

**KRZYSZTOF TURCZAŃSKI, PAWEŁ RUTKOWSKI, MIROŚLAW NOWIŃSKI, BOGNA ZAWIEJA**

## **Kondycja jesionu wyniosłego (*Fraxinus excelsior* L.) w zależności od warunków wilgotnościowych wybranych siedlisk leśnych**

Health status of European ash (*Fraxinus excelsior* L.) in relation to the moisture of selected forest sites

### **ABSTRACT**

Turczański K., Rutkowski P., Nowiński M., Zawieja B. 2020. Kondycja jesionu wyniosłego (*Fraxinus excelsior* L.) w zależności od warunków wilgotnościowych wybranych siedlisk leśnych. Sylwan 164 (2): 133-141. DOI: <https://doi.org/10.26202/sylvan.2019087>.

The study aimed to determine the influence of site moisture conditions on the health status of European ash. The research plots were located in the Babki, Konstantynowo and Łopuchówko forest districts, as well as in the Poznań Municipal Forests (western Poland). The research was carried out on 30 research plots established in the part of the stands with at least 80% share of ash in the stand species composition. Ash aged from 48 to 144 years. The scope of the research included: (1) selection of the research plots and determination of the forest site type, (2) assessment of site moisture conditions – the type and degree of moisture and the depth of the groundwater level, (3) selection of 15 trees belonging to the 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> Kraft's class and assessment of their health status using the synthetic damage indicator, which is based on the crown defoliation and vitality of upper part of the crown. Results revealed that the best health status of ash stands was noted in mesic broadleaved forest. In contrast, within the stands in moist broadleaved forest, alder-ash forest and riparian forest we observed the highest share of damaged and dying trees. The more detailed analysis of moisture conditions showed that the lowest damage of ash was noted within the stands with the groundwater level at depth below 1.8 m and up to 0.5 m. Moreover, a high share of healthy and weakened trees occurred also within the stands with water flowing down the slope and in the compact soils, where water does not undergo significant level fluctuations. The most damaged stands occurred mostly in dehydrated soils, as well as in the soils where the depth of the groundwater was between 0.5 and 1.8 m.

### **KEY WORDS**

ash dieback, forest site type, soil moisture, depth of the groundwater level

### **ADDRESSES**

Krzysztof Turczański <sup>(1)</sup> – e-mail: [krzysztof.turczanski@up.poznan.pl](mailto:krzysztof.turczanski@up.poznan.pl)

Paweł Rutkowski <sup>(1)</sup> – e-mail: [pawel.rutkowski@up.poznan.pl](mailto:pawel.rutkowski@up.poznan.pl)

Mirosław Nowiński <sup>(1)</sup> – e-mail: [miroslaw.nowinski@up.poznan.pl](mailto:miroslaw.nowinski@up.poznan.pl)

Bogna Zawieja <sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Wydział Leśny, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu; ul. Wojska Polskiego 28, 60-637 Poznań

<sup>(2)</sup> Katedra Metod Matematycznych i Statystycznych, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Wojska Polskiego 28, 60-637 Poznań

## Wstęp

Pierwsze objawy zamierania jesionu wyniosłego zaobserwowano w 1992 roku w północno-wschodniej części Polski. W ciągu kilku lat choroba poraziła około 10 800 ha drzewostanów jesionowych [Zachara i in. 2007]. Do 2010 roku proces objął 22 państwa kontynentalnej części Europy [Douglas 2012]. W 2006 roku z tkanek obumierających liści jesionu wyniosłego wyizolowano nowy gatunek grzyba – *Chalara fraxinea*, którego uznano za głównego sprawcę choroby [Kowalski 2006]. Generatywna forma grzyba otrzymała nazwę *Hymenoscyphus fraxineus* [Baral i in. 2014]. W badaniach *in vitro* wykazano, że grzyb rozwija się najlepiej w warunkach wilgotnych oraz w zakresie temperatury 15-25°C [Kowalski, Bartnik 2010]. Pochodzenie patogenu powiązано z kilkukrotnym zawleczeniem go z introdukowanych w Europie jesionów mandżurskich (*Fraxinus mandshurica* Rupr.) i jesionów chińskich (*F. chinensis* Roxb.) [Drenkhan i in. 2014]. Stwierdzono, że grzyb w wyniku korzystnych czynników abiotycznych zdołał przystosować się do lokalnych warunków środowiska i rozpoczął proces infekcji jesionu wyniosłego [Timmermann i in. 2011]. W Austrii i Szwajcarii najwyższy poziom zamierania drzew opisano na siedliskach łągowych z dominacją jesionu w składzie gatunkowym. Postawiono hipotezę, niepoddaną jak dotąd szczegółowej weryfikacji, że intensywność choroby może zależeć od czynników siedliskowych wpływających na biologię grzyba i produkcję zarodników. Dotyczy to głównie składu gatunkowego drzewostanu, wilgotności powietrza, zawartości wody w glebie i sumy opadów atmosferycznych w okresie lata [Keßler i in. 2012]. Wyniki badań wykazały, że rozwój miseczek grzyba i natężenie objawów maleją w suchych warunkach, z wyjątkiem siedlisk skrajnie suchych i poddanych niskiej temperaturze [Holdenrieder 2012; Koltay i in. 2012]. W Czechach, Niemczech, na Słowacji i na Ukrainie najintensywniejsze objawy choroby opisano na siedliskach wilgotnych lub położonych w dolinach rzecznych [Douglas 2012; Vacek i in. 2015; Erfmeier i in. 2019]. Zbieżne doniesienia odnotowano również w Polsce. Wykazano, że jesion zamiera głównie na siedliskach optymalnych, przy dostatku wody w glebie i powietrzu [Kowalski, Łukomska 2005].

