

מזון למחשבה: לעבד או לא לעבד את המזונות של המחר?

אורי לזמס¹

אבן הבניין התזונתית לפיה מווסתים רוב האנשים את דפוסי אכילתם היא כמות הקלוריות שמקורה מחלבון. עולם הפודטק מציע פתרונות חדשניים למקורות חלבון שאינם מבעלי חיים להזנת אוכלוסיית העולם הגדלה. בעולם המדעי גוברת ההכרה כי לא כל בני האדם מגיבים באותה המידה ובאותו האופן לרכיבים שבמזון, ולכן נעשים מאמצים רבים למצוא פתרונות שיתאימו את המזון להעדפות ולצרכים של מגוון האנשים, החל מתינוקות וילדים, דרך צעירים ונשים הרות ועד לשלבים המתקדמים של החיים, גיל הבלות והזקנה, שלא לומר דבר על המגוון הגנטי של בני האדם ושל המיקרוביום השוכן בתוכנו.

האנושית תחצה את רף התשעה מיליארד בעשור הקרוב וכי העלייה בתוחלת החיים בעולם המערבי אף תגדיל משמעותית את שיעורם של בני הגיל השלישי באוכלוסייה. אתגרים אלו מחייבים פתרונות יצירתיים שיצמצמו אובדן ובזבז של מזון בצורה אופטימלית, כזו שתבטיח קיום של סקטור מזון משגשג המציע שפע מזון, בטוח, מזין ובר קיימא גם לדורות הבאים. במענה לשאלות אלו אנו עדים בשנים האחרונות לקולות גוברים הקוראים לשיפור נרחב יותר בקיימות בסקטור המזון ולהגברת הצריכה של מקורות חלופיים לחלבון מן החי, אשר מהווה נתח ניכר מההשפעה של תעשיית המזון על איכות הסביבה.

מה חשוב כל כך בחלבון?

התפתחות תעשיות המזון במאה העשרים הביאה עימה שינויים מרחיקי לכת באורחות החיים, ובכללם עלייה באורח חיים נינוח ושינויים בדפוסי אכילה ובניהול משק המזון העולמי; כך למשל, עיקר הבשר הנצרך במדינת ישראל מקורו בדרום אמריקה. שינויים אלו בתזונת האדם הובילו את החוקרים רובנהיימר וסימפסון לבחון מהי אבן הבניין התזונתית שלפיה בני האדם מווסתים את דפוסי האכילה שלהם. במחקריהם הרבים בקופי אדם ובבני אדם, החוקרים העלו ובדקו את תאוריית מינוף החלבון (Protein Leverage Hypothesis) (Raubenheimer & Simpson, 2019; Gosby, Conigrave, Raubenheimer. & Simpson, 2014; Martinez-Cordero, et al., 2012).

מדע וטכנולוגיה של מזון נעשו כה בסיסיים בחיינו, עד שרובנו לא מייחסים חשיבות רבה לעובדה שאנו היצור היחיד על פני כדור הארץ שניזון ממזון מעובד ולכן חשוב מאוד להבין את תהליכי עיבוד המזון ואת השפעותיהם. למעשה, אנו היצור היחיד אשר פיתח במשך אלפי שנים טכנולוגיות להמרת משאבי הטבע (בשר, דגים, חלב, פירות, ירקות, קטניות וכולי) לחומרים בטוחים ומזינים, למשל על ידי בישול, ייבוש, אפייה, צלייה ואף תסיסה באמצעות מיקרואורגניזמים. אולם בימים אלו ישנו דיון מדעי ער סביב קְתָאמים אפשריים בין צריכת מזון מעובד לבין עלייה בתחלואות שונות, כגון: השמנה, מחלות כלי דם וסרטן. כפועל יוצא מכך נעשה ניסיון להגדיר מזונות מעובדים ביתר (אולטרה מעובדים) כגורם מסביר אפשרי לעלייה הנ"ל (Monteiro, Cannon, 2021; Lawrence, da Costa Louzad & Machado, 2021).

