

Maria Jaszewska  
Ireneusz Fechner  
Instytut Logistyki i Magazynowania

## Badania trwałości produktów spożywczych

**Wiedza o produkcie, opakowaniu i procesie logistycznym, uzupełniona wiedzą o metodyce, zakresie oraz wynikach badań trwałościowych powinny wspomagać producenta w podejmowaniu decyzji podczas opracowywania nowego produktu. Musi on zależeć swego rodzaju optimum pomiędzy jakością produktu i opakowania, a wyborem kanałów dystrybucji, którymi produkt zostanie dostarczony konsumentowi. Ponadto elementami owego optimum są koszty i preferencje klienta. Gdyby tak nie było, to może na półkach królowałyby konserwy?**

Produkt w opakowaniu dociera od dostawcy do ostatecznego odbiorcy poprzez łańcuch dostaw, który funkcjonuje mniej lub bardziej efektywnie. Dążenie do jego ciągłego usprawniania dotyczy nie tylko efektywności procesu logistycznego, ale także kształtowania i ochrony jakości produktu. Nie wszystkie ogniwa łańcucha dostaw w równym stopniu mogą uczestniczyć w procesie tworzenia jakości produktu. Dotyczy to głównie górnych ogniw łańcucha, w których koncentrują się procesy zaopatrzeniowe – od wyłaniania dostawców, przez zakup surowców, dostawy, dalej procesy produkcyjne z ich często złożoną specyfiką jak receptura produktu, rodzaj procesu technologicznego, dobór opakowania itp. Natomiast ochrona jakości dotyczy całego łańcucha dostaw, przy czym ogniwa odpowiedzialne za dystrybucję mają tu szczególne zadanie, ponieważ nie tworząc jakości produktu, w sensie jego walorów konsumpcyjnych, mają ogromny wpływ na jej utrzymanie lub pogorszenie. Stąd też biorą się procedury systemowego zapewnienia jakości polegające, np. na utrzymywaniu łańcucha temperaturowego dla określonego produktu w całym łańcuchu dostaw, tj. w kolejnych magazynach, na środkach transportu, frontach przeładunkowych, wreszcie półkach sklepowych. Nie trzeba nikogo przekonywać, jakie to ma znaczenie, np. w branży farmaceutycznej,

ale również coraz większa ilość produktów konsumpcyjnych wymaga podobnych działań.

Wytwórca produktów spożywczych częstego zakupu (grupa FMCG – *Fast Moving Consumer Goods*) jeżeli chce być ze swoim produktem widoczny na rynku, ma niewielki wpływ na wybór rodzaju dystrybucji, ponieważ nie udźwignie kosztów dystrybucji pierwotnej. Musi oddać produkt w ręce dystrybutorów, którzy mają lepszy dostęp do rynku. Wynika stąd ważny wniosek – producent ma też niewielki wpływ na wybór łańcucha dostaw. Przeciwnie, musi się liczyć z tym, że jego produkt zawę-

---

**Koszt dystrybucji żywności  
wiąże się z jej trwałością.  
Znajomość rzeczywistej trwałości  
wytworzanych artykułów spożywczych  
jest jednym z warunków  
sukcesu rynkowego.**

---

druje do konsumenta różnymi drogami poprzez skomplikowaną sieć dostaw, utkaną z licznych łańcuchów o różnej jakości procesu logistycznego. Stąd też projektując produkt i opakowanie, powinien uwzględniać różne uwarunkowania dystrybucji. Przydałaby mu się nie tylko wiedza dotycząca technologii produktu, materiałów opakowaniowych i logistyki dystrybucji, ale także wiedza o rodzajach i metodach badań trwałości produktów, którą mógłby wykorzystać podczas opracowywania nowego produktu.

