

**Н.В. Лешкевич**

РУП «Институт защиты растений» аг. Прилуки, Минский р-н

## ВЛИЯНИЕ ГИДРОТЕРМИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА РАЗВИТИЕ АЛЬТЕРНАРИОЗА В ПОСЕВАХ ОЗИМОГО РАПСА

Дата поступления статьи в редакцию: 11.05.2022

Рецензент: канд. с.-х. наук Васеха Е.В.

**Аннотация.** В статье приведены данные исследований по динамике развития альтернариоза районированных сортов озимого рапса, возделываемых в республике. Показана интенсивность нарастания болезни, отражаемая показателем площадь развития болезни под кривой. Отмечено влияние погодных условий на развитие альтернариоза в зависимости от года возделывания культуры.

**Ключевые слова:** альтернариоз, степень поражения, интенсивность поражения, озимый рапс.

**Введение.** Рапс является основной масличной культурой нашей страны, используемой на пищевые, кормовые и технические цели. Несмотря на большую значимость рапса для экономики, потенциал его используется недостаточно. По данным Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь посевная площадь озимого рапса ежегодно варьирует и в среднем занимает 350,0 тыс. га, со средней урожайностью маслосемян 23,1 ц/га (2012–2018 гг.).

В условиях Беларуси альтернариоз является повсеместно распространенным заболеванием культуры, развитие которого определяется погодными условиями в период вегетации [1, 2, 12, 16]. Основными возбудителями являются *A. brassicicola* (Schwein.) Wiltshire, *A. tenuissima* (Kunze) Wiltshire, *A. alternata* (Fr.) Keissl., *A. arborescens* (E.G. Simmons). – класс *Dothideomycetes*, подкласс *Pleosporomycetidae*, порядок *Pleosporales*, семейство *Pleosporaceae*, род *Alternaria* [4, 19]. Возбудители болезни могут поражать растения озимого рапса в течение всего периода вегетации культуры, но наибольшая вредоносность отмечается, если инфицирование происходит в конце цветения – во время развития стручков [15]. Степень поражения рапса альтернариозом находится в прямой зависимости от количества осадков в период цветения растений [18]. Вредоносность ее проявляется в снижении длины стручка до 30,5 %, количества семян в стручке – до 31,0 %, массы с одного стручка – до 35,3 %, массы с одного растения – до 81,4 %, массы 1000 семян до 37,9 %, увеличивается содержание глюкозинолатов до 35,7 % и белка до 21,5 % [4].

Несвоевременное или ограниченное проведение защитных мероприятий против альтернариоза приводит к серьезным потерям урожая до 30,0 %. Развитие болезни в 2012 г. достигало 75,3 %, в 2010 г. – 50,0 %, в 2009 г. – 69,6 % [9, 10, 11].

Поэтому постоянный мониторинг фитопатологического состояния посевов культуры, в том числе сроков появления заболеваний, интенсивности их поражения являются предпосылкой для правильной организации и проведения защитных мероприятий.

**Материалы и методы исследований.** Исследования проводились на опытном поле РУП «Институт защиты растений» в 2015–2021 гг. Почва – дерново-подзолистая легкосуглинистая с содержанием гумуса 1,89 %,  $P_2O_5$  – 334 мг/кг,  $K_2O$  – 268 мг/кг, бор – 0,51 мг/кг, кислотность почвы – 6,13. Агротехника в опытах общепринятая для возделывания озимого рапса в центральной агроклиматической зоне, включающая вспашку за 3–4 недели до посева и культивацию перед посевом. Под запланированный урожай в основную заправку вносили фосфорные (90 кг/га), калийные (150 кг/га) и азотные (30 кг/га) удобрения. Азотные удобрения вносили дробно: первая подкормка (100 кг/га) – весной после возобновления вегетации, вторая подкормка (60 кг/га) – через 10–15 дней после первой, третья (40 кг/га) – в фазе бутонизации.

Посев озимого рапса проводили в оптимальные для данной агроклиматической зоны сроки. Норма высева 0,8 млн. семян/га. Способ сева – сплошной рядовой с шириной междурядий 12,5 см. Опыты закладывали в 4-кратной повторности, размер опытных делянок 15 м<sup>2</sup>.

