

Tadeusz WOJDYŁA, Dorota WICHROWSKA

e-mail: wojdyla@utp.edu.pl

Zakład Technologii Żywności, Katedra Mikrobiologii i Technologii Żywności, Wydział Rolnictwa i Biotechnologii, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy, Bydgoszcz

Wpływ stosowanych dodatków oraz sposobów przechowywania na jakość kapusty kiszzonej

Wstęp

Kwaszenie jest jedną z najstarszych metod konserwowania żywności. Ze względu na tani i łatwy sposób przygotowania przetworów jest to metoda powszechnie stosowana. W Polsce na skalę przemysłową kisi się kapustę białą i ogórki. Pod wpływem bakterii fermentacji mlekowej, cukry zawarte w surowcach rozkładają się na kwas mlekowy (1,0-1,8%), który ma działanie konserwujące. Kwas mlekowy obniża pH środowiska kwaszonki poniżej 4,0, hamując rozwój szkodliwych mikroorganizmów. Prawidłowo przygotowane kiszonki dobrze zachowują wartość surowca, są bogatym źródłem witamin, a w szczególności witaminy C i soli mineralnych. Wytwarzają się nowe substancje, jak acetylcholina [Jarczyk i Berdowski, 1997].

Produkty fermentowane są w diecie człowieka podstawowym i naturalnym źródłem korzystnej mikroflory. Mogą być również nośnikiem mikroflory probiotycznej, której właściwości prozdrowotne zostały potwierdzone w badaniach medycznych. Do takich efektów zalicza się m.in.: kolonizację przewodu pokarmowego, zapobieganie biegunkom po terapii antybiotykowej lub infekcji rotawirusowej, stymulację układu odpornościowego, obniżenie aktywności enzymów fekalnych oraz wiązanie cholesterolu [Ziarno 2007; Zaręba i Ziarno, 2011]. Spożywanie takich produktów szczególnie polecane jest w okresie zimowym, kiedy dostęp do świeżych wartościowych owoców i warzyw jest utrudniony. Kiszonki stanowią smaczny i już od dawna uznany dodatek do prawie wszystkich posiłków. W miarę możliwości powinny być podawane na surowo. Kapustę można kisić wraz z dodatkami, z którymi wprowadza się dodatkowe cukry, niezbędne w procesie kiszenia oraz nadające kiszonce określone wrażenia sensoryczne [Pyszkowska, 1984]. Istotny jest również sposób i metoda zabezpieczenia produktów kiszonych przed szybkim zepsuciem.

Celem pracy jest wykazanie wpływu różnych dodatków do kiszenia kapusty białej, różnych sposobów przechowywania oraz czasu przechowywania na zawartość witaminy C i kwasu mlekowego oraz na cechy organoleptyczne otrzymanych kiszzonek.

Materiały i metody

Materiały

Kiszenie kapusty głowiastej białej (*Brassica oleracea* L. var. *capitata* L. f. *alba*) odmiany *Kamienna Głowa* z dodatkami wykonano w laboratorium *Katedry Mikrobiologii i Technologii Żywności, Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego* w Bydgoszczy.

Jako dodatki wykorzystano marchew (*Daucus carota* L.) odmiany *Karotan*, jabłka (*Malus Mill.*) odmiany *Ligol*, nasiona kminku (*Fructus carvi* L.) odmiany *Kończewicki* oraz buraki ćwikłowe (*Beta vulgaris* L. subsp. *vulgaris*) odmiany *Patryk*. Wszystkie surowce zostały zakupione od plantatora na targowisku w Bydgoszczy.

Do kiszenia użyto soli kamiennej niejodowanej (do przetworów) w ilości 2,5% NaCl.

Metodyka

Doświadczenie założono w układzie trzyczynnikowym:

A) dodatek do kapusty białej, w której przeprowadzono fermentację (w stosunku do całkowitej masy kapusty): marchew (3,0%); jabłko (3,0%); burak ćwikłowy (3,0%); kminek (0,15%); kapusta bez dodatku.

