

TADEUSZ GRUCZEK¹**BARBARA LUTOMIRSKA**¹**GENOWEFA SOWA-NIEDZIAŁKOWSKA**²¹ Zakład Agronomii Ziemniaka² Zakład Przechowalnictwa i Przetwórstwa Ziemniaka
Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Oddział Jadwisin

Podatność odmian ziemniaka na uszkodzenia mechaniczne bulw i straty przechowalnicze

Susceptibility of potato varieties to mechanical damages and storage losses

Celem badań było określenie podatności na uszkodzenia mechaniczne bulw, polskich odmian ziemniaka, wchodzących do produkcji w latach 1983–2002. W oparciu o uzyskane wyniki na sortowniku laboratoryjnym, badane odmiany zakwalifikowano do 9-stopniowej skali. Stwierdzono, że podatność odmian na uszkodzenia mechaniczne bulw związana jest z budową anatomiczną, morfologiczną i składem chemicznym bulwy. Zwiększona podatność odmian na uszkodzenia mechaniczne powoduje wzrost chorób i strat przechowalniczych.

Słowa kluczowe: odmiany, straty przechowalnicze, uszkodzenia mechaniczne, ziemniak

The aim of the work was to determine the susceptibility of Polish potato varieties included into production in 1983–2002 to mechanical damage of tubers. The tested varieties were classified, according to the 9-degree scale, on the basis of the obtained data (a laboratory grader was used). It was stated that the susceptibility of potato varieties to mechanical damage of tubers is related to their anatomical and morphological structure as well as chemical composition. Higher susceptibility to mechanical damages caused increase of diseases and storage losses.

Key words: varieties, storage losses, mechanical damages, potato

WSTĘP

Uszkodzenia mechaniczne bulw powstają na skutek nadmiernego mechanicznego obciążenia bulwy w czasie zbioru na elementach roboczych maszyn kopiących, sortujących i w czasie transportu (Sęk i Florczak, 1982; Gastoł i in., 1985; Czerko i in., 1985; Haman i Konstankiewicz, 1996). Podatność odmian na uszkodzenia mechaniczne jest jednym z najważniejszych parametrów jakości bulw ziemniaka (Gruczek, 1986; Sowa-Niedziałkowska, 1997). Konsekwencją uszkodzeń mechanicznych bulw są straty podczas obierania, nierównomierna barwa suszów, mączki ziemniaczanej, produktów smażonych i konserwowanych (Górska, 1989; Kral, 1994; Zgórska, Frydecka-Mazurczyk, 1999).

Problem uszkodzeń mechanicznych bulw nabiera szczególnego znaczenia w warunkach pełnego zmechanizowania prac w procesie technologii produkcji (Gastoł i in., 1985; Jabłoński, 1995; Gruczek, 1996; Marks, 1999).

Uszkodzenia mechaniczne bulw są wypadkową wielu czynników, niekiedy nawet trudnych do wydzielenia. Wśród tych czynników podstawową rolę odgrywają: odmiana środowisko glebowe i czynniki agrotechniczne oraz czynniki związane z pracą maszyn i organizacją zbioru (Specht, 1986; Gruczek, 1996, 2003). Jak podają Pätzold (1973), Baumgartner i wsp. (1983), Roztropowicz i Czernik (1985), Głuska i wsp. (1988), Zgórska (1989), Lutomirska (2000), Krzysztofik (2001) podstawowy wpływ na uszkodzenia mechaniczne wywierają cechy genetyczne odmiany. Wynikają one z różnic w budowie anatomicznej, morfologicznej i składu chemicznego bulwy.

Celem pracy jest ocena podatności polskich odmian ziemniaka na uszkodzenia mechaniczne bulw, określane w warunkach laboratoryjnych uprawianych w latach 1983–2002.

MATERIAŁ I METODY

W ciągu 20 lat badań (1983–2002) oceniono podatność na uszkodzenia mechaniczne 95 odmian. Każda odmiana badana była w 3 letnim cyklu badań po wpisaniu jej do polskiego rejestru odmian.

Materiał do badań pochodził z doświadczenia polowego prowadzonego w Zakładzie Doświadczalnym IHAR w Jadwisinie na glebie pseudobielicowej wytworzonej z piasków gliniastych lekkich i mocnych, zalegających średnio głęboko na pisku gliniastym mocnym i glinie lekkiej. Ziemniaki uprawiano na oborniku, stosowanym w dawce 25 t/ha.

