

УДК 631.415.1:631.821.1:631.445.24:631.421.2

ВЛИЯНИЕ ИЗВЕСТКОВАНИЯ РАЗЛИЧНЫМИ МЕЛИОРАНТАМИ НА ВЕЛИЧИНУ pH_{KCl} В СВЕЖЕПРОИЗВЕДЕННЫХ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ (ПО ДАННЫМ ЛАБОРАТОРНЫХ ОПЫТОВ)

© 2020 г. О. Ю. Павлова¹, А. В. Литвинович^{1,*}, А. В. Лавришев², В. М. Буре^{1,3}

¹ Агрофизический научно-исследовательский институт
196600 С.-Петербург–Пушкин, Гражданский просп., 14, Россия

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

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

*E-mail: avlavr@rambler.ru

Поступила в редакцию 25.01.2020 г.

После доработки 28.02.2020 г.

Принята к публикации 10.07.2020 г.

В серии лабораторных экспериментов, проведенных со свежепроизвесткованными почвами, изучена динамика изменения величины pH_{KCl} на начальном этапе взаимодействия мелиорантов с почвами. Показано, что при определении pH_{KCl} в свежепроизвесткованных почвах в 1 н. растворе KCl создаются условия для ускоренной реакции почва–мелиорант. Сдвиг pH тем больше, чем уже отношение почва : мелиорант. Продолжительность реакции почва–мелиорант в растворе 1 н. KCl не заканчивалась спустя 1 ч взаимодействия. При увеличении продолжительности взаимодействия величина pH_{KCl} суспензии возрастала. Средняя скорость изменения pH_{KCl} за 9 ч нахождения в растворе 1 н. KCl мелиорированной известняковой мукой (ИМ) почвы была равна: $v = 0.13$, доломитовой мукой (ДМ): $v = 0.12$ ед. pH. Первые 5 сут после взаимодействия влажность почвы не оказывала существенного влияния на скорость реакции. Разработаны эмпирические модели кинетики реакции взаимодействия почва–мелиорант в растворе 1 н. KCl. Сделан вывод, что при наличии в почве непрореагировавших карбонатов величина pH_{KCl} не отражала истинного состояния кислотности почвы, а характеризовала количество непрореагировавших карбонатов, попавших в колбу.

Ключевые слова: дерново-подзолистые почвы, лабораторные эксперименты, известкование, мелиоранты, кинетика реакции почва–мелиорант, математические модели.

DOI: 10.31857/S0002188120100087

ВВЕДЕНИЕ

Известно, что эффективность известкования зависит от темпов взаимодействия мелиорантов с почвенными частицами [1–18]. Существуют различные точки зрения на вопрос о скорости растворения мелиорантов в почвах. Например, в лабораторных опытах [8] для нейтрализации почвенной кислотности требовалось 3–5 сут. Напротив, в работах [11, 14] полное растворение известняковой муки, внесенной в научно обоснованной дозе, заканчивалось спустя 3 года после применения. По мнению [9], лишь спустя 6 мес. после попадания в почву известь полностью растворяется, а Са переходит в почвенный поглощающий комплекс.

При известковании в первую очередь изменяется почвенная кислотность, о которой чаще всего судят по величине pH. Величина pH является универсальным почвенным показателем, отражающим разнообразие почв и характер происходящих в них почвенных процессов. Определение pH_{KCl} относится к числу обязательных агрохимических показателей и совершенно необходимо при установлении динамики изменения почвенной кислотности в мелиорируемых почвах.

Несмотря на обширные данные о темпах нейтрализации почвенной кислотности при мелиорации кислых почв эти сведения нельзя считать исчерпывающими. До настоящего времени не до конца выясненными остаются вопросы о скорости изменения величины pH на начальном этапе

взаимодействия почв с мелиорантами. Практически отсутствуют данные о влиянии влажности свежепроизвесткованных почв на скорость растворения мелиорантов. Встречаются лишь единичные результаты сопряженного изучения воздействия мелиорантов различного химического состава на показатели почвенной кислотности при различном соотношении почва : мелиорант.

Цель работы – в условиях лабораторных опытов, проведенных со свежепроизвесткованными дерново-подзолистыми почвами различного уровня кислотности, установить динамику изменения величины pH_{KCl} на начальной стадии растворения мелиорантов.