B) sposób przechowywania kwaszonej kapusty:

– w piwnicy w temp. 10°C,

– w chłodziarce w temperaturze 5°C,

– w pomieszczeniu w temperaturze 15°C bez dostępu światła po pasteryzacji;

C) czas przechowywania kiszzonek

Poszatkowaną kapustę z 2,5% NaCl wraz z dodatkami, które również były poszatkowane, umieszczono w pojemnikach z tworzywa sztucznego o pojemności 15 dm³, po czym zawartość ubito, przykryto i obciążono, zgodnie z zaleceniami *Jarczyka i Berdowskiego* [1997].

Przed przeniesieniem obiektów do zacienionej piwnicy (temp. 18°C, wilgotność ok. 75%), gdzie nastąpił proces fermentacji, z każdego pojemnika pobrano losowo próbę, w której oznaczono zawartość witaminy C.

Po 18 dniach zakończył się proces kiszenia (próby były gotowe do analiz). Z przygotowanych pojemników kiszzonej kapusty z wybranymi dodatkami pobrano losowo po 5 prób (ok. 1000 g) z przeznaczeniem do:

– **pasteryzacji** - ukiszone próbki kapusty przeniesione zostały do słoju typu *twist* i poddane pasteryzacji przez 20 minut w temp. 100°C, następnie wyjęte i pozostawione do schłodzenia. Próby przechowywane były w pomieszczeniu w temp. 15°C bez dostępu światła;

– **przechowywania w lodówce** w temperaturze 5°C, w woreczkach foliowych;

– **przechowywania w piwnicy** w temp. 10°C, w pojemnikach z tworzywa sztucznego.

Kapustę kiszoną wraz z dodatkami badano począwszy od momentu zakiszenia (który przyjęto w 18. dniu od chwili założenia kiszzonek) w odstępach 2-tygodniowych (łącznie 3 terminy) do czasu wystąpienia cech organoleptycznych, które *nie* spełniały wymagań normy *dopuszczalnej* kapustę do spożycia. W terminie 4. (po 56 dniach) wykonano tylko oznaczenia w pasteryzowanej kapuście, ponieważ pozostałe próby pochodzące z poszczególnych kombinacji doświadczenia uległy zepsuciu.

Z próby ogólnej, pobranej losowo, we wszystkich przechowywanych obiektach

– **oznaczono witaminę C** wg *Tillmansa* [PN-A-04019:1998],

– **oznaczono kwas mlekowy**, wg opracowania *Uniwersytetu Rolniczego* w Krakowie [Duda-Chodak, 2009],

– **przeprowadzono ocenę organoleptyczną** (Tab. 1) zgodnie z normą [PN-A-77700:2006] w pracowni sensorycznej *Zakładu Technologii*

Tab. 1. Wymagania jakościowe kapusty kiszzonej bez dodatków [PN-A-77700:2006]

Lp.	Cechy	Wymagania	
		I klasa jakości	II klasa jakości
1	Barwa skrawków	Biała lub kremowobiała z odcieniem żółtawym	Biała lub kremowobiała z odcieniem żółtawym; dopuszcza się barwę żółtą z odcieniem szarym
2	Smak i zapach	Charakterystyczny dla kapusty prawidłowo ukwaszonej, aromatyczny, słono kwaśny	Charakterystyczny dla kapusty prawidłowo ukwaszonej, aromatyczny, słono kwaśny, dopuszcza się nieznaczny posmak gorzkiego
3	Jędrność	Skrawki jędrne, chrupkie	Dopuszcza się kapustę o obniżonej jędrności, lecz skrawkach nie rozpadających się przy ucisku w palcach
4	Wygląd soku	Barwa białokremowa, opalizująca	Nieznacznie mętny dopuszcza się sok o barwie kremowej z szarym odcieniem, silnie opalizującej

Żywności UTP w Bydgoszczy. Ocenę wykonał przeszkolony zespół 5 osób, mających dużą wrażliwość zmysłów smaku, węchu i wzroku oraz przebadanych pod względem predyspozycji sensorycznych zgodnie normą [PN-ISO 6658:1998].

