

Эффективность применения известковых материалов на сахарной свёкле в ЦЧР

О.А. МИНАКОВА, д-р с/х. наук (e-mail: olalmin2@rambler.ru)

Л.В. АЛЕКСАНДРОВА, научн. сотрудник (e-mail: lyuda.aleksandrova.61@bk.ru)

Т.Н. ПОДВИГИНА, мл. научн. сотрудник (e-mail: tatyanaPodwigina@yandex.ru)

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свёклы и сахара имени А.Л. Мазлумова»

Введение

Академик Д.Н. Прянишников указывал, что «из всех сторон многообразного действия известки на почву наиболее важной является устранение избыточной кислотности, борьба с которой и является обычно главным поводом к применению известкования» [6]. Действие известки на свойства почвы многообразно, но главным эффектом является снижение гидrolитической кислотности и повышение содержания фосфора [2, 3]. К положительному действию известкования относится также повышение микробиологической активности многих групп полезных микроорганизмов, в том числе азотфиксаторов, нитрификаторов, что опосредованно улучшает азотный режим, увеличение доступности ряда микроэлементов и калия, улучшение структуры почвы, некоторое увеличение гумусности [1, 3].

В Российской Федерации доля кислых почв составляет 32,9 %, в лесостепной зоне – 49,8 % [7, 8].

Для устранения почвенной кислотности (раскисления) применяют кальцийсодержащие мелиоранты: различные известковые материалы, мел, отходы свеклосахарного производства (дефекат с сульфатом магния) [4, 5]. Установлено, что известковые материалы повышают эффективность минеральных удобрений, улучшают пищевой режим чернозёмов, а также повышают качество сельскохозяйственной продукции [1, 9].

По своим биологическим особенностям сахарная свёкла требовательна к реакции почвенной среды, её оптимум должен составлять 6–8 единиц pH, более высокие значения оптимальны для почв с высоким содержанием илeстных частиц, более низкие – для песчаных лёгких почв [4, 10].

Цель исследований: установить влияние двух видов кальцийсодержащих мелиорантов на продуктивность сахарной свёклы и экономическую эффективность их применения в условиях ЦЧР.

Задачи исследования

Выявить влияние известкового материала и мела природного сыромолотого для химической мелиорации почв на урожайность основной и побочной продукции сахарной свёклы, сахаристость корнеплодов и биологический сбор сахара.

Определить экономическую эффективность внесения кальцийсодержащих мелиорантов (прибыль, чистый доход, рентабельность дополнительных затрат).

Установить наиболее эффективное средство, устраняющее почвенную кислотность, для применения в посевах сахарной свёклы в ЦЧР.

Исследования проводились в ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свёклы и сахара имени А.Л. Мазлумова» в 2017–2018 гг. Изучалось действие известки строительной негашёной по ГОСТ 9179-77 (известковый материал для химической мелиорации почв (в соответствии с ГОСТ En13535-2013), содержащей большое количество нейтрализующих веществ (CaO и MgO – 70–90 %, при этом MgO, обладающего меньшей нейтрализующей способностью, чем CaO, – не более 5 %). Дозы внесения известки строительной негашёной: 2, 4 и 6 т/га. Второй материал для нейтрализации почвенной кислотности – мел природный сыромолотый для химической мелиорации почв – содержит большое количество нейтрализующих веществ (CaCO₃ + MgCO₃ – 96,5 %, при этом MgCO₃, обладающего меньшей нейтрализующей способностью, чем CaCO₃ – только 1,1 %; полезных микроэлементов: Zn – 12,8 мг/кг, Cu – 5,9 мг/кг, Mn – 85,8 мг/кг, Co – 3,2 мг/кг, Fe – 306 мг/кг). Он применялся в дозах 4, 6 и 8 т/га. Месторождения мела природного сыромолотого и известки строительной негашёной имеются в Воронежской области, что удешевляет его доставку в свеклосеющие хозяйства.

Известковые материалы вносились перед посевом предшественника сахарной свёклы – озимой пшени-

пы с заашкой на глубину 30–32 см. Возделывали гибрид сахарной свёклы РМС 120 селекции ВНИИСС. Кислотность солевой вытяжки перед известкованием в слое почвы 0–20 см в среднем составила 4,89, после известкования – 5,43–6,03.

