



Katedra Ochrony Roślin, Wydział Ogrodnictwa i Architektury Krajobrazu,
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. Leszczyńskiego 7, 20-069 Lublin, Polska

e-mail: agnieszka.jamiolkowska@up.lublin.pl

AGNIESZKA JAMIOŁKOWSKA 

Mykobiota sadzonek wybranych roślin jagodowych

Mycobiota of selected berry plants seedlings

Abstrakt. Polska jest jednym z największych producentów owoców miękkich. Sprzyjają temu warunki klimatyczne i położenie geograficzne naszego kraju. Decydujący wpływ na jakość owoców i prowadzenie uprawy ma zdrowotność sadzonek w szkółce. Ważne jest, aby plantacje były zakładane ze zdrowych sadzonek, a materiał rozmnożeniowy pochodził z kwalifikowanych szkółek. Grzyby i organizmy grzybopodobne stanowią bardzo poważny problem w szkółkach roślin jagodowych. Badania miały na celu określenie składu gatunkowego grzybów zasiedlających ogonki liściowe, podstawę pędu i korzenie sadzonek truskawki, maliny i agrestu przeznaczonych do uprawy towarowej. Badania wykazały, że sadzonkom truskawki zagraża organizm grzybopodobny *Phytophthora cactorum* oraz grzyby *Botrytis cinerea* i *Colletotrichum acutatum*. Najliczniej zasiedlaną przez *P. cactorum* odmianą truskawki jest ‘Dipred’. Sprawcami zamierania sadzonek malin i agrestu są głównie *B. cinerea* i *Phytophthora* spp. Organizm grzybopodobny *Phytophthora* spp. był licznie izolowany z odmian maliny ‘Polka’, ‘Kwanza’ i ‘Imara’ oraz sadzonek agrestu odmiany ‘Pax’. Ocena składu gatunkowego grzybów zasiedlających sadzonki truskawek, maliny i agrestu pozwoli na podjęcie właściwej ochrony w celu zabezpieczenia plantacji towarowych przed zasiedlaniem groźnymi patogenami grzybowymi.

Słowa kluczowe: *Fragaria* sp., *Rubus* sp., *Ribes* sp., *Phytophthora* sp., *Colletotrichum acutatum*

WSTĘP

Uprawa roślin jagodowych odgrywa ważną rolę w polskiej produkcji ogrodniczej od wielu lat. Zainteresowanie uprawą owoców miękkich nadal rośnie, a ich udział stanowi

ok. 16% w zbiorach wszystkich owoców w naszym kraju. W strukturze uprawy owoców jagodowych w Polsce największą powierzchnię zajmują truskawki i maliny, następnie porzeczki, borówki oraz agrest. Pod względem produkcji truskawki nasz kraj zajmuje trzecie miejsce w UE z udziałem 15% i dziesiąte miejsce na świecie z udziałem 3%. Polska jest największym producentem malin w UE, a na świecie zajmuje drugie miejsce (po Rosji) [<http://stat.gov.pl>]. Owoce jagodowe są cennym surowcem dla przetwórstwa i bezpośredniej konsumpcji [Banaś i Korus 2016]. Charakteryzują się wyjątkowym smakiem, pełnią ważną rolę w diecie, ponieważ są źródłem polifenoli, witamin, tokoferoli i karotenoidów, które wykazują właściwości przeciwzapalne, antywirusowe i antybakteryjne, zapobiegają zakrzepom naczyń krwionośnych i obniżają poziom cholesterolu [Baranowska i in. 2017].

Powierzchnia uprawy roślin jagodowych z roku na rok wzrasta ze względu na jej opłacalność [<http://stat.gov.pl>]. Głównym problemem w uprawie roślin jagodowych, zarówno w Polsce, jak i na świecie, są choroby powodowane głównie przez grzyby chorobotwórcze. Podczas zakładania plantacji bardzo ważny jest wybór właściwej odmiany rośliny. Najczęściej spotykaną chorobą grzybową na plantacjach roślin jagodowych jest szara pleśń, która może powodować straty w plonach dochodzące do nawet 80% [Bernali i in. 2019]. Nowym wyzwaniem dla plantatorów truskawek jest, zdiagnozowana w Polsce w 2000 r., antraknoza truskawki wywoływana przez kompleks grzybów z rodzaju *Colletotrichum*. W wielu krajach jest ona uznawana za jedną z najgroźniejszych chorób truskawek, gdyż w warunkach sprzyjających infekcjom i rozwojowi grzyba prowadzi często do całkowitego zniszczenia upraw. Jednocześnie jej zwalczanie jest trudne i kosztowne [Ji i in. 2022]. Wraz z sadzonkami truskawek do Polski sprowadzono również groźny patogen *Phytophthora cactorum* (Lebert & Cohn) J. Schröt powodujący zgniliznę korony truskawki oraz zamieranie innych roślin jagodowych. Podczas zakładania plantacji szczególną uwagę zwraca się na zdrowotność sadzonek, ponieważ chore rośliny stają się źródłem porażenia całej plantacji. Należy zadbać o wysoką jakość materiału szkółkarskiego, który jest podstawą opłacalnej produkcji [Hetman 2009].

Celem pracy była ocena zdrowotności sadzonek wybranych gatunków roślin jagodowych (truskawki, maliny, agrestu) pod kątem grzybów zasiedlających podziemne i nadziemne części roślin. Szczególną uwagę zwrócono na grzyby będące przyczyną wielu groźnych chorób. Wykonano dokumentację fotograficzną obrazującą rodzaj objawów chorobowych oraz analizę mykologiczną roślin.

MATERIAŁ I METODY

Materiał roślinny

Materiał roślinny stanowiły jednoroczne sadzonki truskawki *Fragaria* × *ananas-sa* (odmiany ‘Dipred’, ‘Elsanta’ i ‘Honeoye’) i maliny *Rubus idaeus* (odmiany ‘Polka’, ‘Kwanza’ i ‘Imara’) pobrane do badań w 2018 r. Sadzonki pochodziły z gospodarstwa ogrodniczo-szkółkarskiego „Agronom-Plant” w miejscowości Jasionka, w województwie lubelskim (50°6'N, 22°3'E). Badaniu poddano również jednoroczne sadzonki agrestu *Ri-*

bes uva-crispa (odmiana 'Pax'), które pochodziły z gospodarstwa ogrodniczego położonego w miejscowości Fajslawice w województwie lubelskim (50°4'N, 22°57'3"E). Dla każdej odmiany pobierano po 15 roślin z objawami chorobowymi z powierzchni 0,5 ha (dla truskawek i maliny) oraz 1 ha (dla agrestu). Plantacje roślin chronione były zgodnie z zaleceniami ochrony dla roślin jagodowych.

