

Dr inż. Anna BERTHOLD-PLUTA
 Mgr inż. Danuta KURZYŃSKA
 Katedra Biotechnologii, Mikrobiologii i Oceny Żywności
 Wydział Nauk o Żywności, SGGW w Warszawie

JAKOŚĆ MIKROBIOLOGICZNA RYNKOWYCH PRZYPRAW I ZIOŁ®

Celem zaprezentowanych w artykule wyników pracy naukowo-badawczej było określenie ogólnej jakości mikrobiologicznej oraz występowania *Bacillus cereus* w 30 próbkach rynkowych przypraw i ziół, a także określenie wybranych cech biochemicznych i fizjologicznych wyizolowanych szczepów *B. cereus*.

Ogólna liczba drobnoustrojów w przebadanych próbkach wahała się od $1,5 \times 10^2$ do $7,9 \times 10^5$ jtk/g, przy czym liczbę ponad 10^4 jtk/g stwierdzono w 40% próbek. Obecność *Bacillus cereus* w 1 g potwierdzono w 63,3% próbek, przy czym w połowie z nich najbardziej prawdopodobna liczba *B. cereus* nie przekraczała 10^1 , a tylko w jednej próbce wynosiła ponad 10^3 w 1 g.

Wszystkie 46 wyizolowane szczepy *B. cereus* rozkładały kazeinę. Zdolności do fermentacji laktozy i galaktozy nie wykazywało 91,3% i 82,6% szczepów, odpowiednio. Właściwości lipolityczne i amylolityczne wykazywało 63,0% i 82,6% szczepów, odpowiednio. Wszystkie szczepy wykazywały wzrost w warunkach 20°, 30° i 37°C/24 h, 78,3% szczepów w 43°C/48 h, a 71,7% szczepów w 12°C/3 dniach. Zdolności psychrotrofowe posiadało 23,9% szczepów (8°C/10 dni), 6,5% szczepów (6°C/10 dni) oraz 2,2% szczepów (4°C/10 dni).

Wszystkie badane próbki przypraw i ziół spełniały wytyczne ICMSF odnośnie OLD tj. $<10^6$ jtk/g, a poziom zanieczyszczenia *B. cereus* nie stwarzał niebezpieczeństwa zdrowotnego dla konsumentów ($<10^4$ jtk/g).

Słowa kluczowe: przyprawy, zioła, jakość mikrobiologiczna, *Bacillus cereus*.

WSTĘP

Rynek przypraw i ziół jest jednym z dynamicznie rozwijających się branż przemysłu spożywczego w Polsce. Czynniki wpływające na wzrost popytu na te produkty to: podróże i wynikająca z nich chęć wypróbowania przepisów kuchni innych narodów, potrzeba urozmaicenia diety – również ze względów zdrowotnych oraz chęć uzyskania nowych smaków w znanych potrawach. Na przyprawy składają się kwiaty (kminek, kolendra, goździki, szafran), nasiona i owoce (np. gałka muszkatołowa, papryka, pieprz, gorczyca, ziele angielskie), kora (np. cynamon), korzenie i kłącza (np. kurkuma, imbir) oraz cebule albo ich części (np. czosnek, cebula), przeważnie w formie suszonej. Zioła natomiast są to świeże albo suszone liście, odnogi albo ich części (np. bazylija, liść laurowy, majeranek, rozmaryn, szczypiorek). Przyprawy mogą być jednoskładnikowe, tzn. mogą pochodzić z jednej rośliny zielarskiej, mogą być mieszaniną wysuszonych, rozdrobnionych lub całych surowców dobranych składem do określonych produktów spożywczych albo być mieszankami, w których składzie oprócz przypraw ziołowych znajdują się też substancje wzmacniające smak i zapach [13].

Bardzo ważnym zagadnieniem dotyczącym rynku żywności jest zachowanie dobrej jakości oferowanych produktów spożywczych. Powinny one być atrakcyjne sensorycznie i jednocześnie bezpieczne dla zdrowia konsumentów. Odnosi się to również do przypraw i ziół. Produkty te są nieodzowne do urozmaicenia oraz poprawiania smaku i aromatu potraw. Oprócz tego spełniają w żywności również inne funkcje, np.: podnoszą łąknienie, pobudzają czynności motoryczne jelit, wykazują właściwości barwiące, pozwalają ograniczać spożycie cukru, soli i tłuszczów w produktach specjalnego

przeznaczenia. Niektóre składniki przypraw wykazują działanie przeciwtleniające, bakteriobójcze i grzybobójcze.