Przed ukwaszeniem kapusty, w reprezentatywnych próbach liści kapusty oraz z dodatkami oznaczono zawartość witaminy C.

Uzyskane w doświadczeniu wyniki poddano analizie wariancji zgodnej z modelem założonego doświadczenia. Do oceny istotności różnic między średnimi obiektowymi wykorzystano test rozstępu *Tukey'a* przy poziomie istotności $p = 0,05$. Stosowano pakiet obliczeniowy *FR-ANALWAR-4.3*, którego autorem jest prof. *F. Rudnicki* z Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego w Bydgoszczy.

Wyniki badań i dyskusja

Zawartość witaminy C w liściach kapusty świeżej przed kiszeniem wynosiła 379,1 mg·kg⁻¹. Dodatek jabłka, buraka ćwikłowego, marchwi oraz nasion kminku zwiększył zawartość witaminy C odpowiednio o: 1,1%; 0,8%; 0,3%, 0,2% (Tab. 2).

Tab. 2. Zawartość witaminy C w kapuście z dodatkiem przed kwaszeniem, w mg·kg⁻¹

Dodatki	Witamina C, mg·kg ⁻¹
Bez dodatku	379,1
Marchew	380,2
Jabłko	383,4
Kminek	380,0
Burak	382,3

Dodatek buraka, marchwi oraz jabłka do kapusty, w porównaniu bez dodatku zwiększył w istotny sposób zawartość witaminy C w kiszonce odpowiednio o 3,5; 1,2 i 0,6%, natomiast dodatek nasion kminku wykazał jedynie tendencję do wzrostu.

Wraz z upływem czasu przechowywania badanych kiszonek zawartość witaminy C w próbach wszystkich obiektów uległa istotnemu obniżeniu. Największe ubytki witaminy C w kiszonej kapuście, zaobserwowano po przeprowadzonym procesie pasteryzacji, natomiast najniższe w próbach przechowywanych w piwnicy (Tab. 3). Po 56 dniach (dodatkowy termin badania), który wykonano tylko w próbach po pasteryzacji, odnotowano nieznaczne zmniejszenie zawartości witaminy C we wszystkich badanych próbach. Natomiast według *Kuensch i in.* [1992], *Czapskiego* [2007], i *Szewjdy-Grzybowskiej* [2010] w optymalnych warunkach fermentacji zawartość witaminy C w kapuście może wzrastać nawet o 50% w stosunku do zawartości początkowej.

Wykonana analiza wariancji wykazała interakcję sposobów przechowywania i dodatków do kapusty na kształtowanie się zawartości witaminy C w uzyskanych kiszonkach. Dodatki stosowane do kapusty w istotny sposób zwiększyły zawartość witaminy C w kiszonce przechowywanej w piwnicy i chłodziarce. Natomiast w próbach przechowywanych w pomieszczeniu poddanych pasteryzacji, istotny wzrost odnotowano w kiszonej kapuście z dodatkiem buraka ćwikłowego oraz jabłka, jednak był to wzrost statystycznie nie udowodniony, z kolei próby z dodatkiem marchwi i kminku charakteryzowały się zmniejszeniem zawartości omawianej witaminy, lecz nie potwierdzono, że była to różnica istotna.

Analiza interakcji długości i miejsca przechowywania wykazała, że w kiszonkach przechowywanych w piwnicy i chłodziarce w pierwszym terminie badań nie stwierdzono istotnego wpływu czasu przechowywania na zawartość witaminy C, natomiast w dłuższym (termin drugi i trzeci) potwierdzono, że była to różnica istotna. Z kolei w obiektach poddanych pasteryzacji w pierwszym i drugim terminie badań, stwierdzono istotne wpływy czasu przechowywania na zmniejszenie zawartości witaminy C, natomiast w dłuższym terminie nie potwierdzono, że była to różnica istotna.