Analiza mykologiczna sadzonek

Analizie mykologicznej poddano korzenie, skrócony pęd i ogonki liściowe truskawki, natomiast w przypadku maliny i agrestu badano korzenie i podstawę pędu sadzonek. Materiał roślinny został przygotowany do badań zgodnie z metodą opisaną przez Jamiołkowską [2007]. W związku z tym 3-milimetrowe fragmenty roślin wykładano na płytki Petriego z pożywką mineralną o następującym składzie: 38 g sacharozy; 20 g agaru; 0,7 g NH_4NO_3 ; 0,3 g KH_2PO_4 ; 0,3 g $\text{MgSO}_4 \times 7 \text{H}_2\text{O}$; ślad $\text{FeCl}_3 \times 6 \text{H}_2\text{O}$; ślad $\text{ZnSO}_4 \times 7 \text{H}_2\text{O}$; ślad $\text{CuSO}_4 \times 7 \text{H}_2\text{O}$; ślad $\text{MnSO}_4 \times 7 \text{H}_2\text{O}$ i uzupełniano wodą destylowaną do pojemności 1000 ml, a następnie sterylizowano w temperaturze 121°C pod ciśnieniem 1 atm. przez 20 minut. Dla każdej kombinacji doświadczalnej przygotowano po 10 płytek, na które wykładano po 10 fragmentów roślin, a następnie inkubowano w termostacie w temperaturze 22°C przez 8 dni. Otrzymane kolonie grzybów odszczepiano na agar glukozowoziemniaczany (PDA, Difco) i oznaczano ich gatunek z pomocą dostępnych monografii [Booth 1971, Barnett i Hunter 1972, Kwaśna i in. 1991, Marcinkowska 2012].

WYNIKI

Bioróżnorodność grzybów zasiedlających sadzonki truskawki

Obserwacje makroskopowe sadzonek truskawki wykazały obecność rozległych, nekrotycznych plam na liściach i ogonkach liściowych. Na przekroju skróconego pędu występowały przebarwienia tkanki od jasnokremowego do ciemnobrunatnego (fot. 1). W wyniku analiz mykologicznych sadzonek uzyskano łącznie 16 gatunków grzybów należących do 11 rodzajów. Najliczniej izolowano *Botrytis cinerea*, *Alternaria alternata*, *Colletotrichum acutatum*, *Fusarium avenaceum*, *Fusarium oxysporum*, *Phytophthora cactorum* oraz *Gliocladium fimbriatum* (tab. 1, ryc. 1).

Gatunek *B. cinerea*, wywołujący szarą pleśń, izolowano głównie z ogonków liściowych w łącznej liczbie 267 kolonii, co stanowiło 46,5% grzybów pochodzących z tej części rośliny. Patogen izolowano najliczniej z odmian 'Dipred' i 'Elsanta', a mniej licznie z odmiany 'Honeoye', chociaż w jej przypadku grzyb okazał się głównym gatunkiem zasiedlającym badane organy (tab. 1). *B. cinerea* izolowano również ze skróconego pędu (11,3% ogółu wyosobnień) i korzeni truskawki (21% ogółu wyosobnień) – tabela 1. Grzyb najliczniej zasiedlał odmianę 'Dipred' (35% wyosobnień z badanych organów) – rycina 1.

Kolejnym gatunkiem licznie reprezentowanym na sadzonkach truskawki był grzyb *A. alternata*. Izolowano go ze wszystkich badanych części roślin. Najliczniej zasiedlał ogonki liściowe odmiany 'Dipred' (47,1%). Ponadto wystąpił na wszystkich badanych

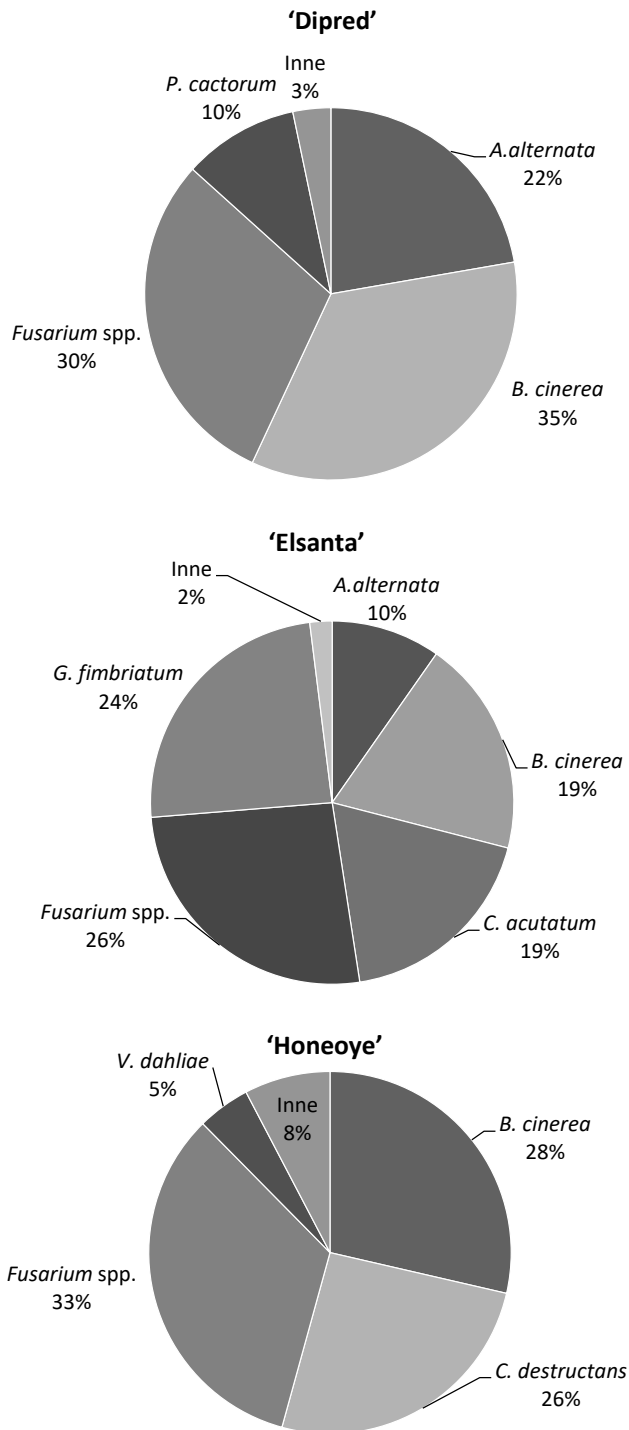


Fot. 1. Nekroza liści, owoców i skróconego pędu truskawki (odmiana 'Dipred'); A – sadzonka, B – przekrój podłużny przez skrócony pęd

