

ZBIGNIEW BOROWSKI

## Zastosowanie zapachu drapieżnika w ograniczaniu szkód powodowanych przez gryznie (*Rodentia*) — przegląd literatury

Use of Predator Odors to Reduce Feeding Damage by Rodents  
(*Rodentia*) — Review

### Wstęp

**G**ryznie zjadając pokarm roślinny uszkadzają sadzonki drzew leśnych i owocowych oraz niszczą i uszkadzają płody rolne i rośliny uprawne. Dlatego masowym wystąpieniem tych zwierząt, odbywającym się cyklicznie co kilka lat (25), mogą towarzyszyć istotne z punktu widzenia gospodarczego szkody (m.in. 31, 16, 50, 17, 3, 34, 18, 19, 47).

W Polsce szkody w lesie powodowane przez drobne ssaki mają charakter lokalny (4, 23), a głównymi sprawcami uszkodzeń są gatunki z rodziny nornikowatych (*Arvicolidae*): nornik bury (*Microtus agrestis*) i nornik zwyczajny (*Microtus arvalis*) (m.in. 47).

Naukowcy od lat szukają skutecznych sposobów zapobiegania szkodom wyrządzonym przez te zwierzęta, szukając rozwiązań w dwóch kierunkach:

- czysto chemicznym,
- biologiczno-chemicznym.

Sposoby ochrony bazujące na chemii polegają na stosowaniu różnego rodzaju środków chemicznych nie mających naturalnych odpowiedników w przyrodzie, które swoim zapachem lub smakiem zniechęcają zwierzęta do żerowania na roślinach nimi zabezpieczonych (np. Emol 10). Wydaje się jednak, że wprowadzanie obcych związków chemicznych do ekosystemów leśnych, i tak bardzo zanieczyszczonych oraz zniekształconych przez człowieka, może mieć ujemny wpływ na biocenozę.

Dlatego zaleca się raczej stosowanie ochrony biologiczno-chemicznej, w której korzysta się z występujących w przyrodzie związków o działaniu repelentnym (odstraszającym). Substancje takie można spotkać zarówno w roślinach (np. niektóre gatunki wilczomleczy

*Euphorbiace* działają odstrasżająco na gryzonia, (32; 48) jak i u zwierząt (np. zapachy wydzielane przez drapieżniki (36; 37).

Metody biologiczno-chemiczne znajdują dość powszechne zastosowanie w krajach wysoko rozwiniętych. Na przykład w Holandii uprawy leśne przed szkodami spowodowanymi przez jeleniowate (*Cervide*) zabezpiecza się repelentami uzyskiwanymi z odchodów dużych drapieżników z tamtejszych ogrodów zoologicznych.

W artykule tym opisane zostaną substancje wydzielane przez ssaki drapieżne, niekorzystnie oddziałujące na gryzonia.

## Wpływ zapachu drapieżnika na jego ofiarę

Wczesne zlokalizowanie drapieżnika przez potencjalną ofiarę daje jej dodatkową szansę na przeżycie i przekazanie genów. Dlatego zachowania związane z reakcjami umożliwiającymi jak najwcześniejsze wykrycie tego zagrożenia ukształtowały się i utrwaliły w trakcie ewolucji. W zależności od sposobu poruszania się i polowania drapieżnika, zwierzęta będące ich pokarmem, posługują się różnymi narządami zmysłów w celu szybkiej lokalizacji swego prześladowcy.

Ptaki drapieżne dobrze widoczne na tle nieba, są rozpoznawalne przez swoje potencjalne ofiary po sylwetce. Ciekawostką zaś stanowi fakt, że zwierzęta doskonale wiedzą, który drapieżnik może im zagrozić, a który takiego zagrożenia nie stanowi. Świadczy o tym choćby reakcja ucieczki młodych introdukowanych w Szwecji bażantów na widok gołębiarza i zupełny brak reakcji na krążącego myszołowa (14; za Jędrzejewską i Jędrzejewskim, 20).

Jeżeli chodzi o ssaki drapieżne to podstawowym narządem zmysłów ostrzegającym ich ofiary o zbliżającym się niebezpieczeństwie jest węch. Dzieje się tak, ponieważ drapieżniki zostawiają w miejscu bytowania substancje lotne, które są najłatwiej wychwytywalne przez drobne ssaki (z racji ograniczonego pola obserwacji).

