

## WPŁYW WYBRANYCH CZYNNIKÓW NA WSKAŹNIKI JAKOŚCI PRACY KOPACZKI ŁADUJĄCEJ

Czesław Waszkiewicz, Michał Sypuła, Piotr Rosa

*Katedra Maszyn Rolniczych i Leśnych, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie*

**Streszczenie.** Celem badań było określenie wskaźników jakości pracy kopaczki ładującej podczas zbioru ziemniaków na glebie lekkiej i średniej przy dwóch stosowanych prędkościach roboczych 1,25 i 1,67 m·s<sup>-1</sup>. Podczas zbioru ziemniaków na glebie lekkiej zmiana prędkości roboczej z 1,25 do 1,67 m·s<sup>-1</sup> spowodowała zmniejszenie uszkodzeń bulw o 1,3% ale zwiększyły się straty i zanieczyszczenie ziemniaków. Całkowity udział zanieczyszczeń zbieranych bulw na glebie lekkiej wynosił ok. 10%. Podczas zbioru ziemniaków na glebie średniej o zbryleniu ponad 30 t·ha<sup>-1</sup> zmiana prędkości z 1,25 do 1,67 m·s<sup>-1</sup> wywołała wzrost uszkodzeń ziemniaków o 3,5% a zanieczyszczeń o 4,3%. Udział zanieczyszczeń w zbieranym plonie wynosił ok. 50%. Na glebie średniej zmiana prędkości nie wykazała istotnego wpływu na wielkość strat.

**Słowa kluczowe:** ziemniaki, uszkodzenia, straty, zanieczyszczenia

### Wstęp

W kombajnach do zbioru ziemniaków zauważa się trend ukierunkowany na uproszczenie ich konstrukcji i kierowanie ziemniaków od kombajnów do przechowalni ze stacjonarnym sortowaniem. Do tego celu są stosowane kombajny z uproszczonymi zespołami separującymi nazywane kopaczkami ładującymi, podające na przyczepę ziemniaki z resztkami brył, kamieniami i niewielką ilością zanieczyszczeń słomiastych. Od maszyn do zbioru ziemniaków wymaga się coraz wyższej wydajności, wysokiej czystości bulw, bez uszkodzeń, przy możliwie najmniejszych stratach.

Jakość pracy oceniana jest na podstawie następujących wskaźników: uszkodzeń bulw, strat i zanieczyszczeń bulw ziemniaków [Karwowski 1982].

Weześniejsze badania wykazały, że wskaźnik uszkodzeń jest proporcjonalny do prędkości elementu uszkadzającego, czasu obciążenia oraz zakamienienia, natomiast wzrost temperatury bulw, większy udział resztek roślinnych i zastosowanie powłok amortyzujących przyczynia się do spadku wartości tego wskaźnika [Marks 1986].

Wykazano również, że podczas zbioru wskaźnik uszkodzeń bulw obniża się wraz ze wzrostem prędkości ruchu roboczego maszyn zbierających [Lisowski 1999]. Jednakże przy większej prędkości wzrastają zanieczyszczenia ziemniaków [Waszkiewicz i in. 1999].

Wpływ na uszkodzenia bulw w dużym stopniu wywiera prędkość przenośnika odsiewającego, a w szczególności stosunek prędkości liniowej przenośnika do prędkości ruchu roboczego kombajnu [Lisowski 1999; Sęk, Florczak 1982].

Najtrudniejsze do spełnienia są wymagania dotyczące uszkodzeń bulw. Zgodnie z Systemem Maszyn Rolniczych [1988], ogólny wskaźnik uszkodzeń, przy temperaturze bulw powyżej 10°C nie powinien przekraczać 10%.

Zanieczyszczenia ziemniaków nie mogą przekraczać 10% na glebach łatwo odsiewalnych i 15% na glebach trudno odsiewalnych [Karwowski 1982]. System Maszyn Rolniczych jako wartość dopuszczalną zanieczyszczeń w zbieranym plonie kopaczką ładującą określa na poziomie 20%.

Dopuszczalne straty bulw wg normy PN-86/R-36500 na glebach łatwo odsiewalnych nie mogą przekraczać 4%, a na glebach trudno odsiewalnych 6%. Natomiast według Systemu Maszyn Rolniczych straty te nie powinny przekraczać odpowiednio 2-3% oraz 4-5%, zależnie od typu kombajnu.