Analiza interakcji dodatku do kapusty i czasu przechowywania kiszonek wskazuje, że w przypadku stosowania marchwi, jabłka oraz buraka ćwikłowego wystąpił w drugim terminie badań, w stosunku

Tab. 3. Wpływ miejsca i czasu przechowywania kapusty kiszonej z dodatkami na zawartość witaminy C [mg·kg⁻¹]

Dodatek (A)	Termin badań (C)	Przechowywanie (B)			Średnia
		Piwnica	Chłodziarka	Pomieszczenie	
Bez dodatku	1	463,6	458,2	379,7	433,8
	2	465,1	457,8	379,1	434,0
	3	459,2	455,2	378,6	431,0
Średnia		462,6	457,1	379,1	432,9
Marchew	1	469,1	465,1	380,3	438,2
	2	470,0	465,0	380,0	438,3
	3	466,5	461,6	379,3	435,8
Średnia		468,5	463,9	379,9	437,4
Jabłko	1	470,5	467,4	384,1	440,7
	2	472,0	468,0	384,0	441,3
	3	469,7	462,8	383,6	438,7
Średnia		470,7	466,1	383,9	440,2
Kminek	1	466,2	461,7	380,1	436,0
	2	466,8	461,0	379,7	435,8
	3	463,3	458,6	379,2	433,7
Średnia		465,4	460,4	379,7	435,2
Burak	1	483,2	479,9	388,3	450,5
	2	484,1	480,4	388,1	450,9
	3	480,2	478,2	387,4	448,6
Średnia		482,5	479,5	387,9	450,0
Średnia dla terminu badań	1	470,5	466,5	382,5	441,0
	2	471,6	466,4	382,2	440,1
	3	467,8	463,3	381,6	437,6
Średnia dla przechowywania		470,0	465,4	382,1	439,2
NIR $p \leq 0,05$					
A = 1,32		B = 0,87		C = 0,87	
B/A = 1,95		A/B = 2,28		C/A = 1,95	
A/C = 2,28		C/B = 1,51		B/C = 1,51	

do pierwszego, nieznaczny wzrost zawartości witaminy C, natomiast w dłuższym przechowywaniu (termin trzeci) odnotowano istotne zmniejszenie omawianej witaminy.

Kwas mlekowy jest głównym środkiem konserwującym w procesie kiszenia. Dodatek marchwi, jabłka i buraka ćwikłowego do kapusty, w porównaniu z obiektem bez dodatku, zwiększył o 0,7% zawartość kwasu mlekowego w kiszonce, lecz nie potwierdzono, że była to różnica istotna. Natomiast dodatek nasion kminku nie wpłynął na zawartość omawianego kwasu (Tab. 4). Wzrost kwasu mlekowego można tłumaczyć wyższą zawartością cukrów w surowcu wyjściowym oraz właściwym przebiegiem procesu fermentacji mlekowej (temperatura procesu, skład mikroflory bakterii fermentacyjnych, pielęgnacja, higiena kiszenia). Według [PN-A-77700:2006] zawartość kwasu mlekowego w kapuście kiszonej zaliczanej do I klasy jakości powinna wynosić 1,0÷1,5%, a dla II klasy nie więcej niż 1,8%.

Kiszonki przechowywane w chłodziarce i piwnicy nie różniły się zawartością kwasu mlekowego, natomiast proces pasteryzacji w sposób istotny zmniejszył tę zawartość w porównaniu z próbkami przetrzymywanymi w piwnicy i lodówce, o 12,1%. Prawdopodobnie obniżenie to spowodowane zostało działaniem wyższej temperatury. Wraz z upływem czasu przechowywania, zawartość kwasu mlekowego w badanych kiszonkach uległa obniżeniu. Istotne obniżenie odnotowano w terminie drugim, natomiast w terminie trzecim nie potwierdzono, że była to różnica istotna (Tab. 4). Po 56 dniach (dodatkowy termin badania), który wykonano tylko w próbach po pasteryzacji, odnotowano nieznaczne zmniejszenie zawartości kwasu mlekowego we wszystkich badanych próbach.

