

## EFFECT DIFFERENT LEVELS OF EXCHANGEABLE MAGNESIUM IN THE PODZOLUVISOL LOAM SOIL AND MINERAL FERTILIZERS ON THE YIELD AND BIOCHEMICAL QUALITY OF CORN GRAIN

O.M. Tavrykina, I.M. Bogdevich, Yu.V. Putyatin,  
E.S. Tret'yakov, V.A. Dovnar, D.V. Markevich

### Summary

As a result of model stationary field experiment with different exchangeable magnesium content in the podzoluvisol loam soil (1 n KCl) 74–120–181–240 mg Mg/kg and varying Ca:Mg ratios 10,7–6,5–3,9–2,7 it was found increasing corn grain yield on 5–13 % (6,9–15,2 c/ha) in the soil with Mg content 74–181 mg/kg and equivalent Ca:Mg ratio 3,9. Subsequent increasing exchangeable magnesium content to 240 mg/kg and narrowing Ca:Mg ratio to 2,7 was result to small decrease corn grain yield.

Carring out foliar spray of corn plant by magnesium sulfate was effective at exchangeable magnesium content 74 and 120 mg/kg with yield response 7,4 and 6,6 c/ha correspondingly.

Raw protein content in corn grain essential increased (on 0,9–1,5 %) in result of application basic fertilizer system  $N_{110+30}P_{60}K_{120}$  and sulfur fertilizers, highest raw protein (9,6 %) was obtained at 181 mg/kg exchangeable magnesium content. Amino acid composition of corn protein and biological value of critical and essential amino acids was change a little against investigate factors.

*Поступила 10.04.13*

УДК 633.521:631.82:581.14.04

## ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И БРАССИНОСТЕРОИДОВ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО И ВЫНОС ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ

А.А. Ходянков, И.Ю. Гаврюшин

*Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
г. Горки, Беларусь*

### ВВЕДЕНИЕ

В нашей стране большое значение придается изучению технологических аспектов возделывания льна-долгунца, в то же время в научном и производственном направлениях недостаточно внимания уделяется льну масличному. Это одна из перспективных сельскохозяйственных культур комплексного использования, возделываемая в основном для получения масла, которое обладает высокой ценностью (йодным числом 190–200) и используется для лакокрасочной, электротехнической, медицинской, пищевой и других отраслей промышленности [1].

## 2. Плодородие почв и применение удобрений

---

Резервом повышения урожайности и качества продукции льна масличного являются более полное использование природных факторов и максимальная реализация биологического потенциала сортов льна интенсивного типа, разработка научно обоснованных агрохимических приемов, создающих оптимальные условия для роста и развития растений. Важное значение при этом отводится сбалансированному минеральному питанию растений макро- и микроэлементами, использованию новых высокоэффективных форм минеральных удобрений отечественного производства, применению регуляторов роста растений нового поколения [2].

В агрохимических и физиологических исследованиях всегда уделялось и уделяется большое внимание изучению химического состава растений, так как удовлетворение их потребностей в элементах питания в течение всей вегетации является залогом получения высоких и качественных урожаев [3].

Скорость поступления элементов питания во многом зависит от активности биохимических процессов обмена веществ в растении, интенсивности фотосинтеза, образования углеводов и других органических веществ, обусловленных погодными и почвенными условиями, дозами и формами применяемых минеральных удобрений [4].

Лен масличный отличается специфичностью питания, потребляя на формирование значительно больше питательных элементов, чем другие масличные культуры, одновременно неравномерно поглощая их по фазам роста и развития [5].

Из всех элементов питания лен больше всего поглощает азот, являющийся необходимой составной частью белков [4]. Действие азота на рост и развитие льна многообразно. При достаточном количестве других элементов он способствует более быстрому росту растений, образованию мощной зеленой надземной массы, удлиняет цветение и созревание, а в целом повышает как общий урожай, так и урожай семян в частности.

Среди зольных элементов, входящих в состав растений льна, особое место занимает фосфор. Этот питательный элемент стимулирует развитие корневой системы, способствует сокращению вегетационного периода, обеспечивает благоприятное строение стебля, улучшает качество волокна, повышает семенную продуктивность. Фосфор накапливается в растениях там же, где и азот, т. е. в репродуктивных органах, в которых происходят интенсивные процессы синтеза органических веществ, участвуя главным образом в аккумуляции и передаче энергии. При достаточном количестве в почве подвижной фосфорной кислоты потребление растениями азота сокращается. Вследствие этого в растениях льна образуется правильное соотношение между белками и углеводами, что в конечном итоге положительно сказывается на урожае волокна и его качестве [4, 6].

