

WPLYW KONTROLOWANYCH POŻARÓW LASÓW NA POTENCJAŁ MINERALIZACYJNY AZOTU W GLEBIE

**Anna PRĘDECKA¹⁾, Stefan RUSSEL²⁾, Józef CHOJNICKI³⁾,
Dariusz GOZDOWSKI⁴⁾, Dariusz DMOCHOWSKI¹⁾**

¹⁾ Szkoła Główna Służby Pożarniczej w Warszawie, Katedra Analiz i Prognoz Bezpieczeństwa

²⁾ Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Samodzielny Zakład Biologii Mikroorganizmów

³⁾ Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Katedra Nauk o Środowisku Glebowym

⁴⁾ Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Katedra Doświadczalnictwa i Bioinformatyki

Słowa kluczowe: gleba leśna, potencjał mineralizacyjny, pożary lasów

Streszczenie

Przedmiotem pracy jest określenie wpływu pożarów kontrolowanych na potencjał mineralizacyjny azotu w glebach leśnych Nadleśnictwa Drewnica i Puszczy Białej. Próbkę gleby pobierano z powierzchni spalonej, ekotonu i powierzchni kontrolnej. Potencjał mineralizacyjny azotu w badanych glebach leśnych zaraz po pożarach kontrolowanych był najwyższy na obszarze znajdującym się poza zasięgiem pożaru (powierzchnia kontrolna), w ściółce lasu (warstwa spoielanych częściowo lub całkowicie resztek organicznych) i na głębokości 0–5 cm. Wartość potencjału mineralizacyjnego azotu zmniejszała się istotnie wraz z głębokością (powierzchnia badawcza w Nadleśnictwie Ostrów Mazowiecka i Nadleśnictwie Wyszaków), natomiast nie stwierdzono wpływu pożaru na wartość tego potencjału.

WSTĘP

Pożary lasu są jedną z głównych przyczyn szkód wyrządzanych w środowisku leśnym. Ze względu na stale wzrastającą liczbę pożarów w ostatnim okresie oraz rozmiar zniszczeń są one uznawane za klęskę ekologiczną. Największe nasilenie pożarów obserwuje się w okresie wiosennym oraz pod koniec okresu wegetacyjnego.

Adres do korespondencji: dr inż. A. Prędecka, Szkoła Główna Służby Pożarniczej w Warszawie, Katedra Analiz i Prognoz Bezpieczeństwa, ul. Słowackiego 52/54, 01–629 Warszawa; tel. +48 (22) 561-77-38, e-mail: apredecka@wp.pl

Pożar lasu rozpoczyna się najczęściej w przesuszonej, wierzchniej warstwie ściółki leśnej, skąd z jednej strony przenosi się na roślinność runa leśnego i drzewostan, zagrażając w ten sposób faunie, florze i zanieczyszczając atmosferę (pożary całkowite drzewostanu), z drugiej zaś wnika w głębsze warstwy ściółki, nagrzewając górną powierzchnię gleby i niszcząc znajdujące się tam organizmy żywe (pożary pokrywy glebowej) [ANDERSSON i in., 2004; FINLAY, MABERLY, COOPER 1997; FONTURBEL i in., 1995; PIETIKÄINEN, FRITZE, 1996; PRIETO-FERNANDEZ, 1998; RUTIGLIANO i in., 2002; WIKARS, 1997].

W następstwie spalania składniki odżywcze pozostałe w spalonej materii organicznej mogą zostać utracone w wyniku procesów biologicznych i niebiologicznych. Badania przeprowadzone przez CARTERA i FOSTERA [2004] ukazują, jakie efekty wywołał słabszy i silniejszy pożar w populacji sosny (*ponderosa*). Na ich podstawie badacze ci stwierdzili, że pożar o średniej sile działania powoduje zniszczenie okrywy roślinnej i akumulacyjnej do poziomu 38%, natomiast silne działanie ognia prowadzi do strat na poziomie od 0 do 23% [GONZALEZ-PEREZ i in., 2004].

