

Prof. Waclaw Dabrowski Institute of Agricultural and Food
Biotechnology – State Research Institute

Mgr Zhe Chen

**Application of supercritical carbon dioxide to
improve the quality of ready-to-use carrots and
pumpkins during storage**

Zastosowanie dwutlenku węgla w warunkach nadkrytycznych do poprawy
jakości marchwi i dyni, gotowych do użycia, podczas przechowywania

Doctoral dissertation
Praca doktorska

Supervisor:

Prof. dr hab. inż. Krystian Marszałek
Prof. Waclaw Dabrowski Institute of Agricultural and Food
Biotechnology – State Research Institute
Department of Fruit and Vegetable Product Technology

Second Supervisor:

Prof. dr. Zhenzhou Zhu
Wuhan Polytechnic University
School of Modern Industry for Selenium Science and Engineering

Reviewers:

Prof. dr hab. Michał Świeca
University of Life Sciences in Lublin
Department of Enzymology and Bioactive Additives

Dr hab. inż. Paulina Nowicka, Prof.
Wrocław University of Environmental and Life Sciences
Department of Fruit, Vegetable and Plant Nutraceutical Technology

Dr hab. inż. Małgorzata Nowacka, Prof.
Warsaw University of Life Sciences
Department of Food Engineering and Process Management

Warszawa, 2025

Streszczenie

Zastosowanie dwutlenku węgla w warunkach nadkrytycznych do poprawy jakości marchwi i dyni, gotowych do użycia, podczas przechowywania

W pracy dokonano kompleksowej analizy wpływu nadkrytycznego dwutlenku węgla (SCCD) na aktywność enzymatyczną, barwę, profil karotenoidów i cukrów, związki fenolowe oraz zdolność antyoksydacyjną w świeżo krojonych kostkach marchwi o boku 1 cm i 2 cm oraz dyni o boku 1 cm. W marchwi, SCCD skuteczniej obniżało aktywności oksydazy polifenolowej (PPO) i peroksydazy (POD) w kostkach o boku 1 cm niż w kostkach o boku 2 cm. Zaobserwowano również w nich wzrost wartości parametrów a^* , b^* oraz ΔE . W umiarkowanych warunkach procesu odnotowano wzrost zawartości karotenoidów, polifenoli i aktywności antyoksydacyjnej w kostkach o boku 1 cm. Intensywniejsze parametry procesu powodowały większą degradację skadników w kostkach o boku 1 cm co wskazuje, że rozmiar kostek istotnie wpływał na zachowanie badanych składników. Analiza głównych składowych oraz korelacji potwierdziły wyraźne różnice pomiędzy mniejszymi i większymi kostkami pod względem aktywności enzymów i składu chemicznego marchwi. Stwierdzono, że kostki marchwi o boku 1 cm poddane działaniu SCCD w warunkach 10 MPa, 35 °C przez 45 minut charakteryzowały się najwyższą jakością, przy skutecznej inaktywacji enzymów oraz wysokiej wartości żywieniowej.

W przypadku dyni SCCD zmniejszyło aktywność PPO i POD odpowiednio o 21% i 18%. Podobnie zaobserwowano spadek jasności próbki (L^*) oraz wzrost intensywności barwy czerwonej (a^*) i żółtej (b^*). Zawartość luteiny, α -karotenu, β -karotenu, całkowitych karotenoidów, glukozy, sorbitolu oraz innych polisacharydów w dyni poddanej SCCD wykazywała zmienny trend. Ponadto całkowita zawartość związków fenolowych oraz aktywność przeciwutleniająca oznaczona metodami ABTS, DPPH i zdolność zmiatania rodników nadtlenkowych początkowo wzrastały, a następnie malały. W umiarkowanych warunkach SCCD odnotowano znaczny wzrost zawartości kwasu kumarylochinowego I i II, glukozydu kwasu kawowego, kwasu 4-hydroksybenzoesowego i kwasu p-kumarowego, co wskazuje, że umiarkowane parametry SCCD mogą sprzyjać uwalnianiu związanych związków bioaktywnych z makrocząsteczek.

SCCD skutecznie hamowało wzrost mikroorganizmów, utrzymując jednocześnie niską aktywność PPO i POD przez 3 tygodnie przechowywania, co opóźniło enzymatyczne i chemiczną degradację karotenoidów i związków fenolowych. Dodatkowo, SCCD przyspieszyło hydrolizę sacharozy, ale opóźniło degradację glukozy i fruktozy, ograniczając tym samym utratę jakości podczas przedłużonego przechowywania. Podsumowując, uzyskane wyniki badań dają duży potencjał, szczególnie w umiarkowanych warunkach procesu SCCD, do utrzymania wysokiej jakości, bogatych w składniki odżywcze produktów, stanowiąc podstawę dla jego szerszego wdrożenia przemysłowego w sektorze świeżo krojonych warzyw.

Słowa kluczowe: warzywa wstępnie przetworzone, liczebność drobnoustrojów, polifenoloksydaza i peroksydaza, związki fenolowe, karotenoidy, cukry

Zhe chen