

JAROSŁAW KOWALIK, ADRIANA ŁOBACZ, KAMIL ADAMCZEWSKI,
ANNA S. TARCZYŃSKA

ZASTOSOWANIE ALTERNATYWNYCH METOD OCENY BEZPIECZEŃSTWA MIKROBIOLOGICZNEGO WYBRANYCH SERÓW

Streszczenie

Obserwuje się wzrost zachorowań wynikający z obecności drobnoustrojów chorobotwórczych w produktach spożywczych. Proces szacowania ryzyka umożliwia ocenę narażenia zdrowia człowieka na mikroorganizmy obecne w żywności. Narzędziem do ilościowej oceny zachowania drobnoustrojów w żywności są modele prognostyczne.

Celem pracy była ocena przeżywalności bakterii *Bacillus cereus* w serach typu feta i mozzarella podczas przechowywania w temperaturze 3 - 15 °C, przy użyciu impedymetrycznego systemu Bactrac oraz opracowanie wyników metodą mikrobiologii prognostycznej.

Zastosowano aplikację DMFit i porównano parametry wzrostu z danymi uzyskanymi w programie prognostycznym ComBase Predictor (CP). Prognozy w CP pochodzą z danych uzyskanych na pożywkach mikrobiologicznych (zmodyfikowanych pod względem składu).

Stwierdzono, że sery typu feta i mozzarella w przyjętych warunkach doświadczenia stanowiły dobrą pożywkę do rozwoju bakterii *B. cereus*. Uzyskane z doświadczeń oraz wyliczeń matematycznych modele wzrostu *B. cereus* podczas przechowywania serów typu feta i mozzarella różniły się od prognoz uzyskanych w programie CP. Parametrem wzrostu określającym bezpieczeństwo mikrobiologiczne serów typu feta i mozzarella był czas trwania lag fazy.

Słowa kluczowe: mikrobiologia prognostyczna, *Bacillus cereus*, feta, mozzarella, bezpieczeństwo żywności

Wprowadzenie

Odnotowuje się coraz więcej przypadków zachorowań będących skutkiem spożycia żywności zanieczyszczonej mikroorganizmami chorobotwórczymi. Dzięki postępowi wiedzy w zakresie mikrobiologii i biotechnologii istnieje możliwość skuteczniej-

Dr inż. J. Kowalik, dr inż. A. Łobacz, mgr inż. K. Adamczewski, dr inż. A. S. Tarczyńska, Katedra Mleczarstwa i Zarządzania Jakością, Wydz. Nauki o Żywności, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, ul. Oczipowskiego 7, 10-719 Olsztyn. Kontakt: j.kowalik@uwm.edu.pl

szej diagnozy patogenów występujących w żywności i następuje dokładniejsza rejestracja chorób odżywnościowych [9,12].

