

JAN BOCZEK, BARBARA CZAJKOWSKA  
*Katedra Entomologii Stosowanej SGGW*

## ROZTOCZE JAKO SZKODNIKI PRODUKTÓW PRZECHOWYWANYCH W MAGAZYNACH

Rośliny są atakowane przez szkodniki od wschodów aż do zbiorów. Przechowywane materiały roślinne są także infekowane przez szkodniki. Jedne z nich dostają się z pola i zanieczyszczają produkty, nie rozmnażając się w nich, inne przystosowały się do życia w magazynach — tu się rozwijają i zjadają te produkty przez cały rok. Straty powodowane przez nie są niemałe. Według raportów FAO roczne straty ziarna w świecie wskutek żerowania szkodników wynoszą 96 milionów ton, co wystarczyłoby na wyżywienie 150—400 milionów ludzi. Roczne straty w Polsce wskutek żerowania rozkruszków oceniane są na 400 000 ton zniszczonego ziarna i jego produktów. Około 1/3 zbóż magazynowanych w spichrzach PZZ było w ostatnich latach porażonych przez te szkodniki.

W krajach południowych większe znaczenie jako szkodniki magazynów mają owady, głównie chrząszcze i motyle. W krajach klimatu umiarkowanego często także roztocze zaliczane są do groźnych szkodników. Wynika to stąd, że ich wymagania cieplne są niższe niż owadów, mogą się rozwijać już przy temperaturach kilku stopni powyżej 0 st. C. Mają one natomiast wyższe wymagania wilgotnościowe, stąd szczególnie masowo pojawiają się w rejonach o wyższych wilgotnościach powietrza.

W latach powojennych w Polsce duże znaczenie odgrywał wołek zbożowy, a także — zwłaszcza w młynach i kaszarniach — mklik mączny. Owady te, widoczne gołym okiem, udało się w warunkach naszych magazynów, gdzie okres przechowywania jest krótki, stosunkowo łatwo opanować i obecnie występują rzadko. Dużego znaczenia natomiast nabrały roztocze. Szkodniki te, popularnie nazywane „rozkruszkami” odgrywają w Polsce dużą rolę jako szkodniki zbóż, nasion różnych roślin, produktów przemiału, suszonych ziół, przetworów owocowo-warzywnych, suszonych owoców, pasz, cebuli i cebul roślin ozdobnych. Szkodniki te stały się także problemem w takich krajach, jak: W. Brytania, Czechosłowacja, Portugalia, Kanada, Japonia, a ostatnio także w pewnym stopniu w USA. Stąd też w ostatnich latach w tych krajach poświęcono im sporo badań, dzięki czemu wiemy o rozkruszkach już stosunkowo dużo. Te wszystkie informacje, zwłaszcza z ostatnich lat, będą treścią niniejszego referatu.

Aktualnie w Polsce mają największe znaczenie następujące gatunki roztoczy uszeregowane według ważności.

**Rozkruszek mączny** (*Acarus siro* L.) — gatunek występujący powszechnie w ziarnie zbóż i produktach przemiału, nasionach różnych roślin, w suszonych ziołach. Bardzo często tworzy masowe pojawy. Wyjątkowo tworzy ruchome hypopusy. Jest gatunkiem synantropijnym, występuje w zasadzie tylko w magazynach, wyjątkowo w warunkach polowych.

**Rozkruszek drobny** (*Tyrophagus putrescentiae* Schr.) i inne gatunki z tego rodzaju. Występuje powszechnie w produktach gruboziarnistych: suszone zioła, nasiona roślin oleistych, skondensowane przetwory owocowo-warzywne (np. zupy), chałwa. Występuje również powszechnie w pieczarkarniach. Często pojawia się masowo. Nie tworzy hypopusów. Występuje w polu i w magazynach.

**Roztoczek suszowy** (*Carpoglyphus lactis* L.). Jest gatunkiem powszechnie atakującym suszone owoce, przetwory owocowo-warzywne (dzemy, marmolady), miód. Żeruje na powierzchni tych produktów, tworząc bardzo często liczne kolonie. Wyjątkowo tworzy ruchome hypopusy. Występuje w zasadzie tylko w magazynach.

**Roztoczek owłosiony** (*Glycyphagus destructor* Schr.). Występuje powszechnie w produktach gruboziarnistych, w ziarnie zbóż, grubych kaszach, nasionach różnych roślin, w suszonych ziołach. Jest najczęściej spotykanym gatunkiem roztocza w tych produktach, jednak tylko wyjątkowo tworzy liczniejsze kolonie. Dość często tworzy nieruchome hypopusy. Występuje także w warunkach polowych (gniazda gryzoni, siano, słoma).

**Rozkruszek korzeniowy** (*Rhizoglyphus echinopus* F. et R.) i pokrewne gatunki z tego rodzaju. Występują powszechnie w glebie, we wszelkich rozkładających się resztkach roślinnych, w przechowalniach warzyw, w cebuli i cebulkach roślin ozdobnych. Uznany jako szkodnik cebuli, cebul roślin ozdobnych i pieczarek w pieczarkarniach. Często tworzy ruchome hypopusy. Spotykany częściej w polu niż w przechowalniach.

**Roztoczek domowy** (*Glycyphagus domesticus* DeG.). Występuje, podobnie jak *G. destructor*, w produktach gruboziarnistych, a także w domach — w meblach tapicerskich, w zielnikach w eksponatach muzeów przyrodniczych. Masowe pojawy zdarzają się w suszonych ziołach, w zawilgoconych materacach. Dość często tworzy nieruchome hypopusy. Wyjątkowo spotykany bywa w warunkach polowych.

**Roztoczek brunatny** (*Gohieria fusca* Oud.). Występuje dość powszechnie w produktach drobnoziarnistych (mąka, kasze, mleko w proszku). Masowe pojawy obserwuje się niezbyt często, głównie w mące. Nie tworzy hypopusów. Występuje tylko w magazynach.

Sierposz rozkruszkowiec (*Cheyletus eruditus* Schr.). Jest gatunkiem drapieżnym, spotykanym często w różnych produktach, zwłaszcza gruboziarnistych, zaatakowanych przez rozkruszki, gdzie jednak nigdy nie tworzy bardzo licznych kolonii. Ponieważ zanieczyszcza produkty, należy go uznać za element niepożądany, chociaż niekiedy bardzo znacznie ogranicza populacje rozkruszków.

### *Biologia i ekologia rozkruszków*

W cyklu rozwojowym tych roztoczy występują stadia: jaja, 6-nogiej larwy, protonimfy, deutonimfy i roztocza dorosłego. Nimfy i stadia dorosłe mają 4 pary nóg, a więc liczbę typową dla pajęczaków. Przed przekształceniem w protonimfę, deutonimfę i roztocza dorosłego, samicę lub samca roztocz nieruchomieje. W czasie rozwoju pokolenia 1/3 lub nawet blisko połowę czasu spędza roztocz w formie znieruchomiałej. W tych okresach roztocze pozostają luźno rozmieszczone między grudkami pokarmu i na opakowaniach. Stadia aktywne, ruchome cały czas żerują i mniej lub bardziej wędrują w produkcie.

U niektórych gatunków rozkruszków występuje w rozwoju dodatkowe stadium — hypopus. Jest to zmodyfikowana deutonimfa, stadium ruchome lub nieruchome, przystosowane do rozprzestrzeniania gatunku i przeżywania niekorzystnych warunków — niskiej temperatury i wilgotności. Wydaje się, że określony układ warunków otoczenia, zwłaszcza pokarm, decydują o tworzeniu tego stadium. Griffiths (1966) stwierdził, że więcej hypopusów *Acarus immobilis* Gr. występowało na mące ubogiej w białko, zwłaszcza nierozpuszczalne w wodzie i przy braku witamin B. Według Chmielewskiego (1969) hypopusy *Carpoglyphus lactis* L. tworzyły się najliczniej przy korzystnych warunkach temperatury (15—30 st. C) i wilgotności (70—85 %) i na odpowiednim pokarmie (drożdże, dżem śliwkowy). Stadium to ma się pojawiać przy zagęszczaniu się populacji. Gatunki roztoczy mniej odporne na niekorzystne warunki otoczenia częściej tworzą hypopusy.

