

УДК 631.82:633.853.494«324»

ВЛИЯНИЕ ДОЗ ВНЕСЕНИЯ МИКРОЭЛЕМЕНТНОГО КОМПЛЕКСА АГРОНАН НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО МАСЛОСЕМЯН ОЗИМОГО РАПСА

Ф. Ф. Седляр, И. Т. Станевич

УО «Гродненский государственный аграрный университет»

Г. Гродно, Республика Беларусь

(Республика Беларусь, 230008, г. Гродно, ул. Терешковой, 28, e-mail: ggau@ggau.by)

***Ключевые слова:** озимый рапс, микроэлементный комплекс АгроНАН, количество стручков, количество семян в стручке, масса 1000 семян, биологическая урожайность, содержание сырого протеина, содержание жира.*

***Аннотация.** Изучено влияние микроэлементного комплекса АгроНАН на элементы структуры урожая озимого рапса. Микроэлементный комплекс АгроНАН при внесении в дозе 0,2-0,25 л/га в фазу начала бутонизации и в дозе 0,2-0,25 л/га в фазу полной бутонизации увеличивал, по сравнению с контрольным вариантом, количество стручков на 1 растении на 10-19 шт., массу 1000 семян на 0,1-0,4 г, массу семян с 1 растения на 1,0-3,47 г, биологическую урожайность маслосемян на 0,28-0,32 т/га. Внесение микроэлементного комплекса АгроНАН в дозе 0,2 л/га в фазу начала бутонизации и в дозе 0,2 л/га в фазу полной бутонизации обеспечило получение максимальной биологической урожайности культуры (4,58 т/га) при следующих элементах структуры урожая: густота стояния растений к уборке – 37 шт./м²; количество стручков на растении к уборке – 147 шт.; количество семян в стручке – 18,7 шт.; масса 1000 семян – 4,5 г; масса семян с одного растения – 12,38 г. В среднем за три года исследований максимальная урожайность маслосемян озимого рапса (3,56 т/га) получена в четвертом и пятом вариантах, прибавка к контролю составила 0,22 т/га, или 6,6%. Наибольшую прибавку по сбору сырого протеина (0,02 т/га) озимый рапс обеспечивал при внесении микроэлементного комплекса АгроНАН в дозе 0,2-0,25 л/га в фазу начала бутонизации и в дозе 0,2-0,25 л/га в фазу полной бутонизации, а по сбору жира (0,22 т/га) – при внесении в дозе 0,2 л/га в два срока в аналогичные фазы.*

INFLUENCE OF DOZES OF ENTERING OF THE MICROELEMENT COMPLEX AGRONAN ON PRODUCTIVITY AND QUALITY OILSEEDS WINTER RAPE

F. F. Sedlyar, I. T. Stanevych

EI «Grodno State Agricultural University»

Grodno, Republic of Belarus

(Republic of Belarus, 230008, Grodno, 28 Tereshkova st.; e-mail:

ggau@ggau.by)

Key words: winter rape, Microelement complex AgroNAN, the number of pods, number of seeds per pod, weight of 1000 seeds, biological productivity, the maintenance of a crude protein, the maintenance of fat.

Summary. Studied influence of microelement complex AgroNAN on elements of structure of a crop winter rape. Microelement complex AgroNAN at entering into a doze of 0,2-0,25 t/hectares in a phase the beginning budding and in a doze of 0,2-0,25 t/hectares in a phase full budding increased in comparison with a control variant quantity of pods on 1 plant on 10-19 pieces, weight of 1000 seeds on 0,1-0,4 g, weight of seeds from 1 plant on 1,0-3,47 g, biological productivity oilseeds by 0,28-0,32 t/hectares. Entering of microelement complex AgroNAN into a doze of 0,2 t/hectares in a phase the beginning budding and in a doze of 0,2 t/hectares in a phase full budding has ensured the maximal biological productivity of culture of 4,58 t/hectares at following elements of structure of a crop: density of standing of plants to cleaning – 37 pieces /m²; quantity of pods on a plant to cleaning – 147 pieces; quantity of seeds in a pod – 18,7 pieces; weight of 1000 seeds – 4,5 g; weight of seeds from one plant – 12,38 g. On the average the maximal productivity oilseeds winter rape 3,56 t/hectares is received for three years of researches in the fourth and fifth variants, the increase to the control has made 0,22 t/hectares or 6,6%. The greatest increase on gathering a crude protein (0,02 t/hectares) winter rape provided at entering microelement complex AgroNAN into a doze of 0,2-0,25 t/hectares in a phase the beginning budding and in a doze of 0,2-0,25 t/hectares in a phase full budding, and on gathering fat (0,22 t/hectares) – at entering into a doze of 0,2 t/hectares in two terms in similar phases.

