פרק 2: מבנה החיידקים

ממלכת המונרה- (כוללת את הפרוקריוטים את כל החיידקים

מימדים: נמדדים במיקרונים (1 מיקרון = 1/1000 מילימטר)

 נע בין 2-5 מיקרונים באורך

 2 מיקרונים רוחב

צורות: א. נקדים או כדורית (קוקוס) - תאים כדוריים קוטרם הממוצע 1 מיקרומטר

 ב. מתגים (בצילוס) - תא גלילי מאורך (דמוי מקלון), אורכם הממוצע כ -3 מיקרומטר .

 ג. סלילניים - אורכם הממוצע יכול להגיע ל - 8-10 מיקרומטר.

אופן התארגנות של התאים: א. זוגות, רביעיות של תאים

 ב. שרשרת תאים

 ג. צבר תאים

 ד. תפטיר יוצרים מעין תפטיר כמו של פטריות.

\* תאים סלילניים מופיעים תמיד כבודדים.

מבנה תא החיידק:

תא החיידק מכיל בתוכו דופן, קרום תא, חומר תורשתי, ציטופלסמה, ריבוזומים, לעיתים איברוני תנועה - שוטונים. תאי חיידקים קטנים בהרבה מתא בע"ח או צמח.

דופן תא החיידק

תפקידים: 1. בסביבה היפוטונית מגינה הדופן על החיידק מפני ליזיס אוסמוטי (התפוצצות

 תא). חיידקים בטבע מצויים בדרך כלל בתמיסות היפוטוניות.

 2. הדופן שומרת על הצורה האופיינית של תא החיידק ומקנה לו יציבות.

 3. הדופן ממלאת תפקיד בחלוקת התא.

מבנה: רב סוכר ייחודי לחיידקים בשם מוראין, המורכב משרשראות סוכרים שעליהם

 מחוברים חומצות אמיניות.

כל החיידקים נחלקים לשתי קבוצות גדולות ע"פ הרכב דופן התא. ההבחנה בין שתי הקבוצות נעשת על סמך התגובה של הדופן התא לחומרי צביעה מסוימים, כלומר כושרם לקלוט חומר צביעה. החלוקה לשתי קבוצות אלו מתבססת על שיטת צביעה של חיידקים, שפיתח החוקר הדני כריסטאן גרם בסוף המאה ה - 18.

שתי הקבוצות

חיידקים גרם חיוביים (גרם +) חיידקים גרם שליליים (גרם -)

שומרים על הצבע מאבדים את הצבע

נכללים חיידקים שהדופן שלהם מכיל נכללים חיידקים בעלי דופן דק,

אחוז גבוה של רב סוכר מוראין המכיל אחוז נמוך מאוד של מוראין

\* דופן התא חדירה בדרך כלל לחומרים ממסים (אינו בורר חומרים).

\* פנצילין מפריע בתהליך יצירת הדופן, בנוכחותו לא נוצרת שכבת המוריאן וכך התא מתפוצץ בקלות כתוצאה מהפרשי לחץ אוסמוטי.

קרום תא

מבנה: שומנים וחלבונים, מבנה הדומה לממברנות של תאי בע"ח וצמחים.

תפקיד: 1. מפריד בין הציטופלסמה של החיידק לבין הסביבה החיצונית.

 2. מווסת את כניסתם ויצאתם של חומרים בתא, כלומר זהו קרום בררני.

\* בחיידקים רבים מכיל קרום התא גם אנזימים המפעילים את שלבי נשימת התא (אנזימים

 שבבע"ח נמצאים במיטוכונדריה) כלומר הנשימה התאית מתבצעת בצידו הפנימי של קרום התא.

חומר תורשתי

תאי החיידק הנם תאים ללא גרעין (פרוקריוטים), כלומר החומר התורשתי אינו נמצא בתוך גרעין, אלא מרוכז בתוך גופיף במרכז התא. תאי החיידק מכילים חוט אחד של ד.נ.א מעגלי, כלומר חסר קצוות, עליו נמצאים כל התכונות. כלומר כל הגנים נמצאים בהעתק אחד, להבדיל מתאי בע"ח וצמחים, שישנם 2 העתקים. בע"ח וצמחים נקראים **דיפלואידיים** ואילו החיידקים **הפלואידיים**. אורך מולקולת הד.נ.א 0.25 ל -3 מילימטר (פי 500 מגודל התא).

