

8. Интенсификация продукционного процесса растений. Приемы управления / В. Г. Сычев [и др.]. – М.: ВНИИА, 2009. – 520 с.

9. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

10. Методика определения агрономической и экономической эффективности удобрений и прогнозирования урожая сельскохозяйственных культур / И. М. Богдевич [и др.]. – Минск: И-т почвоведения и агрохимии, 2010. – 24 с.

THE EFFECT OF MICRONUTRIENT FERTILIZERS ON THE YIELD AND QUALITY OF MAIZE ON SOD-PODZOLIC HIGHLY CULTIVATED LIGHT LOAMY SOIL

M. V. Rak, E. N. Pukalova, N. S. Ivanova, L. N. Guk, V. A. Mukovozchik

Summary

The article presents the results of studies on the effectiveness of using MicroStim liquid micronutrient fertilizers in the cultivation of maize on sod-podzolic highly cultivated light loamy soil. It has been established that non-root top dressing of micronutrient corn during the growing season increases yield, improves product quality and is a cost-effective method.

Поступила 05.05.2020

УДК 631.81.095.337:633.521

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМ И ДОЗ МИКРОУДОБРЕНИЙ НА НАКОПЛЕНИЕ И ВЫНОС МИКРОЭЛЕМЕНТОВ РАСТЕНИЯМИ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО

Е. Н. Пукалова

*Институт почвоведения и агрохимии,
г. Минск, Беларусь*

ВВЕДЕНИЕ

Лен масличный отличается специфичностью питания, потребляет на формирование урожая больше питательных веществ, чем многие другие сельскохозяйственные культуры, неравномерно поглощая элементы питания в течение вегетации. Такой характер поступления питательных элементов связан с неравномерностью роста растений. Самый ответственный период в формировании урожая – начальный – от всходов до фазы «елочка» и быстрого роста. Обеспеченность питанием в первые две ранние фазы обуславливает рост растения, нормальное образование семян и хороший урожай качественного волокна. В тоже время поступление каждого элемента питания в онтогенезе льна значительно

изменяется в зависимости от погодных условий, содержания их подвижных форм в почве, сортовых особенностей культуры [1, 2, 3].

Интенсивное земледелие предусматривает высокий вынос из почвы элементов питания, возделываемый участок с каждым годом все больше истощается. Наиболее полно и эффективно вещества усваиваются растениями при соблюдении баланса между макро- и микроэлементами. Поскольку на начальном этапе вегетации корневая система растений льна еще слабо развита и имеет низкую способность усваивать элементы питания из почвы, листовая подкормка в период от появления всходов до фазы «елочка» обеспечит растения всеми необходимыми микроэлементами и улучшит усвоение элементов питания из почвы. Некорневая подкормка позволяет уравновесить дисбалансы питательных веществ быстро и целенаправленно, а также является методом быстрой поставки питательных веществ во время наиболее максимальной потребности на некоторых фазах роста растений. Появляются новые сорта, которые все быстрее растут, развиваются, накапливают массу за короткий промежуток времени, значит потребность в микроэлементах возрастает [4].

Лен относится к группе культур, чувствительных к недостатку бора, меди и цинка. На их недостаток лен реагирует слабым развитием и отставанием в росте [5, 6, 7].

Цель наших исследований состояла в изучении накопления и выноса микроэлементов растениями льна масличного в зависимости от формы и дозы внесения микроудобрений в некорневую подкормку.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования по эффективности некорневых подкормок льна масличного различными формами и дозами микроудобрений проводились на дерново-подзолистой супесчаной почве в полевом опыте в РУП «Экспериментальная база им. Суворова» Узденского района Минской области.

Агрохимическая характеристика пахотного слоя почвы: рН в КСl 5,8–6,0; содержание гумуса – 2,5–2,8 %, P_2O_5 – 200–225 и K_2O – 240–255 мг/кг почвы; подвижных форм меди – 1,6–1,8 и цинка 2,4–3,5 мг/кг, водорастворимого бора – 0,28–0,30 мг/кг почвы.

В опыте возделывался лен масличный Сонечны. Предшественник – озимая пшеница.

