

SPRAWNOŚĆ KALIBRACJI NASION POMIDORÓW ZA POMOCĄ PRZESIEWACZA BĘBNOWEGO

Wojciech Poćwiardowski, Marek Domoradzki, Wojciech Korpala,
Krzysztof Żywociński

*Katedra Technologii i Aparatury Przemysłu chemicznego i Spożywczego,
Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy*

Streszczenie. W pracy przedstawiono wyniki badań sprawności kalibracji nasion w przesiewaczu bębnowym o średnicy 0,4 m. Badano przesiewanie nasion pomidorów na sicie o średnicy otworów 2,5 i 3,0 mm. Częstości obrotowe bębna przesiewacza wynosiły 0,22; 0,27; 0,33; 0,38 s⁻¹, a kąt pochylenia bębna sitowego 8°. Maksymalną sprawność przesiewania, nie mniejszą niż 97%, uzyskano dla częstości obrotów bębna poniżej 0,27 s⁻¹ i dla strumienia masyowego dozowania ok. 9 kg·h⁻¹.

Słowa kluczowe: przesiewacz bębnowy, nasiona pomidorów, kalibracja nasion

Wprowadzenie

Badania kiełkowania nasion rozdzielonych na frakcje sitowe wykazały, że zarówno w testach laboratoryjnych, jak i polowych kiełkowanie nasion zależy od wielkości nasion [Pabis i in. 1994; Woyke i in. 1990]. Panuje przekonanie, że rośliny dorodniejsze wydają nasiona większe, a zanieczyszczenie zbioru nasionami niedojrzałymi (najdrobniejszymi) i słabo kiełkującymi pogarsza jakość partii nasion. Wysiane nasiona jednorodne, o tym samym wymiarze, dają wyrównane pod względem wielkości zbiory roślin w polu [Woyke i in. 1994].

Dla realizacji procesu sortowania nasion na frakcje pod względem wielkości ziaren stosuje się urządzenia zwane kalibratorami [Grochowicz 1994; Domoradzki i in. 2001 i 2002ab]. Są to przeważnie przesiewacze sitowe o różnej konstrukcji.

W większości przypadków do kalibracji nasion warzyw stosuje się sita z otworami okrągłymi ustawionymi w ciągu od 1,0 mm do 5,0 mm co 0,5 mm.

Charakterystyczną cechą kalibratora bębnowego jest powolny ruch nasion względem wewnętrznej powierzchni sita. Maksymalna częstość obrotowa bębna powinna być mniejsza od częstości obrotowej krytycznej:

$$n \leq \frac{1}{2 \cdot \pi} \sqrt{\frac{g \cdot \sin(\alpha - \Theta)}{R \cdot \sin \Theta}}, \quad [\text{s}^{-1}], \quad (1)$$

gdzie:

- R – promień bębna [m],
- g – przyspieszenie ziemskie 9,81 [m·s⁻²],
- α – kąt podnoszenia nasion w bębnie [°],
- Θ – kąt tarcia nasion o sito [°].

Dla kąta podnoszenia nasion w bębnie α od 40° do 45° i dla kąta tarcia nasion o sito $\Theta \approx 35^\circ$ można przyjąć uproszczoną zależność [Kagan i in.1974]:

$$n_{max} = \frac{0,13 \div 0,23}{\sqrt{R}} \quad [s^{-1}], \quad (2)$$

Materiał przesuwany się wzdłuż sita z prędkością, która zależy od częstości obrotów bębna, kąta tarcia materiału o powierzchnię sita, kąta pochylenia bębna sitowego i szybkości dozowania. Stąd wydajność przesiewacza oblicza się z zależności [Kagan i in.1974]:

$$Q = A \cdot n \cdot tg \cdot (2 \cdot \beta) \cdot \rho_u \sqrt{R^3 \cdot h^3} \quad [kg \cdot h^{-1}], \quad (3)$$

gdzie:

- A – stała
- β – kąt nachylenia bębna [$^\circ$],
- h – wysokość warstwy materiału w bębnie [m],
- ρ_u – gęstość usypowa [$kg \cdot m^{-3}$].

