

9. Кормопроизводство: учеб. для студентов ВУЗов по агрономическим специальностям / А. А. Шелюто [и др]; под ред. А. А. Шелюто. – Минск: ИВЦ Минфина, 2009. – 472 с.

10. Харьков, Г. Д. Клевер / Г. Д. Харьков. – М.: Агропромиздат, 1989. – 49 с.

PRODUCTIVITY AND FODDER VALUE OF GREEN WEIGHT OF A CLOVER MEADOW ON PODZOLUVISOL LOAM SOIL

V. V. Lapa, M. M. Lomonos, O. H. Kulesh, M. S. Lopuh, O. L. Lomonos

Summary

Results of researches on studying of influence of various doses of phosphoric and potash fertilizers on productivity and fodder value of a clover meadow are resulted at it crops under winter triticale. It is established that entering of phosphoric and potash fertilizers ($P_{60}K_{120}$) in the autumn under preseeding cultivation against after effect 40 t/ha of manure under winter triticale and spring top dressing of clover $P_{60}K_{140}$ was the most effective system of fertilizer of a clover meadow, the ensured 11,53 t/ha of green weight with the maintenance of crude fiber of 17,7 % and its gathering of 0,259 t/ha.

Поступила 3 октября 2011 г.

УДК 631.8.022.3:631.445.2

ЭФФЕКТИВНОСТЬ БОРНЫХ УДОБРЕНИЙ В ТЕХНОЛОГИЯХ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР ПРИ РАЗНОЙ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЫ БОРОМ

М. В. Рак, Е. Н. Барашкова

Институт почвоведения и агрохимии, г. Минск, Беларусь

ВВЕДЕНИЕ

Сельскохозяйственное землепользование приводит к значительным изменениям в микроэлементном составе почв, к их обеднению отдельными микроэлементами или доступными формами, нарушению оптимальных для растений соотношений элементов питания. При возделывании продовольственных и кормовых культур необходимо оптимизировать питание растений с учетом обеспеченности почв доступными формами микроэлементов, почвенно-агрохимических факторов, биологических особенностей культур [1].

Сахарная свекла, лен, картофель, рапс занимают значительное место в сельскохозяйственном производстве республики, а дальнейшее повышение их урожая и качества – одна из основных задач сельскохозяйственной науки. Все эти культуры объединяет высокая чувствительность к недостатку в питательной среде бора [2-6].

Обеспеченность растений бором определяется доступностью его соединений из почвы. При этом имеют значение не столько общие (валовые) его запасы в поч-

2. Плодородие почв и применение удобрений

ве, сколько содержание подвижной, доступной для растений водорастворимой формы. Поступление и передвижение бора в растениях в значительной степени зависит от концентрации его в почве. Критический предел дефицита подвижного бора в почве – 0,1-0,3 мг/кг [7, 8].

В соответствии с существующей в республике градацией содержания водорастворимого бора в минеральной почве выделяют 4 группы обеспеченности: низкая – менее 0,30 мг/кг, средняя – 0,31-0,70, высокая – 0,71-1,0, избыточная – более 1,0 мг/кг. Анализ результатов последних туров крупномасштабного обследования показал существенное изменение во времени содержание подвижной формы бора в почвах Беларуси. Среднее содержание водорастворимого бора на пашне составляет 0,62 мг/кг, что близко к оптимуму. Доля пахотных почв 1 и 2 групп обеспеченности, где необходимо внесение микроудобрений в виде некорневой подкормки, высокая и составляет по бору 69,4 % [9, 10].

В последние годы с целью повышения эффективности микроудобрений важное теоретическое и практическое значение приобретают исследования органо-минеральных соединений бора, которые более эффективны и технологичны в применении.

Одной из причин часто наблюдаемых заболеваний растений, связанных со слабым или избыточным поступлением бора в растения, является недостаточная обоснованность оптимальных концентраций элемента в почве и растениях, и, как следствие, неадекватный уровень удобрения. Для оптимизации питания растений бором важно определить параметры концентрации бора в почве и растениях с целью разработки эффективных приемов, обеспечивающих повышение урожайности сельскохозяйственных культур и качество растениеводческой продукции.

Цель исследований – изучить приемы рационального применения борного удобрения в некорневые подкормки сельскохозяйственных культур в зависимости от уровней обеспеченности им дерново-подзолистой супесчаной почвы.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследование эффективности некорневых подкормок сельскохозяйственных культур борными удобрениями при различной обеспеченности почвы бором проведены в 2006-2010 гг. в РУП «Экспериментальная база им. Суворова» Узденского района на дерново-подзолистой супесчаной почве, развивающейся на рыхлых водно-ледниковых супесях, сменяемых с глубины около 0,5 м связной супесью.

Агрохимическая характеристика пахотного слоя почвы: рН в КCl – 5,7-6,4, содержание гумуса – 2,4-2,9 %, содержание P_2O_5 (0,2 М HCl) – 205-280, K_2O (0,2 М HCl) 255-312 мг/кг почвы. Исходное содержание подвижного бора в пахотном слое 0,28-0,35 мг/кг почвы.

