

IZABELLA OLEJNICZAK

Instytut Ekologii i Bioetyki, UKSW, Warszawa

Polska Akademia Nauk Centrum Badań Ekologicznych w Dziekanowie Leśnym

STEFAN RUSSEL

Wydział Rolnictwa i Biologii SGGW, Warszawa

ANNA PRĘDECKA

Wydział Inżynierii Bezpieczeństwa Cywilnego SGSP, Warszawa

Wpływ doświadczalnych pożarów na zespoły mezofauny (Collembola i Acarina) dwóch typów łąk

Słowa kluczowe: eksperymentalne pożary, Collembola, Acarina, łąki

Key words: experimental fires, Collembola, Acarina, meadows

1. Wprowadzenie

Pożary odgrywają ogromną rolę w ewolucji ekosystemów, kształtując ich warunki fizyczne i biotyczne MacGregor (2006). Wpływają na bioróżnorodność ekosystemów (Morgan, Lunt 1999, Swengel, 2001, Wolfson et al. 2005, Scheintaub et al. 2009).

W ostatnich dziesięcioleciach pojawiło się szereg prac dotyczących pożarów i ich znaczenia w kształtowaniu ekosystemów leśnych i trawiastych, jednakże większość z nich omawia wpływ pożarów na warstwę roślinną ekosystemów (np. Daubenmire 1968)

Badania wykazały, że pożary ekosystemów trawiastych przyczyniają się do usunięcia nadmiaru ściółki i uruchamiają nagromadzone składniki odżywcze. Wpływają tym samym na zwiększenie produktywności tych ekosystemów (Knapp, Seastedt, 1986, Briggs, Knapp 1995). Hadley i Kieckhefer (1963) wykazali większą biomasę i produktywność korzeni na prerii wypalanej niż zgryzanej przez roślinożerce.

Bezsprzecznie, pożary wpływają na mikroklimat gleby (Hulberr 1969). Wraz z usunięciem ściółki wiąże się zmniejszenie wilgotności gleby (Knapp, Seastedt 1986).

Wysokość temperatury w czasie pożaru zależy od ilości i jakości spalanego paliwa, właściwości gleby, przede wszystkim jej wilgotności i przepuszczalności (Fisher, Binkley 2000).

Wpływ pożarów na bezkręgowce glebowe zwłaszcza mezofaunę jest kontrowersyjny. Wysokie temperatury jakie towarzyszą pożarom powodują śmierć bezkręgowców zasiedlających ściółkę i wierzchnie warstwy gleby. Istnieją także opracowania, które wykazują pozytywny wpływ pożarów na różne gatunki bezkręgowców (Seastedt 1994, Swengel 2001).

Mezofauna obejmująca skoczogonki (Collembola) i roztocza (Acarina) występuje w ogromnych liczebnościach w glebie (Seastedt 1984). Collembola i Acarina w sposób pośredni kontrolują procesy glebowe i funkcjonowanie ekosystemów (Lussenhope 1981).

Mimo, że wiele prac poświęcona jest pożarom ekosystemów trawiastych, to jednak niewiele wiadomo o ich wpływie na mezofaunę glebową i możliwości jej odnawiania się po pożarze (Lussenhope 1976).

Prezentowane wyniki są częścią kompleksowych badań dotyczących oddziaływaniom pożarów na funkcjonowanie ekosystemów trawiastych.

Celem poniższej pracy jest określenie wpływu doświadczalnych pożarów na zespoły mezofauny glebowej, Collembola i Acarina z uwzględnieniem różnych typów łąk i gleby.

2. Materiał i metody

Badania były prowadzone na dwóch typach łąk wieloletnich, kośnych Instytutu Melioracji i Użytków Zielonych, w okolicach Warszawy (52°10'N; 20°50'E). Łąki były położone na dwóch typach gleb: mineralnej (łąka I – ŁI) oraz organicznej (łąka II – ŁII). Krótką charakterystykę łąk podano w tabeli 1. W okresie badań poletka doświadczalne, wyznaczone na obu typach łąk nie były koszone.