מנגד, מחקרים רבים תומכים ביתרונות עיבוד המזון, בצמצום סכנות לבריאות הצרכן, בייעול ניצול משאבי הטבע ובהבטחת איכות המזון והנגשתו לצורכי האדם היום ובעתיד (Sá, Moreno & Carciofi, 2019; Floros et al., 2010). יתרה מזו, המפגש בין עולם התזונה, הנדסת המזון ועולם הרוקחות הוביל אף לעלייה במאמצים לתכנן מערכות מזון ממש כמו מערכות לשחרור מבוקר של תרופות, על מנת שיעבירו לצרכן את החומרים הפעילים במקום ובזמן הנדרש (Benshitrit, Levi, Tal, Shimoni & Lesmes, 2012; Lesmes & McClements, 2009). גופים רבים מעריכים כי האוכלוסייה

¹ פרופ"ח אורי לזמס, המעבדה לכימיה של מזון וחומרים פעילים, הפקולטה להנדסת ביוטכנולוגיה ומזון, הטכניון.

מחקרים הראו כי יש חומצות אמינו המשפיעות בצורה מוגברת על יכולת בניית השריר בגוף, ולכן מכירים גם בחשיבותן התזונתית של חומצות האמינו המסועפות (Branched amino Acids or BCAA). כיום, תעשיית המזון יעילה בניצול מקורות חלבון מן החי, כמו בשר, עופות, דגים, ביצים וחלב. מקורות מזון אלו בתהליכי עיבוד שונים הופכים למוצרי מזון בעלי נעילות גבוהה, חלקם עשירים מאוד בחומצות אמינו חיוניות והמוצרים מהם מוכרים אלפי שנים כמקורות מזון לגיטימיים. יתרה מזו, הם בעלי ערכים תזונתיים נוספים, כמו תכולת הברזל שבבשר וחלקי עופות או תכולת האומגה 3 של דגים מסויימים. אולם, הפקת מקורות חלבון אלו גובה מחיר גבוה מהסביבה, הן בייצור והן בניוד של מקורות המזון אל הצרכן, ועל כן הם בעלי טביעת רגל פחממנית גבוהה. לאור זאת, אין זה מפתיע לראות שבעולם, ובישראל בפרט, ישנם מאמצים גוברים לאתר ולנצל מקורות חלבון חליפיים, החל **מחרקים**, פטריות **ואצות**, דרך קטניות ודגנים ועד למקורות חלבון עתידיים: כגון: בשר מתורבת וחלב ללא פרה.

עולם הפודטק הישראלי מנביט חדשנות פורצות דרך

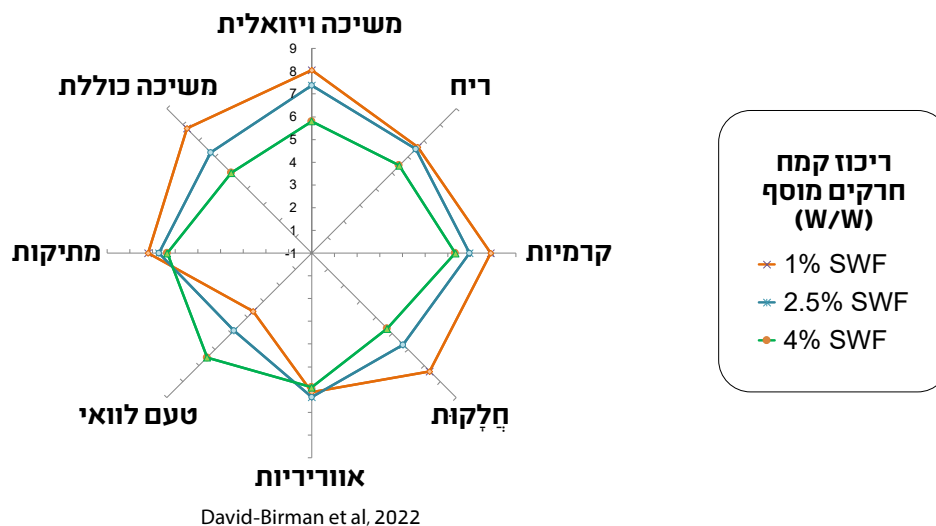
בשנים האחרונות עולם הפודטק הישראלי נושא פרי וקוטף הצלחות רבות בזכותן של חברות חדשניות המציעות פתרונות יצירתיים לאתגרים של המחר. חלק ניכר מהצלחות אלו ממוקדות בפתרונות מזון ותזונה, החל מניצול יצירתי של חומרי גלם ועד

