

ВЛИЯНИЕ ИЗВЕСТКОВАНИЯ НА АГРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО, УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

Куликова Алевтина Христофоровна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры «Почвоведение, химия, биология и технология переработки растениеводства»

Захаров Николай Григорьевич, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Почвоведение, химия, биология и технология переработки растениеводства»

Касимов Искандер Растамович, аспирант кафедры «Почвоведение, химия, биология и технология переработки растениеводства»

ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ им. П.А. Столыпина,

432017, г. Ульяновск, б. Новый Венец, 1. Тел: 8(8422)55-95-58, e-mail agroec@yandex.ru

Ключевые слова: чернозем выщелоченный, известкование, яровая пшеница, урожайность и качество зерна.

В работе приведены результаты изучения влияния известкования чернозема выщелоченного на агрохимические свойства почвы, урожайность и качество продукции яровой пшеницы. Исследования проведены на опытном поле Ульяновского ГАУ в 2016-2019 гг. Схема опыта состояла из 8-ми вариантов: 1. Контроль (фон 1), 2. CaCO_3 2 т/га 3. CaCO_3 4 т/га, 4. CaCO_3 6 т/га, 5. N40P40K40 (NPK, фон 2), 6. NPK+ CaCO_3 2 т/га, 7. NPK+ CaCO_3 4 т/га, 8. NPK+ CaCO_3 6 т/га. Площадь учетной делянки составляла 32 м² (4x8), размещение их рендомизированное, повторность опыта- 4-х кратная. Для известкования почвы использовали мел Шиловского месторождения Ульяновской области с содержанием CaCO_3 94,17 %, MgCO_3 4,33 %. Мел вносили под основную обработку осенью, минеральные удобрения (азофоска) – весной под предпосевную культивацию. Анализы почвенных образцов осуществляли в аккредитованной лаборатории ФГБУ «САС «Ульяновская», растительных – в научной лаборатории «Ульяновская ГСХА» по соответствующим государственным методикам. Установили, что известкование чернозема выщелоченного мелом Шиловского месторождения Ульяновской области снизило обменную кислотность на 0,35-0,62 единицы $\text{pH}_{\text{КСР}}$ гидролитическую кислотность на 0,21-0,34 мг-экв/100 г почвы. Известкование чернозема выщелоченного как в чистом виде, так и в сочетании с минеральным удобрением сопровождалось значительным улучшением его питательного режима: содержание минеральных форм в пахотном слое увеличилось на 0,42-2,19 мг/кг (8-43%), подвижного фосфора – на 27-69 мг/кг и обменного калия – на 9-56 мг/кг почвы. Известкование чернозема выщелоченного обусловило увеличение урожайности зерна яровой пшеницы на 0,24-0,49 т/га при применении в чистом виде и на 0,35-0,57 т/га по отношению к фону NPK с улучшением качества продукции. Наибольшую урожайность наблюдали при сочетании CaO_3 в дозе 4 т/га с N40P40K40, которая в среднем за 3 года составила 4,42 т/га (на контроле 2,64 т/га) с содержанием клейковины 25,8% (на контроле 21,9%).

Введение

Значение известкования как основного фактора оптимизации почвенной среды произрастания растений и, следовательно, формирования высокой продуктивности сельскохозяйственных культур, общеизвестно. Реакция почвенной среды является тем фундаментом, который определяет эффективность всех технологических приемов, направленных на повышение урожайности и качества продукции.

Роль реакции почвенного раствора в функционировании агроэкосистем обусловлена влиянием ее на фундаментальные свойства почвы, протекающие в ней биологические, химические и биохимические процессы. Известно, что при повышенной кислотности почвы снижаются интенсивность и активность микробиологических процессов, повышаются подвижность и доступность растениям элементов-токсикантов, нарушается поступление элементов пита-

ния в растения, резко снижается эффективность минеральных удобрений. Сказанное определяет безусловную необходимость нейтрализации кислотности почвы, основным средством которой является известкование, то есть внесение в почву известковых материалов, содержащих, прежде всего, углекислый кальций – CaCO_3 . Актуальность проблемы известкования в нашей стране обусловлена тем, что площади почв с повышенной кислотностью – наибольшие по сравнению с другими странами и составляющие более 65 млн. га. В том числе в Ульяновской области на 01.01. 2022 г. 705 тыс.га, или 49 % пашни на 01.01.2022 г. имеют кислую реакцию среды. Более того, происходит прогрессирующее подкисление, особенно вызывает тревогу, в том числе черноземов.