Phot. 1. Necrosis of leaves, fruits and shortened strawberry shoot ('Dipred' cv.); A – seedling, B – longitudinal section through a shortened shoot

organach odmiany 'Elsanta', a jego udział procentowy wśród grzybów zasiedlających odmianę wynosił 10% (ryc. 1). Kolejnym ważnym gatunkiem uznanym za patogeniczny był *C. acutatum*. Izolowano go tylko z ogonków liściowych (58 kolonii) i skróconego pędu (64 kolonie) odmiany 'Elsanta' (19% ogółu grzybów wyosobnionych z odmiany) – tabela 1, rycina 1.

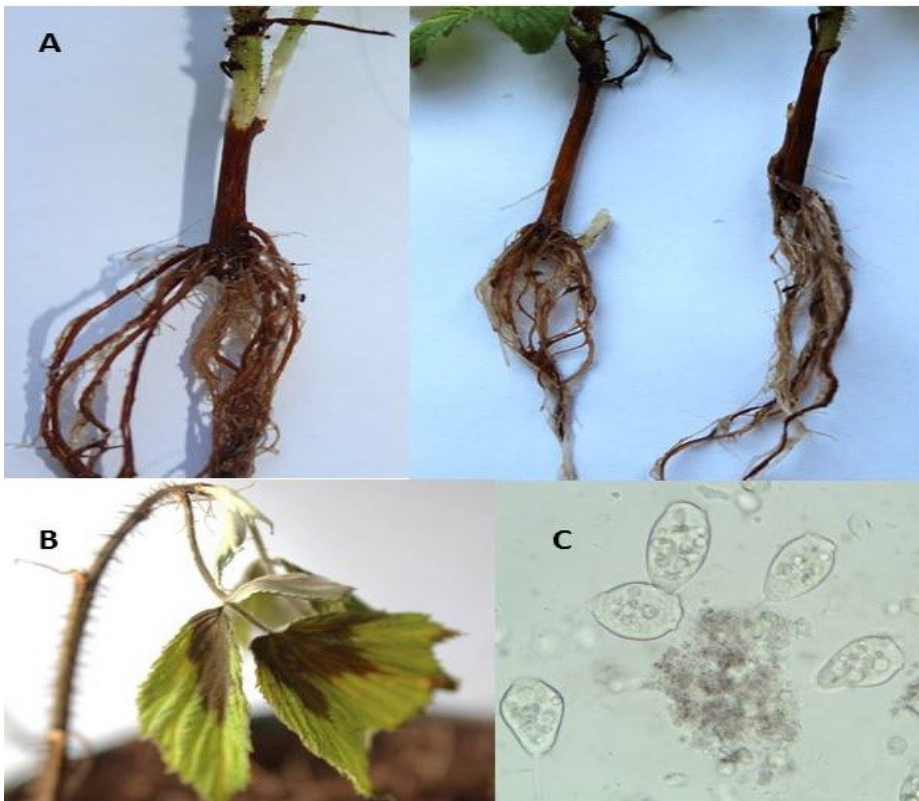
Rodzaj *Fusarium* najliczniej reprezentowany był przez *F. avenaceum* i *F. oxysporum* (ryc. 1). *F. avenaceum* izolowano z ogonków liściowych i skróconego pędu truskawki, najliczniej z odmiany 'Elsanta' (ryc. 1). W obrębie skróconego pędu dominował gatunek *F. oxysporum* (16,4% ogółu izolatów) i zasiedlał głównie odmiany 'Dipred' (62 kolonie; 24,7%) i 'Honeoye' (39 kolonii; 36,8%) – tabela 1. Ze skróconego pędu truskawki izolowano również *Fusarium poae* i *Fusarium sporotrichioides* (kolejno 69 i 18 kolonii) (tab. 1). Do groźnych patogenów truskawki należy *P. cactorum*, który izolowano tylko ze skróconego pędu i korzeni odmiany 'Dipred' (18,7% izolatów ze skróconego pędu; 11,4% izolatów z korzeni) – tabela 1, rycina 1. Z korzeni truskawek pochodziło najmniej koloni grzybów (353 izolaty). Najliczniej reprezentował je gatunek *Cylindrocarpon destructans*, (27% ogółu wyosobnień) – tabela 1. Najczęściej zasiedlał odmianę 'Honeoye' (52,1%), natomiast z odmiany 'Dipred' nie był izolowany (tab. 1, ryc. 1). Z korzeni i skróconego pędu truskawki pochodziły również izolaty *Verticillium dahliae*. Uzyskano je tylko z odmiany 'Honeoye' (5% ogółu wyosobnień z odmiany) – tabela 1, rycina 1. Spośród grzybów saprotroficznych na sadzonkach truskawki stwierdzono obecność *Gliocladium fimbriatum* oraz *Aureobasidium pullulans* (tab. 1). Największa populacja *G. fimbriatum* zasiedlała ogonki liściowe i skrócony pęd odmiany 'Elsanta' (tab. 1).



