

*T.V. Shaykova, Ph.D., M.V. Dyatlova, Ph.D., E.S. Volkova
Federal Research Center for Bast Fiber Crops, Russia,
info.psk@fncl.ru, t.shaykova.psk@fncl.ru*

On the basis of research works for 2019-2020, it was revealed that when cultivating winter rye of the Novaya Era variety in the conditions of the Pskov region, double application of the drug Strada N during the growing season against the background of the use of mineral fertilizers both without nitrogen fertilization and with nitrogen fertilization at a dose of N_{20} , almost equivalent data on total productivity were obtained, and they amounted to 58.3-59.0 c/ha of grain units. According to the overall effectiveness of the action on winter rye, complex fertilizers Microel, Kodafol against the background of $Micromak+N_{40}P_{50}K_{70}+N_{20}$ were somewhat inferior to the effectiveness of the drug Strada N. According to these options, the total productivity was 55.8-56.9 c/ha. In winter rye crops without seed treatment, maximum productivity was obtained from the use of complex fertilizer Strada N against the background of $N_{40}P_{50}K_{70}+N_{20}$. With the resulting harvest (grain + straw) of winter rye on average, potassium is taken out most of all in two years, nitrogen occupies an intermediate position and phosphorus accumulates the least in plants rye. Pre-sowing treatment of seeds with Micromak helps to increase productivity and, consequently, the removal of mineral nutrition elements, as well as stabilize the ratio of N:P:K in plant products.

Keywords: winter rye, mineral fertilizers, grain productivity, removal and carryover of elements

УДК 631.415.2

DOI: 10.25680/S19948603.2022.129.02

ПЕРСПЕКТИВЫ РАСШИРЕНИЯ АССОРТИМЕНТА ИЗВЕСТКОВЫХ УДОБРЕНИЙ

**С.И. Воронов, д.б.н., М.А. Кузьмич, д. с.-х. н. Л.С. Кузьмич, к.с.-х.н.,
ФГБНУ Федеральный исследовательский центр «Немчиновка»
Российская Федерация, 143026, Московская область, Одинцовский район,
р.п. Новоивановское, ул. Агрохимиков, 6, e-mail: m-kuzmich@yandex.ru,
тел. 89104616752**

Рассмотрены проблема и объёмы подкисления подзолистых почв Российской Федерации. Установлено, что существующие объёмы известкования не могут остановить процесс подкисления почв. Альтернативы применению известковых удобрений нет. Наиболее сильное подкисляющее воздействие на почву оказывают азотные удобрения. На нейтрализацию 1 кг азота минеральных удобрений, в зависимости от формы, требуется от 0,75 до 2,2 кг $CaCO_3$. Для известкования кислых почв следует применять не только стандартные мелиоранты, такие как известняковая мука (ГОСТ 14050-93), но и местных месторождений.

Ключевые слова: кислые почвы, известкование, известняковая мука, мел, доломиты, дефекаты, зола.

Для цитирования: Воронов С.И., Кузьмич М.А., Кузьмич Л.С. Перспективы расширения ассортимента известковых удобрений// Плодородие. – 2022. – №6. – С. 7-11. DOI: 10.25680/S19948603.2022.129.02.

По данным Министерства сельского хозяйства РФ по состоянию на 01.01.2018 г., площадь почв с кислой реакцией среды, требующих известкования, превышает 35 млн га. Из-за низких темпов работ по внесению известковых удобрений, эта площадь ежегодно увеличивается на 1 млн га [1]. Так, в 2019 г. планировалось произвестковать всего около 157 тыс. га и внести около 1,3 млн т известковых удобрений. Для сравнения отметим, что в годы интенсивной химизации известкование проводили ежегодно на площади более 6,5 млн га. Объёмы поставок известковых удобрений для этой цели достигли максимума в 1988 г. – 43,8 млн т (табл. 1) [2]. Поэтому, средневзвешенный pH почв пашни в 1990 г. поднялся до уровня 5,3.

