

УДК 631.415.1:631.82.821:631.445.24

ДИНАМИКА pH_{KCl} ПРОИЗВЕДСТВЕННОЙ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЫ МЕЛИОРАНТАМИ РАЗЛИЧНОЙ ХИМИЧЕСКОЙ ПРИРОДЫ

© 2024 г. А. В. Литвинович^{1,2,*}, П. С. Манаков^{1,2}, А. В. Лаврищев², Ю. В. Хомяков¹,
К. М. Нельсон², В. М. Буре^{1,3}

¹Агрофизический научно-исследовательский институт
195220 С.-Петербург—Пушкин, Гражданский просп., 14, Россия

²Санкт-Петербургский государственный аграрный университет
196601 С.-Петербург—Пушкин, Петербургское шоссе, 2, Россия

³Санкт-Петербургский государственный университет
199034 С.-Петербург, Университетская наб., 7–9, Россия

*E-mail: av.lavrishchev@yandex.ru

Показана возможность ускорения реакции мелиорант—свежепроизвесткованная почва в растворе 1 н. KCl. Прослежены изменения величины pH в течение 20 сут взаимодействия почвы с раствором. Установлены различия в скорости реакции при использовании для известкования мелиорантов различной химической природы. Выявлено, что мелиоративный эффект при применении в опыте материалов силикатной природы был меньше, чем карбонатной. По эффекту, достигнутому в результате известкования, все использованные в опыте мелиоранты можно выстроить в следующий по убыванию ряд: доломитовая мука (ДМ), отсев щебня (ОЩ) > конверсионный мел (КМ), доломитизированная известняковая мука (ДИМ) > доменный шлак (ДШ) > > сланцевая зола (СЗ). Для всех известковых удобрений разработаны эмпирические модели изменения величины pH_{KCl} во всем интервале эксперимента. Проведена кластеризация отдельных вариантов опыта, произвесткованных различными мелиорантами, по их влиянию на показатель pH_{KCl} на всем промежутке изучения.

Ключевые слова: динамика pH_{KCl} , известкование, дерново-подзолистая супесчаной почва, мелиоранты различной химической природы.

DOI: 10.31857/S0002188124020036

ВВЕДЕНИЕ

В лаборатории мелиорации почв Агрофизического научно-исследовательского института (г. Санкт-Петербург) длительное время проводят исследования скорости разложения мелиорантов в почвах [1–6].

Установлено, что растворение известковых материалов в почвах продолжительно во времени и зависит от твердости их сложения, химического состава, тонины помола, продолжительности взаимодействия мелиоранта с почвой, исходной кислотности почв, равномерности распределения мелиоранта в пахотном горизонте [7].

Из литературы известно, что при воздействии на почву, содержащую остаточное количество непрореагировавших карбонатов 1 н. раствором KCl, создаются условия для ускоренной реакции известь—мелиорант [8]. Например, в работе [9]

проведены исследования, направленные на установление сдвига pH_{KCl} свежепроизвесткованной почвы доломитовой и известняковой мукой в солевой суспензии 1 н. KCl. Показано, что реакция почва—мелиорант не заканчивается после 1-часового встряхивания суспензии. В течение 10-часового взаимодействия наблюдали рост показателя pH_{KCl} солевой суспензии как в варианте с использованием известняковой, так и доломитовой муки.

Полученный эффект мог быть связан с ускоренным разложением частиц мелиоранта HCl, получающейся при вытеснении из почвенного поглощающего комплекса ионов водорода катионами калия. Могли также иметь место обменные реакции непрореагировавших $CaCO_3$ и $MgCO_3$ с KCl, в результате которых образовались растворы щелочных солей карбонатов и бикарбонатов калия [8].

