

14. Гануш, Г.И. Овощеводство Беларуси: Экономика, организация, агротехника / Г.И. Гануш. – Мн.: Ураджай, 1996. – 272 с.
15. Справочник по овощеводству / В.И. Алексахин [и др.]; сост. В.А. Брызгалов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Колос. Ленингр. отд-ние, 1982. – 511 с.
16. Попков, В.А. Лук в условиях Республики Беларусь: Биология, агротехника, экономика. – Гомель: ГГТУ им. П.О. Сухого, 2001. – 400 с.: 34 ил.
17. Гороновский, И.Т. Краткий справочник по химии / И.Т. Гороновский, Ю.Н. Назаренко, Е.Ф. Некряч. – Киев: Наукова думка, 1974. – 992 с.
18. Таблица растворимостей [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.chemport.ru/data/data1047.shtml>. – Дата доступа: 20.02.2015.

**USE OF WOOD ASH AS A FERTILIZER AND AMELIORANT ON THE TERRITORY
CONTAMINATED WITH RADIONUCLIDES
G.V. Sedukova, S.A. Isachenko, E.A. Timchenko**

It is shown that ash does not have a significant effect on the accumulation of ^{137}Cs in vegetable products, while Kn^{90}Sr transfer factor is reduced from 1,9 to 3,0 depending on the crop. Presented is the example of graphic visualization developed in accordance with the results of the research on the model of changing the density of soil contamination when ash with different specific activity of ^{137}Cs and ^{90}Sr is applied.

УДК 633.853.494«324»:631.84

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ В ПОСЕВАХ ОЗИМОГО
РАПСА НА МАСЛОСЕМЕНА**

Я.Э. Пилюк, Т.Н. Лукашевич, В.Н. Безлюдный, кандидаты с.-х. наук,
М.В. Ровдо, научный сотрудник, **А.В. Шаповалов**, мл. научный сотрудник
Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию
(Поступила 29.04.2019)

Рецензент: Берестов И.И., доктор с.-х. наук

Аннотация. В статье представлены результаты исследований по оценке эффективности доз и сроков применения азотных удобрений в посевах озимого рапса сорта Имперал. Установлено, что внесение 150 кг/га азота в два приема (90 кг/га – в начале возобновления весенней вегетации, 60 кг/га – через 2 недели после первой подкормки) обеспечивает получение 41,8 ц/га маслосемян с рентабельностью 150,8 % и себестоимостью полученной продукции - 12,53 долл./ц.

Одним из основных условий получения высоких урожаев семян рапса является рациональное применение минеральных удобрений. Рапс характеризуется высокой потребностью в питательных веществах, большую долю которых (65-70%) он потребляет до фазы цветения. От всходов до конца цветения рапс использует 96-98% азота. Вынос его с 1 ц семян составляет 3,6-3,9 кг, а с учетом соломы – 4,8-5,3 кг [1]. Поэтому в начале весеннего возобновления вегетации культуры после оценки перезимовки очень важно своевременное обеспечение его элементами питания, и, прежде всего, азотом – основным «строительным материалом». Он в этот период необходим для стимулирования отрастания рапса, восстановления поврежденных и опавших листьев, образования больше-

го количества боковых ветвей и цветков на них. Оптимальная доза азота в первую подкормку озимого рапса составляет 80-120 кг/га д.в. Вторая подкормка азотными удобрениями в дозе 40-80 кг/га проводится через 2,5-3 недели в фазу стеблевания – бутонизации. Результатом ее является усиление ветвления и образование ветвей 2-го и последующих порядков. Недостаток питания в этот период приводит к снижению числа стручков на растении и семян в них [2]. Третья подкормка озимого рапса при благоприятных условиях вегетации и при планируемом высоком урожае проводится через 7-10 дней после второй в дозе 30-60 кг/га и способствует сохранению количества семян в стручке и повышению массы 1000 семян.

Анализ многолетних исследований (1986-2015 гг.), проведенных в различных почвенно-климатических условиях Беларуси, показал, что из технологических приемов наибольшую прибавку урожайности маслосемян рапса озимого обеспечивает оптимальное применение в посевах культуры азотных удобрений (11,6-21,8 ц/га или 57-122%) [3]. Дозы азотных удобрений под рапс озимый зависят от планируемого урожая, плодородия почвы, погодных условий, густоты стояния растений, сорта и др.

