

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ

РЕСПУБЛИКАНСКОЕ НАУЧНОЕ ДОЧЕРНЕЕ УНИТАРНОЕ  
ПРЕДПРИЯТИЕ «ИНСТИТУТ ПОЧВОВЕДЕНИЯ И АГРОХИМИИ»

**Д 01.50.01**

УДК 631.81.095.337:633.521:631.445.2

**ПУКАЛОВА  
ЕЛЕНА НИКОЛАЕВНА**

**ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМ И ДОЗ МИКРОУДОБРЕНИЙ  
НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО СЕМЯН ЛЬНА МАСЛИЧНОГО  
НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ**

**Автореферат**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата сельскохозяйственных наук

по специальности 06.01.04 – агрохимия

Минск, 2018

Работа выполнена в Республиканском научном дочернем унитарном предприятии «Институт почвоведения и агрохимии»

Научный руководитель:

**Рак Михаил Васильевич**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заместитель директора по научной и инновационной работе, РУП «Институт почвоведения и агрохимии»

Официальные оппоненты:

**Вильдфлуш Игорь Робертович**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой агрохимии, УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»

**Леонов Федор Николаевич**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, проректор по воспитательной работе, УО «Гродненский государственный аграрный университет»

Оппонирующая организация:

РУП «Гродненский зональный институт растениеводства НАН Беларуси»

Защита диссертации состоится «14» февраля 2018 г. в 10<sup>00</sup> часов на заседании совета по защите диссертаций Д 01.50.01 при РУП «Институт почвоведения и агрохимии», по адресу: ул. Казинца, 90, г. Минск, Республика Беларусь, 220108.

Тел.: (017) 398-50-15, факс: (017) 212-04-02, e-mail: brissa\_aspirant@tut.by.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке РУП «Институт почвоведения и агрохимии».

Автореферат разослан «12» января 2018 г.

Ученый секретарь  
совета по защите диссертаций,  
кандидат сельскохозяйственных наук

О.Л. Ломонос

## ВВЕДЕНИЕ

В последние годы в республике проводится целенаправленная работа по созданию новых сортов льна масличного и совершенствованию технологии его возделывания. Установлено, что потребность населения республики в масле для пищевых целей составляет 100-120 тысяч тонн в год, которое ежегодно импортируется в Беларусь. Примерно 10-15% этого объема необходимо обеспечить за счет переработки семян льна, масличные сорта которого содержат более 40% жира, а у высокомасличных сортов этот показатель достигает 48-50%.

Совершенствование технологии возделывания льна масличного, способствующей повышению урожайности и качества льнопродукции, возможно на базе разработки новых форм жидких микроудобрений, содержащих биологически значимые для льна микроэлементы в доступной форме. При этом учитывается технологичность и экономичность их применения. В связи с этим актуальность настоящей диссертационной работы определена необходимостью разработки новых жидких комплексных микроудобрений и проведения исследований по определению их эффективности при возделывании льна масличного, обеспечивающих повышение урожайности и качество продукции.

### ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

#### **Связь работы с научными программами (проектами), темами**

Диссертационная работа выполнялась в рамках Государственной программы прикладных научных исследований «Земледелие и механизация» 2006-2010 гг. по заданию 1.05. «Разработать количественные критерии оптимизации питания сельскохозяйственных культур бором и селеном в зависимости от агрохимических свойств дерново-подзолистых почв» (№ ГР 20061019) и ГНТП «Агропромкомплекс – возрождение и развитие села» 2006-2010 гг. по заданию 03.03. «Разработать эффективные приемы улучшения микроэлементного состава урожая сельскохозяйственных культур в диапазоне различных уровней применения удобрений» (№ ГР 20063535).

#### **Цель и задачи исследования**

*Цель исследования* – установить наиболее эффективные дозы применения новых жидких микроудобрений МикроСтим и МикроСил при возделывании льна масличного на дерново-подзолистой супесчаной и легкосуглинистой почвах, обеспечивающие повышение урожайности и улучшение качества семян.

#### *Задачи исследования:*

- установить критерии потребления бора растениями по основным фазам роста и развития льна масличного в зависимости от уровней обеспеченности дерново-подзолистой супесчаной почвы водорастворимым бором;
- изучить влияние борных удобрений на урожайность и качества семян льна масличного при различной обеспеченности супесчаной почвы бором;
- определить сравнительную эффективность применения неорганических солей микроэлементов и новых жидких микроудобрений МикроСтим при возделывании льна масличного на дерново-подзолистой супесчаной почве;

- установить влияние новых жидких микроудобрений МикроСил на урожайность и качество семян льна масличного на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве;

- дать оценку экономической эффективности применения новых жидких микроудобрений МикроСтим и МикроСил при возделывании льна масличного на дерново-подзолистых почвах.

*Объект исследования* – лен масличный, возделываемый на дерново-подзолистой супесчаной и суглинистой почвах.

*Предмет исследования* – новые жидкие комплексные микроудобрения МикроСтим и МикроСил, их влияние на урожайность и качество семян льна масличного.

**Научная новизна** диссертационной работы состоит в том, что впервые в Республике Беларусь разработаны новые жидкие комплексные микроудобрения с регуляторами роста МикроСтим и МикроСил и установлены наиболее эффективные дозы их применения при возделывании льна масличного на дерново-подзолистых почвах, обеспечивающие повышение урожайности и качества семян.

#### **Положения, выносимые на защиту**

1. На дерново-подзолистой супесчаной почве при возделывании льна масличного на фоне минеральных удобрений ( $N_{60}P_{60}K_{120}Zn_{0,2}$ ) с содержанием водорастворимого бора в почве от 0,28 до 1,60 мг/кг оптимальным уровнем является 0,95 мг/кг. При низком и среднем диапазоне содержания бора в почве (0,28-0,65 мг/кг) наиболее эффективным и технологичным является применение в некорневую подкормку льна масличного нового жидкого микроудобрения МикроСтим-Бор в дозе 0,05 кг д.в./га, обеспечивающего повышение урожайности семян на 4,2 и 5,0 ц/га, выход масла на 1,7 и 1,8 ц/га.

2. При возделывании льна масличного на дерново-подзолистой супесчаной почве с низкой обеспеченностью микроэлементами, на фоне минеральных удобрений ( $N_{60}P_{60}K_{120}$ ), наиболее эффективным и технологичным является внесение в некорневую подкормку новых жидких комплексных микроудобрений МикроСтим-Цинк,Бор соответственно в дозах 0,16 и 0,10 кг д.в./га и МикроСтим-Цинк,Медь в дозах 0,10 и 0,03 кг д.в./га, обеспечивающих повышение урожайности семян на 7,7 и 7,2 ц/га, выход масла на 3,2 и 3,0 ц/га.

3. На дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, среднеобеспеченной микроэлементами, на фоне минеральных удобрений ( $N_{60}P_{60}K_{120}$ ) наиболее эффективным является применение в некорневую подкормку льна масличного нового жидкого комплексного микроудобрения МикроСил-Бор,Медь в дозе 0,075 кг д.в./га, обеспечивающего повышение урожайности семян на 4,5 ц/га, выход масла на 2,3 ц/га.

