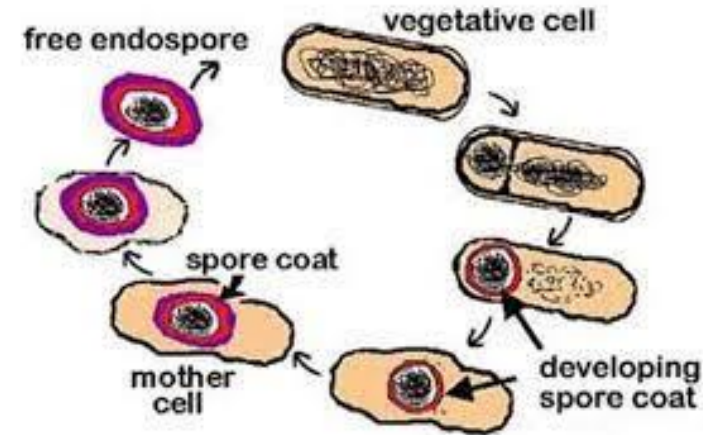


Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών «Καινοτομία, Ποιότητα & Ασφάλεια Τροφίμων» Θέματα Μικροβιολογίας Τροφίμων



Σπορογόνα βακτήρια

Δρ. Παπαδοπούλου Όλγα

Ινστιτούτο Τεχνολογίας Αγροτικών Προϊόντων
Ελληνικός Γεωργικός Οργανισμός – ΔΗΜΗΤΡΑ

olga_papadopoulou@outlook.com

Αντικείμενα μελέτης

- ✓ Κύκλος σποριογονίας και εκβλάστησης
- ✓ Ανθεκτικότητα σπορίων
- ✓ Τα σπόρια στη βιομηχανία τροφίμων
- ✓ Τροφοτοξινώσεις από σπορογόνους μ/ο
- ✓ Αλλοιώσεις από σπορογόνους μικροοργανισμούς



Σπορογόνοι Μικροοργανισμοί & σπόρια

1804: Appertization - Francois Nicolas Appert ανέπτυξε μέθοδο για τη συντήρηση των τροφίμων σε σφραγισμένα γυάλινα μπουκάλια μετά από βρασμό σε νερό.

1895: Marie von Ermengem απομόνωσε τον μ/ο *Bacillus botulinus* (*Clostridium botulinum*) από επιμολυσμένο κρέας και απέδειξε ότι προκαλεί βοτουλισμό

1895: Harry Russell απέδειξε ότι το φούσκωμα και οι άσχημες οσμές σε κονσερβοποιημένα μπιζέλια ήταν αποτέλεσμα ανάπτυξης των θερμοανθεκτικών βακτηρίων (σπόρια)

Οι ασθένειες και οι αλλοιώσεις που προκαλούνται από τα σπορογόνα συνδέονται με τρόφιμα που έχουν υποστεί θερμική επεξεργασία, καθώς η θέρμανση σκοτώνει τα βλαστικά κύτταρα αλλά επιτρέπει την επιβίωση και την ανάπτυξη των βακτηριακών σπορίων

Σπορογόνοι Μικροοργανισμοί & σπόρια

Κονσερβοποιημένα Τρόφιμα Χαμηλής Οξύτητας: Τρόφιμα χαμηλής οξύτητας συσκευασμένα σε ερμητικά σφραγισμένους περιέκτες (κονσέρβες, μπουκάλια, σακουλάκια ...)

pH: >4.6

a_w : >0.85

Εμπορική αποστείρωση / πρόληψη βοτουλισμού → 12D

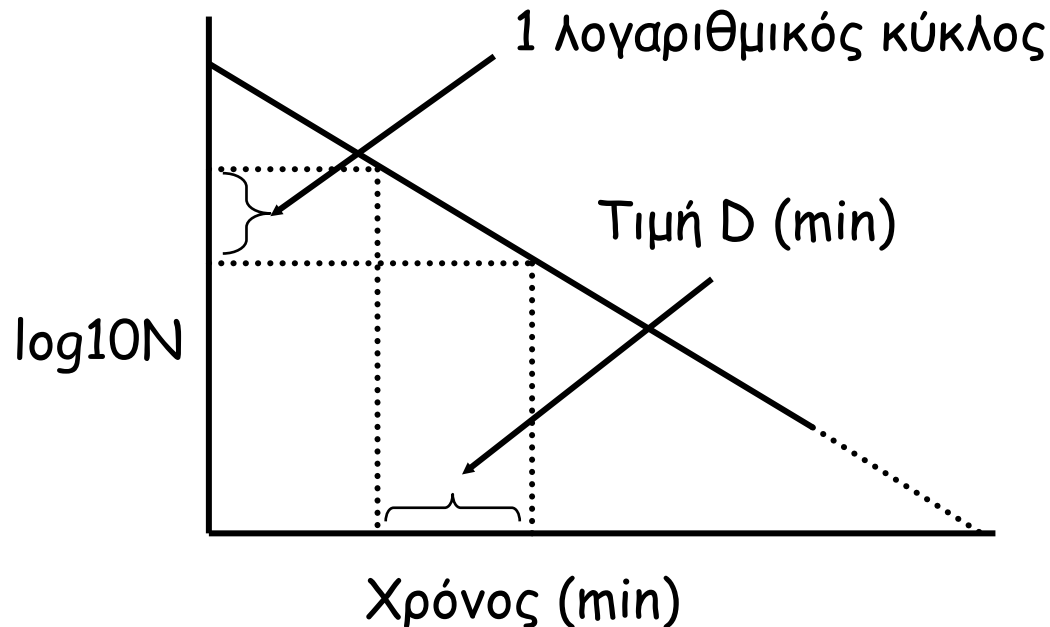
Τιμή D: Χρόνος δεκαδικής μείωσης

Τιμή z: συνδέει το χρόνο δεκαδικής μείωσης με τη θερμοκρασία επεξεργασίας, δηλ. η παράμετρος αυτή συσχετίζει το D με τη θερμοκρασία.

→ Η τιμή z είναι η μεταβολή της θερμοκρασίας που απαιτείται για τη μεταβολή της τιμής D κατά 10 φορές

Χρόνος δεκαδικής μείωσης (D value) (Decimal Reduction Time)

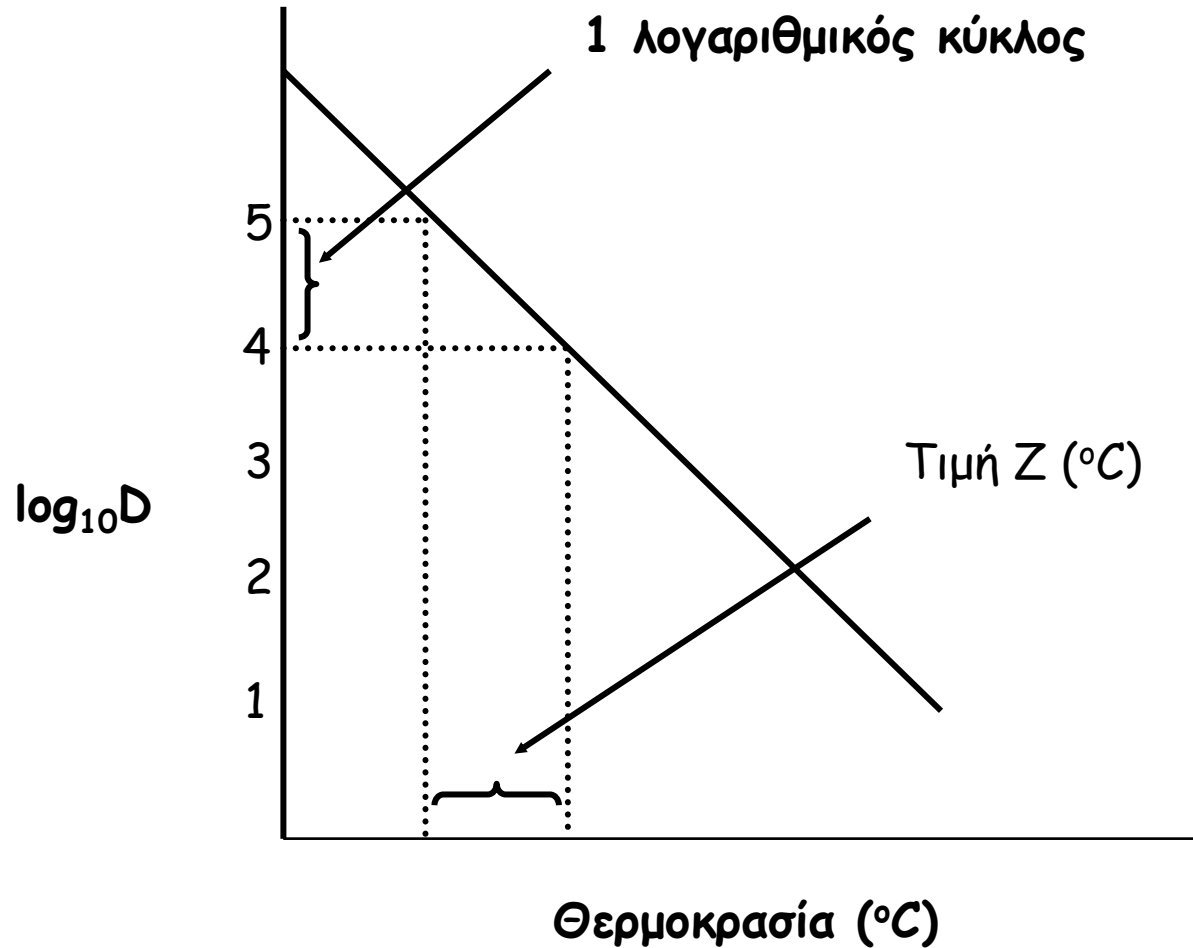
- Σε ίσα χρονικά διαστήματα αδρανοποιούνται ίσα ποσοστά του απομένοντος πληθυσμού (θεωρία κινητικής αντίδρασης πρώτης τάξης)
- Έτσι εάν με θέρμανση π.χ. 1 λεπτού καταστραφεί το 90%, τότε στο δεύτερο λεπτό θα καταστραφεί το 90% από το 10% που επιβίωσε, στο τρίτο λεπτό θα καταστραφεί το 90% από το νέο υπόλοιπο, κλπ.
- Ορίζεται ως ο απαιτούμενος χρόνος θέρμανσης σε λεπτά, στην καθορισμένη κάθε φορά θερμοκρασία, για να μειωθεί ο αριθμός των επιζώντων βακτηρίων ή σπορίων στο 1/10 του αρχικού ή κατά ένα λογαριθμικό κύκλο.



Χρόνος δεκαδικής μείωσης (D value) (Decimal Reduction Time)

- Τα σχήματα θερμικής επεξεργασίας εκφράζονται στην καθορισμένη κάθε φορά θερμοκρασία σε μονάδες D.
- Έτσι, θερμική επεξεργασία 3D σημαίνει ότι ο αρχικός πληθυσμός μειώθηκε κατά 3 λογαρίθμους, π.χ. εάν ο αρχικός πληθυσμός ήταν 10^3 κύτταρα/γραμ. με την επεξεργασία μειώθηκε σε 1 κύτταρο ανά γραμ.
- Για την καταστροφή του *Clostridium botulinum* εφαρμόζεται θερμική επεξεργασία **12D (εμπορική αποστείρωση)**, π.χ. εάν ο αρχικός πληθυσμός είναι 10^{-12} σπόρια/g. μετά το πέρας της επεξεργασίας θα έχει επιζήσει 1 σπόριο/g. Συνεπώς **μία κονσέρβα στο ένα τρισεκατομμύριο** θα είναι μολυσμένη με το κλωστρίδιο της αλαντίασεως

Καμπύλη χρόνου Θερμικού Θανάτου (Thermal Death Time)



Εάν k είναι η κλίση της ευθείας τότε το z είναι το $1/k$

Χρόνος δεκαδικής μείωσης (D value)

Table 3.2 Heat resistance of sporeformers of importance in foods^a

Type of spore	Approx $D_{100^{\circ}\text{C}}$ (min)
Spores of public health significance	
Group I <i>Clostridium botulinum</i> types A and B	7–30
<i>C. botulinum</i> type E	0.01
<i>Bacillus cereus</i>	3–200
<i>Clostridium perfringens</i>	0.3–18
Mesophilic aerobes	
<i>Bacillus subtilis</i>	7–70
<i>Bacillus licheniformis</i>	13.5
<i>Bacillus megaterium</i>	1
<i>Bacillus polymyxa</i>	0.1–0.5
<i>Bacillus thermoacidurans</i>	2–3
Thermophilic aerobes	
<i>Geobacillus stearothermophilus</i>	100–1,600
<i>Bacillus coagulans</i>	20–300
Mesophilic anaerobes	
<i>Clostridium sporogenes</i>	80–100
Thermophilic anaerobes	
<i>Desulfotomaculum nigrificans</i>	<480
<i>Clostridium thermosaccharolyticum</i>	400

^aSource: P. Setlow and A. E. Johnson, p. 33–70, in M. P. Doyle, L. R. Beuchat, and T. J. Montville (ed.), *Food Microbiology: Fundamentals and Frontiers*, 2nd ed. (ASM Press, Washington, DC, 2001).

Χρόνος δεκαδικής μείωσης (D value)

- Ο χρόνος δεκαδικής μείωσης (D) συνδέει το ποσοστό των βακτηρίων ή σπορίων που επιβιώνουν σε συνάρτηση με το χρόνο θερμικής επεξεργασίας, δηλ. η παράμετρος αυτή συσχετίζει κύτταρα με χρόνο.
- Αντίθετα, η σταθερά z συνδέει το χρόνο δεκαδικής μείωσης με τη θερμοκρασία επεξεργασίας, δηλ. η παράμετρος αυτή συσχετίζει το D με τη θερμοκρασία.
- Είναι σημαντικό ότι η τιμή του συντελεστή z για τα σπόρια μεγάλου αριθμού βακτηρίων, είναι ίση με 10°C σε τρόφιμα χαμηλής οξύτητας και ειδικότερα σε τρόφιμα στα οποία το βακτήριο *Clostridium botulinum* είναι ο στόχος της θερμικής επεξεργασίας.

Predictive microbiology

Thermal Inactivation Model (Disclaimer)

Prediction Uncertainty

Static | Dynamic ?

