

Oksana Mychayliv, Zbigniew Sierota, Paweł Lech

**WPLYW WARUNKÓW POGODOWYCH
NA WYSTĘPOWANIE W MŁODNIKACH
CHORÓB APARATU ASYMLACYJNEGO**

***INFLUENCE OF WEATHER CONDITIONS
ON ASSIMILATIVE APARATUS DISEASES OCCURRENCE
IN YOUNG STANDS***

Streszczenie

W pracy określono i sprecyzowano charakter zależności pomiędzy występowaniem w drzewostanach do 20 lat najistotniejszych, z gospodarczego punktu widzenia, chorób infekcyjnych aparatu asymilacyjnego drzew leśnych, a warunkami pogodowymi. W analizach wykorzystano do tego celu dane o występowaniu w Polsce osutki sosny, skrętaka sosny, zamierania pędów sosny i mączniaka dębu w uprawach i młodnikach z okresu 1975-2004 oraz informacje meteorologiczne z 30 stacji zlokalizowanych na terenie kraju z lat 1966-2005. W obliczeniach uwzględniono łącznie 130 wskaźników pogodowych, odnoszących się do temperatury powietrza i gleby, opadów atmosferycznych, wilgotności powietrza, syntetycznych wskaźników hydrotermicznych (średnie miesięczne, roczne, sezonowe, wieloletnie) oraz ich odchyłeń od średnich wieloletnich. Do określenia najsilniej związanych z występowaniem chorób zmiennych pogodowych stosowano analizę korelacyjną i analizę składowych głównych, zaś funkcję zależności pomiędzy występowaniem chorób i wybranymi czynnikami pogodowymi określono przy użyciu analizy regresji wielokrotnej. Dla wszystkich analizowanych chorób stwierdzono silną, statystycznie istotną zależność pomiędzy arealem występowania chorób w danym roku, a różnymi charakterystykami meteorologicznymi z tego samego roku, jak i z lat poprzednich.

Słowa kluczowe: choroby aparatu asymilacyjnego, warunki pogodowe, prognozowanie zagrożenia chorobowego, statystyczne modele zależności

Summary

The relationship between weather conditions and most important economically infectious diseases of assimilative apparatus of forest trees was investigated for stands up to 20 years old. The analyses were based on data of Scots pine needle cast, twisting rust, shoot dieback, oak powdery mildew occurrence in Poland from the years 1975-2004 and meteorological data from 30 stations located all over the country from the years 1966-2005. There were 130 meteorological parameters of air and soil temperature, precipitation, humidity, synthetic hydrothermal coefficients (in forms of monthly, seasonal, annual and multi-annual means) as well as their deviations from multi-annual averages used in the calculations. To determine most influential for disease occurrence weather variables correlation and principal component analyses were applied, while multiple regression analysis was used to determine the dependence between diseases occurrence and selected weather parameters. For all analyzed diseases statistically significant dependence was found, most pronounced for meteorological parameters of the year of disease appearance as well as from one-two years earlier.

Key words: *diseases of assimilative apparatus, weather conditions, forecast of disease threat, statistical models*

WPROWADZENIE

Warunki pogodowe oddziałują zarówno na patogeny grzybowe, sprawców chorób drzew leśnych, jak i na same drzewa, przez co odgrywają istotną rolę w kształtowaniu zagrożenia chorobowego w lasach. Badania relacji pogoda-przebieg procesu chorobowego związanego z występowaniem patogenów aparatu asymilacyjnego drzew leśnych prowadzone były od wielu lat przez naukowców w wielu krajach. Wg Pagony [1971] najsilniejsze porażenie przez osutkę sosny (*Lophodermium Chevall* spp.) występuje lokalnie tam gdzie opady w okresie wegetacji wahają się w granicach od 400 do 500 mm. Suma opadów poniżej 300 mm nie jest wystarczająca do powstania warunków sprzyjających zakażeniu rośliny przez patogena. Temperatura w przedziale 14-17°C i bardzo wysoka względna wilgotność powietrza w sezonie wegetacyjnym stwarzają optymalne warunki dla rozwoju apotecji. Jak podaje Minkiewich [1986] w warunkach Białorusi maksymalna liczebność zarodników patogena odnotowana była w okresie, gdy względna wilgotność powietrza wynosiła 100%, a temperatura 12-16°C. W okresach, kiedy temperatura powietrza utrzymywała się w granicach 21-25°C, przy równoczesnej niskiej wilgotności powietrza (40-60%), tworzenie zarodników ulegało zahamowaniu. Z kolei Mańka [2005] podaje, że warunki suchej wiosny i lata nie są sprzyjające dla rozwoju patogena. Dla tworzenia się apotecjów bardzo duże znaczenie ma odpowiednia wilgotność gleby, zwłaszcza w okresie dojrzewania owocników na opadłych do ściółki igłach [Pagony 1971]. Zamieranie pędów sosny w największym nasileniu wystąpiło w Europie w 1988 r. co wg Caprettiego i in. [1995] było skutkiem wystą-