Масличный лен, как и лен-долгунец, требует большого количества калия. Установлено благоприятное действие калия на образование волокна и улучшение его качества. Хорошее калийное питание обеспечивает увеличение количества бутонов, цветков, способствует лучшему оплодотворению и формированию семян, ускоряет их созревание, усиливает устойчивость растений против полегания, засухи и заболевания ржавчиной [7].

Существенным фактором дальнейшего повышения урожайности сельскохозяйственных культур, по мнению ряда ученых [8, 9], является применение регуляторов роста растений. Среди регуляторов роста растений все большее внимание привлекают соединения класса brassinостероидов – фитогормонов природного происхождения. Они отличаются высокой биологической активностью, способствуют гармоничному росту и развитию растений на всех стадиях онтогенеза, повышая их устойчивость к стрессовым условиям произрастания, вредителям и болезням, в связи с чем увеличивается как урожайность, так и качество продукции [10, 11].

Установлено, что применение физиологически активных веществ brassinостероидов позволяет не только направленно регулировать рост и развитие растений, но и снижать на них стрессовое воздействие неблагоприятных метеорологических условий и средств химической защиты [10].

Несмотря на значительные успехи по изучению действия brassinостероидов на физиолого-биологические процессы развития сельскохозяйственных культур, их эффективность на льне масличном исследована недостаточно, чему и посвящены экспериментальные материалы, изложенные в данной статье.

### МЕТОДИКА И ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В 2010–2012 гг. на опытном поле «Тушково» УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» были проведены исследования по изучению влияния различных форм минеральных удобрений и видов регуляторов роста, вносимых в баковых смесях со средствами химической защиты растений, на урожайность, качество основной и побочной продукции льна масличного, динамику содержания NPK в растениях, их вынос и коэффициенты использования.

Почва опытного участка – дерново-подзолистая легкосуглинистая. Характеризовалась следующими агрохимическими показателями:  $pH_{KCl}$  – 6,0–6,2; содержание подвижного  $P_2O_5$  – 168–172; обменного  $K_2O$  – 175–181;  $B$  – 0,21–0,28;  $Zn$  – 2,5–2,7 мг/кг почвы; гумуса – 1,58–1,70 %. Объектом исследований являлся лен масличный сорта Брестский. Норма высева – 10 млн/га всхожих семян.

Общая площадь делянки – 28,8, учетная – 24,5 м<sup>2</sup>. Повторность опыта – четырехкратная, предшественник – ячмень.

Из росторегуляторов в опытах использовали эпин и гомобраassinолид, синтезированные в ГНУ «Институт биоорганической химии НАН Беларуси».

Данные препараты повышают устойчивость растений к неблагоприятным факторам внешней среды (погодные условия, болезни, ядохимикаты и т. п.), взаимодействуя с компонентами гормональной системы растений; регулируют синтез и активность эндогенных ауксинов, цитокининов и абсцизовой кислоты; повышают активность фотосинтеза, белкового обмена; оказывают положительное влияние на элементы продуктивности растений, что приводит к существенному повышению урожайности и качества сельскохозяйственных культур [12].

Дозы brassinостероидов, вносимых по вегетирующим растениям, – 20 мг/га д.в. Из гербицидов использовали Агритокс (0,6 л/га) + Хармони (10 г/га) (начало фазы «елочка»), из фунгицидов – Дерозал (фаза бутонизация).

## 2. Плодородие почв и применение удобрений

В опыте применяли однокомпонентные минеральные удобрения (мочевина, суперфосфат двойной и хлористый калий) и комплексное АФК удобрение с цинком и бором марки  $N_{6}P_{21}K_{32}Zn_{0,27}B_{0,17}$ .

В качестве комплексоната цинка и бора использовали Поликом Л – специальное микроудобрение с антихлорозными свойствами для льна, выращиваемого на известкованных почвах, с утяжеленным гранулометрическим составом. Это концентрат водного раствора микроэлементов с массовой долей цинка – 35 г/кг, меди – 4 г/кг и бора – 3 г/кг. В состав удобрения дополнительно входит хелатирующий агент для листового и корневого питания растений на основе биологически активных комплексонатов микроэлементов.

