

## DOZOWNIK NASION DO KALIBRATORA

**Streszczenie:** Przebadano swobodny wysyp nasion warzyw ze zbiornika i porównano z wysypem pod wpływem drgań od kalibratora. Wyznaczono charakterystykę dozownika i obliczono równania opisujące prędkość nasion w otworze dozownika. Uzyskano równanie typu  $u = a \cdot \frac{D}{d_z}$ . Masowa

prędkość wysypu została opisana równaniami potęgowymi  $W = a \cdot D^n$ .

**Słowa kluczowe:** wysyp ze zbiornika, dozownik do nasion

## WPROWADZENIE

Dozowniki służą do równomiernego podawania materiałów sypkich. Od precyzyjnego podawania nasion do przesiewaczy zależy dokładność rozdziału nasion na frakcje [Grochowicz 1994]. Najprostszym dozownikiem jest zbiornik z otworem wysypowym skierowanym w dół. Według Ciborowskiego [1965] natężenie wysypu przez otwór można przedstawić w postaci:

$$W = a \cdot D^n \quad (1)$$

Masową szybkość wysypu można obliczyć dla materiału lekko sypkiego (naprężenie ścinające  $\tau_0 = 0$ ) ze wzoru:

$$W = V \cdot \rho_u = u \cdot A \cdot \rho_u \quad (2)$$

gdzie: powierzchnia otworu wysypowego:  $A = \frac{\pi \cdot D_0^2}{4}$

Przekształcając równanie (2) otrzymamy:

$$u = \frac{W}{A \cdot \rho_u} \quad (3)$$

Według Błasińskiego [1971] prędkość liniowa w otworze wysypowym jest powiązana z średnicą otworu wysypowego  $D$  i średnicą ziarna  $d_z$ :

$$u = a \cdot D^n \quad u = f\left(\frac{D}{d_z}\right) \quad (4)$$

gdzie:  $W$  - masowa prędkość wysypu [kg/h]  
 $\rho_u$  - gęstość usypowa [kg/m<sup>3</sup>]  
 $A$  - powierzchnia otworu wysypowego [m<sup>2</sup>]  
 $u$  - liniowa prędkość wysypu w otworze [m/s]  
 $D$  - średnica otworu wysypowego [mm]  
 $a$  - stała dla rzeczywistych materiałów  
 $n$  - wykładnik potęgi.

Ograniczeniem stosowania dozowników z otworem skierowanym do dołu jest nierównomierność dozowania w zakresie  $D \leq 6d_z$ . Materiał ziarnisty jest blokowany przez ściankę otworu wysypowego. Efekt ten likwidują urządzenia rozluźniające materiał w otworze wysypowym: mieszadła, przepływ powietrza i wibracje.

## CEL PRACY

Celem pracy było opracowanie i zbadanie dozownika zbiornikowego do wielopokładowego przesiewacza wibracyjnego, zamocowanego na pokrywce kalibratora.

## MATERIAŁY I METODY

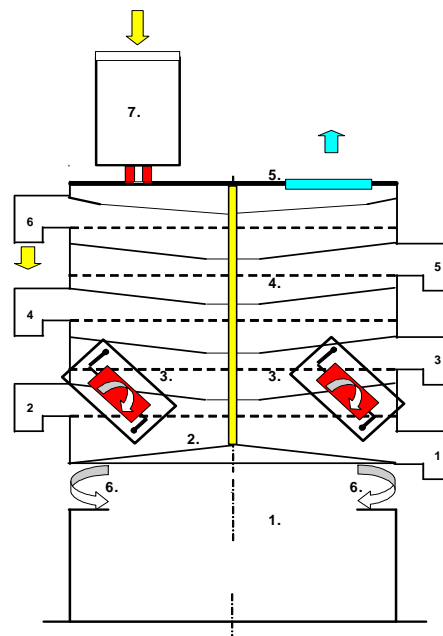
### Badanie wysypu nasion ze zbiornika bez drgań

Dozownik składający się ze zbiornika o pojemności ok. 15L. Końcówki z otworem wysypowym o średnicy od 5mm do 24mm wkręcano w dno zbiornika. Dozownik napełniano 5 kg nasion warzyw o znanej średniej średnicy zastępczej  $d_z$ .