До 80-х годов прошлого века считалось, что черноземы в связи с высокой буферностью к изменениям реакции среды в известковании практически не нуждаются (вопрос считается дискуссионным). Однако в последние десятилетия появилось много данных, свидетельствующих о необходимости известкования ненасыщенных основаниями черноземов (оподзоленных, выщелоченных [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8]).

В связи с этим важно принятие срочных мер по снижению повышенной кислотности почв, в том числе черноземов. Учитывая, что известкование – достаточно затратное мероприятие, необходимо изыскивать местные ресурсы известковых материалов. Таковым материалом может стать мел Шиловского месторождения Ульяновской области с высоким содержанием углекислого кальция и магния ($\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$ не менее 98 %).

Вышесказанное определило цель наших исследований – изучить влияние известкования чернозема выщелоченного мелом Шиловского месторождения Ульяновской области на агрохимические его свойства, урожайность и качество зерна яровой пшеницы.

Материалы и методы исследований

Объектами исследования являлись:

– мел Шиловского месторождения Ульяновской области. Представляет из себя сыпучий порошок белого цвета, с влажностью 4-6 %, тонина помола 0,5-1,0 мм. Состав его: CaCO_3 – 94,17 %, MgCO_3 – 4,33 %, R_2O_3 – 0,03 %, CaO – 0,02 %, веществ, нерастворимых в соляной кислоте – 0,65 %;

– чернозем выщелоченный среднесуглинистый, среднемощный с содержанием гумуса 4,1 %, подвижного фосфора 165 мг/кг, обменно-

Таблица 1

Влияние известкования чернозема выщелоченного на изменение его кислотности (среднее за 2016-2019 гг.)

| Вариант | $\text{pH}_{\text{ксл}}$ единиц | | H_t , мг-экв/100 г | |
|------------------------------|---------------------------------|--------|-----------------------------|--------|
| | посев | уборка | посев | уборка |
| Контроль (фон 1) | 5,40 | 5,42 | 2,53 | 2,49 |
| CaCO_3 2 т/га | 5,43 | 5,77 | 2,51 | 2,28 |
| CaCO_3 4 т/га | 5,56 | 5,92 | 2,45 | 2,19 |
| CaCO_3 6 т/га | 5,58 | 6,04 | 2,33 | 2,15 |
| N40P40K40 (NPK, фон 2) | 5,47 | 5,50 | 2,58 | 2,50 |
| NPK+ CaCO_3 2 т/га | 5,50 | 5,81 | 2,47 | 2,24 |
| NPK+ CaCO_3 4 т/га, | 5,65 | 5,96 | 2,38 | 2,15 |
| NPK+ CaCO_3 6 т/га | 5,67 | 6,05 | 2,33 | 2,18 |

Таблица 2

Содержание минеральных форм азота в почве под посевами яровой пшеницы в зависимости от известкования и применения удобрений (среднее за 2016-2019 гг.)

| Вариант | N-NO_3 , мг/кг | N-NH_4 , мг/кг | $\text{N-NO}_3 + \text{N-NH}_4$, мг/кг | Отклонения от контроля ($\text{N-NO}_3 + \text{N-NH}_4$) | |
|------------------------------|-------------------------|-------------------------|---|--|----|
| | | | | мг/кг | % |
| Контроль (фон 1) | 3,28 | 1,82 | 5,10 | – | – |
| CaCO_3 2 т/га | 3,39 | 2,13 | 5,52 | + 0,42 | 8 |
| CaCO_3 4 т/га | 3,39 | 2,42 | 5,81 | + 0,71 | 14 |
| CaCO_3 6 т/га | 3,41 | 2,63 | 6,04 | + 0,94 | 18 |
| N40P40K40 (NPK, фон 2) | 3,93 | 2,67 | 6,60 | + 1,50 | 29 |
| NPK+ CaCO_3 2 т/га | 3,96 | 2,69 | 6,65 | + 1,55 | 30 |
| NPK+ CaCO_3 4 т/га, | 4,11 | 2,87 | 6,98 | + 1,88 | 37 |
| NPK+ CaCO_3 6 т/га | 4,17 | 3,12 | 7,29 | + 2,19 | 43 |

го калия 175 мг/кг почвы, обменной кислотностью $\text{pH}_{\text{ксл}}$ 5,46 единиц, гидролитической кислотностью 3,32 мг-экв/100 г почвы;

– яровая пшеница мягкая сорта Маргарита (оригинатор – Ульяновский НИИСХ), разновидность – лютесценс, высокоотзывчива на внесение удобрений;

– соя, сорт УСХИ-6 (оригинатор – Ульяновский СХИ).

