

Modelowanie mikrobiologicznego bezpieczeństwa żywności

Anna Sylwia
Tarczyńska

Jarosław
Kowalik

Adriana
Łobacz

Zarządzanie bezpieczeństwem żywności ewoluuje wraz ze zmieniającą się gospodarką światową, a zapewnienie bezpieczeństwa żywności jest podstawowym obowiązkiem każdego uczestnika łańcucha żywnościowego. Bezpieczeństwo żywności zapewniają głównie działania prewencyjne, m.in. kontrola surowców i dodatków, monitorowanie i nadzorowanie procesów technologicznych, a także wdrożenie GHP/GMP podczas produkcji, przetwarzania, magazynowania i dystrybucji, w połączeniu z zastosowaniem procedur opartych na zasadach HACCP. System ten jest skoncentrowany na eliminacji zagrożeń oraz mogących zaistnieć warunkach (w produkcie lub w procesie technologicznym), które będą sprzyjać rozwojowi zagrożenia. Jest narzędziem wskazującym niewłaściwe miejsca w procesie, wymagającym zastosowania specyficznych środków nadzoru w celu panowania nad zidentyfikowanym zagrożeniem. System HACCP uwzględnia kryteria wynikające z przepisów prawnych – są one brane pod uwagę przy projektowaniu granic krytycznych dla poszczególnych zagrożeń, np.: pasteryzacja mleka – 72°C przez 15 s, kryterium bezpieczeństwa żywności dla *L. monocytogenes* – $a_w < 0,95$ i $pH < 5,5$.

Modele mikrobiologiczne umożliwiają prognozowanie zachowania się drobnoustrojów w łańcuchu żywnościowym, a tym samym pozwalają przewidzieć, jak długo produkt pozostanie bezpieczny dla konsumenta w zależności od warunków przechowywania.

Rozporządzenie (WE) nr 178/2002 Parlamentu Europejskiego i Rady z 28 stycznia 2002 r., *ustanawiające ogólne zasady i wymagania prawa żywnościowego, powołujące Europejski Urząd ds. Bezpieczeństwa Żywności oraz ustanawiające procedury z zakresu bezpieczeństwa żywności*, zwraca uwagę na to, że w celu zapewnienia bezpieczeństwa żywności konieczne jest uwzględnienie wszystkich aspektów łańcucha żywnościowego „od pola do stołu”. Łańcuch żywnościowy rozumiany jako sekwencja etapów i procesów mających miejsce w produkcji żywności – od produkcji pierwotnej, przez przetwórstwo, transport, dystrybucję, aż po przygotowanie do konsumpcji – stwarza ryzyko wprowadzenia wielu zagrożeń. Przy czym najważniejszym celem podejmowanych działań eliminujących zagrożenia jest ochrona zdrowia i życia człowieka. Aby to zrealizować, należy połączyć systemy zarządzania bezpieczeństwem żywności z celami zdrowia publicznego. Jest to możliwe dzięki zastosowaniu narzędzi opartych na analizie ryzyka. Mikrobiologiczna ocena ryzyka (Microbiological Risk Assessment – MRA) jest jednym z trzech – oprócz zarządzania ryzykiem (Risk Management – RM) oraz komunikacji ryzyka (Risk Communication – RC) – składnikami analizy ryzyka (Risk Analysis – RA):

ANALIZA RYZYKA = OCENA RYZYKA + ZARZĄDZANIE RYZYKIEM
+ KOMUNIKACJA RYZYKA

STRESZCZENIE:

Zapewnienie bezpieczeństwa żywności jest podstawowym obowiązkiem każdego uczestnika łańcucha żywnościowego. Najważniejszym celem podejmowanych działań jest ochrona zdrowia i życia człowieka. Aby zrealizować ten cel, należy połączyć systemy zarządzania bezpieczeństwem żywności z celami zdrowia publicznego. Jest to możliwe dzięki zastosowaniu podejścia wykorzystującego analizę ryzyka. Działanie

takich systemów wspiera mikrobiologia prognostyczna. Zaprezentowano przykładowe wyniki badań wzrostu liczby komórek *Listeria monocytogenes* w serze typu mozzarella oraz model pierwszorzędowy wg równania Baranyi i Roberts. Przedstawiono także możliwość zastosowania prognozowania mikrobiologicznego w praktycznej realizacji działań związanych z zapewnieniem bezpieczeństwa żywności.

