

INTENSYWNOŚĆ ŻEROWANIA I PŁODNOŚĆ WOŁKA ZBOŻOWEGO
(*SITOPHILUS GRANARIUS* L.)
I TROJSZYKA ULCA (*TRIBOLIUM CONFUSUM* DUV.)
W CAŁYM I USZKODZONYM ZIARNIE PSZENICY*

Zofia Gołębiowska, Jan Nawrot

Instytut Ochrony Roślin, Poznań

WSTĘP

Warunki, w jakich zbiera się ziarno w polu posiadają duże znaczenie przy dalszej jego konserwacji w magazynach. Zasadniczą rolę odgrywają tu warunki meteorologiczne i związana z nimi wilgotność oraz dojrzałość późniwna ziarna. Przy niesprzyjającej pogodzie powstają również trudności związane z przebiegiem żniw. Stosowane maszyny żniwne powodują często uszkodzenie ziarna w postaci złamań, otarcia okryw nasiennych lub zmiążdżenie. Według danych skandynawskich [10]. Pszenica handlowa przeciętnie zawiera 1% ziaren połamanych, a jej wilgotność wynosi 13%. Wielokrotnie jednak stwierdzono, że procent uszkodzonych ziaren jest znacznie większy i dochodzić może do 50% [9], a wilgotność jego sięga niekiedy 18-20%.

W związku z tym wydawało się celowe poznanie jak rozwijają się w takim uszkodzonym ziarnie dwa, najczęściej spotykane w magazynach gatunki chrząszczy: wołek zbożowy i trojszyk ulec. Pierwsze podjęte na ten temat badania miały charakter teoretyczny i wykonane były w laboratorium z ziarnem sztucznie uszkodzonym. Wyniki tych doświadczeń podajemy w niniejszej pracy.

METODY I WYNIKI BADAŃ

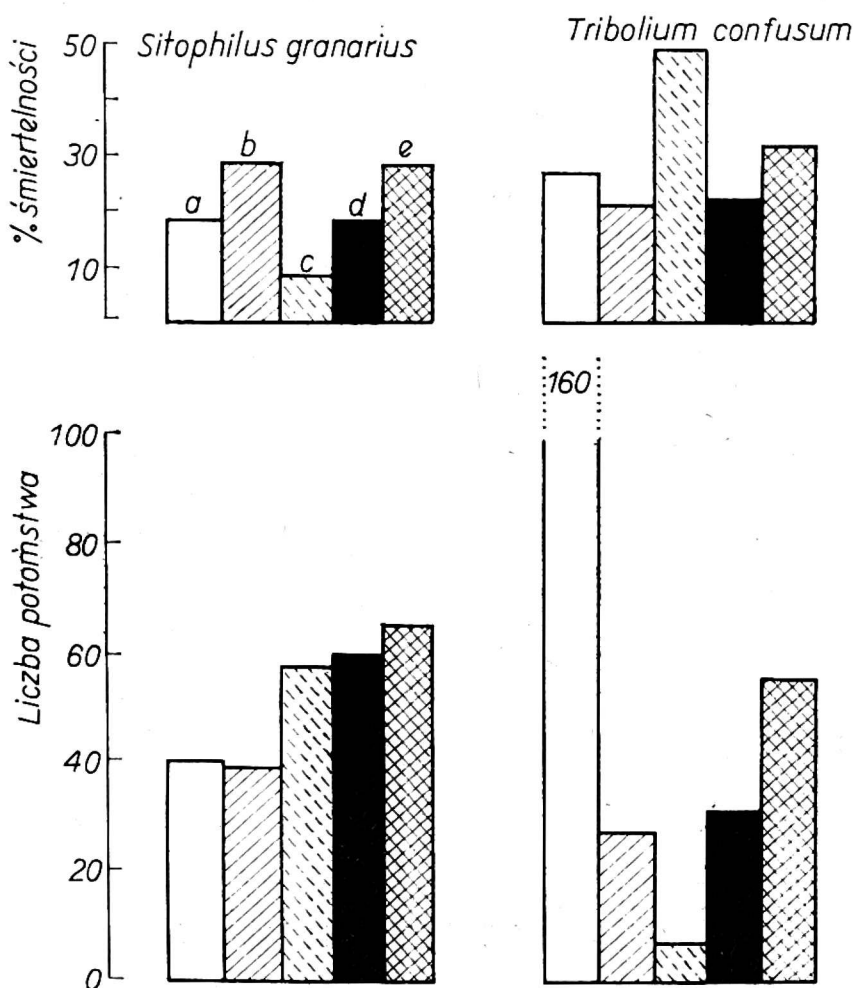
Badania wykonano w laboratorium w temperaturze 25-26°C w kontrolowanych wilgotnościach względnych z ziarnem pszenicy ozimej. Do

