4–6 шт., массу 1000 семян на 0,30–0,32 г, массу семян с растения на 1,98–3,28 г.

2. В среднем за период исследований оптимальным оказался вариант с двукратным внесением микроудобрения МикроСил-Бор в дозе 0,2 л/ га в фазу начало бутонизации и в фазу полной бутонизации, обеспечивший урожайность маслосемян 47,5 ц/га, прибавку к контролю 3,8 ц/га или 8,9 %.

Литература

1. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов / 5-е изд., доп. и перераб. – Москва, Аропромиздат, 1985. – 351 с.

2. Лапа, В. В. Использование жидких удобрений Адоб, Басфолиар и Солюбор 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.

3. Песковский, Г.А. Эффективность применения некорневых удобрений Эколист на рапсе / Г. А. Песковский // Белорусское сельское хозяйство. – 2008. – № 3. – С. 60–62.

4. Пилюк, Я. Э. Научные основы селекции и технологии возделывания рапса (*Brassica napus oleifera* Metzg.) в Беларуси : дис. … доктора с.-х. наук : 06.01.05, 06.01.09 / Пилюк Ядвига Эдвардовна, Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию. – Жодино, 2021. – 80 с.

INFLUENCE OF THE MICROFERTILIZER MICROSIL-BOR ON THE YIELD OF WINTER RAPE OILSEEDS

F. F. Sedlyar

The influence of the MicroSil-Bor microfertilizer on the elements of the yield structure of winter rape and the yield of oil seeds was studied. The microfertilizer MikroSil-Bor applied in a dose of 0.2 l/ha at the stage of budding beginning and full budding during two periods increased the 1000-garin weight by 0.30–0.32 g, the number of pods per plant by 4–6 pcs, seed weight per plant by 1.98–3.28 g compared to the option without application. On average, over three years of the research, the optimal option turned out to be the application of the MicroSil-Bor microfertilizer in a dose of 0.2 l/ha during two periods, which ensured the oilseed winter rape yield of 47.5 c/ha and increase of 3.8 c/ha or 8.9 % to the control.

УДК 581.19:633.853.494«321»:631[53+84]:632.952

СОДЕРЖАНИЕ ГЛЮКОЗИНОЛАТОВ В СЕМЕНАХ РАПСА ЯРОВОГО В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СРОКОВ СЕВА, ДОЗ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ И ФУНГИЦИДОВ

***С. Ю. Храмченко**, научный сотрудник, **Я. Э. Пилюк**, доктор с.-х. наук*
РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»
(Дата поступления статьи в редакцию 14.05.2026)

Рецензент: Черепок И.А., кандидат с.-х. наук

***Аннотация.** В статье представлены результаты исследований по изучению влияния сроков сева, доз азотных удобрений и фунгицидов различных сроков применения на содержание глюкозинолатов в семенах рапса яро-*

вого. Выявлено, что наименьшим этот показатель был при раннем (первом) сроке сева и составлял в зависимости от уровня азотного питания 14,5–16,3 мкМоль/г. Увеличение доз азотных удобрений с N_{60} до N_{120+60} при всех сроках сева оказывало существенное влияния на накопление глюкозинолатов в маслосеменах рапса ярового. Наименьшее изменение этого показателя наблюдалось при использовании фунгицидов.

Введение. Рапс является универсальной культурой по своему использованию. Наряду с переработкой на масло он широко используется на корм как высокобелковая культура. Кроме семенной продуктивности большое значение при возделывании рапса ярового имеет биохимический состав маслосемян, характеризующий пищевые и кормовые достоинства этой культуры. Возросшая популярность рапса в последние годы обусловлена, в первую очередь, достижениями селекции по созданию качественных сортов. Снижение и исключение селекционным путем из семян рапса антипитательных веществ – глюкозинолатов и эруковой кислоты – позволило использовать рапсовое масло на пищевые цели, а рапсовый шрот для кормления животных [1]. Основная работа по селекции рапса в мире велась на повышение урожайности и качества маслосемян. Широкое распространение рапс получил с созданием высококачественных сортов с низким содержанием эруковой кислоты не более 2 % и содержанием глюкозинолатов в семенах не более 25 мкмоль/г семян, которые получили название «00» типа [2, 3].

