

УДК 633.521:631.8.022.3

Г. В. ПИРОГОВСКАЯ, Ю. Г. МИЛОСТА

**ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ  
УДОБРЕНИЙ С МОДИФИЦИРУЮЩИМИ ДОБАВКАМИ В ТЕХНОЛОГИИ  
ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО**

*Институт почвоведения и агрохимии, Минск, Республика Беларусь, e-mail: brissa\_pir@mail.ru*

*(Поступила в редакцию 08.01.2013)*

В настоящее время ежегодные мировые площади подо льном составляют около 3,5–4,5 млн га, при этом 80–85 % от общей площади посевов приходится на лен масличный (*Linum usitatissimum brevimulticaulis*, *Linum humile*). Лен масличный (лен-межеумок и лен-кудряш) – важная масличная культура, содержание масла в семенах – в пределах 30–52 % (в зависимости от сортового типа). Семена являются незаменимым сырьем для ряда отраслей промышленности: пищевой, медицинской, технической и др. Льняное масло не имеет себе равных по противохолестириновым свойствам, а по содержанию  $\alpha$ -линоленовой кислоты (60 %) не имеет аналогов среди растительных масел, также оно является источником белков (которые по наличию и качеству аминокислот не уступает соевым), растворимых полисахаридов, минеральных компонентов и других питательных веществ. В льняном масле низкое содержание нежелательных для потребления человека насыщенных жирных кислот. Состав льняного семени и масла обуславливают их ценность как диетических продуктов. Известно, что одна весовая единица масла заменяет 2,25 ед. сахара, 4 ед. хлеба и 8 ед. картофеля [1–4].

В Республике Беларусь посевы льна масличного в 2010 г. занимали 200–300 га, в 2011 г. – 500 га, в 2012 г. – 1000 га, а на ближайшую перспективу планируется его возделывание на площади около 10 тыс. га. Расширение посевов льна масличного в республике позволит обеспечить население собственным растительным льняным маслом, существенно сократит затраты валютных средств на приобретение его за рубежом.

На современном этапе в растениеводстве в условиях дефицита финансовых и материальных ресурсов ставится задача – снизить затраты на производство возделываемой культуры, получить максимальную отдачу от вложенных средств, при этом увеличить производство и улучшить качество продукции. Усовершенствование системы применения удобрений под отдельные сельскохозяйственные культуры, в том числе и для льна масличного, внедрение в технологию его возделывания новых высокотехнологичных комплексных минеральных удобрений с добавками микроэлементов при основном внесении в почву перед посевом и в качестве некорневых подкормок по вегетирующим растениям, обеспечивающих ресурсосбережение при высокой рентабельности производства, безусловно, актуально.

Цель исследований – экономическая оценка применения различных форм и доз твердых и жидких комплексных азотно-фосфорно-калийных удобрений с модифицирующими добавками, а также смесей стандартных туков, которые выбраны нами в качестве базовых вариантов при возделывании льна масличного.

**Объекты и методы исследований.** Исследования по оценке экономической эффективности применения в полевых опытах (2006–2008 и 2010–2012 гг.) новых форм комплексных удобрений при возделывании льна масличного проводили на дерново-подзолистых рыхлосупесчаных и легкосуглинистых почвах разного уровня кислотности.

Объекты исследований: новые формы комплексных азотно-фосфорно-калийных удобрений с добавками микроэлементов, в том числе в хелатной форме, для основного внесения в почву и для некорневых подкормок по вегетирующим растениям; культура – лен масличный сорта Солнечный и Брестский, почвы – дерново-подзолистые рыхлосупесчаные с  $pH_{KCl}$  5,8–6,0 и дерново-подзолистые легкосуглинистые с  $pH_{KCl}$  5,2–5,9 и 6,1–6,4.

Исследования проводили в 2006–2008 гг. на дерново-подзолистой супесчаной, развивающейся на рыхлой супеси, подстилаемом с глубины 0,5 м моренным суглинком почве на опытном поле УО «Гродненский государственный аграрный университет» (д. Зарица) Гродненского района Гродненской области. Агрохимические показатели пахотного горизонта следующие: недостаточное содержание гумуса – 1,58–1,69 %; слабокислая реакция среды –  $pH_{KCl}$  5,8–6,0; повышенное содержание подвижного  $P_2O_5$  – 165–185 мг/кг почвы и среднее  $K_2O$  – 145–197 мг/кг почвы (по Кирсанову); среднее содержание обменного кальция и магния – 807–874 и 95–145; содержание бора (вытяжка  $H_2O$ ) от среднего в 2006 и 2008 гг. – 0,60–0,69 до высокого в 2007 г. – 0,75 мг/кг почвы; низкое содержание подвижного цинка и меди (вытяжка 1,0 М HCl) – 1,9–2,4 и 1,0–1,2 мг/кг почвы, среднее содержание подвижного марганца (вытяжка 1,0 М KCl) – 2,5–3,0 мг/кг почвы.

Агрохимическая характеристика пахотных горизонтов опытных полей на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве перед закладкой опытов со льном масличным была следующей.

