

Monika Małecka<sup>1</sup>

## Szkodliwość *Melampsora pinitorqua* (Braun) Rostr., sprawcy skrętaka sosny

Pine twisting rust caused by *Melampsora pinitorqua* (Braun) Rostr. – occurrence and damage

**Abstract.** Pine twisting rust caused by *Melampsora pinitorqua* (Brown) Rostr. is one of the most common diseases of pine plantations in Poland. The first records of pine twisting rust in Poland date back to the beginning of the 20<sup>th</sup> century. The spread of the disease has been monitored every year since the 1950s. Today, the infested area is approx. 1500–3000 hectares. In 1992, *Melampsora pinitorqua* caused serious damage to Scots pine in plantations established on 20,000 hectares of burnt forest areas. The research was conducted in the territory of the Potrzebowice Forest District, where approx. 80% of trees were infested with the pathogen. The research results confirmed that there is a relationship between the occurrence of pine twist rust and the increase in pine height growth. Also, the increased frequency of acacia on shoots appeared to be strongly correlated with the leader shoot elongation.

**Key words:** *Melampsora pinitorqua*, pine twist rust, Scots pine plantation, post-fire site.

### 1. Wstęp

Grzyb rdzawnikowy *Melampsora pinitorqua* (Braun) Rostr. jest sprawcą jednej z częściej występujących w Polsce chorób sosny w wieku 4–12 lat (Kowalski 1999). Pierwsze wzmianki o występowaniu rdzy rodzaju *Melampsora* pochodzą z początku XX wieku (Nowicki 1901; Wróblewski 1915, 1925 za: Krzan i Siwecki 1980). Występowanie skrętaka sosny odnotowano w latach 1926–1927 na terenie Wielkopolski i Pomorza (Garbowski 1929), a pod koniec lat czterdziestych choroba ta była wymieniana jako jedna z ważniejszych grzybowych chorób upraw sosnowych w Polsce (Jagielski 1948).

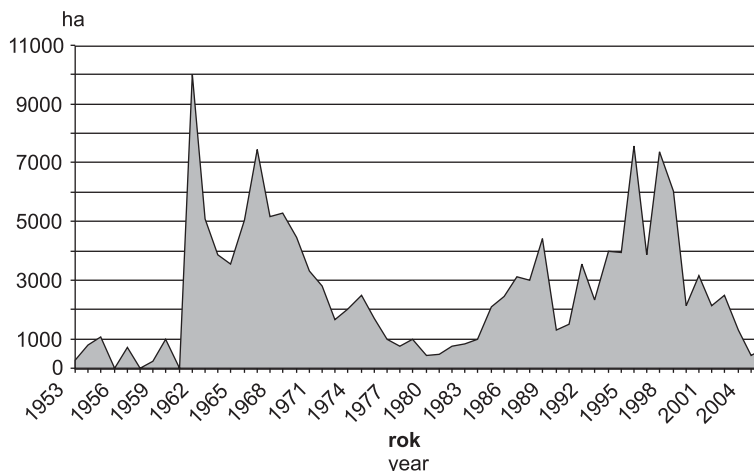
Na podstawie informacji zbieranych od początku lat 50. obligatoryjnie przez nadleśnictwa, a następnie opracowywanych przez Instytut Badawczy Leśnictwa (Ocena występowania..., Krótkoterminowa prognoza...), możliwe było określenie powierzchni lasów zagrożonych przez skrętaka sosny w ostatnich kilkudziesięciu latach (ryc. 1). Jak dotychczas, największą w kraju powierzchnię upraw i drzewostanów sosnowych zagrożonych przez tę chorobę (10 tys. ha) odnotowano w 1962 r. W 2006 r. skrętak sosny został stwierdzony na powierzchni 685 ha.

Szczególnie zagrożone są uprawy powstałe w wyniku odnowienia sosną zwyczajną zrębów wielkopowierzchniowych, będących następstwem klęsk ekologicznych typu pożar czy huragan. Sytuacja taka miała miejsce w 1992 r., kiedy na terenie dziewięciu nadleśnictw w Polsce spłonęło łącznie 20 tys. ha lasu, a w latach następnych (1993–1995) powstało tyle samo hektarów odnowień lasu z przeważającym udziałem sosny.

