ACTA SCIENTIARUM POLONORUM

Acta Sci. Pol. Technica Agraria 17(1-2) 2018, 23–31

www.acta.media.pl ISSN 1644-0684 e-ISSN 2545-1413 http://dx.doi.org/10.24326/aspta.2018.1-2.3

ORIGINAL PAPER

Accepted: 18.02.2019

PARAMETRY TEKSTURY I OCENA SENSORYCZNA BULW BATATA KSZTAŁTOWANE PROCESEM KULINARNYM

Agnieszka Starek✉, Agnieszka Sagan, Agata Blicharz-Kania

Katedra Biologicznych Podstaw Technologii Żywności i Pasz, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. Głęboka 28, 20-612 Lublin

STRESZCZENIE

Celem pracy było zbadanie wpływu obróbki cieplnej na cechy tekstury i jakość batata, a także zaproponowanie właściwego procesu kulinarnego, który pozwoliłby uzyskać akceptowalną przez konsumentów jakość badanego produktu. Próbki bulwy batata poddano czterem różnym procesom kulinarnym: gotowaniu w 1 l wody, rozpoczynając proces od zimnej wody, gotowaniu w 1 l wody, rozpoczynając proces od wrzącej wody, obróbce na parze wodnej oraz obróbce metodą sous-vide. Następnie wyznaczono parametry tekstury: twardość, sprężystość, kohezyjność i żujność. Dodatkowo próbki surowca po obróbce poddano konsumenckiej ocenie sensorycznej − analizowano ich barwę, zapach, konsystencję i smakowitość. Zastosowane procesy kulinarne miały istotny wpływ na zmiany badanych wyznaczników tekstury batata. Najlepszymi właściwościami sensorycznymi charakteryzowały się bulwy batata poddane 60-minutowej obróbce metodą sous-vide.

Słowa kluczowe: batat, proces kulinarny, sous-vide, tekstura, konsumencka ocena sensoryczna

WSTĘP

Batat (*Ipomoea batatas* [L.] Lam.), zwany również słodkim ziemniakiem, patatem lub wilcem ziemniaczanym jest gatunkiem byliny należącej do rodziny powojowatych. Bulwy dzięki swoim wartościom odżywczym są coraz chętniej spożywane w Polsce i na świecie. Zawierają one bowiem od 21,51 do 34,36% suchej masy, w tym około 1,62% cukrów, 3,74−8,63% białka, 0,63−0,94% włókna surowego, 0,47−1,03% tłuszczu oraz witaminy: B_1, B_2, PP, C, a także niewielkie ilości β-karotenu [Huang i in. 2004, Rumbaoa i in. 2009, Kays i in. 2018, Wanjuu i in. 2018].

Przed spożyciem bulwy batata poddawane są różnym zabiegom, najczęściej cieplnym, w efekcie których właściwości sensoryczne i teksturalne bulw ulegają zmianom. Różnice w metodach obróbki termicznej wynikają z rodzaju środowiska, przez które przewodzone jest ciepło, zdolności nagrzewania i sposobu przenoszenia energii cieplnej [Szczesniak 2002, Ślaska-Grzywna i Starek 2011, Ślaska-Grzywna i in. 2013, Konarzewska 2014, Kadam i in. 2015, Mazur i in. 2015].

Obróbka cieplna warzyw zwykle odbywa się w wodzie lub na parze (w temperaturze bliskiej bądź równej 100°C) [Wachowicz i Czarniecka-Skubina 2004]. Inną metodą przygotowywania potraw jest sous-vide, która polega na próżniowym zapakowaniu produktu żywnościowego w folię, a następnie umieszczeniu go w kąpieli wodnej o temperaturze poniżej 100°C [Araya i in. 2009, Baldwin i in. 2012].

Większość prowadzonych badań [Smoleń i Sady 2007, Sikora i in. 2009, Wronowska i Zadernowski 2012] ogranicza się do określenia składu surowców i

✉agnieszka.starek@up.lublin.pl

© Copyright by Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie

przetworów, w tym zarówno wartości odżywczej, jak i poziomu zanieczyszczeń chemicznych. Nieliczne prace dotyczą wpływu procesu kulinarnego na jakość warzyw.

Celem podjętych badań było określenie wpływu obróbki cieplnej na cechy tekstury i jakość sensoryczną batata, a także zaproponowanie właściwego procesu kulinarnego prowadzącego do uzyskania optymalnej jakości badanego produktu.

MATERIAŁ I METODY

Materiał do badań stanowiły bulwy batata zakupione w jednym ze sklepów ze zdrową żywnością w Lublinie. Do badań wybrano bulwy bez uszkodzeń mechanicznych, dojrzałe i zdrowe.