SUMMARY:

Food safety management evolves in line with the global economy. Moreover, food safety assurance is a primary responsibility of each part of food chain. The most important aim is to protect health and human life. In order to implement this goal, food safety management system and public health system should be combined. It is possible thanks to risk analysis approach. Predictive microbiology is a supporting tool of this type of systems.

The samples of the results of the studies on the increase of the number of *Listeria monocytogenes* cells in mozzarella cheese as well as a primary model by Baranyi and Roberts were also presented. It also describes the potential application of predictive microbiology in the practical actions for food safety assurance.

TITLE:

Microbiological Food Safety Modelling

ZARZĄDZANIE RYZYKIEM mikrobiologicznym żywności

Zarządzanie ryzykiem mikrobiologicznym żywności łączy tradycyjne podejście oparte na GHP, GMP i systemie HACCP z analizą ryzyka, przez takie mierniki, jak odpowiedni poziom ochrony życia lub zdrowia ludzi – ALOP (Appropriate Level of Protection) i cel bezpieczeństwa żywności – FSO (Food Safety Objective). Podejście oparte na analizie ryzyka jest istotną zmianą w zapewnianiu bezpieczeństwa żywności. Jest systemem opartym na wiedzy naukowej, łączącym wymagania i kryteria bezpieczeństwa żywności z problemami zdrowia publicznego [7].

W odniesieniu do mikrobiologii żywności ALOP wyrażony jest jako cele zdrowia publicznego, określone przez rząd danego kraju, najczęściej jako: liczba zachorowań na 100 tys. mieszkańców lub liczba zgonów spowodowana wystąpieniem w żywności określonego patogenu. W celu praktycznego powiązania ALOP z nadzorem nad zagrożeniami bezpieczeństwa żywności ustanawia się cele bezpieczeństwa żywności, które odnoszą się do rodzaju żywności, rodzaju zagrożeń oraz częstotliwości ich występowania lub maksymalnego dopuszczalnego poziomu zagrożenia

SŁOWA KLUCZOWE:

bezpieczeństwo żywności, mikrobiologia prognostyczna

KEY WORDS:

food safety, predictive microbiology

Określenie zależności pomiędzy patogenem a zatruciem wywołanym przez żywność jest podstawą przy każdej ocenie ryzyka.

Prognozowanie mikrobiologiczne umożliwia przewidywanie rozwoju, przeżywalności lub inaktywacji mikroorganizmów w produktach spożywczych.

Mikrobiologia prognostyczna wykorzystuje elementy matematyki w celu określenia zachowania się mikroorganizmów w produkowanej i dystrybuowanej żywności.

w produkcie gotowym, przeznaczonym do konsumpcji. FSO to maksymalna częstotliwość występowania lub stężenie zagrożenia w żywności podczas konsumpcji. FSO muszą zostać „przetłumaczone” na cele operacyjne – PO (Performance Objectives), które określają poziomy zagrożenia w poszczególnych ogniwach łańcucha żywnościowego. ALOP i FSO powinny być określone przez władze lub uprawnione jednostki w danym kraju, natomiast PO mogą być ustalane indywidualnie przez producentów żywności w zależności od stosowanych surowców i metod produkcji [2, 10].

Zatrucia wywołane spożyciem żywności zanieczyszczonej drobnoustrojami występują od wielu lat i powodują poważne konsekwencje, stając się przedmiotem badań w zakresie zdrowia publicznego. Zmieniające się nawyki żywieniowe konsumentów, wzrost populacji osób wrażliwych, zmiany w hodowli zwierząt, stosowane zabiegi agrotechniczne, rozwój nowych technologii, globalizacja rynku żywności, a także zdolności adaptacyjne mikroorganizmów sprzyjają występowaniu zatruc pokarmowych o podłożu mikrobiologicznym. Pomiedzy zatruciami pokarmowymi oraz obecnością bądź aktywnością drobnoustrojów występuje związek przyczynowy, pozwalający na kontrolę specyficznego ryzyka jako narzędzia zapewniającego znany poziom zagrożenia w żywności. Określenie zależności pomiędzy patogenem a zatruciem wywołanym przez żywność jest podstawą przy każdej ocenie ryzyka. Pozwala na określenie minimalnej dawki wywołującej objawy zatrucia pokarmowego, częstotliwości zachorowań, poziomu czynnika w materiale wyjściowym oraz ilości spożytej żywności [3].

