

УДК 631.415.1:631.821.1

# ДИНАМИКА СТЕПЕНИ КИСЛОТНОСТИ, ОБЕСПЕЧЕННОСТИ КАЛЬЦИЕМ И МАГНИЕМ ПАХОТНЫХ И ЛУГОВЫХ ПОЧВ БЕЛАРУСИ В РЕЗУЛЬТАТЕ ИЗВЕСТКОВАНИЯ

**И.М. Богдевич, О.Л. Ломонос, О.М. Таврыкина**  
*Институт почвоведения и агрохимии, г. Минск, Беларусь*

## ВВЕДЕНИЕ

Известкование является важным и наиболее радикальным средством улучшения свойств кислых почв. Этот прием оказывает многостороннее влияние на улучшение агрохимических, агрофизических и биологических свойств почв, обеспечение растений кальцием и магнием, мобилизацию и иммобилизацию макро- и микроэлементов в почве, создание оптимальных физических, водно-физических, воздушных и других условий жизни культурных растений. Интенсивное известкование кислых почв в республике проводится с 1965 г. За этот период была создана система научного и материально-технического обеспечения работ. Областные проектно-изыскательские станции химизации сельского хозяйства разрабатывают проектно-сметную документацию, а также совместно со специалистами хозяйств-заказчиков и организаций-исполнителей контролируют площади, дозы извести и качество выполненных работ. Витебское ОАО «Доломит» производит высококачественную доломитовую муку. Районные объединения агросервиса осуществляют хранение, транспортировку и внесение извести в почву. Научное обеспечение проблемы известкования на протяжении всего периода осуществляет Институт почвоведения и агрохимии.

Планомерное известкование за полвека позволило оптимизировать реакцию почв, произвести насыщение поглощающего комплекса почв кальцием и магнием на основных массивах сельскохозяйственных земель. Уже двадцать лет проводится поддерживающее известкование для компенсации оснований вследствие выщелачивания вглубь профиля почвы и выноса с отчуждаемой частью растениеводческой продукции.

В последние годы прослеживается заметная тенденция подкисления пахотных почв во многих районах Беларуси в связи с недостатком финансирования и соответствующим снижением объема работ.

Целью настоящего исследования является системный анализ результатов известкования, распределения площади пахотных и луговых почв в областях Беларуси по группам кислотности за период между двумя последними турами агрохимического обследования. Исследована также динамика содержания обменных форм кальция и магния в почвах за весь период мониторинга.

## КРИТЕРИИ ОПТИМИЗАЦИИ СТЕПЕНИ КИСЛОТНОСТИ ПОЧВ

Методические подходы к первичному и последующим циклам известкования едины, поскольку для получения наибольшей урожайности с высоким качеством продукции важно создание и поддержание оптимальной реакции почвенной среды [1, 2]. Оптимальная реакция почв не является строго фиксированной величиной и зависит от видов возделываемых культур и ряда свойств почв [1, 3]. Роль оптимизации реакции почв существенно возрастает в интенсивном земледелии. Эффективность минеральных удобрений снижается как в сильноокислом, так и в нейтральном и слабощелочном диапазоне почвенной среды [3, 5]. Оптимизация кислотности почв является важным фактором, способствующим новообразованию и закреплению гумусовых веществ, поскольку сильноокислая или щелочная реакция ограничивают их образование и закрепление в почве [6].

Экспериментально установленные диапазоны реакции почв по отдельным культурам сгруппированы по типам севооборотов, гранулометрическому составу почв и используются в качестве целевых ориентиров при известковании кислых почв [7, 8]. Рекомендованные дозы извести дифференцированы таким образом, чтобы сильно- и среднекислые почвы нейтрализовать до нижнего уровня оптимального диапазона, а малые дозы извести на слабокислых почвах не позволяют превысить верхний уровень оптимального диапазона кислотности. Средневзвешенный показатель реакции почв (рН КСІ, далее – рН) элементарного участка является основным критерием оптимизации степени кислотности почв, пригодности почвы для возделывания группы однотипных сельскохозяйственных культур. Если большое поле севооборота выравнено, то средневзвешенный показатель рН по входящим в него элементарным участкам может служить для характеристики всего поля. Однако средневзвешенный показатель рН пашни или луговых земель на площади целого хозяйства или района не может быть критерием оптимизации кислотности почв, так как может включать поля как с сильноокислой, так и слабощелочной реакцией. Для оценки результативности известкования по районам и хозяйствам наиболее важным критерием является доля сильно- и среднекислых почв с показателем  $\text{pH} < 5,0$  от общей площади земель. На почвах с показателем рН менее 5,0 наблюдаются существенные недоборы урожайности всех сельскохозяйственных культур. В условиях системного известкования доля сильно- и среднекислых пахотных и луговых почв должна быть незначительной – менее 5% от общей площади.

