

OCENA WYBRANYCH WSKAŹNIKÓW PRACY SUSZARKI TAŚMOWEJ PODCZAS SUSZENIA KOSTKI ZIEMNIACZANEJ

Stanisław Peroń¹, Anna Pęksa², Robert Kozłowski¹

¹ Instytut Inżynierii Rolniczej, Akademia Rolnicza we Wrocławiu

² Katedra Technologii Rolnej i Przechowywania, Akademia Rolnicza we Wrocławiu

Wstęp i cel pracy

W części zakładów przemysłu ziemniaczanego blanszowana i sulfitowana kostka ziemniaczana jest suszona w suszarkach cztero- lub pięciotaśmowych importowanych z Niemiec, Jugosławii, Bułgarii lub produkowanych w Polsce przez „Spomasz” Wronki.

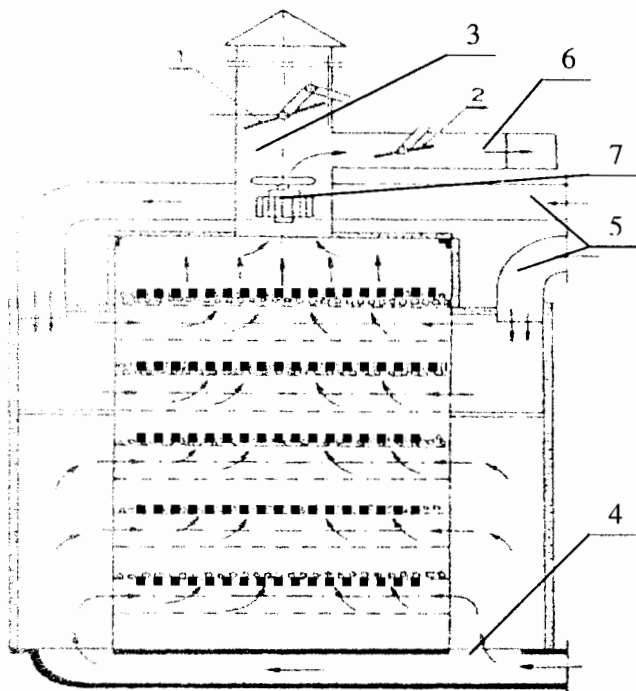
Niektóre z firm zagranicznych instalujących w latach 1970–1975 suszarki taśmowe do krajanek owocowo-warzywnych po okresie rozruchu przekazywały dokumentację techniczno-ruchową nie zawierającą wielu istotnych szczegółów np. ciśnień i wydatków wentylatorów. Na niektórych instalowanych urządzeniach (z różnych względów) nie zostawiono tabliczek znamionowych charakteryzujących parametry ich pracy. Jest to poważnym mankamentem utrudniającym eksploatację oraz działania mające na celu poprawę procesu suszenia. Ponadto część tych suszarek tak zmodernizowano (wymiana pieców, wymienników ciepła, kanałów powietrza itp.), że parametry techniczne podawane przez producenta mogą być nieaktualne.

W jednym z zakładów przemysłu ziemniaczanego (w którym autorzy prowadzili pomiary) istniało zapotrzebowanie na szereg informacji związanych z eksploatacją pięciotaśmowej suszarki „IWKA” – kilkakrotnie modernizowanej, służącej do suszenia m.in. kostki ziemniaczanej.

Celem badań była ocena wydajności suszarki, jednostkowego zapotrzebowania ciepła, równomierności suszenia oraz zdolności suszu do rehydracji.

Warunki i metodyka badań

Badania przeprowadzono jesienią 2002 r. Schemat badanej suszarki (przekrój poprzeczny), na którym pokazano sposób dystrybucji suszącego powietrza w komorze suszenia przedstawiono na rysunku 1.



