

Joanna Kaczmarek¹, Andrzej Brachaczek², Małgorzata Jędrzycka¹

¹ Instytut Genetyki Roślin, Polska Akademia Nauk, Poznań

² DuPont Poland sp. z o.o., Warszawa

Wpływ terminu stosowania fungicydu zawierającego flusilazol na skuteczność ochrony rzepaku ozimego przed suchą zgnilizną kapustnych

The influence of the fungicide containing flusilazole on the effectiveness of the protection of oilseed rape against stem canker of brassicas

Słowa kluczowe: askospory, flusilazol, *Leptosphaeria maculans*, *Leptosphaeria biglobosa*, monitorowanie, rzepak ozimy

Sucha zgnilizna kapustnych jest groźną chorobą rzepaku ozimego i jarego, wywoływaną przez grzyby workowe *Leptosphaeria maculans* i *L. biglobosa*. Pierwotnym źródłem porażenia roślin rzepaku są zarodniki workowe, które powstają w owocnikach stadium doskonałego, tworzonych na resztkach późniwnych rzepaku z poprzedniego sezonu wegetacyjnego. Celem niniejszej pracy było porównanie skuteczności ochrony rzepaku ozimego przed suchą zgnilizną kapustnych w zależności od terminu stosowania fungicydu zawierającego flusilazol i weryfikacja wskazań monitorowania prowadzonego w ramach Systemu Prognozowania Epidemii Chorób.

Badania w warunkach polowych wykonywano w ZDOO Krościna Mała w sezonach 2009/2010 oraz 2010/2011 na roślinach odmiany PR46W10. Oznaczanie zmian w dobowym stężeniu askospor patogenicznych grzybów *Leptosphaeria* spp. w powietrzu prowadzono metodą objętościową z wykorzystaniem chwytacza zarodników i ziaren pyłku firmy Burkard Manufacturing. Obserwacje zdrowotności roślin rzepaku przeprowadzono jesienią i przed żniwami. Oznaczono także plon rzepaku przy 9% wilgotności nasion. Gatunek grzybów rodzaju *Leptosphaeria* izolowane z liści i łodyg rzepaku oznaczano na podstawie cech morfologicznych kultur na pożywce agarowej.

Skuteczność ochrony roślin rzepaku przed suchą zgnilizną kapustnych w sezonie jesiennym w znacznym stopniu zależała od liczby dni z zarodnikami workowymi grzybów *L. maculans* i *L. biglobosa* w powietrzu oraz od warunków pogodowych. Wykazano, że optymalnym terminem zabiegu fungicydowego przeciwko suchej zgniliznie kapustnych jest opryskiwanie roślin w terminie następującym po najwyższym stężeniu askospor w powietrzu. W wyniku takiego zabiegu obserwowano najniższe porażenie roślin, zarówno przed ich zimowym spoczynkiem jak też przed zbiorem rzepaku, a także znaczący wzrost plonu nasion. Proporcje pomiędzy gatunkami *L. maculans* i *L. biglobosa* zależały od rodzaju i ilości inokulum, sezonu i były odmienne na różnych organach roślin rzepaku. W okresie jesiennym na liściach przeważał gatunek *L. maculans*, natomiast na łodygach dominował gatunek *L. biglobosa*.

Key words: ascospores, flusilazole, *Leptosphaeria maculans*, *Leptosphaeria biglobosa*, monitoring, winter oilseed rape

Stem canker of brassicas is a damaging disease of winter and spring oilseed rape, caused by ascomycetous fungi *Leptosphaeria maculans* and *L. biglobosa*. The initial source of plant infection are ascospores, that are formed in fruiting bodies of the perfect stage (pseudothecia), on stubble of oilseed rape from the previous vegetative season. In spite of broad spectrum of experiments on stem canker in Poland, the research on the time of fungicide treatments and its dependence on the presence and concentration of ascospores in the air, has not been undertaken by now. In this paper the effectiveness of fungicide treatments at different times of application in autumn and early spring has been compared in relation to monitoring done in the System of Forecasting of Disease Epidemics.

The field experiments were carried out in the Experimental Station of Cultivar Testing in Krościna Mała, located in Lower Silesia in the seasons 2009/2010 and 2010/2011, with the use of winter oilseed rape cultivar PR46W10, on individual plots of 15 m², designed in completely randomized blocks. The evaluation of changes in diurnal ascospore concentration was done with the volumetric method, using a spore sampler produced by Burkard Manufacturing. The calculation of the number of ascospores of *Leptosphaeria* spp. was done with light microscope under 200x magnification. Protective treatments were done using a fungicide containing flusilazole, with weekly intervals starting from the end of September till mid-November and in early spring, just after the start of plant vegetation, following winter pause.

The assessment of plant healthiness was done in autumn and before harvest. Disease incidence and severity was evaluated for each experimental variant; there were 150 plants evaluated for each individual plot. Then, the pathogens were isolated from infected leaves and stems. The fungi belonging to the genus *Leptosphaeria* were identified at the species level, based on culture morphology on potato-glucose agar medium. Plant yield was evaluated at 9% seed humidity. Statistical analyses (variance analysis, Tukey's test and Pearson's correlation coefficient) were done using GenStat software version 12.1.

The efficiency of plant protection of oilseed rape against stem canker in autumn greatly depended on the number of days with ascospores of *Leptosphaeria maculans* and *L. biglobosa* in air samples and on climatic conditions. High percentage of days with ascospores present in the air and warm but rainy weather enhanced plant infection, so that one fungicide treatment could not fully stop the infection of all plants. It was found that one fungicide spray resulted in the highest reduction of infected plants when it was done on the day of the highest ascospore release till no longer than three weeks afterwards. The highest increase of seed yield was obtained at 4 (2011) and 9 (2010) days after the peak ascospore release. The proportion between *L. maculans* and *L. biglobosa* depended on the season and it was different on leaves and stems of oilseed rape. In autumn *L. maculans* prevailed on leaves and before harvest *L. biglobosa* was the dominating species on stems.

