

Выводы

1. Западный кукурузный жук – опасный вредитель кукурузы включен в Единый Перечень карантинных объектов Евразийского экономического союза.
2. Результаты анализа особенностей биологии и экологии западного кукурузного жука с учетом климатических условий Беларуси показали, что возможно развитие одного поколения насекомых в Брестской, Гомельской и Гродненской областях, в отдельные годы – Минской, Могилёвской и Витебской.
3. Для обнаружения инвазии на территорию Беларуси контролируется более 7000 га посевов кукурузы. По данным феромономониторинга, первая инвазия ЗКЖ зарегистрирована в 2009 г. С 2011 г. ежегодно регистрируются очаги инвазии. В 2019 г. выявлено 11 очагов, в том числе в Гродненской области – 5, которые зарегистрированы вдоль границы с Польшей и Украиной и автотрассы Брест – Минск.
4. Установлено, что основными факторами, способствующими инвазии ЗКЖ, являются: территориальное расположение хозяйств вдоль границ с Украиной и Польшей, возделывание кукурузы на большой площади без соблюдения севооборотов, пространственной изоляции в карантинной зоне, вдоль границы и автотрасс.
5. При достижении пороговой численности 20 жуков на ловушку за 7 дней проводится обязательная химическая обработка посевов кукурузы одним из препаратов, разрешенных для применения на кукурузе против западного кукурузного жука: Пиринекс, КЭ (1,0 л/га); Пиринекс супер, КЭ (1,0 л/га); Маврик, ВЭ (0,3 л/га); Агент, ВДГ (0,06 кг/га); Эфория, КС (0,2 л/га).
6. Обязательным мероприятием в хозяйствах, где была выявлена инвазия карантинного вредителя, является размещение посевов кукурузы на рас-

стоянии от карантинной фитосанитарной зоны и от дорог международного значения не менее 1,5 км, обязательное возделывание культуры в севообороте. Только при строгом соблюдении рекомендаций по проведению карантинных, агротехнических и химических мероприятий возможно предотвратить формирование постоянных очагов западного кукурузного жука.

Литература

1. Инвазии западного кукурузного жука *Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte и меры по ограничению его численности в Беларуси / Л. И. Трепашко [и др.] // XV съезд Русского энтомологического общества: материалы съезда, Россия, Новосибирск, 31 июля – 7 авг. 2017 г. / редкол.: Г. Н. Азаркина [и др.]. – Новосибирск, 2017. – С. 482–483.
2. Карантинный вредитель кукурузы *Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte в Беларуси / Л. И. Трепашко [и др.] / Российско-белорусский семинар по проблемам защиты кукурузы от вредителей: сб. тр. / ФГБНУ «Всерос. науч.-исслед. ин-т защиты растений», РУП «Ин-т защиты растений»; под ред. А. Н. Фролова, Л. И. Трепашко. – СПб., 2015. – С. 31–37.
3. Методические указания по выявлению, идентификации и ликвидации западного кукурузного жука (*Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte) / С. В. Сорока [и др.]. – Минск: Колорград, 2019. – 28 с.
4. Методические указания по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов, родентицидов и феромонов в сельском хозяйстве / РУП «Ин-т защиты растений»; под ред.: Л. И. Трепашко. – д. Прилуки, Минский р-н, 2009. – 320 с.
5. Estimating the global area of potential establishment for the western corn rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera*) under rain-fed and irrigated agriculture / D. J. Kriticos [et al.]. – OEPP/EPPO Bulletin 42, 2012. – Mode of access: https://www.researchgate.net/publication/257292528_Estimating_the_global_area_of_potential_establishment_for_the_western_corn_rootworm_Diabrotica_virgifera_virgifera_under_rain-fed_and_irrigated_agriculture. – Date of access: 15.03.2019.
6. Stonka kukurudziana w Polsce – historia występowania, stan obecny i prognoza szkodliwości / P. K. Bereś [et al.] // 59 Sesja Nauk. IOR: Poznań, 12–14 lutego 2019. – Poznań, 2019 – S. 75.