Схема опыта приведена в таблице 1.

Химические анализы почвы и растений выполняли согласно ГОСТам и методическим указаниям [13]. В пахотном слое почвы до закладки опытов исследовали:

- гумус – по методу И.В. Тюрина в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26213-84);
- обменную кислотность  $pH_{KCl}$  – потенциометрически (ГОСТ 26212-84);
- подвижные соединения  $P_2O_5$  и  $K_2O$  – по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26207-91);
- цинк – методом атомной абсорбции;
- бор – спектрофотокolorиметрически с азометином-Н.

В отобранных по фазам растительных образцах после мокрого озоления серной кислотой определяли:

- содержание азота и фосфора – на фотоэлектроколориметре, калия – на пламенном фотометре (ГОСТ 26657-97);
- жир в семенах – методом инфракрасной спектроскопии с использованием компьютеризированной инфракрасной аналитической системы PSCO/ISI IBM-PC4250.

Основные цифровые данные обработаны дисперсионным методом анализа на ПЭВМ.

Погодные условия в годы исследований имели ярко выраженную своеобразность. Так, 2010 г. отличался повышенной температурой воздуха и недостаточным количеством атмосферных осадков, в то же время запасы продуктивной влаги под посевами льна в мае-июле были оптимальными. В 2011 г. метеорологические условия были близкими в среднемноголетним показателям. В 2012 г. температура воздуха во все фазы роста и развития льна была близка к среднемноголетним величинам, количество же осадков в апреле-июне превышало норму в 2 раза, что отодвинуло срок сева и привело к удлинению вегетационного периода растений. Однако это не повлияло на урожайность и качество льнопродукции, так как июль и первая декада августа для льна масличного были благоприятными.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Урожайность продукции льна масличного в наших опытах зависела от температуры воздуха и количества осадков, выпавших в течение вегетации растений, наличия в почве доступных элементов питания, вносимых макро-, микроудобрений и

брасиностероидов. Несмотря на неидентичные погодные условия, действие минеральных удобрений и физиологически активных веществ достаточно четко проявилось во все годы исследований.

Исследованиями выявлено, что комплексное минеральное удобрение имело существенное преимущество над эквивалентной дозой однокомпонентных форм (табл. 1). Действие комплексоната микроэлементов Поликом Л было достоверным не во все годы исследований, и средние за 3 года данные не позволяют говорить о его высокой эффективности, а лишь позволяют отметить тенденцию к повышению семенной продуктивности на фоне обработки посевов комплексонатом микроэлементов цинка и бора.

Брасиностероиды обеспечили достоверное повышение урожайности и масличности семян. Наибольшего внимания заслуживают следующие варианты. Внесение на фоне  $N_{40}P_{60}K_{90}$  (комплексное АФК удобрение) эпина и гомобрасинолида в два приема: в начале фазы «елочки» в баковой смеси с гербицидами и комплексонатом микроэлементов Поликом Л, а также в фазу бутонизации в баковой смеси с фунгицидом Дерозал. При этом, в среднем за годы исследований урожайность семян составила 19,9–21,4 ц/га, при их масличности – 48,3–48,6 % и сборе масла – 9,29–9,84 ц/га.

В засушливых условиях вегетационного периода 2010 г. брасиностероиды позволили растениям противостоять стрессовым условиям произрастания, лен на делянках с регуляторами роста растений был темно-зеленым, сильно облиственным, общая высота растений увеличилась на 5–9 см. Во время ливневых дождей первой декады июля 2011 г. на делянках с брасиностероидами растения не полегли или полегли незначительно.

Опытами подтверждена возможность двухстороннего использования льна масличного Брестский: как на семенные цели, так и для получения льноволокна, пригодного для изготовления технических тканей. Как видно из таблицы 1, урожайность льнотресты на вариантах с внесением брасиностероидов достигала в среднем за три года 40,8–42,5 ц/га при номерности 1,08, а урожайность волокна – 10,4–10,8 ц/га при выходе волокна со стеблей льна – 26 %.

Потребление элементов минерального питания растениями в процессе онтогенеза является важнейшей составной частью круговорота веществ в земледелии. Содержание и соотношение питательных элементов у каждого вида растений изменяются в довольно узких пределах и связаны с критическими периодами их роста и развития, длительностью вегетационного периода [14].

