

Zbigniew Czerko, Wojciech Nowacki
Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin,
Oddział Jadwisin

MONITOROWANIE MASZYN DO OBRÓBK ZIEMNIAKÓW ZA POMOCĄ „BULWY ELEKTRONICZNEJ” PMS-60

Streszczenie

Ziemniaki podczas zbioru i obróbki w przechowalni poddane są różnego rodzaju uderzeniom mechanicznym. Efektem tych mechanicznych oddziaływań na bulwy są uszkodzenia mechaniczne zewnętrzne i wewnętrzne. „Ziemniak elektroniczny” (PMS-60) może pomóc zidentyfikować punkty na linii obróbczej, gdzie mogą wystąpić uszkodzenia mechaniczne.

Badania własne były przeprowadzone na linii obróbczej ziemniaków jadalnych w przechowalni ziemniaków. W skład linii wchodził zasobnik dozujący, sortownik, szczotkarka, stół selekcyjny, paczkowarka. Podczas testowania określano maksymalną siłę uderzenia, sumę sił oraz ilość uderzeń przekraczających 25 N.

Na całej linii obróbczej było 10 spadków z jednej maszyny na drugą. Wysokość spadków wynosiła od 30 do 60 cm, a ostatni spadek z paczkowarki do siatki wynosił 120 cm. Średnia wartość siły maksymalnej na tych spadkach wynosiła 40–60 N. Największe siły wystąpiły na paczkowarce komputerowej w ostatniej fazie, kiedy ziemniaki spadały do siatki (80–90 N).

Słowa kluczowe: ziemniak elektroniczny, maszyny, pomiary sił, przechowalnia, uszkodzenia mechaniczne

Wstęp

Ziemniaki podczas zbioru i obróbki na maszynach w przechowalni poddane są działaniu sił mechanicznych. Efektem tych oddziaływań mogą być uszkodzenia zewnętrzne i wewnętrzne bulw. Ocena powstałych na bulwach uszkodzeń mechanicznych jest dosyć uciążliwa, gdyż do określenia uszkodzeń pobiera się próby z różnych części maszyn a ocena przy pomocy ścinania nekroz pouszkodzeniowych powinna być dopiero po 3 dniach [Roztropowicz i in. 1999]. „Bulwę elektroniczną” skonstruowano po to, aby szybko ocenić źródła uszkodzeń owoców

i warzyw na maszynach obróbczych. Już w 1967 roku Baganz i Ziems opisali „kulę” w kształcie bulwy do mierzenia przyśpieszeń, jednak kable łączące „kulę” z miernikiem utrudniały pomiary. O Brien i inni [1973] zbudowali system mierzenia przyśpieszenia w bezprzewodowej „kuli” odczytując zdalnie pomiary. Dzięki technice mikrokomputerowej Tennes i inni [1998] zastosowali kulę pomiarową o średnicy 89 mm i trójosiowy wektorowy pomiar przyśpieszeń konstruując urządzenie IS 100. Urządzenie IS 100 przyjęło się do wykrywania źródeł uszkodzeń w maszynach do obróbki jabłek. W oparciu o doświadczenia z „kulą” zdalnie dokonującą pomiarów Herold i inni [1995] zaprezentowali unowocześniony miernik z wewnętrznym zespołem zbierania danych [PMS-60].

Celem badań była ocena linii obróbczej ziemniaków pod względem sił działających na bulwy ziemniaka mierzonych przy pomocy „bulwy elektronicznej” PMS-60.

Metody

Siły działające na ziemniaki podczas ich obróbki mierzone były przy pomocy urządzenia PMS-60. Urządzenie składa się z „bulwy elektronicznej” o masie 180 g i średnicy 55 mm wypełnionej olejem i umieszczonymi wewnątrz czujnikami ciśnienia oraz z mikrokomputera zbierającego dane. Na urządzeniu odczytywano: maksymalną siłę uderzenia, średnią siłę, ilość uderzeń oraz sumę sił. Pomiary powtarzano 10 razy.

