

WPLYW OBRÓBK I ENZYMATYCZNEJ NA PRZEBIEG SUSZENIA
KONWEKCYJNEGO I WŁAŚCIWOŚCI REKONSTYTUCYJNE
SUSZU Z DYNI, MARCHWI I JABŁEK

Dorota Konopacka, Witold Płocharski

Instytut Sadownictwa i Kwiaciarnictwa, ul. Pomologiczna 18, 96-100 Skierniewice

e-mail: Dorota.Konopacka@insad.pl

Streszczenie. W pracy przeprowadzono analizę wpływu obróbki enzymatycznej na przebieg suszenia oraz właściwości rekonstytucyjne suszu z owoców i warzyw. Surowiec: jabłka, marchew i dynię o zróżnicowanym stopniu dojrzałości krojono w kostkę i poddawano obróbce wstępnej poprzez zanurzenie w wodnych roztworach preparatów enzymatycznych (20 g L⁻¹, 2 min, 20°C) o aktywności pektolitycznej. Bezpośrednio po obróbce materiał suszono konwekcyjnie (70°C, 2 m·s⁻¹, 240 min) lub zamrażano w celu przeprowadzenia liofilizacji. Stwierdzono, że zastosowanie enzymów pektolitycznych pozornie zwiększało szybkość suszenia, ale nie skracało całkowitego czasu suszenia w związku z koniecznością odparowania wody zaadsorbowanej w czasie obróbki enzymatycznej. W przypadku marchwi zastosowanie obróbki enzymatycznej zwiększyło równowagową zawartość wody. Zastosowanie enzymu o aktywności poligalakturonazy dla jabłek oraz liazy pektynowej dla marchwi wpływało na zwiększenie zdolności do rehydracji wyprodukowanych z tych surowców liofilizatów. W przypadku suszu konwekcyjnego zastosowanie tych enzymów nie zmieniało właściwości rekonstytucyjnych wysuszonej kostki. Tkanka dyni poddana działaniu pektyniazy i wysuszona konwekcyjnie wykazywała mniejszą zdolność do rehydracji niż susz kontrolny, zaś liofilizat pomimo szybkiego chłonięcia wody w pierwszych minutach rehydracji tracił spójność na skutek osłabienia struktur tkankowych. W zależności od rodzaju i przeznaczenia suszu obróbka enzymatyczna może być przydatna dla modyfikowania cech fizycznych gotowego produktu.

Słowa kluczowe: suszenie konwekcyjne, liofilizacja, szybkość suszenia, współczynnik rehydracji

WSTĘP

Oferowanie społeczeństwu żywności o wysokich walorach prozdrowotnych, odpowiadających aktualnym trendom i oczekiwaniom konsumentów jest wciąż aktualnym wyzwaniem dla technologów żywności. Wyzwanie to jest szczególnie

intrygujące dla badaczy związanych z przetwórstwem owoców i warzyw, gdyż właśnie z tych surowców można szybciej niż z innych wyprodukować susz stanowiący cenne źródło składników biologicznie aktywnych, niezbędnych dla prawidłowego funkcjonowania i ochrony organizmu ludzkiego przed działaniem niepożądanych czynników środowiska (Oszmiański i Lamer-Zarawska 1992, Southon i Faulks 2002). Poszukując metod poprawiających jakość suszu z owoców i warzyw stwierdzono, że zastosowanie bezpośrednio przed suszeniem obróbki enzymatycznej surowca z wykorzystaniem preparatów pektolitycznych może pozytywnie wpływać na retencję barwy suszonej tkanki oraz lepsze zachowanie składników biologicznie aktywnych takich jak β -karoten czy kwas askorbinowy (Konopacka 2006, Konopacka i in. 2007). Jako szczególnie cenne dla cech jakościowych suszu z warzyw okazały się preparaty o aktywności pektyniazy, zaś w stosunku do jabłek preparat enzymatyczny o aktywności poligalakturonazy (Konopacka i Płocharski 2006). Biorąc pod uwagę fakt, że stosowanie preparatów aktywnych w stosunku do matrycy biopolimerów zmienia właściwości strukturalne suszonej tkanki, dla pełniejszego opisu zaobserwowanego zjawiska niezbędna była analiza zmian warunków wymiany masy będąca konsekwencją obróbki enzymatycznej zarówno w czasie suszenia jak i w czasie ponownego uwadniania tkanki.

W pracy omówiono wpływ obróbki enzymatycznej na kinetykę suszenia konwekcyjnego oraz zdolność do rehydracji suszu uzyskanego z jabłek, dyni i marchwi (susz konwekcyjny i liofilizat).

MATERIAŁ I METODY

Surowiec roślinny

Materiał doświadczalny stanowiły jabłka odmiany 'Idared', marchew odmiany 'Laguna' oraz dynia 'Bambino'. Surowiec zebrany w handlowym terminie zbioru umieszczano w chłodni (0,5-2°C, 80% RH). Jabłka i marchew przetwarzano w dwóch terminach: termin I – po krótkim okresie przechowywania (2-4 tygodnie) i termin II – po długim (4-6 miesięcy) okresie przechowywania w chłodni zwykłej, przyjmując je jako zróżnicowane stadia dojrzałości fizjologicznej tkanki (jabłka w II terminie – zaawansowany proces degradacji pektyn; marchew w II terminie – zainicjowane procesy twardnienia ścian komórkowych). Zakładane terminy przerobu dla dyni to odpowiednio po 1 tygodniu i po 2 miesiącach przechowywania. W przeddzień badań stosowną ilość surowca wyjmowano z chłodni i ogrzewano do temperatury pokojowej.

