



מגמת מלונאות

תזונה ותורת המזון בעידן המודרני מהדורה נסיונית

הגוף המבצע:	אורט ישראל
ראש המו"פ:	מיכל בירן
ראש צוות הפיתוח:	ד"ר משה טלסניק
ריכוז הפרויקט:	דניאל סמוקובליה
כתיבה:	ד"ר יניב חכים
ייעוץ מדעי:	ד"ר נירה שמעוני-איל
ייעוץ דידקטי:	מרים כהן
עריכה לשונית ומגדרית:	ענת גלעד
עיצוב גרפי ואינטראקטיבי:	עמית גל, לביא דוידוביץ', ליאן דוידוביץ', חגית מתוק
הפקה ועימוד:	אוליבר ריקלין, מיכל שי



המינהל לתקשוב, טכנולוגיה ומערכות מידע
משרד החינוך
© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

תוכן עניינים

3.....	דבר המפמ"ר
5.....	מדעי התזונה - פתח דבר
7.....	חלק 1: מדעי התזונה
8.....	פרק 1 - התזונה בחיינו
30.....	פרק 2 - מערכת העיכול
45.....	חלק 2: החומרים מהם אנו ניזונים
45.....	פרק 1: פחמימות
80.....	פרק 2 : חלבונים
100.....	פרק 3: שומנים
127.....	פרק 4: ויטמינים
160.....	פרק 5: מינרלים
190.....	פרק 6: משק המים בגוף האדם
210.....	חלק 3: תזונה במעגל החיים
211.....	פרק 1: אנרגיה
223.....	פרק 2: היריון והנקה
242.....	פרק 3: תזונה בגיל הינקות, הילדות והנעורים
264.....	פרק 4: תזונה בגיל השלישי
273.....	פרק 5: תזונה ופעילות גופנית
285.....	פרק 6: דיאטות שונות
297.....	חלק 4: מדעי המזון
300.....	פרק 1: תעשיית המזון וחוש הטעם שלנו
317.....	פרק 2: שימור מזון
336.....	פרק 3: שמנים
346.....	פרק 4: חלב ניגר ומוצריו
370.....	פרק 5: תסיסה
385.....	פרק 6: תוספי מזון וחומרי טעם וריח
397.....	פרק 7: ממתקים מלאכותיים (תחליפי סוכר)
405.....	פרק 8: הדברה והשפעתה על הסביבה ובריאות האדם
421.....	פרק 9: הנדסה גנטית בשירות האדם – מזון

דבר המפמ"ר

תלמידים, מורים וקוראים יקרים

שפע המזון המוצע לנו כיום, בד בבד עם המידע הרב אשר אנו חשופים לו בתחום התזונה, המודעות הגוברת להקפדה על טיב המזון אשר אנו צורכים והעובדה כי חיינו סובבים סביב המזון, הפכו את ענף התזונה חשוב ביותר מעורר עניין עבור החברה בת ימנו. התחום התזונתי משפיע רבות על חיינו ומסעדות רבות משנות את תפריטיהן, ובתי מלון רבים בישראל וברחבי העולם מקדישים תשומת לב יתרה להעדפות התזונתיות של לקוחותיהם. התפתחויות אלו בענף האירוח דורשות התאמות בכוח האדם המועסק במטבח, ויש צורך בעובדים המשלבים התמחות בתחום התזונה ובתחום הבישול או האפייה. הספר "מדעי התזונה" נכתב מתוך הכרה כי על כל מי שעוסק בתחום המזון חלה החובה ללמוד ולהעמיק את ידיעותיו בנושא, וזאת כדי שיוכל לספק מענה הולם לצרכים התזונתיים של קהל היעד שלו.

לספר שלושה חלקים: החלק הראשון עוסק ב"מדעי התזונה" ובמהלכו נלמד על כלל רכיבי המזון הנחוצים לתפקודו התקין של הגוף – פחמימות, חלבונים, שומנים, ויטמינים, מינרלים ומים. החלק השני עוסק ב"תזונה במהלך חיינו" ובו נדון בהיבטים שונים של התזונה ורכיבי המזון הדרושים בשלבים שונים של חיינו. החלק השלישי עוסק ב"מדעי המזון" ובמהלכו נדון בתעשיית המזון והשפעתה על תזונתנו ובמגוון התהליכים אשר המזון עובר בדרכו לצלחתנו. את הספר נסיים בפרק העוסק בהנדסה גנטית ובו נקבל הצצה חטופה לעתיד תעשיית המזון.

מהדורה נסיונית זו של הספר הינה מהדורה אינטראקטיבית אשר נכתבה בעבור תלמידי מגמת מלונאות הלומדים את מקצוע אומנות הבישול והאפייה במשרד החינוך. תוכן הספר הותאם לתוכנית הלימוד החדשה של מגמת מלונאות על פי המתכונת החדשה של מקצוע מורחב לבחינות הבגרות. הספר חדשני ונערך על בסיס הידע שהצטבר במחקר האקדמי ומשולבות בו דוגמאות רבות מעולם התזונה. הספר מתבסס על תפיסה עיונית פדגוגית מקיפה המשלבת חומר עיוני חדשני עם דרכי הוראה פעילה ובכללן משימות מחשב, דיונים כיתתיים, הפניות למקורות מידע באינטרנט ומגוון רחב של ניסויים ומשימות שטח. אלו יכולים לתרום ללמידה פעילה ומרתקת אשר תניע את התלמיד ללמידה חווייתית משמעותית.

ברצוני להודות מקרב לב לד"ר יניב חכים על כתיבת הספר ברצינות וביסודיות. יניב עוסק בתחום התזונה זה שנים רבות וגם מלמד ומדריך במסגרת מגמת מלונאות. השילוב בין המימד האקדמי למימד הפדגוגי בתחומי עיסוקו של יניב תרמו רבות לכתיבת ספר הכולל המותאם לתלמידי תיכון עצמאיים, בעלי יכולת אינטלקטואלית להבין ולנתח תהליכים. ברצוני להודות גם לגב' מרים כהן על המשוב לכתוב אשר תרמו לעריכת הגרסה הסופית של הספר.

בכבוד רב,

ד"ר גלבמן אלון

מנהל תחום דעת תיירות ומלונאות

משרד החינוך

מדעי התזונה - פתח דבר

"Things sweet to taste prove in digestion sour" (Shakespeare, Richard II, Act 1, Scene 3, line 236)

"דברים שטעמם מתוק, כאשר הם מתעכלים מתבררת חמיצותם"
(מתוך המחזה "ריצ'ארד השני" מאת ויליאם שייקספיר)

שאלות לדיון

לפני שנתחיל הנה כמה שאלות לתת עליהן את הדעת:

- האם אתם מקדישים יותר משעה ביום בממוצע לקניית מזון, הכנתו וצריכתו?
- האם הרגלי הבילוי שלכם כוללים אכילה (ישיבה במסעדה, ביקור בבית קפה, קנייה בדוכן גלידה, בילוי בפיקניק)?
- האם המפגשים המשפחתיים שלכם כוללים ארוחות?
- האם יש מאכלים שמעוררים בכם רגשות נעימים?
- האם אתם מודעים לקשר שבין התזונה שלכם לבריאותכם הפיזית והנפשית?

קרוב לוודאי שהשבתם בחיוב על כל השאלות הללו, וכעת אתם מתחילים להבין כי המשמעות של התזונה בחיינו חורגת ממענה על צורך קיומי של אספקת אנרגיה לגוף. בין שנרצה בכך ובין שלא, המזון שאנחנו אוכלים מעסיק אותנו באופן יומיומי. חלקנו מגדירים את עצמנו באמצעות התזונה שלנו או ההתנזרות מצריכת מיני מזון מסוימים, מטעמי כשרות, בריאות או מוסר. אפילו להימנעות מוחלטת מאכילה (צום) יש משמעות סמלית עבורנו. הקשר החזק בין המזון שאנו צורכים לבין המראה החיצוני שלנו ובריאותנו הנפשית והפיזית בא לביטוי ביתר שאת במאה ה-21. תעשיית מוצרי המזון, תעשיית הדיאטה, פרסומות, סרטים ומגזינים – כל אלה מכתיבים לנו מה כדאי לאכול ואיך עלינו להיראות. מגוון סגנונות התזונה גדול מאוד ויוצר בלבול וחוסר ודאות בנוגע לסוגי המזון שצריכתם תיטיב עמנו או תזיק לנו. חלקנו מאמצים סגנונות תזונה ייחודיים, כגון טבעונות; צמחונות; טבעונאות (צריכת מזון צמחי נא שלא עבר תהליך של בישול או חימום); פליאו (תפריט המחקר את תזונת האדם הקדמון שכללה בשר ושומן רב) ותזונה ים תיכונית. כמו כן, יש המקפידים על דיאטות שונות, ובהן: דיאטת ניקוי רעלים (דיאטת דיטוקס), דיאטה לפי סוג דם, דיאטת כרוב, דיאטת אורז, תפריט נטול גלутן או פחמימות והרשימה עוד ארוכה. נוסף על כך, המחקר האקדמי בתחום התזונה מתפתח ומשפיע רבות על תעשיית המזון, ומאמרים רבים בנושא מתפרסמים ולעיתים אף סותרים זה את זה. אנו מוצפים במידע ולא

תמיד יודעים איך לסנן אותו ולהחליט מה לאכול, כמה לאכול ומתי, מה מזיק ומה מיטיב עמנו. השפע הרב בתחום התזונתי, בד בבד עם המודעות הגוברת להקפדה על טיב המזון, הכמיהה לצריכה של מזון איכותי ככל הניתן והעובדה שתחום זה נחשב גם לבילוי בשעות הפנאי, כל אלו הפכו את ענף התזונה למרכיב פופולארי בתחום האירוח בכלל והאירוח המלונאי בפרט. מסעדות רבות משנות את תפריטיהן ובתי מלון רבים בישראל וברחבי העולם מקדישים תשומת לב יתרה להעדפות התזונתיות של לקוחותיהם. התפתחויות אלו בענף האירוח דורשות התאמות בכוח האדם המועסק במטבח, ויש צורך בעובדים המשלבים התמחות בתחום התזונה ובתחום הבישול או האפייה.

הספר נכתב מתוך הכרה כי על כל מי שעוסק במזון חלה החובה ללמוד ולהעמיק את ידיעותיו במדעי התזונה, על מנת שיוכל לתת מענה הולם לצרכים התזונתיים של קהל היעד שלו. הספר דן במגוון היבטים בתחום התזונה, שיש לו חשיבות רבה מאוד בכל הקשור לבריאות האדם ולאיכות חייו. נושאי הלימוד בספר כוללים בסיס עיוני בתחום מדעי התזונה וכן במגוון נושאים נוספים. הספר יחל במסע לאורך ההיסטוריה התזונתית של האדם ועד להרגלי התזונה שלנו כיום; ימשך בסקירת רכיבי המזון הנחוצים לתפקודו התקין של הגוף – פחמימות, חלבונים, שומנים, ויטמינים ומינרלים. נדון בנושא צריכת המים; משם נמשיך ונבחן את התזונה במהלך חייו – משלב ההיריון ועד הגיל השלישי; נבחן את התזונה של הספורטאים ואת משמעותן של דיאטות שונות ונקנח במדעי המזון.

חלק 1: מדעי התזונה

פתח דבר

התזונה היא חלק נכבד מחיינו ויש לה השפעה על התפתחותנו, בריאותנו, תפקודינו, מצב רוחנו ומראינו. התזונה שלנו מורכבת מחמש קבוצות של רכיבי תזונה הנחוצים לתפקודו התקין של גוף האדם, ואלה הם: פחמימות, שומנים, חלבונים, ויטמינים ומינרלים. לאבות המזון תפקידים מגוונים בשמירה על התפקוד התקין של הגוף. בנוסף לאלו אנו זקוקים למים כדי להתקיים. תזונה לא מאוזנת של אבות המזון עלולה לגרום פגיעה בבריאות, הן עקב עודף או מחסור. ההשפעה היא מצטברת וניכרת בדרך כלל רק לאחר זמן מה. בחלק הראשון של הספר נדון בגורמים ובהשלכות של תזונה לא מאוזנת המתבטאת בהשמנה או בתזונת חסר, וכן בדרכים של הממשל להילחם בתופעה זו. בהמשך חלק זה נדון בהרחבה בחמשת קבוצות המזון אשר מהם אנו ניזונים ונסיים את החלק בדיוק על המרכיב העיקרי של גופינו, מים.

פרק 1 - התזונה בחיינו

בפרק זה נעסוק בנושאים הבאים:

1. תזונה מאוזנת
2. ההשלכות של תזונה לא מאוזנת
3. הקצובה היומית המומלצת
4. פירמידת המזון
5. תוויות מזון
6. חוק סימון מוצרים "אפשרי בריא"

תזונה מאוזנת

לצורך קיומנו, אנו זקוקים למים ולמזון המורכב מחלבונים, פחמימות, שומנים, ויטמינים ומינרלים – אלו הם **אבות המזון** (ראו מסגרת למטה). **תזונה** היא סך כל המזונות והמשקאות שהאדם צורך בפרק זמן נתון. **תזונה מאוזנת** משמעה אכילה מכל אבות המזון בכמות הנכונה, ואילו **תזונה לקויה** (תזונה לא מאוזנת) היא אכילת יתר – או לחילופין אכילה שאינה מספקת – מאחד מאבות המזון או יותר. בארצות המתפתחות אנשים רבים סובלים מעוני המוביל לתזונה לקויה, הגורמת לתת-תזונה ובעקבותיה למחלות ולמוות. לעומת זאת, בארצות מפותחות – ארצות השפע – פרטים רבים באוכלוסייה סובלים מתזונת עודף המתבטאת בהשמנה שמביאה לאותן תוצאות עגומות.

חפשו את אבות המזון בתפריט היומי שלכם.
כדי לזכור לחפש אותם, היעזרו בראשי התיבות – **חפשו"ם**.

חלבונים

פחמימות

שומנים

ויטמינים

מינרלים

תזונת חוסר ניתנת לפתרון פשוט באמצעות אספקת רכיבי המזון החסרים לאוכלוסייה הנזקקת. מאידך, זהו איננו הפתרון הטוב ביותר – כדברי הפילוסוף הסיני לאו דזה שאמר: "תן לאדם דג והשבעת אותו ליום אחד, למד את האדם לדוג והשבעת אותו לכל החיים".

הפתרון המומלץ הוא ללמד את האוכלוסיות החלשות מה לצרוך ואיך להשיג את המזון. ואכן בימינו קיים שיתוף פעולה פורה בין המדינות המערביות ומדינות העולם השלישי, שבבסיסו הדרכת התושבים בנוגע לעקרונות התזונה הנכונה והדרכה חקלאית להפקת גידולים מגוונים. בעולם המערבי אורח חיים הכולל בתוכו תזונה לא מאוזנת גורם להשמנה, למגוון בעיות בריאות ואף למוות. הפתרון לכך פשוט לכאורה – עלינו לצרוך מכל מרכיב מזון הנמצא בשפע את הכמות הנכונה.

יותר ויותר אנשים מקדישים תשומת לב להרגלי האכילה שלהם ואף מוכנים לשנותם, אם מישו רק יגיד להם כיצד לעשות זאת. רצון הפרט לשנות את תזונתו ואורח חייו הביא לפריחה כלכלית של תעשייה שלמה המשגשגת סביב בעיית ההשמנה. בשנת 2014 עמד שוק דיאטות ההרזיה בארצות הברית על כ- 60 מיליארד דולר, כאשר לשם השוואה תקציב מדינת ישראל עמד באותה שנה על כ-80 מיליארד דולר. אולם למרות המיליארדים הרבים שהושקעו בנושא לא נמצא עד היום "פתרון קסם" לבעיית ההשמנה, ונראה כי המוצא היחיד הקיים הוא פשוט אך קשה לביצוע – תזונה מאוזנת המשולבת בפעילות גופנית. לפני שנפנה לפתרונות ננסה להבין מהי מגפת ההשמנה ומהי תת-תזונה.

ההשלכות של תזונה לא מאוזנת

1. השמנה

המזון מספק לגוף רכיבים חיוניים הנחוצים לו לצורכי קיום וכמענה למצב רוחנו ובריאותינו. כאמור, כדי שנוכל להתקיים אנו זקוקים למזון המורכב מחלבונים, פחמימות, שומנים, ויטמינים ומינרלים (חפשו"ם) – אלה הם אבות המזון. כמו כן אנו זקוקים גם למים. עד לפני כמה עשרות שנים האמינו שמדע הרפואה יכול לספק מענה לכלל המחלות ולכל בעיות הבריאות, אולם מאז הראו מחקרים מדעיים שיש מחלות בעלות קשר ישיר לתזונה לקויה. כיום הקשר המדעי בין תזונה לבריאות מוכח וידוע. מכאן שלתזונה יש תפקיד חשוב במניעה של מגוון מחלות, כגון: השמנה, סוכרת, מחלות לב וכליות, הסתיידות עורקים וסרטן. מסיבה זו יש חשיבות רבה להקניית הרגלי אכילה נכונים לאוכלוסייה – עלינו להבין מה עלינו לצרוך וכמה עלינו לצרוך בכל שלב של חיינו.

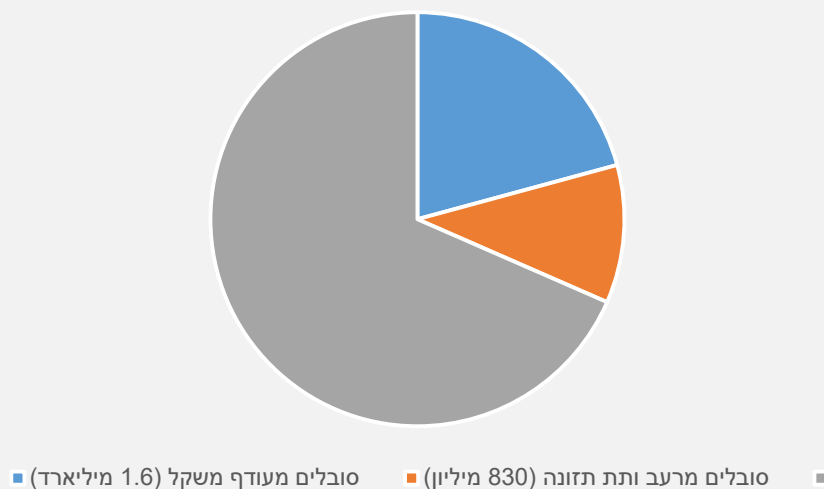
ידוע לכול שאם נספק לגופנו את כמות האנרגיה (קלוריות) המדויקת הנחוצה לו כדי להתקיים, נשמור על משקל יציב. אם הגוף שלנו ישתמש בכמות אנרגיה גדולה מזו שסיפקנו לו באמצעות המזון אנחנו נרזה, וכאשר נצרוך מזון המכיל יותר אנרגיה מכפי שהגוף שלנו זקוק לה, הגוף יהפוך את האנרגיה העודפת לשומן וכך הוא ישמור עליה לשימוש עתידי במקרה הצורך – ואנו נעלה במשקל. אולם למרות המודעות לעובדות הללו והניסיון לשמור על משקל גופנו, באופן מפתיע משקל עודף נחשב כאחד מהגורמים המרכזיים לחולי ולמוות במאה ה-21.

מטלה

עיינו בתרשים למטה (איור 1.1) וענו על השאלות.

- כשליש מאוכלוסיית העולם סובלת מבעיות משקל ותזונה (נכון/לא נכון)
- איזו מבין הבעיות הקשורות בתזונה היא הנפוצה ביותר, עודף משקל או רעב ותזונה?

אוכלוסיית העולם 2018 (7.7 מיליארד)
מבוסס על מידע מתוך האתר www.worldometers.info



איור 1.1 – חלוקת אוכלוסיית העולם לסובלים מעודף או תת משקל

שיעור הסובלים מעודף משקל או מהשמנת יתר בימינו הוא אחד לשישה בקירוב, ולראשונה בהיסטוריה יש בעולם יותר אנשים שסובלים מעודף משקל (למעלה ממיליארד) מאשר אנשים שסובלים מרעב ומתת תזונה. ארגון הבריאות העולמי הגדיר את השמנת היתר – המגפה של המאה ה-21. **השמנת יתר** פירושה עודף של רקמת שומן, המשמשת כמאגר

האנרגיה של הגוף. מדובר במחלה כרונית הפוגעת באיכות החיים ומסכנת חיים של אנשים רבים בעיקר בעולם המערבי – המדינות המפותחות.

בשל חומרת הבעיה והיקפה, רבים מנסים לחקור ולהבין – מהם הגורמים לתופעת ההשמנה? על פי התפישה העכשווית, גורמי תורשה (גנים) וגורמים התלויים בסביבה פועלים בשילוב זה עם זה, ויחסי הגומלין המורכבים ביניהם משפיעים על התפתחות המין (species). אבל בבואנו לבחון את ממדי מגפת ההשמנה באוכלוסייה ואת העלייה בשיעור הלוקים במחלות כרוניות הקשורות לתזונה, אנו מוצאים כי ב-30-40 השנים האחרונות חלה החמרה מתמדת בשני התחומים. ומכיוון שתהליכים אלו מהירים מכדי להיות מושפעים משינויים בגנום האנושי, ניתן להניח כי שינויים סביבתיים הם המשפיעים העיקריים על בריאות האדם.

גורמי סביבה הם למעשה כל גורם אשר מקורו בסביבה ואשר משפיע בדרך כלשהי על תפוצתם של אורגניזמים (בעלי חיים וצמחים) באותה סביבה.

אילו גורמים סביבתיים הקשורים לתזונת האדם השתנו בסביבה שלנו במהירות רבה כל כך?

תהליך ההתפתחות של המין האנושי (האבולוציה) מתרחש כבר מיליוני שנים. לאורך רוב תקופת זמן זו, תזונת האדם שהיה צייד-לקט התבססה על בשר בשילוב עם זרעים, אגוזי בר ופירות.

נוסף על כך, במשך מיליוני השנים הללו היה המזון קשה להשגה ולא היו אמצעים יעילים לאחסון ולשימור (כגון מקרר או אפילו מלח וסוכר). לנוכח תנאי הסביבה הדלים במזון התפתחה בגוף האדם במהלך האבולוציה יכולת לצבור אנרגיה בתאי השומן. יכולת זו שמרה על הפרט ממוות ברעב ואחראית להמשכו של קיום המין האנושי. **האנרגיה מאוכסנת בתאי השומן ביעילות כה רבה עד כי בני אדם יכולים לשרוד זמן רב ללא מזון.**

דוגמה מפורסמת לכך היא שביתת הרעב הממושכת של המנהיג היהודי מהאטמה גנדי, שבגיל 74 בהיותו בכלא נמנע ממזון (אך לא משתייה) במשך 21 יום – במחאה על הדיכוי הבריטי בהודו. החוקר מייקל פיל מצא עדויות מוצקות למקרים שבהם שובתי רעב החזיקו מעמד ללא מזון, אך עם שתייה, במשך 28, 36 ואף 40 יום. כמו כן, מרבית היהודים שמקפידים לצום ביום כיפור שורדים אותו ללא קושי רב.

במהלך מיליוני השנים שבהן התפתח האדם לא חלו שינויים סביבתיים מהותיים הקשורים למצאי המזון. אולם בעשרות אלפי השנים האחרונות התרחשו שלוש מהפכות שהביאו לשינויים מרחיקי לכת בתזונת האדם. שלוש מהפכות אלו שאירעו בזו אחר זו ולעיתים אף במקביל, ניתקו את האדם ממקורות המזון שלהם הורגל גופו במשך מיליוני שנים. המהפכה המשמעותית הראשונה היא **המהפכה הנאוליתית** המוכרת גם בשם "המהפכה החקלאית", שבמהלכה התקיים מעבר הדרגתי של בני אדם מחברות נוודיות ניידות

של ציידים-לקטים לחברות חקלאיות נייחות. המהפכה החקלאית התרחשה בתהליך ארוך ואיטי במשך אלפי שנים בכמה מוקדים בלתי תלויים ברחבי העולם לפני 12,000 עד 7,000 שנה. מהפכה זו ביססה את התזונה האנושית על דגנים, קטניות, ירקות ופירות, ובאזורים מסוימים בעולם גם על תוצרת בעלי החיים שביתו. בתקופה זו סוחרים ושומנים היו נדירים כרכיבים בודדים, והמלח שהיה נדיר וחיוני נסחר בזהב.

המהפכה השנייה היא **המהפכה התעשייתית** אשר החלה לפני כ-250 שנה ונמשכת גם כיום. מהפכה זו הביאה לשינוי דרמטי שלא היה חלק מהמהפכה החקלאית – האדם החל להשתמש במזונות תעשייתיים אשר לא קיימים בטבע ואף החל לצרוך סוכר לבן, מלח ושומן בכמויות הולכות וגדלות. מנקודה זו, האדם הפך תלוי באופן מוחלט בתעשיית המזון לצורך אספקת מזונו.

שתי מהפכות המזון המוזכרות לעיל החלו לפני מאות ואלפי שנים אך התרחשותן הייתה הדרגתית וכך גם השינויים בצריכת המזון. השימוש בסוכר הלבן ממחיש נקודה זו. קנה הסוכר הפך מגידול פרא למבוית (גידול בשליטת האדם) לראשונה באלף השמיני לפני הספירה בגינאה החדשה, אך רק במרוצת המאה ה-18 (לפני כ-300 שנה) חדל הסוכר מלשמש כתרופה, חומר משמר ותבלין והפך למרכיב פופולארי בתזונה של האירופים, עשירים ועניים כאחד. לפני כ-300 שנה צריכת הסוכר הממוצעת לנפש עמדה על כפית אחת ליום, בעוד שבשנת 2017 עמדה צריכת הסוכר בישראל על 34 כפיות סוכר במוצק ליום, שהן כ-62 ק"ג סוכר לשנה במוצק לנפש. כמות זו היא למעלה מפי ארבעה מהכמות המומלצת העומדת על שמונה כפיות סוכר ליום לגברים ועל שש כפיות לנשים. בניגוד לשתי המהפכות הקודמות, החקלאית והתעשייתית, שהיו הדרגתיות, מהפכת המזון השלישית והמשמעותית ביותר – **"מהפכת המזון המהיר"** שאנחנו חווים בימים אלה – מתרחשת בקצב מסחרר. מהפכה זו מאופיינת בייצור ושיווק מזונות זולים ונגישים לכול, מזונות העשירים בשומנים (בעיקר שומן רווי ושומן טראנס, שעליהם נרחיב בפרק "שומנים"), קמח לבן, סוכרים ומלח (מזונות כגון המבורגרים ופיצות). מזונות אלו נחשבים למעשה למכילים קלוריות "ריקות" (כלומר הם עשירים באנרגיה-קלוריות אך דלים ברכיבי תזונה חיוניים) – ולכן האוכלוסייה בכללותה, ובמיוחד זו הסובלת מעודף משקל, צריכה להימנע מהם ככל האפשר.

את ניצניה של מהפכת המזון המהיר ניתן לראות בשנת 1948, אז החלה מסעדה לממכר המבורגרים למכור את מרכולתה ב"מערכת שירות מהיר". שיטת הפצת מזון זו הייתה חדשנית והיא כוננה את היסודות למסעדות מזון מהיר לעתיד לבוא. הנגישות הגדולה ומחירו הנמוך של "המזון המהיר" מציבים אותו כבחירה המועדפת של משפחות רבות. רשת זו הייתה רק הסנונית הראשונה ודוגמה לתופעה פורחת של מזונות מזון מהיר המוכרים מזון זול אך עתיר קלוריות. המזון הנצרך במתכונת זו הוא זול מאוד ונגיש לאוכלוסייה דלת האמצעים

– המהווה את רוב האוכלוסייה – אך מכיל בעיקר קלוריות ריקות, כך שיש לו השלכות חמורות על בריאות הפרט. מהפכת המזון המהיר התרחשה בקצב כה מסחרר, שכיום ניתן למצוא כמעט בכל פינה ברחבי העולם בתי עסק לממכר מזון מהיר.

הידעת

עם עליית תנועת התיירות בעולם יצא האוכל המהיר לרחוב. לתיירים חבל על כל רגע ואם בערב יחפשו את המסעדה הטובה לבילוי, במשך היום יעדיפו לעצור ליד דוכן רחוב, לחטוף משהו טעים וזול ולהמשיך ללכת. רשימת מאכלי הרחוב היא ארוכה ולהלן חלקה: פיש אנד צ'יפס (דג וטוגנים) האנגלי, ההרינג (מליח) ההולנדי, נקניקיות גרמניות בלחמניה, הראמן היפני, הפלאפל הישראלי ועוד.

בעקבות המהפכות שהזכרנו שינה האדם את הרגלי התזונה שלו ובמקביל השתנו גם הרגלי הפעילות הגופנית של האוכלוסייה. במשך מיליוני שנים האנושות הייתה מאורגנת בחברות נידות של ציידים-לקטים – האדם נע ונד במרחבי הטבע כדי להשיג מזון ומחסה. בהמשך החברות הפכו לחברות חקלאיות נייחות – עיקר פעילותו של האדם התבססה ליד ביתו. כיום האדם לא זקוק לפעילות גופנית על מנת למצוא את מזונו. במקביל ככל שנקף הזמן התווספו לסביבה עוד ועוד כלי תחבורה ואמצעים טכנולוגיים, שייתרו לחלוטין את הצורך בפעילות גופנית לצורך תנועה במרחב.

כאמור, האבולוציה פועלת באמצעות ברירה טבעית המייצגת מערכת מתמשכת של יחסי גומלין בין הגנום של המין האנושי לסביבתו במשך דורות רבים. כאשר הסביבה נשארת קבועה יחסית ישמור גם המין האנושי על יציבותו. כאשר התנאים הסביבתיים משתנים לצמיתות, מתעוררת מחלוקת אבולוציונית בין הגנום של האדם לסביבתו. התנגשות אבולוציונית זו מתבטאת בתחלואה ובתמותה מוגברת. ואכן השינויים המוזכרים כאן בתזונת האדם ובהרגלי הפעילות הגופנית שלו יצרו מחלוקת אבולוציונית בין הגנום של האדם, שלא השתנה משמעותית, לבין סביבתו שהשתנתה באופן קיצוני ומהיר. מחלוקת אבולוציונית זו מתבטאת בתחלואה רבה ואף במוות בקרב אנשים הסובלים מעודף משקל.

בדרך כלל ההתנגשות בין הגנום של המין לסביבתו אמורה להשפיע על ההצלחה הרבייתית שלו ולצמצם את תפוצתו באותה סביבה. כפועל יוצא מכך המין האנושי אמור היה להגיע לנקודה שבה יכולת הרבייה של האנשים הסובלים מהשמנה תיפגע או לחילופין שהגנום של המין האנושי ישתנה. בדרך זו היה אמור להיות צמצום ניכר באוכלוסיית האנשים בעלי המשקל העודף, היות שהגנים שלהם לא מותאמים לסביבה (עד שיהיה שינוי גנטי). אך לא זה המצב, אוכלוסיית העולם גדלה משנה לשנה ושיעור הסובלים מעודף משקל לא רק שאינו קטן אלא אף הולך וגדל ככל שנוקף הזמן.

כיצד אפשר להסביר את התופעה?

מאחר שהגנום האנושי לא יכול לעבור שינוי דרסטי בזמן כה קצר, נוכל להניח שיש גורמים סביבתיים נוספים אשר הצטרפו למשוואה.

ומהם אותם גורמים?

ההתקדמות המשמעותית בתחום הרפואה והטכנולוגיה הביאה לכך שאנשים הסובלים מעודף משקל מצליחים להביא צאצאים בריאים לעולם, וכך תפוצת המין האנושי ושיעור האנשים הסובלים מעודף משקל, לא קטנים אלא רק עולים.

עד כה עסקנו במין האנושי – ונוכחנו שהוא שורד ומשגשג למרות כל השינויים

הסביבתיים, אבל מה באשר לפרט?

המזון המהיר נגיש, תרבות המסעדות משגשגת, התקשורת מפתה באמצעות פרסום אגרסיבי והציבור צורך מזון שלא אחת פוגע בבריאותו. תזונת הפרט מתבססת על צריכת מזונות תעשייתיים עתירי צבעי מאכל, חומרים משמרים, חומרים משפרי טעם ועוד. מדובר בתזונה עתירת שומן, בעיקר שומן רווי שמקורו בחי, עם תכולת פחמימות גבוהה ומיעוט בוויטמינים, במינרלים ובסיבים תזונתיים. לסיכום: אורח החיים השונה מבעבר הכולל תזונה לא מאוזנת ומיעוט בפעילות גופנית מתבטא בהשמנה וגורם לתחלואה, סבל ותמותה בטרם עת (לאחר הבאת צאצאים לעולם). המין שורד אבל הפרט סובל, סובל מאוד.

