

ZOFIA CIESIELSKA

## Z badań nad szkodnikami produktów spożywczych

### 1. Zagadnienia ogólne

Liczba gatunków zwierząt żyjących w produktach spożywczych przechowywanych w magazynach i spichrzach jest bardzo duża. Gatunki te wywołują poważne szkody, niszczą bowiem artykuły spożywcze zarówno przez ich zjadanie, jak i zanieczyszczanie. W skład fauny przechowalniczej wchodzi z bezkręgowców przedstawiciele roztoczy (*Acarina*, *Arachnoidea*) oraz owadów (*Insecta*), natomiast z kręgowców gryzonie (*Rodentia*). Z roztoczy około 20 gatunków zalicza się do szkodników przechowalniczych, natomiast z owadów przeszło 100 gatunków. Są to owady należące zarówno do *Apterygota* (rzęd *Thysanura*, rodzina *Lepismatidae*), jak też, i to w ogromnej większości, do *Pterygota*. Reprezentują one takie rzędy, jak: *Dermaptera*, *Blattodea*, *Corrodentia*, *Coleoptera*, *Diptera*, *Lepidoptera* oraz *Hymenoptera*, przy czym najliczniejsze są *Coleoptera* i *Lepidoptera*. Z gryzoni należy wymienić rodzinę *Muridae* (myszowate), z której blisko 10 gatunków należących tu myszy, szczurów i norników to szkodniki przechowalnicze.

Znaczenie tej specyficznej i odrębnej zarówno co do budowy, jak i środowiska grupy zwierząt jest bardzo duże. Odgrywają one negatywną rolę w gospodarce człowieka. Straty wywoływane przez nie są ogromne, natomiast walka z nimi — bardzo uciążliwa i trudna.

Według różnych autorów straty wywoływane przez owady szkodliwe sięgają 5—10% zbiorów zbóż całego świata, co w skali światowej szacuje się na przeszło 30 mln ton ziarna. Dla orientacji należy dodać, że jest to ilość wystarczająca do wyżywienia ok. 150 mln ludzi w ciągu jednego roku.

Problem zwalczania szkodników produktów spożywczych wysuwa się na czoło zagadnień zapobiegania marnotrawstwu żywności. Jest on aktualny we wszystkich krajach świata. Zagadnieniem tym zajmuje się również istniejąca przy ONZ organizacja dla spraw wyżywienia i rolnictwa (FAO)\*.

Straty wywoływane przez szkodniki w poszczególnych krajach szacuje się bardzo wysoko. I tak np. w Belgii ocenia się je na ok. 200 mln franków belgijskich rocznie, w USA na 1,5 mld dol. rocznie, natomiast w Polsce według danych z lat powojennych (z ostatnich lat brak danych statystycznych) straty wynosiły ok. 1,8 mld złotych rocznie, co w przeliczeniu dawało ok. 400 tys. ton ziarna. Appleton (1962) podaje, że szkody wywoływane przez owady-szkodniki stanowią połowę wszystkich strat przy przechowywaniu ziarna, co stanowi ponad 5% ziarna. Według tegoż autora szybciej uszkadzane jest ziarno zanieczyszczone o wartości pyłu powyżej 3%.

\* Food and Agriculture Organisation of the United Nations.

Szkodnikami specjalnie groźnymi dla człowieka, m. in. z uwagi na to, że obecność ich może być groźna dla zdrowia, są roztocze. W produktach spożywczych żyją przedstawiciele dwóch rodzin: *Tyroglyphidae*-rozkruszki, oraz *Glycyphagidae*-roztoczki. Są to przede wszystkim szkodniki artykułów zbożowo-mącznych, ale niszczą również takie produkty jadalne i użytkowe, jak sery, tytoń, jarzyny suszone, dżemy, musztardę, zioła oraz futra, tkaniny itp. Są to więc gatunki polifagiczne i to zarówno w postaci dorosłej, jak i larwalnej. Spożywanie artykułów zarażonych rozkruszkami oraz stykanie się z nimi mogą wywołać niedomaganie dróg oddechowych, schorzenia skóry, zaburzenia w trawieniu. Mechaniczne działanie nieżywych rozkruszków oraz stadium hypopus w przewodzie pokarmowym może wywołać stany kataralne żołądka, stany zapalne jelit oraz trwałe uszkodzenie ścianek przewodu pokarmowego. Szereg autorów twierdzi, że wnikające do wnętrza ciała poprzez ścianki rozkruszki mogą być przyczyną powstawania nowotworów (Hase 1929, Baker i Whartson 1952).

Wymienione schorzenia mogą być wywoływane toksycznością roztoczy, jak też mogą mieć charakter reakcji alergicznych. Mówiąc o szkodach wyrządzonych przez rozkruszki, nie można pominąć faktu, iż są one również poważnymi szkodnikami bibliotek oraz zbiorów entomologicznych.

Najczęstszym w Polsce gatunkiem, występującym w magazynach, jest rozkruszek — *Tyroglyphus farinae*. Według Boczk a i Gołębiowskiej (1959 A) w naszych magazynach występują roztocze z trzech podrzędów: *Parasitiformes*, *Trombidiformes* oraz *Sarcoptiformes*, przy czym z *Trombidiformes* szkodliwe są tylko *Cheyletidae*. Szkodliwość tych ostatnich, jako gatunków wyłącznie drapieżnych, polega na zanieczyszczaniu artykułów spożywczych, natomiast najgroźniejsze szkodniki — to *Tyroglyphidae* i *Glycyphagidae*, należące do *Sarcoptiformes*. Ogółem w Polsce w magazynach występuje 11 gatunków roztoczy roślinożernych oraz 5 gatunków drapieżnych. Występują one na ogół w zespołach 2—3-gatunkowych, w skład których przeważnie wchodzi jeden gatunek drapieżny. O występowaniu określonych gatunków roztoczy decyduje granulacja pokarmu, jego wilgotność zaś warunkuje nasilenie występowania.