Rys. 1. Schemat suszarki taśmowej „IWKA”: 1, 2 – przepustnica powietrza, 3 – wyrzutnia powietrza, 4 – kanał powietrzny dolnej strefy suszenia, 5 – kanały powietrzne górnej strefy suszenia, 6 – kanał recyrkulacji, 7 – wentylator osiowy wyrzutni powietrza, warstwa kostki

Fig. 1. Scheme of band drier „IWKA” : 1,2 – air valve, 3 – air launcher, 4 – air duct of lower drying zone, 5 – air duct of top drying zone, 6 – recirculation air duct, 7 – axial flow fan of air launcher, bed of potato cubes

Wybrane dane techniczne suszarki „IWKA” (wg dokumentacji):

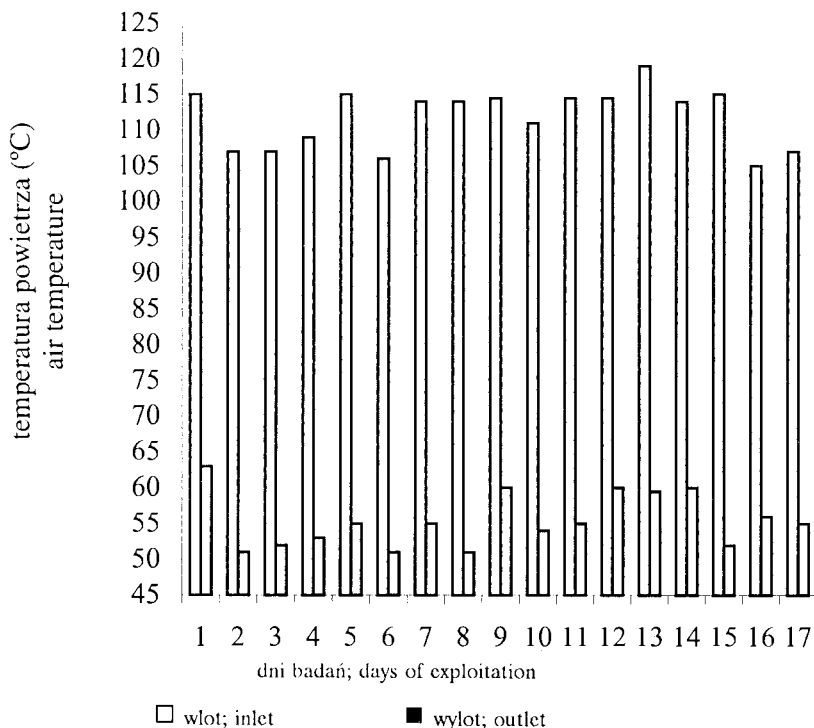
Długość komory suszarniczej	– 18 m
Łączna długość suszarki wraz z taśmą ukośną podającą surowiec	– 25 m
Wysokość suszarki (bez króćców wylotowych czynnika suszącego)	– 4,1 m
Szerokość suszarki	– 5,3 m
Długość pierwszej taśmy	– 18,5 m
Długość drugiej, trzeciej i czwartej taśmy	– 17,2 m
Długość piątej taśmy	– 18,5 m
Szerokość wszystkich taśm	– 3 m

Obrane w obieraczkę parowej i umyte ziemniaki odmiany Bryza po rozdrobnieniu na kostkę o wymiarach 10 x 10 x 10 mm poddawano blanszowaniu parą wodną w temp. 90°C oraz sulfitacji, a następnie transportowano do komory suszenia. Wydatek suszącego powietrza tłoczonego przez dwa wentylatory promieniowe do komory suszenia wynosił ok. 178 000 m³·godz.⁻¹. Grubość warstwy na pierwszej taśmie o prędkości 0,022 m·s⁻¹ wynosiła ok. 1 cm. Pod pierwszą i drugą taśmę czynnik suszący (podgrzany w wymienniku ciepła pieca olejowego) był tłoczony pierwszym z wentylatorów – dwoma kanałami górnej strefy suszenia. Na