Sprawność przesiewania jest zdefiniowana jako stosunek zawartości danej frakcji x_p w przesiewie P do zawartości tej frakcji x_s w przesiewanym materiale wyjściowym S i jest miarą jakości pracy przesiewacza η_p .

$$\eta_p = \frac{P \cdot x_p}{S \cdot x_s} \quad (4)$$

Cel pracy

Celem pracy było określenie parametrów pracy przesiewacza bębnowego do kalibracji nasion pomidorów w aspekcie wysokiej sprawności przesiewania, która zapewnia jednolite wymiarowo frakcje nasion pomidora.

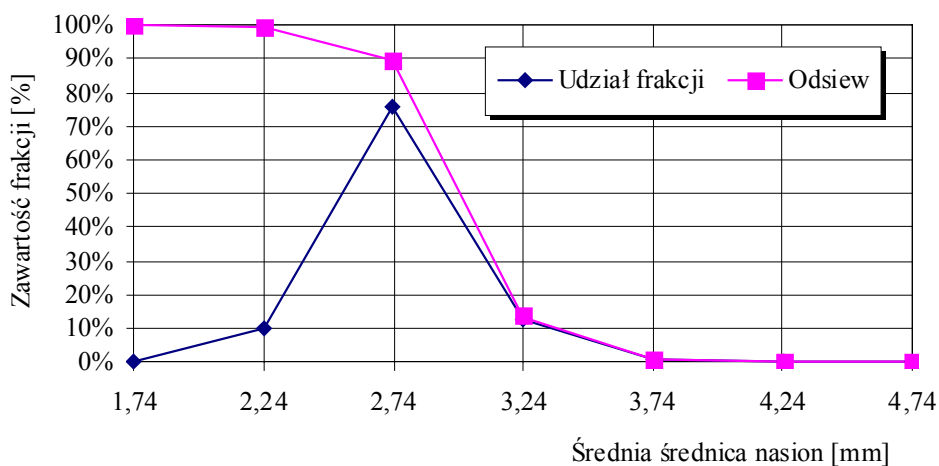
Materiały i metody

Do badań użyto nasion pomidora odmiany Paw. Wykonano analizę sitową nasion wyjściowych na sitach laboratoryjnych. Dodatkowo całą partię nasion rozdzielono na frakcje w przesiewaczu bębnowym.

Tablica 1. Analiza sitowa próbki nasion pomidora Paw
Table 1. Sieve analysis of Paw variety tomato seeds sample

Wymiar oczka sita, a [mm]	Masa frakcji na sicie [g]	Średnica Zastępcza frakcji [mm]	Udział frakcji w zbiorze [%]	Odsiew, R [%]
4,5	0,0	4,74	0,00	0,00
4,0	0,1	4,24	0,08	0,08
3,5	1,3	3,74	1,07	1,15
3,0	15,3	3,24	12,57	13,72
2,5	92,3	2,74	75,84	89,56
2,0	12,1	2,24	9,94	99,51
< 2,0	0,6	1,74	0,49	100,00
suma	121,7	suma	100,00	

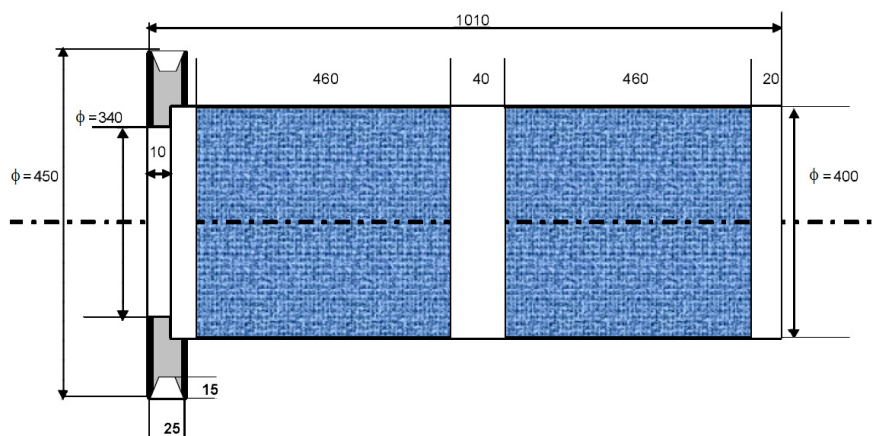
Ze zbioru sześciu frakcji do dalszych badań wybrano 3 frakcje o średnicach 2,0-2,5 mm, 2,5-3,0 mm, 3,0-3,5 mm. Nasiona do badań uzyskano biorąc po 1 kg z każdej frakcji i mieszając je razem.