Схема опыта состояла из 8-и вариантов:

1. Контроль (фон 1), 2. CaCO_3 2 т/га 3. CaCO_3 4 т/га, 4. CaCO_3 6 т/га, 5. N40P40K40 (NPK, фон 2), 6. NPK+ CaCO_3 2 т/га, 7. NPK+ CaCO_3 4 т/га, 8. NPK+ CaCO_3 6 т/га.

Учетная площадь делянки 32 м² (4 x 8) (посевная – 60 м²), размещение их рендомизированное, повторность опыта 4-х кратная.

Мел вносили под основную обработку почвы осенью, минеральные удобрения (азофоска) – под предпосевную обработку весной.

Таблица 3

Содержание доступных соединений фосфора и калия под посевами яровой пшеницы в зависимости от известкования и применения удобрений (среднее за 2016-2019 гг.)

| Вариант | P ₂ O ₅ | | | K ₂ O | | |
|--------------------------------|-------------------------------|------------------------|----|-------------------|------------------------|----|
| | Содержание, мг/кг | Отклонения от контроля | | Содержание, мг/кг | Отклонения от контроля | |
| | | мг/кг | % | | мг/кг | % |
| Контроль (фон 1) | 179 | – | – | 164 | – | – |
| CaCO ₃ 2 т/га | 206 | + 27 | 15 | 173 | + 9 | 5 |
| CaCO ₃ 4 т/га | 213 | + 34 | 19 | 180 | + 16 | 10 |
| CaCO ₃ 6 т/га | 223 | + 44 | 25 | 188 | + 24 | 15 |
| N40P40K40 (NPK, фон 2) | 224 | + 45 | 25 | 186 | + 22 | 13 |
| NPK+ CaCO ₃ 2 т/га | 236 | + 57 | 32 | 193 | + 29 | 18 |
| NPK+ CaCO ₃ 4 т/га, | 243 | + 64 | 36 | 203 | + 39 | 24 |
| NPK+ CaCO ₃ 6 т/га | 248 | + 69 | 39 | 220 | + 56 | 34 |

Таблица 4

Влияние известкования и минеральных удобрений на урожайность зерна яровой пшеницы

| Вариант | Урожайность, т/га | | | | Отклонения от контроля | |
|--------------------------------|-------------------|--------|--------|---------|------------------------|--------|
| | 2016 г | 2017 г | 2019 г | среднее | т/га | % |
| Контроль (фон 1) | 20,5 | 2,56 | 3,32 | 2,64 | – | – |
| CaCO ₃ 2 т/га | 2,13 | 2,98 | 3,52 | 2,88 | + 0,24 | 9 |
| CaCO ₃ 4 т/га | 2,23 | 3,32 | 3,73 | 3,09 | + 0,45 | 17 |
| CaCO ₃ 6 т/га | 2,25 | 3,34 | 3,81 | 3,13 | + 0,49 | 19 |
| N40P40K40 (NPK, фон 2) | 4,10 | 3,51 | 3,93 | 3,85 | + 1,21 | 46 |
| NPK+ CaCO ₃ 2 т/га | 4,27 | 4,07 | 4,25 | 4,20 | + 1,56/+ 0,35* | 59/9* |
| NPK+ CaCO ₃ 4 т/га, | 4,28 | 4,43 | 4,56 | 4,42 | + 1,78/+ 0,57 | 67/15* |
| NPK+ CaCO ₃ 6 т/га | 4,38 | 4,28 | 4,54 | 4,40 | + 1,76/+ 0,55 | 67/14* |
| НСР ₀₅ | Фактор А | 0,14 | 0,16 | 0,27 | – | – |
| | Фактор В | 0,19 | 0,23 | 0,38 | – | – |
| | Частных средних | 0,27 | 0,33 | 0,54 | – | – |