Celem badań było określenie wskaźników jakości pracy kopaczki ładującej podczas zbioru ziemniaków na różnych rodzajach gleb i przy zmiennej prędkości roboczej agregatu.

## Materiał i metody

Badania jakości pracy kopaczki ładującej AVR Prestige TT przeprowadzono podczas zbioru ziemniaków odmiany Hermes na dwóch plantacjach położonych na glebie lekkiej i średniej w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym w Oborach. Zbioru dokonano w stanie dojrzałości technicznej bulw. Plantację ziemniaków scharakteryzowano według metodyki IBMER [Szeptycki 1985], a wyznaczone wielkości przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Charakterystyka warunków agrotechnicznych zbioru  
Table 1. Characteristic of agro-technical conditions of potato plantation

Mierzona wielkość	Jednostka miary	Gleba	
		lekka	średnia
Szerokość międzyrzędzi ( $b_m$ )	m	0,75±0,05	0,75±0,03
Szerokość gniazd	m	0,330±0,02	0,315±0,015
Głębokość zalegania bulw	m	0,145±0,015	0,160±0,020
Wilgotność gleby	%	6,1±0,15	11,6±0,80
Temperatura bulw	°C	14,3±1,7	19,3±1,0
Plon ziemniaków ( $G_z$ )	t·ha <sup>-1</sup>	28,23±3,5	38,54±4,2
Zbrylenie gleby ( $G_b$ )	t·ha <sup>-1</sup>	2,2±0,5	30,5±13,5
Zakamienienie gleby ( $G_k$ )	t·ha <sup>-1</sup>	2,0±0,25	brak
Plon łącin ( $G_l$ )	t·ha <sup>-1</sup>	1,2±0,3	2,67±0,15

*Źródło: Obliczenia własne autorów*

Kopaczka ładująca była agregatowana z ciągnikiem New Holland 90–110 o mocy 81 kW. Przed przystąpieniem do pomiarów zespoły kopaczki wyregulowano według zaleceń w instrukcji obsługi tak, żeby maszyna uzyskiwała najlepsze, możliwe w danych warunkach efekty pracy i nie zmieniano nastawień przez cały okres badań. Prędkość przenośnika odsiewającego odpowiadała nominalnej prędkości obrotowej WOM, głębokość pracy lemiesza była ustawiona na 0,18 m, a szczelina między prętami

przenośnika odsiewającego wynosiła 0,03 m. Badania przeprowadzono przy dwóch prędkościach roboczych: 1,25 i 1,67 m·s<sup>-1</sup>.

Ocenę ilościową uszkodzonych bulw ziemniaków przeprowadzono według metodyki IBMER i normy PN-82/R-7456.

Pobrane próbki do oceny uszkodzeń magazynowano przez cztery doby w ażurowych skrzynkach w temperaturze ok. 15 °C.

Ogólny wskaźnik uszkodzeń bulw wyznaczono według powszechnie przyjętego wzoru:

$$W = U_C + 0,3U_S + 0,1U_L \text{ [%]} \quad (1)$$

gdzie:

- $U_C$  – procentowy udział masy bulw uszkodzonych ciężko (na głębokość > 5 mm),
- $U_S$  – procentowy udział masy bulw uszkodzonych średnio (na głębokość 1,7÷5 mm),
- $U_L$  – procentowy udział masy bulw uszkodzonych lekko (na głębokość do 1,7 mm).

Zanieczyszczenia określano pobierając materiał z wylotu przenośnika wyładowczego kopaczki, następnie po oddzieleniu od ziemniaków, sortowano je na frakcje i ważono. Do zanieczyszczeń zaliczono: kamienie, bryły ziemi, porost, ziemię luźną i inne zanieczyszczenia. Obliczony procentowy udział poszczególnych frakcji zanieczyszczeń odniesiony był do całości materiału pobranego w próbce.