Siedlisko, a zwłaszcza warunki wilgotnościowe, mogą być więc jednym z istotnych elementów wpływających na tempo zamierania gatunku. Wskazują na to analizy biologii grzyba *Chalara fraxinea* oraz nasilenie symptomów choroby w wilgotnych i optymalnych dla jesionu warunkach. Celem niniejszej pracy było określenie kondycji jesionu wyniosłego w zależności od typu siedliskowego lasu, rodzaju i stopnia uwilgotnienia siedliska oraz głębokości lustra wody gruntowej.

## Materiał i metody

TEREN I ZAKRES BADAŃ. Badania wykonano na terenie nadleśnictwa Babki, Konstakowice i Łopuchówko oraz w lasach komunalnych Poznania, położonych w III Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej, w Mezoregionie Pojezierzy Wielkopolskich i Równiny Opalenicko-Wrzesińskiej [Zielony, Kliczkowska 2012]. Wybierając lokalizację powierzchni badawczych, poszukiwano fragmentów drzewostanów z co najmniej 80% udziałem jesionu wyniosłego w składzie gatunkowym. Wybrane drzewostany reprezentowały zróżnicowane warunki wilgotnościowe i glebowe, określone sumarycznie poprzez siedliskowy typ lasu zawarty w opisach taksacyjnych. Łącznie wytypowano 30 powierzchni. Wiek jesionów wahał się od 48 do 144 lat. Zakres badań objął: (1) wybór powierzchni badawczych i określenie rzeczywistego typu siedliskowego lasu, (2) wykonanie odkrywek glebowych i opisanie warunków wilgotnościowych siedliska, (3) wybór drzew i określenie kondycji jesionu wyniosłego. Prace terenowe wykonano w środku okresu wegetacyjnego (lipiec-sierpień 2016).

OCENA TYPU SIEDLISKOWEGO LASU I WARUNKÓW WILGOTNOŚCIOWYCH. Opis typu siedliskowego lasu wykonano zgodnie z kompleksową ekologiczno-siedliskową metodą typologiczną IBL [Instrukcja... 2012] oraz ramową charakterystyką typów siedliskowych lasu [Siedliskowe... 2003].

Warunki wilgotnościowe siedliska określono na podstawie analizy odkrywek glebowych wykonanych w centralnej części każdej powierzchni badawczej. Głębokość odkrywek wynosiła 150 cm, z pogłębieniem świdrem glebowym do 200 cm. W glebach mokrych głębokość profilu sięgała do poziomu wody gruntowej. Analiza profilu glebowego pozwoliła opisać parametry gleby istotne dla określenia warunków siedliskowych (typ, podtyp i rodzaj gleby) oraz wilgotnościowych (głębokość lustra wody, występowanie oglejenia oraz skład mechaniczny poziomów genetycznych). Powyższe dane posłużyły do określenia rodzaju i stopnia uwilgotnienia oraz głębokości poziomu wody gruntowej. Prace wykonano w oparciu o klasyfikację uwilgotnienia siedlisk leśnych [Instrukcja... 2012], która wyróżnia cztery rodzaje wody występującej w siedliskach leśnych: (1) woda gruntowa (g), (2) woda opadowa (og), (3) woda stokowa (sg), (4) woda zalewowa (z) oraz dodatkowo powierzchnie z odwodnieniem (O). Woda gruntowa jest definiowana jako lustro wody znajdujące się w zasięgu warstwy wodonośnej, wykazujące sezonowe wahania poziomu. Woda opadowa jest rozumiana jako woda grawitacyjna podparta stagnująca, występująca w glebach z cięższym składem mechanicznym. Woda stokowa to woda spływająca po warstwach nieprzepuszczalnych na stokach. Woda zalewowa jest definiowana jako woda przepływowa rzek i strumieni, która wskutek ich sezonowego wylewu pojawia się okresowo na powierzchni gleby. Stopnie uwilgotnienia wyodrębniono na podstawie głębokości występowania poziomu wody oraz charakterystyki oglejenia [Instrukcja... 2012].