Ryc. 1. Grzyby uzyskane z sadzonek truskawki w zależności od odmiany
Fig. 1. Fungi obtained from the strawberry seedlings depending on the cultivar

Grzyby zasiedlające sadzonki malin i agrestu

Sadzonki malin poddane analizie mykologicznej wykazywały objawy chorobowe w obrębie podstawy pędu, szyjki korzeniowej i korzeni. Były to rozległe nekrozy na zewnętrznych tkankach podstawy łodygi oraz gnijące korzenie. Na młodych liściach widoczne były również brunatne plamy i uwiąd wierzchołków roślin (fot. 2). W wyniku analizy mykologicznej podstawy pędu i korzeni malin izolowano łącznie 387 kolonii grzybów, należących do 8 rodzajów oraz gatunki rodzaju *Phytophthora* (tab. 2). Grzyb *B. cinerea*, wywołujący szarą pleśń, był izolowany z podstawy pędu i korzeni w łącznej liczbie 101 kolonii (26,1% ogólnej liczby kolonii). Najliczniej występował na odmianie 'Polka' (tab. 2). Analiza mykologiczna roślin wykazała, że korzenie i podstawa pędu bardzo licznie zasiedlane były przez *Phytophthora* spp. Patogen na płytkach Petriego tworzył delikatną, białą-kremową grzybnię i liczne zarodnie płytkowe (zoosporangia) – zdjęcie 2. Gatunek ten izolowano zarówno z roślin z wyraźnymi objawami chorobowymi, jak i z roślin pozornie zdrowych, dlatego należy przypuszczać, że był on główną przyczyną

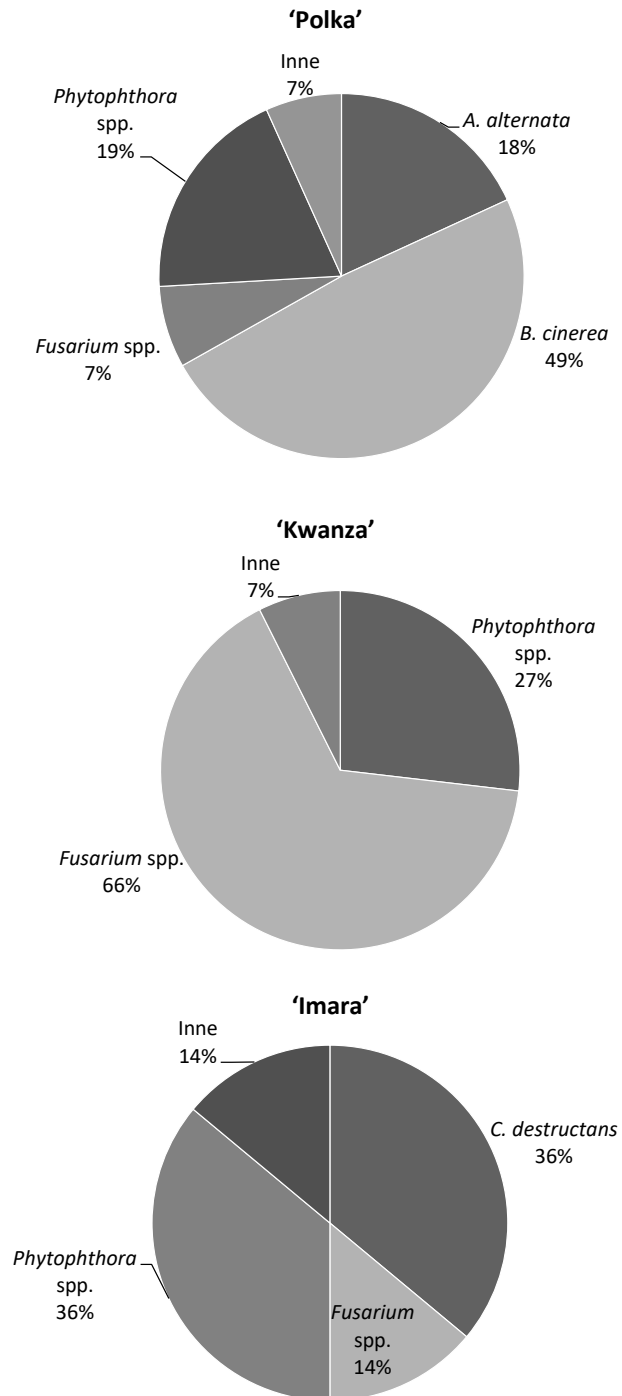


Fot. 2. Sadzonki agrestu z objawami chorobowymi; A – nekroza korzeni i podstawy pędu, B – nekroza liści, C – zarodnie płytkowe (zoosporangia) *Phytophthora* spp. (mikroskop optyczny 20x)

Phot. 2. Gooseberry seedlings with disease symptoms; A – necrosis of roots and stem base, B – necrosis of leaves; C – sporangia (zoosporangia) of the *Phytophthora* spp. (20x optical microscope)

Tabela 2. Grzyby wyizolowane z podstawy pędu i korzeni sadzonek malin oraz agrestu (2018)
 Table 2. Fungi isolated from the stem base and roots of rasperry and gooseberry seedlings (2018)

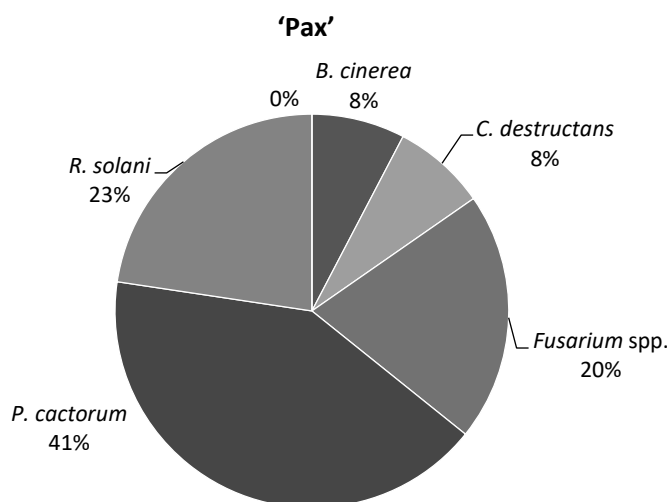
Gatunek grzyba Fungus species	Liczba izolatów (odsetek)/Number of isolates (percentage)									
	podstawa pędu i korzenie stem base and roots			ogółem* total	podstawa pędu stem base	korzenie roots	ogółem total			
	'Polka'	'Kwanza'	'Imara'							
				'Pax'						
<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissler	35 (18,1)	1 (0,9)	–	36 (9,3)	1 (0,6)	–	1 (0,4)			
<i>Aureobasidium pullulans</i> (De Bary) Arnoud.	–	–	5 (5,8)	5 (1,3)	–	–	–			
<i>Botrytis cinerea</i> Pers.	94 (48,7)	7 (6,5)	–	101 (26,1)	21 (11,6)	–	21 (7,6)			
<i>Cylindrocarpon destructans</i> (Zins) Scholten	–	–	31 (36,0)	31 (8,0)	21 (11,6)	–	21 (7,6)			
<i>Fusarium avenaceum</i> (Fr.) Sacc.	14 (7,3)	48 (44,4)	4 (4,7)	66 (17,1)	5 (2,8)	7 (7,4)	12 (4,4)			
<i>Fusarium oxysporum</i> Schl.	–	23 (21,3)	8 (9,3)	31 (8,0)	1 (0,6)	25 (26,3)	26 (9,5)			
<i>Fusarium poae</i> (Peck.) Wollenw.	–	–	–	–	15 (8,3)	–	15 (5,5)			
<i>Fusarium sporotrichioides</i> Scherb.	–	–	–	–	3 (1,7)	–	3 (1,0)			
<i>Gliocladium fimbriatum</i> Gilman et Abbott	–	–	5 (5,8)	5 (1,3)	–	–	–			
<i>Penicillium purpurogenum</i> Stoll.	13 (6,7)	–	2 (2,3)	15 (3,8)	–	–	–			
<i>Phytophthora</i> spp./ <i>P. cactorum</i>	37 (19,2)	29 (26,9)	31 (36,1)	97 (25,1)	68 (37,8)	46 (48,4)	114 (41,5)			
<i>Rhizoctonia solani</i> Kühn	–	–	–	–	45 (25,0)	17 (17,9)	62 (22,5)			
Razem/Total	193 (100,0)	108 (100,0)	86 (100,0)	387 (100,0)	180 (100,0)	95 (100,0)	275 (100)			