לפי התאוריה של החוקרים, האדם מבקר את התיאבון ותצרוכת המזון שלו, לא רק על בסיס הערך האנרגטי שבמזון, קרי כמות הקלוריות, אלא על בסיס כמות הקלוריות שמקורן בחלבון, החיוני לתפקודי חיים שונים ולפעולת השרירים. כך למשל, שינויים בתכולת החלבון בדיאטה איזו-קלורית (בעלת אותה כמות כוללת של קלוריות) הראו כי עלייה של אחוזים בודדים בכמות החלבון על חשבון שאר אבות המזון (פחמימות ושומנים) השפיעה בצורה משמעותית על התאבון וצמצמה את התצרוכת הקלורית, ואולם למקור החלבון יש חשיבות הולכת וגדלה במאה ה-21, שכן מקור החלבון קובע לא רק את האיכות התזונתית שלו אלא גם את התהליכים שיש לבצע על מנת להפוך אותו לראוי למאכל, שלא לומר ערב לחך של הצרכן (דוגמה באיור 1).

איזה חלבון כדאי לאכול?

אדם בריא זקוק לחלבון על מנת להפיק ממנו את אבני הבניין לבניית חלבונים בגוף, קרי חומצות אמינו אשר נספגות במערכת העיכול מהמזון אל מחזור הדם. אולם מתוך עשרים חומצות האמינו המרכיבות את עולם החלבונים, יש שמונה חומצות אמינו שגוף האדם אינו מסוגל להפיק וחייב לקבלן ממקורות התזונה.

חומצות אמינו אלו נקראות חומצות אמינו חיוניות, ומקור תזונה המכיל את כל השמונה נקרא מקור חלבון מלא. מעבר לכך,



איור 1: הערכה אורגנולפטית (שפועלת על החושים) של גלידה מועשרת בחלבון מחרקים (קמח גלמים של טוואי משי - SWF)

Elinav, 2018; Bohn et al. 2017; Rampelli. et al., 2015; Guerra et al., 2012).

העלייה במחקרים אלו מלווה בפיתוח מגוון מערכות לחקר גורל המזון בגוף האדם, בדגש על גישה פרמקולוגית שלפיה ישנם שני צווארי בקבוק בדרכם של חומרים פעילים אל אתרי המטרה בגוף: הראשון הוא השחרור מהמזון או הנגישות הביולוגית (Bioaccessibility) והשני הוא הספיגה דרך מערכות הגוף (דופן המעי, הכבד) וההנגשה (Bioavailability) לאברי הגוף השונים באמצעות נזולי הגוף (הדם והלימפה). כאן גם נעוצים חלק מההבדלים בעיכול מזון בבני אדם שונים, שכן תפקודי הגוף משתנים בין בני אדם שונים ואף לאורך מסלול החיים. כך למשל, תפקודי הקיבה והמעי של אדם משתנים מינקות, דרך הבגרות ועד לזקנה (Walther et al. 2019).

הצורך להנדס מזון בצורה חכמה ובהתאמה לצרכים המגוונים של צרכנים שונים הוביל לעלייה ניכרת במחקרים החוקרים את ההשלכות של שינוי הרכב המזון (רה-פורמולציה של מזון, לדוגמה הפחתת סוכר על ידי הכנסת ממתיקים) ושל תהליכי עיבוד המזון על נעכלות (digestibility) המזון באוכלוסיות יעד שונות (Shani-Levi et al., 2018; Bohn et al. 2017; Ménard et al., 2018; Levi & Lesmes, 2014).

לצורך העניין גובשו פרוטוקולים מדעיים לחיקוי מערכת העיכול האנושית על בסיס ממצאים קליניים בבני אדם, תוך בחינת המתאם של מערכות אלו לניסויים בבני אדם (Pérez-Burillo et al., 2021; Brodkorb et al., 2019; Bohn et al., 2017).