Существующие объёмы известкования не могут остановить процесс подкисления почв. Альтернативы применению известковых удобрений нет. Уровень влагообеспеченности северной части территории Российской Федерации характеризуется вертикальной миграцией влаги и выщелачиванием водорастворимых оснований кальция и магния за пределы пахотного горизонта. Результатом этого является формирование кислых низко плодородных дерново-подзолистых почв. Иссле-

дования на лизиметрической станции ВНИПТИХИМ, расположенной в Московской области, где среднепогодный показатель ГТК по Селянину приближается к 1,4, миграционные потери кальция и магния за пределы метрового слоя почвы в пересчете на $CaCO_3$ достигали в среднем за год 370 кг/га [2]. Размеры миграции за пределы полуметрового слоя почвы были на 23% выше, чем метрового слоя. Суммарные потери кальция и магния, с выносом урожаем и при миграции за пределы пахотного горизонта составили на удобренных вариантах 394 кг/га, тогда как на контроле всего 227 кг/га. Следовательно, за счет минеральных удобрений убыль оснований возросла на 167 кг/га, или на 73% от варианта без удобрений.

В тех регионах, где количество выпадающих осадков меньше, существует сезонное переувлажнение, рано весной или поздней осенью, когда отсутствуют вегетирующие растения. Типичные черноземы Воронежской области, где известкование не проводили, но регулярно вносят минеральные удобрения, переходят в кислые оподзоленные черноземы. Почвы Белгородской области, сформированные на мощных меловых отложениях, также становятся кислыми и требуют известкования [1].

Аналогичная ситуация наблюдается в Самарской области, обладающей большим разнообразием почвообразующих пород и форм рельефа, но значительная часть представлена карбонатными породами. Там

сформировались карбо-петрозёмы и карбо-литозёмы, и даже дерново-карбонатные почвы. Однако реакция почвенной среды меняется в сторону подкисления и появились почвы, требующие известкования.

1. Поставки известковых удобрений сельскому хозяйству РФ

Год	Всего	Извест- няковая мука (ГОСТ)	Местные известков. удобре- ния (ТУ)	Нетрадиционные химические мелиоранты							
				Отсев доломита	Фильтра- ционный осадок (дефекат)	Конвер- сионный мел	Метал- лург. шлаки	Цемент- ная пыль	Белитовая пыль	Зола	Известко- во-серные отходы
1985	35088	22842	5139	767	2101	222	1024	756	31	2088	118
1986	38663	25017	4726	1151	3150	320	1035	785	28	2201	250
1987	40021	25661	5087	1066	2561	603	1997	815	28	2023	180
1988	43808	28772	5556	1059	2572	921	1875	776	22	1955	301
1989	38083	24797	5790	797	3191	306	1255	490	21	1348	90
1990	32528	21365	5319	737	1153	342	882	359	15	2356	0
1991	28357	18596	5322	773	1465	490	697	264	11	740	0
1992	20667	11678	4795	675	2465	361	240	158	0	296	0
1993	15007	7741	4388	279	1938	310	124	72	0	155	0
1994	7616	3521	3088	61	613	270	34	14	16	0	0
1995	5069	1640	2663	48	539	33	124	8	15	0	0
1996	3533	664	2656	0	139	12	49	3	11	0	0
1997	2498	269	2032	0	22	27	148	0	0	0	0
1998	1746	236	1410	0	64	20	15	0,1	0	0	0
1999	2191	269	1784	0	120	17	1	0	0	0	0
2000	2328	325	1816	1,8	158	36	2	0	0	0	0
2001	2344	352	1781	0	177	34	0,3	1	0	0	0
2002	2070	222	1636	0	187	26	0	0	0	0	0
2013	2296	Нет данных									

Результаты и их обсуждение. Наиболее сильное подкисляющее воздействие на почву оказывают азотные удобрения. На нейтрализацию 1 кг азота минеральных удобрений, в зависимости от формы требуется от 0,75 до 2,2 кг CaCO_3 . Сульфаты и хлориды аммония сильнее смещают реакцию почвенной среды в сторону подкисления, чем нитрат аммония, карбамид и карбамид-аммиачные смеси, доля которых в ассортименте азотных удобрений превалирует. Учитывая, что последнее время в России вносят ежегодно примерно 1,6 млн т азота минеральных удобрений, только на их нейтрализацию необходимо не менее 1,5 млн известковых удобрений в действующем веществе.

