

BADANIA WYDAJNOŚCI PRZEJŚCIA NASION PRZEZ SITO W KALIBRATORZE WIBRACYJNYM

Wojciech Poćwiardowski, Joanna Kaniewska, Marek Domoradzki
Zakład Technologii Żywności, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy

Streszczenie. Niniejsza praca dotyczy przesiewacza wibracyjnego do nasion. Autorzy opracowania zajmują się przesiewaczami napędzanymi dwoma wibratorami pracującymi w systemie samosynchronizacji współbieżnej. Celem pracy było określenie wydajności przejścia nasion przez kolejne sита w kolumnie sitowej kalibratora do nasion. Nasiona rozdzielone na frakcje przesiewano przez kolejne trzy sита licząc do góry od sita, którego średnica otworu była mniejsza od największego wymiaru ziarna. Badano wydajność przejścia nasion przez sito o średnicy $D_k=0,565$ m. Wydajność przejścia nasion różnych frakcji przez kolejne sита są zbliżone do siebie. Najmniejsze natężenie nasion pojawia się w momencie przejścia nasion przez sito o średnicy otworów równej górnej granicy wymiaru danej frakcji. Otrzymane wyniki badań pozwalają na dobór odpowiedniego natężenia dozowania nasion do kalibratora wibracyjnego.

Słowa kluczowe: przesiewanie, przesiewacz wibracyjny do nasion, wydajność przesiewania

Wykaz oznaczeń:

- A – amplituda (m),
- a_p – przyspieszenie sita ($m \cdot s^{-2}$),
- D_k – średnica sita (m),
- D_o – średnica otworu sita (mm),
- d_{sr} – średni wymiar ziarna (mm),
- F – powierzchnia sita (m^2),
- n – częstotliwość (min^{-1}),
- q – wydajność jednostkowa ($kg \cdot h^{-1} \cdot m^{-2}$),
- W – wydajność przesiewania ($kg \cdot h^{-1}$),
- g – przyspieszenie ziemskie, 9,81 ($m \cdot s^{-2}$).

Wprowadzenie

Rozdział nasion warzyw na frakcje sitowe jest realizowany w przesiewaczach różnej konstrukcji (Grochowicz, 1994; Domoradzki, 2011). Precyzja rozdziału rośnie wraz z długością drogi nasion na sicie, co związane jest często z dużymi rozmiarami urządzeń sortujących według wymiaru (Wodziński, 1997). Pod wpływem drgań w warstwie nasion następuje ich segregacja i duże nasiona przemieszczają się na powierzchnię warstwy na sicie, co powoduje zwiększenie wydajności przesiewacza.

Kalibrację nasion stosuje się często jako przedświadną obróbkę nasion mającą na celu poprawę zdolności kiełkowania przez oddzielenie frakcji słabo kiełkujących czy oddzielenie różnego rodzaju zanieczyszczeń (Woyke i in., 1990). Dzięki wysiewaniu frakcji nasion o stałych wymiarach spodziewać się można równych wschodów i zbiorów w tym samym czasie (Domoradzki i in., 2002; Pabis 1984).

Częstość drgań sita w przesiewaczach została określona przez licznych badaczy na od 1500 do 1800 min^{-1} . Grochowicz (1994) proponuje, aby wartość maksymalna iloczynu częstości i amplitudy nie przekraczała 3 $\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$, co dla stałej częstości przesiewacza 1500 min^{-1} wyznacza maksymalną amplitudę A_{max} w przesiewaczach wibracyjnych na ok. 2 mm.

