ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
ΑΝΟΙΚΤΑ ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΑ ΜΑΘΗΜΑΤΑ

Τίτλος Μαθήματος: Γενική Μικροβιολογία

Ενότητα: ΟΝΟΜΑΤΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΩΝ ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ

Διδάσκων: Καθηγητής Ιωάννης Σαββαΐδης

Τμήμα: Χημείας

Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης
ΕΣΠΑ 2007-2013
πρόγραμμα για την ανάπτυξη
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Ονοματολογία και Ταξινόμηση Μικροοργανισμών

Η ονοματολογία των βακτηρίων αλλά και άλλων μικροοργανισμών γίνεται με το σύστημα του Λινναίου που εφαρμόστηκε αρχικά για τα ανώτερα φυτά και αργότερα για τα ζώα. Τα βακτήρια ονομάζονται και σχιζομύκητες, έλαβαν δε το όνομα αυτό διότι πολλαπλασιάζονται δια διχοτομήσεως.

Οι μικροοργανισμοί γενικά ταξινομήθηκαν από τον Haeckel (1866) σε χωριστό βασίλειο, τα «Πρώτιστα». Οι στα «Πρώτιστα» ανήκοντες διακρίνονται από τα φυτά και τα ζώα από την απλή τους κατασκευή. Αυτοί είναι συνήθως μονοκύτταροι οργανισμοί, και δεν παρουσιάζουν διαφοροποίηση των ιστών. Τα πρώτιστα υποδιαιρούνται σε: 1) «Ανώτερα Πρώτιστα» τα οποία χαρακτηρίζονται από κυτταρικής κατασκευής όμοιας με αυτήν των φυτών και ζώων (την αποκαλούμενη ευκαρυωτική) και 2) «Κατώτερα Πρώτιστα» τα οποία χαρακτηρίζονται από απλούστερη κυτταρική κατασκευή (προκαρυωτική).

Οι διαφορές του προκαρυωτικού και ευκαρυωτικού κυττάρου συνοψίζονται στον **Πίνακα 2.1.**

Στα Ανώτερα Πρώτιστα υπάγονται τα πρωτόζωα, οι μύκητες και τα φύκη (εκτός των κυανοφυκών). Στα Κατώτερα Πρώτιστα υπάγονται τα «βακτήρια». Με τον όρο αυτό γενικά υποδηλώνονται τα αποκαλούμενα Bacteria και τα κυανοφύκη. Τα βακτήρια γενικά έχουν μέγεθος 0,2-2 μm. Οι Ρικέτσιες ως προς το μέγεθος είναι μικρότερες των άλλων βακτηρίων, 0,2-0,5 μm. Οι ιοί όμως διαχωρίζονται σαφώς από τους άλλους μικροοργανισμούς. Αποτελούνται από DNA ή RNA και περιβάλλονται από καψίδιο (πρωτεϊνικό περίβλημα). Είναι αόρατοι με το κοινό μικροσκόπιο και αναπτύσσονται μόνο εντός ζώντων κυττάρων. Οι βακτηριοφάγοι επίσης εξετάζονται μαζί με τους ιούς. Αυτοί είναι παράσιτα των βακτηρίων. Προκαλούν λύση των βακτηρίων όταν εισχωρούν και πολλαπλασιάζονται εντός αυτών.

Πίνακας 2.1 Οι διαφορές του προκαρυωτικού και ευκαρυωτικού κυττάρου.

	ΠΡΟΚΑΡΥΩΤΙΚΑ	**ΕΥΚΑΡΥΩΤΙΚΑ**
Πυρηνική μεμβράνη	_	+
Αριθμός χρωμοσωμάτων	1	1
Διαίρεση πυρήνα (μίτωση)	_	+
Μιτοχόνδρια	_	+
Χλωροπλάστες	_	-- ή +
Στοιχεία Golgi	_	+
Ριβοσώματα Κυτταρόπλασμα	70 S	80 S
Αμοιβαδοειδής κίνηση	_	+
Κυτταρικό τοίχωμα	Μουκοπεπτίδιο	_
Πρωτεϊνες	(mRNA)	Βασικές πρωτεϊνες
Λυσοσωμάτια	_	+

Η περιγραφή ενός «είδους» μικροοργανισμών γίνεται με το γένος και το είδος π.χ. *Clostridium tetani*, *Escherichia coli*, το όνομα του γένους αρχίζει με κεφαλαίο γράμμα, του είδους με μικρό. Τα επιστημονικά ονόματα γράφονται στα Λατινικά και τυπώνονται με πλάγια γράμματα.

