

Henryk Konopko
Katedra Maszyn i Urządzeń Przemysłu Spożywczego
Politechnika Białostocka

WPLYW WILGOTNOŚCI POWIETRZA NA WIELKOŚCI DECYDUJĄCE O JAKOŚCI PRODUKTU W PROCESIE TERMICZNEGO EKSPANDOWANIA NASION W STRUMIENIU GORĄCEGO POWIETRZA

Streszczenie

W pracy przedstawiono wyniki symulacji komputerowej procesu termicznego ekspandowania nasion prosa w przewodzie pneumatycznym. Świadczą one o znaczącym wpływie początkowej wilgotności nasion na podstawowe parametry procesu.

Słowa kluczowe: ekspandowanie termiczne, nasiona

Wprowadzenie

Celem pracy było przeprowadzenie analizy wpływu początkowej wilgotności powietrza na wielkości decydujące o jakości produktu w procesie ekspandowania nasion w strumieniu gorącego powietrza w pionowym przewodzie.

Wielkościami wejściowymi były początkowe wartości: temperatury powietrza oraz strumienia jego masy. Strumień masy nasion miał tę samą wartość we wszystkich rozpatrywanych przypadkach. Jako podstawowe wielkości wyjściowe przyjęto wilgotność i temperaturę powierzchni nasion w momencie ich doprowadzenia do stanu krytycznego oraz czas ich doprowadzania do tego stanu. W stanie krytycznym skrobia nasion jest upłynniona, a średnia ich temperatura osiąga wartość krytyczną odpowiadającą takiemu ciśnieniu wewnątrz nasienia, przy którym rozrywa się jego okrywa i rozpoczyna się ekspansja ziaren skrobi [Konopko 2004].

Model procesu i metodyka obliczeń

Dla zrealizowania tak sformułowanego celu konieczne było opracowanie modelu procesu ekspandowania oraz algorytmu obliczeń i specjalnego programu komputerowego. Został on przedstawiony w innej pracy autora [Konopko 2004], w której

przyjęto, że w procesie można wyodrębnić 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 te przemiany, a w trzecim postępuje dalsze podgrzewanie i suszenie nasion, aż do osiągnięcia przez nasiona temperatury krytycznej. W tym momencie następuje rozerwanie okrywy nasiennej i bardzo szybko zachodzi ekspansja ziaren skrobi. Wywołuje ją przemiana pozostałej do tego momentu w nasionach wody w parę wodną. Dalsze ogrzewanie nasion doprowadza do wzrostu temperatury nasion powyżej wartości krytycznej i dalszych przemian ich składników, co pogarsza jakość produktu.

