

WPLÝW KINETYKI ROZMRAŻANIA NA WYBRANE WŁAŚCIWOŚCI CZOSNKU

D. Góral, P. Nakonieczny

Zakład Inżynierii Chłodziwa AR, ul. Doświadczalna 44, 20-236 Lublin

e-mail: dgoral@faunus.ar.lublin.pl

Streszczenie. Ząbki czosnku poddawano rozmrażaniu w środowiskach wodnych oraz w powietrzu owiewowo i techniką odwróconej fluidyzacji (impingement). Przebieg procesu i właściwości produktu oceniano poprzez analizę kinetyki rozmrażania, badanie wycieku rozmrażalniczego, charakterystykę tekstury na podstawie testów cięcia oraz za pomocą testu organoleptycznego w 10 punktowej skali preferencji. Rozmrażanie w powietrzu w warunkach konwekcji swobodnej prowadzi do największych strat masy sięgających 1,28%, natomiast realizacja rozmrażania techniką odwróconej fluidyzacji ogranicza te straty do 0,74% masy początkowej. Wartości maksymalnej siły cięcia czosnku surowego i po rozmrażaniu techniką odwróconej fluidyzacji są zbliżone do siebie i wynoszą odpowiednio 17,39 N i 17,37 N. Rozmrażanie pozostałymi metodami kształtuje wartości tej cechy powyżej 20,0 N i są one istotnie różnicowane. W wyniku przeprowadzonych doświadczeń stwierdzono, że czas rozmrażania i rodzaj środowiska, w którym prowadzony jest proces wpływają na właściwości rozmrożonego czosnku. Jednocześnie, wykorzystanie techniki odwróconej fluidyzacji do rozmrażania czosnku umożliwia najlepsze zachowanie jego jakości.

Słowa kluczowe: czosnek, rozmrażanie, właściwości fizyczne, odwrócona fluidyzacja.

WSTĘP

Czosnek jest popularną rośliną przyprawową oraz dobrym źródłem witamin i składników mineralnych. Zawiera wiele cennych substancji: allicynę - nadającą zapach i zarazem działającą przeciwbakteryjnie, trójsiarczek dwuallilu - który ma silne działanie bakterioobójcze i bakterioostatyczne oraz siarkowe związki lotne wykazujące wysoką skuteczność leczenia infekcji układu oddechowego. Z tego też względu czosnek jest rośliną leczniczą i przyprawową, która powinna być

spożywana przez cały rok [1,2]. Jedną z metod konserwacji czosnku zapewniającą zachowanie jego cennych walorów jest zamrażanie. Jednakże, właściwości produktu po takiej obróbce mogą znacznie odbiegać od właściwości surowca poprzez nieodpowiednio przeprowadzony proces rozmrażania prowadzący w takim przypadku do nieodwracalnych dyskwalifikujących go zmian struktury i składu chemicznego [7]. O ile zamrażanie czosnku zostało wdrożone na skalę przemysłową, to jego rozmrażaniu nie poświęcono zbyt wielu badań. W związku z powyższym przeprowadzono badania rozmrażania czosnku w zmiennych warunkach środowiskowych.

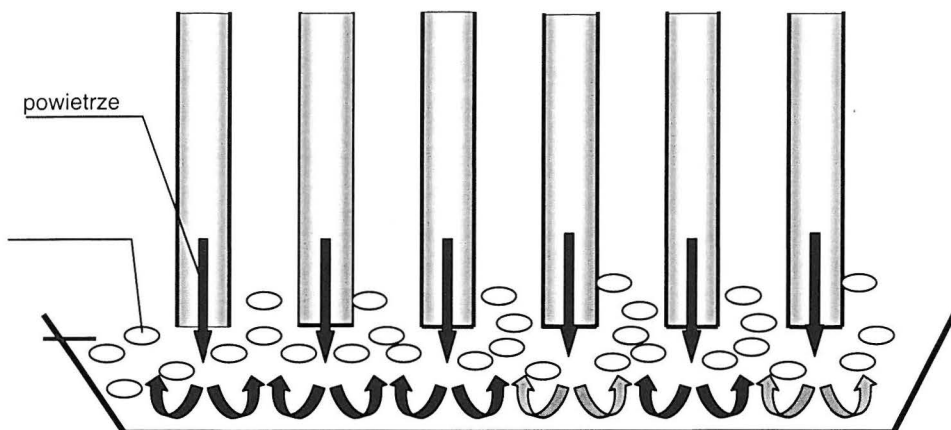
Celem pracy było porównanie wpływu metod rozmrażania czosnku na jego wybrane właściwości fizyczne.