MIKROBIOLOGICZNA OCENA RYZYKA

Do głównych celów mikrobiologicznej oceny ryzyka należą:

- identyfikacja realnego zagrożenia wywołanego przez drobnoustroje oraz jego wpływ na konsumentów,
- badanie wpływu zanieczyszczenia surowca oraz sposobu przetwarzania na poziom zagrożenia,
- jasne i zgodne informowanie konsumentów o poziomie zagrożenia.

Ocena ryzyka powinna opierać się na rzetelnej wiedzy naukowej, być aktualizowana w celu zapewnienia jak najlepszej ochrony zdrowia konsumentów.

Jednostki odpowiedzialne za zdrowie publiczne danego kraju powinny ustanowić politykę z zakresu mikrobiologicznej analizy ryzyka, stosowaną do warunków i możliwości kraju, adekwatną do stopnia zaawansowania prowadzonej oceny ryzyka mikrobiologicznego (MRA). Polityka powinna uwzględniać luki i brak danych w zakresie nadzoru nad zagrożeniami w danym kraju i korzystać z dostępnych baz danych np. EFSA [3].

MIKROBIOLOGIA PROGNOSTYCZNA

Analizy mikrobiologiczne prowadzone w celu kontroli wzrostu drobnoustrojów w żywności są długotrwałe i kosztowne, a okres przydatności produktów do spożycia bywa bardzo krótki. Mikroorganizmy występujące w żywności, które mogą mieć niekorzystny wpływ na zdrowie ludzi, nie zawsze powodują zauważalne zmiany sensoryczne w produkcie. Skutecznym narzędziem w ocenie mikrobiologicznej produktów spożywczych jest mikrobiologia prognostyczna.

Prognozowanie mikrobiologiczne umożliwia przewidywanie rozwoju, przeżywalności lub inaktywacji mikroorganizmów w produktach spożywczych. Ocena ryzyka mikro-

biologicznego powinna być wykorzystywana do ustalania limitów krytycznych w systemie HACCP w celu udowodnienia, że cel bezpieczeństwa żywności zostanie osiągnięty.

Mikrobiologia prognostyczna jest działem mikrobiologii żywności wykorzystującym elementy matematyki w celu określenia zachowania się mikroorganizmów w produkowanej i dystrybuowanej żywności. Wykorzystuje ona zasadę, że reakcja mikroorganizmów w określonych warunkach jest powtarzalna. W odniesieniu do produktów spożywczych oznacza to, że wzrost mikroorganizmów jest funkcją żywności jako środowiska. Środowisko określone jest przez takie parametry, jak czas i temperatura, pH, aktywność wody, zawartość różnych soli i kwasów organicznych, dostępność tlenu. Dokładność i różnorodność przewidywań zależy od stopnia dopasowania modelu matematycznego, rozpoznania specyfiki produktu oraz rzetelnie przeprowadzonej walidacji modelu [4, 6].

Model matematyczny to równanie np. różniczkowe określające wzrost, przeżywalność lub inaktywację mikroorganizmów w ściśle określonych warunkach żywności.

PODZIAŁ MODELI prognostycznych

Modele prognostyczne ze względu na charakter opisywanego zjawiska można podzielić na modele wzrostu, inaktywacji cieplnej oraz przeżywalności mikroorganizmów. Inny podział klasyfikuje modele na pierwszo-, drugo- i trzeciorzędowe [2, 4].

■ Modele pierwszorzędowe wyznaczają podstawowe parametry charakteryzujące wzrost drobnoustrojów – czas trwania lag fazy λ i współczynnik tempa wzrostu μ w stałych warunkach środowiska. Najbardziej rozpowszechnionym modelem wzrostu liczby komórek drobnoustrojów jest model Baranyi i Robertsa, którzy zaproponowali krzywą sigmoidalną opisującą wzrost populacji bakterii, uwzględniając jej stan fizjologiczny w momencie wzrostu.