Utrata składników pokarmowych z resztek organicznych zależy od stopnia intensywności ognia. Głównymi drogami strat są konwekcja popiołu, ulatnianie, mineralizacja i erozja wietrzna. Popioły bogate w pierwiastki mineralne mogą być rozwiane na bliskie lub dalekie odległości w wyniku konwekcji wraz z dymem bądź z prądem wiatru. Pierwiastki utracone w ten sposób stanowią nieznaczną część wszystkich utraconych składników.

Bezpośrednia utrata pierwiastków do atmosfery zależy od temperatury. Elementem najbardziej narażonym na stratę z tego powodu jest azot, który ulatnia się już w temperaturze 200°C. Gdy temperatura przekracza 500°C, dochodzi do strat azotu rzędu 50% jego zawartości w materii organicznej. Nagła i gwałtowna mineralizacja jednocześnie decyduje o spowolnieniu czy też zahamowaniu procesu humifikacji. Jest to niekorzystne ze względu na tworzenie się próchnicy glebowej, tak ważnej dla struktury i właściwości gleby, a w konsekwencji dla jej produktywności.

Podczas pożaru zmniejsza się całkowita zawartość azotu w glebie w wyniku wolatylizacji, natomiast bezpośrednio po pożarze o małej sile zwiększa się dostępność azotu dla organizmów glebowych dzięki zwiększeniu się puli $N-NH_4$ oraz $N-NO_3$. W przypadku dużego pożaru jony NH_4^+ także ulegają wolatylizacji, natomiast straty jonów NO_3^- następują wskutek intensywnej denitryfikacji występującej po pożarze oraz nasilonych procesów wymywania i spływu powierzchniowego. Całkowita zawartość azotu oraz dostępność poszczególnych jego form w glebie po pożarach zmienia się wraz z czasem [DRISCOLL, AROCENA, MASSICOTTE, 1999].

Celem badań było określenie wpływu kontrolowanych pożarów lasów na wartość potencjału mineralizacyjnego w glebie.

METODY BADAŃ

Badania zlokalizowano na terenie Nadleśnictwa Drewnica w Ząbkach (część południowo-wschodnia gminy Nieporęt 52°21'N, 21°4'E), gdzie przeprowadzono dwa pożary kontrolowane, oraz na terenie Puszczy Białej, w Nadleśnictwach Ostrów Mazowiecka (część wschodnia kompleksu Puszczy Białej, 52°79'N, 21°89'E) i Wyszaków (część zachodnia Puszczy Białej, 52°59' N, 21°46' E) – pożary kontrolowane na obszarze występowania trzech wybranych typów gleb (gleba opadowo-glejowa, gleba rdzawa oraz gleba glejobelicowa).

Požary kontrolowane na terenie Nadleśnictwa Drewnica zostały przeprowadzone w kwietniu 2004 r. W celu prześledzenia zmian wartości potencjału mineralizacyjnego w glebie pobrano próbki w: lipcu i wrześniu 2004 r., kwietniu, lipcu i wrześniu 2005 r. oraz kwietniu, lipcu i wrześniu 2006 r.

Požary kontrolowane na terenie Nadleśnictwa Ostrów Mazowiecka zostały przeprowadzone na dwóch powierzchniach badawczych – profile glebowe nr 14 i 15, a na terenie Nadleśnictwa Wyszaków na jednej powierzchni badawczej – profil glebowy nr 33.

Požary kontrolowane przeprowadzono na powierzchni o zarysie okręgu średnicy 1 m. Biorąc pod uwagę szybkość i łatwość przedostawania się ognia na obszary sąsiednie, wyznaczone miejsca palenia były odpowiednio zabezpieczone. Do zainicjowania pożaru używano alkoholu metylowego, natomiast po wypaleniu się substancji organicznej na badanej powierzchni pożar zagaszono za pomocą środków gaśniczych.

W czasie trwania pożaru dokonano pomiaru następujących parametrów: temperatury gleby za pomocą termopary, czasu trwania pożaru i wysokości płomieni ognia (tab. 1).