Роль калийных удобрений в изменении реакции почвенной среды неоднозначна. По одним данным, они не влияют на подкисление почвы, по другим, – повышают кислотность [2]. Причиной слабого подкисления почвы при использовании калийных удобрений может быть мобилизация калия, наблюдаемая при изменении влажности почвы. Известно, что слоистые минералы способны освобождать калий из связанного состояния и пополнять резервы доступной формы этого элемента для растений. В зависимости от гранулометрического состава почвы и климатических условий из минералов ежегодно освобождается 15-30 кг/га калия, который связывает остатки кислот. Кроме того, в отличие от кальция и магния, калий меньше мигрирует с грунтовыми водами. В лизиметрическом опыте, где за один прием было внесено 1330 кг K_2O , только в первый год отмечено заметное повышение концентрации калия в лизиметрическом стоке. В последующие годы внесенный калий был прочно связан почвенным поглощающим комплексом и различия между удобрённым калием фоном и неудо́ренным были незначительными. Этот факт имеет важное практическое значение при совместном применении известковых и калийных

удобрений на почвах, загрязненных изотопами стронция и цезия. Повышение разовой дозы калийного удобрения до 300-400 кг K_2O /га не приведет к потерям калия и неблагоприятным воздействиям на окружающую природную среду.

В отличие от минеральных удобрений, расходы на внесение известковых удобрений практически на порядок выше, что связано с большими дозами известковых удобрений. В среднем по РФ стоимость известкования 1 га почвы составляет около 16 тыс. руб. В годы интенсификации химизации руководители аграрного сектора страны, понимая важность и значимость формирования оптимальной реакции почвенной среды для растений, мобилизовали все возможные ресурсы для пополнения ассортимента известковых удобрений. Была запущена программа исследований по изучению эффективности, состава и свойств потенциальных мелиорантов для того, чтобы избежать негативного последствия на окружающую природную среду.

В 1985-1988 г. доля стандартной известняковой муки (ГОСТ 14050-93) составляла 65-67% всего объема поставок. Её и в наше время получают на различных предприятиях, занимающихся производством строительных материалов. Это высокоэффективное качественное удобрение. Благодаря тонкому помолу, уже в год внесения можно получить заметное снижение кислотности почвы. Из-за низкой влажности такая мука сильно пылит, что ограничивает ее внесение на сильных склонах (более 7°), в ветреную погоду (при скорости ветра более 6 м/сек), а также вблизи селитебных территорий. Поэтому, логистика стандартной известняковой муки рассчитана на пневматическую погрузку-выгрузку и внесение на поверхность почвы машинами пневматического типа. При этом допускается 30%-ная неравномерность распределения муки на поверхности почвы, что нельзя признать удовлетворительным.

Сыромолотая известняковая мука в эти годы занимала 13-14% общего объема поставок. При размоле известняковых пород без подсушивания получают удобрение с повышенной влажностью. В зимнее время такая мука смерзается, однако после размораживания вновь становится пригодной для внесения в почву. В составе этого удобрения присутствуют частицы разметом до 3 мм в диаметре. В соответствии с ТУ частицы известняка от 1 до 3 мм считаются недействительными, что влияет на расчет нейтрализующей способности. Такой подход справедлив при оценке эффективности удобрения в краткосрочном плане. Однако в длительной перспективе такие частицы рано или поздно реагируют с почвенным раствором и выполняют свою роль. С нашей точки зрения, сыромолотая известняковая мука обладает более длительным сроком поддержания реакции почвенной среды в оптимальном диапазоне, что следует признать положительным свойством. Её вносят машинами центробежного типа и неравномерность внесения ниже, чем пылевидной муки – до 25%. Себестоимость сыромолотой муки также ниже, чем пылевидной в 1,5-2 раза [3].

Это известковое удобрение отнесли к категории местных удобрений, и ее выпуск организовывали на небольших месторождениях, непригодных для крупнотоннажного производства. Сегодня производство этого удобрения сохранилось в значимом объеме только в Республике Татарстан, где темпы и объемы работ по известкованию самые высокие из всех регионов РФ. В настоящее время в Татарстане отсутствуют очень сильнокислые почвы, а количество сильнокислых почв незначительно. Превалируют слабокислые почвы с pH 5,1-5,5. Такая ситуация позволяет вести сельскохозяйственное производство на высокоинтенсивном уровне. По мнению И.С. Шатилова, одного из самых авторитетных исследователей в области земледелия, на дерново-подзолистых почвах возделывание озимой ржи по интенсивной технологии приемлемо только при pH 5,1 и более, pH 5,6 – на выщелоченных и оподзоленных черноземах [4]. Озимую пшеницу по интенсивной технологии рекомендуется возделывать при pH > 5,6, а яровую > 6,0.

