



# טעם של כימיה - יחידת לימוד ברמה של שלוש יחידות

אורית הרשקוביץ, צביה קברמן ויהודית דורי\*

## רקע ומטרות

המבנית עוסקת בכימיה של מזון, מרכיביו וטעמיו השונים, והיא בבחינת "טעימה" מהתחום הרחב הקשור בהיבטים כימיים של מזון.

המזון שאנו אוכלים מהווה מרכיב מרכזי ויומיומי בחיי כלנו. המודעות למזון שאנו אוכלים נמצאת בעלייה מתמדת בשנים האחרונות. מושגים רבים הקשורים במזון כגון: טריגליצריד, שומן טרנס, כולסטרול, סיבים תזונתיים וחלבון מלא מוכרים למרבית התלמידים מידע קודם ומאמצעי התקשורת השונים. ידע זה איננו מלא ולעתים אף מוטעה. ביחידת הלימוד מוצג ההיבט המדעי-כימי של מושגים אלו ושל רבים אחרים במטרה לשלב ידע והבנה כימית עם עניין ורלוונטיות לחיי היומיום. יחידת הלימוד מאפשרת לתלמידים ולמורים להשתמש בידע זה בצורה מושכלת בחיי היומיום, כיום ובעתיד.

יחידת הלימוד מציעה מושגים בסיסיים בתחום המזון, יישומם בידע אשר נרכש בלימודי הכימיה ומגוון מיומנויות חשיבה.

אלה הן המיומנויות:

- הבנה כימית בארבע רמות ההבנה - רמת התופעה (מקרו), רמת החלקיקים (מיקרו), סמל ותהליך. הרמות הללו מסייעות לתלמידים לקשר בין מבנה, קישור, תכונות ותפקוד חומרים הקשורים במזון;
- מעברים בין צורות ייצוג של מידע:
  - מייצוג מילולי לטבלה ולגרף ולהיפך;
  - ניתוח טבלאות וגרפים;
  - ייצוג מולקולרי באמצעות מודלים שונים;
  - איתור מידע באינטרנט וניתוחו;
- פתרון בעיות באמצעות חקר אירועים;
- ניתוח היבטים מוסריים ואתיים הקשורים במזון (כהרחבה).
- נושאי הלימוד נבחרו בהתאם לקריטריונים הבאים:
- נושאים שכוללים מושגים מוכרים מחיי היומיום ומעוררי עניין בקרב התלמידים;



\* המבנית פותחה בטכניון, במחלקה להוראת הטכנולוגיה והמדעים על ידי ד"ר אורית הרשקוביץ וצביה קברמן. ראש הפרויקט: פרופ' יהודית דורי, יועץ מדעי: פרופ' אורי קוגן, הפקולטה להנדסת מזון וביוטכנולוגיה, הטכניון, מכון טכנולוגי לישראל.

בטלוויזיה ובאינטרנט, וכולנו חשופים אליו. אין הכרח שהמידע שאנו קולטים וזוכרים, הוא נכון או מפורט מבחינה כימית. מטרת הפעילות המקדימה היא להביא למודעות התלמידים את ההבדל בין ידע כללי ושטחי בנושאים מוכרים מתחום המזון לבין ידע מעמיק ומדעי שהם רוכשים במהלך לימוד היחידה. מטרת הכתובת היא לחשוף את התלמידים ליופיה של הכימיה ואת הרלוונטיות שלה לחיי היומיום.

ביחידת הלימוד משולבו מגוון רחב של פעילויות תרגול. לכל פעילות כותרת הממקדת את התכנים והמיומנויות הנכללים בה. לדוגמה:

- ניתוח מידע בצורות ייצוג שונות - חומצות שומן;
- הקשר בין מבנה ובין תכונות - חמאה לעומת מרגרינה;
- פעילות חקר עם מודלים מולקולריים - מבנה מולקולת הגלוקוז.

ניתוח מידע מטבלאות הוא אחת המיומנויות המודגשות במיוחד ביחידת הלימוד. ניתוח זה כולל מגוון של תת-מיומנויות בעלות מדרג של רמות קושי: החל בהסתכלות כללית על נתוני הטבלה וחיפוש פרשנות או משמעות ראשונית לנתונים המוצגים, דרך איתור וניתוח מידע לאורך שורה או עמודה, אל ייצוג שונה, כגון גרף, של המידע המצוי בטבלה (כולו או חלקו) ועד הסקת מסקנות והתייחסות ביקורתית למידע בטבלה.

