

Józef GORZELANY, Dagmara MIGUT, Natalia MATŁOK
Katedra Inżynierii Produkcji Rolno – Spożywczej,
Uniwersytet Rzeszowski,

Analiza właściwości mechanicznych świeżych owoców wybranych odmian ogórków gruntowych i poddanych procesowi kiszenia

Streszczenie

W pracy określono wybrane właściwości mechaniczne świeżych oraz kiszonych owoców ogórka gruntowego. Przeanalizowano zmiany wartości parametru siły przebiccia skórki i miąższu wytypowanych odmian owoców ogórka gruntowego w zależności od zawartości wody, zalewy i czasu zakiszania. Stwierdzono około dwukrotny spadek parametru w 90 dniu procesu kiszenia. Owoce ogórków kiszonych poddano ocenie organoleptycznej metodą pięciopunktową. Niezależnie od odmiany i składu chemicznego zalewy ogórki kiszone analizowanych odmian są predysponowane do procesu kiszenia.

Słowa kluczowe: ogórki gruntowe, ogórki kiszone, siła przebiccia skórki i miąższu, zawartość wody, ocena organoleptyczna

Analysis of the mechanical properties selected varieties of fresh cucumbers and cucumbers which have undergone ensiling process

Summary

In the work, the selected mechanical properties of fresh fruit and pickled cucumbers were determined. Value parameter changes of the puncture force of peel and pulp of selected varieties of fruit cucumbers, depending on the water content, pickle brines and time of ensiling were analysed. It was found about twice the drop of the parameter in 90 days ensiling process. Fruit pickled cucumbers were organoleptic assessed using a five-point sensory method. Regardless of the variety and the chemical composition of pickle brines analysed varieties pickles are predisposed to the process of pickling.

Key words: soil-grown cucumbers, pickled cucumbers, puncture force of peel and tissue, water content, organoleptic assessment

Wprowadzenie

Kiszenie jest biologiczną metodą utrwalania żywności. Oparta jest na beztlenowym procesie fermentacji mlekowej. Substratem reakcji są cukry zawarte w surowcu, a czynnikiem utrwalającym produkt są wytworzone na drodze fermentacji bakterie kwasu mlekowego. Metoda ta znana jest od tysięcy lat i jest jednym z najlepszych procesów utrwalania żywności, ponieważ podczas jej trwania wytwarzane są bakterie kwasu mlekowego, które pozytywnie oddziałują na organizm człowieka. Po przeprowadzeniu procesu zakiszania w gotowym produkcie znajduje się duża ilość witaminy C. Powstałe w wyniku fermentacji kwasy organiczne również są korzystne dla organizmu ludzkiego (Kraszewska i in., 2005). Bakterie fermentacji mlekowej stanowią naturalną mikroflorę układu pokarmowego człowieka oraz mają zdolność do tworzenia witamin z grupy B, które są istotnym elementem procesów metabolicznych (Arnoldi, 2004). W czasie trwania reakcji powstaje głównie kwas mlekowy, ale również niewielkie ilości kwasu octowego, aldehydu octowego, butanodiolu, diacetylu oraz dwutlenku węgla. Fermentacja mlekowa prowadzi do rozkładu węglowodanów zawartych w surowcu, do kwasu mlekowego obecnego w ilości 1,0 – 1,8% w produkcie gotowym.

Kwas obniża pH środowiska z poziomu 5,5 – 6,0 do około 3,5 – 4,0. Niskie pH spowalnia przemiany enzymatyczne oraz oksydacyjnych procesów tkankowych, które powodują utlenianie się witaminy C oraz zachodzących w tkankach procesów oddechowych (Franco i in., 2012; Nawirska-Olszańska, 2011; Szafirowska i Kołowski, 2008; Brasca i in., 2007). W pH 3,5 tempo respiracji komórek znacząco spada i wynosi 10-12 % natężenia tych samych procesów w pH 6,0-7,0. Dzięki obniżeniu pH środowiska następuje zahamowanie rozwoju mikroflory szkodliwej, która optimum wzrostu wykazuje w pH bliskiemu obojętnemu (Shao-Chi i in., 2007). Fermentacja jest procesem długotrwałym w dużym stopniu zależnym od temperatury, zawartości soli w zalewie, ilości bakterii fermentacji mlekowej czy też ewentualnego zastosowania startera. Poprzez fermentację mlekową utrwała się żywność, która zawiera dużą ilość wody, a jednocześnie ich skład umożliwia rozwój bakterii fermentacji mlekowej. Bakterie kwasu mlekowego powstałe w wyniku fermentacji pełnią rolę naturalnych konserwantów żywności (Chlebowska-Śmigiel i Gniewosz, 2013; Klewicka i in., 2004). W tradycyjnych technologiach produkcji proces fermentacji zachodzi spontanicznie, a stosowanie kultur starterowych umożliwia przeprowadzenie procesu kontrolowanego, ukierunkowanego co pozwala

na uzyskanie produktu finalnego wysokiej jakości (Zaręba i Ziarno, 2011). Wymaga to użycia surowca o wysokiej higienie mikrobiologicznej oraz dodatku soli kuchennej, która stanowi pożywkę dla mezofilnych bakterii fermentacji mlekowej gwarantując im szybszy wzrost, a jednocześnie ogranicza wzrost mikroflory niepożądaną (Gacha i Natt, 2012; Zaręba i Ziarno, 2011).

