



Zachodniopomorski
Uniwersytet Technologiczny

CHEMIA ŻYWNOŚCI



Wydział Nauk o Żywności i Rybactwa

**Centrum Bioimmobilizacji
i Innowacyjnych
Materiałów Opakowaniowych**

ul. Klemensa Janickiego 35

71-270 Szczecin



ĆWICZENIE 10.

Zielone barwniki roślinne

Kolor jedzenia jest dla nas, konsumentów, bardzo ważny, ponieważ wskazuje na to, czy dany produkt jest świeży i wartościowy, czy też jest zepsuty i nie nadaje się do spożycia. W przypadku zielonych warzyw, główną wskazówką jest właśnie zielony kolor, nadawany liściom przez barwnik chlorofil.

Bardzo często w trakcie gotowania warzywa zmieniają kolor na brązowy, co może sugerować, że przestają być świeże i wartościowe. Chociaż nie można zapobiec tej – zachodzącej pod wpływem wysokiej temperatury – degradacji, można jednak zapobiec zmianie koloru. Nawet proste substancje chemiczne mogą z powodzeniem zmieniać kolor pożywienia, co sprawia, że wygląda ono atrakcyjniej i jednocześnie tuszuje fakt, iż w zasadzie utraciło ono niektóre ze swych wartości odżywczych.

Podczas gotowania ma miejsce degradacja zielonego chlorofilu i jak na razie nie znamy doskonałego sposobu pozwalającego zapobiec temu procesowi. Niektóre z metod, np. gotowanie w zakwaszonej wodzie, powodują równocześnie utratę wartości odżywczych i niekorzystną zmianę konsystencji.

Gotowanie warzyw jest sposobem obróbki pokarmu w celu zmiany ich „konsystencji” – z twardej na miękką, a dzieje się to m.in. dzięki zmianie organizacji włókien roślinnych. Miało to duże znaczenie zwłaszcza dawniej, kiedy rośliny zawierały znacznie więcej włókien w porównaniu do roślin i produktów współcześnie używanych w kuchni.

Pod wpływem wysokiej temperatury chlorofil degradowuje do brązowej feofityny, co jest spowodowane utratą magnezu w centrum aktywnym cząsteczki chlorofilu. Ta zmiana barwy z zielonej na brązową wskazuje konsumentom, że warzywa były gotowane zbyt długo i przez to straciły też wiele wartości odżywczych. Gotowanie, bowiem powoduje także dezintegrację ścian i błon komórkowych, co w efekcie prowadzi do wypłynięcia zawartości komórek, w tym wartościowych witamin i jonów, do wody, w której się gotują.

Barwniki

Barwa jest bardzo ważnym wskaźnikiem jakości zarówno świeżych, jak i przetworzonych, produktów żywnościowych. Jeśli zabarwienie produktu spożywczego nie jest akceptowane przez konsumenta, to inne wskaźniki jakości, takie jak zapach czy konsystencja, nie budzą jego zainteresowania. Barwniki są to substancje mało trwałe, a ich przemiany w trakcie przetwarzania i składowania żywności zależą od zastosowanych warunków przetwarzania i przechowywania. Z chemicznego punktu widzenia barwa produktów żywnościowych zależy z jednej strony od obecności naturalnych barwników, a z drugiej od produktów przemian, zarówno barwnych, jak i bezbarwnych składników żywności.

Do barwników naturalnych zalicza się związki organiczne pochłaniające światło w zakresie promieniowania 400-700 nm, występujące w surowcach pochodzenia roślinnego i zwierzęcego. Najczęściej spotykane naturalne barwniki żywnościowe zaliczyć można do kilku podstawowych grup:

