

נושאי לימוד בחירה לתלמידי 5 יח"ל – קבוצה ב'

רבייה

נושא בחירה לתלמידי 5 יח"ל, כ- 35 שעות לימוד

מבוא

אחד ממאפייני החיים הוא כושר הרבייה של היצורים (האורגניזמים) החיים. הרבייה מבטיחה את המשך קיום המין.

פרק זה עוסק בעקרונות, בתופעות ובתהליכים המאפיינים את הרבייה ביצורים חיים, תוך הדגשת הקשר בין הרבייה לבין המערכת התורשתית והתאמת מערכות הרבייה לתנאי יבשה (ללא התייחסות נרחבת להתנהגויות הקשורות לרבייה).

מבט על

הרבייה מאפיינת את כל צורות החיים, ובה מותנית המשכיות המין (species). בתאיהם של כל היצורים יש חומר תורשתי בעל יכולת שכפול, המועבר בדייקנות מדור תאים אחד לבא אחריו בעת חלוקת התא (מיטוזה).

קיימות שתי צורות רבייה: אל-זוויגית (אל-מינית או וגטטיבית) וזוויגית (מינית). ישנם יצורים שבהם מתקיימות שתי צורות הרבייה.

ברבייה אל-זוויגית (אל-מינית) מתקבלים מהורה יחיד צאצאים הנושאים חומר תורשתי הזהה ברוב המקרים לזה של הפרט שממנו נוצרו. לרבייה אל-זוויגית יש יתרון בתנאי סביבה יציבים, ויש לה יישומים רבים בחקלאות.

ברבייה זוויגית (מינית) ביצורים דיפלואידים מתקיימת חלוקת הפחתה (מיוזה) ונוצרים תאי זוויג (תאי מין – גמטות) הפלואידים. בתהליך ההפריה מתקבל תא דיפלואידי (זיגוטה). הצאצאים ברבייה זוויגית נוצרים מהתלכדות של שני תאי זוויג הפלואידים (בדרך כלל זכרי ונקבי), המכילים מידע תורשתי שונה, ומתקבלים אצלם צירופים חדשים של גנים המתבטאים בתכונות שונות. לשונות בקרב צאצאי הרבייה הזוויגית יש יתרון בתנאי סביבה משתנים, והיא מהווה "חומר גלם" לבכרה הטבעית.

ביצורים רב-תאיים, שבהם קיימת רבייה זוויגית, קיימת מערכת רבייה הבנויה מאיברים שבהם נוצרים תאי הזוויג ולעתים גם מאיברים שבאמצעותם תאי הזוויג נפגשים. תאי הזוויג הנקביים הם בדרך כלל ניחים, ואילו תאי הזוויג הזכריים הם בדרך כלל ניידים. בכל היצורים ההפריה יכולה להתרחש רק בסביבה שבה קיימים תנאי לחות המתאימים לקיום תאי הרבייה, לתנועתם ולמפגש ביניהם.

המבנה והתפקוד של מערכות הרבייה ביצורים השונים מותאמים לתנאי החיים בסביבתם. אפשר להבחין, בבעלי חיים ובצמחים, בכיוון התפתחות אבולוציוני דומה של מערכות הרבייה, כיוון של התאמה לחיים ביבשה תוך שמירה על סביבה לחה לתאי הזוויג ולהתפתחות העובר. ברוב היצורים המותאמים לחיים ביבשה מתקיימת הפריה פנימית, המאפשרת מפגש של תאי הזוויג החשופים בסביבה לחה המוגנת מפני התייבשות. כמו כן, קיימים מבנים ואיברים (כגון ביצה, רחם וקרומי עובר בבעלי חיים, ביצית ושחלה בצמחים), המשמשים להגנה על העובר המתפתח גם מפני היובש. ביצורים רב-

תאיים התפתחות הזיגוטה ליצור רב-תאי כרוכה בחלוקת תאים, בגדילה ובהתמיינות של תאים ליצירת רקמות ואיברים.

תהליך הרבייה ביצורים מוסדר באמצעות מנגנוני ויסות ותקשורת בתוך היצור, בין הזוויגים ובין היצור לסביבתו. לתקשורת בין הזוויגים תפקיד חשוב ברבייה זוויגית.

ליצורים בטבע ישנן אסטרטגיות שונות ומגוונות באשר למספר הצאצאים ולהשקעה בגידולם. ישנם שמעמידים צאצאים רבים מאוד אך משקיעים מעט בגידול (למשל זבובים), וישנם יצורים שיש להם מעט צאצאים והם משקיעים הרבה מאוד בגידולם (למשל נשרים). בכל האסטרטגיות מספר הצאצאים שהיצורים מעמידים רב יותר ממספר הצאצאים ששורדים.

הפיתוח הטכנולוגי והידע המצטבר בנושא הרבייה מאפשרים לאדם להתערב בתהליכי הרבייה של יצורים חיים רבים ובכללם בני האדם, בעלי חיים וצמחים. בעקבות יכולת ההתערבות ברביית האדם עולות סוגיות אתיות, שעל האדם והחברה לתת עליהן את הדעת.

