



**INSTYTUT BIOTECHNOLOGII
PRZEMYSŁU ROLNO-SPOŻYWCZEGO
im. prof. Wacława Dąbrowskiego
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY**

KAPUSTA KISZONA – DIAGNOZA STANU



**BROSZURA ZREALIZOWANA W RAMACH ZADAŃ BADAWCZYCH FINANSOWANYCH
PRZEZ MINISTERSTWO ROLNICTWA I ROZWOJU WSI, ZADANIE NR 5:
„OPRACOWANIE STANDARDÓW RYNKOWYCH DLA FERMENTOWANYCH
PRODUKTÓW WARZYWNYCH”**

**ZAKŁAD TECHNOLOGII FERMENTACJI IBPRS-PIB
WARSZAWA, GRUDZIEŃ 2024**

Warszawa, grudzień 2024

**Zakład Technologii Przetworów Owocowych i Warzywnych
Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego im. prof. Wacława Dąbrowskiego -
PIB**

**Broszura zrealizowana w ramach zadań badawczych finansowanych przez Ministerstwo
Rolnictwa i Rozwoju Wsi, zadanie nr 5: „Opracowanie standardów rynkowych dla
fermentowanych produktów warzywnych”**

KAPUSTA KISZONA – DIAGNOZA STANU

**Autorzy: dr inż. Katarzyna Piasecka-Józwiak
dr inż. Renata Choińska
dr inż. Antoni Miecznikowski
mgr inż. Anna Dworska
mgr inż. Monika Kliszc
mgr inż. Juliusz Załuski
mgr Magdalena Kropielnicka
inż. Piotr Pisarek**

Wprowadzenie

Kiszonki warzywne są obecnie popularniejszym produktem żywnościowym, zawdzięczając swój renesans walorom odżywczym, wynikającym z zawartych w nich związków bioaktywnych oraz przynależności do kategorii produktów tradycyjnych i naturalnych. Dodatkowym aspektem wzrostu zainteresowania tymi produktami jest traktowanie ich jako źródła potencjalnie probiotycznych drobnoustrojów, korzystnie wpływających na organizm człowieka. Kiszonki warzywne i kiszane soki owocowe zaliczane są do żywności funkcjonalnej ponieważ mogą być elementem codziennej diety i równocześnie wykazują dodatkowy wpływ wykraczający poza funkcję odżywczą, dostarczając korzyści fizjologicznych i redukując ryzyko chorób cywilizacyjnych. Zgodnie z definicją, kapusta kiszona (fermentowana) została wytworzona w wyniku wzrostu pożądanego mikroorganizmów, ich metabolizmu i enzymatycznych przemian składników żywności. Nadrzędnym warunkiem zaklasyfikowania do produktów kiszonych jest udział mikroorganizmów w kiszeniu, przy wykluczeniu utrwalania poprzez dodatek np. kwasu octowego.

W polskiej tradycji żywieniowej kiszenie jest powszechnie stosowaną metodą utrwalania warzyw i obecne w świadomości konsumentów jako zabieg naturalny. Popularne produkty kiszane to głównie kapusta kiszona i ogórki; inne warzywa poddawane są fermentacji mlekowej znacznie rzadziej.

W przypadku kapusty, kiszeniu poddawana jest kapusta głowiasta biała (*Brassica oleracea* L.var.*capitata* L.f.*alba*) należąca do rodziny krzyżowatych (*Brassicaceae*). Kapusta jest źródłem witamin, zwłaszcza C (25–50 mg×100 g⁻¹), B6, B12, potasu, wapnia, cynku i żelaza. Zawiera także kwasy organiczne, glukozytolany oraz błonnik pokarmowy. Kapusta po zakiszeniu zachowuje

swoją wartość odżywczą, nabywając charakterystyczne cechy smakowe. W optymalnych warunkach fermentacji zawartość witaminy C w kapuście kiszzonej może wzrosnąć o 50 % w stosunku do zawartości początkowej. Na jakość kiszzonek wpływa surowiec, szczególnie istotny jest sposób nawożenia i świeżość, mikroorganizmy naturalnie obecne (mikrobiota roślin, składająca się z mikroorganizmów pożądaných i szkodliwych), dodatki tj. sól, przyprawy (których zadaniem, oprócz nadawania smaku, jest sprzyjanie selekcji mikroorganizmów), woda.

