



טעם: חוליות בשרשרת בין הלשון למוח

Lucy A. Vera, Stephen P. Wooding*

המכללה למדעי החברה, מדעי הרוח והאומנויות, אוניברסיטת קליפורניה, מרסד, מרסד, קליפורניה, ארצות הברית

היכולת לטעום מאפשרת לנו לְחַוֵּת חלק מהחוויית הנפלאות ביותר בחיים: מתיקות של ממתק, מליחות של צ'יפס ומרירות של לימון. כולנו יודעים שהחווייה מתחילה בלשון, אולם כיצד היא מתרחשת? מדענים גילו שחוויית הטעם מתרחשת דרך סדרת תגובות שמתחילה בחלבונים רגישים על הלשון שלכם, מתקדמת דרך פְּקֵעֵי הַטֵּעַם, נכנסת אל העצבים שלכם ומסתיימת במוחכם. אחד הממצאים המדהימים ביותר הוא שהרגישות לטעם משתנה מאדם לאדם. כל אחד מאיתנו חי בעולם ייחודי, מה שגורם לכל אחד לאהוב ולא לאהוב מזונות שונים.

הקדמה

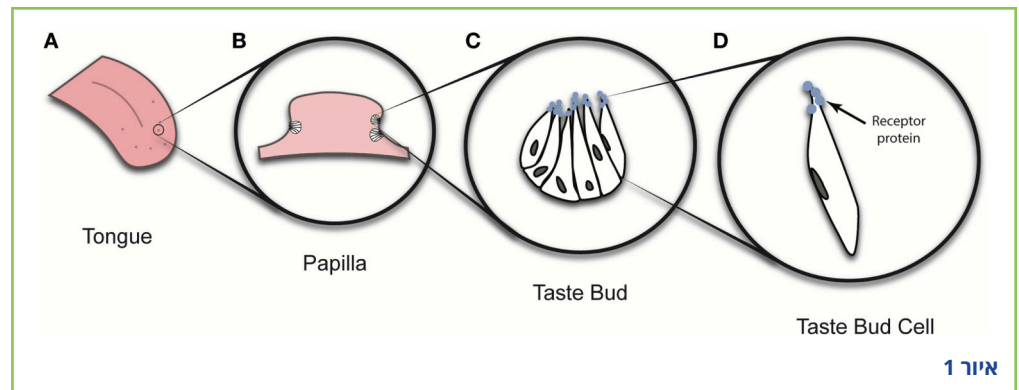
חשבו על המזון האהוב עליכם ביותר. האם מדובר בפיצה? שוקולד? סושי? דמיינו את המזון המפנק האהוב עליכם ביותר, ואת העונג שאתם חוֹנִים בעת אכילתו. מה לגבי מזון שאינכם אוהבים? למזון יש תכונות שונות רבות שתורמות להנאה: ריח, טמפרטורה, ואפילו כיצד הוא מרגיש בפה שלכם. אחת התכונות החשובות ביותר של מזון היא הטעם, השילוב בין תחושות של מתיקות, חמיצות, מליחות, מרירות ותְּבֻלָּה. כיצד האותות האלה מועברים מהפה אל המוח? זו תעלומה שנמשכה זמן רב. אולם מדענים שהתבוננו בתעלומה מקרוב גילו פרטים מדהימים על החלקים השונים שמרכיבים את מערכת הטעם, וכיצד הם מתחברים יחדיו [1].

סוקרים צעירים

SMITH
MIDDLE
SCHOOL
גיל: 11-14



איור 1



איור 1

מבנה הלשון.
 (A) הגבשושיות שעל הלשון נקראות פטמיות (B) פקעיות הטעם חבויות מתחת לפני השטח של הפטמיות ובקושי מציצות החוצה. (C) כל פקעית טעם מורכבת מצ'ביר של תאים, אשר ארוזים יחד כמו פלחים של תפוז. (D) בקצוות התאים שמרכיבים את פקעיות הטעם נמצאים קולטני טעם מיוחדים שבנויים מחלבונים, אשר מגיבים לחלקיקי מזון. כל פקעית טעם מחוברת בבסיסה לתאי עצב, כפי שאפשר לראות באיור 2.

