

## Streszczenie

### Wpływ nietermicznych metod obróbki wstępnej na przebieg procesu suszenia oraz właściwości tkanki papryki czerwonej

Celem pracy była ocena możliwości zastosowania obróbek wstępnych tradycyjnych (blanszowania w wodzie, blanszowania parą) i niekonwencjonalnych (pulsacyjnego pola elektrycznego PEF, ultradźwięków US, metod łączonych – US+PEF i PEF+US) na właściwości tkanki papryki oraz przebieg procesu suszenia materiału roślinnego, prowadzonego różnymi metodami. Określono zmiany wybranych właściwości tkanki roślinnej powstałych w wyniku zastosowania obróbek wstępnych oraz kinetykę poszczególnych procesów suszenia. Ponadto, oceniono właściwości fizyczne i chemiczne suszy z papryki, otrzymanych metodą suszenia konwekcyjnego, mikrofalowo-konwekcyjnego, sublimacyjnego oraz rozpyłowego. Dodatkowym celem było zbadanie zmian właściwości chemicznych tkanki, wywołanych zastosowaniem niekonwencjonalnej obróbki wstępnej za pomocą pulsacyjnego światła jako metody służącej do dekontaminacji produktów żywnościowych. Zastosowanie pulsacyjnego światła o energii powyżej  $12 \text{ J/cm}^2$  skutkowało zmniejszeniem ogólnej liczby mikroorganizmów w surowcu, nie powodując istotnych negatywnych zmian jego jakości.

Obróbka pulsacyjnym polem elektrycznym wpłynęła na właściwości soku, m.in. na retencję związków bioaktywnych (w zależności od zastosowanych parametrów PEF). Aplikacja PEF determinowała także właściwości proszku otrzymanego w wyniku suszenia rozpyłowego, powodując obniżenie zawartości składników bioaktywnych, przy czym proszek ten charakteryzował się mniejszą zdolnością pochłaniania pary wodnej, co może świadczyć o większej stabilności przechowalniczej.

Zastosowanie termicznej metody obróbki wstępnej spowodowało skrócenie czasu suszenia, niezależnie od zastosowanej metody usuwania wody, i uzyskaniem suszu, charakteryzującego się stosunkowo niską jakością. Ponadto stwierdzono, że blanszowanie parą umożliwiło otrzymanie wyższej jakości suszu w porównaniu do blanszowania prowadzonego w wodzie. Nietermiczne, niekonwencjonalne metody, tj. sonikacja (US), obróbka pulsacyjnym polem elektrycznym (PEF) oraz ich kombinacje, doprowadziły do uzyskania materiału o porównywalnej lub niższej zawartości związków bioaktywnych w odniesieniu do świeżej papryki. Większą retencję witaminy C i karotenoidów w tkance papryki poddanej obróbce wstępnej zaobserwowano w przypadku kombinacji zabiegów, opartej na sonikacji poprzedzającej pulsacyjne pole elektryczne (sekwencja US + PEF) niż w przypadku sekwencji PEF + US. Zastosowanie zabiegów nietermicznych, tj. sonikacji (US) i pulsacyjnego pola elektrycznego (PEF), skutkowało skróceniem czasu suszenia konwekcyjnego i mikrofalowo-konwekcyjnego. Przy zastosowaniu odpowiednich parametrów procesowych uzyskano susze, charakteryzujące się generalnie wyższą jakością w porównaniu z suszami, które poddano tradycyjnym operacjom wstępnym (blanszowanie). Obróbka PEF spowodowała skrócenie czasu liofilizacji w stopniu zbliżonym do blanszowania oraz lepsze zachowanie składników bioaktywnych niż materiał po blanszowaniu. Zarówno blanszowanie, PEF, jak i połączenie PEF i US prowadziło do otrzymania suszu o dużej porowatości i większej zdolności pochłaniania wody. Ponadto, obróbka wstępna PEF umożliwiła połączenie procesu liofilizacji z zamrażaniem próżniowym bez negatywnych zmian jakości produktu oraz skrócenie czasu przetwarzania w porównaniu z niepoddanym obróbce liofilizowanym materiałem.

**Słowa kluczowe** – pulsacyjne pole elektryczne, ultradźwięki, techniki łączone, pulsacyjne światło, suszenie, właściwości suszy, właściwości proszku z papryki

Katarzyna Ryzak

## Summary

### **The impact of non-thermal pretreatment methods on the drying process course and properties of red pepper tissue**

The aim of the work was to assess the possibility of using traditional (water blanching, steam blanching) and unconventional (pulsed electric field PEF, US ultrasounds, combined methods - US+PEF and PEF+US) pre-treatments on the raw material, as well as the drying process of plant material carried out using various methods. Selected changes in paprika properties after pretreatment were determined, as well as the kinetics of individual drying processes were investigated. In addition, the physical and chemical properties of dried peppers obtained using convection, microwave-convection, freeze-drying and spray drying methods were evaluated. An additional goal was to investigate changes in the chemical properties of tissue caused by the use of unconventional pre-treatment with pulsed light as a method for decontamination of food products. The use of pulsed light with energy above 12 J/cm<sup>2</sup> resulted in a reduction in the total amount of microorganisms in the raw material, without causing significant negative changes in its quality.

PEF treatment influenced the properties of the juice, including the retention of bioactive compounds (depending on the PEF parameters used). The application of PEF also determined the properties of the powder obtained as a result of spray drying, causing a decrease in the content of bioactive ingredients, and this powder was characterized by a lower ability to absorb water vapor, which may indicate greater storage stability.

The use of the thermal pre-treatment method shortened the drying time, regardless of the water removal method used, and resulted in relatively low-quality dried fruit. Moreover, it was found that steam blanching allowed obtaining higher quality dried fruit compared to blanching in water. Non-thermal, unconventional methods, i.e. sonication (US), pulsed electric field (PEF) treatment and their combinations, led to obtaining material with a comparable or lower content of bioactive compounds compared to fresh peppers. Greater retention of vitamin C and carotenoids in pretreated pepper tissue was observed with the treatment combination based on sonication preceding a pulsed electric field (US + PEF sequence) than with the PEF + US sequence. The use of non-thermal treatments, i.e. sonication (US) and pulsed electric field (PEF), resulted in shortening the convective and microwave-convective drying time. Using appropriate process parameters, dried products were obtained, characterized by generally higher quality compared to dried products subjected to traditional preliminary operations (blanching). PEF treatment resulted in a shortening of the freeze-drying time to a degree similar to that of blanching and a better preservation of bioactive ingredients than the material after blanching. Both blanching, PEF and the combination of PEF and US led to dried fruit with high porosity and greater water absorption capacity. Moreover, PEF pre-treatment made it possible to combine the freeze-drying process with vacuum freezing without negative changes in product quality and to shorten the processing time compared to untreated freeze-dried material.

**Keywords** – pulsed electric field, ultrasound, hybrid techniques, pulsed light, drying, properties of drought, properties of paprika powder

*Kalomyra Rybak*