



ביוטכנולוגיה סביבה ומה שביניהם

מדריך למורה

מאשה צאוש ויהודית דורי

© כל הזכויות שמורות, האגף לתכנון ולפיתוח תכניות לימודים, משרד החינוך

החומר הועלה לאתר אך ורק במטרה להשתמש בו להוראה במערכת החינוך בבתי - הספר
העל - יסודיים במדינת ישראל.
שימוש מסחרי מכל סוג שהוא בחומר הכלול בספר זה אסור בהחלט אלא ברשות מפורשת
בכתב מהמחברות.

מעבדות

ניסוי המבנית בכיתות התבצע במקביל לתהליך הפיתוח שלה. במהלך הניסוי, פותח מודל הערכה.
חלק מן ההערכה התבסס על הערכה על ידי המורה בעקבות הוראת המבנית בכיתות. פירוט לגבי
חלק זה נמצא במבנית בעמ' 12-13. חלק אחר של ההערכה כלל פרוייקט שהתבסס על ביקור
במפעל. פעילויות לתלמיד בנושא (הכנה, מהלך הסיור וסיכום) נמצאות בעמ' 50-47 במבנית.
הפרוייקט כלל ארבעה חלקים:

1. **סיור במפעל.** רוב הסיורים נערכו במפעלים העוסקים בביוטכנולוגיה קלאסית (יין, מוצרי חלב), ומיעוטם במפעלים העוסקים בביוטכנולוגיה מודרנית (תרבויות רקמה).
2. **ניסויים פשוטים** בכיתה בנושא הקשור למפעל. במבנית (עמ' 52-58) יש דוגמא לניסויים הקשורים לתעשיות היין ומוצרי החלב, וכן רקע תיאורטי קצר על תעשיית היין (עמ' 51-52).
3. **דו"ח מסכם.** הדו"ח כלל: תקציר, פירוט הניסויים (תיאור מהלך הניסוי, עיבוד התוצאות בטבלאות/גרפים, ומסקנות), סיכום הסיור במפעל (תשובות לדפים שבמבנית), סיכום אישי (רפלקציה), ביבליוגרפיה ונספחים (כמו חומר שהופיע על המפעל בעיתונות או באינטרנט).
4. **בחינה בעל-פה.** העבודות הוגשו למורה עמית מבית ספר אחר והתלמידים נבחנו עליהן בעל-פה. העבודות הוכנו בזוגות, אך הבחינה בעל-פה הייתה יחידנית. הפרוייקטים נוסו בהצלחה במספר בתי ספר: אורט ע"ש יגאל אלון בנצרת-עילית, עירוני נצרת, אורט יד-ליבוביץ' בנתניה ותיכון תורני "בית שולמית" בירושלים.

כאמור, במבנית מופיע פירוט של ניסוי בנושא יצירת אלקוהול. מורים רבים העדיפו לבקר במפעלים העוסקים בייצור מוצרי חלב. מצורפים ניסויים בנושא זה, וכן שאלות המיועדות לדו"ח

מסכם (לאחר הסיור במפעל וביצוע הניסויים), העוסקות בקשר ובהשוואה בין הניסויים בכיתה והתהליכים התעשייתיים.

ניסוי 1: בדיקה של טריות החלב



אחד ההבדלים בין חלב טרי לחלב שאינו טרי הוא כמות החיידקים שבו (על חיידקים תוכלו לקרוא בעמ' 31 ביחידת הלימוד).
אם התלמידים ברמה המתאימה ניתן לשקול עריכת דיון בכיתה שבו יתנהל מעין תהליך של חקר. לבקש מהתלמידים להציע ניסוי שיבדוק הבדלים אלה, לערוך דיון על ההצעות שלהם, ורק אחר כך לתת את ההנחיות לניסוי.

כחול-מתילן הוא חומר המשמש לזיהוי נוכחות חמצן. הוא כחול בנוכחות חמצן, וחסר צבע כאשר הסביבה דלת חמצן. רוב החיידקים, כמו רוב התאים בטבע, משתמשים בחמצן הנמצא בסביבת הגידול שלהם.

? כשמוסיפים כחול מתילן למים מזוקקים צבעו נשאר כחול זמן רב. על מה

לדעתכם מעיד הדבר? על כך שיש חמצן במים. חשוב להבהיר לתלמידים שמדובר בחמצן המומס במים ולא בחמצן המרכיב את מולקולת המים.