בפרקים השונים משולבים מידע ופעילויות המהווים הרחבה לנושאי הלימוד, והם נתונים לבחירת המורים, בהתאם לתחומי התעניינותם של תלמידיהם ולזמן העומד לרשותם.

תיאור כללי של פרקי הלימוד המרכזיים מוצג בטבלאות 1-3. ניתן לראות כי ביחידת הלימוד משולבים ההיבטים הכימיים של הנושאים השונים עם היבטים יישומיים שלהם מתחום המזון ועם ההיבט החברתי-אישי שלהם. הנושאים המוצגים בכוכבית מהווים הרחבה לנושאי הלימוד.

● הנושאים מעודדים הבנה מעמיקה של העקרונות הכימיים הקשורים במושגים השונים, בעיקר אגב התבססות על הידע הכימי שנרכש בלימודי הכימיה הקודמים;

● הנושאים הם מרכזיים ובעלי רצף לוגי. שילובם ביחידה מאפשר פתיחת צוהר לתחום הרחב הקשור בכימיה של מזון.

### מבנה יחידת הלימוד

היחידה מכילה את חמשת הנושאים המרכזיים האלה: מזון למחשבה - פרק המהווה פתיחה לכל הנושא, והוא כולל שלושה תתי-נושאים מרכזיים: בעיית הרעב העולמי, מרכיבי המזון העיקריים (אבות המזון) והיבטים אנרגטיים של מזון.

שומנים, פחמימות וחלבונים\* - שלושה פרקים העוסקים במרכיבי המזון העיקריים, במבנה הכימי שלהם ובתהליכי ייצור תעשייתיים של מוצרי מזון המורכבים מהם.

טעמים של כימיה - פרק הסיום ביחידה העוסק בכימיה של טעמי המזון. בפרק מוצגים חומרים ומבנים אופייניים של חמשת טעמי המזון: מתוק, מלוח, מר, חמוץ ואוממי, וכן קיימת התייחסות לתחושת החריפות. בפרק באים לידי ביטוי גם הידע הכימי שרכשו התלמידים בלימודי הכימיה הקודמים וגם הידע שרכשו ביחידת הלימוד עצמה.

נספחים - כוללים שלושה ניסויי חקר מפורטים\*, מילון מושגים מורחב ליחידה, הסבר מפורט על רמות ההבנה בכימיה, טבלה של קבוצות פונקציונליות בתרכובות הפחמן ורשימת מקורות מוערת ומפורטת.

### המבנה של פרקי היחידה

כל פרק נפתח בפעילות מקדימה - "מה אנו יודעים על...?". הפעילות מהווה מבדק עצמי לתלמידים בהתייחס לידע המקדים שלהם בנושא הפרק.

כיום יש מודעות רבה לנושאים שונים הקשורים במזון, מידע רב מתפרסם לעתים קרובות בעיתונים,

\*\* פירוט בהמשך המאמר.



טבלה 1 - תיאור הפרק: שומנים ושמינים - עובדות מפתיעות

היבט חברתי/אישי	היבט תזונתי	היבט כימי	
טריגליצרידים וכולסטרול "טוב" ו"רע"*	<ul style="list-style-type: none"> <li>חומצות שומן חיוניות:</li> <li>חומצות אומגה 3 ו-6;</li> <li>חמאה למול מרגרינה -</li> <li>יתרונות וחסרונות;</li> <li>שמיני מאכל - סוגים ודרך הפקתם*.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>מבנה ודרגת ריוויון של חומצת שומן;</li> <li>איזומריית ציס-טרנס;</li> <li>מבנה טריגליצרידים;</li> <li>תהליך איסטור;</li> <li>תהליך הידרוגנציה;</li> <li>חמצון עצמי של קשר כפול ומבנה חומרים נוגדי חמצון (עקרון בלבד).</li> </ul>	<b>תכנים ומושגים מרכזיים</b>
דיון וניתוח מידע מהסרט "השמן של לורנזו" (או באמצעות חקר אירוע)*.	<ul style="list-style-type: none"> <li>ניתוח מידע מטבלת תכולת שומן של מזונות שונים;</li> <li>חקר אירוע בנושא חומרים נוגדי חמצון*</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>מעברים בין צורות ייצוג שונות של חומצות שומן (רישום מקוצר, מלא, מבנה ומודל)</li> <li>ניתוח גרף של טמפרטורות היתוך של חומצות שומן;</li> <li>ניתוח טבלאות מידע על חומצות שומן, טריגליצרידים.</li> </ul>	<b>מיומנויות מרכזיות</b>
1. איתור מידע באינטרנט בנושא כולסטרול*; 2. צפייה בסרט: "השמן של לורנזו"*		<ul style="list-style-type: none"> <li>חקר תכונות הקשר הכפול בעזרת מודלים מפלסטיק והדמיה ממוחשבת;</li> <li>ניסוי על קביעת חומצות שומן חופשיות בשמן*.</li> </ul>	<b>פעילויות ייחודיות</b>