4. На дерново-подзолистой супесчаной почве внесение в некорневые подкормки новых жидких микроудобрений МикроСтим-Бор и МикроСтим-Цинк, Бор обеспечивает получение чистого дохода 49,7 и 65,7 USD/га при рентабельности 66 и 52% соответственно. На дерново-подзолистой легкосуглинистой почве внесение в некорневую подкормку нового жидкого микроудобрения

МикроСил-Бор, Медь обеспечивает получение чистого дохода 39,2 USD/га при рентабельности 53%.

### **Личный вклад соискателя учёной степени**

Автором самостоятельно, или при его прямом участии, разработана программа исследований, получен экспериментальный материал, сделан научный анализ полученных данных. По основным положениям диссертационной работы автором самостоятельно подготовлены публикации [1, 2, 4, 5, 9]. В статьях и материалах конференций, написанных в соавторстве, соискателю принадлежит получение, обобщение и анализ экспериментальных данных по урожайности и качеству культуры [3, 6, 7], динамике накопления биомассы [8], оценке экономической эффективности применения микроудобрений [6, 7]. Результаты исследований использованы в рекомендациях для применения научно-обоснованных доз микроудобрений в некорневые подкормки льна масличного [10]. Диссертант принимал непосредственное участие в разработке новых форм микроудобрений для некорневых подкормок льна масличного, которые подтверждены патентами на изобретения [11, 12, 13].

### **Апробация диссертации и информация об использовании её результатов**

Основные положения диссертационной работы были доложены на: Международной научно-практической конференции «Почва – Удобрение – Плодородие – Урожай» (Минск, 16-18 февраля 2009 г.); Международной научно-практической конференции и IV съезда почвоведов «Плодородие почв – основа устойчивого развития сельского хозяйства» (Минск, 26-30 июля 2010 г.); Международной научной конференции, посвященной 80-летию Б.А. Ягодина «Макро – и микроэлементы в питании и продуктивности растений» (Краснодар, 22 июля 2010 г.); Международной научно-практической конференции «Плодородие почв и эффективное применение удобрений» (Минск, 5-8 июля 2011 г.).

Результаты исследований внедрены в ОАО «Кореличи-Лен» в 2009 году на площади 20 га.

### **Опубликование результатов диссертации**

По теме диссертации опубликовано 13 печатных работ, в том числе статей в научных изданиях, входящих в перечень ВАК – 5; материалов конференций и тезисов докладов – 4; методические рекомендации – 1; патенты на изобретение – 3. Общее количество страниц опубликованного материала – 3,25 авторских листа, лично автору принадлежит – 2,15.

### **Структура и объем диссертации**

Диссертационная работа состоит из введения, общей характеристики работы, 6 глав, заключения, рекомендаций производству, библиографического списка и приложений. Материал диссертации изложен на 134 страницах машинописного текста, содержит 35 таблиц (18 стр.), 16 рисунков (6 стр.), 33 приложения (27 стр.). Список использованных источников включает 125 наименований, из которых 8 на иностранном языке и 13 собственных публикаций соискателя.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

### Аналитический обзор литературы

При анализе отечественной и зарубежной научной литературы выявлено, что рациональное использование микроэлементов (меди, цинка и бора) увеличивает продуктивность льна, улучшает качество льнопродукции, повышает устойчивость к грибным и бактериальным болезням, к неблагоприятным условиям внешней среды. Исследованиями последних лет также установлено, что наиболее эффективной формой микроудобрений для растений являются комплексные соединения микроэлементов. Отмечен недостаток или отсутствие данных по применению отечественных жидких комплексных микроудобрений в технологии возделывания льна масличного, содержащих микроэлементы в хелатной и органоминеральной форме. В связи с этим разработка и изучение влияния новых форм жидких микроудобрений на урожайность и качество льна масличного является актуальным.

### Объекты, условия и методы проведения исследований

Полевые опыты 1 и 2 со льном масличным (сорт Сонечны) проводились в 2006 г., 2008 г. в РУП «Экспериментальная база им. Суворова» Узденского района Минской области на дерново-подзолистой супесчаной почве развивающейся на рыхлых водно-ледниковых супесях, сменяемых с глубины около 0,5 м связной супесью. Агрохимическая характеристика пахотного слоя:  $pH_{KCl}$  – 5,90; содержание гумуса – 2,62-2,65%;  $P_2O_5$  – 207-212 мг/кг;  $K_2O$  – 247-285 мг/кг;  $B$  – 0,29-0,30 мг/кг;  $Cu$  – 1,7 мг/кг;  $Zn$  – 2,9-3,0 мг/кг почвы.

Схема полевого опыта 1 включала варианты некорневых подкормок растений возрастающими дозами борных удобрений (0,05, 0,10 и 0,15 кг д.в./га) на 5 уровнях обеспеченности дерново-подзолистой супесчаной почвы водорастворимым бором (низком - 0,28 мг/кг, среднем – 0,65 мг/кг, высоком – 0,95 мг/кг и избыточных – 1,25 мг/кг и 1,60 мг/кг). Борные удобрения (борную кислоту и жидкое микроудобрение с регулятором роста гидрогумин МикроСтим-Бор) вносили в некорневую подкормку в фазу «ёлочка» на фоне минеральных удобрений ( $N_{60}P_{60}K_{120}$ ) и сульфата цинка (0,2 кг/га д.в.). Минеральные удобрения внесены под предпосевную культивацию. Предшественник – озимая пшеница. Площадь делянки – 8,8 м<sup>2</sup>, повторность – трехкратная.

Схема опыта 2 включала варианты возрастающих доз и сочетаний меди, цинка и бора, которые применяли в некорневую подкормку льна масличного в фазу «ёлочка» на фоне минеральных удобрений ( $N_{60}P_{60}K_{120}$ ). В некорневые подкормки вносили неорганические соли микроэлементов (сернокислая медь, сернокислый цинк, борная кислота) и жидкие микроудобрения с регулятором роста гидрогумин (МикроСтим-Медь Л, МикроСтим-Цинк, МикроСтим-Цинк, Медь, МикроСтим-Цинк, Бор). Предшественник – озимая пшеница. Площадь делянки – 12 м<sup>2</sup>, повторность – четырехкратная.

В полевом опыте 3 исследования проводились в 2007-2008 гг. в экспериментальной базе «Устье» Оршанского района Витебской области на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, развивающейся на лессовидном суглин-

ке, подстилаемой с глубины 1,2 м моренным суглинком. Агрохимическая характеристика пахотного слоя:  $pH_{KCl} - 5,35$ ; содержание гумуса – 2,1%;  $P_2O_5 - 210$  мг/кг;  $K_2O - 227$  мг/кг;  $B - 0,45$  мг/кг;  $Cu - 2,1$  мг/кг;  $Zn - 3,7$  мг/кг почвы. Схема опыта включала варианты с применением в некорневую подкормку льна масличного в фазу «ёлочка» различных доз и сочетаний цинка, меди и бора в форме жидких микроудобрений с регулятором роста экосил (МикроСил-Бор, МикроСил-Медь Л, МикроСил-Цинк, МикроСил-Бор,Медь, МикроСил-Цинк, Бор, МикроСил-Цинк,Медь). Исследования проводили на фоне минеральных удобрений ( $N_{60}P_{60}K_{120}$ ), которые внесены под предпосевную культивацию. Предшественник – озимая пшеница. Площадь делянки –  $21 \text{ м}^2$ , повторность – трехкратная. Норма высева – 10 млн. всхожих семян на 1 га.

