

EMILIA BERNAŚ, GRAŻYNA JAWORSKA, IRENEUSZ MACIEJASZEK,
ADRIANA BIERNACKA

WPLYW OBRÓBKI WSTĘPNEJ, ZAMRAŻANIA I ZAMRAŻALNICZEGO SKŁADOWANIA NA TEKSTURĘ PIECZAREK

Streszczenie

Celem pracy było określenie wpływu blanszowania lub moczenia i blanszowania, zamrażania i zamrażalniczego składowania na teksturę owocników pieczarki dwuzarodnikowej (*Agaricus bisporus* (Lange) Sing.). Oceny dokonano metodą instrumentalną przy użyciu teksturometru TA XT2 (TPA, komora Kramera) oraz za pomocą analizy profilowej. Na skutek obróbki wstępnej grzybów stwierdzono istotne zmniejszenie twardości i wzrost sprężystości owocników, mierzonych instrumentalnie, oraz pojawienie się wodnistości, wykazanej w analizie profilowej. Zamrażanie i zamrażalnicze składowanie wyrobów gotowych przyczyniło się do dalszego zmniejszenia twardości (niezależnie od metody oceny), żujności, chrupkości i kruchości tkanki grzybowej oraz wzrostu jej sprężystości, spójności i wodnistości. Zastosowana przed mrożeniem obróbka wstępna miała niewielki wpływ na teksturę produktów, przy czym po 8 miesiącach przechowywania najlepszą teksturą charakteryzowały się wyroby z pieczarek blanszowanych w wodzie.

Słowa kluczowe: pieczarki, tekstura, obróbka wstępna, mrożenie, zamrażalnicze składowanie

Wprowadzenie

Głównymi kryteriami jakości produktu w ocenie konsumenta są tekstura i barwa. Świeże grzyby charakteryzują się bardzo niską trwałością i w ciągu kilku dni po zbiorze znacznie pogarsza się ich jędrność oraz barwa [11], stąd celowe jest ich przetwarzanie. Jedną z metod utrwalania grzybów jest zamrażanie, przy czym zarówno podczas obróbki wstępnej (moczenia, blanszowania, nasączenia próżniowego), zamrażania, jak i zamrażalniczego składowania obserwuje się zmiany tekstury owocników [2, 7, 11]. Według Czapskiego [2] niekorzystny wpływ na teksturę grzybów ma blanszo-

Dr inż. E. Bernaś, dr hab. inż. G. Jaworska, mgr inż. A. Biernacka, Katedra Surowców i Przetwórstwa Owocowo-Warzywnego, dr inż. I. Maciejaszek, Katedra Chłodnictwa i Koncentratów Spożywczych, Wydż. Technologii Żywności, Akademia Rolnicza ul. Balicka 122, 30-149 Kraków

wanie, które jednak ze względu na dużą skuteczność w zapobieganiu ciemnieniu tkanki jest powszechnie stosowane. Zdaniem Steinbuch [9] zastosowanie blanszowania w wodzie przed mrożeniem pieczarek przyczynia się do wzrostu twardości i gumowatości owocników, szczególnie podczas długotrwałego zamrażalniczego składowania. Ponadto zabieg ten zmniejsza sztywność tkanki [6].

Celem pracy było określenie wpływu zróżnicowanej obróbki wstępnej, zamrażania i zamrażalniczego składowania na teksturę owocników pieczarki dwuzarodnikowej (*Agaricus bisporus* (Lange) Sing.).

Material i metody badań

Materiałem badawczym były świeże owocniki pieczarki dwuzarodnikowej (*Agaricus bisporus* (Lange) Sing.) pochodzące z gospodarstwa specjalistycznego, półprodukty po zróżnicowanej obróbce wstępnej, mrożonki bezpośrednio po zamrożeniu oraz po 8 miesiącach zamrażalniczego składowania.

