

УДК 631.53.027.2:664.644.53:633.833.494

Анализ протеолитической активности проростков озимого рапса в условиях предпосевной обработки препаратом «Виал-ТТ»

Н.И. ДРОЗДОВА, М.Н. ГАТАЛЬСКАЯ

В ходе лабораторного эксперимента установлено влияние препарата фунгицидного действия «Виал-ТТ», включенного в государственный реестр средств защиты растений на метаболическую активность проростков озимого рапса сорта «Зорный». На четвертые сутки прорастания во всех вариантах опыта, независимо от сроков ожидания после обработки препаратом и его концентрации, статистически значимых различий в активности протеаз не выявлено. У одиннадцатидневных проростков активность протеиназ достоверно возросла при обработке препаратом «Виал-ТТ» по сравнению с контролем в среднем на 8 %–17 % в зависимости от концентрации препарата. Максимальные различия наблюдались при сокращении срока ожидания между посевом и обработкой до 1 часа. Установлена общая тенденция к повышению протеолитической активности как в контрольных, так и в экспериментальных группах от четвертых до одиннадцатых суток прорастания во всех вариантах от 47 % до 68 % в зависимости от проводимой обработки семян.

Ключевые слова: фунгициды, протеиназы, ферментативная активность, проростки озимого рапса, динамика протеолитической активности.

In the course of a laboratory experiment, the effect of the fungicidal preparation «Vial-TT», included in the state register of plant protection products on the metabolic activity of seedlings of winter rape of the variety «Zorny», was established. On the fourth day of germination in all variants of the experiment, regardless of the waiting time after treatment with the drug and its concentration, there were no statistically significant differences in the activity of proteases. In eleven-day-old seedlings, the activity of proteinases significantly increased during treatment with the Vial-TT preparation compared to the control by an average of 8 %–17 %, depending on the concentration of the drug. The maximum differences were observed when the waiting period between sowing and processing was reduced to 1 hour. The general tendency towards an increase in proteolytic activity was established, both in the control and in the experimental groups from the fourth to eleventh days of germination in all experimental variants from 47 % to 68 %, depending on the treatment of oil seeds.

Keywords: fungicides, proteinases, enzymatic activity, seedlings of winter rape, dynamics of proteolytic activity.

Введение. В Республике Беларусь рапс является одной из важнейших технических культур. Рапс и продукты его переработки отличаются универсальностью применения в различных отраслях промышленности – в полиграфии, металлургической, лакокрасочной, текстильной, мыловаренной и химической, – в качестве смазочных средств. Рапсовое масло является сырьем для производства возобновляемого источника энергии – биодизельного топлива. В сельском хозяйстве широко используются высокобелковые жмых, шрот и зеленая масса рапса для полноценного кормления животных [1]. Поэтому повышение урожайности сельскохозяйственных культур, получение экологически чистой продукции и увеличение ее доли в рационе питания населения, а также проблема импортозамещения – основополагающая и актуальная проблема аграрного сектора экономики, которая особо остро стоит в Беларуси. Важное значение в решении данных проблем имеет предпосевная обработка семян масличных культур препаратами фунгицидного действия, которые не только выполняют защитную функцию, но и стимулируют развитие растений [2].

К веществам фунгицидного действия относятся тиабендазол и трибуконазол, которые входят во многие препараты для обработки семян и растений на различных этапах развития, в частности, в состав препарата «Виал-ТТ».

Тиабендазол – высокоэффективное системное средство защитного и искореняющего действия из класса бензимидазолов. Механизм его действия заключается в ингибировании биосинтеза микротрубочек при делении ядра клетки, что проявляется в подавлении прораста-

ния спор или конидий и роста мицелия патогенных грибов. Тиабендазол малоподвижен, по растению передвигается преимущественно в акропетальном направлении. Благодаря этим свойствам период защитного действия обработанных семян от почвенных патогенов сохраняется до шести месяцев. Тиабендазол хорошо действует против возбудителей корневых и прикорневых гнилей, снежной плесени. За счет перемещения в органы проростка он защищает культуру от болезней вегетативных органов на первых этапах роста и развития растений [3].