Stosowane preparaty enzymatyczne

Badania prowadzono z wykorzystaniem preparatów enzymatycznych wykazujących aktywność w stosunku do składników budulcowych tkanki roślinnej. Spośród preparatów oferowanych do stosowania w przemyśle owocowo-warzywnym na podstawie wcześniejszych eksperymentów (Konopacka 2006, Konopacka i Płocharski 2006) do traktowania tkanki jabłka wybrano Rohament PL® – preparat o aktywności poligalakturonazy (AB Enzymes), zaś do marchwi i dyni Panzym SMASH XXL® – preparat o aktywności liazy pektynowej (BEGEROW).

Produkcja suszu

Bezpośrednio przed suszeniem lub zamrażaniem (partie przeznaczone do liofilizacji) surowiec krojono w kostkę o wymiarach 10 x 10 mm i zanurzano w wodnym roztworze preparatów enzymatycznych o stężeniu 20 g·L⁻¹ o temperaturze 20°C. Po upływie 2 minut cząstki tkanki dokładnie odsączano i układano w pojedynczej warstwie, po czym poddawano je suszeniu lub mrożeniu. Dla każdej kombinacji doświadczalnej przygotowywano próby kontrolne, gdzie surowce bezpośrednio po rozdrobnieniu poddawano suszeniu lub zamrażaniu. Produkcję suszu w każdej kombinacji przeprowadzano w dwóch powtórzeniach technologicznych.

Stosowane metody suszenia

Suszenie konwekcyjne – materiał doświadczalny rozkładano w pojedynczej warstwie na sitach ze stali kwasoodpornej i suszono w suszarce z poziomym przepływem powietrza suszącego (2 m·s⁻¹) w temperaturze 70°C przez 240 minut. W czasie suszenia w sposób ciągły rejestrowano zmiany masy suszonego materiału w celu określenia wpływu stosowanej obróbki enzymatycznej na przebieg suszenia (Kemp i in. 2001).

Liofilizacja – materiał po pokrojeniu i/lub obróbce wstępnej natychmiast zamrażano do -25°C. Parametry pracy liofilizatora: temperatura skraplacza -55°C, próżnia 4kPa przy 20°C. Końcowa wilgotność materiału poniżej 3%.

Określenie kinetyk suszenia

Dla poszczególnych partii suszu konwekcyjnego monitorowano ubytki masy suszonego produktu w sposób ciągły bez zmiany warunków suszenia, na wadze sprzężonej z komorą suszarki. Masę zapisywano do pamięci komputera w odstępach 30 sekundowych z dokładnością ±0,1 g. Zanotowane ubytki masy wykorzystano do obliczenia wartości wilgotności właściwej suszonego materiału w dowolnym momencie suszenia oraz odpowiadających im wartości szybkości susze-

nia w danym momencie. Na podstawie obliczonych wartości przygotowano dla każdego produktu krzywe suszenia, krzywe szybkości suszenia w funkcji czasu oraz wilgotności oraz wykres ilustrujący zmianę tempa suszenia materiału traktowanego enzymem w stosunku do próbek bez obróbki wstępnej. Wykreślone linie przebiegu krzywych suszenia w danym terminie przerobu są średnimi dla czterech przebiegów suszenia (po dwa powtórzenia procesu suszenia w ramach każdego powtórzenia technologicznego).

Zdolność do rehydracji

Właściwości rekonstrykcyjne suszu wyznaczano poprzez uwadnianie 10 gramowej próbki suszu konwekcyjnego w temperaturze 25°C przez 180 minut i w 100°C w czasie 15 minut dla marchwi i dyni oraz 10 minut dla jabłek. Rehydrację liofilizatów przeprowadzano w temperaturze 25°C w czasie 15 minut dla warzyw i 20 minut dla jabłek. Ilość wchłoniętej wody wyznaczano ważąc próbki w określonych odstępach czasu z dokładnością $\pm 0,001$ g. Jako miarę zdolności danej partii materiału do rehydracji przyjęto współczynnik rehydracji obliczany jako ilość wody zaadsorbowanej w danym czasie do masy początkowej próbki ($\text{g H}_2\text{O}\cdot\text{g}^{-1}$), (Lin i in. 1998). Dla każdej partii suszu (wyprodukowanego jako powtórzenia technologiczne) rehydrację w danych warunkach przeprowadzano w dwóch powtórzeniach.

