

DONIESIENIA

Wpływ zmian klimatycznych na kształtowanie się zagrożenia pożarowego lasów w Polsce

Ryszard Szczygiel¹✉, Barbara Ubysz¹, Józef Piwnicki¹

Wstęp

Możliwość powstania pożaru lasu determinuje przede wszystkim pogoda, a w szczególności najistotniejsze z charakteryzujących ją parametrów: temperatura powietrza i opady atmosferyczne. Są one podstawowymi czynnikami, które wpływają na stan wilgotności materiału palnego i jego podatność na zapalenie. W ostatnich latach szczególnego znaczenia nabiera problem globalnego ocieplenia, w tym wahań i oscylacji klimatu, który wpływa także na ogólną tendencję kształtowania się zagrożenia pożarowego lasów na świecie (Obrębska-Starkel i Starkel 1991, Stocks 1993, Lorenc, Bogucka, Dołęga, Mazur i in. 1995, Allen i Castro 2007).

Z przygotowywanych przez Międzyrządowy Zespół ds. Zmian Klimatu *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC)² raportów wynika, że największymi zagrożeniami dla środowiska naturalnego naszej planety są również kwaśne deszcze, procesy stepowienia i pustyńnienia oraz zubożenie warstwy ozonowej. Te niekorzystne zjawiska pozostają w sprzężeniu zwrotnym z powstającymi w skali globalnej pożarami lasów, których liczba, podobnie jak wielkość powierzchni spalonej, wzrosła (Forest Fires Report in Europe 2004, 2005).

W artykule przedstawiono analizę tendencji zmian wybranych elementów klimatu Polski w latach 1901–2006 i ich wpływu na występowanie pożarów lasu.

Materiał i metody

Określenia tendencji dotyczących zmian klimatycznych dokonano dla opadów atmosferycznych i temperatury powietrza na podstawie danych z dziewięciu stacji meteorologicznych, posiadających wieloletnie, jednoodne ciągi obserwacyjne (ryc. 1).

Do oceny poszczególnych lat pod względem ilości opadu posłużono się kryterium Kaczorowskiej (1962), klasyfikując lata ze względu na niedobór lub nadmiar opadów (tab. 1). Dane o ilości opadu w poszczególnych latach pochodziły z uwzględnionych w pracy stacji meteorologicznych.



Rycina 1. Rozmieszczenie stacji meteorologicznych uwzględnionych w badaniach

¹ Instytut Badawczy Leśnictwa, Samodzielna Pracownia Ochrony Przeciwpożarowej Lasu, Sękocin Stary, 05-090 Raszyn, ✉ Fax: 0-22 7150422, e-mail: R.Szczygiel@ibles.waw.pl

² Zespół został powołany w 1988 r. przez dwie organizacje Narodów Zjednoczonych: Światową Organizację Meteorologiczną (*The World Meteorological Organization – WMO*) oraz agendę Program Narodów Zjednoczonych do spraw Ochrony Środowiska (*United Nations Environmental Programme – UNEP*) w celu oceny ryzyka związanego z wpływem działalności ludzi na zmianę klimatu.

Tabela 1. Klasyfikacja lat w zależności od wielkości opadów atmosferycznych

Charakterystyka roku	Suma opadu stanowiąca procent normy
skrajnie suchy	50%
bardzo suchy	50–74%
suchy	75–89%
normalny	90–110%
wilgotny	111–125%
bardzo wilgotny	126–150%
skrajnie wilgotny	150%

Tabela 2. Klasyfikacja lat w zależności od średniej rocznej temperatury powietrza

Klasa	Charakterystyka roku	Przedział wartości odchylenia standardowego (δ)
1	ekstremalnie ciepły	$t \geq 2,5$
2	anomalnie ciepły	$2,0 < t \leq 2,5$
3	ekstremalnie ciepły	$1,5 < t \leq 2,0$
4	bardzo ciepły	$1,0 < t \leq 1,5$
5	ciepły	$-1,0 < t \leq 1,0$
6	normalny	$-1,5 < t \leq -1,0$
7	chłodny	$-2,0 < t \leq -1,5$
8	anomalnie chłodny	$-2,5 < t \leq -2,0$
9	ekstremalnie chłodny	$t \leq -2,5$

Klasyfikację lat w zależności od średniej rocznej temperatury przeprowadzono na podstawie odchylenia standardowego (δ) według kryteriów przedstawionych w tabeli 2.

Dla obu parametrów meteorologicznych przeprowadzono analizy statystyczne trendu ich kształtowania się w badanym okresie.

Na tle zmian temperatury powietrza i opadów atmosferycznych przeanalizowano liczbę powstałych pożarów lasu i ich powierzchnię w latach 1948–2006 (ze względu na brak wcześniejszych danych), stosując statystyczne analizy trendu, tak samo jak dla badanych czynników meteorologicznych (Dunikowski i in., Kwiatkowski i Santorski 2001; Ubysz i Szczygieł 2002, 2003, 2006; Ubysz 2003, 2004; Ubysz i in. 2006).