טבלה 2 - תיאור הפרק: פחמימות לטוב ולרע

היבט חברתי/אישי	היבט תזונתי	היבט כימי	
זיוף דבש - מה ההבדל בינו לבין דבש טהור? מחלות של אגירת גליקוגן.	<ul style="list-style-type: none"> <li>ערך גליקמי של פחמימות;</li> <li>דרגת מתיקות של סוכרים שונים ומשמעותה במזון;</li> <li>הרכב סוכרים בפירות וירקות שונים;</li> <li>עמילן כמקור לסירופ סוכר;</li> <li>סיבים תזונתיים.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>קבוצות פונקציונליות בסוכרים: כוהל, אלדהיד, קטון (חזרה);</li> <li>נוסחת פישר ושיטת היוורת לייצוג סוכרים;</li> <li>איזומריה אופטית* בחד-סוכרים;</li> <li>קשר גליקוזידי ותגובת דחיסה לקבלת דו-סוכר;</li> <li>מבנה עמילן;</li> <li>מבנה תאית (צלולוז).</li> </ul>	<b>תכנים ומושגים מרכזיים</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>ניתוח מידע מטבלאות - השוואת דרגות מתיקות, הרכב סוכרים במזון;</li> <li>חקר אירועים - עטיפות אכילות, עמילן תירס כמקור לסוכר.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>מעברים בין צורות ייצוג שונות של חומרים מולקולריים (מבנה מקוצר, מפורט ומודל);</li> <li>השוואת מבנה גלוקוז ופרוקטוז;</li> <li>ניתוח מודלים מולקולריים של דו-סוכרים ורב-סוכרים.</li> </ul>	<b>מיומנויות מרכזיות</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>ניתוח מידע מהאינטרנט - הרכב סיבים תזונתיים בפירות.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>חקר מבנה טבעת גלוקוז וטבעת פרוקטוז (כולל זיהוי אנומרים) באמצעות מודלים מפלסטיק.</li> <li>ניסוי השחמת מייארד*.</li> </ul>	<b>פעילויות ייחודיות</b>

טבלה 3 - תיאור הפרק: חלבונים על קצה המזלג

היבט כימי	היבט תזונתי	היבט חברתי/אישי	
<ul style="list-style-type: none"> <li>מבנה חומצות אמיניות - דו-יון;</li> <li>מיון חומצות אמיניות לפי קבוצות הצד שלהן;</li> <li>השפעת חומציות הסביבה על מטען החומצות האמיניות;</li> <li>מבנה ראשוני של חלבון;</li> <li>קשר פפטידי ותגובת דחיסה לקבלתו;</li> <li>דנטורציה של חלבונים;</li> <li>חלבוני החלב.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>חלבון בעל איכות גבוהה, חלבון "מלא";</li> <li>חומצות אמיניות חיוניות ולא חיוניות לגופנו;</li> <li>חומצה אמינית מגבילה במזון;</li> <li>חלב ומוצרי.</li> </ul>	<p>צריכה מאוזנת של חלבון כולל סויה.</p>	<b>תכנים ומושגים מרכזיים</b>
<p>מעברים בין צורות ייצוג שונות של חומצות אמיניות.</p>	<p>ניתוח מידע מטבלאות - תכולת חלבונים במזונות שונים, הרכב חומצות אמיניות במזונות.</p>		<b>מיומנויות מרכזיות</b>
<p>פעילות באינטרנט - הכרת מבנה מולקולרי של חומצות אמיניות; ניסוי השחמת מייארד*כנ"ל.</p>		<p>איתור מידע מהאינטרנט אודות מיתוסים הקשורים באכילת סויה.</p>	<b>פעילויות ייחודיות</b>