Настоящее исследование является продолжением экспериментов, начатых в [9]. Цель работы — на протяжении 20 сут взаимодействия мелиорантов различной химической природы с кислой дерново-подзолистой супесчаной почвой, удобренной комплексным минеральным удобрением, изучить динамику величины pH_{KCl} в растворе 1 н. KCl и разработать эмпирические модели изменения величины pH_{KCl} в зависимости от времени нахождения свежепроизвесткованной почвы в солевой суспензии.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

В высушенную и пропущенную сквозь сито с диаметром отверстий 1 мм почву добавляли расчетное количество комплексных минеральных удобрений и тонкоизмельченных мелиорантов. Почву заливали 1 н. раствором KCl (соотношение почва: раствор = 2.5). Суспензию встряхивали в течение 3 мин и оставляли на 1 сут. Далее в суспензии устанавливали величину pH_{KCl} . Для определения использовали иономер “Анион 7000”. После замера величины pH_{KCl} суспензию снова встряхивали и оставляли на 1 сут. Изменение величины pH_{KCl} суспензии проводили ежедневно в течение 20 сут.

Для проведения эксперимента была подобрана сильноокислая дерново-подзолистая супесчаная почва, отобранная под естественным многолетним лугом. Валовой химический и гранулометрический составы почв приведены в табл. 1, 2.

Физико-химическая характеристика почвы была следующей: pH_{KCl} 3.76, H_T — 11.8 ммоль(экв)/100 г,

гумус — 3%, содержание частиц <0.01 мм — 18.6%. Содержание подвижного кальция составляло 1370 мг/кг. Для проведения исследований использовали мелиоранты карбонатной и силикатной природы. Химический состав мелиорантов представлен в табл. 3.

Конверсионный мел (карбонат кальция синтетический) (КМ) — отход производства азотных удобрений получается в результате азотнокислого разложения апатитового концентрата. Обладает тонкодисперсным гранулометрическим составом [10]. Мелиоративные свойства КМ АО “Акрон” (г. Великий Новгород) приведены в работах [11, 12].

Доломитовая мука (ДМ) произведена из доломита (Республика Беларусь, г. Витебск). Содержит в своем составе углекислые соли кальция и магния ($CaCO_3 + MgCO_3$).

Доменный шлак (ДШ) — отход производства черных металлов. В опыте использовали ДШ Череповецкого металлургического комбината. Шлак относится к известково-силикатным удобрениям. Сравнительный анализ удобрительной ценности и мелиоративных свойств ДМ и ДШ дан в работах [13, 14].

Сланцевая зола (СЗ) образуется при сжигании горючих сланцев на крупных электростанциях и небольших котельных, оборудованных для их сжигания в “кипящем” слое при температуре $\approx 1000^\circ C$. В наших исследованиях использовали золу из г. Кохтла-Ярве. В составе действующего вещества золы присутствовали силикаты и оксиды кальция, установлено наличие магния.

Таблица 1. Гранулометрический состав супесчаной дерново-подзолистой почвы

Размер фракций, мм	1–0.25	0.25–0.05	0.05–0.01	0.01–0.005	0.005–0.001	< 0.001	<0.01
Содержание, %	1.77	58.14	21.50	5.95	7.04	6.86	18.6

Таблица 2. Валовой химический состав почвы, %

Потеря при прокаливании	SiO ₂	R ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	P ₂ O ₅	SO ₃
6.15	81.09	9.28	1.19	7.97	0.44	0.47	0.11	0.51

Таблица 3. Химический состав мелиорантов, %

Мелиорант	Массовая доля CaO	Массовая доля MgO	Массовая доля SiO ₂
Конверсионный мел (КМ)	50.7	1.7	—
Доломитизированная известняковая мука (ДИМ)	44.7	4.3	—
Доломитовая мука (ДМ)	30.4	21.0	—
Доменный шлак (ДШ)	39.7	19.7	38.5
Сланцевая зола (СЗ)	42.1	4.2	27.1
Отсев щебня (ОЩ)	27.0	17.3	—

Таблица 4. Динамика pH_{KCl} свежепроизвесткованной почвы мелиорантами различного химического состава

