

Ilona ROGOZIŃSKA, Dorota WICHROWSKA

e-mail: wichrowska@utp.edu.pl

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

Najpopularniejsze dodatki utrwalające stosowane w nowoczesnej technologii żywności

Wstęp

Substancjami dodatkowymi do żywności (*food additives*) określa się substancje normalnie nie spożywane jako żywność, nie będące typowymi składnikami żywności, posiadające lub nie mające wartości odżywczej, których celowe użycie technologiczne w czasie produkcji, przetwarzania, preparowania, traktowania, przechowywania, transportu spowoduje zamierzone lub spodziewane rezultaty w środku spożywczym albo w półproduktach będących jego komponentami [1].

Zagadnienie dotyczące dodatków do żywności jest tematem kontrowersyjnym i dlatego wzbudza na ogół negatywne emocje. Konsument poszukuje obecnie zdrowych, naturalnie smacznych i atrakcyjnych (trwałość, barwa, smakowitość) artykułów żywnościowych zawierających możliwie najmniej dodatków. Według Rogozińskiej [2, 3] nowoczesne przetwarzanie żywności jest więc kwestią stworzenia produktu komercyjnego w kategorii ceny i czasu przydatności do spożycia, z zachowaniem jednocześnie jak najbardziej naturalnego aromatu, tekstury i wartości odżywczej. W ostatnim półwieczu udział substancji dodatkowych w produkcji artykułów żywnościowych stał się niezbędnym i trwałym elementem procesu technologicznego, a szczególnie zainteresowaniem cieszą się substancje dodatkowe wpływające na wartość prozdrowotną i trwałość produktów [4].

Producentów żywności, ich importerów i eksporterów obowiązuje stosowanie dodatków zgodnie z prawem, w tym poszczególnych substancji utrwalających – konserwantów wymienionych w *Codex Alimentarius* [5] oraz w ustawodawstwach UE, USA. Dane dotyczące rodzajów dozwolonych w Polsce substancji utrwalających do żywności znajdują się w zarządzeniach Ministerstwa Zdrowia [6] (Monitory, Dzienniki Urzędowe), a podstawowym aktem prawnym jest ustawa z dnia 25 sierpnia 2006 roku: *O bezpieczeństwie żywności i żywienia* [7].

Biorąc pod uwagę efekty działania kumulującego, synergistycznego lub utajonego, jakie mogą występować przy spożyciu żywności wzbogaconej w dodatki oraz zjawisko nietolerancji organizmu na substancje obce Komitet Ekspertów WHO/FAO ds. Dodatków do Żywności ustalił dopuszczalne dzienne pobranie, ADI (*Acceptable Daily Intake*). Wartość ta jest wyrażona w $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ masy ciała człowieka i obejmuje ogólną ilość substancji, która zgodnie z obecnym stanem wiedzy może być pobierana przez człowieka ze wszystkich źródeł w ciągu dnia bez szkody dla organizmu (*Codex Alimentarius*) [2, 3, 5, 9–12].

Z punktu widzenia jakości zdrowotnej żywności najważniejszą rolę odgrywa Komisja Kodeksu Żywnościowego działająca pod auspicjami Światowej Organizacji Zdrowia, WHO (*World Health Organization*) oraz Organizacji ds. Żywności i Rolnictwa (*Food and Agriculture Organization*).

Podstawa opracowania

Prace przygotowano w oparciu o obowiązujące przepisy, zarządzenia, dezyderaty, normy i akty prawne obowiązujące w krajach należących do wspólnoty UE. Jednocześnie uwzględniono obowiązujący w Polsce w zarządzeniach Ministerstwa Zdrowia zapis o uzyskaniu dodatkowej (w szczególnych przypadkach) opinii Państwowego Zakładu Higieny, jak i regulacje prawa żywnościowego w rozporządzeniach wspólnotowych z UE [13, 14].

Omówienie i dyskusja

Konserwanty

Omawiając dodatki w kategorii *substancje konserwujące* – *Conserving Substances* [15] stosuje się kod identyfikacyjny według systemu międzynarodowego INS (*International Numbering System*). W całej Europie obowiązują identyczne oznaczenia mające symbol E dla wszystkich dodatków, a mianowicie substancji nie stanowiących naturalnego składnika surowca, z wyjątkiem aromatów.

