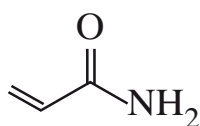




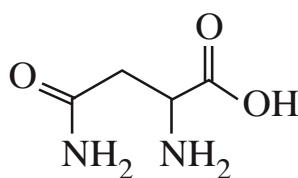
אקרילאמיד במזון

רותי שטנגר*

בשנת 2002 פרסמו מדענים שוודיים מחקר שקבע כי בעת הכנת צ'יפס ומזונות נוספים נוצר במזון החומר אקרילאמיד! אקרילאמיד נוצר בעת טיגון, אפייה, קלייה וצלייה של מזונות עמילניים רבים, בתגובה בין החומצה האמינית אספָּרְגִין לבין סוכרים מחזרים - סוכרים שלהם פחמן אנומרי שאינו קשור בקשר גליקוזידי. חומרים אלה נמצאים במזונות רבים, והתגובה ביניהם מתרחשת רק בטמפרטורות גבוהות מ-120°C. אקרילאמיד נוצר מהקבוצה הצדדית (-R) של האספָּרְגִין.



אקרילאמיד



אספָּרְגִין

איור 1

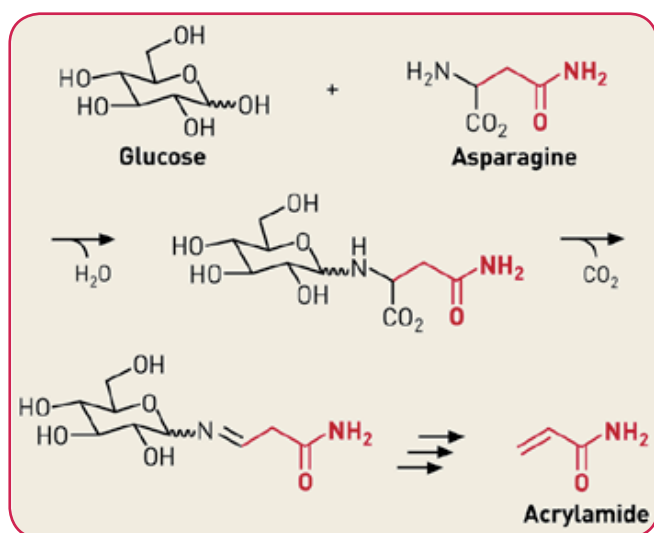
המחקר השוודי, שמצא אקרילאמיד במזון, עורר הדים רבים. אקרילאמיד הוא חומר מוכר בתעשייה הכימית, המיוצר בכמויות מסחריות בעיקר כמונומר ליצירת פוליאקרילאמיד, ומחקרים רפואיים רבים מייחסים לחומר זה שורה ארוכה של נזקים בריאותיים, ובכללם אף סוגים שונים של סרטן.

1. [Tareke E, Rydberg P. et al. \(2002\). "Analysis of acrylamide, a carcinogen formed in heated foodstuffs". J. Agric. Food. Chem. 50 \(17\): 4998-5006](#)

* רותי שטנגר היא רכזת הכימיה בביה"ס עירוני ג', חיפה, ויועצת מדעית ופדגוגית של פרויקט "טבע הכימיה" מטעם מכון דוידסון לחינוך מדעי, מכון ויצמן למדע, רחובות

כיצד נוצר האקרילאמיד במזון?

רוב החוקרים מאמינים כי אקרילאמיד הוא אחד מהתוצרים של תגובת מיארד (Maillard). על תגובה זו דיווח לראשונה לואי-קמי מיארד ב-1912² והיא בעלת חשיבות רבה בתהליכי עיבוד והכנת מזון (ראו איור 2) תוצרי תגובת מיארד אחראיים להשחמה של מזונות בעת צלייה, קלייה טיגון ואפייה ולמגוון הריחות הנעימים והטעמים המלווים הכנת מזונות רבים בשיטות אלה. התגובה מתרחשת בין הקבוצה הקרבונלית של סוכר מחזר לקבוצה האמינית של חלבון או חומצה אמינית. לתגובת מיארד שלבים רבים והדעות חלוקות בנוגע למנגנון התגובה. בתגובה מתקבלים תוצרים רבים, המשתנים בהתאם לסוג הסוכרים והחלבונים במזון, לטמפרטורת ההכנה או האחסון של המזון, למידת הלחות, ל-pH ולגורמים רבים נוספים.



איור 2: מנגנון חלקי לקבלת אקרילאמיד מגלוקוז ואספרגין

חלק מהתוצרים הם חומרי טעם וריח בעלי משקל מולקולרי נמוך, ואחרים הם צבענים חומים בעלי משקל מולקולרי גבוה יותר. אקרילאמיד הוא אחד התוצרים המתקבלים כאשר החומצה האמינית אספרגין נמצאת במזון.