U jednych gatunków hypopus występuje pospolicie (*Acarus farris*, *Glycyphagus destructor*), u innych wyjątkowo (*Carpoglyphus lactis*, *Acarus siro*) lub nigdy nie występuje (*Tyrophagus*, *Gohieria*) (tabela 1).

Dzięki posiadaniu tarczy z przyssawkami na stronie brzusznej ciała, hypopus przyczepia się do owadów (np. szkodników magazynowych), do piór ptaków, sierści gryzoni i jest przenoszony. Na zwierzętach tych z reguły znajdujemy hypopusy, niekiedy w setkach egzemplarzy na każdym badanym osobniku. Ciało hypopusa jest spłaszczone, pokryte grubą kutikulą. Kutikula ta, w przeciwieństwie do innych stadiów tego samego gatunku, jest u hypopusa gruba, zbita, nie warstwowana, nie widać w niej

Tabela 1

## Niektóre cechy roztoczy występujących w produktach

Gatunek	Rozwój		Odporność temp. °C	Płodność w warunkach optimal.	Hypopusy	Pospolitość w:
	temp. min. (max.)	wilgotn. minim.				
Rozkruszek mączny <i>Acarus siro</i>	3 (31)	65	—10 10 dni	230	wyjatkowo	przechowalni
Rozkruszek polowomagazynowy <i>Acarus farris</i>	3	74	—10 12 dni	110	+	przechowalni
Roztoczek owłosiony <i>Glycyphagus destructor</i>	5	60		70	+	przechowalni
Roztoczek domowy <i>Glycyphagus domesticus</i>	8	70		80	+	przechowalni, mieszkaniu
Roztoczek brunatny <i>Gohieria fusca</i>	8	75		30	—	przechowalni
Rozkruszek drobny <i>Tyrophagus putrescentiae</i>	8 (33)	70	—10 3 dni	310	—	przechowalni, polu
Roztoczek suszowy <i>Carpoglyphus lactis</i>	3 (35)	60	—8 30 dni	278	wyjatkowo	przechowalni
Rozkruszek korzeniowy <i>Rhizoglyphus echinopus</i>	4	78	—	400	+	polu, przechowalni
Sierposz rozkruszkowiec <i>Cheyletus eruditus</i>	8	55		70	—	przechowalni

plazmatycznych wypustek komórek hypodermy, które to wypustki żywej plazmy mogą być liczne oraz szerokie u innych stadiów roztoczy i u owadów. Okrywa ta więc chroni hypopusa przed stratami wilgoci i może być przyczyną, że stadium to jest odporniejsze na fumiganty od innych stadiów. Stadium hypopusa nie decyduje o rozprzestrzeleniu i prężności biologicznej gatunku. Niektóre gatunki nie tworzące hypopusów lub tylko wyjątkowo (np. *Tyrophagus putrescentiae*, *Acarus siro*) są najpospolitszymi gatunkami atakującymi na całym świecie magazynowane produkty. Pierwotnym środowiskiem rozkruszków były pola, gleba, wszelkie reszt-



ki roślinne i niektóre gatunki tam dotychczas można spotkać. Hypopus wydaje się być stadium szczątkowym w ontogenezie tych zwierząt, które przy osiedlaniu się w magazynach, przy przejściu do synantropijności, traci na znaczeniu. W miarę wzrostu wymiany towarowej i naszej ruchliwości człowiek staje się najważniejszym i wystarczającym czynnikiem rozprzestrzeniania tych szkodników.

W stadium hypopusa roztocz może pozostawać przez okres od kilku tygodni do miesięcy. Przekształcanie się w normalną deutonimfę, a następnie w imago następuje przy sprzyjającej temperaturze i wilgotności. U niektórych gatunków, u których hypopus występuje rzadko cecha ta bywa związana z określonymi pojedynczymi populacjami. Jest to więc cecha uwarunkowana genetycznie. W potomstwie osobników, które przeszły przez stadium hypopusa, stadium to częściej się pojawia.

Szybkość rozwoju pokolenia i namnażania się populacji rozkruszków zależą od temperatury, wilgotności i pokarmu. Jak widać z danych w tabeli 1, rozwój wielu gatunków uruchamia się już w temperaturze ponad 3 st. C, przy temperaturze ponad 8 st. C rozwijają się już wszystkie gatunki. Jest to więc znacznie niższy poziom niż konieczny dla szkodliwych owadów przechowywanych. Wołek zbożowy rozwija się dopiero przy temperaturze 10 st. C, a trojszyk ulec przy temperaturze 22 st. C. Temperatury optymalne dla większości gatunków rozkruszków mieszczą się w kranicach 20-25 st. C, maksymalne poniżej 30 st. C.

Temperatura decyduje o szybkości rozwoju pokolenia. W optymalnych warunkach rozwój pokolenia rozkruszka mącznego trwa zaledwie 9,6 dni, rozkruszka drobnego 7—10 dni, roztoczka suszowego 9 dni, a *Tyrophagus castellani* zaledwie 6, 7 dni. Wzrost temperatury o 1 st. C powoduje w granicach 5—20 st. C przyspieszenie rozwoju pokolenia o około 4 dni. Przy temperaturach minimalnych rozwój pokolenia rozciągał się i trwał 3 miesiące. W miarę zbliżania się do temperatury optymalnej zmniejszała się śmiertelność *A. siro* od 100% przy 3 st. C do kilkunastu procent przy temperaturze 20 st. C (Solomon 1957). Także liczba jaj składanych przez samicę jest skorelowana z temperaturą. Przy temperaturze 5 st. C rozkruszek mączny składa ok. 150 jaj, a przy 13—20 st. C — 350 sztuk. Rozkruszek drobny w temperaturze 9,3 st. C składa 35 jaj, a przy 26,1 st. C — 206 sztuk (Gołębiowska 1963). Spadek temperatury poniżej optimum przedłuża jednak długość życia, gdyż wtedy wszelkie procesy metabolizmu zwalniają się.

Równie ważnym, a niekiedy ważniejszym czynnikiem od temperatury jest wilgotność. Także i w tym przypadku wymagania poszczególnych gatunków są dość zróżnicowane (tab. 1). Większość gatunków może się rozwijać dopiero przy wilgotności względnej powietrza ok. 70%, co odpowiada 14—15% wilgotności produktu. Niektóre gatunki, jak rozkru-

szek korzeniowy mogą się rozmnażać dopiero przy wilgotności produktu ok. 16%. Optymalne warunki wilgotnościowe istnieją przy wilgotności względnej powietrza 80—85%. Wtedy obserwujemy najwyższą płodność, najkrótszy rozwój i najniższą śmiertelność. W wilgotności 60% roztoczek mlekowy składa średnio 57 jaj, osobniki dorosłe żyją 15 dni, rozwój pokolenia trwa w temp. 25 st. C 11 dni, a śmiertelność w rozwoju sięga 71%. W wilgotności 85% samica składa 278 jaj, osobniki dorosłe żyją 19 dni, rozwój pokolenia trwa 9 dni, śmiertelność wynosi zaledwie 24%. Rozkruszek mączny w temperaturze 23 st. C i wilgotności względnej powietrza 75% rozwija się w ciągu 19 dni, a przy wilg. 90% — w ciągu 14 dni. Średnio, wzrost wilgotności o 10% skraca rozwój pokolenia o 3—5 dni (Boczek 1966).

Bardzo ważnym czynnikiem jest także pokarm i to zarówno jego jakość, jak i rozdrobnienie. Jakkolwiek w każdym produkcie spożywczym możemy znaleźć roztocze, jednak zarówno ich liczba, jak i skład gatunkowy bywają różne. Badania nasze wykazały, że rozkruszki mogą żyć i rozmnażać się w produktach zawierających sole mineralne, węglowodany, witaminy, tłuszcze i około 15 aminokwasów. Brak pojedynczych aminokwasów, np. tryptofanu lub steroli czy cholesterolu uniemożliwiało rozwój względnie samice składały wtedy tylko pojedyncze jaja. Roztocze te reagowały na niektóre antyseptyki (boraks, kwas borny, propionian wapnia obniżeniem płodności i wzrostem śmiertelności, natomiast nie reagowały na obecność antybiotyków.