* – в знаменателе прибавка урожайности по отношению к фону NPK

Таблица 5

Содержание клейковины в зерне яровой пшеницы в зависимости от известкования и применения минеральных удобрений, %

| Вариант | 2016 г. | 2017 г. | 2019 г. | Среднее | Отклонение от контроля |
|--------------------------------|-----------------|---------|---------|---------|------------------------|
| Контроль (фон 1) | 20,4 | 23,3 | 22,1 | 21,9 | – |
| CaCO ₃ 2 т/га | 21,6 | 23,7 | 24,1 | 23,1 | + 1,2 |
| CaCO ₃ 4 т/га | 22,8 | 25,4 | 25,4 | 24,5 | + 2,6 |
| CaCO ₃ 6 т/га | 24,0 | 24,0 | 24,8 | 24,3 | + 2,4 |
| N40P40K40 (NPK, фон 2) | 24,0 | 25,8 | 26,7 | 25,5 | + 3,6 |
| NPK+ CaCO ₃ 2 т/га | 23,3 | 25,8 | 27,7 | 25,6 | + 3,7 |
| NPK+ CaCO ₃ 4 т/га, | 23,5 | 26,2 | 27,8 | 25,8 | + 3,9 |
| NPK+ CaCO ₃ 6 т/га | 24,0 | 24,0 | 28,8 | 25,6 | + 3,7 |
| НСР ₀₅ | Фактор А | 1,2 | 1,2 | 0,7 | – |
| | Фактор В | 1,3 | 1,3 | 0,9 | – |
| | Частных средних | 2,1 | 2,1 | 1,3 | – |

культур, требовательных к реакции почвенного раствора. Из зерновых культур к ним относятся яровая и озимая пшеницы, ячмень, кукуруза, для которых оптимальной является реакция среды в интервале 6,0-7,5 единиц pH_{KCl} . Обменная кислотность чернозема выщелоченного опытного поля составляла 5,46 единиц pH_{KCl} , что говорит о безусловной необходимости ее известкования.

Данные, приведенные в таблице 1 свидетельствуют, что мел Шиловского месторождения является высокоэффективным средством для нейтрализации почвенной кислотности: уже к периоду посева яровой пшеницы (мел внесен осенью под основную обработку почвы) сдвиг реакции среды в сторону ее уменьшения составлял 0,03-0,18 единиц pH_{KCl} , а ко времени уборки культуры он находился на уровне 0,21-0,34 единиц pH . При этом наблюдается прямая зависимость изменений обменной кислотности (Y) от доз извести (X), которая описывается уравнением: $Y = 0,0598 X + 0,097$ ($R^2 = 0,78$). Уравнение свидетельствует, что 1 тонна извести обеспечивает снижение обменной кислотности на 0,06 единиц. Аналогичная закономерность наблюдалась и между показателем доз извести (X) и гидролитической кислотностью: $Y = 0,015x + 0,110x + 0,063$ ($R^2 = 0,95$). Наиболее существенные изменения в состоянии почвенной кислотности произошли при применении мела в дозах 4-6 т/га, при этом следует отметить, что разница между ними небольшая.

В ряде работ [5,12,13,14] установлено, что оптимизация реакции почвенной среды сопровождается значительным улучшением свойств почвы, в том числе питательного режима почвы. В таблицах 2 и 3 приведены основные показатели элементов питания (NPK) и изменения их в зависимости от известкования почвы и применения минеральных удобрений. При анализе данных таблиц, прежде всего, обращает внимание достаточное низкое содержание в пахотном слое почвы минеральных форм азота – ($N-NO_3 + N-NH_4$), количество которых находилось в среднем на уровне 5-7 мг/кг почвы. Учитывая, что содержание доступных растениям фосфора и калия высокое, последний может стать лимитирующим урожайность культуры фактором. В связи с этим очень важны изменения в содержании минерального азота в зависимости от известкования.

Данные таблицы свидетельствуют, что известкование почвы в значительной степени способствует улучшению азотного питания рас-

тений: содержание минеральных форм азота в ней при этом повысилось на 0,42-0,94 мг/кг на естественном фоне и на 1,55-2,19 мг/кг почвы на фоне минеральных удобрений. Последнее, несомненно, обусловлено улучшением при известковании как физических, так и биологических свойств почвы [15,16]. В наших исследованиях установлено, что под влиянием мела при применении как в чистом виде, так и на фоне минеральных удобрений происходит увеличение численности аммонифицирующих бактерий на 15-30 %, несимбиотических азотфиксаторов на 23-33 %, литотрофов на 28-41 %.

Очень значительные изменения при внесении в почву известкового материала произошли в содержании доступных форм фосфора и калия: содержание P_2O_5 в пахотном слое увеличилось в зависимости от фона на 27-44 мг/кг (фон 1) и на 57-69 мг/кг (фон 2), калия на 9-24 и 29-56 мг/кг почвы. Существенное увеличение фосфорного и калийного режимов почвы обусловлено отмеченным выше улучшением при известковании агрофизических и биологических свойств почвы.