Według zaleceń Kodeksu Żywnościowego [16], rozporządzenia WE 178/2002 [18] i obowiązującej ustawy o bezpieczeństwie żywności i żywienia z 2006 r. [21] należy prowadzić proces oceny ryzyka. Proces ten powinien łączyć cele związane z zapewnieniem bezpieczeństwa produkcji żywności i zdrowia publicznego. Rezultatem tego procesu jest możliwość oceny niebezpieczeństwa narażenia zdrowia ludzkiego na drobnoustroje oraz stworzenie wytycznych do minimalizowania ryzyka ich występowania [11, 15]. W celu zmniejszenia ryzyka zanieczyszczenia mikrobiologicznego żywności ważny jest jej stały monitoring. Przydatne w tym zakresie są automatyczne systemy kontroli czystości mikrobiologicznej. Pozwalają one na jakościowe lub ilościowe oznaczanie różnych grup drobnoustrojów. Alternatywne metody określania stanu mikrobiologicznego żywności umożliwiają uzyskanie wyników w znacznie krótszym czasie niż tradycyjne. Koszty takich analiz są dużo niższe niż metod tradycyjnych (np. klasycznej metody płytkowej). Do automatycznych metod monitorowania jakości mikrobiologicznej żywności należy pomiar impedymetryczny. Analiza polega na pomiarze przewodności elektrycznej w układzie: selektywna pożywka hodowlana – mikroorganizmy zawarte w badanej próbce. System wskazuje pomiar czasu detekcji, czyli momentu uzyskania określonego poziomu namnożenia liczby komórek bakterii (zazwyczaj jest to detekcja związana z przejściem z poziomu lag fazy do fazy maksymalnego tempa wzrostu). Istnieje zależność, że im wyższa liczba komórek bakterii w badanej próbce, tym krótszy jest czas detekcji. Do ilościowego określania danego gatunku drobnoustroju niezbędne jest skorelowanie czasu detekcji z liczbą mikroorganizmów wprowadzonych do celek pomiarowych. W celu zachowania porównywalności wyników metody płytkowej i pomiaru impedymetrycznego konieczne jest przeprowadzenie kalibracji urządzenia, podczas której opracowywane są krzywe kalibracyjne w odniesieniu do rezultatów uzyskanych klasyczną metodą płytkową. Szybkiej analizie mikrobiologicznej służą też stosowane w przemyśle spożywczym urządzenia wykorzystujące zjawiska: pomiaru fotometrycznego, sygnału fluorescencyjnego, reflaktancji, cytometrii przepływowej oraz filtracji membranowej z pomiarem bioluminescencji ATP [10, 12, 14].

Przydatnym narzędziem do szacowania ryzyka mikrobiologicznego jest mikrobiologia prognostyczna, która wykorzystuje modele matematyczne opisujące przeżywalność drobnoustrojów w żywności na podstawie wykonanych badań laboratoryjnych. Ułatwieniem w wykorzystaniu tego narzędzia są istniejące bazy danych i zawarte w nich programy komputerowe (np. ComBase Predictor, WaMa Predictor) [4, 5, 17].

Celem pracy była ocena przeżywalności bakterii *Bacillus cereus* w serach typu feta i mozzarella podczas przechowywania w temperaturze 3 - 15 °C, przy użyciu impe-

dymetrycznego systemu Bactrac oraz opracowanie wyników w aspekcie mikrobiologii prognostycznej.

Material i metody badań

Do badań przeżywalności *B. cereus* użyto serów miękkich solankowych typu feta (o zawartości: 18 % tłuszczu, 10 % białka, 4 % NaCl) oraz serów typu mozzarella (o zawartości: 19 % tłuszczu, 17 % białka, 1,5 % NaCl), wyprodukowanych przez polskiego producenta. Sery pochodziły z handlu detalicznego, termin przydatności do spożycia wynosił 6 miesięcy w przypadku fety oraz 21 dni – mozzarelli. Do badań użyto 5 różnych partii produkcyjnych serów (5 powtórzeń doświadczenia).

Sery podzielono na 25-gramowe porcje i umieszczono w jałowych workach umożliwiającą homogenizację próbek z płynem do rozcieńczeń w urządzeniu typu Stomacher (Interscience).

W serach oznaczano kwasowość czynną (pehametr Lab 860, SI Analytics GmbH).

Do kalibracji systemu Bactrac i zanieczyszczenia próbek użyto hodowli szczepów *B. cereus* pochodzących z Katedry Mikrobiologii Przemysłowej i Żywności UWM w Olsztynie. Szczepy wyizolowano z serów twarogowych.

W celu określania liczby komórek *Bacillus cereus* w serach feta i mozzarella dokonano kalibracji urządzenia w odniesieniu do klasycznej metody płytkowej. Wykonano szereg dziesięciokrotnych rozcieńczeń hodowli *Bacillus cereus*, które posiewano jednocześnie na płytki Petriego z wybiórczym podłożem Mossela MYP (Merck) oraz do specjalnych probówek z elektrodami i bulionem z dodatkiem selektywnym Bimedia 610 (Sy-Lab).