Bacillus cereus

Phys.state

Temp (°C)

pH

Aw | NaCl (%)

0 100

4.5 0.986

Max.rate (log.conc/h) -1.068

D-value(Minutes) 56.169

Lag time (Hours) 0.61

Bacillus cereus

Phys.state

Temp (°C)

pH

Aw | NaCl (%)

0 100

4.5 0.986

Max.rate (log.conc/h) -5.575

D-value(Minutes) 10.763

Lag time (Hours) 0.12

Bacillus cereus

Phys.state

Temp (°C)

pH

Aw | NaCl (%)

0 100

4.5 0.986

Max.rate (log.conc/h) -15.226

D-value(Minutes) 3.941

Lag time (Hours) 0.04



add prediction

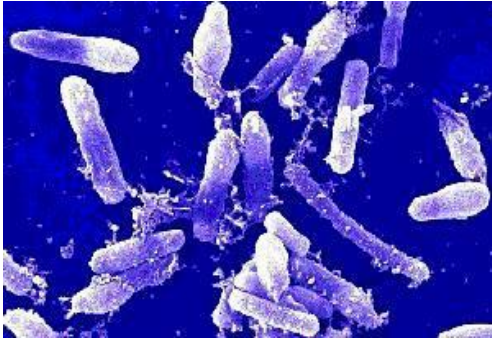
Σπορογόνα βακτήρια

Table 3.1 Genera of gram-positive spore-forming bacteria

Genus	Characteristics
<i>Alicyclobacillus</i>	Thermophilic aciduric spore-forming bacteria that survive hot fill processes and cause spoilage in juices
<i>Amphibacillus</i>	Facultatively anaerobic xylan-degrading spore-forming bacteria
<i>Bacillus</i>	Aerobic spore-forming rod-shaped bacteria
<i>Clostridium</i>	Anaerobic spore-forming rod-shaped bacteria
<i>Desulfotomaculum</i>	Sulfate-reducing spore-forming bacteria
<i>Filobacillus</i>	Halophilic aerobic spore-forming bacteria
<i>Geobacillus</i>	Thermophilic spore-forming rod-shaped bacteria
<i>Sporolactobacillus</i>	Spore-forming lactobacilli
<i>Sulfolobus</i>	Sulfur-oxidizing thermophilic aciduric spore-forming bacteria

Σπορογόνα βακτήρια

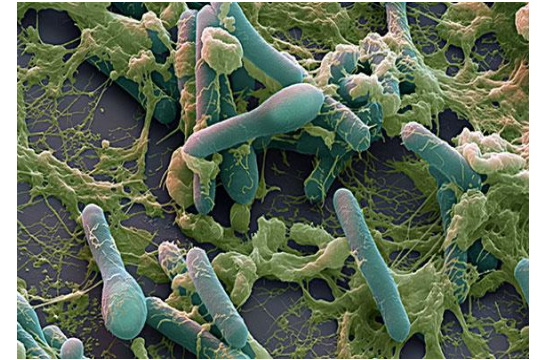
Bacillus cereus



Clostridium perfringens



Clostridium botulinum



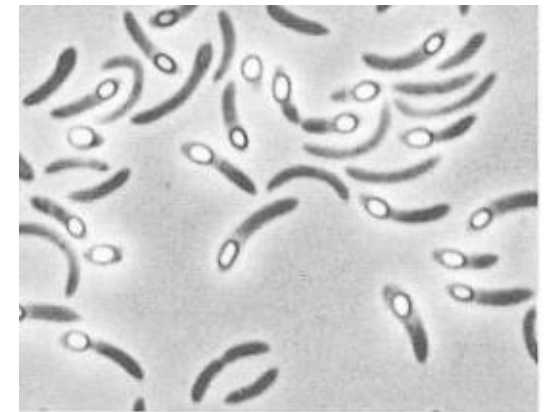
Alicyclobacillus acidoterrestris



Bacillus subtilis



Desulfotomaculum nigrificans



Σπορογόνα βακτήρια & σπόρια

Έννοιες...

Σποριογονία → μετατροπή ενός βλαστικού κυττάρου σε σπόριο

Εκβλάστηση → μετατροπή ενός σπορίου σε βλαστικό κύτταρο

Οι οργανισμοί περνούν από ορισμένα στάδια για να αλλάξουν από βλαστικό κύτταρο σε σπόριο και πίσω σε βλαστικό κύτταρο.

The spores are an inactive or dormant state of the organisms

Σπορογόνα βακτήρια & σπόρια

Οι οργανισμοί περνούν από ορισμένα στάδια για να αλλάξουν από βλαστικό κύτταρο σε σπόριο και πίσω σε βλαστικό κύτταρο.

- ✓ Τα στάδια είναι η σποριογονία, η εκβλάστηση και η ανάπτυξη των κυττάρων
- ✓ Για όλα τα είδη, δεν σποριογονούν όλα τα κύτταρα, ανεξάρτητα από τις συνθήκες.
- ✓ Δεν υπάρχουν επαρκείς πληροφορίες για το γιατί ορισμένα κύτταρα σε μια καλλιέργεια σποριογονούν και άλλα όχι.
- ✓ Ο σχηματισμός σπορίων αρχίζει μετά τη φάση της εκθετικής ανάπτυξης κατά τη διάρκεια της στατικής φάσης.

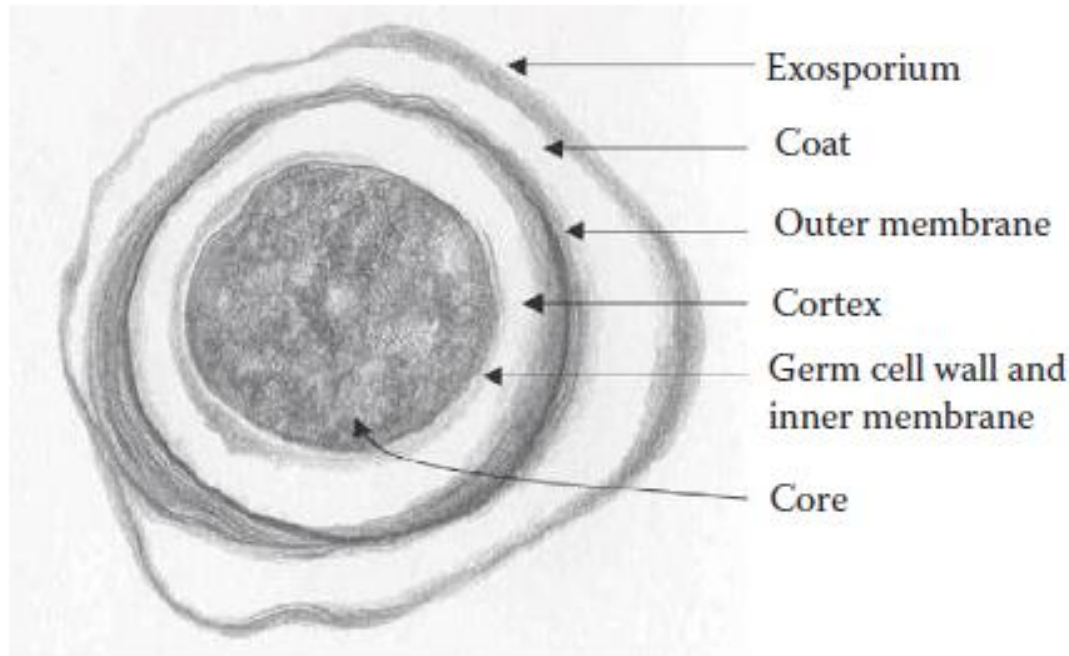


Figure 3.3. Spores formed in the center of the rod: *Bacillus subtilis* at left, *Clostridium sporogenes* at right.

Courtesy of Weiser, Mounthey, and Gould (1971).

Σπορογόνα βακτήρια & σπόρια

Τα σπόρια είναι μεταβολικά ανενεργά ή αδρανοποιημένα και μπορούν να παραμείνουν σε αδρανή μορφή για χρόνια αλλά είναι ικανά να αναδυθούν ως βλαστικά κύτταρα (ένα κύτταρο ανά σπόριο) σε κατάλληλο περιβάλλον



Schematic section of a bacterial spore from *Clostridium botulinum*.

Σπορογόνα βακτήρια & σπόρια

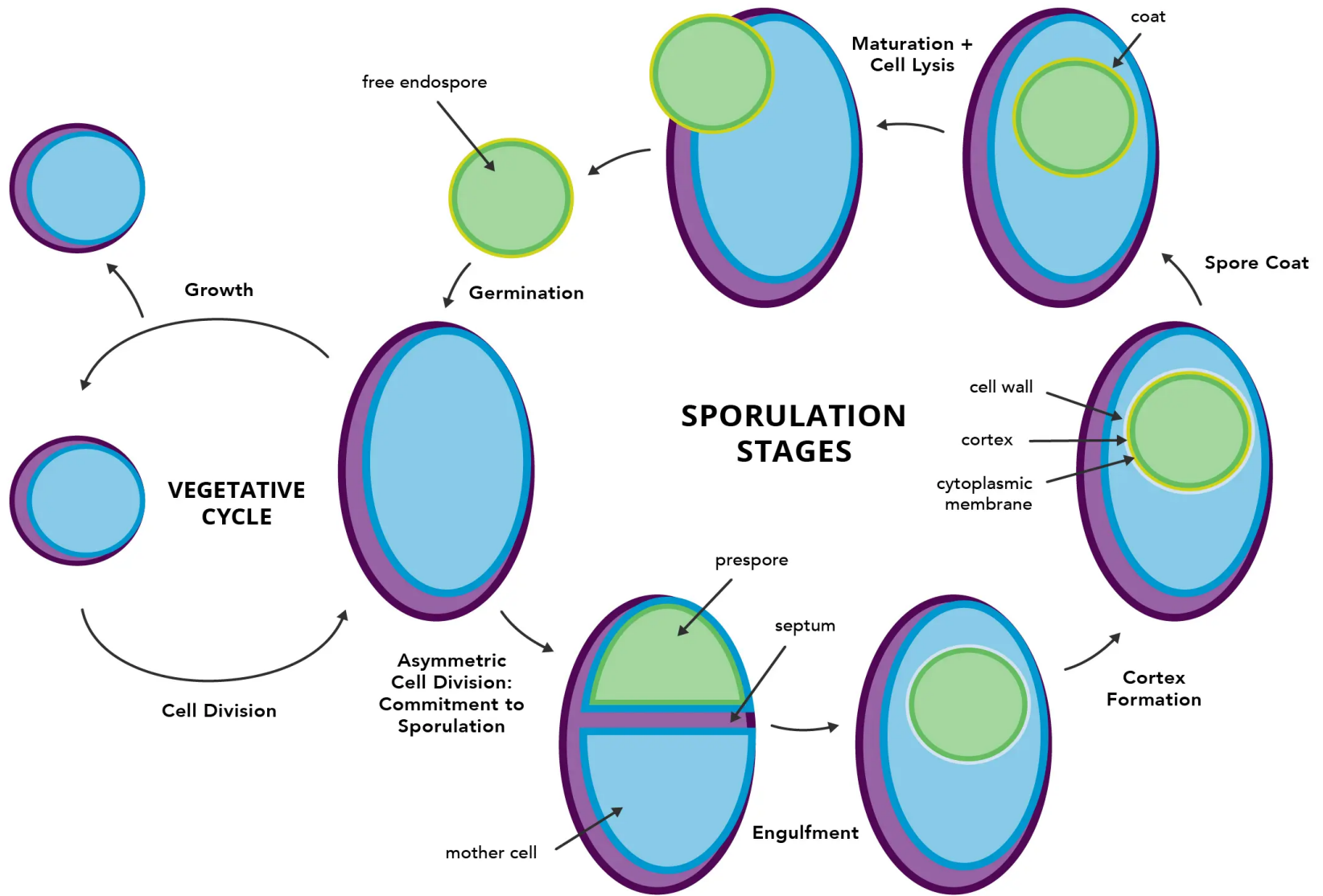
- Τα βακτηριακά κύτταρα παράγουν ενδοσπόρια → μέσα σε ένα κύτταρο και ένα σπόριο ανά κύτταρο
- Κατά τη διάρκεια της σποριογονίας και έως ότου αναδυθεί ένα σπόριο μετά την κυτταρική λύση → βρίσκεται τερματικά, κεντρικά ή εκτός κέντρου, προκαλώντας διόγκωση του κυττάρου

Position	Form	Deformation
Central	Spherical	Not Bulging
Subterminal	Elliptical	Bulging
Terminal	Elliptical	Bulging

Shape and position of bacterial spores

- Τα σπόρια σε σύγκριση με τα βλαστικά κύτταρα, είναι πολύ περισσότερο ανθεκτικά σε φ/χ επεξεργασίες που χρησιμοποιούνται στην επεξεργασία και συντήρηση τροφίμων

Σπορογονία



Σπορογονία

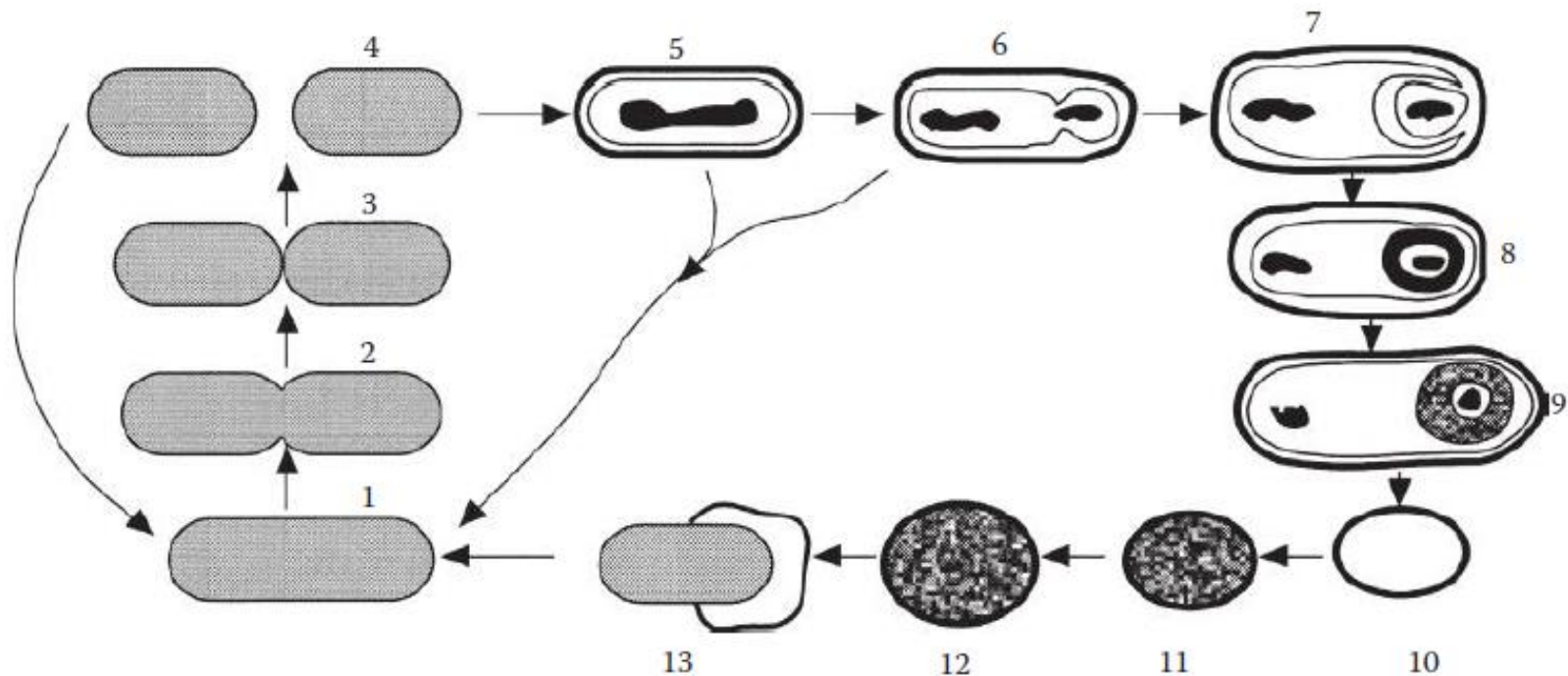


Figure 9.3 Schematic presentation of the cycles of cell multiplication (1–4) and endospore formation, germination, and outgrowth of spore-forming bacteria (5–13). Different steps are (5) formation of axial filament, (6) septation, (7) prespore formation, (8) cortex formation, (9) coat formation, (10) free spore, (11) germination following activation, (12) swelling of spore, (13) outgrowing cell. Cells from step 4 can either divide (1–4) or sporulate. Cells from steps 5 and 6 can reverse back to cell division; from step 7, the process is irreversible.

