

WPLYW OBRÓBKI TERMICZNEJ ORAZ PRZECHOWYWANIA ZAMRAŻALNICZEGO NA RÓŻE KALAFIORA WZBOGACANE WAPNIEM

Streszczenie

Wzbogacanie/fortyfikacja wapniem warzyw, również mrożonych, może stanowić alternatywną formę uzupełniania niedoborów tego pierwiastka w diecie człowieka. Wapń należy do ważnych składników mineralnych niezbędnych do prawidłowego funkcjonowania organizmu człowieka. Konsekwencją niedoboru wapnia u dzieci jest ryzyko wystąpienia krzywicy, a u dorosłych może być powodem osteomalacji i osteoporozy. Spożycie wapnia w Polsce stanowi średnio 60% ilości zalecanych. Mrożone warzywa są postrzegane jako żywność „wygodna” i funkcjonalna. Kapustowate, a wśród nich popularny i chętnie spożywany kalafior, zawierają związki bioaktywne o udokumentowanym działaniu przeciwnowotworowym. Celem badań była ocena wpływu czasu przechowywania oraz rodzaju obróbki termicznej (gotowanie w wodzie, na parze) na zawartość wapnia w fortyfikowanym kalafiorze mrożonym. Otrzymane wyniki wskazały, że efektywność przeprowadzonej fortyfikacji kalafiora zauważalna była przez dwa pierwsze miesiące przechowywania zamrażalniczego. Wyższą zawartość wapnia odnotowano w próbach róż kalafiora gotowanych na parze. Obróbka termiczna, skutecznie redukowałą poziom badanych grup drobnoustrojów: mezofili, psychrofili, i grzybów w mrożonym kalafiorze podczas przechowywania. Należy podkreślić, że bez względu na rodzaj badanej próby (fortyfikowana lub nie), wyższą redukcję mikroorganizmów uzyskano w próbach gotowanych na parze. Ten rodzaj obróbki jest zdecydowanie korzystniejszy w porównaniu z gotowaniem w wodzie, gdyż pozwala zachować („nie wypłukuje”) większość cennych dla zdrowia składników odżywczych, witamin, minerałów.

Słowa kluczowe: kalafior (*Brassica oleracea* L. var. *botrytis* L.), fortyfikacja, wapń, żywność funkcjonalna

Wstęp

Wapń należy do ważniejszych składników mineralnych niezbędnych do prawidłowego funkcjonowania organizmu człowieka. Jego zawartość wynosi ok. 1000-1300 g, a udział w masie ciała stanowi około 1,5%. Aż 99% wapnia znajduje się w kościach i zębach, których jest podstawowym składnikiem budulcowym. Najpoważniejsze konsekwencje niedoboru wapnia u dzieci to występowanie krzywicy, a u dorosłych zwiększone ryzyko osteomalacji i osteoporozy [1]. Poza funkcją budulcową, pełni on ważną rolę w wielu procesach fizjologicznych. Niedobór wapnia powoduje też inne niedomagania organizmu, np. skurcze tężcowe mięśni szkieletowych (tzw. tężyczkę), zaburzenia neurologiczne, wzmożoną pobudliwość, wzrost ciśnienia krwi [2, 3].

Zalecane dzienne spożycie wapnia zależy od grupy wiekowej. Najniższe, na poziomie 500 mg, dotyczy dzieci w wieku od 1 do 3 lat, najwyższe - 1100 mg - dzieci w wieku 10-18 lat oraz kobiet w ciąży i karmiących. Dla osób dorosłych, powyżej 18 roku życia, dzienna podaż wapnia powinna wynosić 800-1000 mg [2]. W normalnym żywieniu nie występuje ryzyko hiperkalcemii. Przystawalność wapnia z diety wynosi od 10 do 40% w zależności od jej składu i formy wapnia. Wydalanie wapnia (z kałem, moczem, potem, a nawet wydychanym powietrzem) może wynosić od 265 do 295 mg/dzień [4].

W Polsce spożycie wapnia jest niskie. Średnia dzienna podaż tego pierwiastka w dietach osób dorosłych mieści się w zakresie 600-700 mg. W grupie dzieci i młodzieży od 10 do 18 lat ilość ta kształtuje się na poziomie 850 mg/dzień w przypadku dziewcząt i 690 mg/dzień u chłopców [5]. Generalnie podaż wapnia stanowi około 60% zalecanych ilości.