Stoddart (36) jako pierwszy stwierdził, że zapachy produkowane w gruczołach analnych drapieżników z rodziny łasicowatych (*Mustelidae*) długo się utrzymują i w dużym stopniu oddziałują na behavior ich ofiar. Według Charnova i in. (5) samo pojawienie się drapieżników w istotny sposób wpływa na ofiary. Strach przed drapieżnikiem powoduje zmiany w zachowaniu się potencjalnych ofiar np. zaprzestanie żerowania i ucieczkę w miejsca bezpieczne (refugia). Pierwsze obserwacje zmian rozmieszczenia przestrzennego gryzoni pod wpływem zapachu łasicy (*Mustela nivalis*), gronostaja (*M. erminea*) i lisa (*Vulpes vulpes*) oraz unikania miejsc ekspozycji tych zapachów poczynili Stoddart (36; 37), Dicman & Doncaster (12), Gorman (15).

W kolejnych badaniach stwierdzono, że pomiędzy ofiarami istnieje swoiste współzawodnictwo o bezpieczne schronienia, i to zarówno między gatunkami (24), jak i w obrębie gatunku (21). Pierwszeństwo w wyborze refugium mają osobniki większe (starsze) (21) i o wyższej randze socjalnej (26; za Jędrzejewską i Jędrzejewskim, 20).

Rozwijając hipotezę, Charnova i inni (5), Yölnen i inni (56) badali wpływ substancji zawartych w zapachu łasicowatych na nornicę rudą (*Clethrionomys glareolus*). Stwierdzo-

no, że związki te hamują dojrzewanie płciowe młodzieży, rozmnażanie się samic, i powodują u tego gryzonia spadek masy ciała.

Potwierdziły to późniejsze ich badania (57), w których zaobserwowano tłumienie rozrodu nornicy rudej pod wpływem zapachu gronostaja. Według autorów główną tego przyczyną jest prawdopodobnie zmiana w behawiorze samic tego gatunku spowodowana zapachem drapieżnika, chociaż nie można tutaj wykluczyć włączenia się wewnętrznego mechanizmu aborcji uaktywnionego zapachem drapieżnika, a prowadzącego do ograniczenia rozrodu (m.in. 1).

Wydaje się, że zapach drapieżnika w większym stopniu wpływa na samice, które zachowują się agresywnie i aktywnie unikają kopulacji, niż na samce, u których takich zachowań nie stwierdzono (33). Zachowanie tego typu może być związane z ryzykiem ponoszonym przez samice w czasie rui (55), ponieważ są one wtedy łatwiej rozpoznawalne przez łasice (11), a tym samym poddane większej ich presji.

Aby dokonać klasyfikacji drapieżników na gatunki, których zapach w największym stopniu oddziałuje na nornicę rudą Jędrzejewski i inni (22) przebadali sześć gatunków ssaków drapieżnych (łasica łaska, gronostaj, kuna, tchórz, lis i pies) i jeden gatunek sowy: puszczyka. Największy wpływ na zachowanie się nornicy w warunkach laboratoryjnych stwierdzono w przypadku łasicy łaski i gronostaja. W eksperymencie tym zapach kuny (*Martes martes*) i dwóch wymienionych już gatunków powodował opuszczanie przez gryzonia tub symulujących podziemne tunele, co mogłoby wskazywać, że obecność tych gatunków sprawia, że nie czują się one w norach bezpiecznie. Zwierzęciem o najbardziej trwałym zapachu okazał się lis, którego zapach utrzymywał się (po 5-minutowym pobycie osobnika w akwarium) w podobnym stężeniu przez 11 godzin.

Inne gatunki gryzoni również reagują na zapach drapieżników: nornik bury (*Microtus agrestis*) i nornik zwyczajny (*M. arvalis*) rozpoznają zapach łasicy oraz gronostaja i aktywnie go unikają (36; 15), a pokarm znakowany zapachem łasicy nie jest jedzony przez myszy zaroślowe (*Apodemus silvaticus*) (27).

Przytoczone tutaj fakty ilustrują, jak duży wpływ na rozmieszczenie przestrzenne, rozród, żerowanie i zachowania socjalne gryzoni, mają (do niedawna jeszcze niedoceniane przez naukowców) zapachy wydzielane przez ssaki drapieżne.

