

PRZECINANIE KORZENIA PIETRUSZKI SUSZONEJ RÓŻNYMI METODAMI

Bogdan Stępień, Marta Paślawska, Klaudiusz Jałoszyński, Mariusz Surma
Instytut Inżynierii Rolniczej, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

Streszczenie. Analizowano przebieg procesu przecinania korzenia pietruszki suszonej konwekcyjnie (SK), sublimacyjnie (SS) oraz mikrofalowo w warunkach obniżonego ciśnienia (SMP) z uwzględnieniem blanszowania (BL) i odwadniania osmotycznego (OS) jako zabiegów wstępnych. Obliczono wartości pracy całkowitej przecinania oraz wartości wskaźnika nazwanego „stopniem ściskania”. Stwierdzono istotny wpływ zarówno metody suszenia jak i obróbki wstępnej na przebieg procesu. Potwierdzono przydatność „stopnia ściskania” jako wskaźnika oceny stopnia zmian struktury wewnętrznej suszonych produktów.

Słowa kluczowe: pietruszka, obróbka wstępna, suszenie, przecinanie

Wprowadzenie i cel badań

Usuwanie wody z surowców pochodzenia rolniczego wiąże się z licznymi konsekwencjami tak pozytywnymi jak i negatywnymi. Zalety polegają na możliwości długotrwałego przechowywania, zmniejszeniu ciężaru i objętości oraz poprawie niektórych właściwości technologicznych. Wady to zmiana struktury wewnętrznej, pogorszenie właściwości sensorycznych oraz zmiana składu chemicznego [Litwin i in. 1998; Prakash i in. 2004]. Produkty suszarnicze mogą posiadać bardzo zróżnicowaną charakterystykę ze względu na różnorodność mechanizmów usuwania wody oraz warunki prowadzenia poszczególnych procesów. Z częściej stosowanych technik suszarniczych można wymienić: konwekcyjne, z nagrzewaniem mikrofalowym, przy obniżonym ciśnieniu, rozpyłowe, fontannowe czy sublimacyjne [Cohen i Yang 1995; Zang i in. 2006].

Suszenie konwekcyjne jest ciągle najczęściej wykorzystywaną techniką odwadniania w przemyśle spożywczym ze względu na prostotę zabiegu i stosunkowo niski koszt aparatury. Jednocześnie, takie suszenie uznaje się za metodę bardzo destrukcyjną, mocno pogarszającą jakość produktu. Metody: sublimacyjna oraz mikrofalowa w warunkach obniżonego ciśnienia są technikami o dobrze poznanych podstawach teoretycznych, z którymi związane są duże nadzieje na uzyskiwanie produktów o wysokiej jakości [Kramkowski 1998; Szarycz 2001].

Zabiegi wstępne, tak blanszowanie jak i odwadnianie osmotyczne, wykonywane przed suszeniem, bardzo istotnie wpływają na cechy produktu końcowego [Stępień 2008; Sowti Khiabani i in. 2002].

Uwzględniając sensoryczne odczucia docierające do konsumenta w trakcie spożywania produktów suszarniczych wydaje się, że cechy mechaniczne należą do grupy właściwości,

które, obok barwy i zapachu, jako pierwsze decydują o akceptacji bądź odrzuceniu produktu. Instrumentalne metody analizy właściwości teksturalnych żywności obejmują testy mechaniczne wykorzystujące oddziaływanie sił ściskających, rozciągających lub tnących. Analiza procesu przecinania jest istotna zarówno ze względu na odczucia konsumenta jak i dla tworzenia odpowiednich rozwiązań konstrukcyjnych maszyn i urządzeń rolniczych [Frączek i Mudryk 2006].

Celem pracy była analiza przebiegu procesu przecinania korzenia pietruszki suszonej różnymi metodami z uwzględnieniem zabiegów wstępnych: blanszowania i odwadniania osmotycznego. Zweryfikowano możliwość wykorzystania „stopnia ściskania” jako wskaźnika oceny zmian struktury wewnętrznej suszonych materiałów.