Глюкозинолаты – это особые органические соединения серы, которые содержатся в основном в растениях крестоцветных культур. Высокое содержание глюкозинолатов в семенах рапса сопровождается повышенным содержанием органических серных соединений в масле [4]. В семенах и шротах рапса присутствуют различные формы глюкозинолатов, которые легко расщепляются ферментом мирозиназой и подвергаются гидролизу, что приводит к образованию продуктов разложения, таких как изотиоционаты, нитрилы, тиоционаты, индолы и др. Продукты разложения обладают антимикробными, антифунгицидными, антибактериальными и антипитательными свойствами, некоторые могут вызывать зобогенный эффект, избирательно связывая йод и подавляя синтез гормонов щитовидной железы – тироксина и трийодтиронина. Присутствие глюкозинолатов в рапсе может оказывать негативное воздействие на здоровье человека и животных, поскольку эти соединения могут деградировать в процессе приготовления пищи и переработки. Их наличие может влиять на вкус, запах и пищевую ценность продуктов на основе рапса. [5, 6, 7]. Глюкозинолаты в основном присутствуют в рапсе и его семенах.

Целью наших исследований являлось изучение влияния сроков сева, доз азотных удобрений и фунгицидов Пиктор, КС и Титул Дуо, ККР различных сроков применения на содержание глюкозинолатов в семенах рапса ярового.

Материалы и методика исследований. Исследования проводили в 2020–2022 гг. на опытных полях РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» в Смолевичском районе Минской области. Почва

опытного участка дерново-подзолистая связносупесчаная, подстилаемая с глубины более 1 м моренным суглинком. Мощность пахотного горизонта 20–22 см. Основные агрохимические показатели пахотного слоя почвы: pH_{KCl} – 5,6–6,0; подвижные формы P_2O_5 – 227–250 мг/кг; K_2O – 341–395 мг/кг почвы (по Кирсанову), гумус (по Тюрину) – 2,50–2,99 %. Предшественник рапса ярового – яровые зерновые культуры. Учетная площадь делянки – 20 $м^2$, повторность 4-кратная. Норма высева 1,7 млн всхожих семян на гектар. Для посева использовали семена рапса ярового сорта Яровит. Технология возделывания рапса ярового на маслосемена – общепринятая для данной зоны [8].

Посев рапса ярового осуществляли в три срока: первый (ранний) – при прогревании почвы на +5 ºС на глубину заделки семян, последующие – спустя 14 и 28 дней после предыдущего согласно схеме опыта в таблице. На фоне $P_{60}K_{120}$ вносили азотные удобрения N_{60}, N_{120} и N_{120+60}. В предпосевную культивацию применяли N_{60} и N_{120}. Вносили дробно N_{120+60}: в предпосевную культивацию 2/3 дозы – N_{120}, в подкормку в фазу стеблевания – N_{60}. В посевах рапса ярового изучали следующие фунгициды: Пиктор, КС (0,40 л/га), Титул Дуо, ККР (0,32 л/га), которые вносили в фазу середина цветения рапса ярового (ДК 63–65) или в фазу зеленого стручка (ДК 73–75), а также при применении Пиктор, КС (0,40 л/га) в фазу желтого бутона (ДК 58–59) + Титул Дуо (0,28 л/га) в фазу зеленого стручка (ДК 73–75). Пиктор, КС (димоксистробин, 200 г/л + боскалид, 200 г/л) – системный комбинированный фунгицид. Входящие в его состав действующие вещества имеют разные механизмы действия против широкого спектра возбудителей болезней сельскохозяйственных культур. Титул Дуо, ККР (пропиконазол, 200 г/л + тебуконазол, 200 г/л) – системный фунгицид, рекомендованный для борьбы с широким спектром болезней в посевах крестоцветных и других культур. Учет урожайности проводили методом сплошного обмолота комбайном Classic поделяночно с пересчетом на 100 % чистоту и 10 % влажность. Закладку опытов и статистическую обработку данных проводили согласно методике полевого опыта Б. А. Доспехова [9]. Оценку качества рапса на содержание глюкозинолатов проводили по методике с использованием палладиевого реактива [10].

