

## LOKALIZACJA I WPŁYW USZKODZEŃ POWODOWANYCH PRZEZ CHRZĄSZCZE NA ZIARNIE ZBÓŻ NA KIEŁKOWANIE I WZROST ROŚLIN

Zofia Gołębiowska, Aleksandra Prączyńska, Jan Nawrot

Instytut Ochrony Roślin, Poznań

### WSTĘP

Na straty powstające w ziarnie zbóż wskutek żerowania owadów składa się wiele czynników jak ubytek masy, rozdrobnienie, zanieczyszczenie odchodami, wylinkami i trupami, nawilżanie i zagrzewanie się ziarna. Owady powodują również obniżenie żywotności nasion oraz niekorzystne zmiany biochemiczne w ziarnie. Część tych zagadnień była obiektem wielu badań. Jednakże wiele jeszcze spraw nie zostało całkowicie wyjaśnionych. Między innymi mało jeszcze wiadomo jak zachowują się owady bezpośrednio po opanowaniu ziarna i które strefy ziarna są przez nie w tym czasie atakowane. Na ten temat w piśmiennictwie znaleźć można zaledwie kilka skromnych pozycji [3, 11, 12].

W Instytucie Ochrony Roślin w Poznaniu przy finansowym poparciu Ministerstwa Rolnictwa USA podjęto badania nad szkodliwością 6 gatunków chrząszczy dla ziarna zbóż. W niniejszym doniesieniu podajemy wyniki badań laboratoryjnych nad intensywnością i sposobem żerowania chrząszczy wołka zbożowego (*Sitophilus granarius* L.), wołka ryżowego (*Sitophilus oryzae* L.), kapturnika zbożowca (*Rhizopertha dominica* F.), trojszyka ulca (*Tribolium confusum* Duv.) śpichrzela surynamskiego (*Oryzaephilus surinamensis* L.) i larw skórka zbożowego (*Trogoderma granarium* Everts) na ziarnie pszenicy, żyta i kukurydzy w czasie pierwszych 14 dni ich żerowania. Omawiamy również wyniki doświadczeń nad wpływem sposobu żerowania tych owadów na kiełkowanie nasion i wzrost roślin.

### METODY BADAŃ

Badania nad lokalizacją uszkodzeń na ziarnie wykonano w laboratorium w kontrolowanych warunkach temperatury i wilgotności względnej

powietrza w ziarnie pszenicy, żyta i kukurydzy. Wilgotność względną powietrza regulowano przez zastosowanie nasyconych roztworów odpowiednich soli. Do doświadczeń brano po 5 g (średnio po 110 ziaren pszenicy) lub po 100 sztuk zdrowych, nie uszkodzonych ziaren i nakładano na nie po 50 chrząszczy jednakowego wieku (7 dni) z hodowli laboratoryjnych na przeciąg 7 lub 14 dni. W doświadczeniach nie wyodrębniano płci owadów. Każdą kombinację doświadczeń wykonano początkowo w 10 a następnie w 5 powtórzeniach. Po oznaczonym czasie usuwano chrząszcze, liczone żywe i martwe owady a każde ziarno badano pod powiększeniem  $16\times$ . Dla ułatwienia wykrycia miejsc żerowania chrząszczy ziarno barwiono w roztworze kwaśnej fuksyny z lodowatym kwasem octowym [6]. Podobnie jak Surtees [11] na ziarnie wyróżniano 5 stref: grzbiet, dół, boki, stronę bródki i stronę zarodka, a ponadto od strony zarodka wydzielano uszkodzenia obejmujące sam zarodek i jego okolice oraz jednocześnie uszkodzenie zarodka i jego okolicy. W doświadczeniach zakładanych w 10 powtórzeniach ziarno z 5 powtórzeń nakładano na szalki Petriego i badano ich siłę i energię kiełkowania w warunkach laboratoryjnych. Ponadto wykonano cykl badań w insektarium z ziarnem pszenicy i na mikropoletkach z ziarnem kukurydzy. W doświadczeniach tych liczone weszły rośliny i mierzono ich wysokość bez wyjmowania z ziemi.

Wyniki doświadczeń obliczono przy zastosowaniu analizy wariancji na istotność różnic [4].

## WYNIKI BADAŃ

### INTENSYWNOŚĆ ŻEROWANIA I LOKALIZACJA USZKODZEŃ

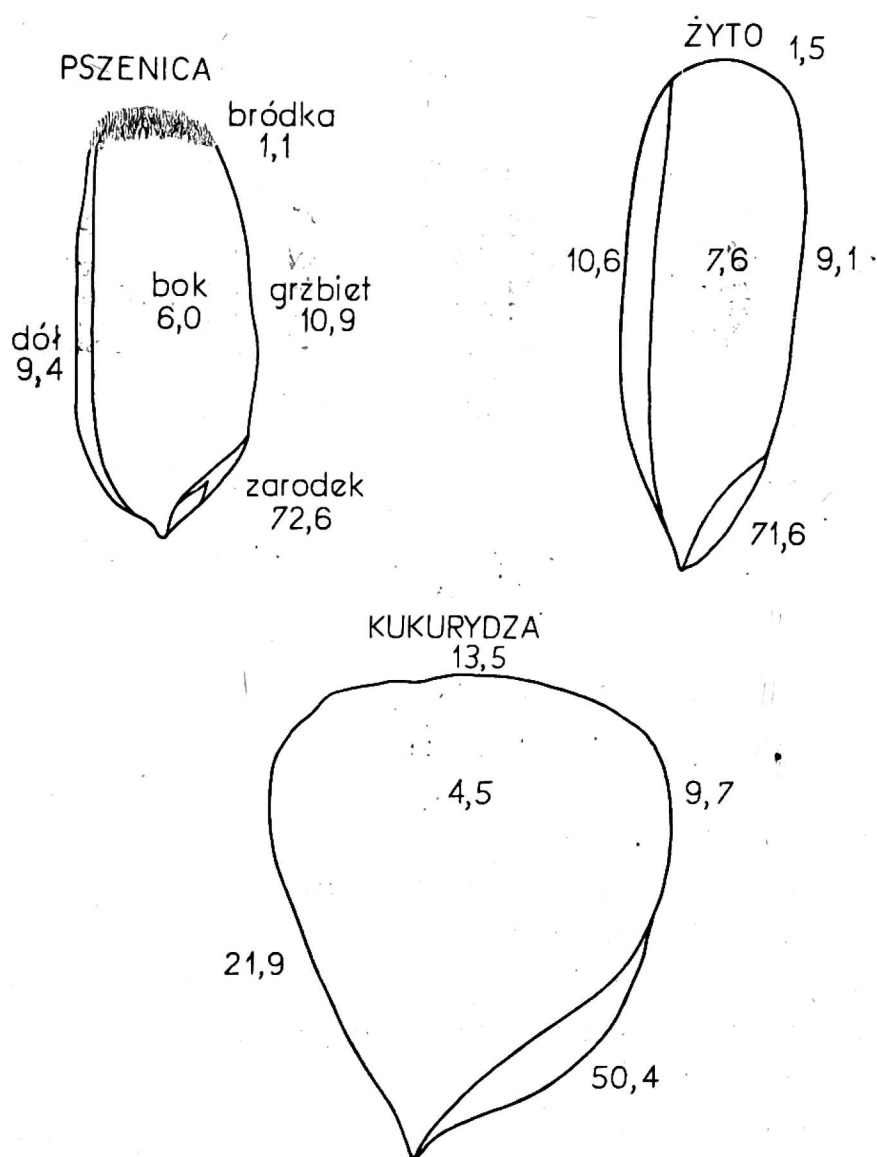
Na pszenicy i kukurydzy z 6 badanych gatunków chrząszczy najintensywniej żerowały chrząszcze wołka zbożowego i wołka ryżowego, a najslabiej chrząszcze śpichrzela surynamskiego. Na ziarnie żyta największy procent uszkodzenia nasion obserwowano po żerowaniu larw skórka zbożowego, najmniejszy — po chrząszczach śpichrzela (tab. 1). Wszystkie trzy rodzaje ziarna w pierwszej kolejności atakowane były od strony zarodka. Na pszenicy i życie najmniej uszkodzeń znajdowano na bródce. Częstość uszkadzania pozostałych stref ziarna była prawie jednakowa. Lokalizacja uszkodzeń na ziarnie kukurydzy była inna. Najmniej śladów żerowania znajdowano na bokach, a nieco więcej na stronie grzbietowej i bródce. Dużo uszkodzeń znajdowano na dolnej stronie ziarna.