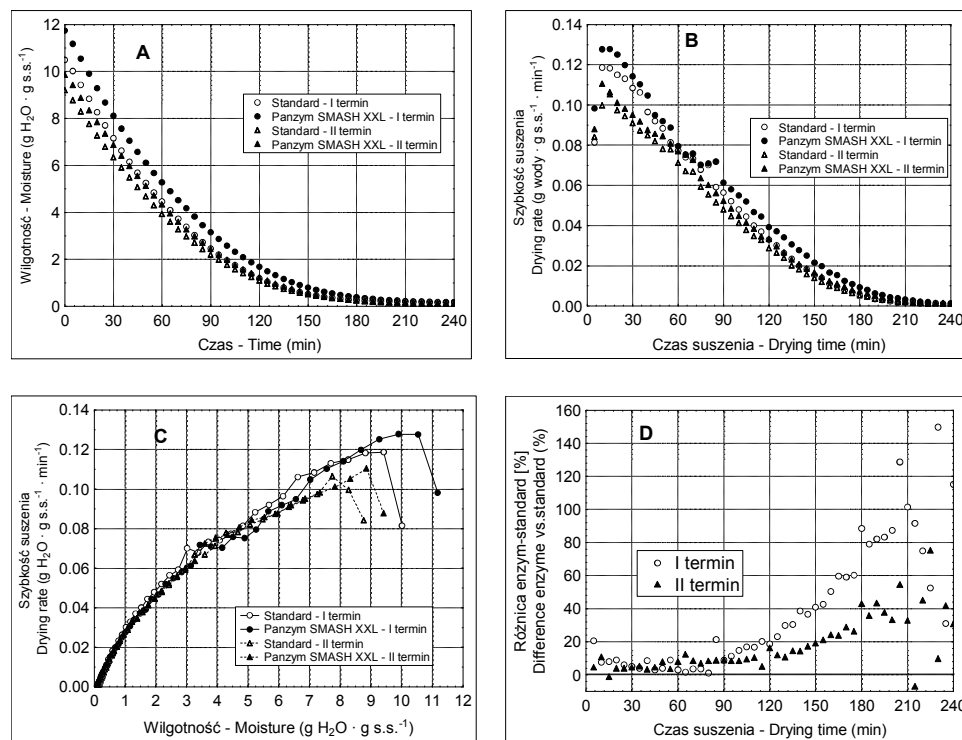
WYNIKI I DYSKUSJA

Wpływ obróbki enzymatycznej na przebieg suszenia konwekcyjnego

Przebieg procesu suszenia konwekcyjnego dla wszystkich badanych surowców zilustrowano na rysunkach 1-3. Dla każdego surowca wykreślono krzywą suszenia (A) oraz krzywe szybkości suszenia w funkcji czasu (B) oraz wilgotności materiału (C – krzywa Krischera). Ponieważ zaobserwowano różnice w przebiegu szybkości suszenia dla próbek traktowanych enzymami oraz dla próbek bez obróbki wstępnej, dla średnich przebiegów każdego wariantu w danym terminie przerobu obliczano procentowe różnice tempa usuwania wody porównywanych kombinacji i dołączono je w postaci wykresów do zestawu ilustracji dla danego surowca (D).

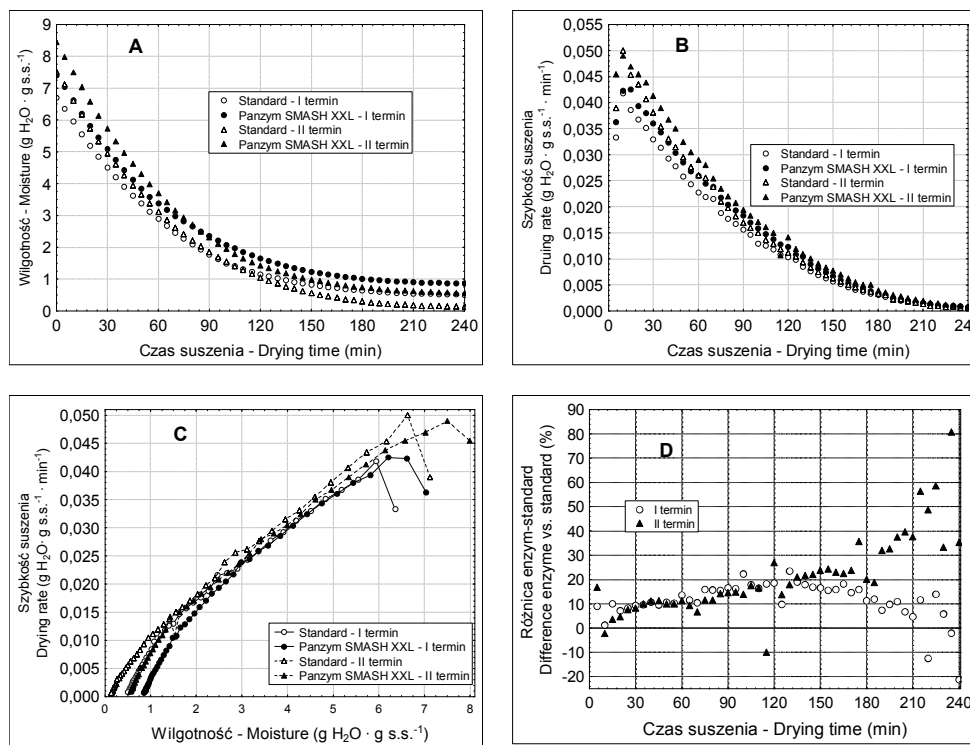
Na podstawie uzyskanych krzywych szybkości suszenia (rys 1B, 2B i 3B) stwierdzono, że dla wszystkich surowców zastosowanie wstępnej obróbki enzymatycznej zwiększyło tempo usuwania wody z materiału, choć wielkość efektu zależała od surowca.

