

## WPLYW TECHNOLOGII ZBIORU NA WARTOŚĆ INDEKSU MECHANICZNYCH USZKODZEŃ BULW ZIEMNIAKA

*Barbara Krzysztofik*

*Instytut Eksploatacji Maszyn, Ergonomii i Procesów Produkcyjnych  
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie*

*Krzysztof Sulkowski*

*TOP FARMS Głubczyce Sp. z o.o.*

**Streszczenie.** Celem pracy było wykazanie, czy występują różnice w poziomie mechanicznych uszkodzeń bulw ziemniaka zebranych w różnych technologiach. Oceniano poziom uszkodzeń na każdym etapie zbioru ziemniaków w każdej technologii. Zakres pracy obejmował badania wielkości uszkodzeń na poszczególnych etapach zbioru i załadunku ziemniaków do przechowalni (5 punktów pomiarowych: taśma separująca kombajnu, przyczepa, kosz zasypowy, taśma separująca sortownika, pryzma) w technologii zbioru jednoetapowego z zastosowaniem kombajnu GRIMME SE-170 (rys. 1) i dwóch wariantów zbioru dwuetapowego z zastosowaniem kopaczki 4-rzędowej Grimme RL-3600 oraz kombajnu Grimme GT-170 lub Grimme GZ – 1700 (rys. 2). Wielkość uszkodzeń została wyrażona wskaźnikiem indeksu obić bulw odniesionym do 1 kg. Uzyskane wyniki wskazały, że przy zbiorze jednoetapowym odnotowano wyższe wartości indeksu uszkodzeń na etapie załadunku zbiornika kombajnu, przyczep oraz pryzmy w przechowalni w porównaniu do zbioru dwuetapowego. Spośród dwóch technologii zbioru 2-etapowego wyższe wartości uszkodzeń odnotowano dla technologii z kombajnem Grimme GT-170, głównie na etapie załadunku zbiornika kombajnu.

**Słowa kluczowe:** ziemniak, technologie zbioru, uszkodzenia bulw, załadunek przechowalni

### Wprowadzenie

Skutkiem mechanizacji zbioru i operacji pozbiorowej ziemniaków są mechaniczne uszkodzenia bulw. Uszkodzenia bulw powstają na wszystkich etapach produkcji ziemniaka a ich stopień zależy od wzrostu stopnia mechanizacji. Na mechaniczne uszkodzenia bulw podczas zbioru ma wpływ wiele czynników pośrednich i bezpośrednich, do których należą cechy odmianowe i czynniki agrotechniczne. Maszyna biorąca udział w procesie pozyskania i obróbki plonu skierowanego do przechowywania lub do zakładu przetwórstwa ma także istotny wpływ. Ważna jest w całym ciągu technologicznym liczba miejsc styku

bulwy z elementami maszyn oraz wysokość jej spadku (Jabłoński, 2008; Jabłoński i Czerko, 1995; Szeptycki, 2002).

Nowoczesne technologie zbioru i przeładunku ziemniaków przewidują stosowanie wielu skomplikowanych maszyn, wyposażonych w urządzenia techniczne, 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. Według wielu autorów, poziom uszkodzeń powstających w wyniku stosowanych maszyn zależy od wysokości spadku bulw na kolejne elementy. Wpływ mają także: 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, 1997a, 1997b, 2000). Newralgicznym punktem 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, czy występują różnice w poziomie mechanicznych uszkodzeń bulw ziemniaka zebranych w różnych technologiach. Oceniano poziom uszkodzeń na każdym etapie zbioru ziemniaków w każdej technologii.

## Material i metoda badań

Badania prowadzono przez dwa kolejne lata, dla 22 odmian ziemniaka. Zbiór ziemniaków przeprowadzono w terminie 11 IX-23 X 2010 oraz 22 VIII-19 X 2011 (termin od 22 VIII do 23 X 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 godziny 8<sup>00</sup> do 20<sup>00</sup>) i nocy (od 20<sup>00</sup> do 8<sup>00</sup>). Temperatura podczas zbioru wynosiła od 4 do 27°C.