*Wpływ doświadczalnych pożarów na zespoły mezofauny
(Collembola i Acarina) dwóch typów łąk*

	Łąka I (ŁI)	Łąka II (ŁII)
Typ gleby	mineralna, gleba opadowo-glejowa właściwa, wytworzona z piasku gliniastego na glinie zwałowej	organiczna, gleba torfowo-murszowa wytworzona z torfu niskiego
Dominujące gatunki roślin (udział w fitocenozie)	życica trwała – <i>Lolium perenne</i> L. (51%) rajgras wyniosły – <i>Arrhenatherum elatius</i> (L.) P. Beauv. ex J. & C. Presl (27%)	mozga trzcinowa – <i>Phalaris arundinacea</i> L. (49,7%) sitowie leśne – <i>Scirpus sylvaticus</i> L. (31,7%)

Tabela 1. Charakterystyka badanych łąk

W listopadzie w 2007 roku na badanych łąkach wybrano poletka doświadczalne o powierzchni 1m², na których przeprowadzono doświadczalne pożary. Na każdym poletku rozłożono i spalono 50 g ściółki trawiastej oraz dokonano pomiarów temperatury powierzchni gleby tuż po pożarze. Średnie temperatury wynosiły: w przypadku łąki I (Ł I) – 477°C, a łąki II (ŁII) – 473°C. Materiał zebrano bezpośrednio po doświadczalnych pożarach oraz w kwietniu, lipcu i listopadzie następnego roku. Za każdym razem próbki gleby pobierano na głębokości 0-10 cm wycinakiem glebowym o przekroju 2,5 cm, z miejsc niewypalanych (kontrola - K), na granicy pożaru (G) i wypalanych poletek.(P). Mezofaunę z zebranych próbek gleby, wypłaszano w aparacie Tullgrena. Skoczogonki podzielono na trzy grupy ekologiczne ze względu na ich występowanie w warstwach gleby: epigeon – grupa gatunków występująca na powierzchni gleby, hemiedafon – grupa gatunków występująca w ściółce i wierzchniej warstwie gleby oraz euedafon – grupa gatunków występująca w głębszych warstwach gleby (Christiansen, 1964).

Do analizy materiału zastosowano testy nieparametryczne: test Wilcoxon różnicy rang dla par – do porównywania średnich oraz nieparametryczną analizę wariancji ANOVA Kruskal-Wallisa – określenia wpływu czynników doświadczenia.

3. Wyniki i dyskusja

Zagęszczenia mezofauny przebiegały na badanych poletkach doświadczalnych, na obu typach łąk w sposób zróżnicowany. Bezpośrednio po doświadczalnym wypalaniu poletek nie stwierdzono istotnych różnic zagęszczeń pomiędzy miejscem wypalaniem, granicą pożaru i miejscem niewypalaniem - kontrolnym zarówno w przypadku zespołów Collembola, jak i Acarina, niezależnie od typu gleby (Tab. 2). Istotne znaczenie na kształtowanie się zagęszczeń mezofauny wywarł czas jaki upłynął od doświadczalnego wypalania ściółki wyłożonej na poletkach badanych łąk oraz typ gleby (Tab. 2).

A. Collembola

Czynnik	Wartość i H	Stopnie swobody	Istotność różnic
Typ gleby	5.46	1	P=0.02
Miejsce*	0.12	2	P=0.9
Czas **	12.4	3	P=0,006

B. Acarina

Czynnik	Wartość H	Stopnie swobody	istotność
Typ gleby	5.46	1	P=0.02
Miejsce*	0.78	2	P=0.7
Czas **	21.52	3	P=0.001

Tabela 2. Wpływ czynników doświadczenia na zagęszczenia Collembola (A) i Acarina (B) (ANOVA Kruska-Wallis) (* w analizie uwzględniono miejsca: miejsce wypalane, granicę pożaru oraz miejsce niewypalane – kontrolne; ** w analizie uwzględniono okresy: bezpośrednio po doświadczalnym pożarze, oraz kolejne miesiące pobierania prób - 6, 9 i 12 miesięcy po pożarze).