Omówione wyniki ilustruje rysunek 1. Na ziarnach wszystkich rodzajów zwykle silniej nagryzany był sam zarodek niż jego okolice. Stosunkowo często uszkodzenia znajdowano jednocześnie na samym zarodku i jego okolicy. Wilgotność względna powietrza w granicach od 0 do 94%

Tabela 1

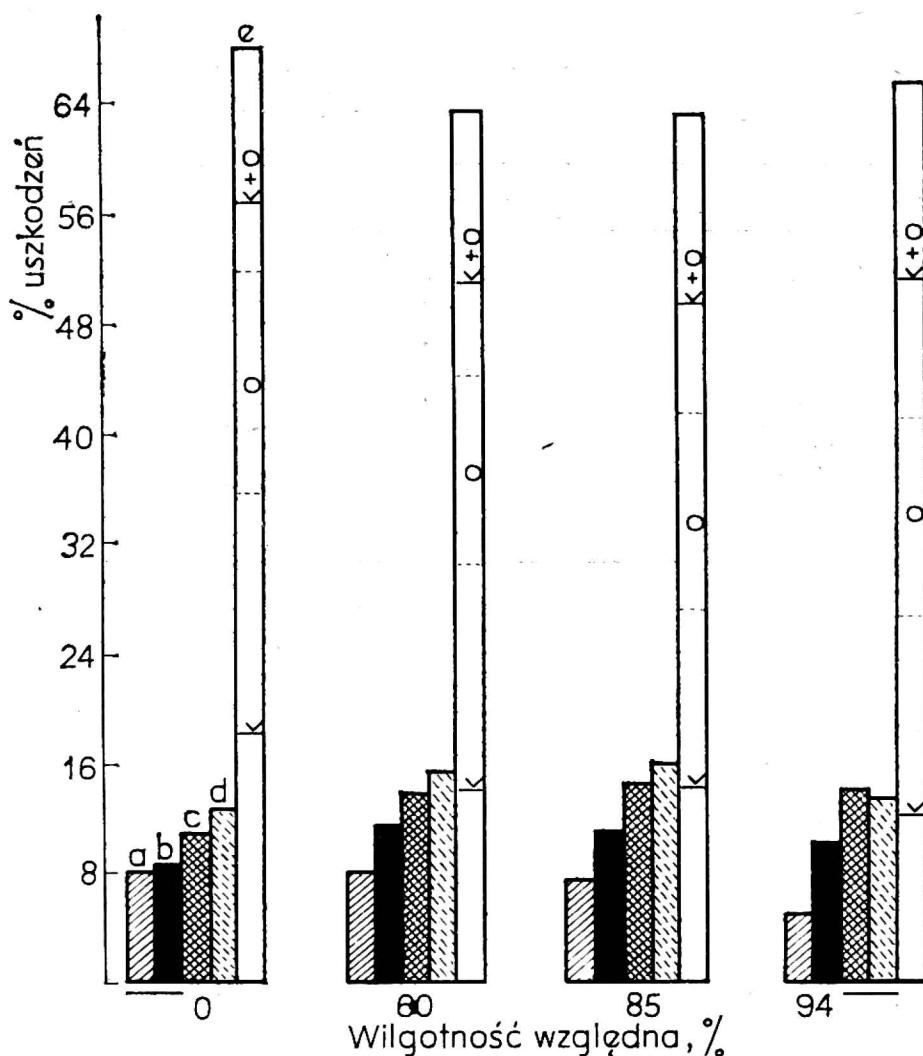
Przeciętny procent porażenia ziaren pszenicy, żyta i kukurydzy przez chrząszcze w czasie 14 dni żerowania

Gatunek	Pszenica	Żyto	Kukurydza
<i>S. granarius</i>	58,77	44,65	17,35
<i>S. oryzae</i>	61,67	49,62	12,62
<i>R. dominica</i>	51,55	46,02	13,66
<i>T. confusum</i>	45,30	40,25	7,17
<i>O. surinamensis</i>	34,05	36,25	5,40
<i>T. granarium</i>	37,22	55,12	15,10
NIR (P = 0,05)	8,12	4,73	2,09



Rys. 1. Lokalizacja uszkodzeń (%) powodowanych przez chrząszcze na ziarnie

(w temp. 26°C) w nieznanym stopniu wpływała na intensywność żerowania chrząszczy (rys. 2). Najwięcej uszkodzeń obserwowano w 85% wilgotności względnej powietrza, gdy ziarno miało przeciętnie 14,7%

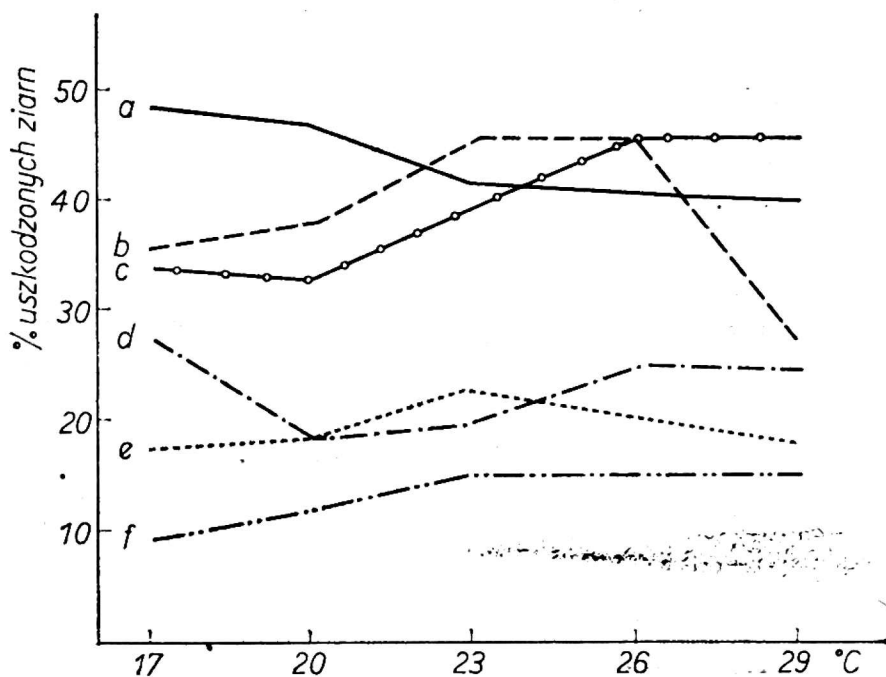


Rys. 2. Lokalizacja uszkodzeń powodowanych przez 6 gatunków chrząszczy na ziarnie pszenicy w różnych wilgotnościach względnych powietrza  
 a — bródka, b — boki, c — dół, d — grzbiet, e — zarodek, k — kielek, o — okolice kielka

wilgotności. W suchym ziarnie (ok. 10% wilgotności) liczba uszkodzeń znajdujących na ziarnie była mniejsza niż w ziarnie wilgotnym. Zaznaczały się przy tym różnice w rozmieszczeniu uszkodzeń na ziarnie. W warunkach 60-85% wilgotności względnej powietrza mniej śladów żerowania znajdowano w strefie zarodka, natomiast częściej atakowane były grzbiet i dół ziarna. Wyraźne różnice obserwuje się ponadto w samej strefie zarodka. W miarę wzrostu wilgotności chrząszcze częściej oprócz samego zarodka, atakują jednocześnie jego sąsiedztwo. W związku z tym uszkodzenia są bardziej rozległe.