Схема опыта включала варианты с применением в некорневую подкормку возрастающих доз и сочетаний цинка, меди и бора. Некорневые подкормки льна масличного в фазу «елочки» в вариантах 2–13 проводились неорганическими солями микроэлементов, в вариантах 14–25 – жидкими микроудобрениями МикроСтим.

Фоновые удобрения $N_{60}P_{60}K_{120}$ внесены под предпосевную культивацию в форме мочевины, аммонизированного суперфосфата, хлористого калия. В форме неорганических солей микроудобрений использовали: сернокислую медь с содержанием меди – 25 %, сернокислый цинк с содержанием цинка – 22,7 %, борную кислоту с содержанием бора – 17 %. В качестве комплексонов микроэлементов применяли жидкое микроудобрение МикроСтим-Медь Л с содержанием меди – 78 г/л, МикроСтим-Цинк с содержанием цинка – 80 г/л, МикроСим-Цинк, Медь с содержанием цинка – 50 г/л и меди – 15 г/л, МикроСтим-Цинк, Бор с содержанием цинка – 46 г/л и бора – 30 г/л.

Схема опыта:

Неорганические соли микроэлементов	Жидкие микроудобрения МикроСтим
1. $N_{60}P_{60}K_{120}$ – фон	
2. Фон + $Cu_{0,05}$	14. Фон + $Cu_{0,05}$
3. Фон + $Cu_{0,075}$	15. Фон + $Cu_{0,075}$
4. Фон + $Cu_{0,1}$	16. Фон + $Cu_{0,1}$
5. Фон + $Zn_{0,1}$	17. Фон + $Zn_{0,1}$
6. Фон + $Zn_{0,2}$	18. Фон + $Zn_{0,2}$
7. Фон + $Zn_{0,3}$	19. Фон + $Zn_{0,3}$
8. Фон + $Zn_{0,1}Cu_{0,03}$	20. Фон + $Zn_{0,1}Cu_{0,03}$
9. Фон + $Zn_{0,2}Cu_{0,065}$	21. Фон + $Zn_{0,2}Cu_{0,065}$
10. Фон + $Zn_{0,3}Cu_{0,1}$	22. Фон + $Zn_{0,3}Cu_{0,1}$
11. Фон + $B_{0,05}Zn_{0,08}$	23. Фон + $B_{0,05}Zn_{0,08}$
12. Фон + $B_{0,1}Zn_{0,16}$	24. Фон + $B_{0,1}Zn_{0,16}$
13. Фон + $B_{0,15}Zn_{0,24}$	25. Фон + $B_{0,15}Zn_{0,24}$

В процессе ухода за посевами льна проведена обработка посевов против вредителей по всходам инсектицидом децис экстра (60 мл/га), против сорняков – гербицидами Секатор (125 г/га) и 2М4Х (0,7 л/га).

Погодные условия вегетационных периодов льна масличного в годы проведения исследований различались как температурой, так и количеством выпавших осадков. Вегетационный период 2006 г. по гидротермическим условиям характеризовался как избыточно увлажненный (ГТК – 1,7), но с равномерным выпадением осадков. Гидротермические условия вегетационного периода 2008 г. были близки к среднемноголетним показателям (ГТК – 1,3) и отличались прежде всего неравномерностью выпадения осадков, наибольшее количество которых приходилось на апрель и недостаточное на июнь. В целом для роста и развития льна масличного погодные условия вегетационных периодов в годы исследований были благоприятными.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Согласно полученным данным применение микроэлементов не всегда приводит к значительному накоплению их в семенах или соломе льна масличного, что может быть связано со сложным процессом реутилизации. Можно отметить тенденцию повышения накопления микроэлементов льна от применения их в составе микроудобрений МикроСтим в сравнении с их неорганическими солями (табл. 1).

