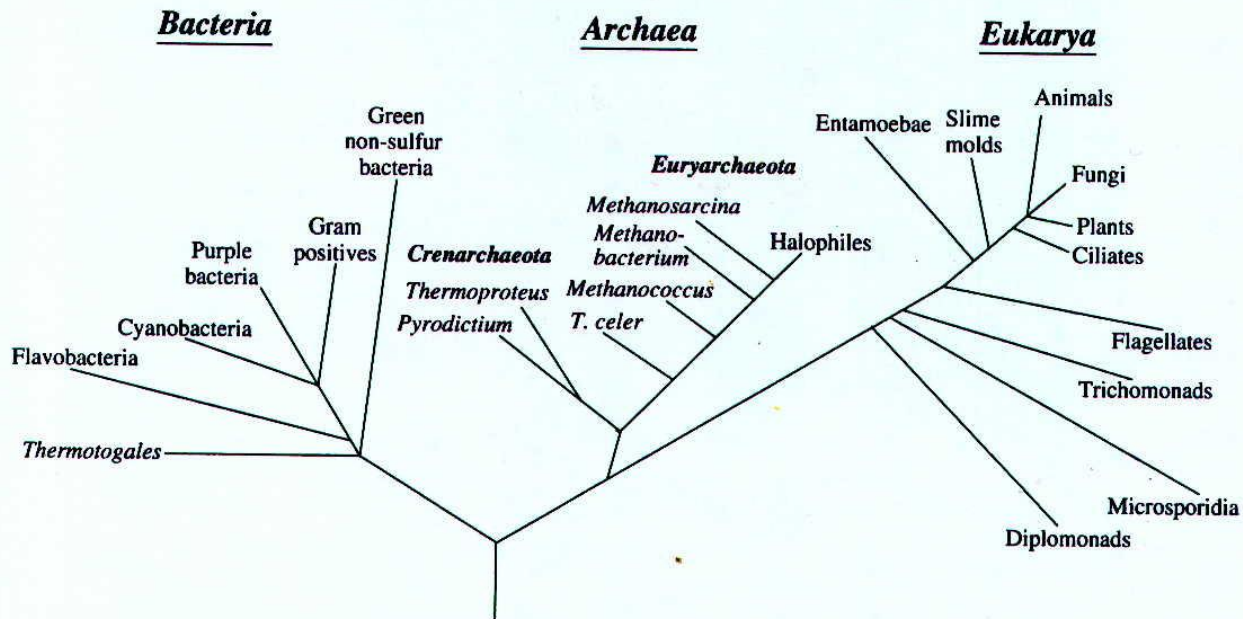


# העץ הפילוגנטי

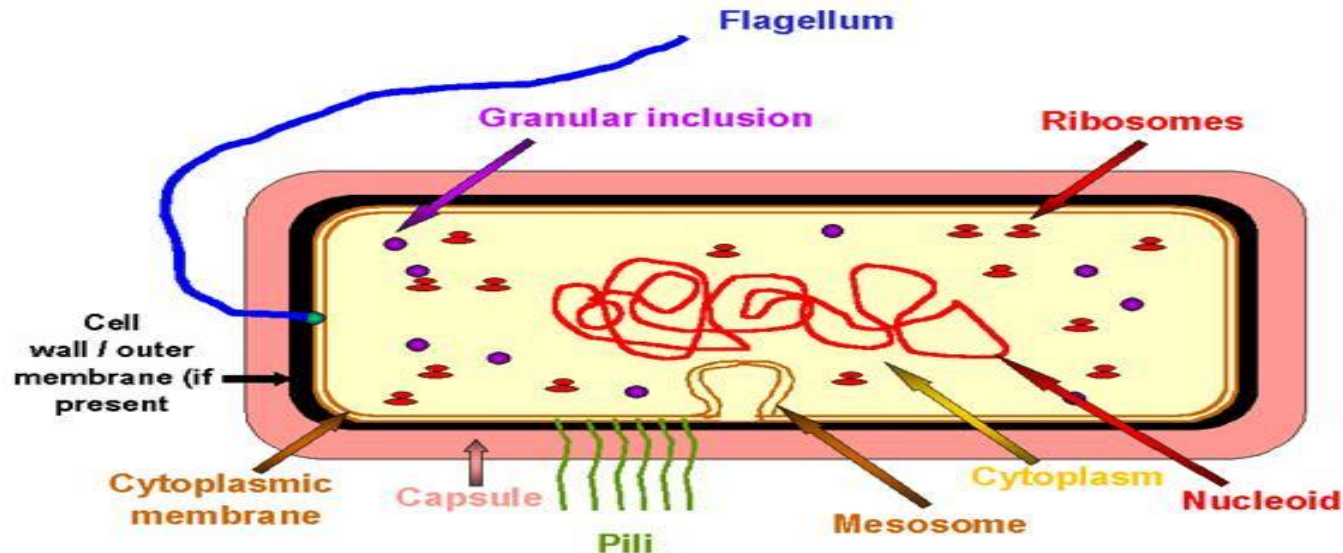
## Phylogeny of the Living World—Overview



**UNIVERSAL PHYLOGENETIC TREE.** This tree is derived from comparative sequencing of 16S or 18S ribosomal RNA. Note the three major domains of living organisms: the Bacteria, the Archaea, and the Eukarya. The evolutionary distance between two groups of organisms is proportional to the cumulative distance between the end of the branch and the node that joins the two groups. Compare with Figure 18.10. *Data of Carl R. Woese.*

