

ANALIZA WPŁYWU SPOSOBU SUSZENIA NA ZAWARTOŚĆ OLEJKÓW ETERYCZNYCH W SUSZU Z LIŚCI PIETRUSZKI

Stanisław Rudy, Andrzej Krzykowski, Szymon Piędzia

Katedra Techniki Ciepłej. Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

Streszczenie. W pracy określono wpływ warunków konwekcyjnego i sublimacyjnego suszenia liści pietruszki na kinetykę ich wysychania oraz zawartość olejków eterycznych w suszu. Suszenie sublimacyjne prowadzono w zakresie temperatur 20-70°C przy ciśnieniu 63 Pa, suszenie konwekcyjne w przedziale temperatur 40-70°C. Najlepszą metodą suszenia, ze względu na zachowanie zawartości olejków eterycznych, okazało się suszenie sublimacyjne- przy temperaturze płyty grzejnej 30°C.

Słowa kluczowe: suszenie konwekcyjne, suszenie sublimacyjne, zawartość olejków eterycznych, liście pietruszki

Wstęp

Retencja olejków eterycznych jest jednym z podstawowych wyróżników jakości ziół i roślin przyprawowych, świadcząca o ich charakterystycznych właściwościach organoleptycznych. Olejki eteryczne są mieszaninami różnych związków chemicznych, przede wszystkim węglowodorów aromatycznych, alkoholi, aldehydów, ketonów, estrów, fenoli, związki te na ogół nie rozpuszczają się lub słabo rozpuszczają się w wodzie [Klimek 1957]. Ze względu na nietrwałość chemiczną tych związków, specyficzne cechy biologiczne różnych roślin przyprawowych oraz powstawanie tzw. aromatów wtórnych próba przewidzenia końcowej zawartości olejków eterycznych w suszu jest trudna do jednoznacznego określenia [Diaz-Maroto i in. 2002, 2003, Flink i Karel 1970]. Uzyskanie suszu o możliwie największej zawartości olejków eterycznych wymaga wyboru odpowiedniej metody suszenia i dostosowania warunków prowadzenia procesu, przede wszystkim temperatury suszenia, ciśnienia w komorze suszarki sublimacyjnej i prędkości przepływu powietrza suszącego [Huopalahti i in. 1985; Venskutonis 1997]. Zazwyczaj większą zawartością olejków eterycznych charakteryzuje się susz uzyskany w wyniku sublimacyjnego suszenia, w porównaniu z innymi metodami suszenia [Rulkens i in. 1972; Lisiewska i in. 1998; Yousif i in. 2000].

Cel pracy i metodyka

Celem pracy było zbadanie wpływu temperatury płyt grzejnych na zawartości olejków eterycznych w suszu uzyskanym, w czasie suszenia sublimacyjnego liści pietruszki. Za cel przyjęto także, określenie wpływu temperatury oraz prędkości przepływu powietrza suszącego na zmiany zawartości olejków eterycznych w suszu uzyskanym, w wyniku suszenia konwekcyjnego. Zakres badań obejmował sześć poziomów temperatury płyt grzejnych: 20, 30, 40, 50, 60, 70°C, przy ciśnieniu w komorze liofilizatora 63 Pa oraz cztery poziomy temperatury powietrza suszącego (40, 50, 60, 70°C) przy prędkości przepływu powietrza $0,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ i $1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Badania prowadzono do uzyskania końcowej wilgotności 10% w przypadku suszenia sublimacyjnego i 12% przy suszeniu konwekcyjnym. Surowiec przeznaczony do suszenia sublimacyjnego poddawany był procesowi wstępnego zamrażania w temperaturze -25°C .