Przebieg suszenia kostki z dyni przedstawiono na rysunku 1. Wilgotność początkowa materiału wahała się od 9 do 12 g H₂O·(g s.s.)⁻¹ i zależała zarówno od partii surowca jak i sposobu jego traktowania przed suszeniem. Tempo odparowania wody z próbek traktowanych enzymem było zawsze wyższe niż dla próbek standardowych (rys. 1D) i różnice te zwiększały się wraz z postępowaniem procesu suszenia. Pomimo większego tempa suszenia, całkowity czas suszenia musiał pozostać bez zmian, ponieważ szybsze tempo usuwania wody rekompensowało tylko zwiększenie ilości wody w materiale, zaadsorbowanej przez tkankę w czasie obróbki enzymatycznej. W ciągu 2 minut zanurzenia kostek w wodnym, 2% roztworze enzymu o temperaturze otoczenia, dynia absorbowała około 4 do 7% wody w stosunku do masy początkowej próbki.



Rys. 1. Przebieg procesu suszenia konwekcyjnego kostek dyni: A – krzywa suszenia, B i C – krzywe szybkości suszenia oraz D – zmiana szybkości suszenia próbek traktowanych enzymem w stosunku do prób bez obróbki)

Fig. 1. The process of convective drying of pumpkin cubes: A – drying curve, B and C – curves of drying rate and D – comparison of drying rates for samples treated with enzymes and for the control

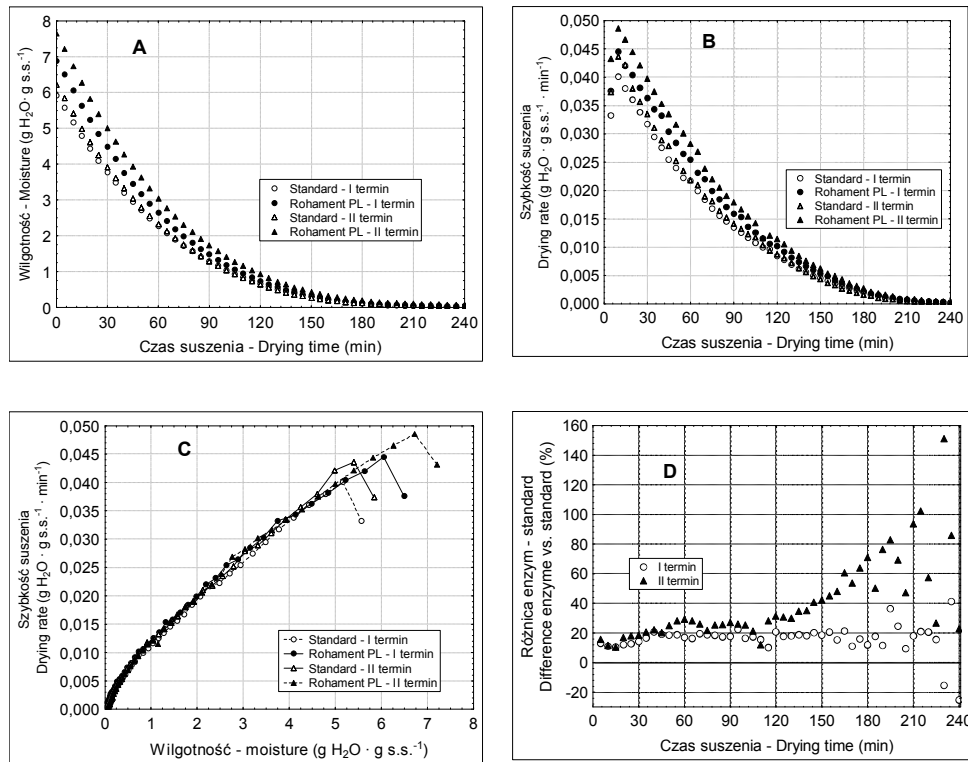


Rys. 2. Przebieg procesu suszenia konwekcyjnego kostek marchwi: A – krzywa suszenia, B i C – krzywe szybkości suszenia oraz D – zmiana szybkości suszenia próbek traktowanych enzymem w stosunku do prób bez obróbki)

Fig. 2. The process of convective drying of carrot cubes: A – drying curve, B and C – curves of drying rate and D – comparison of drying rates for samples treated with enzymes and for the control

Proces suszenia marchwi (rys. 2A-D) przebiegał podobnie jak dla dyni - również dla tego surowca wyższe tempo odparowania wody nie zawsze rekompensowało adsorpcję wody przez tkankę, choć różnice były mniejsze, ponieważ marchew adsorbowała mniej wody (3-4% w stosunku do świeżej masy). W początkowym etapie suszenia (do około 2,5 g H₂O · (g s.s.)⁻¹) kształt krzywej Krischera wskazywał, że marchew niezależnie od modyfikacji enzymatycznej i terminu przerobu wykazywała cechy materiału porowatego. W późniejszym okresie suszenia usuwana już była tylko woda związana w sposób fizykochemiczny charakterystyczny dla ciał koloidalnych. Moment tej przemiany strukturalnej w suszonej kostce marchwi jest dobrze widoczny na krzywej szybkości suszenia względem czasu (rys. 2B), gdyż praktycznie dla każdego przebiegu suszenia w tym czasie obserwowano wahania w tempie usuwania wody. Ponadto dla marchwi stwier-