Przy porażeniu produktów przez owady z reguły występują populacje jednogatunkowe. Nigdy nie znajduje się równoczesnego porażenia np. przez wołki i spichrzele czy trojszyki. Inaczej sytuacja wygląda przy porażeniu przez roztocze. W produktach porażonych spotykamy często zespoły 2,3, a nawet 5-gatunkowe. Dotyczy to zwłaszcza takich produktów, jak suszone zioła, ziarno zbóż, nasiona różnych roślin, a więc w produktach o dużych przestrzeniach, w których roztocze mogą się łatwo poruszać. Natomiast w takich produktach, jak mąka, mleko w proszku, drobne kasze występują tylko nieliczne gatunki, te o krótkich szczecinach (*Gohieria fusca*, *Acarus siro*).

Pokarm, podobnie jak temperatura i wilgotność, decyduje o płodności długości rozwoju i długości życia oraz o śmiertelności w czasie rozwoju (tab. 2). Z danych w tabeli 2 widać, że rozkruszek drobny żył na płatkach owsianych 3 razy krócej i składał blisko 5 razy mniej jaj niż na mleku w proszku. Samice roztoczka suszowego (mlekowego) składały na suszonych śliwkach średnio 118 jaj, a na drożdżach 278. Rozwój pokolenia *A. farris* na zarodkach pszenicy trwał 16 dni, a w tej samej temperaturze i wilgotności na serze żółtym 19,5 dni, jednak śmiertelność w pierwszym przypadku wynosiła 57%, a w drugim zaledwie 2% (Jakubowska 1967).

Tabela 2

Wpływ pokarmu na *Tyrophagus putrescentiae* (20°C, wilg. wzgl. pow. 85%)  
(Gołębiowska 1963)

Pokarm	Rozwój pokolenia (dni)	Śmiertelność (%)	Dł. życia (dni)	Plodność jaj
Zarodki pszenicy	10	12	63	311
Platki owsane	14	42	25	8
Mleko w proszku	18	67	75	38
Żółty ser	21	32		
Mączka rybna	24	24		
Dynia oleista, pestki	20	67	80	88

Za najlepszy pokarm dla wielu gatunków rozkruszków (*A. siro*, *A. farris*, *T. putrescentiae*, *C. lactis*, *R. echinopus*) uważa się świeże drożdże piekarnicze. Na tym pokarmie uzyskiwano najwyższe plodności (dla *A. farris* — 112 jaj, dla *C. lactis* — 278 jaj, dla *A. siro* ponad 300 jaj). Także zarodki pszenicy, sproszkowane mleko, suszone mięso, chałwa, nasiona roślin oleistych są bardzo dobrym pokarmem.

Bardzo dobrym pokarmem dla wielu gatunków rozkruszków są strzępki i zarodniki grzybów. Uważa się, że takie gatunki, jak rozkruszek korzeniowy, występujące w środowiskach zawilgoconych, żerują przede wszystkim na strzępkach pleśni występujących pospolicie w ich środowisku życia.

W naszych badaniach (Czajkowska, w druku), jak również w Anglii i Kanadzie ustalono, że wartość poszczególnych gatunków grzybów jako pokarmu jest różna. Także różne gatunki roztoczy różnie reagują na ten sam gatunek grzyba. Sinha (1968) na podstawie reakcji gatunku danego rodzaju rozkruszka na różne gatunki grzybów próbował ustalić pokrewieństwo gatunków rozkruszków i wnioskuje o ich ewolucji. Jest pewne bowiem, że rozkruszki stosunkowo niedawno przewędrowały z pola do magazynów.

Grzyby z gatunku *Sporendonema sebi* Fr. i *Aspergillus restrictus* okazały się antagonistami dla rozkruszka mącznego (Solomon et al. 1964). W produkcie porażonym przez te grzyby roztocze te szybko wymierają i nie rozmnażają się.

Szczególnie dobrze rozwijają się różne gatunki rozkruszków na grzybach: *Alternaria tenuis*, *Nigrospora sphaerica* i *Mucor sphaerosporus*. Najlepszym pokarmem dla *A. siro* okazały się grzyby z rodzajów *Penicillium* i *Aspergillus*. *Tyrophagus putrescentiae* rozwijał się najlepiej na: *Mucor sphaerosporus*, *Nigrospora sphaerica* i *Helminthosporium sativum*. Żerując na *Penicillium herquei* gatunek pomnażał swoją populację w cią-

gu miesiąca 244 razy, a na *Penicillium cyclopium* — 517 razy (Sinha i Mills 1968).

Rozkruszki nie posiadają oczu, jednak reagują na silne oświetlenie, uciekają wtedy i kryją się w produkcie.

Roztocze te mogą żyć w środowisku o dużym stężeniu CO<sub>2</sub>. Nad mąką silnie porażoną rozkruszką mącznym zmniejsza się po 8 dniach ilość tlenu do 17,3%, a po 50 dniach do 5%. W tym czasie ilość CO<sub>2</sub> rośnie do 9%. Przy wyższych zagęszczeniach CO<sub>2</sub> (30%) następuje anabioza i roztocze nieruchomieją. W takim stanie roztocze mogą pozostawać przez szereg tygodni, a po przewietrzeniu naczyń wracają ponownie do aktywności i rozrodu. W czystym CO<sub>2</sub> giną dopiero po 3 dniach.

Roztocze te są bardzo wytrzymałe na niskie temperatury i na głodowanie (tab. 1, 3, 4). Widać z tych tabel, że w miarę wzrostu temperatury i obniżania się wilgotności wytrzymałość na głód maleje. W miarę wzrostu temperatury o 1 st. C długość życia *Tyrophagus putrescentiae* skracała się o około 2 dni. Najwrażliwsze na głód są larwy, najodporniejsze — osobniki dorosłe.

Tabela 3

Wytrzymałość na głód *Carpoglyphus lactis* w zależności od temperatury i wilgotności (Chmielewski 1969)

Temp. °C (wilg. wzgl. 85%)	Długość życia średnio dni	Wilg. wzgl. pow. % (temp. 25°C)	Długość życia dni
0—3	97	50	7
10	40	60	15
20	29	70	30
30	12	80	29
35	4	90	27
40	2	100	19

Tabela 4

Wytrzymałość na głód *Tyrophagus putrescentiae* w zależności od temperatury i wilgotności (Gołębiowska 1963)

Temp. °C (75% wilg. wzgl.)	Dł. życia (dni)	Wilg. wzgl. pow. % (temp. 23,6°C)	Dł. życia (dni)
15	36	62	12
19,6	31	75	25
23,5	25	85	48
27,6	15	94	50
31,6	6	100	59





Tabela 7

Porównanie parametrów demograficznych niektórych gatunków rozkruszków, roztoczy drapieżnych i wołka ryżowego (Stępień 1970)

Gatunek	$\lambda$	T	$R_0$	Temp. °C	Wilg. %
<i>Aeroglyphus robustus</i> (Banks)	1,21	33	2,49	28	90
<i>Carpoglyphus lactis</i> (L.)	7,61	16	118,1	25	85
<i>Glycyphagus domesticus</i> (DeG.)	1,97	40	32,5	21	98
<i>Tyrophagus putrescentiae</i> (Schr.)	2,93	31	119,0	22	99
	4,10	23	113,0	28	99
<i>Rhizoglyphus echinopus</i> (F. et. R)	2,91	32	126,7	25	89
<i>Blattisocius keegani</i> (Fox)	3,33	14	12,4	25,7	72
<i>Calandra oryzae</i> (L.)	2,14	58	113,6	29	

Z tabel tych widać, że wartość  $R_0$  może się wahać od ponad 1 do ponad 200. Najbardziej prężnym biologicznie gatunkiem wydaje się być *T. putrescentiae*, u którego populacja w ciągu rozwoju pokolenia pomnaża się 25—204 razy. Również bardzo szybko namnażającymi się gatunkami są *C. lactis* (u którego  $R_0$  waha się od blisko 2 do 118) i *R. echinopus*, który w ciągu 1 pokolenia może pomnożyć populację blisko 127 razy. Znacznie wolniej rozmnażają się *G. domesticus* i *Aeroglyphus robustus*. To nam wyjaśnia, dlaczego te gatunki nie odgrywają większej roli jako szkodniki produktów spożywczych. Jakkolwiek bowiem *G. domesticus* występuje bardzo pospolicie, jednak zwykle w pojedynczych egzemplarzach.

