

Dr inż. Dorota NOWAK
Mgr inż. Magdalena SYTA
Wydział Technologii Żywności, SGGW w Warszawie

Praca powstała w ramach badań własnych SGGW

WPŁYW SPOSOBU PRZYGOTOWANIA SUROWCA DO PROCESU SUSZENIA NA ZAWARTOŚĆ CZERWONYCH BARWNIKÓW BETALAINOWYCH W SUSZACH Z BURAKA CZERWONEGO®

W pracy badano wpływ stopnia rozdrobnienia materiału, wstępnej obróbki cieplnej oraz metody suszenia na zmiany zawartości substancji biologicznie czynnych w trakcie procesu technologicznego. Materiałem do badań był burak ćwikłowy odmiany Bikores. Zastosowano suszenie konwekcyjne i suszenie przy wykorzystaniu promieniowania podczerwonego. Aktywność biologiczną materiału oceniano na podstawie zawartości barwników betalainowych. Wyznaczono również kinetykę procesu suszenia w zależności od zastosowanej obróbki wstępnej i metody suszenia. Stwierdzono wpływ zarówno stopnia rozdrobnienia, jak też obróbki cieplnej i metody suszenia na zawartość barwników betalainowych. Najkorzystniejszy wpływ na zawartość betalain wywierała obróbka cieplna w parze przed suszeniem.

WSTĘP

Burak ćwikłowy to drugie, pod względem uprawy i wielkości spożycia, warzywo korzeniowe w Polsce. Zaletą buraka jest jego zdolność do długiego przechowywania, dzięki czemu stanowi surowiec dostępny przez znaczną część roku [8]. Duża część zbiorów wykorzystywana zostaje do produkcji ćwikły, konserw, mrożonek, soków pitnych, barszczu i sałatek. W dobie rosnącej popularności dań gotowych rośnie zapotrzebowanie na susze warzywne, dlatego suszarnictwo warzyw, w tym buraka ćwikłowego, w naszym kraju ma szansę rozwijać się. Polska jest jednym z ważniejszych dostawców suszonych warzyw na rynek unijny. W roku 2002 wyeksportowane zostało 12,4 tysięcy ton suszu warzywnego za 17,7 mln USD [5]. Największym europejskim odbiorcą suszu warzywnego są Niemcy, którym Polska sprzedaje znaczne ilości rodzimych suszonych produktów. Jednocześnie na polski rynek wchodzi wiele firm wykorzystujących susze warzywne do produkcji różnych przypraw, zup w proszku i sosów. Wśród suszonych warzyw główne miejsca zajmują marchew, cebula, mieszanki warzywne, pasternak, pomidor [11]. Susze z buraka ćwikłowego są stosunkowo mniej popularne, jednak ze względu na powszechność tego warzywa, a także szczególne jego właściwości odżywcze i dietetyczne, warto jest podjąć działania zmierzające do rozszerzenia rynku tego produktu.

Korzenie buraka ćwikłowego odznaczają się istotną wartością dietetyczną, wynikającą z dużej zawartości błonnika, wpływającego bardzo pozytywnie na procesy trawienne. Posiada także przyjemny smak, o którym decydują zawarte w nim kwasy organiczne – jabłkowy, winowy, cytrynowy, szczawiowy [8].

Burak, od czasów starożytnych, uznawany jest za jedno z najpopularniejszych warzyw leczniczych. Jego właściwości lecznicze znali i cenili Asyryjczycy, Rzymianie czy Grecy. W średniowiecznej Anglii buraki służyły jako środek pomagający uzyskać właściwą wagę ciała, a w medycynie hinduskiej burak jest rośliną używaną w leczeniu chorób wątroby, dolegliwości jelitowych czy anemii. W tradycyjnej hinduskiej dermatologii burak był i nadal jest zalecany do leczenia zaskórników, pryszczycy i łupieżu.