W literaturze światowej z zakresu fitopatologii przeważa pogląd o dużej szkodliwości *Melampsora pinitorqua* (Boyce 1961; Peace 1962; Mańka 1998). Wyniki badań odnoszących się do wzrostu porażonych drzew w wieku uprawy wskazywały przede wszystkim na występowanie strat jakościowych: charakterystycznego zniekształcenia pędów w kształcie litery „S”, utrzymującego się niekiedy przez całe życie drzewa, krzaczastego pokroju wynikającego z zamarcia porażonego pędu głównego powyżej miejsca infekcji, a także strat ilościowych w przyroście na wysokość w przypadku porażania drzew przez kilka kolejnych lat (Kowalski 1999). Równocześnie w innych doniesieniach bagatelizowano znaczenie go-

<sup>1</sup> Instytut Badawczy Leśnictwa, Zakład Fitopatologii Leśnej, Sękocin Stary, ul. Braci Leśnej 3, 05-090 Raszyn;

✉ Fax 0-22 7200397; e-mail: M.Malecka@ibles.waw.pl



Rycina 1. Powierzchnia występowania skrętaka sosny w Polsce w latach 1953–2006

Figure 1. Area of pine twist rust occurrence in Poland in 1953–2006

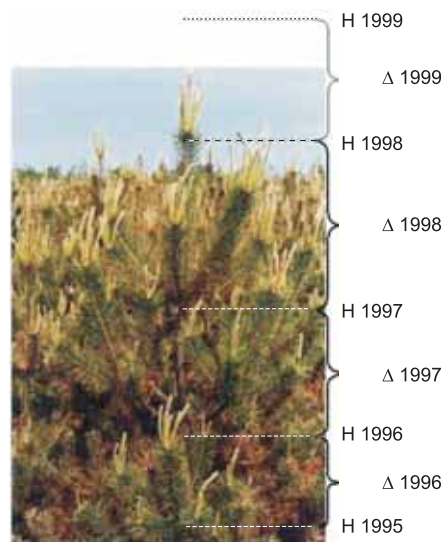
spodarcze tej choroby. Niepowtarzalna okoliczność wystąpienia w latach 1996–1998 skrętaka sosny na powierzchni wielu tysięcy hektarów odnowień na terenach popożarowych we wschodniej części Puszczy Noteckiej stała się przesłanką do wyjaśnienia istniejących sprzeczności, jak również do określenia reakcji drzew na infekcję pędów wywołaną przez *Melampsora pinitorqua*.

## 2. Materiały i metody

Badania prowadzono w latach 1995–2002 w uprawach sosny zwyczajnej założonych na terenie Nadleśnictwa Potrzebowice (RDLP w Pile) po wielkopowierzchniowym (5 tys. ha) pożarze drzewostanu. W oddziałach o zróżnicowanym stopniu występowania symptomów choroby wytyczono w 1996 r. 12 powierzchni doświadczalnych, na których mierzono corocznie wysokość i roczny przyrost wysokości 300 drzew według ustalonego uprzednio schematu (Opracowanie nowej metodyki... 2000) oraz oceniano występowanie na pędach symptomów skrętaka sosny. Na tej podstawie wyróżniono drzewa z symptomami infekcji, nazwane dalej „porażone” oraz bez symptomów skrętaka – „nieporażone”. Oceny i pomiary wykonywano w okresie jesiennym, po zakończeniu wzrostu drzew na wysokość, (ryc. 2), natomiast szczegółową ocenę liczebności ecjów (miejsc zarodnikowania grzyba – ryc. 3) oraz obecności ran, wycieków i blizn (ryc. 4), które powstały w miejscu ecjów w wyniku procesu gojenia zniszczonej przez grzyba tkanki na pędzie głównym i pędach bocznych bieżącego przyrostu (okółka) przeprowadzono w czerwcu 1997 r. u 700 drzew. Do oceny związków między nasileniem choroby a wysokością i przyrostem wysokości wyróżniono w przypadku analizy pędu głównego 4 gru-

py drzew: 0 – brak, 1 – 1-2 ecja na pędzie, 2 – 3-4 ecja na pędzie i 3 – powyżej 4 ecjów na pędzie, natomiast w przypadku wszystkich pędów danego rocznika – 5 klas: 0 – brak, 1 – 1-3 ecja, 2 – 4-6 ecjów, 3 – 7-9 ecjów i 4 – powyżej 9 ecjów.

Analizy porównawcze zmienności parametrów biometrycznych drzew oraz liczby ecjów, po stwierdzeniu zgodności z rozkładem normalnym testem Shapiro-Wilka, wykonano przy użyciu programu STATGRAPHICS® Plus for Windows®. Istotność różnic między średnimi oceniano testem najmniejszej istotnej różnicy



Rycina 2. Schemat pomiarów wysokości (H) i przyrostu wysokości (Δ) drzew w kolejnych latach oceny (zdjęcie z maja 1999 r.)