$$n \cdot A \cong 3 \quad (1)$$

Przyjmuje się, że amplituda drgań dla nasion drobnych, do których należą nasiona warzyw, może być określona szacunkową zależnością (Grochowicz, 1994):

$$A = \frac{d_{sr}}{2} \quad (2)$$

Często stosowaną miarą do oceny procesów przesiewania jest wielkość przyspieszeń w urządzeniach wibracyjnych. Zakłada się, że przyspieszenie występujące w urządzeniu powinno zawierać się w zakresie (Grochowicz, 1994):

$$g < a_p \leq 5g \quad (3)$$

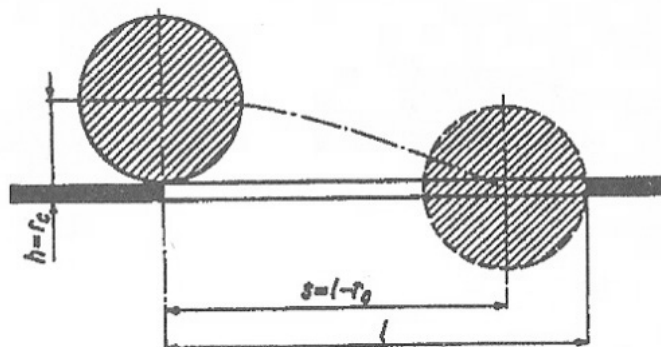
Wydajność sita zależy od wielkości i kształtu otworów, rodzaju i kierunku drgań oraz właściwości przesiewanego materiału. Wydajność sita oblicza się z zależności (Grochowicz, 1994):

$$W = F \cdot q \quad (4)$$

Jednostkowe dopuszczalne obciążenie sit z otworami okrągłymi można oszacować z zależności (Grochowicz, 1994):

$$q = (3,0 - 4,0) \frac{D_0}{d_{sr}} \quad (5)$$

Na szybkość przejścia nasion przez sito ma przede wszystkim wpływ prędkość poruszania się nasion po sicie. Przejście ziarna przez otwór sita jest możliwe, kiedy jego środek ciężkości znajdzie się poniżej krawędzi otworu.



Rysunek 1. Przejście nasion przez otwór sita
Figure 1. Passing seeds through meshes of a sieve

Źródło: Grochowicz, 1994

Im dłuższa droga nasion po sicie i tym samym wydłużony czas ich przebywania w urządzeniu, tym dokładniejszy rozdział na frakcje według wymiarów (Banaszewski, 1990). Stąd obserwuje się rosnące zainteresowanie przemysłu nasiennego przesiewaczami wibracyjnymi, w których pod wpływem zataczająco-śrubowego ruchu kolumny z sitami wydłuża się droga nasion do odbieralników i w ten sposób uzyskać można wysokie wydajności przesiewania i czystości frakcji (Domoradzki, 2011).

Do precyzyjnego rozdziału drobnych nasion roślin warzywnych, tj. marchwi, pietruszki czy kopru wykorzystuje się sita z otworami okrągłymi o średnicy otworów w zakresie od 0,8 do 4,0 mm (co 0,2 mm) (Grochowicz, 1994). Zastosowanie kolumny sitowej z wykorzystaniem wymuszonego ruchu okrężnego pozwala na wydłużenie drogi nasion po sicie przy zachowaniu niewielkich rozmiarów urządzenia przesiewającego (Poćwiardowski i in., 2011).

Do rozdziału nasion na sitach okrągłych według największego wymiaru zaproponowano ustawienia urządzenia, przy których nasiona poruszają się po sicie z jak najmniejszą prędkością, co gwarantuje dokładny rozdział według największego wymiaru ziarna.

Cel i zakres pracy

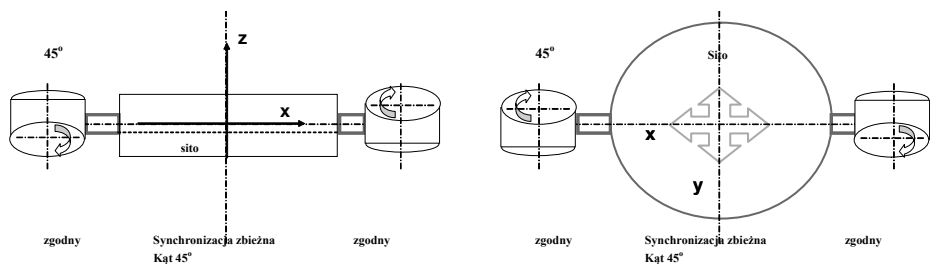
Niniejsza praca sprowadza się do badania wydajności przejścia nasion przez sita w kolumnie sitowej kalibratora wibracyjnego z obiegowym ruchem nasion po sicie przy kącie ustawienia wibratorów bocznych równym 45° . Badania mają na celu ustalenie wydajność przejścia nasion różnych frakcji przez kolejne sita.