Rozmaitość działań leczniczych zawdzięcza witaminom, mikroelementom oraz fitozwiązkom. Zawiera witaminy A, B₁, B₂, B₆ i C oraz beta-karoten, niacynę i biotynę. Jest szczególnie bogaty w kwas foliowy. Z mikroelementów zawiera: żelazo, krzem, miedź, sód, potas, wapń, magnez, fosfor, jod, bor, mangan, siarkę, kobalt, lit i stront; z fitozwiązków: polifenole, flawonoidy, antocyjanidyny, karotenoidy [2]. Współczesne badania naukowe wykazały, że związki o charakterze antyoksydacyjnym (betaniny i polifenole), znajdujące się w dużych ilościach w buraku ćwikłowym, mają właściwości przeciwnowotworowe oraz regulujące trawienie [2, 11]. Betanina jest ważnym przeciwutleniaczem [1], który zatrzymuje rozmnażanie się szkodliwych bakterii, wzmacnia odporność, ma właściwości ożywcze oraz pomaga odzyskać właściwą wagę ciała.

Suszenie to jeden z podstawowych procesów w technologii żywności. Może być ono realizowane przy wykorzystaniu różnych technik (sposób dostarczenia ciepła, zróżnicowane parametry procesu) [3]. Obok suszenia konwekcyjnego, stanowiącego główną metodę suszenia, istnieją przesłanki do upowszechniania suszenia przy wykorzystaniu promieniowania podczerwonego, zwłaszcza w zakresie bliskiej podczerwieni. Ze względu na specyficzny mechanizm transportu ciepła, podczas tego rodzaju suszenia występują zdecydowanie korzystniejsze warunki wymiany ciepła i masy – w porównaniu z suszeniem konwekcyjnym, co w praktyce sprowadza się do skrócenia czasu suszenia.

Właściwy proces suszenia poprzedzają różne operacje jednostkowe, m.in.: blanszowanie, rozdrabnianie. Operacje te naruszają strukturę materiału, wywołują przemiany związków termolabilnych [3]. W trakcie suszenia usuwanie wody niezwiązanej prowadzi w skali makro do skurczu materiału, a ruch wody w materiale wywołuje zmiany stężenia soku komórkowego. Tak więc zmiany, którym podlega surowiec w trakcie procesu mogą mieć wpływ na przebieg procesów biochemicznych zachodzących w tkance, co z kolei decydować będzie o jakości produktu. W przypadku buraka ćwikłowego jednym z podstawowych wyróżników jest zawartość związków betalainowych.

Celem pracy było określenie zmian zawartości barwników betalainowych, zachodzących pod wpływem określonych operacji jednostkowych, mających miejsce na etapie obróbki wstępnej surowca oraz w efekcie zadanych parametrów procesu technologicznego. Analiza tych zmian może stanowić istotne narzędzie dla przewidywania oraz projektowania końcowej jakości produktu.

MATERIAŁ I METODY

Materiał badawczy stanowił burak ćwikłowy odmiany Bikores wyhodowany w Zakładzie Hodowli i Nasiennictwa Ogrodniczego PlantiCo, Zielonki.

Jako zmienne niezależne w zastosowanym procesie technologicznym brano pod uwagę następujące wyróżniki:

- zastosowanie obróbki cieplnej (obróbka w parze lub jej brak),
- stopień rozwinięcia powierzchni cząstek buraka (plastry gładkie, falowane, wióry),
- metoda suszenia.

Obróbkę wstępną stanowiło alternatywne parowanie nierozdrobnionych buraków ćwikłowych w temp. 100°C przez 40 minut [9]. Rozdrabnianie prowadzono w rozdrabniaczu do jarzyn Robot Coupe, *typ/model CL50D*, do postaci:

- plastrów gładkich (grubość 5 mm, średnica 7-10 mm),
- plastrów karbowanych (grubość 5 mm, średnica 7-10 mm),
- wiórów (długość 7-10 mm, średnica 5 mm).

Zastosowano dwie, istotnie różniące się pod względem sposobu dostarczenia ciepła, metody suszenia: konwekcyjne oraz promiennikowe. W suszeniu promiennikowym źródło ciepła stanowiło promieniowanie w zakresie bliskiej podczerwieni o natężeniu 7,875 kW/m² (wg mocy zainstalowanej), emitowane przez jasne promienniki umieszczone w odległości 20 cm od powierzchni odparowania. Powietrze o temperaturze 23°C przepływało wzdłuż materiału suszonego z prędkością 1,5 m/s.

Suszenie konwekcyjne prowadzono używając powietrza suszącego o temperaturze równej temperaturze materiału suszonego, która została osiągnięta w końcowym etapie suszenia promiennikowego, tj. w zakresie 60-70°C, w zależności od rodzaju materiału suszonego. Prędkość przepływającego powietrza wynosiła 1,5 m/s. Proces suszenia realizowano w obu przypadkach w tej samej, promiennikowo-konwekcyjnej suszarce, dzięki czemu wyeliminowane mogły zostać ewentualne rozbieżności wynikające z konstrukcji komory suszenia.