# מהם חיידקים

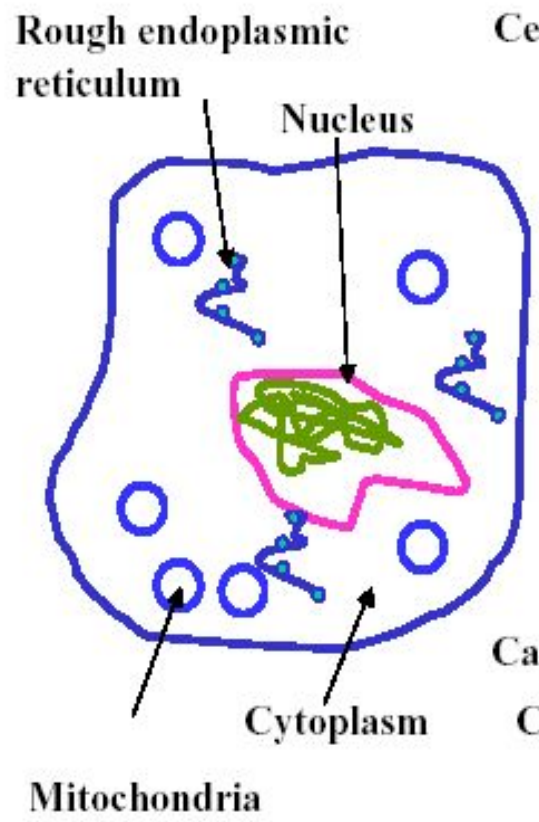
- יצורים זעירים, חד-תאיים (מורכבים מתא אחד ויחיד).
- תאי החיידקים הם פרוקריוטיים, כלומר חסרים גרעין.
- החומר התורשתי חופשי בציטופלסמה.
- יצורים עם קיום עצמאי: לא תלויים בתאים אחרים כדי לגדול או להתרבות (בניגוד לוירוסים).