Metody badań

Do badań wybrano nasiona marchwi odmiany Perfekcja. Nasiona rozdzielono na frakcje o średnich wymiarach zawierających się między:

- 1,2 a 1,4 mm,
- 1,4 a 1,6 mm,
- 1,6 a 1,8 mm,
- 1,8 a 2,0 mm.

Badania prowadzono w wielopokładowym kalibratorze do nasion wyposażonym w 7 pokładów sitowych o powierzchni 0,25 m². Dolny segment kolumny sitowej wyposażono dwa wibratory firmy Vibra Pol typ BS BM 1500. Wibratory ustawiono dla 90% siły wymuszającej wibracje równej 3650 N i pod kątem 45° w stosunku do osi pionowej urządzenia. Do napędu kalibratora, celem wywołania kołowego obiegu nasion po sicie, stosuje się synchronizację współbieżną pracy wibratorów (rys. 2).



Rysunek 2. Synchronizacja współbieżna pracy wibratorów dla kąta 45°
 Figure 2. Concurrent synchronization of the vibrators operation for 45° angle

Źródło: Domoradzki i in., 2012

Dokonano pomiarów Prędkość poruszania się nasion po sicie przesiewacza wynosiła 0,06 m·s⁻¹. Amplitudy drgań sita względem osi XYZ wynosiły kolejno $A_x=0,404$ mm, $A_y=0,134$ mm, $A_z=0,526$ mm. Amplituda drgań pionowych jest równa średnim amplitudom drgań poziomych na osi X i Y, potwierdza to słuszność wyboru kąta 45° jako że przy takim ustawieniu wydajność przesiewania jest najwyższa. Stwierdzenie to potwierdzono we wcześniejszych badaniach procesowych (Poćwiardowski i Kaniewska, 2013).

Na pierwszym, licząc od góry kolumny kalibratora, pokładzie zamontowano badane sito, a pod nim lej do zbierania próbek nasion, które przeszły przez sito. Na powierzchnię sita dozowano 4,5 kg nasion frakcji i uruchamiano kalibrator. Zmieniano kolejne frakcje nasion i kolejne sita. W odstępach minutowych ważono nasiona, które przeszły przez badane sito i na podstawie tych obserwacji obliczano wydajność przejścia nasion przez sito.

Nasiona rozdzielone wcześniej na frakcje przesiewano przez kolejne trzy sita, gdzie ostatnim sitem było takie, którego średnica otworów była równa górnej granicy wymiaru badanej frakcji nasion.

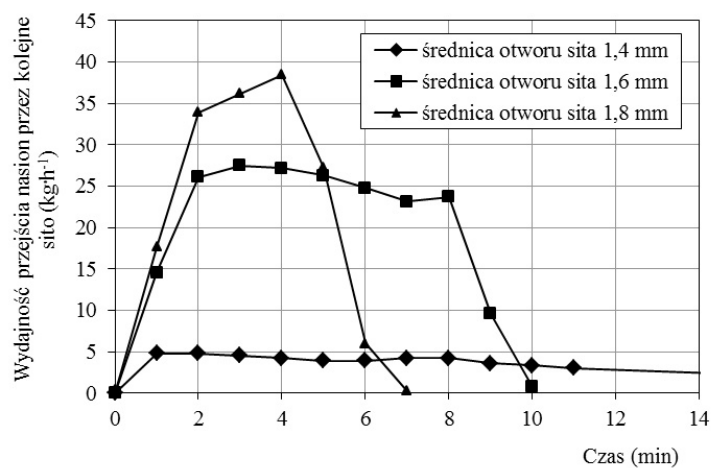
Podobne badania wykonano dosypując kolejną partię nasion w momencie zarejestrowanego spadku wydajności sita (do ok. 40-50%), symulując ciągły proces przesiewania.



