

*Bogdan Stępień*  
*Instytut Inżynierii Rolniczej*  
*Akademia Rolnicza we Wrocławiu*

## ZMIANY WYTRZYMAŁOŚCI NA ŚCISKANIE PIETRUSZKI SUSZONEJ RÓŻNYMI METODAMI

### Streszczenie

Pietruszkę odmiany Eagle F1 suszono trzema metodami: konwekcyjnie, sublimacyjnie i mikrofalowo pod obniżonym ciśnieniem. Utrwalano materiał nie poddany obróbce wstępnej, blanszowany i odwadniany osmotycznie. Testy ściskania wykonano dla suszu oraz materiału uwodnionego. Badano wytrzymałość na ściskanie pietruszki bezpośrednio po suszeniu oraz po okresie 12 miesięcy przechowywania suszu zapakowanego próżniowo. Obliczono wartości pracy ściskania wykorzystując metodę trapezów. Analizę wpływu metody suszenia, obróbki wstępnej oraz czasu przechowywania suszu wykonano w oparciu o obliczone wartości odchyleń standardowych.

**Słowa kluczowe:** pietruszka, suszenie konwekcyjne, suszenie sublimacyjne, suszenie mikrofalowe, testy ściskania

### Wprowadzenie

Produkty rolnicze, charakteryzujące się tym, że są pozyskiwane sezonowo, muszą być poddawane zabiegom chroniącym je przed zepsuciem. Suszenie to jedna z najstarszych metod utrwalania żywności. Operacja ta, będąca procesem termicznym, może powodować duże zmiany strukturalne a także obniżać walory smakowe produktu, zmieniać jego barwę i kształt oraz prowadzić do rozkładu witamin. Zapotrzebowanie na żywność przetworzoną jest impulsem w rozwoju badań naukowych nad technikami suszenia, które pozwolą zachować cenne właściwości surowca.

Suszenie konwekcyjne jest najczęściej stosowaną na skalę przemysłową metodą suszenia produktów rolniczych. Wielu badaczy zajmowało się aspektami związanymi z kinetyką oraz modelowaniem tego procesu [Jaros 1999]. W trakcie suszenia konwekcyjnego, wewnątrz materiału, przemieszczają się cukry, sole, tłuszcze i białka, które zmieniają właściwości fizyczne tkanki roślinnej. Występuje również duży skurcz suszarniczy [Lewicki i in. 1994]. Zaletą suszenia konwekcyjnego jest

jego prostota oraz stosunkowo niskie koszty uzyskania produktu. Towarzyszy temu jednak występowanie szeregu niekorzystnych zjawisk, które dyskwalifikują tę metodę szczególnie w przypadku utrwalania surowców wrażliwych termicznie.

Suszenie sublimacyjne i suszenie mikrofalowe pod obniżonym ciśnieniem są nowoczesnymi technikami pozwalającymi uzyskać produkt o dobrych walorach sensorycznych, wysokiej retencji aromatu oraz niewiele zmienionej, w stosunku do surowca, wartości odżywczej. Pierwsza z tych metod jest już stosowana na skalę przemysłową do wytwarzania suszy przyprawowych oraz żywności szybkoodtwarzalnej. Metoda ta pozwala zachować znaczną część z naturalnego składu chemicznego surowca [Kramkowski 1998]. Suszenie mikrofalowe pod obniżonym ciśnieniem jest metodą będącą na etapie zaawansowanych prób laboratoryjnych [Szarycz 2001]. Wyniki badań wskazują, że ten sposób utrwalania żywności może być konkurencyjny, w stosunku do suszenia sublimacyjnego, zarówno pod względem kosztów jaki i pod względem jakości produktu.

Obróbka wstępna przed suszeniem jest stosowana w celu polepszenia właściwości suszu oraz materiału uwodnionego. Wpływa znacząco na cechy mechaniczne produktów [Sitkiewicz i Lenart 2002; Jakubczyk i Lewicki, 2002]. Najczęściej stosowane zabiegi obróbki wstępnej to: blanszowanie, odwadnianie osmotyczne, moczenie, zamrażanie i inne.