Тебуконазол является представителем группы 1,2,4-триазолов (класс азолов). Благодаря системному действию он успешно уничтожает инфекцию, как на поверхности семян, так и внутри зерновок. Однако протравители на основе триазолов проявляют ретардантный эффект, который может усиливаться при неблагоприятных условиях роста и развития растений. Резкое снижение ретардантности отмечено при применении комбинированных препаратов, в которых наряду с триазилами присутствуют имазалил, прохлораз, тиабендазол [4].

Несмотря на достаточно широкий спектр разрешенных к применению препаратов, их влияние на метаболические процессы в клетках растений, на рост и развитие проростков в настоящее время остается мало изученным.

Целью работы являлось изучение влияния препарата для предпосевной обработки «Виал-ТТ» на протеолитическую активность в проростках озимого рапса, которая играет важную роль в энергообеспечении процессов прорастания семян масличных культур после истощения запасов субстратов для липолитических ферментов.

Исследование активности протеолитических ферментов в растении представляет интерес при выявлении закономерностей протекания процессов метаболизма белков. Прорастание семян характеризуется быстрой мобилизацией запасных веществ, в частности запасных белков. Участие протеолитических ферментов в этом сложном многоступенчатом процессе очевидно. Вопрос, связанный с изучением протеолиза запасных белков, представляет значительный интерес, так как данные белки служат источником азотистых соединений для растений на начальных этапах прорастания [5].

Объект исследования: озимый рапс сорта «Зорный», полученный методом межсортовой гибридизации сортов WW 995 x Librador x 3005/88 и последующего индивидуально-семейного отбора. Сорт включен в Государственный реестр в 2007 г. [6]. Рапс является одним из типичных представителей масличных культур и применим в качестве тест-культуры.

В 2018 г. посевная площадь озимого рапса сорта «Зорный» на территории Республики Беларусь составила 14193 га, без учета гибели и списания, что говорит о его широкой распространенности среди рапсовой культуры и многообразном применении [7].

Предметом исследования являлась активность протеиназ маслосемян озимого рапса при различных режимах обработки препаратом «Виал-ТТ» и динамика активности фермента в ходе проращивания.

С целью изучения влияния режимов предпосевной обработки маслосемена озимого рапса обрабатывали препаратом фунгицидного действия «Виал-ТТ» в концентрации, рекомендованной производителем препарата (содержание тиабендазола – 0,04 г/кг, трибуконозола – 0,03 г/кг, что соответствует допустимому уровню, далее – 1 ДУ), и в два раза превышающей рекомендованную (2 ДУ). Срок ожидания после обработки перед проращиванием семян в условиях лабораторного опыта составлял 1 час, 7 суток и 14 суток с момента обработки.

Для эксперимента были сформированы контрольные и опытные группы, каждая из которых содержала по 5 г маслосемян. Суммарный объем дистиллированной воды, добавленной ко всем экспериментальным группам озимого рапса составлял 30 мл при 4 сутках проращивания и 90 мл при 11 сутках проращивания. Проростки использовали для определения активности протеиназ спектрофотометрическим методом [8].

Для изучения динамики изменения активности протеазы в проростках рапса исследования проводили на 4 и 11 сутки прорастания семян.

Результаты исследования и их обсуждение. В ходе лабораторного эксперимента исследована в динамике протеолитическая активность проростков озимого рапса сорта «Зор-

ный» при различных режимах предпосевной обработки препаратом «Виал-ТТ». Данные приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Активность протеиназ проростков озимого рапса

