

ANNA PRĘDECKA¹, STEFAN RUSSEL²

WPŁYW WYBRANYCH ŚRODKÓW GAŚNICZYCH NA MIKROFLORĘ GLEBY

INFLUENCE SELECTED FOAM EXTINGUISHING AGENTS ON THE SOIL MICROFLORA

¹Zakład Monitorowania Bezpieczeństwa, Katedra Analiz i Prognoz Bezpieczeństwa, Szkoła Główna Służby Pożarniczej, ²Zakład Mikrobiologii Rolniczej, Katedra Nauk o Środowisku Glebowym, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Abstract: The aim of the present studies was to determine the influence of synthetic foam extinguishing agents used to extinguish forest fires on soil microflora. Additionally the effect of investigated chemical agents on pure strains of soil bacteria was also studied. The experiments showed that foam extinguishing agents decreased the number of bacteria, actinomycetes and fungi in the soil. The chemicals inhibited also the growth of pure strains of soil bacteria.

Słowa kluczowe: środki gaśnicze, pożary lasów, mikroflora gleby.

Key words: foam extinguishing agents, forest fire, soil microflora.

WSTĘP

Pożar lasu ma swój specyficzny charakter, który kształtowany jest przez wiele czynników (np. typ i wiek drzewostanu, warunki topograficzne i meteorologiczne). Pożary lasu zaliczane są do pożarów grupy A, czyli do pożarów ciał stałych [Król 2001]. Z tego względu do gaszenia ich używa się środków gaśniczych typowych dla tej grupy. Dobór środka gaśniczego, a szczególnie sposób i intensywność jego podawania zależy od wielu czynników, do których zaliczamy: rodzaj pożaru (podpowierzchniowy, pokrywy gleby lub całkowity drzewostanu), typ siedliska i wiek drzewostanu, wielkość obszaru objętego ogniem, intensywność rozprzestrzeniania się ognia, ilość sił i środków biorących udział w akcji gaszenia pożaru [Król 2001].

Do gaszenia pożarów grupy A przeznaczona jest piana klasy A. Wytwarzana jest z wodnego roztworu środka pianotwórczego klasy A, a także klasy S (uniwersalne środki pianotwórcze) [Adams, Simmons 1999; Devonshire 1999].

Piana gaśnicza jest to układ dyspersyjny, w którym fazą rozproszoną (nieciągłą) jest gaz, a rozpraszającą, ciągłą – ciecz. Działanie gaśnicze polega na pokryciu materiału palącego się warstwą piany, która chłodzi go i izoluje od dostępu powietrza, a także uniemożliwia przedostawanie się palnych gazów i par do strefy spalania. Dużą rolę w procesie gaszenia odgrywa także dobra przyczepność piany do powierzchni pionowych [Mc Dowell 2003].

Środki pianotwórcze klasy A mają bardzo dobre właściwości zwilżające, dlatego często stosowane są w niskich stężeniach (0,1–0,8%) jako środki zwilżające, które dodane do wody sprawiają, że wzrasta jej zdolność do penetracji w stosunku do stałych materiałów palnych, takich jak poszycie leśne [Król 2001; Mizerski i in. 2005]. Dobre właściwości zwilżające w powiązaniu ze zdolnością wytwarzania stosunkowo trwałej piany sprawiły, że środki te znalazły zastosowanie między innymi do gaszenia pożarów lasu. Mogą być one używane w zależności od zastosowanego stężenia i rodzaju użytego do podawania sprzętu do:

- gaszenia pożarów całkowitych drzewostanu,
- zwilżania poszycia leśnego,
- zabezpieczania pożarzyska przed ponownym rozwojem pożaru,
- wykonywania pasów izolacyjnych.