Kiszonki roślinne mogą być źródłem bakterii potencjalnie probiotycznych; zalicza się je obecnie, obok produktów mleczarskich, do ich nośników (matryc w której mogą być dostarczane do organizmu). Surowce roślinne charakteryzują się różnorodnością drobnoustrojów (w tym patogennych), wpływających na stan fizjologiczny rośliny. Wśród tej mikroflory bakterie fermentacji mlekowej (LAB – z ang. Lactic Acid Bacteria), odpowiedzialne za kiszenie, stanowią tylko niewielką część (2-4 log cfu g⁻¹). Do najczęściej identyfikowanych w obrębie mikroflory roślinnej należą homofermentacyjne i heterofermentacyjne bakterie mlekowe należące rodzajów do *Leuconostoc*, *Lactobacillus*, *Weissella*, *Enterococcus* i *Pediococcus*. Produkty końcowe heterofermentacji glukozy obejmują kwas mlekowy (niektóre gatunki wytwarzają tylko D (-), a inne zarówno enancjomery D (-), jak i L (+) kwasu mlekowego), dwutlenek węgla, etanol, kwas octowy i inne metabolity. W przypadku homofermentacji produktem kiszenia jest głównie kwas mlekowy. Do osiągnięcia stabilnego produktu o smaku i aromacie typowym dla kiszzonej kapusty jest niezbędna prawidłowa sekwencja organizmów bakterii mlekowych *Leuconostoc mesenteroides*, *Pediococcus pentosaceus*, *Levilactobacillus brevis* i *Lactiplantibacillus plantarum*. *L. mesenteroides* jest głównym gatunkiem biorącym udział we wczesnym etapie fermentacji kiszzonej kapusty, *Lpb. plantarum* staje się dominującym gatunkiem na ostatnim etapie tj. około 3 do 5 dni po rozpoczęciu fermentacji. Efektem kiszenia jest kapusta zawierająca kwas mlekowy w ilości 0,8 do 1,2 % i kwasy lotne (głównie octowy w ilości 0,2-0,3%, a także etanol. Niekiedy do inicjowania fermentacji stosowane są kultury starterowe złożone z bakterii, gatunków LAB, które dominują podczas fermentacji spontanicznej roślin, takich jak *Leuconostoc spp.*, *Lpb. plantarum*, *Lpb. pentosus* i *W. cibaria*. Metabolity powstające podczas fermentacji powodują obniżenie pH produktu i zabezpieczają przed rozwojem niepożądanych drobnoustrojów (bakterii gnilnych i masłowych). Smak i zapach kiszonki powinien być charakterystyczny dla procesów fermentacji mlekowej, czyli lekko ostry, kwaśny i słony. Do kapusty nie jest dozwolone dodawanie konserwantów, lub kwasu octowego, wbrew temu zdarzają się przypadki zabezpieczania kapusty przed zepsuciem poprzez dodawanie soli kwasu sorbowego. Do częstych wad kapusty kiszzonej przygotowywanej w tradycyjny sposób należą niewłaściwa barwa, mętność zalewy, obce nuty zapachowe, widoczne oznaki zepsucia.

Prawidłowo ukwaszona kapusta powinna spełniać wymagania sensoryczne i fizykochemiczne Polskiej Normy PN-A-77700:2006.

Kapusta kiszona

a) Wygląd i struktura: Kapusta kiszona powinna być jędrna, o kremowobiałej lub białej barwie (ewentualnie żółtej z odcieniem szarym) skrawków. Skrawki powinny nie grubsze niż 2-3 mm i jednolitej wielkości.

b) Smak i zapach: Kapusta kiszona powinna mieć wyraźnie kwaśny, ale nie zbyt intensywnie ostry smak. Właściwie ukiszona kapusta ma charakterystyczny zapach kwasu mlekowego, który nie jest nieprzyjemny ani zgniły. Smak może być wzbogacony o nuty przypraw, takich jak liść laurowy, ziele angielskie czy kminek.

