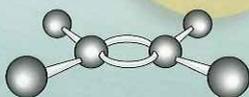


על-כימיה

גיליון מס' 8 • אלול התשס"ה • ספטמבר 2005



המחלקה להוראת המדעים



המרכז הארצי למורי הכימיה

מכון דוידסון לחינוך מדעי
DAVIDSON INSTITUTE OF SCIENCE EDUCATION



מטה מל"מ המרכז הישראלי לחינוך מדעי וטכנולוגי
ע"ש עמוס דה-שליט



משרד החינוך, התרבות והספורט
האגף לתכנון ולפיתוח תכניות לימודים

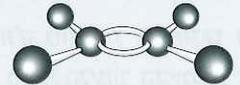


על-כימיה

גיליון מס' 8 • אלול התשס"ה • ספטמבר 2005
עיתון מורי הכימיה

תוכן

דבר המערכת	
דבר המפמ"ר, ד"ר ניצה ברנע.....	3
נוגדי חמצון - ואריכות חיים, דפנה מנדלר.....	5
חמוץ, מתוק, מר, מלוח... אוממי - הטעם החמישי, דפנה מנדלר.....	11
צבעי שלכת, דבורה קצביץ.....	17
כללי	
מחקרים בהוראת המדעים	
כיצד ניתן להסביר תפיסות אלטרנטיביות בכימיה בעזרת תגובות אינטואיטיביות? דורית בר.....	21
תכניות לימודים	
חומר הדרכה לתכנית "כימיה בגישה חוקרת", רלי שור.....	29
יחידת המעבדה בדגש תעשייתי - מיזם תעשייתי, ד"ר מירי קסנר.....	35
פעילויות	
פעילויות העשרה בצמ"ד במכון ויצמן למדע, ד"ר יעקב רונקין.....	39
נוגדי חמצון - קטע ממאמר מדעי לא מוכר, עדנה פרידמן.....	43
מעבדה	
תעלומה ופתרונה, עבדאללה ח'לאילה.....	46
תקשוב	
ניסוי בחלל - "הגן הכימי", ד"ר דליה צ'שנובסקי.....	50
מצטיינים	
מורה מצטיינת, דלית אביגד.....	55
פינת השאלה היפה	
פינת החידה השבועית, דליה עובדיהו.....	56
כללי	
כימיאדה, ד"ר ניצה ברנע.....	58
כנסים	
כנס אגודת המורים לכימיה ומדעים בישראל.....	60



המרכז הארצי למורי הכימיה



מכון דוידסון לחינוך מדעי
DAVIDSON INSTITUTE
OF SCIENCE EDUCATION

המחלקה להוראת המדעים

עורכות אחראיות: דפנה מנדלר, דבורה קצביץ

מערכת: פרופ' אבי הופשטיין - ראש קבוצת הכימיה במחלקה להוראת המדעים - יו"ר המערכת

ד"ר ניצה ברנע - מפמ"ר כימיה

ד"ר רחל ממלוק-נעמן - מנהלת המרכז הארצי למורי הכימיה

עריכה לשונית: נדין קלברמן

גרסת אינטרנט: ד"ר שלי לבנה

עיצוב והפקה: טליה מלול

עריכה במחשב: אבי טל

כתובת המערכת: המרכז הארצי למורי הכימיה, מכון ויצמן למדע, רחובות 76100

כתובת אתרי האינטרנט לגרסה האלקטרונית:

<http://stwww.weizmann.ac.il/g-Chem/center.htm>

<http://sites.huji.ac.il/alchemia.htm>

© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך התרבות והספורט וצא לאור במסגרת המרכז הישראלי לחינוך מדעי טכנולוגי על שם עמוס דה-שליט והאגף לתכנון ולפיתוח תוכניות לימודים, משרד החינוך

תמונת השער: גפנית (Partenoissus) בירושלים. צמח הגפנית מצולם בתקופות צמיחה שונות במשך מחזור חיים אחד.

מטה מל"מ
המרכז הישראלי לחינוך מדעי טכנולוגי
על שם עמוס דה-שליט

משרד החינוך, התרבות והספורט
המזכירות הפדגוגית
האגף לתכנון ולפיתוח תוכניות לימודים



ת

קוראים יקרים,

בדברנו הפעם נשים דגש על הקשר בין אוריינות כימית והתכנית החדשה לכימיה לבין תפקידו של "על כימיה" בקידום האוריינות הכימית וביישומה בתוך תכנית הלימודים החדשה.

כולנו מודעים לעובדה שבמרכזים שונים להוראת המדעים נכתבות יחידות לימוד חדשות, הן כחלק מתכנית הלימודים לשלוש יחידות והן כחלק מיחידות ההשלמה לחמש יחידות. רובנו כבר נחשפנו ליחידה הראשונה דרך שני ספרי הלימוד הקיימים: "כימיה ללא הפסקה" ו"כימיה במנהרת הזמן". כבר ביחידה זו הושם אחד הדגשים העיקריים על האוריינות הכימית.

"הרי הוראת הכימיה צריכה להציג את המקצוע בפני הלומדים כחלק מהמדעים הניסויים ולהביא בפניהם את הרעיונות המרכזיים שבהם עוסקת הכימיה, את מקומה של הכימיה בין תחומי דעת אחרים, את תרומתה בהסברת תופעות בטבע ובחיי היומיום, ואת השפעתה על איכות החיים ועל התרבות האנושית" (מתוך אתר המפמ"ר).

הוועדה לשלוש יחידות התמקדה בעיקר בקידום האוריינות הכימית, מתוך גישה שיש לתת לתלמידים "לטעום" מתחומים רבים ככל האפשר, מאחר שחלק מהם מסיימים את לימודי הכימיה ואינם ממשיכים הלאה אחרי בחינת הבגרות בשלוש יחידות. את ביטוין של ההחלטות בוועדות השונות אנו כבר רואים בבחינות הבגרות של השנים האחרונות. בשנתיים האחרונות נוספה לבחינת הבגרות שאלה פתוחה, שעוסקת באוריינות כימית. בשאלה זו נדרשו התלמידים לקרוא קטע מדעי מתאים, לנתח אותו ולענות על שאלות. בחזור מפמ"ר האחרון מדגישה המפמ"רית דר' ניצה ברנע, ששאלת המאמר תהפוך להיות חובה.

גם העיתון שלנו "על כימיה" שותף לשאיפה לקדם את תלמידי הכימיה בתחום האוריינות. לכן שמנו לנו למטרה לפרסם מאמרים, רבים ככל האפשר, שיכולים לשמש אותנו המורים בכיתה ולעודד את האוריינות הכימית. מורים המעוניינים בכך יכולים אף להפוך ללא קושי רב חלקים ממאמרים לשאלות בדומה לשאלות המופיעות בבחינות הבגרות ועל ידי כך לאמן את התלמידים בשאלות מסוג זה.

ב"על כימיה" גיליון מספר 4 הופיע המאמר "פענוח תעלומת היעלמותן של טביעות אצבע בעזרת קישור בין מולקולארי". מאמר זה כולל בתוכו מושגים כימיים רבים ומקשר את טביעות האצבע לנושא מרכזי בהוראת הכימיה והוא קשורים בין מולקולאריים. ניתן להסב מאמר זה לתרגול בנושא האוריינות הכימית. מחד, המאמר עוסק בנושאים מחיי היום יום. הנושא של טביעות אצבע עולה לא פעם לכותרות. מאידך גיסא, הקשר הכימי עומד בבסיס הפיענוח של טביעות אצבע.

דוגמה נוספת היא מאמר שמופיע בגיליון זה ועניינו "נוגדי חמצון - ואריכות חיים". המאמר הוא ארוך וניתן להשתמש בחלקים ממנו. תהליכי ההזדקנות עומדים במרכזם של מחקרים רבים. רובנו בוודאי יודעים שוויטמינים חיוניים לא רק לקיום התקין של הגוף אלא גם להאטה של תהליך ההזדקנות ושל התפתות מחלות הקשורות לתהליך ההזדקנות. המאמר מביא את הקשר בין תהליכי חמצון-חיזור בין ותהליכי ההזדקנות. ניתן לקרוא יחד עם התלמידים על תפקידם של ויטמין E או של ויטמין C בגוף. אפשר להבין את הקשר בין המבנה של מולקולת הוויטמין לבין תפקידה בגוף. הקשר בין מבנה ותפקוד עומד במרכזם של נושאים רבים בהוראת הכימיה, וטוב יהיה להדגים קשר זה לתלמידים באמצעות חומרים מוכרים מחיי היום יום.

ולבסוף, נביא כדוגמה את המאמר שהופיע בגיליון "על כימיה" 1. ד"ר מירי קסנר פרסמה מאמר שכותרתו "מה הקשר בין מלח בישול לאלקטרוליזה ולרחצה בברכה?". נושא זה הפך למרכזי במהדורות חדשות רבות במהלך חופשת הקיץ האחרון. חדשות לבקרים שמענו על ברכות שחיה שבמקרה הטוב נסגרו למספר שעות בגלל כמויות כלור גדולות מדי. במקרים טובים פחות שמענו על ילדים שפנו לטיפול רפואי בבתי החולים בעקבות ריכוזי כלור גבוהים מדי במי הברכה. מאמר שכזה שדן בעניין אקטואלי מרכזי ושמקשר מושגים מרכזיים בכימיה הנלמדת כבר בכיתה י', יכול להוות מנוף רב עוצמה להעלאת עניין התלמידים ולקרר אותם אל העשייה הכימית היומיומית.

לסיים, אנו רוצות לאחל לכולנו שנה טובה, שקטה ופורייה, ומקוות להמשך שיתוף פעולה פורה.

המערכת

ניצה ברנע, מפקחת-מרכזת על הוראת הכימיה, משרד החינוך והתרבות.

ברכות לכל העוסקים במלאכה עם תחילת שנת הלימודים תשס"ו. שתהא שנה זו שנת עשייה ברוכה, מקדמת ומספקת הן מבחינה אישית והן מבחינה מקצועית. אני מאחלת לכולנו הצלחה בהתמודדות עם המשימות העומדות בפנינו.

בשנה הקרובה ייערך מבחן הפיזה שיקיף מדגם של כ-5000 תלמידים, אולם מכיוון שלא ידוע מי יעלה במדגם, נצטרך כולנו להיערך לקראתו. המשרד כבר הכין פעולת התערבות שהתחילה השנה עם תלמידי כיתות ט' אנחנו נצטרך להמשיך אותה בכיתות י' עם תלמידינו.

הוכנו משימות בסגנון שאלות הפיזה, ובנוסף קיימים החומרים שפותחו לתכנית שלנו לכיתות י' שעוסקת באוריינות מדעית ומיישמת קריאת טקסטים וניתוחם. בפעם האחרונה שישראל השתתפה במבחן הבינלאומי דורגנו במקום ה-33 מתוך 40. אני מאמינה שהתייחסות והגברת המוטיבציה של התלמידים כבר ישפרו את מקומנו. אל לנו לשכוח שגם במקומות אחרים בעולם מנסים להשתפר, ולכן חשוב להקצות זמן ומשאבים לנושא.

רוב הנבחנים במדגם יהיו תלמידי כיתות י'. המבחן הוא באוריינות מדעית, לשונית ומתמטית. עיקרו - 67% ממנו - יתמקד באוריינות מדעית בתחומים האלה: ביולוגיה, פיזיקה, כימיה וגאוגרפיה.

יפותחו 40 משימות בתחומים השונים שיש להן נגיעה לתכניות הלימודים בכל אחד מהמקצועות הללו, וכן משימות כלליות יותר. המשימות שפותחו יישלחו לבתי הספר ואנחנו נצטרך לשלב אותן במהלך ההוראה.

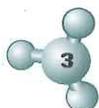
היתרון שניתן לזקוף לעומס הנוסף הזה הוא שסוף סוף המדעים על המפה. ניתנו לנו יותר השתלמויות בנושא, פתאום מבינים במשרד שהוראת המדעים חשובה גם ל"לא מתמחים". למרות שהמחויבות הזו מוסיפה לחץ מבחינת היקף השעות, אפשר להשתמש בהזדמנות הזו כמנוף לקידום נושא המדעים. בואו נראה ב"קושי" הזה הזדמנות לקדם את נושא המדעים ולשפר את הישגי התלמידים בפיזה.

אם נצליח להגיע למקום גבוה יותר בדירוג ולהתברג במקומות ראויים יותר, הקרדיט יהיה שלנו המורים, וישפר גם את תדמיתנו שספגה כל כך הרבה עלבונות בשנה האחרונה. אני רואה בנושא הזה חשיבות רבה ומעודדת את כולכם להטות שכם ולקדם את הנושא.

לגבי הכימיה, בשנה שעברה - תשס"ד - היה מקצוע הכימיה מקצוע הבחירה עם אחוז המצטיינים הגבוה ביותר. השנה הייתה עלייה יפה במספר הנבחנים: 3 יח"ל - כ-8200 נבחנים, 2 יחידות לימוד נוספות - 6750 נבחנים.

לגבי שילוב ואיחוד המקצועות כימיה-כימיה טכנולוגית - הושגה התקדמות. החל מהשנה הקרובה לא יהיו יותר "כימיות שונות". כל התלמידים הלומדים 3 יח"ל כימיה, ילמדו את התכנית הרגילה ויבחנו באותו שאלון. כימיה טכנולוגית, כימיה חקלאית וכימיה לביולוגים הן אותה הכימיה.

לגבי ההשלמה, מסתמן מצב שבו תלמידי המגמה הביוטכנולוגית - שלפי דברי המפמ"רית גבי אילת אברהם חייבים ללמוד ביוכימיה - ילמדו יחידה וחצי ביוכימיה ויעשו 1/2 יחידת מעבדה, כדי שגם אלו שלא רוצים ללמוד מערכות ביוטכנולוגיות יחשפו לחלק הניסוי של הכימיה. זה עדיין לא נקבע סופית, אבל זה הכיוון. כל זה כדי שבתי ספר שבהם יש מספר קטן של תלמידים יוכלו לאחד את הכימיה והביוטכנולוגיה. בכל אופן גם המבנה הזה של הבחינה נחשב ככימיה 5 יח"ל.



השינויים הנוגעים להשלמה ל-5 יח"ל, ייושמו כנראה החל מתשס"ז. שנה זו אמורה להיות השנה שבה תיכנס חובת הזכאות החדשה, הכוללת חובת לימודים של לפחות 2 יח"ל במדעים כמרכיב בבחינת הבגרות.

לגבי התכנית החדשה, חומרים ל-3 יח"ל נמצאים בפיתוח, ובשנת הלימודים הקרובה יהיו קבוצות ניסוי לכל אחת מהמבניות של 3 יח"ל שמפתחים בטכניון ובמכון ויצמן. לאחר הניסוי ייכתבו חומרים מעודכנים, ובשנת תשס"ז כנראה אפשר יהיה להתחיל ללמד, עדיין לא בנושאי חובה.

ברגע שכל החומרים יפותחו, נעבור כולנו ללמד לפי התכנית החדשה, וזה יקרה כנראה בעוד 3 שנים.

גם 2 מבניות של 5 יח"ל נמצאות בפיתוח: כימיה אורגנית מתקדמת ואלקטרוניקה מולקולרית. גם בהן ייערך ניסוי ראשוני במהלך שנת תשס"ו. בשנה הקרובה יתחילו לפתח עוד מספר מבניות, ואנחנו בהחלט מתקרבים לניסוי וליישום.

החלקים בתכנית החדשה שכבר מיושמים הלכה למעשה הם:

- האוריינות המדעית, כולל ניתוח מאמרים.

- נושא המעבדה. שהוא לטעמי החלק המשמעותי ביותר בשינוי.

מספר הנבחנים ב-1/2 יחידה וביחידת מעבדה מקיף כבר כ-2/3 מהנבחנים ונמצא בעלייה מתמדת.

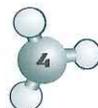
כדי לקדם את נושא המעבדה, הוא יהפוך לנושא חובה החל מתשס"ח. תלמידים שיסיימו י"ב בשנת תשס"ח יהיו חייבים להיבחן לפחות ב-1/2 יחידת מעבדה, ואני ממליצה לבתי ספר שצריכים לשדרג את המעבדות שלהם, להתחיל להיערך לכך. אני תקווה שכתוצאה מכך שנושא המעבדה יהיה חובה, יסייע המשרד לבתי ספר בהצטיידות.

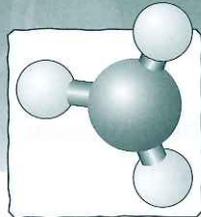
שינוי נוסף שיחול בבחינת הבגרות (תשס"ז) – ואשר מתחבר למדיניות המשרד בנושא האוריינות – הוא הפיכת שאלת המאמר (שאלה מס. 2) לשאלת חובה. תינתן בשאלה אפשרות בחירה בין מספר סעיפים, אבל תהיה רק שאלת מאמר אחת כדי לא להכביד בקריאה. המסר של אוריינות כימית ושל שילוב מאמרים וטקסטים במהלך ההוראה הוא מסר מרכזי וחשוב בתכנית הלימודים שלנו. יש באתר המפמ"ר הרבה דוגמאות, וקבוצת הפיתוח של הטכניון תוציא חוברת של דוגמאות נוספות. המשימות החדשות של פיזה – שנקבל אמנם לתלמידי כיתות י' – יכולות בהחלט להוות בסיס רחב מספיק להיכרות עם סוג השאלות הללו. מי שטרם התעדכן והשתלם בנושא – זה הזמן.

כל שינוי דורש מאמץ של לימוד מחדש והכנה מצד המורים, אולם יש בו, בצד הקושי, גם הזדמנות להתחדשות ולהתפתחות אישית, שמחקרים מוכיחים כי היא מונעת שחיקה. הצורך בלימוד מתמשך לאורך החיים Life Long Learning מאפיין את תקופתנו ויתעצם בעתיד. לפיכך, חובתנו כמורים להקנות לתלמידינו מיומנויות למידה, כדי שיתפתחו לבוגרים המסתגלים לשינויים והממשיכים להתמחות לכל אורך חייהם.

גם השנה הוקצו למדעים בכלל ולכימיה בפרט שעות השתלמות רבות בכל רחבי הארץ. חלקן השתלמויות בנושא הפיזה וחלקן בנושאי התכנית החדשה. ההשתלמויות במרכזי פסגה אזוריים, שבראשן המדריכים/ות המחוזיים/ות, עוסקות בכל החידושים הללו ויוצרות קבוצת תמיכה למורים. השתלמויות אלה מאפשרות לשמוע ממומחים, ובעיקר מעמיתים, על ניסיונם ורעיונותיהם. אני קוראת לכולם לנצל את המשאבים הללו ולהצטרף להשתלמות הקרובה אליכם, כדי להיות חלק מהמורים המובילים את השינוי והמשפיעים עליו.

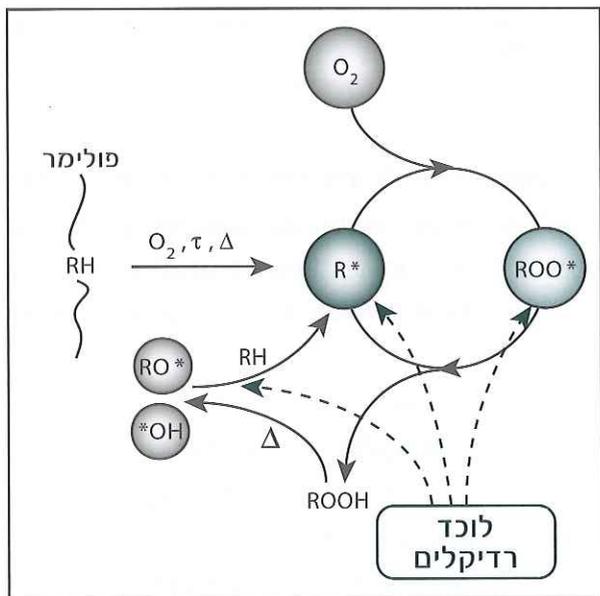
אני מאחלת לכולנו שנת לימודים טובה, פורייה ומוצלחת.





נוגדי חמצון - ואריכות חיים

דפנה מנדלר*



איור 1. תהליך החמצון של פולימר, התהליך מתבצע בנוכחות חום - Δ או אור - τ

באחת מהרצאותיו שניתנה בכנס בשנת 1932 דר' ניומן סיכם ואמר שהקרטנואידים, כדוגמת β -קרזול, פועלים כנוגדי חמצון במערכות שומניות.

כיום עדיין מתנהל הויכוח האם הקרטנואידים הם נוגדי חמצון, בעיקר לאור מחקרים שפורסמו בפיילנד, המורים על עליה במספר מקרי סרטן הראות אצל מעשנים כבדים שצרכו β -קרזול. β -קרזול ומולקולות דומות לו יכולים לתפקד גם כמעודדי חמצון. תכונותיהם נוגדות החמצון יכולות להיות כתוצאה מהעובדה שהם עוברים חמצון בצורה מועדפת ועל ידי כך מונעים חמצון של חומרים אחרים בסביבתם.

במחקרים נוספים של דר' ניומן, תוך שיתוף פעולה עם חוקרים נוספים, הוא החל לחקור את נוגדי החמצון הפנוליים. ההנחה הייתה שמולקולות אלה מגיבות עם

נוגדי חמצון - חומרים שהם נוגדי חמצון, או בלעז: אנטי-אוקסידנטים, מונעים או מעכבים את פעולת החמצון התאית. מכיוון שתהליכי חמצון-חיזור עומדים בבסיסם של רבבות תהליכים תאיים שונים, הרי שאין אנטי-אוקסידנט בודד, אחד ויחיד, אשר מסוגל להפריע לכל התהליכים הללו אלא קימות מגוון של מולקולות אשר תפקידן בגוף הולך ומתברר עם התקדמות המחקר.

התגובה של חמצן (O_2) עם מולקולות אורגניות בתנאים עדינים (תמיסה בלחץ אטמוספרי ובטמפרטורה נמוכה מ- $100^{\circ}C$) קבלה את השם תגובה חמצון עצמי (autoxidation). נוגדי חמצון מגבילים את מידת החמצון העצמי של מולקולות אורגניות. בגלל הפעילות הכימית (הראקטיביות) המיוחדת של החמצן, והעובדה שהוא מרכיב קבוע באטמוספירה, מהווה 21% ממנה, תהליך החמצון העצמי במולקולות אורגניות ובכלל, מתרחש כל העת. כל החומר האורגני יתפרק בסופו של דבר על ידי חמצון עצמי או על ידי חמצון בנוכחות אור. חלק מהחומרים שעוברים תהליך של חמצון עצמי, הם פלסטיקים, ציפויים, צמחים, מזון, דלקים ויצורים חיים.

חומרים אלה הם פולימרים. תהליך שבו חל שינוי של התכונות של הפולימר לעומת פולימר המוצא נקרא דגרדציה. חמצון עצמי של פולימרים, מולקולות אורגניות, מתואר באיור 1.

אחד השחקנים המרכזיים בהבנת המבנה והתפקוד של נוגדי חמצון הוא דר' רוי ניוטון (Roy C. Newton). ניוטון יחד עם שותפו, מר ריצרדסון, אחראים למחקרים הראשונים במולקולות נוגדות חמצון. השיא של עבודתם היה בשנת 1930 בה הם רשמו פטנט על "שיטות לייצוב שומנים ושמיים" על ידי שילוב שמן תמרים, העשיר בקארטנואידים, לתוך שומן או שמיים על מנת לייצבם.

* דפנה מנדלר, עורכת עמיתה עיתון "על-כימיה", תלמידת מחקר (דוקטורנטית) במחלקה להוראת המדעים של מכון ויצמן, מורה לכימיה, תיכון הראל, מבשרת ציון, והגימנסיה העברית, ירושלים.

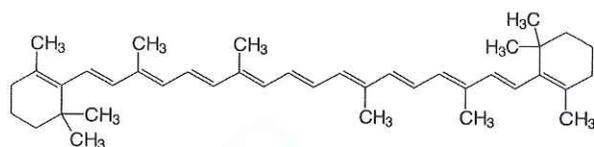
נוגדות חמצון יעילות יותר משרף ה- guaiac. דוגמאות למולקולות אלה ניתן לראות בטבלה.

העובדה שתהליך החמצון העצמי משפיע גם על בני האדם (ויונקים אחרים), הוכרה לראשונה לאחר 1956, כאשר דנהם הרמן (Denham Herman) העלה לראשונה את תיאורית הרדיקלים החופשיים וההזדקנות. ההשערה הייתה שהזדקנות היא תוצאה של רדיקלים חופשיים שמיוצרים באופן טבעי במהלך המטבוליזם בגוף, ובאופן מתמשך ואקראי פוגעים בביו פולימרים. בסופו של דבר, היכולת של ביו פולימרים אלה לשמר את תהליך הֹמֵאוֹסְטָסִיס (homeostasis - שמירה על שווי משקל פנימי במערכת) הופכת לבלתי אפשרית והתוצאה היא מוות. מכאן שתיאורית הרדיקלים החופשיים להזדקנות חוזה שאם ליונק יש מערכת מונעת חמצון אופטימלית אז הנזק לביו פולימרים הוא מזערי ולכן משך החיים יגדל.

אולם, לאחר שנים רבות של מחקר, החוקרים הראו שאורך החיים המקסימלי אצל יונקים אינו יכול להשתנות בצורה משמעותית כתוצאה משימוש בחומרים נוגדי חמצון. הבשורות ממחקר זה היו שאורך החיים הממוצע של יונקים יכול לעלות. המשמעות היא שאחוז גדל של אוכלוסייה מסוימת יכול להגיע למקסימום שנות חיים שלהם. בשנת 1987, לאור ממצאים אלה, וויליאם פריור (William Pryer) הציע תיאוריה העוסקת במחלות הקשורות לרדיקלים חופשיים והזדקנות. תיאוריה זו קובעת שרדיקלים חופשיים ותגובות של רדיקלים חופשיים קשורות בהתפתחות של רבות מהמחלות הכרוניות שתורמות לקיצור זמן החיים הפוטנציאלי. בבני האדם מחלות כרוניות אלה כוללות נפחת (emphysema), טרשת העורקים (atherosclerosis) סרטן ...

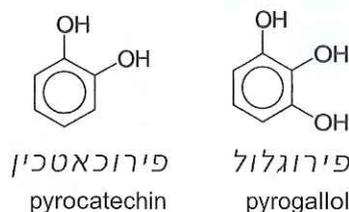
בשנות ה-80, תהליך החמצון העצמי של ליפו חלבונים בעלי צפיפות נמוכה (LDL) נקשר בברור עם מחלת טרשת העורקים בבני אדם. LDL הוא החלבון העיקרי הקושר כולסטרול בפלסמה של הדם. תהליך החמצון עצמי של אפילו חלק מחלבון זה, הוצע כאחראי להתחלת שרשת האירועים שמשנים את מבנה ה- LDL לצורה שבודאות שוקעת על דפנות העורקים.

רדיקלים חופשיים והופכת אותם ללא פעילים או ליצירת רדיקלים פנוליים יציבים יותר ופעילים פחות.



β - קרוטין

נוגדי החמצון הנפוצים יותר כמו פירוגלול (pyrogallol) ופירוקאטכין (pyrocatechin), נמצאו כמתאימים לשמש כנוגדי חמצון לשומנים ושומנים, אך הם הפכו ללא יעילים כאשר עורבבו עם מרכיבים המכילים לחות.



פירוקאטכין
pyrocatechin

פירוגלול
pyrogallol

לחות זו מיצתה את נוגדי החמצון הפנוליים לתוך התווך המימי ותהליך החמצון יכול היה להתרחש בשכבה השומנית. בנוסף נוגדי חמצון אלה תרמו פעמים רבות לריחות וטעמים דוחים למוצרים אליהם הם הוספו. דר' גרטי, אחד משותפיו של דר' נויטון, ידע ששרף במזואין (benzoin) שימש פעמים רבות כדי לעקב התפתחות של ריחות וטעמים רעים בשמנים רפואיים. הוא מצא שהשרף guaiac, שרף טבעי מעץ ה- wood of Guajacum officinale L, שימש בעבר לטיפול במחלות כמו רומטיזם, יכול להפוך לנוגד חמצון יעיל בשמנים ושומנים.

בנושא זה נרשם פטנט נוסף בשנת 1933. תוצאה מיידית של מחקר זה היתה שהשרף guaiac הפך לנוגד החמצון הראשון שאושר להוספה במזונות.

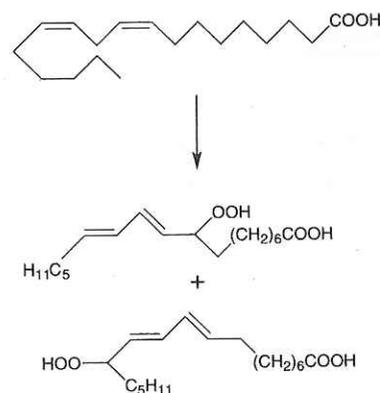
נוגדי חמצון הפכו לעובדה מוגמרת ומותרת לשימוש במזונות. ובכל זאת החוקרים המשיכו לחפש אחר נוגדי חמצון יעילים יותר. ואכן מאז פותחו מולקולות



במהלך העשור האחרון, גדלה במידה משמעותית ההבנה של התפקיד החשוב אותו ממלאים נוגדי חמצון בשמירה על בריאות אופטימלית של הגוף. שני נוגדי החמצון חשובים הם הויטמינים E ו-C.

ויטמין E וויטמין C ומנגנון מניעת החמצון

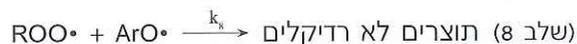
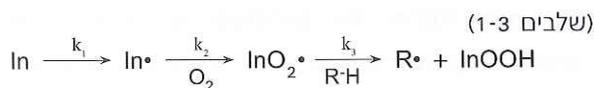
כדי להבין את מנגנון הפעולה של נוגדי חמצון, נבחן את אחד מהתהליכים הביולוגיים החשובים והוא היפוך של חומצה לינולאית (linoleic acid) לאיזומר הידרופראוקסים.



תהליך הפיכת חומצה לינולאית להידרופראוקסים

כדי להבין את פרטי המנגנון של תהליך זה, עלינו להעריך תחילה את הייחודיות של חמצן מולקולרי. המצב היסודי של החמצן הוא טריפלט, כלומר, הקונפיגורציה האלקטרונית של החמצן המולקולרי מורכבת משני אלקטרונים לא מזווגים. מצב הטריפלט בחמצן המולקולרי משפיע על הרקטיביות הכימית לפחות בשתי דרכים: הראשונה, בדומה לרב המולקולות עם אלקטרון לא מזווג, החמצן מגיב במהירות (מהירות תגובה של $10^{-8} \text{M}^{-1} \text{s}^{-1}$) עם רדיקלים חופשיים שבמרכזם אטום פחמן. התהליך הוא תהליך אקזותרמי ונוצר קשר פחמן-חמצן בקלות יחסית. השניה, בתנאים עדינים חמצן בדרך כלל לא מגיב עם מולקולות אורגניות במצבו הסינגלטי (כלומר האלקטרונים מזווגים). כתוצאה מכך, רב המולקולות האורגניות חייבות להפוך לצורונים רדיקלים (שלב ההתחלה) לפני שהם יכולים להגיב עם מולקולת החמצן. שתי עובדות אלה הקשורות לראקטיביות של

חמצן מולקולרי מודגמות בשלבים באיור 2.