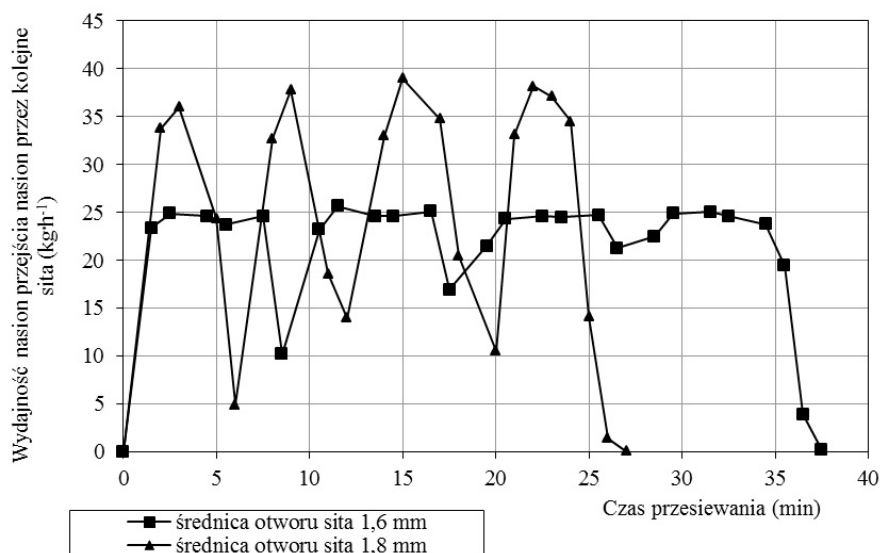
Rysunek 3. Wibracyjny kalibrator do nasion z obiegiem nasion po sicie
Figure 3. A vibrating calibrator for seeds with circulation of seeds on a sieve

Źródło: Poćwiardowski i in., 2011

Wyniki badań



Rysunek 4. Wydajność przejścia przez sito dla frakcji 1,2-1,4 mm
Figure 4. Efficiency of passing through a sieve for a 1.2-1.4 mm fraction



Rysunek 5. Wydajność dla procesu półciąglego przejścia przez sito dla frakcji 1,2-1,4 mm
 Figure 5. Efficiency for the process of half-constant passing through a sieve for 1.2-1.4 mm fraction

Na podstawie wykonanych badań wyliczono średnie wydajności dla badanego procesu, które zestawiono w tabeli 1.

Tabela 1

Wartości średnie wydajności przejścia nasion przez sito – frakcja 1,2-1,4 mm

Table 1

Average values of efficiency of passing seeds through a sieve - a 1.2-1.4 mm fraction

Średnica otworu sita (mm)	Wydajność	
	Dozowanie okresowe (kg·h ⁻¹)	Dozowanie półciągle (kg·h ⁻¹)
1,4	4,0	4,5
1,6	25,2	23,4
1,8	36,2	35,6

Analogiczne badania wykonano dla kolejnych frakcji nasion 1,4-1,6 mm, 1,6-1,8 mm i 1,8-2,0 mm uzyskując zależności przedstawione w tabelach 2, 3 i 4.