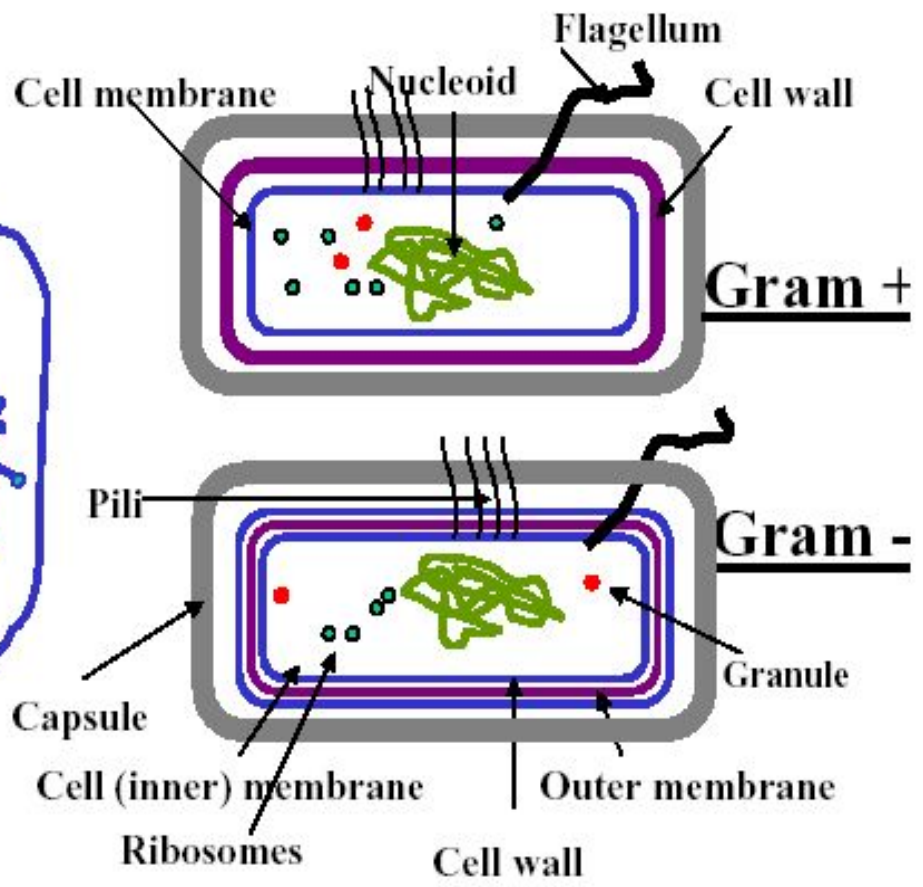
# תא אוקריוטי בהשוואה לתא פרוקריוטי

## Eukaryotic cell

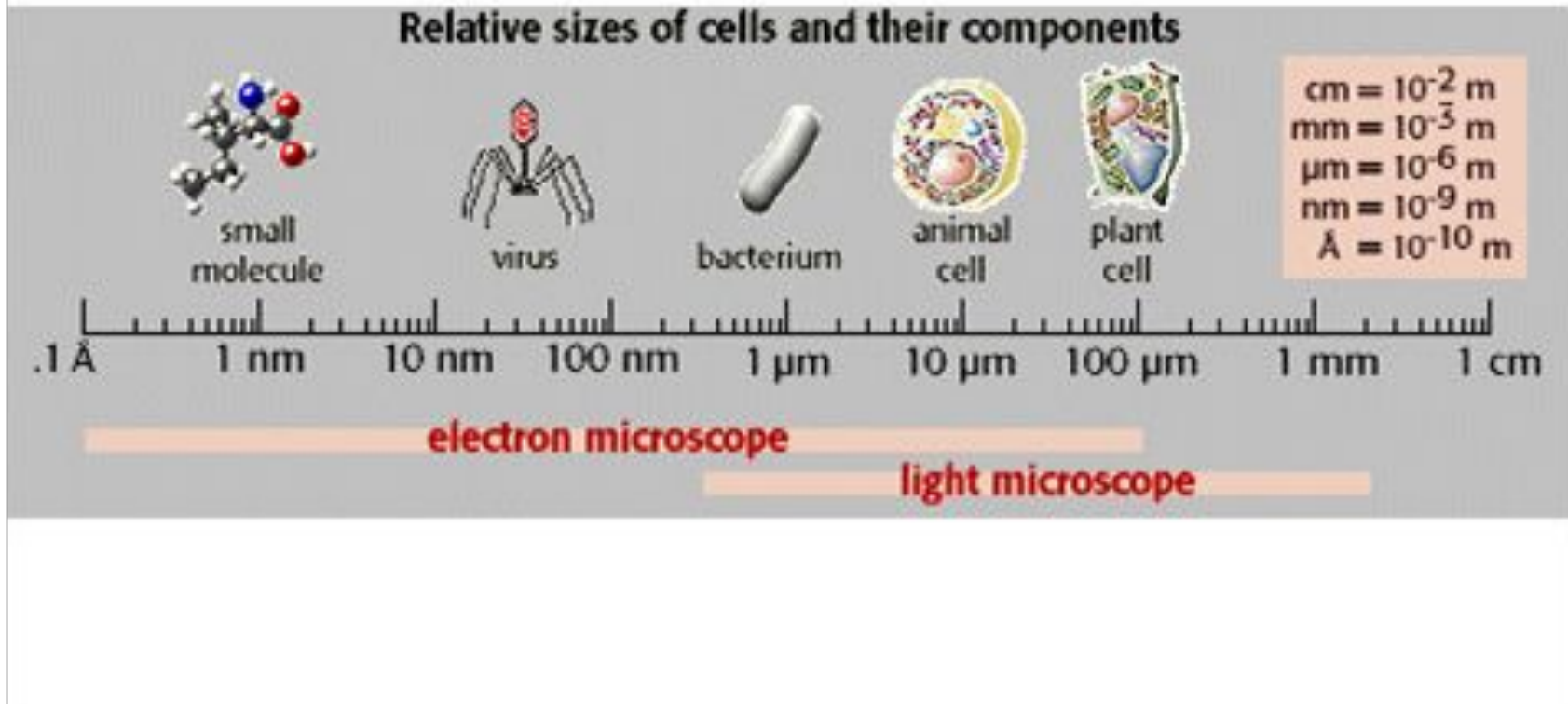
(e.g. animal)



## Prokaryotic cell



# סדרי גודל



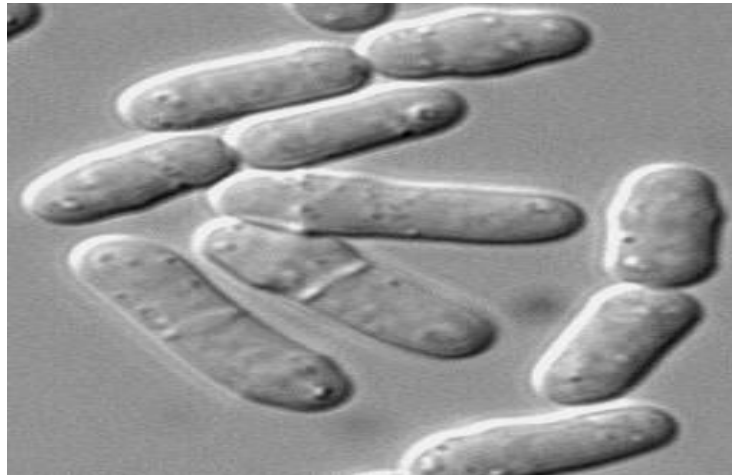
בדרך כלל אפשר להבחין בחיידקים בעזרת מיקרוסקופ אור.

# ההבדלים בין פרוקריוטים לאאוקריוטים

תכונה	תא אאוקריוטי	תא פרוקריוטי
דוגמאות	תא אנימלי (בעל חיים), תא צמח	תא חיידק
קוטר	2 – 100 מיקרומטר	0.5 – 2 מיקרומטר
גרעין	יש	אין
מספר של כרומוזומים	הגרעין מכיל מספר זוגי של כרומוזומים (יצורים דיפלואידים)	כרומוזום אחד מעגלי (יצורים הפלואידים)
DNA	קשור לחלבונים (היסטונים)	לא קשור לחלבונים
אברונים מוקפים בקרום	יש. לדוגמה: מיטוכנדריה.	אין
קרום תא	יש	יש
יצור חלבונים	על ידי הריבוזומים על תבנית mRNA, על סמך מידע מה - DNA	על ידי הריבוזומים על תבנית mRNA, על סמך מידע מה - DNA
חלוקת תא	מיטוזה	חלוקה ישירה
דופן תא	אין בתאים אנימלים, יש בתאי צמחים ופטריית.	יש
ציטופלסמה	יש	יש
תוספות מבנה	בתאי זרע - שוטון	ייתכן שוטון (flagellum), ריסים (pilus), קופסית (capsule).

# הצורות השכיחות ביותר של חיידקים

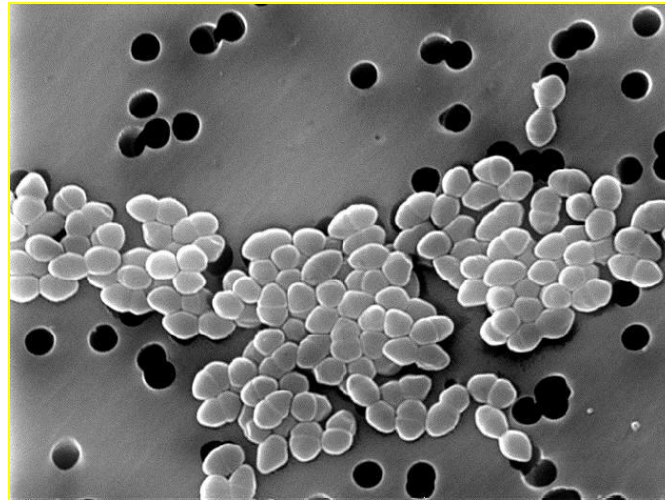
- חיידקים בעלי צורה גלילית – בצילים. ביחיד - bacillus, ברבים – bacilli.



