

BARBARA KRZYSZTOFIK¹**KRZYSZTOF SUŁKOWSKI**²¹ Instytut Eksploatacji Maszyn Ergonomii i Procesów Produkcyjnych
Uniwersytet Rolniczy, Kraków² Top Farms „Głubczyce” Sp. z o.o.

Wpływ wybranych czynników na wartość indeksu mechanicznych uszkodzeń bulw ziemniaka przeznaczonego do przetwórstwa spożywczego

Effect of selected factors on the value of mechanical damage index of potato tubers destined for food processing

Celem pracy było wykazanie wpływu temperatury podczas zbioru i załadunku do przechowalni, pory dnia, miejsca w ciągu technologicznym na wartość indeksu uszkodzeń bulw. Badania prowadzono przez dwa kolejne lata, dla 22 odmian ziemniaka. Zbioru ziemniaków dokonywano w terminie 11.09–23.10.2010 oraz 22.08–19.10.2011 (termin od 22.08 do 23.10 podzielono na 7 okresów w odstępie dekadowym). Zbiór odbywał się w czasie całej doby, którą podzielono na 12 dwugodzinnych przedziałów czasowych oraz na zbiór w ciągu dnia (od godziny 8,00 do 20,00) i nocy (>20,00-<8,00). Temperatura podczas zbioru wynosiła od 4 do 27°C. Zakres pracy obejmował badanie wielkości uszkodzeń na poszczególnych etapach zbioru i załadunku ziemniaków (5 punktów pomiarowych: taśma separująca kombajnu, przyczepa, kosz zasypowy, taśma separująca sortownika, przrżma lub paleta skrzyniowa) w technologii zbioru jednoetapowego z zastosowaniem kombajnu GRIMME SE — 170. Uzyskane wyniki potwierdzają, że na wielkość uszkodzeń mechanicznych istotnie wpływa temperatura zbioru, czas w ciągu doby oraz stopień skomplikowania ciągów technologicznych podczas zbioru i załadunku. Niższe wartości uszkodzeń występują przy zbiorze ziemniaków podczas dnia, w godzinach od 10 do 16 i przy wzrastającej temperaturze bulw. Najwyższe wartości indeksu uszkodzeń odnotowano przy załadunku przyczep i zasypywaniu komory przechowalniczej w przrżmę.

Słowa kluczowe: indeks uszkodzeń, przechowalnia, transport, zbiór, ziemniaki

The aim the of this study was to demonstrate the effect of the temperature during the collection and loading to the storage, time of day and phase in the technological flow on the mechanical damage index value. The study was conducted in two consecutive years for 22 varieties of potatoes. Potatoes were harvested in the periods: 11.09–23.10.2010 and 22.08–19.10.2011 (a period from 22.08 to 23.10 was divided into seven periods with 10 days interval). The collection took place during the whole day, divided into 12 two-hour time slots and on the set during the day (from 8.00 to 20.00 hours) and night. The temperature at harvest ranged from 4 to 27°C. Scope of work included examination of the extent of damage at different stages of potato harvesting and loading (5 points: separating belt of the harvester,

trailer, trash chute, separating belt of the sorter, pile or box pallet) in a single-stage harvest technology with the use of the combine GRIMME SE — 170. These results confirmed that the size of mechanical damage is significantly affected by the temperature, the time during the day and the complexity of production lines during harvesting and loading. Lower values of damage are obtained by harvesting potatoes during the day, between 10 and 16 and with increasing temperature of the tubers. The highest index value of damage was recorded at loading trailers and backfilling the chamber in the storage heap.

Key words: an index of damage, harvest, potato storage, transport

WSTĘP

Ubočnym, ale istotnym skutkiem mechanizacji zbioru i obróbki po zbiorze ziemniaków są mechaniczne uszkodzenia bulw. Wzrost stopnia mechanizacji na wszystkich etapach produkcji ziemniaka powoduje wzrost uszkodzeń bulw. Na uszkodzenia podczas zbioru ma wpływ wiele czynników pośrednich i bezpośrednich, do których należą cechy odmianowe, czynniki agrotechniczne a przede wszystkim czynniki związane z maszyną biorącą udział w procesie pozyskania i obróbki plonu skierowanego do przechowywania lub do zakładu przetwórstwa (Jabłoński, 2008; Jabłoński, Czerko, 1995; Szeptycki, 2002).