■ Modele drugorzędowe opisują, w jaki sposób zmieniają się parametry wyznaczane przez modele pierwszorzędowe w zależności od zmian czynników środowiska, czyli zmianę liczby drobnoustrojów w czasie (parametry kinetyczne) w zależności od warunków przechowywania (czynniki zewnętrzne) oraz charakterystyki produktu (czynniki wewnętrzne). Powszechnie używanymi modelami drugorzędownymi są: model pierwiastka kwadratowego Ratkowskiego, model Arrheniusa oraz model Gamma Zwieteringa.

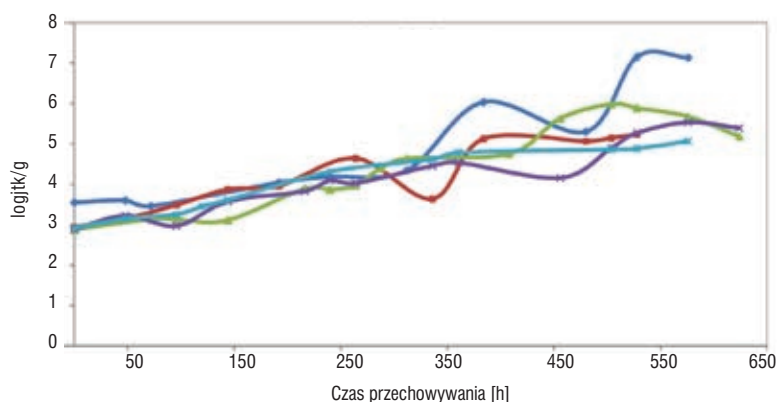
■ Modele trzeciorzędowe są połączeniem modeli pierwszo- i drugorzędowych, są to programy komputerowe służące do symulacji wzrostu drobnoustrojów w różnych warunkach środowiska. Najpopularniejszymi modelami trzeciorzędowymi są: Pathogen Modeling Program 7.0 (PMP 7.0), ComBase Predictor.

W każdym procesie opracowywania modeli matematycznych do opisu różnych zjawisk obligatoryjne jest sprawdzenie, czy model działa poprawnie, czyli wykazanie, że tworzone przez niego prognozy rzetelnie oddają opisywane zjawisko. Walidację modeli prognostycznych przeprowadza się dwiema metodami: graficznie i matematycznie [1].

Walidacja graficzna polega na naniesieniu na wykres wartości prognozowanych i wartości obserwowanych. Metoda ta daje szybką ocenę wizualną dokładności prognozowania wzrostu drobnoustrojów przez model.

Walidacja matematyczna polega na obliczeniu wskaźników, powszechnie używanych w walidacji modeli prognostycznych, współczynnika dokładności (Af – Accuracy factor) i współczynnika odchylenia (Bf – Bias factor), które określają stopień dopasowania modelu.

Modele prognostyczne stanowią nowe narzędzie do kształtowania bezpieczeństwa zdrowotnego żywności. Jednak większość dostępnych modeli jest tworzona na podstawie badań w płynnych pożywkach mikrobiologicznych, o zdefiniowanym, zmodyfikowanym składzie chemicznym. Prognozowany wzrost liczby komórek drobnoustrojów często różni się od obserwowanego w rzeczywistym produkcie żywnościowym. Staje się to tym bardziej widoczne, im bardziej złożony jest produkt spożywczy (pod względem składu podłoża rozwojowego, występowania mikroflory rodzimej i współzawodniczącej itp.). Dlatego istnieje uzasadniona konieczność opracowania modeli prognostycznych opartych na badaniach mikrobiologicznych w rzeczywistych produktach żywnościowych.



Rys. 1. Wzrost liczby komórek *L. monocytogenes* w serze typu mozzarella przechowywanym w temp. 6°C

Fig. 1. Number of bacteria *L. monocytogenes* in mozzarella cheese type stored in temp. 6°C

ZASTOSOWANIE MIKROBIOLOGII prognostycznej do modelowania bezpieczeństwa żywności

Praktyczne zastosowanie modeli prognostycznych musi być poprzedzone wieloma analizami danych naukowych i epidemiologicznych, badaniami laboratoryjnymi oraz właściwą obróbką matematyczno-statystyczną. Pierwszym etapem analizy danych jest oszacowanie ryzyka mikrobiologicznego, które pozwala na ustalenie priorytetów do dalszych badań. Jest to proces składający się z czterech elementów [8]:

- identyfikacja zagrożenia – gromadzenie, organizacja i ocena wszystkich dostępnych informacji na temat drobnoustrojów chorobotwórczych występujących w żywności lub przenoszonych przez żywność,
- charakterystyka zagrożenia – określenie związku pomiędzy danym patogenem żywności a powodowanym przez niego działaniem szkodliwym,
- oszacowanie narażenia konsumenta – wyznaczenie liczby komórek bakteryjnych, które mogą być obecne w spożywanej żywności,
- charakterystyka ryzyka – podsumowanie i ocena ryzyka i powiązanych informacji.

Po przeanalizowaniu informacji z tego etapu, typuje się drobnoustroje, które będą badane w kolejnych etapach, a więc mikroorganizmy stanowiące największe ryzyko dla danego produktu spożywczego.

Zakres badań mikrobiologicznych zależy od decyzji podjętych przy szacowaniu ryzyka mikrobiologicznego, a dotyczy zachowania się wytypowanych drobnoustrojów (wzrost, przeżywalność, inaktywacja) w poszczególnych produktach podczas przechowywania w ustalonym zakresie temperatury. Równolegle do oznaczania liczby komórek drobnoustrojów chorobotwórczych należy oznaczać poziom mikroflory towarzyszącej (bakterie mlekowe, probiotyczne), a także prowadzić analizę fizykochemiczną badanych produktów spożywczych, uwzględniając takie parametry, jak pH, zawartość soli, cukru i azotanów [5, 9].

Zakończenie badań mikrobiologicznych pozwala na rozpoczęcie właściwego etapu modelowania matematycznego. Modelowanie pierwszorzędowe umożliwia wykonanie matematycznego opisu podstawowych parametrów kinetycznych charakteryzujących wzrost, przeżywalność oraz inaktywację drobnoustrojów. Modelowanie drugorzędowe określa wpływ środowiska i temperatury przechowywania na parametry modeli pierwszorzędowych. Tak uzyskane modele są podstawą do budowy modeli trzeciorzędowych, a więc oprogramowania komputerowego pozwalającego na swobodne posługiwanie się opracowanymi wcześniej modelami w celu prognozowania zachowania się wybranego mikroorganizmu w określonym produkcie spożywczym [1].

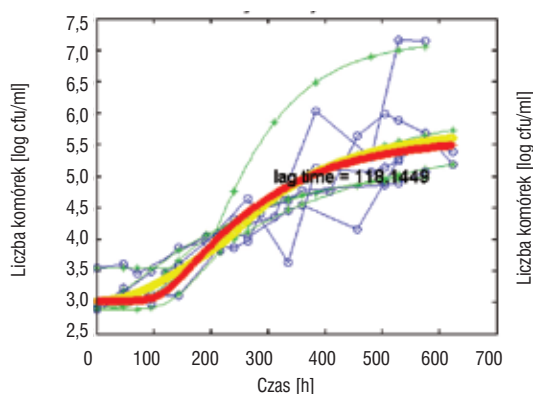
WYNIKI BADAŃ WZROSTU *Listeria monocytogenes* w serze typu mozzarella

Przedstawiono wyniki badania wzrostu liczby komórek *Listeria monocytogenes* w serze typu mozzarella, które zostały przeprowadzone w Laboratorium Mikrobiologii Prognostycznej w Katedrze Mleczarstwa i Zarządzania Jakością, Wydziału Nauki o Żywności, Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie. Próbkę sera zostały zanieczyszczone *L. monocytogenes*, zgodnie z przyjętą metodyką, na poziomie ok. 10^3 jtk/g. Następnie inkubowano je w temp. 3°C (624 h), 6°C (624 h), 9°C (624 h), 12°C (576 h) i 15°C (576 h). Badania przeprowadzono na pięciu różnych partiach produkcyjnych sera typu mozzarella (kolory linii na **rysunku 1** oznaczają kolejne badane partie produkcyjne). W artykule (**rysunek 1**) przedstawiono jedynie wyniki wzrostu *L. monocytogenes* w temp. 6°C z uwagi na to, że ser typu mozzarella powinien być przechowywany w temperaturze chłodniczej.