Схема опыта № 1 (с известью строительной негашёной)

Контроль (без известкования)
Известь строительная негашёная 2 т/га
Известь строительная негашёная 4 т/га
Известь строительная негашёная 6 т/га

Схема опыта № 2 (с мелом природным сыромолотым)

Контроль (без известкования)
Мел природный сыромолотый 4 т/га
Мел природный сыромолотый 6 т/га
Мел природный сыромолотый 8 т/га

Погодные условия лет проведения исследований: 2017 г. характеризовался избытком влаги, за вегетационный период выпало 636,2 мм осадков, что в 2,02 раза выше нормы. Засушливых периодов в данном году не было отмечено. Сумма осадков за тёплый период 2018 г. составила 276,7 мм при среднемноголетнем показателе 349,9 мм, что на 26,4 % меньше, чем в среднем за последние 10 лет. Средняя температура в 2018 г. составила 18,6 °С, что на 0,6 °С выше, чем среднемноголетняя. Таким образом, исследования охватили один влажный и один сухой год.

Применение извести строительной негашёной обеспечивало урожайность корнеплодов сахарной свёклы на уровне 36,7–45,6 т/га (табл. 1), в контроле – 34,8 т/га, эффект внесения данного материала обеспечил повышение урожайности на 1,9–10,8 т/га, или 5,46–31,0 %. Наиболее высокой она была при внесении 4 т/га мелиоранта – 45,6 т/га, несколько

ниже – при 2 и 6 т/га: 40,1 и 36,7 т/га соответственно. Повышение относительно неизвесткованного контроля составило 31,0, 15,2 и 5,46 %.

Урожайность ботвы в опыте составила 10,6–14,1 т/га, с увеличением доз известкового материала она повышалась на 17,0–62,3 %, что составило 1,8–6,6 т/га. Наиболее высокой она была при внесении 2 т/га извести строительной негашёной (17,2 т/га), наименее – при 6 т/га известкового материала (12,4 т/га).

Соотношение «ботва : корнеплоды» в вариантах с добавлением извести строительной негашёной составило 0,34–0,43, в контроле – 0,30, применение известкового материала расширяло данное соотношение: в наибольшей степени – при внесении 2 т/га материала (до 0,43), в наименьшей – 4 т/га (0,34).

Сахаристость корнеплодов в вариантах с применением извести строительной негашёной составила 17,1–18,3 %, в контроле – 17,5 %. Применение материала в дозах 2 и 4 т/га повышало сахаристость на 0,4 и 0,8 абс. % соответственно, 6 т/га – снижало на 0,4 абс. %.

Биологический сбор сахара в вариантах с известью строительной негашёной составил 6,27–8,34 т/га, в контроле – 6,09 т/га. Наибольшим он был при внесении 4 т/га материала – 8,34 т/га, наименьшим при внесении 6 т/га материала – 6,27 т/га. Увеличение сбора сахара при применении 2 и 4 т/га мелиоранта происходило вследствие повышения как урожайности корнеплодов, так и их сахаристости. Увеличение сбора сахара относительно контроля составило 1,09–2,25 т/га (на 17,9–36,9 %), но только при дозах 2 и 4 т/га известкового материала, доза 6 т/га не способствовала росту данного показателя.

Применение мела природного сыромолотого для химической мелиорации почв обеспечивало урожайность корнеплодов на уровне 43,3–50,6 т/га (табл. 2),

Таблица 1. Продуктивность сахарной свёклы в опыте с известью строительной негашёной (опыт № 1)

| № варианта | Урожайность корнеплодов, т/га | Урожайность ботвы, т/га | Соотношение «ботва : корнеплоды» | Сахаристость, % | Биологический сбор сахара, т/га |
|-------------------|-------------------------------|-------------------------|----------------------------------|-----------------|---------------------------------|
| 1 | 34,8 | 10,6 | 0,30 | 17,5 | 6,09 |
| 2 | 40,1 | 17,2 | 0,43 | 17,9 | 7,18 |
| 3 | 45,6 | 14,1 | 0,31 | 18,3 | 8,34 |
| 4 | 36,7 | 12,4 | 0,34 | 17,1 | 6,27 |
| НСР ₀₅ | 2,46 | 1,34 | – | 0,35 | 0,45 |

