

COBALT IN SOILS AND CROP PRODUCTS IN BELARUS AND THE EFFICIENCY OF COBALT FERTILIZER APPLICATION

M.V. Rak, E.N. Pukalova

Summary

On the basis of route studies of agricultural land the authors defined the availability of mobile cobalt in the main types of soils in Belarus. It was established that cobalt content in soils and crop products was low. It was specified by species related traits of agricultural crops and soil granulometric composition. In a field experiment, the authors determined the efficiency of foliar fertilization of blue lupine, winter wheat, spring barley and alfalfa with cobalt, depending on the level of its availability in sod-podzolic sandy loam soil.

Поступила 29.11.16

УДК 631.81.095.337:633.854.54:631.445.2

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МИКРОУДОБРЕНИЙ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ЛЕГКОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЕ

Е.Н. Пукалова

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

ВВЕДЕНИЕ

В общей структуре посевов льна в мире масличные формы занимают около 84 % площадей и только 16 % площадей приходится на долю долгунцовых форм. Основными производителями семян льна масличного являются Канада, Аргентина, Индия. Возделыванием льна масличного занимаются в Германии, Российской Федерации, Украине и др. странах [1].

Возделывание льна масличного экономически более выгодно, чем зерновых и озимого рапса. По расчетам украинских исследователей, 1 га посева льна масличного обеспечивает более выгодные экономические показатели, чем гектар озимой пшеницы с урожаем не менее 40 ц/га [2].

В условиях Республики Беларусь его посевы могут обеспечить урожайность семян более 20 ц/га, из которых можно получить новый вид растительного масла с принципиально отличающимися свойствами, по сравнению с признанными масличными культурами нашей зоны – подсолнечником и рапсом.

Почвенно-климатические условия Беларуси позволяют возделывать лен масличный во многих регионах страны. Во многом это связано с изменением погодных условий, а также с необходимостью получения продукта питания с новыми ценными свойствами.

В условиях стабильной экономики льноводство рассматривается как одна из наиболее прибыльных отраслей сельского хозяйства.

В последние годы в республике проводится целенаправленная работа по созданию новых сортов льна долгунца и льна масличного и совершенствованию технологий их возделывания. Установлено, что потребность населения республики в масле для пищевых целей составляет 100–120 тыс. т масла в год. Примерно 10–15 % этого объема нужно обеспечить за счет переработки семян льна, масличные сорта которого содержат более 40 % жира, а при благоприятных условиях, у высокомасличных сортов этот показатель достигает 48–50 % [3].

Совершенствование технологии возделывания льна-долгунца и льна масличного, способствующей повышению урожайности и качества льнопродукции, возможно на базе разработки новых форм микроудобрений, содержащих биологически значимые для льна микроэлементы в доступной форме. При разработке новых форм микроудобрений учитывается технологичность их применения и экономичность.

Лен относится к группе культур, чувствительных к недостатку бора, меди и цинка. На недостаток их лен реагирует слабым развитием и отставанием в росте. Бор играет важную роль в период формирования пыльцы и дальнейшего развития семян. Если наблюдается дефицит бора до цветения или в начале образования семян, то завязь осыпается. Недостаток меди вызывает отклонение от нормального развития растений, признаками которого являются задержка роста, ветвления, цветения или полное его отсутствие, снижение, урожая или даже гибель растений. При цинковом голодании проходит задержка роста, снижение интенсивности фотосинтеза. Недостаток цинка сильнее угнетает образования семян, чем рост вегетативных органов растений [4, 5].

Важно изучить наиболее эффективные формы, дозы и сочетания перечисленных микроэлементов под лен при некорневой подкормке в зависимости от почвенно-агрохимических и погодных условий.

Традиционно применяемые в республике при возделывании льна химические соединения бора и цинка в форме неорганических солей являются недостаточно эффективными в качестве защиты растений от болезней на различных по уровню кислотности почвах. Повысить эффект микроэлементов можно за счет перевода их в комплексные соединения (хелаты), которые в равной мере эффективны при любой реакции кислотности почвы, хорошо совместимы с регуляторами роста растений и пестицидами [5, 6, 7, 8].

Среди биологических резервов повышения продуктивности льноводства первостепенное значение имеют регуляторы роста природного происхождения, одним из которых является Экосил. Необходимо отметить высокую эффективность применения препарата Экосил с микроудобрениями, поскольку терпеноиды усиливают транспирацию и регулируют открывание устьиц, что способствует при некорневой подкормке микроудобрениями быстрому проникновению их в ткань листа. Экосил стимулирует устойчивость растений к грибковым заболеваниям и стрессам, вызванным абиотическими факторами [9, 10].