pienia wcześniej ekstremalnych warunków pogodowych. Jak podkreśla Witzell [1999], okres z chłodnym i deszczowym latem (1984-1987), po łagodnej zimie z dużymi opadami śniegu, okazał się ważnym czynnikiem uruchamiającym zjawiska o charakterze epidemii. Karlman i in. [1994] wykazali dla drzewostanów sosnowych północnej Szwecji istnienie silnej korelacji między intensywnością powstawania symptomów zrakowaceń pędów, spowodowanych przez *Scleroderris abietina* (obecnie *Gremmeniella abietina*, sprawcę zamierania pędów sosny), a sumą temperatur powietrza (TS) w sezonie wegetacyjnym, gdy średnia dobowa temperatura była $>5^{\circ}\text{C}$. W rejonach, gdzie TS sezonu wegetacyjnego wynosiła $500\text{-}600^{\circ}\text{C}$, udział uszkodzonych drzew sięgał prawie 90%, natomiast przy sumie temperatur $600\text{-}700^{\circ}\text{C}$ udział ten stanowił 60%. Najniższy odsetek uszkodzonych drzew (mniej niż 10%) dotyczył terenów z sumą temperatur $900\text{-}1000^{\circ}\text{C}$. Witzell [1999] podkreśla, że czynnikiem sprzyjającym rozwojowi epifitozy są lata z bardzo chłodnym i deszczowym okresem letnim (np. lata 1984-87), poprzedzonym łagodną zimą z obfitymi opadami śniegu. Podobne spostrzeżenia poczyniła Barklund [1992], wg której deszcz i umiarkowane temperatury powietrza ułatwiają uwalnianie konidiów i askospor *G. abietina* i powodują powstawanie objawów porażenia na pędach. Lato 1987 r. niezwykle chłodne i pochmurne, było sprzyjające dla rozwoju infekcji *G. abietina*, a łagodna zima 1987/1988 z temperaturami około 0°C była dodatkowym elementem sprzyjającym rozwojowi choroby. Masowe wystąpienie symptomów choroby latem 1988 r. można połączyć wg tej autorki ze sprzyjającymi chorobie warunkami zimy i lata poprzedniego roku. Badania wielu autorów wskazują, że zagrożenie młodych sosen przez skrzęta sosny (*Melampsora pinitorqua* (Braun) Rostr.) wzrasta wiosną, gdy panuje wilgotna i ciepła pogoda poprzedzona również wilgotną i długo trwającą zimą [Małecka 2004]. I odwrotnie - przy niedostatku wilgoci w powietrzu grzyb często nie rozwija się. Wg Krutova [1980] sprzyjające warunki dla rozwoju skrzęta sosny zapewniała ciepła jesień poprzedniego roku. Z doświadczeń tego autora wynika, że wzmożony rozwój choroby poprzedzają okresy temperatury powyżej 10°C w czerwcu, lipcu i wrześniu poprzedniego sezonu wegetacyjnego, gdy suma aktywnych temperatur jest bliska lub większa od 1000°C . Istotne znaczenie mają także opady w sierpniu i przebieg pogody na początku sezonu wegetacyjnego w roku rozwoju choroby. Choroba osiąga charakter epifitozy w latach z ciepłą wiosną, kiedy suma temperatur powietrza wyższych niż 5°C w maju osiągnęła wartość 180°C i powyżej. Poniżej tej granicy rozwój choroby jest umiarkowany lub ograniczony. Kurkela [1973] zaznacza przy tym, że wysoka temperatura powietrza i porywy wiatru podczas deszczowej i cieplej pogody pobudza rozwój rdzy i tworzenie zarodników. Również w rozwoju mączniaka dębu (*Microsphaera alphitoides* Greff. Et Maubl.) czynniki meteorologiczne odgrywają istotne znaczenie. Analiza Basovej [1987] pozwoliła określić, że umiarkowana temperatura w maju powoduje nasilenie infekcji ze strony tego grzyba. Lata

