

Andrzej Brachaczek¹, Joanna Kaczmarek², Tomasz Kosiada³, Małgorzata Jędrzycka²

¹ DuPont Poland Sp. z o.o. w Warszawie

² Instytut Genetyki Roślin Polskiej Akademii Nauk w Poznaniu

³ Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Katedra Fitopatologii

Adres do korespondencji: jkac@igr.poznan.pl

DOI: 10.5604/12338273.1058518

Występowanie suchej zgnilizny kapustnych na wybranych odmianach rzepaku ozimego i ich plon w warunkach doświadczeń łanowych w Wielkopolsce

Occurrence of stem canker symptoms and seed yield of selected
cultivars of winter oilseed rape in field experiments in Great Poland

Słowa kluczowe: produkcja, *Leptosphaeria maculans*, *Leptosphaeria biglobosa*, zmienność glebowa
Streszczenie

Plon roślin uprawnych determinowany jest przez wiele czynników, takich jak: wybór odpowiedniej odmiany, jakość gleby i inne warunki siedliskowe, presja selekcyjna ze strony chorób i szkodników, agrotechnika uwzględniająca ochronę chemiczną roślin oraz przebieg pogody. Celem badań była ocena nasilenia objawów suchej zgnilizny kapustnych, poznanie składu populacji chorobotwórczych grzybów rodzaju *Leptosphaeria* oraz określenie wysokości plonu 21 odmian rzepaku ozimego w warunkach zbliżonych do produkcyjnych, przy zachowaniu wszystkich elementów dobrej praktyki rolniczej.

Doświadczenie polowe prowadzono przez dwa kolejne sezony: 2009/10 oraz 2010/11 na polach Zakładu Doświadczalnego Instytutu Zootechniki PIB w Pawłowicach koło Leszna (Wielkopolska) w układzie pasowym (split-block), w trzech powtórzeniach. Zgodnie z naszą wiedzą jest to jedyne doświadczenie z rzepakiem w Polsce prowadzone na tak dużym areale uprawy. Jesienią 2009 roku każdą z odmian wysiano na powierzchni 0,57 ha; powierzchnia jednego poletka wynosiła zatem 0,19 ha. Jesienią 2010 roku powierzchnia pod uprawę jednej odmiany wynosiła 0,8 ha, a powierzchnia jednego powtórzenia obejmowała 0,27 ha. Przed założeniem doświadczenia na dużej powierzchni zbadano odczyn i zasobność gleb w makroskładniki i pod doświadczenie wybrano zwarty fragment pola o bardzo zbliżonych parametrach jakości gleby. Ocenie poddano 21 odmian rzepaku, w tym 6 populacyjnych i 15 mieszańcowych. Zabiegi fungicydowe wykonano każdorazowo w terminie jesiennym i wiosennym. Zabiegi przeciwko suchej zgniliznie kapustnych wykonano zgodnie z zaleceniami systemu SPEC (www.spec.edu.pl). W okresie jesiennym oraz przed zbiorem pobierano próby roślin z objawami suchej zgnilizny kapustnych, wyodrębniano grzyby rodzaju *Leptosphaeria* i na podstawie cech morfologicznych uzyskanych kultur identyfikowano gatunki patogena. Procent roślin z objawami suchej zgnilizny kapustnych oznaczano przed spoczynkiem zimowym roślin oraz przed żniwami, a ponadto określano plon nasion.

Zdrowotność roślin rzepaku, skład gatunkowy populacji *Leptosphaeria* sp. wyodrębnianej z porażonych roślin, a także plon nasion były istotnie zróżnicowane. Najmniej objawów chorobowych stwierdzono na odmianach mieszańcowych PR46W15, PR46W31, DK Exquisite i Extend. Odmiana

PR46W15 każdorazowo plonowała najwyżej z całego badanego zestawu. Najsilniejsze objawy suchej zgnilizny kapustnych obserwowano na populacyjnej odmianie Katabatic; która należała też do najniżej plonujących. Przykład odmiany Extend posiadającej gen odporności *Rlm7* wskazuje jednak, że brak lub niewielkie nasilenie objawów chorobowych nie jest jedynym gwarantem uzyskania najwyższego plonu nasion.

Key words: production, *Leptosphaeria maculans*, *Leptosphaeria biglobosa*, soil variability

Abstract

Yield of agricultural crops is determined by numerous factors, such as the choice of suitable cultivar, soil quality and other environmental conditions, selective pressure of pests and diseases, agrotechnical practices, including chemical protection of plants and the weather. The aim of this study was to characterize healthiness and yield of selected hybrids and cultivars of oilseed rape, recommended by breeding companies for the cultivation in Poland, in conditions similar to agricultural production in the field, according to the rules of good agricultural practice.

The experiment was conducted in two consecutive seasons 2009/10 and 2010/11, in the fields of the Experimental Station of the National Research Institute of Animal Production in Pawłowice near Leszno (Poland) in split block design with three replicates. To our knowledge it was a unique experiment of this type on oilseed rape in Poland, conducted on field experiments plots; in the autumn of 2009 each cultivar was sown on 0.57 ha, so the area of one replicate was 0.19 ha. In the autumn of 2010 each cultivar was sown on the area of 0.8 ha, what equals to 0.27 ha per one replicate. Prior to the establishment of the field experiment the analysis of soil nutrients and pH was done at big scale, what allowed to perform the experiments in conditions near to identical for all studied varieties. The evaluation was performed for 21 cultivars of winter oilseed rape, including 6 population lines and 15 hybrids. Fungicide treatments were done in the autumn and early spring. Sprays against stem canker of brassicas were performed according to the SPEC system (www.spec.edu.pl). In the autumn and before harvest samples of infected plants were pulled out, the pathogens were isolated from infected plant tissues and ascribed to the relevant species of *Leptosphaeria* based on culture morphology. Moreover, the following parameters were evaluated: the percentage of plants with the symptoms of stem canker before winter, plant healthiness before harvest and seed yield.

The healthiness of plants, the composition of *Leptosphaeria* species as well as the seed yield significantly differed between cultivars. The lowest number of symptoms was found on hybrid cultivars PR46W15, PR46W31, DK Exquisite and Extend. The cultivar PR46W15 both times yielded the highest of all tested cultivars. The most damaging disease symptoms were observed on population cultivar Katabatic; this cultivar was also among the lowest yielding. The example of Extend – the cultivar containing with *Rlm7* resistance gene, showed that a low number or lack of stem canker symptoms does not guarantee of the highest seed yield.

Wstęp

Podstawowym celem hodowli odpornościowej rzepaku ozimego jest otrzymanie odmian o określonych genotypach, które w warunkach naturalnych nie ulegają porażeniu przez patogeny (Starzycka i in. 2009). Firmy hodowlane powinny dostarczyć jak najlepsze odmiany do produkcji rolniczej i zapewnić ochronę lokalnych zasobów genowych, które później mogą być wykorzystane do tworzenia nowych odmian. Wynika to głównie z testowania ich w lokalnych warunkach w czasie wieloletniego procesu selekcji (Wicki 2009). Według Duczmala (2008) uprawa odmian niepodlegających badaniom rejestracyjnym w Polsce, lecz zareje-

strowanych w katalogu wspólnotowym (CCA) może być ryzykowna, ponieważ nie zawsze są one dopasowane do lokalnych warunków produkcji. Wicki (2009) twierdzi także, że silna konkurencja ze strony odmian zagranicznych zmniejsza sprzedaż odmian wyhodowanych w Polsce. Marciniak (2008) podaje, że w 2008 roku polskie firmy hodowli roślin dostarczyły do uprawy jedynie 20% nasion.

Odmiany z katalogu wspólnotowego stanowią duży odsetek rzepaku uprawianego w Polsce, a większość z nich nie jest badana w ramach porejestrowego doświadczalnictwa odmianowego (PDO) i nie jest oceniana z punktu widzenia przydatności w danym regionie (Wicki 2009). W sporadycznych przypadkach odmiany z CCA są badane w ramach PDO. Niemniej jednak są one prowadzone na poletkach o powierzchni 15 m², co może się niestety wiązać z dużym błędem w oznaczaniu wartości niektórych cech, głównie takich jak odporność na choroby i szkodniki oraz plon nasion i oleju z hektara. Agrofagi, w tym głównie grzyby chorobotwórcze i niektóre szkodniki, mogą występować placowo i rzetelne oznaczenie podatności odmiany wymaga większego obszaru wykonania obserwacji makroskopowych (Jędrzycka 2006).