В Гродненской области на дерново-подзолистой супесчаной почве рапс озимый (сорт *Лидер*) наибольшую урожайность маслосемян формировал при внесении азота в дозе 200 кг/га, в том числе 100 – в начале возобновления весенней вегетации растений, 50 – в фазу начала бутонизации и 50 кг/га – в фазу полной бутонизации [4]. На дерново-подзолистой легкосуглинистой почве для получения урожайности маслосемян рапса озимого сорт *Козерог* 34-43 ц/га на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве рекомендуется вносить 150 кг/га азота в форме сульфата аммония в три приема: N_{20} – до посева, N_{90} – в период весеннего возобновления вегетации культуры и N_{40} – в фазу бутонизации [5]. В опытах, проведенных в центральной части Беларуси на среднекультуренной легкосуглинистой почве с содержанием гумуса 1,94-2,01%, наибольшая урожайность (28,1 ц/га) рапса озимого *Прогресс* получена при внесении 200 кг/га д.в. азотного удобрения (мочевина) в два приема. В этом варианте отмечен максимальный чистый доход (4061,79 тыс. руб./га), наибольшая рентабельность (87,4%) и наименьшая себестоимость маслосемян (165,45 тыс.руб./га) в ценах по состоянию на 01.08.2012 [6].

Результаты других исследований показали, что под рапс озимый можно использовать все виды и формы азотных удобрений [4, 7]. Во избежание полегания озимых культур и потерь азота от вымывания Н.Н. Семененко [8] также рекомендует дробное его внесение при дозах свыше 100 кг/га.

Создание и включение в Государственный реестр сортов Республики Беларусь новых высокопродуктивных отечественных сортов рапса озимого, изменение климата в сторону потепления требуют зонального уточнения доз и сроков внесения азотных удобрений, что послужило причиной изучения этого вопроса в наших исследованиях.

Материалы и методы исследования. Исследования проводили на опытном поле РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» в 2017-2018 гг. Почва опытного участка дерново-подзолистая супесчаная, под-

стилаемая с глубины 0,5-0,7 м мореной. Мощность пахотного горизонта 20-22 см. Содержание гумуса – 2,03-2,34%, P_2O_5 – 225-234 мг/кг, K_2O – 182-205 мг/кг почвы, pH – 6,02-6,14. Предшественник – озимый ячмень. Сорт рапса озимого *Империял*. Норма высева – 0,8 млн/га всхожих семян. Срок посева под урожай 2017 г. – 20.08.2016, под урожай 2018 г. – 17.08.2017. Общая площадь делянки – 28 м², учетная – 20 м², повторность 4-х кратная. Фосфорные удобрения (двойной суперфосфат) вносили из расчета 80 кг/га д.в. и калийные (хлористый калий) – 120 кг/га д.в. осенью под вспашку общим фоном. Азотные удобрения (карбамид) вносили весной в виде подкормок: первая – при возобновлении вегетации рапса озимого, вторая – через две недели после первой согласно схеме опыта. Уход за посевами соответствовал требованиям отраслевого регламента. Перед уборкой в каждом варианте отбирали сноповый образец для определения элементов структуры урожая (число стручков на центральной кисти, боковых побегах и растении в целом, число семян в стручке). Учет урожая проводили методом сплошного обмолота комбайном «Неге» по делянкам с пересчетом на 100% чистоту и 9% влажность. Масса 1000 семян определялась из высушенных и очищенных образцов. Содержание масла и белка определяли на инфракрасном анализаторе NIRS 5000, глюкозинолатов на КФК – 3 с использованием палладиевого реактива Na_2PdCl_4 .

Погодные условия за годы исследований существенно отличались как между собой, так и от среднесуточных значений. 2017 г. характеризовался как умеренно теплый, среднесуточная температура воздуха за весенне-летний период вегетации (апрель-июль) составила 14,0 °С при норме 13,6 °С. Сумма атмосферных осадков за этот период (289,5 мм) соответствовала многолетним значениям (277,0 мм), однако для них характерна неравномерность выпадения. Наиболее влажными были 3-я декада апреля – 1-я декада мая (206-231% к норме), 3-я декада июня (148%) и 2-3-я декады июля (125-206%). Большой дефицит осадков (72-80%) отмечался во 2-3-й декадах мая и 1-й декаде июня.

В 2018 г. было жарко и сухо. Сумма атмосферных осадков за апрель-июль составила 196,1 мм, или 70,8% от климатической нормы. В апреле сумма осадков составила 18,9 мм (38,6% от нормы). Особенно сухим месяцем был май, за который выпало только 9,8 мм (16,9%) осадков на фоне превышения среднесуточной температуры воздуха за этот период на 2,1-5,0 °С. Засуха продолжалась до середины июня при температуре воздуха 16,1-17,9 °С (+0,6-1,7 °С к норме). Продолжительные неблагоприятные погодные условия в 2018 г. совпали с периодом закладки и формирования генеративных органов рапса озимого, что негативно отразилось на его урожайности.

