

Joanna Kaczmarek, Małgorzata Jędrzycka
Instytut Genetyki Roślin PAN w Poznaniu

Zagrożenie rzepaku ozimego suchą zgnilizną kapustnych na Dolnym Śląsku w latach 2004–2007

The risk of infection by phoma stem canker on oilseed rape in Lower Silesia in 2004–2007

Słowa kluczowe: askospory, pseudotecja, monitorowanie, *Leptosphaeria maculans*, *Leptosphaeria biglobosa*

Grzyby workowe kompleksu *Leptosphaeria maculans* – *L. biglobosa* są przyczyną suchej zgnilizny kapustnych — jednej z najgroźniejszych chorób rzepaku. Głównym źródłem porażenia roślin są zarodniki, które powstają w pseudotecjach — owocnikach stadium doskonałego. Monitorowanie stadium rozwoju owocników i stężenia zarodników pozwala na wskazanie optymalnego terminu wykonania zabiegu fungicydowego.

Badania prowadzono przez cztery kolejne sezony wegetacyjne (od 2004/05 do 2007/08) w Tarnowie koło Ząbkowic Śląskich. Stwierdzono, że udział dojrzałych pseudotecjów systematycznie rósł od początku września i — w zależności od sezonu — osiągał poziom od 65 do ponad 95%. Przebieg uwalniania zarodników workowych w kolejnych latach był bardzo zróżnicowany, zwłaszcza pod względem terminu i wysokości ich maksymalnego stężenia w powietrzu. Uzyskane wyniki pokazały, że zagrożenie rzepaku przez inokulum wywołujące suchą zgniliznę kapustnych na Dolnym Śląsku jest wysokie.

Keywords: ascospores, pseudothecia, monitoring, *Leptosphaeria maculans*, *Leptosphaeria biglobosa*

Climatic and soil conditions in Lower Silesia are favourable for oilseed rape cultivation but also for fungal disease development, including stem canker of brassicas caused by *Leptosphaeria maculans* (Desm.) Ces. et de Not. and *L. biglobosa* (Shoemaker and Brun 2001). The studies of oilseed rape infection risk were performed for four vegetative seasons (from 2004/05 till 2007/08). The experiment was done at Experimental Station for Variety Testing in Tarnów near Ząbkowice Śląskie. The assessment concerned the development of a perfect stage of both fungal species, including fruiting bodies (pseudothecia) and ascospore release. Pseudothecia were regarded as mature when they contained asci with eight ascospores, each composed of six cells. The concentration of ascospores in air samples was calculated based on the number of spores captured by a volumetric trap.

In autumn 2004 the first fully mature pseudothecia were observed on 19th September and the maximum ratio increased up to 70% of the total pool of fruiting bodies. In subsequent years the first detection of mature pseudothecia was always before mid September and their peak proportions were higher than 90%.

In subsequent years of studies the maximum numbers were: 320 (autumn 2004), 8 (2005), 69 (2006) and 76 (2007) spores per cubic meter of the air. In the first two years of the study the peak concentrations of spores were observed in October and in the latter two years — at the end of September. In the period from the beginning of September to the end of November 2006 and 2007, ascospores were present in the air for *c.a.* 70% of days. Such data show that oilseed rape fields in

Lower Silesia where the inoculum was abundant are subjected to the disease caused by *Leptosphaeria* spp. species complex.

Wstęp

Sucha zgnilizna kapustnych jest jedną z najgroźniejszych chorób rzepaku w Polsce (Frencel i in. 1991) i na świecie (Salisbury i in. 1995, West i in. 2001). Straty plonu nasion rzepaku w Polsce wahają się zwykle w granicach od 20 do 50% (Mrówczyński i Pruszyński 2008). Przyczyną choroby są dwa gatunki grzybów: *Leptosphaeria maculans* (Desm.) Ces. et de Not. i *Leptosphaeria biglobosa* (Shoemaker i Brun 2001). Gatunki te różnią się chorobotwórczością wobec rzepaku (Johnson i Lewis 1994). Izolaty *L. maculans* uważane są za silniej patogeniczne niż *L. biglobosa* (Gladders i Musa 1980). W Polsce oba gatunki izolowane są z porażonych roślin rzepaku, a proporcja pomiędzy nimi zmienia się w zależności od sezonu i lokalizacji pól (Jędryczka 2006).

Głównym źródłem porażenia roślin są zarodniki workowe — askospory, które powstają w pseudotecjach — owocnikach stadium doskonałego znajdujących się na resztkach poźniwnych pochodzących z poprzedniego sezonu wegetacyjnego (Petrie 1995, Weber i Karolewski 1997). Dojrzewanie owocników jest uzależnione od warunków pogodowych występujących po zbiorze rzepaku (opady, temperatura, wilgotność) i może znacznie różnić się w czasie i przestrzeni (Salam i in. 2003, Huang i in. 2005).

Po uwolnieniu z owocników, askospory mogą przemieszczać się z wiatrem na znaczne odległości. W optymalnych warunkach meteorologicznych zarodniki te kiełkują i są zdolne do wywołania objawów chorobowych (Toscano-Underwood i in. 2001, Huang i in. 2002). Po wnikięciu do liścia grzyb przerasta jego tkanki i przez wiązki naczyniowe ogonka liściowego przedostaje się do łodygi (Hammond i in. 1985). Im wcześniejsze uwalnianie askospor tym silniejsze porażenie roślin i większe straty plonu nasion (Zhou i in. 1999).