MATERIAŁY I METODY

Badanym materiałem były pojedyncze, nieopakowane ząbki czosnku (*Allium Sativum L.*), pozbawione łusek. Do badań wybrano ząbki z cebul podziemnych o zbliżonej wielkości i średniej grubości 15,4 mm ($\pm 2,5$ mm) bez śladów porażenia chorobami. Czosnek zamrażano w powietrzu o temperaturze -32°C w warunkach konwekcji swobodnej w zamrażarce szafkowej i przechowywano w tej temperaturze do czasu wykonania dalszych badań.

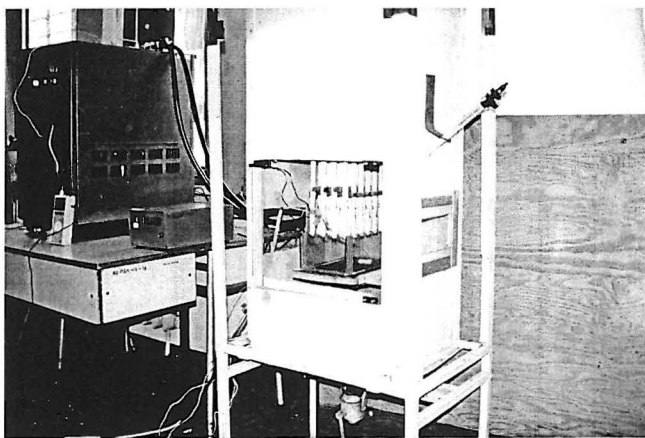
Rozmrażanie przeprowadzono w łaźni wodnej w warunkach konwekcji swobodnej i wymuszonej oraz w powietrzu w warunkach konwekcji swobodnej i metodą odwróconej fluidyzacji (impingement) [9]. Metoda odwróconej fluidyzacji polega na odpowiednim przeprowadzeniu gazu wypływającego pionowo z dysz przez warstwę produktu znajdującego się na poziomej płycie. Strumień gazu wprowadzany jest do nieruchomego złoża od góry, odbija się od płyty roboczej i wraca do otoczenia powodując wrzenie złoża [3,4,5,6] (Rys.1). Proces odwróconej fluidyzacji realizowano na stanowisku doświadczalnym znajdującym się w Zakładzie Inżynierii Chłodnictwa AR w Lublinie (Rys. 2).

Temperaturę środowiska w czasie rozmrażania utrzymywano na stałym poziomie 20°C , a proces prowadzono do uzyskania temperatury 15°C w centrum termicznym próby (Rys. 3). Każdorazowo podczas obróbki rozmrażalniczej dokonywano pomiarów zmian temperatury w centrum termicznym próby za pomocą wielokanałowego miernika temperatury wyposażonego w termopary NiCrNi. Częstotliwość próbkiowania wynosiła 1 pomiar na sekundę. Na podstawie zarejestrowanych wyników wyznaczano średnią szybkość rozmrażania i uzyskiwano krzywe przebiegu rozmrażania.



Rys. 1. Schemat realizacji procesu techniką odwróconej fluidyzacji.

Fig. 1. Scheme of impingement process.



Rys. 2. Widok stanowiska do realizacji rozmrażania metodą odwróconej fluidyzacji.

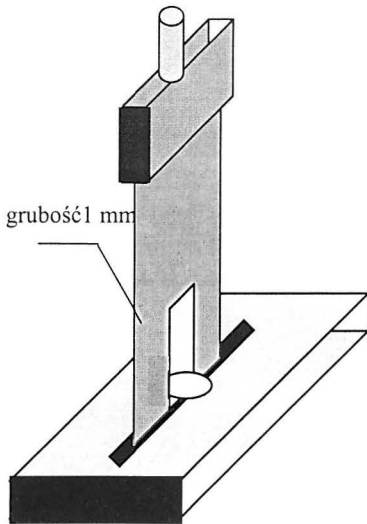
Fig. 2. The view of impingement stand.



Rys. 3. Metoda pomiaru temperatury w centrum termicznym ząbka czosnku.

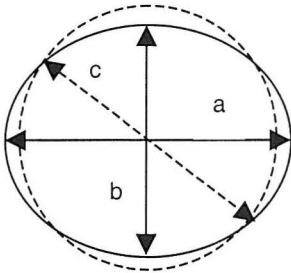
Fig. 3. Method of temperature measurement in thermal centre of garlic clove.