Mierzono: - czas wysypu ok. 1kg nasion do naczynia,  
- gęstość usypowu nasion,  
- z analizy sitowej wyliczono średnią średnicą wagową  $d_z$ .

### Badanie dozownika zamocowanego na pokrywie kalibratora

Na pokrywie kalibratora składającego się z 6 segmentów zamocowano dozownik z gwintowanym wylotem pozwalającym na wymianę końcówek wysypowych. Nasiona w ilości ok. 5 kg wsypywano do dozownika i uruchamiano kalibrator przy kącie pochylenia wibratorów  $30^\circ$ ,  $35^\circ$  i  $45^\circ$ . Mierzono czas wysypu nasion po ustaleniu równowagi w układzie pomiarowym rysunek 1.



Rys 1. Zamocowanie dozownika do nasion dla kalibratora z wibratorami bocznymi 1 – podstawa przesiewacza, 2 – podstawa kolumny sit, 3 - wibratory, 4 - segmenty kolumny sitowej, 5 – pokrywa, 6 – zawieszenie sprężynowe, 7 - dozownik.

Fig. 1. Attachment of seed metering device to calibrator with side vibrators: 1-sigter base, 2-base of sieve column, 3-vibrators, 4-segments of sieve column, 5-cover, 6-spring suspension, 7-mererng device (feeder)

## WYNIKI

### Wysyp swobodny z dozownika bez drgań

Dane pomiarowe dla wysypu z dozownika bez drgań zebrano w tablicy 1 i na rys.2.

Tab. 1. Wysyp swobodny nasion z dozownika w [kg/h]

Table 1. Intensity of free pouring out the seeds from a feeder (kg/h)

		Średnica otworu wysypowego [mm]										
		d <sub>z</sub>	8,1	9,0	10,1	11,1	12,2	13,3	14,2	15	18,1	20,8
10	cebula	2,5					39,3	50,7	61,6	72,5	126	191
11	pietruszka	1,5	10,5	14,5	20,5	27,3	36,3	47,1	57,4	67,7	119	182
12	pietruszka	1,5	11,6	15,9	22,4	29,7	39,3	50,7	61,6	72,5	126,7	191,5

### Wysyp z dozownika drgającego wraz z kalibratorem

Dane pomiarowe dla wysypu z dozownika zamocowanego na pracującym kalibratorze zebrano w tabeli 2.

Tab. 2. Natężenie wysypu z dozownika w [kg/h]

Table 2. Intensity of seeds outflow from the feeder mounted on calibrator (kg/h)

		Średnica otworu wysypowego [mm]												
		kat	6,1	7	8,1	9	10,1	11,1	12,2	13,3	14,2	15	18,1	20,8
1	burak	35								5,6	7,2	<b>9,0</b>	18,9	32,8
2	cebula	35			5,8	<b>8,4</b>	12,8	18,0	25,2	34,4	43,6	53,1	104	172
3	koper	35				6,2	<b>9,2</b>	12,7	17,4	23,3	29,1	35,0	66,1	105
4	marchew	35	2,4	3,7	5,9	<b>8,3</b>	12,1	16,4	22,2	29,3	36,1	43,1	78,9	123
5	pietruszka	30	3,5	5,5	<b>8,8</b>	12,3	17,8	24,1	32,7	43,1	53,2	63,5	116	181
6	pietruszka	35	3,4	5,4	<b>8,8</b>	12,6	18,5	25,5	35,1	46,9	58,5	70,4	132	212
7	pietruszka	45	3,4	5,3	<b>8,6</b>	12,1	17,5	23,8	32,3	42,8	52,9	63,1	116	182
8	pomidor	35						3,0	4,3	6,0	7,7	<b>9,5</b>	19,4	33,0
9	rzodkiewka	35	2,8	4,6	7,6	<b>10,9</b>	16,3	22,7	31,5	42,5	53,3	64,5	123	200

## OMÓWIENIE WYNIKÓW

### Wydajność masowa dozownika nasion

Wydajność dozownika zależy od; gatunku nasion, średniej średnicy dozowanego materiału, średnicy otworu wysypowego. Wyniki obliczeń zebrano w tabeli 3.