Przyprawy mogą jednak wpływać ujemnie na jakość mikrobiologiczną żywności produkowanej z ich udziałem. Jest to wynikiem dużego zanieczyszczenia mikrobiologicznego naturalnych surowców przyprawowych. Przyprawy zanieczyszczone mikrobiologicznie mogą powodować niepożądane zmiany sensoryczne w produktach spożywczych, skracać ich trwałość i wpływać niekorzystnie na zdrowie konsumenta. Jakość mikrobiologiczna przypraw i ziół, zarówno pod względem liczby, jak i rodzaju występujących w nich drobnoustrojów jest bardzo zróżnicowana.

Szczególnie uciążliwa jest obecność przetrwalników bakterii z rodzaju *Bacillus*, gdyż są one zdolne do przeżycia ekstremalnych warunków i wytworzenia w odpowiednich warunkach form wegetatywnych, które mogą powodować zmiany cech organoleptycznych potraw. Niebezpieczna jest również obecność form wegetatywnych *Bacillus spp.* w przyprawach, ponieważ przyprawy te bywają stosowane do potraw nie poddawanych obróbce termicznej. Bakterie *B. cereus* przy liczebności 10^7 jtk na 1 g przyprawy zdolne są do wywołania zatrucia pokarmowego po spożyciu potrawy, do której dodano zanieczyszczoną przyprawę [1].

Jak podają dane literatury [2, 17] przyprawami najbardziej zanieczyszczonymi są na ogół: majeranek, pieprz czarny, kolendra, kminek i papryka. Ogólne zanieczyszczenie mikrobiologiczne przypraw waha się w przedziale 10^2 - 10^9 jtk/g. Najczęściej zanieczyszczającą mikroflorą są: tlenowe bakterie przetrwalnikujące z rodzaju *Bacillus*, beztlenowe bakterie przetrwalnikujące z rodzaju *Clostridium*, pałeczki z grupy *coli* oraz enterokoki. Izolowano także bakterie chorobotwórcze *Salmonella spp.*, *Staphylococcus aureus* i grzyby pleśniowe z rodzajów *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium* i *Rhizopus*. Ilościowy i gatunkowy skład mikroflory zanieczyszczającej poszczególne przyprawy jest na ogół zmienny.

Celem prezentowanych w artykule wyników badań jest określenie ogólnej jakości mikrobiologicznej oraz występowania *Bacillus cereus* w rynkowych przyprawach i ziołach oraz zbadanie wybranych cech biochemicznych i fizjologicznych wyizolowanych szczepów wymienionego gatunku.

ZAKRES, MATERIAŁ I METODYKA BADAŃ

Realizację badań podzielono na dwa następujące etapy:

- Etap I. Badania nad jakością mikrobiologiczną przypraw i ziół.
- Etap II. Badania nad określeniem wybranych cech biochemicznych i fizjologicznych szczepów *Bacillus cereus*.

Materiałem badawczym w I etapie było 30 próbek przypraw i ziół zakupionych w sklepach na terenie Warszawy. W artykułach tych oznaczono ogólną liczbę drobnoustrojów (OLD) metodą płytkową oraz najbardziej prawdopodobną liczbę (NPL) *Bacillus cereus* w 1g. Jeśli stwierdzono bakterie przypuszczalnie należące do *B. cereus*, ich kolonie izolowano do dalszych badań w etapie II.

Materiałem badawczym w II etapie było 46 szczepów wyizolowanych w etapie I, uznanych za należące do gatunku *B. cereus* (na podstawie wymagań normy PN-EN ISO 21871:2007 [14]), które poddano dodatkowym badaniom mającym na celu określenie cech:

- fermentacji laktozy i galaktozy,
- hydrolizy tributyriny, kazeiny, skrobi,
- hemolizy,
- wzrostu w zakresie temperatury 4°- 43°C.