Środki konserwujące są substancjami mającymi na celu zahamowanie lub niedopuszczenie do niekorzystnych zmian mikrobiologicznych (bakterie, grzyby, pleśnie), chemicznych (działanie tlenu, nieenzymatyczne brunatnienie), biochemicznych (inaktywacja niektórych enzymów, metabolitów, składników niezbędnych dla rozwoju drobnoustrojów). Żaden konserwant nie działa w identyczny sposób na wszystkie mikroorganizmy (Tab. 1).

Natomiast konserwanty według Rogozińskiej, Pobereźnego [11] oraz Rutkowskiego [4] stosowane do żywności muszą charakteryzować się niezawodnością działania, nie zmieniać naturalnych cech produktu, a przede wszystkim brakiem toksyczności. W przypadku ewentualnie małej szkodliwości dla zdrowia człowieka należy stosować dawki zgodne z ograniczeniami wyznaczonymi przez ADI.

W tab. 1 znajdują się dodatki wybrane z grupy 27, które w praktyce są najczęściej stosowane w celu podniesienia wartości prozdrowotnej i konserwującej żywności. Jednocześnie w treści zawartej w tab. 1, a określającej właściwości i zastosowanie wybranych konserwantów (E 200 – E 252) ustosunkowano się do ich negatywnego oddziaływania na organizm w wyniku nieprzestrzegania jednostek ADI, nieprawidłowej technologii stosowanej przez producentów i nieprzestrzegania higieny przez konsumenta.

Przeciwutleniacze

Przeciwutleniacze stanowią drugą grupę środków przedłużających trwałość artykułów żywności, jednak o innym mechanizmie działania, niż w przypadku środków konserwujących, które hamują rozwój drobnoustrojów [10, 16].

Wśród naturalnych przeciwutleniaczy na szczególną uwagę zasługują: tokoferole naturalne i syntetyczne występujące w łuskach i olejach roślinnych oraz wykazujące szerokie spektrum – kwasy organiczne – przeciwdziałające ciemnieniu enzymatycznemu, jednocześnie nie sprzyjające występowaniu wielu drobnoustrojów w tym bakterii i pleśni. W tab. 1 zamieszczono wykaz przeciwutleniaczy najkorzystniejszych dla produktów żywnościowych (E 300 – E 321) z uwagi na ich synergetyczne oddziaływanie.

Wszelobecny tlen wywołuje daleko idące zmiany, wpływające na charakterystykę produktu spożywczego, który ma być chroniony. Działanie substancji, które zapobiegają utlenianiu składników żywności obejmuje dwie zasadnicze grupy zjawisk: biologiczne utlenianie tlenem z powietrza substancji nietłuszczowych przy udziale enzymów i chemiczne utlenianie tłuszczów, zwane potocznie jęłczeniem [9, 12].

Procesom utleniania produktów spożywczych można zapobiec przez wprowadzenie substancji zwanych przeciwutleniaczami (*antioxidants*), których działanie polega na hamowaniu szybkości reakcji utleniania składników żywności, co zapobiega rozkładowi wolnych rodników do lotnych produktów zapachowych lub uaktywniania się enzymów z grupy polifenolooksydazy, produkujących szary barwnik melaninę [9, 12, 16–18].

Tab. 1. Wybrane substancje utrwalające najczęściej stosowane do produktów żywnościowych w Polsce [10, 11, 19].

