

**ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ
КИСЛОТНОСТИ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ
КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ**

**В.И. Панасин, д.с.-х.н., Калининградский ТУ, М.И. Вихман, д.б.н., ЦАС «Калининградский»,
Р.Г. Уютов, ЗАО «Залесское молоко», Д.А. Рымаренко, к.б.н., ЦАС «Калининградский»
e-mail: agrohim_39@mail.ru**

Приведены результаты исследования кислотно-основных свойств дерново-подзолистых окультуренных почв сельскохозяйственных угодий за период 1965 – 2016 гг. Показано, что в 1965-1974 гг. количество кислых почв было относительно постоянным и варьировало от 60 до 64%. pH_{KCl} повысился с 5,2 до 5,8, доля кислых почв снизилась до 26%. Вследствие резкого сокращения объемов известкования, начиная с 1992 г., к 2016 г. pH_{KCl} снизился до 5,6, доля кислых почв возросла до 38%. Исследована динамика подкисления почв агроландшафтов в зависимости от вида угодий, гранулометрического состава, содержания органического вещества и почвообразующих пород. Приведены нормативные величины сдвига pH_{KCl} в гумусово-аккумулятивном горизонте дерново-подзолистых почв в естественных условиях и под действием внесения известки.

Ключевые слова: сдвиг pH, темпы подкисления, известкование.

Почвенный поглощающий комплекс служит резервуаром и донатором абсолютного большинства химических элементов. Состояние органоминеральной матрицы почв определяется гранулометрическим и минералогическим составом, содержанием и составом почвенного органического вещества, количеством и природой поглощенных ионов. С одной стороны, кислотно-основные свойства ППК во многом обуславливают формы нахождения химических элементов в почве и доступность их для растений. С другой стороны, состав поглощенных ионов в современном сельскохозяйственном производстве является антропогенно контролируемым фактором.

Почвенный покров Калининградской области сформировался на продуктах перемывания и переотложения ледниковых отложений. За послеледниковое время песчаные, супесчаные и легкосуглинистые породы были глубоко выщелочены, на средних и тяжелых суглинках распространены как выщелоченные, так и карбонатные породы. Голоценовые аллювиальные и древнеаллювиальные отложения, как правило, не содержат карбонатов. Разнообразие по гранулометрическому и минералогическому составу материнских пород предопределило различную скорость почвообразовательных процессов, и как следствие, формирование сложного и контрастного почвенного покрова территории.

Проводимые в последние десятилетия научные исследования показывают, что природный процесс почвообразования во многих регионах Нечерноземной зоны России усиливает подкисление почвенной среды и отчуждение кальция из пахотного горизонта [1]. Это явление связано как с антропогенными факторами – возросшим техногенным выбросом в атмосферу

соединений углерода и азота [2], так и с проявившейся в последние полвека тенденцией к росту среднегодовой температуры и количества осадков [3]. Последнее увеличивает скорость элементарных почвообразовательных процессов и интенсифицирует промывной режим [4].

На территории Калининградской области преобладают дерново-подзолистые почвы. Они занимают около 83% сельскохозяйственных угодий. Автоморфные почвы составляют около 16%, остальные дерново-подзолистые почвы в той или иной степени переувлажнены. Объектами исследования были дерново-подзолистые почвы сельскохозяйственных угодий Калининградской области. Со времени организации Центра агрохимической службы проведено 9 туров агрохимического обследования почв. Образцы анализировали по стандартным, принятым в агрохимической службе, методикам.

Сельскохозяйственное освоение почв западной части Калининградской области началось около 1 тыс. лет назад, почвы центральной и восточной частей региона освоены несколько позже. Мелиоративные работы на территории региона локально велись с конца XVI в. Во второй половине XIX в. началось применение минеральных удобрений, а также известкования. В первой половине прошлого века были составлены картограммы нуждаемости почв Восточной Пруссии в известковании [5]. Исследования, проведенные комплексной экспедицией АН СССР в 1949-1952 гг., показали существенные различия по кислотности почв и другим показателям плодородия [6]. По результатам исследований комплексной экспедиции установлено, что в известковании нуждается около 60% почв сельскохозяйственных угодий [5, 6], причем наиболее сильно почвы западных конечно-моренных районов.

