

КИСЛОТНЫЙ РЕЖИМ ПОЧВ ПАШНИ ПРЕДВОЛЖЬЯ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИМЕНЕНИЯ АГРОХИМИКАТОВ

А.А. Лукманов¹, д.с.-х.н., М.Ю. Гилязов², д.с.-х.н., Д.Ф. Зарипов¹

¹ФГБУ Центр агрохимической службы «Татарский»,
420064, г. Казань, Оренбургский тракт, д. 120

²ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет»,
420015, г. Казань, ул. Карла Маркса, 65
E-mail: mingilyazov@yandex.ru

Мониторинг кислотного состояния почв и регулирование его агроприемами представляется одним из важных факторов воспроизводства почвенного плодородия и повышения урожайности сельскохозяйственных культур. Обобщены результаты агрохимических обследований почв Предволжья Республики Татарстан (правый берег р. Волга), которые демонстрируют динамику изменения кислотности пахотных почв региона за 1965-2022 г. и показывают зависимость кислотного режима почв от уровня применения агрохимикатов. Приготовление солевой вытяжки и определение величины рН проведено по методу ЦИНАО (ГОСТ 26483-85). За исследуемый период удельный вес кислых почв в составе пашни региона сократился с 57,8 до 37,2 %, главным образом в зависимости от интенсивности известкования ($r=-0,87$). Воздействие на кислотность почвы других факторов химизации земледелия – насыщенности пашни минеральными и органическими удобрениями, объемов фосфоритования было статистически несущественным.

Ключевые слова: агрохимическое обследование почв, рН_{сол.}, корреляция, известкование, фосфоритование, органические и минеральные удобрения.

Для цитирования: Лукманов А.А., Гилязов М.Ю., Зарипов Д.Ф. Кислотный режим почв пашни Предволжья Республики Татарстан в зависимости от применения агрохимикатов // Плодородие. – 2025. – №2. – С. 14-18. DOI: 10.25680/S19948603.2025.143.03.

Кислотно-основные свойства почвы в значительной степени определяют уровень потенциального и эффективного плодородия почв сельскохозяйственных земель. Почвы с повышенной кислотностью имеют неудовлетворительные физико-химические и физические свойства: низкое содержание коллоидной фракции, малую емкость поглощения, слабую буферность и бесструктурность, так как коллоидная часть таких почв бедна кальцием, магнием, но насыщена водородом и подвижными катионами алюминия, марганца и железа [2, 4]. Именно низкая степень насыщенности почвенного поглощающего комплекса основаниями приводит к разрушению водопроходной агрономически ценной структуры кислых почв, что может стать спусковым механизмом ухудшения всего комплекса агрономических свойств и усиления процессов водной и ветровой эрозии [4, 5]. К аналогичным последствиям может привести повышенная кислотность через другой механизм – в результате увеличения лабильности и вымывания из пахотного горизонта почв органических веществ [7].

Избыточная кислотность, помимо ухудшения многих агрономических свойств почв, оказывает непосредственное негативное влияние на рост и развитие большинства групп растений [8]. Фитотоксичное воздействие повышенной кислотности обуславливается разными причинами: с одной стороны, избыточным поступлением в растения водородного иона, алюминия, марганца, железа, а, с другой стороны, резким ограничением поступления в растения абсолютно необходимых макро- и микроэлементов (кальций, магний, фосфор, молибден) из-за перехода последних в труднорастворимое состояние. В свою очередь, избыточное поступление в растения алюминия, марганца и железа отрицательно действует на физико-химическое состояние плазмы клеток корня и приводит к отмиранию корневых волосков и тем самым резко снижает усвоение растениями питательных

веществ, находящихся в подвижной форме [4, 6, 9]. Указанные изменения в доступности питательных элементов под действием избыточной кислотности в значительной мере оказывают влияние не только на величину, но и на качество урожая сельскохозяйственных культур.