Wstęp

Sucha zgnilizna kapustnych powodowana jest przez dwa gatunki grzybów: *Leptosphaeria maculans* (Desm.) Ces. et de Not. oraz *Leptosphaeria biglobosa* (Shoemaker i Brun 2001). Choroba występuje na rzepaku na całym świecie, jednak jej szkodliwość i występowanie odydwu patogenów są zróżnicowane w zależności od lokalizacji geograficznej (Fitt i in. 2006). W Polsce straty plonu przez nią powodowane mogą wynosić nawet 60% (Gwiazdowski i in. 2008). Grzyby *L. maculans* i *L. biglobosa* wywołują podobne objawy chorobowe, lecz różnią się wieloma właściwościami, w tym także szkodliwością wobec rośliny–gospodarza (Mahuku i in. 1996, Jędrzycka 2006).

Cykl życiowy grzybów *L. maculans* i *L. biglobosa* ma podobny przebieg (Kaczmarek i Jędrzycka 2011). W Australii, Kanadzie i Europie pierwotnym źródłem porażenia roślin rzepaku są zarodniki workowe — askospory, które powstają w pseudotecjach — owocnikach stadium doskonałego, znajdujących się na resztkach poźniwnych pochodzących z poprzedniego sezonu wegetacyjnego (Petrie 1995, West i in. 2001, Aubertot i in. 2006). Owocniki grzybów *L. maculans* i *L. biglobosa* mogą przeżyć na słomie rzepakowej ponad 5 lat, przy czym są bardzo efektywnym źródłem inokulum przez co najmniej 3 lata (Petrie 1986).

Dojrzewanie pseudotecjów jest uzależnione od temperatury i wilgotności podłoża (Toscano-Underwood i in. 2003). Askospory po uwolnieniu z pseudotecjów przeżywają w suchych warunkach w temperaturze 5–20°C aż 30 dni (Huang i in. 2003) i mogą przemieszczać się wraz z wiatrem na odległość 5 km (Hall 1992). Zwykle jednak większość zarodników osiada w promieniu 500 metrów od źródła infekcji (Aubertot i in. 2006). Jeśli w tej odległości znajdują się młode i podatne rośliny rzepaku i panują warunki sprzyjające porażeniu — dochodzi do zainicjowania choroby u nowego pokolenia roślin.

Ważnym elementem podejmowania decyzji dotyczących ochrony rzepaku przed suchą zgnilizną kapustnych jest znajomość szybkości rozwoju inokulum pierwotnego, tj. poszczególnych stadiów dojrzałości pseudotecjów oraz okresów uwalniania zarodników workowych (Thürwächter i in. 1999, Jędrzycka i in. 2006). Ze względu na odmienne warunki pogodowe występujące w różnych regionach Polski nie jest jednak możliwe ustalenie jednego terminu ochrony rzepaku przed suchą zgnilizną kapustnych na terenie całego kraju (Jędrzycka i in. 2008).

Zgodnie z Rezolucją Legislacyjną Parlamentu Europejskiego (2009) państwa członkowskie powinny zapewnić rolnikom dostęp do informacji i narzędzi monitorowania organizmów chorobotwórczych, umożliwiającą podjęcie decyzji w zakresie stosowania środków ochrony roślin. Z tego względu powinny być wspierane badania służące opracowywaniu systemów wspomagających podejmowanie decyzji — DSS (Decision Support System). Badania takie powinny być prowadzone przez zespoły naukowe, przy ścisłej współpracy z praktyką rolniczą. Od jesieni 2004 roku w Polsce badania tego typu prowadzone są w ramach Systemu Prognozowania Epidemii Chorób (SPEC). Ich celem jest wspieranie rolników w podejmowaniu decyzji o ochronie rzepaku przed suchą zgnilizną kapustnych, poprzez zalecenie optymalnego terminu zastosowania ochrony chemicznej w zależności od ryzyka porażenia (Jędrzycka i in. 2009).

W niniejszej pracy przedstawiono wyniki presji ze strony suchej zgnilizny kapustnych w Krościnie Małej (woj. dolnośląskie). Porównano także skuteczność jesiennych zabiegów fungicydowych wykonanych w różnych terminach, w celu weryfikacji wskazań monitorowania prowadzonego w ramach systemu SPEC.

Material i metody

Lokalizacja i okres prowadzenia badań

Badania prowadzono przez dwa sezony wegetacyjne 2009/2010 i 2010/2011 w Zakładzie Doświadczalnym Oceny Odmian w Krościnie Małej położonej w gminie Prusice, powiat trzebnicki, woj. dolnośląskie (N 51°22'27,2" 16°55'18,7").

Monitorowanie stężenia askospor grzybów *L. maculans* i *L. biglobosa*

Oznaczanie zmian w dobowym stężeniu askospor patogenicznych grzybów *Leptosphaeria* spp. w powietrzu prowadzono metodą wolumetryczną (objętościową) z wykorzystaniem chwytacza zarodników i ziaren pyłku zbudowanego na podstawie prototypu Hirsta (Burkard Manufacturing Ltd., Wielka Brytania). Pułapkę otoczono słomą rzepakową o objętości około 0,35 m³ z poprzedniego sezonu wegetacyjnego, którą pobrano z lokalnych plantacji roślin z objawami suchej zgnilizny kapustnych. Aparat wolumetryczny ustawiono na wysokości gruntu. Konstrukcja aparatu umożliwiała zasysanie 10 l powietrza na minutę (14,4 m³/dzień) poprzez wlot o wymiarach 2 mm × 14 mm, znajdujący się około 1 m nad poziomem gruntu.

Wewnątrz aparatu umieszczono bęben, który dzięki mechanizmowi zegarowemu poruszał się z prędkością 2 mm/h. Co tydzień na bębnie montowano taśmę typu Melinex, którą pokrywano warstwą lepiku opartego na bazie wazeliny i heksanu (Lacey i West 2006). Taśmę zmieniano o stałej porze w cyklu siedmiodniowym.

Oznaczenia liczby askospor grzybów *Leptosphaeria* spp. wykonano za pomocą mikroskopu świetlnego przy powiększeniu 200x (Zeiss Axiostar, Niemcy). Ze względu na podobieństwo morfologiczne zarodników gatunków *L. maculans* i *L. biglobosa* metoda mikroskopowa pozwoliła na określenie łącznej liczby askospor obu gatunków. Do wyznaczenia stężenia tych zarodników w 1 m³ powietrza zastosowano metodę przeliczania opisaną przez Lacey i Westa (2006).