### ניסויי חקר ביחידת הלימוד

ביחידת הלימוד מוצעים שלושת הניסויים המרכזיים האלה:

- בפרק "שומנים - עובדות מפתיעות": ניסוי לקביעת אחוז חומצות שומן חופשיות בשמן זית. חומצות שומן חופשיות (Free Fatty Acids - FFA) בשמני מאכל מהוות מדד לאיכות השמן, ובדיקתן מקובלת ונפוצה בתעשיית המזון.
- בפרקים "פחמימות - לטוב ולרע" ו-"חלבונים על קצה המזלג": ניסוי תגובת השחמה המתרחשת בין סוכרים לבין חומצות אמיניות וחלבונים. תופעת ההשחמה (היווצרות של פיגמנטים בעלי צבע כהה) היא הסיבה לקלקול של מוצרי מזון רבים והיא מהווה מדד חשוב בהגבלת חיי המדף שלהם.
- בפרקים "מזון למחשבה" ו"שומנים - עובדות מפתיעות": ניסוי השפעת מרכיבי המזון על האנרגיה שהם מספקים לגופנו. בניסוי נחקרת השפעת מרכיבי הפופקורן על האנרגיה שהוא מספק לגופנו, באמצעות חישוב חום השֵרָפָה.

בהתאם לסילבוס החדש ליחידת המעבדה, הניסויים מוצגים ברמת הבסיס וכוללים הנחיות לתלמידים להרחבת כל אחד מהניסויים לרמה מתקדמת. ההנחיות מתייחסות הן לביצוע הניסויים בצורה ממוחשבת והן לביצועם בצורה לא ממוחשבת וניתן לבצעם כחלק מהניסויים הנדרשים ביחידת המעבדה בכימיה.

### מדריך למורה

- המדריך למורה מפורט מאוד וכולל תשובות לכל השאלות בספר לתלמיד וכן הרחבות והיבטים דידקטיים שונים. להלן דוגמאות להרחבות בספר למורה:
- טבלה מפורטת לרצף הוראה של יחידת הלימוד. הטבלה כוללת 35 שיעורים עם פירוט הנושאים בכל שיעור, מתן ובדיקת עבודות בית והדגשים מיוחדים. הטבלה הנה בגדר המלצה בלבד.
  - מערך שיעור מפורט (15-20 דקות) בנושא רמות הבנה בכימיה.
  - הצעות לשקפים או מצגות בנושאים כגון: מודלים - סוגים, יתרונות וחסרונות או רקע על שמן זית כהכנה



לניסוי קביעת חומצות שומן חופשיות בשמן.

- "טיפים" להוראת טריגליצרידים בשילוב רמות ההבנה.
- הצעות לשלוש פעילויות מקדימות קצרות לפרק **טעמים של כימיה**.
- הצעה מפורטת ובה שתי דרכים ללמידה עצמית של פרק הסיום **טעמים של כימיה** במסגרת של קבוצות קטנות.
- הצעה למשחק טריוויה כפעילות פתיחה ליחידת הלימוד במטרה לעורר עניין וסקרנות כלפי הנושאים השונים ביחידת הלימוד. התלמידים מקבלים שאלות/ חידות אשר ניתן להניח כי יש להם ידע בסיסי חלקי בלבד לענות עליהן. לתשובות הקצרות הניתנות לשאלות, מצורפות שאלות או הפניות להעמקה נוספת בהיבט הכימי של אחד מפרקי יחידת הלימוד. דוגמאות לשאלות:

- ? מהם חומרים נוגדי חמצון (אנטיאוקסידנטים)? מדוע מוסיפים אותם למזון?
- ? מהן חומצות אומגה 3? מה היתרון שלהן עבור דגי ים ובמיוחד עבור דגי הים הצפוני? מדוע הן חשובות לבריאותנו?
- ? מהם שני הסוכרים העיקריים המרכיבים את הדבש? האם ניתן לזייף דבש? אם כן, כיצד?
- ? אם הנכם צמחוניים, מדוע חשוב כי תקפידו לאכול צירופי מאכלים מהצומח כמו: אורז עם עדשים (מג'דרה), פיתה עם חמוס, חמוס עם טחינה?
- ? מהו הטעם אוממי, ובאילו מזונות הוא קיים?

