

# Chemia na talerzu

■ ALICJA CZARNECKA, ANNA FLOREK

Z badań wynika, że w ciągu swojego, liczącego 70 lat, życia przeciętny człowiek zjada aż 80 ton żywności wzbogaconej różnymi dodatkami: barwnikom, konserwantami itd. Dodatki do żywności budzą w ostatnich latach wiele emocji. Ich stosowanie utożsamia się często z chemizacją żywności i pogarszaniem przez to jej jakości zdrowotnej. Obawy te spowodowane zostały w dużej mierze przez reklamę i publikacje prasowe. Autorzy tych sensacyjnych doniesień twierdzą, że substancje wzbogacające żywność są odpowiedzialne za wyzwalanie wszelkich nieszczęść, np. raka, ślepoty, czy zaburzenia koncentracji. W prasie spotyka się mnóstwo katastroficznych tytułów, takich jak: „Konserwant to przyjaciel czy płatny morderca?”, „Groźne dodatki” czy „Produkty light to szatański wynalazek”, nie mówiąc już o treściach tych artykułów, zawierających często fałszywe informacje. Konsumenty, także uczniowie stawiają wiele pytań dotyczących problemów produkcji żywności czy zdrowego odżywiania, np.

1. Czy dodatki do żywności to wymysł ostatnich lat?
2. Czy współcześnie możliwa jest produkcja żywności bez dodatków?
3. Czy wszystkie sztuczne dodatki są szkodliwe, a naturalne – zdrowe?
4. W jaki sposób dodatki do żywności wpływają na nasze zdrowie?
5. Na jakiej podstawie polskie prawo dzieli dodatki do żywności na dozwolone i niedozwolone?
6. Skąd wzięła się litera E w nazwach dodatków do żywności?

W tym artykule przedstawione zostaną wybrane fakty, które mogą być pomocne w poszukiwaniu odpowiedzi na postawione wyżej pytania.

## 1. Czy dodatki do żywności to wymysł ostatnich lat?

Człowiek od momentu pojawienia się na Ziemi zastanawiał się nad przyczynami psucia się żywności. Od czasów prehistorycznych wynajdował rozmaite sposoby w celu przedłużenia jej trwałości i osiągał istotne wyniki pomimo faktu, że batalia ta prowadzona była bez znajomości szkodliwych dla żywności czynników, mówiąc inaczej – mikroorganizmów i enzymów, a jedynie na podstawie obserwacji i doświadczeń. Pierwotni ludzie wykorzystywali między innymi: promienie słoneczne, wiatr, wędzenie oraz metodę chemicznej konserwacji za pomocą wody morskiej i sproszkowanej soli. Stosowanie soli wydaje się rozpowszechnioną metodą utrwalania żywności już od IX wieku p.n.e., jednak to już starożytni Egipcjanie rozwinęli handel solonymi/wędzonymi produktami. Wykorzystywali oni azotan(V) sodu (E 251) do peklowania mięsa, kwas octowy (E 260) i tlenek siarki(IV) (E 220) do konserwowania owoców i warzyw [4, 5].

Konserwowanie jaj za pomocą moczenia ich w roztworze szkła wodnego jest już od wieków stosowane przez Chińczyków. Szczególnie okres wojen sprzyjał poszukiwaniu nowych, lepszych metod konserwowania żywności. Władcy wyznaczali wysokie nagrody dla tych, którzy wynajdą odpowiedni sposób na to, by zapewnić jego żołnierzom zdatną przez długi czas do spożycia żywność [5].

Barwienie żywności stosowano także przed tysiącami lat. Prawdopodobnie początkowo czyniono to w celach rytualnych. Później, szczególnie w XV do XVIII wieku, w celach dekoracyjnych. Atrakcyjna barwa to według Konfucjusza jedna z cech, jakie winny charakteryzować potrawę chińską. Używano do tego barwników pochodzenia naturalnego. Pliniusz pisze o bar-

wieniu chleba i wina za czasów Cesarstwa Rzymskiego owocami jagód. Widać zatem, że dodatki do żywności stosowane były od wieków i nie jest to wymysł ostatnich lat.