### Jak bada się trwałość produktów spożywczych

Rynkową wartość żywności wyznaczają trzy, wynikające z jej trwałości, cechy: jakość, bezpieczeństwo konsumpcji oraz wygodna dystrybucja. Generalnie, żywność należy do produktów

z natury swej niestabilnych, które od momentu wytworzenia poczynają tracić pierwotną jakość. Fizyczne, chemiczne i biochemiczne procesy psucia się żywności są wywoływane działaniem czynników z otaczającego produktu środowiska. Spowolnienie tych niekorzystnych procesów jest podstawowym zadaniem opakowań. Współczesne opakowania z tworzyw sztucznych spełniają rolę funkcjonalnej bariery, która reguluje transport gazów, pary wodnej oraz innych niskocząsteczkowych związków, jak również transport ciepła i penetrację promieniowania elektromagnetycznego o danej długości fali. Wybór opakowania o określonych właściwościach barierowych pozwala wykreować pożądaną trwałość żywności. Można więc powiedzieć, że opakowanie i zawarta w nim żywność tworzą zintegrowany produkt o określonej wartości rynkowej. W tym kontekście trwałość jest definiowana jako długość okresu czasu (liczonego od momentu wytworzenia), w jakim zapakowany produkt żywnościowy zachowuje wymaganą jakość i gwarancję bezpiecznego spożycia, przy przestrzeganiu określonych warunków przechowywania. Trwałość zapakowanego produktu żywnościowego ustalana jest w toku badań przechowalniczych.

Tradycyjnie badania te prowadzone są z zastosowaniem temperatury i wilgotności względnej powietrza wymaganych przy dystrybucji danego wyrobu. Są to tzw. badania w warunkach normatywnych. Obejmują długookresowe przechowywanie oryginalnie zapakowanej partii produktu, pobieranie prób do badań w regularnych interwałach czasowych i oznaczenie postępu zmian degradacyjnych przy pomocy wskaźników, które znajdują odniesienie do stanu jakości badanego wyrobu. Prawdopodobnie zaplanowany eksperyment w warunkach normatywnych tj. właściwie ustalona ilość prób, odpowiednia częstotliwość ich pobierania oraz trafny dobór badanych wyróżników jakościowych, prowadzi do uzyskania dokład-

nych rezultatów. Badania w warunkach normatywnych mają jednak dość istotną wadę. Jest nią czas oczekiwania na końcowy wynik, który zazwyczaj przekracza okres 1 roku, a w przypadkach produktów o wydłużonej trwałości wynosić może nawet 3-5 lat. Zestawienie długiego okresu trwania eksperymentu przechowalniczego w warunkach normatywnych z ekonomicznie uzasadnionym okresem życia produktu na rynku skłoniło do poszukiwania metod badawczych, pozwalających na szybsze uzyskanie informacji o trwałości produktów spożywczych. Takim rozwiązaniem dla niektórych produktów jest stosowanie przyspieszonych testów przechowalniczych.

Metodyki testów przyspieszonych obejmują badanie stabilności zapakowanego produktu w warunkach zintensyfikowanego działania czynników środowiskowych (np. wysokiej temperatury, wysokiej wilgotności względnej powietrza, zwiększonego ciśnienia cząstkowego tlenu w otoczeniu produktu), a uzyskane wyniki są ekstrapolowane do warunków normatywnego przechowywania. Taka technika badań wymaga wiedzy o matematycznych zależnościach między trwałością danego produktu w warunkach przyspieszonych i normatywnych. W przypadku braku informacji o powyższych relacjach, a tak jest najczęściej, konieczne jest ich ustalenie: wymaga to równoległego przeprowadzenia kilku eksperymentów przechowalniczych (przynajmniej 3) w warunkach o stopniowanym wzroście natężenia wybranego czynnika środowiskowego. Jeśli czynnikiem przyspieszającym zmianę jakości jest temperatura przechowywania, to można wyznaczyć – zgodnie z kinetycznym równaniem Arrheniusa – współczynnik  $Q_{10}$  wyrażający stosunek trwałości produktu w dwóch temperaturach różniących się o  $10^{\circ}\text{C}$ . Skrócenie czasu badań trwałości metodami przyspieszonymi w stosunku do badań tradycyjnych może być znaczne i zależy od energii aktywacji ( $E_A$ ) reakcji<sup>1</sup>, bezpośrednio odpowiedzialnej za utratę trwałości produktu. Przykładowo, jeśli  $E_A$  wynosi ok. 90 kJ/mol reakcja może być przyspieszona o ok. 9-13 razy poprzez zwiększenie temperatury przechowy-

wania o  $20^{\circ}\text{C}$ . W efekcie dane o rocznej trwałości można uzyskać na podstawie wyników eksperymentu trwającego przez ok. 1 miesiąc [1]. Jednakże przy nieznannej wartości  $E_A$  i  $Q_{10}$  konieczne jest wydłużenie czasu badań do momentu wystąpienia zmian jakości w najniższej ze stosowanych temperatur.