Уборку и учет урожая льна масличного проводили поделяночно в фазу полной спелости комбайном «Сампо-500» с последующим пересчетом на влажность семян 12%.

При выполнении агрохимических анализов руководствовались действующими ГОСТами и методическими указаниями. В почвенных образцах определяли гумус, обменную кислотность, подвижные формы фосфора, калия, цинка, меди, водорастворимый бор. В растительных образцах определяли содержание бора, цинка, меди; в семенах – масличность и жирокислотный состав масла.

Для статистической обработки результатов исследований использовали методы корреляционного и дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову, реализованные с помощью программного пакета MS Excel.

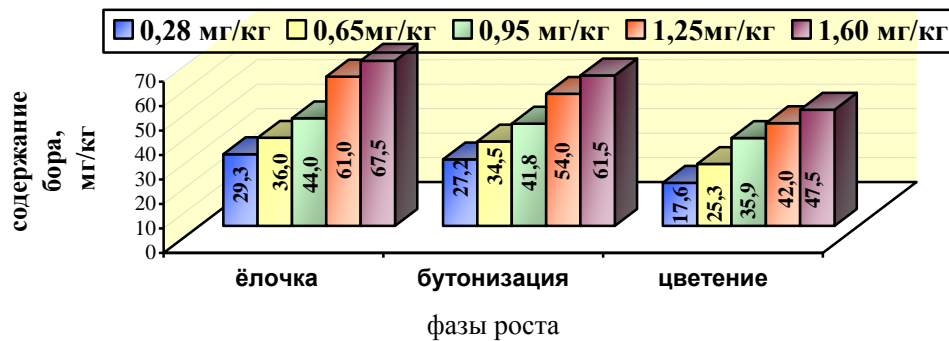
Экономическую эффективность применения микроудобрений рассчитывали по методике, разработанной РУП «Институт почвоведения и агрохимии», с учётом цен на 2016 год.

Погодные условия вегетационного периода 2006 года по величине гидротермического коэффициента были влажными (ГТК 1,7). В мае и июле количество выпавших осадков превысило среднеголетние показатели. Сложившиеся условия недостаточного увлажнения в 2007 году (ГТК 0,9) оказывали некоторое негативное влияние на урожайность льна масличного. В 2008 году погодные условия вегетационного периода были более благоприятными для роста и развития льна масличного. По величине гидротермического коэффициента вегетационный период характеризовался как умеренно увлажненный (ГТК 1,3).

### **Влияние борных удобрений на урожайность и качество семян льна масличного при различной обеспеченности дерново-подзолистой супесчаной почвы бором**

Результаты исследований по содержанию бора по генетическим горизонтам дерново-подзолистой супесчаной почве показали, что основное его количество накапливалось преимущественно, в верхнем гумусовом горизонте почвы. Распределение водорастворимого бора почвы с глубиной снижалось, доходя до минимума в горизонте  $B_2D$ . Повышение обеспеченности супесчаной почвы водорастворимым бором с 0,28 мг/кг до 0,65; 0,95; 1,25 и 1,60 мг/кг способствовало увеличению количеств элемента в нижележащих горизонтах, что свидетельствует о его миграции из пахотного горизонта вниз по профилю почвы.

Содержание бора в растениях во многом зависит от обеспеченности почвы этим элементом. Установлена тесная взаимосвязь ( $R = 0,99$ ) накопления бора в растениях льна с содержанием водорастворимого бора в почве в период от фазы бутонизации до цветения. При увеличении концентрации водорастворимого бора в почве с 0,28 до 1,60 мг/кг содержание элемента в растениях льна в фазу «ёлочка» повышалось с 29,3 до 67,5 мг/кг, в фазу бутонизации с 27,2 до 61,5 мг/кг и в фазу цветения с 17,6 до 47,5 мг/кг сухой массы (рисунок 1). Накопление бора в соломе составляло от 12,8 до 30,5 мг/кг, в семенах – от 5,7 до 15,9 мг/кг сухой массы.



**Рисунок 1. – Содержание бора в растениях льна в зависимости от уровня обеспеченности супесчаной почвы бором, мг/кг сухой массы**

Накопление бора в биомассе льна под влиянием некорневой подкормки борными удобрениями снижалось по мере повышения концентрации бора в почве. Оптимальным диапазоном содержания бора в растениях льна по В.В. Церлинг считается 33-45 мг/кг сухой массы в фазу цветения. Повышение содержания бора в почве до 0,95 мг/кг увеличивало накопление элемента в растениях в фазу цветения до 35,9 мг/кг сухой массы. Применение борных удобрений на этом уровне в фазу цветения повышало содержание бора в растениях льна до 38,1 мг/кг и в меньшей мере зависело от их форм и доз.

Установлено положительное действие бора в большей мере на урожайность семян, чем соломы льна масличного. Наиболее сильная корреляционная связь между содержанием бора в растениях льна и урожайностью семян отмечена в фазу цветения ( $R = 0,84$  ( $y = 0,0869x + 22,655$ )). Взаимосвязь между содержанием бора в растениях льна с урожайностью соломы в фазу цветения составила  $R = 0,70$  ( $y = 0,0629x + 36,305$ ).

По мере повышения концентрации бора в почве с 0,28 до 0,95 мг/кг, урожайность семян увеличивалась с 23,5 до 26,3 ц/га. При увеличении содержания бора в почве до 1,25 мг/кг и 1,60 мг/кг повышение урожайности семян льна не отмечалось (таблица 1).



Таблица 1. – Влияние форм и доз борных удобрений на урожайность и масличность семян льна масличного при различной обеспеченности дерново-подзолистой супесчаной почвы бором (среднее за 2006, 2008 гг.)

Содержание бора в почве	Варианты	Урожайность семян, ц/га	Прибавка к фону блока, ц/га	Масличность, %	Выход масла, ц/га	
Низкое (0,28 мг/кг)	1. Контроль (без удобрений)	18,9		34,4	6,5	
	2. N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>120</sub> Zn <sub>0,2</sub> – фон	23,5	–	34,9	8,2	
	3. Фон + B <sub>0,05</sub>	Борная кислота	26,0	2,5	35,0	9,1
	4. Фон + B <sub>0,10</sub>		27,6	4,1	35,5	9,8
	5. Фон + B <sub>0,15</sub>		29,0	5,5	35,5	10,3
	6. Фон + B <sub>0,05</sub>	Микро Стим-Бор	27,7	4,2	35,6	9,9
	7. Фон + B <sub>0,10</sub>		28,5	5,0	36,6	10,4
	8. Фон + B <sub>0,15</sub>		27,8	4,3	34,4	9,6
Среднее (0,65 мг/кг)	2. N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>120</sub> Zn <sub>0,2</sub> – фон	25,4	–	35,2	8,9	
	3. Фон + B <sub>0,05</sub>	Борная кислота	26,5	1,1	32,9	8,7
	4. Фон + B <sub>0,10</sub>		28,4	3,0	32,6	9,3
	5. Фон + B <sub>0,15</sub>		28,2	2,8	35,1	9,9
	6. Фон + B <sub>0,05</sub>	Микро Стим-Бор	30,4	5,0	35,1	10,7
	7. Фон + B <sub>0,10</sub>		28,5	3,1	36,2	10,3
	8. Фон + B <sub>0,15</sub>		24,2	–	36,2	8,8
	Высокое (0,95 мг/кг)	2. N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>120</sub> Zn <sub>0,2</sub> – фон	26,3	–	38,3	10,1
3. Фон + B <sub>0,05</sub>		Борная кислота	25,3	–	36,7	9,3
4. Фон + B <sub>0,10</sub>			26,9	0,6	37,5	10,1
5. Фон + B <sub>0,15</sub>			25,2	–	37,4	9,4
6. Фон + B <sub>0,05</sub>		Микро Стим-Бор	28,6	2,3	39,7	11,4
7. Фон + B <sub>0,10</sub>			26,9	0,6	37,4	10,1
8. Фон + B <sub>0,15</sub>			25,3		37,5	9,5
НСР <sub>05</sub> вариантов		2,1				
НСР <sub>05</sub> уровней		1,6				