Wpływ temperatury na intensywność żerowania i lokalizację uszkodzeń badano w wilgotności względnej powietrza 85% w czasie 14-dniowej ekspozycji owadów na ziarnie pszenicy, żyta i kukurydzy. Doświadczenia z żytem i kukurydzą przeprowadzono w temperaturach 20, 23 i 29°C zaś z pszenicą w 17, 20, 23, 26 i 29°C. Stwierdzono, że chrząszcze najintensywniej żerowały przy temperaturze 23-26°C. Istotnie słabsze porażenie obserwowano w niższych i najwyższych temperaturach. Ry-

sunek 3 ilustruje intensywność uszkodzenia ziarna pszenicy przez 6 gatunków chrząszczy w zależności od temperatury. Jedynie wołek zbożowy, który w przeciwieństwie do innych badanych gatunków żyje nor-



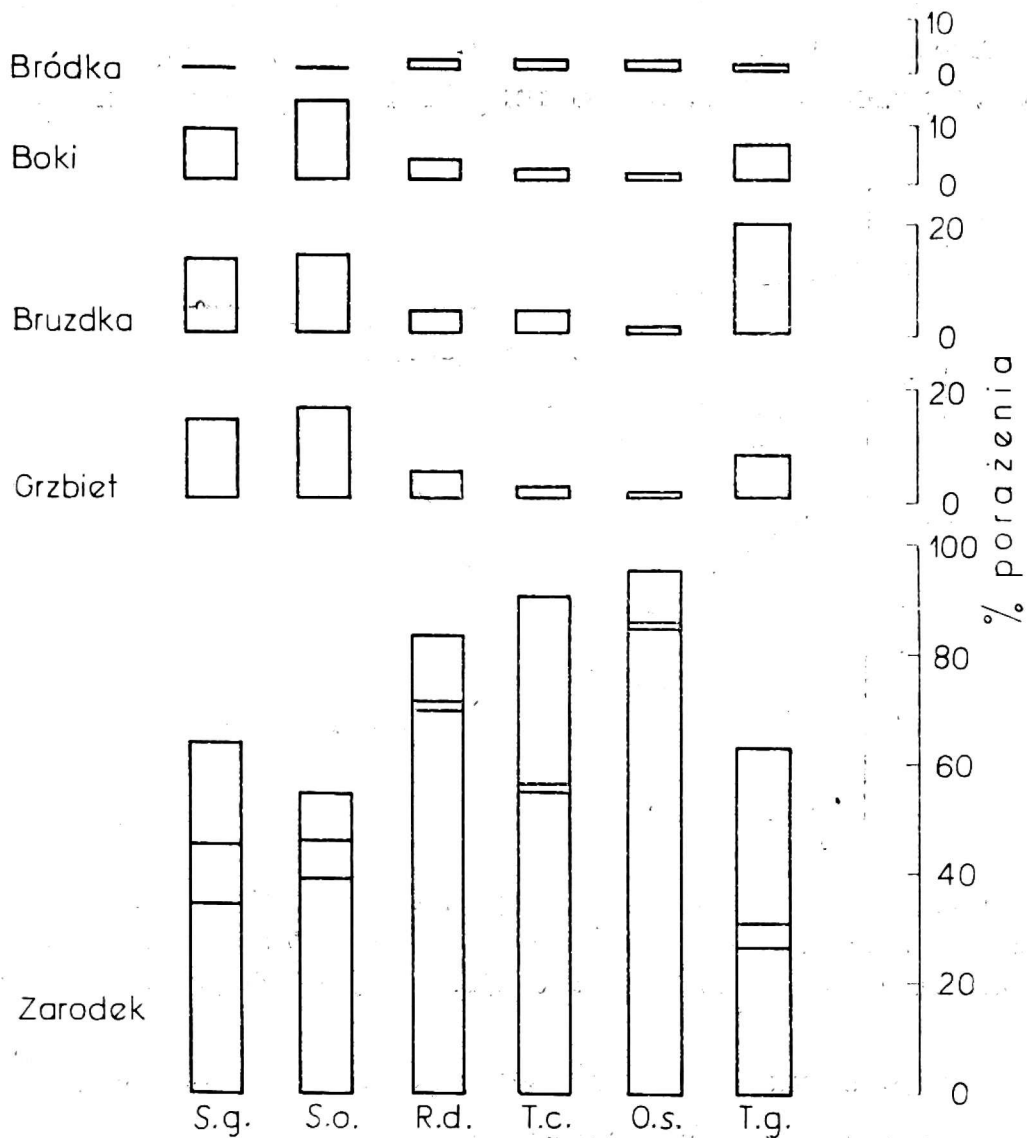
Rys. 3. Uszkodzenia ziarna pszenicy powodowane przez różne chrząszcze  
 a — *Sitophilus granarius*, b — *Sitophilus oryzae*, c — *Trogoderma granarium*, d —  
*Rhizoperta dominica*, e — *Tribolium confusum*, f — *Oryzaephilus surinamensis*

malnie w strefie klimatu umiarkowanego, zaatakował więcej ziaren w niskich temperaturach niż w wyższych.

O wzroście intensywności żerowania świadczy nie tylko procent uszkodzonych nasion ale również wzrost wilgotności porażonego ziarna w porównaniu do ziarna kontrolnego, trzymanego w tych samych warunkach temperatury. W 17 i 20°C wilgotność ziarna utrzymywała się na poziomie 15%, natomiast w miarę wzrostu temperatury wzrastała wilgotność ziarna, osiągając w 29°C przeciętnie 17,8%. Największy wzrost wilgotności obserwowano pod wpływem oddychania, poruszania się i żerowania obu gatunków wołków (tab. 2).

Rozmieszczenie uszkodzeń w różnych strefach ziarna nie zależało od temperatury lecz od gatunku żerującego owada. Wybór kolejnych miejsc żerowania przez poszczególne gatunki chrząszczy na ziarnie pszenicy, żyta i kukurydzy ilustrują rysunki 4-6.

Wołek zbożowy uszkadzał na ogół najwięcej ziaren pszenicy i żyta. W pierwszym okresie żerowania chrząszcze atakowały ziarno w strefie zarodka. W miarę upływu czasu oraz wzrostu wilgotności ziarna coraz częściej uszkodzenia znajdowano na stronie brzusznej, grzbietowej i na bokach ziarna. Najmniej śladów żerowania było zawsze od strony bródki. Tylko w ziarnie kukurydzy strefa ta była częściej atakowana.