Zmiany właściwości fizycznych czosnku uzyskane w wyniku prowadzonego procesu oceniano poprzez charakterystykę tekstury, uzyskaną na podstawie wartościowania maksymalnej siły w testach cięcia na



Rys. 4. Schemat noża użytego w teście cięcia.

Fig. 4. Scheme of cutting blade.



Rys. 5. Sposób wyznaczenia pola przekroju ząbka czosnku.

Fig. 5. Calculation of clove area cross section.

cięcia na maszynie wytrzymałościowej Zwick Z020. Test cięcia przeprowadzono przy użyciu noża typu Warner-Bratzler [11] (Rys. 4) i prowadzono aż do całkowitego przecięcia ząbka. Czosnek był przecinany w kierunku prostopadłym do osi ząbka, a przez maksymalną siłę cięcia rozumiano najwyższą wartość siły odczytywaną z wykresu krzywych cięcia.

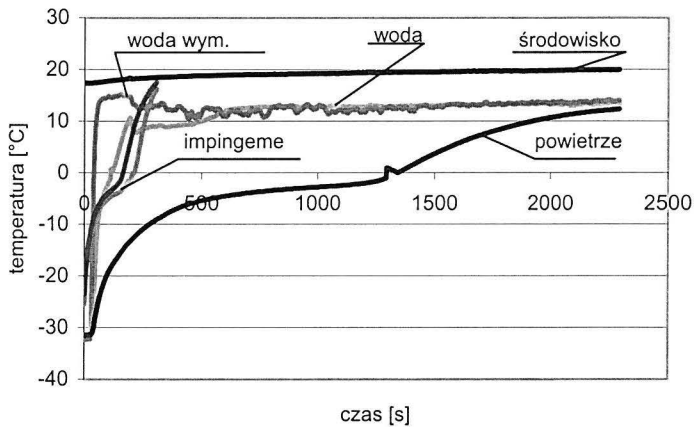
W celu wyeliminowania wpływu różnic wielkości przekroju na wartość maksymalnej siły tnącej porównano wartości stosunku maksymalnej siły tnącej do pola powierzchni przekroju ząbka (wytrzymałość na cięcie). Pole przekroju czosnku przyjmowano jako pole koła o średnicy c równej średniej arytmetycznej z wymiaru maksymalnego a i minimalnego b uzyskanego z pomiaru suwmiarką z dokładnością do $\pm 0,1$ mm (Rys. 5).

Zmianę masy po obróbce rozmrażalniczej, spowodowaną wyciekami, obliczano z różnicy masy próby przed obróbką i po rozmrożeniu, a wyrażano w procentach. Końcową ocenę wykonano za pomocą testu organoleptycznego w 10 punktowej skali preferencji, oceniając barwę, teksturę i smak czosnku nie przetworzonego i poddanego obróbce oraz porównując preferencje smakowe dla dodatku czosnku świeżego i rozmrażanego metodą odwróconej fluidyzacji do zup grochowych „Knorr”.

WYNIKI I DYSKUSJA

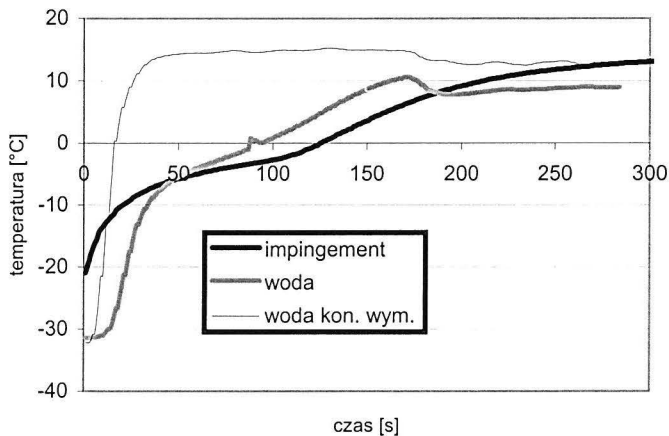
Badając kinetykę rozmrażania czosnku stwierdzono, że najdłużej trwa ona w powietrzu w warunkach konwekcji swobodnej, natomiast najkrócej w łaźni wodnej z wymuszonym obiegiem wody (Rys. 6, 7). Wykorzystanie metody odwróconej

fluidyzacji prowadzi do czasu procesu zbliżonego do czasu rozmrażania w łaźni wodnej bez wymuszonego obiegu wody. Skrócenie czasu rozmrażania ma istotne znaczenie ze względu na zachowanie właściwości smakowych i zdrowotnych czosnku. Z uwagi na ograniczenie możliwości rozwoju mikroflory na powierzchni produktu może także korzystnie wpływać na jakość produktu.