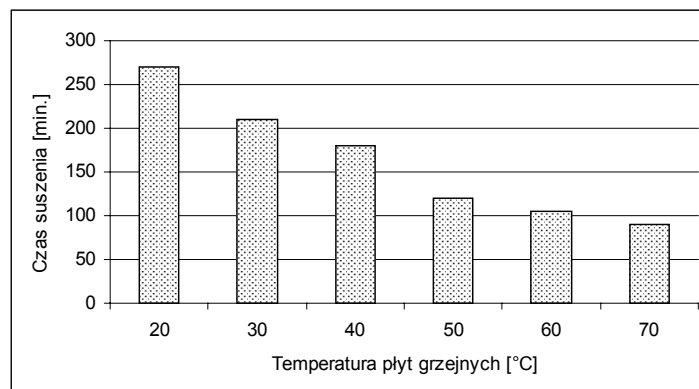
Suszenie sublimacyjne prowadzono w liofilizatorze ALPHA 1-4 ze sterownikiem LDC-1M firmy Martin Christ, suszenie konwekcyjne w suszarce z pionowym przepływem powietrza. Oznaczenie zawartości olejku eterycznego w materiale świeżym, suszu wykonano zgodnie z zaleceniami Farmakopei Polskiej VI [2002]. Olejki eteryczne oznaczono metodą destylacji z parą wodną w aparacie Derynga. Metoda polega na oddestylowaniu z badanego materiału olejku z parą wodną, zebraniu destylatu w części pomiarowej aparatu i odczycie objętości zebranego olejku.

Badania przeprowadzono w 5 powtórzeniach, uzyskane dane eksperymentalne poddano analizie wariancji na poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

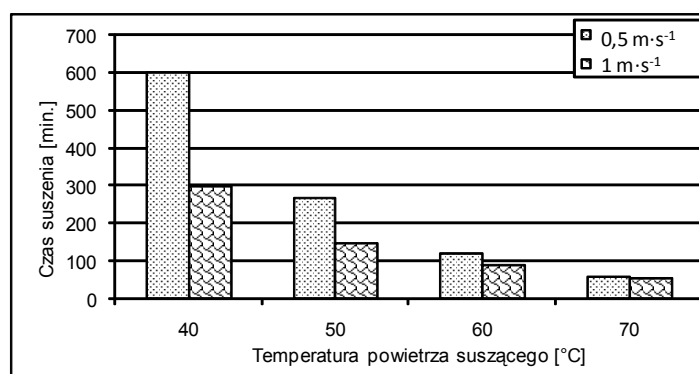
Wyniki badań

Wraz ze wzrostem temperatury płyt grzejnych liofilizatora (20°C , 30°C , 40°C , 50°C , 60°C i 70°C) czas suszenia natki pietruszki ulegał skróceniu. Najkrótszy czas suszenia wynoszący 90min. odnotowano przy temperaturze 70°C natomiast najdłuższy przy temperaturze 20°C , wynosił on wówczas 270min. Obniżenie temperatury płyt grzejnych liofilizatora z 70°C do 20°C spowodowało wydłużenie czasu suszenia natki pietruszki o 180min. W zakresie temperatury od 20°C do 40°C czas trwania procesu suszenia zdecydowanie maleje wraz ze wzrostem temperatury płyt grzejnych, natomiast dla temperatur z zakresu od 50°C do 70°C zanotowano niewielką różnicę w czasie suszenia (rys. 1).

Dla obu analizowanych prędkości przepływu powietrza wraz ze wzrostem temperatury powietrza suszącego w zakresie $40\text{-}70^\circ\text{C}$ czas suszenia natki pietruszki uległ skróceniu. Najkrótszy czas suszenia (przy prędkości przepływu powietrza $0,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) wynoszący 60 min. odnotowano w temperaturze 70°C , natomiast najdłuższy w temperaturze 40°C , wyniósł on odpowiednio 600 min. Obniżenie temperatury powietrza suszącego z 70°C do 40°C spowodowało wydłużenie czasu suszenia natki pietruszki o 540 min.



Rys. 1. Czas sublimacyjnego suszenia liści pietruszki dla różnych temperatur płyt grzejnych
 Fig. 1. Freeze drying time for parsley leaves at different temperatures of heating plates



Rys. 2. Czas konwekcyjnego suszenia liści pietruszki dla różnych temperatur czynnika suszącego
 Fig. 2. Convection drying time for parsley leaves at different drying medium temperatures

Przy prędkości przepływu powietrza $1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ najkrótszy czas suszenia wynoszący 55 min. odnotowano przy temperaturze 70°C natomiast najdłuższy przy temperaturze 40°C wynoszący 300 min. Zwiększenie prędkości przepływu powietrza suszącego w suszarce z pionowym przepływem powietrza z $0,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ do $1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ przyczyniło się do znaczącego skrócenia czasu suszenia dla temperatur 40°C , 50°C . Natomiast dla temperatury 60°C i 70°C różnice w czasie trwania procesu były niewielkie (rys. 2.).

