

Wzór cytowania:

Woźniak P., Bieńczyk A., Kiczek T., Gaszek K. 2022. Analiza technologii mechanicznego oczyszczania cebuli w maszynach przemysłowych. *Technika Rolnicza, Ogrodnicza, Leśna* 2: 53–60.



Łukasiewicz
Poznań
Institute of
Technology

Technika Rolnicza, Ogrodnicza, Leśna

Strona internetowa czasopisma: <https://tech-rol.eu/>

Analiza technologii mechanicznego oczyszczania cebuli w maszynach przemysłowych

Paweł Woźniak^{a,b,*}, Agata Bieńczyk^a, Tomasz Kiczek^{a,b}, Krzysztof Gaszek^{a,b}

^a Sieć Badawcza Łukasiewicz – Poznański Instytut Technologiczny, Poznań

^b Politechnika Poznańska, Wydział Inżynierii Mechanicznej, Poznań

Informacje o artykule

Data przyjęcia: 10.12.2022

Data akceptacji: 16.12.2022

Słowa kluczowe

obróbka cebuli
przetwórstwo
oczyszczanie cebuli
usuwanie korzenia i szczypioru
odmuchiwanie łuski

W artykule dokonano analizy zabiegów technologicznych mechanicznego oczyszczania cebuli dla obróbki pionowej oraz poziomej, tj. orientacji ustawiania cebuli. Ponadto poddano charakterystyce metody poszczególnych etapów procesu przetwórczego, uwzględniając usuwanie części szczypiorowej oraz korzeniowej i odmuchiwanie suchej łuski. Zaprezentowane metody obróbki zostaną porównane pod względem wad i zalet ich stosowania, w celu oceny rozwiązań w aspekcie wydajności przetwarzania oraz możliwości jej powiększenia, gdyż kluczową rolę mechanicznego przetwarzania odgrywa wydajność pracy oraz odpad cebuli.

The article analyzes the technological treatments of mechanical onion cleaning for vertical and horizontal processing, i.e. onion setting orientation. In addition, the methods of the individual stages of the processing process were characterized, taking into account the removal of the chives and root parts and the blowing off of the dry husk. The presented processing methods will be compared in terms of the advantages and disadvantages of their use, in order to evaluate solutions in terms of processing efficiency and the possibility of increasing it, because the key role of mechanical processing is played by work efficiency and onion waste.

Artykuł udostępniony na licencji CC BY 4.0:

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.en>

1. Wprowadzenie

Na przestrzeni ostatnich kilku lat w Polsce przetwórstwo warzywne odnotowuje dynamiczny wzrost, umacniając tym samym swoją pozycję w branży spożywczej na rynku Polskim oraz Unii Europejskiej [1, 2]. Z danych AMI (*Agricultural Market Information*) oraz GUS wynika, że unijne zbiory cebuli w tym samym sezonie wynosiły około 6 mln ton [3, 4].

Proces obierania cebuli w warunkach produkcji przemysłowej bardzo często realizowany jest ręcznie

przez pracowników fizycznych. Tego typu podejście jest mało wydajne i generuje wysokie koszty produkcji dla przedsiębiorcy, co powoduje, iż przy niskich marżach przetwarzania surowca proces staje się nieopłacalny. Niestety, coraz częściej problematyczne jest również pozyskiwanie kadry pracowniczej, gdyż praca jest uciążliwa pod względem fizycznym oraz fizjologicznym z uwagi na powstający szkodliwy odór z soków poprodukcyjnych. Przy aktualnych dostępnych technologiach wymagana jest segregacja wielkości cebuli z uwagi na dostosowanie jej do możliwości

* Autor do korespondencji: pawel.wozniak@pit.lukasiewicz.gov.pl

eksploatacyjnych urządzeń obróbczych. Implikuje to wiele problemów z możliwościami realizacji zautomatyzowanego procesu oczyszczania tego typu warzyw za pośrednictwem aktualnie dostępnymi technologiami. Wykorzystując aktualne technologie, generowany jest również duży odpad poprodukcyjny, gdzie ubytek masy cebuli wynosi około 30%, natomiast w skrajnych przypadkach przy mało zaawansowanych urządzeniach wielkość odpadu wynosi aż 50%.

