



ללמד ב"דרך החקר"

ד"ר לימור דפנא, תיכון מקיף ברנר, גבעת ברנר והמרכז הארצי למורי מדע וטכנולוגיה לכל

סיפורה של לימור שימש השראה לבניית מודל חקר במסגרת לימודי מדע וטכנולוגיה לכל. כשקיבלתי את מערכת השעות שלי, אי שם באוגוסט, קצת חששתי מכיתת "מבוא למדעים". מדובר בתלמידים שחלקם לא בחרו להמשיך בלימודי מדע מורחבים ונאלצים בכל זאת ללמוד עוד שנה ... אתי ... החלטתי שלא חשוב מה תחום העניין שלהם. אם ירצו להעמיק ברמה אקדמית - יצטרכו ללמוד מחקר מהו. מבין אפשרויות נושאי הלימוד שהוצעו לבחירה, בחרתי בתחום שבו אני מתעניינת ובקיאה במיוחד - "מיקרואורגניזמים".



התחלתי את השיעור הראשון בשאלה ממניעה ללמידה - באיזה חומר נעדיף לרחוץ ידיים? סבון? אלקוגיל? אתנול? סבון מיוחד המורכב מחיידקים פרוביוטים? בכדי לענות על שאלה זו, היינו זקוקים למידע.

שאלנו שאלות וחפשנו תשובות ...

כיצד נתגלו החיידקים? תאוריות שונות לגבי קיומם, מקומם של המיקרואורגניזמים בשרשרת המזון, סוגי חיידקים, מבנה החיידקים, כיצד הם גדלים? כיצד הם מקיימים תהליכי חיים כמו חילוף חומרים, רבייה וכו'? כיצד נבדלים חיידקים שונים זה מזה? מהם יחסי הגומלין שמקיימים ביניהם? כיצד ניתן להשתמש בידע על מיקרואורגניזמים בתעשייה/ברפואה?

במהלך הלמידה הביעו התלמידים עניין בנקודות שונות וכאן החל החקר.

התלמידים חברו זה לזה בקבוצות קטנות על פי תחומי העניין במיקרואורגניזמים והחלו בתהליך החקר.

כל שיעור נפתח בלמידה על שלב חקר מסוים, שלאחריו הגיעה שעת הביצוע.

ניסוח שאלת חקר, חיפוש מאמרים מהימנים המעשירים את ידיעותינו בנושא, כתיבת מבוא קצר, כתיבת תהליך ניסוי על בקורותיו המתאימות, הכנת רשימת ציוד נדרש.

החומרים הוכנו (תודה רבה ללברנטית מרינה קרן הנפלאה שלנו!), והקבוצות החלו בביצוע הניסויים.

לא היה קל... נדרשתי לעקוב אחר כל שלב, להדריך, לתקן, לסייע, לכוון, לעודד, לפרגן, לנחם, להיות זמינה בזמנית ל-8 קבוצות עבודה שונות.



תלמידה בעת ביצוע ניסוי

עם זאת, חוויית כיתת מבוא מגויסת כל כך, מתעניינת כל כך שווה כל "אדוויל" שנלקח... האושר הגדול של מגלות צעירות - שמצאו כי חיידקים לא גדלו בקוטר של ס"מ שלם הסמוך לדיסקית שנטבלה במשחת השיניים "אורל בי" אך כן גדלו מסביב לדיסקית של משחת שיניים מתחרה - לא יסולא בפז...

לאחר שתמו הניסויים, למדנו שיטות עריכת תוצאות, גרפים שונים/טבלאות/תמונות.

למדנו כיצד הצגה מסוג אחד מראה הבדלים משמעותיים יותר מהצגה סטנדרטית (ציון % ירידה/עלייה תמיד יראה טוב יותר על הגרף מציון הערך הנמדד...).

למדנו כיצד כותבים עבודה, כיצד עורכים פוסטר, הנה אנחנו כבר אוטומו מוכנים להצגת מיני כנס מדעי ברחבי ביה"ס...

היו תסכולים, והיו כאלה ש "לא יצא להם" מה ששיערו ... אך מבחנות הבקרה הראו שהניסוי בוצע נכון, ולכן יאלצו להמשיך ולחקור או להישאר עם טעם של עוד.