Uzyskane wyniki analiz w systemie Bactrac z szeregu kolejnych dziesięciokrotnych rozcieńczeń (w postaci czasu detekcji DT) wprowadzono do arkusza kalibracyjnego w oprogramowaniu obsługującym urządzenie. Kolejne etapy obejmowały zdefiniowanie funkcji regresji liniowej, rodzaju testu oraz wprowadzenie wartości odczytanych w metodzie płytkowej. System Bactrac analizował inkubowane próbki w temperaturze optymalnego wzrostu liczby komórek *B. cereus* tj. 37 °C. W tej samej temperaturze przechowywano płytki Petriego w ciągu 48 h.

Próbki zanieczyszczano patogenami (pasaż uaktywnionych szczepów prowadzony na bulionie wzbogaconym) na poziomie ok. 3 log jtk/g i przetrzymywano w inkubatorach precyzyjnych z chłodzeniem (Memmert) w temp.: 3, 6, 9, 12 i 15 °C. W trakcie przechowywania próbek prowadzono oznaczenie liczby *B. cereus* systemem Bactrac. Czas przechowywania uzależniony był od zastosowanej temperatury inkubacji, która bezpośrednio wpływała na tempo wzrostu *B. cereus*. Przygotowano po 15 zanieczyszczonych próbek z każdej partii sera i z każdego wariantu temperatury przechowywania.

Z uzyskanych wyników obliczono wartości średnie, które po zlogarytmowaniu wprowadzono do aplikacji DMFit (dodatek (add in) do excela (MS Office)). DMFit umożliwił dopasowanie modelu matematycznego Baranyi'ego i Robertsa do danych eksperymentalnych. W celu wyznaczenia dokładności modelu trzeciorzędowego ComBase Predictor (CP) wygenerowane symulacje porównywano z otrzymanymi w aplikacji DMFit modelami wzrostu *B. cereus* w serach typu feta i mozzarella. Program CP jest jednym z narzędzi internetowej bazy danych ComBase. Prognozy generowane przez CP bazują na wynikach uzyskanych z badań w zmodyfikowanych pod względem składu pożywkach mikrobiologicznych [1, 2, 3, 4].

Program umożliwił ustawienie poziomu początkowej liczby komórek różnych gatunków bakterii, pH, aktywności wody, zawartości kwasów organicznych, NaCl, temperatury oraz czasu przechowywania. W programach DMFit (wartości obserwowane w doświadczeniu) i CP (wartości prognozowane) oszacowano specyficzne tempo wzrostu μ [log jtk/h/g] oraz czas trwania lag fazy. Na podstawie tempa wzrostu (μ) w poszczególnych temperaturach przechowywania zanieczyszczonych produktów przeprowadzono graficzną walidację otrzymanych modeli na podstawie rozłożenia obserwowanych i prognozowanych wartości wokół linii równości na wykresie.

Wyniki i dyskusja

Na podstawie wyników z kalibracji urządzenia Bactrac oszacowano równanie regresji liniowej ($R^2 = 0,98$) o postaci:

$$\log \text{ jtk/g} = -0,3363 \text{ DT} + 10,933, \text{ gdzie: DT} - \text{ czas detekcji [h].}$$

Równanie umożliwiło ilościowe określenie liczby komórek *B. cereus* w serach typu feta i mozzarella w zależności od czasu detekcji.

Badania prowadzono do momentu uzyskania pełnej krzywej wzrostu bakterii *B. cereus*. W temp. 3, 6 i 9 °C czas ten wynosił 624 h i dotyczył obydwu serów. W 12 i 15 °C wzrost bakterii w serze typu feta wynosił 220 h, a w serze typu mozzarella – 288 h. Dzięki aplikacji DMFit wyliczono współczynniki determinacji R^2 w poszczególnych temperaturach eksperymentu (tab. 1). Wysokie wartości współczynników R^2 świadczą o dobrym dopasowaniu pierwszorzędowego modelu wzrostu wg Baranyi'ego i Robertsa do danych eksperymentalnych

