

## ***Bacillus cereus* maisto produktuose ir jų nustatymo metodai (apžvalga)**

**J. Šalomskienė**

*KTU Maisto institutas, Taikos pr. 92, LT-51180, Kaunas; mikrobjs@lmai.lt*

**T. Bartiuk**

*KTU Cheminės technologijos fakultetas, Radvilėnų pl. 19, LT-50270 Kaunas;*

*tatjana.bartiuk@gmail.com*

Straipsnyje pateiktas *Bacillus cereus* rūšies bakterijų apibūdinimas, jų paplitimo vietos, patekimo į maisto produktus būdai. Nurodytas maisto produktų užterštumas *B. cereus* ( $10^6/g$ ), kuriam esant gali atsirasti produkto ydos (kartus ir apkartęs skonis, nešvarus, vaisių ir mielių kvapas ir kt.) ir susidaryti toksinų. *B. cereus* gali sukelti dviejų tipų žarnyno sutrikimus – diarėjinį ir emetinį apsinuodijimą. Terminis apdorojimas produktų gamybos metu sunaikina vegetatyvines ląsteles, tačiau tik suaktyvina sporas. *B. cereus*, išskirtos iš maisto produktų, buvo mažai jautrios ampicilinui, cefalotinui ir oksacilinui. Išskyrus atsparumą streptomycinui, atsparumas kitoms antimikrobinėms medžiagoms (klindamicinui, eritromicinui, neomicinui ir tetraciklinui) buvo sporadiškas. Nepatvirtinta, kad *B. cereus*, išskirtos iš maisto produktų, perduoda atsparumą antimikrobinėms medžiagoms kitoms bakterijoms.

*B. cereus* išskirti iš maisto produktų taikomi mikrobiologiniai metodai, vartojant atrankiąsias terpes ir išskirtų kultūrų patvirtinimą, o toksinams nustatyti – imuniniai metodai.

Lietuvoje *B. cereus* tyrimai maisto produktuose nebuvo atliekami. Siekiant padidinti maisto produktų saugumą vartotojams, būtina nustatyti į Lietuvos rinką patenkančių maisto produktų užterštumą *B. cereus*, iširti šių bakterijų savybes ir joms įtakos turinčius veiksnius.

**Raktažodžiai:** *Bacillus cereus*, maisto produktai, diarėjinis ir emetinis apsinuodijimas, toksinai, mikrobiologiniai ir imuniniai metodai.

*Bacillus cereus* (vaškinės bacilos) – gramteigiamos, aerobinės arba fakultatyvinės anaerobinės, sporas sudarančios, judrios arba nejudrios 1,0–1,2  $\mu m$  pločio ir 3,0–5,0  $\mu m$  ilgio lazdelės [1]. Optimali augimo temperatūra – nuo 28 iki 35 °C, minimali – 4–5 °C, maksimali – 48 °C. Bakterijų generacijos trukmė – 18–27 min. Bakterijos auga kai pH 4,3–9,3, esant druskos koncentracijai ne didesnei kaip 7,5 %. Charakterizuojant *B. cereus* bakterijas, didelis dėmesys skiriamas jų gebėjimui gaminti sporas, kurios yra labai atsparios. Sporos gali sudygti greitai, kai kurių padermių – per 30 min, tam reikia tam tikro skaičiaus mažų molekulių, tarp jų glicino ar alanino ir purino ribozidų [2].

*B. cereus* priklauso *Bacillaceae* šeimai, turinčiai penkias gentis: *Bacillus*, *Clostridium*, *Sporosarcina*, *Sporolactobacillus*, *Desulfotomaculum*. Plačiausiai išplitusios ir reikšmingiausios yra *Bacillus* ir *Clostridium* genčių bakterijos. *B. cereus* rūšis priklauso *B. cereus* grupei, kuri taip pat apima *Bacillus mycoides* ir *Bacillus thuringiensis* rūšis. Šios rūšys skiriasi tarpusavyje biocheminėmis

savybėmis, tačiau jas atskirti sudėtinga. *B. cereus* galima identifikuoti (arba atskirti nuo kitų *B. cereus* grupės rūšių) taikant keletą skirtingų schemų, tačiau priklausomai nuo to, kokia schema taikoma, identifikavimo rezultatai gali skirtis [2].