dzono wyższą niż dla pozostałych surowców równowagą wilgotność w stosunku do stosowanych warunków suszenia. Co więcej, dla produktu traktowanego enzymatycznie była ona istotnie wyższa niż dla suszu standardowego (rys. 2C i 2D). Po 240 minutach suszenia próbki traktowane enzymatycznie zwykle charakteryzowały się o kilka procent wyższą wilgotnością niż próbki standardowe i istniała konieczność ich późniejszego dosuszenia w celu ujednoczenia przed dalszymi analizami jakościowymi. Przebieg suszenia kostek z jabłek zilustrowano na rysunku 3. W czasie całego okresu suszenia tkanka jabłka wykazywała cechy ciała koloidalnego, co świadczy o tym, że w tym surowcu większość wody związana jest w sposób adsorpcyjny lub osmotyczny. Dodatkowe zanurzenie tkanki jabłka w wodnym roztworze enzymatycznym zaowocowało zaadsorbowaniem w ciągu 2 minut od 10 do 11% wody. Duża ilość wody związanej adsorpcyjnie wynika najprawdopodobniej



Rys. 3. Przebieg procesu suszenia konwekcyjnego kostek jabłka: A - krzywa suszenia, B i C - krzywe szybkości suszenia oraz D - zmiana szybkości suszenia próbek traktowanych enzymem w stosunku do prób bez obróbki).

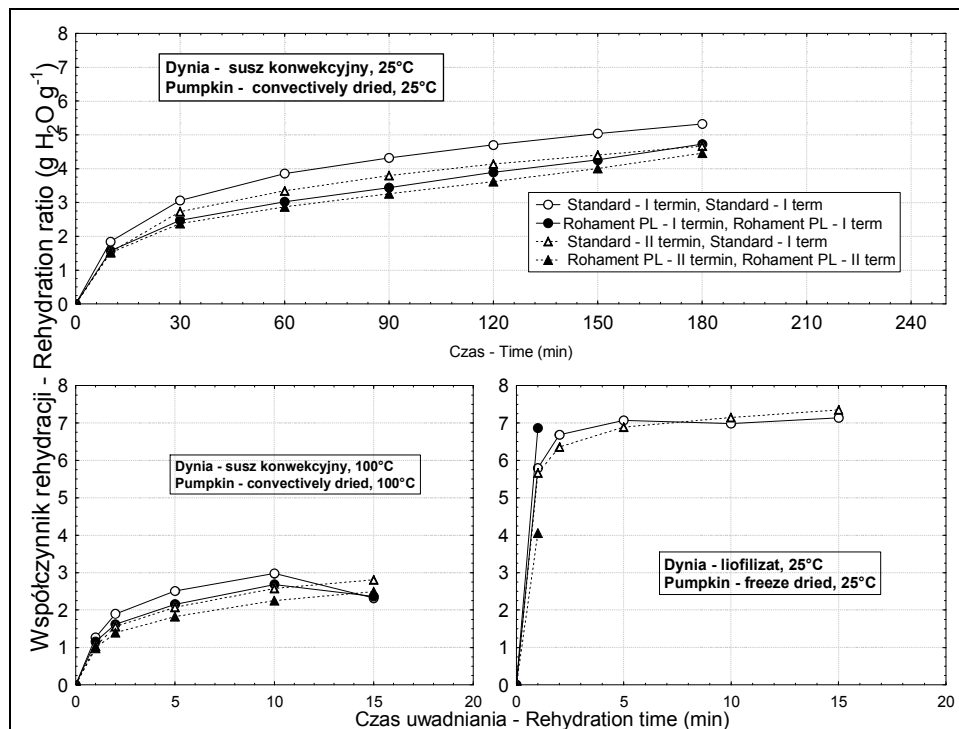
Fig. 3. The process of convective drying of apple cubes: A - drying curve, B and C - curves of drying rate and D - comparison of drying rates for samples treated with enzymes and for the control.

z obecności w tkance pektyn. Podobnie jak dla pozostałych surowców obróbka enzymatyczna surowca zintensyfikowała tempo usuwania wody z materiału, przy czym dla owoców bardziej dojrzałych w II terminie przerobu ten efekt był wyraźnie większy i w tym przypadku oba warianty suszu po 240 minutach suszenia charakteryzowały się podobną wilgotnością (rys. 2C).

Porównując różnice w przebiegu suszenia związane z zastosowaniem obróbki enzymatycznej badanych surowców można domniemywać, że w przypadku dyni i jabłek większa szybkość usuwania wody związana jest przede wszystkim ze zwiększeniem wilgotności właściwej produktu na skutek zastosowanej obróbki wstępnej. Najprawdopodobniej szybkemu odparowaniu świeżo zaabsorbowanej sprzyjało rozluźnienie tkanki, które mogło towarzyszyć zastosowanej obróbce enzymatycznej. W przypadku marchwi, proces odprowadzania wody ze środka na powierzchnię materiału został najprawdopodobniej zaburzony przez zasklepienie się na powierzchni kostek zmacerowanych ścian komórkowych.

