

Received: 30.04.2014 / Accepted: 20.02.2015

Biology and epidemiology of *Valdensinia heterodoxa* Peyronel – pathogen of highbush blueberry

Biologia i epidemiologia *Valdensinia heterodoxa* Peyronel – patogena borówki wysokiej

Wojciech Kukula*, Ewa Mirzwa-Mróz

Summary

Valdensinia heterodoxa Peyronel is polyphagous fungus infecting many species of herbaceous plants, shrubs and trees. The geographical range of the pathogen area includes Europe, North America and Asia. The fungus was classified as ascomycetes (Sclerotiniaceae). The fungus was rarely observed at a perfect stage. The pathogen spreads by conidia – staurospores and overwinters as sclerotia or mycelium on fallen infected leaves. The pathogen causes leaf spots and defoliation of the shoot. In the recent years, the pathogen has begun to play a significant role among the economically important crops including bilberry and highbush blueberry. In Polish climatic conditions the pathogen was recorded back in the 20's of the XX-century, but its biology and epidemiology have not been well recognized yet. Due to the increasing importance of highbush blueberry crop, it is worthwhile to extend knowledge of life cycle and harmfulness of *V. heterodoxa* with respect to this species crop.

Key words: *Valdensinia heterodoxa*; staurospores; epidemiology; highbush blueberry

Streszczenie

Valdensinia heterodoxa jest grzybem zasiedlającym wiele gatunków roślin zielnych, krzewów i drzew. Zasięg występowania patogena obejmuje rejon Europy, Ameryki Północnej oraz Azji. Grzyb został zaklasyfikowany do typu Ascomycota, rodziny Sclerotiniaceae. W stadium doskonałym jest rzadko obserwowany. Rozprzestrzenia się przez zarodniki konidialne zwane staurokonidiami. Zimuje w postaci sklerocjów lub grzybni na opadłych, porażonych liściach. Patogen jest sprawcą plamistości liści oraz defoliacji pędów. W ostatnich latach zaczyna odgrywać znaczącą rolę jako patogen roślin uprawnych ważnych gospodarczo, m.in. borówki czarnej i borówki wysokiej. W warunkach klimatycznych Polski patogen był notowany już w latach 20. XX wieku, jednak jego biologia i epidemiologia nie jest jeszcze dobrze poznana. W związku ze wzrastającym znaczeniem upraw borówki wysokiej, wydaje się niezbędne poszerzenie wiadomości dotyczących cyklu życiowego oraz szkodliwości *V. heterodoxa* w stosunku do roślin tego gatunku.

Słowa kluczowe: *Valdensinia heterodoxa*; staurokonidia; epidemiologia; borówka wysoka

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
Wydział Ogrodnictwa, Biotechnologii i Architektury Krajobrazu
Samodzielny Zakład Fitopatologii
Nowoursynowska 166, 00-787 Warszawa
*corresponding author: wojciech_kukula@sggw.pl

Wstęp / Introduction

Powierzchnia upraw borówki wysokiej (*Vaccinium corymbosum* L.) w naszym kraju z roku na rok wzrasta. Wraz z nią rośnie liczba nowych, niewystępujących do tej pory chorób i szkodników. Jedną z nich jest plamistość liści borówki wysokiej powodowana przez grzyb *Valdensinia heterodoxa*. Objawy charakterystyczne dla sprawcy tej choroby w Polsce zanotowano w 2011 roku. W jednej ze szkółek matecznych roślin jagodowych zlokalizowanej w województwie mazowieckim zaobserwowano wówczas nekrotyczne, koncentrycznie-strefowane plamy na liściach odmiany Bluecrop. Podobne objawy odnotowano także na liściach borówki czarnej (*V. myrtillus*) (Dzięcioł i wsp. 2014). Obie rośliny należą do rodziny wrzosowatych (Ericaceae), dlatego istnieje wysokie prawdopodobieństwo rozprzestrzenienia się *V. heterodoxa* na plantacje towarowe borówki wysokiej w Polsce, podobnie jak miało to miejsce w Kanadzie i Japonii, gdzie patogen stanowi już poważny problem (Annis i Yarborough 2009; Nekoduka i wsp. 2012). Plantacje w naszym kraju zakładane są najczęściej na obrzeżach lasów, w których nierzadko rośnie borówka czarna, powszechnie porażana przez tego grzyba. Jedynie dokładne poznanie biologii i epidemiologii *V. heterodoxa* pozwoli w przyszłości na opracowanie metod ochrony upraw ważnych gospodarczo przed tym patogenem.