В 2006 г. и 2008 г. исследования проводились со льном масличным Сонечны, в 2007-2008 гг. – с сахарной свеклой Араксия, в 2008-2009 гг. – с ячменем Сильфид, в 2009-2010 гг. – с озимым рапсом Добрадей и яровым рапсом Янтарь, с картофелем Крыница.

Изучение действия некорневых подкормок борными удобрениями проводили на фоне минеральных удобрений, дозы которых рассчитывали на планируемую урожайность культур в соответствии с технологиями их возделывания.

Схема полевых опытов включала 6 вариантов некорневых подкормок растений различными дозами и видами борных удобрений и были развернуты на пяти уровнях насыщения супесчаной почвы водорастворимым бором (0,3-низкий; 0,6-0,7-средний; 0,9-1,0-высокий; 1,2-1,3-избыточный и 1,5-1,7-избыточный мг/кг). Уровни насыщения пахотного слоя почвы бором были созданы внесением борной кислоты в виде водного раствора.

Некорневые подкормки льна масличного борными удобрениями проводили в фазу всходов при высоте растений 4-5 см, картофеля – в фазу начало бутонизации, ячменя – в стадии первого узла в дозах 0,05, 0,10 и 0,15 кг/га д. в. Некорневые подкормки сахарной свеклы борными удобрениями проводили в 2 срока – в фазу 10-12 листьев и через месяц после первой подкормки, озимого рапса в – фазу бутонизации в дозах 0,1, 0,2 и 0,3 кг/га д. в. В качестве борного удобрения использовали борную кислоту с содержанием 17 % бора, а также микроудобрение с биостимулятором МикроСтим-Бор, содержащее 150 г/л бора в органо-минеральной форме.

Агротехника возделывания культур в полевых опытах соответствовала общепринятой в Республике Беларусь с включением интегрированной системы мер защиты растений от сорняков, болезней и вредителей.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Дефицит бора в почве может быть лимитирующим фактором снижения урожайности и качества культур, особенно чувствительных к его недостатку в питательной среде. Потребностям растений наиболее соответствуют подвижные соединения бора в почве. В наших исследованиях при возделывании сельскохозяйственных культур исходное содержание подвижного бора в пахотном слое почвы на 1 уровне составляло 0,26-0,38 мг/кг (табл. 1). После насыщения почвы бором, концентрация элемента в пахотном горизонте почвы повышалась по уровням насыщения от 0,55-0,70 мг/кг (2 уровень) до 1,52-1,64 мг/кг (5 уровень). Следует отметить, что количественное содержание микроэлемента при внесении в почву имеет длительное последствие, в результате которого растения обеспечиваются питанием на протяжении всего периода вегетации.

В результате исследований определено влияние уровней содержания бора в почве и действие в некорневую подкормку борных удобрений на показатели продуктивности сельскохозяйственных культур.

В исследованиях было отмечено значительное влияние концентрации бора в почве на показатели урожайности и качества культур. В соответствии с экспериментальными данными повышение обеспеченности почвы бором до 3 уровня повышало продуктивность культур. Эффективность некорневой подкормки определялась уровнем содержания бора в почве. При избыточном содержании бора в почве некорневые подкормки борными удобрениями не эффективны и не рассматриваются в ниже приведенных таблицах.

Лен масличный. Результаты исследований показали, что при возделывании льна масличного на дерново-подзолистой супесчаной почве с увеличением содержания водорастворимого бора с 0,30 до 0,95 мг/кг отмечается тенденция увеличения урожайности семян с 23,5 до 26,3 ц/га (табл. 2).

Таблица 1

Динамика содержания подвижного бора по уровням насыщения и горизонтам профиля дерново-подзолистой супесчаной почвы при возделывании сельскохозяйственных культур, мг/кг

| Уровни содержания бора в почве, мг/кг | Генетический горизонт | Лен масличный 2006, 2008 гг. | Сахарная свекла 2007-2008 гг. | Ячмень 2008-2009 гг. | Рапс 2009-2010 гг. | Картофель 2009-2010 гг. |
|---------------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------|----------------------|--------------------|-------------------------|
| Низкое (0,26-0,30) | Апах | 0,30 | 0,33 | 0,35 | 0,26 | 0,38 |
| | A ₁ A ₂ | 0,22 | 0,27 | 0,27 | 0,18 | 0,25 |
| | A ₂ B ₁ | 0,18 | 0,21 | 0,18 | 0,17 | 0,17 |
| | B ₂ D | 0,15 | 0,28 | 0,27 | 0,10 | 0,12 |
| Среднее (0,55-0,70) | Апах | 0,63 | 0,55 | 0,70 | 0,59 | 0,61 |
| | A ₁ A ₂ | 0,43 | 0,49 | 0,40 | 0,30 | 0,35 |
| | A ₂ B ₁ | 0,39 | 0,38 | 0,24 | 0,26 | 0,26 |
| | B ₂ D | 0,42 | 0,40 | 0,30 | 0,15 | 0,16 |
| Высокое (0,89-1,00) | Апах | 0,95 | 0,90 | 1,00 | 0,89 | 0,89 |
| | A ₁ A ₂ | 0,45 | 0,70 | 0,50 | 0,60 | 0,51 |
| | A ₂ B ₁ | 0,50 | 0,41 | 0,37 | 0,31 | 0,34 |
| | B ₂ D | 0,44 | 0,50 | 0,41 | 0,20 | 0,25 |
| Избыточное (1,20-1,31) | Апах | 1,31 | 1,27 | 1,25 | 1,26 | 1,20 |
| | A ₁ A ₂ | 0,41 | 0,95 | 0,65 | 0,70 | 0,66 |
| | A ₂ B ₁ | 0,53 | 0,49 | 0,46 | 0,46 | 0,41 |
| | B ₂ D | 0,38 | 0,50 | 0,49 | 0,32 | 0,36 |
| Избыточное (1,52-1,64) | Апах | 1,64 | 1,52 | 1,52 | 1,60 | 1,58 |
| | A ₁ A ₂ | 0,47 | 1,05 | 0,70 | 0,80 | 0,80 |
| | A ₂ B ₁ | 0,48 | 0,60 | 0,48 | 0,54 | 0,55 |
| | B ₂ D | 0,34 | 0,48 | 0,40 | 0,42 | 0,46 |