Rys. 1. Wyniki analizy sitowej pomidora Paw
 Fig. 1. Results of Paw variety tomato sieve analysis

Bębny sitowe

Wykonano bębny sitowe o średnicy bębna $d=0,4$ m z dwoma sitami o długości ok. 0,5 m każde jak na rysunku 2. Sito pierwsze musi mieć otwory o średnicy mniejszej niż średnice otworów sita drugiego.

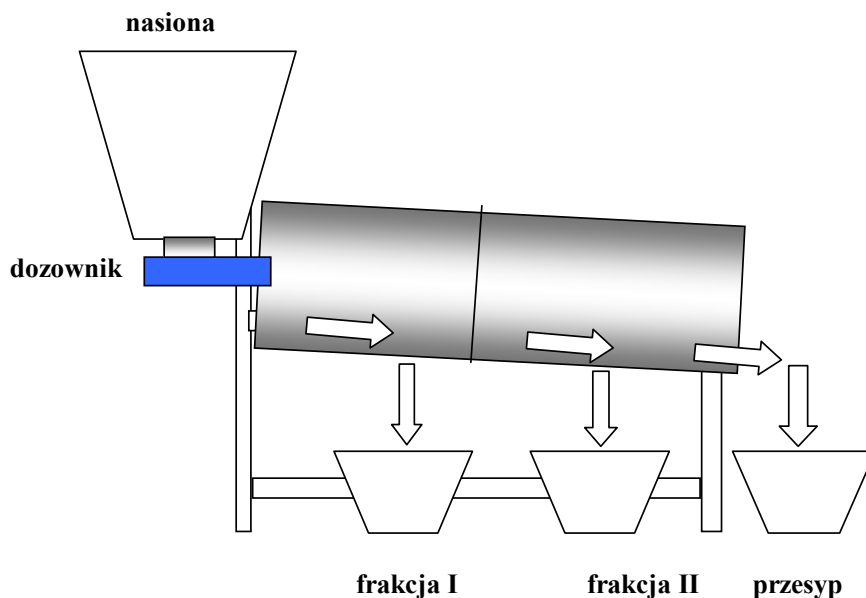


Rys. 2. Sita kalibratora bębnowego
 Fig. 2. Drum screens sieves

Budowa przesiewacza

Na metalowej konstrukcji zamontowano „kołyskę” z napędem, w której mocowane są bębny sitowe. Nasiona są podawane za pomocą wibracyjnego dozownika rynnowego do obracającego się bębna sitowego i przez otwory w sitach przesypują się do odbieralników frakcji. Frakcja najgrubsza wysypuje się z bębna do odbieralnika. Badany kalibrator bębnowy daje dwie drobne frakcje sitowe i pozostałość w postaci mieszaniny frakcji grubych. Stosowano jeden kąt pochylenia bębna przesiewacza względem poziomu równy 8° oraz zmieniano częstość obrotową bębna za pomocą falownika nastawiając wartości: $0,127$; $0,272$; $0,326$; $0,380 \text{ s}^{-1}$.

Wartość maksymalna częstości obrotów bębna obliczano ze wzoru (2) i wyniosła ona $n_{\max} = 0,290 \div 0,737 \text{ [s}^{-1}\text{]}$.



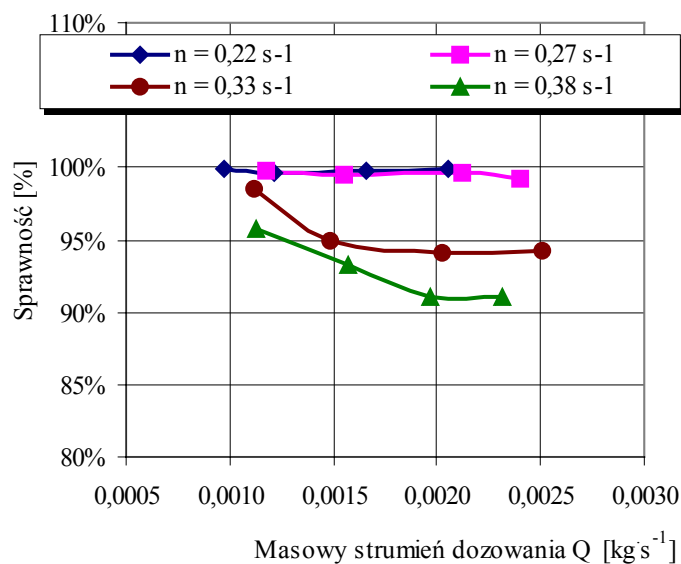
Rys. 3. Schemat kalibratora bębnowego do nasion
Fig. 3. Scheme of seed drum screen

Sprawność przesiewania nasion badano dozując nasiona pomidora przy różnych strumieniach masowych dozowania. Mierzono czas przejścia ok. 3 kg nasion przez przesiewacz w czasie ok. 20 min. Wyniki przedstawiono na rysunkach 4-6 oraz w tabeli 2.