(Поступила в редакцию 01.06.2019 г.)

Введение. В Беларуси рапс является ведущей масличной культурой. Увеличение валового сбора маслосемян озимого рапса – один из путей решения проблемы растительного масла и кормового белка. В повышении урожайности маслосемян озимого рапса важная роль принадлежит микроэлементам. Для оптимального роста и развития растений наряду с главными элементами питания необходимы микроэлементы. Однако нужны они растениям только в небольших количествах. Потребность в микроэлементах растет в связи с применением высококонцентрированных макроудобрений, которые лучше очищены и почти не содержат примесей микроэлементов. Внесение повышенных доз

азота, фосфора и калия сдвигает полное равновесие почвенного раствора часто в сторону, неблагоприятную для поглощения растениями микроэлементов. На подвижность микроэлементов, а значит, и на их поступление в растения значительное влияние оказывают свойства почвы, применение органических, минеральных и известковых удобрений. При возделывании сельскохозяйственных культур высокопродуктивные сорта имеют интенсивный обмен веществ, которые требуют достаточной обеспеченности не только макро-, но и микроэлементами. Оптимизация питания растений, повышение эффективности использования удобрений в огромной степени связаны с обеспечением нужного соотношения в почве макро- и микроэлементов. В результате 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 [1-7].

Различные симптомы острого дефицита микроэлементов отмечаются на растениях рапса. Так, например, светлая окраска листьев (хлороз) проявляется при дефиците магния и цинка, отмирания плодовой оси – при дефиците меди, деформация стеблей – при дефиците бора, деформация листьев – при дефиците молибдена. По мнению доктора Эвальда Шнуга (Институт питания растений и почвоведения, Германия), у рапса наиболее часто распространен скрытый дефицит микроэлементов, который проявляется без видимых симптомов, но уровень урожая ограничен. Скрытый дефицит обнаруживают путем проведения почвенных и растительных анализов. Почвенные обследования особенно хорошо подходят для оценки обеспеченности бором, медью, цинком и молибденом. Для оценки обеспеченности магнием лучше подходит метод растительных анализов и почвенных исследований [6].

Удобрение АгроНАН – экологически сверхчистый микроэлементный комплекс на основе карбоксилатов биогенных металлов, где хелатирующим агентом выступают природные пищевые кислоты, а именно лимонная, янтарная, винная, яблочная и другие, а также их смеси. В целом, по своей биохимической структуре и химической чистотой получения микроэлементные комплексы очень близки к тем биометаллоорганическим соединениям, которые синтезируются в растительных клетках. Технология получения карбоксилатов микроэлементов базируется на нанотехнологических методах, которые исключают загрязнение получаемых микроудобрений побочными продуктами химических реакций. В состав микроэлементного комплекса АгроНАН, кроме традиционных элементов (марганца, цинка, железа, меди, ко-

бальта, молибдена, магния), входят селен, германий, ванадий, никель и титан. Данные элементы выполняют как трофическую функцию, т. е. компенсируют дефицит элементов питания, так и регуляторную путем активизации в растении всех биохимических процессов. Так, например, селен обладает защитным антиоксидантным действием, способствует повышению устойчивости растений к условиям засухи и низких температур. Германий способствует укреплению иммунной системы растений, повышению устойчивости к грибным и бактериальным заболеваниям. Никель активизирует азотный обмен, способствует пролонгированию процесса нитрификации. Ванадий и титан способствует интенсификации процессов биологической азотфиксации симбиотическими микроорганизмами [8].

Цель работы – изучить влияние доз внесения микроэлементного комплекса АгроНАН на элементы структуры урожая, урожайность и качество маслосемян озимого рапса.