c) Kwasowość: Idealna kapusta kiszona nie powinna być ani za mało, ani za bardzo kwaśna. Optymalny poziom kwasowości jest wynikiem właściwego czasu fermentacji i odpowiedniej temperatury. Zbyt kwaśna kapusta może świadczyć o zbyt długim procesie fermentacji, natomiast niedostateczna kwasowość sugeruje, że proces został zatrzymany zbyt wcześnie.

d) Właściwa tekstura: Kapusta kiszona powinna być miękka, ale nie rozgotowana. Zbyt miękka, rozpadająca się przy ucisku palca kapusta może oznaczać nadmierną fermentację lub nieprawidłowe przechowywanie.

e) Jakość zalewy: Zalewa kapusty kiszonej powinna być klarowna o jasnoszarym, opalizującym kolorze, jednak nie powinna być mętna ani zawierać osadu. Należy unikać obecności nieprzyjemnych zapachów czy zanieczyszczeń w samej zalewie.

Charakterystyka fizykochemiczna:

Wymagania dla kapusty kiszonej

- pH: 3,4 – 4,0
- kwasowość ogólna w przeliczeniu na kwas mlekowy: 1,0 – 1,8% (kl. I) lub $\geq 0,9\%$ (kl. II)
- zawartość chlorków w przeliczeniu na chlorek sodu: 1,2 – 2,5%
- zanieczyszczenia mineralne: $\leq 0,01\%$
- zawartość organiczne pochodzenia roślinnego: $\leq 0,01\%$

Charakterystyka mikrobiologiczna:

Brak jest konkretnych wyznaczników jakości mikrobiologicznej dla kapusty kiszonej w obowiązujących przepisach. Rozporządzenie Komisji (WE) nr 2073/2005 z dnia 15 listopada 2005 r. w sprawie kryteriów mikrobiologicznych dotyczących środków spożywczych odnosi się jedynie do zawartości *E.coli* w owocach i warzywach krojonych i soków niepasteryzowanych.

W wyniku kiszenia pH produktów jest obniżane do wartości poniżej 4,2, zazwyczaj 3,5 - 4. W produktach kwaśnych nie następuje rozwój bakterii przetrwalnikujących (*Clostridium*, *Bacillus*), przy pH 4 zostaje zahamowany rozwój bakterii gnilnych oraz bakterii grupy coli, czynnikiem ograniczającym rozwój niepożądanych mikroorganizmów jest także sól.

Bezpieczeństwo mikrobiologiczne kiszonki powinno być zatem zapewniane poprzez przestrzeganie ogólnych zasad higieny i systemów kontroli jakości. Do niepożądanych mikroorganizmów zalicza się bakterie z rodzajów: *Morganella*, *Proteus*, *Bacillus*, *Escherichia*, *Enterobacter* i *Pseudomonas* oraz grzyby z rodzajów *Debaryomyces*, *Pichia*, *Endomycopsis* i *Candida*.

Jednym z parametrów wymienionych w PN-A-77700:2006 jest zawartość soli. Sól jest dodawana w celu zapobiegania rozwojowi niepożądanych mikroorganizmów oraz dla uzyskania odpowiedniego smaku. W PN jest określona zawartość soli na poziomie 12-25 g/l. Zbyt wysoka zawartość soli może u zmianę barwy kapusty. Ze względu na zagrożenie dla zdrowia jakie powoduje nadmierne spożycie soli Światowa Organizacja Zdrowia (WHO) przedstawiła cel zmierzający do 30% zmniejszenia średniego spożycia soli/sodu przez populację do 2025r. Nadmierne spożycie soli (NaCl), a w szczególności sodu, jest przyczyną zwiększonego ciśnienia krwi, czego efektem są choroby układu krążenia. Wysokie spożycie sodu ma także związek z powikłaniami w chorobach nerek i wątroby, ma związek z występowaniem raka żołądka i problemami z nadwagą. Zalecane spożycie soli ograniczone jest do dawki 5g na dzień (tj. < 2 g sodu) (WHO global sodium benchmarks for different food categories. Geneva: World Health Organization; 2021. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO). W zaleceniach WHO kiszonki znalazły się w kategorii 16b pośród tych

produktów spożywczych, które w największym stopniu przyczyniają się do spożycia sodu, jako punkt odniesienia dla tej kategorii przyjęto 550 mg soli na 100g.

