

ВЛИЯНИЕ СЕРОЙ ГНИЛИ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ РАСТЕНИЙ ОЗИМЫХ РАПСА И ГОРЧИЦЫ СЕРЕПТСКОЙ**О. А. Сердюк**

Реферат. К одной из вредоносных болезней, поражающих озимые рапс и горчицу серептскую, относится серая гниль. Цель исследований – определение влияния поражения озимых рапса и горчицы серептской серой гнилью на снижение продуктивности растений на черноземе выщелоченном в условиях степной зоны Западного Предкавказья. Работу выполняли в 2010–2020 годы. Объектами исследования служили возбудитель болезни гриб *Botrytis cinerea* Pers. и сорта рапса озимого Дракон, Элвис, Лорис, горчицы серептской – Джуна. Вредоносность серой гнили (снижение продуктивности растений) рассчитывали по степени поражения. Статистическую обработку данных проводили с использованием метода простой корреляции и t-критерия Стьюдента. Метеоусловия благоприятствовали развитию *B. cinerea* в посевах культур во 2 декаде июня в 2011, 2014, 2017 и 2020 годы при ГТК = 1,1...2,7 в сочетании с высокой относительной влажностью воздуха (63...77%). Средняя масса семян со стручка уменьшалась в зависимости от степени поражения растения в 1,1...3,1 раза. Корреляционная связь между средней массой семян в стручке и баллом поражения озимых рапса и горчицы серептской болезнью сильная, прямолинейная, обратная (отрицательная). Коэффициенты простой корреляции составили соответственно -0,93 и -0,96, коэффициенты детерминации – 0,86 и 0,92. В относительном выражении вредоносность болезни на озимых рапсе и горчице серептской в среднем составила 33,3 и 32,1%.

Ключевые слова: рапс озимый (*Brassica napus* L.), горчица серептская озимая (*Brassica juncea* L.), серая гниль (*Botrytis cinerea* Pers.), продуктивность растений, вредоносность.

Введение. Представители семейства Капустные: рапс (*Brassica napus* L.) и горчица серептская (*Brassica juncea* L.) выступают важными масличными культурами, возделываемыми во многих странах мира. Семена этих культур используют для производства масла пищевого и технического назначения (в качестве биодизеля) [1, 2, 3]. Шрот, остающийся после отжима масла, используют в качестве корма для сельскохозяйственных животных [4, 5, 6]. Растения рапса и горчицы серептской, достигшие фазы цветения, запахивают, применяя их в качестве зеленого удобрения, улучшающего качество почвы и обеззараживающего ее [7]. Производители сельскохозяйственной продукции возделывают как озимую, так и яровую форму этих культур.

Исследования, проведенные в разных странах мира, показывают, что в течение вегетации растения рапса и горчицы серептской поражаются спектром болезней, вызываемых патогенами разной этиологии: бактериями, вирусами, нематодами, фитоплазмами, грибоподобными организмами, грибами. Видовой состав возбудителей, частота встречаемости и вредоносность болезней на культурах различны в зависимости от региона возделывания. Одни болезни не наносят вред урожаю этих культур (пероноспороз, мучнистая роса и др.) [8, 9, 10], под влиянием других (фомоз, склеротиниоз, альтернариоз, фитоплазмоз и др.) качественные и количественные показатели урожая могут значительно снижаться [9, 10, 11].

К одной из вредоносных болезней, поражающих озимые рапс и горчицу серептскую, относится серая гниль. Более 30 видов рода *Botrytis* P. Micheli ex Pers. встречается у порядка 1400 видов растений. Однако наиболее вредоносным для большинства сельскохозяйственных культур выступает вид

Botrytis cinerea Pers. (анаморфная стадия гриба *Botryotinia fuckeliana* (de Bary) Whetzel) [12].

Попадая на ослабленные ткани или в места повреждений (травм) поверхности органов растений, возбудитель болезни *B. cinerea* выделяет токсины и разрушает стенки клеток тканей, создавая тем самым питательную среду для своего дальнейшего роста [13].