Świeże owocniki blanszowano w wodzie (oznaczenie próby - BW) oraz blanszowano (BKM) lub moczone i blanszowano (MBKM) w roztworze wodnym 1% kwasu mlekowego i 0,1% kwasu L-askorbinowego. Moczenie trwało 1 godz., z zachowaniem proporcji masy grzybów do użytego roztworu jak 1:2. Blanszowanie prowadzono w temp. 96-98°C w ciągu 3 min. Proporcja masy grzybów do wody lub użytego roztworu wynosiła 1:5. Pieczarki nieblanszowane (NB), jak i po blanszowaniu, krojono na paski grubości około 5 mm i po umieszczeniu w opakowaniach jednostkowych zamrażano, a następnie składowano w temp. -25°C przez 8 miesięcy.

Oceny tekstury pieczarek dokonywano metodą instrumentalną oraz za pomocą analizy profilowej. Instrumentalne badanie tekstury przeprowadzono przy użyciu teksturometru TA XT2 (Stable Micro Systems Haselemere, Surrey, Anglia) [10]. W badaniach stosowano dwa rodzaje próbników: próbnik walcowy P/45 o średnicy 45 mm do przeprowadzenia profilowej analizy tekstury (TPA) oraz zmodyfikowaną komorę Kramera, wyposażoną w 3 ostrza, umożliwiającą przecięcie badanego materiału. W celu wykonania TPA z owocników pieczarki wycinano walce o średnicy i wysokości 20 mm. Następnie próbki grzybów poddawano dwukrotnemu ścisnaniu z prędkością 1 mm/s aż do uzyskania 50% deformacji, zachowując 20-sekundowe przerwy między suwami tłoka. Z uzyskanych krzywych TPA wyznaczano parametry tekstury, takie jak: twardość [N] oraz sprężystość, spójność i żujność [N]. Do badań w komorze Kramera użyto krojonych grzybów. Pomiar polegał na przecięciu 50 g materiału umieszczonego w komorze z prędkością posuwu 1 mm/s. Z uzyskanych krzywych wyznaczano dwa parametry: twardość, wyrażoną jako wartość siły maksymalnej [N] potrzebnej do przecięcia próbki materiału, oraz pracę [mJ]. Wymienione parametry tekstury analizowano w 8 powtórzeniach w przypadku badania TPA oraz w 6 powtórzeniach w przypadku pomiaru w komorze Kramera. Profilową analizę tekstury prze-

prowadzono zgodnie z PN-ISO 11036 [8] i ISO 13299 [4]. Ocenę mrożonek po rozmrożeniu wykonywał zespół składający się z 8 osób mających kwalifikacje ekspertów zgodne z PN-ISO 8586-2 [7]. W analizie profilowej uwzględniono: twardość, kruchość, chrupkość, jędrność, wodnistość, gumowatość i śluzowatość.

W celu określenia wpływu poszczególnych etapów procesu technologicznego mrożenia i zamrażalniczego składowania na teksturę pieczarek wykonano jednoczynnikową analizę wariancji, wykorzystując test F. Snedecora i test t-Studenta, w której porównano kolejno następujące po sobie zabiegi technologiczne (surowiec – obróbka wstępna, obróbka wstępna - mrożenie, mrożenie - zamrażalnicze składowanie). Ponadto obliczono najmniejszą istotną różnicę (NIR), przy poziomie prawdopodobieństwa $\alpha = 0,01$.

Wyniki i dyskusja

Po badaniu TPA twardość, sprężystość, spójność i żujność świeżych owocników pieczarki wynosiła odpowiednio 54,98 N, 0,436, 0,110 i 2,61 N (tab. 1). Pomiedzy poszczególnymi pomiarami w obrębie danej próby istniało względnie duże zróżnicowanie, bowiem stwierdzone odchylenie standardowe stanowiło 11% wartości twardości, 13% sprężystości, 16% spójności oraz 19% żujności. W celu przecięcia grzybów w komorze Kramera należało użyć siły 140,0 N i wykonać pracę 2689 mJ, przy czym stwierdzone względne wartości odchylenia standardowego były niższe niż przy pomiarze TPA, bowiem nie przekroczyły 10% (tab. 2).