В задачи исследования входило изучение влияния известняковой и доломитовой муки на величину почвенной кислотности при различном соотношении почва : мелиорант; выявление влияния влажности почвы на показатель pH_{KCl} почв после внесения мелиоранта; определение кинетики реакции почва–мелиорант в растворе KCl при растворении мелиоранта в почвенной суспензии; расчет средней скорости изменения pH_{KCl} в процессе разложения известняковой муки (ИМ) и доломитовой муки (ДМ); разработка эмпирических моделей динамики изменения величины pH_{KCl} почвенной суспензии.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Для выполнения поставленной цели была проведена серия лабораторных опытов. В опыте 1 устанавливали влияние дозы применения ИМ на динамику изменения величины pH_{KCl} в почвах различного гранулометрического состава при изменении соотношения почва : мелиорант. В опыте использовали 3 разновидности сильнокислых дерново-подзолистых почв: 1 – дерново-подзолистую супесчаную (pH_{KCl} 4.3, доза применения ИМ 4.5 т/га), 2 – дерново-подзолистую легкосуглинистую (pH_{KCl} 4.1, доза ИМ 4.5 т/га), 3 – дерново-подзолистую тяжелосуглинистую (pH_{KCl} 4.4, доза ИМ 8.0 т/га).

Навески почвы в воздушно-сухом состоянии массой 35, 40 и 45 г увлажняли соответственно 15, 10 и 5 мл H_2O , доводя таким образом массу почв до 50 г. Добавляли необходимое количество мелиоранта из расчета нейтрализации 50 г влажной почвы, тем самым уменьшая научно обоснованную дозу применения, создавая неодинаковое соотношение воздушно-сухая почва : мелиорант.

Таким образом, одну и ту же дозу мелиоранта распределяли в неодинаковом объеме почвы, моделируя неравномерность размещения мелио-

ранта в отдельных частях поля. Известно, что при механизированном внесении достигнуть равномерного распределения известковых материалов по поверхности поля сложно [9, 19], что связано с технологическими возможностями машин и механизмов. Кроме того, при заделке известь обычно распределяется в толще пахотного слоя неравномерно [4].

Почвы в стаканах компостировали с мелиорантом при $t = 28^\circ C$ в термостате Бруве в течение 5-ти сут, регулярно перемешивая. Влажность почвы в течение всего эксперимента поддерживали на исходном уровне, ежедневно добавляя испарившееся количество воды. Повторность опыта десятикратная.

Замеры величины pH_{KCl} проводили ежедневно, добавляя к влажным почвам раствор 1 н. KCl . Соотношение влажная почва : раствор – 1 : 2.5.

Сопряженное изучение влияния неравномерного распределения равных доз ИМ и ДМ в толще пахотного слоя на динамику величины pH_{KCl} в течение 5 первых суток взаимодействия мелиорантов с почвой проводили в опыте 2. Методика закладки и проведения опыта 2 была аналогична опыту 1. В опыте использовали очень сильнокислую дерново-подзолистую среднесуглинистую почву (pH_{KCl} 3.85). Доза применения ИМ и ДМ – 8 т/га.

Влияние собственно влажности на скорость растворения ИМ на начальном этапе взаимодействия мелиоранта с сильнокислой дерново-подзолистой супесчаной почвой (pH_{KCl} 4.3, доза ИМ 3.1 т/га) устанавливали в опыте 3 следующим образом. Воздушно-сухую почву (50 г), мелиорированную ИМ, увлажняли соответственно 5, 10 и 15 мл дистиллированной воды. Компостировали в течение 5-ти сут в термостате, регулярно перемешивая и ежедневно добавляя количество испарившейся влаги. Замеры pH_{KCl} проводили ежедневно, заливая навески почвы различной влажности 1 н. KCl , выдерживая соотношение 1 : 2.5.

Изменение величины pH в суспензии 1 н. KCl при добавлении к почвам ИМ и ДМ определяли в опытах 4 и 5. К навеске воздушно-сухой почвы добавляли строго определенную навеску мелиоранта и заливали 1 н. KCl (соотношение почва : раствор – 1 : 2.5). Замеры pH_{KCl} проводили после 1-часового встряхивания на ротаторе. В опытах использовали очень сильнокислую (pH_{KCl} 3.85, доза мелиорантов 8.0 т/га) и слабокислую (pH_{KCl} 5.3, доза мелиорантов 4.5 т/га) дерново-подзолистые среднесуглинистые почвы.