Wyniki badań

Opady atmosferyczne

Analiza uzyskanych wyników wskazuje na bardzo dużą zmienność wysokości opadów atmosferycznych w poszczególnych latach. Obserwuje się różne kierunki i wielkości trendów w poszczególnych rejonach Polski

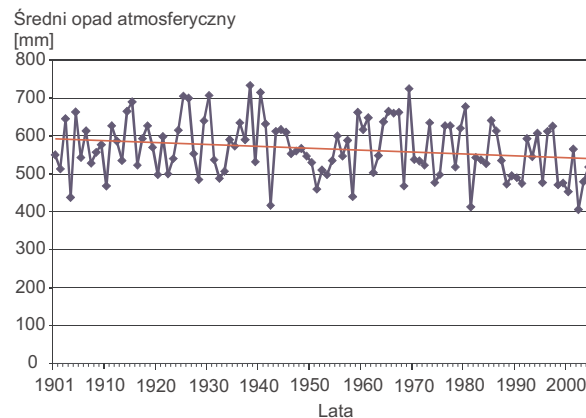
Tabela 3. Współczynniki trendu sum opadów atmosferycznych oraz ich roczne wartości

Nazwa stacji meteorologicznej	Współczynniki trendu dla roku	Roczne wartości normowe wysokości opadów atmosferycznych [mm]
Koszalin	-0,549	726
Kraków	-0,935	669
Poznań	-0,488	520
Ślubice	+0,199	543
Szczecin	-0,704	550
Śnieżka	+0,204	1253
Warszawa	+0,217	571
Wrocław	-0,409	586
Zakopane	-1,017	1126

(tab. 3). Na rycinie 2 przedstawiono zmienność średnich rocznych sum opadów dla Polski z linią trendu, dla którego wartość współczynnika wynosiła $-0,5006$. Na trend roczny nie zawsze wpływ miała ta sama pora roku. Ogólnie należy stwierdzić, że dla 66% stacji meteorologicznych wykazano ujemny roczny wieloletni trend opadów. Na podkreślenie zasługuje fakt, że wszystkie uzyskane wartości trendów wieloletnich są statystycznie nieistotne na poziomie 0,05, co potwierdzają także bardzo małe wartości współczynnika korelacji, wynoszące poniżej 0,03. Tak więc obserwuje się nieistotną tendencję malejącą opadów, co jednocześnie nie wyklucza, że w pewnych krótszych okresach tendencja taka była istotna.

Przeprowadzona klasyfikacja poszczególnych lat pod względem zasobów opadu wykazała, że 26,0% stanowiły lata z nadmiarem opadów, z czego: liczba lat wilgotnych stanowiła 18,3%, liczba lat bardzo wilgotnych – 7,1%, a liczba lat skrajnie wilgotnych – 0,6%.

Statystycznie lata z nadmiarem opadów powtarzały się co 3,5–4 lata. Skrajnie wilgotne były lata: 1939, 1941 i 1970. Od początku XX wieku lata z nadmiarem opa-



Rycina 2. Średnie roczne sumy opadów na uwzględnionych stacjach meteorologicznych w latach 1901–2006

dów wystąpiły na początku wieku, w drugiej połowie lat 20., na przełomie lat 30. i 40., w latach 60., w drugiej połowie lat 70., na początku lat 80. i w latach 1985–1987.

Lata z niedoborem opadów stanowiły 28% wszystkich analizowanych lat, w tym: lat skrajnie suchych nie było, liczba lat bardzo suchych stanowiła 8%, a liczba lat suchych – 20%.

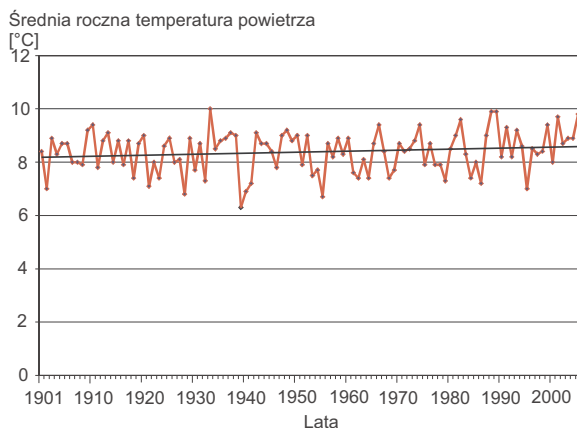
Susze o największej intensywności wystąpiły w latach: 1943, 1953 i 1982. Analizy wykazały, że lata z niedoborem opadów wykazywały tendencję występowania w seriach. Takie serie okresów suchych zaobserwowano w latach: 1904–1917, 1951–1959 i 1982–1992.

Z wieloletnich danych wysokości opadów atmosferycznych wynika, że 46% stanowiły lata o opadzie normalnym. Liczba lat z nadmiarem opadu stanowiła 26%, a z niedoborem – 28%. Średnia wielkość ubytku opadów kształtowała się na poziomie 0,4–0,5 mm/rok. Lata najbardziej wilgotne wystąpiły w dekadzie 1961–1970. Największy obszar kraju objęła susza w 1992 roku. W ostatnim dwudziestolecu obserwuje się zjawisko serii lat suchych, a jednoroczne okresy z opadami nie wyrównują powstałych niedoborów.

Temperatura powietrza

Analiza temperatury powietrza wykazała dużą zmienność wartości rocznych w całym kraju, co jest dla klimatu tego obszaru zjawiskiem normalnym. W tabeli 4 przedstawiono współczynniki trendu temperatury powietrza.

