

DANUTA M. PANKIEWICZ-NOWICKA

Możliwość wykorzystania preferencji pokarmowych roztoczy do ochrony przechowywanych produktów

Magazynowane produkty spożywcze są w Polsce dość powszechnie porażane przez szkodniki, a szczególnie przez roztocze. Dotyczy to między innymi 50% zbóż i produktów ich przemiału, ponad 70% suszonych ziół oraz licznych partii suszonych owoców. Skuteczną i powszechnie stosowaną metodą zwalczania szkodników w produktach porażonych jest gazowanie. Wszystkie stosowane w tym celu fumiganty są jednak silnymi trucznymi, które częściowo pozostają w materiale poddanym gazowaniu. W przypadku wielokrotnego powtarzania zabiegu, zwłaszcza w odniesieniu do produktów zawierających dużo wody lub tłuszczów, pozostałości fumigantu często przekraczają dopuszczalne normy. Z tego powodu prowadzi się badania nad metodami zwalczania szkodników eliminującymi stosowanie pestycydów. W ramach tego nurtu bada się między innymi pokarm i mechanizm jego wyboru przez szkodnika. Ostatecznym efektem tych prac może być zmodyfikowanie produktów w taki sposób, że stają się one nieatrakcyjne dla szkodnika lub uniemożliwiają jego normalny rozwój. Można w ten sposób pestycydy zastąpić związkami odstrasżającymi szkodniki od przechowywanego produktu, bądź wabiącymi je do specjalnie w tym celu wyłożonych produktów pełniących niejako rolę pułapek.

Jednym z najczęściej występujących w przechowalni roztoczy jest polifag *Tyrophagus putrescentiae* (Schr.) (*Acari: Acaridae*). Na jego przykładzie przedstawiona zostanie możliwość wykorzystania preferencji pokarmowych szkodnika do ochrony produktów przechowywanych.

Pokarm

Tyrophagus putrescentiae (Schr.) jest gatunkiem polifagicznym. Produktem, na którym występuje on najczęściej, jest ziarno zbóż, w którym podobnie jak inne gatunki roztoczy przechowalnianych, szkodnik ten atakuje przede wszystkim zarodki. Jedynie w przypadku wysokiej wilgotności ziarna zjadany

zostaje również endosperm a nie zjedzone pozostają wyłącznie okrywy nasienne. Szczególną wartość zarodków pszenicy jako pokarmu dla rozkruszka drobnego potwierdzają badania Gołębiowskiej (1963). Wynika z nich, że roztocz ten namnażany w optymalnej temperaturze i wilgotności na tym właśnie pokarmie kończył rozwój najszybciej (po 10 dniach), śmiertelność była najniższa (12%), a liczba jaj składanych przez samicę największa (311,3). Krzeczowski (1961), badając wybiórczość pokarmu przez rozkruszka drobnego stwierdził, że spośród 11 różnych produktów spożywczych najbardziej atrakcyjnym pokarmem były suszone grzyby jadalne, a drugie miejsce zajmowały zarodki pszenicy. Zarodki te były bardziej atrakcyjne od zarodków innych 8 gatunków nasion, a także od różnych surowców zielarskich. Alimuhamedov (1973) podał, że *T. putrescentiae* rozwija się lepiej na ziarnach bawełny niż pszenicy.

Rozkruszek drobny mniej intensywnie niż zboże atakuje produkty jego przemiału, a szczególnie mąkę. Nieatrakcyjnymi dla tego szkodnika produktami są także mleko w proszku i krochmal (Krzeczowski 1961). W przypadku odżywiania mlekiem w proszku średnia liczba jaj składanych przez jedną samicę wynosi 38,4, rozwój trwa 18 dni, a śmiertelność w czasie rozwoju sięga 67% (Gołębiowska 1963). W Japonii jednak sproszkowane mleko stosuje się w pułapkach chwytanych umieszczonych w mieszkaniach, a zwłaszcza w kuchniach. W ten sposób oprócz roztoczy (przede wszystkim rozkruszek drobny) wylapywane są również owady.

Również płatki owsiane nie są atrakcyjnym pokarmem dla *T. putrescentiae* (Krzeczowski 1961). Rozwój szkodnika trwał na tym pokarmie 14 dni, lecz śmiertelność sięgała 42%, średnia liczba jaj złożonych przez samicę wynosiła 8,1, a długość życia 25,3 dni (Gołębiowska 1963). Mączka rybna stwarza rozkruszkowi drobnemu przeciętne warunki rozwoju — pełny cykl rozwojowy trwa 24 dni przy śmiertelności 24% (Gołębiowska 1963).