Rys. 6. Krzywe rozmrażania czosnku badanymi metodami.

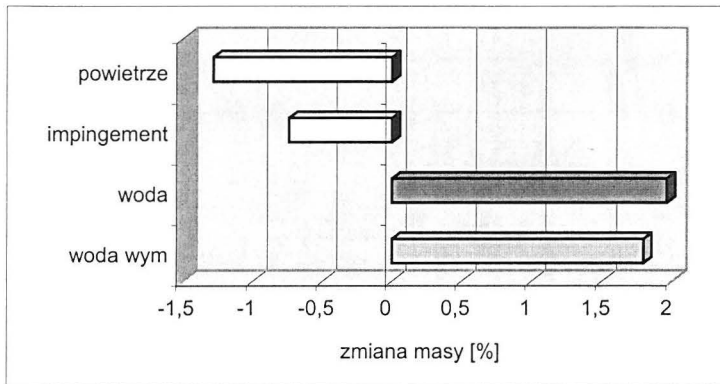
Fig. 6. Thawing curves of garlic.



Rys. 7. Porównanie krzywych rozmrażania czosnku w wodzie i metodą odwróconej fluidyzacji.

Fig. 7. Comparison of garlic thawing curves in water and impingement method.

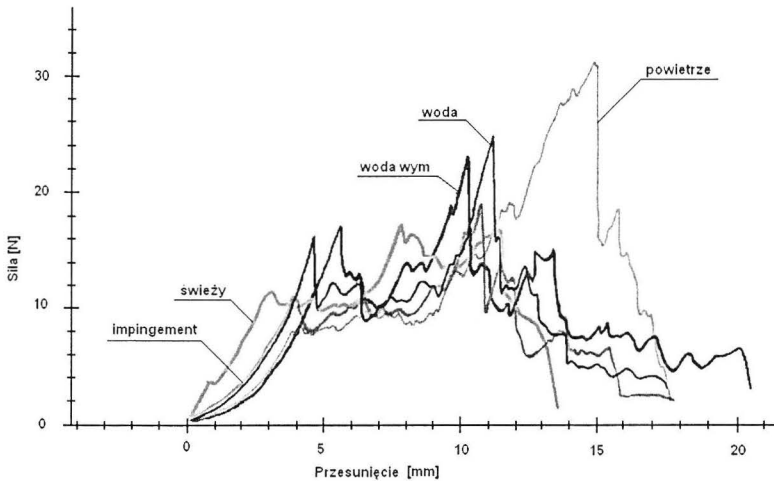
Na podstawie wyników badań zmiany masy stwierdzono, że rozmrażanie w powietrzu w warunkach konwekcji swobodnej prowadzi do strat sięgających 1,28% masy wyjściowej surowca, natomiast realizacja rozmrażania techniką odwróconej fluidyzacji ogranicza te straty do 0,74% (Rys. 8). Duże straty masy surowca podczas rozmrażania w powietrzu spowodowane są długim czasem prowadzenia procesu i w związku z tym powstawaniem uszki materiału. Rozmrażanie w wodzie w warunkach konwekcji swobodnej powoduje zwiększenie masy czosnku średnio o 1,96%, przy czym w warunkach konwekcji wymuszonej ten wzrost wynosił 1,79%. Wzrost masy materiału w tym przypadku spowodowany został nasiąkaniem czosnku wodą. Mniejszy przyrost masy przy rozmrażaniu w łaźni w warunkach konwekcji wymuszonej determinowany jest krótszym czasem procesu.



Rys. 8. Wykres zmian masy czosnku po jego rozmrażaniu.

Fig. 8. Weight changes of garlic after thawing.