Эффективность некорневых подкормок льна масличного борными удобрениями была различной и зависела от уровня обеспеченности почвы водорастворимым бором. Чем ниже содержание бора в почве, тем эффективнее некорневая подкормка льна борным удобрением. Жидкое микроудобрение МикроСтим-Бор обеспечивало более высокую эффективность в низких дозах в сравнении с борной кислотой.

При низкой обеспеченности почвы бором (0,28 мг/га) внесение в некорневую подкормку льна возрастающих доз борной кислоты обеспечило прибавку урожайности семян 2,5-5,5 ц/га. Применение жидкого микроудобрения МикроСтим-Бор в дозах 0,05 и 0,10 кг д.в./га увеличивало урожайность семян на 4,2 и 5,0 ц/га соответственно. Повышение дозы бора в некорневую подкормку до 0,15 кг д.в./га не приводило к дальнейшему росту урожайности семян.

На супесчаной почве со средней обеспеченностью бором (0,65 мг/кг) максимальная прибавка урожайности льносемян (5,0 ц/га) получена от некорневой подкормки микроудобрением МикроСтим-Бор в дозе 0,05 кг д.в./га. Увеличе-

ние дозы борных удобрений в некорневые подкормки льна до 0,10 кг д.в./га обеспечивало прибавки урожайности семян 3,0-3,1 ц/га.

При высокой обеспеченности почвы бором (0,95 мг/кг) наиболее эффективно внесение в некорневую подкормку льна жидкого микроудобрения МикроСтим-Бор в дозе 0,05 кг д.в./га (прибавка урожайности семян 2,3 ц/га).

Внесение борных удобрений в некорневые подкормки льна масличного при повышении обеспеченности супесчаной почвы водорастворимым бором до избыточного уровня (1,25 и 1,60 мг/кг) не эффективно.

Наиболее важным показателем, определяющим показатели качества льна масличного, является содержание масла в семенах. Повышение содержания бора в почве с 0,28 до 0,95 мг/кг способствовало увеличению масличности семян с 34,9 до 38,3% и выходу масла с 8,2 до 10,1 ц/га соответственно. Применение в некорневые подкормки льна борных удобрений способствовало повышению масличности в большей мере при низком и среднем уровнях содержания бора в почве. Максимальное повышение содержания масла в семенах льна (на 2,2%) отмечено от некорневой подкормки микроудобрением МикроСтим-Бор в дозе 0,1 кг/га д.в. при низкой обеспеченности супесчаной почвы бором.

### **Сравнительная эффективность различных форм и доз микроудобрений при возделывании льна масличного на дерново-подзолистой супесчаной почве**

При возделывании льна масличного на дерново-подзолистой супесчаной почве с низкой обеспеченностью микроэлементами применение микроудобрений, содержащих медь, цинк и бор на фоне минеральных удобрений  $N_{60}P_{60}K_{120}$  оказывает существенное влияние на накопление биомассы, урожайность и качество семян. При этом внесение в некорневую подкормку льна в фазу «ёлочка» жидких микроудобрений МикроСтим на 6-43% эффективнее в сравнении с неорганическими солями в эквивалентных дозах. Так, некорневая подкормка льна масличного неорганическими солями микроэлементов способствует увеличению урожайности семян льна на 3,5-6,3 ц/га, жидкими микроудобрениями МикроСтим на 4,2-7,7 ц/га в сравнении с фоновым вариантом (таблица 2). Максимальная прибавка урожайности семян (7,7 ц/га) отмечена при внесении микроудобрения МикроСтим-Цинк,Бор в дозе  $Zn_{0,16}B_{0,1}$  кг д.в./га. При совместном внесении эквивалентной дозы борной кислоты и сернокислого цинка прибавка урожайности семян была ниже и составила 5,4 ц/га. Следует отметить высокую отзывчивость льна масличного на цинковое и медное удобрение и их совместное внесение. Применение в некорневую подкормку льна микроудобрения МикроСтим-Цинк,Медь и совместного внесения сернокислого цинка и сернокислой меди в дозах  $Zn_{0,1}Cu_{0,03}$  кг д.в./га обеспечивало прибавку урожайности семян 7,2 и 5,6 ц/га соответственно.

Содержание масла в семенах льна масличного под действием некорневых подкормок микроудобрениями по вариантам опыта достоверно повышалось до 32,5-36,4 % при содержании в фоновом варианте 30,8%. Применение в некорневые подкормки жидких микроудобрений МикроСтим-Цинк,Бор в дозе

$B_{0,1}Zn_{0,16}$  кг д.в./га и МикроСтим-Цинк, Медь в дозе  $Zn_{0,1}Cu_{0,03}$  кг д.в./га обеспечивало увеличение масличности на 2,9 % и 2,4 %, выхода масла на 3,2 и 3,0 ц/га соответственно. Применение неорганических солей цинка и меди в некорневую подкормку обеспечивало равнозначный выход масла при более высоких дозах.

Таблица 2. – Эффективность применения микроудобрений в некорневые подкормки льна масличного на дерново-подзолистой супесчаной почве (среднее за 2006, 2008 гг.)

Варианты	Неорганические соли микроэлементов				Жидкие микроудобрения МикроСтим			
	урожайность, ц/га	прибавка к фону, ц/га	масличность, %	выход масла, ц/га	урожайность, ц/га	прибавка к фону, ц/га	масличность, %	выход масла, ц/га
Контроль (без удобрений)	17,8	–	30,6	5,4	17,8	–	30,6	5,4
$N_{60}P_{60}K_{120}$ – фон	22,6	–	30,8	7,0	22,6	–	30,8	7,0
Фон + $Cu_{0,05}$	26,3	3,7	33,3	8,8	27,1	4,5	36,4	9,9
Фон + $Cu_{0,075}$	26,7	4,1	34,4	9,2	28,5	5,9	33,1	9,5
Фон + $Cu_{0,1}$	27,5	4,9	34,0	9,4	26,8	4,2	33,9	9,1
Фон + $Zn_{0,1}$	27,0	4,4	33,6	9,1	28,8	6,2	32,5	9,4
Фон + $Zn_{0,2}$	26,1	3,5	34,0	8,9	28,7	6,1	32,8	9,3
Фон + $Zn_{0,3}$	26,6	4,0	35,2	9,4	27,0	4,4	33,4	9,0
Фон + $Zn_{0,1}Cu_{0,03}$	28,2	5,6	34,2	9,7	29,8	7,2	33,2	10,0
Фон + $Zn_{0,2}Cu_{0,065}$	28,9	6,3	34,6	10,0	27,9	5,3	34,9	9,7
Фон + $Zn_{0,3}Cu_{0,1}$	28,0	5,4	33,8	9,5	27,6	5,0	35,0	9,7
Фон + $B_{0,05}Zn_{0,08}$	27,9	5,3	35,2	9,8	27,7	5,1	33,7	9,3
Фон + $B_{0,1}Zn_{0,16}$	28,0	5,4	34,2	9,6	30,3	7,7	33,7	10,2
Фон + $B_{0,15}Zn_{0,24}$	27,5	4,9	35,4	9,7	27,8	5,2	34,6	9,6
$НСР_{05}$	2,00		1,52		2,00		1,52	