T. putrescentiae odżywia się także grzybami, które rozwijają się na magazynowanych produktach. Dobre warunki rozwoju stwarzają mu grzyby z rodzaju *Aspergillus* sp. Na tym pokarmie roztocz osiąga dojrzałość w ciągu 12 dni, przy względnej wilgotności powietrza 90%, zaś przy 70% w.w.p. w ciągu 19 dni (Rivard 1958). Sinha i Mills (1968) namnażając *T. putrescentiae* w temperaturze $21 \pm 1^\circ\text{C}$ oraz w.w.p. $75 \pm 2\%$ na 10 gatunków grzybów z rodzaju *Penicillium* stwierdzili, że najlepszym pożywieniem jest *P. cyclopium* Westling a najgorszym *P. implicatum* Biourge. Czajkowska (1970 a, 1970 b) zbadała rozwój rozkruszka drobnego na grzybach różnych gatunków, w tym na: *Aspergillus amstelodami* (Mang.), *Botrytis cinerea* Pers., *Penicillium divaricatum* Thom. i *Penicillium chrysogenum* Thom. Na pokarmach tych śmiertelność w czasie rozwoju była niska, płodność wysoka, ale roztocze żyły krótko. Najmniej korzystnym pożywieniem okazał się *P. cyclopium*. *T. putrescentiae* jako szkodnik powiązany z grzybami może się także rozmnażać na

uszkodzonych drzewach i porębach, odżywiają się strzępkami i zarodnikami niektórych żyjących tam grzybów (Sinha, Whitney 1969).

Zioła są w porównaniu z zarodkami złym pokarmem dla rozkruszka drobnego (Krzczkowski 1961). Jego płodność na materiale zielarskim jest niska. Interesujące jest, że rozwój zachodzi na wszystkich ziołach zawierających alkaloidy, stymulują go występujące w nich olejki eteryczne, a także przebiega szybko na ziołach zawierających dużo tłuszczów i wosków (Czajkowska 1970 a, 1971, 1972). Wśród magazynierów ziół leczniczych powszechnie panuje opinia, że roztocze, w tym *T. putrescentiae*, występują często i masowo zwłaszcza w ziołach aromatycznych (Boczek 1979).

Rozkruszek drobny, namnażany na pożywkach złożonych z cukru i drożdży, rozwijał się tym szybciej, im mniejszy był udział cukru w pokarmie, a optymalne warunki znalazł na samych drożdżach (Matsumoto 1964). Rozmnażaniu tego roztoacza sprzyjało dodanie do suszonych drożdży takich węglowodanów jak glukoza, laktoza, sacharoza, dekstryna lub skrobia (Matsumoto 1965). Roztocze miały największą płodność na pokarmach zawierających dużo białek i węglowodanów, zaś na pożywieniu bogatym w tłuszcze składały niewiele jaj (Boczek, Czajkowska 1976). *T. putrescentiae* nie trawi kolagenu, kazeiny i keratyny (Akimov, Ščur 1972).

Matsumoto (1962 a), badając różne pokarmy stwierdził, że rozkruszek drobny najsilniej rozmnażał się na białym serze, następnie na innych gatunkach sera, a w dalszej kolejności na suszonych drożdżach, otrębach ryżowych i różnych zbożach. Roztocz ten namnażany na różnych lekarstwach najsilniej namnażał się na tych z nich, w skład których wchodziły enzymy, a słabiej na zawierających skrobię lub laktozę (Matsumoto 1962 b).

Bardzo dobre warunki rozwoju roztoacza z rodzaju *Tyrophagus* stwarza sztuczna pożywka, w skład której wchodzi zarodki pszenne, drożdże, agar, wolna od witamin kazeina, kwas askorbinowy, chlorek choliny, inozytol, cholesterol, Nispargin M i woda (Bot, Meyer 1967).

Pokarmem *T. putrescentiae* mogą być również żywe owady. Szkodnika tego wymieniono jako drapieżcę poczwarek *Ceratitis* sp., *Drosophila* sp. i *Carpophilus hemipterus* (L) (Genduso 1970), jaj i poczwarek motyla *Polytela gloriosae* (F) (Lal i in. 1973) oraz jaj mrówki ognistej *Polerzopsis richteri* Forel (Bass, Hays 1976). Rozkruszek drobny ograniczać może również populację czerwca *Porphyrophora hamelii* Brandt (Ter-Grigoryan 1976). Zaobserwowano go także na larwach owocówki jabłkówki *Cydia pomonella* (L) zabitych przez wirusa granulozy. Stwierdzono przy tym, iż odgrywa on pewną rolę w transporcie tego wirusa (Szalay-Marzso, Vago 1975). Zuska (1968) wskazał, że *T. putrescentiae* jest szkodnikiem laboratoryjnych hodowli muchówek z rodziny *Sciomyzidae*, przy czym odżywia się zarówno pożywieniem owadów, jak ich jajami. Znany jest on zresztą jako pospolity szkodnik hodowli w laboratoriach mikrobiologicznych, entomologicznych i botanicznych (Boczek 1979).