– *Escherichia coli*: דוגמה:  
חיידק הגורם לדלקות במערכת  
העיכול.

# הצורות השכיחות ביותר של חיידקים

- חיידקים בעלי צורה כדורית – קוקים. ביחיד - *coccus*, ברבים – *cocci*.

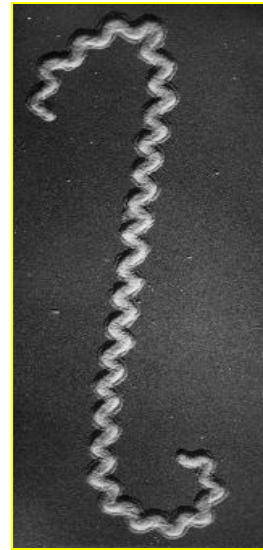
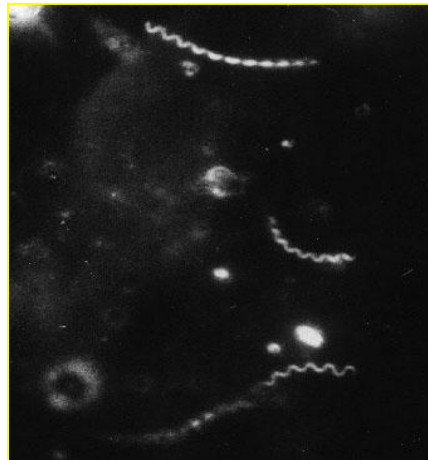


דוגמאות:

1. *Staphylococcus aureus* - חיידק הגורם לדלקת בעור ובעצם.
2. *Streptococcus pneumoniae* - חיידק הגורם לדלקת ריאות.

# הצורות השכיחות ביותר של חיידקים

- חיידקים בעלי צורה סלילנית – ספירליים. ביחיד - *spirillum*, ברבים – *spirilla*.



דוגמה: *Treponema pallidum*. החיידק הגורם לעגבת (*sypilis*).

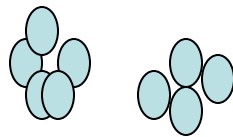


# ארגון חיידקים בצברים

- חיידקים מתאפיינים גם לפי הצורה שבה נשארים התאים קשורים זה לזה אחרי חלוקה.
- החיידקים יכולים ליצור מבנה דמוי:



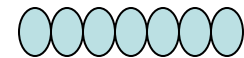
אשכול ענבים



Staphylococci



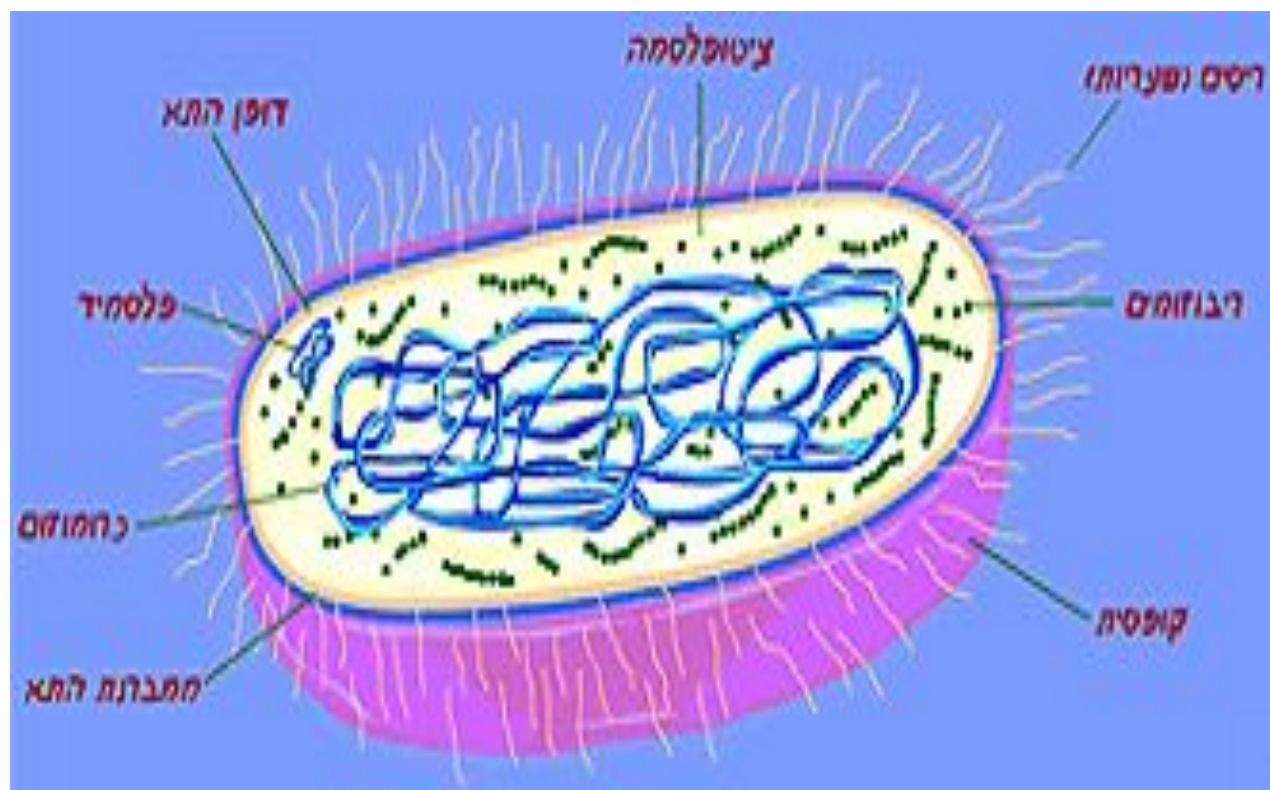
שרשרת



Streptococci

# מבנה תא החיידק

- כל חיידק מוקף במעטפת התא (cell envelope).
- מעטפת התא מורכבת מ:
  - קרום התא (cell membrane) הבנוי שכבה כפולה של שומנים וחלבונים.
  - דופן התא (cell wall).
- לחיידקים מסוימים, יש שכבה נוספת מסביב למעטפת התא הנקראת קופסית (Capsula).
- החומר הגנטי:
  - מורכב מכרומוזום אחד מעגלי.
  - אינו מוקף קרום גרעין.
  - ישנן יחידות קטנות עצמאיות, הנקראות פלסמידים.
- ריבוזומים.
- איברונים נוספים: ייתכנו שוטון (flagellum), ריסיים (pili).