## **Wykorzystanie repelentów opartych na zapachu drapieżnika**

Repelenty oparte na zapachu drapieżników, są stosowane w Kanadzie do zmniejszenia szkód powodowanych przez zająca amerykańskiego (*Lepus americanus*) (41, 39) i jelenia wielkouchego (*Odocoileus hemionus columbianus*) (29, 30, 42).

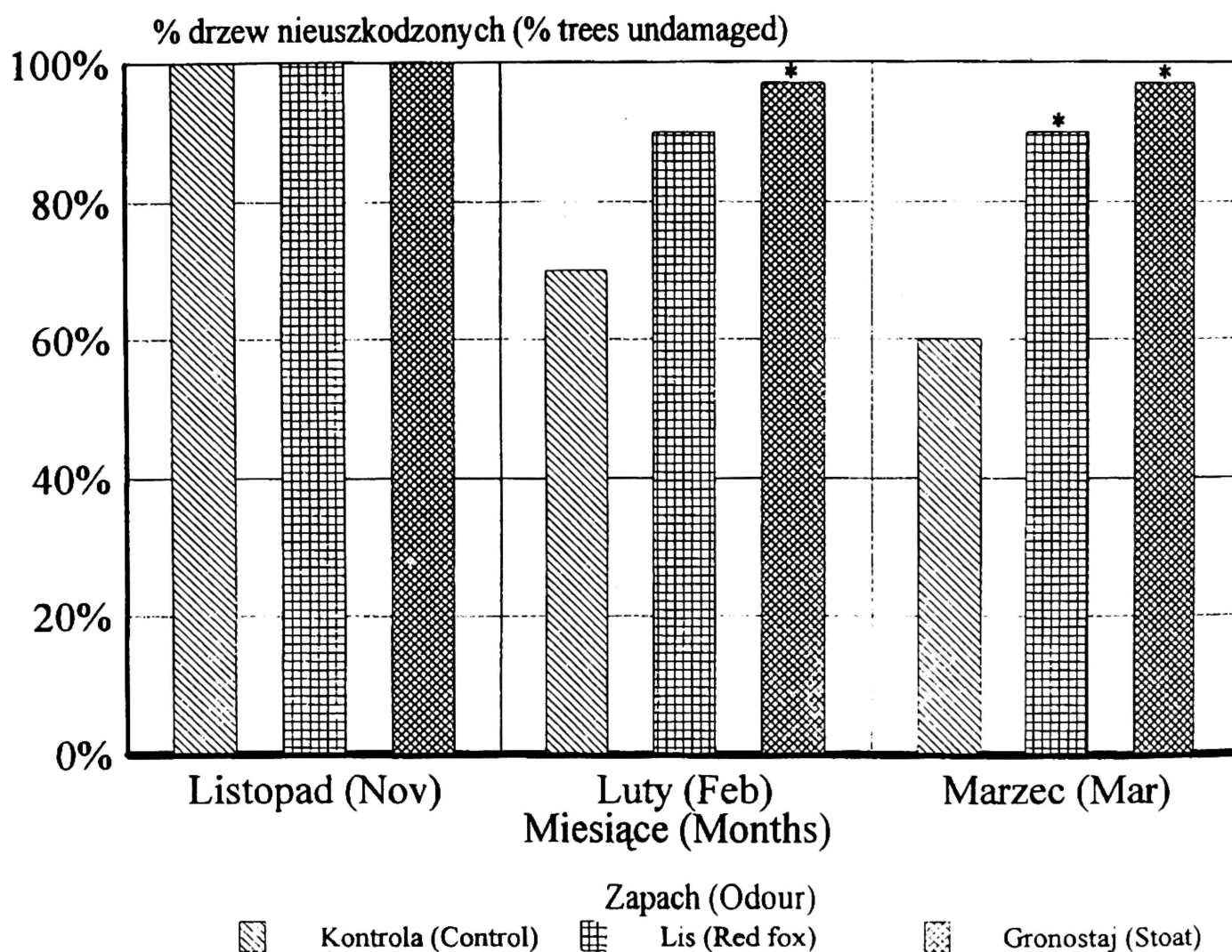
Syntetyzowane składniki zapachu lisa i gronostaja z powodzeniem zmniejszają zgryzanie upraw przez zająca amerykańskiego (40, 43) oraz odstraszały susły (*Thomomys talpoides*) od upraw rolnych (44). Sullivan i in. (45) wykorzystali składniki zapachu drapieżników (gronostaja i lisa) do ochrony sadów owocowych przed gryzoniami. W doświadczeniu tym wykorzystano syntetyzowane sztucznie, wcześniej opisane komponenty wchodzące w skład substancji zapachowych gruczołu analnego gronostaja (opisane przez: Crumpa (8);