Reakcje węchowe

Zlokalizowanie środowiska życia oraz częściowo znalezienie pokarmu odbywa się u roztoczy w sposób bierny, bowiem szkodniki te są zawlekane w pobliże pożywienia (np. w sierści gryzoni, piórach ptaków). Z tą chwilą znajdują się one pod wpływem lotnych związków zapachowych pochodzących od przechowywanych produktów. Przy bezpośrednim kontakcie z pokarmem zachowanie roztocza jest uzależnione od smaku danego produktu.

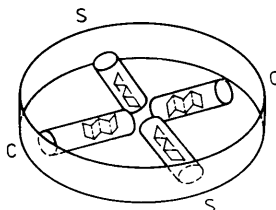
Badania nad reakcją *T. putrescentiae* na substancje zapachowe dowiodły, że atrakcyjność poszczególnych pokarmów dla rozkruszka drobnego spowodowana jest występowaniem w nich różnych związków oddziałujących pojedynczo lub grupami. Przeprowadzone przez Ždárkovą (1971) wstępne badania reakcji węchowych rozkruszka drobnego dowiodły, że roztocz ten rozróżnia bodźce zapachowe gromadząc się przy źródłach jednych zapachów, a uciekając od innych.

Naukowcy japońscy przeprowadzili obszerne badania atrakcyjności dla *T. putrescentiae* lotnych związków zawartych w serze (Yamamoto I., Yamamoto R. 1970., Yoshizawa i in. 1970, 1971, 1972). Posłużyli się oni prostym olfaktometrem. Była to szalka Petriego, na której umieszczono 4 próbki o średnicy 1 cm i długości 6 cm każda. W próbkach tych znajdowały się paski bibuły filtracyjnej nasycone związkiem testowym (S) oraz kontrolnym (C). Wzajemne usytuowanie probówek oraz sposób umieszczenia pasków pokazano na rys. 1. Na środek szalki Petriego nakładano jednorazowo około dwóch tysięcy głodzonych roztoczy. Szkodniki po 40–50 minutach wchodziły do probówek. Atrakcyjność określono zależnością:

$$A\% = \frac{s}{s+c} \times 100\%$$

gdzie *s* i *c* to liczby roztoczy złowionych do probówek oznaczonych analogicznymi symbolami. Stwierdzono, że większość atrakcyjnych dla roztoczy składników sera znajduje się we frakcji neutralnej materiału lotnego. Atrakcyjność tych związków wynosiła 80–95%. Decyduje o tym frakcja ketonowa, przy czym jej atrakcyjność zwiększa się przy połączeniu z innymi mniej lub wcale nieaktywnymi. Atrakcyjność tej frakcji jest wynikiem synergicznego działania pojedynczo nieaktywnych związków, takich jak heptan-2-on, octan-2-on, nonan-2-on oraz słabo aktywnego 8-nonen-2-on. Frakcja alkoholowa, która sama jest słabo atrakcyjna, istotnie zwiększa atrakcyjność frakcji ketonowej. Czynnikiem aktywnym okazał się tu 3-metylobutanol. Naukowcy japońscy udowodnili tą drogą, że źródłem atrakcyjności sera nie jest jeden jego składnik, lecz grupa 4 ketonów metylowych oraz 3-metylobutanol, przy czym ta kombinacja związków odznacza się działaniem synergicznym.

Badacze japońscy wykryli ponadto nieznaną dotąd składnik sera, jakim jest 8-nonen-2-on. Porównali oni jego atrakcyjność z innymi pokrewnymi związkami typu nonen-2-on, w wyniku czego atrakcyjny okazał się także *cis*-3-nonen-2-on. Stwierdzono, że odkryty związek bardzo silnie wzmaga atrakcyjność omówionych wcześniej związków zapachowych.



Rys. 1. Olfaktometr stosowany przez badaczy japońskich

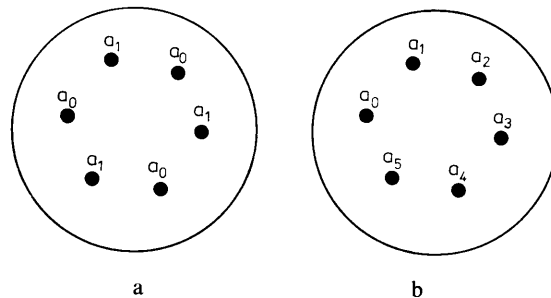
Badania reakcji węchowych rozkruszka drobnego prowadzili także Vanhaelen i inni (1978). Stwierdzili oni, że lotne składniki grzyba *Trichothecium roseum* (*fungi imperfecti*) są w niskim stężeniu silnie atrakcyjne dla tego szkodnika. Jest to wynikiem działania związku *cis*-octa-1,5-dien-3-ol oraz *trans*-octa-1,5-dien-3-ol.