מטלה

הליכים ניתוחיים שמטרתם לצמצם את נפח הקיבה באופן זמני או קבוע, הפכו בימינו לנפוצים מאוד ורבים בוחרים להתמודד בדרך זו עם בעיית ההשמנה. האם לדעתכם מדובר בפתרון יעיל? נמקו את תשובתכם.

2. תת-תזונה

הצד השני של "מטבע התזונה" הוא **תת-תזונה**, אשר גם הוא מבטא מצב של תזונה לא מאוזנת – תזונת חסר, הרווחת בעיקר במדינות מתפתחות (הסובלות מעוני). גם בעולם המערבי ייתכנו מקרים של חוסרים כאלה, לרוב בעקבות הפרעות אכילה. במצב של תת-תזונה יש מחסור ברכיב מזון אחד או יותר – כגון חלבונים, ויטמינים, מינרלים ובמקרים קשים גם חוסר באנרגיה (שמקורה בפחמימות ובשומנים). מחסור זה עלול להתבטא במחלות, ברגישות לזיהומים ואף במוות.

מחסור בחלבונים, בעיקר בשלבי הגדילה בהיריון (גדילת העובר), בגיל הינקות, בילדות ובגיל ההתבגרות פוגע בהתפתחות של הפרט, מאחר שלחלבון יש תפקיד חשוב בבניית תאים ורקמות (רקמה היא מצבור של תאים המבצעים פעולה מסוימת, כגון רקמת השריר). מחסור בוויטמינים ובמינרלים עלול לגרום להפרעות קשות בתפקוד של מערכות שונות בגוף, כגון מערכת החיסון ומערכת העצבים המרכזית (המוח). תזונה דלת אנרגיה עלולה להוביל לפיגור בהתפתחות, לתשישות, להיחלשות מערכת החיסון ואף למחלות ולמוות. במדינות מתפתחות צורכים בעיקר מזון עשיר בפחמימות, שהוא קל וזול לגידול – למשל אורז, תירס ותפוחי אדמה. תזונה זו מובילה למחסור בחלבונים, ויטמינים ומינרלים. על מנת לצמצם את נזקי תת-התזונה, יש להעשיר את המזונות בארצות אלו בוויטמינים ובמינרלים ולעודד צריכת חלבונים מדגנים ומקטניות שנחשבים לבעלי ערך תזונתי גבוה. אחת הדוגמאות הנפוצות של חסך תזונתי במדינות העולם השלישי הוא מחסור בוויטמין A. לוויטמין A מגוון תפקידים חשובים ובהם סיוע בתהליכי הגדילה והתמיינות התאים (התהליך שבו תא מקבל תפקיד מוגדר ורוכש תכונות המשמשות אותו לתפקיד זה) ויצירת "ארגמן הראייה", חלבון בעל חשיבות בראיית לילה. מחסור בוויטמין זה בתזונה של ילדי מדינות העולם השלישי גורם בכל שנה לעיוורון לילה, לפיגור התפתחותי ולתמותה בקרב מיליוני תינוקות וילדים.

היזעת

הנדסה גנטית היא תהליך של העברת גנים מיצור אחד ליצור אחר, גם כאשר שני היצורים אינם מאותו מין (species). העברת הגנים מאופיינת בכך שהפרט שאליו הועברו הגנים מבטא תכונות של הפרט שממנו הם נלקחו. לדוגמה, כדי לפתח זן עגבניות עמיד לקרה, הוחדרו לעגבנייה גנים של דגי סלמון החיים במים קרים.

אורז הוא דגן המשמש כאחד ממקורות התזונה העיקריים במדינות העניות והוא הגידול השלישי בתפוצתו בעולם (אחרי חיטה ותרסיס). מדענים מערביים החדירו לגרגרי האורז בהנדסה גנטית (ראו מסגרת) גן ליצירת בטא קרוטן, שמקורו בנרקיס ובחידקים. בטא קרוטן הוא חומר המשמש מקור לוויטמין A וצבעו כתום-אדום. צמח האורז המהונדס גנטית מייצר בעצמו קרוטן ונוצר אורז זהוב (ראו תמונה). ילידי העולם השלישי שנוהגים לאכול הרבה אורז קיבלו את הוויטמין מהאורז המזהב וחייהם של רבים מהם ניצלו.



איור 1.2 – אורז צהוב (מימין) לעומת אורז לבן

הקצובה היומית מומלצת

שתי הבעיות המוזכרות לעיל – השמנה ותת-תזונה, מקורן בתזונה לא מאוזנת שמשמעה אכילת יתר או לחילופין חוסר ברכיבי מזון. עד לשנות הארבעים של המאה הקודמת רווחה הגישה כי די בחושיו של אדם על מנת שידע מה לאכול וכמה. די לו לאדם לאכול מגוון של מזונות על פי טעמו, על מנת לספק את כלל רכיבי התזונה הדרושים לו. הממשל האמריקאי היה הראשון להבין כי קיים צורך בגוף ממשלתי אובייקטיבי שירכז את הגישות השונות, תוך התבססות על המחקר המדעי העדכני ביותר, על מנת לספק מודל אחראי לתזונה טובה. המטרה המוצהרת של רשימת ההנחיות הממשלתית היא לחנך את הציבור לאכילה בריאה יותר, שתפחית את הסיכון למחלות, סבל ומוות. בשנת 1943 כאשר אמריקה עמדה להשתתף במלחמת העולם השנייה, החלו לעלות היסוסים הנוגעים לתפריטו של החייל האמריקאי: האם המזון המסופק לחייל מספק לו את כל הרכיבים התזונתיים הדרושים לו?

שאלה זו פתחה פתח לשאלות רבות נוספות בתחום התזונה: האם באמת חשוב מה אוכלים? אילו מזונות טובים לגוף וכמה מהם צריך לאכול? באיזו מידה נחוץ לקבוע מדדים מדויקים לגבי הצרכים התזונתיים? מהם רכיבי התזונה החיוניים לבריאות אופטימלית וכמה מהם דרושים לתפקוד תקין של הגוף? עד כמה צריך להתאים את התזונה לדרישות הספציפיות של כל אדם ואדם?

לנוכח הצורך בהנחיות תזונתיות, גופים ממשלתיים מוסמכים כמו ארגון הבריאות העולמי (WHO – World Health Organization) וועדת המזון והתזונה של ארצות הברית חיברו טבלאות המפרטות את הצריכה היומית הממוצעת המומלצת של רכיבי התזונה: חלבונים, ויטמינים ומינרלים. טבלת **הקצובה היומית המומלצת** מפרטת את היקף הצריכה הרצויה מכל רכיב לאנשים בריאים, בהתאם למינם ולגילם.

כשמחברים טבלת קצובה יומית יש לקחת בחשבון מגוון רחב של גורמים אשר משפיעים על תזונת הפרט, ובהם: גובה, משקל, גיל, פעילות גופנית, היריון והנקה, היסטוריה של מחלות

בעבר ובהווה, תורשה, מצב נפשי, אורח חיים ואקלים (בחלק השני של הספר, "תזונה במהלך החיים", נתמקד בחלק מהגורמים הרשומים כאן, המשפיעים על ההמלצות התזונתיות של הפרט במרוצת חייו).

מכלול הגורמים אשר הטבלה מביאה בחשבון והמחקרים המדעיים הרבים שנעשים בתחום מביאים לכך שטבלאות אלו מתעדכנות בתכיפות רבה למדי, בהתאם לשינויים בתפישה ובידע: מאז הטבלה הראשונה שפורסמה ב-1943 ועד הטבלה שפורסמה בשנת 1989 (היא אינה האחרונה) פורסמו כבר עשר טבלאות שכאלה, וכל אחת מהן מעודכנת בידע החדש שהצטבר עד לפרסומה.

בישראל, עודכנו טבלאות הצריכה התזונתית המומלצת בספטמבר 2014 והן מבוססות על נתונים שנאספו בשנים 1997-2011.

היכנסו לקישור לקובץ [ערכי ייחוס של צריכה תזונתית בישראל](#) באתר משרד הבריאות וענו על השאלות הבאות:

1. עבור בנים בגיל 14-18 – מהי הצריכה היומית המומלצת של המינרלים הבאים:
 - א. סידן
 - ב. ברזל
 - ג. נתרן
2. עבור בנות בגיל 9-13 – מהי הצריכה היומית המומלצת של הויטמינים הבאים:
 - א. ויטמין A
 - ב. ויטמין C
 - ג. ויטמין K

ברשת תוכלו למצוא מחשבוני הממליצים על כמות הקלוריות ורכיבי תזונה אחרים המתאימים לפרט על פי מינו, גילו, משקלו, גובהו ועיסוקו. יש להביא בחשבון כי מחשבוני אלו הם כלליים ומשמשים לצורך אומדן בלבד.

הטבלה מתעדכנת אומנם באופן תדיר אך היא אינה כוללת המלצות מפורטות לגבי שומנים, סיבים תזונתיים, מינרלים ומקצת מהוויטמינים החיוניים לגוף. הסיבה לכך נעוצה בעובדה שהחוקרים עדיין חלוקים בדעותיהם באשר לצריכה הכמותית המומלצת של רכיבים אלו.

"הקצובה היומית המומלצת" איננה יעילה לקהל הרחב – בעיקר מכיוון שהיא עמוסה בפרטים, מתעדכנת באופן תדיר, חסרה במידע חשוב ועיקר אי יעילותה לאדם הפרטי נעוץ בכך שהיא קשה ליישום באופן עצמאי. נראה שטבלה זו איננה הפתרון האידיאלי לבעיית ההשמנה של האזרח הפשוט. האם יש פתרון אחר?

פירמידת המזון

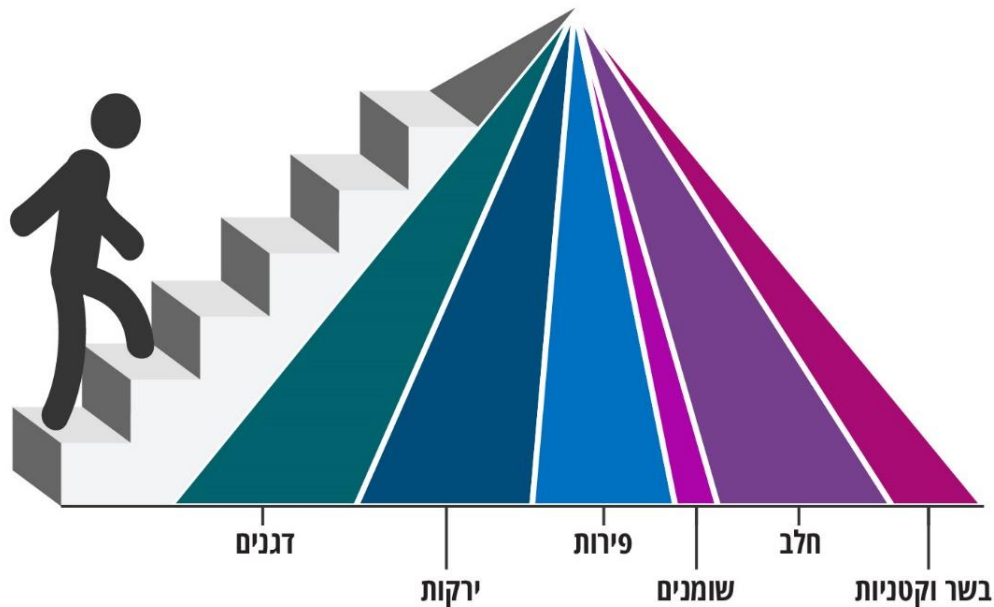
על מנת שהפרט ידע מה לאכול וכמה, משרד החקלאות האמריקני עיצב לראשונה בשנת 1992 את פירמידת המזון ככלי להדרכת הציבור הרחב לתזונה נכונה ומאוזנת. **פירמידת המזון** היא תרשים חזותי, המנחה אותנו כמה לצרוך מכל אחת מקבוצות המזון. פירמידת המזון מכוונת לאוכלוסייה בריאה בחברה המערבית, אשר אין לה הבנה מעמיקה בתחום התזונה. מטרת הפירמידה היא להביא את האוכלוסייה המערבית למצב של הבריאות הטובה ביותר האפשרית, ובכך למנוע את המחלות המודרניות השכיחות במערב כגון: השמנת יתר, סוכרת, מחלות לב וסרטן. הפירמידה מציגה הרגלי תזונה נבונה ומסבירה בצורה פשוטה ותמציתית מה עלינו לאכול.



איור 1.3 – פירמידת המזון

הפירמידה האמריקאית הראשונה בנויה בצורה פשוטה והיא מבטאת את היחסים בין הרכיבים השונים – ככל ששם המזון ממוקם קרוב יותר לתחתית הפירמידה יש לצרוך ממנו יותר. במדינות רבות קיימים תרשימים בצורות אחרות במקום הפירמידה - צלחת, עיגול, קשת, פגודה.

למרות הפירמידה והחינוך לתזונה נכונה הפתרון לא נראה באופק. בשנת 2005 הוציא משרד החקלאות האמריקאי פירמידה חדשה, שבה רוחב העמודה מסמל את הצריכה האופטימלית היחסית של מגוון קבוצות המזון ונוסף ממד הפעילות הגופנית.



איור 1.4 – פירמידת המזון הכוללת ממד פעילות גופנית

בשנת 2011 עברו משרדי הממשלה האמריקאים למודל חדש יותר המבוסס על "צלחת המזון" (ראו איור). השינויים העיקריים במודל הצלחת הם בהגדלת כמות הפירות והירקות לכדי כמחצית מהתזונה, והחלפת המוצרים מהחי בחלבון כללי, ללא תלות במקורו.



איור 1.5 – צלחת המזון

פירמידת המזון הישראלית אשר תוכננה בידי המחלקה לתזונה במשרד הבריאות ([לצפייה בפירמידת המזון הישראלית](#)), מבוססת על עקרונות הפירמידה האמריקאית הראשונה, עם התאמה לישראל. בשש קומות הפירמידה מצוינים סוגי מזון אשר מוינו לקבוצות לפי רכיבי התזונה העיקריים שבהם. בפירמידה הישראלית מצוינות שש קבוצות מזון: 1. דגנים, 2. ירקות, 3. פירות, 4. מזונות עשירים בחלבון, מוצרי בשר עשירים בברזל ובוויטמין B₁₂ ומוצרי חלב (מקור לסידן), 5. מזונות עשירים בשומן, 6. ממתקים, חטיפים ושתיה מתוקה. חמשת המזונות בקבוצות הראשונות מומלצים לצריכה יומיומית ואילו צריכתם של מזונות מהקבוצה השישית אינה הכרחית. כמו בפירמידה האמריקאית, גם כאן מבנה הפירמידה מתאר את היחסים המומלצים בין שש קבוצות המזון – ככל שעולים למעלה לכיוון קודקוד הפירמידה, הכמות היחסית המומלצת לאכילה הולכת וקטנה.

אכילת מגוון סוגי מזון מכל קבוצה תבטיח אספקה טובה של כל רכיבי התזונה הדרושים.

בבסיס הפירמידה – הקומה הראשונה – מופיעים מים, אשר יש לצרוך מהם בכמות גדולה במהלך היום. קומה זו ייחודית לישראל מאחר ששורר בה מזג אוויר חם ברוב ימות השנה.

בקומה השנייה – דגנים ומוצרי מאפה: קבוצה זו מכילה פחמימות מורכבות כרכיב תזונה עיקרי וכן חלבון מהצומח (חלבון חסר), סיבים תזונתיים, ויטמינים ומינרלים. לקבוצה זו משתייכים, בין היתר: לחם, פסטה, אורז, פתיתים, תפוח אדמה, תירס, עוגות ללא קרם וקמח ממגוון מיני דגן.

בקומה השלישית – שתי קבוצות מזון: קבוצת הירקות וקבוצת הפירות. מומלץ לצרוך משתייה, ביחס של שליש פירות ושני שלישים ירקות. מזונות אלו מספקים ויטמינים, מינרלים וסיבים תזונתיים.

בקומה הרביעית – מזונות עשירים בחלבון. קבוצה זו מתחלקת לשלושה תתי-קבוצות:

1. מוצרי בשר – דגים, עוף, בשר בקר ובשר הודו וגם ביצים (מספקים גם ויטמין B₁₂).
2. מוצרי חלב – חלב ניגר, גבינה, יוגורט, מעדני חלב ולבן (עשירים בסידן).
3. קטניות – אפונה יבשה, שעועית יבשה, עדשים, פולי חומס, פולי סויה ופול. קטניות הן מקור לפחמימות מורכבות כרכיב תזונה עיקרי ומכילות גם סיבים תזונתיים, ויטמינים ומינרלים כגון ברזל. כמו כן, קטניות הן מקור לחלבון מהצומח (נקרא חלבון חסר, משום שחסרות בו חלק מחומצות האמינו החיוניות) ומינרלים כגון ברזל.

בקומה החמישית – מזונות עשירים בשומנים שמקורם בצומח, כגון: אגוזים, שקדים, בוטנים, אבוקדו, שומשום וטחינה. מיני מזון אלו עשירים מאוד באנרגיה ומספקים ויטמינים מסיסים בשומן (A, D, E, K).

בראש הפירמידה – הקומה השישית: ממתקים ומשקאות ממותקים. מיני מזון אלו מספקים "קלוריות ריקות", כלומר הם עשירים באנרגיה (בשל תכולת סוכר גבוהה) אך דלים ברכיבי

תזונה אחרים. מזונות השייכים לקבוצה זו: סוכר, ריבה, חלווה, עוגות עם קרם/מילוי, עוגיות, גלידות ושתייה ממותקת בסוכר.

מזונות אלו גורמים להשמנה ללא כל תרומה תזונתית. אין הכרח לצרוך מיני מזון מקבוצה זו ולמעשה רצוי לצמצם בצריכתם.

סוגי מזון רבים כגון: פיצה, מנת פלאפל, המבורגר או נקניקיה בלחמנייה אינם נכללים בפירמידה מאחר שהם מכילים כמה מרכיבים המשויכים לקבוצות מזון שונות. בפירמידה הישראלית נכנס גם ההיבט של הפעילות הגופנית, המקשרת בין אכילה לבין שמירה על הבריאות, הקפדה על משקל גוף תקין ומניעת השמנה. לפירמידה עשרה מסרים עיקריים, אשר יש לפעול על פיהם כדי לעזור לנו לשמור על בריאות תקינה ולמנוע מחלות כרוניות בעתיד:

- 1. אכילה מגוונת במטרה לספק לגוף את כל רכיבי המזון הנחוצים לו – יש לאכול**
במשך היום מזונות מכל חמש הקבוצות בפירמידה וגם להקפיד על שתייה מרובה.
יש לגוון בבחירת מזונות שונים בתוך כל קבוצה. רצוי שכל ארוחה תכיל מזון משלוש קבוצות מזון לפחות (הכוונה לקומות 2, 3, 4 ו-5 + מים).
- 2. צריכת מזון בכמות המותאמת למיקום הקבוצה בפירמידה – מומלץ לאנשים**
בריאם לצרוך יותר מזונות מהקבוצות הנמצאות בתחתית הפירמידה, יחסית למזונות מקבוצות מזון במעלה הפירמידה, שמהן יש לצרוך בכמות מתונה.
- 3. שתייה – חשוב להרבות בשתיית מים לאורך כל היום בזמן הארוחות וביניהן. מי**
הברז בישראל מומלצים לשתייה.
- 4. הפרדת הממתקים והחטיפים מגוף הפירמידה – כדי להדגיש שאין הכרח לאכול**
מהם.
- 5. בכל קבוצת מזון יש מזונות שמומלץ להמעיט בצריכתם – למשל, חמאה –**
בקבוצת המזונות העשירים בשומנים; גבינה צהובה – בקבוצת המזונות העשירים בחלבונים; מאכלים המכילים קמח לבן – בקבוצת הפחמימות.
- 6. העדפת מוצרים דלים בשומן – בצריכת מוצרי חלב ומוצרי בשר יש להעדיף סוגים**
המכילים פחות שומן.
- 7. העדפת מוצרים המכילים פחות מלח וסוכר – דוגמה למוצרים המכילים מלח רב:**
אבקות מרק, רטבים ותבשילים להכנה מהירה. יש לצמצם את צריכתם של מיני מזון אלו.
- 8. העדפת מזונות המכילים סיבים תזונתיים – דגנים מלאים, קטניות, ירקות ופירות.**
- 9. פעילות גופנית – נמצאת ברקע הפירמידה כולה, מקשרת בין אכילה לבין שמירה על**
הבריאות והקפדה על משקל גוף תקין, כך שהאכילה (הכנסת האנרגיה) תתאזן עם הוצאת האנרגיה הכרוכה בפעילות גופנית יומיומית.

10. המסר המסכם של הפירמידה – הבריאות שלנו בידינו, שילוב של הרגלי תזונה

נכונים ושל פעילות גופנית באורח החיים שלנו יקדם את בריאותנו.
כפי שתשימו לב, תרשים פירמידת המזון הישראלית אינו מפרט את כמויות המזון המומלצות לצריכה, אינו מתייחס לערכים הקלוריים של המזונות השונים ואינו מציין את חשיבותם של רכיבי המזון. ההתייחסות היא רק ליחס הכמותי בין המזונות בעלי הרכיבים העיקריים: פחמימות, חלבונים ושומנים, כשהמטרה היא לאפשר לבנות את הבסיס לתפריט מגוון, מאוזן ומשתנה.

תווית המזון

תזונה בריאה משמעה צריכה נכונה ונבונה של כמות האנרגיה וכלל מרכיבי התזונה המומלצים (מידע שאינו קיים בפירמידת המזון או בטבלת הקצובה היומית המומלצת). כאשר אנו צורכים מוצרים מהטבע יש באפשרותנו לדעת כמה אנרגיה הם מכילים ומה רכיבי התזונה שלהם. לעומת זאת, כאשר אנו צורכים מזון תעשייתי, אין ביכולתנו לדעת את סוג הרכיבים שהכניס היצרן למזון ואת כמותם.
החל משנת 1994 חויבה כל חברה המייצרת מזון בישראל לפרסם "תווית מזון" באופן גלוי וברור על אריזות המוצרים. **תווית המזון** היא תעודת הזהות של המוצר. התווית חייבת לכלול מידע מפורט הכולל את רשימת הרכיבים, את הסימון התזונתי ואת משקלו של המוצר (או את נפחו כאשר המזון נוזלי).

רשימת רכיבי המזון: הרכיבים מופיעים ברשימה לפי כמותם היחסית במוצר – הרכיב הראשון שיצוין הוא זה שכמותו היחסית במוצר היא הגדולה ביותר, וכך הלאה בסדר יורד. הרכיב שכמותו היחסית במוצר היא הקטנה ביותר יופיע אחרון. ברשימת הרכיבים יצוינו גם חומרי טעם ותוספי מזון שונים כגון: צבעי מאכל, חומרי שימור, מתחלבים, מייצבים, מונועי קצף, מונועי חמצון וכדומה. תוספי המזון – טבעיים או מלאכותיים – מסומנים בדרך כלל באות E + מספר זיהוי ספציפי לכל תוסף (נתמקד בתוספי מזון בפרק "תוספי מזון").
חובה על היצרן לציין נוכחותם של רכיבים העלולים להיות מסוכנים לחלק מהאוכלוסייה, כגון: גלוטן, מונוסודיום גלוטמט, סוכר ועוד.

נא לשים לב כי הרכב המזון (או מרכיבי המזון) הם המוצרים שמהם מורכב המאכל/המוצר, לעומת ששת רכיבי התזונה המרכיבים את המזונות: פחמימות, חלבונים, שומנים, ויטמינים, מינרלים ומים.

סימון תזונתי: מידע מפורט המתייחס לערכים התזונתיים הנמצאים במאה גרם של מוצר (או מאה מיליליטר). החוק מחייב את היצרן לפרט חמישה נתונים: קלוריות (אנרגיה), חלבונים (בגרמים), פחמימות (בגרמים), שומנים (בגרמים) ונתרן (באלפיות הגרם – מ"ג).
קלוריה (בעברית: חומית) היא יחידת מידה לחום ואנרגיה, המחושבת על פי כמות האנרגיה הדרושה כדי לחמם 1 גרם מים במעלת צלזיוס אחת, בלחץ של אטמוספירה אחת. את הערך

הקלורי של מוצר ניתן לגזור מכמות הפחמימות, החלבונים והשומנים המרכיבים אותו (ויטמינים ומינרלים לא מכילים קלוריות). בכל גרם של פחמימה יש ארבע קלוריות (למעט סיבים תזונתיים שאותם אנחנו לא מעכלים או סופגים בגופנו); גרם חלבון מכיל גם הוא ארבע קלוריות, וגרם שומן – תשע קלוריות.

משקל המזון או נפחו: על כל תווית מזון מסומן משקלו ונפחו של המזון. יחד עם זאת, על מנת שסימון המזון יהיה ברור ואחיד, הבסיס שנקבע הוא כלל עולמי: הסימון התזונתי מתייחס למאה גרם מזון מוצק או מאה מיליליטר כאשר המזון נוזלי. היצרן או המשווק יכולים להוסיף לסימון החובה לפי 100 גרם, גם סימון תזונתי לכמות אחרת, למשל לאריזה שלמה – כמו באריזת חטיף מלוח, קופסת מנה חמה או גביע מעדן חלב; לפרוסה של לחם פרוס או לכמות של מנה – כמו בדגני בוקר. בשדה החיפוש באתר <http://www.foodsdictionary.co.il> תוכלו להקליד ולקבל מידע על הערכים התזונתיים הכתובים בתוויות המזון של אלפי מוצרים ישראליים.

מטלה

- הרכיבו רשימה של שבעה מוצרי מזון שאתם קונים בדרך כלל (עליכם להיות מדויקים בנוגע לשם המותג, לגודל האריזה, לאחוזי השומן וכדומה).
- חפשו את המוצרים באתר.
- ענו על השאלות הבאות:
 - א. מהו המוצר בעל הערך הקלורי הגבוה ביותר (שימו לב שהנתונים מתייחסים ל-100 גרם או מ"ג)?
 - ב. מהו המוצר עם שיעור הפחמימות הגבוה ביותר (באחוזים)?
 - ג. בחרו מוצר אחד וכתבו את המינרל שכמותו במוצר היא הגדולה ביותר (מבין המינרלים).

חוק סימון מוצרים "אפשרי בריא"

יש לשים לב כי לעיתים היצרנים מציינים על אריזת המזון מידע מטעה, המנצל את חוסר הידע של הציבור. לדוגמה, בחלק מתוויות המזון מצוין כי המזון "מיוצר מרכיבים טבעיים בלבד". זכרו שנתון זה לא אומר מאום על טיב המזון, כי הרי גם ציאניד או גז ארסן היכולים לגרום למותנו הם רכיבים טבעיים.

על אריזותיהם של מזונות מסוימים מצוין "ללא סוכר", כאשר הכוונה היא בעצם "ללא סוכר לבן" או "ללא תוספת סוכר". לדוגמה, בתווית שבאיור למטה לא מצוין הרכיב "סוכר" אך המזון ממותק במיץ תפוחים (המכיל סוכר פירות), כך שרובו מכיל "קלוריות ריקות".



איור 1.6 - תווית מזון

ישנם מאכלים עתירי "קלוריות ריקות" כגון קורנפלקס, אשר על אריזתם נכתב כי הם מכילים ויטמינים ומינרלים. לכאורה זה נראה מעולה, אך יש לזכור כי אנו זקוקים לכמות קטנה מאוד של ויטמינים ומינרלים ומקור הצריכה הטוב ביותר שלהם הוא בעיקר פירות, ירקות, בשר, עופות ודגים, ולא מזונות הנחשבים לממתקים ומזיקים לבריאותנו. דוגמה נוספת לניצול ציני של חוסר הידע של הצרכן הוא השימוש הנרחב במילה "כולסטרול". הכולסטרול הוא סוג של מולקולה שומנית שאותה יודעים לייצר אך ורק בעלי חיים. בניגוד לדעה הרווחת, היא איננה מזיקה בהכרח. מאחר שצמחים לא מייצרים כולסטרול (אינם מייצרים כולסטרול שבני אדם יכולים לספוג), כל מוצר מזון המיוצר מרכיבים צמחיים בלבד לא יכיל כולסטרול לעולם. שמן שמיוצר רק מצמחים, כגון תירס, קנולה, זיתים, חמניות וסויה לא מכיל כולסטרול, מאחר שהוא אינו מיוצר מבעלי חיים. ציון צמד המילים "ללא כולסטרול" על גבי אריזות השמנים הוא גימיק פרסומי שמטרתו להעלות את מכירות המוצר בקרב אנשים שאינם יודעים מהו הכולסטרול בדיוק. הבעיה עם ה"גימיק" הזה מחמירה כאשר מדובר במרגרינה. המרגרינה אינה מכילה כולסטרול מכיוון שמכילים אותה משמן צמחי בלבד, ללא מרכיבים מן החי. מה שהמפרסמים לא מספרים לנו הוא שהמרגרינה מזיקה לבריאות, משום שהיא מכילה כמויות גדולות של שומן טראנס (נרחיב על כך בהמשך).

כדי לנסות ולהקל על הצרכן חשף משרד הבריאות בחודש פברואר 2017 את רפורמת "אפשרי בריא", שבמסגרתה יופיע סימון תזונתי חדש בחזית כל מוצרי המזון על המדפים

ובמקרים, והצרכנים יוכלו להשוות ולבחור. על אריזות מוצרים המכילים כמויות גבוהות של סוכר, מלח (נתרן) ושומן יופיעו סימוני אזהרה אדומים, ומוצרים המכילים כמויות העומדות בדרישות יסומנו בירוק.

החוק החדש אמור היה להיכנס לתוקף ממרס 2018, אך בלחץ חברות המזון והיבואנים וכדי לתת זמן לתעשיינים להתארגן לסימון המוצרים, שינה משרד הבריאות ברגע האחרון את עמדתו וביקש לדחות את יישום הרפורמה לסימון מוצרי מזון. הרפורמה אמורה להיכנס לתוקף רק בינואר 2020 (הספר יצא לאור לפני ינואר 2020 כך שייתכן שיהיו שינויים. אתם מוזמנים לעקוב אחר החוק).