*B. cereus* yra nuolatiniai dirvos gyventojai. Šių bakterijų randama įvairiuose maisto produktuose, tarp jų pieno milteliuose, mėsoje, prieskoniuose ir grūdų produktuose. *B. cereus* gali išlikti ir maisto produktuose, kuriuos gaminant taikomas terminis apdorojimas [2]. Šios bakterijos gali sukelti pieno produktų ydas (kartų ar apkartusį skonį, nešvarų, vaisių ir mielių kvapą, sudaryti silpną sutrauką) [3] ir maistinius apsinuodijimus, dažniausiai, kai maistas laikomas keletą valandų nepakankamai atšaldytas prieš vartojimą ir kai jame yra *B. cereus* daugiau kaip  $10^6$  kolonijas sudarančių vienetų (KSV) grame [4]. Infekcijų ar apsinuodijimų priežastimi gali būti grūdinių ir krakmolingų patiekalų vartojimas. Virti ryžiai dažniausiai minimi dėl *B. cereus* sukeltų ligų. Tai susiję su tuo, kad neapdoroti ryžiai būna dažnai užteršti šiomis bakterijomis, ir jų sporos išlieka gyvos virimo metu. Tolimesnis ryžių laikymas

kambario temperatūroje leidžia bakterijoms toliau daugintis ir gaminti toksinus. Svarbūs nekrotizuojantys toksinai – hemolizinas, fosfolipazė c (lecitinazė), kurie sukelia audinių destrukciją. Be to, tolesnis „karštas“ ryžių apdorojimas paprastai yra nepakankamas vegetatyvinėms ląstelėms užmušti ir tikrai nepakankamas inaktyvuoti toksinus. *B. cereus* sukelia taip vadinamąją „kinų restoranų“ ligą, nes šiuose restoranuose vartojami blogai termiškai paruošti ryžiai. Jos sukelia maisto intoksikaciją, sporoms patekus į ruošiamą maistą (dažnai ryžius), pasireiškiančią karščiavimu [5].

*B. cereus* siejamos su dviem maisto kilmės žarnyno sutrikimais – diarėjiniu ir emetiniu apsinuodijimu. Pirmasis diarėjinis apsinuodijimas buvo užregistruotas Norvegijos ligoninėje 1940 metais, nors ir anksčiau buvo nepatvirtintų pranešimų apie susirgimus, turinčius tokias pačias priežastis. Pagrindinė diarėjos priežastis yra enterotoksinų susidarymas. Diarėjinis apsinuodijimas pasireiškia vandeningu viduriavimu, pilvo spazmais, pykinimu; vėmimo ir karščiavimo paprastai nebūna. Simptomai pasirodo praėjus 8–16 h po užkrėsto maisto suvartojimo. Diarėjinis apsinuodijimas paprastai susijęs su baltymingų maisto produktų – pieno, virtos mėsos ir desertų – suvartojimu. Užterštame produkte susidarę toksinai, veikiami virškinimo fermentų ir skrandžio sulčių, dalinai inaktyvuojami. Simptomai dažniausiai išnyksta per 12–24 h be jokios medicininės intervencijos [6], tačiau būna atvejų su sunkesniais simptomais.

Emetinį apsinuodijimą sukelia toksinas, susidaręs augant toksigeninių *B. cereus* padermių bakterijoms maisto produkte. Emetinio apsinuodijimo požymiai pasirodo, praėjus 1–5 h po užkrėsto produkto suvartojimo, ir šie požymiai (pykinimas, vėmimas ir retkarčiais viduriavimas) tęsiasi 6–24 h. Ši ligos forma dažnesnė negu diarėjinė Japonijoje, tuo tarpu diarėjinis apsinuodijimas labiau paplitęs Šiaurės Amerikoje ir Europos šalyse. Emetinio apsinuodijimo simptomai švelnesni palyginus su diarėjinio. Emetiniai apsinuodijimai dažniausiai susiję su ryžių produktais, bulvėmis, makaronais ir sūrių produktais, tuo tarpu diarėjiniai apsinuodijimai susiję su mėsa, pienu, daržovėmis ir žuvimi [6].

Kitos *Bacillus* rūšys taip pat gali sukelti pykinimą ir diarėją. Efektyvi apsinuodijimo dozė – bet koks maisto produktas, kuriame aptinkama ne mažiau kaip  $10^5$  bakterijų viename grame [7]. Reikia žinoti, kad tokie maisto produktai kaip padažai, pudingai, sriubos, mėsos ir žuvies patiekalai ir salotos dažnai vadinami maistingų apsinuodijimų kaltininkais. Emetinis apsinuodijimas neplinta per žmones [8].