ישנם חיידקים שבנוסף לטבעת הארוכה של ד.נ.א. ישנם קטעי ד.נ.א בודדים הסגורים בצורת טבעתי והם הפלסמידים. בשום מקרה לא הוכח כי הם חשובים לקיומו של החיידק. בהנדסה גנטית הם משמשים כאמצעי תובלה להעברת תכונות מאורגניזם אחד לשני.

**פלסמידים** - קטעי ד.נ.א קטנים בעלי מבנה טבעתי, ואינם קשורים למולקולת הד.נ.א

 הראשית.

 הפלסמידים קטנים מאוד ביחס לכרומוזומים של התא, והם נושאים מידע גנטי

 למס' מצומצם של תכונות (לדוגמא עמידות לתרופות, הכושר לפרק תרכובות

 פחמן).

**ריסים-** תוספות זעירות המכסות בדרך כלל את כל שטח הפנים של החיידק- מעין ריסים או ריסים זעירות. תוספת זו קשורה לפעמים ליכולתם של החיידקים להצמד לתאים בגוף וכך לגרום למחלה.

תנועת החיידקים

תנועת החיידקים עשויה להיות פסיבית או אקטיבית. התנועה הפסיבית מסוגלים החיידקים לעבור מרחקים ניכרים כאשר רוח או זרמי מים או בע"ח מהווים את ה"כוח המניע".

בתנועה אקטיבית ניתן להבחין בשני סוגים: זו המתבצעת באמצעות איברונים מיוחדים הבולטים מחוץ לתא והאחרת המתבצעת בהעדר איברונים מעין אלה, לדוגמא תאים המסוגלים לשנות את צורת התא מהלך התנועה (לא ידוע כיצד עובד המנגנון) או "חיידקים מחליקים" המפרישים ריר שעל גביו הם מחליקים ונעים מנקודה לנקודה על מצע מוצק.

המבנה של אברוני התנועה:

**השוטון** הוא איבר דמוי חוט אחד ( להבדיל מן הריסים ביצורים חד תאיים כמו סנדלית) חוץ תאי ובו מסתייעים החיידקים לתנועה. אורכו של השוטון בחיידקים מסוימים עשוי להיות גדול פי 10 ממימדי התא עצמו. תא של חיידק יכול להיות מצויד בשוטון יחיד או יותר בהתאם למין החיידק.

השוטון הוא איבר בעל קשיחות מסוימת, המאפשרת לו לנוע בתנועה סיבובית סביב צירו המרכזי. החלק הבסיסי של השוטון מעוגן בתוך הדופן ובקרום התא והוא משמש כמניע (עובד כמעין שני גלגל שיניים הנעות יחד ), והחלק החיצוני של השוטון מסתובב במהירות גבוהה.

איברונים בתאי החיידקים

ציטופלסמה – מורכבת ברובה ממים ומומסים בה חלבונים ומלחים. בה מצויים הריבוזומים.

ריבוזומים - איברונים קטנים המצויים בציטו'. מבנם דומה לזה של תא בע"ח וצמחים, אך קטנים יותר.

 תפקידם: יצירת חלבונים חדשים לשני תפקידים עיקריים:

 א. אינזמים - זרזים של תהליכים כימיים בתא.

 ב. חלבוני בניין לבניית התא.

גרגרי תשמורת - מאגר מזון כאשר המזון אוזל לעיתים ניתן לראות בתוך הציטופלסמה של

 חיידקים גרגירי חומרי תשמורת. חיידקים רבים מסוגלים לאגור חומרי מזון

 שונים בשעת שפע ולנצל אותם כאשר המזון אוזל.

קרומים פנימיים - ישנם חיידקים המסוגלים להשתמש באור השמש כמקור אנרגיה

 בתהליכי הפוטו'. לחיידקים אלו ישנם מבנים מסובכים של קרומים

 פנימיים. לקבוצה זו שייכות האצות הכחוליות או הציאנובקטריה

 (חיידקים כחוליים שייכים לפרוקריוטיים).

וקואולות (חלולית) - ישנם חיידקים המכילים וקואולות. אלה הם צינורות דקים

 המצויים בציטופלסמה שדופנם אינו חדיר למים. הם מתמלאים

 בגז וכתוצאה מכך התא צף מעל פני המים עקב ירידה במשקל

 הסגולי.

נבגים - חלק מהחיידקים מסוגלים לשרוד במצבים קשים במיוחד (לדוגמא: העדר מזון או תנאי יובש קיצוני או שינוי קיצוני בטמפ' או בלחות), הודות לכושרם להתכנס לתוך מעטה קשה ועמיד, ולהפוך לנבג, כאשר אזל מלאי המזון ואין הם יכולים להמשיך ולהתרבות.