Próbki przypraw i ziół pobierano jałowo z opakowań handlowych po 10,0 g, dodawano do 90 ml jałowego płynu Ringera otrzymując w ten sposób rozcieńczenie 10⁻¹, z którego po wymieszaniu w urządzeniu Stomacher 80, przygotowano kolejne rozcieńczenia aż do 10⁻⁴. Do określenia ogólnej liczby drobnoustrojów (OLD/g) wykorzystywano suchą pożywkę PCA (Merck, nr kat. 1.15338). Oznaczenie wykonywano metodą płytkową węglbną stosując inkubację płytek w warunkach 30°C / 72 h. Oznaczenie najbardziej prawdopodobnej liczby (NPL) *Bacillus cereus* ogółem wykonano zgodnie z PN-EN ISO 21871:2007 [13].

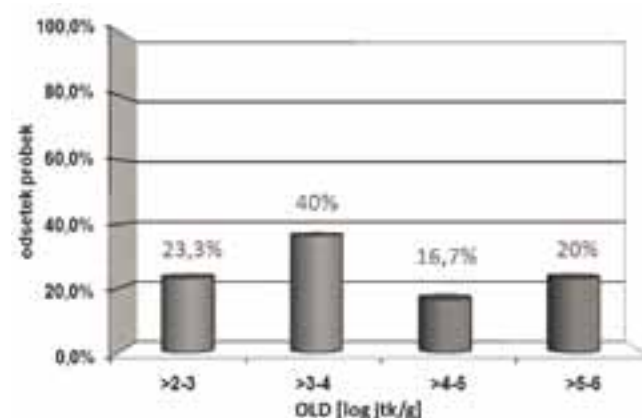
Do określenia zdolności do fermentacji węglowodanów zastosowano metodę opisaną w Bergey's Manual [3]. Oznaczenie zdolności szczepów do hydrolizy kazeiny wykonano na agarze wodnym z 15%-owym dodatkiem mleka UHT (dodatkowo sterylizowanego) stosując posiew rysowy i inkubację płytek w temperaturze 30°C / 24-48 h. O hydrolizie kazeiny świadczyło powstanie przezroczystej strefy wokół kolonii. Hydrolizę skrobi oznaczano z wykorzystaniem metodyki wg Burbianki i wsp. [7]. Oznaczenie zdolności szczepów do hydrolizy tributyriny wykonano przesiewając badane szczepy na podsuszoną pożywkę Tributyrin Agar (Merck, nr kat. 1.01957) z dodatkiem trimaślanu glicerolu (tributyryny) (Merck, nr kat. 1.01958) i inkubację w temperaturze 30°C przez 3 dni. Jako pozytywny wynik przyjęto obecność przezroczystej strefy wokół kolonii. Oznaczenie zdolności szczepów do hemolizy badano stosując gotowe płytki z podłożem Columbia z dodatkiem 5% krwi baraniej (Argenta Sp. z o.o., nr kat. PB5039A). Wyizolowane szczepy *B. cereus* posiewano rysowo eż na powierzchnię pożywki

i inkubowano w temperaturze 30°C / 24 h. O całkowitym rozkładzie czerwonych krwinek świadczyły przezroczyste strefy wokół kolonii (hemoliza β), natomiast o denaturacji hemoglobiny - strefy półprzezroczyste (hemoliza α). W celu określenia zdolności szczepów do wzrostu w wybranej temperaturze sporządzoną zawiesinę komórek *B. cereus* w 2 cm³ płynu Ringera przesiewano rysowo na pożywkę PCA. Płytki inkubowano w temperaturze 4°, 6°, 8° i 12°C przez 10 dni oraz w temperaturze 20°, 30°, 37° i 43°C przez 24 – 48 h. Obserwowano pojawienie się wzrostu na pożywce.

WYNIKI

Tabela 1. Jakość mikrobiologiczna różnych rodzajów przebadanych próbek przypraw i ziół

Rodzaj przyprawy	Liczba próbek	OLD [log jtk/g]			
		Liczba (odsetek) próbek			
		> 2-3	> 3-4	> 4-5	> 5-6
Nasiona i owoce	2	0 (0%)	2 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
Zioła i liście	19	5 (26,3%)	8 (42,1%)	2 (10,5%)	4 (21,1%)
Kwiaty	1	1 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
Mieszanki przyprawowe	8	1 (12,5%)	2 (25%)	3 (37,5%)	2 (25%)



Rys. 1. Ogólna liczba drobnoustrojów (OLD) w badanych próbkach przypraw i ziół.