## 2. Czy stosowane dawniej dodatki do żywności były szkodliwe dla zdrowia człowieka?

Stosowane dawniej dodatki stwarzały niewątpliwie zagrożenie dla zdrowia człowieka i jego życia. Wynikało to głównie z ówczesnej niewiedzy w zakresie toksykologii żywności. Najlepszym tego przykładem może być stosowany jeszcze w początkach XIX wieku dodatek ołowiu do wina, w celu wzmocnienia barwy i zwiększenia jego słodkości. Obecnie wiadomo, że ołów jest trucizną ogólnoustrojową, działa szkodliwie na układ nerwowy, nerki. Wpływa hamująco na rozwój psychiczny dzieci oraz może wywoływać uszkodzenia mózgu. Zaliczany jest do jednych z najbardziej szkodliwych substancji dla zdrowia człowieka [7].

Ludzie, jak wynika z badań, zawsze reagowali emocjonalnie na kolor, dlatego jednym z warunków zbytu przetworzonej żywności był jej atrakcyjny wygląd. Producenci już od dawna, szczególnie w XVIII i XIX wieku, nadużywali barwnych substancji do fałszowania artykułów spożywczych, najczęściej, aby upozorować świeżość albo większą wartość wartościowych składników. Świadomie lub nieświadomie barwili żywność następującymi toksycznymi substancjami:

- cynobrem (HgS) zabarwiano sery i karmel,
- minią ( $Pb_3O_4$ ) zabarwiano paprykę,
- chromianem ołowiu(II) ( $PbCrO_4$ ) zabarwiano karmel,
- solami miedzi nadawano trwałe zielone zabarwienie kwaszonym ogórkom.

Tego rodzaju praktyki oczywiście należą już od dawna do przeszłości i nie mają nic wspólnego z dzisiejszymi sposobami wykorzystywania dodatków do żywności [3].

## 3. W jakim celu dzisiaj producenci stosują dodatki do produktów spożywczych?

Obecnie konsumenci poszukują produktów atrakcyjnych smakowo, o ładnym wyglą-

dzie, niższej zawartości tłuszczu, cholesterolu, łatwych do przyrządzania oraz o długim czasie przechowywania. Producenci, z myślą o zysku, za wszelką cenę starają się spełnić oczekiwania konsumentów [6]. Substancje dodatkowe stosuje się współcześnie w celu:

- 1) przedłużenia trwałości produktu, poprzez ograniczenie lub zapobieganie niekorzystnym zmianom powodowanym przez drobnoustroje, utlenianie składników żywności, reakcje enzymatyczne i nieenzymatyczne oraz zapewnienie tzw. bezpieczeństwa poprzez zahamowanie rozwoju drobnoustrojów chorobotwórczych (np. konserwanty w napojach);
- 2) zapobiegania niekorzystnym zmianom jakościowym, w tym organoleptycznym (zmiany smaku, barwy itp.);
- 3) zwiększenia atrakcyjności konsumenciej (np. barwniki w wyrobach cukierniczych) oraz ułatwienia stosowania lub wykorzystania produktu;
- 4) utrzymania stałej i powtarzalnej jakości produktów;
- 5) ochrony składników kształtujących wartość odżywczą produktów (np. witamin);
- 6) ułatwienia produkcji oraz zwiększenia jej efektywności poprzez, między innymi, ograniczenie ubytków;
- 7) podniesienia wydajności produkcyjnej;
- 8) otrzymania nowych produktów (np. emulgatory w margarynach i lodach);
- 9) zachowania lub podniesienia wartości odżywczej (dodatek białek, witamin, składników mineralnych) [6] [[7].

## 4. Czy wszystko, co sztuczne jest szkodliwe, a naturalne – zdrowe?

Aktualnie obowiązujące Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 23 kwietnia 2004 roku w sprawie *dozwołonych substancji dodatkowych i substancji pomagających w przetwarzaniu* [Dz. U. z 2004 Nr 94, poz. 933 zm. Dz. U. z 2005 r. Nr 79, poz. 693] wyróżnia 27 funkcji technologicznych dozwołonych substancji dodatkowych, klasyfikując je w grupy, między innymi, takie jak: barwniki, substancje konserwujące, słodzące, przeciwutleniające itd.