obniżonej dyspersji oraz umiarkowanego rozwoju choroby związane były z odchyleniami temperatury od optymalnej. W okolicach Woroneża (Rosja) masowe rozpowszechnienie choroby występowało przy temperaturze od 16,6 do 25°C, przy czym najbardziej aktywnie przy umiarkowanych opadach. W latach epifityzy suma opadów w lipcu wynosiła 70,8-77,2 mm, w latach słabszego rozwoju choroby tylko 33,5 mm, natomiast w latach umiarkowanego rozwoju – 88,6-95,7 mm. Ogólnie można stwierdzić, że rozwojowi mączniaka dębu sprzyjała umiarkowanie ciepła pogoda (16-21°C) w połączeniu z umiarkowanymi opadami (70-80 mm) w okresie wegetacji. Odchylenia parametrów meteorologicznych od tych wartości w obie strony wpływają hamująco na procesy infekcyjne i rozwój choroby. Ważnym czynnikiem w rozwoju mączniaka jest termin początku wegetacji dębu, który również zależy od warunków klimatycznych [Minkievich i Stojanow 1987]. Z reguły liście późno rozwijających się form dębu uszkodzane są w większym stopniu, ponieważ młode liście pojawiają się w terminie sprzyjającym zakażeniu. Intensywność zakażenia liści dębu na pędach pierwszego przyrostu bezpośrednio zależy od daty początku wegetacji i jest odwrotnie proporcjonalna do szybkości rozwoju fenologicznego.

Podjęte badania miały na celu określenie i sprecyzowanie zależności pomiędzy występowaniem najistotniejszych, z gospodarczego punktu widzenia, chorób infekcyjnych aparatu asymilacyjnego (osutki sosny, skrętaka sosny, zamierania pędów sosny i mączniaka dębu) a warunkami pogodowymi. W analizach wykorzystano do tego celu dane o występowaniu chorób w Polsce w uprawach i młodnikach z okresu 1975-2004 oraz informacje meteorologiczne z 30 stacji IMGW zlokalizowanych na terenie kraju z lat 1966-2005. W obliczeniach uwzględniono łącznie 130 wskaźników pogodowych, odnoszących się do temperatury powietrza i gleby, opadów atmosferycznych, wilgotności powietrza, syntetycznych wskaźników hydrotermicznych (średnie miesięczne, roczne, sezonowe, wieloletnie) oraz ich odchyżeń od średnich wieloletnich. W obliczeniach stosowano analizę korelacyjną i analizę składowych głównych do selekcji parametrów meteorologicznych oraz analizę regresji wielokrotnej do określenia modelu zależności warunki pogody-występowanie chorób. Obliczenia wykonano stosując oprogramowanie *SAS Enterprise Guide 4* oraz przestrzegając zasad poprawnej konstrukcji modeli regresji [Stanisz 2006].

WYNIKI BADAŃ

Modele odzwierciedlające statystyczne zależności pomiędzy arealem występowania w drzewostanach do 20 lat wybranych chorób infekcyjnych aparatu asymilacyjnego drzew leśnych, a warunkami pogodowymi przedstawiono w tabeli 1, zaś czynniki pogody najsilniej oddziałujące na to występowanie chorób w tabeli 2.

