

Jan Michniewicz

OPAKOWANIE JAKO ELEMENT ZAPEWNIENIA JAKOŚCI PRODUKTU

Jednym z głównych zadań pakowania żywności po wyprodukowaniu jest jej ochrona przed czynnikami zewnętrznymi. Podczas transportu i przechowywania w artykułach żywnościowych zachodzą zmiany jakościowe, mogą też zmieniać się ilościowe proporcje poszczególnych składników chemicznych produktu. Zmiany te powodowane są przez wiele różnych czynników:

1. Ubytek masy spowodowany działalnością makroorganizmów (szkodników), np. owady, gryzonie itp.
2. Zanieczyszczenie produktami działalności mikroorganizmów, np. bakterii, grzybów, drożdży.
3. Reakcje fizykochemiczne i biochemiczne spowodowane obecnością enzymów, procesami utleniania lub hydrolizy.
4. Zmiany fizyczne, np. utrata wilgotności związana ze zmianą tekstury produktu, ubytek masy, uszkodzenia mechaniczne, itp.

W ciągu długiego czasu rozwinęło się wiele sposobów zapobiegania lub zmniejszania zakresu zmian powodujących obniżenie jakości produktów. Do najskuteczniejszych, stosowanych w praktyce przemysłowej należą działania technologiczne zmierzające do przedłużenia trwałości produktów. Wśród nich najbardziej rozpowszechnione to:

- zmniejszanie zawartości wody lub zmiana jej aktywności w produkcji, np. przez suszenie lub solenie,
- konserwowanie chemiczne przez zastosowanie np. SO_2 , azotanów/azotynów, kwasów organicznych i ich pochodnych, antyoksydantów,
- zastosowanie podwyższonych (wysokich) temperatur, np. pasteryzacja,
- zastosowanie obniżonych (niskich) temperatur - chłodzenie, zamrażanie,
- napromieniowywanie.

Z wyjątkiem owoców i części warzyw, tylko bardzo nieliczne produkty żywnościowe są konsumowane w stanie surowym bez co najmniej ich gotowania. Większość żywności poddawana jest obróbce nie tylko ze względu na możliwość dłuższego przechowywania lecz także dla urozmaicenia asortymentowego i nadania jej pożądanych przez konsumentów cech jakościowych. Zmieniające się warunki życia, uwarunkowania socjalne, spowodowały w ostatnich latach gwałtowny wzrost zapotrzebowania na żywność w postaci prawie gotowej do spożycia (convenience food). Uwarunkowania militarne także spowodowały wzrost wymagań w stosunku do przemysłu spożywczego.

Oprócz przedstawionych wyżej przykładowych działań technologicznych, dla przedłużenia trwałości produktów żywnościowych bardzo duże znaczenie posiada właściwe ich opakowanie. Obserwowany od kilkudziesięciu lat gwałtowny rozwój przemysłu opakowań sprawił, że obecnie opakowanie to nie tylko torebka lub pudełko, w którym produkt dostarczany jest z zakładu przemysłowego na półkę sklepową, a następnie do domu klienta. Spełnia ono obecnie także i wiele innych funkcji. Dzisiejszy przemysł opakowań stał się jednym z podstawowych elementów nowoczesnej technologii żywności. Jego dynamiczny rozwój został umożliwiony głównie przez opracowanie nowych, często bardzo zaawansowanych technologii produkcji materiałów i sposobów pakowania żywności.

Nauka o opakowaniach jest międzydyscyplinarną gałęzią wiedzy obejmującą technologię produkcji tworzyw sztucznych i polimerów oraz innych materiałów używanych do produkcji opakowań (papier, blacha, szkło itp), **technologię żywności**, chemię fizyczną i analityczną, toksykologię oraz zagadnienia związane z regulacją prawną dotyczącą możliwości zastosowania różnych związków chemicznych jako składników materiałów opakowaniowych. Każda z tych dziedzin rozwija się bardzo dynamicznie, stąd bieżące śledzenie problemów związanych z opakowaniem żywności jest bardzo trudne.