Monitorowanie szybkości rozwoju owocników i stężenia zarodników pozwala na określenie okresu realnego ryzyka porażenia roślin przez grzyby wywołujące suchą zgniliznę kapustnych (Kaczmarek i in. 2006). Od jesieni 2004 roku badania te prowadzone są w Polsce w ramach Systemu Prognozowania Epidemii Chorób (SPEC). Celem badań jest wspieranie rolników w podejmowaniu decyzji o ochronie rzepaku przed tą chorobą poprzez zalecanie terminu zastosowania ochrony chemicznej w zależności od ryzyka porażenia (Jędryczka i in. 2006).

W niniejszej pracy przedstawiono wyniki presji chorobowej ze strony suchej zgnilizny kapustnych na Dolnym Śląsku w rejonie sudeckim, gdzie klimat oraz jakość gleb zapewniają rolnictwu wyjątkowo sprzyjające warunki. Według danych GUS w 2007 roku powierzchnia uprawy rzepaku na Dolnym Śląsku wynosiła 105,2 tys. hektarów, co stanowiło 13,2% areału zasiewów tej rośliny w Polsce.

Wyprodukowano 267,4 tys. ton, co stanowiło 12,6% krajowej produkcji nasion. W sezonie 2006/2007 średni plon nasion był o 4,9% niższy od średniej krajowej i wynosił 25,4 dt/ha.

Materiały i metody

Badania nad zagrożeniem upraw rzepaku suchą zgnilizną kapustnych prowadzono przez cztery kolejne sezony wegetacyjne (od 2004/05 do 2007/08) w Stacji Doświadczalnej Oceny Odmian w Tarnowie koło Ząbkowic Śląskich (województwo dolnośląskie).

Ryzyko porażenia roślin określano na podstawie obserwacji przebiegu dojrzewania pseudotecjów oraz stężenia zarodników grzybów workowych kompleksu *Leptosphaeria maculans* – *L. biglobosa* w powietrzu. Metoda mikroskopowa pozwala jedynie na łączne określenie stopnia dojrzałości owocników i stężenia zarodników obu gatunków grzybów w powietrzu, ponieważ pod względem morfologicznym pseudotecja i askospory *Leptosphaeria maculans* i *L. biglobosa* są bardzo podobne.

Próby porażonych resztek poźniwnych pobierano raz w tygodniu, przez 13 kolejnych tygodni od początku września do końca listopada. Z sześciu losowo wybranych fragmentów słomy rzepakowej izolowano po 8–12 owocników, a następnie obserwowano je pod mikroskopem pod stukrotnym powiększeniem i oznaczano, czy są to piknidia (owocniki stadium niedoskonałego) czy pseudotecja (owocniki stadium generatywnego). W sumie wykonano 3.120 obserwacji (780 owocników rocznie).

Stopień dojrzałości pseudotecjów oznaczano na podstawie obecności i budowy worków oraz askospor. Pseudotecja dzielono na pięć klas (A – E):

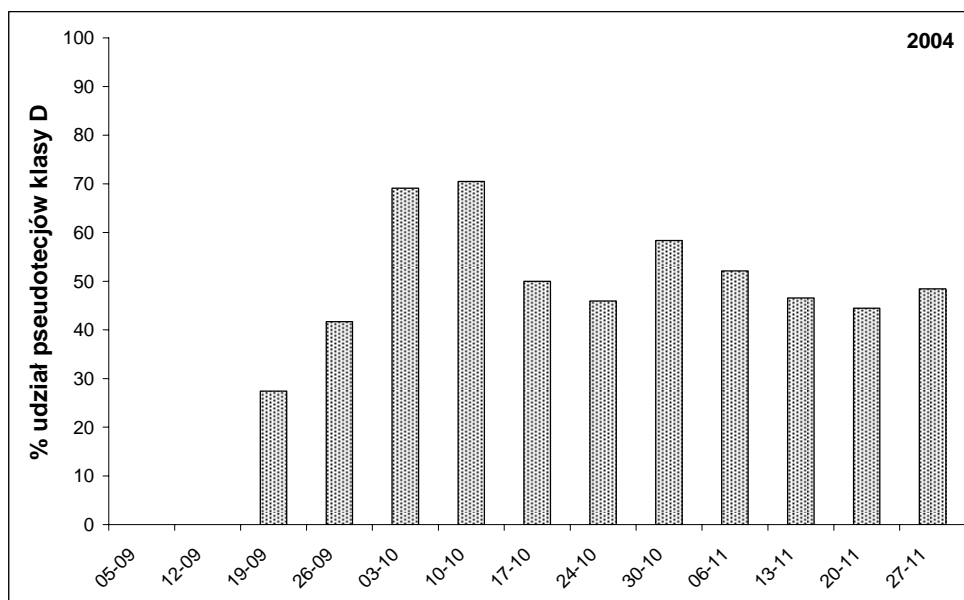
- klasa A: pseudotecja bez wykształconych worków (*ascus*);
- klasa B: pseudotecja z częściowo wykształconymi workami, ale bez askospor;
- klasa C: pseudotecja z workami, w każdym worku mniej niż 8 askospor, a każda askospora zbudowana z mniej niż czterech komórek;
- klasa D: pseudotecja z workami, w których znajduje się po 8 sześciokomórkowych askospor;
- klasa E: puste pseudotecja, z których uwolniły się zarodniki.