Ryc. 2. Grzyby uzyskane z podstawy pędu i korzeni sadzonek maliny w zależności od odmiany
Fig. 2. Fungi obtained from the stem base and roots of raspberry seedlings depending on the cultivar

zamierania sadzonek maliny badanych odmian. Rodzaj *Phytophthora* izolowano z malin w liczbie 97 kolonii (25,1% ogółu izolatów pochodzących z odmian). Licznie występował na wszystkich badanych odmianach, a jego udział stanowił od 19,2% do 36,1%, zależnie od odmiany (tab. 2, ryc. 2). Korzenie i podstawa pędów malin zasiedlane były również przez grzyby rodzaju *Fusarium*, najliczniej *F. avenaceum*. Grzyb stanowił 17,1% ogółu wyosobnień uzyskanych z odmian (tab. 2). Najliczniej izolowano go z odmiany ‘Kwanza’ (48 kolonii; 44,4%) – tabela 2. Mniejsze znaczenie dla zdrowotności sadzonek miał *F. oxysporum*, który stanowił tylko 8% ogółu wyosobnionych grzybów. Najczęściej izolowano go również z odmiany ‘Kwanza’. Obok wyżej wymienionych gatunków uznawanych za patogeniczne dla maliny izolowano również *C. destructans*, który wystąpił w podobnej liczbie jak *F. oxysporum* i stanowił 8% ogółem wyosobnionych grzybów (tab. 2). Obok gatunków patogenicznych izolowano również grzyby saprotroficzne o uzdolnieniach antagonistycznych takie jak: *Penicillium purpurogenum*, *G. fimbriatum*, *A. pullulans*. Gatunki te najliczniej zasiedlały odmianę ‘Imara’ i ‘Polka’ (tab. 2).

W wyniku analizy mykologicznej sadzonek agrestu uzyskano łącznie 275 izolatów reprezentowanych przez 8 gatunków grzybów oraz gatunki *Phytophthora* spp. Podstawa pędu i korzenie zasiedlane były głównie przez *Phytophthora cactorum* (114 izolaty; 45% ogółu wyosobnień). Patogen izolowano częściej z szyjki korzeniowej (68 izolatów) niż z korzeni (46 izolatów) – tabela 2, rycina 3) Wśród gatunków chorobotwórczych na sadzonkach agrestu licznie występował grzyb *Rhizoctonia solani* (łącznie 62 izolaty), który stanowił 24% ogółu wyosobnień. Najczęściej izolowano go z szyjki korzeniowej (45 izolaty), mniej licznie z korzeni (17 kolonii). Kolejnym gatunkiem zasiedlającym korzenie agrestu był *F. oxysporum*. Występował tylko w obrębie szyjki korzeniowej sadzonek (6% ogółu izolowanych grzybów), podczas gdy *F. avenaceum* zasiedlał szyjkę korzeniową i korzenie (5% ogółu wyosobnień). *B. cinerea* izolowano wyłącznie z szyjki korzeniowej w liczbie 21 izolatów (8% ogółu wyosobnień). Na korzeniach i szyjce korzeniowej agrestu nie stwierdzono obecności grzybów saprotroficznych (tab. 2, ryc. 3).



Ryc. 3. Grzyby uzyskane z podstawy pędu i korzeni sadzonek agrestu odmiany ‘Pax’
 Fig. 3. Fungi obtained from the stem base and roots of gooseberry seedlings ‘Pax’ cultivar

DYSKUSJA

Choroby roślin jagodowych w szkółkach stanowią poważny problem ze względu na ich powszechne występowanie i możliwość zakażenia plantacji towarowych. Przeprowadzone badania pilotażowe pozwoliły określić rodzaj grzybów najczęściej występujących na jednorocznych sadzonkach truskawek, malin i agrestu. Wykazano, że chore sadzonki mogą stanowić poważne zagrożenie dla plantacji towarowych roślin jagodowych. Do czynników chorobotwórczych należą grzyby: *B. cinerea*, *C. acutatum*, *Fusarium* spp., *A. alternata* oraz organizmy grzybopodobne *Phytophthora* spp.

Grzyb *B. cinerea* wywołujący szarą pleśń jest jednym z głównych patogenów występujących na sadzonkach roślin jagodowych. Rozwija się bardzo szybko i w sprzyjających warunkach może powodować duże straty w plonie [Bernal i in. 2019]. Analiza mykologiczna sadzonek truskawki wykazała, że *B. cinerea* jest jednym z głównych kolonizatorów roślin. Patogen bardzo licznie zasiedlał ogonki liściowe, skrócony pęd i korzenie. Rigotti i in. [2003] wykazali, że gatunek ten jest najbardziej pospolitym grzybem zasiedlającym truskawkę. Mouden i in. [2016], badając chore sadzonki truskawek w gospodarstwach w Maroku, stwierdzili, że grzyb był w 90,3% izolowany z chorych roślin. Do odmian najbardziej podatnych na *B. cinerea* należą ‘Dipred’ i ‘Elsanta’ [Meszka i Bielenin 2010], co potwierdziły również badania własne. Gatunek *B. cinerea* był często izolowany również z sadzonek malin, na co wskazują wyniki prac innych autorów [Micea i Punia 2010]. Grzyb jest polifagiem i poraża wiele gatunków roślin jagodowych, m.in. borówkę, jeżynę i agrest [Terrones-Salgado i in. 2019, Herrera-Défaz i in. 2023]. Infekcji mogą ulegać nie tylko owoce, ale wszystkie części roślin takie jak łodygi, pędy, liście, a nawet pąki kwiatowe. Bielenin i Meszka [2009] podają, że odmiana maliny ‘Polka’ należy do najbardziej odpornych na szarą pleśń, czego nie potwierdziły przeprowadzone badania.