### **Metodyka badań**

Badaniom wytrzymałości na ściskanie poddano popularne warzywo korzeniowe, pietruszkę odmiany Eagle F1. Próbki przygotowano w formie walców o wysokości wynoszącej 5mm i średnicy równej 20mm. Suszono surowiec nie poddany obróbce wstępnej, blanszowany oraz odwadniany osmotycznie. Blanszowanie wykonano w wodzie o temperaturze  $95^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  przez czas 3 minut. Do odwadniania osmotycznego wykorzystano 5% roztwór NaCl. Czas trwania odwadniania wynosił 24 godziny. Suszenie konwekcyjne wykonano na suszarce laboratoryjnej przy temperaturze czynnika suszącego wynoszącej  $50^{\circ}\text{C}$  i prędkości przepływu powietrza równej 1,5m/s. Instalacja posiadała sześć indywidualnie sterowanych stanowisk z grzałkami o mocy maksymalnej 2kW. Do suszenia sublimacyjnego wykorzystano suszarkę typu OE-950. Próbki zamrażano w temperaturze  $-20^{\circ}\text{C}$  z szybkością  $1^{\circ}\text{C}/\text{min}$ . Zastosowano następujące parametry suszenia: temperatura płyty grzejnej ( $20^{\circ}\text{C}$ ), ciśnienie w komorze suszenia (100Pa), kontaktowy sposób dostarczania ciepła. Suszenie mikrofalowe realizowano w suszarce mikrofalowo-próżniowej z amplitudowym sterowaniem magnetronów. Pracę magnetronów ustawiono na poziomie 40% ich mocy maksymalnej, czyli 480W. Ciśnienie w komorze suszenia utrzymywano w zakresie 4-10kPa.

Badania wytrzymałościowe wykonano na maszynie Instron 5566 z wymiennymi głowicami klasy 0,5. Do testów wykorzystano przystawkę własnej konstrukcji opisaną we wcześniejszych pracach [Stępień 2005]. Ściskano próbki umieszczone w cylindrze i obciążane tłokiem. Badania wytrzymałościowe wykonano dla suszu oraz dla materiału uwodnionego. Rehydrację wykonano w wodzie destylowanej o temperaturze 20°C. Czas rehydracji dobierano empirycznie, aby uzyskać wilgotność bliską wilgotności surowca. Badania wykonano bezpośrednio po suszeniu sublimacyjnym oraz dla materiału zapakowanego próżniowo bez dostępu powietrza oraz światła i przechowywanego przez okres 12 miesięcy. Wartości pracy ściskania obliczono metodą trapezów a dla suszu odniesiono do jednego grama produktu.

### **Cel pracy**

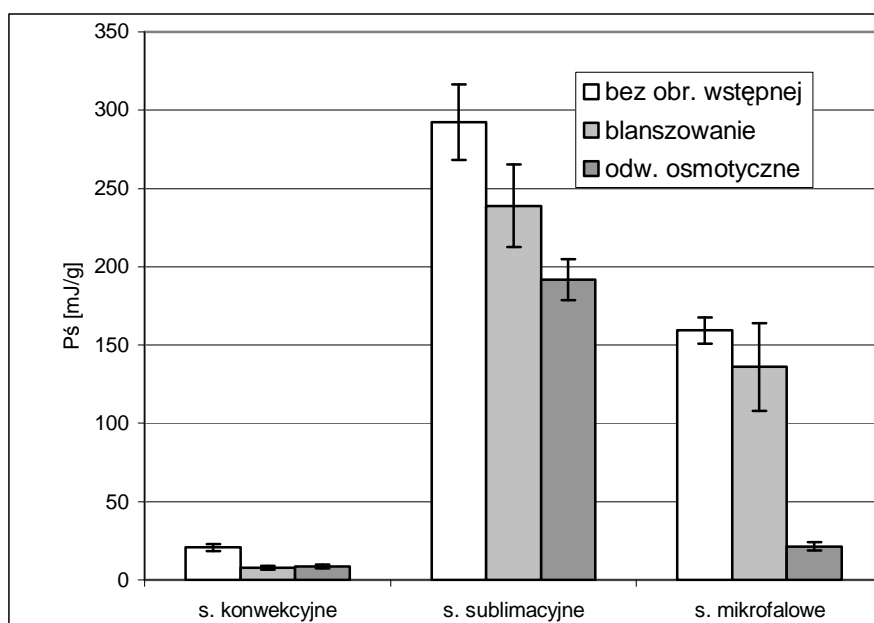
Celem pracy było zbadanie możliwości zmiany wytrzymałości na ściskanie przy zastosowaniu różnych metod suszenia oraz różnych sposobów obróbki wstępnej surowca, na przykładzie korzenia pietruszki.

