

WPŁYW PODSTAWOWYCH WIELKOŚCI WEJŚCIOWYCH PROCESU EKSPANDOWANIA NASION AMARANTUSA I PROSA W STRUMIENIU GORĄCEGO POWIETRZA NA NIEZAWODNOŚĆ ICH TRANSPORTU PNEUMATYCZNEGO

Henryk Konopko

Katedra Maszyn i Urządzeń Przemysłu Spożywczego, Politechnika Białostocka

Streszczenie. W pracy przedstawiono wyniki analizy wpływu podstawowych wielkości wejściowych procesu ekspandowania wybranych nasion w przewodzie pneumatycznym na minimalną ich prędkość, a więc niezawodność ich transportu. Wyniki te świadczą o zróżnicowanym wpływie przyjętych wielkości wejściowych (początkowa temperatura powietrza oraz strumienie masy powietrza i nasion) na tę prędkość. Największy wpływ na tę prędkość ma strumień masy powietrza.

Słowa kluczowe: ekspandowanie termiczne, nasiona, transport pneumatyczny

Wprowadzenie

Celem pracy było przeprowadzenie analizy wpływu podstawowych wielkości wejściowych sterujących procesem ekspandowania nasion amarantusa i prosa w strumieniu gorącego powietrza w pionowym przewodzie na niezawodność transportu nasion.

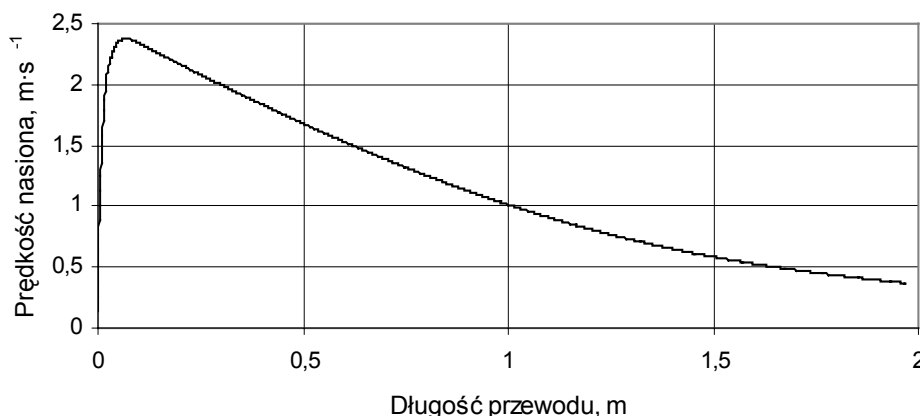
Analizy tej dokonano na podstawie wyników symulacji komputerowej procesu ekspandowania zgodnie z przedstawionym przez autora we wcześniejszej pracy [Konopko 2004] modelem tego procesu oraz algorytmem obliczeń. Wyodrębniono w nim trzy etapy. W pierwszym z nich, przebiegającym przy średniej temperaturze nasion mniejszej od średniej temperatury przemian składników nasion, zachodzi ich podgrzewanie i częściowe suszenie. W drugim etapie zachodzą przemiany skrobi, protein i tłuszczu bez zmiany temperatury nasion. W przemianach tych szczególnie ważne jest upłynnienie skrobi. W ostatnim etapie postępuje dalsze suszenie nasion, a także ich ogrzewanie aż do osiągnięcia krytycznej wartości temperatury. Po osiągnięciu tej temperatury i odpowiadającego jej ciśnienia wewnętrznego następuje rozerwanie okrywy nasiennej i bardzo szybko zachodzi ekspansja ziaren skrobi. Wywołuje ją przemiana pozostałej do tego momentu w nasionach przegrzanej wody w parę wodną.

Wielkościami wejściowymi były: początkowa wartość temperatury powietrza, strumień masy powietrza oraz strumień masy nasion. Wszystkie obliczenia przeprowadzono dla przewodu o średnicy wewnętrznej 35 mm.