Tabela 2

Wartości średnie przejścia nasion przez sito – frakcja 1,4-1,6 mm

Table 2

Average values of passing seeds through a sieve – 1.4-1.6 mm fraction

Średnica otworu sita (mm)	Wydajność	
	Dozowanie okresowe (kg·h ⁻¹)	Dozowanie półciągłe (kg·h ⁻¹)
1,6	8,51	10,1
1,8	16,9	17,8
2,0	40,1	41,6

Tabela 3

Wartości średnie przejścia nasion przez sito - frakcja 1,6-1,8 mm

Table 3

Average values of passing seeds through a sieve - 1.6-1.8 mm fraction

Średnica otworu sita (mm)	Wydajność	
	Dozowanie okresowe (kg·h ⁻¹)	Dozowanie półciągłe (kg·h ⁻¹)
1,8	5,4	6,8
2,0	20,2	21,4
2,2	48,2	48,8

Tabela 4

Wartości średnie przejścia nasion przez sito - frakcja 1,8-2,0 mm

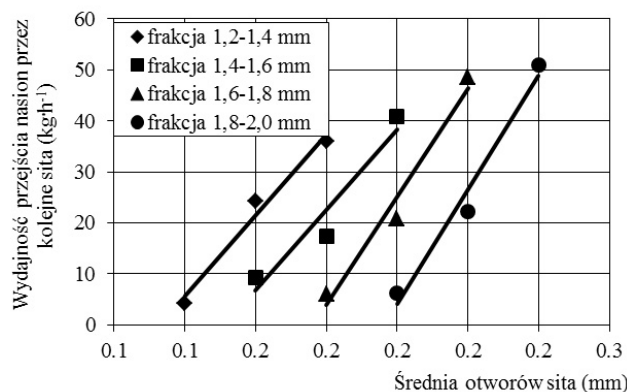
Table 4

Average values of passing seeds through a sieve - 1.8-2.0 mm fraction

Średnica otworu sita (mm)	Wydajność	
	Dozowanie okresowe (kg·h ⁻¹)	Dozowanie półciągłe (kg·h ⁻¹)
2,0	6,1	6,2
2,2	23,8	20,5
2,4	50,9	51,0

Omówienie wyników

Wydajności przejścia nasion przez kolejne sita dla poszczególnych frakcji zebrano i przedstawiono na wykresie jako średnie wydajności dla procesu okresowego i półciągłego (rys. 6.)



Rysunek 6. Zależność wydajności przejścia przez sito frakcji od średnicy otworu sitowego
 Figure 6. Relation of the efficiency of passing a fraction with a diameter of a mesh

Tabela 5

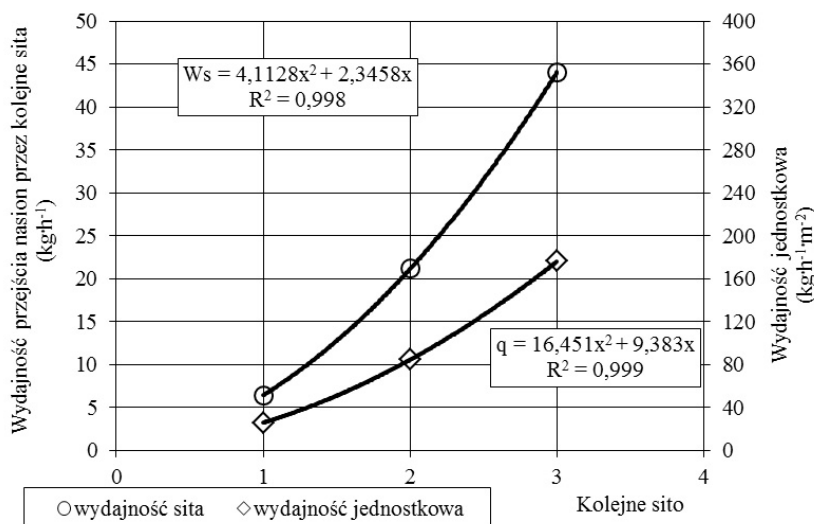
Wartości średnie przejścia nasion przez sito kolejnych frakcji sitowych