2010 г. в СПК «Знаменский» Слуцкого района Минской области:

*поле 1* –  $pH_{KCl}$  5,91, содержание подвижного  $P_2O_5$  – 139 и  $K_2O$  – 292 мг/кг почвы, обменного кальция и магния – 916 и 109 мг/кг почвы, содержание гумуса – 1,92 %;

*поле 2* –  $pH_{KCl}$  6,20, содержание подвижного  $P_2O_5$  – 270 и  $K_2O$  – 390 мг/кг почвы, обменного кальция и магния – 961 и 115 мг/кг почвы, содержание гумуса – 2,41 %;

2011 г. в СПК «Щемяслица» Минского района Минской области:

*поле 1* –  $pH_{KCl}$  6,10, содержание подвижного  $P_2O_5$  – 362 и  $K_2O$  – 279 мг/кг почвы, обменного кальция и магния – 913 и 183 мг/кг почвы, содержание гумуса – 2,27 %;

*поле 2* –  $pH_{KCl}$  5,52, содержание подвижного  $P_2O_5$  – 390 и  $K_2O$  – 276 мг/кг почвы, обменного кальция и магния – 906 и 147 мг/кг почвы, содержание гумуса – 2,15 %.

2012 г. в ОАО «Гастелловское» Минского района Минской области:

*поле 1* –  $pH_{KCl}$  5,15, содержание подвижного  $P_2O_5$  – 405 и  $K_2O$  – 444 мг/кг почвы, обменного кальция и магния – 1186 и 103 мг/кг почвы, содержание гумуса – 2,34 %;

*поле 2* –  $pH_{KCl}$  6,02, содержание подвижного  $P_2O_5$  – 374 и  $K_2O$  – 310 мг/кг почвы, обменного кальция и магния – 2114 и 227 мг/кг почвы, содержание гумуса – 2,34 %.

Содержание микроэлементов на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах в СПК «Знаменский» и «Щемяслица» было следующее: бора – в пределах 0,60–0,69 мг/кг почвы, подвижного цинка – 1,7–2,1 мг/кг почвы, меди – 1,6–2,0, марганца – 2,5–3,2 мг/кг почвы; в ОАО «Гастелловское»: содержание бора – 0,65–0,69 мг/кг почвы, подвижного цинка – 2,3–2,5 мг/кг почвы, меди – 3,0–3,8, марганца – 3,3–4,7 мг/кг почвы.

В опытах со льном масличным при основном внесении в почву изучали эффективность новых форм комплексных удобрений с различным сочетанием модифицирующих добавок (B, Zn, Fe, Cu, регулятор роста растений – Эпин или Гидрогумат), в том числе:

N:P:K = 13-8-14 с B, Zn, Fe (марка 1), дозы  $N_{50}P_{32}K_{55}$ ,  $N_{70}P_{45}K_{77}$  и  $N_{90}P_{58}K_{99}$ ;

N:P:K = 13-(11-12)-22 с B, Zn, Fe (марка 2), дозы  $N_{50}P_{47}K_{85}$ ,  $N_{70}P_{66}K_{119}$  и  $N_{90}P_{85}K_{153}$ ;

N:P:K = 12-14-28 с B, Zn, Fe (марка 3), дозы  $N_{50}P_{60}K_{115}$ ,  $N_{70}P_{84}K_{161}$  и  $N_{90}P_{108}K_{207}$ .

В качестве некорневых удобрений по вегетации растений применяли удобрения жидкие комплексные для льна-долгунца и льна масличного: марка N:P:K=5:7:10-0,15(B)-0,10(Zn)-0,10(Cu) (медь и цинк в хелатной форме). Концентрация макро-, и микроэлементов в этой марке удобрений составляет: N – 62,0 г/л,  $P_2O_5$  – 87,0,  $K_2O$  – 124,0, B – 1,8, Zn – 1,2 и Cu – 1,2 г/л, плотность раствора – 1,238 г/см<sup>3</sup>, pH 6–8. Проводили одну или две подкормки удобрением жидким комплексным: первую подкормку в стадию «начало елочки» в дозе 4 л/га, вторую подкормку в стадии «елочки» (через 7–10 дней после первой подкормки) – 6 л/га. Рабочий раствор 200–300 л/га.

В качестве базовых вариантов, для сравнительной оценки эффективности комплексных удобрений, применяли: стандартные удобрения – азотные (карбамид), фосфорные (аммонизированный

суперфосфат), калийные (хлористый калий) или комплексные удобрения без микроэлементов, а также стандартные туки с дополнительными двумя некорневыми подкормками микроэлементами в форме химических солей: в первую подкормку применяли в фазе всходов – «начало елочки» – борную кислоту в дозе 0,9 кг/га, сульфат цинка – 1,1 кг/га, вторую подкормку в фазе «елочки» – сульфат меди (0,20 кг/га) и сульфат марганца (0,22 кг/га).

Технология возделывания льна масличного – согласно отраслевым регламентам «Возделывание льна масличного на семена» [5], который предусматривает наряду с оптимизацией всех агротехнических приемов обязательное проведение мероприятий по уходу за растениями.

Для объективной оценки применения новых форм комплексных удобрений в технологии возделывания льна масличного проведена экономическая оценка их применения по технологической карте, включающей все виды работ, начиная с подготовки почвы в осенний период (обработка гербицидом с последующей вспашкой), работ весеннего периода и ухода за посевами, уборки урожая и доработки продукции (сушка и сортировка семян), необходимых при возделывании льна масличного [5]. В опытах 2006–2008, 2010–2012 гг. расчет приведен в ценах на все виды затрат на 01.06.2012 г.