Oznaczanie zmian w dobowym stężeniu askospor patogenicznych grzybów *Leptosphaeria* spp. w powietrzu prowadzono metodą wolumetryczną z wykorzystaniem siedmiodniowej pułapki na zarodniki (Burkard Manufacturing Ltd., UK), otoczonej przez porażoną słomę rzepakową pochodzącą z poprzedniego sezonu wegetacyjnego. Analizę mikroskopową preparatów wykonywano pod dwustukrotnym powiększeniem. Na każdym preparacie oznaczono liczbę zarodników, a uzyskane wyniki wyrażono liczbą askospor w metrze sześciennym powietrza.

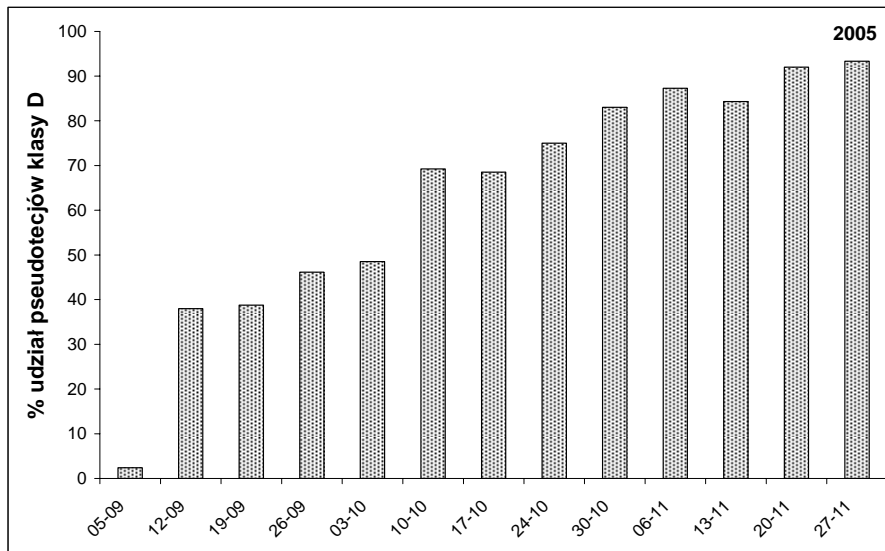
Monitorowanie dojrzewania owocników

Początkowo w sezonie jesiennym obserwowano liczne piknidia — owocniki stadium wegetatywnego, zawierające zarodniki konidialne. Piknidia stanowiły całkowitą pulę (100%) owocników przez pierwsze dwa tygodnie obserwacji w 2004 roku (rys. 1) oraz w pierwszym tygodniu badań prowadzonych jesienią 2006 (rys. 3).

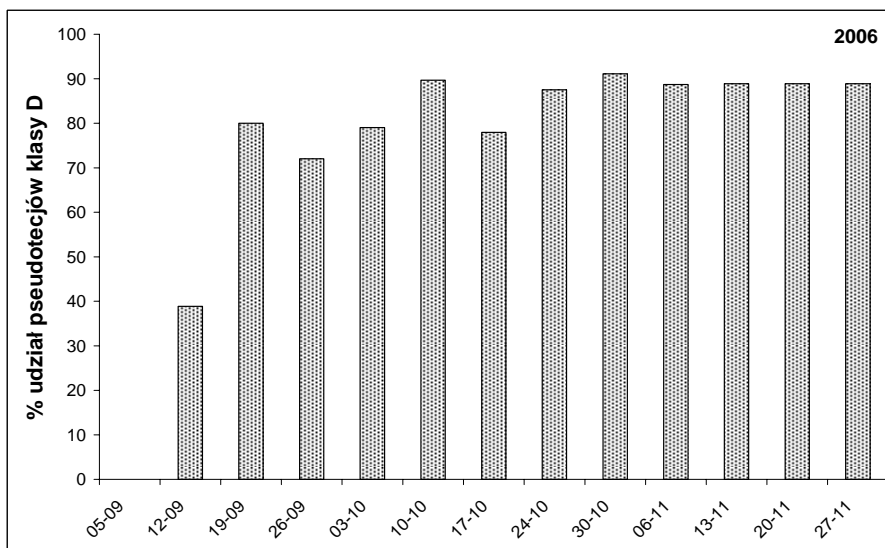
Corocznie jesienią obserwowano pseudotecja klasy D, przy czym intensywność dojrzewania owocników była różna w poszczególnych sezonach wegetacyjnych. Najwcześniej — już w pierwszym tygodniu września — obecność w pełni dojrzałych owocników odnotowano jesienią 2005 (rys. 2) i 2007 roku (rys. 4), przy czym w 2005 roku udział dojrzałych pseudotecjów wynosił w tym terminie 2,3%, a w 2007 roku aż 53,3%.



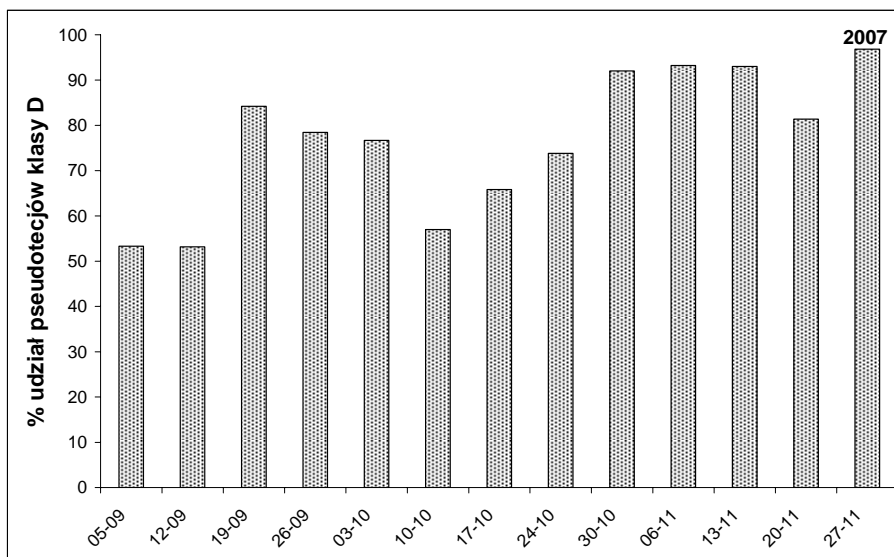
Rys. 1. Udział dojrzałych pseudotecjów *L. maculans* i *L. biglobosa* w całkowitej puli owocników tych gatunków grzybów (Tarnów, Dolny Śląsk, jesień 2004 r.) — *Ratio of mature pseudothecia of L. maculans and L. biglobosa in a total pool of all fruiting bodies of these fungal species (Tarnów, Lower Silesia, autumn 2004)*