trzecią, czwartą i połowę piątej taśmy powietrze było tłoczone drugim z wentylatorów – dwoma kanałami dolnej strefy suszenia (po uprzednim podgrzaniu go w wymienniku drugiego pieca olejowego). Powietrze po przepłynięciu przez taśmy z kostką było kierowane do siedmiu króćców powietrza odlotowego (wyrzutni) rozmieszczonych nad górną taśmą wzdłuż suszarki. Każda z wyrzutni posiadała przepustnicę umożliwiającą całkowitą lub częściową recyrkulację czynnika suszącego. Kostka ziemniaczana od połowy piątej taśmy nie była przedmuchiwana czynnikiem suszącym, lecz stygła w warunkach naturalnej konwekcji. Prędkość przesuwu piątej taśmy była równa $0,0025 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, a grubość warstwy kostki na niej wynosiła ok. 8 cm. Wydajność suszarki, zużycie paliwa oraz postoje przyjmowano na podstawie raportów produkcji oraz częściowo własnych pomiarów. Wilgotność początkową surowca, końcową suszu, zdolność chłonięcia wody przez susz oraz zawartość w nim SO_2 określano w zakładowym laboratorium według obowiązujących norm.

Wyniki badań

Do analizy wybrano dane z okresu 5–23.10.2002 r. Na rysunku 2 pokazano przebieg średniej temperatury czynnika suszącego na wlocie i wylocie z suszarki w każdym z 17 dni badań.

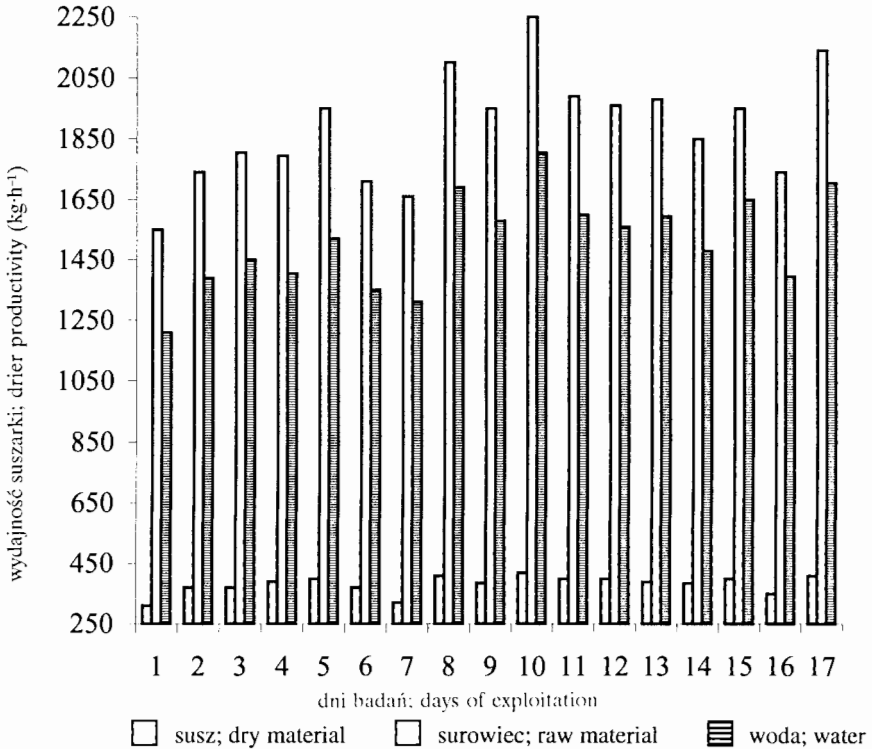


Rys. 2. Średnia temperatura na wlocie i wylocie z suszarki w poszczególnych dniach eksploatacji

Fig. 2. The average of inlet and outlet temperature of the air on particular days of exploitation

Jak wynika z histogramu, temperatura powietrza na wlocie do suszarki mieściła się w przedziale 105–120°C, na wylocie w granicach 52–63°C. Przeważnie temperatura na wlocie dla większości czasu eksploatacji suszarki kształtowała się na poziomie 114–115°C, a na wylocie wynosiła 55–60°C. W trakcie pracy suszarki zauważono nierównomierny rozkład surowca na taśmie 1 i 2 (licząc od góry) wskutek wadliwej pracy przenośnika taśmowego, podającego surowiec do suszarki. W środku taśm pierwszej i drugiej warstwa surowca była grubsza niż po bokach.