? מדוע בכל זאת הצבע נעלם אחרי זמן ממושך? החמצן "בורח" מן המים לאוויר,

כפי שפחמן דו-חמצני יברח לאוויר אם נשאר בקבוק של משקה תוסס פתוח. אם תלמידים יענו שהתפתחו חיידקים יש להדגיש שהדבר ייתכן בחלב טרי אבל לא ייתכן במים מזוקקים שאינם מכילים חומרים החיוניים להתפתחות החיידקים.

כלים וחומרים

חלב טרי	כהליה
חלב שעמד מחוץ למקרר 72 שעות	משקפי מגן
חלב עמיד	שעון שניות/סטופר
חלב עמיד שעמד מחוץ למקרר 72 שעות	6 מבחנות בתוך כן
אינדיקטור כחול-מתילן	אמבט מים בטמפרטורה של 37°C
מים	6 פיפטות של 5 מ"ל
	אטב עץ
	מד טמפרטורה
	נייר pH
	גפרורים

הערה למורה/לבורנט: יש לערוך בדיקה מוקדמת ולוודא שהזמן מספיק להחמצת החלב. ייתכן שיהיה צורך להעמיד את החלב יותר זמן עד להחמצה. לטמפרטורת החדר, ולתנאים בהם שהה החלב מזמן החליבה ועד הגיעו למעבדה, יש השפעה על התהליך.

מהלך הניסוי

1. סמנו 6 מבחנות במספרים 1 עד 6 והוסיפו לכל אחת מהן 5 מ"ל חומר לפי הרשום בטבלה הבאה. להוספת החומרים השתמשו בפיפטות המונחות על שולחנכם. הקפידו להוסיף כל חומר בפיפטה חדשה.

מדריך למורה

ביוטכנולוגיה סביבה ומה שביניהן

מאשה צאוש, פרופ' יהודית דורי

דרגת pH	משך הזמן על להעלמות הצבע הכחול (דקות)	תכולה (בנפח של 5 מ"ל)	מס' מבחנה
		חלב טרי	1
		חלב עמיד	2
		חלב טרי שעמד מחוץ למקרר 72 שעות	3
		חלב עמיד שעמד מחוץ למקרר 72 שעות	4
		חלב טרי שעמד מחוץ למקרר 72 שעות והורתח	5
		מים	6

2. הכניסו את המבחנות לאמבט מים בטמפרטורה של 37°C והמתינו 5 דקות.
- ?** מדוע לדעתכם התבקשתם להמתין 5 דקות לאחר הכנסת המבחנות לאמבט? **על מנת שהנוזל בתוך המבחנה יגיע לטמפרטורה של האמבט.**
3. לאחר 5 דקות הוציאו את המבחנות מהאמבט. הוסיפו לכל מבחנה 3 טיפות של מתילן כחול. רשמו את זמן ההוספה: _____
4. עקבו אחר צבע המבחנות ורשמו בטבלה, במקום המתאים, את משך הזמן עד להעלמות הצבע בכל אחת מהן.
5. בעזרת נייר pH בדקו את דרגת ה-pH בכל מבחנה ורשמו אותה במקום המתאים בטבלה.
- ?** 6. שרטטו דיאגרמת עמודות המתארת את משך הזמן של העלמות הצבע הכחול בכל אחת מן המבחנות. אם אתם רושמים מספרי מבחנות בציר X אל תשכחו לרשום מקרא.
- ?** 7. הסבירו את ההבדלים במשך הזמן עד להעלמות הצבע במבחנות השונות. **במים הזמן היה הארוך ביותר – אין חיידקים. בחלב העמיד – זמן ארוך כי החיידקים מושמדים כאשר הוא עובר עיקור. לאחר שפותחים אותו חודרים חיידקים מהאוויר ולכן הזמן עד העלמות הצבע קצר יותר. בחלב טרי זמן העלמות הצבע קצר יותר מאשר בחלב עמיד כי תהליך הפיסטור שהוא עובר אינו משמיד את כל החיידקים (אלא את רובם, וביניהם גורמי המחלה). כמובן שפתיחתו לאוויר מחוץ למקרר מגדילה את כמות החיידקים ובהתאם מקצרת את זמן העלמות הצבע. בחלב שהורתח זמן ההעלמות היה כמו בחלב העמיד, וסביר להניח שקצת יותר. זה המקום לדון בהבדל שבין הרתחה בבית לבין עיקור בתעשייה.**
- ?** 8. על מה מעידים ההבדלים בדרגת ה-pH בין המבחנות השונות? **חיידקים מייצרים חומצה. החומצה גורמת לירידה בדרגת ה-pH ולטעם החמוץ של חלב מקולקל.**
- ?** 9. מהו לדעתכם תפקידה של מבחנה מס' 6 בניסוי? **הסבירו את תשובתכם. זוהי מבחנת בקרה. היא באה לבדוק האם צבעו של החומר כחול מתילן אינו נעלם מעצמו, אלא בהשפעת החומרים שהוספנו.**

