

УДК 631.415.1:631.821

**В. А. Прудников**

РДНУП «Институт льна», д. Устье Оршанского р-на Витебской обл.

## ПРОБЛЕМЫ ИЗВЕСТКОВАНИЯ ПОЧВ В БЕЛАРУСИ

Представлены результаты собственных исследований, а также информация ряда учёных по критериям расчёта доз извести при известковании дерново-подзолистых почв. Установлено, что экономическая целесообразность известкования дерново-подзолистых почв заключается в достижении в пахотном слое почвы уровня  $pH_{KCl}$  не выше 6,0. Предложено внести изменения в Инструкцию о порядке известкования кислых почв сельскохозяйственных земель согласно рекомендациям, разработанным в 1976 году сотрудниками БелНИИПА, БелНИИЗ, БелНИИ-МиВХ [1]. Возврат к этим рекомендациям позволит экономить ежегодно 19—20 млн дол. США без снижения урожайности возделываемых культур.

**Введение.** Проблема известкования, на наш взгляд, состоит в том, что в Республике Беларусь известкование почв проводится за счёт бюджетных финансовых средств, и никто не задумывается, какие средства на данное мероприятие запрашивает государство. В настоящее время в республике расчёт доз извести для дерново-подзолистых почв проводится по  $pH_{KCl}$ . Теоретическим основанием расчёта доз извести по  $pH$  является тесная корреляция показателей  $pH$  и гидролитической кислотности.

Если проследить историю нормативных материалов по известкованию почв в Беларуси, то можно кроме работ О. К. Кедрова-Зихмана [2] привести рекомендации, разработанные институтами почвоведения и агрохимии, земледелия, мелиорации и водного хозяйства (далее — Рекомендации 1976 года) [1], инструкцию по известкованию кислых почв в колхозах и госхозах Белорусской ССР (далее — Инструкция 1988 года) [3], инструкцию о порядке известкования кислых почв сельскохозяйственных угодий Республики Беларусь (далее — Инструкция 1997 года) [4], инструкцию о порядке известкования кислых почв сельскохозяйственных земель (далее — Инструкция 2008 года) [5].

**Методология и методы исследования.** В 1976 году коллектив авторов, разработавших рекомендации по известкованию дерново-

подзолистых почв [1], за основу взял теоретические выводы академика О. К. Кедрова-Зихмана (учёный считал, что для создания благоприятных условий роста и развития растений при известковании почвы в севообороте необходимо понижать кислотность до слабокислой реакции, соответствующей  $pH$  5,6—5,8 (в солевой вытяжке) или 6,2—6,5 (в водной вытяжке) [2]) и методику расчёта доз извести Н. И. Алямовского [6]. Согласно Рекомендациям 1976 года [1] (таблица 1), супесчаные и суглинистые почвы с  $pH_{KCl}$  свыше 5,5 и песчаные свыше 5,3 не подлежали известкованию.

Согласно Инструкции 2008 года [5] (таблица 2) рекомендуется известковать суглинистые почвы с  $pH_{KCl}$  5,51—6,00. Кроме того, документом предусмотрено увеличение расчётных доз извести, по сравнению с Рекомендациями 1976 года [1], для суглинистых почв примерно на 33—42% при исходной  $pH_{KCl}$  ниже 4,5 и в два раза выше при известковании почв с  $pH_{KCl}$  5,4—5,5. В Инструкции 2008 года [5] не указана методика расчёта доз извести.

**Результаты исследования и их обсуждение.** На наш взгляд, увеличение расчётных доз извести в Инструкции 2008 года [5] произведено потому, что расчёт вёлся не по методике Н. И. Алямовского [6], а (исходя из затрат  $CaCO_3$  для сдвига  $pH$  на 0,1) по