Dormancy (λήθαργος)

Τα σπόρια σχηματίζονται με τέτοιο τρόπο ώστε να παραμένουν βιώσιμα σε δυσμενείς συνθήκες.

- Αυτό επιτυγχάνεται αυξάνοντας την αντοχή τους σε ακραία περιβάλλοντα και μειώνοντας τη μεταβολική δραστηριότητα σε λήθαργο
- Η αφυδάτωση του πυρήνα και η μειωμένη μοριακή κίνηση έχουν αποδοθεί σε λήθαργο
- ❑ Σε ένα κατάλληλο περιβάλλον, ο λήθαργος ενός σπορίου μπορεί να τερματιστεί μέσω μιας σειράς βιοχημικών αντιδράσεων που εμπλέκονται στην ενεργοποίηση των σπορίων, την εκβλάστηση και την ανάπτυξη.
- ❑ Μερικά σπόρια μπορούν χρειάζονται πολύ χρόνο πριν περάσουν τις αλληλουχίες της εκβλάστησης και ονομάζονται υπεραδρανή (superdormant) σπόρια (συχνό σε *Bacillus* και *Clostridium*)

Dormancy (λήθαργος)

Superdormancy: η συνέπεια της εγγενούς φύσης ενός σπορίου, ο τραυματισμός των σπορίων και οι περιβαλλοντικοί παράγοντες.

- ✓ Μερικά σπόρια έχουν αυστηρές ανάγκες εκβλάστησης και δεν βλασταίνουν με άλλα σπόρια.
- ✓ Τραυματισμένα σπόρια πρέπει να επιδιορθώσουν τον τραυματισμό τους πριν μπορέσουν να βλαστήσουν
- ✓ Ορισμένα στοιχεία στα θρεπτικά μέσα μπορούν να αποτρέψουν την εκβλάστηση ορισμένων σπορίων

<https://www.youtube.com/watch?v=V5Qap7U7UZQ>

Dormancy (λήθαργος)

Επιβίωση για μεγάλα χρονικά διαστήματα απουσία θρεπτικών υλικών και εξαιρετική αντοχή σε πολλούς παράγοντες

Ανθεκτικότητα σε

- ✓ Ψύξη & αφυδάτωση
- ✓ Πίεση
- ✓ Ακτινοβολία γ / UV
- ✓ Χημική ανθεκτικότητα
- ✓ Θερμοανθεκτικότητα

Ενεργοποίηση

Τα σπόρια χρειάζονται κάποια προετοιμασία πριν από την εκβλάστηση → ενεργοποίηση

Η ενεργοποίηση των σπορίων πριν από τη βλάστηση συνοδεύεται από αναδιοργάνωση των μακρομορίων στα σπόρια

Ενεργοποίηση: μπορεί να προκληθεί από υποθανατηφόρα θερμική επεξεργασία, ακτινοβολία, υψηλή πίεση, έκθεση σε ακραίο pH, έκθεση σε υπερήχους ή σε οξειδωτικά ή αναγωγικά μέσα.

Αυτή η διαδικασία είναι αναστρέψιμη, δηλαδή, ένα σπόριο δεν χρειάζεται να βλαστήσει μετά την ενεργοποίηση εάν το περιβάλλον δεν είναι κατάλληλο

Χαμηλός αριθμός βιώσιμων σπόρων → δεν βλασταίνουν αμέσως

- Κονσερβοποιημένα τρόφιμα που περνούν σύντομες δοκιμές αποθήκευσης για τον προσδιορισμό πιθανής αλλοίωσης, μπορούν να αλλοιωθούν μετά από εκτεταμένη αποθήκευση
- Superdormancy (υπεραδρανή/ υπερλήθαργος)

Απελευθέρωση/ Εκβλάστηση

- ❖ Προβλαστική ουσία → μείωση DPA, SASP, αποικοδόμιση φλοιού
- ❖ Η π.ο δε χρειάζεται να μεταβολιστεί
- ❖ Μόλις η διαδικασία εκβλάστησης ξεκινήσει, το αδρανές στάδιο τερματίζεται μη αναστρέψιμα
- ❖ Διάφορα δομικά και λειτουργικά συμβάντα συμβαίνουν κατά την εκβλάστηση:
 - ✓ ενυδάτωση του πυρήνα, απέκκριση Ca^{2+} και DPN, και απώλεια αντίστασης και διαθλαστικής ιδιότητας
- ❖ Λειτουργικές αλλαγές περιλαμβάνουν την έναρξη της μεταβολικής δραστηριότητας, την ενεργοποίηση ειδικών πρωτεασών και φλοιολυτικών ενζύμων, και απελευθέρωση φλοιολυτικών προϊόντων

Επισκευή και σύνθεση RNA, πρωτεϊνών και υλικών για τη μεμβράνη και το κυτταρικό τοίχωμα

Ανάπτυξη (outgrowth)

Outgrowth: Συμβαίνει μεταξύ των περιόδων μετά τη βλάστηση ενός σπορίου και πριν από την ανάπτυξη ενός βλαστικού κυττάρου (25 λεπτά μινιμουμ)

Τι συμβαίνει?

- ❖ Διόγκωση του σπορίου ως αποτέλεσμα της ενυδάτωσης και της πρόσληψης θρεπτικών συστατικών
- ❖ Διάλυση των coat proteins
- ❖ Επιμήκυνση κυττάρων &
- ❖ Αντιγραφή DNA

Τι βοηθάει?

- ❖ Θρεπτικά συστατικά (αμινοξέα, άλατα, σάκχαρα κλπ),
- ❖ pH και
- ❖ Θερμοκρασία

Με τον τερματισμό του σταδίου της ανάπτυξης, τα βλαστικά κύτταρα αναδύονται από τα σπόρια και εισέρχονται στον βλαστικό κυτταρικό κύκλο ανάπτυξης με δυαδική σχέση

Σποριογονία

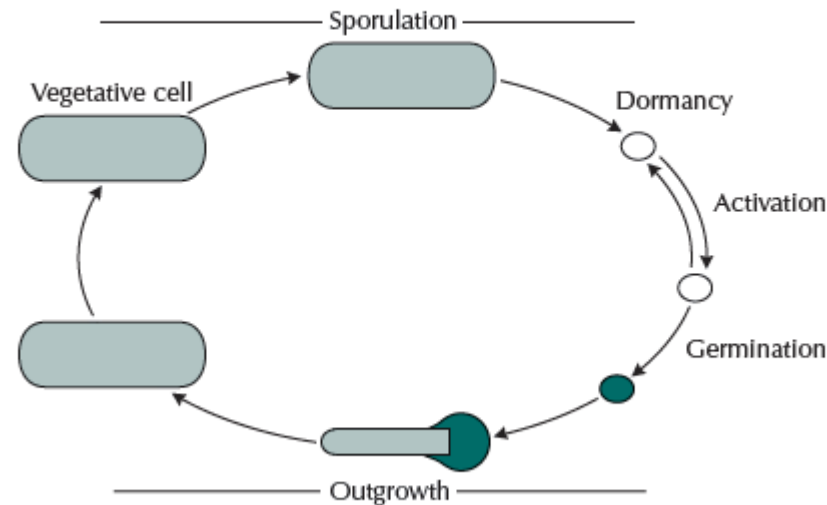
Η σποριογονία (μη αναστρέψιμη κυτταρική διαφοροποίηση) που συμβαίνει σε δυσμενές περιβάλλον ρυθμίζεται εκφράζεται από μεγάλο αριθμό γονιδίων

Ο *Bacillus subtilis* έχει μελετηθεί διεξοδικά

Extra information

<https://www.youtube.com/watch?v=rj5cqkMtCjg>

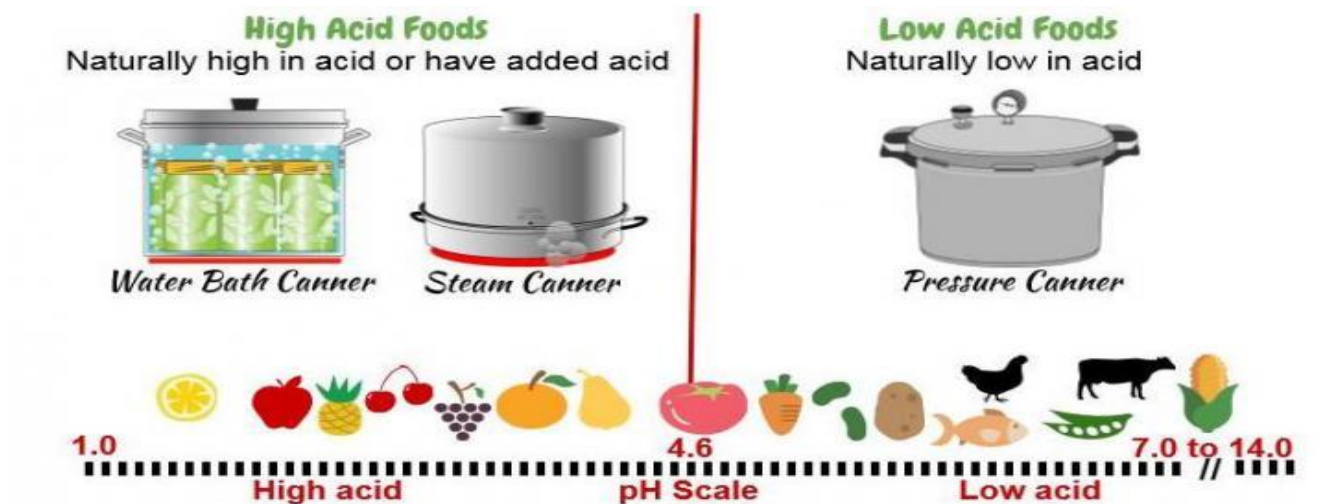
Figure 3.5 Cycle of sporulation, dormancy, activation, and outgrowth. doi:10.1128/9781555817206.ch03.f03.05



Σημασία των σπορίων στα τρόφιμα

Σε κατάλληλο περιβάλλον τροφίμου, τα σπόρια βλασταίνουν, αναπτύσσονται και παράγουν ανεπιθύμητα αποτελέσματα

- Ως αποτέλεσμα της υψηλής αντοχής στη θερμότητα, τα σπόρια παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον στην επεξεργασία και συντήρηση των τροφίμων
- Τα σπόρια πρέπει είτε να καταστραφούν, είτε να αποτραπεί η εκβλάστηση τους, καθώς η βλαστική μορφή τους μπορεί να προκαλέσει αλλοίωση ή τροφική λοίμωξη
- Εναλλακτικά, βλασταίνουν και καταστρέφονται μετά από έκθεση σε θανατηφόρους παράγοντες



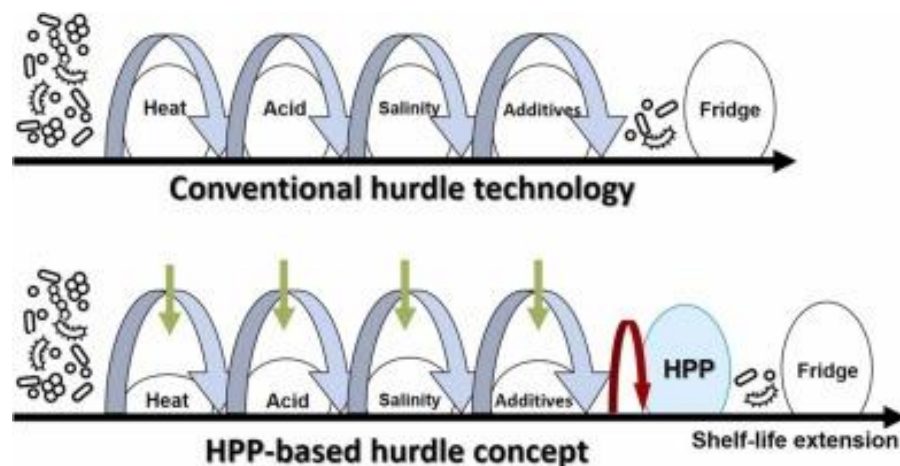
Σημασία των σπορίων στα τρόφιμα

Καθώς είναι αδύνατο να καταστραφούν όλα τα σπόρια σε πολλά τρόφιμα, αρκετές μέθοδοι ή συνδυασμός μεθόδων επεξεργασίας και συντήρησης έχουν αναπτυχθεί για να ξεπεραστούν τα προβλήματα ύπαρξης σπορίων στα τρόφιμα

- Η κονσερβοποίηση τροφίμων με χαμηλή οξύτητα γίνεται με πολύ υψηλή θερμική επεξεργασία → θανάτωση σπορίων όλων των παθογόνων βακτηρίων και των περισσότερων βακτηρίων που προκαλούν αλλοίωση (εκτός από ορισμένα θερμοφιλα βακτήρια αλλοίωσης).

❖ Πρόληψη εκβλάστησης σπορίων → Προσθήκη ουσιών ή τροποποίηση υποστρώματος όπως

- ✓ νιτρώδη (επεξεργασμένο κρέας),
- ✓ χαμηλό pH (όξινα προϊόντα),
- ✓ χαμηλό A_w
- ✓ υψηλό αλάτι
- ✓ Υψηλή υδροστατική πίεση / HPP ...



Σημασία των σπορίων στα τρόφιμα

Table 3.3 Spoilage of canned foods by sporeformers^a

Type of spoilage	pH	Major sporeformer(s) responsible	Spoilage defects
Flat-sour	≥5.3	<i>B. coagulans</i> , <i>B. stearothermophilus</i>	No gas, pH lowered. May have abnormal odor and cloudy liquor.
Thermophilic anaerobe	≥4.8	<i>C. thermosaccharolyticum</i>	Can swells, may burst. Anaerobic end products give sour, fermented, or butyric odor. Typical foods are spinach and corn.
Sulfide spoilage	≥5.3	<i>D. nigrificans</i> , <i>Clostridium bifermentans</i>	Hydrogen sulfide produced, giving rotten-egg odor. Iron sulfide precipitate gives blackened appearance. Typical foods are corn and peas.
Putrefactive anaerobe	≥4.8	<i>C. sporogenes</i>	Plentiful gas. Disgusting putrid odor. pH often increased. Typical foods are corn and asparagus.
Psychrotrophic clostridia	>4.6		Spoilage of vacuum-packaged chilled meats; production of gas, off-flavors and -odors, and discoloration
Aerobic sporeformers	≥4.8	<i>Bacillus</i> spp.	Gas usually absent except for cured meats; milk is coagulated. Typical foods are milk, meats, and beets.
Butyric spoilage	≥4.0	<i>C. butyricum</i> and <i>Clostridium tertium</i>	Gas, acetic and butyric odors. Typical foods are tomatoes, peas, olives, and cucumbers.
Acid spoilage	≥4.2	<i>B. thermoacidurans</i>	Flat (<i>Bacillus</i>) or gas (butyric anaerobes). Off-odors depend on organism. Common foods are tomatoes, tomato products, and other fruits.
	<4	<i>Alicyclobacillus acidoterrestris</i>	Flat spoilage with off-flavors. Most common in fruit juices and acid vegetables; also reported to spoil iced tea.

^aSource: P. Setlow and E. A. Johnson, p. 33–68, in M. P. Doyle and L. R. Beuchat (ed.), *Food Microbiology: Fundamentals and Frontiers*, 3rd ed. (ASM Press, Washington, DC, 2007).