Установлено, что наиболее целесообразно проводить некорневые подкормки культуры на почвах низко- и среднеобеспеченной бором. По мере повышения концентрации подвижного бора в почве потребность льна в боре снижается, о чем свидетельствуют параметры прибавок урожайности семян от некорневой подкормки.

При низком содержании в пахотном горизонте водорастворимого бора существенные прибавки урожайности семян получены от обеих форм борного удобрения в диапазоне всех исследуемых доз элемента, однако наиболее эффективно было применение борной кислоты в дозе 0,15 кг/га д. в. и МикроСтим-Бор в дозе 0,10 кг/га д. в., что обеспечило прибавку урожайности 5,5 и 5,0 ц/га.

При возделывании льна масличного на супесчаной почве, с содержанием бора на уровне 0,63 мг/кг, целесообразно применение борной кислоты в дозе 0,1 кг/га д. в. и удобрения МикроСтим-Бор в дозе 0,05 кг/га д. в., что обеспечило прибавку урожайности 3,0 и 5,0 ц/га. При повышении уровня содержания бора в почве до 0,95 мг/кг, достоверная прибавка урожайности семян получена только при внесении микроудобрения МикроСтим-Бор в дозе 0,05 кг/га д. в. – 2,3 ц/га.

Влияние борных удобрений на урожайность и масличность льносемян при различном уровне обеспеченности почвы бором (среднее за 2006 и 2008 гг.)

| Уровни содержания бора в почве, мг/кг | Варианты | Урожайность, ц/га | Прибавка, ц/га | Масличность, % | Сбор масла, ц/га |
|---------------------------------------|---|-------------------|----------------|----------------|------------------|
| Низкое (0,30) | 1. N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀ Zn _{0,2} – фон | 23,5 | - | 34,9 | 8,2 |
| | 2. Фон + B _{0,05} | 26,0 | 2,5 | 34,9 | 9,1 |
| | 3. Фон + B _{0,10} | 27,6 | 4,1 | 35,5 | 9,8 |
| | 4. Фон + B _{0,15} | 29,0 | 5,5 | 35,5 | 10,3 |
| | 5. Фон + B _{0,05} | 27,7 | 4,2 | 35,6 | 9,9 |
| | 6. Фон + B _{0,10} | 28,5 | 5,0 | 36,6 | 10,4 |
| | 7. Фон + B _{0,15} | 27,8 | 4,3 | 34,4 | 9,6 |
| Среднее (0,63) | 1. N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀ Zn _{0,2} – фон | 25,4 | - | 35,2 | 8,9 |
| | 2. Фон + B _{0,05} | 26,5 | 1,1 | 32,9 | 8,7 |
| | 3. Фон + B _{0,10} | 28,4 | 3,0 | 32,6 | 9,2 |
| | 4. Фон + B _{0,15} | 28,2 | 2,8 | 35,1 | 9,9 |
| | 5. Фон + B _{0,05} | 30,4 | 5,0 | 35,1 | 10,6 |
| | 6. Фон + B _{0,10} | 28,5 | 3,1 | 36,2 | 10,3 |
| | 7. Фон + B _{0,15} | 24,2 | - | 36,2 | 8,7 |
| Высокое (0,95) | 1. N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀ Zn _{0,2} – фон | 26,3 | - | 38,3 | 10,1 |
| | 2. Фон + B _{0,05} | 25,3 | - | 36,7 | 9,3 |
| | 3. Фон + B _{0,10} | 26,9 | 0,6 | 37,5 | 10,1 |
| | 4. Фон + B _{0,15} | 25,2 | - | 37,4 | 9,4 |
| | 5. Фон + B _{0,05} | 28,6 | 2,3 | 39,7 | 11,3 |
| | 6. Фон + B _{0,10} | 26,9 | 0,6 | 37,4 | 10,1 |
| | 7. Фон + B _{0,15} | 25,3 | - | 37,5 | 9,5 |
| НСР ₀₅ вариантов/уровней | | 2,1/1,6 | | 0,95 | |

Повышение содержания водорастворимого бора в почве и применение борных удобрений в некорневую подкормку оказали положительное влияние на масличность семян льна. Увеличение содержания бора в дерново-подзолистой супесчаной почве с 0,30 до 0,95 мг/кг способствовало увеличению масличности семян с 34,9 до 38,3 % и сбора масла с 8,2 до 10,1 ц/га. Более высокая эффективность от применения в некорневую подкормку борных удобрений на показатель масличности была получена при низком и среднем содержании бора в почве. Максимальное повышение содержания масла в семенах льна (на 1,7 %) и прибавка сбора масла (2,2 ц/га) отмечается от некорневой подкормки удобрением МикроСтим-Бор в дозе 0,1 кг/га д. в при низком содержании бора в почве.

