

## EFEKTYWNOŚĆ PROCESU EKSPANDOWANIA NASION W STRUMIENIU GORĄCEGO POWIETRZA

### Streszczenie

Badania procesu ekspandowania nasion amarantusa w pionowym przewodzie pneumatycznym wykonano w warunkach zapewniających otrzymanie produktu wysokiej jakości. Parametry procesu wyznaczono w symulacji komputerowej. Określono wpływ wielkości nasion oraz ich wilgotności na efektywność procesu. Najwyższą efektywność otrzymano dla nasion największych o wilgotności 14 %.

**Słowa kluczowe:** ekspandowanie termiczne, nasiona prosa.

### Wprowadzenie

W literaturze brak informacji o wpływie właściwości nasion amarantusa (wielkość, wilgotność) na efektywność procesu ich ekspandowania w pionowym przewodzie pneumatycznym. Opublikowane dotąd prace [Metzger i in. 1989, Song A., Eckhoff 1994, Singh i in. 1997] dotyczą innych nasion oraz metod ekspandowania. Nie przeprowadzono również oceny zgodności wyznaczonych w takich badaniach wskaźników efektywności tego procesu.

Celem pracy było:

- określenie wpływu wilgotności oraz wielkości nasion na efektywność procesu ich ekspandowania w strumieniu gorącego powietrza,
- dokonanie analizy zgodności wskaźników tej efektywności.

Materiałem badawczym były nasiona *Amaranthus cruentus*. Przygotowanie nasion do badań polegało na ich rozdzieleniu na trzy klasy ziarnowe: 0,63-0,80 mm (N1); 0,80-1,00 mm (N2) i >1,00 mm (N3) oraz doprowadzeniu ich wilgotności do 10, 14 lub 18 %. W każdej z prób masa nasion surowych wynosiła 100 g.

Wartości wielkości sterujących procesem (początkowa temperatura powietrza oraz strumienie masy powietrza i nasion) zostały określone w obliczeniach symulacyjnych. We wszystkich próbach wynosiły one odpowiednio: 330 °C, 3,95 g/s i 0,6 g/s. Każdą z prób wykonywano trzykrotnie. Do opracowania wyników wykorzystano wartości średnie.

Przyjęto następujące wskaźniki efektywności procesu ekspandowania:

- gęstość usypową produktu:

$$\rho_{u2} = \frac{m_{n2}}{V_{n2}}$$

- współczynnik zmiany objętości nasion:

$$\varepsilon_V = \frac{V_{n2}}{V_{n1}}$$

- 
- współczynnik zmiany gęstości usypowej nasion:

$$\varepsilon_{\rho u} = \frac{\rho_{u2}}{\rho_{u1}}$$

- skuteczność ekspandowania:

$$e = \frac{m_{n2,d}}{m_{n2}}$$

- stopień ekspansji nasion:

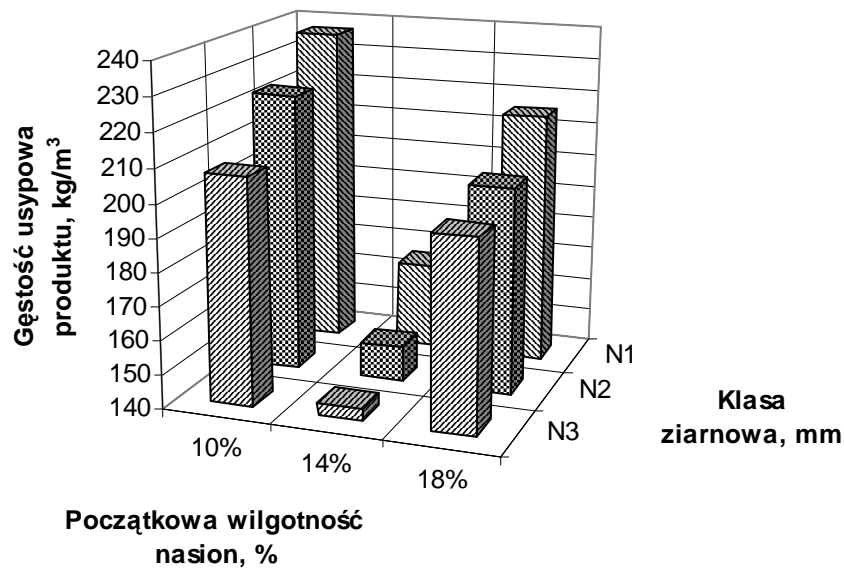
$$E = \frac{V_{n2} - V_{n1}}{m_{n1}}$$

gdzie:

- |                        |  |
|------------------------|--|
| $m_{n1}, m_{n2}$       | - masa nasion odpowiednio przed i po procesie,               |
| $m_{n2,d}$             | - masa nasion ekspandowanych o odpowiednio dużych wymiarach, |
| $V_{n1}, V_{n2}$       | - objętość nasion przed i po procesie,                       |
| $\rho_{u1}, \rho_{u2}$ | - gęstość usypowa nasion przed i po procesie.                |

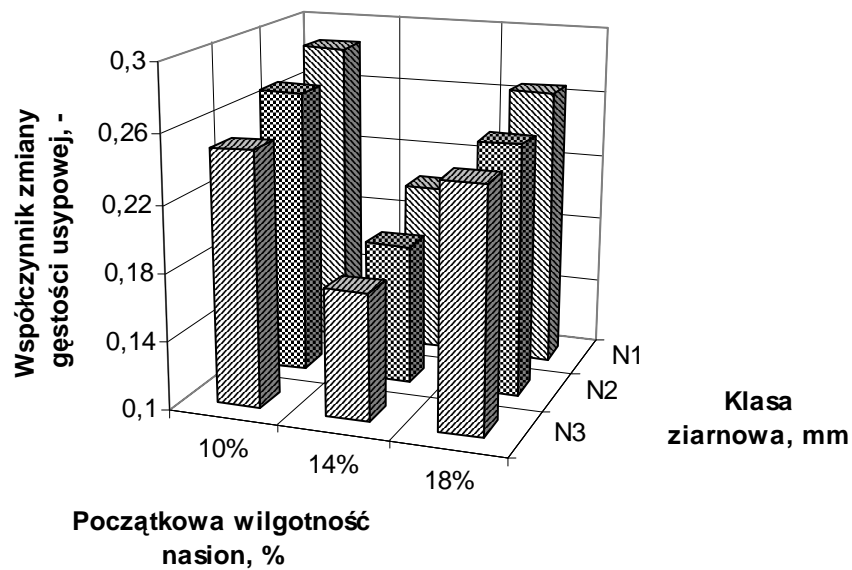
Najłatwiejsze jest wyznaczenie współczynnika zmiany objętości nasion oraz gęstości usypowej produktu. Wymaga ono zmierzenia tylko dwóch wielkości. Trochę trudniejsze jest wyznaczenie stopnia ekspansji nasion. Najbardziej pracochłonne jest określenie współczynnika zmiany gęstości usypowej nasion oraz skuteczności ekspandowania. Pierwszy z nich wymaga wyznaczenia czterech wielkości, a drugi – żmudnego i najczęściej obciążonego błędem (ze względu na nieregularny kształt nasion) przesiewania.

Badania przeprowadzono na zmodyfikowanym nieco stanowisku badawczym przedstawionym w innej pracy autora [Konopko 2004]. Modyfikacja polegała głównie na zastąpieniu dozownika wibracyjnego podajnikiem Laborette 24 oraz zamianie układu pomiaru i rejestracji temperatury przez system kontroli, archiwizacji i wizualizacji temperatury powietrza w przewodzie.



Rys. 1. Wpływ wielkości nasion i ich początkowej wilgotności na gęstość usypową produktu