Bataty zostały poddane obróbce wstępnej obejmującej mycie oraz obranie bulw. Następnie krojono je w plastry o grubości 1 cm i kalibrownikiem wycinano z nich walce o średnicy i wysokości równych 10 mm.

Przygotowane próbki poddano czterem różnym procesom kulinarnym.

1. Gotowanie w 1 l wody o temperaturze początkowej 27°C − CW. Reprezentatywne próbki (10 szt.) ogrzewano przez 5, 10, 15, 20 i 30 min.

2. Gotowanie w 1 l wody o temperaturze początkowej 100°C – BW. Zachowano ustalone wcześniej ramy czasowe.

3. Obróbka termiczna na parze (w urządzeniu SilverCrest Monsieur Cuisine Plus) – SW. Zachowano ustalone wcześniej ramy czasowe.

4. Metoda sous-vide – S-V. W wodzie (w łaźni wodnej bez cyrkulacji mechanicznej) nagrzanej do 80°C obrabiano cieplnie próbki surowca przez 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50 i 60 min. Próbki zapakowano próżniowo (w worki o grubości 70 μm), używając zgrzewarki próżniowej firmy Hendi o mocy 0,15 kW. Wytworzona podczas pakowania próżnia wynosiła 95%.

Surowe i ogrzewane próbki batata zostały poddane testowi TPA na maszynie wytrzymałościowej firmy Zwick Roell wyposażonej w głowicę pomiarową o zakresie pracy do 0,5 kN. Deformację próbek prowadzono z prędkością 0,83 $mm \cdot s^{-1}$ do osiągnięcia 50% ich pierwotnej wysokości. Eksperyment przeprowadzono 10-krotnie.

Na podstawie uzyskanych danych w układzie dwóch współrzędnych siła – odkształcenie wyznaczono następujące parametry tekstury:

− twardość (N), czyli maksymalną siłę podczas pierwszego cyklu ściskania;

− sprężystość (–), która charakteryzuje stopień odzyskiwania kształtu;

− kohezyjność (–), charakteryzującą siły wiązań wewnętrznych utrzymujących produkt w całości;

− żujność (N), która jest miarą siły wymaganej do przeżucia kęsa pokarmu do takiego stopnia, aby był gotowy do połknięcia; definiowana jest jako iloczyn twardości, kohezyjności i sprężystości.

Próbki batata poddano również konsumenckiej analizie sensorycznej (smak, zapach, barwa, konsystencja). Zespołowi oceniającemu przedstawiono odpowiednio przygotowaną kartę oceny produktu, za pomocą której w skali pięciopunktowej (1 – jakość dyskwalifikująca, 5 – jakość bardzo dobra) ocenił intensywność badanych cech. Następnie przeprowadzono ocenę hedoniczną (metoda akceptacji), która miała na celu określenie reakcji konsumentów na badany produkt. Zastosowano 5-stopniową skalę hedoniczną opisującą poszczególne stopnie w kategoriach lubienia [Baryłko-Pikielna i Matuszewska 2009].

Uzyskane wyniki pomiaru opracowano statystycznie za pomocą programu StatSoft – Statistica 8.0. Podziału na grupy jednorodne dokonano za pomocą wieloczynnikowej analizy wariancji (ANOVA). Istotność różnic między średnimi określano, stosując test Tukeya przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

WYNIKI I DYSKUSJA

Batat niepoddany obróbce cieplnej (próba kontrolna) charakteryzował się następującymi wartościami parametrów tekstury: twardość – 219,20 N; sprężystość – 0,68; kohezyjność – 14,83, żujność – 0,10 N.

Wpływ czasu trwania i rodzaju obróbki cieplnej na właściwości teksturalne batata wraz z wynikami analizy statystycznej zawarto w tabeli 1.

Największą twardością charakteryzował się batat ogrzewany metodą sous-vide przez 5 min. Niezależnie od zastosowanej metody wartość badanej cechy malała wraz z wydłużaniem obróbki cieplnej. Należy zauważyć, że produkt ogrzewany metodą sous-vide przez 60 min był twardszy niż materiał gotowany we wrzącej wodzie oraz na parze wodnej przez 5 min. Najprawdopodobniej worek próżniowy, w który były zapakowane próbki batata, ograniczał ubytek wody z surowca, dzięki temu produkt zachowywał swoją twardość. Dodatkowo niższa temperatura tej obróbki nie miała destruktywnego wpływu na strukturę tkanek surowca. Tkanka bulw batata po obróbce w niskiej temperaturze (70°C) w celu aktywacji β-amylazy i rozbicia skrobi przyjmuje charakterystyczną twardą, kruchą teksturę i nie wykazuje rozdziału komórek, który występuje na przykład podczas gotowania ziemniaka. Podobne warunki obróbki cieplnej zwiększają jędrność w innych roślinach, aktywując esterazę metylową pektyny, która deestryfikuje pektynowe polisacharydy i chroni je przed depolimeryzacją termiczną [Moledina i in. 1981, Binner i in. 2000, Lee i in. 2012].