Wpływ obróbki enzymatycznej na właściwości rekonstryucyjne suszu

Porównując susze konwekcyjne spośród badanych surowców najwyższą zdolność do chłonięcia wody wykazywał standardowy susz z dyni. Kostki dyni wysuszone konwekcyjnie w czasie 180 minut podczas uwadniania w temperaturze 25°C wiązały ponad 5 g wody·g⁻¹ suszu. Zastosowanie obróbki enzymatycznej surowca przed suszeniem obniżyło zdolność do rehydracji o około 10%. Również wyniki uwadniania suszu w temperaturze 100°C potwierdziły negatywny wpływ obróbki enzymatycznej na zdolność do rehydracji suszu konwekcyjnego. Liofilizaty ze względu na swoją porowatą strukturę charakteryzują się wyższym niż dla suszu konwekcyjnego współczynnikiem rehydracji a sam proces uwadniania następuje błyskawicznie. Liofilizat z dyni w wersji kontrolnej już po 4 minutach wchłoniął 7 gram wody na każdy gram swojej masy. Liofilizat z dyni potraktowanej przed zamrożeniem preparatem Panzym Smash XXL po pierwszej minucie wchłonił średnio podobną ilość wody, ale jego struktura była tak delikatna, że uległ rozpadowi (rys. 4). Ten sam preparat enzymatyczny mający aktywność pektyniazy zastosowany do kostki z marchwi mało, że nie obniżył współczynnika rehydracji dla suszu konwekcyjnego (w obu temperaturach) to jeszcze podwyższył zdolność do wiązania wody przez liofilizat o około 25% (rys. 5). W przypadku marchwi zaznaczyła się również tendencja zwiększonej zdolności do rehydracji, gdy surowiec dłużej przechowywano (dotyczy to liofilizatu). Podobne zależności jak dla marchwi stwierdzono dla jabłka (rys. 6). Zastosowanie enzymu o aktywności poligalakturonazy nie naruszyło właściwości rekonstryucyjnych suszu konwekcyjnego, ale nieznacznie poprawiło zdolność do uwadniania liofilizatu. Średni wzrost współczynnika rehydracji w przypadku liofilizatu z jabłek wyniósł około 10%.

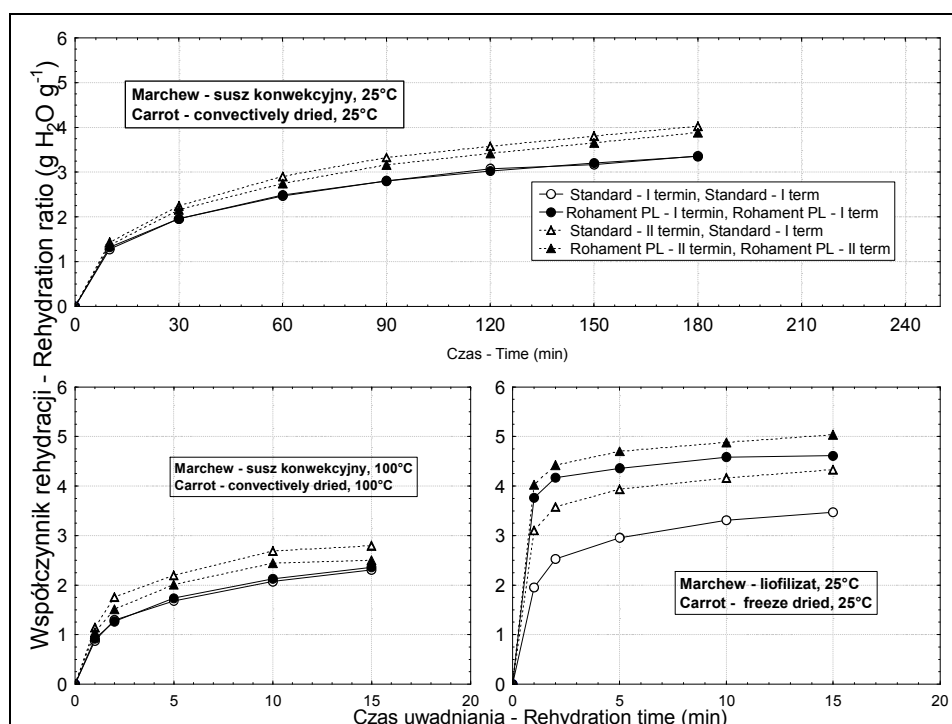


Rys. 4. Krzywe rehydracji kostek dyni poddanych przed suszeniem obróbce enzymatycznej preparatem o aktywności liazy pektynowej (Panzym Snach XXL) i bez żadnej obróbki (standard), uzyskanych z surowca po krótkim (termin I) i długim (termin II) okresie przechowywania. Punkty na wykresie są średnią dla czterech powtórzeń

Fig. 4. Rehydration curves for dry pumpkin cubes pretreated with enzymes preparation of pectinlyase activity (Panzym Snach XXL) and control samples (standard) produced from raw material after short (time I) and long (time II) storage time. Points are averages of four replications