Historia i taksonomia grzyba History and taxonomy of fungus

Nazwa patogena podlegała wielokrotnie zmianom. W 1897 Allescher opisał tego patogena jako *Gloeosporium myrtilli* Allesch. (Allescher 1897) Stadium niedoskonałe anamorfę grzyba zaobserwował i opisał także Peyronel w 1923 roku nadając jej nazwę *Valdensia heterodoxa* Peyr. Pierwszy jej człon wywodzi się od Doliny Waldensów w północno-zachodnich Włoszech (teren Piemontu), w której znaleziono porażoną borówkę czarną (Peyronel 1923). Zarodniki konidialne (konidia) w kształcie gwiazd, podobne do tych opisanych przez Alleschera i Peyronela, w swoich badaniach zaobserwował również Kujala w 1946 roku. Ze względu na ich podobieństwo badacz zaproponował dla tych grzybów jedną nazwę *Saliastrium myrtilli* (Allesch.) Kujala (Kujala 1946). W 1962 roku Petrak dla wszystkich opisanych do tego czasu grzybów tworzących zarodniki konidialne gwiazdzistego kształtu o liczbie ramion od 3 do 6 utworzył wspólny takson o nazwie *Valdensia myrtilli* (Allesch.) Petr. (Redhead i Perrin 1972b). Następnie Gjaerum w 1970 roku (podobnie jak wcześniej Peyronel) określił sprawcę plamistości liści borówki czarnej jako *V. heterodoxa* Peyr. (Gjaerum 1970). Nazwa ta obowiązuje do dziś. Stadium niedoskonałe tego grzyba zostało również zaobserwowane przez Redhead i Perri (1972a) na porażonych liściach *Gaultheria shallon* Pursh. rosnących w kanadyjskiej prowincji British Columbia. Pierwotnie zostało ono opisane jako *Asterobolus gaultheriae* Redhead i P.W. Perrin. Etymologia tej nazwy związana jest z kształtem konidiów (z gr. *aster* – gwiazda) oraz mechanizmem ich uwalniania (z gr. *bolos* – rzucać).

Ze względu na podobieństwo morfologiczne zarodników konidialnych nazwa ta została uznana jako kolejny z synonimów *V. heterodoxa* (Redhead i Perrin 1972a, b). Stadium doskonałe (teleomorfa) *V. heterodoxa* zostało zaobserwowane i opisane po raz pierwszy w 1953 roku przez Peyronela (Peyronel 1953). Grzyb został zaklasyfikowany do typu Ascomycota, rzędu Helotiales, rodziny Sclerotiaceae (Kirk i wsp. 2008).

Zakres roślin żywicielskich patogena The host range of the pathogen

V. heterodoxa jest gatunkiem polifagicznym. Patogen został zidentyfikowany na wielu gatunkach roślin naczyniowych w Europie, Azji i Ameryce Północnej (Redhead 1974; Mel'nik 1981; Mułenko i Woodward 1996; Mułenko i wsp. 2008; Nekoduka i wsp. 2012). Występowanie grzyba jest ściśle związane z warunkami klimatycznymi panującymi w danym regionie. Grzyba notowano najczęściej na roślinach rosnących w lasach lub innych zadrzewieniach wilgotnych terenów podgórskich. Wysoka wilgotność powietrza jest jednym z głównych czynników umożliwiających uwalnianie i kiełkowanie zarodników konidialnych, jak również dalszy wzrost i rozwój grzyba. Właśnie w takich warunkach grzyb został zaobserwowany po raz pierwszy w 1923 roku na liściach borówki czarnej, znalezionej w dolinach górskich strefy leśnej Piemontu (Włochy), na wysokości 1200–1800 m n.p.m. (Siemaszko 1934). Roślina była najczęściej atakowana przez *V. heterodoxa* we Włoszech i Norwegii (Gjaerum 1970), gdzie zajmuje znaczne powierzchnie lasów borealnych (Aamlid 2000). Pojedyncze przypadki porażenia odnotowywano również w Niemczech (Bavendamm 1944; Petrak 1962), Rosji (Mel'nik 1981) i na Litwie (Treigiene 1998). Patogena obserwowano często na krzewach borówki czarnej w naturalnych i półnaturalnych lasach Polski i Szkocji (Mułenko i Woodward 1996). W warunkach umiarkowanego klimatu Polski był notowany również na liściach innych krzewów, a także drzew i roślin zielnych, rosnących na terenach Puszczy Białowieskiej, Ojcowa i nad Wigrami (Siemaszko 1929, 1933, 1934).