Zatem, uzasadnione są ciągłe poszukiwania przez przedsiębiorców wysokowydajnych i niezawodnych rozwiązań konstrukcyjnych maszyn spełniających kryteria jakościowe w aspekcie uzyskiwanego produktu oraz ilości powstałego odpadu. W procesie oczyszczania cebuli na wielkość odpadu ma bardzo duży wpływ zastosowana technologia oraz rodzaj i zastosowanych noży w procesie. Zatem, opracowanie efektywnej technologii oczyszczania cebuli wiąże się również z opracowaniem dedykowanych noży skrawających.

Problemy związane ze wzrostem kosztów eksploatacyjnych (koszty prądu) oraz zmienna cena surowca powodują, że realizacja procesu oczyszczania cebuli jest na granicy opłacalności, a przede wszystkim nie sprzyja to zmniejszeniu tendencji marnotrawienia żywności. Dlatego też istotnym aspektem związanym z przetwórstwem cebuli jest możliwość wykorzystania odpadów poprocesowych. Odpady w postaci skórek oraz odpady po usuwaniu części szczypiorowej i korzeniowej cebuli mogą być wykorzystane na cele energetyczne. Z ekologicznego punktu widzenia, zagospodarowanie odpadów poprodukcyjnych na cele energetyczne jest w pełni uzasadnione, w tym w formie pelletu czy brykietu [5]. Unikając utylizacji, nowa technologia przyczyni się do przeciwdziałania marnotrawieniu żywności, racjonalnego gospodarowania zasobami naturalnymi w myśl zasady „Zerowaste”. Wyeliminowane zostaną koszty związane z utylizacją odpadów a wyprodukowany nowy materiał może zostać wykorzystany dla własnych potrzeb energetycznych w przedsiębiorstwie lub może zostać wprowadzony na rynek przynosząc dodatkowe źródło dochodowe.

Z uwagi na powyższe cele pracy było dokonanie zestawienia dostępnych technologii stosowanych w procesie mechanicznego oczyszczania cebuli.

2. Typy i odmiany cebuli w przetwórstwie spożywczym

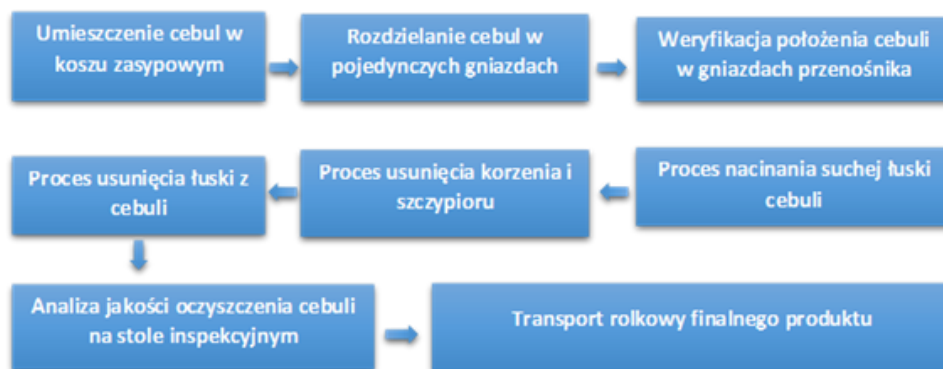
Rozwój uprawianych cebul uzależniony jest od długości dnia i ilości światła docierającego do roślin. Polskim producentom znane są przede wszystkim odmiany typu Rijnsburger [6]. Charakteryzują się żółtą barwą suchej łuski i przeznaczone są do długiego i bardzo