טבלת רעיונות, תכנים, מונחים ומושגים

מונחים ומושגים נוספים	מפרט תכנים	רעיון / תופעה
חלוקת תא (מיטוזה).	<ul style="list-style-type: none"> • משמעות הרבייה לקיום המין (species). רבייה של יצורים (אורגניזמים) חד-תאיים, רבייה (לעומת גדילה) ביצורים רב-תאיים. • בתהליך הרבייה מועבר מידע תורשתי מדור לדור. החומר התורשתי DNA מועתק מדור לדור בדיוקנות, אך יכולים לחול בו שינויים (מוטציות). 	<ul style="list-style-type: none"> • הרבייה מאפיינת את כל צורות החיים ובה מותנה המשך קיום המין.
הנצה, זיגוטה, ייחורים, כרומוזומים, כרומוזומים הומולוגיים, מוטציה, ניצני ריבוי, פקעות ובצלים, רביית בתולים (פרתנוגזה), שיבוט (עיקרון), שלוחות, תא ביצה, תא דיפלואידי, תא הפלואידי, תא זרע.	<p>עקרון תהליך חלוקת התא (מיטוזה). עקרון תהליך חלוקת ההפחתה (מיוזה).</p> <ul style="list-style-type: none"> • רבייה אל-זוויגית: <ul style="list-style-type: none"> - יתרונות וחסרונות להמשך קיום המין. - יתרונות וחסרונות לתועלת האדם. - דוגמאות ביצורים שונים (חד-תאיים, צמחים ובעלי חיים). • רבייה זוויגית: <ul style="list-style-type: none"> - יתרונות וחסרונות להמשך קיום המין. - יתרונות וחסרונות לתועלת האדם. - השונות הגנטית היא תוצאה של: <ol style="list-style-type: none"> 1. מיזוג (התפלגות אקראית של כרומוזומים ושחלוף). 2. מפגש אקראי של גמטות. - הפריה עצמית מקטינה אך לא מבטלת את השונות הגנטית. 	<p>קיימות שתי צורות רבייה: אל-זוויגית (אל-מינית) וזוויגית (מינית).</p> <p>הבסיס התאי של הרבייה האל-זוויגית הוא המיטוזה. הבסיס התאי של הרבייה הזוויגית הוא המיזוג ואיחוי הגמטות.</p> <p>ברבייה זוויגית חלה הפריה שבה מתלכד חומר תורשתי משני תאי זוויג. קיימת שונות גנטית בפרטים המתרבים ברבייה זוויגית.</p>
אשך, זיגוטה, חצוצרה, נרתיק, ערמונית, פיך, צינור הביציות, צינור מוביל הזרע, רחם, שחלה, תא ביצה (ביצית), תא זרע.	<ul style="list-style-type: none"> • מבנה כללי ואחיד של מערכת רבייה בבעלי חיים: פתח מין חיצוני, איברים ליצירת תאי רבייה (תאי זוויג), איברים להובלת תאי רבייה, איברים למפגש של תאי רבייה (בעלי הפריה פנימית). • מבנה מערכת הרבייה באדם כדוגמה של מערכת הרבייה ביונקים. • השוואה למערכות רבייה בחולייתנים אחרים: דגים ועופות. • מערכת הרבייה הזוויגית בצמחים מכוסי זרע: מבנה הפרח, איברי הפרח, יצירת גרגירי אבקה הנושאים את תאי הזרע, יצירת ביציות ובתוכן תאי הביצה, התאמות לדרכי האבקה שונות (באמצעות רוח, בעלי חיים) ומנגנונים למניעת האבקה עצמית. • תהליכי רבייה: הפריה חיצונית, הפריה פנימית, התאמה לסביבת חיים. 	<p>ביצורים רב-תאיים שבהם קיימת רבייה זוויגית, קיימת מערכת רבייה.</p> <p>תאי הזוויג הנקביים הם בדרך כלל ניחים, ואילו תאי הזוויג הזכריים הם בדרך כלל ניידים.</p> <p>תהליך ההפריה מותנה בקיום סביבה לחה.</p>
אסטרוגן, ביוץ, גופיף צהוב, היפופיזה, היפותלמוס, התבגרות מינית, וסת, זקיף, סטטוסטרון, מנגנוני משוב (חיובי ושלילי), סימני זכריות ונקביות, סימני מין ראשוניים / משניים, פרוגסטרון, פרומון, FSH, LH.	<ul style="list-style-type: none"> • ויסות הורמונלי של תהליכי רבייה בבעלי חיים: הורמוני רבייה באדם כדוגמה – שינויים הורמונליים ופיזיולוגיים בעת ההתבגרות, התפתחות תאי זרע אצל הזכר, מחזור הווסת, ייחוס בבעלי-חיים. • חשיבות התקשורת בין הזוויגים ברבייה זוויגית, חיזור. 	<p>תהליך הרבייה מוסדר בדרך כלל באמצעות מנגנוני ויסות ותקשורת בתוך היצור, בין הזוויגים ובין היצור לסביבתו.</p>