Jedną z najgroźniejszych chorób rzepaku jest sucha zgnilizna kapustnych powodowana 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, poza Azją. Szkodliwość suchej zgnilizny kapustnych oraz obecność i nasilenie obu patogenów są zróżnicowane (Fitt i in. 2006). W Polsce straty plonu powodowane przez nią mogą wynosić nawet 60% (Gwiazdowski i in. 2008). Grzyby *L. maculans* i *L. biglobosa* wywołują podobne objawy chorobowe, lecz różnią się wieloma cechami, w tym także szkodliwością wobec rośliny – gospodarza (Mahuku i in. 1996, Jędrzycka 2006). Określenie podatności odmian rzepaku na te patogeny jest bardzo ważnym elementem oceny ich przydatności w danym regionie.

W niniejszym opracowaniu oznaczono zdrowotność oraz plon wybranych odmian populacyjnych i mieszańcowych rzepaku ozimego pochodzących z zagranicy, zalecanych przez firmy hodowlane działające na terenie Polski. Badania wykonano w warunkach produkcyjnych, przy zachowaniu wszystkich elementów dobrej praktyki rolniczej związanej z zabiegami agrotechnicznymi i ochroną roślin. Z wiedzy autorów wynika, że jest to pierwsze tego typu doświadczenie nad porażeniem rzepaku prowadzone na bardzo dużej powierzchni, przy jednoczesnym zachowaniu prawie identycznego odczynu oraz zasobności gleby w składniki mineralne.

Material i metody

Doświadczenie polowe prowadzono przez dwa kolejne sezony: 2009/10 oraz 2010/11 na polach Zakładu Doświadczalnego Instytutu Zootechniki PIB w Pawłowicach koło Leszna w układzie pasowym (split-block), w trzech powtórze-

niach. Nasiona wysiano 25 sierpnia 2009 roku oraz 22 sierpnia 2010 roku, stosując normę wysiewu wynoszącą 45–50 nasion rzepaku/m² w przypadku form mieszańcowych i 55–65 nasion/m² dla odmian populacyjnych. Przedplonem była pszenica ozima lub mieszanki zbożowo-strączkowe. Jesienią 2009 roku każdą z odmian wysiano na polu produkcyjnym o powierzchni 0,57 ha, natomiast jesienią 2010 roku na powierzchni 0,8 ha. W 2009 roku powierzchnia jednego powtórzenia wynosiła zatem 0,19 ha, a w 2010 roku – 0,27 ha.

Do badań wytypowano 15 odmian mieszańcowych (DK Example, DK Exquisite, Extend, Nelson, NK Octans, NK Petrol, PR45D03, PR45D04, PR45D05, PR46W14, PR46W15, PR46W20, PR46W31, SY Kolumb, Toccata) oraz 6 odmian populacyjnych (Californium, Casoar, Castille, Catana, Katabatic, Osprey). Odmiany pochodziły z czterech firm hodowlanych lub dystrybucyjnych: Maïsadour, Monsanto, Pioneer Hi-Bred i Syngenta Seeds (tab. 1).

Tabela 1

Lista i pochodzenie odmian zastosowanych w doświadczeniach polowych w latach 2009/10 i 2010/11 — *The list and the origin of cultivars used in field experiments in 2009/10 and 2010/11*

Lp. No.	Nazwa odmiany <i>Name of cultivar</i>	Firma hodowlana/dystrybutor <i>Breeding company/distributor</i>	Typ odmiany <i>Type of cultivar</i>
1.	Katabatic	Maïsadour Semences	
2.	Osprey		
3.	Californium	Monsanto SAS Immeuble el Ysees Defense	populacyjna <i>population line</i>
4.	Casoar		
5.	Castille		
6.	Catana		
7.	DK Example		
8.	DK Exquisite		
9.	Extend		
10.	PR45D03	Pionier HI-Bred NESD GmbH	mieszańcowa <i>hybrid</i>
11.	PR45D04		
12.	PR45D05		
13.	PR46W14		
14.	PR46W15		
15.	PR46W20		
16.	PR46W31		
17.	Nelson	Syngenta Seeds	
18.	NK Octans		
19.	NK Petrol		
20.	SY Kolumb		
21.	Toccata		

W celu określenia zasobności gleby, odczynu pH i zasobności w makro- i mikroelementy przy pomocy próbnika glebowego pobrano próbki gleby z warstwy 0–20 cm. Na jedną próbkę średnią składało się 20–25 próbek pierwotnych. Jedna próbka zbiorcza reprezentowała powierzchnię 1 hektara. Z pobranych próbek usunięto fragmenty roślin oraz drobne kamienie. Próbkę gleby wysuszone do stanu powietrznie suchego oraz zmielono i przesiano przez sito o średnicy oczek 1 mm. Oznaczenie zawartości fosforu (P) i potasu (K) dokonano przez ekstrakcję zgodną z metodą Egnera-Riehma. Do ekstrakcji składników pokarmowych użyto zbuforowany do pH 3,55 (przy pomocy kwasu chlorowodorowego) 0,04 M mleczan wapnia. Ekstrakcji dokonywano przez mieszanie na mieszadle rotacyjnym przy prędkości obrotowej 40 obr./min przez 90 minut. Stosunek gleby do buforu ekstrakcyjnego wynosił 2 g : 100 ml. Po zakończeniu ekstrakcji zawiesinę przesączono przez sączi bezfosforanowe i bezpotasowe. Następnie dokonywano oddzielnych oznaczeń zgodnie z następującymi normami: dla fosforu PN-R-04023:1996, dla potasu PN-R-04022:1996 + Az1:2002. Fosfor oznaczano kolorymetrycznie, wykorzystując reakcję ortofosforanów z molibdenianem amonu, fotoreksem oraz chlorkiem cynawym. W wyniku reakcji powstaje barwny kompleks, którego zabarwienie jest proporcjonalne do zawartości fosforanów. Pomiar wykonano na spektrofotometrze Spekol 221, przy długości fali 670 nm. Oznaczenie potasu dokonano metodą płomieniowej emisyjnej spektrometrii atomowej (FAES – flame atomic emission spectrometry). Oznaczenia dokonano na aparacie Avanta Sigma przy długości fali 766,5 nm. Ekstrakcję magnezu przeprowadzono zgodnie z metodą Schachtschabela (PN-R-04020:1994 + Az1:2004). Do ekstrakcji użyto 0,0125 M chlorku wapnia (CaCl_2). Ekstrakcji dokonywano przez mieszanie na mieszadle rotacyjnym przy prędkości obrotowej 40 obr./min przez 120 minut. Stosunek gleby do buforu ekstrakcyjnego wynosił 10 g : 100 ml. Po przesączeniu zawiesiny dokonywano oznaczenia magnezu metodą atomowej spektrofotometrii absorpcyjnej (AAS – atomic absorption spectroscopy). Oznaczenia dokonano na aparacie Avanta Sigma przy długości fali 285,2 nm. Oznaczenie pH gleby wykonano metodą potencjometryczną. Wykonano zawiesinę gleby w 1 M chlorku potasu (KCl), przy stosunku gleba : 1 M KCl wynoszącym 1 : 5. Oznaczenia dokonano zgodnie z normą PN-ISO 10390:1997. Pomiaru dokonano przy pomocy pH-metru CP-411 i elektrody ERH-13.