По данным Минсельхоза, в 12 регионах нет зарегистрированных источников поставок известковых удобрений. Отсутствие такого источника означает, что поставки в регион производятся из соседних областей. В Белгородской области, которая имеет многочисленные месторождения меловых пород, а также предприятия, производящие мел для различных целей нет зарегистрированных мелиорантов. Мелом называют мягкую горную породу белого цвета, состоящую из карбоната кальция, которая образовалась из кальцитовых скелетов микроорганизмов. Химическая формула мела – CaCO_3 . В качестве примесей в нем может присутствовать глина. По нейтрализующей способности и влиянию на урожайность растений природный мел является высокоэффективным мелиорантом (табл. 2).

Исследования свойств природного мела из Стойленского месторождения показали, что в естественном состоянии, после извлечения из карьера, при транспортировке происходит его разделение на жидкую и твердую фазу. При этом часть увлажненного мела становится липкой, и он не пригоден для равномерного распределения по поверхности почвы. Высокая гидрофильность и низкая сыпучесть мела являются препятствием для применения его в широких масштабах. Подсушенный мел после повторного увлажнения снова становится липким.

Сушка и просеивание его на специальных ситах приводят к значительному удорожанию [5]. Природный мел не обладает морозостойкостью и после нескольких циклов замораживания и оттаивания распадается на кусочки 1-3 мм [6]. Благодаря этому мел, складированный в отвалы после длительного хранения, более пригоден для мелиорации почв, чем свежедобытый.

2. Влияние природного мела и золы березовских углей на сбор сухой массы растений, г/сосуд

Вариант опыта	Клевер	Кукуруза	Ячмень	
			зерно	солома
НРК – фон	24,5	49,7	11,5	13,1
Фон + Стойленский мел	33,8	56,7	12,1	15,8
Фон + зола < 0,25 мм	36,6	63,3	15,2	16,2
Фон + зола 0,25-0,50 мм	34,4	62,7	16,6	16,3
Фон + зола 0,50-1,0 мм	36,3	57,2	17,0	16,8
Фон + зола 1,0-3,0 мм	34,2	63,3	15,8	15,6
Фон + зола 3,0-5,0 мм	31,8	57,2	13,0	14,8
НСР ₀₅	2,6	1,7	2,9	1,5

Актуальной является проблема разработки технологий по приданию мелу гидрофобных свойств, что сопровождается также его удорожанием. Получено несколько авторских свидетельств на получение гранулированного мела с помощью различных связующих.

Можно применять мел в виде суспензий с помощью специальных машин. Это позволяет повысить равномерность внесения и устранить загрязнение атмосферы, происходящее при использовании пылевидных мелиорантов. Однако вносимая при такой технологии доза мелиоранта невысока и соответствует уровню поддерживающего известкования, рекомендованного на почвах со средней и низкой кислотностью. Положительным моментом применения низких доз мелиорантов также является снижение миграционных потерь кальция и магния. Учитывая невысокие темпы подкисления почв и наличие большого числа месторождений, такая технология наиболее приемлема для этого региона. Значительные количества мела используют для кормления животных и птицы. Процедура регистрации такого мелиоранта, очевидно, может быть упрощена без проведения дорогостоящих регистрационных испытаний. Кормовой мел априори безопасен для использования в качестве известкового удобрения.

В Тверскую область поставки известковых удобрений осуществляются из Смоленской области. Учитывая, что протяженность области с запада на восток составляет 450 км, крыло перевозки в одну сторону превысит 500 км. При этом львиная доля затрат ложится на транспортные расходы. В то же время, в Тверской области расположены многочисленные месторождения известняковых пород, пригодных по своему составу для получения местных известковых удобрений. Организация добычи и переработки известняковых и доломитовых пород для мелиоративных целей позволит рациональнее использовать те скромные средства, которые тратятся на известкование почв и снизить нерациональные расходы на перевозку удобрений. Большие площади пашни, нуждающейся в известковании, и высокие темпы подкисления почв данного региона требуют организации производства сыромолотых известковых удобрений по примеру Республики Татарстан.