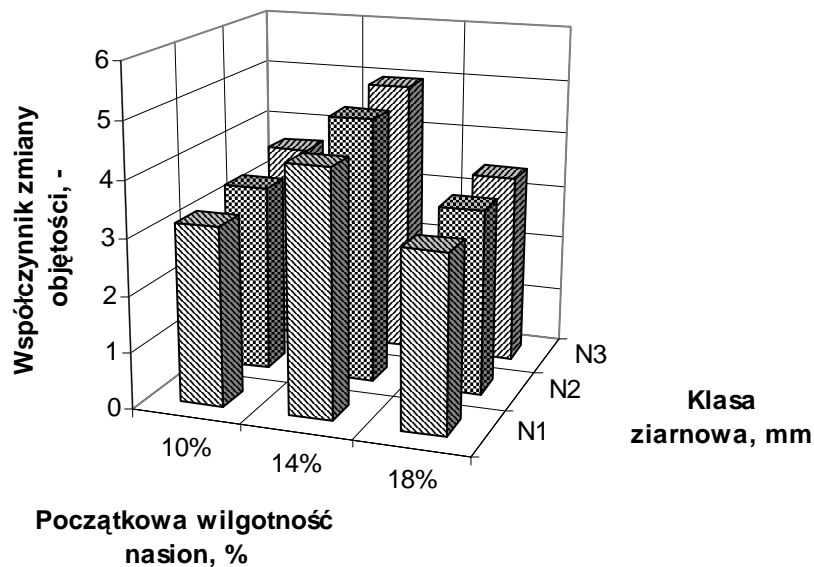
Fig. 1. Effect of the seeds' size and initial moisture content on bulk density of product



Rys. 2. Wpływ wielkości nasion i ich początkowej wilgotności na współczynnik zmiany gęstości usypowej nasion

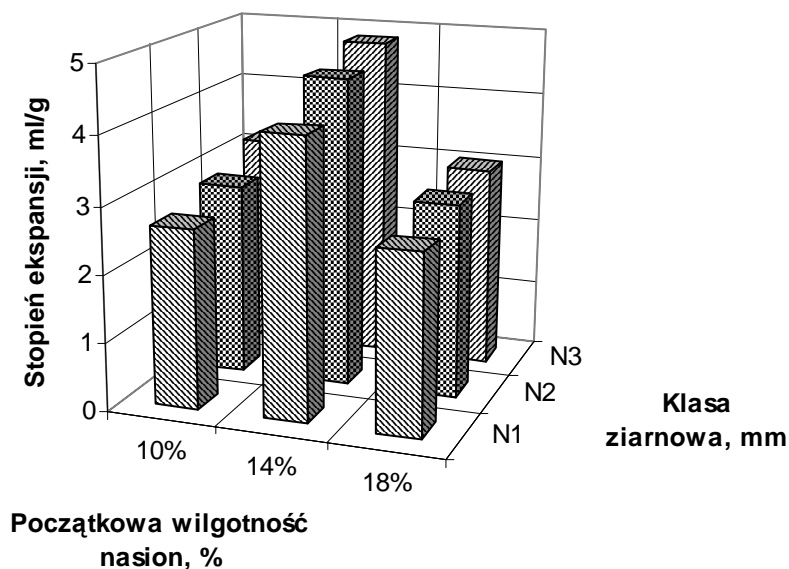
Fig. 2. Effect of the seeds' size and initial moisture content on the coefficient of bulk density changes of the seeds

Najmniejsze wartości gęstości usypowej nasion ekspandowanych (rys. 1) oraz współczynnika zmiany gęstości nasion (rys. 2) otrzymano dla największych nasion o wilgotności 14%. Stwierdzono, że wpływ wilgotności nasion na efektywność procesu jest większy niż ich wielkości.



Rys. 3. Wpływ wielkości nasion i ich początkowej wilgotności na współczynnik zmiany gęstość usypowej nasion

Fig. 3. Effect of the seeds' size and initial moisture content the coefficient of changes in seeds' bulk density

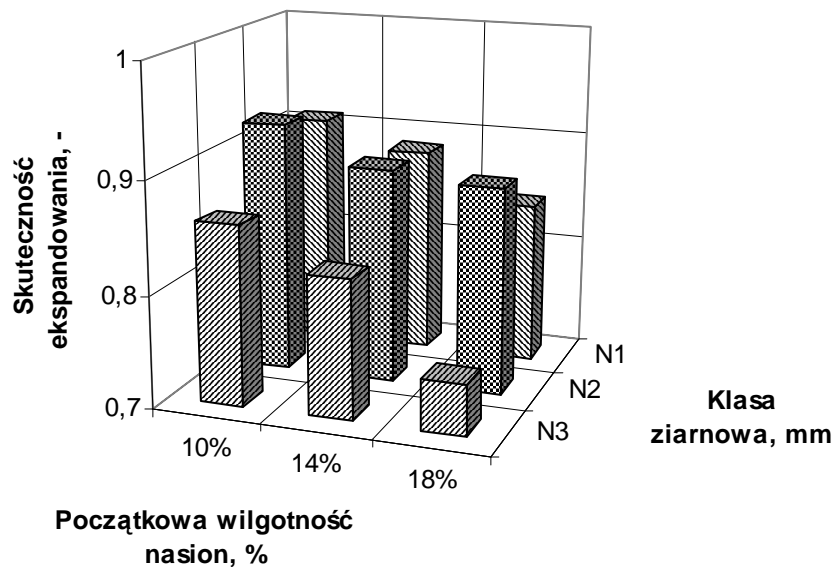


Rys. 4. Wpływ wielkości nasion i ich początkowej wilgotności na stopień Ekspansji