Zabiegi przeciwko suchej zgniliznie kapustnych wykonano w dniach 28 września 2009 (BBCH 14) i 3 października 2010 roku (BBCH 15), zgodnie z wynikami monitorowania uzyskanymi za pomocą pułapki wolumetrycznej (Burkard Manufacturing Ltd., Wielka Brytania) zlokalizowanej w Zakładzie Doświadczalnym Oceny Odmian w Krościnie Małej w ramach systemu SPEC (www.spec.edu.pl), w odległości 50 km od miejsca prowadzenia doświadczenia łanowego. Jesienne zabiegi wykonano preparatem Alert 375 SC (flusilazol 125 g/l + karbendazym 250 g/l) w dawce 0,6 l/ha. Zabiegi wczesnowiosenne, po ruszeniu

wegetacji wykonano w fazie BBCH 32, w dniu 13 kwietnia 2010 i 12 kwietnia 2011 roku. W obu terminach wiosenny zabieg wykonano mieszaniną preparatów grzybobójczych Capitan 250 EW (flusilazol 250 g/l) w dawce 0,4 l/ha oraz Horizon 250 EW (tebukonazol 250 g/l) w dawce 0,5 l/ha. Zabiegi przeciwko zgniliznie twardzikowej wykonano w fazie pełni kwitnienia BBCH 65 preparatem Acanto 250 EW (pikoksystrobina 250 g/l) w dawce 1 l/ha. W 2010 roku zabieg ten wykonano 10 maja, natomiast w 2011 roku 6 maja. W latach badań rejestrowano warunki pogodowe.

Obserwacje zdrowotności roślin rzepaku przeprowadzono jesienią (17 listopada 2009, 13 listopada 2010 r.) i przed żniwami (6 lipca 2010, 7 lipca 2011 r.). Jesienią oceniano po około 160–170 roślin z każdego powtórzenia – łącznie po 500 roślin z każdej odmiany, poruszając się po każdym poletku ruchem zygzakowatym. Stopień porażenia liści rzepaku przez grzyby rodzaju *Leptosphaeria* oceniano według pięciostopniowej skali (0–4) opisanej przez Kaczmarek (2010). Obserwacjami objęto wszystkie patogeny istotne z gospodarczego punktu widzenia.

Przed żniwami do oceny objawów powodowanych przez sprawców suchej zgnilizny kapustnych stosowano dziesięciostopniową skalę bonitacyjną (0–9), w której kryterium oceny stanowiła rozległość objawów na powierzchni łodygi i ogólna kondycja rośliny (Jędrzycka 2006). W każdym powtórzeniu danej odmiany oceniano zdrowotność 200 roślin rzepaku. Z każdej rośliny rzepaku z objawami suchej zgnilizny kapustnych na liściach i łodygach izolowano mikroorganizmy chorobotwórcze. Gatunek grzybów rodzaju *Leptosphaeria* oznaczano na podstawie cech morfologicznych kultur na pożywce agarowo-glukozowo-ziemniaczanej (Potato Dextrose Agar, PDA). Oprócz procentu roślin z objawami suchej zgnilizny kapustnych jesienią i przed żniwami, oznaczano plon nasion przy 90% suchej masy.

Wnioskowanie dotyczące istotności różnic pomiędzy obiektami badawczymi prowadzono na podstawie jednoczynnikowej analizy wariancji, a istotność różnic określono testem Tukeya, przyjmując poziom istotności $\alpha = 0,05$. Obliczenia wykonano stosując pakiet statystyczny Statistica 6.0 (Stat Soft).

Wyniki

Analiza zasobności gleby pozwoliła na wybór fragmentów pola cechujących się zbliżoną zawartością badanych makroelementów. Zawartość P_2O_5 w 100 g gleby w 2009 roku była wysoka i wahała się w granicach od 15,3 do 27,2 mg, a w 2010 roku od 12,6 do 24,6 mg/100 g gleby. Zawartość potasu w glebie wynosiła w 2009 roku od 14,4 do 24,1 mg K_2O na 100 g gleby, a w 2010 roku od 18,4 do 35 mg, co uważane jest za wysoką i bardzo wysoką zasobność, sprzyjającą uprawie rzepaku ozimego. Oznaczenie zawartości magnezu w 2009 roku wykazało od 3,9 do 8,0 mg, a w 2010 roku od 3,5 do 5,1 mg/100 g gleby. We wszystkich

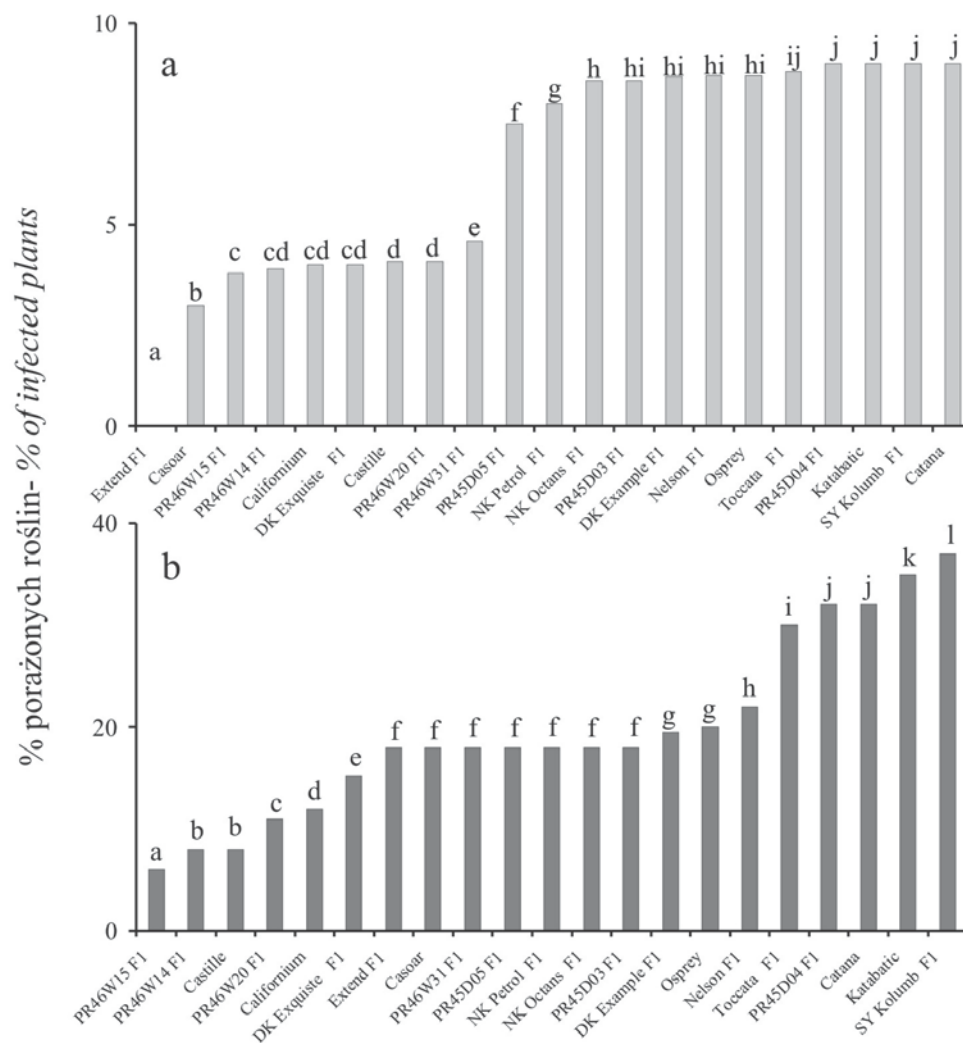
przypadkach zawartość badanych pierwiastków była bardzo zbliżona. Na żadnym z pól doświadczalnych nie stwierdzono niewłaściwego odczynu lub niskiej zasobności gleby, które ograniczałyby wzrost, rozwój i plonowanie roślin rzepaku. Badania prowadzono na polach o pH wynoszącym 5,7–6,5, określanymi jako lekko kwaśny. Jest to odczyn gleby sprzyjający uprawie rzepaku.

Dzięki prowadzeniu doświadczenia łanowego na polu o wyrównanych warunkach glebowych, przy identycznych warunkach meteorologicznych i ocenie zdrowotności licznych prób roślin, wyniki uzyskane w poszczególnych powtórzeniach były bardzo zbliżone.