В фазу бутонизации концентрация меди в растениях льна масличного повышалась от 3,6 до 4,6 мг/кг (на 0,5–1,5 мг/кг) от применения в некорневую подкормку сульфата меди, и от 3,5 до 5,0 мг/кг (на 0,4–1,9 мг/кг) при внесении элемента в составе удобрений МикроСтим в сравнении с фоновым вариантом (3,1 мг/кг). Содержание цинка в биомассе льна в фоновом варианте была на уровне 15,0 мг/кг. Его концентрация в растениях увеличивалась с 16,5 до 23,5 мг/кг (на 1,5–8,5 мг/кг) при внесении сульфата цинка, и с 16,8 до 30,7 мг/кг (на 1,8–15,7 мг/кг) – от цинка

в составе удобрений МикроСтим. Накопление бора в биомассе льна составило 35,7–37,0 мг/кг под влиянием борной кислоты и 36,5–37,9 мг/кг от удобрения МикроСтим-Цинк, Бор, или на 0,2–1,5 мг/кг и 1,0–2,4 мг/кг при фоновом содержании 35,5 мг/кг (табл. 1).

Внесение возрастающих доз микроудобрений в некорневую подкормку в фазу «елочка» растений льна способствовало достоверному повышению содержания меди в семенах – на 1,5–3,2 мг/кг, цинка – на 3,4–8,0 мг/кг, бора – на 2,0–3,5 мг/кг в сравнении с фоновыми вариантами (табл. 1).

Таблица 1

Содержание микроэлементов в растениях льна в фазу бутонизации, семенах и соломе (среднее 2006, 2008 гг.), мг/кг (сухой массы)

Варианты	Неорганические соли микроэлементов			Жидкие микроудобрения МикроСтим		
	Cu	Zn	B	Cu	Zn	B
<i>Фаза бутонизации</i>						
N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀ – фон	3,1	15,0	35,5	3,1	15,0	35,5
Фон + Cu _{0,05}	4,0	–	–	3,7	–	–
Фон + Cu _{0,075}	4,6	–	–	4,1	–	–
Фон + Cu _{0,1}	4,2	–	–	5,0	–	–
Фон + Zn _{0,1}	–	19,3	–	–	23,1	–
Фон + Zn _{0,2}	–	18,4	–	–	20,3	–
Фон + Zn _{0,3}	–	19,1	–	–	17,8	–
Фон + Zn _{0,1} Cu _{0,03}	4,6	19,4	–	3,5	17,7	–
Фон + Zn _{0,2} Cu _{0,065}	3,7	16,5	–	3,9	16,8	–
Фон + Zn _{0,3} Cu _{0,1}	3,6	16,8	–	4,1	21,9	–
Фон + B _{0,05} Zn _{0,08}	–	18,7	35,7	–	26,4	37,0
Фон + B _{0,1} Zn _{0,16}	–	21,1	36,1	–	23,3	36,5
Фон + B _{0,15} Zn _{0,24}	–	23,5	37,0	–	30,7	37,9
HCP ₀₅	1,2	3,0	2,0	1,2	3,0	2,0
<i>Семена/солома</i>						
N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀ – фон	7,8/2,0	32,0/5,4	6,5/19,5	7,8/2,0	32,0/5,4	6,5/19,5
Фон + Cu _{0,05}	8,6/2,1	–	–	9,5/2,6	–	–
Фон + Cu _{0,075}	8,9/1,8	–	–	9,5/2,6	–	–
Фон + Cu _{0,1}	8,2/2,1	–	–	9,3/2,6	–	–
Фон + Zn _{0,1}	–	36,3/3,5	–	–	37,3/4,5	–
Фон + Zn _{0,2}	–	37,0/5,1	–	–	37,3/5,4	–
Фон + Zn _{0,3}	–	38,3/6,6	–	–	39,4/5,7	–
Фон + Zn _{0,1} Cu _{0,03}	9,6/2,1	36,4/5,4	–	11,0/2,5	40,0/5,2	–
Фон + Zn _{0,2} Cu _{0,065}	9,3/2,0	35,1/5,3	–	10,1/2,5	37,8/6,0	–
Фон + Zn _{0,3} Cu _{0,1}	9,4/2,2	35,4/5,1	–	8,4/2,0	36,3/5,2	–
Фон + B _{0,05} Zn _{0,08}	–	38,1/4,8	8,0/19,8	–	38,3/5,6	8,3/20,5
Фон + B _{0,1} Zn _{0,16}	–	36,2/4,9	8,1/20,5	–	39,9/4,4	9,7/22,6
Фон + B _{0,15} Zn _{0,24}	–	34,5/4,8	8,5/20,1	–	35,3/5,5	10,0/23,0
HCP ₀₅	1,5/0,4	3,4/1,1	1,9/1,7	1,5/0,4	3,4/1,1	1,9/1,7