Η περιγραφή στηρίχθηκε αρχικά σε διάφορους φυσιολογικούς και βιοχημικούς χαρακτήρες, σήμερα όμως η ταξινόμησή τους στηρίζεται κυρίως σε σύγχρονες μεθόδους τυποποίησης. Τέτοιες μέθοδοι είναι ο προσδιορισμός της αναλογίας βάσεων γουανίνης-κυτοσίνης (G+C), ο υβριδισμός με βάση το DNA ή ριβοσωματικούς RNA ανιχνευτές και τυποποίηση του τμήματος του DNA, που είναι υπεύθυνο για τον πολλαπλασιασμό, και η καταγραφή φαινοτυπικών χαρακτήρων που αναφέρονται στην ενζυμική δραστηριότητα και δομική ανάλυση του κυτταρικού τοιχώματος, ιδιαίτερα όσον αφορά στις πρωτεϊνες και στους λιποπολυσακχαρίτες.

ΤΑΞΙΝΟΜΙΚΕΣ ΒΑΘΜΙΔΕΣ

Τάξη (order). Αποτελείται από μία ή περισσότερες οικογένειες. Σε σπάνιες περιπτώσεις αναφέρονται υποτάξεις (suborders). Το είδος και γένος δεν έχουν χαρακτηριστική κατάληξη. Η φυλή χαρακτηρίζεται από την κατάληξη –ieae (-ιειαι). Η οικογένεια έχει την κατάληξη –aceae (-ιοειδή) και η τάξη έχει την κατάληξη –ales (-ακά).

Οικογένεια (family). Αποτελείται από ένα ή περισσότερα γένη. Σε ορισμένες όμως περιπτώσεις η οικογένεια χωρίζεται σε φυλές.

Γένος (genus). Είναι η αμέσως ανώτερη ταξινομική βαθμίδα από το είδος και περιλαμβάνει συγγενή από απόψεως χαρακτήρων είδη.

Είδος (species). Ακόμη και σήμερα ανάμεσα σε είδη που ανήκουν στο ίδιο γένος ή οικογένεια υπάρχουν πολλοί αντιπρόσωποι που δεν μπορούν να χαρακτηριστούν γιατί στερούνται των τυπικών χαρακτήρων του είδους.

Ομάδα (group). Τον όρο αυτόν δεν τον χρησιμοποιούμε συχνά και βασικά πρέπει να γίνεται μόνο για βακτήρια που δεν έχουν ταξινομηθεί καλά. Υπάρχει ακόμη η περίπτωση η ομάδα να αποτελείται από διάφορα γένη π.χ. η ομάδα των Κολοβακτηρίων αποτελείται από διαφόρους αντιπρόσωπους Εντεροβακτηρίων που έχουν μοναδικό κοινό χαρακτήρα ότι ζυμώνουν την λακτόζη. Σε άλλες περιπτώσεις η ομάδα περιλαμβάνει συγγενή βακτήρια που έχουν ορολογική συγγένεια.

Ποικιλία (variation). Όταν σε ορισμένο είδος παρουσιάζονται μεταβολές που αφορούν αρκετά στελέχη τότε περιγράφεται η ομάδα αυτή των βακτηρίων σαν ποικιλία.

Στέλεχος (strain). Σε επιστημονικές εργασίες και τα συγγράμματα αναφέρεται συχνά η λέξη στέλεχος. Το στέλεχος είναι καθαρό καλλιέργημα και προέρχεται από μία μόνο αποικία βακτηρίου. Τα στελέχη που έχουν απομονωθεί τυχαία από διάφορες πηγές ονομάζονται άγρια (wild). Στελέχη διαφορετικά μεταξύ τους μπορεί να διακρίνονται και με βάση το βιότυπο και τον ορότυπο.

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ

Μορφολογία. Το σχήμα, το μέγεθος, η διάταξη των μικροβιακών κυττάρων, ο σχηματισμός ελύτρου αποτελούν μορφολογικά χαρακτηριστικά μεγάλης αξίας. Πολύ χρήσιμη είναι η μελέτη με το μικροσκόπιο αντίθεσης της φάσης που δίνει τη δυνατότητα να παρατηρήσει κανείς τα βακτήρια ζωντανά. Σπουδαιότατο χαρακτηριστικό είναι η ύπαρξη οργανιδίων κίνησης και διάταξής τους. Εάν δηλαδή υπάρχουν μία ή περισσότερες βλεφαρίδες ή άλλης μορφής οργανίδια, που βρίσκονται και πως κινείται το βακτήριο. Αν δεν υπάρχει μικροσκόπιο αντίθεσης της φάσης τότε γίνεται ειδική χρώση για τις βλεφαρίδες.