Результаты исследований и их обсуждение. Наши исследования показали, что урожайность маслосемян рапса озимого существенно изменяется в зависимости от доз азотного удобрения, сроков их внесения и погодных условий года. В варианте без азота (на фоне $P_{80}K_{120}$) в среднем за два года она составила 24,8 ц/га (таблица 1). Применение возрастающих доз азотных удобрений от 60 до 150 кг/га д.в. способствовало повышению урожайности маслосемян рапса озимого на 6,4-17,0 ц/га или 25,8-68,5% по сравнению с фоном $P_{80}K_{120}$.

При внесении 90 кг/га азота в первую подкормку прибавка урожайности составила 11,5 ц/га (+46,4% к фону), при дополнительном внесении к этой же дозе через две недели N_{30} , N_{60} и N_{90} урожайность выросла соответственно еще на 2,9, 5,5 и 5,8 ц/га (+8,0; 15,2 и 16,0% к N_{90}). Следует отметить, что в сравнительно благоприятном 2017 г. рапс озимый сформировал в зависимости от варианта 38,7-52,9 ц/га маслосемян или на 62,6-77,4% больше, чем в 2018 г. Наибольшая окупаемость 1 кг внесенного азота отмечена при дозах N_{90} – N_{150} и составила в среднем 12,8-11,3 кг, тогда как при N_{60} и N_{180} – соответственно 10,7 и 9,6 кг маслосемян рапса озимого.

Таблица 1 – Урожайность маслосемян рапса озимого в зависимости от доз и сроков внесения азотного удобрения

Вариант	Урожайность, ц/га			Прибавка к фону		Прибавка к N_{90}	
	2017 г.	2018 г.	среднее	ц/га	%	ц/га	%
$P_{80}K_{120}$ – фон*	29,0	20,7	24,8	-	-	-	-
Фон+ N_{60}	38,7	23,8	31,2	6,4	25,8	-	-
Фон+ N_{90}	45,8	26,8	36,3	11,5	46,4	-	-
Фон+ N_{120} (90+30)	50,2	28,3	39,2	14,4	58,1	2,9	8,0
Фон+ N_{150} (90+60)	51,9	31,6	41,8	17,0	68,5	5,5	15,2
Фон+ N_{180} (90+90)	52,9	31,3	42,1	17,3	69,8	5,8	16,0
НСР _{0,95}	2,32	1,74					

Указанное выше действие различных доз азотных удобрений на урожайность рапса озимого обусловлено положительным влиянием их на формирование элементов структуры урожая культуры. Так, при выращивании рапса без азота на фоне $P_{80}K_{120}$ число стручков на растении в среднем за 2 года составило 113, в т.ч. на боковых ветвях 84 штуки (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние доз и сроков внесения азотного удобрения на элементы структуры урожая рапса озимого (среднее за 2017-2018 гг.)

Вариант	Число стручков, шт.			Число семян в стручке, шт.	Масса 1000 семян, г
	центрально-ная кисть	боковые ветви	всего на растении		
$P_{80}K_{120}$ – фон	29	84	113	25,7	4,52
Фон+ N_{60}	33	115	148	27,6	4,60
Фон+ N_{90}	36	135	171	28,3	4,68
Фон+ N_{120} (90+30)	37	148	185	29,2	4,82
Фон+ N_{150} (90+60)	38	157	195	30,8	4,92
Фон+ N_{180} (90+90)	37	159	196	30,9	4,90

При весеннем внесении на данном фоне мочевины в дозах N_{60} - N_{150} число стручков на растении увеличилось на 31,0-72,6, на боковых ветвях – на 36,9-86,9%. Число семян в стручке на удобренных азотом вариантах составило 27,6-

30,8 штук или на 7,4-19,8% больше, чем на фоне $P_{80}K_{120}$. Масса 1000 семян при этом повысилась на 1,8-8,8%. Дальнейшее увеличение дозы азота до 180 кг/га (N_{90+90}) не сопровождалось изменением элементов структуры урожая и в целом урожайности маслосемян рапса озимого.

Изучаемые дозы азотного удобрения оказали значительное влияние на биохимический состав маслосемян рапса озимого (таблица 3). Применение их сопровождалось снижением содержания жира, глюкозинолатов и повышением содержания белка. Так, в среднем за 2 года на фоне $P_{80}K_{120}$ содержание жира в маслосеменах рапса составило 47,6% и снизилось до 46,4-44,7% при внесении N_{60} - N_{180} . Содержание белка на фоне составило 18,8%, тогда как на удобренных азотом вариантах, наоборот, было выше на 0,7-3,5%. В 2018 г. семена рапса озимого выделялись более высокой масличностью (+0,9-2,3%) и более низким содержанием белка (-0,3-1,0%) по сравнению с 2017 г.