איור 2. שרשרת התגובות המועברות בתהליך החימצון של החמצן, In – מולקולה מתחילה בשרשרת (Ar – מתייחס לטבעת ארומטית)

בשלב הראשון מספר תהליכים אחרים להפיכת המולקולה In לצורונים רדיקלים. לדוגמה שלב ההתחלה של החמצון של חומצה לינולאית בבנזן דורש חמום עדין וכמות קטנה של (2,2'-azobis(2,4-dimethyl-valeronitrile) בנכחות חום חל פרוק הקשרים C-N, והתוצאה היא קבלת שני רדיקלים אלקילים וחנקן מולקולרי.

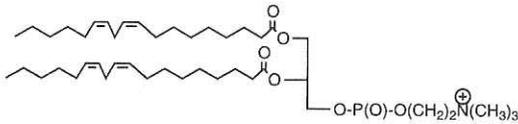
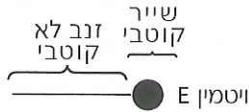
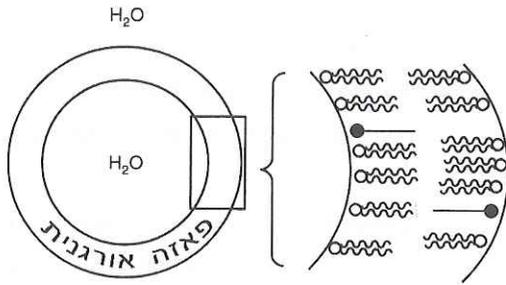


בשלב השני, חלק מהרדיקלים האחראים להתחלת התהליך מגיבים במהירות עם חמצן O_2 ליצירת רדיקל פראוקסיד. בשלב 3 רדיקלים אלו מושכים אטום מימן מחומצה לינולאית לקבלת מתחיל התגובה (initiator) הדרופראוקסיד וחומצה לינולאית רדיקלית. בתגובה מהירה בין O_2 לבין רדיקל החומצה הלינולאית מתקבל הרדיקל לינולאי פראוקסיד בשלב 4. בשלב 5 רדיקל זה מושך אטום מימן מחומצה לינולאית נוספת ומתקבל רדיקל נוסף שמרכזו אטום הפחמן. התוצאה היא קבלת תהליך שרשרת שבו תהליכים 4 ו-5 חוזרים על עצמם מספר רב של פעמים.

חמצן עצמי מתרחש גם ללא הוספת חומר מתחיל. אולם, בתוך הגוף, מוסכם שרבים מהצורונים הרדיקלים נוצרים במהלך המטבוליזם הנורמלי והם יכולים להתחיל את תהליך החמצון העצמי הביולוגי.



היכן נמצאים בגוף הויטמינים E ו-C

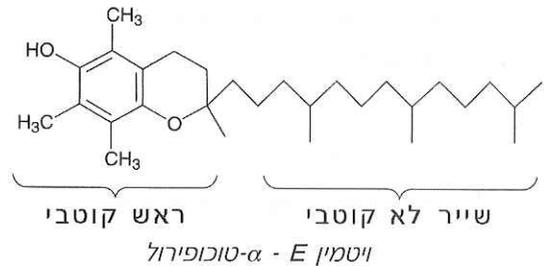


איור 2. מודל של הממברנה הדו שכבתית תוך הדגשת המיקום של ויטמין E

עד כמה יעילים הויטמינים E ו-C כנוגדי חמצון?

מאחר והתפקיד העיקרי של הויטמינים E ו-C בני אדם הוא כנוגדי חמצון, יהה זה מעניין להשוות עד כמה יעילות מולקולות אלה במניעת חמצון עצמי בהשוואה לנוגדי חמצון מסחריים טיפוסיים. אחד מנוגדי החמצון המסחריים הנפוצים הוא הידרוקסי טולואן שעבר בוטילציה (butylated hydroxytolouene, BHT). המבנה של BHT מוצג בטבלה 1. חומר זה ונגזרותיו משמשים כנוגדי חמצון בדלקים למטוסים, במוצרי נייר, גומי ופולימרים. טבלה 1 היא ההדרה (קומפילציה) של קבעי מהירות שנמדדו עבור תהליך איבוד אטום המימן מקבוצת ה-OH, שנמצאת על מולקולות אלה על ידי רדיקל פראוקסילי (k_7 בטבלה) בממס אורגני בטמפרטורה של 30°C . בחינה של הטבלה מגלה שערכי k_7 עבור α -טוכופירול גדולים בלפחות שני סדרי גודל בהשוואה לאלה שנמדדו עבור BHT. חומר 7 בטבלה הוא האנלוג של ויטמין C. אנלוג זה מסיס בתווך אורגני בעוד שויטמין C מסיס אך ורק במים. אף על פי שחומר 7 אינו פעיל כמו α -טוכופירול,

אחד המרכיבים העיקריים של רקמת שומן בגוף האדם הוא אסטרים זרחתיים של החומצות לינולאית ואראגיונית. לדוגמה, מולקולות אלה הם המרכיבים העיקריים של הליפופרוטאינים נמוכי הצפיפות (LDL). בשיירים אלה של החומצות השומניות, קשרי C-H זמינים למסור פרוטון בתהליך החמצון העצמי. כמו שהוזכר לעיל, לתהליך החמצון העצמי של LDL יש קשר למחלת טרשת העורקים בבני אדם. ויטמין E הוא החומר העיקרי המשמש כנוגד חמצון ברקמות שומניות בבני אדם ולכן הוא חשוב במניעת התפתחות המחלה. כאשר אנו אומרים ויטמין E אנחנו מתכוונים למשפחה של פנולים מסיסים בשומן שהצורה הפעילה ביותר היא α -טוכופירול (α -tocopherol). המסיסות של ויטמין E בשומן היא הודות לשרשרת הפחמימנית הארוכה, כפי שניתן לראות באיור שלהלן.



בתוך הממברנה השומנית, נראה שויטמין E מסתדר כך שהראש הקוטבי (קבוצת הפנול) מכוונת לשטח הפנים של המעטפת החיצונית הקוטבית של הממברנה, הנמצא בסביבה מימית. כתוצאה מטלטול, מולקולות של ויטמין E שומרות על מגע הן עם החלק הפנימי הלא קוטבי של הממברנה והסביבה המימית הקוטבית מחוץ לממברנה. איור 2 הוא תיאור סכמאטי של התנהגות זו.

בסביבה מימית שבתוכה נמצאות הממברנות כולן, הוכח שויטמין C (חומצה אסקורבית) הוא נוגד חמצון מרכזי. העובדה שויטמין C מסיס רק בסביבה מימית ברורה וזאת תוך בחינה של מהנוסחה המולקולארית שלו, $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$. שלושה חמצנים בוויטמין C הם קבוצות כהליות שמאפשרות מסיסות גבוהה במים תוך יציאת קשרי מימן.

עדיין הוא יותר פעיל בשני סדרי גודל לעומת BHT. מכאן, שהויטמינים E ו-C יותר בתגובה עם רדיקלים פראוקסילים לעומת נוגדי חמצון תעשייתיים.

הגורם המבני החשוב ביותר, המשותף לכל נוגדי החמצון, יכולת מסירה של אטום מימן לרדיקל פראוקסילי לקבלת רדיקל חופשי, שלו צורות רזונטיביות לא מאותרות. את החשיבות של המבנה המתואר ניתן להדגים על ידי השוואה בין האנרגיה הדרושה לתהליך השבירה ההומוליטי של הקשר OH בפאזה הגזית בכוהל (110 קילו קלוריות/מול) לזו של פנול (87 קילו קלוריות/מול). מתמירים על מולקולת הפנול מייצבים את הרדיקל.

תגובה עם חומר 7 המופיע בטבלה 1 היא אקזותרמית. מתוך הנחת המונד (Hammond postulate) ניתן לקשר את היציבות של הרדיקל נוגד החמצון יחד עם היציבות של מצב המעבר המתקבל כתוצאה ממעבר אטום המימן בשלב 7. מכאן, ככל הרדיקל של מולקולת נוגד החמצון יציב יותר, כך אנרגית השפעול למעבר המימן נמוכה יותר ו- k_7 גדול יותר.

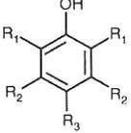
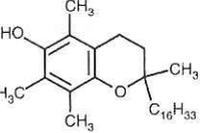
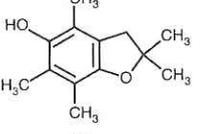
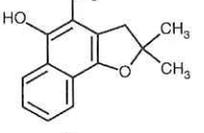
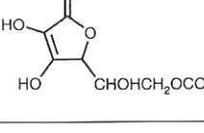
בחינה של טבלה 1 מאפשרת ניתוח של הגורמים המבניים המשפיעים על k_7 .

השוואה של ערכי k_7 עבור חומר 1 עם חומר 4 (α -tocopherol) מגלה שהאחרון פי 200 פעיל יותר לעומת הרדיקלים הפראוקסילים. העובדה שחומר 2 הוא פעיל פי 1/3 לעומת α -טוכופרול מראה שיש חשיבות מבנית לקבוצת מתוקסי בעמדת פארה (ביחס לקבוצה הפנולית OH).

ויטמין C הוא אנלוגי למולקולה 7 והוא נוגד חמצון יעיל הרבה יותר מ-(1) BHT. ניתן להסביר זאת על ידי הסתכלות על הרדיקל הנוצר כתוצאה מסילוק מימן ממולקולה 7. לרדיקל הנוצר יש יותר צורות רזונטיביות בהשוואה לרדיקל המתקבל מ-1.

ויטמין C הוא מולקולה שמתפקדת כנוגדת חמצון בסביבה מימית. מבחינה מבנית ויטמין C הוא הומולוג לחומצה קרבוקסילית. לכן ב-pH פיסילוגי (~7) חומצה אסקורבית מיוננת לחלוטין. מחקרים מראים שכתוצאה מאיבוד אטומי המימן מתקבל רדיקל יציב במיוחד.

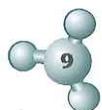
כיום החוקרים סבורים שנוגדי חמצון כדוגמת ויטמין C וויטמין E עובדים יחד תוך שיתוף פעולה. במערכות חד

No.	מבנה	$k_7 / (M^{-1} s^{-1})$
1		1.4×10^4
2	$R_1 = C(CH_3)_3; R_2 = H; R_3 = CH_3$	94×10^4
3	$R_1 = CH_3; R_2 = H; R_3 = OCH_3$ $R_1 = R_2 = CH_3; R_3 = OCH_3$	39×10^4
4		320×10^4
5		570×10^4
6		2870×10^4
7		110×10^4

טבלה 1. מבנה וערכי K_7 של מספר נוגדי חמצון פנוליים

מדוע ויטמין E וויטמין C הם נוגדי חמצון מאוד יעילים?

אחת ההנחות הבסיסיות שמנחות אותנו המורים בהוראת כימיה אורגנית הוא שיש קשר בין המבנה המולקולארי לבין הפעילות הכימית. גישה זו תשמש אותנו היטב גם כאן. גורם מרכזי המבקר את היעילות של נוגד חמצון מסוים הוא גודל קבוע מהירות התגובה שלו עם רדיקל פראוקסילי, k_7 , ראה איור 1. ככל שהיחס k_7/k_5 גדול יותר כך נוגד החמצון מסוים טוב יותר במניעת חמצון של סובסטרט מסוים.



התוצאה תוביל להתחלה ולהתקדמות של סרטן. מכאן שלמרות שאין הוכחות ישירות, הוכחות עקיפות מורות שלנוגדי חמצון יש תרומה במניעת התפתחות גידולים סרטניים.

מקורות

<http://www.thedoctorslounge.net/oncolounge/articles/oxidcar/oxidcar2.htm>

<http://www.thedoctorslounge.net/oncolounge/articles/oxidcar/oxidcar3.htm>

http://learn.md.huji.ac.il:1050/hujistudent/Download.asp?id=7708&name=brain_energy_metabol_4.ppt#12

<http://www.kehilot.co.il/ArticleDetails.asp?ArticleID=57>

http://199.203.242.172/club50/text_item.aspx?tid=256

Donnelly, T. H., "The Origins of the Use of Antioxidants in Foods", *Journal of Chemical Education*, vol.73, 1996, pp. 158-161

Beaver, Bruce D., "Motivating Students in Sophomore Organic Chemistry by Examining Nature's Way- Why Are Vitamins E and C Such Good Antioxidants?"

Journal of Chemical Education, vol. 76, 1999, pp. 1108-1112

תאיות ויטמין C נמצא בתווך המימי וידוע שהוא מחזר את ויטמין E, הנמצא בתווך האורגני.

מונעי סרטן

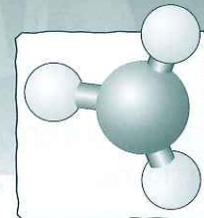
עד לפני 25 שנים החוקרים היו בטוחים שנוגדי חמצון המשמשים כתוספי מזון היו גם מונעי סרטן. תפיסה זו השתרשה בעיקר בגלל שבארצות הברית, בה היה מותר השימוש בתוספים אלה, מספר מקרי הסרטן היה קטן יותר באופן יחסי למקומות אחרים בעולם המערבי. כיום, יש עדויות רבות שאלדהיד מלוני ($O=CHCH_2HC=O$), שהוא תוצר העיקרי בתהליך החמצון של קשרי פחמן כפולים במולקולות ביולוגיות, הוא מאוד קרצינוגני. בנוסף כיום מקובלת הדעה שנוגדי חמצון שמוספים למזון, כמו ויטמין E וויטמין C כנראה תורמים במידה כלשהיא למניעת סרטן.

על מנת להתחיל תהליך סרטן, צריך שיהיה שינוי גנטי קבוע שיעבור הלאה לתולדות של התא הראשוני, בו החל הסרטן. השינוי ב-DNA חייב להיות עקשני מספיק כדי "להתחמק" מתהליכי התיקון בתא, אך גם לא נרחב מספיק כך שיגרום למותו של התא. רבים מהפגמים הגנטיים הנגרמים כתוצאה מתהליכי חימצון הם רעילים; הנזק הנגרם על ידי מנגנוני חימצון יכול לגרום לאובדן פעילות של גנים מסוימים שתפקידם לדכא גידולים.

"You do not really understand something unless you can explain it to your grandmother."

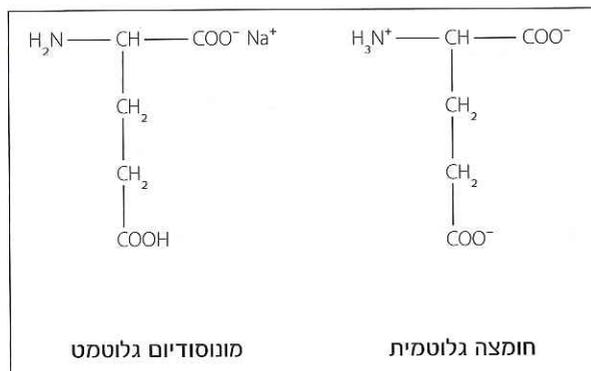
Albert Einstein





חמוץ, מתוק, מר, מלוח... אוממי - הטעם החמישי

דפנה מנדלר*



Kikunae Ikeda שחומצה גלוטמית היא האחראית לתכונות הטעם של האצה "konbu" (קונבו) ששימשה במשך מאות שנים ביפן להכנה של ציר מרק. על ידי מיצוי של 40 קילוגרם מהאצה במים חמים, קיבל איקידה 30 גרם של חומצה גלוטמית, שהוא זיהה כמרכיב האחראי לטעם בקונבו. איקידה מיד רשם פטנט על תהליך הבידוד של מונוסודיום גלוטמט מקמח חיטה, ובשנת 1909 הוכן לראשונה מונוסודיום גלוטמט באופן מסחרי תחת השם אג'ינומוטו (Ajinomoto) - "במקור הטעם".

חומצה גלוטמית מבודדת כיום ממספר רב של מקורות צמחיים, שהנפוץ ביותר מביניהם הוא גלוטן שמקורו בחיטה, בפולי סויה, מקזאין (שמקורו בגבינה) ומשייר בתהליך לייצור סלק סוכר.

מאז 1908 הפך מלח הנתרן של חומצה גלוטמית, או MSG, לתוסף מזון בכל העולם ומשמש בעיקר כחומר טעם. MSG משמש בדרך כלל יחד עם מלח בישול רגיל, והוא מהווה כ-10%-20% מהתערובת המשווקת.

כל אחד מאתנו מתקשר עם העולם סביבו ומגיב לו בעזרת חושינו. מבין החושים נראה שחוש הריח וחוש הטעם הם המובנים פחות. למרות שהאף והלשון, אברי ההרחה והטעימה הם מבנים אנטומיים נפרדים, נראה שהם פועלים תוך שיתוף פעולה. לדוגמה, אנשים רבים מתלוננים שאינם חשים בטעם האוכל המגיע לפיהם, בגלל יכולת הרחה פגומה מסיבות שונות, למרות שאברוני חוש הטעם שעל פני לשונם תקינים בהחלט. במאמר זה נתמקד באחד הטעמים שאינו מוכר - הטעם האוממי.

אנשים יכולים לזהות חמישה טעמים בלבד: מלוח, מר, חמוץ, מתוק והאוממי (Umami) שפירושו ביפאנית "טעים". לטעם האוממי אחראי מונוסודיום גלוטמט (MSG).

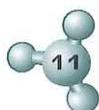
מונוסודיום גלוטמט, E 621, (שמו על פי IUPAC הוא e-1-3-dicarboxylic acid, 2-Aminopentanedioic acid, Aminoglutaric acid, 1-Aminopropane), ידוע יותר בשם MSG, הוא מלח נתרן של חומצה גלוטמית. הוא ידוע בעיקר כחומר טעם. בצורתו הטהורה הוא מוצק לבן גבישי, שמתמוסס היטב במים ומתפרק במהירות ליוני גלוטמאט ויוני נתרן.

מונוסודיום גלוטמט בודד לראשונה ב-1866 ומאז הפך למרכיב בתעשייה המגלגלת מיליארדי דולרים, ומהווה מרכיב בתזונה של מרבית תושבי כדור הארץ.

קצת היסטוריה

חומצה גלוטמית בודדה לראשונה כחומר טהור על ידי הכימאי הגרמני ריטהאוסן (Ritthausen) בשנת 1866. חלפו כארבעים שנה ובשנת 1908 מצא הכימאי היפני

* דפנה מנדלר, עורכת עמיתה עיתון "על-כימיה", מורה לכימיה, תיכון הראל, מבשרת ציון, והגימנסיה העברית, ירושלים.



המוצר החדש

פרופסור איקידה החליט להכין תבלין מהגלוטמט המבודד. כדי שהגלוטמט יוכל לשמש כתבלין נדרשו מאפיינים פיזיקליים דומים לאלה של חומרי טעם אחרים כמו מלח וסוכר: מסיסות במים, עמידות ללחות או התמצקות לגושים גדולים. פרופסור איקידה מצא שלמונוסודיום גלוטמט יש תכונות אחסון טובות ושהוא מצטיין בטעם חזק. וכך הפך MSG לחומר הטעם האידיאלי באותה תקופה. בגלל שלמונוסודיום גלוטמט אין ריח או מרקם ברור משלו, הוא יכול לשמש כמעצים טעם של תבשילים רבים.

גלוטמט במזונות

גלוטמט חופשי ב-100 גר' מזון שאנו צורכים	
בשר	33 מ"ג
דגים	140 מ"ג
עגבניה	140 מ"ג
תירס	130 מ"ג
תרנגולת	44 מ"ג
פטטריות	140 מ"ג
גבינה	1200 מ"ג

גלוטמט מופיע בטבע בשתי צורות. הוא מצוי בצורתו הקשורה, כחלק ממולקולת חלבון, לחומצות אמינו נוספות. הוא יכול גם להימצא בצורתו ה"חופשית" בצמחים וברקמות של בעלי חיים. גלוטמט חופשי הוא זה שאחראי לטעם החזק במזונות. מזונות שמכילים כמויות גדולות של גלוטמט, כמו גבינה ועגבניות, מועדפים בארוחה בגלל טעמם המפתה.

המסורת

מכל המזונות והתבלינים העשירים בגלוטמט, רוטב דגים הוא בעל ההיסטוריה הארוכה ביותר. בתרבויות

הרומית והיוונית שימש רוטב דגים לתיבול. בדומה ליין ולשמן מאכל, גם רוטב דגים היה סחורה נדרשת. עדויות למסחר ברוטב דגים ששימש לתיבול ניתן למצוא עד למאה השביעית לפני הספירה.

עתיקות של הריסות של מפעלים ששימשו לשימור דגים, נחשפו לאורך קו החוף של הים התיכון. נתגלו מעל למאה מפעלים, ורוטב הדגים יוצא בכלים גבוהים שנקראו אמפוראה (amphorae). בנוסף ניתן למצוא בממצאים ארכאולוגיים רישום מדויק של המרכיבים ושל דרכי הייצור של רוטב הדגים. ברישומים מהמאה השביעית העוסקים בתבלינים ניתן למצוא את רוטב הדגים תחת השם "גארום" (Garum). ממצאים, שהתאריך המופיע בהם מתייחס לשנת 968, מתארים את הקיסר הביזאנטי מארח את האפיפיור ומגיש לו תבשיל כבש עם בצל, כרישה וגארום. במאה ה-11 נעלם הגארום משולחן האוכל האירופי. אולם המתכון נשמר וניתן היה למצוא אותו במספר מנזרים תחת השם "התרופה הסודית" עם ההשפעות על הגברת התיאבון. מכאן שרוטב דגים יכול להתהדר ביותר מ-2500 שנות היסטוריה.

כיום, הצריכה של מונוסודיום גלוטמט גבוהה מתמיד. באיטליה המודרנית גלוטמט הוא הקובע את הטעם של רוטב העגבניות ואת הביקוש לפיצות ופסטות. ניתן למצוא גלוטמט בתמציות בשר הנמכרות במרכולים של העולם המערבי, ובאצות ודגים מיובשים המשמשים לציר מרק ולרוטב סויה במזרח הרחוק.

גלוטמט חופשי בתוספי מזון	
תוסף המזון	מ"ג/100 גר' מוצר
רוטב אנשובי	630
תמצית בשר	498
רוטב סויה	782
רוטב דגים	950

טעם הוא דבר מורכב

חוש הטעם מופעל על ידי המזונות המתמוססים ברוק. הם מגרים את ניצות הטעם (taste buds) שרובן ממוקמות בקדמת הלשון, ומיעוטן ממוקמות בירכתי הלשון ובלסתות, בגג הפה ואף בקצה העליון של הלוע. תאי טעם חיים בין עשרה לארבעה עשר ימים, ומוחלפים ללא הרף על ידי תאים חדשים. הכימיקלים המתמוססים ברוק משפעלים קולטנים על פני תאי הטעם, ואלה משגרים אותות לאורך תאי עצב שונים בדרכם לאזור המוח הידוע כ-medulla. לבסוף האותות העצביים נשלחים לאזורי מוח גבוהים יותר, שבהם מתאחדים אותות אלה עם אותות חוש הריח ליצירת תחושת הטעם.

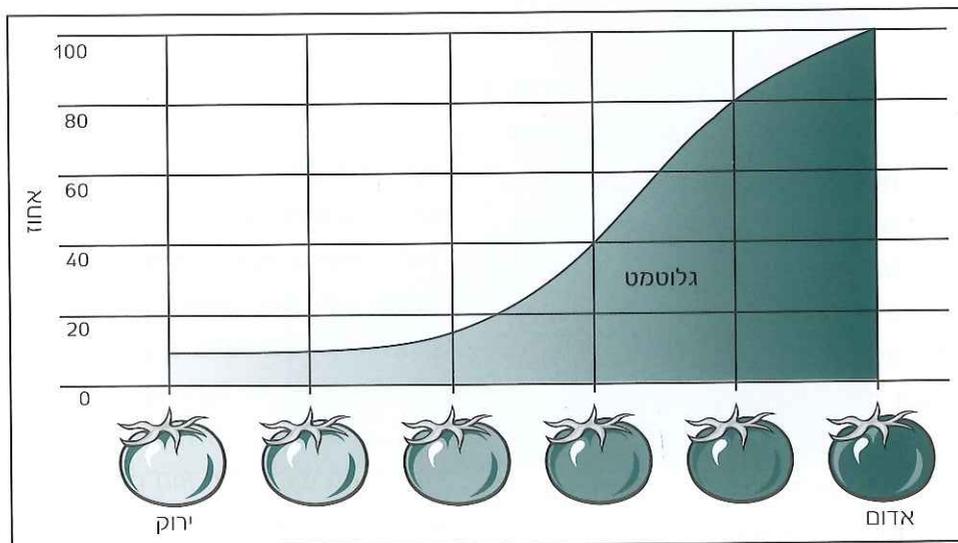
ועתה, חשבו על טעם העגבנייה. ככל שהעגבנייה בשלה יותר, כך טעמה משתבח. אם נסתכל על המתקוות והחמיצות של העגבנייה, ככל שהיא מבשילה, כך לא נוכל להתעלם מהטעם האוממי (umami), הטעם החמישי. איור 1 מדגים את הקשר בין בשלות העגבנייה לבין כמויות הגלוטמט. ניתן לראות שככל שהעגבנייה מבשילה, כך גם הטעם האוממי הולך ומתגבר כתוצאה מעלייה בכמות הגלוטמט.

באופן דומה ככל שהגבינה מבשילה, כך עולה במידה משמעותית כמות הגלוטמט ותרומתו לטעמה. לדוגמה, טעם מרק צה הוא מרכיב חיוני בטעמה של גבינת אמנטל השוויצרית.

הגלוטמט בגופנו

גלוטמט מיוצר בגוף האדם וממלא תפקיד חיוני במטבוליזם בגוף. כ-2 קילוגרמים של גלוטמט טבעי נמצאים בשרירים, במוח, בכליות, בכבד וברקמות נוספות. גלוטמט נמצא גם בחלב-אם בכמות גדולה פי עשרה מחלב פרה.

האדם צורך בממוצע בין 10 ל-20 גרם של גלוטמט קשור וגרם אחד של גלוטמט חופשי מהמזון שהוא צורך מדי יום. בנוסף גוף האדם יוצר כ-50 גרם של גלוטמט חופשי מדי יום.



איור 1. מדגים את כמות הגלוטמט בעגבנייה המבשילה

הוא מטבוליזם של חומצות אמיניות. למעשה, למעי יש תיאבון זללני לגלוטמט, ועוד יש לדעת כי מכל הגלוטמט שמקורו מהמזון, רק כ-4% מנוצלים מחוץ למעי.

הגוף מסנתז את רוב הגלוטמט הדרוש לו. הגלוטמט משמש במוח כנוירוטרנסמיטור, ולכן הגוף חייב לדאוג לסנתוזו. מחסום הדם למוח, שמבקר את סוג המולקולות שנכנסות למוח, אינו מאפשר מעבר של גלוטמט, כך שהמוח צריך לדאוג לייצור עצמי של גלוטמט מגלוקוז ומחומצות אמיניות אחרות. המוח משתמש בגלוקוז כמקור אנרגיה מרכזי, וניתן לומר שהמעי משתמש בגלוטמט כמקור אנרגיה עיקרי ומשאיר את הגלוקוז לפעולת המוח.

מבין כלל האיברים בגוף למעיים יש המגע הגדול ביותר עם הסביבה החיצונית, וזאת דרך המזון שאנחנו אוכלים. לכן זהו קו ההגנה הראשון של הגוף. יחד עם ציסטאין וגליצין, הגלוטמט משמש לייצור גלוטאטין, מולקולה נוגדת חמצון שממלאה תפקיד חשוב בהגנה על הגוף.

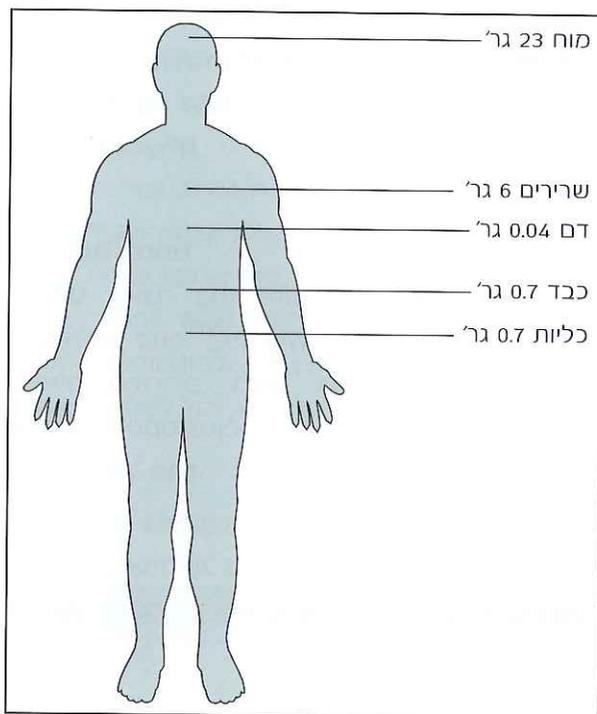
הרכב חומצות האמינו בחלב-אם דומה מאוד לזה של יונקים רבים. גלוטמט (יחד עם גלוטמין) הוא החומצה האמינית השכיחה ביותר מבין 20 חומצות האמינו בחלב-אם, והוא מהווה כ-20% מחומצות האמינו בחלב. עובדה זו מצביעה על תפקידו המרכזי, ההגנתי כנראה, בגוף האדם.

יתרונות תזונתיים

אוממי ומליחות

רבים מאתנו צורכים מזון עם מליחות ואחוזי שומן שהם גבוהים מהדרוש לגוף, אף שמחקרים מצביעים על קשר אפשרי בין תזונה עתירת שומן ומליחות לבין מחלות לב. תזונאים ממליצים להפחית מרכיבים אלה במזוננו; יצרני המזון נענו, וכיום ניתן להשיג את רוב המזונות הפופולאריים עם אחוזי שומן ומלח נמוכים. הקושי הוא בשמירה על איכות הטעם במזונות אלה, משום שסילוק השומן והמלח יכול לגרום לטעם המזון להפוך לטפל.