Podczas zbioru wyodrębniono następujące rodzaje strat:

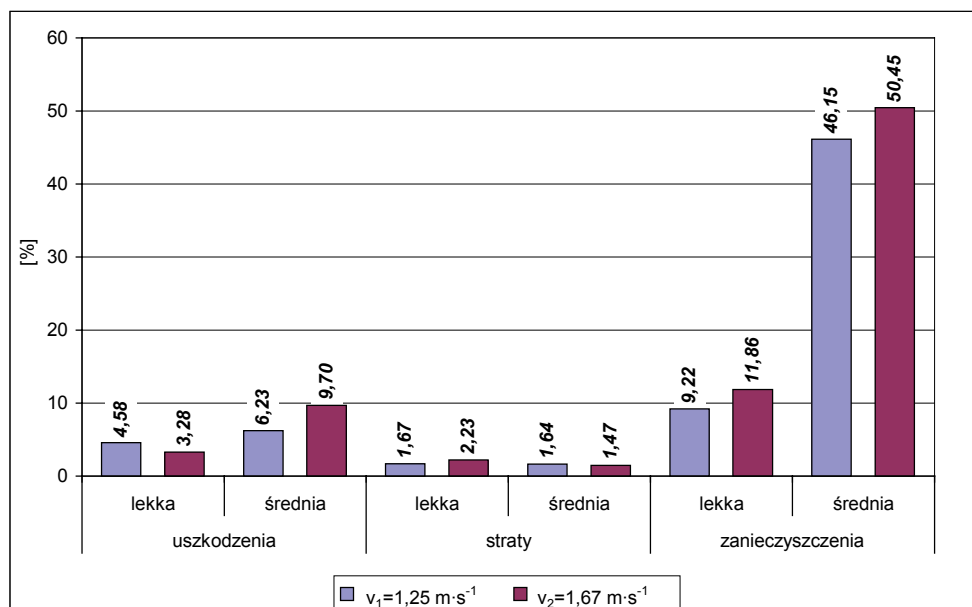
- straty w wylocie oddzielacza resztek porostu,
- straty wskutek zgubienia ziemniaków w innych miejscach maszyny,
- straty podziemne.

Straty te obliczono w stosunku do ogólnej ilości ziemniaków zebranych z danego odcinka pomiarowego.

## Analiza wyników badań

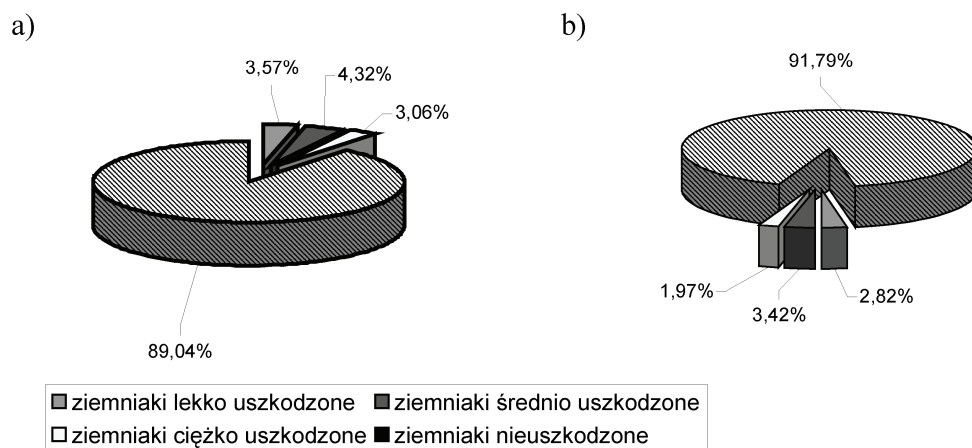
Podczas zbioru ziemniaków z plantacji na glebie lekkiej (rys. 1) zmiana prędkości roboczej z 1,25 m·s<sup>-1</sup> do 1,67 m·s<sup>-1</sup> spowodowała zmniejszenie uszkodzeń o 1,3%, ale zwiększyły się wskaźniki strat i zanieczyszczeń ziemniaków. Przy odmiennych warunkach zbioru na glebie średniej o dużym zbryleniu (30,5 t·ha<sup>-1</sup>) taki sam wzrost prędkości przyczynił się do wzrostu uszkodzeń prawie o 3,5%, a udział zanieczyszczeń w zbieranych ziemniakach wzrósł o 4,3%. Natomiast zmiana prędkości nie miała wpływu na straty całkowite.

Analizując rodzaj uszkodzeń występujących podczas zbioru na glebie lekkiej stwierdzono, że ok. 90% ziemniaków jest nieuszkodzonych, a udział uszkodzeń lekkich średnich i ciężkich jest na zbliżonym poziomie (rys. 2). Uszkodzenia ziemniaków następowały przede wszystkim w wyniku ich obicia o kamienie (zakamienianie plantacji 2 t·ha<sup>-1</sup>) i o przenośniki odsiewające, co można tłumaczyć tym, że ziemia wprowadzona na przenośnik szybko się odsiewała i nie tworzyła warstwy ochronnej dla ziemniaków w końcowym odcinku przenośnika odsiewającego.