Вариант	Время, сут										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Контроль (без удобрений)	3.76	3.64	3.69	3.69	3.72	3.74	3.72	3.77	3.81	3.83	3.85
2. Азофоска	3.76	3.56	3.63	3.65	3.69	3.73	3.71	3.75	3.82	3.82	3.86
3. АРАВИВА (фон)	3.76	3.59	3.66	3.67	3.71	3.75	3.73	3.77	3.81	3.83	3.87
4. Фон + КМ по 1 H_T	3.76	4.80	4.88	4.86	4.93	4.99	4.94	4.93	4.98	4.97	5.00
5. Фон + ДИМ по 1 H_T	3.76	4.97	4.83	4.85	4.91	4.90	4.98	4.94	4.94	4.99	4.99
6. Фон + ДМ по 1 H_T	3.76	4.53	4.71	4.80	4.93	4.99	5.06	5.07	5.15	5.15	5.20
7. Фон + ОЩ по 1 H_T	3.76	4.63	4.85	4.96	5.08	5.12	5.17	5.16	5.23	5.20	5.23
8. Фон + СЗ по 1 H_T	3.76	3.74	3.82	3.86	3.89	3.92	3.92	3.97	4.04	4.04	4.09
9. Фон + ДШ по 1 H_T	3.76	4.05	4.21	4.28	4.37	4.45	4.46	4.50	4.60	4.62	4.66
	Время, сут										
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1. Контроль (без удобрений)	3.82	3.83	3.72	3.78	3.77	3.74	3.81	3.79	3.79	3.80	
2. Азофоска	3.79	3.81	3.72	3.79	3.77	3.73	3.75	3.74	3.74	3.76	
3. АРАВИВА (фон)	3.81	3.85	3.72	3.80	3.78	3.75	3.77	3.80	3.77	3.78	
4. Фон + КМ по 1 H_T	4.93	4.93	4.88	4.92	4.89	4.88	4.87	4.72	4.69	4.84	
5. Фон + ДИМ по 1 H_T	4.93	4.93	4.89	4.93	4.90	4.86	4.89	4.80	4.65	4.82	
6. Фон + ДМ по 1 H_T	5.14	5.15	5.10	5.18	5.14	5.11	5.15	5.03	4.91	5.04	
7. Фон + ОЩ по 1 H_T	5.18	5.17	5.14	5.19	5.16	5.13	5.15	5.02	4.95	5.03	
8. Фон + СЗ по 1 H_T	4.04	4.07	3.97	3.98	3.99	3.95	3.97	3.97	3.67	3.84	
9. Фон + ДШ по 1 H_T	4.63	4.64	4.58	4.65	4.65	4.61	4.65	4.60	4.44	4.51	

Отход производства щебня из карбонатных пород (отсев доломита) (ОД) предназначен для дорожного строительства. В отвалы отсеивают фракции размером <10 мм. Химический состав отсева месторождения Елизаветино (Гатчинский р-н Ленинградской обл.) приведен в табл. 3. Удобрительная ценность и мелиоративные свойства отхода представлены в работе [2].

Перед внесением в почву все мелиоранты размельчали и пропускали через сито с диаметром отверстий 0.25 мм. Дозы мелиорантов выравнивали по нейтрализующей способности. Схема опыта приведена в табл. 4. Повторность опыта четырехкратная.

В качестве вариантов сравнения использовали почву без применения средств химизации (вариант 1), а также почву, удобренную азофоской (NPK 16 : 16 : 16) и АРАВИВА (варианты 2, 3) по 0.2 г д.в./кг массы почвы. В мелиорированных вариантах в качестве фона применяли АРАВИВА.

АРАВИВА – (NPK = 15 : 15 : 15) производится ПАО “ФосАгро”. Азот в удобрении представлен в форме NH_4^+ , 90% фосфатов составляют водорастворимые формы, содержит в своем составе 10% серы и 0.3–1.0% Mg O.

Необходимое количество мелиоранта для известкования устанавливали из расчета устранения гидролитической кислотности по 1 H_T . Пересчет вели на массу пахотного слоя 3000 т.

Построение эмпирических моделей проводили согласно [15].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Изменение величины pH_{KCl} в отдельных вариантах опыта приведено в табл. 4. Показано, что величина pH_{KCl} суспензии в контрольном варианте опыта на всем промежутке эксперимента менялась от 3.64 до 3.85, т.е. оставалась в сильноокислом интервале.

Сравнительный анализ данных динамики pH_{KCl} в вариантах с использованием АРАВИВА и азофоски не выявил существенных различий между ними. Изменения pH_{KCl} на всем промежутке изучения составили: азофоска – 3.56–3.86, АРАВИВА – 3.59–3.83 pH. Как и в контрольном варианте опыта, величина pH_{KCl} укладывалась в сильноокислый интервал. Ни подкисления, ни подщелачивания почвы при использовании комплексных удобрений не произошло.