Погодные условия за годы исследований в целом были благоприятными для возделывания рапса ярового, существенно отличались от среднемноголетних значений и между собой. Наиболее оптимальным для роста и развития этой культуры был 2020 г. Вегетационный период в 2021 г. характеризовался недостатком тепла в мае и повышенной температурой воздуха со второй декады июня – до конца июля, что оказало влияние на урожайность рапса ярового, особенно при опоздании с посевом. Погодные условия вегетационного периода 2022 г. отличались прохладной весной, избытком влаги в мае и второй половине июня и высокими положительными температурами в июле, однако в целом были благоприятными для формирования урожайности рапса ярового.

Результаты исследований и их обсуждение. Установлено, что в 2020–2022 гг. наибольшее влияние на содержание глюкозинолатов оказывают сроки сева и уровень азотного питания (таблица). Так, при первом сроке сева в

зависимости от фунгицидов и сроков их применения количество глюкозинолатов при внесении азотных удобрений N_{60} составило 13,9–15,4 мкМоль/г, при N_{120} – 14,5–16,1 мкМоль/г, а при N_{120+60} – 15,6–17,3 мкМоль/г. Выявлено, что увеличение доз внесения азотного удобрения до N_{120+60} способствует повышению содержания глюкозинолатов в среднем по вариантам опыта, обработанных фунгицидами, на 12,4 % по отношению к N_{60}.

Таблица – Влияние сроков сева, уровня азотного питания и фунгицидов на содержание глюкозинолатов в маслосеменах рапса ярового (среднее за 2020–2022 гг.)

Вариант	Норма расхода, л/га	Срок применения	Содержание глюкозинолатов, мкМоль/г		
			ранний срок посева	посев через 14 дней	посев через 28 дней
$N_{60}P_{60}K_{120}$					
Контроль	–	–	15,4	16,3	18,6
Пиктор	0,40	ДК 63–65	13,9	14,4	16,3
Титул Дуо	0,32	ДК 63–65	14,4	15,2	17,1
Пиктор	0,40	ДК 73–75	14,7	15,8	17,7
Титул Дуо	0,32	ДК 73–75	15,4	16,4	18,4
Пиктор + Титул Дуо	0,40+ 0,28	ДК 58–59 + ДК 73–75	14,0	14,6	16,5
Среднее по фунгицидам			**14,5**	**15,3**	**17,2**
$N_{120}P_{60}K_{120}$					
Контроль	–	–	16,2	18,0	19,7
Пиктор	0,4	ДК 63–65	14,5	15,9	17,9
Титул Дуо	0,32	ДК 63–65	14,7	16,2	18,5
Пиктор	0,4	ДК 73–75	15,4	17,0	19,3
Титул Дуо	0,32	ДК 73–75	16,1	17,4	19,8
Пиктор + Титул Дуо	0,4+ 0,28	ДК 58–59 + ДК 73–75	14,6	16,2	18,0
Среднее по фунгицидам			**15,1**	**16,5**	**18,7**
$N_{(120+60)}P_{60}K_{120}$					
Контроль	–	–	17,4	19,8	21,6
Пиктор	0,40	ДК 63–65	15,9	17,9	19,9
Титул Дуо	0,32	ДК 63–65	16,2	18,4	20,2
Пиктор	0,40	ДК 73–75	16,4	19,1	21,2
Титул Дуо	0,32	ДК 73–75	17,3	19,9	21,3
Пиктор + Титул Дуо	0,40+ 0,28	ДК 58–59 + ДК 73–75	15,6	18,1	19,8
Среднее по фунгицидам			**16,3**	**18,7**	**20,5**