Materiałem badawczym były nasiona amarantusa należące do klasy ziarnowej 0-8-1,0 mm oraz nasiona prosa należące do klasy ziarnowej 2,0-2,5 mm.

Obliczenia wstępne

Już po przeprowadzeniu pierwszych symulacji okazało się, że rozkład prędkości nasion w funkcji czasu, a także długości przewodu jest bardzo zmienny (rys. 1).

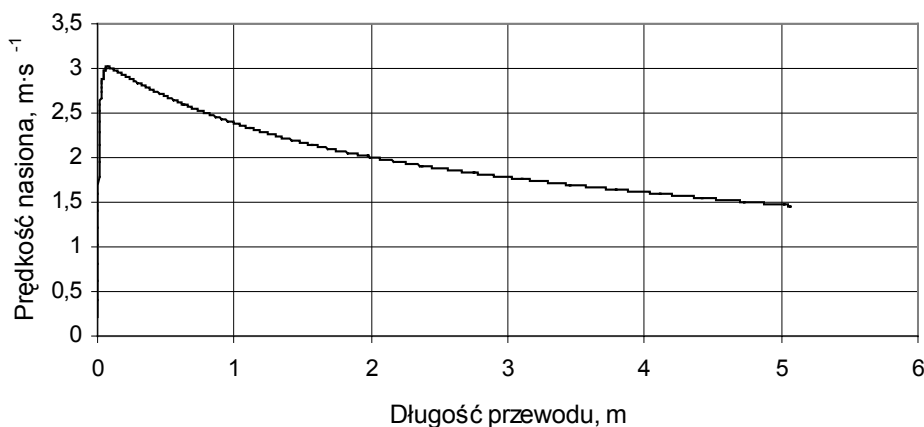


Rys. 1. Rozkład prędkości nasion amarantusa należących do klasy ziarnowej 0,8-1,0 mm na długości przewodu przy strumieniach masy powietrza i nasion wynoszących odpowiednio: $4 \text{ g}\cdot\text{s}^{-1}$ i $0,2 \text{ g}\cdot\text{s}^{-1}$ oraz początkowej temperaturze powietrza 290°C

Fig. 1. Speed distribution of amaranthus seeds classified as a grain class of 0.8-1.0 mm at a length of conduit with air and seeds mass flux amounting appropriately to: $4 \text{ g}\cdot\text{s}^{-1}$ and $0.2 \text{ g}\cdot\text{s}^{-1}$ and initial air temperature 290°C

W początkowym odcinku przewodu prędkość ta bardzo szybko wzrasta, co jest spowodowane tym, że nasiona są wsypywane do przewężenia zwężki Venturiego, gdzie prędkość powietrza dochodzi do $30 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. W dalszej części przewodu prędkość nasion maleje. Okazało się też, że w wielu przypadkach prędkość ta spada do wartości mniejszej od zera, zanim nasiona osiągną stan krytyczny. Takie nasiona mogą wówczas pozostawać zbyt długo w przewodzie i zostać spalone. Może to zdyskwalifikować całą otrzymaną w takich warunkach partię produktu, z powodu niedopuszczalnego smaku i zapachu nasion oraz obecności szkodliwych dla zdrowia produktów spalania. Oddzielenie spalonych nasion od reszty produktu jest praktycznie niemożliwe.

Z drugiej strony przyjęcie innych, niezbyt nieodpowiednich wartości wielkości wejściowych powoduje wprawdzie zwiększenie niezawodności transportu pneumatycznego nasion (większa wartość minimalnej prędkości nasion), ale może wymusić konieczność znacznego wydłużenia przewodu (rys. 2).