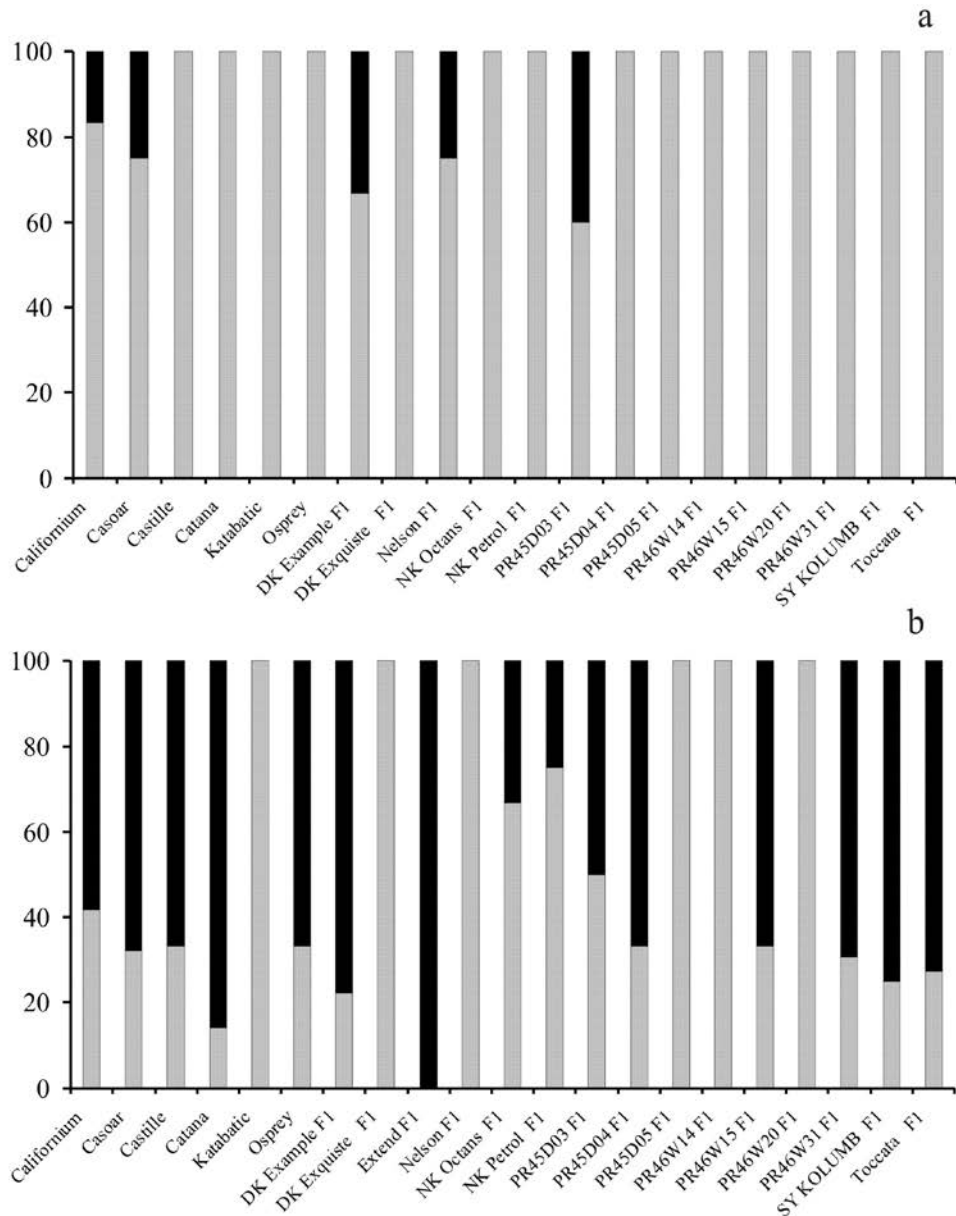
Zdrowotność roślin poszczególnych odmian rzepaku była zróżnicowana. Obserwowano istotny wpływ warunków pogodowych panujących w obu sezonach. Przed spoczynkiem zimowym roślin późną jesienią 2009 roku na odmianie mieszańcowej Extend nie zaobserwowano objawów suchej zgnilizny kapustnych, a jesienią 2010 roku te symptomy pojawiły się na zaledwie 1% roślin tej odmiany (rys. 1a). Jesienią 2009 roku średnie porażenie odmian wynosiło 6,5%, przy czym na najbardziej porażonych odmianach: PR45D04, Katabatic, SY Kolumb i Catana zanotowano 9% porażonych roślin, co istotnie statystycznie różniło się od pozostałych testowanych odmian. Latem 2010 roku statystycznie istotnie najniższy odsetek roślin z objawami suchej zgnilizny kapustnych odnotowano u odmiany mieszańcowej PR45W15 (Pionier HI-Bred), wynosił on zaledwie 6% (rys. 1b). Najwięcej porażonych roślin stwierdzono w przypadku odmian SY Kolumb (37%). Do odmian, u których liczba roślin z objawami suchej zgnilizny kapustnych wynosiła powyżej 30% należały także: PR45D04, Catana i Katabatic, czyli odmiany najbardziej porażone w sezonie jesiennym.

Jesienią 2009 roku z porażonych roślin rzepaku izolowano głównie grzyby *L. maculans*; średnio 93% izolatów należało do tego gatunku. Na 15 odmianach nie stwierdzono obecności grzyba *L. biglobosa*, podczas gdy na pozostałych 5 stanowił on średnio 28% badanej populacji (rys. 2a). Przed żniwami w 2010 roku grzyby *L. maculans* i *L. biglobosa* występowały w zbliżonych proporcjach. Na łodygach odmiany Extend stwierdzono obecność jedynie gatunku *L. biglobosa*, a na odmianach: Katabatic, DK Exquiste, Nelson, PR45D05, PR46W14, PR46W20 stwierdzono jedynie gatunek *L. maculans* (rys. 2b).

W sezonie 2009/10 odnotowano statystycznie istotną korelację pomiędzy porażeniem poszczególnych odmian przez grzyby powodujące suchą zgniliznę kapustnych w okresie jesiennym i przed żniwami (0,666), na poziomie istotności $\alpha = 0,05$. Współczynniki korelacji pomiędzy porażeniem roślin przez chorobotwórcze grzyby rodzaju *Leptosphaeria* a plonem także były statystycznie istotne i kształtowały się na poziomie -0,734 (plon i porażenie przed zimowym spoczynkiem roślin) oraz -0,872 (plon i porażenie przed żniwami). Współczynniki korelacji wskazują na silną, odwrotnie proporcjonalną zależność pomiędzy nasileniem suchej zgnilizny kapustnych a plonem nasion.



Rys. 1. Procent roślin rzepaku ozimego z objawami suchej zgnilizny kapustnych jesienią 2009 (a) i latem 2010 (b) na polu Zakładu Doświadczalnego IZ-PIB w Pawłowicach koło Leszna. Jednakowymi literami oznaczono obiekty nie różniące się istotnie na poziomie $\alpha = 0,05$ — *The percentage of winter oilseed rape plants with phoma leaf spot symptoms in autumn 2009 (a) and in summer 2010 (b) in the field of Experimental Station IZ-PIB in Pawłowice near Leszno. The same letters are used to point out the cultivars showing no significant differences at $\alpha = 0.05$*