 בתהליך ההיווצרות מתעטף חלק מהציטו' כולל החומר תורשתי בקליפה עמידה וקשה

 מאוד, ותכולת המים של התא יורד מ - 90% ל - 15% נבג נמצא במצב של תרדמה שבו כמעט ואין חילוף חומרים בתא. חיידק יכול לשרוד במצב של נבג גם עשרות שנים.

כאשר התנאים מוטבים מכל נבג יוצא תא חיידק אחד. הנבגים עמידים בתנאי יובש וחום.

נבגים עמידים לקור, ליובש, ללחץ וגם לחום רב ואינם נהרסים אפילו בהרתחה. כדי להמית נבגים יש לחמם מעל 100 מעלות צלסיוס. ביובש- 160 מעלות, בלחות –120 מעלות, תהליך זה נקרא עיקור שהורג נבגים.

נבגים עמידים גם לתמיסת יוד וכלור- אקונומיקה.

שאלה עמוד 161 למטה.

1. חיידקים בדרך כלל אינם מכילים מערכת מפותחת של קרומים בתוך הציטופלסמה בדומה לרטיקולום האנדופלסמטי ומערכת גולגי שבתאי יצורים יותר מפותחים.
2. חיידקים המשתמשים באור להפקת אנרגיה בתהליך הפוט' נקראים אצות כחוליות והם מכילים מבנים מסובכים של קרומים פנימיים. בנוסף הם מכילים חלוליות גז- צינורות דקים המצויים בציטופלסמה ואינם חדירים למים. הם מתמלאים בגז וכך הם מסוגלים לצוף על פני המים. חשבו מדוע?
3. אם יש פוט' כמו בציאנובקטריה התהליך מתרחש בציטופלסמה ובקרומים ולא בכלורופלסט.
4. לא ידוע שבתא פרוקריוטי יש שלד תוך תאי.
5. אין מיטוכונדריה- תהליכי הנשימה התאית מתבצעים בקרומים המצויים בצמוד לקרום התא.
6. השוואה בין תא פרוקריוטי לאאוקריוטי- עמוד 190 בספר התא יחידת החיים וכן בעמוד הבא.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **תכונה** | **תא אאוקריוטי** | **תא פרוקיוטי** |
| דוגמאות | תא אנימלי (בעל חיים), תא צמח | תא חיידק |
| תרשים חתך של תא | חתך                    תא אאוקריוטי | חתך תא חיידק  |
| גודל | קוטר 2-100 מיקרומטר | קוטר עד 2 מיקרומטר |
| גרעין | יש גרעין. מכיל מספר זוגי של כרומוזומים עטופים קרום גרעין.  | אין גרעין. יש כרומוזום אחד מעגלי, אינו מוקף קרום גרעין.  |
| אברונים מוקפים בקרום | יש אברונים. לדוגמה: מיטוכנדריה, גולג'י. | אין אברונים מוקפים קרום.  |
| קרום תא | יש | יש |
| יצור חלבונים | על ידי הריבוזומים על תבנית רנ"א שליח, על סמך מידע מה-דנ"א | על ידי הריבוזומים על תבנית רנ"א שליח, על סמך מידע מה- דנ"א |
| חלוקת תא | מיטוזה  | אמיטוזה (חלוקה ישירה) |
| דופן תא  | אין בתאים אנימלים, יש בתאי צמחים ופטריות | יש |
|  הרכב הדופן שונה בסוגי תאים שונים |
| ציטופלסמה | יש | יש |
| תוספות מבנה | בתאי זרע - שוטון  | ייתכן שוטון, ריסים, קופסית, יכולת הפיכה לנבג |
| אנזימים | בתוך אברונים, בציטופלסמה ועל גבי קרום התא  | מעוגנים בקרום התא או בציטופלסמה. |

**הבדלים בין תא** **פרוקריוטי** **ל****אאוקריוטי**

[להשוואה נוספת בין אאוקריוטים לפרוקריוטים](http://www.cellsalive.com/cells/3dcell.htm)