Непременным является соблюдение технологических рекомендаций и требований «Инструкции о порядке известкования кислых почв...» [7], чтобы в первую очередь известковать поля и участки с сильноокислой реакцией, затем – со среднекислой и только после – со слабокислой, что в результате позволяет получить наибольший суммарный эффект от имеющихся ресурсов. Значимость этих требований возрастает в условиях недостатка финансирования. Важным является и обеспечение возможной для имеющегося парка машин равномерности распределения извести по площади поля, чтобы избежать очагов недостаточной или избыточной нейтрализации почв.

Почвы, развивающиеся на карбонатных породах, и другие почвы со слабощелочной и нейтральной реакцией (седьмая группа кислотности –  $\text{pH} > 7,0$  и шестая –  $\text{pH} 6,5-7,0$ ) занимают сравнительно небольшую долю (13,8%) от

## 2. Плодородие почв и применение удобрений

площади пашни в республике. Эта группа почв характеризуется рядом благоприятных агрофизических и агрохимических свойств и пригодна для таких ценных культур, как сахарная свекла, кукуруза, рапс, пшеница, люцерна и клевер. Однако при нейтральной и слабощелочной реакции почв наблюдается низкая доступность для растений ряда микроэлементов, особенно **Mn и Zn, что приводит к недобору урожайности и качества продукции культур-кальцефобов [3].** На таких почвах не следует размещать лен-долгунец, люпин и картофель. По данным обобщения 837 полевых опытов, сахарная свекла, клевер, озимая пшеница и ячмень обеспечивают наибольшую урожайность при реакции суглинистых и супесчаных, подстилаемых мореной почв pH 6,2–6,7. Лен, картофель, люпин, овес, озимая рожь на тех же почвах наибольшую урожайность формируют при уровнях pH 5,6–6,0. При размещении культур-кальцефобов на почвах с реакцией в пределах pH 6,1–6,5 их урожайность снижается на 8%, а на почвах с показателями pH 6,6–7,0 – на 18% [1, 4]. Поэтому в севооборотах со льном, картофелем и люпином известкование проводится на связных почвах при показателе pH менее 5,5, а на песчаных почвах – менее 5,25.

В последние годы посевная площадь культур-кальцефобов в республике составляла менее 4% от площади пашни. Если учесть, что почвы с показателем pH < 6,0 в настоящее время занимают от 44,1% площади пашни в Витебской области до 64% в Минской области, то с размещением кальцефобных культур на почвах со слабокислой реакцией проблем быть не может.

Для хозяйств и районов, где преобладают загрязненные радионуклидами <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr земли, значимость известкования кислых почв возрастает. Известно, что минимальное накопление <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr в растениеводческой продукции достигается при сдвиге от оптимальной реакции почв на 0,2–0,3 единицы pH в сторону щелочного диапазона [9]. Однако снижение накопления радионуклидов в растениях в нейтральном и щелочном диапазонах уже незначительно. Поэтому на загрязненных радионуклидами землях рекомендуемые дозы известкования повышены только на сильно- и среднекислых почвах для ускоренного сдвига реакции почв и достижения оптимальных диапазонов кислотности почв из расчета на максимальную урожайность возделываемых культур [7, 10]. Эффективность известкования оценивается по разнице показателей (pH) между исходным, достигнутым и оптимальным уровнями степени кислотности почвы.

### ДИНАМИКА СТЕПЕНИ КИСЛОТНОСТИ ПОЧВ

По данным последнего тура агрохимического обследования, преимущественно наблюдается подкисление пахотных почв (табл. 1). Средневзвешенный показатель pH по республике снизился с 5,91 до 5,89. Доля сильно- и среднекислых почв увеличилась повсеместно, за исключением Брестской области. В Минской и Могилевской областях доля сильно- и среднекислых почв повысилась на 3,1 и 4,3% от площади пашни соответственно.

В Витебской и Гомельской областях имеется значительная доля почв с нейтральной и слабощелочной реакцией (соответственно 24,8 и 18,9% от площади пашни). В целом по Беларуси на основных массивах (около 70% площади) пашни поддерживается оптимальная реакция почв. Более детальная оценка степени оптимизации реакции почв должна проводиться для каждой из групп

гранулометрического состава. Средневзвешенные показатели pH существенно различаются для суглинистых, супесчаных, песчаных и торфяных почв и имеют устойчивость во времени (рис. 1).

Средневзвешенные показатели реакции pH суглинистых и супесчаных почв близки к оптимальным, в то время как песчаные и торфяные почвы характеризуются показателями, несколько сдвинутыми в нейтральный диапазон.