Tabela 1. Modele zależności pomiędzy występowaniem chorób aparatu asymilacyjnego w drzewostanach w wieku do 20 lat a warunkami pogodowymi

Table 1. Models of dependence between area of assimilative apparatus disease occurrence in stands up to 20 years and weather parameters

Osutka sosny
POW. WYST. = $-38,158 + 0,981 T_{k-1}(IV) + 0,113 \Sigma O_{k-1}(IV) + 1,497 T_{k-2}(IX) + 0,142 \Sigma O_{k-2}(IV) + 0,132 \Sigma O_{k-2}(V) - 0,086 \Sigma O_{k-2}(VI) + 0,112 \Sigma O_{k-2}(VII)$
Skrzętał sosny
POW. WYST. = $0,054 - 0,416T(III)+0,457T(IV) - 0,025\Sigma O(III)+0,082\Sigma O(IV) - 0,376T_{k-1}(V) + 0,554T_{k-1}(VII) - 0,695T_{k-1}(IX) + 0,029\Sigma O_{k-1}(VI) - 0,015 \Sigma O_{k-1}(VIII)$
Zamieranie pędów sosny
POW. WYST. = $-93,757 + 0,573\text{Liczba dni } O_{(k-3)} + 5,131T_{k-3}(XII) - 2,094T_{k-3}(II) - 6,625T_{k-3}(IV) + 7,204T_{k-3}(VI) - 9,461T_{k-3}(VII) + 12,217T_{k-3}(IX) - 1,248W_{k-3}(VI) + 1,332W_{k-3}(IX)$
Mączniak dębu
POW. WYST. = $-86,32-1,04T_{\text{sr}_{k-1}}(XII)+1,93T_{\text{sr}_{k-1}}(IV)-0,58T_{\text{sr}_{k-1}}(V)+0,61T_{\text{sr}_{k-1}}(VI)+ 2,43T_{\text{sr}_{k-1}}(VII)-0,27W_{k-1}(V)+0,62W_{k-1}(VII)-0,19W_{k-1}(VIII)+0,17W_{k-1}(IX)+0,14W_{k-1}(X)$

Wykaz skrótów i symboli parametrów pogodowych:

T(XII), (I), itp. - średnia temperatura w odpowiednich miesiącach roku bieżącego z rejestrowaniem występowania choroby

$\Sigma O(III), (IV)...(X)$ - Suma opadów w odpowiednich miesiącach w roku bieżącym z rejestrowaniem występowania choroby

W -wilgotność względna powietrza

k-1 - indeks wskazuje na wskaźniki meteorologiczne sprzed 1 roku od rejestrowania występowania choroby

k-2 - wskaźniki meteorologiczne sprzed 2 lat od rejestrowania występowania choroby

k-3 -wskaźniki meteorologiczne sprzed 3 lat od rejestrowania występowania choroby

Tabela 2. Parametry pogodowe uwzględnione w modelach dla poszczególnych jednostek chorobowych

Table 2. Weather parameters used in the models for analyzed disease units

Wskaźniki pogodowe	Osutka sosny		Skrzętał sosny		Zamieranie pędów sosny		Mączniak dębu	
	$R^2 = 0,726, p < 0,0001^*$		$R^2 = 0,721, p < 0,0001$		$R^2 = 0,832, p < 0,0001$		$R^2 = 0,911, p < 0,0001$	
	r*	p**	r	p	r	p	r	p
T(III)			-0,621	<0,0001				
T(IV)			0,480	0,0059				
T _{k-1} (IV)	0,424	0,0031					0,501	<0,0001
T _{k-1} (V)			-0,436	0,0042			-0,170	0,0418
T _{k-1} (VI)							0,181	0,0071
T _{k-1} (VII)			0,637	0,0007			0,343	0,0011
T _{k-1} (XII)							-0,401	<0,0001
T _{k-2} (IX)	0,301	0,0222	-0,687	0,0003				
T _{k-3} (XII)					0,589	0,0004		
T _{k-3} (II)					-0,414	0,0017		
T _{k-3} (IV)					-0,565	0,0001		
T _{k-3} (VI)					0,455	0,0022		