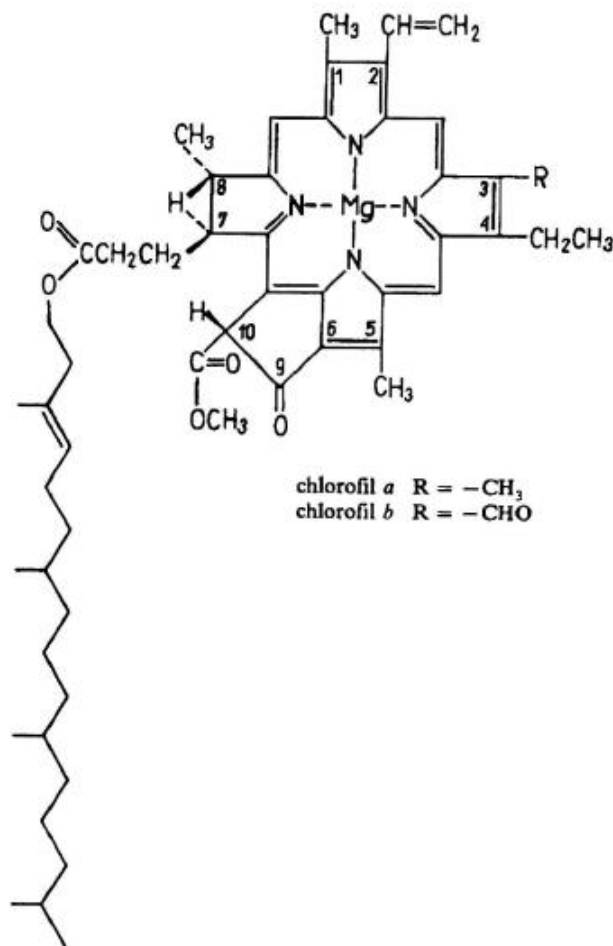
- barwniki betalainowe - betacyjany i betaksantyny
- barwniki flawonoidowe - antocyjany
- barwniki izoprenoidowe - karotenoidy
- barwniki porfiryńowe – chlorofile oraz hemoglobina i mioglobina
- barwniki chinoidowe – koszenila
- inne barwniki naturalne – ryboflawina, kurkuma i in.

Chlorofile

Chlorofil jest najbardziej rozpowszechnionym barwnikiem roślinnym. Występuje w liściach i innych eksponowanych na światło zielonych częściach roślin. W roślinach chlorofil zlokalizowany jest w chloroplastach, gdzie występuje, obok karotenoidów w postaci kompleksu ze specyficznym białkiem - chloroplastyną. W organizmach zdolnych do fotosyntezy występuje znaczna różnorodność chlorofili, jednakże najbardziej popularne są chlorofile a i b.

Podstawą budowy chlorofili jest układ magnezoporfirynowy, czyli pierścień czteropirolowy z centralnie związanym koordynacyjnie jonem magnezu. Podstawowy układ magnezoporfiryny jest podstawiony grupami metylowymi, etylowymi, etylenowymi lub resztami kwasu propionowego. Przedstawione chlorofile zawierają ponadto w pozycji 7 związany estrowo alkohol – fitol, będący pochodną izopentanolu, który ma charakter hydrofobowy, dzięki temu chlorofile łatwo rozpuszczają się w tłuszczach i rozpuszczalnikach tłuszczowych, a są słabo rozpuszczalne w wodzie.