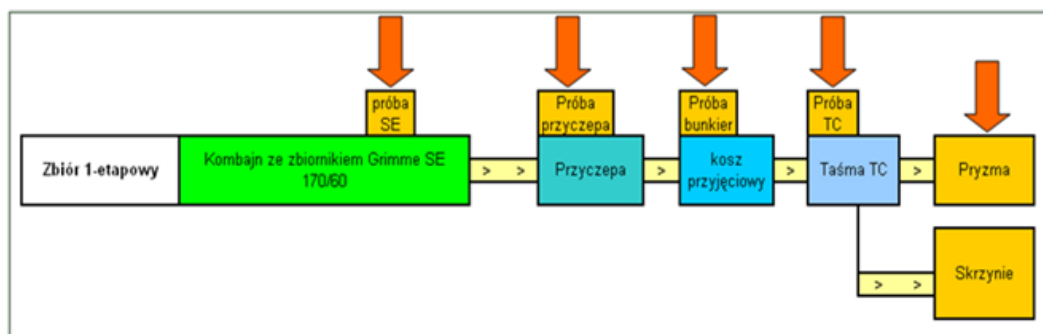
Nowoczesne technologie zbioru i przeładunku ziemniaków przewidują stosowanie wielu skomplikowanych maszyn, wyposażonych w rozwiązania, które z jednej strony zabezpieczają bulwy przed uszkodzeniem, a z drugiej strony duże ich obciążenie plonem zbieranym równocześnie z wielu rzędów i stopień ich złożoności generują te uszkodzenia. Za poziom uszkodzeń powstających w wyniku stosowanych maszyn odpowiada wysokość spadku bulw na kolejne elementy, rodzaj podłoża, na które spada, rodzaj powłok ochronnych na zespołach odsiewających, prędkości przenośników, głębokość pracy zespołów wyorujących, oraz inne czynniki (temperatura bulwy, rodzaj gleby, wysokość plonu czy cechy odmianowe) (Marks, 2009; Jabłoński, 1993; Marks i in., 1992; Marks i in., 1997 a, b; Marks i in., 2000). Słabym punktem podczas zbioru ziemniaków jest ich przeładunek ze zbiorników na środki transportu, przemy czy do palet skrzyniowych. Ponadto ziemniaki przed przekazywaniem z przechowalni do zakładu przetwórczego ponownie poddawane są procesowi sortowania, co wpływa na wzrost uszkodzeń bulw (Czerko, 2012).

Celem pracy było wykazanie wpływu temperatury podczas zbioru i załadunku do przechowalni, pory dnia, miejsca w ciągu technologicznym na wartość indeksu uszkodzeń bulw.

MATERIAŁ I METODY

Badania prowadzono przez dwa kolejne lata, dla 22 odmian ziemniaka. Zbioru ziemniaków dokonywano w terminie 11.09–23.10.2010 oraz 22.08–19.10.2011 (termin od 22.08 do 23.10 podzielono na 7 okresów w odstępie dekadowym). Zbioru dokonywano w czasie całej doby, którą podzielono na 12 dwugodzinnych przedziałów czasowych oraz na zbiór w ciągu dnia (od 8^{oo} do 20^{oo}) i nocy (po 20^{oo} do 8^{oo}). Temperatura podczas zbioru wynosiła od 4 do 27°C.

Zakres pracy obejmował badanie wielkości uszkodzeń na poszczególnych etapach zbioru i załadunku ziemniaków (5 punktów pomiarowych: taśma separująca kombajnu, przyczepa, kosz zasypowy, taśma separująca sortownika, pryzma lub paleta skrzyniowa) w technologii zbioru jednoetapowego z zastosowaniem kombajnu GRIMME SE — 170 (rys. 1).