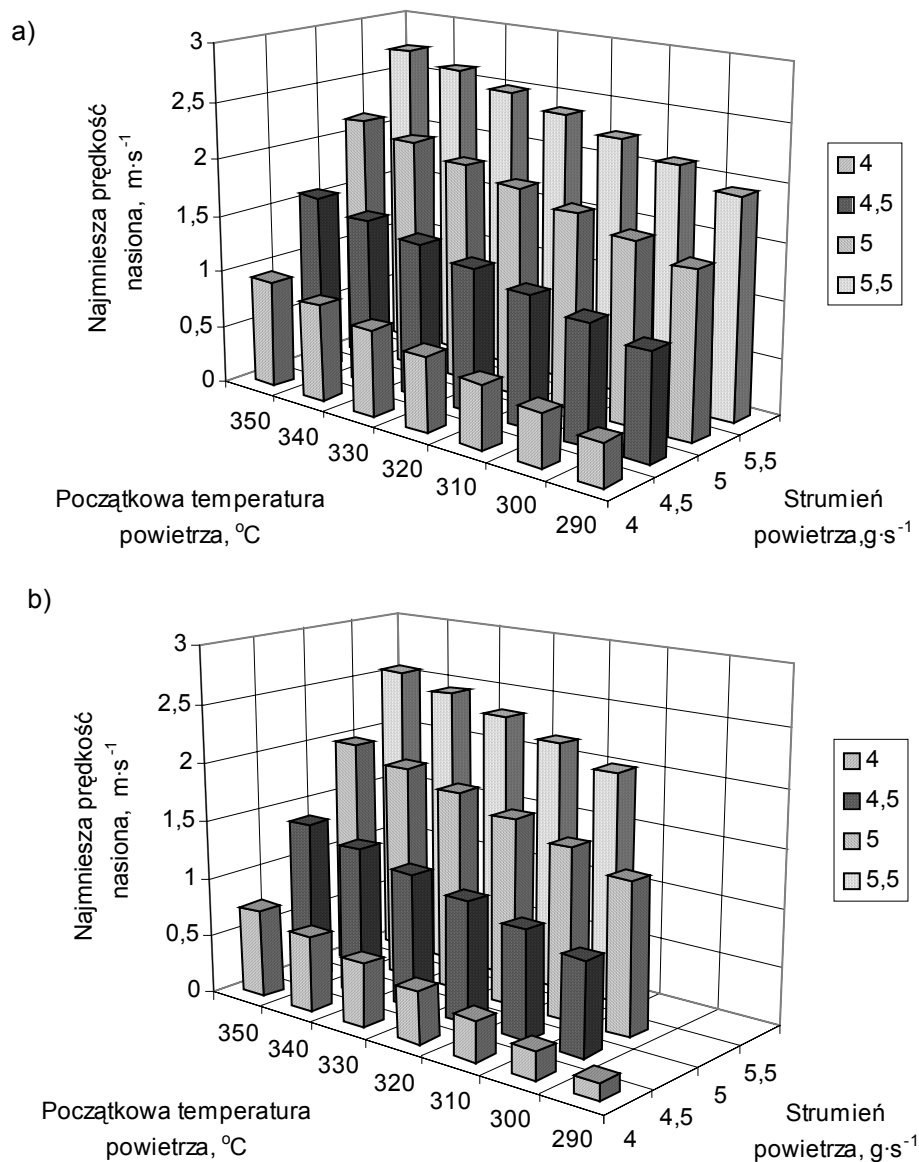
Rys. 2. Rozkład prędkości nasion amarantusa należących do klasy ziarnowej 0,8-1,0 mm na długości przewodu przy strumieniach masy powietrza i nasion wynoszących odpowiednio: 5 g·s⁻¹, 0,2 g·s⁻¹ oraz początkowej temperaturze powietrza 290°C

Fig. 2. Speed distribution of amaranthus seeds classified as a grain class of 0.8-1.0 mm at a length of conduit with air and seeds mass flux amounting appropriately to: 5 g·s⁻¹ and 0.2 g·s⁻¹ and initial air temperature 290°C

Przyjęte w drugim z rozpatrywanych przypadków parametry procesu różnią się od pierwszego tylko większą (o zaledwie o 25%) wartością strumienia masy powietrza, a skutkiem tej zmiany jest 2,5-krotne zwiększenie niezbędnej długości przewodu. Z tego względu analizy problemu dokonano w dość szerokich zakresach wartości podstawowych wielkości wejściowych sterujących procesem.