W przypadku gotowania w wodzie (CW) i obróbki na parze (SW) statystycznie istotne różnice w twardości obserwowano już na początku procesów między próbami poddanymi obróbce przez 5 i 10 min. W przypadku prób, których ogrzewanie rozpoczęto we wrzącej wodzie (BW), nie stwierdzono wpływu długości procesu na ten parametr tekstury. Średnie wartości twardości batata różniły się istotnie w zależności od procesu (CW, BW, SW) tylko w przypadku surowca ogrzewanego przez 5 min.

Zaobserwowano, że średnie wartości sprężystości batata gotowanego w wodzie o temperaturze początkowej 27°C oraz na parze początkowo wzrastały, jednak po wydłużeniu czasu ogrzewania z 10 do 15 min wartości badanej cechy zmalały. W wyniku dalszej obróbki cieplnej sprężystość zmniejszała się coraz bardziej. Odmienny trend zmian badanej cechy zaobserwowano, ogrzewając batata metodą sous-vide. Wartości sprężystości zwiększały się aż do wydłużenia obróbki cieplnej do 50 min, natomiast po kolejnych 10 min nieznacznie się zmniejszyły. Zmiany wartości tego parametru mogą wynikać z niejednorodnej struktury bulw batata, a także z braku systemu cyrkulacji wody wewnątrz zbiornika (łaźnia wodna), co zapewniałoby równomierny rozkład temperatury w całej objętości oraz jej wysoką stabilizację nawet po dłuższej obróbce metodą sous-vide.

Statystycznie istotny wpływ czasu trwania procesu na sprężystość bulw batatów stwierdzono tylko w ogrzewaniu sous-vide. Rodzaj zastosowanego procesu cieplnego (CW, BW, SW) był czynnikiem różnicującym ten parametr tylko w przypadku 10- i 15-minutowej obróbki.

Średnie wartości kohezyjności produktu wynosiły od 0,05 do 0,19. W przypadku batata gotowanego w wodzie oraz ogrzewanego na parze zaobserwowano tendencję rosnącą wartości tego parametru wraz z wydłużaniem czasu obróbki cieplnej. Produkt ogrzewany metodą sous-vide (od 5 do 30 min) charakteryzował się tym mniejszą kohezyjnością, im dłużej był poddawany obróbce cieplnej.

Wpływ czasu ogrzewania na kohezyjność bulw batata odnotowano w każdej zastosowanej obróbce. Natomiast rodzaj zastosowanego procesu kulinarnego był czynnikiem różnicującym ten parametr tekstury tylko w jednym przypadku. Odnotowano statystycznie istotne różnice w wartościach kohezyjności dla prób gotowanych w wodzie (CW) i na parze (SW) przez 30 min.

Średnie wartości żujności batata gotowanego w wodzie generalnie malały wraz z wydłużaniem czasu obróbki cieplnej. Największe zmiany badanej cechy zaobserwowano w produkcie gotowanym w wodzie o temperaturze początkowej 27°C oraz metodą sous-vide przez 5 i 10 min. Żujność batata ogrzewanego metodą sous-vide była zdecydowanie większa niż po zastosowaniu pozostałych metod.

Statystycznie istotny wpływ czasu trwania procesu na żujność badanych prób stwierdzono w przypadku gotowania w wodzie (CW) i obróbki sous-vide. Rodzaj zastosowanego procesu (CW, BW, SW) nie miał większego wpływu na ten parametr (statystycznie istotne różnice w wartościach tego parametru odnotowano tylko po 5 min obróbki).

W ramach przeprowadzonej oceny sensorycznej zbadano barwę, zapach, konsystencję, smakowitość i ogólną ocenę w skali hedonicznej produktu ogrzewanego różnymi metodami oraz próby kontrolnej (rys. 1–4).