długiego przechowywania. Drugą grupą cebul jest typ amerykański, ich rozwój również przebiega w warunkach dnia długiego. Cechuje się silnym systemem korzeniowym, silnym wzrostem, dzięki czemu są mniej podatne na choroby systemu korzeniowego. W ostatnich latach rośnie popularność odmian typu hiszpańskiego, w przypadku których tworzenie zgrubień cebulowych odbywać się może w warunkach średniej długości i długiego dnia. Ta grupa tworzy duże cebule, z czym związany jest wysoki potencjał plonotwórczy. Odmiany typu hiszpańskiego uprawiane są głównie przez tych producentów, którzy produkują cebule przeznaczone do obierania, tj. Action, Baltido, Banko, Bonus, Bratko, Carlos, Exhibition, Lagergold, Majka, Meranto, Valentino i Vicking [7–9]. W Polsce w produkcji można napotkać też cebule należące do mniej znanych grup, np. typu Stuttgarter, o różnym zabarwieniu łuski (biała, czerwona i żółta), które zazwyczaj uprawia się jako ozime. Na świecie uprawia się ponadto cebule typu japońskiego (odmiany średnio krótkiego dnia) i typ Grano (krótkiego dnia). Alternatywnym sposobem jest w naszym kraju uprawa cebuli z dymki, co jest szczególnie popularne przy wczesnej produkcji na zbiór pęczkowy (ze szczypiorem) lub w celu uzyskania wczesnej, zbieranej już pod koniec sierpnia cebuli w łusce.

3. Metody i narzędzia stosowane do oczyszczania cebuli

3.1. Opis technologii oczyszczania cebuli

Technologia oczyszczania cebuli rozpoczyna się pracami przygotowawczymi (rys. 1). Cebula przywieziona z pola jest poddana wstępnemu oczyszczeniu (usunięciu resztek gleby z cebuli, czyszczeniu łuski oraz podcięciu zeschniętego długiego szczypioru i korzenia). W zakładzie cebula jest weryfikowana pod kątem spełnienia podstawowych parametrów jakościowych do mechanicznego obierania, w tym twardości, wielkości (cebule poniżej 45 mm średnicy nie nadają się do mechanicznego obierania), terminu zbioru [10]. Następnie cebula jest transportowana do linii technologicznej mechanicznego obierania. Transport cebuli może być realizowany przy wykorzystaniu zautomatyzowanego przenośnika taśmowego pracującego w trybie pracy ciągłej, przenośnika rolkowego lub bezpośrednio z kosza załadunkowego realizującego swoje funkcje w trybie pracy cyklicznej. Są to rozwiązania najczęściej stosowane w praktyce przemysłowej [11, 12].



Rys. 1. Schemat blokowy przedstawiający opracowaną technologię oczyszczania cebuli (opracowanie własne)

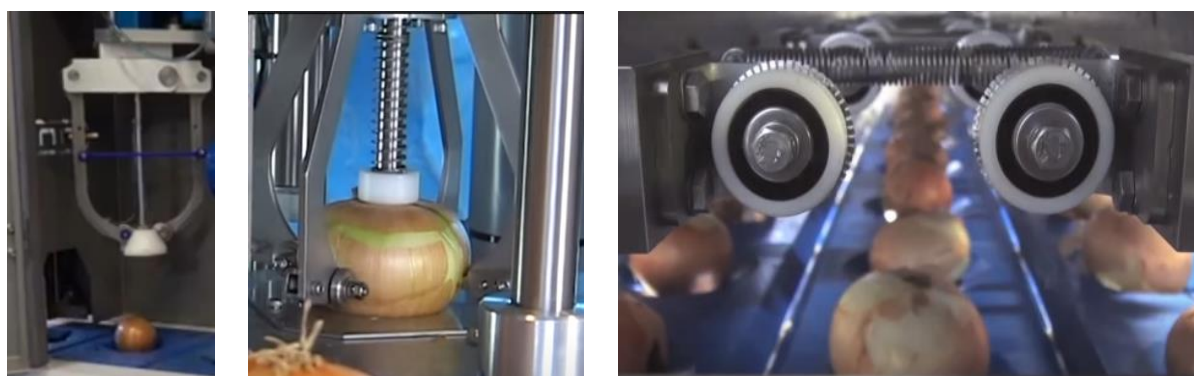
3.2. Sposoby orientacji cebuli w gniazdach obróbczych