# מעטפת התא

- התאים הפרוקריוטיים מוקפים במספר שכבות המרכיבות את מעטפת התא (cell envelope) :
  - הממברנה הציטופלזמית (cell membrane)
  - דופן התא (cell wall) המורכבת מכלל השכבות המקיפות את הממברנה הציטופלזמית.
  - דופן התא מכילה חומר קשיח בשם פפטידוגליקן (peptidoglycan) .

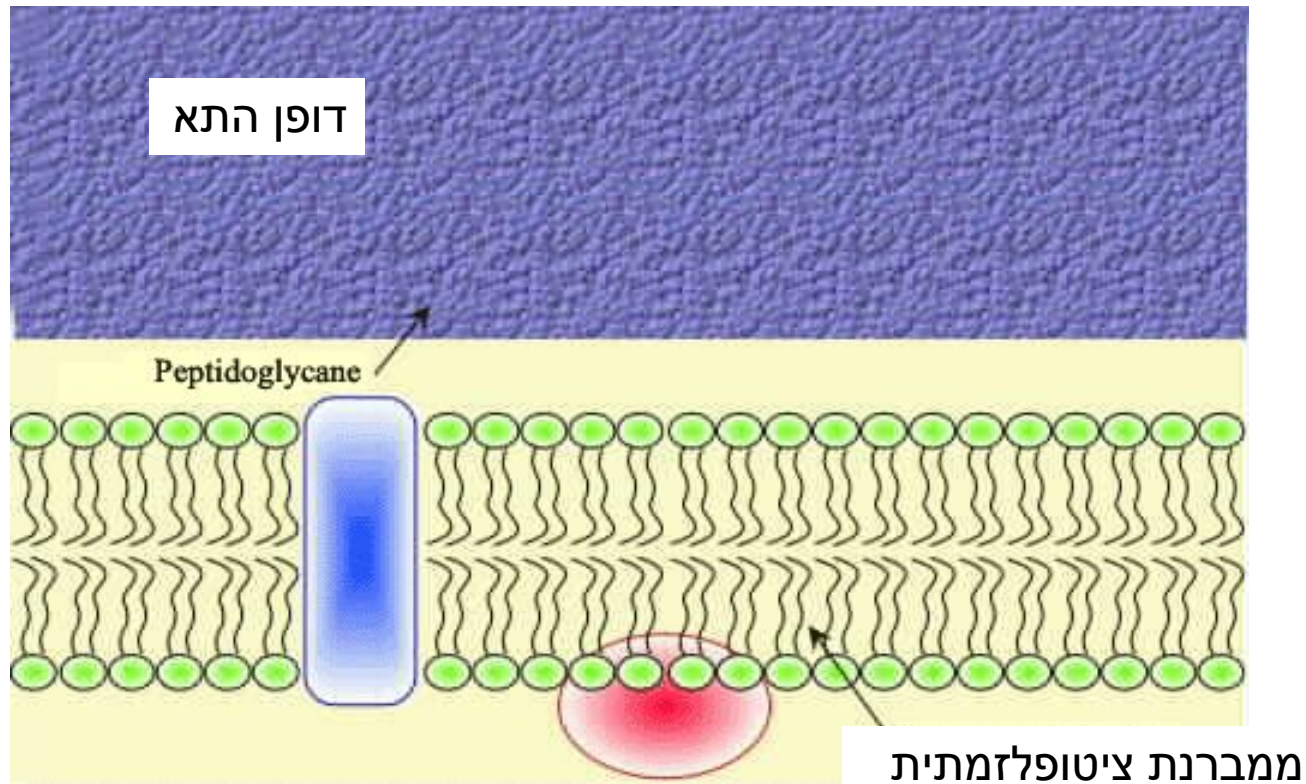
# תפקידי דופן התא

- מקנה לחיידק את צורתו האופיינית.
- מגינה על החיידק מפני ההשפעות ההרסניות של הסביבה.
- ממלאת תפקיד בחלוקת החיידק.