УДК 633.853.494 «324»:632.4:632.038

Биологические пороги вредоносности альтернариоза в посевах озимого рапса в условиях Республики Беларусь

Н. В. Лешкевич, научный сотрудник
Институт защиты растений

(Дата поступления статьи в редакцию 05.03.2020 г.)

В статье приведены данные, отражающие вредоносность альтернариоза на озимом рапсе, которая заключается в снижении массы семян с одного стручка и растения в целом, массы 1000 семян, уменьшении количества семян в стручке и длины стручка. Установлено изменение химического состава семян в зависимости от балла поражения. Определены биологические пороги вредоносности.

Введение

Среди широко распространенных болезней в посевах озимого рапса особое место занимает альтернариоз. Возбудителями альтернариоза являются грибы *Alternaria brassicae* (Berk.) Sacc., *A. brassicicola* (Schwein.) Wiltshire и *A. japonica* Yoshii [22].

Вредоносность альтернариоза проявляется в уменьшении продуктивности растений, их угнетении и снижении

The article presents data reflecting the harmfulness of alternariosis in winter rape plants, which consists in reducing the weight of one pod and the plant as a whole, the weight of 1000 seeds, reducing the number of seeds in the pod and reducing the length of the pod. The data showing changes in the chemical composition of seeds depending on the lesion point are presented. Biological thresholds of harmfulness are determined.

качества семян. Болезнью поражаются все органы рапса [4, 5]. М. П. Секун отмечает, что в условиях Киевской области вредоносность альтернариоза заключается в уменьшении ассимиляционной поверхности растений из-за преждевременного отмирания пораженных листьев, что значительно сказывается на продуктивности. Раннее развитие болезни на стручках вызывает их деформацию, количество семян в них значительно уменьшается,

а образовавшиеся семена щуплые, невсхожие, с низкими технологическими качествами. Недобор урожая пораженных посевов может составлять 30–50 % [14]. По данным И. Ю. Лычковской, альтернариоз способствует растрескиванию стручков и образованию недоразвитых семян, из-за чего на 10–15 % снижается их всхожесть и на 27 % – масличность [7]. Еще в 1982 г. сообщалось, что грибы рода *Alternaria* переходят со створок стручка на семена, проникая глубоко в зародыш. Семена при этом остаются щуплыми и тусклыми, теряется всхожесть, снижается содержание масла и белка [19]. Ф. Б. Ганнибал отмечал, что вредоносность альтернариоза проявляется в снижении урожая из-за уменьшения фотосинтетической поверхности листьев, плесневения семян и загрязнения их метаболитами грибов, которые могут быть микотоксинами, аллергенами или ферментами [4]. На снижение урожая при поражении альтернариозом растений озимого рапса указывают и другие авторы [3, 6, 15, 18]. Как свидетельствует В. В. Агейчик, альтернариоз может вызывать уменьшение длины стручка на 8–26 %, количество семян в стручке снижается на 12–59 %, масса 1000 семян – на 15–70 %, содержание масла в семенах – на 11–27 % [1, 2, 13]. Снижение масличности семян озимого рапса при поражении болезнью отмечают в Краснодарском крае и Греции [11, 20]. Семенная инфекция приводит к заражению всходов и их гибели. Указано о разрушающем действии инфицированных семян грибами *Alternaria* spp. на проростки крестоцветных культур [5, 21]. Инфицированию семян предшествует поражение альтернариозом цветonoсов и стручков, что может приводить к снижению урожая семян на 25–80 % [10, 21]. Наибольшая вредоносность болезни проявляется при инфицировании в период конец цветения – развитие стручков [12] или, как свидетельствует С. В. Михаленко, – в период формирования стручков и созревания семян [9].

Болезнь распространена повсеместно в районах возделывания культуры. Имеются сведения, что в Германии, Польше, Австралии в годы с теплой и влажной погодой во второй половине вегетации альтернариоз вызывает существенные потери урожая [17, 23, 24]. В Индии семенная инфекция являлась причиной гибели проростков от гнили, что приводило также к потерям урожая [16].