Rys. 2. Udział dojrzałych pseudotecjów *L. maculans* i *L. biglobosa* w całkowitej puli owocników tych gatunków grzybów (Tarnów, Dolny Śląsk, jesień 2005 r.) — *Ratio of mature pseudothecia of L. maculans and L. biglobosa in a total pool of all fruiting bodies of these fungal species (Tarnów, Lower Silesia, autumn 2005)*



Rys. 3. Udział dojrzałych pseudotecjów *L. maculans* i *L. biglobosa* w całkowitej puli owocników tych gatunków grzybów (Tarnów, Dolny Śląsk, jesień 2006 r.) — *Ratio of mature pseudothecia of L. maculans and L. biglobosa in a total pool of all fruiting bodies of these fungal species (Tarnów, Lower Silesia, autumn 2006)*



Rys. 4. Udział dojrzałych pseudotecjów *L. maculans* i *L. biglobosa* w całkowitej puli owocników tych gatunków grzybów (Tarnów, Dolny Śląsk, jesień 2007 r.) — *Ratio of mature pseudothecia of L. maculans and L. biglobosa in a total pool of all fruiting bodies of these fungal species (Tarnów, Lower Silesia, autumn 2007)*

Dojrzałe pseudotecja występowały na resztkach pozniwnych nieprzerwanie od czasu pierwszej obserwacji aż do momentu zakończenia badań w danym roku. Udział pseudotecjów klasy D w puli wszystkich owocników systematycznie rósł osiągając poziom od 70,5 (2004) do 96,8% (2007). Jesienią 2004 i 2007 roku przebieg dojrzewania pseudotecjów miał kształt przypominający sinusoidę. W 2004 roku, po osiągnięciu maksymalnej wartości 70,5% w dniu 10 października odsetek w pełni dojrzałych pseudotecjów zmalał, by w dniu 30 października ponownie uzyskać wyższą wartość (58,3%). W 2007 roku, po osiągnięciu udziału 84,2% odsetek pseudotecjów klasy D zmniejszył się i w dniu 10 października wynosił 57%, po czym ponownie wzrósł do 93% w połowie listopada i prawie 97% w ostatnim tygodniu listopada.

Monitorowanie stężenia askospor

We wszystkich sezonach badawczych w powietrzu stwierdzano obecność zarodników workowych grzybów *L. maculans* i *L. biglobosa*. Przebieg uwalniania askospor w poszczególnych latach był bardzo zróżnicowany, zwłaszcza pod względem terminu i wysokości ich najwyższego stężenia.

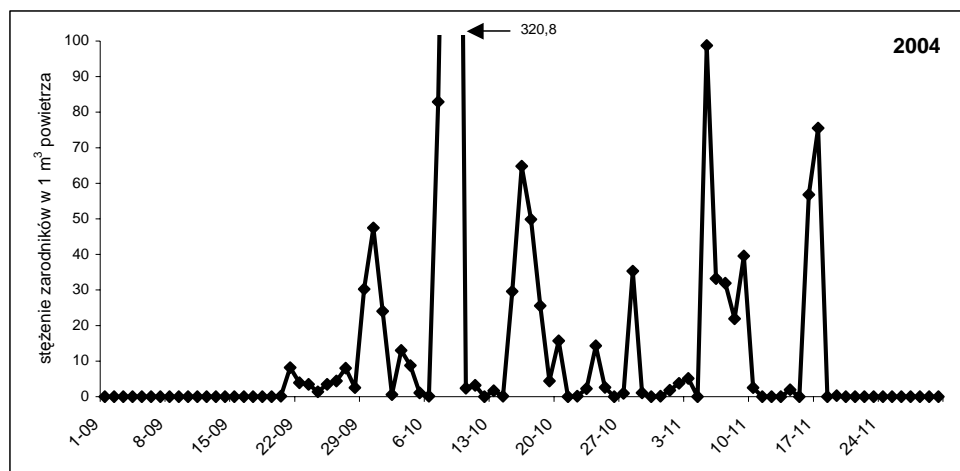
Najwcześniej zarodniki zaobserwowano jesienią 2007 roku (3 września), a najpóźniej w roku 2004 (20 września) (tab. 1). Najwyższe stężenie askospor stwierdzono w 2004 roku; dobowe stężenie zarodników w dniu 9 października wynosiło

aż 320,8 zarodników w 1 m³ powietrza (rys. 5). Najwcześniej maksymalne stężenie zarodników *L. maculans* i *L. biglobosa* stwierdzono w dniu 24 września (2007); w tym przypadku było to 75,8 zarodników w 1 m³ powietrza (rys. 8). Zbliżoną wartość najwyższego stężenia askospor otrzymano w 2006 roku; było to 68,6 zarodników w 1 m³ powietrza, co stwierdzono w dniu 27 września. W 2005 roku maksymalne stężenie askospor odnotowano najpóźniej (23 października), co więcej uzyskało ono najniższą wartość wynoszącą jedynie 7,6 zarodników w 1 m³ powietrza (rys. 6, tab. 1).