סיכום

- מסעדות רבות משנות את תפריטיהן ובתי מלון רבים ברחבי העולם ובישראל מקדישים תשומת לב רבה להעדפות התזונתיות של לקוחותיהם. שינויים אלו בתחום המזון בענף האירוח דורשים התאמות בכוח האדם המתמחה במטבח, יש צורך בעובדים בעלי ידע בתחום התזונה ומומחיות בתחום הבישול או האפייה.
- אחד מכל שישה בני אדם בעולם (בקירוב) סובל כיום מעודף משקל או מהשמנת יתר. לראשונה בהיסטוריה, יש בימינו יותר אנשים שסובלים מעודף משקל (למעלה ממיליארד) מכאלה שסובלים מרעב ומתת-תזונה. השמנת יתר חולנית הוגדרה בידי ארגון הבריאות העולמי כמגפה של המאה ה-21.
- השמנת יתר פירושה עודף ברקמת שומן, המשמשת כמאגר האנרגיה של הגוף. מדובר במחלה כרונית הפוגעת באיכות החיים ומסכנת את חייהם של אנשים רבים, בעיקר בעולם המערבי.
- המזון מספק רכיבי תזונה החיוניים לנו לצורכי קיום ושמירה על בריאות הגוף והנפש. לשם כך, אנו זקוקים למזון המורכב מכל אבות המזון: חלבונים, פחמימות, שומנים, ויטמינים ומינרלים. כמו כן אנו זקוקים גם למים.
- שלוש המהפכות אשר השפיעו על תזונת האדם – "המהפכה הנאוליתית" (חקלאית), "המהפכה התעשייתית" ו"מהפכת המזון המהיר" – התרחשו בזו אחר זו ולעיתים אף במקביל וניתקו את האדם ממקורות המזון שאליהם הורגל גופו במשך מיליוני שנים.
- במרוצת השנים שבהן התחוללו המהפכות הללו שינה האדם את הרגלי התזונה שלו ובמקביל שינה גם את הרגלי הפעילות הגופנית. במשך מיליוני שנים חברות האדם היו חברות ניידות של ציידים-לקטים – האדם נע ונד במרחבי הטבע כדי להשיג מזון ומחסה. בהמשך החברות הפכו לחברות חקלאיות נייחות, ומרבית פעילותו של האדם התבססה בקרבת ביתו. כיום האדם לא זקוק לפעילות גופנית על מנת למצוא את מזונו. ככל שנקף הזמן התווספו לסביבה עוד ועוד כלי תחבורה ואמצעים טכנולוגיים שייתרו לחלוטין את הצורך בפעילות ספורטיבית לצורך תנועה במרחב.
- השינויים בתזונת האדם ובהרגלי הפעילות הגופנית שלו יצרו מחלוקת אבולוציונית בין הגנום של האדם, שלא השתנה משמעותית, לבין סביבתו שהשתנתה באופן קיצוני ומהיר. מחלוקת אבולוציונית זו מתבטאת בתחלואה רבה ובמוות של אנשים הסובלים מעודף משקל.
- תת-תזונה הוא מצב שבו התזונה אינה מאוזנת, כלומר תזונת חסר, הרווחת בעיקר במדינות מתפתחות – מדינות עניות ונחשלות המכונות גם "מדינות העולם השלישי". גם בעולם המערבי ניתן למצוא אנשים במצב של תת-תזונה, לרוב בשל הפרעות אכילה. בגופו של אדם הסובל מתת-תזונה יש חוסר ברכיב מזון אחד או יותר – למשל חלבונים,

- ויטמינים או מינרלים – ובמקרים קשים גם חוסר באנרגיה (שמקורה בפחמימות ובשומנים). מצב של תת-תזונה עלול להתבטא במחלות, ברגישות לזיהומים ואף במוות.
- בתחילת שנות הארבעים של המאה הקודמת הבחין הממשל האמריקאי כי קיים צורך בגוף ממשלתי הוגן ומאוזן, שירכז את הגישות השונות – תוך התבססות על המחקר המדעי העדכני ביותר – על מנת לספק מודל אחראי לתזונה טובה. המטרה המוצהרת של רשימת ההנחיות הממשלתית היא לחנך את הציבור לאכילה בריאה יותר, שתפחית את הסיכון למחלות, סבל ומוות.
 - טבלת "הקצובה היומית המומלצת" מפרטת את הצריכה הרצויה של רכיבי התזונה השונים לאנשים בריאים, על פי מינם וגילם. טבלת הקצובה היומית המומלצת איננה יעילה בשימוש בקרב הקהל הרחב, בעיקר מכיוון שהיא עמוסה בפרטים, מתעדכנת תדיר, חסרה במידע חשוב ובעיקר קשה ליישום באופן עצמאי.
 - על מנת שהפרט ידע מה לאכול וכמה, משרד החקלאות האמריקני עיצב לראשונה בשנת 1992 את פירמידת המזון – ככלי להדרכת הציבור הרחב בנושא תזונה נכונה ומאוזנת. פירמידת המזון היא תרשים חזותי, המציג באופן גראפי את הכמויות היחסיות המומלצות לצריכה מכל אחת מקבוצות המזון. פירמידת המזון הישראלית מבוססת על עקרונות הפירמידה האמריקאית הראשונה, בהתאמה לישראל שבה שורר מזג אוויר חם ברוב ימות השנה. לפירמידה עשרה מסרים עיקריים, אשר יש לפעול על פיהם כדי לשמור על בריאות תקינה ולמנוע מחלות כרוניות בעתיד.
 - בשנת 1994 חויבה כל חברה המייצרת מזון בישראל לפרסם "תווית מזון" באופן גלוי וברור על אריזות המוצרים. תווית זו היא למעשה "תעודת הזהות" של המוצר. התווית חייבת לכלול מידע רב, הכולל את רשימת רכיבי המזון, את הסימון התזונתי וכן את משקלו או נפחו של המזון.
 - כדי לנסות ולהקל על הצרכן חשף משרד הבריאות בחודש פברואר 2017 את רפורמת "אפשרי בריא", שבמסגרתה יופיע סימון תזונתי חדש בחזית כל מוצרי המזון על המדפים ובמקדורים, והצרכנים יוכלו להשוות ולבחור. סימוני אזהרה אדומים יופיעו על אריזות מוצרים המכילים כמויות גבוהות של סוכר, מלח (נתרן) ושומן, ואילו מוצרים המכילים כמויות העומדות בדרישות יסומנו בירוק.

4. האם לדעתכם ניתן לשלוט בתופעות אכילה "מעיקות"?
5. האם ניתן למנוע תופעות אלו באמצעות המרתם של המאכלים שגרמו להן במאכלים בריאים יותר?

ב. רכיבי תזונה – עיינו בפירמידת המזון והשיבו:

1. מאילו קבוצות מזון אכלתם?
2. כמה מזונות מכל קבוצה צרכתם בכל יום?
3. האם בכל אחת משתי היממות אכלתם מכל קבוצות המזון? אם לא, מדוע?
4. מאילו קבוצות מזון צרכתם את הכמות הגדולה ביותר? מדוע?
5. האם לדעתכם התפריט שלכם מגוון? על פי מה קבעתם זאת?

ג. תווית מזון

1. בחרו מאכל קנוי שאכלתם והעתיקו את הרכיבים הרשומים בגב העטיפה שלו.
2. האם בריא לאכול מאכל זה בכמויות גדולות?
3. בחרו מאכל שהכנתם במטבח בית הספר אשר אותו תרצו להמשיך לצרוך. פרטו את חומרי הגלם שמהם הוא הוכן, רכיבי התזונה ומשקלם. חשבו את כמות האנרגיה במאה גרם מזון.

ד. הרגלי תזונה

1. הסתכלו בטבלת המזון שהכנתם.
2. כתבו – מה הייתם רוצים לשנות?

ה. שינויים בהרגלי התזונה – יש לענות על חלק זה רק בסיום השנה

1. מהם השינויים אשר חלו בתזונתכם במהלך השנה?
2. מדוע שיניתם את הרגלי התזונה?
3. האם השינוי תרם לדעתכם לבריאותכם או לשיפור ההרגשה הכללית?
4. מהן מסקנותיכם מהתרגיל?

פרק 2: מערכת העיכול

"אין אהבה רצינית יותר מאהבת המזון" (ג'ורג' ברנרד שו)

הידעת



ג'ורג' ברנרד שואו (1856 - 1950), מחזאי ומבקר תרבות אנגלי, יליד אירלנד. מדמויות המפתח בעולם התיאטרון של המאה ה-20, שתפישותיו הפוליטיות והחברתיות באו לידי ביטוי ביצירתו התיאטרונית. לצד הרובד הרעיוני כבד-המשקל, התאפיינו מחזותיו בכתיבה הומוריסטית שנונה וחדה, שרק בלבלה את קהל הצופים עוד יותר באשר לכוונותיו האמיתיות של המחזאי. כמה מיצירותיו של שואו אף עוררו את זעמה של הצנזורה. כך למשל המחזה "מקצועה של הגברת וורן", שעסק בתופעת הזנות ונאסר להצגה במשך 30 שנה מאז נכתב ב-1893. מחזהו הנודע ביותר, "פיגמליון", תורגם והוצג בעשרות שפות ועובד למחזמר המצליח "גברתי הנאוה". זוכה פרס נובל לספרות לשנת 1925.

בפרק זה נעסוק בנושאים הבאים:

1. החומרים המרכיבים את גופכם ומזונכם
2. עיכול וספיגת מזון
3. מערכת העיכול
4. בלוטות העיכול – כבד ולבלב
5. תא הוא יחידת המבנה והתפקוד ביצורים חיים

לפני שנתחיל הנה כמה שאלות לחשוב עליהן:

- מה משותף לגופכם ולסלט הירקות או לפלאפל העסיסי, עוגת השוקולד המתוקה ולאורז המעורבב ברוטב עגבניות שאכלתם?
- האם פרוסת השוקולד שאכלתם נכנסת לגופכם כפרוסת שוקולד?
- איך המזון שאתם אוכלים הופך לחלק מגופכם?
- איך המזון מתפרק למרכיביו ונספג בגוף?
- איך גופינו משתמש במזון לאחר ספיגתו?

החומרים המרכיבים את גופכם ומזונכם

בפרק הקודם דנו במשמעות התזונה בחיינו ובמהפכות השונות אשר השפיעו על האופן בו אנו צורכים את מזוננו. בפרק זה נדון במרכיבי המזון השונים, נברר איך המזון נכנס לגופנו, לאן הוא מגיע לאחר כניסתו ומה עולה בגורלו לאחר מכן. גופיכם והמזון אותו אתם אוכלים מורכבים מאותם רכיבי תזונה – אבות המזון: חלבונים, פחמימות, שומנים, מינרלים וויטמינים ובנוסף לאלו מים. אבות המזון מתפרקים בגופכם ליחידות המבנה המרכיבות אותם, ויחידות מבנה אלה מתארגנות מחדש בתוך גופכם, בונות את תאי גופכם ומאפשרות לכם לפעול ולגדול. גופכם זקוק לכלל אבות המזון בכדי לתפקד כראוי.

שאלה לדיון

דמו לעצמכם בית שנבנה ממספר רב של גורמים. לבית חסרים סך הכל השקעים בקיר. האם יהיה ניתן לגור בבית לאורך זמן? גופכם הוא כמו אותו בית, מספיק שיהיו חסרים לו רכיבים בודדים כדי שתפקודו יפגע. המזון והשתייה הם אלו המספקים לגופכם את מרבית הגורמים המאפשרים לו לתפקד.

כלל החומרים בטבע וכמובן החומרים המרכיבים את מזונכם וגופכם נחלקים לחומרים/תרכובות אורגניים וחומרים אי-אורגניים (אנ-אורגניים). **חומר אורגני** הוא חומר המכיל אטומי פחמן ומימן הקשורים זה לזה בעוד שחומר אי אורגני אינו מכיל אטומי פחמן ומימן הקשורים זה לזה. השם אורגני מקורו במילה "אורגניזמים" – יצור חי, וזאת מאחר שבעבר סברו כי חומרים אורגניים מקורם אך ורק ביצורים חיים בעוד החומרים האי-אורגניים אמורים היו לייצג את "ההפך". כיום ידוע כי קריטריון זה שגוי מאחר ובמאה ה-19 סינטז (סינטזה הינה תהליך יצירתה של מולקולה מסוימת באמצעות תגובה כימית בין מולקולות אחרות) במעבדתו הכימאי הגרמני פרידריך ווהל חומר אורגני בשם "שתנ" מתרכובות אי-אורגניות. מאז סונתזו בתנאי מעבדה חומרים אורגניים רבים כגון מוצרי פלסטיק שונים ותרופות.

היסוד העומד במרכז של התרכובות האורגניות הוא יסוד הפחמן (C) בעל נטייה חזקה ליצור קשרים עם אטומים אחרים, במיוחד עם אטומי פחמן אחרים; בנוסף, הוא יוצר גם קשרים כפולים ומשולשים, דבר המגדיל את מספר אפשרויות הקשירה שלו. הפחמן נקשר לאטומי פחמן אחרים ומסוגל ליצור שרשראות ארוכות ביותר, כמעט ללא הגבלה. שרשראות אלו יכולות להסתעף וליצור מבנים מיוחדים (כמו טבעות) במספר כמעט אינסופי של תרכובות

אפשרויות. כיום ידועות כ-10 מיליון תרכובות אורגניות, ומספרן גדל בהתמדה: תרופות וסוגי פלסטיק חדשים מסונתזים בכל יום, וחלבונים חדשים מתגלים באורגניזמים בתכיפות רבה.



יצא לחפש ציאניד ומצא שתן

יום אחד, בשנת 1828, חימם במעבדתו פרידריך ווהלר אמוניום ציאנט, וקיווה שבתהליך יפלט ציאניד. הניסוי כשל ואולם - תמיד צריך לפקוח עיניים! – ווהלר שם לב כי גבישי הציאנט השתנו במהלך החימום, והפכו לגבישים שנראו כגבישי אוריאה (שתן)... מכל החומרים שבעולם נפל דווקא בחלקו של השתן להיות החומר האורגני הראשון המיוצר במעבדה. הסינתזה של שתן בידי ווהלר פתחה שדה מחקר חדש בכימיה, ועד סופה של המאה ה-19 מדענים כבר יכלו ליצור באופן מלאכותי מאות תרכובות אורגניות.

רכיבי המזון מהם אנו ניזונים והמרכיבים את גופנו - פחמימות (סוכרים), חלבונים, שומנים וויטמינים הינם חומרים אורגנים בעוד המינרלים וגם המים הם חומרים אי-אורגנים. זכרו כי ישנן תרכובות אורגניות ותרכובות אי-אורגניות שגוף האדם יודע ליצר וישנן תרכובות שגוף האדם לא יודע ליצר.

חומרים אורגנים המצויים בגופינו ומהם אנו ניזונים:

1. **פחמימות** (סוכרים) – מקור אנרגיה זמינה.
2. **שומנים** – מקור אנרגיה לטווח ארוך, הגנה על רקמות, בונים את קרום התא.
3. **חלבונים** – אבני הבניין של הגוף ומשמשים כמקור אנרגיה בשעת הצורך.
4. **ויטמינים** - חיוניים לפעילות תקינה של הגוף, אך אינם מספקים אנרגיה ואינם משמשים כחומר לבניית תאים.

חומרים אי אורגנים המצויים בגופינו ומהם אנו ניזונים:

1. **מינרלים** - תרכובות בעלי תפקידים רבים ומגוונים בגופינו.
2. **מים** - מהווים את המרכיב העיקרי בתאים. רק תלותנו באוויר קודמת לתלותנו במים.

חשוב לזכור

- חומר אורגני יכול תמיד את היסוד פחמן, אבל לא כל חומר המורכב מפחמן הוא אורגני. לדוגמה CO_2 .
- בעלי חיים יכולים ליצר חומר אי-אורגני מאורגני – לדוגמה בתהליך הפקת האנרגיה מסוכר ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) שהינו חומר אורגני, נוצרים חומרים אי-אורגנים - פחמן דו חמצני (CO_2) ומים (H_2O). כמו כן בעלי חיים יכולים לייצר חומר אורגני מחומר אורגני אבל לא יכולים לייצר חומר אורגני מחומר מאי-אורגני.
- בתהליך הפוטוסינתזה, צמחים וקבוצות מסוימות של חיידקים, יכולים ליצר חומר אורגני (סוכר $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) מחומרים אי-אורגנים - פחמן דו חמצני (CO_2) ומים (H_2O).
- נא לשים לב כי למושג "אורגני" יש מגוון הקשרים. בהקשר האקולוגי- מזון אורגני הוא מזון המיוצר בחקלאות על פי תקנים מסוימים לעומת ההקשר הכימי בו **תרכובת אורגנית** היא תרכובת המורכבת מאטומי פחמן ומימן הקשורים זה לזה.

שאלות למחשבה

- א. מה היה קורה אם המזון הנכנס לתוך גופינו לא היה עובר עיכול (פירוק)?
- ב. אלו איברים בגופינו מסייעים בתהליך העיכול?
- ג. כיצד גופינו מעכל את המזון?

עיכול וספיגת המזון

המזון שאנו אוכלים חייב לעבור עיבוד – להתפרק לגורמים ורק אז יוכל להיספג אל תוך גופנו (נסו לשער האם המזון שאנו אוכלים נמצא בתוך או מחוץ לגופינו לפני תהליך הספיגה?). עיכול המזון נעשה בשלבים לאורך מערכת העיכול ובתחילה הוא עובר שבירה פיזית (**עיכול מכני**) ובהמשך תהליכי **עיכול כימי** בהם הוא מתפרק למולקולות המרכיבות אותו. בנוסף לפירוק המכני ולפירוק הכימי מתרחשת הוספת נוזלים למזון המתעכל בכל השלבים של תהליך העיכול עד לקבלת עיסה דייסיתית לחלוטין.

להלן פירוט שלבי פירוק המזון:

פירוק מכני (פיזי), שעיקרו חיתוך וטחינה של המזון כך שיתקבלו חתיכות קטנות. פירוק זה מתבצע על ידי השיניים, החרך והתכווצות שרירי הקיבה. בפירוק זה אין המזון משנה את

התכונות הכימיות שלו אלא רק את צורתו. הפירוק המכני מגדיל את שטח הפנים של המזון ובכך מייעל את הפעילות האנזימתית.

תרגול

בחנו את שטח הפנים של פרוסת לחם. חתכו את הפרוסה לשניים כך שיתקבלו שני חצאים של פרוסה או שתי פרוסות דקות יותר וענו:

- א. האם כמות הלחם השתנתה?
- ב. האם שטח הפנים (השטח החיצוני) השתנה?
- ג. מהו השינוי?
- ד. מהו היתרון בשינוי זה?

פירוק כימי שמתבצע על ידי שבירה של קשרים כימיים בתוך המולקולות המרכיבות את המזון. הפירוק הכימי מתבצע על אנזימים המצויים בפה, בקיבה ובמעיים. בפרוק זה המזון משנה חלק מהתכונות הכימיות שלו.

מערכת העיכול

כלל המזון שאנו אוכלים מגיע אל **מערכת העיכול**. מערכת העיכול היא מערכת איברים בגוף בעלי חיים אשר מטרתה קליטת מזון, פירוקו ליחידותיו הבסיסיות עד לרמת המולקולות, וספיגת מולקולות אלו אל תוך הגוף. מולקולות אלו תגענה בסופו של דבר ליחידת המבנה הבסיסית – התא ושם הן תשמשנה כחומרי בניין לתרכובות המרכיבות את היצור החי ולשם הפקת אנרגיה. מזון שלא נספג (אך עבר עיכול) נפלט ממערכת העיכול כצואה (שימו לב כי נוזל השתן, בניגוד לצואה, מורכב מגורמים אשר נפלטו מתאי הגוף). יש הבדלים בספיגה של אבות המזון השונים אבל כולם נספגים דרך אותה מערכת – מערכת העיכול.

מערכת העיכול נחשבת ברובה כ"חיצונית לגוף" מאחר שהמזון שבתוכה נמצא בחלל המתחיל בפה ומסתיים בפי הטבעת. רק מזון שעוכל (פורק) והמולקולות שלו נספגו ממערכת העיכול לתוך תאי הגוף נכנס הלכה למעשה אל תוך גופינו. בדרך כלל, מזון מקולקל שנכנס למערכת העיכול יפלט החוצה דרך הפה או דרך פי הטבעת טרם ספיגתו אל תאי הגוף. בכך, החומרים שעשויים להזיק לנו נפליטים ממערכת העיכול עוד לפני שהם יוכלו להזיק לתאים המרכיבים את גופינו.

מבנה מערכת העיכול

בבסיסה מערכת העיכול של כלל בעלי החיים דומה אך לא זהה ויש שינויים מבניים בבעלי החיים השונים. לדוגמה: לציפורים אין שיניים ולבעלי חיים צמחוניים יש מבנה פה שונה מלטורפים, לפרה יש 4 קיבות, יש דגים כדוגמת דג הקרפיון שאין להם קיבה כלל והחלק הקדמי של הקיבה של כוכב הים יכול להישלף אל מחוץ לפה שם הוא נצמד אל הטרף ומשחרר אנזימים המפרקים את המזון.

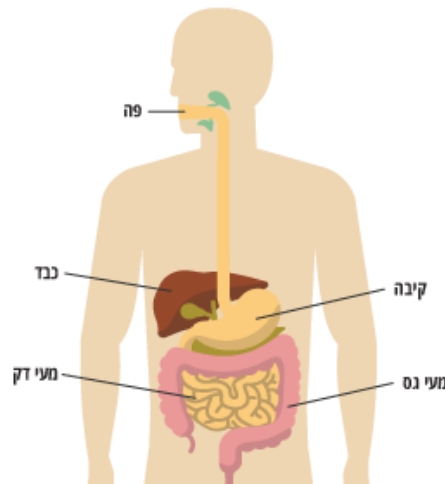
שאלה לדיון

נסו לחשוב מדוע יש שינויים מבניים במערכת העיכול של בעלי חיים שונים

אנו נתמקד במערכת העיכול של **האדם** הבנויה כצינור ארוך מאוד המתחיל בפה וממשיך דרך הושט, הקיבה, המעי (דק וגס) ומסתיים בפתח יציאה אחד לפסולת - פי טבעת. הכבד והבלב אלו הן 2 בלוטות, השייכות למערכת העיכול, המפרישות **אנזימים** ומיצי עיכול המסייעים לעיכול וספיגת המזון.

הגדרה

אנזימים הם בעצם ה"פועלים של הגוף", חומר חלבוני המזרז פעולות של פירוק ובנית חומרים. ללא אנזימים לא יתקיימו חיים.



איור 2.1 - מערכת העיכול של האדם היא צינור אחד בעל "תחנות" רבות העוזרות בפירוק המזון

פה:

הפה הוא הפתח שדרכו יצורים חיים קולטים מזון או מים והוא התחנה הראשונה במערכת העיכול בו מתחיל תהליך עיכול המזון בדרך של עיכול מכני (פיזי) ועיכול כימי. פירוק מכני - פעולת הלעיסה. המזון נלעס, נגרס ומתפרק לחתיכות קטנות ובמקביל מעורבב עם הרוק והופך לעיסה. פעולות אלה מבוצעות באמצעות השיניים, הלשון, שרירי הלעיסה ובלוטות הרוק. שטח הפנים של המזון המפורק לחתיכות קטנות גדול יותר מאשר שטח הפנים של המזון בצורתו המקורית, וכך "שטח העבודה" של האנזימים שיעכלו את המזון כימית גדל.

פירוק כימי - הפירוק הכימי מתבצע על ידי אנזימים. בפה, עמילאז הינו האנזים המצוי ברוק המפרק שרשרות ארוכות של עמילן לשרשרות קצרות (עמילן הוא פחמימה מורכבת). המזון החתוך, המורטב, שהעמילן שבו מפורק בחלקו, מועבר על ידי הלשון לחלק האחורי של הפה, נבלע ומגיע לוושט ומשם לקיבה שם נמשך הפירוק המכני והכימי של בלילת המזון.

היזעת

האם שמתם לב שכאשר אתם מצוננים או כאשר הלשון שלכם מורדמת (לאחר טיפול שיניים לדוגמה) תחושת הטעם שלכם נפגעת ואתם כמעט ולא מסוגלים להרגיש טעמים? למה זה קורה?

הטעם הוא חוש מוגבל מאוד שיודע להבחין בין חמישה סוגי טעמים בלבד: חמוץ, מתוק, מר, מלוח ואוממי (טעם חלבוני). בניגוד למה שכולם חושבים, חריף אינו טעם אלא כווייה בבלוטות הטעם.

בעצם תחושת הטעם שבמזון היא תוצאה של תגובה עצבית משלשה מסלולים שונים: טעם, ריח ותחושה. היכולת שלנו להבחין בטעמו של מאכל כזה או אחר תלויה בשילוב בין מסלולים אלו, בו זמנית!.

איך נבדיל בין סוכרית וניל ופרי הדובדבן? בעזרת חוש הטעם נוכל להבדיל במתיקות, בעזרת חוש הריח נוכל לזהות את ההבדל בין מולקולות הריח (פרומונים) של מתוק וניל למתוק דובדבן ויחד עם העצב התחושתני נוכל להבדיל בין המרקם של הסוכרייה למרקם של הפרי.

נסו לחשוב למה תחושת הטעם שלנו כל כך מורכבת וחשובה (רמז רעלים ומזונות מקולקלים)

ושט:

הושט הינו צינור שרירי שבו לא מתבצעים תהליכי עיכול או ספיגה אלא רק דחיפת המזון לקיבה ע"י התכווצויות וההרפיה של השרירים המצויים בדפנות הצינור.

קיבה:

הקיבה היא איבר דמוי שק ובתוכו נוזל חומצי. דופן הקיבה עשויה שלוש שכבות של שרירים: אלכסוניים, טבעתיים ואורכיים. בו זמנית מתכווצת כל שכבה מכיוון אחר וכך מתבצע תהליך לישת המזון ועיכולו המכני יחד עם ערבובו במיצי הקיבה (דמו שקית עם קוביות שוקולד שלשים אותה ביד – מה יקרה לקוביות השוקולד?).

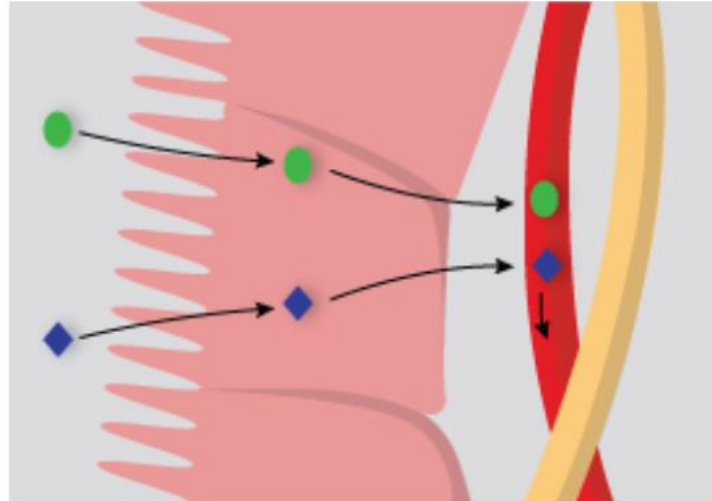
בנוסף לעיכול המכני מתרחש בקיבה גם עיכול כימי של חלבונים באמצעות האנזים פפסין והחומצה בקיבה (pH חומצי) ושל שומנים באמצעות האנזים ליפאז. הפחמימות אינן עוברות עיכול כימי בקיבה.

מיצי הקיבה הם חומצה חזקה, ויש להם תפקיד חשוב בנוסף לעיכול החלבונים: הם גם משמידים חיידקים, שהצליחו לחדור לקיבה יחד עם המזון. מהקיבה, עובר המזון שמרקמו כעת דייסתי למעי הדק ושם מתבצע פירוק כימי של כל מרכיבי המזון ומתחילה ספיגה שלהם דרך דפנות המעי אל צינורות הדם והלימפה ([מערכת הובלה נוספת המקשרת בין כלי הדם ורקמות הגוף](#)).

מעיי:

המעיי הוא צינור מפותל וארוך מאוד ולו שני חלקים עיקריים: המעי הדק והמעיי הגס. **המעיי הדק** הוא צינור מפותל, אורכו הממוצע באדם בוגר הוא כ-8-6 מטרים, קוטרו כ-3 ס"מ והוא ממלא את רוב חלל הבטן. המעי הדק מותאם לבצע שתי פעולות: פירוק המזון למרכיביו הבסיסיים ביותר וספיגה של תוצרי העיכול אל הדם. שטח הפנים של המעי הדק גדול מאוד הודות לקפלים בחלל המעי ולבליטות קטנות רבות הנמצאות על הדפנות שלו. בליטות אלה נקראות סיסים (מוריגים) ואם נפרוש את כולן נקבל שטח פנים של מגרש טניס. שטח פנים זה מאפשר נקודות מגע רבות עם חלקי המזון וכך יעילות עיכולו וספיגתו גדלה. החומרים שנספגים לדם דרך דופן המעי, מגיעים ברובם עם זרם הדם לכבד ומשם לאחר עיבוד נוסף אל כל תא ותא בגוף. המזון שלא נספג, ממשיך אל המעי הגס ויוצא מהגוף כצואה.

פירוק המזון למרכיביו במעי הדק מתבצע בעזרת מיצי עיכול שונים. חלק ממיצי העיכול נמצאים במעי, ואחרים מגיעים אליו מן הכבד ומן הבלב. מיצי העיכול מפרקים את המולקולות המורכבות של הפחמימות החלבונים והשומנים, ליחידות המבנה המרכיבות את המולקולות האלה. ולמה זה חשוב? - כי רק החומרים המפורקים יכולים לעבור מצינור העיכול אל צינורות הדם הסמוכים לו, ולהגיע, בעזרת זרם הדם, אל כל תאי גופכם. **הוויטמינים והמינרלים** נספגים מהמעיי ללא עיכול. **הפחמימות (הסוכרים)** כולל תוצרי הפירוק של העמילן שפירוקו החל בפה, מתפרקים במעי הדק למולקולות של חד סוכר. **החלבון** אשר פירוקו החל בקיבה ממשיך להתפרק במעי לחומצות אמינו ושרשראות קצרות של חלבון. לאחר הפירוק והספיגה, עוברים תוצרי הפירוק של הפחמימות והחלבונים אל זרם הדם ומשם לכבד להמשך עיבודם.

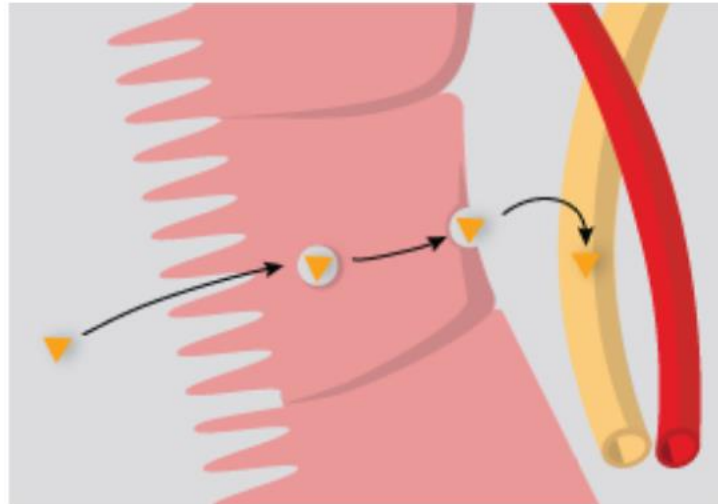


איור 2.2 - עיכול וספיגת תוצרי פירוק של פחמימות (ירוק) וחלבונים (כחול)

הליך עיכול וספיגת **השומנים** במעי מורכב יותר מעיכול וספיגת הפחמימות והחלבונים מאחר והנוזל במערכת העיכול הוא מימי (מורכב ממים) ושומנים אינם מסיסים במים. בכדי שהשומנים יעוכלו ביעילות דרוש חומר נוסף - מיץ המרה (נקרא בעקבות טעמו. נחשו מהו).

המרה מיוצרת בכבד, מופרשת ממנו ונאגרת בכיס המרה, משם היא משוחררת אל המעי הדק עם אנזימים מהלבלב. מיץ המרה מורכב מחומצות מרה, כולסטרול ולציטין (חומר שומני ייחודי המסיס גם במים וגם בשומן) האפשר יצירת טיפות זעירות (תחליב). למעשה, נוזל המרה גורם לחלוקת טיפות השומן מהמזון לטיפות מיקרוסקופיות ששטח פניהן גדול, ובכך מתאפשרת גישה יעילה של אנזימים מפרקי שומנים, המומסים במים, אל מולקולות השומן (שאינן מתמוססות היטב במים עקב תכונתיהן ההידרופוביות). בדרך זו מיצי העיכול ואנזימי המעי יכולים לפרק את השומנים ליחידות המבנה המרכיבות אותם - חומצות שומן וגליצרול. בנוסף להשתתפותו בעיכול וספיגת שומנים, מיץ המרה מאפשר ספיגה של כולסטרול וויטמינים המסיסים בשומן.

לאחר ספיגתן, הטיפות המיקרוסקופיות נספגות מהמעי אל צינורות ה**לימפה** ומשם אל זרם הדם ולכבד להמשך עיבודן.



פרק 2.3 - עיכול וספיגת תוצרי הפירוק של השומנים

מהמעי הדק ממשיך המזון אל המעי הגס שהוא איבר העיכול האחרון במערכת העיכול. הוא רחב וקצר, אין בו סיסים, ולכן שטח הספיגה שלו קטן. תפקידו ללכוד את שאריות המזון, המגיעות אליו לאחר העיכול בקיבה ובמעי הדק, ולספוח מהן את הנוזלים ואת המלחים ולהוות כר לשגשוג החיידקים המועילים.

במעי הגס ישנם חיידקי רבים החיים בסימביוזה (שיתוף פעולה) עם הגוף. החיידקים תורמים לנו בכך שהם מעכלים ומפרקים סיבים תזונתיים בלתי מסיסים ויוצרים חומצות שומן קצרות שרשרת שאותן אנו מסוגלים לספוג. בנוסף, החיידקים מייצרים ויטמינים כגון ויטמין K וויטמין B₁₂ אשר אין אנו מסוגלים לייצר. החיידקים אף תופסים מקום, ובנוכחותם מונעים מחיידקים גורמי מחלה ווירוסים לחדור לגוף דרך מערכת העיכול (כאשר אנו לוקחים אנטיביוטיקה אשר מזיקה לחיידקים אלו אלינו לקחת פרוביוטיקה או את החיידקים עצמם בכדי לאפשר לאוכלוסיית חיידקים אלו להתאושש). הגוף מקנה לחיידקים אלו סביבה פורייה להתפתח ולהתרבות החל בחומרי מזון חיוניים וכלה בטמפרטורת גידול מתאימה.

