

טעמים של כימיה

מיפוי הפרק

היבט כימי	היבט תזונתי	היבט חברתי/אישי	
<ul style="list-style-type: none"> הכרת המבנים המולקולריים האופייניים לטעמי המזון השונים הכרת החומצות העיקריות בפירות. 	<ul style="list-style-type: none"> הכרת הגורמים המעורבים בתהליך בו אנו חשים בטעם של מזון; היבטים מעוררי עניין בהקשר למזונות שונות. 	<ul style="list-style-type: none"> משמעות חוש הטעם האנושי וההבדל בין בני-אדם בהקשר זה. הקשר בין חמשת טעמי המזון ליכולת ההישרדות האנושית. 	מטרות
<ul style="list-style-type: none"> קשרי מימן בין הקבוצה הגלוקופורית לבין החלבון בפקעיות הטעם האחראי על הטעם המתוק; יוני הידרוניום ותחושת הטעם החמוץ; יוני מלחים והטעם המלוח; הקשר בין קוטרם של יוני המלחים ובין תחושת הטעם המלוח או המר; מבנה מולקולרי אופייני של תרכובות אלקלואידיות האחראיות לטעם המר; החומצה הגלוטאמית והמלח שלה האחראיים לטעם אוממי; מולקולות אופייניות לתחושת החריפות. 	<ul style="list-style-type: none"> גילוי ממתיקי המזון הנפוצים: סכרין, ציקלאמט ואספרטם; תוספי מזון; מזונות המכילים מונוסודיום גלוטאמט. 	<ul style="list-style-type: none"> המודעות להקטנה בצריכת מלח; החומר המר ביותר המוכר; תסמונת המסעדה הסינית (או מחלת קווק); סקלת סקוויל לחריפות. 	תכנים ומושגים מרכזיים
<ul style="list-style-type: none"> ניתוח מבנים מולקולריים האחראיים לטעמים השונים. שאלת שאלות. 	<ul style="list-style-type: none"> חקר אירוע: "המלח הנסתר". 	<ul style="list-style-type: none"> ניתוח מידע מטבלה. 	מיומנויות מרכזיות
	<ul style="list-style-type: none"> איתור מידע באינטרנט בנושאים: ממתיקי מזון מלאכותיים ותוספי מזון. 		פעילויות ייחודיות

הקדמה

פרק זה מהווה פרק סיום ליחידה כולה ובו באים לידי ביטוי חלק מהידע שנרכש ביחידה וכן ידע קודם מלימודי הכימיה. הפרק כולל מבוא הקשור לסוגי הטעמים הקיימים וכיצד אנו חשים בהם. אחריו מובאים שישה תת-נושאים העוסקים בכל אחד מהטעמים: מתוק, חמוץ, מלוח, מר ואוממי וכן בתחושת הטעם החרף. כל תת נושא כולל קטע מידע ואחריו שאלות מגוונות. מומלץ ללמד פרק זה באמצעות למידה עצמית של התלמידים בקבוצות קטנות. מומלצות שתי דרכים ללמידת הפרק:

1. חלוקת הכיתה לשש קבוצות. כל קבוצה לומדת לבד את אחד מתת-הנושאים ומציגה לפני כל הכיתה את תת-הנושא שלמדה כולל פתרון השאלות בנושא. ההצגה צריכה להיות יצירתית, באמצעות מצגת או פוסטר וצריכה לכלול ביטוי ברור לתרומתו של כל אחד מחברי הצוות.
2. חלוקת הכיתה לשש קבוצות ולמידה בשיטת הג'יקסו*. בשיטה זו, המורה קובע את קבוצות "האם" כך שבכל קבוצה שישה תלמידים וכל אחד מהם אחראי על אחד מתת-הנושאים שבפרק. למידת הנושא תעשה במהלך שיעור כפול, בו תלמד כל קבוצת מומחים את הנושא שלה, תפתור את השאלות המתאימות ותכין סיכום קצר כהכנה לשלב הוראת העמיתים. במהלך השיעור הכפול הבא, תיערך הוראת עמיתים, בה כל תלמיד יציג בקבוצת "האם" שלו את תת-הנושא בו התמחה, בהתאם להנחיות שהוכנו בקבוצתו. לסיכום, יערך דיון כולל בהנחיית המורה או באמצעות שאלות מסכמות הכוללות את כל תת-הנושאים.

בשתי הדרכים ללמוד הפרק, ניתן לצמצם את תת-הנושאים על ידי בחירה של ארבעה או חמישה נושאים ואת הנושאים האחרים ללמד כדיון כולל בכיתה.

אתרים מומלצים בנושא הטעם:

<http://www.cf.ac.uk/biosi/staff/jacob/teaching/sensory/taste.html>

<http://www.answers.com/topic/basic-taste>

* הרחבה על שיטת הג'יקסו מובאת בנספח למדריך זה.

הצעה לפעילויות מקדימות

פעילות 1

מטרת הפעילות

להדגים את הטעמים השונים.