Сахарная свекла. Результаты исследований свидетельствуют о высокой чувствительности сахарной свеклы к уровню содержания бора в почве и некорневой подкормке борными удобрениями (табл. 3). Установлено, что с повышением содержания бора в почве с 0,33 до 0,90 мг/кг урожайность корнеплодов увеличивается с 636 до 713 ц/га.

Таблица 3

Влияние борных удобрений на урожайность и качество корнеплодов сахарной свеклы при различной обеспеченности почвы бором (среднее за 2007-2008 гг.)

| Уровни содержания бора в почве, мг/кг | Варианты | Урожайность, ц/га | Прибавка, ц/га | Выход сахара, ц/га |
|---------------------------------------|--|-------------------|----------------|--------------------|
| Низкое (0,33) | 1. Навоз 50 т/га + N ₁₅₀ P ₉₀ K ₁₈₀ – фон | 636 | - | 84,5 |
| | 2. Фон + V _{0,1+0,1} | Борная кислота | 677 | 41 |
| | 3. Фон + V _{0,2+0,2} | | 706 | 70 |
| | 4. Фон + V _{0,3+0,3} | | 718 | 82 |
| | 5. Фон + V _{0,1+0,1} | Микро-Стим-Бор | 686 | 50 |
| | 6. Фон + V _{0,2+0,2} | | 738 | 102 |
| | 7. Фон + V _{0,3+0,3} | | 699 | 63 |
| Среднее (0,55) | 1. Навоз 50 т/га + N ₁₅₀ P ₉₀ K ₁₈₀ – фон | 664 | - | 89,0 |
| | 2. Фон + V _{0,1+0,1} | Борная кислота | 706 | 42 |
| | 3. Фон + V _{0,2+0,2} | | 704 | 40 |
| | 4. Фон + V _{0,3+0,3} | | 727 | 63 |
| | 5. Фон + V _{0,1+0,1} | Микро-Стим-Бор | 803 | 139 |
| | 6. Фон + V _{0,2+0,2} | | 778 | 114 |
| | 7. Фон + V _{0,3+0,3} | | 678 | - |
| Высокое (0,90) | 1. Навоз 50 т/га + N ₁₅₀ P ₉₀ K ₁₈₀ – фон | 713 | - | 97,4 |
| | 2. Фон + V _{0,1+0,1} | Борная кислота | 779 | 66 |
| | 3. Фон + V _{0,2+0,2} | | 792 | 79 |
| | 4. Фон + V _{0,3+0,3} | | 769 | 56 |
| | 5. Фон + V _{0,1+0,1} | Микро-Стим-Бор | 855 | 142 |
| | 6. Фон + V _{0,2+0,2} | | 834 | 121 |
| | 7. Фон + V _{0,3+0,3} | | 779 | 66 |
| НСР ₀₅ вариантов/уровней | | 27,0/34,0 | | 0,97 |

Положительный эффект от некорневых подкормок сахарной свеклы борными удобрениями отмечается как при низком уровне, так и при высоком уровне содержания бора в почве, с преимуществом его внесения в органо-минеральной форме, что свидетельствует о высокой потребности в боре данной культуры. Согласно полученным данным, в технологии возделывания сахарной свеклы на дерново-подзолистой супесчаной почве низкообеспеченной бором, наиболее эффективно двукратное внесение в некорневую подкормку борной кислоты и микроудобрения МикроСтим-Бор в дозе 0,2 кг/га д. в., что обеспечило прибавку урожайности корнеплодов 70 и 102 ц/га, выхода сахара – 11,9 и 20,5 ц/га соответственно.

При среднем уровне содержания бора в почве (0,55 мг/кг), максимальная прибавка урожайности корнеплодов получена при двукратном внесении удобрения МикроСтим-Бор в дозе 0,1 кг/га д. в. – 139 ц/га, выход сахара составил – 106,4 ц/га. Внесение борной кислоты обеспечило прибавку урожайности 42,0-63,0 ц/га, при этом максимальный выход сахара был получен при двукратном внесении в дозе

0,1 кг/га – 96,0 ц/га. При уровне содержания бора в почве 0,90 мг/кг эффективно двукратное внесение микроудобрения МикроСтим-Бор в дозе 0,1 кг/га д. в.

Максимальный выход сахара, величина которого зависит от общей продуктивности корнеплодов, их сахаристости и технологических свойств, отмечался при внесении удобрения МикроСтим-Бор на всех уровнях обеспеченности почвы бором.

