

Badania kalibracji nasion pomidorów w przesiewaczu bębnowym

Wojciech KORPAL, Marek DOMORADZKI, Joanna KANIEWSKA, Wojciech POĆWIARDOWSKI, – Katedra Technologii i Aparatury Przemysłu Chemicznego i Spożywczego, Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej, Uniwersytet Technologiczno – Przyrodniczy, Bydgoszcz

Prosimy cytować jako: CHEMIK 2011, 65, 4, 359-364

Oznaczenia:

- A – stała
- a – wymiary nasion, mm; m
- g – przyspieszenie ziemskie, 9,81 m/s²
- h – wysokość warstwy materiału w bębnie, m
- n – częstość obrotów, min⁻¹
- P – przesiew – frakcja nasion po przejściu przez sito
- R – promień bębna, m
- S – strumień nasion podawany do kalibratora
- x_p – zawartość frakcji w nadawie
- x_s – zawartość frakcji w przesiewie
- α – kąt podnoszenia nasion w bębnie, °
- β – kąt nachylenia bębna, °
- η_p – sprawność przesiewania
- ρ_u – gęstość usypowa, kg/m³
- Θ – kąt tarcia nasion o sito, °

Wprowadzenie

Badania kiełkowania nasion rozdzielonych na frakcje sitowe wykazały, że zarówno w testach laboratoryjnych, jak i polowych, kiełkowanie nasion zależy od wielkości nasion [1, 2]. 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 [3].

Troska o wysoka jakość plonów spowodowała zapotrzebowanie na nasiona kalibrowane. Większość firm nasiennych wprowadza na rynek kalibrowane nasiona profesjonalne sprzedawane w systemie sztukowym: opakowania po 5 tys., 10 tys., 50 tys., 100 tys. czy 250 tys. sztuk.

Dla realizacji procesu sortowania nasion na frakcje pod względem wielkości ziaren stosuje się urządzenia zwane kalibratorami [4÷7]. Są to przeważnie przesiewacze sitowe o różnej konstrukcji.

- przesiewacze ramowe
- przesiewacze rotacyjne
- przesiewacze bębnowe.

Do kalibracji nasion warzyw stosuje się sita z otworami okrągłymi ustawionymi w ciągu:

- dla nasion drobnych od 0,8 mm do 4,0 mm co 0,2 mm
- dla nasion większych od 2,0 mm do 5,0 mm co 0,5 mm
- dla nasion buraków od 2,0mm do 5,0 mm co 0,25 mm (sita Bońskie).

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

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

Dla kąta podnoszenia nasion w bębnie α od 40° do 45° i dla kąta tarcia nasion o sito można przyjąć uproszczoną zależność [8]:

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

Materiał przesuwa 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 [8]:

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

Jakość rozdziału nasion na frakcje, czyli 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 kalibratora bębnowego do kalibracji nasion pomidorów zapewniających wysoką sprawność przesiewania, dla uzyskania jednolitej wymiarowo frakcji nasion pomidora.

Materiały i metody

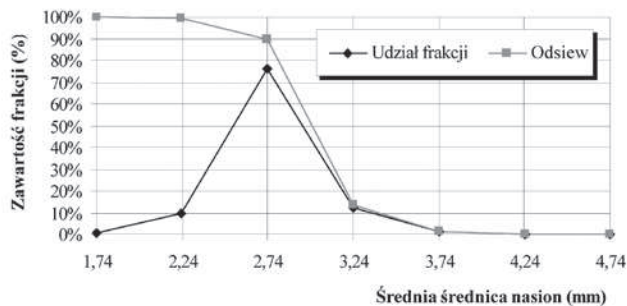
Do badań użyto nasion pomidora (*Lycopersicon esculentum*) odmiany Paw. Wykonano analizę sitową nasion wyjściowych na sitach laboratoryjnych. Dodatkowo całą partię nasion rozdzielono na frakcje w kalibratorze bębnowym na sitach co 0,5 mm.

Tablica I

Analiza sitowa próbki nasion pomidora Paw

Wymiar otworu sita, a	Masa frakcji na sicie	Średnica zastępcza frakcji	Udział frakcji w zbiorze	Odsiew, R
mm	g	mm	%	%
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 oraz 3,0-3,5 mm. Do badań zastosowano nasiona, biorąc po 1 kg z każdej frakcji i mieszając je razem.