Zawartość amin biogennych

Źródła literaturowe:

- Elkner, K. (2003). Jakość kapusty kwaszonej [cz. I]. Czynniki agrotechniczne. *Hasło Ogrodnicze*, (08), 63-65.
- Gajewski, M., & Radzanowska, J. (2004). Skład chemiczny i jakość sensoryczna kapusty głowiastej w zależności od jej odmiany i dawki azotu stosowanej w nawożeniu mineralnym. *Żywność Nauka Technologia Jakość*, 11(2), 108-120.
- PN-A-77700:2006. Kapusta kwaszona.
- Gaudioso, G., Weil, T., Marzorati, G., Solovyev, P., Bontempo, L., Franciosi, E., ... & Fava, F. (2022). Microbial and metabolic characterization of organic artisanal sauerkraut fermentation and study of gut health-promoting properties of sauerkraut brine. *Frontiers in Microbiology*, 13, 929738.
- Kim, J. Y., Park, S. E., Kim, E. J., Seo, S. H., Whon, T. W., Cho, K. M., ... & Son, H. S. (2022). Long-term population dynamics of viable microbes in a closed ecosystem of fermented vegetables. *Food Research International*, 154, 111044.
- Mudoor Soorash, M., Willing, B. P., & Bourrie, B. C. (2023). Opportunities and challenges of understanding community assembly in spontaneous food fermentation. *Foods*, 12(3), 673.
- Prado, F.C., Parada, J.L., Pandey, A. and Soccol, C.R., 2008. Trends in non-dairy probiotic beverages. *Food Research International*, 41(2), pp.111-123
- Plengvidhya V., Breidt F.Jr., Fleming H.P. 2004. Use of RAPD-PCR as a method to follow the progress of starter cultures in sauerkraut fermentation *International Journal of Food Microbiology*, 93, 287–296
- Yang, X., Hu, W., Xiu, Z., Jiang, A., Yang, X., Saren, G., ... & Feng, K. (2020). Microbial community dynamics and metabolome changes during spontaneous fermentation of northeast sauerkraut from different households. *Frontiers in Microbiology*, 11, 1878.
- Wojdyła, Tadeusz; Wichrowska, Dorota. Wpływ stosowanych dodatków oraz sposobów przechowywania na jakość kapusty kiszzonej. *Inżynieria i Aparatura Chemiczna*, 2014, 53,6, 424-426.
- Zabat, M. A., Sano, W. H., Wurster, J. I., Cabral, D. J., & Belenky, P. (2018). Microbial community analysis of sauerkraut fermentation reveals a stable and rapidly established community. *Foods*, 7(5), 77.

Material badawczy

W ramach realizacji zadania 5 zgromadzono 26 próbek kiszzonek z kapusty białej (*Brassica oleracea var. capitata f. alba*). Kiszzonki zostały zakupione losowo w sieciach sklepowych, lokalnych bazarach na terenie województw: mazowieckiego, zachodniopomorskiego, lubelskiego.