Поражение листьев, стеблей, цветов и плодов растений этим патогеном в условиях, способствующих развитию болезни (высокая влажность в посевах вследствие большого количества осадков или при обильных росах в сочетании со средней температурой воздуха 10...25°C) приводит к значительному снижению урожая культур (от 10 до 70% и даже до 100%) [14, 15, 16], особенно культур с сочными плодами: земляники, малины, томата, винограда, огурца, киви и др. [15, 16]. Так, при выращивании томата в тепличных условиях некрозы, вызываемые *B. cinerea*, появляются на горизонтально расположенных отплодоносивших участках стебля. Больные растения отстают в росте, постепенно желтеют и увядают. Кроме этого, осыпаемость плодов резко увеличивается [13]. Поражение моркови серой гнилью приводит к потемнению и размоканию тканей корнеплодов. При проведении исследований в 2018–2019 годы в Белорусии распространенность серой гнили на моркови при хранении составила 0,5...3,5 и 0,3...8,6%, что нанесло значительный ущерб урожаю, так как поражение корнеплодов болезнью ухудшило их потребительские качества и пищевую ценность, пораженные корнеплоды подлежали уничтожению [17].

На растениях рапса в местах поражения образуются бурые пятна, покрывающиеся густым серым или серо-зеленым спороношением – налетом, состоящим из гиф и

разветвленных конидиеносцев, на которых образуются конидии анаморфной стадии гриба. Развитию болезни способствуют также подмораживание растений и различные повреждения, например, растрескивание стеблей при большом количестве осадков и резкой смене температуры воздуха. Стручки рапса могут поражаться патогеном во время затянувшейся уборки при повышенном количестве осадков [11].

Ученые в разных странах проводят селекцию на устойчивость к серой гнили, однако сортов культур, иммунных к этой болезни, пока не создано [18]. Для определения необходимости проведения защитных мероприятий посевов для снижения негативного воздействия болезни на урожай культур, необходимо иметь информацию не только о распространении и развитии болезни, но и о влиянии ее на продуктивность растений той или иной культуры. Снижение продуктивности растений сельскохозяйственных культур вследствие поражения серой гнилью в разной степени характеризует ее вредоносность, показатели которой выражают в процентах от продуктивности здоровых растений.

Цель исследования – определение влияния поражения озимых рапса и горчицы сарептской серой гнилью на снижение продуктивности растений на черноземе выщелоченном в условиях степной зоны Западного Предкавказья для совершенствования системы защиты культур.

Условия, материалы и методы. Работу выполняли на черноземе выщелоченном в 2010–2011 годы на 1-ом отделении ВНИИМК (г. Краснодар), в 2012–2020 годы – на 2-ом отделении ВНИИМК (г. Краснодар, х. Октябрьский). Во все годы исследований фиксировали погодные условия, складывающиеся в течение 2 декады июня, – среднюю температуру воздуха и количество выпавших осадков. На основании этих данных рассчитывали гидротермический коэффициент (ГТК), который служит интегральным показателем увлажнения окружающей среды, а также среднюю относительную влажность воздуха.

Степень увлажнения среды в зависимости от величины ГТК классифицировали следующим образом:

- при ГТК менее 0,5 – слабое увлажнение территории (сильная засуха);
- при ГТК от 0,5 до 1,0 – недостаточное увлажнение (средняя засуха);
- при ГТК от 1,0 до 1,5 – оптимальное увлажнение;
- при ГТК 1,6 и более – избыточное увлажнение [19].

Объектами исследования служили: анаморфная форма гриба *Botryotinia fuckeliana* – вид *Botrytis cinerea* и сорта селекции ВНИИМК: рапса озимого – Дракон, Элвис и Лорис, горчицы сарептской – Джуна.

При проведении учетов поражения растений серой гнилью использовали разработанную нами балльную шкалу:

0 – растение здоровое;

1 балл – наличие мицелия патогена на трещинах стебля шириной до 0,3 см. Поражено до 10% стручков с наличием мицелия на их поверхности;

2 балла – наличие мицелия патогена на трещинах стебля шириной более 0,3 см. Поражено 11...40% стручков с наличием мицелия на их поверхности;

3 балла – наличие мицелия патогена на трещинах стебля шириной более 0,3 см, переламывание пораженного стебля в месте трещины. Поражено 41% стручков и более с наличием мицелия на их поверхности.

