UNIWERSYTET PRZYRODNICZY W POZNANIU

WYDZIAŁ LEŚNY

KATEDRA FITOPATOLOGII LEŚNEJ

Tomasz Raźny

Znaczenie opieniek dla stanu zdrowotnego drzewostanów dębowych Płyty Krotoszyńskiej

Autoreferat rozprawy doktorskiej wykonanej pod kierunkiem
prof. dr. hab. Piotra Łakomego

Recenzenci: prof. dr. hab. Hanna Kwaśna
prof. dr. hab. Zbigniew Sierota

POZNAŃ 2016

SPIS TREŚCI

1. WSTĘP 4

2. CEL I ZAKRES BADAŃ 5

3. MATERIAŁY I METODYKA BADAŃ 6

3.1. Charakterystyka obiektu badawczego 6

3.2. Wybór i podział powierzchni badawczych 6

3.3. Określanie stanu zdrowotnego drzew 7

3.4. Ocena zasiedlenia drzewostanów przez opieńki 9

3.4.1. Metoda pułapek 9

3.4.2. Badanie zagęszczenia ryzomorf opieniek na szyi korzeniowej drzew 9

3.4.3. Badanie aktywności ryzomorf wokół szyi korzeniowej 10

3.4.4. Badanie metodą małych odkrywek 10

4. WYNIKI 10

4.1. Stan zdrowotny drzew 10

4.2. Zasiedlenie drzewostanów dębowych przez opieńki 14

4.2.1. Zasiedlenie drewna w glebie przez ryzomorfy opieniek 14

4.2.2. Zagęszczenie ryzomorf opieniek na szyi korzeniowej drzew 14

4.2.3. Zagęszczenie ryzomorf opieniek wokół szyi korzeniowej drzew w warstwie gleby do 30 cm 15

4.3.3. Zagęszczenie ryzomorf w glebie 16

3.4. Gatunki opieniek 18

4. WNIOSKI 19

LITERATURA 20

1. WSTĘP

W wielu krajach Europy, obserwuje się rosnącą tendencję osłabiania kondycji zdrowotnej i masowego zamierania lasów dębowych (Delatour 1983, Bernadzki 1986, Borecki i Wójcik 1996, Bartnik 1998, Siwecki i in. 2000, Ceitel 2007). Również w Polsce zjawisko to występuje na obszarze całego kraju niezależnie od siedliska, wieku i stanowiska biosocjalnego (Mańka i Robok 1999, Sierota 2001). Zdaniem wielu autorów przyczyna zamierania dębów ma charakter nie patogeniczny, ponieważ dotychczas nie odkryto czynnika sprawczego, który mógłby być odpowiedzialny za to zjawisko. Ma ono charakter raczej choroby kompleksowej w której czynniki predysponujące, inicjujące i współuczestniczące, uwzględniając specyfikę lokalnych uwarunkowań, działają jednocześnie (Manion 1991, Wargo 1996, Oszako 2002, Ragazzi i in. 2000, Modrzyński i in. 2006). Większość badaczy w występowaniu letnich susz upatruje (a w ich efekcie obniżenie poziomu wód gruntowych) jedną z głównych przyczyn osłabienia oraz zamierania drzewostanów dębowych (Ważny i in. 1991, Jones i in. 1993, Przybył 1995, Oak i in. 1996, Gibbs i Greig 1997, Siwecki i Ufnalski 1998, Oszako 2000, 2007, Ponton i in. 2000, Ragazzi i in. 2000, Zierl 2004). Stałe obniżanie kondycji zdrowotnej drzewostanów powoduje wzrost znaczenia opieniek jako patogenów słabości.

Grzyby rodzaju *Armillaria* (Fr.: Fr.) Staude powodują jedną z najgroźniejszych chorób systemów korzeniowych drzew i krzewów - opieńkową zgniliznę korzeni (Hood i in. 1991, Kile i in. 1991, Shaw i Kile 1991, Żółciak 2000, 2001, Sierota 2001, 2011, Lech i Żółciak 2006). Szkody od opieńkowej zgnilizny korzeni notowane są w drzewostanach wszystkich klas wieku zarówno liściastych jak i iglastych (Kaliszewski i in. 2007). Drzewostany dębowe rosną na siedliskach lasowych, które sprzyjają występowaniu opieniek (zwłaszcza żółtotrzonowej i maczugowatej) bardziej niż siedliska borowe. Siedliska lasowe, o dużej zawartości materii organicznej i dostatecznie wilgotne, sprzyjają także wytwarzaniu ryzomorf, które kolonizując nagromadzoną w glebie materie organiczną (stanowiącą dla opieniek wtórną bazą pokarmową), mogą dalej się rozwijać niezależnie od pierwotnej bazy pokarmowej w postaci pniaków.

Wielu badaczy uważa opieńkową zgniliznę korzeni za jedno z ostatnich ogniw w przebiegu zamierania dębów (Kelley i in. 2009 za Bruhn i in. 2000, Oszako 2006). Zdaniem Sieroty (2001) choroba jest ogniwem pośrednim, uaktywniającym się

w przypadku stresu drzew zapoczątkowanego przez czynniki antropogeniczne i abiotyczne.

Występująca powszechnie w drzewostanach dębowych *Armillaria gallica* odgrywa istotną rolę w procesie ich zamierania. Atakuje głównie drzewa osłabione z tytułu zakłóceń w gospodarce wodnej (Rishbeth 1982, Bartnik 1989, Morrison i in.1991, Davidson i Rishbeth 1998, Łakomy i Siwecki 2000, Żółciak 2003, Łakomy 2006).

2. CEL I ZAKRES BADAŃ

Przedmiotem badań było określenie znaczenia opieniek dla stanu zdrowotnego drzewostanach dębowych na terenie Nadleśnictwa Krotoszyn.

Badania prowadzono w drzewostanach dębowych V, VIII i IX klasy wieku rosnących na terenie Płyty Krotoszyńskiej.

Głównym celem badań było poznanie aktywności grzybów rodzaju *Armillaria* w drzewostanach dębowych o dobrym i złym stanie zdrowotnym. Dodatkowo badano także w każdym z drzewostanów aktywność opieniek wokół drzew o określonym wcześniej stanie zdrowotnym.

Przedmiotem badań było wykazanie wpływu opieniek na stan zdrowotny i zamieranie drzewostanów dębowych.