Нами установлено, что по величине содержания в растениях основные элементы питания располагались в следующем порядке:  $K > N > P$ . Этот ряд отнюдь не служит показателем степени значимости того или иного элемента для жизнедеятельности льна масличного, поскольку каждый из них незаменим и функционально специфичен (табл. 2).

Исследования показали, что для льна характерно поступление питательных элементов более быстрыми темпами в начальный период роста и развития, так как нарастание биомассы в это время происходило значительно медленнее, чем в последующие фазы: содержание азота и зольных элементов в вегетативной части льна было более высоким в фазе «елочки» с постепенным снижением («разбавлением») на протяжении вегетации до уборки. В семенах к моменту уборки количество азота и фосфора было выше, чем в стеблях, что указывает на

## 2. Плодородие почв и применение удобрений

перемещение этих элементов к периоду созревания льна из стеблей в репродуктивные органы. Содержание калия в стеблях и семенах льна к концу вегетации приблизительно выравнивалось.

В процессе исследований выявлено, что применение комплексного АФК удобрения в сравнении с однокомпонентными формами способствовало более активному поступлению всех трех элементов питания как в стебли, так и в семена льна.

Использование в баковой смеси с гербицидами комплексоната цинка и бора Поликом Л не оказало существенного влияния на содержание NPK в растениях.

Физиологически активные вещества – brassinosterоиды – активизировали поступление основных элементов питания в растения льна масличного (во все фазы вегетации) как в вегетативные, так и в генеративные органы (табл. 2), что, очевидно, и явилось предпосылкой для формирования более высокой урожайности и качества льнопродукции на вариантах с применением эпина и гомобрассинолида.

Общая потребность растений в элементах минерального питания характеризуется их выносом или с общей урожайностью, или на единицу основной продукции, учитывая при этом соответствующее количество побочной. Различают «биологический вынос», или общую потребность растений в питательных элементах, необходимых для формирования урожайности определенного размера. В практических же целях чаще всего используют величину хозяйственного выноса элементов питания, отчуждаемых из почвы с урожаем. При этом не учитывается та часть питательных элементов, которая вновь возвращается в почву, находясь в стерне, корнях и т. д. Хозяйственный вынос обычно несколько ниже, чем общая потребность в элементах питания для создания такого же количества продукции.

Результаты наших опытов свидетельствуют о том, что наибольшее количество элементов питания выносят растения льна масличного, выращенные на фоне совместного применения комплексного АФК удобрения и brassinosterоидов, вносимых за вегетацию дважды. Так, при применении на фоне  $N_{40}P_{60}K_{90}$  эпина или гомобрассинолида в начале фазы «елочки» в баковой смеси с гербицидами и комплексонатом микроэлементов Поликом Л, а также в фазу бутонизации с фунгицидом Дерозал вынос элементов питания продукцией льна масличного (семена + солома) в среднем за три года исследований составил: N – 83,5 и 89,5;  $P_2O_5$  – 49,9 и 52,8;  $K_2O$  – 82,5 и 86,1 кг/га соответственно.

Четкой зависимости изменения удельного выноса элементов питания (на 10 ц семян с учетом побочной продукции) от brassinosterоидов не установлено (табл. 3).

Кoeffициенты использования элементов питания из удобрений, рассчитанные разностным методом [15], зависели от применяемых минеральных удобрений, физиологически активных веществ и более высокими были также в вариантах с внесением эпина и гомобрассинолида в два приема. На этих вариантах коэффициенты использования азота составили 122,3 и 137,3 %, что свидетельствует о том, что азот льном масличным использовался не только из минеральных удобрений, но и из почвенных запасов, коэффициенты использования  $P_2O_5$  – 49,3 и 54,2,  $K_2O$  – 50,3 и 54,3 % соответственно.

Таблица 1  
Влияние удобрений и brassinosterоидов на урожайность и качество продукции льна масличного