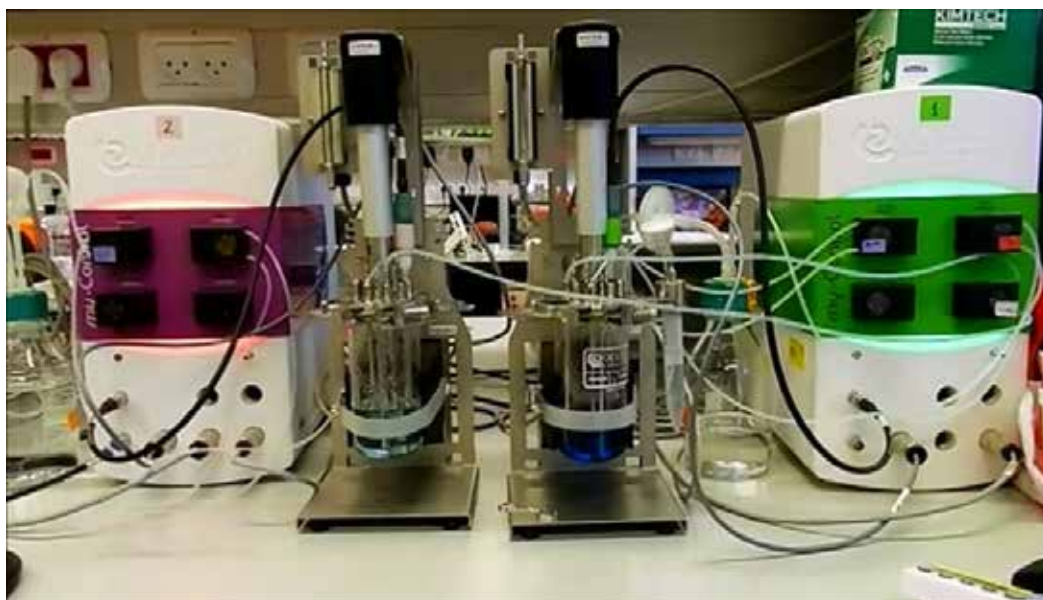
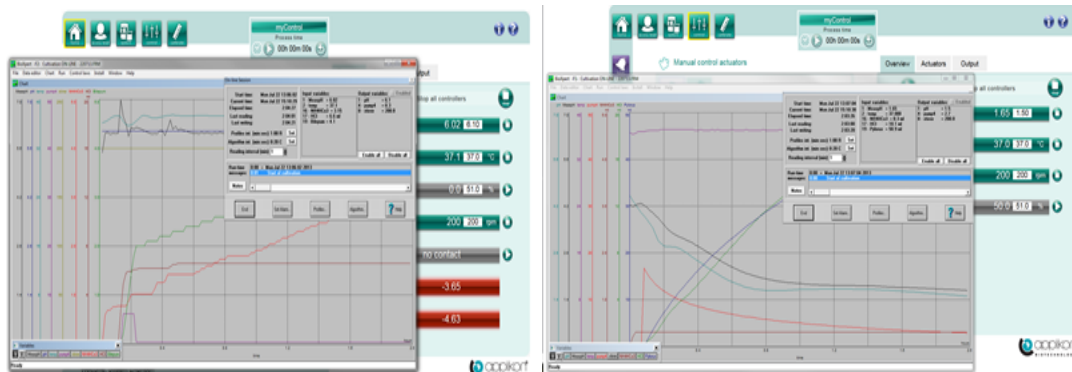
מערכות אלו מאפשרות לבחון נגישות ביולוגית של נוטריינטים (רכיבי מזון) ושל חומרים פעילים והן תומכות במאמצים לפתח מזונות המותאמים לאוכלוסיות יעד ספציפיות. כך למשל, במעבדתנו הוקמה מערכת של ביוראקטורים המבוקרים על ידי מחשב המתוכנת לייצר את תנאי הקיבה והמעי הדק של קשיש (Levi & Lesmes, 2014) ראו איור 2. מערכת זו פותחה על בסיס נתונים קליניים שנאספו ממאה מחקרים קליניים ואפשרה להבין את השוני שבעיכול חלבונים ותחליבים במערכת העיכול המזדקנת (Shani Levi, Goldstein, Portmann & Lesmes, 2017).