OCENA KONDYCJI JESIONU WYNIOSŁEGO. Do oceny kondycji jesionu użyto III wariantu metody oceny stanu zdrowotnego drzewostanu, który wykorzystuje syntetyczny wskaźnik uszkodzenia (SYN) [Dmyterko i in. 2003]. Na każdej powierzchni badawczej wybrano 15 drzew należących do 1 i 2 klasy Krafca, na których oceniono defoliację i witalność korony. Defoliację drzew określono na całej długości korony z zaokrągleniem do 5%. W trakcie prac wykorzystano atlas ubytku aparatu asymilacyjnego [Müller, Stierlin 1990]. Witalność ustalono na podstawie oceny długości i liczby pędów w górnej części korony. Wyniki sklasyfikowano w stopniach uszkodzenia, które odpowiadają poszczególnym fazom rozwoju pędów wierzchołkowych: (0) drzewo witalne, (1) drzewo osłabione, (2) uszkodzone, (3) drzewo obumierające [Dmyterko, Bruchwald 2006].

SYN obliczono według wzoru:

$$SYN = \frac{0,03 \cdot Def + Wit}{2}$$

gdzie:

*Def* – defoliacja drzewa [%],

*Wit* – witalność drzewa [stopnie],

0,03 – wartość liczbowa dostosowująca defoliację do zakresu witalności 0-3 [Dmyterko i in. 2003].

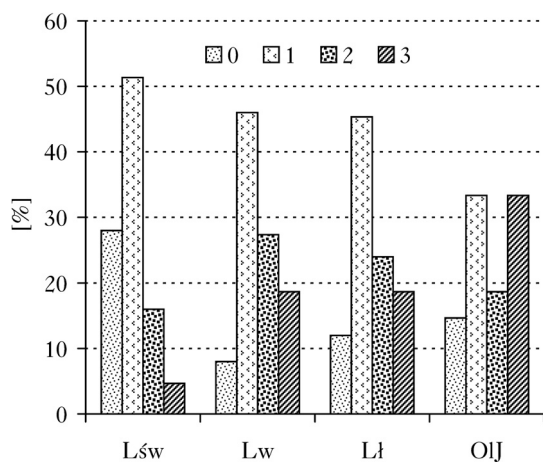
ANALIZA DANYCH. W pierwszym etapie obliczono SYN dla poszczególnych drzew w ramach danej powierzchni badawczej i zaklasyfikowano uzyskane wartości do stopni uszkodzenia: (0) drzewo zdrowe, (1) drzewo osłabione, (2) drzewo uszkodzone, (3) drzewo obumierające [Dmyterko, Bruchwald 2006]. Następnie obliczono średnią wartość SYN dla poszczególnych powierzchni badawczych zgrupowanych w zależności od kategorii badanej cechy: (1) typ siedliskowy lasu, (2) rodzaj i stopień uwilgotnienia siedliska, (3) głębokość poziomu wody gruntowej. Te same kategorie cech wykorzystano do sporządzenia rozkładu udziału drzew w stopniach SYN z wszystkich

analizowanych powierzchni. W kolejnym etapie wykonano analizy statystyczne. Za pomocą testu Kruskala-Wallisa określono istotność zależności SYN od typu siedliskowego lasu oraz rodzaju i stopnia uwilgotnienia siedliska. W analizie tej wykonano ponadto testy porównań wielokrotnych. Zależność SYN od poziomu wody gruntowej przetestowano analizą korelacji rang wiązanych Spearmana. Wartościom SYN przypisano rangi zgodnie z rosnącą kolejnością stopni uszkodzenia. Natomiast wartościom opisującym poziom wody gruntowej nadano rangi zgodnie z postępującą głębokością lustra wody, tj. od poziomu najpłytszego do najgłębszego. Analizę rang wiązanych wykorzystano również do sprawdzenia zależności SYN od wieku drzewostanów. W tej sytuacji kolejne wartości rang rosły wraz ze wzrostem wieku jesionu wyniosłego. W związku z występowaniem pustych podklas (zbyt mała liczba powtórzeń w ramach badanych zależności), będących efektem silnie zróżnicowanych warunków wilgotnościowych w ramach 30 analizowanych powierzchni, obliczenia wykonano oddzielnie dla każdej kategorii badanej cechy. Do analiz wykorzystano pakiet Statistica 13.3. Ocenę istotności analizowanych zależności przeprowadzono dla poziomu istotności równego 0,05.