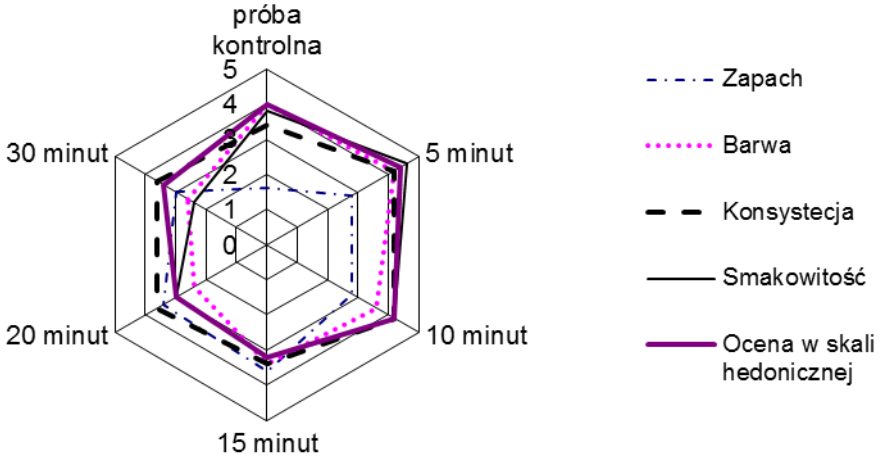
Tabela 1. Wartości parametrów tekstury bulw batata poddanych obróbce cieplnej
Table 1. Values of texture parameters of heated sweet patato tubers

Rodzaj obróbki cieplnej Type of culinary process	Czas obróbki Heating time (min)	Parametry tekstury/ Texture parametres			
		twardość hardness (N)	sprężystość springiness (−)	kohezyjność cohesiveness (−)	żujność chewiness (N)
CW	5	$100{,}90^{D}$	$0{,}47^{AB}$	$0{,}08^{ABC}$	$3{,}34^{B}$
	10	$10{,}36^{B}$	$0{,}70^{ABC}$	$0{,}11^{BCE}$	$0{,}69^{A}$
	15	$6{,}55^{AB}$	$0{,}68^{AB}$	$0{,}15^{CDEF}$	$0{,}82^{A}$
	20	$3{,}31^{A}$	$0{,}66^{AB}$	$0{,}15^{EFG}$	$0{,}46^{A}$
	30	$2{,}94^{A}$	$0{,}58^{AB}$	$0{,}19^{G}$	$0{,}32^{A}$
BW	5	$5{,}40^{AB}$	$0{,}83^{ABC}$	$0{,}08^{AB}$	$0{,}29^{A}$
	10	$2{,}38^{A}$	$0{,}69^{AB}$	$0{,}11^{BCDE}$	$1{,}19^{A}$
	15	$0{,}91^{A}$	$0{,}27^{A}$	$0{,}16^{FG}$	$0{,}04^{A}$
	20	$1{,}53^{A}$	$0{,}42^{A}$	$0{,}15^{DEF}$	$0{,}07^{A}$
	30	$1{,}34^{A}$	$0{,}45^{AB}$	$0{,}15^{EFG}$	$0{,}07^{A}$
SW	5	$18{,}74^{C}$	$0{,}80^{ABC}$	$0{,}05^{A}$	$0{,}83^{A}$
	10	$6{,}99^{AB}$	$1{,}27^{C}$	$0{,}08^{ABC}$	$0{,}65^{A}$
	15	$5{,}08^{AB}$	$1{,}02^{BC}$	$0{,}10^{BCD}$	$0{,}49^{A}$
	20	$2{,}81^{A}$	$0{,}70^{ABC}$	$0{,}12^{BCDEF}$	$0{,}23^{A}$
	30	$2{,}41^{A}$	$0{,}49^{AB}$	$0{,}12^{BCDEF}$	$0{,}14^{A}$
S-V	5	$168{,}6^{d}$	$0{,}42^{a}$	$0{,}12^{c}$	$8{,}17^{d}$
	10	$125{,}56^{cd}$	$0{,}48^{ab}$	$0{,}09^{bc}$	$5{,}45^{c}$
	15	$98{,}98^{bc}$	$0{,}48^{abc}$	$0{,}08^{ab}$	$3{,}82^{bc}$
	20	$86{,}16^{bc}$	$0{,}53^{abc}$	$0{,}072^{ab}$	$3{,}29^{abc}$
	30	$66{,}40^{ab}$	$0{,}51^{abc}$	$0{,}076^{ab}$	$2{,}06^{ab}$
	40	$35{,}74^{a}$	$0{,}52^{abc}$	$0{,}048^{a}$	$0{,}89^{a}$
	50	$27{,}92^{a}$	$0{,}74^{c}$	$0{,}056^{ab}$	$1{,}19^{a}$
	60	$27{,}74^{a}$	$0{,}70^{bc}$	$0{,}056^{ab}$	$2{,}06^{a}$