Badania właściwości mechanicznych płodów rolnych, pozwalają optymalizować procesy zbioru, transportu, magazynowania i przetwarzania surowca. Ogórki gruntowe charakteryzują się anizotropowością, dlatego prowadzenie badań w tym kierunku wymaga kompleksowego podejścia oraz cykliczności. Badania właściwości mechanicznych pozwalają na określenie jakości surowca, jego jędrności oraz twardości, co decyduje o jego przeznaczeniu przetwórczym. Ponadto właściwości tekstury są podstawową cechą ocenianą przez szerokie grono konsumentów zarówno owoców świeżych jak i przetworzonych (Sakata i in., 2011; Sakuari i in., 2005). Owoce ogórka charakteryzują się niejednorodnymi wartościami parametrów przebicia w obrębie owocu, dlatego nie jest łatwo scharakteryzować jego właściwości poprzez podstawowy test na przebicie (Kohyama i in., 2009; Gorzelany i in., 2014a).

Ocena organoleptyczna stanowi uzupełnienie badań fizykochemicznych danego produktu. Xiaoyi i in. (2013) przeprowadzili ocenę organoleptyczną ogórków poddanych tradycyjnemu procesowi kiszenia oraz procesowi ukierunkowanemu w grupie dwudziestu ankietowanych. Oceniali oni podstawowe parametry jakościowe takie jak barwa, smak, zapach oraz tekstura. Uzyskane oceny mnożono przez odpowiednie współczynniki ważkości. Stwierdzono, że ogórki poddane ukierunkowanej fermentacji mlekowej charakteryzowały się lepszymi właściwościami sensorycznymi. W innym z opracowań przeprowadzono badanie dotyczące oceny sensorycznej metodą 5- punktową. Poza czterema wymienionymi parametrami grupa piętnastu ankietowanych oceniała jeszcze wygląd ogólny produktu. Ogórki kiszone z dodatkiem bakterii kwasu mlekowego charakteryzowały się lepszymi wartościami analizowanych parametrów (Gorzelany i in., 2014b).

Cel badań

Celem badań było określenie jakości świeżych oraz kiszonych owoców ogórka gruntowego, poprzez pomiar zawartości wody w świeżych owocach ogórków analizowanych odmian, analizę zmian wartości siły przebicia skórki i miąższu w czasie procesu kiszenia oraz ocena produktu finalnego przy pomocy oceny organoleptycznej.

Materiał i metoda

Badany materiał stanowiły owoce trzech odmian ogórków gruntowych (Polan F1, Śremianin F1 oraz Śremski F1), pozyskanych z poletek doświadczalnych zlokalizowanych w miejscowości Rogoźnica (woj. Podkarpackie). Ogórki zostały podzielone na frakcje wielkościowe w zależności od długości owocu. Do I frakcji wielkościowej zaliczano owoce o długości 3,5 – 5,5 cm, natomiast do II frakcji owoce o długości 6,0 – 8,0 cm. Pobrane próby zostały przetransportowane do Laboratorium Analiz Mechanicznych, Katedry Inżynierii Produkcji Rolno-Spożywczej Uniwersytetu Rzeszowskiego, gdzie zostały umyte oraz zapakowane w odpowiednio oznakowane worki. Następnie tak przygotowane próby umieszczono w chłodni

z ustaloną temperaturą – 4°C. Następnego dnia zgodnie z metodą wykonano pomiar zawartości wody w świeżych owocach ogórków gruntowych oraz wykonano pomiary wybranych właściwości mechanicznych. Pozostały materiał badawczy został poddany procesowi kiszenia w szklanych słojach oraz dwóch zalewach o różnym składzie chemicznym. Kolejne pomiary wybranych właściwości mechanicznych zostały wykonane w 10, 30, 60 oraz 90 dniu procesu kiszenia.

Pomiar zawartości wody przeprowadzony został metodą suszarkową przy wykorzystaniu cieplarki laboratoryjnej oraz wago-suszarki. Wycięte próbki w postaci plastrów z trzech miejsc tj. u nasady ogonka liściowego, środkowej oraz końcowej części owocu, zostały poddane suszeniu wstępemu w cieplarni laboratoryjnej przez 6 godzin w temp 70°C, a następnie dosuszeniu w wago-suszarce w temp 105°C.