לחדשנות המאיימת להפוך לכולנו את הצלחת. דוגמה ראשונה לכך היא חברות כמו UKKO או Amai proteins המשלבות ידע נרחב מתחום הביוכימיה יחד עם כלים חישוביים על מנת להנדס חלבונים ולייצר לנו ממתיקים שאינם סוכר או להפחית אלרגנים במזון. דוגמה מרתקת אחרת היא שימוש שנעשה במיטב הכלים הביוטכנולוגיים של עולם ההנדסה הגנטית להנדסת מזון ו/או רכיבי מזון באמצעים שונים, כולל שימוש בטכנולוגיות המתקדמות ביותר של עריכה גנטית CRISPR (Brandt & Barrangou, 2019). בישראל אפשר לציין את Phytolon, Remilk או Imagindairy, כחברות אשר בבסיס פעילותן שימוש במיקרואורגניזמים מהונדסים על מנת לייצר חומרים בעלי ערך רב, החל מצבעי מאכל טבעיים וכלה בתחליף לחלב פרה. כמובן, אי אפשר לסיים חלק זה בלי לדון בשוק החם של תחליפי הבשר, שבו בולטות חברות הזנק ישראליות כמו meat Redefine, Plantish, Accellta, Meatafora, Aleph farms, ו-Forsea המציעות להאכיל אותנו בתחליפי בשר טעימים ואיכותיים אך במחיר סביבתי ומוסרי נמוך בהרבה מההיצע הקיים היום. חברות אלה הן דוגמה ומופת לחשיבה מחוץ לקופסה, שבשילוב עם ידע וטכנולוגיות מתקדמות, כגון: הדפסת תלת ממד או **ביוראקטורים** לגידול תאים אנימליים, יוכלו בעוד שנים אחדות לעשות מהפכה בצלחת של כולנו.

לאוכל אין משמעות ללא צרכנים להשביע את רעבונם

במקביל לכל החדשנות בעולם המזון, עולם מדעי המזון והתזונה מספק עדויות רבות לכך שהשוני בתגובות הבין אישיות למזון עשוי לנבוע מגורמים שונים, האחראים גם לעלייה בשיעורי ההשמנה, הסוכרת ותחלואות לא מידבקות אחרות. (Walther et al. 2019; Zeevi et al., 2015; McAllister et al. 2009).

אומנם המאה העשרים ואחת מציבה בפנינו אתגרים רבים, אך מנגד היא גם מלווה בהתפתחויות רבות בתחומי הרפואה, הביוטכנולוגיה, האנליטיקה, התזונה, מדעי המזון ומדעי הנתונים בהיקף התומך במגוון מחקרים פורצי דרך. דוגמה לכך היא העלייה המטאורית שחלה במחקרים הבוחנים את הציר שבין עיבוד והרכב המזון לפירוקו במערכת העיכול ולתגובות השונות של חיידקי המעי וההשלכות לבין בריאות האדם (Zmora, Suez & Zmora, 2018).



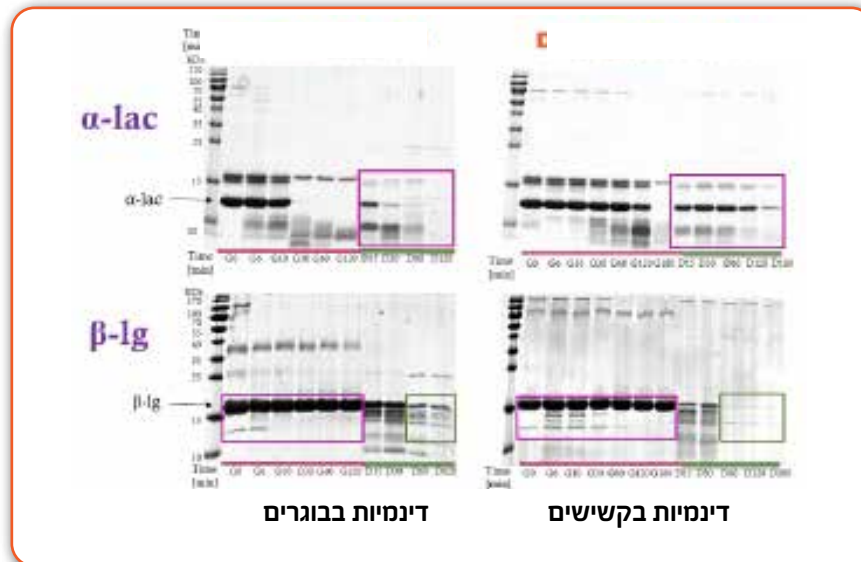
איור 2: צילום של מערכת ניסוי המחקה את פעולת מערכת העיכול של בוגרים או קשישים. הניסוי מאפשר לחקור באופן אתי (מבלי לפגוע באדם) את תהליך עיכול המזון בקיבה ובמעיי הדק. המערכת מורכבת משני ביוראקטורים המחוברים ברצף ומייצרים את התנאים הקיימים בצינור העיכול של אדם בוגר או של קשיש (מתוך Shani Levi et al., 2014).