מונחים ומושגים נוספים	מפרט תכנים	רעיון / תופעה
עונתיות. פוטופריודיזם, פיטוכרום, צמחי יום ארוך, צמחי יום קצר.	<ul style="list-style-type: none"> השפעות הסביבה על הרבייה בבעלי חיים : אורך יום, טמפרטורה, מזון (כמות ואיכות). השפעות הסביבה על הרבייה בצמחים : אורך יום, טמפרטורה. 	
בלוטות חלב, בעלי שיליה, גופיף צהוב, הטלה, המלטה, השרצה, זיגוטה, זקיך, חלמון, חסרי שיליה, כוריון, מי שפיר, פרוגסטרוון, פרולקטין, צירי לידה, רחם, רירית הרחם, שיליה, שפיר (אמניון), שק חלמון. אנדוספרם, פסיגים, תרדמת זרעים. חד-שנתיים, חנטה, נצרון, פרי, קדקודי צמיחה, קמביום, רב- שנתיים, שורשון.	<ul style="list-style-type: none"> התפתחות עובר האדם (כדוגמה מייצגת) : - סביבת הקיום של העובר : הזנה, הפרשה, קרומי עובר. - היריון ולידה. התפתחות עובר בביצה, מבנה הביצה (עוף). בצמחים בעלי זרעים העובר מצוי בזרע, שהוא מבנה מיוחד המאפשר הישרדות והפצה. התאמות להפצת זרעים (באמצעות רוח ובעלי חיים). מזרע לצמח בוגר : נביטה (התהליך, הגורמים המשפיעים), התמיינות וצמיחה. התפתחות הפרי. 	<p>התפתחות הזיגוטה ליצור בוגר כרוכה בחלוקת תאים, גדילה והתמיינות.</p> <p>התפתחות העובר מתרחשת בסביבה מוגנת ולחה.</p> <p>התפתחות העובר בצמחים בעלי זרעים נעצרת, וכשתנאי הסביבה מתאימים, היא מתחדשת.</p> <p>בצמחים יש רקמות עובריות שהתפתחותן נמשכת במשך כל חיי הצמח ומאפשרת יצירת איברים חדשים.</p>
הטלה, המלטה, הפריה חיצונית, הפריה פנימית, השרצה, לידה. נחשון, שחלה.	<ul style="list-style-type: none"> דוגמאות של התאמות בבעלי חיים ובצמחים לתנאים הנדרשים בתהליכי רבייה ביבשה : העברת תאי הרבייה, פגישתם, התפתחות העובר מחוץ לגוף האם ובתוך גוף האם. דו-חיים : דוגמה להתאמה לחיים ביבשה בלי התאמה לרבייה ביבשה. הגנה על תאי הרבייה בצמחים בעלי זרעים. 	<p>ההתפתחות האבולוציונית של מערכות הרבייה בבעלי חיים ובצמחים קשורה למעבר מחיים במים לחיים ביבשה, תוך שמירה על סביבה לחה לתאי הרבייה.</p>
	<ul style="list-style-type: none"> דוגמאות של אסטרטגיות רבייה : ברוב הדגים הרבה צאצאים ומעט השקעה, ואילו ביונקים מעט צאצאים והרבה השקעה, יתרונות וחסרונות של האסטרטגיות השונות. חלק מהצאצאים מתים עקב טריפה, תחרות, מחלות, רעב או מפגעים אחרים. 	<p>בטבע יש מגוון של אסטרטגיות רבייה (יחסים שונים בין מספר הצאצאים לבין ההשקעה בכל צאצא).</p> <p>בכל האסטרטגיות היצורים מעמידים יותר צאצאים מהצאצאים ששורדים.</p>
בגרות מינית, ביוץ, הורמונים, גונדוטרופינים, השריית ייחוס, זקיך, מחזור ייחוס, מחזור מיני, עונת רבייה. הארה מלאכותית, פוטופריודיזם. כנה, קמביום, רוכב.	<ul style="list-style-type: none"> דוגמאות לתהליכי התערבות¹ (א) תהליכי התערבות ברביית בע"ח הזרעה מלאכותית בבקר. הכוונת מועד הייחוס בבקר : שיטות ויתרונות. הכוונת מועד ההטלה וכמות הביצים בעופות בעזרת שינוי אורך היום : שיטות ויתרונות. (ב) תהליכי התערבות ברבייה ובהתפתחות של צמחים. הרכבה. 	<p>האדם מתערב בתהליך הרבייה של בעלי חיים, בתהליך הרבייה ובמחזור החיים של צמחים.</p>

¹ יש לבחור 3 דוגמאות, דוגמה מכל אחת מקבוצות א'-ג'

מונחים ומושגים נוספים	מפרט תכנים	רעיון / תופעה
<p>אוקסין, ייחורי עלים, ייחורי ענף, מריסטמה, ציטוקינין, קאלוס.</p> <p>אוקסין, התמיינות, מצע גידול מלאכותי, ציטוקינין, צמחון, קאלוס, שלב ההסתגלות, תרבית תאים.</p> <p>אחסנת זרעים, אתילן, גיברלין, חיוניות זרעים, ציטוקינין, תרדמת זרעים.</p> <p>מנת קור, פוטופריודיזם, פיטוכרום, צמחי יום ארוך, צמחי יום קצר.</p> <p>אוקסין, אתילן, גיזום, דילול, הבחלה.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ריבוי על ידי ייחורים: תהליכי התחדשות בייחור וגורמים המשפיעים על תהליכי ההתחדשות (הורמונים, חומרי הזנה, גיל, עונתיות, מים, טמפרטורה, אור, מצע). • ריבוי בתרבית רקמה. עקרונות השיטה, יתרונות וחסרונות. • (ג) תהליכי התערבות במחזור החיים של צמחים. • הכוונת מועד נביטת זרעים. שיטות לשבירת תרדמת זרעים: שחיקה, הרחקת מעכבי נביטה, הורמונים, קירור. • הכוונת הפריחה (שינוי אורך יום, טמפרטורה נמוכה). • הכוונת התפתחות הפרי: חנטה, גדילה, הבשלה, נשירה. 	
<p>גלולה למניעת היריון, הקפאת עוברים, עוברים עודפים.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • הפריה חוץ גופית. • עקרונות של תכנון המשפחה, הגלולה כאמצעי מניעה ביולוגי, היבטים אתיים ודתיים של מעורבות האדם בתהליכי רבייה, כגון הפלה, הפריה חוץ-גופית, בנק זרע, תרומת ביציות, פונדקאות, שיבוט תאי גזע. 	<p>האדם מתערב בתהליכי הרבייה של בני אדם. יש סוגיות אתיות הקשורות בהתערבות של האדם.</p>