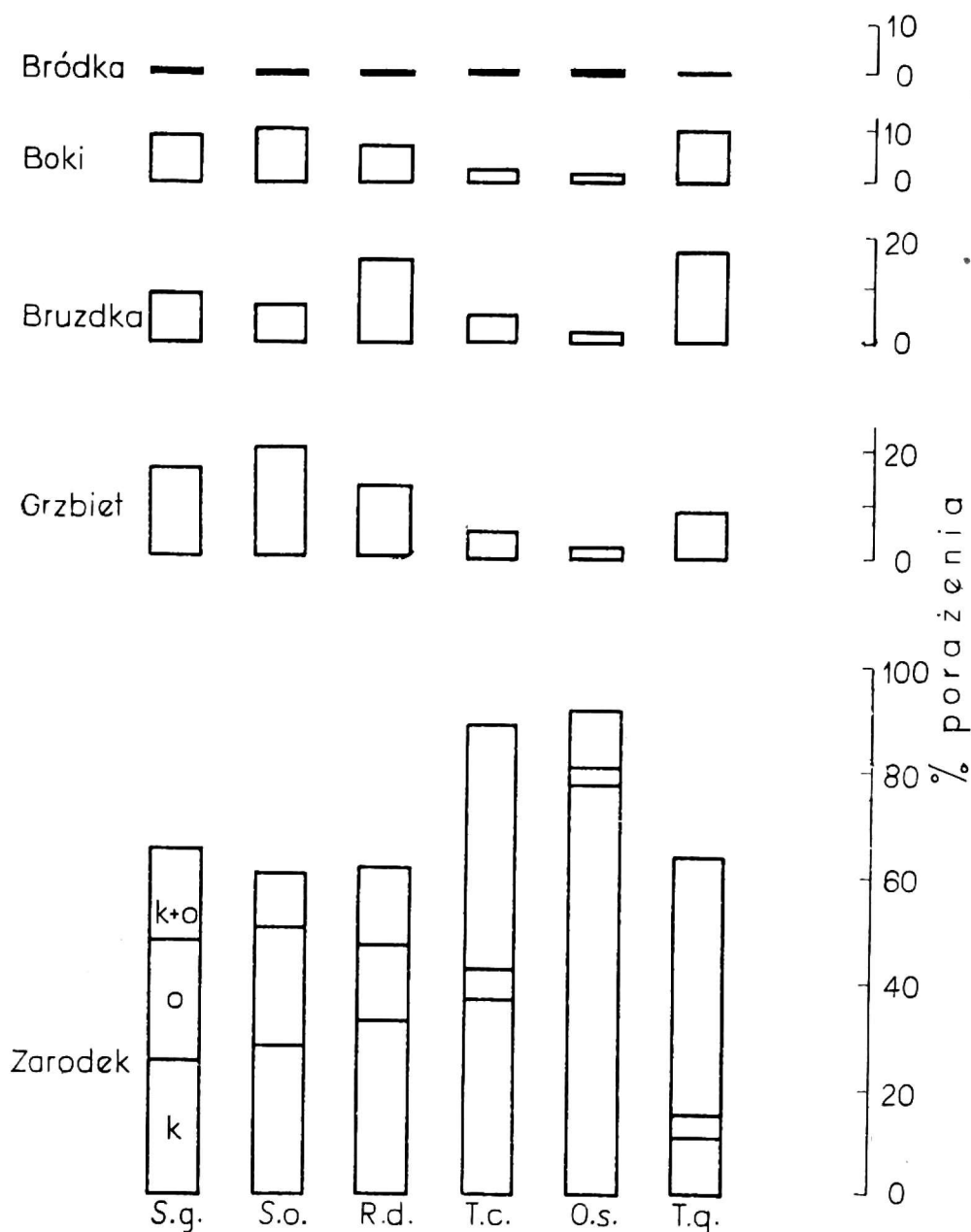


Rys. 4. Lokalizacja uszkodzeń powodowanych przez chrząszcze na ziarnie pszenicy  
*S.g* — *Sitophilus granarius*, *S.o.* — *Sitophilus oryzae*, *R.d.* — *Rhizopertha dominica*,  
*T.c.* — *Tribolium confusum*, *O.s.* — *Oryzaephilus surinamensis*, *T.g.* — *Trogoderma granarium*

W strefie zarodkowej kukurydzy zdecydowanie najczęściej chrząszcze uszkadzały sam zarodek, natomiast na pszenicy w miarę upływu czasu uszkodzenia znajdowano coraz częściej w okolicach zarodka lub na pograniczu zarodka i jego okolicy. Wygryzienia miały kształt okrągłych dosyć głębokich otworków. Zupełnie inaczej rozmieszczone były jaja. Najmniej jaj składały samice w strefie zarodka, a jeśli tam były to tylko w jego okolicy, a nie na samym zarodku. Najczęściej jaja znajdowano w strefie grzbietowej i z boków ziarna (tab. 3).

Według danych Surtees [11], przy wyższych wilgotnościach ziarna pszenicy *S. granarius* żeruje przede wszystkim na stronie grzbietowej ziarna, zaś w suchym produkcie atakowane są głównie okolice zarodka.

Wołek ryżowy żerował w podobny sposób jak wołek zbożowy z tym jednak, że częściej atakował ziarno od strony grzbietowej i z bo-



Rys. 5. Lokalizacja uszkodzeń powodowanych przez chrząszcze na ziarnie żyta  
*S.g.* — *Sitophilus granarius*, *S.o.* — *Sitophilus oryzae*, *R.d.* — *Rhizopertha dominica*,  
*T.c.* — *Tribolium confusum*, *O.s.* — *Oryzaephilus surinamensis*, *T.g.* — *Trogoderma granarium*

ków. W tych strefach ziarna najczęściej również składane były jaja. Najmniej jaj znajdowano po stronie bródki. W ziarnie pszenicy o niskiej wilgotności jaja umieszczone były częściej w okolicy zarodka niż po stronie bruzdki. Natomiast w ziarnie wilgotnym dużo jaj znajdowano w pobliżu bruzdki. Wołek ryżowy jest bardziej odporny na niską wilgotność ziarna niż wołek zbożowy [10]. W związku z tym procent uszkodzenia suchego ziarna przez *S. oryzae* był wyższy. Intensywność żerowania tego gatunku była większa w temperaturach 26-29°C niż w 17-20°C (tab. 4).

Kapturzik zbożowiec uszkadza mniejszy procent ziaren od obu gatunków *Sitophilus*. W ciągu pierwszych 7 dni chrząszcze atakowały zarodek, następnie przenosiły się na inne części ziarna z pominięciem

Tabela 2

Zmiany wilgotności ziarna pszenicy po 14-dniowym żerowaniu chrząszczy

Gatunek	Wilgotność ziarna w temperaturze °C				
	17	20	23	26	29
<i>O. surinamensis</i>	14,50	14,35	14,80	14,35	15,35
<i>T. confusum</i>	14,80	14,60	14,55	14,25	14,85
<i>R. dominica</i>	15,00	15,00	15,20	14,80	15,95
Kontrola	15,20	15,00	15,05	15,15	15,95
<i>T. granarium</i>	15,50	15,20	15,70	15,60	16,15
<i>S. oryzae</i>	15,80	15,35	17,30	23,85	19,10
<i>S. granarius</i>	16,60	16,15	16,95	19,65	27,50
NIR (P = 0,05)	0,65				
Średnio w t °C	15,34	15,13	15,65	16,81	17,84
NIR (P = 0,05)	0,24				

Tabela 3

Lokalizacja uszkodzeń i miejsc złożenia jaj przez chrząszcze *S. granarius* w ziarnie pszenicy Eka Nowa o wilgotności około 13,5% w temperaturze 26 °C