Chociaż nie stwierdzono istotnych różnic w średnich zagęszczeniach mezofauny, to jednak, można prześledzić pewne prawidłowości w ich przebiegu (Fig. 1, 2, 3 i 4). Na łące położonej na glebie organicznej (ŁII) obserwowano w miejscach wypalanych spadek liczebności mezofauny po 12 miesiącach od doświadczalnego pożaru (Fig. 2 i Fig. 4), podczas gdy na łące położonej na glebie mineralnej notowano wzrost liczebności (Fig. 1 i Fig. 3). Można także zauważyć, że zagęszczenia mezofau-

ny były nieco niższe na łące położonej na glebie organicznej niż na łące na glebie mineralnej. Prawidłowość ta była wyraźniejsza w przypadku Acarina niż Collembola. (Fig. 1, 2, 3 i 4).

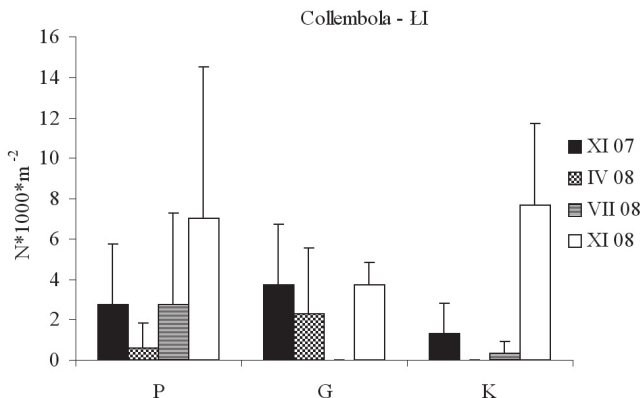


Fig. 1. Zagęszczenia Collembola na poletku, na łące położonej na glebie mineralnej (LI) bezpośrednio po doświadczalnym pożarze oraz w następujących po nim miesiącach: kwietniu 2008 (6 miesięcy po pożarze), lipcu (9 miesięcy po pożarze) oraz w listopadzie (12 miesięcy po pożarze) (P- miejsce pożaru, G – granica pożaru, K – miejsce niewypalane – kontrolne).

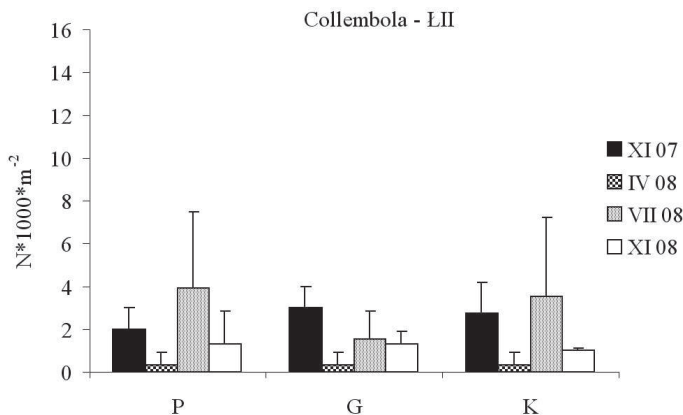


Fig. 2. Zagęszczenia Collembola na poletku, na łące położonej na glebie organicznej (LII) bezpośrednio po doświadczalnym pożarze

oraz w następujących po nim miesiącach: kwietniu 2008 (6 miesięcy po pożarze), lipcu (9 miesięcy po pożarze) oraz w listopadzie (12 miesięcy po pożarze) (P- miejsce pożaru, G – granica pożaru, K – miejsce niewypalane – kontrolne).

