

УДК 633.853.494«324»:631.84:658.155(476)

**ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДОЗ
И ФОРМ БОРСОДЕРЖАЩИХ МИКРОУДОБРЕНИЙ
В ПОСЕВАХ ОЗИМОГО РАПСА ПРИ РАЗНЫХ УРОВНЯХ
АЗОТНОГО ПИТАНИЯ**

Чикалова Ж.В., Рак М.В.

УО «Гродненский государственный аграрный университет»,
г. Гродно, Республика Беларусь

РУП «Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси»,
г. Минск, Республика Беларусь

(Поступила в редакцию 18.06.2012 г.)

Аннотация. В работе представлены результаты исследований за 2006-2009 г. по изучению влияния различных доз (150, 300, 450, 600 г д.в./га) и форм борсодержащих (борная кислота, Эколист, Адоб, ЭлеГум) микроудобрений на урожайность маслосемян озимого рапса, возделываемого на двух фонах азотного питания ($N_{160}P_{90}K_{150}$ и $N_{200}P_{90}K_{150}$), а также представлены результаты оценки экономической эффективности изучаемых вариантов. Установлено, что при внесении под озимый рапс $N_{160}P_{90}K_{150}$ с агрономической и экономической точек зрения наиболее эффективной дозой бора является B_{300} в форме

борной кислоты и B_{150} в форме Эколиста, Адоба и ЭлеГума, при внесении $N_{200}P_{90}K_{150}$ - B_{150} в форме борной кислоты и B_{300} в форме Эколиста, Адоба и ЭлеГума. Большой уровень азотного питания (N_{200}) позволяет получить более высокую урожайность маслосемян озимого рапса и обеспечивает наиболее высокую рентабельность возделывания данной культуры.

Summary. In work results of researches for 2006-2009 of studying of influence of various doses (150, 300, 450, 600 g. d.v./hectares) and forms of boron microfertilizers (boric acid, Ecolist, Adob, EleGum) on productivity of oilseed of winter rape are presented, cultivated on two backgrounds of nitrogen nutrition ($N_{150}P_{90}K_{150}$ and $N_{200}P_{90}K_{150}$), and also results of an estimation of economic efficiency of studied variants are presented. It is established, that at entering under winter rape $N_{150}P_{90}K_{150}$ from the agronomical and economic points of view the most effective dose of boron is B_{300} in the form of boric acid and B_{150} in the form of Ecolist, Adob and EleGum, at entering $N_{200}P_{90}K_{150}$ - B_{150} in the form of boric acid and B_{300} in the form of Ecolist, Adob and EleGum. Greater level of nitrogen nutrition (N_{200}) allows to receive higher productivity of oilseed of winter rape and provides the highest profitability of cultivation of the given culture.

Введение. В настоящее время рапс – основная масличная и важная белковая культура Беларуси. Высокий потенциал урожайности (25-50 ц/га маслосемян) в хозяйствах с различным почвенным плодородием и реальная значимость для стабилизации экономики сельского хозяйства показывают, что эта культура может на 50-70% снизить импорт растительного масла, стабилизировав цены на эту продукцию; стать источником дизельного топлива из ежегодно возобновляемой продукции и одновременно дополнительным белком для животноводства; маслосемена рапса и продукты его переработки могут быть весьма значимой экспортной продукцией страны.

Важным условием в получении высоких и устойчивых урожаев озимого рапса является обеспеченность его всеми необходимыми макро- и микроэлементами. Недостаток, избыток или нарушение соотношения между микроэлементами в почвах является частой причиной снижения урожайности этой культуры. В результате последних полевых опытов было установлено, что наиболее важными микроэлементами для рапса являются бор, медь, марганец. Среди них внесению бора под рапс должно уделяться первостепенное внимание, т. к. его недостаток наиболее сильно сказывается на образовании жиров и урожайности семян.