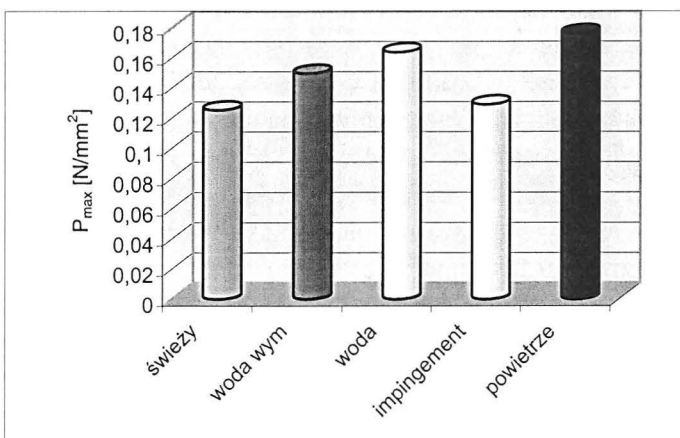
Wartości maksymalnej siły cięcia czosnku surowego i po rozmrażaniu techniką odwróconej fluidyzacji są zbliżone i wynoszą odpowiednio 17,37 N i 17,39 N. W pozostałych przypadkach rozmrażania wartości siły kształtują się powyżej 20,0 N i są istotnie zróżnicowane (Rys. 9). Niskie wartości testu świadczą o większej twardości badanego materiału, a jest to jedna z najczęściej ocenianych cech jakościowych. W przypadku rozmrażania w powietrzu twardość czosnku jest niska ze względu na ubytek masy. Natomiast przy prowadzeniu procesu w środowisku wodnym wzrost siły cięcia jest spowodowany prawdopodobnie nasiąknięciem czosnku wodą.



Rys. 9. Krzywe cięcia czosnku surowego i po rozmrażaniu.

Fig. 9. Cutting curves of raw and defrosted garlic.

Wytrzymałość na cięcie czosnku surowego i poddanego rozmrażaniu techniką odwróconej fluidyzacji są zbliżone do siebie i wynoszą odpowiednio $0,125 \text{ N}\cdot\text{mm}^{-2}$ i $0,128 \text{ N}\cdot\text{mm}^{-2}$. W pozostałych przypadkach rozmrażania wartości te kształtują się powyżej $0,14 \text{ N}\cdot\text{mm}^{-2}$. Wyniki wytrzymałości czosnku kształtują się analogicznie jak w przypadku maksymalnej siły ścinającej (Rys. 10). W związku z tym można stwierdzić, że różnice w wielkości przekroju badanego czosnku nie miały wpływu na wartość badanej cechy.



Rys. 10. Wytrzymałość na ścinanie czosnku świeżego i czosnku po rozmrażaniu.

Fig. 10. Cutting strength of raw and defrosted garlic.

W wyniku przeprowadzenia ogólnej oceny organoleptycznej czosnku po rozmrożeniu badanymi technikami stwierdzono, że najlepszym smakiem charakteryzował się czosnek rozmrażany w powietrzu, obydwoma metodami. Porównując barwę ząbków stwierdzono, że im krótszy czas rozmrażania, tym barwa najbardziej była zbliżona do barwy czosnku świeżego. Czosnek rozmrażany metodą odwróconej fluidyzacji miał najlepszą konsystencję i zapach. Po dodaniu czosnku świeżego i rozmrożonego metodą odwróconej fluidyzacji jako przyprawy do zup grochowych, nie stwierdzono istotnych różnic w smaku pomiędzy tymi zupami. Podsumowując ocenę organoleptyczną można stwierdzić, że czosnek rozmrożony techniką odwróconej fluidyzacji zachowuje najwięcej cech czosnku świeżego.

WNIOSKI

1. Badając kinetykę rozmrażania czosnku stwierdzono, że wykorzystanie w rozmrażaniu metody odwróconej fluidyzacji powoduje, iż czas procesu zbliżony jest do czasu rozmrażania w łaźni wodnej.
2. Czas rozmrażania i właściwości środowiska, w którym prowadzony jest proces wpływają na wielkość strat masy surowca. W przypadku rozmrażania w powietrzu, w konwekcji swobodnej, masa czosnku maleje o 1,28% w stosunku do masy wyjściowej, podczas gdy przy użyciu odwróconej fluidyzacji o 0,74%. Rozmrażanie w wodzie powoduje przyrost masy materiału średnio o 1,9% oraz może powodować wymywanie określonych składników z badanego surowca i przyczynić się do pogorszenia jego jakości.
3. Wyniki testu cięcia czosnku surowego i po rozmrażaniu techniką odwróconej fluidyzacji są zbliżone do siebie. W pozostałych przypadkach rozmrażania wartości te są znacznie wyższe i kształtują się powyżej 20 N. Wybór środowiska, w którym prowadzono rozmrażanie wpływa na teksturę czosnku.
4. Wytrzymałość na ścinanie czosnku nie poddanego obróbce kształtuje się na poziomie $0,125 \text{ N}\cdot\text{mm}^{-2}$, natomiast rozmrażanego metodą odwróconej fluidyzacji wynosi $0,128 \text{ N}\cdot\text{mm}^{-2}$ i jest niższa niż dla czosnku w obu przypadkach rozmrażania w wodzie (pow. $0,14 \text{ N}\cdot\text{mm}^{-2}$).
5. Wykorzystanie techniki odwróconej fluidyzacji do rozmrażania czosnku prowadzi do uzyskania najlepszej jego jakości. Potwierdziły to wyniki badań tekstury i testów organoleptycznych. Jednocześnie metoda ta zastosowana w tym przypadku pozbawiona jest wad towarzyszących prowadzeniu procesu w środowisku wodnym.