Metodyka badań

Badaniom poddano korzenie pietruszki odmiany *Eagle F1* o znanych warunkach uprawy, zbioru i magazynowania. Materiał badawczy przygotowano w formie walców o średnicy 20 mm i wysokości 5 mm. Do przygotowania próbek użyto krajalnicy firmy ZELMER TYP 493, przy pomocy której z korzeni wycinano plastry o grubości $5 \pm 0,2$ mm. Następnie z plastrów wykrawano walce o średnicy $20 \pm 0,2$ mm wykorzystując wycinarkę własnej konstrukcji. Część materiału suszono bez wykonania obróbki wstępnej (BO). Pozostałe dwie części poddano blanszowaniu (BL) w wodzie o temperaturze $95^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ przez 3 minuty lub odwodniono osmotycznie (OS) w 5% roztworze NaCl przez 24 godziny. Pietruszkę suszono następującymi metodami:

- konwekcyjnie (SK) – w temperaturze czynnika suszącego 50°C , przy prędkości przepływu powietrza $1,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, w pojedynczej warstwie materiału,
- sublimacyjnie (SS) – z szybkością zamrażania $1^\circ\text{C}\cdot\text{min}^{-1}$, przy ciśnieniu absolutnym w komorze suszenia 100 Pa, temperaturze płyty grzejnej 20°C , przy kontaktowym sposobie dostarczania ciepła,
- mikrofalowo w warunkach obniżonego ciśnienia (SMP) – z amplitudowym sterowaniem magnetronów, o mocy magnetronów 480 W, ciśnieniu w komorze suszenia w zakresie 4-10 kPa.

Przecinaniu poddano pietruszkę zarówno w formie suszu jak i w formie materiału uwodnionego. Założono, że pietruszka ponownie uwodniona powinna mieć wilgotność zbliżoną do wilgotności surowca, która wynosiła około 84%. Rehydrację wykonano zgodnie z metodą opisaną przez Witrową-Rajchert [1999]. Badanie odporności na przecinanie pietruszki rehydrowanej wynika z faktu, że produkty suszarnicze najczęściej są spożywane dopiero po uwodnieniu.

Proces przecinania pietruszki badano wykorzystując maszynę wytrzymałościową Instron 5566. Przecinano pojedyncze plastry stosując przystawkę firmy Instron, głowicę klasy 0,5 o zakresie pomiarowym do 1 kN. Kąty ostrza i rozwarcia noża wynosił po 60° , zaś prędkość przesuwu głowicy wynosiła $10 \text{ mm}\cdot\text{min}^{-1}$, co pozwoliło na całkowite przecięcie próbki. Więcej informacji dotyczących szczegółów metodyki pomiarów wraz ze schematami instalacji zamieszczono we wcześniejszych publikacjach [Kramkowski 1998; Szarycz 2001; Stępień 2007; Stępień 2008]. Wykonano po 10 powtórzeń pomiarów.

Obserwacje struktury wewnętrznej prowadzono w mikroskopie skaningowym firmy „Opton” typ LEO 435 VP. Próbki przygotowano w następujący sposób: patron wraz z przyklejonym wycinkiem tkanki roślinnej zamrażano w ciekłym azocie wykorzystując aparat do mrożenia „Cryo”. Zmrożoną tkankę umieszczano w kolumnie mikroskopu skaningowego, wcześniej schłodzonej do temperatury -150°C . Preparat poddawano sublimacji, a następnie napyłano złotem. Uzyskane obrazy, będące 700-krotnym powiększeniem struktury, zachowywano w formie plików elektronicznych do dalszej analizy.

Obliczenia statystyczne wykonano wykorzystując pakiet statystyczny Statistica 8.0. Wobec zmiennych odpowiedzi zastosowano przekształcenia stabilizujące w podgrupach. Weryfikację założeń o równości wariancji w podgrupach przeprowadzono przy pomocy testu Levene’a. Poziom istotności testu odniesiono do najczęściej przyjmowanego poziomu wynoszącego $\alpha=0,05$.