* Praca wykonana w ramach tematu PG-Pc-257, finansowanego przez Ministerstwo Rolnictwa USA.

doświadczeń brano chrząszcze w wieku 1-3 dni bez wyodrębniania płci owadów. Każdą kombinację doświadczenia wykonano w 5 lub 6 powtórzeniach, a wyniki opracowano statystycznie. Ze względu na zróżnicowanie doświadczeń szczegóły metodyczne podane zostaną na początku kolejnych rozdziałów.

ŚMIERTELNOŚĆ I PŁODNOŚĆ CHRZĄSZCZY *S. GRANARIUS* I *T. CONFUSUM*
W USZKODZONYM ZIARNIE PSZENICY

Do doświadczeń wzięto ziarno pszenicy o różnych typach uszkodzeń. Uszkodzenia te wykonano ręcznie w laboratorium wyodrębniając ziarna: 1) zmiażdżone, 2) otarte z okryw nasiennych, 3) połówki ziaren z zarodkiem, 4) połówki ziaren z bródką oraz 5) całe, nie uszkodzone ziarno kontrolne. Ziarno ze wszystkich kombinacji oczyszczono z pyłu i nawilżono w obecności nasyconych roztworów soli NH_4NO_3 lub KCl . W konsekwencji wilgotność ziarna bez względu na typ uszkodzenia wynosiła odpowiednio 13,6 i 14,8%. Każdą kombinację doświadczenia założono w 5 po-



Rys. 1. Śmiertelność i płodność chrząszczy *Sitophilus granarius* i *Tribolium confusum* w uszkodzonym ziarnie
a — ziarno miażdżone, b — połówki bez zarodków, c — ziarno nieuszkodzone, d — połówki z zarodkami, e — ziarno otarte

wtórzeniach, biorąc po 5 g ziarna i 20 chrząszczy wołka zbożowego lub trojszyka ulca. Chrząszcze trzymane w ziarnie 20 dni, a następnie usunięto je, licząc żywe i martwe. Ziarno przeznaczono do celów hodowlanych. Wyniki podano w tabelach 1 i 2, a średnie rezultaty z obu wilgotności zilustrowano na rysunku 1.

Tabela 1

Śmiertelność i płodność chrząszczy *S. granarius* L. w uszkodzonym ziarnie pszenicy o różnej wilgotności

Uszkodzenia ziarna	Wilgotność ziarna, %			
	13,6		14,8	
	śmiertel- ność %	liczba potomstwa na 20 chrząszczy	śmiertel- ność %	liczba potomstwa na 20 chrząszczy
Nie uszkodzone	15,0]	46,0]	1,2]	67,2]
Otarte z okryw	0,0	69,0]	3,7]	62,0
Półówki z zarodkiem	35,0]	58,0]	1,2]	59,2]
Półówki bez zarodka	58,3]	35,7]	0,0]	42,7]
Miażdżone	23,3]	40,3]	13,7	29,5]
NIR	27,2	16,9	7,0	19,4

Analiza kowariancji wykazała istotne różnice w śmiertelności chrząszczy w zależności od wilgotności ziarna oraz typu uszkodzenia. Chrząszcze wołka zbożowego (tab. 1) w większym stopniu ginęły w suchym ziarnie (średnio 26,3%) niż w wilgotnym (średnio 4,0%). W niższej wilgotności najdogodniejsze dla nich było ziarno otarte z okryw, najgorsze zaś półówki ziaren bez zarodka.