Для большинства сельскохозяйственных культур и непатогенных почвенных микроорганизмов оптимальна слабокислая и близкая к нейтральной реакция почв.

Повышенная кислотность оказывает негативное влияние не только на высшие растения, но и на многие полезные микроорганизмы, активно участвующие в процессах гумусообразования и питания растений. В сильнокислых почвах подавляются такие важные биологические процессы, как азотфиксация и нитрификация, и, одновременно активизируется жизнедеятельность многих патогенных микроорганизмов, особенно микроскопических грибов [2, 9, 11]. В связи с этим, постоянный мониторинг кислотного состояния почв и регулирование его агроприемами представляются одними из важных факторов воспроизводства почвенного плодородия и повышения урожайности сельскохозяйственных культур.

Цель исследования – установить характер динамики кислотного состояния пахотных почв Предволжья Республики Татарстан (РТ) и его зависимости от уровня применения агрохимикатов.

Методика. Объектом исследования явились пахотные почвы Предволжья Республики Татарстан, расположенные на правом берегу р. Волга. Территория Предволжья занимает 1014,3 тыс. га, что составляет около 15 % площади РТ. От общей площади земель исследуемого региона на долю пашни приходится 565,3 тыс. га, или 55,7 % [3].

Регион по климатическим условиям характеризуется как умеренно-теплый: продолжительность периода с температурой выше 5°C более 170 дней, сумма средне-суточных активных температур выше 10°C – 2200°C.

Годовая сумма осадков колеблется в пределах 440-445 мм, в том числе в теплый период равна 275 мм [10].

Находясь в переходной полосе между таёжно-лесной и степной зонами Предволжье РТ характеризуется широким распространением серых лесных почв и лесостепных черноземов. Отбор, подготовка почвенных образцов к анализам и лабораторные анализы выполнены сотрудниками Федерального государственного бюджетного учреждения «Центр агрохимической службы «Татарский». Приготовление солевой вытяжки и определение величины рН проведено по методу ЦИНАО (ГОСТ 26483-85) [1].

Результаты и их обсуждение. Результаты 1-го тура агрохимического обследования пахотных почв Предволжья республики показали преобладание кислых почв. Суммарная площадь кислых почв составила 305,4 тыс. га (57,8 % от площади пашни), что почти в 4 раза больше почв с нейтральной реакцией среды (табл. 1). Реакция среды остальной части пашни в этот период характеризовалась как близкая к нейтральной.

Во втором туре (1971-1979 г.) площадь обследованных почв пашни выросла на 14,5 тыс. га, а доля кислых почв снизилась до 50,9 %.

В течение последующих трех туров обследования (III-V, 1980-1995 г.) происходило постепенное увеличение площадей кислых почв до 325,1 тыс. га, что составило 60,3 % всей пашни.

Все последующие циклы агрохимического обследования показали стабильную тенденцию к снижению площадей кислых почв при одновременном расширении сегмента пашни, имеющего нейтральную и близкую к нейтральной реакцию. Так, по результатам последнего цикла обследования (X, 2016-2020 г.) суммарная доля почв, имеющих нейтральную и близкую к нейтральной реакцию, возросла до 62,8 %, а удельный вес кислых почв снизился до 37,2 %.

Графическое изображение динамики площадей кислых почв исследуемого региона за весь период наблюдений показывает явную тенденцию к уменьшению кислых почв, как в абсолютных величинах (тыс. га), так и в относительных показателях (доля кислых почв в % от общей площади пашни) (рис. 1).