מקורות חלבון טובים לקשישים. כיום, עולם המחקר ממשיך לקצור הצלחות והוכחות מדעיות לכך שתהליכי עיבוד המזון עשויים להיות כלים יעילים בהנדסה מושכלת של מזון, בדגש על מימוש הפוטנציאל הגלום בפתרונות תזונה המכילים חלבונים חלופיים והתאמתם המיטבית לאוכלוסיות יעד שונות (Orlien et al., 2021; Walther et al. 2019; Sá, Moreno & Carciofi, 2019).

אך אוכל חשוב לא רק כמקור לסיפוק הצרכים התזונתיים של גופנו אלא גם כמקור מזון לחיידקים שבגופנו. אלו ניזונים

במחקר זה מצאנו כי חלבוני חלב המתעכלים בנקל (fast digesting proteins) וחלבונים קשים לעיכול (slow digesting proteins) אינם שומרים על התנהגותם זו בבטנם של קשישים. למעשה מצאנו כי חלבונים המתפרקים בנקל במבוגרים צעירים עשויים להתפרק באיטיות בקשישים, ולהפך, חלבונים המתפרקים באיטיות בצעירים עשויים להתפרק בנקל במערכת העיכול של קשישים (איור 3).

ממצא מפתיע זה שפך אור על יעילותם של חלבונים שונים לשמש



Brodkorb, A. et al. (2019). INFOGEST static in vitro simulation of gastrointestinal food digestion. Nat. Protoc. 14, 991–1014.

Floros, J. D. et al. (2010). Feeding the world today and tomorrow: The importance of food science and technology. Compr. Rev. Food Sci. Food Saf. 9, 572–599.

Gosby, A. K., Conigrave, A. D., Raubenheimer, D. & Simpson, S. J. (2014). Protein leverage and energy intake. Obes. Rev. 15, 183–191.

Guerra, A., Etienne-Mesmin, L., Livrelli, V., Denis, S., Blanquet-Diot, S., & Alric, M. (2012). Relevance and challenges in modeling human gastric and small intestinal digestion. Trends in biotechnology, 30, 11, 591–600.

Lesmes, U. & McClements, D. J. (2009). Structure-function relationships to guide rational design and fabrication of particulate food delivery systems. Trends Food Sci. Technol. 20, 448–457.

Levi, C. S. & Lesmes, U., (2014). Bi-compartmental elderly or adult dynamic digestion models applied to interrogate protein digestibility. Food Funct. 5, 2402–2409.

Martinez-Cordero, C., Kuzawa, C. W., Sloboda, D. M., Stewart, J., Simpson, S. J., & Raubenheimer, D. (2012). Testing the Protein Leverage Hypothesis in a free-living human population. Appetite, 59(2), 312–315.

McAllister, E. J., Dhurandhar, N. V., Keith, S. W., Aronne, L. J., Barger, J., Baskin, M., Benca, R. M., Biggio, J., Boggiano, M. M., Eisenmann, J. C., Elobeid, M., Fontaine, K. R., Gluckman, P., Hanlon, E. C., Katzmarzyk, P., Pietrobelli, A., Redden, D. T., Ruden, D. M., Wang, C., Waterland, R. A., ... Allison, D. B. (2009). Ten putative contributors to the obesity epidemic. Critical reviews in food science and nutrition, 49, 10, 868–913.