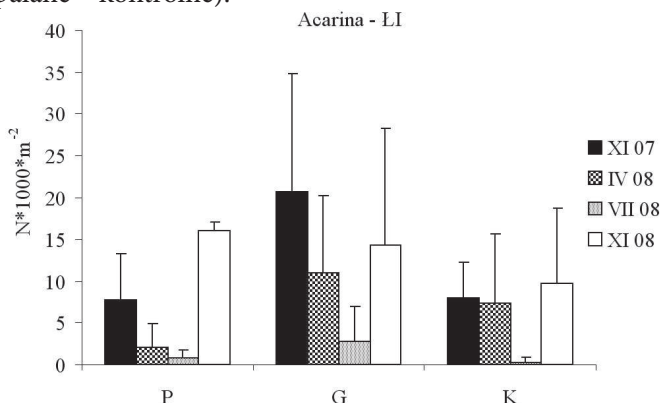


Fig. 3. Zagęszczenia Acarina na poletku, na łące położonej na glebie mineralnej (LI) bezpośrednio po doświadczalnym pożarze oraz w następujących po nim miesiącach: kwietniu 2008 (6 miesięcy po pożarze), lipcu (9 miesięcy po pożarze) oraz w listopadzie (12 miesięcy po pożarze) (P- miejsce pożaru, G – granica pożaru, K – miejsce niewypalane – kontrolne).

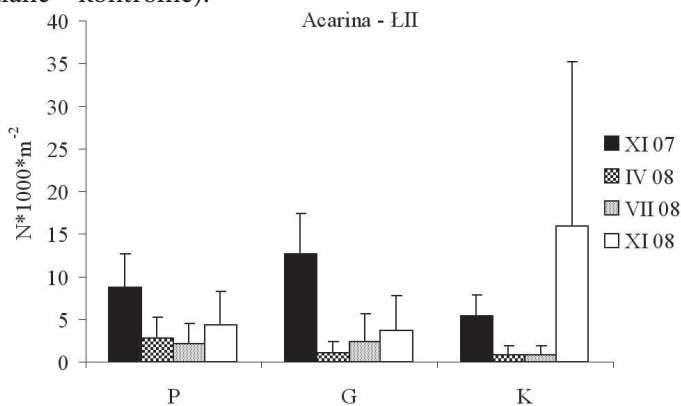


Fig. 4. Zagęszczenia Acarina na poletku, na łące położonej na glebie organicznej (LII) bezpośrednio po doświadczalnym pożarze oraz

w następujących po nim miesiącach: kwietniu 2008 (6 miesięcy po pożarze), lipcu (9 miesięcy po pożarze) oraz w listopadzie (12 miesięcy po pożarze) (P- miejsce pożaru, G – granica pożaru, K – miejsce niewypalane – kontrolne).

Udział poszczególnych grup ekologicznych skoczogonków badanych łąk był odmienny. Jednak niezależnie od typu gleby na jakiej położone były zbiorowiska trawiaste, na poletku wypalonym, bezpośrednio po doświadczalnym pożarze, występowały jedynie gatunki euedaficzne (Fig. 5 i 7). Po 12 miesiącach od doświadczalnych pożarów obok gatunków euedaficznych pojawiły się także hemiedaficzne i epigeiczne (Fig. 6 i 8).

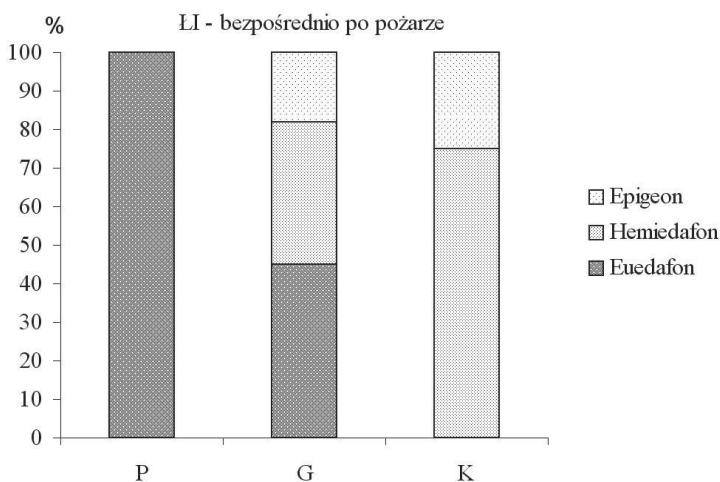


Fig. 5. Udział grup ekologicznych w zespołach Collembola na łące położonej na glebie mineralnej (ŁI) bezpośrednio po doświadczalnym pożarze (P - miejsce pożaru, G – granica pożaru, K – miejsce niewypalane – kontrolne).