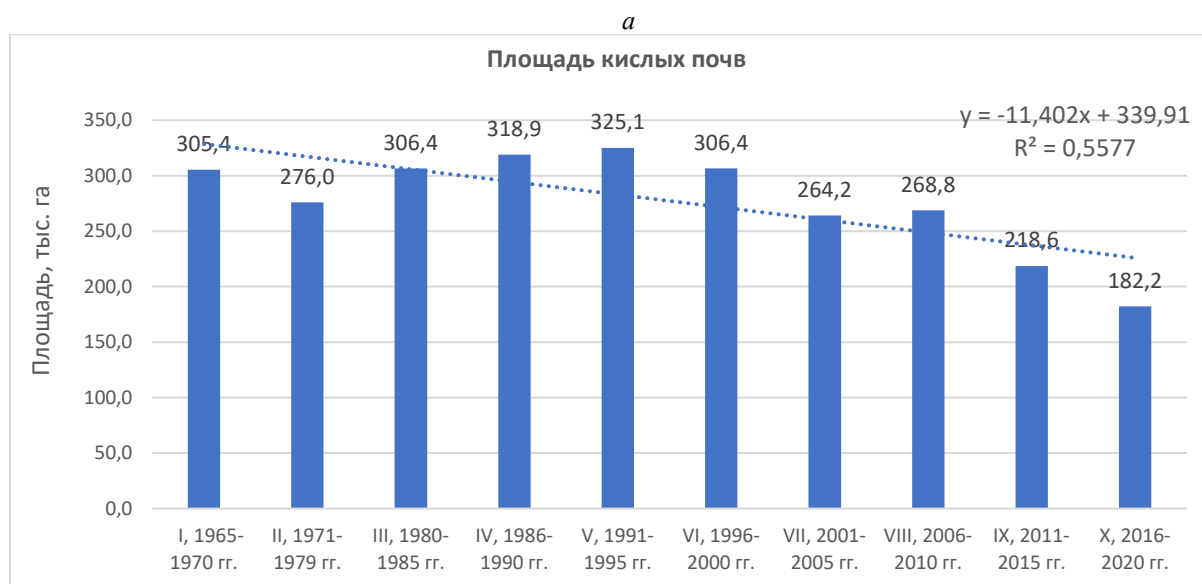
1. Распределение площадей пахотных почв по степени кислотности в Предволжье РТ по циклам агрохимического обследования

Циклы, годы обследования	Обследованная площадь	Степень кислотности					
		сильнокислая	среднекислая	слабокислая	всего кислых почв	близкая к нейтральной	нейтральная
I, 1965-1970	528,1* 100	1,5 0,3	26,1 4,9	277,8 52,6	305,4 57,8	146,3 27,7	76,4 14,5
II, 1971-1979	542,6 100	1,7 0,3	25,4 4,7	248,9 45,9	276,0 50,9	164 30,2	102,6 18,9
III, 1980-1985	546,9 100	2,3 0,4	39,8 7,3	264,3 48,3	306,4 56,0	134,8 24,7	105,7 19,3
IV, 1986-1990	546,8 100	1,5 0,3	45,6 8,3	271,8 49,7	318,9 58,3	134,1 24,5	93,8 17,2
V, 1991-1995	539,7 100	2,8 0,5	68,9 12,8	253,4 47,0	325,1 60,3	120,0 22,2	94,6 17,5
VI, 1996-2000	539,2 100	2,7 0,5	63,7 11,8	240 44,5	306,4 56,8	129,5 24,0	103,3 19,2
VII, 2001-2005	530,8 100	2,8 0,5	53,1 10,0	207,7 39,2	264,2 49,7	150,1 28,3	117,1 22,0
VIII, 2006-2010	523,5 100	2,7 0,5	55,8 10,7	210,3 40,2	268,8 51,3	149,3 28,5	105,4 20,1
IX, 2011-2015	517,2 100	3,2 0,6	39,1 7,6	176,3 34,1	218,6 42,3	162,8 31,5	135,8 26,3
X, 2016-2020	489,8 100	1,4 0,3	27,9 5,7	152,9 31,2	182,2 37,2	160,1 32,7	147,5 30,1

Примечание. В числителе – в тыс. га; в знаменателе – в % от общей обследованной площади.