W wyniku obróbki wstępnej nastąpiło istotne zmniejszenie twardości (o 39–52%) oraz wzrost spójności (o 58–68%) i z reguły sprężystości (o 16–32%) grzybów. Wykazane w przypadku żujności zmiany mieściły się w zakresie od -5 do +36%, przy czym ze względu na duże różnice pomiędzy pomiarami ($SD = 23–32\%$) były one statystycznie nieistotne. Spośród badanych obiektów najmniejszą twardością, sprężystością i żujnością charakteryzowały się grzyby moczone i blanszowane w roztworze kwasu mlekowego i kwasu L-askorbinowego (rys. 1). Ko i wsp. [5] na skutek blanszowania w wodzie owocników zimówki aksamitnotrzonowej (*Flammulina velutipes*) również stwierdzili istotne zmniejszenie twardości oraz nieistotny wzrost sprężystości grzybów (TPA). Po pomiarze tekstury pieczarek w komorze Kramera, podobnie jak po badaniu TPA, również wykazano istotne zmniejszenie twardości owocników, a zmiany w stosunku do surowca wynosiły 39–45%. Ponadto stwierdzono, że przecięcie grzybów poddanych obróbce wstępnej wymaga mniejszych o 66–69% nakładów pracy niż to obserwowano w przypadku owocników świeżych (tab. 2). Zmiany tekstury na skutek obróbki wstępnej pieczarek stwierdził także Czapski [2]. Cytowany autor stosując do pomiaru twardości grzybów komorę Kramera typu CS-1 zaobserwował, podobnie jak autorzy pracy, zmniejszenie twardości owocników o około 40%. Z kolei Zivanovic i Buescher [11] wykorzystując do pomiaru jędrności pieczarek (określonej jako siła

potrzebna do przebicia tkanki) igły o średnicy 2 mm, wykazali, że 8-minutowe blanszowanie grzybów we wrzącej wodzie istotnie, aż o 111%, zwiększa jędrność owocników.

Tabela 1

Wyniki pomiaru TPA pieczarek.

The results of the TPA measurement of *Agaricus bisporus*.

| Rodzaj produktu Kind of product | Rodzaj obróbki wstępnej Kind of preliminary processing | Wyróżnik tekstury Texture diameter | | | |
|--|---|---------------------------------------|----------------------------|--------------------------|----------------------|
| | | Twardość Hardness | Sprężystość Springiness | Spójność Cohesiveness | Żujność Chewiness |
| Grzyby po obróbce wstępnej Mushrooms after preliminary processing | S | 54,98±6,234 | 0,436±0,0580 | 0,110±0,0169 | 2,61±0,491 |
| | BW | 33,30±5,780* | 0,579±0,0405* | 0,174±0,0340* | 3,34±0,783 |
| | BKM | 33,71±6,717* | 0,570±0,0780* | 0,184±0,0420* | 3,55±1,131 |
| | MBKM | 26,42±3,279* | 0,504±0,0960 | 0,185±0,0239* | 2,47±0,656 |
| Mrożonki bezpośrednio po zamrożeniu Frozen mushrooms right after freezing | NB | 6,72±1,420* | 0,600±0,0478* | 0,611±0,0548* | 2,44±0,467 |
| | BW | 5,72±1,046* | 0,570±0,0630 | 0,592±0,0611* | 1,92±0,398* |
| | BKM | 6,01±1,342* | 0,548±0,0620 | 0,556±0,0589* | 1,80±0,328* |
| | MBKM | 5,20±1,467* | 0,521±0,0563 | 0,542±0,0463* | 1,44±0,343* |
| Mrożonki po 8 miesiącach składowania Frozen mushrooms after 8 months of storage | NB | 4,91±2,238* | 0,476±0,0675 | 0,388±0,0836* | 0,88±0,385* |
| | BW | 6,39±0,853 | 0,589±0,0408 | 0,608±0,0301 | 2,27±0,209 |
| | BKM | 2,71±0,719* | 0,573±0,1244 | 0,443±0,1519* | 0,70±0,311* |
| | MBKM | 4,68±1,804 | 0,576±0,0603 | 0,557±0,0675 | 1,47±0,504 |