Doświadczenie polowe

Badania wykonano na poletkach z rzepakiem ozimym odmiany mieszańcowej PR46W10 (Pioneer Hi-Bred). Doświadczenie założono w układzie bloków losowanych całkowicie zrandomizowanych, na poletkach o powierzchni 15 m², w trzech powtórzeniach. Nasiona wysiano 27 sierpnia 2009 oraz 3 września 2010 roku, stosując normę wysiewu wynoszącą 50 nasion rzepaku/m². Przedplonem był jęczmień jary. Zabiegi fungicydowe wykonywano środkiem Capitán 250 EW (flusilazol 250 g/l) w odstępach tygodniowych od 23–24 września do 15–18 listopada. Obserwacje zdrowotności roślin rzepaku przeprowadzono jesienią (27 listopada 2009, 4 listopada 2010 roku) i przed żniwami (7 lipca 2010, 4 lipca 2011 roku). Każdy wariant doświadczalny oceniano pod względem liczby porażonych roślin oraz nasilenia

objawów suchej zgnilizny kapustnych na liściach. Stopień porażenia roślin ustalono według skali 0–4 opisanej przez Kaczmarek (2010).

Przed zniwami do oceny objawów powodowanych przez sprawców suchej zgnilizny kapustnych stosowano dziesięciostopniową skalę bonitacyjną (0–9), w której kryterium oceny stanowiła rozległość objawów na powierzchni łądzy i ogólna kondycja rośliny (Jędryczka 2006). Jesienią i latem oceniano po 150 roślin z każdej kombinacji doświadczalnej.

Z roślin rzepaku z objawami suchej zgnilizny kapustnych na liściach i łądych izolowano mikroorganizmy chorobotwórcze. Gatunek grzybów rodzaju *Leptosphaeria* oznaczano na podstawie cech morfologicznych kultur na pożywce agarowej.

Wnioskowanie dotyczące istotności różnic pomiędzy obiektami badawczymi prowadzono na podstawie jednoczynnikowej analizy wariancji. W przypadku, gdy analiza wariancji nie wykazała istotności różnic między rozpatrywanymi grupami, nie prowadzono kolejnych testów. W przypadku, gdy hipoteza zerowa została odrzucona, tzn. na podstawie analizy wariancji stwierdzono statystycznie istotne różnice pomiędzy obiektami badawczymi, badanie różnic między średnimi z poszczególnych grup przeprowadzono testem Tukeya. Wszystkie wykazane różnice i wyznaczone współczynniki korelacji przyjęto za statystycznie istotne dla poziomu istotności $\alpha \leq 0,05$. Obliczenia wykonano stosując pakiet statystyczny GenStat Release 12.1 (Payne i in. 2007).

Wyniki

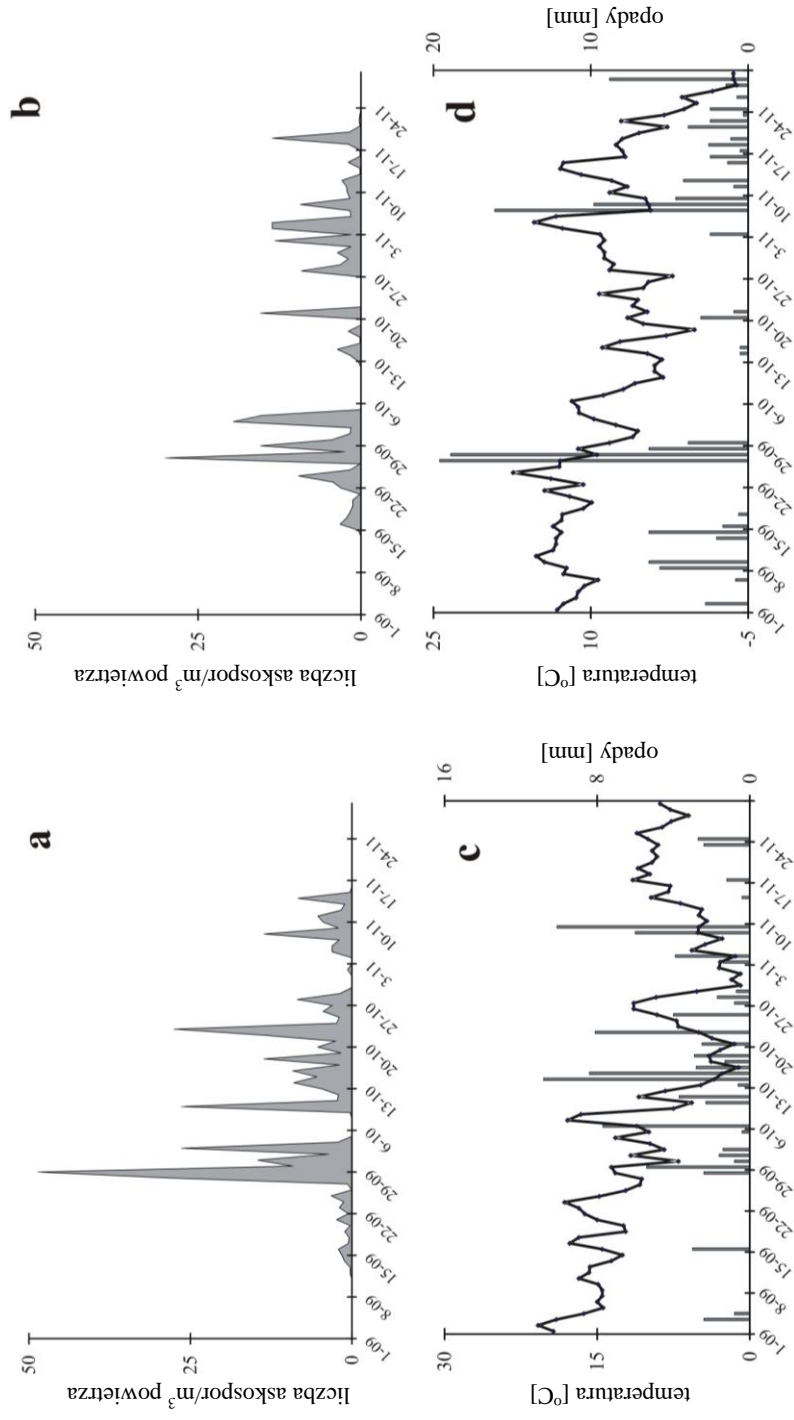
Najwcześniej zarodniki grzybów *L. maculans* i *L. biglobosa* stwierdzono w próbach powietrza uzyskanych 12 września 2009 roku, natomiast w 2010 roku pierwsze zarodniki obserwowano tylko trzy dni później. Oba sezony wegetacyjne nieco różniły się pod względem dynamiki uwalniania askospor. Jesienią 2009 roku zarodniki workowe były obecne w powietrzu przez 55 dni, a łącznie w każdym metrze sześciennym badanych prób powietrza zgromadziły się 344 askospory. W omawianym sezonie najwyższe stężenie zarodników workowych stwierdzono 28 września i wynosiło ono 28 zarodników w 1 m³. Jesienią 2009 roku zaobserwowano jeszcze trzy okresy wysokiego stężenia askospor w powietrzu, w dniach: 3 października, 10 października oraz po upływie kolejnych 13 dni, w dniu 23 października (rys. 1a). W tych dniach stwierdzano średnio 27 zarodników workowych w 1 m³. Jesienią 2010 roku askospory odnotowano przez okres 54 dni, co stanowiło 59% okresu badawczego. Łączna liczba askospor zgromadzonych w 1 m³ powietrza była niższa niż poprzedniej jesieni i wynosiła 246 zarodników w 1 m³ powietrza. W omawianym sezonie najwyższe stężenie zarodników workowych stwierdzono o jeden dzień wcześniej niż w poprzednim roku (27 września) i wynosiło ono 30 zarodników w 1 m³. Jesienią 2010 roku stwierdzono, że jeszcze