Występowanie patogena zostało potwierdzone na kontynencie Ameryki Północnej, gdzie oprócz *V. myrtilli* L. porażał także inne rośliny z rodziny wrzosowatych (Ericaceae). W kanadyjskiej prowincji British Columbia występował na *G. shallon*, w Quebec porażał *V. myrtilloides* Michx. i *V. angustifolium* Ait. (Redhead 1979), a w Newfoundland *V. ovalifolium* Sm. (Parmelee 1988). Natomiast w USA został wyizolowany z liści *G. shallon*, *V. alaskaense* How. i *V. membranaceum* Douglas rosnących na terenie stanów Washington, Oregon i Idaho (Norvell i Redhead 1994). Szczegółowy wykaz roślin porażanych przez *Valdensinia heterodoxa* w Europie i Ameryce Północnej zamieszczono w tabeli 1.

W 2003 roku w Japońskiej prowincji Iwate patogen po raz pierwszy został odnotowany na borówce wysokiej (Nekoduka i wsp. 2012). Kolejny przypadek na świecie, a pierwszy w Polsce został potwierdzony na roślinach tego samego gatunku w jednej ze szkółek matecznych w 2011 roku. Objawy porażenia zaobserwowano wówczas na liś-

Tabela 1. Wykaz roślin gospodarzy dla *V. heterodoxa* w Europie i Ameryce Północnej (według Farr i Rossman 2013)
Table 1. The List of host plant species of *V. heterodoxa* in Europe and North America (by Farr and Rossman 2013)

Europa – Europe	Ameryka Północna – North America
<i>Asplenium filix-femina</i> (L.) Bernh. (Aspleniaceae), <i>Betula pubescens</i> Ehrh. (Betulaceae), <i>Convallaria majalis</i> L. (Canvalliaceae), <i>Corylus avellana</i> L. (Betulaceae), <i>Fagus sylvatica</i> L. (Fagaceae), <i>Hieracium</i> L. (Asteraceae), <i>Hypericum</i> L. (Hypericaceae), <i>Oxalis acetosella</i> L. (Oxalidaceae), <i>Polygonatum multiflorum</i> (L.) All. (Canvalliaceae), <i>Quercus petraea</i> Liebl. (Fagaceae), <i>Q. robur</i> L. (Fagaceae), <i>Rubus saxatilis</i> L. (Rosaceae), <i>Rubus</i> L. (Rosaceae), <i>Scorzonera humilis</i> L. (Asteraceae), <i>Sorbus aucuparia</i> L. (Rosaceae), <i>Trientalis europaea</i> L. (Primulaceae), <i>V. vitis-idaea</i> L. (Ericaceae)	<i>Acer macrophyllum</i> Pursh. (Sapindaceae), <i>Diervilla lonicera</i> Mill. (Caprifoliaceae), <i>Dryopteris austriaca</i> (Jacq.) Woyn. (Dryopteridaceae), <i>Gaultheria shallon</i> Pursh. (Ericaceae), <i>Malus fusca</i> (Raf.) Schneid. (Rosaceae), <i>Menziesia ferruginea</i> Sm. (Ericaceae), <i>Polystichum munitum</i> (Kafllu.) C. Presl (Dryopteridaceae), <i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn. (Dennstaedtiaceae), <i>Rubus parviflorus</i> Nitt. (Rosaceae), <i>R. pedatus</i> J.E.Sm. (Rosaceae), <i>R. ursinus</i> L. (Rosaceae), <i>Vaccinium alaskaense</i> How. (Ericaceae), <i>V. angustifolium</i> Ait. (Ericaceae), <i>V. membranaceum</i> Douglas. (Ericaceae), <i>V. myrtilloides</i> Michx. (Ericaceae), <i>V. ovalifolium</i> J.E. Sm. (Ericaceae), <i>V. parvifolium</i> J.E.Sm. (Ericaceae)