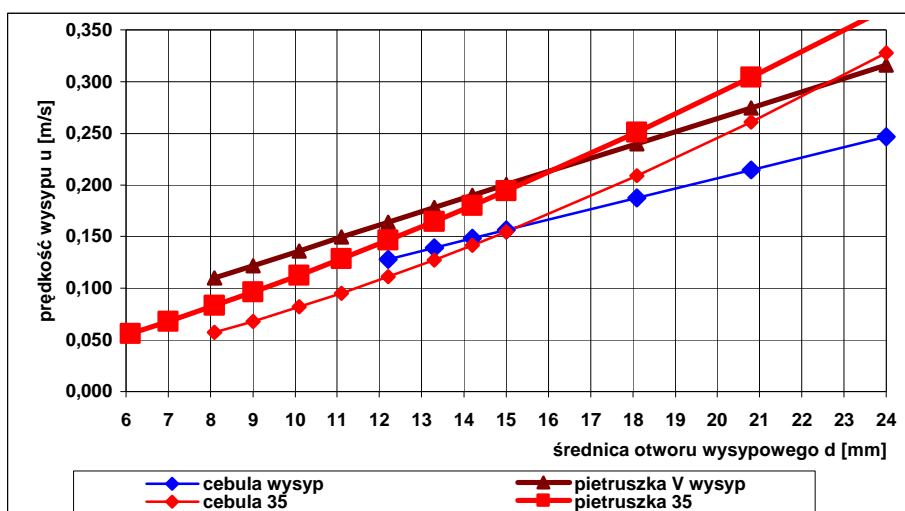
Drgania dozownika wywołane przez napęd kalibratora powodują, że dla mniejszych średnic otworów wysypowych następuje równomierny wypływ nasion. Najwyraźniej widać ten efekt dla nasion cebuli gdzie ustalony wysyp swobodny występuje przy średnicy D=12,2mm a z drganiami już przy średnicy 8,1 mm.

Tab. 3. Wyniki obliczeń wysypu z dozownika nasion warzyw w [kg/h]  
 Table 3. Equations of vegetable seeds outflow from the feeder (kg/h)

	Gatunek	kąt wibratora	kąt	D	d <sub>z</sub>	W=aD <sup>b</sup>		
				[mm]	[mm]	a	b	R <sup>2</sup>
1	Burak	kąt wibratora	35	13,3-24	4,0	0,0002	3,9566	0,9861
2	Cebula	kąt wibratora	35	8,1-24	2,5	0,0031	3,5998	0,9851
3	Koper	kąt wibratora	35	9,0-24	2,5	0,0037	3,3808	0,9947
4	Marchew	kąt wibratora	35	5,0-24	1,45	0,0071	3,2168	0,9913
5	Pietruszka	kąt wibratora	30	6,1-24	1,4	0,0106	3,2116	0,9978
6	Pietruszka	kąt wibratora	35	6,1-24	1,4	0,0076	3,3728	0,9858
7	Pietruszka	kąt wibratora	45	6,1-24	1,4	0,0097	3,2426	0,9962
8	Pomidor	kąt wibratora	35	11,1-24	3,5	0,0003	3,8250	0,9919
9	Rzodkiewka	kąt wibratora	35	6,1-24	2,5	0,0053	3,4735	0,9897
10	Cebula	wysyp		12,2-24	2,5	0,0246	2,8534	0,9964
11	Pietruszka	wysyp		8,1-24	1,4	0,0188	3,0242	0,9980

### Prędkość materiału w otworze wysypowym

Obliczono z zależności (3) prędkość materiału w otworze dozownika i porównano wysyp swobodny nasion pietruszki i cebuli z wysypem pod wpływem drgań. Wyniki zestawiono na wykresie rys 2.