W każdym przypadku wykonanie testów przyspieszonych wymaga dużej częstotliwości pobierania próbek, co sprawia, że są to badania pracochłonne i kosztowne.

Inną cechą testów przyspieszonych jest ograniczony zakres ich stosowania. Można je wykorzystywać do ustalania trwałości w przypadku:

- produktów, które w warunkach normatywnych i przyspieszonych wykazują taki sam mechanizm psucia się i tę samą rzędowość ograniczającej trwałość reakcji
- produktów, w których szybkość utraty trwałości może być charakteryzowana poprzez pomiary wyróżników mających odniesienie do właściwości organoleptycznych i stanu toksykologicznego próbek. W celu oszacowania trwałości żywności podatnej na psucie z przyczyn mikrobiologicznych konieczne jest poszerzenie metodyki badań przyspieszonych o specjalistyczne, szybkie testy mikrobiologiczne oraz wykorzystanie zasad i procedur HACCP (*Hazard Analysis Critical Control Points*) dla oceny możliwości wystąpienia skażenia [2, 3]

W literaturze związanej z nauką o żywności podkreśla się fakt, że podczas testów przyspieszonych próby żywności poddawane są działaniu warunków niedozwolonych do ich przechowywania, które mogą inicjować zupełnie nietypowe mechanizmy degradacyjne, prowadząc do błędnej prognozy. Z tego względu wielu autorów zaleca sprawdzanie ustaleń uzyskanych z badań przyspieszonych w toku normatywnego przechowywania [4-6].

Takie niebezpieczeństwo nie występuje w przypadku prognozowania trwałości żywności na podstawie symulacji wykorzystującej modele matematyczne.

Modele matematyczne stanowią opis systemu składającego się z żywności, opakowania i środowiska. Znaczna liczba możliwych kombinacji w ramach wymienionych składników systemu, konieczna do odzwierciedlenia w uniwersalnym modelu analitycznym sprawia, że jego formuła byłaby bardzo skomplikowana [7, 8].

Z tego też względu większość znanych modeli jest określona dla specyficznych rodzajów lub grup produktów spożywczych. Ich formuła opiera się na wiedzy o mechanizmach psucia się danego rodzaju żywności, wpływie czynników środowiskowych na produkt oraz właściwościach materiału opakowaniowego i opakowania.

Zaprogramowanie badań trwałości produktu spożywczego wymaga wiedzy z zakresu różnych, związanych z żywnością dyscyplin, a głównie technologii, chemii i mikrobiologii żywności, chemii analitycznej i fizycznej, opakownictwa oraz znajomości stosowanych norm i prawa żywnościowego.

#### Literatura

1. Labuza T.P., Schmidl M.K. – *Accelerated shelf-life testing of foods*. Food Technol., 1985, tom 39, nr 9, s. 57-62, 64.
2. Labuza T.P., Fu B., Taoukis P.S. – *Prediction for shelf life and safety minimalny processed CAP/MAP chilled foods*. – J. Food Prot. 1992, tom 55, s. 741-750
3. Surmacka-Szcześniak A. – *Niektóre aspekty postępu w ocenie jakości żywności*. Przem. Spoż. 1998, nr 12, s. 43-44, 53
4. Ellis M.J. – *The methodology of shelf life determination w pracy pod red. C.M.D. Man, A.A. Jones – Shelf life evaluation of food*. Blackie Academic & Professional, London New York, 1996
5. Robertson G.L., *Food Packaging*, Marcel Dekker, New York, 1993,
6. Labuza T.P., Taoukis P.S., Saguy I.S. *Kinetics of food deterioration and shelf life prediction – w pracy: The handbook of food engineering practice*, CRC Press
7. Floros J.D. – *Aseptic packaging technology*. w pracy pod red.: P.E. Nelson i J.V. Chambers Principles of aseptic processing and packaging. The Food Processors Institute, Washington, DC. 1993
8. Quast G.G., Karel M. *Computer simulation of storage life of foods undergoing spoilage by two interacting mechanisms*. J. Food Sci, 1972, tom 37, nr 5, s. 679-683

<sup>1</sup> Energia aktywacji – najmniejsza energia, jaką muszą posiadać cząsteczki składników reakcji chemicznej, by wskutek zderzenia tych cząsteczek, reakcja mogła zajść.