Σπορογόνοι Μικροοργανισμοί & σπόρια

Συνθήκες ανάπτυξης/ επιβίωσης

- Παρουσία/ απουσία οξυγόνου

Τα μέλη του *Clostridium* spp. είναι αυστηρά αναερόβια (αναπτύσσονται μόνο υπό αναερόβιες συνθήκες) ή προαιρετικά αναερόβια (αναπτύσσονται καλύτερα υπό αναερόβιες συνθήκες).

Τα μέλη του γένους *Bacillus* spp. είναι αερόβια ή προαιρετικά αναερόβια και τα περισσότερα παράγουν το ένζυμο καταλάση.

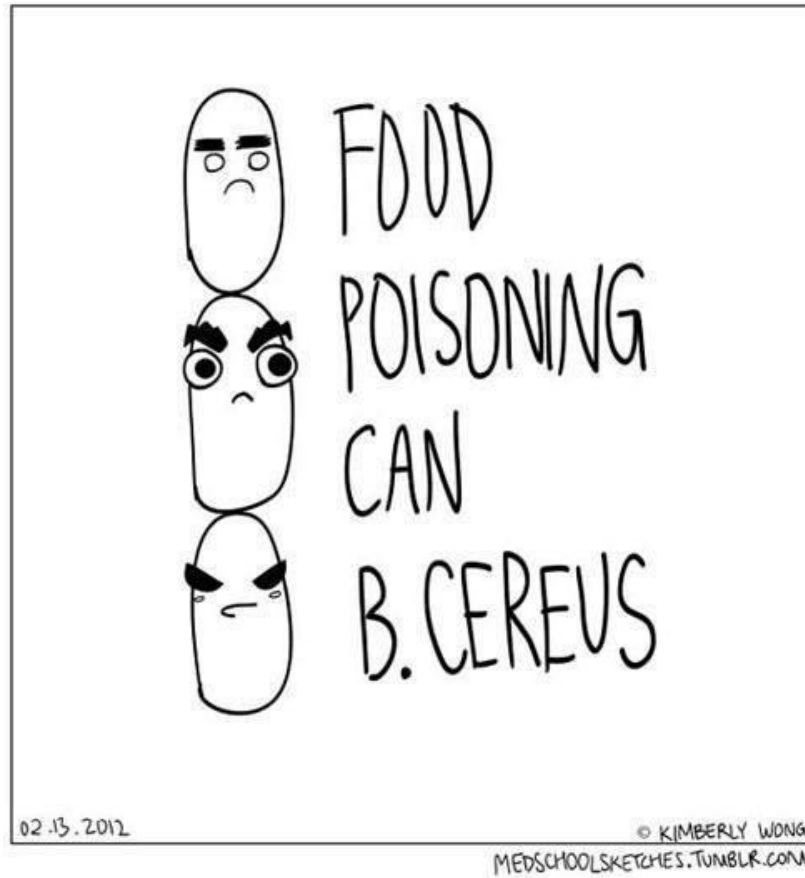
- Θερμοκρασία αύξησης: Τα σπορογόνα βακτήρια μπορούν επίσης να διακριθούν ανάλογα με την άριστη θερμοκρασία αύξησης. Και τα δύο γένη των ανωτέρω βακτηρίων ανήκουν στους μεσόφιλους και θερμοφίλους μικροοργανισμούς.

- Θερμοανθεκτικότητα : Η θερμοανθεκτικότητα των σπορίων ποικίλλει.



Σε κάθε επεξεργασμένο τρόφιμο οι παράγοντες που καθορίζουν ποιό σπόριο πρόκειται να βλαστήσει και να αναπτυχθεί είναι: η ενδογενής θερμοανθεκτικότητα των σπορίων, το pH, η αέρια ατμόσφαιρα, η θερμοκρασία επεξεργασίας καθώς και η θερμοκρασία συντήρησης.

Bacillus cereus



Bacillus cereus

Σπορογόνος μ/ο που απαντάται στα περισσότερα τρόφιμα

Ο *B. cereus* παράγει δύο είδη τοξίνης που προκαλούν γαστρεντερίτιδα, τη θερμοανθεκτική με κύριο σύμπτωμα τον εμετό και τη θερμοευαίσθητη με κύριο σύμπτωμα τις διάρροιες.

Παράγοντες Ανάπτυξης:

ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ

Min 4-5°C

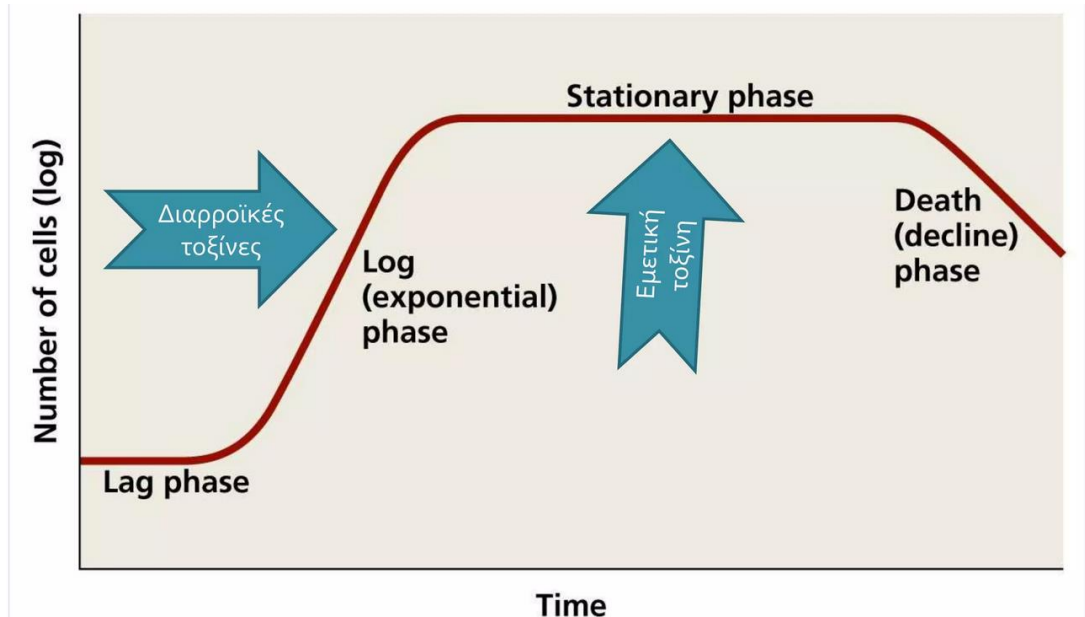
Optimum 30-37°C

Max 55°C

pH: 4,3- 9,3

a_w: 0.91 για βλαστική
Ανάπτυξη

Σχηματισμός βιουμενίου



Bacillus cereus

ΠΗΓΕΣ

Περιβάλλον

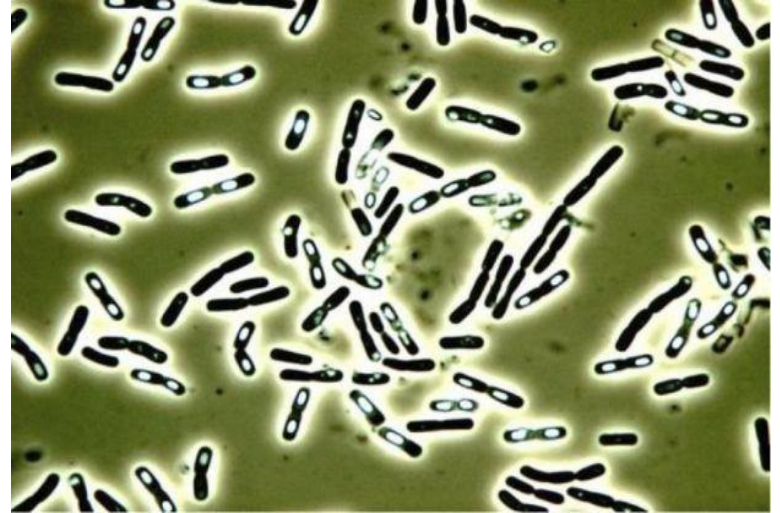
Έδαφος, σκόνη, κοπριά, αέρα, νερό.
Ανθεκτικά σπόρια σε αντίξοες
φυσικές και χημικές συνθήκες

Τρόφιμα

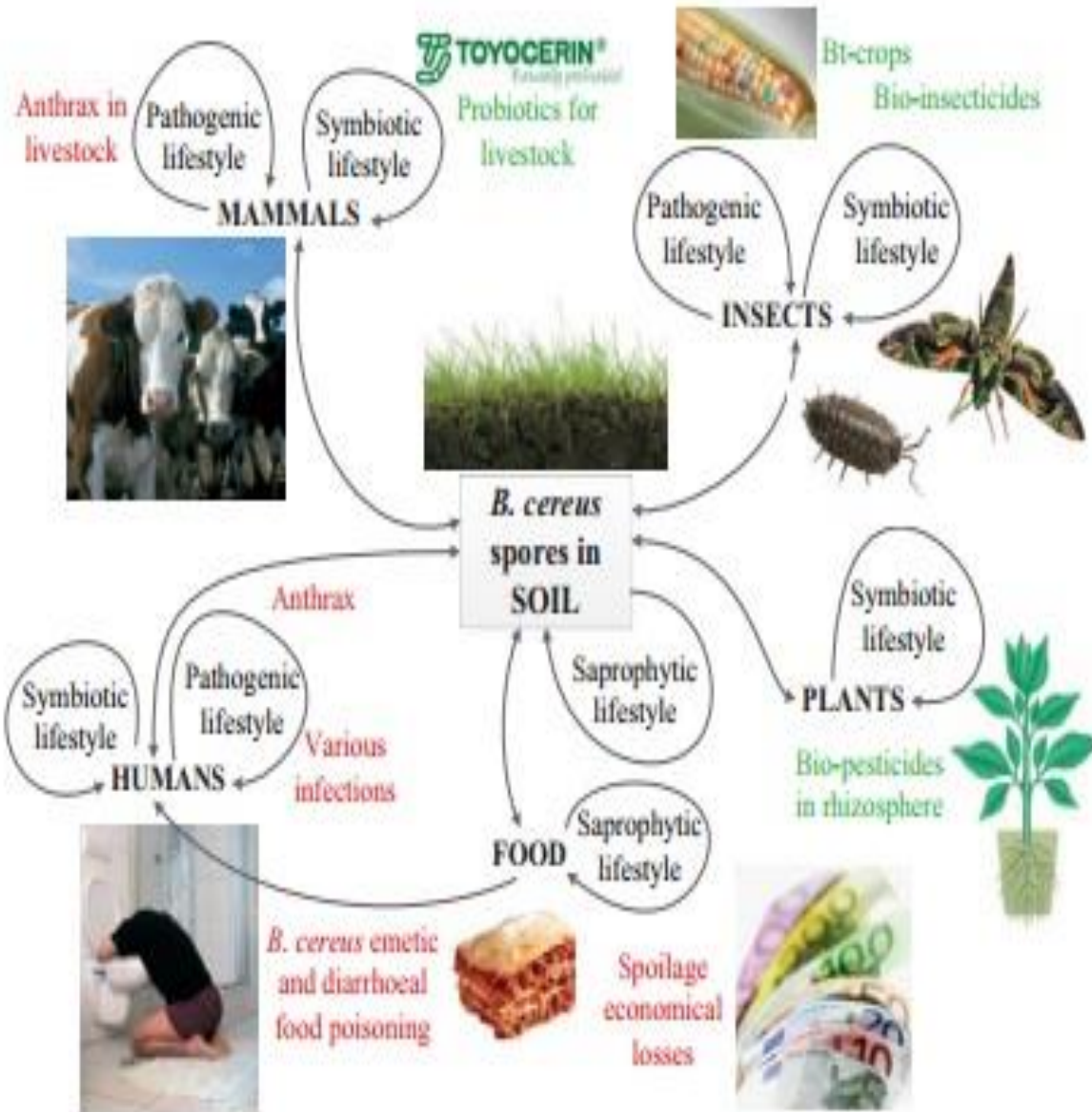
Πρώτες ύλες

Επεξεργασμένα τρόφιμα που δεν
έχουν υποστεί θερμική επεξεργασία

Σπόρια: μέρος της χλωρίδας του
νωπού γάλακτος, αποτελούν
πρόβλημα για τη βιομηχανία



Bacillus cereus



Bacillus cereus group strains display a wide variety of different lifestyles and life cycles in different hosts, leading to a number of divergent applications and diseases, depending on the environmental context, the hosts and the specific characteristics of the strains.

Bacillus cereus

ΕΠΙΒΙΩΣΗ

Θερμοκρασία:

Τα βλαστικά κύτταρα θανατώνονται εύκολα από τη θερμότητα, αλλά τα σπόρια είναι μετρίως ανθεκτικά στη θερμότητα.

Η θερμοκρασιακή αντοχή των σποριών αυξάνεται σε υψηλής περιεκτικότητας σε λιπαρά τρόφιμα (σε σογιέλαιο, ο χρόνος D στο 121°C είναι 30 λεπτά).

Υψηλότερη αντοχή στη θέρμανση παρατηρούνται σε τρόφιμα με χαμηλή a_w

Τα σπόρια είναι πιο ανθεκτικά στην ξηρή θέρμανση από ότι στην υγρή.

Η θερμοανθεκτική τοξίνη μπορεί να επιβιώσει 90 λεπτά σε 126°C

Οι διαρροϊκές τοξίνες αδρανοποιούνται στους 56°C σε 5 λεπτά

Bacillus cereus

pH:

Τα βλαστικά κύτταρα πεθαίνουν σε τιμές pH <4 (π.χ γιαούρτι)

Η θερμοανθεκτική τοξίνη επιβιώνει σε ακραίες τιμές pH (2-11)

a_w :

Τα σπόρια είναι ανθεκτικά σε αποξηραμένα τρόφιμα

Προσθήκη 7.5% NaCl αναστέλλει την ανάπτυξη του μ/ο

Απολυμαντικά μέσα/ καθαριστικά:

Τα περισσότερα χημικά απολυμαντικά που συνήθως χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία τροφίμων θα θανατώσει τον μ/ο που απαντάται σε επιφάνειες.

Bacillus cereus

ΛΟΙΜΩΞΗ

Ο *B. cereus* παράγει δύο είδη τοξίνης:

✓ Θερμοανθεκτική με κύριο σύμπτωμα τον εμετό

➤ η εμετική τοξίνη παράγεται στο τρόφιμο

➤ Οξεάντοχη

➤ Ανθεκτική στη πρωτεόλυση

➤ Θερμοανθεκτική (126°C για 90 λεπτά)

✓ Θερμοευαίσθητη με κύριο σύμπτωμα τις διάρροιες

➤ 3 διαρροϊκές εντεροτοξίνες, παράγονται εντός του γαστρεντερικού σωλήνα.

