

USZKODZENIA ZIARNIAKÓW PSZENICY TWARDEJ W WYNIKU OBCIĄŻEŃ DYNAMICZNYCH

Zbigniew Segit¹, Grzegorz Szwed², Krystyna Szwed-Urbaś¹

¹Institut Genetyki i Hodowli Roślin, Akademia Rolnicza, ul. Akademicka 15, 20-294 Lublin
e-mail: urbas@agros.ar.lublin.pl

²Institut Agrofizyki im. Bohdana Dobrzańskiego PAN, ul. Doświadczalna 4, 20-290 Lublin

Streszczenie. Badania dotyczą oceny podatności ziarna pszenicy twardej na uszkodzenia w wyniku dynamicznego kontaktu ziarno-metal. Uszkodzenia te rozumiane jako naruszenie ciągłości tkanek ziarniaka w wyniku oddziaływań sił zewnętrznych mają na ogół wpływ na obniżenie wartości technologicznej i reprodukcyjnej. Do badań wykorzystano ziarno dwu odmian zagranicznych (Astrodur i Buck Cristal) oraz 11 linii hodowlanych *Triticum durum* Desf., wyprowadzonych w Instytucie Genetyki i Hodowli Roślin AR w Lublinie. Dla porównania włączono do badań pszenicę zwyczajną (cv. Opatka). Ziarniaki poddano obciążeniom dynamicznym w warunkach laboratoryjnych w Instytucie Agrofizyki PAN w Lublinie. Wyniki badań wskazują na dość znaczne różnice w liczbie uszkodzeń zarówno pomiędzy obiektami badań jak i miejscami uderzenia. Uderzenie w zarodek powodowało jego uszkodzenie i wyraźnie obniżało zdolność kiełkowania ziarniaków. Najwięcej ziarniaków z widocznym uszkodzeniem odnotowano przy uderzeniu w część grzbietową.

Słowa kluczowe: ziarniaki pszenicy, uszkodzenia, zdolność kiełkowania, miejsce uderzenia

WSTĘP

Podczas maszynowego zbioru i obróbki pozbiorowej zbóż pojawia się problem ujemnych skutków stosowanej mechanizacji, przede wszystkim w aspekcie występowania uszkodzeń mechanicznych ziarna. Każde uszkodzenie ziarniaka może stać się przyczyną obniżenia jego wartości biologicznej. Mechaniczne uszkodzenie tkanek ziarna stwarza dogodne warunki dla rozwoju mikroorganizmów, co powoduje obniżenie zdolności kiełkowania, a w konsekwencji brak lub osłabienie wschodów w warunkach polowych. Ziarniaki opanowane przez mikroorganizmy są źródłem infekcji pozostałej masy ziarna, co przyczynia się do obniżenia

wartości technologicznej ziarna. Wszelkie naruszenie ciągłości okrywy owocowonasiennej może prowadzić do zagrzewania się ziarna w silosie oraz wzmożonego rozprzestrzeniania się chorób i szkodników [1,6].

Złagodzenie ujemnych efektów wywołanych uszkodzeniami mechanicznymi możliwe jest na drodze zabiegów hodowlanych, agrotechnicznych i technicznych. Pierwsze z nich wiążą się z problemem wyhodowania odmian o takich właściwościach, które wzmacniałyby ich odporność na uszkodzenia powstające podczas zbioru i obróbki pozbiorowej. Zabiegi agrotechniczne odnoszą się przede wszystkim do wyboru odpowiedniego terminu i sposobu zbioru mniej natomiast do siewu i uprawy [6]. Decydujące jednak znaczenie będą miały wszelkie działania techniczne zmierzające w kierunku wyboru odpowiednich technologii zbioru i obróbki pozbiorowej, jak również opracowanie parametrów konstrukcyjnych maszyn i możliwości regulowania ich w czasie eksploatacji [4,5,11].