W Nadleśnictwie Ostrów Mazowiecka do badań wybrano dwa siedliska pod borem mieszanym świeżym wilgotnym na glebie opadowo-glejowej oraz pod borem mieszanym zniekształconym na glebie rdzawej (powierzchnie badawcze nr 1 i 2). W Nadleśnictwie Wyszaków do badań wybrano teren pod siedliskiem lasu mieszanego świeżego na glebie glejobelicowej (powierzchnia badawcza nr 3). Na terenie Nadleśnictwa Drewnica w Ząbkach do badań wybrano teren pod siedliskiem boru mieszanego świeżego na glebie rdzawej (powierzchnie badawcze nr 4 i 5).

W miejscu pożaru wyznaczono następujące punkty pobierania próbek: 1 – miejsce pożaru, 2 – ekoton gleba spalona, gleba niespalona, 3 – miejsce poza pożarem. Próbkę gleby pobierano bezpośrednio po ugaszeniu pożaru za pomocą łaski Egnera. Po przewiezieniu do laboratorium glebę przesiewano przez sito o oczkach 1 mm.

Na obiektach doświadczalnych zlokalizowanych w Nadleśnictwie Drewnica do określenia potencjału mineralizacyjnego azotu próbki gleby były pobierane: ze ściółki (warstwa spopielałych częściowo lub całkowicie resztek organicznych), z warstwy 0–5 cm i z warstwy 5–10 cm, zaś na powierzchniach badawczych zlokalizowanych w Puszczy Białej próbki gleby pobrano z poszczególnych warstw profilu.

Tabela 1. Parametry pożarów kontrolowanych**Table 1.** Parameters of controlled fire

Powierzchnia badawcza Study plot	Temperatura gleby, °C Soil temperature			Czas trwania pożaru, min. Duration of fire, min	Wysokość płomieni, cm Height of flames, cm
	0–1 cm	0–5 cm	0–10 cm		
1 (Nadleśnictwo Ostrów Mazowiecka) profil 14 1 (Forest District Ostrów Mazowiecka) profile 14	270	32	12	7	15
2 (Nadleśnictwo Ostrów Mazowiecka) profil 15 2 (Forest District Ostrów Mazowiecka) profile 15	450	41	18	13	22
3 (Nadleśnictwo Wyszaków) profil 33 3 (Forest District Wyszaków) profile 33	410	38	16	9	32
4 (Nadleśnictwo Drewnica) profil 4 4 (Forest District Drewnica) profile 4	240	35	14	7	30
5 (Nadleśnictwo Drewnica) profil 5 5 (Forest District Drewnica) profile 5	360	30	10	11	25

Oznaczenie potencjału mineralizacyjnego azotu zostało wykonane wg PN-ISO 14238:2000.

Uzyskane wyniki opracowano statystycznie metodą analizy wariancji i porównań wielokrotnych za pomocą programu komputerowego Statgraphics. Wyznaczono grupy jednorodne, korzystając z testu Tukeya. Małymi literami zostały oznaczone grupy jednorodne miejsc poboru próbek, zaś dużymi literami – grupy jednorodne wyników z kolejnych terminów analiz.

WYNIKI BADAŃ

Potencjał mineralizacyjny azotu w badanych glebach leśnych zaraz po pożarach kontrolowanych był najwyższy na obszarze znajdującym się poza pożarem (powierzchnia kontrolna), w ściółce lasu (warstwa spopielałych częściowo lub całkowicie resztek organicznych) i na głębokości 0–5 cm. Jego wartość w $\mu\text{g N-NH}_3$ na 10 g s.m. gleby wynosiła odpowiednio na badanych powierzchniach: 53,9 (nr 1); 98,8 (nr 2); 127,0 (nr 3); 87,5 (nr 4); 85,6 (nr 5) i różniła się istotnie od wartości w ekotonie oraz na powierzchni spalonej (rys. 1). Potencjał mineralizacyjny był nieco wyższy na głębokości 5–10 cm na powierzchniach badawczych nr 4 i 5 zlokalizowanych w Nadleśnictwie Drewnica i kształtował się w zakresie od $15,5 \mu\text{g N-NH}_3 \cdot (10 \text{ g})^{-1}$ s.m. gleby na powierzchni spalonej do $146,9 \mu\text{g N-NH}_3 \cdot (10 \text{ g})^{-1}$ s.m. gleby na powierzchni niedotkniętej pożarem.