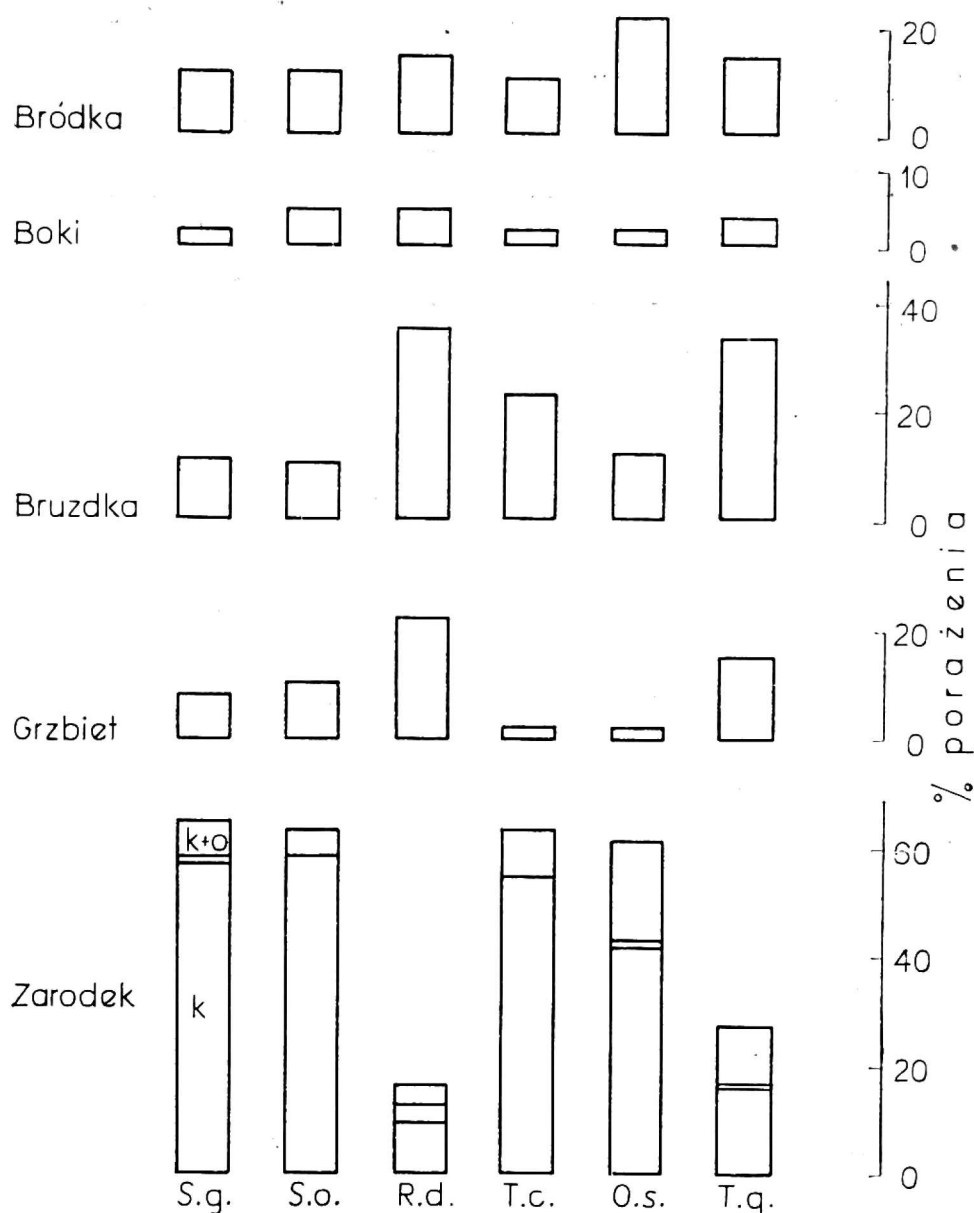
Dni ekspozycji	Lokalizacja uszkodzeń w stopniach Blissa				
	bródka	bruzdka	boki	grzbiet	zarodek
7 dni żerowania	2,83	11,82	14,65	20,47	57,71
14 dni żerowania	5,15	22,24	23,88	28,06	42,56
14 dni składania jaj	20,06	28,91	30,26	34,73	14,69
NIR (P = 0,05)	7,94				

Tabela 4

Lokalizacja uszkodzeń i miejsc złożenia jaj przez chrząszcze *S. oryzae* w ziarnie pszenicy Eka Nowa o wilgotności około 13,5% w temperaturze 26 °C

Dni ekspozycji	Lokalizacja w stopniach Blissa				
	bródka	bruzdka	boki	grzbiet	zarodek
7 dni żerowania	1,01	10,89	12,04	14,56	67,56
14 dni żerowania	1,75	16,75	22,60	23,29	50,97
14 dni składania jaj	15,25	24,23	35,47	29,70	25,07
NIR (P = 0,05)	7,75				





Rys. 6. Lokalizacja uszkodzeń powodowanych przez chrząszcze na ziarnie kukurydzy  
*S.g.* — *Sitophilus granarius*, *S.o.* — *Sitophilus oryzae*, *R.d.* — *Rhizopertha dominica*,  
*T.c.* — *Tribolium confusum*, *O.s.* — *Oryzaephilus surinamensis*, *T.g.* — *Trogoderma granarium*

bródki. Tylko w ziarnie kukurydzy bródka była tak samo często atakowana jak sam zarodek. Na kukurydzy najczęściej znajdowano uszkodzenia na dolnej stronie ziarna i na grzbiecie. W odróżnieniu od innych gatunków chrząszcze kaptownika już w czasie pierwszych dni żerowania wygryzają w ziarnie głębokie kanały, które często przechodzą z jednej strony ziarna na drugą. W kukurydzy 90% takich kanałów przechodziło od dołu ku grzbietowej stronie lub bokom ziarna. Po 2 tygodniach żerowania przeciętnie 35% nasion miało wygryzienia w postaci kanałów. W życie ponad 50% tuneli przechodziło od dołu do grzbietu ziarna, a 23% od dołu do zarodka. W miarę wzrostu wilgotności ziarna zwiększała się liczba głębokich uszkodzeń w kształcie kanałów. Również temperatura posiada wpływ na częstość wygryzania tuneli, czego dowodzą dane tabeli 5.

Tabela 5

Częstość wygryzania kanałów w ziarnie pszenicy i kukurydzy przez chrząszcze *R. dominica* F. w zależności od temperatury

t°C	% ziaren z kanałami	
	kukurydzy	pszenicy
14		39,8
17		73,7
20	4,8	71,6
23		84,8
26	22,5	79,7
29	31,5	79,7
NIR (P = 0,05)	7,8	4,1

Według Surtees [11] kapturnik powoduje uszkodzenia szersze i mniej regularne od tych, jakie wywołuje wołek zbożowy. W jego doświadczeniach chrząszcze w ciągu tygodnia wdrażały się w głąb endospermy, wyjadając w niej kanały, które najczęściej przechodziły od strony górnej do dołu ziarna. Według tego autora w suchym ziarnie większość uszkodzeń rozmieszczona jest wzdłuż brzusznej linii ziarna i rozpoczyna się od bródki. Procentowe rozmieszczenie uszkodzeń na pszenicy w naszych doświadczeniach było podobne, ale kierunek przechodzenia kanałów nieco inny.

Trojszyk ulec na ogół z trudnością żeruje w całym ziarnie. Jednak w naszych doświadczeniach już po 1 tygodniu stwierdzono znaczny procent uszkodzenia ziarna pszenicy. Uszkodzenia miały kształt niewielkich, okrągłych nagryzień, które zlokalizowane były prawie wyłącznie w strefie zarodka. W suchym ziarnie pszenicy stosunkowo często, w porównaniu do innych gatunków, chrząszcze trojszyka żerowały po stronie bródki.