Na rysunku 3 przedstawiono wydajność suszarki w mokrym materiale, suszu oraz odparowanej wodzie. Jak wynika z rysunku – średnia wydajność w suszu wahała się od 325 do 425 kg·h⁻¹. Średnia wynosiła ona ok. 380 kg·h⁻¹. Wydajność w surowcu oscylowała w granicach 1550–2242 kg·h⁻¹, średnio wynosiła ok. 1880 kg·h⁻¹. Wydajność suszarki w odparowanej wodzie wahała się od 1224 kg H₂O·h⁻¹ do 1707 kg H₂O·h⁻¹. Należy zaznaczyć, że sterowanie procesem suszenia odbywało się ręcznie – co odbiło się na sprawności i jakości pracy suszarki.

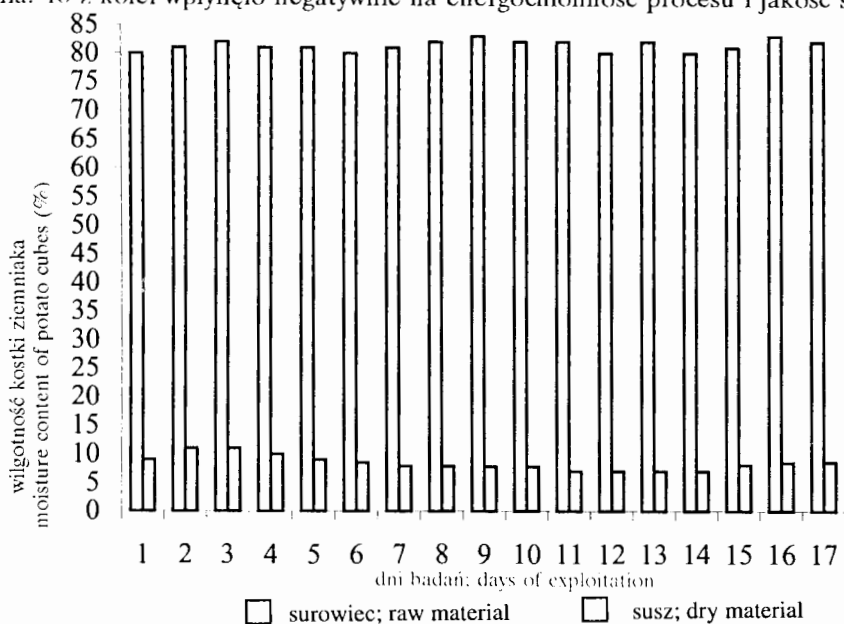


Rys. 3. Wydajności suszarki w suszu, surowcu oraz w odparowanej wodzie w poszczególnych dniach eksploatacji

Fig. 3. Productivity of dryer in raw material, dry material and evaporated water on individual days of exploitation