Głównym celem pakowania żywności jest jej ochrona przed czynnikami zewnętrznymi, zabezpieczenie przed zanieczyszczeniami i ułatwienie transportu. Opakowanie nie spełni swej funkcji jeżeli pakowany produkt jest zanieczyszczony lub skażony przed zapakowaniem.

Ochrona wyrobów przed szkodliwym działaniem czynników zewnętrznych polega na odizolowaniu produktów od wpływu czynników klimatycznych, biologicznych lub zabezpieczeniu przed mechanicznym uszkodzeniem produktu, np. przez wstrząsy, zgniecenie, itp. W większości przypadków, produkty spożywcze są poddawane obróbce technologicznej mającej na celu ich konserwację przed pakowaniem. W takim przypadku zastosowanie odpowiedniego opakowania ma na celu dalsze przedłużenie okresu przydatności do konsumpcji danego produktu. Dobre opakowanie powinno zapewnić odpowiednią jakość artykułu żywnościowego podczas całego okresu przechowywania. Przykładem takiego opakowania jest pakowanie w atmosferze modyfikowanej lub kontrolowanej w odniesieniu do np. owoców i warzyw. Innym wymaganiami dla opakowań stosowanych do żywności jest łatwość ich otwierania lub zamykania. Ważne jest, aby przy wielokrotnym pobieraniu zawartości opakowania zachować jego szczelność przy zachowaniu aseptyczności produktu. Funkcję tę zapewniają opakowania typu "bag in box" stosowane do przechowywania wina, a ostatnio wód mineralnych.

Bardzo ważną z punktu widzenia marketingu funkcją opakowań jest ułatwienie sprzedaży zapakowanego produktu. Opakowanie powinno podkreślić walory estetyczne i odpowiednio zaprezentować wyrób. Ponad połowa decyzji związanych z zakupem artykułów spożywczych podejmowana jest przez klientów bezpośrednio przed półką sklepową. Jest to przyczyna, dla której duże nakłady finansowe przeznaczają się na projektowanie wizualnej strony opakowań. Z promocyjną funkcją łączy się umieszczenie na opakowaniu podstawowych informacji o wyrobie (zawartość składników odżywczych, sposób przygotowania, przeznaczenie), a także informacji o innych produktach danej firmy. Na opakowaniu umieszcza się także kody kreskowe ułatwiające sprzedaż w dużych sklepach.

Przed omówieniem materiałów i przykładów ich zastosowania do pakowania żywności, ważne jest określenie wymagań stawianych w stosunku do idealnego materiału opakowaniowego. Wymagania te można podzielić na kilka grup:

1. Wymagania ogólne dla większości produktów:

- spełnienie oczekiwanych funkcji,
 - prostota i jak najniższy koszt wytworzenia,
 - łatwość umieszczania nadruków (szczególnie wielobarwnych).
 - możliwość powtórnego wykorzystania, nieszkodliwość dla środowiska.
2. Wymagania związane z mechanizacją i automatyzacją procesu wytwarzania opakowań i pakowania żywności:
- łatwość kształtowania i formowania przy wytwarzaniu i w maszynach pakujących (próżnia, obróbka cieplna itp.),
 - stabilność właściwości fizykochemicznych przy zmiennych warunkach pakowania, np. temperatura, ciśnienie, próżnia.
3. Specyficzne wymagania związane z zastosowaniem do żywności:
- przezroczystość i gładkość powierzchni (przenikalność promieniowania UV, utrzymanie czystości opakowania),
 - odpowiednia barierowość dla pary wodnej i odporność na wilgoć,
 - odpowiednia barierowość dla gazów,
 - stabilność w możliwie szerokim zakresie temperatur,
 - odporność chemiczna (produkt ↔ środowisko),
 - nietoksyczność materiału,
 - odpowiednie właściwości mechaniczne (zabezpieczanie przed fizycznym uszkodzeniem produktu lub zniszczeniem opakowania).