Nawożenie mineralne stosowano w dawce 90 kg N, 90 kg P₂O₅ i 135 kg K₂O na 1 ha. W czasie zbioru wybierano 3 × 100 szt. bulw o średnicy poprzecznej 4–6 cm. Następnie bulwy poddawano uszkodzeniom na sortowniku laboratoryjnym przez 2 min. z prędkością obrotową bębna sortownika 0,42 m/sek. Po 3 dobach składowania w temperaturze pokojowej (18°–22°C) oceniano uszkodzenia mechaniczne bulw według metodyki przyjętej w zakładzie Agronomii Ziemniaka (Gastoł, 1985).

Obserwacje budowy perydermy i tkanek kory pierwotnej bulw dla kilku charakterystycznych odmian o krańcowej podatności, wykonano na nieutrwalonym materiale w mikroskopie świetlnym z kontrastem Nomarskiego.

Zawartość suchej masy w bulwach przyjęto na podstawie danych wykonanych w laboratorium Zakładu Agronomii Ziemniaka w Jadwisinie, zawartych w „Charakterystyce zrejonizowanych odmian ziemniaka” (lata 1983–2002, wydanie I–VII).

Charakterystykę bulw badanych odmian pod względem współczynnika wydłużenia przyjęto na podstawie prac Zarzyńskiej (2002).

Uzyskany materiał badawczy poddano obliczeniom statystycznym, wyliczając dla odmian przedział ufności, współczynnik zmienności oraz zależności między suchą masą bulw, współczynnikiem wydłużenia a wskaźnikiem uszkodzeń mechanicznych. Dla oceny istotności różnic stosowano test Snedecora i Studenta.

WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

W latach 1983–2002 scharakteryzowano podatność 95 odmian na uszkodzenia mechaniczne, oceniane wskaźnikiem uszkodzeń mechanicznych bulw (W%). Na podstawie skali zaproponowanej przez Roztropowicz i Czernik (1985), zmodyfikowanej przez Lutomirską (2000) odmiany zaszerogowano do 9 grup różniących się wielkością wskaźnika uszkodzeń, przypisując im 9-stopniową skalę odporności.

Tabela 1

Odporność odmian na uszkodzenia mechaniczne bulw Resistance of potato cultivars to mechanical damage of tubers			
Stopień odporności Degree of resistance Wartość wskaźnika sumy uszkodzeń W % Value of damage index W %	Skala opisowa Description scale	Odmiany jadalne i wskaźnik uszkodzeń Table varieties and damage index	Odmiany skrobiowe i wskaźnik uszkodzeń Starch varieties and damage index
9 do 10	odmiany odporne	—	—
8 10,1–20	resistant varieties	—	—
7 20,1–30	odmiany średnio odporne	Ibis-21,2, Jagoda-23,5, Beryl-23,7, Lord- 26,9, Perkoz-27,2, Bronka-29,3	Ekra-20,8, Cisa-22,5
6 30,1–40	middle resistant varieties	Aster-30,3, Albina-32,4, Bila-35,8, Orlan- 36,6, Kolia-36,7, Atol-38,3, Fala-38,2, Mila- 38,4, Bard-39,1, Denar-39,4, Maryna-39,5	
5 40,1–50	odmiany podatne	Bogna-40,4, Mors-41,9, Kolia-42,1, Lena- 42,9, Orlik-43,0, Oda-43,1, Zebra-43,2, Vineta-43,2, Wawrzyn-43,2, Baszta-43,9, Ruta-44,6, Ania-45,8, Irga-46,6, Dryf-46,9, Marta-47,6, Triada-48,2, Bryza-48,8	Bliza-41,7, Olza-45,9, Bóbr-46,3, Dunajec-49,8
4 50,1–60	susceptible varieties	Kos-51,5, Aksamitka-52,0, Accent-52,9, Sante-54,1, Bekas-54,8, Tokaj-55,0, Balbina-55,2, Drop-55,8, Muza-56,4, Rybitwa, 57,6, Wiking-59,0, Jagoda- 59,9	Darga-50,7, Klepa-51,3, San-52,6, Fregata-53,8, Lawina-55,2, Głada-55,2, Brda-56,9, Harpun-57,0
3 60,1–70		Fauna-61,0, Wigry-61,3, Gloria-62,5, Salto- 63,1, Barycz-63,9, Cykada-64,0	Grot-61,0, Elba-61,9, Vistula-62,6, Bzura-64,8, Pilica-64,9, Dukat-65,7, Reda-67,3, Ceza-68,1, Alicja-68,2
2 70,1–80	odmiany bardzo podatne	Beata-71,1, Wolfram-71,2, Danusia-77,4	Jasia-74,1, Jantar, 75,4, Gabi-75,9, Kuba-76,0, Ikar- 78,5, Cedron-79,8
1 80,1–100	very susceptible varieties	Rywal-81,3, Anielka-83,0, Zeus-89,0	Meduza-81,3, Hinga-81,4, Rumpel-81,5, Koga-82,0, Umiak-87,5, Pasja-90,4, Omulew-90,4
NIR $p = 0,05$ LSD $p = 0,05$		14,2	