Dodatki do żywności można jeszcze podzielić na:

- **naturalne** – tj. takie, które występują w przyrodzie w surowcach roślinnych bądź zwierzęcych;
- **syntetyczne, identyczne z naturalnymi** – tj. takie, które mają identyczną budowę i właściwości, jak związki występujące w przyrodzie, ale zostały otrzymane inną metodą niż z surowca naturalnego;
- **syntetyczne, sztuczne** – tj. takie, które zostały otrzymane na drodze syntezy chemicznej i nie występują w przyrodzie [7, 2].

Okazuje się, że ten właśnie podział budzi największe emocje wśród konsumentów. Utarło się bowiem w potocznych ocenach, że chemiczne substancje syntetyczne dodawane do żywności są bardzo „nieekologiczne”, w domyśle – szkodliwe dla zdrowia”. Natomiast substancje „naturalne”, tzn. pochodzenia roślinnego czy zwierzęcego bądź otrzymane na drodze hodowli tkankowych, fermentacji lub innych procesów biologicznych, są dobre i bezpieczne. Czy zatem wszystko, co „sztuczne” jest szkodliwe? Jednak podział na: „zdrowy”, „szkodliwy” nie pokrywa się z podziałem na: naturalny, sztuczny (w sensie wyprodukowania, tzn. syntezy chemicznej). Nie jest ważne, jak substancja została wyprodukowana, ale jakie ma właściwości, czy ma właściwe stężenie dozwolonych domieszek. Gdy idziemy do sklepu i kupujemy produkt spożywczy wzbogacony dodatkami, ważny jest nie sposób jego produkcji, nie jest też ważne, jakimi metodami pozyskano substancję dodawaną do żywności, lecz czy zapewnia ona konsumentowi, z punktu widzenia toksykologicznego, bezpieczeństwo zdrowotne [1, 7].

Na postawione pytanie: Czy linia podziału pomiędzy „zdrowym” i „niezdrowym” w pełni pokrywa się z podziałem na produkty „syntetyczne” i „naturalne”? najlepiej odpowiedzieć słowami średniowiecznego alchemika Paracelsusa: „dla każdej substancji, wszystko zależy od wielkości dawki”. Każdy związek chemiczny, który w małych ilościach

jest obojętny lub nawet pożyteczny, w większych może powodować utratę zdrowia, a w dużych dawkach nawet śmierć. Bardzo dobrze widać to na przykładzie jednego z najbardziej popularnych związków chemicznych – chlorku sodu, czyli soli kuchennej. Jest ona wręcz niezbędna do życia. Jednak konserwowanie żywności za pomocą obfitego solenia powoduje chorobę nadciśnieniową oraz jest przyczyną przedwczesnej śmierci ogromnej liczby ludności. Zjedzenie naraz 40 g soli oznacza w 50% ryzyko śmierci [8]. Ponadto, obecnie na skutek ogromnego rozwoju biotechnologii, która sprawia, że na rynku pojawiają się nowe dodatki, otrzymane na drodze biosyntezy enzymatycznej lub mikrobiologicznej, granica między tym, co jest naturalne a co syntetyczne, jest często umowna i trudna do określenia [7].

Czy wszystko, co naturalne jest naprawdę naturalne, a sztuczne – naprawdę sztuczne? **Karmel (E 150)** (*glukoza*  $C_6H_{12}O_6$ ) uważany jest za barwnik naturalny. Tradycyjnie jest to cukier poddawany ogrzewaniu do wysokiej temperatury. Na skalę przemysłową jest otrzymany na drodze kontrolowanego oddziaływania związków chemicznych (np. amoniaku) na węglowodany.

**Kwas benzoowy (E 210)** ( $C_6H_5COOH$ ) to chemiczny konserwant, choć w stanie naturalnym występuje między innymi w czarnych jagodach, borówkach, malinach oraz żurawinie.

**Koszenila (E 120)** ( $C_{22}H_{20}O_{13}$ ), czerwony barwnik, uznany został za naturalny, mimo że nie występuje bezpośrednio w pożywieniu człowieka, a pozyskiwany jest na drodze ekstrakcji z wysuszonych żeńskich owadów koszenili (*Dactilopius coccus*), żyjących na meksykańskich kaktusach [2, 7].