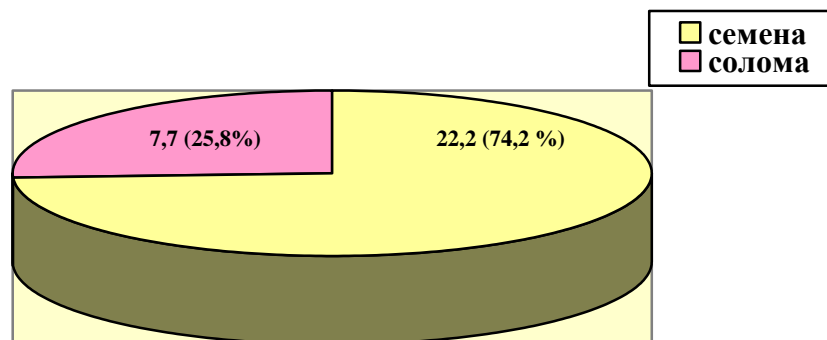
Применение различных форм и доз микроудобрений в некорневые подкормки льна масличного не оказывало существенного влияния на жирнокислотный состав семян.

Некорневые подкормки льна масличного неорганическими солями микроэлементов и жидкими микроудобрениями МикроСтим не оказали существенного влияния на накопление бора, меди и цинка в растениях, семенах и соломе. Отмечается тенденция повышения содержания микроэлементов в растениях льна от применения некорневых подкормок микроудобрениями МикроСтим в сравнении с неорганическими солями.

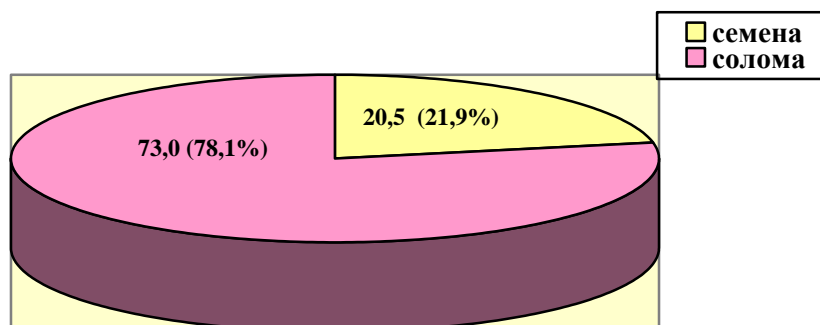
При внесении жидких микроудобрений МикроСтим в некорневые подкормки льна масличного отмечается более интенсивное накопление бора, цинка и меди в семенах и соломе в сравнении с неорганическими солями. Что касается конечного перераспределения элементов питания между генеративной и вегетативной частью урожая льна, то на формирование урожая семян используется основное количество меди и цинка, а основная доля бора накапливается в вегетативной части (рисунок 2). 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.

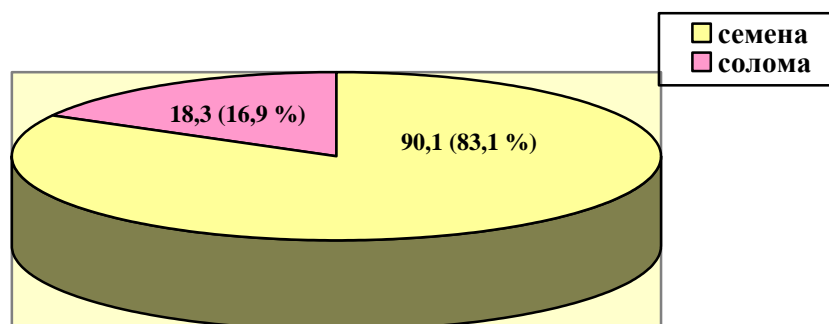
Таким образом, основная часть цинка (83,1 %) и меди (74,2 %) выносятся семенами льна масличного, большая часть бора (78,1 %) – соломой льна. При этом применение микроудобрений МикроСтим увеличило общий вынос меди по сравнению с внесением их в неорганической форме на 2,3–30,3 %, цинка – на 8,9–12,5 %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



**вынос меди семенами и соломой льна**



**вынос бора семенами и соломкой льна**



**вынос цинка семенами и соломой льна**

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

### Эффективность применения жидких микроудобрений МикроСил при возделывании льна масличного на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве

На дерново-подзолистой легкосуглинистой почве со средней обеспеченностью микроэлементами изучение эффективности жидких микроудобрений МикроСил показало, что их применение в некорневую подкормку льна масличного в фазу «ёлочка» способствовало достоверному повышению урожайности семян. В среднем за два года исследований в варианте с внесением минеральных удобрений в дозе  $N_{60}P_{60}K_{120}$  получена урожайность семян 14,3 ц/га. Под влиянием различных видов жидких микроудобрений МикроСил урожайность семян повышалась до 17,3-18,8 ц/га (таблица 3).

Таблица 3. – Влияние микроудобрений МикроСил на урожайность и масличность семян льна масличного на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве (среднее за 2007-2008 гг.)

Варианты	Урожайность, ц/га	Прибавка к фону, ц/га	Масличность, %	Выход масла, ц/га
1. $N_{60}P_{60}K_{120}$ – фон	14,3	–	34,5	4,9
2. Фон + МикроСил $Cu_{0,075}$	17,4	3,1	35,3	6,1
3. Фон + МикроСил $B_{0,10}$	18,8	4,5	36,2	6,8
4. Фон + МикроСил $B_{0,15}$	17,5	3,2	37,0	6,5
5. Фон + МикроСил $B_{0,075}Cu_{0,075}$	18,8	4,5	38,4	7,2
6. Фон + МикроСил $B_{0,05}Zn_{0,08}$	17,3	3,0	36,9	6,4
7. Фон + МикроСил $B_{0,1}Zn_{0,16}$	18,0	3,7	36,7	6,6
8. Фон + МикроСил $Zn_{0,1}$	17,8	3,5	37,8	6,7
9. Фон + МикроСил $Zn_{0,2}$	17,4	3,1	36,1	6,3
10. Фон + МикроСил $Zn_{0,1}Cu_{0,03}$	18,4	4,1	37,6	6,9
11. Фон + МикроСил $Zn_{0,2}Cu_{0,06}$	17,9	3,6	36,0	6,4
НСР <sub>05</sub>		1,3	0,5	

Наиболее высокая прибавка урожайности льносемян (4,5 ц/га) получена от некорневых подкормок жидкими микроудобрениями МикроСил-Бор, Медь в дозе  $B_{0,075}Cu_{0,075}$  кг д.в./га и МикроСил-Бор в дозе  $B_{0,10}$  кг д.в./га. Эффективность применения жидкого микроудобрения МикроСил-Бор в дозе  $B_{0,15}$  кг д.в./га была ниже и обеспечила прибавку на уровне 3,2 ц/га.