Анализ результатов трех последних туров обследования показал, что доля почв первой и второй групп обеспеченности микроэлементами в Беларуси составляет по бору – 77,8%, меди – 91,7%, площади почв с pH_{KCl} 6,0 и более, где эффективно применение марганца, составляют 80%. Таким образом, дефицит микроэлементов, вызванный

недостаточным содержанием их в почве отдельных районов, требует существенного улучшения химического состава растений. Лучшее всего эта задача разрешается при внесении микроудобрений.

В сельскохозяйственном производстве длительное время в качестве микроудобрений использовались, в основном, неорганические соли отдельных металлов или отходы химической промышленности. Однако, несмотря на доступные цены, данные удобрения в нужных количествах и комбинациях не всегда совместимы и удобны в технологиях применения с другими средствами химизации. Микроэлемент бор в удобрениях Адоб Моно Бор, Эколист Моно Бор и ЭлеГум Бор присутствует в органоминеральной форме, которая обладает более высокой биологической активностью по сравнению с его минеральной формой в борной кислоте. Данные удобрения обладают высокой устойчивостью в широком диапазоне значений pH, хорошо растворимы в воде и сочетаются с пестицидами, практически не токсичны и не обладают коррозионной активностью. Всё это позволяет рассматривать их не только как соединения, обеспечивающие лучшую доступность для растений микроэлемента, но и как одно из средств тонкого регулирования физиологобиохимических процессов в растениях, способствующих повышению урожайности и качества растениеводческой продукции.

Цель работы: изучить влияние различных доз и форм борсодержащих микроудобрений на урожайность и экономическую эффективность возделывания озимого рапса на разных уровнях питания азотом.

Материал и методика исследований. Исследования проводились в условиях УОСПК «Путришки» в 2006 – 2009 гг. Почва опытного участка дерново-подзолистая легкосуглинистая, подстилаемая моренным суглинком. По агрохимическим показателям пахотный горизонт почвы опытного участка характеризовался средним содержанием гумуса, от близкой к нейтральной до нейтральной реакцией среды, повышенным содержанием фосфора, средним и повышенным содержанием калия, средним содержанием серы, бора, меди и обменного марганца, что указывает на среднюю степень окультуренности почвы.

Схема опыта представлена в таблице 1.

Сорт озимого рапса – Лидер. Норма высева – 0,9 млн всхожих семян на гектар. Предшественник – зерновые культуры (озимое тритикале, озимая пшеница, яровой ячмень). Делянки располагались рандомизированно в трехкратной повторности. Общая площадь делянки составляла 12,5 м² (ширина – 2,5 м, длина – 5 м), учетная площадь – 9 м² (ширина – 1,8 м, длина – 5 м).

Таблица 1 – Схема опыта по изучению влияния борсодержащих микроудобрений на урожайность и экономическую эффективность возделывания озимого рапса при разных уровнях азотного питания

1. $N_{160}P_{90}K_{150}$ – фон 1		19. $N_{200}P_{90}K_{150}$ – фон 2	
2. Фон 1+ B_{200}	Борная кислота	20. Фон 2+ B_{200}	Борная кислота
3. Фон 1+ B_{150}		21. Фон 2+ B_{150}	
4. Фон 1+ B_{300}		22. Фон 2+ B_{300}	
5. Фон 1+ B_{450}		23. Фон 2+ B_{450}	
6. Фон 1+ B_{600}		24. Фон 2+ B_{600}	
7. Фон 1+ B_{150}	Эколист Моно Бор	25. Фон 2+ B_{150}	Эколист Моно Бор
8. Фон 1+ B_{300}		26. Фон 2+ B_{300}	
9. Фон 1+ B_{450}		27. Фон 2+ B_{450}	
10. Фон 1+ B_{600}		28. Фон 2+ B_{600}	
11. Фон 1+ B_{150}	Адоб Моно Бор	29. Фон 2+ B_{150}	Адоб Моно Бор
12. Фон 1+ B_{300}		30. Фон 2+ B_{300}	
13. Фон 1+ B_{450}		31. Фон 2+ B_{450}	
14. Фон 1+ B_{600}		32. Фон 2+ B_{600}	
15. Фон 1+ B_{150}	Эле'ум Бор	33. Фон 2+ B_{150}	Эле'ум Бор
16. Фон 1+ B_{300}		34. Фон 2+ B_{300}	
17. Фон 1+ B_{450}		35. Фон 2+ B_{450}	
18. Фон 1+ B_{600}		36. Фон 2+ B_{600}	