Z porównania tych danych widać także, że przy wzroście temperatury w kierunku optimum o 1 st. C może się  $R_0$  zwiększać o kilka (*C. lactis*) do kilkudziesięciu (*T. putrescentiae*). Również istotny wpływ ma wilgotność, zwłaszcza przy zbliżaniu się ku optimum, jak również pokarm. Wartości  $R_0$  i  $\lambda$  są więc bardzo dobrymi wskaźnikami odpowiedności pokarmu dla danego gatunku. Wartości te są wielkościami stałymi dla gatunku, dziedzicznymi i stąd znając je możemy porównywać gatunki, oceniać ich potencjał namnożeniowy, niebezpieczeństwo masowych pojawów.

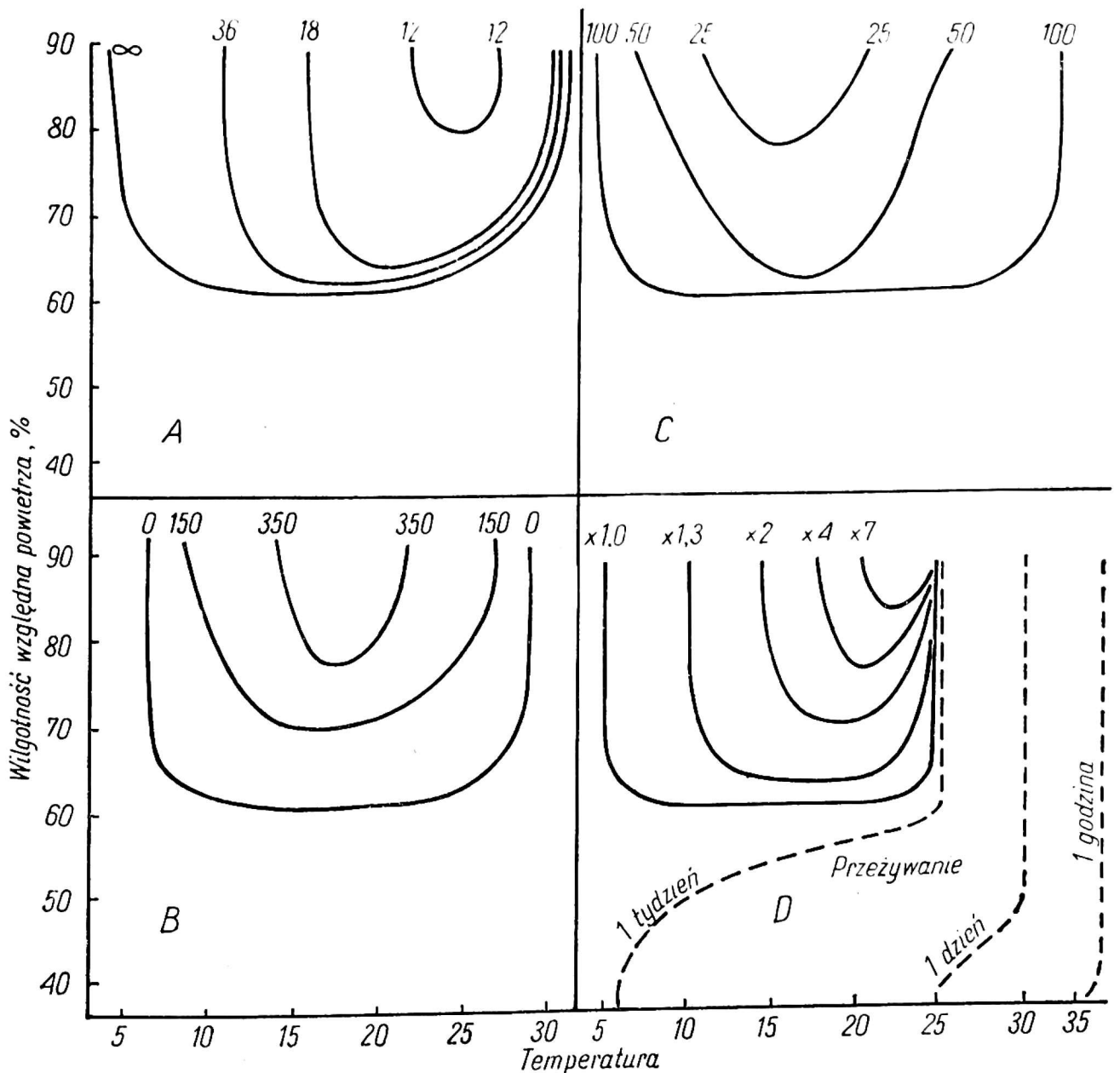
Z porównania danych tabeli 7 widać, że wartość  $\lambda$  jest wyższa dla wielu gatunków rozkruszków niż dla *Calandra oryzae*, wołka ryżowego. W obrębie rozkruszków najwyższe wartości miały *C. lactis*, *T. putrescentiae* i *T. castellani*.

Znając parametry demograficzne gatunku można także obliczyć rozkład wiekowy jego populacji. Barker (1967) obliczył, że w populacjach *T. putrescentiae* osobniki dorosłe stanowiły około 10%, jaja ponad 50%, a reszta to były larwy i nimfy. U *Rhizoglyphus echinopus* stwierdził Stępień (1970) na drożdżach zaledwie 1,2% osobników dorosłych.

## Szkodliwość rozkruszków

Szkodliwość roztoczy żerujących w produktach spożywczych jest wieloraka. Zjadają one produkty i zanieczyszczają je, zawilgacają i zagrzewają. Powszechnie uważa się, że straty spowodowane zanieczyszczeniem są 10-krotnie większe niż wskutek zjadania produktów.

Żerując w ziarnie roztocze zjadają wyłącznie zarodek i warstwę aleuronową, natomiast nie zjadają endospermu. Zarodek stanowi wagowo 1,4 do 2,5% ziarna pszenicy i stąd straty wagowe w zaatakowanym ziarnie są na poziomie 2,5—3,3%. Są one nieco większe w ziarnie wilgotniejszym.



Eys. 1. Dane dotyczące rozwoju rozkruszka mącznego (*Acarus siro* L.)

A — dni rozwoju pokolenia,

B — płodność, liczba jaj składanych przez samice,

C — śmiertelność w czasie rozwoju pokolenia %,

D — namnażanie się populacji w ciągu tygodnia oraz okresy maksymalnego przeżywania poza warunkami, w których zachodzi rozwój (wg Solomon 1957)

Żerując w zbożu roztocze atakują wyłącznie ziarna uszkodzone, są więc szkodnikami wtórnymi. Wskutek porażenia przez nie wytwarza się w ziarnie spora ilość pyłu z odłamanymi łuskami, wylinek i kału roztoczy. Ilość tego pyłu wzrasta szybko w miarę magazynowania porażonego ziarna. Ziarno porażone traci siłę kiełkowania, łatwo pleśnieje i zmienia swój skład chemiczny. Tłuszcz zawarty w produktach szybko się wtedy rozpada, powstają wolne kwasy tłuszczowe, przez co zmienia się smak i zapach produktu.

Jedna samica rozkruszka mącznego zjada 1 zarodek w ciągu 2 miesięcy. *Acarus farris* natomiast zjada w tym czasie pół zarodka. Szczegółowe badania nad zużyciem pokarmu i metabolizmem rozkruszka korzeniowego przeprowadził ostatnio Stępień (1970). Badania prowadził karmiąc rozkruszkę zarodkami żyta i drożdżami. Wartość kaloryczna zarodków żyta wynosi ok. 5 cal/mg. Zawierają one średnio 37% białka, 25% węglowodanów i około 7,7% lipidów. Jeden zarodek żyta ma wartość energetyczną ok. 1 kalorii. Z jego badań wynika, że jeden roztocz zjada w czasie życia preimaginalnego  $71 \text{ cal} \cdot 10^{-3}$  ( $14 \mu\text{g}$  zarodka), przy czym w stadium larwy aktywnej zjada około  $5,3 \text{ cal} \cdot 10^{-3}$  ( $1 \mu\text{g}$ , w stadium protonimfy  $18,5 \text{ cal} \cdot 10^{-3}$  ( $3,7 \mu\text{g}$ ) i w stadium deutonimfy  $47,3 \text{ cal} \cdot 10^{-3}$  ( $9,4 \mu\text{g}$ ). Widac stąd, że konsumpcja w stadium deutonimfy jest największa, stanowi 66% racji pokarmowej całego rozwoju. W tym stadium zresztą roztocz głównie przyrasta, o 2/3 swojej ostatecznej wartości kalorycznej.