Rys. 1. Miejsce pobrania próbek w ciągu technologicznym zbioru i załadunku do przechowalni ziemniaków

Fig. 1. Sampling of potatoes within the technology flow of harvesting and loading to the storage

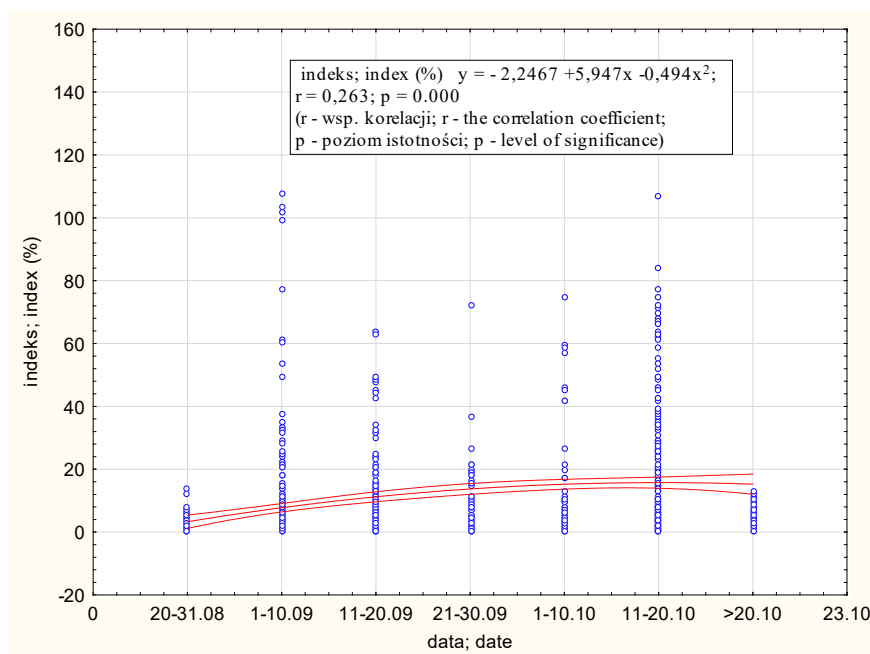
Wielkość mechanicznych uszkodzeń bulw ziemniaka została wyrażona wskaźnikiem indeksu obić bulw odniesionym do 1 kg masy ziemniaków. Próby o liczebności 50 szt. pobierano zgodnie z obowiązującą metodyką w trzech powtórzeniach, w każdym punkcie pomiarowym zaznaczonym na rysunku 1 (Metodyka, 1999). Pobrane próby umieszczano w cieplarni laboratoryjnej na 12 godzin w temperaturze 32°C, następnie bulwy obierano mechanicznie, tak aby usunąć 90% skórki.

Każdy ziemniak oceniono na głębokość obicia, która decydowała o rodzaju stłuczenia. Bulwy mogły mieć więcej niż jedno stłuczenie. Jeśli po ścięciu dwóch plasterów ziemniaka obicie znikało to zaliczano je jako średnie, jeśli pozostawało to traktowano je jako mocne. Jeżeli na bulwie występowała kombinacja obić średnich i mocnych to kwalifikowano je jako oddzielną kategorię, zapisując liczbę i rozmiar obić przypadających na każdą bulwę.

Do obierania ziemniaków użyto obieraczki ręcznej z ostrzem w kształcie litery 'Y' i ścinającej za jednym ciecieniem plaster o grubości 3 mm. Indeks obić obliczony został poprzez pomnożenie masy bulw o średnich stłuczeniach przez 6 a o mocnych przez 14. Po obliczeniu indeksu wynik został podzielony przez masę bulw w próbie. Uzyskane wyniki opracowano statystycznie korzystając z programu Statistica 8, wyznaczając wartość funkcji (F). Za pomocą analizy wariancji w klasyfikacji pojedynczej sprawdzono wpływ badanych czynników (rok, pora dnia, godzina zbioru, termin zbioru, odmiana, temperatura bulwy podczas zbioru, miejsce pobrania próby) na wartość indeksu uszkodzeń. Dla wyznaczenia wpływu zmiennych przyczynowych takich jak temperatura, godzina zbioru i termin zbioru na wartość indeksu uszkodzeń zastosowano analizę regresji (y), obliczono współczynniki korelacji (r) oraz wartość istotności współczynników korelacji (p) przy założeniu, że zależność jest statystycznie istotna na poziomie $\alpha = 0,05$.