➤ Ευάλωτες στο όξινο περιβάλλον του στομάχου

➤ Αδρανοποιούνται στους 56°C για 5 λεπτά

Bacillus cereus

ΛΟΙΜΩΞΗ

- ❖ Ο τύπος τροφικής δηλητηρίασης που σχετίζεται με διαρροϊκές τοξίνες (τύπος 2) χαρακτηρίζεται από διάρροια και στομαχικές διαταραχές
- ❖ Τα συμπτώματα του *B. cereus* διαρροϊκού τύπου τροφικής δηλητηρίασης (τύπος 2) μιμούνται αυτά που προκαλούνται από το *Clostridium perfringens*
- ❖ Ο μ/ο πολλαπλασιάζεται αφού εισέλθει στο έντερο παράγοντας τοξίνες
- ✓ Η εκδήλωση διάρροιας, γαστρικών κραμπών, και πόνων συμβαίνει 6-15 ώρες μετά την κατανάλωση του επιμολυσμένου τροφίμου.
- ✓ Ναυτία μπορεί να συνοδεύει τη διάρροια, αλλά σπάνια συμβαίνει εμετός/ πυρετός
- ✓ Τα συμπτώματα διαρκούν στις περισσότερες των περιπτώσεων 24 ώρες
- ✓ Λοιμογόνος δόση 10^5 - 10^7 cfu/g

Bacillus cereus

ΛΟΙΜΩΞΗ

- ❖ Ο τύπος τροφικής δηλητηρίασης που σχετίζεται με την εμετική τοξίνη (τύπος 1) χαρακτηρίζεται από ναυτία και εμετό
- ✓ Χρόνος επώασης: 0,5 έως 6 ώρες μετά την κατανάλωση επιμολυσμένων τροφίμων
- ✓ Η διάρκεια των συμπτωμάτων είναι <24 ώρες.
- ✓ Τα συμπτώματα αυτού του τύπου τροφικής δηλητηρίασης μοιάζουν με αυτά που προκαλούνται από το *Staph. aureus*
- ✓ Λοιμογόνος δόση 10^5 - 10^8 cfu/g
- ✓ Ανθεκτική στη θέρμανση (121°C/ 90 min)

Bacillus cereus

Table 8.1 Characteristics of the two types of illness caused by *B. cereus*^a

Characteristic	Diarrheal syndrome	Emetic syndrome
Dose causing illness	10 ⁵ –10 ⁷ cells (total)	10 ⁵ –10 ⁸ cells per g
Toxin produced	In the small intestine of the host	Preformed in foods
Type of toxin	Protein; enterotoxin(s)	Cyclic peptide; emetic toxin
Incubation period	8–16 h (occasionally >24 h)	0.5–5 h
Duration of illness	12–24 h (occasionally several days)	6–24 h
Symptoms	Abdominal pain, watery diarrhea, and occasionally nausea	Nausea, vomiting, and malaise (sometimes followed by diarrhea, due to production of enterotoxin)
Foods most frequently implicated	Meat products, soups, vegetables, puddings, sauces, milk, milk products	Fried and cooked rice, pasta, pastry, and noodles

^aReprinted from P. E. Granum, p. 373–381, in M. P. Doyle, L. R. Beuchat, and T. J. Montville (ed.), *Food Microbiology: Fundamentals and Frontiers*, 2nd ed. (ASM Press, Washington, DC, 2001).

Bacillus cereus

ΚΡΟΥΣΜΑΤΑ/ ύποπτο γεύμα

- ❑ Τα περισσότερα περιστατικά τροφικής δηλητηρίασης από *B. cereus* έχουν προκύψει από την κατανάλωση μαγειρεμένων φαγητών τα οποία ψύχονται αργά και δεν αποθηκεύονται σωστά.
- Κρούσματα από δηλητηρίαση που οφειλόταν στην θερμοανθεκτική τοξίνη (εμετός) προκλήθηκε από την κατανάλωση προϊόντων ρυζιού και από αμυλούχα τρόφιμα όπως πατάτες και ζυμαρικά.
- Κρούσματα από δηλητηρίαση που οφειλόταν στην θερμοευαίσθητη τοξίνη (διάρροια) προκλήθηκε από την κατανάλωση τροφίμων στα οποία ο πληθυσμός του μ/ο *B. cereus* ήταν υψηλός

Τηγανητό ρύζι, στιφάδο κρέας, λαχανικά:

30 περιπτώσεις.

Λάθος χειρισμοί: ανεπαρκής ψύξη, παρατεταμένη συντήρηση σε λάθος θερμοκρασίες.

Bacillus cereus

ΚΡΟΥΣΜΑΤΑ / ύποπτο γεύμα

Κινεζικό γεύμα σε πακέτο: 7 περιπτώσεις.

Λάθος χειρισμοί : ανεπαρκής ψύξη κατά τη συντήρηση του ρυζιού.

Κακαβιά: 2 περιπτώσεις.

Λάθος χειρισμοί: ανεπαρκής ψύξη, ανεπαρκής αναθέρμανση.

Χοιρινό ψητό: 139 περιπτώσεις.

Λάθος χειρισμοί: ανεπαρκής ψύξη, παρατεταμένη συντήρηση σε θερμοκρασία περιβάλλοντος.

Κοτόπουλο με τηγανητό ρύζι: 14 περιπτώσεις.

Λάθος χειρισμοί: ανεπαρκής ψύξη του μαγειρεμένου ρυζιού

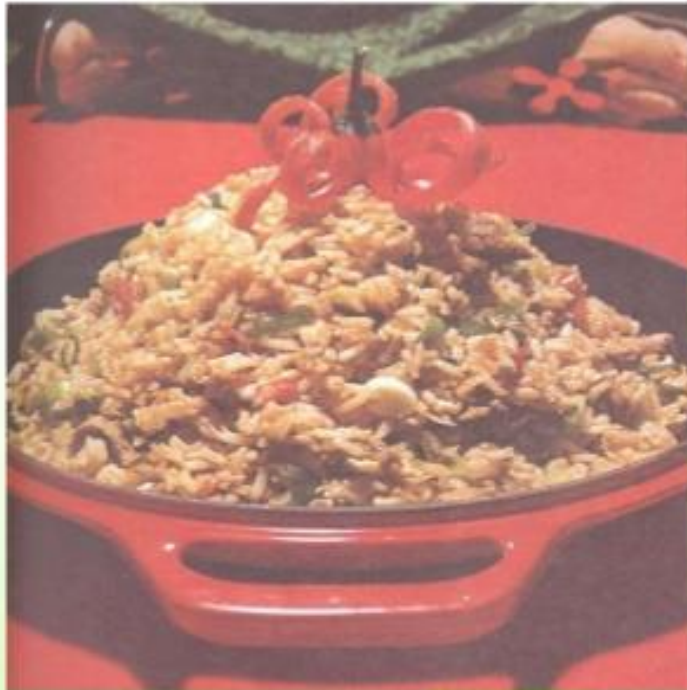
Σαλάτα με μακαρόνια: 5 περιπτώσεις (1 θάνατος)

Λάθος χειρισμοί: ανεπαρκής ψύξη (ψυγείο 14°C) & παρατεταμένη συντήρηση

...πολλές περιπτώσεις δεν αναφέρθηκαν ή διαγνώστηκαν καθώς τα συμπτώματα είναι συνήθως ήπια και/ή βραχείας διάρκειας.

Bacillus cereus

EMETIC FORM



Incubation period < 6 hours
Severe vomiting
Lasts 8-10 hours

DIARRHEAL FORM



Incubation period > 6 hours
Diarrhea
Lasts 20-36 hours

Bacillus cereus

▶ ΛΟΙΜΟΓΟΝΟΣ ΔΟΣΗ : 10^4 .

▶ ΥΠΟΠΤΑ ΤΡΟΦΙΜΑ

❖ ΔΙΑΡΡΟΪΚΗ ΜΟΡΦΗ :

✓ Γάλα

✓ Κρέας

✓ Ιχθυηρά

✓ Λαχανικά

❖ ΕΜΕΤΙΚΗ ΜΟΡΦΗ :

✓ Αμυλώδη τρόφιμα (ρύζι, πατάτες, διάφορα είδη ζυμαρικών)

✓ Κινέζικα φαγητά που περιέχουν ρύζι

✓ Όταν το μικροβιακό φορτίο του γάλακτος είναι υψηλό, ορισμένα θερμοανθεκτικά στελέχη του βακίλλου είναι δυνατόν να επιζήσουν ακόμα και στη θερμοκρασία της υψηλής παστερίωσης (140°C)

✓ Γενικά η παρουσία του στα τρόφιμα οφείλεται σε κακό χειρισμό στα διάφορα στάδια επεξεργασίας τους και σε κακή συντήρηση ή αποθήκευσή τους που επιτρέπει τη βλάστηση των σπορίων του.

ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΕΠΙΒΙΩΣΗ ΤΟΥ ΣΤΑ ΤΡΟΦΙΜΑ

▶ Θερμοκρασία

▶ pH (pH επιβίωσης $<4,35$)

▶ Συντηρητικά

▶ Ανταγωνισμός άλλων μικροοργανισμών

Bacillus cereus

Προφυλάξεις

- ✓ Γρήγορη ψύξη των τροφίμων σε μικρές ποσότητες
- ✓ Ατομική υγιεινή
- ✓ Τήρηση κανόνων υγιεινής σε εστιατόρια/ χώρους επεξεργασίας τροφίμων
- ✓ Αναθέρμανση τροφίμων σε $\theta > 60^{\circ}\text{C}$
- ✓ Ορθή αποστείρωση όπου προβλέπεται

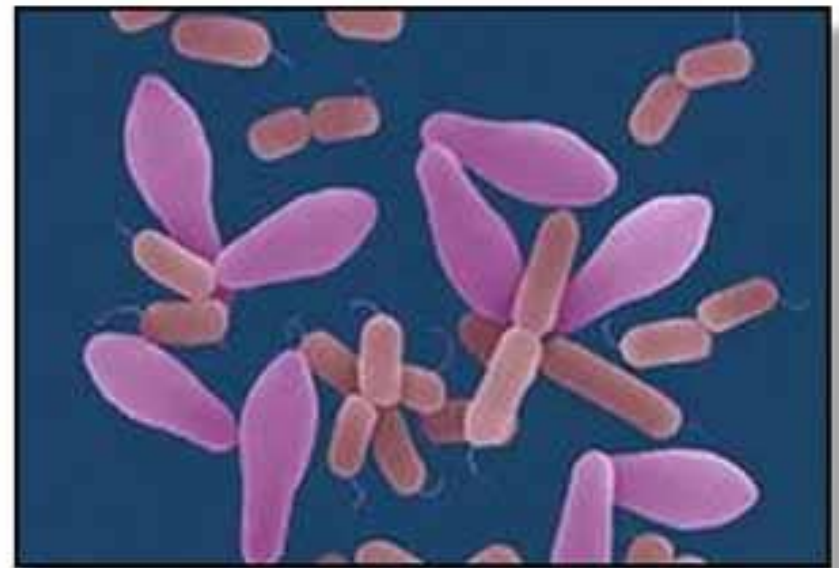
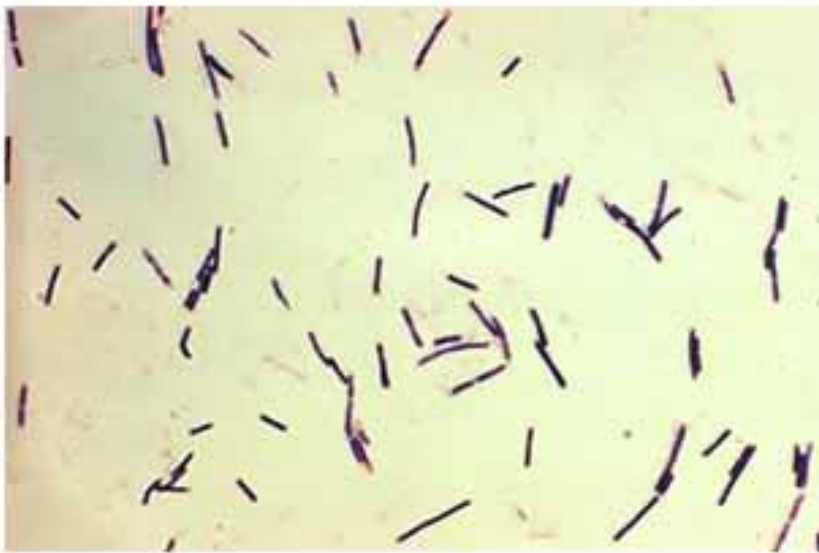
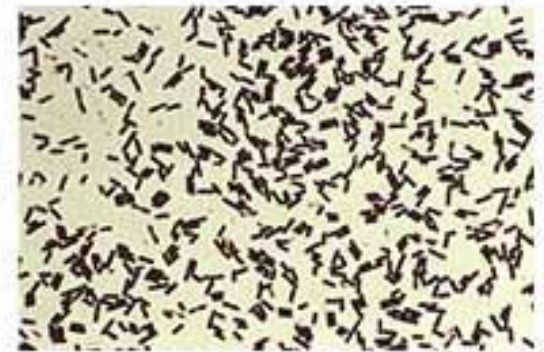
Bacillus cereus

Summary

- *B. cereus* is a sporeformer that is especially problematic in dairy foods.
- It is a normal inhabitant of soil and is isolated from a variety of foods.
- Two different toxins cause an emetic or a diarrheal type of foodborne illness.
- Desserts, meat dishes, and dairy products are frequently associated with diarrheal illness.
- Rice and pasta are the most common vehicles of emetic illness.
- Some strains of the *B. cereus* group grow at refrigeration temperatures.
- *B. cereus* foodborne illness is probably highly underreported.

Clostridium perfringens

Morphology of *Clostridium perfringens*



Clostridium perfringens

Gram+, αναερόβιος, σπορογόνος μ/ο ευρέως διαδεδομένος στο περιβάλλον, εμφανίζεται στην εντερική χλωρίδα ανθρώπων και ζώων.

Παράγοντες Ανάπτυξης:

ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ:

Min 12°C

Optimum 37-45°C

Max 50°C

pH: 5,5- 9,0

a_w : > 0.94 για βλαστική ανάπτυξη

Clostridium perfringens

Πηγές

Σπόρια ανευρίσκονται στο χώμα, ιζήματα, μέρη με κοπρανώδη ρύπανση

Αναπτύσσεται εξαιρετικά γρήγορα σε τρόφιμα με υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη

Μαγείρεμα καταστρέφει την ανταγωνιστική μικροχλωρίδα/ ανεπαρκής ψύξη/ γρήγορος ρυθμός ανάπτυξης: 6-9 min @ 43-45°C

Επιβιώνουν της επεξεργασίας τροφίμων λόγω της ικανότητας να αναπτύσσονται σε ευρύ φάσμα Θ.

Τρόφιμα

Κρέατα, αλλαντικά, ψάρια, οστρακοειδή, σούπες, ζωμοί, μπαχαρικά, αρωματικά φυτά

Clostridium perfringens

Clostridium perfringens: το πιο διαδεδομένο παθογόνο, 250.000 περιστατικά στις ΗΠΑ, 7 θάνατοι κατά μέσο όρο

Τρόφιμα

Κρέατα, αλλαντικά, ψάρια, οστρακοειδή, σούπες, ζυμοί, μπαχαρικά, αρωματικά φυτά

Λόγος πρόκλησης τροφικής δηλητηρίασης: κακή θερμοκρασιακή μεταχείριση

- ❖ Λανθασμένη θερμική επεξεργασία των έτοιμων τροφίμων.
- ❖ Πολλαπλασιασμός μ/ο μετά το μαγείρεμα κατά τη διάρκεια ψύξης και συντήρησης των τροφίμων
- ❖ Αργή ψύξη τροφίμων, διατήρηση τροφίμου πολλές ώρες σε υψηλή θερμοκρασία (<50°C)
- ❖ Μαζική σίτιση (σχολεία, νοσοκομεία, φυλακές κλπ.)

Clostridium perfringens

Ικανότητα να παράγει εξωτοξίνες

Πέντε τύποι τοξίνης: A, B, C, D, E

Τροφική δηλητηρίαση στον άνθρωπο οφείλεται στην A, ανθεκτική στη θερμότητα (ελλιπές μαγείρεμα, ψύξη, αποθήκευση)

Σπανιότερα τροφική δηλητηρίαση από τοξίνη τύπου C



Refrigerate leftovers and reheat them properly.