В связи с широким распространением в посевах озимого рапса альтернариоза и отсутствием современных данных по вредоносности болезни были проведены специальные опыты.

Методы проведения исследований

Вредоносность болезни изучалась в полевых опытах, проводимых на опытном поле РУП «Институт защиты растений» в 2015–2018 гг. на гибриде Днепр и сорте Зорный. Для получения различной степени развития альтернариоза на растениях использовался метод «химического пресса». С этой целью в различные стадии развития растения-хозяина применяли фунгицид Мирадор форте, КЭ (азоксистробин, 60 г/л + тебуконазол, 200 г/л) в норме расхода 2,0 л/га. Расчеты проводили на основании результатов, полученных в годы депрессивного (2015 и 2016 г.) и умеренно-эпифитотийного развития болезни (2017 и 2018 г.). Площадь делянок составляла 15 м². Учеты развития болезни проводили в динамике на листьях и на стручках. Для определения степени поражения листьев и стручков озимого рапса альтернариозом использовали следующую балльную шкалу [8]: 0 – отсутствие поражения; 0,1 – едва заметны единичные пятна; 1 – поражено до 20 % поверхности стручка; 2 – поражено до 25 % поверхности стручка; 3 –

поражено до 50 % поверхности стручка; 4 – поражено до 75 % поверхности стручка; 5 – поражено более 75 % поверхности стручка.

Результаты исследований и их обсуждение

Ежегодный мониторинг посевов озимого рапса с 2015 г. в условиях опытного поля РУП «Институт защиты растений» Республики Беларусь показал, что к концу вегетации озимого рапса все посевы поражались возбудителями альтернариоза.

Развитие альтернариоза в 2015 г. было на депрессивном уровне, нарастание интенсивности поражения отмечено со стадии 80 (начало созревания) – 22,1 %. Первые признаки поражения альтернариозом листьев отмечены в стадии развития закладок цветков (ст. 45) – 0,7 %. В целом, гидротермические условия 2015 г. способствовали медленному нарастанию болезни в посевах гибрида Днепр, обусловив депрессивное развитие альтернариоза.

В 2016 г. первые признаки поражения растений альтернариозом отмечены с середины цветения культуры (ст. 65), а развитие болезни на листьях не превышало 3,7 %. В дальнейшем наблюдалось медленное развитие болезни и лишь к полной спелости культуры в посевах гибрида достигало на стручках 24,0 %.

В посевах под урожай 2017 г. первые признаки поражения альтернариозом отмечены осенью 2016 г. При возобновлении весенней вегетации в стадии 20 (нет побочных побегов) развитие составило 0,2 % на сорте Зорный. К ст. 78 (около 80 % стручков достигли видо- или сортотипичного размера) интенсивность нарастания болезни была низкой, что объясняется дефицитом выпавших осадков. При последующем контроле альтернариоза на стручках отмечено интенсивное нарастание болезни, чему благоприятствовал температурный режим (15,6–18,6 °С) и количество осадков, близкое к норме (17,2–27,9 мм). Так, в ст. 78 развитие альтернариоза на стручках составляло 9,9 %, а в полной спелости – 47,7 %.

В посевах озимого рапса под урожай 2018 г. развитие болезни также отмечено в осенний период и составляло 9,0 %. В весенний период развитие альтернариоза на листьях не превышало 10,5 %, а к началу созревания степень поражения стручков составляла 17,6 %, достигая к полному созреванию 40,1 %.

На основании статистической обработки результатов было определено, что при поражении растений озимого рапса грибами рода *Alternaria* происходит достоверное снижение длины стручка на 16,2–30,5 %, количества семян в стручке – на 13,8–31,0 %, массы семян с одного стручка – на 17,6–35,3 %, массы семян с одного растения – на 53,3–81,4 %, массы 1000 семян – на 9,1–37,9 % (таблица 1).