w siedmiu dniach, w okresie trwającym aż do drugiej połowy listopada zarodniki workowe grzybów *L. maculans* i *L. biglobosa* występowały w większym nasileniu; stężenia te nie przekraczały jednak 20 zarodników/m³ (rys. 1b).

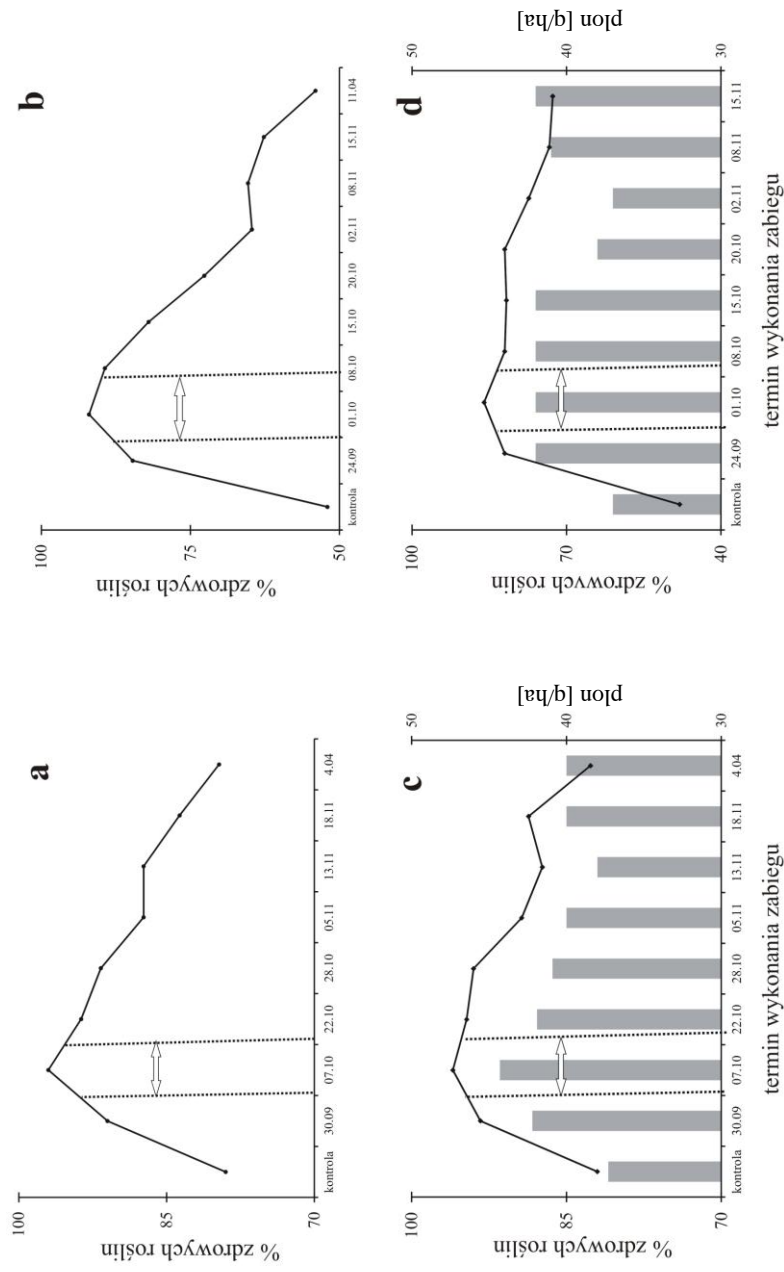
Jesienią 2009 roku opady występowały przez 32 dni, w tym przez 25 dni (78% dni z opadami) były one większe niż 1 mm. W badanym okresie łączna suma opadów wynosiła 105 mm (rys. 1c). Jesienią 2010 roku przebieg opadów był bardzo podobny do roku poprzedniego. Odnotowano je przez 34 dni i także przez 25 dni były one większe niż 1 mm (rys. 1b). Całkowita suma opadów od września do listopada 2010 roku była wyższa niż w roku poprzednim i wynosiła 145 mm. Ten okres był także o 1,7°C zimniejszy od poprzedniego. Jesienią 2010 roku średnia dobowa temperatura wynosiła 8,1°C, podczas gdy w 2009 roku aż 9,8°C. We wrześniu 2009 roku średnia dobowa temperatura wynosiła 14,8°C, podczas gdy w tym samym okresie w roku następnym wynosiła o 2,7°C mniej. W październiku i listopadzie 2010 roku było cieplej niż w roku ubiegłym średnio o 1°C. Przymrozki stwierdzono w ostatnich dniach listopada 2010 roku, podczas gdy jesienią 2009 roku nie odnotowano ujemnych temperatur (rys. 1d).