Optymalizacja wszelkich poczynań zmierzających do obniżenia strat powstałych w wyniku uszkodzeń ziarna możliwa jest jedynie poprzez dokładne poznanie fizycznych właściwości ziarna, decydujących o jego zachowaniu się w czasie działania obciążeń mechanicznych występujących w trakcie stosowanych procesów technologicznych. Szczególnie groźne są tu obciążenia dynamiczne mające miejsce podczas omłotu zbóż, w czasie którego występuje uderzenie ziarna z różnymi prędkościami przy różnej orientacji ziarna względem elementu udarowego. Przeprowadzone badania miały na celu ustalenie wpływu cech morfologicznych ziarna na wielkość uszkodzeń powstałych podczas działania obciążeń mechanicznych.

MATERIAŁ I METODY

Materiał badawczy stanowiły trzy formy rodzicielskie – zagraniczne odmiany Astrodur i Buck Cristal oraz krajowa linia LGR 39/772/90/a/b, a także 10 ustalonych morfologicznie linii hodowlanych *Triticum durum* Desf. wyprowadzonych z krzyżówek pomiędzy wymienionymi formami rodzicielskimi. Oznaczenia odmian i linii podano w tabeli 1. Dla porównania włączono pszenicę zwyczajną, odmianę Opatka. Ziarno pochodziło ze zbioru 2002 roku, w Gospodarstwie Doświadczalnym AR w Czesławicach k/Nałęczowa. Próbkę ziarna frakcjonowano na sitach (2.0; 2.3; 2.5 mm), a następnie wyliczono MTZ dla każdej frakcji. Do dalszych badań przeznaczono frakcje o zbliżonej masie 1000 ziarn, aby energia w chwili uderzenia dla wszystkich badanych form była w miarę jednakowa. Wilgotność wszystkich ziarniaków wynosiła około 12%.

Tabela 1. Średnie wymiary geometryczne ziarniaków badanych odmian i linii pszenicy
Table 1. Grain size of the wheat cultivars and lines examined

Lp. No.	Odmiana Linia Cultivar Line	Długość ziarn Grain length (mm)	Szerokość ziarn Grain width (mm)	Stosunek długości do szerokości Ratio of length to width	Grubość ziarn Grain thickness (mm)
<i>Triticum aestivum</i>					
1	Opatka	5,87	3,35	1,75	2,87
<i>Triticum durum</i>					
2	Buck Cristal	8,27	3,47	2,38	3,18
3	Astrodur	7,31	3,24	2,26	3,18
4	LGR 39/772/90/a/b	7,58	3,2	2,37	2,88
5	LGR 517/99/4	8,12	3,35	2,42	3,17
6	LGR 514/99/3	7,85	3,42	2,30	3,20
7	LGR 2424/98/5	7,83	3,39	2,31	3,17
8	LGR 2424/98/9	8,03	3,43	2,34	3,09
9	LGR 2428/98/4	8,13	3,42	2,38	3,10
10	LGR 559/99/3	7,54	3,54	2,13	3,30
11	LGR 557/99/1	7,67	3,39	2,26	3,04
12	LGR 2470/98/5	7,63	3,50	2,18	3,32
13	LGR 2466/98/5	7,66	3,29	2,33	3,09
14	LGR 2478/98/3	7,41	3,44	2,15	3,01

Badania udarowe ziarniaków przeprowadzono na aparacie skonstruowanym w Instytucie Agrofizyki PAN w Lublinie, którego szczegółową budowę i zasady działania podano we wcześniejszych publikacjach [10,13].

Ziarniaki uderzano z prędkością $25 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, co mieści się w zakresie prędkości obwodowej bębna młocarni kombajnu w czasie zbioru zbóż. Element wirujący uderzał jednocześnie w 10 szt. ziarniaków ułożonych w odpowiedniej pozycji względem powierzchni elementu uderzającego.

