

CHARAKTERYSTYKA WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNYCH NASION
MARCHWI I PIETRUSZKI PO ZBIORZE KOMBAJNOWYM*

*Marian Panasiewicz, Paweł Sobczak, Jacek Mazur, Kazimierz Zawisłak,
Rafał Nadulski*

Katedra Inżynierii i Maszyn Spożywczych, Wydział Inżynierii Produkcji,
Uniwersytet Przyrodniczy
ul. Doświadczalna 44, 20-236 Lublin
e-mail: marian.panasiewicz@up.lublin.pl

Streszczenie. Przygotowanie wartościowego i kwalifikowanego materiału siewnego marchwi i pietruszki wymaga wiedzy z zakresu podstawowych właściwości fizycznych nasion gatunku podstawowego oraz pozostałych komponentów mieszaniny ziarnistej (zanieczyszczenia, nasiona innych gatunków roślin itp.). Znajomość cech fizycznych nasion wymagana jest ponadto przy doborze i ustalaniu parametrów techniczno-technologicznych procesów czyszczenia i separacji czy innych zabiegów ukierunkowanych na uszlachetnianie materiału siewnego. W pracy zestawiono i porównano wybraną grupę właściwości fizycznych oraz skład granulometryczny nasion marchwi i pietruszki pozyskanych w zbiorze kombajnowym. Wykazano zróżnicowanie niektórych cech fizycznych nasion marchwi i pietruszki, przy czym dotyczyło to głównie charakterystyk masowych (gęstość w stanie zsypanym i gęstość utrzęsona) oraz wymiarów geometrycznych najbardziej licznych i reprezentatywnych frakcji wymiarowych. Analiza składu granulometrycznego nasion obu warzyw, przeprowadzona równoległe na przesiewaczu sitowym i wibracyjnym, wykazała, że najbardziej liczną i reprezentacyjną z punktu widzenia wartości siewnej grupą były nasiona marchwi o wymiarach 1,3, 1,5 i 1,7 mm. Łączna ilość tych trzech frakcji stanowiła około 78% ogółu oczyszczonych wcześniej nasion. W przypadku nasion pietruszki najbardziej liczną grupę stanowiły nasiona o wymiarach 1,1 i 1,3 mm, a ich sumaryczny udział w ogólnej masie nasion wyniósł około 84,46.

Słowa kluczowe: właściwości fizyczne, nasiona marchwi, nasiona pietruszki, skład granulometryczny

WYKAZ OZNACZEŃ

w – wilgotność nasion (%),

u_s – średnia zawartość wody ($\text{kg H}_2\text{O} \cdot (\text{kg s.m.})^{-1}$),

*Praca naukowa finansowana ze środków Narodowego Centrum Nauki przyznanych przez MNiSZW jako projekt badawczy NN 313757140 realizowany w latach 2011-2014.

ρ_s – gęstość w stanie zsypana ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$),
 ρ_u – gęstość utrzęsiona ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$),
 d – średni wymiar cząstki (mm),
 C_i – czystość mieszaniny nasion (%),
 S_i – straty nasion (%),
 $q_r(d)$ – gęstość rozkładu (%).

WSTĘP

Problematyka właściwości fizycznych nasion marchwi i pietruszki stanowi ważną część prac dotyczących ich uprawy, sposobów czyszczenia, technologii magazynowania czy też przetwarzania. Cechy te mogą się istotnie różnić w obrębie danego gatunku, a nawet odmiany (Michalik 2004, Domaradzki i in. 2002, 2004a, Duczmała i in. 2000). Wynika to z rejonizacji upraw, stosowania nowych metod i technik uprawy, nawożenia i ochrony roślin. Stąd też informacje o zmienności zasadniczych cech fizycznych nasion stanowią ważne dane między innymi dla mechanizatorów rolnictwa na temat technologii siewu, zbioru, obróbki pozbiorowej (czyszczenia, sortowania), transportu i konstrukcji, jak też i budowy maszyn oraz obiektów magazynowych (Grochowicz 1994, Panasiewicz i in. 2012, Szot 2008).