Таблица 5. Эмпирические модели, описывающие изменения pH_{KCl} солевой суспензии от времени взаимодействия почва–мелиорант

№	Мелиорант	Модель	p -value	R^2
1	КМ	$y_1 = 4.74 + 0.0096 \cdot t$	0.3	0.05
2	ДИМ	$y_2 = 4.75 + 0.0092 \cdot t$	0.34	0.048
3	ДМ	$y_3 = 4.66 + 0.03 \cdot t$	0.005	0.34
4	ОЩ	$y_4 = 4.78 + 0.024 \cdot t$	0.034	0.215
5	СЗ	$y_7 = 3.89 + 0.004 \cdot t$	0.31	0.052
6	ДШ	$y_8 = 4.21 + 0.026 \cdot t$	0.0003	0.499

Примечание. t – время взаимодействия мелиоранта с почвой.

Иная картина установлена при анализе данных изменения pH_{KCl} в свежепроизвесткованных почвах. В варианте с применением в качестве мелиоранта конверсионного мела спустя 1 сут после настаивания величина pH_{KCl} составила 4.8 (среднекислый интервал) и оставалась на том же уровне до конца эксперимента. В целом, на всем промежутке наблюдений, значимых изменений показателя величины pH не было. Модель (1) динамики изменения величины pH_{KCl} была статистически не значима (табл. 5). График модели приведен на рис. 1а.

Характер изменения величины pH при использовании доломитовой и доломитизированной известняковой муки (ДИМ) отличались друг от друга. В варианте с ДИМ максимальный сдвиг pH достигнут спустя 1 сут после настаивания суспензии (4.97 pH). Далее, на всем промежутке изучения изменения были не значительными и укладывались в диапазон, соответствующий среднекислым показателям pH .

В варианте с применением ДМ эффект спустя 1 сут отстаивания был меньше (4.53 pH). Рост величины pH продолжался до середины эксперимента (10-е сут после известкования) – 5.2 pH . Далее наметилась тенденция к постепенному снижению величины pH .

Аналогичный характер динамики изменения величины pH почвенной суспензии установлен в варианте с использованием для известкования тонкоизмельченного отсева доломита. Модели № 2, 3 и 4 изменения величины pH при использовании для известкования мелиорантов карбонатной природы на всем промежутке изучения были статистически не значимы (табл. 5). Графики моделей приведены на рис. 1б, в, г.

Мелиоранты силикатной природы в опыте представлены промышленными отходами: доменным шлаком и сланцевой золой. Эффект от применения этих мелиорантов был меньше, чем мелиорантов карбонатной природы. Изменения величины pH не выходили за рамки среднекислого диапазона. Например, рост величины pH в варианте с ДШ наблюдали до 8-го срока изучения (4.60 pH). До 18-ти сут

взаимодействия мелиоранта с почвой величина pH оставалась практически неизменной (4.6–4.7 pH). Далее наметилась тенденция к снижению величины pH солевой суспензии.

Наименьшим мелиоративным эффектом характеризовалась сланцевая зола. Максимальный сдвиг величин pH в отдельные сроки наблюдений не превышал 0.3–0.4 pH . Модели № 7 и 8, описывающие динамику изменения величины pH в почве вариантов, мелиорированных СЗ и ДШ, были статистически значимы (табл. 6). Графики моделей приведен на рис. 1д, е.

Таким образом, мелиоративный эффект от использования в опыте материалов силикатной природы был меньше, чем карбонатной. По величине эффекта, достигнутого в результате известкования, все использованные в опыте мелиоранты можно выстроить в следующий по убыванию ряд: доломитовая мука, отсев щебня > конверсионный мел, доломитизированная известняковая мука > доменный шлак > сланцевая зола.

Анализ моделей изменения величины KCl в вариантах с различными мелиорантами позволил установить следующее. Эмпирическая модель (3) в варианте 6 статистически значима на высоком уровне значимости. В этом варианте опыта имеется статистически значимое изменение pH в среднем (происходило увеличение pH). Эмпирические модели (4, 6) обладают высокой статистической значимостью, происходило возрастание pH .