Wskaźniki pogodowe	Osutka sosny		Skrętał sosny		Zamieranie pędów sosny		Mączniak dębu	
	$R^2 = 0,726, p < 0,0001^*$		$R^2 = 0,721, p < 0,0001$		$R^2 = 0,832, p < 0,0001$		$R^2 = 0,911, p < 0,0001$	
	r^*	p^{**}	r	p	r	p	r	p
$T_{k-3}(VII)$					-0,814	<0,0001		
$T_{k-3}(IX)$					0,899	0,0002		
$\Sigma O(III)$			-0,274	0,0537				
$\Sigma O(IV)$			0,901	<0,0001				
$\Sigma O_{k-1}(IV)$	0,265	0,0283						
$\Sigma O_{k-1}(VI)$			0,510	0,0006				
$\Sigma O_{k-1}(VIII)$			-0,250	0,0684				
$\Sigma O_{k-2}(IV)$	0,333	0,0056						
$\Sigma O_{k-2}(V)$	0,269	0,016						
$\Sigma O_{k-2}(VI)$	-0,297	0,0161						
$\Sigma O_{k-2}(VII)$	0,587	<0,0001						
$\Sigma O_{k-2}(VIII)$								
Liczba dni $O_{(k-3)}$					0,298	0,0431		
$W_{k-1}(V)$							-0,283	0,0029
$W_{k-1}(VII)$							0,761	<0,0001
$W_{k-1}(VIII)$							-0,220	0,0178
$W_{k-1}(IX)$							0,163	0,0291
$W_{k-1}(X)$							0,152	0,0458
$W_{k-3}(VI)$					-0,366	0,0288		
$W_{k-3}(IX)$					0,348	0,0519		

* w - współczynnik regresji

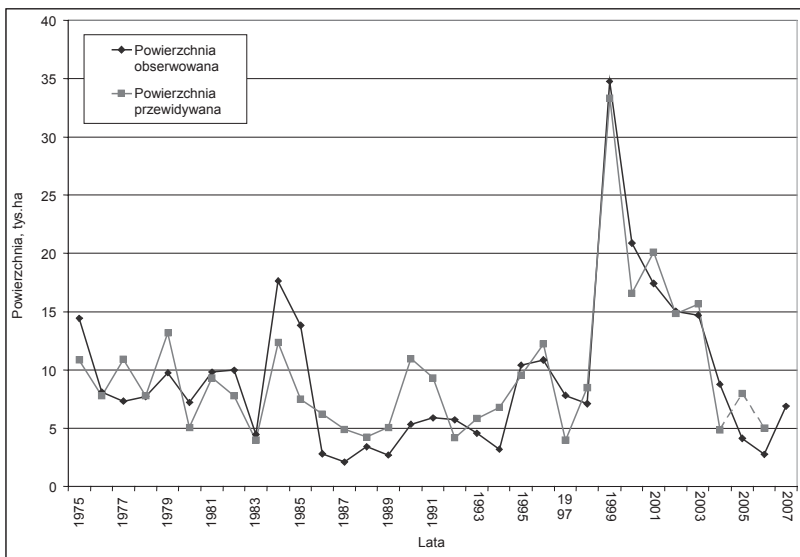
** p – poziom istotności przy ufności 95%

Skróty i symbole parametrów pogodowych jak w tabeli 1

W przypadku osutki sosny stwierdzono statystycznie istotne związki z wartościami parametrów pogodowych sprzed 1-2 lat ($R^2 = 0,726$), co wiązać należy z przebiegiem cyklu rozwojowego sprawców osutki gromadzących potencjał infekcyjny w roku poprzedzającym infekcję i rozwój choroby. Stwierdzono, że rozwój choroby stymuluje ciepły i deszczowy kwiecień roku poprzedniego, a także ciepły wrzesień sprzed 2 lat. Statystycznie istotna i pozytywna była również zależność z sumą opadów w sezonie wegetacyjnym sprzed 2 lat (tabela 2). Występowanie skrętała sosny było zależne w największym stopniu od temperatury powietrza i opadów atmosferycznych z roku bieżącego i poprzedniego ($R^2 = 0,721$). Zwłaszcza chłodny i suchy marzec oraz ciepły i deszczowy kwiecień w roku wystąpienia choroby stymulowały występowanie skrętała, jak i ciepły lipiec oraz chłodny maj i wrzesień roku poprzedniego. W tym okresie patogen rozwija się na liściach osiki i tworzy materiał zakaźny, który infekuje pędy sosny w sprzyjających warunkach pogodowych, w następnym roku. Istotny wpływ na zamieranie pędów sosny miały warunki pogodowe w latach poprzednich, największy nawet sprzed 3 lat ($R^2 = 0,832$). Pozytywna i statystycznie istotna zależność dotyczyła średniej temperatury grudnia, czerwca