Nie stwierdzono jednak istotności różnicy między obu rodzajami półófkowanych ziaren. W ziarnie wilgotniejszym zdecydowanie największą śmiertelność wykazały chrząszcze trzymane w ziarnie zmiażdżonym. Między innymi rodzajami ziarna nie stwierdzono pod tym względem różnic istotnych.

Zupełnie inaczej zachowywały się chrząszcze *T. confusum* (tab. 2). Nieco niższą śmiertelność uzyskano tu w ziarnie o wilgotności 13,6% niż w ziarnie zawierającym 14,8% wody. W obu jednak wypadkach największą śmiertelność wykazały chrząszcze w ziarnie nie uszkodzonym, a następnie w otartym z okryw nasiennych. Najdogodniejsze warunki miały chrząszcze w ziarnie zmiażdżonym.

Co się tyczy liczebności potomstwa, wprawdzie nie stwierdzono różnic istotnych między ziarnem bardziej suchym i wilgotnym, ale z danych zamieszczonych w tabelach widać pewną ogólną tendencję do zwiększania

Tabela 2

Śmiertelność i płodność chrząszczy *T. confusum* Duv. w uszkodzonym ziarnie pszenicy o różnej wilgotności

Uszkodzenia ziarna	Wilgotność ziarna %			
	13,6		14,8	
	śmiertel- ność %	liczba potomstwa na 20 chrząszczy	śmiertel- ność %	liczba potomstwa na 20 chrząszczy
Nie uszkodzone	43,7	5,4	56,0	8,2
Otarte z okryw	27,5	48,6	36,0	62,0
Półówki z zarodkiem	16,2	25,2	28,0	37,8
Półówki bez zarodka	15,0	22,0	29,0	32,8
Miażdzone	10,0	133,8	24,0	194,6
NIR	16,7	47,0	15,8	67,1

się płodności obu gatunków w ziarnie o wyższej wilgotności. Wołek zbożowy dał najmniej potomstwa w ziarnie zmiażdżonym i w półówkach ziarna bez zarodka. Najwięcej potomstwa uzyskano od chrząszczy trzymany w ziarnie otartym z okryw nasiennych i w półówkach zawierających zarodek. Wilgotne ziarno nie uszkodzone było dla wołka równie korzystne jak otarte z okryw lub półówki ziarna z zarodkiem.

Chrząszcze trojszyka ulca, przeciwnie niż wołka, dały zdecydowanie najwięcej potomstwa w ziarnie zmiażdżonym. Najniższą płodność wykazały osobniki trzymane w ziarnie nie uszkodzonym.

Biorąc pod uwagę śmiertelność i płodność chrząszczy można stwierdzić, że dla rozwoju *S. granarius* najkorzystniejsze warunki powstają w ziarnie otartym z okryw nasiennych. Jednakże może on również rozwijać się w połamanym i miażdżonym ziarnie, choć jego płodność w tym ostatnim wypadku jest nieco niższa niż w całym, nie uszkodzonym ziarnie. *T. confusum* znacznie lepiej rozwija się w ziarnie uszkodzonym niż w całym, a szczególnie korzystne warunki ma on w ziarnie zmiażdżonym.

ŻEROWANIE CHRZĄSZCZY *T. CONFUSUM* W ZIARNIE USZKODZONYM I W CAŁYM

W celu sprawdzenia możliwości żerowania trojszyka ulca w ziarnie pszenicy wykonano doświadczenia, w których badano ilość zjedzonego pokarmu i ilość wytworzonego pyłu przez chrząszcze w całym lub pokruszonym ziarnie o wilgotności 12,3% w czasie 10 dni. Przed założeniem doświadczenia z ziarna usunięto pył. Na 100 g ziarna brano po 50, 100, 200 lub 400 chrząszczy jednakowego wieku. Wyniki podano w tabeli 3.