Dorosły rozkruszek korzeniowy zjada dziennie ok.  $21 \text{ cal} \cdot 10^{-3}$ , z tym że roztocze dorosłe żerują najintensywniej bezpośrednio po wylęgu, kiedy także produkcja jaj u samic jest najwyższa. Samice zjadają blisko 2-krotnie więcej od samców. Łącznie średnio roztocz dorosły zjada w ciągu życia ok. 1,540 cal. plus  $71 \text{ cal} \cdot 10^{-3}$  w czasie rozwoju preimaginalnego, a więc razem ok. 1,600 cal, czyli ok. 300  $\mu\text{g}$ , czyli ok. 1 zarodka. Ponieważ samica rozkruszka korzeniowego waży ok. 64  $\mu\text{g}$ , a samiec ok. 34  $\mu\text{g}$  samica zjada ok. 5-krotną ilość zarodka w stosunku do swojego ciężaru.

Tabela 8

Konsumpcja, produkcja i asymilacja imagines rozkruszka korzeniowego w zależności od wieku (w cal.  $10^{-3}$ /osobnika/dobę)

Wiek (dni)	Konsumpcja C	Produkcja			Straty na metabolizm R	Asymilacja P + R	A — <sup>o</sup> / <sub>C</sub>	P — <sup>o</sup> / <sub>C</sub>	P — <sup>o</sup> / <sub>A</sub>
		ciała	jaj	łącznie P					
21-31	32,67	4,7	9,1	13,8	4,03	17,8	54	42	77
41-51	26,6	0,7	6,6	7,2	5,8	13,0	49	27	56
62-72	26,9	-1,9	8,3	6,5	6,1	12,6	47	24	51



Konsumpcję, produkcję i asymilację dorosłych roztoczy tego gatunku zestawiono w tabeli 8. Kaloryczność ciała rozkruszka wzrasta w czasie jego rozwoju, jedynie w czasie znieruchomienia roztocz traci na metabolizmie 10—20%. Dorosły roztocz do 62 dnia życia zwiększa swoją wartość kaloryczną, później roztocz chudnie.

Bilans energetyczny gatunku charakteryzują wzory:

$$D = P + R + U = A + U$$

$$C = P + R + U + F = D + F$$

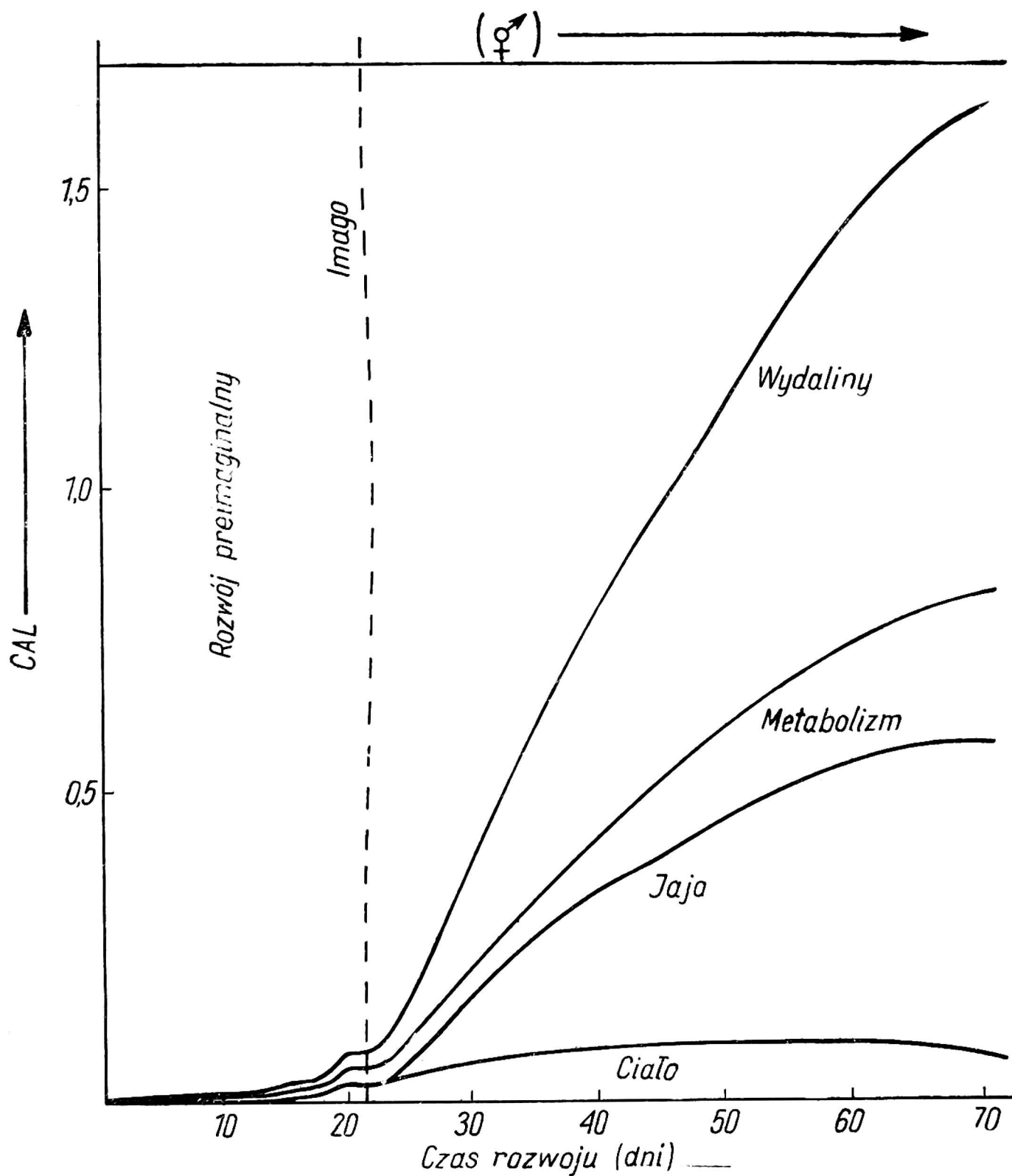
$A = P + R$ , gdzie:  $D$  = energia strawna, asymilowana;  $P$  = produkcja (ciała, jaj, wylinek);  $R$  = respiracja (koszt utrzymania);  $U$  = produkty metabolizmu białek (guanina, kwas moczowy);  $A$  = asymilacja;  $C$  = konsumpcja (racja pokarmowa);  $F$  = fekalia. Wydajność energii

gatunku jest duża jeśli jego  $\frac{A}{C}$  (współczynnik przyswajalności) jest duży,

$\frac{p}{C}$  (współczynnik wydajności produkcji brutto) i  $\frac{p}{A}$  (współczynnik wydajności produkcji netto) są duże. Wszystkie te wartości u rozkruszka korzeniowego są wysokie. Larwa jego wykorzystuje energię pokarmu na produkcję ciała w 95%, protonimfa — 50%, deutonimfa ok. 45%. U roztoczy dorosłych wskaźnik ten wynosi średnio 40%. Rozkruszek korzeniowy zużywa ok. 7% na produkcję ciała, 30% na produkcję jaj, 15% na respirację (koszt utrzymania), a blisko 48% wydała (rys. 2) z energii pobranej w ciągu życia.

Żerując w produktach roztocza zanieczyszczają je kałem, wylinkami i trupami. Kał roztoczy jest hygroskopijny, sprawia więc, że produkt wilgotnieje. Same roztocze oddychając wydają także do otoczenia parę wodną. W ciągu 18 miesięcy porażenia wzrastało zawilgocenie mąki z 15 do 28% (Amos 1948). Na kale roztoczy, jak na pożywcę rozwijają się mikroorganizmy. Ponadto ciało ich jest okryte warstewką lepkiej wydzieliny gruczołów łojowych, stąd przyczepiają się do ich ciała i są przez nie przenoszone liczne mikroorganizmy, np. *Escherichia coli* i *Salmonella typhimurium*, riketsje. W swoim ciele roztocze przenoszą nicienie i tasiemce (Howe 1965).

W kale rozkruszków zawarte są duże ilości guaniny i skleroprotein, związki nie przyswajalne przez wyższe organizmy. Zwierzęta te wydają także kwas moczowy i toksyczne wydzieliny gruczołów łojowych, nadające porażonemu produktowi określony, nieprzyjemny zapach i smak. W mące porażonej przez roztocze przebiegają intensywnie procesy enzymatyczne, powodujące rozpad wielocukrów, wzmożona jest dynamika rozpuszczalnych cukrów redukujących, następuje osłabienie siły amyliolitycznej mąki (Młodecki 1959).