לאחר הביקור במפעל:

- ?** 10. אילו שלבים בתהליך הייצור מונעים את התפתחות החיידקים בחלב? **המפסטרת (מכונת הפיסטור), ואם יש במפעל שבו ביקרתם מתקן לעיקור חלב (להכנת חלב עמיד). המלחה (אם צפיתם בהכנת גבינות מלוחות).**

- ?** 11. האם הפיסטור נעשה לפני או אחרי הוספת החיידקים ההופכים את החלב לגבינה/יוגורט? מדוע? לפני, מטרת הפיסטור היא להרוג את החיידקים שיש בחלב לפני עיבודו (במיוחד חיידקים מחוללי מחלות). אם נהרוג את החיידקים המועילים לא נקבל את מוצרי החלב.
- ?** 12. אילו אמצעים ננקטים במפעל כדי למנוע התרבות חיידקים בחלב? הטמפרטורה במפעל כולו, ובמיוחד במחסנים נמוכה. כל הייצור נעשה במיכלים אטומים לאוויר, העובדים מקפידים על חלוקים וכיסויי ראש.
- ?** 13. לעיתים רחוקות אנו קונים חלב או מוצרי חלב מקולקלים למרות שתאריך התפוגה הרשום על המוצר עדיין רחוק. מנו לפחות שתי סיבות היכולות לגרום לתקלה מעין זו. תקלה במפסטר, עלייה בטמפרטורת האחסון של החלב במפעל, במשאית או בחנות, שהייה ארוכה מידי של החלב מחוץ למקרר בדרך (מהמפעל למשאית, מהמשאית למקרר בחנות, מהמקרר בחנות למקרר בבית).

ניסוי 2: הכנת יוגורט



בניסוי זה נכין יוגורט מחלב, ונבדוק האם לטמפרטורה שבה שוהה החלב יש השפעה על היווצרות היוגורט.

כלים וחומרים

חלב טרי	2 כוסות כימיות בנפח של כ- 200 מ"ל
יוגורט	מכסה כלשהו לכוסות (פאראפילם, צלחת פטרי)
	2 כפיות

הערה למורה/לבוטנט: יש לערוך בדיקה מוקדמת ולוודא שהזמן מספיק להיווצרות היוגורט. ייתכן שיהיה צורך להעמיד את החלב יותר זמן. לטמפרטורת החדר, ולתנאים בהם שהה החלב מזמן החליבה ועד הגיעו למעבדה, יש השפעה על התהליך.

מהלך הניסוי

1. הוסיפו 100 מ"ל חלב טרי לכל אחת מן הכוסות.
2. הוסיפו לכל כוס חלב כפית (5 מ"ל) של יוגורט. השתדלו שהכמויות תהיינה שוות. כסו את הכוסות.
3. הכניסו כוס אחת למקרר, וכוס שנייה השאירו בטמפרטורת החדר.
4. כעבור 24 שעות בדקו את שתי הכוסות.
5. ? תארו את ההבדלים בין החלב בשתי הכוסות. החלב שעמד במקרר נוזלי יותר, בעוד שהחלב שעמד מחוץ למקרר הפך למוצק. אם משתמשים בכלים נקיים (לא בכלי המעבדה) ניתן לטעום. אם נייר ה- pH העומד לרשותכם במעבדה רגיש מספיק (יש לבדוק מראש!) ניתן לבדוק ולהשוות.
6. ? כיצד ניתן להסביר הבדלים אלה? העזרו במידע הנמצא בעמ' 30-31 ביחידת הלימוד. פעילות החיידקים, ההופכים את החלב ליוגורט, איטית בטמפרטורת המקרר (4°C). הדבר נובע מפעילות איטית של האנזימים בטמפרטורות נמוכות.
7. ? לשם מה הוספנו כפית יוגורט לחלב? כפית היוגורט מכילה חיידקים ההופכים את החלב ליוגורט. אנו מעוניינים להעשיר את החלב בחיידקים אלה ובכך לזרז את הפיכתו ליוגורט.