Źródłem wapnia w diecie człowieka jest przede wszystkim mleko oraz jego przetwory (ok. 64-65%), znacznie mniej tego

pierwiastka dostarczane jest z warzywami i przetworami warzywnymi (10-11%) oraz pieczywem i produktami zbożowymi (ok. 8-12%) [4]. Powszechnym źródłem tego pierwiastka może być również żywność wzbogacona/fortyfikowana. Zgodnie z definicją podaną w ustawie z dnia 25 sierpnia 2006 r. o bezpieczeństwie żywności i żywienia [7] wzbogacanie żywności jest to dodawanie do środków spożywczych jednego lub kilku składników odżywczych, niezależnie od tego, czy naturalnie występują one w tym środku spożywczym czy nie, w celu zapobiegania niedoborom lub skorygowania niedoborów tych składników odżywczych w całych populacjach lub określonych grupach ludności. Przykładami innych substancji, jakimi można wzbogacać żywność są m.in. biotyna, wapń, magnez, witaminy C i D. Fortyfikacja żywności wapniem obejmuje najczęściej produkty mleczne, batony, czekoladę, pieczywo i płatki zbożowe, soki owocowe, popularne owoce i warzywa, np. jabłka (suszy) [9] czy marchew [10].

Kalafior (*Brassica oleracea* L. var. *botrytis* L.), podobnie jak i brokuł, należy do rodziny kapustowatych (*Brassicaceae*) [9]. W Polsce jest ważnym gatunkiem dla rynku warzyw świeżych oraz dla przetwórstwa (głównie zamrażalnictwa) [10]. W wyniku prac hodowlanych kalafior ulegał i nadal ulega licznym modyfikacjom. Występują białe, zielone oraz fioletowe odmiany kalafiora. W Polsce uprawia się kalafioro o różach białych lub kremowych. W Europie Zachodniej spotyka się coraz częściej kalafioro o róży zielonej [10]. Kalafior, niezależnie od odmiany, jest powszechnie i chętnie spożywany zarówno w formie świeżej, jak i mrożonej, głównie ze względu na swoje wysokie walory żywieniowe (tab. 1) i obecność związków o znaczeniu chemoprewencyjnym - glukozynolanów i enzymu mirozynazy. Mirozynaza jest uważana w wyniku uszkodzenia komórek roślinnych, np. miażdżenia lub innych procesów technologicznych. W mo-

mencie kontaktu glukozynolanów z enzymem dochodzi do powstania izotiocyjanianów, indoli i innych pochodnych o dużej aktywności biologicznej, które mają znaczenie w prewencji nowotworowej [12, 13, 14].

Wartość energetyczna kalafiora jest niska, tj. 25 kcal/100 g [6]. Jest on cennym źródłem witamin, składników mineralnych, kwasów omega-3, białka, błonnika (tab. 1) oraz przeciwutleniaczy (flawonoidów, polifenoli, karotenoidów). Badania naukowe dowiodły, że codzienne spożywanie warzyw kapustnych przynosi, oprócz przeciwnowotworowych, liczne inne korzyści zdrowotne, m.in. chroni przed chorobami sercowo-naczyniowymi, zaburzeniami odporności i zwyrodnieniem plamki żółtej [13]. Zawartość wapnia w kalafiorze jest jednak niewielka i pozostaje na poziomie 13-24 mg/100 g, co stanowi jedynie 2% rekomendowanej dawki dziennej [15, 16, 17]. Ma na to wpływ odmiana, warunki wegetacji, stopień dojrzałości, pochodzenie [16]. Szacuje się, że średnie roczne krajowe spożycie kalafiora w Polsce wynosi 4 kg/osobę [11], najczęściej w formie gotowanej, duszonej, zapiekanej, marynowanej, jako dodatek do surówek. Z uwagi na sezonowy charakter, powszechną formą jego utrwalenia jest mrożenie.

Zarówno forma obróbki, jak i czas przechowywania mogą decydować o wartości odżywczej i jakości mikrobiologicznej warzyw. Dlatego celem niniejszej pracy była ocena wpływu czasu przechowywania oraz rodzaju obróbki termicznej na zawartość wapnia w fortyfikowanym wapniem mrożonym kalafiorze, a także na liczebność drobnoustrojów mezofilnych, psychrofilnych i grzybów.