מונוסודיום גלוטמט יכול לסייע בהפיכת המזון לטעים יותר. הוא מכיל רק כשליש מכמות הנתרן, בהשוואה



איור 2. גלוטמט חופשי בגוף האדם

מרבית הגלוטמט שמקורו במזון מתעכל במהירות ומשמש כמקור אנרגיה. מנקודת מבט של תזונה, גלוטמט הוא חומצה אמינית לא הכרחית, כלומר הגוף יכול לייצר את הגלוטמט ממקורות חלבונים אחרים על פי הצורך. הגוף מייצר את הגלוטמט למגוון תפקודים הכרחיים.

תזונה וגלוטמט

חומצות אמינו הם אבני הבניין של החלבונים בגוף. בנוסף חומצות אמינו הן סמן לחומרים פיזיולוגיים רבים וכן כמקור אנרגיה. המעי הוא איבר פעיל במיוחד, היוצר כמויות גדולות של רירית, ולתאים שלו קצב גדילה מואץ. קצב סינתזת החלבונים במעי גדול פי 4 עד 5 לעומת איברים אחרים בגוף בעלי משקל דומה. לכן צריכת האנרגיה במעי היא גדולה באופן יחסי. בעבר הוכח שמזון המכיל גלוטמט הוא מקור האנרגיה העיקרי המבטיח את פעולת המעיים. מחקרים שבהם השתמשו באיזוטופים יציבים, הראו שמקור האנרגיה לפעולת המעי

במשך השנים דווח בהרחבה במספר ספרים ובתכניות טלוויזיה על תופעות לוואי שלעיתים הן מסכנות חיים. הבעיה עם הטענות הללו היא הקושי בהוכחת הקשר הישיר בין תופעות אלה לצריכת מונוסודיום גלוטמט. ברוב המקרים האנשים שסבלו מתופעות אלה אכן אכלו מזונות עם מונוסודיום גלוטמט, אך אין קשר הכרחי (או מוכח) בין התופעות הלא נעימות לבין מזונות אלה.

בשנת 1995 פורסם מחקר מקיף שנערך על ידי FDA (Federal Food and Drug Administration). בין כלל הממצאים של מחקר זה ניתן למנות את אלה:

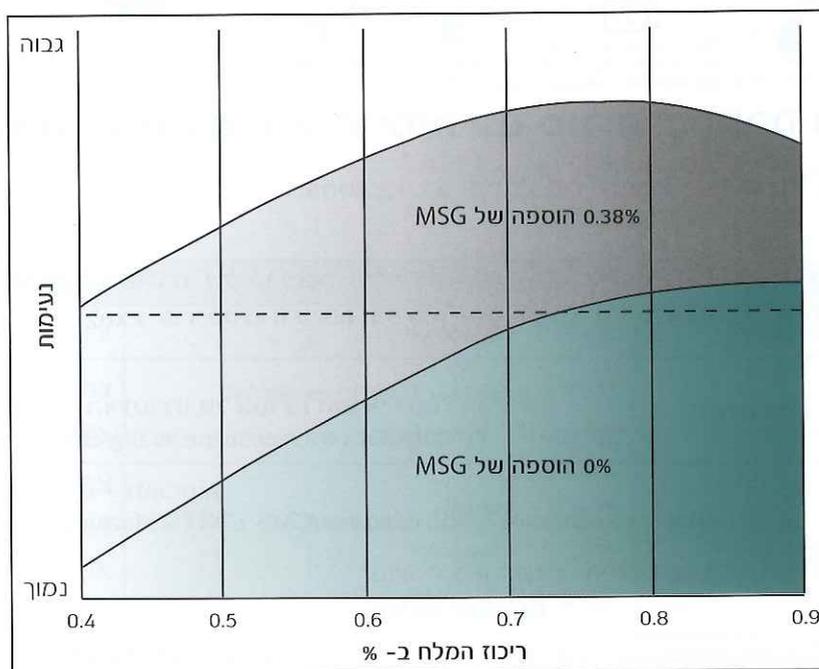
- אחוז לא ידוע של האוכלוסייה יכול להגיב למונוסודיום גלוטמט ולפתח תופעות לוואי. תופעות לוואי אלה יכולות להיות צריבה בגב, בצוואר ובחזה, היעדר תחושה בצוואר, כאבי חזה, כאבי ראש, עלייה בקצב פעימות הלב ובחילה.
- יתר על כן, אנשים שאין להם רגישות למונוסודיום גלוטמט, יפתחו את התסמינים בתוך שעה מרגע שאכלו 3 גר' לפחות של מונוסודיום גלוטמט על

למלח שולחן. למרות שמונוסודיום גלוטמט אינו מלוח לכשעצמו, כמויות קטנות ממנו במוצרים שבהם כמות הנתרן נמוכה, יכולות להפוך את טעם המזון דומה לזה של מזון בעל מליחות גבוהה.

מחקר שנעשה על תגובות למרק צח שבו כמות משתנה של מונוסודיום גלוטמט, הראה שמרק ללא חומר זה נעשה אכיל רק כשריכוזי המלח הגיעו ל-0.75%. אולם כאשר הוסף למרק מונוסודיום גלוטמט, הוא הפך אכיל כבר כאשר הגיע ריכוז המלח ל-0.4%.

עלייה וקוץ בה

עם העלייה בשימוש במונוסודיום גלוטמט החלו להופיע דיווחים על תופעות הנלוות לשימוש זה. תופעת הלוואי הנפוצה הייתה כאבי ראש. לא היו תופעות לוואי אקוטיות, אך היו דיווחים על החמרה בתסמינים של חולי מאסטמה לאחר צריכה של מונוסודיום גלוטמט. באחדים מהמקרים הוחמרו תסמיני האסטמה כבר כמה שעות לאחר השימוש.



איור 3. ריכוזים משתנים של מלח ומונוסודיום גלוטמט והטעם שאותו אנו מרגישים

עדיין יש קבוצות קטנות של אנשים (בעיקר אלה העוסקים ברפואה אלטרנטיבית) המגדירים את הגלוטמט כרעל היכול לגרום להפרעות נוירולוגיות. דעה זו אינה נתמכת על ידי הרפואה הקונבנציונאלית משום שאין עדויות מדעיות התומכות ברעילות של גלוטמט.

ה-FDA מסווג את המונוסודיום גלוטמט כ"בטוח בדרך כלל" לצד המלח, החומץ, אבקת האפייה ועוד.

מקורות

<http://www.cfsan.fda.gov/~lrd/msg.html>

<http://www.glutamate.org/media/nutrition.htm>

<http://www.eufic.org/gb/food/pag/food35/food352.htm>

http://en.wikipedia.org/wiki/Monosodium_glutamate

<http://www.tevalife.com/print.asp?id=2236>

Addison A., "The Monosodium Glutamate Story: The Commercial Production of MSG and Other Amino Acids", Journal of Chemical Education, Vol. 81(3), pp. 347-355, 2004.

קיבה ריקה. כמות הגלוטמט במזון מוכן היא קטנה מ-0.5 גר' למנה. תגובה אלרגית היא שכיחה יותר כשצורכים כמות גדולה של החומר או כשהוא נמצא בנוזל כמו במרק צח.

- אנשים הסובלים מאסטמה קשה יכולים להיות חשופים יותר לתסמינים האלרגיים של שימוש בגלוטמט.
- אין הוכחות לקשר בין גלוטמט לבין התפתחות מחלות כמו אלצהיימר, כולרה או מחלות כרוניות אחרות.
- אין הוכחה לכך שגלוטמט במזון גורם לפגמים במוח או במערכת העצבים בבני אדם.
- ויטמין B6 בגוף ממלא תפקיד במטבוליזם של גלוטמט.
- מכל האמור לעיל, ייתכן שישנם אנשים הרגישים לגלוטמט, בעוד שמרביתנו אינם רגישים לחומר זה כלל. אך אין הוכחה חותכת להשערה זו. חששות הציבור שהגיעו לממדים של היסטריה בשנות ה-80 של המאה שעברה, נעלמו כיום כמעט לחלוטין.

מכון דוידסון לחינוך מדעי
DAVIDSON INSTITUTE
OF SCIENCE EDUCATION

תל
משרד החינוך, התרבות והספורט
האגף לתכנון ולפיתוח תכניות לימודים

המרכז הארצי למורי הכימיה

מטה מלי"מ
המרכז הישראלי לחינוך מדעי בטכנולוגי
ע"ש עמוס דה-שלט

מכון ויצמן למדע
המחלקה להוראת המדעים

הכנס השנתי החמישי של "כימיה עם מורים", חנוכה תשס"ו

הכנס הארצי למורי הכימיה יתקיים ביום ג' 27.12.2005, כ"ו בכסלו, תשס"ו (ב' חנוכה), במכון דוידסון, מכון ויצמן למדע.

הכנס יתקיים במתכונת משולבת של הרצאות מליאה ומושבים מקבילים של סדנאות והרצאות עמיתים, במסגרתן יוכלו מורים להציג פרויקטים ורעיונות בכימיה אשר פותחו על ידם ונוסו בכיתותיהם או בבית ספרם.

קול קורא מופיע באתר האינטרנט של המרכז הארצי למורי הכימיה:
<http://stwww.weizmann.ac.il/g-chem/center/center.html>

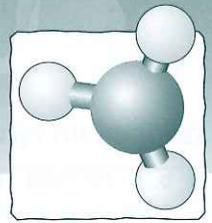
ובאתר המפמ"ר לכימיה - נטוכימיה:
http://cms.education.gov.il/EducationCMS/UNITS/Mazkirut_Pedagogit/Chimya

נודה לכם על שיתוף הפעולה בהקדם האפשרי
הועדה המארגנת

לברורים ניתן לפנות אל זיוה בר-דב 08-9378382, 050-8635800, אב-ב - ntbardov@weizmann.ac.il e-mail :

צבעי שלכת

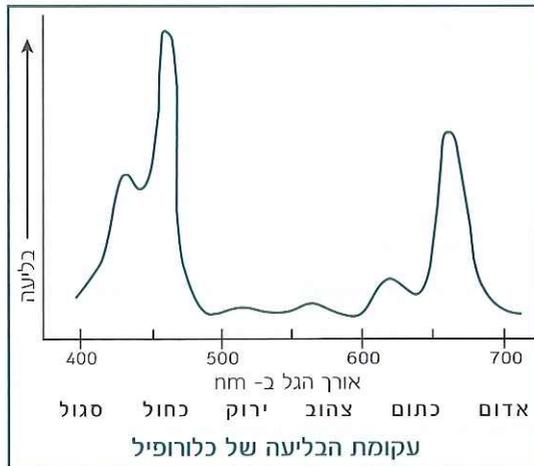
דבורה קצביץ*



הכלורופיל

הצבע הבסיסי של רוב העלים הוא ירוק. הכלורופיל, המצוי בעלים בכמות גדולה, מאפיל על הגוונים האחרים, והוא הפיגמנט שגורם לעלים להיות ירוקים. מולקולות הכלורופיל בולעות אור בתחום הנראה באורכי גל של אדום וכחול, כפי שניתן לראות בעקומת הבליעה של כלורופיל.

כתוצאה מבליעת האור האדום והכחול, המשמשים כמקור אנרגיה בשלבים שונים של הפוטוסינתזה, האור המוחזר נראה ירוק.



עונת הסתיו היא סימן לעצים להתכונן לחורף. שעות האור המתקצרות והטמפרטורה הנמוכה בלילות מהוות טריגר לשינויים במטבוליזם שמתרחש בעצים. אחד מהשינויים הללו הוא יצירה של ממברנה החוסמת מעבר של חומרי הזנה מהענפים אל העלים. כתוצאה מכך תהליך הייצור של הכלורופיל בעלים דועך, והצבע הירוק של העלים דוהה. צבע העלה המתקבל תלוי בתערובת הפיגמנטים הקיימת בו. אם העלה מכיל פיגמנטים השייכים למשפחת הקרוטנואידים העלה יקבל צבע צהוב-כתום. עלים אחרים יקבלו צבע אדום-סגול הודות למשפחה אחרת של פיגמנטים - פלבנואידים. שינויי הצבע של העלים הם שלב במערך של תהליכים, שבסופם העלים נושרים והעצים נכנסים לתרדמת החורף.

בארצות רבות בעולם, צפון ארה"ב וקנדה לדוגמה, הפכו צבעי השלכת למוקד תיירותי ראשון במעלה. קיים מעקב ועדכון online של המוקדים המצטיינים בשילובי הצבעים היפים ביותר.

במאמר זה נסקור את הפיגמנטים העיקריים הנמצאים בעלים, את תפקידיהם ואת תרומתם לצבעי השלכת המרהיבים.

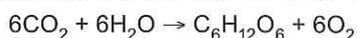
בטבלה הבאה מרוכזים פרטים לגבי משפחות הפיגמנטים, דוגמאות נפוצות והצבעים הנלווים:

משפחת הפיגמנטים	סוג התרכובת	צבעים
פורפרינים - Porphyrin	כלורופיל - chlorophyll	ירוק
קרוטנואידים - Carotenoid	קרוטן - carotene, ליקופן - lycopene, קסנתופיל - xanthophyll	צהוב, כתום, אדום, צהוב
פלבנואידים - Flavonoid	פלאבון - flavone, פלאבונול - flavonol, אנטוציאנינים - anthocyanin	צהוב, אדום, כתום, סגול, מג'נטה

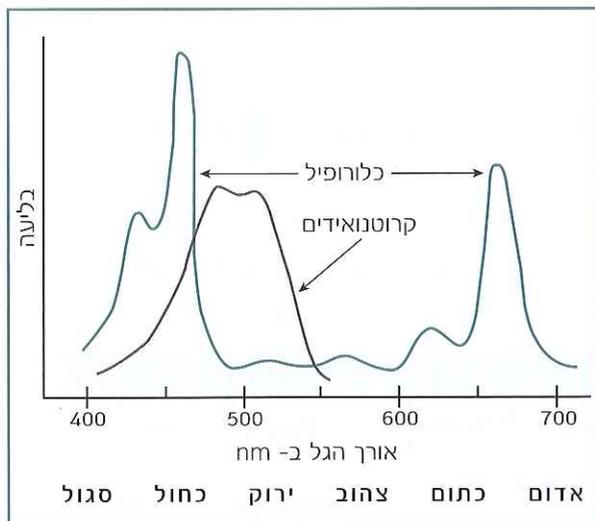
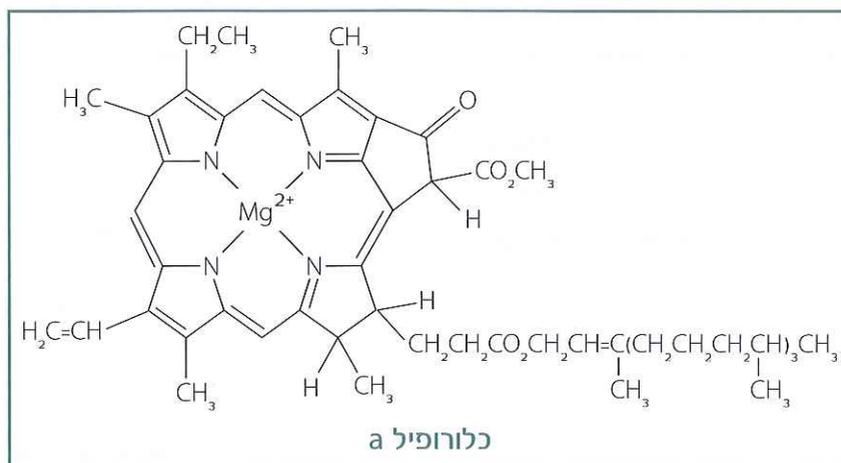
* דבורה קצביץ, מורה לכימיה, תיכון אזורי גדרה, עורכת עמיתה "על-כימיה", חברה בקבוצת הכימיה של המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע.

מולקולות הכלורופיל הן גדולות מאוד (ראה איור). הן קשורות לממברנות של הכלורופלסט (האברון בתא הצמחי בו מתרחשת הפוטוסינתזה) ואינן מסיסות במים. קיימים כמה סוגי מולקולות כלורופיל, שנהוג לסמןן באותיות a, b, c, d. השוני ביניהן הוא בשרשרת הצד.

תפקידו של הכלורופיל לקלוט אנרגיית אור ולהמירה לאנרגיה כימית בתהליך הפוטוסינתזה, כמתואר כאן:



הגלוקוז והחמצן הנוצרים בתהליך מאפשרים את הפקת האנרגיה לקיום תהליכי החיים של הצמח.



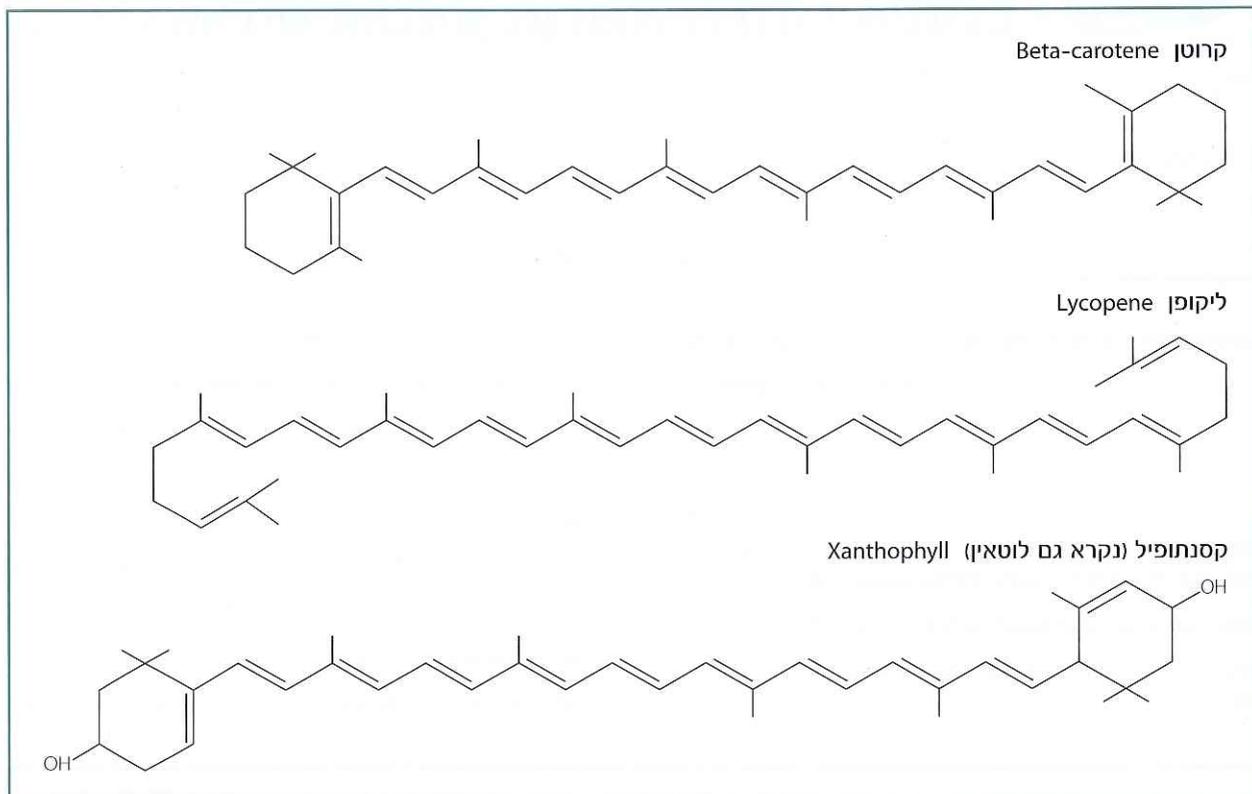
הירוק-כחול והכחול בהיר, כפי שניתן לראות בעקומת הבליעה. המולקולות השייכות למשפחת הקרוטנואידים יציבות הרבה יותר ממולקולות הכלורופיל. הן נשארות בעלים גם לאחר היעלמותו של הכלורופיל. הצבע הצהוב של העלים המתקבל לאחר היעלמותו של הכלורופיל, מקורו בקרוטנואידים.

מולקולות הכלורופיל אינן יציבות והן מתפרקות בקצב קבוע בהשפעת אור חזק. ייצור מחדש של כלורופיל מתרחש ללא הפסקה, כדי לשמור על רמה קבועה של כלורופיל בעלים. התנאים הדרושים לייצור הם אור וטמפרטורה מתאימה.

עם בוא הסתיו, כאשר הימים מתקצרים והטמפרטורה, במיוחד בלילות, יורדת, כפי שהוזכר, המעבר של חומרי הזנה שונים בין העלה לעץ משתבש, ייצור הכלורופיל דועך והצבע הירוק דוהה. דהייט הצבע הירוק מאפשרת להבחין בגוונים של הפיגמנטים האחרים בצמח.

הקרוטנואידים

רוב הצמחים מכילים בנוסף לכלורופיל גם פיגמנטים השייכים למשפחת הקרוטנואידים: קרוטן הכתום, ליקופן האדום וקסנתופיל הצהוב. מולקולות הקרוטן גם הן קשורות לממברנת הכלורופלסט בצמוד למולקולות הכלורופיל. גם למולקולות הקרוטן תפקיד חשוב בבליעת אנרגיית האור, אשר מועברת לכלורופיל לצורך המרה לאנרגיה כימית. הבליעה של הקרוטן היא באורכי הגל של

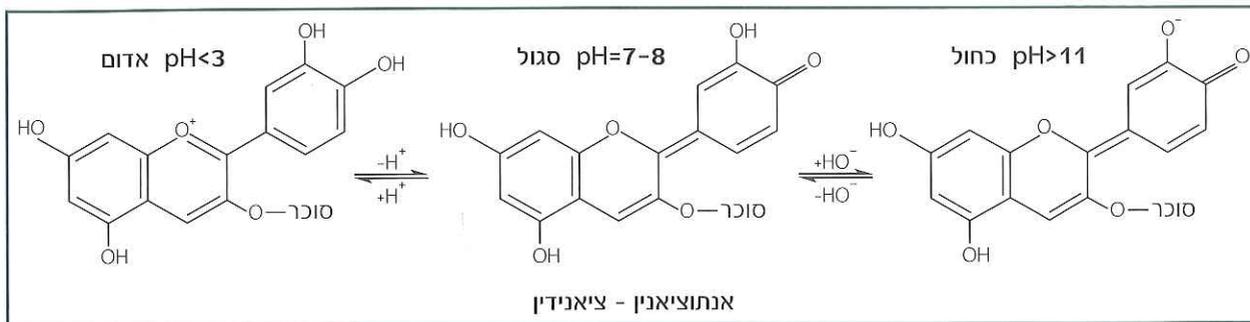


בעמוד הבא). לאנתוציאנים מספר תפקידים בצמח, האחד קשור במשיכה של חרקים, אשר יסייעו בתהליך ההאבקה. יש היום עדויות שכאשר הצמח נמצא בעקה (stress), יש עלייה בייצור האנתוציאנים, כנראה כדי לדאוג להישרדותו ע"י משיכת חרקים שיעזרו בתהליך ההאבקה. כמו כן לאנתוציאנים בליעה בתחום ה-UV,

פיגמנטים נוספים התורמים לצבעי השלכת הם האנתוציאנים. פיגמנטים אלו, בשונה מהכלורופיל והקרוטן, אינם צמודים לממברנה, אלא מומסים בנוזל התוך תאי. צבע הפיגמנט תלוי ב-pH של הנוזל התוך תאי. אם הנוזל בעל pH חומצי, הצבע הוא אדום. כאשר ה-pH בסיסי, הצבע נוטה לסגול (ראה איור



גפנית *Partenoissus*



ובעונת הסתיו הוא לובש גווני שלכת מרהיבים ביופיים, כפי שניתן לראות על הכריכה.

מקורות

<http://www.science.smith.edu/departments/Chem/Courses/Chm223/Leaf%20Chemistry.pdf>

<http://www.wonderquest.com/FallColors.htm>

<http://chemistry.about.com/library/weekly/aa082602a.htm>

ולכן הם מגנים על הצמח מפני סוג קרינה זה. ולענייני צבעי שלכת, להיווצרות האנתוציאנינים נחוצה רמה מסוימת של סוכרים בנוזל התוך תאי. כנראה, כאשר חלה ירידה במעבר של חומרי הזנה בין העלים המייצרים גלוקוז לבין שאר חלקי העץ, רמת הגלוקוז בתוך התאים עולה. כתוצאה מכך ייצור האנתוציאנינים עולה, ומכאן העלייה בגווני האדומים בצבעי השלכת. בתמונת השער מופיע הצמח גפנית, *Partennoissus*. הצמח הנו מטפס בעל פירות קטנים שחורים-כחלחלים,

מכון דוידסון לחינוך מדעי
DAVIDSON INSTITUTE
OF SCIENCE EDUCATION



סדנא להכשרת מורים מובילים לדרכי הוראה והערכה בהתאם לתוכנית הלימודים החדשה בכימיה

בשנת תשס"ו מתוכננת סדנא להכשרת מורים מובילים בנושא דרכי הוראה והערכה בהתאם לתוכנית הלימודים החדשה בכימיה. הסדנא תתקיים במרכז הארצי למורי הכימיה שבמכון דוידסון, המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע, רחובות. תוכנית הלימודים החדשה ברמה של 3 יחידות והשלמה ל-5 יח"ל עומדת להיות מופעלת במערכת החינוך. כדי שהיא תופעל בשטח יש להכשיר מורים מובילים, הן בתחום התוכן והן בתחום הפדגוגי, אשר יובילו את תהליך ההטמעה של התוכנית.

אנו מזמינים איפוא אותך להשתתף בסדנא שבא יוכשרו מורים מובילים להוראה מגוונת המשלבת פעילויות שונות המבוססות על מאמרים, סרטים, ניסויים, פעילויות מתוקשבות. כמו כן הסדנא תתמקד בהכנת שאלות למבחנים ברמות הבנה שונות, שאלות דיאגנוסטיות, שאלות הבודקות מיומנויות חקר ומיומנויות גרפיות.

הסדנא תתקיים בימי ד' בשבוע (אחת לשבועיים) בין השעות 14:00 - 18:30 .
סה"כ 112 שעות (מזכה בגמול עם ציון)

לברורים ניתן לפנות אל זיוה בר-דב 08-9378382 , 050-8635800 , או ב- e-mail : ntbardov@weizmann.ac.il



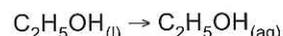
כיצד ניתן להסביר תמיסות אלטרנטיביות בכימיה בעזרת תגובות אינטואיטיביות?*

דורית בר**

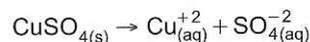
רקע מדעי

במסגרת לימודי הכימיה תלמידים מתקשים בהבנת ההבדל בין מסיסות של חומרים מולקולריים לבין מסיסות של חומרים יוניים במים.

בהתמוססות **חומר מולקולרי**, ממול חומר נקי מתקבל מול חלקיקים מומסים. למשל, מסיסות כוהל במים:



בהתמוססות **חומר יוני**, ממול חומר נקי מתקבלים שני מול או יותר של חלקיקים מומסים. למשל, בהתמוססות של מול נחושת גפרתית במים נוצרים שני מול יונים:



או בהתמוססות של מול אשלגן זרחתי במים נוצרים ארבעה מול יונים:



במחקר נבדקה השפעה של ריכוז היונים/חלקיקים על **תכונות התמיסה** מבחינת המוליכות החשמלית או השינוי בנקודת רתיחה או נקודת קיפאון.

הנושא מוליכות חשמלית נלמד על-ידי תלמידים המרחיבים כימיה. ההשפעה של ריכוז התמיסה על נקודת רתיחה או על נקודת היתוך אינה נלמדת כיום בצורה פורמלית בחטיבה העליונה.

הערות

א. בכל שאלה ניתן מידע מתאים לתלמידים: 1. מוליכות חשמלית נמצאת ביחס ישר לריכוז היונים. 2. השינוי בנקודת רתיחה או בנקודת היתוך נמצא ביחס ישר לכמות החלקיקים בתמיסה.

ב. תלמידי תיכון לומדים כי המוליכות החשמלית נמצאת ביחס ישר לריכוז היונים, ואין הם מכירים את המושג

"אקוויוולנט". ולכן בהתאם, בשאלון ניתנו חומרים בהם קיים יחס ישר בין ריכוזי היונים לאקוויוולנט שלהם. לא ניתנו מטלות שעניינן א. תמיסות שוות ריכוז של $CuSO_{4(aq)}$ ו- $NaOH_{(aq)}$ שבהן ריכוז שווה של יונים אבל מספר שונה של אקוויוולנטים, או ב. תמיסות שוות ריכוז של $CuSO_{4(aq)}$ ו- $FeCl_{2(aq)}$ שבהן ריכוז היונים שונה אך התמיסות אקוויוולנטיות.

כללים אינטואיטיביים

סתיו ותירוש (Stavy & Tirosh, 2000) מצאו כי ניתן להסביר חלק מן התשובות השגויות במדע ובמתמטיקה בעזרת שלושה כללים אינטואיטיביים: "A גדול - B גדול", "A שווה - B שווה" ו"כל דבר ניתן לחצייה". תלמידים עונים לפי כללים אלו בתחומי תוכן רבים במדע ובמתמטיקה, וניתן להסביר באמצעותם תגובות שגויות של תלמידים. מדובר בתגובה אינטואיטיבית בהתאם לאפיונים שקבע פישבין (1987) לגבי חשיבה אינטואיטיבית: התגובות למטלות ניתנות בצורה מידית, בביטחון עצמי רב ובצורה כוללת.

בעבודה זו התמקדתי בכלל "A שווה - B שווה": כלל זה מתייחס לתגובות של תלמידים למטלות השוואה. במטלות אלו יש להשוות שני גופים או שתי מערכות שהם שווים בתכונה כלשהי ($A_1 = A_2$), אך שונים בתכונה אחרת B ($B_1 \neq B_2$). תלמידים נוטים לטעון כי אם תכונה A זהה בשני גופים ($A_1 = A_2$), גם תכונה B תהיה זהה בשניהם (Stavy & Tirosh, 2000) ($B_1 = B_2$).

טעות מסוג זה נמצאה בתגובות של תלמידים בשאלות שהוצגו בבחינות הבגרות בכימיה בשנת תשנ"ח. סעיף א' של שאלה מס' 4 דן בחומר **מולקולרי**. התלמידים

* המאמר הינו תקציר של עבודת מ.א. שהתבצעה באוניברסיטת תל-אביב בהנחיית פרופ' רות סתיו וד"ר פסיה צמיר.
** דורית בר, מורה לכימיה, תיכון ע"ש גלילי, כפר סבא, דוקטורנטית באוניברסיטת בר-אילן.



שאלות המחקר

1. האם תגובות של תלמידים המתמחים בכימיה



והמנסחים נכון תגובות המסה, מושפעות מהכלל האינטואיטיבי "A שווה - B שווה" בשאלות העוסקות בקשר בין A (מולים של חומר) לבין B (מוליכות החשמלית או שינוי בנר./נה). בהתייחס לתמיסות יוניות ולתמיסות מולקולריות?