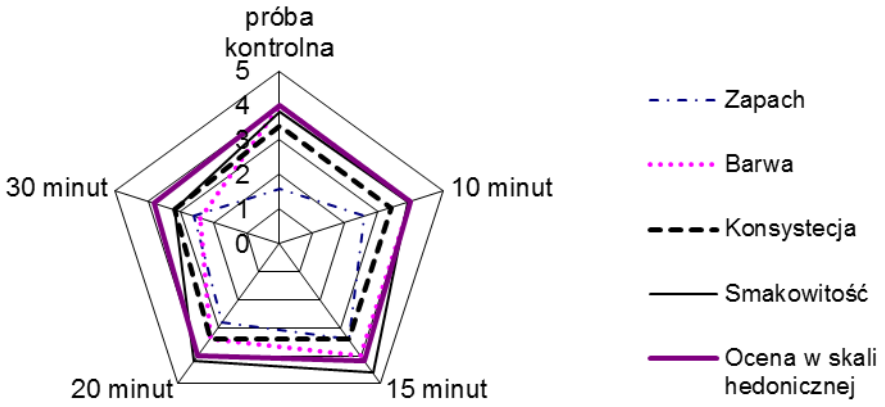
^{A,B,C} – statystycznie istotne różnice między wartościami średnimi, czas i proces CW, BW, SW ($p \leq 0{,}05$)/ statistically significant differences between mean values, time and process CW, BW, SW ($p \leq 0.05$)
^{a,b,c} – statystycznie istotne różnice między wartościami średnimi w procesie S-V ($p \leq 0{,}05$)/ statistically significant differences between mean values in the S-V process ($p \leq 0.05$)

Na rysunku 1 zaprezentowano wyniki oceny organoleptycznej batata, którego ogrzewanie rozpoczęto w zimnej wodzie, w różnym czasie. Według ankietowanych próba kontrolna wyróżniała się najmniej wyczuwalnym, charakterystycznym dla produktu zapachem. Badaną cechę najlepiej oceniono dla próbki poddanej obróbce cieplnej przez 15 do 20 min. Jednak im dłuższy był czas ogrzewania, tym barwa produktu stawała się mniej wyraźna i atrakcyjna. Najbardziej pożądaną konsystencją cechowały się próbki poddane 5- i 10-minutowej obróbce cieplnej. Zdaniem oceniających wydłużanie czasu ogrzewania negatywnie wpływało na smakowitość produktu. Ocena ogólna w skali hedonicznej również była gorsza dla materiału po dłuższej obróbce, którą rozpoczęto w zimnej wodzie.

Zdaniem oceniających najbardziej intensywnym i przyjemnym zapachem charakteryzował się produkt po 10 min ogrzewania wrzucony do wrzącej wody, natomiast najmniej wyczuwany zapach miał materiał, który nie został poddany obróbce cieplnej (rys. 2). Barwa próby kontrolnej oraz produktu ogrzewanego przez 15 min została najlepiej oceniona, zaś najmniej atrakcyjną barwą odznaczał się materiał poddany obróbce cieplej przez 30 min. Konsystencja nie zmieniła się pod wpływem ogrzewania. Najlepiej ocenioną przez konsumentów smakowitością odznaczały się próby poddane obróbce cieplnej przez 10, 15 i 20 min, najgorzej natomiast produkt ogrzewany przez 30 min. W ogólnej skali hedonicznej wszystkie próby batata zostały uznane jako umiarkowanie pożądane.

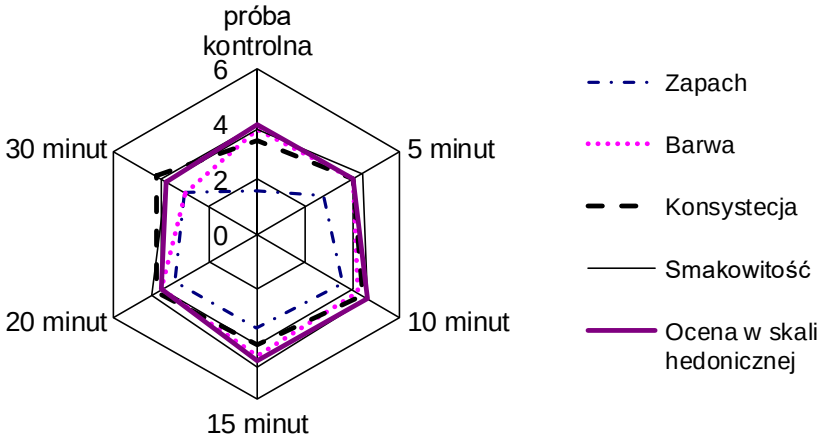


Rys. 1. Wyniki oceny organoleptycznej batata, którego ogrzewanie rozpoczęto w zimnej wodzie, w różnym czasie
Fig. 1. Results of the organoleptic evaluation of heated sweet potato for process beginning in cold water at different time