Tabela 3

Intensywność żerowania chrząszczy *T. confusum* w całym i pokruszonym ziarnie pszenicy w czasie 10 dni

Liczebność populacji	Ilość zjedzonego ziarna mg/1 chrząszcza		Ilość wytworzonego pyłu mg/1 chrząszcza	
	ziarno całe	ziarno uszkodzone	ziarno całe	ziarno uszkodzone
	50	15,06	9,66	0,89
100	6,58	7,05	0,68	4,02
200	4,41	5,58	0,56	2,32
400	2,33	6,00	0,54	2,21
NIR	2,96		1,62	

Uzyskane wyniki przede wszystkim potwierdziły wielokrotnie obserwowane zjawisko ujemnego wpływu zagęszczenia populacji owadów na intensywność ich żerowania [7] t.j. na ilość wytwarzanego pyłu i ilość zjadanego pokarmu przez 1 osobnika. Pomijając jednak ten fakt widać, że w populacjach 100 i 200 osobników nie ma istotnych różnic w ilości zjadanego ziarna całego lub nie uszkodzonego ziarna. Natomiast małe populacje chrząszczy intensywniej żerowały w całym ziarnie, zaś przy największej liczebności owadów — najbardziej żarłoczne były osobniki w ziarnie pokruszonym. Ilość wytworzonego pyłu w czasie żerowania chrząszczy w ziarnie pokruszonym była wielokrotnie większa niż w ziarnie całym.

Uwzględniając ubytek ciężaru ziarna i ilość wytwarzanego przez chrząszcze pyłu można stwierdzić, że żerowanie tego gatunku jest znacznie intensywniejsze wtedy, gdy mają one do dyspozycji ziarno pokruszone. Tym niemniej istnieje możliwość żerowania trojszyka ulca w całym, nie uszkodzonym ziarnie. Zostało to zresztą wcześniej stwierdzone przez Bircha [1] i Danielsa [2]. Filipek [3] badała również możliwość uszkodzenia całego ziarna pszenicy (o wilgotności 10,5 i 13,9%) i stwierdziła, że w suchej pszenicy chrząszcze uszkodziły około 13% ziaren a w wilgotnej — 14,7%, przy czym jeden chrząszcz zjadał w czasie 7 dni w tych warunkach odpowiednio 0,89 mg i 1,76 mg ziarna pszenicy.

LOKALIZACJA USZKODZEŃ POWODOWANYCH PRZEZ CHRZĄSZCZE *T. CONFUSUM* I *S. GRANARIUS* NA ZIARNIE PSZENICY

W czasie badań nad szkodliwością chrząszczy dla ziarna zbóż zwróciliśmy uwagę na rozmieszczenie uszkodzeń powodowanych przez dorosłe owady na ziarnie pszenicy w początkowym okresie ich żerowania [8].

Tabela 4

Miejsca żerowania chrząszczy *T. confusum* na całym ziarnie pszenicy o różnej wilgotności w czasie 7 dni

	Wilgotność ziarna, %			
	10,5	13,7	14,6	15,8
Uszkodzone ziarna, %	23,3	22,0	25,9	29,6
Uszkodzenia od strony zarodka, %	93,3	91,8	95,4	85,3
w tym % uszkodzeń:				
samego zarodka	68,3	37,4	41,1	31,2
okolicy zarodka	9,9	17,4	12,8	11,4
zarodka i okolicy	21,8	45,2	46,1	57,4

Doświadczenia założono z ziarnem o wilgotności: 10,5, 13,7, 14,6 i 15,8%. Na 100 ziaren pszenicy nakładano na 7 dni po 50 chrząszczy. Następnie po usunięciu chrząszczy ziarno barwiono w roztworze wodnym kwaśnej fuksyny (metoda Frankenfelda i Harrisa) [6]. Miejsca nakłuc i ślady wygryzień zabarwiały się intensywnie na czerwono i można je było policzyć. Podobnie jak Surtees [12] wyróżniano 5 stref na ziarnie, a mianowicie: grzbiet, dół, boki, stronę bródki i stronę zarodka, a ponadto od strony zarodka wydzielano uszkodzenia obejmujące sam zarodek, jego okolice oraz jednoczesne uszkodzenie zarodka i jego okolicy. Wyniki dotyczące uszkodzeń powodowanych przez chrząszcze trojszyka ulca podano w tabeli 4. Jak stwierdzono, chrząszcze tego gatunku w okresie początkowym żerują prawie wyłącznie na stronie zarodkowej ziarna, przeto w tabeli nie podano częstości lokalizacji uszkodzeń w innych strefach ziarna. Z zestawienia widać jednak, że w ziarnie najbardziej wilgotnym około 15% uszkodzeń występowało w innych miejscach — poza zarodkiem. W strefie zarodka w ziarnie suchym chrząszcze uszkadzały głównie sam zarodek, natomiast w miarę wzrostu wilgotności uszkodzenia obejmowały oprócz zarodka również jego okolice. Stosunkowo rzadko uszkadzane były same okolice zarodka z pominięciem zarodka.