Oprócz owadów i roztoczy ogromne szkody wyrządzają gryzonie. Najniebezpieczniejsze są szczury i myszy. Straty wyrządzane przez nie w stosunku rocznym wynoszą przykładowo: w USA — ok. 500 mln dolarów, w ZSRR — ok. 3,5 mln ton ziarna, we Francji — 280 mln starych franków. W Polsce — straty wyrządzane przez 1 szczura wynoszą ok. 1000 zł dziennie.

Szkody polegają nie tylko na zżeraniu produktów spożywczych przez szkodniki, lecz także — i to może w większej lub co najmniej równej mierze — na ich zanieczyszczaniu ekskrementami, martwymi osobnikami, wylinkami, na wywoływaniu zaburzeń i schorzeń u zjadających skażony pokarm ludzi i bydła, na niszczeniu ziarna jako materiału siewnego przez zjadanie zarodka ziarna oraz na masowym niszczeniu ziarna w przechowalniach przez wywoływanie procesu jego „zagrzewania”.

## 2. Przystosowania szkodników do życia w środowisku spichrzów i magazynów spożywczych.

Analizując zagadnienie przystosowania szkodników do życia w środowisku magazynów zbożowych, należy przede wszystkim uwzględnić przystosowania morfologiczne, a także biologiczne i ekologiczne, które są zresztą ściśle ze sobą powiązane.

U większości owadów-szkodników oraz u roztoczy spichrzowych narządy gębowe, służące do nagryzania oraz rozcierania stosunkowo suchego pokarmu, są typu gryzącego. Rostocze mają taki typ budowy, jaki spotykamy u *Parasitiformes*; szczękoczułki są dwuczłonowe, nożycowate, zaopatrzone w ząbki służące do rozcierania pokarmu. U owadów zarówno w postaci dorosłej (jeśli w tej postaci żerują na produktach spożywczych), jak i w postaci larwalnej szczególnie dobrze rozwinięte są żuwaczki (mandibulae). U larw np. spichrzela surynamskiego szczególnie dobrze wykształcone są części molarne (molar lobe), mające postać tarki, służącej do rozcierania pokarmu. Bardzo dobrze wykształcone narządy gębowe mają szkodniki pierwotne, jak np. wołek zbożowy, który potrafi nadgryzać zdrowe, nie uszkodzone ziarno, a także przegryzać wszelkiego rodzaju opakowania, worki, siatki, nie stanowiące dla niego przeszkody w zaatakowaniu produktów spożywczych. Szkodniki wtórne mają z reguły nieco słabiej wykształcone narządy gębowe, wobec czego żerują wyłącznie w ziarnie uszkodzonym, wilgotnym lub uprzednio naruszonym przez szkodniki pierwotne. Te ostatnie więc nie tylko same są szkodnikami, lecz także ułatwiają żerowanie wielu innym gatunkom owadów.

Pokarm, z którego korzystają szkodniki przechowalniowe, jest, jak już wyżej wspomniano, zwykle pokarmem suchym o wahającej się okresowo wilgotności, toteż wilgotność względna ma dla nich znaczenie pierwszorzędne. Owady spichrzowe przystosowane są do życia i rozwoju w pokarmach suchych, zawierających bardzo mało wolnej wody. Zwierzęta mogą zdobywać niezbędną dla prawidłowego przebiegu procesów życiowych wodę kilkoma sposobami: przez picie wody, drogą absorpcji przez skórę, bezpośrednio z pożywienia, oraz w drodze przemiany materii. Niektóre owady mogą również pobierać wodę z atmosfery, jeśli jest ona bliska nasycenia parą wodną.

Owady spichrzowe należą do zwierząt pobierających wodę głównie na drodze metabolizmu, podczas procesów utleniania pożywienia. Ilość wody w pożywieniu ma wpływ na zawartość wody w organizmie owada. Owady żywiące się pokarmem o dużej wilgotności zawierają wyższy procent wody niż te, które żywią się pokarmem suchym. Te ostatnie jednakże (należy tu m. in. wołek zbożowy) zawierają znacznie więcej wody, niż znajduje się w ich pożywieniu. Osiągają one ten stan nie tylko dzięki zdolności wytwarzania wody podczas procesów przemiany materii, lecz także dzięki szeregowi przystosowań umożliwiających oszczędną gospodarkę wodną. Do tego rodzaju przystosowań należy występowanie mało przepuszczalnych powłok chitynowych, uniemożliwiających parowanie, budowa układu oddechowego oraz zdolność wytwarzania suchych wydaliny.

Stwierdzono (Mellany, Kenneth 1935), że wyparowywanie wody u owadów odbywa się przez przetchlinki, które mają zdolność zamykania się, gdy powietrze staje się bardzo suche. Przetchlinki więc, wstrzymując wyparowywanie wody, odgrywają rolę regulatorów gospodarki wodą, przenikającą do wnętrza i z wnętrza poprzez układ tchawek.