Table 5

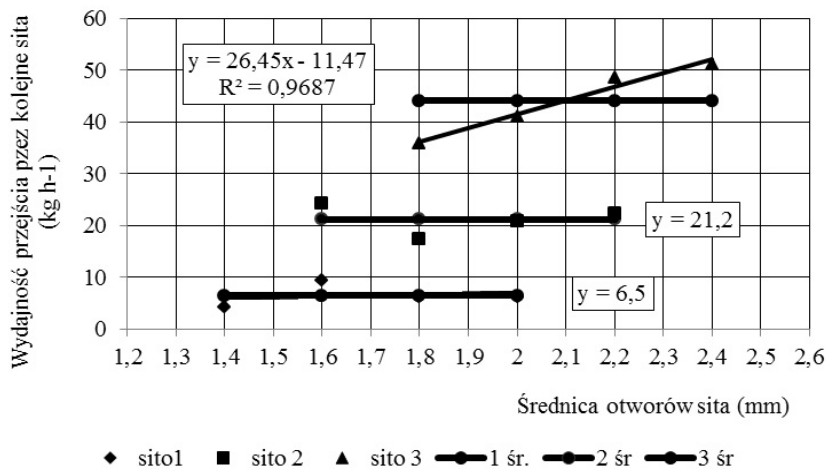
Average values of passing seeds through a sieve

Kolejne sito	Frakcja nasion (mm)	Wymiar oczka sita (mm)	Wydajność		średnia (kg·h ⁻¹)
			Sianie okresowe (kg·h ⁻¹)	Sianie półciągłe (kg·h ⁻¹)	
1	1,2-1,4	1,4	4,0	4,5	4,3
	1,4-1,6	1,6	8,5	10,1	9,3
	1,6-1,8	1,8	5,4	6,8	6,1
	1,8-2,0	2,0	6,1	6,2	6,2
			średnio		6,5
2	1,2-1,4	1,6	25,2	23,4	24,3
	1,4-1,6	1,8	16,9	17,8	17,4
	1,6-1,8	2,0	20,2	21,4	20,8
	1,8-2,0	2,2	23,8	20,5	22,2
			średnio		21,2
3	1,2-1,4	1,8	36,2	35,6	35,9
	1,4-1,6	2,0	40,1	41,6	40,9
	1,6-1,8	2,2	48,2	48,8	48,5
	1,8-2,0	2,4	50,9	51,0	51,0
			średnio		44,1

Dla kolejnych sit licząc od sita najmniejszego dla danej frakcji, poszczególne frakcje przesypują się przez sito ze zbliżoną wydajnością (tab.5). Najwolniej dana frakcja przechodzi przez sito o najmniejszej najmniejszej średnicy otworów dla danej frakcji, które w praktyce limituje prędkość przesiewania.



Rysunek 7. Średnie wydajności przejścia frakcji nasion marchwi przez kolejne sita
Figure 7. Average efficiencies of passing carrot seed fractions through subsequent sieves



Rysunek 8. Zależność wydajności przejścia przez 3 sita frakcji od średnicy otworu sitowego
Figure 8. Relation of the efficiency of passing fractions through 3 sieves with a mesh diameter

Tabela 6

Porównanie wydajności poszczególnych frakcji względem wartości średniej dla sita

Table 6

Comparison of the efficiency of particular fractions towards the average value of a sieve

Sito	Średnia wydajność sit (kg·h ⁻¹)	Wydajność frakcji 1,2-1,4 do średniej wydajności sita	Wydajność frakcji 1,4-1,6 do średniej wydajności sita	Wydajność frakcji 1,6-1,8 do średniej wydajności sita	Wydajność frakcji 1,8-2 do średniej wydajności sita
I	6,475	0,664093	1,436293	0,942085	0,957529
II	21,175	1,14758	0,821724	0,98229	1,048406
III	44,075	0,814521	0,927964	1,100397	1,157119

Wyniki uśrednione wskazują niewielkie rozbieżności średniej wydajności poszczególnych frakcji dla wartości uśrednionych dla sita. Tylko w przypadku trzeciego sita wyraźnie widać wzrastającą tendencję dla następujących frakcji.