Dla poszczególnych odmian i linii poddano badaniom dynamicznym 100 ziarniaków w każdej kombinacji uderzenia (w zarodek, w bródkę oraz w grzbiety), przy czym wcześniej wykonano szczegółowe pomiary cech geometrycznych tych

ziarniaków (grubość, szerokość, długość) z dokładnością do 0,01 mm (tab. 1). Starano się tak układać ziarniaki względem powierzchni uderzeniowej bijaka, aby uderzenie było proste i środkowe (wektory prędkości punktów zetknięcia miały kierunek siły normalnej przechodzącej przez środek ziarniaka).

Stopień uszkodzenia ziarniaków oceniano bezpośrednio poprzez obserwację zewnętrznych ubytków okrywy owocowo-nasiennej, ubytków części ziarniaka lub pęknięć na wskroś ziarniaka (makrouszkodzenia) oraz metodą pośrednią – oceniając wartość siewną poprzez oznaczenie zdolności kiełkowania.

WYNIKI BADAŃ

Wyniki uzyskane we wszystkich kombinacjach eksperymentu wskazują na dość znaczne różnice w liczbie uszkodzeń zarówno pomiędzy obiektami badań, jak i miejscami uderzenia (rys. 1-3).

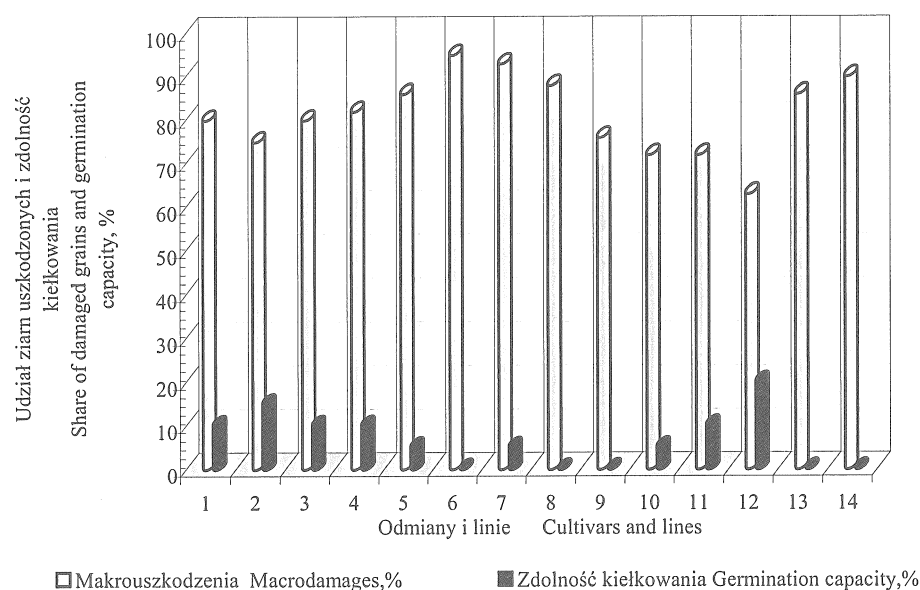
Najbardziej niekorzystne okazało się uderzenie w zarodek (rys. 1). Z punktu widzenia mechaniki przy stałej energii w chwili uderzenia wartość naprężenia występująca na skutek siły oddziaływania jest zależna od powierzchni styku części uderzanej. Im mniejsza powierzchnia tym większe naprężenie. Z uwagi na małą powierzchnię styku ziarna z przeszkodą, w przypadku uderzenia w zarodek, występujące naprężenia osiągały wartości krytyczne przekraczające wytrzymałość tkanek łączących zarodek z ziarniakiem i powodowały jego oddzielenie. Uszkodzenia tego rodzaju wystąpiły w ponad 90% uderzanych ziarniaków. Ziarniaki pszenicy twardej w większości przypadków bardziej ulegały uszkodzeniom niż ziarniaki pszenicy zwyczajnej. Jedną z przyczyn może być fakt, że ziarniaki pszenicy twardej mają przeważnie kontury kanciaste z wklęsniętymi bokami, zaś zarodek dość wyraźnie wystaje na zewnątrz ziarniaka. Zdolność kiełkowania ziarniaków uderzanych w zarodek była bardzo niska (od 0 do 20%).