Zawartość wody w próbkach obliczano ze wzoru:

$$W = (m_1 - m_2) / m_1 * 100\% \quad (1)$$

gdzie:

m_1 - masa próbki świeżej [g];

m_2 - masa próbki suchej [g]

Badania właściwości mechanicznych wykonywane były przy pomocy aparatu wytrzymałościowego Zwick/Roell 2010 z wykorzystaniem stempla o średnicy $\varphi = 5$ mm. Proces przebicia skórki i miąższu analizowanych odmian ogórków został przeprowadzony na całych owocach ogórka, w trzech miejscach pomiaru tj. u nasady ogonka liściowego, środkowej i końcowej części owocu w 12 powtórzeniach dla każdej z badanych części w pięciu terminach pomiaru dla owoców świeżych oraz w procesie kiszenia. Pomiar odbywał się osobno dla każdej z frakcji wielkościowej. Kiszenie przeprowadzono z wykorzystaniem dwóch zalew o różnym składzie chemicznym (tabela 1).

Tabela 1. Skład chemiczny zalew

Table 1. Chemical composition of the pickle brines

Zalewa A; Pickle brine A		Zalewa B; Pickle brine B	
Nazwa; Component	Dodatek na 100 kg ogórków [%]; Addition for 100 kg of cucumbers [%]	Nazwa; Component	Dodatek na 100 kg ogórków [%]; Addition for 100 kg of cucumbers [%]
Roztwór wodny NaCl; Water solution of NaCl	4-10	Roztwór wodny NaCl; Water solution of NaCl	2-3
Koper świeży (łodygi z baldachami); Fresh dill	2,5	Koper świeży (łodygi z baldachami); Fresh dill	2,5
Korzeń chrzanu; Horseradish root	0,2	Korzeń chrzanu; Horseradish root	0,2
Czosnek; Garlic	0,2	Czosnek; Garlic	0,15
Ziele angielskie; Allspice	0,15	Gorczyca; Mustard	0,04
Liście laurowe; Bay leaves	0,1	Liście laurowe; Bay leaves	0,01
		Ziele angielskie; Allspice	0,06
		Pieprz czarny ziarnisty; Whole grain dark pepper	0,04
		Liście porzeczki; Currant leaves	0,04

Ocena organoleptyczna analizowanych odmian owoców ogórków gruntowych została przeprowadzona w 30 dniu procesu kiszenia w Laboratorium Oceny Sensorycznej, w grupie 15 studentów Uniwersytetu Rzeszowskiego. Ankietowani wykazywali odpowiednią wrażliwość sensoryczną i predyspozycje smakowe. Ocena przeprowadzona była metodą 5- punktową polegającą na określeniu poziomu jakości poszczególnych wyróżników tj. cech świadczących

o jakości produktu, przy pomocy wartości liczbowych oraz wyrażeniu na tej podstawie jakości całkowitej ocenianego produktu. Oceny dokonano poprzez porównanie jakości kolejnych cech produktu z definicjami jakościowymi zawartymi w karcie oceny punktowej (tabela 2) i wpisanie ocen na specjalnym blankiecie sprawozdawczym. Otrzymane wyniki pomnożono przez odpowiednie współczynniki ważkości wyróżników jakościowych gotowego produktu.