Symbol E	Nazwa (angielska*)	Właściwości	Zastosowanie
200-203	Kwas sorbowy w postaci wolnego kwasu lub jego soli: – sodowej – E 201, – potasowej – E 202 – wapniowej – E 203 Sorbit acid*, Sodium sorbate*, Potassium sorbate*, Calcium sorbate*	Kwas sorbowy i jego sole (Na, K, Ca) jest to luksusowy drogi konserwant syntetyczny. Już w niewielkich stężeniach jest grzybo- pleśnio- drożdżobójczy. Lepszy od nadużywanego u nas E 210 i jego pochodnych (benzoesanów). Hamuje aktywność enzymów, zwłaszcza dehydrogenaz. Sorbiniany są szczególnie aktywne w odniesieniu do bakterii z rodzaju: <i>Salmonella</i> , <i>Clostridium</i> , <i>Staphylococcus</i> , <i>Pseudomonas</i> , <i>Sarcina</i> . Uznawany jest za nietoksyczny dla organizmu człowieka, gdyż ulega procesowi β-oksydacji. Wykazuje działanie alergenne. ADI wynosi 25 mg dziennie · kg ⁻¹ masy ciała człowieka	Fermentowane napoje mleczne, sery (podpuszczkowe) i pasty serowe, sosy sałatkowe, koncentraty zup, mrożone ciasta i pizza, sałatki owocowe, owoce kandyzowane, nadzienia cukiernicze, słodczyce, napoje bezalkoholowe, margaryna, dżemy, galaretki i przeciery owocowe, wina. Typowa dawka: 0,1–0,2%.
210-213, stosowane w Polsce, krajach UE, USA	Kwas benzoesowy, Benzoesan sodu, Benzoesan potasu, Benzoesan wapnia, Benzoic acid*, Sodium benzoate*, Potassium benzoate*, Calcium benzoate*	Bardzo popularny konserwant, powstrzymuje rozwój wielu mikroorganizmów (drożdże, pleśń), gorzej w odniesieniu do bakterii masłowych, słabo octowych, a niemal wcale bakterii mlekowych. Zaniechano metody konserwowania kwasem benzoesowym i benzoesanami soków owocowych, ponieważ rozwijały się niektóre drobnoustroje odporne na benzoesany, prowadząc do powstawania nieprzyjemnej woni. Kwas benzoesowy nie kumuluje się w organizmie i jest łatwo wydalany z moczem. Jednakże spożywany w nadmiernych ilościach może wywoływać objawy alergiczne u astmatyków i alergików. Z tego powodu osoby cierpiące na ww. dolegliwości powinny unikać produktów, do których zastosowano dodatek E 210 lub pochodne jego soli. ADI dopuszcza do spożycia max. 5 mg · kg ⁻¹ masy ciała człowieka	Stosowanie ogranicza się do „kwaśnych” artykułów żywnościowych. Pulpy i przeciery owocowe, dżemy, marynaty, marynowane śledzie i makrele, margaryna i oliwki, piwo, jogurty owocowe, konserwy warzywne oraz sałatki. Typowa dawka: 0,1%.
220	Bezwodnik kwasu siarkowego (dwutlenek siarki) Sulphur dioxide*	Dodawany w ogromnych ilościach do czerwonego wina oraz dezynfekcji pojemników do wina od tysięcy lat (Grecja, Egipt, Sycylia). Stabilizuje barwę wina, zapobiega rozwojowi dzikich drożdży, neutralizuje smak ubocznych produktów fermentacji, hamuje aktywność enzymów oksydoredukcyjnych (zapobiega ciemnieniu), bakterii mlekowych i octowych, silnie działa na pleśń niż na drożdże – szczególnie szlachetne. Podobnie jak z wina dwutlenek siarki ulatnia się również z innych przetworów. Dlatego też zaleca się po otwarciu słoika nieco przewietrzyć produkt, podobnie jak wino (ok. pół godziny). Zbyt duże dawki dwutlenku siarki na pewno nie są zdrowe. U osób uczulonych może wywołać reakcje alergiczne i dlatego nie wolno go stosować do produktów (surowców) przeznaczonych do bezpośredniej konsumpcji, np. warzyw i owoców. ADI ogranicza dzienne spożycie do 0,7 mg · kg ⁻¹ masy ciała człowieka.	Do suszonych owoców, przecierów owocowych, pulp, moszczy (utrwalanie półprzetworów). Piwo, wino, przyprawy, owocowe nadzienia ciast, syropy skrobiowe. Typowa dawka: 0,03–0,1%.