Figure 2. Diagram of tree height measurements (H) and height growth (Δ) in successive evaluation years (photo from May 1999)



Rycina 3. Ecjum *Melampsora pinitorqua* na tegorocznym pędzie sosny

Figure 3. *Melampsora pinitorqua* aecium on a current-year pine shoot

(NIR) Fisher'a. Do weryfikacji istotności różnic przyjęto 95% granicę ufności ( $p < 0,05$ ). Wyniki analiz wariancji ANOVA zaznaczono graficznie na rycinach przedstawiających wyniki (grupy homogeniczne oznaczone literami arabskimi).

### 3. Wyniki

#### Przyrost wysokości a porażenie drzew

Na podstawie pomiarów ex post stwierdzono, że przed wystąpieniem skrzęta sosny (lata 1994–1995) grupa drzew nieporażonych nie różniła się istotnie pod względem wysokości od drzew, które uległy infekcji (tab. 1). Począwszy od 1996 r., a więc od pierwszego roku masowych infekcji drzew, wyższe wartości tego parametru cechowały drzewa porażone, niższe – drzewa zdrowe. Ta relacja utrzymała się przez cały okres pomiarów, przy czym różnice w średniej wysokości pomiędzy drzewami tych kategorii kształtowały się w przedziale 3–30 cm i były statystycznie istotne.

Porównanie przyrostu wysokości drzew z symptomami występowania skrzęta i bez objawów choroby wskazuje, że w ciągu całego okresu obserwacyjnego większe wartości tego parametru cechowały drzewa, które w latach 1996–1998 zostały porażone przez *M. pinitorqua*. W okresie 1995–2000 różnice w średniej wartości tego parametru pomiędzy drzewami zawierały się w przedziale 3,0–7,6 cm, a analiza statystyczna wykazała istotność różnic pomiędzy kategoriami drzew ( $p < 0,05$ ). Od 2000 r. różnice w przyroście wysokości drzew tych dwóch kategorii drzew nie były istotne, aczkolwiek wyższą wartość tego parametru wykazywały



Rycina 4. Nekroza powstała w miejscu ecjum *Melampsora pinitorqua*

Figure 4. Necrosis formed at the place of *Melampsora pinitorqua* aecium

Tabela 1. Średnia wysokość (cm) drzew porażonych (M) i nie porażonych (H) przez *M. pinitorqua* w latach 1994–2002 oraz poziom istotności  $p$

Table 1. Mean values of tree height (cm) with (M) and without (H) symptoms of infestation by *M. pinitorqua* in 1994–2002 and significance level  $p$

Rok oceny Evaluation year	Kategoria drzew Tree category		$p$
	porażone infested	nieporażone uninfested	
	M	H	
1994	11,8	15,6	0,0000
1995	29,2	29,3	0,9536
1996	55,3	52,3	0,0005
1997	92,6	85,6	0,0002
1998	132,2	118,9	0,0000
1999	172,8	151,9	0,0000
2000	211,0	184,1	0,0000
2001	250,6	222,9	0,0000
2002	278,6	309,3	0,0000

drzewa, które przed laty uległy infekcji *M. pinitorqua* (tab. 2).

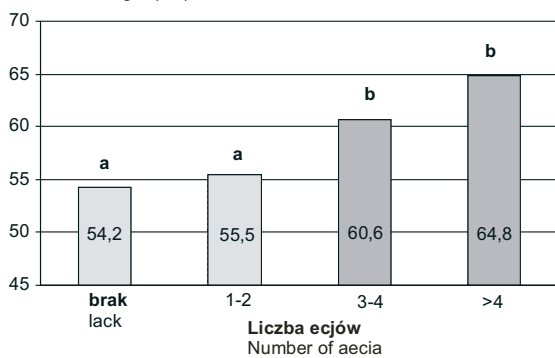
#### Liczebność ecjów na pędach a parametry drzew

Ocena stopnia porażenia pędu głównego drzew, wyrażonego liczbą ecjów i ran, oraz wielkości przyrostu bieżącego wykazała istotny wpływ zaistniałej infekcji na kształtowanie się tych parametrów. Największą wysokością charakteryzowały się drzewka, których pędy główne były porażone w najwyższym stopniu, tzn. stwierdzono na nich 3–4 lub więcej ecjów (ryc. 5). Średnia wysokość tych drzew wynosiła odpowiednio