W celu oceny wpływu zastosowanych parametrów technologicznych na zmiany jakościowe tkanki buraka, po każdym etapie procesu oznaczono zawartość barwników betalainowych. Oznaczenie to wykonano metodą wg Nilssona [6], opartą na pomiarze absorbancji roztworu powstałego jako efekt ekstrakcji barwników z próbki za pomocą buforu fosforanowego o pH 6,5 i dodatku wersenianu dwusodowego. Pomiaru absorbancji dokonywano w spektrofotometrze Helios Gamma Thermo Electron Corporation.

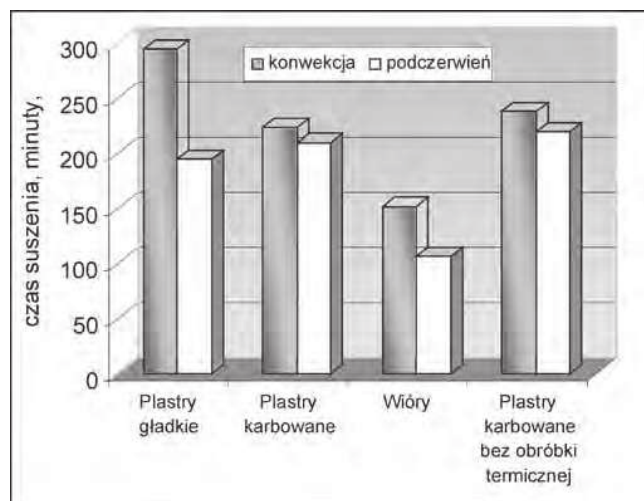
Oznaczenie wykonano po każdym etapie procesu technologicznego, tzn. dla buraka świeżego, blanszowanego, suszonego promiennikowo i konwekcyjnie, dla każdego stopnia rozdrobnienia.

Uzyskane wyniki poddane zostały analizie statystycznej przy użyciu programu STATGRAPHICS 4.1 Plus. Zastosowano analizę wariancji jednoczynnikową przy poziomie istotności 0,05.

WYNIKI

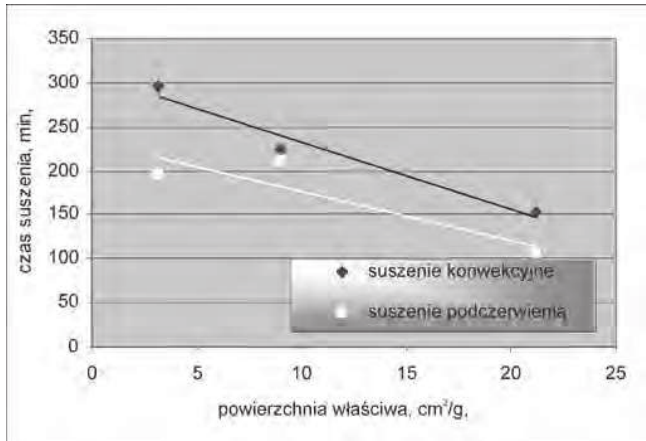
Zastosowanie różnych sposobów rozdrobnienia surowca wynikało z założenia, że wielkość cząstek oraz stopień rozwinięcia powierzchni materiału decydują istotnie nie tylko o szybkości procesu suszenia, ale i o stopniu zniszczenia komórek tkanki buraka, intensywności kontaktu z tlenem i zachodzących wskutek tego procesów biochemicznych. Dla przyjętych kształtów najbardziej rozwiniętą powierzchnię uzyskano w przypadku wiórów, tj. 21,16 cm²/g masy buraka. Dla plastrów karbowanych wartość ta była 2,5 - krotnie mniejsza i wynosiła 8,98 cm²/g, a dla plastrów gładkich otrzymano zaledwie 3,17 cm²/g, czyli 3 - krotnie mniej niż dla plastrów karbowanych i 7 razy mniej niż dla wiórów.