2. האם התערבות המדגישה את הקשר בין ניסוח תגובות המסה וחישוב מספר החלקיקים לבין תכונות התמיסה, מפחיתה את אחוז התלמידים העונה בהתאם לכללים האינטואיטיביים?

מתודולוגיה

מדגם

במחקר נבדקו 182 תלמידי כיתות י"א וי"ב לאחר לימוד הנושא "סטוכיומטריה". כולם ניסחו היטב תגובות המסה.

כלי המחקר

שאלון המורכב משני חלקים:

חלק א

התלמידים נדרשו להשוות את המוליכות החשמלית של

נדרשו לחשב ריכוז של סוכר, $C_6H_{12}O_6(aq)$, לאחר המסתו במים: 92% ענו כהלכה. סעיף ב' דן בחומר יוני. בסעיף זה נדרשו התלמידים לנסח משוואת המסה של נתון כלורי, $NaCl(s)$: 90% מהתלמידים ניסחו היטב. אבל כאשר נדרשו לחשב בהמשך את ריכוז החלקיקים היוניים המומסים במים, רק 68% מהתלמידים התייחסו לעובדה כי מול $NaCl(s)$ מתמוסס ל-2 מול חלקיקים יוניים מומסים.

כלומר - תלמידים ענו בצורה דומה בשני הסעיפים, כי בהמסה של מספר שווה של מולי חומר נקי (A שווה) יתקבל מספר שווה של חלקיקים מומסים (B שווה): תשובה נכונה בסעיף א' (המסה מולקולרית) ושגויה בסעיף ב' (המסה יונית).

תגובות דומות של תלמידים נמצאו בתשובותיהם לשאלה שהוצגה בבחינת הבגרות קיץ תשס"א: "אמו ספרי מיוניס 2-56 גרס KOH ?" מתוך מדגם של 210 תלמידים ענו 71 (34%): "1 מול יונים". בין הנימוקים שהציגו נכתב: "הספרי שיש 1 מול ו-1 מול".

ובקיץ תשנ"ו: התלמידים נדרשו לחשב ריכוז מולארי של יוני כלור בתמיסה, בהמסה של $AlCl_3(s)$ (נוצרים 4 מול יונים): 7% מהתלמידים קבעו כי בהמסה של 1 מול חומר נקי יתקבל 1 מול חלקיקים מומסים.

במהלך המחקר נמצאו גם תגובות המתייחסות לכלל A גדול B גדול: כאשר בתכונה אחת מערכת אחת גדולה ממערכת שנייה ($A_1 > A_2$), אך בתכונה אחרת המערכת הראשונה קטנה מהמערכת השנייה ($B_1 < B_2$). תלמידים נוטים לטעון כי אם תכונה אחת גדולה באחד הגופים ($A_1 > A_2$), גם תכונה B תהיה גדולה בגוף הראשון ($B_1 > B_2$) (Stavy & Tirosh, 2000). דוגמא לתגובה מעין זו נמצאה בבחינת הבגרות השנה, תשס"ה. שאלה 9 סעיף ד': "ידוע כי בטמפרטורת החדר תגובה II מהירה ותגובה I איטית. מהי אנרגיית השפעול של תגובה זו: גבוהה יותר מזו של תגובה I או נמוכה ממנה? נמק. במהלך בדיקת בחינות הבגרות, נמצאה התשובה השגויה הבאה שחזרה יותר מפעם אחת: "אנרגיית השפעול של תגובה II גדולה יותר ($A_1 > A_2$), כי יותר חלקיקים עוברים ביחידת זמן ($B_1 > B_2$)".

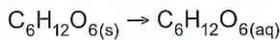
ההוספה התקבלו בשני הכאים נקחים להיס של גמיסו.
שאלה

האם המוליכות החשמלית כזו הראשון לזוהה/שווה/נמוכה
מהמוליכות החשמלית כזו השני?
בשאלה העונה, המוליכות החשמלית נמצאת ביחס ישר
לריכוז היוני בגמיסה. נאקו גשזגכס.
תשובה

המוצק היוני מתמוסס במים ל-4 יונים מומסים:



ואילו הסוכר מתמוסס בצורה מולקולרית - מול מוצק
מתמוסס למול מומס:



בהמסת הסוכר נוצרים יונים בריכוז נמוך ביותר, ולכן
לתמיסתו מוליכות חשמלית זניחה. בתמיסה היונית
נוצרים יונים בריכוז גבוה, ולכן לתמיסה היונית מוליכות
חשמלית גבוהה יותר.

טבלה מספר 1: התפלגות התשובות של 113 התלמידים
(לפי מספרים ואחוזים) למטלת השוואה. ההשוואה היא
בין המוליכות החשמלית של תמיסה שבה מומס חומר
מולקולרי ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(l)$) לבין זו של תמיסה שבה מומס
חומר יוני ($\text{FeCl}_3(s)$). מדובר בתלמידים המנסחים היטב
תגובות המסה.

מספר (ואחוז) תלמידים	תשובות תלמידים
92 (81%)	תשובה נכונה - לתמיסה היונית מוליכות יונית גבוהה יותר
11 (10%)	תגובה אינטואיטיבית - לשתי התמיסות מוליכות שווה
8 (7%)	תשובה שגויה - לתמיסה המולקולארית מוליכות גבוהה יותר (סוכר מתפרק לחלקיקים רבים יותר)
2 (2%)	לא ענו

81% מהתלמידים קובעים ובצדק כי לתמיסה היונית
מוליכות גבוהה יותר מאשר לתמיסה המולקולארית,
ומנמקים: "בגמיסה המולקולרית אין יונים, ולכן היא לא
מוליכה".

שני חומרים שונים או את השינוי בנקודת רתיחה/נקודת
היתוך בין שתי תמיסות בריכוז של 1 מולר או של 1
מולר.

נלקחו שלושה חומרים: חומר מולקולארי עם מסיסות
גבוהה במים, חומר יוני המתמוסס לשני מול יונים וחומר
יוני המתמוסס לארבעה מול יונים.

חלק ב

שאלות הבודקות את יכולתם של התלמידים בניסוח
תגובות המסה ובחישוב מספר החלקיקים המומסים.

התערבות

בעבודה זו בדקתי את השפעתה של **התערבות**, שבה
תרגול של הידע הפורמאלי (ניסוחי המסה וחישוב מספר
חלקיקים מומסים) הרלוונטי למטלה הספציפית, מקדים
את הצגת הבעיה (השוואה של תכונות התמיסה)
לתשובות למטלות ההשוואה.

בשאלון ההתערבות ניסוח תגובות המסה וחישוב
מספר החלקיקים **קדמו** למטלות ההשוואה.

מהלך המחקר

כל קבוצת לימוד חולקה לקבוצת ניסוי ולקבוצת ביקורת.
החלוקה נעשתה במטרה ליצור קבוצות דומות: פיזור
דומה בהישגים בכימיה ובמתמטיקה ופיזור דומה לפי
מגדר (בנים/בנות).

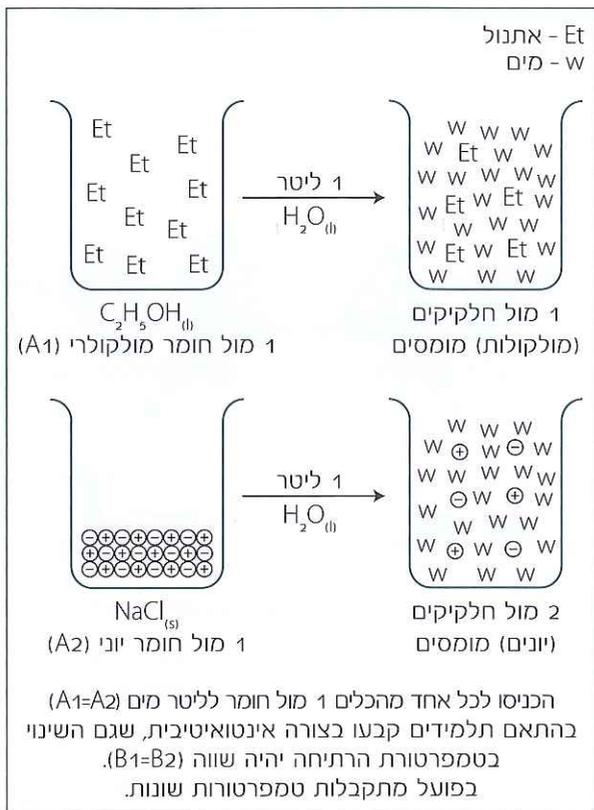
הצגת הממצאים

בתחילת המחקר הייתי סקפטית מאוד, ולא האמנתי כי
תלמידים המרחיבים כימיה ויודעים לנסח תגובות המסה
היטב, ישגו בהשוואה של מוליכות חשמלית בין שתי
תמיסות שבהן מומס מול ליטר במול תמיסה. לצערי-
מסתבר שטעיתי.

להלן דוגמה מייצגת למטלות שהועברו **במהלך
המחקר**:

זניסוי נאקחו שני כאים סס מיס. אכזי הראשון אוסיפס 1
מול $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(s)$ ואכזי השני אוסיפס 1 מול $\text{FeCl}_3(s)$. אאזר





10% מהתלמידים, היודעים לנסח היטב תגובות המסה, הגיבו בהתאם לכלל האינטואיטיבי, "שווה A - שווה B שווה", כי לשתי התמיסות מספר מולים שווה (A שווה) ולכן מוליכות חשמלית שווה (B שווה): "כמות מוליכות שווה, ולכן ריכוז מולט שווה והמוליכות שווה".

7% מהתלמידים הגיבו בהתאם לכלל האינטואיטיבי "יותר מ-A - יותר מ-B": התלמידים קבעו כי לסוכר מולקולה גדולה יותר (A גדול), ולכן תהיה גם המוליכות החשמלית של תמיסת הסוכר גדולה יותר (B גדול): "לסוכר מולקולה גדולה ולכן מוליכות גדולה יותר".

במטלה אחרת, המשווה מוליכות חשמלית בין $\text{CuSO}_4(aq)$ לבין $\text{FeCl}_3(aq)$, טען אחד התלמידים כי $\text{CuSO}_4(s)$ מורכב מאטומים רבים יותר (A גדול), ולכן מתפרק ליותר חלקיקים מומסים (B גדול) מ- $\text{FeCl}_3(s)$ (תשובה נכונה: הראשון מתפרק במים ל-2 מול יונים והשני ל-4 מול יונים).

בהמשך נבדק הקשר בין מטלות הבחנות את המוליכות החשמלית של תמיסות מימיות לבין מטלות הבחנות את השינוי בנר./נה. עם השינוי במספר החלקיקים המומסים.

כלל האוכלוסייה	קבוצות מחקר			תשובות נכונות
	ניסוי	ביקורת	ממוצע של מטלות המשוות את המוליכות החשמלית*	
M = 84 SD = 34	M = 93 SD = 24	M = 74 SD = 45	ממוצע של מטלות המשוות את המוליכות החשמלית*	תשובות נכונות
M = 61 SD = 49	M = 68 SD = 47	M = 54 SD = 50	ממוצע של מטלות המשוות את השינוי בנר. או נק.**	
M = 11 SD = 23	M = 2 SD = 7	M = 19 SD = 40	ממוצע של מטלות המשוות את המוליכות החשמלית	תשובות אינטואיטיביות
M = 19 SD = 37	M = 9 SD = 27	M = 29 SD = 46	ממוצע של מטלות המשוות את השינוי בנר. או נק.	

* נושא הנלמד בצורה פורמאלית בכיתה
** הנושא אינו נלמד בצורה פורמאלית

טבלה 2. ממוצעים וסטיות תקן עבור תשובות נכונות ותגובות אינטואיטיביות ומטלות המשוות את המוליכות החשמלית ואת נקודת רתיחה או נקודת קפאון בין תמיסות שונות

ניתוח הממצאים

תשובות נכונות

קשר בין המטלות השונות

נמצאה שונות מובהקת בין המטלות השונות, ואכן ניתן לראות כי ההישגים גבוהים יותר במטלה המשווה את המוליכות החשמלית מאשר במטלה המשווה את השינוי בנר./ג.ה..

קבוצות המחקר

נמצאה שונות מובהקת בין קבוצות המחקר במטלה הבוחנת מוליכות חשמלית: לקבוצת הניסוי הישגים גבוהים מההישגים בקבוצת הביקורת. במטלה הבוחנת שינוי בנר./ג.ה. קיימים הבדלים, אך הם אינם מובהקים מבחינה סטטיסטית.

תגובות אינטואיטיביות

קשר בין המטלות השונות

נמצאה שונות מובהקת בין תגובות אינטואיטיביות של תלמידים במטלות הבוחנות מוליכות חשמלית לבין מטלות הבוחנות שינוי בנר./ג.ה.: למספר רב יותר של תלמידים היו תגובות אינטואיטיביות במטלות הבוחנות שינוי בר./ג.ה..

קבוצות המחקר

נמצאה שונות מובהקת בין קבוצת הניסוי לבין קבוצת הביקורת בשני סוגי המטלות. בשתי המטלות נצפו פחות תגובות אינטואיטיביות בקרב התלמידים של קבוצת הניסוי.

בהמשך אתאר את סוגי הקשיים של תלמידים בפתרון מטלות בנושא שלא נלמד בצורה פורמאלית.

1. התלמידים קובעים כי המטלות הדנות בשינוי של נקודת רתיחה או של נקודת קיפאון אינן ברורות, והם מבלבלים בין שינוי בנקודת רתיחה או בנקודת קיפאון של חומר נקי (הנלמד בצורה פורמלית) לבין תמיסה מימית.

עינת: קוראת את השאלה.

ת: אהה... מה הכוונה?

מ: הסברתי לה. נראה לך שיש בעיה בשאלה זו?



ת: כן. מוצר... א... זו שוב מסה-מאריא. נקודת קיפאון קטורה זמסה-מאריא... כן... גודל מולקולה.

ענבר: ... נקודת רתיחה, יש הרבה גורמים שמשפיעים.

מ: אילו גורמים?

ת: כל מה שקשור למסה מאריא וזהו!...

שלי: רגע, אני חושבת מה יש לי! אני לא מזינה את הנתון. מה למא אומרת נמצא ביחס ישר אריכוז החלקיקים המומסים? מה הקשר אריכוז? אם אריכוז גדול אז גם זה גדול? אז מה???

בהמשך לא הבינה כי נושא זה לא נלמד בכיתה:

למדת על נקודת קיפאון זכאת, אזל לא על יחסים ישרים.

2. קיים קושי בהבנת הדרך שבה כמות החלקיקים בתמיסה משפיעה על השינוי בנקודת רתיחה.

רותם:

ת: צ"ל שונה.

מ: למה?

ת: כי כאן יש יונים. התמיסה זשני הכאים לא שווה. שזשיו... למי שינוי גדול יותר... אזלי הראשון.

מ: מדוע בכלי הראשון?

ת: כי אם זה ביחס אריכוז החלקיקים המומסים... אם

אני מזינה נכון... ככל שיש יותר חלקיקים, יותר ריכוז של חלקיקים... יהיה שינוי גדול יותר...

3. קיים קושי בהבנת המושג "חלקיק".

אירנה:

מ: ... מה הבעיה עם CuSO_4 ?

ת: כי הוא יוני, ואני לא יודעת להגיד שהוא חלקיקים...

לירון עונה במהירות על שתי המטלות המשוות מוליכות. במטלה השלישית, המשווה נקודת קיפאון של שתי תמיסות, היא מהססת:

מ: למה את מהססת?

ת: הא... אני גומה שקשר אינסוף. מה זה 1 מול חלקיקים?...
... " בהמשך עונה היטב.

מ: נראה כי את עדיין חושבת.

ת: כן! כי יש לי צייה מה זה 1 מול חלקיקים.

דיון ומסקנות

שאלת מחקר מספר 1

האם תגובות תלמידים המתמחים בכימיה ומנסחים כראוי תגובות המסה, מושפעות מהכלל האינטואיטיבי "A שווה - B שווה"?

שימוש בכלל

תלמידים קבעו כי בהמסה של מספר שווה של מולים של חומר (A שווה), יתקבלו תמיסות עם תכונות של הולכה חשמלית ושינוי בנקודת קיפאון או בנקודת רתיחה שוות (B שווה). תלמידים אלה מזהים כמויות שוות של חומרים ומגיבים אינטואיטיבית בהתאם לכמויות, למרות שנתון מידע שבעזרתו ניתן לקבוע כי לתמיסות השונות תכונות שונות.

א. השוואה בין תגובות של תלמידים לשאלות המתייחסות לתכונות השונות של התמיסות
אחוז גבוה יותר של תגובות אינטואיטיביות (שווה-שווה)

נמצא במטלות המשוות את השינוי בנקודת רתיחה או בנקודת קיפאון, לעומת המטלות המשוות את המוליכות החשמלית של תמיסות (21% לעומת 11%). מסתבר כי במטלות אלו (המשוות את השינוי בנקודת רתיחה או בנקודת קיפאון) לאחוז נמוך יותר מהתלמידים תשובות נכונות ולאחוז גבוה יותר תשובות שגויות (שאינן אינטואיטיביות).

נתונים אלה מצביעים על קושי בפתרון מטלות המשוות שינוי בנקודת רתיחה או בנקודת קיפאון בקרב תמיסות שונות - נושא שאינו נלמד בצורה פורמלית בבית-הספר, לעומת השינוי במוליכות החשמלית של תמיסות - נושא הנלמד בצורה פורמלית.

ניתן לשער כי הבדלים אלה נובעים מאחת מן העובדות הבאות או משתייהן: 1. לתלמידים קושי להתמודד עם המטלות בנושא שאינו נלמד בצורה פורמלית, והם מנסים למצוא פתרונות אלטרנטיביים: תגובות אינטואיטיביות 2. הכללים האינטואיטיביים מופעלים בהתאם למצב; ידע פורמלי חזק וזמין מאפשר להתגבר על הנטייה לתגובות אינטואיטיביות.

ב. השוואה בין חומרים שונים

תלמידים המתמחים בכימיה בתיכון, לומדים ומתרגלים מטלות העוסקות במוליכות החשמלית של תמיסות יוניות ושל תמיסות מולקולריות. במחקר נמצא כי אין הבדל באחוז התגובות האינטואיטיביות בהשוואה בין חומרים אלה (יוני ומולקולרי) לבין חומרים שאין מתרגלים אותם בכיתה (שני חומרים יוניים). ניתן לשער כי תלמידים המתרגלים בעזרת דוגמאות ספציפיות של חומרים, מסוגלים לענות על מטלות העוסקות בחומרים אחרים.

תלמידים אלה ענו בהתאם לכלל האינטואיטיבי "יותר מ-A יותר מ-B": בהשוואה של שני גופים שיש להם תכונה חיצונית בולטת $A_1 > A_2$, תלמידים מייחסים גם לתכונות כמותיות אחרות B יחס דומה $(B_1 > B_2)$

(Stavy & Tirosh, 2000). תלמידים אלו רואים מולקולה גדולה ומגיבים אינטואיטיבית בהתאם לגודלה למרות ידע פורמלי מתאים. מיעוט תגובות אינטואיטיביות מסוג זה מצביע על אפשרות כי תרגול וידע בניסוח תגובות המסה של סוכר מונעים מתלמידים תגובות אינטואיטיביות הנובעות מגודל החלקיק.

שאלת מחקר מספר 2

האם התערבות המתרגלת ניסוח משוואות המסה וחישוב מספר החלקיקים, מורידה את אחוז התלמידים העונה בהתאם לכללים האינטואיטיביים? שאלון לתרגול הידע הנדרש לפני פתרון מטלות השוואה (קבוצת הניסוי).

התרגול המתבצע לפני המטלות משפר את הישגי התלמידים. יש עלייה בהישגים במטלות הנלמדות בכיתה: כאשר תלמידים חוזרים על ידע הנדרש לפתרון, הם רוכשים ראייה התואמת את הפתרון המוכר ומקלה עליהם להגיע לפתרון זה. במטלות שאינן מוכרות (השוואה של נקודת רתיחה ונקודת קיפאון בין תמיסה שבה מומס מול חומר יוני לבין תמיסה שבה מומסים מול חלקיקים) לתלמידים יש קושי בפתרון, ולכן חזרה על ידע אינה משפיעה על ההישגים.

שלושה תלמידים אשר ענו על שאלון שבו לא היה תרגול לפני שאלות ההשוואה (שאלון ביקורת), קבעו בריאיונות כי אילו ניסחו תחילה את תגובות ההמסה, היה פתרון השאלון קל יותר.

סיכום ומסקנות

במחקר זה מצאתי כי גם תלמידים בעלי הידע פורמלי הדרוש, מושפעים מהכלל האינטואיטיבי "שווה ב-A - שווה ב-B", כאשר הם משיבים על מטלות השוואה. מצאתי גם כי התערבות המתרגלת את הידע הפורמלי הדרוש עשויה לשפר את תשובותיהם למטלות ההשוואה.

בחרתי להציג דוגמאות דומות מתחומי ידע נוספים מבחינות הבגרות בכימיה:

1. אנרגיה

א. תשנ"ח שאלה מס' 1, סעיף ט':

נתונים ערכים שונים עבור קיבול חום של 4 מתכות. מכל מתכת לוקחים מדגם של 10 גרם ומחממים ע"י אותה כמות אנרגיה. מהי הטמפרטורה בתום החימום? 76.5% ענו היטב, כי יש יחס הפוך בין הערך של קיבול החום הסגולי לבין הטמפ' הסופית. 17% ענו: קיבול חום גבוה יותר (A גדול), טמפ' סופית גבוהה יותר (B גדול).

ב. תשנ"ז שאלה מס' 1, סעיף י'.

ערכו שני ניסויים: בראשון ערבבו 100 מ"ל תמיסת $0.2M HCl_{(aq)}$ עם 100 מ"ל $0.1M Ba(OH)_{2(aq)}$. בניסוי שני ערבבו 100 מ"ל תמיסת $0.2M KOH_{(aq)}$ עם 100 מ"ל $0.1M H_2SO_{4(aq)}$. האם כמות החום הנפלטת שווה בשני הניסויים, אם לא - היכן נפלט יותר חום? 55.7% ענו נכון.

30.2% ענו כי יש יותר $H_3O^+_{(aq)}$, לכן לא יכולה להיות תשובה זהה. 2. תגובות שיקוע

תשנ"ח שאלה מס' 1, סעיף ז'.

ערבבו 100 מ"ל תמיסת $1M Pb(NO_3)_{2(aq)}$ עם 100 מ"ל תמיסת $1M KI_{(aq)}$. נוצר משקע $PbI_{2(s)}$. מהי המסה המרבית של המשקע שהתקבל? 57.5% ענו היטב.

32.5% ענו כי לוקחים כמויות מולים שוות של חומרים, לכן יתקבל אותו מספר מולים. אין התייחסות לעובדה שיחסי התגובה אינם 1:1.

3. חומצות ובסיסים

תשנ"ז שאלה מס' 1, סעיף ט'.

ל-50 מ"ל תמיסת $1M HBr_{(aq)}$ הוסיפו 0.1 מול $Na_2O_{(s)}$. מה יהיה ה-pH בתום התגובה? 78.3% ענו היטב,

14.5% התייחסו לתשובה המתאימה לתגובה שבה יחסי המולים הם 1:1 ולא 1:2 כפי שצריך להיות.

4. אלקטרוליזה

תשנ"ו שאלה מס' 1, סעיף ד'.



ב. ראוי להקנות לתלמידים שלבים מוגדרים בפתרון מטלה, למשל: ניסוח תגובות לפני פתרון מטלה המבוססת על תהליך כלשהו.
ג. ראוי לבדוק אם התלמידים מבינים כהלכה את המושגים הנדרשים לפתרון מטלה ופועלים בהתאם.

כמה מול אלקטרונים עוברים באלקטרוליזה של 3.0 גרם Li_2O מותר?
70.7% ענו תשובה נכונה.
19.2% התייחסו ל-1 מול אלקטרונים העובר ל-1 מול חומר.

רשימת מקורות

Fischbein, E. (1987). *Intuition in Science and Mathematics: An Educational Approach*. Dodrecht, Holland: Reidel.

Stavy, R., & Tirosh, D. (2000). *How Students (Mis)understand Science and Mathematics: Intuitive Rules*.

בר דב, ז. (1996, 1997, 1998). ניתוח בחינות הבגרות, 3 יח"ל. הוצאת מכון ויצמן למדע, המחלקה להוראת המדעים, קבוצת הכימיה.

ובכן, מה עושים?

במחקר נמצאו המסקנות האלה:

הוראה בעזרת שאלון שבו תרגול הידע מקדים את המטלה, ומטלות הבוחנות ידע שנלמד בצורה פורמאלית, הראתה שיפור בהישגים וירידה בתגובות אינטואיטיביות.

מכאן נובעות ההמלצות האלה:

א. ראוי ללמד ולתרגל היטב את הבסיס הנדרש לפני הצגת מטלה בפני התלמידים.

הטכניון – מכון טכנולוגי לישראל
המחלקה להוראת הטכנולוגיה והמדעים



המרכז להשתלמויות עובדי הוראה
טלפון: 04-8293105 / 04-8293133
פקס: 04-8295634
דואר אלקטרוני: shrira@tx.technion.ac.il

קבוצת הכימיה והסביבה
טלפון: 04-8293796 / 04-8292171 / 04-8292159
דואר אלקטרוני: orither@tx.technion.ac.il

סדנת מורים מובילים להוראת יחידות לימוד חדשות בכימיה

בשנת הלימודים תשס"ו, תיפתח בטכניון, במחלקה להוראת הטכנולוגיה והמדעים, סדנת למורי כימיה בהיקף של 112 שעות. הסדנה תיערך בימי רביעי בשעות אחה"צ ותיפתח ב-9 לנובמבר.

במהלך הסדנה תוצגנה **שש מבניות חדשות** אשר פותחו בהתאם לקווים המנחים בסילבוס החדש בכימיה.

המבניות אשר פותחו בטכניון: "תגובות כימיות - היבטים אנרגטיים ודינאמיים" - יחידת חובה בשלוש יחידות לימוד; "טעם של כימיה" - יחידת בחירה בשלוש יחידות לימוד בתחום כימיה של מזון; "קריאת מאמר מדעי מעובד וניתוחו" - יחידת חובה בשלוש יחידות לימוד; "כימיה מכל וחול" - מנוככימיה למיקרואלקטרוניקה" - יחידת בחירה בחמש יחידות לימוד.

המבניות אשר פותחו במכון ויצמן: "יחסים וקשרים בעולם החומרים" - יחידת חובה בשלוש יחידות לימוד; "כימיה... זה בתוכנו" - יחידת בחירה בשלוש יחידות לימוד.

במהלך הסדנה תוצגנה המבניות בשלוש רמות:

- העשרה מדעית - הרחבת מושגים וידע תכני בנושאי המבניות;
- הצגת חומרי הלימוד אשר פותחו - תכנים ופעילויות, על ידי צוותי הפיתוח;
- סדנה פעילה למורים, על הוראה והערכה של חומרי הלימוד שהוצגו, בשילוב ניסויים, סרטים, סיור לימודי ופעילות מתוקשבת.

לפרטים והרשמה ניתן לפנות לגב' זיוה שרירא, מזכירת המרכז להשתלמויות עו"ה בטכניון.

נשמח לראותכם בסדנה,

צוות הסדנה

פרופ' יהודית דורי - ראש הפרויקט

ד"ר אורית הרשקוביץ - מרכזת

חומר הדרכה לתכנית "כימיה בגישה חוקרת"

רלי שור*



בהמשך מצורפת דוגמה לעיבוד של ניסוי מס' 2 - ניסוי
בבקבוק II כפי שהוא מופיע במדריך.

● בפרק הרביעי מובא אוסף של מגוון הזדמנויות לחקר
כגון: חומר המצוי בכתובים, מאגרי מידע מודפסים
או אלקטרוניים, הדגמות מוסרטות, פרטים מתוך
סרטים, סרטונים, סיוורים וכו'.

● הפרק החמישי מכיל מידע, הדרכה ורעיונות לביצוע
מיני-מחקרים.

● הפרק השישי מכיל מידע בנושא ההערכה של
פעילויות החקר, הבקרה על ההערכה כמו גם הדרכה
למילוי המחויבויות על פי דרישות משרד החינוך.

כמו כן מצורפים רשימה ביבליוגרפית, חומר עיוני מומלץ,
נספחים וכו'.

באתר שכתובתו:

<http://stwww.weizmann.ac.il/g-chem/heker>

נמצאות הנחיות לביצוע של כ- 100 ניסויי חקר וסיווג
הניסויים על פי נושאי הלימוד, "כרטיסי ניסוי" לרבים
מן הניסויים ובהם פרטים כלליים, חומר שנועד למורים
וללבורנטים.

האתר בנוי כך שמאפשר עדכון שוטף והוספת רעיונות
והצעות של צוות הפיתוח וגם של מורים המפעילים את
התכנית.

כמו כן יש באתר מצגות וחומרי עזר מגוונים בנושאים
שונים, לרשות ולנוחות המפעילים את התכנית.

עד שנת הלימודים תשס"ה הופעלה התכנית על-ידי
כ-160 מורים בכ-90 בתי ספר בכל רחבי הארץ. על
פי נתונים של הפיקוח על הוראת הכימיה, מספר
התלמידים המשתתפים בהפעלת התכנית בשנת
הלימודים תשס"ה, היה 3575.

בקרב יציא לאור חומר הדרכה למורים המפעילים את
התוכנית "כימיה בגישה חוקרת" המורכב מאוגדן מודפס
ואתר מלווה. התכנית "כימיה בגישה חוקרת" מעניקה
אוטונומיה רבה למורים ומאפשרת גמישות, ולכן אחד
המאפיינים העיקריים שלה הוא דינמיות מתמדת. לפיכך
חומר ההדרכה למורים חייב להיות ערוך כך שתהיה
אפשרות לשנותו, לשפרו ולהתאימו למצבים שונים,
למטרות ולאוכלוסיות יעד שונות.

כדי שיקויים האמור לעיל, חומר ההדרכה למורים
המפעילים את התכנית "כימיה בגישה חוקרת" מורכב
מאוגדן הדרכה המכיל בעיקר את הגרעין ה"קבוע",
בתוספת חומרים שניתן לשנות ולהתאים לפי הצורך.
חומרים אלה מצויים גם באתר אינטרנט מלווה.

חומר ההדרכה המודפס מכיל שישה פרקים עיקריים,
מבוא ונספחים, מובא כאוגדן, ובכך מתאפשרת הוספת
חומרים ושימוש בדפי ההנחיה כמקור לשכפול.

להלן פירוט התכנים של הפרקים:

● פרק המבוא מכיל פרטים על התכנית - רציונל,
מטרות ועקרונות.

● הפרק הראשון מוקדש לבטיחות.