Proces mechanicznej obróbki rozpoczyna się od umieszczenia cebuli w koszu zasypowym, z którego jest przenoszona za pomocą zabieraków palcowych do gniazd obróbczych. Personel dokonuje korekty orientacji położenia cebuli w gniazdach, w zależności od stosowanej technologii obróbki – w kierunku pionowym lub poziomym. W technologii pionowej cebule pozycjonowane są korzeniem lub szczypiorem ku górze. Natomiast w technologii poziomej cebule pozycjonowane są w gniazdach na linii szczypiorem i korzeniem horyzontalnie poprzecznie do kierunku przesuwu przenośnika. Kluczową rolę stanowi dokładność orientacji umieszczonej w gniazdach obróbczych cebuli, co warunkuje prawidłowe wycięcie korzenia i szczypioru jednocześnie, pozbawionych części suchej łuski w okolicach wycięcia. Konstrukcja gniazd obróbczych zapewnia mocowanie cebul o średnicy podziałowej w za-

kresie 45mm-130 mm, uwzględniając jej geometrię zewnętrzną [13-17].

3.3. Charakterystyka zespołów nacinających łuskę cebuli

Wypozycjonowana cebula na przenośniku trafia do zespołu nacinającego, w którym jej łuska jest nacinana za pomocą specjalnie zaprojektowanych noży z ostrzami rozcinającymi suchą łuskę. Powszechnie stosowanymi w technologii pionowej urządzeniami do nacinania suchej łuski są wieloramienne palce zakończone okrągłymi ostrzami i centralnym stemplem dociskowym, przedstawione na rys. 2. Palce dociskane są do cebuli za pomocą elastycznych naciągów lub sprężyn, aby umożliwić zagłębienie się ostrzy wewnątrz cebuli. Zastosowanie naciągu pozwala na dostosowanie się palców do kształtu cebuli. Zmianę głębokości nacięć reguluje się poprzez zmianę średnicy ostrzy.



Rys. 2. Rozwiązania układów nacinania stosowanych w technologii pionowej (fot. od lewej maszyny firmy Finis, Sevenchefs, Finis)

W większości rozwiązań istniejących na rynku w technologii poziomej proces nacinania odbywa się za pomocą ostrzy noży dociskanych do cebuli poprzez układ sprężyn do przesuwanej na taśmie transportowej.

W odróżnieniu do obróbki pionowej cebula jest przesuwana po ostrzach noży, których konstrukcja jest mocowana na stałe do ramy, (rys. 3).



Rys. 3. Układ nacinania suchej łuski w technologii poziomej (fot. od lewej firmy Sormac, Dofra)

3.4. Metody wycinania części szczypiorowej i korzeniowej

W kolejnym etapie cebula przemieszczana jest do centrum obróbczego usuwającego część szczypiorową i korzeniową jednocześnie. W przypadku urządzeń stosowanych w pionowej technologii stosuje się zamienne układy odcinające lub układy wierzące. Nacinanie

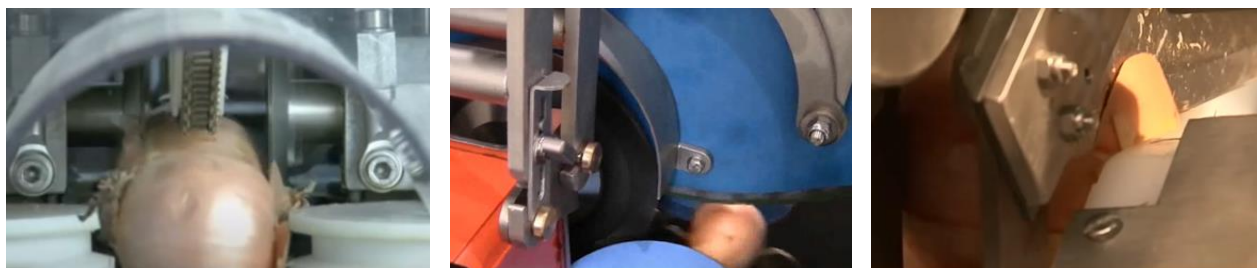
odbywa się przeważnie w kierunku poziomym ostrzami płaskimi przesuwanymi za pomocą siłowników liniowych, bądź obrotowo za pomocą serwomechanizmów z wykorzystaniem frezów i ostrzy kulistych. W odosobnionych przypadkach stosuje się wycinanie za pomocą kształtowych ostrzy przesuwanych siłownikami pneumatycznymi (rys. 4) [18].