Dalszym sposobem oszczędzania wody przez owady jest, jak już wspomniano, zdolność wytwarzania suchego kału oraz krystalicznego kwasu moczowego. Owady spichrzowe mogą zatrzymywać nawet tę wodę, otrzymaną na drodze metabolizmu, którą inne gatunki używają do ekskrecji. Buxton (1932) stwierdził istnienie w rectum mechanizmu, dzięki któremu woda jest ostatecznie odciągana z wydaliny i ekskrementy pozostają suche. Jako przykład mogą tu służyć larwy mącznika młynarka (*Tenebrio molitor*) (Schultz, 1930), żywiące się otrębami, które nie są całkowicie trawione. Nie strawiona część otrąb stanowi 80% kału, lecz zawartość wody w nich jest znacznie mniejsza, niż w otrębach służących za pożywienie.



Czynnikiem zwiększającym parowanie jest podwyższona temperatura. Toteż te dwa czynniki: temperatura i wilgotność są ściśle ze sobą związane i nie można ich rozpatrywać oddzielnie, niezależnie od siebie. Dla prawidłowego rozwoju owadów, podobnie jak i innych zwierząt, potrzebne są odpowiednie warunki termiczne i wilgotnościowe, które są zmienne w zależności od stadiów rozwojowych. Podwyższenie temperatury otoczenia zwiększa stopień parowania wody z ciała — jeśli nie towarzyszy mu zwiększenie stopnia wilgotności atmosferycznej. Zauważono na przykładzie larw *Tenebrio molitor* (Buxton 1932), iż tracą one na wadze jeśli znajdują się w warunkach wilgotności względnej powietrza poniżej 80%, natomiast waga ich wzrasta, jeśli znajdują się w warunkach wilgotności względnej równej 90%, począwszy już od temperatury 23°C. Zjawisko to nie jest wynikiem zwiększenia ciężaru ciała przez większe wchłanianie wody na wzór higroskopijności ciał martwych, lecz polega na zwiększeniu aktywności biologicznej organizmu znajdującego się w tych warunkach. Wraz ze wzrostem wilgotności atmosferycznej wzrasta ilość wody w tracheolach (woda ta występuje tam pod postacią powietrza nasyconego parą wodną), skąd przedostaje się ona do wnętrza ciała owada.

Zawartość wody w ciele owadów spichrzowych zależy również od wilgotności masy zbożowej, w której te gatunki żerują. Stopień zapotrzebowania na wodę oraz różne możliwości zatrzymywania wody są właściwościami gatunkowymi. Dla większości gatunków minimum wilgotności pokarmu wynosi 10—12%, a żaden gatunek nie może rozwijać się w pokarmie o zawartości wody poniżej 5%.

Wilgotność względna powietrza równa 60% jest dla wielu gatunków dolną granicą niezbędną do życia wilgotności atmosferycznej (z wyjątkiem gatunków tropikalnych, które znoszą bardziej suche powietrze), przy czym zakresy tych wilgotności są różne i charakterystyczne dla różnych gatunków oraz dla stadiów rozwojowych w obrębie jednego gatunku.

Równie istotnym czynnikiem wpływającym na liczebność występowania szkodników w zapasach jest temperatura. Reakcja owadów na niską temperaturę zależy od ich stanu fizjologicznego, a przede wszystkim od omówionej wyżej wilgotności powietrza czy pokarmu oraz od czasu działania tej temperatury.

Warunki cieplne w przechowalniach i magazynach są na ogół korzystne dla rozwoju oraz dla przezimowania szkodników, temperatura bowiem tam panująca jest zawsze wyższa od temperatury otoczenia. Szczególnie korzystne warunki są w pomieszczeniach ogrzewanych. Optymalne temperatury dla większości szkodników magazynowych wahają się w granicach od 16° do 35°C, przy czym są one zależne od wilgotności oraz od rodzaju pożywienia. W optymalnej temperaturze szkodniki są bardzo ruchliwe, rozmnażają się intensywnie i stanowią duże niebezpieczeństwo dla zapasów żywności.

Obniżenie temperatury w stosunku do optymalnej powoduje zahamowanie procesów życiowych. Temperatura ok. 10°C jest dla większości gatunków dolną granicą zdolności rozmnażania się, natomiast przy temperaturze 5°C szereg gatunków spichrzowych wpada w odrętwienie.

Okresowe obniżenie temperatury powoduje wyginiecie już po kilku dniach takich gatunków ciepłolubnych, jak: rozkruszek podłużny — *Tyroglyphus noxius* Zachv., wołek ryżowy — *Sitophilus oryzae* L., trojszyk ulec — *Tribolium confusum* Duv., strąkowiec fasolowy — *Acanthoscelides obsoletus* Say, mklik mączny — *Ephestia Kühniella* Zoll i innych. Natomiast gatunki odporne na zimno, takie jak: rozkruszek mączny — *Tyroglyphus farinae* L., rozkruszek zwyczajny — *Aleuroglyphus ovatus* Troup., strąkowiec grochowy — *Bruchus pisorum* L. mącznik młynarek —

*Tenebrio molitor* L., i pustosz kradnik — *Ptinus fur* L., mogą żyć nawet kilka lat w niskiej temperaturze. W obrębie szkodników spichrzowych istnieje ogromna różnorodność w zakresie wytrzymałości na niskie temperatury. Najbardziej odporne gatunki — to rozkruszek mączny, mącznik młynarek oraz pustosz kradnik, wybitnie ciepłolubne zaś, to spichrzek surynamski — *Oryzaephilus surinamensis*, wołek ryżowy, mól ziarnik — *Tinea granella* L. oraz rozkruszek Rodionowa — *Caloglyphus Rodionovi* Zachv.