Таблица 2. Продуктивность сахарной свёклы в опыте с мелом природным сыромолотым для химической мелиорации почв (опыт № 2)

| № варианта | Урожайность корнеплодов, т/га | Урожайность ботвы, т/га | Соотношение «ботва : корнеплоды» | Сахаристость, % | Биологический сбор сахара, т/га |
|-------------------|-------------------------------|-------------------------|----------------------------------|-----------------|---------------------------------|
| 1 | 35,5 | 21,2 | 0,60 | 17,5 | 6,21 |
| 2 | 43,3 | 23,4 | 0,54 | 17,7 | 7,66 |
| 3 | 49,9 | 25,6 | 0,51 | 18,3 | 9,13 |
| 4 | 50,6 | 27,9 | 0,55 | 18,8 | 9,51 |
| НСР ₀₅ | 3,01 | 1,72 | – | 0,40 | 0,55 |

в контроле – 35,5 т/га. Эффект внесения этого материала обеспечил повышение урожайности на 7,8–15,1 т/га, или на 22,0–42,5 %, наиболее высокой она была при внесении 8 т/га мела – 50,6 т/га; несколько ниже – при 6 и 4 т/га: 49,9 и 43,3 т/га соответственно. Урожайность ботвы в опыте составила 21,2–27,9 т/га, с увеличением доз мела она увеличивалась, но в меньшей степени, чем корнеплодов – на 10,4–31,6 %, что составило 2,2–6,7 т/га. Наиболее высокой она была при внесении 8 т/га мелиоранта, наименее – 4 т/га.

Соотношение «ботва : корнеплоды» в вариантах с мелом природным сыромолотым для химической мелиорации почв составило 0,51–0,55, в контроле – 0,60. Применение мелиоранта сужало данное соотношение в наибольшей степени – при внесении 6 т/га (0,51), в наименьшей – 8 т/га (0,55). Сужение соотношения «ботва : корнеплоды» является положительным фактом, так как увеличивает количество товарной продукции в общей массе урожая.

Сахаристость корнеплодов в вариантах с применением мела природного сыромолотого для химической мелиорации почв составила 17,7–18,8 %, в контроле – 17,5 %. Применение данного мелиоранта в дозах 6 и 8 т/га повышало сахаристость на 0,8 и 1,3 абс. % соответственно, 4 т/га – отмечалась только тенденция к увеличению показателя на 0,2 %.

Биологический сбор сахара в вариантах с мелом составил 7,66–9,51 т/га, в контроле – 6,21. Наибольшим он был при внесении 8 т/га мела – 9,51 т/га, наименьшим при внесении 4 т/га мела – 7,66 т/га. Увеличение сбора сахара происходило вследствие повышения как урожайности корнеплодов, так и их сахаристости и составило 123,3–153,1 % относительно контроля.

Стоимость приобретения и внесения 2–6 т/га извести строительной негашёной под сахарную свёклу составила от 11 332 до 33 396 р/га (табл. 3), стоимость дополнительной продукции (корнеплодов), получен-

ной при внесении этих доз, – от 6 650 до 37 800 р/га. Прибыль увеличивалась от 7 218 р. при внесении 2 т/га данного мелиоранта до 37 800 р/га при внесении 4 т/га мелиоранта, а рентабельность дополнительных затрат (РДЗ) – от 164 % (2 т/га) до 170 % (4 т/га).

Внесение 6 т/га известкового материала являлось нерентабельным, так как согласно применяемой методике величина данного показателя ниже 100 % свидетельствует о низкой эффективности изучаемого агроприёма.