## רשמים מהשטח

בשנת הלימודים תשס"ו נלמדה יחידת הלימוד לראשונה בשש כיתות באזור חיפה והצפון. המורים אשר לימדו את יחידת הלימוד מצאו אותה מעניינת, יישומית מאוד לנושאי הלימוד בכימיה, בעיקר בתחום מבנה וקישור ותרכובות הפחמן. רוב המורים ציינו כי הם עצמם הרחיבו את ידיעותיהם בתחומי המזון השונים ולעתים הם חיפשו מתוך עניין מידע נוסף באינטרנט להעשרה ולהרחבת ידיעותיהם בתחום.

להלן המלצות של מורים שלימדו את היחידה בשנת הלימודים הקודמת:

- להיכנס לשיעור עם גזנה אלגי מהות התכנית שזכרתי הווא אוריין, ולא להילרר לגזנה המוכרת אצל הוראת הנושאים המסורתיים.
  - להכיר בחשיבות של התכנית בשיעור תהליך החשיבה של התלמיד ברחוב הנמצא והחשיבה לדוגמאות מחיי היום יום.
  - לחזק את המיומנויות הנדרשות מהתלמיד, בשיעור בנתוח טבלאות ומספר אייזול באמצעות גרפים וזהבא מוצאים לכל השיעורים.
  - להרבות בשכונה בקבוצות ופחות בהוראה ממוקדת-מורה ולוח (פרונטאלי).
  - לעזור בתלמידים עניין, לעודד דיונים במטרה להעמיק את התכנית.
  - מתוך שיחות ושאלוני משוב שהועברו בסיום לימוד היחידה נאספו התייחסויות של תלמידים:
  - חיזקה מיישמים בחיים את החומר שאלמדים וזה עוזר להבנה שלנו.
  - אי כל הנושאים וה"סיפורים" מסביב היו מעניינים אבל את "אזהבה המממטיקה" זה לא יעניין כי אין חישובים.
  - שכשיו אני יודעת איך לשמור על גלונה נזונה וטובה ומדוע.
  - התייחסנו למבנה הכימי של החומרים והסברנו לפרטים ברמת החאקיקים. זה היה מעניין.
  - אהבתי את המודלים והייזולים. זה היה לי היעיל.
  - חקר האירוסים היה מעניין. קראתי את האירוסים לרמת שלב הספקנו ללמוד אותם בכיתה.
  - למידת טעם של כימיה גרמה לי להבנת הכימיה של קשרים ותהליכים שסוברים המאכלים שאומים אצל אוכלים. סיפורי על כך גם אחרותי שלב אומצות כימיה.
  - אהבתי את זה שהיחידה קרובה לכימיה אורגנית ואני מאוד אוהב כימיה אורגנית. חבל שלא למדנו את פרק הטעמים...
- במהלך שנת הלימודים תשס"ז ילמדו את היחידה כ- 20 מורים, וכ-200 מורים נוספים כבר נחשפים אליה בהשתלמויות במרכזי מורים בכל הארץ. כמו כן אנחנו נמשיך בהעמקת החשיפה וההטמעה בקיץ, ואנו מצפות להרחבת אוכלוסיית המורים לכ-200 מורים אשר ילמדו את היחידה בכיתותיהם בשנת הלימודים תשס"ח.

## נספח 1: דוגמאות לתרגילים מיחידת הלימוד "טעם של כימיה"

קטע מתרגילים 4 ו-6 בפרק: "שומנים ושמינים – עובדות מפתיעות"

לפניכם קטעי מידע ולאחריהם שאלות המתייחסות למידע הנתון. השאלות ממוקדות בקשר שבין מבנה וקישור כימי (הרמה החלקיקית - המיקרוסקופית) לבין תכונות החומר ותפקידו (רמת התופעה - הרמה המקרוסקופית).

בחומצה אולאית (C18:1), עקב הימצאות הקשר הכפול הגורם לחוסר גמישות (באזור הקשר), המולקולות אינן ארוזות בצפיפות כמו בחומצה הסטארית (C18:0), כוחות ון-דר-ולס בין המולקולות חלשים יותר, ולכן טמפרטורת ההיתוך שלה נמוכה יותר. זו הסיבה לכך שבייצור שמן לסלט, מקררים, מפרידים ומרחיקים את המוצקים הנוצרים כדי למנוע יצירת עכירות של השמן כאשר הוא נמצא במקרר.