**Tabela 2. Średnie wartości przyrostu wysokości drzew porażonych (M) i nie porażonych (H) przez *M. pinitorqua* w latach 1995–2002 (cm) oraz poziom istotności *p***  
 Table 2. Mean values of tree height growth with (M) and without (H) symptoms of infestation by *M. pinitorqua* in 1995–2002 (cm) and significance level *p*

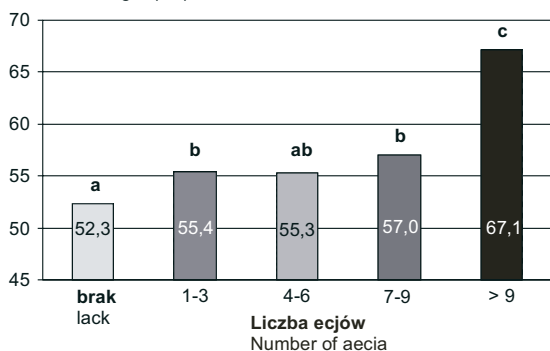
Rok oceny Evaluation year	Kategoria drzew Tree category		<i>p</i>
	porażone infested	nieporażone uninfested	
	M	H	
1995	17,4	13,7	0,0000
1996	36,1	23,0	0,0036
1997	37,3	33,3	0,0016
1998	39,6	33,3	0,0000
1999	40,6	33,0	0,0000
2000	32,3	29,6	0,2540
2001	39,1	38,0	0,5704
2002	59,1	55,6	0,1008

**Średnia wysokość drzewa (cm)**  
 Mean tree height (cm)



**Rycina 5. Średnie wartości wysokości drzew zaliczonych do czterech kategorii porażenia pędu głównego w 1997 r.**  
 Figure 5. Mean height tree values classified into four infestation categories of the leader shoot in 1997

**Średnia wysokość drzewa (cm)**  
 Mean tree height (cm)



**Rycina 6. Średnie wartości wysokości drzew zaliczonych do pięciu kategorii porażenia pędu głównego i pędów bocznych w 1997 r.**  
 Figure 6. Mean height tree values classified into five infestation categories of the leader and lateral shoots in 1997

60,6 cm i 64,8 cm. U drzew zdrowych oraz porażonych w stopniu słabym (1–2 ecja) wysokość wynosiła odpowiednio 54,2 cm i 55,5 cm. W przypadku wysokości drzew należących do skrajnych kategorii stopnia porażenia różnica wynosiła 10 cm.

Analogiczne wyniki otrzymano analizując łączną liczbę ecjów na pędzie głównym i pędach bocznych bieżącego przyrostu (ostatniego okółka). Najwięcej ecjów (9) na pędach wykazywały drzewka najwyższe w uprawie (średnia wysokość 67,1 cm), a najmniej lub brak ecjów stwierdzono na drzewach najniższych (odpowiednio 55,4 i 52,3 cm) (ryc. 6). Analiza statystyczna wykazała istotne różnice pomiędzy tymi wartościami.

#### 4. Dyskusja

Powstanie w Nadleśnictwie Potrzebówice w krótkim czasie dużych powierzchni odnowień, w większości upraw sosnowych, stworzyło warunki sprzyjające masowemu wystąpieniu grzybowych chorób infekcyjnych oraz szkodników owadzi. Szczególny spłot okoliczności (monokulturowy charakter upraw, liczna obecność samosiewów osiki oraz korzystne warunki pogodowe) spowodował, że przez trzy kolejne lata (1996–1998) skrzęta sosny rozwinął się na nieopisaną dotychczas w literaturze skalę, niemal w formie epifityzy.