Материал и методика исследований. Исследования по изучению влияния доз и сроков внесения микроэлементного комплекса АгроНАН на элементы структуры урожая, урожайность и качество маслосемян озимого рапса в 2016-2018 гг. были проведены в почвенно-климатических условиях опытного поля УО СПК «Путришки» Гродненского района Республики Беларусь. Почва опытного участка дерново-подзолистая легкосуглинистая, подстилаемая с глубины 0,7-1,0 м моренным суглинком. Агрохимические показатели почвы следующие: рН КС1 – 6,0-6,3, содержание P_2O_5 – 216-228 мг/кг почвы, K_2O – 282-291, серы – 4,5-5,0, бора – 0,40-0,43, меди – 1,3, цинка – 2,5, марганца – 1,3 мг/кг почвы, гумуса – 2,35-2,46%. Мощность пахотного слоя почвы 24-25 см. Гибрид озимого рапса – Петрол F1. Норма высева – 0,6 млн. всхожих семян на 1 га. Учетная площадь делянки – 20 м², общая площадь делянки – 36 м², повторность трехкратная. Способ посева рядовой с шириной междурядий 12,5 см. Предшественник – яровой ячмень. Экспериментальные данные обрабатывали методом дисперсионного анализа в изложении Б. А. Доспехова. Микроэлементный комплекс АгроНАН вносили в два срока: в начале фазы бутонизации и в конце фазы бутонизации.

Схема опыта:

Вариант 1 – $N_{20}P_{70}K_{120} + N_{120} + N_{70} + N_{30}$ – Фон.

Вариант 2 – Фон + АгроНАН – 0,1 + 0,1 л/га.

Вариант 3 – Фон + АгроНАН – 0,15 + 0,15 л/га.

Вариант 4 – Фон + АгроНАН – 0,2 + 0,2 л/га.

Вариант 5 – Фон + АгроНАН – 0,25 + 0,25 л/га.

В августе 2015 г. сумма выпавших осадков составила 126% от нормы, что способствовало появлению дружных всходов растений озимого рапса. В сентябре 2015 г. сумма выпавших осадков составила 99% от нормы, в октябре – 69%, а в ноябре – 131%, что способствовало хорошему росту и развитию озимого рапса в осенний период.

Зимний период 2015-2016 гг. характеризовался устойчивым снежным покровом, способствующим хорошей перезимовке озимого рапса. В декабре 2015 г. выпало 122%, в январе 2016 года – 81%, а в феврале – 164% осадков от нормы в виде снега. В третьей декаде марта средняя температура воздуха составила 3,8°C, превысив на 2,4°C среднее многолетнее значение, что способствовало раннему возобновлению весенней вегетации растений озимого рапса.

В апреле выпало 103% осадков от нормы, в мае – 5%, в июне – 29%. Среднемесячная температура в мае была выше нормы на 2,4°C, а в июне – на 2,2°C. Острый дефицит атмосферных осадков в мае и июне (в критический период по отношению рапса к влаге) и повышенные температуры воздуха способствовали формированию низкой урожайности маслосемян озимого рапса, а действие микроэлементного комплекса АгроНАН по изучаемым вариантам опыта не проявилось.

В августе 2016 г. сумма выпавших осадков составила 63% от нормы, этого количества осадков было достаточно для появления дружных всходов растений озимого рапса. В сентябре 2016 г. сумма выпавших осадков составила 129% от нормы, в октябре – 279%, а в ноябре – 115%, что способствовало хорошему росту и развитию озимого рапса в осенний период.

Зимний период 2016-2017 гг. характеризовался устойчивым снежным покровом, обеспечившим хорошую перезимовку озимого рапса. В декабре 2016 г. выпало 92%, в январе 2017 г. – 69%, а в феврале – 86% осадков от нормы в виде снега. Средняя температура в декабре составила 0,1°C, что на 2,8°C выше нормы, в январе – -4,4°C, или на -0,7°C меньше нормы, в феврале – -1,6°C, или на -2,8°C меньше среднемесячных значений. В итоге достаточный снежный покров в сочетании с благоприятным температурным режимом обеспечил хорошую перезимовку растений озимого рапса.