Таблица 1

**Характеристика пахотных почв по группам кислотности по результатам обследования 2009–2012 гг.**

Область	По группам кислотности, %							2009–2012 гг.	Изменения по сравнению с предыдущим туром (+/–)	
	I	II	III	IV	V	VI	VII			
	< 4,50	4,51–5,00	5,01–5,50	5,51–6,00	6,01–6,50	6,51–7,00	> 7,00	средневзвешенный pH	средневзвешенный pH	% почв pH<5,0
Брестская	1,1	5,5	19,0	35,2	26,8	8,0	4,4	5,83	0,04	–0,3
Витебская	0,9	3,7	13,8	26,0	30,8	20,5	4,3	6,09	–0,03	1,1
Гомельская	1,6	6,2	16,4	26,8	30,1	18,4	0,5	5,90	0,01	1,3
Гродненская	1,6	6,6	22,8	33,3	26,0	8,1	1,6	5,84	–0,03	1,4
Минская	1,3	5,8	19,7	37,2	30,1	5,2	0,7	5,78	–0,04	3,1
Могилевская	2,2	6,4	15,9	28,0	33,0	13,0	1,5	5,92	–0,10	4,3
<b>Беларусь</b>	<b>1,4</b>	<b>5,7</b>	<b>18,1</b>	<b>31,6</b>	<b>29,5</b>	<b>11,7</b>	<b>2,1</b>	<b>5,89</b>	<b>–0,02</b>	<b>1,8</b>

Особо важным является контроль за изменением площади сильно- и среднекислых почв с показателем pH менее 5,0, где за счет известкования можно получить прибавку урожайности всех культур севооборота в кормовых единицах на суглинистых почвах не менее 4,0–6,3 ц/га и на супесчаных – 3,5–5,6 ц/га [2]. В настоящий период доля глинистых и суглинистых пахотных почв с сильно- и среднекислой реакцией составляет 3,9%, супесчаных – 7,4, а песчаных– 10,9% от соответствующей общей площади (табл. 2).

## 2. Плодородие почв и применение удобрений

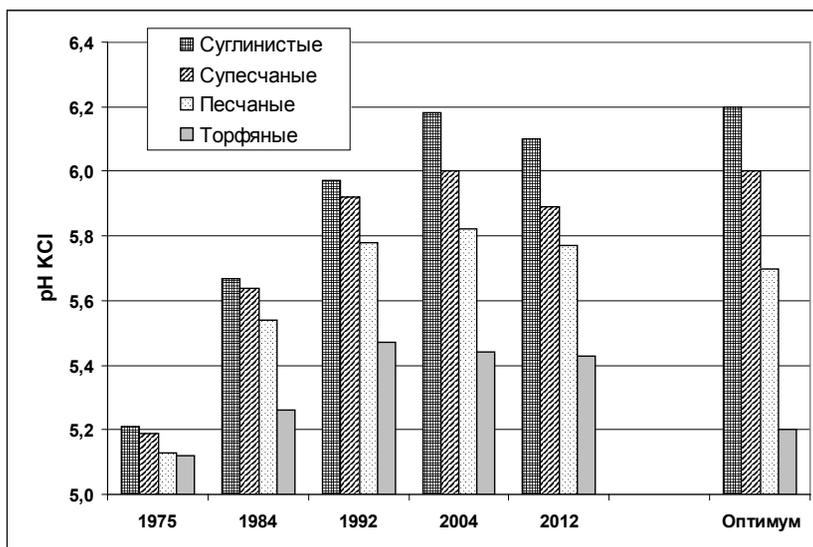


Рис. 1. Динамика средневзвешенных показателей pH по группам пахотных почв

Таблица 2

Распределение минеральных пахотных почв Беларуси различного гранулометрического состава по группам кислотности (2009–2012 гг.)

Почва	Площадь, тыс. га	По группам кислотности, %							Средневзвешенный pH
		I	II	III	IV	V	VI	VII	
		< 4,50	4,51–5,00	5,01–5,50	5,51–6,00	6,01–6,50	6,51–7,00	> 7,00	
Глинистые и суглинистые	1019	0,8	3,1	11,0	26,3	38,0	17,7	3,1	6,10
Супесчаные	2511	1,5	5,9	19,1	32,8	28,7	10,5	1,7	5,89
Песчаные	1059	2,3	8,6	22,5	31,9	24,0	8,8	1,9	5,77

По результатам предыдущего тура обследования, пахотных почв с показателями реакции pH <5,0 насчитывалось, соответственно, 2,7–5,0–9,1%. Таким образом, подкисление пахотного горизонта более заметно проявляется на супесчаных и песчаных почвах.

В почвах улучшенных сенокосов и пастбищ на уровне республики и областей наблюдается устойчивое равновесие слабокислой реакции почвенного раствора. Средневзвешенное значение pH в целом по республике повысилось незначительно – с 5,89 до 5,92, а в областях изменялось не более  $\pm 0,07$  pH (табл. 3). Доля сильно- и среднекислых почв (pH <5,0) на луговых землях в целом по республике за период обследования повысилась незначительно – с 5,7 до 6,0%, более

заметным было увеличение доли кислых почв только в Минской области – с 4,0 до 5,7% и в Могилевской – с 6,4 до 8,2%.

