

Mgr inż. Konrad KOWALIK
Dr inż. Barbara SYKUT
Mgr inż. Krzysztof KWIATKOWSKI
Prof. dr hab. inż. Henryk KOMSTA
Katedra Inżynierii Procesowej i Elektroniki
Wydział Mechaniczny, Politechnika Lubelska

WPŁYW CZASU I WARUNKÓW PRZECHOWYWANIA NA ENERGOCHŁONNOŚĆ PROCESU KRAJANIA MARCHWI®

W artykule przedstawiono wyniki badań energochłonności jednostkowej procesu krajania marchwi. Materiał do badań przechowywano w komorze chłodniczej oraz w komorze przechowalniczej. Badania prowadzono w trzytygodniowych odstępach czasu przez 84 dni. Zaobserwowano, że na energochłonność jednostkową procesu krajania marchwi wpływał zarówno czas jak i warunki przechowywania.

Słowa kluczowe: energochłonność, krajanie, przechowywanie, marchew.

procesów, którym poddaje się produkty i surowce spożywcze, na ich krajanie [7].

WPROWADZENIE

Proces krajania jest rozdrabnianiem prowadzącym do uzyskania produktu o określonym nie tylko wymiarze ale i kształcie. W suszarnictwie, cukrownictwie, produkcji konserw, kiszeniu należy otrzymać produkt pocięty w specjalny sposób. Krajaniu poddaje się także mięso w wędliniarniach i zakładach przetwórczych. Podczas krajania surowców zmieniają się wymiary, kształt, wzrasta powierzchnia [1]. Krajanie jest to obróbka cięciem charakteryzująca się tym, że żadna z oddzielanych od siebie części produktu nie ma charakteru i cech odpadu. Cechą charakterystyczną krajania jest również to, że narzędzie jest z reguły jednoostrzowe [2].

Częścią warzyw korzeniowych nadającą się do jedzenia są zgrubiałe korzenie spichrzowe. Wykorzystywane są one w przemyśle spożywczym do sporządzania krajanek, soków pitnych, a także do produkcji konserw i mrozonek z udziałem innych warzyw i mięsa [5]. Jednym z tych warzyw jest marchew, która stanowi bogate źródło witaminy A oraz wielu fizjologicznie czynnych substancji niezbędnych do prawidłowego funkcjonowania organizmu człowieka. Biorąc pod uwagę także możliwość jej kilkumiesięcznego przechowywania w stanie surowym, należy zaliczyć ją do najważniejszych roślin warzywnych [3, 8].

Procesy mechaniczne, a w szczególności krajanie i rozdrabnianie, stanowią jedną z najważniejszych grup procesów wykonywanych w przemyśle spożywczym, w związku z czym, celowe jest podjęcie próby optymalizacji procesów krajania i rozdrabniania na podstawie kryterium minimalnej energochłonności. Za kryterium optymalizacji przyjmuje się warunek otrzymania produktu o wymaganej jakości (stopień rozdrobnienia) przy jednoczesnym minimalnym zużyciu energii na jednostkę wytworzonego produktu [6].

Badania procesu cięcia są przeprowadzane przede wszystkim ze względu na potrzebę doskonalenia konstrukcji zespołów tnących, analizę parametrów ostrza oraz ich rolę w procesie cięcia. Inna grupa badań skupia się na poznaniu zjawisk fizycznych i biologicznych zachodzących w materiale roślinnym w czasie cięcia [4] lub na poznaniu wpływu

CEL BADAŃ

Celem badań była ocena wpływu czasu i warunków przechowywania na energochłonność jednostkową procesu krajania marchwi.

METODYKA BADAŃ

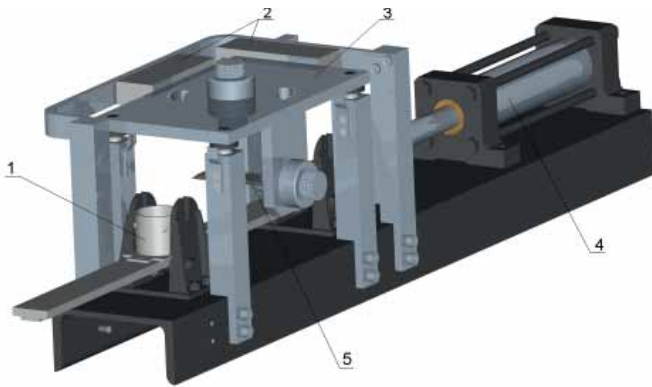
Badania prowadzono w Katedrze Inżynierii Procesowej, Spożywczej i Ekotechniki Wydziału Mechanicznego Politechniki Lubelskiej.

