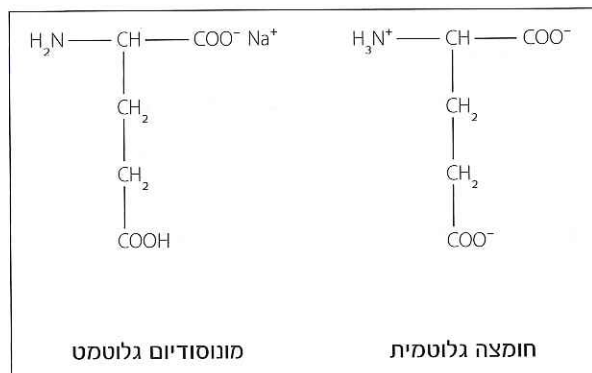


# חמוץ, מתוק, מר, מלוח... אוממי - הטעם החמישי

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).

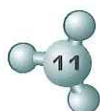
מונוסודיום גלוטמט, E 621, (שמו על פי IUPAC הוא e-1-3-dicarboxylic acid, 2-Aminopentanedioic acid, Aminoglutaric acid, 1-Aminopropane), ידוע יותר בשם MSG, הוא מלח נתרן של חומצה גלוטמית. הוא ידוע בעיקר כחומר טעם. בצורתו הטהורה הוא מוצק לבן גבישי, שמתמוסס היטב במים ומתפרק במהירות ליוני גלוטמאט ויוני נתרן.

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.

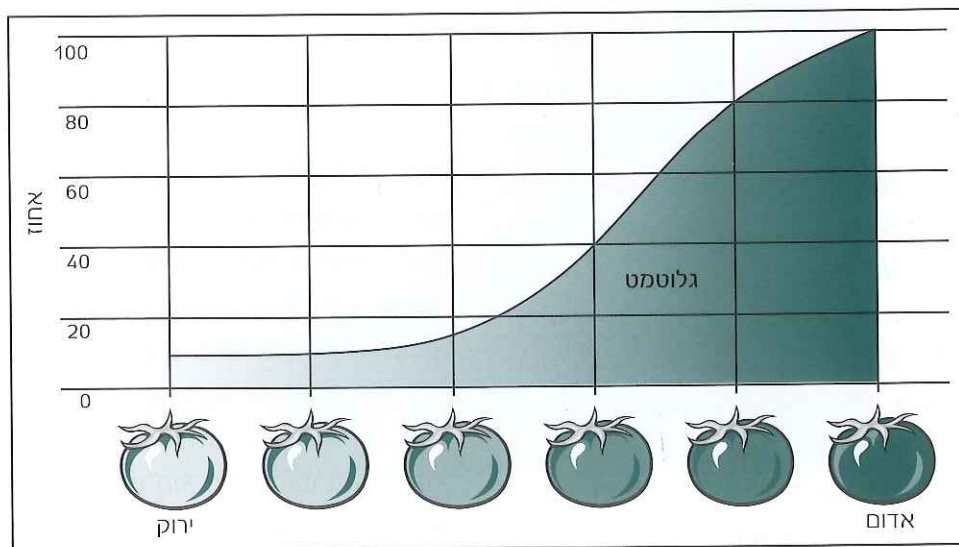
ועתה, חשבו על טעם העגבנייה. ככל שהעגבנייה בשלה יותר, כך טעמה משתבח. אם נסתכל על המתקוות והחמיצות של העגבנייה, ככל שהיא מבשילה, כך לא נוכל להתעלם מהטעם האוממי (umami), הטעם החמישי. איור 1 מדגים את הקשר בין בשלות העגבנייה לבין כמויות הגלוטמט. ניתן לראות שככל שהעגבנייה מבשילה, כך גם הטעם האוממי הולך ומתגבר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