Tab. 1. Zawartość składników odżywczych w 100 g świeżego kalafiora [6, 15, 16, 17]

Table 1. Nutrient content in 100 g of fresh cauliflower [6, 15, 16, 17]

Składnik	Zawartość	Dawka dzienna [%]
Tłuszcze ogółem:	0,3 g	0
nasycone kwasy tłuszczowe	0,1 g	0
Cukry ogółem:		
błonnik	2,0 g	2
cukier	1,9 g	7
Białko	1,9 g	-
Witaminy:		
cholina	44,30 mg	-
foliany	57,00 mcg	-
niacyna	0,507 mg	3
kwas pantotenowy	0,667 mg	13
ryboflawina	0,06 mg	5
tiamina	0,050 mg	4
witamina B6	0,184 mg	14
luteina + zeaksantyna	1,00 mcg	-
witamina C	48,2 mg	54
witamina K	15,5 mcg	13
Składniki mineralne:		
wapń	13,0-24,0 mg	2
miedź	0,039 mg	4
fluor	1,0 mg	-
żelazo	0,42 mg	2
magnez	15,0 mg	4
mangan	0,155 mg	7
fosfor	44,0 mg	6
potas	299 mg	6
selen	0,6 mg	1
sód	30 mg	1
cynk	0,2 mg	2

Material i metodyka badań

Material

W badaniach wykorzystano kalafior (*Brassica oleracea var.botrytis*) odm. Pionier, który zakupiono w handlu detalicznym. Wybrano czyste pojedyncze róże bez uszkodzeń mechanicznych, przebarwień oraz oznak obecności szkodników. Kalafior podzielono na małe różyczki, które stanowiły bezpośredni materiał badawczy. Różyczki były zwarte, jędrne, a ich barwa pozostawała biało-kremowa. Różyczki spełniały wymagania określone w obowiązującej w Unii Europejskiej normie handlowej dla kalafiora [18].

Metodyka badań

Fortyfikacja kalafiora wapniem

Różyczki kalafiora umieszczono w 1,5% roztworze wodnym mleczanu wapnia o temperaturze 20°C na 30 minut. Po tym czasie zostały one odsączone na sitach i zapakowane po 150±10 g do woreczków strunowych z tworzywa sztucznego, przeznaczonych do mrożenia żywności. Tak przygotowane próby umieszczono w zamrażarce laboratoryjnej w temperaturze (22°C) na okres trzech miesięcy. Kontrolę stanowiły różyczki kalafiora nie poddane fortyfikacji.

Ocena wpływu obróbki termicznej na zawartość wapnia w fortyfikowanym kalafiorze mrożonym

Zamrożone różyczki kalafiora poddawano dwójakiej obróbce termicznej: gotowaniu w sposób tradycyjny we wrzącej wodzie oraz gotowaniu na parze. Różyczki kalafiora umieszczano we wrzącej wodzie na 10 minut. Próby gotowane na parze poddawane były jej działaniu na sitach przez 10 minut pod przykryciem.

Zawartość jonów wapnia w badanym materiale oznaczono w sposób pośredni za pomocą metody manganometrycznej [18]. Polega ona na wytrąceniu trudno rozpuszczalnego osadu szczawianu wapnia, a następnie rozpuszczeniu osadu w kwasie siarkowym i oznaczeniu wydzielonej równoważnej ilości kwasu szczawiowego mianowanym roztworem manganianu (VII) potasu.

Do zlewki o pojemności 250 cm³ odważono 50 g próby z 50 cm³ nasyconego roztworu szczawianu amonowego. Dokładnie wymieszano wszystkie składowe. Całość ogrzano do temperatury 80°C i mieszając dodawano małymi porcjami 2M roztwór amoniaku do momentu zmiany barwy na żółtą. Przykrytą zlewkę pozostawiono na 30 minut, aż do wytrącenia i całkowitego opadnięcia osadu. Następnie osad oddzielano na sączku z bibuły i przemywano go trzykrotnie niewielką ilością amoniaku w celu odmycia jonów chlorkowych i wolnych jonów szczawianowych. Do osobnej zlewki (o pojemności 250 cm³) wiano 100 cm³ roztworu kwasu siarkowego (VI). Sączek wraz z osadem wyjęto ostrożnie z lejka i przytwierdzono do wewnętrznej ścianki zlewki za pomocą bagietki (częścią z osadem do wewnątrz). Osad spłukano wodą destylowaną z tryskawki. Całość ogrzano do temperatury 70-80°C (podczas tej operacji osad ulega rozpuszczeniu). Następnie gorący roztwór miareczkowano 0,1N roztworem nadmanganianu potasu do momentu pojawienia się lekko różowego zabarwienia. W tym momencie sączek zepchnięto bagietką do zlewki, całość wymieszano i natychmiast roztwór domiareczkowano do uzyskania trwałego (co najmniej przez 1 minutę) zabarwienia roztworu.

Zawartość jonów wapnia obliczono ze wzoru:

$$m_{Ca^{2+}} = V_{KMnO_4} \times C_{KMnO_4} \times 0,02004$$

gdzie:

V - objętość zużytego titranta w procesie miareczkowania,

C - stężenie titranta użytego w procesie miareczkowania,

0,02004 - masa 0,5 milimola Ca^{2+} (g/mmol) [4].