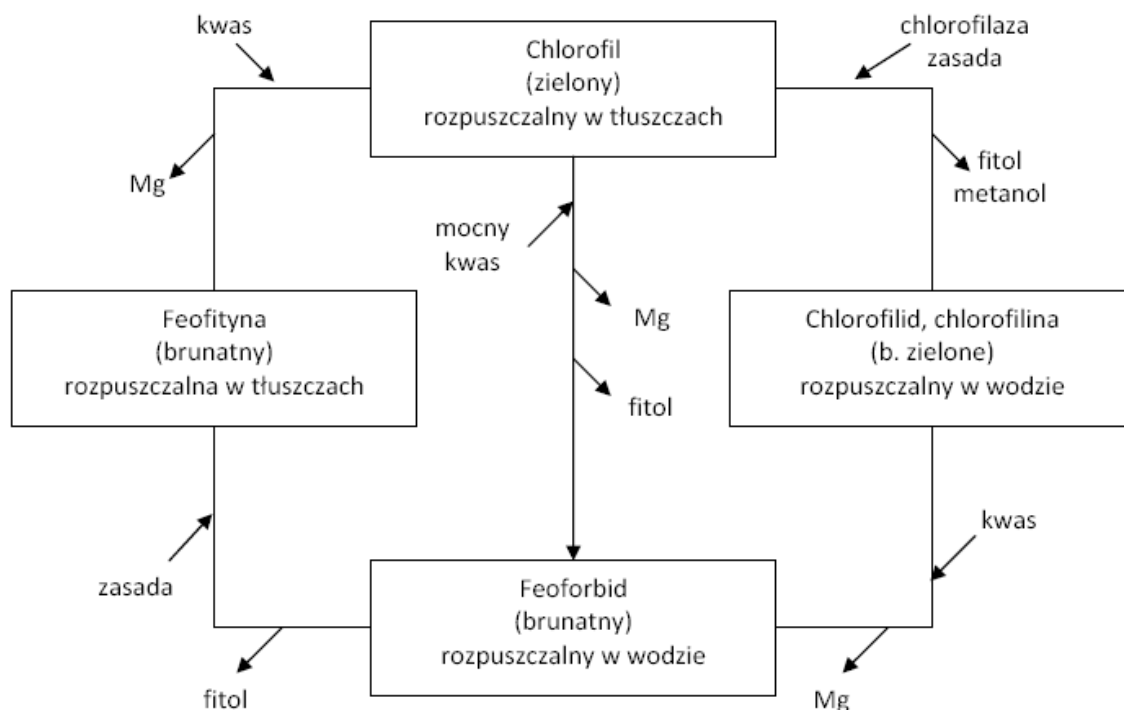
Chlorofil a jest niebieskozielony, przy C-3 posiada grupę metylenową, natomiast chlorofil b jest żółto-zielony, ma grupę aldehydową.



Rys. 1 Budowa chlorofilu

Barwniki chlorofilowe są uważane za najmniej trwałe barwniki roślinne. Charakterystyczną zieloną barwę zachowują tylko w żywych nieuszkodzonych tkankach. Szybkość i charakter zmian zachodzących podczas składowania i przetwarzania surowców zależy od temperatury i kwasowości środowiska. Na przemiany chlorofili mają wpływ następujące czynniki: temperatura, pH, tlen, obecność metali, enzymy (chlorofilaza, lipooksygenaza).

Przebieg przemian chlorofilu zależy w dużym stopniu od pH środowiska. Pod wpływem słabych kwasów następuje wymiana magnezu na dwa wodory i powstaje brunatna/oliwkowozielona feofityna (rozpuszczalna w tłuszczach). W silnie kwaśnym środowisku dochodzi do usunięcia jonu magnezowego i fitolu, w wyniku czego powstaje brunatny feoforbid. W środowisku zasadowym w wyniku hydrolizy wiązań estrowych powstają chlorofiliny, wzrasta również aktywność chlorofilazy w wyniku czego powstają zielone chlorofilidy.



Rys. 2 Przemiany chlorofilu pod wpływem kwasów i zasad

Chlorofile posiadają zdolność wymiany jonów magnezu na jony metali dwuwartościowych. Zastąpienie jonów magnezu jonami Cu(II) zwiększa stabilność zielonej barwy chlorofili. Obecnie produkuje się następujące preparaty barwników chlorofilowych: chlorofil (rozpuszczalny w tłuszczach, miedziowany i nie miedziowany) w postaci koncentratów olejowych, etanolowych lub sypkich preparatów; chlorofilinę miedziowaną (rozpuszczalną w wodzie) w postaci preparatów soli sodowych i potasowych.

Cel ćwiczenia

Poniższy eksperyment ma na celu pokazanie, że istnieją dwa barwne produkty powstające w wyniku degradacji chlorofilu: w kwaśnym roztworze jest to brązowy produkt, a w alkalicznym - jasnozielony.