Мониторинг фитопатологического состояния осуществляли в посевах сортов отечественной селекции, включенных в «Государственный реестр сортов»: Зорный (2007 г.), Лидер (2002 г.), Прогресс (2005 г.), Оникс (2016 г.), Зенит (2016 г.), Витовт (2014 г.), Империял (2013 г.), Август (2013 г.), Николай (2021 г.), Буян (2020 г.), Золотой (2018 г.), Северин (2019 г.) и гибрида Днепр (2011 г.) [17].

Фенологические стадии развития растений озимого рапса приведены в соответствии со шкалой ВВСН [13].

Распространенность болезней рассчитывали по общепринятым в фитопатологии формулам [3, 6]:

Площадь под кривой развития болезни (F), выраженную в условных единицах, определяли по формуле (1) [8]:

$$F = \frac{\sum_{j=2}^m dj(Y_j + Y_{j-1})}{2}, \quad (1)$$

где m – количество учетов (не менее 3);

$d_j$  – разница в днях между двумя последовательными учетами;

$Y_j$  – степень поражения при первом и каждом последующем учете;

$Y_{j-1}$  – степень поражения при втором и каждом последующем учете.

Для характеристики вегетационных периодов использовали гидро-термический коэффициент (ГТК) (2):

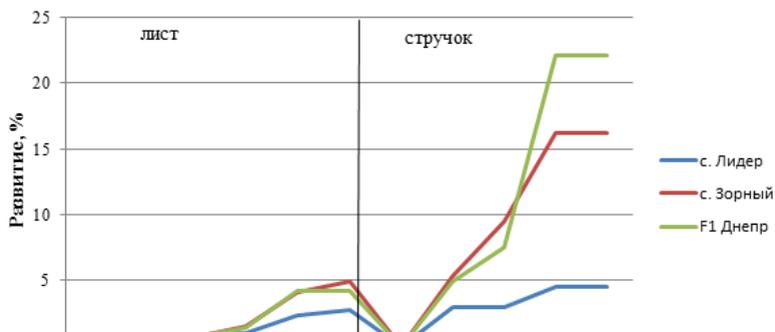
$$\text{ГТК} = \frac{\sum \text{осадков за теплый период или его часть} \times 10}{\sum \text{активного тепла (выше } 10^{\circ}\text{C за тот же период)}} \quad (2)$$

Значение ГТК равное 1,0–1,5 характеризует оптимальное увлажнение, более 1,5 – избыточное, менее 1,0 – недостаточное, менее 0,5 – слабое [14].

Учет развития альтернариоза на растениях озимого рапса проводили по шкале, представленной ниже [7]:

- 0 – отсутствие поражения;
- 1 – поражено до 25 % листовой поверхности;
- 2 – поражено до 26–50 % листовой поверхности;
- 3 – поражено 51–75 % листовой поверхности;
- 4 – поражено более 75 % листовой поверхности.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Проведенный мониторинг развития альтернариоза в посевах озимого рапса позволил установить, что все районированные сорта поражаются болезнью, но с разной интенсивностью. Так, развитие альтернариоза в условиях 2015 г. было на депрессивном уровне, увеличение интенсивности поражения отмечено со стадии 80 – начало созревания – 4,5–22,1 %. Первые признаки поражения альтернариозом листьев отмечены в стадии (развитие закладок цветков) (рисунок 1). Развитие болезни в посевах сорта Лидер оказалось самым низким, не превышая 4,5 % при учете в стадии 84–89.

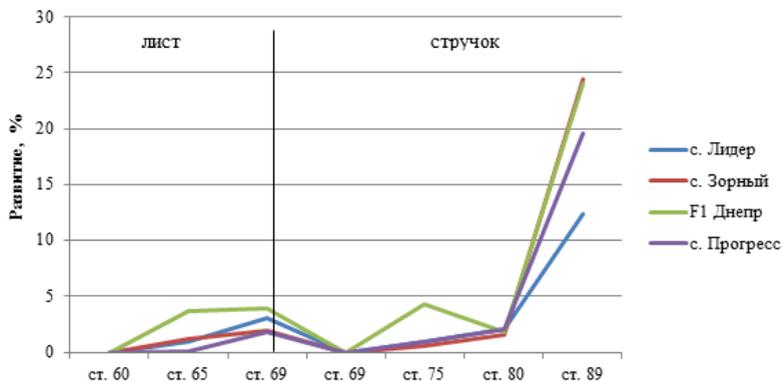


**Рисунок 1 – Динамика развития альтернариоза листьев и стручков в посевах сортов и гибрида озимого рапса (РУП «Институт защиты растений», 2015 г.)**