W toku realizacji celów przeprowadzono badania:

1. Określenia stanu zdrowotnego drzewostanów.
2. Określenia stanu zdrowotnego poszczególnych drzew na stałych powierzchniach badawczych.
3. Monitorowanie stanu zdrowotnego przez okres prowadzenia badań.
4. Określenia aktywności opieniek poprzez:
   - metodę pułapkową,
   - metodę małych odkrywek,
   - zasiedlenie szyi korzeniowej,
   - zasiedlenie gleby wokół drzew.
5. Identyfikację gatunków opieniek metodami biologii molekularnej.

Przyjęto następujące hipotezy robocze:

1. Drzewostany w gorszym stanie zdrowotnym będą bardziej narażone na występowanie opieńkowej zgnilizny korzeni.
2. Aktywność opieniek wyrażona zagęszczenie ryzomorf w glebie będzie większa w drzewostanach o złym stanie zdrowotnym.
3. Opieńki będą bardziej aktywne wokół i na drzewach o słabej kondycji zdrowotnej.

3. MATERIAŁY I METODYKA BADAŃ

3.1. Charakterystyka obiektu badawczego

Według Regionalizacji Przyrodniczo-Leśnej Nadleśnictwo Krotoszyn znajduje się na obszarze III Krainy Wielkopolsko-Pomorskiej i Mezoregionu Krotoszyńskigo. Niewielkie południowe fragmenty zaliczane są do Mezoregionu Kotliny Żmigrodzkiej, Milickiej i Grabowskiej. Mimo znacznego udziału zasobnych siedlisk głównym determinantem kreującym warunki gospodarowania jest woda, a właściwie jej niedobór. Ze względu na słabo rozwiniętą sieć hydrologiczną decydujące znaczenie ma woda opadowa, jednak roczna suma opadów kształtuje się na niskim poziomie i wynosi 579 mm (www.krotoszyn.poznan.lasy.gov.pl).

3.2. Wybór i podział powierzchni badawczych

Na przełomie sierpnia i września 2010 roku, na terenie obrębu Jasne Pole wybrano 12 drzewostanów, w których zlokalizowano powierzchnie badawcze. Każda klasa wieku była reprezentowana przez cztery drzewostany. Ich granice oznaczono białą farbą na drzewach. Każda powierzchnia badawcza miała kształt kwadratu o boku 50 m. Na każdej z nich wybrano i trwale oznaczono 20 dębów nadając im numer (1-20). Wybrane drzewa charakteryzowały się różnym stopniem stanu zdrowotnego.

W pierwszym roku badań po wykonaniu oceny stopnia defoliacji (październik 2011) i witalności (grudzień 2011) dokonano podziału drzewostanów na A (w gorszym stanie zdrowotnym) i B (w lepszym stanie zdrowotnym). Wykorzystując metodę strukturalno-defoliacyjną oceny uszkodzenia drzewostanu (Dmyterko 1998) zaszeregowano je do poszczególnych stopni zaawansowania procesu chorobowego. Na

podstawie oszacowanej defoliacji (w %), oraz stopnia witalności określonej liczby drzew obliczono syntetyczny wskaźnik uszkodzenia drzewostanu korzystając ze wzoru:

$$Syn = \frac{0{,}03\ \Sigma\ Def + \Sigma\ Wit}{2n}$$

gdzie:

Syn – syntetyczny wskaźnik uszkodzenia drzewostanu,

Def – określona w procentach wartość defoliacji drzewa,

Wit – stopień witalności drzewa,

n – liczba drzew.

Wartość otrzymanego wskaźnika może się wahać od 0 do 3. Po zaokrągleniu oszacowanych wartości do liczb całkowitych otrzymuje się stopnie uszkodzenia, które oznaczają: 0 – zdrowy, 1 – osłabiony, 2 – uszkodzony, 3 – obumierający. Ze względu na otrzymany bardzo wąski przedział liczbowy zdecydowano się wykorzystać bardziej adekwatny podział, proponowany przez Dmyterko i Bruchwalda (2000). Zgodnie z nim drzewostany mieszczące się w przedziale ≤ 1,5 zaliczono do kategorii B. Pozostałe które osiągnęły wartość syntetycznego wskaźnika uszkodzenia drzewostanu ≥ 1,5 zaszeregowano do grupy A.

3.3. Określanie stanu zdrowotnego drzew

Począwszy od jesieni 2011 roku przez kolejne 3 lata na powierzchniach badawczych dokonywano oceny ubytku aparatu asymilacyjnego posługując się klasyfikacją europejską (Jaszczak 1999) (tab. 1). Analizą stopni defoliacji objęto po 20 dębów na każdej z powierzchni badawczych.

Tabela 1

Klasyfikacja europejska stopnia uszkodzenia w zależności od procentowego ubytku aparatu asymilacyjnego

Stopień uszkodzenia	Procentowy ubytek aparatu asymilacyjnego
0 – bez uszkodzeń (drzewo zdrowe)	0-10%
1 – uszkodzenia słabe	11-25%
2 – uszkodzenia średnie	26-60%
3 – uszkodzenia silne	>60%

Corocznej obserwacji podlegały także zmiany zachodzące na pniu to jest pojawienie się pędów epikormicznych („wilków”), czy wycieków. Każdorazowo liczono również martwe gałęzie i konary. Oceny ubytku aparatu asymilacyjnego oraz liczby zamarłych gałęzi dokonywano przy użyciu lornetki. Aby w pełni określić kondycję w jakiej znajdują się badane drzewostany, na potrzeby powyższej pracy opracowano klasyfikację umożliwiającą ich ocenę w sposób bardziej dokładny (tab. 2). W skład stworzonego podziału weszło pięć parametrów: defoliacja, liczba zamarłych konarów i gałęzi, oraz obecność wilków i wycieków.

Tabela 2

Parametry i ich stopnie brane pod uwagę w charakterystyce kondycji zdrowotnej drzew

Stopnie	Defoliacja (%)	Zamarłe konary (szt.)	Zamarłe gałęzie (szt.)	Wilki	Wycieki
0	0-10	Brak	brak	brak	brak
1	11-25	1	1- 3	>4 m	do 2 m
2	26-60	2	4-7	do 4 m	>2 m
3	61-99	3≤	8≤	na całej długości	
4	drzewo martwe lub usunięte				

Przystępując do oceny wykorzystano uśrednione wyniki ubytku aparatu asymilacyjnego z lat 2011-2014. Ponadto zsumowano wszystkie zamarłe na przestrzeni czterech lat gałęzie i konary, oraz zweryfikowano występowanie „wilków” i wycieków.

Klasę stanu zdrowotnego każdego drzewa określono pięciocyfrowym symbolem klasyfikacyjnym, w którym pierwsza cyfra oznacza wskaźnik defoliacji, druga – liczbę zamarłych konarów, trzecia – zamarłe gałęzie itd. Na tej podstawie zaszeregowano zbadane drzewa do poszczególnych klas (tab. 3).