את בעיות התזונה בעולם. אולם הדרך לפתרונות אלו מצריכה גם התמודדות עם שלושה אתגרים: הראשון, הבנת ההשפעות של תהליכי העיבוד של המזון, בטיחותו, הרכבו, טעמו ותפקודו; השני הוא התמודדות עם מורכבות המזון כמקור למכלול חומרים פעילים, ולא רק לחלבונים כי אם גם לפחמימות, שומנים, סיבים תזונתיים ועוד חומרים פעילים, כגון: ויטמינים, מינרלים ונוגדי חמצון; האתגר השלישי טומן בחובו את הדרישה להתייחס לשונות הבין-אישית ולצרכים המשתנים של בני האדם לאורך מעגל החיים. לכן נשאלת השאלה - האם נצליח לרתום את המדע והטכנולוגיות לעיבוד טוב יותר של המזון של ילדינו? בימים אלו נראה שתשובות רבות נמצאות בידיהם של אנשי אקדמיה ותעשייה הרוותמים את מיטב המוחות והטכנולוגיות לפיתוח פתרונות חדשניים, החל מטכנולוגיות ושיטות מתקדמות לאופטימיזציה של הרכבי מזון וצמצום בזבז בתהליכי עיבוד מזון, דרך הפחתת סוכר ומלח והעשרה ברכיבים פעילים כגון אנטיאוקסידנטים וכלה בשילוב טכנולוגיות מחשוב ובינה מלאכותית לתזונה מותאמת אישית, להדפסת תלת ממד של מזון ועוד. בסופו של דבר, נראה שקדמת המדע תמשיך להזין את החדשנות בפודטק.

מקורות

Benshitrit, R. C., Levi, C. S., Tal, S. L., Shimoni, E. & Lesmes, U. (2012). Development of oral food-grade delivery systems: Current knowledge and future challenges. Food Funct. 3, 10–21.

Bohn, T., Carriere, F., Day, L., Deglaire, A., Egger, L., Freitas, D., Golding, M., Le Feunteun, S., Macierzanka, A., Menard, O., Miralles, B., Moscovici, A., Portmann, R., Recio, I., Rémond, D., Santé-Lhoutelier, V., Wooster, T. J., Lesmes, U., Mackie, A. R., & Dupont, D. (2018). Correlation between in vitro and in vivo data on food digestion. What can we predict with static in vitro digestion models?. Critical reviews in food science and nutrition, 58, 13, 2239–2261.

Brandt, K., & Barrangou, R. (2019). Applications of CRISPR technologies across the food supply chain. Annual review of food science and technology, 10, 133–150.

Sá, A. G. A., Moreno, Y. M. F. & Carciofi, B. A. M. (2019). Food processing for the improvement of plant proteins digestibility. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*.

Shani-Levi, C., Alvito, P., Andrés, A., Assunção, R., Barberá, R., Blanquet-Diot, S. & Bours, C. (2017). Extending in vitro digestion models to specific human populations: Perspectives, practical tools and bio-relevant information. *Trends Food Sci. Technol.* 60, 52–63.

Shani Levi, C., Goldstein, N., Portmann, R. & Lesmes, U. (2017). Emulsion and protein degradation in the elderly: Qualitative insights from a study coupling a dynamic in vitro digestion model with proteomic analyses. *Food Hydrocoll.* 69, 393–401.

Walther, B., Lett, A. M., Bordoni, A., Tomás-Cobos, L., Nieto, J. A., Dupont, D., Danesi, F., Shahar, D. R., Echaniz, A., Re, R., Fernandez, A. S., Deglaire, A., Gille, D., Schmid, A., & Vergères, G. (2019). GutSelf: Interindividual Variability in the Processing of Dietary Compounds by the Human Gastrointestinal Tract. *Molecular nutrition & food research*, 63, 21, e1900677.

Zeevi, D., Korem, T., Zmora, N., Israeli, D., Rothschild, D., Weinberger, A., Ben-Yacov, O., Lador, D., Avnit-Sagi, T., Lotan-Pompan, M., Suez, J., Mahdi, J. A., Matot, E., Malka, G., Kosower, N., Rein, M., Zilberman-Schapira, G., Dohnalová, L., Pevsner-Fischer, M., Bikovsky, R., ... Segal, E. (2015). Personalized Nutrition by Prediction of Glycemic Responses. *Cell*, 163, 5, 1079–1094.

Zmora, N., Suez, J., & Elinav, E. (2019). You are what you eat: diet, health and the gut microbiota. *Nature reviews. Gastroenterology & hepatology*, 16, 1, 35–56.

Ménard, O., Bourlieu, C., De Oliveira, S. C., Dellarosa, N., Laghi, L., Carrière, F., Capozzi, F., Dupont, D., & Deglaire, A. (2018). A first step towards a consensus static in vitro model for simulating full-term infant digestion. *Food chemistry*, 240, 338–345.

Monteiro, C. A., Cannon, G., Lawrence, M., Costa Louzada, M. D., & Pereira Machado, P. (2019). Ultra-processed foods, diet quality, and health using the NOVA classification system. Rome: FAO, 49.