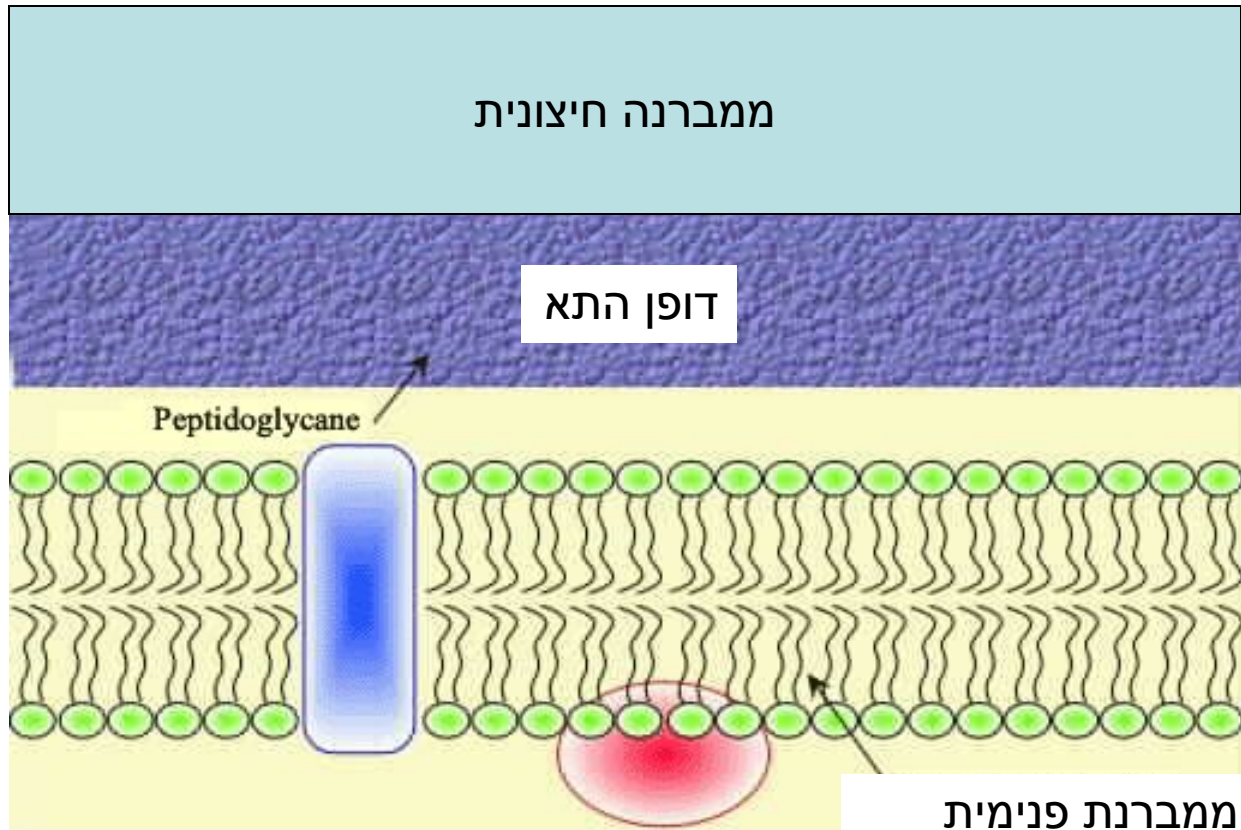
# צביעת גרם (gram stain)

- השכבות המקיפות את החיידק אינן זהות בכל קבוצת חיידקים.
- צביעת גרם היא שיטת צביעה המשמשת לזיהוי ולסיווג החיידקים לפי מבנה הדופן.
- מאפשרת לחלק את החיידקים לשתי קבוצות:
  - גרם חיוביים (gram positive)
  - גרם שלילים (gram negative)

# חיידקים גרם חיוביים



# חיידקים גרם שליליים





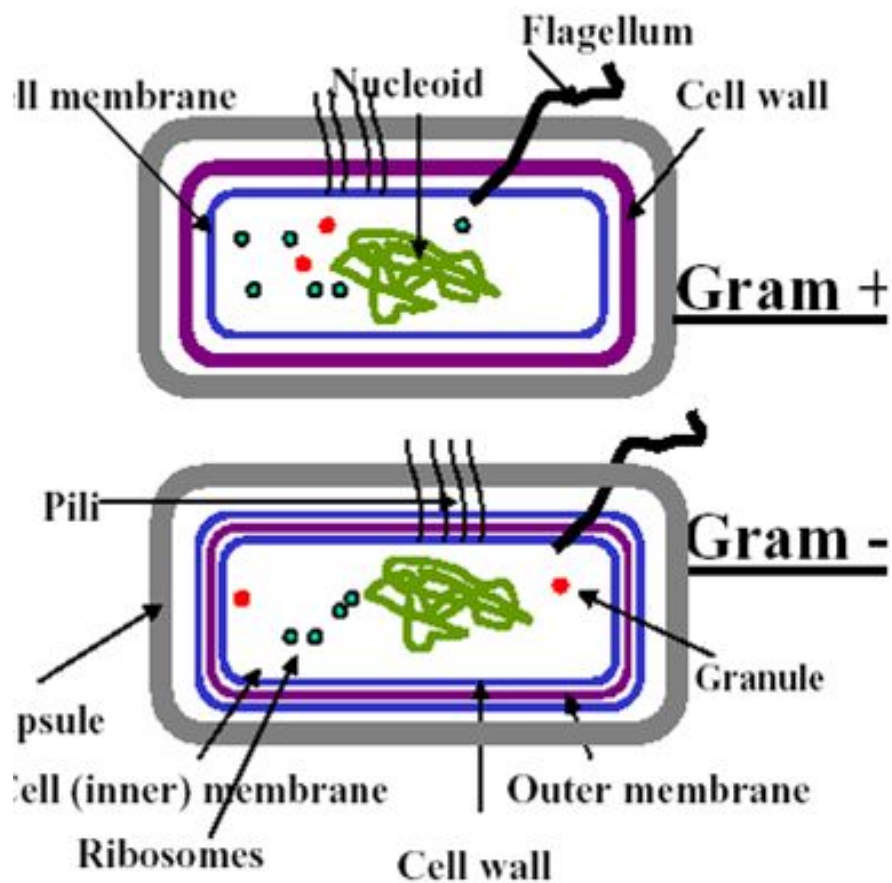
# הפפטידוגליקן

- מרכיב של הדופן המשותף כמעט לכל החיידקים.
- מעניק קשיחות לדופן התא.
- מורכב מסוכרים ומחומצות אמינו.
- מהווה 5%-10% מהמשקל היבש של מעטפת התא של חיידק גרם שלילי, ו 40% - 90% מהמשקל היבש של מעטפת התא של חיידק גרם חיובי.
- מהווה איזור המגע בין חיידק גרם חיובי לבין הסביבה.
- המרכיב העיקרי בדופן של חיידק גרם חיובי.