Schildknechta i Birknera (35); Crumpa i Moorsa, (10) oraz kału (opisane przez: Vernet — Maury (51) Vernet — Maury et al., (52)) i moczu lisa (opisane przez: Wilsona i in., (54); Whittena i in., (53); Sullivan and Crumpa (43)) (za Sullivanem i in., (45)). Autor ten wypróbował repelent oparty na bazie tych składników w sadach jabłoni zwyczajnej (*Malus sp.*) w Kanadzie. Rejestrację uszkodzeń prowadzono w: listopadzie, lutym i marcu.

Zwierzętami wyrządzającymi tam znaczne szkody (ogryzanie drzew owocowych), były dwa gatunki z rodzaju *Microtus*: nornik pensylwański (*Microtus pennsylvanicus*) i nornik górski (*M. montanus*), a zagęszczenie tych gryzoni na powierzchniach doświadczalnych wynosiło od 60 do 90 sztuk na ha.

Uszkodzenia drzewek na powierzchniach zabezpieczanych tym preparatem i powierzchniach kontrolnych różniły się istotnie ( $p < 0,05$ ) lub bardzo istotnie ( $p < 0,01$ ), na korzyść drzewek zabezpieczanych (ryc.).

Stosując tego rodzaju repelenty zapachowe stwierdzono, że skutecznie chronią one drzewka przed ogryzaniem w okresie zimowym, kiedy to są one najbardziej narażone na uszkodzenia powodowane przez norniki, ze względu na ubogą bazę pokarmową (2).



RYC. Porównanie procentowej przeżywalności drzewek jabłoni, zagrożonych zgryzaniem przez norniki na powierzchniach zabezpieczanych syntetycznym zapachem lisa i gronostaja oraz na powierzchni kontrolnej. Badania prowadzono w miejscowości Coldstream Ranch k. Vernon w Kanadzie (za Sullivanem et al. 1988a),

\*—  $p < 0,01$  różnice bardzo istotne statystycznie

## Dyskusja

Drapieżniki nie mogą w sposób zdecydowany wpłynąć na cykliczne skoki liczebności gryzoni, ponieważ populacja ich podąża z pewnym opóźnieniem za populacją ofiary. Mogą one jednak utrzymywać przez długi okres liczebność ofiar na niskim poziomie (13, 38). Dlatego też naukowcy zastanawiali się nad możliwością sztucznej ich introdukcji w miejscach masowego występowania gatunku wyrządzającego szkody. Jednakże pierwsza sztuczna introdukcja drapieżnika (łasicy), mająca na celu zmniejszenie liczebności gryzoni, zakończyła się niepowodzeniem (38). Zdecydowały o tym dwa czynniki:

- rozejście się łasic z miejsca introdukcji na tereny sąsiednie;
- niemożność ograniczenia wzrostu liczebności w populacji gryzoni, w czasie ich masowego wystąpienia.

Alternatywne rozwiązanie podsuwają rezultaty badań Whittena (53), Clapertona (6) oraz Clapertona i Minota (7) nad syntetycznymi zapachami drapieżników, które sugerują, że substancje te mogą oddziaływać przywabiająco na inne ssaki drapieżne, sygnalizując (być może) duże skupisko pokarmu. Substancje te nie tylko oddziałują odstraszająco na gryzonia, lecz także powodują wzrost ich śmiertelności oraz ograniczenie rozrodu. Ponadto wywołując u nich stres fizjologiczno-behawioralny, czynią je bardziej podatnymi na ataki drapieżników (46).

Badania przeprowadzone przez Sulivana i in. (45), udowodniły, że repelenty oparte na zapachu drapieżników (gronostaja i lisa) w istotny sposób zmniejszają szkody powodowane przez norniki w sadach. Sztuczne otrzymanie tych składników umożliwia ich produkcję na skalę przemysłową.

Wprowadzenie tych repelentów do polskich lasów należałoby poprzeć badaniami nad skutecznością tych substancji w naszych warunkach przyrodniczych, na rodzimych ekotypach gryzoni. Jeśli okażą się równie skuteczne, to repelenty takie można będzie stosować w naszych lasach (szkółkach, balotowiskach, tzw. "zimnych dołach", na uprawach o cennym składzie gatunkowym) oraz w sadach i uprawach rolnych.