Вредоносность серой гнили (снижение продуктивности растения, или потери урожая с растения) изучали на растениях, пораженных болезнью в разной степени: в фазе зеленого стручка этикетировали растения только с симптомами поражения серой гнилью (по 5 растений на каждый балл поражения) и растения без признаков поражения болезнями (5 растений). После созревания проводили отбор этих растений, обмолачивали их вручную, учитывали урожай семян с одного растения, количество стручков на одном растении, рассчитывали среднюю массу семян с одного стручка каждого растения. Потери урожая семян с одного растения (вредоносность болезней) вычисляли по формуле М.К. Хохрякова и др. [20]:

Вредоносность серой гнили рассчитывали по степени поражения растений озимых рапса и горчицы сарептской, так как необходимо было выяснить, существует ли разница в величине вредоносности серой гнили при поражении растений на 1 балл, 2 балла и 3 балла. Вредоносность болезни подразделяли на:

- низкую – до 15,0%;
- среднюю – 15,1...30,0%;
- высокую – 30,1% и выше.

Выделение изолятов патогена в чистую культуру из пораженных болезнью тканей растений проводили в лабораторных условиях по общепринятым методикам [21]. Выделенные изоляты патогена идентифицировали по определителю Н. М. Пидопличко [22].

Статистическую обработку данных проводили с использованием метода простой корреляции и t-критерия Стьюдента. Корреляцию использовали при определении связи между поражением растений болезнью и другими признаками. Расчеты t-критерия Стьюдента проводили для сравнения средних многолетних данных массы семян в стручке.

Результаты и обсуждение. Погодные условия, складывающиеся во 2 декаде июня, благоприятствовали развитию *B. cinerea* в посевах озимых рапса и горчицы сарептской в 2011, 2014, 2017, 2020 годы, когда гидротермический коэффициент превысил 1,0 (1,1...2,7), что характеризует увлажнение среды как оптимальное и избыточное. Также в эти периоды отмечена высокая относительная влажность воздуха (63...77%). Вследствие этого, внутри посевов озимых рапса и горчицы

сарептской в течение длительного времени влажность воздуха превышала значения относительной влажности воздуха в окружающей среде. В остальные годы ГТК в этот период варьировал от 0,01 в

2012 годы до 1,0 в 2015 годы, что свидетельствует о недостаточном увлажнении среды, в сочетании с невысокой относительной влажностью воздуха (50...62%) (рис. 1).



Рис. 1 – Относительная влажность воздуха и ГТК за 2 декаду июня

Распространению и развитию возбудителя серой гнили на озимых рапсе и горчице сарептской способствовали многочисленные трещины стеблей, возникавшие в 2011, 2014, 2017 и 2020 годы при неоднократной смене дневных положительных и ночных отрицательных температур во 2 и 3 декадах марта. Вместе с тем, более интенсивное развитие серой гнили на изучаемых культурах отмечали после ливневых дождей в течение нескольких суток подряд в фазе зеленого стручка (до 3...4 суток).

Первые симптомы серой гнили в посевах изучаемых озимых культур выявлены в фазе

зеленого стручка. Признаками проявления болезни на растениях являлся густой темно-серый налет, состоящий из гиф и разветвленных конидиеносцев с конидиями *B. cinerea* (анаморфной стадии), покрывающий трещины на стеблях и некрозы на нижних и средних листьях. На поверхности стручков, в местах повреждений отмечалось инфекционное начало патогена, в дальнейшем мицелий гриба проникал внутрь стручков, оказывая негативное влияние на качество семян культур. Поверхностные ткани стручков в местах поражения обесцвечивались (рис. 2).



Рис. 2 – Некроз с конидиеносцами и конидиями *Botrytis cinerea* Pers. на поверхности стручка горчицы сарептской озимой (ориг.)

Пораженные серой гнилью растения озимых рапса и горчицы сарептской выявлены с низкой распространенностью (5...10%). Степень поражения болезнью растений составляла 1...3 балла с преобладанием 1 балла, то есть отмечено наличие мицелия патогена на трещинах стебля шириной до 0,3 см с поражением до 10% стручков с наличием мицелия на их поверхности.

Влияние серой гнили на продуктивность растений при степени поражения 1...2 балла

больше зависело от количества пораженных болезнью стручков, а при степени 3 балла – от инфекции патогена, находящейся в трещинах стебля. Средняя масса семян со стручка озимых рапса и горчицы сарептской уменьшалась по сравнению со здоровым растением в зависимости от степени поражения растения, при 2 и 3 баллах отмечено значительное снижение массы семян: в 1,3...3,1 и 1,4...2,7 раза соответственно (табл. 1).

