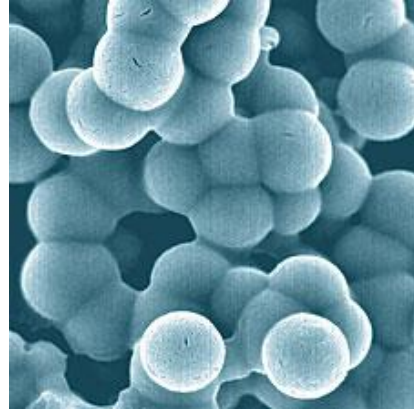


ნაწილი I - რას ნიშნავს იყო ცოცხალი?

ბიოლოგია ცოცხალ სხეულებს შეისწავლის. როცა საუბარია ერთუჯრედიან ორგანიზმზე, სექვოიაზე, კუზიან ვეშაპსა თუ ადამიანზე, ინტუიციურად ხვდები, რას ნიშნავს ცოცხალი. ზოგჯერ რაღაც ცოცხალზე რომ არის ლაპარაკი, ეს არც ისე შესამჩნევია. ამის ნათელი მაგალითი **ნანობაქტერიაა**.

ბაქტერია პროკარიოტული უჯრედი. მას არ აქვს მემბრანით შემოსაზღვრული სტრუქტურები, ეუკარიოტული უჯრედისგან განსხვავებით. ბაქტერიები დედამიწაზე ნებისმიერ გარემოს ეგუებიან, ექსტრემალურ პირობებსაც კი უძლებენ, ადამიანის ორგანიზმის ჩათვლით. ზოგიერთი ბაქტერია იწვევს დაავადებას. ნანობაქტერიებს აქვთ ბაქტერიებითვის დამახასიათებელი თვისებები, თუმცა ზოგიერთი თვისების მიხედვით შესაძლოა არც აკმაყოფილებდეს ცოცხლისთვის დამახასიათებელ კრიტერიუმებს.



ნანობაქტერია ძალიან წვრილი, ყველა ცნობილ პროკარიოტულ ორგანიზმზე მცირე ზომისაა. ნანობაქტერიები ასტიმულირებენ ბიომინერალიზაციის პროცესს. ბიომინერალიზაცია კრისტალური სტრუქტურების ფორმირების პროცესია, ამ გზით მიიღება ძვლები და კბილების მინანქარი. ნანობაქტერიები გამოყვეს ადამიანის თირკმლის კენჭებიდან, რაც მეცნიერებში აყალიბებს აზრს, რომ ისინი მინერალიზაციის პროცესში მონაწილეობენ.

1. დაასახელე სამი სასიცოცხლო თვისება და დაახასიათე ნანობაქტერია მათ შესაბამისად:

სასიცოცხლო თვისებები	მოიყვანე მაგალითები

2. რა განსხვავებაა ნანობაქტერიასა და ბაქტერიას შორის (პროკარიოტული უჯრედები)?

3. რა არის ბიომინერალიზაცია?

4. იფიქრე, როგორც მეცნიერმა:

თუ ნანობაქტერია ცოცხალია, მაშინ . . .	
---------------------------------------	--

ნაწილი II - რა მტკიცებულებები არსებობს იმის დასტურად, რომ ნანობაქტერია ცოცხალია

ნანობაქტერია ბუნებაში აღმოაჩინა ორმა ფინელმა მეცნიერმა, Drs. E. Olavi Kajander და Neva Ciftcioglu. მათ გამოყვეს ძალიან მცირე ზომის (0.2 - 0.5µm) კოქსიდური (მრგვალი) ნაწილაკები ადამიანისა და ძროხის სისხლიდან. ამ ბაქტერიებთან მუშაობა იყო ძალიან რთული, რადგან არ ჰგავდა ჩვეულებრივ ბაქტერიებს.

5. *ქვემოთ ჩამოთვლილთადაც რომელი ადასტურებს იმას, რომ ნანობაქტერია ცოცხალი ორგანიზმია?*

	დიახ	არა
ნანობაქტერია კარგად ეგუება მაღალ ტემპერატურას, ძალიან სტაბილურია.		
მათი დიამეტრი დაახლოებით 0.2 - 0.5 µm-ია. (ჩვეულებრივი ბაქტერიის 1 - 10 µm).		
გაორმაგების დრო დაახლოებით 3 დღეა		
გამა გამოსხივების მაღალი დოზები ხელს უშლის გამრავლებას (გამა გამოსხივება სასიკვდილოა სხვა ცოცხალი ორგანიზმებისთვის.)		
გენების თანმიმდევრობა (rRNA) ჰგავს პროტეობაქტერიებისას, რაც ასოცირდება ადამიანის და ცხოველების პათოგენებთან.		