Общее улучшение свойств почвы, в том числе питательного ее режима обеспечило значительное повышение урожайности и качества зерна яровой пшеницы (табл. 4 и 5). Данные таблицы 4 свидетельствуют об очень высокой отзывчивости яровой пшеницы на внесение минеральных удобрений: в 2016 году на фоне минеральных удобрений урожайность зерна практически удвоилась и составляла 4,1 т/га (на контроле 2,05 т/га). Последнее обязательно благоприятным условиям температурного и водного режимов в критические периоды формирования урожайности, что позволило растениям максимально использовать элементы питания из удобрений. Сочетание известкования и минеральных удобрений способствовало формированию урожайности в 2016 году на уровне 4,27-4,38 т/га. Аналогичная закономерность наблюдалась в последующие годы и в среднем за 3 года прибавка урожайности на фоне применения минеральных удобрений и известкования составила 1,56-1,78 т/га, или она повысилась на 59 и 67 %. Прибавка урожайности при дозах 4 и 6 т/га практически одинаковая, что позволяет рекомендовать производителям зерна дозу известкования чернозема выщелоченного 4 т/га, что экономически более целесообразно. Достаточно высокую эффективность наблюдали при известковании чернозема выщелоченного мелом Шиловского месторождения в чистом виде:

прибавка зерна на каждом гектаре составила 0,24-0,49 т/га. С точки зрения экономической эффективности предпочтительней доза 4 т/га.

Следует отметить, что значительное повышение урожайности культуры при известковании обязано улучшению при этом всех агрохимических показателей: между продуктивностью яровой пшеницы и содержанием в пахотном слое доступных азота, фосфора и калия установлены прямая положительная связь с высокой степенью достоверности ($r = 0,89-0,97$). Так, зависимость между количеством минеральных форм азота ($N-NO_3$) + ($N-NH_4$) в почве (X) и урожайностью яровой пшеницы (Y) описывается уравнением вида : $Y = 0,9302X - 2,236$ ($r = 0,97$), между подвижным фосфором и урожайностью в период посева – $Y = 0,0349X - 3,5083$ ($r = 0,92$), уборки $Y = 0,0248X - 2,3784$ ($r = 0,91$); между обменным калием и продуктивностью культуры – $Y = 0,0499X - 5,2238$ ($r = 0,93$) посев, $Y = 0,0285X - 2,1199$ ($r = 0,86$) уборка.

Приведенные уравнения можно использовать для прогнозирования потенциальной урожайности яровой пшеницы в зависимости от обеспеченности почвы доступными элементами питания.

Высокая продуктивность сельскохозяйственных культур не всегда является синонимом высокого качества. Чтобы получить соответствующую продукцию необходимо улучшить питание растений. При сбалансированном питании растений макро- и микроэлементами качество продукции существенно улучшается [6,17,18, 19].

Результаты определения клейковины в зерне яровой пшеницы (табл. 5) показали достоверное увеличение в нем количества клейковины на 1,2-2,6 % при известковании почвы на естественном фоне и на 3,7-3,9 % на фоне применения минеральных удобрений. Следовательно, известкование чернозема выщелоченного способствует не только повышению урожайности яровой пшеницы, но и качества зерна. При этом наблюдали общую тенденцию улучшения качества зерна по содержанию сырой клейковины при применении 4 т/га известкового материала на фоне предпосевного внесения комплексного удобрения в дозе $N_{40}P_{40}K_{40}$.

Заключение

1. Известкование чернозема выщелоченного среднесуглинистого с мелом Шиловского месторождения Ульяновской области обеспечило сдвиг обменной кислотности в сторону ее снижения на 0,35-0,62 единиц $pH_{КС}$, гидролитической кислотности на 0,21-0,34 мг-экв/100 г почвы.

2. Под действием известкования и применения минеральных удобрений произошло очень значительное улучшение питательного режима почвы: содержание минеральных форм азота в пахотном слое увеличилось в зависимости от дозы мела и сочетания его с минеральными удобрениями на 0,42-2,19 мг/кг (8-43 %), подвижного фосфора – на 27-69 мг/кг и обменного калия – на 9-56 мг/кг почвы.

3. Известкование чернозема выщелоченного при возделывании яровой пшеницы обусловило повышение урожайности зерна на 0,24-0,49 т/га при применении в чистом виде и на 0,35-0,57 т/га по отношению к фону NPK. Наибольшую урожайность в среднем за 3 года наблюдали при сочетании $CaCO_3$ в дозе 4 т/га с $N40P40K40$ (4,42 т/га). При этом увеличилось в зерне сырой клейковины на 3,9 % (на контроле 21,9 %).