Таблица 1 – Средняя масса семян в стручке здорового и пораженного серой гнилью растения озимого рапса и горчицы сарептской, среднее за 2011, 2014, 2017, 2020 годы

Степень поражения растения, балл	Рапс озимый		Горчица сарептская озимая	
	средняя масса семян в стручке с растения, г	t-критерий факт.*	средняя масса семян в стручке с растения, г	t-критерий факт.*
0 (здоровое)	0,088	-	0,063	-
1	0,079	5,0	0,057	3,5
2	0,068	10,0	0,046	9,4
3	0,028	21,5	0,023	22,2

* $t_{теор.} = 3,2$ на уровне значимости 0,005, число степеней свободы $n-2=18$.

Существенность полученных данных подтверждается значениями фактического t-критерия: при всех степенях поражения растений озимых рапса и горчицы сарептской серой гнилью его показатели превышали теоретический t-критерий на уровне значимости 99,5% (0,005): при степени поражения 1 балл – в 1,1...1,6 раза (3,5...5,0), 2 балла – в 2 раза (9,4...0,0), 3 балла – в 4 раза (21,5...22,2).

При изучении связи между средней массой семян в стручке и поражением растений озимых рапса и горчицы сарептской болезнью использовали метод простой корреляции: рассчитаны коэффициенты простой корреляции, которые составили -0,93 и -0,96 соответственно; что свидетельствует о сильной, прямолинейной, обратной (отрицательной) корреляционной зависимости между этими показателями (табл. 2).

Таблица 2 – Коэффициент корреляции между поражением растений серой гнилью и средней массой семян в стручке рапса озимого (r_1) и горчицы сарептской (r_2), ($n = 20$)

Показатель	Средняя масса семян в стручке рапса озимого (r_1)	Средняя масса семян в стручке горчицы сарептской озимой (r_2)
Поражение растений серой гнилью	-0,93	-0,96

Для оценки надежности рассчитанных коэффициентов простой корреляции определяли их ошибку s , которая составила для r_1 и r_2

0,03 и 0,02 соответственно, то есть отклонение от выборочного среднего значения незначительное (табл. 3).

Таблица 3 – Зависимость между поражением растений серой гнилью и средней массой семян в стручке озимых рапса (r_1) и горчицы сарептской (r_2), ($n = 20$)

Показатель	Стандартная ошибка s^*	Точность оценки σ для генерального коэффициента корреляции	Коэффициент детерминации d
r_1	0,03	+0,10	0,86
r_2	0,02	+0,06	0,92

*число степеней свободы $n-2=18$.

Кроме этого, с целью подтверждения достоверности найденных коэффициентов простой линейной корреляции (выборочных коэффициентов) определяли доверительный интервал для генерального линейного коэффициента корреляции ρ ($r - \sigma < \rho < r + \sigma$), который может быть больше или меньше выборочных коэффициентов корреляции. Для этого рассчитана точность оценки σ , которая составила для рапса озимого +0,10 и для горчицы сарептской озимой +0,06. Расчеты показали, что доверительный интервал для генерального линейного коэффициента корреляции с вероятностью 0,95 на рапсе составил $-1 < \rho < -0,83$; а на горчице сарептской $-1 < \rho < -0,90$.

Следовательно, установленные доверительные интервалы содержат значение генерального коэффициента корреляции ρ (генеральный коэффициент входит в эти интервалы), и можно утверждать, что поражение озимых рапса и горчицы сарептской серой гнилью будет существенно

снижать продуктивность растений не только в условиях степной зоны Западного Предкавказья, но и в других регионах возделывания этих культур.

В ходе исследований рассчитаны коэффициенты детерминации d , показатели которых свидетельствуют о том, что доля вариации снижения средней массы семян в стручке озимых рапса и горчицы сарептской на 86 и 92% соответственно обусловлена степенью поражения растений серой гнилью.

В процентном соотношении потери урожая с растения озимых рапса и горчицы сарептской от болезни в среднем по всем баллам составило 33,3 и 32,1%, что говорит о значительной вредоносности серой гнили для культур (табл. 4).

При степени поражения растений 1 балл вредоносность серой гнили на изучаемых культурах была низкой (8,4...10,0%), 2 балла – средней (22,6...25,4%), а при поражении на максимальный 3 балл – высокой (62,4...67,2%).