מיקרואורגניזמים

נושא בחירה לתלמידי 5 יח"ל ולתלמידי 3 יח"ל, כ- 35 שעות לימוד

מבוא

הנושא **מיקרואורגניזמים** שונה מנושאים אחרים בתכנית הלימודים, משום שהוא מתמקד בקבוצה של יצורים (אורגניזמים) ולא בתהליכים או במערכות. יתרה מזו, המיקרואורגניזמים, היצורים הזעירים, שייכים לקבוצות מיון (קבוצות סיסטמטיות) שונות: חיידקים, חד-תאיים כמו פרוטוזואה, אצות ופטריות. העניין ביצורים הזעירים הוא רב בשל תפוצתם הנרחבת, בשל התפקוד החשוב (אם כי לא תמיד נראה לעין) שהם ממלאים בביוספירה ובשל חשיבותם לחיינו ולקיומנו. חלק מיחסי הגומלין שהם מקיימים עם יצורים אחרים מתבטאים במחלות באדם, בבעלי חיים ובצמחים. ההבנה שמחלות נגרמות על ידי יצורים זעירים, ולא על ידי שדים ורוחות, הייתה שלב חשוב בהיסטוריה של הביולוגיה. עם גורמי המחלות נמנים גם הנגיפים (הווירוסים), שאינם מתפקדים כיצורים חיים במלוא המשמעות של המושג "חיים" מבחינת המטבוליזם, ולאחרונה נתגלו בין גורמי המחלות גם הפריונים, שאינם יצורים חיים אלא חלבונים שעברו שינוי.

לכל אלה יש משמעויות רפואיות וכלכליות נרחבות. בשנים האחרונות גוברת בחקלאות ובתעשייה החשיבות של היישומים הביוטכנולוגיים, שבהם משתמשים במיקרואורגניזמים ליצור חומרים ולהנדסה גנטית.

בהוראת הנושא יודגש הקשר של המיקרואורגניזמים לחיי יום יום.

מבט על

למיקרואורגניזמים למיניהם יש חשיבות גדולה במערכות החיים השונות על פני כדור הארץ ובחיי האדם. הם מצויים בכל מקום, משתתפים ביצירת קרקע, בתהליכים ביוכימיים בקרקע, במיחזור החומרים בביוספירה. מיקרואורגניזמים משמשים גם אמצעי לעיבוד מזון בצורות שונות. הם מקיימים מגוון רחב של יחסי גומלין – סימביוזות למיניהן – עם יצורים אחרים מכל הקבוצות הסיסטמטיות. חלק מיחסי הגומלין מתבטאים במחלות באדם, בבעלי חיים ובצמחים. בצד הרבגוניות של מיקרואורגניזמים במבנה ובצורה מתקיימים בהם כל תהליכי החיים המשותפים לכל התאים. עם זאת, בקרב החיידקים ישנם כאלה שמתקיימים בהם תהליכים מטבוליים ייחודיים, המאפשרים לחיידקים לחיות כמעט בכל מקום על פני כדור הארץ, ובכלל זה גם במקומות שבהם תנאי סביבה קיצוניים ויצורים אחרים אינם יכולים להתקיים כלל.

למיקרואורגניזמים תפקיד מרכזי במיחזור החומרים בטבע בשל יכולות מטבוליות, כמו הכושר לקבע חנקן מהאוויר ולפרק תרכובות אורגניות לתרכובות אי-אורגניות. יכולות אלה מנוצלות היום גם בתהליכים ביוטכנולוגיים ופעולות לשימור הסביבה.

לתכונותיהם המיוחדות של המיקרואורגניזמים ולמגוון יחסי הגומלין שהם מסוגלים לפתח יש משמעות רבה לחיי האדם, כגון הצורך לעבד מזון ולשמרו מפני ריקבון, הבנת מחלות הנגרמות על ידי מיקרואורגניזמים, מניעתן והטיפול בהן. במקביל להתפתחות הידע על אודות המחלות נצבר גם ידע רחב בנוגע למנגנוני ההגנה והחיסון באדם וביצורים אחרים.

הידע הרב על אודות מיקרואורגניזמים, המבנה שלהם והתהליכים המתרחשים בהם תרם רבות להבנת תהליכי יסוד המתקיימים בכל היצורים החיים.