בלוטות העיכול – כבד ולבלב

הכבד והלבלב הן בלוטות אשר מסייעות למעי בעיכול וספיגת המזון:

הכבד - לכבד תפקידים רבים ואחד מהם הוא ייצור מיץ מרה (מלשון מר). מיץ המרה הירקרק נאגר בכיס המרה, מופרש אל המעי ועוזר בפירוק החומרים השומניים שבמזון. לכבד תפקידים חשובים נוספים ובניהם עיבוד המזון לאחר עיכולו, פירוק כדוריות דם אדומות, ואגירת חומרים מזיקים ונטרול השפעתם המזיקה לגוף.

הלבלב - הוא בלוטה גדולה שנמצאת מאחורי הקיבה ומפרישה לחלל המעי מיצי לבלב המכילים אנזימים המעכלים חלבונים, פחמימות ושומנים. ללבלב תפקיד נוסף שאינו קשור

למערכת העיכול: הוא מפריש הורמונים רבים, המשתתפים בוויסות של חילוף החומרים בגוף (תנו דוגמה להורמון המופרש מהלב לב).

המזון שאכלתם נספג אל תוך הגוף ומגיע ברובו לכבד, עובר עיבוד ומשם ממשיך בזרם הדם ליחידת המבנה הבסיסית של הגוף – התא. בתאים מולקולות אלו משמשות כחומרי בניין לתרכובות המרכיבות את היצור החי ולשם הפקת אנרגיה.

תא הוא יחידת המבנה והתפקוד ביצורים החיים

כל היצורים החיים-אורגניזמים מורכבים מתאים. אורגניזם יכול להיות מורכב מתא אחד (חד-תא) כמו חיידקים, פטריות, אצות, אמבות, סנדליות ועוד או מתאים רבים (אורגניזם רב תאי), כמו צמחים ובע"ח. גוף האדם, בדומה ליצורים חיים מורכבים אחרים, מכיל עשרות טריליונים של תאים. תאים אלה, המהווים את יחידות החיים הבסיסיות, פועלים יחד ובצורה מבוקרת על מנת לקיים את עצמם ואת המערכת הגדולה אליה הם שייכים, גוף האדם.

כל תא מורכב מקרום המפריד אותו מהסביבה החיצונית ומקיים את תפקודי החיים הבסיסיים – התא נושם ומפיק אנרגיה, גדל ומתרבה ועוד. בנוסף, תאים שונים מקיימים תהליכים ייחודיים נוספים התורמים לפעולה המשותפת והמתואמת של הגוף כולו – לדוגמה חלק מהתהליכים המתרחשים בתא דם שונים מהתהליכים המתרחשים בתא כבד.

כל מה שאנחנו מכניסים לגופינו דרך מערכת העיכול או הנשימה נכנס אל יחידת המבנה שלנו – התאים – אשר עושים בו שימוש. לדוגמה - הגלוקוז שאנו אוכלים מועבר דרך מערכת העיכול למערכת הדם ומשם לכבד ולתאים. במקביל מגיע לתאים חמצן דרך מערכת הנשימה. התאים משתמשים בגלוקוז ובחמצן על מנת להפיק אנרגיה ("נשימה תאית"). בתהליך הפקת האנרגיה משתחרר פחמן דו חמצני (CO_2) אשר מועבר לדם ומשם לריאות והחוצה מהגוף.

בפרק זה התמקדנו בעיקר במערכת העיכול ובתהליכי עיכול וספיגת המזון. בפרקים הבאים אנו נתמקד בחומרים האורגנים והאי-אורגנים המרכיבים את גופינו וחשובים לתפקודו התקין – אבות המזון והמים.

סיכום

- גופכם והמזון אותו אתם אוכלים מורכבים מאותם רכיבי תזונה – אבות המזון: חלבונים, פחמימות, שומנים, מינרלים וויטמינים ובנוסף לאלו מים. אבות המזון מתפרקים בגופכם ליחידות המבנה המרכיבות אותם, ויחידות מבנה אלה מתארגנות בסדר חדש בתוך גופכם, בונות את תאי גופכם ומאפשרות לכם לפעול ולגדול.
- כלל החומרים בטבע וכמובן גם החומרים המרכיבים את מזונכם וגופכם נחלקים לחומרים **אורגניים** וחומרים (או תרכובות) **אי-אורגניים** (אנ-אורגניים). חומר אורגני הוא חומר המכיל אטומי פחמן ומימן הקשורים זה לזה בעוד שחומר אי אורגני אינו מכיל אטומי פחמן ומימן הקשורים זה לזה.
- מערכת העיכול של **האדם** בנויה כצינור ארוך מאוד המתחיל בפה וממשיך דרך הושט, הקיבה, המעי (דק וגס) ומסתיים בפתח יציאה אחד לפסולת - פי טבעת.
- המזון שאנו אוכלים חייב לעבור עיבוד – להתפרק לגורמים ורק אז יוכל להיספג אל תוך גופנו. עיכול המזון נעשה בשלבים לאורך מערכת העיכול ובתחילה הוא עובר שבירה פיזית (**עיכול מכני**) המגדיל את שטח הפנים של המזון ובכך מייעל העיכול הכימי. בהמשך עובר המזון תהליכי **עיכול כימי** המתבצע על ידי אנזימים אשר שוברים את הקשרים הכימיים בתוך המולקולות המרכיבות את המזון.
- הליך עיכול וספיגת **השומנים** במעי מורכב יותר מעיכול וספיגת הפחמימות והחלבונים מאחר והנוזל במערכת העיכול הוא מימי (מורכב ממים) ושומנים אינם מסיסים במים. בכדי שהשומנים יעוכלו ביעילות דרוש חומר נוסף - מיץ המרה שמקורו בכבד.
- לאחר עיכול המזון תוצרי הפירוק נספגים אל תוך הגוף ומגיעים ברובם לכבד ומשם ליחידת המבנה הבסיסית של הגוף – התא. בתאים מולקולות אלו משמשות כחומרי בניין לתרכובות המרכיבות את היצור החי ולשם הפקת אנרגיה.

מבדק מסכם:

1. חומר אורגני הוא:
 - א. חומר המכיל אטומי פחמן ומימן הקשורים זה לזה.
 - ב. חומר שאינו מכיל אטומי פחמן ומימן הקשורים זה לזה.
 - ג. חומר המכיל אטומי פחמן וחמצן הקשורים זה לזה.
 - ד. חומר המכיל אטומי פחמן וזרחן הקשורים זה לזה.
2. היסוד העומד במרכזן של התרכובות האורגניות הוא:
 - א. מימן (H).
 - ב. חמצן (O).
 - ג. גופרית (S).
 - ד. פחמן (C).
3. החומרים האורגנים המצויים בגופינו ומהם אנו ניזונים הם:
 - א. פחמימות, חלבונים, ויטמינים ומינרלים.
 - ב. פחמימות, חלבונים, שומנים וויטמינים.
 - ג. פחמימות, שומנים, ויטמינים ומים.
 - ד. פחמימות, חלבונים, ויטמינים ומים.
4. סמנו את המשפט הנכון
 - א. בפירוק מכני אין המזון משנה את התכונות הכימיות שלו.
 - ב. בפירוק כימי אין המזון משנה את התכונות הכימיות שלו.
 - ג. הפירוק המכני מגדיל את נפח המזון שאנו אוכלים.
 - ד. הפירוק הכימי מתבצע בעזרת השיניים ושרירי הקיבה.
5. חלקי מערכת העיכול מסודרים בסדר הבא:
 - א. פה, ושט, קיבה, מעי (דק וגס), פי טבעת.
 - ב. פה, קיבה, ושט, מעי (דק וגס), פי טבעת.
 - ג. פה, קיבה, מעי (דק וגס), ושט, פי טבעת.
 - ד. פי טבעת, פה, ושט, מעי (דק וגס), קיבה.

6. אלו תהליכי עיכול מתבצעים בפה:

- א. בפה מתבצע רק עיכול מכני
- ב. בפה מתבצע רק עיכול כימי
- ג. בפה מתבצע עיכול מכני ועיכול כימי
- ד. בפה לא מתבצעים תהליכי עיכול

7. אלו תהליכי עיכול מתבצעים במעי הדק:

- א. במעי הדק מתבצע רק עיכול מכני
- ב. במעי הדק מתבצע רק עיכול כימי
- ג. במעי הדק מתבצע עיכול מכני ועיכול כימי
- ד. במעי הדק לא מתבצעים תהליכי עיכול

8. עיכול השומנים מתבצע הודות למיץ המרה:

- א. המיוצר במעי, נאגר בכיס המרה ומשם מופרש לכבד
- ב. המיוצר בכבד, נאגר במעי ומשם מופרש לכיס המרה
- ג. המיוצר בכיס המרה, נאגר בכבד ומשם מופרש למעי
- ד. המיוצר בכבד, נאגר בכיס המרה ומשם מופרש למעי

חלק 2 - החומרים מהם אנו ניזונים

פרק 1: פחמימות

"לא תוכל לצפות ששני קצותיו של מקל הסוכר יהיו בעלי אותה מתיקות - כדי להשיג דבר אחד צריך לוותר על דבר אחר" (קונפוציוס)

היזעת

קונפוציוס (551 לפנה"ס - 479 לפנה"ס) נמנה עם גדולי הפילוסופים של סין והייתה לו השפעה מכרעת על תרבותה. קונפוציוס שם דגש רב על החינוך והאמין כי המנהגים הם המעצבים את האדם והופכים אותו למוסרי. בבית הספר לנערים שהקים הנחיל קונפוציוס דרכי התנהגות של חשיבה ולמידה עצמאית. הוא הלך לעולמו בגיל 72 מבלי שהשאיר אחריו כתבים, אך תלמידיו הרבים אספו את דבריו לספר שתורגם לעברית ונקרא בשם "המאמרות" או "האנלקטים".

בפרק זה נעסוק בנושאים הבאים:

1. פחמימות – תעודת זהות
2. תפקידי הפחמימות
3. מקורות הפחמימות בתזונת האדם
4. תהליך הפקת האנרגיה בתא
5. מיון הפחמימות
6. חשיבות הפחמימות בתפריט
7. עיכול וספיגת פחמימות
8. מדד (ערך או אינדקס) גליקמי
9. מחלות מטבוליות הקשורות בפחמימות

לפני שנתחיל הנה כמה שאלות לחשוב עליהן:

- האם אתם צורכים פחמימות במשך היום?
- אילו מזונות שאתם צורכים מכילים פחמימות?
- האם אתם יודעים אילו סוגי פחמימות אתם צורכים?
- מה הקשר בין סוכר, מתיקות ופחמימות?
- מדוע תפוח אדמה שלא בושל טעמו תפל ואילו תפוח אדמה שבושל במים טעמו מתוק?

פחמימות – תעודת זהות

פחמימות, באנגלית Carbohydrate, הן משפחה של מולקולות המורכבות מסוגים שונים של יחידות סוכר. פחמימה היא בעצם סוכר, כלומר סוכר ופחמימה הן מילים נרדפות זו לזו. הפחמימות הן התרכובות האורגניות הנפוצות ביותר על פני כדור הארץ. מבין חמשת אבות המזון, הפחמימות הן המרכיב העיקרי בתזונת האדם ויש להן מגוון תפקידים, שהמרכזי שבהם הוא לשמש כמקור האנרגיה (הדלק) של כלל התאים החיים. לאחר אכילתן, הפחמימות העודפות אשר לא שימשו כמקור לאנרגיה, ייאגרו בגוף לשימוש מאוחר יותר. אגירת הפחמימות נעשית בשני אופנים:

- חלק קטן ייאגר כגליקוגן בכבד ובשריר ומיעוטו בכליות (הגליקוגן הוא רב-סוכר, כלומר מולקולת הגליקוגן בנויה ממולקולות רבות של גלוקוז, ויפורט עליה בהמשך). הגליקוגן מהווה אחוז אחד ממשקל גופנו ומשמש כמקור אנרגיה לשימוש מיידי בעת מחסור.
- החלק העיקרי של הפחמימות העודפות שנצרכו ייאגר כטריגליצרידים (מולקולות שומן) ברקמת השומן שתשמש את הגוף כמקור אנרגיה בעת מחסור לאורך זמן.

מקור השם: המילה "פחמימה" נוצרה מצירוף המילים "פחמן", שסימונו הכימי הוא C,

ו"מים" שסימונם הכימי הוא H_2O . גם הנוסחה הכימית הכללית של פחמימה היא שילוב של פחמן ומים: $C_nH_{2n}O_n$ (n מייצג מספר). בתרגום לאנגלית פחמימה היא "Carbohydrate", מילה המורכבת מ-Carbon (פחמן) ו-Hydrate (תרכובת המכילה מולקולות מים).

ערך קלורי: גרם פחמימה אחד מכיל 4 קלוריות.

הרכב כימי: בדומה לחלבונים ולשומנים, גם הפחמימות מורכבות מאטומי פחמן (C), מימן (H) וחמצן (O).

תפקידי הפחמימות

- **אספקת אנרגיה לתא** – זהו התפקיד העיקרי של הפחמימות בכל היצורים החיים המפיקים אנרגיה מגלוקוז, עם חמצן או בלעדיו, בתהליך הנקרא "נשימה תאית". התא זקוק לאנרגיה על מנת לגדול ולהתרבות. נרחיב על תפקיד זה בהמשך הפרק.
- **חיזוק דופן התא בצומח** – פחמימות מצויות בדופנות של תאי הצמח ובקליפות של הזרעים ומקנות להם את המבנה הקשיח.
- **דנ"א ורנ"א** – חומצות הגרעין המכילות את החומר התורשתי של כל היצורים החיים. הן מורכבות מאבני בניין בשם נוקליאוטידים, אשר כל אחד מהם מכיל סוג של מולקולת סוכר (סוכר בשם ריבוז ברנ"א וסוכר בשם דיאוקסיריבוז בדנ"א).
- **זיהוי תאים** – על קרומי התאים של רוב התאים בבעלי החיים נמצאות פחמימות המשמשות מעין "תעודת זהות" – "טביעת אצבע ביולוגית" של התא. מערכת החיסון יודעת לזהות את הפחמימות שעל הקרומים וכך לדעת אילו תאים שייכים לגוף ואילו לא.
- **ניקוי מערכת העיכול** – הסיבים התזונתיים בתזונת האדם משמשים לניקוי מערכת העיכול ויש לכך השלכות רבות על בריאותנו. נרחיב על תפקיד זה בהמשך הפרק כאשר נדון בסיבים תזונתיים.

מקורות הפחמימות בתזונת האדם

מקור הפחמימות בתזונת האדם הוא מהצומח (פירות, ירקות, דגנים, קטניות, פקעות, אצות ועוד). פחמימות נוצרות בתהליך **הפוטוסינתזה** (Photosynthesis) בצמחים ובקבוצות מסוימות של חיידקים (בעלי חיים לא מבצעים פוטוסינתזה). **פוטו** הוא אור בעברית ו**סינתזה** פירושה הרכבה/הטמעה – יצירת חומרים מורכבים מחומרים פשוטים יותר. לפיכך, **פוטו-סינתזה** משמעה הרכבה/הטמעה באמצעות האור. בתהליך הפוטוסינתזה מורכב גלוקוז (גלוקוז הוא סוג של פחמימה) אשר הינו חומר אורגני, מ-מים (H_2O) ומפחמן דו-חמצני (CO_2) שהם חומרים אי-אורגנים (איור). בתהליך זה אנרגיית האור הופכת לאנרגיה כימית האגורה בקשרים הכימיים במולקולת הגלוקוז. הגלוקוז הנוצר בצמח נאגר בחלקו כעמילן, רב-סוכר המורכב מיחידות חוזרות של גלוקוז. עמילן הוא צורת אגירת סוכר זמין בצמח לצורך הפקת אנרגיה כימית.

באיור הבא ניתן לראות את תהליך הפוטוסינתזה:



איור 1.1 – תהליך הפוטוסינתזה

בתהליך הפוטוסינתזה הצמח קולט מים ופחמן דו-חמצני ובאמצעות אנרגיית האור הוא מייצר סוכר ופולט חמצן. התהליך מתרחש בתוך אברון בצמח הנקרא כלורופיל.

תהליך הפקת האנרגיה בתא

כאשר אנחנו צורכים צמחים (או את המזונות המעובדים מהם) כחלק מהתזונה היומית שלנו, הפחמימות הנוצרות בצמח בתהליך הפוטוסינתזה נספגות בגופנו, בעיקר כגלוקוז (בפרק 2, מערכת העיכול, מתואר בהרחבה תהליך ספיגת [הפחמימות](#)). הגלוקוז מגיע לתאי גופנו, והאנרגיה האגורה בו מנוצלת על ידי התא (כל תא) לייצור אנרגיה בעיקר בתהליך ה"נשימה התאית". אנרגיה זו דרושה לקיום תקין של הגוף ובכלל זה לשמירת חום הגוף, לתנועה, לפעילות מערכת העצבים ולכל פעילות המתבצעת בתוך התאים או לפעילות שאנו עושים. גם בשינה, כאשר אנחנו כמעט שלא נמצאים בתנועה, אנו מוציאים אנרגיה – מכיון שהלב, השרירים, המוח וכלל האיברים בגופנו פועלים. כמו כן, האנרגיה דרושה גם לגדילה של גופנו (עד לסיום גיל ההתבגרות) ולצורך תהליכי הרבייה.

בניגוד לתהליך הפוטוסינתזה שאותו יכולים לבצע מספר מצומצם של יצורים חיים, את תהליך ה"נשימה התאית" – הפקת האנרגיה, מבצעים כלל היצורים החיים. אצל בני האדם, הגלוקוז נספג לגוף והורמון האינסולין מסייע בתהליך כניסת הגלוקוז לתאים. לאחר שהגלוקוז חודר לתאים חל תהליך ה"נשימה התאית" – תהליך הפקת האנרגיה מגלוקוז. בבעלי חיים התא משתמש ברוב המקרים (בנוסף לגלוקוז) גם בחמצן הנכנס לגוף דרך הריאות ומשם מגיע לתאים. תאי הגוף יכולים להפיק אנרגיה גם ללא חמצן, אך כמות האנרגיה המופקת במסלול ללא חמצן נמוכה משמעותית לעומת כמות האנרגיה המופקת בנוכחות חמצן. בתהליך הנשימה התאית (בנוכחות חמצן) מפורקים הקשרים הכימיים המרכיבים את הגלוקוז, ונוצרות המולקולות אשר מהן בונה הצמח את הגלוקוז: מולקולות

מים (H_2O) המשמשות את הגוף (מים מטבוליים) ופחמן דו-חמצני (CO_2) הנפלט מהגוף דרך הריאות. האנרגיה האצורה במולקולת הגלוקוז משתחררת בחלקה כחום הנוצר בתהליך וחלקה הגדול נאגר בתוך מולקולות בשם ATP (להסבר על המולקולה ראו מסגרת בהמשך). התהליך כולו מתאפשר הודות לאנזימים ייחודיים המצויים בתאים. מולקולת ה-ATP יכולה לנוע בתא ולשמש אברונים שונים בו בתהליכים דורשי אנרגיה (לדוגמה, בתהליך יצירת אנזימים נוספים).

חשוב לזכור

תהליך "הנשימה התאית" הוא התהליך העיקרי בגוף האדם בו מופקת אנרגיה מגלוקוז בנוכחות חמצן. יחד עם זאת אנרגיה יכולה להיות מופקת גם מחומרים אורגנים אחרים וללא נוכחות של חמצן. חומרים אורגניים הם תרכובות פחמן, שבהן הפחמן קשור למימן ועל-פי-רוב גם לחמצן. חומרים אורגניים הם מקור לאנרגיה- הם חומרי עתירי אנרגיה כימית, כשהם מתפרקים לחומרים פשוטים יותר נפלטת אנרגיה. זהו מקור האנרגיה של התאים. גם בחיי היומיום אנו משתמשים באנרגיה הנפלטת מפירוק חומרים אורגניים: גז הבישול במטבח ודלק במכוניות.

מדוע התא זקוק למולקולות ATP?

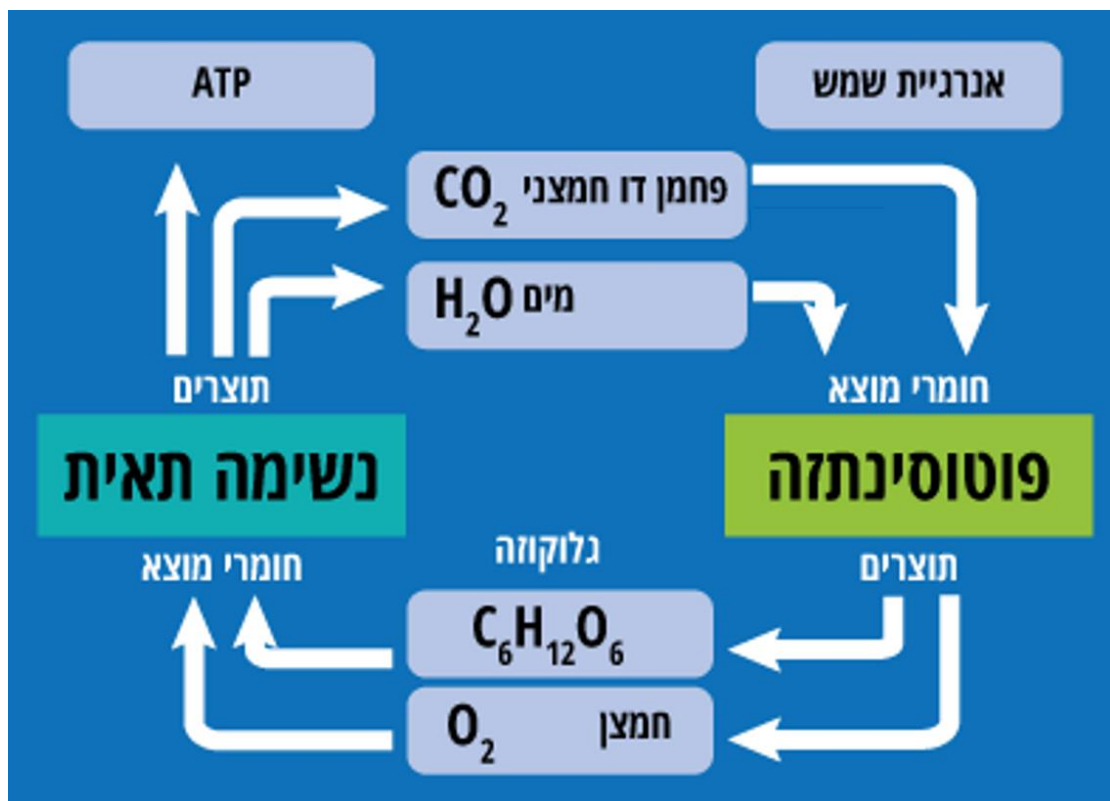
תארו לכם סיטואציה שבה אתם עובדים ומקבלים בתמורה סכום כסף, שאותו אתם מחזיקים בבנק או בארנק. כשתגיעו לחנות תוכלו להשתמש בכסף שהרווחתם, למרות שלא הרווחתם אותו בחנות זאת. משמע, העבודה שלכם הומרה לכסף אשר משמש אתכם היכן שתצאו. ולמה זה דומה?

בתהליך הפקת האנרגיה התא מפיק אנרגיה מגלוקוז ואוגר את האנרגיה בתוך מולקולות ה-ATP. מולקולות אלו הן כמו הכסף שהרווחתם בעבודה. מולקולת ה-ATP שנוצרה היא "מטבע אנרגיה" (כמו מטבע כסף), והיא יכולה לנוע בתא ולשמש כמקור אנרגיה בתהליכים שונים המתרחשים בו.

5 עובדות על פחמימות:

- מקור הפחמימה בתזונתנו הוא בצמח.
- הפחמימה היא חומר הדלק העיקרי של הגוף, ליצירת אנרגיה שדרושה לו לכל פעולותיו. מומלץ שכ-50-55 אחוז מצריכת האנרגיה היומית שלנו תתבסס על פחמימות.
- רק כאחוז אחד ממשקל גופנו הוא פחמימה, שנאגרת כגליקוגן בעיקר בכבד ובשרירים ומעט בכליות.
- דיאטה ללא פחמימות עלולה להוביל לסיבוכים בריאותיים, כגון הרס הכליות, ולכן היא מסוכנת.

באיור הבא ניתן לראות את מחזור הפוטוסינתזה והנשימה התאית



איור 1.2 - פוטוסינתזה ונשימה תאית – תרשים זרימה

באיור זה מוצגים תהליכי הפוטוסינתזה והנשימה התאית (בנוכחות חמצן).

שימו לב כי מדובר בתהליך מחזורי, משמע, תוצרי תהליך הפוטוסינתזה הם חומרי המוצא של תהליך הנשימה התאית (בנוכחות חמצן) ואילו תוצרי תהליך הנשימה התאית הם חומרי המוצא של תהליך הפוטוסינתזה. ההבדל בין שני התהליכים הוא סוג האנרגיה.

בתהליך הפוטוסינתזה אנרגיית האור (אנרגיית השמש) מומרת לאנרגיה כימית, הנאגרת בתוך קשרי מולקולת הגלוקוז, ובתהליך הנשימה התאית האנרגיה הכימית האצורה בקשרי מולקולת הגלוקוז הופכת לאנרגיה כימית, הנאגרת בתוך מולקולת ה-ATP.

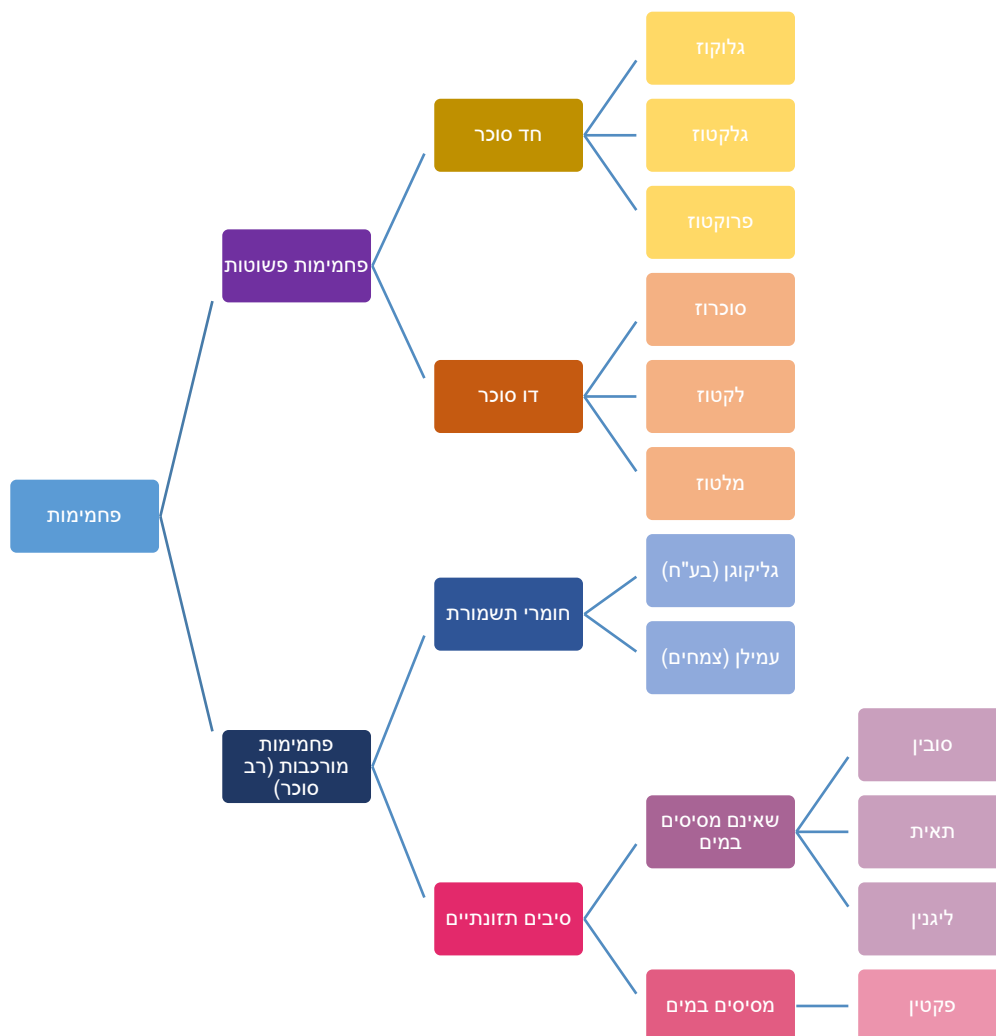
הגוף יכול להשתמש באופן מיידי באנרגיה אשר במולקולת ה-ATP, לצורך ביצוע פעולות שונות – כגון בניית מולקולות, פירוק מולקולות, בניית דנ"א ועוד אלפי תהליכים המתרחשים בגופנו (לגוף נדרש זמן להפיק אנרגיה מגלוקוז והשימוש באנרגיה שב-ATP הוא יחסית מהיר מאוד).

מטלה 

א. האם תהליך יצירת מולקולות ה-ATP דורש אנרגיה?

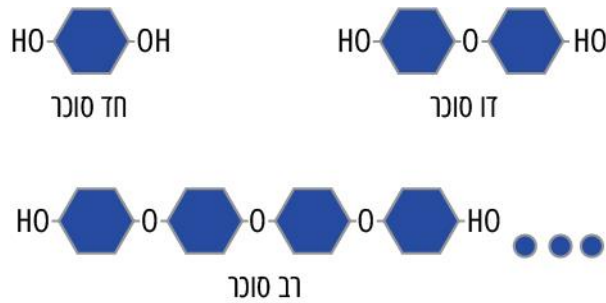
ב. אם כן, האם יש רווח אנרגטי בהפקת אנרגיה ממולקולת הגלוקוז ואגירתה במולקולת ה-ATP?

מיון הפחמימות



הפחמימות הן מולקולות המורכבות משרשראות של חד-סוכרים, כגון גלוקוז, פרוקטוז או גלקטוז, המחוברים זה לזה. ישנן שלוש קבוצות של פחמימות:

1. חד-סוכרים – מולקולות המורכבות מיחידה אחת של סוכר.
2. דו-סוכרים – מולקולות המורכבות משתי יחידות של חד-סוכר המחוברות זו לזו.
3. רב-סוכרים – מולקולות המורכבות משלוש יחידות של חד-סוכר ויותר המחוברות זו לזו.



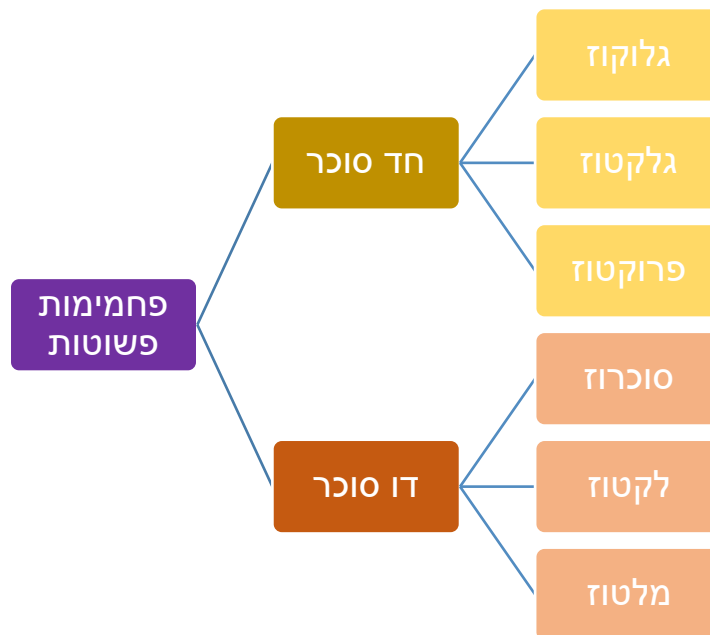
איור 1.3 - באיור מוצגות מולקולות של: חד-סוכר (משושה כחול), דו-סוכר (שני משושים כחולים) ורב-סוכר (שלושה משושים כחולים עד אלפי כחולים).

היזעת

מולקולה (מלטינית: Molecula - מסה קטנה; בעברית גם פְּרֻדָּה) היא מונח בכימיה המתאר חומר הבנוי משני אטומים או יותר המחוברים בקשר כימי. כך שחד-סוכר הוא מולקולה וגם דו-סוכר הוא מולקולה, המורכבת משתי יחידות (כל יחידה היא מולקולה) של חד-סוכר.