Цель исследований – изучение эффективности некорневых подкормок льна масличного различными видами микроудобрений МикроСил на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве.

МЕТОДИКА И ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования по эффективности некорневых подкормок льна масличного различными видами микроудобрений МикроСил проводили в Экспериментальной базе Устье Оршанского района Витебской области на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве.

Агрохимическая характеристика пахотного слоя почвы: pH_{KCl} – 5,4, содержание гумуса – 2,0 %, P_2O_5 – 205 и K_2O – 225 мг/кг почвы. Исходное содержание водорастворимого бора в пахотном слое – 0,35 мг/кг, подвижных форм меди – 2,1 мг/кг и цинка – 4,0 мг/кг. Предшественник – озимая пшеница. Сорт Сонечны. Норма высева – 10 млн всхожих семян. Площадь делянки – 21 м².

Исследования проводили на фоне минеральных удобрений $N_{60}P_{60}K_{120}$, которые внесены под предпосевную культивацию в форме мочевины, аммонизированного суперфосфата, хлористого калия.

Схема опыта включала варианты с применением в некорневую подкормку в фазу «елочки» льна масличного различных доз и сочетаний цинка, меди и бора в форме жидких комплексных микроудобрений с экосилом МикроСил: МикроСил-Бор с содержанием бора 150 г/л, МикроСил-Бор, Медь с содержанием бора и меди по 40 г/л, МикроСил-Цинк, Бор с содержанием цинка 46 г/л и бора 30 г/л, МикроСил-Цинк с содержанием цинка 80 г/л, МикроСил-Цинк, Медь с содержанием цинка 50 г/л и меди 15 г/л, МикроСил – Медь Л с содержанием меди 80 г/л.

Удобрения представляют собой водорастворимые концентраты, приготовленные на основе хелатов металлоэлементов меди и цинка, бора в органоминеральной форме с добавлением стимулятора роста Экосил.

Схема опыта:

1. $N_{60}P_{60}K_{120}$ – фон
2. Фон + МикроСил $Cu_{0,075}$
3. Фон + МикроСил $B_{0,1}$
4. Фон + МикроСил $B_{0,15}$
5. Фон + МикроСил $B_{0,075} Cu_{0,075}$
6. Фон + МикроСил $B_{0,05} Zn_{0,08}$
7. Фон + МикроСил $B_{0,1} Zn_{0,16}$
8. Фон + МикроСил $Zn_{0,1}$
9. Фон + МикроСил $Zn_{0,2}$
10. Фон + МикроСил $Zn_{0,1} Cu_{0,03}$
11. Фон + МикроСил $Zn_{0,2} Cu_{0,06}$

Уход за посевами: обработка Децис экстра (60 мл/га) – против льняной блохи, химпрополка – 2М-4ХМ (0,7 л/га) и Секатор Турбо (0,05 л/га).

Закладку и проведение полевых опытов, статистическую обработку результатов исследований проводили в соответствии с методическими указаниями А.Б. Доспехова.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В технологии возделывания льна масличного при определении эффективности микроудобрений большое значение имеет оценка урожайности и качества получаемой продукции. Анализ результатов исследований, проведенный на дерново-подзолистой суглинистой почве, свидетельствует о положительном влиянии некорневой подкормки жидких микроудобрений с экосилом МикроСил на урожайность семян льна масличного. Уровень прибавок урожая зависел от марок и доз вносимых микроудобрений (табл. 1).

Под влиянием микроудобрений МикроСил, урожайность льносемян в среднем за 2 года увеличивалась на 3,0–4,5 ц/га при урожайности 14,2 ц/га на фоновом варианте.

Более высокие прибавки урожайности льносемян (4,5 ц/га) получены от применения удобрения МикроСил-Бор, Медь в дозе 0,075 кг/га (д.в.) и МикроСил-Бор в дозе 0,10 кг/га (д.в.). Эффективность применения удобрения МикроСил-Медь в дозе 0,075 кг/га (д.в.) и МикроСил-Бор в дозе 0,15 кг/га (д.в.) была ниже и обеспечила прибавку на уровне 3,2 ц/га. Прибавки урожая от совместного применения бора и меди выше, чем от раздельного внесения этих элементов, поскольку проявляется эффект положительного взаимодействия.