## Wyniki

**TYP SIEDLISKOWY LASU.** Diagnoza siedliskowa powierzchni badawczych pozwoliła opisać 4 rzeczywiste typy siedliskowe lasu: las świeży (10 powierzchni), las wilgotny (10), las łęgowy (5) i ols jesionowy (5). Najlepszy stan drzewostanów zaobserwowano na siedliskach lasu świeżego (przeciętna wartość SYN=0,89), gdzie dominowały jesiony zdrowe (0) – 28% obserwacji i osłabione (1) – 51%. W drzewostanach na olsie jesionowym (SYN=1,49) stwierdzono największy odsetek drzew obumierających (3) – 33% obserwacji, przy dosyć wysokim udziale jesionów zdrowych (0) – 15%. Na siedliskach lasu wilgotnego (SYN=1,57) przeważały drzewa osłabione (1) – 46% i uszkodzone (2) – 27%. Na siedliskach lasu łęgowego stwierdzono zbliżony stopień uszkodzenia (SYN=1,71). Jesiony osłabione (1) stanowiły 45% obserwacji, uszkodzone (2) – 24% (ryc. 1).

Stwierdzono istotny statystycznie związek SYN z typem siedliskowym lasu ( $H(3, N=30) = 14,55, p=0,0022$ ). Porównania wielokrotne wykazały, że drzewostany na Lśw różnią się istotnie od OIJ ( $p=0,0383$ ), Lw ( $p=0,0063$ ) oraz Lł ( $p=0,0434$ ). Pozostałe typy siedlisk nie różniły się istotnie od siebie. Analiza zależności rozpatrywanej zmiennej od wieku drzewostanów wykazała słaby, nieistotny statystycznie związek wieku z uzyskanymi wartościami SYN ( $r_s=0,22, N=30, p=0,2523$ ).



Ryc. 1.

Udział [%] drzew w stopniach SYN (0-3) w zależności od typu siedliskowego lasu

Percentage of trees in the SYN degrees (0-3) depending on the forest site type

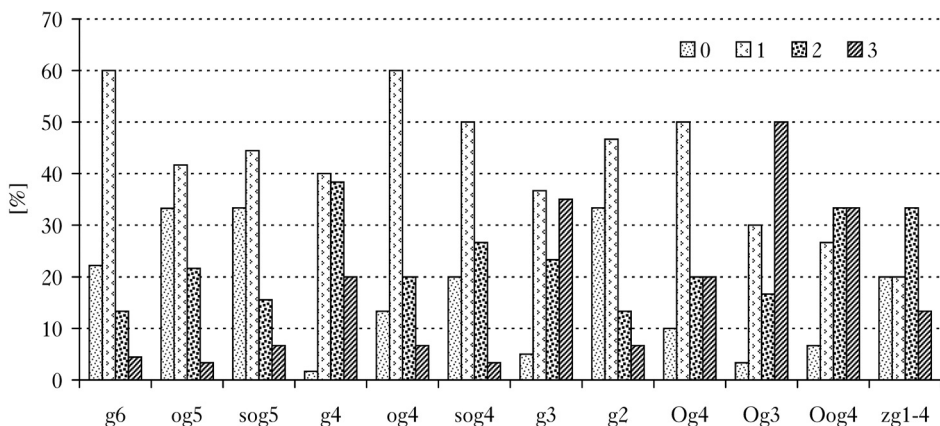
0 – drzewo zdrowe, 1 – drzewo osłabione, 2 – drzewo uszkodzone, 3 – drzewo obumierające

0 – healthy tree, 1 – weakened tree, 2 – damaged tree, 3 – dying tree; Lśw – mesic broadleaved forest, Lw – moist broadleaved forest, Lł – riparian forest, OIJ – alder-ash forest

RODZAJ I STOPIEŃ UWILGOTNIENIA SIEDLISKA. Na podstawie analizy warunków glebowych wyróżniono 12 rodzajów i stopni uwilgotnienia: og5, sog5, g4, g3 (po 4 powierzchni), g6, og4, sog4, g2, Og4, Og3 (po 2); Oog4, zg1-4 (po jednej). Najlepszy stan drzewostanów jesionowych opisano na powierzchniach z występującą wodą gruntową w stopniu 6 (g6), wodą stokową opadową w stopniu 5 (sog5), wodą opadową w stopniu 5 (og5) – przeciętna wartość SYN=0,87, a także z wodą gruntową w stopniu 2 (g2) – SYN=0,93. Odsetek drzew zdrowych (0) i osłabionych (1) w wymienionych grupach wyniósł odpowiednio 83, 83, 75 i 80% obserwacji (ryc. 2). Najgorszy stan drzewostanów stwierdzono na powierzchniach z odwodnieniami w 3 stopniu wody gruntowej (Og3) – SYN=2,13 oraz w 4 stopniu wody opadowej (Oog4) – SYN=1,93, a także w 3 i 4 stopniu wody gruntowej (g3, g4) – SYN=1,74. Odsetek drzew zdrowych (0) i osłabionych (1) wyniósł w tych grupach odpowiednio 33, 34, 42 i 42%. W pozostałych drzewostanach rosnących na glebach z występującą wodą opadową w stopniu 4 (og4), wodą zalewową (zg1-4), wodą gruntową (Og4) i wodą stokową opadową w stopniu 4 (sog4) stopnie uszkodzenia cechowały się przeciętnymi wartościami – SYN wyniósł kolejno 1,20, 1,33, 1,44 i 1,55. Odsetek drzew zdrowych (0) i osłabionych (1) wyniósł odpowiednio 73, 67, 60 i 70% (ryc. 2).