Clostridium perfringens

Χαμηλή θνησιμότητα

Τροφοτοξίνωση τύπου A

Χρόνος επώασης: 6-22 ώρες (μ.ο 12 ώρες)

Συμπτώματα: διάρροια, κοιλιακές κράμπες, σπάνια εμετός & πυρετός

Διάρκεια συμπτωμάτων: 12- 24 ώρες

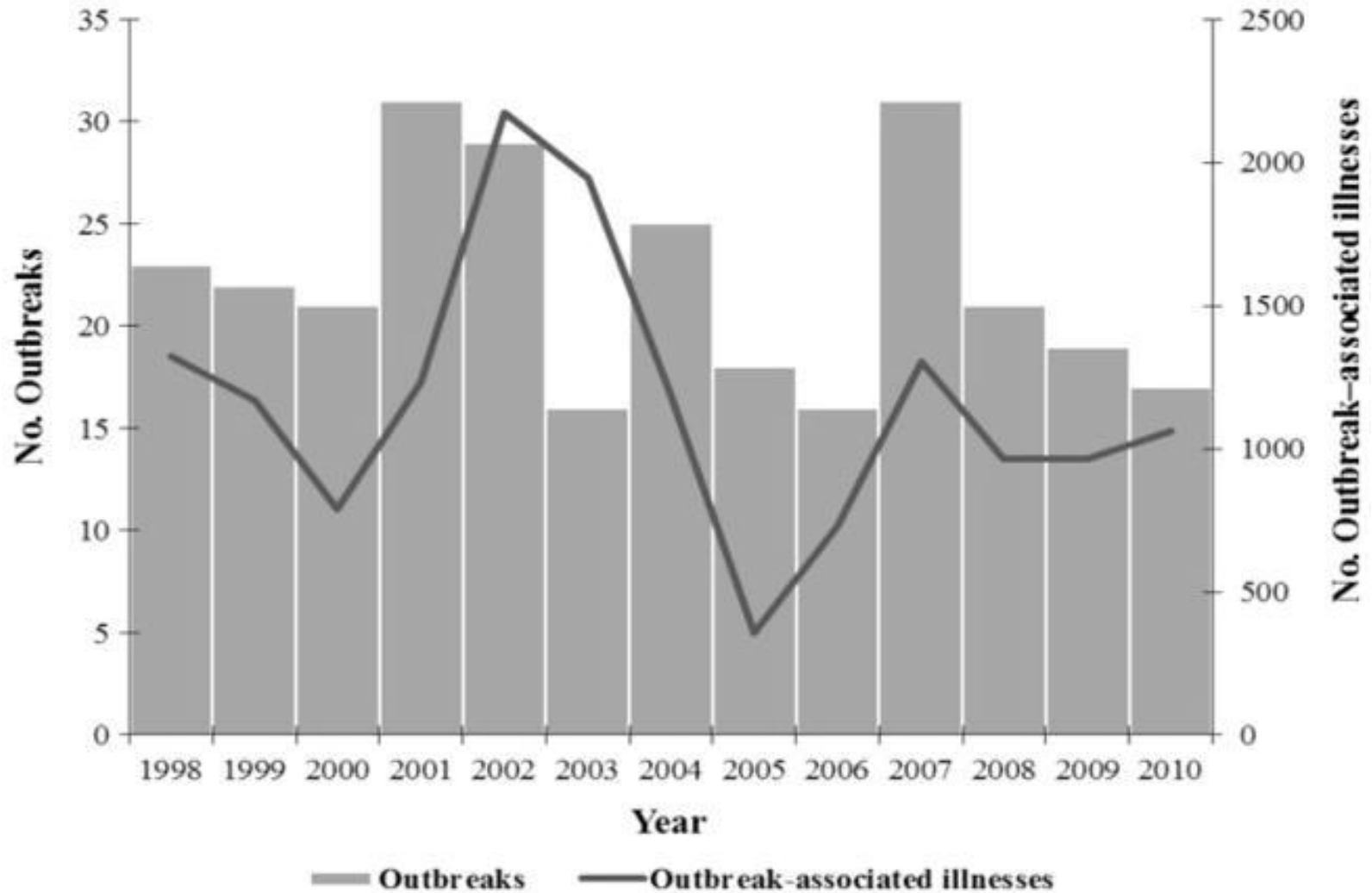
Τροφοτοξίνωση τύπου C

Χρόνος επώασης: 6-22 ώρες (μ.ο 12 ώρες)

Συμπτώματα: διάρροια, κοιλιακές κράμπες, εμετός, οξεία φλεγμονή του λεπτού εντέρου που οδηγεί σε νέκρωση και γάγγραινα. Θανατηφόρα περιστατικά έχουν καταγραφεί.

Διάρκεια συμπτωμάτων: 12- 24 ώρες

Clostridium perfringens



Number of *Clostridium perfringens* outbreaks and outbreak-associated illnesses, United States, 1998–2010

doi: [10.1089/fpd.2012.1316](https://doi.org/10.1089/fpd.2012.1316)

Clostridium perfringens

Η εντεροτοξίνωση από το βακτήριο παρουσιάζει τις παρακάτω ιδιαιτερότητες:

- Για την εκδήλωσή της απαιτείται η κατανάλωση μεγάλου αριθμού κυττάρων ($> 5 \log/g$) τα οποία είτε προϋπάρχουν στην τροφή είτε αυξήθηκαν σε αριθμό μέσα στο λεπτό έντερο (θανατώνονται κατά τη διέλευση από το στομάχι).

- Τα κύτταρα πολλαπλασιάζονται με ταχύτατο ρυθμό και ολοκληρώνουν μια κυτταρική διαίρεση κάθε 10-12 λεπτά

- Η εντεροτοξίνη είναι πρωτεΐνη που προορίζεται για περίβλημα των σπορίων του βακτηρίου, η δε περίσσεια προκαλεί τροφική δηλητηρίαση

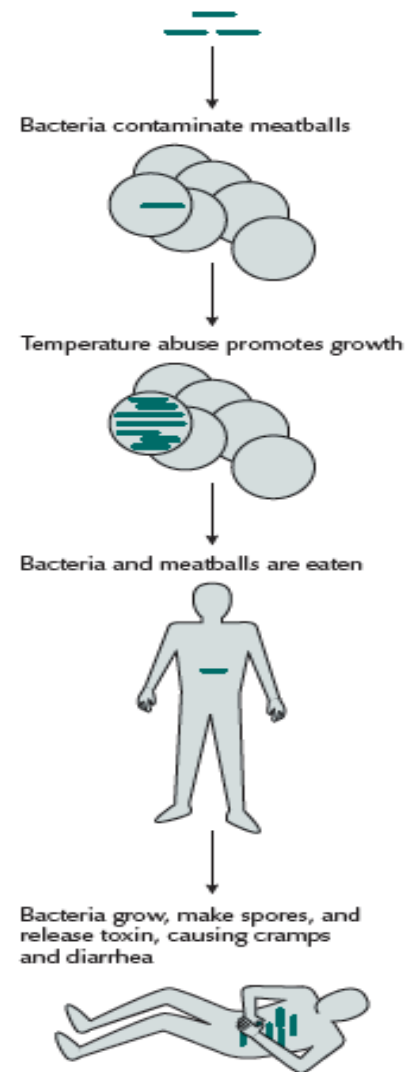


Figure 11.1 Schematic representation of *C. perfringens* food poisoning. Vegetative cells or spores contaminate a meat product and multiply rapidly when food is "incubated." A person consumes the vegetative cells, which then multiply rapidly in the small intestine (producing lots of gas) and sporulate, releasing the toxin at the same time as the spores. The victim is very sick with gas, cramps, and diarrhea but recovers in 24 to 48 h. doi:10.1128/97815555817206.ch11.f11.01

Clostridium perfringens

ΕΠΙΔΗΜΙΕΣ ΑΠΟ *Clostridium perfringens*

ΗΠΑ, 1999 :

- 238 κρούσματα από κατανάλωση βοδινού σε νοσοκομείο
- 190 κρούσματα από κατανάλωση λαχανικών σε picnic
- 27 κρούσματα από κατανάλωση ριγκατόνι σε φυλακή
- 20 κρούσματα από κατανάλωση κοτόπουλου σε εκδήλωση ναού
- 24 κρούσματα από κατανάλωση roast beef σε picnic
- 13 κρούσματα από κατανάλωση γαλοπούλας σε εστιατόριο
- 35 κρούσματα από κατανάλωση σάλτσας ντομάτας σε σχολείο
- 87 κρούσματα από κατανάλωση ψητού κοτόπουλου σε εστιατόριο επιχείρησης

Clostridium perfringens

Προφυλάξεις

Καλό μαγείρεμα τροφίμων

Κατανάλωση τροφίμων σε σύντομο χρονικό διάστημα μετά το μαγείρεμα τους

Γρήγορη ψύξη και σε μικρές ποσότητες

Αναθέρμανση σε υψηλές θερμοκρασίες (>70°C)

Βελτίωση αρδευτικού/ αποχετευτικού συστήματος

Ατομική υγιεινή χειριστών τροφίμων

Τα σπόρια επιβιώνουν στο μαγείρεμα και πολλαπλασιάζονται κατά τη διάρκεια της ψύξης. Το μαγείρεμα απομακρύνει το O₂ οπότε δημιουργούνται ιδανικές συνθήκες αύξησης για τον μ/ο

Clostridium botulinum

Γαλλία: Μία νεκρή και πολλά κρούσματα αλλαντίασης από σαρδέλες – «Κίνδυνος έξαρσης»

Το γαλλικό υπουργείο Υγείας εξέδωσε έκτακτη προειδοποίηση στους επαγγελματίες εστίασης στη Γαλλία και στο εξωτερικό



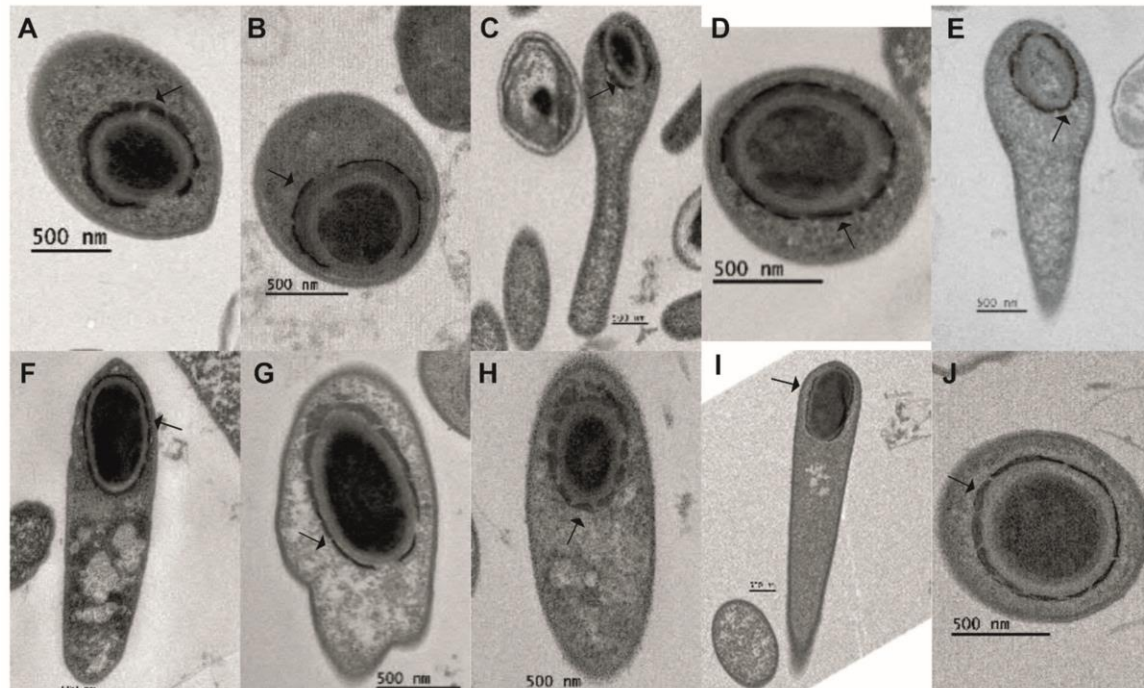
Wholesome
homemade?
or
Harbor for
pathogens?

Γείτονας της οικογένειας ανέφερε ότι ειδοποιήθηκε το βράδυ της Πέμπτης από τον σύζυγο της 77χρονης για την κατάσταση που βρίσκονταν οι δύο γυναίκες. «Η 47χρονη είχε ελάχιστο σφυγμό. Οι διασώστες του ΕΚΑΒ της έκαναν μαλάξεις και την διασωλήνωσαν επί τόπου. Η μητέρα ήταν πλάγια στο κρεβάτι και κουνούσε μόνο το κεφάλι» είπε και συμπλήρωσε: «Κατά καιρούς έφτιαχναν μόνες τους κάποια είδη από τουρσί και μελιτζάνα και φασολάκια. Δεν ξέρω τι ήταν αυτό που προκάλεσε τη δηλητηρίαση. Από την Πέμπτη ξημερώματα άρχισαν να κάνουν εμετό και άργησαν να ζητήσουν βοήθεια».

Clostridium botulinum

- ❑ Gram +, σπορογόνο βακτήριο
- ❑ Αυστηρά αναερόβιο
- ❑ Κινητό με περίτριχες βλεφαρίδες
- ❑ Παράγει ισχυρή νευροτρόπο τοξίνη
- ❑ Περιλαμβάνει τους τύπους **A, B, Ca, Cb, D, E, F & G**
- ❑ Το 1820 περιγράφηκε η αλλαντίαση (βουτυλισμός) ως ασθένεια, προκαλείται από κατανάλωση τροφής (λουκάνικα) που περιέχει τη νευροτρόπο τοξίνη του *Clostridium botulinum*
- ❑ Στον άνθρωπο οι τύποι **A, B, E & F** προκαλούν βοτουλισμό

Clostridium botulinum



Int. J. Mol. Sci. 2022, 23(2), 754;
<https://doi.org/10.3390/ijms23020754>

Table 10.2 Grouping and characteristics of strains of *C. botulinum*^a

Characteristic	Toxin group			
	I	II	III	IV
Neurotoxin type(s)	A, B, F	B, E, F	C, D	G
Minimum temp (°C) for growth	10	3	15	ND ^b
Optimum temp (°C) for growth	35–40	18–25	40	37
Minimum pH for growth	4.6	ca. 5	ND	ND
Inhibitory NaCl concn (%)	10	5	ND	ND
Minimum a _w for growth	0.94	0.97	ND	ND
D _{100°C} of spores (min)	25	<0.1	0.1–0.9	0.8–1.12
D _{121°C} of spores (min)	0.1–0.2	<0.001	ND	ND

^aReprinted from J. W. Austin, p. 329–349, in M. P. Doyle, L. R. Beuchat, and T. J. Montville (ed.), *Food Microbiology: Fundamentals and Frontiers*, 2nd ed. (ASM Press, Washington, DC, 2001).

^bND, not determined.