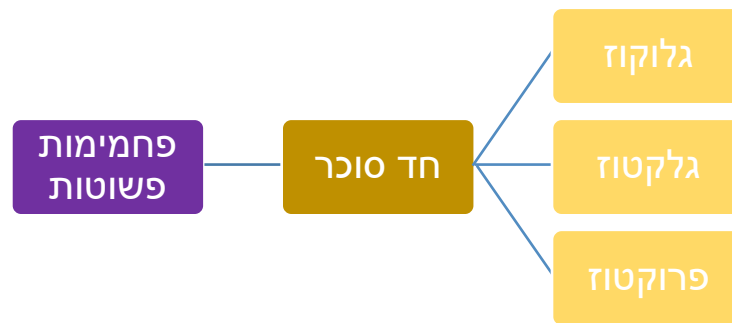
נהוג לחלק את הפחמימות לשתי קבוצות: "פחמימות פשוטות" ו-"פחמימות מורכבות", ולכל קבוצת פחמימות מאפיינים משל עצמה. ככלל אצבע ניתן לומר כי מזון מתוק יכול בדרך כלל פחמימה פשוטה, לדוגמה: דבש, פירות, שוקולד, חלב וריבה. לעומתן, הפחמימות המורכבות, דוגמת העמילן, טעמן תפל והן נמצאות במוצרים כגון סוגי לחם שונים, תפוחי אדמה, פסטה, אורז, קטניות ודגנים. לקבוצת הפחמימות המורכבות משתייכים גם הסיבים התזונתיים, אשר ניתן למצוא בריכוזים גבוהים בקליפות של פירות וירקות. מרבית הפחמימות בטבע הן פחמימות מורכבות או שילוב של פחמימות מורכבות עם פחמימות פשוטות. אולם כאשר מעבדים מזון טבעי, לעיתים קרובות מסולקות הפחמימות המורכבות. לדוגמה, בתפוח מצויים שני הסוגים, אך כשסוחטים ממנו מיץ ומסלקים את הסיבים, נותרות פחמימות פשוטות בלבד.

פחמימות פשוטות



פחמימות פשוטות הן סוכרים הבנויים מיחידה אחת של סוכר (חד-סוכר) או משתי יחידות של חד-סוכר (דו-סוכר). הן מתוקות, חסרות צבע, נמסות במים, מתעכלות מהר ונספגות במהירות לדם, אך הן גם מעלות במהירות את רמת הסוכר בדם. פחמימות פשוטות משמשות כמקור אנרגיה זמינה לטווח קצר, מאחר שהן נספגות מהר לדם אך ריכוזן יורד במהירות (ספורטאים נוהגים לאכול פחמימות פשוטות סמוך לפעילות ובזמן פעילות, כדי "לטעון" את מצבורי האנרגיה שלהם).

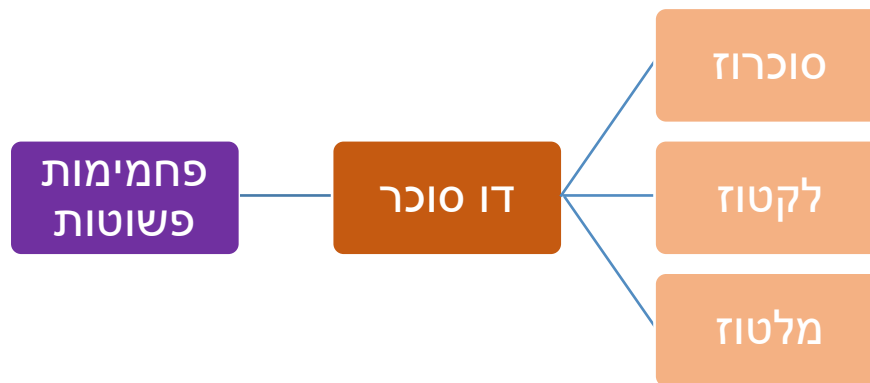
חד-סוכרים



פחמימה הבנויה מאבן בניין אחת, יחידה אחת של חד-סוכר שלא ניתן לפרקה לסוכרים קטנים יותר, המהווה את אבני הבניין של כל הפחמימות. החד-סוכרים מסווגים לרוב על פי מספר אטומי הפחמן שבמולקולה שלהם, משלושה ועד שבעה אטומי פחמן במולקולה. גוף האדם מכיל סוגים שונים של חד-סוכרים. לדוגמה, **ריבוז ודיאוקסיריבוז** הן מולקולות חד-סוכר בעלות 5 אטומי פחמן (פנטוזות) המרכיבות את מולקולות הדנ"א והרנ"א בתאי הגוף. חד-סוכרים בעלי חשיבות תזונתית משתייכים לקבוצה בעלת שישה אטומי פחמן (הקסוזות) והעיקריים שבהם: גלוקוז, גלקטוז ופרוקטוז. שלושתם בעלי נוסחה כימית זהה – $C_6H_{12}O_6$ אך סידור אטומים שונה, מה שמוביל גם לתכונות כימיות וביולוגיות שונות.

- **גלוקוז:** מצוי בענבים, בפירות מתוקים ובדבש.
- **גלקטוז:** מרכיב של סוכר החלב.
- **פרוקטוז:** סוכר פירות – מצוי בדבש, בפירות מתוקים, בירקות ובצוף הפרחים.

דו-סוכרים



פחמימה המורכבת משתי יחידות של חד-סוכר. יש כמה סוגים של דו-סוכר, אך נזכיר רק את שלושת העיקריים:

- **סוכרוז** (הסוכר הלבן שבו אנו משתמשים להמתקת מזונות שונים). מצוי בקנה סוכר ובסלק סוכר ומורכב מגלוקוז ופרוקטוז.
- **לקטוז** (סוכר החלב); מורכב מגלוקוז וגלקטוז.
- **מלטוז** (סוכר הלתת); מורכב משתי מולקולות של גלוקוז. דו-סוכר זה הוא תוצר הפירוק של פחמימות מורכבות, כגון גליקוגן ועמילן.

הידעת

בתהליך ייצור הבצק, האנזימים הקיימים באופן טבעי בקמח הדגנים בכמויות משתנות מפרקים את העמילנים לסוכרים פשוטים. סוכרים אלו ממתיקים את הלחם וגם משמשים את השמרים בתהליך התסיסה (תהליך כימי להפקת אנרגיה ללא נוכחות חמצן), אשר במהלכו נוצר פחמן דו-חמצני המביא לתפיחת הלחם.

פחמימות פשוטות בתפריט

הפחמימות הפשוטות (חד-סוכרים ודו-סוכרים) מצויות בסוכר, בדבש, בפירות ובחלב ומספקות אנרגיה ללא ערכים תזונתיים נוספים ולכן נקראות "פחמימות ריקות" או "קלוריות ריקות" (הכוונה היא שהמזונות עשירים בקלוריות אך דלים בחומרים מזינים, כגון ויטמינים, מינרלים, נוגדי חמצון וסיבים).

רוב הפחמימות הפשוטות שאנו אוכלים הן סוכרוז, הסוכר הלבן שאנו משתמשים בו כדי להמתיק את השתייה והמזון. הסוכרוז הוא דו-סוכר המורכב מגלוקוז ופרוקטוז. הגלוקוז מספק לתאי הגוף אנרגיה ועודפיו מגיעים לכבד, שאחראי על בקרת רמות הגלוקוז בגוף.

הכבד אוגר את עודפי הגלוקוז בצורת גליקוגן ובשעת הצורך מפרק אותו בחזרה לגלוקוז ומחזיר אותו לזרם הדם. גלוקוז שאינו משמש כמקור אנרגיה או נאגר כגליקוגן, מומר למולקולות שומן ונאגר ברקמת השומן. כאשר אוכלים גלוקוז, גם בכמויות גדולות, הוא מגיע כמעט לכל תא בגוף, מה שעוזר לפזר את העומס. עם פרוקטוז אין זה כך. כמויות גדולות מהפרוקטוז שנאכל הולכות ישר אל הכבד, שכן אין תאים אחרים שיכולים לעזור לנצל או לעכל אותו, מה שמפעיל לחץ משמעותי על הכבד. בכבד חלק מהפרוקטוז עובר תהליך של חילוף חומרים והופך לגלוקוז וגליקוגן. עם זאת, רוב הפרוקטוז מומר ישירות לשומן. גם אלכוהול, בדומה לפרוקטוז, עובר תהליך דומה וחלק גדול ממנו מצטבר כשומן בכבד. צריכה מוגזמת של פרוקטוז לאורך שנים עלול להידרדר למחלת "כבד שומני שאינו נובע מצריכת אלכוהול", שעלולה להוביל לכשל בתפקוד האיבר החיוני. משערים כי קרוב לרבע מאוכלוסיית ארצות הברית סובלת מכבד שומני, מחלה שלא הייתה קיימת לפני 35 שנה. המצב הזה מלווה גם בשיבוש של רמות השומנים והכולסטרול בדם.

צריכה מוגברת של סוכר או פרוקטוז עשויה להוביל גם לתנגודת לאינסולין (חוסר תגובה להורמון) אשר תוביל להפרשת יתר של אינסולין (הגוף לא מגיב לאינסולין ולכן מפריש כמויות הולכות וגדלות שלו) ולסוכרת מסוג 2. הפרשה מוגברת של אינסולין תתבטא גם באכילת יתר שתגרום לעלייה במשקל, השמנה בבטן, עלייה ברמות הסוכר והטריגליצרידים בדם וכן עלייה ברמות ה-LDL (הכולסטרול הרע) וירידה ברמות ה-HDL (הכולסטרול הטוב) – כולם סמנים ידועים של התסמונת המטבולית.

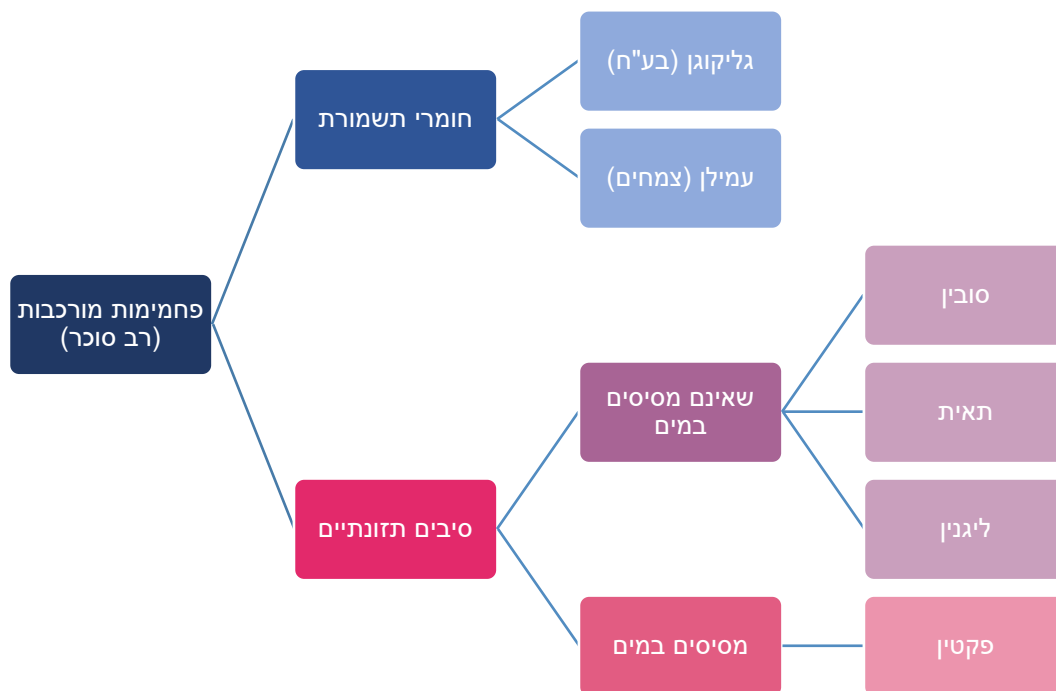
מה אפשר לעשות כדי למנוע את הנזקים? לאכול בתבונה. כמעט כל מזון מעובד מכיל פחמימות פשוטות: מאפים, ממתקים, גלידות, ארטיקים, ממרחים, דגני בוקר, מיצים, תרכיזים, משקאות קלים, משקאות חמים, משקאות אלכוהוליים ועוד. חשוב לקרוא ולהבין את רשימת הרכיבים של המזון שאנו צורכים, להעדיף מזון שהכנו בעצמנו בבית (שבו אנו שולטים על הרכיבים) ולצמצם את צריכת המזון המעובד. רצוי כמובן להמעיט בצריכת פחמימות פשוטות או לוותר עליהן כליל. שמירה על תזונה נכונה תעזור לנו לצמצם את ההשפעות המזיקות של הסוכר והפרוקטוז העודפים.

הסכנות בעודף פחמימות פשוטות בתפריט

- גורמות לירידה של הערך התזונתי של התפריט בכללו.
- מעלות במהירות את רמת הסוכר בדם, וכך הגוף מפריש כמויות גדולות של אינסולין. האינסולין הרב בדם גורם לאכילת יתר המובילה להשמנה ולמגוון בעיות בריאות הקשורות אליהן – סוכרת סוג 2, מחלות לב ועוד.

- סוכר פשוט הנאכל ולא מנוצל סמוך לספיגתו לצורך הפקת אנרגיה נאגר בגוף כרקמת שומן.
- הסוכרים הנותרים בפה משמשים כתשתית לפעילות חיידקי העששת.
- צריכה עודפת עלולה לגרום לכשל בתפקוד הכבד.
- בטווח הארוך – הסוכר הוא אחד הגורמים למחלות שונות, כגון סוכרת, השמנה, הצטברות שומנים בדם ומחלות לב.

פחמימות מורכבות



פחמימה מורכבת היא פחמימה המורכבת מיחידות רבות של חד-סוכר. הפחמימות המורכבות בתזונת האדם הן עמילנים (קיימים כמה סוגי עמילן אך לא נדון בכך בספר זה) וסיבים תזונתיים שעשויים מיחידות (מולקולות) רבות של סוכר השזורות יחדיו. הפחמימות הנאכלות, למעט רוב הסיבים התזונתיים, מתפרקות במערכת העיכול לחד-סוכרים, נספגות, לזרם הדם ומשם לכבד ולתאים – לצורך יצירת אנרגיה. לעומת זאת, סיבים תזונתיים אינם מתפרקים במערכת העיכול, עקב מחסור אנזימטי בגופנו (לבני אדם אין אנזימים שמפרקים אותם).

טעמן של הפחמימות המורכבות תפל והן אינן מסיסות במים. הפחמימות המורכבות שגופנו מסוגל לעכל מתעכלות ונספגות לאט במערכת העיכול ולכן משתחררות לזרם הדם בקצב איטי יותר לעומת הפחמימות הפשוטות. בזכות ספיגתן האיטית הן משפיעות בהדרגתיות על רמת הסוכר בדם ומקנות תחושת שובע לאורך זמן. פחמימות אלו מהוות מקור אנרגיה לטווח

ארוך (ספורטאים נוהגים לאכול פחמימות מורכבות לפני פעילות גופנית הדורשת סיבולת). פחמימות מורכבות, שהן הרכיב העיקרי במזונות כדוגמת לחם מלא, דגנים, קטניות וספגטי, מומלצות לצריכה באופן יומיומי.

את הפחמימות המורכבות ניתן לחלק לשתי קבוצות:

חומרי תשמורת – פחמימות מורכבות המשמשות כמקור אנרגיה לטווח ארוך בצמחים או בבעלי חיים. חומר התשמורת בצומח הוא עמילן ואילו בבעלי חיים חומר התשמורת הוא גליקוגן.

סיבים תזונתיים – פחמימות מורכבות המצויות בדופנות תאי הצמחים וביניהם ומקנות לדופנות חוזק מכני. בין הסיבים התזונתיים ניתן למצוא את הסובין, הליגנין והפקטין.

חומרי תשמורת



חומרי תשמורת הם מגוון חומרים עשירים באנרגיה, הנאגרים בתאים של יצורים חיים ומנוצלים בשלב מאוחר יותר, כאשר מתעורר צורך באנרגיה (אין מקור אנרגיה חיצוני). עמילן הוא פחמימה מורכבת המשמשת כחומר התשמורת העיקרי בצמחים. בתהליך הפוטוסינתזה נוצר גלוקוז, שחלקו מצטבר בפקעות וזרעים כעמילן ובהמשך מתפרק חזרה לגלוקוז, שהוא מקור אנרגיה חשוב לצמח. בבעלי חיים יש שני חומרי תשמורת: שומנים המורכבים מחומצות שומן (ואינם פחמימות) וגליקוגן (פחמימה), המורכב מיחידות רבות של חד-סוכר.

חומר תשמורת חייב לקיים את התכונות הבאות:

- בעלי חיים או צמחים יודעים לייצר אותו.
- בעלי חיים או צמחים יודעים לאגור אותו.
- בעלי חיים או צמחים יודעים לפרק אותו.
- מסיסות נמוכה מאוד במים (גופם של בעלי חיים מורכב בעיקר ממים וכך גם הצמחים).

שאלה לדין



מדוע חומר תשמורת חייב לקיים את כלל התכונות המצוינות לעיל?

בקבוצת הפחמימות המורכבות יש שני חומרי תשמורת, האחד בצמחים – עמילן והשני בבעלי חיים – גליקוגן (גם שומן הוא חומר תשמורת, אך הוא אינו פחמימה). עמילן הוא חומר התשמורת העיקרי בצמחים. בתהליך הפוטוסינתזה נוצר חד-סוכר גלוקוז שחלקו מנוצל לצורכי האנרגיה של תאי הצמח והשאר הופך בשרשרת של תהליכים כימיים לעמילן המצוי בעלים, גבעולים ושורשים, פקעות (לדוגמה, תפוח אדמה ובטטה) וזרעים (לדוגמה: חיטה, אורז ותרס). ריכוז העמילן בזרעים יכול להגיע אף ל-60-75 אחוז ממשקל הזרע. בתנאים שבהם הצמח זקוק למקור אנרגיה, אך לא מסוגל לבצע פוטוסינתזה ולייצר גלוקוז, הוא נעזר בעמילן המתפרק לגלוקוז לצורך הפקת האנרגיה (לדוגמה: פקעת או זרע המוטמנים בקרקע ומצויים בתהליכי התפתחות ללא תאורה). מקור הפחמימות העיקרי בתזונתנו הוא עמילן, המהווה בישראל לדוגמה כ-60-70 אחוז מכלל צריכת הפחמימות היומית. לאחר אכילתו מתפרק העמילן במערכת העיכול ליחידות של חד-סוכר, נספג ומשמש בחלקו כמקור אנרגיה ובחלקו הופך לשומן ונאגר בגוף. בבעלי חיים חומר התשמורת המורכב מסוכרים הוא גליקוגן הנאגר ברובו בכבד ובשרירים ומיעוטו בכליות. הגליקוגן מתפרק בעת הצורך ומספק אנרגיה זמינה. יש לזכור שגם שומנים (שאינם פחמימות) הם חומר תשמורת ובעלי תכולת אנרגיה הגבוהה מזו של הגליקוגן, אך קצב הפירוק שלהם והמרתם למולקולות גלוקוז איטי מקצב הפירוק של גליקוגן למולקולות גלוקוז. גליקוגן שומר על רמת האיזון של הגלוקוז בדם. לאחר ארוחה והפרשת אינסולין המפנה את הסוכר לתאים, רמת הגלוקוז בדם עשויה לרדת, כך שפירוק הגליקוגן מעלה את ריכוז הגלוקוז בין הארוחות. מאידך, כאשר רמות הגלוקוז בדם גבוהות, הוא הופך לגליקוגן וכך הוא שומר על ויסות ריכוז הגלוקוז בדם. כמו כן, הגלוקוז המתקבל מפירוק גליקוגן זמין לגוף ולכן מתאים לתנאים הדורשים פעילות שרירית מהירה ופתאומית (כמו ריצה במרוצים או במשחק). בניגוד לעמילן המצוי בכמויות גדולות בצמחים, גליקוגן מהווה רק כאחוז אחד ממשקל האדם.

שאלה לדין

עמילן כחומר תשמורת:

- שערן מדוע טעמו של תפוח אדמה הוא תפל אך לאחר בישול במים טעמו הופך למתקתק (רמז, חשבו מה מעניק לתפוח האדמה את טעמו המתוק)?
- האם עמילן יכול לשמש כחומר תשמורת בבעל חיים?

ניסוי מומלץ

יוד מגיב כימית עם עמילן, וכתוצאה מכך משתנה צבעו של היוד מחום לכחול כהה. אפשר לבדוק סוגים שונים של חומרים ולגלות במי מהם יש עמילן. מומלצים: תפוחי אדמה, קמח, מלח, לימון וביצה.

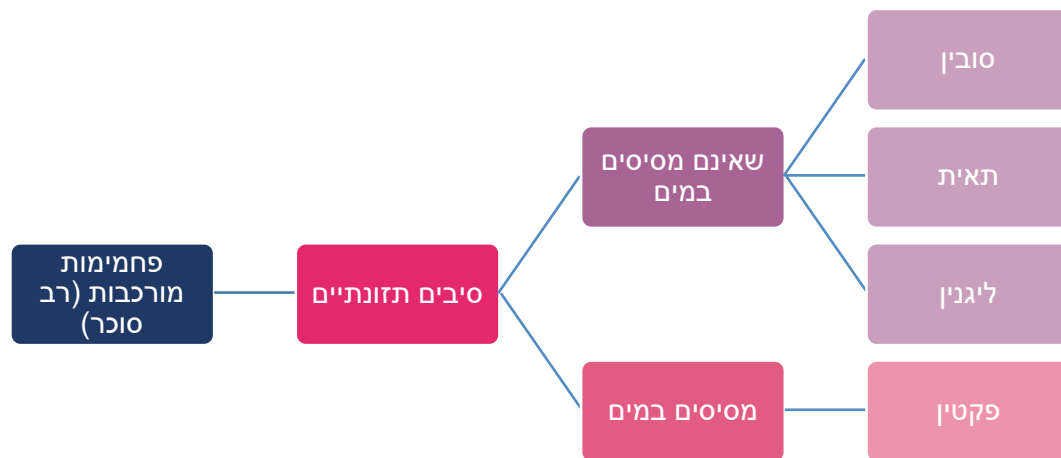
חומרים לניסוי:

- יוד חום
- תפוח אדמה
- קמח
- מלח
- לימון
- ביצה

אופן ביצוע הניסוי:

א. טפטפו יוד חום על החומר הנבדק (יוד סגול או אדום לא יתאימו).

סיבים תזונתיים

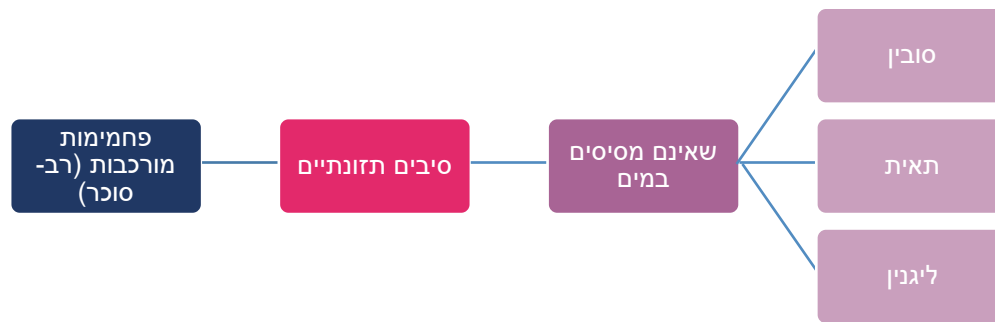


הסיבים התזונתיים הם רב-סוכרים שמקורם בצמחים. הם אינם נחשבים לחומרי תשמורת מאחר שהצמח יכול לבנות אותם אך לא יכול לפרקם. לסיבים מבנה חוטי והם משמשים לבניית דופן התא וסיב השלד ובכך מעניקים לצמח חוזק, עמידות וגמישות.

גם הסיבים התזונתיים אינם מקשה אחידה, והם נחלקים לשתי קבוצות: סיבים שאינם מסיסים במים – סובין, תאית (צלולוזה) ולגנין, וסיבים מסיסים במים – לדוגמה, פקטין. הסיבים התזונתיים אינם מספקים קלוריות מאחר שאינם מפורקים על ידי אנזימי העיכול של האדם ואינם נספגים (חלקם הקטן יכול לעבור פירוק חלקי על ידי חיידקי המעי, אך כמות האנרגיה הזמינה מהם לאדם זניחה). למרות זאת, יש להם חשיבות רבה בתזונה בעלי החיים: הם ממריצים את פעילות מערכת העיכול ומנקים אותה משאריות מזון, פסולת חיידקים (חיידקים החיוניים לנו) ותאים מתים. פעילות הסיבים במערכת העיכול מונעת מחלות רבות.

בחברה המודרנית יש צריכה מרובה של מזון מעובד דל בסיבים ועל כן מומלץ מאוד להוסיף סיבים תזונתיים משני הסוגים לתפריט היומי, באמצעות צריכה מגוונת של פירות וירקות על קליפתם. בנוסף לכך מומלץ לצרוך מוצרי חיטה מלאה וקטניות לפחות פעם-פעמיים בשבוע. עם זאת, לא מומלץ לצרוך יותר מ-30 גרם סיבים ביום, מאחר שהם מונעים גם ספיגה של חומרי הזנה חיוניים, כגון מינרלים וויטמינים.

סיבים תזונתיים שאינם מסיסים במים



הסיבים התזונתיים הבלתי מסיסים הם:

א. סובין – מצוי בקליפת הגרעין של דגניים: חיטה, שעורה, אורז, שיבולת שועל, תירס ודוחן.

ב. תאית – מצוי בקליפת פירות וירקות.

ג. ליגנין – מצוי בקש, מזון בהמות.

סיבים אלו אינם מתעכלים או נספגים אך יוצרים מעין "רשת" המנקה את המעי ובכך הם מקטינים את הסיכוי לחלות במחלות רבות, ובהן: סרטן המעי הגס, סוכרת, מחלות לב וכלי דם, יתר לחץ דם ועששת. לסיבים הבלתי מסיסים השפעה על רמת הכולסטרול והשומנים בדם וכן על משק הסוכר; יש להם תכונות נוגדות דלקת; הם משמשים כאמצעי לשמירה או הפחתת משקל (מגדילים ומאריכים תחושת שובע) וכן להסדרת יציאות נפחיות המקטינות סיכון להיווצרות טחורים ואף לסרטן המעי הגס. יתרונות הסיבים התזונתיים:

א. מונעים עצירות ומנקים את המעי משאריות מזון – הסיבים מתחככים בדופנות המעי וממריצים את פעילות המעיים ובכך מסייעים בניקויים משאריות של חומרים לא רצויים, כגון שאריות מזון ורעלנים של חיידקים.

ב. מקטינים את הסיכון לחלות בסרטן המעי הגס – תרומת הסיבים להפחתת הסיכון לסרטן המעי הגס מיוחסת ליכולתם של הסיבים לספוח ולסלק חומרים בעלי פוטנציאל מסרטן, וכן להשפעתם החיובית על הרכב חיידקי המעי.

ג. מקטינים את הסיכון לחלות בסוכרת – הסיבים מאטים את ספיגת המזון ובכך תורמים לוויסות הסוכר והאינסולין בדם.

ד. מקטינים את הסיכון למחלות לב – הסיבים מקטינים את כמות הכולסטרול הנספג לדם.

ה. מקטינים את הסיכון לעששת – סיבים תזונתיים מעודדים ייצור רוק ובכך מסייעים לנקות את השיניים משאריות מזון.

ניסוי מומלץ



קחו תפוח וקלפו את קליפתו.

- א. טעמו את הקליפה ואת התפוח המקולף.
- ב. תארו את התחושה בפה ואת הטעם.
- ג. דונו בחוויית הטעם והמרקם שחשתם ונסו להסביר אילו פחמימות נמצאות בריכוז גבוה בקליפה ואילו בפרי עצמו.

הידעת

פופקורן - קליפת גרעיני התירס מורכבת בעיקר מתאית (cellulose), שהיא סיב תזונתי בלתי מסיס שאינו גמיש. גרעיני התירס עצמם מכילים מעט מים ועמילן.

בחימום הגרעינים (למשל באמצעות שמן רותח) העמילן המצוי בגרעין יוצר תפרחת לבנה. במקביל המים שבתוך הגרעין מתחממים ומתאדים והגז רוצה להתפשט, אך היות שאדי המים אינם יכולים להתפשט בגלל הקליפה, נוצר בתוך הגרעין לחץ גבוה אשר גורם בסופו של דבר לשחרור המים בפיצוץ ההופך את פנים הגרעין החוצה.

סיבים תזונתיים מסיסים במים



למרות שמם, סיבים אלו אינם מסיסים במים כדוגמת הפחמימות הפשוטות אלא הם בעיקר סופחים מים והופכים לחומר דמוי ג'ל. סיבים מסיסים כגון פקטין מצויים בריכוז גבוה בדפנות התאים הצמחיים. כאשר סיבים אלו באים במגע עם נוזלי מערכת העיכול הם מתנפחים, הופכים ל"ג'לי", משמשים כ"ספוג" הסופח אליו כולסטרול, סוכרים, שומנים ורעלנים של חיידקים וכך נושאים אותם אל מחוץ למערכת העיכול. כמו כן, סיבים אלו מוסיפים לנפח הצואה ותורמים להסדרת פעילות המעיין. בכך מסייעים הסיבים במניעת עצירות, בהורדת רמות הכולסטרול ובוויסות רמות הגלוקוז (סוכר) בדם, וכתוצאה מכך במניעת מחלות לב, כלי דם וסוכרת.

הסיבים המסיסים יוצרים מרקם של דייסה או ג'ל ומשמשים בתעשיית התרופות כחומרים משלשלים ובתעשיית המזון להסמכת מוצרים שונים. לדוגמה, הפקטין מקנה לריבה את

המרקם האופייני לה; אינולין, גואר-גאם, בטא-גלוקאן ואגר-אגר הם סיבים תזונתיים מסיסים הנפוצים בתעשיית המזון ומקנים למוצרים מרקם ג'לטיני ונפח (בפעם הבאה שתראו את השמות הללו ברשימת הרכיבים, תדעו לזהות מהם ולאילו מטרות הוספו). סיבים מסיסים ניתן למצוא בפירות ובירקות רבים, ובהם: פסיפלורה, תפוחים, פירות הדר, שיבולת שועל, זרעי פשתן, שעורה, ארטישוק ירושלמי, בצל, שום וקטניות.

ניסוי מומלץ

סיבים תזונתיים מסיסים במים מצויים בזרעי שיבולת שועל והם אשר מקנים לדייסה את המרקם הסמיך שלה.

בניסוי נכין דייסה משיבולת שועל.

חומרים לניסוי:

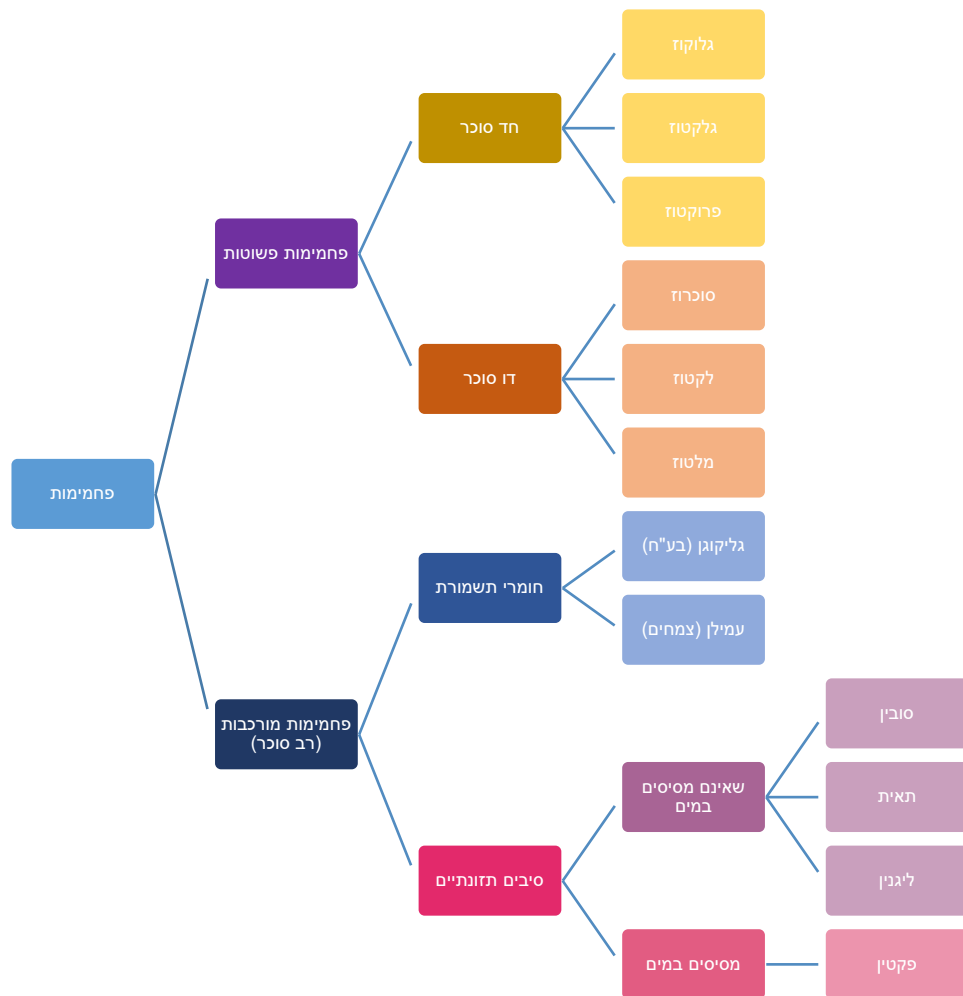
1 כוס שיבולת שועל גסה

2 כוסות נוזל (או פחות): מים / חלב אורז / חלב שקדים / חלב סויה / חלב עזים.