Mierzono siły na zestawach maszyn do obróbki ziemniaków kompletując linię z obróbką 1-fazową, w której sortowanie i pakowanie dokonywane jest w tym samym czasie na jednym zestawie maszyn oraz linię 2-fazową, na której rozdzielone jest sortowanie od czyszczenia i pakowania wykonywanego po przechowywaniu.

Linia do obróbki 2-fazowej składała się w I-etapie z sortownika obiegowego z punktami spadku: paleta skrzyniowa, zasobnik dozujący, przenośnik ukośny, sito 30 mm (pierwsze), sito 40 mm (drugie), paleta skrzyniowa (wysokość 95 cm). W II-etapie obróbki zastosowano: szczotkarkę, paczkowarkę komputerową. Spadki ziemniaków wystąpiły w następujących punktach: paleta, zasobnik dozujący, szczotkarka, przenośnik ukośny wagi, pojemniki wagi, przenośnik poprzeczny, worki siatkowe 3 kg.

Linia 1-fazowa składająca się z: sortownika obiegowego, szczotkarki, paczkowarki z punktami spadku: wywrotnica palet; zasobnik dozujący; przenośnik ukośny; sito 30 mm (pierwsze); sito 40 mm (drugie); szczotkarka; przenośnik ukośny; przenośnik poziomy; pojemniki wagi; worki siatkowe 3 kg.

Wyniki

Linia do obróbki ziemniaków jest kompleksowym zestawem maszyn realizujących sortowanie, czyszczenie i pakowanie ziemniaków w worki siatkowe 3 kg.

W tabeli 1 przedstawiono podstawowe dane dotyczące wysokości spadku, prędkości poszczególnych mechanizmów, energię spadku wyliczoną jako sumę energii kinetycznej i potencjalnej spadającej „bulwy elektronicznej” oraz zmierzone siły w 10 punktach spadku. Wyliczony współczynnik korelacji między energią spadku a poszczególnymi rodzajami sił pokazuje, że istotna korelacja zachodzi między energią spadku bulwy a siłą średnią $r = 0,72$, a także siłą maksymalną $r = 0,69$ odczytaną na mierniku PMS-60. Między energią spadku a wartością sumy sił korelacja nie zachodzi. Wynika to z tego, że energia spadku „bulwy elektronicznej” zależy przede wszystkim od wysokości spadku a w wyrażeniu sumy sił oprócz siły maksymalnej występują siły o niższej wartości powstające wtórnie na poszczególnych mechanizmach. Jednak ocena sumy sił dokonywana przez miernik PMS-60 może być istotnym parametrem przy ocenie faktycznych uszkodzeń ziemniaków (np. poudzerzeniowe ciemnienie miąższu).

Oprócz wysokości spadku i prędkości początkowej bulwy na przenośniku duży wpływ na wartość odczytanej siły na PMS-60 miały podłoża, na które spadały ziemniaki: gumowana taśma, wałki powlekane PCV oraz blaszane przegrody. Ponadto podłoża w stosunku do toru spadającej bulwy ustawione były pod różnym kątem.

Twórcy „bulwy elektronicznej” [Herold i inni 1995] zalecają więc stosowanie kilku do kilkunastu powtórzeń pomiarów wykonywanych do przetestowania danej maszyny.

Porównanie zmierzonych sił urządzeniem PMS-60 (tabela 1) na poszczególnych maszynach lub ich zespołach pokazuje, że największe siły maksymalne (88,8 N) wystąpiły, kiedy ziemniaki z przenośnika poziomego odbierającego ziemniaki z wszystkich pojemników wag spadały przez rurę do siatki. Także duża siła maksymalna (65,3 N) była w punkcie spadku ziemniaków z pojemników wagi na przenośnik poziomy. W pierwszym przypadku do powstania dużej siły przyczyniła się duża wysokość (120 cm), a w drugim duża prędkość przenośnika (1,0 m/s), na który spadały ziemniaki. Podobne wyniki lokalizujące największe siły na paczkowarce w fazie napełniania worków siatkowych uzyskał [Leppack 1995].