Ячмень. Результаты исследований с пивоваренным ячменем показывают, что повышение содержания бора в почве не оказывает существенного влияния на урожайность и содержание белка в зерне. Повышение содержания подвижного бора в почве в диапазоне от 0,35 до 1,00 мг/кг почвы сопровождалось тенденцией увеличения урожайности зерна ячменя с 68,6 до 70,3 ц/га (табл. 4).

Таблица 4

Влияние борных удобрений на урожайность и качество зерна ячменя при различной обеспеченности почвы бором (среднее за 2008-2009 гг.)

| Уровни содержания бора в почве, мг/кг | Варианты | Урожайность зерна, ц/га | Прибавка, ц/га | Белок, % | |
|---------------------------------------|---|-------------------------|----------------|----------|------|
| Низкое (0,35) | 1. N ₆₀ P ₉₀ K ₁₂₀ – фон | 68,6 | - | 8,7 | |
| | 2. Фон + V _{0,05} | Борная кислота | 68,8 | 0,2 | |
| | 3. Фон + V _{0,10} | | 68,8 | 0,2 | |
| | 4. Фон + V _{0,15} | | 67,9 | - | |
| | 5. Фон + V _{0,05} | Микро-Стим-Бор | 75,4 | 6,8 | 10,1 |
| | 6. Фон + V _{0,10} | | 72,7 | 4,1 | 10,1 |
| | 7. Фон + V _{0,15} | | 70,2 | 1,6 | 10,1 |
| Среднее (0,70) | 1. N ₆₀ P ₉₀ K ₁₂₀ – фон | 69,2 | - | 10,5 | |
| | 2. Фон + V _{0,05} | Борная кислота | 68,6 | - | |
| | 3. Фон + V _{0,10} | | 71,8 | 2,6 | |
| | 4. Фон + V _{0,15} | | 68,9 | - | |
| | 5. Фон + V _{0,05} | Микро-Стим-Бор | 74,6 | 5,4 | 10,9 |
| | 6. Фон + V _{0,10} | | 72,6 | 3,4 | 10,9 |
| | 7. Фон + V _{0,15} | | 70,9 | 1,7 | 10,9 |
| Высокое (1,00) | 1. N ₆₀ P ₉₀ K ₁₂₀ – фон | 70,3 | - | 10,5 | |
| | 2. Фон + V _{0,05} | Борная кислота | 71,7 | 1,4 | |
| | 3. Фон + V _{0,10} | | 74,3 | 4,0 | |
| | 4. Фон + V _{0,15} | | 73,2 | 2,9 | |
| | 5. Фон + V _{0,05} | Микро-Стим-Бор | 75,8 | 5,5 | 10,9 |
| | 6. Фон + V _{0,10} | | 74,4 | 4,1 | 10,9 |
| | 7. Фон + V _{0,15} | | 70,6 | 0,3 | 10,5 |
| НСР ₀₅ вариантов/уровней | | 4,7/2,2 | | | |

Применение некорневой подкормки борными удобрениями на посевах ячменя оказывало положительное влияние на урожайность зерна. Повышение содержания белка в зерне ячменя с 8,7 до 10,5 % отмечалось при увеличении концентрации бора в почве с 0,35 до 0,70 мг/кг. Некорневая подкормка борными удобрениями повышала содержание белка в зерне только при низком уровне обеспеченности почвы бором.

2. Плодородие почв и применение удобрений

Озимый рапс. Анализ результатов исследований, проведенных на дерново-подзолистой супесчаной почве, позволяет сделать вывод о существенном положительном влиянии бора на урожайность семян озимого рапса (табл. 5). Повышение обеспеченности почвы бором с 0,26 до 0,89 мг/кг способствовало увеличению урожайности семян с 44,2 до 55,0 ц/га, сбора масла с 15,6 до 18,2 ц/га.

Эффективность применения борных удобрений в некорневую подкормку зависела от уровня содержания бора в почве. Высокая эффективность при проведении некорневой подкормки в фазу бутонизации растений озимого рапса борными удобрениями получена при низком и среднем уровне содержания бора в почве в дозе 0,1 кг/га д. в. Так, при низком уровне содержания бора в почве внесение удобрений МикроСтим-Бор в дозе 0,1 кг/га д. в. обеспечивало прибавку урожайности 11,3 ц/га, борной кислоты – 9,7 ц/га. При этом сбор масла составил 19,0 и 20,1 ц/га соответственно. При среднем уровне обеспеченности почвы бором прибавки урожайности семян от борных удобрений были ниже и составили соответственно 7,0 и 6,5 ц/га.

Таблица 5

Влияние борных удобрений на урожайность и масличность семян озимого рапса при различном уровне обеспеченности почвы бором (2009 г.)