Maiste *B. cereus* egzistuoja normalioje bakterijų ir sporų būsenoje. Pavojinga tai, kad kai kurios *B. cereus* padermės atsparios karščiui [9], chemikalams [10], šaltai aplinkai [11], gamina toksinus [12]. Dažniausiai *B. cereus* bakterijos aptinkamos pieno produktuose. Nustatyta, kad 25 % pasterizuoto pieno vartojimo trukmės problemų susiję su *Bacillus* spp. dauginimusi [13]. Net moderni pieno perdirbimo įmonių įranga neapsaugo nuo galimybės išaugti *B. cereus* kai kuriuose gamybos linijos taškuose. *B. cereus* randama sausame piene, sausuose kūdikių mišiniuose, ypač pagamintuose su krakmolu, ryžių ar kitų grūdų priedais. Ištyrus 17-oje šalių atrinktus kūdikių maisto mėginius (261 vnt.), *B. cereus* rasta 54 % mėginių nuo 0,3 KSV/g iki 600 KSV/g. *B. cereus* gali sukelti apsinuodijimus tuo atveju, kai sausas pienas vartojamas kaip kito maisto komponentas arba kai šios bakterijos dauginasi atgamintame piene ar kūdikių mišiniuose. Pirmuoju atveju maistinio apsinuodijimo šaltinį gana sunku nustatyti [14]. Atlikti tyrimai dėl *B. cereus*, izoliuotų iš maisto produktų, sugebėjimo pernešti atsparumą antibiotikams. Nustatyta, kad 31 % pieno ir 28 % mėsos produktų buvo užteršta *B. cereus*. Tik vienas lieso pieno produktas iš viso nebuvo užterštas. Iš 87 riebių pieno produktų, apdorotų termiškai technologinio proceso metu, mėginių ir 65 mėsos produktų, apdorotų termiškai, mėginių, atitinkamai, 63 ir 48 % mėginių buvo užteršta *B. cereus*. Beveik visos išskirtos *B. cereus* kultūros buvo mažai jautrios ampicilinui, cefalotinui ir oksacilinui. Išskyrus atsparumą streptomycinui, atsparumas kitoms antimikrobinėms medžiagoms (klindamicinui, eritromicinui, neomicinui ir tetraciklinui) buvo sporadiškas. Nebuvo patvirtinta, kad *B. cereus*, išskirtos iš maisto produktų, perduoda atsparumą antimikrobinėms medžiagoms kitoms bakterijoms [15].

Nyderlanduose ištirtas žalio pieno užterštumas *B. cereus* atsitiktinai parinktose 54 fermose žiemą ir 47 fermose – vasarą. Šių tyrimų tikslas buvo ne tik nustatyti skirtumus tarp fermų dėl *B. cereus* skaičiaus žaliame piene, bet ir nustatyti ryšius tarp bendro bakterijų skaičiaus, aerobinių bakterijų sporų ir *B. cereus* skaičiaus. Žiemą 21-os fermos piene buvo rasta nuo 1 iki 120 *B. cereus* sporų 10 ml tiriamo pieno. Vasarą 20-oje iš 47 ištirtų fermų piene rasta nuo 1 iki 100 *B. cereus* sporų 10 ml pieno. Tarp bendro bakterijų skaičiaus ir aerobinių sporų skaičiaus rastas teigiamas koreliacinis ryšys [16]. Nyderlanduose randama apie 10 *B. cereus* sporų 100 ml žalio pieno [17].

Gerėjant pasterizuoto pieno kokybei, mažėja atvejų, susijusių su pieno užteršimu po pasterizacijos gramneigiamomis psichrotrofinėmis bakterijomis.

Tada svarbiomis tampa bakterijos, galinčios augti atšaldytame piene [13]. Psichrotrofinės *Bacillus spp.* padermės išskirtos iš daugiau kaip 70 % pasterizuoto pieno mėginių. 75 % išskirtų kultūrų priskirta *B. cereus* ir su jomis susijusiomis padermėmis. Jų buvimas piene yra sezoninis. Į piena *B. cereus* patenka iš įvairių šaltinių, tarp jų iš ganyklų, melžimo įrangos ir pieno surinkimo talpyklų [13]. Dėl mažų *B. cereus* skaičių žaliame piene sunku nustatyti pagrindinius pieno užteršimo šaltinius [18]. Patekusios į piena, *B. cereus* išlaiko pasterizaciją, sudygsa ir auga toliau, sukeldamos ydas – kartų skonį, saldžią sutrauką. Be to, *B. cereus* pasterizuotame piene gali gaminti toksinus neatidarytoje pakuotėje [13].