Развитие альтернариоза на стручках озимого рапса в посевах гибрида Днепр к концу вегетации достигало 22,1 %. Скорость нарастания инфекции была выше, о чем свидетельствует показатель площади под

кривой развития болезни, который составил 133,7 усл. ед., в то время как на сорте Зорный – 85,0 усл. ед., сорте Лидер – 27,9 усл. ед. Данный показатель характеризует продолжительность и интенсивность воздействия болезни на растение [8]. В целом, гидротермические условия этого года (0,6 – недостаточное увлажнение) обусловили медленное нарастание болезни в посевах сортов и гибрида озимого рапса.

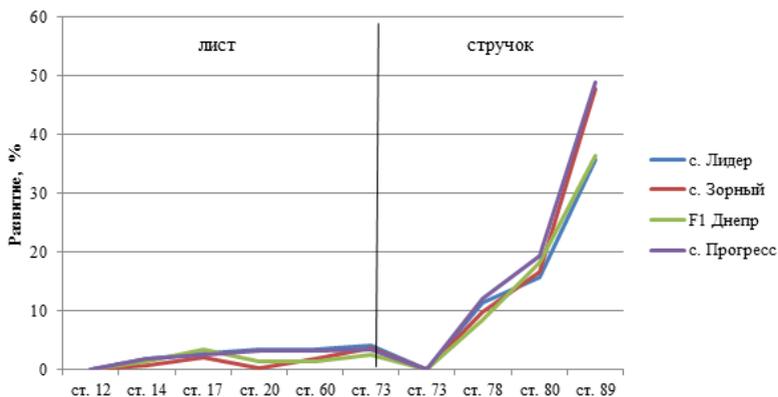
Погодные условия в 2016 году с периода возобновления весенней вегетации и до созревания культуры характеризовались повышенными температурами и недостаточным количеством выпавших осадков, что сказалось на развитии болезни. Первые признаки поражения растений альтернариозом отмечены в середине цветения культуры (ст. 65), развитие болезни не превышало 3,7 % на листьях (рисунок 2). В дальнейшем в период полной спелости культуры (ст. 89) степень поражения стручков достигла 12,4–24,4 %, чему поспособствовали выпавшие осадки в первых двух декадах июля в 1,5–2 раза превышающие агроклиматическую норму. В целом ГТК сезона составило 1,6 (избыточное увлажнение). Более интенсивное поражение и нарастание болезни отмечено в посевах сорта Зорный (24,4 %) и гибрида Днепр (24,0 %).



**Рисунок 2 – Динамика развития альтернариоза листьев и стручков в посевах сортов и гибрида озимого рапса (РУП «Институт защиты растений»), 2016 г.)**

В вегетационном сезоне 2016–2017 гг. первые признаки поражения альтернариозом отмечены осенью 2016 г. Погодные условия характеризовались выпадением осадков выше нормы на 1,2–52,3 мм и среднесуточными температурами близкими к оптимальным (7,8–9,7 °С), что способствовало поражению растений возбудителями болезни. При учете в ст. 17 (7-й настоящий лист распушен) развитие альтернариоза колебалось от 2,0 % (с. Зорный) до 3,4 % (F<sub>1</sub> Днепр) с распространенностью болезни от 92,3 до 100 %.

При возобновлении весенней вегетации погодные условия отличались температурой воздуха выше среднееголетней нормы на 0,6–2,6 °С и количеством осадков на 3,6–28,1 мм больше нормы, развитие болезни в стадии 20 (нет побочных побегов), было на депрессивном уровне – 3,4 % (с. Лидер). Особенностью развития альтернариоза осеннего и весеннего периодов было отмирание нижних листьев после зимы. Однако, далее до ст. 78 (около 80 % стручков достигли видоили сортотипичного размера) интенсивность нарастания болезни была низкой, что объясняется дефицитом осадков – на 16,6–19,9 мм ниже среднееголетних значений, к стадии начало созревания – от 15,6–19,3 %, а к полной спелости достигало 35,6–48,8 % (рисунок 3).