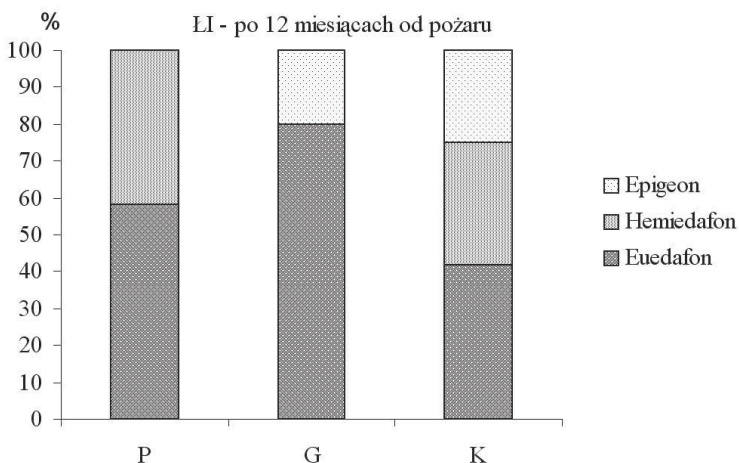


Fig. 6. Udział grup ekologicznych w zespołach Collembola na łące położonej na glebie mineralnej (LI) po 12 miesiącach od doświadczalnego pożaru (P - miejsce pożaru, G - granica pożaru, K - miejsce niewypalane - kontrolne).

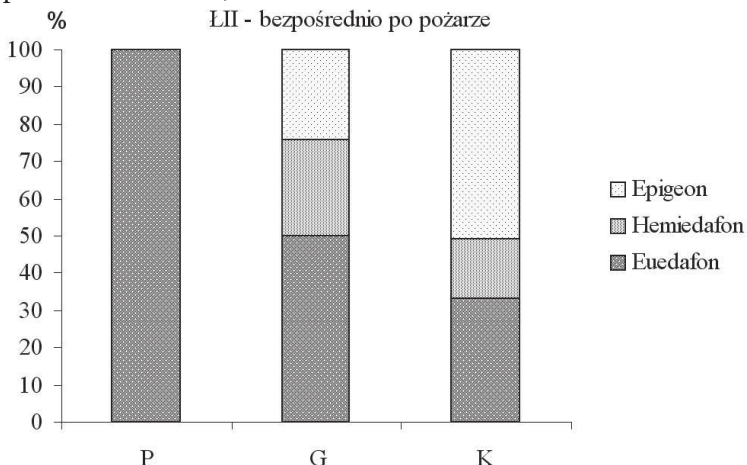


Fig. 7. Udział grup ekologicznych w zespołach Collembola na łące położonej na glebie organicznej (LII) bezpośrednio po doświadczalnym pożarze (P - miejsce pożaru, G - granica pożaru, K - miejsce niewypalane - kontrolne).

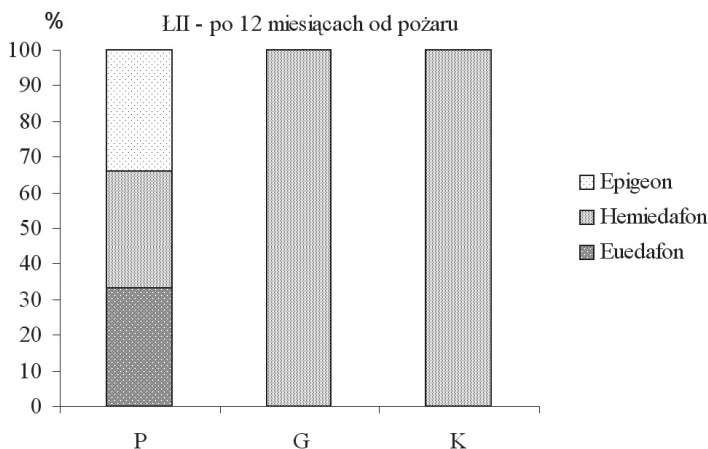


Fig. 8. Udział grup ekologicznych w zespołach Collembola na łące położonej na glebie organicznej (LII) po 12 miesiącach od doświadczalnego pożaru (P - miejsce pożaru, G – granica pożaru, K – miejsce niewypalane – kontrolne).