אופן ביצוע הניסוי:

- א. ערבבו וטעמו. האם יש למוצר שהכנתם מרקם דייסתי? הסבירו את התוצאה.
- ב. בשלו כעשר דקות על אש נמוכה וטעמו את הדייסה. האם יש למוצר שהכנתם מרקם שונה? האם נפח התערובת השתנה? הסבירו את התוצאה.

מיון הפחמימות



חשיבות הפחמימות בתפריט:

הפחמימות הן המקור העיקרי לאנרגיה זמינה לגוף. פחמימות הן המרכיב העיקרי בתפריט היומי ומומלץ לצרוך מהן כ-50-55 אחוז מסך כלל הקלוריות. הגלוקוז הוא מקור אנרגיה עיקרי וירידה בריכוזו עלולה לגרום לחולשה ולהפרעה בפעילות המוח. דיאטה חסרת פחמימות תוביל לניצול שומנים כמקור אנרגיה ובהמשך גם לניצול חלבון. ניצול החלבון יבוא לביטוי בפירוק שרירי הגוף ולאורך זמן עלול להוביל להרס הכליות, לפגיעה במערכות שונות בגוף ולפגיעה בגדילה בילדים ונוער.

הגוף אינו מבחין אמנם במקור המזון ברגע שהוא מפורק ומעוכל, אך למקור הפחמימה יש השפעה עצומה על הבריאות שלכם. העדיפו תזונה המבוססת על פחמימות מורכבות, אשר משפיעות בהדרגה על רמת הסוכר בדמכם ולרוב גם יכילו רכיבי תזונה נוספים. העדיפו

לצורך פחמימות מורכבות שמקורן במזון לא מעובד מן הצומח, המכיל כמות גדולה של ויטמינים, מינרלים ונוגדי חמצון.

הסיבים התזונתיים אינם משמשים כמקור אנרגיה לגוף, אך חשיבותם היא בכך שהם שומרים על תפקודה התקין של מערכת העיכול.

עיכול וספיגת פחמימות

בתהליך עיכול הפחמימות מפורקים הקשרים בין יחידות הסוכר של הדו-סוכרים ושל הרב-סוכרים (חומרי תשמורת בעיקר), עד לקבלת חד-סוכרים. הפחמימות מתחילות את תהליך העיכול עוד בפה באמצעות אנזים בשם **עמילאז**, המפרק את שרשראות העמילן הארוכות לשרשראות קצרות יותר. עיקר הפירוק והספיגה של הפחמימות מתבצע במעי הדק (נכון לכל קבוצות המזון). תהליך עיכול וספיגת הפחמימות הפשוטות הוא מהיר וקצר, לעומתן תהליך עיכול הפחמימות המורכבות וספיגתן הוא איטי, מכיוון שהן צריכות להתפרק ממולקולות של מאות ואלפי יחידות סוכר ליחידות של חד-סוכרים אשר ייספגו אל תאי הגוף. לאחר ספיגתן מובלות מולקולות החד-סוכר לכבד ושם הם עוברות תהליכים של חילוף חומרים או שהן מופרשות לדם ומשם לכל הגוף. הגלוקוז, חד-הסוכר החשוב ביותר לגופנו, מופרש לדם ומשם עובר לכל תאי הגוף ומנוצל להפקת אנרגיה. עודפי הגלוקוז הופכים בחלקם לגליקוגן, נאגרים בכבד, בכליות ובשרירים, וחלקם הופכים לטריגליצרידים (שומנים) ונאגרים ברקמת השומן.

ניסוי מומלץ

קחו פרוסת לחם לבן ריקה ונגסו ממנה ביס. השאירו את החתיכה בפה לכ-20 שניות. איזה טעם אתם מרגישים? איך ניתן להסביר את הטעם שאתם חשים בו?

הפחמימה	מכמה מולקולות חד-סוכר מורכבת	היכן נוצרת	כן/לא מהווה חומר תשמורת	כן/לא מסיסה במים	כן/לא מתעכלת	כן/לא חודרת לתאים כפי שהיא
חד סוכר (גלוקוז)						
דו סוכר (סוכרוז)						
עמילן						
גליקוגן						
תאית						

מלאו את הטבלה הבאה עבור דוגמאות לבחירתכם:

ר-ב-סוכר	ד-סוכר	ח-סוכר	שם (רשמו דוגמה)
			כמות יחידות (אחת/שתיים/הרבה)
			טעם (מתוק/תפל)
			מסיסות במים (כן/לא)
			מהירות התפרקות במערכת העיכול (נמוכה/גבוהה)
			מהירות ספיגה בדם (נמוכה/גבוהה)
			משך תחושת שובע (לזמן קצר/ארוך)

מדד (ערך או אינדקס) גליקמי

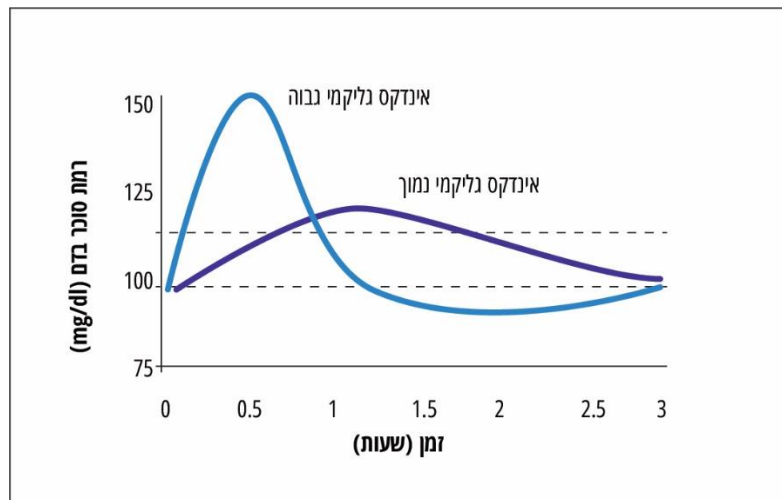
מדד גליקמי הוא מערכת דירוג לקצב השפעת הפחמימות על רמת הגלוקוז בדם, שהומצאה ב-1981 על ידי ד"ר דיוויד ג'. ג'נקינס. בניגוד לחלוקה לפחמימות פשוטות ופחמימות מורכבות, המדד הגליקמי בוחן את המהירות שבה הפחמימה מגיעה למחזור הדם ואת השפעתה על רמת הסוכר בדם.

הפחמימות שמתפרקות במהירות ובקלות בתהליך העיכול, השפעתן על רמת הגלוקוז בדם מהירה וחדה והן בעלות הערכים הגליקמיים הגבוהים ביותר. לעומתן, פחמימות שמתפרקות לאט ומשחררות גלוקוז באופן הדרגתי למערכת הדם, הן בעלות ערך גליקמי נמוך. הערכים הגליקמיים הניתנים למזונות שונים מחושבים על פי רוב בהשוואה לגלוקוז שערכו הגליקמי הוא 100. בדרך כלל מפרשים מדדים גליקמיים באופן הבא:

מדד גליקמי נמוך: ערכים נמוכים מ-55

מדד גליקמי בינוני: ערכים בין 55 ל-69

מדד גליקמי גבוה: ערכים גבוהים מ-70



איור 1.4 - השפעת האינדקס הגליקמי על רמת הסוכר בדם

הגרף מתאר את רמת הסוכר בדם (ציר Y) לאורך זמן (ציר X) בתגובה לצריכת פחמימות בעלות ערך גליקמי גבוה (קו כחול) או נמוך (קו סגול). הקו הכחול מתאר את תגובת הסוכר בדם לצריכת פחמימה בעלת מדד גליקמי גבוה. מיד עם צריכת הפחמימה (זמן 0) הסוכר בדם עולה לערכים גבוהים (המקסימום מתקבל לאחר חצי שעה בדוגמה שבגרף). הגוף משחרר כמות גדולה של אינסולין בבת אחת ורמת הגלוקוז צונחת מיד ולאחר מכן מתייצבת. הקו הסגול מתאר את תגובת הסוכר בדם כתגובה לצריכת פחמימה בעלת מדד גליקמי נמוך. מיד לאחר צריכת הפחמימה (זמן 0) רמת הגלוקוז בדם מתחילה לעלות לאט. הגוף משחרר אינסולין לאורך זמן, כך שרמת הסוכר לא מגיעה לערכים גבוהים והיא מתייצבת לאט לאט.

המדד הגליקמי הוביל לשינויים משמעותיים בגישה המחלקת את הפחמימות לשתי קבוצות בעלות השפעה שונה על רמת הסוכר בדם – **פחמימות פשוטות** שהשפעתן על רמת הסוכר בדם מהירה ו**פחמימות מורכבות** אשר השפעתן על רמת הסוכר בדם היא הדרגתית. נראה כי לא רק לסוג הפחמימה יש השפעה על המדד הגליקמי אלא גם לגורמים נוספים. למשל, נמצא כי לתפוח אדמה מבושל (כ-30 דקות) ולאורז יסמין מבושל יש מדד גליקמי הגבוה מסוכרוז. ההסבר לכך הוא שחימום של מזונות המכילים עמילן (פחמימה מורכבת) מעלה את הערך הגליקמי שלהם, מאחר שבתהליך החימום העמילנים מתפרקים למולקולות סוכר קטנות יותר – ככל שמשך החימום ארוך יותר כך הפירוק גדול יותר (זו הסיבה שטעמו של תפוח אדמה שלא חומם תפל ואילו תפוח אדמה שחומם הוא מתוק). גם לנוכחות של גורמים מסוימים במזון עשויה להיות השפעה: נוכחות של שומן או סיבים תזונתיים במזון יכולה לעכב את עיכול הפחמימות וספיגתן ובכך להקטין את הערך הגליקמי.

מזון בעל ערך גליקמי נמוך משחרר את האנרגיה לגוף באופן איטי וקבוע ומומלץ לחולי סוכרת, לבעלי משקל עודף ולאתלטים העוסקים בסיבולת. מזון בעל ערך גליקמי גבוה גורם לעלייה מהירה וחדה ברמת הסוכר בדם ולכן לא מומלץ לחולי סוכרת. גם אצל אנשים שהלבלב שלהם פועל באופן תקין והם אינם חולי סוכרת, עלייה מהירה וחדה של רמת הסוכר בדם גורמת לעלייה חדה ברמת האינסולין בדם, ובכך מעוררת תחושת רעב שעלול לגרום לאכילת יתר ולהוביל השמנה ולמחלות אחרות.

מטלה

1. אנא רשמו את התפריט של אחת הארוחות שאכלתם היום או אתמול. חשבו עבור כל מזון ברשימה את הערך הגליקמי שלו (יחסית לגלוקוז). תוכלו להיעזר [בטבלה של EATWELL](#) או [במחשבון גולינגו](#).
2. איזה מזון בתפריט הייתם מחליפים, כדי שיהיה לתפריט ערך גליקמי נמוך יותר? לאיזה מזון הייתם מחליפים אותו? אנא הסבירו.

מחלות מטבוליות הקשורות לפחמימות

מחלה מטבולית היא מחלה המתבטאת בהפרעות ביכולתו של הגוף להתמודד עם רכיבים תזונתיים כמו פחמימות, חלבונים ושומנים. גופו של חולה סוכרת (בלטינית: Diabetes Mellitus) מתקשה להתמודד עם הגלוקוז המצוי במחזור הדם ונוצר ריכוז גבוה של גלוקוז בדם ולעיתים גם בשתן. ארגון הבריאות העולמי מכיר בשלושה סוגים עיקריים של סוכרת: סוכרת מסוג 1 (נקראה בעבר "סוכרת התלויה באינסולין" או "סוכרת נעורים"); סוכרת מסוג 2 (נקראה בעבר "סוכרת שאיננה תלויה באינסולין" או "סוכרת מבוגרים") וסוכרת בהיריון. בספר זה נתרכז בשני הסוגים הראשונים. אנשים הסובלים מסוכרת סוג 1 יכולים לפתח במקביל סוכרת סוג 2 ולהיפך. גופם של חולי הסוכרת מתקשה להתמודד עם הגלוקוז שבדם ולפנות אותו לתאים והם עשויים לסבול משני מצבי קצה הפוכים: מצב של עודף גלוקוז בדם (היפרגליקמיה), שנוצר לרוב מכמות לא מספקת של אינסולין בדם, ומצב של מיעוט גלוקוז בדם (היפוגליקמיה) שנוצר לרוב כתוצאה מכמות גבוהה מדי של אינסולין בדם. בישראל, כמו במדינות מערביות אחרות, סוכרת נמנית עם המחלות הכרוניות השכיחות ביותר והיא מהווה נטל כבד על מערכת הבריאות, על החולה ועל משפחתו. סיבוכי סוכרת הם סיבת המוות הרביעית מבין סיבות המוות בישראל. בדוח שפורסם בשנת 2015 העריכה המועצה הלאומית לסוכרת כי מספרם הכולל של חולי הסוכרת בישראל (סוג 1 וסוג 2, מאובחנים ולא מאובחנים) עשוי להגיע בשנת 2030 למיליון!

מטלה

בספר זה למדנו כי תזונתנו היום שונה מהתזונה שהאדם הכיר לאורך רוב שנות התפתחותו. על פי מה שלמדנו בפרקים הקודמים, ציינו את הסיבות אשר הביאו לתפוצה הרחבה של הסוכרת בקרב האוכלוסייה.

סוכרת סוג 1 – סוכרת התלויה באינסולין

סוכרת סוג 1 היא סוכרת התלויה באינסולין. בסוכרת סוג 1 תאי הבלבל המייצרים אינסולין (תאי בטא) מפסיקים לייצר אותו והחולה תלוי לחלוטין באינסולין המסופק לו ממקור חיצוני. סוכרת סוג 1 מתפרצת בעיקר (אבל לא רק) בגיל הילדות והנעורים ומאפיינת כעשרה אחוזים מאוכלוסיית הסוכרתיים כיום. סוכרת מסוג זה היא מחלה אוטואימונית הנגרמת עקב תקיפה של מערכת החיסון את תאי הבטא המייצרים אינסולין בבלבל. במחלה אוטואימונית (auto = עצמי ו-immune = חיסון) מערכת החיסון נכשלת בהבחנה בין ה'עצמי' (תאי הגוף) לבין ה'לא עצמי' (תאים זרים) ותוקפת תאים בריאים של הגוף. אובדן של תאי בטא הוא תהליך הדרגתי המתרחש לאורך שנים והמחלה מתגלה רק לאחר ש-70-80 אחוז מתאי הבטא נהרסים, ובעקבות כך נוצר מחסור חמור באינסולין. במשך הזמן כלל תאי הבטא נהרסים והחולים בסוכרת סוג 1 תלויים לגמרי במתן אינסולין חיצוני, כדי לאזן את רמת הסוכר בדמם. חולי סוכרת סוג 1 אשר לא שומרים על בריאותם ואוכלים מזונות עתירי אנרגיה וסוכר עלולים לפתח במקביל לסוכרת סוג 1 גם סוכרת סוג 2.

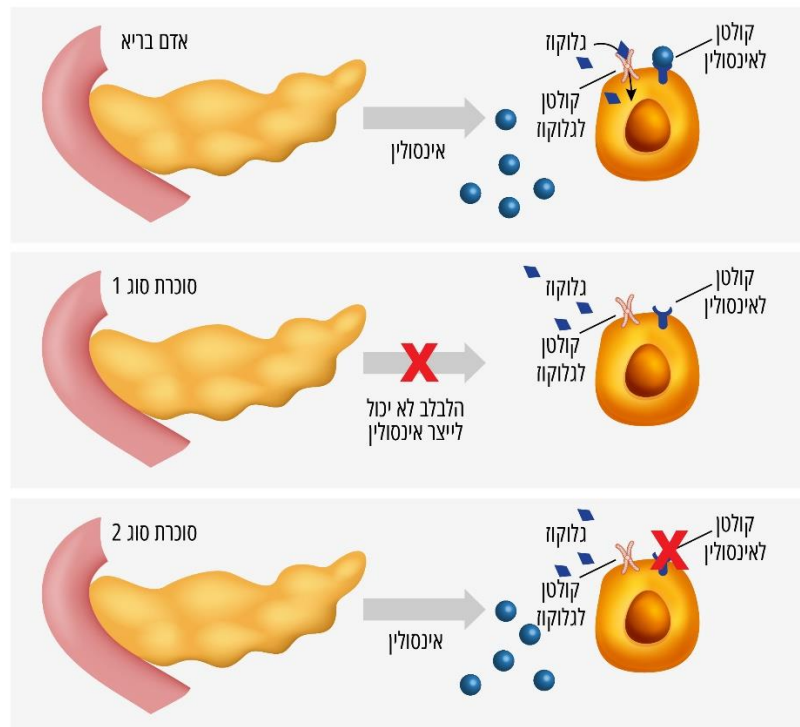
הידעת

אינסולין – התרופה הראשונה שיוצרה ב"הנדסה גנטית"

לקראת סוף שנות ה-70 של המאה העשרים החלו בייצור התרופה הראשונה - אינסולין - בשיטות של הנדסה גנטית. חולי הסוכרת, שזקוקים להזרקה יומית של אינסולין לדמם, נעזרו עד אז באינסולין שהופק מבלוטת הבלבל של בקר. אולם התהליך היה יקר, הכמויות שהופקו היו קטנות והשוני בין האינסולין של הבקר ובין זה של האדם גרם למגוון בעיות. חוקרים מחברת Genetech בודדו את הגן לחלבון אינסולין, "חתכו" אותו מן הדנ"א של האדם והחדירו אותו לגן של חיידק האי-קולי (E.coli), יחד עם קטע נוסף של דנ"א, שנותן לגן הזר הוראה לייצר חלבון בחיידק (חיידק טראנסגני). החיידקים המהונדסים הוכנסו לתוך מיכל שהיה בו מזון ותנאים מתאימים לגדילה, והם החלו להתרבות תוך ייצור כמויות גדולות של אינסולין. לבסוף החוקרים "ניקו" את האינסולין מהחיידקים. מאז שהחלו בייצור האינסולין יצאו לשוק עוד תרופות רבות אחרות המיוצרות בדרך זו.

סוכרת סוג 2 – סוכרת שאינה תלויה באינסולין

סוכרת זו מתאפיינת בשלב הראשון בעליית ריכוז האינסולין בדם. בשלב מאוחר יותר עולה גם ריכוז הסוכר בדם ולבסוף עלולה להתפתח במקביל גם סוכרת סוג 1. סוכרת מסוג 2 מתפתחת לאט, בשעה שהבלבל עדיין מייצר אינסולין אך תאי הגוף אינם רגישים אליו מספיק עקב תופעה הנקראת "תנגודת לאינסולין". התנגודת מתבטאת בפגיעה ביכולת של האינסולין להיקשר לקולטן שלו (הקולטן נמצא בחלק החיצוני של התא. הוא "קולט" את האינסולין ועוזר לו להיכנס לתא), וכך נגרמת פגיעה במעבר הסוכר מהדם לתוך התאים. בתחילה הבלבל מגביר את הייצור והשחרור של אינסולין, כדי לפצות על ההתנגודת לאינסולין. בשלב מסוים, למרות עודף האינסולין, הקולטנים חדלים מלהגיב אליו, הסוכר לא נספג בהם וריכוזו בדם עולה. רק בשלבים מתקדמים של סוכרת מסוג 2 הבלבל אינו עומד בעומס וחלה ירידה גם בהפרשת האינסולין. כאשר העומס על הבלבל מתקיים לאורך זמן, יש סבירות כי הבלבל יפסיק להפריש אינסולין והחולה יסבול מסוכרת סוג 2 וסוג 1 במקביל. הירידה ברגישות לאינסולין או בכמות האינסולין המופרשת גורמת לעלייה ברמות הגלוקוז בדם, להתפתחות הסוכרת ולסיבוכים נוספים של סוכרת מסוג 2 במערכות שונות בגוף. התנגודת ניתנת לאבחון ולטיפול באמצעות דיאטה, לעיתים בשילוב טיפול תרופתי. עד לפני כמה עשורים מחלה זו הייתה אופיינית לאנשים מבוגרים מעל גיל 40 אך כיום גם צעירים סובלים ממנה.



איור 1.5 – מנגנון קליטת גלוקוז בתאים באדם בריא ואדם חולה בסוכרת

הסבר לאיור:

- באיור ניתן לראות את התהליך התקין של ספיגת הגלוקוז בתא של אדם בריא (א) ואת הליקויים בקליטת הסוכר בתא של אדם החולה בסוכרת מסוג 1 (ב) ומסוג 2 (ג).
- א.** בגופו של אדם בריא, האינסולין המופק מהלב לב בתגובה לעליית הסוכר בדם נקשר לקולטן שנמצא בקרום התא (כל תא). קשירת האינסולין לקולטן מאפשרת לגלוקוז להיקשר לקולטן שלו שנמצא על קרום התא וכך להיכנס לתא.
- 1.** אצל אדם החולה בסוכרת מסוג 1, לא משוחרר אינסולין מהלב לב בתגובה לעליית הסוכר בדם וכך הגלוקוז לא יכול להיקשר לקולטן שלו ולהיכנס לתוך התא. הדבר מתבטא בעליית רמת הסוכר בדם וכמו כן, התאים לא יכולים להפיק אנרגיה.
- 2.** באדם החולה בסוכרת סוג 2, האינסולין המופק מהלב לב בתגובה לעליית הסוכר בדם לא יכול להיקשר לקולטן שלו על קרום התא (בשל תנגודת אינסולין) וכך הגלוקוז לא יכול להיקשר לקולטן שלו ולהיכנס לתוך התא. הדבר מתבטא בעליית הסוכר בדם וכמו כן, התאים לא יכולים להפיק אנרגיה.

מסלה

הסבירו מדוע התאים בגופם של חולי סוכרת אינם יכולים להפיק אנרגיה – הבחינו בהסברכם בין סוכרת מסוג 1 לסוכרת מסוג 2.

סיכום

- הפחמימות נחלקות לשתי קבוצות: פחמימות פשוטות ומורכבות. הפחמימות הפשוטות הן מולקולות המורכבות ממולקולת סוכר אחת (חד-סוכר) או משתי מולקולות של סוכר (דו-סוכר). לעומתן, הפחמימות המורכבות, מורכבות ממספר רב של מולקולות סוכר פשוטות.
- פחמימות נוצרות בתהליך הפוטוסינתזה (Photosynthesis) בצמחים ובקבוצות מסוימות של חיידקים. בתהליך זה אנרגיית האור הופכת לאנרגיה כימית האגורה בקשרים הכימיים במולקולת הגלוקוז.
- בתהליך "הנשימה התאית" מפורקים הקשרים הכימיים המרכיבים את הגלוקוז, והאנרגיה האצורה בהם משתחררת ונאגרת בתוך מולקולות ה-ATP.
- "פחמימות פשוטות", חד-סוכר או דו-סוכר – הן בעלות טעם מתוק, נמסות במים, מתעכלות מהר ונספגות במהירות לדם ולכן הן ה"דלק" הזמין ביותר לגוף. עם זאת, הן מעלות את רמת הסוכר בדם במהירות וערכן התזונתי נמוך (מכילות אנרגיה נטו, בלי שום רכיב העוזר לבניית הגוף).
- "פחמימות מורכבות" – סוכרים המורכבים ממספר רב של מולקולות חד-סוכר. טעמן תפל, הן אינן מסיסות במים, מתעכלות ונספגות לאט במערכת העיכול ולכן משתחררות לזרם הדם בקצב איטי יותר לעומת הפחמימות הפשוטות. עם הפחמימות המורכבות נמנים חומרי התשמורת – עמילן וגליקוגן – וסיבים תזונתיים: סיבית, תאית, ליגנין ופקטין.
- חומרי תשמורת הם חומרים המורכבים ממולקולות רבות הנוצרים בתאי בעלי חיים וצמחים ומשמשים כמאגרי אנרגיה לשעת הצורך. חומר תשמורת מקיים את התנאים הבאים: בעל החיים או הצמח יודעים לייצר אותו, לאגור אותו ולפרק אותו, ומסיסותו במים נמוכה מאוד. חומר התשמורת בצמחים הוא עמילן ובבעלי חיים – גליקוגן.
- הסיבים התזונתיים נחלקים לסיבים שאינם מסיסים במים ולסיבים מסיסים במים. הם אינם מספקים קלוריות אך יש להם חשיבות רבה בתזונת בעלי החיים: הם ממריצים את פעילות מערכת העיכול ומנקים אותה משאריות מזון, פסולת חיידקים (חיידקים שתורמים לנו) ותאים מתים. פעילות הסיבים במערכת העיכול מונעת מחלות רבות.
- הפחמימות מתחילות להתעכל עוד בהיותן בפה, באמצעות האנזים עמילאז המפרק את שרשראות העמילן הארוכות לשרשראות קצרות יותר. עיקר הפירוק והספיגה של הפחמימות מתבצע במעי הדק והן נספגות כחד-סוכר.
- אינדקס/ערך/מדד גליקמי הוא מערכת דירוג קצב השפעת הפחמימות על רמת הגלוקוז בדם. פחמימות שמתפרקות במהירות ובקלות בתהליך העיכול, השפעתן על רמת

הגלוקוז בדם מהירה וחדה והן בעלות הערכים הגליקמיים הגבוהים ביותר (מדד גליקמי גבוה מ-70). לעומתן, פחמימות שמתפרקות לאט ומשחררות גלוקוז באופן הדרגתי למערכת הדם הן בעלות מדד גליקמי נמוך (עד 55). מדד גליקמי בינוני הוא מדד שערכיו נעים בין 55 ל-69.

- סוכרת היא מחלה מטבולית המתאפיינת בריכוז גבוה של גלוקוז בדם ולעיתים גם בשתן. סוכרת סוג 1 נגרמת כשתאי מערכת החיסון (תאי T) תוקפים את תאי בטא המייצרים אינסולין בלבד, והחולים בה תלויים בקבלת אינסולין חיצוני לאיזון רמת הסוכר בדמם. בסוכרת מסוג 2 מתפתחת תנגודת לאינסולין (ירידה ביכולת האינסולין להיקשר לקולטן שלו), הגורמת לפגיעה בפינוי הסוכר מהדם לתוך התאים. התנגודת ניתנת לאבחון והטיפול בה הוא באמצעות דיאטה ולעיתים גם טיפול תרופתי. אנשים הסובלים מסוכרת סוג 1 יכולים לפתח במקביל סוכרת סוג 2 ולהפך.

מבדק מסכם:

1. פחמימות הן המקור העיקרי ל:

- א. שומנים
- ב. דיכאון
- ג. אנרגיה
- ד. פוטוסינתזה

2. מקור השם פחמימה הוא:

- א. פחמן ומימן
- ב. פחמן ומים
- ג. פחמן ומאמה
- ד. פחם ומימן

3. בגרם אחד של פחמימה יש:

- א. 9 קלוריות
- ב. 4 קלוריות
- ג. 3 קלוריות
- ד. 8 קלוריות

4. תהליך הפוטוסינתזה מתרחש ב:

- א. בצמחים ובקבוצות מסוימות של בעלי חיים
- ב. בבעלי חיים ובקבוצות מסוימות של צמחים
- ג. בבעלי חיים ובקבוצות מסוימות של חיידקים
- ד. בצמחים ובקבוצות מסוימות של חיידקים

5. צמחים מבצעים:

- א. רק את תהליך הפוטוסינתזה
- ב. רק את תהליך "הנשימה התאית"
- ג. את תהליך הפוטוסינתזה ו"הנשימה התאית"
- ד. אף אחד משני התהליכים הללו

6. בתהליך ה"נשימה התאית" הגלוקוז הופך לאנרגיה:

- א. המשוחררת בתא
- ב. הנאגרת במולקולות ה-ATP
- ג. הנאגרת במולקולות שומן
- ד. ההופכת לאנרגיית אור

7. פחמימות פשוטות ידועות גם בשם:

- א. פחמימות ריקות
- ב. פחמימות מורכבות
- ג. עמילן
- ד. סיבים תזונתיים

8. איזה סוכר פשוט נמצא בחלב:

- א. סוכרוז
- ב. לקטוז
- ג. מלטוז
- ד. פרוקטוז

9. מה ההבדל בין פחמימות פשוטות ופחמימות מורכבות?

- א. לרוב פחמימות פשוטות מתפרקות ונספגות באיטיות בגוף בהשוואה לפחמימות מורכבות.
- ב. לרוב פחמימות פשוטות תורמות יותר לבריאות בהשוואה לפחמימות מורכבות.
- ג. לרוב פחמימות פשוטות מתפרקות ונספגות בגוף במהירות בהשוואה לפחמימות מורכבות.
- ד. אף אחת מהתשובות אינה נכונה.

10. חומר התשמורת המורכב מיחידות סוכר בבעלי חיים הוא:

- א. שומן
- ב. חלבון
- ג. תאית
- ד. גליקוגן

11. תהליך עיכול הפחמימות מתחיל ב:

- א. בפה

1. בוושט

2. בקיבה

3. במעי

12. הסוכר במזון בעל ערך גליקמי גבוה:

א. נספג מהר

ב. נספג לאט

ג. לא נספג כלל

ד. נספג מהר ובהמשך לאט

פרק 2 : חלבונים

"ביולוגיה היא הטכנולוגיה החזקה ביותר שנוצרה אי פעם. דנ"א הוא תוכנה, החלבון הוא חומרה והתאים הם מפעלים" (Arvind Gupta).

היזעת

ארווינד גופטה (Arvind Gupta) הוא ממציא צעצועים הודי המתמחה במדע. גופטה דוגל ברעיון של שימוש בחומרים זמינים ומחזור זבל ליצירת צעצועים לילדים. אתר האינטרנט של גופטה מכיל הוראות – כולל קטעי וידיאו קצרים – להכנת מאות צעצועים מאולתרים אשר גם ילדים יכולים לבנות, תוך כדי לימוד עקרונות יסוד של מדע ועיצוב.

הרצאתו הפופולארית בטד "הפיכת זבל לצעצועים לשם למידה" (Turning Trash into Toys for learning) היא מהנצפות ביותר.

בפרק זה נעסוק בנושאים הבאים:

1. חלבונים – תעודת זהות
2. תפקידי החלבונים
3. מבנה החלבונים
4. מקורות החלבון בתזונת האדם
5. עיכול וספיגת חלבונים
6. בניית חלבון בתאים
7. חשיבות החלבונים בתפריט
8. מחלות מטבוליות הקשורות בפחמימות

לפני שנתחיל הנה כמה שאלות לחשוב עליהן:

- האם אתם צורכים חלבונים במשך היום?
- אילו מזונות שאתם צורכים מכילים חלבונים?
- מה תפקיד החלבונים בגוף האדם?
- למה התכוון ארווינד גופטה במשפטו המצוטט בתחילת פרק זה?

חלבונים – תעודת זהות

חלבון, באנגלית Protein, הוא תרכובת אורגנית ארוכה הבנויה משרשרת מקופלת של יחידות מבנה בסיסיות בשם חומצות אמינו (Amino Acid), הקשורות ביניהן בקשרים פפטידיים (Peptide היא תרכובת המכילה מספר קטן של חומצות אמינו). החלבונים מגיעים לגוף במזון, מתפרקים במערכת העיכול ליחידות המבנה הבסיסיות שלהם – חומצות אמינו, ומהן הגוף בונה מחדש את החלבונים הייחודיים הדרושים לו. החלבונים החדשים נבנים על פי המידע האצור בחומר התורשתי (דנ"א) שבתאי גוף האדם.

החלבונים בגוף האדם מורכבים מ-20 חומצות אמינו בסך הכול. הגוף יכול להשיג מהמזון את כלל חומצות האמינו, אך הוא גם "יודע" לייצר בעצמו 11 מהן, ולכן הן נקראות **חומצות אמינו לא חיוניות**. 9 חומצות האמינו הנותרות, המכונות **חומצות אמינו חיוניות**, אינן מיוצרות בגוף האדם ולכן נוכחות במזון הכרחית.