Zróżnicowanie sposobu rozdrobnienia buraka przed procesem suszenia spowodowało zdecydowane różnice w czasie suszenia określonym jako czas potrzebny do uzyskania materiału o wilgotności ok. 10%. Najkrótszy czas suszenia, wynoszący 152 minuty dla konwekcji i 106 minut dla podczerwieni, stwierdzono w przypadku wiórów (rys.1). Był on, niezależnie od metody suszenia, 2-krotnie krótszy niż w przypadku plastrów gładkich. Zastosowanie wstępnej obróbki cieplnej spowodowało nieznaczne (rzędu 10%) skrócenie czasu suszenia w porównaniu z materiałem nieparowanym, dla obydwu metod suszenia.



Rys. 1. Czas suszenia buraka ćwikłowego do osiągnięcia zawartości wody równej 0,11 g wody/g s.s. (ok. 10% wilgotności).

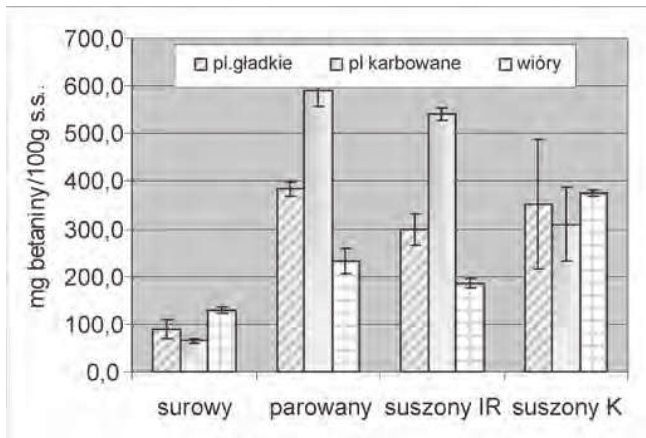
W przypadku suszenia konwekcyjnego obserwuje się – w zakresie badanych parametrów – prostoliniową zależność pomiędzy powierzchnią a czasem suszenia (rys. 2). Wynika to z równania ruchu ciepła wyrażającego wprost proporcjonalną zależność pomiędzy strumieniem przenikającego ciepła a powierzchnią wymiany ciepła. W procesie suszenia wykorzystującym energię promieniowania podczerwonego uzyskano istotne skrócenie czasu suszenia w porównaniu z suszeniem konwekcyjnym, ale tylko w przypadku plastrów gładkich i wiórów. Dla plastrów karbowanych czas suszenia do zadanej zawartości wody był porównywalny do czasu suszenia



Rys. 2. Korelacja pomiędzy stopniem rozwinięcia powierzchni a czasem suszenia.

konwekcyjnego. Wyjaśnieniem takich relacji może być fakt, że w przypadku falowanej powierzchni kąt padania promieni podczerwonych na powierzchnię materiału suszonego jest bardzo zróżnicowany i przez to ilość energii zaabsorbowanej może być mniejsza w porównaniu z materiałem o powierzchni płaskiej (o natężeniu padającego promieniowania decyduje składowa normalna do powierzchni).

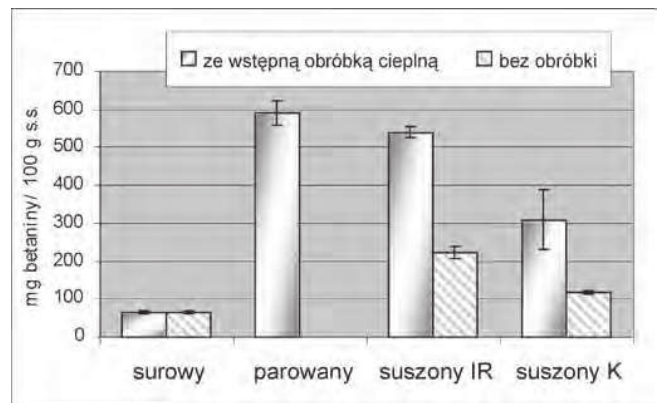
Zawartość barwników czerwonych w badanych surowych burakach wynosiła od 65,6±4,7 do 128,3±6,9 mg betaniny/100g ss w zależności od partii użytego materiału, przy czym różnice te dla poszczególnych kształtów były nieistotne statystycznie (Rys. 3). Obróbka cieplna (parowanie) zastosowana jako obróbka wstępna, w parze wodnej o temperaturze 100°C powodowała istotny wzrost zawartości tych barwników, co determinowało również właściwości otrzymanego suszu.



Rys. 3. Zawartość czerwonych barwników betalainowych w buraku ćwikłowym na poszczególnych etapach procesu technologicznego.