Особенно заметное снижение площадей кислых почв проявляется при выражении этого явления в абсолютных показателях. Так, если в первом цикле обследования было 305,4 тыс. га кислых почв, то в десятом цикле – только 182,2 тыс. га, т.е. абсолютные размеры кислых почв сократились в 1,68 раз.

Данное явление обусловлено отчасти снижением общей площади пашни, поэтому более объективную картину темпов раскисления почв дает уменьшение доли кислых почв по отношению к общей площади пашни. При такой оценке характера раскисления можно отметить, что за 55 лет наблюдений доля кислых почв пашни региона уменьшилась в 1,55 раза. Коэффициент детерминации (R^2) доли кислых почв от общей площади пашни от временного фактора составил 0,5382.



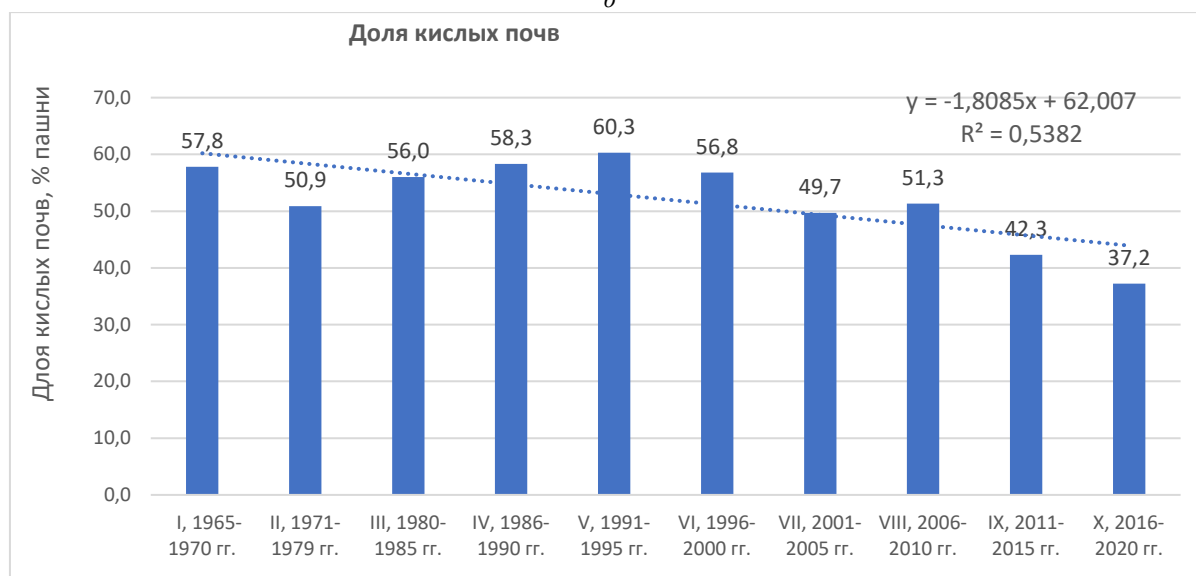


Рис. 1. Динамика площадей (а) и доля (б) кислых почв пахотных Предволжья РТ по циклам агрохимического обследования

За годы наблюдений не только существенно изменилась общая площадь кислых почв, их доля в составе пахотных земель, но и произошли определенные изменения внутри кислых почв (рис. 2).

Результаты первого тура обследования пахотных земель показали полное отсутствие в регионе очень сильно кислых почв, малую долю сильнокислых и явное преобладание слабокислых почв (91,0 % от общей площади кислых почв). Достаточно небольшим оказался сегмент среднекислых – 8,5 %, что более чем в 10 раз меньше доли слабокислых почв.

В течение последующих четырех туров агрохимического обследования (II-V, 1971-1995 г.) наблюдалось постепенное расширение сегмента среднекислых почв до 21,2 % за счет соответствующего уменьшения слабокислых. Обнаружилось также скачкообразное увеличение площади сильнокислых почв, хотя в целом их доля составила менее 1 %.