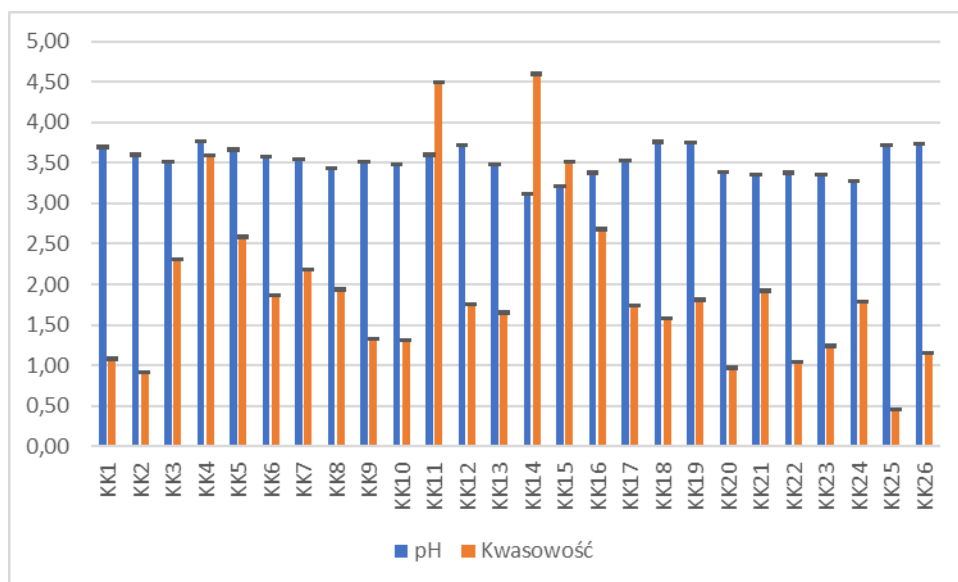
Metodyka

Odczyn pH badanych próbek oznaczono metoda potencjometryczną, kwasowość ogólną metodą wg. Gawęckiego i in. [1990]. Jakość mikrobiologiczną próbek oceniano na podstawie ogólnej liczby bakterii zgodnie z normą PN-EN ISO 4833-1:2013-12, liczbą bakterii kwasu mlekowego

zgodnie z normą PN-ISO 15214:2002 oraz liczby bakterii z rodziny *Enterobacteriaceae* zgodnie z normą PN-ISO 21528-2:2005. Identyfikacji genetycznej wyizolowanego DNA dokonano poprzez sekwencjonowanie nowej generacji (NGS). Analizę chromatograficzną zawartości kwasów organicznych tj.: kwasu mlekowego, octowego, propionowego, masłowego przeprowadzono na podstawie metodyki opracowanej w Zakładzie Technologii Fermentacji IBPRS–PIB, analizę amin biogennych dokonano zgodnie z metodyką stosowaną w Zakładzie Bezpieczeństwa i Analizy Chemicznej Żywności IBPRS–PIB.

Wyniki

pH próbek kiszzonej kapusty kształtowało się na poziomie zróżnicowanym i mieściło się w większości przypadków w zakresie pożądanym dla kiszzonej kapusty dobrej jakości. Spośród 26 badanych próbek, osiem charakteryzowało się wartością pH poniżej dolnej wymaganej granicy, wskazując na wysoki stopień ukiszenia, w badaniu organoleptycznym kapusta oceniono jako bardzo kwaśną. (Rysunek 1).



Rysunek 1. pH i kwasowość ogólna (%) badanych próbek kiszzonej kapusty.

Kwasowość ogólna 50 % ogólnej liczby próbek znajdowała się na wymaganym dla kiszzonek klasy I poziomie, tj. od 1,0 do 1,8 %. W większości pozostałych próbek wynosiła powyżej górnej wymaganej granicy, a w dwóch przypadkach była poniżej dolnej granicy. Wartość pH oraz kwasowość kiszzonek warzywnych ustalana jest podczas fermentacji mlekowej jako wynik aktywności metabolicznej obecnej mikroflory epifitycznej zależnej od zawartości dostępnych węglowodanów i stanowi wskaźnik jakości przebiegu procesu kiszenia. Analiza próbek pod kątem zawartości kwasów organicznych, wykazała poza kwasem mlekowym obecność kwasów: octowego, propionowego i masłowego w szerokim zakresie stężeń, wskazując na duże zróżnicowanie próbek dostępnych na rynku (Tabela 1).

Tabela 1. Zakres stężeń kwasów organicznych w próbkach kiszonej kapusty.

	Kwas mlekowy [mg/l]	Kwas octowy [mg/l]	Kwas propionowy [mg/l]	Kwas masłowy [mg/l]
Zakres stężeń	381 - 1533	98 - 3741	13 - 534	126 - 5955

Analiza mikrobiologiczna kiszonek umożliwiła stwierdzenie, ogólna liczba bakterii zawierała się w przedziale 10^3 – 10^8 jtk/ml, a liczba bakterii fermentacji mlekowej była na poziomie powyżej 10^6 jtk/ml. Ponadto, badania wykazały brak obecności drobnoustrojów z rodziny *Enterobacteriaceae*.