| Уровни содержания бора в почве, мг/кг | Варианты | Урожайность, ц/га | Прибавка, ц/га | Масличность, % | Сбор масла, ц/га | |
|---------------------------------------|--|-------------------|----------------|----------------|------------------|------|
| Низкое (0,26) | 1. N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₄₀ – фон | 44,2 | - | 35,2 | 15,6 | |
| | 2. Фон + В _{0,1} | Борная кислота | 53,9 | 9,7 | 35,2 | 19,0 |
| | 3. Фон + В _{0,2} | | 51,4 | 7,2 | 36,8 | 18,9 |
| | 4. Фон + В _{0,3} | | 51,8 | 7,6 | 36,3 | 18,8 |
| | 5. Фон + В _{0,1} | Микро-Стим-Бор | 55,5 | 11,3 | 36,2 | 20,1 |
| | 6. Фон + В _{0,2} | | 54,0 | 9,8 | 34,6 | 18,7 |
| | 7. Фон + В _{0,3} | | 46,8 | 2,6 | 37,2 | 17,4 |
| Среднее (0,59) | 1. N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₄₀ – фон | 50,5 | - | 35,6 | 17,9 | |
| | 2. Фон + В _{0,1} | Борная кислота | 57,5 | 7,0 | 35,0 | 20,1 |
| | 3. Фон + В _{0,2} | | 54,1 | 3,6 | 36,2 | 19,6 |
| | 4. Фон + В _{0,3} | | 53,2 | 2,7 | 33,6 | 17,9 |
| | 5. Фон + В _{0,1} | Микро-Стим-Бор | 57,0 | 6,5 | 35,7 | 20,3 |
| | 6. Фон + В _{0,2} | | 55,8 | 5,3 | 31,8 | 17,7 |
| | 7. Фон + В _{0,3} | | 54,2 | 3,7 | 33,4 | 18,1 |
| Высокое (0,89) | 1. N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₄₀ – фон | 55,0 | - | 33,0 | 18,2 | |
| | 2. Фон + В _{0,1} | Борная кислота | 58,4 | 3,4 | 33,7 | 19,7 |
| | 3. Фон + В _{0,2} | | 59,0 | 4,0 | 36,7 | 21,7 |
| | 4. Фон + В _{0,3} | | 53,6 | - | 26,8 | 14,4 |
| | 5. Фон + В _{0,1} | Микро-Стим-Бор | 59,5 | 4,5 | 34,7 | 20,6 |
| | 6. Фон + В _{0,2} | | 56,7 | 1,7 | 37,0 | 21,0 |
| | 7. Фон + В _{0,3} | | 55,1 | - | 29,2 | 16,1 |
| НСР ₀₅ вариантов/уровней | | 3,7/3,3 | | 1,4 | | |

Яровой рапс. При возделывании ярового рапса на дерново-подзолистой супесчаной почве с содержанием подвижного бора 0,26-0,89 мг/кг отмечается увеличение урожайности семян с 25,0 до 29,4 ц/га (табл. 6).

Таблица 6

Влияние борных удобрений на урожайность и масличность семян ярового рапса при различном уровне обеспеченности почвы бором (2010 г.)

| Уровни содержания бора в почве, мг/кг | Варианты | Урожайность, ц/га | Прибавка, ц/га | Масличность, % | Сбор масла, ц/га | |
|---------------------------------------|---|-------------------|----------------|----------------|------------------|------|
| Низкое (0,26) | 1. N ₁₁₀ P ₆₀ K ₈₀ – фон | 25,0 | - | 34,5 | 8,6 | |
| | 2. Фон + V _{0,1} | Борная кислота | 31,9 | 6,9 | 36,3 | |
| | 3. Фон + V _{0,2} | | 28,8 | 3,8 | 40,1 | |
| | 4. Фон + V _{0,3} | | 28,2 | 3,2 | 37,4 | |
| | 5. Фон + V _{0,1} | Микро-Стим-Бор | 32,2 | 7,2 | 37,1 | 11,9 |
| | 6. Фон + V _{0,2} | | 29,3 | 4,3 | 37,9 | 11,1 |
| | 7. Фон + V _{0,3} | | 28,7 | 3,7 | 30,3 | 8,7 |
| Среднее (0,59) | 1. N ₁₁₀ P ₆₀ K ₈₀ – фон | 26,8 | - | 34,7 | 9,3 | |
| | 2. Фон + V _{0,1} | Борная кислота | 30,8 | 4,0 | 29,9 | |
| | 3. Фон + V _{0,2} | | 30,7 | 3,9 | 28,8 | |
| | 4. Фон + V _{0,3} | | 28,8 | 2,0 | 30,8 | |
| | 5. Фон + V _{0,1} | Микро-Стим-Бор | 31,9 | 5,1 | 37,2 | 11,9 |
| | 6. Фон + V _{0,2} | | 31,0 | 4,2 | 39,6 | 12,3 |
| | 7. Фон + V _{0,3} | | 30,0 | 3,2 | 29,2 | 8,8 |
| Высокое (0,89) | 1. N ₁₁₀ P ₆₀ K ₈₀ – фон | 29,4 | - | 34,7 | 10,2 | |
| | 2. Фон + V _{0,1} | Борная кислота | 33,0 | 3,6 | 28,9 | |
| | 3. Фон + V _{0,2} | | 31,7 | 2,3 | 34,1 | |
| | 4. Фон + V _{0,3} | | 28,5 | - | 29,0 | |
| | 5. Фон + V _{0,1} | Микро-Стим-Бор | 33,6 | 4,2 | 36,7 | 12,3 |
| | 6. Фон + V _{0,2} | | 31,9 | 2,5 | 30,8 | 9,8 |
| | 7. Фон + V _{0,3} | | 28,3 | - | 29,4 | 8,3 |
| НСР ₀₅ вариантов/уровней | | 2,1/1,8 | | | | |

Внесение борных удобрений в некорневую подкормку на посевах рапса способствовала урожайности семян при низком, среднем и высоком уровне обеспеченности почвы бором. Прибавка урожайности семян по вариантам опыта составляла от 2,0 до 7,2 ц/га.