Zarówno wytrzymałość na niskie, jak i na wysokie temperatury (podobnie zresztą jak wytrzymałość na brak pożywienia, na wysuszenie itp.) rozkruszki zawdzięczają niezwykle odpornemu stadium, jakim jest hypopus. Jest to forma występująca w rozwoju rozkruszków najczęściej pomiędzy I a II stadium nimfy, przy czym wyróżnia się dwie postacie tego stadium: hypopus A — wędrujące i hypopus B — nieruchome. Obie te formy przyczyniają się do przetrzymywania niekorzystnych warunków, jak też rozprzestrzeniania się rozkruszków i opanowywania nowych środowisk. Hypopus A posiada specjalne narządy czepne w postaci tarczki, włosków, brodawek, którymi chwyta się zwierząt czy ludzi i w ten sposób jest przenoszony nawet na bardzo duże odległości.

Hypopus nie pobiera pokarmu, znosi bardzo dobrze wysokie i niskie temperatury. Długość życia tego stadium w niekorzystnych warunkach jest różna i tak np. hypopus *Glyciphagus domesticus* może żyć przez 6 miesięcy (Baker i Wharton 1952), natomiast hypopus B *Tyroglyphus farinae* może przeżyć kilka lat, wytrzymując zarówno brak wilgotności, jak i wahania temperatury. Temperaturę — 7°C wytrzymuje przez 32 godz., podczas gdy ta temperatura dla hypopus A tegoż gatunku jest zabójcza. Stadium hypopus występuje w rozwoju rozkruszek tylko wtedy, gdy warunki środowiska są niekorzystne. W odpowiednich dla rozwoju warunkach osobniki dorosłe powstają bezpośrednio z nimfy po kilku dniach.

Zagadnienie odporności na niskie temperatury jest niezmiernie ważne z punktu widzenia przeżywalności szkodników w nieopalanym, zimnym magazynie i z kolei ponownego atakowania przez nich na wosnę produktów spożywczych. Szereg autorów zajmowało się tym zagadnieniem w odniesieniu do różnych gatunków owadów, a m.in. Mansbridge (1936), oraz G.C. Williams (1954 B). Williams opracował je stosunkowo szczegółowo na przykładzie *Laemophloeus minutus* Oliv. Jego praca dotyczyła wpływu krótko- i długotrwałego działania niskich temperatur na poszczególne stadia rozwojowe z uwzględnieniem różnicy w odporności na niskie temperatury, wynikające z płci. W doświadczeniach autor zastosował temperatury; +2°C, +0,5°C, oraz -0,5°C, przy czym czas, na które poszczególne stadia rozwojowe były wystawione do tych temperatur, wahał się od 6 do 84 godzin. W efekcie swych badań Williams stwierdził, że *Laemophloeus minutus* może przeżyć wystawienie do temperatury +2°C, przy czym najwrażliwsze na niską temperaturę są jaja, natomiast najodporniejsze jest IV stadium larwalne. Analizując statystycznie różnice w odporności samic i samców autor stwierdza, że samice są odporniejsze o 1,21 razy od samców. Duża zawartość tłuszczu w ciele samic oraz u larw w IV stadium wydaje się warunkować tę ich odporność na niskie temperatury.

W naszych warunkach klimatycznych, pomimo częstych silnych mrozów w zimie, wiele szkodników znosi często dobrze obniżoną temperaturę dzięki temu, że przenoszą się w szpary i szczeliny, gdzie gromadzą się w dużych ilościach oraz przede wszystkim dzięki przenoszeniu się w głębsze warstwy magazynowanego pożywienia. Ziarna zbóż i przetwory zbożowe charakteryzują się złym przewodnictwem cieplnym, co przy jednoczesnym wywoływaniu przez owady procesu „zagrzewania

ziarna" stwarza tym owadom-szkodnikom korzystne warunki termiczne w obrębie pryzm zboża.

Wywoływanie procesu zagrzewania ziarna polega na tym, że w masie zbożowej wytwarza się ciepło na skutek procesów fizjologicznych w przechowywanym ziarnie wraz ze wzmocnionym procesem metabolizmu w przypadku większych skupień owadów. W efekcie powstają ogniska termiczne, będące swoistymi „gniazdami”, w których obrębie temperatura jest niejednokrotnie wyższa o kilkanaście stopni od temperatury otoczenia. Według Gołębiowskiej (1952) wzrost temperatury w warstwie zboża porażonej przez wołka zbożowego waha się w granicach od 6° do 9°C powyżej temperatury otoczenia.

Doświadczenia prowadzone na spichrzeli surynamskim (Ciesielska 1966) wykazały, że wzrost temperatury jest wprost proporcjonalny do zagęszczenia populacji. Nawet przy stosunkowo niskiej temperaturze, w zależności od zagęszczenia populacji, wzrost temperatury środowiska dochodził aż do temperatury zbliżonej do optymalnej.