Rys. 1. Wpływ prędkości roboczej na wskaźniki jakościowe podczas zbioru ziemniaków na glebie lekkiej i średniej

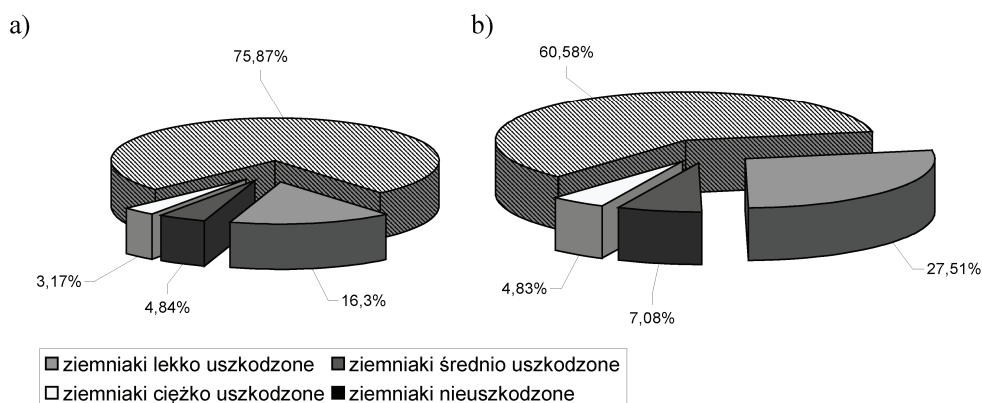
Fig. 1. Effect of working speed on quality indices during harvest on light and medium soil



Rys. 2. Udział masowy uszkodzeń na glebie lekkiej przy prędkości roboczej: a)  $1,25 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , b)  $1,67 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

Fig. 2. Damage mass fraction of potato tubers on light soil at working speed: a)  $1,25 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , b)  $1,67 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

Natomiast na glebie średniej na uszkodzenie bulw decydujące znaczenie miało duże zbrzylenie plantacji. Przemieszczające się po przenośnikach twarde bryły o niewielkiej wilgotności obijały bulwy i dodatkowo utrudniały separację. W tych warunkach zbioru ziemniaków nieuszkodzonych było ok. 76% przy prędkości  $1,25 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , a przy zwiększeniu prędkości do  $1,67 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  udział ziemniaków nieuszkodzonych zmniejszył się do ok. 60% (rys. 3).