Krajaniu poddawano marchew odmiany „Bolero F1”, którą przechowywano:

- 1) w komorze chłodniczej, w której temperatura wynosiła 2-4°C, a wilgotność względna powietrza wynosiła około 90 %,
- 2) w komorze przechowalniczej, w której temperatura wynosiła 5-7°C, a wilgotność względna powietrza wynosiła około 85 %.

Pierwsze pomiary energochłonności procesu krajania marchwi przeprowadzono w dniu zakupu od producenta. Kolejne próbki do badań pobierano po 21, 42, 63 i 84 dniach przechowywania.

Proces krajania marchwi prowadzono wykorzystując opracowane w Katedrze Inżynierii Procesowej, Spożywczej i Ekotechniki stanowisko badawcze (rys. 1). Stanowisko to zostało objęte Prawem Ochronnym na Wzór Użytkowy pt. „Stanowisko do badania oporów cięcia”. Próbka cięta nożem 5 zamocowana była w uchwycie 1 do belki wprawianej w ruch posuwisto-zwrotny za pomocą siłownika hydraulicznego 4, przy czym krajanie następowało tylko podczas ruchu belki w kierunku siłownika. Zmianę położenia płyty 3, powodowaną naciskiem próbki na nóż, wykrywały czujniki indukcyjne 2, które przekazywały informacje poprzez elektroniczne mierniki i kartę pomiarową do komputera z zainstalowanym programem „Pomiar”. Program ten został napisany do obsługi zainstalowanej karty pomiarowej i umożliwiał odbieranie sygnałów, przetwarzanie ich, wizualizację i archiwizowanie danych.



Rys. 1. Stanowisko badawcze: 1-uchwyt, 2-czujniki indukcyjne, 3-płyta pomiarowa, 4-siłownik, 5-nóż.

Energochłonność jednostkową procesu krajania definiowano jako pracę potrzebną do przecięcia 1 m² marchwi i obliczano z zależności:

$$E_j = \frac{L}{A}, \dots \left[\frac{J}{m^2} \right] \quad (1)$$

gdzie:

L – praca krajania [J],

A – pole powierzchni przeciętej próbki [m²].

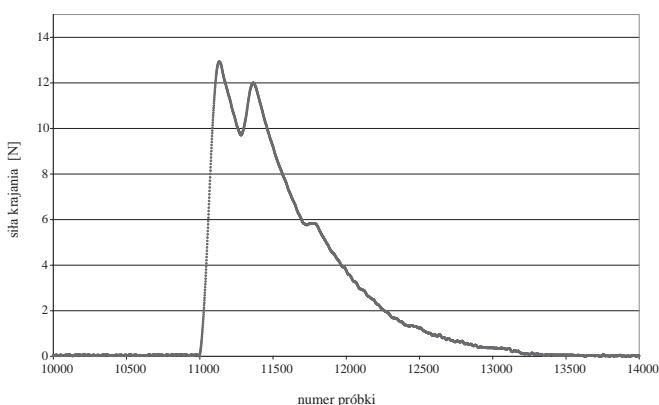
Przy czym pracę krajania obliczano z zależności:

$$L_s = \int_s F \cdot ds = \sum_i F_i \cdot ds_i \quad [J] \quad (2)$$

$\sum_i F_i$ - suma zarejestrowanych sił podczas przecinania próbki [N],

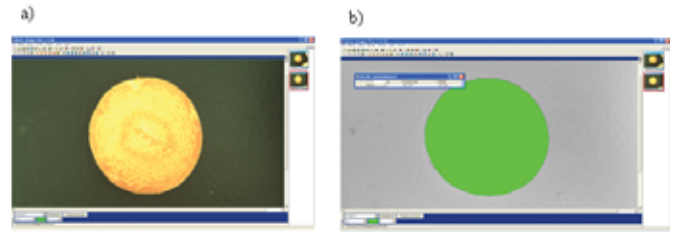
ds_i - droga jaką pokonuje próbka pomiędzy kolejnymi pomiarami siły krajania [m].