Termin wykonania zabiegów fungicydowych miał istotny wpływ na nasilenie objawów suchej zgnilizny kapustnych (rys. 2). Wykonanie zabiegów fungicydowych w okresie wskazanym przez system SPEC (www.spec.edu.pl) było najbardziej skuteczne. W obu sezonach, jesienią po wykonaniu zabiegu grzybobójczego w okresie następującym po masowym uwalnianiu zarodników *Leptosphaeria* spp., na poletkach stwierdzono jedynie od 3% (2009) do 8% (2010) roślin z objawami porażenia przez *L. maculans* i *L. biglobosa* (rys. 2a, b). W wariacie kontrolnym — bez zastosowania ochronnych zabiegów fungicydowych rośliny z objawami suchej zgnilizny kapustnych w okresie jesiennym stanowiły 37% (2009) oraz 48% (2010). Podobne zależności odnotowano także 2 tygodnie przed żniwami. Latem 2010 i 2011 roku odsetek roślin z objawami suchej zgnilizny kapustnych na łodygach był także najniższy w wariacie, w którym zabieg wykonano po stwierdzeniu maksymalnego stężenia askospor w powietrzu (rys. 2c, d). Na tych poletkach nie stwierdzono objawów porażenia przez *L. maculans* i *L. biglobosa* u 86% (2011) do 96% (2010) roślin. Brak jakiegokolwiek ochrony fungicydowej powodował statystycznie istotnie wyższe porażenie roślin wahające się od 18% (2010) do 52% (2011). Wykonanie oprysku po ruszeniu wegetacji wczesną wiosną nie powodowało statystycznie istotnego obniżenia porażenia roślin w porównaniu do wariantu kontrolnego (rys. 2c, d). Współczynnik korelacji Pearsona pomiędzy procentem roślin porażonych przez grzyby powodujące suchą zgniliznę kapustnych w okresie jesiennym i przed żniwami był bardzo wysoki i wynosił od 0,86 (sezon 2010/2011) do 0,97 (2009/2010).

Plon nasion rzepaku zebranego w sezonie 2009/2010 wahał się od 37,3 do 44,3 dt/ha przy 9% wilgotności. Najniższy plon stwierdzono w wariacie kontrolnym, a najwyższy w kombinacji, w której zabieg fungicydowy wykonano 7 października



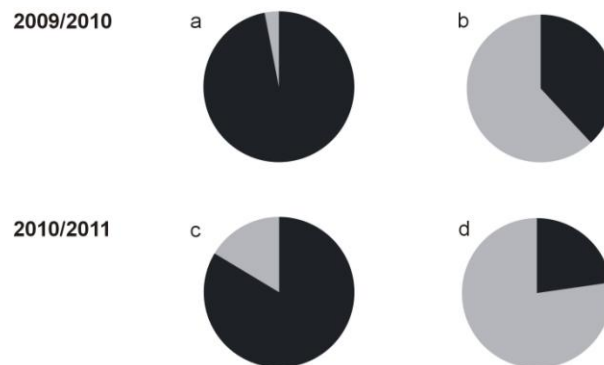
Rys. 1. Dynamika uwalniania askospor grzybów *Leptosphaeria maculans* i *L. biglobosa* (a, b) oraz warunki meteorologiczne (c, d) jesienią 2009 (a, c) i 2010 (b, d) w Krościnie Małej, Dolny Śląsk — *Ascospora release profiles of Leptosphaeria maculans and L. biglobosa (a, b) and meteorological conditions (c, d) in the autumn of 2009 (a, c) and 2010 (b, d) in Krościnia Mała, Lower Silesia*



Rys. 2. Wpływ terminu zabiegu grzybobójczego na ochronę rzepaku ozimego przed *Leptosphaeria maculans* i *L. biglobosa* jesienią (a, b) oraz porażenie roślin przed żniwami i plon nasion (c, d) w sezonach 2009/2010 (a, c) i 2010/2011 (b, d) w Krościnie Małej, Dolny Śląsk. Strzałką oznaczono okres wykonania zabiegu fungicydowego wskazany przez system SPEC — *The effect of the fungicide application time on the incidence of Leptosphaeria maculans and L. biglobosa in the autumn (a, b) and on plant infection before harvest and the seed yield (c, d) in seasons 2009/2010 (a, c) and 2010/2011 (b, d) in Krościna Mała, Lower Silesia. The arrow indicates the time of fungicide treatment recommended by the SPEC system*

2009 roku, czyli zgodnie ze wskazaniem systemu SPEC (rys. 2c). W sezonie 2010/2011 z wariantu kontrolnego zebrano plon wynoszący 37 dt/ha (rys. 2d). W wariantach, w których zastosowano jesienne zabiegi fungicydowe był on wyższy maksymalnie o 5 dt/ha.

Z wszystkich prób liści i łodyg z objawami suchej zgnilizny kapustnych wyizolowano grzyby rodzaju *Leptosphaeria*. Łącznie uzyskano 310 izolatów, wśród których gatunek *L. maculans* stanowił 60%. W sumie z materiału roślinnego uzyskano 187 izolatów należących do gatunku *L. maculans* oraz 123 do *L. biglobosa*. Proporcje pomiędzy oboma patogenami różniły się w zależności od organu, z którego je wyodrębniono. Jesienią grzyby *Leptosphaeria* spp. izolowano z plam na liściach rzepaku, wówczas gatunek *L. maculans* stanowił od 83,6% (2010) do 97% (2009) (rys. 3a, c). Przed żniwami wyniki badań taksonomicznych były całkowicie odmienne — gatunek *L. biglobosa* stanowił prawie 70% otrzymanych izolatów z łodyg rzepaku, przy czym wykazano także różnice pomiędzy poszczególnymi latami, bowiem latem 2010 roku odsetek izolatów *L. biglobosa* wynosił 61,9%, natomiast latem 2011 roku aż 77,3% (rys. 3b, d).