W programie CP wprowadzono wielkości parametrów zbliżone do właściwości fizykochemicznych badanych serów. W przypadku sera typu feta były to wielkości: pH – 4,9, zawartość NaCl – 4 %. Wartość początkowej liczby bakterii w obydwu serach ustawiono na poziomie 3 log jtk/g, natomiast czas przechowywania próbek uzależniony był od trwania doświadczenia. W badaniach eksperymentalnych pH sera typu feta wynosiło 4,7 ÷ 4,8 podczas całego okresu przechowywania. Program CP umożliwił wprowadzenie wartości minimalnych pH 4,9 oraz 5 °C i takie wartości przyjęto w celu

porównania prognoz CP z wynikami uzyskanymi w doświadczeniu (temp. 3 °C). W przypadku sera typu mozzarella w programie CP przyjęto wielkości parametrów fizykochemicznych: pH – 5,4 (podczas przechowywania 5,4 ÷ 5,5), zawartość NaCl – 1,5 %. Najniższa temperatura możliwa do ustawienia w CP wynosiła, podobnie jak w przypadku sera feta, 5 °C.

Tabela 1. Współczynniki determinacji (R^2) między liczbą bakterii *B. cereus* a czasem detekcji, w zależności od temperatury ich wzrostu – wyliczone w aplikacji DMFit.

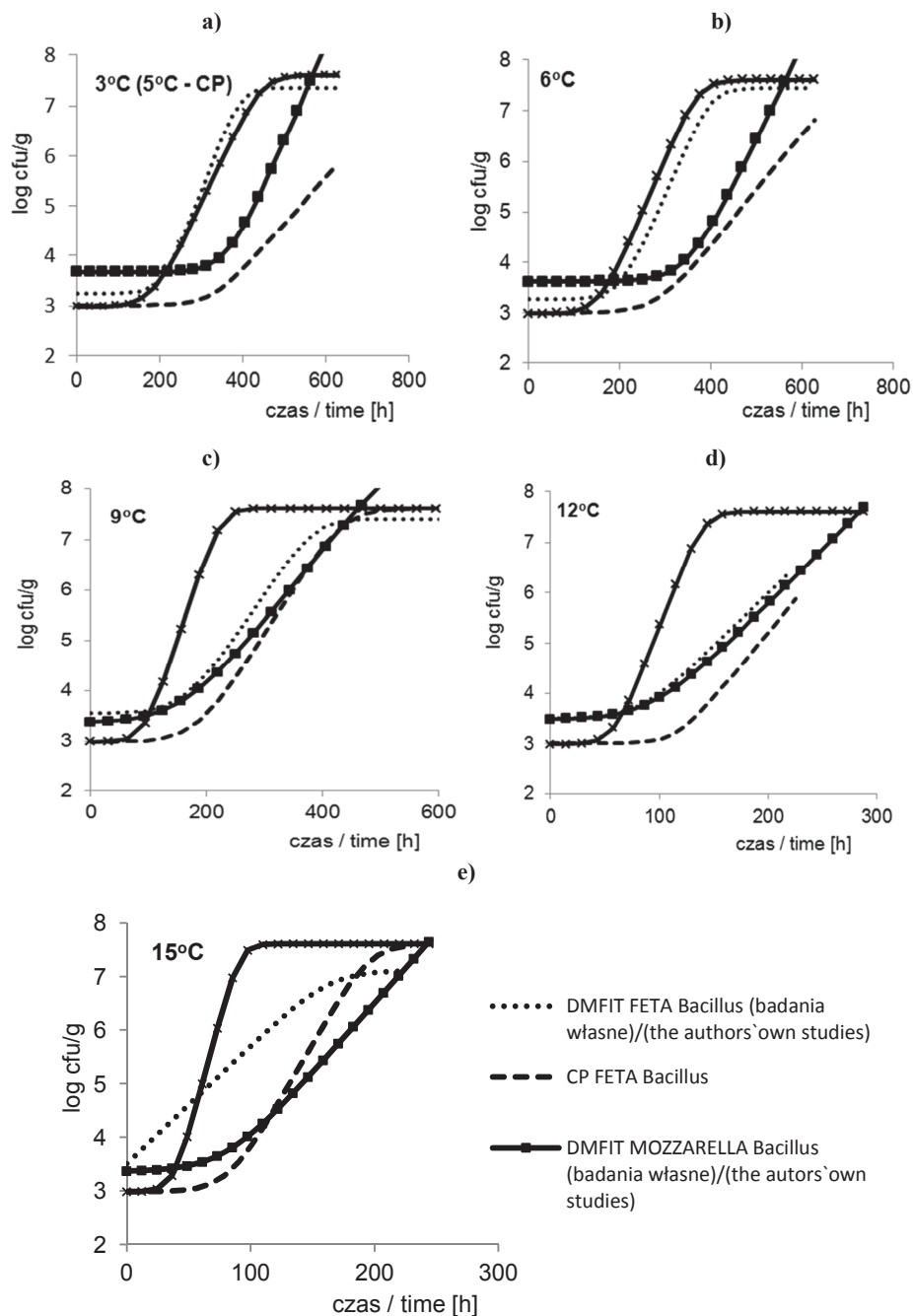
Table 1. Coefficients of determination (R^2) between *B. cereus* count and detection time depending on temperature of their growth – as calculated using DMFit application.