Środki pianotwórcze występują w formie koncentratów do sporządzania wodnych roztworów. Zawartość koncentratu, zależnie od typu środka i jego przeznaczenia, a także sposobu wytwarzania piany, zawiera się przeważnie w granicach od 1 do 6% i jest określana przez producenta. Koncentraty pianotwórcze są mieszaninami wielu substancji chemicznych, a ich właściwości zależą ściśle od właściwości związków chemicznych wchodzących w ich skład oraz od stosunku, w jakim występują w koncentracie [Król i in. 2001]. Do podstawowych grup związków chemicznych wchodzących w skład syntetycznych koncentratów pianotwórczych zaliczamy:

- związki powierzchniowo czynne węglowodorowe (np. dodecylosiarczan sodu),
- rozpuszczalniki organiczne (np. butylokarbital – DGBE),
- dodatki hydrotropowe,
- inhibitory korozji,
- stabilizatory piany (np. $C_{12}H_{25}OH$),
- barwniki,
- wodę.

W niniejszej pracy podjęto próbę określenia wpływu pianotwórczych środków gaśniczych klasy S (Protektol SAT-10 oraz Roteor M) na liczebność mikroflory gleby po pożarze lasu. W warunkach laboratoryjnych dokonano oceny oddziaływania różnych stężeń tych środków na wybrane czyste szczepy mikroorganizmów glebowych.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Badania zlokalizowano na terenie Nadleśnictwa Drewnica w Ząbkach, gdzie przeprowadzono dwa pożary kontrolowane, oraz na terenie Puszczy Białej, w nadleśnictwach: Ostrów Mazowiecka i Wyszaków (pożary kontrolowane na obszarze

TABELA 1. Charakterystyka gleb i siedlisk wytypowanych do badań

TABLE 1. The characterization of forest chosen to investigation

| Nadleśnictwo | Profil | Typ gleby | Gatunek gleby | Typ siedliskowy lasu |
|--------------------|--------|-----------------|-------------------|---------------------------------------|
| Drewnica w Ząbkach | – | Glejobielicowa | – | Bór suchy |
| Ostrów Mazowiecka | 14 | Opadowo-glejowa | pgl,gl | Bór mieszany świeżo wilgotny |
| | 15 | Rdzawa | psg,pl | Bór mieszany świeżo zniekształcony |
| Wyszków | 33 | Glejobielicowa | pgp,psg, pgn., gl | Las mieszany świeży |

występowania trzech wybranych typów gleb – tab. 1). Bioróżnorodność mikroflory gleb leśnych w Puszczy Białej znana jest z prac kilku autorów m.in. Jabłońska-Gorzała i in. [2004], Gorzała i in. [2004].

Na każdym obiekcie doświadczalnym pobrano następujące próbki gleby (ściółki) potraktowanej środkiem gaśniczym z powierzchni: 1 – po pożarze, 2 – na granicy oraz 3 – poza pożarem. Jako kontrolę wykorzystano próbkę gleby pobraną z punktu nietraktowanego środkami gaśniczymi (0 – kontrola). Próbki gleby pobierano bezpośrednio po ugaszeniu pożaru środkami pianotwórczymi, a następnie analizowano je w laboratorium w stanie świeżym, bez przesuszania i przesiewania.

Oznaczenia mikrobiologiczne wykonywano metodą płytkową. Liczebność bakterii i promieniowców określono na pożywce według Bunta-Roviry [Bunt, Rovira 1955], natomiast liczbę grzybów na pożywce Martina z dodatkiem rózu bengalskiego i streptomycyny [Martin 1950].

TABELA 2. Liczebność bakterii, promieniowców i grzybów w próbkach pobranych z gleb potraktowanych preparatami Protektol SAT-10 i Roteor M w Nadleśnictwie Drewnica