WYNIKI I DYSKUSJA

Uzyskane z badań wyniki poddano analizie wariancji w klasyfikacji pojedynczej, która potwierdziła, że wszystkie zmienne przyczynowe (niezależne) istotnie wpływały na poziom indeksu uszkodzeń bulw. Analiza wpływu okresu zbioru wskazuje, że w początkowym okresie zbioru wartość indeksu była niska (nie przekraczała 10%) (rys. 2).

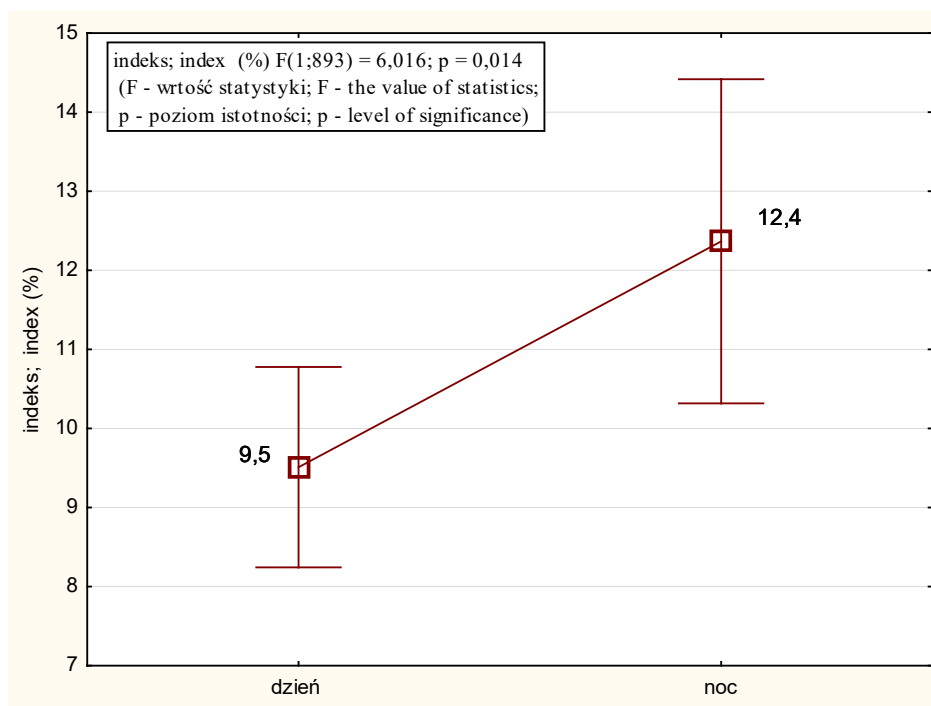


Rys. 2. Wpływ terminu zbioru na wartość indeksu uszkodzeń
Fig. 2. Influence of harvest time on the value of damage index

Wyższe wartości i stopniowy wzrost indeksu oraz większy jego rozrzut odnotowano w okresie od pierwszej dekady września do drugiej dekady października. Największy rozrzut wartości indeksu odnotowano w próbach bulw zbieranych w drugiej dekadzie października. W ostatniej dekadzie zbioru podobnie jak w pierwszej, wartość indeksu była niższa i nie przekraczała 20%. Zależność indeksu uszkodzeń od terminu zbioru choć statystycznie istotna, wskazuje na niską zależność korelacyjną. Potwierdzają to wyniki badań uzyskane przez wielu autorów, wykazujące że uszkodzenia bulw dojrzałych zależą przede wszystkim od temperatury podczas zbioru, w mniejszym stopniu od terminu zbioru (z terminem może być związana temperatura lub wilgotność gleby, które wpływają na uszkodzenia) (Marks, 2009; Jabłoński, 1993; Marks i in., 1992; Marks i in., 1997 a, b; Marks i in., 2000).