Poważne zagrożenie dla roślin jagodowych, głównie truskawki, stanowi grzyb *C. acutatum* [Hetman i Wagner 2013]. Antraknoza truskawki jest jedną z najbardziej wyniszczających chorób truskawki na świecie [Ji i in. 2022]. Grzyb powoduje zgniliznę korzeni truskawki, zgniliznę owoców oraz nekrozy zielnych organów. Rozprzestrzenianiu choroby sprzyja obfite zarodnikowanie grzyba, możliwość występowania choroby w formie latentnej oraz jej krótki cykl rozwojowy. Grzyb zimuje w postaci grzybni i chlamydospor na porażonych częściach roślin, posiada szerokie spektrum gospodarzy, co pozwala mu przetrwać wiele lat pomimo braku głównego żywiciela [Ji i in. 2022]. Objawy chorobowe widoczne na roślinach truskawki to rozległe, brunatne i nekrotyczne plamy na liściach oraz ogonkach, zamierające kwiaty i owoce. W wyniku przeprowadzonych analiz mykologicznych patogen stwierdzono tylko na odmianie ‘Elsanta’. Odmiana ta należy do bardzo podatnych na sprawcę antraknozy truskawki, dlatego najważniejszym czynnikiem ograniczającym jej występowanie jest stosowanie zdrowych sadzonek do zakładania plantacji towarowych [Bielenin i Meszka 2009].

Grupą patogenów, która licznie występowała w analizowanym materiale roślinnym, były grzyby rodzaju *Fusarium*. Są to jedne z najczęściej występujących i najbardziej szkodliwych grzybów chorobotwórczych o uzdolnieniach polifagicznych [Villarino i in. 2019, Kim i in. 2021, Kłapeć i in. 2022]. Większość z nich to pasożyty okolicznościowe, żyjące saprotroficznie w glebie w postaci chlamydospor i grzybni. Fuzaryjne więdnienie truskawek wywołane przez *Fusarium oxysporum* f. sp. *fragariae* jest chorobą stanowiącą problem w uprawie truskawek w wielu krajach. Grzyby *Fusarium* spp. są sprawcami fuzaryjnego gnicia organów, fuzaryjnego więdnienia oraz przyczyną zgorzeli siewek i łodyg [Henry i in. 2020].

Phytophthora spp. to szeroko rozpowszechnione patogeny przenoszone przez glebę. Stanowią zagrożenie dla sadzonek roślin jagodowych w szkółkach i na plantacjach towarowych roślin jagodowych [Porras i in. 2007, Orlikowski i in. 2012]. Badania własne wykazały liczną populację izolatów *P. cactorum*, zasiedlających ogonki liściowe truskawki. Patogen jest sprawcą skórzastej zgnilizny owoców. Atakuje kwiaty i owoce w różnym stadium rozwoju, a choroba w dużym nasileniu występuje sporadycznie, jedynie w latach z obfitymi opadami w okresie przed zbiorami i podczas zbiorów [Maloney i in. 2005]. Najliczniej zasiedlaną przez *P. cactorum* była odmiana ‘Dipred’. Patogeny rodzaju *Phytophthora* są bardzo dużym zagrożeniem również dla sadzonek malin, ponieważ powodują zgniliznę korzeni. Najszybciej i najłatwiej rozprzestrzeniają się z wodą [Orlikowski i in. 2012, Sapkota i in. 2023]. Najbardziej zagrożone są plantacje okresowo zalewane, a ryzyko zakażenia wzrasta podczas opadów. Patogen może być przenoszony ze sprzętem i materiałem szkółkarskim. Gatunki rodzaju *Phytophthora* są polifagami i tworzą na porażonych organach (korzenie, pędy) strzępki (rozwijają się w temperaturze 7–30°C) z zarodnikami pływkowymi wytwarzającymi zarodniki pływkowe [Sapkota i in. 2023]. Zarodnie tworzą się już dobowo do dwóch po zakażeniu roślin gospodarza, a spadek temperatury przyczynia się do uwalniania zarodników. Zoospory przemieszczają się z deszczem i zakażają korzenie włośnikowe, a formy przetrwalnikowe mogą zasiedlać glebę do 15 lat. Przeżywalności grzyba sprzyjają gleby zwarte, okresowo zalewane z pozostawionymi resztkami porażonych roślin [Orlikowski i in. 2012]. Ocena makroskopowa sadzonek wykazała rozległe brunatne, nekrotyczne plamy obejmujące całą podstawę pędu (szyjkę korzeniową). Na korzeniach zaś widoczne były brązowe plamy z objawami gnicia. Na liściach można było zaobserwować wyraźne zbrunatnienia blaszki. Patogen jest groźny z tego względu, że charakteryzuje się wysokim stopniem pasożytnictwa i rozwija się w obrębie całej rośliny. Przeżywa na resztkach roślinnych w postaci oospor i chlamydospor. Można przypuszczać, że *Phytophthora* spp. stanowi główną przyczynę zamierania sadzonek maliny odmiany ‘Polka’, ‘Kwanza’ i ‘Imara’. Najbardziej wrażliwą odmianą jest ‘Polka’, ze względu na liczne jej zasiedlanie przez izolaty tego patogenu.

Badania własne wykazały, że jednym z ważnych patogenów sadzonek agrestu jest *P. cactorum*. Organizm grzybopodobny jest powszechnie występującym patogenem glebowym, wywołującym różnego rodzaju zgnilizny i zamieranie roślin agrestu. Choroba powodowana przez *P. cactorum* została po raz pierwszy wykryta w Polsce w 2008 r. na odmianie ‘Pax’ [Mieszka i Bielenin 2011]. Powyższy gatunek atakuje dolne części sadzonek, zasiedlając szyjkę korzeniową młodych sadzonek agrestu. Wtórny efekt porażenia są objawy chorobowe w postaci zamierania całych roślin, obejmujące około 10–15% sadzonek. Na zainfekowanych roślinach wystąpiło brązowienie, przebarwienia dolnej partii pędów i szyjki korzeniowej. Badania własne potwierdzają obecność *P. cactorum* na sadzonkach agrestu, a dominacja tego patogenu wskazuje, że jest to główny sprawca zamierania roślin.