Etap I

W Tabeli 1 i na rys.1 przedstawiono wyniki oznaczeń ogólnej liczby drobnoustrojów w analizowanych próbkach. Najmniejszą ogólną liczbę drobnoustrojów (OLD) tj. 1,5×10² jtk/g stwierdzono w próbce kolendry, natomiast największą – 7,9×10⁵ jtk/g - w próbce estragonu. W największym odsetku przypraw i ziół – 40% próbek, OLD mieściła się w zakresie od >10³ do 10⁴ jtk/g. W 23,3% próbek OLD wynosiła od 10² do 10³ jtk/g, natomiast w 16,7% próbek OLD była w zakresie >10⁴-10⁵ jtk/g. Największe zanieczyszczenie mikrobiologiczne (OLD w zakresie >10⁵ – 10⁶ jtk/g) stwierdzono w 6 próbkach, co stanowi 20% wszystkich przebadanych próbek.

W niniejszej pracy najwięcej próbek należało do grupy przypraw ziołowych i liści (łącznie 19 próbek) i były to: liście laurowe, tymianek, oregano, estragon, bazylika, majeranek,

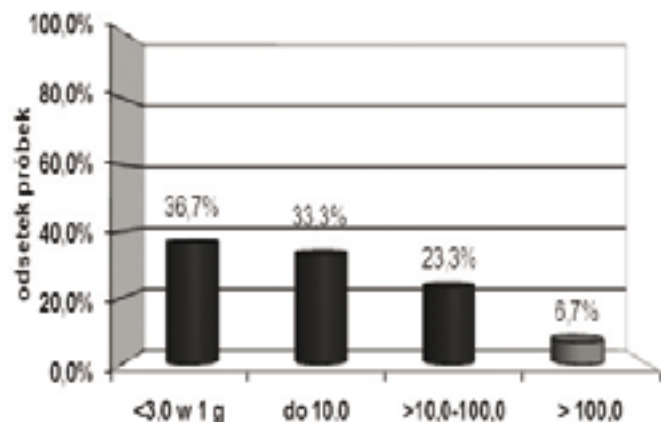
koperek, pietruszka, rozmaryn i lubczyk. W tej grupie produktów w największym odsetku próbek (42,1%) OLD wynosiła od $>10^3$ do 10^4 jtk w 1 g (Tab. 1). W 26,3% próbek przypraw ziołowych ogólna liczba drobnoustrojów wynosiła 10^2 - 10^3 jtk/g. OLD w zakresie $>10^4$ - 10^5 jtk/g stwierdzono w 10,5% próbek przypraw ziołowych, natomiast w 21,1% próbek tych przypraw OLD wynosiła od 10^5 do 10^6 jtk/g.

Wśród przebadanych produktów rynkowych 8 próbek stanowiły mieszanki przyprawowe, a w tym zioła prowansalskie, przyprawa do kwaszenia ogórków oraz mieszanka FIT UP. W tej grupie produktów największy udział (37,5%) miały próbki o OLD w zakresie $>10^4$ - 10^5 jtk/g. Tylko w jednej próbce OLD była w zakresie od 10^2 do 10^3 jtk/g. W 25% próbek mieszanek przyprawowych, OLD wynosiła $>10^3$ - 10^4 i $>10^5$ - 10^6 jtk/g.

W niniejszej pracy przebadano tylko jedną próbkę należąca do grupy przypraw otrzymanych z kwiatów tj. próbkę kolendry, a OLD w tej próbce nie przekraczała 10^3 jtk/g. Kolejną grupą przypraw (2 próbki) były przyprawy otrzymane z nasion lub owoców roślin przyprawowych i były to próbki ziela angielskiego. W obu próbkach z tej grupy OLD była w zakresie od $>10^3$ do 10^4 jtk/g.

Według wymagań opracowanych przez International Commission on Microbiological Specifications for Foods (ICMSF) [2], OLD nie przekraczająca 10^4 jtk/g świadczy o akceptowalnej jakości przyprawy, 10^4 - 10^6 jtk/g o dopuszczalnej jakości, natomiast OLD ponad 10^6 jtk/g jest niedopuszczalna. Interpretując w tym świetle wyniki otrzymane w niniejszej pracy należy stwierdzić stosunkowo dobrą jakość przypraw dostępnych na polskim rynku, gdyż w 60% próbek OLD nie przekraczała 10^4 jtk/g, a w żadnej próbce nie stwierdzono poziomu uznanego za nieakceptowalny. Dobrą jakość przypraw i ziół na rynku polskim można potwierdzić również przez porównanie prezentowanych wyników z danymi piśmiennictwa. Duże zanieczyszczenie przypraw stwierdzili m.in. Banerjee i Sarkar [2], którzy w ponad 50% próbek wykazali OLD na poziomie $>10^6$ jtk/g. Podobne duże zanieczyszczenie przypraw stwierdzano także w badaniach z lat 80-tych XX w. [8, 16].