Na kanwie uzyskanych wyników skonstruowano modele pierwszorzędowe wg funkcji logistycznej, Baranyi i Robertsa oraz Gompertza. Modelowanie przeprowadzono przy wykorzystaniu programu Matlab.

Najlepsze dopasowanie wyników badań eksperymentalnych uzyskano do równania różniczkowego wg Baranyi i Robertsa (**rysunek 2**).

Na wykresie zaprezentowano liczbowo prognozy czasu trwania lag fazy i wizualnie wzrost liczby komórek badanych drobnoustrojów (linia czerwona) podczas przechowywania sera typu mozzarella w określonej temperaturze. Linie niebieskie reprezentują dane eksperymentalne uzyskane dla poszczególnych serii badawczych, linie zielone wskazują prognozę uzyskaną na podstawie jednej serii. Linia czerwona jest prognozą uzyskaną na podstawie równania różniczkowego.



Rys. 2. Model wzrostu *Listeria monocytogenes* w serze typu mozzarella w temp. 6°C wg równania Baranyi i Robertsza

Fig. 2. Growth model *Listeria monocytogenes* in mozzarella cheese type at the temp. 6°C by Baranyi and Roberts equation

PRAKTYCZNE ZASTOSOWANIE modeli prognostycznych

Modele prognostyczne są doskonałym narzędziem edukacyjnym dla pracowników sektora spożywczego, dostarczając rzetelnych informacji podczas ustalania nowych receptur.

Matematyczne modele prognostyczne mogą mieć istotne zastosowanie przy wdrażaniu i doskonaleniu HACCP podczas:

- przeprowadzenia analizy zagrożeń i określania środków kontrolnych,
- ustalania poziomów docelowych i limitów krytycznych dla każdego CCP,
- ustalania procedur weryfikacji systemu HACCP.

Osoby zajmujące się zarządzaniem bezpieczeństwem żywności muszą być świadome czynników wpływających na bezpieczeństwo produktów. Bazy danych, modele prognostyczne i specjalistyczne programy umożliwiają lepsze i szybsze wykorzystanie dostępnej wiedzy do prowadzonych analiz ryzyka lub analiz zagrożeń w zakładach spożywczych. Ponadto modele prognostyczne są doskonałym narzędziem edukacyjnym dla pracowników sektora spożywczego, dostarczając rzetelnych informacji podczas ustalania nowych receptur, technologii produkcji oraz parametrów procesów, np. w technologii płotków. Zwalidowane modele prognostyczne mogą być także wykorzystywane jako narzędzie do dyskusji i podejmowania decyzji w sytuacjach kryzysowych i spornych [2, 4, 10].

Powiązanie wyników prognoz mikrobiologicznych z realnym działaniem w przedsiębiorstwach spożywczych jest możliwe, gdy oprócz dostępu do modeli dysponuje się opisem warunków panujących w produktach spożywczych (np. pH, zawartość substancji konserwujących, a_w)

oraz informacjami dotyczącymi potencjalnego poziomu liczby niepożądanych drobnoustrojów w rozpatrywanych produktach spożywczych (oszacowanie ryzyka mikrobiologicznego).

PODSUMOWANIE:

Zapewnienie bezpieczeństwa żywności jest działaniem wieloetapowym, wymagającym współpracy jednostek naukowych w zakresie oceny ryzyka, prognozowania jego rozwoju w łańcuchu żywnościowym i opracowania metodyki walidacji stosowanych środków nadzoru, władz ustawodawczych odpowiedzialnych za zarządzanie ryzykiem oraz przedsiębiorstw sektora żywnościowego, które indywidualnie wdrażają systemy zarządzania bezpieczeństwem żywności. Mikrobiologiczna ocena ryzyka jest metodą łączącą wysiłki producentów żywności w zakresie stosowanych środków nadzoru nad zagrożeniami bezpieczeństwa żywności z ochroną konsumentów i celami zdrowia publicznego. Jednak aby skutecznie zarządzać ryzykiem, należy je właściwie oszacować. Szacowanie ryzyka powinno być przeprowadzone rzetelnie i mieć solidne oparcie w badaniach naukowych. Narzędziem pozwalającym na realizację tych zadań jest mikrobiologia prognostyczna.