# המברנה החיצונית של חיידקים גרם שליליים

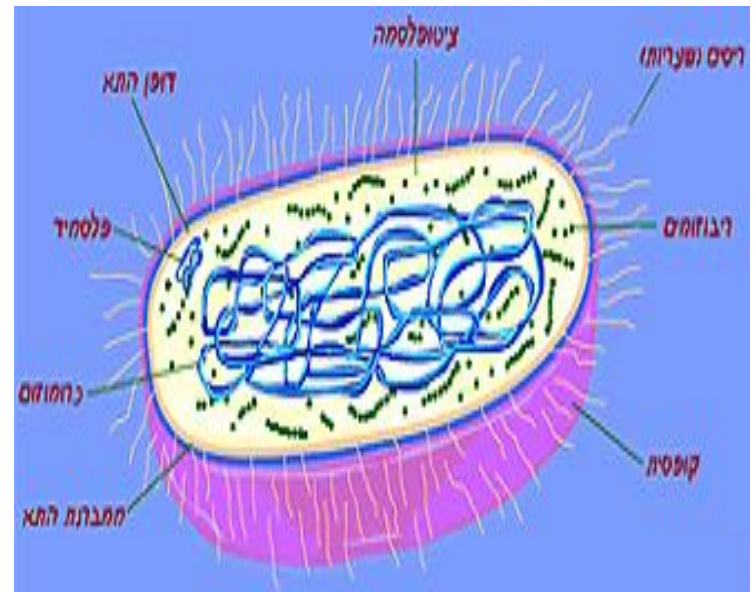
- אצל חיידק גרם שלילי, הפפטידוגליקן מוקף ממברנה נוספת - המברנה החיצונית.
- למברנה החיצונית מבנה דומה למבנה של המברנה הציטופלזמית (הנקראת גם המברנה הפנימית).
- המברנה החיצונית מעורבת בחסימת המעבר של מולקולות אל תוך התא וממנו החוצה, ובחדירת החיידק לתא אאקריוטי.

# Prokaryotic cell



# הקופסית (capsula)

- בחיידקים רבים קיימת שכבה נוספת מסביב למעטפת התא הנקראת קופסית (Capsula).
- היא בנויה בדרך כלל מסוכרים ולפעמים מחומצות אמינו.
- היא מגינה על החיידק מפני בליעה על ידי תאי מערכת החיסון של האדם.



# החיידקים חסרי הדופן

- המעטפת היחידה העוטפת את החיידקים חסרי דופן היא הממברנה הציטופלזמית.
- דוגמה: המיקופלזמה (mycoplasma)
- ← חיידקים הגורמים לדלקת ראות ולמחלות מין.

# אברונים תוך תאים

## • הכרומוזום

- יחיד, מעגלי, מורכב מסליל כפול של DNA.
- לא קשור לחלבונים.
- אינו מוקף קרום גרעין.
- נקרא גוף דמוי גרעין (nucleoid).

## • הריבוזומים

- חלק מהם נמצאים חופשיים בציטופלזמה (בתא אאוקריוטי הריבוזומים יושבים על הרשת האנדופלזמטית)
- חלק מהם קשור לממברנה הציטופלזמית.

# אברונים נוספים

- שוטון (flagellum, flagella)
  - אברון תנועה דמוי חוט חוץ תאי.
- ריסים או שעריות (pili)
  - מקיפים הרבה חיידקים גרם שליליים.
  - מעורבים בהיצמדות של החיידק לתא אאוקריוטי ובמעבר של DNA מחיידק אחד לחיידק אחר.

# גידול חיידקים

- חלוקת התא הפרוקריוטי היא בדרך כלל חלוקה בינארית.
- מתא חיידק אחד מקבלים שני תאי חיידקים זהים.
- חיידק קולט חומרים מהסביבה, משתמש בהם להפקת אנרגיה ולבנייה.
- הוא גדל, מכפיל את ה - DNA שלו ומתחלק לשני תאי חיידקים.



# אתרי חדירה לגוף המאכסן

- רוב גופנו מכוסה עור המונע פלישה של חיידקים.
- החיידקים יכולים לחדור לרקמות הפנימיות:
  - דרך העור רק אם יש פצע או שריטה.
  - דרך אזורי הגוף החשופים לעולם מבחוץ:
    1. פה (איברי הנשימה ומערכת העיכול).
    2. לחמית (עיניים).
    3. פי הטבעת.
    4. איברי המין.

# איך החיידקים גורמים למחלה?

כדי לגרום למחלה החיידקים צריכים:

1. לחדור לגוף.
2. להיצמד לתאי הרקמות.
3. להתרבות בתנאים הקיימים ברקמות הגוף  
המאכסן.
4. לעמוד בפני מנגנוני ההגנה של הגוף.
5. לגרום להפרעה בתפקוד התקין של הגוף  
המאכסן.

# חיידקים פתוגנים (pathogenic bacteria)

- חיידקים המסוגלים לגרום למחלה אצל אדם בריא לגמרי.

- דוגמה: Clostridium tetani.

חיידק הגורם למחלה הצפדת (tetanus). אחרי חדירתו לגוף הוא מפיק רעלן הגורם לעווית שרירים ונוקשות בלסת, בצוואר, ברגליים ובזרועות.

# חיידקים אופורטוניסטיים (opportunistic bacteria)

- חיידקים הגורמים למחלה רק אם מנגנוני ההגנה הטבעיים נחלשים.
- דיכוי של מערכת החיסון נגרם ע"י:
  - מחלה (סרטן, AIDS)
  - גיל מתקדם
  - תת-תזונה
- טיפולים המדכאים את מערכת החיסון:
  - כימותרפיה לסרטן
  - תרופות לדיכוי מערכת החיסון (השתלת איבר)

# חיידקים אופורטוניסטיים (opportunistic bacteria)

- **Streptococcus pyogenes**
- שוכן בגרון באופן קבוע בלי להזיק.
- אם מערכת החיסון נחלשת, עשויה להתפתח דלקת גרון.