В дальнейшем в течение 15 лет (1996-2010 г., VI-VIII циклы обследования) изменения различных групп кислотности были незначительными: доля слабокислых почв оставалась около 78 %, среднекислых – 21 и сильнокислых – 1 %.

Результаты 9-го тура агрохимического обследования показали переход части среднекислых почв в категорию сильнокислых, а другой части в категорию слабокислых, благодаря чему возросла доля сильно- и слабокислых почв, соответственно, до 1,5 и 80,6 %.

Последний тур обследования демонстрировал тенденцию к увеличению сегмента слабокислых почв за счет уменьшения сильно- и среднекислых почв. Сопоставляя данные первого и последнего туров обследования, можно отметить, что в исследуемый период в структуре кислых почв региона произошло возрастание доли средне- и сильнокислых почв, соответственно, в 1,6 и 1,8 раза за счет уменьшения сегмента слабокислых, хотя в целом доля кислых почв в составе пахотных земель региона существенно уменьшилась.

Распространенность кислых почв в отдельных муниципальных районах региона по состоянию на 01.01.2022 г. иллюстрируется данными рисунка 3, где указана доля кислых почв от общей площади пахотных земель.

На наш взгляд, возникла парадоксальная ситуация: максимальная доля кислых почв (53,1 %) обнаружена в

Дрожжановском районе, пахотные земли которого расположены в основном на чернозёмных почвах и содержат максимальное количество средневзвешенного гумуса – 7,62 %. Вызывает также удивление, что минимальное распространение кислых почв (17,4 %) находится в самом северном районе региона – Зеленодольском, почвы которого содержат минимальное средневзвешенное количество гумуса (2,64 %) и представлены в основном серыми лесными и дерново-подзолистыми типами. Полагаем, что данное обстоятельство является результатом хозяйственной деятельности, и, прежде всего, обуславливалось уровнем применения известковых, минеральных и органических удобрений в различных муниципальных районах Предволжья.

Влияние уровня применения агрохимикатов на распространенность кислых почв в муниципальных районах Предволжья показано в таблице 2.

2. Зависимость распространенности кислых почв пахотных муниципальных районов Предволжья РТ от уровня применения агрохимикатов

Муниципальный район								Коэффициент корреляции (r) доли кислых почв в составе пашины от уровня применения агрохимикатов
Апастовский	Булганский	Верхнеуслонский	Дрожжановский	Зеленодольский	Кайбицкий	Камско-Устьинский	Тетюшский	
Доля кислых почв, % (по состоянию на 01.01.2022 г.)								
41,1	38,3	37,9	53,1	17,4	42,0	23,2	43,9	
Средняя насыщенность пашины минеральными удобрениями, кг д.в./га (1965-2020 г.)								
67,2	78,8	60,0	69,4	79,4	68,6	57,2	59,9	-0,15
Средняя насыщенность пашины органическими удобрениями, т/га (1965-2020 г.)								
3,52	2,60	2,68	3,35	3,62	3,23	2,45	1,82	-0,09
Кратность известкования (1965-2020 г.)								
6,90	5,15	7,02	5,15	10,27	7,81	8,82	5,98	-0,87
Фосфоритование, тыс. га (1971-2000 г.)								
26,1	25,4	16,9	31,5	30,3	7,0	9,0	27,1	0,19

Распространенность кислых почв в пахотных землях муниципальных районов показана в долях от общей площади пахотных земель по состоянию на 01.01.2022 г. Уровень применения агрохимикатов оценен следующими показателями:

средняя насыщенность пашни районов минеральными, органическими удобрениями за весь период наблюдений, суммарная площадь фосфоритования (в га) и кратность

известкования, рассчитанная делением общей площади произвесткованных почв на усредненную площадь кислых почв районов за весь период наблюдений.