Zagrożeniem dla sadzonek roślin jagodowych jest również *C. destructans*. Grzyb izolowano z podstawy pędu i korzeni truskawki oraz korzeni malin i agrestu. Hetman [2009] podaje, że *C. destructans* licznie kolonizuje korzenie truskawki. Patogen jest jedną z głównych przyczyn zamierania sadzonek truskawki i może rozwijać się również na ogonkach liściowych i skróconym pędzie [Lieten i in. 2021]. Kolejnym zagrożeniem dla roślin jagodowych, głównie truskawki jest *Verticillium dahliae*, sprawca wertyciliozy truskawki. Grzyb bytuje w glebie i atakuje głównie system korzeniowy, przez co stanowi poważny problem na plantacjach [Mieszka i in. 2012]. W badaniach własnych gatunek był

izolowany tylko z odmiany 'Honeoye'. Odmiana ta jest najbardziej podatna na infekcję sprawcą werciliozy [Meszka i Bielenin 2009] powodującą znaczne straty w roślinach.

Prezentowane wyniki badań wskazują zespół fitopatogenów, które stanowią realne zagrożenie dla zdrowotności sadzonek roślin jagodowych (truskawki, malin, agrestu) w szkółce. Zakładając plantację, należy zwrócić szczególną uwagę na ich zdrowotność. Nawet najcenniejsze odmiany rosnące w korzystnych warunkach środowiskowych nie wykażą swoich cech produktywnych, jeśli rośliny będą porażone. Warunkiem prowadzenia opłacalnej uprawy jest założenie plantacji z sadzonek wolnych od patogenów. Plantacje powinny być zakładane z materiału roślinnego pochodzącego z kwalifikowanych szkółek. Słabe i źle ukorzenione sadzonki nie dadzą dużego plonu, co przyczyni się do spadku opłacalności uprawy.

WNIOSKI

1. Do głównych patogenów zagrażających sadzonkom truskawki należą *Colletotrichum acutatum*, *Phytophthora cactorum*, *Botrytis cinerea*, a odmianą najliczniej zasiedlaną przez *P. cactorum* jest odmiana 'Dipred'.

2. Zagrożeniem dla sadzonek maliny i agrestu w szkółkach jest organizm grzybopodobny *Phytophthora* spp. oraz grzyb *Botrytis cinerea*. Gatunki te były najczęściej izolowano z malin odmian 'Polka', 'Kwanza', 'Imara' oraz sadzonek agrestu odmiany 'Pax'.

3. Patogeny grzybowe sadzonek roślin jagodowych stanowią poważne zagrożenie dla plantacji towarowych tych roślin, stając się źródłem infekcji roślin podczas okresu wegetacji.

PIŚMIENNICTWO

- Banaś A., Korus A., 2016. Wartości odżywcze i wykorzystanie w żywieniu owoców truskawki i wiśni. *Med. Rodz.* 3, 158–162.
- Baranowska A., Mystkowska I., Zarzecka K., Gugala M., 2017. Cenne owoce maliny właściwej (*Fructus Rubi idaei*). *Herbalism* 1(3), 70–79.
- Barnett H.L., Hunter B.B., 1972. *Illustrated genera of imperfect fungi*. Burgess Publishing Company Minneapolis.
- Bernal A.R.R., Contigiani E.V., González H.H.L., Alzamora S.M., Gómez P.L., Raffellini S., 2019. *Botrytis cinerea* response to pulsed light. Cultivability, physiological state, ultrastructure and growth ability on strawberry fruit. *Int. J. Food Microbiol.* 309, 108311, <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2019.108311>
- Bielenin A., Meszka B., 2009. *Choroby krzewów owocowych*. Plantpress, pp. 136.
- Booth C., 1971. *The genus Fusarium*. Commonwealth Mycological Institute, Kew. Surrey, England.
- Henry P.M., Haugland M., Lopez L., Munji M., Watson D.C., Gordon T.R., 2020. The potential for *Fusarium oxysporum* f. sp. *fragariae*, cause of fusarium wilt of strawberry, to colonize organic matter in soil and persist through anaerobic soil disinfestation. *Plant Pathol.* 69(7), 1218–1226. <https://doi.org/10.1111/ppa.13225>
- Herrera-Défaz M., Fuentealba D., Dibona-Villanueva L., Schwantes D., Jiménez B., Ipinza B., Latorre B., Valdés-Gómez H., Fermaud M., 2023. Biocontrol of *Botrytis cinerea* on grape berries in Chile. Use of registered biofungicides and a new chitosan-based fungicide. *Horticulturae* 9, 746, <https://doi.org/10.3390/horticulturae9070746>
- Hetman B., 2009. Grzyby zagrażające sadzonkom truskawek (*Fragaria ananassa* Duch.) na plantacjach matecznych w okolicach Lublina. *Praktyka ochrony sadów a uwarunkowania rynkowe*.