### **Analiza wyników**

Czynnikiem zakłócającym analizowane wartości pracy ściskania jest różna wilgotność suszy i materiałów uwodnionych. Najwyższe wilgotności suszy z korzenia pietruszki uzyskano po suszeniu konwekcyjnym (od 8,4% do 9,9% w zależności od rodzaju obróbki wstępnej), niższe po suszeniu sublimacyjnym (odpowiednio od 4,5% do 7,9%) i najniższe po suszeniu mikrofalowym pod obniżonym ciśnieniem (od 3,9% do 6,9%). Różnice w wilgotnościach suszu sublimacyjnego i mikrofalowego są niewielkie i można przyjąć, że nie miały istotnego wpływu na wytrzymałość na ściskanie. Susz uzyskany w wyniku suszenia konwekcyjnego ma wilgotność o kilka procent wyższą, co prawdopodobnie w istotny sposób wpływa na obniżenie jego wytrzymałość na ściskanie. Przechowywanie suszu w warunkach próżniowych nie zapobiegło zmianom jego wilgotności, która wzrosła o 0,9% ÷ 2,1%. Największy wzrost wilgotności w trakcie przechowywania zaobserwowano dla suszu mikrofalowego.

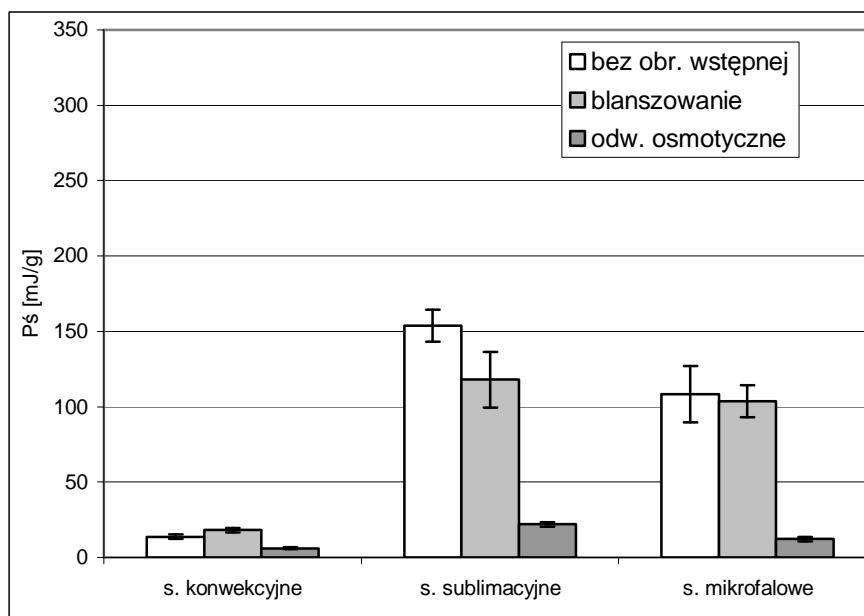
Na rysunkach 1 i 2 zaprezentowano wartości pracy ściskania pietruszki dla badań wykonanych bezpośrednio po suszeniu oraz po 12 miesiącach przechowywania suszu. Wartości odchyleń standardowych pozwalają wnioskować o istotności różnic. Przechowywanie produktu spowodowało istotny spadek wytrzymałości na ściskanie dla wszystkich metod suszenia i zastosowanych zabiegów wstępnych (wyjątkiem jest blanszowanie przy suszeniu konwekcyjnym). Duży spadek wartości pracy ściskania w trakcie przechowywania suszu świadczy o tym, że niewielki

wzrost wilgotności nie jest jedynym czynnikiem obniżającym wytrzymałość pietruszki w trakcie jej przechowywania. Najwyższą wytrzymałością na ściskanie charakteryzuje się susz sublimacyjny, niższą susz mikrofalowy a zdecydowanie najniższą wytrzymałość ma susz uzyskany przy suszeniu konwekcyjnym. Przy suszeniu sublimacyjnym najwyższą wytrzymałość na ściskanie ma susz uzyskany z pietruszki nie poddanej obróbce wstępnej, istotnie niższą wytrzymałość posiada susz pochodzący z materiału blanszowanego i zdecydowanie najniższą wartością pracy ściskania charakteryzuje się susz z pietruszki odwodnionej osmotycznie przed suszeniem. Przy suszeniu mikrofalowym pod obniżonym ciśnieniem nie stwierdzono istotnych różnic w wytrzymałości na ściskanie dla suszu blanszowanego i nie poddanego obróbce wstępnej. Odwodnienie osmotyczne przed suszeniem pietruszki istotnie obniża wytrzymałość na ściskanie suszy przy wszystkich badanych metodach suszenia. Zależności te nie ulegają zmianie w trakcie przechowywania suszu.