В опыте 6 устанавливали кинетику реакции взаимодействия ИМ и ДМ с почвой в солевом

Таблица 1. Изменение величины pH_{KCl} кислых дерново-подзолистых почв при изменении соотношения почва : мелиорант

Вариант	Срок взаимодействия мелиорантов с почвой, сут				
	1	2	3	4	5
Опыт 1					
Дерново-подзолистая супесчаная почва, pH_{KCl} 4.3 (доза ИМ 4.5 т/га)					
45 г почвы + 5 мл H_2O	5.00 ± 0.10	4.92 ± 0.11	5.04 ± 0.11	5.06 ± 0.09	5.07 ± 0.08
40 г почвы + 10 мл H_2O	5.07 ± 0.06	5.10 ± 0.05	5.17 ± 0.10	5.23 ± 0.11	5.26 ± 0.05
35 г почвы + 15 мл H_2O	5.20 ± 0.07	5.50 ± 0.10	5.63 ± 0.15	5.68 ± 0.15	5.80 ± 0.18
Дерново-подзолистая тяжелосуглинистая почва, pH_{KCl} 4.1 (доза ИМ 8.0 т/га)					
45 г почвы + 5 мл H_2O	5.62 ± 0.10	5.62 ± 0.08	5.65 ± 0.05	5.68 ± 0.06	5.59 ± 0.11
40 г почвы + 10 мл H_2O	5.61 ± 0.12	5.71 ± 0.09	5.75 ± 0.10	5.90 ± 0.18	5.95 ± 0.15
35 г почвы + 15 мл H_2O	5.95 ± 0.11	6.07 ± 0.07	6.24 ± 0.15	6.34 ± 0.17	6.36 ± 0.09
Дерново-подзолистая легкосуглинистая почва, pH_{KCl} 4.8 (доза ИМ 5.0 т/га)					
45 г почвы + 5 мл H_2O	5.48 ± 0.10	5.48 ± 0.12	5.51 ± 0.11	5.53 ± 0.08	5.63 ± 0.15
40 г почвы + 10 мл H_2O	5.59 ± 0.05	5.60 ± 0.10	5.76 ± 0.06	5.80 ± 0.06	5.90 ± 0.09
35 г почвы + 15 мл H_2O	5.65 ± 0.13	5.86 ± 0.13	5.98 ± 0.11	6.03 ± 0.11	6.21 ± 0.20
Опыт 2					
Дерново-подзолистая суглинистая, pH_{KCl} 3.85 (доза ИМ 8.0 т/га)					
45 г почвы + 5 мл H_2O	<u>4.97 ± 0.06</u>	<u>4.99 ± 0.04</u>	<u>5.0 ± 0.05</u>	<u>5.02 ± 0.1</u>	<u>5.05 ± 0.05</u>
	<u>4.43 ± 0.04</u>	<u>4.51 ± 0.03</u>	<u>4.82 ± 0.04</u>	<u>4.84 ± 0.05</u>	<u>4.90 ± 0.05</u>
40 г почвы + 10 мл H_2O	<u>4.99 ± 0.05</u>	<u>5.0 ± 0.07</u>	<u>5.03 ± 0.03</u>	<u>5.09 ± 0.09</u>	<u>5.12 ± 0.07</u>
	<u>4.39 ± 0.03</u>	<u>4.47 ± 0.02</u>	<u>4.84 ± 0.04</u>	<u>4.88 ± 0.06</u>	<u>5.00 ± 0.08</u>
35 г почвы + 15 мл H_2O	<u>5.10 ± 0.09</u>	<u>5.24 ± 0.10</u>	<u>5.36 ± 0.12</u>	<u>5.45 ± 0.01</u>	<u>5.62 ± 0.09</u>
	<u>4.41 ± 0.06</u>	<u>4.68 ± 0.05</u>	<u>4.99 ± 0.03</u>	<u>5.29 ± 0.06</u>	<u>5.20 ± 0.07</u>

Примечание. Над чертой – известковая мука (ИМ), под чертой – доломитовая мука (ДМ).