W procesie skutecznego rozdziału dowolnej mieszaniny ziarnistej używa się następczo kilku cech rozdzielczych, umożliwiających wykorzystanie różnic w cechach fizycznych cząsteczek materiału podstawowego i zanieczyszczeń. W przypadku niewielkich różnic w cechach rozdzielczych między materiałem podstawowym a zanieczyszczeniami nie jest obojętne od której cechy rozpoczęty zostanie podział (Bieniek 2003, Choszcz i in. 2008, Feder i in. 2008, Panasiewicz 1999). W przypadku nasion marchwi i pietruszki procesy rozdzielania są stosunkowo trudne do wykonania, gdyż mamy tutaj do czynienia z nietypowym materiałem o zróżnicowanym charakterze biologicznym i zawartymi w nim różnorodnymi zanieczyszczeniami (Domaradzki i in. 2005, Feder i in. 2005). Mieszaniny tych nasion cechuje znaczna różnorodność i zmienność właściwości fizycznych, nawet w obrębie tej samej odmiany. Nasiona pozyskane w zbiorze kombajnowym zawierają w swoim składzie nasiona gatunku podstawowego, nasiona innych gatunków uprawnych, ale obcych, obniżających lub dyskwalifikujących nasiona gatunku podstawowego, nasiona chwastów, zanieczyszczenia mineralne (piasek, pył, drobne bryłki ziemi lub kamyczki) oraz zanieczyszczenia organiczne (części liści, łodyg itp.). Z takiej mieszaniny należy wydzielić frakcję nasion podstawowych o czystości wymaganej przez normy dla określonego kierunku ich użytkowania. Wydzielanie nasion odbywa się na podstawie cech rozdzielczych obejmujących różne właściwości fizyczne materiału podstawowego i zanieczyszczeń. Cechy rozdzielcze można sklasyfikować uwzględniając ich współzależność oraz zasady ich przeznaczenia

i oddziaływania. Do ważniejszych cech fizycznych wykorzystywanych w procesach rozdziału i czyszczenia można zaliczyć między innymi cechy geometryczne, zespół cech aerodynamicznych, charakterystyki masowe, właściwości mechaniczne czy tekstura powierzchni nasion i zanieczyszczeń (Szot 2008, Kaleta, Wojalski 2008, Panasiewicz 1999, Tylek 2012).

Głównym celem badań było określenie najważniejszej grupy właściwości fizycznych nasion marchwi i pietruszki, które w następstwie mają zasadniczy wpływ na przebieg i skuteczność procesu ich czyszczenia i rozdziału na poszczególne frakcje wymiarowe. Analiza wyników badań obejmowała wyodrębnienie największych różnic występujących w poszczególnych grupach cech fizycznych kolejnych komponentów mieszaniny, w kontekście skuteczności procesu czyszczenia i końcowej jakości biologicznej nasion marchwi i pietruszki jako wartościowego materiału siewnego. Wyznaczano cechy geometryczne i charakterystyki masowe surowca podstawowego i zanieczyszczeń w odniesieniu do każdej wydzielonej frakcji.

Zakres pracy obejmował:

- ocenę wyznaczonych cech fizycznych poszczególnych frakcji wymiarowych nasion,
- zestawienie i weryfikację największych różnic pomiędzy odpowiednimi cechami rozdzielczymi nasion gatunku podstawowego i frakcji zanieczyszczeń.

MATERIAŁ I METODY

Metodyka badań i zakres prowadzonych doświadczeń oparte zostały na wykorzystaniu laboratoryjnych urządzeń do rozdziału i separacji materiałów ziarnistych, będących w wyposażeniu Katedry Inżynierii i Maszyn Spożywczych. Badano właściwości fizyczne nasion, takie jak: gęstość usypową, gęstość utrzesioną, kąt zsypania i usypu oraz rozkład granulometryczny uzyskany na dwóch typach przesiewczy laboratoryjnych. Badania prowadzono z zachowaniem zasad i Norm Polskich (PN-79/R-65950), (PN-C-04501), przewidzianych dla tego typu doświadczeń oraz uwarunkowań związanych z powtarzalnością ich prowadzenia.

Materiałem badawczym były nasiona marchwi i pietruszki pozyskane ze zbiorów 2011 roku kombajnem zbożowym, po uprzednim zastosowaniu procesu desykcji łanu. Badaniom poddano nasiona marchwi jadalnej późnej odmiany „Berlikumer 2 – Perfekcja” i nasiona pietruszki odmiany Omega.