● הפרק השני מטפל במיומנויות ובאסטרטגיות ההוראה
הנחוצות למורים לצורך הפעלת התכנית ובדרכים
להפנמתן. בפרק יש התייחסות גם למיומנויות
הדרושות לתלמידים לצורך לימוד "בגישה חוקרת".

● הפרק השלישי מכיל הנחיות למורים שמטרתן לסייע
בהדרכת הביצוע של מספר רב של ניסויי חקר,
בתוספת רקע מדעי ומובאות בו הערות בעקבות
ביצוע, דוגמאות תוצרים וכו'.

* רלי שור, מפתחת התוכנית "כימיה בגישה חוקרת", המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע, רחובות.



הכימיה היא מדע ניסויי, אך במשך השנים, בחטיבה העליונה של בית הספר התיכון ובכיתות של תלמידים המתמחים בכימיה, הלכה והצטמצמה החשיפה לעבודה מעשית. הסיבה הרשמית שניתנה היא מחסור חמור בזמן, לאור העובדה שיותר ויותר בתי ספר עברו לחלוקה של בחינת הבגרות בין כיתות יא' ו-יב', בלי שניתנה תוספת שעות לצורך כך. גם הצמצומים שבוצעו לאחרונה בהיקף חומר הלימוד לא אפשרו להתגבר על הבעיה. סיבה נוספת, המושמעת הרבה פחות אך משמעותית אף היא, נעוצה בעובדה שפעילויות מעשיות אלה לא בהכרח נכללו בין הנושאים שהרכיבו את ההערכה הסופית של התלמידים.

בקרב מורי הכימיה, וגם בקרב הולומדים הורגש הצורך בטיפול דחוף בחסך בעבודה מעשית. אחת המסקנות המידיות של הוגי הרעיון של תכנית זאת, הייתה שיש לדאוג לכך שדרכי ההוראה והעבודה המעשית יהיו מגוונות, מעוררות עניין ורלוונטיות לתלמידים. כמו כן עליהן לאפשר לתלמידים לעקוב אחר קצב התפתחות הידע המדעי ואחר האפשרויות הרבות להשגת מידע. במסגרת השאיפה למילוי החסך בהיבטים אלה, החלה להתגבש התכנית "כימיה בגישה חוקרת".

ההוראה על ידי חקר בכלל ובהוראת המדעים בפרט, קיבלה תנופה רצינית בעשור האחרון בארץ ובעולם. מזה זמן רב ידוע כי פעילויות הכרוכות בעבודה מעשית הן בעלות תפקיד מרכזי בתכניות הלימודים בכימיה, ובמיוחד הודגשו היתרונות הרבים הקשורים בפעילות תלמידים במעבדה (Lazarowitz & Tamir 1994, Lunetta 1998, Hofstein & Lunetta 2004). פעילויות מעבדה עם הכוונה של חקר, כאשר הן מתוכננות כהלכה, משפיעות על הלמידה בכך שהן מסייעות לבניית עולם המושגים של התלמידים ולהבנת טבעו של המדע.

ניסויי חקר הוגדרו על ידי וולברג והופשטיין (Walberg & Hofstein, 1995) כניסויים שבהם בוחרים התלמידים שאלה שברצונם לחקור, מעלים ומנסחים השערה, מתכננים ניסוי ומבצעים אותו, אוספים תצפיות,

מנתחים נתונים ומסיקים מסקנות בנוגע לתופעות מדעיות. בצורה זאת, התלמידים מפתחים מיומנויות חקר שהן חשובות בפני עצמן אך האפקטיביות של פעילויות החקר היא גדולה במיוחד כשהן צמודות להקשרים מתאימים בתכנית הלימודים ובנושאים הנלמדים. יתר על כן ניסויים המבוצעים על ידי תלמידים, כשהם מוגשים בצורה הולמת משפיעים במידה רבה גם בתחום המוטיבציה. דבר זה נעשה על-ידי הפעלה של מגוון אסטרטגיות שעשויות להתאים את ההוראה למספר רב יותר של תלמידים ולפרקי זמן ממושכים יותר.

כפי שמוזכר על ידי בירנבוים (1997), יעדי הלמידה מנוסחים כיום במונחים של תוצרים (outcomes), הווה אומר מה יהיו התלמידים מסוגלים לעשות, ולא מה יעשו המורים.

השילוב של ניסויי חקר ומיני-מחקרים ("המעבדה החוקרת") עם גישה חוקרת גם בהוראה לא-מעבדתית מעשיר את רפרטואר ההוראה והלמידה וגם מדגים את הדרכים והשיטות שבאמצעותן מתפתח המדע. למען השגת מטרות אלה מושם בתכנית דגש על התחומים הקוגניטיביים והאפקטיביים כאחד.

למורים ניתנת הסמכות והאפשרות להעריך את תלמידיהם. דרך הערכה זאת משתלבת עם כוונות משרד החינוך להעביר חלק מתחומי ההערכה לרמת בית הספר במסגרת מה שקרוי הערכה בית-ספרית. למרות העובדה שההערכה כלולה בציון ההשלמה מ-3 י"ל ל-5 י"ל ("היחידה החמישית"), התכנית בכללותה מיועדת להפעלה בכיתות י"א-י"ב במסגרת דו-שנתית, וזאת על מנת להבטיח פרישה ראויה של הפעילויות המתבצעות והפנמה הדרגתית של מיומנויות החקר.

ניסוי מספר 2 – ניסוי בבקבוק וו

הערה, הניסוי דומה מבחינות רבות לניסוי בבקבוק ו אך הוא מורכב יותר ו"דרמטי" יותר

קיימות אפשרויות נוספות לשינוי האפקטים הצבעוניים וגם של אפשרויות המגוונות את כווני החקר,

- שימוש ב- resazurin גורם לשינוי צבע מאדום לחסר צבע
- שילוב של פנוסופרנין (0.2% phenosofranine) יחד עם מתילן כחול
- שילוב של פנולפתלאין ומתילן כחול
- שילוב של שלושה אינדיקטורים

הניסוי הוא ניסוי חקר פתוח שבו התלמידים מקבלים מערכת מוכנה ומתבקשים לבצע שלב טרום חקר על פי ההנחיות.

ניתן כמובן להפוך את הניסוי למודרך יותר, למובנה יותר, לניסוי גילוי הכל על פי המטרות שמוצבות על ידי המורה.



מטרות

בהוראת הכימיה: להפגיש את התלמידים עם ידע בנושאים:

- חימצון חיזור – רמות חימצון/דרגות חימצון
- שווי משקל
- קינטיקה, קצב של תהליכים, פעולת זרזים, חקירת מנגנון התהליך
- סוכרים, חימצון גלוקוז בסביבה בסיסית
- חומצות ובסיסים – אינדיקטורים והמבנה הכימי שלהם
- אינטראקציה בין קרינה לחומר: צבע, קשר בין מבנה לצבע, קשר בין ריכוז לעוצמת צבע

בהוראת החקר: במהלך הניסוי נחשפים התלמידים לכל מיומנויות החקר ולכן ניתן באמצעותו לפתח כל אחת מהן: תצפיות, שאלת שאלות, הגדרת משתנים, ניסוח שאלת חקר, ניסוח השערת חקר.



הצעות/המלצות נוספות/מפורטות מניסיונם

של מורים שניסו

- מוטיבציה – מאד מתאים למטרה זאת
- חקר פתוח – ללא ידיעת מידע על החומרים המשתתפים בתגובה
- חקר מודרך – למציאת מנגנון אפשרי לתגובה (לאחר קבלת מידע על החומרים)
- חקר מודרך – חקירה של גורמים המשפיעים על מהירות התגובה
- ניסוי הדגמה – פתיחה לדין במנגנון התהליך על ידי הדגמת שלב הטרום חקר.



דרישות ידע מוקדם:

היות ולניסוי פוטנציאל רב בתחום ההנעה (המוטיבציה) אפשר לבצע אותו כניסוי פתיחה ללא כל ידע מוקדם. על פי המטרות בהוראת הכימיה צריך להתאים את דרישות הידע המוקדם.



מיקום ברצף ההוראה:

יש להתאים את מיקום הרצף על פי המטרות בהוראת הכימיה ו/או בהוראת החקר.



חלוקת זמן:

רצוי לחלק את הפעילות לשלושה חלקים:

● שלב טרום חקר כ: 60 - 90 דקות

● שלב החקר כ: 60 - 90 דקות

● סיכום הניסוי והצגת תוצרי התלמידים כ: 45 דקות.



הערות בטיחות ספציפיות:

יש להבטיח שהכלים לא ייפתחו - התמיסות מכילות ריכוז די גבוה של בסיס. ולהקפיד על בטיחות בניסויים שתלמידים יציעו.



דוגמאות לתצפיות שנרשמו ע"י תלמידים:

- שינויי הצבע במהלך הניעור/הטלטול ואחריו
- עוצמת הצבעים בפעולות החוזרות
- מדידת הזמן עד להעלמות/הופעת הצבעים
- טבעות אדומות/ירוקות על פני הנוזל
- צבע אדום/ירוק על דפנות הכלי ועל הפקק
- בועות גז מסביב לפקק



דוגמאות לכווני חקר שהוצעו ע"י תלמידים:

● חקירת הגורמים המשפיעים על עוצמת הצבע.

- מספר הטלטולים

- עוצמת הטלטולים

- כמות הגז / נפח הכלי

● הגורמים המשפיעים על זמן העלמות / הופעת הצבע

pH, ריכוז התמיסה, טמפרטורה, מספר הטלטולים, עוצמת הטלטולים, נפח הנוזל נפח הכלי, סוג הגז, כלי פתוח / סגור, צורת הערבוב.

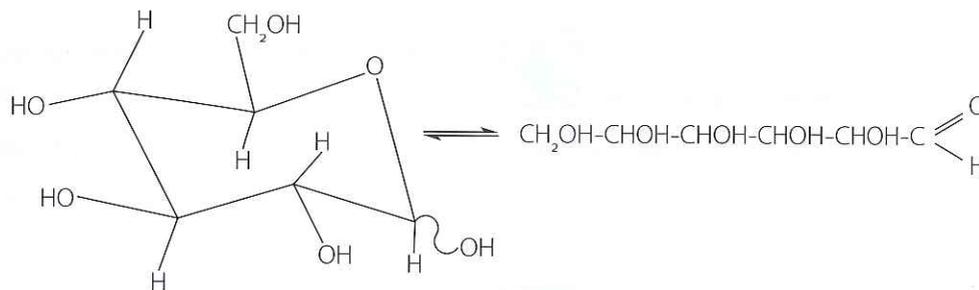


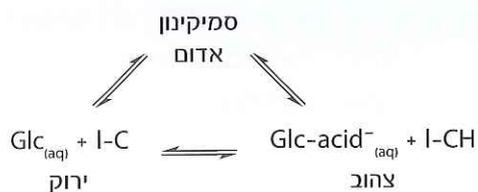
בסיס מדעי לניסוי:

בניסוי מדובר בחמצון גלוקוז (Glc) - $C_6H_{12}O_6$. בתמיסה מימית של גלוקוז קיים מצב שווי-משקל בין המבנה הפתוח לבין המבנה הטבעתי (המיאצטאל) שריכוזו דומיננטי (מעל 99%):

ה"טלטל" ~ מסמל תערובת של אנומרים α (כ-40%) ו- β (כ-60%). בין צורות אלה קיים מצב שווי משקל "העובר" דרך המבנה הפתוח.

רישום בצורה זאת השגור על מורים שמתמחים בסוכרים:





מידע על אינדיגו כרמין

כְּרָמִין הוא אינדיקטור שצבעו אדום הדוהה בשמש ובאוויר.

אינדיגו הוא אינדיקטור שצבעו כחול מטאלי, שצבעו דוהה באור, מסיסותו במים, כהל, באתר ובחומצות חלשות - אפסית. צבע תמיסתו בממסים קוטביים - כחול ובממסים לא קוטביים - אדום.

נוסחתו של האינדיגו, $C_{16}H_{10}N_2O_2$. על ידי סולפונציה של אינדיגו, מתקבל אינדיגו כְּרָמִין שנוסחתו $C_{16}H_8N_2Na_{208}S_2$ (שתי הקבוצות הסולפוניות SO_3 נמצאות בעמדות מטא על הטבעות הקיצוניות)

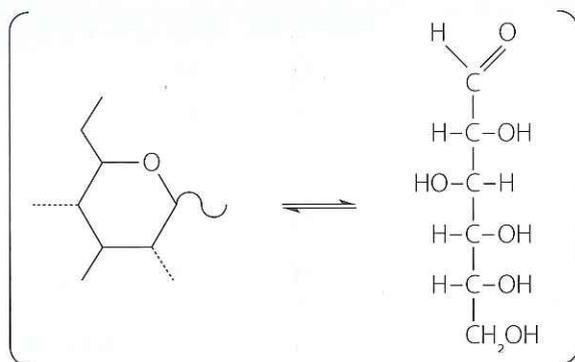
ראו נוסחות המבנה בעמוד הבא.

בצורתו הנתונה, צבעו כחול - ירוק ובצורה המחוזרת (כששתי הקבוצות הקרבונליות חוזרו לקבוצות הידרוכסיליות) הצבע צהוב.

אחת ההשערות להסבר התופעה של שינויי הצבעים היא כי בשל הנוסחה המורכבת ניתן להגיע לרמות חימצון שונות על ידי הוספת כמויות שונות של חמצן (ניעור או טלטול) שבכל אחת מהן גוון החומר שונה כך להגיע מן הצבע הצהוב המקורי לצבע ביניים אדום של סמיקינון ולצבע הירוק (ס"ה צבעי הרמזור ומכאן הכינוי הנפוץ לניסוי).

הערה, סמיקינון semiquinone בהגדרתו הכללית הוא רדיקל שמתקבל על ידי מעבר אלקטרון לקינון כשמתקבל חלקיק שבו אלקטרון בודד וגם מטען שלילי. במקרים רבים סמיקינון יוצר דימרים שהם פרוקסידים.

במקרה זה הסמיקינון "כפול" על כל אחת מן הקבוצות בקרבונליות - במקום אטום המימן, על החמצן נמצא אלקטרון ומטען שלילי.



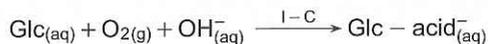
חמצון גלוקוז בסביבה בסיסית נעשה באמצעות ה"מתווך" אינדיגו כרמין - indigo carmine שצורתו המחומצנת (העשויה לעבור חיזור) שצבעה ירוק תסומן בתרשים, לשם קיצור, ב-I-C. צורה המחוזרת (העשויה לעבור חמצון) שצבעה צהוב תסומן ב-I-CH. הצבע האדום נגרם על ידי סמיקינון שנוצר בשלב ביניים.

הערה לגבי סמיקינון בהמשך.

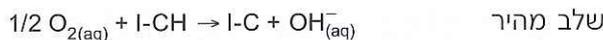
צורת I-CH באמצעות חמצן מן האוויר, עוברת חמצון. האינדיקטור משנה צבע ובהמשך גורם לחמצון הגלוקוז, בעיקר לאניון של חומצה גלוקונית - $C_6H_{12}O_7$ שיסומן בתרשים $Glc-acid^-_{(aq)}$.

הערה, גלוקוז בסביבה בסיסית משתתף במגוון של תהליכים נוספים שטיפול בהם לא יוסיף להבנת המתרחש בניסוי.

ניסוח סכימטי של התגובה:

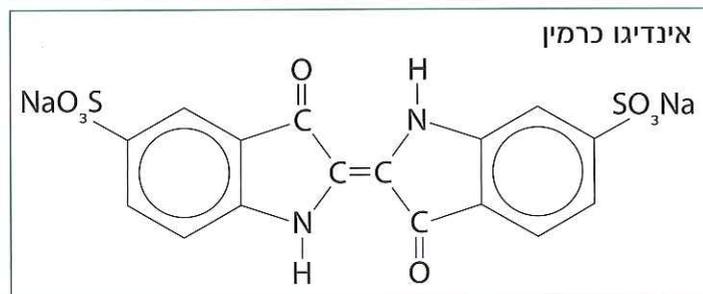
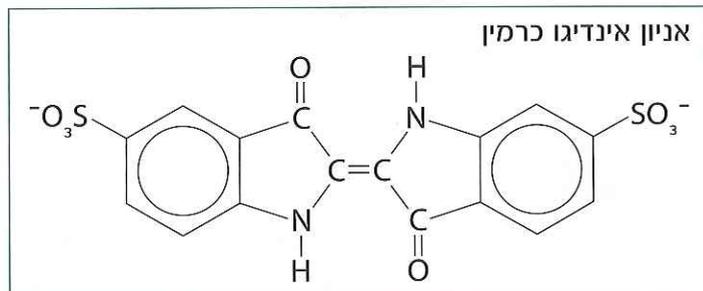
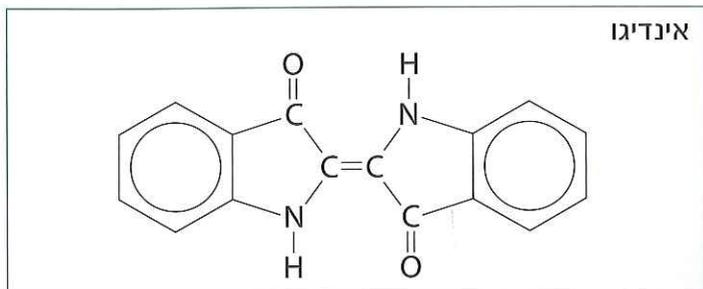


מנגנון משוער של התגובה:



או על פי שלבי הביצוע,





משתמשים בו גם, תחת השם indicarmine לבדיקות תפקודי כליות, כצבע מאכל, לגילוי ניטראטים וכלוראטים, בבדיקות חלב, לצביעת חוטים בניתוחים.

"The true worth of an experimenter consists in his pursuing not only what he seeks in his experiment, but also what he did not seek."

Claude Bernard (1813-1878)





יחידת המעבדה בדגש תעשייתי - מיזם תעשייתי

מירי קסנר*

מבוא

לתכנית המיזם התעשייתי שעברה תהליכי שינוי רבים במהלך השנתיים האחרונות ניתן לקרוא כיום **יחידת המעבדה בדגש תעשייתי ויישומי בחיי היומיום**. תכנית זו משתלבת בתכנית הלימודים החדשה בכימיה כיחידת מעבדה ובמקביל ליחידות המעבדה האחרות המופעלות בשטח. ככל שאר תכניות המעבדה היא מורכבת ממספר מוגדר של ניסויים ברמות שונות של חקר ומפעילויות מתוקשבות (ראו פירוט במאמר הראשון המופיע בגיליון מס' 7 של "על-כימיה", עמ' 28-34).

ייחודיות התכנית היא בנושאים העומדים בבסיס הפעילויות אשר עוסקות ביישומים של עקרונות הכימיה בחיי היומיום ובתעשייה. חשוב להדגיש כי אין חובה ללמד נושא תעשייתי כלשהו במקביל ליחידת מעבדה זו. עם זאת מומלץ לשלב בתכנית היבטים ועקרונות מרכזיים מהתעשייה הכימית לגווניה. לשם כך מומלץ להשתמש בפרקים ובנושאים המצויים בספרי הלימוד הקיימים בנושאי התעשייה וכמו כן בחומרי ההדרכה וההעשרה היכולים להוות רקע לפעילויות. לכל פעילות חשוב למצוא חומרי למידה מתאימים אשר יבססו את הבנת הנושא ויקשרו אותו הן עם נושאי הכימיה הנלמדים בפרקים השונים והן עם "עולם האמיתי", שבו נושאים אלו מקבלים משמעות ועניין.

גיוון ההוראה מצד אחד, והרלווטיות והיישומיות של הנושאים לחיי התלמידים מצד שני, הם המפתח להעלאה של המוטיבציה ללמידה ושל העניין בנושאי הלימוד.

לפיכך בכל תכנית אנו ממליצים על מגוון דרכי הוראה המלוות את ניסויי החקר במעבדה ואת החקר העיוני וברשת. מומלץ לצאת אל משימות החקר או התיכון על ידי שימוש במגוון דרכים: ניסוי מקדים, קטע עיתונות, כתבת טלוויזיה, סרט, סיור לימודי וכד'. לעתים קרובות, לאחר פתיחת הנושא באחת מדרכי הוראה אלו, התלמידים מקבלים מספר שאלות ומשימות תוכן מקדימות שבעזרתן הם לומדים נושא חדש. רק אחרי רכישת הידע הבסיסי הנדרש הם ניגשים למשימות החקר במעבדה.

חשוב לא פחות הוא השלב של הסיכום הכיתתי והבניית הידע הכימי לאחר הפעילות במעבדה או ברשת. מצד אחד ביסוס ההקשרים לעקרונות הכלליים בכימיה המיושמים בפעילות, ומצד שני סגירת המעגל וסיכום התכנים החדשים המוקנים לתלמידים תוך כדי הפעילות.

היבט חשוב שנוסף בשנים האחרונות, לאור פרסום הסילבוס החדש של הוראת הכימיה, הוא המיומנויות שיש להקנות לתלמידים. ביחידת המעבדה בדגש תעשייתי ויישומי בחיי היומיום, אנו מדגישים מיומנויות מגוונות: חקר ותיכון במעבדה, מחשב ותקשוב, חיפוש מידע ומידענות ברשת, עבודה בקבוצות והוראת עמיתים, עיבוד והצגת מידע ועוד.

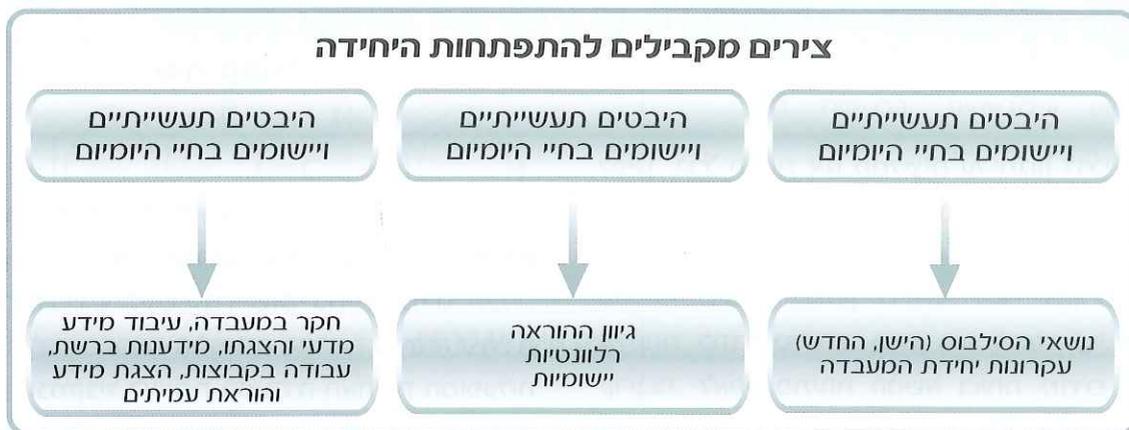
לפיכך תכנון המסגרת הכללית של התכנית של יחידת המעבדה בדגש תעשייתי צריכה להתייחס לשלושה צירים מקבילים, ראה סכימה בעמוד הבא:

תודה לשרה שני על השותפות בעשייה ולכלל המורים שהם אלק בלתי נפרד מהתכנית ותורמים לצמיחתה ביצירתיות ובאסירות.

* ד"ר מירי קסנר, קבוצת הכימיה, המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע ומכון דוידסון לחינוך מדעי.
** כתובת האתר: <http://stwww.weizmann.ac.il/g-chem/learnchem>



צירים מקבילים להתפתחות היחידה



מחוונים להערכה והנחיות לבחינה בע"פ ועוד. כמו כן מכיל האתר מאגרי מידע וחומרי למידה המהווים תשתית נרחבת המותאמת ליישום התכנית: מאגר חומרים, מאגר מפעלים, גלריות (מאמרים, מצגות, תמונות, תרשימי זרימה, סרטונים) והפניה למאגרי מידע ברשת.

הכשרה והתפתחות מקצועית של המורים

אנו נוקטים במגוון אמצעים כדי לתת למורים המאמצים את התכנית את התמיכה והליווי המתאימים וכדי לתרום להתפתחותם המקצועית. זאת אנו עושים ע"י האמצעים האלה:

- חשיפה בכנסים, בסדנאות מורים באזורים השונים ובמרכזי פסג"ה.
- השתלמויות קיץ בנות 3-4 ימים למורים הרוצים להצטרף לתכנית.
- ליווי שוטף של המורים ביעוץ, תמיכה ועזרה בתכנון והפעלה.
- ימי מפגש במהלך השנה (בחופשות) שבהם מורים המפעילים את התכנית מעלים בעיות, מחליפים דעות, מציגים ניסויים חדשים שפיתחו ומתעדכנים בדרישות על פי הסילבוס החדש.

כדי להפנים את עקרונות התכנית, התלמידים מתבקשים בסיכום בכתב לכל פעילות להתייחס לשאלות הבאות:

- מהו הקשר לתכנית הלימודים ולעקרונות הנלמדים?
- מהו הקשר לחיי היומיום?
- מהו הקשר לתעשייה?
- מהן המיומנויות החדשות שרכשתי?

חומרי למידה והדרכה

כאמור, ספרי הלימוד בנושאי התעשייה יכולים לשמש כרקע מתאים לעיסוק במגוון נושאים במסגרת התכנית. דוגמאות לנושאים המצויים בספרי הלימוד: תהליכי ייצור והפרדת חומרים, בטיחות במעבדה ובתעשייה, סיכונים בשימוש בחומרים, חומרי מבנה וקורוזיה, מוצרים ושימושיהם (דשנים, מעכבי בעירה, חומרים לחיטוי מים ועוד). כמו כן קיימות מספר חוברות הדרכה לסיוור במפעלי תעשייה הכוללות ניסויים רבים הקשורים לתהליכי הייצור במפעלים או למוצרי תעשייה.

באתר הלימודי "כימיה ותעשייה כימית בשירות האדם" (שכתובתו <http://stwww.weizmann.ac.il/g-chem/learnchem/>) מוקדש חלק חשוב בתפריט ליחידת המעבדה בדגש תעשייתי-מיזם תעשייתי ובו: אוסף ניסויים ממוינים על פי רמות שונות של חקר, הצעות לפעילויות, דוגמאות לתכניות בית ספריות, דוגמאות של

- "כנס בסגנון הוראת עמיתים" בסוף שנה שבו מורים מציגים את תכניהם, פעילויות שפיתחו, תלמידיהם ומוצרי למידה של תלמידיהם.

הערכה

יחידת המעבדה בדגש תעשייתי ויישומי בחיי היומיום, כמו שאר יחידות המעבדה, מלווה בהערכה חלופית. התלמידים אוספים בתלקיט (פורטפוליו) את תוצרי הפעילויות השונות לאורך כל שנות הלימוד.



דוגמאות לתלקיטים של תלמידים

כל התלמידים בוחרים להגיש לקבלת ציון 10 פעילויות בהיקף של יחידה אחת ו-5 פעילויות בהיקף של חצי יחידה. כמו כן מצרפים התלמידים לתלקיט דף משוב (רפלקציה) ובו הם מתייחסים באופן אישי, על פי שאלות הניתנות על ידי המורים, הן לצד הלימודי והן לצד הריגושי של התכנית.

בסוף השנה נערכת בחינה בעל-פה המתמקדת במיומנויות החקר במעבדה. לצורך הבחינה בע"פ התלמידים בוחרים 3 ניסויים, שניים מתוכם ברמה 2 (כאשר ההיקף הוא יחידה שלמה), ו-2 ניסויים, מתוכם אחד ברמה 2 (כאשר ההיקף הוא חצי יחידה). חלק בלתי נפרד מהבחינה בעל-פה הוא התייחסות אישית של התלמידים להיבטים ריגושיים כמו: מה אהבת/לא אהבת במיוחד? מה עניין אותך/לא עניין במיוחד? וכד'.

כמו כן אנו מוסיפים שאלות המתייחסות לייחודיות התכנית, כמו: האם למסקנות הניסוי יש יישומים בחיי היומיום? האם למסקנות הניסוי יש יישומים בתעשייה? ההערכה הסופית ליחידת לימוד זו מורכבת מהערכת המורים את התלקיט, המהווה חלק עיקרי בציון הסופי, ומציון הבחינה בעל-פה המהווה כ-12.5% מהציון הסופי.

בכל בתי הספר שבהם יושמה התכנית נערכות הבחינות בע"פ ע"י מפתחי התכנית או ע"י מורים שיש להם ותק של שנה לפחות בתכנית.

לאחר הפעלת התכנית במהלך מספר שנים, אנו יכולים לומר בבטחה כי התוצאות מרשימות מאוד. מרבית התלמידים מגיעים להישגים גבוהים מאוד ומראים רמת אוריינות גבוהה ביותר בבחינות בעל-פה. מרבית התלמידים מציינים כי הם נהנים הנאה מרובה מהתכנית וממליצים עליה לתלמידים אחרים, גם כאשר טוענים שהמאמץ המושקע הוא רב מאוד.

לקט ציטוטים - מה אומרים תלמידים?

"התכנית מצדה לי להזין טוב יותר נושאים הקשורים לגשטייה הכימית והקשר של הכימיה לחיי היומיום". "התקדוץ המשמעותי: המחשת חומר הלימודים בצרכים שונות, הצגת הקשר בין הכימיה לחיים, עניין".

"מצא חן בציוני אצבזב עם גלמידיס אחרים. שיעור הפסולה בקצוצה שזה הייתי, אצבזב באינטרנט ואשפר את מיומנויותי במחשב, אלאו צברים חזטים ומעניינים אלגי הגשטייה שאואט לא יכולתי אלאו צבצבט שיסור רליו ככיתה, אהזין טוב יותר את הקשר בין הכימיה לחיי היומיום, לגשטייה וכד'. הליוון משימות השונות ואופן ההצגה היצירתי שהצגתי בכיתה"

"בשקצבזב השקצבזב השקצבזב יוגר בנשא הגשטייה הכימית, שקצבזב אלא המיטס הגשטייה לא הייתי מעמיקה ויוצט יוגר בנשא זה. וכך אוווי צבצבזב זה יוכל אצבזב לי, אט צבצבזב, בחיים ובכאל".