מקור השם: השם "חלבון" נגזר מצבעו הלבן כחלב לאחר בישולו. בתלמוד הירושלמי נמצא

הצירוף 'חלב ביצים' שנאמר "אפילו חלמון שלה אסור... וכל שכן חלב ביצים" (תרומות י"ב, מז עב). מקור נוסף למילה "חלבון" הוא כנראה בהשראת לשונות אירופה: המילה הרוסית белок (מן השורש бел שמשמעו לבן) והמילה הגרמנית Eiweiss (לבן של ביצה). השם הלועזי הרווח של התרכובת פרוטאין (Protein) נגזר מהתחילית היוונית "פרוטאיוס" (πρωτεῖος) שפירושה 'ראשוני', 'גרעיני' (מן התחילית היוונית פרוטו-), ואכן בעבר הוצעו לפרוטאין חלופות עבריות דוגמת 'ראשון', 'ראשונית' ו-'קדמונית'.

ערך קלורי: גרם חלבון אחד מכיל 4 קלוריות.

הרכב כימי: בדומה לפחמימות ולשומנים, גם חומצות האמינו, אבני הבניין של החלבון,

מורכבות מאטומי פחמן (C), מימן (H) וחמצן (O), אך כולן מכילות גם לפחות אטום חנקן אחד (N). שתיים מחומצות האמינו מכילות גם גופרית (S).

תפקידי החלבונים

החלבונים מהווים כ-17 אחוז ממשקל גופנו והם משתייכים, על פי תפקידם, לאחת משתי קבוצות עיקריות:

1. חלבונים מבניים – אלה הם החלבונים שמרכיבים את כלל התאים בגוף, את אברוניהם וחלק ממבני הגוף, לדוגמה:

- **קולגן** – חלבון בעל מולקולות ארוכות הבנוי כסיבים; מצוי ברקמות שונות בגופם של כל החולייתנים ותורם לגמישותן ולקשיותן. הקולגן הוא המרכיב העיקרי בעור ומהווה כשליש מכלל חלבוני הגוף.
- **קרטינים** – קבוצה של חלבונים סיביים בלתי מסיסים ובלתי ניתנים לעיכול שיוצרים את הרקמות הקרניות של הגוף, כגון: ציפורניים, שיער, פרווה, קרניים והשכבה החיצונית ביותר של העור.
- **המוגלובין** – חלבון הנמצא בכדוריות הדם האדומות. הוא קושר חמצן מהריאות ומעביר אותו לתאי הגוף. כמו כן הוא נושא כ-20 אחוז מהפחמן הדו-חמצני מתאי הגוף אל הריאות.
- **חלבונים מבניים בקרום התא** (ממברנת התא) – בקרום התא קיימים מגוון נשאים ומשאבות הבנויים מחלבון.

2. חלבונים תפקודיים – חלבונים הממלאים תפקידים בגוף, כגון:

- **אנזימים** (זרזים): אנזימים מורכבים מחלבונים ובנוכחותם מתבצעים תהליכי חיים כגון עיכול, נשימה ועוד.
- **חלבונים במערכת ההגנה של הגוף**: חלבונים אלה הם הנוגדנים השייכים למערכת החיסון.
- **הורמונים הבנויים מחלבונים**: חלק מההורמונים כגון אינסולין בנויים מחלבונים.
- **מוליכים עצביים**: חלק גדול מהמוליכים העצביים (נירו-טרנסמיטורים) המשמשים להעברת אותות מתא עצב אחד לתא המטרה (תא המטרה יכול להיות תא עצב אחר, תא שריר או תא בלוטה המפריש חומרים), מורכבים מחלבון.
- **חלבוני שריר**: חלבונים אלו, כגון מיוזין ואקטין, מצויים בשרירים הם בעלי יכולת לייצר תנועה.
- **חלבוני הובלה**: חלבונים המובילים מולקולות אחרות.

3. חלבונים כמקור לאנרגיה

בהיעדר פחמימות המשמשות כמקור אנרגיה לגוף, הגוף מתחיל לפרק שומנים ובהמשך גם את מסת השריר (חלבונים). שימוש בחלבון כמקור אנרגיה לגוף איננו בריא, מאחר שהגוף מפרק רקמות שאינן אמורות לשמש כמקור אנרגיה. כמו כן, שימוש בחלבון כמקור לאנרגיה עלול להוביל לבעיות בתפקוד הכליות ולייצור מוגבר של אמוניה. טעות נפוצה של ספורטאים, במיוחד אלו העוסקים בפיתוח גוף, היא העמסת כמות גדולה מדי של חלבונים באמצעות התזונה ובאמצעות תוספי מזון. גם במקרה כזה עלולים להיגרם בעיות בתפקוד הכליות וייצור מוגבר של אמוניה.

היזעת

חמש עובדות על חלבונים:

1. בגוף האדם יש כמאה אלף סוגים של חלבונים, הנמצאים בכל אחד מטריליוני התאים שבגוף.
2. המילה חלבון (protein) היא נגזרת של המילה היוונית proteios שפירושה "ראשוני".
3. צריכה של כמות גדולה מדי של חלבון תגרום לעומס על הכבד והכליות ועלולה להיות מסוכנת לגוף.
4. חלבונים הנמצאים במזונות מסוימים עלולים לגרום לאלרגיות, מכיוון שהמבנה של החלבון עלול לעורר תגובה חיסונית.
5. יותר ויותר חברות משתמשות כיום בחרקים כמקור זמין לחלבון לצורך ייצור אבקות חלבון – (לדוגמה [BUGMUSCLE](#)).

מבנה החלבונים

החלבונים בנויים מיחידות בניין הנקראות **חומצות אמינו**. בטבע יש 20 חומצות אמינו המשמשות לבניית החלבונים באדם (למעשה יש יותר, אבל אנו משתמשים רק ב-20). חומצות האמינו מצויות רק בחלבון ולא בחומרים אחרים, וכל חלבון בנוי מאלפי חומצות אמינו, אשר קובעות את התכונות והייעוד שלו: השיער, העור, השריר, הנוצות והציפורניים בנויים מחלבון, אך הם שונים מאוד זה מזה בגלל התכונות השונות של החלבונים המרכיבים אותם.

השוני בין חלבון אחד לאחר נובע משלושה גורמים:

1. **מספר** חומצות האמינו המשתתפות בשרשרת הבונה את המולקולה.
2. **סוג** חומצות האמינו המשתתפות בשרשרת הבונה את המולקולה.
3. **סדר** חומצות האמינו המשתתפות בשרשרת הבונה את המולקולה.

השוני	בשפה העברית	חלבונים
מספר	22 אותיות שצירוף כמה מהן יוצר מילה.	20 חומצות אמינו נמצאות בשימוש גוף האדם. צירוף כמה מהן יוצר חלבון.
סוג	מילה בנויה מאותיות שונות היכולות להופיע כמה פעמים.	חלבון בנוי מחומצות אמינו שונות, היכולות להופיע כמה פעמים.
סדר	לכל מילה יש משמעות שיכולה להשתנות, אם סדר האותיות במילה ישתנה.	לכל חלבון יש משמעות, תכונות ותפקיד, שיכולים להשתנות אם סדר חומצות האמינו ישתנה.

מטלה

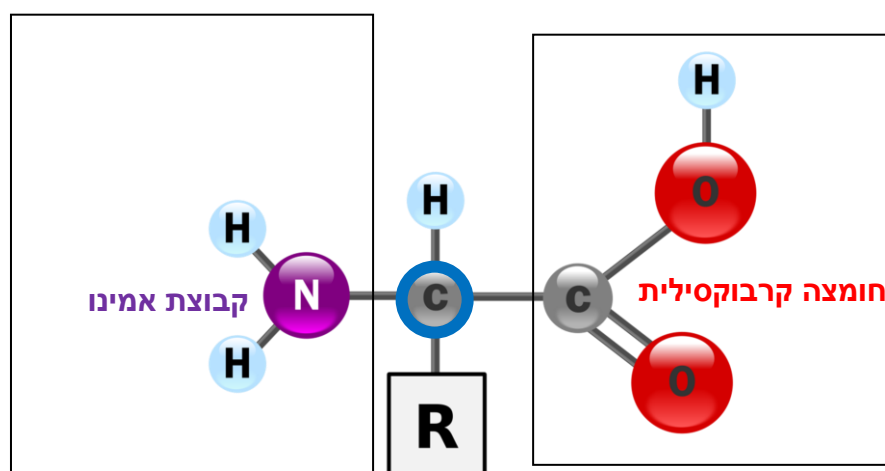
1. מצאו מילים הבנויות מאותן אותיות אך בסדר שונה. האם משמעות המילים דומה?
2. כמה מילים ניתן ליצור בשפה עברית? כמה חלבונים יכולים להיווצר בגוף האדם?
3. שער: כמה חלבונים שונים נמצאים בגוף האדם?

אם כן ראינו כי יש מגוון עצום של חלבונים שניתן להרכיב מ-20 חומצות אמינו. אם ניקח בחשבון כי שרשרת חלבון ממוצעת מורכבת משרשראות של עשרות עד אלפי חומצות אמינו מ-20 סוגים שונים, נמצא כי מספר החלבונים שניתן להרכיב שואף לאינסוף. ואכן בגוף האדם יש מספר גדול של חלבונים, כ-100,000 סוגים של חלבונים אשר הגוף זקוק להם כדי לגדול, להחלים ולבצע תגובות כימיות שונות. החלבון הקצר ביותר בגוף האדם הוא הורמון **האינסולין** המורכב מ-51 חומצות אמינו בסך הכול, ואילו החלבון הארוך ביותר בגוף האדם הוא **טיטין** המורכב מ-26,926 חומצות אמינו. חשוב מאוד שבגוף יהיו כל סוגי חומצות האמינו, מאחר שדי בכך שאחת מהן חסרה כדי שהגוף לא יוכל לבנות את החלבון הרצוי.

הידעת

לחלבון **טיטין** חשיבות רבה בהתכווצות תאי השריר. "טיטין" הוא גם התשובה לשאלת הטריוויה – "מהו החלבון הארוך ביותר?".
אינסולין הוא הורמון המופרש בתגובה לשינויים ברמת הגלוקוז בדם, והוא ממלא תפקיד חיוני בבקרה על אחסון האנרגיה בגוף ושחרורה במצבי שובע וצום.

כפי שראינו, החלבונים בנויים מחומצות אמינו. לכל חומצות האמינו בסיס מבני משותף: מבנה של פחמן מרכזי **C** שאליו קשורים מימן ושלוש קבוצות אטומים (קבוצות פונקציונליות). לקבוצות אלה שמות קבועים: 1. **אמין – NH₂**. 2. **קבוצה קרבוקסילית (חומצה) – COOH**. 3. קבוצה צדדית אופיינית לחומצת האמינו: **שארית – R**.
ההבדל בין חומצת אמינו אחת לאחרת נובע מקבוצת ה-R המשתנה בין חומצה לחומצה.
מבנה כללי של חומצת אמינו



קבוצת R המשתנה בין חומצת אמינו אחת לאחרת

איור 2.1 – מבנה חלבון

הידעת

קבוצה פונקציונלית בכימיה היא קבוצת אטומים בתרכובת, המשפיעה על התנהגותה הפיזיקלית והכימית של אותה תרכובת.

שאלה לדיון

כמה קבוצות R יש בכלל חומצות האמינו המרכיבות את חלבוני האדם?

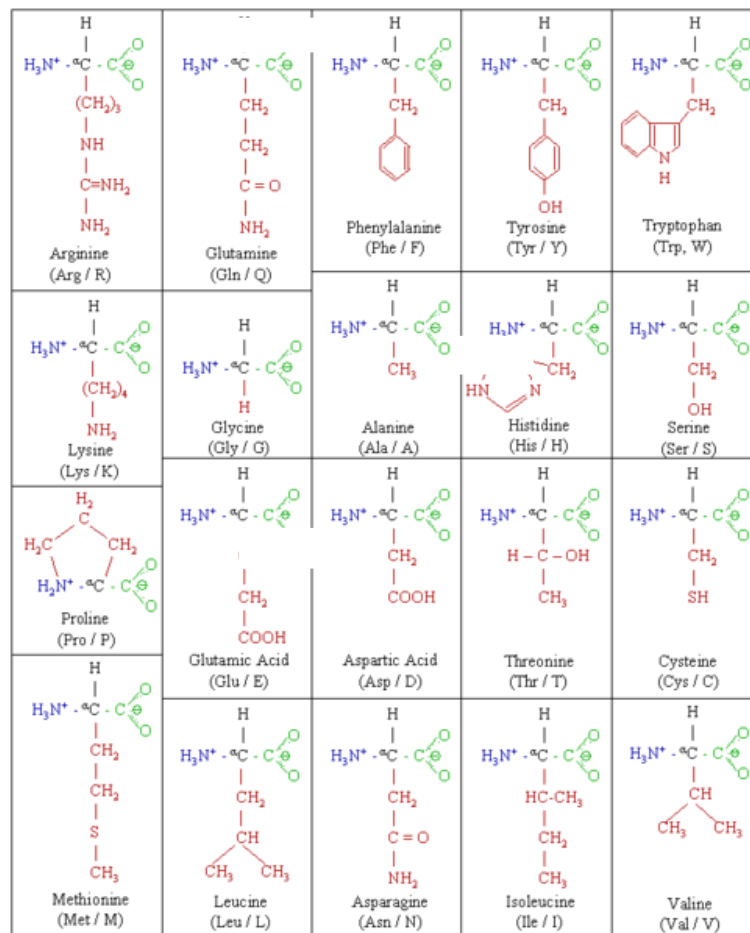
א. 20

ב. 51

ג. 26,926

ד. 100,00

20 חומצות אמינו המרכיבות יותר ממאה אלף חלבונים בגוף האדם

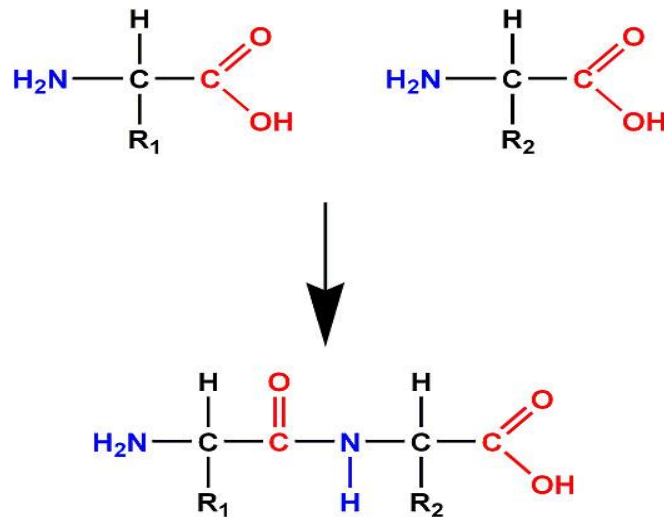


איור 2.2 – חומצות אמינו

(CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=198183>)

באיור מוצגות 20 חומצות האמינו המרכיבות את כלל החלבונים בגוף האדם (כל קו מייצג קשר בין הפחמנים אשר אינם מוצגים באיור). שימו לב, בכל חומצת אמינו ניתן למצוא קבוצת אמין – NH_2 , קבוצה קרבוקסילית – COOH , וקבוצה צדדית אופיינית לחומצה האמינית (שארית – R).

החלבונים נוצרים מחיבור בין חומצות האמינו השונות הנקשרות זו לזו בקשר הנקרא "קשר פפטידי". שרשרת של חומצות אמינו הבנויה משתי חומצות אמינו נקראת **די-פפטיד**, שרשרת הבנויה משלוש חומצות אמינו נקראת **טרי-פפטיד** ושרשרת המורכבת מארבע חומצות אמינו ויותר נקראת **שרשרת פולי-פפטידית** (פולי = הרבה).



איור 2.3 - קשר פפטידי בין שתי חומצות אמינו

חומצות האמינו השונות נקשרות זו לזו בקשר פפטידי ליצירת חלבון

שאלה לדין

איזה סוג חלבון מוצג באיור?

- א. די-פפטיד
- ב. טרי-פפטיד
- ג. פולי-פפטיד

היזעת

החלבונים התגלו לראשונה על ידי ינס יאקוב ברצליוס בשנת 1838, אך גם כעבור מאה שנה כמעט, תפקידם המרכזי של החלבונים באורגניזמים (יצורים חיים) לא היה ידוע. רק בשנת 1926 הראה ג'יימס סאמנר כי האנזים אוראז הוא חלבון בעל תפקיד מוגדר. פרדריק סנגר היה הראשון שהצליח למצוא את רצף חומצות האמינו בהורמון האינסולין, והישג זה אף זיכה אותו בפרס נובל בשנת 1958.

מקורות החלבון בתזונת האדם

המקור העיקרי לחלבון הוא המזון שאנו אוכלים: חלבון מן החי וחלבון מן הצומח. במנת המזון היומית נחוצה כמות מינימלית של כל אחת מחומצות האמינו החיוניות, ומחסור כללי או אף חלקי בחומצת אמינו אחת עשוי למנוע ייצור של חלבון שאותה חומצה נמנית עם ממרכיביו. חלבון מן החי נחשב לבעל **ערך ביולוגי** גבוה יותר מחלבון מן הצומח, בשל הרכב חומצות האמינו שבו.

ערכו הביולוגי של החלבון הוא מדד לאיכות החלבון במזון, המדרג את החלבונים השונים על פי תכולת חומצות האמינו החיוניות המרכיבות אותם. חלבון הביצה נחשב לחלבון בעל ערך ביולוגי השווה ל-100 אחוז, כלומר החלבון המאוזן ביותר מבחינת חומצות האמינו החיוניות שבו והמתאים ביותר לצורכי האדם. שאר החלבונים מקבלים ערכים ביחס לחלבון הביצה. לדוגמה, ערכו הביולוגי של החלבון בדג הוא 70, ערכו של החלבון בחלב הפרה הוא 60 וערכו של החלבון שמקורו בקטניות נע בין 34 ל-44 בקירוב.

שאלה לדיון

שערו: מדוע ערכו הביולוגי של החלבון בקטניות נמוך מערכו הביולוגי של החלבון בביצה, בדג ובחלב הפרה? התייחסו בתשובתכם למקור החלבון.

מושג נוסף הוא "**חומצת אמינו מגבילה**". מושג זה מתאר למשל מצב שבו חומצת אמינו חיונית נמצאת במזון בכמות נמוכה והדבר עשוי להשפיע על שיעור הניצול של החלבון המורכב ממנה. כפועל יוצא מכך, לחלבון המכיל **חומצת אמינו מגבילה** ערך ביולוגי נמוך. חלבון שמקורו מן החי מצוי בבשר, בביצים, בעוף, בדגים ובמוצרי חלב. חלבון זה נחשב **לחלבון מלא**: חלבון המכיל את כלל חומצות האמינו החיוניות. ישנם גם מקורות צמחיים בודדים, כגון אצת הספירולינה (אצה כחולה-ירוקה) או זרעי הקינואה המכילים את כלל חומצות האמינו החיוניות ויש המתייחסים אליהם כאל "מזונות על" (super food – השם הוא שם שיווקי). לעומת החלבון מן החי, חלבון מן הצומח הוא לרוב **חלבון חסר**: חלבון שבו חסרה חומצת אמינו חיונית אחת לפחות או שמצויות בו חומצות אמינו חיוניות בכמות שאינה מספקת (**חומצת אמינו מגבילה**) ולכן ערכו התזונתי נמוך. יש לזכור כי כל חומצות האמינו נמצאות במקורות צמחיים, אך לא כולן נמצאות בכל צמח. לכן חשוב לאכול מגוון צמחים שבהם יש **חלבון משלים**: חלבון המכיל חומצות אמינו חיוניות, המשלימות את חומצות האמינו החיוניות החסרות בחלבון האחר.

צריכה של שני מקורות חלבון צמחיים, שכל אחד מהם מכיל את חומצות האמינו החיוניות
החסרות בחלבון האחר, נקראת **השלמה הדדית של חלבון**.

דוגמה **להשלמה הדדית** של חלבון היא צריכה של שני **חלבונים חסרים** שמקורם בדגנים
ובקטניות:

- בדגנים יש מעט **מחומצת האמינו ליזין** – החלבון יושלם באמצעות קטניות, כי הן עשירות ב**ליזין**.
- בקטניות יש מעט **מחומצת האמינו מתנין** – החלבון יושלם באמצעות דגנים, כי הם עשירים ב**מתנין**.

דוגמאות: פיתה עם פלאפל, פיתה או לחם עם חמוס, אורז עם עדשים ואורז עם אפונה.



ביצת תרנגולת

הביצה היא תא גדול המיועד להזין את האפרוח המתפתח בה (רק בביצה מופרית). מכאן שביצה בעצם מכילה חומרי הזנה רבים וחשובים: חלבון בעל ערך ביולוגי גבוה המכיל את כלל חומצות האמינו החיוניות, ויטמינים, מינרלים, שומנים וכולסטרול. מכיוון שהביצה עשויה להיות נגועה בחיידקי סלמונלה¹, יש לחמם אותה לפני אכילתה. חימומה לא פוגע באיכות החלבון שבתוכה, אך עשוי לפגוע בשאר הרכיבים התזונתיים שלה.

עיכול וספיגה של חלבונים

תהליך עיכול החלבון מתחיל בקיבה, שם מתבצע פירוק מכני על ידי שרירי הקיבה ופירוק כימי באמצעות חומציות הקיבה והאנזים פפסין. מהקיבה עובר החלבון **למעי הדק**, שם מסתיים תהליך הפירוק על ידי אנזימים שמקורם בבלב ובמעיים עצמו. תוצרי פירוק החלבון – חומצות אמינו ושרשראות קצרות של חלבון (די-פפטידים וטרי-פפטידים), נספגים אל הדם ומשם אל הכבד להמשך עיבודן. מהכבד מופנות חומצות האמינו אל התאים ושם יורכבו מהן חלבונים חדשים אשר ישמשו את התא.

¹ חיידק מסוכן לאדם. מקור התחלואה העיקרי בסלמונלה הוא אכילת ביצים לא מבושלות, שכן החיידק עלול להימצא בגוף התרנגולת המטילה את הביצים.

הידעת

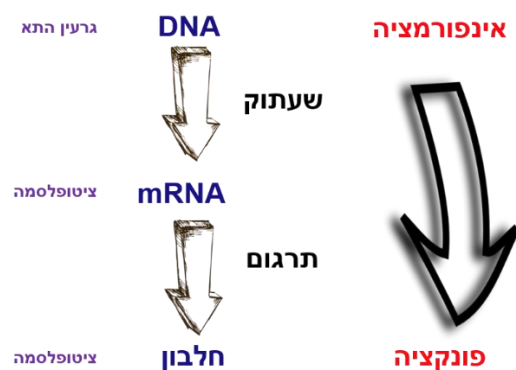
פפסין הוא אחד מהאנזימים המשמשים בתעשיית הגבינה. כמו כן, שמו של המותג המסחרי "פפסי" נגזר מפפסין – שהוא אחד הרכיבים במתכון של המשקה.

בניית חלבון בתאים

חומצות האמינו מגיעות לתאים ושם מתחברות זו לזו ברצף הנכון ליצירת חלבון תפקודי. מהו אותו מנגנון האחראי לחיבור זה?

המידע לייצור חלבונים מחומצות אמינו נמצא בדנ"א אשר בגרעין התא. מקטע ברצף הדנ"א שמקודד לשרשרת חלבון נקרא "גן". הגנים מועברים בתורשה מכל פרט לצאצאיו והם בעצם מכילים את "הוראות הייצור" לחלבוני התא. הגנים משפיעים על תכונות הפרט, בשילוב עם הסביבה שבה הוא חי (גנים וגורמים סביבתיים פועלים בשילוב זה עם זה, ויחסי הגומלין המורכבים ביניהם משפיעים על התפתחות הפרט. נושא זה הוזכר גם בפרק 1 בדיון בנושא "השמנה"). תהליך יצירת החלבון מחומצות האמינו שבתאים הוא תהליך מורכב מאוד, אך ניתן לומר באופן פשטני כי על גבי הדנ"א קיים רצף של חומצות גרעין (נוקליאוטידים), שעל פיו נקבע סדר חיבורן של חומצות האמינו ליצירת חלבונים שונים.

בכל תא אגור כל המידע התורשתי של הייצור, אך לא כולו בא לידי ביטוי בכל אחד מן התאים. רצפי הגנים שעל גבי מולקולת הדנ"א נמצאים בגרעיני התאים. מולקולת הדנ"א איננה יכולה לעזוב את גרעין התא, אך החלבון שייווצר ממולקולת הדנ"א פועל בתא עצמו. איך התא פותר בעיה זו? רק הגנים שתוצריהם נחוצים לתא ברגע נתון משועתקים ממולקולת הדנ"א למולקולת mRNA. שעתוק הינו יצירת מולקולת mRNA לפי תבנית של מולקולת דנ"א. messenger RNA – mRNA ובעברית רנ"א שליח – זו מולקולת אשר יכולה לצאת מהגרעין (לכן "שליח") אל נוזל התא (הציטופלזמה) ושם היא מתורגמת לחלבון.



איור 2.4 – כיצד עובר המידע הגנטי מה-DNA לחלבון

הידעת

גילוי מבנה הדנ"א הוא מההישגים הגדולים של המדע במאה העשרים. הדנ"א היא מולקולת ענק (פולימר) של חומצת גרעין המכילה את כל המידע התורשתי לבנייתם של כל החלבונים בתא, בכל האורגניזמים הידועים, החל מחיידקים ועד לבני אדם, ואף חלק מהנגיפים. בשנת 1953 הציגו המדענים, הביו-פיזיקאי הבריטי פרנסיס קריק (Francis Harry Compton Crick, 1916-2004) והכימאי האמריקני ג'יימס ווטסון (James Dewey Watson; יליד 1928) מודל המתאר את מבנה מולקולת הדנ"א – מודל הסליל הכפול. השניים, יחד עם המדען הבריטי מוריס ווילקינס (Maurice Wilkins, 1916-2004) זכו בפרס נובל לרפואה ופיסולוגיה לשנת 1962, בזכות תגליתם המופלאה. בדיעבד התברר שהגילוי שלהם התבסס במידה רבה על עבודתה של המדענית רוזלינד פרנקלין (Rosalind Elsie Franklin, 1920-1958), עמיתתו של ווילקינס שתרמה רבות לפענוח מבנה הדנ"א בשיטות קריסטלוגרפיות. פרנקלין לא זכתה לקבל את פרס הנובל מאחר שהלכה לעולמה בעקבות מחלת הסרטן לפני מתן הפרס. בשנים שלפני גילוי המבנה המרחבי של מולקולת הדנ"א רווחה הדעה כי החומר הגנטי נמצא דווקא בחלבונים. עיקר המחקר במעבדת קוונדיש שבה עבדו ווטסון וקריק נעשה בחלבונים, אך השניים התעקשו לנסות ולפענח את המבנה המרחבי של ה-DNA. לימים התברר כי עמיתיהם אכן טעו ואילו הם צדקו. מומלץ לקרוא את הספר "הסליל הכפול", אשר מתאר בדרך משעשעת את סיפור גילוי של מבנה הסליל הכפול. כמו כן ניתן לצפות בהרצאתו של ג'יימס ווטסון ב-TED משנת 2005.

תפקוד החלבון תלוי ברצף חומצות האמינו המרכיבות אותו ובקשרים הכימיים ביניהן, הגורמים לו להתקפל במרחב לצורה תלת-ממדית בעלת מבנה מרחבי מדויק. פגיעה במבנה החלבון עשויה להיגרם בהשפעת גורמים סביבתיים שונים, כגון: עלייה בטמפרטורה, שינויים ברמת ה-pH (חומציות או בסיסיות יתר), שינויים בריכוזי יונים, נוכחות של חומרים מעכלי חלבון, פעילות אנזימתית ועוד. כל אלה עלולים לגרום ל"דנטורציה" של החלבון [באנגלית: Denaturation, בעברית: צְמִיטָה; בתרגום מילולי: שלילת (DE) המצב הטבעי (Natura)], כלומר, שינוי המבנה המרחבי של החלבון] – ובכך לפגוע בתפקודו. הדנטורציה יכולה להיות הפיכה בחלק מהמקרים ולעיתים היא אינה הפיכה. למרות איבוד המבנה המרחבי של החלבון והעובדה שהוא אינו יכול עוד לבצע את תפקידו, הרכב חומצות האמינו שלו נשמר, ועל כן ערכו התזונתי אינו נפגע והגוף יכול לנצל כראוי. תהליכי דנטורציה מתרחשים סביבנו כל העת: **חשיפה לחום** גורמת למשל להיקרשות חלבון הביצה בבישול או באפייה; כשאדם סובל מחום גבוה מאוד, יש חשש שהחלבונים בגופו

יעברו דנטורציה שתוביל לקריסת מערכות ולמוות; גם כאשר מתחשמלים החלבונים נשרפים מהחום. **תהליך מכני** – בהקצפת חלבונים מתרחשת דנטורציה מכנית של החלבון. **PH** (בעברית: ערך ה־pH, מדד לרמת חומציות של תמיסה מימית) – חלבון שמחמיץ הופך לגבן ומתמצק; החומצה בקיבה תורמת לפירוק הראשוני של החלבונים הנאכלים. גם אלוהול גורם לדנטורציה של חלבון ולכן הוא נחשב לחומר חיטוי יעיל כנגד גורמי זיהום.

ניסוי מומלץ

ניסויים בדנטורציה של חלבון:

1. השפעת חימום:

א. בשלו ביצה במים או טגנו אותה בשמן רותח.

ב. חממו לחם עם גבינה צהובה.

ג. חממו חתיכת עוף במים חמים.

2. השפעת חומצה:

א. הוסיפו כף מיץ לימון לטחינה וערבבו.

ב. הוסיפו כף מיץ לימון לחלבון ביצה טרי והמתינו כמה דקות.

ג. הוסיפו כף מיץ לימון לחצי כוס חלב.

3. השפעת אלוהול:

א. שברו ביצה במחבת (השאירו את החלמון שלם כמו בביצת עין) והוסיפו אלוהול.

המתינו כמה דקות וראו מה קורה.

מטלה

דנטורציה של חלבון – משימת חקר

תארו בפירוט את תהליכי הייצור של שני מוצרים בתעשיית המזון אשר בתהליך ייצורם נעשה שימוש בדנטורציה של חלבון (מוצרים רבים המכילים חלבונים, כגון ביצה ומוצרי חלב, עוברים דנטורציה במהלך עיבודם). ציינו אם מדובר בחימום, בהחמצה או בפירוק מכני.

חשיבות החלבונים בתפריט

החלבון הוא המרכיב העיקרי ברקמות הגוף ומכאן חשיבותו הרבה. בגוף האדם יש כמאה אלף סוגים שונים של חלבונים אשר משמשים כחלק ממבנה התא או ממלאים תפקיד כלשהו בטריליוני התאים בגוף. בגוף האדם מתכלים בכל דקה כ-300 מיליון תאים בתהליך של מוות מתוכנן (אפופטוזיס), ורובם מוחלפים בתאים חדשים. התאים המחפים את הקיבה מתחלפים באופן הדרגתי כל שישה ימים בממוצע, וזאת בגלל העבודה המאומצת שהם מבצעים ובשל החשיפה המתמדת שלהם לחומציות ולרעלים הפוגעת בהם. תאי העור מתחלפים בערך כל 2-4 שבועות. משמעות הדבר היא שבכל חודש גופנו עור חדש (כמובן שהתחלופה היא הדרגתית ולא כל התאים מתחלפים בבת אחת). תאי הדם האדומים בגוף האדם חיים בממוצע כ-120 יום לפני שהם מתפרקים ורקמת השלד (עצם) באדם מתחדשת כל 7-10 שנים. בתהליכי הפירוק וההרכבה הללו נוצרות חומצות אמינו, והעודפים בחומצות אלו שאינם נחוצים לגוף יכולים להפוך לגלוקוז ולשמש כמקור אנרגיה או להפוך לחומצות שומן ולהיאגר כשומנים. החלבונים בגוף נמצאים בכל רגע במצב של בנייה ופירוק בקצב המשתנה בין רקמה לרקמה ובין מצב מטבולי אחד למשנהו. גורמים נוספים המשפיעים על קצב הבנייה והפירוק: גיל, מין (gender), מצב פיזי (היריון, הנקה, מחלה) ופעילות גופנית (עבודה קשה ומאומצת. פעילות ספורטיבית הישגית). אחרי פעילות גופנית מומלץ לאכול מזון המכיל חומצות אמינו חיוניות, כדי לעזור לשריר להתאושש ולהפחית כאב ועייפות.