Проведенный корреляционный анализ полученных данных позволил выявить зависимость между степенью поражения озимого рапса альтернариозом и длиной стручка, количеством семян в стручке, массой семян с одного стручка, массой семян с одного растения, массой 1000 семян. Коэффициент корреляции (r) между развитием альтернариоза и длиной стручка составил –0,524, количеством семян в стручке – –0,514, массой семян с одного стручка – –0,261, массой с одного растения – –0,711, массой 1000 семян – –0,442. Данные коэффициенты корреляции указывают на среднюю зависимость между признаками, кроме показателя массы с одного стручка, для которой характерна слабая зависимость. Для массы семян с одного растения уста-

новлена тесная корреляционная зависимость. Следует отметить, что отрицательный коэффициент корреляции подтверждает снижение продуктивности растений озимого рапса с усилением интенсивности поражения альтернариозом.

Альтернариоз влиял не только на величину урожая, но и на его качество, изменяя химический состав семян (таблица 2). Так, при поражении растений по 5 баллу по сравнению со здоровыми содержание сухого вещества в семенах снижалось с 92,9 до 80,6 %, жира – с 45,7 до 42,1 %, одновременно увеличивалось содержание белка и глюкозинолатов.

Норма содержания глюкозинолатов в семенах озимого рапса составляет 25 мкмоль/г. Полученные данные свидетельствуют о том, что даже при незначительной степени поражения альтернариозом данный показатель превышает допустимое значение.

Порог вредоносности болезни или степень поражения растений альтернариозом, с которой в посевах озимого рапса отмечалось статистически достоверное снижение

массы 1000 семян, составил для гибрида Днепр 6,1 %, для сорта Зорный – 2,7 % (в среднем – 4,4 %) и зависел от года исследований (таблица 3). Относительный коэффициент вредоносности для гибрида составил 0,34, для сорта – 0,63 % (в среднем – 0,48 %). Таким образом, при увеличении развития альтернариоза на каждый 1,0 % свыше порога вредоносности следует ожидать снижения массы 1000 семян на величину относительного коэффициента вредоносности.

Процентное отклонение от величины порога вредоносности показывает его изменение в зависимости от условий вегетационного сезона. Так, если они будут не благоприятными для развития альтернариоза, то порог вредоносности на гибриде будет увеличиваться до 6,6 %, на сорте – до 3,2 %, благоприятными – снижаться до 5,6 % и 2,2 % соответственно.

Закключение

В результате проведенных исследований установлено, что при поражении озимого рапса альтернариозом

Таблица 1 – Влияние степени поражения озимого рапса альтернариозом на элементы структуры урожая культуры (лабораторно-полевые опыты, РУП «Институт защиты растений», Минский р-н, 2015–2018 гг.)

Балл поражения (%)	Длина стручка		Количество семян в стручке		Масса семян				Масса 1000 семян	
					с одного стручка		с одного растения			
	см	снижение, %	шт.	снижение, %	г	снижение, %	г	снижение, %	г	снижение, %
0 (0)	10,5	–	29	–	0,17	–	40,9	–	6,6	–
1 (1,0–10,0)	8,8	16,2	25	13,8	0,14	17,6	19,1	53,3	6,0	9,1
2 (11,0–25,0)	8,0	23,8	23	20,7	0,13	23,5	16,9	58,7	5,4	18,2
3 (25,0–50,0)	7,7	26,7	22	24,1	0,12	29,4	12,1	70,4	4,8	27,3
4 (>50,0)	7,3	30,5	20	31,0	0,11	35,3	7,6	81,4	4,1	37,9
НСР ₀₅	1,5		2,2		0,2		2,8		1,0	
r	–0,524		–0,514		–0,261		–0,711		–0,442	

Таблица 2 – Влияние степени поражения озимого рапса альтернариозом на химический состав семян (РУП «Институт защиты растений», РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию», 2017 г.)