Pozostaje jeszcze jedno pytanie. Czemu producenci pozyskują dodatki do żywności na drodze syntezy chemicznej, mimo że mogliby często uzyskać je z produktów naturalnych?

Dobrym przykładem jest tu jeden z najbardziej popularnych związków zapachowych – wanilina (4-hydroksy-3-metoksy-

benzaldehyd). Kilogram naturalnej waniliny wyekstrahowanej z owoców *Vanilla planifolia*, rośliny z rodziny storczykowatych, rosnącej w Ameryce Południowej i Środkowej, kosztuje około 4000 dolarów. Natomiast kilogram waniliny otrzymanej na drodze syntezy chemicznej o budowie i właściwościach identycznych z tą, która występuje w strąkach rośliny, kosztuje tylko 12–15 dolarów. Jeszcze bardziej opłacalna jest produkcja sztucznej etylowaniliny (3-etoksy-4-hydroksybenzaldehyd), gdyż jej siła aromatyzowania żywności jest 3,5 razy większa od waniliny [2].

Poza tym zdarza się, że izolacja naturalnych dodatków z surowca prowadzi do powstania niepożądanych związków ubocznych. W przypadku uwalniania naturalnego aldehydu benzoesowego z glikozydu amygdaliny, obecnego w nasionach wiśni i moreli, konkurencyjnie tworzą się niewielkie ilości związków toksycznych.

Czas zatem uświadomić sobie, że większość chemicznych związków naturalnych jest bardziej trująca i „śmiercionośna” niż to, co chemicy zsyntezują w laboratoriach. Od początków cywilizacji znana jest cykuta (*Cicuta virosa*), trucizna muchomora (*Amanita muscaria*) i inne naturalne preparaty. A mało kto wie, że tak ulubiona przez nas kofeina, obecna w nasionach kawy, liściach herbaty jest trująca dla owadów. „Wiele naturalnych barwników, stosowanych od niepamiętnych czasów jako naturalne, czyli nieszkodliwe, nie było nigdy badanych pod kątem toksyczności, rakotwórczości i teratogenności tak dokładnie jak związki syntetyczne. Ostrożnie więc z tą „naturalnością”, gdyż coraz częściej wśród produktów naturalnych chemicy wykrywają trucizny, przedtem uznawane za „całkowicie bezpieczne” [8].

## 5. Na jakiej podstawie polskie prawo dzieli dodatki do żywności na dozwolone i niedozwolone?

W Polsce oceną bezpieczeństwa substancji dodatkowych zajmuje się zespół ds. oceny ryzyka związanego z bezpieczeń-

stwem żywności, powołany 11 czerwca 2003 roku w Państwowym Zakładzie Higieny. Rodzaj i dawkę substancji dodatkowych, jakie można stosować, określa w Polsce Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 23 kwietnia 2004 roku w sprawie dozwolonych substancji dodatkowych i substancji pomagających w przetwarzaniu [Dz. U. z 2004 Nr 94, poz. 933 zm. Dz. U. z 2005 r. Nr 79, poz. 693]. Ustawodawstwo polskie w tym zakresie jest zgodne z przepisami Unii Europejskiej. Kontrole żywności pod względem substancji dodatkowych przeprowadzają Państwowa Inspekcja Sanitarna oraz Inspekcja Weterynaryjna.

Na świecie istnieje bardzo duże zróżnicowanie dotyczące prawnych uwarunkowań z zakresu substancji dodatkowych do żywności. Obecnie szacuje się, że w USA około 2800 różnych substancji dodatkowych jest dozwolonych do stosowania, z których 1600 znajduje się na liście ogólnie uznanych za bezpieczne, tzw. **GRAS** (ang. *Generally Recognized as Safe*) [6]. Interesujące jest, że liczba tych substancji, stosowanych w Europie, jest znacznie mniejsza i wynosi około 400. Poza tym Dyrektywy Unii Europejskiej pozostawiają ostateczną decyzję państwom członkowskim na zasadzie, że nie muszą one przyjąć wszystkich, ale jednocześnie nie mogą proponować innych. Obowiązujące w Polsce rozporządzenie dopuszcza stosowanie w produkcji żywności 32 barwników, 14 substancji słodzących oraz 261 substancji dodatkowych innych niż barwniki i substancje słodzące.