Вариант	Урожайность семян, ц/га			Среднее за 2010–2012 гг.							
	2010 г.	2011 г.	2012 г.	среднее за 2010–2012 гг.	масличность семян, %	сбор масла, ц/га	урожайность соломы, ц/га	урожайность тресты, ц/га	средний номер тресты	выход волокна, %	урожайность волокна, ц/га
1. Контроль (без удобрений)	8,0	8,4	7,9	8,1	45,2	3,66	25,7	21,3	0,5	23	4,9
2. N <sub>40</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> (однокомпонентные)	12,5	14,7	13,0	13,4	46,6	6,24	33,9	28,2	0,67	24	6,8
3. N <sub>40</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> (комплексное АФК, 2,85 ц/га) + N <sub>23</sub> (в однокомпонентном удобрении) – фон	13,2	16,4	14,8	14,8	47,3	7,00	37,4	31,0	0,83	25	7,7
4. Фон + комплексонат Zn и В в баковой смеси с гербицидами	14,4	16,6	15,8	15,6	47,6	7,40	40,9	33,9	0,83	25	8,4
5. Фон + комплексонат Zn и В + эпин в баковой смеси с гербицидами	16,3	17,8	16,9	17,0	47,8	8,11	43,6	36,2	0,92	25	9,0
6. Фон + комплексонат Zn и В + гомобрассинолид в баковой смеси с гербицидами	16,6	18,3	18,2	17,7	47,8	8,46	45,4	37,6	0,92	25	9,4
7. Фон + комплексонат Zn и В + гербициды + фунгицид	14,8	18,0	16,1	16,3	47,4	7,69	41,8	34,6	0,83	25	8,5
8. Фон + комплексонат Zn и В и гербициды + фунгицид и эпин	16,9	18,5	18,6	18,0	47,8	8,60	45,3	37,6	0,92	25	9,4
9. Фон + комплексонат Zn и В и гербициды + фунгицид и гомобрассинолид	17,3	18,9	19,6	18,6	48,0	8,93	45,9	37,8	0,92	25	9,5
10. Фон + комплексонат Zn и В и эпин в баковой смеси с гербицидами + фунгицид и эпин	17,7	19,8	22,2	19,9	48,3	9,29	49,2	40,8	1,08	26	10,4
11. Фон + комплексонат Zn и В и гомобрассинолид в баковой смеси с гербицидами + фунгицид и гомобрассинолид	18,1	21,4	24,7	21,4	48,6	9,84	50,9	42,5	1,08	26	10,8
НСР <sub>05</sub>	0,43	0,35	0,52	–	0,20–0,31	–	0,65–1,48	0,49–1,19	–	–	0,18–0,25



## 2. Плодородие почв и применение удобрений

Таблица 2  
Динамика поступления основных элементов питания в растения масличного льна в зависимости от условий питания по фазам роста и развития, % к абсолютно сухому веществу ( среднее за 2010–2012 гг.)

Вариант	«Елочка»			Интенсивный рост			Бутонизация			Цветение			Ранняя желтая спелость			Семена		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1. Контроль (без удобрений)	3,12	0,90	3,70	2,87	0,81	3,14	1,65	0,65	2,52	1,52	0,60	2,00	0,81	0,41	1,43	2,40	1,60	0,89
2. N <sub>40</sub> , P <sub>60</sub> , K <sub>90</sub> (однокомпонентные)	3,43	0,97	3,73	3,01	0,84	3,27	1,80	0,68	2,68	1,68	0,62	2,06	0,83	0,42	1,48	2,44	1,62	0,94
3. N <sub>40</sub> , P <sub>60</sub> , K <sub>90</sub> (комплексное АФК, 2,85 ц/га) + N <sub>23</sub> (в однокомпонентном удобрении) – фон	3,74	1,03	3,80	3,19	0,90	3,44	1,86	0,69	2,83	1,72	0,63	2,10	0,84	0,42	1,51	2,52	1,63	0,94
4. Фон + комплексонат Zn и В в баковой смеси с гербицидами	3,62	1,00	3,83	3,11	0,88	3,36	1,83	0,73	2,61	1,70	0,66	2,03	0,83	0,43	1,53	2,58	1,67	0,92
5. Фон + комплексонат Zn и В + эпин в баковой смеси с гербицидами	3,80	1,01	3,92	3,22	0,91	3,51	1,90	0,73	2,86	1,74	0,67	2,15	0,86	0,44	1,56	2,58	1,68	0,95
6. Фон + комплексонат Zn и В + гомобрасиннолид в баковой смеси с гербицидами	3,89	1,03	3,81	3,31	0,91	3,40	1,95	0,75	2,79	1,76	0,66	2,15	0,88	0,44	1,57	2,64	1,64	0,93
7. Фон + комплексонат Zn и В + гербициды + фунгицид	3,70	0,99	3,77	3,17	0,87	3,40	1,86	0,68	2,71	1,70	0,60	1,96	0,83	0,42	1,52	2,57	1,62	0,93
8. Фон + комплексонат Zn и В и гербициды + фунгицид и эпин	3,98	1,03	3,88	3,34	0,90	3,50	1,94	0,76	2,80	1,76	0,70	2,09	0,87	0,47	1,56	2,60	1,69	0,95
9. Фон + комплексонат Zn и В и гербициды + фунгицид и гомобрасиннолид	4,09	1,05	3,93	3,41	0,92	3,47	2,00	0,78	2,79	1,78	0,71	2,10	0,89	0,49	1,58	2,63	1,67	0,96
10. Фон + комплексонат Zn и В и эпин в баковой смеси с гербицидами + фунгицид и эпин	4,21	1,05	3,97	3,43	0,95	3,58	2,03	0,80	2,94	1,80	0,71	2,19	0,91	0,49	1,59	2,62	1,69	0,96
11. Фон + комплексонат Zn и В и гомобрасиннолид в баковой смеси с гербицидами + фунгицид и гомобрасиннолид	4,25	1,06	4,04	3,45	0,95	3,52	2,01	0,81	2,91	1,83	0,73	2,22	0,93	0,49	1,59	2,64	1,69	0,96
НСР <sub>05</sub>	0,03–0,04	0,03	0,03–0,04	0,03–0,04	0,02–0,03	0,04	0,03–0,04	0,02–0,03	0,03–0,04	0,02–0,03	0,03	0,03–0,04	0,02–0,03	0,02–0,03	0,03	0,02–0,03	0,02–0,03	0,02–0,03