Wyznaczona na podstawie przeprowadzonych badań eksperymentalnych końcowa zawartość olejków eterycznych w suszu uzyskanym po sublimacyjnym suszeniu została poddana jednoczynnikowej analizie wariancji. Wyniki tej analizy zestawiono w tabeli 1.

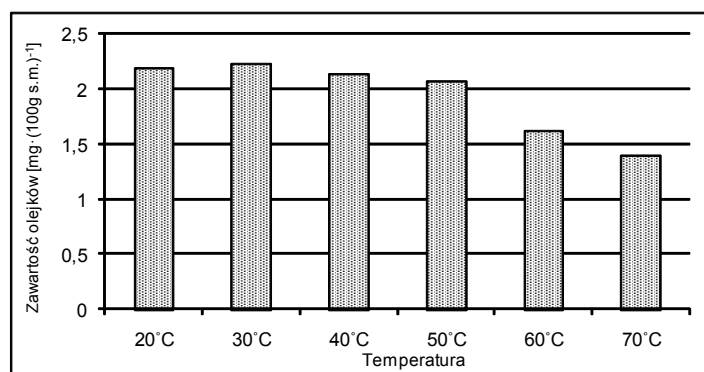
Tabela 1. Analiza wariancji – wpływ temperatury na zawartość olejków eterycznych w suszu z liści pietruszki (suszenie sublimacyjne)

Table 1. Variance analysis – temperature impact on the content of essential oils in dried parsley leaves (freeze drying)

Źródło wariancji	SS	df	MS	F	Wartość-p	Test F
Pomiędzy grupami	27829,1638	1	27829,1638	184,404069	1,1568E-19	4,00687282
W obrębie grup	8753,01457	58	150,914044			
Razem	36582,1784	59				

Na podstawie przeprowadzonej analizy można stwierdzić, że temperatura płyt grzejnych w istotny sposób (na poziomie istotności $\alpha = 0,05$) wpływa na końcową zawartość olejków eterycznych.

Na rysunku 3 zestawiono wyniki badań eksperymentalnych dotyczące zmian zawartości sumy olejków eterycznych w suszu z natki pietruszki uzyskanym, w wyniku sublimacyjnego suszenia.



Rys. 3. Wpływ warunków sublimacyjnego suszenia na zawartość olejków eterycznych w suszu z liści pietruszki

Fig. 3. The impact of freeze drying conditions on the content of essential oils in dried parsley leaves

Wraz ze wzrostem temperatury płyt liofilizatora, w zakresie 30-70°C, zawartość olejków eterycznych w suszu pietruszki uległa zmniejszeniu. Największa zawartość olejków eterycznych wynosząca 2,27 [mg · 100g s.m.⁻¹] odnotowano w temperaturze 30°C, natomiast najmniejszą w temperaturze 70°C zawartość olejków eterycznych wynosiła w tym przypadku 1,4 [mg · 100g s.m.⁻¹]. Dla temperatury płyt grzejnych wynoszącej 20°C zawartość olejków eterycznych była nieznacznie mniejsza niż w temperaturze 30°C.

Wyznaczona na podstawie przeprowadzonych badań eksperymentalnych końcowa zawartość olejków eterycznych, w suszu uzyskanym po konwekcyjnym suszeniu, została poddana jednoczynnikowej analizie wariancji. Wyniki tej analizy zestawiono w tabeli 2 i 3.

Analiza wpływu sposobu...

Tabela 2. Analiza wariancji – wpływ temperatury na zawartość olejków eterycznych w suszu z liści pietruszki (suszenie konwekcyjne, $0,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$)

Table 2. Variance analysis – temperature impact on the content of essential oils in dried parsley leaves (convective drying, $0.5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$)

Źródło wariancji	SS	df	MS	F	Wartość-p	Test F
Pomiędzy grupami	28618,2202	1	28618,2202	434,511479	2,1306E-22	4,09817166
W obrębie grup	2502,79318	38	65,8629784			
Razem	31121,0133	39				