TABLE 2. The total number of microorganisms in samples collected from soils treated with Protektol SAT-10 and Roteor M preparations in Drewnica Forest District

| | Środek gaśniczy | Nr próbki | Ogólna liczba w 1 g gleby świeżej | | |
|-------------------------|------------------|------------------|-------------------------------------|------------------------------------|--|
| | | | bakterii [jtkx10 ⁻⁴] | grzybów [jtkx10 ⁻³] | promieniowców [jtkx10 ⁻³] |
| Kontrola | – | 0 | 289 | 277 | 65,6 |
| Pożar kontrolowany nr 1 | Protektol SAT-10 | 1 (pożar) | 38,7 | nieliczne | 35 |
| | | 2 (granica) | 152,3 | 244 | 38,3 |
| | | 3 (poza pożarem) | 138,7 | 64,7 | 50 |
| | Roteor M | 1 (pożar) | 50,7 | nieliczne | 51 |
| | | 2 (granica) | 259,3 | 274 | 48,3 |
| | | 3 (poza pożarem) | 102,7 | 127,3 | 36 |
| Pożar kontrolowany nr 2 | Protektol SAT-10 | 1 (pożar) | 65,3 | 86 | 39,3 |
| | | 2 (granica) | 98,3 | 64,7 | 45,7 |
| | | 3 (poza pożarem) | 36,7 | nieliczne | 41,6 |
| | Roteor M | 1 (pożar) | 275,3 | 253,7 | 35,7 |
| | | 2 (granica) | 256,3 | > 300 | 43,3 |
| | | 3 (poza pożarem) | 148,3 | 132,3 | 43,2 |

W celu oceny wpływu różnych stężeń preparatów gaśniczych na wyizolowane z badanych próbek gleby mikroorganizmy zastosowano metodę dyfuzyjną. W tym celu w pożywce (agar odżywczy) zaszczipionej gazonowo 0,2 ml zawiesiny badanego szczepu bakterii wycięto korkoborem otwory, do których następnie wprowadzono wodę jałową (kontrola) oraz wodne rozcieńczenia 10^{-2} i 10^{-3} preparatów: Protektol SAT-10 i Roteor M. Hodowle inkubowano w temp. 28°C przez 5 dni, a następnie mierzono strefy zahamowania wzrostu.

WYNIKI I DYSKUSJA

Przeprowadzone badania wykazały, że dwa badane środki gaśnicze Protektol SAT-10 i Roteor M wpływały hamująco na drobnoustroje glebowe zarówno w warunkach *in vivo*, jak i *in vitro*. Preparaty Protektol SAT-10 i Roteor M wykorzystano do gaszenia doświadczalnych pożarów wywołanych w punktach badawczych zlokalizowanych w Nadleśnictwie Drewnica i w Puszczy Białej. Wyniki analiz

TABELA 3. Liczebność bakterii, promieniowców i grzybów w próbkach gleby potraktowanych preparatami: Protektol SAT-10 i Roteor M, pobranych w Puszczy Białej

TABLE 3. The total number of microorganisms in soil samples treated with Protektol SAT-10 and Roteor M preparations collected in Puszcza Biała

| | Środek gaśniczy | Nr próbek | Ogólna liczba w 1 g gleby świeżej | | |
|-------------------------------------|------------------|------------|-----------------------------------|------------------------------|-------------------------------------|
| | | | bakterii [jtkx 10^{-4}] | grzybów [jtkx 10^{-3}] | promieniowców [jtk x 10^{-3}] |
| Pożar kontrolowany nr 1 (profil 14) | Kontrola | 0 | 101 | 98 | 56 |
| | Protektol SAT-10 | 1(pożar) | 79,7 | 58 | 42 |
| | | 2(granica) | 112 | 142 | 38,0 |
| 3(poza pożarem) | | 134,6 | 74,6 | 65 | |
| Roteor M | 1(pożar) | 61,92 | nieliczne | 39 | |
| | 2(granica) | 12,6 | 114 | 38,4 | |
| | 3(poza pożarem) | 101,5 | 99,8 | 56 | |
| Pożar kontrolowany nr 2 (profil 15) | Kontrola | 0 | 78,6 | 87,8 | 47,5 |
| | Protektol SAT-10 | 1(pożar) | 65 | 76 | 39,3 |
| | | 2(granica) | 198,2 | 64 | 55,9 |
| 3(poza pożarem) | | 136 | 41 | 41,6 | |
| Roteor M | 1(pożar) | 55,3 | 39,7 | nieliczne | |
| | 2(granica) | 156,3 | 58,4 | 43,0 | |
| | 3(poza pożarem) | 128,7 | 33,8 | 43,2 | |
| Pożar kontrolowany nr 3 (profil 33) | Kontrola | 0 | 112 | 75,5 | 43,7 |
| | Protektol SAT-10 | 1(pożar) | 89,4 | 63,9 | 41,8 |
| | | 2(granica) | 145 | 79 | 44,2 |
| 3(poza pożarem) | | 258 | 98 | 54,0 | |
| Roteor M | 1(pożar) | 68,8 | nieliczne | nieliczne | |
| | 2(granica) | 137 | 88,5 | 42 | |
| | 3(poza pożarem) | 202 | 72 | 51,8 | |