Tabela 3

Klasyfikacja stanu zdrowotnego drzew. Przedziały odpowiadają poszczególnym stopniom zaawansowania procesu chorobowego

symbol klasyfikacyjny	ocena
10000-10110, 10200-10210	dobry stan zdrowotny
10130, 10230-10300, 11200, 20000-20031, 20100-20130, 20200, 20210, 20211, 21100-21130, 21200	średni stan zdrowotny

Tabela 3 – cd.

20033, 20131-20133, 20202-20203, 20213-20233 20300-20331, 21133, 21211, 21230, 21300-21320, 22200-30201, 30333	zły stan zdrowotny
44444	martwe

3.4. Ocena zasiedlenia drzewostanów przez opieńki

3.4.1. Metoda pułapek

Do zbadania stopnia zasiedlenia drzewostanów przez opieńki oraz aktywności ryzomorf posłużyła metoda pułapek w której użyto świeżo ściętych kołków osikowych o długości 1m. Pierwszą próbę założono wiosną 2012 roku w pododdziałach 129a i 148a. Kołki wkopywano zawsze według tego samego schematu, tak aby zajmowały powierzchnię 0,5 ara. Następnego roku założono doświadczenie w kolejnych pododdziałach: 75a, 91b, 131b, 147c. W kwietniu 2014 roku założono próbę w pododdziałach: 58a, 105b, 108a, 110c, 162d oraz 166d. Pułapki zawsze przebywały w glebie 7 miesięcy. Po upływie tego czasu kołki delikatnie wyjmowano z gleby i pobierano z nich wszystkie ryzomorfy.

3.4.2. Badanie zagęszczenia ryzomorf opieniek na szyi korzeniowej drzew

Wokół szyi korzeniowej wybranych drzew dokładnie usunięto glebę tak, aby były widoczne wszystkie ryzomorfy. Następnie dokonano pomiaru obwodu drzewa w miejscu przykładania szablonu (z uwzględnieniem nabiegów korzeniowych). Przygotowany szablon (gruba folia o wymiarach 5,5 × 5,5 cm z 25 okrągłymi otworami o średnicy 6 mm ułożonymi w sieci 1 × 1 cm) przykładano do szyi korzeniowej i liczono ryzomorfy które ukazały się w otworach. Szablon przykładano 2 - 3 cm pod poziomem gleby. Taką ocenę wykonano dla 20% obwodu drzewa (Marçais i Caël 2006).

W 2012 roku badanie przeprowadzono w pododdziałach 129a i 75a. W 2013 roku przebadano pozostałych 10 powierzchni badawczych. W każdym pododdziale badano po trzy losowo wybrane drzewa z każdej z 3 klas stanu zdrowotnego (dobry, średni, zły). Biorąc pod uwagę wymiary otworów oraz ich liczbę, a także obwody szyi korzeniowej drzew obliczono przebadaną powierzchnię i odniesiono liczbę występujących ryzomorf na jednostkę powierzchni – dla porównania przyjęto powierzchnię 10 cm^2.

3.4.3. Badanie aktywności ryzomorf wokół szyi korzeniowej

Wokół każdego drzewa na powierzchni badawczej delikatnie usuwano glebę w odległości do 30 cm od szyi korzeniowej. Przy czym osobno pobierano ryzomorfy z warstwy gleby do głębokości 15 cm oraz z głębokości 15-30 cm. Ryzomorfy pakowano, przewożono do laboratorium, gdzie myto je pod bieżącą wodą i dokładnie suszono w termostacie, w temperaturze 60°C do momentu uzyskania jednolitej suchej masy podczas dwóch kolejnych ważeń. Ustalano także miąższość przebadanej gleby w celu ustalenia suchej masy ryzomorf w 1 m^3 gleby.

3.4.4. Badanie metodą małych odkrywek

Jesienią 2013 roku na każdej powierzchni badawczej wykopano po 10 odkrywek glebowych rozłożonych równomiernie w odstępach 2 metrów. Z wykopanych dołków o wymiarach 30 × 30 cm i głębokości 30 cm pobierano ukazujące się ryzomorfy. Zebrane ryzomorfy pakowano do osobnych kopert. W laboratorium ryzomorfy, suszono przez 72 godziny w temperaturze 60°C w suszarce laboratoryjnej. Wysuszone ryzomorfy ważono z dokładnością do 0,1 grama, wyznaczając tym samym suchą masę. Pobrany materiał posłużył do oznaczenia gęstości zasiedlenia gleby przez ryzomorfy oraz identyfikacji gatunków opieniek metodą biologii molekularnej.

W celu zweryfikowania hipotez zerowych dla poszczególnych badań przeprowadzono analizę wariancji, test t-Studenta oraz test HSD Tuckeya. W celu wykonania wyżej opisanych analiz zastosowano program Statistica v.10 (Bobrowski 1986, Kala 2002).

4. WYNIKI

4.1. Stan zdrowotny drzew

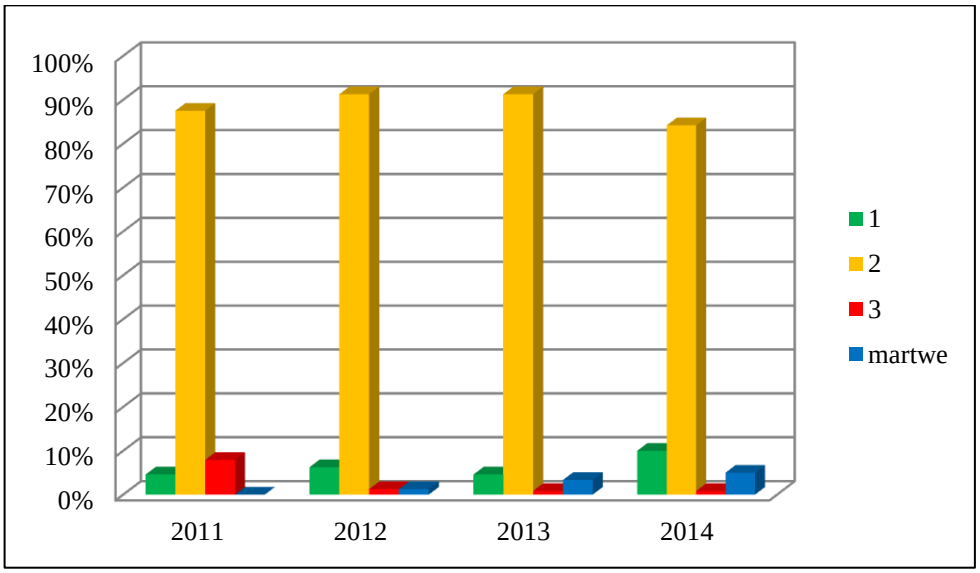
Analizując defoliację drzew na powierzchniach badawczych odnotowano dominujący udział drzew w drugim stopniu defoliacji (tab. 4 i ryc. 1). Największy udział drzew w tym stopniu stwierdzono w latach 2012-2013 i wyniósł 91,25% ogółu drzew. Pod koniec okresu badawczego zaobserwowano wzrost liczby drzew o niewielkim ubytku aparatu asymilacyjnego. Ich udział wzrósł do poziomu 10%. W porównaniu z rokiem 2011 zmniejszyła się liczba drzew zakwalifikowana do trzeciego stopnia defoliacji. W 2012