Rys 2. Prędkość wysypu swobodnego i pod wpływem drgań kalibratora

Fig. 2. Velocity of free outflow of seeds and outflow generated by calibrator vibrations

Prędkość wysypu z dozownika drgającego w stosunku do prędkości wysypu swobodnego jest mniejsza do średnicy 15-16mm dla cebuli i pietruszki i następnie szybko rośnie. Równania opisujące prędkość wysypu zestawiono w tablicy 4.

Tab. 4. Równania opisujące prędkość wysypu [m/s] w funkcji średnicy otworu wysypowego

Table 4. Equations describing seeds outflow velocity (m/s) in function of D (mm)

	Gatunek		kąt	D	u=aD <sup>b</sup>		
				[mm]	a	b	R <sup>2</sup>
1	Pietruszka	wysyp		8,1-24	0,0145	0,9701	1,00
2	Pietruszka	kąt wibratora	35	6,1-24	0,0047	1,3728	1,00
3	Cebula	wysyp		12,2-24	0,0113	0,9701	1,00
4	Cebula	kąt wibratora	35	8,1-24	0,0020	1,5998	1,00

Wykładnik potęgi w równaniu (4) w funkcji średnicy otworu wysypowego wynosi: -  
 dla wysypu swobodnego ok. b=1,0  
 - dla wysypu pod wpływem drgań b=1,4 dla pietruszki  
 b=1,6 dla cebuli.

#### Wpływ kąta ustawienia wibratorów na prędkość wysypu

Prędkość wysypu z dozownika, jest maksymalna dla 35° kąta pochylenia wibratorów.

Wykładnik potęgi równania (4) w funkcji średnicy otworu wysypowego D dla różnych kątów ustawienia wibratorów dla nasion pietruszki wynosi: - dla wysypu swobodnego ok. b=1,0

- dla wysypu przy kącie 30° i 45° b=1,2
- dla wysypu przy kącie 35° b=1,37.

#### Wpływ stosunku D/d<sub>z</sub> na prędkość wysypu nasion

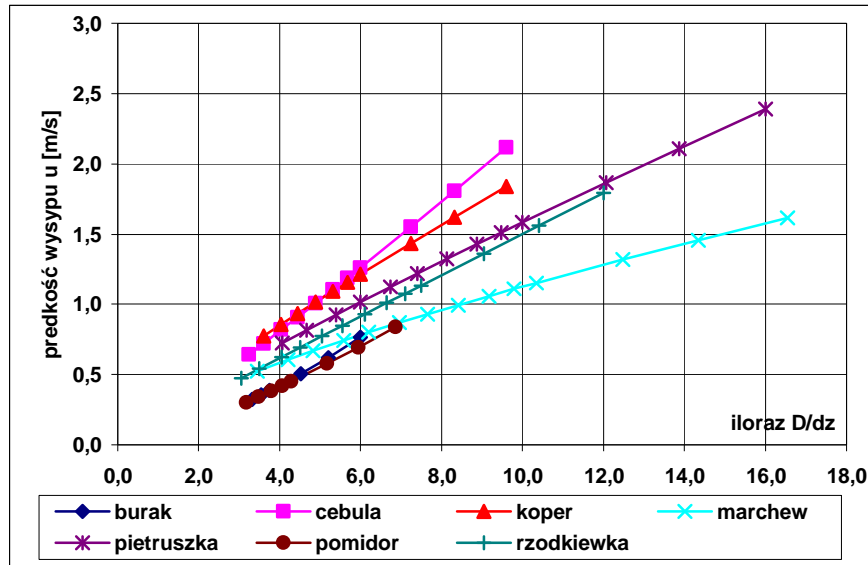
Dla stałego kąta ustawienia wibratorów 35° obliczono równania prędkości wysypu różnych gatunków nasion warzyw w funkcji D/d<sub>z</sub>.