הכנה

להביא ארבעה סוגים של מאכלים עטופים בניירות אלומיניום:

עוגייה /שוקולד – לייצוג הטעם המתוק

פרוסת לימון – לייצוג הטעם החמוץ

קרקר – לייצוג הטעם המלוח

קליפת בננה – לייצוג הטעם המר

ביצוע הפעילות

פעילות בזוגות. תלמיד אחד מכסה את עיניו והתלמיד השני נותן לו לטעום את כל אחד מהמאכלים. עליו לרשום את הבעת הפנים הראשונית של הטועם ובהתאם, לרשום האם הטעם אהוב על חברו או לא.

דיון מסכם

כולם אוהבים את הטעם המתוק, פחות את המלוח ועוד פחות את החמוץ ואף אחד לא אוהב את הטעם המר.

פעילות 2

מטרת הפעילות

להדגים את הטעמים במפת הלשון – מיקום הטעמים על הלשון.

הכנה

להביא שני סוגים של מאכלים. מומלץ שוקולד מתוק וקרקר מלוח (טעמים אהובים בדרך כלל).

בקבוק מים.

ביצוע הפעילות

את הפעילות יכולים לבצע כל התלמידים או בזוגות, כאשר אחד מבצע והשני צופה ורושם.

יש לשים, באמצעות קיסם, פרור שוקולד בקדמת הפה. מרגישים את הטעם המתוק.

לשטוף הפה במים.

לשים בקצה הפנימי של הלשון פרור שוקולד. לא מרגישים את הטעם המתוק.

ניתן לחזור על שני שלבים אלו עם פרור של קרקר מלוח.

דיון מסכם

יש אזורים בלשון הרגישים לטעמים שונים.

פעילות 3

מטרת הפעילות

להדגים את משמעות חוש הטעם והכנה לדיון על הדרך בה אנו חשים בטעם.

הכנה

להביא כוס קפה וכוס תה.

ביצוע הפעילות

את הפעילות יכולים לבצע כל התלמידים או הדגמה של מספר תלמידים. מכסים את עיני התלמיד ומבקשים ממנו להחזיק חזק את אפו ולנשום דרך הפה (אפשר לשים אטב על האף). לתת לו לשתות מעט מכל אחת מהכוסות ולהחליט באיזו כוס יש קפה ובאיזו יש תה.

ניתן לעשות זאת גם עם תפוח עץ מגורד ובצל מגורד.

דיון מסכם

כאשר לא ניתן להריח ולראות את המאכל, לא ניתן גם לחוש בטעמו. טעם הוא שילוב של חוש הטעם וחוש הריח ולמעשה משולבים בו גם החושים האחרים: הראייה, המישוש, השמיעה. בכל אלו מעורב גם הזיכרון והמידע שיש לכל אחד מאיתנו על המאכל (או מאכל דומה) בעקבות התנסויות דומות קודמות.

ניתן להסביר כי באנגלית קיים המושג flavor הכולל גם את חוש הטעם: taste וגם את חוש הריח: smell.

מה אנו יודעים על הכימיה של טעמי המזון?

תשובות לשאלות הפתיחה

1. ידע מקדים

א. קיימים חמישה טעמים: מתוק, מלוח, חמוץ ומר. הטעם חמישי, שנוסף בשנים האחרונות, נקרא אוממי (umami). זהו הטעם הבלתי מוגדר של החומר גלוטאמט והוא מאפיין את הטעם הבשרי. חריפות אינה נחשבת לטעם. היא קשורה בתחושת כאב ואינה מגרה את תאי הטעם.

ב. אנו חשים בטעם באמצעות תאי חישה הנמצאים על הלשון. על הלשון ממוקמות בליטות קטנות. כל בליטה שכזו היא פקיעית טעם המכילה בין 50 – 100 תאי טעם. בתאי הטעם יש חלבונים שרגישים לחומרים הכימיים במזון וכאשר אלו באים אתם במגע נוצר דחף עצבי המועבר למוח – למרכז האחראי על הטעם.

ג. מחקרים מראים כי אנחנו מפעילים מנגנון שיפוטי ביחסנו למזון. למעשה טעמו של מאכל הוא צרוף של כל חושינו: טעם, ריח, ראייה ומישוש ולזה מצטרף מידע שיש לנו בזיכרון על מאכל זה או דומים לו. כמו כן, לאנשים שונים יש צפיפות שונה של תאי חישת טעם על הלשון. עובדה זו, בתוספת הזיכרון הטבוע בנו מניסיונו הקודם במאכל מסוים או במאכלים דומים, גורמים לכך שלאנשים שונים, יחס ותחושת טעם שונה עבור מאכל מסוים ולכן "על טעם ועל ריח אין להתווכח".

טעמים של כימיה

הרשקוביץ, קברמן, אברג'יל ודורי (2007).
טעם של כימיה - מדריך למורה

יש מספר עדויות גם למעורבות גנטית בחוש הטעם. לדוגמה: יש אנשים, שלהם גן המגיב לחומר PTC, והם ירגישו את טעמו המר ולאחרים הוא חסר טעם.