В первой декаде марта 2017 г. средняя температура воздуха составила 4,3°C, превысив на 6,6°C среднее многолетнее значение, что способствовало раннему возобновлению весенней вегетации растений озимого рапса. Избыточное количество атмосферных осадков в марте и апреле соответственно 148 и 128% от нормы обеспечило достаточный запас влаги в почве в мае, несмотря на то, что в этом месяце их выпало 11% от нормы. Сумма атмосферных осадков в июне составила 102% от

средних многолетних значений, что способствовало формированию хорошего урожая маслосемян озимого рапса. В августе, сентябре и октябре 2017 г. сумма выпавших атмосферных осадков составила соответственно 119, 156 и 173%, что способствовало хорошему росту и развитию озимого рапса в осенний период.

Зимний период 2017-2018 гг. характеризовался устойчивым снежным покровом, обеспечившим хорошую перезимовку озимого рапса. В декабре 2017 года выпало 135%, в январе 2018 г. – 67%, а в феврале – 51% осадков от нормы в виде снега. Средняя температура в январе составила $-1,8^{\circ}\text{C}$, а в феврале – $-5,2^{\circ}\text{C}$. Сумма выпавших атмосферных осадков в апреле составила 171% от нормы, в мае – 68%, в июне – 17%. На основании изложенного анализа метеоусловий можно сделать вывод, что погодные условия 2017-2018 гг. были благоприятными для формирования хорошего урожая маслосемян озимого рапса.

Результаты исследований и их обсуждение. Исследованиями по изучению влияния доз внесения микроэлементного комплекса АгроНАН на элементы структуры урожая озимого рапса установлено, что в 2016 г. различные дозы и сроки внесения изучаемого микроэлементного комплекса оказали незначительное влияние только на массу 1000 семян озимого рапса. По всем изучаемым вариантам биологическая урожайность маслосемян озимого рапса находилась на одном уровне (таблица 1).

В 2017 г. микроэлементный комплекс АгроНАН способствовал увеличению количества стручков на одном растении, количества семян в стручке, массы 1000 семян, массы семян с одного растения. Так, во втором варианте с внесением микроэлементного комплекса АгроНАН в два срока в дозах по 0,1 л/га на одном растении в среднем насчитывалось 136 стручков, что на 8 стручков больше, чем в контрольном варианте. В третьем, четвертом и пятом вариантах при внесении микроэлементного комплекса АгроНАН в два срока в дозах от 0,15 + 0,15 л/га до 0,25 + 0,25 л/га на одном растении в среднем насчитывалось 140-147 стручков.

Таблица 1 – Элементы структуры урожая и биологическая урожайность озимого рапса в зависимости от доз внесения микроэлементного комплекса АгроНАН, 2016 г.

Вариант	Количество			Масса семян, г		Урожайность, т/га
	растений, шт./м ²	стручков на 1 раст., шт.	семян в стручке, шт.	1000 шт.	с 1 раст.	
1. Фон	33	82	27,3	3,6	8,09	2,67
2. АгроНАН 0,10 + 0,10 л/га	34	80	27,2	3,7	8,06	2,74
3. АгроНАН 0,15 + 0,15 л/га	33	83	27,3	3,8	8,61	2,84
4. АгроНАН 0,20 + 0,20 л/га	34	80	27,3	3,8	8,26	2,81
5. АгроНАН 0,25 + 0,25 л/га	33	83	27,2	3,8	8,58	2,83

Таблица 2 – Элементы структуры урожая и биологическая урожайность озимого рапса в зависимости от доз внесения микроэлементного комплекса АгроНАН, 2017 г.

Вариант	Количество			Масса семян, г		Урожайность, т/га
	растений, шт./м ²	стручков на 1 раст., шт.	семян в стручке, шт.	1000 шт.	с 1 раст.	
1. Фон	43	128	17,7	4,4	10,00	4,30
2. АгроНАН 0,10 + 0,10 л/га	41	136	17,9	4,4	10,68	4,38
3. АгроНАН 0,15 + 0,15 л/га	40	140	18,1	4,4	11,13	4,45
4. АгроНАН 0,20 + 0,20 л/га	37	147	18,7	4,5	12,38	4,58
5. АгроНАН 0,25 + 0,25 л/га	38	144	18,5	4,5	12,00	4,56

Средняя масса 1000 семян озимого рапса в четвертом и пятом вариантах по сравнению с контролем увеличилась на 0,1 г и составила 4,5 г, а масса семян с одного растения составила в указанных вариантах 12,0-12,38 г, превысив контрольный вариант на 2,0-2,38 г. Максимальная биологическая урожайность маслосемян озимого рапса отмечена в четвертом-пятом вариантах и находилась на одном уровне 45,8-45,6 ц/га, а на контроле – 43,0 ц/га (таблица 2). Аналогичная закономерность наблюдалась и в 2018 г. (таблица 3). Установлено, что биологическая урожайность семян озимого рапса в 2018 г. в четвертом и пятом