ciach 30 jednorocznych roślin odmiany Bluecrop. Z liści z widocznymi objawami choroby uzyskano 8 izolatów grzyba. Zostały one zidentyfikowane za pomocą metod tradycyjnych i dostępnych technik biologii molekularnej (Dzięcioł i wsp. 2014).

Objawy i szkodliwość choroby Symptoms and harmfulness of disease

Objawy choroby powodowane przez *V. heterodoxa* to: okrągłe bądź owalne, strefowane, brązowe lub prawie brunatne, nekrotyczne plamy z ciemnopurpurową obwódką, o średnicy do 1 cm. Obwódka dookoła plamy powstaje wskutek miejscowej produkcji antocyjanowego pigmentu, mającego ograniczyć rozwój grzyba. W miejscach nasłonecznionych zabarwienie obwódki jest intensywniejsze, natomiast plamy są mniejsze w porównaniu z tymi obserwowanymi na liściach roślin rosnących w zacienieniu. Można przypuszczać, że dostęp promieni słonecznych pozytywnie wpływa na uruchomienie reakcji obronnych roślin przez włączenie miejscowej produkcji antocyjanów Peyronel (1923). Ten sam typ objawów obserwowano m.in. na roślinach: *Fagus sylvatica* w Niemczech (Bavendamm 1944), *Sorbus aucuparia* i *Dryopteris linnaeana* w Norwegii (Gjaerum 1970), *G. shallon* w Kanadzie (Redhead i Perrin 1972a) oraz *V. corymbosum* w Japonii (Nekoduka i wsp. 2012) i w Polsce (Dzięcioł i wsp. 2014).

W zależności od rośliny oraz stopnia porażenia grzyb może powodować przedwczesne opadanie liści i zamieranie roślin. Niektóre z nich mogą wytwarzać nowe liście, jednak odbywa się to kosztem zahamowania rozwoju pąków kwiatowych na rok następny. W przypadku borówki czarnej oraz pozostałych krzewów owocowych z rodziny wrzosowatych, wiąże się to z obniżeniem plonu. Rośliny zazwyczaj nie są w stanie prawidłowo przygotować się do zimowania przez co stają się mniej wytrzymałe na spadki temperatury w czasie zimy (Hildebrand i Renderos 2007; Annis i Yarborough 2009).

Cykl życiowy i biologia / Life cycle and biology

W stadium doskonałym grzyb wytwarza małe, wydłużone, jasnobrązowe apotecja o średnicy od 2,5 do 5 mm. Owocniki te wyrastają na długich trzonkach (2–6 mm) ze

sklerocjów, tworzących się wzdłuż nerwów głównych opadłych liści. Apotecja początkowo są wklęsłe, ale z czasem, w trakcie dojrzewania, stają się wypukłe. Tworzące się w nich worki są cylindryczne, rozszerzające się ku podstawie, bezwieczkowe i cienkościenne. W każdym worku znajduje się po 8 hyalinowych, zwykle elipsoidalnych zarodników workowych (askospor) o wymiarach 10–12 × 4,5 μm (Gjaerum 1970; Redhead 1974). Owocniki stadium doskonałego tego grzyba w przyrodzie formują się bardzo rzadko (Norvell i Redhead 1994). Dotychczas obserwowali je tylko: Peyronel na liściach *V. myrtilloides* we Włoszech w czerwcu 1952 roku (Peyronel 1953), Redhead na liściach *G. shallon* w marcu i kwietniu 1974 roku w Kanadzie (Redhead 1974) oraz Horst-Jensen w 1996 w Norwegii na liściach *V. myrtilloides* (Wilkin 2004).