Gaminant jogurtą, pienas pasterizuojamas 5 min 90 °C temperatūroje. Terminio apdorojimo metu vegetatyvinės ląstelės žūva, tačiau daugelis sporų gali būti aktyvuojamos. Sporų išaugimo laipsnis piene priklauso nuo bakterijų rūšies ir sąlygų, kuriose laikomas pienas. *B. cereus* skaičius piene priklauso ir nuo įrangos gamykloje užterštumo. Kai taikomos nepakankamai efektyvios plovimo procedūros, *B. cereus* ląstelės prilimpa prie įrenginio sienelių ir susiformuoja sporos [19]. Lyginant su kitais pieno produktais, *B. cereus* jogurtuose randama mažiausiai (mažiau nei 0,5 % nuo jogurto bakterijų skaičiaus) [17].

Kuo aukštesnė aplinkos temperatūra, tuo greičiau formuojasi sporos. 1982 m. Olandijoje atlikti tyrimai parodė, kad visos *B. cereus* sporos, aptinkamos pieno milteliuose, buvo iš žalio pieno [20]. Taip pat buvo nustatyta, kad rasta mažiau kaip 20 sporų viename grame 75 % tiriamos sauso pieno produkcijos žiemą, ir 50 % – vasarą. Tai pasitvirtino per pastaruosius dešimt metų.

Galutinai nėra išaiškinta, kodėl maistiniai apsinuodijimai suvartojus piena ir pieno produktus dėl *B. cereus* įvyksta retai. Viena iš priežasčių yra ta, kad *B. cereus* šiuose produktuose yra griežtai kontroliuojamos, kita – gal būt, yra ta, kad piene ir kai kuriuose pieno produktuose sąlygos šioms bakterijoms augti ir enterotoksinams susidaryti nepalankios. Apibrėžtos sudėties terpėje *B. cereus* gamina toksinų tuo daugiau, kuo turtingesnis joje aminorūgščių mišinys (laisvos aminorūgštys yra vienintelis azoto šaltinis). Šviežiame piene aminorūgštys yra sujungtos baltymuose, ir laisvų aminorūgščių koncentracija yra labai nedidelė [3].

Nors desertai yra puikus substratas *B. cereus* augti, informacijos apie juos mažai. Norvegijoje Maisto inspekcijos tarnybos atstovai atliko saldžių desertų mikrobiologinius tyrimus. Buvo ištirti 455 saldūs pieno desertai: pudingai, kremai, musai ir kiti. Rezultatai pateikti 1 lentelėje [17].

**1 lentelė.** *B. cereus* aptikimas saldžiuose desertuose

Gamybos sąlygos	Mėginių skaičius	Mėginių su <i>B. cereus</i> skaičius
Gamybinės	49	4
Pusiaus gamybinės	23	4
Tradicinės	77	4
Maža įmonė	37	14

*B. cereus* palyginti dažniau buvo aptinkama mažose įmonėse pagamintuose desertuose. Mikrobiologiniu požiūriu yra dvi saldžių desertų sudedamosios dalys, kurios gali sukelti apsinuodijimus, susijusius su *B. cereus* – tai manų kruopos ir ryžiai. Tiek kviečiai, tiek ryžiai gali būti užteršti dirvos likučiais ir tuo pačiu bakterijų sporomis, tačiau jų skaičių galima būtų sumažinti, termiškai apdorojus produktus gamybos metu. Kadangi minėti produktai turi turėti jiems būdingą konsistenciją, reikia teisingai parinkti kaitinimo temperatūrą. Tyrimai parodė, kad sporinių bakterijų skaičius desertuose po 15 dienų laikymo 7 °C temperatūroje padidėjo. Iš ryžių pagaminti desertai turėjo mažiau bakterijų nei manų desertai. Iš manų desertų buvo išskirtos bakterijų kultūros, taikant API-150-CHB ir 20E sistemas, ir patikrintos specializuotoje mikrobiologijos laboratorijoje. Identifikuotos 52 bakterijų kultūros ir nustatytos jų rūšys: *B. circulans*, *B. licheniformis*, *B. polymyxa*, *B. brevis* ir *B. megaterium*. *B. cereus* nerasta – tikriausiai gamybos sąlygos bei ypatingas kaitinimas nėra palankios sąlygos šioms bakterijoms augti [17].