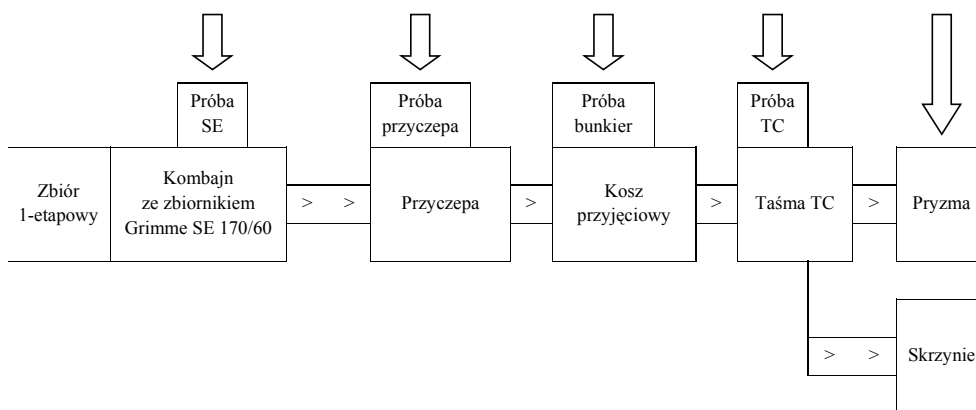
Zakres pracy obejmował badanie wielkości uszkodzeń bulw na poszczególnych etapach zbioru i załadunku ziemniaków (5 punktów pomiarowych: taśma separująca kombajnu, przyczepa, kosz zasypowy (bunkier), taśma separująca sortownika oraz pryzma przechowalni) w technologii zbioru jednoetapowego z zastosowaniem kombajnu GRIMME SE-170 (rys. 1) i dwóch wariantów zbioru dwuetapowego z zastosowaniem kopaczki 4-rzędowej Grimme RL-3600 oraz kombajnu Grimme GT-170 lub Grimme GZ-1700 (rys. 2).

Wielkość uszkodzeń została wyrażona wskaźnikiem indeksu obić bulw odniesionym do 1 kg masy bulw. Próby o liczebności 50 szt. pobierano zgodnie z obowiązującą metodyką w trzech powtórzeniach, w każdym punkcie pomiarowym zaznaczonym na rysunkach 1 i 2 (Zbiorowa, 1999). Pobrane próby umieszczano w cieplarni laboratoryjnej na 12 godzin w temperaturze 32°C, następnie bulwy obierano mechanicznie, tak aby usunąć 90% skórki.

Rodzaj stłuczenia (obicia) bulwy oceniano na podstawie jego głębokości. Bulwy mogły mieć więcej niż jedno stłuczenie. Jeśli po ścięciu dwóch plasterów ziemniaka obicie zniknęło, to zaliczano je jako średnie, jeśli pozostawało, to traktowano je jako mocne.

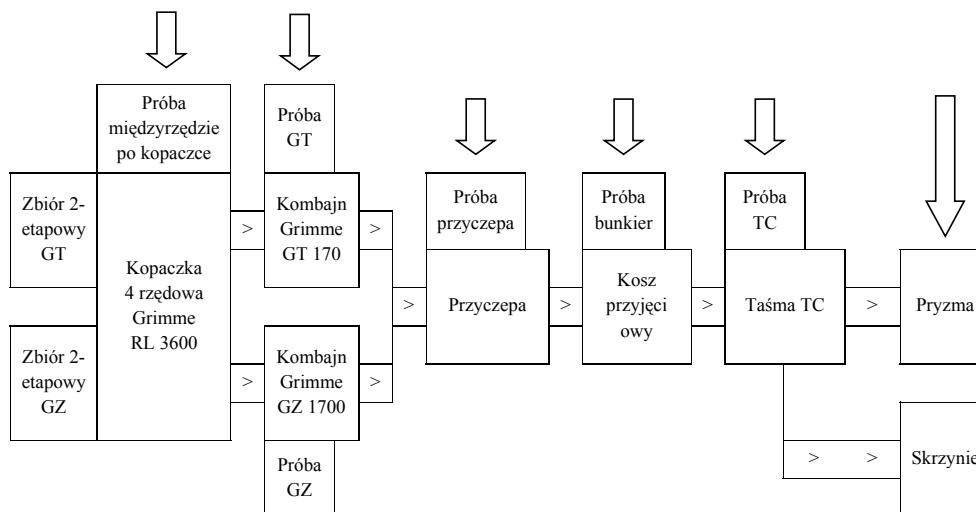
Jeżeli na bulwie występowały obicia średnie i mocne, to kwalifikowano je jako oddzielną kategorię. Do obierania ziemniaków użyto obieraczki ręcznej z ostrzem w kształcie litery „Y” i ścinającej za jednym cięciem plaster o grubości 3 mm. Indeks stłuczeń „e” obliczany

był poprzez pomnożenie masy bulw z średnimi stłuczeniami przez 6, a z mocnymi przez 14. Po obliczeniu indeksu wynik został podzielony przez masę bulw w próbie. Uzyskane wyniki opracowano statystycznie. Zastosowano analizę wariancji i przyjęto poziom istotności  $\alpha=0,05$ .