W strefie zarodka na pszenicy często atakowane były jednocześnie zarodek i jego okolice. W kukurydzy natomiast w czasie pierwszych 7 dni chrząszcze nagryzały punktowo przede wszystkim sam zarodek a następnie dolną strefę ziarna. Po 14 dniach żerowania zarodek i dolna część ziaren była prawie w jednakowym procencie zaatakowane, zaś na pozostałych częściach ziarna uszkodzeń było mniej.

Birch [2] i Daniels [3] stwierdzili, że chrząszcze trojszyka ulca mogą uszkadzać całe ziarno, przy czym żerowanie odbywa się po stronie zarodka. Podobne wyniki uzyskała Filipek [5], która stwierdziła ponadto, że intensywność żerowania chrząszczy była większa w ziarnie wilgotniejszym. Applebaum [1] podaje, że pokrewny gatunek *T. castaneum* Hbst. w orzeszkach ziemnych najczęściej atakował zarodek, a następnie koty-

ledon. Również Surtees [11] badając *T. castaneum* stwierdził uszkodzenia ziarna pszenicy przede wszystkim od strony zarodka. Stopniowo uszkodzenia przechodziły do endospermy wzdłuż całej długości ziarna. Jednak tego rodzaju nagryzienia obserwował on dopiero po 9 tygodniach żerowania chrząszczy.

Spichrzela surynamski w porównaniu do uprzednio omówionych gatunków uszkadza najmniejszy procent ziarna wszystkich zbóż. Uszkodzenia miały wygląd małych punktowych nagryzień. Prawie wyłącznie była uszkodzona strefa zarodka, a na niej przede wszystkim sam zarodek. Tylko na kukurydzy znajdowano ponadto nagryzienia na dolnej stronie ziarna i w strefie przylegającej do zarodka.

Sandner [9] podaje, że spichrzela surynamski może nagryzać tylko wilgotne i miękkie ziarno. Hurlock [7] stwierdził, że owady dorosłe zjadają bardzo mało pokarmu, przy czym większość uszkodzeń znajdowała się po stronie zarodka. Surtees [11] badał sposób żerowania tego gatunku w ciągu 8 tygodni i znalazł bardzo mało uszkodzeń nawet w wilgotnym ziarnie. Zauważył on, że w tym ziarnie wystąpiło bardzo mało pleśni i na tej podstawie przypuszczał, że chrząszcze odżywiały się zarodnikami a nie ziarnem pszenicy. W naszych doświadczeniach nie zaobserwowano wzrostu wilgotności ziarna po żerowaniu chrząszczy spichrzela ani obecności strzępków pleśni.

Skórka zbożowa nie jest szkodliwa w stadium dorosłym, natomiast larwy są bardzo żarłoczne. Do doświadczeń braliśmy starsze larwy bez określania ich stadium. Z 6 badanych gatunków chrząszczy larwy skórka uszkadzały największy procent ziaren żyta, zaś na pszenicy i kukurydzy ustępowały pod tym względem chrząszczom z rodzaju *Sitophilus*. Uszkodzenia powodowane przez larwy miały charakter rozległych, płaskich wygryzień i w odróżnieniu od uszkodzeń powodowanych przez inne badane gatunki zlokalizowane były często na brzusznej stronie ziarna. Zaznaczyło się to szczególnie na kukurydzy, gdzie również bródka była często uszkadzana. W strefie zarodka przede wszystkim atakowana była część obejmująca zarodek i okolicę.

Pingale i Grish [8] podają, że u *Trogoderma* sp. jak i u *Oryzaephilus* intensywność żerowania wzrasta wraz ze wzrostem wilgotności substratu powyżej 10%. Nie znaleźliśmy prac, w których byłaby mowa o miejscach, w których larwy tego gatunku rozpoczynają żerowanie na ziarnie.

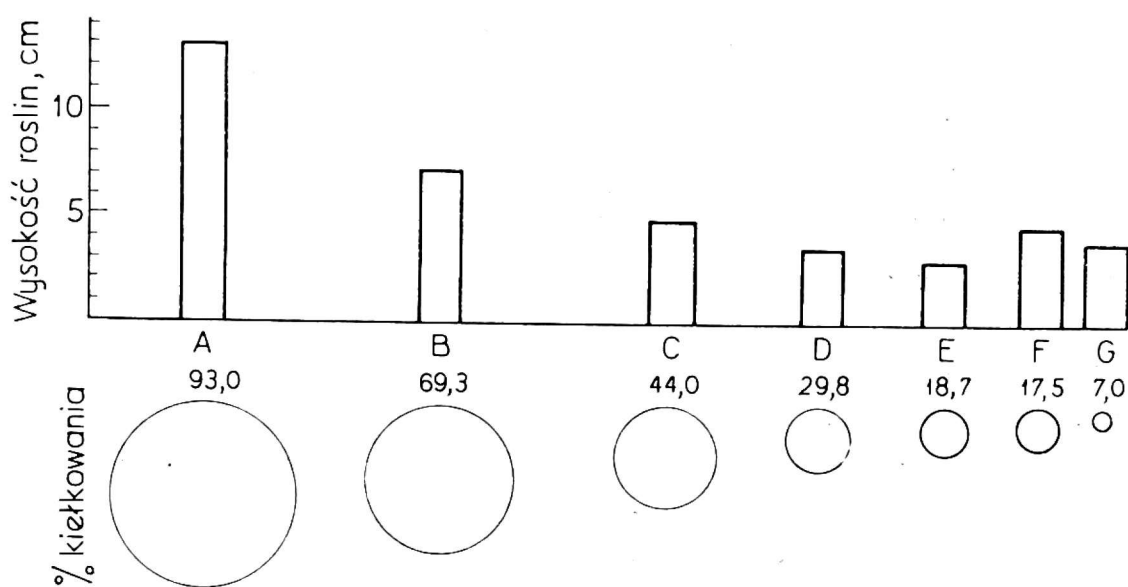
#### WPLYW ŻEROWANIA I LOKALIZACJI USZKODZEŃ NA KIELKOWANIE I WZROST ROŚLIN

Badania nad wpływem żerowania chrząszczy na kiełkowanie i wzrost roślin wykonano w kilku seriach doświadczeń laboratoryjnych, w insektarium i na poletkach doświadczalnych. Do doświadczeń brano ziarno, w

którym przez 14 dni żerowały owady. Wyniki porównywano z ziarnem kontrolnym, czystym, trzymanym w takich samych warunkach temperatury i wilgotności względnej powietrza.

W doświadczeniach laboratoryjnych stwierdzono, że żerowanie chrząszczy wpływało niekorzystnie na kiełkowanie pszenicy i kukurydzy. Na ogół obniżenie zdolności kiełkowania w wyższych temperaturach było większe niż w 20°C. W ziarnie pszenicy wyraźnie zaznaczył się niekorzystny wpływ żerowania chrząszczy trojszyka ulca i larw skórka zbożowego. Najmniejsze znaczenie miało żerowanie chrząszczy spichrzela. Co się tyczy kaptownika to wpływ ten uzależniony był wyraźnie od lokalizacji uszkodzeń i temperatury otoczenia. W 20°C obniżenie siły kiełkowania wynosiło 1,8% zaś w 29°C — 11,7%. W kukurydzy największe obniżenie kiełkowania spowodowały larwy skórka, przy czym im temperatura była wyższa tym obniżenie siły kiełkowania było większe: w 20°C — 9%, w 23°C — 15,3%, a w 29°C — 40,5% w stosunku do kontroli.