טבלת רעיונות, תכנים, מונחים ומושגים

מונחים ומושגים נוספים	מפרט תכנים	רעיון / תופעה
<p>אצות חד-תאיות, חיידקים (בקטריות), נגיפים (וירוסים), פטריות, פרוטוזואה.</p> <p>לבנהוק, מיקרוסקופ.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • מיקרואורגניזמים - הגדרה ושיוך סיסטמטי לפרוקריוטים ולאאוקריוטים. • גילוי המיקרואורגניזמים. • מבנה של תא פרוקריוטי ושל תא אאוקריוטי. 	<p>המיקרואורגניזמים הם יצורים (אורגניזמים) זעירים מאוד מקבוצות סיסטמטיות שונות.</p>
<p>דופן תא, חיידק (בקטריה), כלורופלסט, מיטוכונדריה, קרום תא, ריסיים, שוטון, DNA.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • תאוריית האנדוסימביוזה כהסבר למוצא תאים אאוקריוטים. 	<p>הפרוקריוטים קדמו לאאוקריוטים באילן התפתחות החיים.</p>
<p>חומצת גרעין, מעטפת חלבון, רטרווירוס.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • מבנה של נגיף והתרבותו. 	<p>הנגיפים הם קבוצה ייחודית של טפילים: יש להם מאפיינים של יצורים חיים מבחינת תורשה ואבולוציה, ואין להם מאפיינים של יצורים חיים מבחינת המטבוליזם.</p>
<p>אוטוטרופי (פוטואוטוטרופי וכמואוטוטרופי), הטרוטרופי, נשימה אווירנית (ארובית), נשימה אל-אווירנית (אנארובית), ספרופיט, תסיסה.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • דרכי הזנה של מיקרואורגניזמים ודרכים להפקת אנרגיה (בנוכחות חמצן ובהעדר חמצן). 	<p>המיקרואורגניזמים (כמו כל יצור חי) זקוקים לחומרים ולאנרגיה, ומתקיימים בהם כל התהליכים המאפיינים תאים.</p>
<p>אצטון, חומצה אצטית, חומצה לקטית, כוהל, מֶתָן, תוצרים ייחודיים.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • תהליכים מטבוליים ייחודיים למיקרואורגניזמים. • זיהוי חיידקים על פי מבנה ופעילות מטבולית. • התאמות לחיים בסביבות קיצוניות: בטמפרטורה גבוהה מאוד או נמוכה מאוד, במעמקי האוקיינוסים, בריכוז מלחים גבוה, בנוכחות מתכות ורעלים. 	<p>במיקרואורגניזמים מתרחשים תהליכים מטבוליים ייחודיים. יש קשר בין המטבוליזם הייחודי ובין סביבת החיים שלהם ויכולתם לחיות ולשרוד בסביבות חיים קיצוניות מאוד.</p>
<p>זריעת בידוד, מושבות, מצע גידול, ספירת חיידקים, עכירות, צביעת גראם.</p> <p>אופרון הלקטוז.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • שיטות מחקר בחיידקים: פענוח מסלולים ביוכימיים (הסבר עקרוני בלבד). • פענוח הבקרה על התבטאות גנים (מודל ז'קוב ומונו). • השימוש באצות חד-תאיות (כלורלה, כלמידומונס) במחקר תהליך הפוטוסינתזה (ללא פירוט). 	<p>חקר תהליכי החיים במיקרואורגניזמים היווה בסיס לתגליות חשובות רבות במדע ולהבנת תהליכים ביוכימיים וגנטיים, וזאת בגלל אפשרויות המחקר והאחידות ברמת התהליכים הביוכימיים ובצופן הגנטי של עולם החי.</p>
<p>הדבקה, חלוקת תא, טרנסדוקציה, טרנספורמציה, מסלול ליטי, מצב ליזוגני, נבגים (אנדוספורות), קוניוגציה, רבייה אל-זוויגית, רבייה זוויגית, רקומבינציה.</p> <p>גוף פרי, הנצה (בשמרים), נבגים (ספורות), קורים, תפטיר.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • דרכי רבייה בחיידקים. • השפעת גורמים שונים על רביית חיידקים: מזון, חמצן, pH, טמפרטורה. • עקומת גידול של חיידקים: שלבי הגידול. • רביית נגיפים, השוואה לרבייה ביצורים חיים. • מחזור חיים ורבייה ביצור חד-תאי אאוקריוטי: סנדלית, פלסמודיון המלריה. • מחזור חיים ורבייה בפטריות: שמרים, פטריית העובש השחור. 	<p>כמו אצל כל היצורים האחרים, המשך קיום המין של מיקרואורגניזמים מותנה ברבייה.</p>

מונחים ומושגים נוספים	מפרט תכנים	רעיון / תופעה
דניטריפיקציה, חומר אורגני, חומר אי-אורגני, חיידקי ניטריפיקציה, חיידקים קושרי חנקן (מקבעי חנקן), מפרקים, ניטריפיקציה (חנקן), פקעיות חנקן.	<ul style="list-style-type: none"> מחזור הפחמן, מחזור החנקן. 	למיקרואורגניזמים תפקיד מרכזי וייחודי במיחזור החומרים בטבע.
בקטריופג', ויטמינים, חזזית, טפילות, מיקוריזה, סימביוזה.	<ul style="list-style-type: none"> יחסי גומלין של הדדיות בין מיקרואורגניזמים ליצורים חיים אחרים. דוגמה – מיקרואורגניזמים בכרס הפרה. מיקרואורגניזמים כגורמי מחלות, עקרונות קוד. מחלות הנגרמות על ידי <ul style="list-style-type: none"> נגיפים (וירוסים): באדם - איידס, שיתוק ילדים, צהבת, אבעבועות שחורות. בצמחים - צהבון האמיר בעגבניות. חיידקים: באדם - אנתרקס, שחפת. בצמחים - עפץ הכתר הנגרם על ידי אגרובקטריום. טפילים חד-תאיים: באדם - מלריה, מחלת השינה. פטريات: באדם - מחלות עור, בצמחים - קימחון וחילדון. 	מיקרואורגניזמים רבים מתקיימים על יצורים אחרים ובתוכם, ומקיימים איתם יחסי גומלין. חלק מהם מועילים, חלק מהם מזיקים וגורמים מחלות.
אינטרפרון, כינין, סולפה, פניצילין, תרופות אנטיביוטיות, תרופות אנטיביוטיות סינתטיות, תרופות לטיפול באיידס. חוקר: פלמינג.	<ul style="list-style-type: none"> מנגנון הפעולה של תרופות נגד חיידקים ונגד טפילים אחרים. התפתחות העמידות כנגד תרופות. הדברה כימית, הדברה ביולוגית והדברה משולבת. חומרי הדברה - תכונות: רעילות, בררנות (פגיעה רק במזיק), נזקי עודפים. מניעת זיהום המזון ומקורות המים. חיטוי קרקע. 	<p>ניתן למנוע מחלות הנגרמות על ידי מיקרואורגניזמים באדם ובעלי חיים ולטפל במחלות בעזרת תרופות טבעיות ותרופות מעשי ידי אדם.</p> <p>ניתן למנוע התפשטות מחלות הנגרמות על ידי מיקרואורגניזמים בצמחים בעזרת הדברת המיקרואורגניזמים.</p> <p>ניתן למנוע מחלות באמצעות שמירה על ניקיון המזון והסביבה.</p>
הקפאה, הקרנה, ייבוש, עובש, עיקור, פסטור, שימור במלח ובסוכר.	<ul style="list-style-type: none"> דרכים שונות לשימור מזון. 	חיידקים ופטירות המתרבים במזון גורמים לקלקול. יש צורך לשמר את המזון.
ייצור יין, מוצרי בצק, מוצרי חלב, תסיסה. אנטיביוטיקה (פניצילין), אצטון (תהליך וייצמן).	<ul style="list-style-type: none"> ייצור מזון. ייצור חומרים ביוכימיקליים. ייצור הורמונים של בני אדם באמצעות חיידקים תוך שימוש בהנדסה גנטית (לדוגמה: אינסולין, הורמון הגדילה). 	האדם משתמש במיקרואורגניזמים ברפואה, בתעשייה ובחקלאות.