Do badań wykorzystano laboratoryjne stanowiska do określania podstawowych właściwości fizycznych oraz separator sitowy i wibracyjny, które pozwalały na prowadzenie procesu podziału w zróżnicowanych warunkach i przy zastosowaniu odmiennych parametrów. W skład pierwszej grupy stanowisk badawczych

wchodziły standardowe urządzenia do określenia wybranych właściwości fizycznych badanych mieszanin nasion wg aktualnie obowiązujących Norm Polskich [PN-R-67050], [PN-R 65023].

Do wstępnego czyszczenia nasion wykorzystano laboratoryjny separator sitowo – pneumatyczny z wymiennym zestawem sit o otworach okrągłych i kwadratowych (fot. 1).



Fot. 1. Laboratoryjny separator sitowo-pneumatyczny SZD

Photo 1. Laboratory sieve-air separator

Czystość mieszaniny nasion po *i*-tym elemencie rozdzielczym określano wg wzoru (1):

$$C_i = \frac{M_i}{M_c} \cdot 100 \text{ (\%)} \quad (1)$$

gdzie: M_i – masa nasion w próbce pobranej po *i*-tym elemencie rozdzielczym przed procesem czyszczenia (g),

M_c – całkowita masa próbki laboratoryjnej (g),

Straty nasion w procesie czyszczenia obliczano z zależności (2):

$$S_i = \frac{m_c - m_i}{m_c} \cdot 100 \text{ (\%)} \quad (2)$$

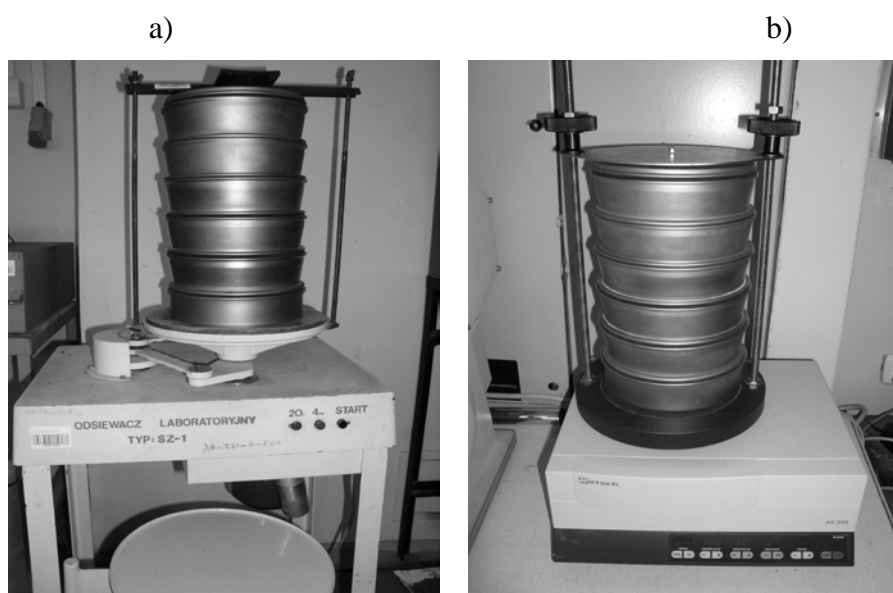
gdzie: m_c – masa nasion gatunku podstawowego w próbce przed czyszczeniem,

m_i – masa nasion w produkcie czyszczenia po *i*-tym elemencie rozdzielczym po procesie czyszczenia (g).

W trakcie prowadzenia doświadczeń wielkość otworów sit dobierana była pod kątem jak najskuteczniejszego rozdzielenia mieszaniny ziarnistej na poszczególne frakcje wymiarowe oraz skutecznego wydzielenia zanieczyszczeń.

Drugą grupę urządzeń stanowiły laboratoryjne stanowiska, w których skład wchodziły:

- przesiewacz sitowy z wymiennym zestawem sit o otworach okrągłych typu SZ-1,
- przesiewacz wibracyjny z możliwością regulowania częstotliwości drgań, (zestaw sit o otworach okrągłych) (fot. 2).