Na uwagę zasługuje linia oznaczona numerem 12, która wyróżniała się najmniejszym poziomem uszkodzeń zarodka (63%) a jednocześnie zdolność kiełkowania ziarn była najwyższa i wynosiła 20%. Największe obniżenie zdolności kiełkowania ziarniaków z uszkodzonym zarodkiem stwierdzili także Kupierman [9] oraz Karpowicz, cyt. za Stroną [11].

Uderzenie ziarniaka od strony grzbietowej (rys. 2) powodowało jeszcze większe zróżnicowanie badanych linii w poziomie uszkodzeń (od 5 do 65%) niż w poprzednim eksperymencie. Najwięcej uszkodzonych ziarniaków (50-65%) miały linie 5 i 8 oraz odmiana Buck Cristal. Należy zaznaczyć, że uszkodzenia te występowały przede wszystkim w postaci odłamanych części ziarniaka. Pszenica

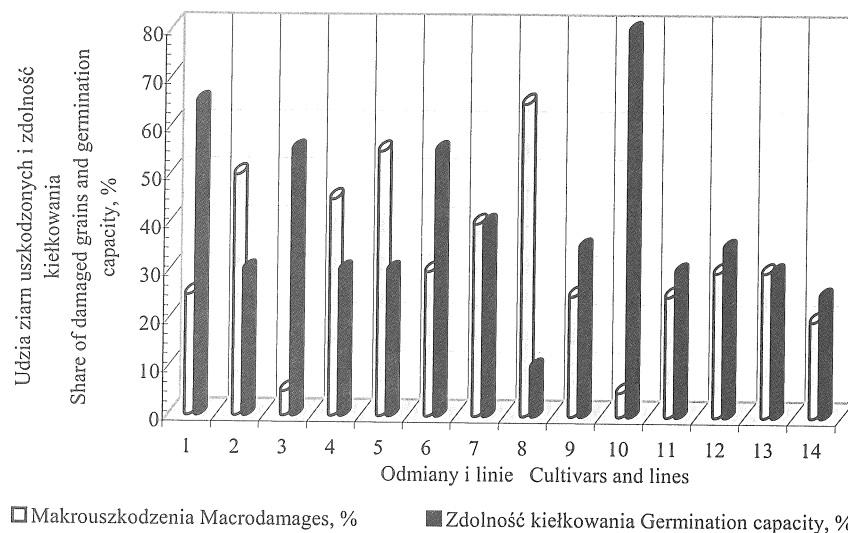
zwyczajna miała, w porównaniu do większości linii pszenicy twardej, niższy poziom uszkodzeń (25%) osiągając jednocześnie wyższą zdolność kiełkowania (rys. 2). Nieco niższy poziom uszkodzenia ziarniaków pszenicy zwyczajnej uderzanych od strony grzbietowej zanotowali Szwed i współ. [12]. Można przyjąć, że wpływ na tego rodzaju uszkodzenia ma m.in. kształt i wielkość ziarniaków [8]. Jak wynika z danych zawartych w tabeli 1 ziarniaki wymienionych wcześniej form pszenicy twardej były znacznie dłuższe niż zwyczajnej – odpowiednio 8,03-8,27 mm i 5,87 mm oraz nieco grubsze – 3,09-3,18 mm i 2,87 mm. Warto przy tym dodać, że ziarniaki wszystkich badanych form pszenicy twardej są ponad dwukrotnie dłuższe jak szersze podczas gdy dla pszenicy zwyczajnej stosunek długości do szerokości wynosi 1,75 (tab. 1).