Условия эксперимента		в условных единицах на 1 г навески за 1 ч	
		на 4 сутки проращивания	на 11 сутки проращивания
Контроль	Период ожидания 1 час после протравливания	$0,453 \pm 0,014$	$0,675 \pm 0,018$
1 ДУ		$0,470 \pm 0,013$	$0,733 \pm 0,016$
2 ДУ		$0,468 \pm 0,017$	$0,793 \pm 0,012$
Контроль	Период ожидания 7 суток после протравливания	$0,452 \pm 0,015$	$0,675 \pm 0,014$
1 ДУ		$0,465 \pm 0,019$	$0,687 \pm 0,019$
2 ДУ		$0,471 \pm 0,009$	$0,770 \pm 0,009$
Контроль	Период ожидания 14 суток после протравливания	$0,468 \pm 0,013$	$0,670 \pm 0,018$
1 ДУ		$0,456 \pm 0,014$	$0,681 \pm 0,018$
2 ДУ		$0,467 \pm 0,018$	$0,697 \pm 0,023$

Примечание: 1 ДУ – тиабендазола 0,04 г/кг, трибуконозола 0,03 г/кг; 2 ДУ – тиабендазола 0,08 г/кг, трибуконозола 0,06 г/кг.

Протеазная активность четырехдневных проростков в контрольных и опытных группах находилась в диапазоне 0,453–0,471 условных единиц на 1 г навески за 1 ч и статистически значимых различий между группами не установлено (рисунок 1).

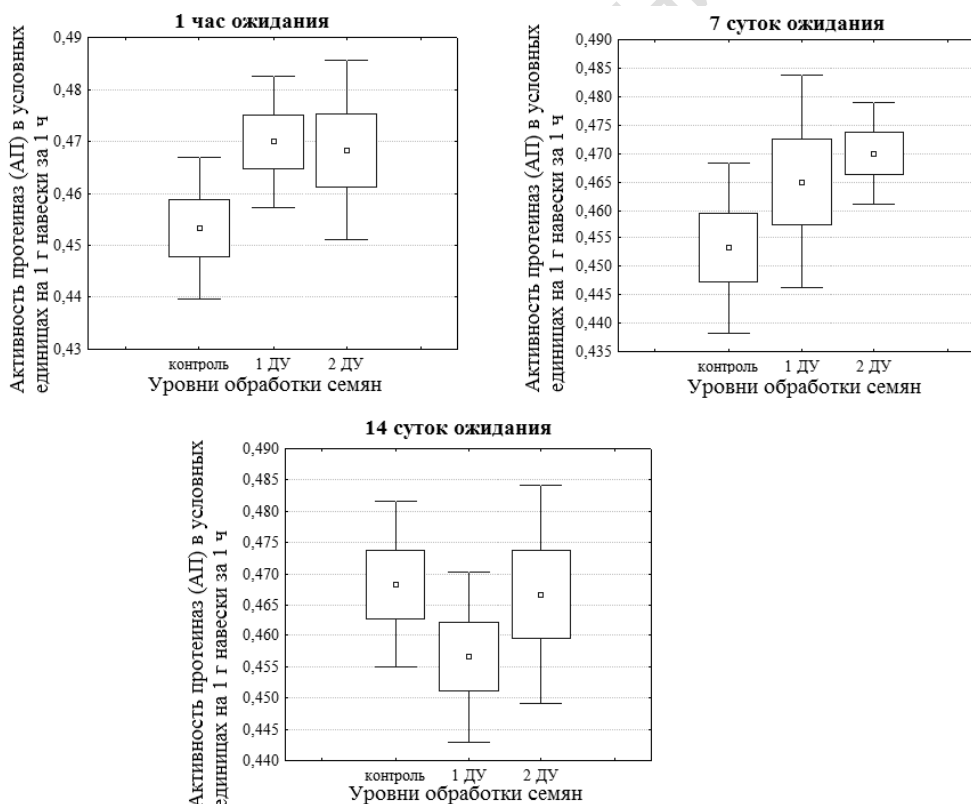


Рисунок 1 – Изменение активности протеиназ четырехдневных проростков озимого рапса в условиях эксперимента

Активность протеиназ проростков озимого рапса определялась и на 11 сутки проращивания. Выявлено, что при увеличении концентрации препарата для предпосевной обработки от 1 ДУ до 2 ДУ активность протеиназы в опытных группах, обработанных за 1 час до проращивания, увеличивалась по сравнению с контрольной группой на 8,6 % и 17,5 % соответ-