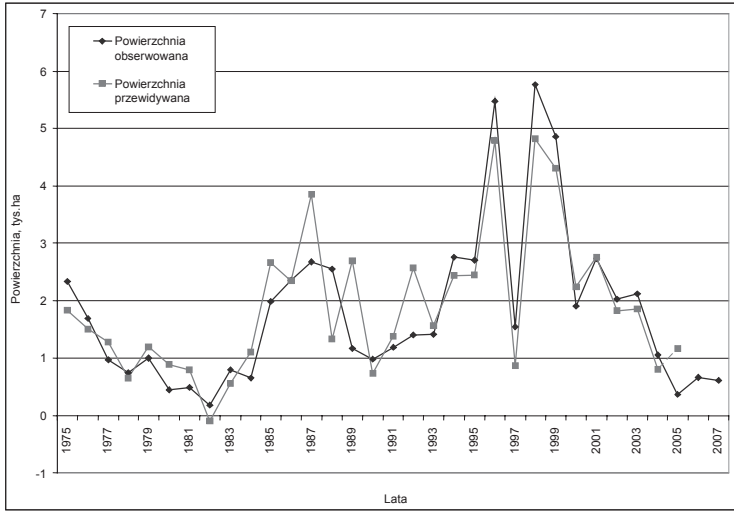
i września, negatywna zaś - temperatury lutego, kwietnia i lipca. W przypadku mączniaka dębu najsilniejsze związki stwierdzono pomiędzy występowaniem choroby a czynnikami roku poprzedniego ($R^2 = 0,911$). Stymulujący wpływ na rozwój i areal występowania choroby miały wysokie temperatury kwietnia i lipca oraz wysoka wilgotność lipca roku poprzedniego. Negatywne zależności stwierdzono natomiast względem temperatury grudnia oraz wilgotności powietrza w maju i sierpniu w roku poprzednim (tabela 2).

Modele zależności pomiędzy występowaniem chorób, a parametrami pogodowymi posłużyły ponadto do wykonania krótkoterminowych prognoz zagrożenia chorobowego w perspektywie kolejnych 1-2 lat (rys. 1-4), które następnie weryfikowano porównując z rzeczywistym arealem występowania chorób. W przypadku osutki sosny (rys. 1) przewidywana powierzchnia występowania choroby w latach 2005 i 2006 nieznacznie przekraczała wartości rzeczywiste, podobnie jak w przypadku skrzętaka sosny (prognoza obejmowała tu jedynie rok 2005) i zamierania pędów sosny. Prognoza występowania mączniaka dębu w największym stopniu odpowiadała rzeczywistości, przy czym dla roku 2005 prognoza nieco zawyżała zagrożenia, zaś dla 2006 - zaniżała. W przypadku badanych chorób prognozowany areal występowania oraz trendy zmian odpowiadały rzeczywistości, co wskazuje na wysoką użyteczność modeli i możliwość ich praktycznego wykorzystania.



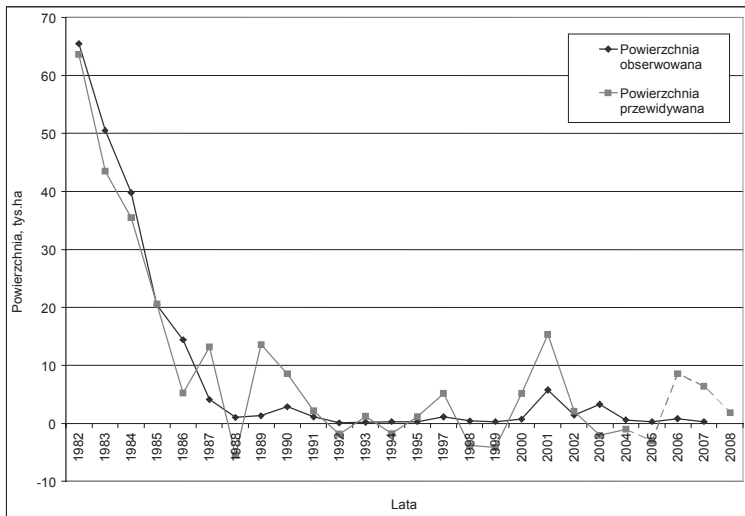
Rysunek 1. Obserwowane i przewidywane występowanie osutki sosny w drzewostanach w wieku do 20 lat w zależności od warunków meteorologicznych sprzed 1 roku