Эмпирические модели (1), (2), (5) статистически не значимы, нет статистически значимых изменений pH в среднем на всем интервале изучения.

Очень похожи эмпирические модели (1) и (2), коэффициенты моделей близки по своим величинам. Как видно из графиков, динамика в вариантах опыта 4, 5 очень похожа (не было статистически значимых изменений pH в среднем на всем промежутке наблюдений).

Несмотря на отсутствие статистической значимости эмпирическая модель (5) заметно отличалась

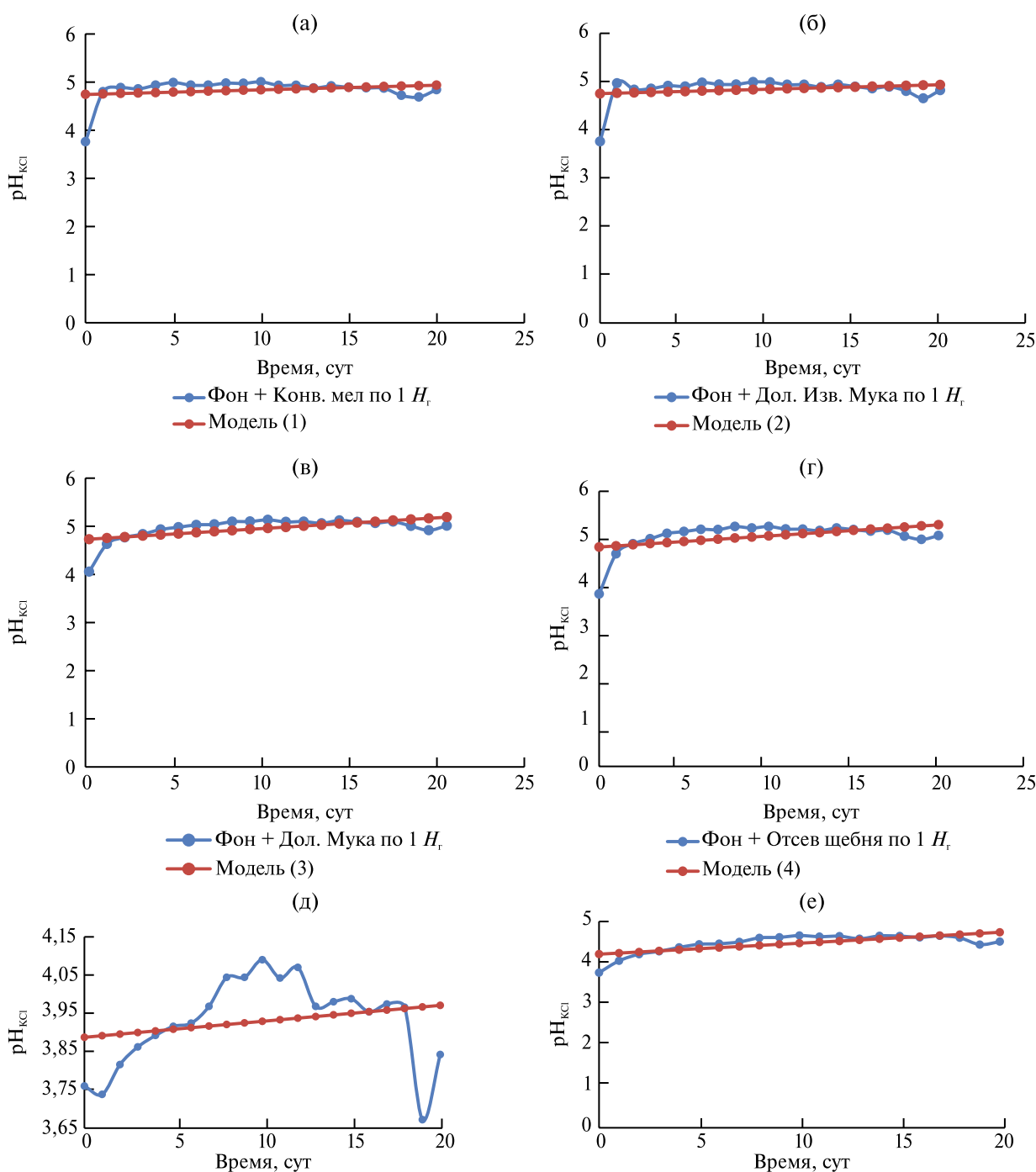


Рис. 1. Динамика величины pH_{KCl} в почве, мелиорированной КМ (а), ДИМ (б), ДМ (в), ОЩ (г), СЗ (д), ДШ (е).