Эффект положительного взаимодействия отмечен при совместном внесении цинка и меди в сравнении с их отдельным применением. Так, внесение в некорневую подкормку льна масличного микроудобрения МикроСил-Цинк, Медь в дозах  $Zn_{0,1}Cu_{0,03}$  и  $Zn_{0,2}Cu_{0,06}$  кг д.в./га способствовало повышению урожайности семян на 4,1 ц/га и 3,6 ц/га соответственно. Внесение микроудобрения МикроСил-Цинк, Бор в дозе  $B_{0,1}Zn_{0,16}$  обеспечило прибавку урожайности семян 3,7 ц/га. Некорневые подкормки льна жидкими микроудобрениями МикроСил-Цинк и МикроСил-Медь в эквивалентных дозах этих элементов обеспечивали более низкую эффективность (прибавки 3,1-3,5 ц/га).

Установлено положительное влияние жидких микроудобрений МикроСил на содержание жира в семенах льна. Под влиянием удобрений МикроСил мас-

личность семян достоверно повышалась до 35,3-38,4% или на 0,8-3,9% в сравнении с фоновым вариантом (34,5%). Прибавки выхода масла по вариантам опыта находились в пределах 1,2-2,3 ц/га. Наибольший показатель масличности (38,4%) и выход масла (2,3 ц/га) отмечен при некорневой подкормке льна микроудобрением МикроСил-Бор, Медь в дозе  $B_{0,075}Cu_{0,075}$  кг д.в./га.

Некорневая подкормка льна масличного микроудобрениями МикроСил в сравнении с фоновым вариантом увеличивала накопление меди в семенах льна на 6,3-10,0%, в соломе на 4,0-12,0%; цинка на 5,0-9,5% и 46,4-58,9%; бора на 8,1-11,6 % и 13,1-20,2% соответственно. Общий вынос меди от применения микроудобрений МикроСил повышался до 20,4-22,9 г/га, цинка до 93,4-100,2 г/га, бора до 70,3-75,0 г/га. Коэффициент использования меди из удобрений по вариантам опыта составил 5,2-17,0%, цинка – 13,4-32,9%, бора – 10,5-35,4% и уменьшался при увеличении дозы удобрения.

### **Экономическая эффективность применения микроудобрений при возделывании льна масличного**

Экономическая эффективность применения некорневых подкормок льна масличного бором, медью и цинком изменялась в зависимости от уровня обеспеченности почвы микроэлементами, дозы, формы и сочетаний вносимых микроудобрений.

На дерново-подзолистой супесчаной почве, с низкой обеспеченностью водорастворимым бором, наиболее высокие показатели экономической эффективности были достигнуты при внесении в некорневую подкормку льна масличного борной кислоты в дозах 0,10 и 0,15 кг д.в./га и микроудобрения МикроСтим-Бор в дозах 0,05 и 0,1 кг д.в./га. Рентабельность использования применяемых удобрений в вышеуказанных дозах составила 64-66% и 63-64% при чистом доходе 40,2-54,9 USD/га и 41,0-48,5 USD/га. На супесчаной почве со средним, высоким и избыточным содержанием бора наибольшая эффективность отмечена при внесении удобрения МикроСтим-Бор в дозе 0,05 кг д.в./га. По мере повышения содержания бора в почве от 0,65 мг/кг до 1,25 мг/кг чистый доход и рентабельность от внесения микроудобрения снижались.

Чистый доход от некорневой подкормки льна неорганическими солями по вариантам опыта составил 32,7-61,9 USD/га, рентабельность – 59-67%, от микроудобрений МикроСтим – 30,6-68,2 USD/га, рентабельность – 32-65%, при более высоких прибавках урожайности в сравнении с неорганическими солями микроэлементов. Наиболее эффективно и целесообразно внесение в некорневую подкормку удобрений МикроСтим-Цинк, Медь и МикроСтим-Цинк, Бор, обеспечивающих получение чистого дохода на уровне 68,2 и 65,7 USD/га, при рентабельности 61 и 52% соответственно.

Чистый доход от некорневой подкормки микроудобрениями МикроСил составил 23,2-42,9 USD/га, рентабельность 36-62%. Уровень рентабельности снижается по мере увеличения дозы внесения удобрения.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

### Основные научные результаты диссертации

1. На дерново-подзолистой супесчаной почве при возделывании льна масличного на фоне минеральных удобрений и цинка ( $N_{60}P_{60}K_{120}Zn_{0,2}$ ) повышение содержания водорастворимого бора с 0,28 мг/кг до 1,60 мг/кг способствовало накоплению элемента в биомассе, семенах и соломе. Концентрация бора в биомассе льна под влиянием некорневой подкормки борными удобрениями снижалась при повышении обеспеченности почвы бором.

Урожайность и масличность семян льна повышалась с 23,5 до 26,3 ц/га и 34,9 до 38,3 % соответственно по мере обеспеченности супесчаной почвы бором с 0,28 до 0,95 мг/кг. При низком и среднем содержании бора в почве наиболее эффективным и технологичным является применение в некорневую подкормку льна масличного нового жидкого микроудобрения МикроСтим-Бор в дозе 0,05 кг д.в./га, обеспечивающего повышение урожайности семян на 4,2 и 5,0 ц/га и выход масла на 1,7 и 1,8 ц/га [1, 3, 4, 7, 8].

2. При возделывании льна масличного на дерново-подзолистой супесчаной почве с низкой обеспеченностью микроэлементами на фоне минеральных удобрений ( $N_{60}P_{60}K_{120}$ ) применение в некорневую подкормку жидких микроудобрений МикроСтим на 6,0-43,0% эффективнее в сравнении с неорганическими солями в эквивалентных дозах.

Внесение микроудобрений МикроСтим-Цинк,Бор в дозе  $B_{0,1}Zn_{0,16}$  кг д.в./га и МикроСтим-Цинк,Медь в дозе  $Zn_{0,1}Cu_{0,03}$  кг д.в./га в некорневые подкормки льна масличного повышали урожайность семян на 7,7 и 7,2 ц/га, масличность на 2,9% и 2,4%, выход масла на 3,2 и 3,0 ц/га соответственно. Внесение микроудобрений не оказало существенного влияния на жирнокислотный состав семян.

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. Основная часть цинка (83,1%) и меди (74,2%) выносятся семенами льна масличного, большая часть бора (78,1%) – соломой льна. Наибольшее потребление меди из микроудобрений составило 53,3%, цинка – 42,7%, бора – 34,2% [2, 9].

3. На дерново-подзолистой легкосуглинистой почве со средней обеспеченностью микроэлементами на фоне минеральных удобрений ( $N_{60}P_{60}K_{120}$ ) внесение жидких микроудобрений МикроСил в некорневую подкормку льна масличного в фазу «ёлочка» способствовало повышению урожайности семян до 17,3–18,8 ц/га при урожайности в фоновом варианте 14,3 ц/га. Наиболее эффективным является применение в некорневую подкормку льна жидкого микроудобрения МикроСил-Бор,Медь в дозе  $B_{0,075}Cu_{0,075}$  кг д.в./га, обеспечивающее повышение урожайности семян на 4,5 ц/га, выход масла на 2,3 ц/га.