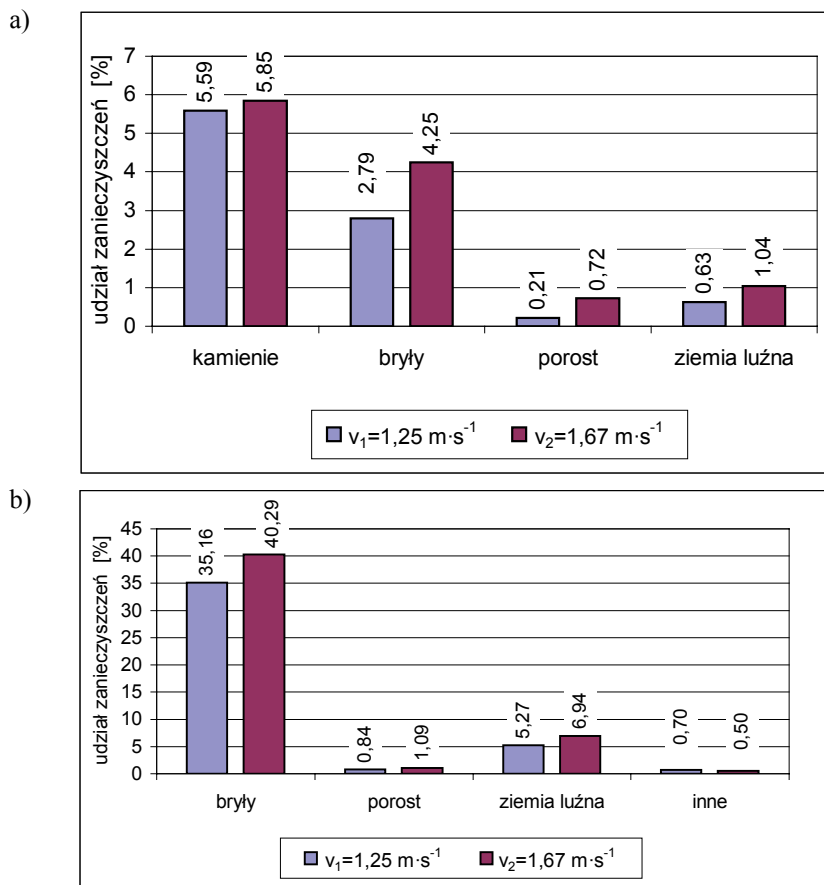


Rys. 3. Udział masowy uszkodzeń na glebie średniej przy prędkości roboczej: a)  $1,25 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , b)  $1,67 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

Fig. 3. Damage mass fraction of potato tubers on medium soil at working speed: a)  $1,25 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , b)  $1,67 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

Zanieczyszczenia bulw były silnie związane z rodzajem gleby, a szczególnie z jej zbrzyleniem. Wskaźnik zanieczyszczeń bulw pobieranych z wylotu przenośnika wyladowczego dla stosowanych prędkości na glebie lekkiej wynosił ok. 10%, zaś jego wartość podczas zbioru na glebie średniej wzrosła prawie pięciokrotnie (rys. 4). Ziemniaki zbierane na glebie średniej były zanieczyszczone głównie bryłami gleby, które ze względu na ich dużą zwięzłość i niewielką wilgotność nie ulegały rozbiciu na przenośnikach odsiewających. Na glebie lekkiej głównymi składnikami zanieczyszczeń były kamienie, które stanowiły 5,6–5,85% oraz bryły 2,8–4,25%. Natomiast na glebie średniej udział brył w całkowitej masie ziemniaków wraz z zanieczyszczeniami kierowanej na przyczepę wynosił nawet 40%.

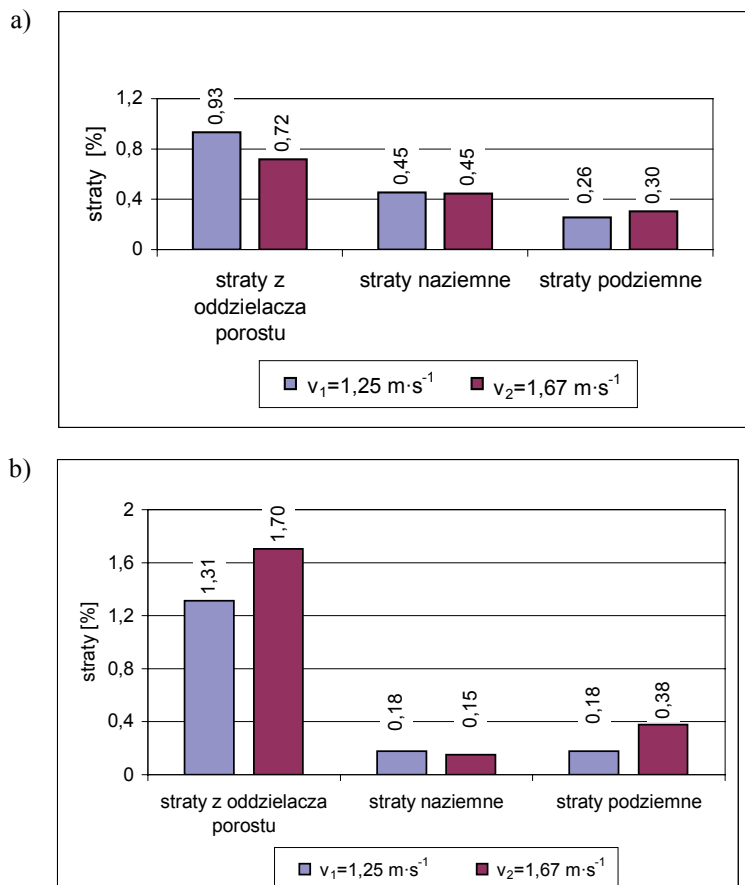
Wraz ze wzrostem prędkości roboczej odnotowano wzrost zanieczyszczeń porostem i luźną ziemią. Przy prędkości  $1,67 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  nie następowało całkowite przesianie się gleby na przenośnikach odsiewających, a porost nie był w całości wciągany przez wałki oddzielacza łęcin. Udział ziemi luźnej w ziemniakach wynosił ok. 5% przy prędkości  $1,25 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  i prawie 7% przy prędkości  $1,67 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ .



Rys. 4. Udział masowy zanieczyszczeń ziemniaków: a) na glebie lekkiej, b) na glebie średniej  
 Fig. 4. Contamination mass fraction of potato: a) on light soil, b) on medium soil

Zmiana prędkości roboczej z  $1,25$  do  $1,67 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  na glebie lekkiej nie miała istotnego wpływu na wielkość strat, wzrosły tylko zanieczyszczenia o 3%.

Podczas zbioru ziemniaków na glebie średniej zmiana prędkości nie wpłynęła na wskaźnik strat ogólnych. W tych warunkach pracy kombajnu straty bulw na wylocie z oddzielacza porostu zawierały się w przedziale 1,3-1,7%, a straty naziemne i podziemne przy obu prędkościach nie przekraczały 0,4% (rys. 5).



Rys. 5. Udział masowy strat ziemniaków: a) na glebie lekkiej, b) na glebie średniej  
 Fig. 5. Losses mass fraction of potato tubers: a) on light soil, b) on medium soil

## Wnioski

1. Na wskaźnik uszkodzeń bulw istotny wpływ wywierał rodzaj gleby. Większe wartości tego wskaźnika na glebie średniej wynikały z dużej ilości uszkodzeń lekkich.
2. Zanieczyszczenie plonu odbieranego na przyczepę na glebie średniej było ok. 5-krotnie wyższe niż na glebie lekkiej, dla stosowanych prędkości roboczych, a o wartości wskaźnika zanieczyszczeń decydowały kamienie na glebie lekkiej oraz bryły na glebie średniej.
3. W zakresie stosowanych prędkości roboczych nie stwierdzono istotnych zmian wskaźnika strat całkowitych, a jego wartość zależała przede wszystkim od strat bulw na wylocie oddzielnacza porostu.

## Bibliografia

- Karwowski T.** 1982. Teoria i konstrukcja maszyn rolniczych, t.2, cz.2. PWRiL, Warszawa. ISBN 83-09-00601-2.
- Lisowski A.** 1999. Opracowanie empirycznej formuły do wyznaczania wskaźnika uszkodzeń bulw ziemniaków. Problemy Inżynierii Rolniczej 2(24). s. 23-29.
- Marks N.** 1986. Wpływ wybranych czynników na powstawanie mechanicznych uszkodzeń bulw ziemniaczanych. Zeszyt Nauk. AR w Krakowie 107. s. 99.
- Sęk T., Florczak Z.** 1982. Możliwości zmniejszania uszkodzeń bulw ziemniaczanych podczas zbioru kombajnami. Maszyny i Ciągniki Rolnicze 6. s. 22-25.
- Szeptycki A.** 1985. Metodyka badań jakości pracy kombajnów do ziemniaków. IBMER XVIII/291, s. 17.
- Waszkiewicz Cz, Lisowski A, Strużyk A.** 1999. Effect of technical and exploitation parameters on quality indices of potato combine harvester. Ann. Warsaw Agricult. Univ. – SGGW, Agricult. 34. s. 39-45.
- System Maszyn Rolniczych 1988. Karta nr 9a-8 i 9a-10. Wydaw. IBMER, Warszawa.

## EFFECT OF SOME FACTORS ON QUALITY INDICES OF LOADING DIGGER

**Summary.** The thesis aimed at determination of quality indices of the loading digger AVR Prestige firm of TT model during potato harvesting on light and medium soils at two working speed 1,25 and 1,67 m·s<sup>-1</sup>. During potato harvesting on light soil a change of working speed from 1,25 to 1,67 m·s<sup>-1</sup> decreased tuber damage by 1,3%, but tuber losses and contamination were increased. The total part of tuber contamination on light soil amounted to about 10%. During potato harvesting on medium soil with clod content over 30 t·ha<sup>-1</sup> with the change of working speed from 1,25 to 1,67 m·s<sup>-1</sup> caused an increase in tuber damage by 3,5% and tuber contamination by 4,3%. The part of harvested soil clods together with other contamination amounted to about 50%. On medium soil change of working speed did not cause influence essential on tuber losses.

**Key words:** potato, damage, losses, tuber contamination.

### Adres do korespondencji:

Michał Sypuła; e-mail: [michal\\_sypula@sggw.pl](mailto:michal_sypula@sggw.pl)  
Katedra Maszyn Rolniczych i Leśnych  
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie  
ul. Nowoursynowska 166  
02-787 Warszawa