Аналогичная тенденция эффекта синергизма отмечается при совместном применении цинка и меди в сравнении с их раздельным применением. Применение удобрения МикроСил-Цинк по дозам применения способствовало повышению урожайности семян на 3,2–3,6 ц/га, а удобрения МикроСил-Цинк, Медь – на 3,7–4,2 ц/га. Внесение удобрения МикроСил-Цинк, Бор, в возрастающих дозах, обеспечило прибавку урожайности семян на уровне 3,0–3,7 ц/га.

Таблица 1

**Влияние микроудобрений МикроСил
на урожайность семян льна масличного, ц/га**

Вариант опыта	Урожайность, ц/га			Прибавка, ц/га
	2007 г.	2008 г.	средняя	
1. N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀ – фон	12,8	15,7	14,2	–
2. МикроСил Cu _{0,075}	16,0	18,9	17,4	3,2
3. МикроСил B _{0,10}	15,7	21,9	18,8	4,5
4. МикроСил B _{0,15}	14,9	20,0	17,5	3,2
5. МикроСил B _{0,075} Cu _{0,075}	17,0	20,5	18,8	4,5
6. МикроСил B _{0,05} Zn _{0,08}	15,0	19,6	17,3	3,0
7. МикроСил B _{0,1} Zn _{0,16}	15,7	20,3	18,0	3,7
8. МикроСил Zn _{0,1}	15,5	20,2	17,8	3,6
9. МикроСил Zn _{0,2}	14,8	20,0	17,4	3,2
10. МикроСил Zn _{0,1} Cu _{0,03}	16,0	20,9	18,4	4,2
11. МикроСил Zn _{0,2} Cu _{0,06}	15,2	20,6	17,9	3,7
НСР _{0,5}	1,7	2,0	1,4	

При оценке качества льна масличного, важным критерием, характеризующим эффективность применяемых удобрений, является: содержание жира в

семенах льна, сбор масла с единицы площади, величина которого в большей мере зависит от урожайности семян, и содержание элементов питания в льно-продукции.

Результаты исследований со льном масличным показали положительное влияние всех исследуемых микроудобрений на содержание жира в семенах льна. Масличность семян в фоновом варианте опыта, при внесении минеральных удобрений, составила 34,5 %. Под влиянием микроудобрений МикроСил масличность семян повышалась от 35,3 до 38,4 %, или на 0,8-3,9 % в сравнении с фоновым вариантом (табл. 2).

Таблица 2

Влияние микроудобрений МикроСил на масличность и сбор масла льна масличного, ц/га (среднее 2007–2008 гг.)

Вариант опыта	Масличность, %	Сбор масла, ц/га	Прибавка сбора масла, ц/га
1. N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀ – фон	34,5	4,9	–
2. МикроСил Cu _{0,075}	35,3	6,1	1,2
3. МикроСил B _{0,1}	36,2	6,8	1,9
4. МикроСил B _{0,15}	37,0	6,5	1,6
5. МикроСил B _{0,075} Cu _{0,075}	38,4	7,2	2,3
6. МикроСил B _{0,05} Zn _{0,08}	36,9	6,4	1,5
7. МикроСил B _{0,1} Zn _{0,16}	36,7	6,6	1,7
8. МикроСил Zn _{0,1}	37,8	6,7	1,8
9. МикроСил Zn _{0,2}	36,1	6,3	1,4
10. МикроСил Zn _{0,1} Cu _{0,03}	37,6	6,9	2,0
11. МикроСил Zn _{0,2} Cu _{0,06}	36,0	6,4	1,5
НСП _{0,5}		0,5	

Прибавки сбора масла были получены на всех вариантах в пределах 1,2–2,3 ц/га. Наибольший показатель масличности (38,4 %) и максимальная прибавка сбора масла (2,3 ц/га) отмечена при некорневой подкормке удобрением МикроСил-Бор, Медь в дозе 0,075 кг/га (д.в).

Известно, что применение микроудобрений способствует накоплению определенных элементов в продукции растениеводства.

В наших исследованиях, некорневая подкормка посевов льна масличного микроудобрениями МикроСил в фазу «елочки», увеличивала содержание исследуемых микроэлементов в семенах льна (табл. 3). Содержание меди в семенах льна в фоновом варианте составляло 8,0 мг/кг, бора – 8,6 мг/кг, цинка – 42,7 мг/кг. Внесение медьсодержащих микроудобрений МикроСил способствовало повышению меди до 8,5–8,8 мг/кг. Применение микроудобрений МикроСил с бором увеличивало содержание бора до 9,3–9,6 мг/кг. Некорневая подкормка микроудобрениями МикроСил, содержащими цинк, способствовало накоплению элемента в семенах льна до 43,5–46,0 мг/кг по вариантам опыта. Существенной разницы в накоплении бора, цинка и меди в семенах льна по видам внесенных микроудобрений МикроСил не отмечено.