Uporządkowanie legislacji w odniesieniu do dodatków miało również wpływ na ustosunkowanie się konsumentów do tych składników żywności. Obawa przed szkodliwością konserwantów i innych dodatków uległa znacznemu obniżeniu. W opinii konsumentów stają się one coraz bardziej bezpieczne wskutek wprowadzania odpowiednich regulacji prawnych, opartych na opiniach najwyższej klasy ekspertów naukowych oraz systematycznej kontroli stosowania. Konsument, widząc, że jest chro-

niony regulacjami prawnymi, które są jasne i przestrzegane, czuje się bezpieczny [5].

## 6. Skąd wzięła się litera E w nazwach dodatków do żywności?

Substancje dodatkowe do żywności oznakowane są symbolem E (jak Europa) i liczbą zgodną z międzynarodowym systemem numerycznym – INS (*ang. International Numbering System*) [5]. Koncepcja ta ma na celu ułatwić wymianę towarową między poszczególnymi krajami, uporządkować nazewnictwo substancji dodatkowych, a także ułatwić rozpoznanie substancji niezależnie od kraju i alfabetu.

Symbole E umieszczone na opakowaniu są deklaracją producenta, że substancje dodane do żywności zostały użyte w ilości odpowiadającej przeznaczeniu i pochodzą z listy zatwierdzonej przez władze Wspólnoty Europejskiej, oraz że, zgodnie z obecnym toksykologicznym stanem wiedzy, nie są szkodliwe dla zdrowia przy właściwym ich stosowaniu [6]. Widać zatem, że lista dodatków „E” nie jest żadnym tajnym spiskiem. Jest tylko uporządkowaniem sprawy, która umożliwi konsumentowi dowolnej narodowości zorientować się, co naprawdę spożywa.

Obawa przed dodatkami jest spowodowana głównie tym, że przeciętny konsument nie zna klucza do oznaczeń substancji dodatkowych. U wielu osób wręcz zgrozę budzą, kojarzące się z czymś zupełnie innym, nazwy dodatków, takie jak: kurkumina, antocjany, tokoferol, kwas askorbinowy, karoten, żelazocyanek wapnia. A są to konserwanty, zagęstniki, barwniki, a nawet witaminy, np. tokoferol (E 307) jest witaminą E, kwas askorbinowy (E 300) – witaminą C, beta-karoten (E160) – prowitaminą A, czy też antocjany (E 163), które są barwnikami naturalnymi uzyskiwanymi z czarnych winogron [7].

Wielu konsumentów uważa, że należy powstrzymać się od kupowania produk-

tów z dużą ilością E. Tymczasem to właśnie duża liczba symboli E dowodzi uczciwości producenta, ponieważ dodatki do żywności opatrzone symbolem E są najbardziej przebadaną grupą składników spożywczej żywności [7]. Należy także pamiętać, że przez dodanie konserwantów, bezpieczeństwo i jakość produktu ulega polepszeniu, a nie pogorszeniu. Nie należy zatem mieć zaufania do etykiet bez E, ponieważ nie wiadomo, jakich dodatków użył producent.

Programy nauczania chemii w szkołach ponadgimnazjalnych, obok podstawowych zagadnień chemii wielkocząsteczkowych związków organicznych (białka, węglowodany, tłuszcze), zawierają propozycje realizacji tematyki związanej ze składnikami produktów żywnościowych, zasadami zdrowego odżywiania się, a niekiedy procesów zachodzących w organizmach związanych z pobieraniem substancji odżywczych i energii. Jednakże najczęściej zagadnienia chemii żywności proponowane są jako tematy nadobowiązkowe i głównie dla profilu rozszerzonego. Taka sytuacja może powodować u uczniów trudności z łączeniem podstawowej wiedzy o budowie i właściwościach makrocząsteczek organicznych z zagadnieniami właściwej diety, rozumienia procesów biochemicznych, związanych z pozyskiwaniem składników pokarmowych i energii przez organizmy żywe i przez człowieka.