Patogeny gatunek *B. cereus* jest typowym przedstawicielem drobnoustrojów przetrwalnikowych, występujących zarówno w surowcach i produktach pochodzenia zwierzęcego [6], jak i roślinnego.



Rys. 2. Najbardziej prawdopodobna liczba *B. cereus* w badanych próbkach przypraw i ziół.

Wyniki badań nad występowaniem w badanych produktach *B. cereus* przedstawiono na rys. 2. Największą grupę (36,7%) stanowiły próbki, w których NPL *B. cereus* wynosiła $<3,0$ w 1 g. W 33,3% próbek NPL *B. cereus* była w zakresie od 3,0 do 10,0 w 1 g. W 23,3% próbek o NPL *B. cereus* mieściła się w przedziale od 10,0 do 100,0 w 1 g. Największą NPL *B. cereus* tj. ponad 10^2 stwierdzono w 6,7% próbek, przy czym tylko w jednej próbce (zioła prowansalskie) najbardziej prawdopodobna liczba *B. cereus* przekroczyła 10^3 w 1g.

Porównując wyniki otrzymane w niniejszej pracy z danymi piśmiennictwa dotyczącymi występowania *B. cereus* w przyprawach można stwierdzić, że odsetek próbek zanieczyszczonych był podobny, natomiast poziom zanieczyszczenia znacznie mniejszy niż podawany w literaturze. Np. Banerjee i Sarkar [2] po przeanalizowaniu 154 próbek przypraw stwierdzili obecność *B. cereus* w 85% próbek. García i wsp. [11] przebadali 304 próbki przypraw i ziół. Najbardziej zanieczyszczone przez *B. cereus* były próbki czosnku w proszku, kminku i czarnego pieprzu, zawierające od 10^5 do 10^7 jtk/g, a najmniej ($<10^2$ jtk/g) – próbki oregano i liści laurowych. Aksu i wsp. [1] badaniu poddali 93 próbki przypraw oraz ziół i wykazali, że *B. cereus* w liczbie od 10^2 do 10^4 jtk/g występowały w 69% próbek. W przeprowadzonych w Wielkiej Brytanii badaniach 2833 próbek rynkowych przypraw i ziół stwierdzono obecność *B. cereus* w liczbie $>10^5$ jtk/g stwierdzono w 3% próbek [15].

Etap II

W pierwszym etapie wyizolowano 46 szczepów, które po wstępnych testach według PN-EN ISO 21871:2007 [13] zaliczono do gatunku *B. cereus*. W ramach etapu II badań określono wybrane cechy biochemiczne i fizjologiczne szczepów.

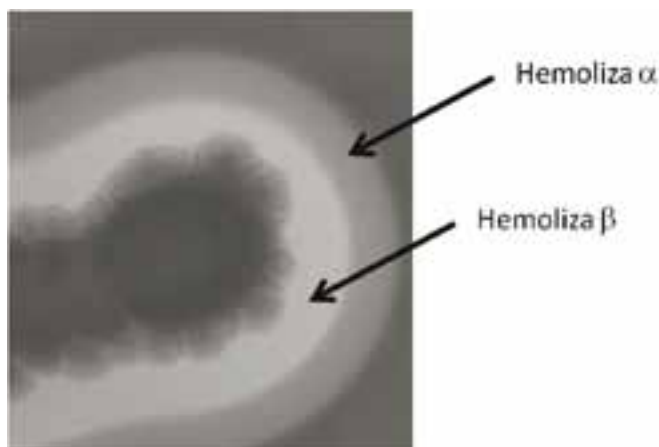
Zdolność wyizolowanych szczepów do fermentacji laktozy i galaktozy zaobserwowano u 8,7% i 17,4% szczepów, odpowiednio.