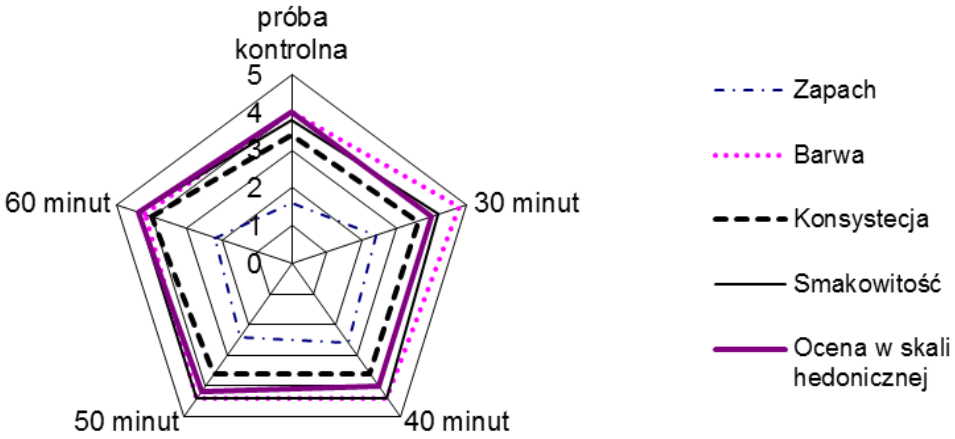


Rys. 2. Wyniki oceny organoleptycznej batata, którego ogrzewanie rozpoczęto we wrzącej wodzie, w różnym czasie
Fig. 2. Results of organoleptic evaluation of heated sweet potato for process beginning in boiling water at different time

Na rysunku 3 przedstawiono wpływ czasów ogrzewania w parze wodnej na właściwości organoleptyczne batata. Materiał niepoddany obróbce cieplnej charakteryzował się najmniej intensywnym zapachem. Uznano natomiast, że najkorzystniejszym aromatem cechował się produkt ogrzewany w parze wodnej przez 10 min. Pozytywny wpływ czasu obróbki cieplnej zaobserwowano także w przypadku smakowitości produktu (10 i 15 min). Barwę i konsystencję produktu oceniono najlepiej po 15 min ogrzewania (w ogólnej skali hedonicznej próby te zostały uznane jako pożądane).



Rys. 3. Wyniki oceny organoleptycznej batata ogrzewanego w parze wodnej w różnym czasie
Fig. 3. Results of organoleptic evaluation of steamed sweet potato at different time



Rys. 4. Wyniki oceny organoleptycznej batata ogrzewanego metodą sous-vide w różnym czasie
Fig. 4. Results of organoleptic evaluation of sweet potato heated by sous-vide method at different time

Obróbka cieplna metodą sous-vide miała korzystny wpływ na zapach batata, który według konsumentów był najbardziej atrakcyjny po 30 min obróbki (rys. 4). Uznano, że po tym czasie batat miał również najbardziej atrakcyjną barwę. Konsystencję próbek batata konsumenci ocenili najlepiej po dłuższym czasie ogrzewania. Za najbardziej smaczny uznano produkt poddany obróbce metodą sous-vide przez 60 min. W ogólnej skali hedonicznej próby te zostały uznane jako bardzo pożądane.

Niekorzystne zjawisko ciemnienia warzyw związane jest głównie z aktywnością występujących w nich enzymów, ale również z różnymi reakcjami chemicznymi zachodzącymi podczas obróbki kuli-

narnej. Ziemniaki po ugotowaniu nie zmienią już swojej barwy, ponieważ wysoka temperatura inaktywuje enzymy [Wang-Pruski i Nowak 2004]. Batat obrabiany w odpowiednio wyższych temperaturach również zachował atrakcyjną barwę. Zamknięcie próbek surowca w hermetycznym opakowaniu ograniczyło utratę wody, przez co pozostały soczyste. Trwałe i szczelne opakowanie uniemożliwiło również stratę składników lotnych i związków rozpuszczalnych, takich jak chlorek sodowy, aminokwasy, kwasy organiczne, co w rezultacie przyczyniło się do lepszego zachowania smaku, aromatu i tekstury gotowego produktu.

Podobne wyniki uzyskali Iborra-Bernad i in. [2013], poddając obróbce sous-vide zielone strąki fasoli, które odznaczały się największą pożądalnością w ocenie konsumenckiej ze względu na teksturę postrzeganą w ustach oraz smak.

Wyniki oceny sensorycznej przeprowadzone przez Werlein [1998] również wskazują, że marchew przygotowana metodą sous-vide uzyskała maksymalne wyniki dla kryteriów zapachu i smaku. Twardość (mierzona prasą Kramera) przygotowanych tą metodą marchewek zwiększyła się o 27% po przechowywaniu w lodówce od 3 do 7 dni.

Czas trwania obróbki sous-vide nie wpłynął na kolor marchwi w badaniach przeprowadzonych przez Tanseya i in. [2010].