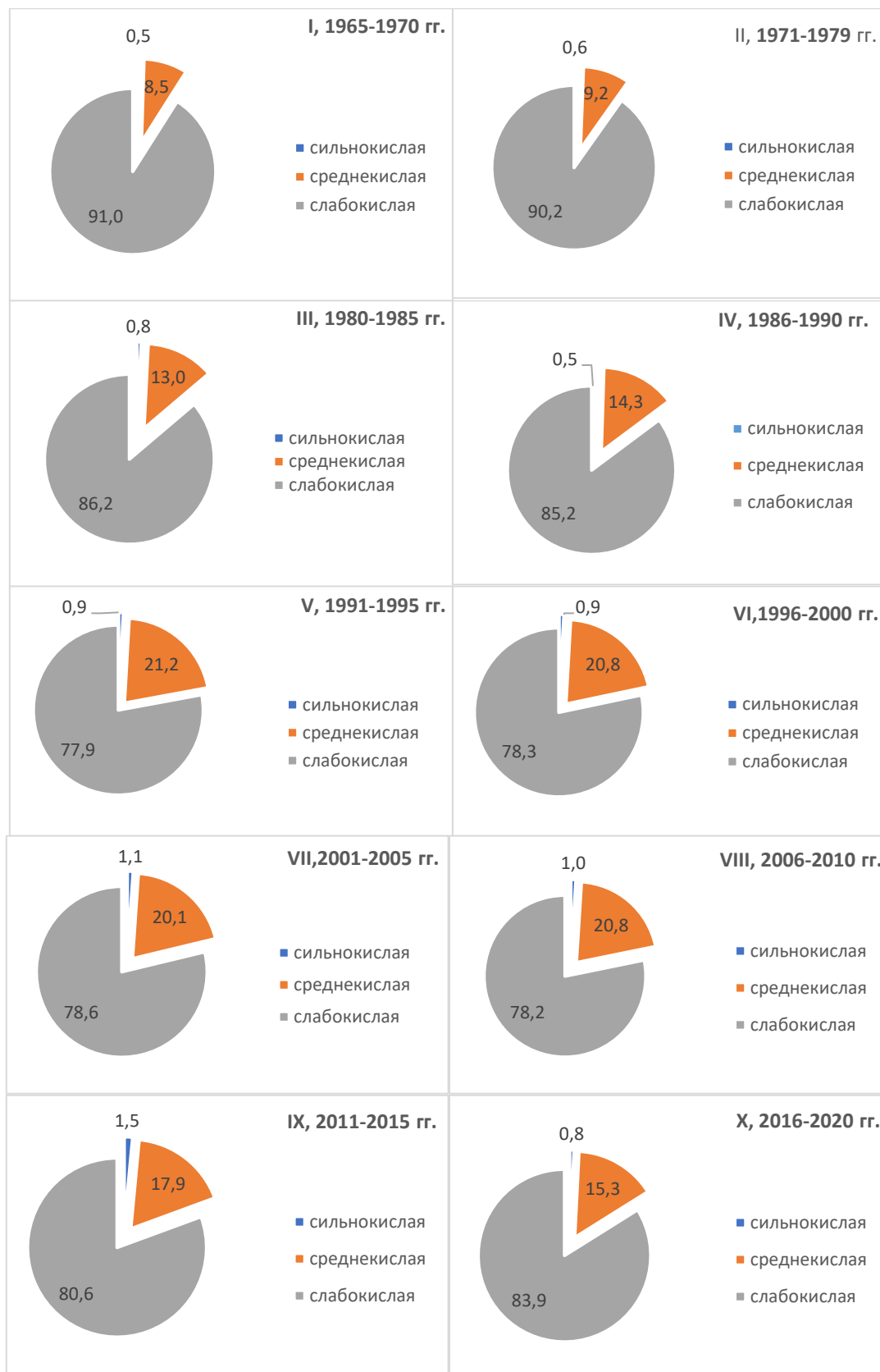


Рис. 2. Динамика распределения почв пашни Предволжья РТ по степени кислотности по циклам агрохимического обследования (% от общей площади кислых почв)