Analiza wyników

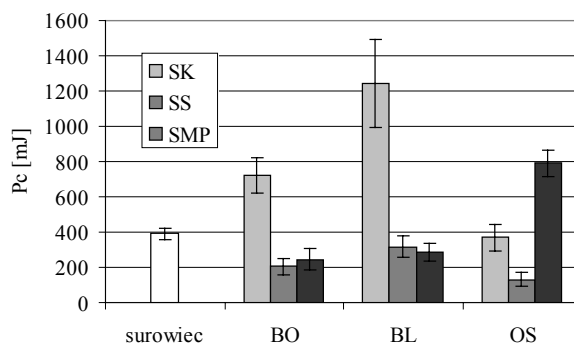
Charakter przebiegu zależności siła-odkształcenie w trakcie przecinania pietruszki nie ulegał zmianom niezależnie od zastosowanej metody suszenia, obróbki wstępnej czy uwodnienia suszu. Na wykresie obserwuje się charakterystyczne punkty, które pozwalają wyodrębnić poszczególne etapy procesu. W trakcie pierwszej fazy, ostrze przystawki tnącej odkształca próbkę bez penetracji materiału. Zakończenie tego etapu jest związane z rozpoczęciem zagłębiania się ostrza w materiale, któremu towarzyszy chwilowy spadek wartości siły tnącej. Maksymalna wartość siły tnącej jest obserwowana podczas przecinania właściwego, gdy górny wierzchołek trójkątnego ostrza zaczyna zagłębiać się w materiale. Charakterystyczny jest również punkt na wykresie, który pozwala określić wartość maksymalną siły w fazie docinania. Podobny przebieg procesu przecinania obserwowano dla marchwi [Stępień 2007].

Stwierdzono, że podczas przecinania produktu uzyskanego różnymi metodami odwadniania, w połączeniu ze stosowaniem zabiegów wstępnych, występują zmiany udziału pierwszej fazy, związanej ze ścisaniem próbki przez nóż tnący, w stosunku do całego procesu. Podjęto próbę potwierdzenia hipotezy mówiącej o tym, że pierwsza faza procesu przecinania może być miarą stopnia deformacji struktury wewnętrznej suszonych materiałów biologicznych. Pole pod całą krzywą odzwierciedla wartość pracy całkowitej włożonej w przecinanie próbki. Pole pod częścią krzywej uzyskanej w pierwszej fazie przecinania próbki odpowiada wartości pracy włożonej w fazę ścisania materiału przez ostrze noża. Obliczono zatem wartości wskaźnika nazwanego *stopniem ścisania* (S_s) będącego stosunkiem wartości pracy włożonej w fazę ścisania (P_s) do wartości pracy całkowitej (P_c), co opisano w pracy Stępnia [2007].

Wpływ metody suszenia na wartości pracy całkowitej przecinania suszu z pietruszki, przy zastosowaniu różnych zabiegów wstępnych, przedstawiono na rysunku 1.

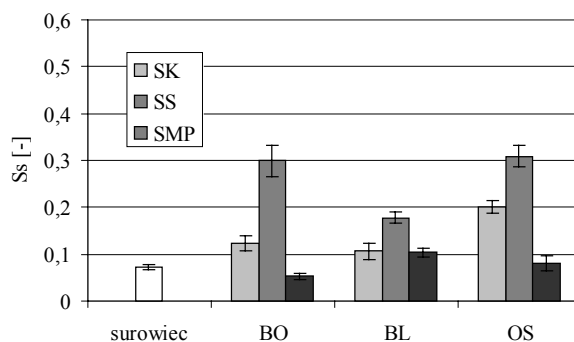
Najwyższe nakłady pracy na przecięcie zaobserwowano dla suszu konwekcyjnego uzyskanego z surowca blanszowanego lub nie poddanego obróbce wstępnej. Odwodnienie osmotyczne pietruszki spowodowało spadek wartości pracy przecinania suszu konwekcyjnego, natomiast wzrost wartości pracy przecinania dla suszu mikrofalowo-podciśnieniowego. Istotność wpływu odwadniania osmotycznego na przecinanie jabłek suszonych konwekcyjnie wykazali Jakubczyk i Ksionek [2006]. Susze uzyskane metodą sublimacyjną charakteryzują się obniżoną wytrzymałością na przecinanie w stosunku do

suszy otrzymanych pozostałymi sposobami odwadniania oraz w stosunku do surowca. Prawdopodobnie wiąże się to z uszkodzeniami struktury komórkowej w trakcie zamrażania surowca przed suszeniem sublimacyjnym. Mała prędkość zamrażania związana jest z powstawaniem dużych kryształków lodu, które powodują pęknięcia ścian komórkowych.