"למצי' סו מצמי שאני יוצט אצבזב צבזבזב וצטטט לא צבצבזב. כמו כן למצי' שאני יכולה להיות יצירתי וליצט צברים מעניינים. נוסף אכך גיליתי שנושא הרפואה הוא נושא

פעילויות העשרה בצמ"ד במכון ויצמן למדע

יעקב רונקין*



מבוא

צמ"ד, (ראשי תיבות של "צעירים במדע") היא חלוצת המסגרות של נוער שוחר מדע בארץ. צמ"ד ממוקמת במרכז המדע לנוער ע"ש עמוס דה-שליט בתוך הקמפוס של מכון ויצמן למדע ברחובות. את פעילותה החלה בשנת 1963 בשם "היחידה לפעולות נוער". מספר אנשים היו שותפים להקמת היחידה, הבולט שבהם היה פרופ' עמוס דה-שליט ז"ל, אשר תרם רבות לקידום הוראת המדעים בארץ בכל הרמות. הפעילות הראשונה שנערכה ביחידה הייתה מחנה קיץ לתלמידי תיכון ישראלים שמתעניינים במדעים. בהמשך הורחבה פעילות זו לתלמידי חו"ל, והמחנה הבינלאומי החל לפעול בחודשי הקיץ. צמ"ד ממשיכה לארגן את שתי הפעילויות האלה עד עצם היום הזה. הקיץ יחוג המחנה הבינלאומי 37 שנה להיווסדו.

עם הזמן פותחו ביחידה פרויקטים רבים של טיפוח לקהלי יעד שונים ומגוונים. עם פתיחת כפר הנוער החדש ע"ש לאוב בשנת 1994, נוסדה המסגרת "מסעות במדע". בהמשך המאמר נתמקד בעיקר בתיאור הפעילויות במסגרת הזאת.

מטרות העל של הפעילויות

"מסעות במדע" היא מסגרת לפעילויות העשרה במדעים שמיועדות לתלמידי כיתות ט"י"ב ולהן מספר מטרות על:

1. לחשוף תלמידי תיכון לחזית המחקר המדעי העכשווי המתבצע במכון ויצמן למדע.
2. לזמן לתלמידים התנסות מעשית בתכנים ובעזרים שאינם אפשריים במסגרת בית הספר: שיטות מחקר, ניסויים, מכשירים מתקדמים ועוד.

3. להגביר את הסקרנות ואת העניין של תלמידים בלימודי המדעים בכלל ובכימיה בפרט.
4. להוות גשר בין המדע "הבית ספרי" למדע העכשווי.
5. לאפשר לימוד חווייתי ומהנה.

המסגרות של הפעילויות

מבחינת תחומי הדעת הפעילויות של "מסעות במדע" מתחלקות לחמש קבוצות: מתמטיקה, פיזיקה, כימיה, ביולוגיה ותכניות בין-תחומיות. חשוב לשים לב לכך שגם לחלק מהתכניות הדיסציפלינריות שלנו יש פן בין-תחומי. בכך הן משקפות את המצב במחקר העכשווי. רוב התכניות שלנו מודולריות - הן קיימות במספר גרסאות ומאפשרות גמישות רבה בהפעלתן.

מבחינת משך הזמן ב"מסעות במדע" ישנן שלוש מסגרות פעילות:

1. תכנית חד-יומית קצרה (כ-6 שעות פעילות)
2. תכנית חד-יומית ארוכה (כ-9 שעות פעילות)
3. תכנית דו-יומית

תכנית חד-יומית קצרה תוקדש בדרך כלל לנושא מוגדר אחד. תכנית חד-יומית ארוכה תורכב בדרך כלל על בסיס תכנית קצרה עם תוספות שמותאמות לרקע מוקדם, רמת הכיתה, תחומי העניין של תלמידיה ועוד, הכול בהתאם לבקשת המורים.

בתכנית דו-יומית התלמידים נמצאים בצמ"ד במשך יומיים רצופים ולנים בכפר הנוער. תכנית זו היא ייחודית לצמ"ד ומאפשרת חשיפת תלמידים להעשרה מדעית ברמה גבוהה, באופן חווייתי ומהנה. תכנית דו-יומית תורכב בדרך כלל משני נושאים מוגדרים עם תוספות והרחבות בהתאם לצורך.

* ד"ר יעקב רונקין, רכז תוכניות הכימיה בצמ"ד.



תיאור הפעילויות

כימיה לתלמידי כיתות י' מוצעות על ידינו התכניות הבאות:

1. אטומים, מולקולות ומה שביניהם

התכנית פותחה בשיתוף פעולה עם המחלקה להוראת המדעים, והיא מומלצת לכיתות שלומדות את התכנית "כימיה במנהרת הזמן". חלק עיקרי בתכנית מוקדש לדיון בסדרי גודל ביקום ולסוירים למיקרוסקופים אלקטרוניים.

2. ההארה שבכימיה

התכנית ממחישה לתלמידים מספר מושגים מרכזיים מתחום הכימיה בעזרת הדגמות וניסויי תלמידים עם דגש מיוחד על תופעות פוטוכימיות, פלואורסצנסיה ועוד.

לתלמידי כיתות י"א-י"ב מוצעות על ידינו התכניות הבאות:

1. פולימרים

התכנית מציגה את חקר הפולימרים תוך ביצוע ניסויי תלמידים בקבוצות קטנות. בתכנית דנים בתופעות מעניינות של צמיגות, ויסקואלסטיות ועוד.

התכנית היא תכנית

העשרה המרחיבה את הנושא פולימרים מעבר להיקף שלו במסגרת הבחירה, כפי שהיא נלמדת בבית הספר.

2. מדע החומרים

תכנית חדשה שמציגה את התחום החדש של חקר חומרים. מצד הכימיה מוצגים הנושאים "חצאי מוליכים" ו"גבישים נוזליים". בשני הנושאים האלה נדונים מושגים בסיסיים, דרכי ייצור, שימושים ועוד. בנוסף יש ניסיון לתת ביטוי לבין-תחומיות של נושא החומרים, ומשולבים

בו (בנוסף לכימיה) סוירים ופעילויות מתחומי הפיזיקה והביולוגיה.

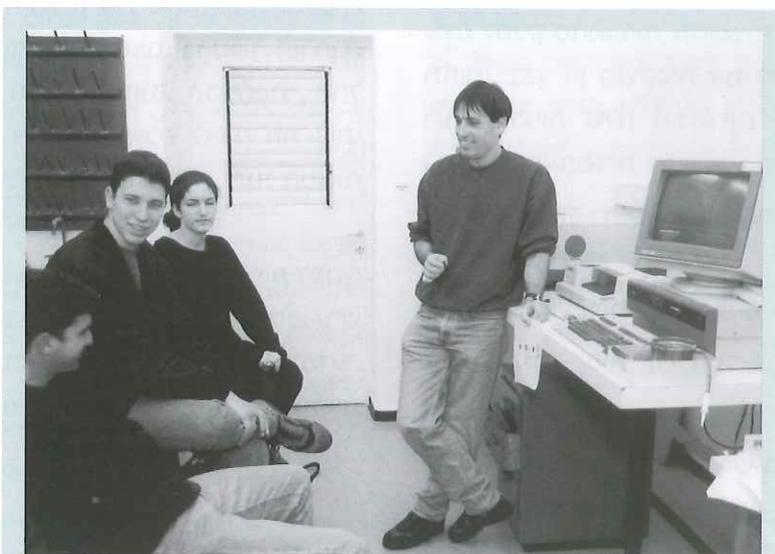
3. אינטראקציה בין קרינה לחומר

התכנית מציגה את מהותה של פעולת הגומלין בין חומר לקרינה אלקטרומגנטית ברמה הבסיסית ביותר. יש בה שילוב של הצגת נושאים חדשניים מן המחקר וסוירים במעבדות המפעילות מכשירי מחקר מודרניים (כגון בליעה אטומית ואינפרא-אדום) לצד הצגת שימושים ויישומים שונים מחיי היום-יום. התכנית מומלצת במיוחד לכיתות שלומדות את הנושא "אינטראקציה בין קרינה לחומר" כנושא בחירה בבית הספר.

4. כיצד מתרחשות תגובות כימיות?

התכנית מציגה את התחום של דינמיקה של תהליכים

כימיים תוך צפייה בהדגמות, ביצוע ניסויים בקבוצות קטנות ועוד. במסגרת התכנית דנים מצד אחד במושגים בסיסיים מאוד מתחום הקינטיקה, ומצד שני מעלים לדיון סוגיות מתקדמות כגון תהליכים מחזוריים ותהליכים אוטוקטליטיים וכן



תלמידים מבקרים במחלקות מחקר במכון ויצמן למדע

עוסקים לדוגמה בשאלה האם תגובה כימית מגיעה תמיד לשיווי משקל? מוצגים גם שימושים ויישומים של הנושאים האלה בחיי היום-יום.

בנוסף מוצעות על ידינו התכניות הבין-תחומיות הבאות לתלמידי כיתות י', שמורי הכימיה עשויים למצוא בהן עניין.

1. הפן המחייך של המדע

התכנית מציגה את כל תחומי המדע (כימיה, פיזיקה, ביולוגיה ומתמטיקה) בצורה משעשעת ומעניינת, תוך צפייה בהדגמות מפתיעות, ביצוע ניסויים על ידי תלמידים ועוד. נציין שזו התכנית הפופולרית ביותר ב"מסעות במדע".

2. בעקבות חיים ויצמן, מדען ומדינאי

תכנית חדשה שמהווה שילוב ייחודי של כימיה, היסטוריה של כימיה ותעשייה כימית. התכנית פותחה בשיתוף פעולה עם יד חיים ויצמן, והיא מוקדשת לדיון בפועלו המדעי והמדיני של דר' חיים ויצמן. חיים ויצמן היה מיוחד מאוד בהיותו איש חזון מצד אחד ומצד שני – אדם מעשי מאוד. כך למשל, בד בבד עם מחקרים בכימיה בעלי אופי אקדמי, רשומים על שמו של חיים ויצמן

יותר מ-120 פטנטים בכימיה במדינות שונות. התכנית שלנו מציגה חלק קטן מן הפטנטים תוך הצגת הבעיות שההמצאות האלה היו אמורות לפתור. בנוסף התכנית מציגה שיטות עבודה בכימיה שהיו נהוגות בתקופתו של חיים ויצמן מול השיטות המקובלות בימינו.

בתכנית משולבים סיורים לבית חיים ויצמן ולמעבדה ההיסטורית שבה הוא עבד בעצמו.

לתלמידי כיתות ו'א"י"ב:

3. תהודה מגנטית גרעינית ויישומיה

התכנית מציגה את התחום של תהודה מגנטית גרעינית (NMR) ואת התחום של דימות בתהודה מגנטית (MRI) תוך ביצוע סיורים למכשירי מחקר פעילים בתחומים האלה. סיור ב-NMR מלווה בפתרון תרגילים על ידי התלמידים בפענוח של ספקטרום מולקולרי.

4. מיקרוסקופיית אלקטרונים

התכנית מציגה את התחום של הדמיית עצמים ותהליכים בעזרת מיקרוסקופיית אלקטרונים תוך ביצוע סיורים למיקרוסקופ אלקטרונים סורק (SEM) ומיקרוסקופ אלקטרונים חודר (TEM). בנוסף להרצאה המציגה את התחום של מיקרוסקופיית אלקטרונים התכנית מלווה בדיון בסדרי גודל ביקום.

דרכי הפעלה

מחקרים רבים בהוראת המדעים הוכיחו את הצורך בשימוש בדרכי הוראה מגוונות. כל הפעילויות שלנו מפותחות על הבסיס הזה, והן מכילות הרצאות, ביצוע ניסויים על ידי תלמידים בקבוצות קטנות, סיורים במעבדות מחקר ועוד.

רוב ההרצאות הן הרצאות המלוות בהדגמות מרהיבות. ההרצאות ניתנות על ידי מדענים וחוקרים צעירים מצטיינים שעצם המפגש אתם הוא, לדעתנו, בעל ערך.

הניסויים שאותם מבצעים התלמידים במו-ידיהם, מהווים לרוב ניסויי חקר שהתוצאה שלהם אינה תמיד צפויה,



ד"ר יעקב רונין בעבודה עם תלמידים

ופרשנותה דורשת הפעלת יכולת חשיבה ברמה גבוהה.

סיורים למעבדות מחקר פעילות מאפשרים חשיפה בלתי אמצעית של המדע העכשווי בפני תלמידי תיכון. בנוסף לסיורים למעבדות מחקר הקשורים לנושא הפעילות, קיימים מספר אתרים במכון ויצמן שאנו מסיירים בהם עם הכיתות המגיעות אלינו. אחד האתרים הפופולריים הוא גן המדע הממוקם בסמוך לצמד"ר. רוב הכיתות שמגיעות אלינו מסיירות גם שם (בדרך כלל בסיום הפעילות). קיימים מתקנים נוספים, כגון תצוגת

הולוגרמות, מגדל השמש, מאיץ החלקיקים. ניתן להזמין סיוורים אלה בעת הזמנת הפעילות.

תפקידי המורים

צמ"ד היא גוף מפתח, לומד ופתוח לביקורת המאפשר למורים גמישות רבה בבחירת התכניות, התאמתן לצורכיהם, הכנסת שינויים ועוד. אנו רואים במורים שותפים מלאים לעשייה ומניסיונו, הצלחת יום העיון קשורה במישרין לפעולות המורים.

מחקרים רבים בהוראת המדעים הוכיחו שלמורים תפקיד חשוב בהצלחת פעילות חוץ כיתתית. גם הפעילות בצמ"ד אינה יוצאת מהכלל, ולמורים יש מספר תפקידים חשובים בשלבים השונים.

לפני ההגעה אלינו למורים נודע תפקיד חשוב בקביעת התכנית אתנו ובהכנת כיתתם לסיור. מומלץ להבהיר לתלמידים מהן מטרת הביקור במכון, כיצד הסיור קשור לנושאים שנלמדים או שילמדו בכיתה, מה מצופה מהם ועוד.

במהלך הפעילות המורים מלווים את כיתתם לכל אורך היום, ואנו שמחים מאוד לקבל ביקורת מן המורים על הפעילות שמתבצעת.

רצוי להשלים (או להמשיך) את הפעילות בדיונים בכיתה, בהכנה ובהגשת דו"ח מסודר. מניסיונו, ניתן להפוך את הסיור בצמ"ד לאירוע משמעותי מאוד בלימודי הכימיה בבית הספר בתנאי שהמורים יהיו מעורבים בכל שלבי הפעילות. ישנם מורים שבונים את כל ההוראה של הנושא בכיתה סביב הפעילות בצמ"ד. ברור שבעבור כיתותיהם הפעילות בצמ"ד היא אכן אירוע משמעותי מאוד.

למורים בצמ"ד יש תפקיד חשוב נוסף; אנו תמיד פתוחים לשמוע רעיונות חדשים לימי עיון נוספים. נשמח אם תציעו לנו נושאים חדשים לפיתוח תכניות נוספות בעתיד.

פעילויות נוספות

כאמור, "מסעות במדע" הם רק חלק מכל הפעילויות שמתבצעות על ידינו. פעילות חשובה נוספת היא טיפוח תלמידים מצטיינים בתחומי המדעים במסגרת תכנית הח"צ ("חוקרים צעירים"). תכנית זו היא תלת-שנתית, והיא מתחילה כל שנה עם מחזור חדש של תלמידים מכיתה י'. במסגרת התכנית מגיעים אלינו מספר פעמים בשנה תלמידים שנבחרו על ידינו לפעילויות העשרה מגוונות ברמה גבוהה. בהמשך נערך מחנה קיץ שבו מתנסים התלמידים במחקר מדעי בקנה מידה קטן (מחקר "זוטא"). תלמידים טובים יותר מבין אלה שנבחרו ממשיכים בכיתה י"א במפגשי העשרה ובנוסף מתחילים לבצע עבודת גמר. כל התלמידים מגיעים אלינו בהמלצת מוריהם מכל רחבי הארץ, והם מתקבלים לתכנית על סמך ריאיון אישי. אם יש בכיתה י' שלכם תלמידים שעשויים למצוא עניין בתכנית, נשמח אם תפנו אותם אלינו בתחילת שנה"ל תשס"ו.

כיצד יוצרים קשר?

כל הפעילויות של צמ"ד מפורטות בחוברת שיוצאת לאור פעם בשנה בחודשי הקיץ. בחוברת מפורטות כל הפעילויות, עלויות, דרכי הזמנת הפעילות ועוד. לנו יש רשימת תפוצה של בתי הספר התיכוניים בארץ, אך אם מסיבה כלשהי לא קיבלתם את החוברת בעבר, נשמח אם תתקשרו למזכירתנו הגב' לילי קינן (08-9342970), ונשלח לכם חוברת חדשה בהקדם.

בנוסף מומלץ לבקר באתר האינטרנט שלנו:

www.weizmann.ac.il/young

ניתן גם ליצור קשר עם:

דר' יעקב רונקין, רכז תכניות הכימיה, 08-9342329

nyronkin@weizmann.ac.il

דר' פליקס לאוב, מנהל תוכניות "מסעות במדע",

felix.laub@weizmann.ac.il 08-9343628

נשמח לענות על שאלותיכם ובקשותיכם ככל שנוכל.



נוגדי חמצון - קטע ממאמר מדעי לא מוכר

עדנה פרידמן*

טבלה של תכולת סך נוגדי החמצון בעשבי תיבול שונים
ובמזונות מקבוצות מזון שונות
ס"כ נוגדי החמצון (מילימול/100 גר') - הצמחים

אורגנו	137.5	מליסה	74.6
תפוז	1.14	כרוב אדום	1.88
מרווה	91.2	נענע	78.5
פולי סויה	0.82	זרעי שומשום	1.21
תימין	74.6	סלק	1.98
קמח חיטה מלאה	0.33		

טבלה 1

נכונה ובריאה עומדת על הטווח שבין 3000 ל-5000 יחידות ORAC. אז כמה ORAC יש בפירות ובירקות העשירים ביותר (יחידות למאה גר' פרי/ירק):

תות	1540	תרד	1260
כרוב ניצנים	980	דובדבן	680
אוכמניות	2400	שזיפים	950
ברוקולי	890	פטל	1220
סלק	840	תפוז	750
פלפל אדום	710		

שזיפים מיובשים הם פצצת נוגדי חמצון (5770), אבל הם גם בעלי ערך קלורי גבוה, כמו גם צימוקים (2830). בשוקולד מריר יש 13120 יחידות ORAC.

בעשבי התיבול משתמשים מאות שנים והם נעשים יותר ויותר פופולריים בשל יכולתם להגביר ולשפר את טעמם של מגוון מאכלים. לאחרונה, מתגברת ההכרה בכך שהם מהווים מקור עשיר של רכיבים פעילים שרבים מהם פועלים כנוגדי חמצון למשל פנולים, קרוטנואידים ויטמין C ועוד.

נוגדי החמצון נמצאים כיום במרכז תשומת הלב המדעית. וזאת מכיוון שהחמצן, אותו יסוד החיוני לחיים, מעודד גם את היצירה של חומרים מזיקים המכונים רדיקלים חופשיים. רדיקלים הם חומרים המכילים אלקטרון בלתי מזווג (= אלקטרון בודד) והם בדרך כלל מאד פעילים כימית. הם מזיקים למולקולות שומן, החלבונים והדנ"א (המכילות את המטען הגנטי) על-ידי שהם מחמצנים אותם בתאי הגוף. נוגדי החמצון יכולים לסייע בצמצום ניכר של ריכוזי הרדיקלים החופשיים ובכך מסייעים בהקטנת הסיכון למחלות כמו: מחלות סרטן, לב, שבץ, קטרקט, התנוונות רשתית העין, סוכרת, ומחלות נוספות. הרדיקלים החופשיים נוצרים בגוף באופן טבעי וגם בעקבות חשיפה לגורמים מזיקים כמו עשן, קרינה ועוד.

מחקר הראה כי עשבי התיבול הם מקור מוביל לנוגדי חמצון, גם בהשוואה למזונות צמחיים אחרים. לאחרונה (2002-3) פורסמו תוצאותיו של המחקר המקיף ביותר שנעשה אודות סך הפעילות נוגדת החמצון במגוון קבוצות מזון צמחיות. ראה טבלה 1.

ישנו מדד לאיכות ההגנה ממקורות מזון שונים על סמך תכולת נוגדי החמצון שבהם. זהו מדד ה-ORAC (Oxygen Radical Absorbance Capacity): ככל שהערך גבוה יותר, כך פריט המזון בריא יותר. ההמלצה לתזונה

* עדנה פרידמן, מורה לכימיה, תיכון חורב, ירושלים. נכתב במסגרת סדנא למורים מובילים במכון ויצמן, תשס"ה.

שאלות למאמר על נוגדי החמצון



1. אילו שני יתרונות בריאותיים יש לעשבי תיבול על-פי המאמר?

2. א. מהם רדיקלים חופשיים ?

ב. מהו סוג התגובה שהם עוברים עם החומרים בתאי הגוף?

נתונות תגובות לדוגמא המתרחשות בגוף האדם בהן מעורבים רדיקלים:



3. א. מהם הרדיקלים החופשיים המופיעים בתגובות אלה ? **הסבר בקצרה.**

ב. עבור כל אחת משלושת התגובות הללו רשום האם כמות הרדיקלים עולה, יורדת או לא משתנה.

4. מהו תפקידם של נוגדי החמצון ?

5. האם דיאטה המכילה 20 גר' פטל, 50 גר' סלק, 50 גר' ברוקולי, 10 גר' שיזפים מיובשים, 50 גר' תפוז

ו-100 גר' כרוב ניצנים היא דיאטה מומלצת מבחינת נוגדי חמצון ? נמק.

6. איזה צמח מבין המוזכרים במאמר מכיל את הכמות היחסית הגבוהה ביותר של נוגדי חמצון?

הסבר איך הגעת למסקנה.



פתרון לשאלות למאמר על נוגדי החמצון:

- א. הם מהווים מקור של רכיבים פעילים שרבים מהם פועלים כנוגדי חמצון ומורידים את ריכוזי הרדיקלים החופשיים.
ב. מחקר הראה כי עשבי התיבול הם מקור עשיר לנוגדי חמצון, גם בהשוואה למזונות צמחיים אחרים, ולכן אפילו תוספת קטנה מהם לתפריט היומי תעשיר אותו בשלל נוגדי-חמצון מגנים ורבי עוצמה.
- א. רדיקלים חופשיים הם חומרים המכילים אלקטרון בלתי מזווג (= אלקטרון בודד) והם מאד פעילים כימית.
ב. הם מזיקים למולקולות שומן, החלבונים והדנ"א (המכילות את המטען הגנטי) על-ידי שהם מחמצנים אותם בתאי הגוף, כלומר הם עצמם עוברים חיזור.
- א. Fe^{3+} , OH^- , O_2^- מאחר ויש להם 17, 9 ו- 23 אלקטרונים בהתאמה - כולם מספרים אי זוגיים ולכן אחד האלקטרונים אינו מזווג.
ב. תגובה ראשונה - עולה, תגובה שנייה - יורדת, תגובה שלישית - אינה משתנה.
- נוגדי החמצון יכולים לסייע בצמצום ניכר של ריכוזי הרדיקלים החופשיים ובכך מסייעים בהקטנת הסיכון למחלות כמו: מחלות סרטן, לב, שבץ, קטרקט, התנוונות רשתית העין, סוכרת, ומחלות נוספות.
- ההמלצה לתזונה נכונה ובריאה עומדת על הטווח שבין 3000 ל-5000 יחידות ORAC.
על-פי החישוב צירוף זה נותן יחידות ORAC בתחום זה ולכן דיאטה זו מומלצת מבחינת נוגדי החמצון.
$$1220 \times 0.2 + 840 \times 0.5 + 890 \times 0.5 + 5770 \times 0.1 + 750 \times 0.5 + 980 = 3041$$
- לאורגנו יש את הכמות היחסית הגבוהה ביותר של נוגדי חמצון.
נקודת הייחוס בין שתי טבלאות הנתונים יכולה להיות הסלק למשל.
סך נוגדי החמצון (מילימול/100 גר') - הצמח/ים: 137.5 - אורגנו 1.98 - סלק כמה ORAC יש בפירות ובירקות העשירים ביותר (יחידות למאה גר' פרי/ירק):
סלק - 840 שזיפים מיובשים - 5770. ערך ה- ORAC של השזיפים המיובשים, שהם הגבוהים ביותר בטבלה זו הוא פי 6.87 מאשר הסלק. ערך האורגנו לעומת הסלק מבחינת המולים הוא פי 69.4. למרות שאין יחס 1:1 בין המולים ל-ORAC, הבדל זה הוא משמעותי וחד משמעי.

מקורות

- מאמר - הסגולות הבריאותיות רבות העוצמה של עשבי התיבול. מאת: מגל גיורא
www.kehilot.co.il/ArticleDetails.asp?ArticleID=57-31k
<http://www.gardening.org.il>
- מצגת (מומלץ - מכיל הרבה כימיה על נוגדי חמצון ופעולתם):
learn.md.huji.ac.il:1050/hujistudent/Download.asp?id=7708&name=brain_energy_metabol_4.ppt
- המאמר - כל מה שרציתם לדעת על אנטי-אוקסידנטים. מאת: ערן שיפרמן.
club50/text_item.aspx?tid=256-50k/199.203.242.172
- נתונים מתוך נוספים:
<http://www.betterway2health.com/barleylifeorac.htm>



תעלומה ופתרונה

עבדאללה ח'לאילה*



מעבדה

שמתי את הכוס הכימית מעל תיבת העץ הרטובה במים.

בכל הניסויים ערבבתי את החומרים המגיבים בתוך הכוס הכימית במקל זכוכית. ניסיתי כמיטב יכולתי לערבב במהירות המרבית ובלי להניע את הכוס.

אזכיר כמה מן הניסויים:

א. ערבוב קרח במלח בישול (נוצרת תמיסה מימית של נתרן כלורי).

ב. המסת אמון חנקתי במים.

ג. המסת אמון תיאוציאנאטי במים.

ד. תגובה בין מלחי אמון שונים (במצבם המוצק) לבין הידראט של באריום הידרוקסידי - $Ba(OH)_2 \cdot 8H_2O_{(s)}$ (בעקבות תגובה זו נוצר בין היתר הגז אמוניה!).

מה שמשך את תשומת לבי במיוחד הוא הניסוי הרביעי, כלומר, התגובה של מלחי אמון שונים עם $Ba(OH)_2 \cdot 8H_2O_{(s)}$. ביצעתי את התגובה עם עשרה מלחי אמון. בכולם חלה ירידה בטמפרטורה, משמע, התגובה היתה אינדותרמית. אבל לא בכולם חלה

ירידה של טמפרטורה באותה מידה. מלחי האמון אשר השתמשתי בהם הם: אמון חנקתי, אמון תיאוציאנאטי, אמון כלורי, אמון יודי, אמון אצטטי, אמון גפרתי, אמון פחמתי, אמון אוקסאלאטי, דו אמון מימן זרחתי ואמון דו כרומאטי.

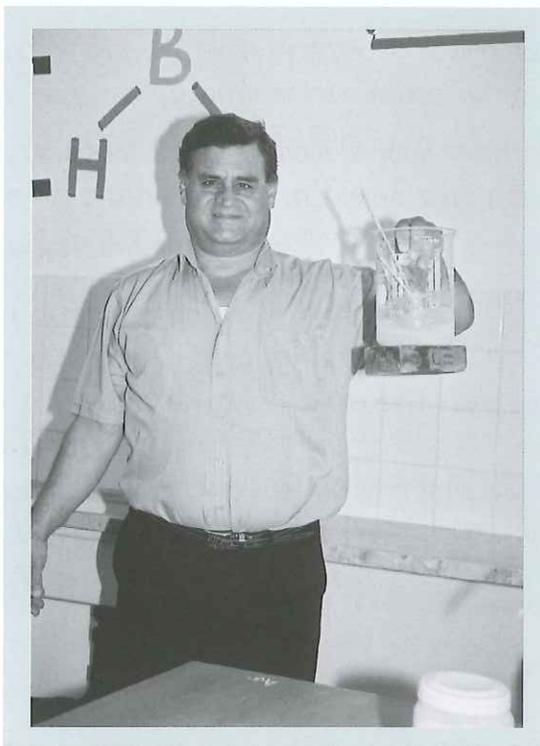
כאשר אני רוצה להמחיש בפני התלמידים שלי את מידת האנדותרמיות של תגובה אנדותרמית קיצונית, אני משתמש בתיבת עץ שממדיה $10 \times 10 \times 4$ ס"מ בערך. אני מרטיב את תיבת העץ במים, מניח מעליה כוס כימית, ומערבב במקל זכוכית את החומרים המגיבים שבתוכה. כאשר טמפרטורת המים יורדת מתחת לאפס, המים המפרידים בינה לבין תחתית הכוס

קופאים, וכתוצאה מכך תיבת העץ נדבקת. כאשר מרימים את הכוס, תיבת העץ נשארת דבוקה לתחתית הכוס. המים המפרידים בין תחתית הכוס לתיבת העץ הפכו למעין "דבק" שמקשר את התיבה לכוס.

כשמנתחים את ספונטניות התגובה מבחינה תרמודינמית, אין ספק שיש כאן ירידה באנטרופיה של הסביבה, ולכן עלתה האנטרופיה בתוך המערכת בצורה משמעותית עד כדי פיצוי על ירידת האנטרופיה בסביבה. לכן התגובה היא ספונטנית.

ניסיתי להפוך את המים ל"דבק" בכמה ניסויים. התנאים בכל הניסויים היו דומים, ובכולם השתמשתי בחומרים האלה:

- כוס כימית של 250 מ"ל.
- כמויות מספיקות וסבירות של החומרים המגיבים.
- תיבת עץ שממדיה $10 \times 10 \times 4$ ס"מ בערך, לאחר שהרטבתי אותה במים.



* עבדאללה ח'לאילה, מורה לכימיה בתיכון סכנין, מדריך לכימיה במגזר הערבי.

ערכיים כמו: יון גפרתי, פחמתי, אוקסאלטי חד מימן זרחתי, דו כרומאטי אז אכן נוצרים משקעים. היות שהאנתלפיה של תגובות השיקוע הנ"ל היא שלילית (תגובות אקסותרמיות), אז האנרגיה אשר נפלטת מן התגובות האלה מקזזת חלק מן האנרגיה הנקלטת במערכת מן הסביבה, וכתוצאה מכך הסביבה מתקררת פחות. מאזן אנרגטי זה גורם לכך שהמים המפרידים בין תיבת העץ לבין תחתית הכוס לא יקפאו ולא יעבדו כ"דבק", כי הטמפרטורה לא ירדה אל מתחת לאפס.

למשל אנתלפיית התגובה שבה נוצר באריום גפרתי מן היונים שלו הוא 17.7 קילוג'ול, ואילו אנתלפיית התגובה שבה נוצר באריום פחמתי היא 3.5 קילוג'ול. זאת אומרת שבמקרה של באריום פחמתי נפלטה פחות אנרגיה בתגובת השיקוע אשר מקזזת את האנרגיה הנקלטת בתגובה בין האמון פחמתי לבין $Ba(OH)_2 \cdot 8H_2O_{(s)}$ פחות ממה שמקזזת האנרגיה הנפלטת בתגובה שבה נוצר באריום גפרתי. כאשר חישבתי את אנתלפיית התגובה של מלחי האמון ההלוגניים (כלור, ברום ויוד) עם $Ba(OH)_2 \cdot 8H_2O_{(s)}$ הם היו דומים מאד זה לזה. (הערכים הם 158, 162.5, 163.5 קילוג'ול בהתאמה).