Rysunek 1. Miejsce pobrania prób w ciągu technologicznym zbioru jednoetapowego i załadunku do przechowalni ziemniaków

Figure 1. Place of collecting samples in the process line of the 1-stage harvesting and loading to the potato storage

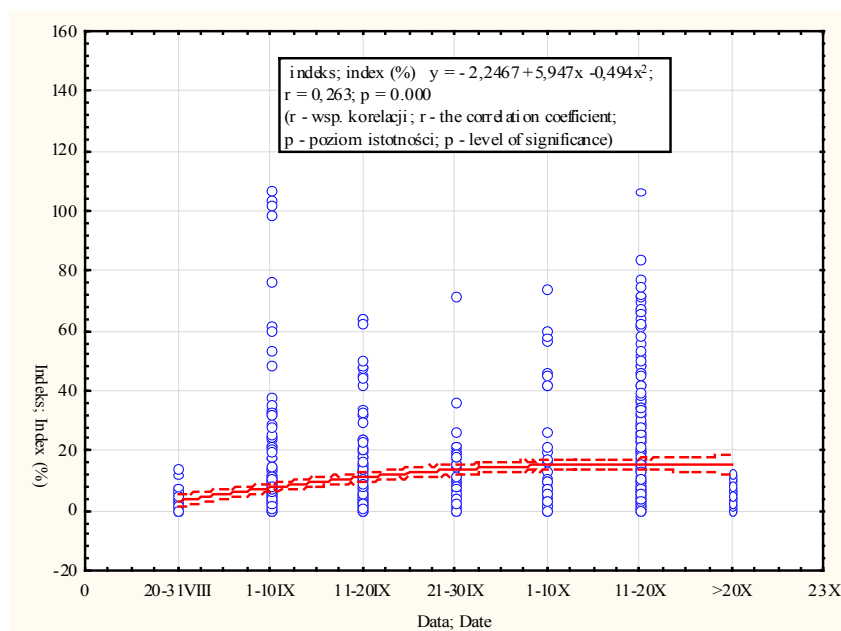


Rysunek 2. Miejsce pobrania prób w ciągu technologicznym zbioru dwuetapowego i załadunku do przechowalni ziemniaków

Figure 2. Place of collecting samples in the process line of the 2-stage harvesting and loading to the potato storage

## Wyniki badań i ich analiza

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. 3). 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%.



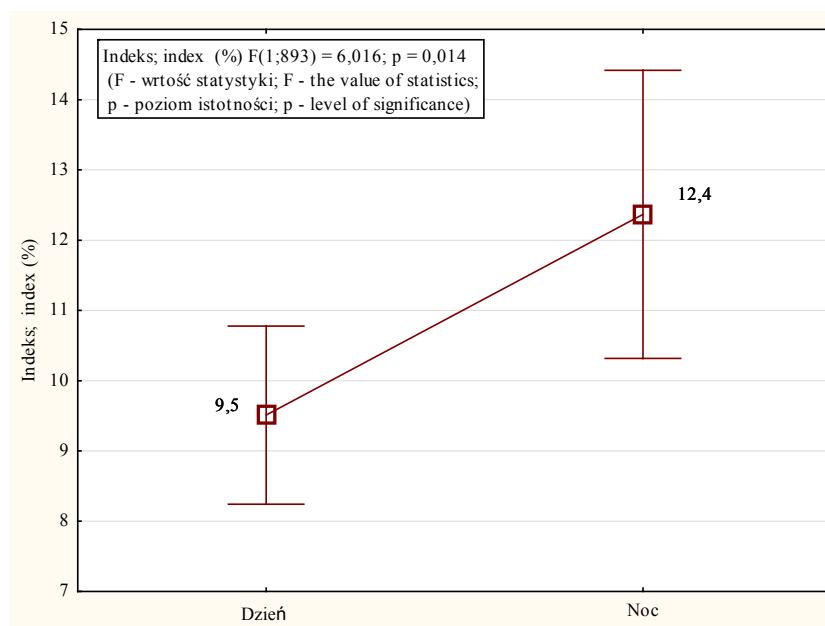
Rysunek 3. Wpływ terminu zbioru na wartość indeksu uszkodzeń  
Figure 3. Influence of harvest time on the value of the damage index