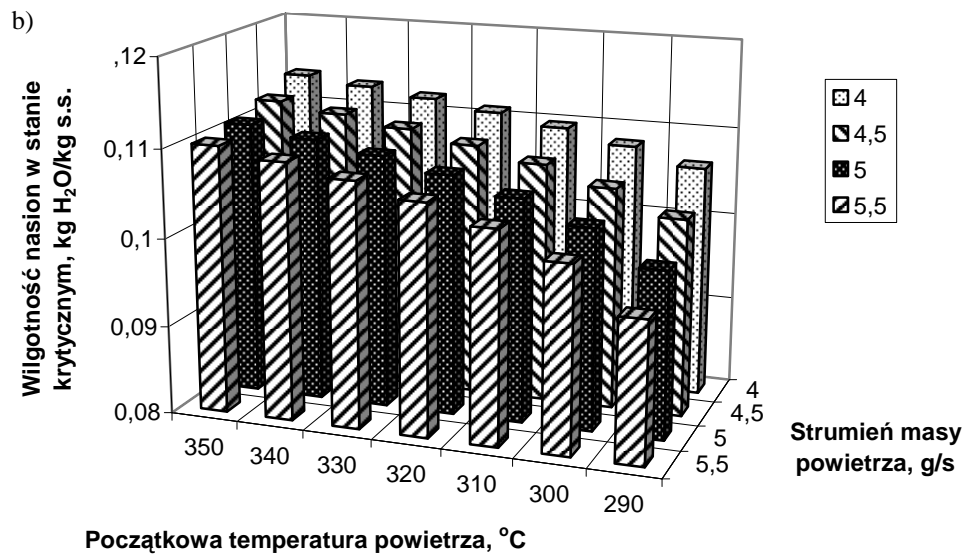
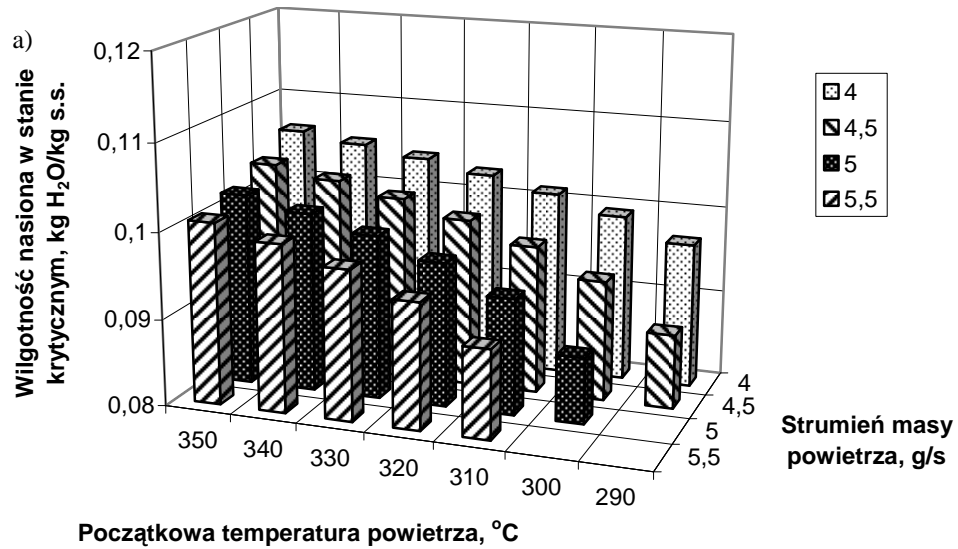
Obliczenia prowadzono metodą krok po kroku, aż do momentu doprowadzenia nasienia do stanu krytycznego. Opracowana metodyka obliczeń umożliwiła określenie takich wartości wielkości wejściowych, przy których można uzyskać produkt wysokiej jakości. Jest to możliwe przy spełnieniu dwóch podstawowych warunków: nie przekroczenia maksymalnej dopuszczalnej temperatury powierzchni nasion oraz uzyskania końcowej zawartości wody w nasionach zapewniającej osiągnięcie maksymalnej ich ekspansji.

Obliczenia przeprowadzono dla najliczniejszej klasy ziarnowej nasion amarantusa. Przyjęto, że proces będzie zachodził w rurze o średnicy nominalnej 35 mm, a strumień masy nasion będzie wynosił 0,4 g/s.

Wyniki cytowanej powyżej pracy wykazały, że osiągnięcie zarówno dużej wilgotności nasion jak i niskiej temperatury ich powierzchni w momencie osiągnięcia stanu krytycznego jest niemożliwe. W niniejszej pracy przyjęto hipotezę, że dzięki zwiększeniu początkowej wilgotności powietrza można podwyższyć znacząco wilgotność nasion w stanie krytycznym, a jednocześnie nie pogorszyć istotnie innych wielkości wyjściowych.

Wyniki obliczeń i ich dyskusja

Na rysunku 1 widoczny jest znaczący wpływ początkowej wilgotności powietrza na wilgotność nasion w stanie krytycznym. Przy przeciętnej wilgotności powietrza (0,1 kg H₂O/kg s.s.) dobre warunki do uzyskania maksymalnej ekspansji nasion (wilgotność nasion w stanie krytycznym przekraczająca 0,1 kg H₂O/kg s.s.) uzyskać można tylko przy najwyższych wartościach temperatury powietrza oraz najmniejszych wartościach strumienia jego masy. W warunkach znacznie podwyższonej wilgotności powietrza (0,1 kg H₂O/kg s.s.) jest to możliwe we wszystkich rozważanych przypadkach, za wyjątkiem najniższej przyjętej temperatury i jednocześnie największych dwóch wartości strumienia jego masy.