Rys. 1. Wartości pracy całkowitej przecinania suszonej pietruszki
 Fig. 1. Values of total work for cutting dried parsley

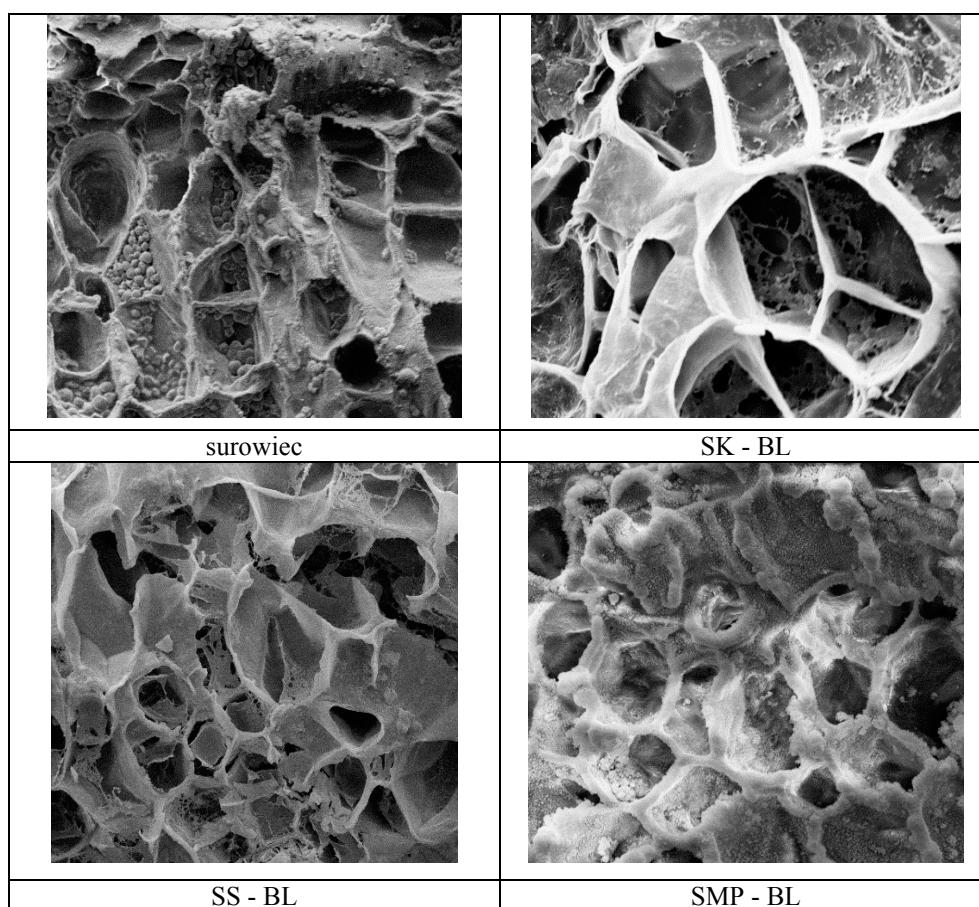
Na rysunku 2 przedstawiono wartości stopnia ściskania dla suszu. Najwyższe wartości wskaźnika zaobserwowano dla suszu uzyskanego metodą sublimacyjną, niższe dla suszu konwekcyjnego, a najniższe dla produktu pochodzenia mikrofalowo-podciśnieniowego. Oznacza to, że susze mikrofalowo-podciśnieniowe charakteryzują się krótszą fazą ściskania w trakcie przecinania, co świadczy o ich większej sztywności i kruchości struktury w stosunku do suszy konwekcyjnych lub sublimacyjnych. Wartości stopnia ściskania suszy uzyskanych metodą mikrofalową w warunkach obniżonego ciśnienia są najbardziej zbliżone do wartości stopnia ściskania surowca.