растворе 1 н. KCl. Методика проведения опыта аналогична опытам 4 и 5. Измерение pH почвенной суспензии проводили непрерывно в течение 9 ч через каждый час взбалтывания суспензии. Данные динамики изменения величины pH_{KCl} в процессе эксперимента легли в основу построения математических моделей скорости растворения мелиорантов в почвах.

В опытах использовали стандартные ИМ и ДМ ГОСТ 14050-93 [20]. Нейтрализующая способность ИМ ($CaCO_3$) – 92, ДМ ($CaCO_3$ – 67%, $MgCO_3$ – 30%) – 97%. Необходимое для нейтрализации почвенной кислотности количество мелиорантов рассчитывали, исходя из 100%-ной нейтрализующей способности мелиорантов. Дозу применения мелиорантов в опытах устанавливали по нормативам СЗНИИСХ [21]. Пересчет величин на навеску почвы, принимая, что масса 20-см слоя почвы на 1 га равна 3 млн кг. Гранулометрический состав почв определяли органолептическим методом.

Определение pH_{KCl} проводили по ГОСТ 26483-85 [22]. Данные определения обрабатывали статистически [23].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Данные влияния неравномерности распределения ИМ в почвах на динамику величины pH_{KCl} представлены в табл. 1. Изменение величины pH_{KCl} при добавлении расчетной дозы мелиоранта для каждой конкретной почвы различалось. Это следствие естественной неоднородности почв по содержанию гумуса, количеству и составу глинистых минералов, количеству полуторных оксидов и др. Установлено, что максимальный сдвиг pH был достигнут спустя 1 сут после известкования. Чем больше была доза применения ИМ и уже соотношение почва : мелиорант, тем сдвиг pH_{KCl} был больше. На 2-, 3-, 4- и 5-е сут компостирования реакция почва : мелиорант замедля-

Таблица 2. Динамика изменения величины pH_{KCl} при различной влажности свежепроизвесткованной почвы

Вариант	Срок взаимодействия мелиоранта с почвой, сут				
	1	2	3	4	5
Дерново-подзолистая супесчаная, pH 4.3, доза ИМ 3.1 т/га					
Опыт 3					
50 г почвы + 5 мл H_2O	4.81 ± 0.05	4.77 ± 0.02	4.74 ± 0.05	4.74 ± 0.04	4.76 ± 0.05
50 г почвы + 10 мл H_2O	4.79 ± 0.04	4.82 ± 0.05	4.75 ± 0.05	4.75 ± 0.04	4.80 ± 0.06
50 г почвы + 15 мл H_2O	4.85 ± 0.05	4.78 ± 0.04	4.77 ± 0.07	4.77 ± 0.06	4.84 ± 0.08

лась. Установленная закономерность не зависела ни от дозы применения мелиоранта, ни от гранулометрического состава почв. После завершения эксперимента наибольшей величиной pH_{KCl} характеризовались варианты с наиболее узким соотношением почва : мелиорант.

Аналогичная картина выявлена в опыте 2 при сравнительном изучении влияния ИМ и ДМ, использованных в равных дозах, на динамику pH_{KCl} . Следует подчеркнуть, что эффект от применения ИМ был больше, чем от ДМ. В данном случае решающее значение оказывали различия в твердости карбонатных пород, из которых приготовлены мелиоранты.

Для ответа на вопрос, какой из изученных факторов (доза применения мелиоранта или исходная влажность мелиорируемой почвы) оказывал решающее значение на достижение мелиоративного эффекта, был заложен опыт 3. Результаты свидетельствовали, что диапазон изменений величины pH_{KCl} за 5 сут компостирования в варианте 50 г почвы + 5 мл воды составил от 4.74 до 4.81, в варианте 50 г почвы + 15 мл воды – от 4.77 до 4.85 (табл. 2). Какой-либо закономерности, связанной с изменением величины pH в процессе

взаимодействия ИМ с почвой, не выявлено. Установленные отличия были недостоверными. Следует подчеркнуть, что изменения величины pH_{KCl} в опыте 1 при варьировании дозы применения для той же почвы за 5 сут составили от 5.0 до 5.07 (вариант 45 г почвы + 5 мл H_2O) и от 5.2 до 5.8 (вариант 35 г почвы + 15 мл H_2O). Отличия между вариантами были достоверными. Следовательно, решающее влияние на изменение величины pH почвенной суспензии оказывало соотношение почва : мелиорант.

