

ДИНАМИКА КИСЛОТНОСТИ ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО ТИПИЧНОЙ ЛЕСОСТЕПИ В УСЛОВИЯХ ДЛИТЕЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ АГРОХИМИКАТОВ

А.С. Максимова, В.А. Федюхина, О.М. Кольцова

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж, Россия, e-mail: olga.koltsova.52@mail.ru

***Аннотация.** В работе приводятся результаты изучения кислотного режима чернозема выщелоченного в результате многолетнего использования органических, минеральных удобрений и мелиоранта. Установлено подкисляющее воздействие минеральных удобрений. Так при внесении НРК величина рН_{сол.} снижается стабильно на 0,5-1,0, а гидролитическая кислотность увеличивается до 6,9 мг-экв/100 г почвы. Стабилизировать эту ситуацию удается при внесении кальциевого мелиоранта.*

***Ключевые слова:** чернозем выщелоченный, органические удобрения, минеральные удобрения, дефекат, обменная кислотность, гидролитическая кислотность.*

Введение. В современных условиях резко возрасли нагрузки на окружающую среду, на все ее компоненты, а в сельском хозяйстве – особенно на почву. Почва является условием и источником жизни человека, так как дает ему продукты питания, сырье промышленного производства. Поэтому интерес к вопросам состояния почвенной среды агроэкосистем неуклонно возрастает. Кроме того, из-за усиления эрозионных процессов человечество теряет пригодные для сельскохозяйственного использования земли, физически которые восполнить уже не возможно. Поэтому необходимо учитывать возможные изменения негативного характера и разрабатывать агроприемы предотвращающие их.

Длительное время человек уповал на буферность почвы, особенно черноземов и вел на них экстенсивное сельскохозяйственное производство без восполнения утрачиваемых запасов. Это привело к резкому ухудшению состояния этих почв и даже деградации [1].

Объектом наших наблюдений являлся чернозем выщелоченный в условиях типичной лесостепи Воронежской области. Они проводились с целью установления изменения одного из важнейших параметров плодородия почв – кислотности, как одного из важнейших для получения урожаев сельскохозяйственных культур с высоким качеством.

Актуальность исследований связана с тем, что в результате интенсивного антропогенного воздействия на почву происходит резкое изменение качественных параметров, что связано как с сельскохозяйственным воздействием, так и возрастанием общей техногенной нагрузки (выбросы и сбросы в окружающую среду техники, предприятий и т.п.).

Исследования показывали, что ежегодные потери кальция из почвы в результате выноса с урожаем, частично – внутрипочвенной миграции и ветровой эрозии, – весьма значительны. А это как раз и предопределяет уровень кислотности почвы. В настоящее время площадь кислых почв по данным агрохимического обследования в Воронежской области составила – 699,2 тыс. га: из них сильнокислых почв – 4,9 тыс. га; среднекислых почв – 155,1 тыс. га; слабокислых почв – 539,2 тыс. га. Кислые почвы находятся во всех районах области [2].

По данным Воронежского НИИСХ им. В.В. Докучаева, потери кальция варьируются в широких пределах – от 50 до 232 кг/га, в зависимости от гранулометрического состава почвы и применяемых удобрений. Расчёт баланса кальция по хозяйствам области на протяжении многих лет отрицательный и за 2019 год составляет 132 кг/га пашни. А в таких районах, как Верхнехавский, Калачеевский, Лискинский, Нижнедевицкий, Петропавловский и Семилукский, он ещё выше, что является причиной увеличения площадей кислых почв. Ведь

кислая реакция почвенного раствора – это своеобразный пусковой механизм деградации почвы.

Следствием такого процесса явились потеря органического вещества (гумуса), ухудшение физико-химических свойств почвы, снижение эффективности применения минеральных удобрений до сорока процентов и выше, урожайности и качества продукции. Часто гибель озимых культур и многолетних трав связана не с низкими температурами, а с кислой реакцией почвы. Ежегодно потери урожая зерна в Воронежской области, обусловленные негативным влиянием кислотности, составляют не менее 155 тысяч тонн. В 2019 году аграриями Воронежской области произвестковано всего 20,0 тыс. га: дефекатом – 14738 га; мелом – 4822 га, доломитовой мукой – 340 га и известью (пушенка) – 100 га. Как видно из этих данных мелиорация кислых почв остается одним из приоритетных мероприятий направленных на восстановление и повышение плодородия почв [2].

Материалы и методы. Наши исследования проводились в условиях длительного стационарного опыта отдела химизации УНТЦ «Агротехнология» Воронежского госагроуниверситета. Опыт был заложен в 1987 году, поэтому работа носит мониторинговый характер, продолжается 35 лет. В опыте проводилось изучение влияния различных агрохимикатов на качественные характеристики, а их изменение, в свою очередь, на плодородие почвы и урожайность возделываемых культур.