Nuriel-Ohayon, M., Neuman, H. & Koren, O. Microbial changes during pregnancy, birth, and infancy. *Front. Microbiol.* 7, 1031 (2016).

Orlien, V., Aalaei, K., Poojary, M. M., Nielsen, D. S., Ahrné, L., & Carrascal, J. R. (2021). Effect of processing on in vitro digestibility (IVPD) of food proteins. *Critical reviews in food science and nutrition*, 1–50. Advance online publication.

Pérez-Burillo, S., Molino, S., Navajas-Porras, B., Valverde-Moya, Á. J., Hinojosa-Nogueira, D., López-Maldonado, A., Pastoriza, S., & Rufián-Henares, J. Á. (2021). An in vitro batch fermentation protocol for studying the contribution of food to gut microbiota composition and functionality. *Nature protocols*, 16(7), 3186–3209.

Rampelli, S., Candela, M., Turrioni, S., Biagi, E., Pflueger, M., Wolters, M., Ahrens, W. & Brigidi, P. (2016). Microbiota and lifestyle interactions through the lifespan. *Trends in Food Science & Technology*. 57. 10. DOI:10.1016/j.tifs.2016.03.003

Raubenheimer, D. & Simpson, S. J. (2019). Protein Leverage: Theoretical Foundations and Ten Points of Clarification. *Obesity*, 27, 1225–1238.

מן המאמר אל שדה ההוראה

הוראה - למידה של נושא ההזנה מספק כר נרחב להעמקה בהיבטים הבאים:

1. לימוד תזונה מותאמת אישית מעמיק את הידע של התלמידים בנושא התאמת מערכת העיכול לתפקודה והקשר בין תהליך העיכול לשאר מערכות הגוף. לימוד [פירמידת המזון החדשה](#) או [קשת המזון לתזונה בריאה](#) נועדה לפתח בתלמידים הבנה בנוגע לחשיבות הצריכה המושכלת של מזונות על פי המלצות משרד הבריאות, אך נוסף על כך, יש מקום לעסוק במחקרים עדכניים המלמדים על הצורך גם בהתאמה אישית של מזונות.
2. פיתוח מזונות חדשניים ממקורות מגוונים, באופן ידידותי לסביבה, המקדם בריאות, מסייע במתן מענה לאספקת "אבות המזון" ובמידה מספקת לכל אדם. חשוב להתבונן בעולם התזונה בהיבט גלובלי ולהציג את האתגר של הזנה מספקת ומקדמת בריאות של אוכלוסיית העולם הצומחת, תוך התייחסות גם לאוכלוסיות מוחלשות ולמדינות מתפתחות.
3. פיתוח מזונות חדשניים ופונקציונליים הוא בסיס לפיתוח חשיבה טכנולוגית בתחום המזון ואף להתנסות בתהליכי פתרון בעיות בהקשר זה. אפשר לבצע עם הלומדים תהליך פתרון בעיות שתוצריו הם מזונות חדשניים או פתרון לבעיה אחרת הקשורה בתזונה ובסביבה. ראו דוגמאות בגיליון זה בפרקים "הוראת מדעים" ו"משדה ההוראה".
4. בהיבט של תזונה מותאמת אישית, תוכלו להיעזר במאמר ומקורותיו, אך גם במשאבים הבאים:
[תזונה מבוססת מידע גנטי](#) - הרצאה של פרופ' רות בירק
[הרצאת TED של ד"ר דייוויד ג'וליאן מקלמנטס](#) (Dr. David Julian McClements) על מזון פונקציונלי של אריזת קרטנואידים בחלקיקי ננו שמגביר קליטה של המולקולות ממערכת העיכול והעברתן לעיניים.
5. בהיבט של פיתוח מזונות חדשניים תוכלו למצוא מידע בכל הקישורים לחברות פודטק שמופיעים במאמר ולתת ללומדים לבצע תחקירנות מדעית וטכנולוגית על פיתוחים שונים.
תוכלו להיעזר גם במקורות הבאים (חלקם באנגלית):
חלבון מפטריות: קישור 1, קישור 2, קישור 3
מזון מחרקים - "זבובים בצלחת": [לפודקאסט](#) / [לתמליל](#)