**Метеорологические условия.** При возделывании льна масличного на дерново-подзолистой рыхлосупесчаной почве в условиях 2006 г. (д. Зарица) за период апрель – август гидротермический коэффициент изменялся от 0,17 до 2,83, июль был очень засушливый (ГТК=0,17), август – очень влажный (ГТК = 2,83). Гидротермический коэффициент в среднем за вегетационный период составил 1,28. В 2007 г. погодные условия в апреле, мае и июне несущественно отличались от условий 2006 г.: июль был очень влажный, август – засушливый. Гидротермический коэффициент изменялся от 0,43 до 2,37, а в среднем за вегетационный период составил 1,19, сумма активных температур – 2329,2 °С. В 2008 г. погодные условия отличались от 2006 и 2007 гг.: гидротермический коэффициент изменялся от 0,90 (июнь) до 2,34 (май), а в среднем за вегетационный период составил 1,53, сумма активных температур воздуха – 2249,8 °С. Вегетационные периоды 2006 и 2007 гг. характеризовались как слабозасушливые, 2008 г. – оптимальный, близкий к среднемноголетнему.

При возделывании льна масличного на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве в СПК «Знаменский» и СПК «Щемыслица», ОАО «Гастелловское» в Минской области (2010–2012 гг.) в течение вегетационных периодов (апрель–август) сумма  $T > 5$  °С, а следовательно, и среднемесячная температура воздуха была значительно выше (2382–2660 °С) среднемноголетнего показателя (2077,3 °С). Распределение осадков на фоне высоких температур воздуха было неравномерным по месяцам. В целом осадки в 2010 г. за вегетационный период возделывания льна масличного (апрель – август) составили 338,6 мм, сумма температур – 2660,0 °С, ГТК (за май–август) = 1,32; в 2011 г.: осадки – 322,6 мм, сумма температур – 2471,1 °С, ГТК = 1,40; 2012 г.: осадки – 321,7 мм, сумма температур – 2382,0 °С, ГТК = 1,06; при среднемноголетних значениях: осадки – 363,0 мм, сумма температур – 2077,3 °С, ГТК = 1,64. В целом гидротермический коэффициент по месяцам изменялся в широких пределах, например, в 2010 г. – от 0,49 (май) до 1,60 (июнь), в 2011 г. – от 0,52 (апрель) до 1,86 (июль); в 2012 г. – от 0,40 (июль) до 3,98 (апрель). Это свидетельствует о том, что эффективность комплексных удобрений при возделывании льна масличного проводилась в годы с различными погодными условиями, характерными для Республики Беларусь.

**Результаты и их обсуждение.** При возделывании льна масличного сорта Солнечный на дерново-подзолистой рыхлосупесчаной почве урожайность семян в среднем за три года исследований (2006–2008 гг.) на контрольном варианте без применения удобрений составила 6,9 ц/га, в базовых вариантах со стандартными удобрениями (вар. 2 и 3) – 8,4 и 9,8 ц/га, в вариантах с новыми формами комплексных удобрений при разных дозах их внесения – 11,0–14,5 ц/га (вар. 4–6, 13–15). Лучшими формами и дозами комплексных удобрений оказались следующие: марка N:P:K=13-8,5-18 с B, Zn, Fe в дозе  $N_{80}P_{52}K_{112}$  и N:P:K=13-11-22 с B, Zn, Fe в дозе  $N_{80}P_{68}K_{135}$ , они обеспечили максимальную урожайность семян на уровне 14,5 ц/га. Общие производственные затраты на получение урожайности семян на уровне 6,9 ц/га (контроль) – 8,4–14,5 ц/га (в вариантах с удобрениями) составили: на контроле – 1919,6 тыс. руб/га, в базовых вариантах со стандартными удобрениями (вар. 2, 3) – 2933,0–3004,7 и в вариантах с разными формами и дозами комплексных удобрений с модифицирующими добавками – от 2945,7 до 4361,1 тыс. руб/га (табл. 1).

**Т а б л и ц а 1. Производственные затраты на возделывание  
льна масличного сорта Солнечный на дерново-подзолистой рыхлосупесчаной почве  
с рН<sub>КС1</sub> 5,8–6,0, 2006–2008 гг., тыс. руб/га**