от моделей (1), (2) по величинам коэффициентов и, как видно из графика, характер динамики в варианте опыта 7 заметно отличался от вариантов опыта 4, 5.

Имеется несомненное сходство моделей (4) и (6), коэффициенты моделей близки по своим величинам и, как видно из графиков, динамика изменения pH_{KCl} очень похожа (происходят статистически значимые изменения).

В целом, на основе проведенных исследований можно выделить следующие группы экспериментов: I группа содержит вариант опыта 6 (фон + ДМ по 1 H_r); II группа содержит варианты опыта 7 (фон + ОД по 1 H_r), 9 (фон + ДШ по 1 H_r), III группа содержит варианты опыта 4 (фон + КМ по 1 H_r), 5 (фон + ДМ по 1 H_r), IV группа содержит вариант опыта 8 (фон + СЗ по 1 H_r).

ВЫВОДЫ

При добавлении в дерново-подзолистую супесчаную почву мелиорантов различной химической природы создаются условия для ускоренной реакции почва—мелиорант в растворе 1 н. KCl. Реакция в суспензии не заканчивается спустя 1 сут взаимодействия мелиоранта с почвой.

По эффекту, достигнутому в результате известкования, все используемые в опыте мелиоранты можно выстроить в следующий по убыванию ряд: доломитовая мука, отсев щебня > конверсионный мел, доломитизированная известняковая мука > > доменный шлак > сланцевая зола. При использовании известковых материалов силикатной природы мелиоративный эффект был ниже, чем от применения мелиорантов карбонатной природы.