В период освоения Калининградской области в послевоенные годы (1945-1964 гг.) применение минеральных и органических удобрений существенно сократилось по сравнению с довоенными годами. Вынос оснований с урожаем и дренажным стоком привел к дальнейшему подкислению большинства почв агроландшафтов.

С начала работы агрохимической службы в почвах всех сельскохозяйственных угодий определяли величину pH солевой вытяжки, гидролитическую кислотность, сумму обменных оснований, рассчитывали потребность в известковании. Потребность сельского хозяйства области в известковых мелиорантах определяется долей кислых почв в общей площади почв сельскохозяйственных угодий. Динамика этого показателя для дерново-подзолистых почв сельскохозяйственных угодий за весь период агрохимического обследования представлена в таблице 1.

1. Доля кислых дерново-подзолистых почв в общей площади дерново-подзолистых почв сельскохозяйственных угодий, %

Период	Все угодья	Пашня	Сенокос	Пастбище
1965-1969	62,9	62,8	61,3	63,6
1970-1975	63,2	63,7	61,2	63,9
1976-1981	46,9	45,2	47,3	48,5
1982-1987	32,7	28,3	39,4	35,8
1988-1993	26,4	23,2	32,6	28,1
1994-1998	27,8	25,2	29,2	30,0
1999-2004	31,0	28,0	32,8	32,9
2005-2010	35,3	35,1	37,9	33,2
2011-2016	37,9	38,7	40,2	34,9

Выделяются три периода, различающиеся интенсивностью изменения кислотности почв. Первый период охватывает промежуток времени с момента организации агрохимической службы до 1975 г. В это десятилетие сотрудниками Центра агрохимической службы было проведено агрохимическое обследование почв сельскохозяйственных угодий региона, на основании полученных данных выявлена проблема почвенной кислотности как одного из основных факторов, лимитирующих продуктивность агроэкосистем. Для установления оптимальных доз внесения известковых мелиорантов на различных по типовой принадлежности, гранулометрическому составу, степени кислотности и содержанию органического вещества почвах было заложено множество краткосрочных и длительных стационарных опытов.

На основании данных по произвесткованным площадям и по объемам внесения известковых материалов сотрудниками Центра агрохимической службы был рассчитан сдвиг pH_{KCl} от 1 т известки в производственных условиях в зависимости от исходной величины pH_{KCl} . На исходно сильнокислых почвах 1 т известки снижала почвенную кислотность в среднем на 0,2 ед. pH, на среднекислых – на 0,15, на слабокислых – на 0,10 и на близких к нейтральным – на 0,06 ед. pH.

Приведенные значения смещения реакции среды являются усредненными. Исследования показали, что смещение величины pH зависит от содержания органического вещества, гранулометрического состава почв и других факторов. Свободные гумусовые кислоты и их соли образуют буферную систему, емкость которой пропорциональна общему содержанию гумуса. Обобщение результатов длительных и краткосрочных опытов по известкованию показало, что указанные значения сдвига pH справедливы для среднесуглинистых почв с содержанием гумуса 2,5-3%. При повышенном содержании гумуса, а также утяжелении гранулометрического состава расход мелиорантов возрастает. Установлено, что известкование провоцирует перегруппировки и изменение группового и фракционного состава гумуса – снижение доли лабильного органического вещества и рост относительного содержания второй и третьей фракций [7].

Период с середины 70-х до начала 90-х годов прошлого столетия характеризовался наращиванием объемов известкования, практическим внедрением в сельскохозяйственное производство разработанных Центром агрохимической службы рекомендаций и методик. Рост объемов известкования и выход на научно обоснованные дозы применения известковых мелиорантов позволил с середины 1970-х годов добиться положительного баланса кальция в земледелии Калининградской области (табл. 2).

2. Объемы применения известковых материалов

Годы	Внесено		Произвестковано, тыс. га
	тыс. т	т/га	
1966-1970	60,8	2,6	23,4
1971-1975	224,6	4,8	46,8
1976-1980	481,7	6,7	71,5
1981-1985	622,4	6,6	94,3
1986-1990	539,4	6,2	87,0
1991-1995	149,0	5,4	27,6
1996-2000	4,6	6,6	0,7
2001-2005	9,6	5,7	1,7
2006-2010	4,3	3,1	1,4
2011-2016	7,0	2,5	2,8

Из приведенного количества известковых мелиорантов в период с 1971 по 1990 г. около $\frac{2}{3}$ составляла сланцевая зола. Содержание кальция, магния и калия в пересчете на оксиды в ней равнялось 40-53%, 2,0-3,6 и 1,0-1,5% соответственно. Остальной объем известковых мелиорантов представлен главным образом доломитовой мукой с содержанием $MgCO_3$ 24-25% [8].