W przedstawionych badaniach nie uzyskano odporności o skali 8 i 9 (odmiany odporne). Największą grupę wśród badanych odmian stanowią odmiany podatne (skala 4

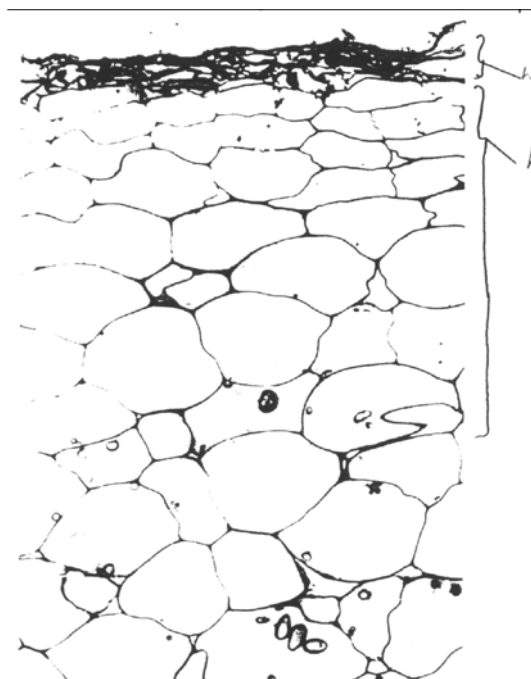
i 5) to ponad 43%, odmiany średnio odporne (skala 6 i 7) stanowiły 20% wszystkich badanych odmian (tab. 1).

Niespełna 37% ogółu badanych odmian stanowią odmiany bardzo podatne (sala 1–3). W tej grupie odmian dominują zdecydowanie odmiany skrobiowe. Wśród ocenianych w latach 1978–82 przez Roztropowicz i Czernik (1985) 30 odmian, wyodrębniono 27% odmian odpornych i 40% odmian średnio odpornych. Lutomirska (2000) oceniała podatność 40 odmian, zaliczając do odmian odpornych jedną odmianę (skala 8). Odmiany średnio odporne stanowiły w tych badaniach ponad 30%. Badane przez Dambrotha (1967) i Zadinę (1981) odmiany zaliczane były do skali od 1 do 9. O dużym zróżnicowaniu odmian pod tym względem donoszą także Aeppli (1979), Marks (1986), Zgórska (1989), Budyn (1993), Marks i wsp. 1998, chociaż autorzy ci nie dokonywali klasyfikacji większej ilości odmian.

Obliczony dla badanych odmian wskaźnik zmienności (S%) wskazuje, że najbardziej stabilne pod względem wskaźnika uszkodzeń w latach badań są odmiany skrobiowe (Pilica, Brda, Bzura, Elba, Olza, Pasja, Zeus, San, Bliza, Bóbr i Ceza). Odmiany te posiadają wysoki wskaźnik uszkodzeń, ale bardzo stabilny w latach ($S < 20\%$). Krańcowo wysoki wskaźnik zmienności posiadają odmiany Accent, Denar, Orlik, Ruta, Bila, Baszta, Maryna, Oda, Orlan, Tokaj, Zebra, Lena, Aster i Perkoz (60–80%).