W doświadczeniach wykonanych w insektarium z ziarnem pszenicy stwierdzono, że obniżenie zdolności kiełkowania w znacznym stopniu uzależnione było od lokalizacji uszkodzenia na ziarnie. Największy ujemny



Rys. 7. Wpływ 14-dniowego żerowania chrząszczy na kiełkowanie i wzrost roślin pszenicy

A — kontrola, B — *Oryzaephilus surinamensis*, C — *Tribolium confusum*, D — *Rhizopertha dominica*, E — *Trogoderma granarium*, F — *Sitophilus oryzae*, G — *Sitophilus granarius*

wpływ wywierało jednoczesne uszkodzenie zarodka i bielma przez larwy skórka i chrząszcze wołka zbożowego, a następnie wygryzanie tuneli przez chrząszcze kaptownika (tab. 6).

Rośliny, które wykiełkowały z uszkodzonych nasion, były znacznie niższe od kontrolnych, miały jaśniejszą barwę, anemiczny wygląd i nie

Tabela 6

Kielkowanie ziarna i wzrost roślin pszenicy po 14-dniowym żerowaniu chrząszczy

Dzień obserwacji od czasu siewu	Kontrola		<i>S. grana-</i> <i>rius</i>		<i>S. oryzae</i>		<i>R. domi-</i> <i>nica</i>		<i>T. con-</i> <i>fusum</i>		<i>O. surina-</i> <i>mensis</i>		<i>T. grana-</i> <i>rium</i>	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
4	46,7	1,0	0,7	0,6	0,7	0,3	16,7	0,3	20,7	0,3	19,3	0,9	0,0	0,0
			1,7	0,3	0,3	0,5	4,0	0,2					0,0	0,7
			0,3	0,3	0,3	0,1	5,7	0,2	3,0	0,3			0,0	0,0
							0,0	0,0						
7	92,3	6,8	4,3	1,1	9,7	0,9	54,3	1,4	48,3	1,5	62,3	1,9	10,3	0,7
			5,3	1,5	7,0	0,9	14,0	1,1					6,3	0,4
			2,3	0,7	5,3	1,1	21,7	0,7	7,3	0,8			0,0	0,0
							1,1	0,5						
14	93,0	13,0	7,7	4,2	21,0	5,1	69,3	3,4	65,3	6,4	69,3	7,6	32,3	4,4
			8,7	4,4	17,7	3,8	27,0	4,1					22,0	3,1
			4,7	2,6	13,7	5,4	35,7	5,0	22,7	3,4			1,7	2,0
							8,5	2,5						
	93,0	13,0	7,0	3,7	17,5	4,8	29,8	3,5	44,0	4,9	69,3	7,6	18,7	3,2
			92,5	71,5	81,2	63,1	68,0	73,1	52,7	62,3	25,5	35,4	79,9	75,4

A — kielkowanie w %, B — wysokość w cm.

m

Tabela 7

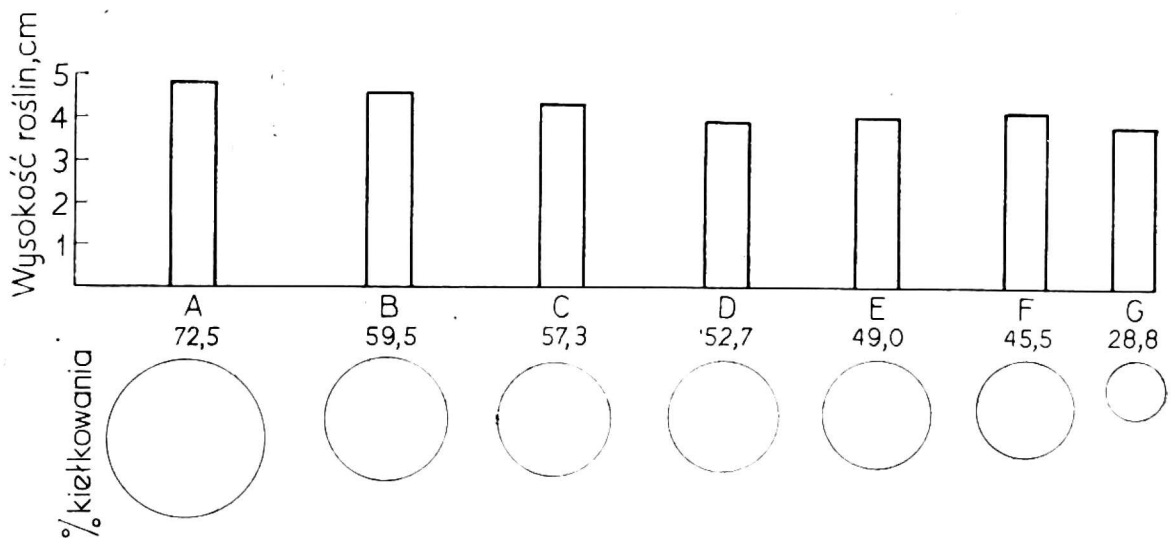
Kielkowanie i wzrost roślin kukurydzy po 14-dniach żerowania 6 gatunków chrząszczy

Dzień obserwacji od czasu siewu	Miejsce uszkodzenia ziarna		Kontrola		S. grana- rius		S. oryzae		R. domi- nica		T. confu- sum		O. suri- namnsis		T. grana- rium	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
7	zarodek	1,5	0,5	0,0	0,0	2,0	0,5	0,5	9,5	0,5	6,0	0,5	12,0	0,5	10,0	0,5
	bielmo			0,5	0,5	1,0	0,5	7,0	0,5	6,5	0,5				3,0	0,5
	zarodek + bielmo			3,5	0,5	0,0	0,0	4,5	0,5	4,0	0,5				7,0	0,5
13	zarodek	46,0	2,4	55,0	1,8	33,5	1,8	55,0	2,4	46,0	2,2	47,5	2,3	50,5	2,3	2,3
	bielmo			49,5	1,9	20,5	1,7	38,5	2,2	41,5	2,2			45,5	2,1	2,1
	zarodek + bielmo			30,0	1,9	13,0	1,8	25,0	2,3	27,5	2,3			37,0	2,3	2,3
20	zarodek	59,8	3,8	60,5	3,0	41,0	2,9	62,5	3,4	58,5	3,4	59,5	3,6	63,2	3,8	3,8
	bielmo			59,0	3,1	24,5	2,4	44,0	3,2	53,0	3,1			55,5	3,0	3,0
	zarodek + bielmo			37,0	2,9	19,0	2,7	29,5	3,1	33,0	3,3			46,4	3,3	3,3
27	zarodek	72,5	4,9	60,5	4,0	41,0	3,6	63,0	4,3	58,5	4,5	59,5	4,6	67,5	4,7	4,7
	bielmo			60,0	4,2	25,5	3,2	44,0	4,1	54,4	3,5			56,5	4,0	4,0
	zarodek + bielmo			37,5	3,6	19,0	3,6	29,5	4,0	34,0	4,1			48,0	4,2	4,2
średnio	72,5	4,9	52,7	3,9	28,5	3,5	45,5	4,1	49,0	4,0	49,0	4,0	59,5	4,6	57,3	4,4
% obniżenia w stosunku do kontroli	—	—	27,3	28,4	60,7	28,6	37,2	16,3	32,4	18,4	17,9	6,1	21,0	10,2		

A — kielkowanie w %, B — wysokość w cm.

wykazywały tendencji do krzewienia się. Rysunek 7 ilustruje wpływ jaki wywierało żerowanie badanych gatunków chrząszczy na kiełkowanie i wzrost roślin. Średnica kół jest równa średniemu procentowi skielkowanych nasion niezależnie od miejsca, w którym te nasiona były uszkodzone. Słupki wskazują na średnią wysokość jaką osiągnęły rośliny po 14 dniach od początku kiełkowania, to jest po 18 dniach od siewu. Wykres ten świadczy o ogromnym wpływie jaki wywiera żerowanie obu gatunków wołków, skórka i kapturnika nie tylko na zdolność kiełkowania ale i na dalszy wzrost roślin pszenicy.

