

*mgr inż. Anna Chwastek*

## **Retencja kwasów i polifenoli w owocach jagodowych odwadnianych osmotycznie oraz fermentowanym roztworze hipertonicznym**

### **Retention of acids and polyphenols in osmotically dehydrated berries and fermented hypertonic solution**

#### **STRESZCZENIE**

Podczas procesów przetwórczych znaczne ilości cennych składników odżywczych i prozdrowotnych, w tym polifenoli, są tracone. Dlatego rośnie zapotrzebowanie na badania związane z poszukiwaniem metod utrwalania żywności pozwalających na zachowanie w jak największym stopniu korzystnych właściwości surowca i cennych substancji prozdrowotnych. Niemal wszystkie znane metody konserwacji żywności pociągają za sobą różne przemiany, przez co otrzymuje się produkt o zmienionej jakości w stosunku do surowca wyjściowego. Nowoczesne, alternatywne technologie utrwalania żywności są w głównej mierze oparte na koncepcji „minimalnego przetwarzania”. Uzyskuje się w ten sposób produkty o wysokiej wartości odżywczej i naturalnych cechach sensorycznych, eliminując stosowanie środków konserwujących. Odwadnianie osmotyczne jest techniką minimalnego przetwarzania, która umożliwia wydłużenie okresu trwałości i zwiększenie dyspozycyjności produktu przy zmniejszeniu strat cennych składników odżywczych.

Celem badań było wyznaczenie warunków odwadniania osmotycznego owoców borówki wysokiej i agrestu charakteryzującego się wysoką retencją substancji biologicznie aktywnych, a także opracowanie warunków fermentacji mlekowej syropów po odwadnianiu jako sposobu zagospodarowania zużytych roztworów hipertonicznych.

W pierwszej części pracy dokonano przeglądu literatury dotyczącej produkcji i przetwórstwa owoców jagodowych, zawartych w nich związków bioaktywnych, odwadniania osmotycznego, a także fermentacji mlekowej surowców roślinnych.

Badania obejmowały określenie wpływu czasu i temperatury odwadniania oraz metod wstępnego przygotowania owoców na kinetykę procesu odwadniania osmotycznego i retencję związków polifenolowych w owocach borówki wysokiej i agrestu. Następnie podjęto próbę opracowania metody zagospodarowania roztworu po odwadnianiu. Doświadczenia obejmowały zwracanie roztworu do kolejnych cykli procesu, obróbkę termiczną roztworu

jak również ocenę przydatności roztworu hipertonicznego do produkcji fermentowanego soku owocowo-warzywnego.

Z badań wynika, że nieodpowiednio przeprowadzony proces odwadniania osmotycznego owoców borówki wysokiej prowadzi do znacznego obniżenia zawartości polifenoli w owocach. Podstawowym problemem podczas odwadniania osmotycznego w wyższych temperaturach (obok obniżenia jakości sensorycznej) jest niska retencja związków bioaktywnych, do których należą polifenole. Z kolei zastosowanie łagodnych warunków temperaturowych ograniczyło istotnie możliwość uzyskania wysokich przyrostów suchej substancji w krótkim czasie. Powyższy fakt skłonił do takiej modyfikacji procesu aby przyspieszyć wymianę masy podczas odwadniania w niskich temperaturach i jednocześnie ograniczyć (na ile to możliwe) straty związków polifenolowych w odwadnianych owocach. Jako ważne osiągnięcie pracy, nieopisane wcześniej w dostępnej literaturze, wskazać należy opracowany sposób przygotowania owoców do odwadniania, polegający na działaniu lipazą, a następnie pektynazą na surowiec. Zastosowanie wstępnych kąpiei wodnych zawierających enzymy sprzyjało szybszej wymianie masy jak również pozwoliło uzyskać produkt charakteryzujący się wysoką retencją związków polifenolowych. Wykazano, że jest to lepsze rozwiązanie w porównaniu do metody odwadniania owoców w syropie zawierającym enzym pektynolityczny, gdzie obserwowano stosunkowo wysokie przyrosty suchej masy ale także niską retencję związków polifenolowych (poniżej 50%). Wykazano, że najkorzystniejsze warunki do przeprowadzenia odwadniania osmotycznego owoców borówki wysokiej po kąpiei wodnej z udziałem lipazy, a następnie pektynazy to 40°C i czas 120 minut. Opracowany sposób wstępnego przygotowania owoców do odwadniania osmotycznego z udziałem preparatów enzymatycznych okazał się także skuteczny w przypadku agrestu. Retencję związków polifenolowych na poziomie 74% uzyskano stosując owoce odmiany 'Zielony Triumf'.