Για τη μελέτη του βακτηρίου σε παρασκευάσματα, χρησιμοποιούνται πολλές χρώσεις, ιδιαίτερα η Gram, η Ziehl-Neelsen και άλλες. Με την Gram διαχωρίζονται τα βακτήρια σε δύο μεγάλες ομάδες. Τα Gram-θετικά και τα Gram-αρνητικά. Η παραγωγή σπόρου, η θέση του στα βακτηριακά κύτταρα, η τυχόν προκαλούμενη διόγκωση του σώματος έχουν επίσης ταξινομική αξία. Η χρήση του ηλεκτρονικού μικροσκοπίου είναι αρκετά περιορισμένη για τη μελέτη της μορφολογίας για την ταξινόμηση των μικροοργανισμών.

Καλλιέργεια σε θρεπτικά υλικά. Τα βακτήρια αναπτύσσονται στα υλικά αυτά και παράγουν χαρακτηριστικές αποικίες. Εξετάζεται η μορφή, το σχήμα, το χρώμα, η οσμή. Η παραγωγή χρωστικής έχει ιδιαίτερη σημασία σε ορισμένες περιπτώσεις.

Απαιτήσεις διατροφής. Τα βακτήρια διακρίνονται σε αυτότροφα και σε ετερότροφα. Οι υποδιαιρέσεις των βακτηρίων αναλόγως των απαιτήσεων διατροφής (πηγή άνθρακα, ενέργεια) είναι χρήσιμες στην ταξινόμηση.

Αναπνοή. Την ταξινόμηση ενδιαφέρει εάν τα βακτήρια είναι υποχρεωτικά αερόβια, υποχρεωτικά αναερόβια η δυνητικά αναερόβια.

Χρησιμοποίηση της γλυκόζης ή άλλων σακχάρων. Διακρίνονται αναλόγως του τρόπου διασπάσεων του σακχάρου σε ζυμωτικά (fermentative) και μη ζυμωτικά (non-fermentative). Στην πρώτη περίπτωση η γλυκόζη υφίσταται ζύμωση ενώ στη δεύτερη περίπτωση, οξείδωση.

Φυσιολογικοί και βιοχημικοί χαρακτήρες. Σ' αυτά υπάγονται αυτά που αναφέρθηκαν προηγουμένως αλλά και οι εξής ιδιότητες:

1) θερμοκρασία ανάπτυξης, 2) άριστο pH, 3) ανάπτυξη παρουσία διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl, 4) παραγωγή διαφόρων χρωστικών, 5) παραγωγή ενζύμων από τα οποία πιο σημαντικά είναι η παραγωγή οξειδάσης και καταλάσης, 6) διάσπαση των σακχάρων με ή χωρίς παραγωγή αερίων.

Άλλα ένζυμα είναι υπεύθυνα για την παραγωγή H_2S, ινδόλης, για τη διαμόρφωση του τρόπου ζυμώσεως των υδατανθράκων (π.χ. βουτυρική ζύμωση, προπιονική ζύμωση κλπ.). Επίσης η παραγωγή πρωτεολυτικών ενζύμων που προσβάλλουν την πηκτή (gel), στο γάλα την καζεϊνη. Ιδιαίτερη αξία έχει η τυποποίηση των αναερόβιων βακτηρίων με βάση τα τελικά μεταβολικά παράγωγα που ανιχνεύονται τελευταία με την αέριο-υγρά χρωματογραφία.

Μελέτη των αντιγονικών χαρακτήρων*.* Ορισμένοι αντιγονικοί τύποι βακτηρίων έχουν σημασία για την παθογόνο δράση αυτών.

Γενετικοί χαρακτήρες*.* Τα τελευταία χρόνια γίνεται προσδιορισμός της ποσότητας των βάσεων γουανίνης (G) και κυτοσίνης (C) του DNA και εκφράζεται σε εκατοστιαία αναλογία. Μελέτες της γενετικής συμβατότητας του DNA διαφόρων βακτηρίων επίσης μπορούν να γίνουν.