Proces zagrzewania ziarna i rozprzestrzeniania się ciepła był tematem pracy Howe'a (1962), który przeprowadził równoległe obserwacje w laboratorium oraz w warunkach naturalnych, tj. w magazynach zbożowych. W efekcie swych badań Howe stwierdza, że w ziarnie wilgotnym ogniska zagrzewania ziarna tworzą się szybciej oraz że powstawanie ich jest uwarunkowane bezpośrednią obecnością owadów-szkodników. Ziarno otaczające zaatakowane przez owady miejsca absorbują produkowane przez nie ciepło i w ten sposób ogniska te rozszerzają się, co łącznie z rozmnażaniem się owadów i co za tym idzie ze wzrostem liczebności populacji powoduje migrację szkodników i atakowanie nowych miejsc, czyli powstawanie nowych „ognisk” zarażenia. Temperatura w takim miejscu wzrasta aż do momentu osiągnięcia pewnego punktu stałego. W przypadku badań prowadzonych przez Howe dochodziła niejednokrotnie aż do 40°C, przy czym dalej już nie wzrastała. W miejscach, gdzie temperatura wahała się od 31 do 42°C, skupiały się głównie gatunki ciepłolubne, wołek ryżowy oraz spichrzeli surynamski. Tak wysoką temperaturę notowano w dużych pryzmach ziarna w odległości od powierzchni nie mniejszej niż 2 m lub w głębi dużych worków.

Nadmiernie wysoka temperatura — dla wielu owadów już w granicach 35°—40°C — powoduje odretwienie cieplne. Gwałtowny skok temperatury wywołuje zaniepokojenie roztoczy i owadów, które po krótkotrwałym wroście intensywności ruchów giną bardzo szybko. W temperaturze 48°—55°C następuje śmierć, przy czym czas działania wysokiej temperatury aż do momentu wystąpienia śmierci jest znacznie krótszy niż analogiczny czas obniżonej temperatury, co może być wykorzystane do zwalczania szkodników.

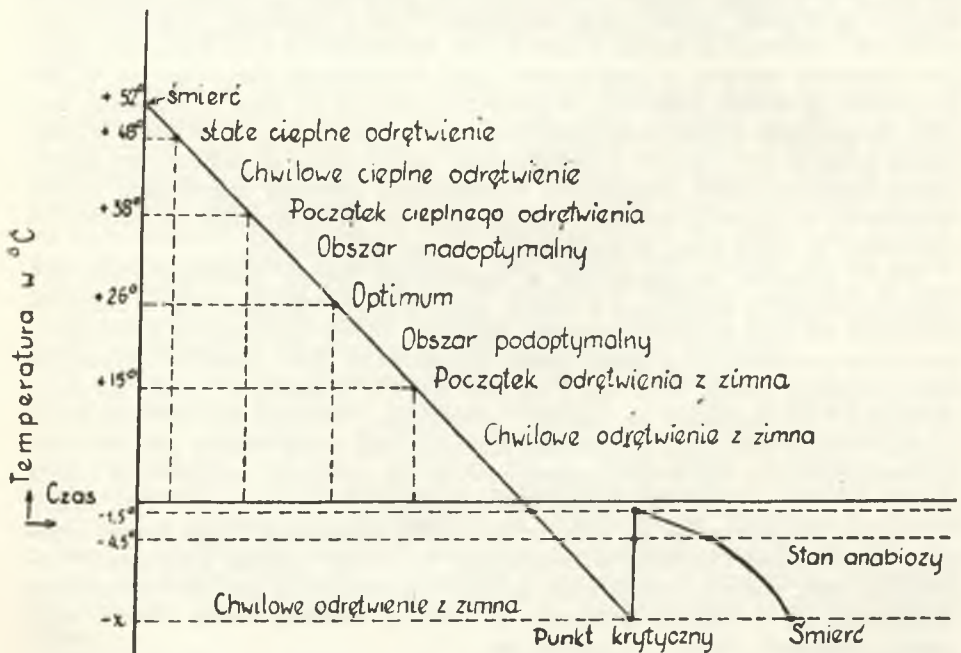
Wpływ temperatur na organizmy owadów, a tym samym szkodników spichrzowych przedstawia poniższy wykres.

Do masowego zarażenia artykułów spożywczych przyczynia się również duża płodność omawianej grupy szkodników. Stopień płodności jest jednakże uzależniony od wielu czynników, do których należą m. in. temperatura, wilgotność, pokarm oraz zagęszczenie populacji. W sprzyjających warunkach szkodniki rozmnażają się bardzo szybko i masowo na skutek tego atakują coraz to nowe środki spożywcze. I tak np. cykl rozwojowy rozkruszków od jaja do formy dojrzałej w warunkach optymalnej temperatury i wilgotności trwa od 9 do 20 dni w zależności od gatunku, podczas gdy w niekorzystnych warunkach okres ten trwa od 3 miesięcy do kilku lat.

Ilość jaj składanych przez jedną samicę może być bardzo duża i jest również



zależna od warunków środowiska. W przypadku rozkruszków ilość jaj złożonych w ciągu jednego dnia waha się od 3 do 30, w ciągu całego życia samicy zaś od 20 aż do 600. U owadów w przypadku korzystnych warunków liczba składanych jaj może być bardzo wysoka i sięga od 150 do 500 w zależności od gatunku, w warunkach niekorzystnych zaś liczba jaj złożonych w ciągu całego życia samicy spada od kilku do kilkunastu. I tak dla przykładu samica mącznika młynarka może złożyć 160—280 jaj, mola ziarnika około 100, mkiłki mącznego 150—450, wołka ryżowego 200—380, a wołka zbożowego około 150, przy czym składanie jaj przez jedną samicę może trwać bardzo długo i jest również zależne od wielu czynników. W warunkach naszych magazynów ten okres trwa 3—4 miesiące, a w nieogrzewanych magazynach składanie jaj ustaje w pierwszej połowie października.