* różnice statystycznie istotne w porównaniu do wcześniejszego etapu oceny (surowiec - obróbka wstępna, obróbka wstępna - mrożenie, mrożenie - zamrażalnicy składowanie) / statistically significant differences in comparison to earlier stage (fresh mushrooms - preliminary treatment, preliminary treatment - freezing, freezing - refrigerated storage);

$\alpha = 0,01$; S - świeże grzyby / fresh mushrooms; NB - brak blanszowania / not blanching; BW - blanszowanie w wodzie / blanching in water; BKM - blanszowanie w roztworze 1% kwasu mlekowego i 0,1% kwasu L-askorbinowego / blanching in 1% lactic acid and 0,1% L-ascorbic acid solution; MBKM - moczenie i następnie blanszowanie w roztworze 1% kwasu mlekowego i 0,1% kwasu L-askorbinowego / soaking and blanching in 1% lactic acid and 0,1% L-ascorbic acid solution.

Na skutek zamrożenia pieczarek nastąpiło, w stosunku do grzybów po obróbce wstępnej, znaczące, o 80-88%, zmniejszenie twardości i o 7-49% żujności owocników oraz około 2,0-4,5-krotny wzrost ich spójności (TPA). Istotny wzrost sprężystości stwierdzono tylko w mrożonce z owocników nieblanszowanych, tj. o 38% w stosunku do surowca. W wyniku pomiaru tekstury grzybów w komorze Kramera stwierdzono, że mrożonki bezpośrednio po zamrożeniu, w stosunku do owocników po blanszowaniu

lub moczeniu i blanszowaniu charakteryzowały się z reguły istotnie większą – o 10–177% twardością. Ponadto, za wyjątkiem wyrobu z grzybów nieblanszowanych, do przecięcia tkanki wymagany był większy o 68–96% nakład pracy niż po obróbce wstępnej.

Tabela 2

Wyniki pomiaru tekstury pieczarek w komorze Kramera.