Analiza mikrobiologiczna

Analizę mikrobiologiczną badanych prób kalafiora przeprowadzono metodą płytkową Kocha (posiew zalewowy) w kierunku oznaczenia liczebności drobnoustrojów mezofilnych, psychrofilnych oraz grzybów. Różyczki kalafiora rozdrabniano sterylnie (mrożone - uprzednio rozmrażano w temperaturze pokojowej), odważano 100 g i homogenizowano z 900 cm³ sterylnej wody. Z uzyskanej zawiesiny (rozcieńczenie 10⁻¹) wykonano kolejne rozcieńczenia dziesiętne w próbkach z solą fizjologiczną (0,85% roztwór NaCl). Odpowiednie rozcieńczenie w ilości 1 cm³ przenoszono do płytek Petriego i zalewano upłynnionym i ochłodzonym do temperatury ok. 45°C odpowiednim podłożem wzrostowym. Po zestaleniu podłoża hodowle płytkowe umieszczano w cieplarni w celu inkubacji (tab. 2). Następnie liczono wyrosłe kolonie mikroorganizmów na płytkach. Kolonie zliczano z płytek, na których ilość wyrosłych kolonii pozostawała w zakresie od 20 do 200. Liczebność komórek wyrażono w jtk/g. Posiewy wykonano w dwóch powtórzeniach.

Wyniki i dyskusja

Zmiany zawartości wapnia w badanych próbach kalafiora

Zawartość wapnia w świeżym kalafiorze wynosiła 22,0 mg/100 g. Kontrolne i fortyfikowane wapniem różyczki kalafiora zamrożono na okres trzech miesięcy, a stężenie pierwiastka w próbach kontrolowano co miesiąc. Otrzymane wyniki zamieszczono na rys. 1. Po pierwszym miesiącu przechowywania zawartość wapnia w mrożonym niefortyfikowanym kalafiorze poddanym obróbce termicznej (M-P i M-W) obniżyła się do poziomu 12,02 mg/100 g, a rodzaj obróbki (gotowanie w wodzie/na parze) nie miały wpływu na tę wartość. Natomiast w fortyfikowanych różyczkach kalafiora, zawartość wapnia była zdecydowanie wyższa. W przypadku gotowanych w wodzie (MF-W) - 2,5 razy (30,06 mg/100g), a na parze (MF-P) - blisko dwukrotnie (20,4 mg/100 g) w porównaniu do niefortyfikowanych.

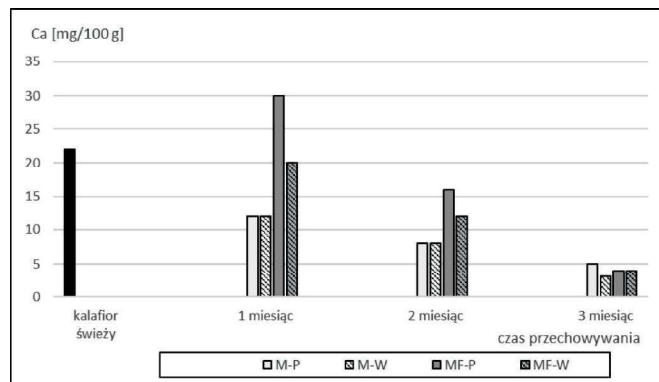
Czas przechowywania miał niekorzystny wpływ na zawartość wapnia w kalafiorze przechowywanym zamrażalniczo zarówno niefortyfikowanym, jak i fortyfikowanym. W drugim miesiącu zawartość wapnia w różyczkach niefortyfikowanych obniżyła się o 33% w stosunku do miesiąca pierwszego i wynosiła 8,02 mg/100 g. Podobnie jak w miesiącu pierwszym, rodzaj obróbki termicznej nie miał wpływu na tę wartość. Natomiast w różyczkach fortyfikowanych, zawartość wapnia była wciąż wyższa w porównaniu z próbami niefortyfikowanymi, jednak niższa w odniesieniu do miesiąca pierwszego o 20% w przypadku kalafiora gotowanego na parze

i o 40% w przypadku kalafiora gotowanego w wodzie. W trzecim miesiącu przechowywania zawartość wapnia w różyczkach niefortyfikowanych, jak i fortyfikowanych obniżyła się do poziomu średnio 4 mg/100 g, co stanowiło jedynie 20% początkowej zawartości wapnia w kalafiorze świeżym.