230	Difenyl Diphenyl*	Substancja konserwująca o działaniu grzybobójczym, stosowana do impregnowania skórek owoców cytrusowych (szczególnie przeciw pleśni z rodzaju <i>Penicilium digitatum</i> , najczęściej występującej na owocach cytrusowych). Chociaż toksyczność dodatku jest niewielka – to jednak nie zaleca się smażenia skórek w cukrze, ponieważ ani moczenie w wodzie, ani obróbka termiczna nie usuwają difenyli. Dlatego mimo ewentualnego braku oznakowania lub oznakowania często tylko na skrzynce, której klient w ogóle nie ogląda, nie należy skórek spożywać. ADI określone w zakresie 0–0,05 mg kg ⁻¹ masy ciała.	Wyłącznie do ochrony owoców cytrusowych: pomarańcze, mandarynek i innych. Także do impregnowania materiałów opakowaniowych, np. bibułek. Typowa dawka: 70 mg · kg ⁻¹ , 1–5 g · m ² opakowania.
251, 252	Azotan sodu, Azotan potasu Sodium nitrate*, Potassium nitrate*	Substancje współdziałające w konserwowaniu i utrwalaniu barwy przetworów mięsnych. Azotany nie mają istotnych właściwości bezpośredniego hamowania rozwoju bakterii, a działają dopiero po przekształceniu mikrobiologiczno-enzymatycznym jako azotyny. Azotany podobnie jak azotyny mogą brać udział w tworzeniu nitrozoamin, zatem ich użycie zostało ograniczone. Nitrozoaminy tworzą się również podczas ogrzewania produktów zawierających dużo amin, np. serów razem z peklowanymi wyrobami mięsnymi, m.in. z szynką. Należy zatem ograniczyć jedzenie pizzy i różnych zapiekank, w których znajduje się w dużych ilościach zarówno ser żółty, jak i szynka. ADI: 0–5 mg · kg ⁻¹ masy ciała (łącznie z E 252).	Peklowane produkty mięsne, sery żółte, mrożona pizza, zapiekanki. Typowa dawka: 50–400 mg · kg ⁻¹ produktu.
300	Kwas L – askorbinowy L – ascorbic acid*	Przeciwutleniacz, pełni funkcję biologiczną jako witamina C. Hamuje procesy brunatnienia przekrojonych owoców, warzyw, pulp, soków, polepsza jakość mąki, utrzymuje naturalną barwę mięsa. Wykazuje działanie chelatujące i przeciwutleniające. ADI – nie wymaga limitowania.	Soki owocowe, nektary, wina, piwo, masło, mleko kondensowane i suszone, mrożona masa jajowa, mrożone krostki ziemniaczane, przetwory zbożowe dla dzieci (<i>baby food</i>), przetwory mięsne.
270	Kwas mlekowy** Lactic acid*	Znakomity przeciwutleniacz i konserwant – otrzymywany z melasy w procesie fermentacji przy udziale drobnoustrojów <i>Lactobacillus</i> . Kwaśne środowisko nie sprzyja występowaniu wielu drobnoustrojów, m.in. chorobotwórczej <i>Salmonelli</i> . ADI: 4 g · kg ⁻¹ masy ciała człowieka.	Pieczyno, oleje jadalne.
330	Kwas cytrynowy** Citric acid*	Przeciwutleniacz – otrzymywany z melasy w procesie fermentacji przy udziale bakterii <i>Aspergillus Niger</i> . ADI – nie wymaga limitowania.	Margaryna, wyroby mięsne
306	Tokoferol (koncentrat)*** Tocopherol – rich extracts of natural origin*	Działa jako przeciwutleniacz wielonienasyconych kwasów tłuszczowych, chroni witaminę A przed utlenianiem. Ułatwia transport tlenu do serca i mięśni. ADI: 0–2 mg · kg ⁻¹ masy ciała człowieka.	Oleje roślinne, tłuszcze cukiernicze, margaryna, smalec. Typowa dawka: do 0,2 g · kg ⁻¹ produktu.
321	Butylohydrokstyoluen Butylated Hydroxytoluene*	Silny przeciwutleniacz, zapobiega jęlczeniu tłuszczu i zmianom oksydacyjnym zapachu. Nie traci właściwości przeciwutleniających w czasie smażenia (<i>carry-through effect</i>). Działa synergistycznie z innymi przeciwutleniaczami. Wpływa hamująco na rozwój niektórych pleśni i bakterii. Nie zaleca się stosowania BHA w pokarmach dla dzieci, ponieważ powoduje zaburzenia pracy wątroby. Przyspiesza rozkład witaminy D. ADI: 0–0,5 mg·kg ⁻¹ masy ciała człowieka.	Płatki ziemniaczane, chrupki, słodczyce, pieczywo cukiernicze, roźdzynki, guma do żucia, tłuszcze piekarskie, cukiernicze i kuchenne. Typowa dawka: 0,05-0,5 g · kg ⁻¹ produktu.