Wprawdzie jak podaje Strona [11] i Geodecki [3] stopień uszkodzenia jest bardziej związany z warunkami wzrostu i zbioru roślin niż z wielkością ziarniaków, to w niniejszych badaniach zależność ta wydaje się dość wyraźna (rys. 4). Ziarniaki odmiany Astrodur i linii 10, które były znacznie krótsze (7,31-7,54 mm) od wymienionych wcześniej, uszkodzone były tylko w 5%, zaś zdolność kiełkowania szczególnie u linii 10 była bardzo wysoka – wynosząca 80% (tab. 1, rys. 2).



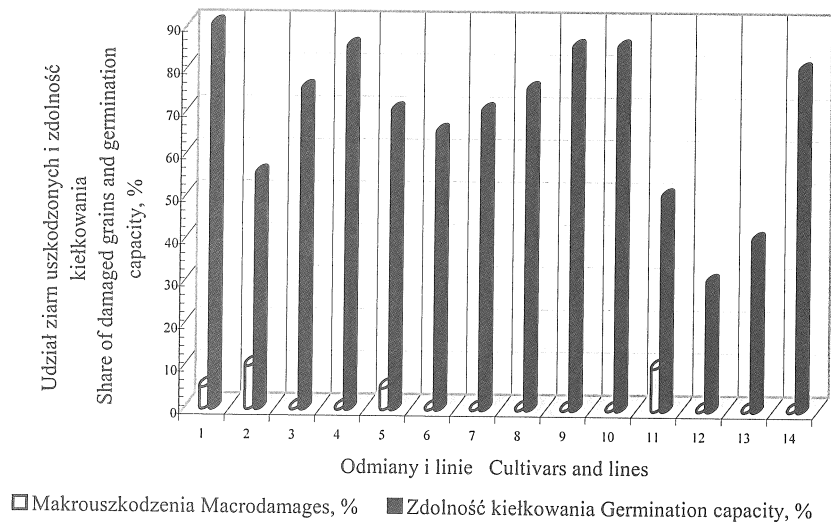
Rys. 1. Liczba makrouszkodzeń i zdolność kiełkowania ziarna po uderzeniu w zarodek. 1-14 odmiany i linie – tabela 1.

Fig. 1. Number of grain macrodamages and germination capacity grains after an impact on the germ. 1-14 cultivars and lines – table 1.



Rys. 2. Liczba makrouszkodzeń i zdolność kiełkowania ziarna po uderzeniu w grzbiet. 1-14 odmiany i linie – tabela 1.

Fig. 2. Number of grain macrodamages and germination capacity after an impact on the back. 1-14 cultivars and lines – table 1.