Reakcje smakowe

Następstwem pozytywnej reakcji szkodnika na bodźce węchowe pochodzące od pokarmu jest nagryzienie. W tym momencie kolejna decyzja roztocza uzależniona jest od smaku danego produktu. Badania wpływu bodźców smakowych na zachowanie *T. putrescentiae* związane z żerowaniem przeprowadzone były w 4 etapach (Pankiewicz-Nowicka 1980). W pierwszym z nich zbadane zostały pokarmy naturalne, zapewniające szkodnikowi różnorodne warunki rozwoju. Następnie zarodek pszenicy podzielony został na 6 frakcji i każdą z nich osobno zbadano. W kolejnym etapie, aby ustalić reakcję smakową rozkruszka drobnego na poszczególne związki organiczne, testowane były aminokwasy nasycone i nienasycone, kwasy tłuszczowe, trójgliceryny, cukry proste, alkohole cukrowe i witaminy. Na koniec testom poddano dwuskładnikowe mieszaniny utworzone na podstawie uzyskanej w poprzednich etapach oceny atrakcyjności.

Opracowana została następująca metoda prowadzenia badań. Testy przeprowadzono na szalkach Petriego o średnicy 10 cm – na których dnie w odległości 25 mm od jej środka i równych od siebie odległościach umieszczono w postaci kropeł sześć próbek pożywienia. Podczas badania pokarmów naturalnych, frakcji z zarodka i mieszanin umieszczono na przemian kroplę

żelatyny z badanym pokarmem oraz krople żelatyny z wodą destylowaną (kontrola) (rys. 2a). W czasie testowania związków organicznych jedna kropla stanowiła kontrolę (jak wyżej), a do pozostałych pięciu dodano badany związek — do każdej w innym stężeniu (rys. 2b). Stężenia ustalano przyjmując za punkt wyjścia dane o zawartości poszczególnych związków organicznych w zarodku pszenicy (Sobkowska 1971; Pomerantz 1970; Nowotny 1961). Na tej podstawie wyznaczone zostało stężenie pośrednie a_3 . Stężenia ekstremalne były od niego odpowiednio 10-krotnie większe (a_5) i mniejsze (a_1). W celu uniemożliwienia roztoczom opuszczania areny testowej na jej obwodzie nałożony został „Tanglefoot” (produkt firmy Tanglefoot Co., Grand Rapids, Mich.) w ten sposób, że poruszanie się roztoczy było możliwe na powierzchni koła o średnicy 8 cm. Szalki, po nałożeniu na ich środek 100 dorosłych roztoczy umieszczone były w ciemności, w temperaturze 25°C i wilgotności 85% w.w.p. Na podstawie wyznaczonej na potrzeby tego doświadczenia prędkości poruszania się roztoczy (11-19 mm/min) oraz wielkości areny testowej, czas zliczania osobników na próbkach ustalony został na 15, 30, 60 i 120 minut od chwili nałożenia szkodników na arenę. Uzyskane wyniki opracowane zostały statystycznie.



Rys. 2. Usytuowanie próbek na arenie testowej przy badaniach:
 a) pokarmów naturalnych, frakcji z zarodka pszennego oraz mieszanin związków organicznych
 b) czystych związków organicznych

Nie została stwierdzona zależność pomiędzy przydatnością pokarmu dla rozwoju rozkruszka drobnego a jego atrakcyjnością dla tego szkodnika (np. zarodek pszenicy jest i atrakcyjnym i bardzo odpowiednim dla rozwoju szkodnika pokarmem, zaś mleko w proszku i płatki owsiane są atrakcyjne, ale nie zapewniają odpowiednich warunków rozwoju).

Żaden pojedynczy związek nie decyduje o atrakcyjności pokarmów dla rozkruszka drobnego. Czynnikiem odpowiedzialnym za atrakcyjność zarodka pszenicy dla *T. putrescentiae* jest zatem zawarta w nim mieszanina współdziałających związków, w skład której wchodzi substancje należące do

przynajmniej dwóch spośród następujących grup: białka i wolne aminokwasy, tłuszcze, inne aktywne biologicznie składniki z wyjątkiem cukrów.