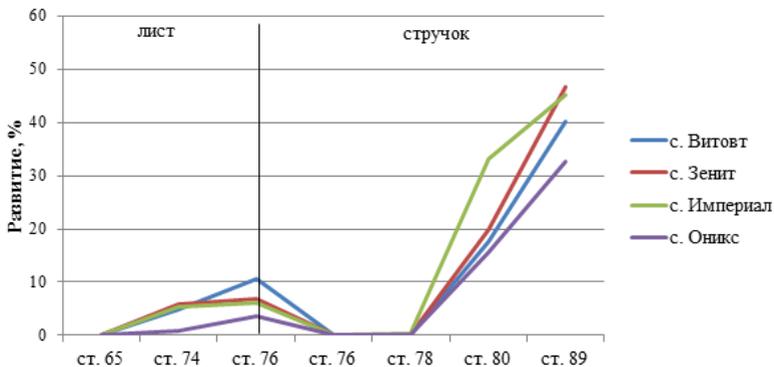


**Рисунок 3 – Динамика развития альтернариоза листьев и стручков в посевах сортов и гибрида озимого рапса (РУП «Институт защиты растений»), 2016–2017 гг.)**

В ходе проведения исследований было выявлено, что максимальное значение ПКРБ (892,3 усл. ед.) было характерно для сорта Зорный, минимальное (567,6 усл. ед.) – для сорта Лидер. ГТК весенне-летнего периода составило 1,5 (оптимальное увлажнение).

Погодные условия осенью 2017 г. со среднедекадными температурами воздуха выше нормы и количеством осадков, превышающих агроклиматическую норму на 13,3–23,0 мм, способствовали развитию альтернариоза в осенний период. В целом степень поражения болезнью в данный период варьировала от 9,0 (с. Витовт) до 14,2 % (с. Зенит).

В весенний период 2018 г. среднесуточная температура воздуха была выше климатической нормы, а количество осадков существенно ниже нормы, что не позволило альтернариозу на листьях развиваться выше 5,8 % (рисунок 4).



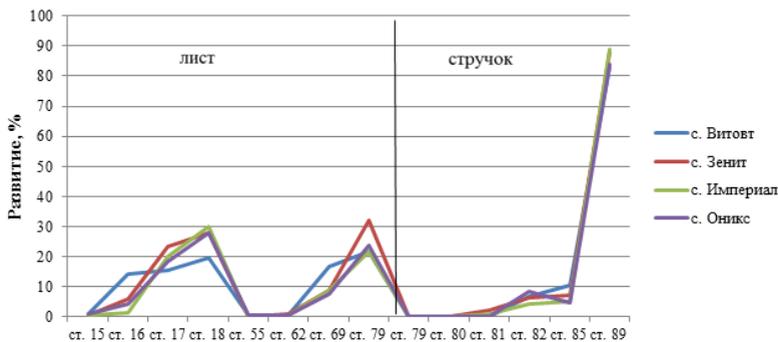
**Рисунок 4 – Динамика развития альтернариоза листьев и стручков в посевах сортов озимого рапса (РУП «Институт защиты растений», 2018 г.)**

В июле 2018 г. отмечено обильное выпадение осадков – в 2,5–3,0 раза превышающее норму на фоне температур близких к норме, что способствовало более быстрому распространению и развитию болезни. Так, к стадии начало созревания степень поражения стручков составляла 15,6–33,1 % (рисунок 4), к полному созреванию – 46,7 %. Выявлено, что более поражаемым сортом оказался Зенит, о чем свидетельствует показатель ПКРБ, составляющий 564,9 усл.ед., менее – сорт Ониск – 417,0 усл.ед.

Первые признаки поражения растений озимого рапса альтернариозом под урожай 2019 г. отмечены в осенний период 2018 г. в ст. 15 (5 настоящих листьев культуры распущено). Развитию и распространению болезни способствовали благоприятные погодные условия. Температурный фон (1,0–2,2 раза) и количеством выпавших осадков (на 12,6–28,3 мм) выше нормы способствовало распространению альтернариоза осенью до 100 %. Развитие альтернариоза к стадии 18 (8 настоящих листьев распущено) колебалось в зависимости от сорта и было в пределах 19,7 % на сорте Витовт и 30,0 % сорте Империял (рисунок 5).