W stadium niedoskonałym *V. heterodoxa* wytwarza krótkie, pojedyncze, proste, hyalinowe, cylindryczne trzonki konidialne, o szerokości 35–45 μm. Na ich szczycie powstają wielokomórkowe zarodniki konidialne (konidia) w kształcie gwiazdy, o średnicy 450–600 μm (makrokonidia). Zarodniki te należą do typu staurokonidiów. Ich charakterystyczną cechą są promieniście ułożone ramiona (w liczbie od 4 do 5) ostro, szydlasto zakończone. Centralna komórka konidium jest kulista o wielkości 100–150 μm. Na jej górnej powierzchni tworzy się początkowo 40–60 kulistych, cienkościennych guzków, które z czasem rozwijają się w maczugowate wypukłości, ściśle upakowane i oddzielone od komórki centralnej ścianami poprzecznymi (Mułenko i Woodward 1996). Na górnej stronie ramion, w ich części proksymalnej, tworzą się cienkościenne nabrzmienia (8–12), ułożone poprzecznie i ściśle do siebie przylegające. Struktury te i maczugowate komórki nad komórką centralną tworzą na górnej stronie konidium mocno ściśniętą palisadę (Zhao i Shamoun 2010). W warunkach dużej wilgotności, komórki tworzące palisadę mogą się powiększać i wtedy końce ramion wyginają się ku dołowi (Peyronel 1923). W stadium anamorfy grzyb może wytwarzać również drugi rodzaj konidiów – fialokonidia. Są one jednokomórkowe i kuliste, o średnicy 2–2,5 μm. Tworzą się na komórkach konidiotwórczych zwanych fialidami, znajdujących się na krótkich bądź długich, hyalinowych lub nieznacznie wybarwionych, wzniesionych trzonkach konidialnych (Redhead i Perrin 1972a). Ten rodzaj zarodnikowania był obserwowany jedynie w warunkach laboratoryjnych na sztucznych podłożach (Zhao i Shamoun 2010).

Zdolność grzyba do infekcji w dużym stopniu zależy od warunków środowiskowych. Najczęściej patogen ten występuje w lasach w stanowiskach wilgotnych, porażając zarówno liście krzewów, jak i roślinności zielnej (Siemaszko 1929, 1934). Tworzenie się zarodników i proces infekcji są zwykle stymulowane wysoką wilgotnością powietrza utrzymującą się przez dłuższy okres czasu. Takie warunki występują w marcu i kwietniu, kiedy już po 3 dniach dochodzi do wytworzenia zarodników konidialnych, a następnie nawiązania kontaktu pasożytniczego (Hildebrand i Renderos 2007). Optymalna temperatura zarodnikowania mieści się w przedziale 15–20°C (Zhao i Shamoun 2006). Zarówno zbyt niska (poniżej 5°C), jak i zbyt wysoka temperatura (powyżej 30°C) powoduje całkowite zahamowanie rozwoju choroby. Rozprzestrzenianie się zarodników konidialnych na sąsiednie rośliny odbywa się bez udziału wiatru i kropli deszczu (Annis i Yarborough 2009). Czynnikiem ułatwiającym ten proces jest wilgoć, która powoduje pęcznienie komórek ramion i ich składanie się, co skutkuje odepchnięciem zarodników od powierzchni liścia. Siła z jaką uwalniają się konidia powoduje ich przemieszczanie się na odległość około 20–30 cm, po czym upadają one zwykle na sąsiedni liść rośliny żywicielskiej (Peyronel 1923; Norvell i Redhead 1994). Szczytowe komórki szybko kiełkują promieniście wytwarzając krótkie, rozgałęzione appressoria. Rozrastająca się grzybnia penetruje kutykulę, wnikając nawet do 14 µm w głąb tkanki roślinnej (Peyronel 1923). Woda skraplająca się na powierzchni liści ułatwia kiełkowanie zarodników. Ważnym mechanizmem rozprzestrzeniania zarodników konidialnych jest również ich przenoszenie na butach czy też elementach maszyn (Hildebrand i Renderos 2007). Wynikiem nawiązania kontaktu pasożytniczego patogena z rośliną są objawy choroby na liściach w postaci koncentrycznych plam. W środkowej ich części przez kilka miesięcy można znaleźć konidia (Redhead i Perrin 1972a; Norvell i Redhead 1994). Z czasem powstaje grzybnia oplatająca nerwy główne liści, a następnie ich sklerotyzacja, zamieranie liści i defoliacja pędów (Norvell i Redhead 1994).