Wyniki symulacji komputerowej

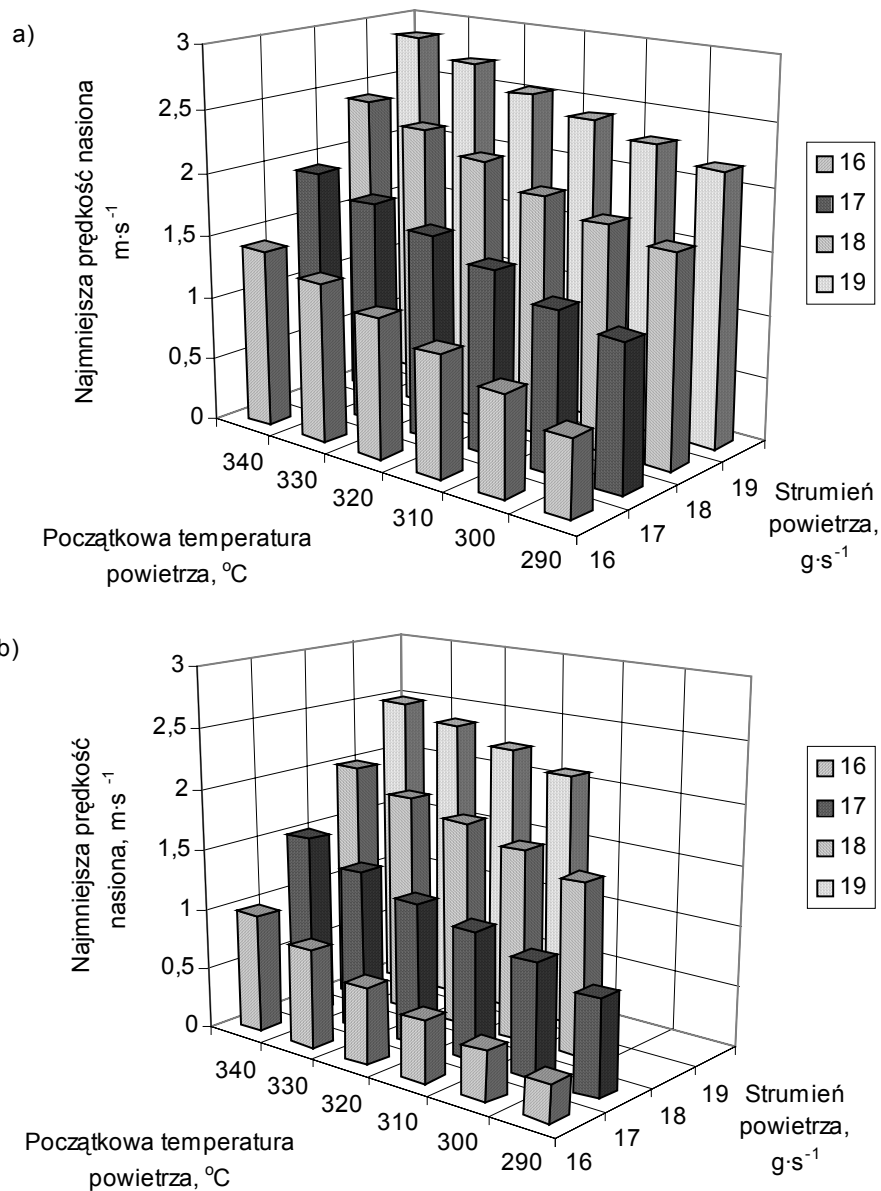
Wyniki wykazały, że zdecydowanie największy wpływ na najmniejszą wartość prędkości nasion amarantusa ma strumień masy powietrza. Zwiększanie jego wartości powoduje silny wzrost tej prędkości, a więc zwiększenie niezawodności transportu. Należy jednak pamiętać o równie dużym wpływie tego strumienia na niezbędną długość przewodu (rys. 1 i 2). Zwiększanie początkowej temperatury powietrza powoduje niewielki wzrost najmniejszej wartości prędkości nasion. Jest to spowodowane przede wszystkim tym, że wzrost temperatury powietrza powoduje zmniejszanie jego gęstości, a to (przy stałej wartości strumienia masy powietrza) wywołuje wzrost jego prędkości i w konsekwencji wzrost prędkości nasion. Z kolei zwiększenie strumienia masy nasion powoduje niewielkie obniżenie tej prędkości. Przyczyną jest większe obniżenie temperatury powietrza, wzrost jego gęstości i obniżenie prędkości.