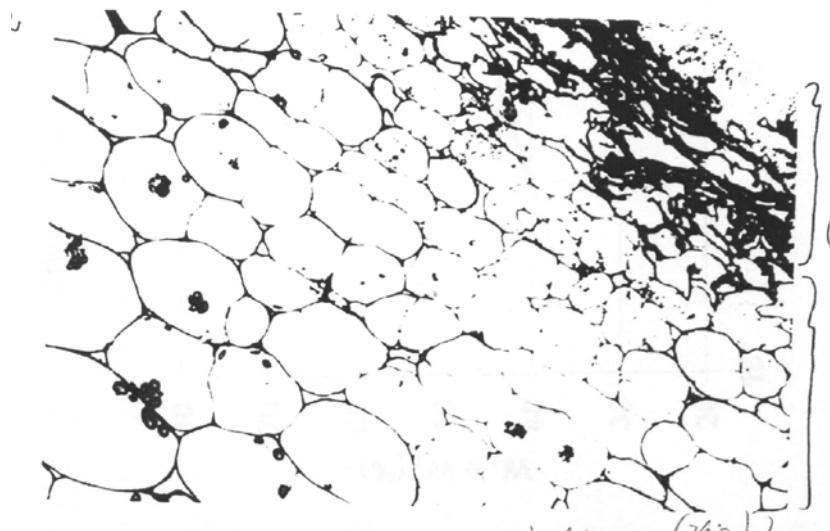
Zróżnicowanie wskaźnika uszkodzeń powodowane jest szeregiem czynników, charakteryzujących bulwę pod względem anatomicznym, morfologicznym i chemicznym. Badania mikroskopowe kilku charakterystycznych odmian z grup o krańcowej podatności odmian na uszkodzenia mechaniczne, potwierdziły nieliczne pod tym względem dane dotyczące budowy perydermy i kory pierwotnej (rys. 1). Odmiana Ibis zaliczana do odmian średnio odpornych posiadała cienką skórę, składającą się z 3–4 warstw komórek, a komórki kory pierwotnej leżące bezpośrednio pod skórą są małe, lekko spłaszczone, wypełnione w narożach celulozą, w których brak jest ziaren skrobi. Bardzo podatna odmiana Fauna posiada natomiast skórę składającą się z 7–10 warstw komórek, nieregularnej wielkości, tworząc skórę w wielu miejscach nierównomierną i poprzerywaną. Kora pierwotna wytworzona jest z dużych komórek, zaokrąglonych, które bezpośrednio pod skórą wypełnione są skrobią, a także kryształami białka (rys. 1).

Roztropowicz i Czernik (1985) stwierdziły, że odmiany różnią się istotnie pod względem warstw komórek perydermy, ale nie wiąże się to z podatnością odmian na uszkodzenia mechaniczne. Zgórska (1989) stwierdziła, że ciemna plamistość poudzierzeniowa związana jest z grubością perydermy. Grubsza peryderma powodowała wzrost ciemnej plamistości bulw, a korelacja między tymi parametrami była istotna. Krzysztofik (2001) zwraca uwagę, że grubość i liczba warstw perydermy, poza właściwościami odmiany, podlega dużym zmianom w latach badań, jednak odmiany o cienkiej perydermie charakteryzowały się mniejszymi uszkodzeniami (Bronka i Jagoda). Lewoszyński (1996) i Weber i wsp. (1980) obserwowali, że bulwy odmian odpornych posiadały większą zawartość ścian komórkowych. Huff (1971) i Hudson (1975) uważali natomiast, że bulwy o małych komórkach są bardziej odporne na uszkodzenia mechaniczne.



Odmiana Ibis — Ibis variety

warstwa perydermy, 3–4 warstw; komórek korka — epidermis consisted of 3–4 layers of corky cells
kora pierwotna złożona z komórek mięsistych — cortex



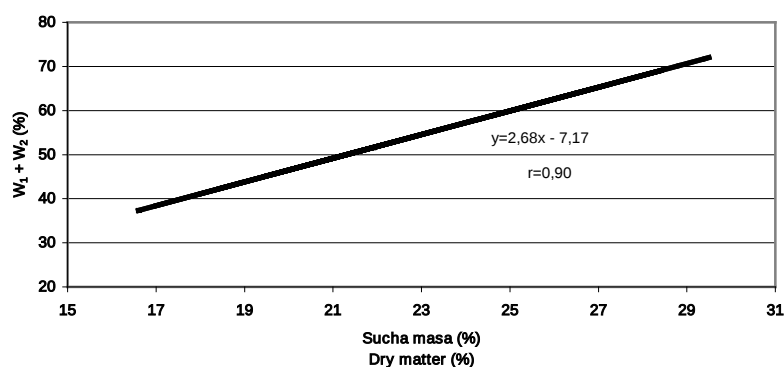
Odmiana Fauna — Fauna variety

peryderma złożona z licznych warstw komórek korka (7–10) — epidermis consisted of numerous layers of corky cells (7–10)
kora pierwotna — cortex

Rys. 1. Przekrój przez bulwę odmiany średnio odpornej (Ibis) i bardzo podatnej (Fauna)
Fig. 1. Cross section of potato tuber of middle resistant (Ibis) and very susceptible (Fauna) varieties

Skład chemiczny bulw ziemniaka jest przede wszystkim cechą odmianową, modyfikowaną przez warunki uprawy. Obliczone zależności między zawartością suchej masy a uszkodzeniami mechanicznymi bulw dla badanych odmian, wskazują na istotną zależność korelacyjną między tymi parametrami. Zależność ta ma charakter liniowy. Wzrost zawartości suchej masy w bulwach powoduje wzrost wskaźnika uszkodzeń mechanicznych bulw (rys. 2). Również Aeppli i Keller (1972), Aeppli (1979), Zadina (1981) udowodnili ścisłą zależność pomiędzy zawartością suchej masy a odpornością bulw na uszkodzenia mechaniczne. Roztropowicz i wsp. (1985) w swych badaniach nad zależnością między składem chemicznym a podatnością bulw na uszkodzenia uzyskali dla suchej masy liniową zależność wyrażającą się współczynnikiem korelacji $r = 0,51$. Zbliżony współczynnik korelacji (0,52) uzyskała w swych badaniach Krzysztofik (2001).