** Antyoksydanty otrzymane poprzez wykorzystanie mikroorganizmów (produkcja biotechnologiczna).

*** Tokoferol naturalny

Do przeciwutleniaczy syntetycznych (np. E 321) należą związki, które zapobiegają niekorzystnym zmianom chemicznym nie tylko tłuszczów i olejów jadalnych, lecz także surowców i produktów spożywczych zawierających tłuszcze ukryte. Stosowanie antyoksydantów do olejów smaźalniczych ma podwójne znaczenie [18]. Utrwalają one olej, przeciwdziałając jego nadmiernie szybkiemu utlenianiu i polimeryzacji oraz utrwalają smażony produkt, dając tzw. *carry-trought effect*. Ma to szczególne znaczenie w produkcji np. chipsów, frytek, pączków, które absorbując znaczne ilości tłuszczu na rozwiniętej powierzchni stwarzają szczególnie sprzyjające warunki do jego utleniania.

Wnioski

Należy zwrócić uwagę na ewentualne zagrożenia, takie jak:

- przekraczanie przez niektórych producentów dopuszczalnych poziomów (ADI),
- kumulacja wielu substancji dodatkowych pochodzących z różnych źródeł,
- nie umieszczanie na etykiecie opakowań jednostkowych w określony sposób nazwy i funkcji technologicznej, jaką dana substancja spełnia w produkcji i jej specyficznej nazwy lub symbolu [E],
- stosowanie dodatków o właściwej jakości.

LITERATURA

- [1] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 2 sierpnia 2002 w sprawie definicji substancji dodatkowych (Dz. U. Nr 73 poz. 780).
- [2] *I. Rogozińska*: *Inż. Ap. Chem.* **45**, nr 1-2, 70, (2006).
- [3] *I. Rogozińska*: *Inż. Ap. Chem.* **46**, nr 1, 110 (2007).
- [4] *A. Rutkowski*: *Przem. Spoż.* nr 5, 8 (2006).
- [5] Codex Alimentarius List of EEC additives, 1996.
- [6] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 19 grudnia 2002 w sprawie substancji wzbogacających dodawanych do żywności i warunków ich stosowania (Dz. U. Nr 27 poz. 237).
- [7] Ustawa z dnia 25 sierpnia 2006 roku „O bezpieczeństwie żywności i żywienia”.
- [8] Zalecenia Komitetu Ekspertów WHO/FAO powołanej w 1962 roku.
- [9] *A. Rutkowski., S. Gwiazda, K. Dąbrowski*. Dodatki funkcjonalne do żywności. Wyd. Agro Food Technology: 22-60, 1993.
- [10] *H. Gertig H., G. Duda*: *Żywność a zdrowie i prawo*. Warszawa, Wyd. Lekarskie PZWL: 196-207, 2004.
- [11] *I. Rogozińska, J. Pobereżny*: *J. of Environmental Studies*. **13**, Suppl. I, 7 (2004).
- [12] *I. Rogozińska*: *Inż. Ap. Chem.* **47**, nr 3, 13 (2008).
- [13] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z 18 września 2008 w sprawie dozwolonych substancji dodatkowych (Dz. U. Nr 177, poz. 1094).
- [14] Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) z 16 grudnia 2008 w sprawie dodatków do żywności (Dz. U. UE 354 z 31 grudnia 2008, s. 16).
- [15] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 13 grudnia 2003 w sprawie maksymalnych poziomów zanieczyszczeń chemicznych i biologicznych, które mogą znajdować się w żywności, dodawanych substancjach dodatkowych, substancjach pomagających w przetwarzaniu albo na powierzchni żywności (Dz. U. Nr 37 z dnia 4 marca 2003).
- [16] *J. F. Diehl*: *Chemie in Lebensmitteln*. Wiley VCH: 20-45, 2000.
- [17] *J. Raynal, M. Moutounet, J. M. Souget*: *J. Agric. Food Chem.* **37**: 1046 (1989).
- [18] *H. Zieliński, H. Kozłowska*: *J. Agric. Food Chem.* **48** (6), 2008 (2000).
- [19] Ministerium von Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz 1 V 0 von 13 II, 2000.