Rys. 3. Wpływ podstawowych wielkości wejściowych na minimalną prędkość nasion amarantusa należących do klasy ziarnowej 0,8-1,0 mm: a) strumień masy nasion $0,2 g \cdot s^{-1}$, b) strumień masy nasion $0,4 g \cdot s^{-1}$

Fig. 3. Influence of main input parameters on minimum speed of amarantus seeds of grain class 0.8-1.0 mm: a) seed mass flux $0.2 g \cdot s^{-1}$, b) seed mass flux $0.4 g \cdot s^{-1}$

Podobne rezultaty uzyskano w przypadku nasion prosa (rys. 4).



Rys. 4. Wpływ podstawowych wielkości wejściowych na minimalną prędkość nasion prosa należących do klasy ziarnowej 2,0-2,5 mm: a) strumień masy nasion 1,0 g·s⁻¹, b) strumień masy nasion 2,0 g·s⁻¹

Fig. 4. Influence of main input parameters on minimum speed of amarantus seeds of grain class 2.0-2.5 mm: a) seed mass flux 0.2 g·s⁻¹, b) seed mass flux 0.4 g·s⁻¹

Podsumowanie

1. Największy wpływ na najmniejszą wartość prędkości nasion (decydującą o niezawodności ich transportu) ma strumień masy powietrza. Dlatego w analizowanym procesie należy szczególnie starannie sterować tym strumieniem w taki sposób, aby zachować niezawodność transportu nasion, a jednocześnie nie wymuszać konieczności stosowania długich i niewygodnych w eksploatacji przewodów.
2. Zwiększanie początkowej temperatury powietrza powoduje wzrost najmniejszej prędkości nasion. Jest to spowodowane tym, że wzrost temperatury powietrza wywołuje (zgodnie z równaniem stanu gazu doskonałego) zmniejszenie jego gęstości. Przy zachowaniu stałej wartości strumienia masy powietrza następuje wzrost jego prędkości, a tym samym wzrost prędkości nasion.
3. Zwiększanie strumienia masy nasion wywołuje obniżenie najmniejszej ich prędkości. Jest to spowodowane większym spadkiem temperatury powietrza oraz jego prędkości.

Bibliografia

Konopko H. 2004. Analiza procesu ekspandowania nasion w przewodzie pneumatycznym. Rozprawy Naukowe Akademii Rolniczej w Lublinie, Wydział Inżynierii Produkcji zeszyt 280. s. 98.

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

IMPACT OF BASIC INPUT PARAMETERS OF AMARANTH AND MILLET SEEDS EXPANDING PROCESS IN HOT AIR STREAM ON THE RELIABILITY OF THEIR PNEUMATIC TRANSPORTATION

Summary. Results of the analysis of the impact of basic input parameters of the selected seeds expanding process in the hot air stream on their minimum value of velocity, thus on reliability of their pneumatic transportation are presented in the paper. These results show differentiated impact of applied input parameters (initial air temperature and capacities of air stream and seeds stream) on this velocity. The air stream capacity has the biggest impact on this velocity.

Key words: thermal expanding, seeds, pneumatic transportation

Adres do korespondencji:

Henryk Konopko; e-mail hekon@pb.edu.pl
Katedra Techniki Ciepłej i Inżynierii Rolniczej
Politechnika Białostocka w Białymstoku
ul. Wiejska 45 C
15-351 Białystok