ד. לטעם המתוק אחראית קבוצת אטומים הנקראת: גלוקופור (glucophore) אשר המבנה המרחבי שלה תואם במדויק את מבנה החלבון בתאי הטעם שבקדמת הלשון האחראים על הטעם המתוק. נוצר קשר מימני בין קבוצה זו לחלבון וכתוצאה מכך נוצר דחף עצבי המועבר למוח.

לטעם החמוץ אחראיים יוני ההידרוניום H_3O^+ המשתחררים מחומצות. תאי החישה בצידי הלשון מכילים מולקולות של חלבון עשירות בקבוצה הקרבוקסילטית (-COO-). קבוצה זו נוצרת כאשר משתחרר מימן מקבוצה קרבוקסילית (-COOH). כאשר נוצרת סביבה חומצית על הלשון, נקלטים יוני ההידרוניום על-ידי הקבוצה הקרבוקסילטית בחלבון. כתוצאה מכך, חל שינוי במבנה מולקולות החלבון בתא החישה וזה גורם ליצירת אות מתאים והעברתו למוח, שם נעשה "התרגום" לתחושה האופיינית לטעם החמוץ.

לטעם המלוח אחראיים יוני מלחים, בעיקר יוני הנתרן (Na^+). אלו גורמים לגירוי תאי הטעם בצידי הלשון ולתחושת הטעם המלוח.

לטעם המר אחראיים מלחים אנאורגניים וחומרים המכילים את הקבוצה הפנולית (טבעת בנזן אליה מחוברת קבוצת OH). כמו כן, חומרים רבים הגורמים לטעם מר מכילים תרכובות אורגניות המכילות חנקן ונקראות אלקלואידים.

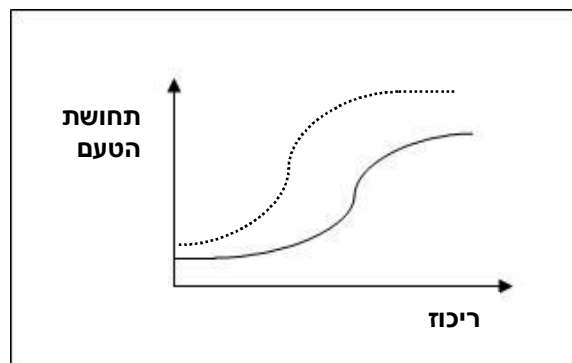
2. ניתוח מידע מגרף

ב. תחום 1 – התחום הישר (אופקי) בתחילת העקומה מעיד על ריכוז נמוך אשר גורם לתחושת טעם חלשה ויציבה. בתחום זה תגובת הטעם כמעט ואיננה מושפעת משינוי ריכוז חומר הטעם.

תחום 2 - תחום העלייה מעיד על כך, שככל שריכוז חומר הטעם גדל, כך תחושת הטעם גדלה. תחום 3 - תחום של עלייה מתונה והתייצבות המעיד על כך שריכוזים גבוהים של חומר הטעם לא מעלים את תגובת הטעם מעבר לתגובה מקסימאלית אפשרית.

ג. המסקנה: בטווח מסוים, ככל שריכוז החומר המעורר טעם עולה כך תחושת הטעם גדלה. תאי הטעם אינם רגישים לריכוזים נמוכים או גבוהים מטווח זה. כאשר הריכוז נמוך מדי, תחושת הטעם חלשה ואיננה משתנה עם עליית הריכוז. מעבר לערך מקסימאלי מסוים, אין עליה בתחושת הטעם גם כאשר יש עליה בריכוז החומר המעורר טעם.

ד. ההנחה היא שטווח הרגישות לחומרי טעם שונים, שונה אצל אנשים שונים. תחושת הטעם של אדם נוסף משורטטת בקו מקווקו. לאדם זה רגישות גבוהה יותר לתחושת הטעם של המאכל המסוים הנבדק. בריכוזים נמוכים, התחושה חזקה יותר, יש עליה מהירה בתחושת הטעם והתחושה המקסימאלית לטעם גבוהה יותר.



מתיקות – הטעם המתוק

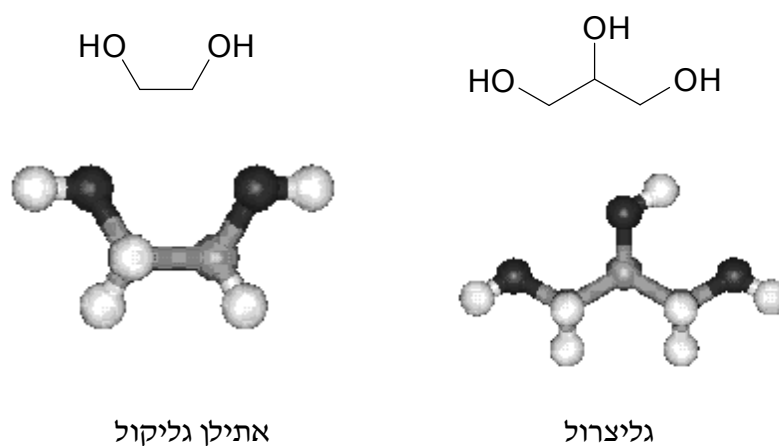
תשובות לתרגיל 1: יישום ידע, הבנה ופעילות מלווה רשת - הטעם המתוק

1. מטרת העלאת השאלות על-ידי התלמידים היא לעורר בהם קריאה וחשיבה מעמיקה בהקשר למידע הנתון, אשר הינו כללי.