Представленные материалы свидетельствуют об отсутствии значимой корреляции распространенности кислых почв от уровня насыщенности пашни минеральными, органическими удобрениями и объемов

фосфоритования, ибо коэффициенты детерминации (R^2) составили, соответственно, лишь 0,0222; 0,0081 и 0,0368. Главным фактором, оказавшим существенное влияние на распространенность кислых почв на пашне

муниципальных районов исследуемого региона, стала интенсивность известкования, оцененная показателем «кратность известкования». Данный показатель указывает сколько раз за 55 лет были произвесткованы кислые почвы района. Направленность линии тренда и величина коэффициента детерминации доли кислых почв в составе пашни от кратности известкования ($R^2=0,7522$) указывают на наличие высокой отрицательной

корреляции ($r=-0,87$). Наглядной иллюстрацией тесноты корреляции этих двух показателей являются следующие частные случаи. Например, в Зеленодольском, Камско-Устьинском и Дрожжановском районах, где доля кислых почв в составе пашни составила, соответственно, 17,4; 23,2 и 53,1 %, кратность известкования кислых почв за весь период наблюдений равнялась 10,27; 8,82 и 5,15.

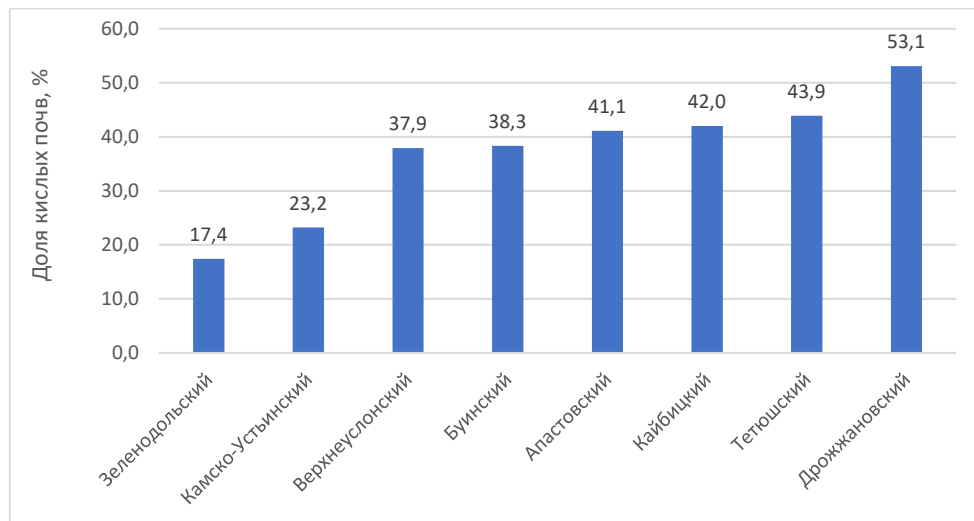


Рис. 3. Доля кислых почв в муниципальных районах Предволжья РТ по состоянию на 01.01.2022 г. (% от общей площади пашни)

Заключение. За исследуемый период удельный вес кислых почв в составе пашни региона сократился с 57,8 до 37,2 %, главным образом в зависимости от интенсивности известкования ($r=-0,87$). Воздействие на кислотность почвы других факторов химизации земледелия – насыщенности пашни минеральными и органическими удобрениями, объемов фосфоритования – было статистически несущественным. Среди кислых почв пашни преобладают слабокислые (78,4-90,0 %), отсутствуют очень сильнокислые, доля среднекислых колеблется от 10,0 до 20,3 % и небольшой сегмент сильнокислых почв (0-3,9 %).