Figure 1. Observed and forecasted occurrence of Scots pine needle cast in the stands up to 20 years in relation to the weather conditions from the previous year



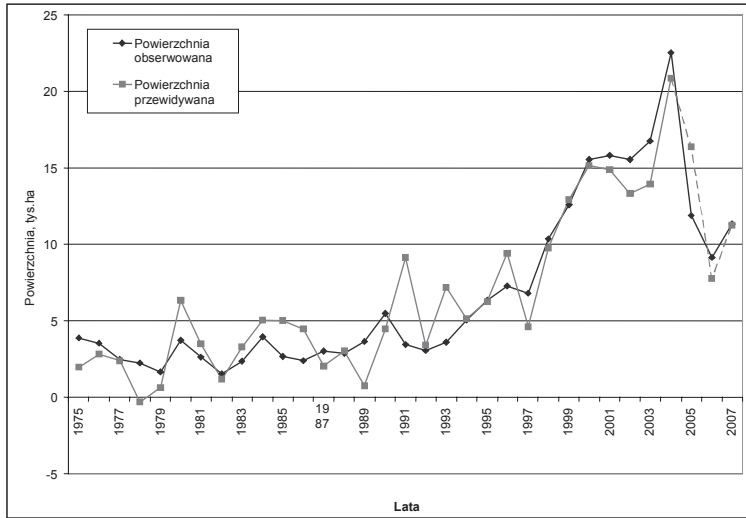
Rysunek 2. Obserwowane i przewidywane występowanie skrzęta sosny w lasach w wieku do 20 lat w zależności od warunków meteorologicznych z roku poprzedniego i bieżącego

Figure 2. Observed and forecasted occurrence of Scots pine twisting rust in the stands up to 20 years in relation to the weather conditions from the current and the previous year



Rysunek 3. Obserwowane i przewidywane występowanie zamierania pędów sosny w drzewostanach w wieku do 20 lat w zależności od warunków meteorologicznych sprzed 3 lat

Figure 3. Observed and forecasted occurrence of Scots pine shoot dieback in the stands up to 20 years in relation to the weather conditions 3 years ago



Rysunek 4. Obserwowane i przewidywane występowanie mączniaka dębu w drzewostanach w wieku do 20 lat w zależności od warunków meteorologicznych sprzed 2 lat

Figure 4. Observed and forecasted occurrence of oak powdery mildew in the stands up to 20 years in relation to the weather conditions 2 years ago

PODSUMOWANIE

Przeprowadzone badania pozwoliły określić modele zależności pomiędzy występowaniem w Polsce w młodnikach chorób aparatu asymilacyjnego, a warunkami pogodowymi oraz wskazać parametry pogodowe najsilniej wpływające na rozwój i zagrożenie chorobowe. Układ parametrów pogodowych tworzących te modele wskazuje jednoznacznie, że na areal występowania analizowanej kategorii chorób najsilniej oddziałują warunki pogodowe roku poprzedniego (zwłaszcza w sezonie wegetacyjnym i zimą), nieco słabiej zaś sprzed 2-3 lat i w roku występowania choroby. Decydujący wpływ na rozwój większości jednostek chorobowych ma przebieg temperatury powietrza w kwietniu, lipcu, wrześniu i październiku oraz suma opadów w kwietniu, czerwcu i wrześniu, a także liczba dni z opadami w okresie wegetacji w okresie 1-3 lat przed wystąpieniem symptomów choroby.