Балл поражения	Содержание			
	сухого вещества, %	белка, % на абсолютно сухое вещество	жира, % на абсолютно сухое вещество	глюкозинолатов, мкмоль/г
0	92,9	17,7	45,7	18,7
0,1	91,3	20,7	45,0	32,2
1	91,3	21,1	44,6	34,3
2	90,6	21,5	43,1	35,7
3	87,4	17,4	42,6	30,9
4	86,4	16,6	42,3	34,4
5	80,6	20,5	42,1	32,9

Таблица 3 – Вредоносность альтернариоза в посевах озимого рапса (РУП «Институт защиты растений»)

Показатель	2015–2016 гг.	2017–2018 гг.
	гибрид Днепр	сорт Зорный
Коэффициент детерминации R ²	0,1042	0,2664
p-значение	<0,001	<0,001
Порог вредоносности, %	6,1±0,5	2,7±0,5
Относительный коэффициент вредоносности, %	0,34	0,63

длина стручка уменьшается на 16,2–30,5 %, количество семян в стручке снижается на 13,8–31,0 %, масса семян с одного стручка – на 17,6–35,3 %, с одного растения – на 53,3–81,4 %, масса 1000 семян – на 9,1–37,9 %, содержание сухого вещества в семенах – с 92,9 до 80,6 % и жира – с 45,7 до 42,1 %, при этом увеличивается содержание белка с 20,5 до 21,5 % и глюकोзинолатов – с 32,2 до 35,7 %.

Рассчитан биологический порог вредоносности альтернариоза, который составил 2,7 % для сорта Зорный и 6,1 % – для гибрида Днепр.

Литература

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 / ВИЗР. редкол.: В. А. Павлюшин (гл. ред.) [и др.]. – СПб., 2005. – Т. 1. – С. 131–133.
3. Бардин, Я. Б. Рапак: від сівби до переробки / Я. Б. Бардин. – Київ: «Світ», 2000. – 106 с.
4. Ганнибалл, Ф. Б. Мониторинг альтернариозов сельскохозяйственных культур и идентификация грибов рода *Alternaria*: метод. пособие / Ф. Б. Ганнибалл. – СПб., 2011. – С. 71.
5. Гасич, Е. Л. Грибные болезни рапса: метод. пособие / Е. Л. Гасич. – СПб., 2004. – 53 с.
6. Інтенсивна технологія вирощування озимого ріпаку в Україні / Т. І. Лазарь [и др.]; за ред. О. М. Лапи; Міністерство аграрної політики України. – Київ: Універсал-друку, 2006. – 102 с.
7. Лычковская, И. Ю. Основные грибные болезни и насекомые-вредители рапса европейской части России: справочник / И. Ю. Лычковская, А. А. Артамонов, В. В. Карпачев. – Липецк: ГУ Издательский дом «Липецкая газета», 2010. – 80 с.
8. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / РУП «Ин-т защиты растений»; подгот.: С. Ф. Буга [и др.]. – Несвиж: Несвиж. укрупн. тип. им. С. Будного, 2007. – 511 с.
9. Михайленко, С. В. Хвороби ріпаку / С. В. Михайленко // Карантин і захист рослин. – 2009. – № 5. – С. 2–6.
10. Попов, Ф. А. Вредоносность альтернариоза семенников капусты / Ф. А. Попов // Защита растений. – 1993. – № 10. – С. 30.
11. Сердюк, О. А. Влияние альтернариоза на биохимический состав семян горчицы сарептской / О. А. Сердюк // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2006. – № 22 (6). – С. 8.