Ser / Cheese	Temperatura / Temperature [°C]				
	3	6	9	12	15
Feta	0,99	0,95	0,98	0,96	0,98
Mozzarella	0,98	0,98	0,97	0,97	0,97

Na rys. 1 a-e. przedstawiono krzywe wzrostu *B. cereus* uzyskane po dopasowaniu modelu Baranyi'ego i Roberta do danych eksperymentalnych (w aplikacji DMFit) oraz wygenerowane przez program CP. Zaobserwowano różnice między modelami opracowanymi na podstawie danych eksperymentalnych i uzyskanych w programie CP. W przypadku próbek sera typu feta, czas przejścia bakterii z lag fazy do fazy wzrostu logarytmicznego był krótszy w stosunku do prognoz uzyskanych w CP w każdej temperaturze przechowywania. Świadczył o tym wyliczony w DMFit czas trwania lag fazy w przypadku danych eksperymentalnych i tych uzyskanych z programu CP (tab. 2). Program CP nie generował bezpiecznych prognoz wzrostu *B. cereus* mimo ustawienia wartości pH wyższej niż w produkcie (niższe pH wpływa na zahamowanie rozwoju drobnoustrojów). W temp. 15 °C w zakresie danych eksperymentalnych (DMFit) nie zaobserwowano lag fazy, a faza logarytmicznego wzrostu nastąpiła w bardzo krótkim czasie po zanieczyszczeniu produktu (rys. 1e, tab. 2).

W przypadku badań z użyciem sera typu mozzarella, prognozy wygenerowane w programie CP zapewniały margines bezpieczeństwa, szczególnie w temp. 9, 12 i 15 °C (rys. 1 c, d, e).

Little i Knöchel [13] badali przeżywalność *B. cereus* w temp. 4, 8 i 20 °C w serze z porostem pleśni typu brie. Badacze zaobserwowali, że podczas przechowywania w temp. 4 i 8 °C utrzymywał się poziom początkowy – 4 log jtk/g, a w 20 °C po ok. 50 h przechowywania nastąpił przyrost liczby komórek do 7 log jtk/g. Maksymalne tempo wzrostu wynosiło 0,083 log jtk/g/h. W badaniach własnych stwierdzono natomiast, że maksymalne tempo wzrostu *B. cereus* w najwyższej temp. 15 °C wynosiło: w serze typu feta – 0,022 log jtk/g/h, a w serze typu mozzarella – 0,026 log jtk/g/h (rys. 2).