W kolejnych analizach wartość potencjału mineralizacyjnego stopniowo się zwiększała. Istotne różnice między glebą spaloną, ekotonem a glebą poza pożarem w ściółce lasu Ofh (warstwa spopielonych częściowo lub całkowicie resztek organicznych) na powierzchniach badawczych zlokalizowanych w Puszczy Białej zaznaczyły się jeszcze w drugim terminie badań (lipiec 2005 r.), jednak już badania przeprowadzone we wrześniu nie wykazały istotnych statystycznie różnic. Wartości stwierdzone dla gleb z mniejszych głębokości były większe niż dla głębszych warstw gleby.

DYSKUSJA WYNIKÓW

Opinie na temat wpływu pożaru na potencjał mineralizacyjny azotu w glebie są dość zróżnicowane. Z przedstawionych w pracy danych wynika, że potencjał mineralizacyjny azotu obniżył się na powierzchni spalonej i w ekotonie w poziomie ściółki (warstwa spalonych częściowo lub całkowicie resztek organicznych).

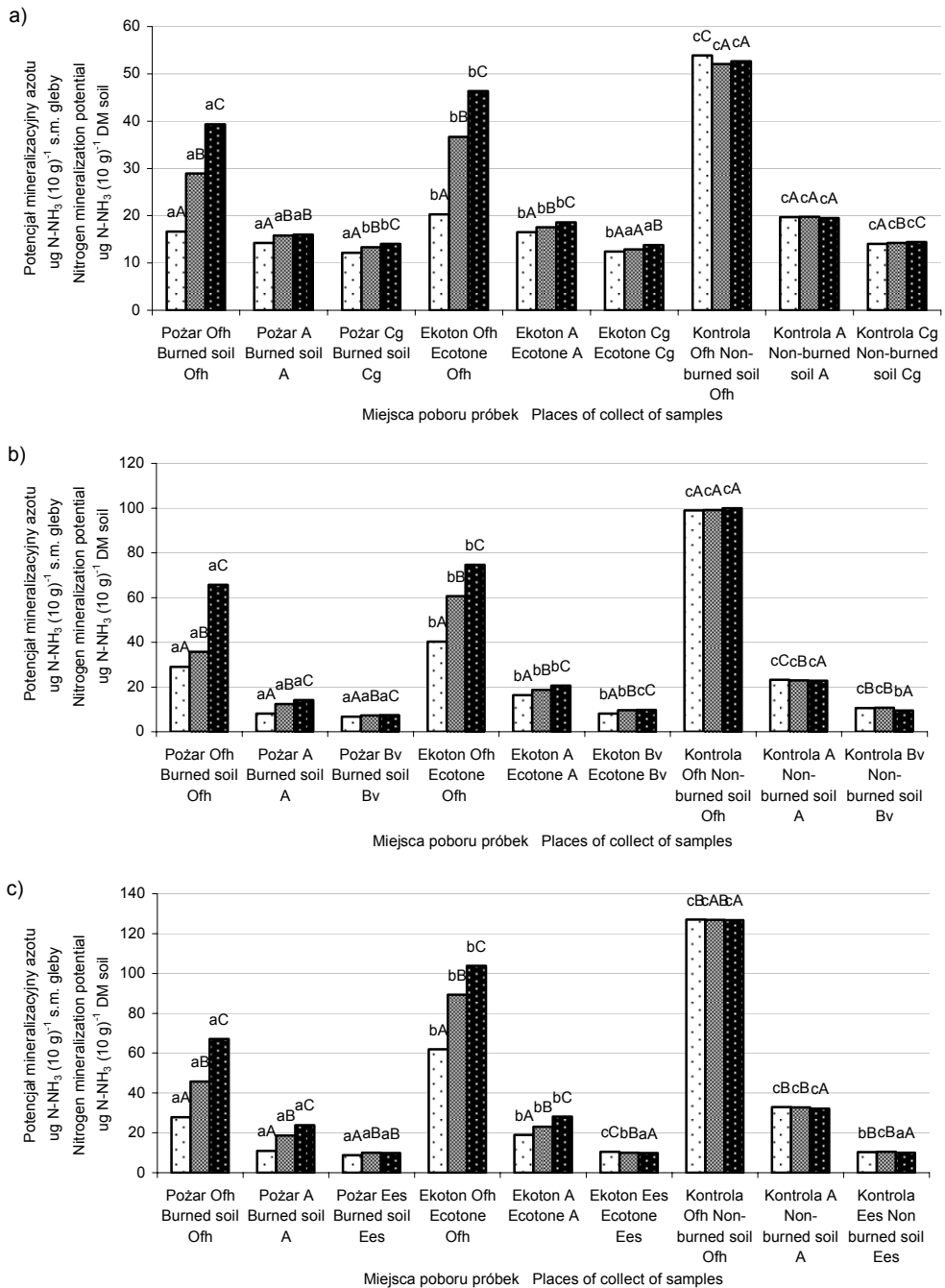
Według AUSTINA i BASINGERA [1955] wpływ pożaru na glebach ciężkich gliniastych zaznacza się głównie w warstwie do głębokości 2,5 cm, w mniejszym zaś stopniu do głębokości 5 cm. Autorzy ci podają, że straty azotu w pierwszym roku po pożarze wynosiły 67%, zaś w drugim już tylko 25%. Wyniki te korespondują z wynikami uzyskanymi w badaniach autorów niniejszej pracy. W kolejnych terminach analiz zauważono wzrost potencjału mineralizacyjnego i zawartości azotu na powierzchniach badawczych. WALENDZIAK i SZOŁTYK [1983] w swoich pracach stwierdzili, że po pożarze zmniejszyła się ilość azotu ogółem, przypadająca na jednostkę powierzchni średnio w poziomie ściółki Ofh o 30% w stosunku do kontroli.