TABELA 4. Wpływ różnych stężeń środków gaśniczych na wzrost wybranych szczepów drobnoustrojów glebowych
 TABLE 4. Influence of different concentrations of foam extinguishing agents on selected strains of soil microorganisms

| Szczepy bakterii | Kontrola | Protoktol SAT-10 | | Roteor M | |
|--|----------|-------------------------|------------------|------------------|------------------|
| | | Rozcieńczenie preparatu | | | |
| | | 10 ⁻² | 10 ⁻³ | 10 ⁻² | 10 ⁻³ |
| Średnica strefy zahamowania wzrostu w mm | | | | | |
| 1 | 0 | 14 | 0 | 19 | 12 |
| 2 | 0 | 15 | 0 | 18 | 0 |
| 3 | 0 | 0 | 0 | 24 | 14 |
| 4 | 0 | 23 | 0 | 25 | 0 |
| 5 | 0 | 15 | 0 | 20 | 0 |
| 6 | 0 | 18 | 0 | 24 | 20 |
| 7 | 0 | 25 | 12 | 18 | 11 |
| 8 | 0 | 23 | 20 | 22 | 15 |
| 9 | 0 | 15 | 20 | 20 | 0 |
| 10 | 0 | 17 | 14 | 30 | 15 |
| 11 | 0 | 12 | 0 | 19 | 0 |
| 12 | 0 | 20 | 13 | 23 | 18 |
| 13 | 0 | 17 | 0 | 25 | 20 |
| 14 | 0 | 20 | 17 | 22 | 15 |
| 15 | 0 | 14 | 0 | 18 | 13 |

mikrobiologicznych próbek gleby pobranych w Nadleśnictwie Drewnica z miejsca pożaru, na granicy i z miejsca poza pożarem przedstawiono w tabeli 2. Z tabeli tej wynika, że liczebność bakterii, promieniowców i grzybów ulegała zmniejszeniu zarówno w miejscu pożaru, jak i na granicy pożar – gleba niespalona w porównaniu z punktami kontrolnymi. Wpływ środków gaśniczych na biologię gleby badano również w innych laboratoriach [Adams, Simmons 1999]. Autorzy ci podają, że hamujący wpływ środków gaśniczych na mikroflorę glebową jest wynikiem oddziaływań nie tylko preparatu czynnego środka gaśniczego, ale również substancji powierzchniowo czynnych i rozpuszczalników w nim zawartych. Z informacji podanych przez Króla i in. [2001] wynika, że niekorzystny wpływ chemicznych środków gaśniczych na mikroflorę gleby spowodowany jest nie tylko oddziaływaniem substancji czynnych, ale również metabolitów powstałych podczas biochemicznego ich rozkładu.

Wyraźne różnice w liczebności drobnoustrojów glebowych w stosunku do gleby kontrolnej (niespalonej i nietraktowanej preparatami gaśniczymi) obserwowano również po zastosowaniu preparatów gaśniczych w przypadku pożarów w Puszczy Białej [tab. 3]. Liczebność bakterii na tych obiektach zmniejszała się tylko na powierzchni objętej pożarem. Natomiast liczebność grzybów i promieniowców była mniejsza w próbach ze wszystkich badanych punktów: w miejscach pożaru, na granicy i poza pożarem z nielicznymi wyjątkami.