Clostridium botulinum

Παράγοντες ανάπτυξης

- Θερμοκρασία

Min 10°C (τύπος A, B) 3°C (τύπος E)

Optimum 30-37°C, παραγωγή τοξίνης 33-37°C

Max 48°C

- pH:

➤ Παραγωγή τοξίνης > 4.6

➤ Βλάστηση σπορίων > 5.01

- a_w : 0.95 (αναστολή <0.94)

- NaCl ανασταλτική συγκέντρωση 5-8% (για τύπου A: 10%)

- Συντηρητικά: νιτρώδη, ανασταλτικός παράγοντας

- Ανταγωνιστικοί μ/ο: LAB, *Bacillus* spp., Yeasts

- Θερμική απενεργοποίηση

Clostridium botulinum

Χαρακτηριστικά: ορολογικοί τύποι A, B, E και σπάνια F είναι νοσογόνοι του ανθρώπου, ο τύπος D των βοοειδών, και ο τύπος C των πτηνών. Τα χοιρινά εμφανίζουν αντίσταση στην αλλαντίαση

Ο τύπος A ενδημεί στις Δυτικές Πολιτείες της Β. Αμερικής, ο τύπος B στις Κεντρικές, Ανατολικές Πολιτείες (πρωτεολυτικά στελέχη) και στην Ευρώπη (μη πρωτεολυτικά στελέχη), ο τύπος E στην Ιαπωνία, στον Καναδά, στις Σκανδιναβικές χώρες και στην Αλάσκα (βόρειες περιοχές γενικότερα)

Η Μεσόγειος χαρακτηρίζεται από μικρό αριθμό κρουσμάτων και είναι η λιγότερο μολυσμένη περιοχή

Clostridium botulinum

ΠΗΓΕΣ

- Αφθονεί στο περιβάλλον (χώμα, κοίτες ποταμών και λιμνών, πυθμένα ακτών) Βρίσκεται στο πεπτικό σύστημα ζώων, πτηνών και ψαριών
 - Οι τύποι τροφίμων που εμπλέκονται στην τροφική δηλητηρίαση από τον μ/ο ποικίλουν ανάλογα με τις συνθήκες συντήρησης και τον τρόπο κατανάλωσης των τροφίμων
 - Τρόφιμο που επεξεργάζεται με τρόπο που επιτρέπει την επιβίωση των σπορίων του μ/ο και πριν καταναλωθεί δε θερμαίνεται σε Θ που ανενεργοποιεί την τοξίνη μπορεί να προκαλέσει τ.δ.
 - Τρόφιμα με τιμές $pH > 4.6$ τα οποία υφίστανται ανεπαρκή θερμική επεξεργασία, συσκευάζονται αναεροβίως (κονσέρβα ή σε κενό) και συντηρούνται σε θερμοκρασίες δωματίου ευνοούν την ανάπτυξη του μ/ο & παραγωγή τοξίνης
- Έχει βρεθεί σε καλαμπόκι κονσέρβας, τεύτλα, πράσινα φασόλια, κοτόπουλο, κονσερβοποιημένα κρέατα, λουκάνικο, καπνισμένα και παστά ψάρια κλπ.

Clostridium botulinum

ΠΗΓΕΣ

- Τα ψάρια προσβάλλονται κυρίως από σπόρια του μ/ο από το περιβάλλον ή κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας τους
- Στα κρέατα, φρούτα και λαχανικά εμφανίζονται συνήθως οι τύποι A & B
- Σπόρια του μ/ο έχουν βρεθεί στο μέλι και στις βρεφικές τροφές
- Τρόφιμα συσκευασμένα υπό κενό (π.χ. μπέικον) υποστηρίζουν την ανάπτυξη της τοξίνης χωρίς εμφανείς αλλοιώσεις
- Κονσερβοποιημένα τρόφιμα (κυρίως σπιτικές κονσέρβες)
- Κρεατοσκευάσματα (αλλαντικά, βραστό χοιρομέρι, λουκάνικα Φραγκφούρτης, καπνιστό ζαμπόν και γαλοπούλα)
- Προμαγειρεμένα γεύματα που συσκευάζονται σε κενό και διατηρούνται σε απλή ψύξη

Clostridium botulinum

Table 7.5a *Foodborne botulism in the United Kingdom*

<i>Year</i>	<i>Number of deaths/cases</i>	<i>Food vehicle</i>	<i>(Home produced)</i>	<i>C. botulinum toxin type</i>
1922	8/8	Duck paté	(No)	A
1932	1/2	Rabbit and pigeon broth	(Yes)	?
1934	0/1	Jugged hare	(Yes)	?
1935	4?/5?	Vegetarian nut brawn	(Yes)	A
1935	1/1	Minced meat pie	(Yes)	B
1949	1/5	Macaroni cheese	(Yes)	?
1955	0/2	Pickled fish	(?)	A
1978	2/4	Canned salmon	(No)	E
1987	0/1	Rice and vegetables, shelf-stable airline meal	(No)	A
1989	1/27	Hazelnut puré added to yoghurt	(No)	B
1998	1/2	Bottled mushrooms	(Yes)	B
2003	1/1	Polish sausage	(Yes)	B
2004	0/2	Travel/Hummus	(?)	—
2005	0/1	Polish preserved pork	(Yes)	—

Adapted from *Eurosurveillance*, vol.4, Jan 1999

Clostridium botulinum

Table 10.1 Reported foodborne botulism cases

Country	Period	No. of cases	Usual type	Usual food
Argentina	1979–1997	277	A	Preserved vegetables
Belgium	1988–1998	10	B	Meats
Canada	1985–1999	183	E	Traditional Inuit fermented marine mammal meat
China	1958–1989	2,861	A, B	Fermented bean products
France	1988–1998	72	B	Home-cured ham
Germany	1988–1998	177	B	Meats
Iran	1972–1974	314	E	Fish
Italy	1988–1998	412	B	Vegetables preserved in oil or water
Japan	1951–1987	479	E	Fish or fish products
Norway	1975–1997	26	E	<i>Rakfisk</i> (traditional fermented fish)
Poland	1988–1998	1,995	B	Home-preserved meats
Russia	1988–1992	2,300	B	Home-preserved mushrooms, fish
Spain	1988–1998	92	B	Vegetables
United States	1950–1996	1,087	A	Vegetables

Clostridium botulinum

Τα τρόφιμα χαμηλής οξύτητας ($\text{pH} > 4,6$) αποτελούν την πιο συχνή πηγή τροφιμογενούς αλλαντίασης που συνδέεται με την κατανάλωση κονσερβοποιημένων προϊόντων που παρασκευάζονται σε οικιακό περιβάλλον. Στην κατηγορία των τροφίμων χαμηλής οξύτητας περιλαμβάνονται:

Η πλειονότητα των λαχανικών (π.χ. σπαράγγια, πράσινα φασολάκια, παντζάρια, πατάτες, καλαμπόκι)

Ορισμένα φρούτα (π.χ. σύκα, κάποιες ποικιλίες ντομάτας)

Γάλα

Κρέας (όλα τα είδη)

Ψάρια

Θαλασσινά

Η επιμόλυνση ενός τροφίμου μπορεί να γίνει λόγω ακατάλληλου χειρισμού του κατά την επεξεργασία, την αποθήκευση ή τη χρήση του. Παραδείγματα τροφίμων που έχουν επιμολυνθεί με την τοξίνη της αλλαντίασης είναι:

Ψιλοκομμένο σκόρδο σε λάδι

Κονσέρβα σάλτσας (sauce) τυριού

Κονσέρβες ντομάτας

Χυμός καρότου

Ψημένες πατάτες τυλιγμένες με αλουμινόχαρτο

Clostridium botulinum

Η αλλαντίαση είναι μια σπάνια αλλά σοβαρή παραλυτική νόσος που προκαλείται από μια νευροτοξίνη η οποία παράγεται από τον μ/ο *Clostridium botulinum*

Ο μ/ο δεν προκαλεί μόλυνση στον άνθρωπο. Για να προκληθεί ασθένεια πρέπει να υπάρχει σχηματισμένη τοξίνη στο τρόφιμο

Επώαση: 12-96 ώρες

Τα συμπτώματα στην τροφιμογενή αλλαντίαση ξεκινούν είτε πολύ νωρίς, μέσα σε 6 ώρες από την κατανάλωση μολυσμένης τροφής, είτε αργά έως και 10 ημέρες μετά.

Όσο πιο σύντομα εμφανίζονται τα συμπτώματα, τόσο πιο σοβαρή η νόσος

BOTULISM SIGNS AND SYMPTOMS



Clostridium botulinum

Συμπτώματα:

Αρχικά: ναυτία και εμετός

Στη συνέχεια: νευρολογικά συμπτώματα

Κόπωση, πονοκέφαλοι, ίλιγγος, διαταραχές της όρασης, αδυναμία κατάποσης, ξηροστομία, δυσκολία κατά την ομιλία, υπνηλία, παράλυση των πνευμόνων.

Τα νευρολογικά συμπτώματα είναι αποτέλεσμα της μυϊκής παράλυσης που προκαλείται από την αλλαντική τοξίνη και περιγράφονται ως «χαλαρή συμμετρική κατιούσα παράλυση»

Η παράλυση των αναπνευστικών μυών μπορεί να είναι θανατηφόρα αν δεν αντιμετωπιστεί εγκαίρως με μηχανική υποστήριξη της αναπνοής.

Δεν παρατηρείται πυρετός ή απώλεια συνείδησης. Μπορεί να συνυπάρχουν γαστρεντερικές διαταραχές, όπως ναυτία, έμετος, δυσκοιλιότητα ή σπανιότερα διάρροια

Clostridium botulinum

Στα νήπια κάτω των 12 μηνών προκαλείται αλλαντίαση από την κατάποση σπορίων του μ/ο που αποικίζουν και παράγουν την τοξίνη στο εντερικό κομμάτι των νηπίων (εντερική αλλαντίαση τοξιναιμίας)

Θεωρείται ότι ο αποικισμός του εντέρου από τα σπόρια του *C. botulinum* στα βρέφη συμβαίνει γιατί στις ηλικίες αυτές δεν έχει εγκατασταθεί πλήρως η φυσιολογική χλωρίδα του εντέρου που ανταγωνίζεται την εγκατάσταση των παθογόνων μικροβίων.



Figure 10.2 An infant with flaccid paralysis that is characteristic of human botulism. Courtesy of the CDC. doi:10.1128/9781555817206.ch10.f10.02

Clostridium botulinum

Τα κλινικά συμπτώματα περιλαμβάνουν δυσκοιλιότητα, απώλεια όρεξης, αδύναμο κλάμα, αδύναμο μυϊκό τόνο, λήθαργο και απώλεια στήριξης της κεφαλής.

Η κλινική εικόνα κυμαίνεται από ήπια που δεν απαιτεί εισαγωγή στο νοσοκομείο μέχρι αιφνίδιο θάνατο

Case study: 1970, Καλιφόρνια, μέλι και θηλάζοντα ή όχι βρέφη

Το περιβάλλον (χώμα, νερό, σκόνη) είναι σημαντική πηγή σπορίων και το **ΜΕΛΙ** είναι το κύριο τρόφιμο που έχει συνδεθεί με την αλλαντίαση νηπίων

Clostridium botulinum

ΕΠΙΔΗΜΙΕΣ ΑΠΟ *Clostridium botulinum*

❖ 1999 – ΙΑΠΩΝΙΑ:

- 36 κρούσματα , 11 θάνατοι από κατανάλωση κονσερβοποιημένων λαχανικών – ανιχνεύτηκε τοξίνη του *C. Botulinum*

❖ 1998 – ΚΑΝΑΔΑΣ:

- 37 κρούσματα σε εστιατόριο από λαδόξιδο αποθηκευμένο σε θερμοκρασία δωματίου

❖ 1999 – ΗΠΑ:

- 3 επιδημίες – 50 κρούσματα – 1 θάνατος από κατανάλωση πατατοσαλάτας
- 28 κρούσματα – 1 θάνατος από κατανάλωση κονσερβοποιημένων κρεμμυδιών
- 27 κρούσματα – 1 θάνατος από κατανάλωση γιαουρτιού

Clostridium botulinum

ΚΡΟΥΣΜΑΤΑ

Στην Ελλάδα αποτελεί ένα από τα σπανιότερα δηλούμενα νοσήματα. Το χρονικό διάστημα 2004-2015 δηλώθηκε ένα εργαστηριακά επιβεβαιωμένο κρούσμα αλλαντίασης σε βρέφος 3,5 μηνών από την περιφέρεια Πελοποννήσου.

Η μέση ετήσια δηλούμενη επίπτωση το έτος 2014 στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης ήταν 0,02 κρούσματα ανά 100.000 πληθυσμού

Στις ΗΠΑ καταγράφονται περίπου 145 κρούσματα αλλαντίασης κάθε χρόνο. Από αυτά, το 65% είναι κρούσματα βρεφικής αλλαντίασης, το 20% τραυματικής και το 15% τροφιμογενούς αλλαντίασης.

Επιδημίες τροφιμογενούς αλλαντίασης έχουν ξεσπάσει στο παρελθόν: (α) στην Ταϊλάνδη το 2006 (κατανάλωση σπιτικών μπαμπού), (β) στην Κίνα το 2007 (κατανάλωση ατελώς συντηρημένου λουκάνικου) και (γ) στο Τέξας των ΗΠΑ το 2007 (κατανάλωση κονσέρβας σάλτσας τσίλι).

Clostridium botulinum

ΠΡΟΦΥΛΑΞΕΙΣ

Επαρκής ψύξη

Ατομική υγιεινή χειριστών τροφίμων

Επαρκές μαγείρεμα και θερμική επεξεργασία

Αποφυγή κατανάλωσης οικιακών κονσερβοποιημένων τροφίμων

Βρασμός οικιακών κονσερβοποιημένων τροφίμων τουλάχιστον για 15 λεπτά

Απόρριψη όλων των αλλοιωμένων ή διογκωμένων κονσερβών

Clostridium botulinum

Summary

- *Clostridium botulinum* is an anaerobic sporeformer.
- Botulism is a rare but very serious disease. It can be caused by improper canning, temperature abuse, deep puncture wounds, or, in the case of infants, colonization of the digestive tract.
- Symptoms of botulism poisoning are neurological and muscular, such as double vision, slurred speech, and paralysis.
- *C. botulinum* spores are the target of regulations for the canning of low-acid foods.
- Canned foods having a pH of >4.6 and an a_w of >0.86 must receive a "12D botulinum cook."
- *C. botulinum* strains produce seven antigenically different neurotoxins.
- Botulinal toxin is a protein that is the most toxic substance known but is easily inactivated by heat.

Case study: οικιακά κονσερβοποιημένες σαρδέλες

Χθες έγινε γνωστό πως μία γυναίκα έχασε τη ζωή της και άλλοι 12 νοσηλεύονται, αφού γευμάτισαν στο ίδιο εστιατόριο.

Όλοι όσοι εμφάνισαν συμπτώματα κατανάλωσαν σαρδέλες που είχε αποθηκεύσει σε βάζα ο ιδιοκτήτης. Μάλιστα, οι αρχές δεν αποκλείουν το ενδεχόμενο να υπάρξουν κι άλλα κρούσματα τις επόμενες ημέρες. Για αυτό τον λόγο, κάλεσαν όσους γευμάτισαν στο συγκεκριμένο εστιατόριο και εμφανίσουν διάρροια, εμετό, ή προβλήματα όρασης και ομιλίας, να απευθυνθούν σε γιατρό για να λάβουν την απαραίτητη θεραπεία

Ο εστιατορας δήλωσε πως όταν άνοιξε κάποια βάζα με σαρδέλες διαπίστωσε ότι είχαν μια έντονη οσμή και τα πέταξε. Όμως, συμπλήρωσε, τα υπόλοιπα του φάνηκαν εντάξει και για αυτό σέρβφρε το περιεχόμενό τους.