W tabelach składu i wartości odżywczej, zawartość wapnia w świeżym kalafiorze pozostaje średnio na poziomie 13 mg/100 g surowca, a w kalafiorze mrożonym 11 mg/100 g [15]. W badaniach własnych, w przypadku kalafiora świeżego stwierdzono blisko dwukrotnie wyższą zawartość tego pierwiastka - 22,0 mg/100 g (rys. 1). Podobny, a nawet nieco wyższy poziom wapnia w świeżym kalafiorze oznaczyła Grembecka i in. [17], tj. 23,2-26,4 mg/100 g, i która wskazała, że wpływ na zawartość poszczególnych składników w warzywach może mieć odmiana, warunki wegetacji, stopień dojrzałości, pochodzenie. Wpływ na poziom wapnia w surowcu roślinnym może mieć również metoda utrwalania, czas przechowywania, a także sposób przygotowania do spożycia. Kalafior najczęściej jest mrożony, a spożywany po ugotowaniu [11].

Powszechnie wiadomo, że gotowanie na parze powoduje mniejsze straty składników mineralnych i niektórych witamin. Potwierdziły to wyniki badań własnych, jak również badania Platty i Kolendy [20] dotyczące wpływu obróbki termicznej marchwi na zawartość jonów wapnia. Podczas gotowania tradycyjnego marchwi, zawartość wapnia zmniejszyła się z 61,77 mg/100 g surowca do 22,05 mg/100 g surowca. Podczas gotowania na parze zawartość wapnia zmniejszyła się do 44,04 mg/100 g surowca.

W opisanych badaniach zamrożone różyczki kalafiora przechowywano przez trzy miesiące, a zawartość wapnia kontrolowano co miesiąc po gotowaniu go w wodzie i na parze wodnej. Otrzymane wyniki zilustrowano na rys. 1.



Źródło: opracowanie własne / Source: own study

Rys. 1. Zawartość wapnia [mg/100 g] w badanych próbach kalafiora

Fig. 1. Calcium content [mg/100 g] in tested samples of cauliflower

Oznaczenia:

M-P - kalafior mrożony gotowany na parze,

M-W - kalafior mrożony gotowany w wodzie,

MF-P - kalafior mrożony fortyfikowany wapniem gotowany na parze,

MF-W - kalafior mrożony fortyfikowany wapniem gotowany w wodzie.

Tab. 2. Warunki inkubacji dla badanych grup drobnoustrojów

Table 2. Incubation conditions for the studied groups of microorganisms

Grupa mikroorganizmów	Podłoże wzrostowe	Temperatura [°C]	Czas [dni]
mezofilne	agar odżywczy, BTL	30	2
psychrofilne	agar odżywczy, BTL	20	3
grzyby	podłoże z chloramfenikolem YGC, BTL	25	5

Źródło: opracowanie własne / Source: own study

Liczebność mikroflory w badanych próbach kalafiora podczas przechowywania

Zmiany liczebności drobnoustrojów w badanych próbach kalafiora przedstawiono na rys. 2. W świeżym kalafiorze stwierdzono obecność mezofili na poziomie 5,7 log jtk/g, psychrofilii na poziomie 4,9 log jtk/g i grzybów mikroskopowych na poziomie 1,4 log jtk/g. Fortyfikacja i obróbka termiczna kalafiora świeżego obniżyły liczebność wszystkich wymienionych grup mikroorganizmów. W przypadku gotowania na parze poziom redukcji drobnoustrojów mezofilnych dla niefortyfikowanych i fortyfikowanych różyczek kalafiora (K-P, KF-P) wynosił średnio 64%, a dla gotowanych w wodzie (KF-W, KF-W) około 55% w stosunku do kalafiora świeżego. Liczebność psychrofilii w przypadku niefortyfikowanego kalafiora obniżyła się o 50% - dla różyczek gotowanych w wodzie (K-W) i o 60% - w przypadku gotowanych na parze (K-P). W przypadku kalafiora fortyfikowanego KF-W i KF-P, poziom redukcji psychrofilii wynosił odpowiednio 70% i 73%. Liczebność grzybów w różyczkach kalafiora niefortyfikowanego obniżyła się o 51% (gotowane w wodzie) i 58% (gotowane na parze). Nie stwierdzono obecności grzybów w badanych różyczkach kalafiora fortyfikowanego.

Podczas przechowywania zamrażalniczego, liczebność badanych grup drobnoustrojów znacząco się obniżyła już w pierwszym miesiącu we wszystkich badanych próbach kalafiora. W kalafiorze mrożonym, nie poddanym żadnej obróbce termicznej w pierwszym miesiącu przechowywania odnotowano tylko obecność mezofili i psychrofilii, a poziom ich redukcji wynosił odpowiednio 76% i 70% w stosunku do kalafiora świeżego. W kolejnych miesiącach przechowywania obecne były tylko psychrofile, ale poziom ich redukcji nie uległ zmianie i wynosił 70% w stosunku do kalafiora świeżego.