חוסר הצלחה, זהו עוד פן שאותו חווה כל חוקר, אך ככל שהאתגר משמעותי והניסיונות מרובים, עולה רמת הלמידה והסיפוק ועמה הזיקה והאהבה לעיסוק במחקר. ללא ספק למדתי על התלמידים שלי ומהם הרבה מעבר לכוונתי מלכתחילה. בורכתי.

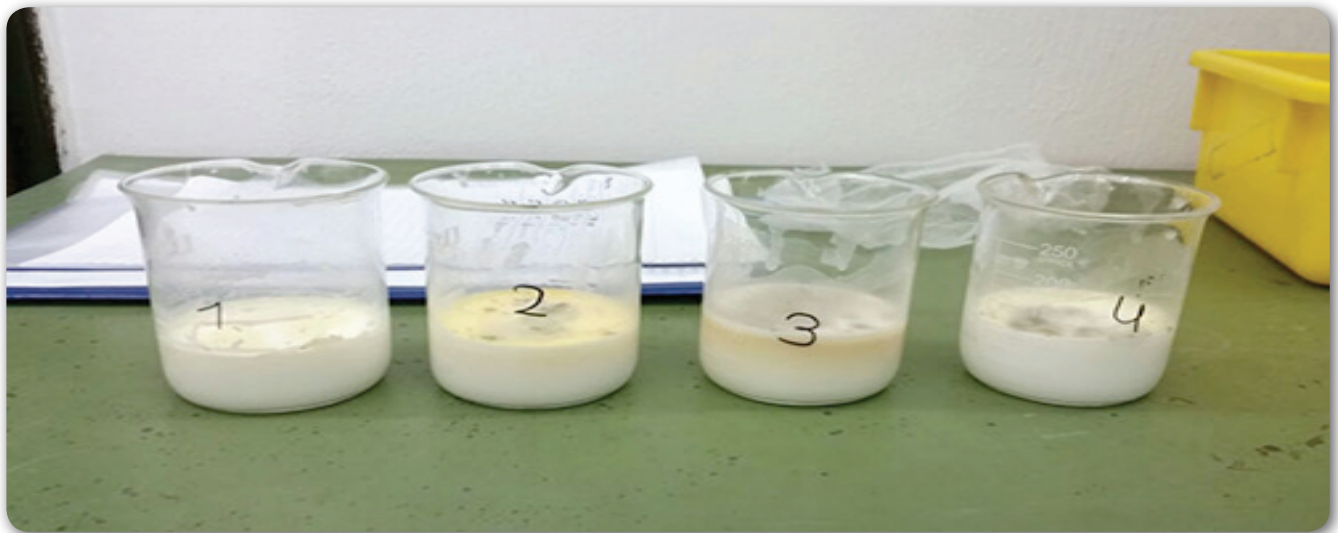
לא בוכים על חלב שנשפך, אבל על חלב חמוץ מותר?

כתבו: עמרי רגב, יהלי שריר, דורון אלוני, רונן פרג. "9, תיכון מקיף "ברנר"

התחלנו בתופעה שזומנה לנו על-יד המורה לימור דפנא, שפתחה בפנינו את עולם המיקרואורגניזמים, קראנו כתבות מהימנות העוסקות בנושא. למדנו על עולם המיקרואורגניזמים, ההבדל בינם לבין יצורים אוקריוטים, כיצד חיידקים גדלים, כיצד מבדילים ביניהם כשהם גדלים על-גבי צלחת פטרי, שיטות מחקר במיקרוביולוגיה. אחר-כך התחלקנו לקבוצות קטנות וחשבנו על שאלה שיעניין אותנו לחקור במהלך המחצית.

השאלה שבחרנו היא: כיצד ריכוז חיידקי הלקטובצילים בחלב פרה (3% שומן) משפיע על רמת החומציות שבחלב?