roku ich liczba obniżyła się z 7,92% do 1,25% i utrzymała się na podobnym poziomie do końca okresu badawczego.

Tabela 4

Liczba drzew w stopniach defoliacji

stopnie defoliacji	2011	2012	2013	2014
1	11	15	11	24
2	210	219	219	202
3	19	3	2	2
martwe	0	3	8	12



Ryc. 1. Procentowy udział drzew w poszczególnych stopniach defoliacji

W trakcie czteroletnich obserwacji ocenie podlegał także ogólny stan badanych dębów (tab. 5). Zaobserwowano 42 zamarłe konary. Większość z nich (22) zamarła w drzewostanach kategorii A. Ponadto stwierdzono obecność 1167 martwych gałęzi. Podobnie większość z nich (647 – 55%) odnotowano na powierzchniach badawczych kategorii A. Liczba zamarłych konarów i gałęzi wzrastała wraz z wiekiem drzew. W IX klasie wieku stwierdzono 19 zamarłych konarów (45%), a także 467 martwych gałęzi (40%). Obecność pędów epikormicznych (tzw. „wilków'') na odcinku powyżej 4 metrów wysokości stwierdzono u 106 drzew (44% badanych drzew), większość (58) w pododdziałach grupy B. Największą liczbę dębów z pędami epikormicznymi zaobserwowano w drzewostanach V klasy wieku (60). Ich obecność malała wraz z wiekiem, jednak zarówno w VIII jak i IX klasie wieku obserwowana była częściej

w drzewostanach kategorii B. Na 47 dębach (20% badanych drzew) stwierdzono obecność „wilków'' na odcinku od podstawy pnia do 4 metrów wysokości. Zdecydowana większość z nich (33) należała do V klasy wieku. Wycieki na odcinku do 2 metrów od podstawy pnia zaobserwowano u 37 drzew (15% ogółu). Ich rozkład był dość zbliżony w badanych klasach wieku, jednak większość z nich wystąpiła w drzewostanach kategorii B. Obecność wycieków na odcinku powyżej 2 metrów wysokości stwierdzono u 9% badanych dębów (21), najwięcej (12) w drzewostanach V klasy wieku.

Tabela 5

Sumaryczne wartości pozostałych wskaźników stanu zdrowotnego

wskaźnik	V				VIII				IX			
	A		B		A		B		A		B	
	148a	166d	129a	110c	147c	105b	58a	75a	108a	91b	162d	131b
zamarłe konary (szt.)	4	0	0	1	10	0	6	2	3	5	1	10
zamarłe gałęzie (szt.)	65	113	52	94	101	123	84	68	98	147	94	128
„wilki'' > 4m (liczba drzew)	18	12	17	13	5	3	11	5	6	4	0	12
„wilki'' do 4m (liczba drzew)	8	13	5	7	2	1	6	1	3	1	0	0
wycieki do 2m (liczba drzew)	5	4	4	3	2	2	2	4	1	1	2	7
wycieki > 2m (liczba drzew)	4	3	2	3	1	1	0	1	0	0	2	4

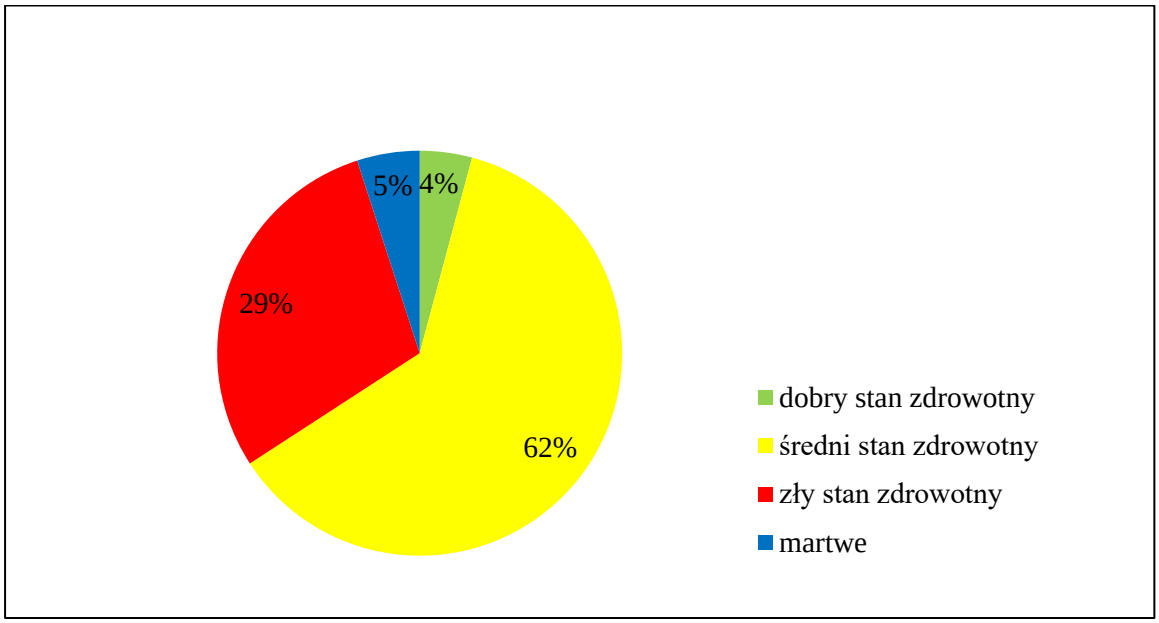
Przeprowadzona ocena (patrz tab. 3 str. 9) pozwoliła na przedstawienie ogólnego udziału drzew w poszczególnych klasach stanu zdrowotnego. Drzewa o średnim stopniu zaawansowania choroby stanowiły 62% ogólnej liczby przebadanych osobników (tab. 6 i ryc. 2). Zaobserwowano bardzo mały (4%) udział drzew w dobrym stanie zdrowotnym. Natomiast dla 29% dębów określono zły stan zdrowotny. W trakcie prowadzonych badań zamarło 12 spośród całkowitej liczby 240 drzew. Stanowiły one 5% ogółu, jednak aż 83% z nich (10 sztuk) wydzieliło się na dwóch powierzchniach (5 szt.−148a, 5 szt.−166d). Były to drzewa w wieku 87 i 80 lat. Zarówno podczas badania ubytku aparatu asymilacyjnego jak i wykonywania oceny uszkodzeń nie stwierdzono

obecności drzew całkowicie zdrowych, nie posiadających jakichkolwiek objawów procesu chorobowego.