Zmiany wartości parametrów teksturalnych pod wpływem obróbki cieplnej stwierdzili Iborra-Bernad i in. [2013], którzy zaobserwowali spadek jędrności fasolki szparagowej wraz ze wzrostem temperatury i wydłużeniem procesu cieplnego. Obróbka metodą sous-vide przez 20−50 min spowodowała zmniejszenie jędrności produktu średnio o 69% w 90°C i średnio o 32% w 80°C. Różnice w wartościach tej cechy były najprawdopodobniej spowodowane brakiem równomiernej cyrkulacji wody w urządzeniu sous-vide i odmiennymi parametrami obróbki (czas, temperatura).

Obróbka zarówno w parze wodnej, jak i metodą sous-vide skutkowała zmniejszeniem siły potrzebnej do pokrojenia marchwi, co wskazywało również na zmniejszenie jej jędrności [Rinaldi in. 2013].

WNIOSKI

1. Rodzaj zastosowanego procesu kulinarnego i czas jego trwania ma istotny wpływ na zmiany wyznaczników tekstury (twardość, sprężystość, kohezyjność i żujność) bulw batata.

2. Wydłużanie każdego z zastosowanych procesów cieplnych wpływa na zmniejszenie twardości i żujności badanego surowca.

3. Kohezyjność batata w miarę wydłużania obróbki cieplnej rozpoczętej w zimnej i wrzącej wodzie oraz obróbki parą wodną zwiększa się, natomiast w przypadku zastosowania techniki sous-vide zmniejsza się.

4. Czas trwania obróbki cieplnej bulw batata nie wpływa istotnie na wartość sprężystości z wyjątkiem obróbki techniką sous-vide, gdzie wartość parametru nieznacznie się zwiększa.

5. Przeprowadzona konsumencka ocena sensoryczna batata wykazała, iż najbardziej cenione właściwości posiadał batat poddany 60-minutowej obróbce metodą sous-vide. Warunki panujące podczas tej obróbki (pakowanie próżniowe surowca, niska temperatura procesu) pozwalają na zmniejszenie zmian struktury, co w konsekwencji pozwala na uzyskanie produktów o wysokiej jakości sensorycznej.

6. Batat poddany 60-minutowej obróbce techniką sous-vide cechował się średnimi wartościami poszczególnych parametrów tekstury: twardością 27,74 N, sprężystością 0,69, kohezyjnością 0,056 oraz żujnością 1,08 N.

PIŚMIENNICTWO

Araya, X.I.T., Smale, N., Zabaras, D., Winley, E., Forde, C., Stewart, C.M., Mawson, A.J., (2009). Sensory perception and quality attributes of high pressure processed carrots in comparison to raw, sous-vide and cooked carrots. Innov. Food Sci. Emerg. Tech., 10(4), 420–433.

Baldwin, D.E. (2012). Sous vide cooking: A review. Int. J. Gastron. Food Sci., 1(1), 15–30.

Baryłko-Pikielna, N., Matuszewska, I. (2009). Sensoryczne badania żywności: podstawy, metody, zastosowania. Wyd. Nauk. PTTŻ, Kraków.

Binner, S., Jardine, W. G., Renard, C.M.C.G., Jarvis, M.C. (2000). Cell wall modifications during cooking of potatoes and sweet potatoes. J. Sci. Food Agric., 80(2), 216–218.

Huang, D.J., Chun-Der, L.I.N., Hsien-Jung, C.H.E.N., Yaw-Huei, L.I.N. (2004). Antioxidant and antiproliferative activities of sweet potato (*Ipomoea batatas* [L.] LamTainong 57') constituents. Bot. Bull. Acad. Sin., 45, 179–186.

Iborra-Bernad, C., Philippon, D., García-Segovia, P., Martínez-Monzó, J. (2013). Optimizing the texture and color of sous-vide and cook-vide green bean pods. LWT-Food Sci. Technol., 51(2), 507–513.

Kadam, S.U., Tiwari, B.K., O'Donnell, C.P. (2015). Improved thermal processing for food texture modification. In: Modifying food texture, Chen, J., Rosenthal, A. (Eds.) Woodhead Publishing, UK.

Kays, S.J. (2018). The physiology of yield in the sweet potato. In Sweet Potato Products (pp. 87–140). CRC Press.

Konarzewska, M. (2014). Gastronomia. T. 2. Technologia gastronomiczna z towaroznawstwem. WSiP, REA, Warszawa.

Lee, Y.M., Bae, J.H., Kim, J.B., Kim, S.Y., Chung, M.N., Park, M.Y., Kim, J.H. (2012). Changes in the physiological activities of four sweet potato varieties by cooking condition. Korean J. Nutr., 45(1), 12–19.