Zależność indeksu uszkodzeń od terminu zbioru jest istotna, lecz z niskim współczynnikiem korelacji. Potwierdzają to wyniki badań uzyskane przez wielu autorów. Wykazują, 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, 1997a, 1997b, 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 arealach) wpływał na zwiększenie poziomu uszkodzeń (rys. 4).

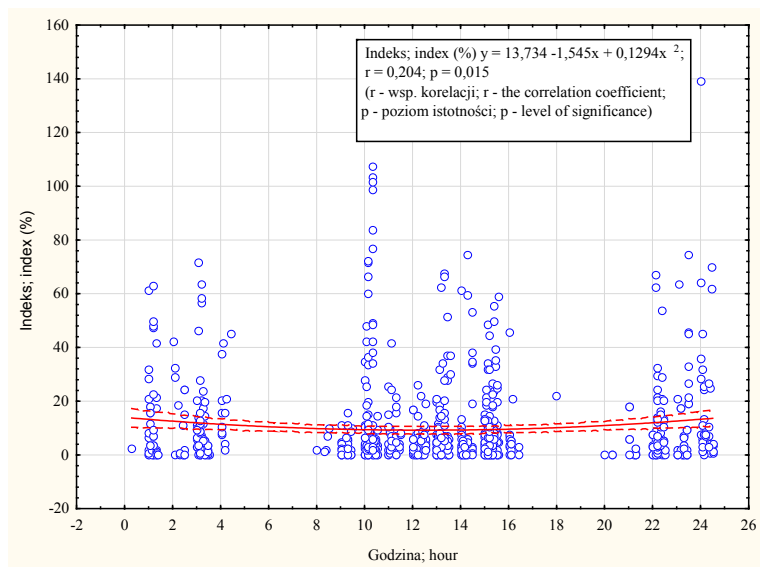
Taki efekt mógł być związany z dwoma czynnikami. Bezpośrednim czynnikiem mógł być czynnik ludzki. Koncentracja i precyzja podczas wykonywania pracy nocą są znacznie niższe, co mogło wpływać na jakość regulacji parametrów pracy maszyn oraz dobór minimalnych wysokości spadku bulw na środki transportu i w miejscu ich składowania.

Kolejnym czynnikiem jest temperatura, jej różnice pomiędzy dniem a nocą wynosiły kilkanaście stopni.

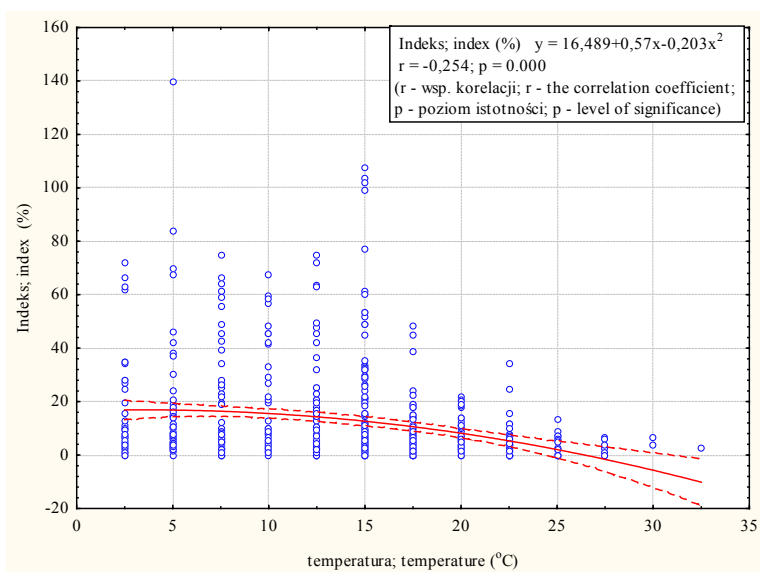


Rysunek 4. Wpływ pory dnia na wartość indeksu uszkodzeń  
 Figure 4. Influence of time of the day on the value of the damage index