Grzyb zimuje na opadłych, porażonych liściach w postaci sklerocjów, z których rozwijają się apotecja. Znajdujące się w nich zarodniki workowe dokonują infekcji pierwotnych w nowym sezonie wegetacyjnym (Redhead 1974). Następnie na powstałych plamach dochodzi do wytworzenia staurokonidiów, które odpowiadają za rozprzestrzenianie *V. heterodoxa* na sąsiednie liście i rośliny (Redhead i Perrin 1972a; Norvell i Redhead 1994).

Chcąc zidentyfikować interakcje między grzybem a roślinami żywicielskimi na poziomie molekularnym, można zastosować analogię do innych przedstawicieli tej rodziny. Niektórzy właśnie na tej podstawie sugerują, że grzyb może posiadać geny odpowiedzialne za produkcję specyficznych enzymów odpowiedzialnych za rozkład kutykuli czy toksyn, które są w stanie wyłączyć lub unieszkodliwić reakcje obronne gospodarza (Vogelgsang i Shamoun 2004).

***V. heterodoxa* jako bioherbicyd *V. heterodoxa* as a bioherbicide**

Biologiczna metoda zwalczania chwastów stanowi innowacyjne wykorzystanie działalności mikroorganiz-

mów naturalnie występujących w środowisku. Jednym z takich gatunków jest *V. heterodoxa*, naturalnie występująca na *Gaultheria shallon* (Vogelgsang i Shamoun 2002, 2004; Magnussen i wsp. 2004; Wilkin i wsp. 2005; Zhao i Shamoun 2006). W przeszłości roślina ta stanowiła źródło energii dla ptaków i ssaków. Była także elementem tradycji rodowych plemion zamieszkujących tereny dzisiejszej prowincji British Columbia w Kanadzie, a także była szeroko wykorzystywana w aranżacjach wnętrz (Norvell i Redhead 1994). Obecnie *G. shallon* stanowi bardzo poważny problem w lasach iglastych, gdyż utrudnia kiełkowanie nasion i zagłusza wzrost siewek. Z tego względu stała się „chwastem”, którego eliminowanie jest już koniecznością. Mechaniczne usuwanie *G. shallon* jest bardzo trudne, ponieważ roślina wytwarza silnie rozbudowany system korzeniowy, a jej pędy szybko się ukorzeniają. Natomiast chemiczne herbicydy są mało skuteczne, gdyż gruba warstwa pokrywająca liście utrudnia translokację substancji czynnej do wnętrza tkanek. Szansą na ograniczenie jej występowania wydają się bioherbicydy zawierające mikroorganizmy (Vogelgsang i Shamoun 2002; Magnussen i wsp. 2004). Vogelgsang i Shamoun (2004) uzyskali szczep PFC 3027 *V. heterodoxa*, który został zgłoszony do urzędu patentowego i jest wykorzystywany jako składnik preparatów biologicznych stosowanych przeciwko *G. shallon*. Ewentualne użycie tego grzyba jako składnika bioherbicydu w Polsce może spowodować duże zmiany w jego populacji.

Ochrona przed *V. heterodoxa* Protection against *V. heterodoxa*

W USA do ochrony przed *V. heterodoxa* zaleca się głównie zabiegi agrotechniczne, m.in. ograniczenie przemieszczania się ludzi i maszyn po terenie plantacji w czasie zwilżenia roślin, co zapobiega rozprzestrzenieniu grzyba przez zarodniki konidialne przenoszone na obuwiu i ubraniu. Po zauważeniu ognisk choroby zaleca się bezwzględnie usuwać i palić porażone rośliny. W Kanadzie natomiast do ochrony krzewów borówki niskiej przed *V. heterodoxa* zarejestrowano środek Pristine WG (boskalid + piraklostrobina). Zastosowanie środków chemicznych zawierających ww. substancje czynne może okazać się skuteczne również w Polsce w ochronie borówki wysokiej przed tym patogenem. Złuszczają, że preparat Signum 33WG posiadający w swym składzie te substancje jest już zarejestrowany do ochrony borówki przeciwko szarej pleśni.