Najmniejsze siły w zestawie maszyn do obróbki ziemniaków wystąpiły na przenośniku ukośnym sortownika obiegowego (siła maksymalna 35,6 N). Średnia liczba uderzeń z siłą powyżej 25 N wahała się od 1 do 2,1 na poszczególnych mechanizmach.

Tabela 1. Parametry zestawu maszyn do pakowania ziemniaków oraz siły zmierzono-
ne na PMS-60

Table 1. Parameter of prepacking line and measurement forces on PMS-60

Maszyny	Parametry maszyn			Parametry zmierzone			
	Wysokość spadku (m)	Prędkość elementów maszyny (m/s)	Energia spadku bulwy elektronicznej (J)	Siła maksymalna (N)	Siła średnia (N)	Liczba uderzeń	Suma sił (N)
1. Paleta skrzyniowa	0,50	0	0,90	53,5	53,6	1	53,6
2. Zasobnik dozujący	0,45	0,15	0,81	45,2	40,5	1,3	55,8
3. Przenośnik ukośny	0,30	0,20	0,54	35,6	33,2	1,4	45,7
4. Sito (pierwsze)	0,20	0,20	0,36	44,2	34,4	2	69
5. Sito (drugie)	0,25	0,20	0,45	51,7	51,9	1	51,7
6. Szczotkarka	0,40	0,25	0,73	49,6	47,1	1,1	47,1
7. Przenośnik ukośny	0,40	0,18	0,72	46,7	40,9	1,8	76,5
8. Przenośnik poziomy	0,35	0,15	0,63	61,7	58,1	1,3	74,3
9. Pojemnik wagi	0,40	0	0,72	65,3	53,6	2,1	116,7
10. Do opakowania	1,20	1,00	1,17	88,8	81,0	1,4	118,8
NIR _{0,05}				5,8	4,5	0,2	11,4

Porównanie sił powstających podczas 1- i 2-fazowej obróbki ziemniaków

Przygotowanie ziemniaków do sprzedaży może być realizowane przy pomocy zestawu maszyn do obróbki 1-fazowej i 2-fazowej. W praktyce przechowalniczej obróbka 2-fazowa stosowana jest ze względów organizacyjnych. W pierwszym okresie przechowywania dostarczone ziemniaki do przechowalni sortowane są na frakcje po to, aby część przesortowanych ziemniaków była wywieziona z przechowalni, wykorzystując w ten sposób optymalnie pojemność składową przechowalni na ziemniaki, które mają być przechowywane przez cały sezon. Jesienne sortowanie ziemniaków ma także duże znaczenie w tych przechowalniach, które umożliwiają przechowywanie w oddzielnych komorach z odpowiednimi warunkami termiczno-wilgotnościowymi dla sadzeniaków, ziemniaków jadalnych lub do przetwórstwa.

Porównanie obróbki 2-fazowej z obróbką 1-fazową, wykorzystującą sortownik obiegowy, przedstawiono w tabeli 2. Obróbka 1-fazowa charakteryzowała się mniejszą liczbą spadków 10 wobec 13 z obróbką 2-fazową. Podczas obróbki 1-fazowej było 14,4 uderzeń z siłą powyżej 25 N, a podczas obróbki 2-fazowej 18,1 uderzeń. Suma sił była także niższa przy obróbce 1-fazowej niż przy obróbce 2-fazowej (odpowiednio 709,2 N i 874,0 N).

Tabela 2. Porównanie obróbki 1- i 2-fazowej do pakowania ziemniaków

Table 2. Comparison of forces on 1- and 2-phase handling line

Rodzaj parametru	Obróbka 1-fazowa (sortownik obiegowy)	Obróbka 2-fazowa (sortownik obiegowy)
Liczba spadków (szt.)	10	13
Liczba uderzeń (szt.)	14,4	18,1
Siła max (śr) N	54,2	52,1
Siła średnia (śr)	49,4	47,9
Suma sił (N)	709,2	874,0

Zależność między faktycznymi uszkodzeniami bulw a wartością siły odczytanej na mierniku PMS-60 była udowodniona przez wielu autorów. Baheri [1997] podaje, że odmiana Bintje po 3 miesiącach przechowywania istotnie uszkadzała się po przekroczeniu siły o wartości 50 N, ale już po 6 miesiącach przechowywania wartość siły uszkadzającej wzrosła do 75 N. Jeszcze inaczej kształtowały się wartości sił uszkadzających bulwy dla innych odmian.