ственно. При сроке ожидания после обработки, составляющем 7 суток, в проростках наблюдалось повышение протеолитической активности на 14,1 % по сравнению с контролем в вариантах опыта при концентрации препарата, соответствующей 2 ДУ. В вариантах опыта с предварительной обработкой семян озимого рапса с периодом ожидания 14 суток активность протеиназ в экспериментальных группах находилась на уровне контроля. Установленные различия имеют статистически значимый характер, что подтверждается результатами однофакторного дисперсионного анализа (рисунок 2).

Выявлено, что повышение протеолитической активности происходило не столь значительно в группах семян озимого рапса с увеличенным периодом ожидания после обработки (14 дней), что требует дополнительного экспериментального изучения для объяснения причин и следствий данного явления.

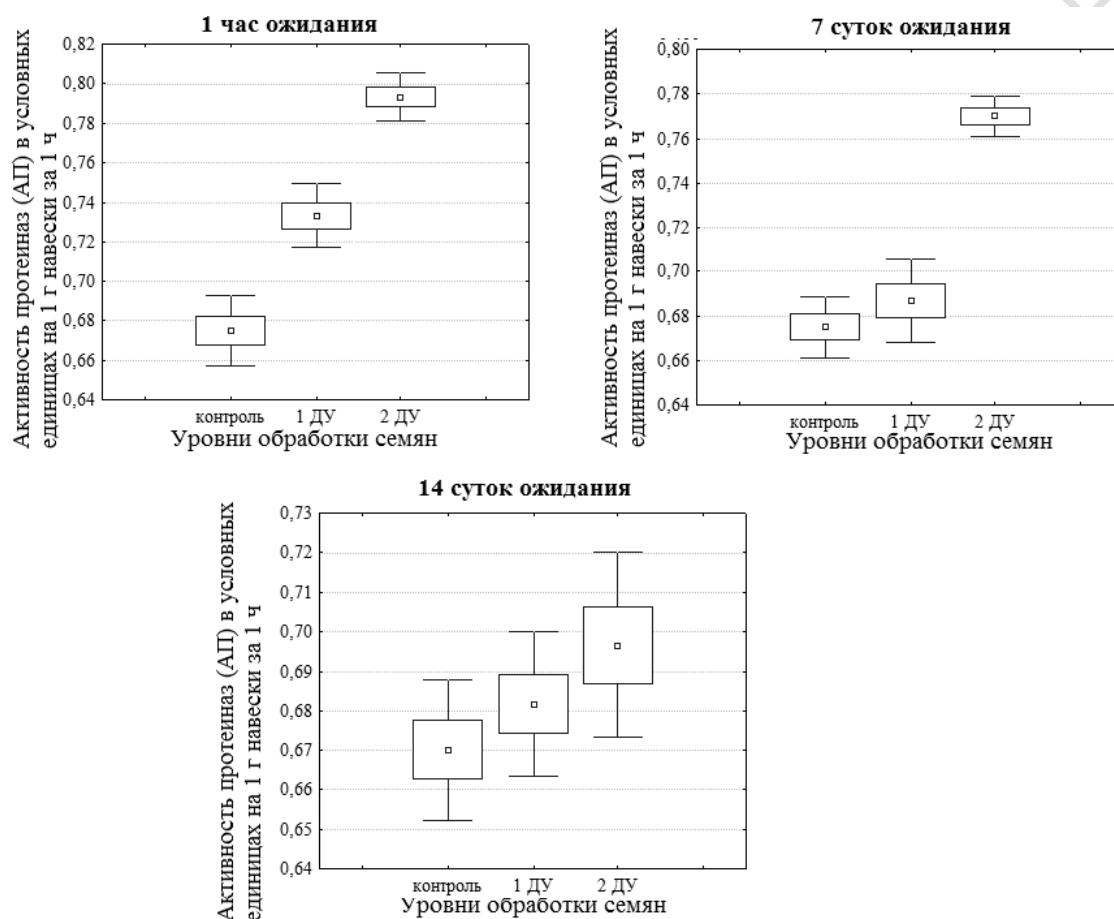


Рисунок 2 – Изменение активности протеиназ одиннадцатидневных проростков озимого рапса в условиях эксперимента