Наименьшее влияние на количество глюкозинолатов оказали фунгициды. При обработке посевов рапса ярового препаратом Пиктор, КС (0,40 л/га) в фазу цветения содержание глюкозинолатов составило 13,9–15,9 мкМоль/г, что ниже контроля на 8,6–10,5 %, а в фазу зеленого стручка – 14,7–16,4 мкМоль/г (ниже контроля на 4,5–5,7 %) в зависимости от уровня азотного питания. При внесении фунгицида Титул Дуо, ККР (0,32 л/га) в фазу цвете-

ния количество глюкозинолатов было 14,4–16,2 мкМоль/г, что ниже контроля на 6,5–9,3 % в зависимости от уровня азотного питания. При применении препарата в фазу зеленого стручка этот показатель увеличивался в зависимости от фона азотного питания до 15,4–17,3 мкМоль/г и находился практически на уровне контрольного варианта без внесения фунгицидов.

Внесение фунгицидов Пиктор, КС (0,40 л/га, ДК 58–59) + Титул Дуо, ККР (0,28 л/га, ДК 73–75) обеспечило надежную защиту посевов рапса ярового от болезней, привело к снижению содержания глюкозинолатов по отношению к контрольному варианту на всех уровнях азотного питания: N_{60} – 14,0 мкМоль/г, N_{120} – 14,6 мкМоль/г, N_{120+60} – 15,6 мкМоль/г и было ниже контроля на 9,1, 9,9 и 10,3 % соответственно. Наименьшее количество глюкозинолатов в семенах рапса ярового в среднем за 2020–2022 гг. отмечено при внесении фунгицидов Пиктор, КС (0,40 л/га) + Титул Дуо, ККР (0,32 л/га) в фазу цветения культуры (ДК 63–65) при раннем (первом) сроке сева с внесением азотных удобрений в дозе N_{60} – 13,9 и 14,4 мкМоль/г, N_{120} – 14,5 и 14,7 мкМоль/г. При внесении фунгицидов Пиктор, КС (0,40 л/га, ДК 58–59) + Титул Дуо, ККР (0,28 л/га, ДК 73–75) этот показатель составил 14,0 мкМоль/г (N_{60}) и 14,6 мкМоль/г (N_{120}).

При посеве рапса ярового через 14 дней после раннего (первого) срока содержание глюкозинолатов в среднем в вариантах опыта, обработанных фунгицидами, составило в зависимости от доз азотных удобрений 15,3 мкМоль/г (N_{60}), 16,5 мкМоль/г (N_{120}) и 18,7 мкМоль/г (N_{120+60}), что выше на 5,5–14,7 % по сравнению с первым сроком сева. При втором сроке сева рапса ярового установлено, что увеличение доз азотных удобрений до N_{120+60} также способствует повышению содержания этого показателя в семенах в среднем по вариантам опыта, обработанных фунгицидами, на 22,2 % по отношению к N_{60}. В вариантах с применением препаратов Пиктор, КС (0,40 л/га) + Титул Дуо, ККР (0,32 л/га), внесенных в фазу цветения (ДК 63–65), количество глюкозинолатов составило 14,4 и 15,2 мкМоль/г (N_{60}), 15,9 и 16,2 мкМоль/г (N_{120}), 17,9 и 18,4 мкМоль/г (N_{120+60}), что ниже по сравнению с вариантом без внесения фунгицидов на 11,7 и 6,7 %, 11,7 и 10,0 %, 9,6 и 7,1 % соответственно. Содержание глюкозинолатов при внесении фунгицидов Пиктор + Титул Дуо в фазу зеленого стручка было 15,8 и 16,4 мкМоль/г (N_{60}), 17,0 и 17,4 мкМоль/г (N_{120}), 19,1 и 19,9 мкМоль/г (N_{120+60}). При внесении фунгицидов Пиктор, КС (0,40 л/га, ДК 58–59 + Титул Дуо, ККР (0,28 л/га, ДК 73–75) количество глюкозинолатов в зависимости от уровня азотного питания составило 14,6–18,1 мкМоль/г, что ниже контроля на 8,6–10,4 %. Наименьшее содержание глюкозинолатов при втором сроке сева отмечено при обработке посевов фунгицидам Пиктор, КС (0,4 л/га) в фазу цветения (ДК 63–65) – 14,4 мкМоль/г (N_{60}), 15,9 мкМоль/г (N_{120}) и 17,9 мкМоль/г (N_{120+60}).