При обеспеченности супесчаной почвы бором на уровне 0,26-0,89 мг/кг, содержание масла в семенах рапса на фоновых вариантах колебалось в пределах 34,5-34,7 %. Применение борных удобрений в некорневую подкормку растений рапса способствовало повышению содержания масличности в семенах рапса только при низком содержании бора в почве. С увеличением концентрации бора в почве некорневая подкормка не оказывала существенного влияния на масличность семян рапса.

Картофель. Результаты двухлетних исследований свидетельствуют о высокой чувствительности картофеля к различному уровню содержания бора в почве и не-

2. Плодородие почв и применение удобрений

корневой подкормке борными удобрениями (табл. 7). При возделывании картофеля на дерново-подзолистой супесчаной почве оптимальным содержанием бора в почве является 0,6 мг/кг (средний уровень), которое обеспечивает достоверное повышение урожайности клубней с 288 до 354 ц/га и увеличение сбора крахмала с 44,9 до 54,9 ц/га. При повышении уровня содержания бора в почве до 0,89 мг/кг достоверной прибавки урожайности клубней не отмечалось.

Уровень прибавок картофеля от некорневых подкормок борными удобрениями в фазу бутонизации зависел от содержания бора в почве и формы микроудобрений. Самая высокая эффективность от некорневых подкормок борными удобрениями обеспечивается при низком содержании бора в почве (прибавка урожайности картофеля составила 48-64 ц/га). При средней обеспеченности супесчаной почвы бором прибавки урожайности картофеля от некорневых подкормок борными удобрениями были ниже и составили 31-53 ц/га. Следует отметить, что эффективность применения в некорневую подкормку картофеля как жидкого удобрения Микро-Стим-Бор, так и борной кислоты была практически равноценной.

Таблица 7

Влияние борных удобрений на урожайность и качество картофеля при различном уровне обеспеченности почвы бором (2009-2010 гг.)

| Уровни содержания бора в почве, мг/кг | Варианты | Урожайность, ц/га | Прибавка, ц/га | Содержание крахмала, % | Сбор крахмала, ц/га | |
|---------------------------------------|--|-------------------|----------------|------------------------|---------------------|------|
| Низкое (0,38) | 1. Навоз 60 т/га + N ₁₀₀ P ₇₅ K ₁₂₀ – фон | 288 | - | 15,6 | 44,9 | |
| | 2. Фон + В _{0,05} | Борная кислота | 336 | 48 | 16,4 | 55,8 |
| | 3. Фон + В _{0,10} | | 343 | 55 | 15,8 | 54,2 |
| | 4. Фон + В _{0,15} | | 352 | 64 | 16,0 | 56,3 |
| | 5. Фон + В _{0,05} | Микро-Стим-Бор | 342 | 54 | 16,6 | 56,4 |
| | 6. Фон + В _{0,10} | | 345 | 57 | 16,1 | 55,5 |
| | 7. Фон + В _{0,15} | | 352 | 64 | 15,8 | 55,6 |
| Среднее (0,61) | 1. Навоз 60 т/га + N ₁₀₀ P ₇₅ K ₁₂₀ – фон | 354 | - | 15,5 | 54,9 | |
| | 2. Фон + В _{0,05} | Борная кислота | 403 | 49 | 16,3 | 65,7 |
| | 3. Фон + В _{0,10} | | 393 | 39 | 16,1 | 63,3 |
| | 4. Фон + В _{0,15} | | 401 | 47 | 15,1 | 60,6 |
| | 5. Фон + В _{0,05} | Микро-Стим-Бор | 407 | 53 | 15,2 | 61,9 |
| | 6. Фон + В _{0,10} | | 395 | 41 | 15,8 | 62,4 |
| | 7. Фон + В _{0,15} | | 385 | 31 | 15,3 | 58,9 |
| Высокое (0,89) | 1. Навоз 60 т/га + N ₁₀₀ P ₇₅ K ₁₂₀ – фон | 367 | - | 15,2 | 55,8 | |
| | 2. Фон + В _{0,05} | Борная кислота | 376 | 9 | 14,9 | 56,0 |
| | 3. Фон + В _{0,10} | | 405 | 38 | 14,7 | 59,5 |
| | 4. Фон + В _{0,15} | | 404 | 37 | 15,3 | 61,8 |
| | 5. Фон + В _{0,05} | Микро-Стим-Бор | 413 | 46 | 15,2 | 62,8 |
| | 6. Фон + В _{0,10} | | 402 | 35 | 15,8 | 63,5 |
| | 7. Фон + В _{0,15} | | 360 | - | 15,9 | 57,2 |
| НСР ₀₅ вариантов/уровней | | 28,2/35,5 | | | | |

Применение некорневых подкормок борными удобрениями оказывало положительное влияние на повышение содержания крахмала в клубнях картофеля только при низкой обеспеченности почвы бором. Сбор крахмала зависел от урожайности клубней картофеля и составлял по вариантам опыта от 44,9 до 63,5 ц/га.