Τα ύποπτα τρόφιμα είναι σαρδέλες σε κονσέρβα που παρασκευάζονται στο σπίτι από τον ιδιοκτήτη του εστιατορίου. Συνολικά, υπήρχαν εννέα βάζα με σαρδέλες σερβφισμένα σε τραπέζια, το καθένα από τα οποία θα περιέχει τρεις έως τέσσερις σαρδέλες, οι οποίες θα μπορούσαν ενδεχομένως να έχουν μολύνει 25 άτομα, σύμφωνα με την υπηρεσία προστασίας πληθυσμού του νομού.

Ερωτήσεις..

Σε ποιο στάδιο σχηματίστηκε η τοξίνη?

Ποια διαδικασία ήταν λανθασμένη?

Τι είδος τοξίνης προκάλεσε τη δηλητηρίαση?

Case study: food poisoning associated with fried rice at two child day care centers-Virginia, 1993

Ύποπτο γεύμα:

Σαλάτα, κρέας βραστό με λαχανικά, τηγανιτό ρύζι με κοτόπουλο

Μαγείρεμα ρυζιού 24h πριν τη κατανάλωση → παραμονή σε Θ περιβάλλοντος πριν τη ψύξη → επόμενη ημέρα τηγάνισμα με κοτόπουλο → παράδοση εντός λίγων ωρών → παραμονή εκτός ψυγείου & σερβίρισμα χωρίς προηγούμενη αναθέρμανση

Αποτέλεσμα → τροφική λοίμωξη σε 33 παιδιά σε παιδικό σταθμό με συμπτώματα ναυτία (71%), κράμπες ή πόνο στην κοιλιά (36%) και διάρροια (14%). Η διάμεση περίοδος επώασης ήταν 2 ώρες (εύρος: 1,5-3,5 ώρες). Τα συμπτώματα υποχώρησαν κατά μέσο όρο 4 ώρες μετά την έναρξη

Ερωτήσεις..

Σε ποιο στάδιο σχηματίστηκε η τοξίνη?

Ποια διαδικασία ήταν λανθασμένη?

Τι είδος τοξίνης προκάλεσε τη δηλητηρίαση?

Case study: food poisoning associated with canned beef, 1994

Ύποπτο γεύμα:

Κρέας από κονσέρβα/ σάντουιτς με κρέας

τοπικό μαγαζί delicatessen: βράσιμο βοδινού κρέατος σε κονσέρβα → παραμονή σε θερμοκρασία περιβάλλοντος και μετά ψύξη → αναθέρμανση σε 48°C → παρασκευή σάντουιτς με κρέας και συντήρηση σε θερμοκρασία περιβάλλοντος μέχρι την κατανάλωση

Αποτέλεσμα → τροφική λοίμωξη σε 156 άτομα

Ερωτήσεις..

Σε ποιο στάδιο σχηματίστηκε η τοξίνη?




Ποια διαδικασία ήταν λανθασμένη?

Τι είδος τοξίνης προκάλεσε τη δηλητηρίαση?



Review

Fruit Juice Spoilage by *Alicyclobacillus*: Detection and Control Methods—A Comprehensive Review

Patra Sourri ¹, Chrysoula C. Tassou ^{1,*} , George-John E. Nychas ²  and Efstathios Z. Panagou ^{2,*} 

Foods 2022, 11(5), 747; <https://doi.org/10.3390/foods11050747>

Alicyclobacillus acidoterrestris

Aerobic, rod-shaped endospore forming



SPOILAGE



Alicyclobacillus spp.



A. acidoterrestris

Grows at pH 2.0-7.0
(opt. 3.5- 4.0)

Grows at 25-60 °C
(opt. 40-45 °C)

Heat resistant spores due to ω -cyclohexane fatty acids

Spoilage is not visible

Non-Pathogenic

Guaiacol production

Alicyclobacillus acidoterrestris

CONTROL



Alicyclobacillus spp.

Chemical Treatments

Disinfectants
Ozone

Organic acids

Natural compounds

- of microbial origin
- of animal origin
- of plant origin



Physical treatments

Thermal pasteurization



Non-thermal treatments

High Hydrostatic Pressure

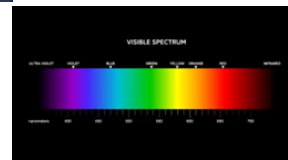
High pressure homogenization

Microwaves

Ultraviolet (UV-C) light

Ohmic heating

Pulsed electric field



Τροφικές δηλητηριάσεις, γενικά συμπεράσματα

Η κατάσταση σήμερα:

Τα τροφογενή νοσήματα, έχουν παγκόσμια γεωγραφική εξάπλωση ενώ τα τελευταία χρόνια αυξάνονται και βρίσκονται στο επίκεντρο της επιστημονικής αλλά και της κοινής γνώμης.

- Στις ΗΠΑ αναφέρονται περίπου 25.000.000 κρούσματα/χρόνο, με κόστος αποζημιώσεων και αποκατάστασης της εμπιστοσύνης του καταναλωτή που φθάνει τα 23 δισεκατομμύρια δολάρια.
- Ανάλογο πρόβλημα αντιμετωπίζουν και οι χώρες της Ε.Ε. Στις βιομηχανικές χώρες υπολογίζεται ότι κάθε χρόνο το 30% του πληθυσμού προσβάλλεται από τροφολοιμώξεις, ενώ στις υπό ανάπτυξη χώρες το ποσοστό είναι πολύ μεγαλύτερο.

Κρούσματα τροφιμογενών λοιμώξεων

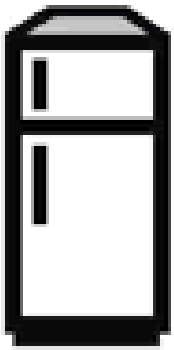
- Τα κρούσματα των τροφιμογενών λοιμώξεων είναι περισσότερα σήμερα από το παρελθόν λόγω:
 - της διάδοσης των έτοιμων φαγητών (ready to serve).
 - της διάδοσης των φαγητών γρήγορης παρασκευής και σερβιρίσματος (fast food).
- Τα βακτήρια είναι υπεύθυνα για το 74% των περιπτώσεων τροφικών δηλητηριάσεων και για το 78% των θανάτων.

Βακτήριο	<i>Salmonella</i>	<i>Listeria monocytogenes</i>	<i>Yersinia enterocolitica</i>	<i>Clostridium botulinum</i>	<i>Clostridium perfringens</i>
Ιδιότητα					
Φυσικό περιβάλλον	Πουλερικά, κατοικίδια και άγρια ζώα, άνθρωπος, έντομα, πουλιά	Εδαφος, βλάστηση, άνθρωπος, λύματα, νερό, ζώα (ευρεία διάδοση)	Νερό, χοιρίδια, τρωκτικά	Εδαφος, φερτές ύλες γλυκού νερού, βλάστηση (ευρεία διάδοση)	Εδαφος, θαλάσσια ιζήματα, σκόνη, περιτώματα
Τρόφιμα σχετιζόμενα	Γάλα, ωμά πουλερικά, αυγά, ωμό κρέας	γάλα, μαλακά τυριά, ωμό κρέας, παγωτά, λαχανικά	γάλα, παγωτά, λαχανικά, ωμό χοιρινό.	ανεπαρκώς επεξεργασμένες ή επιμολυσμένες κονσέρβες	Κιμάς, πουλερικά, χοιρινό, γαλακτοκομικά προϊόντα
Σημαντικότητα	Συνήθης υπεύθυνος τροφικής παθογένειας λόγω κακής υγιεινής ή ανεπαρκούς επεξεργασίας Έντονα συμπτώματα. Σπάνια θανατηφόρο	Δυνατότητα ανάπτυξης σε T ψυγείου. Μικροοργανισμός ευρείας διάδοσης. Θανατηφόρο σε 30% των προσβαλομένων.	Αυξανόμενος αριθμός κρουσμάτων. Συμπτώματα παρεμφερή με κρίση σκωληκοειδίτιδας.	Σπόρια πολύ ανθεκτικά σε θέρμανση - ξήρανση και χημικούς παράγοντες. Τοξίνη ευαίσθητη στη θέρμανση αλλά πολύ θανατηφόρος.	Συνήθης αίτιος τροφικής παθογένειας. Θερμοάντοχα σπόρια. Παράγει τοξίνη αφού εισέλθει στο έντερο δια του μολυσμένου τροφίμου
Παθογόνος δόση	Χαμηλή: 5-24/ml γάλα, 4/kg γάλα σκόνη, 1-5/100g τυρί	10 ⁴ – χαμηλότερη για άτομα με επιβαρυσμένο ανοσοποιητικό σύστημα	Αγνωστη - πιθανόν υψηλή > 10 ⁶)	πολύ χαμηλή 0.2 μg τοξίνης	Υψηλή 10 ⁶ - 10 ⁹ /g τροφίμου (8-10 mg τοξίνης)
Περίοδος επώασης	12 - 72 hr	8 μέρες - 3 μήνες	1-10 μέρες	<18-96 ώρες	8-24 ώρες
Συμπτώματα	Ναυτία, εμετοί, κοιλιακοί πόνοι, πονοκέφαλοι, ρίγη, πυρετός. Διάρκεια: 2-3 μέρες.	Από γρίππης έως μηνιγγίτιδας. Προκαλεί αποβολές.	Διάρροια, πυρετός, έμετοι, οξύς πόνος στο δεξιό χαμηλό μέρος της κοιλίας.	Σκοτοδίνη, διαταραχές όρασης, αδυναμία κατάποσης → παράλυση και θάνατος	Διάρροια, ναυτία, αέρια
Μορφολογία	Gram(-) κοντά ραβδία με περιμετρικές βλεφαρίδες, 0.5-0.7x1.0-3.0 μ	Gram(+) κοντά ραβδία, 0.4-0.5x0.5-2.0 μ	Gram(-) κοντά ραβδία, 0.5-0.1x1.0-2.0 μ	Gram(+) σπορογόνα ραβδία, 0.5-2.4x1.7-22.0 μ	Gram(+) σπορογόνα ραβδία, 0.9-1.3x3.0-9.0 μ
Απαιτήσεις σε O ₂	Προαιρετικά αναερόβιο	Αερόβιο ή μικροαερόφιλο	Προαιρετικά αναερόβιο	Αναερόβιο	Αναερόβιο (μπορεί να αναπτυχθεί παρουσία O ₂ στη λογαριθμική φάση)
Θερμοκρασίες ανάπτυξης (°C)	Μέγιστη 45-47 Βέλτιστη 37 Ελάχιστη 5.1	45 25-30 0	44 32-34 0-1	48 30-37 3.3 (μη πρωτεολυτικός τύπος E) 10.0(πρωτεολυτικοί τύποι A,B,...)	50 43-45 12
Περιοχή τιμών pH	Μέγιστη 9.0 Βέλτιστη 6.5-7.5 Ελάχιστη 4(HCl/κίτρικό) 4.4(γαλακτικό) 5.4(οξεϊκό)	9 7-7.5 4.4 στους 30° C (pH 5.0 στους 4°C)	9 7.0-8.0 4.6	9 6.5-7.0 5.0 (μη πρωτεολυτικός τύπος E) 4.6 (πρωτεολυτικοί τύποι A,B, ...)	8.3 6-7.5 5.0
Ελάχιστο aw για ανάπτυξη	0.95	0.92	0.95	0.97 (μη πρωτεολυτικός τύπος E) 0.94 (πρωτεολυτικοί τύποι A,B,...)	0.95
Μέγιστο % NaCl για ανάπτυξη	8	10	5-8	5 (μη πρωτεολυτικός τύπος E) 10 (πρωτεολυτικοί τύποι A,B, ...)	6

Βακτήριο	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Bacillus Cereus</i>	<i>Escherichia coli</i> 0157 H7	<i>Aeromonas hydrophila</i>
Ιδιότητα				
Φυσικό περιβάλλον	Δέρμα, αμυχές, βλενογόνοσ.	Εδαφος, βλάστηση, γάλα	βορειδή, κοπριά, κρέας, γάλα.	Γλυκά νερό , λύματα, θαλάσσιο νερό.
Τρόφιμα σχετιζόμενα	Ψάρια, κρέας, γάλα, τυρί, ζυμαρικά, αλλαντικά.	Ρύζι, μπαχαρικά, κρέας, γάλα, λαχανικά, ξηροί καρποί.	Κιμάς, κρέατα, γάλα.	Θαλασσινά, κόκκινο κρέας, πουλερικά, γάλα.
Σημαντικότητα	Μπορεί εύκολα να περάσει από τους ανθρώπους στο τρόφιμο σε συνθήκες μη σωστών χειρισμών. Παραγει θερμοάντοχη τοξίνη.	Θερμοάντοχα σπόρια. Δυνατότητα μόλυνσης με παραγωγή τοξίνης ή με πολλαπλασιασμό στο έντερο.	εντεροαιμορραγικό έντονα συμπτώματα - πιθανόν θανατηφόρα.	Ασθενείς με επιβαρυνό ανοσοποιητικό σε κίνδυνο. Δυνατότητα ανάπτυξης σε Τ ψυγείου παράγει δύο τύπους τοξίνης.
Παθογόνος δόση	1 mg τοξίνης (για παραγωγή τοξίνης απαιτούνται 10 ⁵ /g κύτταρα)	10 ³ - 10 ⁶	Άγνωστη	Άγνωστη
Περίοδος επώασης	2-6 ώρες	Διαρροϊκή τοξίνη 6-15 ώρες Εμετική τοξίνη 1/2 - 6 ώρες	3-9 μέρες	Άγνωστη
Συμπτώματα	Ναυτία, έμετοι και διάρροια που διαρκούν 1-2 μέρες	Ναυτία, έμετοι, διάρροια	Αιμορραγική κολίτιδα, αιμορραγική διάρροια, νεφρική ανεπάρκεια, θάνατος.	Διάρροια, έμετοι, κοιλιακοί πόνοι, πυρετός. Μπορεί να προκαλέσει μηνιγγίτιδα και σηψαιμία.
Μορφολογία	Gram(+) σταφυλόκοκκοι διαμέτρου 0.7-0.9 μ	Gram(+) σπορογόνα ραβδία 1.0-1.2 x 3.0-7.0 μ	Gram(-) ραβδία 1.1-1.5 x 2-6 μ	Gram(-) ραβδία με στρογγυλεμένα άκρα 0.3-1.0 x 1.0-4.4 μ
Απαιτήσεις σε O ₂	Προαιρετικά αναερόβιο	Προαιρετικά αναερόβιο	Προαιρετικά αναερόβιο	Προαιρετικά αναερόβιο
Θερμοκρασίες ανάπτυξης (° C)	Μέγιστη 48 Βέλτιστη 37 Ελάχιστη 7-11	49 30 10	45 37 10	42 28 1-4
Περιοχή τιμών pH	Μέγιστη 9.8-10 Βέλτιστη 6.0-7.0 Ελάχιστη 4.0	9.3 6-7.5 4.35	9.5 6-7 4.4	10 4
Ελάχιστο aw για ανάπτυξη	0.86 (για παραγωγή τοξίνης 0.9)	0.912	0.95	άγνωστη
Μέγιστο % NaCl για ανάπτυξη	18.2 (για παραγωγή τοξίνης 10%)	10	6-8	7.5

Take home message...

Always remember, when in doubt, throw it out



When in Doubt, Throw it Out!