Mazur, J., Sobczak, P., Zawiślak, K., Panasiewicz, M., Kobus, Z., Andrejko, D., Żukiewicz-Sobczak, W. (2015). Korelacja wyznaczników profilowej analizy tekstury (TPA) kwasowych serów twarogowych z jego podstawowym składem. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 582, 23–33.

Moledina, K.H., Haydar, M., Ooraikul, B., Hadziyev, D. (1981). Pectin changes in the pre-cooking step of dehydrated mashed potato production. J. Sci. Food Agric., 32(11), 1091–1102.

Rinaldi, M., Dall'Asta, C., Meli, F., Morini, E., Pellegrini, N., Gatti, M., Chiavaro, E. (2013). Physicochemical and microbiological quality of sous-vide-processed carrots and brussels sprouts. Food Bioproc. Technol., 6(11), 3076–3087.

Rumbaoa, R.G.O., Cornago, D.F., Geronimo, I.M. (2009). Phenolic content and antioxidant capacity of Philippine sweet potato (Ipomoea batatas) varieties. Food Chem., 113(4), 1133–1138.

Sikora, M., Hallmann, E., Rembialkowska, E. (2009). Zawartość związków bioaktywnych w marchwi z uprawy ekologicznej i konwencjonalnej w kontekście profilaktyki zdrowotnej. Rocz. Państw. Zakł. Hig., 60(3), 217–220.

Smoleń, S., Sady, W. (2007). Wpływ formy azotu i dokarmiania dolistnego na zawartość karotenoidów, cukrów rozpuszczalnych i związków fenolowych w marchwi. Roczn. AR w Poznaniu, 383, 619–623.

Szczesniak, A.S. (2002). Texture is a sensory property. Food Qual Prefer., 13(4), 215–225.

Ślaska-Grzywna, B., Andrejko, D., Kuna-Broniowska, I., Sagan, A., Blicharz-Kania, A. (2013). Kształtowanie wybranych właściwości teksturalnych dyni optymalizowaną obróbką cieplną. Żywn. Nauka Technol. Jakość, 20(4), 195–209.

Ślaska-Grzywna, B., Starek, A. (2011). Wpływ obróbki cieplnej na jakość cukinii. Inż. Roln., 15, 223–229.

Tansey, F., Gormley, R., Butler, F. (2010). The effect of freezing compared with chilling on selected physicochemical and sensory properties of sous vide cooked carrots. Innov. Food Sci. Emerg. Technol., 11(1), 137–145.

Wachowicz, I., Czarniecka-Skubina, E. (2004). Wpływ procesu kulinarnego na wybrane mierniki jakości marchwi i buraków. Żywn. Nauka Technol. Jakość, 3(40), 204–217.

Wanjuu, C., Abong, G., Mbogo, D., Heck, S., Low, J., Muzhingi, T. (2018). The physiochemical properties and shelf-life of orange-fleshed sweet potato puree composite bread. Food Sci. Nutr., 6, 1555–1563.

Wang-Pruski, G., Nowak, J. (2004). Potato after-cooking darkening. Am. J. Potato Res., 81(1), 7–16.

Werlein, H.D. (1998). Comparison of the quality of sous-vide and conventionally processed carrots. Z. Lebensm.-Unters. –Forsch. A, 207, 311–315.

Wronowska, B., Zadernowski, R. (2012). Skład chemiczny marchwi białej White Satin F1 świeżej i mrożonej. Bromat. Chem. Toksykol, 45(3), 364–369.

Starek, A., Sagan, A., Blicharz-Kania, A. (2018). Parametry tekstury i ocena sensoryczna bulw batata kształtowane procesem kulinarnym. Acta Sci. Pol. Technica Agraria, 17(1-2), 23–31. DOI: 10.24326/aspta.2018.1-2.3

TEXTURAL PARAMETERS AND SENSORY EVALUATION OF SWEET POTATO TUBERS SHAPE BY THE CULINARY PROCESS

ABSTRACT

The aim of the work was to investigate the influence of heat treatment on texture properties and quality of sweet potato, as well as to propose an appropriate culinary process which would allow to obtain the quality of the tested product acceptable by consumers. Samples of sweet potato tubers were subjected to four different culinary processes: boiling in 1 l of water, starting the process from cold water, boiling in 1 l of water, starting the process from boiling water, steam treatment and sous-vide treatment. Then the texture parameters were determined: hardness, springiness, cohesiveness and chewiness. In addition, after processing the samples were subjected to a consumer sensory evaluation which analyzed their color, odor, consistency and tastiness. The culinary processes significantly influenced the changes of sweet potato texture parameters. Sweet potato tubers subjected to 60 minutes sous-vide treatment were characterized by the best sensory properties.

Key words: sweet potato, culinary process, sous-vide, texture, consumer sensory evaluation