W badaniach Zgórskiej (1989) zależność między suchą masą a indeksem ciemnej plamistości, współczynnik ten wynosił 0,91, a dla skrobi 0,93. Przypuszcza się, że zawartość suchej masy odgrywa tu wpływ pośredni poprzez mniejszą zawartość wody, większą zawartość związków fenolowych, czy wyższą zawartość potasu. Doświadczenia Marksa i in. (1996), Szmigła i wsp. (2000) potwierdzają kierunek tych zależności.

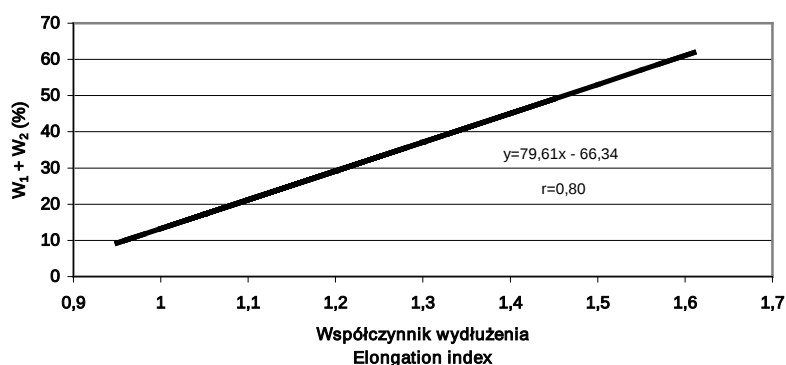


Rys. 2. Wpływ zawartości suchej masy na uszkodzenia mechaniczne bulw. Jadwisin 1983–2002

Fig. 2. Influence of dry matter content on mechanical damage of tubers. Jadwisin 1983–2002

Uszkodzenia mechaniczne bulw mogą być warunkowane również niektórymi cechami morfologicznymi bulwy. Podstawowe znaczenie może tu odgrywać kształt bulwy mierzony współczynnikiem jej wydłużenia. Analizując bulwy w zakresie współczynnika wydłużenia od 0,9–1,7 stwierdzono istotną zależność korelacyjną ($r = 0,80$) między wydłużeniem bulwy a wzrostem uszkodzeń mechanicznych (rys. 3). Jak wynika z prac Zarzyńskiej (2002) kształt bulwy w obrębie odmiany wiąże się z ich masą. U większości odmian bulwy o małej masie mają kształt okrągły. W miarę wzrostu współczynnika wydłużenia rośnie masa bulwy. Większość dotychczasowych prac odnosi uszkodzenia do masy bulw, chociaż jak wynika z powyższej pracy między tymi parametrami istnieje ścisła

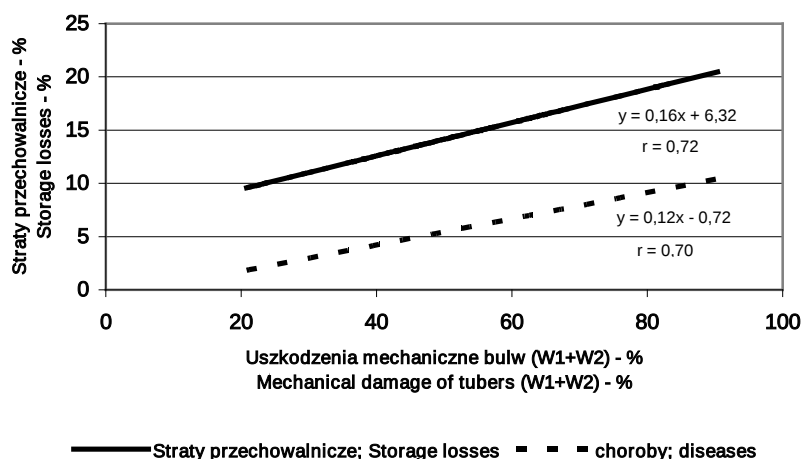
zależność. Z danych Marksa i wsp. (1981 i 1998), Gastoła (1985), Dębskiego i Marksa (1986), Głuskiej (1988) wynika, że wpływ masy bulwy jest jednym z podstawowych czynników morfologicznych charakteryzujących bulwę, która warunkuje uszkodzenia mechaniczne bulw. Wpływ z kolei czynników agrotechnicznych, które wpływają na wielkość bulw w plonie może odgrywać znaczącą pośrednią rolę na uzyskiwane wskaźniki mechanicznych uszkodzeń.