Т а б л и ц а 1 — Средние дозы извести  $\text{CaCO}_3$  для дерново-подзолистых почв БССР [1, с. 9]

| Почвы                        | Примерные оптимальные значения $\text{pH}_{\text{KCl}}$ | В тоннах на гектар               |         |         |         |         |         |
|------------------------------|---|----------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                              |   | Уровень $\text{pH}_{\text{KCl}}$ |         |         |         |         |         |
|                              |   | менее 4,5                        | 4,6—4,7 | 4,8—4,9 | 5,0—5,1 | 5,2—5,3 | 5,4—5,5 |
| Песчаные                     | 5,5—5,6   | 4,0                              | 3,5     | 3,0     | 2,5     | 2,0     | 0,0     |
| Супесчаные                   | 5,7—5,8   | 5,0                              | 4,5     | 4,0     | 3,0     | 2,0     | 1,5     |
| Легкосуглинистые             | 5,9—6,0   | 6,0                              | 5,5     | 5,0     | 4,5     | 3,5     | 2,5     |
| Средне- и тяжело-суглинистые | 6,1—6,2   | 7,0                              | 6,0     | 5,5     | 5,0     | 4,0     | 3,0     |

Т а б л и ц а 2 — Средние дозы известковых удобрений  $\text{CaCO}_3$  для известкования кислых почв пахотных земель [5, с. 6]

| Группы почв                   | Содержание гумуса, % | В тоннах на гектар               |           |           |           |           |           |           |           |
|-------------------------------|----------------------|----------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                               |                      | Уровень $\text{pH}_{\text{KCl}}$ |           |           |           |           |           |           |           |
|                               |                      | 4,25 и ниже                      | 4,26—4,50 | 4,51—4,75 | 4,76—5,00 | 5,01—5,25 | 5,26—5,50 | 5,51—5,75 | 5,76—6,00 |
| Минеральные почвы             |                      |                                  |           |           |           |           |           |           |           |
| Песчаные                      | 1,51—3,0             | 5,5                              | 5,0       | 4,5       | 4,0       | 3,5       | 3,0       | 0         | 0         |
| Рыхлосупесчаные               | 1,51—3,0             | 6,0                              | 5,5       | 5,0       | 4,5       | 4,0       | 3,5       | 3,0*      | 0         |
| Связносупесчаные              | < 2—2 >              | 6,5—7,5                          | 6,0—7,0   | 5,5—6,5   | 5,0—6,0   | 4,5—5,5   | 4,0—4,5   | 3,5*—4,0* | 0         |
| Легко- и средне-суглинистые   | < 2—2 >              | 8,0—9,0                          | 7,5—8,5   | 7,0—8,0   | 6,5—7,5   | 6,0—7,0   | 5,0—6,0   | 4,5—5,0   | 3,5—4,0   |
| Тяжелосуглинистые и глинистые | любое                | 10,0                             | 9,5       | 9,0       | 8,5       | 8,0       | 7,0       | 6,0       | 5,0       |

*Примечание.* Значение со «\*» — для почв с уровнем загрязнения 1,0—4,9 Ки / км по цезию или 0,15—0,29 Ки / км по стронцию.

рекомендации, данной Н. В. Клебановичем и Г. В. Василюком [7, с. 239]. Исследователи указывают, что «основными достоинствами данного метода являются: более высокая степень приближенности к реальным потребностям преобладающих культурных растений севооборота; направленность на оптимизацию кислотности почв конкретного поля, а не на получение максимальной прибавки урожая, что в условиях доминирования поддерживающего известкования имеет большой смысл» [7].

Такие суждения и расчёты являются ошибочными, потому что величина затрат  $\text{CaCO}_3$  на изменение 0,1  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  — переменная составляющая, которая зависит от многих причин.

В наших исследованиях (таблица 3) показано, что затраты  $\text{CaCO}_3$  на изменение величины  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  на 0,1 зависят от срока взаимодействия извести с почвой, от применяемой дозы извести и от исходной величины  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  известкуемой почвы. Наименьшие затраты извести (0,21 т / га на сдвиг величины  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  на 0,1) получаются при известковании дозой 0,25, рассчитанной по гидролитической кислотности (далее — г. к.), через 4 года, и 0,30 т / га при известковании дозой 0,5 по г. к. тоже через 4 года.