חיפשנו במרשתת שלושה מאמרים מהימנים הסוקרים את הנושא הנ"ל. בעזרתם הבנו כיצד החלב מחמיץ ואילו תהליכים מתרחשים בתהליך זה. מהמאמרים עלה כי הלקטובצילים (החיידקים הנפוצים ביותר בחלב) ניזונים מהלקטוז שבחלב, הם מפרקים את הלקטוז ומפיקים ממנו אנרגיה המאפשרת להם להתרבות. תוצר הלוואי של התהליך הוא החומצה הלקטית, והיא זו שמעניקה לחלב את טעמו החמוץ "המקולקל".



העמדת הניסוי

תהליך הניסוי

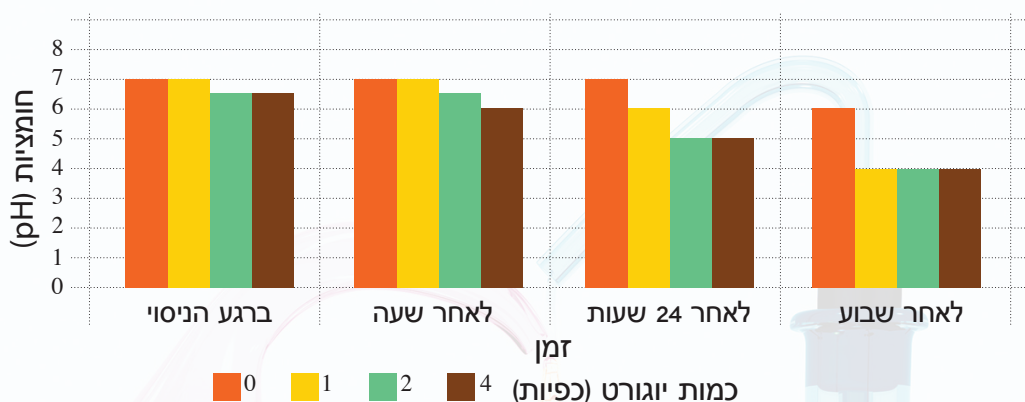
לניסוי נדרשו החומרים הבאים: ארבע כוסות מעבדה, ניירות אינדיקטור pH, ליטר חלב פרה 3% שומן, גביע יוגורט (חומציות: pH 4.5) וכפיות.

תחילה לקחנו את החלב וחילקנו אותו לארבע הכוסות, כאשר בכל כוס 100ml חלב.

הכוס הראשונה הייתה כוס בקרה אשר הכילה חלב בלבד, בכוס השנייה שמנו כפית שטוחה של יוגורט, בכוס השלישית שמנו שתי כפיות שטוחות של יוגורט ובכוס הרביעית שמנו ארבע כפיות שטוחות של יוגורט. לאחר הכנסת היוגורט בדקנו את רמת החומציות בכל כוס, כיסינו אותן והנחנו אותן במקום מוצל.

את רמת החומציות בכוסות חזרנו לבדוק כעבור שעה, יום ושבוע מרגע תחילת הניסוי.

מספר הכוס	מ"ל חלב	כמות יוגורט (כפיות)	רמת חומציות	ב- pH	
			ברגע הניסוי	לאחר שעה	לאחר 24 שעות
1	100	0	7	7	6
2	100	1	7	7	4
3	100	2	6.5	6.5	4
4	100	4	6.5	6	4



איור: השפעת ריכוז חיידקי הלקטובצילים בחלב פרה 3% (שומן) על רמת החומציות שבחלב

מיד בתחילת הניסוי ניתן היה לראות הבדל ברמת החומציות כתלות בהוספת היוגורט. כעבור שעה ראינו את הירידה ברמת ה-PH בכוס הרביעית, כעבור יום שתי הכוסות שהכילו 2 ו-4 כפיות יוגורט הגיעו לרמת ה-PH=5 ולאחר שבוע כל הכוסות הוחמצו לרמה המקסימלית של PH=4 פרט לכוס הבקרה, שבה רמת ה-PH=6. כעבור שבוע החמיצה מעט כוס הבקרה.

בשאר הכוסות היו נקודות עובש רבות ובנוסף כתמים צהובים.

מסקנה

ככל שהחלב הכיל כמות גדולה יותר של יוגורט עלה, עלה קצב ירידת רמת ה-PH.