Rys. 3. Udział procentowy gatunków *L. maculans* (czarny obszar) i *L. biglobosa* (szary obszar) porażających rośliny rzepaku ozimego w Krościnnie Małej w sezonach 2009/2010 (a, b) i 2010/2011 (c, d), jesienią (a, c) oraz latem (b, d) — *The percentage of L. maculans (black area) and L. biglobosa (grey area) in winter oilseed rape plants in Krościna Mała in the seasons of 2009/2010 (a, b) and 2010/2011 (c, d), in the autumn (a, c) and summer (b, d)*

Dyskusja

W Polsce dotychczasowe badania nad skutecznością zabiegów fungicydowych przeciwko grzybom powodującym suchą zgniliznę kapustnych prowadzono w różnych regionach i sezonach wegetacyjnych, a zatem przy odmiennym nasileniu i składzie patogenów, a także innym przebiegu pogody. Zapewne z tego powodu

wyniki badań nie zawsze były w pełni zgodne. W badaniach prowadzonych przez Wnękowskiego i Przyłęcką (1994) wykazano dużą skuteczność zwalczania suchej zgnilizny kapustnych po zastosowaniu preparatów o działaniu systemicznym w terminie wczesnowiosennym. Karolewski (1998) stwierdził, że po zastosowaniu zabiegów preparatami zawierającymi mieszaninę flusilazolu z karbendazymem oraz cyprokonazolu, stosowanych jednokrotnie wczesną wiosną lub dwukrotnie: jesienią w fazie rozety i wczesną wiosną, nastąpiło istotne zmniejszenie liczby roślin rzepaku z objawami porażenia łądygi. Natomiast w badaniach prowadzonych przez Sadowskiego (Sadowski 1989, Sadowski i Klepin 1991) zabiegi wiosenne przeciwko suchej zgniliznie kapustnych były mało skuteczne i przynosiły efekty jedynie wtedy, gdy stosowano je dwukrotnie. Według Bonina (1989) okres kwitnienia rzepaku był optymalnym terminem wykonania zabiegu przeciwko kompleksowi czterech ważnych chorób rzepaku, w tym przeciwko suchej zgniliznie kapustnych. Natomiast Gwiazdowski (2005) uważał, że nie jest możliwe wyznaczenie jednego terminu wykonania zabiegu grzybobójczego w celu jednoczesnego ograniczenia wszystkich chorób. Wobec wysokich kosztów ochrony chemicznej przed chorobami, Muśnicki i Jerzak (1992) zalecali powszechne stosowanie fitosanitarnej profilaktyki agrotechnicznej, natomiast stosowanie fungicydów uważali za celowe tylko w rejonach silniejszego występowania chorób i przy uprawie bardziej wrażliwych odmian. Korbas i współpracownicy (2001) stwierdzili, że przy podejmowaniu decyzji odnośnie potrzeby zwalczania patogenów, w tym *L. maculans* i *L. biglobosa*, należy kierować się progami ekonomicznej szkodliwości. Według nich należy wykonać zabieg chemiczny w okresie jesiennym, gdy 15–20% roślin ma objawy wskazujące na porażenie przez grzyby powodujące suchą zgniliznę kapustnych.

Mimo szerokiego spektrum prowadzonych badań, żaden zespół z Polski nie analizował dotychczas skuteczności wykonania zabiegów fungicydowych w zależności od występowania zarodników, stanowiących inokulum pierwotne, odpowiedzialne za spowodowanie choroby. Takie badania zaczęto prowadzić wraz z powstaniem systemu SPEC (Jędrzycka i in. 2009).

W wyniku niniejszych badań stwierdzono, że w warunkach zbliżonych pod względem pogody, tak jak to obserwowano w Krościnie Małej jesienią 2009 i 2010 roku, przebieg zarodnikowania workowego także był bardzo podobny. Zarówno początek sezonu, jak też dynamika uwalniania askospor przebiegały w zbliżony sposób, choć oczywiście w pewnym zakresie modyfikowane były poprzez bieżące opady, temperaturę i inne parametry pogody. Z tego powodu w obu badanych sezonach system prognozowania SPEC wskazał na zbliżony okres czasu, jako optymalny do wykonania jesiennych zabiegów przeciwko suchej zgniliznie kapustnych.

Stwierdzono, że wykonanie zabiegów grzybobójczych w okresie zalecanym przez system SPEC było najbardziej skuteczne. Opryskiwanie roślin rzepaku preparatem fungicydowym w dniu o najwyższym stężeniu askospor grzybów

L. maculans i *L. biglobosa* w powietrzu oraz nie później niż 3 tygodnie po tym momencie, przyczyniło się do prawie całkowitej redukcji liczby roślin z objawami porażenia tymi gatunkami grzybów. Najwięcej plonu nasion ochroniono stosując zabieg od 4 (2011) do 9 (2010) dni po stwierdzeniu najwyższego stężenia zarodników workowych. Było to z jednej strony spowodowane dużą skutecznością preparatu grzybobójczego opartego na flusilazolu, a z drugiej strony dobraniem optymalnego terminu zabiegu. W tym czasie bowiem w największej liczbie roślin rzepaku dochodziło do zainicjowania procesu porażenia, a z powodu wczesnej fazy wzrostu patogena w przestrzeniach międzykomórkowych liści, można go było skutecznie zniszczyć lub powstrzymać rozwój procesu chorobowego. W pracy wykazano bardzo silny związek pomiędzy terminem zabiegu ochronnego a zdrowotnością badanych roślin. Co więcej, związek ten utrzymywał się przez cały sezon wegetacyjny aż do zniw, co świadczy o tym, iż prawidłowo i w optymalnym terminie wykonany zabieg całkowicie lub prawie całkowicie zniszczył pierwotne źródło infekcji.