6. *რომელი დაკვირვება ამტკიცებს მოსაზრებას, რომ ნანობაქტერია ცოცხალია?*

მომავალი ექსპერიმენტები

ნანობაქტერიების სხვა თვისებების შესასწავლად მეცნიერები ატარებენ მრავალ ექსპერიმენტს. ერთთვიან ბიომინერალიზაციაზე დაკვირვებით დაადგინეს, რომ მათ ბიოფილმის (მიკროორგანიზმის მიერ წარმოქმნილი ფენა, რომელიც რაიმე ზედაპირზეა) წარმოქმნა შეუძლიათ. მათი სხვა კონტეინერში გადატანის შემდეგ ისინი კვლავ განაგრძობდნენ გამრავლებას და ახალი ბიოფილმების წარმოქმნას. ამ უნარს ტრანსფერის უნარი დაარქვეს.

7. ნანობაქტერიას ბიომინერალიზაციის შედეგად შეუძლია, გაზარდოს კრისტალები. ასე ქანები და მინერალებიც იზრდება. როგორ ფიქრობ, არსებობს სხვა რაიმე მტკიცებულება, რაც ნანობაქტერიას ისე შეაფასებს, როგორც ცოცხალს?

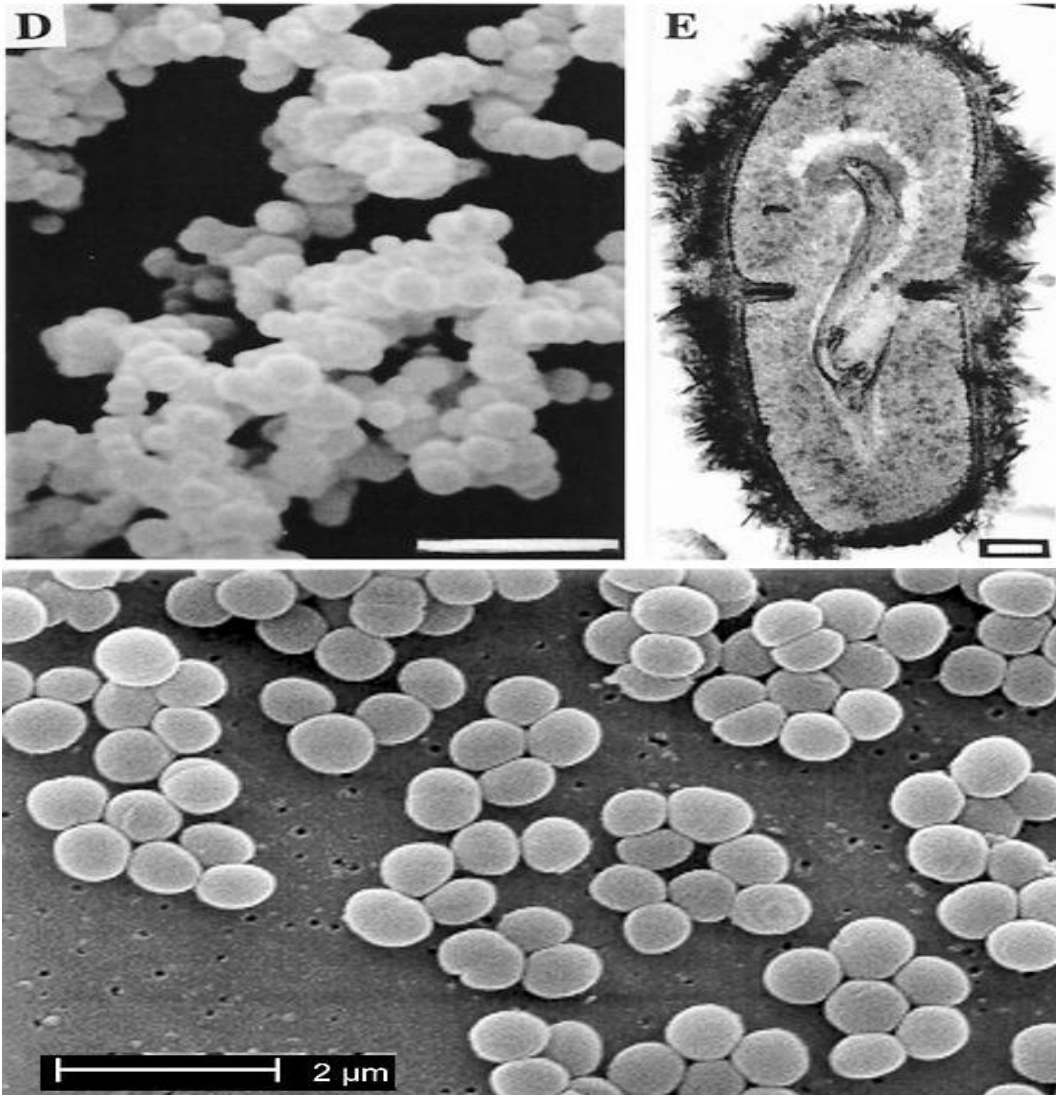
ნაწილი III: ნანობაქტერია თვალწინაა და მაინც იმალება?

მარცხენა ფოტოზე ნანობაქტერიების სტრუქტურაა წარმოდგენილი, მარჯვენაზე კი სტრუქტოკოკები.

მიკროგრაფი აჩვენებს მათ ცვალებად ზომას (Bar=1 μ m.).