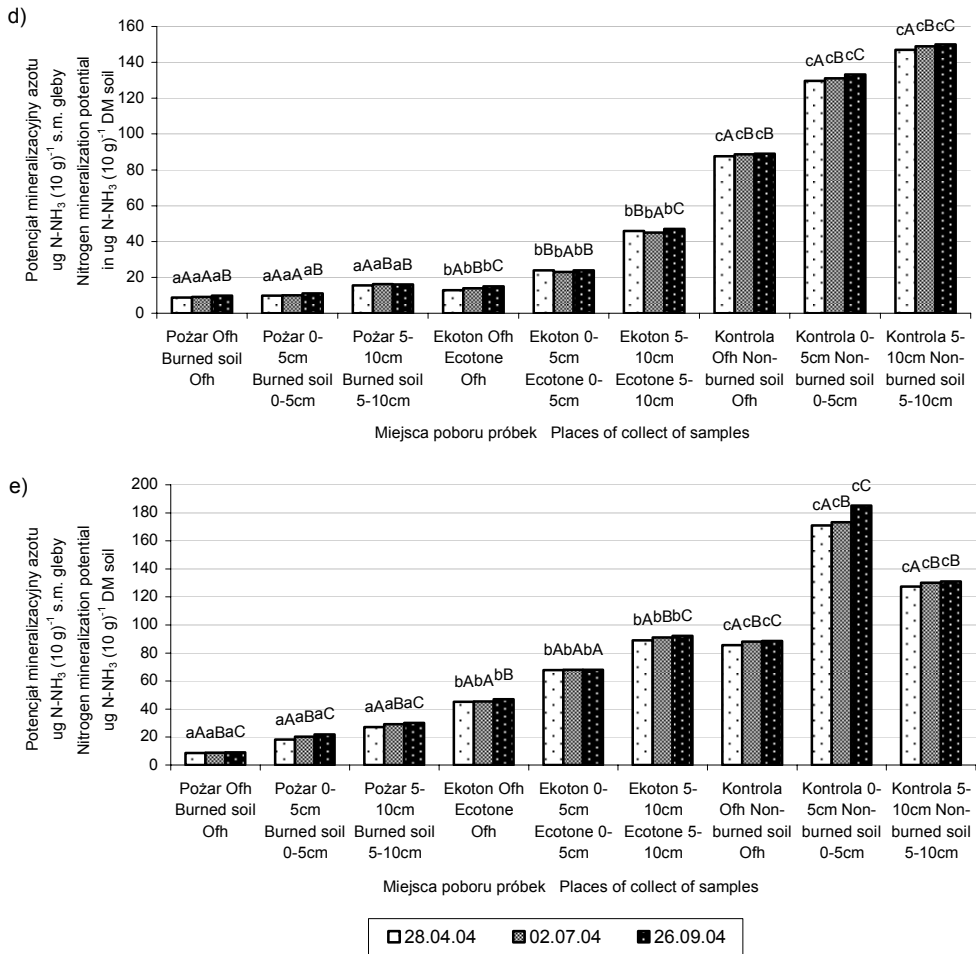
WNIOSKI

1. Badania nad wpływem pożaru na potencjał mineralizacyjny azotu wykazują, że potencjał ten obniża się na powierzchni spalonej i w ekotonie w poziomie ściółki (warstwa spopielonych częściowo lub całkowicie resztek roślinnych).

2. W próbkach gleby pobranych z warstw 0–5 i 5–10 cm (Nadleśnictwo Drewnica) nie stwierdzono wpływu pożaru na potencjał mineralizacyjny azotu. Jednakże wartości potencjału mineralizacyjnego azotu w tych warstwach były większe niż w ściółce.

3. Wartość potencjału mineralizacyjnego azotu zmniejszyła się istotnie wraz z głębokością (powierzchnia badawcza w Nadleśnictwie Ostrów Mazowiecka i Nadleśnictwie Wyszaków), natomiast nie stwierdzono wpływu pożaru na wartość tego potencjału.





Rys. 1. Wpływ kontrolowanych pożarów lasu na potencjał mineralizacyjny azotu: a) Nadleśnictwo Ostrów Mazowiecka (profil 14), b) Nadleśnictwo Ostrów Mazowiecka (profil 15), c) Nadleśnictwo Wyszków (profil 33), d) Nadleśnictwo Drewnica (profil 4), e) Nadleśnictwo Drewnica (profil 5); małą literą oznaczono grupy jednorodne miejsc pobrania próbek, dużą literą – grupy jednorodne wyników z kolejnych terminów pobrania próbek

Fig. 1. The effect of controlled forest fire on nitrogen mineralization potential: a) Forest District Ostrów Mazowiecka (profile 14), b) Forest District Ostrów Mazowiecka (profile 15), c) Forest District Wyszków (profile 33), d) Forest District Drewnica (profile 4), e) Forest District Drewnica (profile 5); uniform groups of sampling sites are marked with small letters, uniform groups of results from subsequent sampling dates are marked with capital letters