Analizując wpływ stopnia rozwinięcia powierzchni materiału na zawartość czerwonych barwników betalainowych należy stwierdzić, że w przypadku buraka parowanego największą zawartością betaniny charakteryzował się materiał w postaci plastrów karbowanych, w plastrach gładkich było ich o ponad 50% mniej. Zdecydowanie, bo około dwukrotnie niższą zawartość barwników stwierdzono w przypadku wiórów. Wydaje się, że fakt ten wynika ze zbyt wysokiego stopnia uszkodzenia komórek wskutek cięcia, które doprowadziło do wycieku soku i straty tych cennych substancji.

Konsekwencją jakości materiału po obróbce wstępnej była zawartość czerwonych barwników betalainowych w suszu otrzymanym przy wykorzystaniu promieniowania podczerwonego (najwyższa zawartość w plastrach karbowanych, najniższa w wiórach), przy czym można stwierdzić, że istnieje pewna tendencja obniżenia w czasie suszenia zawartości czerwonych barwników betalainowych o ok. 10%, chociaż różnice te statystycznie nie są istotne. Wyniki uzyskane dla suszu konwekcyjnego, dla poszczególnych stopni rozdrobnienia, nie różniły się pomiędzy sobą w sposób statystycznie istotny – zawartość czerwonych barwników w suszach konwekcyjnych uzyskanych z materiału parowanego wahała się na poziomie 350-380 mg betaniny/100g ss.



Rys. 4. Zawartość czerwonych barwników betalainowych w buraku ćwikłowym na przykładzie plastrów karbowanych poddanych obróbce cieplnej.

Wpływ ogrzewania materiału zarówno podczas obróbki wstępnej jak i podczas suszenia na zawartość czerwonych barwników betalainowych pokazano na rysunku 4 na przykładzie plastrów karbowanych. Parowanie buraków spowodowało zwiększenie zawartości barwników betalainowych w materiale średnio do 590 mg betaniny/100 g suchej substancji buraka. W suszu promiennikowym znajdowało się tych substancji kilka procent mniej (540 mg betaniny/ 100 g s.s.), jednak nie była to różnica istotna statystycznie. Susz konwekcyjny zawierał 309 mg betaniny/ 100 g s.s. Brak wstępnej obróbki cieplnej przed suszeniem powodował, że zawartość betaniny w suszu promiennikowym była niższa o 58,5%, a w przypadku suszu konwekcyjnego o 61,8%, w stosunku do suszu z materiału parowanego. Jednak w porównaniu z materiałem surowym wartości te były nadal wyższe. Można więc stwierdzić, że poprzez odpowiednie zaprojektowanie procesu technologicznego można osiągnąć zwiększenie zawartości substancji pożądaných z punktu widzenia wartości żywieniowej.

Podjęmując próbę wyjaśnienia różnic w zawartości czerwonych barwników betalainowych należy zauważyć, że zarówno w suszeniu konwekcyjnym jak i suszeniu podczerwienią, istotnym parametrem procesu jest czas jego trwania. W przypadku wszelkich procesów biochemicznych czas jest także podstawowym parametrem, decydującym o stężeniu produktów reakcji. W przypadku procesu suszenia czas jego trwania jest wielkością wynikową – parametrem zależnym od szeregu czynników, takich jak np. powierzchnia kontaktu czynnika suszonego i suszącego, temperatura procesu, stopień rozdrobnienia, kształt, struktura, załadunek komory suszenia, itp. Stąd wpływ zmiennych parametrów procesu na właściwości uzyskiwanego materiału jest często niejednoznaczny

– rodzi się pytanie czy jest spowodowany wielkością danego parametru czy czasu. Umiejętność doboru parametrów procesu dla uzyskania zadanej jakości produktu wymaga analizy szerokiego spektrum, zarówno zmiennych niezależnych jak i zależnych.

W literaturze można znaleźć informacje o negatywnym wpływie obróbki cieplnej na zawartość czerwonych barwników betalainowych. Kidoń i Czapski [4] wykazali, że blanszowanie powoduje spadek zawartości barwników betalainowych w materiale, ale jednocześnie wzrost aktywności antyoksydacyjnej barwników czerwonych. Gębczyński [2] stwierdził spadek zawartości barwników betalainowych w buraku po ogrzewaniu, ale zaobserwował jednocześnie obniżenie aktywności antyoksydacyjnej ekstraktu. Wzrost zawartości barwników po procesie parowania, jaki uzyskano w niniejszej pracy być może wynika z techniki prowadzenia tego procesu. Ponieważ burak nie był rozdrabniany ani obierany ze skórki, miał więc ograniczony dostęp do tlenu i środowiska procesu i w fakcie tym można się dopatrywać wyjaśnienia obserwowanych zależności.