W pierwszym miesiącu przechowywania w mrożonych różyczkach kalafiora fortyfikowanych wapniem (MF-P i MF-W) nie stwierdzono obecności żadnej badanej grupy drobnoustrojów, a w różyczkach niefortyfikowanych (M-P i M-W) stwierdzono obecność tylko drobnoustrojów psychrofilnych. Poziom ich redukcji dla próby gotowanej w wodzie (M-W) wynosił 70%, dla próby gotowanej na parze 76% (M-P). W trzecim miesiącu przechowywania, w żadnej z tych próbek nie odnotowano obecności drobnoustrojów.

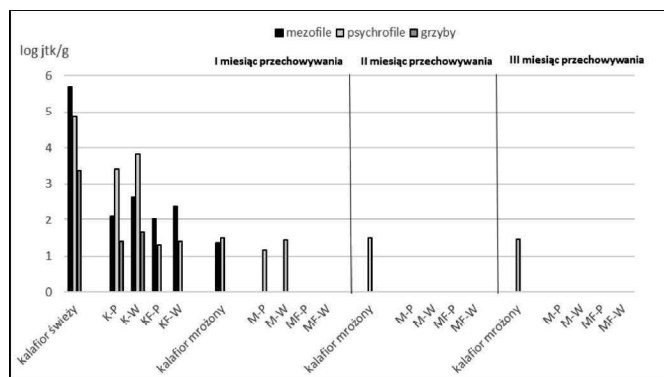
Świeże owoce i warzywa są zanieczyszczone licznymi różnorodnymi mikroorganizmami. Rodzaj i ich liczebność zależy od populacji bytującej w glebie, która stanowi pierwotne ich źródło, ale również od czystości pomieszczeń magazynowych, linii przetwórczych, higieny transportu. Około 80-90% zanieczyszczeń to mikroorganizmy saprofityczne, tj. psychrofilne bakterie z grupy *Pseudomonas*, rodzina *Enterobacteriaceae*, bakterie kwasu mlekowego, mezofilne szczepy *Bacillus*, pleśnie z rodzajów *Rhizopus*, *Botrytis*, *Penicillium*, *Aspergillus*. Ich rozwój prowadzi do degradacji tkanek, komórek roślinnych i ich składników, generuje nieprzyjemne odory, powoduje mięknienie [21]. Do najczęstszych drobnoustrojów chorobotwórczych występujących na świeżych owocach i warzywach należą gatunki *Salmonella*, *Shigella*, *Listeria monocytogenes*, *E. coli* O157: H7 [22].

Mrożenie jest jedną ze skuteczniejszych metod utrwalania żywności, powoduje zahamowanie procesów życiowych mikroorganizmów i może przyczynić się do obniżenia się ich liczebności, ale nie prowadzi do całkowitej redukcji [23]. Natomiast zastosowanie wysokich temperatur podczas przygotowywania mrożonek do spożycia, pozwala uzyskać ten efekt.

W badaniach własnych, poziom skażenia świeżego kalafiora był porównywalny z wynikami innych autorów.

Białasiewicz [23] dokonując oceny mikrobiologicznej warzyw - fasoli szparagowej, kalafiora, brukselki, marchwi bezpośrednio po zamrożeniu - stwierdził podobny, wysoki stopień kontaminacji bakteriami mezofilnymi rzędu 10^{5-6} jtk/g, drożdżami i pleśniami rzędu odpowiednio 10^3 - 10^4 jtk/g i 10^3 - 10^3 jtk/g. Podczas przechowywania warzyw w temperaturze -18°C przez okres 6-miesięcy odnotował obniżenie się populacji bakterii i grzybów o ponad połowę. Badane warzywa nie były poddawane obróbce termicznej.

W badaniach własnych stwierdzono brak obecności drobnoustrojów w próbach kalafiora gotowanego już po dwóch miesiącach przechowywania zamrażalniczego. W kalafiorze, nie poddanym gotowaniu, w trzecim miesiącu przechowywania, wciąż obecne były psychrofile, co potwierdza potrzebę zastosowania wysokotemperaturowej obróbki mrożonek przed spożyciem. Warto również podkreślić, że w niniejszych badaniach, bez względu na rodzaj badanej próby (fortyfikowana lub nie), wyższą redukcję mikroorganizmów uzyskano w próbach gotowanych na parze niż w wodzie.