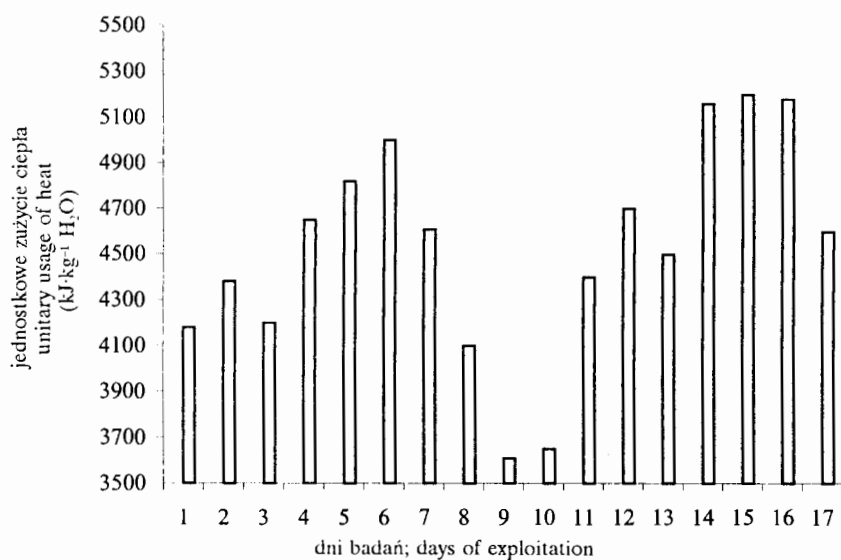
Przebieg wilgotności początkowej surowej (po blanszowaniu i sulfatacji) kostki ziemniaczanej oraz kostki wysuszonej pokazuje rysunek 4. Z wykresu wynika, że wilgotność surowca była w zasadzie stała (81–82%), natomiast susz w poszczególnych dniach badań charakteryzował się dużym rozrzutem wilgoci

(6,7–11%). Średnio biorąc wysuszona kostka w większości przypadków zawierała ok. 7–7,8% wody, co świadczy o stałej tendencji obsługi suszarki do jej przesuszania. To z kolei wpłynęło negatywnie na energochłonność procesu i jakość suszu.



Rys. 4. Wilgotność początkowa oraz końcowa kostki ziemniaczanej w poszczególnych dniach eksploatacji suszarki

Fig. 4. Initial and final moisture of potato cubes on particular days of exploitation



Rys. 5. Jednostkowe zużycie ciepła $\text{kJ}\cdot\text{kg}^{-1}\text{H}_2\text{O}$ podczas suszenia kostki ziemniaczanej w poszczególnych dniach eksploatacji suszarki

Fig. 5. Unitary usage of heat for 1 kg of vaporized water on particular days of exploitation

Jednostkowe zużycie ciepła na 1 kg odparowanej wody w poszczególnych dniach eksploatacji suszarki pokazano na rysunku 5. Z histogramu wynika, że wahało się ono od ok. 3650 do ok. 5200 kJ·kg⁻¹ H₂O. Rozbieżności w zużyciu ciepła były powodowane głównie przerwami w pracy suszarki wywołanymi awariami bądź brakiem surowca. Przy stabilnej pracy suszarki średnie jednostkowe zużycie ciepła na 1 kg odparowanej wody wynosiło ok. 4570 kJ·kg⁻¹ H₂O.

Tabela 1; Table 1

Zdolność suszu do rehydracji (%) oraz zawartość SO₂ (mg·kg⁻¹)
Rehydration ability of dry material and SO₂ content (mg·kg⁻¹)

Dni badań Days of exploitation	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Wilgotność suszu Dr material humidity (%)	9	11	11	10	9	8,5	7,9	7,9	7,8	7,8	7	7	7	6,7	8,1	8,5	8,6
Zdolność rehydracji rehydration ability (%)	87	94	90	90	82	64	53	50	62	65	70	63	51	34	64	80	57
SO ₂ w suszu SO ₂ in dry material (kg·mg ⁻¹)	1,7	1,8	1,8	1,7	1,9	2,5	2,6	2,7	2,7	2,7	2,9	2,8	2,7	2,6	2	1,8	1,8

W tabeli 1 zamieszczono wyniki dotyczące zdolności suszu do rehydracji oraz zawartość SO₂. Jak wynika z tabeli zdolność chłonięcia wody (po 2 godz. rehydracji) wahała się od 37 do 94%, a zawartość SO₂ oscylowała w granicach 1,7 ÷ 2,9 mg·kg⁻¹ suszu.