Uzyskane wyniki wykazały, że porażeniu *M. pinitorqua* uległy przede wszystkim drzewa cechujące się większymi przyrostami na wysokość. Fakt ten odnotowano już w 1995 r., a więc rok przed masowym wystąpieniem skrzęta sosny na tych drzewach. Większy przyrost w roku poprzedzającym infekcję, spowodowany większym wysiłkiem hormonalnym, mógł wpłynąć na podatność drzew i zwiększyć ich skłonność do ulegania porażeniu w kolejnych latach. Większe parametry wzrostu porażonych drzew utrzymywały się nie tylko przez trzyletni okres występowania choroby, ale również po jej wygaśnięciu, po 1998 r. Podobne wyniki uzyskał Klingström (1969), który badając 75 pochodzeń sosny zwyczajnej stwierdził, że pędy główne porażone przez *M. pinitorqua* były średnio dłuższe od pędów zdrowych o 5–50%. Również inni badacze (Ehrenberg 1963, Schütt 1964, Kardell 1966) zaobserwowali, że drzewka szybciej przyrastające w uprawie, o wysokim współczynniku wzrostu, są częściej infekowane przez *M. pinitorqua*, niż drzewka przyrastające wolniej. Jest to zgodne z badaniami Söderström'a (1977), który stwierdził, że sosny posadzone na wałkach, korzystając w większym stopniu ze związków pokarmowych gleby, lepiej przyrastały i były przy tym bardziej podatne na infekcję ze strony *M. pinitorqua*. Mattila et al. (2001) również uważali, że wyższa zasobność siedliska, po-

wodując silniejszy przyrost drzew na wysokość, zwiększa ich podatność na infekcje przez tego patogena.

Z kolei inni badacze wskazywali na istnienie hamującego wpływu występującej choroby na wzrost drzew. W badaniach Leontiewej i Steniny (1989) prowadzonych w północno-zachodniej Rosji okazało się, że u silnie porażonych sosen stwierdzono statystycznie istotny, niższy przyrost drzew na wysokość niż u drzew zdrowych. Podobne wyniki uzyskali Jalkanen i Kurkela (1984), którzy stwierdzili, że uszkodzenia spowodowane przez *M. pinitorqua* wywoływały zmniejszenie intensywności wzrostu porażonych drzew. Obserwacje przeprowadzone przez Martinsson'a (1985) wykazały, że wysokość drzew z objawami skrętała przez 2 lata z rzędu była o 38% mniejsza od wysokości drzew zdrowych.

Ewidentnym kryterium obecności *M. pinitorqua* w pędach sosny są ecja wytwarzane w miejscu infekcji, a następnie powstające w tym miejscu nekrozy i skrzywienia pędów. W badanych uprawach sosnowych w Nadleśnictwie Potrzebowice nasilenie występowania symptomów skrętała sosny było zróżnicowane w kolejnych latach epifitozy, na pędach stwierdzano bowiem od kilku do kilkunastu ecjów. W 1997 r. największą liczbę ecjów, zarówno na pędzie głównym, jak i na pędach bocznych ostatniego okółka i głównym łącznie, stwierdzano na drzewach najwyższych oraz najsilniej przyrastających na wysokość. Znajduje to potwierdzenie w badaniach Kurkeli (1973) dotyczących występowania skrętała sosny w Finlandii, a także Desprez-Loustau i Wagner (1997), którzy stwierdzili pozytywną korelację pomiędzy stopniem zainfekowania przez *M. pinitorqua* a długością pędu.

Na podstawie obserwacji drzew rosnących w uprawach sosnowych w Nadleśnictwie Potrzebowice można stwierdzić, że skrętała sosny, pomimo bardzo dużej skali występowania na drzewach osłabionych warunkami terenu popożarowego, nie miał istotnych konsekwencji gospodarczych. Notowano nieliczne przypadki zamierania pędów sosny porażonych uprzednio przez *M. pinitorqua*, a wtórnie przez *Botrytis cinerea* Pers., były to jednak w skali całego obszaru upraw sosnowych szkody bez znaczenia gospodarczego. Domański i Kowalski (1988) wykazali, że obecność *B. cinerea* może być groźna w sprzyjających warunkach (wysoka wilgotność powietrza), gdyż w takiej sytuacji może dojść do zamarcia pędów nawet na 70% ocenianych drzew. Jednak w uprawach na terenie pożarzyska jedynie na nielicznych drzewach, na których obserwowano największe nasilenie objawów choroby (do kilkunastu ecjów na pędzie), występowały deformacje słabszych, cieńszych pędów głównych, przypadki zamierania pędów powyżej nekrozy lub odłamywania pędów bocznych przez podmuchy silnego wiatru.

Skrętała sosny jest specyficznym przykładem choroby infekcyjnej, której obecność wyraziła się wzrostem elongacyjnym pędów, nie zaś ich zamieraniem, powstające zaś na pędzie nekrozy nie miały znaczenia dla wzrostu drzew w kolejnych latach. Dalszego wyjaśnienia wymaga kwestia obecności metabolitów patogena w tkankach pędów w okresie ich elongacyjnego wzrostu oraz roli hormonów sosny w trakcie generalizacji choroby.