Таблица 3

**Распределение почв улучшенных сенокосов и пастбищ по группам кислотности**

Область	По группам кислотности, %							2009–2012 гг.	Изменения по сравнению с предыдущим туром (+/-)	
	I	II	III	IV	V	VI	VII			
	< 4,50	4,51–5,00	5,01–5,50	5,51–6,00	6,01–6,50	6,51–7,00	> 7,00	средне- звез- денный рН	средне- звез- денный рН	% площади почв рН<5,0
Брестская	0,9	4,6	17,9	33,1	25,9	10,4	7,2	5,83	0,07	-0,9
Витебская	0,8	3,5	13,8	26,5	31,7	19,4	4,3	6,07	0,04	-1,1
Гомельская	1,6	5,7	15,7	24,7	27,5	22,8	2,0	5,90	0,06	0,6
Гродненская	1,4	4,6	14,7	24,4	25,5	17,3	12,1	6,04	0,01	0,2
Минская	1,0	4,7	15,6	31,7	31,2	11,9	3,9	5,80	0,03	1,7
Могилевская	2,4	5,8	14,4	26,4	32,2	16,3	2,5	5,91	-0,03	1,8
<b>Беларусь</b>	<b>1,3</b>	<b>4,7</b>	<b>15,5</b>	<b>28,2</b>	<b>29,0</b>	<b>16,0</b>	<b>5,3</b>	<b>5,92</b>	<b>0,03</b>	<b>0,3</b>

Дерново-карбонатные почвы луговых земель с показателем рН более 6,5 занимают в республике 21,3% площади, с различием от 15,8% в Минской области до 29,4% – в Гродненской.

Процесс подкисления в большей мере проявляется на пахотных почвах, где в 83 районах зарегистрированы признаки подкисления, в то время как только в 68 районах отмечено подкисление луговых почв. Признаки нейтрализации реакции почв, наоборот, отмечены в 35 районах на пашне и в 50 районах на улучшенных луговых землях. В условиях системного известкования действует саморегулирующая система. По мере подкисления почв повышаются дозы извести, и в следующем туре обследования вышеуказанные группы районов должны поменяться местами. Задача агрохимической службы состоит в том, чтобы объемы известкования соответствовали потребности в соответствии с систематически обновляемыми параметрами степени кислотности почв. В нынешней ситуации нужны принципиальные решения республиканских органов управления, поскольку главной причиной нарастающего подкисления пахотных почв в последние годы является дефицит финансирования и снижение количества используемых мелиорантов (рис. 2).

## 2. Плодородие почв и применение удобрений

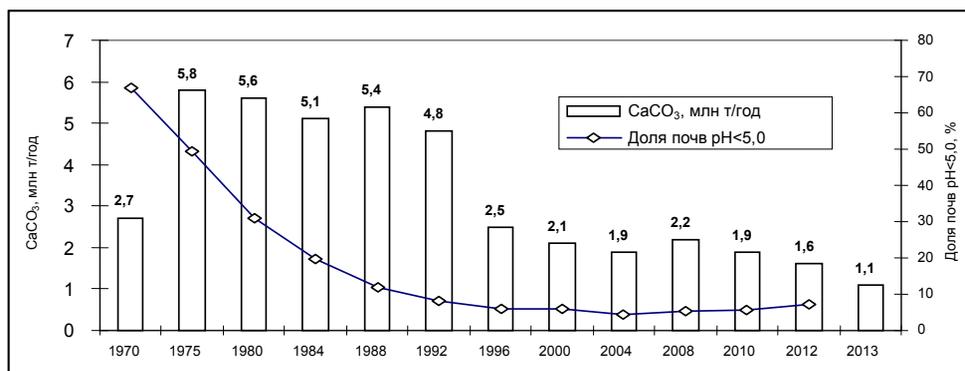


Рис. 2. Динамика среднегодового объема внесения извести (млн т CaCO<sub>3</sub>) и доли площади сильно- и среднекислых почв с показателем pH < 5,0 на пашне Беларуси

По расчетам Института почвоведения и агрохимии, ежегодно на период до 2015 г. необходимо известковать по 474 тыс. га, для чего требуется вносить по 2,2 млн т CaCO<sub>3</sub> (1,7 млн т доломитовой муки и около 300 тыс. т дефеката) [8]. Фактически по отчетности за 2008–2010 гг. количество вносимой извести было уменьшено на 12% от потребности, в 2011–2012 гг. – на 28%, а в 2013 г. внесли только около половины необходимых известковых мелиорантов (табл. 4).

Таблица 4

**Среднегодовая потребность известковых мелиорантов для поддержания оптимальной реакции почв сельскохозяйственных земель и фактическое внесение извести по областям Беларуси, % от потребности**

Область	Потребность CaCO <sub>3</sub> , тыс. т	Внесено, % от потребности		
		2008–2010 гг.	2011–2012 гг.	2013 г.
Брестская	317	100	72	57
Витебская	413	84	53	40
Гомельская	351	74	59	49
Гродненская	303	95	73	59
Минская	437	96	118	59
Могилевская	379	80	50	47
<b>Беларусь</b>	<b>2200</b>	<b>88</b>	<b>72</b>	<b>51</b>

Известно, что эффективность минеральных удобрений, в особенности азотных, под зерновые культуры повышается в 1,5–1,8 раза при известковании

сильнокислых суглинистых и супесчаных почв до слабокислого диапазона реакции рН 5,6–6,0 [1]. Поэтому поддерживающее известкование является непрерывным условием современного интенсивного земледелия в зоне промывного режима почв, на фоне применения повышенных доз азотных удобрений, способных подкислять реакцию почвенного раствора (табл. 5).