Вариант опыта	Урожайность семян, ц/га	Оплата труда с начислениями	Стоимость семян	Стоимость удобрений	Стоимость средств защиты растений	ГСМ	Аммор- тизация	Прочие затраты	Всего
1. Контроль (без удобрений)	6,9	107,8	183,2	0	621,0	510,0	213,3	284,4	1919,6
<i>Удобрения для основного внесения в почву</i>									
2. N <sub>60</sub> P <sub>39</sub> K <sub>96</sub> (смесь стандартных удобрений) – базовый 1	8,4	115,9	183,2	793,2	621,0	542,8	225,6	451,2	2933,0
3. N <sub>60</sub> P <sub>39</sub> K <sub>96</sub> (смесь стандартных удобрений + 1-я подкормка (борная кислота, сульфат цинка); 2-я подкормка (сульфат меди, сульфат марганца) – базовый 2	9,8	136,2	183,2	805,9	621,0	565,0	231,3	462,3	3004,7
4. N <sub>40</sub> P <sub>26</sub> K <sub>80</sub> комплексное № 1 с В, Zn, Fe (N:P:K=13-8,5-26)	11,0	122,1	183,2	787,9	621,0	551,8	226,6	453,2	2945,7
5. N <sub>60</sub> P <sub>39</sub> K <sub>96</sub> комплексное № 1 с В, Zn, Fe (N:P:K=13-8,5-21)	11,6	128,5	183,2	1054,7	621,0	549,5	253,7	507,4	3297,9
6. N <sub>80</sub> P <sub>52</sub> K <sub>112</sub> комплексное № 1 с В, Zn, Fe (N:P:K=13-8,5-18)	14,5	135,9	183,2	1319,1	621,0	542,6	280,2	560,4	3642,3
13. N <sub>40</sub> P <sub>34</sub> K <sub>68</sub> комплексное № 2 с В, Zn, Fe (N:P:K=13-11-22)	12,4	135,4	183,2	862,4	621,0	548,7	235,1	470,1	3055,9
14. N <sub>60</sub> P <sub>51</sub> K <sub>101</sub> комплексное № 2 с В, Zn, Fe (N:P:K=13-11-22)	12,5	139,7	183,2	1286,7	621,0	553,0	278,4	556,7	3618,6
15. N <sub>80</sub> P <sub>68</sub> K <sub>135</sub> комплексное № 2 с В, Zn, Fe (N:P:K=13-11-22)	14,5	150,9	183,2	1716,5	620,1	559,0	484,6	646,1	4361,1
НСР <sub>05</sub>	0,65	–	–	–	–	–	–	–	–

Чистый доход при применении новых форм комплексных удобрений составлял от 191,9 до 911,0 тыс. руб. на 1 га, или от 22,8 до 108,3 долл/га. Максимальная рентабельность на уровне 25,0 % получена при внесении комплексного удобрения марки N:P:K=13-8,5-18 с В, Zn, Fe в дозе N<sub>80</sub>P<sub>52</sub>K<sub>112</sub> и при использовании марки удобрения 13-11-22 в дозе N<sub>40</sub>P<sub>34</sub>K<sub>68</sub>, обеспечившей рентабельность 27,5 % (табл. 2).

**Т а б л и ц а 2. Экономическая эффективность применения комплексных удобрений  
при основном внесении в почву под лен масличный сорта Солнечный  
на дерново-подзолистой рыхлосупесчаной почве с рН<sub>КС1</sub> 5,8–6,0, 2006–2008 гг.**

Вариант опыта	Стоимость продукции, тыс. руб.	Всего затрат, тыс. руб.	Себестоимость 1 ц семян, тыс. руб.	Чистый доход на 1 га		Рентабель- ность, %
				тыс. руб.	долл. США	
1. Контроль (без удобрений)	2166,6	1919,6	278,2	247,0	29,4	12,9
2. N <sub>60</sub> P <sub>39</sub> K <sub>96</sub> (смесь стандартных удобрений) – базовый 1	2637,6	2933,0	349,2	–295,4	–35,1	–10,1
3. N <sub>60</sub> P <sub>39</sub> K <sub>96</sub> (смесь стандартных удобрений + 1-я подкормка (борная кислота, сульфат цинка); 2-я подкормка (сульфат меди, сульфат марганца) – базовый 2	3077,2	3004,7	306,6	72,5	8,6	2,4
4. N <sub>40</sub> P <sub>26</sub> K <sub>80</sub> комплексное № 1 с В, Zn, Fe (N:P:K=13-8,5-26)	3454,0	2945,7	267,8	508,3	60,4	17,3
5. N <sub>60</sub> P <sub>39</sub> K <sub>96</sub> комплексное № 1 с В, Zn, Fe (N:P:K=13-8,5-21)	3642,4	3297,9	284,3	344,5	41,0	10,4
6. N <sub>80</sub> P <sub>52</sub> K <sub>112</sub> комплексное № 1 с В, Zn, Fe (N:P:K=13-8,5-18)	4553,0	3642,3	251,2	911,0	108,3	25,0
13. N <sub>40</sub> P <sub>34</sub> K <sub>68</sub> комплексное № 2 с В, Zn, Fe (N:P:K=13-11-22)	3893,6	3055,9	246,4	838,6	99,7	27,5
14. N <sub>60</sub> P <sub>51</sub> K <sub>101</sub> комплексное № 2 с В, Zn, Fe (N:P:K=13-11-22)	3925,0	3618,6	289,5	306,4	36,4	8,5
15. N <sub>80</sub> P <sub>68</sub> K <sub>135</sub> комплексное № 2 с В, Zn, Fe (N:P:K=13-11-22)	4553,0	4361,1	300,8	191,9	22,8	4,4



В условиях 2010–2012 гг. изучали агрономическую и экономическую эффективность применения новых форм комплексных удобрений с добавками микроэлементов при основном внесении в почву и при некорневых подкормках по вегетирующим растениям льна масличного сорта Брестский на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах разного уровня кислотности ( $pH_{KCl}$  5,15–5,90 и 6,1–6,4).