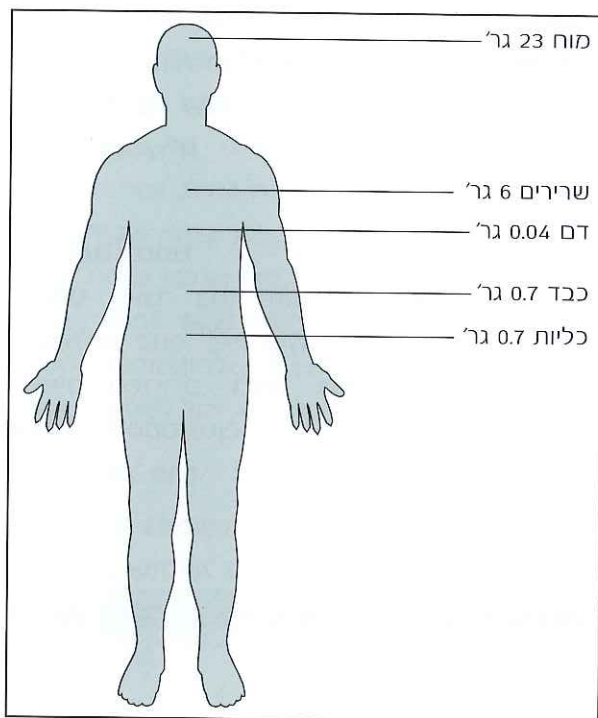
הרכב חומצות האמינו בחלב-אם דומה מאוד לזה של יונקים רבים. גלוטמט (יחד עם גלוטמין) הוא החומצה האמינית השכיחה ביותר מבין 20 חומצות האמינו בחלב-אם, והוא מהווה כ-20% מחומצות האמינו בחלב. עובדה זו מצביעה על תפקידו המרכזי, ההגנתי כנראה, בגוף האדם.

### 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:

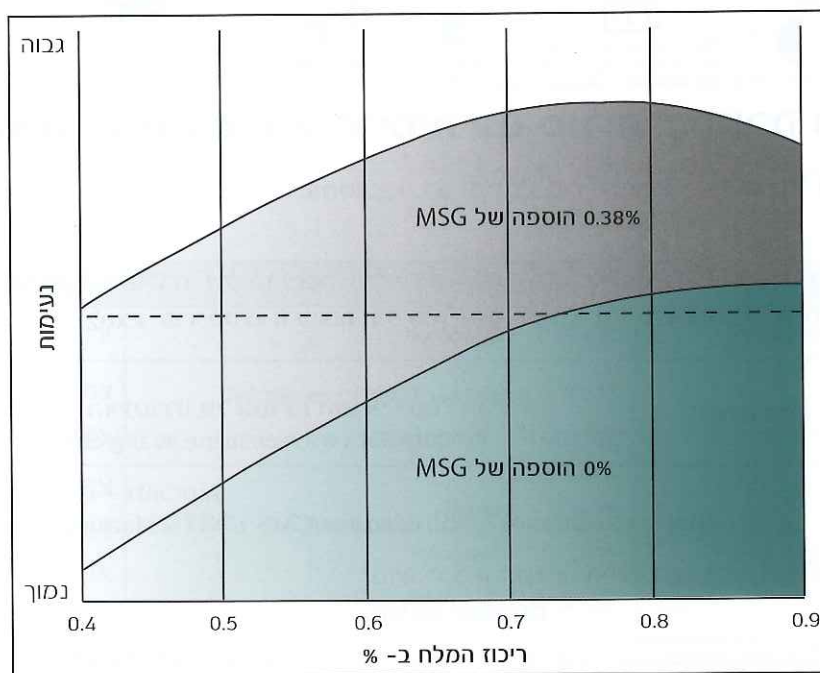
- אחוז לא ידוע של האוכלוסייה יכול להגיב למונוסודיום גלוטמט ולפתח תופעות לוואי. תופעות לוואי אלה יכולות להיות צריבה בגב, בצוואר ובחזה, היעדר תחושה בצוואר, כאבי חזה, כאבי ראש, עלייה בקצב פעימות הלב ובחילה.
- יתר על כן, אנשים שאין להם רגישות למונוסודיום גלוטמט, יפתחו את התסמינים בתוך שעה מרגע שאכלו 3 גר'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

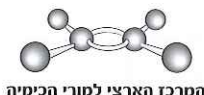
[http://en.wikipedia.org/wiki/Monosodium\\_glutamate](http://en.wikipedia.org/wiki/Monosodium_glutamate)

<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.



## 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](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](mailto:ntbardov@weizmann.ac.il)