W pierwszej grupie wymagań stawianych dla materiałów opakowaniowych na szczególną uwagę zasługuje prostota i koszt wytworzenia opakowania. Czynniki ekonomiczne jest jednym z najważniejszych przy wyborze odpowiedniego materiału opakowaniowego. Jest on szczególnie ważny w takim przemyśle jak przemysł spożywczy, gdzie konkurencja cenowa posiada kluczowe znaczenie. W krajach uprzemysłowionych obserwuje się rosnący opór klientów wobec marnotrawstwa materiałów opakowaniowych, szczególnie w odniesieniu do tak podstawowego produktu jak żywność. W dużej mierze opór ten jest spowodowany szybko rosnącą tzw. świadomością ekologiczną społeczeństwa.

Nie wszystkie produkty spożywcze wymagają zastosowania opakowań o cechach wymienionych w punkcie 3. Wymagania w stosunku do materiału w dużej mierze zależą od rodzaju produktu, a w szczególności od jego składu chemicznego i właściwości fizycznych. Klienci np. chcą widzieć dokładnie produkt kupowany, stąd przezroczystość materiału jest podstawowym wymaganiem dla wielu produktów. Stwierdzono np., że stosowanie tacek do pakowania mięsa powoduje zmniejszenie ilości sprzedawanych wyrobów w porównaniu z mięsem pakowanym całkowicie w folię. Promienie UV przyspieszają procesy obniżające jakość produktów zawierających dużą ilość tłuszczów, stąd zastosowanie tworzyw sztucznych pigmentowanych. Ograniczenie przepuszczalności pary wodnej przez opakowanie jest bardzo ważne w przypadku kruchych ciastek, zbożowych koncentratów śniadaniowych i innych produktów o niskiej wilgotności. W innych zastosowaniach pewne zmniejszenie wilgotności produktu jest zjawiskiem pożądanym dla zapobieżenia kondensacji pary wodnej wewnątrz opakowania (zmniejszenie przezroczystości) i ryzyka rozwoju pleśni. Materiał opakowaniowy o bardzo wysokiej barierowości w stosunku do gazów jest wykorzystywany do pakowania produktów o intensywnym zapachu (ryby, kawa itp.). Stabilność opakowania w szerokim zakresie temperatur jest cechą bardzo istotną przy pakowaniu żywności poddawanej zabiegom termicznym. Często po zastosowaniu wysokiej temperatury, opakowanie wraz ze znajdującym się w nim produktem jest gwałtownie schładzane. Właściwości materiału opakowaniowego nie

mogą ulegać zmianie pod wpływem temperatury. Ta cecha opakowania musi być m.in. brana pod uwagę w zastosowaniu do pakowania tzw. żywności wygodnej. Nietoksyczność, czyli brak chemicznego oddziaływania składników materiału opakowaniowego w stosunku do produktu spożywczego jest warunkiem podstawowym i koniecznym przy doborze opakowań dla produktów spożywczych.

Do pakowania żywności używa się cały szereg różnych materiałów. Jako materiał opakowaniowy wykorzystuje się papier, produkty celulozowe (celofany), blachę metalową, ceramikę, szkło, gumę, drewno, tkaniny. Najczęściej jednak do pakowania żywności używa się tworzywa sztuczne. Na świecie produkuje się bardzo trudną do ogarnięcia gamę tworzyw sztucznych w postaci folii, wyłoczek, butli, pudełek itp., służących do pakowania różnych rodzajów i gatunków żywności.