Tabela 2. Karta oceny punktowej dla badanych ogórków kiszonych

Table 2. Card of the assessment by score method for tested pickled cucumbers

Wyróżnik jakości; Quality determinant	Współczynnik ważkości; Weightiness coefficients	Cechy jakościowe ogórków kiszonych; Quality features of pickled cucumbers				
		Skala punktów; Scale of score points				
		5 punktów; 5 points	4 punkty; 4 points	3 punkty; 3 points	2 punkty; 2 points	1 punkt; 1 point
Konsystencja; Consistency	0,3	bardzo twarde, chrupiące, bez pustych komór wewnątrz; very hard, crispy, no void cavities inside	średnio twarde, bez pustych komór wewnątrz; medium hard, no void cavities inside	miękkie, z niewielkimi pustymi komorami wewnątrz; soft, with small void cavities inside	miękkie, znaczące puste komory wewnątrz; soft, significant void cavities inside	bardzo miękkie, duże puste komory wewnątrz; very soft, large void cavities inside
Smak; Taste	0,4	bardzo słone, bardzo kwaśne, charakterystyczne dla ogórków kiszonych; very salty, very sour, typical for dill pickled cucumbers	słone, kwaśne; salty, sour	średnio słone i kwaśne; medium salty and sour	zbyt słone i kwaśne, mało słone i kwaśne; too salty and sour, too little-salty and too little	przesolone, nadmiernie kwaśne, bez wyczuwalnego smaku soli, nie kwaśne; oversalted, too sour, no perceptible taste of salt non-sour
Zapach; Smell	0,2	intensywny, aromatyczny, charakterystyczny dla ogórków kiszonych, z wyczuwalnym zapachem ziół i innych dodatków; intense, aromatic, typical for dill pickled cucumbers with perceptible smell of herbs and other additives	średnio wyczuwalny, z średnim aromatem dodatków i ziół; medium perceptible with medium aroma of additives and herbs	słabo wyczuwalny, ze znikomym aromatem dodatków i ziół; hardly perceptible with faint aroma of additives and herbs	lekko wyczuwalny, bez wyczuwalnego aromatu dodatków i ziół; slightly perceptible with no perceptible aroma of additives and herbs	niewyczuwalny, stęchły; not perceptible, musty
Barwa; Colour	0,1	bardzo dobra, wybarwienie pełne ciemno-zielone, charakterystyczne dla ogórków kiszonych; very good, full dark green colouring, typical for dill pickled cucumbers	dobra, zbliżona do odpowiedniej dla ogórków kwaszonych, rozjaśnienia barwy na całej długości; good, close to typical for dill pickled cucumbers, lighter spots along the whole length	z nielicznymi przebarwieniami, plamkami na końcach; with not numerous discolouration spots at the ends	z widocznymi dużymi plamami koloru brązowego, brązowego lub białego na końcach z widocznymi dużymi plamami koloru brązowego, brązowego lub białego na końcach; with well visible large brown, dark brown or white spots at the ends	brązowa, brązowa lub biała wynikająca z objawów psucia; brown dark brown or white indicating rooting
Wygląd ogólny; General appearance	0,2	bardzo dobry, charakterystyczny dla ogórków kiszonych; very good, typical for dill pickled cucumbers	dobry, zbliżony do charakterystycznego dla ogórków kiszonych; good, close to typical for dill pickled cucumbers	średni, minimalnie odbiegający od właściwego dla ogórków kiszonych; medium, minimally differing from typical for dill pickled cucumbers	minimalne objawy psucia, zapleśnienia; minimal indications of rooting and getting mould	spleśniałe, zepsute; mouldy, spoiled

Źródło pochodzenia: Opracowanie własne

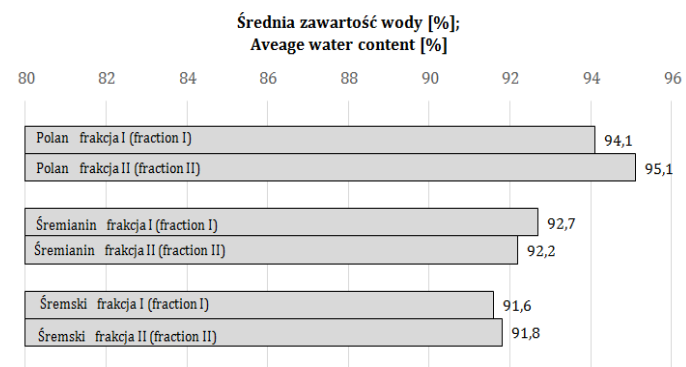
Wyniki badań i ich omówienie

Zawartość wody

Średnia zawartość wody analizowanych odmian świeżych ogórków gruntowych była w zakresie 91,8 – 95,8%. Zawartość wody w poszczególnych odmianach różniła się od siebie nieznacznie. Nie wykazano istotnych różnic pomiędzy zawartością wody pomiędzy frakcjami wielkościami w obrębie analizowanej odmiany. Rysunek 1 przedstawia średnią zawartość wody w analizowanych odmianach świeżych owoców ogórków gruntowych.

Siła przebiccia skórki i miąższu

Siła F [N], jaka potrzebna jest do przebiccia skórki i miąższu owoców ogórka uzależniona jest od jego wielkości, miejsca przebiccia, odmiany oraz zawartości wody w badanym surowcu.