Tongue = לשון

Papilla = פטמית

Taste Bud = טעם פקעית

Cell = תא

Receptor protein = קולטן חלבון

פְּטָמִיּוֹת הַלְשׁוֹן (Papillae)

גבשושיות של עור קשיח שנמצאות על גבי הלשון. הן מגינות על פקעיות הטעם שנמצאות בתוכן.

פְּקַעִיּוֹת טַעַם (Taste bud)

צרוך של תאים שמתמחה בזיהוי של טעם.

קוֹלְטָן טַעַם (Taste receptor)

חלבון זעיר שנמצא בקצה של פקעיות הטעם, אשר מגיב לחלקיקי מזון.

מבט קרוב על הלשון שלכם

מה אנו רואים כשאנו מוציאים את הלשון החוצה? נִבְּשׁוּשׁוּשׁוֹת. הרבה גבשושיות. מרבית האנשים חושבים כי אלה "בלוטות הטעם", אבל המצב מעט מורכב יותר מזה (איור 1). הגבשושיות שאנו רואים נקראות פְּטָמִיּוֹת הַלְשׁוֹן, והן חלק מיוחד וקשיח מהעור שלנו. "בלוטות הטעם" האמיתיות נקראות פְּקַעִיּוֹת הַטַעַם, והן מורכבות מתאים עדינים שמונחים כמו פְּלָחִים של תפוז מתחת לפני השטח של הפטמיות, היכן שהן מוגנות היטב. רק הקצוות של פקעיות הטעם מגיחים החוצה מפני השטח של הלשון. אי אפשר לראות את פקעיות הטעם בעין בלתי מזוינת, אבל אם נתבונן מקרוב מאוד בפטמיות הלשון נראה שהן מכילות אלפי פקעיות, שכולן מציצות החוצה [2].

קולטני טעם

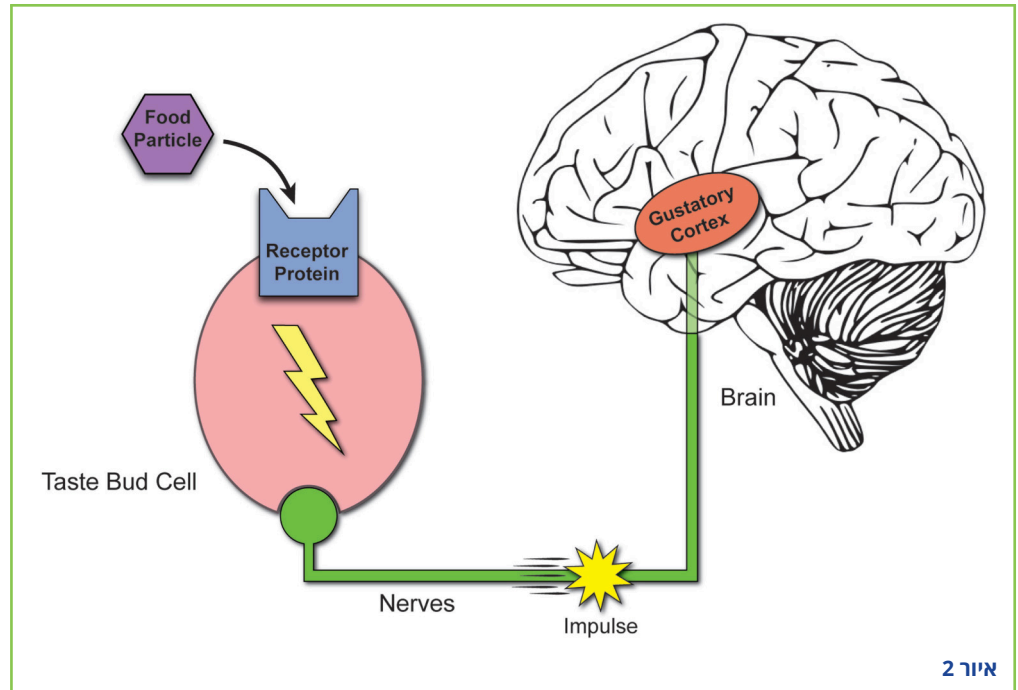
בקצה העליון ביותר שלהן, היכן שפקעיות הטעם מציצות מתוך הלשון, כל תא שלהן מאחסן חלבונים זעירים שנקראים קוֹלְטָנֵי טַעַם (איור 1) [3]. אלפי חלבונים שונים נמצאים בגוף שלנו, וכל אחד מהם הוא בעל תפקיד ייחודי במבנה ובתפקוד של הגוף. תפקידם של קולטני הטעם הוא לזהות את החומרים השונים שנמצאים בפה, כמו חלקיקי מזון. ישנם חמישה סוגים של חלבונים שִׁמְשֻׁמָּשִׁים כקולטני טעם, וכל אחד מהם מזהה חלקיקים בעלי אחד מבין חמשת הטעמים הבסיסיים: מתוק, חמוץ, מלוח, מר ואוּמָמִי (הטעם ה"בשרי" במזונות כמו ציר עוף). קולטני טעם מופעלים כאשר מזון לעוס מתערבב עם רוק, ואז הוא זורם מעל לפטמיות וסביבן כמו נהר סמיך. חלבוני הקולטנים מתעלמים ממרבית התערובת, אולם כשהם מזהים את חלקיקי מזון המטרה שלהם הם מגיבים, ומיידיעים את התאים שלהם שחומר הטעם אֶתְר. את התהליך הזה אפשר לדמיין כאילו שהקולטנים הם מנעולים והחלקיקים הם המפתחות. ממש כמו שמנעול נפתח רק עם המפתח המתאים, כך גם קולטני הטעם מגיבים רק אם הם באים במגע עם חלקיקי המזון המתאימים.