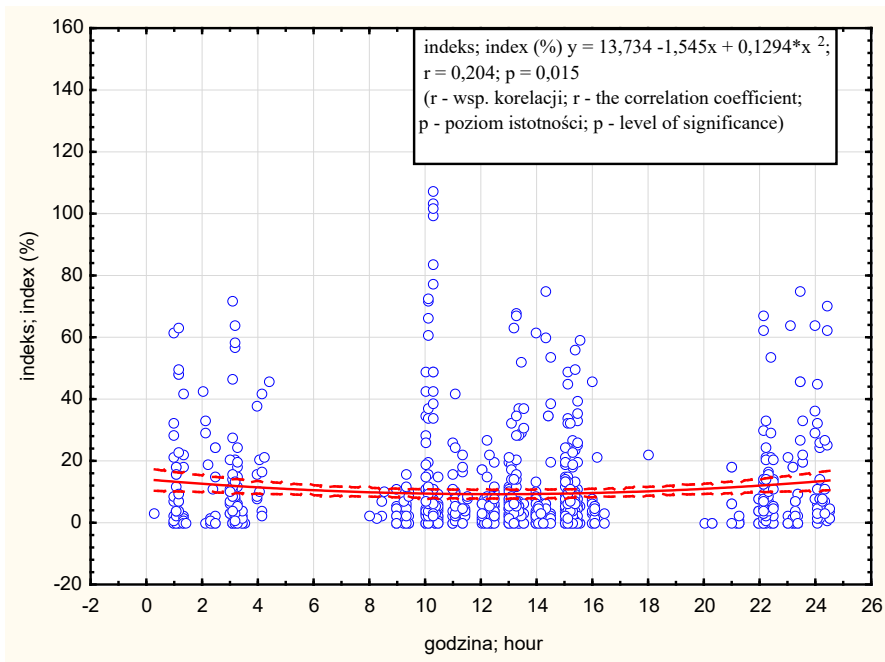
Średnie wartości indeksu uszkodzeń dla każdego punktu pomiarowego w ciągu technologicznym potwierdzają, że zbiór ziemniaków nocą (co ma często miejsce przy

uprawie ziemniaków na dużych areałach) wpływał na zwiększenie poziomu uszkodzeń (rys. 3).

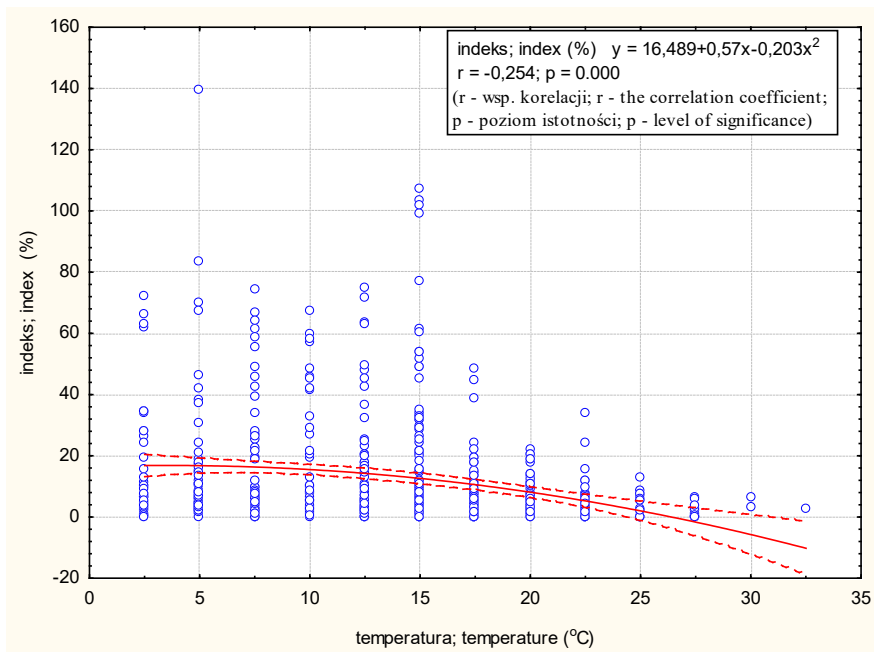


Rys. 3. Wpływ pory dnia na wartość indeksu uszkodzeń
Fig. 3. Influence of time of the day on the value of damage index