Стоимость приобретения и внесения 4–8 т/га мела природного сыромолотого для химической мелиорации почв составила от 11 960 до 23 920 р/га (табл. 4), стоимость дополнительной продукции (корнеплодов), полученной при внесении этих доз – от 27 300 до 52 850 р/га. Прибыль увеличивалась от 15 340 р. при внесении 4 т/га до 28 930 р/га при внесении 8 т/га, а рентабельность дополнительных затрат – от 221 % (8 т/га) до 281 % (6 т/га).

Выводы

Применение извести строительной негашёной для химической мелиорации почв увеличивало урожайность корнеплодов сахарной свёклы на 5,46–31,0 % относительно варианта без известкования, ботвы – на 17,0–62,3 %, биологического сбора сахара – на 17,9–36,9 %. Лучшие показатели продуктивности культуры обеспечивало её применение в дозе 4 т/га.

Внесение мела природного сыромолотого для химической мелиорации почв увеличивало урожайность корнеплодов на 22,0–42,5 %, ботвы – на 10,4–31,6 %, сбора сахара – на 23,3–53,1 %, сузило соотношение «ботва : корнеплоды» на 0,05–0,09. Максимальная продуктивность культуры обеспечивалась применением 8 т/га мела.

Внесение под сахарную свёклу 4 т/га извести строительной негашёной было наиболее экономически

Таблица 3. Экономическая эффективность применения извести строительной негашёной в опыте с сахарной свёклой (опыт № 1)

| № варианта | Стоимость приобретения и внесения мелиоранта, р/га | Прибавка урожая, т/га | Стоимость дополнительной продукции, р/га | Прибыль, р/га | РДЗ, % |
|------------|--|-----------------------|--|---------------|--------|
| 2 | 11 332 | 5,3 | 18 550 | 7 218 | 164 |
| 3 | 22 264 | 10,8 | 37 800 | 15 536 | 170 |
| 4 | 33 396 | 1,9 | 6 650 | –26 746 | 19,9 |

Примечание: в 2017–2018 гг. цена извести молотой – 4 840 р/т [11], корнеплодов – 3 500 р/т.

Таблица 4. Экономическая эффективность применения мела природного сыромолотого для химической мелиорации почв (опыт № 2)

| № варианта | Стоимость приобретения и внесения агрохимикатов, р/га | Прибавка урожая, т/га | Стоимость дополнительной продукции, р/га | Прибыль, тыс. р/га | РДЗ, % |
|------------|---|-----------------------|--|--------------------|--------|
| 2 | 11 960 | 7,8 | 27 300 | 15 340 | 228 |
| 3 | 17 940 | 14,4 | 50 400 | 32 460 | 281 |
| 4 | 23 920 | 15,1 | 52 850 | 28 930 | 221 |

Примечание: цена мела марки МС-40 (в мешках) – 2 600 р/т [11], корнеплодов – 3 500 р/т.

эффективным (РДЗ = 170 %), также высока рентабельность применения 2 т/га этого материала (РДЗ = 164 %).

Наиболее эффективным было применение под сахарную свёклу 6 т/га мела природного сыромолотого для химической мелиорации почв (РДЗ = 281 %), также высока рентабельность его применения в дозах 4 и 8 т/га (РДЗ = 228 и 221 %).

Установлено, что эффективность внесения под сахарную свёклу мела природного сыромолотого для химической мелиорации почв несколько выше, чем известки строительной негашёной, — возможно, вследствие того, что последняя проходит в почве процесс гидратации, замедляющий реакцию кальция с почвенным поглощающим комплексом.

Предложение производству

Для устранения почвенной кислотности и получения прибавок урожайности корнеплодов 10,8–14,4 т/га необходимо применять известку строительную негашёную (известковый материал для химической мелиорации почв (в соответствии с ГОСТ Еп13535–2013)) в дозе 4 т/га или мел природный сыромолотый для химической мелиорации почв в дозе 6 т/га. Действие известковых материалов на почвах тяжёлого гранулометрического состава в ЦЧР может продолжаться до 12 лет. Известковые материалы следует вносить под предшественник сахарной свёклы (озимые зерновые, занятые пары и др.), так как непосредственное внесение под сахарную свёклу может привести к снижению содержания необходимых микроэлементов цинка, меди, кобальта. После внесения необходимо производить глубокую обработку почвы для перемешивания известкового материала на возможно большую глубину.