Стационарный опыт включает 15 вариантов. Для мониторинга нами были выбраны наиболее контрастные пять: контроль без удобрений; контроль органический фон – 40 т/га навоза в черный пар; орг. фон + N₆₀P₆₀K₆₀; орг. фон + N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀; орг. фон + дефекат по 1,5 Нг. Почва участка – чернозем выщелоченный среднемощный тяжелосуглинистый, вскипание от 10% HCl в горизонте В при переходе в горизонт С.

Исследования проводились в севообороте со следующим чередованием культур: черный пар – озимая пшеница – сахарная свекла – вико-овсяная смесь – озимая пшеница – ячмень.

Результаты и их обсуждение. Определение физико-химических показателей чернозема показало недонасыщенность почвенно-поглощающего комплекса кальцием. Так, рНвод. 5,72; рНсол. 4,84; гидролитическая кислотность 7 мг-экв/100 г почвы; степень насыщенности основаниями 85%; содержание гумуса 4,20% [3]. Именно эти данные дали основание для введения в опыт варианта с мелиорантом, в качестве которого использовали дефекат (отход свеклосахарного производства). Дефекат (ТУ 9112-005, 00008064-95) является отходом свеклосахарного производства, получаемый выводом фильтрационного осадка технологическими водами, содержит в своем составе около 40-80% карбонатов кальция и магния, 0,2-0,7% азота, 0,5-0,7% фосфора, 0,2-0,7% калия и до 30% органического вещества. Дефекат является высокоэффективным известковым удобрением. В сухом дефекате содержится: извести – 60-80%, органического вещества – 10-15% (в навозе 21%), фосфора – 0,5-1% (в два раза больше, чем в навозе) [4].

В данной работе мы приводим результаты мониторинга кислотности чернозема выщелоченного на основе определения рН солевого раствора (в 1,0 н растворе KCl) потенциометрически и гидролитической кислотности по Каппену с 1,0 н раствором гидролитически щелочной соли уксуснокислого натрия.

Определение показателей кислотности проводится в пахотном горизонте 0-20 см. Данные по изменения обменной кислотности показаны в таблице 1.

Таблица 1. Изменение величины обменной кислотности по вариантам опыта

Вариант	1987 г.	2003 г.	2015 г.	2023 г.
Контроль абсолютный	5,24	5,45	5,10	5,01
Контроль орг. фон	5,32	5,08	4,86	5,17
Орг. фон + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	5,37	4,98	4,57	4,76
Орг. фон + N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	5,29	4,84	4,52	4,61
Орг. фон + дефекат	5,26	6,46	6,40	6,69

Как видно из данных таблицы 1 на всех вариантах опыта, кроме дефекарированного, произошло подкисление почвенного раствора и снижение величины рН солевой вытяжки. Особенно значительные изменения отмечались на вариантах совместного внесения минеральных удобрений по органическому фону. Так, при внесении минеральных удобрений в дозе по 60 кг/га д.в. рН колеблется от 5,37 (исходное состояние) до 4,76 в 2023 году, а при внесении 120 кг/га д.в., т.е. в два раза больше эти изменения составили 5,29 (исходное состояние) до 4,61 в 2023 году. Это говорит о том, что многолетнее применение физиологически кислых удобрений приводит к стабильному подкислению почвенного раствора чернозема выщелоченного и это действие тем больше, чем выше доза удобрений. На дефекарированном варианте при исходном значении рН солевой 5,26 после внесения дефеката она увеличилась до 6,46 и сохранялась на протяжении всех лет исследований. Здесь колебания связаны с периодом последствия, который составляет 12 лет. На варианте органического фона величина обменной кислотности колеблется от 5,37 (исходное состояние) до 5,17 в 2023 году.

Частично, колебание обменной кислотности по годам исследований можно объяснить изменением влажности. Известно, что с увеличением этого показателя величина рН растет и наоборот [5]. Но стабильное снижение этой величины в ходе наших исследований нельзя объяснить только этим показателем, при том, что на контрольном варианте они выражены менее значительно.

Такая динамика изменения обменной кислотности сопровождалась аналогичными изменениями гидролитической кислотности, что показано в таблице 2.