Урожайность семян льна масличного на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве в среднем за три года исследований (2010–2012 гг.) была выше, чем на рыхлосупесчаной почве, и при оптимальном уровне кислотности для льна масличного ( $pH_{KCl}$  5,15–5,90) на контрольном варианте без применения удобрений составляла 10,5 ц/га, в базовом варианте со стандартными удобрениями – 12,4 ц/га, а в вариантах с новыми формами комплексных удобрений при разных дозах и формах их внесения – 13,6–15,1 ц/га, при кислотности почвы на уровне  $pH_{KCl}$  6,1–6,4, на контрольном варианте – 9,9 ц/га, в базовом варианте со стандартными удобрениями – 11,7 ц/га, а в вариантах с новыми формами комплексных удобрений – 12,2–14,4 ц/га.

Общие производственные затраты на возделывание льна масличного на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве с оптимальным уровнем кислотности ( $pH_{KCl}$  5,15–5,90) составили: на контроле – 1933,8 тыс. руб/га, в варианте со стандартными удобрениями (вар. 2 – базовый) – 3613,5, с разными формами и дозами комплексных удобрений с модифицирующими добавками – от 3015,1 до 5137,6 тыс. руб/га (табл. 3).

Себестоимость 1 ц семян на контроле составила 184,2 тыс. руб., в базовом варианте – 291,4, в вариантах с комплексными удобрениями марки 13-8-14, 13-11-22 и 12-14-28 (при трех уровнях их применения) – 220,1–359,3 тыс. руб. Чистый доход на контроле составил 1363,2 тыс. руб/га (162,1 долл/га), со стандартными удобрениями – 280,1 (33,3 доллара) и новыми формами комплексных удобрений (13-8-14, 13-11-22) – 139,3–1286,7 тыс. руб/га (16,6–153,0 доллара), рентабельность в базовом варианте – 7,8 %, с комплексными удобрениями с рекомендуемыми дозами внесения  $N_{50}P_{32}K_{55}$  и  $N_{70}P_{45}K_{77}$  (марка N:P:K=13-8-14 с B, Zn, Fe) – 42,7 и 36,1 %; марки N:P:K=13-11-22 с B, Zn, Fe в дозах  $N_{50}P_{47}K_{85}$  и  $N_{70}P_{66}K_{119}$  – 26,7 и 19,6 %. Применение комплексного удобрения марки 12-14-28 на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах высокого уровня плодородия было рентабельным (11 %) только при дозе его внесения  $N_{50}P_{60}K_{115}$  (см. табл. 3).

Соответственно, на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве с  $pH_{KCl}$  6,1–6,4 общие производственные затраты на возделывание льна масличного составили: на контроле – 1925,3 тыс. руб/га, в варианте со стандартными удобрениями (вар. 2 – базовый) – 3603,8, с разными формами и дозами комплексных удобрений с модифицирующими добавками – от 2995,0 до 5137,6 тыс. руб/га. Рентабельность со стандартными удобрениями составила 1,9 %, комплексных марки 13-8-14 с аналогичными дозами – 27,9 и 26,8 %, марки 13-11-22 – 28,8 и 9,8 %. Применение комплексного удобрения марки 12-14-28 было не рентабельным при трех дозах его внесения. Новые формы комплексных удобрений с микроэлементами (марки 13-8-14 и 13-11-22) при основном внесении в почву в дозах по азоту  $N_{50-70}$  при возделывании льна масличного сорта Брестский на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве повышали по сравнению со стандартными туками чистый доход на 59,2–119,7 долл. и рентабельность – на 11,8–34,9 % (на почве с  $pH_{KCl}$  5,15–5,90) соответственно, на почве с  $pH_{KCl}$  6,1–6,4 – на 37,7–102,0 долл. и рентабельность – на 7,9–26,9 % (см. табл. 3).

Себестоимость 1 ц семян на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве с  $pH_{KCl}$  5,15–5,90 в вариантах с комплексными удобрениями марки 13-8-14 (в дозе  $N_{70}P_{45}K_{77}$ ) и 13-11-22 ( $N_{70}P_{66}K_{119}$ ) была ниже на 60,7 и 28,9 тыс. руб. по сравнению с базовым вариантом ( $N_{70}P_{66}K_{119}$ ) на почве с  $pH_{KCl}$  6,1–6,4 – на 60,3 и 22,0 тыс. руб.

Экономическая эффективность применения некорневых подкормок в технологии возделывания льна масличного приведена в табл. 4.

Т а б л и ц а 3. Экономическая эффективность применения комплексных удобрений при основном внесении в почву под лен маслического сорта Брестский на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах разного уровня кислотности, 2010–2012 гг.