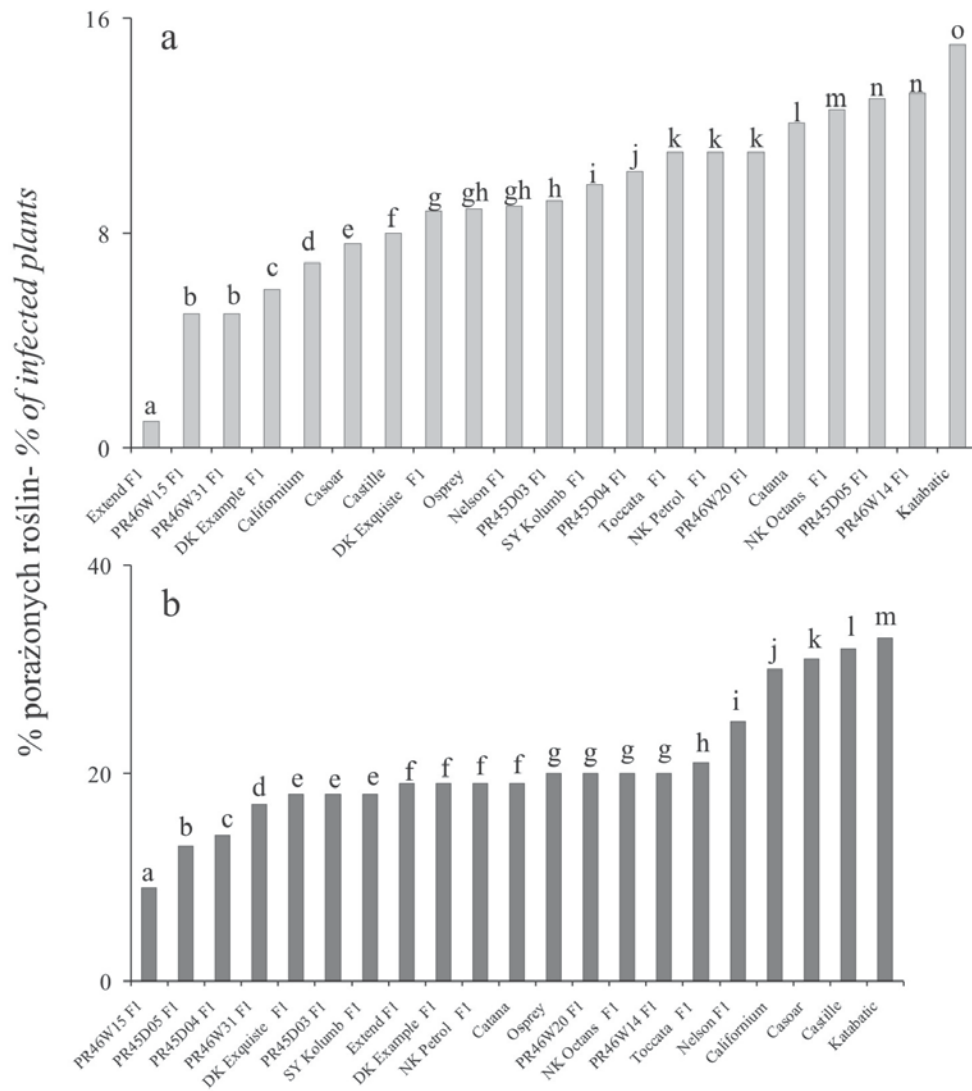
Rys. 2. Udział procentowy gatunków *L. maculans* (szare słupki) i *L. biglobosa* (czarne słupki) porażających roślin odmian rzepaku ozimego jesienią 2009 (a) i latem 2010 (b) na polu Zakładu Doświadczalnego IZ-PIB w Pawłowicach koło Leszna — *The percentage of L. maculans* (grey bars) and *L. biglobosa* (black bars) in varieties of winter oilseed rape in autumn 2009 (a) and summer 2010 (b) in the field of Experimental Station IZ-PIB in Pawłowice near Leszna

Jesienią 2010 roku średnie porażenie odmian było o 2,8% wyższe niż w roku poprzednim i wynosiło 9,25% roślin. Najbardziej porażona była odmiana populacyjna Katabatic, u której liczba roślin z plamami na liściach wywołanymi przez grzyby *L. maculans* i *L. biglobosa* wynosiła 15% (rys. 3a). Statystycznie istotnie największe (33%) porażenie roślin tej odmiany odnotowano także przed żniwami (rys. 3b). Latem 2011 roku najmniejszy odsetek porażonych roślin rzepaku stwierdzono u odmiany PR46W15, która była także najmniej porażona w poprzednim sezonie. Jesienią 2010 roku z liści rzepaku izolowano głównie grzyb *L. maculans*; jedynie z odmian Californium, Katabatic i PR45D03 wyodrębniono także *L. biglobosa* (rys. 4a). Przed żniwami w 2011 roku na łodygach rzepaku stwierdzono obecność obu patogenów w zbliżonych proporcjach (rys. 4b). Jesienią 2010 roku, podobnie jak jesienią 2009 roku, na łodygach odmiany Extend występował jedynie gatunek *L. biglobosa*, a z roślin rzepaku odmiany: Catana, Katabatic, Osprey, Nelson i NK Octans izolowano jedynie *L. maculans*. Taką samą zależność stwierdzono w poprzednim sezonie u odmian Katabatic i Nelson (rys. 2).

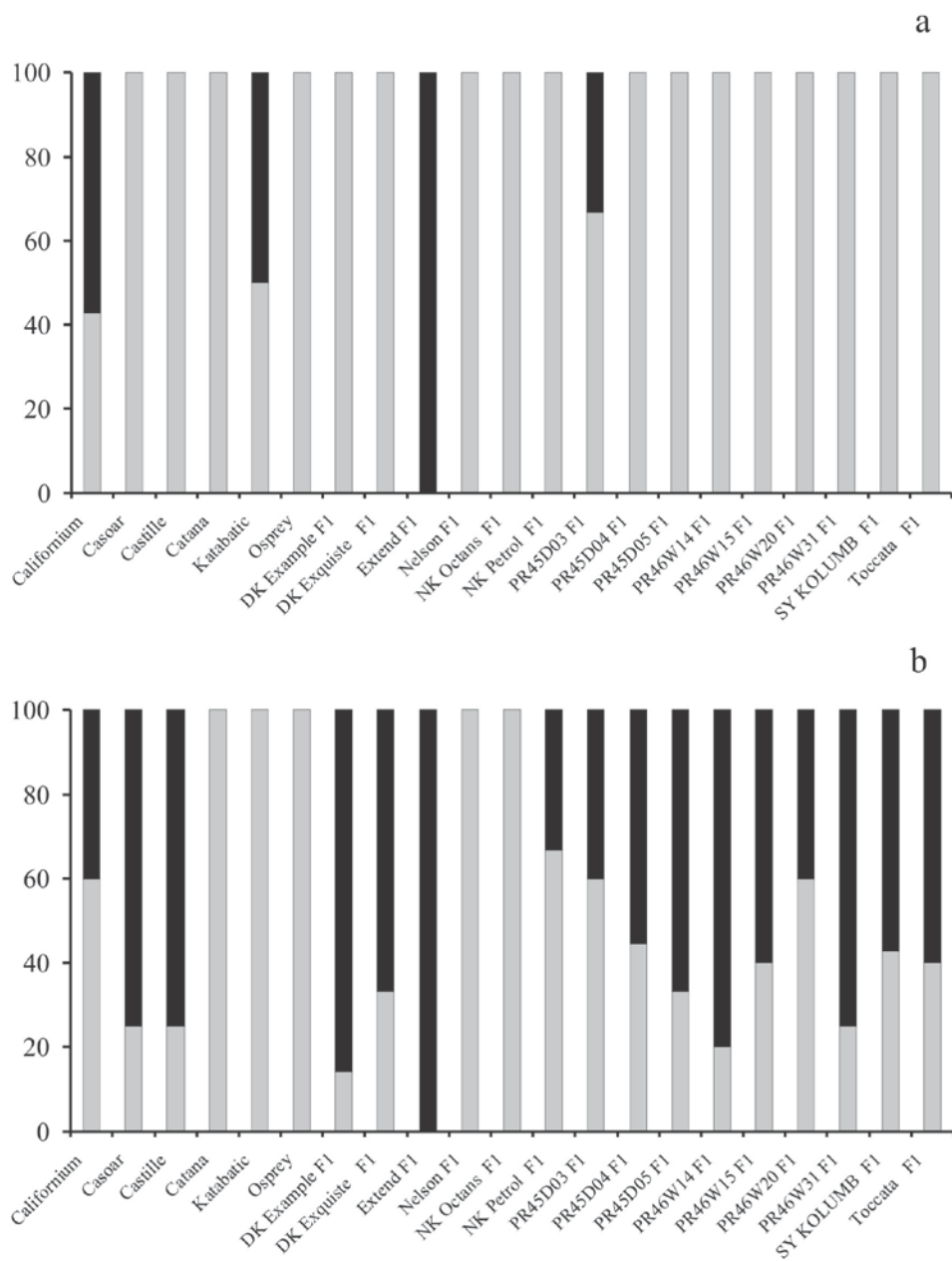
Plon nasion odmian rzepaku uprawianych w sezonie 2009/10 wynosił średnio 40,39 dt/ha, a w kolejnym sezonie był niższy o 11,9 dt/ha, co z pewnością było związane z niekorzystnymi warunkami atmosferycznymi w pierwszej dekadzie maja 2011 roku – spadek temperatury do $-3,7^{\circ}\text{C}$. Latem 2010 roku najslabiej plonującą odmianą była SY Kolumb, która charakteryzowała się także najniższą odpornością na grzyby powodujące suchą zgniliznę kapustnych. W sezonie 2010/11 plon poniżej 20 dt/ha uzyskano u odmiany Castille. W obu sezonach badawczych najwyższy plon uzyskano z odmiany PR46W15; wynosił on 49,2 dt/ha w 2010 roku (rys. 5a) i 34,3 dt/ha w 2011 roku (rys. 5b). Wyraźnych prawidłowości nie stwierdzono w odniesieniu do wysokości plonu nasion odmian mieszańcowych w stosunku do odmian populacyjnych. W pierwszym roku prowadzenia badań odmiany populacyjne plonowały średnio o 7,7 dt/ha wyżej aniżeli odmiany mieszańcowe, a w następnym roku niżej o 5,9 dt/ha.