Badania nad wpływem żerowania chrząszczy na kiełkowanie i wzrost kukurydzy wykonano na poletkach doświadczalnych. Do doświadczeń brano ziarno po 14 dniach żerowania owadów, przy czym jak przy pszenicy wyodrębniono ziarna z uszkodzeniem samego zarodka, samej endospermy oraz z jednoczesnym uszkodzeniem obu części ziarna (tab. 7). Największy wpływ miało żerowanie owadów na zarodku i endospermie razem, przy czym powodowało to nie tylko zmniejszenie procentu kiełkujących nasion ale i słabszy wzrost roślin w ciągu 27 dni od siewu i 20 dni od początku kiełkowania nasion. Rysunek 8 ilustruje przeciętne procenty kiełkowania ziarna bez względu na lokalizację uszkodzeń na ziarnie. Jak widać żerowanie chrząszczy na kukurydzy miało mniejszy wpływ



Rys. 8. Wpływ 14-dniowego żerowania chrząszczy na kiełkowanie i wzrost kukurydzy

A — kontrola, B — *Oryzaephilus surinamensis*, C — *Tribolium confusum*, D — *Sitophilus granarius*, E — *Tribolium confusum*, F — *Rhizopertha dominica*, G — *Sitophilus oryzae*

na kiełkowanie i wzrost roślin niż na pszenicy. W tym wypadku największe szkody powodowały chrząszcze wołka ryżowego, a następnie kapturnika i trojszyka.

## WNIOSKI

Z przeprowadzonych doświadczeń laboratoryjnych wynika, że w pierwszym okresie żerowania w czystym ziarnie pszenicy i żyta badane gatunki chrząszczy rozpoczynały żer w strefie zarodka. W suchym ziarnie praktycznie bywa uszkodzana tylko ta strefa. W ziarnie wilgotnym oprócz zarodka atakowane są również grzbiety, dół i boki. Najbardziej uszkodzana jest strefa bródki.

W kukurydzy rozlokowanie uszkodzeń jest inne. Częściej atakowana jest tutaj dolna strona ziarna oraz okolice bródki. U większości badanych gatunków chrząszczy wzrost temperatury powoduje zwiększenie częstości uszkodzenia ziaren, ale nie wpływa na lokalizację uszkodzeń.

Czternastodniowe żerowanie owadów powoduje znaczne obniżenie zdolności kiełkowania nasion, a ponadto wpływa ujemnie na wzrost i kondycję roślin. Ujemny wpływ stwierdzono wówczas, gdy uszkodzenia obejmowały jednocześnie zarodek i endospermę ziarna. Żerowanie chrząszczy wywiera większy wpływ na pszenicę niż na kukurydzę.

## LITERATURA

1. Applebaum S. W.: The suitability of groundnuts for the development of *Tribolium castaneum* (Herbst.) (Coleoptera, Tenebrionidae). J. Stored Prod. Res., 1969, 5, 4, s. 305-310.
2. Birch L. C.: The ability of flour beetles to breed in wheat. Ecology, 1947, 28, s. 322-324.
3. Daniels N. E.: Damage and reproduction by the flour beetles *Tribolium confusum* and *T. castaneum*, in wheat at three moisture contents. J. econ. Entomol., 1956, 49, s. 244-247.
4. Elandt R.: Statystyka matematyczna w zastosowaniu do doświadczeń rolniczego. PWN, Warszawa 1964.
5. Filipek P.: Biologia i ekologia trojszyka ulca (*Tribolium confusum* Duv.) oraz trojszyka gryzącego (*Tribolium castaneum* Hbst.), (Tenebrionidae, Coleoptera). Prace nauk. IOR, 1971, 13, 1, s. 25-66.
6. Gołębiowska Z., Nawrot J.: Metody wykrywania ukrytego porażenia ziarna przez szkodniki przechowywane. Biul. IOR, 1970, 47, s. 277-291.
7. Hurlock E. T.: Some observations on the amount of damage caused by *Oryzaephilus surinamensis* (L.) (Coleoptera, Silvanidae) to wheat. J. Stored Prod. Res., 1967, 3, s. 75-78.
8. Pingale S. N., Grish G. W.: Effect of humidity on the development of storage insect pests. Bull. Grain Technol., 1967, 5, 2, s. 101-108.
9. Sandner H.: Owady szkodniki spichrzów i magazynów. PWRiL, Warszawa 1961, s. 240.
10. Steffan J. R.: Les calandres des grains (*Sitophilus*). Entomologie appliquée à l'agriculture. Edit. Balachowsky A. S., Paris 1963, s. 1070-1099.
11. Surtees G.: Site of damage to whole wheat grains by five species of stored — products beetle. Entomol. Monthly Magaz., 1963, 99, s. 178-181.



12. Yarlow T. D., Sircar P., Jotwani M. G.: Studies on insects damage and germination of seeds. III. Germination of wheat, jowar and maize seeds by the developing grubs of *Sitophilus oryzae* L. and *Rhizopertha dominica* F. Indian J. Entomol., 1968, 30, 1, s. 83-84.

Зофия Голембиовска, Александра Прондзыньска, Ян Наврот

ЛОКАЛИЗАЦИЯ И ВЛИЯНИЕ ПОВРЕЖДЕНИЙ, ПРИЧИНЕННЫХ  
ШЕСТЬЮ ВИДАМИ ЖУКОВ НА ЗЕРНЕ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР,  
НА ВСХОЖЕСТЬ И РОСТ РАСТЕНИЙ

Резюме

Проведены исследования в области кормящихся 6 видов жуков: *Sitophilus granarius* L., *S. oryzae* L., *Oryzaephilus surinamensis* L., *Tribolium confusum* L., *Rizoperta dominica* F. и личинок *Trogoderma granarium* Ev.

Кормежка жуков на зерне пшеницы, ржи и кукурузы продолжалась две недели. Опыт проведен с пятикратным повторением. Исследовано поведение жуков в условиях постоянной температуры и четырех уровней относительной влажности воздуха: 0, 60, 85, 94%, а также постоянной влажности воздуха 85% и трех температур: 20, 23 и 29°C.

Констатировано, что все виды жуков питались в зоне зародыша. Реже всего повреждалась борода зерна. Способы повреждения зерна были разные и зависели от вида жука. Виды жуков, которые чаще повреждают зародыши, снижали всхожесть зерна. Подтверждено также, что в поврежденном зерне возрастала влажность.

Zofia Gołębiowska, Aleksandra Prączyńska  
Jan Nawrot

LOCATION AND EFFECT OF INJURIES CAUSED BY SIX BEETLE  
SPECIES ON THE GRAIN OF CEREALS,  
GERMINATION AND GROWTH OF PLANTS

Summary

Investigations on feeding of 6 beetle species: *Sitophilus granarius* L., *S. oryzae* L., *Oryzaephilus surinamensis* L., *Tribolium confusum* L., *Rizoperta dominica* F. and larvae of *Trogoderma granarium* Ev. were carried out.

The feeding of beetles on wheat, rye or maize grains occurred for two weeks. The experiment was carried out in five replications. The behaviour of beetles was estimated in conditions of constant temperature and at four relative air humidity levels: 0, 60, 85 and 94%, as well as at constant air humidity of 85% and at three temperatures: 20, 23 and 29°C.

It has been proved that all the beetle species fed mostly within the germ zone. Grain brush was injured most rarely. The grain injury kinds were different and depended on the beetle species. Those species by which germs were injured more frequently, caused a decrease of the germination power of grain. It has been found too, that the moisture content increased in injured grains.