Według Bergey's Manual [3], bakterie z gatunku *B. cereus* nie fermentują laktozy, jednak niektórzy badacze przedstawiają wyniki świadczące o występowaniu niewielkiego odsetka szczepów wykazujących tę zdolność. Berthold i wsp. [5] badając szczepy pochodzące z mleka surowego i środowiska jego pozyskiwania stwierdzili, że 27% szczepów fermentowało laktozę, a połowa z nich pochodziła z mleka surowego. Porównując dane literatury z uzyskanymi w niniejszej pracy można wysnuć przypuszczenie, że ta cecha u *B. cereus* jest zależna od środowiska występowania szczepu i może być wynikiem wymiany materiału genetycznego zlokalizowanego w plazmidach z materiałem genetycznym innych drobnoustrojów występujących w tym samym środowisku.

U 8 badanych szczepów (17,4%) nie wykazano zdolności amylolitycznych.

U wszystkich badanych szczepów stwierdzono zdolności proteolityczne na agarze wodnym zawierającym 1,5% dodatek mleka UHT, jako źródła kazeiny, a u 63% - zdolności lipolityczne.

W badaniach Berthold i wsp. [5] 59% szczepów hydroliowało tributyrinę, co stanowi podobny wynik do uzyskanego w niniejszej pracy.



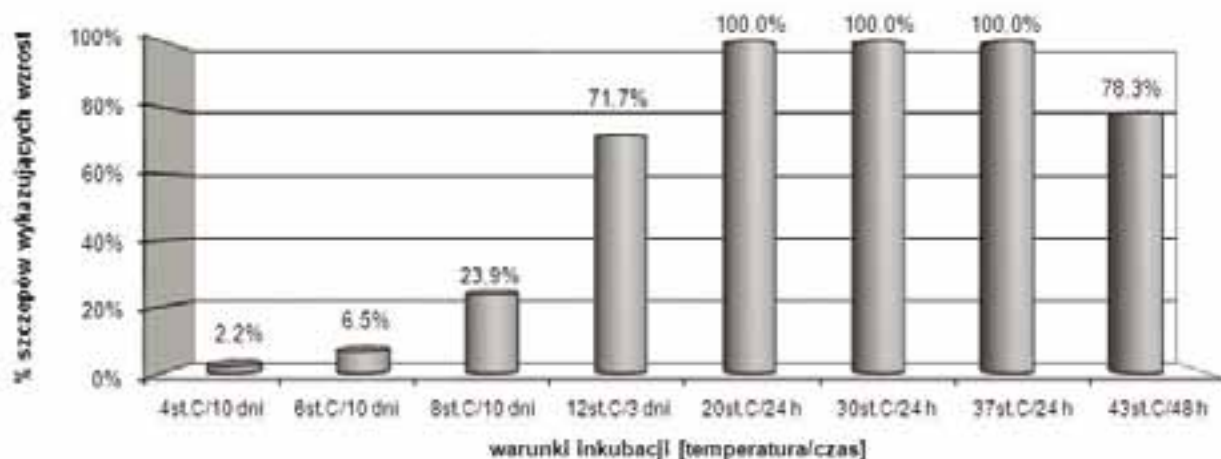
Rys.3. Wygląd stref hemolizy typu α i β na pożywce z krwią baranią przez przykładowy szczep *B. cereus*.

Uzdolnienia hemolityczne wykazano u wszystkich badanych szczepów po 48-godzinach inkubacji, przy czym 41% szczepów wytworzyło przezroczyste strefy typowej hemolizy β , natomiast pozostałe 59% szczepów wywołało powstanie zarówno strefy hemolizy α , jak i strefy hemolizy β (rys. 3). Żaden z badanych szczepów nie wywołał powstania wyłącznie strefy hemolizy α . Zdolność do hemolizy jest jedną z charakterystycznych cech omawianego gatunku [5], co potwierdzono w niniejszych badaniach.

W celu określenia zdolności szczepów do wzrostu w różnych wariantach temperatury obserwowano pojawienie się kolonii na pożywce PCA podczas inkubacji w temperaturze 4°C, 6°C, 8°C i 12°C przez 10 dni, a także 20°C, 30°C i 37°C przez 24 h i 43°C przez 48 h.

Wyniki przedstawiono na rys. 4. W temperaturze 4°C dopiero po 8 dniach inkubacji zaobserwowano rozwój jednego ze szczepów. W kolejnych dniach nie zaobserwowano zapoczątkowania wzrostu u pozostałych szczepów, co oznacza, że tylko 2,2% badanych szczepów miało zdolność do wzrostu w temperaturze 4°C/10 dniach. W temperaturze 6°C/10 dni rozwijało się 6,5% badanych szczepów. Podczas inkubacji w temperaturze 8°C rozwój trzech szczepów zaobserwowano już czwartego dnia, a po 10 dniach inkubacji płytek - u 23,9% badanych szczepów *B. cereus*.