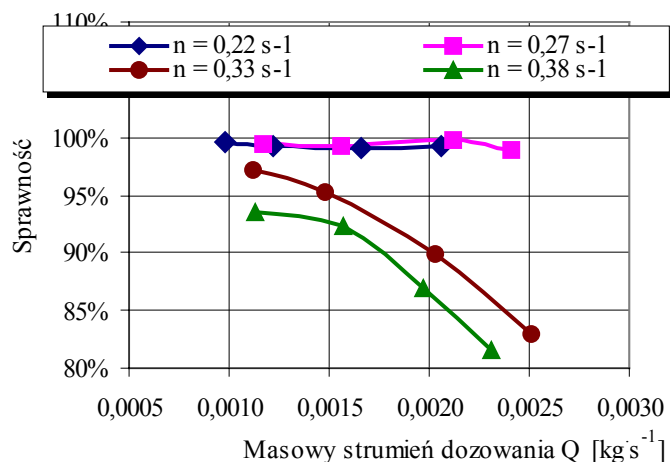
Sprawność kalibracji nasion...

Tabela 2. Sprawność przesiewania nasion pomidora przy kacie pochylenia bębna 8°
Table 2. Tomato seeds sieving efficiency at drum inclination of angle 8°

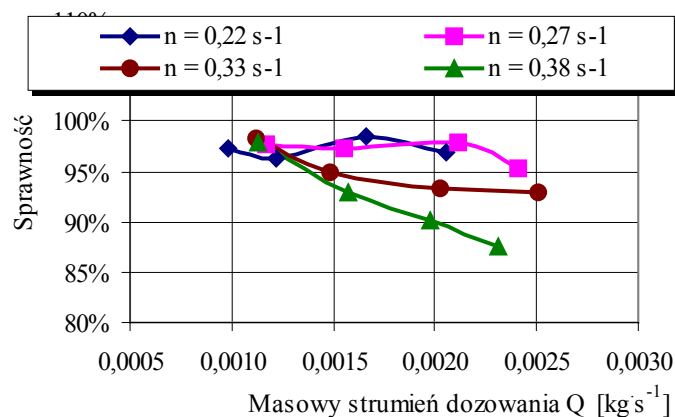
Częstość obrotów, n [s^{-1}]	Sprawność przesiewania, Q [$kg \cdot s^{-1}$]	Sprawność uzyskiwania frakcji (2,0-2,5) mm, $\eta_{2,0-2,5}$ [%]	Sprawność uzyskiwania frakcji (2,5-3,0) mm, $\eta_{2,5-3,0}$ [%]	Sprawność uzyskiwania frakcji (3,0-3,5) mm, $\eta_{3,0-3,5}$ [%]
0,22	0,00098	99,8	99,6	97,4
0,22	0,00122	99,6	99,3	96,3
0,22	0,00166	99,8	99,1	98,5
0,22	0,00206	99,8	99,3	96,9
0,27	0,00117	99,8	99,5	97,8
0,27	0,00156	99,5	99,2	97,3
0,27	0,00212	99,6	99,8	97,8
0,27	0,00241	99,2	96,9	93,4
0,33	0,00112	98,6	97,2	93,0
0,33	0,00148	94,9	90,2	98,3
0,33	0,00203	94,2	90,0	93,3
0,33	0,00251	94,2	80,9	92,9
0,38	0,00113	95,8	93,6	87,0
0,38	0,00157	94,2	92,3	90,2
0,38	0,00197	91,0	82,0	92,9
0,38	0,00231	98,1	91,6	97,9



Rys. 4. Sprawność przesiewania nasion dla 1 sekcji o średnicy otworów 2,0 mm
Fig. 4. Seed sieving efficiency for the 1st section with hole diameter of 2.0 mm