דוגמה לשאלה:

האם לעוצמת הטעם המתוק יש קשר לחוזק הקשר בין מולקולות החומר והחלבון בפגיעת הטעם? ואם לא, מה קובע את עוצמת הטעם?

2. א. מכיוון שהמודל מתבסס על יצירת קשרי מימן עם החלבון בתאי הטעם, מבנה החומרים צריך להכיל קבוצות -OH.

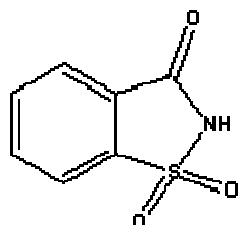


(כדור אפור מייצג אטום פחמן; כדור שחור מייצג אטום חמצן; כדור לבן מייצג אטום מימן)

ב. במבנה המולקולה אין כל עדות לתכונת הרעילות של אתילן גליקול. הוא עצמו איננו רעיל, אך בתהליך העיכול בגופנו הוא מתפרק ותוצרי הפרוק שלו (חומצה אוכסלית בעיקר) רעילים ביותר.

3. המבנה המרחבי של המולקולה ואפילו כווני סידור האטומים בה, חשובים וקובעים את יכולת ההתאמה שלה לחלבון שבתא הטעם ולכן אם מבנה המולקולה במצב D מתאים "למנעול" החלבון, תמונת הראי שלה, מבנה L לא בהכרח יתאים ולחומר לא יהיה בהכרח טעם מתוק.

4. סכרין התגלה בשנת 1879 בדרך מקרה, כאשר כימאי באוניברסיטת ג'ון הופקינס במרילנד, ארה"ב, לא רחץ את ידיו לאחר עבודתו במעבדה ובטעות ליקק את אצבעותיו וגילה כי דבק בהם טעם מתוק.

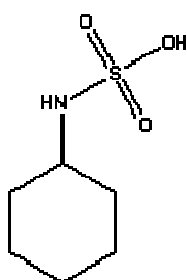


טעמים של כימיה
 הרשקוביץ, קברמן, אברג'יל ודורי (2007).
 טעם של כימיה - מדריך למורה

ייצור סכרין החל להיות מסחרי בשנת 1900. הוא מתוק פי 300 מסוכר רגיל, אך יש לו טעם לוואי מריר כאשר ריכוזו גבוה. הוא מתוק רק לבני אדם. דבורים ופרפרים אינם מוצאים אותו מתוק ואינם נמשכים אליו. הוא איננו מסיס במים ולכן משתמשים בו בצורת מלח, עם יוני נתרן או סידן וכך הוא מסיס. הוא איננו עובר עיכול בגופנו, בניגוד לסוכר רגיל ולכן איננו משמין.

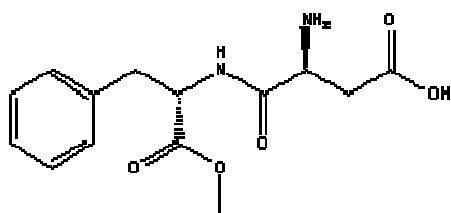
השימוש בסכרין ירד מאוד לאחר שהוא נחשד כגורם מסרטן אך מכיוון שהניסויים בוצעו על חולדות, הנושא נותר שנוי במחלוקת. ממשיכים להשתמש בו אך עם תווית אזהרה מתאימה.

ציקלמאט התגלה אף הוא במקרה בשנת 1937. סטודנט לכימיה, באוניברסיטת אילינוי בארה"ב עישן סיגריה והניח אותה בטעות על חומר שסינתז לצורך מחקר על תרופה להורדת חום. כשקרב את הסיגריה שוב לפיו, גילה כי טעמה מתוק.



לציקלמאט אין טעם לוואי מריר כשל סכרין והוא מתוק פי 30 מסוכר. הוא יציב בחום ולכן מתאים לשימוש במוצרי מזון שהכנתם מצריכה חימום. בדרך כלל משתמשים בתערובת של ציקלמאט וסכרין ביחס של 10:1, דבר המשפר את טעמו של המזון וגורם להגברת הטעם המתוק. ציקלמאט אושר לשימוש בארה"ב ב-1951 אך בשנת 1969 נאסר לשימוש עקב מחקרים שהראו כי צריכה גבוהה שלו גורמת לסרטן אצל חולדות. הדבר לא הוכח על בני-אדם.