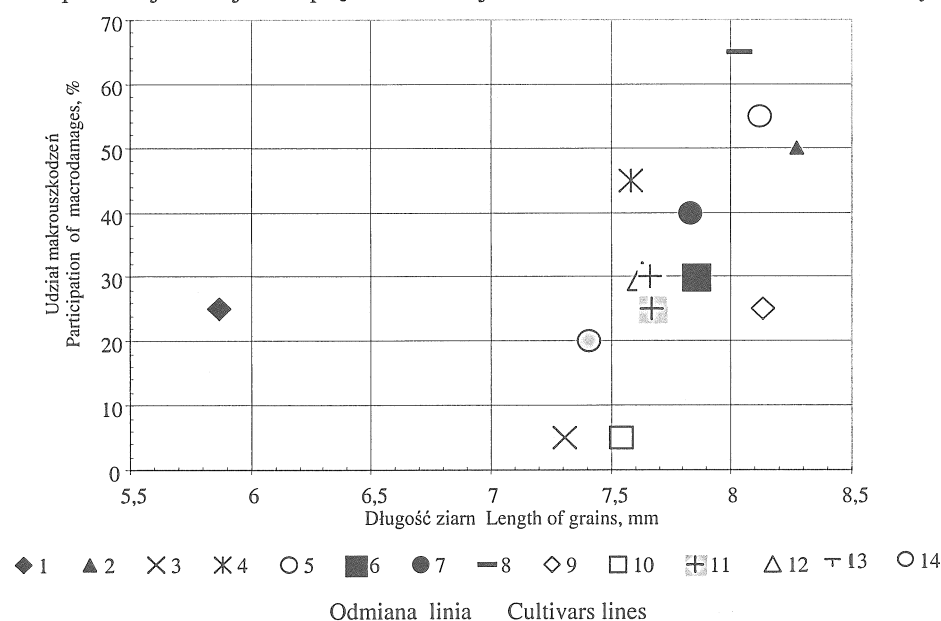


Rys. 3 Liczba makrouszkodzeń i zdolność kiełkowania ziarna po uderzeniu w bródkę. 1-14 odmiany i linie – tabela 1.

Fig. 3 Number of grain macrodamages and germination capacity after an impact on the brush. 1-14 cultivars and lines – table 1.

Większość badaczy, cyt. za Stroną [11], uważa, że część grzbietowa ziarniaków jest szczególnie wrażliwa na uszkodzenia mechaniczne, jak również uszkodzenia te są bardzo niebezpieczne dla żywotności ziarniaka. Prawdopodobnie jest to spowodowane przerwaniem ciągłości warstwy aleuronowej spełniającej funkcje tkanki przewodzącej, dostarczającej składniki pokarmowe z bielma do zarodka.

Najmniej szkodliwe dla ziarniaków pod względem uszkodzeń okazało się uderzenie w bródkę (rys. 3). Uszkodzenia tego typu wystąpiły tylko w obrębie dwóch odmian i w dwóch liniach. To miejsce uderzenia również w niewielkim stopniu pociągało za sobą obniżenie zdolności kiełkowania z wyjątkiem linii 12 i 13, gdzie pomimo braku makrouszkodzeń, zdolność kiełkowania była w przedziale 30-40%. Można sądzić, że w tym przypadku powstały liczne, niewidoczne mikrouszkodzenia, które wpłynęły na obniżenie zdolności kiełkowania wymienionych linii. Najniższa liczba uszkodzeń podczas uderzenia ziarniaków w bródkę wystąpiła także w badaniach Boguty i Szweða [2], którzy analizowali wartość współczynnika restytucji ziarniaków. Współczynnik ten informuje o istniejących naprężeniach w strefie odkształceń lokalnych [7]. Mniejsza wartość współczynnika restytucji świadczy o rozproszeniu energii uderzenia, co wpływa na zmniejszenie maksymalnej wartości siły oddziaływania podczas uderzenia a zarazem powoduje mniejsze naprężenie w miejscu kontaktu ziarniak-element uderowy.



Rys. 4 Średnia długość ziarna badanych odmian i linii oraz liczba makrouszkodzeń podczas uderzenia ziarniaka od strony grzbietowej
 Fig. 4 Grain length and number of macrodamages during an impact on the back

Biorąc pod uwagę uzyskane wyniki można sądzić, że ziarniaki pszenicy twardej cechować się będą wyższymi wartościami współczynnika restytucji od ziarniaków pszenicy zwyczajnej. Ziarniaki pszenicy twardej będą zatem w procesach udarowych, przy porównywalnych poziomach wilgotności i analogicznych warunkach uderzenia, posiadały większą skłonność do uszkodzeń.

WNIOSKI

1. Wszystkie odmiany i linie charakteryzowały się zróżnicowaną podatnością na uszkodzenia niezależnie od miejsca uderzenia.
2. Ziarniaki pszenicy twardej wykazywały większą skłonność do uszkodzeń w porównaniu z ziarniakami pszenicy zwyczajnej.
3. Najbardziej niekorzystne okazało się uderzenie ziarniaka od strony zarodka, gdyż pociągało za sobą bardzo wyraźne obniżenie zdolności kiełkowania.