На содержание меди в семенах наибольшее влияние оказывало совместное применение цинка и меди в любой форме их внесения по сравнению с односторонним внесением этих элементов. В фоновом варианте содержание меди составляло 7,8 мг/кг. При совместном внесении данных элементов содержание меди в семенах по вариантам колебалось в пределах 8,4–11,0 мг/кг, при некорневой подкормке только медью – 8,2–9,5 мг/кг. Максимальное накопление меди в льносеменах (11,0 мг/кг) было отмечено в варианте с внесением удобрения МикроСтим-Цинк, Медь в дозе $Zn_{0,1}Cu_{0,03}$ кг д. в./га, что выше фонового варианта на 41,0 %. Содержание цинка в семенах льна в фоновом варианте составило 32,0 мг/кг. Максимальная концентрация цинка в семенах (39,9 и 40,0 мг/кг) отмечена при совместном внесении удобрения МикроСтим-Цинк, Бор в дозе $B_{0,1}Zn_{0,16}$ и МикроСтим-Цинк, Медь в дозе $Zn_{0,1}Cu_{0,03}$.

Содержание бора в фоновом варианте составляло 6,5 мг/кг. С внесением возрастающих доз бора в некорневую подкормку содержания элемента в семенах возрастало с 8,3 до 10,0 мг/кг при внесении удобрения МикроСтим-Цинк, Бор и с 8,0 до 8,5 мг/кг при совместном применении сульфата цинка и борной кислоты.

Содержание меди в соломе льна в фоновом варианте составило 2,0 мг/кг (табл. 1). Некорневая подкормка льна медью максимально повышала содержание данного элемента в соломе до 2,6 мг/кг сухой массы, при более высоких значениях в вариантах с внесением удобрения МикроСтим-Медь. Содержание цинка в соломе по вариантам опыта колебалось от 3,5 до 6,6 мг/кг, при содержании в фоновом варианте – 5,4 мг/кг. Накопление бора в соломе в вариантах с внесением борной кислоты и сульфата цинка по вариантам опыта составляло 19,8–20,5 мг/кг, с применением бора в составе удобрения МикроСтим-Цинк, Бор – 20,5–23,0 мг/кг, при содержании в фоновом варианте ($N_{60}P_{60}K_{120}$) – 19,5 мг/кг.

Следует отметить, что по распределению микроэлементов между генеративной и вегетативной частями урожая льна медь и цинк больше накапливались в семенах, бор – в соломе (табл. 1).

Оценку обеспеченности питанием растений можно проводить не только по концентрации отдельных элементов, но и по их соотношению, поскольку это несет дополнительную информацию об особенностях питания растений. Следует отметить, что по степени накопления микроэлементов в растении их можно расположить в следующий убывающий ряд $B > Zn > Cu$ (рис. 1).

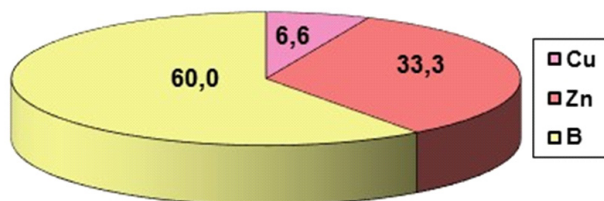


Рис. 1. Соотношение микроэлементов в фазу бутонизации, %

Потребность сельскохозяйственных культур в элементах питания характеризуется выносом их с урожаем основной и побочной продукции.

Проведенные исследования позволили определить вынос элементов питания на единицу площади в зависимости от вида и дозы вносимых микроудобрений и

определить закономерности распределения микроэлементов между генеративной и вегетативной частью урожая льна. В среднем за 2 года исследований применение микроудобрений способствовало возрастанию общего выноса всех элементов питания. Общий вынос микроэлементов урожаем льна был больше в вариантах, где применяли жидкие микроудобрения МикроСтим. Наименьшие значения выноса отмечались в фоновом варианте опыта (табл. 2).