Pagal savo pavojingumo laipsnį mikroorganizmai ir parazitai grupuojami į šias grupes: labai pavojingi; vidutinio pavojingumo, galintys plačiai išplisti; vidutinio pavojingumo, kurių išplitimas yra ribotas. *B. cereus* priklauso trečiajai grupei.

Sudarant RVASVT (angl. HACCP) sistemos biologinių rizikos veiksnių programą, yra keliami trys pagrindiniai tikslai:

- sunaikinti, pašalinti arba sumažinti pavojų;
- išvengti pakartotino produkto užteršimo;
- sustabdyti mikroorganizmų dauginimąsi ir toksinų susidarymą.

Mikroorganizmai gali būti sunaikinami arba inaktyvuojami aukšta temperatūra, sušaldant arba išdžiovinant. Sunaikinus mikroorganizmus, būtina imtis priemonių, užkertančių kelią pakartotiniam (antriniam) maisto užteršimui. Kai rizikos veiksnys negali būti visiškai pašalintas iš maisto, reikia sustabdyti mikrobų dauginimąsi ir toksinų susidarymą. Mikrobų dauginimąsi galima sustabdyti tam tikrais metodais, pvz., išlaikant reikiamą maisto

produkto pH, vandens aktyvumą ( $a_w$ ) arba pridėdant druskos ar kitų konservantų. Maisto pakavimo sąlygos (aerobinės, anaerobinės), jo laikymo temperatūra (atšaldymas, sušaldymas) taip pat gali sustabdyti mikroorganizmų dauginimąsi [21].

Norint išvengti galimų ligų, reikia laikytis tokių profilaktinių priemonių:

- Užtikrinti, kad maisto mišinių (padažų, desertų, sriubų) gamybos metu būtų pakankama temperatūra bakterijoms inaktyvuoti;
- Pagamintus karštus patiekalus, kai jie tuoj pat nepateikiami, laikyti temperatūroje, aukštesnėje kaip 60 °C (geriau 70 °C);
- Užtikrinti greitą pagaminto maisto atšaldymą, susmulkinant į mažesnes partijas ir sušaldant mažesnio kaip 10 cm gylio taroje;
- Šaltą maistą laikyti žemesnėje kaip 4 °C temperatūroje, siekiant sutrukdyti toksinų susidarymą;
- Vengti laikyti maisto produktus, turinčius baltymų (pvz., mėsą), su virtais ryžiais, nes tai stimuliuoja *B. cereus* augimą;
- Vengti kryžminio pagamintų patiekalų užteršimo nuo žalių produktų;
- Kruopščiai plauti vaisius ir daržoves švari vandeniu;
- Užtikrinti, kad su maistu dirbantis personalas laikytųsi asmens higienos taisyklių ir būtų apmokytas maisto saugos reikalavimų [8].

Lietuvos higienos norma HN-26:1998 *Maisto žaliavos ir produktai. Didžiausias leidžiamas mikrobino užterštumo lygis*, galiojusi iki 2006 m.,

reglamentavo *B. cereus* skaičių pieno milteliuose, valgomuosiuose leduose, valgomųjų ledų ir pieno kokteiliuose ( $10^3$ – $10^4$  KSV/g) bei kūdikių mitybos produktuose ( $10^2$ – $10^3$  KSV/g). Naujoje HN-26:2006 numatyta *B. cereus* kontroliuoti miltiniuose konditerijos kepinuose su įdarais ( $10^3$ – $10^4$  KSV/g), patiekaluose ir kulinariniuose gaminiuose, paruoštuose tiesioginiam vartojimui ( $10^3$ – $10^4$  KSV/g). Lietuvoje jau veikia Komisijos Reglamentas (EB) Nr. 2073/2005 dėl maisto produktų mikrobiologinių kriterijų. Jame *B. cereus* mikrobiologiniai kriterijai nenumatyti nė vienam maisto produktui, ir tai nėra pagrįsta ar paaiškinta.