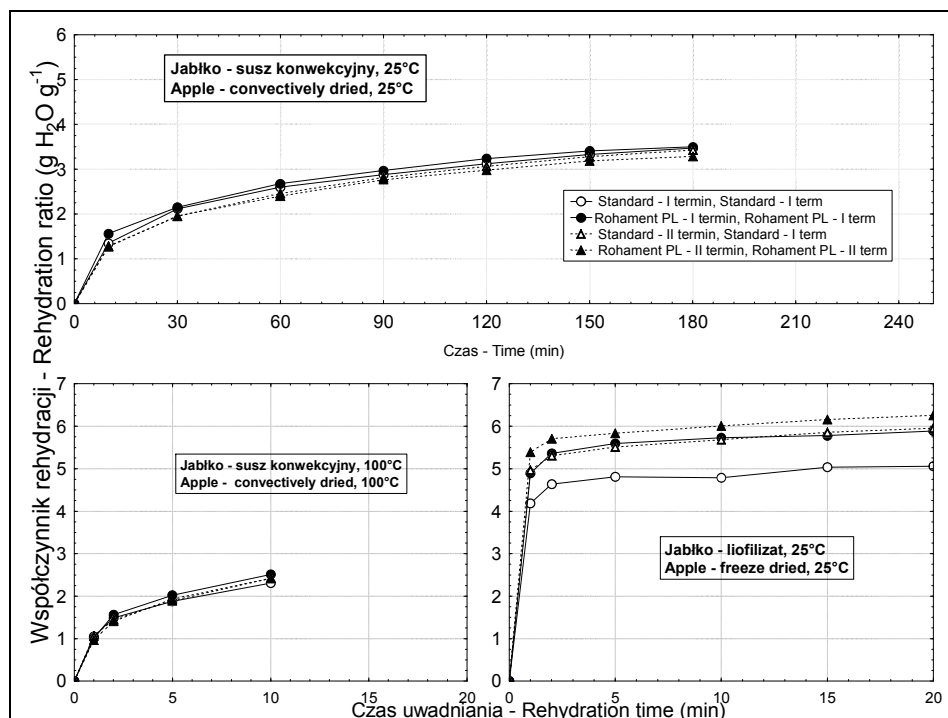
Obserwowane zmiany w dynamice uwadniania suszu potraktowanych preparatami enzymatycznymi wskazuje, że pomimo krótkiego czasu stosowania obróbki, nastąpiło efektywne oddziaływanie enzymu z matrycą biopolimerów, jaką jest tkanka owoców i warzyw. W przypadku dyni, która w porównaniu do marchwi i jabłek zawiera znacznie mniej pektyn, aktywność preparatu o charakterze pektynliazy osłabiła ściany komórkowe i istotnie obniżyła zdolność do powtórnego uwodnienia (Lewicki 1998), niezależnie od stosowanej metody suszenia. Tkanka marchwi i dyni różnią się między sobą nie tylko ze względu na budowę morfologiczną, ale także ze względu na skład chemiczny. Hemicelulozy i ligniny decydujące o sztywności i zwartości tkanki ograniczyły prawdopodobnie aktywność pektynliazy w porównaniu do tkanki dyni. Według Borowskiej i in. (2000), enzymy macerujące tkankę

marchwi docierają bezpośrednio do wewnętrznej warstwy rurek sitowych ścian komórkowych. Bardzo krótki czas oddziaływania pektyniiaz z tkanką (2 min) mógł prowadzić do powstawania mini kapilar, które później w procesie hydratacji sprzyjały uwodnieniu. Hipotezę tę mógłby potwierdzać fakt, że efekt ten był lepiej widoczny dla materiału liofilizowanego, gdzie zamrożenie materiału inaktywowało działanie enzymów szybciej niż temperatura w czasie suszenia, oraz dla korzeni dłużej przechowywanych, a więc o zwiększonej zawartości lignin (rys. 5). W odniesieniu do jabłek obserwowane zwiększenie zdolności do wiązania wody jest najprawdopodobniej wynikiem oddziaływania preparatów enzymatycznych na protopektyny i zwiększeniem frakcji pektyn rozpuszczalnych w wodzie.



Rys. 5. Krzywe rehydracji kostek marchwi poddanych przed suszeniem obróbce enzymatycznej preparatem o aktywności liazy pektynowej (Panzym Snach XXL) i bez żadnej obróbki (standard), uzyskanych z surowca po krótkim (termin I) i długim (termin II) okresie przechowywania. Punkty na wykresie są średnią dla czterech powtórzeń.

Fig. 5. Rehydration curves for dry carrot cubes pretreated with enzymes preparation of pectinlyase activity (Panzym Snach XXL) and control samples (standard) produced from raw material after short (time I) and long (time II) storage time. Points are averages of four replications.



Rys. 6. Krzywe rehydracji kostek jabłka poddanych przed suszeniem obróbce enzymatycznej preparatem o aktywności poligalakturonazy (Rohament PL) i bez żadnej obróbki (standard), uzyskanych z surowca po krótkim (termin I) i długim (termin II) okresie przechowywania. Punkty na wykresie są średnią dla czterech powtórzeń

Fig. 6. Rehydration curves for dry apple cubes pretreated with enzymes preparation of polygalacturonase activity (Rohament PL) and control samples (standard) produced from raw material after short (time I) and long (time II) storage time. Points are averages of four replications

WNIOSKI

1. Zastosowanie preparatów enzymatycznych oddziałujących na strukturę tkanki pozornie zwiększało szybkość suszenia, ale nie skracało całkowitego czasu suszenia, ponieważ szybsze tempo usuwania wody rekompensowało co najwyżej zwiększenie ilości wody zaadsorbowanej przez tkankę w czasie traktowania enzymem. W przypadku marchwi zastosowanie obróbki enzymatycznej zwiększyło równowagową zawartość wody.