Таблица 2

Общий вынос микроэлементов урожаем льна масличного при возделывании на дерново-подзолистой супесчаной почве, г/га (среднее 2006, 2008 гг.)

Варианты	Неорганические соли микроэлементов			Жидкие микроудобрения МикроСтим		
	Cu	Zn	B	Cu	Zn	B
N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀ – фон	21,8	80,7	74,5	21,8	80,7	74,5
Фон + Cu _{0,05}	26,9	–	–	31,3	–	–
Фон + Cu _{0,075}	27,0	–	–	32,5	–	–
Фон + Cu _{0,1}	26,8	–	–	30,6	–	–
Фон + Zn _{0,1}	–	98,5	–	–	110,7	–
Фон + Zn _{0,2}	–	103,6	–	–	114,7	–
Фон + Zn _{0,3}	–	113,3	–	–	113,5	–
Фон + Zn _{0,1} Cu _{0,03}	31,2	109,2	–	37,8	123,4	–
Фон + Zn _{0,2} Cu _{0,065}	31,0	108,5	–	33,6	113,8	–
Фон + Zn _{0,3} Cu _{0,1}	31,2	105,6	–	27,3	106,1	–
Фон + B _{0,05} Zn _{0,08}	–	110,5	89,5	–	112,9	91,6
Фон + B _{0,1} Zn _{0,16}	–	107,0	94,6	–	122,5	108,5
Фон + B _{0,15} Zn _{0,24}	–	100,2	90,6	–	105,7	105,4

Вынос меди соломой и семенами льна масличного на фоновом варианте составил 21,8 г/га. Применение микроудобрений, содержащих медь, обеспечило повышение выноса этого элемента с семенами и соломой льна при внесении сульфата меди до 26,8–31,2 г/га (на 22,9–43,1 %), при некорневой подкормке удобрениями МикроСтим-Медь, МикроСтим-Цинк, Медь – до 27,3–37,8 г/га (на 25,2–73,4 %). При совместном применении меди и цинка в любой форме их внесения, вынос меди урожаем льна характеризовался более высокой величиной по сравнению с вариантами, где вносилась только медь.

Вынос льнопродукцией цинка в 3,8 раза больше, чем меди (фоновый вариант). На фоновом варианте общий вынос элемента составил 80,7 г/га, по вариантам опыта при внесении сульфата цинка значения колебались от 98,5 до 113,3 г/га, при внесении удобрений МикроСтим-Цинк, Медь и МикроСтим-Цинк, Бор – от 105,7 до 123,4 мг/кг. Применение сульфата цинка повышало общий вынос элемента по сравнению с фоновым вариантом на 22,1–40,4 %, в составе удобрений МикроСтим – на 31,0–52,9 %. Наибольший вынос цинка (123,4 г/га) отмечен при внесении удобрения МикроСтим-Цинк, Медь в дозе Zn_{0,1}Cu_{0,03} кг д. в./га и МикроСтим-Цинк, Бор в дозе B_{0,1}Zn_{0,16} кг д. в./га.

Вынос бора урожаем льна в 3,0 раза выше, чем меди и равнозначен цинку (фоновый вариант). На фоновом варианте вынос бора составил 74,5 г/га. Некор-

невое внесение бора увеличило общий вынос элемента на 20,1–27,0 % (до 89,5–94,6 мг/кг) от применения борной кислоты и на 23,0–45,6 % (с 91,6 до 108,5 мг/кг) от применения удобрений МикроСтим-Цинк, Бор. Наибольший вынос бора отмечен при внесении удобрения МикроСтим-Цинк, Бор в дозе $B_{0,1}Zn_{0,16}$ кг д. в./га.

Что касается конечного перераспределения элементов питания между генеративной и вегетативной частью урожая льна, то на формирование урожая семян используется основное количество меди и цинка, а основная доля бора накапливается в вегетативной части (рис. 2).