При третьем сроке сева (посев рапса ярового через 28 дней после первого) количество глюкозинолатов в среднем по вариантам опыта, обработанным фунгицидами, увеличилось до 17,2 мкМоль/г (N_{60}), 18,7 мкМоль/г (N_{120}) и 20,5 мкМоль/г (N_{120+60}), что выше по сравнению с ранним (первым) сроком сева на 18,6 %, 23,8 % и 25,8 % соответственно. При внесении препарата

Пиктор, КС (0,40 л/га) в фазу цветения их содержание составило 16,3 мкМоль/г (N_{60}), 17,9 мкМоль/г (N_{120}) и 19,9 мкМоль/г (N_{120+60}), что ниже контроля на 12,4 %, 9,1 % и 7,9 % соответственно. В фазу зеленого стручка количество глюкозинолатов увеличилось до 17,7 мкМоль/г (N_{60}), 19,3 мкМоль/г (N_{120}) и 21,2 мкМоль/г (N_{120+60}). В варианте с внесением фунгицида Титул Дуо, ККР (0,32 л/га) в фазу цветения их содержание составило 17,1 мкМоль/г (N_{60}), 18,5 мкМоль/г (N_{120}) и 20,2 мкМоль/г (N_{120+60}), что ниже контрольного варианта без внесения фунгицидов на 8,1 %, 6,1 % и 6,5 % соответственно. Применение Титул Дуо, ККР (0,32 л/га) в фазу зеленого стручка по сравнению с использованием его в фазу цветения способствовало увеличению глюкозинолатов, количество которых в зависимости от уровня азотного питания находилось в пределах от 18,4 до 21,3 мкМоль/г. При внесении фунгицидов Пиктор, КС (0,40 л/га, ДК 58–59) + Титул Дуо, ККР (0,28 л/га, ДК 73–75) содержание глюкозинолатов отмечено на уровне применения Пиктор, КС (0,40 л/га) в фазу цветения и составило 16,5 мкМоль/г (N_{60}), 18,0 мкМоль/г (N_{120}) и 19,8 мкМоль/г (N_{120+60}), что ниже контрольного варианта на 11,3 %, 8,6 % и 8,3 % соответственно. Выявлено, что при позднем (третьем) сроке сева наименьшее количество глюкозинолатов (16,3 и 17,9 мкМоль/г) было получено при внесении фунгицида Пиктор, КС (0,40 л/га) в фазу цветения и при внесении 60 и 120 кг/га д.в. азота. Установлено повышение содержания глюкозинолатов в среднем в вариантах опыта, обработанных фунгицидами, на 19,2 %, при внесении 180 кг/га д.в. азота по отношению к N_{60}.

Выводы

1. На основании многолетних исследований установлено, что при раннем (первом) сроке сева рапса ярового в вариантах опыта, обработанных фунгицидами, содержание глюкозинолатов в семенах было наименьшим и составило 14,5–16,3 мкМоль/г, в зависимости от уровня азотного питания. Выявлено, что увеличение доз азотных удобрений от N_{60} до N_{120+60} при всех сроках сева оказывало существенное влияние на накопление глюкозинолатов в маслосеменах рапса ярового.

2. При внесении фунгицидов Пиктор, КС (0,4 л/га) и Титул Дуо, ККР (0,32 л/га) в фазу цветения культуры (ДК 63–65) наименьшее содержание глюкозинолатов в семенах рапса ярового было отмечено при раннем (первом) сроке сева и внесении азотных удобрений в дозе N_{60} – 13,9 и 14,4 мкМоль/г, N_{120} – 14,5 и 14,7 мкМоль/г.