Analiza zależności SYN od rodzaju i stopnia uwilgotnienia siedliska wykazała istotny statystycznie związek obu zmiennych ( $H(10, N=30)=23,0874, p=0,0104$ ). Porównania wielokrotne nie wykazały istotnych różnic pomiędzy poszczególnymi poziomami stopni uwilgotnienia siedliska.

GŁĘBOKOŚĆ POZIOMU WODY GRUNTOWEJ (G). Na 18 powierzchniach badawczych opisano występowanie wody gruntowej (ryc. 3). Najlepszą kondycję drzew stwierdzono w drzewostanach z wodą gruntową na głębokości poniżej 1,8 m (przeciętna wartość SYN=0,87) i do 0,5 m (SYN=0,93). Odsetek drzew zdrowych (0) i osłabionych (1) wyniósł w tych grupach odpowiednio 83 i 80%. Najgorszy stan drzew zaobserwowano na powierzchniach, gdzie woda znajduje się na głębokości 0,5-1,8 m (SYN=1,63). Stwierdzono istotny statystycznie, umiarkowanie silny związek SYN z poziomem wody gruntowej ( $r_s=0,49, N=18, p=0,0058$ ).



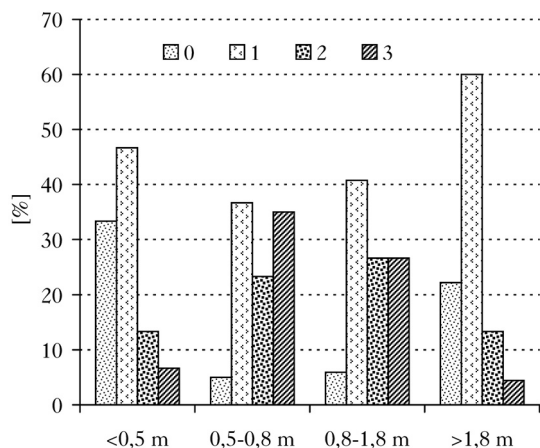
Ryc. 2.

Udział [%] drzew w stopniach SYN (0-3) w zależności od rodzaju i stopnia uwilgotnienia

Fraction [%] of trees in the SYN degrees (0-3) depending on the type and degree of moisture

g – woda gruntowa, og – woda opadowa, sog – woda stokowa, z – woda zalewowa, O – odwodnienia; stopnie uwilgotnienia zależą od rodzaju wody, a dla wód gruntowych od głębokości występowania wody

g – groundwater, og – rainwater stagnating in compact soils, sog – rainwater running down the slopes, z – flood water, O – dehydrated soils; moisture degrees depends on the type of water, and for the groundwater depend on the depth of water level



Ryc. 3.

Udział [%] drzew w stopniach SYN (0-3) w zależności od głębokości poziomu wody gruntowej

Fraction [%] of trees in the SYN degrees (0-3) depending on the depth of the groundwater level

## Dyskusja

Badania prowadzone nad grzybem *Chalara fraxinea* wykazały powiązanie biologii patogenu i tempa rozwoju choroby z dużą wilgotnością siedliska [Kowalski, Łukomska 2005; Kowalski, Bartnik 2010; Keßler i in. 2012; Koltay i in. 2012]. Stwierdzono, że rozwój miseczek grzyba był utrudniony jedynie lokalnie, jeżeli gleba była mało wilgotna lub w runie zalegała gruba warstwa liści innych gatunków [Kowalski i in. 2012]. Wyniki prac prowadzonych na Łotwie pokazały ponadto, że najmniejsze uszkodzenia odnowienia naturalnego jesionu spowodowane przez grzyba wystąpiły na glebach suchych i mineralnych (>76% drzew zdrowych). Natomiast na glebach mokrych odsetek ten nie przekroczył 54% [Pušpure i in. 2017]. Inne badania wykazały, że w drzewostanach z udziałem olszy czarnej (*Alnus glutinosa* Gaertn.) i jesionu wyniosłego oba gatunki cechował odmienny stan zdrowotny. Autorzy zauważyli, że jedną z przyczyn tego zjawiska może być obniżenie lub podwyższenie poziomu lustra wody gruntowej [Dmyterko i in. 2005]. Ostatnie badania Erfmeier i in. [2019] dowiodły, że kondycja jesionu różni się istotnie w zależności od zajmowanego typu lasu. Najwyższy odsetek drzew uszkodzonych odnotowano w olszowo-jesionowym typie lasu, natomiast najniższy w jesionowo-bukowym i grabowo-jesionowym.