Tab. 4. Wpływ miejsca i czasu przechowywania kapusty kiszzonej z dodatkami na zawartość kwasu mlekowego [%]

Dodatek (A)	Termin badań (C)	Przechowywanie (B)			Średnia
		Piwnica	Chłodziarka	Pomieszczenie	
Bez dodatku	1	1,58	1,59	1,37	1,51
	2	1,56	1,57	1,37	1,50
	3	1,54	1,56	1,37	1,49
Średnia		1,56	1,57	1,37	1,50
Marchew	1	1,59	1,59	1,38	1,52
	2	1,56	1,57	1,38	1,50
	3	1,55	1,56	1,37	1,49
Średnia		1,57	1,57	1,38	1,51
Jabłko	1	1,59	1,60	1,39	1,53
	2	1,57	1,58	1,38	1,51
	3	1,55	1,56	1,38	1,50
Średnia		1,57	1,58	1,38	1,51
Kminek	1	1,59	1,59	1,37	1,52
	2	1,56	1,57	1,37	1,50
	3	1,55	1,57	1,36	1,49
Średnia		1,57	1,58	1,37	1,50
Burak	1	1,59	1,60	1,38	1,52
	2	1,57	1,58	1,38	1,51
	3	1,55	1,57	1,38	1,50
Średnia		1,57	1,58	1,38	1,51
Średnia dla terminu badań	1	1,59	1,59	1,38	1,52
	2	1,56	1,57	1,38	1,50
	3	1,55	1,56	1,37	1,49
Średnia dla przechowywania		1,57	1,57	1,38	1,50
NIR $p \leq 0,05$					
A = n.i.		B = 0,018		C = 0,018	
B/A = n.i.		A/B = n.i.		C/A = n.i.	
A/C = n.i.		C/B = n.i.		B/C = n.i.	

Ocena organoleptyczna. Niezależnie od wprowadzonych dodatków do kapusty, na podstawie oceny organoleptycznej dokonanej w oparciu o normę [PN-A-77700:2006], kiszonki kwalifikowały się w pierwszym i drugim terminie badań do I klasy jakości. Wszystkie badane próby wykazywały zapach aromatyczny, smak słono kwaśny, charakterystyczny dla kapusty prawidłowo ukwaszonej, skrawki były jędrne i chrupkie, a barwa soku biało-kremowa, opalizująca. Natomiast w przypadku kiszonki z dodatkiem marchwi barwa wykazywała odcień lekko pomarańczowy, a z burakiem ćwikłowym jasno czerwony. W trzecim terminie badań wszystkie wykonane kiszonki kapusty, przechowywana w lodówce i w piwnicy pogorszyły swoje cechy organoleptyczne. Można było wyczuć nieznaczny posmak goryczki oraz widoczne było lekkie zmętnienie soku. Kiszonki te odpowiadały wymaganiom II klasy jakości. Natomiast po kolejnym tygodniu przechowywania badane próby znacznie odbiegały zapachem i konsystencją od produktu odpowiadającego wymaganiom PN i nie nadawały się do spożycia. Z kolei kapusta kiszona poddana pasteryzacji, niezależnie od wprowadzonych dodatków w każdym terminie badań, spełniała wymagania I klasy jakości.