Ważną zaletą tego rodzaju repelentów jest nietoksyczność dla środowiska oraz mniejsza pracochłonność w porównaniu do tradycyjnych metod zabezpieczania upraw.

## Literatura

1. **Bruce, H.M.** 1959. An exteroceptive block to pregnancy in the mouse. *Nature* 184: 105.
2. **Buacyanayandi, J.D., Bergeron, J.M., Soucie, J., Thomas, D.W., and Jean, Y.** 1992. Differences in nutritional quality between herbaceous plants and bark of conifers as winter food for the vole *Microtus pennsylvanicus*. *J. Applied. Ecol.* 29: 371–377.
3. **Byers, R.E.** 1984. Control and management of vertebrate pests in deciduous or chards of the Eastern United States. *Horticul. Rev.* 6: 253–258.
4. **Capecki, Z., Gabryel, B.** 1961. Ochrona lasu przed gryzoniami PWRiL Warszawa.

5. **Charnov, E.L., Orians, G.H., Hyatt, K.** 1976. Ecological implications of resource depression. *Am. Nat.* 110: 247–259.
6. **Clapperton, B.K. and E.O. Minot.** 1988. An olfactory recognition system in the ferret (*Mustela Furo* L.) (*Carnivora: Mustelidae*). II. Behavioral evidence. *J. Chem. Ecol.*
7. **Clapperton, B.K., E.O. Minot, and D.C. Crump.** 1988. Scent lures from the anal sac secretions of the ferret *Mustela Furo* L. *J. Chem. Ecol.*
8. **Crump, D.R.** 1978. 2-Propylthietane, the major malodorous substance from the anal gland of the stoat. *Tetrahedron Lett.* 1978: 5233–5234.
9. **Crump, D.R.** 1980. Thietanes and ditholanes from the anal gland of the stoat (*Mustela erminea*). *J. Chem. Ecol.* 6: 341–347.
10. **Crump, D.R. and Moors, P.J.** 1985. Anal gland secretions of the stoat (*Mustela erminea*) and the ferret (*Mustela putorius* forma furo): Some additional thietane components. *J. Chem. Ecol.* 11: 1037–1043.
11. **Cushing, B.S.** 1985. Estrous mice and vulnerability to weasel predation. *Ecology*, 66: 1976–1978.
12. **Dicman, C.R. and Doncaster, C.P.** 1984. Responses of small mammals to red fox (*Vulpes vulpes*) odour. *J. Zool. Lond.* 204: 521–531.
13. **Erlinge, S.** 1975. Predation as control factor of small rodent populations: pp. 195–199. In: *Biocontrol of rodents*, L. Hansson and B. Nilsson (eds.). Swedish Natural Science Research Council, Stockholm.
14. **Goransson, G.** 1981. Reaction of pheasants *Phasianus colchicus* on raports. *Anser*, 20: 227–232.
15. **Gorman, M.L.** 1984. The response of prey to stoat (*Mustela erminea*) scent. *J. Zool. London* 202: 419–423.
16. **Green, J.E.** 1978. Techniques for the control of small mammal damage to plants: a review. Alberta Oil Sands Environmental Research Progeam. Project VE 7.1.1.
17. **Hansson, L., Larsson, T.** 1980. Small rodent damage in Swedish forestry. Swedish Univ. of Agric. Scient. Raport 1. Uppsala.
18. **Hansson, L.** 1985. Damage by wildlife, especially small rodents, to North American *Pinus contorta* provenances introduced into Sweden. *Can. J. For. Res.* 15: 1167–1171.
19. **Hansson, L. and Gref, R.** 1987. Bark chemistry of *Pinus contorta* and *P. sylvestris* in relation to vole damage. *Scand. J. For. Res.* 2: 359–363.
20. **Jędrzejewska, B. and Jędrzejewski, W.** 1989. Wpływ płoszenia ofiar przez drapieżniki na układ drapieżca-ofiara. *Wiad. ekol.* 35: 3–21.
21. **Jędrzejewska, B. and Jędrzejewski, W.** 1990a. Antipredatory behaviour of bank voles and prey choice of weasels — enclosure experiments. *Ann-. Zool. Fennici* 27: 321–328.