В работах [3, 14] есть указание на то, что при попадании непрореагировавших частиц карбонатов Ca и Mg в колбу при определении pH в растворе 1 н. KCl создаются условия для ускоренной реакции почва–мелиорант. Авторы связали это с разложением углекислых солей Ca и Mg соляной кислотой, образовавшейся при вытеснении из ППК ионов водорода катионами калия. Действительно, полученные данные показали, что при добавлении мелиорантов к воздушно-сухой почве после 1-часового взбалтывания в 1 н. KCl достигается сдвиг pH (табл. 3).

Возникает вопрос, соответствует ли величина pH почвенной суспензии свежепроизвесткованной почвы после 1-часового взаимодействия в растворе 1 н. KCl величине pH_{KCl} почвы после полного растворения мелиоранта в полевых условиях? Вероятно, это не так. Изучение кинетики реакции почва–мелиорант в 1 н. растворе KCl свидетельствовало, что реакция не заканчивалась после 1-часового взбалтывания. Вне зависимости от вида мелиоранта величина pH_{KCl} в течение 9 ч взаимодействия почвы с мелиорантом постепенно росла (табл. 4).

Линейная эмпирическая модель (1) динамики pH (y) для известняковой муки описывается уравнением:

$$y_1 = 4.7 + 0.13t, \quad (1)$$

Таблица 3. Изменение величины pH_{KCl} при добавлении мелиоранта к навеске воздушно-сухой почвы после 1-часового взбалтывания в растворе 1 н. KCl

Вариант	pH_{KCl}
Дерново-подзолистая среднесуглинистая, pH_{KCl} 5.30	
Опыт 4	
Известковая мука	6.41 ± 0.15
Доломитовая мука	5.74 ± 0.09
Дерново-подзолистая среднесуглинистая, pH_{KCl} 3.84	
Опыт 5	
Известковая мука	4.87 ± 0.05
Доломитовая мука	4.27 ± 0.04

Таблица 4. Изменение величины рН в растворе 1 н. КСl в процессе взаимодействия мелиоранта с почвой

Вид мелиоранта	Продолжительность взаимодействия почва–мелиорант, ч								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Известняковая мука	5.25	5.31	5.43	5.4	5.46	5.5	5.46	5.85	5.61
Доломитовая мука	4.62	4.59	4.75	4.8	4.81	5.0	5.08	5.23	5.23

Примечание. Исходная величина $pH_{КСl}$ почвы 3.85.

где y_1 – величина $pH_{КСl}$, t – время, $v_1 = 0.13$ – средняя скорость изменения рН во всем промежутке измерений.

Линейная эмпирическая модель (2) динамики рН (y_2) для доломитовой муки описывается уравнением:

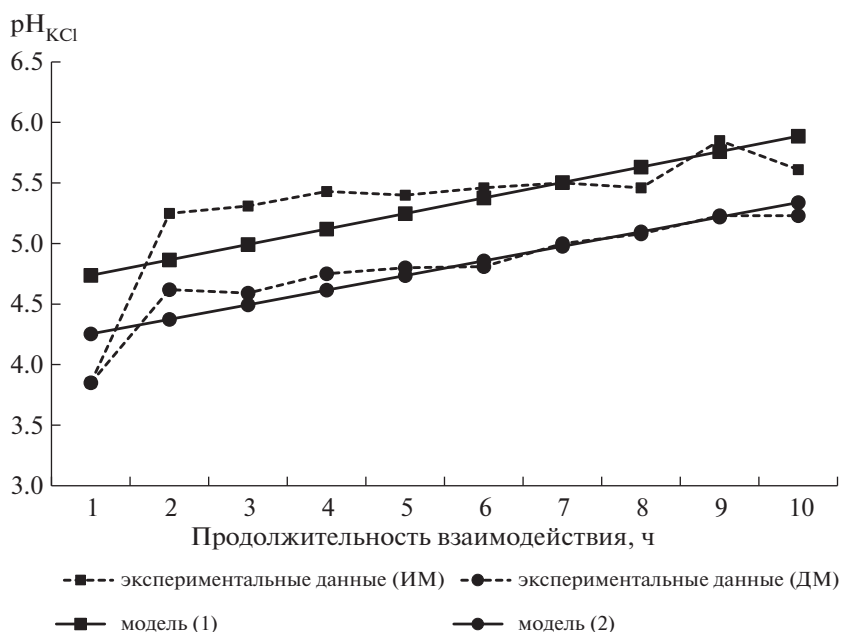
$$y_2 = 4.3 + 0.12t, \quad (2)$$

где y_2 – величина $pH_{КСl}$, t – время, $v_2 = 0.12$ – средняя скорость изменения рН во всем промежутке измерений.