שליחת אות

כאשר תא של פקעית טעם מקבל הודעה שחומר כמו מזון אֶתְר בפה, הוא נכנס לפעולה (איור 2). פקעית הטעם מפעילה עשרות חלבונים בתוך התא. החלבונים האלה משתפים פעולה ומעבירים במהירות רבה אטומים טעונים חשמלית שנקראים יונים כדי לייצר זרם חשמלי

איור 2

אותות טעם.
 אותות הטעם מתחילים כאשר חלקיקי מזון נקלטים על גבי פקעיות הטעם בידי קולטנים שבנויים מחלבונים. כשהחלבונים מרגישים סוגים שונים של חלקיקים, הם שולחים הוראה לתא של פקעית הטעם שלהם להעביר זרם חשמלי קטן אל תוך מערכת העצבים, אשר מעבירה את האות הלאה אל המוח. האיור ממחיש בצורה פשטנית תא של פקעית טעם, עם קולטן חלבוני אחד. במציאות, כל פקעית טעם מכילה מיליוני קולטנים.
 Food particle = חלקיק מזון
 Receptor protein = חלבון קולטן
 Taste bud cell = תא פקעית טעם
 Nerves = עצבים
 Impulse = דחף (אות חשמלי)
 Gustatory cortex = אזור בקליפת המוח שאחראי על טעם
 Brain = מוח



איור 2

זעיר בתוך התא [2]. הזרם הזה קטן כל כך עד שבלתי אפשרי להרגיש אותו. אולם הוא מאותר על-ידי העצבים בלשון שלכם, שמתמחים באיתור אותות חשמליים והעברתם. כשהעצבים בלשון שלכם מקבלים את האותות מתאי פקעיות הטעם, הם מעבירים אותם לעוד ועוד עצבים, ושולחים את ההודעה ששועטת מאחורי הפה, דרך חור קטנטן בגולגולת, אל תוך המוח. שם, אזור המוח שאחראי על הטעם מסיים את העבודה ואומר לכם מהו הטעם שאתם חווים, אם הוא מתוק, מלוח, מריר, חמוץ או אוֹמָּי.