Żadna ze zbadanych grup związków nie odznacza się tym, że wszystkie wchodzące w jej skład związki oceniane są przez rozkruszkę drobnego w sposób jednolity (pozytywnie lub negatywnie). Dowodzi to, iż atrakcyjność zbadanych związków nie jest powiązana bezpośrednio z ich grupami funkcyjnymi.

Stwierdzony został brak zależności między budową chemiczną cząsteczek związku a jego atrakcyjnością dla *T. putrescentiae*. Dowodem na to są liczne przykłady różnic w reakcji szkodnika na związki o zbliżonej budowie cząsteczek (kwas mirystynowy i mirystynolejowy; D-ryboza i rybitol; D-arabinoza i D-arabitol; D-ksyloza i ksylitol; D-mannoza i D-mannitol) oraz na związki różniące się konfiguracją przestrzenną cząsteczki (α -D-glukoza, β -D-glukoza, α -L-glukoza). Warto zwrócić uwagę na fakt, że reakcja szkodnika na alkoholową pochodną danego cukru była przeciwstawna do jego reakcji na ten cukier.

Wyniki badań atrakcyjności aminokwasów dla *T. putrescentiae* są zgodne z rezultatami doświadczeń Boczka (1963) i Rodrigueza (1971) dotyczącymi konieczności występowania tych związków w pożywieniu szkodnika. Większość aminokwasów oceniana jest przez roztocza obojętnie. Obydwie aminokwasy o słabym działaniu negatywnym (L-cystyna i kwas L-glutaminowy) należą do związków endogennych czyli takich, które mogą być syntetyzowane przez szkodnika (tym samym nie są niezbędnymi składnikami jako pożywienia).

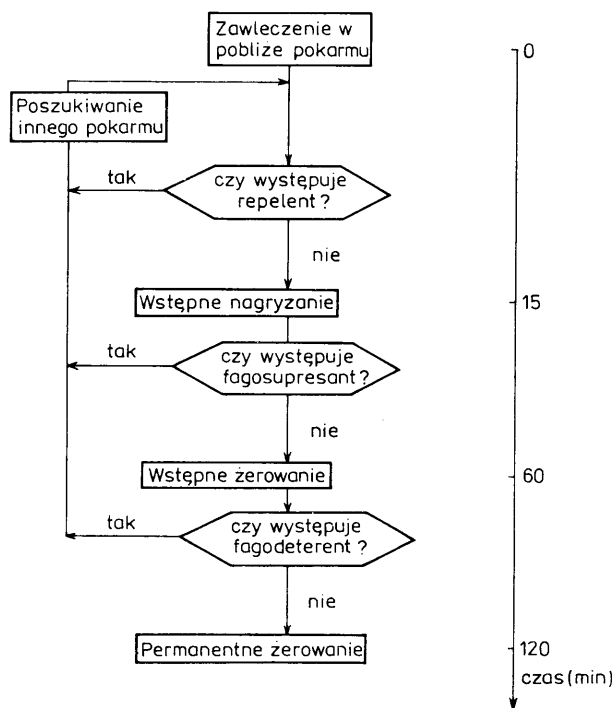
Reakcja smakowa rozkruszkę drobnego na znakomitą większość witamin nie jest obojętna. Wszystkie zbadane witaminy oddziałują na roztocze w wąskich określonych zakresach stężeń, co wynika z roli jaką pełnią w organizmie. Wybrane witaminy (menadion, kwas nikotynowy i biotyna), jako jedyne ze zbadanych związków odznaczają się tym, że w różnych stężeniach oddziałują na roztocze w sposób przeciwstawny.

Badania nad atrakcyjnością nasyconych kwasów tłuszczowych dowiodły odstraszającego działania kwasów o krótkim łańcuchu (kwas kaprylowy i kaprynowy) – co może mieć związek z faktem, iż kwasy te silnie hamują rozwój *T. putrescentiae* (Rodriguez 1972).

Ustalona została rola jaką odgrywają badane związki organiczne na poszczególnych etapach procesu żerowania. Podczas wstępnego nagryzania fagoarestantami okazały się: D-ryboza (a_5), β -D-glukoza (a_4 , a_5), mezoerytrytol ($a_1 - a_5$) i β -karoten (a_3 , a_5) zaś repelentami – kwas kaprylowy ($a_3 - a_5$), kwas kaprynowy (a_4 , a_5) i D-fukoza ($a_1 - a_5$). Na etapie wstępnego żerowania fagoincytantami były: kwas mirystynowy ($a_1 - a_5$), kwas stearynowy (a_1 , a_2), D-ryboza (a_5), β -D-glukoza ($a_3 - a_5$), D-fruktoza (a_3), mezoerytrytol ($a_1 - a_5$), D-mannitol (a_3), β -karoten (a_3 , a_5) i ryboflawina (a_3 , a_4) zaś fagosupresantami – kwas kaprylowy ($a_2 - a_5$), kwas kaprynowy ($a_3 - a_5$), kwas behenowy (a_5),