Taki efekt mógł być związany z dwoma czynnikami. Koncentracja i precyzja — jako czynnik ludzki — podczas wykonywania pracy w okresie nocnym są znacznie niższe co bezpośrednio może wpływać na parametry regulowane w maszynach oraz dobór minimalnych wysokości spadku bulw na środki transportu i w miejscu ich składowania. Kolejnym czynnikiem jest temperatura, jej różnice pomiędzy dniem a nocą wynosiły kilkanaście stopni. Wysokość temperatury nocą spadała poniżej wartości niezalecanych do zbioru ziemniaków (<10°C). Różnica wartości średnich indeksu uszkodzeń (z punktów pomiarowych) pomiędzy dniem a nocą wynosiła 3 punkty procentowe, czyli uszkodzenia bulw nocą były o około 25% wyższe niż w ciągu dnia. Wyniki zaprezentowane na rysunkach 4 i 5 potwierdzają, że zbiór ziemniaków w godzinach porannych oraz nocnych, przy temperaturach niższych wpływa na wzrost indeksu uszkodzeń.



Rys. 4. Wpływ czasu na wartość indeksu uszkodzeń
Fig. 4. Influence of the time on the value of damage index

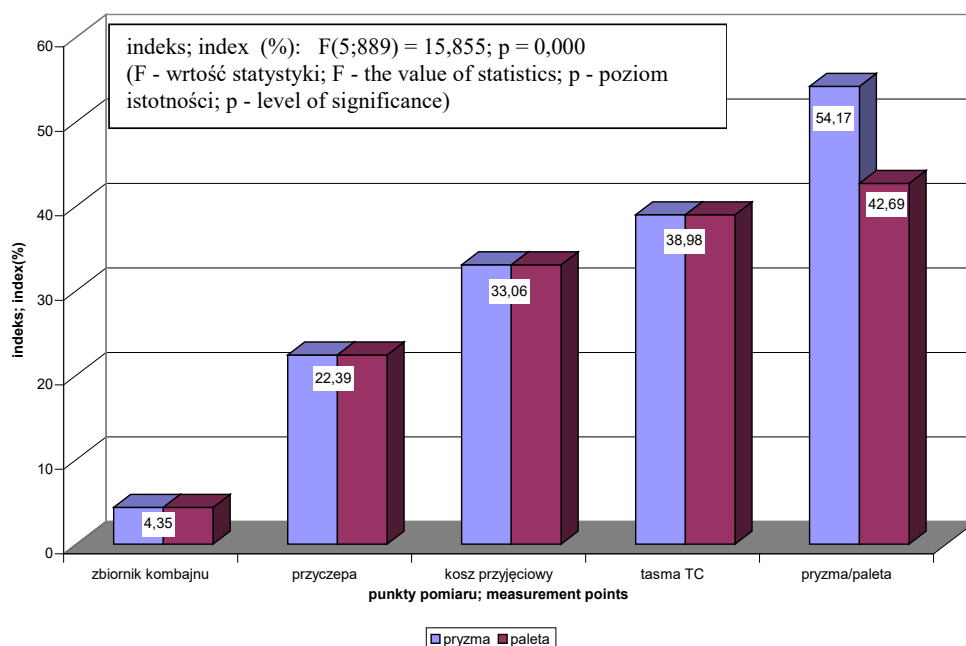


Rys. 5. Wpływ temperatury bulwy na wartość indeksu uszkodzeń
Fig. 5. Effect of the tuber temperature on damage index value