Разработаны эмпирические модели, описывающие изменения величины pH_{KCl} за 20 сут реакции «почва—мелиорант» как для мелиорантов карбонатной, так и силикатной природы. Проведена кластеризация отдельных вариантов опыта, произвесткованных различными мелиорантами по их влиянию на величину показателя pH_{KCl} на всем промежутке изучения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Литвинович А.В., Павлова О.Ю., Лаврищев А.В., Бирюков В.А. Разложение конверсионного мела в дерново—подзолистой почве в связи с угрозой ее загрязнения стабильным стронцием // *Агрохимия*. 2001. № 11. С. 64—68.
2. Литвинович А.В., Павлова О.Ю., Лаврищев А.В., Буре В.М., Ковлева А.О. Мелиоративные свойства, удобрительная ценность и скорость растворения в почвах различных по размеру фракций отсева доломита, используемого для дорожного строительства // *Агрохимия*. 2016. № 2. С. 31—41.
3. Литвинович А.В., Павлова О.Ю., Лаврищев А.В., Буре В.М., Салаев И.В. Скорость растворения в почвах мелиорантов карбонатной природы (эмпирические модели динамики растворения) // *Агрохимия*. 2016. № 12. С. 42—50.
4. Павлова О.Ю., Берсенева А.О., Литвинович А.В., Лаврищев А.В., Салаев И.В., Буре В.М. Исследование скорости растворения крупных частиц доломита в кислой дерново-подзолистой супесчаной почве по данным лабораторного опыта // *Агрофизика*. 2020. № 3. С. 23—28.
5. Литвинович А.В., Берсенева А.О., Павлова О.Ю., Лаврищев А.В., Хомяков Ю.В., Дубовицкая В.И. Разложение крупных частиц доломита в кислой дерново-подзолистой супесчаной почве; влияние известкования и различного уровня минерального питания пшеницы на изменение кислотности основных свойств и урожайность растений (по данным модельного опыта) // *Агрофизика*. 2021. № 1. С. 14—18.
6. Литвинович А.В., Берсенева А.О., Павлова О.Ю., Лаврищев А.В., Буре В.М. Процесс разложения крупных частиц доломита в сильноокислой дерново-подзолистой супесчаной почве. Динамика убыли массы доломита на разных стадиях растворения (по данным лабораторного опыта) // *Агрохимия*. 2022. № 3. С. 52—60.
7. Литвинович А.В., Небольсина З.П. Продолжительность действия известковых мелиорантов в почвах и эффективность известкования // *Агрохимия*. 2012. № 10. С. 79—94.
8. Небольсин А.Н., Небольсина З.П. Теоретические основы известкования почв. СПб., 2005. 252 с.
9. Литвинович А.В., Павлова О.Ю. Изменение величины почвенной кислотности в процессе взаимодействия мелиорантов с почвами (по данным лабораторных и вегетационного опытов) // *Агрохимия*. 2010. № 10. С. 3—10.
10. Кабанина Л.Н., Южанина Е.Н., Юлушев И.Г. Влияние осажденного карбоната кальция на продуктивность сельскохозяйственных культур в условиях Кировской области // *Действие удобрений и отходов промышленности на продуктивность сельскохозяйственных культур, качество урожая и свойства почвы*. Тр. Горьков. СХИ. 1984. С. 12—15.
11. Лаврищев А.В. Кальций и стронций в системе почва—растение при известковании почв конверсионным мелом (на примере АО «Акрон» Г. Новгород): Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. СПб. — Пушкин, 2000. 16 с.
12. Лаврищев А.В., Литвинович А.В. Стабильный стронций в агроэкосистемах. Сер. Учебники для вузов. СПб., Спец. лит.-ра, 2019. 192 с.
13. Литвинович А.В., Небольсина З.П., Лаврищев А.В., Павлова О.Ю., Ковлева А.О., Куземкин И.А. Некоторые результаты изучения мелиоративных свойств тонкодисперсных фракций доломитовой муки и доменного шлака Череповецкого металлургического комбината // *Агрофизика*. 2013. № 2. С. 44—51.
14. Литвинович А.В., Лаврищев А.В., Ковлева А.О., Буре В.М. Химический состав растений яровой пшеницы на кислой дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, произвесткованной кальцийсодержащими отходами промышленности. Эмпирические модели транслокации макро— и микроэлементов в вегетативные и генеративные органы растений // *Агрохимия*. 2023. № 1. С. 73—82.
15. Буре В.М. Методология статистического анализа опытных данных. СПб., 2007. 141 с.

Dynamics of pH_{KCl} of Calcified Sod-Podzolic Sandy Loam Soil by Meliorants of Various Chemical Nature

A. V. Litvinovich^{a,b,#}, P. S. Manakov^{a,b}, A. V. Lavrishchev^b, Yu. V. Khomyakov^a,
K. M. Nelson^b, V. M. Bure^{a, c}

^aAgrophysical Research Institute,
Grazhdansky prosp. 14, St.-Petersburg–Pushkin 195220, Russia

^bSt.-Petersburg State Agrarian University,
Peterburgskoe shosse 2, St. Petersburg–Pushkin 196601, Russia

^cSt. Petersburg State University,
Universitetskaya nab. 7–9, St.-Petersburg 199034, Russia

[#]E-mail: av.lavrishchev@yandex.ru

The possibility of accelerating the reaction of meliorant-freshly calcified soil in a solution of 1 n. KCl is shown. Changes in the pH value during 20 days of soil-solution interaction were traced. Differences in the reaction rate have been established when using ameliorants of various chemical nature for liming. It was revealed that the reclamation effect when using silicate materials in the experiment was less than that of carbonate. According to the effect achieved as a result of liming, all meliorants used in the experiment can be arranged in the following descending order: dolomite flour (DF), crushed stone screening (CSS) > > conversion chalk (CC), dolomitized limestone flour (DLF) > blast furnace slag (BFS) > shale ash (SA). Empirical models of changes in the pH_{KCl} value over the entire experimental interval have been developed for all lime fertilizers. Clustering of individual variants of the experiment, produced by various meliorants, according to their effect on the pH_{KCl} index over the entire period of study was carried out.

Keywords: pH_{KCl} dynamics, liming, sod-podzolic sandy loam soil, meliorants of various chemical nature.