D-fruktoza ($a_1 - a_5$), rybitol ($a_1 - a_3, a_5$), ksylitol ($a_2 - a_5$) i sacharoza (a_2, a_3). Podczas permanentnego żerowania do fagostymulatorów należały: kwas mirystynowy (a_1, a_4), trójmargarynian gliceryny (a_4, a_5), D-ryboza (a_5), mezoerytrytol (a_5), D-arabitol (a_1), D-mannitol ($a_3 - a_5$), kwas askorbinowy (a_3), rutyna (a_2), ryboflawina (a_4), skrobia pszenna (a_3) i kazeina (a_5), zaś do fagodeterentów – kwas kaprylowy ($a_2 - a_5$), kwas kaprynowy ($a_3 - a_5$), rybitol ($a_1 - a_3, a_5$), ksylitol ($a_1 - a_5$), retynol (palmitynian) ($a_3 - a_5$), pirydoksal HCl ($a_1 - a_5$), sacharoza ($a_2 - a_4$).

Związki pozytywnie oceniane przez rozkruszka drobnego, a więc należącego do grupy fagoarestantów, fagoincytantów i fagostymulatorów występują w przyrodzie powszechnie, natomiast związki oceniane negatywnie należące do repelentów, fagosupresantów, fagodeterentów – rzadko. Uwzględniając powyższe oraz fakt, że szkodnik ten jest polifagiem żerującym na bardzo wielu różnorodnych pokarmach – zarówno pochodzenia roślinnego, jak i zwierzęcego – można stwierdzić, że w procesie wyboru i akceptacji główną rolę odgrywa brak związków oddziałujących negatywnie, a mniejszą rolę – obecność związków o działaniu pozytywnym. Wynika stąd, że schemat zachowania się *T. putrescentiae* związanego z żerowaniem jest taki, jak pokazano na rysunku 3 (Pankiewicz-Nowicka i in. 1986).



Rys. 3. Schemat zachowania się rozkruszka drobnego związanego z żerowaniem

Badanie atrakcyjności dwuskładnikowych mieszanin wykazało, że jednoznaczne ustalenie jej źródeł jest skomplikowane. Nie stwierdzono żadnych prawidłowości w tym zakresie. Połączenie związku o działaniu pozytywnym z pokarmem naturalnym – D-ryboza (a_5) + zarodki pszenne lub suszone drożdże – było mieszaniną atrakcyjną dla szkodnika. Połączenie dwóch związków o działaniu pozytywnym okazało się w badanym przypadku – D-ryboza (a_5) + β -karoten (a_3) lub D-ryboza (a_5) + ryboflawina (a_4) – obojętne dla rozkruszka drobnego, natomiast mieszanina związków o działaniu przeciwnym – D-ryboza (a_5) + kwas kaprylowy (a_3) – dała efekt negatywny słabszy niż pojedynczy jej składnik. Badania mieszanin związku o działaniu negatywnym z pokarmem naturalnym kwas kaprylowy (a_3) + zarodki pszenne lub suszone drożdże – dowiodły, że zarodki pszenne są pokarmem na tyle atrakcyjnym dla *T. putrescentiae*, że oddziałują one w ten sposób nawet po połączeniu ze związkiem o działaniu negatywnym. Suszone drożdże natomiast tracą w tym połączeniu jakąkolwiek atrakcyjność. Reakcja szkodnika na badanie mieszaniny związków o działaniu negatywnym nie była jednakowa: jedna z tych mieszanin – kwas kaprylowy (a_3) + ksylitol (a_2) – była obojętna, a druga – kwas kaprylowy (a_3) + D-fukoza (a_2) – miała działanie wyraźnie negatywne.

Podsumowanie

Ze schematu zachowania się *T. putrescentiae* związanego z żerowaniem wynika, że do wykorzystania preferencji pokarmowych tego szkodnika do ochrony produktów przechowywanych należy znaleźć taki związek o działaniu odstrasżającym, który dodany do przechowywanego produktu uczyni go nieatrakcyjnym. Przeprowadzone badania dotyczące mieszanin wykazały, że nie należy oczekiwać wykrycia jednego związku, który mógłby posłużyć do ochrony różnych produktów. Praktyczne zastosowanie tej metody dla danego produktu przechowywanego wymaga zatem określenia związku, który tworzy wraz z tym produktem mieszaninę nieatrakcyjną dla szkodnika. Związek ten powinien być poddany wszechstronnej ocenie z punktu widzenia żywienia człowieka i występować w mieszaninie w możliwie najniższym stężeniu. Rozwiązanie takie będzie z pewnością bezpieczniejsze niż stosowanie silnych trucizn w chemicznej walce ze szkodnikami.