22. **Jędrzejewski, W., Rychlik, L., Jędrzejewska, B.** 1993. Responses of bank voles to odours of seven species of predators: experimental data and their relevance to natural predator-vole relationships. *Oikos* 68: 251–257.
23. **Kořakowski, W.** 1992. Szkody wyrzadzane przez gryzonie leśne w Polsce. Praca magisterska SGGW, Warszawa.
24. **Kotler, B.P.** 1984. Risk of predation and the structure of desert rodent communities. *Ecology*, 65: 689–701.
25. **Krebs, C.J. and J.H. Myers.** 1974. Population cycles in small mammals. *Adv. Ecol. Res.* 8: 267–399.
26. **Lima, S.L.** 1985. Maximizing feeding efficiency and minimizing time exposed to predators: a trade-off in the black-capped chickadee. *Oecologia*, 66: 60–67.
27. **Macdonald, D.W.** 1983. The ecology of carnivore social behavior. *Nature, Lond.* 301: 379–384.
28. **Melchior, M.A. and Lesile, C.A.** 1984. Effectiveness of predator fecal odors as black-tailed deer repellents. *J. Wildl. Manage.* 49: 358–362.
29. **Müller-Schwarze, D.** 1972. Responses of young black-tailed deer to predator odors. *J. Mammal.* 53: 393–394.
30. **Müller-Schwarze, D.** 1983. Experimental modulation of behavior of free-ranging mammals by semiochemicals, pp. 235–234, in D. Müller-Schwarze and R.M. Silverstein (eds.). *Chemical Signals in Vertebrates III*. Plenum Press, New York.
31. **Myllymäki, A., Nechay, G., Santini, L., Ryszkowski, L., Hansson, L., Meylan, A., Bykovski, V.** 1974. First report of the working party on field rodents. EPPO Publications, Series C. No 31, Paris.
32. **Romankow-Żmudowska, A.** 1967. Odstraszające działanie niektórych roślin na drobne gryzonie. *Biuletyn Instytutu Ochrony Roślin*, nr 36: 93–100.
33. **Ronkainen, H. and Ylönen, H.** 1994. Behaviour of cyclic bank voles under risk of mustelid predation: do females avoid copulations? *Oecologia* 97: 377–381.
34. **Servello, F.A., Kirkpatrick, R.L., Webb, K.E., Tipton, A.R.** 1984. Pine vole diet quality in relation to apple tree root damage. *J. Wildl. Manage.* 48: 450–455.
35. **Schildknecht, V.H., and Birkner, C.** 1983. Analyse der Analbeutelkerete Mitteleuropäischer Musteliden. *Chem.-Ztg.* 107: 267–270.
36. **Stoddart, D.M.** 1976. Effect of the odor of weasels (*Mustela nivalis* L.) on trapped samples of their prey. *Oecologia* 22: 439–441.
37. **Stoddart, D.M.** 1980. Some responses of free living community of rodents to the odors of predators, pp. 1–10, in D. Müller-Schwarze and R.M. Silverstein (eds.). *Chemical Signals: Vertebrates and Aquatic Invertebrates*. Plenum Press, New York.