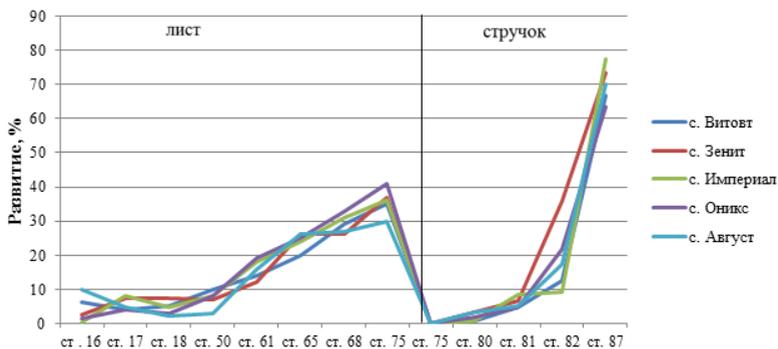
В весенний период 2019 г. погодные условия характеризовались дефицитом осадков, но периодами отмечалось избыточное переувлажнение, что сказалось на развитии альтернариоза. Поражение альтернариозом было на депрессивном уровне до ст. 79 (около 90 % стручков достигли видо- и сортотипичного размера). Степень поражения альтернариозом листьев достигала умеренного уровня до 32,0 % в посевах сорта Зенит. На стручках озимого рапса нарастание болезни не имело высокой интенсивности за счет температур, превышающих среднемноголетнюю норму. ГТК весенне-летнего сезона составило 1,4 (оптимальное увлажнение). Так, в ст. 82 развитие болезни колебалось от 4,2 до 8,6 %,

а к стадии полной спелости достигало 83,2–88,8 %. Показатель ПКРБ свидетельствует о том, что в вегетационном сезоне 2019 г. наиболее поражаемым оказался сорт Витовт (1138,2 усл.ед.), наименьшее развитие болезни характерно для сорта Оникс (ПКРБ – 1054,7 усл. ед).



**Рисунок 5 – Динамика развития альтернариоза листьев и стручков в посевах сортов озимого рапса (РУП «Институт защиты растений», 2018–2019 гг.)**

В условиях осеннего периода 2019 г. при посеве культуры под урожай 2020 г. первые симптомы поражения альтернариозом отмечены в стадии 16 (6-й настоящий лист распущен). К уходу растений в зиму развитие болезни колебалось, и было на депрессивном уровне 0,4–6,2 % (рисунок 6). Частота встречаемости достигала 68,0 % в посевах с. Витовт, в то время как в посевах с. Зенит не превышала 12,0 %.

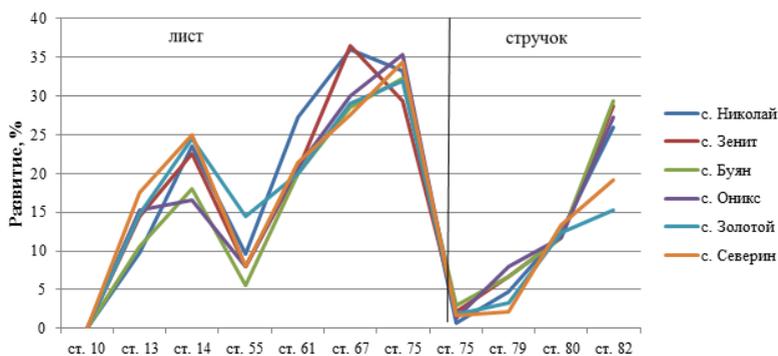


**Рисунок 6 – Динамика развития альтернариоза листьев и стручков в посевах сортов озимого рапса (РУП «Институт защиты растений», 2020 г.)**

Погодные условия вегетационного сезона 2020 г. характеризовались дефицитом осадков в период последней декады апреля. Такая же тенденция характерна и для мая, исключая его первую декаду. В начале мая отмечено избыточное увлажнение, превышающее норму в 1,3 раза. Данные погодные условия благоприятно сказались на развитии альтернариоза.