Na rycinie 3 przedstawiono średnie roczne zmiany temperatury powietrza wraz z linią trendu, dla którego wartość współczynnika wynosiła 0,0038. Wartości trendów okazały się statystycznie istotne na poziomie 0,05 dla połowy stacji meteorologicznych, bez względu na rejon Polski. Ze statystycznych analiz trendu wynika, że



Rycina 3. Średnie roczne temperatury powietrza na uwzględnionych stacjach meteorologicznych w latach 1901–2006

Tabela 4. Współczynniki trendu temperatury powietrza w °C/rok na uwzględnionych stacjach meteorologicznych

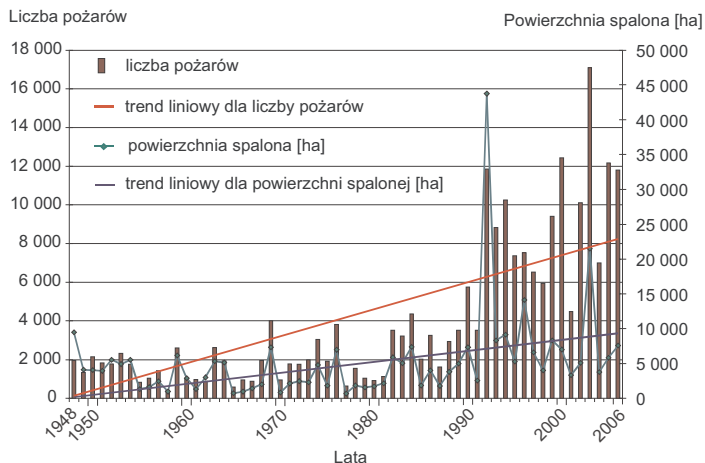
Nazwa stacji meteorologicznej	Współczynniki trendu temperatury powietrza
Koszalin	0,0084
Kraków	0,0142
Poznań	0,0091
Ślubice	0,0037
Szczecin	0,0067
Śnieżka	0,0034
Warszawa	0,0036
Wrocław	0,0033
Zakopane	0,0077

roczne trendy temperatury powietrza na wszystkich stacjach meteorologicznych wykazywały tendencję rosnącą. Szczegółowa analiza wykazała, że w ostatnich latach omawianego okresu notowano średni wzrost wartości trendu aż o 0,0015°C/rok. Największe dodatnie odchylenie od normy obserwowano w październiku, grudniu, styczniu, marcu i maju. Ogólnie w badanym okresie, w zależności od rejonu kraju, wystąpiło od 24 do 35% lat ciepłych i od 15 do 18% lat chłodnych. Pozostały procent stanowiły lata normalne. Pierwsze półwiecze XX wieku odznaczało się odchyleniem temperatury w kierunku lat chłodnych, natomiast po 1967 r. obserwowano odchylenie w kierunku lat ciepłych. Odchylenia w kierunku dodatnim były większe niż zdarzające się odchylenia w kierunku ujemnym. Ostatnie dwudziestolecie było najcieplejszym w całym badanym okresie.

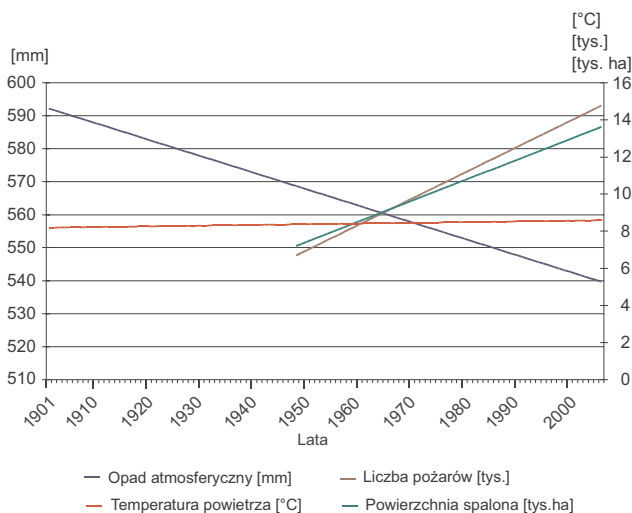
Występowanie pożarów lasu na tle zmian klimatycznych

Trendy charakteryzujące pożary lasu pod względem ich liczby i spalonej powierzchni w latach 1948–2006 przedstawiono na rycinie 4. Wartość współczynnika trendu dla liczby pożarów wyniosła 139,62, a dla powierzchni spalonej 158,54. Natomiast na rycinie 5 przedstawiono łączny wykres trendów badanych parametrów meteorologicznych oraz liczby pożarów lasu i powierzchni spalonej. W latach 1948–2006 powstało łącznie 232 320 pożarów, które objęły powierzchnię 307 938 ha lasu. Z przedstawionych wykresów wynika, że zarówno liczba powstałych pożarów, jak i ich powierzchnia spalona odznaczały się rosnącym trendem, z pewnymi odstępstwami zależnymi od warunków pogodowych.