Temperatura nocą spadała poniżej wartości dopuszczalnej przy zbiorze ziemniaków ( $<10^{\circ}\text{C}$ ). Indeks uszkodzeń bulw zbieranych nocą był o około 25% wyższy niż dla bulw zbieranych w ciągu dnia. Wyniki zaprezentowane na rysunkach 5 i 6 potwierdzają, że zbiór ziemniaków w godzinach porannych oraz nocnych, przy temperaturach niższych, wpływa na wzrost indeksu uszkodzeń. Marks (2009) na podstawie prowadzonych badań jednoznacznie podkreśla istotny wpływ temperatury na poziom uszkodzeń mechanicznych. Obniżenie temperatury o  $1^{\circ}\text{C}$  w zakresie od  $15-5^{\circ}\text{C}$  powoduje wzrost uszkodzeń o 10% (Prośba-Białczyk i Spyrka, 2011). Tak zbyt niskie, jak i za wysokie temperatury wpływają na wzrost uszkodzeń. Wg Lutomińskiej (2008), już przy temperaturach powyżej  $20^{\circ}\text{C}$  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. Odnotowany efekt mógł być spowodowany uprawą ziemniaka na glebach zwięzłych (typowych dla woj. opolskiego).



Rysunek 5. Wpływ czasu na wartość indeksu uszkodzeń  
 Figure 5. Influence of the time on the value of the damage index



Rysunek 6. Wpływ temperatury bulwy na wartość indeksu uszkodzeń  
 Figure 6. Effect of the temperature of tuber on the damage index value

Gleby te nie tracą zbyt szybko wilgoci pomimo wzrostu temperatury, co stanowi naturalną osłonę dla bulw przed ich uszkodzeniem na elementach roboczych maszyn. Krzywa opisująca zależność indeksu uszkodzeń od temperatury jest wielomianem drugiego stopnia. Obliczone współczynniki korelacji pomiędzy zmienną przyczynową a zmienną zależną miały wartość dodatnie.

Analiza statystyczna wyników wykazała istotne różnice pomiędzy technologiami zbioru pod względem wartości indeksu uszkodzeń (tab. 1).

Tabela 1

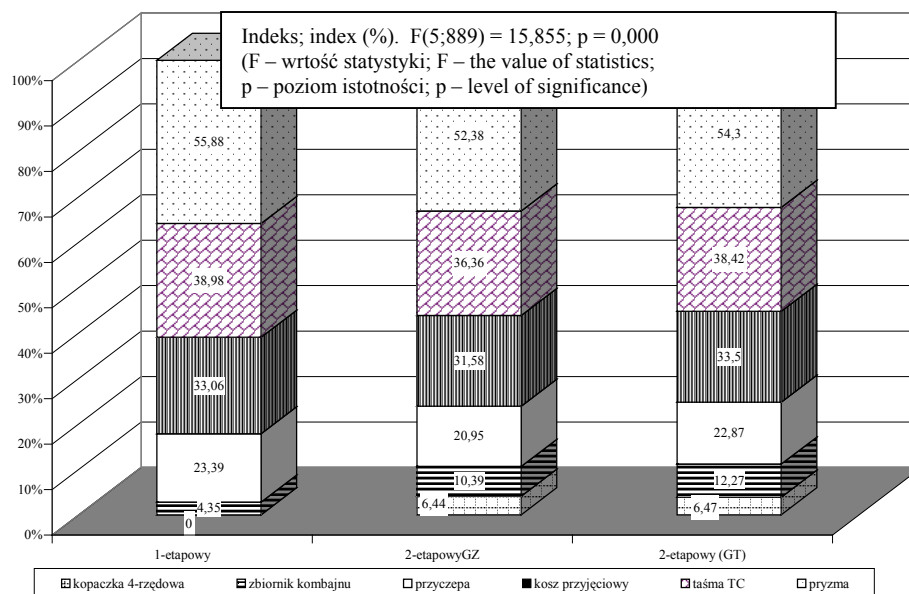
*Wpływ miejsca pobrania próby na wartość indeksu uszkodzeń mechanicznych bulw ziemniaka dla różnych technologii zbioru*