Wnioski

- Dodatek do kapusty: buraka ćwikłowego, jabłka, marchwi oraz nasion kminku zwiększał w wykonanej kiszonce zawartość witaminy C. Dodatek buraka ćwikłowego, jabłka i marchwi przyczyniał się do nieznacznego wzrostu zawartości kwasu mlekowego, natomiast dodatek nasion kminku nie spowodował zmian w zawartości tego kwasu.
- Proces pasteryzacji kwaszonej kapusty przechowywanej w pomieszczeniu o temperaturze 15°C, w porównaniu z próbami przetrzymywanymi w piwnicy (10°C) i w lodówce (5°C), spowodował większe straty zawartości witaminy C i kwasu mlekowego. Najniższe straty witaminy C odnotowano w próbach przechowywanych w piwnicy.
- Wraz z upływem czasu przechowywania w kiszonkach odnotowywano niższą zawartość witaminy C i kwasu mlekowego.
- Proces pasteryzacji kiszzonej kapusty, również z wprowadzonymi dodatkami, w nieznacznym stopniu zmniejszył zawartość witaminy C oraz kwasu mlekowego po 56 dniach przechowywania.
- Niezależnie od dodatków wprowadzonych do kapusty uzyskane kiszonki w ocenie organoleptycznej dokonanej w oparciu o normę [PN-A-77700:2006] po dwóch i czterech tygodniach przechowywania spełniały wymagania I klasy jakości. Z kolei kapusta kiszona poddana procesowi pasteryzacji, niezależnie od wprowadzonych dodatków w każdym terminie badań, spełniała wymagania I klasy jakości.

LITERATURA

- Czapski J., 2007. Wpływ procesów przetwórczych na właściwości antyoksydacyjne owoców i warzyw. *Przem. Ferm. Owoc.-Warz.*, nr 11, 8-9
- Duda-Chodak A., 2009. *Ćw. 7. Kolorymetryczne oznaczenie zawartości kwasu mlekowego w kiszonkach*. Katedra Technologii Fermentacji i Mikrobiologii Technicznej, Wydział Technologii Żywności, Uniwersytet Rolniczy, Kraków (10.2014) http://matrix.ur.krakow.pl/~aduda-chodak/dydaktyka/materialy/Mikro_tech/MT_cw_7_fermentacja_mlekowa.pdf
- Elkner K., 2008. O jakości kapusty białej do kwaszenia. Cz. I. *Hasło Ogród.*, nr 7, 16-17
- Gajewski M., Radzanowska J., 2004. Skład chemiczny i jakość sensoryczna kapusty głowiastej w zależności od jej odmiany i dawki azotu stosowanej w nawożeniu mineralnym. *ŻYWNOSĆ Nauka Technologia Jakość*, 2(39), 108-120
- Jarczyk A., Berdowski J.B., 1997. *Przetwórstwo owoców i warzyw*. Cz. 1. WSiP, Warszawa
- Kuchanowicz H., Nadolna I., Iwanow K., Przygoda B., 2009. *Wartość odżywcza wybranych produktów spożywczych i typowych potraw*. PZWL, Warszawa
- Kuensch U., Schaerer H., Temperli A. 1992: Die Bedeutung von Vitamin C für die Sauerkraut-Technologie. *Mitt. Gebiete Lebensmitt. Hyg.*, 83, 20-29
- PN-A-04019:1998. *Produkty spożywcze. Oznaczenie zawartości witaminy C*
- PN-A-77700:2006. *Przetwory warzywne. Kapusta kwaszona*
- PN-ISO 6658:1998. *Analiza sensoryczna – Metodologia – Wtyczne ogólne*
- Pyszkowska K., 1984. *Przetwory w gospodarstwie domowym*. PWRiL, Warszawa, 129-135
- Szwejdja-Grzybowska J., 2010. Właściwości prozdrowotne kiszzonej kapusty. *Przem. Ferm. Owoc.-Warz.*, nr 5, 22-23
- Ziarno M., 2007. Charakterystyka komercyjnych kultur starterowych stosowanych w przemyśle mleczarskim. *Medycyna Wet.*, 63, nr 8, 909-913
- Zaręba D., Ziarno M., 2011. Alternatywne probiotyczne napoje warzywne i owocowe. *Bromat. Chem. Toksykol.* 44, nr 2, 160-168