Dodawanie dużych ilości soli do gotowania warzyw jest zgodne z zaleceniami szefów kuchni, którzy twierdzą, że dzięki temu zachowany zostaje kolor w czasie gotowania. Naukowe wyjaśnienie tego zjawiska może być takie, że roztwór soli powoduje wypływanie wody z komórek roślinnych na zewnątrz (w procesie osmozy), co z kolei wpływa na zagęszczenie wartościowych składników wewnątrz komórek i jednocześnie zabezpiecza przed ich wypływaniem do gotującej się wody.

Fakt, że warzywa pozostają zwarte nawet podczas długotrwałego gotowania w zakwaszonej wodzie, może być spowodowany denaturacją białek (tak, jak w przypadku gotowanych jaj). Natomiast po gotowaniu w buforze o odczynie zasadowym białka stają się rozpuszczalne. Dodatkowo, ściana komórkowa inaczej reaguje w zależności od pH.

Część doświadczalna

Materiały i odczynniki

- Bufor o pH 4
- Bufor o pH 7
- Bufor o pH 12,
- woda z kranu (nie używaj wody destylowanej)
- 2 łyżeczki soli kuchennej (NaCl)
- 5 wytrzymałych na wysoką temperaturę szklanych zlewek
- brokuły i szpinak

1. Trzy zlewki podpisać kolejno "4", "7", "12", czwartą zlewkę podpisać "woda", do piątej dodać dwie łyżeczki soli i tę zlewkę opisać jako "NaCl".
2. Napełnić wszystkie zlewki odpowiednimi roztworami do końcowych objętości 50 ml. Zmierzyć pH wszystkich roztworów, wynik wpisać do tabeli.
3. Postawić zlewki z roztworami na kuchence i podgrzewać do momentu wrzenia roztworów w naczyniach.
4. W czasie podgrzewania roztworów przygotować pięć równych porcji brokułów (8 g)
5. Zmniejszyć temperaturę w kuchence do 60°C i do każdego naczynia z gotującym się roztworem dodać po jednej porcji warzyw.
6. Gotować zlewki z warzywami na wolnym ogniu przez 10 minut, a następnie wyjąć je z wody i ostudzić wstawiając naczynia do pojemnika wypełnionego zimną wodą i lodem.
7. Po ostudzeniu wyjąć ugotowane warzywa ze zlewek na ręczniki papierowe (przebrać zawartość zlewki przez sitko, tak aby roztwór po gotowaniu zawierał jak najmniej gotowanych warzyw)
8. Zmierzyć pH roztworów po gotowaniu, wynik wpisać do tabeli.
9. Wykonać analogicznie wszystkie podpunkty dla szpinaku.

Opracowanie wyników

Dokonać obserwacji i zanotować wyniki w tabeli.

- Ocenić kolor roztworów po gotowaniu warzyw.
- Ocenić kolor warzyw przed i po gotowaniu.
- Ocenić miękkość i strukturę warzyw przed i po gotowaniu

Tabela dla brokułów:

	przed gotowaniem	pH 4	pH 7	pH 12	woda z kranu	woda z NaCl
wartość pH roztworu przed gotowaniem						
wartość pH roztworów po gotowaniu						
kolor warzyw (oliwkowy/zielony itp.)						
kolor roztworu (bezbarwny/słomkowy/zielony itp.)						
apetyczność pod względem koloru (+/-)						
konsystencja warzyw (zwarda/miękka)						
apetyczność pod względem konsystencji (+/-)						

Tabela dla szpinaku:

	przed gotowaniem	pH 4	pH 7	pH 12	woda z kranu	woda z NaCl
wartość pH roztworu przed gotowaniem						
wartość pH roztworów po gotowaniu						
kolor warzyw (oliwkowy/zielony itp.)						
kolor roztworu (bezbarwny/słomkowy/zielony itp.)						
apetyczność pod względem koloru (+/-)						

Wyjaśnić mechanizm powstałych zmian.