כשאתה חיידק כמות ה-דנ"א שלך היא 0.001 מכמות ה-דנ"א שיש לתא אאוקריוטי.
יש לך מנוע, אך לרוע המזל הוא אינו יכול לעצור, המנוע נע רק בשני כיוונים, קדימה ואחורה. תנועה לאחור גורמת לסחרור.
אתה עשוי לעבור חלוקת תא כל 20 דקות, לפיכך עליך "ללמוד" מחדש כל מה "שלמדת" ב 20 דקות.
אתה עשוי לקבל חומר גנטי מחיידק אחר או לתת לו חומר גנטי, כלומר: ביכולתך להתרבות מינית.
מוטציות מתרחשות בך בקצב גבוה.
אנשים חשבו שאנטיביוטיקה תגרום לניצחון על החיידקים גורמי המחלות.
האדם לא השכיל להבין שלחיידקים ניסיון של 3.5 מיליארדי שנים בלוחמה כימית. שימוש נרחב בתרופות אלו הביא לסלקציה של חיידקים עמידים לאנטיביוטיקה.

**האבולוציה של התא האיקריוטי עמודים -179-201 ספר התא**

כעצד החלו החיים?

יש גישה שלפיה החיים נבראו ע"י כוח עליון- אמונה המשותפת לדתות רבות. אמונה אינה ניתנת לבחינה בכלים מדעיים.

מבחינה מדעית משערים שהחיים החלו לפני 3.5-4 מילארד שנים.

ממאובנים למדו החוקרים להבין את ההתפתחות של בע"ח וצמחים, אך אין מידע לגבי תחילת החיים של יצורים חד תאיים. מידע לגביהם ניתן לקבל מהתאים של היצורים החיים היום.

* החוקרים מניחים שהאטמוספרה הקדומה לא הכילה חמצן, אלא פד"ח, פחמן חד חמצני, מימן, מתאן ואמוניה. בנוסף היו מקורות אנרגיה רבים: ברקים, קרינת U.V ( כי לא היה אוזון) , קרינה של חומרים רדיואקטיביים, התפרצות הרי געש.
* מקורות האנרגיה הללו יחד עם החומרים הכימיים יצרו את "המרק האורגני הקדום". בוצעו ניסויים שאכן הדבר אפשרי. נוצרו חומצות אמיניות, סוכרים ונוקלאוטידים שונים.
* נשאלת כעת השאלה: כיצד התרחש המעבר מחומר אורגני לחיים?
* ענו על שאלה עמוד 184 במסגרת האפורה.

קיום של תנאי החיים שציינתם אפשרי רק אם יש פעילות אנזימטית בסביבה מופרדת מהסביבה החיצונית ובכושר התרבות המאפשר את המשכיות החיים.

לגבי השאלה מה קדם למה אין הסכמה בין החוקרים.

החוקרים משערים שבמרק הקדום שנוצר, נוצרו גם מולקולות שומניות , שבסביבה מימית נוטות ליצור שלפוחיות קרומיות. מניחים שהתא הקדום היה מורכב מפיסת קרום שומני שהקיפה מולקולות של חומצות גרעין וחלבונים. תא קדום זה שדומה לתא פרוקריוטי בין זמננו , יכול היה לקיים תהליכים של חילוף חומרים, פעילות אנזימטית ושכפול עצמי.

תא זה מייצג את ראשית החיים.

* סביר שבמקביל התפתחו מספר תאים קדומים, שונים זה מזה ושחלקם אף התרבו. אבל הצאצאים של רק אחת מצורות אלה היוו את המוצא לחיים בעולמנו.
* ההנחה שהחיים התפתחו מתא קדמון יחיד מבוסס על קיומם של מבנים ותהליכים המשותפים לרוב התאים. סביר יותר שאותו מבנה התפתח פעם אחת ולא כמה פעמים. שאלה: ציינו מבנים ותהליכים המשותפים לכלל התאים.

בתא הקדום האנזימים שבתא פרקו את החומרים שהיו בו, פירוק החומרים היה מקור אנרגיה וכן מקור חומרים לתא. עם התרבות התאים חלה ירידה בכמות החומרים במרק האורגני הקדום. בין התאים התפתחה תחרות , מניחים שבין התאים שחיו במרק האורגני הקדום היו גם כאלה שבהם התפתחו מנגנונים ליצירה עצמאית של חומרים אורגניים- אלו הם התאים האוטוטרופיים הראטשונים.

החוקרים מניחים שתאים אוטטרופיים ראשונים מקור האנרגיה שלהם היה בחומרים אנאורגניים כלומר הם בצעו כימוסינתזה.