Wyniki niniejszej pracy ukazały, że kondycja jesionu jest istotnie skorelowana z typem siedliskowym lasu. Najlepszy stan jesionu odnotowano w drzewostanach na lesie świeżym, które charakteryzowały się najniższą przeciętną wartością SYN. W drzewostanach rosnących na lesie wilgotnym, lesie łągowym i olsie jesionowym stwierdzono najgorszy stan jesionu. Analiza SYN w zależności od poziomu wody gruntowej oraz rodzaju i stopnia uwilgotnienia siedliska, a także rozkład udziału drzew w stopniach SYN w zależności od badanej kategorii cechy pozwoliły uściślić uzyskane rezultaty. Wprowadzenie wspomnianych zmiennych, opisujących warunki wilgotnościowe siedliska, wpłynęło na zastosowane testy statystyczne. Porównania wielokrotnie, z wyjątkiem typu siedliskowego lasu, nie wykazały bardziej uogólnionych zależności ze względu na dużą zmienność warunków wilgotnościowych w ramach 30 wytypowanych powierzchni badawczych. Dla przykładu wodę zalewową stwierdzono tylko na jednej powierzchni, natomiast wodę stokową odnotowano już na kilku powierzchniach – różniących się dodatkowo stopniem uwilgotnienia oraz typem siedliskowym lasu. Niemniej jednak uzyskane dane stanowią cenną informację o istnieniu zróżnicowania kondycji jesionu wyniosłego w zależności od warunków wilgotnościowych siedliska.

W badanych drzewostanach najlepszą kondycję jesionów stwierdzono na powierzchniach z wodą gruntową występującą na głębokości poniżej 1,8 m i do 0,5 m. W pierwszym przypadku oznacza to słaby wpływ wód gruntowych na siedlisko, co jest typowe dla analizowanych lasów świeżych z wodą gruntową (g6), która nie ma wpływu na przebieg procesów glebotwórczych ani na roślinność, która reagowałaby w sposób widoczny na brak wilgoci. W drugiej sytuacji oznacza wpływ silny, który jest charakterystyczny dla badanych olsów jesionowych z płytko występującym lustrem wody gruntowej (g2). Uzyskany wynik może świadczyć o tym, że czynniki te stwarzają niekorzystne warunki dla rozwoju patogenów odpowiedzialnych za czynniki chorobotwórcze u jesionów. Może też to być oznaką, że jesion źle toleruje wahania poziomu wody, a znosi dobrze stałą wysoką lub względnie niską, jak na wymagania gatunku, wilgotność siedliska. Przykładem tego może być część analizowanych powierzchni na olsie jesionowym z występującą wodą gruntową (g2) na głębokości do 0,5 m, gdzie stwierdzono wysoki odsetek drzew zdrowych. W tej sytuacji dobra kondycja jesionu może wynikać ze stałego wysokiego poziomu wody i z okresowych podtopień tego typu siedlisk, prowadzących do szybkiego rozkładu nerwów liściowych jesionu, co w konsekwencji może utrudniać rozwój patogenicznej formy grzyba.

Szczególnym przykładem są drzewostany jesionowe rosnące na lesie świeżym, które różniły się istotnie od pozostałych analizowanych typów siedliskowych lasu. Są to powierzchnie z niskim stopniem uwilgotnienia (g6) i poziomem wody gruntowej poniżej 1,8 m. W takich warunkach odnotowano najlepszą kondycję jesionu, wyrażoną najwyższym odsetkiem drzew zdrowych i najniższą przeciętną wartością SYN. Może to wynikać ze wspomnianych czynników wilgotnościowych, a zwłaszcza z braku wahań poziomu wody w glebie, jak i braku znacznej wilgotności potrzebnej dla rozwoju grzyba. Ostatnie badania wykazały ponadto istotną korelację kondycji jesionu wyniosłego z zawartością materii organicznej i odczynem gleby w poziomie próchnicznym. Na siedliskach świeżych z odczynem gleby poniżej 7,0 oraz zawartością materii organicznej poniżej 7,5% stwierdzono wyraźnie niższą defoliację drzew niż na siedliskach wilgotnych i eutroficznych [Turczański i in. 2020].

Równie dobrą kondycją cechowały się drzewostany rosnące na glebach zbudowanych z utworów cięższych, z występującą wodą stokową (sog5) i opadową (og5). W takich warunkach woda w glebie zatrzymywana jest na dłużej i nie podlega znacznym wahaniom wilgotności, co zwłaszcza w okresie susz wiosennych ma istotne znaczenie dla witalności drzew. Tym samym może to wpływać na mniejszy stres wodny i większą odporność drzew na patogeny wtórne.