Таблица 3

**Содержание микроэлементов в семенах льна, мг/кг сухого вещества
(среднее 2007–2008 гг.)**

Вариант опыта	Семена		
	Cu	B	Zn
1. N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀ – фон	8,0	8,6	42,0
2. МикроСил Cu _{0,075}	8,5	–	–
3. МикроСил B _{0,1}	–	9,6	–
4. МикроСил B _{0,15}	–	9,4	–
5. МикроСил B _{0,075} Cu _{0,075}	8,8	9,4	–
6. МикроСил B _{0,05} Zn _{0,08}	–	9,3	44,9
7. МикроСил B _{0,1} Zn _{0,16}	–	9,4	45,0
8. МикроСил Zn _{0,1}	–	–	44,5
9. МикроСил Zn _{0,2}	–	–	44,1
10. МикроСил Zn _{0,1} Cu _{0,03}	8,5	–	45,6
11. МикроСил Zn _{0,2} Cu _{0,06}	8,5	–	46,0
НСП _{0,5}	0,11	0,51	1,88

Оценка экономической эффективности некорневой подкормки льна масличного микроудобрениями с экосилом МикроСил с учетом затрат на их применение, закупочных цен, затрат на уборку представлена в таблице 4.

Таблица 4

**Экономическая эффективность некорневой подкормки льна масличного
различными видами и дозами микроудобрений с экосилом МикроСил
(среднее 2007–2008 гг.)**

Вариант опыта	Прибавка урожая семян, ц/га	Стоимость прибавки, USD	Всего затрат, USD	Рентабельность, %
1. N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀ – фон	–	–	–	–
2. МикроСил Cu _{0,075}	3,2	160	54,3	195
3. МикроСил B _{0,1}	4,5	225	71,0	217
4. МикроСил B _{0,15}	3,2	160	53,7	198
5. МикроСил B _{0,075} Cu _{0,075}	4,5	225	74,5	202
6. МикроСил B _{0,05} Zn _{0,08}	3,0	150	53,3	181
7. МикроСил B _{0,1} Zn _{0,16}	3,7	185	68,6	170
8. МикроСил Zn _{0,1}	3,6	180	58,9	206
9. МикроСил Zn _{0,2}	3,2	160	55,9	186
10. МикроСил Zn _{0,1} Cu _{0,03}	4,2	210	67,6	211
11. МикроСил Zn _{0,2} Cu _{0,06}	3,7	185	63,4	192

Экономический расчет показал высокую эффективность применения микроудобрений МикроСил при возделывании льна масличного на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве. Рентабельность от разных доз и видов микроудобрений в некорневую подкормку колебалась от 170 до 217 %, что обеспечивает достаточно высокую окупаемость приема. Уровень рентабельности снижается по мере увеличения дозы внесения удобрения, за счет стоимости последнего.

ВЫВОДЫ

1. При возделывании льна масличного на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве наиболее эффективно внесение в некорневую подкормку микроудобрений МикроСил-Бор, Медь в дозе 0,075 кг/га (д.в.) и МикроСил-Бор в дозе 0,10 кг/га (д.в.), обеспечивающих прибавку урожая льносемян 4,5 ц/га.

2. Применение микроудобрений с экосилом МикроСил способствует увеличению показателя масличности семян льна. Наибольший показатель масличности (38,4 %) и максимальная прибавка сбора масла (2,3 ц/га) отмечена при некорневой подкормке удобрением МикроСил-Бор, Медь в дозе 0,075 кг/га (д.в.).

3. Некорневая подкормка микроудобрениями МикроСил экономически эффективна, уровень рентабельности от различных доз и видов микроудобрений составил 170–217 %.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Основные элементы технологии возделывания льна масличного / В.А. Прудников [и др.] // Земляробства і ахова раслін. – 2007. – № 2. – С. 14–16.

2. Мищенко, Л. Особенности выращивания льна масличного / Л. Мищенко // Олійно жировий комплекс [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.apkinform.com/showart.phpid=59032>. – (дата доступа: 22.09.2010).