וכך סביר להניח שרק עם מלחי אמון שבהם היון השלילי הוא חד ערכי, יעבדו המים כמו "דבק" ויגרמו להידבקות תיבת העץ לתחתית הכוס; ואילו במלחי האמון אשר בהם היון השלילי הוא דו ערכי, לא ישמשו המים כ"דבק" ולא יגרמו להידבקות תיבת העץ לתחתית הכוס.



רק בחמשת המלחים הראשונים נדבקה תיבת העץ לתחתית הכוס. בחמשת המקרים חלה ירידה משמעותית בטמפרטורה (הטמפרטורה הסופית הייתה נמוכה מ-10°C מתחת לאפס!); בכלם הפכו המוצקים המגיבים בתוך הכוס למעין עיסה תוך כדי ערבוב, ובכולם קפאו המים מעל תיבת העץ במהירות יחסית, כאילו היו מעין "דבק מהיר". כאשר חישבתי את אנתלפיית התגובה לתגובות הנ"ל, היא נעה בין 158 ל-182 קילוג'ול. ככל שאנתלפיית התגובה היתה יותר גבוהה, קפאו המים מהר יותר ועבדו כ"דבק מהיר" ביתר יעילות. יעילות ה"דבק המהיר" בשני מלחי האמון הראשונים - אמון חנקתי ואמון תיאוציאנאטי - הייתה המרשימה ביותר, בגלל ההידבקות המהירה יחסית של תיבת העץ לתחתית הכוס.

ומה עם חמשת מלחי האמון האחרונים?

בחמשת המלחים היה הערבוב קשה יותר והופיעה בהם רטיבות ורכות, אבל לא נוצרה עיסה כמו בחמשת המלחים הראשונים. בחמשת המלחים האחרונים הורגשה האנדותרמיות של התגובה פחות מאשר בחמשת הראשונים, המים המפרידים בין תחתית הכוס לבין תיבת העץ לא קפאו ותיבת העץ לא נדבקה לתחתית הכוס. התגובה האנדותרמית ביותר בין חמשת המלחים האחרונים הופיעה באמון פחמתי, שבו הפכו המוצקים המעורבבים למעין "בצק".

והשאלה המתבקשת היא: מדוע עבדו המים כ"דבק" רק בחמשת מלחי האמון הראשונים?

כדי לענות על השאלה ננתח את השוני בין מלחי האמון. בחמשת המלחים הראשונים היון השלילי של מלח האמון הוא חד ערכי, ובחמשת האחרונים הוא דו ערכי. יש להניח שתוך כדי הערבוב נוצרה תמיסה בתוך המים שיצאו מן ההידראט $Ba(OH)_2 \cdot 8H_2O_{(s)}$. בתוך תמיסה זו נפגשו יונים שונים חיוביים ושליליים. אחד היונים החיוביים הבולטים הוא יון הבאריום הדו ערכי. כאשר יון זה נפגש עם יון שלילי חד ערכי כמו יוני חנקתי, תיאוציאנאט, כלוריד, יוד או אצטט - אין נוצר משקע. וכאשר נפגש יון הבאריום החיובי עם יונים שליליים דו

הטבלה הבאה מסכמת באופן כללי את הנתונים שהובאו לעיל.

מס	מלח האמון שהגיב עם $\text{Ba(OH)}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}_{(s)}$	הסימן של ΔH	הערך המוחלט של ΔH	מצב התוצרים בכוס לאחר ערבוב	קפיאת המים	הידבקות תיבת העץ	היווצרות משקע	הערך המוחלט של ΔH השיקוע
1	NH_4NO_3	+	גבוה	עיסה	קפאז	+	-	
2	NH_4SCN	+	גבוה	עיסה	קפאז	+	-	
3	NH_4Cl	+	גבוה	עיסה	קפאז	+	-	
4	NH_4I	+	גבוה	עיסה	קפאז	+	-	
5	$\text{NH}_4\text{CH}_3\text{COO}$	+	גבוה	עיסה	קפאז	+	-	
6	$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$	+	בינוני	כמו "בצק"	לא קפאז	-	+	נמוך
7	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	+	נמוך	רך ורטוב	לא קפאז	-	+	גבוה
8	$(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$	+	נמוך	רך ורטוב	לא קפאז	-	+	גבוה
9	$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$	+	נמוך	רך ורטוב	לא קפאז	-	+	גבוה
10	$(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	+	נמוך	רך ורטוב	לא קפאז	-	+	גבוה

"דבק מהיר" ושמו מים

חומרים וציוד

30 גרם של באריום הידרוקסיד $\text{Ba(OH)}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}_{(s)}$

15 גרם של אמון חנקתי $\text{NH}_4\text{NO}_{3(s)}$

מקל זכוכית

תרמומטר

כוס כימית של 250 מ"ל

משטפת מים

תיבה מעץ בממדים של $4 \times 10 \times 10$ ס"מ בערך

מהלך הניסוי

- התיזו בעזרת משטפת מים כמה טיפות מים על תיבת העץ.
- הניחו את הכוס הכימית על תיבת העץ.
- הניחו את שני המוצקים זה אחר זה בתוך הכוס הכימית.

ולמרות מה שנזכר לעיל, אל תופתע אדוני הקורא אם בתגובת המלח $\text{Ba(OH)}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}_{(s)}$ עם $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_{4(s)}$ לא יעבדו המים כ"דבק", כי כאן עלולות להתרחש שתי תגובות אקסותרמיות זו אחרי זו, הראשונה היא בין היון החומצי $\text{H}_2\text{PO}_4^{-1}(\text{aq})$ השלילי והחד ערכי לבין היון $\text{OH}^{-1}(\text{aq})$ ונוצרים בעקבותיה מים והיון $\text{HPO}_4^{-2}(\text{aq})$; ואילו התגובה השנייה היא תגובת השיקוע בין היון הנוצר מהתגובה הקודמת $\text{HPO}_4^{-2}(\text{aq})$ בין היון $\text{Ba}^{+2}(\text{aq})$ ונוצר בעקבותיה המשקע $\text{BaHPO}_4(\text{s})$.

שתי התגובות האקסותרמיות הנ"ל לא יגרמו למים המפרידים בין תחתית הכוס לתיבת העץ להתקרר מספיק, וכך צפוי שהתיבה לא תידבק לתחתית הכוס, כי המים לא יגיעו לקיפאון.

וע"מ שהקורא הנכבד יוכל לבצע את התגובות הנ"ל או חלק מהן, אני מביא את מהלך הניסוי של אמון חנקתי עם $\text{Ba(OH)}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}_{(s)}$.

יש לבצע את כל הניסויים רק במנדף ועם משקפי מגן.

מקורות:

1. בן צבי, ר. וזילברשטיין, י. (1989), הכימיה-אתגר, אנרגיה ותגובות כימיות, המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע, רחובות, פרק י"א, ניסוי 1, חלק שני.

2. <http://chemed.chem.purdue.edu/demos/moviesheets/5.1.html>

4. ערבבו היטב לכמה דקות במקל הזכוכית. הערבוב צריך להתבצע במהירות ובזריזות עד שהתערובת המוצקה תהפוך לנוזלית (במידת האפשר). אל תסירו את הכוס הכימית מעל תיבת העץ. אל תאפשרו לכוס לנוע על תיבת העץ תוך כדי הערבוב.

5. שימו את התרמומטר בתוך הכוס ומדדו את הטמפרטורה.

6. החזיקו את הכוס הכימית ביד והרימו אותה כאשר היא על תיבת העץ. צפו במתרחש ורשמו תצפיותיכם.

עבודה נעימה - עבדאללה ח'לאילה

השתלמות מתוקשבת להטמעת הסילבוס החדש, בשילוב טכנולוגיות למידה חדשניות

בשנת תשס"ו מתוכננת השתלמות מתוקשבת המיועדת בעיקר לבוגרי קורסים מורים מובילים, רכזים בבתי הספר, מדריכים אזוריים ומורי מורים במרכזי פסגה. ההשתלמות תתקיים בשיתוף עם ד"ר ניצה ברנע וצוות המרכז הארצי להוראת הכימיה, במכון ויצמן למדע.

בהשתלמות נשלב מספר מפגשים פנים אל פנים (כולל סיורים במעבדות מחקר) במהלך השנה (21 שעות), מפגשים סינכרוניים ברשת (בעזרת תוכנת INTERWISE) (4 שעות), פעילות/למידה א-סינכרונית ברשת (בסביבת HIGHLEARN) תוך שימוש בטכנולוגיות מגוונות א-סינכרוניות לשיח/למידה שיתופית/העשרה מדעית/עיבוד חומרי למידה והוראה (26 שעות). ההשתלמות בת 56 שעות תעסוק בהיבטים שונים של תוכנית הלימודים החדשה ברמה של 3 יחידות והשלמה ל-5 יח"ל, ותכלול העשרה מדעית ושיח לקראת מכלול השינויים הצפויים בהוראת הכימיה.

את ההשתלמות ילווה אתר אינטרנטי שבו ירוכזו משאבי הלמידה והוא יוכל לשמש אתכם בעבודתכם בשטח. האתר יכלול מאגר הרצאות מומחים שלהן תוכלו להאזין בזמנכם החופשי בבית, להשתמש בהן לצורכי ההדרכה בשטח ולהוראה בכיתה.

השתלמות זו תעזור לכם להתעדכן, להשתלב ולהעשיר את עצמכם, הן בידע מדעי והן בחומרי הוראה והדרכה, הנוגעים ליישום תוכנית הלימודים החדשה בשטח.

אנו מזמינים אתכם להשתתף בהשתלמות מיוחדת זו שבה מרבית ה"מפגשים" יהיו בזמנכם החופשי ומהבית. בואו וננצל את טכנולוגיות התקשוב החדשות ליצירת קהילה מתוקשבת של מנהיגות כימית המשתפת פעולה באופן מתמשך תוך ניצול מרבי של משאבי הרשת.

לברורים ניתן לפנות אל ד"ר מירי קסנר 08-9378315, או ב- e-mail: ntkesner@wisemail.weizmann.ac.il

ניסוי בחלל - "הגן הכימי"

דליה צ'שנובסקי*



ב-16 בינואר 2003, ניתן האות לאסטרונאוט הישראלי הראשון אל"מ אילן רמון להתחלת הניסוי "הגן הכימי": "הפעל ניסוי - בהצלחה"

הכימי". בנוסף נתונות הפניות לאתרים רבים שבהם מידע אודות מעבורת החלל והניסויים, אודות אילן רמון וצוות המעבורת זכרם לברכה ואודות ישראל בחלל.

הפעילות "ניסוי בחלל - הגן הכימי" מוצגת באתר הלימודי של מכון ויצמן "כימיה ותעשייה כימית בשירות האדם"

<http://stwww.weizmann.ac.il/g-chem/learnchem/attachedfiles/chemicalgard.doc>

ובאתר המרכז הארצי למורי הכימיה, המחלקה להוראת המדעים במכון ויצמן למדע

<http://stwww.weizmann.ac.il/g-chem/center/homer%20morin/ganchemi.doc>

הפעילות המתוקשבת "ניסוי בחלל - הגן הכימי" משולבת בכיתות עם ניסוי במעבדה לכימיה. בכל פעילות משתתפת קבוצה של כעשרים תלמידים. השיעור נפתח בעריכת הניסוי "הגן הכימי". הניסוי יפה ומרשים. אני מספרת לתלמידים על ביצוע הניסוי במעבורת החלל "קולומביה" ומבקשת מהם להעלות שאלות שמתעוררות בעקבות הניסוי. שאלותיהם מתייחסות הן לניסוי במעבדה והן לניסוי שבוצע במעבורת החלל. בהמשך השיעור עוסקים התלמידים בפעילות המתוקשבת "ניסוי בחלל - הגן הכימי" במעבדת המחשבים. לאחר שהם עונים על שאלות הסיכום נערך דיון. כשיעורי- בית התלמידים מתבקשים לצפות במספר אתרים, שכתובותיהם נתונות בפעילות. התלמידים מגלים עניין רב ונהנים מאוד מהניסוי ומהפעילות המתוקשבת.

מאמר זה דן בפעילות המתוקשבת "ניסוי בחלל - הגן הכימי", שפתחתי בשנת הלימודים תשס"ג.

בשנה זו נפתחה תכנית הניסוי של המחלקה להוראת המדעים במכון ויצמן למדע "שילוב סביבה לימודית מתוקשבת בהוראת הכימיה"**. ושיתפתי בה את תלמידי בכיתות י' ו"א במשך שנתיים. במסגרת זו הוספתי לעבודה המתוקשבת בשיעורי הכימיה גם פעילויות בנושאי כימיה בחיי היומיום ובתעשייה מהאתר הלימודי "כימיה ותעשייה כימית בשירות האדם"***. חלק מהפעילויות שולבו כפתיחה לנושא הנלמד, חלקן במהלך הלימוד וחלקן בסיומו. תהליך הלמידה מבוסס על מעורבות פעילה של התלמידים. על-סמך שאלוני משוב שמולאו על-ידי התלמידים וריאיונות עמם, ניתן לקבוע כי הוראה מתוקשבת מגוונת את הלימודים ותורמת להבנת הנושאים הנלמדים ולהעמקת הידע. היא גם תורמת לעניין, להנאה ולמוטיבציה של התלמידים בלימודי הכימיה.

הפעילות "ניסוי בחלל - הגן הכימי" מתארת את ניסוי "הגן הכימי", שהוצע על-ידי קבוצת תלמידים בישראל ושבוצע על-ידי אל"מ אילן רמון ז"ל במעבורת החלל "קולומביה" בשנת 2003. הפעילות מציגה את מטרת הניסוי ואת השוואת תוצאות הניסוי בסביבה של כבידה זעירה לתוצאות שהתקבלו על-פני כדור הארץ. באתר מוצגים צילומים שהגיעו לנאס"א ממעבורת החלל, לפני התרסקותה במהלך כניסתה לאטמוספירה. בפעילות נתונות גם שאלות לסיכום והנחיות לביצוע הניסוי "הגן

* ד"ר דליה צ'שנובסקי, רכזת כימיה בתיכון אוסטרובסקי ברעננה.

** מחקר בתכנית הניסוי נערך במסגרת עבודת הדוקטורט של מרסל פרייליך בהנחיית פרופ' אבי הופשטיין וד"ר מירי קסנר.

*** האתר הלימודי בכימיה פותח בקבוצת הכימיה, המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע.

ניסוי "הגן הכימי"

כלים וחומרים

ארלנמייר או כוס כימית בנפח 600 מיליליטר, 7 כפיות או ספטולות, מקל זכוכית, "מי זכוכית" (תמיסה מימית של נתרן סיליקט, Na_2SiO_3), מספר גבישים של החומרים הבאים:
סידן כלורי, CaCl_2 , נחושת כלורית, CuCl_2 , ברזל תלת-כלורי, FeCl_3 , קובלט כלורי, CoCl_2 , מנגן כלורי, MnCl_2 , ברזל דו-כלורי, FeCl_2 , וניקל כלורי, NiCl_2 .
אזהרה: התרכובות קובלט כלורי, CoCl_2 , וניקל כלורי, NiCl_2 , מותרות לשימוש להדגמת המורים בלבד. המורים יכניסו גבישים של תרכובות אלה לכלי המכיל "מי זכוכית".
הערה: ניתן להכניס גם גבישים של מלחים המכילים יוני NO_3^- ויוני SO_4^{2-} .

מהלך הניסוי

הכניסו בזהירות, לכלי המכיל "מי זכוכית", מספר גבישים קטנים, לפי בחירתכם, של חלק מהחומרים היוניים הבאים: NiCl_2 , CaCl_2 , CuCl_2 , FeCl_3 , CoCl_2 , MnCl_2 , FeCl_2 .
אם הגבישים אינם שוקעים, דחפו אותם בעזרת מקל זכוכית. הניחו את הכלי והקפידו שלא לטלטלו.

תצפיות וסיכום

- רשמו את תצפיותיכם במשך כ-15 דקות. התייחסו לצבע, גודל, צורה ולהופעת בועות גז זעירות בקצות הענפים.
- רשמו שאלות המתעוררות בעקבות הניסוי.
- דונו בתוצאות הניסוי ובמסקנותיו.

סידן כלורי, CaCl_2 , וקובלט כלורי, CoCl_2 , לתוך תמיסת "מי זכוכית" והתגובה הכימית בין המלחים לבין "מי הזכוכית" החלה.

הניסוי "גן כימי" תוכנן על ידי קבוצה של 35 תלמידים עוד בהיותם תלמידי חט"ב אורט מוצקין בראשות מורתם לפיזיקה ד"ר אמירה בירנבאום (דוקטור לכימיה) ובהנחיית פרופ' אלי קולודני מן הפקולטה לכימיה בטכניון, האחראי המדעי על הניסוי. הפרויקט נוהל ע"י פרופ' יגאל קומם ופרופ' משה גלמן מהטכניון בשיתוף המנהל למדע ולטכנולוגיה במשרד החינוך וסוכנות החלל הישראלית בראשות אבי הר-אבן. חברת "Spacehab" האמריקנית הבונה את תאי המטען למעבורת, ניהלה את הפרויקט (STARS) בארה"ב ובנתה את תא הגידול לניסוי.

"הגן הכימי" נבחר לייצג את ישראל בעקבות תחרות של רעיונות מקוריים ומעניינים לניסויים בחלל בתחומי כימיה, פיזיקה וביולוגיה. ניסוי זה היה אחד מלמעלה משמונים

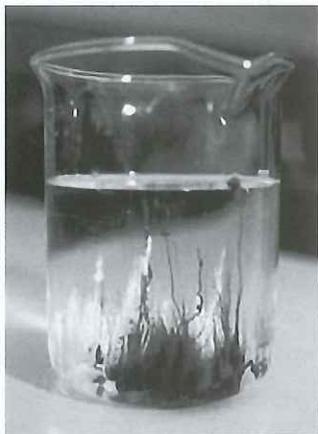
ניתן לבצע את ניסוי "הגן הכימי" כניסוי חקר.

מצגת של תלמידים שביצעו ניסוי חקר "השפעת ריכוז התמיסה על הסתעפות החומר" נמצאת באתר:

<http://stwww.weizmann.ac.il/g-chem/Forums1/AttachedFiles/Presentation1.pdf>

פעילות מתוקשבת "ניסוי בחלל – הגן הכימי"

כשש שעות לאחר השיגור של מעבורת החלל "קולומביה", ב-16 בינואר 2003, ניתן האות לאסטרונאוט הישראלי הראשון אל"מ אילן רמון להתחלת הניסוי "הגן הכימי": "הפעל ניסוי – בהצלחה". האות ניתן למעבורת החלל מהארץ על-ידי קבוצת תלמידים מכיתות י"א של קריית החינוך העירונית אורט – קרית מוצקין, דרך הפיקוח של סוכנות החלל האמריקנית (NASA) ביוסטון. האסטרונאוטית קלפאנה צ'וואלה הפעילה תהליך אוטומטי של הכנסת גבישים של התרכובות היוניות:



ניסוי "הגן הכימי" על כדור הארץ
(הצילום באדיבות "ראש גדול" - ירחון מדע לצעירים)

ליחידת שטח). חוקרים הניחו שענפי הגבישים גדלים בטור צומח של מעין חצאי-כדורים קטנים: בתמיסה המימית של נתרן סיליקט - "מי הזכוכית" נוצר קרום חדיר למחצה - ממברנה בצורת כדור, העשויה סיליקה ג'ל. הגביש המוקף קרום ממשיך להתמוסס, ולכן ריכוז תמיסת המלח (למשל תמיסת הסידן הכלורי) גבוה יותר בתוך הכדור המתפתח מאשר מחוצה לו. כתוצאה מכך מים מפעפעים פנימה וגורמים לקרום הכדורי להתנפח. הבדלי הלחצים בין חלקו העליון וחלקו התחתון גורמים לקרום להתפוצץ בחלק העליון וליצור חצי-כדור. מתוך החלק העליון של הקרום ניתז כלפי מעלה זרזיף של תמיסת מלח מרוכזת ונוצר חצי כדור חדש גבוה יותר וכן הלאה. כל חצאי הכדורים מתחברים זה לזה בתהליך רציף ומתפתחת צינורית מוצקה וחלולה.

השערה נוספת היא שכאשר מופיעות בועות גז זעירות בקצות הענפים בעת צמיחת הגבישים, הן מספקות כוח עילוי ומושכות את הענפים כלפי מעלה בקצב מואץ. המנגנון שהוצע לתהליך הצמיחה של הגבישים בתמיסה מימית על-פני כדור הארץ קשור לכוחות המשיכה, שהנם כוחות פיזיקליים. כוחות אלו פועלים יחד עם התהליכים הכימיים. בחלל, בתנאים של כבידה זעירה, כוחות הכבידה זניחים וניתן היה לצפות שהתהליכים הכימיים הנמצאים בבסיס מנגנון הצמיחה ייחשפו בצורה ברורה. מתכנני הניסוי שיערו כי מכיוון שבחלל

ניסויים מדעיים נבחרים בטיסה 107 של מעבורת החלל, שהייתה אמורה לצאת לדרכה בשנת 2000. התלמידים פגשו את אילן רמון ז"ל ודנו עמו על הניסוי. לאחר מחקר ולימוד מעמיק של ההיבטים הכימיים והפיזיקליים הרלוונטיים לניסוי, הוא הוצג באפריל 2002 למדענים ואסטרונאוטים במתקני Spacehab בקולורדו בארה"ב על-ידי חמישה תלמידים, מורתם ויונתן מנור, סטודנט לדוקטורט ממעבדתו של פרופ' אלי קולודני. הניסוי נבדק במתקן הדמיה, המשחזר את התנאים במעבורת. שלושה ימים לפני שיגורה של המעבורת "קולומביה" למשימה STS-107 הכינה קבוצה של חמישה תלמידים בהנחייתם של מהנדסי Spacehab, פרופ' אלי קולודני וד"ר אמירה בירנבאום, שלושה ניסויים זהים במעבדה סמוך לכף קנדי בפלורידה. הגבישים הוכנסו לתוך מתקן גידול מיוחד, ותוכן שהכנסתם לתמיסה במעבורת תיעשה באופן אוטומטי.

ביום השיגור היו התלמידים ומלוויהם במרכז החלל ע"ש קנדי וצפו במעבורת החלל העולה השמימה.

מטרת הניסוי "הגן הכימי" הייתה לחקור את המנגנון של גידול גבישים בתמיסת "מי-זכוכית" (תמיסה מימית של נתרן סיליקט, Na_2SiO_3) בסביבה של כבידה זעירה (כוח משיכה הנמוך בערך פי 10000 מן הכבידה על פני כדור הארץ). כמו זו הקיימת בתנאי המהירות המסלולית של מעבורת החלל בגובה של כ-285 ק"מ מעל פני הים.

על-פני כדור הארץ בתנאי כבידה, שני החומרים סידן כלורי וקובלט כלורי מתחילים "להצמיח" מעין חוטים דקיקים כלפי מעלה מיד לאחר הכנסתם לתוך "מי הזכוכית". כלומר, הצמיחה של הגבישים היא בכיוון המנוגד לכוח הכובד. בעת צמיחת הגבישים ניתן להבחין לעתים קרובות בבועות אוויר זעירות בקצות הענפים. לא ברור מתי ומדוע מופיעות בועות אלה, אך נמצא שבנוכחותן תהליך הצמיחה מהיר יותר ונמשך דקות ספורות.

בעבר הוצע לתהליך הצמיחה על פני כדור הארץ מנגנון הכולל מספר תהליכים כימיים ופיזיקליים, המבוסס על הבדלים בלחץ הידרוסטטי (הכוח שמפעיל עמוד מים

זמן צמיחת הגבישים היה שונה: בכדור הארץ הושלמה הצמיחה תוך שלושים דקות ואילו בחלל היא נמשכה יותר מעשרים וארבע שעות.

כעבור שבעה ימים נערך ניסוי שני על-ידי אילן רמון ז"ל, ונמצא כי התוצאות חזרו על עצמן. הממצאים, שהתאימו בחלקם לתחזיות התלמידים, עוררו התרגשות רבה.

על ביצוע הניסויים דווח באתר של נאס"א:

<http://spaceresearch.nasa.gov/sts-107/>

בנוסף לניסוי "הגן הכימי" של התלמידים מישראל תוכננו חמישה ניסויים נוספים על-ידי קבוצות נוער ממדינות שונות במסגרת תכנית STARS. כשמונים הניסויים המדעיים במעבורת נערכו במשך שישה-עשר יום, עשרים וארבע שעות ביממה, בשתי משמרות על-ידי שבעת האסטרונאוטים: ריק האסבנד, וויליאם מק'קול, מייקל אנדרסון, קלפאנה צ'וואלה, דיוויד בראון, לורל קלארק ואילן רמון.

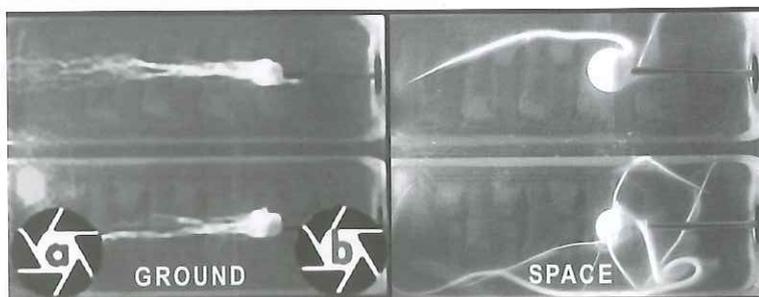
מעבורת החלל "קולומביה" התרסקה בשובה לכדור הארץ במהלך כניסתה לאטמוספירה בתאריך 1 בפברואר 2003, מספר דקות לפני נחיתה, ושבעת האסטרונאוטים חברי צוותה נספו.

תודות לפרופ' אלי קולודני ולדוקטורנט יונתן מנור על עזרתם ועל הארותיהם והערותיהם החשובות.

לא יהיה כיוון מועדף לצמיחתם, יתפתחו המוצקים במעבורת באופן אקראי לכל הכיוונים בצורה פרועה או בצורה כדורית סימטרית. כן הועלתה השערה כי ייתכן שבגלל תנאי הכבידה הזעירה תהליך הצמיחה יהיה אטי יותר. במסגרת הניסוי תוכננה גם בדיקה של הגבישים במיקרוסקופ אלקטרוני לאחר חזרתה של המעבורת לכדור הארץ.

לא במקרה נבחרו החומרים, סידן כלורי וקובלט כלורי לניסוי. צבעה של התרכובת קובלט כלורי הוא אדום ולאחר הכנסתה ל"מי-זכוכית" צבעה משתנה לכחול. צבעה של התרכובת סידן כלורי הוא לבן. צבעי הכחול-לבן של הגבישים סמלו את צבעי הדגל של מדינת ישראל.

בעת עריכת הניסוי בחלל נערך במקביל ניסוי ביקורת בתנאי כבידה בכדור הארץ. הצילומים ששודרו ממעבורת החלל "קולומביה" לנאס"א בזמן אמת (תוך כדי גידול) הראו הבדלים משמעותיים בין גידול הגבישים בחלל לבין גידולם על פני כדור הארץ: בניסוי שנערך במעבורת החלל התגבש הסיידן הכלורי תחילה בצורה של כדור סימטרי לבן ולאחר מכן התחיל להוציא מחושים עבים בכיוונים אקראיים. הקובלט הכלורי התגבש בצורת כדור פרוע כחול עם בליטות זיפים לצדדים. כיוון הצמיחה בחלל היה שונה אפוא מאשר על פני כדור הארץ. גם



תוצאות הניסוי "הגן הכימי" עם גבישי סידן כלורי על כדור הארץ ובחלל



אילן רמון ז"ל וניסוי "הגן הכימי" במעבורת החלל "קולומביה"

שאלות לסיכום

1. כיצד צומחים גבישי החומרים סידן כלורי וקובלט כלורי ב"מי זכוכית" על-פני כדור הארץ?
2. מה הייתה מטרת הניסוי "הגן הכימי" בחלל?
3. כיצד לדעתכם צומחים גבישים ב"מי זכוכית" בחלל? מדוע?
4. מה יקרה לדעתכם אם תתפתחנה בועות אוויר בזמן צמיחת הגבישים בחלל?
5. על-פני כדור הארץ ניתן לבצע את הניסוי "גן כימי" על-ידי הכנסת גבישי מלח לכלי המכיל "מי זכוכית". אילו בעיות טכניות מתעוררות בתכנון הניסוי בתנאי כבידה זעירה בחלל? מהם הפתרונות שהייתם מציעים?
6. מה הייתה השערתם של מתכנני הניסוי לגבי תוצאות הניסוי בחלל?
7. מה היו תוצאות הניסוי? האם התאימו לציפיות?
8. מה היו המסקנות מהניסוי?

רשימת כתובות לאתרים באינטרנט
אודות מעבורת החלל, הצוות והניסויים:

<http://spaceflight.nasa.gov>

<http://www.starsacademy.com/sts107/>

אודות הניסויים:

<http://spaceflight.nasa.gov/shuttle/science/index.html>

אודות ניסויי תלמידים:

<http://www.starsacademy.com/sts107/experiments/experiments.htm>

אודות הניסוי "גן כימי":

http://www.starsacademy.com/sts107/experiments/chem_top.htm

http://www.starsacademy.com/sts107/experiments/chem/chem_frameset.htm

אודות אילן רמון ז"ל, המשימה ומעבורת החלל:

<http://izkor.net/Client.cfm?ClientId=124>

<http://www.ynet.co.il/articles/1,7340,L-1929455,00.html>

<http://www.ynet.co.il/articles/0,7340,L-2380234,00.html>



דלית אביגד

זוכת פרס המורה המצטיינת לכימיה לשנת תשס"ה

הפרס מוענק על ידי החברה הישראלית לכימיה

לפני כחמש שנים סיימה דלית את לימודי התואר השני בהוראת הכימיה בטכניון במקביל להוראת הכימיה בבית הספר התיכון כדורי ולמילוי מוצלח של תפקידים מקצועיים מרכזיים בבית הספר.

במקביל לעבודתה הנמרצת כמורה לכימיה, הפכה דלית לרכזת לימודי הכימיה בבית ספרה ולמדריכה מחוזית לכימיה באזור הצפון. בכך תרמה רבות לקידום ולפיתוח מקצועי של מורי הכימיה במחוז הצפון. בהתלהבותה ארגנה בהצלחה, בשיתוף עם מכללת עמק הירדן ועם המרכז הארצי למורי הכימיה, כנס למורי כימיה בכנרת, כנס אשר השאיר חותמו על המורים. אהבתה הגדולה לכימיה, ידיעותיה הרחבות והדרך המקצועית שבה היא מלמדת – תוך התנסות בתכניות לימוד חדשות ויישום שיטות הוראה חדשניות ומגוונות – מהוות מודל למורים עמיתים בתחילת דרכם מחד גיסא, ומאידך משמשות לתלמידים רבים גורם מניע ללמידת הכימיה. סבלנותה הרבה, יחסה החם והרצון העז לתרום, לסייע ולקדם את עמיתיה ותלמידיה ראויים להערכה.