Rys. 1. Wartości pracy ściskania suszu z pietruszki dla materiału uzyskanego bezpośrednio po suszeniu

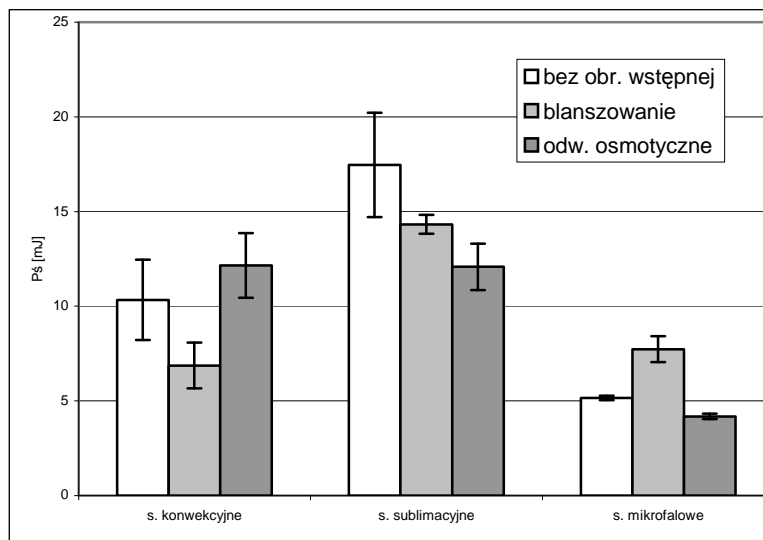
Fig. 1. Deformation work values for dried parsley obtained just after drying



Rys. 2. Wartości pracy ściskania suszu z pietruszki dla materiału przechowywanego w warunkach próżniowych przez okres 12 miesięcy

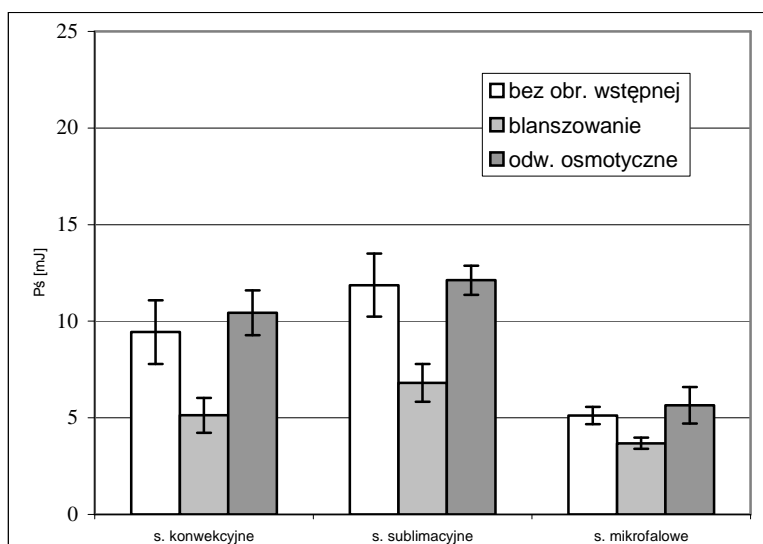
Fig. 2. Deformation work values for dried parsley obtained after 12 months of vacuum storage