*Таблица 5*

**Динамика внесения азотных удобрений  
за период 2001–2013 гг. на пашне и улучшенных луговых землях, кг/га**

Область	Пашня				Сенокосы и пастбища			
	2001 г.	2005 г.	2011 г.	2013 г.	2001 г.	2005 г.	2011 г.	2013 г.
Брестская	46	76	100	102	29	24	39	40
Витебская	51	80	103	93	43	48	58	52
Гомельская	41	61	118	119	22	32	43	40
Гродненская	69	104	115	110	42	50	47	48
Минская	44	83	119	90	34	59	51	38
Могилевская	44	68	105	100	31	32	32	34
<b>Беларусь</b>	<b>47</b>	<b>77</b>	<b>111</b>	<b>102</b>	<b>33</b>	<b>40</b>	<b>46</b>	<b>42</b>

На улучшенных сенокосах и пастбищах за последние годы дозы вносимых азотных удобрений практически мало изменились и процессы подкисления луговых почв пока менее заметны. Таким образом, очевидна необходимость восстановить требуемый ежегодный объем внесения извести (2,2 млн т СаСО<sub>3</sub>) для предотвращения дальнейшего подкисления почв сельскохозяйственных земель, последующего снижения эффективности минеральных удобрений, недобора урожайности сельскохозяйственных культур и потери качества продукции.

**ДИНАМИКА ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ПОЧВ КАЛЬЦИЕМ И МАГНИЕМ**

Кальций – структурный элемент клеточных оболочек, жизненно необходимый для образования новых клеток. Его недостаток сдерживает рост всех частей растения, что может привести к усилению дефицита и нарушению баланса других элементов вследствие слаборазвитой корневой системы. Кальций поглощают только молодые части растений, он не реутилизируется. В дерново-подзолистых почвах Беларуси валовое содержание кальция в пахотном слое составляет 0,4–1,0%, магния – 0,3–0,8%, что существенно меньше их кларков [2]. Кальций и магний находятся в почве и растениях в виде двухвалентных катионов. Обменно-поглощенные почвенными коллоидами ионы этих элементов являются наиболее доступными для растений. Вследствие гумидного климата их потери из почв в результате выщелачивания вызывают подкисление и снижение плодородия почв. До начала интенсивного известкования примерно на 90%

## 2. Плодородие почв и применение удобрений

площади всех пахотных почв Беларуси недостаток обменных форм кальция и магния ограничивал урожайность культурных растений.

В настоящее время на основных массивах почв содержание кальция в доступной форме для питания растений не лимитирует формирование высокого уровня урожайности. Средневзвешенное содержание обменного кальция в почвах Беларуси в последние два десятилетия стабилизировалось на уровне СаО около 1000–1100 мг/кг на пашне и около 1500 мг/кг в луговых почвах. В условиях системного поддерживающего известкования уровень обеспеченности почв обменным кальцием обусловлен в основном емкостью их катионного обмена. В серии модельных полевых опытов в 1985–1990 гг. были установлены оптимальные уровни насыщения основаниями дерново-подзолистых почв [11]. Кальцелюбивые культуры (рапс, кормовая и сахарная свекла, ячмень, клевер) обеспечивали наибольшую урожайность в интервале содержания обменного кальция на суглинистых почвах 900–1500, а на супесчаных – 800–1300 мг СаО на кг почвы. На песчаных почвах оптимальное содержание обменного кальция оценивается на уровне 600–800 мг СаО на кг почвы. По данным последнего тура агрохимического обследования (табл. 6), с учетом вышеприведенных параметров более чем 80% площади пашни республики характеризуется высокой степенью обеспеченности почв обменным кальцием. Только на 14,7% площади пахотных почв сельскохозяйственные культуры испытывают недостаток кальция для формирования урожая. Высокая обеспеченность почв кальцием наблюдается на 93,3% площади улучшенных сенокосов и пастбищ.