- W: 52 Ogólnopolska Konferencja Ochrony Roślin Sadowniczych, Biała Rawska, 18–19 marca 2009 r., Instytut Sadownictwa i Kwiaciarnictwa, Skierniewice, 179–182.
- Hetman B., Wagner A., 2013. Grzyby zasiedlające różne organy truskawki na plantacji owocującej i w szkółce. W: Ogólnopolska Ogrodnicza Konferencja Naukowa „Ziemia – Roślina – Człowiek”, Kraków, 11–12 września 2013 r., Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, 59. <http://stat.gov.pl/> [dostęp: 20.11.2023].
- Jamiołkowska A., 2007. Effect of field pea (*Pisum arvense* L.) as cover plant on health of under-ground part of field tomato. *Veg. Crops Res. Bull.* 67, 71–79.
- Ji Y., Li X., Gao Q.H. Geng C., Duan K., 2022. *Colletotrichum* species pathogenic to strawberry: discovery history, global diversity, prevalence in China, and the host range of top two species. *Phytopathol. Res.* 4, 42, <https://doi.org/10.1186/s42483-022-00147-9>
- Kim W.G., Choi H.W., Park G.S., Cho W.D., 2021. Fusarium wilt of Korean blackberry caused by *Fusarium cugenangense*. *Res. Plant Dis.* 27(4), 187–191, <https://doi.org/10.5423/RPD.2021.27.4.187>
- Kłapęć T., Wójcik-Fatla A., Farian E., Kowalczyk K., Cholewa G., Cholewa A., Dutkiewicz J., 2022. Mycobiota of berry fruits – levels of filamentous fungi and mycotoxins, composition of fungi, and analysis of potential health risk for consumers. *Ann. Agric. Environ. Med.* 29(1), 28–37, <https://doi.org/10.26444/aaem/147297>
- Kwaśna H., Chełkowski J., Zajkowski P., 1991. Grzyby (*Mycota*). Grzyby niedoskonałe (*Deuteromycetes*), strzępczakowe (*Hyphomycetales*), guzelkowate (*Tuberculariaceae*). Sierpik (*Fusarium*), t. 22. Instytut Botaniki PAN, Warszawa–Kraków.
- Lieten P., Van Kerchove S., Van Hamelrijck W., 2021. *In vitro* evaluation of fungicides against *Cylindrocarpum destructans*, *Rhizoctonia fragariae* and *Pestalotiopsis* spp. in strawberries. *ISHS Acta Hort.* 1309. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2021.1309.113>
- Maloney K., Pritts M., Wilcox W.F., Kelly M.J., 2005. Phytophthora root rot in red raspberries with cultural practices and soil amendments. *Hortscience* 40(6), 1790–1795. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.40.6.1790>
- Marcinkowska J., 2012. Oznaczanie grzybów *sensu lato* ważnych w fitopatologii. PWRiL, Warszawa.
- Meszka B., Bielenin A., 2009. Czerwona plamistość liści truskawki – występowanie, szkodliwość i możliwości zwalczania. *Prog. Plant Prot.* 47(2), 203–206.
- Meszka B., Michałowska M., Bielenin A., 2012. Występowanie grzyba *Verticillium dahliae* w glebie w różnych rejonach Polski. W: 55 Ogólnopolska Konferencja Ochrony Roślin Sadowniczych. Instytut Ogrodnictwa, Skierniewice, 123–125.
- Meszka B., Bielenin A., 2010. Polyversum WP – a new biological product against strawberry grey mould. *Phytopathology* 58, 13–19.
- Meszka B., Bielenin A., 2011. Agrest – nowym gospodarzem dla *Phytophthora cactorum*. *Prog. Plant Prot.* 51(3), 1184–1187.
- Micea R., Puia C.E., 2010. Phenotypic differences between isolates of *Botrytis cinerea* Pers. from different host plants. *Agriculture* 67, 325.
- Mouden N., Al Batnan A., Benkirane R., Ouazzani Touhami A., Douira A., 2016. Diversity and distribution of fungi from strawberry plants grown in Gharb-Loukkos (Morocco). *Int. J. Recent. Sci. Res.* 7(10), 13630–13641.
- Orlikowski L.B., Ptaszek M., Trzewik A., Orlikowska T., Szkuta G., Meszka B., Skrzypczak C., 2012. Risk of horticultural plants by *Phytophthora* species. *Prog. Plant Prot.* 52(1), 92–100.
- Porras M., Barrau C., Arroyo F.T., Santos B., Blanco C., Romero F., 2007. Reduction of *Phytophthora cactorum* in strawberry fields by *Trichoderma* spp. and soil solarization. *Plant Dis.* 91(2), 142–146. <https://doi.org/10.1094/PDIS-91-2-0142>
- Rigotti S., Viret O., Gindrat D., 2003. Fungi from symptomless strawberry plants in Switzerland. *Phytopatol. Mediterr.* 42, 85–88.

- Sapkota S., Burlakoti R.R., Punja Y.K., Gerbrandt E.M., 2023. Influence of cultivar, environmental conditions, and fungicides on development of *Phytophthora* root rot and wilt on red raspberry. *Crop Prot.* 172, 106347. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2023.106347>
- Terrones-Salgado J., Nieto-Angel D., Nava-Díaz C., Téliz-Ortiz D., García-Velasco R., Vallejo-Pérez M., R., Sánchez-García P., 2019. *Botrytis cinerea* causing gray mold in blackberry fruit in Mexico. *Rev. Mex. Fitopatol.* 37(3), <https://doi.org/10.18781/r.mex.fit.1906-1>
- Villarino M., De la Lastra E., Basallote-Ureba M.J., Capote N., Larena I., Melgarejo P., De Call A., 2019. Characterization of *Fusarium solani* populations associated with Spanish strawberry crops. *Plant Dis.* 103, 1974–1982, <https://doi.org/10.1094/PDIS-02-19-342-RE>

Źródło finansowania: Projekt badawczy nr OKK/s/44/2023 finansowany przez Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie.

Abstract. Poland is one of the largest producers of soft fruit. This is facilitated by the climatic conditions and geographical location of our country. The health status of seedlings in the nursery has a decisive impact on the quality of fruits and cultivation process. It is important that plantations are established from healthy seedlings from qualified nurseries. Fungi and fungus-like organisms are a very serious problem in berry plant nurseries. The research aimed to determine the species of fungi occurring the leaf petioles, shoot base and roots of strawberry, raspberry and gooseberry seedlings intended for commercial plantations. Research has shown that strawberry seedlings are threatened by the fungus-like organism *Phytophthora cactorum* and the fungi *Botrytis cinerea* as well as *Colletotrichum acutatum*. The strawberry cultivar most frequently colonized by *P. cactorum* is 'Dipred'. The main causes of the death of raspberry and gooseberry seedlings are *B. cinerea* and *Phytophthora* spp. The fungus-like organism *Phytophthora* spp. was isolated in large numbers of colonies from raspberry 'Polka', 'Kwanza' and 'Imara' cvs. as well as gooseberry seedlings of the 'Pax' cv. Assessment of the species composition of fungi occurring strawberry, raspberry and gooseberry seedlings will allow for appropriate protection to be taken to protect commercial plantations against colonization by dangerous fungal pathogens.

Key words: *Fragaria* sp., *Rubus* sp., *Ribes* sp., *Phytophthora* sp., *Colletotrichum acutatum*

Otrzymano/Received: 23.11.2023
Zaakceptowano/Accepted: 16.01.2024
Online first: 20.06.2024