Otrzymana wartość pracy krajania była równa polu powierzchni pod krzywą krajania. Przykładową krzywą krajania przedstawia rys. 2.



Rys. 2. Przykładowa krzywa krajania marchwi.

Pole powierzchni przeciętych próbek mierzono na stanowisku do komputerowej analizy obrazu, w skład którego wchodziła kamera cyfrowa i komputer z oprogramowaniem Motic Images Plus 2.0. Rysunek 3 przedstawia okno programu z obrazem przeciętej próbki oraz okno programu z mierzonym polem powierzchni.



Rys. 3. Okno programu Motic Images Plus 2.0: a-obraz przeciętej próbki, b-mierzone pole powierzchni przeciętej próbki.

Krajanie realizowano z prędkością 0,4 m/s nożem o kącie ostrza 20°.

Każdorazowo badano również wilgotność marchwi metodą wagowo-suszkarkową.

WYNIKI BADAŃ

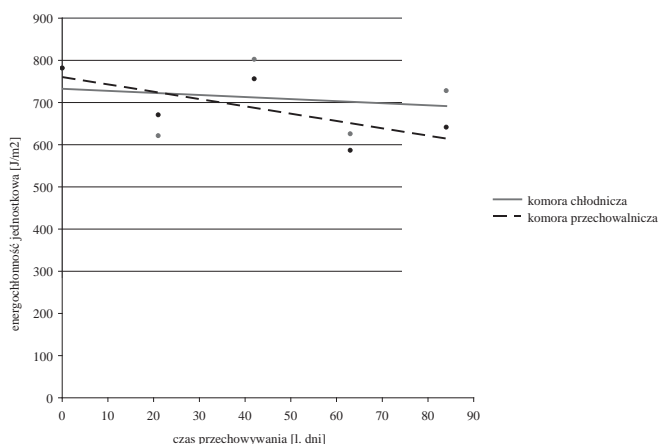
Zmiany energochłonności jednostkowej procesu krajania oraz wilgotności marchwi w czasie 84 dni przechowywania przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Zmiany energochłonności jednostkowej i wilgotności w czasie przechowywania

sposób przechowywania czas przechowywania [1. dni]	Energochłonność jednostkowa [J/m ²]		Wilgotność [%]	
	komora przechowalnicza	komora chłodnicza	komora przechowalnicza	komora chłodnicza
0	781,7		86,1	
21	670,8	621,5	88,1	86,7
42	756,2	802,5	88,3	87,8
63	586,8	626,0	86,3	83,6
84	641,5	728,2	85,0	82,4

Przebiegi zmian energochłonności jednostkowej procesu krajania marchwi miały podobny charakter niezależnie od warunków przechowywania (rys. 4).

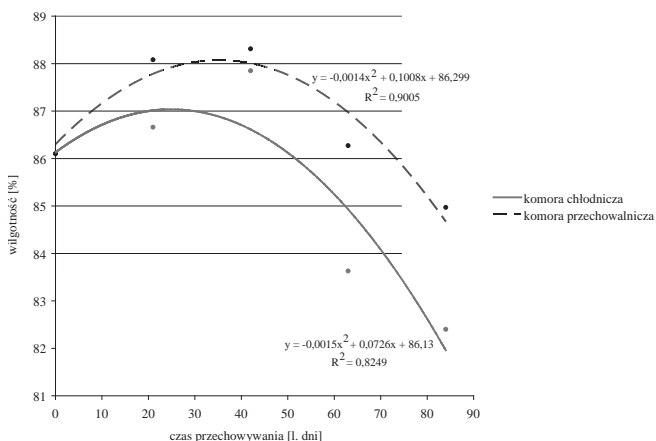
Zarówno dla marchwi przechowywanej w komorze chłodniczej jak i w komorze przechowalniczej stwierdzono spadek energochłonności jednostkowej procesu krajania wraz ze wzrostem czasu przechowywania. W komorze chłodniczej energochłonność jednostkowa procesu krajania po 84 dniach przechowywania wynosiła 728,2 [J/m²], zaś w komorze przechowalniczej 641,5 [J/m²].