Rys. 3. Wpływ wydłużenia bulwy na uszkodzenia mechaniczne. Jadwisin 1983–2002
Fig. 3. Influence of tuber elongation on mechanical damage of tubers. Jadwisin 1983–2002

Uszkodzenia mechaniczne bulw, poza pogorszeniem jakości surowca przeznaczonego do przerobu i zmniejszeniem plonu handlowego, powodują obniżenie wartości przechowalniczej bulw i pogłębiają dalsze straty uzyskanego plonu. Obliczone zależności dla badanych odmian między wielkością wskaźnika uszkodzeń mechanicznych a porażeniem chorobami i ogólnymi stratami przechowalniczymi wykazały istotne zależności między tymi parametrami. W miarę wzrostu uszkodzeń, wzrastały choroby przechowalnicze i straty ogółem powodowane przez transpirację, oddychanie i kiełkowanie bulw (rys. 4).

Przedstawiony kierunek zależności prezentowany był w badaniach Sowy (1978), Czerki i wsp. (1985), Sowy-Niedziałkowskiej i Gruczka (2002). Doświadczenia Kuźniewicz i wsp. (1993), gdzie bulwy uszkodzane na sortowniku laboratoryjnym (Trommelmaschine) udowodniły, że poza wzrostem strat przechowalniczych o 35%, bulwy uszkodzone wysadzone do gleby powodowały wzrost porażenia czarną nóżką, przereżone wschody i w konsekwencji spadek plonu o ponad 11%. Za główny powód występowania strat przechowalniczych (95–99%) Piech (1994) uważa uszkodzenia mechaniczne. Podobne wnioski wyciągają ze swych prac Peters (1996), Bishop i wsp. (2000), Cvrček (2000) oraz Rosocha i wsp. (2000).



Rys. 4. Wpływ uszkodzeń mechanicznych bulw na porażenie bulw chorobami i straty przechowalnicze. Jadwisin 1983–2002

Fig. 4. Influence of mechanical damage on diseases infestation and storage losses of tubers. Jadwisin 1983–2002

WNIOSKI

1. Wśród 95 odmian ziemniaka, scharakteryzowanych w ciągu ostatnich 20 lat, nie stwierdzono obecności odmian odpornych (skala 8–9). Większość stanowiły odmiany podatne (43%) i bardzo podatne (37%). Tylko 20% odmian można zaliczyć do grupy odmian średnio odpornych (skala 6–7).
2. Odmiany odporne charakteryzowały się cienką skórką składającą się z 3–4 warstw komórek, a komórki kory pierwotnej były małe, lekko spłaszczone i wypełnione w narożach celulozą. W komórkach tych brak było ziaren skrobi.
3. Podatność odmian na uszkodzenia mechaniczne, związana jest z zawartością skrobi w bulwach. Wzrost zawartości skrobi o 1% powoduje wzrost wskaźnika uszkodzeń bulw o 2,7%.
4. Wzrost wskaźnika wydłużenia bulwy, co wiąże się również ze wzrostem ich masy, powoduje zwiększenie podatności bulw na uszkodzenia mechaniczne.
5. Potwierdzono, że większe uszkodzenia mechaniczne bulw, powodują większą skłonność bulw do porażenia chorobami przechowalniczymi i wzrost strat przechowalniczych.

LITERATURA

- Aeppli A., Keller E. R. 1972. Ergebnisse einer Praxiserhebung über die Blaufeckigkeit der Kartoffeln. Schweizerische Landwirtsch. Monatshilfe 56: 237 — 248.
- Aeppli A. 1979. Einfluss von Sorte, Erntetermin und Standard auf die Blauempfindlichkeit. Diss. — ETH Zurich.