Tab. 5. Równania liniowe opisujące prędkość wysypu [m/s] od ilorazu średnicy otworu wysypowego i średniej średnicy ziarna D/d<sub>z</sub>

Table 5. Linear equations describing the outflow velocity (m/s) as dependent on D/d<sub>z</sub> quotient

	gatunek		kąt	D zakres		Y=a*X		
				[mm]	d <sub>z</sub>	D/d <sub>z</sub> zakres	a	R <sup>2</sup>
1	burak	kąt wibratora	35	13,3-24	4,0	3,33-6,00	0,1145	0,9028
2	cebula	kąt wibratora	35	8,1-24	2,5	3,24-9,60	0,2127	0,9921
3	koper	kąt wibratora	35	9,0-24	2,5	3,60-9,60	0,1998	0,9820
4	marchew	kąt wibratora	35	5,0-24	1,45	3,45-16,55	0,1102	0,8696
5	pietruszka	kąt wibratora	35	6,1-24	1,4	4,07-16,00	0,1573	0,9810
5	pomidor	kąt wibratora	35	11,1-24	3,5	3,17-6,85	0,1112	0,9395
7	rzodkiewka	kąt wibratora	35	6,1-24	2,5	3,05-12,00	0,1510	0,9993

Uzyskano równania liniowe prędkości wysypu w funkcji ilorazu średnicy otworu i średnicy zastępczej u=f(D/d<sub>z</sub>) dla wysypu z dozownika zamocowanego na kalibratorze. Wysyp równomierny z dozownika występuje przy stosunku otworu wysypowego do średniej średnicy ziarna ok. D/d<sub>z</sub>= 3,5.



Rys 3. Zależność prędkości wysypu  $u=f(D/d_{sr})$  dla dozownika zamocowanego na kalibratorze.

Fig. 3. Dependence of outflow velocity  $u=f(D/d_z)$  for the feeder mounted on calibrator

## WNIOSKI

Dozownik zamocowany na kalibratorze pozwala na precyzyjne dozowanie nasion. Założono, że dla rozdzielenia nasion na frakcje, dozowanie nasion dla badanego kalibratora powinno wynosić ok. 10 kg/h. Dozowniki zbiornikowe z wysypem swobodnym nie spełniają tego warunku dla nasion warzyw ale spełniają dozowniki drgające zamocowane na pokrywie kalibratora.

Wykonane obliczenie szybkości materiału w otworze wysypowym spowodowały następujące spostrzeżenia:

1. Równomierny wysyp swobodny jest realizowany dla  $D/d_z > 5$  Równomierny wysyp ze zbiornika drgającego następuje dla  $D/d_z > 3,0-3,5$  Prędkość wysypu swobodnego jest początkowo większa od wysypu z wibracjami i stopniowo rośnie ze wzrostem średnicy otworu wysypowego
4. Optymalnym dla wysypu jest kat ustawienia wibratorów równy  $35^\circ$
5. Prędkość wysypu dobrze opisuje równanie liniowe:  $u = a \cdot \frac{D}{d_z}$
6. Odchylenie od równania liniowego opisującego prędkość wysypu zaobserwowano dla nasion marchwi i wynika prawdopodobnie z chropowatej powierzchni tych nasion
7. Uzyskane wykresy i równania pozwalają na szybki dobór średnicy otworu wysypowego dozownika, dla poszczególnych gatunków kalibrowanych nasion warzyw.

## LITERATURA

Ciborowski J. (1965) Podstawy Inżynierii Chemicznej WNT Warszawa 1965

Błasiński H, Młodziński B. (1971) Aparatura Przemysłu Chemicznego WNT Warszawa 1971

Grochowicz J (1994). Maszyny do czyszczenia i sortowania nasion. W.A.R Lublin 1994

Domoradzki M. Korpala W. Weiner W. (2001) Ciągły przesiewacz wibracyjny. Konf. NT. Maszyny dla przetwórstwa produktów rolnych Pleszew 2001r. Biuletyn Nr 2 (15) s. 43-48.

Domoradzki M. Korpala W., Weiner W.(2002) Badania kalibracji nasion warzyw. Materiały X Konferencji BEMS Lublin 2002. s. 45

### **METERING DEVICE OF SEEDS TO CALIBRATOR**

#### **Summary**

Free pouring out of vegetable seeds from a container was tested and compared with pouring out process generated by the vibrations of calibrator cover. The characteristics of feeder (metering device) was determined and the equations describing the velocity of seeds in feeder outlet were solved.

**Key words:** metering device, free pouring

Recenzent - Józef Grochowicz