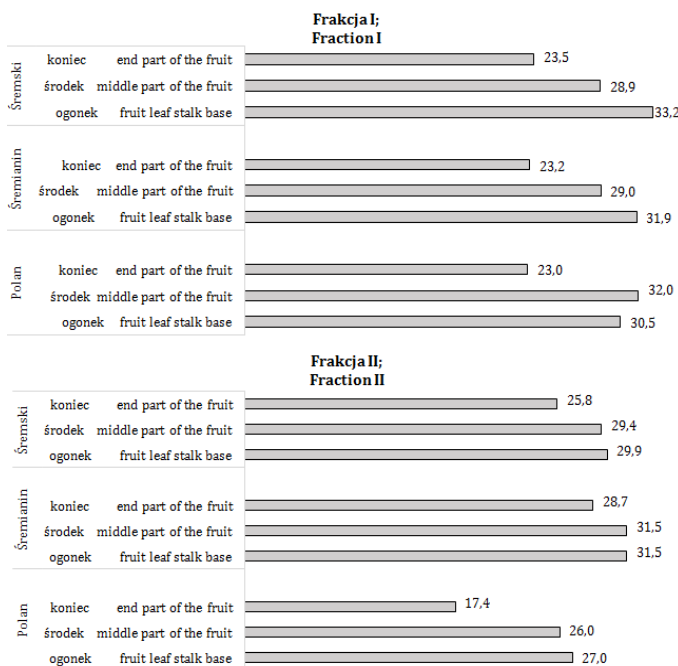


Rys. 1. Zawartość wody [%] w świeżych owocach ogórka gruntowego

Fig. 1. The average water content [%] of the analyzed varieties of fresh cucumbers

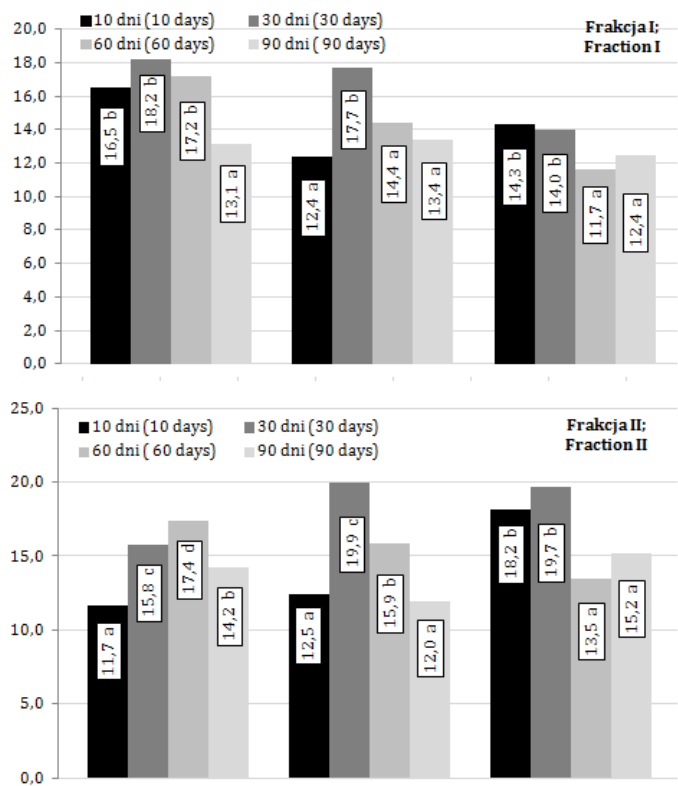
Rysunek 2 przedstawia średnią siłę przebiccia skórki i miąższu świeżych owoców ogórka gruntowego dla analizowanych

odmian, w trzech miejscach pomiaru tj. nasadzie ogonka liściowego, środkowej oraz końcowej części owocu ogórka.



Rys. 2. Średnia wartość siły przebicia skórki i miąższu świeżych owoców wybranych odmian ogórków gruntowych stemplem o średnicy 5 mm w trzech miejscach przebicia

Fig. 2. Average force required to puncture the peel and flesh of the fresh fruits of the selected varieties of cucumbers with the punch of the diameter of 5 mm in three puncture place