Rys. 4. Proces nacinania cebuli w płaszczyźnie poziomej (fot. od lewej firmy Sevenchefs, Finis., CP100, IOPACK)

W obróbce poziomej usuwanie części szczypiorowej i korzeniowej odbywa się w tym samym czasie za pomocą jednakowych tarcz obrotowych, mocowanych po obu stronach przesuwanego gniazda obróbczego (rys. 5). Układ usuwania pozwala na dostosowanie się do wielkości cebuli, za pomocą regulowanego zderzaka obcinając części cebuli na odpowiedniej głą-

bokości. Przytrzymanie cebuli podczas procesu realizowane jest za pomocą układu łańcuchowego z dociskiem cebuli z góry o równej prędkości liniowej z taśmą transportującą cebulę. Istnieją również rozwiązania, w których usuwanie części szczypiorowych i korzeniowych odbywa się za pomocą noży stałych.

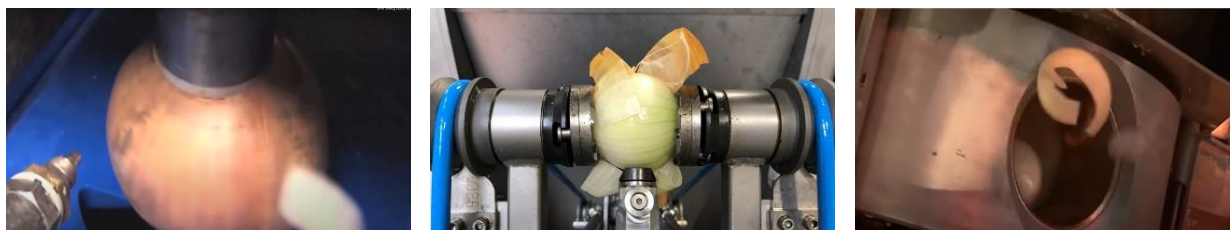


Rys. 5. Zespół noży w module usuwania części korzeniowej i szczypiorowej (fot. od lewej firmy Dofra, Sormac, M&P)

3.5. Moduł odmuchu suchej łuski z cebuli

Cebula pozbawiona części szczypiorowej i korzeniowej oraz z naciętymi łuskami wprowadzana jest do modułu odmuchu. W module tym jest ona wprawiana w ruch obrotowy, w celu przyspieszenia usunięcia łuski, przy wykorzystaniu dysz zasilanych sprężonym powietrzem (rys.6).

Powszechnie w maszynach do usuwania suchej łuski z cebuli wykorzystuje się dysze oddechowe z wykorzystaniem sprężonego powietrza. W zależności od ilości stosowanych dysz do odmuchu jednej cebuli wykorzystuje się dysz jednocentrowe lub posiadające wiele otworów wylotowych. W zależności od rozwiązań obrotu cebuli stosuje się różne parametry dysz, uwzględniające ilość otworów, ich średnicę, wydatek powietrza oraz odległość od cebuli [19-21].



Rys. 6. Metody odmuchu suchej łuski cebuli (fot. od lewej firmy Finis, Sormac, M&P)

3.6. Kontrola jakości oczyszczania cebuli

W wyniku przeprowadzonych mechanicznych procesów obróbczych cebuli bez względu na zastosowaną technologię jej oczyszczania jakość finalnego produktu ocenia się wizualnie na stole inspekcyjnym. Ocena wizualna personelu doczyszczającego ręcznie cebule jest

istotna ze względu na fakt, iż cebule po procesie oczyszczania przeznaczone są do dalszego przetwarzania, tj. krojenia na kostkę lub w plastry. Wymagane jest, aby cebule pozbawione zostały części suchych, elementów twardych, tj. części korzeniowych oraz uszkodzeń i wad powstałych na etapie uprawy [22] (rys.7).