Ekspansja patogenów roślin uprawnych jest w bardzo dużej mierze uzależniona od warunków pogodowych, siedliskowych, wzrostu i pokroju oraz odporności roślin uprawnych. Sucha zgnilizna kapustnych jest najważniejszą, ale jedną z wielu chorób prowadzących do zmniejszenia plonowania rzepaku. Co więcej, obniżenie plonowania jest wywoływane także w dużej mierze przez szkodniki i czynniki abiotyczne. Z tego względu nie zawsze stwierdza się silne korelacje pomiędzy porażeniem roślin przez określony gatunek patogena a utratą plonu nasion. W niniejszych badaniach wykonanie zabiegu w terminie przypadającym po masowym uwolnieniu zarodników workowych zawsze powodowało uzyskanie najwyższego plonu nasion. Wysokie plony stwierdzano także w przypadku zabiegów późnojesiennych bądź wczesnowiosennych. W przypadku tak dużej liczby dni, w których młode rośliny rzepaku były narażone na porażenie przez grzyby *L. maculans* i *L. biglobosa*, jak to miało miejsce jesienią 2009 i 2010 roku, pojedynczy zabieg fungicydowy nie miał szans na całkowite zniszczenie obu gatunków patogenów. Podobne wyniki uzyskano w badaniach prowadzonych w Terenowej Stacji Doświadczalnej IOR-PIB (Korbasa, dane niepublikowane). Zawsze jednak zabieg grzybobójczy powodował znaczne zwiększenie plonu nasion, a zysk z wykonania zabiegu zdecydowanie przekraczał koszt preparatu fungicydowego, paliwa, amortyzacji sprzętu i robocizny.

Wyniki uzyskane w niniejszej pracy dowodzą, że wzrost powierzchni uprawy rzepaku w Polsce (Rosiak 2009) nie musi być związany ze zwiększeniem strat plonu w wyniku działania patogenów powodujących suchą zgniliznę kapustnych. Jeśli w porę podejmie się właściwe środki ochrony roślin rzepaku, na przykład skorzysta się ze wskazań opartych na diagnostyce aerobiologicznej można bardzo efektywnie zapobiegać skutkom porażenia roślin przez grzyby *L. maculans* i *L. biglobosa*.

W niniejszej pracy po raz kolejny wykazano, iż proporcja pomiędzy gatunkami *L. maculans* i *L. biglobosa* w znacznym stopniu zależy od okresu, w którym wykonywane są obserwacje, a co się z tym wiąże — są różne, na poszczególnych organach roślinnych. Izolacje grzybów chorobotwórczych z liści rzepaku z objawami suchej zgnilizny kapustnych potwierdziły zdecydowanie większą częstość występowania gatunku *L. maculans*, gdy tymczasem z łodyg zdecydowanie częściej izolowano gatunek *L. biglobosa*. Podobne wyniki uzyskała Jędryczka (2006), a następnie — w innych warunkach doświadczalnych — także Kaczmarek (2010 i Dawidziuk (2011). Sytuację tę można tłumaczyć szybszym tempem wzrostu gatunku *L. biglobosa* w roślinach rzepaku, a także większą wyrazistością objawów powodowanych przez *L. maculans* na liściach i większą rozległością objawów na łodygach, wywoływanych przez gatunek *L. biglobosa*.

Wnioski

1. Skuteczność ochrony roślin rzepaku przed suchą zgnilizną kapustnych w sezonie jesiennym w znacznym stopniu zależy od liczby dni z zarodnikami workowymi grzybów *L. maculans* i *L. biglobosa* w powietrzu oraz warunków pogodowych. Znaczny odsetek dni z askosporami w powietrzu oraz ciepła lecz deszczowa pogoda sprzyjają silnej infekcji roślin i powodują, że jednokrotny zabieg ochronny nie jest w pełni skuteczny.
2. Jednorazowy zabieg grzybobójczy powinien być wykonywany w terminie następującym po stwierdzeniu najwyższego stężenia zarodników workowych grzybów *L. maculans* i *L. biglobosa* w powietrzu. W wyniku takiego zabiegu obserwuje się najniższe porażenie roślin, zarówno przed ich zimowym spoczynkiem jak też przed zbiorem rzepaku.
3. Wykonanie zabiegu grzybobójczego w terminie następującym po najwyższym stężeniu askospor wspomnianych gatunków grzybów powoduje istotny wzrost plonu nasion rzepaku.
4. Proporcja pomiędzy gatunkami *L. maculans* i *L. biglobosa* zależy od inokulum, sezonu i jest odmienna na różnych organach roślin rzepaku. W okresie jesiennym na liściach zwykle przeważa gatunek *L. maculans*, natomiast na łodygach dominuje gatunek *L. biglobosa*.

Podziękowanie

Autorzy składają serdeczne podziękowania pani Anecie Smorąg, panu Zdzisławowi Stępiowi i panu Marcinowi Włodarczykowi (ZDOO Krościna Mała) za obsługę pułapki Burkarda i prowadzenie doświadczeń polowych, a także Marcinowi Fedykowi i Grzegorzowi Pawlakowi (DuPont Poland) za pomoc w ocenie doświadczeń polowych.