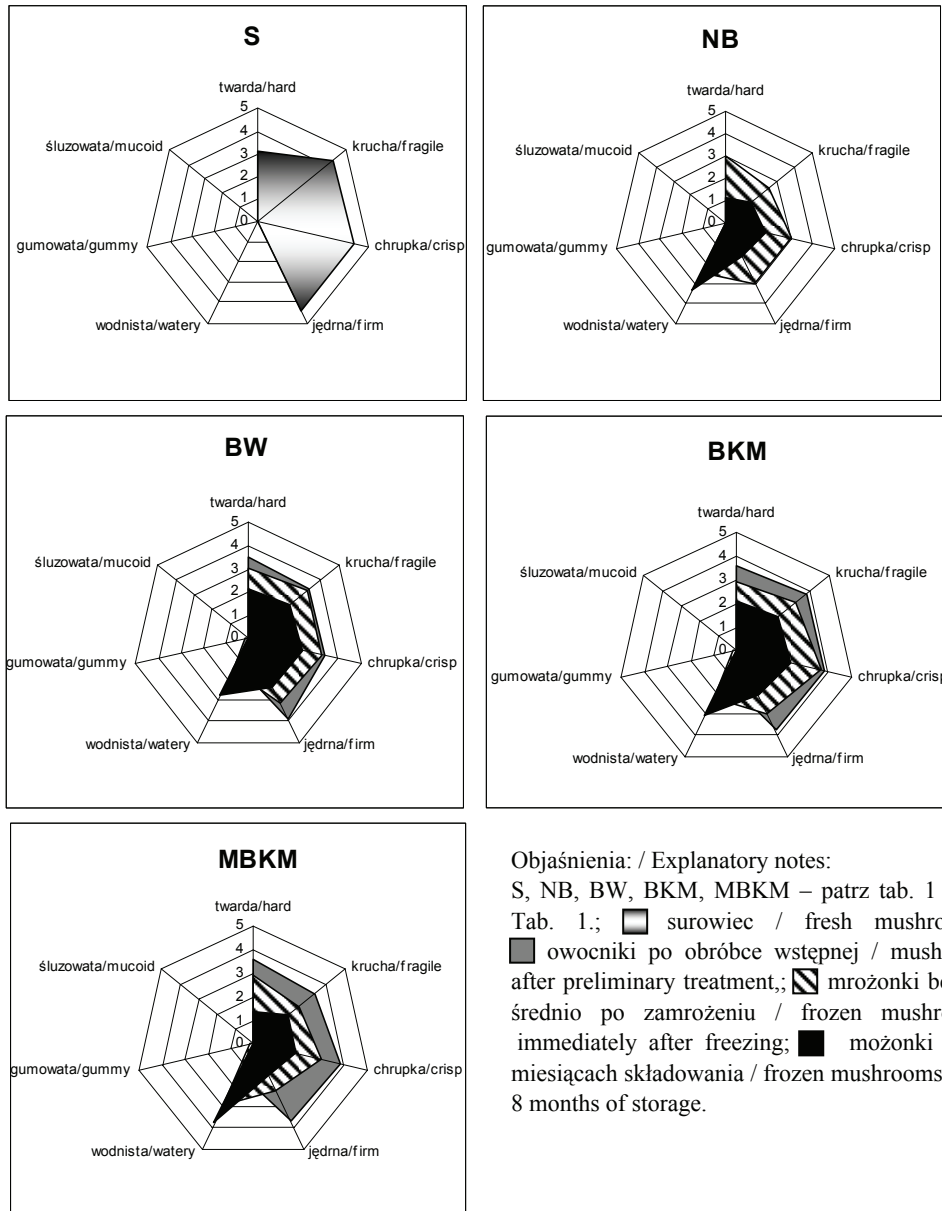
Results of the instrumental texture measurement in Kramer chamber of *Agaricus bisporus*.

| Wyróżnik tekstury Texture diameter | Rodzaj produktu Kind of product | Rodzaj obróbki wstępnej Kind of preliminary processing | | | |
|---------------------------------------|------------------------------------|---|--------------|--------------|-------------|
| | | NB (S) | BW | BKM | MBKM |
| Siła Force [N] | OW | 140,0±13,28(S) | 76,5±5,36* | 85,8±4,48* | 78,9±6,46* |
| | MO | 154,2±13,63 | 211,7±11,31* | 193,0±11,40* | 182,3±12,03 |
| | M8 | 87,6±6,92* | 97,8±9,96* | 89,1±5,56* | 73,6±6,49* |
| Praca Labour [mJ] | OW | 2689±215,1* | 864±63,5* | 918±72,0* | 821±99,5* |
| | MO | 1540±101,4* | 1695±133,2* | 1542±103,3* | 1538±95,0* |
| | M8 | 647±40,4* | 761±68,6* | 688±41,9* | 623±41,2* |

*, S, NB, BW, BKM, MBKM – objaśnienia w tab.1. / explanatory notes as in Tab. 1; OW – grzyby po obróbce wstępnej / mushroom after preliminary treatment; MO – mrożonki bezpośrednio po zamrożeniu / frozen mushrooms after freezing, M8 – mrożonki po 8 miesiącach składowania / frozen mushrooms after 8 months of storage.