Tabela 6

Udział drzew w poszczególnych stopniach stanu zdrowotnego na wszystkich powierzchniach badawczych

Ocena	Liczba drzew
dobry stan zdrowotny	10
średni stan zdrowotny	148
zły stan zdrowotny	70
martwe	12



Ryc. 2. Procentowy udział drzew w poszczególnych stopniach stanu zdrowotnego

4.2. Zasiedlenie drzewostanów dębowych przez opieńki

4.2.1. Zasiedlenie drewna w glebie przez ryzomorfy opieniek

Ze wszystkich pułapek zebrano ryzomorfy, których sucha masa wyniosła 48,11g. Najsilniej zasiedlone zostały pułapki w drzewostanach V klasy wieku (tab. 7). Pozyskano w nich 35,45 g ryzomorf, co stanowiło 73,69% ogólnej suchej masy. W drzewostanach VIII i IX klasy wieku uzyskano bardzo zbliżone suche masy ryzomorf, wyniosły one odpowiednio 6,2 g (12,88%) i 6,46 g (13,43%). Podobne zależności stwierdzono między kategoriami A i B drzewostanów V i VIII klasy wieku. Uzyskana sumaryczna sucha masa ryzomorf w pododdziałach 148a i 166d (A) była bardzo zbliżona do tej z pododdziałów 129a i 110c (B). Analogiczna sytuacja miała miejsce w pododdziałach VIII klasy wieku (mimo, iż w pododdziale 105b nie stwierdzono zasiedlenia pułapek przez ryzomorfy).W pododdziałach IX klasy wieku ryzomorfy zasiedliły pułapki wyłącznie w drzewostanach zaliczonych do kategorii B.

Tabela 7

Suche masy ryzomorf uzyskane z pułapek osikowych [g]

	V klasa wieku				VIII klasa wieku				IX klasa wieku			
Wydzielenie	148a	166d	129a	110c	105b	147c	58a	75a	91b	108a	131b	162d
Sucha masa ryzomorf	10,66	7,32	14,54	2,93	0,00	3,18	1,70	1,32	0,00	0,00	5,93	0,53

4.2.2. Zagęszczenie ryzomorf opieniek na szyi korzeniowej drzew

W drzewostanach kategorii A, V klasy wieku na łącznej powierzchni 1576,65 cm^2 pni stwierdzono obecność 580 ryzomorf we wszystkich otworach szablonów przyłożonych do szyi korzeniowej. Biorąc pod uwagę powierzchnię otworów, na każde 10 cm^2 szyi korzeniowej przypadało 3,68 ryzomorfy. W przypadku drzewostanów grupy B całkowita liczba widocznych w szablonie ryzomorf wyniosła 533 na przebadanych 1957,64 cm^2 powierzchni pni. Na tych drzewach zagęszczenie ryzomorf widoczne w otworach szablonu wyniosło 2,72 ryzomorfy na 10 cm^2 szyi korzeniowej.

W pododdziałach VIII klasy wieku, kategorii A stwierdzono 156 ryzomorf na 2940,32 cm^2 powierzchni pni, a średnio na 10 cm^2 szyi korzeniowej występowało 0,53 ryzomorfy. W drzewostanach kategorii B występowało 251 ryzomorf na powierzchni

1858,74 cm^2 pni (1,35 ryzomorfy na 10 cm^2). W obu kategoriach drzewostanów najwięcej ryzomorf występowało na szyi korzeniowej drzew w dobrym stanie zdrowotnym (83 i 113), natomiast najmniej na drzewach o średnim stanie zdrowotnym (23 i 59).

W drzewostanach kategorii A, IX klasy wieku na powierzchni 1912,69 cm^2 pni stwierdzono tylko 7 ryzomorf (0,04 na 10 cm^2). Na szyi korzeniowej dębów w pododdziale 91b nie stwierdzono ryzomorf. Natomiast w drzewostanach kategorii B występowało 167 ryzomorf na powierzchni 2485,60 cm^2 pni, a średnio na 10 cm^2 szyi korzeniowej drzew 0,67 ryzomorfy.

Największą aktywność ryzomorf na szyi korzeniowej dębów odnotowano w drzewostanach V klasy wieku, gdzie stwierdzono 66% ryzomorf, niezależnie od stanu zdrowotnego dębów. Z wiekiem drzewostanów zmniejszała się liczba ryzomorf na szyi korzeniowej (24% i 10% w drzewostanach VIII i IX klasy wieku). Biorąc pod uwagę stan zdrowotny dębów stwierdzono, że najliczniej ryzomorfy pojawiały się na szyi korzeniowej dębów, których stan zdrowotny określono jako zły (37%), natomiast udział ryzomorf na drzewach w pozostałych dwóch kategoriach stanu zdrowotnego był podobny (33% dobry i 30% średni).