W badaniach nad wpływem różnych stężeń preparatów Protektol SAT-10 i Roteor M w warunkach *in vitro* zaobserwowano silniejsze hamowanie wzrostu niektórych bakterii i promieniowców przez preparat gaśniczy Roteor M w porównaniu z preparatem Protektol SAT-10 [tab. 4]. Literatura na temat wpływu chemicznych środków gaśniczych na biologię gleby jest stosunkowo uboga. Wydaje się, że istnieje konieczność rozszerzenia zakresu tych badań nie tylko o analizy mikrobiologiczno-biochemiczne, ale również toksykologiczne.

WNIOSKI

1. Przeprowadzone badania wykazały, że dwa badane środki gaśnicze Protektol SAT-10 i Rotor M wpływały hamująco na drobnoustroje glebowe.
2. Hamujący wpływ środków gaśniczych na mikroflorę glebową obserwowano w warunkach *in vivo* i *in vitro*.
3. Preparat Roteor M charakteryzuje się silniejszym działaniem bakteriobójczym niż preparat Protektol SAT-10.

LITERATURA

- ADAMS R., SIMMONS D. 1999: Ecological Effects of Fire Fighting Foams and Retardants. Australian Bushfire Conference, Albury.
- BUNT Y.S., ROVIRA A.D. 1955: Microbiological studies of same subartactic soils. *J. Soil Sci.* **6**: 119–128.
- DEVONSHIRE J. 1999: Selecting Environmentally Friendly Foam. *Fire International Jan.* **1**: 31.
- GORZAŁA G., JABŁOŃSKA-GORZAŁA D., RUSSEL S. 2004: Asymilacja różnych źródeł węgla przez drożdże oligonitrofilne izolowane z różnych gleb Puszczy Białej. *Acta agraria et silvestria*, Wydaw. Oddziału PAN, Kraków **42**: 135–140.
- JABŁOŃSKA-GORZAŁA D., GORZAŁA G., RUSSEL S. 2004: Występowanie promieniowców celulolitycznych w wybranych typach gleb. *Acta agraria et silvestria*, Wydaw. Oddziału PAN, Kraków **42**: 187–194.
- KRÓL B. 2000a: Czy piany klasy A= CAFS. *Przegl. Pożarniczy* **7**: 17.
- KRÓL B. 2000b: Pianotwórcze środki gaśnicze a środowisko naturalne. *Przegl. Pożarniczy* **11**: 19–20.
- KRÓL B. 2001: Przed sezonem. *Przegl. Pożarniczy* **3**: 24–25.
- KRÓL B., MIZERSKI A., SOBOLEWSKI M. 2001: Wpływ pian gaśniczych na środowisko przyrodnicze. *Zesz. Nauk. SGSP* **26**: 5–18.
- MARTIN J.P. 1950: Use of acid rose bengal and streptomycin in the plate method for estimating soil fungi. *Soil Sci.* **69**: 215–233.
- MC DOWELL G. 2003: Protecting the environment – the future of foam. *Fire* **96**, 1172: 38–39.
- MIZERSKI A., SOBOLEWSKI M., KRÓL B. 2005: Zastosowanie pian do gaszenia pożarów. Warszawa: 8–38.
- MIZERSKI A., KRÓL B., SOBOLEWSKI M. 2000: Der Einfluss von Löschschaumen auf die Umwelt. *Požarni ochrana. VŠB-TU, Ostrava* **13**: 299–308.

Mgr Anna Prędecka,
Zakład Monitorowania Bezpieczeństwa,
Katedra Analiz i Prognoz Bezpieczeństwa SGSP,
ul. Słowackiego, 52/54, 00–629 Warszawa,
e-mail: apradecka@wp.pl