Таблица 3 – Биохимический состав маслосемян рапса озимого в зависимости от доз и сроков внесения азотного удобрения (среднее за 2017-2018 гг.)

Вариант	Содержание, %			Выход с 1 га, ц	
	жир	белок	глюкозинолаты	жир	белок
$P_{80}K_{120}$ – фон	47,6	18,8	0,78	11,8	4,6
Фон+ N_{60}	46,4	19,5	0,72	14,4	6,2
Фон+ N_{90}	45,7	20,4	0,68	16,6	7,4
Фон+ N_{120} (90+30)	45,2	21,2	0,66	17,6	8,4
Фон+ N_{150} (90+60)	44,9	22,2	0,64	18,6	9,2
Фон+ N_{180} (90+90)	44,7	22,3	0,68	18,8	9,4

Несмотря на некоторое снижение содержания жира в маслосеменах рапса по мере увеличения доз азотных удобрений сбор его с гектара возрастал с 14,4 ц (фон + N_{60}) до 18,6 ц (фон + N_{90+60}) или на 22,0-57,6% по сравнению фоном $P_{80}K_{120}$. Выход белка на указанных вариантах вырос с 6,2 до 9,2 ц/га, что составляет 34,8-100% к фону.

Расчеты экономической эффективности выращивания рапса озимого на маслосемена при различных дозах и сроках внесения азотного удобрения показали, что производственные затраты при применении азота N_{60} - N_{180} (90+90) увеличились на 37,3-109,9 долл./га или 8,7-25,6% по сравнению с фоном $P_{80}K_{120}$, в то время как стоимость полученной продукции в этих вариантах выросла на 201,2-543,7 долл./га или 25,8-69,7% (таблица 4). Наибольший чистый доход (790,0 долл./га) и рентабельность (150,8%) отмечены при внесении азота в дозе N_{150} в два приема, что соответственно в 2,3 раза и на 68,8% выше, чем в варианте без применения азота. Себестоимость полученной продукции уменьшилась за счет повышения уровня азотного питания с 17,27 ($P_{80}K_{120}$) до 12,53 долл./ц (N_{150} $P_{80}K_{120}$), или на 52,6%.

Таблица 4 – Экономическая эффективность доз и сроков внесения азотного удобрения в посевах рапса озимого (среднее за 2017-2018 гг.)

Показатель	$P_{80}K_{120}$ - фон	Фон + N_{60}	Фон + N_{90}	Фон + N_{120} (90+30)	Фон + N_{150} (90+60)	Фон + N_{180} (90+90)
Урожайность, ц/га	24,8	31,2	36,3	39,2	41,8	42,1
Стоимость продукции, долл./га	779,4	980,6	1140,9	1232,0	1313,7	1323,1
Производственные затраты, долл. /га	428,3	465,6	487,5	505,6	523,7	538,2
Чистый доход, долл./га	351,1	515,0	653,4	726,4	790,0	784,9
Рентабельность, %	82,0	110,6	134,0	143,7	150,8	145,8
Себестоимость, долл./ц	17,27	14,92	13,43	12,90	12,53	12,78

Выводы

1. В условиях дерново-подзолистых супесчаных почв центральной части Беларуси максимальную урожайность маслосемян (41,8 ц/га) рапс озимый сорта *Империал* формирует при внесении на фоне $P_{80}K_{120}$ азота в дозе 150 кг/га, в т.ч. 90 кг/га – в начале возобновления весенней вегетации, 60 кг/га – через 2 недели после первой подкормки.

2. Применение азотных удобрений под рапс озимый в дозах N_{60} - N_{150} сопровождается увеличением числа стручков на растении на 31,0-72,6%, числа семян в стручке – на 7,4-19,8 и массы 1000 семян – на 1,8-8,8% по сравнению с фоном $P_{80}K_{120}$.

3. Возрастающие дозы азота приводят к снижению масличности с 47,6 до 44,7%, содержания глюкозинолатов с 0,78 до 0,64% и повышению содержания белка с 18,8 до 22,3%, однако по сравнению с вариантом без азота сбор масла с 1 га увеличивается на 22,0-57,6, выход белка – на 34,8-100%.