4.2.3. Zagęszczenie ryzomorf opieniek wokół szyi korzeniowej drzew w warstwie gleby do 30 cm

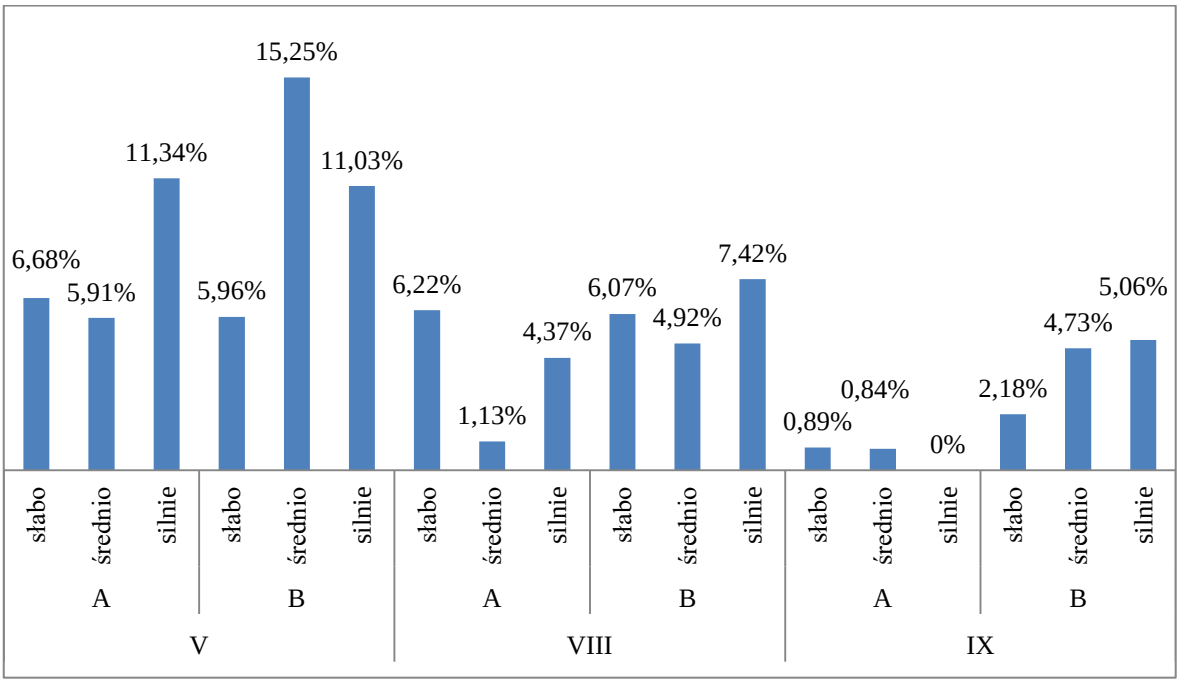
W drzewostanach V klasy wieku pobrano 576,87 g ryzomorf. W pododdziałach kategorii A, w łącznej objętości 3,52 m^3 gleby stwierdzono ryzomorfy, których sucha masa wynosiła 245,77 g (23,93% całkowitej masy ryzomrf ze wszystkich drzewostanów). Średnio w 1 m^3 gleby stwierdzono 69,82 g ryzomorf. W 4,19 m^3 gleby z drzewostanów kategorii B, stwierdzono ryzomorfy o suchej masie 331,10 g (32,24%). W tych drzewostanach w 1 m^3 gleby znajdowało się 79,02 g ryzomorf.

W pododdziałach VIII klasy wieku zebrano łącznie 309,40 g ryzomorf. Z drzewostanów kategorii A pobrano 120,33 g ryzomorf (11,72%), co przy objętości 5,91 m^3 gleby pozwalało stwierdzić obecność 20,36 g ryzomorf w 1 m^3 gleby. W wydzieleniach kategorii B przeanalizowano 4,02 m^3 gleby. Zebrano z niej 189,07 g ryzomorf (18,41%). Średnio w 1m^3 gleby znajdowało się 47,03 g ryzomorf.

Łączna sucha masa ryzomorf pobranych w pododdziałach IX klasy wieku wyniosła 140,63 g. W drzewostanach kategorii A zebrano 17,7 g ryzomorf (1,72%)

w objętości 4,11 m^3 gleby. Średnio w 1 m^3 gleby znajdowało się 4,31 g ryzomorf. W pododdziałach kategorii B przeanalizowano 5,12 m^3 gleby. Sucha masa ryzomorf znalezionych w tej objętości gleby wynosiła 122,93 g (11,97%). Średnio w 1 m^3 gleby sucha masa ryzomorf wynosiła 24,01 g.

Z objętości 26,87 m^3 gleby znajdującej się wokół szyi korzeniowej drzew we wszystkich badanych drzewostanach pobrano 1026,90 g ryzomorf. Najwięcej ryzomorf stwierdzono wokół drzew V klasy wieku (56,18%), mniej VIII klasy wieku (30,13%), a najmniej IX klasy wieku (13,69%) (ryc. 3). Biorąc pod uwagę stan zdrowotny poszczególnych drzew na powierzchniach badawczych, wokół drzew o dobrym stanie zdrowotnym stwierdzono 28% suchej masy ryzomorf, o średnim stopniu 32,78%, natomiast wokół drzew o złym stanie zdrowotnym 39,22%. W warstwie gleby do 30 cm ilość inokulum wokół drzew zwiększała się w miarę pogarszania ich stanu zdrowotnego. Największą suchą masę ryzomorf stwierdzono wokół drzew o złym stanie zdrowotnym (39%), najmniejszą wokół drzew o dobrym stanie zdrowotnym (28%).



Ryc. 3. Sucha masa ryzomorf wyrażona w procentach z podziałem na klasy wieku i kategorie stanu zdrowotnego

4.3.3. Zagęszczenie ryzomorf w glebie

Z odkrywek wykonanych na powierzchniach badawczych pozyskano 823 ryzomorfy (tab. 8). Łącznie w drzewostanach V klasy wieku pobrano 384 ryzomorfy.

W pododdziałach VIII i IX klasy wieku ich liczba była wyraźnie mniejsza i wyniosła odpowiednio 250 i 189 ryzomorf. W drzewostanach zaliczonych do kategorii A, w odkrywkach znajdowały się 283 ryzomorfy, natomiast w B – 540. Ponadto średni procent dołków w których stwierdzono ryzomorfy, w pododdziałach A wyniósł 38%, natomiast w drzewostanach kategorii B – 92%. W 35% odkrywek nie stwierdzono ryzomorf. We wszystkich odkrywkach w pododdziale 91b oraz prawie wszystkich w pododdziałach 147c i 108a (odpowiednio 80% i 90%) nie stwierdzono ryzomorf.

Tabela 8

Liczba ryzomorf występujących w odkrywkach

	V				VII				IX			
	A		B		A		B		A		B	
	148a	166d	129a	110c	147c	105b	58a	75a	108a	91b	162d	131b
1	10	6	6	15	6	12	10	9	11	0	6	10
2	10	19	14	14	6	14	6	10	0	0	5	14
3	14	10	10	8	0	12	5	13	0	0	12	11
4	27	7	9	19	0	10	5	9	0	0	8	10
5	13	14	13	14	0	9	7	7	0	0	4	10
6	12	16	5	7	0	0	8	29	0	0	4	10
7	12	13	12	11	0	0	5	15	0	0	9	8
8	20	0	0	11	0	0	9	10	0	0	9	9
9	0	0	0	13	0	0	13	5	0	0	8	21
10	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	4	6
Σ	**118**	**85**	**69**	**112**	**12**	**57**	**74**	**107**	**11**	**0**	**69**	**109**
% dołków z ryzomorfami	80	70	70	90	20	50	100	90	10	0	100	100
średnia na dołek	11,8	8,5	6,9	11,2	1,2	5,7	7,4	10,7	1,1	0	6,9	10,9

3.4. Gatunki opieniek

Spośród zebranych ryzomorf uzyskano 216 izolatów grzybów rodzaju *Armillaria* (tab. 9). W przypadku 212 z nich stwierdzono przynależność do gatunku *Armillaria gallica*. Pozostałe 4 izolaty pobrane w wydzieleniu 110c zaliczono do gatunku NABS X (North American Biological Species X).