Rys. 4. Wykres przedstawiający jednostkową energochłonność krajania próbek w zależności od czasu przechowywania marchwi.

Zaobserwowano również zmianę wilgotności marchwi w czasie przechowywania. Wilgotność materiału z komory przechowalniczej po 84 dniach przechowywania wynosiła 85 %, zaś materiału z komory chłodniczej 82,4 %. Mniejsza wilgotność marchwi mogła wpływać na zwiększenie oporów tarcia pomiędzy narzędziem a krajaniem materiałem co mogłoby tłumaczyć większą energochłonność procesu krajania marchwi pochodzącej z komory chłodniczej.

Zmiany wilgotności marchwi przechowywanej w obydwu komorach miały podobny charakter i można je opisać wielomianem stopnia drugiego (rys. 5).



Rys. 5. Wykres zmian wilgotności przechowywanej marchwi.

WNIOSKI

1. Czas i warunki przechowywania wpływały na energochłonność jednostkową procesu krajania marchwi. Po 84 dniach przechowywania energochłonność jednostkowa procesu krajania zmniejszyła się o około 7 % dla marchwi przechowywanej w komorze chłodniczej, natomiast dla marchwi przechowywanej w komorze przechowalniczej energochłonność jednostkowa zmalała o około 18 %.

2. W ciągu 84 dni przechowywania nastąpiła zmiana wilgotności marchwi. Wilgotność marchwi przechowywanej w komorze chłodniczej spadła o 3,7 % w stosunku do wilgotności początkowej materiału, zaś marchwi z komory przechowalniczej o 1,1 %.

LITERATURA

- [1] BŁASIŃSKI H., BOSS J., RZYSKI E., 1977. *Aparatura przemysłu spożywczego*. Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Łódź.
- [2] CZYŻYK E., PORANKIEWICZ B., STANISZEWSKI J., WOJTAL R., 1982. *Podstawy mechanicznej obróbki surowców i produktów spożywczych cięciem*. Skrypty Akademii Rolniczej w Poznaniu, Poznań.
- [3] GUZEK D., WOJTASIK-KALINOWSKA I., WIERZBICKA A. 2010. *Analiza wpływu warunków mikrotemperaturowego blanszowania na wyróżniki tekstury i barwy marchwi*. Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, Tom 20/37, nr 2, 56-60.
- [4] NADULSKI R., GUZ T. 2001. *Wpływ niektórych parametrów konstrukcyjno-eksploatacyjnych na proces cięcia warzyw*. Inżynieria Rolnicza 10.
- [5] NADULSKI R., WAWRYNIUK P., 2003. *Wpływ wybranych parametrów konstrukcyjnych zespołu tnącego na proces cięcia warzyw*. Inżynieria Rolnicza 8.
- [6] POPKO H., MISZCZUK M. 1989. *Badania oporów krajania niektórych produktów spożywczych*. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych z.354, Wyd. Politechnika Lubelska.
- [7] STĘPIEŃ B., 2007. *Impact of the drying method on the process of carrot cutting*. Acta Agrophysica, vol: 9, number: 1.
- [8] SZOT B., KĘSIK T., GOŁACKI K. 1987. *Badanie zmienności własności mechanicznych korzeni marchwi w zależności od cech odmianowych, czynników agrotechnicznych i okresu przechowywania*. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych z. 316, Lublin.

THE INFLUENCE OF TIME AND STORAGE CONDITIONS ON THE ENERGY CONSUMPTION OF CARROT CUTTING PROCESS

SUMMARY

The paper presents results of research elementary energy consumption of carrot cutting process. Carrots were stored in the cooling chamber and in the storage. The research were conducted for 84 days at three-weekly intervals. The time and storage conditions influenced on elementary energy consumption of carrot cutting process.

Key words: energy consumption, cutting, storage, carrot.