Istotny wpływ na aktywność poznawczą uczniów i efektywność nauczania może mieć wykorzystanie eksperymentu i dobór tematyki problemów eksperymentalnych. Warto w tym przypadku zwrócić uwagę na nauczanie w kontekście problemów codziennego życia<sup>1</sup>. Dlatego na zakończenie chcemy przedstawić propozycję dwóch eksperymentów uczniowskich. Są to eksperymenty, które uczniowie mogą wykonywać samodzielnie na przygotowanym stanowisku pracy, zgodnie z instrukcją, w obecności nauczyciela.

<sup>1</sup> Model nauczania po raz pierwszy zaproponowany przez Jean Lave i Etienne Wenger, (Lave J., and Wenger E., (1991) *Situated Learning. Legitimate peripheral participation*, Cambridge: University of Cambridge Press.

**Doświadczenie 1. Jak można odróżnić Coca-Colę od Coca-Coli light?**

**Odczynniki**

- Coca-Cola
- Coca-Cola light
- glukoza (roztwór 20%)
- siarczan(VI) miedzi(II) (roztwór 3%)
- wodorotlenek sodu (roztwór 10%)

**Sprzęt**

- 3 probówki
- 1 pipeta o poj. (5 cm<sup>3</sup>)
- 4 pipety o poj. (1 cm<sup>3</sup>)
- 3 bagietki
- łaźnia wodna (zlewka, palnik, trójnóg)

**Opis doświadczenia**

Próba Trommera

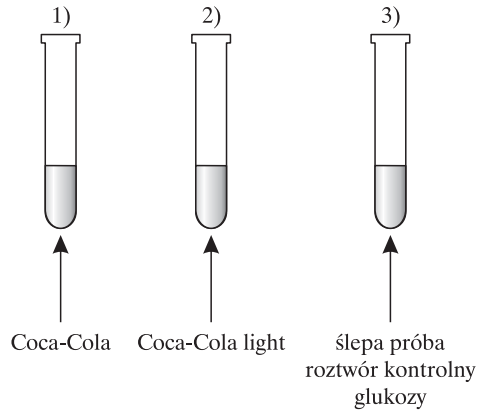
**Cel:** Wykrywanie cukrów redukujących.

- Do probówki wlej 5 cm<sup>3</sup> roztworu siarczanu(VI) miedzi(II).
- Dodaj 1 cm<sup>3</sup> roztworu wodorotlenku sodu.
- Zawartość probówki wymieszaj dokładnie bagietką.
- Następnie dodaj 1 cm<sup>3</sup> badanego roztworu.
- Probówkę ogrzewaj w zlewce z gorącą wodą.

**Wynik pozytywny:** powstaje ceglastopomarańczowy osad.

Zapisz swoje spostrzeżenia i wnioski.

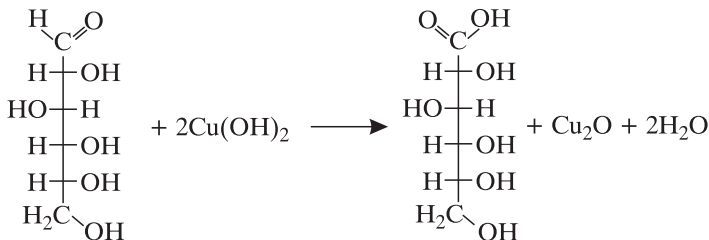
**Schemat wykonania**



**Obserwacje:** po dodaniu do siarczanu(VI) miedzi(II) wodorotlenku sodu w probówkach wytrącił się niebieski osad.

W probówce nr 1, do której dodano Coca-Coli i nr 3 (kontrolnej), do której dodano roztworu glukozy, po ogrzaniu wytrącił się ceglastopomarańczowy osad. W probówce nr 2, do której dodano Coca-Coli light, nie zaszła zmiana barwy osadu.