Таблица 4 – Вредоносность серой гнили при поражении растений озимых рапса и горчицы сарептской, среднее за 2011, 2014, 2017, 2020 годы

Культура	Вредоносность болезни*, % при степени поражения растения, балл			
	1	2	3	Среднее
Рапс озимый	10,0	22,6	67,2	33,3
Горчица сарептская озимая	8,4	25,4	62,4	32,1

*вредоносность: низкая – до 15,0%; средняя – 15,1...30,0%; высокая – 30,1% и выше.

Выводы. В условиях степной зоны Западного Предкавказья погодные условия, складывающиеся во 2 декаде июня, благоприятствовали развитию *Botrytis cinerea* в посевах озимых рапса и горчицы сарептской в 2011, 2014, 2017, 2020 годы (ГТК = 1,1...2,7 в сочетании с относительной влажностью воздуха 63...77%). Интенсивному развитию возбудителя болезни на растениях способствовали многочисленные трещины стеблей.

Средняя масса семян со стручка озимых рапса и горчицы сарептской уменьшалась, по сравнению со здоровым растением, в зависимости от степени поражения растения. Величина фактического t-критерия при всех степенях поражения растений озимых рапса и горчицы сарептской серой гнилью значительно

превышали теоретический t-критерий на уровне значимости 99,5%: при степени поражения 1 балл – в 1,1...1,6 раза (3,5...5,0), 2 балла – в 2 раза (9,4...10,0), 3 балла – в 4 раза (21,5...22,2).

Корреляционная зависимость между средней массой семян в стручке и поражением растений озимых рапса и горчицы сарептской болезнью – сильная прямолинейная обратная (отрицательная), коэффициенты простой корреляции составили соответственно - 0,93 и -0,96; коэффициенты детерминации – 0,86 и 0,92.

В относительном выражении вредоносность серой гнили на озимых рапсе и горчице сарептской в среднем по всем баллам поражения составила 33,3 и 32,1% соответственно.

Литература

1. Sajeeb A., Rajendrakumar P. K. Comparative evaluation of lubricant properties of biodegradable blend of coconut and mustard oil // Journal of Cleaner Production. 2019. Vol. 240. 118255 URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652619331257> (дата обращения: 09.09.2025). doi: 10.1016/j.jclepro.2019.118255.
2. The eco-efficiency of rapeseed and sunflower cultivation in Italy. Joining environmental and economic assessment / M. B. Forleo, N. Palmieri, A. Suardi, et al. // Journal of Cleaner Production. 2018. Vol. 172. P. 3138–3153. doi: 10.1016/j.jclepro.2017.11.094.
3. Прахова Т. Я., Прахов В. А. Оценка продуктивности сортов масличных культур в условиях Среднего Поволжья // Вестник Рязанского ГАУ имени П. А. Костычева. 2019. № 2 (42). С. 36–41.
4. The Rapeseed Potential in Poland and Germany in the Context of Production, Legislation, and Intellectual Property Rights / E. Woźniak, E. Waszkowska, T. Zimny, et al. // Front Plant Science. 2019. Vol. 10. 1423 URL: <https://www.frontiersin.org/journals/plant-science/articles/10.3389/fpls.2019.01423/full> (дата обращения: 05.09.2025). doi: 10.3389/fpls.2019.01423.
5. Brassicaceae Mustards: Traditional and Agronomic Uses in Australia and New Zealand / M. Rahman, A. Khatun, L. Liu, et al. // Molecules. 2018. Vol. 23. No. 1. P. 231. URL: <https://www.mdpi.com/1420-3049/23/1/231> (дата обращения: 03.09.2025). doi: 10.3390/molecules23010231.
6. Szöllösi R. Chapter 25 – Indian Mustard (*Brassica juncea* L.) Seeds in Health // Nuts and Seeds in Health and Disease Prevention (Second Edition). 2020. Vol. 25. P. 357–364. doi: 10.1016/B978-0-12-818553-7.00025-5.
7. Valorization of calcium phosphite waste as phosphorus fertilizer: Effects on green manure productivity and soil properties / M. Fontana, L. Bragazza, T. Guillaume, et al. // Journal of Environ Manage. 2021. Vol. 285 112061 URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479721001237?via%3Dihub> (дата обращения: 06.09.2025). doi: 10.1016/j.jenvman.2021.112061.
8. Overexpression of *Brassica napus* NPR1 enhances resistance to *Sclerotinia sclerotiorum* in oilseed rape / Z. Wang, W.-H. Zhang, L.-Yu. Ma, et al. // Physiological and Molecular Plant Pathology. 2020. Vol. 110. 101460 URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0885576519303303?via%3Dihub> (дата обращения: 02.09.2025). doi: 10.1016/j.pmpp.2020.101460.
9. Non-crop sources of Rapeseed Phyllody phytoplasma ('Candidatus Phytoplasma asteris': 16SrI-B and 16SrI-(B/L)L), and closely related strains / A. Zwolińska, K. Krawczyk, N. Borodynko-Filas, et al. // Crop Protection. 2019. Vol. 119. P. 59–68. doi: 10.1016/j.cropro.2018.11.015.
10. Gupta S., Didwania N., Singh D. Biological control of mustard blight caused by *Alternaria brassicae* using plant growth promoting bacteria // Current Plant Biology. 2020. Vol. 23. 100166 URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214662820300475?via%3Dihub> (дата обращения: 07.09.2025). doi: 10.1016/j.cpb.2020.100166.
11. Вредные организмы в посевах рапса и меры борьбы с ними / В. М. Лукомец, Н. М. Тишков, С. А. Семеренко и др. Краснодар. 2020. 215 с.
12. *Botrytis cinerea* causes flower gray mold in *Gastrodia elata* in China / J. Li, M. Zhang, Z. Yang, et al. // Crop Protection. 2022. Vol. 155. 105923 URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0261219422000199?via%3Dihub> (дата обращения: 05.09.2025). doi: 10.1016/j.cropro.2022.105923.
13. Алексеева К. Л., Сметанина Л. Г. Серая гниль томата защищенного грунта // Защита и карантин растений. 2015. № 12. С. 38–39.
14. Antifungal activity of *Bacillus mojavensis* D50 against *Botrytis cinerea* causing postharvest gray mold of tomato / L. Zheng, X. Gu, Y. Xiao, et al. // Scientia Horticulturae. 2023. Vol. 312. 11184

URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304423823000171?via%3Dihub> (дата обращения: 07.09.2025). doi: 10.1016/j.scienta.2023.111841.

15. Nanoformulations containing rosemary oil for gray mold control in strawberries / E. G. Ramos, A. G. Queiroz, M. B. R. Veleirinho, et al. // *Scientia Horticulturae*. 2024. Vol. 338. 113678 URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304423824008318?via%3Dihub> (дата обращения: 04.09.2025). doi: 10.1016/j.scienta.2024.113678.

16. Methionine represses gray mold of tomato by keeping nitric oxide at an appropriate level via ethylene synthesis and signal transduction / Q. Zhang, S. Zhang, B. Wu, et al. // *Food Chemistry*. 2024. Vol. 461. 140942 URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814624025925?via%3Dihub> (дата обращения: 25.08.2025). doi: 10.1016/j.foodchem.2024.140942.

17. Станчук А. Э. Распространенность и вредоносность гнилей корнеплодов моркови столовой в условиях Беларуси. *Овощеводство*. 2019. Т. 27. С. 232–239.

18. Nellist C. F. Disease resistance in polyploid strawberry. In: T. Hytönen, J. Graham, R. Harrison (eds). *The Genomes of Rosaceous Berries and Their Wild Relatives. Compendium of Plant Genomes*. Cham, Switzerland: Springer International Publishing. 2018. P.79–94. doi: 10.1007/978-3-319-76020-9_7.

19. Селянинов Г. Т. К методике сельскохозяйственной климатографии // Тр. с.-х. метеорологии. 1930. № 21 (2). С. 14–15.

20. Определитель болезней сельскохозяйственных культур / М. К. Хохряков, В. И. Потлайчук, А. Я. Семенов и др. Л.: Колос, 1984. 304 с.

21. Методы фитопатологии / З. Кирай, З. Клемент, Ф. Шоймоши и др. М.: Колос, 1974. С. 178–191.

22. Пидопличко Н. М. Грибы-паразиты культурных растений. Киев: Наукова думка, 1977. Т. 1. С. 151–153.