Rys. 2. Wartości stopnia ściskania dla suszu z pietruszki
 Fig. 2. Values of compression degree for dried parsley

Przecinanie korzenia pietruszki...

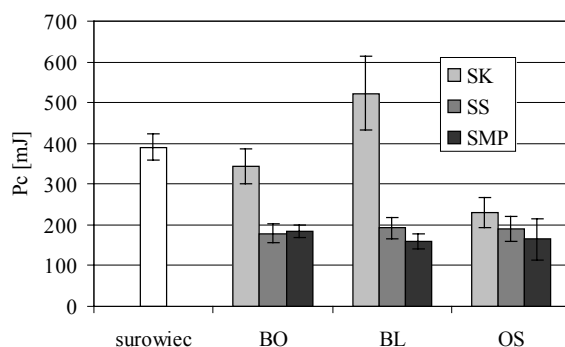
Rysunek 3 przedstawia zdjęcia mikroskopowe pietruszki po ponownym uwodnieniu wykonane dla surowca blanszowanego przed suszeniem. Ściany komórkowe materiału otrzymanego metodą sublimacyjną są cienkie, postrzępione, z widocznymi ubytkami. Jednakże tworzą komórki o wielkości i kształcie zbliżonym do surowca. Można przypuszczać, że takie zmiany są przyczyną obniżenie wytrzymałości suszu na przecinanie. Na zdjęciu wykonanym dla pietruszki suszonej mikrofalowo w warunkach obniżonego ciśnienia widoczne są ściany komórkowe bardzo zmienione w stosunku do surowca, tworzące ciasno upakowane zespoły komórek. Z kolei uwodniony susz konwekcyjny charakteryzuje się dużymi komórkami o grubych ścianach, które stanowiły dużą przeszkodę dla noża tnącego.



Źródło: zdjęcia własne autora

Rys. 3. Zdjęcia mikroskopowe struktury wewnętrznej uwodnionej pietruszki (x700)
Fig. 3. Microscopic photographs showing internal structure of hydrated parsley (x700)

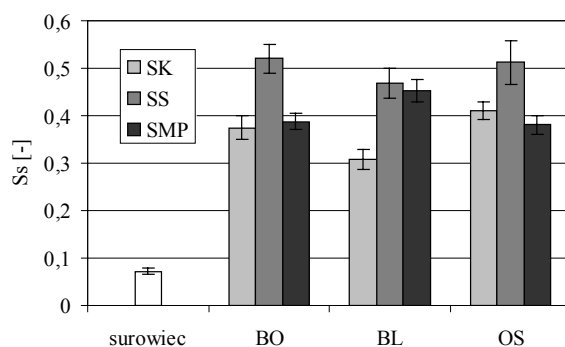
W większości analizowanych przypadków okazało się, że wartość pracy potrzebnej do przecięcie surowej pietruszki jest istotnie większa od wartości pracy przecinania suszu po uwodnieniu (rys. 4).



Rys. 4. Wartości pracy przecinania pietruszki ponownie uwodnionej
 Fig. 4. Cutting work values for rehydrated parsley

Przecięcie materiału uwodnionego otrzymanego z pietruszki suszonej konwekcyjnie wymaga wyższych nakładów energetycznych w stosunku do produktów uwodnionych po suszeniu pozostałymi dwoma metodami. Nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic w wartościach pracy przecinania materiału uwodnionego po suszeniu sublimacyjnym i mikrofalowo-podciśnieniowym.

Wartości stopnia ściskania pietruszki uwodnionej są istotnie wyższe od wartości wskaźnika obliczonych dla suszy. Jednocześnie różnice występujące dla materiałów uzyskanych różnymi metodami suszenia z uwzględnieniem zabiegów wstępnych są znacznie większe dla suszy niż dla produktów uwodnionych (rys. 5).



Rys. 5. Wartości stopnia ściskania dla pietruszki ponownie uwodnionej
 Fig. 5. Values of compression degree for rehydrated parsley

Potwierdzono zależność mówiącą, iż w przypadku występowania dużej różnicy pomiędzy wartościami stopnia ściskania w trakcie przecinania suszu i materiału uwodnionego, należy oczekiwać widocznych na zdjęciach mikroskopowych zmian w budowie ścian komórkowych, decydujących o sztywności materiału.