הבדלים בחוש הטעם

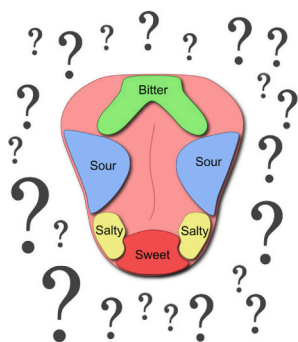
מערכת הטעם הבסיסית זזה אצל כולנו. אפילו פעוטות מְעִיִּים את פניהם בתגובה לטעמו החמוץ של לימון, מחייכים כשהם טועמים משהו מתוק ונרתעים ממרירות. אולם אנשים שונים זה מזה באופן נָּכֵר. ודאי הבחנתם בכך שחֶלְקֵנוּ רגישים יותר לטעם מאשר אחרים. לדוגמה, ירקות ממשפחת כרוב הניצנים מכילים רכיב שנקרא גְּוִיטְרִין, שטעמו מר וחזק והוא מרתיע מאוד חלק מהאנשים, אולם אנשים אחרים בקושי מרגישים אותו. מדוע זה כך? סיבה אחת היא שלאנשים שונים יש כמויות שונות של פקעיות טעם [1]. כל תא של פקעית טעם מוסיף חלק מסוים מהעוצמה של הטעם, כך שאנשים שיש להם יותר פקעיות טעם רגישים יותר לטעמים. זה נכון לכל הטעמים, לא רק למרירות. מדענים אפילו נתנו שמות לאנשים עם רמות רגישות שונות. אנשים בעלי הרגישות הנמוכה ביותר מְכַנְּיִים "לא-טועמים"; אנשים בעלי רגישות ממוצעת נקראים "טועמים ממוצעים"; אנשים בעלי הרגישות הגבוהה ביותר מְכַנְּיִים "טועמי-על". איזה מהטועמים אתם חושבים שאתם? ומה עם החברים שלכם?

הפכו לחוקרי טעם

חוקרים סביב לעולם חוקרים את חוויית הטעם מאחר שטעם משפיע על מה שאנשים אוכלים, ומה שהם אוכלים משפיע על הבריאות שלהם [1]. יִשְׁנֶנּוּ אפילו מחקר טעם שאתם יכולים לעשות בעצמכם במטבח שלכם. תיאוריה אחת שאתם יכולים לבחון היא שרגישות לטעם פְּרוּשָׁה על גבי הלשון כמו מִפָּה. במשך שנים רבות מאוד ספרים לימדו אותנו שהטעמים מלוח ומתוק מורגשים בקצה הלשון, בעוד שטעם מר מורגש בחלק האחורי של הלשון וטעם חמוץ מורגש בצידי הלשון (תיבה 1). מרכז הלשון, שמכיל כמות קטנה של פקעיות טעם, נשאר לרוב "רִיק". אולם מדעני טעם מאמינים כיום שרגישות לטעם אינה מצייתת למפה פשוטה שכזו. הם אומרים שאפשר לחוש טעמים בכל מקום על גבי הלשון. נסו לבחון את עצמכם באמצעות ניסוי "עשו זאת בעצמכם" (תיבה 1). עד כמה הרגישות לטעמים על גבי הלשון שלכם תואמת למפה?

תיבה 1 עשו זאת בעצמכם - בדיקת מפת הלשון

חברות וספרים רבים טוענים שהרגישות לטעם עוקבת אחרי מפה שנמצאת על הלשון שלכם: החלק הקדמי מקושר לטעמים מלוח ומתוק, החלק האחורי מקושר לטעם מר והצדדים מקושרים לטעם חמוץ. טעם שִׁמְכָּה מתובלן, שהוא תגלית חדשה יותר, אינו מצוין לרוב. הניסוי הבא יבחן את הרגישות של אזורים שונים בלשון שלכם לטעמים מתוק, חמוץ ומלוח, כך שתוכלו להשוות את התבנית שלכם עם זו שמצוינת במפה.



מצרכים

- מיץ לימון
- מלח
- סוכר
- שלוש כוסות מים קטנות
- כפית
- מקלוני אוזניים

מהלך הניסוי

1. שטפו את ידיכם.
2. הכינו תמיסות לבחינת הטעם:
 - א. הוסיפו כפית לימון לכוס המים הראשונה.
 - ב. הוסיפו כפית מלח לכוס השנייה.
 - ג. הוסיפו כפית סוכר לכוס השלישית.
 - ד. ערבבו היטב כל אחת מהכוסות, ושטפו את הכפית בין כל ערבוב. זה בסדר אם המלח והסוכר לא יתמוססו במלואם.
3. טבלו מקלון אוזניים בתמיסת המלח והניחו אותו על אחורי הלשון שלכם. כתבו מה אתם טועמים. חזרו על התהליך עם צידי הלשון, מרכז הלשון והחלק הקדמי של הלשון. נסו גם אזורים אחרים על הלשון.
4. בצעו את המבחן באמצעות תמיסות הלימון והסוכר. דאגו להשתמש בכל פעם במקלון אוזניים חדשים.