Сведения об авторе:

Сердюк Оксана Анатольевна – кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела селекции рапса и горчицы, e-mail: oserduk@mail.ru
Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур им. В.С. Пустовойта», Краснодар, Россия.

INFLUENCE OF GRAY MOLD ON PRODUCTIVITY OF WINTER RAPE AND WINTER MUSTARD

O. A. Serdyuk

Abstract. Gray mold is a harmful disease affecting winter rape and winter mustard. The objective of the study was to determine the impact of gray mold infestation of winter rape and mustard on reduced plant productivity on leached chernozem soil in the steppe zone of the Western Ciscaucasia. The study was conducted from 2010 to 2020. The study subjects were the fungus *Botrytis cinerea* Pers. and winter rapeseed varieties Dragon, Elvis and Loris, and Dzhuna mustard variety. The severity of gray mold (reduced plant productivity) was calculated based on the degree of infestation. Statistical data processing was performed using the simple correlation method and Student's t-test. Meteorological conditions favored for *B. cinerea* development in crops in the 2nd ten-day period of June in 2011, 2014, 2017 and 2020 at HTC = 1.1...2.7 in combination with high relative air humidity (63...77%). The average seed weight per pod decreased depending on the degree of plant damage by 1.1...3.1 times. The correlation between the average seed weight per pod and the damage score of winter rape and mustard by Sarepta disease is strong, linear, and inverse (negative). The simple correlation coefficients were -0.93 and -0.96, respectively, and the determination coefficients were 0.86 and 0.92. In relative terms, the disease's damage to winter rape and mustard averaged 33.3% and 32.1%.

Key words: winter rape (*Brassica napus* L.), winter mustard (*Brassica juncea* L.), gray mold (*Botrytis cinerea* Pers.), plant productivity, damage.

References

1. Sajeeb A, Rajendrakumar PK. Comparative evaluation of lubricant properties of biodegradable blend of coconut and mustard oil. [Internet]. *Journal of Cleaner Production*. 2019; Vol.240. 118255 p. [cited 2025, September 09]. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652619331257>. doi: 10.1016/j.jclepro.2019.118255.
2. Forleo MB, Palmieri N, Suardi A. The eco-efficiency of rapeseed and sunflower cultivation in Italy. Joining environmental and economic assessment. *Journal of Cleaner Production*. 2018; Vol.172. 3138-3153 p. doi: 10.1016/j.jclepro.2017.11.094.
3. Prakhova TYa, Prakhov VA. [Evaluation of productivity of oilseed crop varieties in the conditions of middle Volga region]. *Vestnik Ryazanskogo GAU imeni P.A. Kostycheva*. 2019; 2 (42). 36-41 p.
4. Wozniak E, Waszkowska E, Zimny T. The rapeseed potential in Poland and Germany in the context of production, legislation, and intellectual property rights. [Internet]. *Front Plant Science*. 2019; Vol.10. 1423 p. [cited 2025, September 05]. Available from: <https://www.frontiersin.org/journals/plant-science/articles/10.3389/fpls.2019.01423/full>. doi: 10.3389/fpls.2019.01423.
5. Rahman M, Khatun A, Liu L. Brassicaceae mustards: traditional and agronomic uses in Australia and New Zealand. [Internet]. *Molecules*. 2018; Vol.23. No.1. 231 p. [cited 2025, September 03]. Available from: <https://www.mdpi.com/1420-3049/23/1/231>. doi: 10.3390/molecules23010231.
6. Szollosi R. Chapter 25 – Indian Mustard (*Brassica juncea* L.) seeds in health. Nuts and seeds in health and disease prevention (second edition). 2020; Vol.25. 357-364 p. doi: 10.1016/B978-0-12-818553-7.00025-5.
7. Fontana M, Bragazza L, Guillaume T. Valorization of calcium phosphite waste as phosphorus fertilizer: Effects on green manure productivity and soil properties. [Internet]. *Journal of Environ Manage*. 2021; Vol.285. 112061 p. [cited 2025, September 06]. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479721001237?via%3Dihub>. doi: 10.1016/j.jenvman.2021.112061.
8. Wang Z, Zhang WH, Ma YuL. Overexpression of *Brassica napus* NPR1 enhances resistance to *Sclerotinia sclerotiorum* in oilseed rape. [Internet]. *Physiological and Molecular Plant Pathology*. 2020; Vol.110. 101460 p. [cited 2025, September 02]. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0885576519303303?via%3Dihub>. doi: 10.1016/j.pmpp.2020.101460.
9. Zwolinska A, Krawczyk K, Borodynsko-Filas N. Non-crop sources of rapeseed phyllody phytoplasma (*Candidatus Phytoplasma asteris*: 16SrI-B and 16SrI-(B/L)L) and closely related strains. *Crop Protection*. 2019; Vol.119. 59-68 p. doi: 10.1016/j.cropro.2018.11.015.