Около 10% известковых удобрений было представлено промышленными отходами, содержащими каль-

ций и магний. Самым крупнотоннажным мелиорантом этой группы является фильтрационный осадок, или дефека́т. При производстве сахара для осветления сахарного сиропа используют, как правило, мел. На выходе из технологического процесса этот продукт содержит избыточное количество влаги и для внесения в почву требует подсушивания. По своему составу дефека́т соответствует исходной известковой породе, обогащенной органическими примесями, включающей кроме кальция азот (0,2-0,4%), фосфор (0,15-0,5%) и калий (0,3-0,5%), а также ряд микроэлементов. Всё это повышает его удобрительные свойства. Как известковое удобрений этот продукт по эффективности не уступает стандартным мелиорантам, а в ряде опытов превосходит их [7].

При сжигании углей на тепловых электростанциях дымовые газы пропускают через электрофильтры или установки циклонного типа для улавливания твердых частиц, именуемых золой. При сжигании бурых углей или горючих сланцев зола содержит преимущественно кальций, магний и кремний, а также микроэлементы и редкоземельные металлы. Применение золы в качестве известковых удобрений достигало максимума – 2,2-2,3 млн т, что превышало 5% от всего ассортимента мелиорантов. Зола, получаемая при сжигании Березовских, Назаровских и Ирша-Бородинских бурых углей Канско-Ачинского топливно-энергетического комплекса (КА-ТЭК), содержит не менее 60 % действующего вещества в пересчете на CaCO_3 . Она применялась в восточных

регионах страны. Помимо оксидов кальция и магния в золе имеются значительные количества калия, активного кремния, а также ряд микроэлементов: бор, цинк и селен и др., участвующих в питании растений [8, 9]. При дозе мелиоранта 5 т/га в почву одновременно вносится 30-45 кг/га калия в бесхлорной форме. С дозой мелиоранта 10 т/га в почву вносят до 3 кг/га бора. Поэтому по влиянию на урожайность сельскохозяйственных культур зола превышает стандартные известковые удобрения (табл. 2). Исследования с животными, проведенные в НИИ общей и коммунальной гигиены имени А.Н. Сысина, показали безопасность внесения в почву этого мелиоранта. Наибольшую опасность при использовании золы в пылевидной форме представляет загрязнение атмосферы в рабочей зоне. Это обусловлено высокой дисперсностью золы и наличием в ней соединений аморфного кремния и серы. Свежеполученная зола содержит свободный оксид кальция (CaO), из-за чего она обладает вяжущими свойствами и может вызывать ожоги растений. В процессе хранения золы она становится безопасной для растений.

При производстве феррохрома в качестве побочного продукта получают белит – двукальциевый силикат ($2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$) с примесью магния, алюминия, железа и хрома. По содержанию действующего вещества, скорости нейтрализации кислотности почвы и прибавкам урожая сельскохозяйственных культур этот мелиорант превосходит стандартные известковые удобрения (табл. 3).

3. Влияние белита на агрохимические показатели почвы

Вариант опыта	pH _{КСЛ}	Нг	Но	Al	pH _{КСЛ}	Нг	Но	Al
		ммоль/100 г		мг/100 г		ммоль/100 г		мг/100 г
	действие (год внесения, после уборки урожая)					последствие (второй год, после внесения в почву)		
Дерново-подзолистая сильнокислая почва								
НРК – фон	4,00	6,37	1,55	13,5	3,86	5,09	1,35	11,61
Фон + Стойленский мел	6,11	1,24	0,07	0,67	5,98	1,11	0	0
Фон + изв. мука	5,55	2,12	0,08	0,59	6,04	1,27	0,02	0,09
Фон + белит ЧЭМК*	6,25	1,41	0,07	0,45	6,10	1,11	0,01	0
Фон + белит СФЗ*	6,30	1,24	0,08	0,50	6,06	1,32	0,01	0,09
Дерново-подзолистая среднекислая почва								
НРК – фон	4,70	3,54	0,15	1,13	4,40	2,97	0,22	1,71
Фон + Стойленский мел	6,27	1,06	0,07	0,54	6,36	0,85	0	0
Фон + изв. мука	6,25	1,24	0,06	0,45	6,42	0,85	0,02	0,09
Фон + белит ЧЭМК*	6,37	1,24	0,09	0,69	6,36	1,02	0	0
Фон + белит СФЗ*	6,45	1,06	0,10	0,68	6,45	0,93	0	0

*ЧЭМК – Челябинский электрометаллургический комбинат, СФЗ – Серовский ферросплавный завод.