Таблица 6

### Распределение площади пахотных почв Беларуси по содержанию кальция

Область	% по группам содержания СаО, мг/кг почвы						2009–2012 гг.	2005–2008 гг.
	I	II	III	IV	V	VI	средневзвешенное содержание СаО, мг/кг почвы	
	<400	401–800	801–1200	1201–1600	1601–2000	>2000		
Брестская	0,5	18,3	36,0	13,9	6,3	25,0	1251	1248
Витебская	0,1	2,7	27,0	35,2	35,0	0,0	1446	1187
Гомельская	0,7	25,5	42,8	12,4	4,1	14,5	1070	940
Гродненская	0,4	18,2	55,2	19,4	4,2	2,6	1074	1041
Минская	0,5	9,7	37,1	29,6	10,0	13,1	1171	1240
Могилевская	0,4	13,6	58,2	24,6	2,5	0,7	1067	1068
<b>Беларусь</b>	<b>0,4</b>	<b>14,3</b>	<b>42,5</b>	<b>23,0</b>	<b>10,5</b>	<b>9,3</b>	<b>1180</b>	<b>1062</b>

Часто бытует мнение, что нет необходимости контролировать содержание кальция, так как его достаточно в почве. Однако, как видно из результатов

обследования почв, встречаются отдельные участки с острым дефицитом обменного кальция. Более того, для формирования урожая культурных растений важно не только абсолютное значение содержания обменного кальция и магния, но и их эквивалентное соотношение в поглощающем комплексе почвы, которое изменяется в больших пределах. Поскольку три важных агрохимических показателя (рН, Са и Mg) определяются в одной вытяжке 1М KCl, то мониторинг содержания обменных форм кальция и магния в почве является целесообразным на всей площади сельскохозяйственных земель.

Магний, как и кальций, необходим для жизни растений. Он входит в состав хлорофилла, фитина и ряда других важных соединений в растениях. Очень велика его роль в образовании и развитии генеративных органов [3, 5]. Известно, что дерново-подзолистые почвы Беларуси характеризовались крайне низким наличием магния в поглощающем комплексе. Результаты ряда работ академика О.К. Кедрова-Зихмана по установлению роли магния и бора при известковании почв под люпин, сераделлу, картофель и лен, выполненных и опубликованных в 1939–1953 гг., позволили организовать производство высококачественных известковых мелиорантов на базе залежей доломитов в Витебской области. В связи с использованием для известкования пылевидной доломитовой муки, где содержание MgO достигает 20%, наблюдается долговременное повышение содержания в почве обменных форм магния (рис. 3).

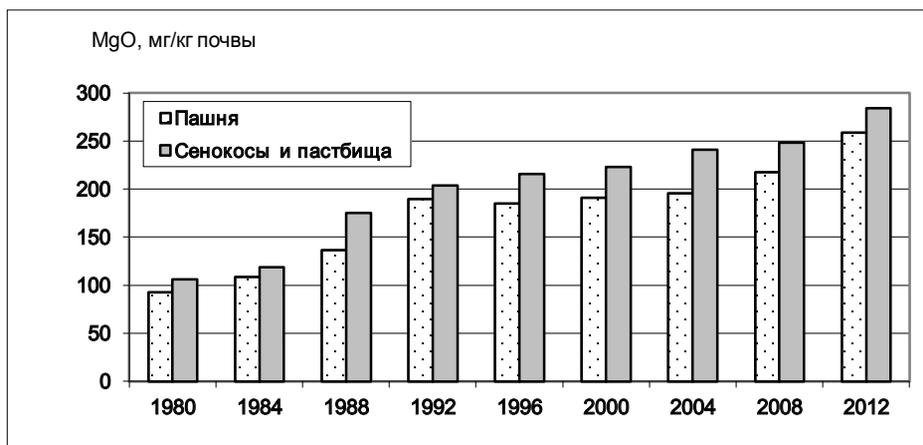


Рис. 3. Динамика содержания обменного магния в пахотных и луговых почвах Беларуси

Повышение средневзвешенного содержания магния в пахотных и луговых почвах продолжается и достигло уровня 259 и 284 мг MgO на кг почвы соответственно. Повышение содержания магния в почве, как и других элементов питания, сопровождается увеличением урожайности сельскохозяйственных культур до определенных оптимальных параметров концентрации магния в почвенном растворе. При избытке магния наблюдается антагонистическое действие его на поступление кальция и калия в растения [3], поэтому мониторинг содержания обменного магния в почвах сельскохозяйственных угодий имеет большое

## 2. Плодородие почв и применение удобрений

практическое значение. Известно, что избыток магния в почве не оказывает отрицательного влияния на урожайность большинства сельскохозяйственных культур до тех пор, пока обменного кальция в почве существенно больше, чем магния.

Предельные параметры содержания обменного магния в почве, при которых наступает снижение урожайности, различаются в зависимости от гранулометрического состава и соответствующих им емкости и состава обменных катионов. В научной литературе приводятся различные ориентировочные пороговые параметры. По данным наших, специально спланированных многолетних полевых опытов на возрастающих уровнях обеспеченности дерново-подзолистых легкосуглинистых почв магнием, наибольшая урожайность картофеля, кормовой свеклы, зерновых колосовых культур и ярового рапса при среднегодовой продуктивности севооборота в к.ед. 8,9 т/га получена в диапазоне содержания MgO 160–260 мг/кг почвы при эквивалентном соотношении  $Ca^{2+}:Mg^{2+} = 4-6$ . Дальнейшее повышение содержания обменного магния до уровня MgO > 300 мг/кг почвы при соотношении  $Ca^{2+}:Mg^{2+} < 2,8$  сопровождалось небольшим снижением продуктивности севооборота на 5% и заметным снижением урожайности семян ярового рапса на 30% [12]. Наибольшая урожайность зеленой массы и зерна кукурузы получена в диапазоне содержания MgO 300–400 мг/кг почвы при эквивалентном соотношении  $Ca^{2+}:Mg^{2+} = 3,2-4,5$  [13–14]. В целом по Беларуси эквивалентное соотношение  $Ca^{2+}:Mg^{2+}$  за последние двадцать лет медленно сужается, на пашне от 4,1 до 3,2, а в луговых почвах – от 5,4 до 3,4, однако пока находится в допустимом диапазоне. Средневзвешенное содержание обменного магния в пахотных почвах Беларуси в настоящее время составляет 259 мг MgO на кг почвы (табл. 7).