Fig. 4. Effect of the seeds' size and initial moisture content on expansion degree

Również współczynnik zmiany objętości nasion (rys. 3) oraz stopień ekspansji (rys. 4) osiągnęły najwyższe wartości dla największych nasion o wilgotności 14%.

Znacznie różniące się, od wcześniej omówionych, wyniki otrzymano w przypadku skuteczności ekspandowania (rys. 5). Według tego wskaźnika najlepiej ekspandują nasiona średniej wielkości o wilgotności 10%. Jest to sprzeczne z wcześniej omówionymi wskaźnikami.



Rys. 5. Wpływ wielkości nasion i ich początkowej wilgotności na skuteczność ekspandowania

Fig. 5. Effect of the seeds' size and initial moisture content on expanding effectiveness

1. Najlepsze wartości wskaźników efektywności procesu otrzymano dla nasion największych o wilgotności 14 %.
2. Najgorsze wartości tych wskaźników charakteryzują proces, w którym surowcem były najmniejsze nasiona o wilgotności 10 lub 18 %.
3. Przedstawione w poprzednich punktach rezultaty wynikają najprawdopodobniej z: wyższej w większych nasionach zawartości skrobi, która jest jedynym składnikiem podlegającym znaczącej ekspansji oraz z osłabiającej okrywą nasienną zbyt dużej (18%) wilgotności nasion.
4. Cztery, spośród pięciu zastosowanych, wskaźników efektywności procesu wskazało jako optymalne parametry nasion: wilgotność 14 % i klasę ziarnową >1 mm.
5. Całkowicie odmienne wyniki uzyskano w przypadku skuteczności ekspandowania. Według niej najlepsze wyniki uzyskano dla nasion średniej wielkości o wilgotności 10 %. Wskaźnik ten nie jest więc miarodajny. Poza tym cechuje go znacznie większa (w porównaniu z innymi wskaźnikami) pracochłonność wyznaczania. Błędne wyniki uzyskane dla tego wskaźnika wynikają prawdopodobnie z tego, że największe nasiona były tylko nieznacznie większe od granicznego wymiaru 1 mm. W związku z tym zbyt mała (w porównaniu z innymi klasami) ich liczba mogła trafić do wyższej klasy ziarnowej (>1,25 mm).

*Publikację opracowano w ramach realizacji pracy W/WM/4/04.*

Konopko H. 2004, Analiza procesu ekspandowania nasion w przewodzie pneumatycznym. Rozprawy Naukowe Akademii Rolniczej w Lublinie, Wydział Inżynierii Produkcji, zeszyt 280,

Metzger D.D., Hsu K.H., Ziegler K.E., Bern C.J. 1989: Effect of moisture content on popcorn popping volume for oil and hot-air popping. Cereal Chemistry, 66, 247-248,

Singh V., Barreiro N.L., McKinsty J., Eckhoff S.R. 1997: Effect of kernel size, location, and type of damage on popping characteristics of popcorn. Cereal Chemistry, 74, 672-675,

---

Song A., Eckhoff S.R. 1994: Optimum popping moisture content for popcorn kernels of different sizes. *Cereal Chemistry*, 71, No. 5, 458-460.

## **EFFECTIVNES OF SEEDS' EXPANDING PROCESS IN THE STREAM OF HOT AIR**

### **Summary**

The tests of expanding amaranth seeds in a vertical pneumatic duct were carried out under conditions ensuring high quality of the final product. The parameters of expanding process were determined by computer simulation. The effect of seeds' size and moisture content on effectiveness of the process was determined. The highest effectiveness was obtained for largest seeds of 14% moisture content.

**Key words:** thermal expanding, millet seeds.

Recenzent- Józef Grochowicz