W przypadku agrestu, odwadnianie osmotyczne przeprowadzone w wysokich temperaturach prowadzi do znacznego obniżenia zawartości kwasów organicznych. Odwadnianie osmotyczne w 70°C powoduje utratę około połowy kwasu jabłkowego w owocach odmiany 'Zielony Triumf' i aż 70% w odmianie 'Czerwony Triumf'. Zastosowanie temperatury 40°C powoduje straty niespełna 20%-owe w pierwszym przypadku i 36%-owe w drugim. W przypadku kwasu szikimowego i cytrynowego w owocach odmiany zielonej, w 70°C także utracono około połowy tych związków po dwóch godzinach procesu, natomiast w 40°C straty nie przekraczały 16,3%.

Kolejnym osiągnięciem pracy było poszerzenie wiedzy na temat możliwości zagospodarowania zużytego roztworu sacharozy po odwadnianiu osmotycznym, co stanowiło istotny aspekt ekonomiczny i ekologiczny. Wykazano, że istnieje możliwość ograniczenia ilości pozostającego zużytego roztworu hipertonicznego poprzez jego wielokrotne (15) wykorzystanie. Wykazano, także że zmiana zawartości związków polifenolowych w odwadnianych owocach była głównie związana z ich migracją do roztworu hipertonicznego (co może mu nadawać właściwości prozdrowotne, które może przenosić na produkty powstające na jego bazie). Problemu nie stanowiła też mikroflora wzrastająca z liczbą cykli odwadniania (bakterie ogółem nie więcej niż  $6,0 \times 10^2$  j.t.k./ml, drożdże i pleśnie osmotolerancyjne nie więcej niż  $2,5 \times 10^4$  j.t.k./1ml, bakterie kwasu mlekowego -  $3,5 \times 10^4$  j.t.k./1ml). Wykazano, iż obróbka termiczna roztworu hipertonicznego zastosowana w celu jego dalszego wykorzystania może być prowadzona w takich warunkach, że zachowana zostanie znaczna część polifenoli w nim obecnych (ponad 95%). Zabieg ten daje możliwość obniżenia ogólnej liczby bakterii do poziomu 1,3 j.t.k./ml, a bakterii termofilnych oraz pleśni i drożdży poniżej 1 j.t.k./ml.

Ważnym osiągnięciem badań było opracowanie metody częściowego zagospodarowania pozostającego po odwadnianiu syropu jaka nie pojawiła się wcześniej w literaturze. Poprzez mieszanie go z sokiem buraczanym i poddanie fermentacji mlekowej uzyskano nowy produkt o potencjalnych właściwościach prozdrowotnych. Sposób jego otrzymywania został opatentowany. Uzyskany, z wykorzystaniem bakterii z rodzaju *Lactobacillus* napój fermentowany spełnia kryteria stawiane napojom probiotycznym pod względem liczebności bakterii. Wykazano, że mieszanina soku z buraka i roztworu hipertonicznego (w różnych proporcjach) poddana fermentacji z użyciem LAB jest źródłem substancji bioaktywnych jak polifenole i betacyjany. Istotnym produktem fermentacji soku z buraka ćwikłowego i pozostającego syropu po odwadnianiu osmotycznym był kwas mlekowy, jego stężenie wahało się w granicach 2,7-6,1 g/l. Stwierdzono, że wszystkie badane szczepy produkują głównie izomer L(+)-kwasu mlekowego. Udział tego izomeru w całej puli kwasu mlekowego, w większości przypadków, wynosił co najmniej 60-70%. Ponieważ w uzyskanych sokach dominował izomer L(+)-kwasu mlekowego, a stosunek izomeru D/L nie przekraczał 0,65 tak więc można przypuszczać, że spożycie takiego soku może wywołać korzystne efekty zdrowotne.