Литература

1. Пилюк, Я. Э. Результаты и перспективы селекции ярового рапса на качество / Я. Э. Пилюк, В. А. Радовня, В. Н. Безлюдный, О. А. Пикун // Рапс: масло, белок, биодизель : материалы Междунар. науч.-практ. конф. (25–27 сент., 2006 г., г. Жодино) / Нац. акад. наук Беларуси, Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию ; редкол.: М. А. Кадыров (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2006. – С. 62–65.

2. Friedt W., Snowdon R. Oilseed rape // Handbook of Plant Breeding: Oil Crops. – 2009. – Vol. 4. – Pp. 91–126.

3. Buchner R. Approach to Determination of HPLC Response Factors for Glucosinolates // Glucosinolates in Rapeseeds: Analytical Aspects: Proc. of a Seminar in the CEC Program of Research on Plant Productivity, held in Gembloux (Belgium), 1–3 October 1986. – Martinus Nijhoff Publishers, 1987. – Pp. 50–58.

4. Домаш, В. И. Антипитательные вещества семян рапса и способов отбора генотипов с пониженным их содержанием / В. И. Домаш, Я. Э. Пилюк, В. Н. Безлюдный, Т. П. Шарпио, С. В. Забрейко // Рапс: настоящее и будущее. К 30-летию возделывания рапса в Беларуси : материалы III Междунар. науч.-практ. конф., 15–16 сент. 2016 г. / Нац. акад. наук Беларуси, Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию – Минск, 2016. – С. 57–61.

5. Halkier B., Gershenzon J. Biology and biochemistry of glucosinolates // Ann. Rev. Plant Biol. – 2006. – No. 57. – Pp. 303–333.

6. Daun, J. K. Glucosinolate Analysis in Rapeseed and Canola: An update // J. Jpn. Oil Chem. Soc. – 1986. – No. 35. – Pp. 426–434.

7. Fenwick G.R., Heaney R.K., Mullin W.J. Glucosinolates and their breakdown products in food and food plants // Crit. Rev. Food Sci. Nutr. – 1983. – Vol. 18 (2). – Pp. 123–201.

8. Возделывание ярового рапса на маслосемена // Организационно-технологические нормативы возделывания зерновых, зернобобовых, крупяных культур: сб. отраслевых регламентов / Нац. акад. наук Беларуси, НПЦ НАН Беларуси по земледелию; рук. разраб.: Ф.И. Привалов [и др.]. – Минск: Беларус. навука, 2012. – С. 380–395.

9. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов; 5-е изд., доп. и перераб. – Москва : Агропромиздат, 1985. – 351 с.

10. Демьянчук Г. Г. Метод определения общего содержания глюкозинолатов в семенах крестоцветных культур // Селекция и семеноводство. – 1985. – № 2. – С. 19.

GLUCOSINOLATE CONTENT IN SPRING RAPE SEEDS DEPENDING ON SOWING DATES AND DOSES OF NITROGEN FERTILIZERS AND FUNGICIDES

S. Yu. Khramchenko, Ya. E. Piliuk

The paper presents the results of the research on the influence of sowing dates, doses of nitrogen fertilizers and fungicides applied in different periods on glucosinolate content in spring rape seeds. It's identified, that this indicator is the lowest in the early (first) period of sowing and ranges from 14.5 to 16.3 μmol/g, depending on the nitrogen nutrient level. Increasing nitrogen fertilizers rate from N_{60} to N_{120+60} at all sowing dates has a significant impact on the accumulation of glucosinolate in spring rape oil seeds. The smallest change in this indicator is observed with the use of fungicides.

УДК 633.521:631.542.3

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ДЕСИКАЦИИ НА ПОЛЕГЛОМ ПОСЕВЕ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА

***С. Р. Чуйко**, ст. научный сотрудник, **Н. В. Степанова**, кандидат с.-х. наук, **А. А. Зрелик**, научный сотрудник*
РУП «Институт льна», аг. Устье, Витебская обл.
(Дата поступления статьи в редакцию 15.05.2026)

Рецензент: Лужинский Д.В., кандидат с.-х. наук

***Аннотация.** В статье приводятся результаты исследований 2024–2025 гг. по влиянию десикации товарных посевов льна-долгунца в условиях*