Rys. 1. Wyniki analizy sitowej pomidora Paw

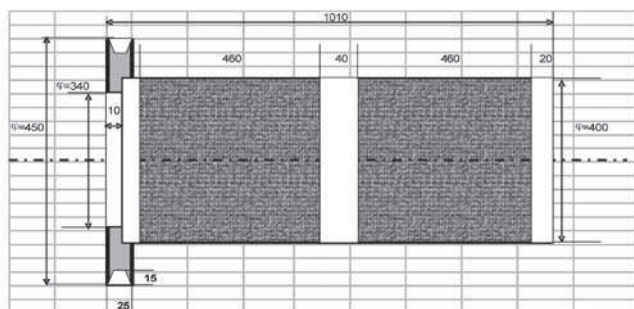
Bębny sitowe

Do badań 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.

Budowa przesiewacza

Na metalowej konstrukcji zamontowano łożę z napędem, w której mocowane są bębny sitowe. Nasiona podawano za pomocą wibracyjnego dozownika rynnowego do obracającego się bębna sitowego. Materiał przesiany przez otwory w sitach przesypywał się do odbieralników frakcji. Frakcja najgrubsza wysypywała 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 częstotliwość obrotową bębna za pomocą falownika nastawiając wartości: 0,127; 0,272; 0,326; 0,380 s^{-1} .

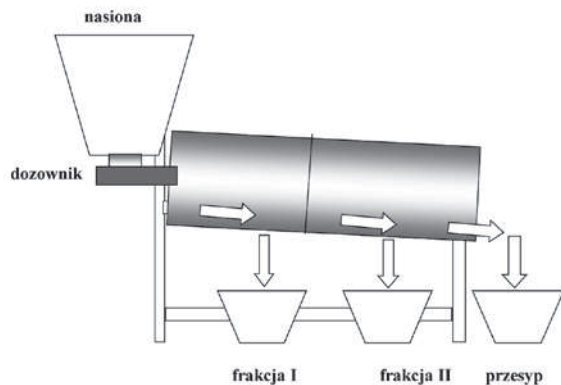


Rys. 2. Sita kalibratora bębnowego

Wartość maksymalną częstotliwości obrotów bębna obliczano ze wzoru (2), i wyniosła ona:

$$n_{\max} = 0,290 \div 0,737; s^{-1}.$$

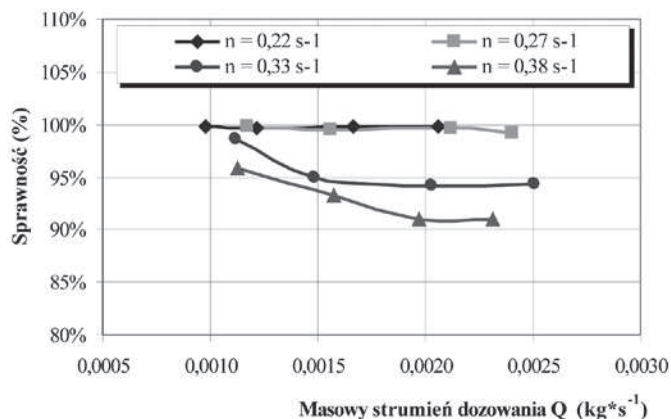
Sprawność przesiewania badano dozując nasiona pomidora przy różnych strumieniach masowych dozowania. Mierzono czas przejścia ok. 3 kg nasion przez przesiewacz w czasie ok. 20 min. Wyniki przedstawiono na rysunkach 4÷6 oraz w tablicy 3.