Rys. 5. Sprawność przesiewania nasion dla 2 sekcji o średnicy 2,5 mm
 Fig. 5. Seed sieving efficiency for the 2nd section with hole diameter of 2.5 mm



Rys. 6. Sprawność przesiewania nasion dla nasion powyżej 3,0 mm średnicy
 Fig. 6. Seed sieving efficiency for seeds with diameter greater than 3.0 mm

Omówienie wyników

Dla małych częstotliwości obrotowych bębna, do 0,27 s⁻¹, sprawność przesiewania jest wysoka i wynosi nie mniej niż 97%. Praktycznie nie zależy ona od strumienia masowego dozowania nasion do 0,0025 kg·s⁻¹ (ok. 9 kg·h⁻¹). Powyżej częstotliwości obrotowej 0,27 s⁻¹ sprawność przesiewania zaczyna maleć i to tym bardziej im większy jest strumień masowy

dozowania nasion. Można zauważyć, że graniczna częstość obrotów $0,27 \text{ s}^{-1}$ dobrze koresponduje z wartością minimalną częstości obrotowej obliczonej według wzoru podanego przez Kagana [1974].

Zmniejszenie sprawności przesiewania wynika najprawdopodobniej z faktu, że nasiona przekraczają kąt podnoszenia w bębnie przesiewacza i zamiast zsuwać się po powierzchni bębna sitowego podlegają oderwaniu od powierzchni sypiąc się częściowo w powietrzu. Efekt ten powoduje zmniejszenie powierzchni czynnej sita.

Wnioski

1. Przeprowadzone badania pozwalają na dobór częstości obrotowej bębna zapewniającej wysoką sprawność przesiewania nasion pomidorów w kalibratorze bębnowym, dla strumienia masowego dozowania do 9 kg h^{-1} .
2. Badania wskazują, że dla kalibratora bębnowego częstość obrotów dla uzyskania wysokiej sprawności przesiewania nasion pomidorów powinna być mniejsza niż częstość maksymalna określona zależnością (2): $n_{max} = \frac{0,13}{\sqrt{R}} \text{ s}^{-1}$.

Bibliografia

- Domoradzki M., Korpala W., Weiner W.** 2001. Ciągły przesiewacz wibracyjny. *Konf. NT. Maszyny dla przetwórstwa owoców rolnych Pleszew. Biuletyn. Nr 2(15) s. 43-48.*
- Domoradzki M., Korpala W., Weiner W.** 2002a. Badania kalibracji nasion warzyw. *Materiały X Konferencji BEMS Lublin. s. 45.*
- Domoradzki M., Korpala W., Weiner W.** 2002b. Badania kalibracji nasion warzyw. *Inżynieria Rolnicza. Nr 9(42). s. 75-82.*
- Grochowicz J.** 1994. *Maszyny do czyszczenia i sortowania nasion. W.A.R Lublin.*
- Kagan S.Z., Planowski A.N., Ramm W.M.** 1974. *Procesy i aparaty w technologii chemicznej. WNT Warszawa.*
- Pabis S., Pabis J.** 1984. *Technologia suszenia i czyszczenia nasion. PWRiL Warszawa.*
- Woyke H., Sokołowska A.** 1994. *Mat. Konf. ART Olsztyn. s. 245-250.*
- Woyke H., Sokołowska A., Szafirowska A.** 1990. *Biul. Warzyw. XXXV Skierniewice.*

EFFICIENCY OF TOMATO SEEDS CALIBRATION CARRIED OUT WITH A DRUM SCREEN

Abstract. The paper presents the results of the research on the efficiency of seeds calibration in a drum screen with diameter 0.4 m. The researchers examined sieving of tomato seeds through a screen with mesh diameters 2.5 and 3.0 mm. Rotational frequencies of the screen drum were: 0.22; 0.27; 0.33; 0.38 s⁻¹, and the sieve drum inclination angle was 8°. Maximum screening efficiency, not lower than 97%, was obtained for drum rotation frequency under 0.27 s⁻¹ and for batching mass stream ca. 9 kg·h⁻¹.

Key words: drum screen, tomato seeds, seed calibration

Adres do korespondencji:

Wojciech Poćwiardowski; wojciehpocwiardowski@wp.pl
Katedra Technologii i Aparatury Przemysłu chemicznego i Spożywczego
Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy
ul. Seminaryjna 3
85-326 Bydgoszcz