Таблица 2. Изменение величины гидролитической кислотности по вариантам опыта

Вариант	1987 г.	2003 г.	2015 г.	2023 г.
Контроль абсолютный	5,64	5,75	6,010	5,95
Контроль орг. фон	6,02	5,04	5,14	4,97
Орг. фон + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	5,87	6,60	5,57	6,55
Орг. фон. + N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	5,79	6,67	6,25	6,90
Орг. фон + дефекат	5,86	1,34	1,16	2,05

Данные, приведенные в таблице 2, показывают определенные изменения по вариантам опыта в условиях длительного применения различных агрохимикатов на черноземе выщелоченном. Направленность этих изменений по вариантам с органоминеральной системой и мелиорированном обратная. Если до закладки опыта гидролитическая кислотность на всех делянках колебалась от 5,64 до 6,02 мг-экв/100 г почвы, т.е. величины были близки, то после внесения агрохимикатов эти показатели резко отличались. Наиболее значительное увеличение показателя гидролитической кислотности отмечено на варианте с двойной дозой минеральных удобрений – с 5,79 до 6,90, при этом за весь период исследований она стабильно была выше 6 мг-экв. Аналогичная ситуация сложилась и на варианте с одинарной дозой минеральных удобрений. Здесь после внесения агрохимикатов колебание составило 5,87-6,55. Внесение только органических удобрений позволило несколько снизить эту величину до 4,97, что показывает положительное влияние этого агроприема, хотя оно и недостаточно. Резкие положительные изменения отмечены на варианте с дефекатом, где уже в первой ротации севооборота гидролитическая кислотность снижается до 1,34 мг-экв и такая положительная тенденция сохранилась до настоящего времени. При этом следует отметить, что на контрольном варианте величина гидролитической кислотности стабильно на 0,7-1 мг-экв ниже, чем на удобренных. Это позволяет утверждать, что именно внесение физиологически кислых удобрений увеличивает этот показатель.

Полученные нами данные говорят о том, что дефекат компенсирует подкисление почвенного раствора, способствует стабилизации кислотно-основного режима чернозема

выщелоченного, что отразилось и на урожайности возделываемых в опыте сельскохозяйственных культур. Данные по урожайности озимой пшеницы и сахарной свеклы представлены в таблице 3.

Таблица 3. Урожайность культур в по вариантам опыта (2021 год)

Варианты	Озимая пшеница		Сахарная свекла	
	Урожайность	Прибавка	Урожайность	Прибавка
	ц/га		ц/га	
Контроль абсолютный	40,2	-	285,0	-
Контроль орг. фон	50,8	10,6	394,0	109
Орг.фон + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	61,7	21,5	457,0	172
Орг.фон + дефекат	60,2	20,0	460,0	180
НСР _{0,95} , ц/га		3,4		33,2

Наши исследования имели не только агрохимическое значение, но и обще экологическое. Известно, что при производстве сахара образуется до 15% отхода к массе свеклы. Он отправляется на поля фильтрации, которые постепенно начинают занимать огромные территории рядом с предприятием. В ходе хранения дефеката при его высыхании происходит пылевидное загрязнение атмосферы, с дождевыми и таями водами он смывается в водоемы, что приводило к их заилению и эвтрофикации. Кроме того, дефекат содержит семена сорных растений, которые начинают распространяться по территории и загрязняют зеленые насаждения, сельскохозяйственные угодья. Использование дефеката в качестве удобрения поможет решить и эту проблему территорий.

Заключение. Таким образом, установлено, что химическая мелиорация чернозема выщелоченного отходом свеклосахарного производства – дефекатом имеет высокий агрохимический и экологический эффект. В связи с этим основная экологическая проблема мелиорации почв с недонасыщенным почвенно-поглощающим комплексом кальцием заключается в разработке технологий адаптированных к конкретным условиям сельскохозяйственного производства. Важным является улучшение экологической обстановки в целом в районах производства и хранения дефеката, за счет снижения поступления отхода в атмосферный воздух и поверхностные и грунтовые воды. Поэтому кальцийсодержащий материал выступил не только как мелиоративный фактор, но и как обще экологический.

Библиографический список

1. Стекольников К.Е. Декальцирование как механизм деградации черноземных почв // Ресурсный потенциал почв – основа продовольственной и экологической безопасности России: матер. междунар. науч. конф., посвящ. 165-летию В.В. Докучаеву. Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский гос. ун-т, 2011. С. 159-161.
2. [https://www. agrohim36.ru](https://www.agrohim36.ru) Мелиорация кислых почв в Воронежской области (дата обращения 15.01.2023).- Текст: электронный.
3. Туманов С.С., Кольцова О.М. Экологическая оценка применения удобрений и мелиорантов в агроэкосистемах на черноземе выщелоченном // Агроэкологический вестник. Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ. 2020. Вып. 9. С. 46-52.
4. ТУ 9112-005, 00008064-95. Осадок фильтрационный. М., 1995.
5. Стекольников К.Е., Горб И.С., Кольцова О.М. Влияние длительного применения удобрений и мелиоранта на кислотно-основный режим чернозема выщелоченного // Вестник Воронежского ГАУ. 2013. №4 (39). С. 22-31.