Najgorszy stan drzewostanów, wyrażony najwyższą przeciętną wartością SYN oraz najwyższym odsetkiem drzew uszkodzonych i obumierających, stwierdzono na siedliskach odwodnionych oraz na powierzchniach, gdzie głębokość wody gruntowej mieści się w przedziale 0,5-1,8 m. Dotyczy to głównie drzewostanów na lesie wilgotnym z występującą wodą gruntową w stopniach g3 i g4, jak również odwodnionych bądź niezalewanych wariantów lasu łęgowego i olsu jesionowego w stopniach uwilgotnienia Og3, Og4 oraz Oog4. Są to powierzchnie z dominacją gleb piaszczystych, w których dochodzi do wahań poziomów lustra wody. Efektem tego może być stres wodny utrudniający funkcjonowanie drobnych korzeni i mikoryzy, w konsekwencji prowadzący do zamierania drzew [Schütt 1981]. W takich warunkach jesiony ulegają osłabieniu i są bardziej podatne na porażenie przez patogeny wtórne, w tym możliwe, że również przez *Chalara fraxinea*.

Uzyskane wyniki mogą mieć istotne znaczenie dla praktyki leśnej w zakresie wspierania wzrostu drzewostanów jesionowych, zwłaszcza pochodzących z odnowienia naturalnego na niewielkich powierzchniach w ramach siedlisk lasu świeżego.

## Podsumowanie

Wyniki niniejszej pracy ukazały istotną statystycznie korelację kondycji jesionu wyniosłego z warunkami siedliskowymi. Nasilenie objawów wyrażonych w stopniach uszkodzenia SYN zależało od typu siedliskowego lasu, rodzaju i stopnia uwilgotnienia siedliska oraz głębokości lustra wody gruntowej.

Najlepszą kondycję drzewostanów jesionowych stwierdzono na siedliskach lasu świeżego. W drzewostanach rosnących na lesie wilgotnym, lesie łągowym i olsie jesionowym stopień uszkodzenia był zbliżony i różnił się istotnie od kondycji jesionów rosnących na lesie świeżym.

W drzewostanach rosnących na glebach z występującą wodą opadową og5, stokową sog5 oraz wodą gruntową g6 stwierdzono najmniejsze uszkodzenia jesionu. Są to warunki, w których nie dochodzi do znacznych wahań poziomu wilgotności w glebach z cięższym składem mechanicznym oraz występuje słaby wpływ poziomu wody gruntowej (poniżej 1,8 m) na siedlisko. Wysoki odsetek drzew zdrowych i osłabionych stwierdzono również w drzewostanach na olsach jesionowych z wodą gruntową g2 (do 0,5 m). W tej sytuacji kondycja jesionów mogła być determinowana stałym wysokim uwilgotnieniem gleby oraz brakiem znacznych wahań poziomu wody gruntowej. Stały wysoki lub niski stopień uwilgotnienia gleby może również stwarzać niekorzystne warunki dla rozwoju grzyba *Chalara fraxinea*.

Najgorszą kondycję drzewostanów jesionowych stwierdzono na lesie wilgotnym oraz w odwodnionych olsach jesionowych i lasach łągowych. W tej sytuacji słaba kondycja drzewostanów mogła wynikać z negatywnego oddziaływania znacznych wahań stopnia uwilgotnienia gleby, zwłaszcza na powierzchniach z wodą gruntową znajdującą się w przedziale 0,5 do 1,8 m głębokości, jak również z występowania korzystnych warunków wilgotnościowych dla rozwoju grzyba *Chalara fraxinea*.