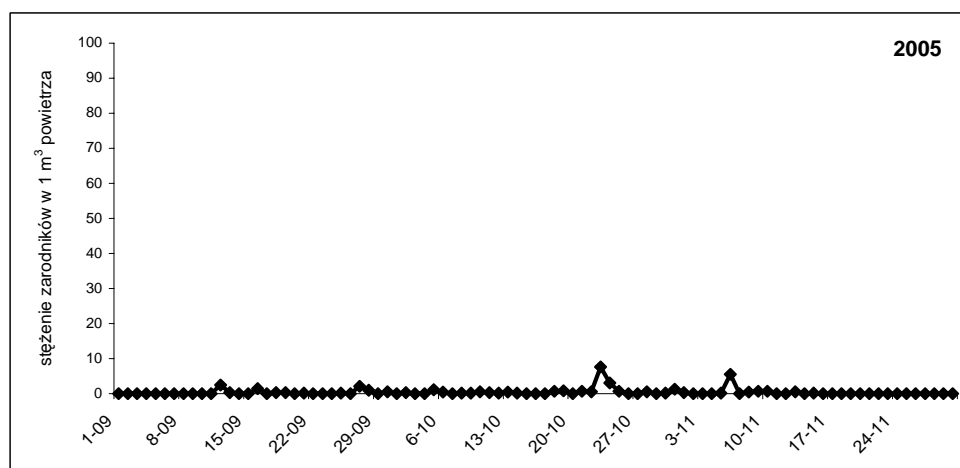
Tabela 1
Parametry przebiegu uwalniania zarodników workowych grzybów *L. maculans* i *L. biglobosa* w Tarnowie na Dolnym Śląsku jesienią w latach 2004–2007 — *Parameters of L. maculans and L. biglobosa ascospore release in Tarnów in Lower Silesia in autumn 2004–2007*

Parametr — <i>Parameter</i>	Rok — <i>Year</i>			
	2004	2005	2006	2007
Data pierwszej detekcji askospor <i>Date of the first ascospore detection</i>	20.09	12.09	06.09	3.09
Data detekcji maksymalnego stężenia askospor <i>Date of detection of maximum ascospore concentration</i>	09.10	23.10	27.09	24.09
Najwyższe stężenie askospor w 1 m ³ powietrza <i>The highest concentration of spores in 1m³ of air</i>	320,8	7,6	68,6	75,8
Liczba dni z askosporami w powietrzu <i>Number of days with ascospore detection in the air</i>	53	38	65	72
Liczba dni z askosporami powyżej 10 szt./m ³ <i>Number of days with ascospore concentration > 10/m³</i>	21	0	18	31
Liczba dni z askosporami powyżej 25 szt./m ³ <i>Number of days with ascospore concentration > 25/m³</i>	16	0	10	16
Liczba dni z askosporami powyżej 50 szt./m ³ <i>Number of days with ascospore concentration > 50/m³</i>	7	0	3	6

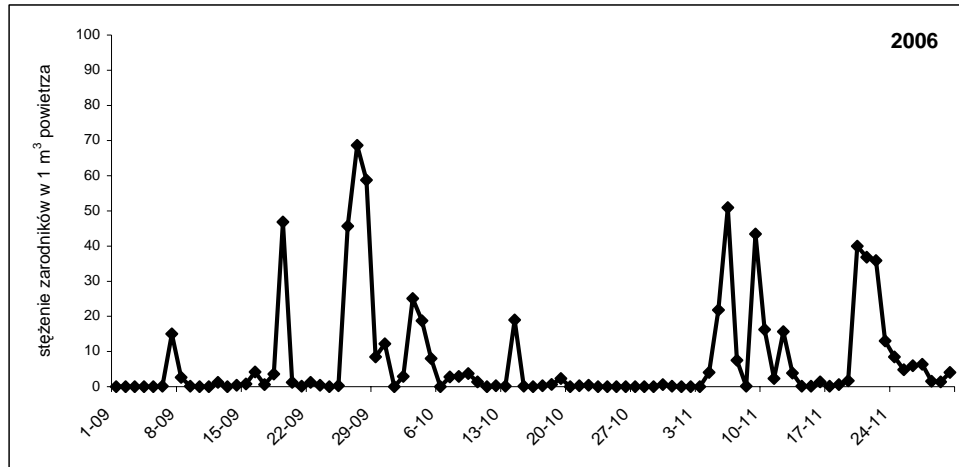
W okresie jesiennym w latach 2004–2007 różnica między datami, w których odnotowano najwyższe stężenia zarodników w powietrzu wynosiła 15 dni. Liczba dni, w których obserwowano zarodniki wahała się od 38 (2005) do 72 (2007) (tab. 1). Biorąc pod uwagę stężenie wyższe niż 10 zarodników w 1 m³ powietrza odnotowano aż 31 dni w 2007 roku, natomiast w roku 2005 takich dni nie było wcale. Stężenie askospor, wynoszące powyżej 25 sztuk zarodników w 1 m³ stwierdzano przez 16 (lata 2004 i 2007) i 10 dni (2006). Stężenie powyżej 50 sztuk zarodników w 1 m³ występowało jedynie w 3, 6 i 7 dniach przez cały okres jesienny (odpowiednio w latach 2006, 2007 i 2004).