ВЫВОДЫ

1. Повышение обеспеченности дерново-подзолистой супесчаной почвы бором с 0,26 до 1,00 мг/кг обеспечивало увеличение урожайности и качества семян льна масличного и рапса, корнеплодов сахарной свеклы, клубней картофеля.

2. Эффективность некорневых подкормок сельскохозяйственных культур борными удобрениями возрастает при низкой обеспеченности почвы бором. При этом жидкое органоминеральное удобрение МикроСтим-Бор имеет преимущество в сравнении с борной кислотой.

3. Максимальную дозу микроудобрений рекомендуется вносить на почвах низко- и среднеобеспеченных бором. Эффективность применения борных удобрений при высоком уровне содержания бора в почве ориентирована на получение высокой урожайности и качественной продукции при интенсивных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анспок, П. И. Микроудобрения: справочник / П. И. Анспок. – Л.: Агропромиздат, 1990. – 272 с.

2. Лен: монография /Институт экономики НАНБ; под ред. З. М. Ильиной – Минск: 2005. –108 с.

3. Шпаар, Д. Некоторые вопросы дальнейшей интенсификации выращивания сахарной свеклы в рамках устойчивого развития земледелия / Д. Шпаар // Пути интенсификации свеклосахарного производства в Республике Беларусь: материалы Междунар. науч.-произв. конф., посвящ. 70-летию Белорус. зон. опыт. станции по сахар. свекле, Несвиж, 3-4 декабря 1998 г. / НАН Беларуси; редкол. И. С. Татур [и др.]. – Минск, 2002. – С. 15-30.

4. Пицко, М. В. Влияние микроудобрений (борного и марганцевого) на урожайность и качество семян рапса ярового на дерново-подзолистой супесчаной почве: автореф. дис...канд. с.-х. наук: / М. В. Пицко. – Минск, 2001. – 16с.

5. Применение минеральных удобрений, модифицированных мезо- и микроэлементами, под картофель: рекомендации / РАСХН ВНИИ картофельного хозяйства. – Москва, 2002. – 42с.

6. Школьник, М. Я. Роль и значение бора и других микроэлементов в жизни растений / М. Я. Школьник. – М., 1939. – 222 с.

7. Кабата-Пендиас, А. Микроэлементы в почвах и растениях / А. Кабата-Пендиас, Х. Пендиас. – М.: Мир, 1989. – 439 с.

8. Нелюбова Г. Л. Изменение содержания бора в дерново-подзолистых почвах при длительном применении различных доз и видов удобрений, известкования / Г. Л. Нелюбова, В. П. Старовойтова // Изв. Тимирязевской с.-х. академии. – 1979. – №2. – С. 100-108.

9. Система применения микроудобрений под сельскохозяйственные культуры: рекомендации / Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск, 2006. – 28 с.

10. Рак, М. В. Микроэлементы в почвах Беларуси и применение микроудобрений в современных агротехнологиях / М. В. Рак // Плодородие почв – основа устойчивого развития сельского хозяйства: материалы Междунар. науч.-практ. конф. и IV съезда почвоведов, Минск, 26-30 июля 2010 г.: в 2 ч./ редкол.: В. В. Лапа [и др.]. – Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск, 2010. – Ч.1. – С. 14-17.

EFFICIENCY OUTSIDE ROOT APPLICATION OF AGRICULTURAL CULTURES BY BORIC FERTILIZER IN RELATION TO B-STATUS OF PODZOLUVISOL LOAMY SAND SOIL

M. V. Rak, Barashkova E. N.

Summary

Results of researtches on study of influence of various levels contents of water soluble boron in podzoluvisol loamy sand soil, doses and forms of boric fertilizers on productivity of agricultural culture are presented in article.

Experimental data shown that efficiency of boric fertilizers was various and depended on level boron content in soil.

Поступила 5 декабря 2011 г.

УДК 631.81.095.337:633.63

ВЛИЯНИЕ МИКРОУДОБРЕНИЙ МИКРОСТИМ И МИКРОСИЛ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО КОРНЕПЛОДОВ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

М. В. Рак, С. А. Титова, Е. Н. Барашкова

Институт почвоведения и агрохимии, г. Минск, Беларусь

ВВЕДЕНИЕ

Сахарная свекла является основным источником сырья для производства сахара. В современных технологиях возделывания сахарной свеклы внесение макро- и микроудобрений является основным фактором формирования высокой урожайности с хорошим качеством корнеплодов. При высоком уровне применения макроудобрений под сахарную свеклу резко возрастает роль микроэлементов в создании оптимального баланса питательных веществ. Микроэлементам принадлежит разнообразная агрохимическая и физиологическая роль. Положительное действие микроэлементов обусловлено тем, что они принимают участие в окислительно-восстановительных процессах, углеводном и азотном обменах [1, 2, 3, 4, 5].

В настоящее время ассортимент микроудобрений нуждается в дальнейшем расширении и оптимизации. С этих позиций перспективно более интенсивное использование жидких микроудобрений в хелатных и органоминеральных формах. Эффективность этих форм микроудобрений выше, чем химических солей, они легко растворимы в воде и более технологичны в применении. Помимо этого,