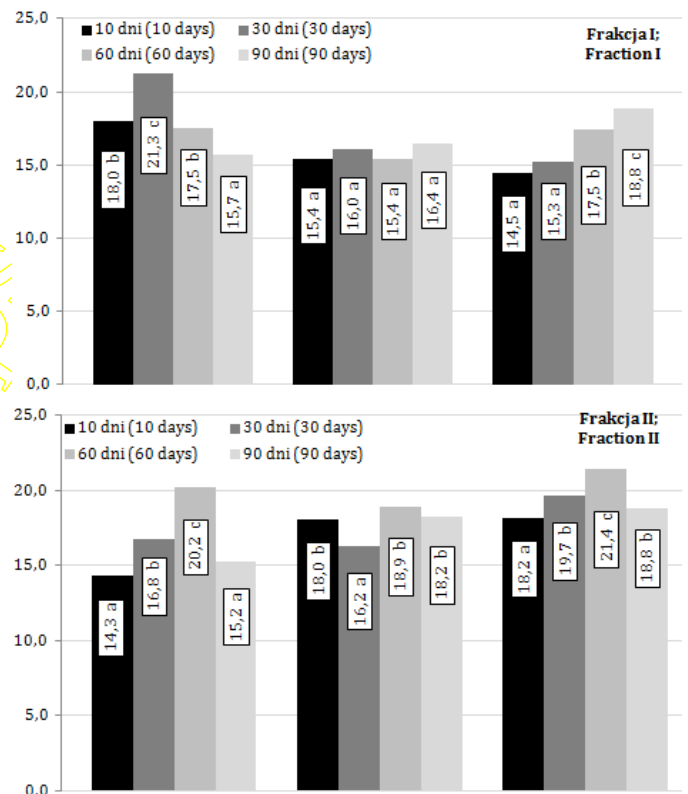


Rys. 3. Średnia wartość siły przebicia skórki i miąższu owoców wybranych odmian ogórków gruntowych, stemplem o średnicy 5 mm w czasie procesu zakiszania. Zalewa A

Fig. 3. Average force required to puncture the peel and flesh of the fruits of the selected varieties of cucumbers with the punch of the diameter of 5 mm during ensiling. Pickle brine A

Największą siłą przebicia z pośród analizowanych odmian odnotowano dla odmiany Śremski u nasady ogonka liściowego. Wartość ta wynosiła 34,5 N. Końcowa część owocu w odmianie Polan charakteryzowała się najniższą średnią wartością siły przebicia skórki i miąższu, która wyniosła 21,3 N. W analizowanych odmianach zaobserwowano najniższe wartości średniej siły przebicia w końcowych częściach owoców ogórka. Wartości uzyskane dla nasady ogonka liściowego oraz środkowej części owocu były do siebie zbliżone w obrębie odmiany. Najwyższymi wartościami siły przebicia skórki i miąższu odznaczała się odmiana Śremianin.

Podczas procesu kiszenia odnotowano znaczący spadek wartości siły przebicia skórki i miąższu we wszystkich analizowanych odmianach. Wartości parametru ulegały zmniejszeniu wraz z trwaniem procesu kiszenia, dlatego też stwierdzono, iż wartości analizowanego parametru uzależnione były od czasu zakiszania i składu chemicznego zalewy. Rysunki 3 oraz 4 przedstawiają wartości siły przebicia skórki i miąższu analizowanych odmian świeżych ogórków gruntowych oraz w czasie zakiszania w dwóch zalewach o różnym składzie chemicznym (A i B).



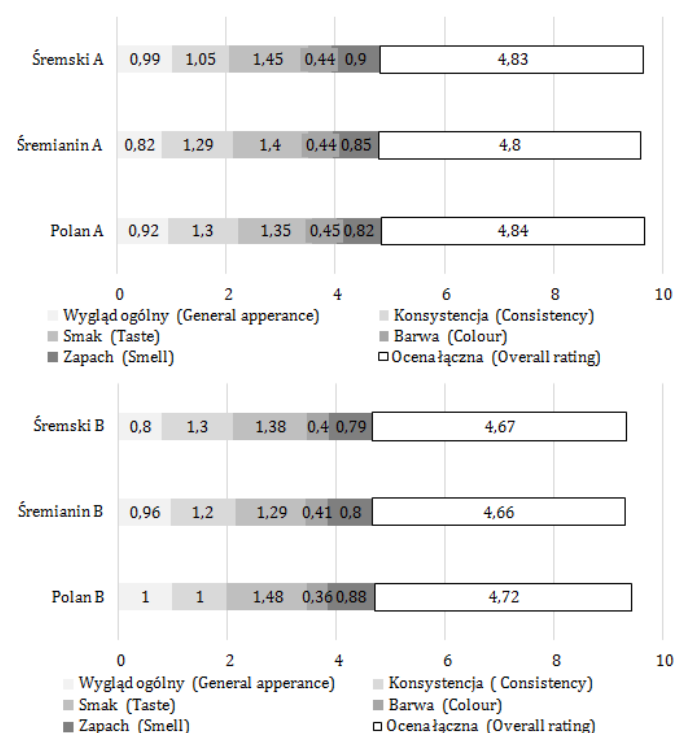
Rys. 4. Średnia wartość siły przebicia skórki i miąższu owoców wybranych odmian ogórków gruntowych, stemplem o średnicy 5 mm w czasie procesu zakiszania. Zalewa B

Fig. 4. Average force required to puncture the peel and flesh of the fruits of the selected varieties of cucumbers with the punch of the diameter of 5 mm during ensiling. Pickle brine B

Zastosowano analizę wariancji ANOVA, która pozwala porównać między sobą więcej niż dwie grupy zmiennych oraz porównać ze sobą wpływ wybranych czynników na badaną cechę poprzez porównanie różnic pomiędzy średnimi. Wykonano również test post-hoc Najmniejszych Istotnych Różnic (NIR) przy poziomie ufności $\alpha = 0,05$. Wyniki analizy przedstawione zostały graficznie za pomocą liter (a, b, c) na

zamieszczonych w tekście rysunkach (nr 3 i 4). Zaobserwowano różnice istotnie statystyczne pomiędzy analizowanymi odmianami w czasie zakiszania. Istotnie statystycznych różnic nie zaobserwowano dla ogórków frakcji II kiszonych w zalewie A w 90 dniu procesu. Analizując wartości uzyskane dla owoców świeżych nie stwierdzono różnic istotnych statystycznie dla ogórków frakcji I.