Rys. 2. Bilans energetyczny (wykorzystanie energii) u rozkruszka korzeniowego

Ciało roztoczy okryte jest niestrawną kutikulą, która jest zrzucana w czasie wylinek. Wylinki stanowią ok. 4% wartości kalorycznej roztocza, w czasie całego rozwoju rozkruszek korzeniowy produkuje ok.  $4 \text{ cal} \cdot 10^{-3}$  wylinek. Kutikula ich zawiera duże ilości siarki i około 4% chityny. Produkt porażony przez roztocza szarzeje lub brunatnieje. Wylinki kurczą się, twardnieją, wskutek przymocowanych do nich szczecinek stają się ostre i stąd drażnią ściany jelit jeśli są zjadane z produktem. Konsumenty, zwłaszcza dzieci, mogą cierpieć na bezkrwawe biegunki, a nawet na chroniczne zapalenia przewodu pokarmowego. Chmielewski (1970) stwierdził,

że roztocza, zwłaszcza *Carpoglyphus lactis* i *Tyrophagus entomophagus* oraz hypopusy *C. lactis* i *G. domesticus* mogą nieuszkodzone przechodzić przez przewód pokarmowy wróbla, kur i myszy.

Ze względu na szczecinki, powierzchnia ciała rozkruszków w stosunku do ich objętości jest duża. Łatwo więc są roznoszone z prądami powietrza, zwłaszcza przy powstawaniu przeciągów. Dostając się do dróg oddechowych pracowników magazynów mogą powodować astmatyczne schorzenia.

Rozkruszki występują nie tylko w typowych magazynach. Stwierdza się je powszechnie w domach, zwłaszcza w pyłe podłóg, materacy i w łóżkach. W badaniach w Anglii stwierdzono powszechne występowanie w łóżkach następujących gatunków w kolejności według częstotliwości ich spotykania: *Dermatophagoides pteronyssinus*, *Acarus siro*, *Glycyphagus domesticus* i *Tyrophagus putrescentiae*. Odpowiednie ekstrakty wykonane z tych roztoczy dawały u pacjentów cierpiących na astmę oskrzelową pozytywną reakcję. Dane według Maunsell et al. (1968) zestawiono w tabeli 9. Reakcja u niektórych pacjentów występowała już przy bardzo dużych rozcieńczeniach  $10^{-8}$ , a zawsze już przy rozcieńczeniach  $10^{-6}$ . Trzy

Tabela 9

Reakcja skórna pacjentów na wyciąg z roztoczy (0,01%)

Gatunek roztocza (wyciąg)	Pozytywna				Negatywna
	razem	silna	średnia	słaba	
<i>Derm. pteronyssinus</i>	94	65	21	8	6
<i>Acarus siro</i>	55	14	18	23	45
<i>Glycyphagus domesticus</i>	30	2	10	18	70
<i>Tyrophagus putrescentiae</i>	34	0	20	14	66

z tych czterech wymienionych gatunków — to gatunki bardzo pospolite u nas jako szkodniki produktów przechowywanych. Autorzy ci podają także, że w wilgotnych domach roztoczy było zawsze więcej, występowały jednak zarówno w mieszkaniach nowoczesnych, jak i starych, drewnianych i w kamienicach, w suchych i wilgotnych, o ogrzewaniu kominkowym i centralnym. Charakterystyczne jest także to, że niektórzy z badanych tam pacjentów reagowali wyłącznie na wyciągi z rozkruszków mącznego lub roztoczka domowego.

#### Zwalczanie rozkruszków

Ze względu na dużą toksyczność fumigantów stosowanych do zwalczania szkodników magazynów i możliwość pozostawiania resztek tych trucizn w produktach spożywczych stosuje się je tylko wyjątkowo.

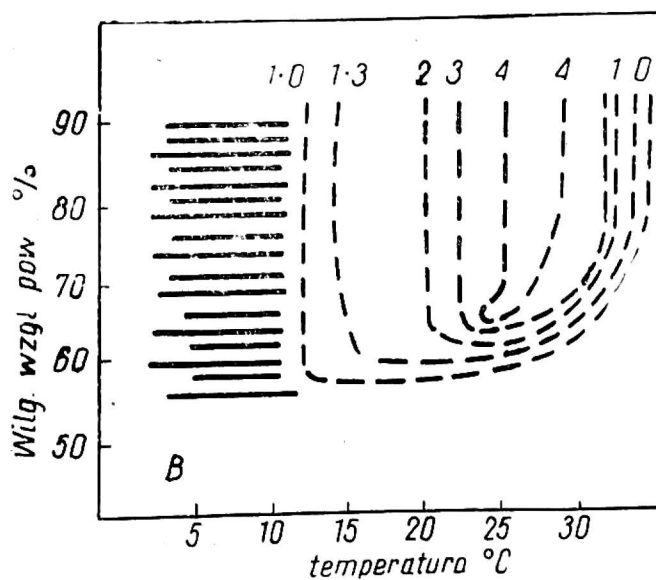
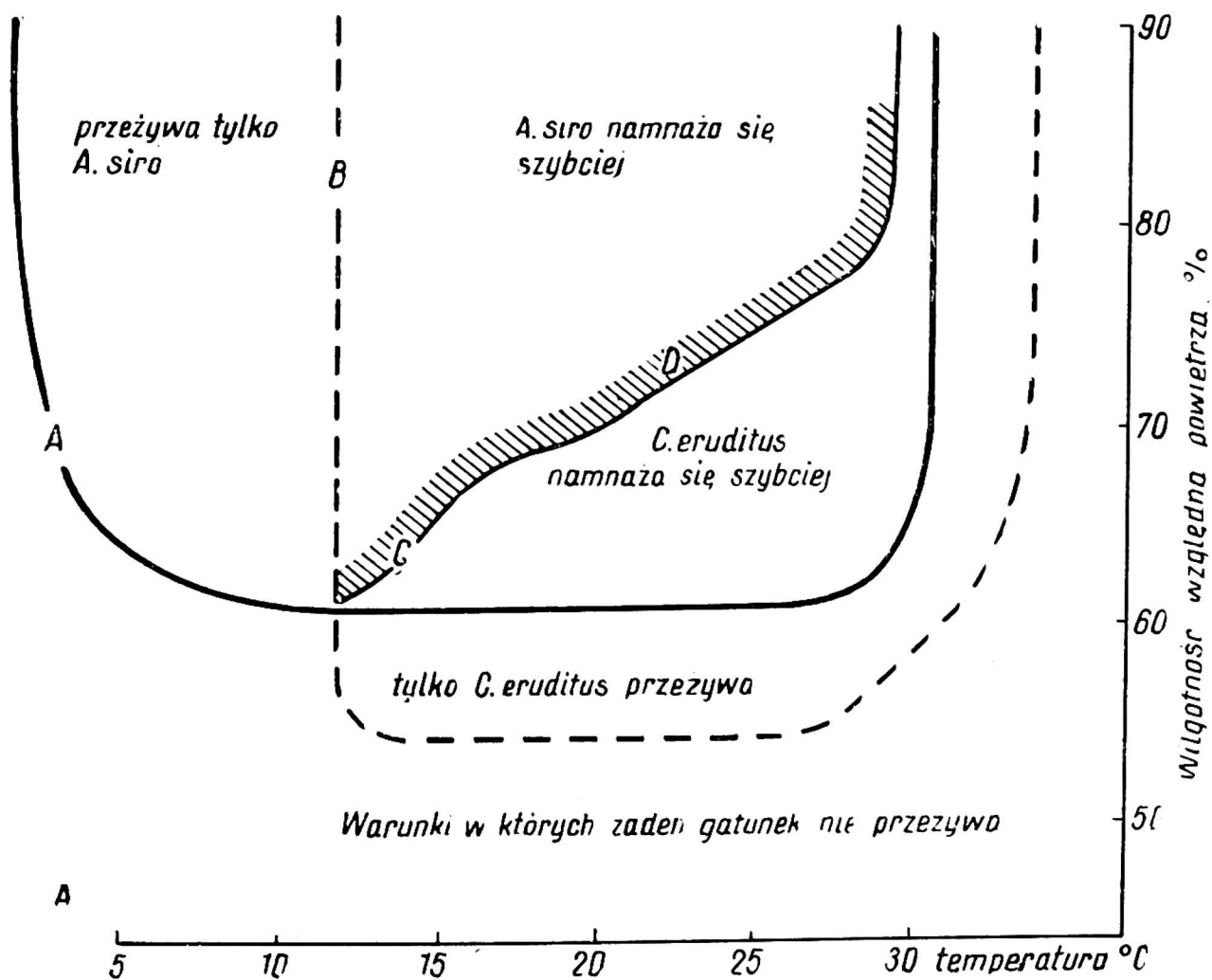
Zalecane są przede wszystkim metody zapobiegawcze: obniżenie wilgotności i temperatury. Rozkruszki nie mogą się rozwijać w produktach o wilgotności poniżej 13,8—14,3%. W naszych warunkach utrzymanie jednak produktów poniżej wilgotności 14% jest praktycznie nieosiągalne (Boczek, Jakubowska 1968). Drogą absorpcji ziarno wysuszone łatwo się nawilgaca. To nam wyjaśnia, dlaczego produkty przechowywane są tak często w Polsce porażane przez roztocze. Obniżanie wilgotności względnej powietrza o 10% jak również obniżanie temperatury o 1 st. C przedłuża rozwój roztoczy o ok. 4 dni.