Обобщение результатов производственных опытов показало, что на исходно сильнокислых почвах известкование по полной дозе по гидролитической кислотности повысило урожайность озимой пшеницы и озимого ячменя на 30–40%, на среднекислых – на 25-30, на слабокислых – на 15–20%. Близкие по значению результаты получены при возделывании кукурузы на зеленую массу, при этом максимальная прибавка урожая отмечена на второй год после известкования доломитовой мукой.

Достигнутые объемы известкования позволили ко второй половине 80-х годов прошлого столетия значительно сократить долю кислых почв. Однако известкованные почвы не находятся в равновесном состоянии и при прекращении антропогенного воздействия начинают деградационные процессы. С начала 90-х годов прошлого века объемы известкования многократно снизились.

На основании данных агрохимического обследования почв сельскохозяйственных угодий, участков локального агроэкологического мониторинга и стационарных опытов, установлена зависимость скорости подкисления дерново-подзолистых почв в естественных условиях от их гранулометрического состава, содержания органического вещества, интенсивности сельскохозяйственного использования и степени увлажнения. Средняя многолетняя скорость подкисления дерново-подзолистых почв Калининградской области составляет 0,03 ед. pH в год. В супесчаных и легкосуглинистых полугидроморфных почвах, развитых на бескарбонатных материнских породах, темпы подкисления достигают 0,05 ед. pH в год. В суглинистых почвах скорость выщелачивания определяется наличием или отсутствием карбонатного горизонта, глубиной его залегания, а также содержанием органического вещества. Установлена обратная зависимость скорости выщелачивания кальция от содержания гумуса. В среднем темпы подкисления средне- и тяжелосуглинистых дерново-подзолистых почв составляют 0,02 ед. pH в год.

По динамике гидролитической кислотности почвы делят на три группы. Первую группу составляют почвы на бескарбонатных породах. Средняя скорость роста H^+ равна 0,043 ммоль/100 г почвы и практически не зависит от гранулометрического состава почвообразующих и подстилающих пород. Во вторую группу входят дерново-слабоподзолистые и дерновые глееватые почвы

на моренном карбонатном суглинке или озерно-ледниковой карбонатной глине. Темп роста H_T в пахотных горизонтах этих почв существенно ниже – 0,034 ммоль/100 г в год. Это связано, вероятно, с частичной компенсацией потерь кальция периодическим поступлением жестких почвенно-грунтовых вод в нижнюю часть гумусово-аккумулятивного горизонта. Третью группу составляют тяжелые по гранулометрическому составу оглеенные почвы с присутствием карбонатов в почвенном профиле. В таких почвах величина H_T стабильна вследствие динамического равновесия между выносом кальция и поступлением его из почвенно-грунтовых вод.

Динамика суммы поглощенных оснований в целом повторяет выявленную для величины рН закономерность для всех групп гранулометрического состава. Проведенные в последние десятилетия исследования [8] показали, что снижение величины рН и суммы обменных оснований сопровождается ростом относительного содержания свободных и рыхлосвязанных с полуторными оксидами фракций гуминовых кислот при одновременном снижении доли гуматов кальция и магния, а также негидролизующего остатка.

Таким образом, на основании многочисленных широкомасштабных почвенно-агрохимических исследований выявлены региональные нормативы изменения кислотно-основных свойств на преобладающих типах и разновидностях почв за полувековой период как в естественных условиях, так и на

фоне интенсивных объемов известкования. По результатам серии краткосрочных и стационарных многолетних опытов с различными сельскохозяйственными культурами на фоне разных доз и видов известковых материалов установлены суммарные прибавки урожая от внесения извести с учетом прямого действия и последствий.