38. **Sullivan, T.P. and D.S. Sullivan.** 1980. The use of weasels for natural control of mouse and vole populations in coastal coniferous forest. *Oecologia* 47: 125–129.
39. **Sullivan, T.P.** 1986. Influence of wolverine (*Gulo gulo*) odor on feeding behavior of snowshoe hares (*Lepus americanus*). *J. Mammal.* 67: 385–388.
40. **Sullivan, T.P. and Crump, D.R.** 1984. Influence of mustelid scent-gland compounds of suppression of feeding by snowshoe hares (*Lepus americanus*). *J. Chem. Ecol.* 10: 1809–1821.
41. **Sullivan, T.P., Nordstrom, L.O., and Sullivan, D.S.** 1985a. Use of predator odors as repellents to reduce feeding damage by herbivores. I. Snowshoe hares (*Lepus americanus*). *J. Chem. Ecol.* 11: 903–920.
42. **Sullivan, T.P., Nordstrom, L.O., and Sullivan, D.S.** 1985b. The use of predator odors as repellents to reduce feeding damage by herbivores. II. Black-tailed deer (*Odocoileus hemionus columbianus*). *J. Chem. Ecol.* 11: 921–935.
43. **Sullivan, T.P. and Crump, D.R.** 1986a. Feeding responses of snowshoe hares (*Lepus americanus*) to volatile constituents of red fox (*Vulpes vulpes*) urine. *J. Chem. Ecol.* 12: 729–739.
44. **Sullivan, T.P. and Crump, D.R.** 1986b. Avoidance response of pocket gophers (*Thomomys talpoides*) to mustelid anal gland compounds. pp. 519–531. In: D. Duvall, D. Müller-Schwarze, and R.M. Silverstein (eds.). *Chemical signals in Vertebrates IV*. Plenum Press, New York.
45. **Sullivan, T.P., Crump, D.R., and Sullivan, D.S.** 1988. Use of predator odors as repellents to reduce feeding damage by herbivores. III. Montane and Meadow Voles (*Microtus montanus* and *Microtus pannsylvanicus*). *J. Chem. Ecol.* 14: 363–377.
46. **Sullivan, T.P., Sullivan, D.S., Crump, D.R., Weiser, H., and Dixon, E.** 1988. Predator odors and their potential role in managing pest rodents and rabbits. *Proc. Vertebr. Pest Conf.* Printed at Univ. of Calif., Davis. 13: 145–150.
47. **Szukiel, E., Misiewicz, J., Lewandowski, Z.** 1990. Metody zapobiegania szkodom wyrządzanym przez drobne gryzonie (*Microtidae, Muridae*) lesie. Dokumentacja IBL (maszynopis) Warszawa.
48. **Szukiel, E., Misiewicz, J.** 1991. Ochrona lasu przed drobnymi gryzoniami. NZLP Warszawa: 129–132.
49. **Teivainen, T.** 1979. Vole damage to forest tree seedlings in reforested areas and fields in Finland in the years 1973–76. *Folia Forestalia* 387.
50. **Teivainen, T., Jukola, E., Kaikusalo, A. and Korhonen, K.** 1970. Root damage of forest tree seedlings caused by water vole, *Arvicola terrestris* (L.), in the years 1973–76 in Finland. *Folia Forestalia* 388.
51. **Vernet-Maury, E.** 1980. Trimethyl-thiazoline in fox feces: A natural alarming substance for the rat, p. 407, in H. van der Starre (ed.). *Proceedings of the VII international Symposium on Olfaction and Taste*. IRL Press, London.



52. **Vernet-Maury, E., Polak, E.H., and Demael, A.** 1984. Structure — activity relationship of stress-inducing odorants in the rat. *J. Chem. Ecol.* 10: 1007–1018.
53. **Whitten, W.K., M.C. Wilson, S.R. Wilson, J.W. Jorgenson, M. Novotny, and M. Carmack.** 1980. Introduction of marking behavior in wild red foxes (*Vulpes vulpes* L.) by synthetic urinary constituents. *J. Chem. Ecol.* 6: 49–55.
54. **Wilson, S.R., Carmack, M., Novotny, M., Jorgenson, J.W., and Whitten, W.K.** 1978. Isopentenyl methyl sulfide. A new terpenoid in the scent mark of the red fox (*Vulpes vulpes*). *J. Org. Chem.* 43: 4675–4676.
55. **Ylönen, H.** 1989. Weasels *Mustela nivalis* suppress reproduction in cyclic bank voles *Clethrionomys glareolus*. *Oikos* 55: 138–140.
56. **Ylönen, H., Jędrzejewska, B., Jędrzejewski, W. and Heikkilä, J.** 1992. Antipredatory behaviour of *Clethrionomys voles* — 'David and Goliath' arms race. *Ann. Zool. Fennici* 29: 207–216.
57. **Ylönen, H. and Ronkainen, H.** 1994. Breeding suppression in the bank vole as antipredatory adaptation in a predictable environment. *Evol. Ecol.* (in press).

### Summary

Predator odors have been shown to greatly affect the behaviour of rodents.

In the case of bank vole (*Clethrionomys glareolus*), these odors caused the decrease of weight, the delay in sexual maturing and active avoidance of copulation by females (21; 33; 56).

The same reactions were also observed in other rodent species (15; 17; 27). The researches over synthetic predator odors, a component of red fox (*Vulpes vulpes*) feces and urina and stoat (*Mustela erminea*) anal — gland compounds, provide that these odors have a great influence on behaviour of rodents (46).

The results of Sullivan et al. (45) studies conducted in Canada show that these substances can be used as repellents to reduce feeding damage of trees.

There were statistic significant differences in number of undamaged trees on control and treatment plots,  $p < 0,01$ . Feeding damage on treatment plots were considerably smaller (Fig.).