Ο προσδιορισμός της εκατοστιαίας αναλογίας των βάσεων G και C του DNA δεν είναι πολύ δύσκολος, αλλά οπωσδήποτε δεν χρησιμοποιείται μέχρι τώρα για την ταυτοποίηση των βακτηρίων στα συνήθη μικροβιολογικά εργαστήρια. Η εκατοστιαία αναλογία G και C παρουσιάζει μεγάλη διαφορά σε συγγενή είδη, δυστυχώς όμως συμπίπτει μερικές φορές και σε εντελώς άσχετα βακτήρια. Πάντως η πληροφόρηση από τις μεθόδους της Γενετικής αποτελεί σήμερα το κυριότερο άνοιγμα για περαιτέρω έρευνα σε θέματα ταξινόμησης των βακτηρίων.

Πειραματισμοί σε ζώα*.* Προσδιορίζεται η παθογόνος δράση και η λοιμογόνος δύναμη των βακτηρίων σε πειραματόζωα. Η μέθοδος είναι ιδιαίτερα ενδιαφέρουσα για τα παθογόνα βακτήρια.

Βιοποικιλότητα των προκαρυωτικών βακτηρίων. Η περιγραφή που αναφέρεται γίνεται σύμφωνα με την ταξινόμηση που προτείνεται από τον Bergey και όπως παρουσιάζεται στο Εγχειρίδιο ‘Bergey’s Manual of Determinative Bacteriology (1974) (**Πίνακας 2.2**). Η περιγραφή ταξινομεί τα προκαρυωτικά βακτήρια σε 19 ομάδες. Η ακόλουθη ταξινόμηση της

βιοποικιλότητας των βακτηρίων γίνεται σύμφωνα με το σχήμα (κόκκοι, ράβδοι, σπειρύλια, σπειροχαίτες, τη χρώση κατά Gram, και την σχέση με το οξυγόνο (αερόβιοι ή αναερόβιοι).

Πίνακας 2.2 Η ταξινόμηση των βακτηρίων κατά Bergey.

Κόκκοι (σφαιρικά βακτήρια)

Α. Gram-θετικοί κόκκοι

Ομάδα 14. Gram-θετικοί κόκκοι

ΑΕΡΟΒΙΟΙ

Micrococcus, ***Staphylococcus****, *Streptococcus, Leuconostoc, Pediococus*

ΑΝΑΕΡΟΒΙΟΙ

Peptococcus, Peptostreptococcus, Ruminococcus, Sarcina

Β. Gram-αρνητικοί κόκκοι

Ομάδα 10. Gram-αρνητικοί κόκκοι και κοκκοβάκιλλοι

ΑΕΡΟΒΙΟΙ

Neisseria, Moraxella, Acinetobacter, Paracoccus, Lampropedia

Ομάδα 11. Gram-αρνητικοί κόκκοι

ΑΝΑΕΡΟΒΙΟΙ

Veillonella, Acidaminococcus, Megaspaera

Ράβδοι (βακτήρια)

Α. Gram-θετικά βακτήρια

Ομάδα 16. Gram-θετικοί, μη-σπορογόνοι ράβδοι

ΑΕΡΟΒΙΟΙ

Lactobacillus, ***Listeria****, *Erysipelothrix, Caryophanon*

Ομάδα 17. Coryneform βακτήρια και ακτινομύκητες

ΑΕΡΟΒΙΟΙ

Corynebacterium, Arthrobacter, Brevibacterium, Cellulomonas

Propionibacterium, Eubacterium

***Bifidobacterium**, Mycobacterium, Nocardia*

Actinomycetes, Franckia, Actinoplanes, Dermatophilus, Micromanospyra

Streptomyces, Microbispora, Streptosporangium

Ομάδα 15. Κόκκοι και ράβδοι που σχηματίζουν σπόρους

ΑΕΡΟΒΙΟΙ

Bacillus*, Sporolactobacillus, Sporosarkina, Thermoactinomycetes*

ΑΝΑΕΡΟΒΙΟΙ

***Clostridium**, Desulfotomaculum, Oscillospira*

Β. Gram-αρνητικά βακτήρια

Ομάδα 7. Gram-αρνητικοί ράβδοι και κόκκοι

ΑΕΡΟΒΙΟΙ

Pseudomonas*, Xanthomonas, Zooglea, Gluconobacter, Acetobacter*

Azotobacter, Azomonas, Bijerinckia, Derxia

Rhizobium, Agrobacterium, Alcaligenes

Brucella, Legionella, Thermus

Ομάδα 12. Gram-αρνητικά αερόβια, χημειοτροφικά βακτήρια

AEROBIOI

Nitrobacter, Nitrospina, Nitrococcus, Nitrosomonas, Nitrosospira, Nitrosococcus, Nitrosolobus