Marks na podstawie prowadzonych badań jednoznacznie podkreśla istotny wpływ temperatury na poziom uszkodzeń mechanicznych (1986). Obniżenie temperatury o 1°C w zakresie od 15–5°C powoduje wzrost uszkodzeń o 10% (Prośba-Białczyk i Spyrka, 2011). Tak zbyt niskie jak i za wysokie temperatury wpływają na wzrost uszkodzeń. Według Lutomierskiej (2008) już przy temperaturach powyżej 20°C i niskiej wilgotności gleby poziom uszkodzeń wzrasta. Zaprezentowane w pracy wyniki nie potwierdzają tej prawidłowości, wzrost temperatury w całym odnotowanym przedziale wpływał na obniżenie indeksu uszkodzeń. Taki efekt prawdopodobnie był wynikiem uprawy ziemniaka na glebach zwięzłych (typowych dla woj. opolskiego), które zbyt szybko nie tracą wilgoci pomimo wzrostu temperatury i stanowią naturalną osłonę przed uszkodzeniem dla bulw. Krzywa opisująca zależność indeksu uszkodzeń od temperatury jest wielomianem drugiego stopnia. Uzyskano jednak niską wartość współczynnika korelacji pomiędzy zmienną przyczynową a zmienną zależną.

Również pomiędzy kolejnymi elementami w ciągu technologicznym załadunku i sortowania ziemniaków odnotowano istotne różnice poziomu uszkodzeń wyrażone wartością indeksu (rys. 6). Najwyższe wartości uszkodzeń odnotowano przy załadunku przyczep ze zbiornika kombajnu. W tym punkcie pomiarowym nastąpił wzrost uszkodzeń do 18% w stosunku do uszkodzeń jakie odnotowano dla bulw zgromadzonych w zbiorniku kombajnu. Wyładunek przyczepy do kosza przyjęciowego powodował wzrost indeksu uszkodzeń o kolejne 10,5%. Z kosza przyjęciowego na taśmę separującą — załadunkową odnotowano wzrost indeksu o niespełna 6%. Wraz ze zmianą sposobu załadunku do przechowalni odnotowano różne wartości indeksu uszkodzeń bulw ziemniaka. Słabym punktem w procesie technologicznym okazał się załadunek ziemniaków na przymę w przechowalni, wartość indeksu wzrosła o kolejne 15,2%. W efekcie zbioru, transportu, separacji i załadunku przymy w przechowalni odnotowano wysoki poziom uszkodzeń bulw, wyrażony indeksem uszkodzeń, który wyniósł 54,17%. Niższe wartości indeksu odnotowano przy załadunku palet skrzyniowych, wzrost o 3,7% w stosunku do taśmy separującej. Sumaryczny indeks uszkodzeń przy załadunku palety skrzyniowej był o 11,5% niższy w porównaniu z załadunkiem ziemniaków na przymę.

Problem uszkodzeń mechanicznych występujących w ciągach technologicznych zbioru, separacji i załadunku przechowalni jest przedmiotem szeregu badań prowadzonych przez Czerko (2010, 2011, 2012), który zaleca m. in., aby liczba maszyn biorących udział w procesach technologicznych była redukowana do niezbędnego minimum, a pojedyncze spadki bulw nie przekraczały 30 cm zaś suma spadków w całym ciągu technologicznym była niższa od 50 cm. Wraz z rozwojem technologii zbioru i obróbki pozbiorowej oraz wprowadzaniem wciąż nowych odmian do uprawy, konieczne jest analizowanie uszkodzeń bulw jakie powstają w procesach technologicznych.