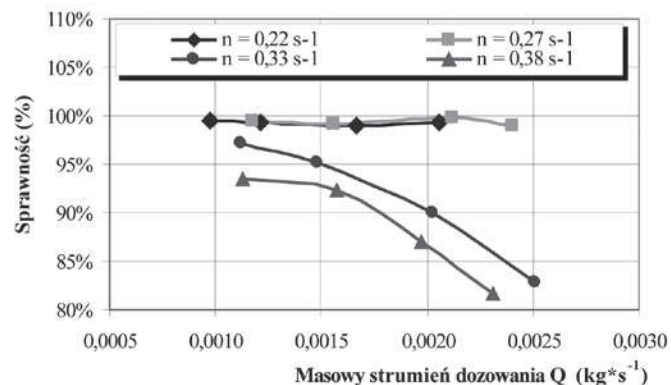
Rys. 3. Schemat kalibratora bębnowego do nasion

Wydajność przesiewania nasion pomidora przy kącie pochylenia bębna 8°

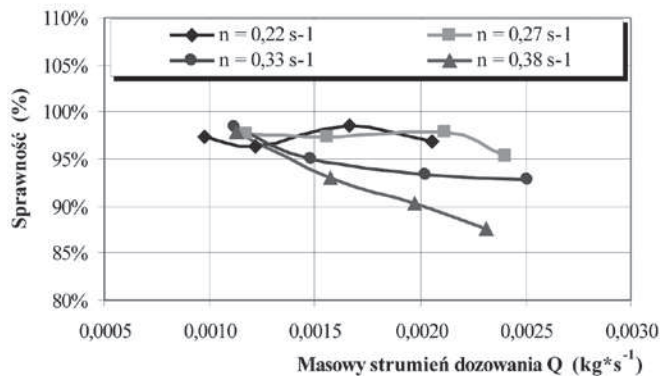
Lp.	Częstotliwość obrotów, $n(s^{-1})$	Wydajność przesiewania, $Q(kg \cdot s^{-1})$	Sprawność uzyskiwania frakcji (2,0-2,5) mm, $\eta_{2,0-2,5}(\%)$	Sprawność uzyskiwania frakcji (2,5-3,0) mm, $\eta_{2,5-3,0}(\%)$	Sprawność uzyskiwania frakcji (3,0-3,5) mm, $\eta_{3,0-3,5}(\%)$
1	0,22	0,00098	99,8	99,6	97,4
2	0,22	0,00122	99,6	99,3	96,3
3	0,22	0,00166	99,8	99,1	98,5
4	0,22	0,00206	99,8	99,3	96,9
5	0,27	0,00117	99,8	99,5	97,8
6	0,27	0,00156	99,5	99,2	97,3
7	0,27	0,00212	99,6	99,8	97,8
8	0,27	0,00241	99,2	96,9	93,4
9	0,33	0,00112	98,6	97,2	93,0
10	0,33	0,00148	94,9	90,2	98,3
11	0,33	0,00203	94,2	90,0	93,3
12	0,33	0,00251	94,2	80,9	92,9
13	0,38	0,00113	95,8	93,6	87,0
14	0,38	0,00157	94,2%	92,3	90,2
15	0,38	0,00197	91,0	82,0	92,9
16	0,38	0,00231	98,1	91,6	97,9



Rys. 4. Sprawność przesiewania nasion dla I sekcji o średnicy otworów 2,0 mm



Rys. 5. Sprawność przesiewania nasion dla 2. sekcji o średnicy 2,5 mm



Rys. 6. Sprawność przesiewania nasion dla nasion powyżej 3,0 mm średnicy

Omówienie wyników

Dla małych częstości 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 (ok. 9 kg/h). Powyżej częstości 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 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 syjąc się częściowo w powietrzu. Efekt ten powoduje zmniejszenie powierzchni czynnej sita.

Podsumowanie

- Przeprowadzone badania pozwalają na dobór częstości obrotowej bębna zapewniającą wysoką sprawność przesiewania nasion pomidorów w kalibratorze bębnowym, dla strumienia masowego dozowania do 9 kg/h.
- Badania wskazują, że dla kalibratora bębnowego częstość obrotów dla uzyskania wysokiej sprawności przesiewania nasion pomidorów powinna być niższa od częstości maksymalnej określonej zależnością (2):

$$n_{\text{max}} = \frac{0,13}{\sqrt{R}}, \text{ s}^{-1}$$

- Od kalibracji nasion wymagany jest precyzyjny rozdział nasion pod względem wielkości, któremu odpowiadają wysokie współczynniki sprawności przesiewania.