מונחים ומושגים נוספים	מפרט תכנים	רעיון / תופעה
<p>הדברה מיקרוביאלית.</p> <p>טיהור שפכים, פירוק נפט.</p> <p>צמחים מהונדסים (טרנסגנים), רעלן.</p> <p>נוגדנים, תגובת חיסון.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • הדברה ביולוגית בעזרת מיקרואורגניזמים: הדברת יתושים, פרודניה ונמטודות העפצים בעזרת חיידקי בצילוס. • דיכון ביולוגי: העשרת הקרקע בחיידקי ריזוביום (קושרי חנקן) כתחליף לדיכון כימי. • פירוק חומרים אורגניים: פירוק מזהמים, מיחזור פסולת. • הקניית עמידות לצמחים נגד מזיקים באמצעות הנדסה גנטית: העברת גנים של החיידק בצילוס (Bt) לצמחים (ברמת העיקרון). • ייצור תרכיבי חיסון. 	
<p>נגיף, פלסמיד.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • שיטות בהנדסה גנטית: החדרת גנים באמצעות נשאים (וקטורים). • סיכויים וסכנות בשימוש ביצורים מהונדסים (טרנסגנים). 	<p>הביוטכנולוגיה מעוררת דילמות אתיות שיש לתת עליהן את הדעת.</p>

אבולוציה וטיפוח

נושא בחירה לתלמידי 5 יח"ל, כ- 35 שעות לימוד

מבוא

תאוריית האבולוציה שהוצעה על ידי דרווין ופורסמה בשנת 1859 היוותה ציון דרך במדע הביולוגיה והשפיעה על הבנת תופעות בביולוגיה וגם על הבנת תחומים אחרים מחוץ לביולוגיה. הנושא הוא נושא בחירה, אולם מכיוון שתאוריית האבולוציה היא רעיון מרכזי בביולוגיה, יש התייחסות לתאוריה זו בנושאים השונים שבתכנית. מעמדה כרעיון מרכזי נובע מכך שבאמצעותה ניתן להסביר ולהבין רבות מהתופעות בטבע כיום, למשל את **האחידות** בדגם הבסיסי של מבנה היצורים (האורגניזמים) החיים בצד **השונות** הרבה (**המגוון**). האבולוציה מאפשרת להבין גם את **ההתאמה** לתנאי סביבה, התלויה בגורמים היסטוריים בעבר. על בסיס עקרונות האבולוציה האדם משנה תכונות גנטיות בצמחים ובבעלי חיים, בהתאם לצרכיו. כיום אין מחלוקת בין המדענים על המודל המוצע להתרחשות האבולוציה, כלומר על כך שמיינים נוצרים ממינים אחרים בתהליך אבולוציוני רב-שנים, אך קיימות דעות שונות בקשר לקצב שבו מתרחש תהליך האבולוציה ובקשר למנגנונים המאפשרים תהליכים אבולוציוניים. עם זאת, אין עוד תאוריה מדעית שכה קשה לחלק מבני האדם (גם בימינו) לקבלה, כמו התאוריה של ההתפתחות האבולוציונית בדרך של בְּרָה טבעית, במיוחד בהקשר של מוצא האדם. יש בני אדם רבים שתאוריה זו מתנגשת באמונותיהם העמוקות ביותר בדבר הדרך ומשך הזמן שבהם נוצר העולם על כל יצוריו החיים.

מבט על

על פי תאוריית האבולוציה המקובלת היום, המינים השונים של היצורים הקיימים כיום התפתחו ממינים אחרים שחיו בתקופות קדומות. התאוריה גם מציעה מנגנונים אפשריים שיכולים להביא ליצירת מינים חדשים. ניתן ללמוד על כך ולמצוא עדויות להשתנות המינים במשך הזמן באמצעות חקר מאובנים (פלאונטולוגיה), אנטומיה משווה ואמבריולוגיה משווה, ביוגאוגרפיה ונדידת היבשות, בְּרָה מלאכותית, וכן על ידי השוואה בין מינים שונים ברמה המולקולרית. מנגנון הברְּה הטבעית שהוצע על ידי דרווין ב-1859 מתבסס על שלוש תופעות כלליות בטבע:

- יש שונות רבה בין הפרטים של כל מין ומין.
- בדרך כלל נוצרים בכל דור יותר צאצאים מהנחוץ לשמירה על גודל האוכלוסייה, ורק הצאצאים המותאמים לסביבה שורדים.
- ישנו קשר הסתברותי בין תכונות הפרט ובין הסיכויים לשרוד ולהתרבות.

הסיכוי להישרדותם של פרטים תלוי בהתאמתם לסביבה. לפרטים פוריים באוכלוסייה שהם בעלי התאמה טובה יותר לסביבתם יש סיכוי רב יותר לשרוד, להגיע לבגרות ולהעמיד צאצאים רבים יותר. הפרטים הללו יעבירו לצאצאיהם את המידע לאותן תכונות תורשתיות המקנות להם התאמה לסביבה, צאצאים אלה יעמידו גם הם צאצאים וכך תעלה שכיחות התכונות הללו באוכלוסייה.