Наблюдалось динамическое увеличение активности протеиназ в среднем на 47 % в контрольных группах 11-дневных проростков, по сравнению с аналогичными показателями на 4 сутки прорастания. Установлено, что в экспериментальных группах, где обработка семян рапса препаратом «Виал-ТТ» в концентрациях 1 и 2 ДУ сопровождалась сроком ожидания 1 час, активность протеиназ на 11 сутки увеличилась на 55 % и 68 % соответственно по сравнению с показателями, полученными на 4 сутки эксперимента. Показатели активности ферментов при сроке ожидания 7 дней после обработки семян повышались на 47 % и 63 % соответственно при концентрации препарата, составляющей 1 и 2 ДУ. В условиях обработки семян с периодом ожидания 14 дней активность протеиназ на 11 сутки прорастания по сравнению с 4-дневным периодом повышалась в среднем на 49 %, аналогично контрольным ва-

риантам опыта. Достоверность выявленных в эксперименте различий подтверждает однофакторный дисперсионный анализ (рисунок 3).

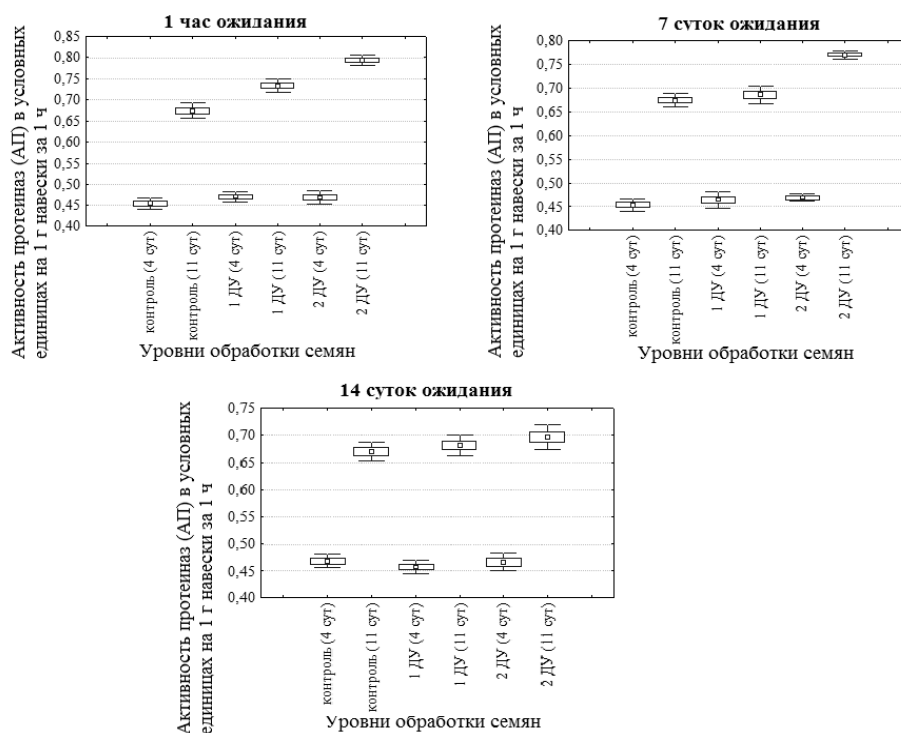


Рисунок 3 – Динамика изменения активности липазы проростков озимого рапса при проращивании

Таким образом, в условиях лабораторного эксперимента для всех вариантов опыта установлена сходная тенденция повышения протеолитической активности проростков озимого рапса от 4 до 11 суток проращивания, что может быть связано с накоплением белков в клетках растения для дальнейшего роста и развития.