Zastosowanie tworzyw sztucznych posiadających bardzo wiele zalet jako materiał opakowaniowy, doprowadziło do sytuacji, w której dochodzi do bezpośredniego kontaktu z żywnością wielu różnych składników chemicznych, które nie były dotychczas stosowane w przemyśle spożywczym i wobec których nie było większych doświadczeń pod kątem ich oddziaływania na produkty spożywcze, a pośrednio na organizm ludzki. Problem ten okazał się szczególnie ważny w momencie odkrycia właściwości toksycznych i rakotwórczych niektórych substancji będących składnikami tworzyw sztucznych. Odkrycia te spowodowały gwałtowny rozwój badań w dziedzinie toksykologii i epidemiologii tych składników oraz opracowywania nowych metod analitycznych oznaczania tych substancji i ich pozostałości w żywności. W chwili obecnej przed wprowadzeniem na rynek, wszystkie tworzywa sztuczne są wszechstronnie testowane, szczególnie pod kątem możliwości oddziaływania na składniki chemiczne żywności.

Bezpośrednią konsekwencją różnorodnych wymagań dla materiału opakowaniowego w stosunku do artykułów żywnościowych, jest wykorzystanie do celów opakowaniowych wielu materiałów polimerowych. Duża ich część charakteryzuje się bardzo dobrymi właściwościami fizycznymi takimi jak elastyczność oraz wytrzymałość na rozerwanie i rozciąganie, połączone z małym ciężarem właściwym. Przemysł chemiczny opanował technologie przetwarzania podstawowych polimerów w półprodukty i produkty w postaci, granulek, proszków, folii, płyt oraz dalsze etapy produkcji opakowań z tych materiałów, np. tac, torebek, wyrobów krepowanych, itp. W przypadku kiedy finalny produkt nie posiada wymaganych dla danego zastosowania właściwości, produkuje się kopolimery (mieszanki różnych monomerów) lub materiały laminowane składające się z dwóch lub więcej warstw różnych polimerów (posiadających różne właściwości), połączonych ze sobą w sposób trwały.

Biorąc pod uwagę funkcje jakie spełniają tworzywa opakowaniowe, można je podzielić umownie na materiały strukturalne i barierowe. Podstawową funkcją materiałów strukturalnych jest zapewnienie odpowiedniego kształtu i wytrzymałości opakowania. Opakowania wykonane z materiałów barierowych zabezpieczają produkt przed dostępem pary wodnej, gazów (O_2 , CO_2) lub obcych zapachów. Podział materiałów na barierowe i strukturalne jest bardzo umowny, ponieważ przynależność tworzywa do określonej grupy zależy w dużym stopniu od warunków i sposobu jego wykonania. Butelki wykonane z polietylenu, np. posiadają odpowiednią sztywność i wytrzymałość, a także gwarantują wysoki stopień barierowości dla pary wodnej. Wiele materiałów polimerowych może posiadać różny stopień usieciowania przestrzennego, np. polipropylen może występować w postaci amorficznej formy ataktycznej, izotaktycznej formy krystalicznej lub jako różne warianty kopolimerów. W przypadku polietylenu istnieją jego odmiany o dużej gęstości posiadające liniowe łańcuchy polimeru

(HDPE), lub silnie rozgałęzione długie łańcuchy o małej gęstości (LDPE). Oprócz podstawowych odmian istnieje jeszcze cały szereg kopolimerów polietylenu, np. polietylen o średniej gęstości (MDPE), kopolimer etylen/octan winylu (EVA), itp.

WŁAŚCIWOŚCI BARIEROWE FOLII - 25 μm

	PRZEPUSZCZALNOŚĆ	
	TLEN ml/m ² /24h	PARA WODNA g/m ² /24h 90% wilg.
Polistyren - PS	6.000	120
Polietylen - PE	6.000	20
Polipropylen - PP	3.000	10
Polichlorek winylu - PVC	150	40
Tereftalan polietylenu - PET	50	80
Poliamid - PA - nylon 6	30-60	160
Poliakrylonitryl - PA	15	40
Polichlorek winylidenu - PVdC "Saran"	0.8-15	1.6-3
Kopolimer (PVdC+etylen)- EVOH	1-20	40

Właściwości barierowe tworzyw sztucznych w dużym stopniu zależą od warunków otoczenia, np. temperatury i wilgotności produktu lub otaczającej atmosfery. Różny jest także stopień barierowości tworzyw w odniesieniu do różnych gazów i pary wodnej, np. NYLON 6 jest dobrym materiałem barierowym dla tlenu, znacznie gorszym natomiast dla pary wodnej. Odwrotna sytuacja występuje w przypadku polietylenu.