Duże znaczenie dla porażenia i stopnia rozwoju roztoczy ma czystość produktów i pomieszczeń. Roztocze kryją się często w pyłe pokrywającym ściany i podłogi i stąd stanowią źródło porażenia produktów. Ziarno zawierające nasiona chwastów jest z reguły silniej atakowane przez wszelkie szkodniki, również przez roztocze. Pulpan i Verner (1965) stwierdzili, że namnażanie się roztoczy w ziarnie zawilgoconym (16%) i zanieczyszczonym, w ziarnie zawilgoconym (16%), lecz czystym oraz suchym i zanieczyszczonym pozostaje w stosunku 100:10:1.

Wraz z rozkruszkami występują często w produktach magazynowanych także roztocze drapieżne, głównie sierposz rozkruszkowiec (*Cheyletus eruditus* Schr.). Niekiedy pojawia się także *Melichares tarsalis*. Sierposz rozmnaża się przy temperaturach od 8 do 31°C i wilgotności względnej ponad 52% (Boczek 1959; Solomon 1962). Jest to gatunek rozmnażający się prawie wyłącznie partenogenetycznie, samce występują bardzo rzadko. Samice składają ok. 70 jaj w złoża, na których pozostają do okresu wylęgu larw. Sierposz zjada wszystkie stadia rozkruszków z wyjątkiem hypopusów. Rozrodczość jego jest jednak znacznie mniejsza niż rozkruszków. Ponieważ ma on wyższe wymagania cieplne, a mniejsze odnośnie wilgotności (rys. 3) namnaża się szybciej od rozkruszków tylko w produktach suchszych. Ponieważ nie ma on oczu, intensywność żerowania wzrasta przy większym zagęszczeniu ofiar. Jeśli natomiast populacja rozkruszków jest bardzo zagęszczona, sierposze są drażnione przez poruszające się rozkruszki i również wtedy nie czują się najlepiej. Najdogodniejsze warunki do jego rozwoju istnieją przy stosunku liczebnym 20—100 ofiar do 1 drapieżcy. Sierposz żeruje i rozmnaża się tylko w produktach gruboziarnistych.

Pulpan i Verner (1965) uzyskali dobre efekty w Czechosłowacji z wprowadzaniem sierposza do ziarna wiosną lub jesienią w ilości 1 sierposz na 100—1000 rozkruszków (*Acarus siro* + *Glycyphagus destructor*). Sierposza nie namnażali laboratoryjnie, lecz wprowadzali go z ziarnem pochodzącym z magazynów, gdzie sierposz zniszczył rozkruszki i zostawał niemal sam w ziarnie (20—2000 kg ziarna). W takiej sytuacji sierposze same się niszczą zjadając się nawzajem (kanibalizm). Przy zagęszcze-





Rys. 3. Porównanie warunków dla rozwoju sierposza rozkruszkowca i rozkruszką mącznego  
 A — warunki dla rozwoju *A. siro* i *C. eruditus*  
 B — namnażanie się populacji *C. eruditus* w ciągu tygodnia

niach rozkruszków ok. 1000/kg działalność sierposza była ograniczona wtedy znacznie bardziej skuteczne okazało się zastosowanie fumigacji. Ziarno z sierposzem należy przed przemiałem odwiać na wialni. W czasie tego zabiegu roztocze drapieżne łatwo oddzielić od ziarna. Sierposz jest niestety bardziej wrażliwy na fumiganty od rozkruszków i stąd po fumigacjach rozkruszki zwykle rozmnażają się szybciej niż poprzednio.

Niezależnie od tych optymistycznych wyników otrzymanych w walce biologicznej z rozkruszkami w Czechosłowacji wydaje się, że metoda ta może znaleźć ograniczone zastosowanie, gdyż musi być przeprowadzana w oparciu o skrupulatną analizę sytuacji w danym magazynie. Sierposz jest skuteczny jedynie w ziarnie i nasionach.

Wielokrotnie były przeprowadzane próby ze zwalczaniem rozkruszków metodą mechaniczną, przez przepuszczanie ziarna przez tzw. entolektory. Ziarno w tych urządzeniach spada na szereg przegród i w czasie tego roztocze giną. Jakubowska (w druku) udowodniła jednak, że przy odwiewaniu ziarna następuje przede wszystkim niszczenie sierposza, który żyje w przestrzeniach między ziarnem, a ukryte pod osłonką rozkruszki przeżywają zabieg i później szybciej się rozmnażają niż przed zabiegiem, gdyż nie są ograniczane przez drapieżcę.

W walce z rozkruszkami żerującymi w produktach próbowano wykorzystywać także metody fizyczne: wysoką i niską temperaturę oraz różne rodzaje promieniowań. Okazało się, że np. dawki promieni Roentgena rzędu 20-35 kR obniżały żywotność, zwłaszcza jaj i larw. Wyższe dawki zabijały jaja. Dopiero jednak dawki ponad 100 kR zabijały roztocze dorosłe (Chmielewski et al. w druku).

Podobnie duże różnice we wrażliwości stwierdzono przy zastosowaniu prądów wysokiej częstotliwości. 100% śmiertelności uzyskano przy natężeniu pola  $E = 2 \text{ KV/cm}$ , przy częstotliwości 8-25 MHz w czasie 65 sekund. Ciepło konwekcyjne było mniej skuteczne (Gołębiowska, Biedroń w druku).

Promieniowanie gamma ( $\text{Co}^{60}$ ) w dawkach  $1 \cdot 10^4 \text{ r}$  dawało pełną śmiertelność. Najodporniejsze okazały się stadia znieruchomiłe (Dąbrowski 1968). Metody fizyczne są już w niektórych krajach stosowane na szeroką skalę (USA, Pakistan, Grecja), jednak jak dotychczas są to zabiegi kosztowne. Metoda ta wymaga szczegółowych dopracowań.

Dysponujemy ciągle stosunkowo skąpymi informacjami odnośnie skuteczności poszczególnych fumigantów w stosunku do kolejnych gatunków i stadiów rozkruszków. Amaro (1966) badał laboratoryjnie toksyczność bromku metylu, czterochlorku węgla i dwuchlorku etylenu dla różnych stadiów i płci rozkruszka mącznego. Stwierdził, że wszystkie trzy badane fumiganty działały dość podobnie, natomiast stwierdził duże różnice we wrażliwości poszczególnych stadiów i roztoczy różnego wieku.

Najodporniejsze były świeżo złożone jaja, później odporność szybko spadała, 5-krotnie. Wynika stąd konieczność powtarzania zabiegu, gdyż duża część jaj zawsze przeżywa zabieg, a jak mówiliśmy wyżej, dominującą część w populacjach tych zwierząt stanowią jaja. Z szerokiej praktyki wiadomo, że po pewnym czasie po zabiegu populacja rozkruszków prawie zawsze odbudowuje się. Wzrost temperatury powodował wzrost wrażliwości na bromek metylu. Przy mniejszej wilgotności wrażliwość niektórych stadiów była wyższa. Podobne wyniki uzyskał Barker (1966) który stwierdził, że jaja *Tyrophagus putrescentiae* były 1,6 razy bardziej odporne na bromek metylu niż osobniki dorosłe.