Tabela 9

Wyniki identyfikacji opieniek na podstawie analizy molekularnej

Pododdział	Liczba prób	Enzymy restrykcyjne		Gatunek
		*Alu*I	*Taq*I	
110c	21	420 250 185	350 200 160	*Armillaria gallica*
	1	420 250 240 185	350 200 160	*Armillaria gallica*
	3	420 250 185	350 200 160 130	*Armillaria gallica*
	4	420 185 150	350 200 160 130	NABS X
129a	21	420 250 185	350 200 160	*Armillaria gallica*
	2	420 250 185	350 200 160 130	*Armillaria gallica*
148a	28	420 250 185	350 200 160	*Armillaria gallica*
166d	22	420 250 185	350 200 160	*Armillaria gallica*
	2	420 250 185	350 200 160 130	*Armillaria gallica*
58a	16	420 250 185	350 200 160	*Armillaria gallica*
	4	420 250 240 185	350 200 160	*Armillaria gallica*
75a	21	420 250 185	350 200 160	*Armillaria gallica*
105b	3	420 250 185	350 200 160 130	*Armillaria gallica*
	14	420 250 185	350 200 160	*Armillaria gallica*
147c	4	420 250 185	350 200 160	*Armillaria gallica*
108a	3	420 250 185	350 200 160 130	*Armillaria gallica*
91b	4	420 250 185	350 200 160	*Armillaria gallica*
131b	35	420 250 185	350 200 160	*Armillaria gallica*
162d	7	420 250 185	350 200 160	*Armillaria gallica*
	1	420 250 240 185	350 200 160	*Armillaria gallica*

4. WNIOSKI

1. Syntetyczny wskaźnik uszkodzenia drzewostanu nie może być barny pod uwagę przy określaniu potencjalnego znaczenia opieńkowej zgnilizny korzeni dla stanu zdrowotnego drzewostanów dębowych.

2. Badane drzewostany charakteryzowały się średnim stanem zdrowotnym, który nie zmienił się w okresie badawczym.

3. Opieńka żółtotrzonowa jest dominującym gatunkiem spośród opieniek zasiedlających drzewostany dębowe Nadleśnictwa Krotoszyn.

4. Z wiekiem drzewostanu zmniejsza się zagęszczenie ryzomorf w glebie, także w bezpośrednim sąsiedztwie drzew, co może wpłynąć na zmniejszenie wpływu opieńkowej zgnilizny korzeni na procesy zamierania dębów.

5. Metoda pułapek oraz małych odkrywek może służyć dla określania stanu zasiedlenia drzewostanu przez opieńki.

6. Liczba ryzomorf na szyi korzeniowej dębów odzwierciedla ich aktywność w glebie wokół drzew.

7. Można spodziewać się zwiększonej aktywności ryzomorf opieniek wokół drzew o złym sanie zdrowotnym.

8. W każdej klasie wieku można wytypować pododdziały o wysokim stopniu zasiedlenia i potencjalnym wpływie opieniek na ich stan zdrowotny. Dla badanych drzewostanów są to pododdziały 129a i 148a w V klasie wieku, 75a w VIII klasie wieku i 131b w IX klasie wieku. Najmniejsze znacznie opieniek spodziewane jest w pododdziałach 91b i 108a (IX klasa wieku).

LITERATURA

Bartnik Cz. (1989): Symptomy chorobowe na zamierających dębach w Lesie Wolskim oraz w Nadleśnictwie Jędrzejów i Niepołomice w latach 1986 - 1987. Zesz. Nauk. AR Krak., nr 236, Leś., 19: 15-32.

Bartnik Cz. (1998): Wybrane symptomy chorobowe i parametry dębów oraz ich związek ze stanem zdrowotnym drzewostanów dębowych. cz I. Zamieranie pędów, gałęzi i konarów oraz prześwietlenie korony**.** Zesz. Nauk. AR Krak. nr 344, Leś., 27: 5-32.

Bernadzki E (1986): Refleksje na temat obumierania lasów. Sylwan 5: 21-27.

Bobrowski D. (1986): Probabilistyka w zastosowaniach technicznych. WNT. Warszawa: ss. 526.

Borecki T., Wójcik R. (1996): Ocena stanu uszkodzeń drzewostanów Nadleśnictwa Krotoszyn. Sylwan 140 7: 9-15.

Bruhn J. N., Wetteroff Jr J.J., Mihail J.D., Kabrick J.M., Pickens J.B., (2000): Distribution of *Armillaria* species in upland Ozark Mountain forests with respect to site, overstory species composition and oak decline. Eur. J. For. Path. 30: 43–60.

Ceitel J. (2007): Zamieranie drzewostanów dębowych a hodowla lasu. W: Rutkowski P. (red.). Hodowla dębów w Polsce – wybrane zagadnienia. Idee Ekologiczne, t. 16. Sorus, Poznań: 21-32.

Davidson A.J., Rishbeth J. (1998): Effect of suppression and felling on infection of oak and Scots pine by *Armillaria.* Eur. J. For. Path. 18:161-186.

Delatour C., (1983): Les dépérissements de chênes en Europe. Revue Forestière Française 4: 265–282.

Dmyterko E. (1998): Metody określania uszkodzenia drzewostanów dębowych. Sylwan 10: 29-37.

Dmyterko E., Bruchwald A. (2000): Metody określania stopnia uszkodzenia drzewostanów bukowych i ich weryfikacja. Sylwan 5: 49-59.

Gibbs J.N., Greig B.J.W. (1997): Biotic and abiotic factors affecting the dying back of pedunculate oak *Quercus robur* L. Forestry, 70 (4): 399-406.

Hood I.A., Redfern D.B., Kile G.A. (1991): *Armillaria* in Planted Hosts. W: *Armillaria* root disease. (red.). C.G. Shaw III, G.A. Kile. USDA For. Serv. Agric. Handb. 691: 122-149.