Высокая скорость нейтрализации кислой реакции почвенной среды обусловлена тем, что при гидратации двухкальцевого силиката в почве, за счет протонирования, происходят разрыв связи Ca-O и переход катиона кальция в почвенный раствор. Катион кальция замещает водород, удерживаемый почвенным поглощающим комплексом, а вытесненные или находящиеся в почвенном растворе катионы водорода связываются свободными гидроксидными молекулами воды. Процесс гидратации белита начинается сразу, после его увлажнения. Известковые удобрения из карбонатных пород, особенно доломитов, обладающие высокой прочностью, практически не растворяются в воде, а их действие начинается после взаимодействия с почвенным раствором, насыщенным углекислотой.

При внесении белита не наблюдается повышения содержания в почве ртути, кадмия и свинца (табл. 4, 5).

4. Влияние мелиорантов на подвижность микроэлементов и тяжелых металлов в почве (в год внесения)

Вариант опыта	мг/кг (подвижные формы, ААБ, pH 4,8)					
	Zn	Cd	Pb	Ni	Cu	Cr
Контроль (без удобрения)	2,1	0,08	1,07	0,94	0,31	0,78
НРК – фон	2,4	0,05	0,92	0,80	0,32	0,57
Фон + ИМ, 5 т/га	2,7	0,06	0,72	0,92	0,40	0,33
Фон + ИМ, 10 т/га	1,5	0,06	0,78	0,94	0,31	0,44
Фон + белит ЧЭМК, 5 т/га	1,7	0,08	0,16	0,69	0,31	0,24
Фон + белит ЧЭМК, 10 т/га	1,9	0,07	0,71	0,82	0,32	1,06
Фон + белит СФЗ, 5 т/га	1,8	0,08	0,11	0,50	0,30	0,53
Фон + белит СФЗ, 10 т/га	2,1	0,05	0,18	0,70	0,30	1,33
ПДК	≤23,0	≤0,5	≤32,0	≤4,0	≤3,00	≤6,0

**5. Результаты испытаний проб почвы
(после уборки урожая через 3 года)**

Вариант опыта	pH _{KCl}	Нг ммоль/100 г	мг/кг (формы, растворимые в 1 н. HNO ₃)						
			Hg	Zn	Cd	Pb	Ni	Cu	Cr
Исходная почва	5,00		Не определяли						
Контроль (без удобрений)	5,27	2,07	0,06	18,2	0,17	8,4	5,9	5,1	6,1
НРК – фон	5,36	1,92	0,04	18,3	0,18	6,8	5,7	4,8	6,5
Фон + ИМ 5 т/га (стандарт)	6,40	0,76	0,08	20,7	0,14	8,5	6,2	5,7	7,3
Фон + ИМ 10 т/га (стандарт)	6,67	0,52	0,05	17,8	0,15	7,3	6,4	4,9	6,8
Фон + белит ЧЭМК 5 т/га	6,85	0,71	0,04	16,0	0,12	7,1	5,4	4,6	7,3
Фон + белит ЧЭМК 10 т/га	7,23	0,34	0,06	17,5	0,15	7,7	6,0	5,0	9,6
Фон + белит СФЗ 5 т/га	7,06	0,70	0,07	18,5	0,14	8,0	6,4	5,1	7,2
Фон + белит СФЗ 10 т/га	7,43	0,32	0,04	20,0	0,19	8,2	6,4	5,3	10,7
ПДК			≤ 2,0	≤ 220	≤ 2,0	≤ 130	≤ 80	≤ 132	≤ 100

**6. Содержание хрома в растительной продукции, мг/кг
(среднее за 2019-2021 г.)**

Вариант опыта	Солома ячменя	Пшеница		Овес голозерный	
		зерно	солома	зерно	солома
Контроль (без удобрений)	0,88	0,26	0,41	0,76	0,48
НРК – фон	0,73	0,98	0,48	0,73	0,35
Фон + ИМ, 5 т/га	0,56	0,72	0,74	0,74	0,29
Фон + ИМ, 10 т/га	0,87	0,50	0,59	0,79	0,33
Фон + белит ЧЭМК, 5 т/га	0,26	0,50	0,41	0,87	0,23
Фон+белит ЧЭМК, 10 т/га	0,41	0,50	0,50	0,85	0,29
Фон+белит СФЗ, 5 т/га	0,64	0,31	0,47	0,68	0,41
Фон+белит СФЗ, 10 т/га	0,68	0,64	0,44	0,65	0,27

Отмечается слабое усиление подвижности хрома, извлекаемого вытяжками 1 н. HNO₃ и аммонийно-ацетатным буфером с pH 4,8 при дозе белита 10 т/га. Однако эти изменения оказались незначительными и были в пределах существующих ПДК.