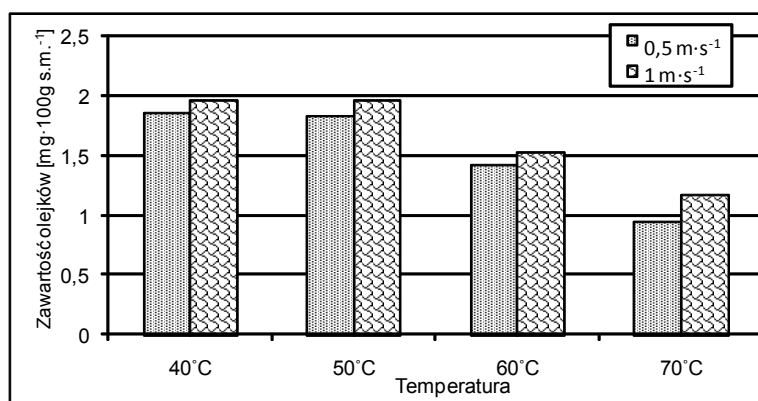
Tabela 3. Analiza wariancji- wpływ temperatury na zawartość olejków eterycznych w suszu z liści pietruszki (suszenie konwekcyjne, $1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$)

Table 3. Variance analysis - temperature impact on the content of essential oils in dried parsley leaves (convective drying, $1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$)

Źródło wariancji	SS	df	MS	F	Wartość-p	Test F
Pomiędzy grupami	28469,321	1	28469,321	432,352206	2,3248E-22	4,09817166
W obrębie grup	2502,2058	38	65,847521			
Razem	30971,5268	39				

Na podstawie przeprowadzonej analizy można stwierdzić, że temperatura powietrza suszącego w istotny sposób (na poziomie istotności $\alpha = 0,05$) wpływa na końcową zawartość olejków eterycznych dla obu prędkości przepływu powietrza suszącego.

Na rysunku 4 zestawiono wyniki badań eksperymentalnych dotyczące zmian zawartości sumy olejków eterycznych w suszu z natki pietruszki uzyskanym, w wyniku konwekcyjnego suszenia.



Rys. 4. Wpływ warunków konwekcyjnego suszenia na zawartość olejków eterycznych w suszu z liści pietruszki

Fig. 4. The impact of convective drying conditions on the content of essential oils in dried parsley leaves

W całym zakresie pomiarowym wzrost prędkości przepływu powietrza suszącego z $0,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ do $1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ przyczynia się do zwiększenia końcowej zachowalności olejków eterycznych, w suszu uzyskanym po suszeniu konwekcyjnym. Największe różnice w zawartości olejków eterycznych zaobserwowano dla temperatury 70°C , wynosiły one wówczas około $0,23 \text{ [mg}\cdot\text{100g s.m.}^{-1}]$. Dla danej prędkości przepływu powietrza, na poziomie temperatury 40°C i 50°C , różnice w zawartości olejków eterycznych są niewielkie. Dalsze podwyższanie temperatury powietrza suszącego przyczynia się do znaczących strat tego składnika jakościowego. Największa zawartość olejków eterycznych wynosząca $1,95 \text{ [mg}\cdot\text{100g s.m.}^{-1}]$ odnotowano dla temperatur 40°C i 50°C i prędkości przepływu $1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, natomiast najmniejszą w temperaturze 70°C i prędkości przepływu powietrza wynoszącej $0,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, zawartość ta była wówczas równa $0,95 \text{ [mg}\cdot\text{100g s.m.}^{-1}]$. (rys.4).

Wnioski

Na podstawie przeprowadzonych badań dotyczących wpływu sposobu suszenia liści pietruszki na zawartość olejków eterycznych w suszu można sformułować następujące wnioski:

1. Dla danej prędkości przepływu powietrza suszącego, wraz ze wzrostem temperatury czynnika w zakresie $40\text{-}70^\circ\text{C}$, czas suszenia natki pietruszki ulegał skróceniu. Na danym poziomie temperatury powietrza suszącego krótszy czas stwierdzono przy wyższej prędkości przepływu czynnika suszącego ($1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$).
2. Wraz ze wzrostem temperatury płyt grzejnych czas suszenia natki pietruszki uległ skróceniu. Najkrótszy czas suszenia wynoszący 90 min. odnotowano przy temperaturze 70°C natomiast najdłuższym czasem 270 min. charakteryzował się susz uzyskany w temperaturze 20°C .
3. Temperatura płyt grzejnych, temperatura powietrza suszącego w istotny sposób (na poziomie istotności $\alpha = 0,05$) wpływały na końcową zawartość olejków eterycznych w suszu z liści pietruszki.
4. Przy określonej prędkości przepływu czynnika ($0,5$ oraz $1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) wraz ze wzrostem temperatury powietrza suszącego w zakresie $40\text{-}70^\circ\text{C}$ zawartość olejków eterycznych w suszu z liści pietruszki uległa zmniejszeniu. W temperaturze 30°C ich zawartość była nieznacznie mniejsza niż w temperaturze 40°C .
5. Na każdym z rozważanych poziomów temperatury powietrza suszącego większą zawartością olejków eterycznych charakteryzował się susz uzyskany przy prędkości przepływu czynnika suszącego wynoszącej $1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.
6. W zakresie temperatury płyt grzejnych od 30°C do 70°C zawartość olejków eterycznych ulegała zmniejszeniu, natomiast w temperaturze 20°C retencja olejków eterycznych była nieznacznie mniejsza od maksymalnej.
7. Ze względu na zawartość olejków eterycznych, w suszu z liści pietruszki, zaleca się przeprowadzanie procesu sublimacyjnego suszenia w temperaturze płyt grzejnych 30°C , zaś proces konwekcyjnego suszenia powinien być przeprowadzany przy prędkości przepływu powietrza suszącego $1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ i w temperaturze 50°C .

Bibliografia

- Diaz-Maroto M.C., Perez-Coello M.S., Dolores Cabuzudo M.** 2002. Effect of drying method on the volatiles in bay leaf (*Laurus nobilis* L.). Journal of Agricultural and Food Chemistry. Vol.50. No. 16. s. 4520-4524.
- Diaz-Maroto M.C., Perez-Coello M.S., Gonzalez Vinas M.A., Dolores Cabuzudo M.** 2003. Influence of drying on the flavor quality of spearmint (*Mentha spicata* L.). Journal of Agricultural and Food Chemistry. Vol.51. No. 5. s. 1265-1269.
- Flink J., Karel M.** 1970. Retention of organic Volatiles in freeze-dried solutions of carbohydrates. J. Agr. Food Chem.. 18(2). s. 295-297.
- Klimek R.** 1957. Olejki eteryczne. WPLS. Warszawa.
- Rulkens W.H., Thijssen A.C.** 1972. Retention of volatile compounds in freeze-drying slabs of malto-dextrin. Journal of Food Technology. 7. s. 79-93.
- Huopalahti R., Kesalahti E., Linko R.** 1985. Effect of hot air and freeze drying on the volatile compounds of dill (*Anethum graveolens* L.) herb. Journal of Agricultural Science in Finland, 57. s. 133-138.
- Lisiewska Z., Kmiecik W.** 1998. Dependence of dried chive (*Allium Schoenoprasum*) quality upon the drying method and storage period. Electronic Journal of Polish Agricultural Universities. Vol. 1. Issue 1. Series Food Science and Technology. s. 46-55.
- Venskutonis P.R.** 1997. Effect of drying on the volatile constituents of thyme (*Thymus vulgaris* L) and sage (*Salvia officinalis* L.). Food Chemistry. Vol.59. No.2. s. 219-227.
- Yousif A.N., Durance T.D., Scaman C.H., Girard B.** 2000. Headspace volatiles and physical characteristics of vacuum-microwave, air and freeze-dried oregano (*Lippia berlandieri* Schauer). Food Chemistry and Toxicology. Vol.65. No. 6. s. 926-930.
- Farmakopea Polska VI. 2002. PTFarm.. Warszawa. ISBN: 83-88157-18-3.

ANALYSIS OF THE IMPACT OF DRYING METHODS ON ESSENTIAL OILS CONTENTS IN DRIED PARSLEY LEAVES

Abstract. The purpose of this work was to test the impact of freeze and convective drying conditions on their drying kinetics and the content of essential oils in dried parsley leaves. The research was conducted within temperature range of 20°C - 70°C for pressure values 63 Pa (freeze drying), and 40 – 70°C (convective drying). The best drying method in terms of retaining the content of essential oils in parsley leaves proved to be the freeze drying - carried out at heating plate temperature of 30°C.

Key words: convective drying, freeze drying, content of essential oils, parsley leaves

Adres do korespondencji:

Stanisław Rudy; e-mail: stanislaw.rudy@up.lublin.pl
Katedra Techniki Ciepłej
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
ul. Doświadczalna 44
20-236 Lublin