Wytrzymałość na ściskanie materiału uwodnionego jest zdecydowanie niższa od wytrzymałości na ściskanie suszu. Główną przyczyną jest wysoka zawartość wody, która w pietruszce rehydrowanej wahała się w granicach 77% ÷ 79%. Najniższe wartości pracy ściskania zaobserwowano dla pietruszki suszonej mikrofalowo pod obniżonym ciśnieniem a przechowywanie suszu nie zmieniło tej zależności (rysunek 3 i 4). Najwyższą wytrzymałością na ściskanie charakteryzuje się materiał uwodniony pochodzący z suszu sublimacyjnego a nieco niższą wytrzymałość ma pietruszka rehydrowana pochodząca z suszu uzyskanego przez suszenie konwekcyjne, przy czym dla badań wykonanych po 12 miesiącach przechowywania suszu w/w zależność jest nieistotna statystycznie. W badaniach wykonanych dla suszu przechowywanego przez założony okres a następnie uwodnionego, najwyższe wartości pracy ściskania uzyskano dla materiału odwodnionego osmotycznie, nieco niższe ale nieistotnie statystycznie wartości pracy ściskania zanotowano dla pietruszki nie poddanej obróbce wstępnej. Najniższą wytrzymałością na ściskanie charakteryzuje się uwodniona pietruszka blanszowana. Zależność ta jest prawdziwa przy wszystkich badanych metodach suszenia.



Rys. 3. Wartości pracy ściskania pietruszki uwodnionej dla materiału uzyskanego bezpośrednio po suszeniu

Fig. 3. Deformation work values for rehydrated parsley obtained just after drying



Rys. 4. Wartości pracy ściskania pietruszki uwodnionej dla suszu przechowywanego w warunkach próżniowych przez okres 12 miesięcy

Fig. 4. Deformation work values for rehydrated parsley obtained after 12 months of vacuum storage

## **Wnioski**

1. Największą wytrzymałością na ściskanie charakteryzuje się susz pochodzący z suszenia sublimacyjnego, niższą wytrzymałość na ściskanie ma susz uzyskany podczas suszenia mikrofalowego pod obniżonym ciśnieniem a zdecydowanie najmniej odporny na ściskanie jest susz konwekcyjny.
2. Spośród badanych metod suszenia najistotniejszy wpływ na wartość pracy ściskania ma zastosowanie obróbki wstępnej przed suszeniem sublimacyjnym.
3. Dla materiału uwodnionego najniższą wytrzymałością na ściskanie charakteryzują się susze uzyskane w wyniku suszenia mikrofalowego pod obniżonym ciśnieniem.
4. Blanszowanie powoduje obniżenie wytrzymałości na ściskanie dla wszystkich suszy uwodnionych po okresie jednego roku przechowywania.

## **Bibliografia**

- Jakubczak E., Lewicki P.P. 2002. Wpływ zabiegów wstępnych przed suszeniem na właściwości mechaniczne suszów z jabłek. 7<sup>th</sup> International Scientific Conference, s. 365-369.
- Jaros M. 1999. Kinetyka suszenia warzyw, Rozprawa habilitacyjna, Wyd. AR w Lublinie.
- Kramkowski R. 1998. Analiza suszenia sublimacyjnego wybranych surowców spożywczych, Rozprawa habilitacyjna, Zeszyty Naukowe AR we Wrocławiu nr 333.
- Lewicki P. P., Witrowa D., Pomarańska-Łazuka W. 1994. Changes of physical properties of drying materials, In: Drying'92, Elsevier, Amsterdam, Part A, p. 884-891.
- Sitkiewicz I., Lenart A. 2002. Influence of water activity on mechanical properties of osmotically pretreated dried fruits, *Acta Agrophysica*, 77, p. 137-146.
- Stępień B. 2005. Studies on selected mechanical properties of freeze dried carrot, *Inżynieria Rolnicza* Nr 4 (64), Kraków, p. 271-279.
- Szarycz M. 2001. Matematyczne modelowanie mikrofalowo-konwekcyjnego suszenia surowców rolniczych na przykładzie jabłek, Rozprawa habilitacyjna, Zeszyty Naukowe AR we Wrocławiu nr 420.

## **COMPRESSION STRENGTH CHANGES FOR PARSLEY DRIED USING DIFFERENT METHODS**

### **Summary**

Parsley, Eagle F1 variety, was dried using three methods: convective drying, freeze drying and microwave vacuum drying. Without preliminary treated, blanched and osmotic treated materials were dried. Compression tests were carried out for a dried and rehydrated materials. Parsley compression strength was tested just after drying and for materials vacuum stored during 12 months. The values of compression work were calculated using "trapezoid method". The effect of drying method, preliminary treatment and storage time were analyzed on the basis of standard deviation values.

**Key words:** parsley, convective drying, freeze-drying, microwave vacuum drying, compression tests