Według Bircha [1], Danielsa [2] i Filipek [3] chrząszcze *T. confusum* rozpoczynają żerowanie od strony zarodka pszenicy; w miarę wzrostu wilgotności wzrasta intensywność ich żerowania. Surtees [12] podaje, że pokrewny gatunek *T. castaneum* Hbst. rozpoczyna żerowanie od strony zarodkowej i stopniowo przechodzi na endospermę wzdłuż całej długości ziarna. Ten sposób zachowania się chrząszczy zaobserwował on jednak dopiero po 9 tygodniach żerowania.

Podobne badania wykonano z chrząszczami wołka zbożowego. Wyniki podane są w tabeli 5. W tym wypadku częściej stwierdzono uszkodzenia w innych strefach ziarna niż na samym zarodku, a mianowicie na bokach,

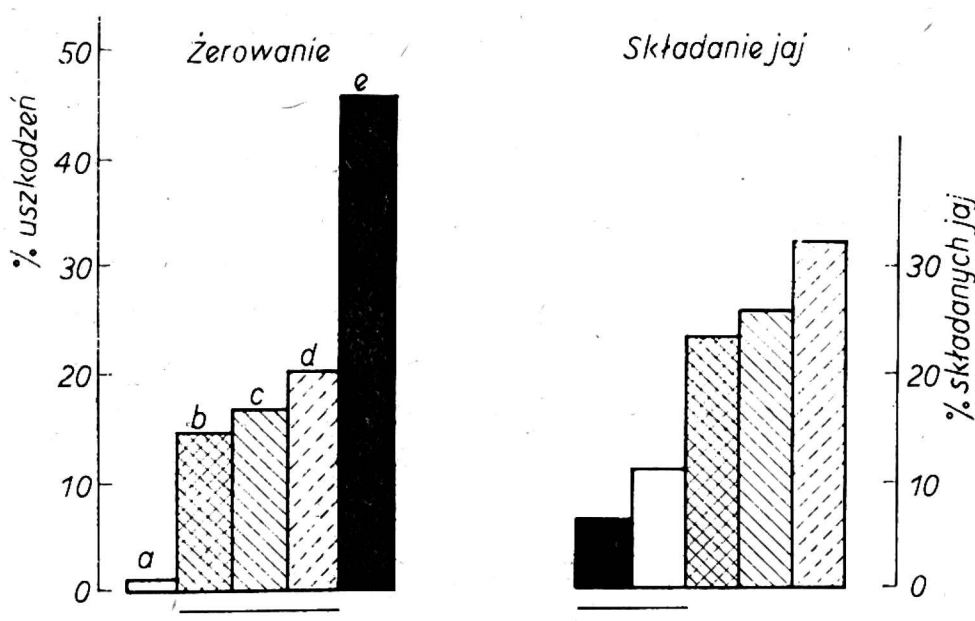
Tabela 5

Lokalizacja uszkodzeń powodowanych przez chrząszcze *S. granarius* na ziarnie pszenicy o różnej wilgotności w czasie 7 dni żerowania

Uszkodzenia %	Wilgotność ziarna, %			
	10,5	13,7	14,6	15,8
Ziarno	28,7	25,8	42,3	35,3
Strona bródki	8,0	5,5	9,7	4,3
Inne miejsca poza zarodkiem	18,3	27,2	28,0	24,9
Strona zarodka, w tym :				
sam zarodek	54,9	43,4	43,6	38,7
okolice zarodka	35,3	48,1	43,6	46,6
zarodek i okolice	9,8	8,5	12,8	14,7

grzbiecie i na dolnej stronie ziarna. W najsuchszym ziarnie taka lokalizacja uszkodzeń stanowiła około 18%, natomiast w ziarnie o wilgotności 13,7 lub 14,6% — około 27-28%. Jedyne strona bródki była w bardzo nieznacznym stopniu atakowana — maksymalnie w 9,7%. Strona zarodkowa ziarna uszkadzana była w 62-74%, przy czym im ziarno było wilgotniejsze tym częściej uszkadzane były okolice zarodka z pominięciem samego zarodka. Według Surteesa [12] *S. granarius* w ziarnie wilgotnym stosunkowo często żeruje na powierzchni grzbietowej ziarna.