ნანობაქტერია დამალულია მინერალების ქვეშ (Bar=100nm.).

სტრუქტოკოკი (Bar = 2 μ m) . 1 მიკრომეტრი μ m = 100 ნანომეტრი



F

8. რა მსგავსება და განსხვავებაა ბაქტერიასა და ციანობაქტერიას შორის?



9. კიდევ ერთი არგუმენტი იმისა, რომ ნანობაქტერია არაა ცოცხალია, არის ის, რომ ის ძალიან პატარაა სასიცოცხლო ფუნქციების შესასრულებლად. სკალის გამოყენებით, მიახლოებით გაზომე პარამეციუმი და ნანობაქტერია.

პარამეციუმი ეუკარიოტია, პროტოზოას კლასს მიეკუთვნება. რაც იმას ნიშნავს, რომ აქვს მემბრანით შემოსაზღვრული ბირთვი, რომელიც შეიცავს დნმ-ს და მემბრანებით შემოფარგლული ორგანოლები, მაგალითად, მიტოქონდრია, რაც მას

განასხვავებს ბაქტერიებისგან, რომლებსაც არ აქვთ ბირთვი.

რა მტკიცებულებები უნდა არსებობდეს, რომ ნანობაქტერია პროკარიოტს ან ეუკარიოტს მიაკუთვნონ?

ნაწილი IV - აქვს თუ არა ნანობაქტერიას გავრცელებისა და გამრავლების უნარი?

2000 წელს სისარმა (Cisar) და მისმა გუნდმა გაიმეორეს კაინდერისა და მისი გუნდის ექსპერიმენტი, გამოჰყვეს და დათესეს ნანობაქტერია და დააკვირდნენ მის ქცევას, მიუხედავად იმისა, რომ მკვლევრებს სჯეროდათ, ვერ აღმოაჩენდნენ არგუმენტს, რაც ნანობაქტერიას ცოცხალ ორგანიზმებს მიაკუთვნებდა.



ნაშრომებს შორის ერთი განსხვავება დნმ-ის კვლევას ეხებოდა.

არსებობს ე.წ. PCR ტექნიკა, რომელშიც გამოიყენება მოკლე მონაკვეთები, ე.წ. პრაიმერები, რომლებიც იზრდებიან პოლიმერაზულ ჯაჭვური რეაქციის საფუძველზე. მეორე მეთოდია შეღებვა, ასევე 260 ნმ. ტალღის სიგრძის სინათლის შთანთქმის მიხედვით მოლეკულის შესწავლა.

Cisar-ის გუნდმა გამოიკვლია დნმ სინათლის სპექტრის შთანთქმის მიხედვით. ოდნავ მოგვიანებით, ნანობაქტერიის დნმ გაშიფრეს PCR ტექნიკით და დაამტკიცეს, რომ 99%-ით მსგავსია ფსეუდომონასის დნმ-ისა.

10. რა იყო მეცნიერების მთავარი მტკიცებულება, რომ ნანობაქტერიები მაინც არაა ცოცხლად მიეჩნიათ?

11. რატომ არის მნიშვნელოვანი ექსპერიმენტების გადამოწმება?

12. რა მნიშვნელობა აქვს იმ მტკიცებულებების მოპოვებას, რომლის მიხედვითაც ნანობაქტერიების დნმ ფსეუდომონასის დნმ-ის იდენტურია?

სხვა მტკიცებულებები

სისარმა და მისმა გუნდმა ახალი კვლევები ჩაატარა ნანობაქტერიების სასიცოცხლო თვისებების შესასწავლად. კერძოდ აინტერესებდათ ენერჯის გამოყენება, უჯრედული სუნთქვის დროს გამოყოფილი ატმ ცოცხალი ორგანიზმების ენერჯის წყაროა, რომელიც საჭიროა ზრდისა და ჰომეოსტაზის შენარჩუნებისთვის. მკვლევრებმა ნანობაქტერია მოათავსეს ნატრიუმის აზიდის არეში. ნივთიერება არის უჯრედული სუნთქვის ინჰიბიტორი და წამლავს ცოცხალ უჯრედებს. ნანობაქტერიამ კი მის არეში განაგრძო ცხოვრება და ბიოფილმის წარმოქმნა.

13. რა დასკვნას გააკეთებ?

14. კიდევ რა კვლევების ჩატარებაა საჭირო ნანობაქტერიების ენერგეტიკული პროცესების შესასწავლად?

15. შეაჯამე 2-3 აბზაცის სახით მოიყვანე მტკიცებულებები, რომ ნანობაქტერია ცოცხალია. ის უნდა მოიცავდეს მკვლევრების ორივე ჯგუფის მიერ განხორციელებულ კვლევებს. დავალება აუცილებლად უნდა მოიცავდეს თქვენს ნაზრევსა და დასკვნებს.

გამოყენებული ლიტერატურა:

1. ადაპტირებული: <https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.95.14.8274>)
2. [ბიოლოგიის ზოგიერთი საკამათო ასპექტი](#)
3. <https://www.biologycorner.com/2016/08/13/are-nanobacteria-alive/>