Alternatywnym rozwiązaniem jest wykorzystanie względnej atrakcyjności poszczególnych przechowywanych produktów dla danego szkodnika. W magazynie oprócz przechowywanego produktu należy umieścić w pułapkach niewielkie ilości produktu atrakcyjnego. Pułapki te powinny być zlokalizowane w przyłazach przechowywanego produktu oraz na obrzeżu magazynu. Produkt znajdujący się w pułapkach powinien być okresowo wymieniany, a znajdujące

w nim szkodniki — niszczone. Proponowana metoda jest oczywiście całkowicie bezpieczna dla człowieka i nie wymaga żadnych innych badań poza określeniem względnej atrakcyjności produktów dla danego szkodnika.

PIŚMIENNICTWO

- Akimov I. A., Šćur L. E. 1972. Osobennosti pitaniya ambarnych *Glycyphagus domesticus* (Deg.), *Tyrophagus putrescentiae* (Schr.) i kronovego — *Rhizoglyphus echinopus* (Fum. et. Rob. — klescej nekotorymi proteinoidami. Vestnik Zool., 6: 45-48.
- Alimuhamedov S. N. 1973. Akaroidnye klesci — vrediteli zapasov chlopkovoj i drugoj sel'skochozajstvennoj produkciji v Srednej Azii. FAN, 152 ss.
- Bass J. A., Hays S. B. 1976. Predation by the mite *Tyrophagus putrescentiae* on eggs of the imported fire ant. J. Georgia Ent. Soc., 11, 1: 16.
- Boczek J. 1963. Artificial medium for rearing some stored products mites. Acarologia fasc. h.s., (C.R.T. Congres Int. d'Acarologie, Fort Collins, Col. USA 1963), p. 392-398.
- Boczek J., Czajkowska B. 1976. Studies on the fecundity of acarid mites (*Acarina: Acaridae*). Bulletin, Organisation Européenne et Méditerranéenne pour la Protection des Plantes. 6, 4: 323-330.
- Bot J., Meyer M. K. P. 1967. An artificial rearing medium for acarid mites. J. Ent. Soc. Sth. Afr. 29: 199.
- Czajkowska B. 1970a. Rozwój niektórych gatunków roztoczy przechowywanych w zależności od pokarmu. SGGW Warszawa, Praca doktorska, 75 ss.
- Czajkowska B. 1970b. Rozwój rozkruszków na niektórych gatunkach grzybów. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 109: 219-227.
- Czajkowska B. 1971. The influence of some active substances of medicinal herbs on stored product mites (*Acaridae*). Proc. of 3rd Int. Congr. Acar., p. 365-369.
- Czajkowska B. 1972. Wpływ niektórych składników czynnych ziół na rozkruszkę. Herba Pol. 18, 1: 79-86.
- Genduso P. 1970. Attuale tecnica de allevamento dell'*Opus concolor* Szepl. *siculus* Mon. Bolletino dell' Instituto di Entomologia Agraria e dell' Osservatorio di Fitopatologia di Palermo, 7: 9-40.
- Gołębiowska Z. 1963. Rozkruszek drobny (*Tyrophagus putrescentiae* Schrank, 1781 — *T. noxius* Zachwatkin, 1935) morfologia biologia i ekologia. Prace Nauk. Inst. Ochr. Rośl., 5, 2: 29-88.
- Krzeczkowski K. 1961. Badania nad występowaniem i wybiórczością pokarmu przez rozkruszkę drobnego (*Tyrophagus noxius* Zachw.). Prace Nauk. Inst. Ochr. Rośl., 3, 1: 101-128.
- Lal L., Katiyar O. P., Mukharji S. P. 1973. A new host of *Tyrophagus putrescentiae* (Schrank) (*Tyroglyphidae: Acarina*) at Varanasi. Bull. Grain. Technol., 11, 1: 68-69.
- Matsumoto K. 1962a. Studies on the environmental factors for the breeding of grain mites. II. On the breeding of *Tyrophagus dimidiatus* in various stored food products. Jap. J. San. Zool., 13, 1: 16-19.
- Matsumoto K. 1962b. Studies on the environmental factors for the breeding of grain mites. III. On the breeding of *Tyrophagus dimidiatus* in various drug samples. Jap. J. San. Zool., 13, 2: 105-111.
- Matsumoto K. 1964. Studies on the environmental factors for the breeding of grain mites. V. Comparison of the breeding rate of *Carpoglyphus lactis* and *Tyrophagus dimidiatus*. Jap. J. San. Zool., 15, 1: 17-24.
- Matsumoto K. 1965. Studies on environmental factors for breeding of grain mites. VII. Relationship between reproduction of mites and kind of carbohydrates in the diet. Jap. J. San. Zool., 16, 2: 118-122.