Table 1

*Impact of the place of collecting a sample on the value of the mechanical damage index of potato tubers for different harvesting technologies*

Wyszczególnienie	Suma kwadratów	Stopnie swobody	Średni kwadrat	F	p
Wyraz wolny	25423,3	1	25423,32	98,967	0,000
Zbiór 1-etapowy	20265,1	5	4053,02	15,777	0,000
Błąd	228371,4	889	256,89		
Wyraz wolny	32512,8	1	32512,80	124,743	0,000
Zbiór 2-etapowy (GZ)	14978,5	5	2995,70	11,494	0,000
Błąd	236659,7	908	260,64		
Wyraz wolny	36615,9	1	36615,93	141,865	0,000
Zbiór 2-etapowy (GT)	13048,9	5	2609,77	10,111	0,000
Błąd	249070,9	965	258,10		

Odnotowano istotne różnice w wartościach indeksu uszkodzeń na poszczególnych etapach załadunku, sortowania i składowania ziemniaków w przechowalniach (rys. 7). Najwyższe wartości uszkodzeń odnotowano przy załadunku przyczep ze zbiornika kombajnu. W tym punkcie pomiarowym przy technologii jednoetapowej nastąpił wzrost uszkodzeń o ponad 18% w stosunku do uszkodzeń bulw zgromadzonych w zbiorniku kombajnu. Wyładunek przyczepy do kosza przyjęciowego (bunkra) powodował wzrost indeksu uszkodzeń o prawie 11%, z kosza przyjęciowego na taśmy separująco-załadunkowe wzrost indeksu o niespełna 6%. Przy załadunku ziemniaków na pryzmę wartość indeksu wzrosła o kolejne 16%. W efekcie zbioru, transportu, separacji i załadunku pryzmy w przechowalni indeks uszkodzeń bulw wyniósł ponad 52%. Spośród trzech technologii zbioru ziemniaków wyższe wartości indeksu w całym ciągu technologicznym odnotowano dla zbioru jednoetapowego. Przy zbiorze dwuetapowym całkowite uszkodzenia były niższe, pomimo że po zbiorze kopaczką 4-rzędową (w pierwszym etapie zbioru) obliczony indeks uszkodzeń wynosił 6,5%. Przy zbiorze jednoetapowym odnotowano wyższe wartości przy załadunku zbiornika kombajnu, przyczep oraz na etapie załadunku pryzmy w przechowalni w porównaniu ze zbiorem dwuetapowym. Spośród dwóch technologii zbioru dwuetapowego wyższe wartości uszkodzeń odnotowano dla technologii z kombajnem Grimme GT-170. Różnice wystąpiły na etapie załadunku zbiornika kombajnu.



Rysunek 7. Wpływ technologii zbioru na poziom uszkodzeń bulw ziemniaka  
Figure 7. Influence of harvesting on the level of damage to potato tubers

Problem uszkodzeń mechanicznych, występujących w ciągach technologicznych zbioru, separacji i załadunku przechowalni, jest przedmiotem szeregu badań prowadzonych przez Czerko (2010, 2011, 2012). Czerko zaleca m.in., aby liczba maszyn biorących udział w procesach technologicznych była zredukowana do niezbędnego minimum, a wysokość spadku bulw nie przekraczała 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.

## Wnioski

1. Wszystkie analizowane czynniki (technologia zbioru, miejsce w ciągu technologicznym, temperatura bulwy, pora dnia, termin zbioru) wpływały istotnie na wielkość uszkodzeń mechanicznych.
2. Przy wzrastającej temperaturze bulw w godzinach od 10<sup>00</sup> do 16<sup>00</sup> odnotowano niższe wartości indeksu uszkodzeń bulw.
3. Uszkodzenia bulw powstają w całym ciągu technologicznym, począwszy od zbioru ziemniaków, poprzez separację i załadunek do przechowalni. Ich wielkość jest zależna od miejsca w procesie technologicznym. Najwyższe wartości indeksu uszkodzeń odnotowano przy załadunku przyczep i zasypywaniu komory przechowalniczej w pryzmie.



4. Przy zbiorze jednoetapowym stwierdzono wyższe wartości indeksu uszkodzeń bulw niż przy zbiorze dwuetapowym.
5. Porównując technologie dwuetapowe, wyższe wartości uszkodzeń zarejestrowano podczas zbioru kombajnem Grimme GT-170.