Ze względu na zmienną wrażliwość bulw ziemniaka na uszkodzenia mechaniczne zależne przede wszystkim od odmiany, dojrzałości i warunków przechowywania, trudne jest ściśle określenie granicznych wartości sił odczytanych na mierniku PMS-60 powodujących istotny efekt uszkodzenia.

Wiele badań wskazuje na to, że siły powyżej 50 N mogą istotnie wpływać na wzrost uszkodzeń mechanicznych ziemniaka.

Miernik PMS-60 przydatny może być do oceny konstrukcji i eksploatacji maszyn, zestawienia maszyn w linię obróbczą pod względem monitorowania sił. Bardzo przydatny może być do porównywania maszyn tego samego przeznaczenia, ale różnych firm i zróżnicowanych rozwiązań konstrukcyjnych.

Wnioski

1. Zachodzi korelacja między energią uderzenia powstałą podczas spadku bulwy na częściach maszyn a maksymalną i średnią siłą odczytaną na bulwie elektronicznej (PMS-60).
2. Podczas obróbki ziemniaków największe siły maksymalne odczytano na przenośniku odbierającym ziemniaki z poszczególnych pojemników wag na paczkowarce komputerowej oraz podczas napełniania worków siatkowych.
3. Ze względu na czynniki uszkadzające ziemniaki, użycie zestawu maszyn podczas I-fazowej obróbki ziemniaków było korzystniejsze niż podczas obróbki II-fazowej.

Literatura

Baganz K., Ziems K. 1967. Untersuchungen zur Beurteilungsmethodik von Kartoffelbeschädigungen. Archiv für Landtechnik 6, 1, 21-36

Boheri M. 1997. Development of method for prediction of potato mechanical damage in the chain of mechanized potato production. Doctoraatsproefschrift. Nr 342, Katholieke Universiteit Leuven, s. 300

O'Brien M., Fridley R. B., Gross J. R., Schubert J. F. 1973. Telemetry for investigating forces on fruits during handling. Transactions of the ASAE 16, 2; 245-247

Herold B., Truppel I., Siering G., Geyer M. B. 1995. Pressure measuring sphere PMS-60 to evaluate damage sources for potatoes during harvest and handling. EAPR, Section Engineering 17-25

Leppack E. 1995. Beschädigungsmessungen in Aufbereitungsanlagen. Kartoffelbau, 46. Jg. (9), 374-379

Tennes B. R., Zapp H. R., Brown G. K., Ehlert S. H. 1988. Self-contained impact detection device: calibration and accuracy. Transaction of the ASAE 31, 6; 1869-1874

Roztropowicz S i inni 1999. Metodyka obserwacji pomiarów i pobieranie prób w agrotechnicznych doświadczeniach z ziemniakami. IHAR Jadwisin, 37-39

MONITORING HANDLING OF POTATOES BY PRESSURE MEASURING SPHERE (PMS-60)

Summary

Potato tubers are subjected to all sorts of mechanical stress when harvested and later handled in the store facilities. The effect of machinery parts is to cause mechanical damage of the flesh such as cracks and bruises. The electronic potato system (PMS-60) allows for measuring forces which the crop is subjected to and helps to identify points on the handling lines where mechanical damage occurs. Tests were carried out on processing lines for table potatoes in a store facility. The lines included a grader, a dosing hopper, a brusher, a selection table and bagging device. When handling lines were tested with PMS-60, the values determined included the maximum impact force, the total sum of impact forces, the average force value, and the number of impacts over 25 N.

There were 10 drops on the processing line. The height of drops was from 30 to 60 cm and the last drop from bagger into sack was 120 cm. The maximum impact force on these machines was from 40 to 60 N. the highest force during the final fase – from bagger into sack drop (80–90 N)

Key words: electronic potato, monitoring damage, store, forces, machines