Эмпирические модели (1) и (2) статистически значимы на высоком уровне значимости и правильно описывают динамику рН во всем промежутке измерений: $p = 0.0198$ (p -value по критерию Фишера), коэффициент детерминации $R^2 = 0.71$ – для эмпирической модели (1). Для эмпирической модели (2) $p = 0.0003$ (p -value по критерию Фише-

ра), коэффициент детерминации $R^2 = 0.9$. Графики моделей представлены на рис. 1.

Показано, что мелиоранты, использованные для нейтрализации почвенной кислотности, на начальном этапе взаимодействия не успевали полностью прореагировать с почвой. Попав в колбу с навеской почвы, углекислые соли кальция и магния подвергались ускоренному растворению (“колбовый” эффект). При этом достигался определенный сдвиг $pH_{КСl}$. “Мелиоративный” эффект был тем больше, чем больше непрореагировавших карбонатов попадало в колбу. Исходная влажность известкованной почвы на начальном этапе растворения мелиоранта оказывала незначительное влияние на скорость реакции почва–мелиорант в колбе. Величина $pH_{КСl}$ в данном случае характеризовала количество непрореагировавших карбонатов, оказавшихся в растворе. Проведенное исследование позволило сделать

**Рис. 1.** Изменение величины $pH_{КСl}$ в процессе взаимодействия мелиорантов с почвой в растворе 1 н. КСl.

важный в практическом отношении вывод: определение величины pH_{KCl} в свежепроизвесткованных почвах дает завышенные результаты. О состоянии кислотности почвы можно судить только после полного растворения мелиорантов. В каждой конкретной ситуации темпы разложения известковых материалов в полевых условиях будут разными.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, при определении величины pH_{KCl} в свежепроизвесткованных почвах создавались условия для ускоренной реакции почва–мелиорант. Влажность свежепроизвесткованной почвы на начальном этапе взаимодействия мелиоранта с частицами почвы не оказала существенного влияния на скорость разложения мелиорантов. Решающее значение на изменение величины pH почвенной суспензии оказывало соотношение почва : мелиорант. Величина pH_{KCl} в данном случае характеризовала количество непрореагировавших карбонатов, попавших в колбу, и не отражала действительного состояния кислотности почв на данный момент времени. Продолжительность реакции почва–мелиорант в растворе 1 н. KCl больше по времени, чем при взаимодействии в течение 1 ч. При увеличении времени взаимодействия мелиорированной почвы с солевым раствором величина pH_{KCl} возрастала. Реакция разложения доломитовой муки в растворе 1 н. KCl происходила медленнее, чем известняковой муки. Разработаны эмпирические модели кинетики взаимодействия мелиорантов с почвой в растворе 1 н. KCl .