W sezonie 2010/11 nie stwierdzono statystycznie istotnej zależności pomiędzy porażeniem poszczególnych odmian przez grzyby *L. maculans* i *L. biglobosa* w okresie jesiennym i przed zbiorem, ani też z plonem nasion. Stwierdzono natomiast bardzo istotną korelację ($\alpha = 0,001$) pomiędzy objawami suchej zgnilizny kapustnych przed zbiorem a plonem nasion rzepaku (-0,910). Podobnie jak w poprzednim sezonie wegetacyjnym zależność ta była odwrotnie proporcjonalna: im większe było nasilenie objawów chorobowych, tym mniej nasion zebrano z pola.

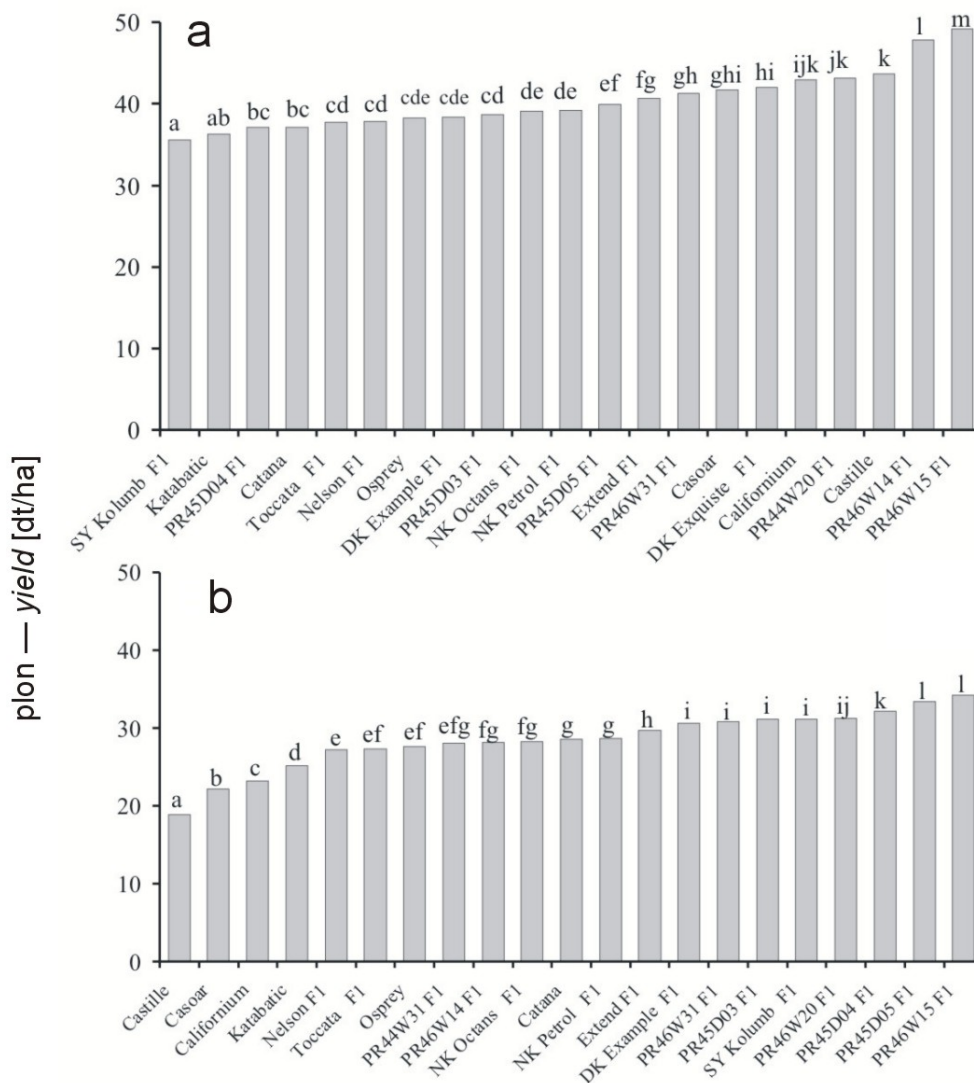
Reasumując, w okresie jesiennym wśród badanych odmian najmniej lub brak objawów suchej zgnilizny kapustnych na liściach rzepaku stwierdzono na odmianie mieszańcowej Extend. Jest to odmiana z nowo wprowadzonym genem odporności *Rlm7*. Przed zbiorem, z porażonych roślin tej odmiany wyodrębniono jedynie izolaty *L. biglobosa*. Pomimo braku lub nikłego porażenia w okresie jesiennym oraz obecności gatunku uznawanego za mało patogeniczny (*L. biglobosa*), plon plon Extend był niewiele wyższy od średniej dla wszystkich badanych odmian



Rys. 3. Procent roślin rzepaku ozimego z objawami suchej zgnilizny kapustnych jesienią 2010 (a) i latem 2011 (b) na polu Zakładu Doświadczalnego IZ-PIB w Pawłowicach koło Leszna. Jednakowymi literami oznaczono obiekty nie różniące się istotnie na poziomie $\alpha = 0,05$ — *The percentage of winter oilseed rape plants with phoma leaf spot symptoms in autumn 2010 (a) and in summer 2011 (b) in the field of Experimental Station IZ- PIB in Pawłowice near Leszno. The same letters are used to point out the cultivars showing no significant differences at $\alpha = 0.05$*



Rys. 4. Udział procentowy gatunków *L. maculans* (szare słupki) i *L. biglobosa* (czarne słupki) porażających rośliny odmian rzepaku ozimego jesienią 2010 (a) i latem 2011 (b) na polu Zakładu Doświadczalnego IZ-PIB w Pawłowicach koło Leszna — *The percentage of L. maculans* (grey bars) and *L. biglobosa* (black bars) in varieties of winter oilseed rape plants in autumn 2010 (a) and summer 2011 (b) in the field of Experimental Station IZ-PIB in Pawłowice near Leszna



Rys. 5. Plon nasion przy 9% wilgotności uzyskany w badaniach wykonanych na polu Zakładu Doświadczalnego IZ-PIB w Pawłowicach koło Leszna w 2010 (a) i 2011 roku (b). Jednakowymi literami oznaczono obiekty nie różniące się istotnie na poziomie $\alpha = 0,05$ — *The seed yield at 9% humidity obtained in studies done in the field of Experimental Station IZ – PIB in Pawlowice near Leszno before harvest in 2010 (a) and 2011 (b). The same letters are used to point out the cultivars showing no significant differences at $\alpha = 0,05$*

rzepaku i wynosił w 2010 roku 40,71 dt/ha, tj. jedynie o 32 kg/ha więcej niż średnia dla badanych odmian oraz aż 853 kg mniej od najwyższej plonującej odmiany PR46W15. Natomiast w 2011 roku plon tej odmiany wynosił 29,74 dt/ha, tj. o 125 kg/ha więcej niż średnia, lecz o 451 kg mniej niż najlepiej plonująca odmiana, którą w kolejnym roku ponownie była PR46W15. Cecha odporności jest bardzo ważnym atutem tej odmiany, niemniej jednak jej potencjał plonowania w warunkach identycznych w stosunku do odmian bardziej porażonych, takich jak np. DK Exquisite był, niewystarczający, by uzyskać najwyższy plon nasion. Zasadniczo jednak stwierdzono silną korelację pomiędzy nasileniem objawów suchej zgnilizny kapustnych, zwłaszcza przez żniwami, a plonem nasion rzepaku.