Systematyka Bergey'a [3] zawiera informacje, że ponad 90% szczepów *B. cereus* nie rozwija się w temperaturze 5°C,



Rys. 4. Wzrost wyizolowanych szczepów *B. cereus* w różnych wariantach temperatury/czasu na pożywce PCA.

a 11-89% rozwija się dopiero w temperaturze 10°C, jednak inne źródła literatury [4, 10, 12] potwierdzają występowanie w obrębie gatunku *B. cereus* szczepów, które rosną w temperaturze 6°C lub nawet niższej.

W temperaturze 12°C, 71,7% szczepów wytworzyło kolonie po trzech dniach inkubacji, a w temperaturze 20°C, 30°C oraz 37°C po 24 h inkubacji, nastąpił wzrost wszystkich badanych szczepów. W temperaturze 43°C po 48 h inkubacji nie wytworzyło kolonii 21,7% szczepów. Szczepy, które jako jedyne tworzyły kolonie w temperaturze 4°-6°C nie rosły w temperaturze 43°C, co według Dolińskiej i Berthold [9] jest podstawą do zakwalifikowania tych szczepów do typowo psychrotrofowych. Do grupy szczepów o charakterze typowo mezofilnym tzn. nie rosnących w niskiej temperaturze, ale rozwijających się w temperaturze 43°C, należała większość (63%) spośród szczepów wyizolowanych z przypraw i ziół w niniejszej pracy.

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

1. Wszystkie przebadane próbki przypraw i ziół spełniały wymagania ICMSF co do OLD tj. maksymalnego dopuszczalnego zanieczyszczenia do 10^6 jtk/g, ale zalecane (tj. do 10^4 jtk/g) – już tylko 60% próbek. Poziom zanieczyszczenia *B. cereus* nie stwarzał niebezpieczeństwa zdrowotnego dla konsumentów, tzn. nie przekraczał, przyjętego dla tych patogenów, poziomu 10^4 jtk/g.

2. W przyprawach i ziołach występują szczepy *B. cereus* o cechach psychrotrofowych, co może powodować niepożądane zmiany cech sensorycznych żywności, do której artykuły te są dodawane i skracać ich trwałość oraz stwarzać zagrożenie dla zdrowia konsumenta.

3. W badaniach potwierdzono u wyizolowanych szczepów *B. cereus* występowanie cech typowych dla gatunku podawanych w systematyce Bergey'a, a mianowicie zdolności proteolitycznych (hydroliza kazeiny), lipolitycznych (rozkład tributyriny) oraz amylolitycznych (rozkład skrobi). Cechą nietypową dla wymienionego gatunku, szczególnie ze względu na pochodzenie szczepów była zdolność do rozkładu laktozy, którą zaobserwowano u 8,7% badanych szczepów. Wykazano znaczne zróżnicowanie aktywności hemolitycznej badanych szczepów.