## 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. *Ziemniak Polski*, IZ Bonin, 1, 43-47.
- Czerko, Z. (2012). Urządzenia ograniczające uszkodzenia bulw podczas przeładunku stosowane w maszynach do produkcji ziemniaków. *Ziemniak Polski*, IZ Bonin, 2, 33-39.
- Jabłoński, K. (1993). Wpływ różnych czynników na uszkodzenia mechaniczne bulw. *Ziemniak Polski*, IZ Bonin, 4, 25-32.
- Jabłoński, K. (2008). Nowoczesne maszyny do zbioru ziemniaków. *Ziemniak Polski*, IZ Bonin, 3, 28-38.
- Jabłoński, K.; Czerko, Z. (1995). *Zbiór i przechowywanie ziemniaków*. Warszawa, Wyd. Fundacji „Rozwój SGGW”, 99.
- Lutomińska, B. (2008). Wpływ opadów na odporność bulw ziemniaka na uszkodzenia mechaniczne w czasie zbioru. *Ziemniak Polski*, IZ Bonin, 3, 40-43.
- Marks, N. (2009). *Mechaniczne uszkodzenia bulw ziemniaka*. Kraków, PTIR, 117, ISBN 83-917053-7-4.
- Marks, N.; Baran, P.; Sobol, Z. (1992). Wpływ czynników agrotechnicznych na powstawanie mechanicznych uszkodzeń bulw ziemniaka podczas zbioru. *Zeszyty Naukowe AR w Krakowie*, 11, 27-38.
- Marks, N.; Baran, D.; Baran, P.; Krzysztofik, B.; Sobol, Z. (1997a). Wpływ nowej techniki nawożenia na podstawianie mechanicznych uszkodzeń bulw oraz jakość zbieranego plonu ziemniaków. *Inżynieria Rolnicza*, 1, 77-83.
- Marks, N.; Baran, D.; Baran, P.; Krzysztofik, B.; Sobol, Z. (1997b). Wpływ nowej techniki uprawy na powstawanie mechanicznych uszkodzeń bulw ziemniaka podczas zmechanizowanego zbioru. *Inżynieria Rolnicza*, 1, 71-76.
- Marks, N.; Krzysztofik, B.; Sobol, Z. (2000). Wpływ obciążenia bulw w masie na jej odporność mechaniczną. *Inżynieria Rolnicza*, 8, 141-147.
- 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. *Inżynieria Rolnicza*, 1, 128.
- Zbiorowa. (1999). Metodyka obserwacji, pomiarów i pobierania prób w agrotechnicznych doświadczeniach z ziemniakiem. *Instrukcja IHAR*, Jadwisin.

## **IMPACT OF THE CROP TECHNOLOGY ON THE INDEX VALUE OF MECHANICAL DAMAGE TO POTATO TUBER**

**Abstract.** The objective of the paper was to show whether there are differences in the level of mechanical damage of potato tubers collected in different technologies. The level of damage was estimated on every stage of potato harvesting in each technology. The scope of the paper covered research of the damage size on particular stages of harvesting and loading potatoes to the storage (5 measuring points: a separating belt of a combine, a trailer, a charging hopper, a separating belt of a sorter, a heap) in the 1-stage harvesting technology with the use of GRIMME SE-170 combine (fig. 1) and two options of 2-stage harvesting with the use of 4-row digger Grimme RL-3600 and Grimme GT-170 or Grimme GZ - 1700 combine (fig. 2). The size of damage was expressed with the index of bruises of tubers referred to 1 kg. The obtained results proved that at the 1-stage harvesting, higher values of the damage index were reported on the stage of loading the combine tank, trailers and a heap in the storage in comparison to 2-stage harvesting. From among two harvesting technologies of 2-stage harvesting, higher values of damage were reported for technology that used Grimme GT-170 combine, mainly at the stage of loading the combine tank.

**Key words:** potato, harvesting technologies, damage to pulp, loading a storage

**Adres do korespondencji:**

Barbara Krzysztofik; e-mail: [barbara.krzysztofik@ur.krakow.pl](mailto:barbara.krzysztofik@ur.krakow.pl)  
Instytut Eksploatacji Maszyn, Ergonomii i Procesów Produkcyjnych  
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie  
ul. Balicka 116B  
30-149 Kraków