Odmianami ze stosunkowo niewielkimi objawami porażenia grzybami *L. maculans* i *L. biglobosa* zarówno jesienią, jak też przed zbiorem były mieszańce PR46W15, PR46W31 i DK Exquisite oraz odmiany populacyjne Californium, Casoar i Castille. Z tych odmian jednak tylko PR46W15 charakteryzowała się słabym nasileniem objawów suchej zgnilizny kapustnych przed zbiorem rzepaku, a także uzyskano z niej najwyższy plon. Odmiany populacyjne: Californium, Casoar i Katabatic oraz mieszańce: DK Example, Nelson oraz PR45D03 były w okresie jesiennym w znacznym stopniu porażone przez *L. biglobosa*. Z zestawu badanych odmian na uwagę zasługuje DK Exquisite, która po zabiegu fungicydowym była porażona w niewielkim stopniu i cechowała się stabilnie wysokim, choć nie najwyższym, plonem w obu latach prowadzenia doświadczeń. Plon nasion tej odmiany wynosił 42,1 dt/ha w 2010 roku i 30,9 dt/ha w 2011 roku. W pierwszym roku plon ten był wyższy od średniej dla badanych odmian o ponad 4%, a w kolejnym o ponad 8%.

Dyskusja

Badania przeprowadzone przez Wałkowskiego i in. (1999) wykazały, że dobór odmian jako czynnika produkcji odgrywa znaczną rolę w warunkach intensywnej uprawy roślin. Kaczmarek i in. (2011) stwierdzili, iż termin zabiegu fungicydowego w istotny sposób wpływa na zdrowotność i plonowanie roślin. Wykazano, iż w grupie substancji aktywnych bardzo skutecznie zwalczających patogeny rodzaju *Leptosphaeria* w rzepaku jest flusilazol (Brachaczek i in. 2011). W niniejszej pracy stwierdzono, że badane odmiany istotnie różniły się pod względem wielu cech, a ich reakcja na taki sam rodzaj traktowania fungicydami aplikowanymi w terminie maksymalnego uwalniania zarodników grzybów rodzaju *Leptosphaeria* nie była jednakowa. Podobnie proporcja pomiędzy gatunkami *L. maculans* i *L. biglobosa* była istotnie różna dla badanych odmian rzepaku ozimego. Izolacje grzybów chorobotwórczych z liści rzepaku z objawami suchej zgnilizny kapustnych potwierdziły zdecydowanie większą częstość występowania

gatunku *L. maculans*, gdy tymczasem z łądyg izolowano oba patogeny w zbliżonych proporcjach. Podobne wyniki uzyskała Jędryczka (2006), a następnie – w innych warunkach doświadczalnych – także Kaczmarek (2011) i Dawidziuk (2011). Proporcje pomiędzy oboma gatunkami izolowanymi z porażonych roślin zależą od odporności badanych odmian.

Znane są dwa typy odporności na *L. maculans* (Delourme i in. 2004). Na poziomie siewki i młodych roślin działa odporność pionowa – rasowo-specyficzna, kontrolowana przez pojedyncze geny główne (Ferreira i in. 1995, Mayerhofer i in. 1997). Natomiast pozioma odporność poligeniczna występuje u dojrzałych roślin zwykle po wernalizacji i jest kontrolowana przez wiele czynników genetycznych oraz kodowana przez loci cech ilościowych (QTL) (Gout i in. 2006). Niewiele wiadomo na temat mechanizmów odporności rzepaku na *L. biglobosa* (Fitt i in. 2006). Główne geny odporności (*Rlm*) na *L. maculans* najprawdopodobniej nie działają w przypadku infekcji przez *L. biglobosa* (Brun i in. 1997, Fitt i in. 2006). Do chwili obecnej opisano dziewięć głównych genów odporności na *L. maculans* u rzepaku (*Rlm1* – *Rlm9*) (Ansan-Melayah i in. 1998, Delourme i in. 2004, Balesdent i in. 2005). Wielokrotnie wykazywano, że geny te są bardzo skuteczne w ograniczaniu choroby. Często jednak może dojść do przełamania odporności, ponieważ wprowadzenie nowego typu odporności na rozległym terenie i przez wielu użytkowników równocześnie powoduje tak silną presję selekcyjną, że w krótkim czasie pojawiają się lub rozmnażają rasy patogena zdolne do pokonania tej odporności (Gout i in. 2006). Taką sytuację odnotowano we Francji po masowym wprowadzeniu do uprawy odmian rzepaku z genem odporności *Rlm1*. W ciągu kilku lat populacja *L. maculans* zmieniła się i pomimo znacznej początkowej przewagi allelu *AvrLm1* po upływie 2–3 lat obserwowano znaczny odsetek izolatów z allelem wirulencji *avrLm1* (Rouxel i in. 2003). Taką samą zależność obserwowano także w Polsce (Jędryczka i in. 2009).

Informacje na temat genów odporności odmian testowanych w niniejszych badaniach nie są znane, poza faktem wprowadzenia genu odporności *Rlm7* do odmiany Extend. Wysoka skuteczność tego genu odporności związana jest z obecnym składem populacji grzyba *L. maculans* w Polsce. Kilka lat wcześniej gen awirulencji *AvrLm7* był obecny w całej populacji patogena (Stachowiak i in. 2006, Jędryczka i in. 2009). Oznacza to, że żaden z badanych izolatów nie był zdolny do wywołania objawów chorobowych na linii testowej z genem odporności *Rlm7*. W niniejszych badaniach najmniej objawów chorobowych lub ich brak w obu sezonach badań obserwowano na odmianie mieszańcowej Extend z genem odporności *Rlm7*. Na łądygach roślin tej odmiany przed zbiorem stwierdzono wyłącznie obecność grzyba *L. biglobosa*. Fakt braku lub znikomego porażenia roślin przez chorobotwórczy grzyb *L. maculans* nie spowodował jednak najwyższego plonowania tej odmiany. Plon nasion odmiany Extend tylko w niewielkim stopniu odbiegał od średniej uzyskanej dla 21 badanych odmian; w pierwszym sezonie badawczym

było to jedynie 0,8% nasion więcej, a w drugim 4,3% nasion więcej. Z drugiej jednak strony, silnie porażone – w okresie przed żniwami – odmiany Katabatic, Casoar i Castille należały do nisko plonujących. Prawdopodobną przyczyną jest wysoki potencjał plonotwórczy tych odmian i pozytywna reakcja na zastosowane środki grzybobójcze.

Spośród badanych odmian najlepiej plonującą była PR46W15 wyhodowana przez firmę Pioneer Hi-Bred. Na liściach i łodygach tej odmiany objawy suchej zgnilizny kapustnych występowały w niewielkim nasileniu. Godna polecenia do uprawy była także odmiana DK Exquisite, która cechowała się zarówno niewielkim porażeniem przez grzyby rodzaju *Leptosphaeria*, jak też wysokim plonem nasion.

W niniejszej pracy stwierdzono, iż w 75% przypadków odmiany silniej porażone przez *L. biglobosa* w okresie jesiennym były też bardziej porażone tym gatunkiem przed zbiorem rzepaku. Jesienią na liściach pozostałych odmian stwierdzono wyłącznie gatunek *L. maculans*. Można przypuszczać, iż gatunek *L. biglobosa* występował w roślinach, lecz jego obecność była znikoma lub porażenie roślin nastąpiło dopiero wczesną wiosną.