Większość owadów szkodników przez przystosowanie do życia w magazynach zatraciła roczną cykliczność rozwoju i liczba pokoleń zależy od lokalnych warunków „klimatycznych” w danym magazynie. W Polsce, w ogrzewanych, ciepłych magazynach wołek zbożowy może rozwijać się przez całą zimę, dając 5 pokoleń w ciągu roku, natomiast w przechowalniach nie ogrzewanych daje rocznie 2—3 pokolenia.

Wymienione wyżej dane liczbowe dotyczą najwyższych możliwości składania jaj przez samice. W warunkach naturalnych zarówno składanie jaj, jak i ich rozwój są regulowane przez wiele czynników. Doświadczenia prowadzone na takich gatunkach, jak: wołek zbożowy, wołek ryżowy, strąkowiec fasolowy, spichrzek surynameński (Sandner 1958, 1962 A, 1962 B, Ciesielska 1966), przez zastosowanie wskaźnika płodności (ilość potomstwa przypadającego na jedną samicę) wykazały, że wskaźnik ten jest zależny od takich czynników, jak pokarm oraz zagęszczenie populacji. W pokarmie korzystnym, w warunkach swobodnego

wyboru owady składają większą liczbę jaj i większa liczba osobników osiąga w nim pełny rozwój. Zmniejszenie powierzchni hodowlanej oraz przegęszczenie populacji powoduje zmniejszenie wskaźnika płodności. Wzrasta on jednakże szybko po przeniesieniu populacji na nowy, nie zaatakowany pokarm, co oczywiście ma duże znaczenie przy migracji szkodników do nowych środowisk i atakowaniu dotąd nie zarażonego pokarmu.

### 3. Pochodzenie i migracje szkodników spichrzowych

Skład gatunkowy szkodników magazynowych w różnych krajach jest inny i zależy od różnic klimatycznych, choć różnice te nie są tak duże jak w przypadku składu gatunkowego biocenoz zasiedlających przestrzenie otwarte. Ciepłolubne gatunki są bowiem bardzo często zawlekane wraz z importem produktów spożywczych z południa na północ i część z nich zachowuje się przy życiu, jeśli znajdzie korzystne warunki w magazynach. Tymi korzystnymi warunkami są w tym przypadku ogrzewane magazyny, w których utrzymuje się stale odpowiednio wysoka temperatura, odpowiednia wilgotność oraz omówiona wyżej zdolność wytwarzania przez owady „ognisk” o podwyższonej temperaturze w stosunku do temperatury otoczenia dzięki umiętności wywoływania zjawiska zagrzewania ziarna. Właściwość ta pozwala owadom ciepłolubnym na przetrzymanie niekorzystnych warunków w ciągu zimy, a także na kontynuowanie rozwoju.

Wśród gatunków występujących w magazynach Europy środkowej około 35% stanowią szkodniki zawleczone z krajów południowych. Ogromną rolę w rozprzestrzenianiu się tych gatunków odgrywa transport. Okreśły używane do przewożenia artykułów spożywczych są często trwale zaatakowane przez szkodniki ukrywające się w szparach podłóg, ścian itp. i na nich właśnie produkty są często zarażane. Najbardziej niebezpieczne są gatunki polifagiczne. Zdolność do odżywiania się prawie każdym pokarmem pochodzenia roślinnego jest jedną z bardzo ważnych cech przystosowawczych szkodników magazynowych. Do gatunków wielożernych należą m. in. trojszyk gryzący, kobielatka kawowa, spichrzek surynamski. Ten ostatni wprawdzie charakteryzuje się dużą wybiórczością pokarmową i jego rozwój przebiega intensywniej i szybciej w korzystnym, wybranym przezeń pokarmie (Cieślicka 1966), niemniej jednak może on żyć i rozwijać się, a tym samym atakować i przenosić się w każdym pokarmie: w zbożach, kaszach, ziolach, kakao, migdałach, orzechach, figach, rodzynekach itp.

Wiele gatunków zawleczono z południa i ze wschodu do Europy środkowej, a tym samym do Polski, już bardzo dawno, tak że w zasadzie historia ich rozprzestrzeniania nie jest znana, natomiast szereg gatunków pospolitych dziś u nas szkodników przedostało się już w naszych czasach. I tak np. wołek zbożowy został zawleczony do Europy ze wschodu bardzo dawno. Obecnie jest on gatunkiem całkowicie związanym z gospodarką człowieka i występuje wyłącznie w przechowalniach, jednakże dawniej żył w zupełnie innych warunkach, żerując na nasionach dziko rosnących traw.