Rys. 7. Zestawienie cebul oczyszczonych prawidłowo i wymagające ręcznego doczyszczania (opracowanie własne)

Dokonano porównania cebul oczyszczonych prawidłowo oraz cebul wymagających ręcznego doczyszczania. Wady ukazane na rys. 7 zawierają błędy procesu oczyszczania wynikające z braku zdjęcia pierwszej łuski mokrej zawierającej elementy łuski suchej, co spowodowane jest małą głębokością nacinania oraz małym zagłębieniem noża wycinającego część korzeniową. W procesie oczyszczania mechanicznego poza dążeniem do minimalizacji wielkości odpadu, tj. suchej łuski, części korzeniowej i szczypiorowej, kluczowe jest osiągnięcie maksymalnej efektywności jej oczyszczania na poziomie 80-90% . Przyczynia się to

do minimalizacji zapotrzebowania osób do wspomaganie procesu obróbczego.

4. Podsumowanie

W artykule przedstawiono odmiany cebuli uprawianych w Polsce na cele przetwórcze oraz scharakteryzowano z wyszczególnieniem na etapy technologii ich oczyszczania, w której finalnym produktem jest biała cebula wolna od wad i wtrąceń niepożądanych do dalszego przetwarzania (krojenie w kostkę, plastry, itp.). Wśród powszechnie uprawianych cebul, wyróżnia się

odmiany Action, Baltido, Banko, Bonus, Bratko, Carlos, Exhibition, Lagergold, Majka, Meranto, Valentino i Vicking, które są przeznaczone są głównie na przetwórstwo. Następnie dokonano charakterystyki poszczególnych etapów przetwarzania, tj. rozdzielania cebuli z kosza zasypowego, pozycjonowanie w gniazdach obróbczych, nacinanie suchej łuski, usuwanie szczypioru i korzeni, odmuch suchej łuski oraz ręczne doczyszczanie na stole inspekcyjnym. Dokonano również porównania poziomej i pionowej obróbki surowca z na podstawie istniejących rozwiązań na rynku. Następnie porównano metody obróbcze do usuwania szczypioru i korzenia cebuli oraz suchej łuski i dokonano oceny efektów ich oczyszczenia.

W technologii poziomej taśma pracuje w ruchu ciągłym, co obniża precyzję pozycjonowania. Poprzez ułożenie poziome cebuli i ciecie proste technologia cechuje się wysokim odpadem. Poprzez wycinanie stożkowe i zatrzymanie taśmy podczas obróbki pionowej, zwiększa się precyzję pozycjonowania i minimalizuje jednocześnie odpad. W przypadku maszyn obróbki pionowej wzrost wydajności realizuje się poprzez zwiększenia na maszynie linii obróbczych, natomiast w maszynach obróbki poziomej należy dostawić kolejną jednotorową maszynę. W procesie oczyszczania mechanicznego kluczowe jest osiągnięcie maksymalnej efektywności jej oczyszczania na poziomie 80-90% oraz dążenie do minimalizacji wielkości odpadu.

Źródło finansowania

Artykuł powstał w ramach realizacji projektu POIR.04.01.04-00-0063/18-00 finansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Inteligentny Rozwój. Projekt realizowany w ramach konkursu Narodowego Centrum Badań i Rozwoju: 1/4.1.4/2018/POIR Projekty Aplikacyjne. Badania zostały przeprowadzone w ramach Programu Doktorat Wdrożeniowy Ministerstwa Edukacji i Nauki realizowanego w latach 2020-2024.