10. Gupta S, Didwania N, Singh D. Biological control of mustard blight caused by *Alternaria brassicae* using plant growth promoting bacteria. [Internet]. *Current Plant Biology*. 2020; Vol.23. 100166 p. [cited 2025, September 07]. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214662820300475?via%3Dihub>. doi: 10.1016/j.cpb.2020.100166.
11. Lukomets VM, Tishkov NM, Semerenko SA. Vrednye organizmy v posevakh rapsa i mery borby s nimi. [Pests in rapeseed crops and measures to control them]. Krasnodar. 2020; 215 p.
12. Li J, Zhang M, Yang Z. *Botrytis cinerea* causes flower gray mold in *Gastrodia elata* in China. [Internet]. *Crop Protection*. 2022; Vol.155. 105923 p. [cited 2025, September 05]. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0261219422000199?via%3Dihub>. doi: 10.1016/j.cropro.2022.105923.
13. Alekseeva KL, Smetanina LG. [Gray mold of tomato in protected ground]. *Zashchita i karantin rasteniy*. 2015; 12. 38-39 p.
14. Zheng L, Gu X, Xiao Y. Antifungal activity of *Bacillus mojavensis* D50 against *Botrytis cinerea* causing postharvest gray mold of tomato. [Internet]. *Scientia Horticulturae*. 2023; Vol.312. 11184 p. [cited 2025, September 07]. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304423823000171?via%3Dihub>. doi: 10.1016/j.scienta.2023.111841.
15. Ramos EG, Queiroz AG, Veleirinho MBR. Nanoformulations containing rosemary oil for gray mold control in strawberries. [Internet]. *Scientia Horticulturae*. 2024; Vol.338. 113678 p. [cited 2025, September 04]. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304423824008318?via%3Dihub>. doi: 10.1016/j.scienta.2024.113678.
16. Zhang Q, Zhang S, Wu B. Methionine represses gray mold of tomato by keeping nitric oxide at an appropriate level via ethylene synthesis and signal transduction. [Internet]. *Food Chemistry*. 2024; Vol.461. 140942 p. [cited 2025, August 25]. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814624025925?via%3Dihub>. doi: 10.1016/j.foodchem.2024.140942.
17. Stanchuk AE. [Prevalence and harmfulness of root rots of table carrots in Belarus]. *Ovoshchevodstvo*. 2019; Vol.27. 232-239 p.
18. Nellist CF. Disease resistance in polyploid strawberry. In: T. Hytönen, J. Graham, R. Harrison (eds). *The genomes of rosaceous berries and their wild relatives. Compendium of plant genomes*. Cham, Switzerland: Springer International Publishing. 2018; 79-94 p. doi: 10.1007/978-3-319-76020-9_7.
19. Selyaninov GT. [To the methodology of agricultural climatology]. *Tr. s.-kh. meteorologii*. 1930; 21 (2). 14-15 p.
20. Khokhryakov MK, Potlaychuk VI, Semenov AY. *Opredelitel bolezney sel'skokhozyaystvennykh kultur*. [Identifier of agricultural crop diseases]. Leningrad: Kolos. 1984; 304 p.
21. Kiray Z, Klement Z, Shoymoshi F. *Metody fitopatologii*. [Methods of phytopathology]. Moscow: Kolos. 1974; 178-191 p.
22. Pidoplichko NM. *Griby-parazity kulturnykh rasteniy*. [Parasitic fungi of cultivated plants]. Kiev: Naukova dumka. 1977; Vol.1. 151-153 p.

Author:

Serdyuk Oksana Anatolevna – Ph.D. of Agricultural Sciences, leading researcher of Rapeseed and Mustard Breeding Department, e-mail: oserduk@mail.ru
Federal Research Center All-Russian Research Institute of Oilseed Crops named after V.S.Pustovoyt, Krasnodar, Russia.