W latach 1901–1981 wystąpiła względnie stała tendencja odnośnie liczby pożarów i powierzchni spalonej, z wyjątkiem lat: 1969, 1974 i 1976. Natomiast od 1982 r. zaznaczył się wzrost liczby pożarów lasu i spalonej powierzchni wraz z malejącą ilością opadów atmosferycznych i stałym ocieplaniem się klimatu Polski. Wzrost ten był tym większy, im odchylenia standardowe



Rycina 4. Liczba pożarów lasu i powierzchnia spalona w Polsce w latach 1948–2006 oraz charakteryzujące je trendy



Rycina 5. Trendy zmian średnich rocznych opadów atmosferycznych, temperatury powietrza na wybranych stacjach meteorologicznych w latach 1901–2006 oraz liczby pożarów lasu i powierzchni spalonej w Polsce w latach 1948–2006

badanych parametrów meteorologicznych były większe od wartości normowych w kierunku dodatnim. Dotyczy to zwłaszcza okresu ostatniego dwudziestolecia, które było najcieplejszym okresem w badanym przedziale lat, a szczególnie początku lat dziewięćdziesiątych, kiedy bardzo sprzyjające warunki pogodowe spowodowały nagły wzrost liczby pożarów (rok 1992). Tendencja ta nasiliła się w roku 2000 i 2003, kiedy odnotowano maksimum liczby pożarów lasu. Maksimum powierzchni spalonej dla całego analizowanego okresu wystąpiło w 1992 r. Prawie jednocześnie wystąpiło wówczas kilka katastrofalnych pożarów lasu, przekraczających powierzchnię ponad 2000 ha, w tym największy po 1948 r. pożar lasu na powierzchni 9060 ha (Leśnictwo 1980–2001, Ochrona Środowiska 1980–2001, Tabele statystyczne działań ratowniczych za 1994–2001 r.; Raporty o stanie lasów 1995–2001; Large-area forest fires in Poland in the period of 1999–2003, 2004; Ubysz i Szczygieł 2003). Wyjaśnieniem może być fakt, że dopiero w tym roku zaczął funkcjonować Krajowy System Ratowniczo-Gaśniczy.

Zmiany klimatyczne zachodzące w Polsce, objawiające się często brakiem pokrywy śnieżnej i ciepłymi

zimami, spowodowały wydłużenie się zagrożenia pożarowego lasu o okres dawniej uważany za „niepalny”, tj. o miesiące zimowe i jesienne. Przykładem może być sytuacja w 1999 r., w którym maksimum liczby pożarów (2106) przypadło na wrzesień. Dla porównania liczby takie notowano jako łączną sumę pożarów w poszczególnych latach (Ubysz i Szczygieł 2005).

Podsumowanie

Na podstawie analizy wieloletnich ciągów danych meteorologicznych stwierdzono istnienie na terytorium Polski rosnącego trendu temperatury powietrza oraz malejącej tendencji opadów atmosferycznych od początku wieku. Tendencje te nasiliły się, szczególnie od 1982 r., i utrzymują się nadal. W wyniku tych zmian nastąpił wzrost liczby pożarów i powierzchni spalonej lasu, szczególnie widoczny w latach dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku. Zaznaczyć należy, że trend wzrostu liczby pożarów był większy niż trend wzrostu powierzchni spalonej podczas tych pożarów. Świadczy to o sku-

teczności systemu organizacji ochrony przeciwpożarowej lasów w Polsce, gdyż mimo wzrostu liczby pożarów obserwuje się stałe zmniejszanie średniej powierzchni pojedynczego pożaru, która kształtuje się na poziomie 0,75 ha (lata 2001–2006). Dla porównania wynosiła ona kolejno: 3,25 ha (lata 1948–1950), 2,35 ha (lata 1951–1960), 1,78 ha (lata 1961–1970), 1,43 ha (lata 1971–1980), 1,41 ha (lata 1981–1990) i 1,30 ha (lata 1991–2000).

Najbardziej zwiększają zagrożenie pożarowe lasu serie lat suchych oraz serie zim ciepłych. W rezultacie niedobory wody powstałe na skutek letnich susz nie były uzupełniane zasobami wody z pokrywy śnieżnej, co zwiększało zagrożenie pożarowe lasu.

W związku z przewidywanymi scenariuszami dotyczącymi przyszłości zmian klimatu Ziemi i dalszym ocieplaniem się, powodowanym głównie wskutek emisji gazów szklarniowych, należy się liczyć z dalszym wzrostem występowania pożarów lasu