Źródło: opracowanie własne / Source: own study

Rys. 2. Liczebność mikroflory w badanych próbach kalafiora podczas przechowywania (-22°C)

Fig. 2. The number of microflora in the tested cauliflower samples during storage (-22°C)

Oznaczenia:

- K-P - kalafior gotowany na parze,
- K-W - kalafior gotowany w wodzie,
- KF-P - kalafior fortyfikowany wapniem gotowany na parze,
- KF-W - kalafior fortyfikowany wapniem gotowany w wodzie,
- M-P - kalafior mrożony gotowany na parze,
- M-W - kalafior mrożony gotowany w wodzie,
- MF-P - kalafior mrożony fortyfikowany wapniem gotowany na parze,
- MF-W - kalafior mrożony fortyfikowany wapniem gotowany w wodzie.

Podsumowanie

Wzbogacanie warzyw może stać popularną alternatywą uzupełniania witamin i składników mineralnych w diecie człowieka. Mrożone warzywa są postrzegane jako żywność „wygodna” i funkcjonalna. Dodatkowo, warzywa kapustne, a wśród nich kalafior, zawierają związki bioaktywne - glukozytolany, sulforany, karotenoidy, a ich spożycie przynosi wiele potwierdzonych naukowo korzyści zdrowotnych.

W badaniach własnych w przypadku kalafiora wzbogaczonego wapniem stwierdzono, że efektywność przeprowadzonej fortyfikacji zauważalna była przez dwa pierwsze miesiące przechowywania zamrażalniczego. Wyższą zawartość wapnia odnotowano w próbach gotowanych na parze.

Należy jednak podkreślić, że zawartość wapnia w przechowywanym zamrażalniczo kalafiorze obniżała się bez względu na to czy był on fortyfikowany czy nie. W przypadku kalafiora niefortyfikowanego, zawartość wapnia już po pierwszym miesiącu przechowywania obniżyła się aż o prawie 50%

w stosunku do kalafiora świeżego. Natomiast w przypadku kalafiora fortyfikowanego wartość ta była podobna lub nawet wyższa w porównaniu z kalafiorem świeżym.

Obróbka termiczna, skutecznie redukowała poziom badanych grup drobnoustrojów w mrożonym kalafiorze (fortyfikowanym i nie) podczas przechowywania. W trzecim miesiącu w żadnej z badanych prób kalafiora nie stwierdzono ich obecności. W czasie dwóch pierwszych miesięcy przechowywania, bez względu na rodzaj badanej próby (fortyfikowana lub nie), stwierdzono wyższą redukcję mikroorganizmów stwierdzono w próbach gotowanych na parze. Ten rodzaj obróbki jest zdecydowanie korzystniejszy w porównaniu z gotowaniem w wodzie, gdyż pozwala zachować („nie wypłukuje”) większość cennych dla zdrowia składników odżywczych, witamin i minerałów.