Таблица 7

### Распределение площади пахотных почв Беларуси по содержанию магния

Область	По группам содержания MgO, мг/кг почвы						2009–2012 гг.	2005–2008 гг.
	I	II	III	IV	V	VI	средневзвешенное содержание MgO, мг/кг почвы	
	<60	61–90	91–150	151–300	301–450	>450		
Брестская	2,0	5,0	18,1	48,3	18,8	7,8	219	214
Витебская	0,0	0,1	0,8	27,2	71,8	0,1	351	257
Гомельская	0,3	1,5	13,3	60,0	15,9	9,0	228	133
Гродненская	1,2	4,2	21,1	62,0	10,2	1,3	204	218
Минская	0,4	1,3	8,0	48,4	31,2	10,7	266	265
Могилевская	0,3	1,3	6,2	46,9	40,3	5,0	284	266
<b>Беларусь</b>	<b>0,7</b>	<b>2,2</b>	<b>11,1</b>	<b>48,7</b>	<b>31,5</b>	<b>5,8</b>	<b>259</b>	<b>218</b>

На 2,9% площади пашни возделываемые культуры испытывают острый недостаток, а на 11,1% – умеренный недостаток магния для формирования высокой урожайности. Около половины площади пашни характеризуется близкой к оптимальной обеспеченностью почв магнием для большинства возделываемых культур. На 31,5% площади пашни отмечается высокое содержание магния в почве, а на 5,8% – очень высокое, на почвах обеих групп может иметь место снижение урожайности возделываемых культур при недостатке обменного кальция в результате подкисления реакции почв. Повышенная обеспеченность магнием как пахотных почв, так и почв улучшенных сенокосов и пастбищ наиболее характерна для Витебской, Минской и Могилевской областей, где больше доля суглинистых почв с повышенной емкостью катионного обмена.

### ВЫВОДЫ

Планомерное известкование за полувековой период позволило оптимизировать реакцию почв, произвести насыщение поглощающего комплекса почв кальцием и магнием на основных массивах сельскохозяйственных земель Беларуси. В течение последних двадцати лет проводится поддерживающее известкование для компенсации оснований вследствие выщелачивания вглубь профиля почвы и выноса с отчуждаемой частью растениеводческой продукции.

В последние годы в результате недостаточного финансирования снижено количество внесенной извести в 2008–2010 гг. на 12%, в 2011–2012 гг. – на 28%, а в 2013 г. – наполовину от потребности. Анализ материалов агрохимического обследования показал признаки подкисления пахотных почв в 83 районах и луговых почв в 68 районах. Площади сильно- и среднекислых пахотных почв ( $\text{pH} < 5,0$ ) увеличились в целом по республике на 1,8%, в Минской области – на 3,1%, а в Могилевской – на 4,3% и составили 7,1–7,1–8,6% соответственно.

Необходимо восстановить требуемый ежегодный объем внесения извести (2,2 млн т  $\text{CaCO}_3$ ) для устранения дальнейшего подкисления почв сельскохозяйственных земель, последующего снижения эффективности минеральных удобрений и урожайности сельскохозяйственных культур, потери качества продукции. Представляется особо важным предотвратить недобор растениеводческой продукции на 37,3% площади пашни, где отмечается высокое содержание обменного магния  $\text{MgO} > 300$  мг/кг почвы, при котором подкисление сопровождается дефицитом обменного кальция, неблагоприятным эквивалентным соотношением  $\text{Ca}^{2+}:\text{Mg}^{2+} < 2,8$  и снижением урожайности большинства возделываемых культур.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Оптимальные параметры плодородия почв / Т.Н. Кулаковская [и др.]. – М.: Колос, 1984. – 272 с.
2. Клебанович, Н.В. Известкование почв Беларуси / Н.В. Клебанович, Г.В. Василюк. – Минск: Изд-во БГУ, 2003. – 322 с.
3. Bergmann, W. Nutritional disorders of plants / W. Bergmann. – New York: G. Fisher, 1992. – 741 p.

## 2. Плодородие почв и применение удобрений

4. Богдевич, И.М. Оценка взаимодействия факторов плодородия почв и норм удобрений / И.М. Богдевич, Р.В. Шаталова, Е.А. Шыбеко // Параметры и модели плодородия почв и продуктивности агроценозов. – Пущино, 1985. – С. 70–77.