אספרטם, כמו שני הממתקים הקודמים, התגלה אף הוא במקרה בשנת 1965, על-ידי כימאי בחברת תרופות כאשר סינתז אספרטם לצורך מציאת תרופה לכיב-קיבה. הוא נגע בחומר וכשקרב את אצבעותיו לפיו גילה כי הוא מתוק.



אספרטם הוא צרוף של שתי חומצות אמיניות טיבעיות: חומצה אספרטית ופנילאלנין. למרות שהחומצה האספרטית היא חסרת טעם ופנילאלנין הוא בעל טעם מר, צירופם נותן חומר בעל טעם מתוק פי 160 מסוכר ואין לו טעם לוואי כשל סכרין. הוא עובר פרוק בגוף ויש לו ערך קלורי כשל

חלבון. עקב מתיקותו הרבה, צריכתו נמוכה משל סוכר רגיל ולכן הוא נחשב כדל-קלוריות. הוא מתפרק בחימום ולכן לא ניתן להשתמש בו במאכלים מבושלים.

אנשים הסובלים ממחלה (פנילקטונוריה) המאופיינת באי יכולת לפרק את החומצה האמינית פנילאלנין, צריכים להימנע מצריכת אספרטם.

מחקר רב נערך במטרה לבחון את הקשר בין צריכת אספרטם ובין התפתחות של גידולים סרטניים שונים. הדבר לא הוכח ואספרטם אושר לשימוש תחילה במוצרי מזון יבשים ומשנת 1983 גם במשקאות קלים. מכיוון שאספרטם עובר תהליך פרוק איטי בנוזל, חיי המדף שלו במשקאות קלים מוגבל. נהוג להוסיף למשקאות תערובת של סכרין ואספרטם, דבר המגביר את מתיקותם ואת יציבותם לאורך זמן.

הוויכוח הציבורי על הסכנה שבצריכת אספרטם נמשך מזה זמן רב. ניתן להרחיב על הדעות השונות בהקשר זה באתרים רבים באינטרנט. מומלצים האתרים:

<http://www.321recipes.com/aspartame.html>

[/http://www.aspartame.com](http://www.aspartame.com)

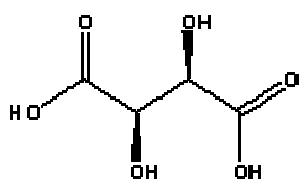
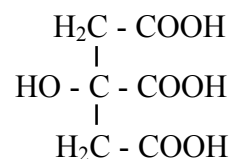
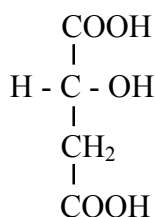
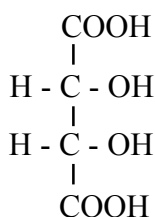
ניתן להסביר את הטעם המתוק של שלושת הממתיקים המלאכותיים בהימצאות קבוצת -NH או -OH במולקולה, דבר המאפשר לה ליצור קשרי מימן עם החלבון בתאי הטעם בלשון.

חמיצות - הטעם החמוץ

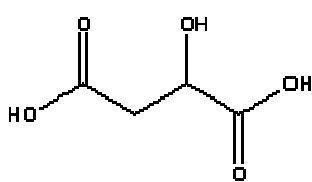
תשובות לתרגיל 2: יישום ידע, ניתוח מידע ופעילות מלווה רשת – הטעם החמוץ

2. א. בחומצה הציטרית 3 קבוצות קרבוקסיליות, בחומצה המלית ובחומצה הטרטרית 2 קבוצות קרבוקסיליות.

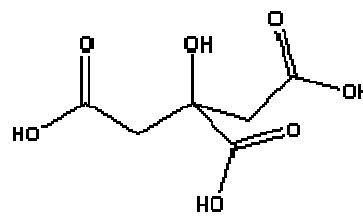
הערה – לתלמידים המתקשים לזהות את הקבוצות הפונקציונליות בנוסחאות המבנה של החומצות המוצגות בקטע, ניתן לציירן בצורה דו-ממדית בדרך הבאה:



חומצה טרטרית



חומצה מלית



חומצה ציטרית

ב. סדר נקודות ההיתוך של החומצות: טרטרית < ציטרית < מלית.

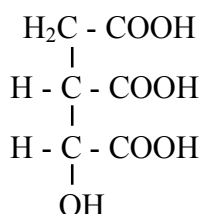
נקודת ההיתוך הגבוהה ביותר תהייה לחומצה הטרטרית (170°C) עקב הימצאותן של 4 קבוצות פונקציונליות (שתיים קרבוקסיליות ושתיים הידרוכסיליות) היכולות ליצור קשרי מימן בין המולקולות. לחומצה המלית נקודת ההיתוך הנמוכה ביותר (102°C) עקב הימצאותן של 3 קבוצות פונקציונליות בלבד (שתיים קרבוקסיליות ואחת הידרוכסילית) היכולות ליצור קשרי מימן בין המולקולות.