При развитии культуры после зимнего периода отмечено поражение болезнью на уровне 4,0–7,2 %, а к началу июня (ст. 75 – около 50 % стручков достигли видо- или сортотипичного размера) поражение листовой пластины озимого рапса альтернариозом в посевах сортов достигло 30,0–41,0 %. Следует отметить, что температурный фон колебался в пределах среднесезонных значений с периодами избыточного переувлажнения, что повлияло на распространение болезни. ГТК весенне-летнего периода – 1,7 (избыточное увлажнение). В период цветения озимого рапса, развитие альтернариоза достигало 20,0–26,0 %, что свидетельствовало о переходе к умеренному течению болезни. Совокупность таких условий и накопление высокой инфекционной нагрузки на листовой пластине привело к эпифитотии альтернариоза к созреванию культуры. Степень поражения болезнью варьировала от 60,0 % (с. Август) до 88,0 % (с. Империял). Эти данные подтверждаются показателем площади под кривой развития болезни, который составил 1177,2 усл. ед. для этого сорта, а для с. Август этот – 884,0 усл. ед.

В сентябре 2020 г. преобладала теплая погода с неравномерным количеством осадков, интенсивность которых отмечалась в начале месяца, что сказалось на развитии альтернариоза. Первые симптомы болезни отмечены в ст. 13 (3-й настоящий лист распушен), развитие было на уровне 9,8–17,5 %. При уходе растений в зиму развитие колебалось от 16,5 % (с. Оникс) до 25,0 % (с. Северин) (рисунок 7).



**Рисунок 7 – Динамика развития альтернариоза листьев и стручков в посевах сортов озимого рапса (РУП «Институт защиты растений», 2021 г.)**

Степень поражения альтернариоза в весенний период отмечена со ст. 55 (цветки первичного цветоноса видны (закрыты)) и составила 5,6–14,4 %. Поскольку вегетационный сезон 2021 г. характеризовался дефицитом осадков, следовательно развитие болезни оставалось не высоким, составляя к завершению вегетации 15,3–29,3 %. Однако, избыточное увлажнение отмечено во второй декаде мая и июля в 1,3–2,5 раза превышающее норму вызвало высокий уровень поражения листьев растений. ГТК весенне-летнего периода – 1,1 (оптимальное увлажнение). С третьей декады июня отмечено превышение нормы температур в 1,0–1,3 раза, что и сказалось на степени поражения посевов озимого рапса альтернариозом. Полученные данные подтверждаются ПКРБ и составляют 9,0–200,8 усл. ед.

**Заключение.** Проведенные исследования свидетельствуют о ежегодном распространении альтернариоза в посевах озимого рапса. В годы исследований (2015–2021 г.) степень поражения болезнью достигала 88,8 % в 2019 г. на сорте Империял. Полученные данные свидетельствуют о том, что распространение болезни зависит от погодных условий в период вегетации культуры.

#### Список литературы

1. Агейчик, В.В. Болезни рапса в Беларуси / В. В. Агейчик // Земляробства і ахова раслін. – 2005. – № 4. – С. 35–38.
2. Агейчик, В. В. Патогенная микобиота рапса в Белоруссии / В. В. Агейчик // Фитосанитарное оздоровление экосистем : материалы Второго Всерос. съезда по защите растений, Санкт-Петербург, 5–10 дек. 2005 г. / Всерос. науч.-исслед. ин-т защиты растений ; редкол.: В. А. Павлюшин (гл. ред.) [и др.]. – СПб., 2005. – Т. 1. – С. 131–133.
3. Интегрированные системы защиты зерновых культур от вредителей, болезней и сорняков: рекомендации / С. В. Сорока [и др.]; Ин-т защиты растений. – Несвиж: Несвиж. укрп. тип. им. С. Будного, 2012. – 173 с.
4. Лешкевич, Н. В. Биологическое обоснование защиты озимого рапса от альтернариоза: дис. ... канд. с-х. наук: 06.01.07 / Н. В. Лешкевич; РУП «Ин-т защиты растений». – а/г Прилуки Минского района, 2022. – 150 л.
5. Марков, И. Л. Болезни рапса и методы их учета / И. Л. Марков // Защита растений. – 1991. – № 6. – С. 55–60.
6. Методические рекомендации по оценке состояния посевов рапса после перезимовки и заморозков / Я. Э. Пиллок [и др.]; НПЦ НАН Беларуси по земледелию. – Жодино, 2012. – 35 с.
7. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / НПЦ НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений ; ред. С. Ф. Буга. – Несвиж: Несвиж. укрп. тип. им. С. Будного, 2007. – 508 с.
8. Методы селекции и оценки устойчивости пшеницы и ячменя к болезням в странах-членах СЭВ / Л. Т. Бабаянц [и др.]; Науч.-исслед. ин-т растениеводства (Прага-Рузыне). – Прага, 1988. – 321 с.
9. Обзор распространения вредителей, болезней и сорняков сельскохозяйственных культур в 2009 году и прогноз их появления в 2010 году в Республике Беларусь / Гл. гос. инспекция по семеноводству, карантину и защите растений, Ин-т защиты растений; под ред.: А. В. Майсеенко, С. В. Сороки. – Минск, 2010. – 228 с.