Таблица 3  
**Вынос элементов питания растениями льна масличного и коэффициенты их использования из удобрений**  
**(среднее за 2010–2012 гг.)**

Вариант	Общий вынос элементов питания, кг/га				Вынос элементов питания на 10 ц семян с учетом побочной продукции, кг/га				Коэффициенты использования элементов питания из удобрений, %			
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	
1. Контроль (без удобрений)	34,6	20,3	37,2		42,7	25,1	45,9		–	–	–	
2. N <sub>40</sub> , P <sub>60</sub> , K <sub>90</sub> (однокомпонентные)	52,4	31,1	53,2		39,1	23,2	39,7		44,5	18,0	17,8	
3. N <sub>40</sub> , P <sub>60</sub> , K <sub>90</sub> (комплексное АФК 2,85 ц/га) + N <sub>23</sub> (в однокомпонентном удобрении) – фон	59,2	34,4	59,7		40,0	23,2	40,3		61,5	23,5	25,0	
4. Фон + комплексонат Zn и В в баковой смеси с гербицидами	63,9	37,7	65,2		40,9	24,1	41,8		73,3	29,0	31,1	
5. Фон + комплексонат Zn и В + эпин в баковой смеси с гербицидами	70,1	41,3	71,4		41,2	24,3	42,0		88,8	35,0	38,0	
6. Фон + комплексонат Zn и В + гомобрасинолид в баковой смеси с гербицидами	74,7	42,3	74,4		42,2	23,8	42,0		100,3	36,7	41,3	
7. Фон + комплексонат Zn и В + гербициды + фунгицид	66,0	38,0	66,7		40,5	23,3	40,9		78,5	29,5	32,8	
8. Фон + комплексонат Zn и В и гербициды + фунгицид и эпин	74,3	44,7	74,4		41,3	24,8	41,3		99,3	40,7	38,0	
9. Фон + комплексонат Zn и В и гербициды + фунгицид и гомобрасинолид	77,4	46,2	76,6		41,6	24,8	41,2		107,0	43,2	43,8	
10. Фон + комплексонат Zn и В и эпин в баковой смеси с гербицидами + фунгицид и эпин	83,5	49,9	82,5		41,9	25,0	41,4		122,3	49,3	50,3	
11. Фон + комплексонат Zn и В и гомобрасинолид в баковой смеси с гербицидами + фунгицид и гомобрасинолид	89,5	52,8	86,1		41,8	24,6	40,2		137,3	54,2	54,3	

### ВЫВОДЫ

1. В полевых исследованиях, проведенных в 2010-2012 гг. на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве северо-восточной части Республики Беларусь со льном масличным, установлена высокая эффективность эпина и гомобрассинолида.

2. Лучшие условия для снабжения льна основными питательными элементами и повышения его продуктивности обеспечили двойные обработки посевов брассиностероидами (в начале фазы «елочки» в баковой смеси с гербицидами и комплексонатом микроэлементов Поликом Л и в фазу бутонизации в баковой смеси с фунгицидом Дерозал) на фоне комплексного АФК удобрения.