התאים הפוטוסינתטיים היוו מקור אנרגיה לתאים ההטרוטרופיים- הם ניזנו מההפרשות ואף טרפו אותם. התאים הפוטוסינט\תטיים התרבו וכבשו סביבות חיים חדשות ולכן גרמו לשינוי בתנאים עלפני כדור הארץ- כמות החמצן באטמוספרה עלתה והדבר גרם ליצירת שכבת אוזון.

שכבת האוזון הקטינה את קרינת ה U.V וכך הצטמצמו מקורות האנרגיה שהובילו ליצירת מרק האורגני הקדום. בנוסף, שכבת האוזון אפשרה את החיים גם על פני היבשה שקודם לא התאפשרה בגגל הקרינה.

**תא פרוקריוטי ואיקריוטי**

במשך שני מיליארד שנים התאים שהיו על פני כדה"א היו תאים פרוקריוטים. הם היו מאוד מגוונים מבחינת בתי גידול, צורתם, מבנה, גודל. חלקם היו אוטטרופיים וחלקם הטרוטרופיים, חלקם היו אירוביים וחלקם אנאירוביים.

**האבולוציה של תא איקריוטי.**

מאחר והתאים דומים זה לזה ההשערה היא שהתא האיקריוטי התפתח מהפרוקריוטי.

השלב הראשון בהתפתחות היה התפתחות של תא ללא דופן, דבר שאפשר אנדוציטוזה כדרך הזנה. בנוסף אברונים בתא המוקפים בקרום כמו גרעין, רשת תוך תאית, ליזוזומים ומערכת גולג'י התפתחו מהתקפלות של קרום התא אל תוך התא. אזורים אלו הכילו כמות גדולה של אנזימים. במהלך הדורות אזורים אלו התנתקו מהקרום ויצרו איברונים נפרדים השונים מתוכן הציטופלסמה. ראו איור עמוד 191.

כעת נתמקד בהתפתחות המיטוכונדריה והכלורופלסטים, אנו מפרידים אותם משאר האברונים מאחר והם מורכבים יותר במבנם ובתפקודם.

שאלה: נסו להעלות קווי דמיון בין מיטו' וכלורו' לבין תא פרוקריוטי?

1. גודלם דומה לזה של חיידקים.
2. במיטו' ובכלורו' יש מולקולת D.N.A טבעתית שאינה מוקפת בקרום, כך גם בתאי חיידקים.
3. בכלורו' ובמיטו' יש ריבוזומים, שעליהם נבנים חלק מהחלבונים של אברונים אלה. ריבוזומים אלו דומים בהרכבם לריבוזומים שבחיידקים.
4. מיטו' וכלורו' מתרבים באופן עצאי, ללא תלות בחלוקת התא. התרבות הדומה לזו של חיידקים.

תאוריית האנדוסימביוזה היא תאוריה המסבירה את מוצא המיטו' והכלורו'. התיאוריה מניחה כי היו תאים קדם איקריוטים, גדולים יחסית עם גרעין וללא דופן. תאים אלו היו ניזונים באנדוציטוזה מתאים פרוקריוטים קטנים. חלק מהתאים שנבלעו לא התפרקו. במהלך הדורות התאים הקטנים שהתרבו יחד עם התא הקדום, פתחו יחסי שיתוף. התא הפרוקריוטי שנבלע המשיך לבצע נשימה אווירנית, תוצרי הנשימה שמשו את התא הגדול. במקביל התא הפרוקריוטי איבד מעצמאותו- חלק מהתפקידים בוצעו ע"י התא הגדול. בהמשך היחסים בניהם הפכו ליחסי תלות. כך הפך התא הפרוקריוטי לאברון בתוך התא הגדול – מיטוכונדריון. איור עמוד 193.

לגבי הכלורופלסט ההנחה היא שבשלב אבולוציוני מאוחר יותר, תא איקריוטי שהכיל מיטו' בלע תא פרוקריוטי פוטוסינתי קדום. גם במקרה זה התפתחו בין שני התאים יחסי שיתוף שבעקבותהם, התפתח תא איקריוטי ובו אברון נוסף- הכלורופלסט. תאים אלו היו אבות הצמחים הראשונים.

* בכלורו' ובמיטו' יש שני קרומים- חיצוני הדומה לקרום התא ופנימי השונה בבתכונותיו מהקרום החיצוני ודומה יותר לקרום של תא פרוקריוטי. על פי תאורית האנדוסימביוזה- הקרום הפנימי מקורו בקרום התא הפרוקריוטי הקטן שנבלע, הקרום החיצוני מקורו בתא הגדול הבולע.