Jaszczak R. (1999): Monitoring lasów. Wydawnictwo Akademii Rolniczej. Poznań: ss. 212

Jones E.A., Reed D.D., Mroz G.D., Liechty H.O., Cattelino P.J. (1993): Climate stress as a precursor to forest decline: paper birch in northern Michigan, 1985-1990. Can. J. For. Res. 23: 229-233.

Kala R. (2002): Statystyka dla przyrodników. wyd. AR, Poznań: ss. 153

Kaliszewski A., Lech P., Oszako T. (2007): The occurrence of, and economic losses caused by *Armillaria* in the Wester Carpatian Mts. Acta Myclologica, 42 (2): 219-233.

Kelley M.B., Fierke M.K., Stephen F.M. (2009): Identification and distribution of *Armillaria* species associated with an oak decline event in the Arkansas Ozarks. For. Path. 39: 397-404.

Kile G.A., McDonald G.I., Byler J.W. (1991): Ecology and Disease in Natural Forests. *Armillaria* Root Disease. C.G. Show III, G.A. Kile (red.). Forest Service Agriculture Handbook No. 691. Washington D.C., USDA: 102-121.

Lech P., Żółciak A. (2006): Uwarunkowania występowania opieńkowej zgnilizny korzeni w lasach Beskidu Żywieckiego. Leśne Prace Badawcze 2: 33-49.

Łakomy P. (2006): New location of *Armillaria mellea* in Polish forests. Phytopathol. Pol. 41: 83-86.

Łakomy P., Siwecki R. (2000): Grzyby z rodzaju *Armillaria* występujące w Nadleśnictwie Smolarz. Sylwan 4: 115-121.

Manion P.D. (1991): Tree disease concepts. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall. 149.

Mańka M., Robok R. (1999): Stan zdrowotny starszych drzewostanów dębowych w Nadleśnictwie Kutno. Przegl. Leśn. 6/7:8.

Marçais B., Caël O. (2006): Spatial pattern of the density of *Armillaria* epiphytic rhizomorphs on tree collar in an oak stand. For. Path. 36: 32-40.

Modrzyński J., Robakowski P., Zientarski J. (2006): Dęby. Ekologia. Zagrożenia środowiskowe. Nasze drzewa leśne, Monografie Popularnonaukowe. Tom 11: 433-449.

Morrison D.J., Williams R.E., Whitney R.D. (1991): Infection, Disease Development, Diagnosis, and Detection. W: *Armillaria* Root Disease. C.G. Show III, G.A. Kile (red.). Forest Service Agriculture Handbook No. 691. Washington D.C., USDA: 62-75

Oak S., Tainer F., Wiliams J., Starkey D. (1996): Oak decline risk rating for the southeastern United States. Ann. Sci. For. 53: 721-730.

Oszako T. (2000): Oak declines in Europe's forests – history, causes, hypothesis. Recent Advances on Oak Health in Europe. IBL, Warszawa: 11-41.
Oszako T. (2002): Zamieranie dębów w Europie. Najnowsze wyniki badań. CILP. Zamieranie dębów w Europie – przyczyny, przebieg i postawione hipotezy: 8-19.
Oszako T. (2006): Mechanizm zjawiska zamierania drzewostanów dębowych. Las Polski, 5: 8-10.
Oszako T. (2007): Przyczyny masowego zamierania drzewostanów dębowych. Sylwan 6: 62-72.
Ponton S., Dupouey J.L., Bereda N., Dreyer E. (2000): Comparison of water-use efficiency between *Quercus petraea* and *Quercus robur*. Recent advances on Oak Health in Europe. IBL, Warszawa: 161-164.
Przybył K. (1995): Zamieranie dębów w Polsce. Objawy chorobowe i grzyby występujące na nadziemnych organach zamierających dębów *Quercus robur* L. oraz cechy morfologiczne grzybów *Ophiostoma querci* i *O. piceae.* Idee Ekologiczne, 8: 5-9.
Raabe R.D. (1962): Host list of the root rot fungus *Armillaria mellea*. Hilgardia 33: 25-88.
Ragazzi A., Dellavalle I., Morrica S., Capretti P., Raddi P. (2000): Decline of oaks species in Italy. Problems and perspectives. Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze: 23-217.
Rishbeth J. (1982): Species of *Armillaria* in southern England. Plant Pathol. 31: 9-17.
Shaw C.G., Kile G.A. (1991): Armillaria root disease. Agriculturae Handbook nr 691, Unitet States Department of Agriculturae, Forest Service: 1-233.
Sierota Z. (2001): Choroby lasu. Centrum Informacyjne Lasów Państwowych, Warszawa: ss.155.
Sierota Z. (2011): Gdy las choruje… . Centrum Informacyjne Lasów Państwowych, Warszawa: ss. 81.
Siwecki R., Ufnalski K. (1998): Review of oak stand decline with special reference to the role of drought in Poland. Eur. J. For. Path. 28: 99-112.
Siwecki R., Ufnalski K., Ratajczak M. (2000): Witalność wybranych drzewostanów dębowych na potrzeby monitoringu stanu zdrowotnego. Sylwan, 4: 133-139.
Termorshuizen A.J. (2000): Ecology and epidemiology of *Armillaria*. W: *Armillaria* root rot: biology and control of honey fungus. R.T.V. Fox.(red.) Intercept, Andover: 45-63.
Wargo P.M. (1996): Consequences of environmental stress on oak: predisposition to pathogens. Ann. Sci. For. 53: 359-368.
Ważny T., Siwiecki R., Liese W. (1991): Dendrecological investigations on the oak decline on the Krotoszyn Plateau, Poland, In: Oak decline in Europe. Proc. Int. Symp. May 15-18 1990, Kórnik, Poland: 233-239.
Zierl B. (2004): A simulation study to analyse the relations between crown condition and drought in Switzerland. For. Ecol. and Manag. 188: 25-38.
Żółciak A. (2000): Occurrence of *Armillaria* species in oak stands in Poland W: Recent advances on oak health in Europe. Warszawa, Forest Research Institute: 243-248.
Żółciak A. (2001): Identification and analysis of the occurrence of *Armillaria* species in Poland. (Abstract of doctor dissertation). Phytopathol. Pol., 22: 199-201.
Żółciak A. (2003): Rozmieszczenie grzybów z rodzaju *Armillaria* w Polsce oraz ich rośliny żywicielskie. Prace IBL, A, 3 (956): 7-22.

Strony internetowe:

www.krotoszyn.poznan.lasy.gov.pl z dnia 23.01.2015