- Nowotny F. 1961. Chemia i technologia przemysłów rolnych. Warszawa PWRiL, 1021 ss.
- Pankiewicz-Nowicka D. M. 1980. Mechanizm wyboru pożywienia u rozkruszka drobnego — *Tyrophagus putrescentiae* (Schr.) (Acarina: Acaridae). SGGW Warszawa, Praca doktorska. 98 ss.
- Pankiewicz-Nowicka D., Boczek J., Davis R. 1984. Food selection in *Tyrophagus putrescentiae* (Schr.) (Acarina: Acaridae). J. Georgia Entomol. Soc., **19**, 3: 317–321.
- Pankiewicz-Nowicka D., Boczek J., Davis R. 1986. Attraction by selected organic compounds of *Tyrophagus putrescentiae* (Acarina: Acaridae). Ann. Entomol. Soc. Amer. **79**, 2: 293–299.
- Pomerantz Y. 1970. Germ bread. Baker's Digest, **6**: 30–33.
- Rivard I. 1958. Influence of humidity on mortality and rate of development of immature stages of the grain — infesting mite *Tyrophagus castellanii* (Hirst) (Acarina: Acaridae) reared on mould cultures. Can. Ent., **40**, 12: 721–724.
- Rodriguez J. G. 1971. Feeding behavior and nutritional requirements of some Acari. Proc. 3rd Int. Congr. Acar. Prague, p. 739–743.
- Rodriguez J. G. 1972. Inhibition of Acarid mite development by fatty acids. Insects and mite nutrition, p. 637–650, North-Holland.
- Sinha R. N., Mills J. T. 1968. Feeding and reproduction of the grain mite and the mushroom mite on some species of *Penicillium*. J. Econ. Entomol., **61**, 6: 1548–1552.
- Sinha R. N., Whitney R. D. 1969. Feeding and reproduction of the grain and the mushroom mite on wood-inhabiting *Hymenomyces*. J. Econ. Entomol., **62**, 4: 837–840.
- Sobkowska E. 1971. Badania nad rozmieszczeniem białek i aminokwasów w ziarnach zbóż. WSR Poznań, 43 ss.
- Szalay-Marzso L., Vago C. 1975. Transmission of Baculovirus by mites. Study of granulosis virus of codling moth (*Laspeyresia pomonella* L). Acta Phytopatologica, Acad. Sci. Hung., **10**, 12: 113–122.
- Ter-Grigorjan M. A. 1976. K biologii araratskoj kosenili *Porphyrophora hamelii* Brandt (*Homoptera, Coccoidea, Margarodidae*). Ent. Obozrenie, **55**, 2: 300–307.
- Vanhaelen M., Vanhaelen-Fastre' R., Geeraerts J., Wirthlin T. 1979. Cis- and trans-octa-1,5-dien-3-ol, new attractants to the cheese mite *Tyrophagus putrescentiae* (Schr.) (Acarina, Acaridae) identified in *Trichothecium roseum* (Fungi Imperfecti). Microbios, **23**: 199–212.
- Yamamoto I., Yamamoto R. 1970. Host attractants for the rice weevil and the cheese mite. Control of insect behavior by natural products. Acad. Press, p. 331–345.
- Yoshizawa T., Yamamoto I., Yamamoto R. 1970. Attractancy of some methyl ketons isolated from cheddar cheese for cheese mites. Botyu-Kagaku, **35**, 2: 43–45.
- Yoshizawa T., Yamamoto I., Yamamoto R. 1971. Synergistic attractancy of cheese components for cheese mites, *Tyrophagus putrescentiae*. Botyu-Kagaku, **36**, 1: 1–6.
- Yoshizawa T., Yamamoto I., Yamamoto R. 1972. Isolation and structural elucidation of cheese components, which attract the cheese mite *Tyrophagus putrescentiae*. Memoris of Tokyo Univ. of Agriculture, **15**: 1–29.
- Zuzka J. 1968. *Tyrophagus putrescentiae* and *Megaselia scalaris* infesting laboratory cultures of Sciomyzid flies. Pan-Pacific Ent., **44**, 1: 70–71.
- Žďárková E. 1971. Orientations of *Tyrophagus putrescentiae* (Schr.) towards olfactory stimuli. Proc. of 3rd Int. Congr. Acar., Prague, p. 385–389.

Przyjęto do druku 1985. 10. 02.

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego-AR
Katedra Entomologii Stosowanej
ul. Nowoursynowska 166
02-766 Warszawa