Literatura

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

Dr hab. inż. **Wojciech Korpala** ukończył Wydział Chemii Spożywczej Politechniki Łódzkiej (1970). Doktorat obronił na Wydziale Inżynierii Chemicznej Politechniki Łódzkiej (1980). Po kilkuletnim okresie pracy jako technolog w Zakładach Chemicznych „Zachem” rozpoczął pracę na Wydziale Technologii i Inżynierii Chemicznej w Wyższej Szkole Inżynierskiej - dzisiaj Uniwersytecie Technologiczno – Przyrodniczym w Bydgoszczy. Jego zainteresowania naukowe koncentrowały się na operacjach z udziałem ciał stałych, przesiewaniu, aglomeracji oraz technologii nawozów granulowanych o sterowanej rozpuszczalności.

Dr inż. Marek DOMORADZKI jest absolwentem Wydziału Chemicznego Politechniki Łódzkiej (1968). Doktorat obronił na Wydziale Inżynierii Chemicznej Politechniki Łódzkiej (1978). Obecnie pracuje na Wydziale Technologii i Inżynierii Chemicznej Uniwersytetu Technologiczno – Przyrodniczego w Bydgoszczy. Zainteresowania naukowe – aparatura przemysłu spożywczego.

Mgr inż. Joanna KANIEWSKA jest absolwentką Wydziału Technologii i Inżynierii Chemicznej Uniwersytetu Technologiczno – Przyrodniczego w Bydgoszczy. Obecnie jest doktorantem na Wydziale Inżynierii Mechanicznej UTP w Bydgoszczy. Zainteresowania naukowe – biotechnologia.

Mgr inż. Wojciech POĆWIARDOWSKI jest absolwentem Wydziału Technologii i Inżynierii Chemicznej UTP w Bydgoszczy oraz Wydziału Nauk o Zdrowiu Collegium Medium UMK w Bydgoszczy. Obecnie jest doktorantem na Wydziale Inżynierii Mechanicznej UTP w Bydgoszczy. Zainteresowania naukowe – analityka i biotechnologia.

Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej Uniwersytetu Techniczno-Przyrodniczego w Bydgoszczy Katedra Chemii i Ochrony Środowiska

W 1991 r. został powołany Zakład Chemicznej Technologii Ochrony Środowiska, który powstał na bazie majątku i pomieszczeń Katedry Chemii i Technologii Drewna, części Zakładu Technologii Organicznej oraz Laboratorium Ochrony Środowiska Pracy. Praca naukowo-badawcza Zakładu koncentrowała się na poszukiwaniu nowych, przyjaznych dla środowiska technologii organicznych ze szczególnym uwzględnieniem oddzielenia i wykorzystania produktów ubocznych powstających w przemyśle chemicznym. W roku 1998 Zakład został przekształcony w Katedrę. Obecnie tematyka naukowo-badawcza Katedry sprowadza się do realizacji zagadnień: wpływu związków chloroorganicznych na środowisko, projektowania oczyszczalni ścieków, biopaliwa, badanie podstaw metodycznych oznaczania zanieczyszczeń środowiska i żywności, badanie przemian kwasów tłuszczowych w obecności jonów chlorkowych i czynników utleniających, oznaczanie wybranych konserwantów w kosmetykach metodą chromatografii cieczowej, fermentacja metanowa i biogaz. Działalność dydaktyczna Katedry polega na prowadzeniu zajęć z zakresu: kształtowania i ochrony środowiska, ekologii, metod kontroli zanieczyszczeń środowiska (pobieranie, przygotowanie próbek, etap oznaczeń końcowych), wydawania pozwoleń zintegrowanych, oceny oddziaływania na środowisko, zagrożeń ekologicznych i bezpieczeństwa pracy, zagrożenia cywilizacyjne i zrównoważony rozwój. Oferta usługowo-badawcza polega na: oznaczaniu zanieczyszczeń środowiska i żywności (pestycydy, PCB, WWA, epichlorohydrina i in.), oznaczaniu wskaźników sumarycznych (ChZT, BZT i in.), oznaczaniu konserwantów w kosmetykach, opracowanie nowych metod oznaczania zanieczyszczeń środowiska i żywności, oznaczanie metali (Fe, Cu, Cr, Cd, Mn, Zn, Ni, Pb, Co) w próbkach wody, ścieków i gleby.