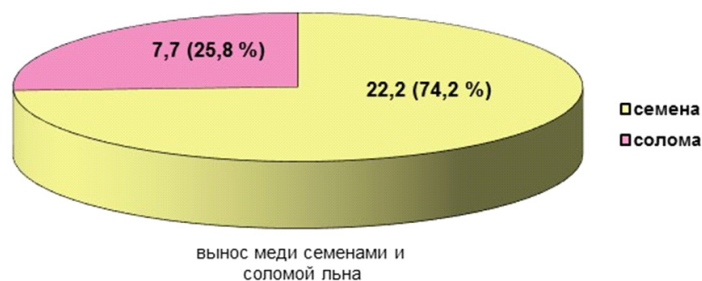


Рис. 2. Вынос микроэлементов с семенами и соломой льна, г/га (среднее за 2006, 2008 гг.)

Причем вынос цинка семенами льна в 4,1 раза больше по сравнению с выносом меди и в 4,4 раза выше выноса бора. Согласно полученным данным соотношение распределения меди между семенами и соломой льна составляет 1:0,35, цинка – 1:0,20, бора – 1:3,60.

Таким образом, основная часть цинка (83,1 %) и меди (74,2 %) выносятся семенами льна масличного, большая часть бора (78,1 %) – соломой льна. При этом применение микроудобрений МикроСтим увеличило общий вынос меди по сравнению с внесением их в неорганической форме на 2,3–30,3 %, цинка – на 8,9–12,5 % (за исключением вариантов с дозой микроэлементов – $Zn_{0,3}Cu_{0,1}$), бора – на 2,8–18,7 %.

По результатам исследований при внесении исследуемых микроудобрений в средних и повышенных дозах вынос их урожаем льна не превышает их поступление, что свидетельствует о компенсации вносимых микроэлементов с некорневой подкормкой (табл.3).

Таблица 3

Соотношение поступления микроэлементов к выносу урожаем льна масличного при возделывании на дерново-подзолистой супесчаной почве, г/га (среднее 2006, 2008 гг.)

Варианты	Неорганические соли микроэлементов			Жидкие микроудобрения МикроСтим		
	Cu	Zn	B	Cu	Zn	B
$N_{60}P_{60}K_{120}$ – фон	–	–	–	–	–	–
Фон + $Cu_{0,05}$	1:0,54	–	–	1:0,63	–	–
Фон + $Cu_{0,075}$	1:0,36	–	–	1:0,44	–	–
Фон + $Cu_{0,1}$	1:0,27	–	–	1:0,31	–	–

Варианты	Неорганические соли микроэлементов			Жидкие микроудобрения МикроСтим		
	Cu	Zn	B	Cu	Zn	B
Фон + Zn _{0,1}	–	1:0,99	–	–	1:1,11	–
Фон + Zn _{0,2}	–	1:0,52	–	–	1:0,58	–
Фон + Zn _{0,3}	–	1:0,38	–	–	1:0,38	–
Фон + Zn _{0,1} Cu _{0,03}	1:1,04	1:1,10	–	1:1,26	1:1,24	–
Фон + Zn _{0,2} Cu _{0,065}	1:0,48	1:0,55	–	1:0,52	1:0,57	–
Фон + Zn _{0,3} Cu _{0,1}	1:0,32	1:0,36	–	1:0,28	1:0,36	–
Фон + B _{0,05} Zn _{0,08}	–	1:1,39	1:1,79	–	1:1,42	1:1,84
Фон + B _{0,1} Zn _{0,16}	–	1:0,67	1:0,95	–	1:0,77	1:1,09
Фон + B _{0,15} Zn _{0,24}	–	1:0,42	1:0,61	–	1:0,44	1:0,71

Превышение отмечено только в низких дозах внесения меди (0,03 кг/га), цинка (0,08–0,1 кг/га) и бора (0,05 кг/га).

ВЫВОДЫ

1. При возделывании льна масличного на дерново-подзолистой супесчаной почве установлено положительное влияние меди, цинка и бора на накопление биомассы растениями льна в фазу бутонизации, с преимуществом их внесения в составе жидких микроудобрений МикроСтим. При внесении жидких микроудобрений МикроСтим в некорневые подкормки льна масличного отмечается более интенсивное накопление бора, цинка и меди в семенах и соломе в сравнении с неорганическими солями.