При внесении полной дозы извести наименьшие затраты  $\text{CaCO}_3$  (0,33 т / га на изменение  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  на 0,1) наблюдаются через 2 года взаимодействия извести с почвой. Самые

Т а б л и ц а 3 — Затраты  $\text{CaCO}_3$  на изменение величины  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  в зависимости от дозы извести и от срока взаимодействия с почвой

| Год действия извести | Затраты $\text{CaCO}_3$ на изменение $\text{pH}_{\text{KCl}}$ на 0,1 |                         |                        |
|----------------------|--|-------------------------|------------------------|
|                      | 0,25 г. к. (1,68 т / га)   | 0,5 г. к. (3,35 т / га) | 1,0 г. к. (6,7 т / га) |
| 1-й                  | 0,56   | 0,67                    | 0,74                   |
| 2-й                  | 0,42   | 0,48                    | 0,33                   |
| 3-й                  | 0,33   | 0,42                    | 0,39                   |
| 4-й                  | 0,21   | 0,30                    | 0,39                   |
| 10-й                 | 0,42   | 0,56                    | 0,67                   |

Примечание. Перед известкованием гидролитическая кислотность — 4,5 мэкв / 100 г почвы,  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  — 4,2.

большие затраты  $\text{CaCO}_3$  для сдвига  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  отмечены через 1 год (0,74 т / га) и после 10 лет проведения опыта (0,67 т / га).

Кроме того, затраты  $\text{CaCO}_3$  на изменение величины  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  увеличиваются с повышением исходной величины  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  до известкования. Так, при известковании полной дозой по г. к. через 2 года затраты извести для сдвига на 0,1 при исходной  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  4,2 составили 0,33 т / га, при исходной  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  5,2 — 0,44 т / га и при исходной  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  5,6 — 0,60 т / га (таблица 4). С течением времени расчётные затраты увеличиваются, и через 10 лет после внесения извести они составили 0,67; 1,10 и 1,80 т / га соответственно.

На основании этих данных считаем неприемлемым использовать показатель затрат  $\text{CaCO}_3$  на сдвиг  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  для практического расчёта доз извести и для выдачи таких рекомендаций и инструкций производству. Для этой цели вполне подходят Рекомендации 1976 года [1].

Возврат к этому документу сулит существенную выгоду. Дозы извести можно

снизить на 1—4 т / га в зависимости от гранулометрического состава и кислотности почв и, соответственно, уменьшить на 11—55 дол. США затраты на гектар без снижения урожайности возделываемых культур.

Анализ состояния известкования в Беларуси после восьми туров свидетельствует, что 5,9% пашни имели  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  ниже 5,1; 41,9% — в пределах 5,1—6,0; 36,8% — в пределах 6,1—6,5; 13,9% — в интервале 6,6—7,0, а 3,1% пашни имели  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  свыше 7,0. Таким образом, более половины пахотных земель (53,8%) имели  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  свыше 6,1 и, по сути, были переизвесткованы. Для подтверждения наших выводов приведём классификацию кислотности дерново-подзолистых почв российских исследователей (таблица 5).

По классификации, принятой в Российской Федерации, дерново-подзолистые почвы с  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  свыше 6,0 отнесены к нейтральным почвам. Классификация кислотности дерново-подзолистых почв, принятая РУП «Институт почвоведения и агрохимии»,

Т а б л и ц а 4 — Затраты  $\text{CaCO}_3$  на изменение величины  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  в зависимости от исходной величины  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  и от срока взаимодействия с почвой

| Год действия извести | Затраты $\text{CaCO}_3$ на изменение $\text{pH}_{\text{KCl}}$ на 0,1 |   |   |
|----------------------|--|---|---|
|                      | $\text{pH}_{\text{KCl}}$ 4,2 (6,7 т / га)                            | $\text{pH}_{\text{KCl}}$ 5,2 (4,4 т / га) | $\text{pH}_{\text{KCl}}$ 5,6 (3,6 т / га) |
| 2-й                  | 0,33   | 0,44                                      | 0,60                                      |
| 3-й                  | 0,39   | 0,55                                      | 0,72                                      |
| 4-й                  | 0,39   | 0,73                                      | 0,90                                      |
| 10-й                 | 0,67   | 1,10                                      | 1,80                                      |

Примечание. Известкование полной дозой по гидролитической кислотности.