Rys. 6. Wartość indeksu uszkodzeń na poszczególnych etapach zbioru i załadunku ziemniaków do przechowalni na przyzmę i do palety skrzyniowej
Fig. 6. Damage index value at various stages of harvesting and shipment of potatoes to storage in the heap and box pallets

WNIOSKI

1. Wszystkie wzięte do analizy czynniki wpływały istotnie na wielkość uszkodzeń mechanicznych. Uzyskane wartości współczynników korelacji wskazują na niskie ich oddziaływanie.
2. Odnotowano niższe wartości uszkodzeń przy zbiorze ziemniaków podczas dnia, w godzinach od 10 do 16 i przy wzrastającej temperaturze bulw.
3. Zbiór ziemniaków, separacja i załadunek do przechowalni wiąże się z powstawaniem uszkodzeń, które w zależności od miejsca w procesie technologicznym są wysoce zróżnicowane. Najwyższe wartości indeksu uszkodzeń odnotowano przy załadunku przyczep i zasypywaniu komory przechowalniczej w przyzmę. Stosowanie palet skrzyniowych wpływa na obniżenie w stosunku do załadunku przechowalni luzem indeksu uszkodzeń o 11,5%.

LITERATURA

Czerko Z. 2010. Czynniki powodujące powstawanie uszkodzeń mechanicznych na maszynach w przechowalni ziemniaków. Materiały konferencyjne. Tradycja i nowoczesność w produkcji ziemniaka, Jadwisin, 7–9 lipca: 59 — 60.

- Czerko Z. 2011. Wpływ mechanizacji prac przechowalniczych na uszkodzenia mechaniczne bulw ziemniaka. *Ziemn. Pol. IZ Bonin* 1: 43 — 47.
- Czerko Z. 2012. Urządzenia ograniczające uszkodzenia bulw podczas przeładunku stosowane w maszynach do produkcji ziemniaków. *Ziemniak Polski* 2: 33 — 39.
- Jabłoński K. 1993. Wpływ różnych czynników na uszkodzenia mechaniczne bulw. *Ziemniak Polski* 4: 25 — 32.
- Jabłoński K. 2008. Nowoczesne maszyny do zbioru ziemniaków. *Ziemniak Polski* 3: 28 — 38.
- Jabłoński K., Czerko Z. 1995. Zbiór i przechowywanie ziemniaków. Wyd. Fundacji „Rozwój SGGW” Warszawa 99.
- Lutomierska B. 2008. Wpływ opadów na odporność bulw ziemniaka na uszkodzenia mechaniczne w czasie zbioru. *Ziemniak Polski* 3: 40 — 43.
- Marks N. 2009. Mechaniczne uszkodzenia bulw ziemniaka. PTIR. Kraków: 117.
- Marks N., Baran P., Sobol Z. 1992. Wpływ czynników agrotechnicznych na powstawanie mechanicznych uszkodzeń bulw ziemniaka podczas zbioru. *Zesz. Nauk. AR w Krakowie* 11: 27 — 38.
- Marks N., Baran D., Baran P., Krzysztofik B., Sobol Z. 1997 a. Wpływ nowej techniki nawożenia na podstawianie mechanicznych uszkodzeń bulw oraz jakość zbieranego plonu ziemniaków. *Inż. Roln.* 1: 77 — 83.
- Marks N., Baran D., Baran P., Krzysztofik B., Sobol Z. 1997 b. Wpływ nowej techniki uprawy na powstawanie mechanicznych uszkodzeń bulw ziemniaka podczas zmechanizowanego zbioru. *Inż. Roln.* 1: 71 — 76.
- Marks N., Krzysztofik B., Sobol Z. 2000. Wpływ obciążenia bulw w masie na jej odporność mechaniczną. *Inż. Roln.* 8: 141 — 147.
- Metodyka obserwacji, pomiarów i pobierania prób w agrotechnicznych doświadczeniach z ziemniakiem. 1999. Instrukcja IHAR, Jadwisin.
- Prośba-Białczyk U., Szyrka B. 2011. Wpływ wybranych czynników środowiskowych na uszkodzenia mechaniczne bulw ziemniaka IV Konferencja Naukowa PTA 5–7 września 2011, SGGW w Warszawie agronomia w zrównoważonym rozwoju współczesnego rolnictwa 132 — 133.
- Szeptycki A. 2002. Efektywność postępu technicznego w technologiach towarowej produkcji ziemniaków. *Inż. Roln.* 1: 128.