Вариант опыта	Урожайность семян, ц/га	Стоимость продукции, тыс. руб.	Всего затрат, тыс. руб.	Себестоимость 1 ц семян, тыс. руб.	Чистый доход на 1 га		Рентабельность, %
					тыс. руб.	долл. США	
<i>Почва с рН<sub>KCl</sub> 5,15–5,90</i>							
1. Контроль (без удобрений)	10,5	3297,0	1933,8	184,2	1363,2	162,1	70,5
2. N <sub>70</sub> P <sub>66</sub> K <sub>119</sub> (смесь стандартных удобрений) – базовый вариант	12,4	3893,6	3613,5	291,4	280,1	33,3	7,8
4. N <sub>50</sub> P <sub>32</sub> K <sub>55</sub> (комплексное, N:P:K=13-8-14 с В, Zn, Fe)	13,7	4301,8	3015,1	220,1	1286,7	153,0	42,7
5. N <sub>70</sub> P <sub>45</sub> K <sub>77</sub> (комплексное, N:P:K=13-8-14 с В, Zn, Fe)	15,1	4741,4	3483,1	230,7	1258,3	149,6	36,1
6. N <sub>90</sub> P <sub>58</sub> K <sub>99</sub> (комплексное, N:P:K=13-8-14 с В, Zn, Fe)	14,6	4584,4	3906,8	267,6	677,6	80,6	17,3
7. N <sub>50</sub> P <sub>47</sub> K <sub>85</sub> (комплексное, N:P:K=13-11-22 с В, Zn, Fe)	13,6	4270,4	3369,9	247,8	900,5	107,1	26,7
8. N <sub>70</sub> P <sub>66</sub> K <sub>119</sub> (комплексное, N:P:K=13-11-22 с В, Zn, Fe)	15,1	4741,4	3963,8	262,5	777,6	92,5	19,6
9. N <sub>90</sub> P <sub>85</sub> K <sub>153</sub> (комплексное, N:P:K=13-11-22 с В, Zn, Fe)	14,9	4678,6	4539,3	304,7	139,3	16,6	3,1
10. N <sub>50</sub> P <sub>60</sub> K <sub>115</sub> комплексное с В, Zn, Fe (N:P:K=12-14-28)	13,5	4239,0	3820,3	283,0	418,7	49,8	11,0
11. N <sub>70</sub> P <sub>84</sub> K <sub>161</sub> комплексное с В, Zn, Fe (Zn и Fe в форме сульфатов), (N:P:K=12-14-28)	13,9	4364,6	4434,5	319,0	-69,9	-8,3	-1,6
12. N <sub>90</sub> P <sub>108</sub> K <sub>207</sub> комплексное с В, Zn, Fe (N:P:K=12-14-28)	14,3	4490,2	5137,6	359,3	-647,4	-77,0	-12,6
НСР <sub>05</sub>	0,97	–	–	–	–	–	–
<i>Почва с рН<sub>KCl</sub> 6,1–6,4</i>							
1. Контроль (без удобрений)	9,9	3108,6	1925,3	197,5	1183,3	140,7	61,5
2. N <sub>70</sub> P <sub>66</sub> K <sub>119</sub> (смесь стандартных удобрений) – базовый вариант	11,7	3673,8	3603,8	308,0	70	8,3	1,9
4. N <sub>50</sub> P <sub>32</sub> K <sub>55</sub> (комплексное, N:P:K=13-8-14 с В, Zn, Fe)	12,2	3830,8	2995,0	245,5	835,8	99,4	27,9
5. N <sub>70</sub> P <sub>45</sub> K <sub>77</sub> (комплексное, N:P:K=13-8-14 с В, Zn, Fe)	14,0	4396,0	3468,1	247,7	927,9	110,3	26,8
6. N <sub>90</sub> P <sub>58</sub> K <sub>99</sub> (комплексное, N:P:K=13-8-14 с В, Zn, Fe)	13,9	4364,6	3906,8	281,1	457,8	54,4	11,7
7. N <sub>50</sub> P <sub>47</sub> K <sub>85</sub> (комплексное, N:P:K=13-11-22 с В, Zn, Fe)	12,9	4050,6	3144,1	243,7	906,5	107,8	28,8
8. N <sub>70</sub> P <sub>66</sub> K <sub>119</sub> (комплексное, N:P:K=13-11-22 с В, Zn, Fe)	13,8	4333,2	3946,4	286,0	386,8	46,0	9,8
9. N <sub>90</sub> P <sub>85</sub> K <sub>153</sub> (комплексное, N:P:K=13-11-22 с В, Zn, Fe)	14,4	4521,6	4532,5	314,8	-10,9	-1,3	-0,2
10. N <sub>50</sub> P <sub>60</sub> K <sub>115</sub> комплексное с В, Zn, Fe (N:P:K=12-14-28)	12,0	3768,0	3799,0	316,6	-31,0	-3,7	-0,8
11. N <sub>70</sub> P <sub>84</sub> K <sub>161</sub> комплексное с В, Zn, Fe (Zn и Fe в форме сульфатов), (N:P:K=12-14-28)	13,5	4239,0	4429,1	328,1	-190,1	-22,6	-4,3
12. N <sub>90</sub> P <sub>108</sub> K <sub>207</sub> комплексное с В, Zn, Fe (N:P:K=12-14-28)	13,3	4176,2	5137,6	386,3	-961,4	-114,3	-18,7
НСР <sub>05</sub>	0,79	–	–	–	–	–	–

Т а б л и ц а 4. Экономическая эффективность применения некорневых подкормок по вегетирующим растениям льна масличного на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах разного уровня кислотности, 2010–2012 гг.