10. Обзор распространения вредителей, болезней и сорняков сельскохозяйственных культур в 2010 году и прогноз их появления в 2011 году в Республике Беларусь / Гл. гос. инспекция по семеноводству, карантину и защите растений, Ин-т защиты растений; под ред.: А. В. Майсеенко, С. В. Сороки. – Минск, 2011. – 118 с.
11. Обзор распространения вредителей, болезней и сорняков сельскохозяйственных культур в 2012 году и прогноз их появления в 2013 году в Республике Беларусь / Гл. гос. инспекция по семеноводству, карантину и защите растений, Ин-т защиты растений; под ред.: А. В. Майсеенко, С. В. Сороки. – Минск, 2013. – 278 с.
12. Пилюк, Я. Э. Основные болезни рапса в Беларуси и меры борьбы с ними / Я. Э. Пилюк // Земляробства і ахова раслін. – 2004. – № 5. – С. 34–36.
13. Рапс и сурепица: выращивание, уборка, использование / Д. Шпаар [и др.]; ред. Д. Шпаар. – 2-е изд., перераб. и расшир. – М.: DLV АГРОДЕЛО, 2007. – 320 с.
14. Селянинов, Г. Т. Методика сельскохозяйственной характеристики климата / Г. Т. Селянинов // Мировой агро-климатический справочник / Гл. упр. гидрометеорол. служб СССР при СНК СССР, **Агро**-гидрометеорол. ин-т. – Л.– М., 1937. – С. 5–27.
15. Сердюк, О. А. Особенности развития грибов рода *Alternaria* Ness. на горчице сарептской и мероприятия по снижению их вредоносности : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.11 / О. А. Сердюк; Рос. акад. с.-х. наук, Всерос. науч.-исслед. ин-т маслич. культур. – Воронеж, 2008. – 26 с.
16. Сорока, С. В. Защита озимого рапса в осенний период / С. В. Сорока, Е. Н. Полозняк, В. В. Агейчик // Белорус. сел. хоз-во. – 2005. – № 9. – С. 21–22.
17. Сорты, включенные в Государственный реестр – основа высоких урожаев / М-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь, Гос. инспекция по испытанию и охране сортов растений. – Минск, 2013. – Ч. 8 : Характеристика сортов, включенных в Государственный реестр с 2013 года. – 236 с.
18. Технологические основы возделывания озимого рапса в Республике Беларусь / Я. Э. Пилюк [и др.] // Земледелие и защита растений. – 2018. – Прил. к № 1. – С. 12–23.
19. MycoBank Database [Electronic resource]. – Mode of access: <http://www.mycobank.org>. – Date of access: 20.04.2022.

***N.V. Leshkevich***

*RUE «Institute of Plant Protection», Priluki, Minsk region*

## **INFLUENCE OF HYDROTHERMAL CONDITIONS ON ALTERNARIA BLIGHT DEVELOPMENT IN WINTER RAPE**

**Annotation.** The paper demonstrates the data on the research on the dynamics of *Alternaria* blight development of recognized varieties cultivated in the republic. The intensity of the disease development is shown reflected by the indicator “the area of the disease development under the curve”. The influence of weather conditions on *Alternaria* blight development depending on the year of the crop cultivation is indicated.

**Key words:** *Alternaria* blight, rate of infection, intensity of infection, winter rape.