- Baumgartner M., Keller E. R., Schwendimann F. 1983. Charakterisierung von Blaustabilität und Blaulabilität. *Potato Res.* 31: 17 — 30.
- Bishop C. F. H., Tharogood A. J., Duran T., Devers Y. O. 2000. Reduction of potato damage during grading by radiant heating. *Potato Res.* 43: 273 — 278.
- Budyn P. 1993. Badanie wybranych właściwości powierzchniowych bulw ziemniaka z punktu widzenia ich znaczenia w procesie zbioru i obróbki pozbiorowej. *Rozpr. hab. Zesz. Nauk. AR Kraków* nr 178.
- Charakterystyka zrejonizowanych odmian ziemniaka. 1983–2002. *Inst. Ziemn., IHAR, Jadwisin*, Wyd. I – VII.
- Cvrček M. 2000. Mechanické poškození hlíz brambor. W. *Brambory. Red. Vokal a kolektiv*. Praha: 166 — 170.
- Czerko Z., Gastoł J., Manikowski Z. 1985. Wpływ dwóch metod zbioru na trwałość przechowalniczą. *Biul. Inst. Ziem.* 33: 129 — 136.
- Dambroth M. 1967. Der Einfluss von Umwelt und pflanzenbaulichen Maßnahme auf die spezifische Widerstandsfähigkeit von Kartoffelknollen gegen mechanische Belastungen. *Diss. Univ. Giessen*.
- Dębski J., Marks N. 1986. Kształtowanie się uszkodzeń mechanicznych bulw w zależności od kształtu i strefy obciążenia bulwy ziemniaka. *Zesz. Nauk. AR Kraków, Mechaniz. Energ. Roln.* 198: 87 — 97.
- Gastoł J., Czerko Z., Zychoń S., Manikowski Z. 1985. Wpływ sposobu zbioru na uszkodzenia mechaniczne bulw kilku odmian ziemniaka. *Biul. Inst. Ziem.* 33: 49 — 65.
- Gastoł J. 1985. Metoda badań odporności bulw na uszkodzenia mechaniczne, stosowana w doświadczeniach agrotechnicznych. *Biul. Inst. Ziemn.* 33: 7 — 18.
- Głuska A., Soćko B., Wierzejska A., Wojdyło P., Zarzyńska K., Szutkowska M. 1988. Wrażliwość bulw 39 odmian ziemniaka na uszkodzenia mechaniczne oraz wpływ czynników agrotechnicznych na tę cechę. *Biul. Inst. Ziem.* 37: 51 — 63.
- Gruczek T. 1996. Czynniki ograniczające uszkodzenia mechaniczne podczas zbioru. *Mat. Konf. Ziemniak jako surowiec do przetwórstwa spożywczego. Inst. Ziemn., Bonin 28–29 maja*: 17 — 22.
- Gruczek T., Lutomirska B., Sowa-Niedziałkowska G. 2003. Podatność odmian na uszkodzenia mechaniczne i straty przechowalnicze. *Mat. Konf. Znaczenie odmiany w agrotechnice i przechowalnictwie ziemniaka. IHAR Jadwisin 26–27 marca*: 42.
- Haman J., Konstankiewicz K. 1996. Rola agrofizyki w inżynierii rolniczej. *Zesz. Probl. Post. Nauk. Rol.* 443: 35 — 41.
- Hudson D. E. 1975. The relationship of cell size, interceltoes. *Am. Potato J.* 52: 9 — 14.
- Huff E. R. 1971. Tensile properties of potato tubers. *Am. Potato J.* 48: 148 — 158.
- Jabłoński K. 1995. Dwufazowy zbiór ziemniaków poprawia jakość i trwałość przechowalniczą bulw. *Ziem. Pol.* 4: 7 — 12.
- Kral F. 1994. Mechanical damage to potato tubers. *Mechanizace Zemdelstvi* 44: 32 — 37.
- Krzysztofik B. 2001. Wpływ wybranych czynników na budowę anatomiczną i odporność bulw ziemniaka na mechaniczne uszkodzenia. *Rozpr. hab. Inż. Rol.* 7 (27).
- Kuźniewicz-Czerko M., Bittner K., Fechter E. 1993. Wpływ uszkodzeń mechanicznych na trwałość przechowalniczą bulw ziemniaka oraz na zdrowotność przechowalniczą bulw ziemniaka oraz na zdrowotność i plonowanie roślin odmian Beryl i Duet. *Biul. Inst. Ziem.* 42.: 69 — 76.
- Lewosz J., Reda S., Ryś D., Jastrzębski K., Piątek J. 1976. Skład chemiczny bulw ziemniaka a ich odporność na uszkodzenia mechaniczne. *Biul. Inst. Ziem.* 18: 31 — 36.
- Lutomirska B. 2000. Odporność polskich i zagranicznych odmian ziemniaka na uszkodzenia mechaniczne bulw. *Biul. IHAR* 214: 183 — 194.
- Marks N., Biel M., Krzysztofik B. 1981. Określenie wpływu wielkości i ciężaru bulw na kształtowanie się wytrzymałości mechanicznej bulw wybranych odmian. *Rocz. Nauk. Rol. C-75-1*: 109 — 124.
- Marks N. 1986. Wpływ wybranych czynników na powstawanie mechanicznych uszkodzeń bulw ziemniaka. *Rozpr. hab. Zesz. Nauk. AR Kraków* nr 107.
- Marks N., Krzysztofik B., Sobol Z., Baran D., Baran P. 1996. Wpływ warunków klimatycznych i składu chemicznego bulw ziemniaka na powstawanie mechanicznych uszkodzeń bulw podczas zbioru. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 444: 239 — 246.