Literatura

- Allen C. D., Castro J. 2007, Global Change, Climate-Induced Forest Dieback, and Wildland Fire Risk, 4th International Wildland Fire Conference, Seville – Spain, 13–17 May 2007, www.wildfire07.es
- Dunikowski S., Kwiatkowski M., Santorski Z. 2001, Monitorowanie zagrożenia pożarowego alarmowanie o pożarach. Charakterystyka warunków hydrotermicznych niektórych rejonów krajów na podstawie wyników obserwacji z leśnych stacji meteorologicznych. Raport Instytutu Badawczego Leśnictwa, Warszawa.
- Kaczorowska Z. 1962, Opady w Polsce w przekroju wieoletnim. Prace Geograficzne, w. 33, PAN – Instytut Geografii.
- Kwiatkowski M., Ubysz B., 2004, Interdependence of meteorological conditions and large forest fires. In: Large-Area Forest Fires (ed. J. Piwnicki, B. Ubysz), Forest Research Institute, PROFOREST Centre Excellence, Warsaw, p.11-12.
- Lorenc H., Bogucka M., Dołęga E., Mazur A. i in. 1995, Tendencje zmian wybranych elementów klimatu i wód gruntowych w ostatnim 30-leciu w Polsce. Sprawozdanie Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Warszawa.
- Large-area forest fires in Poland in the period of 1999–2003. [In:] Large-Area Forest Fires (ed. J. Piwnicki, B. Ubysz), Forest Research Institute, PROFOREST Centre Excellence, Warsaw 2004, p. 15-16.
- Leśnictwo 1980–2001, seria Informacje i Opracowania Statystyczne GUS, Warszawa.
- Obrębska-Starkel B, Starkel L. 1991, Efekt cieplarniany a globalne zmiany środowiska przyrodniczego, Zeszyty Instytutu Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN, 4.
- Ochrona Środowiska 1980–2001, seria Informacje i Opracowania Statystyczne GUS, Warszawa.
- Raporty o stanie lasów 1995–2001, Centrum Informacji Lasów Państwowych, Warszawa.
- Forest Fires Report in Europe 2004, Report No 5, European Communities 2005, p. 27-29, [ed. B. Ubysz, J. Piwnicki].
- Sakowska H. 2005, A method for assessing fire risk to Polish forests based on predicted change in litter humidity [in Polish], Ph. D. Thesis, Forest Research Institute, Warsaw.
- Santorski Z., Ubysz B., Sakowska H., Kwiatkowski M. et al. 2001, Monitoring fire risk and sounding alarms of forest fires [in Polish], Forest Research Institute's Report, Warsaw.
- Stocks B. J. 1993, Global warming and forest fires in Canada, The Forestry Chronicle June 1993, Vol. 69, No. 3, p. 290-293.
- Szczygieł R. 1992, Influence of weather factors forest fire risk. Seminar on forest fire prevention, land use and people. ILO/ECE/FAO, Athens, Grecja 1991, published by Ministry of Agriculture Secretariat General Forests and Natural Environment Greece.
- Szczygieł R., Ubysz B., Zawila-Niedźwiecki T. 2006, Spatial and temporal trends in distribution of forest fires in Central and Eastern Europe. 22nd International Meeting for Specialists in Air Pollution Effects on Forest Ecosystems. IUFRO: Forests under Anthropogenic Pressure - Effects of Air Pollution, Climate Change and Urban Development, Forestry 7.01 Symposium: Impacts of air pollution and climate change on forest ecosystems. Riverside, California, USA, 10-16 September 2006. [W:] Wildland Fires and Air Pollution (ed. A. Bytnerowicz, M. Arbaugh, C. Andersen and A. Riebau), Elsevier Book Series "Developments in Environmental Science", Series Editor: Dr. S. V. Krupa, Elsevier (w druku).
- Tabele statystyczne działań ratowniczych za 1994 r., 1995 r., 1996 r., 1997 r., 1998 r., 1999 r., 2000 r., 2001 r., Komenda Główna Państwowej Straży Pożarnej, Krajowe Centrum Koordynacji Ratownictwa i Ochrony Ludności 1994–2001, oprac. na podstawie danych zawartych w programie EWID-93.
- Ubysz B. 2003, The influence factors on the forest fire danger in Poland. XII World Forestry Congress, Québec City, Canada, September 21 to 28, , Forests, Source of Live. Congress Proceedings, B – Forests for the Planet, p. 230.
- Ubysz B. 2004, Forest fires in Poland in the period of 2002-2003. In: Large-Area Forest Fires (ed. J. Piwnicki, B. Ubysz), Forest Research Institute, PROFOREST Centre Excellence, Warsaw , 27-28.
- Ubysz B., Kwiatkowski M., Piwnicki J., Szczygieł R. et al. 2004, Monitoring forest fire risk [in Polish], Forest Research Institute's Report, Warsaw.
- Ubysz B., Szczygieł R. 2002, Fire Situation in Poland. International Forest Fire News, UN ECE/FAO, July–December, 27: 38-64.
- Ubysz B., Szczygieł R. 2003, Pożary – przyczyna klęsk w lasach w Polsce i na świecie, Postępy Techniki w Leśnictwie, (Problematyka klęsk żywiołowych w lasach), 84: 32-40.
- Ubysz B., Szczygieł R. 2005, Occurrence of the forest fire in 2004. In: Forest condition in Poland in 2004. Biblioteka Monitoringu Środowiska, Inspekcja Ochrony Środowiska, Warsaw, 37-38.
- Ubysz B., Szczygieł R. 2006, Ocena sytuacji pożarowej w polskich lasach. Notatnik Naukowy nr 5(73)/2006(XIV).
- Ubysz B., Szczygieł R., Piwnicki J. 2006, Analysis of the trends in the forest fire risk for recent years in Poland

against the background of long-term trends. Proceedings of the 5th International Conference on Forest Fire Research, 27–30 November, 2006, Figueira da Foz, Portugal, Edited by D.X.Viegas, ADAI/CEIF University of Coimbra, Portugal, ELSEVIER Amsterdam – Boston – Jena – London –

New York – Oxford – Paris – Philadelphia – San Diego – St. Louis, Proceedings on the CD-rom, Abstracts in the Forest Ecology and Management Vol. 234, Supplement 1 (2006), 11 pp., index 245, S248.

Praca została złożona 23.07.2007 r. i po recenzjach przyjęta 10.10.2007 r.