Po 8 miesiącach zamrażalniczego przechowywania grzybów istotne zmiany tekstury po badaniu TPA wykazano tylko w produktach z owocników nieblanszowanych oraz blanszowanych w roztworze kwasu mlekowego i kwasu L-askorbinowego. Wartości spójności oraz żujności tych pieczarek zmniejszyły się, w stosunku do pieczarek bezpośrednio po zamrożeniu, odpowiednio o 37 i 20% oraz o 64 i 61%. Twardość i sprężystość wyrobów zmieniły się tylko w niewielkim i z reguły nieistotnym stopniu (tab. 2). W wyniku badania produktów w komorze Kramera stwierdzono, niezależnie od rodzaju obróbki wstępnej, zmniejszenie wartości siły o 43–60% oraz pracy o 55–59% (tab. 1). Uzyskane w pracy wyniki są odmienne od otrzymanych przez Czapskiego [3], który po 6 miesiącach składowania nieblanszowanych oraz blanszowanych w roztworze pirosiarczynu sodu pieczarek zaobserwował, w stosunku do grzybów świeżych lub po obróbce wstępnej 12–25% wzrost twardości owocników mierzonej w komorze Kramera typ CS-1.

Analiza profilowa świeżych pieczarek wykazała, że były one umiarkowanie twarde oraz silnie kruche, chrupkie i jędrne, bowiem przyznane noty wynosiły odpowiednio 3,1 pkt, 4,3 pkt, 4,4 pkt i 4,4 pkt. W świeżych grzybach nie stwierdzono wodnistości, gumowatości ani śluzowatości (rys. 1). Na skutek blanszowania lub moczenia



Rys. 1. Wyniki profilowej analizy tekstury pieczarek.

Fig. 1. Results of the texture profile analysis of *Agaricus bisporus*.

i blanszowania stwierdzono zwiększenie twardości owocników o 0,4–0,5 pkt oraz zmniejszenie ich kruchości o 0,5–0,9 pkt, chrupkości o 0,6–1,0 pkt i jędności o 0,5–0,8 pkt, przy czym ze względu na duże zróżnicowanie wyników w obrębie danej próby

wykazane zmiany były z reguły nieistotne statystycznie. Po obróbce wstępnej w grzybach zaobserwowano ponadto pojawienie się wodnistości, którą oceniono na poziomie 1,3–1,4 pkt. W wyniku zamrożenia pieczarek nastąpiło, w stosunku do grzybów po obróbce wstępnej, zmniejszenie jędrności owocników o 0,8–1,4 pkt, a w przypadku produktów z pieczarek nieblanszowanych oraz moczonych i blanszowanych w roztworze kwasu mlekowego i kwasu L-askorbinowego zwiększenie wodnistości o 1,5–2,5 pkt. Poziom pozostałych ocenianych wyróżników zmienił się tylko w niewielkim stopniu (rys. 1).

W wyniku składowania produktów gotowych stwierdzono istotne zmniejszenie twardości, chrupkości, jędrności i z reguły kruchości pieczarek, do poziomu odpowiednio 1,1-2,1 pkt, 1,9-2,4 pkt, 1,5-2,4 pkt i 1,5-2,3 pkt. Ponadto w owocnikach wzrosła wodnistość, którą oceniono na 2,8-3,8 pkt. Zastosowana przed mrożeniem obróbka wstępna miała przeważnie niewielki wpływ na profil tekstury produktów, przy czym spośród ocenianych mrożonek większą twardością, kruchością, chrupkością i jędrnością oraz jednocześnie mniejszą wodnistością charakteryzowały się wyroby z owocników tylko blanszowanych w porównaniu z grzybami nieblanszowanymi lub moczonymi i blanszowanymi (rys. 1).

Wnioski

1. Blanszowanie lub moczenie i blanszowanie świeżych pieczarek spowodowało istotne zmniejszenie twardości oraz wzrost sprężystości owocników mierzonych instrumentalnie. W analizie profilowej wykazano pojawienie się wodnistości, wzrost twardości oraz zmniejszenie kruchości, chrupkości i jędrności.
2. Zamrażanie i zamrażalnicze składowanie produktów przyczyniło się do zmniejszenia twardości (niezależnie od metody oceny), żujności, chrupkości i kruchości owocników oraz wzrostu ich wodnistości, sprężystości i spójności.
3. Zastosowana przed mrożeniem obróbka wstępna miała niewielki wpływ na teksturę produktów, przy czym po 8 miesiącach przechowywania największą sprężystością, spójnością, żujnością, twardością, kruchością, chrupkością i jędrnością oraz najmniejszą wodnistością charakteryzowały się wyroby z pieczarek blanszowanych w wodzie.