Amaro (1966) potwierdził na *A. siro* w zakresie stężeń 2,8-51,8 mg/l bromku metylu prawo Habera. Prawo to mówi, że  $C \times T$  (koncentracja  $\times$  czas ekspozycji gazu) jest wartością stałą. Dla samic uzyskiwał  $CT = 28,03$ , a dla samców  $CT = 25,12$ .

Sinha et al (1967) uzyskiwali równie dobre wyniki z użyciem Phostoxionu ( $PH_3$ ) do gazowania przeciw roztoczom ziarna, jednak po 3 miesiącach wzrastała od nowa populacja *Acarus siro* i *Glycyphagus destructor*.

Marzke i Dicke (1959) stwierdzili skuteczne działanie lindanu, diazienu i pyretrum (z synergantem) na *Acarus siro* atakującego ser, zwłaszcza przy wyższych temperaturach. Również szybkość działania malationu była dla wielu gatunków odwrotnie proporcjonalna do temperatury (Barker 1968). *Tyrophagus putrescentiae* okazał się gatunkiem najbardziej odpornym na ten preparat.

### Wnioski

1. Rozkruszki są łatwo rozprzestrzeniane z produktami, opakowaniami, środkami transportu. Dla niektórych gatunków pewne znaczenie w tym względzie mają również hypopusy. Porażenie przez niektóre gatunki może już zachodzić w polu.

2. Nie temperatura, lecz wilgotność jest w naszych warunkach czynnikiem ograniczającym liczebność i szkodliwość rozkruszków.

3. Roztocze te mogą przeżywać bez pokarmu nawet przez 3—12 miesięcy, zwłaszcza w warunkach wysokich wilgotności i niższych temperatur. Mogą więc przeżywać zimą w pustych magazynach.

4. Rozkruszki powiększają swoje populacje znacznie szybciej niż wołek zbożowy, przedziorki i roztocze drapieżne. Wśród nich najbardziej prężne są *C. lactis* i *T. putrescentiae*.

5. Są to zwierzęta bardzo żarłoczne. Zwierzęta te również lepiej niż owady szkodliwe w przechowalniach wykorzystują energię pokarmu na produkcję jaj i swojego ciała.

6. Najskuteczniejszą metodą walki z tymi szkodnikami jest zapobieganie przez obniżanie wilgotności produktów i obniżanie temperatury.

7. Ze względu na dużą odporność jaj na fumiganty, konieczne jest powtarzanie gazowania. Nieprawdą jest natomiast, że różne fumiganty różnie działają na poszczególne gatunki.

#### LITERATURA

1. Amaro J. P. P.: 1966. Estudo da influencia de alguns factores bioecologicos e toxicologicos na susceptibilidade do acaro da farinha, *Acarus siro* L. (Acarina: Acaridae) aos fumigantes Lisboa, 215+67 pp.
2. Amos A. J.: 1948 Moisture content of mite-infested foodstuffs. *Analyst*, 73:676.
3. Barker P. S.: 1966. On the chemical control of mites commonly found in stored grain. *Proc. Entom. Soc. Manitoba*, 22:12—15.
4. Barker P. S.: 1967. The effects of high humidity and different temperatures on the biology of *Tyrophagus putrescentiae* (Schrank) (Acarina: *Tyroglyphidae*). *Can. J. Zool.*, 45:91—96.
5. Barker P. S.: 1967a. Effect of humidity and temperature on the biology of *Aeroglyphus robustus* (Banks) (Acarina: *Glycyphagidae*). *Can. J. Zool.*, 45: 45:479-483.
6. Barker P. S.: 1968. Bionomics of *Glycyphagus domesticus* (De Geer) (Acarina: *Glycyphagidae*) a pest of stored grain. *Can. J. zool.*, 46:89—92.
7. Barker P. S.: 1968. Effectiveness of malathion against four species of mites that inhabit stored grain. *J. econ. Entom.*, 61:944—946.
8. Boczek J.: 1966. Roztocze, szkodniki roślin i produktów przechowywanych. PWRiL, 247 str.
9. Boczek J.: 1959. Biologia i ekologia sierposza rozkruszkowca (*Cheyletus eruditus*) (Schrank 1781) (Acarina: *Cheyletidae*). *Prace Nauk IOR*, 1:175—230.
10. Boczek J., Jakubowska J.: 1968. Główne źródła infekcji ziarna przez rozkruszki. *Przegl. Zb.-Mł.*, 12(9):275—279.
11. Chmielewski W.: 1969. Morfologia, biologia i ekologia *Carpoglyphus lactis* (L. 1758) (*Glycyphagidae*: Acarina). *Praca dokt. WSR. Poznań*.
12. Chmielewski W., Zaplicki E., Głogowski K.: Wyniki dotychczasowych badań nad określeniem letalnej i sterylizującej dawki promieni Roentgena na *Tyrophagus putrescentiae* Schr.. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 109, w druku.
13. Dąbrowski Z.: 1968. Wrażliwość stadiów rozwojowych rozkruszką mącznego (*Acarus siro* L.) na promieniowanie gamma. *Roczn. Nauk Roln.* 93-A: :613—622.
14. Czajkowska B.: w druku. Grzyby jako pokarm dla niektórych gatunków rozkruszków. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 109.
15. Gołębiowska Z.: 1963. Rozkruszek drobny (*Tyrophagus putrescentiae* Schrank. Morfologia, biologia i ekologia. *Prace Nauk. IOR*, 5(2):29—88.
16. Gołębiowska Z., Biedroń S.: Działanie pól elektrycznych wielkiej częstotliwości i ciepła konwekcyjnego na roztocze (*Acarus siro* L. i *Tyrophagus putrescentiae* Schrank.). *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 109, w druku.
17. Griffiths D. A.: 1966. Nutrition as a factor influencing hypopus formation in the *Acarus siro* species complex (Acarina: *Acaridae*). *J. Stor. Prod. Res.*, 1:325—350
18. Howe R. W.: 1965. Losses caused by insects and mites in stored foods and feedingstuffs. *Nutr. Abstr. Rev.*, 35:285—293.



19. Jakubowska J.: 1967. Występowanie i ekologia rozkruszków z rodzaju *Acarus* (Acarina). Praca dokt., SGGW, Warszawa, 108 str.
20. Jakubowska J.: Wpływ czyszczenia ziarna na wialni spichrzowej na liczebność rozkruszków. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 109, w druku.
21. Marzke F. O., Dicke R. J.: 1959. Laboratory evaluations of various residual sprays for the control of cheese mites. J. econ. Entom., 52:237—240.
22. Maunsel K., Wraigh D. G., Cunnigton A. M.: 1968. Mites and house-dust allergy in bronchial asthma. Lancet, June 15, 1267—1270.
23. Młodecki H.: 1959. Badania chemiczne mąki pszennej i żytniej porażonej przez roztocze magazynowe. II. Roczn. PZH, 10:329—341.
24. Pulpan J., Verner P. H.: 1965. Control of tyroglyphoid mites in stored grain by the predatory mite *Cheyletus eruditus* Schr. Can. J. Zool., 53:417—432.
25. Sinha R.N.: 1968. Adaptive significance of mycophagy in stored product arthropoda. Evolution, 22:785—798.
26. 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. Entom., 61:1548—1552.
27. Sinha R. N., Berck B., Wallace H. A. H.: 1967. Effect of phosphine on mites, insect and microorganisms. J. econ. Entom., 60:125—132.
28. Solomon M. E.: 1957. Ecology of stored products pests. Z. Pflkrh. Pflschutz, 64:606—612.
29. Solomon M. E.: 1959. Weight loss from infestation. Food, Febr., 4 pp.
30. Solomon M. E.: 1962. Ecology of the flour mite, *Acarus siro* L. (= *Tyroglyphus farinae* DeG.). Ann. appl. Biol., 50:178—184.
31. Solomon M. E., Hill S. T., Cunnigton A. M., Ayerst D.: 1964. Storage fungi antagonistic to the flour mite (*Acarus siro* L.). J. appl. Ecol., 1:119—125.
32. Stępień Z.: Bilans energetyczny rozkruszką korzeniowego (*Rhizoglyphus echinopus* F. et R) (Acarina: Acaridae) w czasie jego rozwoju. Praca dokt., SGGW, Warszawa, 103 pp.