הפרס ניתן על העשיות האלה:

- תרומה למקצוע הכימיה במישור הבית ספרי ובמישור הארצי.
- הוראה בפני אוכלוסיות מגוונות של תלמידים - מצטיינים, מחד, ובעלי קשיי למידה, מאידך.
- קידום המעבדה וניסויי יחידות מעבדה חדשניות.
- ארגון ימים פתוחים הן לתלמידים והן להורים.
- הפקת חומרי למידה מגוונים המתאימים לאוכלוסיית תלמידיה.
- הנחיית מורים חדשים וותיקים לכימיה.

המסירות והאהבה לתלמידים ולמקצוע הכימיה התבטאו במכתב שכתב אחד התלמידים, ובו ציין כי דלית הנה "מורה לחיים".

ניתן לסכם ולומר כי דלית מקבלת היום את פרס החברה הישראלית לכימיה כמורה מצטיינת לכימיה בשנת תשס"ה לאור ייחודיותה כמורה ותרומתה הרבה לקידום הוראת הכימיה בישראל.

על החתום:

פרופ' יהודית דורי

טכניון - מכון טכנולוגי לישראל

יו"ר ועדת הפרס



(לקח להם רגע לכרות את ראשו, אבל ספק אם ימצא אחד דומה ב-100 שנים). רמז: אשתו שהייתה אף היא כימאית, הייתה המתורגמנית שלו מצרפתית לאנגלית ונישאה לו בהיותה בת 14 בלבד.

כאן אפשר לשלב גם את הקשר להיסטוריה של התקופה.

3. מה טוב יותר מחינוך דרך ההבנה ולא הוראה מלמעלה?

מדוע צריכה מוגברת של אלכוהול מגבירה את ההשפעה המסרטנת של סיגריות?

4. קצת חינוך מיני שקשור אף הוא לכימיה (כבר אמרנו שהכול זה כימיה?):

מדוע השימוש בקרם ידיים וזלין (Vaseline Intensive Care) מעלה את מספר ההריונות הלא רצויים ומעודד את התפשטות וירוס האיידס?

5. תמיד צריך לקרוא את רשימת המרכיבים של מזון:

מה גורם ל"סוכריות המתסוצצות" "להתפצץ" בפה?

וכאן אפשר לדבר גם על צבעי מאכל, חומרי שימור וטעם וכו'.

חיפשנו דרך לנצל את האינטרנט כדי לעורר עניין בכימיה ולהוכיח שהמקצוע קשור באופן הדוק לחיי היומיום. מצאנו ופתחנו בפורום את פינת החידה השבועית, והפרס לפותרים נכונה הוא קרמבו או ארטיק. חלק מהפותרים נמצאים בדיאטה ולכן מוותרים על הפרס ומבקשים להחליפו בחתיכת מתכת אלקלית. מקריאה של חלק מתשובות התלמידים, נראה לי שגם הורים משתתפים, וכך תרמנו גם לגיבוש משפחות ולקירוב צעירים להוריהם.

להלן דוגמאות לחידות אחדות שבפינת החידה השבועית:

1. מטרת חידה ראשונה זו הייתה ללמדם לחפש אינפורמציה באינטרנט.

אנדרס צלזיוס קבע את ה-0 בתרמומטר שלו כטמפרטורה של קיפאון המים ואת ה-100 כטמפרטורת רתיחה; ו.ו.ת קלווין קבע את ה-0 כטמפרטורת המינימום האבסולוטית שיכולה להתקיים.

לפי מה קבע הפיזיקאי הגרמני ד.ג. פארנהייט את ה-0 בתרמומטר שלו? (ד.ג. המציא את הטרמומטר המוכר לנו כיום בשנת 1709, והסולם שלו קדם לזה של צלזיוס וקלווין).

2. את החידה השנייה תרם לנו, מי אם לא - יהושע סיון:

על איזה כימאי דגול שהוצא להורג אמרו: "It took them only an instant to cut off that head, but it is unlikely that a hundred years will suffice to reproduce a similar one."

* דליה עובדיהו, מורה ורכזת הכימיה, תיכון הראל, מבשרת ציון.

את שאר החידות שהופיעו השנה תוכלו לקרוא בכתובת:

<http://www.tapuz.co.il/Communa/CommunaLinks.asp?Communaid=4289&catid=5614>

אודה לכל אחד שישלח לי חידות נוספות הדורשות מיומנויות שונות והקשורות לכימיה.

כתובתי בדואר האלקטרוני: dalia@phys.huji.ac.il

תיכון הראל: כימיה
בהנהלת תיכון הראל 7, אור המגדלור ככה
מטרת הפורום: קבוצת דיון בין תלמידים ובינם לבין המורים | במה לסייע הדדי בהבנת החומר הנלמד, הכנת שיעורי בית ולמידה לקראת מבחנים | ריכוז קבצים, חומר לימוד, תמונות מהווי המגמה ואתרים מומלצים | דיון בסוגיות נוספות ובקשרים אקטואליים | מידע ועדכונים שוטפים

ראשי
הדעות
אלבומים
חברי הקמונה
סקרים
קישורים
(0 צאט TV)

הודעה בקמונה תיכון הראל: כימיה

מסורת חדשה בפורום-חידה שבועית

מאת: תיכון הראל 7 | 27/12/04 | 20:02

(הרעיון למסורת קצת גטב מפורום מוזיקה..)

← אנדרס צלזיוס קבע את ה 0 בתרמומטר שלו כטמפ' קיפאון המים ו 100 כרתיחה, ו.ת קלוין קבע את ה 0 כטמפ' מינימום האבסולוטית שיכולה להתקיים.

לפי מה קבע הפיסיקאי הגרמני ד.ג פארנהייט את ה 0 בטרמומטר שלו ? (ד.א , הוא המציא את הטרמומטר המוכר לנו כיום, בשנת 1709, והסולם שלו היה לפני צלזיוס וקלווין)

★ הפותר נכונה יזכה ב 100 גרם של מתכת אלקלית לבחירתך , באדיבות חייה.★

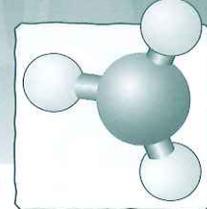
+ הוספת תגובה | חזרה לקמונה

שלחה באימייל | הדפסה

ההודעה הנוכחית בהקשרה

27/12 20:02	מסורת חדשה בפורום-חידה שבועית	תיכון הראל 7 < ההודעה הנוכחית
27/12 22:36	רעיון מצוין	dalliao
28/12 17:12	ק ז התשובה הנכונה.. הטמפ'	Or Jacob
28/12 17:48	התחלה	dalliao
28/12 23:51	פרס כספי או משהו אחר? בטריה	
29/12 12:22	הפרס הוא מול מתכת אלקלית	Or Jacob
29/12 12:24	ואפילו 2 מול לשאלת קשות	Or Jacob
01/01 19:07	תחח *מבט זחוני* אני חצה אשלגן..	fox force five
11/01 15:30	תוספת קטנטנה	שישיסט בפוטנציה
11/01 15:34	ודרך להמיר (שכחתי בהודעה הקודמת)	שישיסט בפוטנציה
11/01 18:00	עוד קרמב	dalliao
12/01 00:58	הסבר של הכינוי	שישיסט בפוטנציה
12/01 22:51	אתה עדיין שישיסט בפוטנציה	dalliao
13/01 01:32	אני שישיסט בהווה	שישיסט בפוטנציה
11/01 18:13	סרטון מצוין על אלקטרוליזה	dalliao

דוגמא לדף מאתר הבית ספרי של תיכון הראל בו מופיעה חידה ותכתובת המורה עם התלמידים



סיכום הכימיאדה השישית

שלב הגמר של הכימיאדה השישית בטכניון התקיים במשך יומיים בתאריכים 13-14 לאפריל. לשלב הגמר עלו 26 תלמידים מכל רחבי הארץ שהתחרו בבחינה בכתב, בהצגת נושא מחזית המחקר שלמדו לבדם ובעבודת מעבדה.

כולם היו מצויינים ונהנו מהיומיים המדעיים שחוו בקמפוס הטכניון.

בטקס הסיום שהתקיים בתום התחרות השתתפו התלמידים שהתחרו, חבריהם מבתי הספר שבאו לתמוך, מורים, הורים, חברי סגל הפקולטה לכימיה בטכניון, נציגי משרד החינוך וחברי ועדת מקצוע הכימיה. האולם היה מלא והיתה התרגשות רבה. השנה בכימיאדה נערכה לראשונה גם בחינה לתלמידי כיתות ט-י כדי להכין קבוצות עתידיות לתחרות הכימיאדה הבינלאומית.

הזוכים השנה ישתתפו במחנה קיץ שיכין אותם לקראת התחרות הבינלאומית בשנה הבאה, שבה לראשונה תישלח נבחרת מישראל לתחרות זו.

להלן רשימת הזוכים במקומות הראשונים שזכו לציון 100 בתעודת הבגרות במקצוע הכימיה וגם למלגות לימודים בטכניון:

כתות י"ב

1. אורי צוקרמן – תיכון מקיף למדעים ואמנויות על"ה חדרה
2. מעיין זלוואס – בי"ס להנדסאים אוניברסיטת תל אביב
3. ארז שריג – בי"ס למדעים ולאומנויות ירושלים
3. יהונתן גרין – בי"ס תיכון "ראשונים" הרצליה

האולימפיאדה הארצית לכימיה, לתלמידי כיתות י"א-י"ב בבתי הספר התיכוניים, הנערכת בתמיכת משרד החינוך ובשיתוף החברה הישראלית לכימיה, הפכה למסורת בפקולטה לכימיה בטכניון ונערכה בפעם השישית.

השנה הוחלט, ע"י פרופ' אהוד קינן דקן הפקולטה לכימיה ופרופ' גבריאל קוונצל האחראי האקדמי על הכימיאדה, להרחיב את הפעילות כדי להתכונן לקראת האולימפיאדה הבינלאומית. יוזמה זו זכתה להתלהבותם של כל הנוגעים בדבר, ולעידודם של הגב' ריבי לקריץ מנהלת המחלקה לנוער שוחר מדע, אגף מדעים ממשרד החינוך, ופרופ' שמאי שפיזר יו"ר החברה הישראלית לכימיה. ההכנות בעיצומן לקראת האולימפיאדה הבינלאומית שתתקיים בעוד שנה בדרום קוריאה.

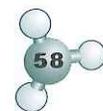
האולימפיאדה הבינלאומית מתקיימת השנה בטאיוון וגם השנה נשלח נציג של ישראל כמשקיף, זו השנה השנייה. אחרי שנתים כמשקיפים אפשר להשתתף בתחרות.

פרטים על השאלות ועל התחרות ניתן למצוא באתר הפקולטה לכימיה בטכניון

<http://www.technion.ac.il/~chimiada/olympiad/>

תחרות ה"כימיאדה" זכתה השנה להיענות ולשיתוף פעולה נלהב מצד בתי-הספר התיכוניים וחל גידול ניכר בדרישת התלמידים להשתתף. מעל ל- 2850 טפסים נשלחו על פי דרישה. בפועל השתתפו מעל כ- 1500 תלמידים. בהשוואה לשנים הקודמות חלה עליה גם במספר בתי-הספר ובמספר התלמידים שנבחנו והשתתפו.

* ד"ר ניצה ברנע, מפקחת-מרכזת על הוראת הכימיה, משרד החינוך והתרבות.



כתות י"א

דן דבירי (תלמיד כיתה ט') - תיכון עירוני ד' תל אביב
פנחס שכטר - תיכון מקיף אורט קרית מוצקין
תום קוטלר - בי"ס הנדסאים אוניברסיטת תל אביב

בנוסף לפרסים לזוכים נתנו תעודות הערכה למורים ולבתי ספר אשר מעודדים את תלמידיהם לקחת חלק במפעל חשוב זה ומגיעים מדי שנה עם מספר גבוה של תלמידים, אשר גם זוכים בסופו של דבר בפרסים.

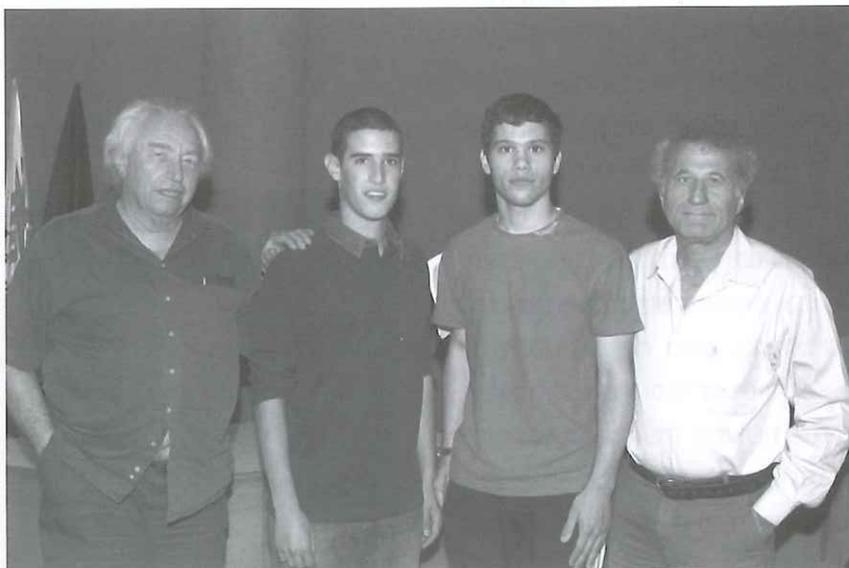
המורים שצויינו לשבח:

אדלה גלפרין מבי"ס להנדסאים אוניברסיטת תל אביב
זהר דינור מבי"ס למדעים ולאומנויות ירושלים

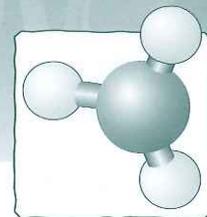
דניאלה ליבמן מתיכון ליאו בק חיפה
זהבה דיטל מתיכון מקיף אורט קרית מוצקין
פרידה אלול מעירוני קרית שרת חולון
אורנה זעירא מאמי"ת גוש דן גבעת שמואל
אלה רייר מתיכון עירוני ע"ש פנחס אילון חולון

יישר כוח למארגנים, למורים ולזוכים. הכימיאדה צוברת תאוצה ואני ממליצה לכולכם להמריץ את תלמידיכם להשתתף במפעל המיוחד הזה.

זו עוד דרך לעודד את המצוינות ולהעלות את קרנו של המקצוע היקר לנו כל כך.



מימין לשמאל פרופסור נמרוד מויסייב, אורי צוקרמן זוכה במקום ראשון בשכבה הבוגרת, דן דבירי זוכה מקום ראשון בשכבה הצעירה, פרופ' גבריאל קוונצל. האחראי האקדמי על "כימיה-6



הרשמה לכנס

- ידע מקצועי שימושי - הנוגע לתחום שבן הפורמולציה תשמש אותו.
- שיווק והפצה - מיהם הצרכנים, וכיצד ניתן לשכנע אותם לרכוש את המוצר?
- תחרות קשה - הפסיכולוגיה של הלקוחות - צריך לקלוע לטעמים ולרצונותיהם.
- פערי התיווך שלהן גדולים - דרכם הארוכה של המוצרים עד למדפים כרוכה בעלויות גבוהות מאוד. אמנם קל יחסית לייצר את המוצרים, אך ישנה השקעה גדולה מאוד במרכיבים נוספים כמו שיווק ופרסום, ואלה מעלים מאוד את מחירו של המוצר.
- מבחינת הרכבן של הפורמולציות - כולן מכילות את החומרים הפעילים, אך גם תוספים רבים אחרים. לדוגמה, קרם הגנה מפני קרינת השמש מכיל, פרט לחומר הפעיל, חומרי הגנה על הפורמולציה עצמה: אנטיאוקסידנטים וביוצידים, חומרים המעניקים לקרם מרקם נעים וחומרים נוספים שמושכים את הלקוחות כגון צבע וריח.

אבקת כביסה הנה דוגמה נוספת לפורמולציה המכילה מספר רב של מרכיבים: סבון/דטרגנטים (החומר הפעיל), חומרים המטפלים בקשיות המים (builder), חומרים אשר נספחים לבגד וטוענים אותו במטען שלילי

פעמיים בשנה נערכים כנסים למורי הכימיה: המרכז הארצי למורי הכימיה במכון ויצמן מוביל כנס אחד, בשנה החולפת אורגן הכנס ע"י דורית טייטלבוים, ואת הכנס השני מובילה אגודת המורים לכימיה ולמדעים בישראל בהנהלתו של ד"ר יהושע סיון.

הכנס החמישי של אגודת המורים לכימיה ולמדעים בישראל נערך השנה בשבעה ביולי במרכז הפיס בקריית גת, בעידודה של עיריית קריית גת.

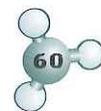
לאחר דברי הפתיחה של המארגנים והברכות של המפמ"ר ד"ר ניצה ברנע, התקיימה הרצאת הפתיחה של ד"ר גיורא אגם "שמן מנוע ואבקת כביסה - בלי ראקציה כימית, אבל מתוחכמים לא פחות". ההרצאה עסקה בנושא הפורמולציה, ההיבטים התעשייתיים השימושיים והשפעתם על חיינו היום יומיים. הנושא נוגע בנו פיזית מדי יום. שמן מנוע, אבקת כביסה, סבונים וקרמים - הם כולם חלק משגרת יומנו.



ד"ר גיורא אגם מציג בכנס

פורמולציות הן תערובות שיש להן תפקיד מוגדר וכן מספר מאפיינים שהוזכרו בהרצאה:

- מתקני הייצור של פורמולציות פשוטים יותר מאלה המשמשים בתעשייה הכימית הרגילה.





ניסוי אלדון (גרסת הנחש) שהוצגה ע"י עבדאללה

לצד הניסוי הביצה המרקדת, אשר יפורסם בגיליון הבא, ועוד מגוון ניסויים אטרקטיביים. הדגמות בנושא חומצות ובסיסים הוצגו על-ידי ד"ר יהושע סיון, ב"ס תיכון מנחם בגין, צפת. ניתנו הדגמות שמטרתן להקנות את ההגדרות לתגובה של חומצה-בסיס. הקסם של הכימיה הוצג ע"י ד"ר מרדכי גולדמן מ"תרכובות ברום", באר שבע. מטרת ההדגמות לעורר סקרנות ולעודד את התלמידים לשאול שאלות.

שתי הרצאות התמקדו ביחידת המעבדה עם דגש תעשייתי. האחת, "מה משותף ללחם, בירה ויין?", ניתנה ע"י אסתר פרידלנדר מבית הספר הריאלי בחיפה ורותי שטנגר מביה"ס עירוני ג' בחיפה. השתיים הציגו פעילות אטרקטיבית המשלבת חקר ברשת האינטרנט ועבודה "רטובה" במעבדה. בפעילות זו התלמידים משווים בין הטפחה ביולוגית - שמרים, לבין הטפחה כימית - אבקת אפייה. ההרצאה השנייה, "יחידת המעבדה עם דגש תעשייתי ויישומים בחיי יום יום", הוצגה ע"י אורית מולוויזון, תיכון גן-נחום, ראש לצ. אורית הציגה את התכנית הדו-שנתית בבית-ספרה, תכנית מגוונת המלווה את כל הנושאים בתכנית הלימודים. התכנית

(dispersant) כדי למנוע את "התיישבותו מחדש" של הלכלוך על הבגד, חומרים מונעי קורוזיה, אנזימים, מלבינים למיניהם (bleach agents), חומרים המעניקים לבגד ברק (fluorescent whitening agents), ריח, ועוד היד נטויה.

לפי ד"ר אגם, משה רבנו היה הפורמולטור הראשון, שהכין פורמולציה למשיחת אוהל מועד. הראיה לכך מצויה בספר שמות, פרק ל':

"וַיִּדְבֹר יְהוָה, אֶל-מֹשֶׁה לֵאמֹר. וְאַתָּה קַח-לְךָ, בְּשָׂמִים רְאֵשׁ, מֶר-דְּרוֹר חֲמֵשׁ מְאֹת,

וְקִנְמָן-בֶּשֶׂם מִחֲצִיתוֹ חֲמֵשִׁים וּמְאֹתָיִם;

וְקִנְיָה-בֶּשֶׂם, חֲמֵשִׁים וּמְאֹתָיִם.

וְקֹדֶה, חֲמֵשׁ מְאֹת בְּשֶׁקֶל הַקֹּדֶשׁ;

וְשֶׁמֶן זַיִת, הַיֵּן.

וְעֲשִׂיתָ אֹתוֹ, שֶׁמֶן מְשַׁחַת-קֹדֶשׁ - רִקַח מִרְקַחַת, מַעֲשֵׂה רִקַח; שֶׁמֶן מְשַׁחַת-קֹדֶשׁ, יְהִיָּה. וּמְשַׁחַת בּוֹ, אֶת-אֹהֶל מוֹעֵד, וְאֵת, אֲרוֹן הָעֵדוּת."

ההרצאה עוררה עניין ושאלות רבות וגרמה לנו לחשוב על אבקות כביסה, על שמני סיכה וקרם הגנה בדרך חדשה.

בתום ההרצאה הייתה הפסקה ארוכה יותר מזו שבכנסים רגילים. חשוב לציין שההפסקות היו חשובות כמו פעילויות אחרות בכנס. הסיבה לכך היא המפגש הבלתי אמצעי בין המורים. קהילת המורים נפגשת מדי פעם באירועים כמו השתלמויות וכנסים, אך הזמן שנותר כדי לחלוק דעות ורשמים תמיד קצר. בכנס היה זמן להחליף דעות בנושאים בוערים כמו תכניות לשנה הבאה, דו"ח דוברת והשלכותיו על בתי הספר. שיחות אלה היו חשובות ביותר, משום שהן אפשרו למורים מאזורים שונים לחלוק את חוויותיהם ודעותיהם אלה עם אלה.

בהמשך היום נערכו סדנאות מקבילות בנושאים שונים. הדגמות חדשות וותיקות הוצגו על ידי ח'לאילה עבדאללה מבית הספר בסחנין. הוצגו הניסוי "מנורת אלדון", אשר פורסם בגיליון הקודם של "על-כימיה",

שבערו בתוך פחית צבע ריקה ונקיה. זו היתה דוגמה מצויינת לעבודת צוות.

מה הקשר לכימיה? קיבלנו חוברת עבודה - עבודת חקר, עם תמונות של בלונים שונים מלוות בשאלות לכל תמונה. וכן קיבלנו טיפ: כיום מכינים כדורים פורחים מפולימר הנקרא נומקס שדומה לקוולאר.

כמה קישורים מעניינים בעניין בלונים ופולימרים בכלל שיהושע סיוון תרם:

<http://www.eballoon.org/balloon/how-it-works.html>

<http://www.eballoon.org/balloon/burner.html>

<http://www.eballoon.org/balloon/envelope.html>

<http://www.pslc.ws/macrogcscs/aramid.html>

<http://www.chemheritage.org/EducationalServices/FACES/poly/readings/slk2.htm>

http://www.richmondcatalyst.com/Issue7_Magellan.asp

<http://www.chemheritage.org/EducationalServices/FACES/poly/readings/green.htm>

את חדוות היצירה ניתן לראות בתמונות בעמוד הבא.

עוד הציגו בכנס המרצים האלה:

ד"ר חנה מרגל, "פעילויות חדשות בפרויקט נחמ"ד", מכון דוידסון לחינוך מדעי שליד מכון ויצמן למדע.

מכון דוידסון מעמיד את מעבודתיו המצויינות במכשור משוכלל לרשות מורים ותלמידיהם לביצוע ניסויי חקר במגוון תחומים. כל מורה בורר את הפעילות המתאימה לו בהתייעצות עם צוות נחמ"ד: ד"ר חנה מרגל וד"ר אושרית נבון.

מלכה יאיון, "כימיה טעימה - יישומים של כימיה במטבח", קריית חינוך "קציר", רחובות.

רינה ברנסבורג, "תכנית ערב/יום להיכרות עם מגמת הכימיה", מקיף השרון "רוטנברג", רמת השרון.

בכנס השתתפו מעל מאה מורים. האווירה הייתה נעימה מאוד ופורייה. אנו מחכים לכנס בשנה הבאה ולמספר משתתפים גדול עוד יותר.

תודה לענת פלדנקרייז שצילמה את התמונות בכתבה.

מעשירה ומספקת ידע רחב מעבר לזה שנדרש מתכנית הלימודים, דוגמה לכך מתחום הטכנולוגיה - תהליך התיכון, הכנת קרם ידיים מהמגיבים ועד שיווק המוצר המוגמר באריזה מתאימה.

סדנה נוספת, "הוראת הכימיה בכיתה י' בעזרת המחשב", ניתנה על ידי עדנה קשי מתיכון היובל בהרצליה. עדנה מציעה סדרת פעילויות הדורשת שימוש ביישומי מחשב שונים מ"אקסל" ועד רשת האינטרנט.

זהבה ליבנה, בי"ס תיכון "יבנה", חולון, הציגה פעילות חקר - "ניסוי חקר במוליכות חום". למוליכות החום השונה של חומרים יש חשיבות רבה ויישומים מגוונים. להשוואת מוליכויות החום של חומרים שונים פיתחה זהבה ניסוי בסיסי בו מניחים קוביות קרח על שני גופים שונים ומודדים את זמן ההיתוך של הקרח. תוצאות הניסוי מזמנות "ניסוי חקר ברמה גבוהה" בו כיווני החקר מגוונים: תכונות חומרים, מבנה וקישור, מעברי אנרגיה, תגובה אנדותרמית, אנתלפיית היתוך וחישובה, הורדת טמפרטורת הקיפאון, הקשר בין שינוי אנתלפייה לבין שינוי אנטרופיה בשיווי משקל ($T = \Delta H^\circ / \Delta S^\circ$). בהדגמה הוצגה גם ערכה מסחרית המשמשת לניסויים אלה.

ניצנים ראשונים של תכנית הלימודים החדשה בכימיה הוצגו ע"י נציגים ממכון ויצמן. ד"ר יעל שוורץ ותמי לוי נחום הציגו את מבנית החובה "יחסים וקשרים בעולם החומרים". מבנית זו כוללת פרק בנושא מבנה וקישור, ובו מוצגים העקרונות המשותפים העומדים בבסיס הקישור הכימי, ופרק העוסק בהיבט הכמותי של הכימיה. דבורה קצביץ הציגה את מבנית הבחירה "כימיה... זה בתוכנו". מבנית זו דנה בסוגיות הקשורות בנו, בבריאותנו, "בתוכנו" ובסביבתנו. אסטרטגיית ההוראה במבנית זו מושתתת ברובה על הוראה-למידה בהקשרים.

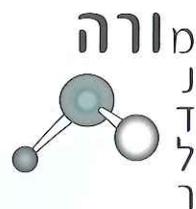
ד"ר יהושע סיון, "בנייה והפרחת בלון פורח", בי"ס תיכון מנחם בגין, צפת. איזה כיף! גזרנו נייר משי לפי תבנית, הדבקנו לפי דף ההוראות שקיבלנו, והלכנו להפריח את הכדור הפורח בחוץ בעזרת אויר שחומם ע"י עיתונים

בסקירה זו השתתפו רינה ברנסבורג, דפנה מנדלר ודבורה קצביץ.



פרס על שם ד"ר ורה מנדלר ז"ל למורה מצטיין לכימיה מבית ספר תיכון

לפני שנתיים ייסדה משפחת מנדלר פרס למורה מצטיין בכימיה על שמה של אימו ד"ר ורה מנדלר ז"ל. באמצעות הפרס ברצוננו להנציח את זכרה של ורה, שהייתה שנים רבות מורה לכימיה בבתי ספר תיכוניים בארץ, חוקרת במחלקה להוראת מדעים שבמכון ויצמן למדע, ותרמה רבות להתפתחות מקצוע הכימיה בקרב מורים ותלמידים כאחד.



בשנת תשס"ד נבחרה גב' דבורה קצביץ', מבית הספר התיכון האזורי בגדרה וחוקרת במחלקה להוראת המדעים במכון ויצמן למדע לקבל את הפרס בפעם הראשונה. השנה הוחלט להעניק את הפרס לדר' בוריס טריגרמן מבית הספר התיכון למדעים ואומנויות ע"ש חיים הרצוג בחולון. אנו פונים כבר כעת לציבור המורים ואנשי החינוך להמליץ על מועמדים מתאימים לפרס לשנה הבאה, שנת תשס"ו. מועמדים חייבים להיות מורים פעילים לכימיה בבית ספר תיכוני (לפחות בחצי משרה מלאה בחטיבה העליונה). הגשת מועמדות לפרס על שם ורה מנדלר ז"ל תכלול:

1. קורות חיים מפורטים בדגש על תרומת המועמד לקידום מקצוע הכימיה.
 2. שני מכתבי המלצה לפחות, של עמיתים למקצוע או מנהל בית הספר או כל אדם אחר העוסק בהוראת הכימיה, והמפרטים את יכולותיו של המועמד והישגיו בהוראת מקצוע הכימיה.
 3. כל מסמך נוסף שיכול להעיד על מצוינות ותרומה ייחודית בהוראת מקצוע הכימיה.
 4. מספר ממליצים נוספים (וכתובתם) שניתן לפנות אליהם.
- המלצות למועמדים לפרס יש להעביר לפרופ' דני מנדלר, המחלקה לכימיה אי-אורגנית ואנליטית, האוניברסיטה העברית ירושלים 91904 (דוא"ל: mandler@vms.huji.ac.il)

המועד האחרון להגשת מועמדים הוא כ"ח חשוון תשס"ו, 30.11.2005.

חלוקת הפרס תעשה ביום העיון השנתי למורי הכימיה שיתקיים בחנוכה שנת תשס"ו.



חלוצה לספר

$E=mc^2$ סיפורה של התגלית הגדולה בהיסטוריה, מאת דייוויד בודאניס

הספר מתאר את אחת התגליות המדעיות הגדולות ביותר בהיסטוריה המקשרת בין אנרגיה וחומר, ומהווה את הבסיס המדעי לפצצת האטום. בפרקים הראשונים מתייחס המחבר לכל אחד מסימני המשוואה ואותיותיה, ומציג בהם את המדענים שיצרו את הרקע לתגליתו של איינשטיין. לאחר שהסיר מן המשוואה את מעטה המסתורין, מסביר בודאניס את העקרונות המדעיים שבבסיסה ומפיח בה חיים מבחינה היסטורית.