W celu określenia składu populacyjnego bakterii obecnych w kiszonkach przeprowadzona została identyfikacja genetyczna mikrobioty bakteryjnej wybranych próbek przy wykorzystaniu sekwencjonowania nowej generacji. Dominującą grupę bakterii stanowiła rodzina *Lactobacillaceae*, stanowiąca powyżej 80 % liczebności względnej populacji bakterii zidentyfikowanych w badanych próbkach. Pozostałe zidentyfikowane rodziny w zależności od próbki to: *Trichocoleusaceae*, *Enterobacteriaceae*, *Methanomicrobiaceae*, *Streptococcaceae*, *Erwiniaceae*, *Pseudomonadaceae*, *Yersiniaceae*, stanowiące poniżej 2 % liczebności względnej (Tabela 2). Na poziomie rodzaju zidentyfikowano 15 grup bakterii, z których w większości próbek w znacznych ilościach występowały m.in: *Latilactobacillus*, *Leuconostoc*, *Lactiplantibacillus*, *Levilactobacillus*, *Lentilactobacillus*, *Secundilactobacillus*, *Pediococcus*.

Tabela 2. Skład mikrobioty bakteryjnej próbek kiszonej kapusty.

Rodzaj	Gatunek
<i>Latilactobacillus</i>	<i>Latilactobacillus sakei</i>
	<i>Latilactobacillus curvatus</i>
	<i>Latilactobacillus graminis</i>
	<i>Latilactobacillus fuchuensis</i>
	<i>Latilactobacillus spp.</i>
<i>Leuconostoc</i>	<i>Leuconostoc gelidum</i>
	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>
	<i>Leuconostoc suionicum</i>
	<i>Leuconostoc carnosum</i>
	<i>Leuconostoc spp.</i>
<i>Lactiplantibacillus</i>	<i>Lactiplantibacillus herbarum</i>
	<i>Lactiplantibacillus fabri fermentans</i>
	<i>Lactiplantibacillus mudanijangensis</i>

	<i>Lactiplantibacillus xiangfangensis</i>
	<i>Lactiplantibacillus spp.</i>
<i>Levilactobacillus</i>	<i>Levilactobacillus yonginensis</i>
	<i>Levilactobacillus koreensis</i>
	<i>Levilactobacillus brevis</i>
	<i>Levilactobacillus parabrevis</i>
	<i>Levilactobacillus cerevisiae</i>
	<i>Levilactobacillus senmaizukei</i>
	<i>Levilactobacillus namurensis</i>
	<i>Levilactobacillus spp.</i>
<i>Lentilactobacillus</i>	<i>Lentilactobacillus kisonensis</i>
	<i>Lentilactobacillus sunkii</i>
	<i>Lentilactobacillus rapi</i>
	<i>Lentilactobacillus otakiensis</i>
	<i>Lentilactobacillus buchneri</i>
	<i>Lentilactobacillus parabuchneri</i>
	<i>Lentilactobacillus parafarraginis</i>
	<i>Lentilactobacillus spp.</i>
<i>Secundilactobacillus</i>	<i>Secundilactobacillus silagei</i>
	<i>Secundilactobacillus malefermentans</i>
	<i>Secundilactobacillus spp.</i>
<i>Pediococcus</i>	<i>Pediococcus parvulus</i>
	<i>Pediococcus cellicola</i>
	<i>Pediococcus spp.</i>
<i>Loigolactobacillus</i>	<i>Loigolactobacillus spp.</i>
<i>Lactobacillus</i>	<i>Lactobacillus acetotolerans</i>
<i>Trichocoleus</i>	<i>Trichocoleus desertorum</i>
<i>Arcobacter</i>	<i>Arcobacter nitrofigilis</i>
<i>Tychonema</i>	<i>Tychonema spp.</i>
<i>Psychrobacter</i>	<i>Psychrobacter aquimaris</i>
<i>Pleomorphochaeta</i>	<i>Pleomorphochaeta multiformis</i>
<i>Loriellopsis</i>	<i>Loriellopsis cavernicola</i>
inne	inne

Ważnym parametrem jakości kiszonki jest jej stopień zasolenia, warunkujący rozwój prawidłowej mikroflory. Zalecane stężenie soli, z punktu widzenia prawidłowości procesu

fermentacji, powinno mieścić się w zakresie od 2,0 do 2,5 %, przy czym, obecne trendy żywieniowe propagują zmniejszenie udziału soli w diecie. Oznaczona zawartość soli w badanych próbkach mieściła się w zakresie od 1,1 do 2,5 %. Nie zaobserwowano korelacji pomiędzy niską zawartością soli a jakością kiszonki. W zaleceniach uwzględniono zatem dodatek soli w ilości od 1,5 do 2,0 %.