Roztocza były reprezentowane jedynie przez Oribatida, charakteryzujące się grubą kutikulą.

W przeciwieństwie do wyników Wikarsa i Schimmela (2001), którzy obserwowali drastyczny spadek liczebności mezofauny na skutek pożarów, w prezentowanych badaniach nie stwierdzono wyraźnego negatywnego wpływu ognia na zagęszczenia Acarina i Collembola. Podobne wyniki otrzymali Pomeroy i Rwakaikara (1975) w swoich badaniach dotyczących oddziaływania pożarów afrykańskich sawann na bezkręgowce glebowe.

Można to tłumaczyć z jednej strony przystosowaniami fizjologicznymi badanych grup mezofauny oraz ich możliwościami ucieczki, z drugiej zaś samym charakterem przeprowadzonych doświadczalnych pożarów. Przeważająca liczba przedstawicieli mezofauny żyje w wierzchniej warstwie gleby i ściółce (Hågvar 1983). Dla większości skoczogonków i roztoczy stwierdzono, że wysokość temperatury powodująca ich śmierć waha się między 35-40°C (Tribaud 1977 a, Tribaud 1977 b). Vannier (1994) w swoich badaniach wykazał, że

optymalne temperatury dla rozwoju owadów zawierają się w zakresie od 20°C do 50°C. Ponadto stwierdził, że gatunki żyjące w ściółce i wierzchniej warstwie gleby charakteryzują się większą tolerancją na wysokie temperatury niż te, które występują w głębszych warstwach gleby. Pożary, które szybko się rozprzestrzeniają, jak np. pożary ekosystemów trawiastych, pochłaniają mniej paliwa i wobec tego w małym stopniu wpływają na zmianę temperatury gleby.

Możliwość przeżycia pożarów o słabej sile (jak ten w prezentowanych badaniach) przez mezofaunę glebową wiąże się także z możliwością aktywnego ich uniknięcia. Collembola, zwłaszcza epigeiczne, mają zdolność szybkiego przemieszczania się, mogą uciec przed pożarem. Fakt ten potwierdza większa liczebność tych bezkręgowców na granicy pożaru, jaką zanotowano bezpośrednio po doświadczalnych wypaleniach w prezentowanych badaniach. Gatunki euedaficzne żyjące w głębszych warstwach gleby zwykle nie są narażone na wysokie temperatury. Dlatego też na wypalanych poletkach stwierdzono wyłącznie gatunki euedaficzne. Acarina, mogą przetrwać pożary, między innymi, dzięki grubej kutikuli. Pomeroy i Rwakaikara (1975) stwierdzili, że oddziaływanie ognia może być stymulujące dla Acarina, powodując wzrost ich liczebności.

W prezentowanych badaniach stwierdzono, że wpływ pożarów na mezofaunę glebową zależy od typu gleby. Pożary w znacznym stopniu zmieniają własności gleby. Przyczyniają się do jej przesuszenia i wystawienia na intensywne działanie promieni słonecznych (Hulberr 1969, Knapp, Seastedt 1986). Szczególnie wrażliwe na przesuszenie są gleby murszowo-torfowe. Acarina a zwłaszcza Collembola wrażliwe są na wilgotność środowiska, stąd prawdopodobnie zmniejszenie zagęszczeń tych bezkręgowców notowane na wypalanych poletkach po upływie roku od doświadczalnych pożarów.

Uzyskane wyniki wskazują na możliwość odbudowy zespołów mezofauny glebowej w stosunkowo krótkim czasie po pożarze. Nie mniej jednak niezbędne są dalsze badania.