Литература

1. ГОСТ 26483-85. Почвы. Приготовление солевой вытяжки и определение её pH по методу ЦИНАО.
2. Байбеков Р.Ф., Гулюк Г.Г., Аканова Н.И. Перспективы химической мелиорации кислых почв // Мелиорация и водное хозяйство. – 2020. – №6. – С. 19-24. DOI: <https://doi.org/10.32962/0235-2524-2020-6-19-24>
3. Гилязов М.Ю., Лукманов А.А., Зарипов Д.Ф. Почвенный покров и гумусное состояние пахотных почв Предволжья Республики Татарстан // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. – 2023. – № 4(8). – С. 18-25. DOI: 10.12737/2782-490X-2023-18-25

4. Ивойлов А.В. Ацидогенная деградация черноземных почв и адаптивные приемы ее преодоления // Агрохимия. – 2022. – № 1. – С. 78–85. DOI: 10.31857/S0002188122010070.
5. Лукин С.В. Динамика кислотности и проведение химической мелиорации пахотных почв в Белгородской области // Агрохимический вестник. – 2016. – № 6. – С. 2-6.
6. Надеждин С.М., Лебедева Т.Б., Надеждин Е.В. Экологические аспекты известкования черноземов. – М.: Агроконсалт, 2005. – 276 с.
7. Окорков В.В. Теоретические основы химической мелиорации кислых почв. – Иваново: ПресСто, 2016. – 332 с.
8. Савич В.И., Гукалов В.В., Тазин И.И. Оценка оптимального кислотно-основного состояния в системе почва-растение по параметрам фотосинтеза растений // Плодородие. – 2019. – № 1. – С. 35-37. DOI: 10.25680/S19948603.2019.106.11.
9. Сычёв В.Г., Аканова Н.И. Современные проблемы и перспективы химической мелиорации кислых почв // Плодородие. – 2019. – №1(106). – С. 3-8. DOI: 10.25680/S19948603.2019.106.01.
10. Трофимов Н. В., Соичева С. В., Панасюк М. В. Методика разделения территории Республики Татарстан на агроландшафтные районы на основе зонирования природно-климатических ее условий // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2020. – №. 4. – С. 127-131. DOI: 10.12737/2073-0462-2020-127-131.
11. Якушев В.П., Осипов А.И., Миннуллин Р.М., Воскресенский С.В. К вопросу об известковании кислых почв России // Агрофизика. – 2013. – № 2 (10). – С. 18–22.

ACID REGIME OF ARABLE LAND SOILS IN THE VOLGA REGION OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN AND ITS DEPENDENCE ON THE LEVEL OF AGROCHEMICAL APPLICATION

A.A. Lukmanov¹, D.Sc. (Agriculture), M. Yu. Gilyazov², D.Sc. (Agriculture), D.F. Zaripov¹

¹ Federal State Budgetary Institution Center of Agrochemical Service "Tatarsky",
1420064, Kazan, Orenburgsky tract, 120

² Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kazan State Agrarian University",
420015, Kazan, st. Karl Marx, 65, E-mail: mingilyazov@yandex.ru

Monitoring the acid state of soils and regulating it with agricultural techniques is one of the important factors in restoring soil fertility and increasing crop yields. The article summarizes the results of agrochemical surveys of soils in the Volga region of the Republic of Tatarstan (the right bank of the Volga River), which demonstrate the dynamics of changes in the acidity of arable soils in the region for 1965-2022 and show the dependence of the acid regime of soils on the level of application of agrochemicals. Preparation of salt extract and determination of pH were carried out using the TsINA method (GOST 26483-85). Over the study period, the proportion of acidic soils in the composition of arable land in the region decreased from 57.8 to 37.2%, mainly depending on the intensity of liming ($r = -0.87$). The impact of other factors of chemicalization of agriculture on soil acidity – saturation of arable land with mineral and organic fertilizers, volumes of phosphorization was statistically insignificant.

Keywords: agrochemical survey of soils, pHsalt value, correlation, liming, phosphorization, organic and mineral fertilizers.