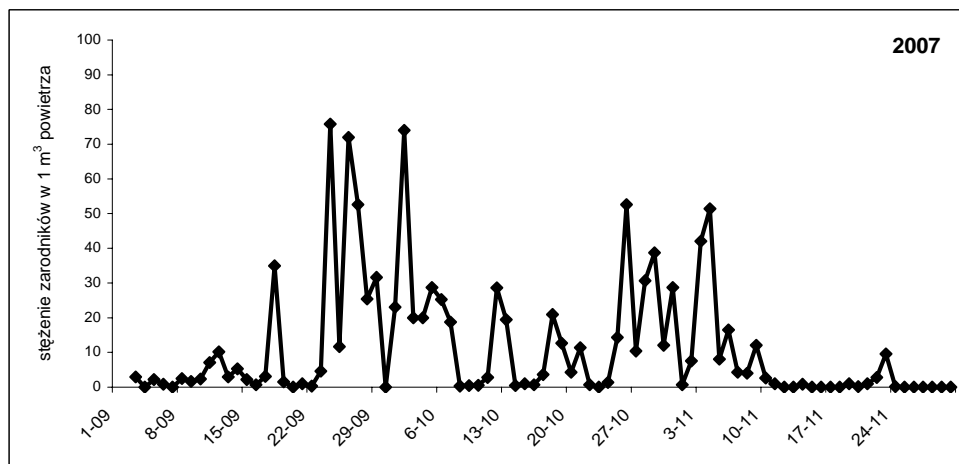
Rys. 5. Stężenie zarodników workowych grzybów *L. maculans* i *L. biglobosa* w Tarnowie na Dolnym Śląsku jesienią 2004 r. — Pattern of *L. maculans* and *L. biglobosa* ascospore release in Tarnów, Lower Silesia in autumn 2004



Rys. 6. Stężenie zarodników workowych grzybów *L. maculans* i *L. biglobosa* w Tarnowie na Dolnym Śląsku jesienią 2005 r. — Pattern of *L. maculans* and *L. biglobosa* ascospore release in Tarnów, Lower Silesia in autumn 2005



Rys. 7. Stężenie zarodników workowych grzybów *L. maculans* i *L. biglobosa* w Tarnowie na Dolnym Śląsku jesienią 2006 r. — Pattern of *L. maculans* and *L. biglobosa* ascospore release in Tarnów, Lower Silesia in autumn 2006



Rys. 8. Stężenie zarodników workowych grzybów *L. maculans* i *L. biglobosa* w Tarnowie na Dolnym Śląsku jesienią 2007 r. — Pattern of *L. maculans* and *L. biglobosa* ascospore release in Tarnów, Lower Silesia in autumn 2007

Dyskusja

Dojrzałe pseudotecja, zawierające w pełni ukształtowane zarodniki workowe obserwowano jesienią każdego roku. W aż dwóch przypadkach (lata 2005 i 2007) owocniki tego typu stwierdzono już w pierwszym tygodniu września. W 2006 roku dojrzałe pseudotecja obserwowano po raz pierwszy w drugim tygodniu września, natomiast najpóźniej pojawiły się one w trzecim tygodniu września (2004 rok). Taka sytuacja oznacza, iż w regionie sudeckim na Dolnym Śląsku występują warunki sprzyjające dojrzewaniu owocników stadium doskonałego grzybów kompleksu *L. maculans* – *L. biglobosa*. Najprawdopodobniej sytuacja taka dotyczy wszystkich lat, niezależnie od anomalii pogodowych obserwowanych w okresie letnim. Ani suchy sierpień 2004 roku, ani wyjątkowo mokry sierpień 2006 roku nie przyczyniły się do zniszczenia (zasuszenia lub przegnicia) resztek poźniwnych w takim stopniu, by wyginęły bytujące na nim patogeny rodzaju *Leptosphaeria* lub by niemożliwe było wytworzenie przez nie stadium generatywnego.

We wszystkich sezonach pseudotecja klasy D obserwowano nieprzerwanie od chwili powstania przez całą jesień, a ich udział w całej puli owocników był zazwyczaj bardzo wysoki. Średni udział dojrzałych pseudotecjów liczony w okresie ich występowania we wszystkich badanych latach wynosił 67,9%, czyli przekraczał 2/3 wszystkich owocników. Najmniejszy odsetek pseudotecjów klasy D obserwowano w 2004 roku, ale i w tym czasie ich udział przekraczał 50%. Natomiast w pozostałych latach wartość ta wahała się od 63,6 (2005) do 81% (2006). Są to wartości niezwykle wysokie i świadczą o warunkach sprzyjających swobodnemu krzyżowaniu generatywnemu wymienionych gatunków grzybów chorobotwórczych.

Uzyskanie pełnej dojrzałości pseudotecjów nie zawsze skutkuje natychmiastowym uwolnieniem zarodników workowych. Jesienią 2005 roku pierwsze zarodniki stwierdzono w dniu 12 września, choć owocniki dojrzały już co najmniej tydzień wcześniej. Dane te są zgodne z doniesieniami literaturowymi, świadczącymi o niezbędności opadów w celu uwolnienia askospor z dojrzałych pseudotecjów (Mc Gee 1977, Toscano-Underwood i in. 2001, Huang i in. 2005). W poszczególnych sezonach data pierwszej detekcji zarodników różniła się znacznie; najpóźniejszy termin stwierdzono w 2004 roku (20 września), w kolejnym roku było to o 8 dni wcześniej, w 2006 roku termin ten był wcześniejszy o następne 6 dni, a w 2007 — o kolejne 3 dni. Dane te wskazują na stopniowe przyspieszanie terminu uwalniania pierwszych zarodników. Model matematyczny tworzony na podstawie tych danych wskaże, na ile wyniki te wiążą się z warunkami klimatycznymi (Aubertot i in. 2006, Dawidziuk i in. 2006, Salam i in. 2007). Wyniki takie mogą także świadczyć, iż w populacji patogena łatwiej przeżywają te formy, które są zdolne do tworzenia pseudotecjów, z których łatwiej uwalniają się zarodniki.