Fot. 2. Stanowiska badawcze do określania składu granulometrycznego nasion

Photo. 2. Laboratory stand for the determination of grain size composition of seeds

Rozkład wymiarów poszczególnych frakcji nasion określano metodą analizy sitowej, przesiewając próbki nasion o masie 100 g przez zestaw sit o malejących wymiarach otworów. Zastosowano sита o otworach okrągłych w ciągu od 0,8 do 4,0 mm, w przedziale co 0,2 mm. W oparciu o uzyskane dane określano sumę rozkładu granulometrycznego $Q_r(d)$ określającą część całkowitej ilości cząstek (nasion) mieszczących się w przedziale wymiarów pomiędzy d_{min} i d . Gęstość rozkładu $q_r(d)$ określano wg wzoru:

$$q_r(d) = \frac{d[Q_r(d)]}{d(d)} \quad (\%) \quad (3)$$

gdzie: $Q_r(d)$ – suma rozkładu granulometrycznego, określająca jaka część całkowitej ilości cząstek leży w przedziale pomiędzy d_{min} i d , $q_r(d)$ – krzywa gęstości rozkładu, charakteryzująca udział miary dla każdej cechy zbioru w przedziale $d(d)$.

Wyniki analizy sitowej zapisywano w układzie tabelarycznym i obliczano udział poszczególnych frakcji w próbce, określając założone w metodyce wskaźniki.

WYNIKI I DYSKUSJA

Uzyskane wyniki badań wykazały duże zróżnicowanie w zakresie badanych cech fizycznych oraz w odniesieniu do rodzaju i stopnia zanieczyszczenia nasion marchwi i pietruszki. W ramach prowadzonych badań określono skład granulometryczny oczyszczonych wcześniej nasion, wydzielając ich poszczególne frakcje, które oceniono pod kątem jakości technologicznej i siewnej oraz ilościowego udziału najwartościowszej frakcji w ogólnej masie nasion. Porównując wybraną grupę właściwości fizycznych obu badanych grup nasion, postrzeganych jako ich szczegółowa charakterystyka, należy stwierdzić duży zakres podobieństwa w ocenie poszczególnych cech (tab. 1). I tak wykorzystane do badań nasiona miały zbliżony poziom wilgotności, wartości kąta zsypania i usypania oraz masy tysiąca nasion.

Tabela 1. Wybrane właściwości fizyczne badanych nasion marchwi i pietruszki
Table 1. Selected physical properties of carrot and parsley seed

Właściwości fizyczne nasion – Physical properties	Rodzaj nasion Kind of seed	
	Marchew Carrot	Pietruszka Parsley
Wilgotność – Moisture content W (%)	7,7	7,1
Średnia zawartość wody u_s – Average water content (kg H ₂ O·(kg s.m.) ⁻¹)	0,084	0,082
Gęstość w stanie zsypania – Bulk density ρ_s (kg·m ⁻³)	385,5	567,9
Gęstość utrząsiona – Shaken density ρ_u (kg·m ⁻³)	399,9	598,2
Masa 1000 nasion – Mass of 1000 seeds (g)	1,30	1,66
Kąt zsypania – Chute angle (°)	33,3	30,1
Kąt usypania – Angle of repose (°)	37,7	32,8
Średni wymiar cząstki – Average particle size d (mm)	1,38	1,21

Źródło: Opracowanie własne - Source: own study

Znacznie większe zróżnicowanie odnotowano w przypadku porównywania charakterystyk masowych obu grup nasion, tj. gęstości usypowej i utręzionej. Stanowią one jeden z ważniejszych parametrów mających wpływ na szereg procesów przetwórczych, w szczególności zaś operacjach pakowania, przechowywania, transportu oraz czyszczenia i separacji. W przypadku gęstości w stanie zsypania i gęstości utręzionej nasiona pietruszki odznaczały się znacznie wyższą wartością tych parametrów niż nasiona marchwi. Różnica ta średnio wyniosła w przypadku gęstości w stanie zsypania 32,1%, zaś gęstości utręzionej 33,4%.

Porównując średni wymiar nasion najwyższe wartości tej cechy odnotowano dla nasion marchwi, przy jednocześnie niższej, w porównaniu do pietruszki masie tysiąca nasion.