Rys. 1. Wpływ strumienia masy powietrza i jego początkowej temperatury na wilgotność nasion w stanie krytycznym przy początkowej wilgotności powietrza: a) 0,01; b) 0,1 kg H₂O/kg s.s.

Fig. 1. The influence of air mass and its initial temperature on moistness of seeds in critical state at initial air moistness: a) 0,01; b) 0,1 kg H₂O/kg of dry mass

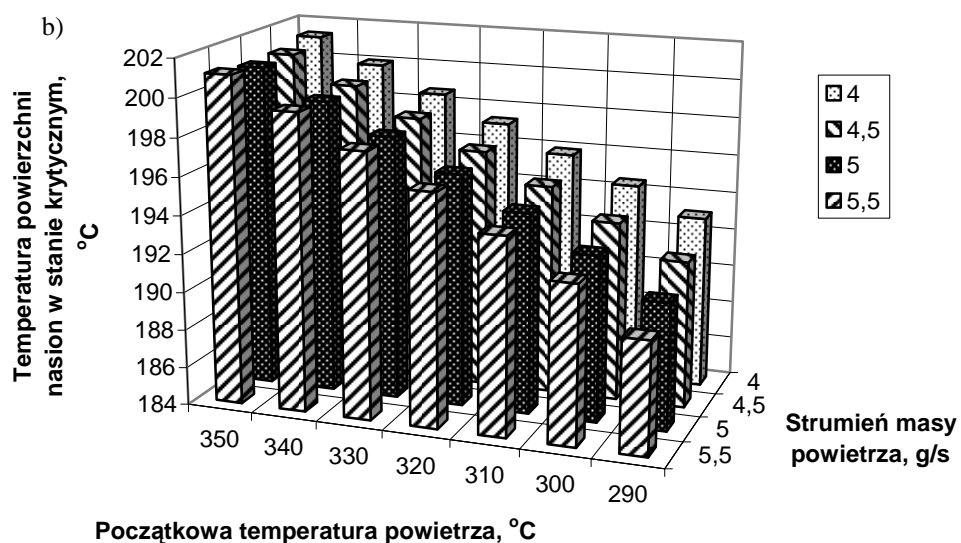
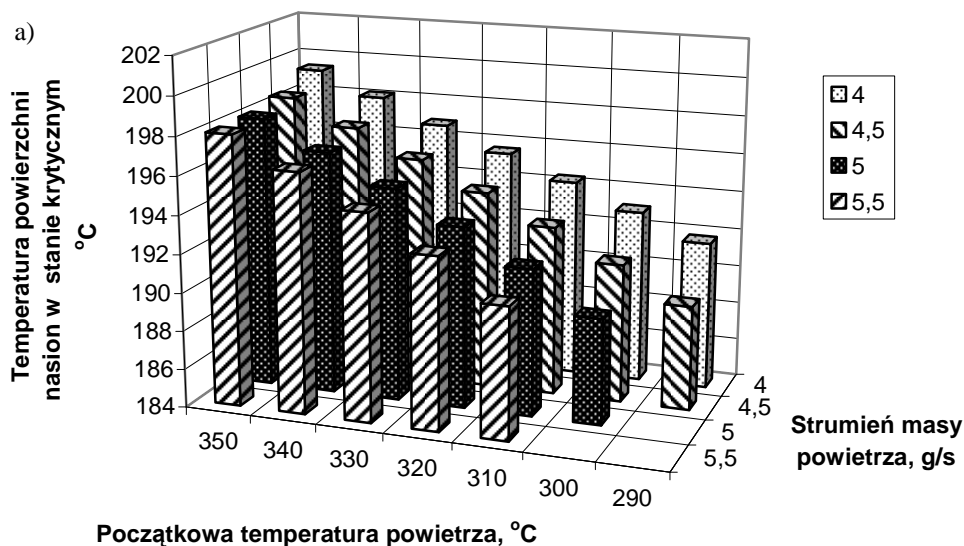
Należy zaznaczyć, że w przypadku przeciętnej wilgotności powietrza są trzy zbiory parametrów, przy których nie jest możliwe doprowadzenie nasion do stanu krytycznego. Były to spowodowane zrównaniem się temperatury powietrza i nasion przed ich doprowadzeniem do stanu krytycznego. Nie stwierdzono takich sytuacji przy zastosowaniu powietrza o wilgotności 0,1 kg H₂O/kg s.s. Zaobserwowane różnice były wywołane przede wszystkim większym zużyciem ciepła na odparowanie większej ilości wody z nasion.