Фосфорные и калийные удобрения вносились осенью перед посевом озимого рапса – 200 кг/га аммофоса ($N_{20}P_{90}$) и 250 кг/га хлористого калия (K_{150}).

Азотные удобрения вносились:

при суммарной дозе $N_{160} - N_{20}$ – осенью с аммофосом, N_{90} в форме КАС – 1-я подкормка при возобновлении вегетации, N_{50} в форме мочевины – 2-я подкормка в фазу бутонизации;

при суммарной дозе $N_{200} - N_{20}$ – осенью с аммофосом, N_{120} в форме КАС – 1-я подкормка при возобновлении вегетации, N_{60} в форме мочевины – 2-я подкормка в фазу бутонизации.

Внесение микроудобрений осуществлялось в некорневую подкормку в фазу начала бутонизации в дозах 150, 200, 300, 450 и 600 г д.в. на гектар в форме борной кислоты, Эколист Моно Бор, Адоб Моно Бор и Эле'ум Бор.

Для контроля однолетних двудольных и злаковых сорняков применялось дождевое внесение Бутизана 400 в дозе 2 л/га. В фазе развития озимого рапса 3-4 настоящих листа был внесен фунгицид и регулятор роста Карамба (0,8 л/га), обеспечивающий защиту от снежной плесени и хорошую перезимовку культуры. Для борьбы с рапсовым цветоседом применялось однократное опрыскивание инсектицидом Фастак (0,2 л/га) в фазу начало бутонизации. Для успешного контроля

альтернариоза и фомоза в посевах рапса в фазу конец цветения вносился фунгицид Пиктор (0,5 л/га).

Метеорологические условия в годы проведения исследований характеризовались разнообразием как по температурным показателям, так и по показателям влагообеспеченности и в целом были благоприятны для роста и развития культуры.

Результаты исследований и их обсуждение. В результате проведённых исследований было установлено, что внесение азота в дозе N_{200} позволило по средним трехлетним данным повысить урожайность маслосемян озимого рапса на 3,5 ц/га по сравнению с дозой N_{160} . Применение бора в форме борной кислоты повышало урожайность маслосемян озимого рапса с 33,6 до 37,1-38,5 ц/га (прибавка составляла 3,5-4,9 ц/га) на фоне $N_{160}P_{90}K_{150}$ и с 37,1 до 40,1-43,2 ц/га (прибавка составляла 3,0-6,1 ц/га) на фоне $N_{200}P_{90}K_{150}$. Наибольшую урожайность обеспечило внесение бора в дозе 300 г д.в./га на фоне N_{160} и 600 г д.в./га на фоне N_{200} (табл. 2).

Таблица 2 – Влияние борсодержащих микроудобрений на урожайность семян озимого рапса при разных уровнях азотного питания (в среднем за три года)