Wnioski / Conclusions

1. Plamistość liści borówki wysokiej jest stosunkowo nową chorobą opisaną na roślinach tego gatunku w Polsce.
2. Rośliny należące do rodziny Ericaceae, w tym także borówka wysoka są szczególnie podatne na porażenie przez *V. heterodoxa*. Zakładanie plantacji towarowych na obrzeżach lasów, w których często rosną zakażone przez tego patogena rośliny borówki czarnej może zwiększać ryzyko wystąpienia plamistości liści na borówce wysokiej.

3. Brak jest skutecznych metod zwalczania patogena, przestrzenianiu się grzyba.
a zabiegi agrotechniczne zapobiegają jedynie roz-

Literatura / References

- Aamlid D. 2000. Infections of *Valdensinia heterodoxa* and *Pucciniastrum vaccinii* on bilberry (*Vaccinium myrtillus*). *Forest Pathology* 30 (3): 135–139.
- Allescher A. 1897. Diagnosen einiger neuer, meist im Jahre 1896 gesammelter Arten bayerischen Pilze nebst Bemerkungen über einige kristische Arten. *Berichte der Bayerischen Botanischen Gesellschaft* 5: 13–25.
- Annis S., Yarborough D. 2009. Disease *Valdensinia* Leaf spot Disease [online]. The University of Maine–Cooperative Extension: Maine Wild Blueberries. <http://umaine.edu/blueberries/factsheets/disease/valdensinia-leaf-spot-disease>. [Accessed: 24.03.2014].
- Bavendamm W. 1944. *Valdensinia heterodoxa*, ein neuer Buchenschädling. *Forstwissenschaftliches Centralblatt* 66 (1): 54–60.
- Dzięcioł R., Mirzwa-Mróż E., Zielińska E., Wińska-Krysiak M., Wakuliński W. 2014. *Valdensinia heterodoxa* Peyronel as a new pathogen of blueberry in Poland [online]. *Plant Disease* 98, p. 688. <http://dx.doi.org/10.1094/PDIS-06-13-0644-PDN> [Accessed: 24.10.2014].
- Farr D.F., Rossman A.Y. 2013. Fungal Databases, Systematic Mycology and Microbiology Laboratory, ARS, USDA [online]. Retrieved December 5, 2013. <http://nt.ars-grin.gov/fungaldatabases> [Accessed: 24.03.2014].
- Gjaerum H.B. 1970. En merkelig sopp på blabaer. [A curious fungus on *Vaccinium myrtillus*]. *Blyttia* 28: 159–163.
- Hildebrand P.D., Renderos W.E. 2007. *Valdensinia* leaf spot (*Valdensinia heterodoxa*) of commercial lowbush blueberry in Atlantic Canada: an emerging new threat. *Canadian Journal of Plant Pathology* 29, p. 90.
- Kirk P.M., Cannon P.F., Minter D.W., Stalpers J.A. 2008. *Ainsworth and Bisby's Dictionary of the Fungi*. Wyd. X. CABI Europe–UK, CAB International, Wallingford, 771 pp.
- Kujala V. 1946. Stornformige Diasporen bei *Saliastrum (Gloeosporium) myrtilli* (Allesch.). *Kujala* 22: 137–141.
- Magnussen S., Vogelgsang S.F., Shamoun S. 2004. Nonlinear mixed models for repeated data assessment of time and temperature effects on conidia production in the fungus *Valdensinia heterodoxa*. *Biocontrol* 49: 47–62.
- Mel'nik V.A. 1981. *Valdensinia heterodoxa* Peyronel, an unusual but very common *Hyphomycetes* [Fungi]. *Novosti sistematiki nizshikh rastenii – Akademiia nauk SSSR, Botanicheskii institut* 18: 96–99.
- Mulenko W., Woodward S. 1996. Plant parasitic hyphomycetes new to Britain. *Mycologist* 10: 69–72.
- Mulenko W., Majewski T., Ruskiewicz-Michalska M. 2008. A preliminary checklist of micromycetes in Poland. p. 508. In: "Biodiversity of Poland 9" (Z. Mirek, ed.). W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków, 752 pp.
- Nekoduka S., Kanematsu S., Tanaka K., Harada Y., Sano T. 2012. *Valdensinia* leaf blight of blueberry caused by *Valdensinia heterodoxa*, a new fungal disease in Japan. *Journal of General Plant Pathology* 78 (3): 151–159.