Т а б л и ц а 5 — Группировка дерново-подзолистых почв по степени кислотности

| Классификация минеральных почв |                                   |                                     |
|--------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|
| Уровень рН <sub>КС1</sub>      | В Российской Федерации [8, с. 4]. | В Республике Беларусь [5, с. 11].   |
| Менее 4,5                      | Сильнокислые                      | Сильнокислые                        |
| 4,51—5,00                      | Среднекислые                      | Среднекислые                        |
| 5,01—5,50                      | Слабокислые                       | Кислые                              |
| 5,51—6,00                      | Близкие к нейтральным             | Слабокислые                         |
| 6,01—6,50                      | Нейтральные                       | Близкие к нейтральным               |
| 6,51—7,00                      | —                                 | Близкие к нейтральным и нейтральные |
| Более 7,00                     | —                                 | Нейтральные и слабощелочные         |

существенным образом отличается от классификации, принятой в советской научной литературе и действующей в настоящее время в России, и является ошибочной. С теоретической точки зрения нейтральной реакцией почвенного раствора является рН 7,0 водной вытяжки почвы. Солевая вытяжка (1 н. КС1) в числовом выражении всегда меньше на 1,1—1,2 по сравнению с рН водной вытяжки.

Наши исследования в полевом опыте в течение двух ротаций пятипольного севооборота по изучению эффективности известкования с поддержанием в почве рН<sub>КС1</sub> 6,0 и 7,0 показали, что уровень рН<sub>КС1</sub> 7,0 не способствует повышению урожайности озимой пшеницы, ячменя, клевера, овса, картофеля, наоборот, наблюдается тенденция к снижению урожайности (таблица 6).

Аналогичные результаты получены на лёгком суглинке экспериментальной базы

«Жодино» Смолевичского р-на [9] и на песчаной почве экспериментальной базы «Криничная» Мозырского р-на [10].

Наши расчёты показали, что известкование с поддержанием рН<sub>КС1</sub> до 6,0 обеспечивает рентабельность 62,4%, а доведение рН<sub>КС1</sub> до 7,0 не рентабельно. Подтверждение этому находим в монографии Н. В. Клебановича и Г. В. Василюка, которые отмечают: «В настоящее время недобор сельскохозяйственной продукции оценивается примерно в 0,4—0,5 млн т кормовых единиц, причём не менее трети продукции недобирается из-за наличия рН почвы выше оптимальных уровней» [7, с. 254]. Ещё в 1935 году М. В. Каталымов писал, что вред переизвесткования может быть обусловлен следующими причинами: щелочная реакция почвы; наличие гидрокарбонатов калия и натрия; увеличение концентрации почвенного

Т а б л и ц а 6 — Влияние уровней кислотности среднесуглинистой почвы на урожайность культур севооборота за 1981—1992 годы (среднее за две ротации)

| Культура севооборота                                  | В центнерах с гектара |                       |                   |
|---|-----------------------|-----------------------|-------------------|
|   | рН <sub>КС1</sub> 6,0 | рН <sub>КС1</sub> 7,0 | НСР <sub>05</sub> |
| Озимая пшеница, зерно                                 | 48,2                  | 47,2                  | 3,1               |
| Картофель, клубни                                     | 293,0                 | 277,0                 | 20,0              |
| Ячмень, зерно   | 41,3                  | 40,8                  | 3,3               |
| Клевер, сено  | 131,0                 | 127,0                 | 6,4               |
| Овёс, зерно   | 46,3                  | 45,0                  | 3,8               |
| Сбор кормовых единиц основной продукции, ц / га / год | 60,2                  | 58,4                  | 3,3               |

раствора; нейтрализация корневых выделений с соответствующим снижением усваивающей способности растений; накопление ядовитых продуктов при резком усилении разложения органического вещества; закрепление фосфатов с возможным недостатком фосфорного питания растений; нарушение обычного хода минерализации органического вещества с задержкой на стадии аммиака; особенности биологии растений; нарушение физиологического равновесия почвы из-за преобладания кальция [11].