Некорневая подкормка льна масличного микроудобрениями МикроСил увеличивала накопление меди в семенах льна на 6,3-10,0%, в соломе на 4,0-12,0%; цинка на 5,0-9,5% и 46,4-58,9%; бора на 8,1-11,6 % и 13,1-20,2% соответственно. Общий вынос меди от применения микроудобрений МикроСил по-

вышался до 20,4-22,9 г/га, цинка до 93,-100,2 г/га, бора до 70,3-75,0 г/га [5, 6, 10].

4. При возделывании льна масличного на дерново-подзолистой супесчаной почве с низкой и средней обеспеченностью водорастворимым бором экономически эффективно применение в некорневую подкормку микроудобрения МикроСтим-Бор в дозе 0,05 кг д.в./га, обеспечивающего получение чистого дохода 41,0 и 49,7 USD/га при рентабельности 54 и 66%.

При низкой обеспеченности супесчаной почвы водорастворимым бором и подвижным цинком экономически целесообразно проведение некорневой подкормки льна масличного микроудобрением МикроСтим-Цинк, Бор в дозах 0,16 и 0,10 кг д.в./га при чистом доходе 65,7 USD/га и рентабельности 52%.

На дерново-подзолистой легкосуглинистой почве со средней обеспеченностью водорастворимым бором и подвижной медью некорневая подкормка льна масличного микроудобрением МикроСил-Бор, Медь обеспечивала чистый доход 39,2 USD/га при рентабельности 53 % [1, 5, 9].

### **Рекомендации по практическому использованию результатов**

1. При возделывании льна масличного на дерново-подзолистой супесчаной почве с низкой и средней обеспеченностью водорастворимым бором, для повышения урожайности с хорошими качественными характеристиками рекомендуется применение в некорневую подкормку в фазу «ёлочка» микроудобрения МикроСтим-Бор в дозе 0,05 кг д.в./га на фоне минеральных удобрений ( $N_{60}P_{60}K_{120}Zn_{0,2}$ ).

2. На дерново-подзолистой супесчаной почве с низкой обеспеченностью водорастворимым бором и подвижным цинком, целесообразно проводить некорневую подкормку льна масличного в фазу «ёлочка» микроудобрением МикроСтим-Цинк, Бор в дозах 0,16 и 0,10 кг д.в./га на фоне внесения минеральных удобрений ( $N_{60}P_{60}K_{120}$ ).

3. На дерново-подзолистой легкосуглинистой почве со средней обеспеченностью водорастворимым бором и подвижной медью рекомендуется на фоне минеральных удобрений ( $N_{60}P_{60}K_{120}$ ) проводить некорневую подкормку льна масличного в фазу «ёлочка» микроудобрением МикроСил-Бор, Медь в дозе 0,075 кг д.в./га.



## СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ УЧЁНОЙ СТЕПЕНИ

### Статьи в научных изданиях, входящих в Перечень ВАК

1. **Барашкова, Е.Н. (Пукалова, Е.Н.)** Эффективность применения некорневых подкормок льна масличного борными удобрениями в зависимости от обеспеченности дерново-подзолистой супесчаной почвы бором / Е.Н. Барашкова (Е.Н. Пукалова) // Почвоведение и агрохимия. – 2008. – № 2. – С. 185–193.
2. **Барашкова, Е.Н. (Пукалова, Е.Н.)** Влияние различных форм и доз микроудобрений на урожайность и качество семян льна масличного / Е.Н. Барашкова (Е.Н. Пукалова) // Почвоведение и агрохимия. – 2010. – № 2. – С. 186–192.
3. Рак, М. В. Влияние борных удобрений на урожайность и качество семян льна масличного в зависимости от обеспеченности дерново-подзолистой супесчаной почвы бором / М. В. Рак, **Е.Н. Барашкова (Е.Н. Пукалова)** // Почвоведение и агрохимия. – 2010. – № 1. – С. 213–219.
4. **Барашкова, Е.Н. (Пукалова, Е.Н.)** Содержание бора в растениях льна масличного в зависимости от обеспеченности супесчаной почвы бором и доз борных удобрений / Е.Н. Барашкова (Е.Н. Пукалова) // Почвоведение и агрохимия. – 2011. – № 1. – С. 214–221.
5. **Пукалова, Е.Н.** Эффективность применения микроудобрений при возделывании льна масличного на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве / Е.Н. Пукалова // Почвоведение и агрохимия. – 2016. – № 2. – С. 99–106.

### Материалы конференций и тезисы докладов

6. Рак, М.В. Эффективность применения новых форм микроудобрений при возделывании льна масличного на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве / М.В. Рак, Г.М. Сафроновская, **Е.Н. Барашкова (Е.Н. Пукалова)** // Почва – Удобрение – Плодородие – Урожай: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию со дня рожд. Иванова С.Н. и 90-летию со дня рожд. Кулаковской Т.Н., 16-18 фев., 2009 г. / Ин-т почвоведения и агрохимии; редкол.: В.В. Лапа [и др.]. – Минск, 2009. – С. 133–134.
7. Рак, М.В. Эффективность применения микроудобрений в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур / М.В. Рак, **Е.Н. Барашкова (Е.Н. Пукалова)** // Макро – и микроэлементы в питании и продуктивности растений: материалы Междунар. науч. конф., посвящ. 80-летию Б.А. Ягодина, Краснодар, 22 июля 2010 г. / Кубанский ГАУ; редкол.: А.Х. Шеуджен [и др.]. – Краснодар, 2010. – Вып 11. – С. 308–312.
8. Рак, М.В. Влияние борных удобрений на накопление биомассы льна масличного при различной обеспеченности дерново-подзолистой супесчаной почвы бором / М.В. Рак, **Е.Н. Барашкова (Е.Н. Пукалова)** // Плодородие почв – основа устойчивого развития сельского хозяйства: материалы Междунар. науч.-практ. конф. и IV съезда почвоведов, Минск, 26-30 июля 2010 г. / Ин-т почвоведения и агрохимии; редкол.: В.В. Лапа [и др.]. – Минск, 2010. – Ч. 2. – С. 108–109.
9. **Барашкова, Е.Н. (Пукалова, Е.Н.)** Эффективность применения микроудобрений при возделывании льна масличного на дерново-подзолистой супес-

чаной почве / Е.Н. Барашкова (Е.Н. Пукалова) // Плодородие почв и эффективное применение удобрений: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 80-летию основания ин-та, Минск, 5-8 июля 2011 г. / Ин-т почвоведения и агрохимии; редкол.: В.В. Лапа [и др.]. – Минск, 2011. – С. 192–193.

### Методические рекомендации

10. Применение жидких комплексных микроудобрений МикроСил при возделывании льна-долгунца и льна масличного: рекомендации / М.В. Рак, В.В. Лапа, С.А. Титова, Г.М. Сафроновская, **Е.Н. Барашкова (Е.Н. Пукалова)**, Т.Г. Николаева, З.Н. Тихонович, Л.Н. Гук, В.А. Муковозчик, И.А. Голуб, Г.Н. Шанбанович, Н.Г. Бачило, А.Н. Снопов, Н.С. Савельев, А.Н. Ермолович. – Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск, 2009. – 20 с.