Jednym z większych osiągnięć przemysłu opakowań ostatnich lat jest opakowanie tzw. "bag in box" - BB*. Pomimo niezbyt entuzjastycznego przyjęcia przez kręgi konsumenckie, jest to przykład idealnego opakowania dla napojów silnie reagujących na obecność tlenu, np. wino. Opakowanie BB umożliwia wielokrotnie w ciągu stosunkowo długiego okresu czasu dozowanie zawartego w nim płynu bez wprowadzania do wnętrza powietrza atmosferycznego. Worek wypełniający pudełko kartonowe oraz specjalnej konstrukcji zawór wykonane są z materiałów o bardzo dużej barierowości w stosunku do tlenu. Najczęściej stosowanymi do tego celu materiałami są metalizowana folia PET lub wielowarstwowe folie zawierające barierową warstwę EVOH. Opakowania BB w połączeniu z nowoczesną techniką aseptycznego pakowania stwarzają szerokie możliwości przechowywania wielu produktów, takich jak np. wyroby mleczarskie, półprodukty i koncentraty owocowo-warzywne, sosy, itp. bez wyraźnych zmian ich cech jakościowych.

Stosunkowo niedawno opracowano system przechowywania artykułów żywnościowych w atmosferze modyfikowanej lub kontrolowanej (MAP, CAP). Jest to w chwili obecnej jeden z najskuteczniejszych sposobów przedłużających okres przydatności do konsumpcji produktów

*) Worek wykonany z tworzywa sztucznego umieszczony w sztywnym, kartonowym pudełku.

spożywczych. Stosowany jest głównie do przechowywania owoców i warzyw, mięsa i drobiu, produktów piekarskich. Innowacja ta nie mogłaby zostać wprowadzona do praktyki przemysłowej bez zastosowania nowoczesnych materiałów opakowaniowych.

Przy doborze materiału opakowaniowego do przechowywania żywności w atmosferze modyfikowanej bierze się pod uwagę szereg czynników. Najważniejszymi z nich są: odporność na przebicie, możliwość łatwego i skutecznego zamykania (zgrzewanie), odpowiednia barierowość zarówno dla O_2 i CO_2 , przepuszczalność dla pary wodnej (możliwość kondensacji pary wewnątrz opakowania). W większości przypadków tak trudne wymagania spełniają jedynie wielowarstwowe folie wykonane z różnych materiałów polimerowych. Skład atmosfery wewnątrz opakowania zależy od rodzaju produktu. W przypadku przechowywania świeżych owoców i warzyw, w których zachodzą procesy oddychania, konieczny jest wybór folii opakowaniowej zapewniającej utrzymanie optymalnego składu atmosfery wewnątrz opakowania. Zastosowany materiał musi umożliwić odprowadzenie z opakowania nadmiaru dwutlenku węgla i dostarczenie do wnętrza odpowiedniej ilości tlenu. Niepożądane jest zastosowanie do tego celu materiałów o bardzo dużej barierowości z uwagi na potencjalne ryzyko rozwoju bakterii beztlenowych lub pleśni.