Literatura

- [1] Baloch R.A. i inni: Economic Analysis of Onion (*Allium cepa* L.) Production and Marketing in District Awaran, Balochistan. *Journal of Economics and Sustainable Development*, Vol.5, No.24, 2014.
- [2] <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/rolnictwo-lesnictwo/uprawy-rolne-i-ogrodnicze/wynikowy-szacunek-glownych-ziemioplodow-rolnych-i-ogrodniczych-w-2021-roku.5.20.html>
- [3] Piechowiak T., Józefczyk R., Balawejder M. Przetwarzanie odpadów z produkcji cebuli w żywność funkcjonalną, *Polish Journal for Sustainable Development* T. 24 cz. 1, 2020.
- [4] <https://foodfakty.pl/rynek-cebuli-w-polsce-perspektywy-na-sezon-2020-21>
- [5] Obidziński S., Kowczyk-Sadowy M., Joka M., Jadwisieńczyk K.: *Densification and Fuel Properties of Onion Husks*. *Energies*, vol. 12, Switzerland, 2019.
- [6] <https://www.warzywapolowe.pl>, Przewodnik po odmianach cebuli w Polsce 2021.
- [7] Ambrose D. C. P.: *Engineering Properties of Peeled and Unpeeled Multiplier Onion* Central Instt. of Agrl. Engg., Regional Centre, Coimbatore, India, ISSN: 2347-4688, Vol. 8, No.(3) 2020.
- [8] Badełek E., Kosson R., Adamicki F., Maciorowski R. Wpływ odmiany i warunków przechowywania na zawartość wybranych składników w cebuli, *Zeszyty Naukowe Instytutu Ogrodnictwa* 2016,24: 19-31.
- [9] Desh R.C., Choudhary H.: *Improved varieties of onion*. 2015, Research Gate (access 29.05.2021).
- [10] Nadulski R., Guz T.: Wpływ niektórych parametrów konstrukcyjno-eksploatacyjnych na proces cięcia warzyw. *Inżynieria Rolnicza*, 2001,Nr 10 (30). s. 253-258.
- [11] Ravichandran, P., Anbu, C., Sathish Kumar, S., Sakthivel, A., & Thenralarasu, S. (2019). Design and fabrication of automatic onion peeling and cutting machine. *International Journal of Scientific and Technology Research*, 8(12), 2067–2070.
- [12] Srivastava, A., VanEe, G., Ledebuhr, R., Welch, D., & Wang, L. (1997). Design and development of an onion-peeling machine. *Applied Engineering in Agriculture*, 13(2), 167–173. <https://doi.org/10.13031/2013.21593>.
- [13] Hegazy R., i inni: *Development of onion peeling machine suitable for small-scale agri-cultural industries*. *Fresenius Environmental Bulletin* 2020.
- [14] Swaminathan C., I inni: *Bulb Orientation at Sowing Influences Germination and Yield in Onion (Allium cepa L)* *Indian Horticulture Journal* 10(3/4): 56-60 July-Dec, 2020.
- [15] Maurya S. K. i inni: *Effect of Spacing and Varieties on Quality Parameters of Rabi Onion (Allium cepa L.)*. *Ind. J. Pure App. Biosci.*, 7(5), 2019.
- [16] Amer Essa A.H., Gamea G.R.: *Physical and mechanical properties of bulb onions*. 2002, Research Gate (access 29.05.2021).

- [17] Kiczek T., Woźniak P., Bińczak A., Kaźmierczak M. Metody cięcia w przemyśle spożywczym , Technika Rolnicza, Ogrodnicza i Leśna, 1(2) 5-10, Poznań, 2022.
- [18] Nor N.H. M.: Design and Development of Shallots Skin Peeler Machine. Journal of Industry, Engineering and Innovation, Vol. 1 No. 2, Malaysia,2019.
- [19] Bochat A., Zastempowski M. Wachowicz M.: Cutting Tests of the Outer Layer of Material Using Onion as an Example. Materials 14(9), 2021.
- [20] Zhao di J. inni: Study on Characteristics of Pneumatic Nozzle and Blowing System. Materials Science and Engineering 382, 2018.
- [21] Hanci F., Gokce A. F.: Comparasion of different metods to determination of bulb dry skin color in onion. 1. International GAP Agriculture and Livestock Congress, Şanlıurfa-Turkey, 2018.
- [22] El-Ghobashy, Adel H.Bahnasawy, A.Ali, S., M.T.Afify, & Z.Emara. (2004). Development and Evaluation of onion peeling machine. Plant J, 38(September), 19–22.