Заключение. В ходе лабораторного эксперимента установлено влияние препарата фунгицидного действия «Виал-ТТ», включенного в государственный реестр средств защиты растений на метаболическую активность проростков озимого рапса сорта «Зорный». На четвертые сутки проращивания во всех вариантах опыта, независимо от сроков ожидания после обработки препаратом и его концентрации, статистически значимых различий в активности протеаз не выявлено. У одиннадцатидневных проростков активность протеиназ достоверно возросла при обработке препаратом «Виал-ТТ» по сравнению с контролем в среднем на 8 % и 17 % соответственно. Максимальные различия наблюдались при сокращении срока ожидания между посевом и обработкой семян до 1 часа.

Установлена общая тенденция к повышению протеолитической активности, как в контрольных, так и в экспериментальных группах от четвертых до одиннадцатых суток проращивания во всех вариантах опыта от 47 % до 68 % в зависимости от проводимой обработки маслосемян.

Выявленные тенденции изменения протеолитической активности отличаются от ранее установленных нами для ферментов липолитического комплекса [9], [10].

Таким образом, полученные экспериментальные данные позволяют расширить представления о влиянии препаратов пестицидного действия на метаболические процессы в прорастающих маслосеменах озимого рапса.

Литература

1. Белошниченко, Е.И. Влияние норм высева на перезимовку и урожайность озимого рапса в условиях северо-восточной части Беларуси / Е.И. Белошниченко // Научный поиск молодежи XXI века : сб. научных статей по материалам XIII Международной научной конференции студентов и магистрантов. – Горки, 2013. – Ч. 1. – С. 3–6.

2. Андрусевич, М.П. Продуктивность озимого рапса в зависимости от сроков внесения регулятора роста Экосил / М.П. Андрусевич // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы : сб. научных трудов. – Гродно, 2015. – Т. 29. – С. 11–17.
3. Горина, И.Н. Особенности применения тиабендазол-содержащих протравителей / И.Н. Горина // Защита и карантин растений. – 2016. – № 8. – С. 19–23.
4. Абеленцев, В.И. Факторы, снижающие эффективность обеззараживания семян хлебных злаков / В.И. Абеленцев // Защита и карантин растений. – 2007. – № 3. – С. 28–29.
5. Межлумьян, Л.Г. Исследование протеиназы А и её ингибитора из семян хлопчатника : автореф. дис. ... канд. хим. наук : 02.00.03 / Л.Г. Межлумьян. – Ташкент, 1996. – 22 с.
6. Озимый рапс [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://docviewer.yandex.by/view/362145248/?*=6rKRp8ijW6piDJtrdQqq3BPGx%2B97InVybcI6Imh0dHA6Ly9zb3J0dGVzdC5ieS9yYXBzLW96aW15eS5w. – Дата доступа : 04.02.2019.
7. Результаты испытания сортов сельскохозяйственных растений картофеля, овощных, плодовых и ягодных, рапса озимого и ярового, сои, подсолнечника, льна-долгунца и льна масличного на хозяйственную полезность в Республике Беларусь за 2016–2018 гг. / С.А. Лобовицкий [и др.]. – Мн. : Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений, 2019. – 186 с.
8. Практикум по физиологии и биохимии растений (белки и ферменты): учебно-методическое пособие / Ю.Ю. Невмержицкая, О.А. Тимофеева. – Казань : Казанский университет, 2012. – 3 с.
9. Дроздова, Н.И. Влияние предпосевной обработки препаратом «Ви-ал-ТТ» на активность липазы в проростках озимого рапса / Н.И. Дроздова, М.Н. Гатальская // Известия Гомельского гос. ун-та им. Ф. Скорины. – 2019. – № 6 (117). – С. 35–40.
10. Drozdova, N. Lipolitical activity of winters of winter rape in the conditions of complex preseep treatment / N. Drozdova, M. Gatalskaya // Danish Scientific Journal (DSJ). – 2019. – № 30/2019. – P. 14–18.

Гомельский государственный
университет им. Ф. Скорины

Поступила в редакцию 09.04.2020