Вариант опыта	На дерново-подзолистой легкосуглинистой почве с рН <sub>КС1</sub> 5,15–5,90						На дерново-подзолистой легкосуглинистой почве с рН <sub>КС1</sub> 6,1–6,4							
	Урожай- ность семян, ц/га	Стоимость продукции, тыс. руб.	Всего запрат, тыс. руб.	Себе- тоимость 1 ц семян, тыс. руб.	Чистый доход на 1 га тыс. руб.	допл.	Рентабель- ность, %	Урожай- ность семян, ц/га	Стоимость продукции, тыс. руб.	Всего запрат, тыс. руб.	Себестоимость 1 ц семян, тыс. руб.	Чистый доход на 1 га тыс. руб.	допл.	Рентабель- ность, %
1. N <sub>70</sub> P <sub>66</sub> K <sub>119</sub> (смесь стандартных удобрений) – базовый	12,4	3893,6	3613,5	291,4	280,1	33,3	7,8	11,7	3673,8	3603,8	308,0	70	8,3	1,9
2. N <sub>70</sub> P <sub>66</sub> K <sub>119</sub> (смесь стандартных удобрений + 1-я подкормка (борная кислота, сульфат цинка); 2-я подкормка (сульфат меди, сульфат марганца)	13,7	4301,8	3710,7	270,9	591,1	70,3	15,9	12,4	3893,6	3893,6	297,7	202,2	24,0	5,5
3. N <sub>70</sub> P <sub>66</sub> K <sub>119</sub> комплексное № 2 с В, Zn, Fe (марка N:P:K=13-11-22)	15,1	4741,4	3963,8	262,5	777,6	92,5	19,6	13,8	4333,2	3946,4	286,0	386,8	46,0	9,8
4. N <sub>70</sub> P <sub>66</sub> K <sub>119</sub> (N:P:K с В, Zn, Fe, 13-11-22) + некорневые подкормки: 1-я подкормка – удобрение жидкие комплексные для льна с хелатными формами микроэлементов, доза 4 л/га – фаза всходов – начало «елочки»	15,3	4804,2	4055,2	265,0	749,0	89,1	18,5	14,4	4521,6	4521,6	280,7	479,8	57,1	11,9
5. N <sub>70</sub> P <sub>66</sub> K <sub>119</sub> (N:P:K с В, Zn, Fe, 13-11-22) + некорневые подкормки: 1-я подкормка – удобрения жидкие комплексные (4 л/га) – фаза всходов – начало «елочки»; 2-я удобрения жидкие комплексные (6 л/га) – фаза «елочки»	15,6	4898,4	4101,7	262,9	796,7	94,7	19,4	15,2	4772,8	4772,8	269,5	676,9	80,5	16,5
НСР <sub>05</sub>	0,98	–	–	–	–	–	–	0,92	–	–	–	–	–	–

Общие производственные затраты на применение некорневых подкормок микроэлементов в форме химических солей (вар. 2) на фоне стандартных удобрений на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве с  $pH_{KCl}$  5,15–5,90 составили 3710,7 тыс. руб., а в базовом варианте без проведения подкормок – 3613,5 тыс. руб.; на легкосуглинистой почве с уровнем кислотности 6,1–6,4 – 3893,6 и 3603,8 тыс. руб. Чистый доход на гектар при применении некорневых подкормок микроэлементами в форме химических солей увеличивался на 311,0 тыс. руб., или на 37 долл., рентабельность – на 8,1 % при снижении себестоимости 1 ц семян льна масличного на 20,5 тыс. руб.; на легкосуглинистой почве с  $pH_{KCl}$  от 6,1–6,4 также отмечено увеличение чистого дохода на гектар – на 132,2 тыс. руб., или на 15,7 долл., рентабельности – на 3,6 % при снижении себестоимости 1 ц семян на 10,3 тыс. руб. (см. табл. 4).

При применении удобрений жидких комплексных с хелатными формами микроэлементов в качестве некорневых подкормок (вар. 4 – одна подкормка, вар. 5 – две подкормки) по вегетирующим растениям льна масличного на фоне основного внесения в почву комплексного удобрения марки N:P:K= 13-11-22 с B, Zn, Fe в дозе  $N_{70}P_{66}K_{119}$  общие производственные затраты на легкосуглинистой почве с  $pH_{KCl}$  5,15–5,90 составляли 4055,2 (одна подкормка) и 4101,7 (две подкормки) тыс. руб., в базовом варианте (вар. 3) – 3963,8 тыс. руб., на почве с  $pH_{KCl}$  6,1–6,4 – 4521,6 и 4772,8 и 3946,4 тыс. руб. соответственно. Чистый доход на 1 га при применении некорневых подкормок удобрениями жидкими комплексными в дозе 4+6 л/га (вар. 5) на фоне основного внесения в почву комплексного удобрения марки N:P:K= 13-11-22 с B, Zn, Fe в дозе  $N_{70}P_{66}K_{119}$ , по сравнению с вариантом без подкормок, на первой почве увеличился на 19,1 тыс. руб., или на 2,2 долл., при одинаковой рентабельности (19,4 и 19,6 %) и себестоимости 1 ц семян (262,9 и 262,5 тыс. руб.). На легкосуглинистой почве с  $pH_{KCl}$  6,1–6,4 эффективным было применение как одной (вар. 4), так и двух подкормок (вар. 5) удобрениями жидкими комплексными льна масличного. Наблюдалось увеличение чистого дохода на 1 га – на 93,0 и 290,1 тыс. руб., или на 11,1–34,5 долл., рентабельности – на 2,1–6,7 % при снижении себестоимости 1 ц семян льна масличного на 5,3–16,5 тыс. руб. (см. табл. 4).