טעמים של כימיה

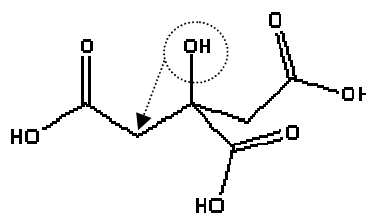
הרשקוביץ, קברמן, אברג'יל ודורי (2007).
טעם של כימיה - מדריך למורה

לחומצה הציטרית נקודת היתוך: 152°C , נמוכה מזו של החומצה הטרטרית, למרות שיש לה אותו מספר של קבוצות פונקציונליות. הסיבה לכך היא המבנה המרחבי המסועף של החומצה הציטרית, הגורם הפרעה לצפיפות "אריזת" המולקולות וכתוצאה מכך לכוחות בין-מולקולריים חלשים יותר ולנקודת היתוך נמוכה יותר.

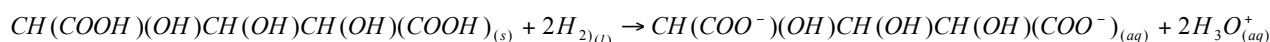
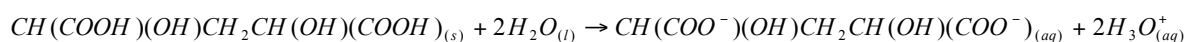
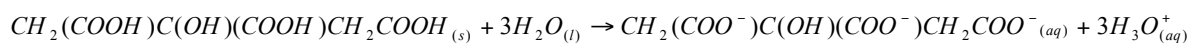
ג. האיזומר הסביר ביותר, יהיה זה אשר קבוצת ה-OH נמצאת על האטום הקיצוני במולקולה. איזומרים אחרים כגון: שתי קבוצות קרבוקסיליות על אותו אטום לא סבירות עקב הפרעה מרחבית גדולה ודחייה בין אלקטרוני הקשר בקבוצות אילו. לכן המבנה האפשרי לאיזומר של החומצה הציטרית הוא:



ובצורה דו-ממדית:



3. תהליכי ההמסה עבור החומצה הציטרית, המלית והטרטרית בהתאמה:



כדי להקל על התלמידים, מומלץ גם לרשום את התהליכים באמצעות נוסחאות מבנה דו-ממדיות המוצגות בתשובה לשאלה 1.

4. א. שתי מסקנות מרכזיות:

- הלימון הינו בעל הטעם החמוץ ביותר מבין פירות ההדר מכיוון שהוא מכיל את הריכוז הגבוה ביותר של חומצות. אחריו האשכולית ולבסוף התפוז.
- בענבים, עיקר הטעם החמוץ נובע מנוכחות של החומצה הטרטרית. לעומת זאת, בפירות הדר, אין כלל חומצה זו ועיקר הטעם החמוץ מקורו בחומצה הציטרית.

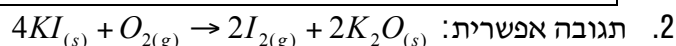
ב. הערכים בטבלה תלויים במידת הבשלות של הפרי, סוג הפרי (יש זנים שונים של תפוזים וכך גם לגבי ענבים) ותנאי הסביבה בה גודלו (למשל: כמות המים).

מליחות - הטעם המלוח

תשובות לחקר אירוע: מלח הבישול

1. החומרים המוספים למלח בישול והסיבות להוספתם:

התוסף	סיבת הוספתו
אשלגן יודי KI	העשרת הגוף בIOD
תיוסולפט (מלח המכיל את האניון $S_2O_3^{2-}$) או דקטרוז (סוכר ענבים) או בסיסים כמו נתרן מימן פחמתי (ביקרבונט - $NaHCO_3$) או פוספטים	מניעת חמצון של האשלגן היודי באוויר, דבר הגורם לו להתנדף.
מלחים פחמתיים שונים, נתרן אלומיניום סיליקט, ובדרך כלל את התרכובת: $K_4Fe(CN)_6 \cdot 3H_2O$	הקטנה של ספיגת אדי המים הגורמת לגבישי המלח להיצמד האחד לשני ומונעת את "זרמתו" מהמלחיה.



בתגובה זו, אניון היוד משמש כחומר מחזור והחמצן כחומר מחמצן.

3. באריזות של מלח ים (מלח רץ) רשום רק שיש כ- 1% חומר המונע התגיישות ואין כל מידע לגביו. באריזות של מלח שולחני ומלח בישול גם אין כל מידע לגבי תוספות למלח.

4. א. יש להיכנס לאתר, לבחור בתפריט: additives ובתוכו יש לבחור ב: brief list ולראות את מיון התוספים לפי שימושיהם וכן לבחור בפרוט על תוספי המזון בקבוצת E500-599.