Analizując otrzymane wyniki stwierdzono spadek siły przebicia skórki i miąższu dla wszystkich analizowanych odmian w stosunku do świeżego materiału badawczego. W 90 dniu kiszenia stwierdzono około dwukrotny spadek wartości parametru. Najniższe wartości siły przebicia odnotowano w 10 dniu procesu kiszenia, co może być spowodowane procesami zmiany ciśnienia osmotycznego, dyfundacji soli z zalewy do wnętrza ogórków, samym procesem fermentacji, powstawaniem kwasu mlekowego przez rozkład węglowodanów zawartych w surowcu czy obniżeniem pH środowiska. Podczas kolejnych terminów pomiaru wartości parametru były do siebie zbliżone. Ogórki poddane kiszeniu w zalewie B charakteryzowały się wyższymi wartościami siły przebicia skórki i miąższu podczas trwania procesu kiszenia. Ponadto nie stwierdzono różnic istotnych statystycznie pomiędzy wartością parametru a frakcją wielkościową ogórków kiszonych w zalewie A. Odnotowano istotne różnice pomiędzy frakcją wielkościową, a siłą przebicia skórki i miąższu w owocach poddanych kiszeniu w zalewie B. Małe owoce ogórka są bardziej odporne na przebicie w porównaniu do owoców dużych. Zależność ta występuje w odmianach Śremianin i Śremski, u odmiany Polan nie zaobserwowano tej zależności.



Rys. 5. Ocena analizowanych wyróżników jakościowych w zależności od odmiany i składu chemicznego zalewy. Zalewa A i B

Fig 5. Assessment of the tested quality features of dill pickled cucumbers as the function of variety and chemical composition of pickle. Pickle brine A and B

Ocena sensoryczna stanowi uzupełnienie badań fizykochemicznych pozwalających na prawidłową ocenę produktu. Na łączną ocenę końcową składają się wyróżniki jakościowe

takie jak wygląd ogólny, konsystencja, smak, zapach oraz barwa produktu. Ocena ta przekazuje informacje o reakcji zmysłów na dany produkt. Rysunek 5 przedstawia ocenę punktową analizowanych odmian ogórków kiszonych w 30 dniu procesu w zależności od składu chemicznego zalewy.

Z pośród analizowanych odmian, niezależnie od składu chemicznego zalewy najwyższą ocenę otrzymały owoce odmiany Polan kiszane w zalewie A – 4,84 pkt, najniższą zaś, owoce odmiany Śremianin poddanej kiszeniu w zalewie B – 4,66 pkt. Biorąc pod uwagę skład chemiczny zalewy najlepsze wyniki uzyskano podczas kiszenia owoców ogórka w zalewie A. Wyniki przeprowadzonej oceny organoleptycznej pozwalają twierdzić, iż niezależnie od składu chemicznego zalewy uzyskano produkt wysokiej jakości wysoko oceniany przez ankietowanych.

Wnioski

1. Zawartość wody w świeżych owocach ogórków gruntowych była zróżnicowana i mieściła się w zakresie 91,6% w odmianie Polan frakcja II, do 95,1% w odmianie Śremski Frakcji I.
2. Siła przebicia skórki i miąższu świeżych owoców ogórków gruntowych wynosił od 21,3 N w końcowej części ogórka odmiany Polan, do 31,5 N w nasadzie ogonka liściowego odmiany Śremski W 90 dniu procesu odnotowano spadek wartości siły przebicia skórki i miąższu, wartości te były w zakresie 12,0 N dla odmiany Śremianin frakcji I kiszonej w zalewie A, do 18,8 N dla ogórków odmiany Śremski kiszonych w zalewie B, zarówno w I jak i II frakcji wielkościowej.
3. Największy spadek wartości siły przebicia skórki i miąższu odnotowano w pierwszych dniach zakiszania – I termin pomiaru.
4. Ogórki kiszane poddane ocenie organoleptycznej uzyskały bardzo dobre wyniki, niezależnie od zastosowanej zalewy. Minimalnie niższe noty otrzymały ogórki poddane kiszeniu w zalewie B.