# דרכי טיפול

חיסון מונע -

- תרכיב נגד שחפת (tuberculosis) : חיידק מוחלש.
- תרכיב נגד כולירה (cholera) : חיידק מומת.
- תרכיב נגד פנאומוקוקים (pneumonia) : תרכיב מורכב מחלק מהחיידק.

# דרכי טיפול

אנטיביוטיקה -

▪ עיכוב של הסינתזה של הפפטידוגליקן  
penicillin- (מוקסיפן, רפאפן).

▪ עיכוב של הסינתזה של החלבונים -

macrolide, tetracycline, aminoglycoside  
(סטרפטומיצין, דוקסילין, אריתרומיצין).

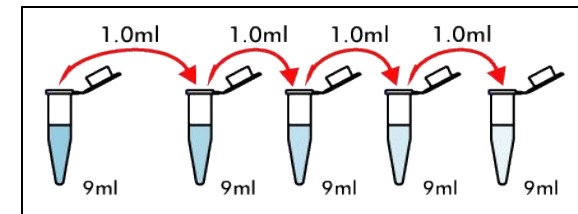
▪ עיכוב של הכפלת הכרומוזום – quinolone  
(אופלוקסצין).

# כיצד מגדלים חיידקים במעבדה ?

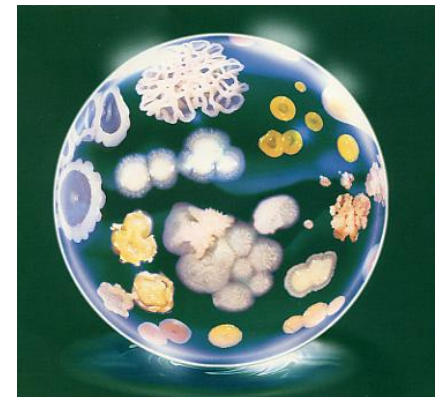
איסוף דגימה



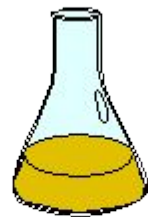
הרחפה/מיהול



זריעה על מצע מזון מוצק והדגרה  
בתנאים מתאימים



בחירת מושבה רצויה  
ובצוע זריעת בידוד



גידול במצע נוזלי  
לקבלת תרבית טהורה

שמירת התבדיל  
הנקי (הקפאה)



# מצעי גידול

- מצע הגידול צריך להכיל את המרכיבים הנחוצים למיקרואורגניזם על מנת לייצר אנרגיה ולבצע את המטבוליזם התאי.

- מצעי הגידול צריכים להכיל : מקור פחמן, חנקן, פוספט, גופרית, אשלגן, מגנזיום, קלציום, נתרן, ברזל, מנגן ומרכיבים נוספים (מינרלים וויטמינים) בכמויות קטנות. כמו כן במקרים מסוימים יש להוסיף חומצות אמינו או חומצות גרעין מסוימות

## סוגי מצעי גידול

- ניתן לסווג את מצעי הגידול במספר דרכים לפי הרכבם או לפי השימוש בהם.

- מצע נוזלי לעומת מצע מוצק

- מצע מוגדר לעומת מצע מורכב

- מצע בורר לעומת מצע מבחין

# מצע מוגדר לעומת מצע מורכב

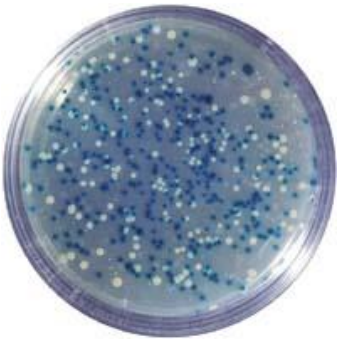
- מצע מוגדר (מינמלי) הינו מצע שהרכב הכימיקלים המדויק בו ידוע, נוצר על ידי ערבוב חומרים טהורים. מספק רק את הנוטריינטים החיוניים ומחייב לדעת במדויק את הדרישות התזונתיות של האורגניזם.

- מצע מורכב (עשיר) הינו מצע שהרכב הכימיקלים המדויק בו אינו ידוע, נוצר ממיצויים ממקורות ביולוגים כגון: שמרים, בשר, דם וכו'. מספק טווח רחב של נוטריינטים, אינו מצריך ידע מדויק על הדרישות התזונתיות של האורגניזם.

מצעים מוגדרים משמשים לדוגמא לחקר דרישות תזונתיות של חיידקים, ולאיתור מוטנטיים אקסטרופים. מצעים מורכבים משמשים לגידול שיגרת, גידול חיידקים לא מוכרים וגידול חיידקים בעלי דרישות תזונתיות מורכבות כגון פתוגנים.

# מצע בורר לעומת מצע מבחין

- מצע בורר הינו מצע שמכיל מרכיבים המעכבים גידול של מיקרואורגניזמים מסוימים ומאפשרים גידול רק לאלו בעלי תכונה מסוימת. (לדוגמא מצע המכיל אנטביוטיקה).



- מצע מבחין הינו מצע המאפשר להבדיל בין מיקרואורגניזמים שונים על סמך הבדלים פנוטיפיים באופן הגידול על המצע (למשל צבע מושבה) .

# מצע נוזלי לעומת מצע מוצק

כל סוגי המצעים יכולים להיות נוזליים - מאפשרים לגדל חיידקים בתרביות טהורות, או מוצקים – מאפשרים לבודד חיידקים, לביצוע ספירות חיות, ולגידול מושבות.

על מנת לייצר מצע מוצק יש להוסיף למרכיבי המצע אגר (פוליסכריד שמקורו מאצה). תכונות האגר: מתמוסס ב - 100 מעלות ונשאר נוזלי עד 40 מעלות. לא מנוצל על ידי רוב החיידקים (אינרטי) .