1. האם המוצקים המורחקים בקירור הם החומצות הרוויות או הלא-רוויות? נמקו ברמה החלקיקית.

חומצות שומן רב-לא-רוויות מכילות מספר קשרים כפולים בשרשרת. דוגמאות לחומצות כאלה החשובות לגופנו, הן חומצות מסוג אומגה 3 ואומגה 6. ניתן למצוא חומצות מסוג אומגה 3 בעיקר בדגי ים ובמיוחד באזורים קרים כמו בים הצפוני.

2. הסבירו, ברמה החלקיקית, את היתרון - בהימצאותן של חומצות רב-לא-רוויות מסוג אומגה 3 בדגי ים ובמיוחד בדגי הים הצפוני?

### ניתוח מידע מטבלה - הקשר בין מבנה ותכונות של טריגליצרידים

#### פסק זמן לחשיבה על חשיבה... רמות הבנה בכימיה

הכימאים נוהגים להתייחס למידע כימי במספר רמות הבנה.

התרגיל שלפניכם כולל שש שאלות שהתשובות עליהן נדרשות ברמות חשיבה שונות.

שימו ♥ שתשובותיכם הן אכן ברמות הבנה אלו.

**בשאלה 1** הנכם מתבקשים לרשום ניסוח לתהליך קבלת טריגליצריד ולהסביר את המתרחש בתהליך. תשובתכם לשאלה זו דורשת שילוב של שתי רמות הבנה בכימיה - רמת הסמל (ניסוח התהליך כמשוואה) ורמת התהליך (הסבר מילולי למתרחש בתהליך).

**שאלה 2** מתייחסת לרמת הבנה אחת - רמת הסמל - הבנת צורות ייצוג שונות של טריגליצרידים.

**שאלות 3, 4, 5** מתייחסות לקשר שבין רמת התופעה - נקודות היתוך של טריגליצרידים - לרמת החלקיקים, קרי לכוחות הבין-מולקולריים אשר בין מולקולות הטריגליצרידים.

**שאלה 5** מתייחסת למספר רמות הבנה:

סעיף א' קשור לרמת הסמל והתהליך - הבנת תהליך קבלת הטריגליצריד מחומצות שומן וגליצרול וניסוח תהליך זה באמצעות סמלים.

סעיף ב' קשור בשילוב של רמת התופעה (המתבטאת באמצעות טמפרטורת היתוך) ורמת החלקיקים - הסבירו ברמה החלקיקית את השוני בטמפרטורת ההיתוך של שני טריגליצרידים.



לפניכם מידע לגבי נקודות היתוך של מספר טריגליצרידים, שכל אחד מהם מכיל שלוש חומצות שומן זהות:

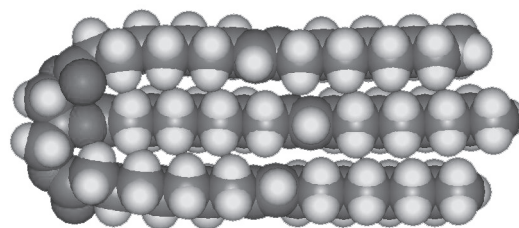
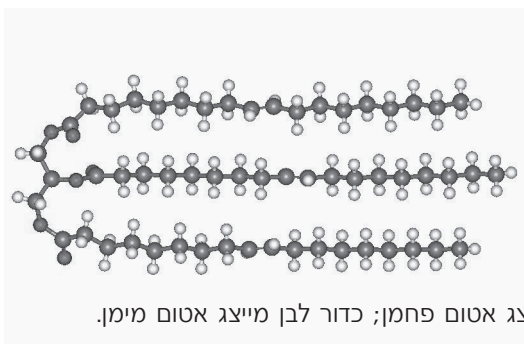
שם הטריגליצריד	שם מקוצר*	חומצות השומן בטריגליצריד	טמפרטורת היתוך (°C)
טריפלמיטין	PPP	C16:0	66
טריסטרין	SSS	C18:0	73
טריאלידין	EEE	C18:1, trans	42
טריאולאין	OOO	C18:1, cis	5
טרילינולאין	LLL	C18:2, cis, cis	-13

השמות המקוצרים מייצגים את האותיות הראשונות בשמותיהן של חומצות השומן המרכיבות את הטריגליצריד.