LITERATURA

- [1] AKSU H., BOSTAN K., ERGÜN Ö. 2000. *Presence of Bacillus cereus in packaged some spices and herbs sold in Istanbul*. J. Biological Sci. 3(5), 710-712.
- [2] BANERJEE M., SARKAR P. K. 2003. *Microbiological quality of some retail spices in India*. Food Res. Intern. 36, 469-474.
- [3] BERGEY'S MANUAL OF SYSTEMATIC BACTERIOLOGY POD RED. SNEATH, P. H. A., MAIR, N. S., SHARPE, M. E., HOLT, J. G. 1986. Williams and Willkins Baltimore, tom 2, s. 1104-1139.
- [4] BERTHOLD A. 2007. *Możliwość wzrostu Bacillus cereus wyizolowanych z mleka i jego produktów w niskiej temperaturze*. Med. Wet. 63(4), 471-474.
- [5] BERTHOLD A., PLUTA A., MOLSKA I. 2007. *Charakterystyka szczepów Bacillus cereus wyizolowanych z mleka surowego i środowiska jego pozyskiwania*. Med. Wet. 63(3), 336-339.
- [6] BERTHOLD A., STACHURA A. 2009. *Jakość mikrobiologiczna serów pochodzących z gospodarstw ekologicznych*. Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, WSM, Warszawa, 1, 65-69.
- [7] BURBIANKA M., PLISZKA A., JANCZURA E., TEISSEYERE T., ZAŁĘSKA H. 1983. *Mikrobiologia Żywności. Mikrobiologiczne metody badania produktów żywnościowych*. PZWL Warszawa, s. 86.
- [8] DE BOER E., SPIEGELEBERG W. M., JANSSEN F. W. 1985. *Microbiology of spices and herbs*. Antonie van Leeuwenhoek 51, 435-438.
- [9] DOLIŃSKA M., BERTHOLD A. 2008. *Charakterystyka temperatury wzrostu Bacillus cereus pochodzących z różnych środowisk*. Med. Wet. 64(8), 1016-1018.
- [10] FÖEGEDING P. M., BERRY E. D. 1997. *Cold temperature growth of clinical and food isolates of Bacillus cereus*. J. Food Prot. 60(11), 1256-1258.
- [11] GARCÍA S., IRACHETA F., GALVÁN F., HEREDIA N. 2001. *Microbiological survey of retail herbs and spices from Mexican markets*. J. Food Prot. 64(1), 99-103.
- [12] LARSEN H. D., JÖRGENSEN K. 1999. *The growth of Bacillus cereus in pasteurized milk products*. Intern. J. Food Microbiol. 46(2), 173-176.
- [13] NEWERLY-GUZ J., ŚMIECHOWSKA M. 2006. *Zachowania konsumentów na rynku mieszanek przyprawowych*. Handel Wewn. 6, 106-110.
- [14] POLSKA NORMA PN-EN ISO 21871:2007. *Mikrobiologia żywności i pasz. Horyzontalna metoda oznaczania małych liczb przypuszczalnych Bacillus cereus. Wykrywanie obecności i oznaczanie najbardziej prawdopodobnej liczby*.
- [15] SAGOO S.K., LITTLE C.L., GREENWOOD M., MITHANI V., GRANT K.A., McLAUCHLIN J., DE PINNA E., THRELFALL E.J. 2009. *Assessment of the microbiological safety of dried spices and herbs from production and retail premises in the United Kingdom*. Food Microbiol. 26, 39-43.
- [16] SCHWAB A.H., HARPESTAD A.D., SWARTZENTRUBER A., LANIER J.M., WENTZ B.A., DURAN A.P., BARNARD R.J., READ R.B. 1982. *Microbiological quality of some spices and herbs in retail markets*. Appl. Environm. Microbiol. 44(3), 627-630.
- [17] SCHWEIGGERT U., CARLE R., SCHIEBER A. 2007. *Conventional and alternative processes for spice production – a review*. Trends Food Sci. & Technol. 18, 260-268.

MICROBIOLOGICAL QUALITY OF MARKET SPICES AND HERBS

SUMMARY

The aim of this work was to study the microbiological status of 30 retail samples of spices and herbs. The samples were examined among others for the presence of *Bacillus cereus*. The further aim of the study was to identify particular biochemical and physiological features of the isolated *B. cereus* strains.

The total bacterial counts (TTC) for the samples ranged from 1.5×10^2 up to 7.9×10^5 cfu/g, however 40% of the samples had counts exceeding 10^4 cfu/g. The presence of *B. cereus* per 1g was detected in 63.3 % of the samples. However the most probable number of *B. cereus* population did not exceed 10^1 in half of the samples and the number exceeding 10^3 per 1 g was observed only in one sample. All 46 isolated *B. cereus* strains were capable of hydrolysing casein. It was also found that 91.3% and 82.6% of the strains did not exhibit the ability to ferment lactose and galactose, respectively. Furthermore, 63.0% and 82.6% of the strains respectively showed lipolytic and amylolytic activity. All the examined strains grew in the following conditions: 20°, 30° and 37°C/24 hr, 78.3% of the strains grew at 43°C/48 hr and 71.7% at 12°C/3 days. In this study 23.9% (8°C/10 days) and 6.5% (6°C/10 days) and 2.2% (4°C/10 days) of the strains were identified as psychrotrophic. All the examined samples of spices and herbs conformed to the ICMSF specifications regarding TTC i. e. $<10^6$ cfu/g. It was concluded that the level of *B. cereus* contamination ($<10^4$ cfu/g) found in the samples did not pose any potential consumer health risk.

Key words: *Bacillus cereus*, spices, herbs, microbiological quality.