Nie tylko początek uwalniania pseudotecjów, ale też termin ich najwyższego stężenia znacznie różniły się w poszczególnych sezonach badawczych. W pierw-

szych dwóch latach badań sytuacja taka nastąpiła w październiku, gdy tymczasem w kolejnych dwóch latach był to już koniec września. Najwcześniejszą datę masowego uwalniania zarodników workowych stwierdzono w 2007 roku (24 września) i było to aż o miesiąc wcześniej aniżeli podobne zjawisko w 2005 roku. Także maksymalne stężenia zarodników w kolejnych sezonach jesiennych znacznie odbiegały od siebie. Różnica pomiędzy najniższą (7,6 zarodników/m³ powietrza) a najwyższą koncentracją zarodników (320,8) była ponad czterdziestokrotna. Obfitość zarodkowania generatywnego prawdopodobnie jest wypadkową pomiędzy warunkami pogodowymi a obfitością i składem pierwotnego inokulum na porażonych resztkach poźniwnych zgromadzonych wokół pułapki wolumetrycznej. Zgodnie z przyjętą metodyką, na ziemi wokół pułapek umieszczana jest słoma rzepakowa z objawami porażenia przez grzyby kompleksu *L. maculans* – *L. biglobosa* z pól położonych w pobliżu urządzenia. O ile jednak wystandaryzować można liczbę lub objętość wyłożonych fragmentów rzepaku, o tyle precyzyjny dobór składu i wyznaczenie określonego nasilenia występowania patogenów na łodygach rzepaku leży poza możliwościami eksperymentatora. Co więcej stężenie askospor jest nie tylko uzależnione od inokulum rozmieszczonego wokół pułapki, lecz także pochodzi z okolicznych pól i corocznie może ulegać zmianom.

Parametrem różniącym przebieg uwalniania pseudotecjów była także liczba dni ich występowania w powietrzu. Średnio w sezonie jesiennym askospor były obecne w powietrzu przez prawie połowę dni, jednakże różnica pomiędzy najmniejszą a największą liczbą dni, w których potencjalnie mogło dochodzić do porażenia roślin różniła się prawie dwukrotnie. Najmniej było to 38 dni (2005 rok), co stanowiło 31% dni poddanych analizie. Najwięcej dni (72), w których występowały zarodniki stwierdzono w 2007 roku, kiedy jesienią obserwowano je w powietrzu przez 59% czasu objętego badaniami. W latach o najwyższym maksymalnym nasileniu uwalniania askospor (2004 i 2007) stężenie wyższe niż 25 zarodników w 1 m³ każdorazowo obserwowano przez 16 dni, ale stężenia wyższe niż 50 askospor/m³ stwierdzono jedynie w ciągu 6–7 dni. W niektórych latach stężenie zarodników workowych w Tarnowie należało do najwyższych w Polsce (dane niepublikowane).

Uzyskane wyniki wskazują, że w regionie sudeckim na Dolnym Śląsku występują warunki korzystne dla rozwoju grzybów kompleksu *L. maculans* – *L. biglobosa*, wywołujących suchą zgniliznę kapustnych. W badanym okresie rozwój generatywnej fazy cyklu rozwojowego tych gatunków następował bez przeszkód, a nawet ulegał stopniowemu powiększaniu. Duża powierzchnia uprawy rzepaku na Dolnym Śląsku oraz nasilenie występowania inokulum nie muszą jednak powodować zwiększania strat plonu spowodowanych przez suchą zgniliznę kapustnych. Dzięki korzystaniu z nowoczesnych systemów wspomagania opartych na monitorowaniu stężenia zarodników rolnicy mogą wykonać zabiegi fungicydowe we właściwym terminie i skutecznie zwalczyć chorobę.

Wnioski

1. Przeprowadzone badania wskazują, że zagrożenie rzepaku przez inokulum wywołujące suchą zgniliznę kapustnych na Dolnym Śląsku jest wysokie.
2. W obliczu ciągłego dojrzewania owocników oraz długich okresów uwalniania zarodników workowych w badanym regionie, jeden zabieg fungicydowy prawdopodobnie nie wystarczy do całkowitego ograniczenia tej choroby.