Список литературы

1. *Аканова, Н.И.* Химическая мелиорация как фактор обеспечения экологической безопасности чернозёмных почв / Н.И. Аканова [и др.] // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. — 2016. — № 2 (30). — С. 82–92.

2. *Байков, Р.Р.* Влияние известки, минеральных и органических удобрений на плодородие чернозёма выщелоченного при возделывании сахарной свёклы в Башкортостане / Р.Р. Байков, Р.С. Кираев, И.П. Юхин // Достижения науки и техники АПК. — 2009. — № 1. — С. 22–24.

3. *Кожокина, А.Н.* Калийный и кальциевый режимы чернозёма выщелоченного при многолетнем применении удобрений и мелиоранта под сахарную свёклу / А.Н. Кожокина, Н.Г. Мязин // Инновационные технологии и технические средства для АПК. — Матер. Междунар. научно-практ. конф. мол. учёных и специалистов. — ВГАУ, 2015. — С. 76–81.

4. *Прянишников, Д.Н.* Избранные сочинения : в 3 т. — Т. 1. Агрохимия / Д.Н. Прянишников / М. : Колос, 1965. — 767 с.

5. *Пигорев, И.Я.* Окультивирование зональных почв Черноземья отходами свеклосахарного производства / И.Я. Пигорев, Н.В. Беседин, В.Н. Недбаев, Е.В. Малышева // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. — 2017. — № 1. — С. 15–20.

6. *Минеев, В.Г.* Агрохимия : Учебник. 2-е изд., перераб. и доп. / В.Г. Минеев. — М. : МГУ ; Колос, 2004. — 720 с.

7. *Сычёв, В.Г.* Содержание гумуса, подвижного фосфора, обменного калия и степень кислотности пахотных почв Российской Федерации / В.Г. Сычёв, А.В. Кузнецов, А.В. Павлихина, Н.В. Лобас // Плодородие. — 2008. — № 3 (42). — С. 1–3.

8. *Сычёв, В.Г.* Бюллетень Географической сети опытов с удобрениями. Вып. 9. Агрохимическая характеристика пахотных почв природно-сельскохозяйственных зон и провинций России (по данным сплошного агрохимического обследования) / В.Г. Сычёв [и др.]. — М., 2010. — 33 с.

9. *Шильников, И.А.* Известкование как фактор формирования урожайности полевых севооборотов и экологической устойчивости агроценозов / И.А. Шильников [и др.] // Нива Поволжья. — 2012. — № 3 (24). — С. 23–32.

10. *Шпаар, Д.* Возделывание сахарной свёклы / Д. Шпаар, М. Сушков. — М., 1996. — 144 с.

11. Прайс-лист ООО «Главмел» [Электронный ресурс] // ООО «Главмел». Режим доступа: <https://megalektsii.ru/s20940t9.html> (дата обращения 08.11.2018).

Аннотация. Установлено, что раскисление почвы, осуществлённое путём внесения 4 т/га известки строительной негашёной под предшественник сахарной свёклы способствовало повышению урожайности культуры на 10,8 т/га, биологического сбора сахара — на 2,25 т/га, а внесение мела природного сыромолотого для химической мелиорации почв в дозе 6 т/га — на 15,1 т/га и 2,92 т/га соответственно. Эффективность данных мероприятий имела рентабельность дополнительных затрат на уровне 170 и 281 %. **Ключевые слова:** раскисление, известка, мел, сахарная свёкла, урожайность, биологический сбор сахара, рентабельность. **Summary.** It was determined that soil deacidification realized by application of 4 t/ha of construction quicklime for predecessor of sugar beet promoted increase of the crop yield by 10.8 t/ha and biological sugar yield by 2.25 t/ha. And use of natural raw milled chalk for soil chemical melioration in the dose of 6 t/ha improved the abovementioned indices by 15.1 t/ha and 2.92 t/ha, accordingly. Estimation of these measures' efficiency showed that profitability of additional costs was at the level of 170 and 281 %, accordingly. **Keywords:** deacidification, lime, chalk, sugar beet, yield, biological sugar yield, profitability.