דיון

מהניסוי עולה כי חמיצות החלב מושפעת מכמות חיידקי הלקטובצילים עד רמת חומציות שאינה מאפשרת את המשך תהליך הנשימה התאית, ולכן הירידה ברמת ה-PH נפסקת.

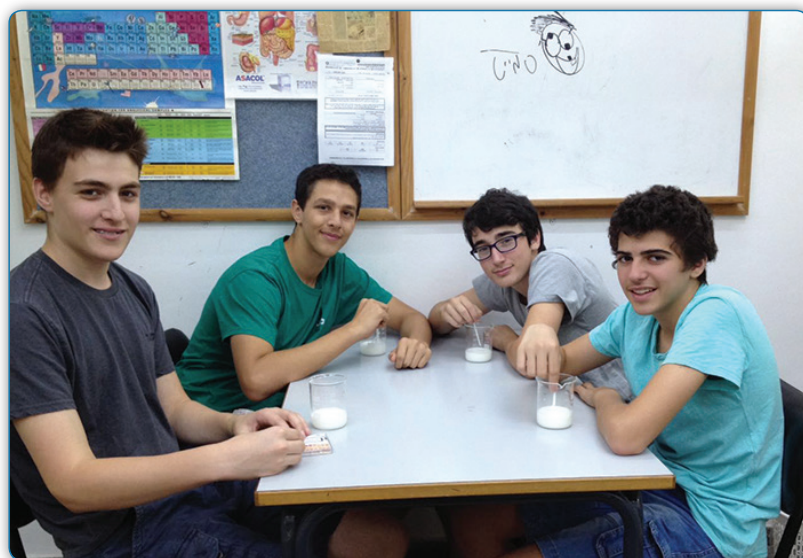
אלה הניסויים נוספים שיסייעו לנו להבין טוב יותר את התהליך:

1. ניתן לבדוק בזמנים קצרים יותר ובריכוזים קטנים יותר של יוגורט ובכך לקבל אפקט מבדיל ברור יותר, מכיוון שהמסקנה תצא ברורה יותר.

2. אנו מעוניינים לבצע ספירת מושבות של חיידקי לקטובצילוסים בכל אחת מכוסות הבדיקה ע"מ להוכיח שאכן האפקט שקיבלנו נובע מכמות החיידקים הלקטובצילים.

נמשיך ונחקור לעומק במהלך המחצית השנייה.

תהליך העבודה בקבוצה



בתהליך המחקר, העבודה בקבוצה ושיתוף הפעולה הקבוצתי היו בעלי חשיבות והשפעה רבות. העבודה בקבוצה אכן משמעותית ובעלת יתרונות רבים יותר בהשוואה לעבודה ביחידים, והיא עוזרת להכיר את חברי הקבוצה וללמוד עליהם דברים חדשים. כל אחד והיתרון שלו; האחד מחפש טוב יותר מאמרים רלוונטיים, האחר מתכנן את הניסוי לפרטי פרטים, אחד מוסיף בקרה והאחר מתפעל את תוכנת האקסל ליצירת גרף - כל אחד מלמד את הקבוצה בתחום שבו הוא הטוב ביותר, כל אחד מוסיף מהידע ומהניסיון

שלו, וכך משתפרת העבודה ונעשית בצורה הטובה והעשירה ביותר.

הייתה חשיבות רבה לכך שביצענו את החקר בזמן שיעורי מבוא לביולוגיה ולא אחרי ביה"ס - ולכן העבודה בוצעה בשיתוף מלא של כלל חברי הקבוצה.

נהנינו מאוד מהתהליך והרגשנו שלמדנו לא רק מיקרוביולוגיה אלא גם כיצד מבצעים חקר, לאו דווקא בביולוגיה.

ביבליוגרפיה

בדיקת חומציות בחלב, ד"ר יעקב ניסים, אוניברסיטת בן גוריון.

מיקרואורגניזמים בתעשיית המזון, ד"ר דוד בר-נר, גלילאו גיליון 138, עמ' 64-68, פברואר 2010.

מדוע החלב מחמיץ? ד"ר ענת לונדון, המחלקה לנירוביולוגיה, מכון וויצמן למדע.