- Norvell L.L., Redhead S.A. 1994. *Valdensinia heterodoxa (Sclerotiniaceae)* in the United States. *Canadian Journal of Forest Research* 24: 1981–1983.
- Parmelee J.A. 1988. Parasitic fungi of Newfoundland based on specimens from Gros Morne National Park. *The Canada Field–Naturalist* 102: 442–464.
- Petrak F. 1962. Ergebnisse einer Revision der Grundtypen verschiedener Gattungen der Askomyzeten und Fungi Imperfecti. *Sydowia* 15: 185–193.
- Peyronel B. 1923. Sopra un singolare parassita polifago: *Valdensinia heterodoxa* n. gen. et n. sp. [On a singular polyphagous parasite: *Valdensinia heterodoxa* n. gen. et n. sp.]. *Stazione Sperimentale di Agrumicoltura Italiane* 56: 521–538.
- Peyronel B. 1953. La forma ascofora di *Valdensinia heterodoxa* Peyronel, tipo di un nuovo genere di *Sclerotiniaceae*: *Valdensinia*. *Nuovo Giornale Botanico Italiane* 59: 181–185.
- Redhead S.A., Perrin P.W. 1972a. *Asterobolus*: a new parasitic hyphomycete with a novel dispersal mechanism. *Canadian Journal of Botany* 50: 409–412.
- Redhead S.A., Perrin P.W. 1972b. *Asterobolus*: a synonym of *Valdensinia*. *Canadian Journal of Botany* 50: 2083–2084.
- Redhead S.A. 1974. Epistolae mycologicae IV. *Valdensinia heterodoxa* Peyr. (*Sclerotiniaceae*). *Syesis* 7: 235–238.
- Redhead S.A. 1979. Mycological observations: 1, on *Cristulariella*; 2, on *Valdensinia*; 3, on *Neolecta*. *Mycologia* 71: 1248–1253.
- Siemaszko W. 1929. Phytopathologische Beobachtungen in Polen. *Centralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten* 78: 113–116.
- Siemaszko W. 1933. Quelques observations sur les maladies des plantes en Polone. *Revue de Pathologie Végétale et d'Entomologie Agricole* 20: 139–148.
- Siemaszko W. 1934. Zagadnienia zasięgów geograficznych chorób roślin uprawnych. *Rocznik Nauk Ogrodniczych* 1: 163–170.
- Treigienė A. 1998. *Valdensinia heterodoxa* Peyr. in Lithuania. *Botanica Lithuanica* 4 (1): 99–102.
- Vogelgsang S., Shamoun S.F. 2002. Growth, sporulation, and conidia discharge of *Valdensinia heterodoxa*, a foliar pathogen of salal, as influenced by temperature and photoperiod *in vitro*. *Mycological Research* 106: 480–490.
- Vogelgsang S., Shamoun S.F. 2004. Evaluation of an inoculum production and delivery technique for *Valdensinia heterodoxa*, a potential biological control agent for salal. *Biocontrol Science and Technology* 14: 747–756.
- Wilkin J.E. 2004. Genetic diversity and population structure of the potential biocontrol agent, *Valdensinia heterodoxa*, and its host *Gaultheria shallon* (salal). M.Sc. Thesis, Department of Forest Sciences, The University of British Columbia, Vancouver, B.C., Canada: 6–7.
- Wilkin J.E., Shamoun S.F., Ritland C., Ritland K., El-Kassaby Y.A. 2005. Population genetics of *Gaultheria shallon* In British Columbia and the implications for management using biocontrol. *Canadian Journal of Botany* 83: 501–509.
- Zhao S., Shamoun S.F. 2006. The effects of culture media, solid substrates, and relative humidity on growth, sporulation and conidial discharge of *Valdensinia heterodoxa*. *Mycological Research* 110: 1340–1346.
- Zhao S., Shamoun S.F. 2010. Conidial morphology, structure and development in *Valdensinia heterodoxa*. *Mycology* 1: 113–120.