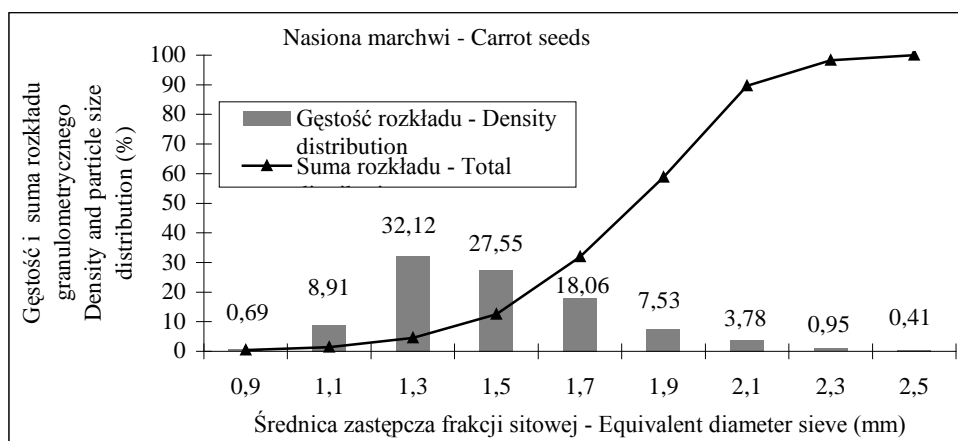
Analizując uzyskane wyniki badań dotyczące czyszczenia wstępnego mieszaniny nasion badanych warzyw otrzymanych w wyniku zbioru kombajnem, należy stwierdzić, że zastosowanie separatora sitowo-pneumatycznego z możliwością doboru rodzaju, wielkości sit i natężenia strumienia powietrza pozwala uzyskać zadawalające efekty czyszczenia nasion mieszczące się w minimum wymagań dla tego rodzaju materiału siewnego.

Ogólna czystość końcowa mieszanin nasion uzyskana w tego typu urządzeniu osiągnęła 96,78% w przypadku nasion marchwi i 97,45% dla nasion pietruszki. W odniesieniu do stopnia zanieczyszczeń, ich udział w mieszaninie wynosił 15,54% przy średnim udziale nasion marchwi wynoszącym 84,46%. Dla mieszaniny pietruszki zawartość różnych zanieczyszczeń była jeszcze większa i wyniosła 17,89%, przy udziale nasion frakcji podstawowej wynoszącym 82,11%. Największą grupę zanieczyszczeń badanych mieszanin ziarnistych stanowiły niedojrzałe i uszkodzone nasionka z baldachów oraz inne organiczne cząsteczki rozdronionych i połamanych łodyg, liści i baldachów.

Poddając analizie gęstość rozkładu granulometrycznego nasion marchwi można stwierdzić, że najbardziej liczną frakcją (32,12%) stanowią nasiona o wymiarach 1,3 mm, w dalszej kolejności nasiona frakcji 1,5 mm oraz 1,7 mm (rys. 1).

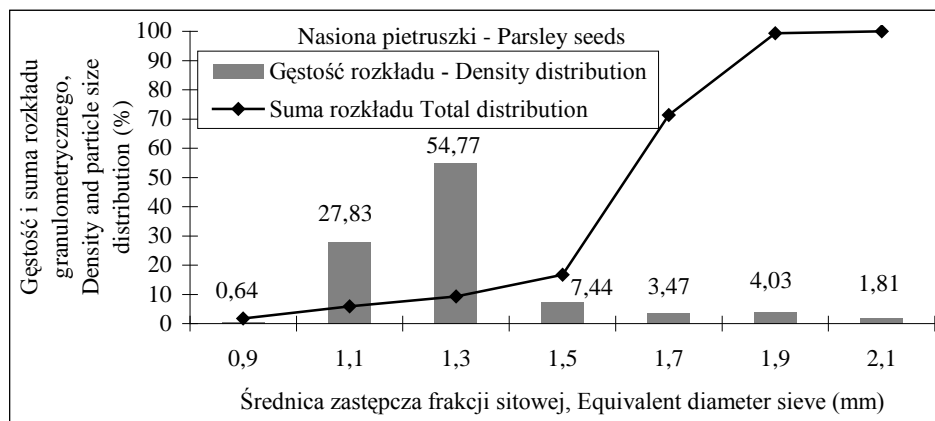
Łączna ilość tych trzech frakcji stanowi około 78% ogółu nasion. W odniesieniu do ogólnej jakości, przydatności siewnej ocenianej siłą kiełkowania, należy stwierdzić, iż z tej grupy nasion powinno się selekcjonować najwyższej jakości materiał siewny. Do grupy nasion drobnych należy zaliczyć frakcję o wymiarach 1,1 mm i 0,9 mm, które łącznie stanowią około 9% ogólnej ilości nasion. Są to z reguły nasiona o niskim stopniu tzw. celności, zdeformowane z słabo wykształconym bielmem. Równie mało liczną frakcją są nasiona o największych wymiarach w zakresie 1,9 i 2,1 mm. Ich łączna procentowa zawartość w ogólnej masie nasion wynosi około 11%. Po dalszej obróbce związanej głównie z ich dokładnym doczyszczeniem mogą one stanowić cenny materiał siewny.