PODSUMOWANIE

Zarówno wstępna obróbka cieplna buraka ćwikłowego prowadzona przed rozdrobieniem i przy zachowaniu skórki buraka, jak i suszenie konwekcyjne oraz promiennikowe, powodowały zwiększenie zawartości czerwonych barwników betalainowych w materiale. Najwyższą zawartość betalain stwierdzono w buraku bezpośrednio po wstępnej obróbce cieplnej. Suszenie powodowało obniżenie tych zawartości, chociaż nadal były to ilości wyższe niż w materiale surowym. Brak wstępnej obróbki cieplnej powodował, że zawartość betalain w suszu ulegała obniżeniu.

LITERATURA

- [1] Duda G.: Współczesne poglądy na rolę witamin antyoksydacyjnych, W: Jakość i bezpieczeństwo żywności, Uwarunkowania surowcowe, technologiczno-produkcyjne i prawne (ed. Witrowa-Rajchert, D., Nowak, D.), 2006, Wydawnictwo SGGW, Warszawa, 63-84.
- [2] Gębczyński P.: Zawartość wybranych związków przeciwutleniających w świeżym, gotowanym i mrożonym buraku ćwikłowym, Bromat. Chem. Toksykol., 4,2005, 355-341.
- [3] Jayaraman K.S., Das Gupta D. K.: Drying of fruits and vegetables, W: Handbook of Industrial Drying, (ed. Mujumdar, A.S.), 2007, CRC Press Taylor&Francis Group, New York, 611-631.

- [4] Kidoń M., Czapski J.: Wpływ blanszowania i suszenia na zdolność antyoksydacyjną buraka ćwikłowego, XXXVII Sesja Naukowa Komitetu Nauk o Żywności PAN „Doskonalenie Jakości Żywności i Żywienia w Perspektywie Potrzeb Konsumenta XXI Wieku”, Komitet Nauk o Żywności PAN, 2006.
- [5] Łopaciuk W.: Raport o stanie i perspektywach rozwoju sektora owocowo-warzywnego w Polsce, w: Raport o stanie i perspektywach przemysłu rolno-żywnościowego, SPPP POGOŃ, Białystok, 2006, 77-125.
- [6] Nillson T.: Studies into the pigments in beetroot (*Beta vulgaris* L.ssp.vulgaris var. rubra L.), Lantbrukshoegsk. Ann.,1975, 179-218.
- [7] Nowak D.: Promieniowanie podczerwone jako źródło ciepła w procesach technologicznych, Cz. I., Przemysł Spożywczy, 5, 2005, 42-44.
- [8] Orłowski M., Kołota E.: Uprawa warzyw, Wydawnictwo Brasika, Szczecin, 1992, 167-172, 174-179.
- [9] Pijanowski E., Mrożewski S., Jarczyk A., Drzazga B.: Technologia produktów owocowych i warzywnych, T. 2 Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa, 1976.
- [10] Ratti C., Mujumdar A. S.: Infrared drying, w: Handbook of Industrial Drying. (ed. Mujumdar, A.S.), CRC Press Taylor& Francis Group, New York, 2007, 423-437.
- [11] Stępka G.: Polski handel suszami warzywnymi, Hasło Ogrodnicze 2/2004, 1-3.
- [12] Świetlikowska K.: Surowce spożywcze pochodzenia roślinnego, Wydawnictwo SGGW, Warszawa, 2006.

THE EFFECT OF PRETREATMENT BEFORE DRYING ON BETALAIN CONTENT IN DRY RED BEET

SUMMARY

The aim of the work was to investigate the influence the level of size reduction of the material, heat pretreatment and drying mode on changes of its biological activity, during technological process. The material to be examined was beetroot v. Bikores. The material was dried using convective and infrared drying. To determine biological activity the content of betalains was monitored. Additionally kinetic of drying process was determined in relation to applied heat pretreatment and drying mode. It was stated that size reduction, heat pretreatment and drying mode was effected betalains content. Heat pretreatment was find as the most important process to improve betalains content in dried red beet.