Iš maisto produktų *B. cereus* gali būti išskirtos taikant tradicinius mikrobiologinius metodus [7]. *B. cereus* maisto produktuose aptikti naudojamas atrankusis agaras, pvz., MYP (manitolio, kiaušinių trynio, polimiksino) agaras. Polimiksinas įjungtas į terpės sudėtį turint tikslą nuslopinti kitų mikroorganizmų augimą, o *B. cereus* yra labai atsparios šiam antibiotikui. Petri lėkštelės su pasėliais inkubuojamos 24 h 30 °C temperatūroje. MYP agaro sudėtyje yra kiaušinio trynis, kurį veikia lecitinazė – fermentas, randamas *B. cereus*. Aplink kolonijas susidaro nuosėdų zonos. *B. cereus* kolonijos dažniausiai rausvos; spalvos intensyvumas didėja ilgiau inkubuojant. Kai užaugusios kolonijos neryškios, lėkštelės inkubuojamos dar 24 h. Įvertinant skiedimo laipsnį, apskaičiuojamas bakterijų skaičius (KSV/g). *B. cereus* kolonijoms patvirtinti atliekami papildomi testai, pateikti 2 lentelėje [6].

**2 lentelė.** *B. cereus* grupės, apimančios *B. cereus*, *B. thuringiensis* ir *B. mycoides*, bakterijų patvirtinimo testai

Patvirtinimo testai	<i>B. cereus</i>	<i>B. thuringiensis</i>	<i>B. mycoides</i>
Dažymas Gramo būdu	+	+	+
Katalazė	+	+	+
Judrumas	±	±	-
Nitratų redukavimas	+	±	+
Tirozino skaidymas	+	+	±
Atsparumas lizocimui	+	+	+
Kiaušinio trynio hidrolizė	+	+	+
Gliukozės panaudojimas (anaerobinis)	+	+	+
Voges-Proskauerio reakcija	+	+	+
Rūgšties iš manitolio susidarymas	-	-	-
Hemolizinas	+	+	+

Serologiniai metodai gali būti taikomi toksinams, sukeliantiems diarėjinius apsinuodijimus, aptikti, tuo tarpu ląstelių kultūrų metodais aptinkami emetinių apsinuodijimų toksinai [7]. Toksinų

susidarymas priklauso nuo bakterijų augimo sąlygų, pavyzdžiui, nuo terpės pH ir cukraus koncentracijos. Parengti du komerciniai *in vitro* imuninių metodų rinkiniai *B. cereus* diarėjiniams enterotoksinais

aptikti. Tai – *BCET-RPLA* (angl. – reverse passive latex agglutination – priešingos pasyvios latekso agliutinacijos metodas), *Oxoid* firmos metodas ir *BDE-VIA* – vizualinis imuninis metodas, *Tecra* firmos. Hemolitinis enterotoksinas aptikamas RPLA metodu, o nehemolitinis kompleksas – Tecra VIA [6].

Lietuvoje *B. cereus* paplitimo maisto produktuose ir atsparumo antimikrobinėms medžiagoms tyrimai nebuvo atliekami. Lietuvos sveikatos apsaugos ministerija, skelbdama savo tinklalapyje apie sergamumą įvairiomis ligomis, tarp jų viduriavimus, nepateikia *B. cereus* sukeltų susirgimų skaičiaus. Siekiant padidinti produktų saugumą vartotojams, tikslinga būtų nustatyti į Lietuvos rinką patenkančių maisto produktų užterštumą *B. cereus*, iširti šių bakterijų savybes ir joms įtakos turinčius veiksnius.