Nieco inaczej przebiega gęstość rozkładu granulometrycznego nasion pietruszki (rys. 2). Największa ilość nasion pozostała na sitach o otworach 1,3 i 1,1 mm. W tym przypadku te dwie frakcje stanowią najbardziej liczną i reprezentatywną grupę nasion, której udział w ogólnej masie nasion wynosi aż 82,6%. Kolejną frakcją stanowiły nasiona o wymiarach 1,5 mm, a ich udział w ogólnym bilansie ilościowym wyniósł 7,44%.



Rys. 1. Wyniki analizy składu granulometrycznego nasion marchwi

Fig. 1. Results of particle size distribution analysis of carrot seeds



Rys. 2. Wyniki analizy składu granulometrycznego nasion pietruszki

Fig. 2. Results of particle size distribution analysis of parsley seeds

Pozostała część nasion obu skrajnych grup frakcji (grubych 2,1, 1,9 i 1,7 mm oraz drobnej 0,9 mm) stanowiła zaledwie około 10% ogółu nasion pietruszki. W procesie czyszczenia i separacji przemysłowej ta grupa nasion często w wyniku mało precyzyjnego doboru kształtu i wielkości otworów sit trafia najczęściej do frakcji odpadowej lub frakcji grubych zanieczyszczeń. Jak wskazują wyniki badań przeprowadzone przez Domoradzkiego i in. (2005) zdolność kiełkowania tych nasion, szczególnie frakcji drobnych, jest niska i nie przekracza często 70%.

WNIOSKI

1. Uzyskane wyniki badań wskazują na zróżnicowanie niektórych cech fizycznych nasion marchwi i pietruszki, przy czym dotyczy to głównie charakterystyk masowych (gęstość w stanie zsypanym i gęstości utrząszonej) oraz wymiarów geometrycznych najbardziej licznych i reprezentatywnych frakcji wymiarowych.

2. Analiza składu granulometrycznego nasion obu warzyw, przeprowadzona równoległe na przesiewaczu sitowym i wibracyjnym wykazała, że w przypadku nasion marchwi najbardziej liczną i reprezentacyjną, z punktu widzenia wartości siewnej, grupą były nasiona o wymiarach 1,3, 1,5 i 1,7 mm. Łączna ilość tych trzech frakcji stanowiła około 78% ogółu oczyszczonych wcześniej nasion. W przypadku nasion pietruszki najbardziej liczną grupę stanowiły nasiona o dwóch wymiarach, tj. 1,1 i 1,3 mm, a ich sumaryczny udział w ogólnej masie nasion wyniósł 84,46%.

3. Zestawiona grupa wybranych właściwości fizycznych nasion marchwi i pietruszki oraz przeprowadzona analiza ich składu granulometrycznego umożliwiły wyodrębnienie najbardziej licznych ilościowo wymiarów nasion, które powinny stanowić, po dalszej ewentualnej obróbce zasadniczy materiał siewny.