ראו פירוט בטבלת שמות ונוסחאות חומצות השומן הנפוצות. (האות E מייצגת את החומצה האלאידית)

1. רשמו באמצעות נוסחאות מבנה את תהליך קבלת הטריגליצריד: PPP מחומצות השומן המתאימות וגליצרול (היעזרו באיור 8). הסבירו את המתרחש בתהליך.

2. לפניכם שתי צורות ייצוג של טריגליצריד. את מי מהטריגליצרידים שבטבלה מייצגים המודלים? הסבירו מדוע.



3. א. כיצד מושפעת טמפרטורת ההיתוך של הטריגליצריד מאורך חומצות השומן המרכיבות אותו? אלו טריגליצרידים עליכם להשוות כדי לענות על כך?

ב. מה הסיבה לכך? נמקו ברמה החלקיקית.

4. א. כיצד מושפעת טמפרטורת ההיתוך של הטריגליצריד מהמבנה המרחבי (איזומריית ציס-טרנס) סביב הקשר הכפול של חומצות השומן המרכיבות אותו? אלו טריגליצרידים עליכם להשוות כדי לענות על כך?

ב. מה הסיבה לכך? נמקו ברמה החלקיקית.

5. א. הטריגליצריד POP מכיל שתי חומצות שומן P ואחת O. רשמו באמצעות נוסחאות מבנה את תהליך קבלת הטריגליצריד (ניתן להיעזר בטבלת חומצות השומן).

ב. טמפרטורת היתוך של הטריגליצריד POP היא  $37^{\circ}\text{C}$ . מדוע טמפרטורת היתוך זו נמוכה מטמפרטורת היתוך של הטריגליצריד PPP וגבוהה משל הטריגליצריד OOO? נמקו ברמה החלקיקית.

## דוגמה לפעילות בפרק: "חלבונים על קצה המזלג"

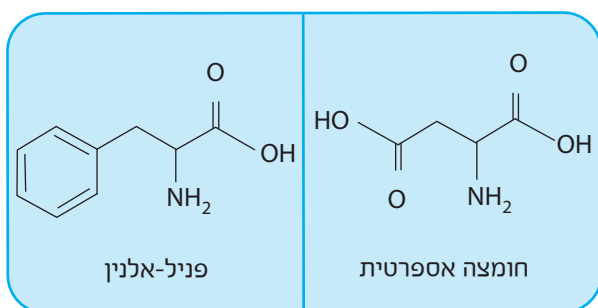
קטע מתרגיל 1: המבנה של חומצות אמיניות ופעילויות מלוות רשת להכרתן.

1. היכנסו לאתר <http://biology.clc.uc.edu/courses/bio104/protein.htm>.

תוכלו להתבונן במבנה החומצות האמיניות השונות באמצעות כפתור ה-SHOW ME.

- בחרו את החומצה האמינית ליוצין - leucine. זהו את אטום הפחמן המרכזי ואת ארבע הקבוצות השונות הקשורות אליו. מהו ה-R של החומצה האמינית ליוצין? ציירו נוסחת מבנה שלה.
- באותו אופן בחרו את החומצות הבאות: מתיונין - Methionine, לזין - Lysine וגליצין - glycine. מהו ה-R? ציירו נוסחת מבנה שלהן.
- במה שונה הגליצין מהחומצות האמיניות האחרות שהכרתם?

2. אספרטם המוכר כממתיק דל קלוריות והמהווה תחליף לסוכר (בעיקר במשקאות דלי קלוריות), הוא צירוף של שתי חומצות אמיניות טבעיות: חומצה אספרטית ופניל-אלנין. לפניכם נוסחאות המבנה של שתי חומצות אלו:



- מהן הקבוצות הצדדיות בחומצות אלו? רשמו את נוסחת המבנה המפורטת שלהן.
- מהן הקבוצות הצדדיות בחומצות אלו? רשמו את נוסחת המבנה המפורטת שלהן.
- לפניכם נוסחת המבנה של אספרטם:
  - זהו וסמנו את שתי החומצות האמיניות המרכיבות אותו.
  - איזו קבוצה של החומצה האספרטית ואיזו קבוצה של הפניל-אלנין יוצרות את הקשר בין שתי חומצות אלו ליצירת מולקולת האספרטם?