Bibliografia

- Briggs J.M., Knapp A.K., 1995, *Interannual variability in primary production in tallgrass prairie- climate, soil moisture, topographic position and fire as determinants of above-ground biomass*, American Journal of Botany, 82, 1024-1030.
- Daubenmire R. 1968, *Ecology of fire in grasslands*, Adv. Ecol. Res., 5, 209-266
- Fisher R.F., Binkley D., 2000, *Ecology and Management of Forest Soils*. Wiley, New York
- Hadley E.B., Kieckhefer B.J., 1963, *Productivity of two prairie grasses in relation to fire frequency*, Ecology, 44, 389-395.
- Hågvar S., 1983, *Collembola in Norwegian coniferous forest soils II. Vertical distribution*, Pedobiologia, 25, 383-401.
- Hulberr L.C., 1969, *Fire and litter effects undisturbed bluestem prairie in Kansas*, Ecology, 50, 874-877.
- Knapp A.K., Seastedt T.R., 1986, *Detritus accumulation limits productivity of tallgrass prairie*, Bioscience, 36, 662-668.
- Lussenhop J., 1976, *Soil arthropod response to prairie burning*, Ecology, 57, 88-98.
- Lussenhop J., 1981, *Microbial and microarthropod detrital processing in a prairie soil*, Ecology, 62, 964-972.
- MacGregor D.G., 2006, *The future of fire in environmental management*, Futures, 38, 505-518.
- Morgan J.W., Lunt I.D., 1999, *Effects of time-since-fire on the tussock dynamics of a dominant grass (Themeda triandra) in a temperate Australian grassland*, Biological Conservation, 88, 379-386.
- Pomeroy E.E., Rwakaikara D., 1975, *Soil arthropods in relation to grassland burning*, E.Afr. Agri. for. J., 41, 114-118.
- Scheintaub M.R., Derner J.D., Kelly E.F., Knapp A.K., 2009, *Response of the shortgrass steppe plant community to fire*, Journal of Arid Environments, 73, 1136-1143.
- Seastedt T.R., 1984, *The role of microarthropods in decomposition and mineralization processes*, Ann. Rev. Entomol., 29, 25- 46.
- Seastedt T. R., 1994, *Belowground macroarthropods of annually burned and unburned tallgrass prairie*, Amer. Midl. Natur., 111, 403-408.
- Swengel A., 2001, *A literature review of insect responses to fire, compared to other conservation managements of open habitat*, Biodiversity and Conservation, 10, 1141-1169.
- Tribaud J.M., 1977a, *Intermure ettemperatures lethales chez les insectes collemboles arthropleones I. - Hypogastruridae et Onychiuridae*, Rev. Ecol. Biol. Sol., 14, 45-61.
- Tribaud J.M., 1977b, *Intermure ettemperatures lethales chez les insectes collemboles arthropleones II. - Isotomidae, Entomobryidae et Tomoceridae*, Rev. Ecol. Biol. Sol., 14, 267-278.
- Wikars L.O., Schimmel J., 2001, *Immediate effects of fire-severity on soil invertebrates in cut and uncut pine forests*, For. Ecol. Manage., 141, 189-200.
- Wolfson B.A.S., Kolb T.E., Sieg C.H., Clancy K.M., 2009, *Effects of post-fire conditions on germination and seedling success of diffuse knapweed in northern Arizona*. Forest Ecology and Management, 216, 342-358
- Vannier G., 1994, *The thermobiological limits of some freezing intolerant insects: the supercooling and thermostupor points*, Acta Oecol., 15, 31-42.

**The impact of experimental fires on mesofauna communities
(Collembola and Acarina) of two kinds of meadows**

SUMMARY

The impact of experimental fires in grasslands on soil mesofauna was studied in the field experiment. Study was carried out on two kinds of meadows: on mineral (meadow I) and organic soils (meadow II), near Warsaw (52°10'N; 20°50'E). In November 2007 sampling plots, 1 m² in size were chosen at random and burnt. Soil samples were taken just after fire and in April, July and November, 2008 to the depth of 10 cm from unburned places (control), at the border of fire and in burnt plots. The soil mesofauna was extracted from soil samples in the Tullgren apparatus. There were not found any effects of experimental fires on mesofauna densities. However, slightly increase of mesofauna abundance was observed in burned plots 12 months after experimental fires on the meadow I and decrease on the meadow II. Just after fire, in burned plots, only euedaphic species of Collembola were present among mites communities dominated Oribatida, with thick cuticle.