היווצרות מינים חדשים, ממינים קיימים, יכולה להתרחש עקב הצטברות שינויים גנטיים ובידוד רבייתי. תהליך הבררה הטבעית התלוי באירועים אקראיים, כמו מוטציות וצירופים גנטיים חדשים, הוא כוח כיווני, המוביל להתאמה הולכת וגדלה לתנאי הסביבה. במקביל לכוח המכוון של הבררה הטבעית קיימת גם סחיפה גנטית, שהיא תהליך הפועל באופן אקראי, ללא קשר לסביבה ולשונות הקיימת באוכלוסייה. סחיפה גנטית משמעותית במיוחד באוכלוסיות קטנות.

המגוון הביולוגי בטבע הוא גדול מאוד. מספר המינים השתנה במהלך העידנים, מינים נוצרו ומינים נכחדו. מספר המינים כיום נאמד בעשרות מיליונים. האבולוציה מתבססת על השונות, שהיא חומר הגלם לתהליך הבררה הטבעית. ככל שקיימת יותר שונות כיום, כך יגדל הסיכוי ליותר שונות בעתיד, ועל כן יש חשיבות רבה לשמירה על מגוון המינים.

המשק החקלאי של האדם מבוסס על טיפוח יצורים מהטבע. בטיפוח האדם מגדיל את השונות הקיימת באוכלוסייה בעזרת הכלאות מכוונות או בעזרת השראת מוטציות ובורר את היצורים הרצויים לו. הטכניקה של בררה מלאכותית נתנה לדרווין את הרעיון של מנגנון הבררה הטבעית. בשנים האחרונות נוספו לטכניקות של בררה מלאכותית שיטות של הנדסה גנטית, שבהן מטפחים זנים מתאימים לשימושים שונים, וכך גם מגדילים את השונות באוכלוסייה. בעתיד אף ייתכן שייצרו מינים חדשים בדרך זו, מינים שלא היו יכולים להיווצר בדרך של הכלאות טבעיות או מכוונות.

בימינו חשוב להבין את תאוריית האבולוציה כדי להסביר תהליכים אבולוציוניים המתרחשים "כאן ועכשיו", כמו התפתחות עמידות לתרופות ולקוטלי חרקים ושינוי בשיעורי המוטציות בגלל זיהום הסביבה.

שאלת מוצא (ראשית) החיים היא חלק מתאוריית האבולוציה, אך היא תחום מדעי נפרד. ישנן השערות שונות באשר למועד ולדרך שבהם החלו חיים להיווצר מהחומר הדומם של כדור הארץ. האתגר החשיבתי הגדול הוא בכך שכל אחד מהתהליכים ההכרחיים לחיים לא יכול להתקיים כשלעצמו, ולא ידוע כיצד הם יכולים להופיע יחד.

רעיון / תופעה	מפרט תכנים	מונחים ומושגים נוספים
מבחינים בין מיקרואבולוציה למקרואבולוציה.	מיקרואבולוציה: שינוי הדרגתי בשכיחות האללים באוכלוסייה/מין. לדוגמה: התפתחות עמידות לאנטיביוטיקה. מקרואבולוציה: יצירת מין חדש שונה מהמין שממנו נוצר. לדוגמה: התפתחות יונקים ועופות מזוחלים. חוליות חסרות.	
קיימות עדויות להתפתחות אבולוציונית של האדם.	האבולוציה של האדם: היבטים ביולוגיים: תכונות של אדם מובנות לאור האבולוציה: קיום עצמות זנב, הליכה על שתיים. מה ידוע עד כה? מה נשאר פתוח? (סקירה תמציתית). היבטים תרבותיים: התפתחות השפה, הטכנולוגיה. אזכור משפט הקופים בארה"ב.	
השערות על מוצא החיים (מה שקדם לאבולוציה או אבולוציה כימית).	התנאים על פני כדור הארץ הקדום, הניסוי של מילר, השערת אופרין-הלדן (בקצרה).	אבולוציה כימית, חומצות אמיניות, חומצות גרעין, חמצן, מרק קדמון, תא.
האדם מתערב בתהליך האבולוציה של יצורים (אורגניזמים) על ידי הגדלת השונות ובחירת הגנוטיפ הרצוי למטרת טיפוח.	<ul style="list-style-type: none"> • טיפוח של זנים: הגדלת השונות הקיימת ובחירה מלאכותית. דוגמאות: כלבים, חיות משק, זנים של דגנים, ירקות. • שיטות של טיפוח: הכלאות מכוונות, השראת מוטציות, ריבוי וגטטיבי של מוטציות סומטיות מתאימות, איחוי פרוטופלסטים. • המשמעות של טכנולוגיות ההנדסה הגנטית לאבולוציה: יצירת פרטים שלא היו נוצרים בטבע, באמצעות העברת חומר גנטי בין פרטים שונים באוכלוסייה ובין פרטים בני מינים שונים. 	און כלאיים, הכלאה, זני מכלוא, עקרות זכרית, תרבית רקמה. יצורים טרנסגניים.
לאבולוציה יש משמעות בחיי היום יום של האדם.	<ul style="list-style-type: none"> • עדויות לאבולוציה "כאן ועכשיו": <ul style="list-style-type: none"> - מלניזם תעשייתי. - עמידות לתרופות, לקוטלי חרקים ולקוטלי עשבים. • השפעת הטכנולוגיה המודרנית על תהליכים אבולוציוניים (כולל היבטים אתיים): <ul style="list-style-type: none"> - זיהום ומוטגנזה. - חיים בסביבה מוגנת (אין לחץ סביבתי). - הרפואה המודרנית מקטינה את כוח הברירה. • השפעת האדם ואחריותו על מגוון המינים בטבע: שימור מינים, הכחדת מינים, ביטול מחסומים גאוגרפיים. חשיבות השמירה על מגוון המינים כמאגר של מידע גנטי. • ההבדל בין תהליכים אבולוציוניים טבעיים לבין השינויים שיוצר האדם ובעיות אתיות שקשורות בכך. 	בנק גנים, מגוון ביולוגי.