© 2008, Instytut Badawczy Leśnictwa

Mikrorozmnażanie czereśni ptasiej (*Prunus avium* L.) i jej plantacyjna uprawa we Włoszech

Krystyna Szczygiel¹✉, Tomasz Wojda¹

Wstęp

Ze względu na wysokie walory drewna czereśni ptasiej (głównie dla przemysłu meblarskiego) już w 1987 r. zapoczątkowany został we Włoszech program hodowli i genetycznego ulepszania tego gatunku. Prekursorem tych badań był dr Fulvio Ducci, z Instytutu Badawczego Leśnictwa w Arezzo (Istituto Sperimentale per la Selvicoltura, ISSA).

Włoski program plantacyjnej uprawy czereśni ptasiej rozpoczęty w latach 80. XX wieku był częścią dużego ramowego projektu europejskiego dotyczącego plantacyjnej uprawy drzew liściastych. Na 150 000 ha plantacji założonych od tego czasu we Włoszech 40% przypada na czereśnię ptasią (*Prunus avium* L.), kasztan jadalny (*Castanea sativa* Mill.) oraz orzech włoski (*Juglans regia* L.). Niemal 50% udziału w plantacjach ma topola. Szacowany koszt wyprodukowania materiału sadzeniowego potrzebnego do założenia takiej liczby plantacji wynosi 50 milionów € (przy średniej liczbie 600 szt. sadzonek na 1 ha i średnim koszcie 0,77 € za sadzonkę). Plantacje drzew zakładane są głównie w północnych Włoszech, w dolinie rzeki Pad.

We Włoszech czereśnia ptasia występuje w całym kraju, od Alp po Kalabrię, wzdłuż pasma Apenin w drzewostanach bukowych i dębowych. Rośnie tam wiele

gatunków dębów, m.in.: *Quercus petraea*, *Q. robur*, *Q. cerris*, *Q. suber* i *Q. ilex* (wiecznie zielony).

U czereśni nie występuje samozapylenie – zapyłana jest przez owady. W naturze rozmnaża się z nasion oraz przez odrosty korzeniowe. Zdarza się, że występujące w bliskim sąsiedztwie drzewa są naturalnymi klonami o tym samym genotypie. Dla czereśni ptasiej klony są rzeczą naturalną, a więc zakładanie plantacji czereśniowych zwiększa bioróżnorodność w środowisku.

Rozmnażanie wyselekcjonowanych klonów *P. avium* metodą *in vitro*

Pierwszym etapem prac włoskiego programu hodowli czereśni ptasiej była selekcja najlepszych klonów oraz materiału rozmnożeniowego (tzw. eksplantatów), a następnie opracowanie protokołu mikrorozmnażania metodą organogenezy. Organogeneza jest najbardziej skutecznym sposobem uzyskania osobników potomnych z wyselekcjonowanego materiału. Dotychczas tą metodą uzyskano 322 klony. Podkreśla się wpływ genotypu eksplantatu na ten proces i konieczność modyfikacji procedury zależnie od genotypu materiału wyjściowego.

Jako eksplantaty stosowane są głównie pąki zimowe (śpiące), niedojrzałe zarodki oraz liście z roślin wcześniej wyhodowanych *in vitro* (nie używa się do tego celu młodych pędów tegorocznych). Sterylizacja materiału

¹ Instytut Badawczy Leśnictwa, Zakład Genetyki i Fizjologii Drzew Leśnych, Sękocin Las, 05-090 Raszyn,

✉Fax: 0-22 7200397, e-mail: szczygik@ibles.waw.pl; wojdat@ibles.waw.pl

jest bardzo prosta, ze względu na małe zanieczyszczenia materiału roślinnego. Ogranicza się ona do przecierania pędów z pąkami bibułą nasączoną 70–96% alkoholem. W celu inicjacji i namnażania kultur pracownicy laboratorium ISSA przetestowali różne pożywki podstawowe (MS, DCR, DKW, WPM)¹ i różne rodzaje hormonów wzrostu (2,4-D, BAP, ZEA, IAA, NAA, TDZ), a także zróżnicowane warunki hodowli. W celu inicjacji i namnażania kultur z pąków stosowana jest pożywka MS uzupełniona 1–3 mg/l BAP z 0,01 mg/l IBA (zależnie od genotypu), najczęściej uzupełniona 1,5 mg/l BAP. Do inicjacji organogenezy na liścieniach niedojrzałych zarodków najkorzystniejsze okazały się pożywki DCR i MS z 5 mg/l BAP lub 1 mg/l IAA oraz 4 mg/l BAP i 4 mg/l IAA. Obecnie ISSA posiada bazę eksplantatów w postaci namnożonych klonów. Zastosowanie pożywki MS z TDZ okazało się najbardziej korzystne. Należy spodnią część liścia (wielkości 0,5–1 cm) naciąć i stroną naciętą wykladać na pożywkę.

Kolejną fazą mikrorozmnażania jest elongacja nowo powstałych pędów. W Instytucie Badawczym Leśnictwa w Arezzo przeprowadza się ją następująco: izolowane są pojedyncze nowo powstałe pędy, które następnie oczyszczane są z małych pędów oraz liści, a pozostawiany jest tylko wierzchołek wzrostu z 2–3 listkami. Tak przygotowany pęd wysadzany jest na okres 1 miesiąca na pożywkę ze zmniejszoną zawartością cytokiny (z 1,5 mg/l BAP do 0,7 mg/l BAP). Po tym czasie pędy osiągają 4–5 cm wysokości, po czym przenoszone są na pożywkę do ukorzeniania. Ukorzenianie pędów odbywa się na pożywkę MS uzupełnionej auksyną w ilości 1–4 mg/l IAA (fot. 1). Udatność ukorzeniania, wynosi od 10 do 100% (zależnie od genotypu materiału wyjściowego). W Arezzo, w przypadku braku korzeni do pożywki podstawowej dodawany jest preparat Phloroglucinol (PG, Sigma), który sprzyja inicjacji i wzrostowi korzeni. Sadzonki z dobrze rozwiniętym systemem korzeniowym (wiązkowym) wysadzane są do substratu, który jest mieszanką gleby, torfu, piasku i perlitu (fot. 2). Adaptacja sadzonek do wzrostu i rozwoju w warunkach naturalnych przebiega w szklarni.