Wnioski

1. Na przyjętym poziomie istotności $\alpha=0.05$ wykazano, że zarówno rodzaj techniki suszenia jak i zabiegi wstępne blanszowania i odwadniania osmotycznego istotnie wpływają na wartości pracy potrzebnej do przecięcia korzenia pietruszki.
2. Suszenie mikrofalowe w warunkach obniżonego ciśnienia, a jeszcze bardziej suszenie sublimacyjne sprzyjają uzyskaniu produktów o obniżonej wytrzymałości na przecinanie.
3. Potwierdzono przydatność stopnia ściskania jako wskaźnika stopnia zmian struktury wewnętrznej produktów biologicznych poddanych suszeniu różnymi metodami.

Bibliografia

- Cohen S.J., Yang T.C.S.** 1995. Progress in food dehydration. *Trends in Food Science & Technology* 6. s. 20-25.
- Frączek J., Mudryk K.** 2006. Metoda określania oporów cięcia pędów wierzby energetycznej. *Inżynieria Rolnicza* 13(88). s. 91-98.
- Jakubczyk E., Ksionek U.** 2006. Właściwości mechaniczne suszów jabłkowych o średniej zawartości wody. *Inżynieria Rolnicza* 7(82). s. 215-222.
- Kramkowski R.** 1998. Analiza suszenia sublimacyjnego wybranych surowców spożywczych. *Zeszyty Naukowe AR we Wrocławiu Nr 333, Rozprawy CLIII*.
- Litvin S., Mannheim C.H., Milcz J.** 1998. Dehydration of carrots by a combination of freeze drying, microwave heating and air or vacuum drying. *Journal of Food Engineering* 36. s. 103-111.
- Prakash S., Jha S.K., Datta N.** 2004. Performance evaluation of blanched carrots dried by three different driers. *Journal of Food Engineering* 62. s. 305-313.
- Sowti Khiabani M., Emam-Djomeh Z., Sahari M.A.** 2002. Improving the Quality of Sun-dried Peaches by Osmotic Dehydration Pre-treatment. *IDS 2002, Vol. B.* pp. 952-959.
- Stępień B.** 2007. Impact of the drying method on the carrot cutting process course. *Acta Agrophysica* 9(1). s. 225-267.
- Stępień B.** 2008. Impact of vacuum-microwave drying on selected mechanical and rheological features of carrot. *Biosystems Engineering* 99. s. 234-238.
- Szarycz M.** 2001. Matematyczne modelowanie mikrofalowo-konwekcyjnego suszenia surowców rolniczych na przykładzie jabłek. *Zeszyty Naukowe AR we Wrocławiu Nr 420, Rozprawy CLXXXIII*.
- Zang M., Tang J., Mujumdar A.S., Wang S.** 2006. Trends in microwave-related drying of fruits and vegetables. *Trends in Food Science & Technology* 17. pp. 524-534.
- Witrowa-Rajchert D.** 1999. Rehydracja jako wskaźnik zmian zachodzących w tkance roślinnej w czasie suszenia. Fundacja "Rozwój SGGW". Warszawa.

CUTTING DRIED PARSLEY ROOT USING VARIOUS METHODS

Abstract. The research involved analysing the progress of process involving cutting root of parsley dried using convection (SK), sublimation (SS) and microwave methods in reduced pressure conditions (SMP), taking into account blanching (BL) and osmotic dehydration (OS) as preliminary treatments. The researchers calculated the values of total cutting work and the values of index called “compression degree”. The researchers observed considerable impact of both drying method and preliminary treatment on progress of the process. They proved “compression degree” usability as an index for assessing degree of changes in internal structure of dried products.

Key words: parsley, preliminary treatment, drying, cutting

Adres do korespondencji:

Bogdan Stępień; e-mail: bogdan.stepien@up.wroc.pl
Instytut Inżynierii Rolniczej
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
ul. Chelmońskiego 37/41
51-630 Wrocław