LITERATURA

- ANDERSSON M., MICHELSEN A., JENSEN M., KJØLLER A., 2004. Tropical Savannah woodland: effects of experimental fire on soil microorganisms and soil emissions of carbon dioxide. *Soil Biol. Biochem.* 36 s. 849–858.
- AUSTIN R.C., BAISINGER D.H., 1955. Some effects of burning on forest soils of Western Oregon and Washington. *J. Forestry* 53 s. 275–280.
- CARTER M.C., FOSTER C.D., 2004. Prescribed burning and productivity in southern pine forests: a review. *Forest Ecol. Manag.* 191 s. 93–109.
- DRISCOLL K.G., AROCENA J.M., MASSICOTTE H.B., 1999. Post-fire soil nitrogen content and vegetation composition in Sub-Boreal spruce forests of British Columbia's central interior, Canada. *For. Ecol. Manag.* 121 s. 227–237.
- FINLAY B.J., MABERLY S.C., COOPER J.I., 1997. Microbial diversity and ecosystem function. *Oikos* 80 s. 209–213.
- FONTURBEL M.T., VEGA J.A., BARA S., BERNARDEZ I., 1995. Influence of prescribed burning of pine stands in NW Spain on soil microorganisms. *Eur. J. Soil Biol.* 31 s. 13–20.
- GONZALEZ-PEREZ J.A., GONZALEZ-VILA F.J., ALMENDROS G., KNICKER H., 2004. The effect of fire on soil organic matter—a review. *Env. Intern.* 30 s. 855–870.
- PIETIKÄINEN J., FRITZE H., 1996. Soil microbial biomass: determination and reaction to burning and ash fertilization. W: *Fire in ecosystems of boreal Eurasia*. Pr. zbior. Red. J.G. Goldammer, V.V. Furyaev. *Forestry Sci.* vol. 48 s. 337–349.
- PRIETO-FERNANDEZ A., VILLAR M., CARBALLAS M., CARBALLAS T., 1993. Short-term effects of a wildfire on the nitrogen status and its mineralization kinetics in an Atlantic forest soil. *Soil Biol. Biochem.* 25 s. 1657–1664.
- PRIETO-FERNANDEZ A., ACEA M. J., CARBALLAS T., 1998. Soil microbial and extractable C and N after wildfire. *Biol. Fertil. Soils* 27 s. 132–142.
- PN-ISO 14238: 2000: Jakość gleby. Metody biologiczne. Oznaczenie mineralizacji azotu i nityfikacji w glebie oraz wpływ związków chemicznych na te procesy.
- RUTIGLIANO F.A., D'ASCOLI R., DE MARCO A., VIRZO DE SANTO A., 2002. Soil microbial community as influenced by experimental fires of different intensities. W: *Fire and biological processes*. Pr. zbior. Red. L. Trabaud, R. Prodon. Leiden: Backhuys Publ. s. 137–150.
- WALENDZIK R., SZOLTYK G., 1983. Wpływ pożaru dna lasu na niektóre chemiczne i fizyczne właściwości gleb borów suchych. *Pr. IBL* 599 s. 92–110.
- WIKARS L.-O., 1997. Effects of forest fire and the ecology of fire-adapted insects. PhD thesis. *Comprehensive Summaries of Uppsala Dissertations from the Faculty of Science and Technology* 272. Uppsala Univ. ss. 35.

*Anna PRĘDECKA, Stefan RUSSEL, Józef CHOJNICKI,
Dariusz GOZDOWSKI, Dariusz DMOCHOWSKI*

**THE EFFECT OF CONTROLLED FOREST FIRE
ON SOIL POTENTIAL FOR NITROGEN MINERALIZATION**

Key words: forest fire, forest soil, nitrogen mineralization potential

S u m m a r y

The aim of this study was to determine the effect of fire on nitrogen mineralization potential of forest soils in Forest District Drewnica and in the Biała Forest. Soil samples were collected from burned mesocosms, ecotones and control areas. The controlled forest fire decreased soil potential for nitrogen mineralization. The nitrogen mineralization potential just after controlled fire was the highest in control areas, in forest litter (a layer of partly or totally burnt organic remains) and at a depth of 0–5 cm. The value of nitrogen mineralization potential significantly decreased with depth (in the Biała Forest District) but fire did not affect the value of this potential.

Recenzenci:

dr inż. Urszula Jankiewicz

dr hab. Wiesław Szulc

Praca wpłynęła do Redakcji 19.10.2009 r.