Literatura

- Aubertot J., West J., Bousset-Vaslin L., Salam M., Barbetti M., Diggle A. 2006. Improved resistance management for durable disease control: A case study of phoma stem canker of oilseed rape (*Brassica napus*). *European Journal of Plant Pathology*, 114: 91-106.
- Bonin K. 1989. Skuteczność ochrony rzepaku przed chorobami w zależności od terminu wykonania zabiegu. *Zeszyty Problemowe IHAR. Rośliny oleiste. Wyniki badań za rok 1988*: 321-328.
- Dawidziuk A. 2011. Matematyczny model cyklu rozwojowego oraz molekularna detekcja gatunków *Leptosphaeria maculans* i *L. biglobosa*. Praca doktorska. Instytut Genetyki Roślin PAN, Poznań.
- Fitt B.D.L., Brun H., Barbetti M.J., Rimmer S.R. 2006. World-wide importance of phoma stem canker (*Leptosphaeria maculans* and *L. biglobosa*) on oilseed rape (*Brassica napus*). *European Journal of Plant Pathology*, 114: 3-15.
- Gwiazdowski R. 2005. Wpływ terminu stosowania wybranych fungicydów na ograniczenie występowania chorób grzybowych rzepaku ozimego. Praca doktorska. Instytut Ochrony Roślin, Poznań.
- Gwiazdowski R. 2008. Hamowanie wzrostu *Leptosphaeria maculans* i *Leptosphaeria biglobosa* przez wybrane fungicydy w testach płytkowych. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XXIX: 67-73.
- Hall R. 1992. Epidemiology of blackleg of oilseed rape. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 14: 46-55.
- Huang Y.J., Fitt B.D.L., Hall A.M. 2003. Survival of A-group and B-group *Leptosphaeria maculans* (phoma stem canker) ascospores in air and mycelium on oilseed rape stem debris. *Annals of Applied Biology*, 143: 359-369.
- Jędrzycka M. 2006. Epidemiologia i szkodliwość suchej zgnilizny kapustnych na rzepaku ozimym w Polsce. *Rozprawy i Monografie. Instytut Genetyki Roślin PAN*, 17: 1-150.
- Jędrzycka M., Brachaczek A., Kaczmarek J., Dawidziuk A., Mączyńska A., Podleśna A., Kasprzyk I., Karolewski Z., Lewandowski A. 2009. SPEC – system wspomaganie decyzji w ochronie rzepaku przed suchą zgnilizną kapustnych w Polsce. W: *Systemy wspomaganie decyzji w zrównoważonej produkcji roślinnej. Studia i Raporty IUNG-PIB*, 16: 45-58.
- Jędrzycka M., Kaczmarek J., Dawidziuk A., Brachaczek A. 2008. System for Forecasting Disease Epidemics – Aerobiological methods in Polish agriculture. *Aspects of Applied Biology*, 89: 65-70.
- Kaczmarek J. 2010. Rozwój stadium generatywnego grzybów *Leptosphaeria maculans* ([Desm.] Ces. et de Not.) i *L. biglobosa* (Shoemaker i Brun 2001) oraz ochrona rzepaku przed tymi patogenami. Praca doktorska. Instytut Genetyki Roślin PAN, Poznań.
- Kaczmarek J., Jędrzycka M. 2011. Characterization of two coexisting pathogen populations of *Leptosphaeria* spp., the cause of stem canker of brassicas. *Acta Agrobotanica*, 64 (2): 3-14.
- Karolewski Z. 1998. The influence of fungicides on *Phoma lingam* (Tode ex. Fr.) Desm. mycelium growth. *International Organisation for Biological Control Bulletin*, 21: 33-39.
- Korbas M., Wałkowski T., Gwiazdowski R. 2001. Progi szkodliwości chorób rzepaku ozimego. *Postępy Ochrony Roślin*, 41 (2): 286-291.
- Lacey M., West J.S. 2006. *The air spora: a manual for catching and identifying airborne biological particles*. Springer-Verlag GmbH, 1-156.
- Mahuku G.S., Hall R., Goodwin P.H. 1996. Co-infection and induction of systemic acquired resistance by weakly and highly virulent isolates of *Leptosphaeria maculans* in oilseed rape. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 49: 61-72.
- Muśnicki Cz., Jerzak M. 1992. Produkcyjne i ekonomiczne skutki uproszczeń w agrotechnice rzepaku ozimego. *Zeszyty Problemowe IHAR. Rośliny Oleiste*, XIV (2): 318-334

- Payne R.W., Harding S.A., Murray D.A., Soutar D.M., Baird D.B., Welham S.J., Kane A.F., Gimour A.R., Thompson R., Webster R., Tunnicliffe-Wilson G. 2007. The guide to GenStat Release 10, Part 2: Statistics. Oxford: VSN International.
- Petrie G.A. 1995. Long-term survival and sporulation of *Leptosphaeria maculans* (blackleg) on naturally-infected rapeseed/canola stubble in Saskatchewan. Canadian Plant Disease Survey, 75: 23-34.
- Petrie G.A. 1986. Consequences of survival of *Leptosphaeria maculans* (blackleg) in canola stubble residue through an entire crop rotation sequence. Canadian Journal of Plant Pathology, 8: 353.
- Rezolucja Legislacyjna Parlamentu Europejskiego w sprawie wspólnego stanowiska Rady w celu przyjęcia dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady ustanawiającej ramy wspólnotowego działania na rzecz zrównoważonego stosowania pestycydów (6124/2008-C6-0323/2008-2006/0132[COD]).
- Rosiak E. 2009. Krajowy rynek rzepaku w sezonie 2009/10 (prognoza). Rośliny Oleiste – Oilseed Crops, XXX (2): 149-159.
- Sadowski Cz. 1989. Wyniki badań nad możliwością zwalczania chorób grzybowych rzepaku ozimego. Zeszyty Problemowe IHAR. Rośliny Oleiste. Wyniki badań za rok 1988: 315-320.
- Sadowski Cz., Klepin J. 1991. Effects of fungicides on the health and yield of oilseed rape. International Organisation for Biological Control Bulletin, 6: 272-281.
- Shoemaker R.A., Brun H. 2001. The teleomorph of the weakly aggressive segregate of *Leptosphaeria maculans*. Canadian Journal of Botany, 79: 412-419.
- Thürwächter F., Garbe V., Hoppe H–H. 1999. Ascospore discharge, leaf infestation and variations in pathogenicity as criteria to predict impact of *Leptosphaeria maculans* on oilseed rape. Journal of Phytopathology, 147: 215-222.
- Toscano-Underwood C., Huang Y.J., Fitt B.D.L., Hall A.M. 2003. Effects of temperature on maturation of pseudothecia of *Leptosphaeria maculans* and *L. biglobosa* on oilseed rape stem debris. Plant Pathology, 52: 726-736.
- West J.S., Kharbanda P., Barbetti M.J., Fitt B.D.L. 2001. Epidemiology and management of *Leptosphaeria maculans* (phoma stem canker) in Australia, Canada and Europe. Plant Pathology, 50: 10-27.
- Wnękowski S., Przyłęcka E. 1994. Porównanie skuteczności zwalczania suchej zgnilizny krzyżowych na rzepaku w zależności od terminu stosowania zabiegu. Materiały XXXIV Sesji Instytutu Ochrony Roślin, cz. II: 163-167.