3. Брассиностероиды активизировали поступление **НРК в генеративные** и репродуктивные органы растений во все фазы вегетации, что способствовало увеличению общего выноса элементов питания и коэффициентов их использования.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Самсонов, В. Масличный лен – на поля Беларуси / В. Самсонов, Н. Маковский // Белорус. сел. хоз-во. – 2005. – № 11(43). – С. 32–35.

2. Технологические основы возделывания льна масличного / И.А. Голуб [и др.] // Белорус. сел. хоз-во. – 2007. – № 2. – С. 35–37.

3. Кулаковская, Т.Н. Оптимизация агрохимической системы почвенного питания растений / Т.Н. Кулаковская. – М.: Агропромиздат, 1990. – 220 с.

4. Тихомирова, В.Я. Новые аспекты в вопросах биологии и питания льна: монография / В.Я. Тихомирова, О.Ю. Сорокина, Н.Н. Кузьменко. – Тверь: Твер. гос. ун-т, 2012. – 108 с.

5. Коломникова, Г.Д. Пищевой режим почвы и поступление питательных веществ в растения льна масличного при выращивании его по разным предшественникам в условиях Омской области / Г.Д. Коломникова // Агрехимия. – 1976. – № 11. – С. 71–78.

6. Лен Беларуси: монография / Белорусский НИИ льна; под ред. И.А. Голуба. – Минск: Орех, 2003. – С. 32.

7. Тихомирова, В.Я. Физиологическая роль и агрономическая эффективность калийных удобрений на посевах льна / В.Я. Тихомирова // Научные труды ВНИИЛ. – Торжок, 2002. – Т. 1. – С. 207–213.

8. Влияние регуляторов роста нового поколения на генетический аппарат сельскохозяйственных растений / С.В. Клещев [и др.] // Регуляторы роста и развития растений: материалы III междунар. науч.-практ. конф. / Моск. с.-х. акад. им. К.А. Тимирязева. – М., 1995. – С. 190–191.

9. Деева, В.П. Избирательное действие химических регуляторов роста на растения / В.П. Деева, Н.В. Санько. – Минск: Наука и техника, 1988. – 355 с.

10. Перспективы практического применения брассиностероидов – нового класса фитогормонов / В.А. Хрипач [и др.] // С.-х. биология. – 1995. – № 1. – С. 3.

11. Жарина, И.А. Влияние физиологически активных веществ на морфофизиологические показатели и продуктивность различных генотипов льна-долгунца (*Linum usitatissimum* L.): автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.12 / И.А. Жарина; Ин-т экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича. – Минск, 2005. – 22 с.
12. Брассиностероиды / В.А. Хрипач [и др.]. – Минск: Наука и техника, 1993. – С. 287.
13. Агрохимия: практикум: учеб. пособие / И.Р. Вильдфлуш [и др.]; под ред. И.Р. Вильдфлуша, С.П. Кукреша. – Минск: ИВЦ Минфина, 2010. – 386 с.
14. Гудвин, Т. Введение в биохимию растений / Т. Гудвин, Э. Мерсер. – Т. 2. – М.: Мир, 1986. – 312 с.
15. Босак, В.Н. Краткий нормативный агрохимический справочник / В.Н. Босак. – Минск: БелНИИ внедрения новых форм хозяйствования в АПК, 2003. – 68 с.

## **EFFECT OF MINERAL FERTILIZERS AND BRASSINOSTEROIDS ON FLAX OIL PRODUCTIVITY AND NUTRIENTS REMOVAL**

**A.A. Khadziankou, I.U. Gavryushin**

### **Summary**

In article results of researches for 2010-2012 with flax oil variety Brestsky are given. It is established the high efficiency of this crop in the north-eastern part of Belarus: seed yield up to 24,7 c/ha with oil content 48,6 %.

The nutrient status of the plants depended on the applied mineral fertilizers and plant growth regulators. The better conditions for the supply of flax basic nutrients and increase its productivity provide double processing of crops with brassinosteroids (early phase of "fur-tree" in tank mixtures with herbicides and micronutrients complexonate Polycom L in the budding stage in tank mixtures with fungicide Derozal) on background of complex NPK fertilizer application.

*Поспупила 13.03.13*