Bibliografia

- Arnoldi, A. (2004). Functional Foods. Cardiovascular Disease and Diabetes. *Food Science and Technology*, 4, 450-451. DOI: [10.1177/ffcd/450](https://doi.org/10.1177/ffcd/450).
- Brasca, M., Morandi, S., Lodi, R., Tamburini, A. (2007). Redox potential to discriminate among species of lactic acid bacteria. *Journal of Applied Microbiology*, 103, 1516-1524. DOI: [10.1111/jam/1516](https://doi.org/10.1111/jam/1516).
- Chlebowska-Śmigiel, A., Gniewosz, M. (2013). Próba zastosowania pullulanu jako stymulatora wzrostu wybranych bakterii probiotycznych i potencjalnie probiotycznych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 3(88), 111 – 124.
- Franco, W., Perez-Diaz, I., Johanningsmeier, S., McFeeters, R. (2012). Characteristic of spoilage-associated econdary cucumber fermentation. *Applied and Environmental Microbiology*, 78(4), 1273-1284. DOI: [10.1128/aem/1273](https://doi.org/10.1128/aem/1273).
- Garcha, S., Natt, S. (2012). In situ control of food spoilage fungus using Lactobacillus acidophilus NCDC 291. *Journal of Food Science and Technology*, 49(5), 643-648. DOI: [10.1007/jfst/643](https://doi.org/10.1007/jfst/643).
- Gorzalany, J., Matłok, N., Migut, D. (2014a). Assessment of the mechanical properties of fresh soil- grown cucum-

- ber fruits. *TEKA. Commission of motorization and energetics in agriculture*, 4(14), 15-18.
- Gorzelany, J., Matłok, N., Migut, D., Cebulak, T. (2014b). Quality of dill pickled cucumbers depending on the variety and chemical composition of pickle brine. *TEKA. Commission of motorization and energetics in agriculture*, 4(14), 19-22.
- Klewicka, E., Motyl, I., Libudzisz, Z. (2004). Antagonistyczna aktywność bakterii *Lactobacillus brevis* Lock 0944 w fermentowanym soku buraczanym. *Przemysł Fermentacyjny i Owocowo – Warzywny*, 12, 34-35.
- Kohyama, K., Nagata, A., Tamaki, Y., Sakurai, N. (2009). Comparison of human-bite and instrument puncture tests of cucumber texture. *Postharvest Biology and Technology*, 52(2), 243-246. DOI: [10.1016/pbt/243](https://doi.org/10.1016/pbt/243).
- Kraszewska, J., Wzorek, W., Sztando, E., Raczyńska-Cabaj, A. (2005). Aktywność antagonistyczna bakterii fermentacji mlekowej z gatunku *Lactobacillus plantarum*. *ACTA Scientiarum Polonorum. Technologia Alimentaria*, 4, 39-52.
- Nawirska-Olszańska, A. (2011). Minimalne przetworzenie, maksymalne kombinacje. *Agro przemysł*, 3(4), 36-44.
- Sakata, Y., Horie, H., Yoshioka, Y. (2011). Fruit textures of beet alpha, greenhouse, Japanese, pickling and slicer-type cucumbers. *The Japanese Society for Horticultural Science*, 80(4), 420-425. DOI: [10.2503/jshs/420](https://doi.org/10.2503/jshs/420).
- Sakurai, N., Iwatani, S., Terasaki, S., Yamamoto, R. (2005). Texture evaluation of cucumber by a new acoustic vibration method. *The Japanese Society for Horticultural Science*, 74, 31-35. DOI: [10.2503/jshs/31](https://doi.org/10.2503/jshs/31).
- Shao-Chi, W., Fu-Jin, W., Chorng-Liang, P. (2007). Growth and survival of lactic acid bacteria during the fermentation and storage of seaweed oligosaccharides solution. *Journal of Marine Science and Technology*, 15, 104-114.
- Szafirowska, A., Kołowski, S. (2008). Wykorzystanie allelopatycznych właściwości roślin w uprawie warzyw. *Problemy Inżynierii Rolniczej*, 1(16), 117-122.
- Xiaoyi, J., Yuan, W., Xingzhu, W., Yonghua, L., Weiwei, X., Hui, R., Guoqing, H. (2013). Effects of lactic acid bacteria inoculated fermentation of pickled cucumbers. *Advance Journal of Science and Technology*, 5(12), 1610-1617. DOI: [10.12913/ajst/1610](https://doi.org/10.12913/ajst/1610).
- Zaręba, D., Ziarno, M. (2011). Alternatywne probiotyczne napoje warzywne i owocowe. *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna*, 2(44), 160-168.

Józef Gorzelany

Katedra Inżynierii Produkcji Rolno-Spożywczej

Wydział Biologiczno- Rolniczy

Uniwersytet Rzeszowski

ul. Zelwerowicza 4, 35-601 Rzeszów

e-mail: <mailto:gorzelan@univ.rzeszow.pl>