PIŚMIENNICTWO

1. **Bulsiewicz T., Matzke W., Smarzyński E., Świątek H.:** Magazynowanie ziarna zbóż, nasion strączkowych i oleistych. Wyd. Nauk.-Tech., Warszawa, 1975.
2. **Boguta A., Szwed G.:** Wpływ miejsca uderzenia ziarniaków na wyniki badań udarowych. Inżynieria Roln., 6, 103-109, 2000.
3. **Geodecki M.:** Uszkodzenia wewnętrzne ziarna pszenicy powstające w okresie przedzbiorowym. Praca doktorska. Instytut Agrofizyki PAN, Lublin, 1999.
4. **Gieroba J., Dreszer K., Grundas S.:** Uszkodzenia ziarna w zespołach roboczych kombajnu zbożowego. RNR, 76-C-4, 87-95, 1986.
5. **Gieroba J., Dreszer K., Dudkowski J., Nowak J.:** Czynniki warunkujące jakość ziarna siewnego zbieranego kombajnem. Problemy Agrofizyki, Ossolineum, z. 57, 1988.
6. **Grzesiuk J., Górecki R.:** Fizjologia plonów, wprowadzenie do przechowywania. Wyd. AR-T Olsztyn, 1994.
7. **Gryboś R.:** Teoria uderzenia w dyskretnych układach mechanicznych. PWN, Warszawa, 1969.
8. **Kolowca J.:** Wpływ obciążeń mechanicznych na uszkodzalność i wartość biologiczną ziarna pszenicy. Rozprawa habil., 70, AR Kraków, 1979.
9. **Kupierman F. M.:** Jeszcze raz o mechanicznych powięźdzeniach siemian. Selekcja i siemienowództwo. 3, 1950.
10. **Łukaszuk J., Laskowski J.:** Stanowisko do badań ziarna w warunkach obciążeń dynamicznych. Zesz. Probl. PNR, 424, 327-332, 1995.
11. **Strona I.:** Uszkodzenia nasion, przyczyny i zapobieganie. Państwowe Wyd. Rolnicze i Leśne, Warszawa, 1977.
12. **Szwed G., Tys J., Tarkowski Cz.:** Powstawanie makro i mikrouszkodzeń w ziarniakach pszenicy w zależności od miejsca uderzenia. Biul. IHAR, 204, 277-284, 1997.
13. **Tys J., Szwed G., Fałęcki A., Łukaszuk J.:** Wykorzystanie metody dynamicznej w ocenie podatności na uszkodzenia nasion zbóż i rzepaku. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 425, 265-274, 1995.

DAMAGE TO DURUM WHEAT GRAINS AS A RESULT OF DYNAMIC LOADING

Zbigniew Segit¹, Grzegorz Szwed², Krystyna Szwed-Urbaś

¹Institute of Genetics and Plant Breeding, University of Agriculture
ul. Akademicka 15, 20-294 Lublin
e-mail: urbas@agros.ar.lublin.pl

²Institute of Agrophysics, Polish Academy of Sciences, ul. Doświadczalna 4, 20-290 Lublin

Abstract. The aim of the research was to evaluate susceptibility of hard wheat grains to macro- and micro-damages resulting from the dynamic wheat-metal contact. The damage, understood as breaking continuity of grain tissue as a result of impact from external forces, can influence reduction of grain technological and reproductive value. Grain from two foreign cultivars: Astrodur and Buck Cristal were used in the experiments together with 11 breeding lines of *Triticum durum* Desf. obtained from the Institute of Genetics and Plant Breeding of the University of Agriculture in Lublin. Common wheat (cv. Opatka) was included in the present experiment to show for comparison. Wheat grain was subjected to dynamic loading in the laboratory conditions in the Institute of Agrophysics of the Polish Academy of Sciences, Lublin.

The results of the experiments indicate quite considerable differences in the number of damages both between the objects and the impact places. The contact of the metal parts of the machine with the embryos did not show clear damages of the whole grains but only of the embryos. The largest number of broken and half-grains were found during the impact on the back.

Key words: wheat grains, damages, germination capacity, impact place