Ponieważ sadzonki czereśni ptasiej uzyskane metodą *in vitro* wykształcają płaski, wiązkowy system korzeniowy (fot. 3), przy ich wysadzeniu w terenie należy unikać płaskich powierzchni, na których istnieje ryzyko zalegania wody. Ma to korzystny wpływ nie tylko na rozwój sadzonek, ale również ich zdrowotność – zmniejsza ryzyko zachorowania na raka wywołanego przez bakterie (m.in. *Pseudomonas syringae*).

Przeżywalność sadzonek i ich adaptacja do wzrostu w warunkach naturalnych są stosunkowo wysokie (za-



Foto. 1. Pojedyncze pędy *P. avium* na pożywkę do ukorzeniania (fot. T. Wojda)



Foto. 2. Sadzonki po wysadzeniu do substratu naturalnego (pierwszy etap hodowli w szklarni) (fot. T. Wojda)



Foto. 3. System korzeniowy 22-letniej sadzonki uzyskanej *in vitro* (fot. T. Wojda)

¹ Informacje o składzie wymienionych pożywek można uzyskać w Zakładzie Genetyki i Fizjologii Drzew Leśnych Instytutu Badawczego Leśnictwa

leżnie od klonu), niewątpliwie ma na to wpływ korzystny klimat Toskanii oraz małe zanieczyszczenie powietrza. Mnożenie i adaptacja sadzonek do wzrostu w warunkach naturalnych prowadzone są tam przez cały rok.

Poza rozmnażaniem *in vitro* wyselekcjonowanych klonów czereśni ptasiej do zakładania plantacji, w Arezzo prowadzone są badania nad zmiennością genetyczną tego gatunku na terenie Włoch (analiza DNA – mikrosatelity) oraz porównaniem materiału uzyskanego *in vitro* i z drzew matecznych, a także zmienności somaklonalnej w kulturach tkankowych.

Powierzchnie badawcze z czereśnią ptasią

Cztery najstarsze włoskie powierzchnie doświadczalne z klonami czereśni ptasiej pochodzącymi z mikrorozmnażania zostały założone w 1985 r. Drzewa wysadzono w więźbie 3×3 m, w układzie bloków losowych. Każdy z 10 klonów z 5 proveniencji reprezentowany był przez 40–80 osobników. W 1993 r. zostały założone następne 2 powierzchnie doświadczalne z 54 klonami z 8 włoskich proveniencji czereśni (fot. 4). Obecnie we Włoszech znajduje się około 100 ha powierzchni doświadczalnych z czereśnią ptasią. Pomiarom i ocenie podlegają następujące cechy drzew:

- wysokość i grubość w szyi korzeniowej (po posadzeniu, po 2 i po 4 latach),
- wysokość i pierśnica (po 6, 8 i 9 latach),
- prostota pnia (w skali 4 stopniowej, gdzie 1 – krzywy, a 4 – prosty),
- kąt ustawienia „głównych” gałęzi (skala 7-stopniowa, gdzie: 1 – gałęzie prawie jak u form kolumnowych, a 7 – gałęzie ułożone horyzontalnie. Mierzone po 5 i 6 roku, specjalnie do tego celu skonstruowanym przyrządem, przypominającym kształtem kłupę fińską),
- całkowita liczba gałęzi w wieku 6 lat,
- liczba gałęzi w okółku.

Na ich podstawie obliczany jest indeks selekcyjny. Włosi prowadzą selekcję populacyjną oraz indywidualną czereśni ptasiej. Selekcja, obok cech przyrostowych i jakościowych drzew, prowadzona jest również pod kątem odporności drzew na czynniki stresowe: szkodniki i choroby (m.in.: *Phytophthora*, *Cylindrosporium*, *Armillaria*), suszę oraz odporności na przymrozki wiosenne (preferowane są osobniki późno zaczynające wiosenne pędzenie). Prowadzony jest również wybór drzew o odpowiednim kolorze drewna.

Drewno czereśni ptasiej wykorzystywane jest między innymi w meblarstwie, rzeźbiarstwie i do produkcji instrumentów muzycznych, gdzie cenione jest głównie za kolor drewna. Drewno twarde może mieć barwę od jasnoczerwonego do miodowożółtego. Pod wpływem światła ciemnieje. Istotną wadą drewna są ciągnące



Foto. 4. Powierzchnia doświadczalna z 54 klonami z 8 włoskich proveniencji czereśni ptasiej w wieku 14 lat (fot. T. Wojda)

się między białym a twardzielą zielone pasma, szczególnie widoczne w drewnie o łososiowym zabarwieniu. Niestety, wada ta występuje bardzo powszechnie i znajduje się w znacznych partiach drewna. W ISSA do określania barwy drewna używa się spektrofotokolorymetrii, szukając zależności pomiędzy kolorem drewna a cechami drzewa oraz siedliskiem jego wzrostu.