4. Наибольший чистый доход (790,0 долл./га), рентабельность (150,8 %) и наименьшая себестоимость (12,53 долл./ц) получены при внесении азота в дозе N_{150} в два приема.

Литература

1. Пилюк, Я.Э. Рапс в Беларуси : (биология, селекция и технология возделывания) / Я.Э. Пилюк. – Минск: Бизнесофсет, 2007. – 240 с.
2. Пилюк, Я.Э. Методические рекомендации по оценке состояния посевов рапса после перезимовки и заморозков / Я.Э. Пилюк [и др.]; РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию». – Жодино, 2012. – 34 с.
3. Пилюк, Я.Э. Эффективность элементов технологий возделывания озимого и ярового рапса / Я.Э. Пилюк [и др.] // Рапс: настоящее и будущее. К 30-летию возделывания рапса в Беларуси : матер. III Межд. науч.-практ. конференции, 15-16 сентября, г. Жодино / РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию». – Минск: ИВЦ Минфина, 2016. – С. 65-67.
4. Седляр, Ф.Ф. Влияние форм азотных удобрений, микроэлементов и регуляторов роста на урожайность маслосемян озимого рапса / Ф.Ф. Седляр, С.Н. Гурская // Рапс: масло, бек, биодизель : матер. Меж. науч.-практ. конференции (25-27 сентября, г. Жодино) / под

общ. ред. д.-ра с.-х. наук, профессора М.А. Кадырова. – Минск: ИВЦ Минфина, 2006. – С. 143-148.

5. Юргель С.И. Влияние азотных удобрений на урожайность и качество семян ярового и озимого рапса на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве : автореф. дис. ... канд.с.-х. наук. 06.01.04 / С.И. Юргель. – Минск, 2006. – 21 с.

6. Булавин Л.А. Экономическая эффективность азотных удобрений на посевах озимого и ярового рапса / Л.А. Булавин // Почвоведение и агрохимия. - 2012. – №2. – С.276-282.

7. Пилюк, Я.Э. Влияние доз и форм азотных удобрений на урожайность маслосемян озимого рапса / Я.Э. Пилюк, А.П. Козлова, С.Ю. Булакова // Приемы повышения плодородия почв, эффективности удобрений и средств защиты растений: матер. н.-п. конференции – Часть 2. Горки, 2003. – С. 232-235.

8. Семененко Н. Избыток удобрений не восполнить недостаток знаний. / Н. Семененко // Наше сельское хозяйство. – 2013. – №17. – С. 41-44.

EFFICIENCY OF NITROGEN FERTILIZERS ON WINTER RAPE FOR OIL SEEDS

Ya. E. Pilyuk, T.N. Lukashevich, V.N. Bezludny, M.V. Rovdo, A.V. Shapovalov

The article deals with the results of the research on evaluation of the efficiency of doses and time of nitrogen fertilizers application to winter rape of the variety Imperial. It's established that application of 150 kg/ha of nitrogen in 2 stages (90 kg/ha – at the beginning of spring vegetation, 60 kg/ha – 2 weeks after the first top dressing) provides 41,8 dt/ha of oilseeds with profitability of 150,8% and cost price of 12,53\$/dt.

УДК 631.84:631.559: 633.11 «324»

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОЛОМЫ ОВСА И АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ В ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

**Л.А. Булавин, доктор с.-х. наук, А.П. Гвоздов, канд. с.-х. наук, Д.Н. Куцев,
В.Д. Кранцевич, М.А. Белановская, В.А. Ханкевич**

**РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»
(Поступила 22.02.2019)**

Рецензент: Сацок И.В., кандидат с.-х. наук

Аннотация. В статье изложены результаты исследований по экономической эффективности применения соломы предшественного овса и возрастающих доз азотных удобрений при возделывании озимой пшеницы. Установлено, что в среднем за два года снижение урожайности зерна озимой пшеницы под влиянием соломы овса отмечалось лишь на безазотном фоне. При внесении возрастающих доз азота солома предшественника увеличивала урожайность на 0,6-1,0%. Наибольший чистый доход от возделывания озимой пшеницы был получен при использовании соломы овса на удобрение и внесении азота в дозе $N_{70+70+20}$.

Перспективным агроприемом при возделывании озимых зерновых культур является использование соломы предшественников на удобрение. По оценке специалистов, при использовании соломы на удобрение затраты труда на 85% ниже по сравнению с применением подстилочного навоза, для производства которого ее обычно используют [2]. При этом за счет дополнительного поступления в почву с соломой фосфора и калия их дозы под последующую культуру можно уменьшить соответственно на 10 и 50-70 кг/га д.в., что сокращает затра-