Praca była prezentowana podczas XII Ogólnopolskiej Sesji Sekcji Młodej Kadry Naukowej PTTŻ, Lublin, 23–24 maja 2007 r.

Literatura

- [1] Coşkuner Y., Özdemir Y.: Acid and EDTA blanching effects on the essential element content of mushrooms (*Agaricus bisporus*). J. Sci. Food Agric, 2000, **80** (14), 2074-2076.

- [2] Czapski J.: Wpływ niektórych operacji technologicznych na wydajność i jakość pieczarek blanszowanych i składowanych w zalewie. *Biul. Warz.*, 1994, **42**, 101-119.
- [3] Czapski J.: Badania jakości mrożonych pieczarek i metod ograniczających ich ciemnienie oraz pozostałości dwutlenku siarki. Cz. II. Wpływ krótkotrwałego blanszowania na jakość mrożonych pieczarek w odniesieniu do jakości grzybów bez obróbki termicznej. *Biul. Warz.*, 1995, **43**, 109-119.
- [4] ISO 13299.: 2003. Sensory analysis. Methodology. General guidance for establishing a sensory profile.
- [5] Ko W.-C., Liu W.-C., Tsang Y.-T., Hsieh C.-W.: Kinetics of winter mushrooms (*Flammulina velutipes*) microstructure and quality during thermal processing. *J. Food Eng.*, 2007, **81** (3), 587-598.
- [6] Matser A.M., Knott E.R., Teunissen P.G.M., Bertels P.V.: Effects of high isostatic pressure on mushrooms. *J. Food Eng.*, 2000, **45**, 11-16.
- [7] PN-ISO 8586-2.: 1996. Analiza sensoryczna. Ogólne wytyczne wyboru, szkolenia i monitorowania oceniających. Eksperti.
- [8] PN-ISO 11036.: 1999. Analiza sensoryczna. Profilowanie tekstury.
- [9] Steinbuch E.: Quality retention of unblanched frozen vegetables by vacuum packing. I. Mushrooms. *J. Food Technol.*, 1979, **14** (3), 321-323.
- [10] Surmacka-Szcześniak A.: Classification of textural characteristics. *J. Food Sci.*, 1963, **28**, 385-389.
- [11] Zivanovic S., Buescher B.: Changes in mushroom texture and cell wall composition affected by thermal processing. *J. Food Sci.*, 2004, **69** (1), SNQ44-SNQ49.

THE INFLUENCE OF PRELIMINARY TREATMENT, FREEZING AND FROZEN STORAGE ON *AGARICUS BISPORUS* TEXTURE

S u m m a r y

The aim of the present research was to evaluate the effect of blanching, soaking and then blanching, freezing and frozen storage on the texture of *Agaricus bisporus* (Lange) Sing mushrooms. The evaluation was made by instrumental methods using TA-XT2 Texture Analyzer and by texture profile analysis (TPA, a Kramer-shear chamber). The preliminary processing of mushrooms resulted in significantly lower hardness and in higher springiness of pilei as well as watery texture showed in profile analysis. Freezing and frozen storage of final products led to the further decrease in hardness (independently of the evaluation method applied), chewiness, crispness and fragility of mushroom tissue, while springiness, cohesiveness and watery texture increased. Preliminary treatment applied before freezing had an insignificant effect on products texture; however, after 8 months, the best texture was observed for products from *Agaricus bisporus* blanched in water.

Key words: *Agaricus bisporus*, texture, edible mushrooms, preliminary treatment, freezing, frozen storage