Z licznych badań wykonanych na produktach pokarmowych *S. granarius* [5, 9] wynika, że nie wszystkie produkty nadające się na pokarm dla chrząszczy są również odpowiednie dla larw. W specjalnie wykonanych doświadczeniach stwierdziliśmy ponadto, że nawet na tym samym ziarnie



Rys. 2. Żerowanie i składanie jaj przez chrząszcze wołka zbożowego na różnych częściach ziarna pszenicy

a — bródka, b — bruzdka, c — boki, d — grzbiet, e — zarodek

pszenicy w innych strefach żerują same chrząszcze a w innych składają jaja. Badania wykonano na pszenicy ozimej o wilgotności 12,3⁰/₀ w czasie 14 dni ekspozycji chrząszczy. Analiza statystyczna wykazała wysoce istotne różnice w wyborze miejsc żerowania oraz miejsc składania jaj. Wyniki ilustruje rysunek 2. Chrząszcze żerowały przede wszystkim na zarodkowej stronie ziarna, pomijając strefę bródki. Natomiast jaja częściej składane były na stronie grzbietowej, bocznej i brzusznej. Najmniej jaj znajdowano w części zarodkowej i nieco więcej w okolicy bródki, ale w procentowym obliczeniu lokalizacji jaj w tych dwóch strefach nie stwierdzono różnic istotnych.

PODSUMOWANIE WYNIKÓW

Wyniki uzyskane z doświadczeń wskazują na wyraźne różnice w zachowaniu się dwóch badanych gatunków chrząszczy w ziarnie pszenicy. Chrząszcze wołka zbożowego, które mają silny gryzący aparat gębowy, z łatwością mogą żerować na całych ziarnach pszenicy. Mimo tego ziarno uszkodzone mechanicznie, a szczególnie otarte z okryw nasiennych, jest dla tego gatunku znacznie korzystniejsze od ziarna całego. Rozmieszczenie uszkodzeń na ziarnie wskazuje, że w miarę wzrostu wilgotności ziarna częściej poza zarodkiem nagryzane są inne strefy ziarna.

Chrząszcze trojszyka ulca przez wiele lat uważane były za szkodniki wtórne. Okazuje się jednak, że są one zdolne do żerowania na całym ziarnie zwłaszcza wilgotnym. Ziarno całe atakowane jest przede wszystkim w okolicy zarodkowej. Intensywność żerowania chrząszczy, a przede wszystkim ich płodność, jest jednak znacznie większa w ziarnie uszkodzonym. Najkorzystniejsze warunki do rozwoju tego gatunku istnieją w ziarnie zmiażdżonym.

Na podstawie naszych wstępnych badań i licznych badań innych autorów, dotyczących *Oryzaephilus surinamensis* L., *Tribolium castaneum* Hbst., *Cryptolestes ferrugineus* Steph. [4, 9-11] wynika, że obecność w zbożu, przeznaczonym do magazynowania, ziaren uszkodzonych oraz pyłu stymuluje masowy rozwój owadów szkodliwych, co w konsekwencji powoduje zwiększenie strat ilościowych i jakościowych w przechowywanym zbożu; duże znaczenie ma również wilgotność ziarna.