вариантах была меньше на 0,24-0,21 т/га, чем в 2017 г. в аналогичных вариантах. Установлены коэффициенты корреляции между количеством стручков ($r=0,85-0,95$), количеством семян в стручке ($r=0,60-0,90$), массой 1000 семян ($r=0,81-0,96$), массой семян с 1 растения ($r=0,93-0,97$) и дозами внесения микроэлементного комплекса АгроНАН.

Таблица 3 – Элементы структуры урожая и биологическая урожайность озимого рапса в зависимости от доз внесения микроэлементного комплекса АгроНАН, 2018 г.

Вариант	Количество			Масса семян, г		Урожайность, т/га
	растений, шт./м ²	стручков на 1 раст., шт.	семян в стручке, шт.	1000 шт.	с 1 раст.	
1. Фон	39	129	20,6	3,9	10,33	4,03
2. АгроНАН 0,10 + 0,10 л/га	38	127	20,8	4,1	10,84	4,12
3. АгроНАН 0,15 + 0,15 л/га	36	131	21,7	4,1	11,64	4,19
4. АгроНАН 0,20 + 0,20 л/га	34	139	21,3	4,3	12,76	4,34
5. АгроНАН 0,25 + 0,25 л/га	33	145	21,1	4,3	13,18	4,35

Исследованиями по изучению влияния доз и сроков внесения микроэлементного комплекса АгроНАН в 2016 г. на урожайность маслосемян озимого рапса установлено, что по всем изучаемым вариантам не получено достоверной прибавки урожайности маслосемян. В 2017-2018 гг. максимальная урожайность маслосемян озимого рапса (соответственно 4,17 и 4,04 т/га) получена в четвертом варианте с внесением микроэлементного комплекса АгроНАН в два срока по 0,2 л/га. В пятом варианте с внесением микроэлементного комплекса АгроНАН в дозах по 0,25 л/га в два срока достоверной прибавки урожайности маслосемян не отмечено (таблица 4).

В среднем за три года исследований урожайность маслосемян озимого рапса в четвертом и пятом вариантах составила 3,56 т/га, прибавка к контролю – 0,22 т/га, или 6,6% (таблица 4).

Таблица 4 – Урожайность маслосемян озимого рапса в зависимости от доз внесения микроэлементного комплекса АгроНАН, т/га

Вариант	Урожайность по годам			Среднее	Прибавка к контролю	
	2016	2017	2018		т/га	%
1. Фон	2,35	3,91	3,75	3,34	-	-
2. АгроНАН 0,10 + 0,10 л/га	2,41	3,99	3,83	3,41	0,07	2,1
3. АгроНАН 0,15 + 0,15 л/га	2,50	4,05	3,90	3,48	0,14	4,2
4. АгроНАН 0,20 + 0,20 л/га	2,47	4,17	4,04	3,56	0,22	6,6
5. АгроНАН 0,25 + 0,25 л/га	2,49	4,15	4,05	3,56	0,22	6,6
НСР 05	0,19	0,18	0,17			

Таблица 5 – Влияние доз микроэлементного комплекса АгроНАН на качество маслосемян озимого рапса (2016-2018 гг.)

Вариант	Урожайность, т/га	Содержание, %		Сбор, т/га		Прибавка к контролю, т/га	
		сырого протеина	жира	сырого протеина	жира	сырого протеина	жира
1. Фон	3,34	21,20	35,30	0,71	1,18	-	-
2. АгроНАН 0,10 + 0,10 л/га	3,41	20,92	37,75	0,71	1,29	-	0,11
3. АгроНАН 0,15 + 0,15 л/га	3,48	19,31	37,40	0,67	1,30	-	0,12
4. АгроНАН 0,20 + 0,20 л/га	3,56	20,38	39,41	0,73	1,40	0,02	0,22
5. АгроНАН 0,25 + 0,25 л/га	3,56	20,46	38,41	0,73	1,37	0,02	0,19