Rysunek 2 przedstawia wpływ wilgotności powietrza (oraz początkowej temperatury powietrza i strumienia jego masy) na temperaturę nasion w stanie krytycznym.

Zwiększenie początkowej wilgotności powietrza powoduje niewielkie podwyższenie temperatury powierzchni nasion w stanie krytycznym. Jest to niekorzystne dla jakości produktu.

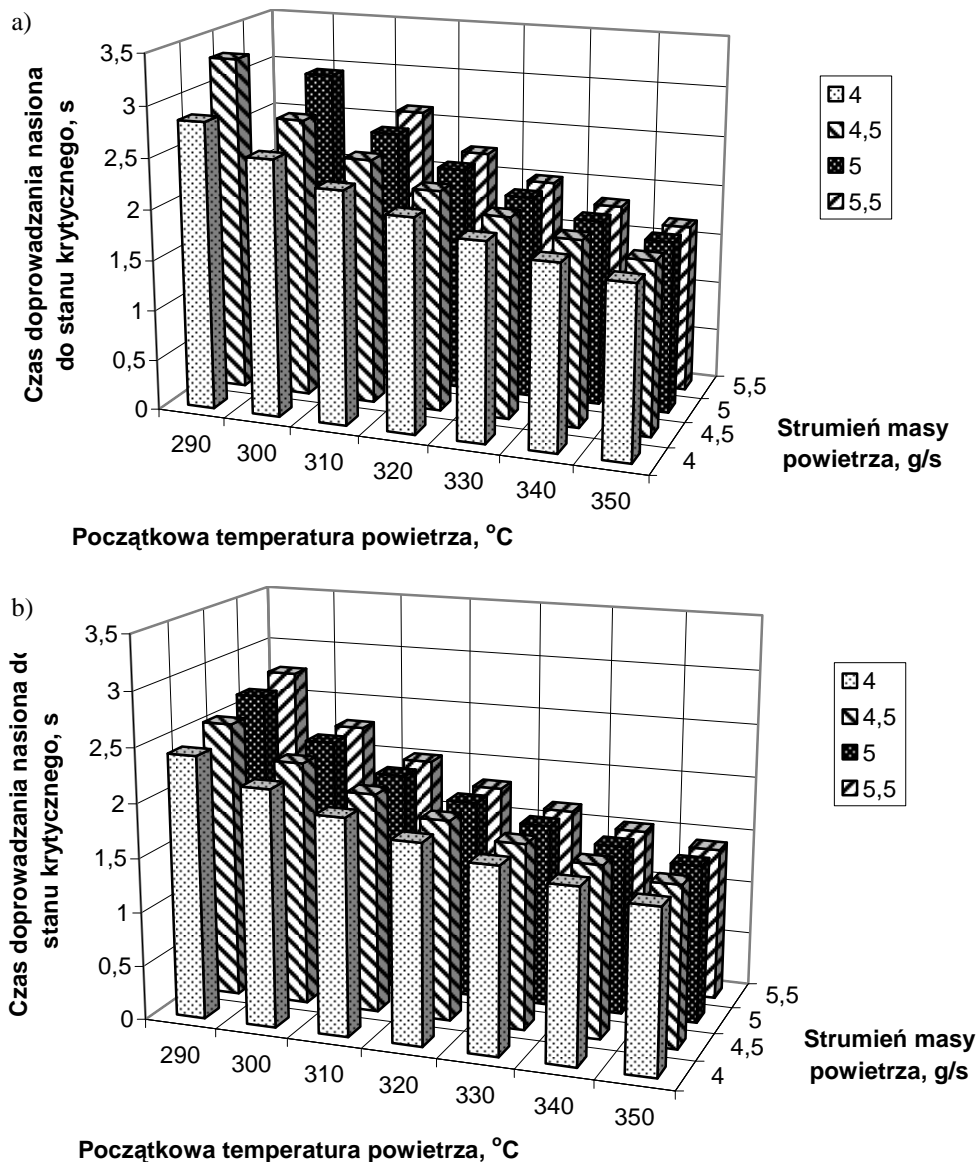
Stwierdzono, że zwiększenie wilgotności powietrza powoduje znaczące skrócenie czasu doprowadzania nasion do stanu krytycznego. Wyniki symulacji komputerowej wykazały, że jest to spowodowane przede wszystkim zmniejszeniem ilości odparowanej z nasion wody, które powoduje zmniejszenie zapotrzebowania ciepła na doprowadzenie nasion do stanu krytycznego.