### Išvados

1. *Bacillus cereus* dažniausiai aptinkamos produktuose, turinčiuose daug baltymų (piene, pieno produktuose, mėsoje) bei krakmolo (bulvėse, ryžiuose, grūdų produktuose).
2. Produktų terminis apdorojimas sunaikina vegetatyvines *B. cereus* ląsteles, tačiau sporos gali išaugti ir sukelti ydas (kartų ar apkartusių skonį, nešvarų, vaisių ar mielių kvapą) bei pagaminti toksinų. Dėl to šių bakterijų skaičius kai kuriuose produktuose ribojamas.
3. *B. cereus* gali sukelti dviejų tipų žarnyno sutrikimus – diarėjinį ir emetinį, kai jų skaičius siekia daugiau kaip  $10^6$  kolonijas sudarančių vienetų viename grame (mililitre) produkto.
4. *B. cereus*, išskirtos iš pieno ir mėsos produktų, buvo mažai jautrios ampicilinui, cefalotinui ir oksacilinui. Išskyrus atsparumą streptomycinui, atsparumas kitoms antimikrobinėms medžiagoms (klindamicinui, eritromicinui, neomicinui ir tetraciklinui) buvo sporadiškas. Napatvirtinta, kad *B. cereus*, išskirtos iš maisto produktų, perduoda atsparumą antimikrobinėms medžiagoms kitoms bakterijoms.
5. *B. cereus* išskyrimui iš maisto produktų taikomi mikrobiologiniai metodai, vartojant atrankiąsias terpes ir išskirtų kultūrų patvirtinimą, o toksinams nustatyti – imuniniai metodai.
6. Tikslinga būtų nustatyti į Lietuvos rinką patenkančių maisto produktų užterštumą *B. cereus*, iširti šių bakterijų savybes ir joms įtakos turinčius veiksnius.

### Literatūra

1. Краткий определитель бактерий Берги. Под ред. Дж. Хоулта. М.: Мир, 1980, 495 с.

2. **Batt C. A.** *Bacillus cereus* // Encyclopedia of Food Microbiology. Academic Press, 2000. Vol. 1. P. 119–121.
3. **Stadhouders J.** General information // Bulletin of the IDF No 287/1993 *Bacillus cereus* in milk and milk products. P. 3–5.
4. **Rhodehamel E. J., Harmon S. M.** *Bacillus cereus*. Bacteriological Analytical Manual Online. Prieiga per internetą: <http://vm.cfsan.fda.gov/~ebam/bam-14.html>. Chapter 14. U. S. Food and Drug Administration. Center for Food Safety and Applied Nutrition, 2001.
5. **Beattie S. H. ir Williams A. G.** Detection of toxins // Encyclopedia of Food Microbiology. Academic Press, 2000. Vol. 1. P. 141.
6. Prieiga per internetą: [http://tingiu.lt/essays/view/index.php?essay\\_id=5](http://tingiu.lt/essays/view/index.php?essay_id=5).
7. Prieiga per internetą: <http://seafood.ucdavis.edu/hoccp/compendium/chaption.htm>.
8. Prieiga per internetą: <http://ccc.govt.nz/Health/cereus.asp>.
9. **Browne N., Dowds B. C. A.** Heat and salt stress in the food pathogen *Bacillus cereus* // Journal of Applied Microbiology. 2001. Vol. 91. P. 1085–1094.
10. **Ultee A., Kets E. P., Alberda M., Hoekstra F. A., Smid E. J.** Adaptation of the food – borne pathogen *Bacillus cereus* to carvacrol // Archiv Microbiology. 2000. Vol. 174. P. 233–238.
11. **TeGiffel M. C., Beumer R. R., Granum P. E., Rombauts F. M.** Isolation and characterization of *Bacillus cereus* from pasteurised milk in household refrigerators in the Netherlands // International Journal of Food Microbiology. 1997. Vol. 34. P. 307–318.
12. **Andersen-Borge G. J., Skeie M., Sorhaug T., Langsrud T., Granum P. E.** Growth end toxin profiles of *Bacillus cereus* isolated from different food sources // International Journal of Food Microbiology. 2001. Vol. 69. P. 237–246.
13. **Griffiths M. V.** *Bacillus cereus* in liquid milk // Bulletin of the IDF No 287/1993 *Bacillus cereus* in milk and milk products. P. 18.
14. **Becker H., Terplan G.** Importance of *Bacillus cereus* in infant foods and powdered milk products // Bulletin of the IDF No 287/1993 *Bacillus cereus* in milk and milk products. P. 18.
15. **Schlegelova J., Brychta J., Klimova E., Napravnikova E., Babak V.** The prevalence of and resistance to antimicrobial agents of *Bacillus cereus* isolates from foodstuffs // Journal of Veterinary Medicine – Czech. 2003. Vol. 48, No. 11. P. 331–338.
16. **Slaghuis B. A., Wolters G. M. V. H.** *B. cereus* spores in raw milk from different farms // Bulletin of the IDF No 287/1993 *Bacillus cereus* in milk and milk products. P. 26.
17. **Driessen F. M.** Importance of *Bacillus cereus* in fermented milk and processed non fermented dairy foods // Bulletin of the IDF No 287/1993 *Bacillus cereus* in milk and milk products. P. 11–14.