Wołek ryżowy był wielokrotnie zawlekany od połowy XIX wieku, głównie z kukurydzą, spichrzek surynamski pochodzi z Indii i począwszy od XVIII wieku dotąd jest stale wprowadzany do Europy za pośrednictwem handlu. Spichrzek cygarowiec przedostał się z Ameryki Płn. wraz z suszonymi owocami i tytoniem. Rogatek spichrzowy pochodzi z Hiszpanii i rozprzestrzenił się wraz ze zbożem. Skośnik zbożowniczek przedostał się z Ameryki do Europy w XVIII wieku wraz z transportem kukurydzy. Jest on w okolicach tropikalnych szkodnikiem polowym, u nas



zaś wyłącznie przechowalnym. Pustosz wypuklak oraz pustosz australijski rozprzestrzenił się w XIX wieku, kiedy został zawleczony z Azji Mniejszej do Niemiec, Anglii, Francji, skąd rozprzestrzenił się w całej Europie. Mklik mączny, jeden z największych szkodników mąki, pochodzi z Ameryki Płd., skąd poprzez Niemcy, Holandię i Belgię opanował całą Europę. Jest on również bardzo pospolity w Polsce. Gatunkiem, który został zawleczony ostatnio, około roku 1945, jest strąkowiec fasolowy.

Opierając się na znajomości biologii, ekologii oraz geografii występowania zwierząt, stosuje się metodę kwarantanny w celu niedopuszczenia lub ograniczenia pojawu gatunków nowych dla biocenozy danego kraju, a jednocześnie groźnych dla produkcji roślinnej oraz dla magazynowanych artykułów. Kwarantanna stanowi pewnego rodzaju sztuczną zaporę izolującą określone tereny przed dostaniem się na nie szkodników. Ma ona specjalne znaczenie w latach ostatnich, z uwagi na wzmożenie kontaktów handlowych i wzrostu możliwości stałego „importu” szkodników.

Wśród fauny przechowalniowej istnieje szereg gatunków, które ze względu na warunki klimatyczne w danym terenie część życia spędzają na polu, a część w spichrzach. Jako przykład może służyć strąkowiec grochowy, który w klimacie umiarkowanym zimuje w pomieszczeniach, w klimacie zaś ciepłym wylatuje w postaci dojrzałej przed zbiorami i zimuje w polu. Larwy sówki pszenicówki dostają się do magazynów wraz z ziarnem i tam żerują do jesieni, natomiast zimą po przepoczwazzeniu opuszczają przechowalnię. Tego rodzaju cykl życiowy jest dla szkodników korzystny, żerują bowiem one w młodych i miękkich nasionach w polu w lecie, natomiast kończą rozwój w magazynach, w środowisku bardziej dogodnym, mając do dyspozycji nieograniczoną ilość odpowiedniego pokarmu.

U szeregu owadów spichrzowych obserwuje się tendencję do migracji poza obręb zamkniętych środowisk, jakimi są magazyny, chociażby w jakimś określonym stadium rozwojowym. Niektóre gatunki np. dążą do przepoczwazzenia się poza magazynami — w ziemi. Ponieważ jest to często jednak niemożliwe, larwy wielu chrząszczy i gąsienic wędrują po zakamarkach magazynów (szparach podłóg, ścian itp.) w poszukiwaniu odpowiednich do rozwoju miejsc. Tendencja ta wynika z tego, iż zdecydowana większość gatunków spichrzowych pochodzi od form żyjących na wolnej przestrzeni, związanych z uprawami, z produktami pierwotnie znajdującymi się na polach, skąd przeszły na magazynowane produkty żywnościowe.

Inne gatunki, np. należący do *Lepidoptera* mklik mączny w postaci dojrzałej nie pobiera pokarmu, żyje krótko (około 10 dni), lecz w tym czasie imagines przelatują czynnie lub biernie z magazynów do magazynów, piekarni itp., gdzie składają jaja, zarażając nowe produkty. Stadium dojrzałe jest więc tu formą, która przyczynia się do rozpowszechniania się gatunku często na dużych odległościach.

Adaptacja do warunków spichrzowych nie zawsze jest łatwa dla owadów. Z jednej strony, ze względu na zapewnienie stałej odpowiedniej temperatury, jest ona korzystna, z drugiej zaś w środowisku magazynów z reguły panują niezbyt odpowiednie dla rozwoju warunki wilgotnościowe i stąd u wielu gatunków wyżej omówiona tendencja do powrotu do środowiska wyjściowego, przejawiająca się w poszukiwaniu miejsc odpowiednich do przeobrażania.

Masowe pojawianie się szkodników w przechowalniach zdarza się niestety bardzo często, co wywołuje ogromne straty. W warunkach biocenozy naturalnych poziom występowania danego gatunku jest uzależniony od działania całego zespołu

czynników ekologicznych, które składają się na tzw. „opór środowiska”. Składają się nań zarówno czynniki atmosferyczne i klimatyczne, jak też biotyczne, do których zalicza się m. in. wrogów naturalnych (drapieżców, pasożyty, bakterie) oraz konkurentów.

W warunkach stworzonych przez człowieka, tj. takich, gdzie na określonym terenie jest nagromadzona duża ilość pokarmu, często występuje masowe pojawianie się szkodników. W szczególności zjawisko to zachodzi w magazynach, przechowalniach i spichrzach, gdzie opór środowiska jest rzecz jasna minimalny. We wspomnianych miejscach — poza nielicznymi momentami niekorzystnymi dla życia i rozwoju owadów — istnieje bardzo wiele czynników korzystnych, które sprzyjają ich egzystencji.

Do takich czynników należy przede wszystkim brak wrogów naturalnych, a szczególnie drapieżców. Pasożyty natomiast atakują szkodniki dość często, jednakże w ostatecznej ocenie gatunki spichrzowe mają nieporównalnie mniej wrogów naturalnych.