Wpływ pozostałych dwóch wielkości wejściowych miał podobny charakter w obu rozpatrywanych przypadkach. Wzrost strumienia masy powietrza powodował zmniejszenie wilgotności nasion w stanie krytycznym, obniżenie (przy mniejszych wartościach początkowej temperatury powietrza) temperatury powierzchni nasion w tym stanie oraz niewielkie wydłużenie czasu doprowadzania nasion do tego stanu (również przy mniejszych wartościach początkowej temperatury powietrza).



Rys. 2. Wpływ strumienia masy powietrza i jego początkowej temperatury na temperaturę powierzchni nasion w stanie krytycznym przy początkowej wilgotności powietrza: a) 0,01; b) 0,1 kg H₂O/kg s.s.

Fig. 2. Influence of the stream of air mass and its initial temperature on the temperature of seed surface in critical state at initial air humidity: a) 0,01; b) 0,1 kg H₂O/kg of dry mass



Rys. 3. Wpływ strumienia masy powietrza i jego początkowej temperatury na czas doprowadzania nasion do stanu krytycznego przy początkowej wilgotności powietrza: a) 0,01; b) 0,1 kg H₂O/kg s.s.

Fig. 3. Influence of the stream of air mass and its initial temperature on time of putting grains in critical state at initial air humidity: a) 0,01; b) 0,1 kg H₂O/kg of dry mass

Podsumowanie

1. Początkowa wilgotność powietrza ma znaczący wpływ na wielkości wejściowe decydujące o jakości produktu – wilgotność nasion w stanie krytycznym i temperaturę ich powierzchni w tym stanie.
2. Zwiększenie wilgotności powietrza powoduje korzystne dla jakości produktu zwiększenie wilgotności nasion w stanie krytycznym oraz niekorzystne dla tej jakości niewielkie podwyższenie temperatury powierzchni nasion w stanie krytycznym.
3. Wskutek zwiększenia początkowej wilgotności powietrza skraca się czas doprowadzania nasiona do stanu krytycznego.
4. Również pozostałe wielkości wejściowe (strumień masy powietrza i początkowa jego temperatura) mają duży wpływ na wymienione powyżej wielkości wyjściowe decydujące o jakości produktu.

Bibliografia

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

Publikację opracowano w ramach realizacji pracy statutowej S/WM/1/01.

INFLUENCE OF AIR HUMIDITY ON VALUES THAT DECIDE OF PRODUCT QUALITY IN THERMAL EXPANSION OF SEEDS IN A HOT AIR STREAM

Summary

The study presents the results of computer simulation of the process of thermal expansion of millet seeds in a pneumatic conduit. It shows a considerable influence of initial seed moistness on basic process parameters.

Key words: Thermal expansion, seeds