Влияние различных доз микроэлементного комплекса АгроНАН на качество маслосемян озимого рапса представлено в таблице 5. Как видно из данных таблицы, при увеличении доз микроэлементного комплекса АгроНАН не происходило увеличения содержания сырого протеина в маслосеменах озимого рапса. Максимальный сбор сырого протеина (0,73 т/га) отмечен в четвертом и пятом вариантах с внесением микроэлементного комплекса в два срока по 0,2 и 0,25 л/га, прибавка к контролю составила 0,02 т/га. Установлено, что микроэлементный комплекс АгроНАН оказал влияние на содержание жира в маслосеменах рапса. Так, в первом варианте без применения микроэлементного комплекса АгроНАН содержание жира составило 35,3%, а в четвертом и пятом вариантах – соответственно 39,41 и 38,41%, или на 4,11 и 3,11% выше, чем в первом варианте. Сбор жира в указанных вариантах составил соответственно 1,4 и 1,37 т/га, а прибавка к контролю – 0,22 и

0,19 т/га. Таким образом, наибольшую прибавку по сбору сырого протеина озимый рапс обеспечивал при внесении микроэлементного комплекса АгроНАН в дозах 0,2 и 0,25 л/га в два срока в фазу начала бутонизации и в фазу полной бутонизации, а по сбору жира – при внесении в дозе по 0,2 л/га в аналогичные фазы.

Заключение.

1. Микроэлементный комплекс АгроНАН при внесении в два срока по 0,20 и 0,25 л/га в фазу начала бутонизации и в фазу полной бутонизации увеличивал, по сравнению с первым вариантом, количество стручков на одном растении на 10-19 шт., массу 1000 семян на 0,1-0,4 г, массу семян с одного растения на 1,00-3,47 г, биологическую урожайность маслосемян на 0,28-0,32 т/га.

2. Внесение микроэлементного комплекса АгроНАН в дозе 0,2 л/га в фазу начала бутонизации и в дозе 0,2 л/га в фазу полной бутонизации обеспечило получение максимальной биологической урожайности культуры (4,58 т/га) при следующих элементах структуры урожая: густота стояния растений к уборке – 37 шт./м²; количество стручков на растении к уборке – 147 шт.; количество семян в стручке – 18,7 шт.; масса 1000 семян – 4,5 г; масса семян с одного растения – 12,38 г.

3. В среднем за три года исследований максимальная урожайность маслосемян озимого рапса (3,56 т/га) получена в четвертом и пятом вариантах, прибавка к контролю составила 0,22 т/га, или 6,6%

4. Наибольшую прибавку по сбору сырого протеина (0,02 т/га) озимый рапс обеспечивал при внесении микроэлементного комплекса АгроНАН в дозах 0,2 и 0,25 л/га в два срока: в фазу начала бутонизации и в фазу полной бутонизации, а по сбору жира (0,22 т/га) – при внесении в дозе по 0,2 л/га в аналогичные фазы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лапа, В. В. Использование жидких удобрений Адоб, Басфолиар и Соллобор ДФ в посевах зерновых культур, рапса и льна / В. В. Лапа, В. В. Рак // Белорусское сельское хозяйство: Ежемес. науч.-произ. журнал для работников АПК. – 2007. – № 5. – С. 37.
2. Песковский, Г. А. Эффективность применения некорневых удобрений Эколист на рапсе / Г. А. Песковский // Белорусское сельское хозяйство: Ежемес. науч.-произ. журнал для работников АПК. – 2008. – № 3. – С. 60-62.
3. Пилюк, Я. Э. Некорневая подкормка озимого рапса удобрениями типа Басфолиар, Адоб и Соллобор ДФ как метод повышения урожайности культуры / Я. Э. Пилюк, С. Г. Яковчик, В. В. Зеленьяк // Белорусское сельское хозяйство: Ежемесячный научно-производственный журнал для работников АПК. – 2008. – № 9. – С. 42-44.
4. Рак, М. В. Применение микроудобрений в современных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур / М. В. Рак, Г. М. Сафроновская, С. А. Титова // Земляробства і ахова раслін. – 2007. – № 2. – С. 7-11.
5. Чикалова, Ж. В. Актуальность изучения различных видов, форм и доз микроудобрений в посевах ярового и озимого рапса при разных уровнях азотного питания / Ж. В. Чикалова, М. В. Рак // Материалы конференции «Современные технологии сельскохозяйствен-