Bibliografia

- [1] Reece J.: Chemia życia. [w:] Biologia Campbella. red. Dabert M., Dabert J.: Dom Wydawniczy REBIS Sp. z o.o., Poznań, 2016.
- [2] Wojtasik A., Jarosz M., Stoś K.: Składniki mineralne. [w:] Normy żywienia dla populacji Polski. red. Jarosz M. wyd. Instytut Żywności i Żywienia, Warszawa, 2017, 203-237.
- [3] Bolanowski J., Bolanowski M.: Znaczenie wapnia i witaminy D w profilaktyce i leczeniu osteoporozy. Adv. Clin. Exp. Med., 2005, Vol. 14(5), 1057-1062.
- [4] Szeleszczuk Ł., Kuras M.: Znaczenie wapnia w metabolizmie człowieka i czynniki wpływające na jego biodostępność w diecie. Biuletyn Wydziału Farmaceutycznego Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego, 2014, 3, 16-22.
- [5] Kosendiak A., Bronkowska M., Felińczak A., Biernat J.: Ocena spożycia wybranych produktów mlecznych jako źródeł wapnia przez osoby przygotowujące się do maratonu. Bromatologia i Chemia Toksykologiczna, 2016, 1, 10-15.
- [6] https://www.nutritionvalue.org/Cauliflower%2C_raw_nutritional_value.html.
- [7] Ustawa z dnia 25 sierpnia 2006 r. o bezpieczeństwie żywności i żywienia, Dz. U. 2006 Nr 171 poz. 1225.
- [8] Kobus-Cisowska J.: Effect of fortification with calcium from eggshells on bioavailability, quality, and rheological characteristics of traditional Polish bread spread, Journal of Dairy Science, 2020, 103, 69186929.
- [9] Lentas K., Wichrowa-Rajchert D.: Wpływ wstępnego nasycania jonami wapnia na wybrane właściwości suszu jabłkowego. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2008, Vol. 5(60), 178-188.
- [10] Kowalska H., Lenart A.: Wpływ chlorku wapnia na odwadnianie osmotyczne marchwi. Inżynieria Rolnicza, 2007, Vol. 5(93), 237-245.
- [11] Górnicki K.: Charakterystyka wybranych surowców i produktów roślinnych w aspekcie ich utrwalania różnymi metodami. Wydawnictwo SGGW, 2017, 44-57.
- [12] Chen C., Tony Kong A.-N.: Dietary cancer-chemopreventive compounds: from signaling and gene expression to pharmacological effects. Trends Pharmacol. Sci., 2005, 26, 318-326.
- [13] Fuentes F., Paredes-Gonzales X., Tony Kong A.-N.: Dietary glucosinolates sulforaphane, phenethyl isothiocyanate, indole-3 carbinol/3,3'-diindolylmethane: Antioxidative stress/inflammation, Nrf2, epigenetics/epigenomics and in vivo cancer chemopreventive efficacy. Curr. Pharmacol. Rep., 2015, 1, 179-196.
- [14] Cieślak E., Cieślak I., Borowski M., Cieślak E.: Charakterystyka właściwości prozdrowotnych glukozynolanów. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, 2017, 588, 3-14.
- [15] Florkiewicz A., Filipiak-Florkiewicz A., Topolska K.: The effect of technological processing on the chemical composition of cauliflower. Ital. J. Food Sci., 2014, Vol. 26(3), 275-281.
- [16] Kunachowicz H., Nadolna I., Iwanow K., Przygoda B.: Wartość odżywcza wybranych produktów spożywczych i potraw. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, 2012, 58-65.
- [17] Grembecka M., Szefer P., Dybek K., Gurzyńska A.: Ocena zawartości wybranych biopierwiastków w warzywach. Roczniki Państwowego Zakładu Higieny, 2008, Vol. 59(2), 179-186.
- [18] Rozporządzenie Komisji (WE) NR 963/98 z dnia 7 maja 1998 r. ustanawiające normy handlowe dla kalafiorów. Dz.U. L 135 z 8.5.1998, str. 18.
- [19] PN-EN 16196:2013-05. Manganometryczne oznaczenie wyekstrahowanego wapnia wytrąconego w postaci szczawianu.
- [20] Platta A., Kolenda H.: Jakość sensoryczna wybranych odmian marchwi jadalnej po obróbce termicznej. Bromatologia i Chemia Toksykologiczna, 2009, 42(3), 391-396.
- [21] Mostafidi M., Reza Sanjabi M., Skirkhan F., Tamaskani Zahedi M.: A review of recent trends in the development of the microbial safety of fruits and vegetables, Trends Food Sci., Technol., 2020, 103, 321-332.
- [22] Ssemanda J., Reij M., Cyubahiro Bagabe M., Mambo Muvunyi C.: Indicator microorganisms in fresh vegetables from "farm to fork" in Rwanda. Food Control, 2017, 75, 126-133.
- [23] Białasiewicz D.: Ocena mikrobiologiczna wybranych warzyw przechowywanych w niskich temperaturach. Chłodnictwo, 2001, 3, 6-39.

EFFECT OF HEAT TREATMENT AND FROZEN STORAGE ON CALCIUM-ENRICHED ROSES

Summary

Enrichment/fortification of vegetables with calcium, also frozen, is an attractive alternative to supplementing the deficiencies of this element in the human diet for dietary supplements. Calcium is one of the most important minerals. The most serious consequences of dietary calcium deficiency in children are rickets, and in adults, osteomalacia and an increased risk of osteoporosis. Calcium consumption in Poland accounts for an average of 60% of the recommended amounts. Frozen vegetables are perceived as convenient and functional food. Cruciferous vegetables, including the popular and eagerly consumed cauliflower, contain bioactive compounds with proven anti-cancer properties. The aim of this study was to evaluate the effect of storage time and the type of thermal treatment (boiling in water, steaming) on the calcium content in fortified frozen cauliflower. The obtained results indicate that the effectiveness of the cauliflower fortification was noticeable during the first two months of freezing storage. In this case, a higher calcium content was found in the case of steamed cauliflower roses. Thermal treatment effectively reduced the level of the studied groups of microorganisms: mesophiles, psychrophiles, and fungi in frozen cauliflower during storage. It should be emphasized that regardless of the type of sample tested (fortified or not), a higher reduction of microorganisms was obtained in the steamed samples. This type of treatment is much more advantageous than cooking in water, as it allows you to keep ("not rinse out") most of the nutrients, vitamins and minerals valuable for health.

Key words: cauliflower, fortification, calcium, frozen storage, heat treatment