PIŚMIENNICTWO

- Bieniek J., 2003. Proces separacji ziarna zbóż na sicie daszkowym w zmiennych warunkach pracy. Rozprawa habilitacyjna. Zeszyty Naukowe AR w Wrocławiu.
- Choszcz D., Jadwisińczak K., Konopka S., 2008. Efektywność czyszczenia nasion marchwi (*Daucus carota* L.). Inżynieria Rolnicza, 9(107), 33-38.
- Domoradzki M., Korpala W., 2005. Densitometric classification of imbibed parsley seeds. Acta Agrophysica, 5(1), 25-30.
- Domoradzki M., Korpala W., Weiner W., 2002. Badania kalibracji nasion warzyw. Inżynieria Rolnicza, 9(42), 75-82.
- Domoradzki M., Korpala W., Weiner W., 2004. Badania kalibracji nasion marchwi. [W:] Wybrane zagadnienia z nasiennictwa roślin ogrodniczych, B. Michalik i W. Weiner (red.), AR Kraków, 131-138.
- Duczmała K. W., Tucholska H., 2000. Nasiennictwo. Tom I. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Poznań.
- Feder S., Kęska W., Włodarczyk K., 2005. Wstępne wyniki badań nad pneumatyczną intensyfikacją procesu sortowania mieszanin ziarnistych na sicie wibracyjnym. Inżynieria Rolnicza, 3(63), 235-242.

- Feder S., Kęska W., Włodarczyk K., 2008. Pneumatyczne wspomaganie procesu przesiewania mieszanin ziarnistych na przesiewaczu płaskim. *Inżynieria Rolnicza*, 4(102), 263-270.
- Grochowicz J., 1994. *Maszyny do czyszczenia i sortowania nasion*. Wydaw. AR Lublin.
- Panasiewicz M., 1999. Analysis of the pneumatic separation process of agricultural material. *Int. Agrophysics*, 13(2), 233-239.
- Kaleta A., Wojdalski J., 2008. *Przetwórstwo rolno – spożywcze. Wybrane zagadnienia inżynierijno-produkcyjne i energetyczne*. Wydawnictwo SGGW, Warszawa
- Michalik B., 2004. Nasiennictwo marchwi, pietruszki, pasternaku, selera i kopru. [W:] *Wybrane zagadnienia z nasiennictwa roślin ogrodniczych*. B. Michalik i W. Weiner (red), AR Kraków, 62-64.
- Panasiewicz M., 1999. Analysis of the pneumatic separation process of agricultural material. *Int. Agrophysics*, 13(2), 233-239.
- Panasiewicz M., Sobczak P., Mazur J., Zawisłak K., Andrejko D., 2012. The technique and analysis of the process of separation and clearing grain materials. *Journal of Food Engineering*, 109 603-608.
- Szot B., 2008. Ocena podstawowych właściwości fizycznych rzepaku jarego. *Acta Agrophysica*, 12, 191-205.
- Tylek P., 2012. Wielkość i kształt jako cechy rozdzielcze nasion dębu szypułkowego (*Quercus Rober L.*). *Acta Agrophysica*, 19(3), 673-687.

PHYSICAL CHARACTERISTICS OF CARROT AND PARSLEY SEEDS AFTER COMBINE HARVEST

*Marian Panasiewicz, Paweł Sobczak, Jacek Mazur, Kazimierz Zawisłak,
Rafał Nadulski*

Faculty of Engineering and Food Processing Machinery, Department of Production Engineering,
University of Life Sciences
ul. Doświadczalna 44, 20-236 Lublin
e-mail: marian.panasiewicz@up.lublin.pl

Abstract. Preparation of valuable and certified carrot and parsley seed material requires the knowledge of basic physical properties of seeds of the basic species components and of the other components of a mixture (dirt, seeds of other plant species, etc.). Knowledge of the physical characteristics of the seeds is also required in the selection and setting of technical and technological parameters of cleaning and separation or other treatments aimed at refining seed. This paper summarizes and compares selected group of physical properties and particle size distribution of carrot and parsley seeds obtained in combine harvest. A variation was demonstrated in certain physical characteristics of the carrot and parsley seeds, and the characteristics are mainly related to the mass (bulk density and shaken density) and the geometric dimensions of the most numerous and representative dimensional fractions. Particle size distribution analysis of both vegetable seeds, carried out in parallel on a sifter and a vibrating sieve, showed that the largest and the most representative from the viewpoint of sowing value group of seeds were carrot seeds in the sizes of: 1.3, 1.5 and 1.7 mm. The total amount of these three sizes accounted for approximately 78% of pre-treated seeds. In the case of seeds of parsley were most numerous group were seeds of the two sizes of 1.1 and 1.3 mm, and their combined share in the total weight of the seeds was approximately 84,46%.

Key words: physical properties, carrot seeds, parsley seeds, particle size distribution