PIŚMIENICTWO

1. **Block E.:** The chemistry of garlic and onions. *Scientific American*, 114-118, 1985.
2. **Hughes B.G., Lawson L.:** Antimicrobial effects of *Allium sativum* L. (garlic) *Allium ampeloprasum* L. (elephant garlic) and *Allium cepa* L. (onion), garlic compounds and commercial garlic supplement products. *Phytother Res.*, 5, 154-158, 1991.
3. **Kluza F., Spiess W.E.L.:** Investigation on heat transfer coefficient during heat processing of food involving impingement method. 9th World Congress of Food Science and Technology, Symposium subject 35, Reg.451/181, Abstracts of Lectures and Posters, II, 47, 1995.
4. **Kluza F.:** Analiza możliwości wykorzystania procesu impingement jako metody suszenia produktów rolniczych. Ogólnopolska Konferencja Naukowa „Teoretyczne i aplikacyjne problemy inżynierii rolniczej”, Materiały Konferencyjne, Wrocław-Otmuchów, 115, 1997.
5. **Kluza F.:** Preliminary evaluation of impingement method utility for food freezing. Proceedings of the International Congress „Improved traditional foods for the next century”, DG XII European Commission and CSIC Valencia, Spain, 28-29 October 1999, 406-408, 1999.
6. **Kulkarni A.V., Rovedo C.O., Singh R.P.:** Air impingement thawing of foodstuff. 2000 IFT Annual Meeting. http://ift.confex.com/ift/2000/techprogram/paper_3955.htm 2000.
7. **Lee Y.C., Shin D.B.:** Effect of thawing methods on the flavor of crushed garlic. The IFT Annual meeting, www.confex.com/ift/99annual/abstracts/3707.htm, 1999.
8. **Osińska E., Zalewski S.:** Wpływ sposobu rozmrażania na jakość, wydajność i wartość odżywcza potraw z drobiu i ryb przyrządzanych z surowca mrożonego. Podstawy technologii gastronomicznej. red. Zalewski S., WN-T, Warszawa, 110-118, 1993.
9. **Ovadia D.Z., Walter (Chuck) C.E.:** Impingement in food processing. *Food Technology*. 52, 4, 46-50, 1998.
10. **Surówka K.:** Mikrofalowe rozmrażanie mięsa na tle metod konwencjonalnych. *Chłodnictwo*, 11, 25-28, 1995.
11. **Wheeler T.L., Shackelford S.D., Koohmaraie M.:** Standardizing collection and interpretation of Warner-Bratzler shear force and sensory tenderness data. *Proc. Recip. Meat Conf.*, 50, 68-77, 1997.

INFLUENCE OF THAWING KINETIC ON CHOSEN PROPERTIES OF GARLIC

D. Góral, P. Nakonieczny

Department of Refrigeration Engineering, Agricultural University
ul. Doświadczalna 44, 20-236 Lublin
e-mail: dgoral@faunus.ar.lublin.pl

Abstract. Garlic cloves were thawed by: water immersion, natural air convection, air impingement method. Thawing kinetics, drip loss, texture and sensory properties were analysed for the process and product. The drip loss for natural convection air thawing was 1.28%, which was higher than for the impingement thawing (0.74%). The value of maximal cutting force for raw garlic (17.37 N) and impingement thawed garlic (17.39 N) reported were similar. The results of experiments showed that thawing time and environment kind influenced on quality factors of garlic after thawing. Using impingement method provided to maintain the best quality of garlic after thawing process.

Keywords: garlic, thawing, physical properties, impingement.