2. Основная часть цинка (83,1 %) и меди (74,2 %) выносятся семенами льна масличного, большая часть бора (78,1 %) – солома льна. Применение микроудобрений МикроСтим увеличило общий вынос меди по сравнению с внесением их в неорганической форме на 2,3–30,3 %, цинка – на 8,9–12,5 % (за исключением вариантов, с дозой микроэлементов Zn_{0,3}Cu_{0,1}), бора – на 2,8–18,7 %.

3. При возделывании льна масличного на дерново-подзолистой супесчаной почве с низкой обеспеченностью микроэлементами на фоне минеральных удобрений (N₆₀P₆₀K₁₂₀) внесение во некорневую подкормку исследуемых микроудобрений способствовало компенсации их выноса с урожаем продукции по мере повышения дозы их внесения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Церлинг, В. В.* Диагностика питания сельскохозяйственных культур: справочник / В. В. Церлинг. – М., 1990. – 235 с.
2. *Дьяков, А. Б.* Физиология и экология льна / А. Б. Дьяков. – ВНИИМК. – Краснодар, 2006. – 214 с.
3. *Куркаев, В. Т.* Агрохимия / В. Т. Кукарев, А. Х. Шеуджен. – Майкоп: ГУРИГШ «Адыгея», 2000. – 252 с.
4. *Маковский, Н.* Что необходимо для выращивания масличного льна / Н. Маковский, В. П. Самсонов // Агроекономика. – 2004. – № 9. – С. 44–45.

5. Бекбутаев, М. Б. Лен масличный в Узбекистане / М. Б. Бекбутаев // Масличные культуры. – 2005. – № 3. – С. 81–96.

6. Цыганов, А. Р. Микроэлементы и микроудобрения: учеб. пособие / А. Р. Цыганов, Т. Ф. Персикова, С. Ф. Реуцкая. – Минск, 1998. – 122 с.

7. Дридигер, В. К. Лен масличный на Ставрополье: монография / В. К. Дридигер, А. Н. Есаулко, Г. Р. Дорожко. – Ставрополь: Параграф, 2013. – 148 с.

INFLUENCE OF VARIOUS FORMS AND DOSES OF MICROFERTILIZERS ON THE ACCUMULATION AND REMOVAL OF MICROELEMENTS BY PLANTSOIL FLAX

E. N. Pukalova

Summary

The article presents the results of field experiments on the accumulation and removal of micronutrients by oil flax plants in foliar top dressing in the form of inorganic salts and the new liquid microfertilizer Mi-croStim. Application of microfertilizer MicroStim contributed to a more intensive accumulation of boron, zinc and copper in seeds and straw of flax in comparison with inorganic salts, increased the total removal of copper by 2,3–30,3 %, zinc – by 8,9–12,5 % (for except for with a dose $Zn_{0,3} Cu_{0,1}$), boron – 2,8–18,7 %.

Поступила 08.05.2020

УДК 631.825:633.521

ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ УДОБРЕНИЙ С ДОБАВКАМИ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ СОЕДИНЕНИЙ НА ПОСТУПЛЕНИЕ ЖЕЛЕЗА В ПОЧВУ И РАСТЕНИЯ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО, УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО СЕМЯН

Г. В. Пироговская, Ю. Г. Милоста

*Институт почвоведения и агрохимии,
г. Минск, Беларусь*

ВВЕДЕНИЕ

Содержание железа в земной коре достигает 5,1 %. Оно занимает четвертое место после кислорода (49,4 %), кремния (28,6 %), и алюминия (8,32 %), присутствует почти во всех горных породах и составляет в кислых породах 2–3 % (граниты), в основных – от 7–8 до 12–14 % (базальт, габбро, диабаз и др.). В почве железо присутствует в виде Fe^{+2} и Fe^{+3} , что обусловлено почвенными режимами и кислотностью почвы. В аэробных условиях оно трехвалентно, а в анаэробных – двухвалентно. Fe_2O_3 – окисел, практически не растворимый в почвенных водах, а FeO – наиболее растворимое и подвижное соединение [1, 2].