12. 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 масличных культур им. В. С. Пустовойта. – Воронеж, 2008. – 26 с.
13. Сорока, С. В. Защита рапса от вредных организмов / С. В. Сорока, Е. Н. Полозняк, В. В. Агейчик // Белорус. сел. хоз-во. – 2007. – № 5 (61). – С. 40–45.
14. Технологія вирощування і захисту ріпаку / М. П. Секун [и др.] – Київ, 2008. – 115 с.
15. Технологія вирощування та захисту озимого ріпаку: рекомендації / О. М. Лапа [та ін.]; Національний аграрний університет. – Київ: Аграрна Академія «Сингента», 2006. – 108 с.
16. Chahal, A. S. Some aspects of seed borne infection of *Alternaria brassicae* in rape and mustard cultivars in the Punjab / A. S. Chahal, M. S. Kang // Indian Journal of Mycology and Plant Pathology. – 1979. – № 9. – P. 51–55.
17. Daebeler, F. Auftreten und Bedeutung der *Alternaria-rapsschwarze* in Winter-raps / F. Daebeler, D. Amelung // Nachrichtenblatt für den Pflanzenschutz in der DDR. – 1988. – № 42. – S. 196–199.
18. Daebeler, F. Untersuchungen über die Schädigung der durch *Alternaria* spp. Verursachten Rapsschwarze an Winter-raps / F. Daebeler, D. Amelung, V. Riedel // Wiss. Z. Wilhelm-Pieck- Univ., Rostock, Naturwiss. Reihe 35, 1986. – S. 52–54.
19. Dehenhardt, K. J. Effect of temperature on spore germination and infection of rapeseed by *Alternaria brassicae*, *A. brassicicola* and *A. raphani* / K. J. Dehenhardt, G. A. Petrie, R. A. A. Morrall // Can. J. Plant Pathol. – 1982. – № 4, 2. – P. 115–118.
20. Lagopodi, A. L. Effect of a leaf spot disease caused by *Alternaria alternata* on yield of sunflower in Greece / A. L. Lagopodi, C. C. Thanassouloupoulos // Plant Dis. – 1998. – № 82 (1). – P. 41–44.
21. Maude, R. B. Studies on the seed-borne phases of dark leaf spot (*Alternaria brassicicola*) and gray leaf spot (*Alternaria brassicae*) of brassicas / R. B. Maude, F. M. Humpherson-Jones // Annals of Applied Biology. – 1980. – № 95. – V. 311–319.
22. Mycobank: fungal databases. Nomenclature and species bank / Inter. Mycological Assoc. – Mode of access: <http://www.mycobank.org/>. – Date of access: 20.09.2017.
23. Stankova, J. Varietal variability of winter rape with regard to its inclination to dark leaf spot and the factors influencing the development of this disease / J. Stankova // Rostlinna Vyroba. – 1972. – № 18. – P. 625–630.
24. Stovold, G. E. Seed-borne levels, chemical seed treatment and effect on seed quality following a severe outbreak of *Alternaria brassicae* on rapeseed in New South Wales / G. E. Stovold, R. J. Mailer, A. Francis // Plant Protection Quarterly. – 1987. – № 2. – P. 128–131.

УДК 632.4:633.14«324»(477.41/.42)

Вредоносность *Blumeria graminis* (DC.) f. sp. *tritici* Speer ржи озимой в условиях Полесья Украины

М. М. Ключевич, доктор с.-х. наук, С. Г. Столяр, кандидат с.-х. наук, А. Ю. Гриценко, аспирант Житомирский национальный агроэкологический университет, Украина

(Дата поступления статьи в редакцию 26.01.2020 г.)

Мучнистая роса ржи озимой относится к числу опасных заболеваний, которое снижает урожайность зерна и его качество. В условиях опытного поля ЖНАЭУ в период проведения исследований 2016–2019 гг. *Blumeria graminis* (DC.) f. sp. *tritici* Speer поражала растения ржи озимой в течение всей вегетации. Выявлено, что развитие болезни находилось в пределах от 4,2 до 18,7 % и зависело от генотипа сорта и погодных условий периода вегетации. Установлено, что на восприимчивом сорте Дозор потери урожая не превышали 11,8 %, а на устойчивом сорте Сиверское – 2,5 %.

The powdery mildew of the winter rye belongs to dangerous diseases that reduce grain yield and its quality. In the course of investigation between 2016 and 2019 at the ZhNAEU field station, Blumeria graminis (DC.) f. sp. tritici Speer afflicted the winter rye plants within the whole period of vegetation. It is found out that the disease development was within the range from 4,2 to 18,7 % and depended on the genotype of the variety and weather condition in the vegetation period. It is established that with the non-resistant variety Dozor yield losses did not exceed 11,8 %, while with the resistant variety Siverskoie they were 2,5 %.