**Wnioski:** niebieski osad to wodorotlenek miedzi(II). Cukier redukujący powoduje redukcję dwuwartościowej miedzi do jednowartościowej w postaci Cu<sub>2</sub>O. Zaszła następująca reakcja:



**Ocena bezpieczeństwa**



roztwór wodorotlenku sodu

**Czas wykonania – 15 minut.**

## Doświadczenie 2. Wpływ kwasu sorbowego (E 200) i benzooesowego (E 210) na proces „psucia” się chleba

### Odczynniki

- chleb
- kwas benzooesowy
- kwas sorbowy
- woda destylowana
- woda destylowana o temp. około 20°C

### Sprzęt

- 3 zlewki (z nr 1-3)
- 3 naczynia Petriego z pokrywką
- 2 probówki
- 2 łyżeczki
- 2 bagietki
- 3 szczytce
- pisak

### Opis doświadczenia

- Określ właściwości fizyczne kwasu sorbowego i benzooesowego: 1) stan skupienia, 2) barwę, 3) zapach.
- Następnie do 3 zlewek wlej 100 cm<sup>3</sup> wody destylowanej o temp. około 20°C.
- W zlewce nr 1 rozpuść pół łyżeczki (około 0,2 g) kwasu sorbowego.

- W zlewce nr 2 rozpuść pół łyżeczki (około 0,2 g) kwasu benzooesowego.
- Do każdej zlewki włóż mały kawałek chleba.
- Następnie zwilżone kawałki chleba przenieś do 3 naczyń Petriego z pokrywką.
- Przechowuj te naczynia w temperaturze pokojowej przez kilka dni (7–8) i obserwuj, w którym pojawiła się pleśń.
- Zapisz swoje spostrzeżenia i wnioski.

**Ocena bezpieczeństwa:** wszystkie odczynniki użyte w doświadczeniu nie są sklasyfikowane jako substancje niebezpieczne.

**Czas wykonania – 10 minut.**

**Obserwacje:** chleb, który nie był zwilżony roztworem kwasu sorbowego i benzooesowego uległ spleśnieniu.

**Wnioski:** kwas sorbowy i benzooesowy hamuje proces fermentacji i tworzenia pleśni, opis w tabeli 1.

**Tabela 1.**

	stan skupienia	barwa	zapach	rozpuszczalność w wodzie
<b>Kwas sorbowy</b> <i>trans, trans 2,4-heksadienowy</i>	substancja krystaliczna	biała	lekko drażniący	0,28 g w 100 cm <sup>3</sup> przy 20°C
<b>Kwas benzooesowy</b> <i>fenylokarboksylowy, benzenokarboksylowy</i>	substancja krystaliczna	biała	charakterystyczny	0,16 g w 100 cm <sup>3</sup> przy 20°C

Praca finansowana w ramach projektu badawczego DS/8260-4-0090-8.

mgr **ALICJA CZARNECKA**, dr **ANNA FLOREK**

Wydział Chemii, Uniwersytet Gdański.

### LITERATURA

- [1] Ball S.: *Toksykologia żywności bez tajemnic*, Medyk, Warszawa 1998, s. 56–58.
- [2] Borowski J.: *Aktualne uwarunkowania stosowania substancji dodatkowych w przemyśle spożywczym*, Przegląd Mleczarski, 9/2005, s. 4–8.
- [3] Deifel A., Treiber D. (tłumaczył Maksymiuk K.): *Barwniki spożywcze*, Chemia w Szkole, 5/1998.
- [4] Rutkowski A.: *Rynek dodatków a współczesna technologia żywności*, Przemysł Spożywczy, 9/1997, s. 59–62.
- [5] Rutkowski A., Gwiazda S., Dąbrowski K.: *Kompendium dodatków do żywności*, Polska Izba Dodatków Do Żywności, Konin 2003.
- [6] Świderski F. (red.): *Żywność wygodna i żywność funkcjonalna*, WNT, Warszawa 1999, s. 39–43, 91–129.
- [7] Wojtaszek T.: *Dodatki do żywności – ich rola i znaczenie*, Problemy Higieny, 80/200.
- [8] Zagórski P.: *Czy wiesz, co jesz? Przewodnik po dodatkach do żywności*, Wiedza I Życie, Warszawa 1995.