Rozwój technik komputerowych sprzyja powstawaniu różnych baz danych i portali dotyczących zachowania się patogenów i innych drobnoustrojów powodujących psucie żywności. Zawierają one coraz większą liczbę danych eksperymentalnych, wykonanych na pożywkach mikrobiologicznych, a sporadycznie na konkretnych produktach spożywczych. ■

Dr inż. A. S. Tarczyńska, dr inż. J. Kowalik, dr inż. A. Łobacz - Wydział Nauki o Żywności, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

LITERATURA:

- [1] Baranyi J., Pin C., Ross T.: 1999. Validating and comparing predictive models. Int. J. Food Microbiol., 48, 159-166.
- [2] Gorris L. G. M.: 2005. Food safety objective: An integral part of food chain management. Food Control, 16, 801-809.
- [3] Kołozyn-Krajewska D., Jałosińska-Pierkowska M.: 2003. Prognozowanie mikrobiologiczne jako narzędzie kształtowania bezpieczeństwa żywności, Przem. Spoż., 2, 32-34, 48.
- [4] Kowalik J., Łobacz A., Tarczyńska A. S., Ziajka S.: 2009. Zastosowanie mikrobiologicznych modeli prognostycznych w produkcji bezpiecznej żywności. Med. Wet., 65(06), 381-381.
- [5] Łobacz A., Kowalik J., Ziajka S., Kopeć M.: 2008. Porównanie i walidacja prognozowanego i obserwowanego tempa wzrostu *Listeria monocytogenes* w mleku pasteryzowanym i UHT. Med. Wet. 64, 80-84.
- [6] Łobacz A., Ziajka S., Kowalik J.: 2007. Predictive microbiology – tool for quantitative microbiological risk assessment, Pol. J. Food Nutr. Sci. 57, 365-370.
- [7] McMeekin T. A., Baranyi J., Bowman J., Dalgaard P., Kirk M., Ross T., Schmid S., Zwietering M. H.: 2006. Information systems in food safety management. Int. J. Food Microbiol., 112, 181-194.
- [8] Tarczyńska A. S., Ziajka S.: 2009. Kierunki zmian w zarządzaniu bezpieczeństwem żywności. Przeg. Mlecz. 8, 10-15.
- [9] Trząskowska M., Kołozyn-Krajewska D., Goryl A.: 2007. Prognozowanie wzrostu i przeżywalności bakterii probiotycznych w fermentowanym soku marchwiowym. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość. 6 (55), 138-148.
- [10] Walls I.: 2006. Role of quantitative risk assessment and food safety objectives in managing *Listeria monocytogenes* on ready-to-eat meats. Meat Science 74, 66-75.

Niewielki spadek światowych cen żywności

W kwietniu br. średnie światowe ceny podstawowego koszyka żywności uległy obniżeniu o 1,4% w porównaniu z cenami z marca br. I jest to pierwszy spadek od trzech miesięcy – odnotowuje Food Outlook powołując się na najnowszy indeks cen FAO. Eksperti FAO twierdzą, że w kolejnych miesiącach ceny będą się stabilizować i utrzymywać na wysokim poziomie, znacznie wyższym niż w 2008 r. Mimo wzrostu podaży większości podstawowych surowców rolnych na światowym rynku, dynamiczny wzrost popytu będzie zapobiegać spadkom cen w II połowie 2012 r. i na początku 2013 r.

Prognozy FAO zakładają, że produkcja zbóż w 2012 r. ma osiągnąć rekordowy poziom - 2371 mln t wobec 2344 mln t w 2011 r.

Światowa produkcja mięsa, głównie za sprawą mięsa drobiowego i wieprzowego, ma się zwiększyć o 2%, do 302 mln t. Większa ma być również produkcja mleka – wzrost o 2,7%, do 750 mln t. Spodziewany 4,6-procentowy wzrost produkcji cukru i jego nadwyżka w rocznym bilansie w wysokości 5,4 mln t nie wpłynie na spadek cen, przyczyni się jedynie do odbudowy stanu zapasów, które są obecnie bardzo małe.

Przewidywany jest jedynie spadek produkcji nasion roślin oleistych, co ma wynikać ze znacznego, 10-procentowego spadku produkcji soi. Tego spadku nie będzie w stanie zrekomensować wzrost produkcji pozostałych oleistych. („Agra Europe” 8.05.2012) AŁ