## Literatura

- Boyce J. S. 1961. Forest pathology. Ed. 3, New York. Mc Graw Hill Book Co., Inc.
- Desprez-Loustau M-L., Wagner K. 1997. Components of maritime pine susceptibility to twisting rust – A path coefficient analysis. *European Journal of Plant Pathology*, 103(7): 653-665.
- Domański S., Kowalski T. 1988. Untypical die-back of the current season's shoots of *Pinus sylvestris* in Poland. *European Journal of Plant Pathology*, 18(3-4): 157-160.
- Ehrenberg C. E. 1963. Genetic variation in progeny tests of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.). *Studia Forestalia Suecica*, 10: 1-135.
- Garbowski L. 1929. Choroby roślin uprawnych oraz drzew i krzewów leśnych i parkowych w Wielkopolsce i na Pomorzu w 1926 i 1927 r. *Prace Wydziału Chorób Roślin w Bydgoszczy Państwowego Instytutu Naukowego Gospodarstwa Wiejskiego*, 7: 1-50.
- Jagielski A. 1948. Szkodniki grzybowe szkółek i upraw. *Niwa Leśna*, 7: 6-9.
- Jalkanen R., Kurkela T. 1984. Damage and early height growth losses caused by *Melampsora pinitorqua* on Scots pine. *Folia Forestalia*, 587: 1-15.
- Kardell L. 1966. *Melampsora pinitorqua* attacks on Scots Pine in inland regions of Vasterbotten. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift*, 64(7): 649-663.
- Klingström A. 1969. *Melampsora pinitorqua* (Braun) Rostr. on progenies of *Pinus sylvestris* L. and in relations to growth regulating substances. *Studia Forestalia Suecica*, 69: 1-76.
- Kowalski T. 1999. Skrętała sosny. *Bibl. Leś.*, 105: 3-9. Wydawnictwo Świat, Warszawa.
- Krzan Z., Siwecki R. 1980. Recent studies on *Melampsora larici-populina* and *Melampsora pinitorqua* in Poland. *Folia Forestalia*, 422: 14-16.
- Kurkela T. 1973. Epiphytology of *Melampsora* rusts of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) and aspen (*Populus tremula* L.). *Communications Institutii Forestali Fennice*, 79(4): 1-68.
- Leontiewa S.I., Stenina N.P. 1989. Phytopathological state of pine and spruce forests cultivated in the north-west of the Russian Federation. *Mikologia i Fitopatologia*, 4: 389-392.
- Mańska K. 1998. Fitopatologia leśna. PWRiL, Warszawa.
- Martinsson O. 1985. The influence of pine twist rust (*Melampsora pinitorqua*) on growth and development of Scots pine (*Pinus sylvestris*). *European Journal of Plant Pathology*, 15(2): 103-110.

- Mattila U., Jalkanen R., Nikula A. 2001. The effects of forest structure and site characteristics on probability of pine twisting rust damage in young Scots pine stands. *Forest Ecology and Management*, 142 (1-3): 89-97.
- Nowicki A. 1901. Podręcznik do odnawiania lasów z dodatkiem o ustaleniu wydymisk. Kraków 1901.
- Peace T. R. 1962. Pathology of trees and shrubs. Oxford Clarendon Press: 290-292.
- Schütt P. 1964. Zum Drehrostbefall an Kiefern. *Forstarchiv*, 35(3): 51-53.
- Söderström V. 1977. Problems and methods in forest regeneration. IV. Experiments with new methods for soil treatment before planting. *Kungliga Skogs- och Lantbruksakademiens Tidskrift*, 116: 43-58.

## **Materiały źródłowe**

- Krótkoterminowa prognoza występowania ważniejszych szkodników i chorób infekcyjnych drzew leśnych w Polsce w 2007 roku. 2007. Inst. Bad. Leś., Warszawa; odpowiednio corocznie dla lat 2001–2006.
- Ocena występowania chorób infekcyjnych i mikoryz na terenach popożarowych. 1995. Dok. nauk. Inst. Bad. Leś., Warszawa.
- Ocena występowania ważniejszych szkodników leśnych i chorób infekcyjnych w Polsce w roku 1999 oraz prognoza ich pojawu w roku 2000. 2000. Inst. Bad. Leś., Warszawa; odpowiednio corocznie dla lat 1973–1998.
- Opracowanie nowej metodyki oceny zagrożenia chorobowego drzewostanów. 2000. Dok. nauk. Inst. Bad. Leś., Warszawa.