Rys. 1. Wyniki modelowania pierwszorzędowego opisujące wzrost liczby *Bacillus cereus* w temp.: 3, 6, 9, 12 i 15 °C (odpowiednio rys. a, b, c, d, e) w serach typu feta i mozzarella.

Fig. 1. Results of primary modelling that represent the growth of *Bacillus cereus* at temperatures of 3, 6, 9, 12, and 15 °C (Fig. Fig. a), b, c, d, and e, respectively) in feta and mozzarella types of cheese.

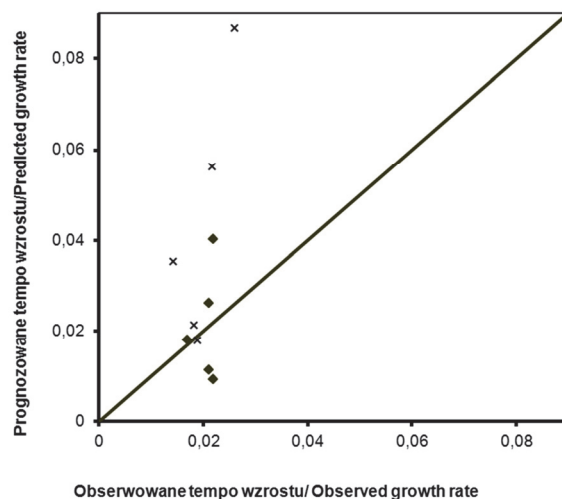
Rukure i Bester [19] analizowali możliwość rozwoju *B. cereus* podczas produkcji sera gouda. W tym celu mleko kotłowe w trakcie dodatku podpuszczki zanieczyszczono tymi bakteriami. Wymienieni autorzy obserwowali kiełkowanie przetrwalników, które namnożyły się do poziomu 4,4 log jtk/g (do etapu prasowania i solenia sera). Jednak po 6 tygodniach dojrzewania autorzy zaobserwowali redukcję *B. cereus* do poziomu poniżej 2 log jtk/g. Na wymieranie komórek *B. cereus* wpływ mogła mieć, oprócz soli, obecność bakterii fermentacji mlekowej wykorzystywanych w procesie technologicznym [7, 8]. Odmienne technologie produkcji mogły wpłynąć na przeżywalność tego patogenu.

Tabela 2. Czas trwania lag fazy *Bacillus cereus* w serach typu feta i mozzarella podczas przechowywania w temperaturze od 3 do 15 °C.

Table 2. Lag phase duration of *Bacillus cereus* in feta and mozzarella cheeses during storage at a temperature from 3 to 15 °C.

Temperatura Temperature [°C]	Ser typu feta Feta type of cheese		Ser typu mozzarella Mozzarella type of cheese	
	lag faza (DMFIT) lag phase [h]	lag faza (CP) lag phase [h]	lag faza (DMFIT) lag phase [h]	lag faza (CP) lag phase [h]
3 (5°C – CP)	206,16	324,42	359,68	184,25
6	201,50	282,52	345,67	154,63
9	160,37	181,63	159,38	93,28
12	81,72	115,97	93,76	58,43
15	0,00	81,68	79,84	37,94

Na rys. 2. przedstawiono walidację graficzną modeli pierwszorzędowych poprzez porównanie obserwowanego (DMFit – badania własne) i prognozowanego (CP) tempa wzrostu. Punkty leżące powyżej linii równości stanowią o wysokim marginesie bezpieczeństwa prognoz uzyskanych w programie CP, zaś poniżej tej linii świadczą o możliwości szybszego namnażania się *B. cereus* w badanych produktach niż przewidywał CP [9]. Parametr μ w przypadku sera typu feta w zakresie temp. 3 ÷ 15 °C miał podobną wartość (pomiędzy 0,017 a 0,021 log/jtk/g/h), zaś wartości uzyskane w CP zwiększały się wraz ze wzrostem temperatury (od 0,009 do 0,040 log/jtk/g/h). W przypadku sera typu mozzarella wartości μ wyniosły od 0,019 do 0,026 log/jtk/g/h, a prognozowane w CP od 0,017 do 0,087 log/jtk/g/h. Optymalną temperaturą wzrostu wegetatywnych form bakterii *B. cereus* jest zakres 30 ÷ 40 °C, stąd też wartości μ uzyskane podczas doświadczenia nie wykazywały dużej różnicy [19].