3. Богдан, Т.М. Лен масличный – источник растительного масла в Республике Беларусь / Т.М. Богдан, Л.М. Полонецкая // Проблемы и пути повышения эффективности растениеводства в Беларуси: тезисы юбилейной Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 80-летию образования Ин-та земледелия, Жодино, 29 июня 2007 г. / НПЦ НАН Беларуси по земледелию. – Минск, 2007. – С. 114–116.

4. Школьник, М.Я. Микроэлементы в жизни растений / М.Я. Школьник. – Л.: Наука, 1974. – 324 с.

5. Державин, Л.М. Комплексоны в растениеводстве / Л.М. Державин, Е.В. Седова // Химия в сельском хозяйстве. – 1987. – №33. – С. 29–33.

6. Сургучева, М.П. Комплексоны и комплексоны микроэлементов и их применение в земледелии: обзор. информ. / М.П. Сургучева, А.Ю. Киреева, З.К. Благовещенская. – М.: ВНИИТЭИИагропром, 1993. – 43 с.

7. Разработка и освоение энерго- и ресурсосберегающе технологий синтеза жидких микроудобрений в хелатной форме и жидких макро-NPK-удобрений с микроэлементами в хелатной форме / С.Г. Широков [и др.] // Ресурсо- и энерго-сберегающие технологии и оборудование, экологически безопасные технологии: материалы Междунар. науч.-технич. конф., посвящ. 75-летию БГТУ, Минск, 16–18 нояб. 2005 г. – Минск, 2005. – Ч. 1. – С. 328–332.

8. Применение жидких комплексных микроудобрений МикроСил при возделывании льна-долгунца и льна масличного: рекомендации / М.В. Рак [и др.]. – Минск: Ин-т почвоведения и агрохимии, 2009. – 20 с.

9. Холодок, Н.Г. Рострегулятор Экосил – залог высокого и устойчивого урожая зерновых в 2008 г. / Н.Г. Холодок, А.А. Шабанов, Ч.А. Романовский // Белорусское сельское хозяйство. – 2008. – № 2. – С. 49–50.

10. О применении биорегулятора роста Экосил в растениеводстве / П.А. Саскевич [и др.] // Белорусское сельское хозяйство. – 2008. – № 4. – С.52–54.

EFFICIENCY OF MICROFERTILIZERS IN CULTIVATION OF OIL FLAX ON SOD-PODZOLIC LIGHT LOAMY SOIL

E.N. Pukalova

Summary

Based on the research findings it was established, that higher efficiency (yield increase of flax seeds by 4,5 c/ha with profitability of 202 and 217 %) was provided by foliar application of microfertilizers MikroSil-Boron, Copper in a dose of 0.075 kg/ha a.s and MikroSil-Boron in a dose of 0.10 kg/ha a.s.

Поступила 29.11.16

УДК 631.416.9:631.81.095

ВЛИЯНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВ НА БИОДОСТУПНОСТЬ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ

А.М. Шемет, А.И. Фатеев

*Институт почвоведения и агрохимии им. А.Н. Соколовского,
г. Харьков, Украина*

ВВЕДЕНИЕ

Биологическая доступность микроэлементов растениям является одним из главных факторов, определяющих урожай и качество растительной продукции. Поэтому прогнозирование обеспеченности растений микроэлементами является одним из ключевых вопросов сельскохозяйственной науки.

Однако в данное время нет однозначного понимания термина биодоступность. Доступность элементов питания растений часто связывают с их подвижностью в почве. Подвижными формами считаются микроэлементы, которые экстрагируют определенной вытяжкой. Чаще всего в качестве экстрагентов используют растворы солей, кислот, щелочей и комплексообразующих веществ. К преимуществам почвенной диагностики следует отнести относительную легкость и быстрое выполнение, а также, в некоторой степени, обеспеченность растений микроэлементами. Недостатком этого метода является невозможность воспроизведения сложных процессов взаимодействия растения и почвы, а также невозможность учета влияния видовых и сортовых особенностей культур, специфических особенностей почв (рН, гранулометрический состав, емкость поглощения и др.) [1, 2].

Одними из основных показателей почв, определяющими подвижность микроэлементов, являются рН и значения окислительно-восстановительного потенциала. Со снижением этих показателей доступность большинства микроэлементов для растений увеличивается. Высокобуферные почвы тяжелого гранулометрического состава с нейтральной или щелочной реакцией среды хорошо удерживают микроэлементы, что способствует снижению темпов их поступления в растения и может стать причиной их недостатка. Почвы легкого гранулометрического состава, могут быть источником легкодоступных элементов, но за счет меньшей