לאחר הביקור במפעל:

8. ? מה הדומה בין תהליך ייצור היוגורט בניסוי זה לבין התהליך במפעל? בשניהם היוגורט מיוצר על ידי חיידקים המתרבים בחלב.
9. ? מה ההבדל בין שני התהליכים? במפעל מכניסים לחלב תרבית טהורה של חיידקים ולא יוגורט.
10. ? כפי שראיתם בניסוי ניתן לייצר יוגורט בבית בתהליך פשוט למדי. מדוע לדעתכם אין מייצרים בתעשייה יוגורט בשיטה זו? רוצים שליטה בסוגי החיידקים המוחדרים לחלב. כאשר מכניסים כפית יוגורט איננו יודעים כמה חיידקים הכנסנו. במפעל חשוב שתהיה אותה כמות כדי שכל הצנצנות/מיכלים יהיו מוכנים באותו זמן. כאשר מכניסים תרבית טהורה של חיידקים התהליך מהיר יותר.

ניסוי 3: הכנת גבינה



להכנת גבינה ניתן להשתמש באנזים רנין.

רנין הוא אנזים הנמצא באופן טבעי בקיבתם של ולדות יונקים (בעלי חיים ובני אדם). בניסוי זה תוכלו לראות מדוע משתמשים באנזים זה בתעשיית הגבינה, ואת השפעת הטמפרטורה על פעילותו.

כלים וחומרים

חלב טרי

אנזים רנין (ניתן לקבל במסגרת מנוי ממרכז האספקה של הביולוגיה באוניברסיטת בר אילן)
3 כוסות כימיות של כ-200 מ"ל

מקל זכוכית לבחישה

אמבט מים חמים בטמפ' של 40°C

מהלך הניסוי

1. הוסיפו לכל כוס כ-100 מ"ל חלב טרי.
2. הוסיפו לכל כוס 1 גר' של רנין (אפשר פחות, אבל חשוב להוסיף אותה כמות לכל הכוסות)
3. הכניסו כוס אחת למקרר, השנייה לטמפרטורת החדר והשלישית לאמבט המים החמים.
4. בדקו את הכוסות כעבור שעה, ארבע שעות ולמחרת.

? 5. תארו את ההבדלים בין הכוסות. **בכוס שעמדה באמבט החלב הפך לגבינה במהירות הגדולה ביותר. בכוס שעמדה במקרר – במהירות הנמוכה ביותר (אם בכלל).**

? 6. כיצד ניתן להסביר את ההבדלים בין שלוש כוסות החלב? תוכלו להיעזר במידע הנמצא בעמ' 30-31 ביחידת הלימוד. **עליית הטמפרטורה מזרזת את פעילות האנזים. בטמפרטורה של 40°C האנזים רנין מזרז יותר את קרישת החלב מאשר בטמפרטורת החדר.**

? 7. על סמך מה שלמדתם על רנין בניסוי זה, האם תוכלו להסביר מדוע תינוק השותה חלב (או יונק) פולט לאחר מספר דקות חומר דמוי גבינה? **הרנין בקיבת התינוק גורם לקרישה של החלב. הריח החמוץ של החומר הנפלט מקורו בחומצה הנמצאת בקיבה.**

לאחר הביקור במפעל:

? 8. אם קו הייצור שבו ביקרתם במפעל כלל שימוש ברנין – באיזה שלב בתהליך התעשייתי של ייצור הגבינה מוסיפים את האנזים? מדוע אין מוסיפים את האנזים ברגע שהחלב מגיע מהרפת למפעל? **מוסיפים את האנזים לאחר תהליך הפיסטור, כדי שלא יעבור דנטורציה (אין חשיבות לשינון המושג, אלא להבנת משמעותו. אפשר להדגים זאת גם במעבדה אם מרתיחים תמיסת רנין).**

? 9. מה מקורו של האנזים שבו משתמשים במפעל? בדרך כלל – קיבת עגלים, אבל כדאי לשאול בזמן הסיור במפעל. ומעניין גם לשמוע איך מתמודדים עם בעיית הכשרות בנושא זה...

מדריך למורה

ביוטכנולוגיה סביבה ומה שביניהן

מאשה צאוש, פרופ' יהודית דורי