5. Soil fertility and fertilizers: an introduction to nutrient management / J.H. Havlin [at al]. – 6<sup>th</sup> ed. – New Jersey, USA: Prentice–Hall, Inc., 1993. – 497 p.

6. Карягина, Л.А. Влияние известкования на биологическую активность и баланс гумуса в дерново-подзолистой суглинистой почве / Л.А. Карягина, Л.И. Костюкевич // Почвоведение. – 1991. – № 10. – С. 84–91.

7. Инструкция о порядке известкования кислых почв сельскохозяйственных земель: утв. Министерством сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь 13.10.2008 № 77. – Минск, 2008. – 30 с.

8. Программа мероприятий по сохранению и повышению плодородия почв в Республике Беларусь на 2011–2015 гг. / В.Г. Гусаков [и др.]; НАН Беларуси, МСХП РБ, Госкомимущества, Ин-т почвоведения и агрохимии; под ред. В.Г. Гусакова. – Минск, 2010. – 106 с.

9. Путятин, Ю.В. Минимизация поступления радионуклидов <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr в растениеводческую продукцию / Ю.В. Путятин. – Минск: Ин-т почвоведения и агрохимии, 2008. – 255 с.

10. Рекомендации по ведению сельскохозяйственного производства в условиях радиоактивного загрязнения земель Республики Беларусь на 2012–2016 годы. – Минск: Ин-т радиологии, 2012. – 121 с.

11. Агрохимическая характеристика почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь / И.М. Богдевич [и др.]; под общ. ред. И.М. Богдевича. – Минск: Ин-т почвоведения и агрохимии, 2012. – 276 с.

12. Магниевые удобрения на дерново-подзолистых почвах: аналитический обзор / И.М. Богдевич, О.Л. Ломонос. – Минск: Ин-т почвоведения и агрохимии, 2009. – 40 с.

13. Влияние возрастающих уровней обеспеченности дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы обменным магнием и удобрений на урожайность и качество зеленой массы кукурузы / О.М. Таврыкина [и др.] // Агрохимия. – 2013. – № 10. – С. 39–45.

14. Методика почвенной и растительной диагностики магниевого питания растений кукурузы / И.М. Богдевич [и др.]. – Минск: Ин-т почвоведения и агрохимии, 2014. – 28 с.

## DYNAMICS OF ACIDITY, CALCIUM AND MAGNESIUM SUPPLY IN THE ARABLE AND GRASSLAND SOILS OF BELARUS IN THE COURSE OF LIMING

I.M. Bogdevitch, O.L. Lomonos, O.M. Tavrykina

### Summary

As result of reduced application of lime during the period of 2009–2012 soil tests indicated an increasing acidification of arable land in majority of districts of Belarus.

Dynamics of calcium and magnesium supply in soils as well as the necessity for application of required volume of liming for maintenance of optimal reaction of agricultural soils are discussed.

*Поступила 22.04.14*

УДК 631.51: 631.874.3

## **ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ЗАДЕЛКИ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЗВЕНА СЕВООБОРОТА НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЕ**

**В.В. Лапа<sup>1</sup>, В.И. Ульянич<sup>2</sup>, Т.М. Серая<sup>1</sup>,  
Т.В. Ганчаревич<sup>2</sup>, С.Н. Кобринец<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Институт почвоведения и агрохимии, г. Минск, Беларусь*

*<sup>2</sup>Брестская областная сельскохозяйственная опытная станция,  
г. Пружаны, Беларусь*

### **ВВЕДЕНИЕ**

Из всех урожаеобразующих факторов для Брестской области, где легкие почвы на пашне занимают более 80%, наиболее значимым является внесение органических удобрений. В 2013 г. на 1 га минеральной пашни внесено навоза 15,0 т/га при потребности для бездефицитного баланса гумуса 17,3 т/га. Около половины хозяйств области имеют отрицательный баланс гумуса. Нередки случаи, когда на отдаленных от ферм полях применяется только минеральная система удобрения.

В проведенных нами исследованиях установлено, что заделка соломы с последующим посевом промежуточных культур на зеленое удобрение может с успехом заменить внесение навоза [1, 2, 3]. Однако при возделывании полевых культур преобладают агротехнические приемы, способствующие активизации разложения органического вещества, и практически не уделяется внимания его экономному расходованию, что экономически невыгодно и вредно с точки зрения экологии [4, 5, 6, 7]. Требуется разработка новых энергосберегающих приемов внесения зеленой массы промежуточных культур, соломы, обеспечивающих более высокую продуктивность пашни и повышение почвенного плодородия.

Для дерново-подзолистых почв легкого гранулометрического состава важно установить оптимальные способы и сроки заделки соломы и промежуточных культур на удобрение, а также изучить на указанных фонах влияние минеральных удобрений на урожайность и качество основных сельскохозяйственных культур, что и явилось целью наших исследований.