נושאים מחקריים מתחדשים (מתחלפים)

הנושאים המחקריים המתחדשים (המתחלפים) מהווים חלק מנושאי הבחירה בקבוצה ב' לתלמידי 5 יח"ל. מתוך מאגר הנושאים המתחדשים ייבחר נושא אחד במסגרת דרישות התכנית. נושאים אלה יעסקו בתכנים שבחזית המדע והוראתם תהיה בנויה על לימוד מאמרי מחקר מעובדים לתלמידים, במטרה לסייע להם להבין כיצד מתבצע מחקר בביולוגיה¹.

מאפייני הנושא המחקרי המתחדש (המתחלף)

1. המאגר יכלול שלושה נושאים מחקריים מתחדשים (מתחלפים), מתוכם יבחרו המורים נושא אחד להוראה.
2. משך הזמן המוצע להוראת הנושא: כ-35 שעות.
3. הידע המוקדם הנדרש: נושאי החובה – הליבה.
4. כל נושא מחקרי מתחדש (מתחלף) ייבנה סביב מבנית (מודולת) מבוא, שתציג את הנושא, את מושגי היסוד שבו ואת הקשר לנושאי החובה (הליבה). ההיקף של מבנית המבוא יהיה כ-8-10 שעות הוראה. בנוסף למבנית המבוא, יעובדו להוראה שלושה מאמרים מחקריים שיימדו כחלק בלתי נפרד מהנושא. המבנית תלווה בפעילויות דידקטיות לביסוס הנלמד, פעילויות במעבדה או בשדה (או במקום אחר) ומגוון הצעות להערכה. כמו כן, תהיה רשימה של מקורות לעבודה עצמית של התלמידים.
5. ועדת המקצוע תבחן כל נושא כזה אחת לשנתיים, ותוכל לאשר מדי פעם החלפה של המאמרים לאותה מבנית מבוא, או החלפה של הנושא כולו, ללא שינוי המרכיבים האחרים שבתכנית הלימודים.

מאפייני המאמרים ועיבודם

בכל נושא מחקרי מתחדש (מתחלף) יובאו שלושה מאמרים מחקריים מעיתונים מדעיים. מאמר מחקרי מדווח על מחקר וכולל סקירת ספרות, שיטות וחומרים, ממצאים, מסקנות ודיון. המאמרים יהיו לרוב מאמרים מתורגמים ומעובדים. בעיבוד יישמר במידת האפשר המבנה המקורי של מאמר מחקרי. עיבוד מיוחד ייעשה בפרקי השיטות והתוצאות, כך שיהיו מובנים לתלמידים, והדיון יתמקד בממצאים העיקריים.

הבסיס הרעיוני (הרציונל) לפיתוח הנושאים המחקריים המתחדשים (המתחלפים)

לימוד באמצעות מאמרים מחזק את הבנת מהות המדע (מיומנויות החקר, ההיסטוריה והפילוסופיה של המדע, הטיפול הכמותי בנתונים, דרכי דיווח במדע). פיתוח נושאים מחקריים מתחדשים (מתחלפים) יאפשר לרענן את התכנית ללא צורך בשינוי התכנית עצמה.

¹ הכללים לפיתוח נושאים מחקריים מתחדשים (מתחלפים) יתפרסמו ויתעדכנו על ידי ועדת המקצוע. ראשי הפרקים ופירוט הנושאים של קבוצת הנושאים שאושרו, וכן הנושאים שאושרו בעתיד, יתפרסמו בחוזרי הפיקוח על הוראת הביולוגיה.

בנוסף לכך, שילוב הנושאים המחקריים המתחדשים (המתחלפים) יוכל:

1. לאפשר פיתוח ושילוב של נושאים ייחודיים המייצגים את הדינמיקה של תחום הדעת: נושאים שבחזית המדע ונושאים הקשורים לאירועים מההיסטוריה של הביולוגיה.
2. לאפשר דיון בסוגיות של מדע-חברה ובדילמות ביולוגיות במקום שזה רלוונטי.
3. לעודד צוותי מורים בבתי הספר לפתח נושא מחקרי מתחדש (מתחלף) משל עצמם על פי ההנחיות למסגרת נושא זה, שנקבעו על ידי ועדת המקצוע ואשר יפורסמו בנפרד על ידי הפיקוח על הוראת הביולוגיה. על ידי כך ניתן לעודד התפתחות מקצועית של מורים כיוזמים וכמפתחים באמצעות פיתוח נושאים ייחודיים במסגרת תכנית לימודים בית ספרית. המורים יוכלו להציע נושא חדש בהתאם לתחומי העניין שלהם ולבנות אותו על פי הנחיות שיפורסמו בנפרד.

פיתוח נושא מחקרי מתחדש (מתחלף) בית ספרי

נושא מחקרי ייחודי שיוצע על ידי צוות הביולוגיה בבית הספר, ובו מבנית מבוא ומאמרים נבחרים מעובדים, יוגש לאישור הפיקוח על הוראת הביולוגיה שנה מראש לפני הפעלתו, ויפותח על פי ההנחיות שיפורסמו ויעודכנו על ידי ועדת המקצוע של הביולוגיה.

נושא ייחודי בית ספרי, שיקבל אישור להפעלתו, יוערך בהערכה פנימית בבית הספר בדרכים מגוונות, לאחר קבלת אישור ממשד החינוך.