LITERATURA

1. Birch L. C.: The ability of flour beetles to breed in wheat. *Ecology*, 1947, 28, s. 322.
2. Daniels N. E.: Damage and reproduction by the flour beetles, *Tribolium confu-*

- sum* and *T. castaneum*, in wheat at three moisture contents. J. econ. Entomol., 1956, 49, 2, s. 244-247.
3. Filipek P.: Biologia i ekologia trojszyka ulca (*Tribolium confusum* Duv.) oraz trojszyka gryzącego (*Tribolium castaneum* Hbst., *Tenebrionidae*, *Coleoptera*). Pr. nauk. IOR, 1971, 13, 1, s. 25-66.
 4. Frey W.: Beiträge zur Kenntnis des Quarantänasschädlinge auf dem Gebiete des Vorratsschutzes. Nachr. deut. Pflanzenschutzdienst, 1962, 14, 3, s. 33.
 5. Gołębiowska Z.: Wołek zbożowy (*Calandra granaria* L.). Morfologia, biologia i ekologia. Roczn. Nauk rol., 1952, t. 64, s. 137-221.
 6. Gołębiowska Z., Nawrot J.: Metody wykrywania ukrytego porażenia ziarna przez szkodniki przechowywane. Zesz. probl. Post. Nauk rol., 1971, z. 113, s. 281-303.
 7. Gołębiowska Z., Filipek P., Krzymańska J.: Szkodliwość wołka zbożowego (*Sitophilus granarius* L.), wołka ryżowego (*Sitophilus oryzae* L.) i kapturnika zbożowca (*Rhizopertha dominica* F.) w ziarnie pszenicy i żyta. Prace nauk. IOR, 1968, 10, 1, s. 31.
 8. Gołębiowska Z., Nawrot J., Prączyńska A.: Charakter uszkodzeń ziarna pszenicy przez niektóre chrząszcze przechowywane. Prz. zboż.-młyn., 1971, 15, 4, s. 107-109.
 9. Mathlein R.: Mechanical cleaning of infested grain as a control method against some insect pests. Stat. Växtskyddsanstalt, 1971a, 15, s. 143.
 10. Mathlein R.: Rearing experiments with *Oryzophilus surinamensis* L. and *Cryptolestes ferrugineus* Steph. on grain. Stat. Växtskyddsanstalt, 1971b, 15, s. 191.
 11. Mc Gregor H. E.: Preference of *Tribolium castaneum* for wheat containing various percentages of dockage. J. econ. Entomol., 1964, 57, 4, s. 511.
 12. Suntees G.: Site of damage to whole wheat grains by five species of stored products beetles. Entomol. Monthly Mag., 1963, 99, s. 178-181.

Зофия Голембиовска, Ян Наврот

ИНТЕНСИВНОСТ КОРМЕЖКИ И ПЛОДОВИТОСТЬ АМБАРНОГО
ДОЛГОНОСИКА (*SITOPHILUS GRANARIUS* L.)
И МАЛОГО МУЧНОГО ХРУЩАКА (*TRIBOLIUM CONFUSUM* DUV.)
В ЦЕЛОМ И ПОВРЕЖДЕННОМ ЗЕРНЕ ПШЕНИЦЫ

Резюме

Условия уборки зерновых в большой степени влияют на состояние зерна и его влажность. В процессе лабораторных опытов исследовано влияние механических повреждений и влажности зерна пшеницы на интенсивность кормежки и плодовитость жуков *Sitophilus granarius* L. и *Tribolium confusum* Duv. (чаще всего встречающихся в зернохранилищах). Подтверждено, что механическое повреждение оболочек и поломка зерна являются причиной роста интенсивности кормежки и плодовитости исследуемых видов жуков. Это влияние было особенно четко видно на примере *T. confusum* Duv., который с трудом кормится неповрежденным зерном.

Zofia Gołębiowska, Jan Nawrot

FEEDING INTENSITY AND FECUNDITY OF GRANARY WEEVIL
(*SITOPHILUS GRANARIUS* L.)
AND CONFUSED FLOUR BEETLE (*TRIBOLIUM CONFUSUM* DUV.)
IN WHOLE AND DAMAGED WHEAT GRAIN

Summary

Conditions of the harvest of cereals exert a considerable effect on the state and humidity of grain. In laboratory experiments the effect of mechanical injuries and wheat grain humidity on the feeding intensity and the fecundity of beetles of *Sitophilus granarius* L. and *Tribolium confusum* Duv. (most common in granaries) was investigated. It has been proved that the mechanical injuries of grain coats and the breakage of grains contribute to a growth of the feeding intensity and the fecundity of the beetle species tested. This effect was most clearly exemplified by the *T. confusum* Duv. species, which feeds on undamaged grains only with difficulty.