Wnioski

1. Wydajność przejścia nasion różnych frakcji przez kolejne sita są zbliżone do siebie (tabela 6).
2. Najmniejsze natężenie nasion pojawia się w momencie przejścia nasion przez sito o średnicy otworów równej górnej granicy wymiaru danej frakcji. Ruch nasion po tym sicie limituje wydajność przesiewania w całym urządzeniu.
3. Znając wydajności przejścia nasion marchwi przez kolejne sita można dobrać odpowiedni sposób dozowania materiału do badanego kalibratora wibracyjnego.

Literatura

- Banaszewski, T. (1990). *Przesiewacze*. Wydawnictwo Śląsk, Katowice, ISBN 83-216-0848-5.
- Domoradzki, M., Korpala W., Weiner W. (2002). Badania kalibracji nasion warzyw. *Inżynieria Rolnicza*, 9 (42), 75-82.
- Domoradzki, M. (2011). *Doskonalenie technologii pozbiorowej obróbki nasion ekologicznych na przykładzie roślin baldaszkowatych*. Wyd. Uczelniane UTP, Bydgoszcz, ISSN 0209-0597.
- Domoradzki, M.; Kaniewska, J.; Poćwiardowski, W. (2012). Zastosowanie układu drgającego z dwoma zsynchronizowanymi wibratorami, *Chemik*, 5, 509-511.
- Grochowicz, J. (1994). *Maszyny do czyszczenia i sortowania nasion*. WAR, Lublin, ISBN 83-901612-9-X.
- Pabis, S.; Pabis, J. (1984). *Technologia suszenia i czyszczenia nasion*. PWRiL, Warszawa, ISBN 8309008031.
- Poćwiardowski, W.; Kaniewska, J. (2012). Wpływ kąta ustawienia motowibratorów na amplitudę drgań pokładów sitowych przesiewacza wibracyjnego do nasion, *Inżynieria rolnicza*, 2(136) T.1, 287-297.
- Poćwiardowski, W.; Wodziński, P. (2011). Przesiewanie surowców mineralnych na przesiewaczu zataczającym. *Prace Naukowe Instytutu Górnictwa Politechniki Wrocławskiej*, 132, 225-236.

Poćwiardowski, W., Wodziński, P. (2011). Przesiewanie materiałów biologicznych w przesiewaczach rotacyjnych, *Rocznik Ochrony Środowiska*, 13, 1115-1131.

Wodziński, P. (1997). *Przesiewanie i przesiewacze*. Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Łódź, ISBN 83-87198-06-4.

Woyke, H.; Sokołowska, A.; Szafirowska, A. (1990). *Zależność między zdolnością kiełkowania a wschodami warzyw w polu*, Biuletyn Warzywniczy XXXV Skierniewice, 5-19, ISSN 0509-6839.

RESEARCH ON EFFICIENCY OF PASSING SEEDS THROUGH A SIEVE IN THE VIBRATING CALIBRATOR

Abstract. The work herein concerns a seed grader. The authors of the article deal with graders powered with two vibrators working in the concurrent self-synchronization system. The objective of the paper was to determine the efficiency of passing seeds through subsequent sieves in the sieve column of the seed calibrator. Seeds divided into fractions were sieved through subsequent three sieves counting to the top of a sieve, whose mesh diameter was smaller than the biggest dimension of a seed. Efficiency of passing seeds through a sieve of diameter $D_k=0.565$ m was researched. Efficiency of passing seeds of different fractions through subsequent sieves is similar. The lowest intensity of seeds occurs in the moment of passing seeds through a sieve with the openings diameter equal to the upper border of a dimension of a given fraction. The obtained results allow selection of appropriate intensity of dosing seeds to a vibrating calibrator.

Key words: sifting, seeds vibrating sieve, sifting efficiency

Adres do korespondencji:

Wojciech Poćwiardowski, e-mail: wojciech.pocwiardowski@utp.edu.pl
Katedra Technologii i Aparatury Przemysłu Chemicznego i Spożywczego
Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy
ul. Seminaryjna 3
85-326 Bydgoszcz