Zastosowanie nowoczesnych opakowań ma bardzo duże znaczenie przy wprowadzaniu na rynek nowych asortymentów tzw. żywności wygodnej, produkowanej w postaci prawie gotowych do spożycia zestawów dań. Przygotowanie ich do spożycia polega jedynie na podgrzaniu do odpowiedniej temperatury. W zależności od sposobu utrwalania tego typu żywności i od temperatury przechowywania, okres przydatności do spożycia wynosi od kilku tygodni do kilku miesięcy. Opakowanie powinno być odporne na działanie wysokiej temperatury podczas utrwalania, nie tracić swoich właściwości podczas przechowywania w stanie zamrożenia i posiadać odpowiednie, zależne od pakowanego produktu właściwości barierowe. Z reguły wykorzystuje się wielowarstwowe laminaty, z których wytłacza się tackę, oraz wieczko. Najczęściej stosowanymi materiałami są laminaty z zastosowaniem folii aluminiowej, polipropylenu, orientowanego polipropylenu (nadającego kształt i zapewniającego odpowiednią wytrzymałość opakowania) i polietylenu.

Z punktu widzenia klienta, opakowania z tworzyw sztucznych w porównaniu z tradycyjnymi przedstawiają wiele korzyści. Przede wszystkim z uwagi na krótszy czas obróbki termicznej otrzymuje się produkt o lepszej jakości. Ważne też są zalety samego opakowania, takie jak jego mała masa, łatwość otwierania, szczelność oraz mniej miejsca potrzebnego na zużyte opakowanie. Korzyści odnosi także producent i dostawca. Istnieje możliwość zwiększenia produkcji przez zastosowanie krótszego czasu obróbki termicznej i eliminację mycia opakowań. W przypadku produkcji wyrobów wędliniarskich pakuje się parówki lub kiełbasę bez towarzyszącej w tradycyjnym systemie zalewy. Zastosowanie opakowań nowej generacji umożliwia zwiększenie pojemności magazynów, powoduje zmniejszenie kosztów materiałowych i transportu.

Wzrastające wymagania rynku w stosunku do żywności wygodnej wymusiły szybki rozwój techniki mikrofalowego podgrzewania żywności. Posiadacze kuchni mikrofalowych w gospodarstwie domowym są liczącą się dla nowoczesnego przemysłu spożywczego grupą konsumentów. Na początku lat dziewięćdziesiątych na rynku kuchni mikrofalowych obserwowano pewne załamanie. Spowodowane ono zostało publikowanymi w prasie informacjami na temat możliwości potencjalnego skażenia żywności podczas jej przygotowywania oraz nieprzestrzegania rygorów temperaturowych podczas przechowywania. Pojawiły się także doniesienia o niedoskonałości niektórych konstrukcji kuchni mikrofalowych

nie zapewniających osiągnięcia w całej masie produktu temperatury odpowiedniej dla zabicia mikroorganizmów patogennych w żywności. Problem ten został rozwiązany przez wprowadzenie zmian w technologii produkcji potraw, unowocześnieniu kuchni mikrofalowych, a także przez zastosowanie nowych opakowań do żywności przeznaczonych do przygotowywania w kuchniach mikrofalowych. Nowe opakowania charakteryzują się wprowadzeniem do używanego dotąd materiału opakowaniowego substancji modyfikujących pole mikrofalowe wewnątrz podgrzewanego produktu. Zmianie ulega stopień odbicia, absorpcji i transmisji mikrofal. W rezultacie można osiągnąć wyższą temperaturę powierzchni produktu (brązowienie, kruchość - pizza), bardziej równomierny rozkład temperatury, a także stworzyć możliwość ochrony niektórych części produktu przed nadmiernym przegrzaniem (np. gotowe dania obiadowe).

Przedstawione w opracowaniu przykłady zastosowania nowoczesnych materiałów do pakowania żywności wyraźnie wskazują, że przemysł opakowań jest już integralną częścią przemysłu spożywczego. Bez użycia nowych, często skomplikowanych technologicznie materiałów i sposobów pakowania trudno wyobrazić sobie istnienie na rynku niektórych produktów. Wydaje się, że postęp w dziedzinie chemii polimerów i wprowadzanie coraz nowocześniejszych materiałów opakowaniowych spełniających bardzo wyrafinowane wymagania technologiczne będzie umożliwiał produkcję nowych znacznie doskonalszych jakościowo i atrakcyjniejszych z punktu widzenia konsumenta produktów spożywczych. ■