2. Zastosowanie enzymu o aktywności poligalakturonazy dla jabłek oraz liazy pektynowej dla marchwi wpływało na zwiększenie zdolności do rehydracji wyprodukowanych z tych surowców liofilizatów. Średni wzrost współczynnika

rehydracji w przypadku liofilizatu z jabłek wyniósł około 10%, a dla marchwi 25%. W przypadku suszu konwekcyjnego zastosowanie tych enzymów nie zmieniło właściwości rekonstrykcyjnych wysuszonej kostki. Tkanka dyni poddana działaniu pektyniazy i wysuszona konwekcyjnie wykazywała mniejszą zdolność do rehydracji niż susz kontrolny, zaś liofilizat pomimo szybkiego chłonięcia wody w pierwszej minucie rehydracji tracił spójność na skutek osłabienia struktur tkankowych.

3. W zależności od rodzaju i przeznaczenia suszu obróbka enzymatyczna może być przydatna dla modyfikowania cech fizycznych gotowego produktu.

PIŚMIENNICTWO

- Borowska J., Zadernowski R., Zander L., Fornal J., Markiewicz K., Kubia, A. Kowalska, M., 2000. Application of enzymes in the production of pulpy carrot juice. *Fruit Processing* 10, 162-169.
- Kemp I.C., Fyhr B.C., Laurent S., Roques M.A., Groenewold C.E., Tsotsas E., Sereno A.A., Bonazzi C., Bimbenet J.J., Kind M., 2001. Methods for processing experimental drying kinetics data. *Drying Technology*, 19, 15-34.
- Konopacka D., 2006: The effect of enzymatic treatment on dried vegetable colour. *Drying Technology*, 24, 1173-1178.
- Konopacka D., Płocharski W., 2006. Application of enzymes in dried apple production. Collection of extent abstracts, 2006 CIGR International Conference Warsaw, April 26-28 2006, Warsaw, Poland, 115.
- Konopacka D., Seroczyńska A., Dyki B., Markowski J., Płocharski W., 2007. Impact of enzymatic treatment on quality properties of dried fruit and vegetable. Abstract Book of 1st Annual Workshop of COST Action 928 "Control and exploitation of enzymes for added-value products", Vienna, Austria, 26-28.9.2007 http://virtual.vtt.fi/virtual/cost928/vienna_abstracts.pdf
- Lewicki P.P., 1998. Some remarks on rehydration of dried foods. *Journal of Food Engineering*, 36, 81-87.
- Lin T.M., Durance T., Scaman C.H., 1998. Characterization of vacuum microwave, air and freeze dried carrot slices. *Food Research Int.*, 31, 111-117.
- Oszmiański J., Lamer-Zarawska E., 1992. Antymutagenna i antykancerogenna aktywność roślinnych polifenoli. *Przemysł Spożywczy*, 46, 253-255.
- Southon S., Faulks R., 2002. Health benefits of increased fruit and vegetable consumption. In: *Fruit and vegetable processing* (Ed W. Jongen). Woodhead Publishing Ltd., Cambridge, 5-21.

THE EFFECT OF ENZYMAZTIC TREATMENT ON CONVECTIVE DRYING
KINETICS AND REHYDRATION PROPERTIES OF DRIED PUMPKIN,
CARROT AND APPLES

Dorota Konopacka, Witold Płocharski

Research Institute of Pomology and Floriculture
ul. Pomologiczna 18, 96-100 Skierniewice
e-mail: Dorota.Konopacka@insad.pl

Abstract. The paper presents results of a study on drying kinetics and rehydration properties of enzymatically treated tissue of fruit and vegetable. Apple, carrot and pumpkin of different maturity were diced and soaked in water solutions of enzyme preparations of pectinase activity (20 g L⁻¹, 2 min, 20°C). Just after the treatment, cubes were dried convectively (70°C, 2 m s⁻¹, 240 min) or frozen before freeze drying. It was found that use of enzyme preparations (active against specific components of plant tissue) apparently increased water loss rate. However, it did not reduce total drying time due to the necessity of evaporating the water absorbed during soaking. In the case of carrot, an increase of equilibrium water content was also noticed. Using enzymes of polygalacturonase activity (for apple) and of pectinlyase activity (for carrot) caused an increase of rehydration ability of freeze dried products. In the case of convectively dried material enzymatic treatment did not influence the reconstitution properties. Convectively dried pumpkin subjected to pectinlyase treatment was characterized with lower rehydration ability than the control; in the case of freeze dried material water absorption was faster at the beginning, however at a later stage of hydration the tissue was falling apart. Depending on the kind and destination of dried product, the enzymatic treatment before processing can be useful for modification of physical properties of final product.

Key words: convective drying, freeze drying, drying rate, rehydration ratio