תגובת מיארד נחקרה בעיקר בתחום המזון, אך היא מתרחשת גם בגופו. מחלות רבות נגרמות כתוצאה מתהליכים ניווניים שאחד משלביהם הוא תגובת מיארד בין חלבונים וסוכרים בגוף: מחלות ניווניות בעיניים, סיבוכים שונים של מחלת הסוכרת, מחלות בכליות ועוד.³

לאחר פרסום המאמר השוודי, הזמינו ארגונים רבים, דוגמת ארגון הבריאות העולמי (WHO), ארגון המזון והחקלאות העולמי (FAO), הסוכנות למזון ותרופות בארה"ב (FDA) ועוד, מחקרים בנושא האקרילאמיד במזון.

חלק מן החוקרים ניסו לפתח שיטות להפחתת כמות האקרילאמיד הנוצר בעת הכנת מזונות שונים, גם בבישול הביתי ובעיקר בתעשיית המזון המוכן: לחם, קרקרים, דגני בוקה, עוגיות, צ'יפס קפוא, חטיפי צ'יפס ועוד - מוצרים הנצרכים במדינות רבות בכמויות גדולות.

ההמלצות ממחקרים אלה נועדו ליצור "ארגז כלים" - אוסף שיטות אשר ינחה את יצרני מזון כיצד להפחית את כמות האקרילאמיד במזונות שהם מייצרים, [לדוגמה, ראו הפרסום באתר](#).

2. Maillard LC.(1912). "Action des acides amines sur les sucres. Formation des melanoidines par voi methodique". C R Acad Sci Ser. 154: 66-68

3. מעבדת חקר ברמה 2 בנושא תגובת מיארד נמצאת בספר טעם של כימיה, ד"ר אורית הרשקוביץ וד"ר צביה קברמן, הוצאת ספרים יסוד, 2007, עמ' 128-132. עיבוד למעבדה ניתן לראות באתר של רותי שטנגר.

להלן חלק מההמלצות שגובשו:

מה ניתן לעשות לפני הכנת המזון?

- לבחור מראש סוגים של תפוחי אדמה שכמות הסוכרים המחזרים בהם קטנה;
- לחתוך צ'יפסים עבים ששטח הפנים שלהם קטן יחסית לגופם הצ'יפס;
- להשרות את תפוחי האדמה החתוכים במים לפני הטיגון, כדי שחלק מהסוכרים והחלבונים יתמוססו וכמותם תפחת;
- להוסיף לתפוחי האדמה החתוכים חיידקים שצורכים גלוקוז כדי ליצור חומצת חלב, וכך להוריד את כמות הגלוקוז על שטח הפנים של הצ'יפס לפני טיגונו⁴;
- להוסיף לבצקים של מאפים מסויימים את האנזים אספריגנאז שמפרק חלק מהחומצה האמינית אספרגין;
- להוסיף לבצקים מסויימים תמצית של תה ירוק, תמצית רוזמרין וכו' המכילים אנטיאוקסידנטים. האנטיאוקסידנטים מגיבים עם הרדיקלים החופשיים הנוצרים בתהליך יצירת האקרילאמיד, וכתוצאה מכך כמות האקרילאמיד הנוצרת קטנה;
- לא להוסיף למאפים סוכרים מחזרים כמו גלוקוז ופרוקטוז;
- בעת הכנת מאפים שטוחים, כמו ביסקויטים, רצוי לא להשתמש בחומר המתפיח הנהוג בתעשייה - אמון מימן פחמתי $\text{NH}_4\text{HCO}_3(s)$. בעת האפייה משתחרר הגז אמוניה, $\text{NH}_3(g)$, המגיב עם גלוקוז ואספרגין ליצירה מוגברת של אקרילאמיד. לפיכך מומלץ להחליף חומר זה בחומרים מתפיחים אחרים שאינם משחררים אמוניה.

מה ניתן לעשות בעת הכנת המזון?

- לצמצם את זמן הטיגון/אפייה/קלייה/צלייה למינימום ההכרחי;
 - להכין מזונות בעלי צבע זהוב ולא בעלי צבע חום;
 - לטגן בטמפרטורות שאינן עולות על 175°C .
- המלצות אלה, שחלקן ניתן ליישום גם במטבח הביתי, נועדו לצמצם את החשיפה לאקרילאמיד שמקורו במזון שאנו אוכלים, ובכך להפחית את הסיכונים הבריאותיים הנובעים מחשיפה זו.
- [מאמר המותאם ל-3 יח"ל](#) על אקרילאמיד ניתן לראות באתר זה.

מקורות:

[Hans Lignert, Spiros Grivas, Margareta Jägerstad, Kerstin Skog, Margareta Törnqvist, Per Åman \(2002\). "Acrylamide in food: mechanisms of formation and influencing factors during heating of foods". Food & Nutrition Research, 46 \(4\): 159-172.](#)

[T. Henle, R. Deppisch, and E. Ritz \(1996\). "The Maillard reaction- from food chemistry to uraemia research". Nephrol Dial Transplant. 11\(9\):1718-22.](#)

[Yu Zhang and Ying Zhang \(2007\). "Formation and Reduction of Acrylamide in Maillard Reaction: A Review Based on the Current State of Knowledge". Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 47 \(5\): 521- 542](#)

4 תוספים למזונות זקוקים לאישור ה-FDA או ארגונים דומים.