קוד תוסף המזון	השם הכימי	שימוש	סכנות בצריכתו
E501	אשלגן פחמתי Potassium carbonate	מניעת התגבשות	לא ידוע
E503	אמוניום פחמתי Ammonium carbonate	מניעת התגבשות	גורם לגירוי של קרומים רגישים בגוף
E504	מגנזיום פחמתי Magnesium carbonate	מניעת התגבשות; כתרופה נוגדת חומציות וכחומר משלשל	לא ידוע
E536	אשלגן ברזל הקסאציאני Potassium ferrocyanide	מניעת התגבשות	רעילות נמוכה
E554	נתרן אלומיניום סיליקט Sodium aluminum silicate	מניעת התגבשות	נמצא קשר בין צריכת אלומיניום ובין בעיות בשליה אצל נשים בהריון. נמצא גם קשר למחלת אלצהיימר.

ב. המידע איננו כולל את הקשר בין הכמות הנצרכת של תוסף המזון ובין הסיכוי להיפגע מצריכה זו. יש להניח כי הסכנה שבצריכת התוסף תלויה בכמות הנצרכת. מכיוון שזו לא מפורטת איננו יודעים כלל על הסכנות המצטברות של כל החומרים אותם אנו צורכים כתוספי מזון.

מרירות - הטעם המר

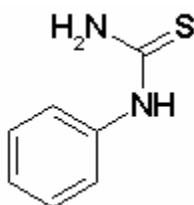
תשובות לתרגיל 3: יישום ידע ופעילות מלווה רשת – הטעם המר

2. א. כל התרכובות מכילות טבעות משושות בהן מותמר אחד או יותר מאטומי הפחמן באטום חנקן. כולן תרכובות אלקלואידיות, הגורמות לתחושת טעם מר.
 ב. כאשר טמפרטורת ההיתוך נמוכה מטמפרטורת החדר, החומר יהיה נוזלי בטמפרטורת החדר. לניקוטין טמפרטורת ההיתוך הנמוכה ביותר (-7.9°C) לעומת שתי התרכובות האחרות עקב שתי סיבות:

- המסה המולרית שלו היא הנמוכה ביותר ולכן כוחות ון-דר-ולס בין המולקולות חלשים יותר מאשר במולקולות האחרות בעלות המסה המולרית הגבוהה יותר.
- בתרכובות האחרות יש יותר מוקדים ליצירת קשרי מימן (יותר אטומי חנקן במולקולה ו/או קבוצת OH), קשרי המימן במולקולות אלו חזקים יותר וכתוצאה מכך טמפרטורת ההיתוך שלהן גבוהה יותר.

3. השימוש בתרכובת המרה דנטוניום היא לצורך הרתעה, בעיקר של ילדים. מוסיפים אותה לחומרים רעילים, אשר טעמם המתוק עלול למשוך ילדים לצרוך אותם. אתילן גליקול הוא בעל טעם מתוק אך רעילותו גבוהה מאוד. לכן מוסיפים לנוזל נגד קיפאון, המכיל אתילן גליקול, מעט דנטוניום.

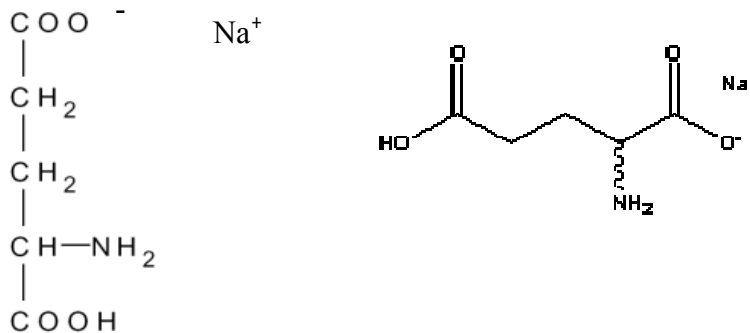
4. הסיבה לכך היא גנטית. לאנשים, שלהם גן המגיב לחומר, ירגישו את טעמו המר. בדיקת PTC היא אחת הבדיקות הגנטיות השכיחות הנעשות כיום. מחקרים הראו כי ישנם גורמים נוספים המשפיעים על תחושת הטעם לתרכובת זו. אנשים, שאינם מעשנים וממעטים בשתיית קפה ותה, הם בעלי סיכוי גבוה יותר לחוש את הטעם המר של PTC. הסיבה לכך איננה ידועה עדיין.



נוסחת המבנה של החומר:

תשובות לתרגיל 4: יישום ידע וניתוח מידע – הטעם אוממי

2. א.



ב. מצב הצבירה של MSG הינו מוצק. החומר הינו חומר יוני ובו משיכה חשמלית חזקה בין קטיוני הנתרן ואניוני החומצה. יש להשקיע אנרגיה רבה כדי "לנתק" קשרים אילו (להפריד בין היונים) ולכן טמפרטורת ההיתוך של החומר תהייה גבוהה ומצב הצבירה שלו בטמפרטורת החדר יהיה מוצק.