Dotychczasowe wyniki badań nad selekcją czereśni ptasiej wykazują wysoką odziedziczalność (sensu lato) wszystkich badanych cech (dla przyrostu wysokości 0,45; przyrostu pierśnicy – 0,48; liczby gałęzi – 0,34; kąta ustawienia gałęzi – 0,50; prostoty pnia – 0,54; terminu wiosennego pędzenia – 0,60) oraz brak wpływu siedliska na pokrój drzew. Średnia liczba gałęzi w okółku wynosiła od 2 do 4,5 i była istotnie skorelowana z kątem wyrastania gałęzi. Klony z większą liczbą gałęzi w okółku miały jednocześnie gałęzie wyrastające pod większym kątem (bardziej horyzontalnie). Największy wpływ na kolor twardej części drewna ma zawartość związków organicznych i nieorganicznych w środowisku glebowym. Wpływ podłoża glebowego na kolor drewna jest znacznie większy niż wpływ danego klonu. Natomiast efekt danego klonu ma większy wpływ na kolor drewna części bielastej niż drewna twardego.

W Pomaio, niedaleko Arezzo, istnieje założone w latach 1990–1995 archiwum klonów czereśni ptasiej (fot. 5). Na terenie dawnej szkoły leśnej znajduje się 150 klonów z 16 populacji (z każdej populacji potomstwo 5–20 drzew). Drzewa rosnące tam w więźbie 3×4 m pochodzą ze szczepień. Ogółem na terenie Włoch w archiwach klonów znajduje się około 400 klonów, w tym na południu – tylko jedna plantacja nasienna czereśni ptasiej.



Foto. 5. Archiwum klonów czereśni ptasiej (*Prunus avium* L.) w Pomaio (fot. T. Wojda)

Plantacje gospodarcze czereśni ptasiej

Na glebach zagrożonych okresowym niedoborem wody zaleca się zakładanie plantacji czereśni ptasiej sadzonkami pochodzącymi raczej z nasion, niż z mikrorozmnażania. U tych ostatnich korzeń palowy szybko zanika (lub w ogóle nie powstaje), a zostają jedynie korzenie do 30–40 cm pod powierzchnią gleby. Nie są one w stanie zapewnić drzewom dostatecznej ilości wody, jak również stabilnej pozycji. Na glebach lekkich dosyć często zdarzają się wywroty. Sadzonki czereśni ptasiej pochodzące z mikrorozmnażania lub ze szczepień powinny być sadzone na glebach nieco cięższych i nienarażonych na przesuszenie. Na glebach ciężkich, z okresowo zalegającą wodą, pod plantacje należy wybierać fragmenty terenu o lekkim nachyleniu. Żyzne gleby nie są idealne do zakładania plantacji, gdyż drzewa osiągną zbyt duże przyrosty wysokości skutkujące

zwiększeniem odległości pomiędzy okółkami i w konsekwencji wykrzywieniem pni.

Najczęściej gospodarcze plantacje czereśni ptasiej zakłada się w luźnej więźbie (6×6 m lub nawet rzadziej), w zmieszaniu z innymi gatunkami: *Alnus cordata*, *Alnus glutinosa*, *Corylus avellana*, *Sambucus nigra* i różnymi odmianami topól. Jak twierdzi Enrico Buresti, wieloletni pracownik ISSA, najważniejszą funkcją gatunków pomocniczych wiążących azot z powietrza nie jest wzrost żyzności siedliska, lecz kształtowanie właściwego pokroju drzew. Drzewa na plantacjach gospodarczych są podkrzesywane w 2 nawrotach, do wysokości kilku metrów. Nie stosuje się formowania przewodników, gdyż u trześni jest to zbędne. Istotnym problemem w prowadzeniu plantacji są nierównomierne przyrosty drewna (zdarzają się lata, kiedy roczny przyrost wynosi nawet 2 cm). Dlatego ważne jest zapewnienie drzewom jednakowych warunków wzrostu przez cały okres trwania plantacji. Drzewa czereśni ptasiej często cierpią na wycieki gumowatych substancji, zwłaszcza z miejsc po usuniętych gałęziach, będących prawdopodobnie objawem bakteriozy (*Pseudomonas*). Są też obiektem zainteresowań ze strony jeleniowatych, które je spalają (rozwiązaniem jest grodzenie upraw).

Włoskie plantacje czereśni ptasiej, kasztanowca i orzecha dostarczające wysokiej jakości drewna do produkcji mebli są w stanie zaspokoić tylko 20% popytu. Aż 80% drewna tych gatunków pochodzi z importu, głównie z Francji i krajów bałkańskich. W 2003 r. import drewna do Włoch wyniósł ogółem 3,5 mln m³.

Laboratorium kultur tkankowych czereśni ptasiej w Istituto Sperimentale per la Selvicoltura oraz plantacje tego gatunku założone przez tę placówkę na terenie Włoch należą do najstarszych w Europie. Ogromne doświadczenie ISS w Arezzo i jego bardzo dobre wyniki zarówno w mikrorozmnażaniu, jak i hodowli czereśni ptasiej czynią go pożądanym partnerem do współpracy.