Niniejsze opracowanie stanowi kontynuację badań prowadzonych w sezonach 2007/08 i 2008/09 na terenie ZD IZ – PIB w Pawłowicach (Brachaczek i in. 2010). Badania te potwierdzają, że przy zastosowaniu dużej intensywności uprawy rzepaku reakcja odmian na te same zabiegi agrotechniczne bywa różna. Dzięki tego typu eksperymentom oraz informacjom systematycznie publikowanym przez COBORU producenci rzepaku mogą dla swych celów dobrać odmiany odporne na grzyby powodujące suchą zgniliznę kapustnych, a jednocześnie zadowalające pod względem plonu nasion z hektara. Należy pamiętać, iż dane uzyskane dla określonego regionu nie muszą być prawdziwe dla innego, bowiem szybkość wzrostu i rozwoju roślin oraz miejscowe populacje patogenów mogą być odmienne.

Wnioski

1. Prowadzenie doświadczenia polowego na glebie wyrównanej pod względem odczynu i zasobności w składniki odżywcze oraz na dużych arealach, a także przy znacznej liczbie badanych roślin umożliwia ocenę zdrowotności oraz określenie potencjału plonotwórczego odmian rzepaku zbliżone do wartości uzyskiwanych w warunkach produkcyjnych.
2. Obecność gatunku *L. biglobosa* na liściach rzepaku jesienią powoduje silniejsze porażenie łodyg tym gatunkiem patogena także przed zbiorem rzepaku.
3. Zdrowotność odmian rzepaku może być zróżnicowana, pomimo wykonania zabiegu fungicydowego w identycznym terminie i przy zachowaniu tego samego preparatu grzybobójczego oraz dawki substancji aktywnej.

4. Znaczna odporność odmiany i wysoka skuteczność zabiegu grzybobójczego nie są jedynymi czynnikami wystarczającymi do uzyskania wysokiego plonu nasion.
5. Spośród odmian rzepaku znajdujących się w doborze odmian roślin uprawnych rolnicy mogą wybrać tę, której cechy są najbardziej pożądane w warunkach danego gospodarstwa.

Podziękowanie

Autorzy składają serdeczne podziękowania panu Michałowi Kamińskiemu (Zakład Doświadczalny IZ-PIB w Pawłowicach) za prowadzenie doświadczeń polowych oraz Grzegorzowi Pawlakowi i Marcinowi Fedykowi (DuPont Poland) za pomoc podczas oceny porażenia roślin.

Literatura

-
- Ansan-Melayah D., Balesdent M-H., Delourme R., Pilet M.L., Tanguy X., Renard M., Rouxel T. 1998. Genes for race-specific resistance against blackleg disease in *Brassica napus* L. *Plant Breeding*, 117: 373–378.
- Balesdent M-H., Barbetti M.J., Li H., Sivasithamparam K., Gout L., Rouxel T. 2005. Analysis of *Leptosphaeria maculans* race structure in a worldwide collections of isolates. *Phytopathology*, 95 (9): 1061–1071.
- Brachaczek A., Kaczmarek J., Michalski K., Jędrzycka M. 2011. Wpływ terminu stosowania fungicydu zawierającego flusilazol, w okresie jesiennym i wczesnowiosennym, na plon i jakość nasion rzepaku ozimego. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, 32 (2): 167–180.
- Brachaczek A., Kamiński M., Kaczmarek J., Jędrzycka M. 2010. Wartość gospodarcza odmian rzepaku ozimego w doświadczeniach produkcyjnych po zastosowaniu pełnej technologii fungicydowej ochrony roślin z wykorzystaniem systemu prognozowania SPEC. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, 31: 67–83.
- Brun H., Levivier S., Eber F., Renard M., Chèvre A-M. 1997. Electrophoretic analysis of natural populations of *Leptosphaeria maculans* directly from leaf lesions. *Plant Pathology*, 46: 147-154.
- Dawidziuk A. 2011. Matematyczny model cyklu rozwojowego oraz molekularna detekcja gatunków *Leptosphaeria maculans* i *L. biglobosa* Praca doktorska, Instytut Genetyki Roślin PAN, Poznań.
- Delourme R., Pilet-Nayel M.L., Archipiano M., Horvais R., Tanguy X., Rouxel T., Brun H., Renard M., Balesdent M-H. 2004. A cluster of major specific resistance genes to *Leptosphaeria maculans* in *Brassica napus*. *Phytopatology*, 94: 578–583.
- Duczmal K. 2008. Jutro polskiego sektora nasiennego – przewidywane zmiany wraz z modelem naukowego wsparcia. *Hodowla Roślin i Nasiennictwo*, 2: 27-37.
- Ferreira M.E., Rimmer S.R., Williams P.H., Osborn T.C. 1995. Mapping loci controlling *Brassica napus* resistance to *Leptosphaeria maculans* under different screening conditions. *Phytopathology*, 85: 213–217.
- 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.

- Gout L., Eckert M., Rouxel T., Balesdent M.-H. 2006. Genetic variability and distribution of mating type alleles in field population of *Leptosphaeria maculans* from France. *Applied and Environmental Microbiology*, 72: 185-191.
- Gwiazdowski R., Korbas M., Jajor E. 2008. Ochrona rzepaku przed chorobami. W: *Integrowana produkcja rzepaku ozimego i jarego*. Mrówczyński M., Pruszyński S. (red.). Instytut Ochrony Roślin, Poznań: 42-55.
- Jędrzycka M. 2006. Epidemiologia i szkodliwość suchej zgnilizny kapustnych na rzepaku ozimym w Polsce. *Rozprawy i Monografie IGR PAN*, 17: 1-150.
- Jędrzycka M., Stachowiak A., Olechnowicz J., Karolewski Z., Podleśna A. 2009. Porównanie zestawu genów awirulencji i ras w kolekcjach izolatów chorobotwórczego grzyba *Leptosphaeria maculans* w Polsce. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, 30 (2): 197-206.
- 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. 2011. Development of the perfect stage of *Leptosphaeria maculans* ([Desm.] Ces. et de Not.) and *L. biglobosa* (Shoemaker and Brun, 2001) and the protection of oilseed rape against these fungal pathogens. *Phytopathologia*, 61: 61-64.
- Kaczmarek J., Brachaczek A., Jędrzycka M. 2011. Skuteczność zabiegów fungicydowych na rzepaku ozimym w różnych terminach ich wykonania. A. Wpływ terminu zabiegu na porażenie suchą zgnilizną kapustnych. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, 32 (2): 153-166.
- 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.
- Marciniak K. 2008. Polska hodowla roślin w roku 2008. *Hodowla Roślin i Nasiennictwo*, 4: 4-16.
- Mayerhofer R., Bansal V.K., Thiagarajah M.R., Stringam G.R., Good A.G. 1997. Molecular mapping of resistance to *Leptosphaeria maculans* in Australian cultivars of *Brassica napus*. *Genome*, 40: 294-301.
- Rouxel T., Willner E., Coudard L., Balesdent M.H. 2003. Screening and identification of resistance to *Leptosphaeria maculans* (stem canker) in *Brassica napus* accessions. *Euphytica*, 133: 219-231.
- Shoemaker R.A., Brun H. 2001. The teleomorph of the weakly aggressive segregate of *Leptosphaeria maculans*. *Canadian Journal of Botany*, 79: 412-419.
- Stachowiak A., Olechnowicz J., Jędrzycka M., Rouxel T., Balesdent M.H., Happstadius I., Gladders P., Latunde-Dada A., Evans N. 2006. Frequency of avirulence alleles in field populations of *Leptosphaeria maculans* in Europe. *European Journal of Plant Pathology*, 114: 67-75.
- Starzycka E., Starzycki M., Kauzik M., Woś H., Cichy H., Budzianowski G. 2009. Ocena odporności rzepaku ozimego na porażenie przez *Leptosphaeria* spp. i *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary w doświadczeniach przeprowadzonych w Małyszynie i Borowie, w latach 2007–2009. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, 30: 207-222.
- Wałkowski T., Ladek A., Szwak A. 1999. Ocena plonowania odmian rzepaku ozimego w warunkach produkcyjnych w latach 1984–1986 i 1992–1995 na podstawie badań ankietowych. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, 20: 423-434.
- Wicki L. 2009. Konkurencja odmian zagranicznych na polskim rynku nasiennym. *Zeszyty Naukowe SGGW w Warszawie – Problemy Rolnictwa Światowego*, 7 (12): 143-153.