Варианты	Урожайность	Прибавка к фону 1	Варианты	Урожайность	Прибавка к фону 2
1. $N_{160}P_{90}K_{150}$ Фон1	33,6	-	19. $N_{200}P_{90}K_{150}$ Фон2	37,1	-
2. Фон1+ B_{200}	37,5	3,9	20. Фон2+ B_{200}	40,6	3,5
3. Фон1+ B_{150}	37,1	3,5	21. Фон2+ B_{150}	40,1	3,0
4. Фон1+ B_{300}	38,5	4,9	22. Фон2+ B_{300}	41,6	4,5
5. Фон1+ B_{450}	38,4	4,8	23. Фон2+ B_{450}	43,1	6,0
6. Фон1+ B_{600}	38,0	4,4	24. Фон2+ B_{600}	43,2	6,1
3. Фон1+ B_{150}	38,9	5,3	25. Фон2+ B_{150}	42,1	5,0
8. Фон1+ B_{300}	38,3	4,7	26. Фон2+ B_{300}	43,6	6,5
9. Фон1+ B_{450}	38,0	4,4	27. Фон2+ B_{450}	43,6	6,5
10. Фон1+ B_{600}	37,9	4,3	28. Фон2+ B_{600}	43,3	6,2
11. Фон1+ B_{150}	38,9	5,3	29. Фон2+ B_{150}	42,2	5,1
12. Фон1+ B_{300}	38,3	4,7	30. Фон2+ B_{300}	43,7	6,6
13. Фон1+ B_{450}	38,0	4,4	31. Фон2+ B_{450}	43,5	6,4
14. Фон1+ B_{600}	38,0	4,4	32. Фон2+ B_{600}	43,3	6,2
15. Фон1+ B_{150}	38,7	5,1	33. Фон2+ B_{150}	42,1	5,0
16. Фон1+ B_{300}	38,3	4,7	34. Фон2+ B_{300}	43,6	6,5
17. Фон1+ B_{450}	38,0	4,4	35. Фон2+ B_{450}	43,4	6,3
18. Фон1+ B_{600}	38,1	4,5	36. Фон2+ B_{600}	43,3	6,2

Микроудобрения в форме Эколист Моно Бор, Адоб Моно Бор и ЭлеГум Бор в целом оказались равнозначными по влиянию на урожайность маслосемян на каждом из уровней азотного питания. При внесении Эколиста урожайность озимого рапса повышалась на 4,3-5,3 ц/га на фоне N₁₆₀ и на 5,0-6,5 ц/га на фоне N₂₀₀. При внесении Адоба соответственно на 4,4-5,3 и 5,1-6,6 ц/га и при внесении ЭлеГума – на 4,4-5,1 и 5,0-6,5 ц/га. Наиболее эффективной дозой бора при внесении микроудобрений, содержащих бор в органоминеральной форме, на меньшем уровне азотного питания оказалась 150 г д.в./га. На более высоком уровне азотного питания наибольшую урожайность обеспечило внесение дозы бора 300 г д.в./га. Дальнейшее повышение доз бора не приводило к достоверному увеличению урожайности.

В настоящее время одной из важнейших экономических проблем является повышение эффективности сельскохозяйственного производства – получение максимального количества продукции при наименьших затратах труда и денежных средств.

Как правило, для экономической оценки используются следующие экономические показатели: урожайность с 1 га в натуральном и стоимостном выражении; производственные затраты на 1 га; себестоимость 1 ц продукции; затраты труда на 1 га и на 1 ц продукции; прибыль или убыток с 1 га; уровень рентабельности.

В результате проведенной экономической оценки применения борсодержащих микроудобрений в посевах озимого рапса были получены экономические показатели, представленные в таблицах 3,4.

Таблица 3 – Экономическая эффективность применения борсодержащих микроудобрений при возделывании озимого рапса на фоне внесения азота в дозе N₁₆₀