Literatura

- Aubertot J.N., Salam M.U., Diggle A.J., Dakowska S., Jędrzycka M. 2006. SimMat, a new dynamic module of Blackleg Sporacle for the prediction of pseudothecia maturation of *L. maculans*/*L. biglobosa* species complex. Parametrisation and evaluation in Polish conditions. IOBC/wprs Bulletin, 29 (7): 279-287.
- Dawidziuk A., Kaczmarek J., Aubertot J.N., Salam M.U., Jędrzycka M. 2006. SimMat – a mathematical model for forecasting maturity of pseudothecia and ascospore release of *Leptosphaeria maculans* and *L. biglobosa*, two fungal pathogens causing stem canker of winter oilseed rape in Poland. Workshop AEROTOP – database, quality control and statistics in aerobiology. Proceedings, part 9: 1-12.
- Frencel I., Lewartowska E., Jędrzycka M. 1991. The spectrum and severity of fungal diseases in field infections of winter oilseed rape in Poland. A review of the 1980s. IOBC/wprs Bulletin, 14: 137-140.
- Gladders P., Musa T.M. 1980. Observations on the epidemiology of *Leptosphaeria maculans* stem canker in winter oilseed rape. Plant Pathology, 29: 28-37.
- Główny Urząd Statystyczny. 2007. Wynikowy szacunek produkcji głównych ziemiopłodów rolnych i ogrodniczych w 2007 r. Informacja sygnalna, str. 28.
- Hammond K.E., Lewis B.G., Musa T.M. 1985. A systemic pathway in the infection of oilseed rape plants by *Leptosphaeria maculans*. Plant Pathology, 34: 557-565.
- Huang Y.J., Fitt B.D.L., Jędrzycka M., Dakowska S., West J.S., Gladders P., Steed J.M., Li Z.Q. 2005. Patterns of ascospore release in relation to phoma stem canker epidemiology in England (*Leptosphaeria maculans*) and Poland (*Leptosphaeria biglobosa*). European Journal of Plant Pathology, 111: 263-277.
- Huang Y-J., Fitt B.D.L., West J.S., Hall A., Todd A., Underwood C., Jędrzycka M. 2002. Effects of temperature and incubation time on germination of ascospores of A-group and B-group *Leptosphaeria maculans* *in vitro*. IOBC/wprs Bulletin, 25 (2): 31-42.
- Jędrzycka M. 2006. Epidemiologia i szkodliwość suchej zgnilizny kapustnych na rzepaku ozimym w Polsce. Rozprawy i Monografie IGR PAN, 17.
- Jędrzycka M., Kaczmarek J., Czernichowski J. 2006. Development of a decision support system for control of stem canker of oilseed rape in Poland. IOBC/wprs Bulletin, 29 (7): 269-278.
- Johnson R.D., Lewis B.G. 1994. Variation in host range, systemic infection and epidemiology of *Leptosphaeria maculans*. Plant Pathology, 43: 269-277.

- Kaczmarek J., Mączyńska A., Kasprzyk I., Lewandowski A., Jędrzycka M. 2006. Patterns of *Leptosphaeria maculans* / *L. biglobosa* ascospore release in the season 2004/2005 in Poland. IOBC/wprs Bulletin, 29 (7): 261-266.
- Mc Gee D.C. 1977. Black Leg (*Leptosphaeria maculans* Desm. Ces. et de Not.) of rapeseed in Victoria: Sources of infection and relationships between inoculum, environmental factors and disease severity. Australian Journal of Agricultural Research, 28: 53-62.
- Mrówczyński M., Pruszyński S. 2008. Integrowana produkcja rzepaku ozimego i jarego. Praca zbiorowa. Instytut Ochrony Roślin, Poznań.
- Petrie G.A. 1995. Patterns of ascospore discharge by *Leptosphaeria maculans* (blackleg) from 9- to 13-month-old naturally infected rapeseed/canola stubble from 1977 to 1993 in Saskatchewan. Canadian Plant Disease Survey, 75: 35-43.
- Salam M.U., Khangura R.K., Diggle A.J., Barbetti M.J. 2003. Blackleg Sporacle: a model for predicting onset of pseudothecia maturity and seasonal ascospore showers in relation to blackleg of canola. Phytopathology, 93: 1073-1081.
- Salam M.U., Fitt B.D.L., Aubertot J.N., Diggle A.J., Huang Y.J., Barbetti M.J., Gladders P., Jędrzycka M., Khangura R.K., Wratten N., Fernando W.G.D., Pinochet X., Penaud A., Sivasithamparan K. 2007. Two weather-based models for predicting the onset of seasonal release of ascospores of *Leptosphaeria maculans* or *L. biglobosa*. Plant Pathology, 56 (3): 412-423.
- Salisbury P.A., Ballinger D.J., Wratten N., Plummer K.M., Howlett B.J. 1995. Blackleg disease on oilseed *Brassica* in Australia: a review. Australian Journal of Experimental Agriculture, 35: 665-672.
- Shoemaker R.A., Brun H. 2001. The teleomorph of the weakly aggressive segregate of *Leptosphaeria maculans*. Canadian Journal of Botany, 79: 412-419.
- Toscano-Underwood C., West J.S., Fitt B.D.L., Todd A.D., Jędrzycka M. 2001. Development of phoma lesions on oilseed rape leaves inoculated with ascospores of A-group or B-group *Leptosphaeria maculans* (stem canker) at different temperatures and wetness durations. Plant Pathology, 50: 28-41.
- Weber Z., Karolewski Z. 1997. Porażone fragmenty roślin rzepaku ozimego z poprzedniego sezonu wegetacyjnego jako źródło suchej zgnilizny roślin kapustnych (*Leptosphaeria maculans* Desm. Ces. et de Not.). Rośliny Oleiste – Oilseed Crops, XVIII, 2: 321-324.
- West J.S., Kharbanda P.D., Barbetti M.J., Fitt B.D.L. 2001. Epidemiology and management of *Leptosphaeria maculans* (phoma stem canker) on oilseed rape in Australia, Canada and Europe. Plant Pathology, 50: 10-27.
- Zhou Y., Fitt B.D.L., Welham S.J., Gladders P., Sansford C.E., West J.S. 1999. Effects of severity and timing of stem canker (*Leptosphaeria maculans*) symptoms on yield of winter oilseed rape (*Brassica napus*) in the UK. European Journal of Plant Pathology, 105: 715-728.