Po przystosowaniu się zatem do warunków spichrzowych rozwój tych szkodników staje się zależny od takich czynników, które mają bezpośrednio wpływ na ich biologię. Z przytoczonych rozważań wynika, że sprzyjające połączenie takich czynników, jak: temperatura, wilgotność, pożywienie, światło oraz zagęszczenie, przyczynia się do szybkiego rozmnażania szkodników i atakowania coraz to nowych artykułów spożywczych.

#### LITERATURA

1. Appleton E. M. 1962. Insect pests of grain the prevention control of attack. *World Crops* 14, 13—16.
2. Baker E. W. Wharton G. W. 1952. *An Introduction to Acarology* London, 1—475.
3. Boczek J. Gołębiowska Z. 1959 A. Badania nad występowaniem roztoczy w magazynach w Polsce.
4. Buxton, Patrick A. 1932. Terrestrial insects and the humidity of the environment. *Biol. Rev. Cambridge Phil. Soc.* 7, 275—370.
5. Ciesielska Z. 1966. Research on the ecology of *Oryzaephilus surinamensis* (L.) (Coleoptera, Cucujidae), *Ekol. Pol.* A XIV, 26, 439—489.
6. Gołębiowska Z. 1957. Badania nad mącznikiem młynarkiem (*Tenebrio molitor* L.). *Rocz. N. Roln. A*, 7, 167—244.
7. Gołębiowska Z. 1952. Wołek zbożowy — *Calandra granaria* L. *Rocz. N. Roln. A*. 64.
8. Hase A. 1929. Zur pathologisch — parasitologischen u. epidem. hygien. Bedeutung der Milben insbesond. der Tyroglyphinae (Käsemilben) sowie über den sogenannten „Milbenkäse“. *Zeitsch. f. Parasit.* I, 4—5.
9. Howe R. W. 1962. A study of the heating of stored grain caused by insects. *Ann. Appl. Biol.* 50, 137—158.
10. Mansbridge G. H. 1936. A note of the resistance to prolonged cold of some insect pests of stored products. *Proc. R. ent. Soc. Lond. (A)* 11, 83—86.
11. Mellanby, Kenneth 1935. The evaporation of water from insects. *Biol. Rev. Cambridge Phil. Soc.* 10, 317—333.
12. Sander H. 1958. Wpływ zagęszczenia populacji na płodność wołka zbożowego (*Calandra granaria* L.) i wołka ryżowego (*Sitophilus oryzae* L.). *Ekol. Pol.*, B, 4, 293—298.
13. Sander H. 1962 — A. Badania nad wpływem pokarmu na wagę, wielkość i płodność wołka zbożowego (*Calandra granaria* L.) i wołka ryżowego (*Sitophilus oryzae* L.). *Ekol. Pol.* B, 1, 71—73.
14. Sander H. 1962 B. Badania nad rolą i mechanizmem działania czynnika zagęszczenia w populacjach strąkowca fasolowego (*Acanthoscelides obsoletus* Say). *Ekol. Pol.* B, 2.
15. Schultz F. N. 1930. Zur Biologie des Mehlwurms (*Tenebrio molitor* L.). *Biochem. Zeitschr.* 227, 346—353.
16. Williams G. C. 1954. Observations on the effect of exposure to a low temperature of *Laemophilceus minutus* Ol. *Bull. Ent. Res.* 45, 351—359.

Зофья Цесельска

## ИЗ ИССЛЕДОВАНИЙ НАД ВРЕДИТЕЛЯМИ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ЗАПАСОВ

### Содержание

Статья содержит обсуждение роли и значения вредителей продовольственных запасов с особенным учётом амбарных вредителей. Во введении обсуждаются убытки наносимые вредителями принадлежащими к разным группам животных, приводятся примерные данные величины этих убытков в разных странах. В следующей части статьи на основании собственных исследований и научной литературы по этому вопросу, автор анализирует приспособленности вредителей к жизни в среде амбаров и продовольственных складов, выделяя морфологические, биологические и экологические приспособленности. В статье приводятся примеры специфического строения ротовых органов у избранных представителей насекомых и клещей, а также устройства способствующие их распространению; обсуждается метаболизм насекомых питающихся сухим кормом и связаны с этим приспособленности служащие для максимального использования атмосферной и содержащейся в корме влаги. Далее, на многих примерах, автор анализирует зависимости влажности и температуры и их влияние оказываемое на развитие переживания вредителей с особенным учётом роли так называемых „очагов согревания зерна”. В последней части статьи обсуждаются вопросы связанные с происхождением и миграцией ряда вредных видов, а также экологические условия специфической среды какой является амбар и продовольственный склад.

Zofia Ciesielska

## STUDIES ON PESTS IN STORED PRODUCTS

### Summary

The article discusses the role and significance of pests in food products, with special attention to granary pests. There is a preliminary discussion of the damage caused by pests belonging to different animal groups, citing examples of the extent of this damage in different countries. The author next, on the basis of her own studies and the scientific literature, analyses the adaptation of the pests to life in the environment of granaries and food stores and distinguishes morphological, biological, and ecological adaptations. Here are given examples of the specific structure of the mouth organs in selected representatives of insects and mites, and of their facilities for distribution. The metabolism of insects living on dry food is also discussed here, and in connection with this, the organs serving for the maximal use of moisture, both atmospheric and contained in the food. This is followed by an analysis, from many examples, of the thermo-humid relationships influencing the growth and survival of the insects, with particular consideration of the part played by „grain-heating foci”. Finally there is a discussion of some problems connected with the origin and migration of many pest species, and, the ecological conditions of the specific environment of stores and granaries.