3. ב. עקב הכמות הגבוהה יחסית של מונוסודיום גלוטאמט בגבינת פרמזן וגם במיץ עגבניות, מוסיפים אותם לתיבול מזונות כגון אטריות ובשר, במטרה לחזק ולשפר את טעמם. הסיבה לכך היא, שמונוסודיום גלוטאמט משפר ומחזק את טעמם של מרכיבי המזון השונים איתם הוא בא במגע.

ג. ניתן להסביר את ההבדל בכמות מונוסודיום גלוטאמט בסוגי החלב באמצעות התפריט התזונתי השונה של אדם לעומת פרה. אדם ניזון מאוכל עשיר בחלבון, בעיקר בשר. חלבוני הבשר המתפרקים במערכת העיכול מהווים מקור לחומצה הגלוטאמית הנספגת בגוף. לעומת זאת, הפרה היא צמחונית ומתזונה איננו כולל חלבון מהחי.

הערה: ניתן למצוא מידע נוסף על הטעם אוממי במאמר:

מנדלר, ד. (2005). חמוץ, מתוק, מר, מלוח... אוממי – הטעם החמישי. על כימיה, גיליון 8, עיתון מורי הכימיה.

חריפות – תחושת הטעם החריף

תשובות לתרגיל 5: הבנה ויישום ידע – תחושת הטעם החריף

2. א. במולקולת הקאפסאיצין אטום החנקן נמצא בשרשרת אטומי פחמן וקשור אליו אטום מימן. במולקולת הפיפרין, אטום החנקן מתמיר את אחד מאטומי הפחמן בטבעת והוא קשור לשלושה אטומי פחמן נוספים.
- מבחינה כימית, אטום החנקן במולקולת הקאפסאיצין מסוגל ליצור קשרי מימן בין המולקולות של החומר ואילו אטום החנקן במולקולת הפיפרין איננו מסוגל.
- ב. עקב קיום הקבוצות הפונקציונאליות: -NH ו -OH במולקולת הקאפסאיצין, ניתן היה לצפות שהן תיצורנה קשרי מימן חזקים וטמפרטורת ההיתוך של החומר תהיה גבוהה יותר מטמפרטורת ההיתוך של הפיפרין. המסות המולריות קרובות יחסית (קאפסאיצין: 305 ופיפרין: 285) בכל זאת, טמפרטורת ההיתוך של הקאפסאיצין נמוכה משל הפיפרין. הסבר אפשרי קשור ב"אריזה" צפופה וטובה יותר של מולקולות הפיפרין ועקב כך יצירת קשרים בין-מולקולריים חזקים יותר. ייתכן כי שרשרת אטומי הפחמן במולקולת הקאפסאיצין מפותלת ו"מפריעה" לאריזת המולקולות ועקב כך גורמת ליצירת קשרים בין-מולקולריים חלשים יותר.
3. א. מולקולת הזינגרון דומה מאוד למולקולת הקאפסאיצין אך ללא שרשרת אטומי הפחמן וללא אטום החנקן.
- ב. הסיבה לטמפרטורת ההיתוך הנמוכה של זינגרון (41°C) היא המסה המולרית הנמוכה יותר (194) והעדר קבוצת -NH , אשר גורמים לכך שהקשרים הבין-מולקולריים בין מולקולות הזינגרון חלשים יותר מאשר הקשרים הבין-מולקולריים בין מולקולות הקאפסאיצין.
4. א. בפלפלים שונים קיימים חומרים נוספים, "המנטרלים" את חריפותו של הקאפסאיצין וכן מכיוון שההשוואה היא ליחידת משקל, כמות הקאפסאיצין בפלפלים קטנה בהרבה מקאפסאיצין נקי.
- ב. מולקולת הקאפסאיצין איננה מסיסה במים עקב שרשרת אטומי הפחמן הצדדית ההידרופובית ה"מפריעה" ליצירת קשרי מימן עם המים. בחלב נמצא חלבון (קזאין) אשר מאפשר לחומרים הדרופוביים (כגון שומנים) להתמוסס בו. כתוצאה, מולקולות הקאפסאיצין מתמוססות בחלב ומורחקות מהפה, דבר המקטין את תחושת החריפות.
- ג. הבדיקה נערכה באמצעות תמיסות מהולות של פלפלים. יצרו סידרת תמיסות של כל אחד מסוגי הפלפלים במיהולים הולכים וגדלים עד שהתקבלה התמיסה המהולה ביותר, אשר לא גרמה לתחושת חריפות. מידת המיהול, שלא גרמה לתחושת החריפות היוותה מדד לחריפות הפלפל. ככל שנדרש מיהול גדול יותר, מידת החריפות הייתה גבוהה יותר.
- מיהול של אחד למיליון נקבע כ- 1.5 יחידות בסקאלת סקוויל.
- הרחבה והסבר נוסף על יצירת תחושת החריפות ומאפייני המולקולות הגורמות לתחושה זו ניתן למצוא באתר: <http://antoine.frostburg.edu/chem/senese/101/features/capsaicin.shtml>
- טעמים של כימיה
 הרשקוביץ, קברמן, אברג'יל ודורי (2007).
 טעם של כימיה - מדריך למורה