PROSPECTS FOR EXPANDING THE RANGE OF LIME FERTILIZERS

S.I. Voronov, Doctor of Biological Sciences, M.A. Kuzmich, Doctor of Agricultural Sciences, L.S. Kuzmich, Candidate of Agricultural Sciences, Federal Research Center "Nemchinovka", Russian Federation, 143026 Moscow region, Odintsovo district, Novoivanovskoye settlement, Agrochemikov str. 6, e-mail: m-kuzmich@yandex.ru, tel. 89104616752

The problem and volumes of acidification of podzolic soils of the Russian Federation are considered. It is established that the existing volumes of lime cannot stop the process of soil acidification. There is no alternative to the use of lime fertilizers. Nitrogen fertilizers have the strongest acidifying effect on the soil. To neutralize 1 kg of nitrogen of mineral fertilizers, depending on the form, from 0.75 to 2.2 kg of CaCO₃ is required. For liming acidic soils, not only standard meliorants, such as limestone flour (GOST 14050-93), but also local deposits of chalk, limestone and dolomite rocks should be used.

Keywords: acidic soils, liming, limestone flour, chalk, dolomites, defecates, ash.

Через три года после внесения в почву содержание подвижных форм хрома снизилось по всем вариантам опыта, в том числе, где вносили белит. Повышения содержания хрома в растительной продукции, полученной на почве, удобренной белитом, за период проведения эксперимента не отмечено (табл. 6). Не установлено также накопления в растениях других тяжелых металлов, мышьяка и ртути.

Учитывая более низкую, по сравнению с другими мелиорантами, стоимость белита объемы его применения можно расширить.

Выводы. Проведенные исследования показали, что ассортимент применяемых мелиорантов для известкования кислых почв может быть существенно расширен, что позволит ускорить оптимизацию реакции почвенной среды.

Литература

1. Некрасов Р.В., Овчаренко М.М., Аканова Н.И. //Агроэкологические основы химические мелиорации почв. – 2019. – №4. – С. 3-7.
2. Кузьмич М.А., Кузьмич Л.С., Купреев Е.М. Проблемы оптимизации кислой реакции почвенной среды в современных условиях. – М., 2017. -190 с.
3. Миннулин Р.М. Известкование почв местными карбонатными породами в Республике Татарстан// Агрохимический вестник. – 2008. – №4. – С. 21-22.
4. Агрономическая тетрадь. Возделывание зерновых культур по интенсивным технологиям. – М.: Россельхозиздат, 1986.-234 с.
5. Дзилла И.Л. Об инженерно-геологических свойствах мергельно-меловых пород восточной части БССР. Вопросы географии Белоруссии. Вып. 1. – Минск: Наука и техника, 1960.
6. Горонова И.М., Душина Н.А., Природа прочности и деформационные особенности мела и некоторых мелоподобных пород// Труды лаб. гидрогеолог. проблем им. Ф. П. Саваренского АН СССР. Т. 44.
7. Величко В.А., Брагина В.М., Кузьмич М.А. Использование дефеката в с.-х. производстве. // Химия в сельском хозяйстве. – 1986. -№6.
8. Кузьмич М.А., Оконский А.И., Кочнев Н.К., Сутурин А.Н. Перспективы использования золы бурых углей. Сообщение 1. Агрохимическая и токсикологическая оценка буроугольной золы// Химия в сельском хозяйстве. – 1990. – № 9. – С.43-47.
9. Кузьмич М.А., Оконский А.М., Кочнев Н.К., Сутурин А.Н. Перспективы использования золы бурых углей. Сообщение 2. Влияние золы угольных ТЭС на окружающую среду// Химия в сельском хозяйстве. – 1990. – № 12. – С.28-33.