## Выводы

1. Применение новых форм комплексных удобрений с микроэлементами (бор, цинк, железо) при основном внесении в почву при возделывании льна масличного сорта Солнечный на дерново-подзолистой рыхлосупесчаной почве с уровнем кислотности  $pH_{KCl}$  5,8–6,0 (2006–2008 гг.) обеспечивало по сравнению с базовым вариантом, где применялись стандартные туки, урожайность семян на уровне 11,0–14,5 ц/га, при этом прибавка семян в среднем составила 4,4 ц/га, чистый доход на гектар (в зависимости от марки и дозы комплексного удобрения) – от 22,8 до 108,3 долл. и рентабельность – 4,4–27,5 % при снижении себестоимости 1 ц семян льна масличного на 48,4–102,8 тыс. руб. Лучшими формами и дозами комплексных удобрений оказались следующие: марка N:P:K=13-8,5-18 с B, Zn, Fe в дозе  $N_{80}P_{52}K_{112}$  и N:P:K=13-11-22 с B, Zn, Fe в дозе  $N_{80}P_{68}K_{135}$ , которые обеспечили максимальную урожайность семян на уровне 14,5 ц/га, чистый доход – 911,0 и 191,9 тыс. руб/га, или 108,3 и 22,8 долл/га, рентабельность – 25,0 и 4,4 % соответственно.

2. При возделывании льна масличного сорта Брестский на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве с уровнем кислотности  $pH_{KCl}$  5,15–5,90 с применением новых форм комплексных удобрений с микроэлементами (бор, цинк, железо) при основном внесении в почву урожайность семян составляла 13,6–15,1 ц/га, прибавка семян – от 1,1 до 2,7 ц/га к базовому варианту с внесением стандартных туков (12,4 ц/га). При этом лучшими марками комплексных удобрений были следующие: N:P:K = 13-8-14 при дозах внесения  $N_{50}P_{32}K_{55}$  и  $N_{70}P_{45}K_{77}$  и N:P:K = 13-11-22 в дозах  $N_{50}P_{47}K_{85}$  и  $N_{70}P_{66}K_{119}$ , они обеспечили по сравнению со стандартными удобрениями повышение чистого дохода на 497,5–1006,6 тыс. руб/га, или на 59,2–119,7 долл., рентабельность производства семян – на 11,8–34,9 % при снижении себестоимости 1 ц семян льна – 28,9–71,3 тыс. руб.; на почве  $pH_{KCl}$  6,1–6,4 при аналогичных марках и дозах внесения комплексных удобрений получена урожайность семян на уровне 12,0–14,4 ц/га, прибавка семян – от 0,5 до 2,3 ц/га, повышение чистого



дохода – 316,8–857,9 тыс. руб/га, или на 37,7–102,0 долл., рентабельность производства семян – на 7,9–26,9 % при снижении себестоимости 1 ц семян льна на 22,0–64,3 тыс. руб.

3. Применение некорневых подкормок удобрениями жидкими комплексными с микроэлементами в хелатной форме по вегетирующим растениям льна масличного, на фоне комплексных удобрений с модифицирующими добавками при основном внесении в почву, обеспечивало на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах разного уровня кислотности увеличение урожайности семян до 1,4 ц/га, при этом наиболее эффективным было применение двух подкормок (в фазу «всходы – начало елочки» (4 л/га) и в фазу «елочки», 6 л/га), которые обеспечили на почве увеличение чистого дохода с гектара 19,1–290,1 тыс. руб. (2,2–34,5 долл.), рентабельности – до 6,7 % при снижении себестоимости 1 ц семян льна масличного до 16,5 тыс. руб.

### Литература

1. Технологические основы возделывания льна масличного / И. А. Голуб [и др.] // Белорус. сел. хоз-во. – 2007. – № 2. – С. 46–50.
2. Яровые масличные культуры / Д. Шпаар [и др.]; под общ. ред. В. А. Щербакова. – Минск: ФУ Аинформ, 1999. – 288 с.
3. Бушнев, А. С. Отзывчивость сортов льна масличного на удобрение / А. С. Бушнев / Актуальные вопросы селекции, технологии и переработки масличных культур: сб. докл. 2-й междунар. конф. молодых ученых и специалистов. – Краснодар, 2003. – С. 114–120.
4. Бегалина, А. А. Агроклиматический потенциал для возделывания льна масличного в Северном Казахстане / А. А. Бегалина, В. А. Винокуров // Вест. науки Казах. гос. агротех. ун-та им. С. Сейфуллина. – 2007. – № 2. – С. 83–91.
5. Организационно-технологические нормативы возделывания кормовых и технических культур // Сб. отрасл. регламентов / Нац. акад. наук Беларуси, Науч.-практ. центр Беларуси по земледелию; рук. разработ. Ф. И. Привалов [и др.]. – Минск, 2012. – С. 348–362.

*H. V. PIRAHOUSKAYA, Yu. G. MILOSTA*

### ECONOMIC EFFICIENCY OF APPLICATION OF COMPLEX FERTILIZERS WITH MODIFYING ADDITIVES IN THE TECHNOLOGY OF OIL FLAX GROWING

#### Summary

Under present conditions of financial and material resources deficit it's important to improve the system of fertilizers application in order to reduce production costs and maximize the return of investment. The paper presents the results of the research on the influence of new forms and different doses of complex fertilizer with modifying additives on seeds yield and the efficiency of their application in the technology of growing oil flax of the varieties Solnechny and Brestsky on Luvisol sandy loam and loamy sand soils.