## Literatura

- Baral H. O., Queloz V., Hosoya T. 2014. *Hymenoscyphus fraxineus*, the correct scientific name for the fungus causing ash dieback in Europe. IMA fungus 5 (1): 79. DOI: <https://doi.org/10.5598/imafungus.2014.05.01.09>.
- Dmyterko E. 1998. Metody określania uszkodzeń drzewostanów dębowych. Sylwan 142 (10): 29-38.
- Dmyterko E., Bruchwald A. 2006. Kryteria oceny uszkodzenia ważniejszych gatunków drzew liściastych. Leś. Pr. Bad. 3: 115-124.
- Dmyterko E., Tomusiak R., Wojtan R., Bruchwald A. 2005. Analiza porównawcza stopnia uszkodzenia jesionu wyniosłego (*Fraxinus excelsior* L.) i olszy czarnej [*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.], rosnących w zmieszaniu lub bliskim sąsiedztwie. Sylwan 149 (2): 3-11. DOI: <https://doi.org/10.26202/sylvan.9200413>.
- Dmyterko E., Wojtan R., Bruchwald A. 2003. Stan zdrowotny drzewostanów jesionowych (*Fraxinus excelsior* L.) Nadleśnictwa Mirce. Sylwan 147 (12): 9-18. DOI: <https://doi.org/10.26202/sylvan.2003241>.
- Douglas G. 2012. Characteristics of *Chalara* disease, its status in Europe. Summary report from a meeting of European experts. Based on abstracts and presentations of reports from various countries meeting in Cost Action fp1103 'Fraxback', Vilnius, Lithuania.
- Drenkhan R., Sander H., Hanso M. 2014. Introduction of Mandshurian ash (*Fraxinus mandshurica* Rupr.) to Estonia: Is it related to the current epidemic on European ash (*F. excelsior* L.)? European Journal of Forest Research 133 (5): 769-781. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10342-014-0811-9>.
- Erfmeier A., Haldan K. L., Beckmann L. M., Behrens M., Rotert J., Schrautzer J. 2019. Ash dieback and its impact in near-natural forest remnants – a plant community-based inventory. Frontiers in Plant Science 10: 658. DOI: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2019.00658/full>.
- Holdenrieder O. 2012. Aktuelles zum Eschentriebsterben. Zürcher Wald 3: 20-22.
- Instrukcja zarządzania lasu. Część 2. Instrukcja wyróżniania i kartowania w Lasach Państwowych typów siedliskowych lasu oraz zbiorowisk roślinnych. 2012. CILP, Warszawa.
- Keßler M., Cech T., Brandstetter M., Kirisits T. 2012. Dieback of ash (*Fraxinus excelsior* and *Fraxinus angustifolia*) in Eastern Austria: Disease development on monitoring plots from 2007 to 2010. Journal of Agricultural Extension and Rural Development 4 (9): 223-226.
- Koltay A., Szabó I., Janik G. 2012. *Chalara fraxinea* incidence in Hungarian ash (*Fraxinus excelsior*) forest. Journal of Agricultural Extension and Rural Development 4 (9): 236-238.



- Kowalski T. 2006. *Chalara fraxinea* sp. nov. associated with dieback of ash (*Fraxinus excelsior*) in Poland. Forest Pathology 36: 264-270. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1439-0329.2006.00453.x>.
- Kowalski T., Bartnik C. 2010. Morphological variation in colonies of *Chalara fraxinea* isolated from ash (*Fraxinus excelsior* L.) stems with symptoms of dieback and effects of temperature on colony growth and structure. Acta Agrobotanica 63 (1): 99-106. DOI: <https://doi.org/10.5586/aa.2010.012>.
- Kowalski T., Kraj W., Szeszycki T. 2012. Badania nad zamieraniem jesionu w drzewostanach nadleśnictwa Rokita. Acta Agraria et Silvicultura Series Silvestris 50: 3-22.
- Kowalski T., Łukomska A. 2005. Badania nad zamieraniem jesionu (*Fraxinus excelsior* L.) w drzewostanach Nadleśnictwa Włoszczowa. Acta Agrobotanica 58 (2): 429-440.
- Müller E., Stierlin H. R. 1990. Sansilva tree crown photos with percentages of foliage loss. Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research, Birmensdorf.
- Pušpure I., Matisons R., Laiviņš M., Gaitnieks T., Jansons J. 2017. Natural regeneration of common ash in young stands in Latvia. Baltic Forestry 23 (1): 209-217.
- Schütt P. 1981. Erste Ausätze zur Experimentellen klärung des Tannensterbens. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 132 (6): 443-452.
- Siedliskowe podstawy hodowli lasu. 2003. Załącznik nr 1 do Zasad hodowli i użytkowania lasu wielofunkcyjnego. CILP, Warszawa.
- Timmermann V., Børja I., Hietala A. M., Kirisits T., Solheim H. 2011. Ash dieback: patogen spread and diurnal patterns of ascospore dispersal, with special emphasis on Norway. Bulletin OEPP/EPPO 41: 14-20. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2338.2010.02429.x>.
- Turczański K., Rutkowski P., Dyderski M. K., Wrońska-Pilarek D., Nowiński M. 2020. Soil pH and organic matter content affects European ash (*Fraxinus excelsior* L.) crown defoliation and its impact on understory vegetation. Forests 11 (1): 22. DOI: <https://doi.org/10.3390/f11010022>.
- Vacek S., Vacek Z., Bulušek D., Putalová T., Sarginci M., Schwarz O., Šrůtka P., Podrázský V., Moser W. K. 2015. European Ash (*Fraxinus excelsior* L.) Dieback: Disintegrating forest in the mountain protected areas, Czech Republic. Austrian Journal of Forest Sciences 132 (4): 203-223.
- Zachara T., Zajączkowski J., Łukaszewicz J., Gil W., Paluch R. 2007. Możliwość przeciwdziałania zjawisku zamierania jesionu wyniosłego (*Fraxinus excelsior* L.) metodami hodowli lasu. Leś. Pr. Bad. 3: 149-150.
- Zielony R., Kliczkowska A. 2012. Regionalizacja przyrodniczo-leśna Polski 2010. CILP, Warszawa.