Литература

1. Величко, В.А. Оптимизация кислотности – необходимый агроэкологический прием / В.А. Величко // Агрохимия. – 1998. - № 1. – С. 10 – 12.
2. Панасин, В.И. Агрохимические основы известкования кислых почв Калининградской области. Ч. 1 / В.И. Панасин, В.Д. Слободжанинова. – Калининград: Изд-во КГТУ, 2003. – 144 с.
3. Анциферова, О.А. Влияние агроклиматических условий на интенсивность водной эрозии и урожайность сельскохозяйственных культур на супесчаных буроземах / О.А. Анциферова // Плодородие. – 2013. - № 3. – С. 28 – 30.
4. Анциферова, О.А. Почвы Замландского полуострова и их антропогенное изменение. Ч. 1. Факторы почвообразования. Почвы подзолистого и буроземного рядов / О.А. Анциферова. – Калининград: Изд-во КГТУ, 2008. – 397 с.
5. Церлинг В. В. Из истории сельского хозяйства Калининградской области / В. В. Церлинг // Агрохимические работы в Калининградской области. – М.: Сельхозгиз, 1959. – С. 7 – 19.
6. Важеннин И.Г. Агрохимическая характеристика почв / И. Г. Важеннин, В. И. Белякова // Агрохимические работы в Калининградской области. – М.: Сельхозгиз, 1959. – С. 40 – 70.
7. Панасин, В.И. Гумус и плодородие почв Калининградской области / В.И. Панасин, Д.А. Рымаренко. – Калининград: Изд-во КГУ, 2004. – 219 с.
8. Панасин, В.И. Агрохимические основы известкования кислых почв Калининградской области. Ч. 2 / В.И. Панасин, В.Д. Слободжанинова. – Калининград: Изд-во КГТУ, 2003. – 231 с.

BASIC LAWS OF CHANGES IN ACIDITY PARAMETERS OF SODDY-PODZOLIC SOILS IN THE KALININGRAD REGION

V.I. Panasin¹, M.I. Vikhman¹, R.G. Uyutov², D.A. Rymarenko¹

¹Kaliningradskii Center of Agrochemical Service, ul. Molodoi Gvardii 4, Kaliningrad, 236038 Russia E-mail: agrohim_39@mail.ru

²ZAO Zaleskoe Moloko, ul. Bol'shakovskaya 22, Polessk raion, Kaliningrad oblast, 238642 Russia E-mail: agrohim_39@mail.ru

Results of studying the acid-base properties of cultivated soddy-podzolic soils over the period 1965–2016 are presented. It is shown that, during the period 1965–1974, the percentage of acidic soils was relatively constant and varied between 60–64%, the weighted average pH_{KCl} increased from 5.2 to 5.8, and the share of acidic soils decreased to 26%. Due to the abrupt reduction in the volume of applied lime since 1992, the weighted average pH_{KCl} decreased to 5.6 in 2016, and the share of acidic soils increased to 38%. The dynamics of soil acidification in agricultural landscapes depending on the type of land, particle size distribution, organic matter content, and soil-forming rocks was studied. Guideline values of pH_{KCl} shift in the humus-accumulative horizon of soddy-podzolic soils under natural conditions and under the impact of liming are presented.

Keywords: pH shift, acidification rate, liming.

УДК 631.811:631.445.4:631.85

ПИТАТЕЛЬНЫЙ РЕЖИМ ОБЫКНОВЕННОГО ЧЕРНОЗЁМА В ПОСЛЕДЕЙСТВИИ ДЛИТЕЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ ФОСФОРНЫХ УДОБРЕНИЙ

Н.Н. Шаповалова, Е.П. Шустикова, к.с.-х.н., Ставропольский НИИСХ

356241, Ставропольский край, г. Михайловск, ул. Никонова, д.49, schapovalova.nadejda@yandex.ru

Проведена оценка состояния плодородия метрового профиля обыкновенного чернозема и продуктивности полевого севооборота после прекращения внесения возрастающих доз фосфорных удобрений. Выявлено, что применение фосфатов приводит к разнонаправленному изменению запасов N, P и K. Содержание P_2O_5 в слое 0–100 см в первый год последействия было выше на 64–263%, чем на неудобренном контроле, а количество $N-NO_3$ и K_2O , наоборот, ниже на 26–45 и 0–10% соответственно. Предшествующее внесение фосфорных удоб-

рений оказало большое влияние на урожай культур в севообороте, общая продуктивность которого в последействии одного фосфора увеличилась относительно контроля на 18–29%, а при использовании полного минерального удобрения – на 31–37%.

Ключевые слова: последействие фосфорных удобрений, плодородие почвы, продуктивность севооборота, чернозем обыкновенный.

В условиях интенсивного земледелия запасы подвижного фосфора, особенно в карбонатных почвах, не-