### Патенты

11. Жидкое концентрированное удобрение для некорневой подкормки льна и кукурузы: пат. 12367 Респ. Беларусь МПК6 С 05G 3/00/ М.В. Рак, В.В. Лапа, Г.М. Сафроновская, С.А. Титова, **Е.Н. Барашкова (Е.Н. Пукалова)**, З.Н. Тиханович, В.А. Муковозчик, Л.Н. Гук; заявитель РУП Ин-т почв. и агрохим. – № а 20080055; заявл. 17.01.2008 г; опубл. 30.08.09 // Афіцыйны бюл. / Нац. Цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2009. – № 4. – С. 106.

12. Жидкое концентрированное удобрение для некорневой подкормки сельскохозяйственных культур: пат. 12370 Респ. Беларусь МПК6 С 05G 3/00/ М.В. Рак, Г.М. Сафроновская, С.А. Титова, **Е.Н. Барашкова (Е.Н. Пукалова)**, Т. Г. Николаева, З. Н. Тиханович, В.А. Муковозчик, Л.Н. Гук; заявитель РУП Ин-т почв. и агрохим. – № а 20080516; заявл. 21.04.08; опубл. 30.08.09 // Афіцыйны бюл. / Нац. Цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2009. – № 4. – С. 106.

13. Жидкое концентрированное борное удобрение для некорневой подкормки растений: пат. 11666 Респ. Беларусь МПК6 С 05G 3/00/ М.В. Рак, Г.М. Сафроновская, С.А. Титова, **Е.Н. Барашкова (Е.Н. Пукалова)**, В.А. Муковозчик; заявитель РУП Ин-т почв. и агрохим. – № а 20070666; заявл. 01.06.07; опубл. 28.02.09 // Афіцыйны бюл./ Нац. Цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2009. – № 1. – С. 82.

**РЕЗЮМЕ****Пукалова Елена Николаевна****Влияние различных форм и доз микроудобрений на урожайность и качество семян льна масличного на дерново-подзолистых почвах**

**Ключевые слова:** лен масличный, дерново-подзолистая супесчаная и легкосуглинистая почва, микроудобрения, бор, цинк, медь, МикроСтим, МикроСил, урожайность, качество.

**Цель исследования** – установить наиболее эффективные дозы применения новых жидких микроудобрений МикроСтим и МикроСил при возделывании льна масличного на дерново-подзолистой супесчаной и легкосуглинистой почвах, обеспечивающие повышение урожайности и улучшение качества семян.

**Методы исследования и использованная аппаратура** – полевые опыты, лабораторные методы анализа растений и почвы, статистическая обработка достоверности полученных результатов, стандартная аппаратура.

**Полученные результаты и их новизна.** Впервые в Республике Беларусь разработаны новые жидкие комплексные микроудобрения МикроСтим и МикроСил с регуляторами роста гидрогумин и экосил. На дерново-подзолистых супесчаных и легкосуглинистых почвах, с различной обеспеченностью микроэлементами, установлены наиболее эффективные дозы применения минеральных солей микроэлементов и жидких микроудобрений МикроСтим и МикроСил в некорневые подкормки льна масличного, обеспечивающие повышение урожайности и качества семян. Определены параметры удельного выноса бора, цинка и меди семенами и соломой льна масличного.

**Рекомендации по использованию:** полученные результаты являются теоретической и практической основой для применения микроудобрений в технологии возделывания льна масличного.

**Область применения.** Сельское хозяйство, растениеводство.

**РЭЗІЮМЭ**  
**Пукалова Алена Мікалаеўна**

**Уплыў розных форм і доз мікраўгнаенняў на ўраджайнасць і якасць насення ільну алейнага на дзярнова-падзолістых глебах**

**Ключавыя словы:** лён алейны, дзярнова-падзолістая супясчаная і лёгкасугліністая глеба, мікраўгнаенні, бор, цынк, медзь, МікраСтым і МікраСіл, ураджайнасць, якасць.

**Мэта даследвання** – усталяваць найбольш эфектыўныя дозы прымянення новых вадкіх мікраўгнаенняў МікраСтым і МікраСіл пры апрацоўцы ільну алейнага на дзярнова-падзолістай супясчанай і лёгкасугліністай глебах, якія забяспечваюць павышэнне ўраджайнасці і паляпшэнне якасці насення.

**Метады даследвання і выкарастаная апаратура** – палявыя эксперыменты, лабараторныя метады аналізу раслін і глебы, статыстычная апрацоўка дакладнасці атрыманых вынікаў, стандартная апаратура.

**Атрыманяя вынікі і іх навізна.** Упершыню ў Рэспубліцы Беларусь распрацаваны новыя вадкія комплексныя мікраўгнаенні МікраСтым і МікраСіл з рэгулятарамі росту гідрагумін і экасіл. На дзярнова-падзолістай супясчанай і лёгкасугліністай глебе з рознай забяспечанасцю мікраэлементамі, устаноўлены найбольш эфектыўныя дозы прымянення мінеральных соляў мікраэлементаў і новых вадкіх мікраўгнаенняў МікраСтым і МікраСіл ў некарнявыя падкормкі ільну алейнага, якія забяспечваюць павышэнне ўраджайнасці і якасці насення. Вызначаны параметры ўдзельнага вынасу бору, цынку і медзі насеннем і саломай ільну алейнага.

**Рэкамендацыі па выкарыстанні:** атрыманяя вынікі з'яўляюцца тэарэтычнай і практычнай асновай для прымянення мікраўгнаенняў ў тэхналогіі вырошчвання ільну алейнага.

**Вобласць ўжывання.** Сельская гаспадарка, раслінаводства.

**SUMMARY****Pukalova Alena Nikalayevna****The influence of different forms and doses of micronutrient fertilizers on yield and quality of oil flax seeds on sod-podzolic soils**

**Key words:** oil flax, sod-podzolic sandy and sandy loamy soil, micronutrient fertilizers, boron, zinc, copper, MicroSteam, MicroSil, crop capacity, quality.

**Research purpose** – to establish the most effective doses of use of new liquid micronutrient fertilizers MicroSteam and MicroSil at the cultivation of oil flax on the sod-podzolic sandy and sandy loam soil, providing increases in productivity and improvement of quality of seeds.

**Methods of research and used equipment** – field experiments, laboratory methods of analysis of plants and soil, statistical processing of the reliability of the received results, standard equipment.

**The received results and their novelty.** For the first time in the Republic of Belarus the new liquid complex micronutrient fertilizers MicroSteam and MicroSil with growth regulators hydrogumine and eco-sil are worked out. On soddy-podzolic sandy and sandy loamy soils, with various microelements, the most effective doses of use of mineral salts of microelements and liquid micronutrient fertilizers MicroSteam and MicroSil into foliar top dressings of oil flax are developed, providing an increase in yield and quality of seeds. The options of specific removal of boron, zinc and copper by seeds and linen are established.

**Recommendations for use:** the results obtained are a theoretical and practical basis for the application of micronutrient fertilizers in the technology of oil flax growing.

**Field of application.** Agriculture, crop production.

**Пукалова** Елена Николаевна

Влияние различных форм и доз микроудобрений  
на урожайность и качество семян льна масличного  
на дерново-подзолистых почвах

Подписано в печать 08.01.2018. Формат 60x84 1/16.

Бумага офсетная. Ризография.

Усл. печ. л. 1,40. Уч.-изд. л. Тираж 60 экз. Заказ 3.

Полиграфическое исполнение:

Государственное предприятие

«Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси».

Ул. Казинца, 103, 220108, Минск.