Rys. 2. Obserwowane (DMFit) i Prognozowane (CP) tempo wzrostu [μ] *Bacillus cereus* w serach typu feta (♦) i mozzarella (x) podczas przechowywania (3, 6, 9, 12 i 15 °C).

Fig. 2. Observed (DMFit) and Predicted (CP) growth rate [μ] of *Bacillus cereus* in feta (♦) and mozzarella (x).

Znaczącym parametrem wzrostu dotyczącym stabilności mikrobiologicznej produktu w przypadku obydwu serów był czas trwania lag fazy (im wyższa temperatura przechowywania, tym krótszy czas).

Należy zauważyć, że sporotwórcze bakterie *B. cereus* są rozpowszechnione w naturze i są też obecne w środowisku związanym z produkcją i przetwórstwem żywności. Generalnie występują one w środowisku o niskiej aktywności wody, lecz w wyniku przetrwania obróbki cieplnej w produkcji serów ich toksyny mogą stanowić potencjalne źródło zatruc pokarmowych. Liczba komórek już na poziomie 3 log jtk/g (lub spor/g) w produkcie spożywczym może stanowić potencjalne zagrożenie dla zdrowia konsumenta [6].

Wnioski

1. W zakresie temperatur od 3 do 15 °C sery typu feta i mozzarella użyte w doświadczeniu stanowiły dobrą pożywkę do rozwoju bakterii *B. cereus*.
2. Prognozy przeżywalności *B. cereus* uzyskane w programie CP różnią się od zachowania tych patogenów w przeprowadzonych badaniach.
3. System Bactrac stanowi przydatną metodę w szacowaniu ryzyka mikrobiologicznego dla tego typu produktów mleczarskich.
4. Parametrem wzrostu określającym bezpieczeństwo mikrobiologiczne serów typu feta i mozzarella był czas trwania lag fazy.