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Кириштейн Ф.Э.* К вопросу о способах внесения извести // Химизация соц. земледелия. 1941. № 5. С. 40–44.
2. *Белоконь В.Д., Игнатов В.Г., Шильников И.А.* Изменение кислотности отдельных слоев пахотного горизонта дерново-подзолистых почв при известковании // Химия в сел. хоз-ве. 1971. № 12. С. 14–17.
3. *Голубева А.П., Пекова З.Н.* Об определении величины pH солевой вытяжки в известкованных почвах // Бюл. ВИУА. 1971. № 11. С. 75–81.
4. *Кнашис В.И.* Эффективность различных способов заделки известковых удобрений // Вопросы известкования кислых почв. Вып. 3. Пермь, 1976. С. 36–42.
5. *Савич В.И., Трубицина Е.В., Демина Н.П., Кузовлева Е.Г.* Взаимодействие подзолистых почв разной степени гидроморфности с известью // Изв. ТСХА. 1981. Вып. 6. С. 76–85.
6. *Симачинский В.Н.* Исследование миграции кальция и магния в дерново-подзолистой почве в зависимости от известкования и удобрения: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Киев, 1976. 26 с.
7. *Мазур Г.А., Симачинский В.Н., Дмитренко П.А., Томашевская Е.Г.* Миграция и характер превращения кальция извести в дерново-подзолистых почвах // Почвоведение. 1980. № 3. С. 34–41.
8. *Горбунов Н.И., Юдина Л.П., Зарубина Т.Г.* Скорость нейтрализации кислотности почв известью // Почвоведение. 1981. № 1. С. 150–156.
9. *Нормы расхода известковых материалов для сдвига реакции почвенной среды до оптимального уровня pH . М., 1980. 92 с.*
10. *Шильников И.А., Лебедева Л.А.* Известкование почв. М.: Агропромиздат, 1987. 167 с.
11. *Яковлева Л.В.* Изменение кислотно-основного равновесия при внесении минеральных удобрений на кислых и известкованных дерново-подзолистых почвах. СПб., 2010. С. 90–95.
12. *Окорков В.В.* Взаимодействие извести и гипса с поглощающим комплексом кислых почв // Мат-лы научн. конф., посвящ. 150-летию со дня рожд. В.Р. Вильямса. 3–5 декабря. М.: РГАУ–МСХА им. К.А. Тимирязева, 2014. С. 75–82.
13. *Окорков В.В.* О возможности взаимодействия доломитовой муки с подпахотными горизонтами кислых почв // Земледелие. 2015. № 2. С. 14–19.
14. *Небольсин А.Н., Небольсина З.П.* Теоретические основы известкования почв. СПб., 2005. 252 с.
15. *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.
16. *Литвинович А.В., Небольсина З.П.* Продолжительность действия известковых мелиорантов в почве и эффективность известкования // Агрохимия. 2012. № 10. С. 79–94.
17. *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.
18. *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.
19. *Литвинович А.В.* Пространственная неоднородность агрохимических показателей пахотных дерново-подзолистых почв // Агрохимия. 2007. № 5. С. 89–94.
20. *ГОСТ 14050-93 Мука известняковая (доломитовая). Технические условия. Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. Минск, 1993.*
21. *Научные основы и технологии использования удобрений и извести. Метод. рекоменд. СПб., 1997. 52 с.*
22. *ГОСТ 26483-85 Приготовление солевой вытяжки и определение ее pH по методу ЦИНАО. М., 1985.*
23. *Буре В.М.* Методология статистического анализа опытных данных. СПб.: СПбГУ, 2007. 141 с.

Influence of Liming by Various Meliorants on the pH_{KCl} Value in Freshly Limed Sod-Podzolic Soils (according to laboratory experiments)

O. Yu. Pavlova^a, A. V. Litvinovich^{a, #}, A. V. Lavrishchev^b, and V. M. Bure^{a, c}

^a Agrophysical Research Institute
Grazhdanskii prosp. 14, St. Petersburg—Pushkin 196600, Russia

^b St. Petersburg State Agrarian University
Peterburgskoe shosse 2, St. Petersburg—Pushkin 196601, Russia

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

[#] E-mail: avlavr@rambler.ru

In a series of laboratory experiments conducted with freshly-graded soils, the dynamics of changes in the pH_{KCl} value at the initial stage of interaction of meliorants with soils was studied. It is shown that when determining the pH_{KCl} in freshly graded soils in 1 n. solution of KCl, conditions are created for an accelerated soil–meliorant reaction. The greater the pH_{KCl} shift, the narrower the soil: ameliorant ratio. The duration of the soil–meliorant reaction in a solution of 1 n. KCl did not end after 1 h of interaction. As the duration of interaction increased, the pH_{KCl} of the suspension increased. The average rate of change in pH_{KCl} for 9 hours of being in a solution of 1 n. KCl reclaimed limestone flour (LF) of the soil was equal to: $v = 0.13$, dolomite flour (DF): $v = 0.12$ units pH. The first 5 days after the interaction, soil moisture did not significantly affect the reaction rate. Empirical models of the reaction kinetics of the soil–meliorant interaction in a solution of 1 n. KCl have been developed. It was concluded that if there were unreacted carbonates in the soil, the pH_{KCl} value did not reflect the true state of soil acidity, but characterized the amount of unreacted carbonates that got into the flask.

Key words: sod-podzolic soils, laboratory experiments, liming, meliorants, kinetics of the soil–meliorant reaction, mathematical models.