Przeprowadzone prognozy krótkoterminowe wiernie odzwierciedlały rzeczywiste zagrożenie, co wskazuje na ich przydatność w praktyce ochrony lasu, do przewidywania wystąpienia epifitoz oraz planowania działań zapobiegawczych.

Badania prowadzono w ramach realizacji projektu nr UDA-POIG. 01.03.01-00-140/08-00 pt.: „Platforma wspomagania decyzji operacyjnych zależnych od stanu atmosfery” (PROZA), współfinansowanego przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego

BIBLIOGRAFIA

- Barklund, P.** 1992. *Studies of the life cycle of Gremmeniella abietina on Scots pine in southern Sweden*. European Journal of Forest Pathology. Vol. 22. No. 5. pp. 300-311.
- Basowa, S.W.** 1987. Sezonowa dynamika mącznistej rosy dęba czereszczatego w uśłowijach semennoj priwioocznoj plantacji. Mikologia i fitopatologija. Vol. 21, wyp. 3, S. 269-273.
- Capretti, P., Karlman, M., Hansson, P., Witzell, J.** et al. 1995. *Gremmeniella abietina on Pinus contorta* in northern Sweden related to environmental factors – the disease situation in 1993.. Shoot and foliage diseases in forest trees. Proceedings of a Joint Meeting of the IUFRO Working Parties S2.06.02 and S2.06.04, Vallombrosa, Firenze, Italy 6-11 June 1994. pp. 1-5
- Karlman, M., Hansson, P., Witzell, J.** 1994. *Scleroderris* canker on lodgepole pine introduced in northern Sweden. Canadian Journal of Forest Research. Vol. 24. No. 9. pp. 1948-1959.
- Krutow, W.I.** 1980. Sosnowy wiertun na wyrubkach Europejskiego Siewera. Leśowodstwo. No.10, Z. 56-59.
- Kurkela, T.** 1973. Epiphytology of *Melampsora* rusts of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) and Aspen (*Populus tremula* L.). Metsantutkimuslaitoksen Julkaisuja. Vol. 79, No. 4, pp. 68, 61/2 pp. of ref.
- Małecka M.** 2004. Przebieg choroby powodowanej przez *Melampsora pinitorqua* (Braun) Rostr., sprawcę skręta sosny i jej znaczenie gospodarcze na przykładzie odnowień lasu na terenach popożarowych w Polsce /rozprawa doktorska/ IBL Warszawa.
- Mańka, K.** 2005. Fitopatologia leśna. Wyd. 6, RWRiL, Warszawa.
- Minkiewicz, I.I., Stojanow, S.M.** 1987. Prognoz razwitija mącznistej rosy dęba po danym o fenologii rastienija-choziaina w narodnoj respublikie Bułgaria. Leśne czasopismo, No. 3
- Pagony, H.** 1971. Przebieg pogody a zwalczanie osutki sosny. Zeszyt problem ostępów nauki rolniczej. No.127. S.109-116
- Stanisz, A.** 2006. Przystępny kurs statystyki z zastosowaniem STATISTICA PL na przykładach z medycyny. Tom 1, 2. Wyd. 3. StatSoft Polska, Kraków.
- Witzell, J.** 1999. Risks associated with the introduction of *Pinus contorta* in northern Sweden with special attention to *Gremmeniella abietina* and North American rusts. Acta Universitatis Agriculturae Sueciae - Silvestria, No. 89, pp. 188.

Dr inż. Oksana Mychayliv
Narodowy Uniwersytet Leśno-Techniczny Ukrainy
Ul. Gen. Tchuprynki 103
Lwów 57, Ukraina
o.mychayliv@gmail.com

Prof. dr hab. Zbigniew Sierota
Instytut Badawczy Leśnictwa
Sękocin Stary, ul. Braci Leśnej 3
05-090 Raszyn
Z.Sierota@ibles.waw.pl

Dr inż. Paweł Lech
Instytut Badawczy Leśnictwa
Sękocin Stary, ul. Braci Leśnej 3
05-090 Raszyn
P.Lech@ibles.waw.pl

Recenzent Prof. dr hab. Andrzej Klimek