Oprócz zawartości soli obecnie, zgodnie z aktualnym stanem wiedzy dużą wagę zwraca się na zawartość amin biogennych w produktach fermentowanych, ze względu na ryzyko zdrowotne związane ze spożywaniem produktów z podwyższoną zawartością amin biogennych. Przeprowadzona została analiza poziomu 9 najczęściej występujących amin biogennych, tj.: histaminy, putrescyny, kadaweryny, tyraminy, tryptaminy, spermidyny, agmatyny, 2-fenyletyloaminy i sperminy (Tabela 3). Analiza amin biogennych wykazała, że dominującym związkami były putrescyna. Kiszonki charakteryzowały się również znaczną ilością tyraminy, kadaweryny i nieco niższą histaminy. Suma w/w czterech amin biogennych (tzw. indeks BAI) zawierała się w zakresie od 6 do 541, w niektórych przypadkach była powyżej oszacowanej górnej granicy toksyczności. Zalecane jest zatem monitorowanie zawartości amin biogennych, jako markera stanu higieny kiszonek.

Tabela 3. Zawartość amin biogennych w próbkach kiszzonej kapusty.

agmatyna [mg/kg]	putrescyna [mg/kg]	tryptamina [mg/kg]	histamina [mg/kg]	2- fenyletyloamina [mg/kg]	kadaweryna [mg/kg]	tyramina [mg/kg]	spermidyna [mg/kg]	spermina [mg/kg]
< 0,14 - 1	4,1 – 339	0,82 - 20	<0,09 –96	<0,35 -3,5	1 – 118	6,9 – 84	2,2 – 8,8	<0,08

Wnioski

1. Na podstawie oceny fizyko-chemicznej stwierdzono, że w większości badanych próbek kapusty kiszzonej, oznaczone wartości pH, kwasowości, zawartości soli mieściły się w granicach zawartych w Polskiej Normie. Próbkę wykraczającą poza zakres charakteryzowały się wysokim stopniem kwasowości. Zawartość soli w badanych próbkach kształtowała się na poziomie od 1,1 do 2,5 %.
2. W większości próbek stosunek kwasu mlekowego do octowego mieścił się w zalecanych proporcjach 3:1, jednakże w kilku próbkach zawartość kwasu mlekowego było znacznie wyższa. Nie stwierdzono próbek o podwyższonej zawartości kwasu octowego.
3. Analiza genetyczna mikrobiomu bakteryjnego próbek kiszonych ogórków dostępnych na rynku, wykazała dominację bakterii z rodziny *Lactobacillaceae* oraz bioróżnorodność gatunkową produktów i zróżnicowanie pod względem liczebności względnej (udział procentowy w populacji bakterii) poszczególnych gatunków.

4. Na podstawie oznaczonego udziału poszczególnych grup bakterii mlekowych w danym produkcie można wnioskować, że badane kiszonki różniły się pod względem stopnia ukiszenia (etapie procesu fermentacji).
5. Bioróżnorodność gatunkowa kiszzonek miała wpływ na różnice w oznaczonych parametrach fizyko-chemicznych, w tym zawartości kwasów organicznych i amin biogennych.
6. Dominującą aminą biogenną w badanych kiszzonekach była putrescyna determinująca wysoką wartość BAI. Zalecane jest zatem monitorowanie zawartości amin biogennych, jako markera stanu higieny kiszzonek.
7. Bioróżnorodność populacji bakteryjnej badanych kiszzonek sprawia, że wyznaczenie prostych korelacji pomiędzy oznaczanymi parametrami a jakością kiszzonek, a następnie standardów (zakresów poszczególnych wyróżników jakości) wymaga zbadania bardzo dużej liczby prób.



**INSTYTUT BIOTECHNOLOGII
PRZEMYSŁU ROLNO-SPOŻYWCZEGO
im. prof. Wacława Dąbrowskiego
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY**

ZAKŁAD TECHNOLOGII FERMENTACJI

ul. Rakowiecka 36, 02-532 Warszawa
tel. 22 606 36 36
mail: zf@ibprs.pl