Библиографический список

1. Лозовая, Н. Е. Действие известки и удобрений на агрохимические свойства серой лесной почвы и урожайность полевых культур / Н. Е. Лозовая, В. Т. Мальцев, В. Н. Мошкарёв // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2007. – № 12(180). – С. 14-21.

2. Биккинина, Л. М. Способы известкования чернозема выщелоченного местной доломитовой мукой в условиях Предволжской зоны Республики Татарстан : спец. 06.01.04 Агрохимия : диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Биккинина Лилия Мухаммед-Харисовна ; Казанский государственный аграрный университет. – Казань, 2009. – 161 с.

3. Дериглазова, Г. М. Эффективность удобрений и известкования черноземных почв ЦЧР при возделывании ярового ячменя на склоне северной экспозиции / Г. М. Дериглазова // Вестник Орловского государственного аграрного университета. – 2013. – № 1(40). – С. 12-16.

4. Надежкин, С. М. Экологические аспекты известкования чернозёмов : монография / С. М. Надежкин, Т. Б. Лебедева, Е. В. Надежкина ; Пензенская государственная сельскохозяйственная академия. – Москва : Агроконсалт, 2005. – 276 с. – ISBN 5-94325-076-X.

5. Науменко, А. В. Плодородие луговой черноземовидной почвы и урожайность культур в зависимости от известкования на фоне длительного применения удобрений / А. В. Науменко // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2010. – № 2(64). – С. 35-41.

6. Ивойлов, А. В. Эффективность удобрения и известкования выщелоченных черноземов / А. В. Ивойлов. – Саранск : Издательство Мордовского университета, 2015. – 264 с. – ISBN 978-5-7103-3095-1.

7. Мерзлая, Г. Е. Влияние известкования и разных систем удобрения на физико-химические свойства чернозема выщелоченного / Г. Е. Мерзлая, С. М. Надежкин, Е. В. Никулина // Вопросы известкования почв : сборник статей / Всероссийский научно-исследовательский институт удобрений и агропочвоведения им. Д.Н. Прянишникова. – Москва : Агроконсалт, 2002. – С. 115-119.

8. Амиров, М.Ф. Влияние минеральных удобрений, обработки семян и посевов на продуктивность яровой пшеницы в условиях Предкамья Республики Татарстан / М.Ф. Амиров, Д.И. Толоконов // Вестник Казанского ГАУ. - 2022. - Т. 17. - № 2 (66). - С. 14–18

9. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) : учебник / Б. А. Доспехов. – 6-е изд. стер., перепеч. с 5-го изд. 1985 г. - Москва : Альянс, 2011. – 352 с. – ISBN 978-5-903034-96-3.

10. Греков, В. А. Кислотность и известкование пахотных почв Украины / В. А. Греков, А. И. Мельник // Плодородие. – 2011. – № 1(58). – С. 4-6.

11. Мацнев, И. Н. Влияние минеральных удобрений и известкования почвы на агрохимические свойства выщелоченного чернозема и продуктивность картофеля / И. Н. Мацнев, В. А. Арзыбов // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2014. – № 3. – С. 30-34.

12. Шильников, И. А. Значение известкования и потребность в известковых удобрениях / И. А. Шильников, Н. И. Аканова, В. Н. Темников // Агрохимический вестник. – 2008. – № 6. – С. 28-31.

13. Прокина, Л. Н. Влияние известкования, минеральных удобрений на содержание гумуса и общего азота в почве / Л. Н. Прокина, А. А. Моисеев // Ресурсосберегающие экологи-

чески безопасные технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, Саранск, 09–10 апреля 2015 года. – Саранск : Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва, 2016. – С. 265-268.

14. Корченкина, Н. А. Влияние минеральных удобрений и последствия известкования на динамику содержания подвижных форм калия в светло-серой лесной почве / Н. А. Корченкина, Р. М. Махалов // Плодородие. – 2015. – № 3(84). – С. 8-10.

15. Гладышева, О. В. Влияние известкования на физико-химические свойства тёмно-серой лесной почвы и продуктивность возделываемых культур / О. В. Гладышева, А. М. Пестряков, В. А. Свирина // Плодородие. – 2015. – № 6(87). – С. 17-19.

16. Маковский, Р. Д. Нетрадиционные химвелиоранты и агрофизические свойства дерново-подзолистой почвы / Р. Д. Маковский, Н. Г. Пушкарева, А. Г. Прудникова // Агрохимический вестник. – 2008. – № 3. – С. 2-4.