Варианты	Прибавка урожая, ц	Стоимость продукции, тыс. руб.	Производственные затраты, на га, тыс. руб.	Себестоимость 1 ц продукции, тыс. руб.	Затраты труда		Чистый доход на 1 га, тыс. руб.	Уровень рентабельности, %
					чел.-ч./га	на 1 ц		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1 N ₁₆₀ Ф ₂₀₀ К ₁₅₀ Фон1	-	2150,4	1710,9	50,92	7,99	0,24	439,5	25,7
2 Фон1+В ₂₀₀	3,9	2400,0	1735,6	46,28	8,22	0,22	664,4	38,3
3 Фон1+В ₁₅₀	3,5	2374,4	1730,9	46,65	8,19	0,22	643,5	37,2
4 Фон1+В ₁₀₀	4,9	2464,0	1746,0	45,35	8,27	0,21	718,0	41,1
5 Фон1+В ₅₀	4,8	2457,6	1757,7	45,77	8,27	0,22	699,9	39,8
6 Фон1+В ₁₆₀	4,4	2432,0	1768,6	46,54	8,25	0,22	663,4	37,5

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	
3. Фон1+В ₁₅₀	Эколист Бор	5,3	2489,6	1744,3	44,84	8,30	0,21	745,3	42,7
8. Фон1+В ₃₀₀		4,7	2451,2	1764,1	46,06	8,26	0,22	687,1	39,0
9. Фон1+В ₄₅₀		4,4	2432,0	1784,5	46,96	8,25	0,22	647,5	36,3
10. Фон1+В ₆₀₀	Аглоб Бор	4,3	2425,6	1805,5	47,64	8,24	0,22	620,1	34,3
11. Фон1+В ₁₅₀		5,3	2489,6	1744,3	44,84	8,30	0,21	745,3	42,7
12. Фон1+В ₃₀₀		4,7	2451,2	1764,1	46,06	8,26	0,22	687,1	39,0
13. Фон1+В ₄₅₀	ЭлеГум Бор	4,4	2432,0	1786,1	47,00	8,26	0,22	645,9	36,2
14. Фон1+В ₆₀₀		4,4	2432,0	1805,7	47,52	8,25	0,22	626,3	34,7
15. Фон1+В ₁₅₀		5,1	2476,8	1741,0	44,99	8,29	0,21	735,8	42,3
16. Фон1+В ₃₀₀	ЭлеГум Бор	4,7	2451,2	1758,4	45,91	8,26	0,22	692,8	39,4
17. Фон1+В ₄₅₀		4,4	2432,0	1776,0	46,74	8,25	0,22	656,0	36,9
18. Фон1+В ₆₀₀		4,5	2438,4	1794,5	47,10	8,25	0,22	643,9	35,9

Таблица 4 - Экономическая эффективность применения борсодержащих микроудобрений при возделывании озимого рапса на фоне внесения азота в дозе N₂₀₀

Варианты	Прибавка урожая, ц	Стоимость продукции, тыс. руб.	Производительные затраты, на га, тыс. руб.	Себестоимость 1 ц продукции, тыс. руб.	Затраты труда		Чистый доход на 1 га, тыс. руб.	Уровень рентабельности, %	
					чел.-ч./га	на 1 ц			
1. N ₂₀₀ P ₉₀ K ₁₅₀ Фон2	-	2374,4	1788,3	48,20	8,25	0,22	586,1	32,8	
2. Фон2+В ₂₀₀	Борная к-та	3,5	2598,4	1812,1	44,63	8,45	0,21	786,3	43,4
3. Фон2+В ₄₅₀		3,0	2566,4	1807,1	45,07	8,42	0,21	759,3	42,0
4. Фон2+В ₃₀₀		4,5	2662,4	1822,5	43,81	8,51	0,20	839,9	46,1
5. Фон2+В ₄₅₀	Эколист Бор	6,0	2758,4	1837,9	42,64	8,60	0,20	920,5	50,1
6. Фон2+В ₆₀₀		6,1	2764,8	1850,0	42,82	8,60	0,20	914,8	49,5
3. Фон2+В ₁₅₀		5,0	2694,4	1821,1	43,26	8,62	0,20	873,3	48,0
8. Фон2+В ₃₀₀	Эколист Бор	6,5	2790,4	1845,7	42,33	8,62	0,20	944,7	51,2
9. Фон2+В ₄₅₀		6,5	2790,4	1866,8	42,82	8,62	0,20	923,6	49,5
10. Фон2+В ₆₀₀		6,2	2771,2	1887,3	43,59	8,61	0,20	883,9	46,8
11. Фон2+В ₁₅₀	Аглоб Бор	5,1	2700,8	1821,3	43,16	8,54	0,20	879,5	48,3
12. Фон2+В ₃₀₀		6,6	2796,8	1845,9	42,24	8,63	0,20	950,9	51,5
13. Фон2+В ₄₅₀		6,4	2784,0	1866,6	42,91	8,62	0,20	917,4	49,1
14. Фон2+В ₆₀₀	ЭлеГум Бор	6,2	2771,2	1887,2	43,59	8,61	0,20	883,9	46,8
15. Фон2+В ₁₅₀		5,0	2694,4	1818,2	43,19	8,54	0,20	876,2	48,2
16. Фон2+В ₃₀₀		6,5	2790,4	1840,0	42,20	8,62	0,20	950,4	51,7
17. Фон2+В ₄₅₀	ЭлеГум Бор	6,3	2777,6	1857,8	42,81	8,61	0,20	919,8	49,5
18. Фон2+В ₆₀₀		6,2	2771,2	1875,9	43,32	8,61	0,20	895,3	47,7