18. **Waes G.** Sources of contamination of the milk with *B. cereus* // Bulletin of the IDF No 287/1993 *Bacillus cereus* in milk and milk products. P. 16.
19. **Labost H., Hup G.** *B. cereus* in rauwe – en gepasteriseerde melk. 2. De aanwezigheid van langzaam en vlug ontkiemende *B. cereus*-sporen in melk // Netherlands Milk Dairy Journal. 1964. Vol. 18. P. 167–176.
20. **Stadhouders J., Hup G., Hassing F.** The conception in index and indicator organisms discussed on the basis of the bacteriology of spray – dried milk powder // Netherlands Milk Dairy Journal. 1982. Vol. 36. P. 231–260.
21. Prieiga per internetą: <http://msb.lt/index.php>.

Pateikta spaudai 2006-03

J. Šalomskienė, T. Bartiuk

### **BACILLUS CEREUS IN FOOD PRODUCTS AND DETECTION METHODS (REVIEW)**

#### **Summary**

The characterization of *Bacillus cereus* species, their habitation areas and the ways of their getting into food products are described. The level of contamination by *B. cereus* ( $10^6$  cells per gramme) was determined at which first indications of product defect appear such as bitter, unclean, fruity, rancid, putrid or yeasty off-flavours and toxin production. Two forms of illnesses caused by *B. cereus* can be distinguished: a diarrhoeal and emetic illness. Heat-treatment during the manufacture of products destroys the vegetative cells but activates the spores. *B. cereus* isolates from food products displayed low susceptibility to ampicillin, cephalothin and oxacillin. Except for streptomycin resistance, resistance to other antimicrobial agents (clindamycin, erythromycin, neomycin and tetracycline) occurred sporadically. It was not verified that foodstuffs contaminated with *B. cereus* are concurrently vectors of transmissible resistance genes.

Traditional microbiological methods can be used for the detection of *B. cereus* in food products including selective enrichment and using of confirmatory tests. Serological methods can be used to identify the toxin produced in the diarrhoeal illness, while cell culture techniques can be used to detect the toxin produced in the emetic illness.

The investigations concerning *B. cereus* in foods have not been made in Lithuania until this time. The

contamination of food products getting into the Lithuanian market by *B. cereus*, the properties of isolates of these bacteria and impact of different factors on the growth of these bacteria have to be investigated with an aim to increase the safety of products.

**Keywords:** *Bacillus cereus*, food products, diarrhoeal and emetic illness, toxins, microbiological and immunological methods.

Й. Й. Шаломскене, Т. Э. Бартюк

### **BACILLUS CEREUS В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ И МЕТОДЫ ИХ ОПРЕДЕЛЕНИЯ (ОБЗОР)**

#### **Резюме**

Представлена характеристика бактерий вида *Bacillus cereus*, указано место их обитания, способы попадания в пищевые продукты (чаще всего в продукты, содержащие большое количество белка или крахмала). Указана степень загрязнения пищевых продуктов *Bacillus cereus* ( $10^6$  клеток в 1 г), при которой могут возникнуть пороки продукта (горький и прогорклый вкус, нечистый, фруктовый, дрожжевой запах и др.) и образоваться токсины.

*B. cereus* могут вызвать пищевые отравления двух типов – диаретические и эметические. Термическая обработка во время технологического процесса производства продуктов уничтожает вегетативные клетки *B. cereus*, но активизирует прорастание спор. *B. cereus*, выделенные из пищевых продуктов, были мало чувствительны к ампициллину, цефалотину и оксациллину. Кроме резистентности к стрептомицину, резистентность к другим антимикробным веществам (клиндамицину, эритромицину, неомицину и тетрациклину) была спорадической. Частое наличие *B. cereus* в пищевых продуктах показывает, что эти продукты не безопасны. Не подтверждено, что *B. cereus*, выделенные из загрязненных пищевых продуктов, могут передавать резистентность к антимикробным веществам другим бактериям.

Для выделения *B. cereus* из пищевых продуктов применяют микробиологические методы, а для определения токсинов – иммунные.

В Литве не проводились исследования *B. cereus* в пищевых продуктах. С целью повышения безопасности продуктов целесообразно определение загрязненности попадающих на рынок Литвы пищевых продуктов *B. cereus*, исследование свойств этих бактерий и изучение факторов, оказывающих влияние на их свойства.