Należy zaznaczyć, że zgodnie z normą ZN-68/MPSS-1-17 zdolność do wchłaniania wody dla suchej kostki ziemniaczanej powinna wynosić ok. 100%, co oznacza, że 100 g suszu powinno w czasie dwóch pierwszych godzin rehydracji wchłoniąć ok. 100 g wody. Jak wynika z tabeli kostka przesuszona przeważnie posiadała niższą zdolność do rehydracji – świadcząca m.in. o zaawansowaniu zmian fizycznych i fizyko-chemicznych w materiale. Czas rehydracji takiej kostki, do uzyskania zadanej masy, czy objętości wydłuża się niepomniernie, na co zwracają uwagę m.in. LEWICKI in. [1994]. Jeżeli chodzi o zawartość SO₂ to mieściła się ona w granicach normy (była znacznie poniżej 125 mg·kg⁻¹ suszu).

Podsumowanie

Mimo złej dystrybucji czynnika suszącego w komorze suszarki spowodowanej m.in. nierównomiernym rozłożeniem surowca na taśmach (szczególnie na dwóch górnych) – średnie jednostkowe zużycie ciepła oraz wydajność suszarki mieściły się w granicach parametrów podawanych przez producentów tego typu

suszarek lub nieznacznie wykraczały poza nie. Jakość produktu końcowego budziła zastrzeżenia ze względu na jego przesuszenie oraz niższą od wymaganej przez normę zdolność do rehydracji. Wilgotność suszu wahała się w granicach 6,7–11% (w większości przypadków wynosiła 7–8%). Zdolność chłonięcia wody przez susz oceniana na podstawie 2 godzinnej rehydracji wahała się od 37% do 94%. Zawartość SO_2 w suszu mieściła się w granicach normy.

Literatura

LEWICKI P.P., WITROWA-RAJCHERT D., ŁAZUKA W. 1994. *Zmiany właściwości rehydracyjnych ziemniaków w procesie suszenia konwekcyjnego*. Mat. VIII Symp. Suszarnictwa, 20–22 VI 1994, SGGW Warszawa, T. 1: 149–162.

Słowa kluczowe: kostka ziemniaczana, suszarka taśmowa, wskaźniki pracy

Streszczenie

W pracy przedstawiono ocenę wydajności, zużycia ciepła oraz równomierności wysychania podczas suszenia kostki ziemniaczanej w suszarce taśmowej. Dokonano także oceny zdolności do rehydracji suchej kostki. Wilgotność surowca wynosiła 81–82%, suszu 6,7–11%. Temperatura powietrza na wlocie do suszarki wahała się w granicach 105–120°C, na wylocie 52–63°C. Wydajność w odparowanej wodzie kształtowała się na poziomie 1224–1707 kg·godz.⁻¹, a jednostkowe zużycie ciepła wynosiło od 3650 do 5200 kJ na 1 kg H_2O . Zdolność suszu do rehydracji oscylowała w granicach 37–94%. Wyniki podano w postaci wykresów i tabel.

EVALUATION OF SELECTED INDICES OF BAND DRIER WHILE DRYING POTATO CUBES

Stanisław Peroń¹, Anna Pęksa², Robert Kozłowski¹

¹ Institute of Agricultural Engineering, Agricultural University, Wrocław

² Department of Food Storage and Technology,
Agricultural University, Wrocław

Key words: potato cubes, band drier, operating index

Summary

The results of: drying efficiency, heat consumption and uniformity of drying in band dryer while drying potato cubes are presented and analyzed. An estimation of the rehydration properties of dry cubes was also made. Moisture of

raw material was 81–82%. The final moisture content of dry product was 6.7–11%. Air inlet temperature ranged from 105–120°C and outlet temperature of air was 52–63°C. Capacity of evaporated water ranged from 1224 to 1701 kg·h⁻¹. Heat consumption per 1 kg H₂O was 3650–5200 kJ. The rehydration ability of dry material ranged from 37 to 94%. The results of studies are presented in the form of diagrams and tables.

Prof. dr hab. inż. Stanisław **Peroń**

Instytut Inżynierii Rolniczej

Akademia Rolnicza

ul. Chelmońskiego 37/41

51-630 WROCLAW

e-mail: peron@imr.ar.wroc.pl; instytut@imr.ar.wroc.pl