К сожалению, расчёты потребности в известковании продолжались по Инструкции 1997 года [4], где указывалось, что в Беларуси к 2007 году было бы 1 699,6 тыс. га кислых почв, или ежегодно необходимо было известковать 424,9 тыс. га [12].

Учитывая, что длительное время идёт повторное известкование и в почве содержится небольшое количество сопутствующих водороду катионов алюминия, марганца, железа в подвижной (вредоносной) форме, можно предложить проводить повторное известкование суглинистых почв при достижении  $pH_{KCl}$  менее 5,0 и супесчаных почв — менее 4,8. В этом случае ежегодные объёмы известкования в Беларуси уменьшились бы до 105—110 тыс. га, а потребность в известке снизилась бы до 290—300 тыс. т. Принятие наших предложений по возврату к Рекомендациям 1976 года [1] для определения доз известки позволило бы в республике экономить ежегодно 19—20 млн дол. США.

Подтверждением наших предложений могут быть прогнозные показатели наличия кислых почв на пашне Республики Беларусь на 2020 год (таблица 7) [7, с. 254].

В этом расчёте показано, что при условии прекращения известкования с 2000 года средневзвешенный показатель  $pH_{KCl}$  снизился бы к 2020 году с 5,99 до 5,87. Это, по нашему мнению, совершенно не повлияло бы на продуктивность пашни, потому что средневзвешенные показатели  $pH_{KCl}$  5,99—5,87 — это показатели, близкие к нейтральной реакции почвы.

Интересен тот факт, что в данном случае площадь кислых почв ( $pH_{KCl}$  ниже 4,5) увеличилась бы незначительно (с 1,3 до 5,0%), а площадь пашни с  $pH_{KCl}$  свыше 6,01 (переизвесткованная) оставалась бы значительной (23,5%) и при этом 2,5% пашни имели бы  $pH_{KCl}$  свыше 7,0. На основании этого прогноза авторы сделали справедливый вывод: «...исходя из средних данных по скорости подкисления почв, необходимость известкования возникает, по нашему мнению, не ранее чем через 6—8 лет на песчаных, супесчаных и торфяно-болотных почвах и через 10—12 лет — на суглинистых» [7].

**Заключение.** Анализ литературных данных и наши исследования дают основания считать неприемлемым использовать показатель затрат  $CaCO_3$  на сдвиг  $pH_{KCl}$  для практического расчёта доз известки и для выдачи таких рекомендаций и инструкций

Т а б л и ц а 7 — Прогноз наличия кислых почв на пашне Республики Беларусь на 2020 год [7, с. 254]

| Год  | CaCO <sub>3</sub> ,<br>млн т в год | NPK,<br>кг / га | Наличие почв по группам кислотности, % |           |           |           |           |           |             | Средне-<br>взвешенный<br>показатель $pH_{KCl}$ |
|------|------------------------------------|-----------------|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------|--|
|      |                                    |                 | до 4,51                                | 4,51—5,00 | 5,01—5,50 | 5,51—6,00 | 6,01—6,50 | 6,51—7,00 | 7,0 и более |  |
| 2000 | —                                  | —               | 1,3                                    | 4,4       | 13,1      | 28,0      | 36,9      | 13,6      | 2,8         | 5,99   |
| 2020 | 2,5                                | 250             | 0,8                                    | 3,2       | 10,5      | 30,0      | 43,0      | 10,0      | 2,5         | 6,00   |
| 2020 | 2,5                                | 150             | 0,8                                    | 3,0       | 10,0      | 29,0      | 44,7      | 10,0      | 2,5         | 6,02   |
| 2020 | 1,5                                | 250             | 1,0                                    | 4,3       | 13,0      | 35,0      | 34,2      | 10,0      | 2,5         | 5,95   |
| 2020 | 1,5                                | 150             | 1,0                                    | 4,0       | 12,5      | 33,0      | 37,0      | 10,0      | 2,5         | 5,97   |

производству. Экономически целесообразно проводить известкование дерново-подзолистых почв с достижением в пахотном слое почвы уровня  $pH_{KCl}$  не выше 6,0. Имеет смысл внести изменения в Инструкцию 2008 года [5] согласно рекомендациям, разработанным в 1976 году сотрудниками белорусских институтов БелНИИПА, БелНИИЗ, БелНИИМиВХ [1]. Возврат к этим рекомендациям позволит экономить ежегодно 19—20 млн дол. США без снижения урожайности возделываемых культур.