17. Курносова, Е. В. Изменение агроメリоративного состояния чернозема выщелоченного под действием дефеката и органических удобрений в условиях лесостепного Поволжья : спец. 06.01.02 «Мелиорация, рекультивация и охрана земель»: диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Курносова Елена Владимировна ; Пензенская государственная сельскохозяйственная академия. – Пенза, 2005. – 219 с.

18. Трубников, Ю. Н. Кислые почвы Приенисейской Сибири и отзывчивость сельскохозяйственных культур на известкование / Ю. Н. Трубников // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 1. – С. 19-21.

19. Сабитов, М. М. Влияние предпосевной обработки почвы на урожайность яровой пшеницы в условиях лесостепи Поволжья / М.М. Сабитов // Вестник Казанского ГАУ. 2022. Т. 17. № 3 (67). С. 31-35 DOI 10.12737/2073-0462-2022-31-35

INFLUENCE OF LIMING ON AGROCHEMICAL PROPERTIES OF LEACHED BLACK SOIL, YIELD AND QUALITY OF SPRING WHEAT GRAIN

Kulikova A. Kh., Zakharov N. G., Kasimov I. R.

FSBEI HE Ulyanovsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, 432017, Ulyanovsk, Novyi Venets boulevard, 1. Tel: 8(8422)55-95-58, e-mail agroec@yandex.ru

Keywords: leached black soil, liming, spring wheat, grain yield and quality.

The paper presents results of studying the effect of leached black soil liming on agrochemical properties of the soil, yield and quality of spring wheat products. The studies were carried out on the experimental field of Ulyanovsk State Agrarian University in 2016-2019. The scheme of the experiment consisted of 8 variants: 1. Control (background 1), 2. CaCO_3 2 t/ha, 3. CaCO_3 4 t/ha, 4. CaCO_3 6 t/ha, 5. N40P40K40 (NPK, background 2), 6. NPK+ CaCO_3 2 t/ha, 7. NPK+ CaCO_3 4 t/ha, 8. NPK+ CaCO_3 6 t/ha. The record area was 32 m² (4x8), the plot placement was randomized, the experiment was repeated 4 times. For soil liming, chalk from Shilovskiy deposit of Ulyanovsk region was used with a CaCO_3 content of 94.17%, MgCO_3 of 4.33%. Chalk was applied for basic tillage in autumn, mineral fertilizers (azofoska) - in spring for pre-sowing cultivation. Soil samples were analyzed in an accredited laboratory of the Federal State Budgetary Institution SAS Ulyanovskaya, plant samples were analyzed in the scientific laboratory Ulyanovsk State Agricultural Academy according to relevant state methods. It was found that liming of leached black soil with chalk from Shilovskiy deposit of Ulyanovsk region reduced the exchangeable acidity by 0.35-0.62 pH_{KCl} units, hydrolytic acidity by 0.21-0.34 meq/100 g of soil. Liming of leached black soil both in pure form and in combination with mineral fertilizer was accompanied by a significant improvement in its nutritional regime: the content of mineral forms in the arable layer increased by 0.42-2.19 mg/kg (8-43%), mobile phosphorus - by 27-69 mg/kg and exchangeable potassium - by 9-56 mg/kg of soil. Liming of leached black soil led to an increase of grain yield of spring wheat by 0.24-0.49 t/ha when applied in pure form and by 0.35-0.57 t/ha in relation to the NPK background with improved product quality. The highest yield was observed when CaO_3 was combined at a dose of 4 t/ha with N40P40K40 , which on average was 4.42 t/ha over 3 years (control 2.64 t/ha) with a gluten content of 25.8% (control 21.9 %).

Bibliography:

1. Lozovaya, N. E. Effect of lime and fertilizers on agrochemical properties of gray forest soil and yield of field crops / N. E. Lozovaya, V. T. Maltsev, V. N. Moshkarev // Siberian Vestnik of Agricultural Science. - 2007. - № 12 (180). - P. 14-21.
2. Bikkinina, L. M. Methods of liming of leached black soil with local dolomite flour in the conditions of the Pre-Volga zone of the Republic of Tatarstan: specialty 06.01.04 "Agrochemistry": dissertation of Candidate of Agricultural Sciences/Bikkinina Liliya Mukhammed-Kharisovna. - Kazan, 2009. - 161 p.
3. Deriglazova, G. M. Efficiency of fertilizers and liming of black soils of the Central Black soil region in cultivation of spring barley on the slope of the northern exposure / G.M. Deriglazova // Vestnik of Oryol State Agrarian University. - 2013. - № 1 (40). - P. 12-16.
4. Nadezhkin, S.M. Ecological aspects of liming of black soil: Scientific publication / S.M. Nadezhkin, T.B. Lebedeva, E.V. Nadezhkin; Penza State Agricultural Academy. - Moscow: Agroconsult, 2005. - 276 p.
5. Naumenko, A.V. Fertility of meadow black soil-like soil and productivity of crops depending on liming against the background of long-term usage of fertilizers / A.V. Naumenko // Vestnik of the Altai State Agrarian University. - 2010. - № 2 (64). - P. 35-41.
6. Ivoilov, A.V. Efficiency of fertilizer and liming of leached black soils / A.V. Ivoilov. - Saransk: Publishing House of the Mordovian University. - 2015. - 264 p.
7. Merzlaya, G.E. Influence of liming and different fertilizer systems on physical and chemical properties of leached black soil / G.E. Merzlaya, S.M. Nadezhkin, E.V. Nikulina // Issues of soil liming: Collection of articles / All-Russian Research Institute of Fertilizers and Agro-Soil Science named after D.N. Pryanishnikov. - Moscow: Agroconsult, 2002. - P. 115-119.
8. Amirov, M.F. The influence of mineral fertilizers, seed and crops treatment on spring wheat productivity in the conditions of Kama region of the Republic of Tatarstan / M.F. Amirov, D.I. Toloknov // Vestnik of Kazan state agrarian university. - 2022. - T. 17. № 2 (66). P. 8-13 DOI 10.12737/2073-0462-2022-8-13
9. . Dospekhov, B.A. Methods of field experiment (with the basics of statistical processing of research results) / B.A. Dospekhov. - M: Book on demand, 2011. - 352 p.
10. Grekov, V.A. Acidity and liming of arable soils of Ukraine / V.A. Grekov, A.I. Melnik // Soil Fertility. - 2011. - № 1 (58). - P. 4-6.
11. Matsnev, I.N. Influence of mineral fertilizers and soil liming on agrochemical properties of leached black soil and potato productivity / I.N. Matsnev, V.A. Arzybov // Vestnik of Michurinsk State Agrarian University. - 2014. - № 3. - P. 30-34.
12. Shilnikov, I.A. The value of liming and the need for lime fertilizers / I.A. Shilnikov, N.I. Akanova, V.N. Temnikov // Agrochemical Vestnik. - 2008. - № 6. - P. 28-31.
13. Prokina, L.N. The influence of liming, mineral fertilizers on the content of humus and total nitrogen in the soil / L.N. Prokina, A.A. Moiseev // Resource-saving environmentally friendly technologies for production and processing of agricultural products, Saransk, April 09–10, 2015. - Saransk: National Research Mordovian State University named after N.P. Ogaryova, 2016. - P. 265-268.
14. Korchenkova, N.A. Influence of mineral fertilizers and the aftereffect of liming on the dynamics of the content of mobile forms of potassium in light gray forest soil / N.A. Korchenkova, R.M. Makhalov // Soil Fertility. - 2015. - № 3 (84). - P. 8-10.
15. Gladysheva O.V. Influence of liming on physical and chemical properties of dark gray forest soil and productivity of cultivated crops / O.V. Gladysheva, A.M. Pestryakov, V.A. Svirina // Soil Fertility. - 2015. - № 6 (87). - P. 17-19.
16. Makovsky, R.D. Non-traditional chemical meliorants and agrophysical properties of sod-podzolic soil / R.D. Makovsky, N.G. Pushkareva, A.G. Prudnikova // Agrochemical Vestnik. - 2008. - № 3. - P. 2-4.
17. Kurnosova E.V. Changes in the agro-reclamation state of leached black soil under the action of defecation and organic fertilizers in the conditions of the forest-steppe Volga region: specialty 06.01.02 "Melioration, reclamation and protection of lands": dissertation for the degree of candidate of agricultural sciences / Kurnosova Elena Vladimirovna. - Penza, 2005. - 219 p.
18. Trubnikov Yu.N. Acidic soils of the Yenisei Siberia and the responsiveness of agricultural crops to liming / Yu.N. Trubnikov // Achievements of science and technology of the agro-industrial complex. - 2011. - № 1. - P. 19-21.
19. Sabitov, M. M. The influence of pre-sowing tillage on the yield of spring wheat in the conditions of the Volga forest-steppe / M. M. Sabitov // Vestnik of Kazan state agrarian university. - 2022. - T. 17. № 3 (67). P. 31-35 DOI 10.12737/2073-0462-2022-31-35