Thiobacillus, Sulfolobus, Thiobacillus, Thivulum

Ομάδα 3. Βακτήρια με ασπίδα (Sheath)

ΑΕΡΟΒΙΟΙ

Sphaerotilus, Leptothrix, Streptothrix, Crenothrix

Ομάδα 8. Gram-αρνητικοί, δυνητικά αναερόβιοι ράβδοι

ΔΥΝΗΤΙΚΑ ΑΝΑΕΡΟΒΙΟΙ

Escherichia coli*, *Klebsiella, Enterobacter,* ***Salmonella****, Shigella, Proteus, Serratia, Erwinia,* ***Yersinia, Vibrio, Aeromonas****, Photobacterium*

Ομάδα 9. Gram-αρνητικά αναερόβια βακτήρια

ΑΥΣΤΗΡΩΣ ΑΝΑΕΡΟΒΙΟΙ

Bacteroides, Fusobacterium, Leptotrichia

Ομάδα 13. Μεθανοβακτήρια και αρχαιβακτήρια

ΑΥΣΤΗΡΩΣ ΑΝΑΕΡΟΒΙΟΙ

Methanobacterium, Methanothermus, Methanosarcina, Methanothrix, Methanococcus

ΑΕΡΟΒΙΟΙ

Halobacterium, Halococcus, Sulfolobus, Thermoplasma

ΑΝΑΕΡΟΒΙΟΙ

Thermoproteus, Pyrodictium, Desulfurococcus

Κυρτοί ράβδοι και ευκίνητα κύτταρα

Ομάδα 6. Gram-αρνητικά σπειρύλια και κυρτά βακτήρια

ΑΕΡΟΒΙΟΙ

Spirillum, Aquaspirillum, Azospirillum, Oceanospirillum, Cambylobacter, Bdellovibrio, Microcyclus, Pelosigma

Ομάδα 9. Gram-αρνητικά κυρτά και αναερόβια βακτήρια

ΑΝΑΕΡΟΒΙΟΙ

Desulfovibrio, Succinivibrio, Butyrivibrio, Selenomonas

Ομάδα 5. Σπειροχαίτες

ΑΕΡΟΒΙΟΙ ΚΑΙ ΑΝΑΕΡΟΒΙΟΙ

Spirochaeta, Cristispira, Treponema, Borrelia, Leptospira

Μεγάλες ειδικές ομάδες

Ομάδα 2. *Myxococcus, Acchangium, Cystobacter, Melittangium, Stigmatella, Polyangium, Nannocystis, Chondromyces, Cytophaga, Sporocytophaga, Flexibacter, Herpetosiphon, Saprospira, Beggiatoa, Thiothrix, Thioploca, Achromatium, Leuchothrix, Vitreoscilla, Simonsiella, Alysiella*

Ομάδα 4*. Hyphomicroboum, Hyphomonas, Caulobacter, Asticcacaulis, Planctomyces, Ancalomicrobium, Prosthecomicrobium, Metallogenium, Blastobacter, Seliberia, Gallionella, Nevskia*

Ομάδα 18. Rickettsiae, Coxiella, Chlamydia

Ομάδα 19. *Mycoplasma, Acholeplasma, Spiroplasma*

Ομάδα 1. *Rhodospyrillum, Rhodopseudomonas, Rhodomicrobium, Chromatium, Thiocystis, Thiosarcina, Thiocapsa, Thiospirillum, Thiopedia, Amoebobacter, Ectothiorhodospira, Lamprocystis, Thiodictyon, Chlorobium, Prosthecochloris, Pelodictyon, Chloroherpeton, Chloroflexus*

Ομάδα 20. *Synechococcus, Gloecapsa, Gloeothece, Gloeobacter, Pleurosarca, Dermocarpa, Myxosarcina, Oscillatoria, Spirulina, Lyngbya, Phormidium, Plectomena, Anabaena, Nostoc, Calothrix, Fischerella*

***** Με έντονη γραφή τα γένη που ενδιαφέρουν τα τρόφιμα

Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα

Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

Τέλος Ενότητας

Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.

Σημειώματα

Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Διδάσκων: Καθηγητής Ιωάννης Σαββαΐδης. «Γενική Μικροβιολογία. ΟΝΟΜΑΤΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΩΝ ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ». Έκδοση: 1.0. Ιωάννινα 2014. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:

http://ecourse.uoi.gr/course/view.php?id=1151.

Σημείωμα Αδειοδότησης

- Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά Δημιουργού - Παρόμοια Διανομή, Διεθνής Έκδοση 4.0 [1] ή μεταγενέστερη.

[1] https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/.