Literatura

- [1] Baranyi J., Le Marc Y.: DMFit manual, Version 2.0, Institute of Food Research, Norwich Research Park, UK, 2005.
- [2] Baranyi J.: Stochastic modelling of bacterial lag phase. *Int. J. Food Microbiol.*, 2002, **73**, 203-206.
- [3] Baranyi, J., Roberts, T.A.: A dynamic approach to predicting bacterial growth in food. *Int. J. Food Microbiol.*, 1994, **23**, 277-294.
- [4] Baza danych ComBase. [online]. Dostęp w Internecie [25.05.2013]: <http://www.combase.cc/index.php/en/>
- [5] Baza danych WaMaPredictor [online]. Dostęp w Internecie [25.05.2013]: <http://wamapredictor.uwm.edu.pl/WamaPredictor/>
- [6] Bednarczyk A., Daczkowska-Kozon E.G.: Czynniki patogenności bakterii z grupy *Bacillus cereus*. *Post. Mikrobiol.*, 2008, **47** (1), 51-63.
- [7] Beecher D.J., MacMillan J.D.: Characterization of the components of hemolysin BL from *Bacillus cereus*. *Infect. Immunol.*, 1991, **59**, 1778-1784.
- [8] Choma C, Clavel H, Dominguez H, Razafindramboa N, Soumille H, Nguyen-the C, Schmitt P.: Effect of temperature on growth characteristics of *Bacillus cereus* TZ415. *Int. J. Food Microbiol.*, 2000, **(55)**, 73-77.
- [9] Kowalik J., Łobacz A., Tarczyńska A.S., Ziajka S.: Graphic validation of growth models for *Listeria monocytogenes* in the milk during storage. *Milchwissenschaft*, 2012, **1** (67), 38-42.
- [10] Kowalik J., Łobacz A., Tarczyńska A.S., Ziajka S.: Zastosowanie mikrobiologicznych modeli prognostycznych w produkcji bezpiecznej żywności. *Med. Weter.*, 2009, **65** (06), 381-381.
- [11] Kowalik J., Tarczyńska A., Ziajka S.: Szacowanie ryzyka mikrobiologicznego – zastosowanie w produkcji i obrocie żywnością. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2003, **2** (35) Supl., 76-85.
- [12] Kunicka-Styczyńska A.: Automatyczne systemy monitorowania czystości mikrobiologicznej żywności. *Przem. Spoż.*, 2009, **2**, 18-23.
- [13] Little C.L., S. Knøchel.: Growth and survival of *Yersinia enterocolitica*, *Salmonella* and *Bacillus cereus* in brie stored at 4, 8 and 20°C. *Int. J. Food Microbiol.*, 1994, **24**, 137-14.
- [14] Łobacz A, Kowalik J., Ziajka S.: Wykorzystanie zjawiska impedancji w mikrobiologii i higienie żywności. *Med. Weter.*, 2008, **64** (8), 966-969.
- [15] McMeekin T.A., Ross T.: Predictive microbiology: providing a knowledge – based framework for change management. *Int. J. Food Microbiol.*, 2002, **78**, 133-153.
- [16] Recommended international code of practice general of food hygiene. CAC/RCP 1.1969 (Rev. 2003).
- [17] Rosiak E., Kołożyn-Krajewska D.: Modele wzrostu bakterii *Pseudomonas* w produktach gotowych do spożycia. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2005, **3** (44), 191-205.
- [18] Rozporządzenie (WE) nr 178/2002 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 28 stycznia 2002 r. ustanawiające ogólne zasady i wymagania prawa żywnościowego, powołujące Europejski Urząd ds. bezpieczeństwa żywności oraz ustanawiające procedury w zakresie bezpieczeństwa żywności z późn. zm. Dz.U. L 31 z 1.2.2002, s. 470.
- [19] Rukure G., Bester B.H.: Survival and growth of *Bacillus cereus* during Gouda cheese manufacturing. *Food Control.*, 2001, **12**, 31-36.
- [20] Tarczyńska A.S., Kowalik J., Łobacz A., Modelowanie mikrobiologicznego bezpieczeństwa żywności. *Przem. Spoż.*, 2012, **6**, 35-38.
- [21] Ustawa z dnia 25 sierpnia 2006 r. o bezpieczeństwie żywności i żywienia. Dz. U. 2006 r. Nr 171, poz. 1225. Tekst jednolity z dnia 29 czerwca 2010 r. Dz. U. 2010 r. Nr 136, poz. 914.

APPLYING ALTERNATIVE METHODS TO ASSESS MICROBIOLOGICAL SAFETY OF SELECTED CHEESES**S u m m a r y**

The increase has been reported in the incidence of foodborne diseases caused by pathogens in foodstuffs. A risk assessment process makes it possible to assess consumer health risks associated with those pathogens in food. Predictive models constitute a tool to quantitatively evaluate the behaviours of microorganisms in food.

The objective of the research study was to assess the viability of *Bacillus cereus* rods in feta and mozzarella types of cheese during storage at a temperature from 3 to 15 °C with the use of an impedimetric system Bactrac, and to study the results obtained using a method in predictive microbiology.

A |DMFit application was utilized and the growth parameters were compared with the data acquired through a predictive ComBase Predictor software (CP). The CP predictions were derived from the data obtained using microbiological media (modified in terms of composition).

It was found that, under the prearranged experimental conditions, the feta and mozzarella cheeses were a good culture medium for the *Bacillus cereus* bacteria to develop. The models, produced on the basis of the experiments and mathematical calculations, of the *B. cereus* growth during storage differed from the models that were predicted by the CP software. The duration of the lag phase was a growth parameter that determined the bacterial safety of feta and mozzarella types of cheese.

Key words: predictive microbiology, *Bacillus cereus*, feta, mozzarella, food safety 