תוצאות

אלה אזורים בלשונכם יכולים לחוש כל טעם? האם הם תואמים את מפת הטעמים? נסו לבצע את הניסוי עם החברים שלכם. האם יש להם אותן תבניות רגישות לטעם כמו שיש לכם?

מקורות

1. Bradbury, J. 2004. Taste perception: cracking the code. *PLoS Biol.* 2(3):E64. doi: 10.1371/journal.pbio.0020064
2. Smith, D. V., and Margolskee, R. F. 2001. Making sense of taste. *Sci. Am.* 284:32–9. doi: 10.1038/scientificamerican0301-32
3. Chaudhari, N., and Roper, S. D. 2010. The cell biology of taste. *J. Cell. Biol.* 190:285–96. doi: 10.1083/jcb.201003144

פורסם אונליין: 31 במאי 2019

נערך על ידי: Sabine Kastner, Princeton University, United States

ציטוט: Vera LA and Wooding SP (2019) טעם: חוליות בשרשרת בין הלשון למוח. *Front. Young Minds* doi: 10.3389/frym.2017.00033-he

תורגם והותאם:

Vera LA and Wooding SP (2017) Taste: Links in the Chain from Tongue to Brain. *Front. Young Minds* 5:33. doi: 10.3389/frym.2017.00033

הצהרת ניגוד אינטרסים: המחברים מצהירים כי המחקר נערך בהעדר כל קשר מסחרי או פיננסי שיכול להתפרש כניגוד אינטרסים פוטנציאלי.

COPYRIGHT © 2017 © Vera and Wooding 2019. זהו מאמר בגישה פתוחה שמופץ תחת תנאי רישיון Creative Commons Attribution License (CC BY). השימוש, ההפצה או ההעתקה מותרים לשימוש בפורומים אחרים ובלבד שיינתן קרדיט למחברים (המקוריים ולבעל זכויות היוצרים, ושהפרסום המקורי בעיתון זה מצוטט בהתאם למקובל באקדמיה). השימוש, ההפצה או ההעתקה אינם מותרים אם הם אינם עומדים בתנאים אלה.

סוקרים צעירים

SMITH MIDDLE SCHOOL, גיל: 11-14

אנו תלמידי כיתות 1 עד 8 בחטיבת ביניים בצפון קרוליינה. כולנו משתתפים בתוכנית של לימודים אקדמיים מתקדמים. כולנו אוהבים מדע, ואנו נרגשים מאוד מכך שיכולנו לסייע בסקירה של המאמר הזה.

הכותבים

LUCY A. VERA

לאחרונה השלמתי תואר בפסיכולוגיה ובריאות הציבור באוניברסיטת מַרְסֶד, קליפורניה. אני מתעניינת באופן שבו אנשים מקבלים החלטות שנוגעות לבריאות שלהם, ובאופנים שבהם אפשר לסייע להם לקבל החלטות טובות יותר אשר יכולות למנוע פציעות ומחלות. אני אוהבת ללמוד, לטייל ולבשל עם כל חמשת הטעמים (לאו דווקא באותה המנה).



**STEPHEN P. WOODING**

אני פרופסור באוניברסיטת מרסד, קליפורניה. אני חוקר את האופנים שבהם רגישות לטעם מר משתנה מאדם לאדם. אני מתעניין במיוחד בדרכים שבהן מוטציות גנטיות משפיעות על הרגישות שלנו לטעמים של חומרים שונים. חלק מהעבודה שלי מתמקד בקופים, שהם בעלי דמיון מפתיע לאנשים, ולכן יכולים לגלות לנו הרבה על הביולוגיה שלנו. *swooding@ucmerced.edu

Hebrew version
provided by

[מזיאון המדע ע"ש בלומפילד ירושלים \(ער\)](#)
[متحف العلوم على اسم بلومفيلد القدس](#)
Bloomfield Science Museum Jerusalem