Данные таблиц свидетельствуют, что применение борсодержащих микроудобрений в посевах озимого рапса приводило к повышению экономической эффективности возделывания культуры по сравнению с фоновым вариантом без их применения. Прибавка урожайности воз-

растала с 33,6 ц/га до 38,9 ц/га на фоне N_{160} и с 37,1 ц/га до 43,7 ц/га на фоне N_{200} в зависимости от исследуемых доз микроудобрений; чистый доход и уровень рентабельности увеличивались с 439,5 тыс. руб. до 950,9 тыс. руб. и с 25,7% до 51,7% соответственно в зависимости от доз внесения азотных и борсодержащих микроудобрений. В свою очередь, наблюдалось снижение себестоимости 1 ц продукции и затрат труда на ее производство. Наилучшими с точки зрения экономической эффективности оказались варианты с внесением Эколиста Моно Бора, Адоба Моно Бора и ЭлеГума Бора в дозе 300 г д.в./га на более высоком уровне азотного питания – достигнут наивысший уровень рентабельности с наименьшими затратами денежных средств и трудовых ресурсов.

Заключение. Применение в некорневую подкормку борсодержащих микроудобрений борной кислоты, Эколиста Моно Бора, Адоба Моно Бора и ЭлеГума Бора является эффективным приемом повышения урожайности и экономической эффективности возделывания озимого рапса. При внесении под озимый рапс $N_{160}P_{90}K_{150}$ с агрономической и экономической точек зрения наиболее эффективной дозой бора является B_{300} в форме борной кислоты и B_{150} в форме Эколиста, Адоба и ЭлеГума, при внесении $N_{200}P_{90}K_{150} - B_{450}$ в форме борной кислоты и B_{300} в форме Эколиста, Адоба и ЭлеГума. Наивысший уровень рентабельности (51,2-51,7%) с наименьшими затратами денежных средств (себестоимость 1 ц продукции 42,20-42,33 тыс. руб.) и трудовых ресурсов (затраты труда 0,2 чел.-ч./ц) обеспечивает внесение Эколиста Моно Бора, Адоба Моно Бора и ЭлеГума Бора в дозе 300 г. д.в./га на более высоком уровне азотного питания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Система применения микроудобрений под сельскохозяйственные культуры (рекомендации).- Рак М.В., Богдевич И.М., Лапа В.В. и др.- РУП «Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси».- Минск, 2006.- 28 с.
2. Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси: сборник научных материалов, 2-е изд., доп. и перераб. / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». – Минск: ИВЦ Минфина, 2007. – 448 с.