- Marks N., Szmigiel A., Krzysztofik B., Sobol Z., Baran D. 1998. Wpływ nawożenia fosforowego na powierzchnię asymilacyjną liści, plon i mechaniczne uszkodzenia bulw ziemniaka. *Inż. Rol.* 5: 133 — 139.
- Marks N. 1999. Ograniczenie uszkodzeń bulw ziemniaka. *Wiś Jutra* 3: 29 — 30.
- Pätzold Ch. 1973. Der Einfluss von Anbaumaßnahmen auf die Beschädigungsempfindlichkeit von Kartoffelknollen Kali-Briefe Fachgeb. Acker und Pflanzenbau: 1 — 10.
- Peters R. 1996. Damage of potato tubers a review. *Potato Res.* 39: 479 — 484.
- Piech T. 1994. Określenie zależności korelacyjnej między poziomem mechanicznych uszkodzeń bulw ziemniaka a stratami przechowalniczymi *Zesz. Nauk. AR Kraków* z. 13 (294): 21 — 32.
- Rosocha V., Hausvater E., Vokal B. 2000. Składkowe choroby. In: *Brambory. Praha*: 143 — 151.
- Roztropowicz S., Somorowska K., Czernik L. 1985. Skład chemiczny bulw 18 odmian ziemniaka o różnej podatności na uszkodzenia mechaniczne, oznaczone metodą sortownika laboratoryjnego J. Gastoła w Jadwisinie. *Biul. Inst. Ziem.* 33: 27 — 34.
- Roztropowicz S., Czernik L. 1985. Wstępne uszeregowanie 30 odmian ziemniaka pod względem odporności bulw na uszkodzenia mechaniczne. *Biul. Inst. Ziem.* 33: 19 — 26.
- Schpecht A. 1986. Jahre Beschädigungsuntersuchungen bei Kartoffeln Sorten. *Der Kartoffelbau* 1: 20.
- Sęk T., Florczak Z. 1982. Uszkodzenia mechaniczne ziemniaków podczas zbioru. *Mechaniz. Rol.* 7: 10 — 13.
- Sowa G. 1978. Wpływ terminu niszczenia naci oraz sposobu i terminu zbioru dwóch odmian na trwałość bulw w czasie przechowywania. *Biul. Inst. Ziem.* 21: 99 — 120.
- Sowa-Niedziałkowska G. 1997. Ocena jakości ziemniaka jadalnego w handlu detalicznym. *Mat. Konf. Technika i technologia przechowywania ziemniaków. Jadwisin 8–9 grudnia*: 57 — 63.
- Sowa-Niedziałkowska G., Gruczek T. 2002. Wpływ sposobu zbioru ziemniaka na straty przechowalnicze. *Ziemniak Polski* 4: 21 — 26.
- Szmigiel A., Marks N., Krzysztofik B., Sobol Z., Baran D. 2000. Wpływ nawożenia fosforem na plon i ważniejsze cechy jakościowe bulw ziemniaka. *Biul. Reg. Zakł. Dor. Roln. AR w Krakowie* 320: 11 — 14.
- Weber J., Grassert V., Effmert B. 1980. Untersuchungen über Beziehungen von Schwarzfleckigkeit und Gewebemerkmale bei Kartoffelknollen. *Potato Res.* 23: 311 — 317.
- Zadina 1981. Oddnost brambor proti mechanickemu poskozeni ve vstahu k delce vegetacni doby a ke skrobnosti. *Vedelcke Prace Vyzk a slecht. Ustavu Bramborovskeho v Havlickowe Brode* 8: 91 — 104.
- Zarzyńska K. 2002. Znaczenie cech morfologicznych sadzeniaków w uprawie ziemniaka. *Cz. I. Zależność między wielkością sadzeniaka a niektórymi cechami bulwy i rośliny potomnej. Fragn. Agron.* 3: 60 — 73.
- Zgórska K. 1989. Biologiczne i ekologiczne czynniki warunkujące podatność bulw ziemniaka na powstawanie ciemnej plamistości pouszkodzeniowej. *Rozpr. hab. Bonin*.
- Zgórska K., Frydecka-Mazurczyk A. 1999. Podatność odmian na ciemną plamistość poudzierzeniową. *Ziemn. Pol.* 3: 9 — 13.