### Список цитируемых источников

1. Известкование кислых почв : Рекомендации / Белорус. НИИ почвоведения и агрохимии ; сост. И. М. Богдевич [и др.] ; ред. Т. Н. Кулаковская. — Минск : Ураджай, 1976. — 48 с.
2. Кедров-Зихман, О. К. Главные итоги изучения известкования и применения микроудобрений в Беларуси / О. К. Кедров-Зихман // Известкование дерново-подзолистых почв : сб. науч. тр. — Минск : [б. и.], 1960. — С. 17—33.
3. Инструкция по известкованию кислых почв в колхозах и госхозах Белорусской ССР : утв. 14.10.1988 г. / Госагропром Белорус. ССР ; респ. произв.-науч. об-ние «Белсельхозхимия» ; Белорус. науч.-исслед. ин-т почвоведения и агрохимии ; подгот. И. М. Богдевич [и др.]. — Минск : [б. и.], 1989.
4. Инструкция по известкованию кислых почв сельскохозяйственных угодий Республики Беларусь / Г. В. Василюк [и др.] / М-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь ; Акад. аграр. наук Респ. Беларусь. — Минск : [б. и.], 1997. — 26 с.
5. Инструкция о порядке известкования кислых почв сельскохозяйственных земель: утв. постановлением М-ва сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь 13.10.2008 г., № 77. — Минск : [б. и.], 2008. — 30 с.
6. Алямовский, Н. И. Ориентировочное определение доз извести по величине  $pH_{KCl}$ -вытяжек / Н. И. Алямовский // Тр. ВУУА. — 1949. — Вып. 29. — С. 207—212.
7. Клебанович, Н. В. Известкование почв Беларуси : моногр. / Н. В. Клебанович, Г. В. Василюк. — Минск : [б. и.], 2003. — 322 с.
8. Усовершенствованная система применения удобрений в льняном севообороте / В. Я. Тихомирова [и др.]. — Торжок : [б. и.], 2005. — С. 4.
9. Соболевский, В. Н. Урожайность культур в зависимости от  $pH$  почвы и содержания в ней фосфора и калия / В. Н. Соболевский, Л. С. Подтероб // Агрохимия. — 1988. — № 4. — С. 35—40.
10. Влияние удобрений, реакции среды и содержания в почве подвижных форм фосфора и калия на урожай культур на супесчаной почве Полесья БССР / И. А. Кунцевич [и др.] // Агрохимия. — 1987. — № 7. — С. 27—33.
11. Каталымов, М. В. О причинах вредного действия переизвесткования кислых почв / М. В. Каталымов // Химизация социалистического земледелия. — 1935. — № 2. — С. 42—48.
12. Эффективность химической мелиорации и нормативы сдвига показателей  $pH$  почв при проведении поддерживающего известкования в Республике Беларусь / Т. М. Германович [и др.] // Почвоведение и агрохимия. — 2007. — № 2. — С. 148—158.

Материал поступил в редакцию 20.02.2013 г.

The article provides the results of several research including the author's own research on the criteria for the calculation of lime doses while liming sod-podzolic soils. It has been found that the economic feasibility of the liming of sod-podzolic soils consists in maintaining the  $pH_{KCl}$  level in the arable soil not greater than 6.0. It has been proposed to adopt changes to the «Instruction on liming soils in Belarus» in accordance with the recommendations developed in 1976 by members of the Belarusian Research Institute of Irrigation and Water Management, Belarusian Research Institute of Soil Science and Agricultural Chemistry, Belarusian Research Institute of Agriculture. Considering these recommendations will save annually 19—20 million U.S. dollars without reducing crops.