מחלות מטבוליות הקשורות לחלבון

צ'ליאק (דגנָת, בעבר נקראה כֶּרֶסֶת) היא מחלה מטבולית אוטואימונית הנובעת מרגישות למרכיב בחלבון הגלוטן, המצוי בדגנים מסוימים כגון: חיטה, שעורה ושיפון. תאי מערכת החיסון של חולי צליאק מזהים בטעות את חלבון הגלוטן שנספג בתאי הדופן הפנימית של המעי הדק כגוף זר ומזיק, תוקפים את תאי המעי וגורמים בכך להפרעה בספיגת המזון. שמה הלועזי של המחלה צליאק (koiliakos), מקורו במילה היוונית קוליאקוס (κοιλιακός), שפירושה "של הבטן", ובהשאלה – "כאבים של הבטן". בעברית נקראה במקור המחלה "כרסת" בשל אחד מתסמיניה הקלאסיים של המחלה – הבטן הנפוחה, בעיקר אצל ילדים. בשלהי 2010 שונה שמה של המחלה לדגנת, בעקבות פנייה של עמותת צליאק בישראל. בצורתה הקלאסית של המחלה, הפרטים הניזונים מגלוטן עלולים לסבול מנפיחות בטן המלווה בכאבים, בחילות, הקאות ויציאות נוזליות מרובות, חיוורות ובעלות ריח רע במיוחד. כאשר המחלה גורמת לתסמינים אלה קל לזהותה, אך במקרים רבים המחלה מופיעה במגוון צורות וקשה לאבחן אותה, ולכן חולים רבים לא מודעים לכך שהם לוקים במחלה וממשיכים

לצרוך גלוטן. כיום עקב עליית המודעות למחלה, מתגלים יותר ויותר חולים בגיל מבוגר וסביר להניח כי הם חולים במחלה זו תקופה ארוכה.

הראשון שתיאר את המחלה וטבע את שמה היה הרופא היווני הקדום גלנוס (129–200 לספירה לערך). למרות שהמחלה אובחנה כבר לפני כ-2,000 שנה, עדיין לא נמצא לה מרפא והאפשרות היחידה העומדת בפני החולים היא טיפול הכולל הימנעות קפדנית מאכילת מזונות המכילים גלוטן.

טיפול לקוי במחלה עלול להוביל אצל ילדים להפרעות בגדילה, משקל נמוך וגפיים רזות מהרגיל. נשים חולות צליאק שאינן נמנעות מגלוטן סובלות מאי פריון, הפלות חוזרות ולידות מוקדמות של ילודים במשקל נמוך. כמו כן, צליאק שלא טופל במשך שנים רבות מעלה את הסיכון לפתח סרטן מסוג לימפומה של תאי T וסרטן המעי הדק.

סיכום

- חלבון הוא תרכובת אורגנית ארוכה הבנויה משרשרת מקופלת של יחידות מבנה בסיסיות בשם חומצות אמינו (Amino Acid). החלבונים מגיעים לגוף במזון, מתפרקים במערכת העיכול ליחידות המבנה הבסיסיות שלהם – חומצות אמינו, ומהן הגוף בונה מחדש את החלבונים הייחודיים הדרושים לו.
- החלבונים בגוף האדם מורכבים מ-20 חומצות אמינו. 11 מהן הגוף מסוגל גם לייצר בעצמו ולכן הן נחשבות לחומצות אמינו בלתי חיוניות. 9 חומצות האמינו האחרות הן חומצות אמינו חיוניות, מאחר שהן אינן מיוצרות בגוף האדם ולכן נוכחותן במזון הכרחית.
- ישנם חלבונים מבניים וחלבונים תפקודיים. כמו כן, בהיעדר פחמימות חלבונים משמשים כמקור אנרגיה.
- ההבדלים בין חלבון אחד לאחר נובעים משלושה גורמים: מספר, סוג וסדר חומצות האמינו המשתתפות בשרשרת הבונה את המולקולה.
- המקור העיקרי לחלבון הוא המזון שאנו אוכלים: חלבון מן החי וחלבון מן הצומח. במנת המזון היומית נחוצה כמות מזערית של כל אחת מחומצות האמינו החיוניות, אך מחסור כללי או אף חלקי בחומצת אמינו אחת עלול למנוע ייצור של חלבון שחומצה זו נמנית עם מרכיביו. חלבון מן החי נחשב לבעל ערך ביולוגי גבוה יותר מחלבון מן הצומח, בשל הרכב חומצות האמינו שבו.
- ערכו הביולוגי של החלבון הוא מדד לאיכות החלבון במזון, בטווח של 0-100. ערך ביולוגי 100 משמעו ניצול מלא של אותו חלבון. חומצת אמינו מגבילה היא חומצת אמינו חיונית הנמצאת במזון בכמות נמוכה ובכך עשויה להשפיע על שיעור הניצול של החלבון המורכב ממנה. חלבון המכיל חומצת אמינו מגבילה הוא בעל ערך ביולוגי נמוך.
- חלבון שמקורו מן החי נמצא בבשר, בביצים, בעוף, בדגים ובמוצרי חלב. חלבון מן החי נחשב ל"חלבון מלא" המכיל את כל חומצות האמינו החיוניות. החלבון מן הצומח הוא לרוב "חלבון חסר". על כן, חשוב לאכול צמחים ממגוון מקורות, בהם יש חלבון משלים: להשלמת חומצות האמינו החיוניות במזון שאינו מכיל את החומצות הנ"ל. צירוף של שני חלבונים צמחיים ממקורות שונים, שכל אחד מהם מכיל את חומצות האמינו החיוניות החסרות בחלבון האחר, נקרא השלמה הדדית של חלבון.
- עיכול החלבון מתחיל בקיבה, באמצעות חומציות הקיבה והאנזים פפסין. מהקיבה עובר החלבון למעי הדק, שם מסתיים תהליך הפירוק. חומצות אמינו ושרשראות קצרות של חלבון – די-פפטידים וטרי-פפטידים, נספגות אל הדם ומשם אל הכבד ואל התאים, שם יורכבו מהן חלבונים אשר ישמשו את התא.
- החלבונים החדשים נבנים על פי המידע האצור בחומר התורשתי (דנ"א) שבתאי גוף האדם.

- מגוון גורמים סביבתיים עשויים לגרום לדנטורציה (שינוי המבנה המרחבי) של החלבון – ובכך לפגוע בתפקודו. למרות איבוד המבנה המרחבי של החלבון, הרכב חומצות האמינו שלו נשמר, ועל כן החלבון אומנם לא יכול לבצע את תפקידו, אך ערכו התזונתי נשמר והגוף יכול לנצלו כראוי.
- החלבון הוא המרכיב העיקרי ברקמות הגוף ומכאן חשיבותו הרבה. בגוף האדם יש כמאה אלף סוגים שונים של חלבונים, אשר משמשים כחלק ממבנה התא או ממלאים תפקיד כלשהו בטריליוני התאים בגוף.
- צֵלֵי־אֵק (דֶגְנֶת, בעבר נקראה קֶרֶסֶת) היא מחלה מטבולית אוטואימונית הנובעת מרגישות למרכיב בחלבון הגלוטן המצוי בדגנים. הטיפול היחיד במחלה הוא הימנעות מאכילת גלוטן. טיפול לקוי (המשך צריכת גלוטן) עלול להוביל למגוון בעיות בריאותיות.

מבדק מסכם

1. כלל החלבונים שאנו מקבלים במזון:

- א. ייהפכו לאנזימים
- ב. בנויים מחומצות אמינו
- ג. מתעכלים ונספגים בקיבה
- ד. ייהפכו לחלבונים בתא

2. את חומצות האמינו החיוניות:

- א. הגוף מסוגל לייצר בעצמו אך חייב לקבלן מהמזון.
- ב. הגוף לא מסוגל לייצר בעצמו וחייב לקבלן מהמזון.
- ג. הגוף מסוגל לייצר בעצמו ואינו חייב לקבלן מהמזון.
- ד. הגוף לא מסוגל לייצר בעצמו אך אינו חייב לקבלן מהמזון.

3. תא חי לא יכול להפיק אנרגיה מ:

- ה. פחמימות
- ו. חלבונים
- ז. שומנים
- ח. מים

4. השוני בין חלבון אחד לאחר נובע מ:

- א. מספר, סוג וסדר חומצות האמינו המשתתפות בשרשרת הבונה את המולקולה.
- ב. מספר, סוג וגודל חומצות האמינו המשתתפות בשרשרת הבונה את המולקולה.
- ג. מספר, סוג ואורך חומצות האמינו המשתתפות בשרשרת הבונה את המולקולה.
- ד. מספר, סוג ומבנה חומצות האמינו המשתתפות בשרשרת הבונה את המולקולה.

5. ב- 20 חומצות האמינו המרכיבות את חלבוני האדם:

- א. יש 10 קבוצות צדדיות (R).
- ב. יש 20 קבוצות צדדיות (R).
- ג. יש 30 קבוצות צדדיות (R).
- ד. יש 40 קבוצות צדדיות (R).

6. מבין המזונות הבאים, היכן מצוי החלבון בעל הערך הביולוגי הגבוה ביותר?

א. שעועית ירוקה

ב. חמוס

ג. שוק טלה

ד. סויה

7. חלבון חסר הוא חלבון:

א. שחסרה בו חומצת אמינו חיונית אחת או יותר

ב. שחסרה בו חומצת אמינו חיונית אחת בלבד

ג. שלא חסרות בו חומצות אמינו חיוניות

ד. שלא חסרות בו חומצות אמינו

8. רנ"א שליח (mRNA) :

א. משתתף בסינתזה (יצירה) של דנ"א

ב. משתתף בסינתזה (יצירה) של חלבונים

ג. אחראי לתהליך חלוקת התא

ד. מנייד חומצות אמינו בתא

9. רצפי (סדר) חומצות האמינו בחלבונים שבגוף האדם נקבעים על ידי:

א. האנזימים המופרשים במערכת העיכול

ב. החלבונים המרכיבים את המזון שאנו אוכלים

ג. חומצות האמינו הנספגות בדם

ד. המידע שעל גבי מולקולת הדנ"א שבתאים

10. כאשר חלבון עובר דנטורציה ומאבד את המבנה המרחבי של החלבון הוא:

א. מאבד את ערכו התזונתי

ב. איננו מאבד את ערכו התזונתי

ג. מאבד את ערכו התזונתי רק אם חומם

ד. איננו מאבד את ערכו התזונתי רק אם לא חומם

11. הסובלים ממחלת הצליאק רגישים ל:

- א. סוכר**
- ב. מונוסודיום גלוטמאט**
- ג. גלזן**
- ד. ג'לטין**

פרק 3: שומנים

"לאורך כל הקריירה שלי שמרתי על מספר קבוע של 11-12 אחוזי שומן בגוף. אבל כשאנשים רגילים רואים בחור כל כך גדול, כל כך סקסי וכל כך יפה ששוקל כל כך הרבה, האופן שבו חינכו אותם להסתכל על בני אדם בכוכב הלכת הזה גורם להם לחשוב שהוא שמן" (שאקיל אוניל על התפישה המוטעית לגבי המושג 'שמן').



איור 3.1 – שאקיל אוניל

היזעת

הכדורסלן שאקיל (שאק) ראשון אוניל (באנגלית: Shaquille Rashaun O'Neal) נולד ב-1972 בניו ג'רזי. הוא נודע בממדי גופו הגדולים במיוחד ובדומיננטיות שלו במאבקים מתחת לסל ונחשב לאחד מגדולי ה"סנטרים" בתולדות הכדורסל. במהלך הקריירה זכה בתארים אישיים רבים ובארבע אליפויות NBA ובאפריל 2016 נבחר להיכלל בהיכל התהילה של הכדורסל. פרט מעניין הוא שאוניל קלע רק שלשה אחת בכל הקריירה שלו.

מלבד היותו כדורסלן, אוניל שיחק ביותר מעשרה סרטים, הוציא ארבעה אלבומים מוזיקליים וכיכב בשתי תוכניות מציאות (reality). בנוסף הוא בעל תואר דוקטור בחינוך (Ed.D) מאוניברסיטת ברי בפלורידה.

בפרק זה נעסוק בנושאים הבאים:

1. שומנים – תעודת זהות
2. תפקידי השומנים
3. מבנה השומנים
4. חומצות שומן
5. שמן ושומן ומה שבניהם
6. שומן טראנס
7. השומן בגוף האדם
8. כולסטרול
9. מקורות השומנים בתזונת האדם
10. עיכול, ספיגה ואגירה בגוף
11. חשיבות השומנים בתפריט

לפני שנתחיל, הנה כמה שאלות לחשוב עליהן:

- האם אתם צורכים שומנים במשך היום?
- אילו מזונות שאתם צורכים מכילים שומנים?
- מה תפקיד השומנים בגוף האדם?
- מה ההבדל בין שמן לבין שומן?
- מהו הכולסטרול? האם חשוב לצרוך כולסטרול?
- מהו שומן טראנס? האם כדאי לצרוך שומן טראנס?

שומנים – תעודת זהות

שומנים ושומנים שייכים לקבוצה גדולה של תרכובות אורגניות שקרויה ליפידים (באנגלית: LIPIDS). התכונה המשותפת לכל המולקולות בקבוצת הליפידים היא שאינן מסיסות במים. מולקולות נוספות השייכות לקבוצה זו הן: חומצות שומן, שעוות, ויטמינים (אלו הוויטמינים השומניים – A, D, E ו-K) ועוד.

מולקולות השומנים (FATS) והשומנים (OIL) אשר מהן אנו ניזונים והן אשר בונות את גופנו, בנויות מאבני בניין בשם חומצות שומן (fatty acid) וגליצרול (glycerol). קיימות חומצות שומן רוויות וחומצות שומן בלתי-רוויות כשהכוונה היא לעושר של המולקולות באטומי מימן. בחומצות השומן הרוויות, קשורים אטומי הפחמן למספר המקסימלי של

אטומי מימן ואילו **בחומצות שומן בלתי רוויות** קיימים קשרים כפולים בין אטומי פחמן סמוכים בשרשרת, ולכן אטומי הפחמן אינם קשורים למספר המקסימלי של אטומי מימן. חומצות שומן בלתי רוויות מצויות בדרך כלל **בשמן**, שהוא נוזלי בטמפרטורת החדר ומקורו בדרך כלל בצמחים (שמן סויה, שמן זית וכדומה) וגם במיני דגי מים מלוחים. **השומן**, שהוא מוצק בטמפרטורת החדר, מורכב מחומצות שומן רוויות ומקורו לרוב מהחי (בשר וחמאה). מוצרים מוצקים אשר מקורם מהצומח, כגון מרגרינה, עברו תהליך ובו מיצקו את השמן בתעשייה. תוצרי הלוואי של תהליך ההמצקה הם שומני הטראנס, אשר צריכתם עלולה להוביל למגוון רחב של בעיות בריאות.

מולקולות השומנים והשמנים עשירות מאוד באנרגיה ומהוות חומרי תשמורת בצמחים (בעיקר בזרעים) ובבעלי חיים. בשעת הצורך, בעת מחסור באנרגיה זמינה, הצמח או בעל החיים משתמש במולקולות אלו כמקור אנרגיה. מזון שומני שווה בקיבה זמן ארוך יחסית ומקנה תחושת שובע ממושכת יותר. שומנים אינם מסיסים במים ולכן הם נישאים בדם עטופים בחומר חלבוני (**ליפו-פרוטאינים**). חלק מחומצות השומן הן **חומצות שומן בלתי חיוניות**. את חומצות השומן האלו הגוף יודע ליצור בעצמו (מעודפי גלוקוז לדוגמה) ולכן אין זה חיוני לקבלן במזון. חלק מחומצות השומן הן **חומצות שומן חיוניות**, אשר הגוף לא יכול ליצור בעצמו ולכן הוא חייב לקבל אותן במזון (לדוגמה, חומצות שומן רב בלתי רוויות כגון אומגה 3 ואומגה 6 שמקורן בדגי מים מלוחים).

מקור השם

בניגוד לשני אבות המזון שדנו עליהם בפרקים הקודמים, המקור למילה שומן נגזר מהשורש ש.מ.נ ואין לו משמעות ייחודית. המילים שֶׁמֶן ו-שֶׁמֶן מופיעות במקורות ב-59 פסוקים שונים. הפעם הראשונה שהמילה שֶׁמֶן מוזכרת במקורות היא בבראשית פרק כ"ח פסוק י"ח: "וַיֵּשְׁכֶם יַעֲקֹב בְּבֶקֶר וַיֵּקֶחַ אֶת הָאֶבֶן אֲשֶׁר שָׁם מִרְאשֵׁתִּיו וַיֵּשֶׁם אֹתָהּ מַצְבֵּה וַיֵּצֵק שֶׁמֶן עַל רֹאשָׁהּ".

הידעת

יעקב אבינו יצא מבאר שבע וברח לחרן. עשו מאחוריו, לבן מלפניו, והשמש שוקעת. יעקב חושש מהעתיד והוא נמצא במציאות קשה מאוד. בסיפור יעקב לוקח מאבני המקום ומסדר לעצמו מקום נוח לשכב.

האבן דומה למצבו של יעקב באותו הזמן – תלושה מן האדמה ואפשר לקחת ולהזיז אותה ממקום למקום. יעקב נרדם, ובחלומו מתגלה אליו ה'. כשיעקב מתעורר בבוקר, הוא לוקח את האבן ויוצק עליה שמן (בראשית כ"ח, י"ח): "וַיִּשָּׁכֶם יַעֲקֹב בַּבֹּקֶר וַיִּקַּח אֶת הָאֶבֶן אֲשֶׁר שָׁם מִרְאשֵׁתּוֹ וַיִּשֶׂם אֹתָהּ מִצְבֵּה וַיִּצַק שֶׁמֶן עַל רֹאשָׁהּ".

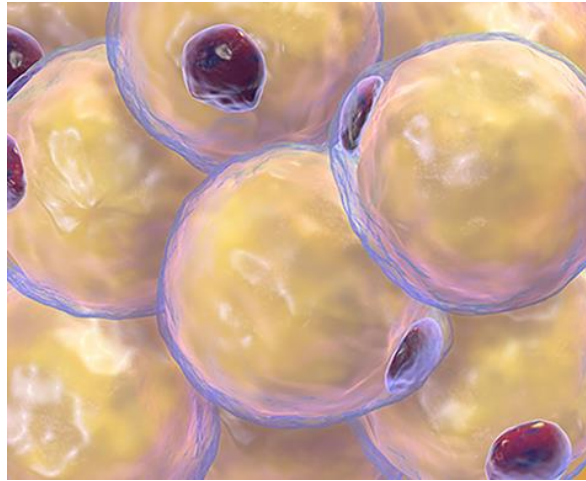
בעזרת השמן האבן התלושה הופכת להיות קבועה ויציבה. האבן לא תישאר לבד, היא תצטרף לאבנים נוספות ויחדיו הן ייצרו בית.

ערך קלורי: גרם חלבון מכיל 9 קלוריות.

הרכב כימי: בדומה לפחמימות ולחלבונים, גם חומצות השומן, אבני הבניין של השומן והשמן, מורכבות מאטומי פחמן (C), מימן (H) וחמצן (O). למרות ששומנים מורכבים מאותם היסודות כמו פחמימות, מולקולות של חומצות שומן אינן מסיסות במים בעוד פחמימות מסיסות במים.

תפקידי השומנים:

בגוף האדם, השומנים נאגרים בתאי השומן המרכיבים את רקמת השומן. רקמת זו, בנוסף להיותה מאגר אנרגיה, היא רקמה פעילה המפרישה הורמונים, חומצות שומן וחומרים מעודדי דלקת. כמו כן, שומנים מרכיבים את כל קרומי התאים בגוף האדם.



איור 3.2 - רקמת שומן

Blausen.com staff (2014). "Medical gallery of Blausen Medical 2014". WikiJournal of Medicine 1 (2). DOI:10.15347/wjm/2014.010. ISSN 2002-4436. - Own work, CC BY 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=28761795>

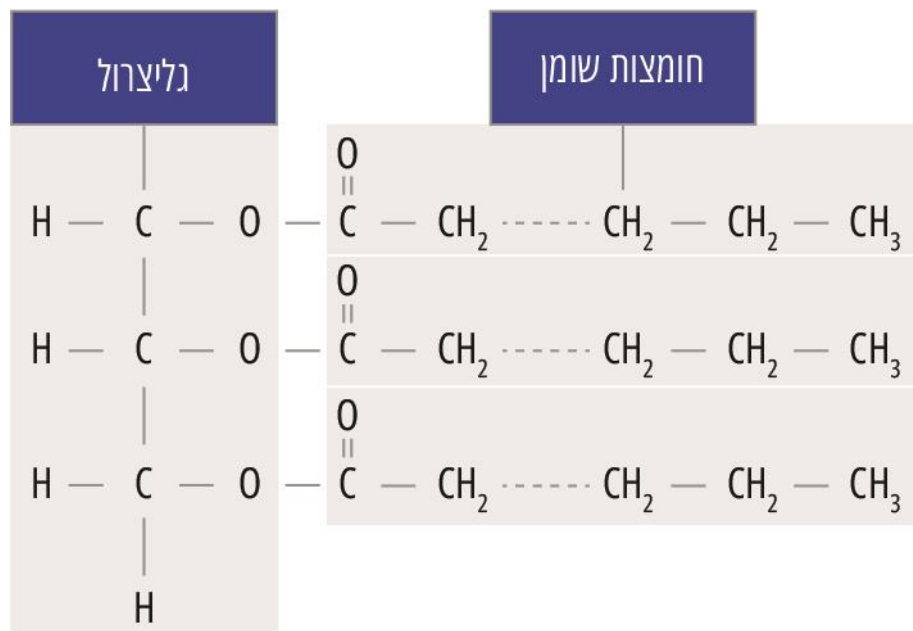
להלן פירוט תפקידי השומנים בגוף האדם:

- משמשים כמקור אנרגיה לשעת הצורך. השומנים נאגרים ברקמת שומן המורכבת מתאים שתכולתם העיקרית הם טריגליצרידים, אשר משמשים כמקור אנרגיה כשהגוף זקוק לכך.
- משמשים אבני יסוד במבנה קרומי התאים וקרומי אברוני התאים.
- מסייעים בהגנה על רקמות ואיברים פנימיים בגוף מפני פגיעות פיזיות.
- רקמות השומן משמשות כרקמות מבודדות, המסייעות במניעת איבוד חום מהגוף.
- השומנים במזון מסייעים בספיגת ויטמינים מסיסים בשומן, A, D, E ו-K, הנאכלים עימם.
- רקמת השומן היא רקמה פעילה המפרישה הורמונים.

מבנה השומנים

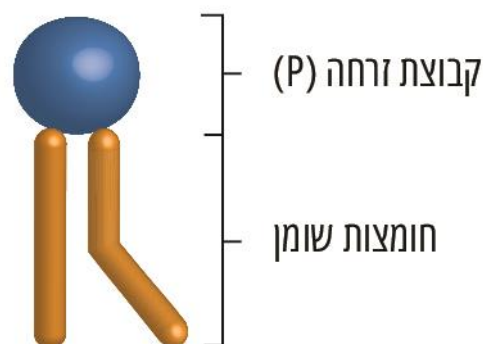
ישנם סוגים שונים של שומנים בגופנו – קבוצות השומנים העיקריות הן: פוספוליפידים, טריגליצרידים וכולסטרול.

השומן הנאגר בגופנו נשמר כ**טריגליצרידים** (Triglycerides). שומנים אלה מורכבים ממולקולות המכילות שלוש חומצות שומן (פירוט בהמשך) המחוברות למולקולה אחת של גליצרול (מכאן השם – טרי [שלוש] גליצרידים [קשורים לגליצרול]).



איור 3.3 – טריגליצריד – מורכב מראש גליצרול ושלוש (טרי) חומצות שומן

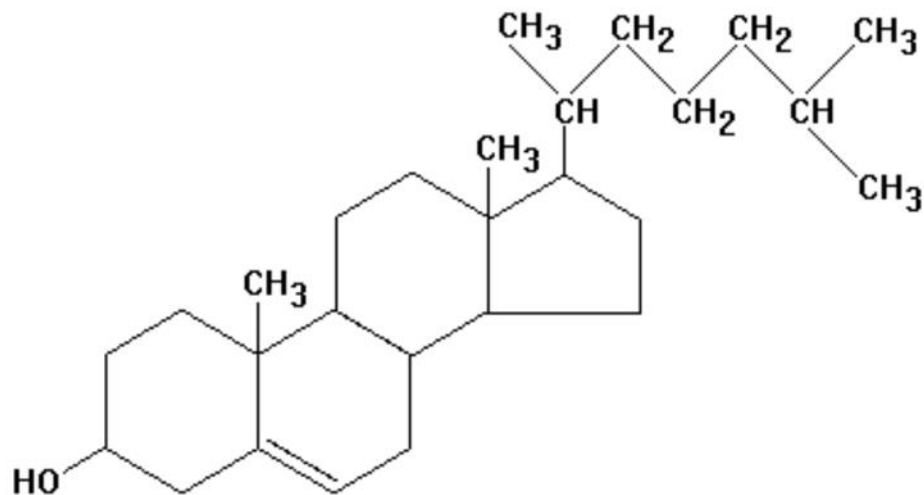
הפוספוליפידים (phospholipids) מהווים מרכיב עיקרי בכל קרומי (membrane) התאים ואברוני התא בעולם החי והצומח. הפוספוליפיד בנוי מזנב המורכב מחומצות שומן וראש המורכב מקבוצת זרחה (קבוצת אטומים המכילה זרחן). שני אלו מחוברים באמצעות גליצרול (אשר לא מיוצג ברוב האיורים).



איור 3.4 - פוספוליפיד – בנוי מראש זרחה (פוספט) ושתי חומצות שומן (ליפיד)

הכולסטרול מיוצר רק על ידי בעלי חיים ואינו קיים במזון שמקורו בצומח. הוא חומר חיוני שמשמש בתפקידים שונים בגוף, בין היתר, הוא מהווה חלק מקרום התא ומשמש כבסיס ליצירת הורמונים שונים. בניגוד לטריגליצרידים ופוספוליפידים, הבנויים מחומצות שומן

ארוכות, הכולסטרול מורכב מ-4 שרשראות סגורות בצורה של טבעת ועוד שרשרת אחת ארוכה.



איור 3.5 - כולסטרול – בנוי מארבע שרשראות סגורות בצורה של טבעת ועוד שרשרת אחת ארוכה

בספרות המקצועית נהוג לרוב להתייחס למולקולות השומן והשמן בשם "שומנים" וכך גם בספר זה. המילה "שמן" תוזכר כאשר תהיה התייחסות ייחודית למולקולה זו.

חומצות שומן

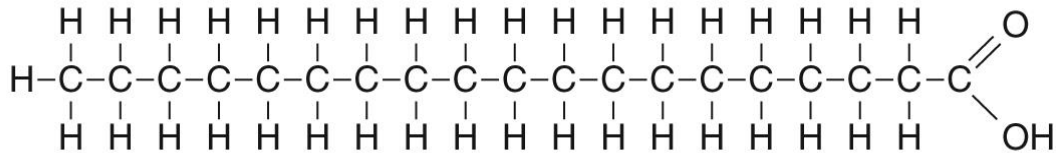
חומצות שומן הן מרכיב משותף לפוספוליפידים, טריגליצרידים וכולסטרול. חומצות השומן מורכבות משרשרת ארוכה של אטומי פחמן (C) שאליהם קשורים אטומי מימן (H) ובקצות המולקולה קשור אטום חמצן (O). האטומים בטבע יכולים ליצור קשרים עם אטומים שונים. מימן יכול ליצור קשר יחיד, חמצן יכול ליצור שני קשרים ופחמן יכול ליצור ארבעה קשרים. הפחמן מסוגל ליצור ארבעה קשרים יחידים, שני קשרים כפולים ואף קשר משולש אחד. חומצות השומן נבדלות זו מזו בכמה פרמטרים ובהם מספר אטומי הפחמן בשרשרת, מספר הקשרים הכפולים של אטומי הפחמן בשרשרת (C=C) ומיקום הקשרים הכפולים בשרשרת.

חומצות שומן וההבדלים ביניהן

בטבע יש כמאה סוגים של חומצות שומן, הנחלקים לשלוש קבוצות שונות – על פי מידת הרוויה, העושר שלהן באטומי מימן:

חומצות שומן רוויות – המולקולה שלהן רוויה (מלאה) באטומי מימן (H) ומכילה את מקסימום אטומי המימן שהיא יכולה לקשור, כך שכל פחמן קשור לפחמן הבא בשרשרת בקשר יחיד (קשר פשוט).

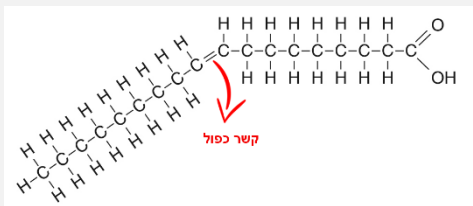
- שימו לב שלכל אטום פחמן יש שני אטומי מימן לצדו, באיור הקודם מצב זה סומן בקיצור כ- "CH₂"



איור 3.6 – חומצת שומן רוויה

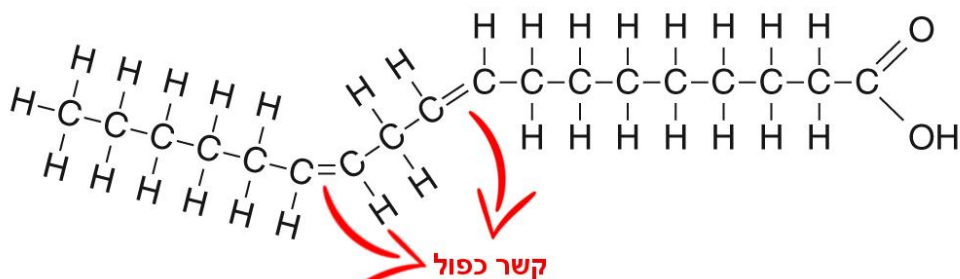
חומצות שומן חד בלתי רוויות – בכל מולקולה של חומצות שומן אלה חסרים שני אטומי מימן (H) בשני אטומי פחמן (C) סמוכים שיוצרים קשר כפול אחד. הקשר הכפול יוצר כיפוף במולקולה. שאר הקשרים בין אטומי הפחמן במולקולה הם קשרים פשוטים.

הידעת?



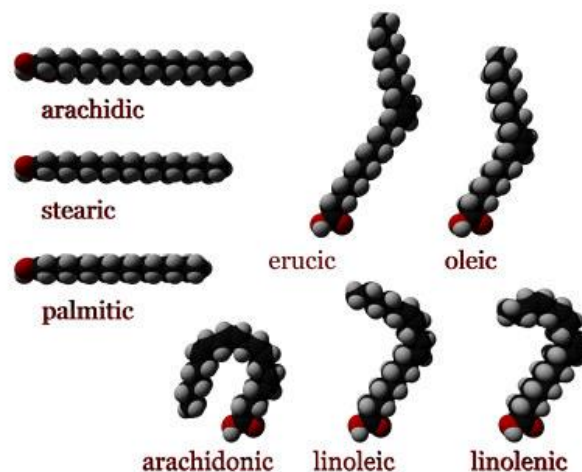
אטומי המימן הקשורים לאטומי הפחמן שקשורים בקשר כפול, נמצאים באותו צד של המולקולה ובגלל המטענים החשמליים של אטומי המימן והפחמן הסמוכים לקשר הכפול נוצרת "ברך" המכופפת את המולקולה. רוב רובן של המולקולות של חומצות השומן הבלתי רוויות קיימות בטבע במבנה מרחבי המכונה "ציס", שבו שני אטומי המימן נמצאים באותו צד של הקשר הכפול.

חומצות שומן רב בלתי רוויות – בחומצות שומן אלו חסרים ארבעה אטומי מימן ויותר, כך שנוצרים מספר קשרים כפולים בין אטומי הפחמן השונים (שני קשרים ויותר).



איור 3.7 – חומצת שומן בלתי רוויה

באיור 3.8 (למטה) ניתן להבחין במספר חומצות שומן שונות. הכדורים האדומים מייצגים את אטומי החמצן בקצוות חומצת השומן והכדורים השחורים מייצגים את אטומי הפחמן הקשורים זה לזה (אטומי המימן לא מיוצגים בציור). הזוויות (ברך) במולקולה מייצגות את מיקום הקשר הכפול. ניתן להשוות בין חומצות השומן ולראות כי הן שונות במספר אטומי הפחמן, במספר הקשרים הכפולים וכתוצאה מכך במבנה המרחבי שלהן.

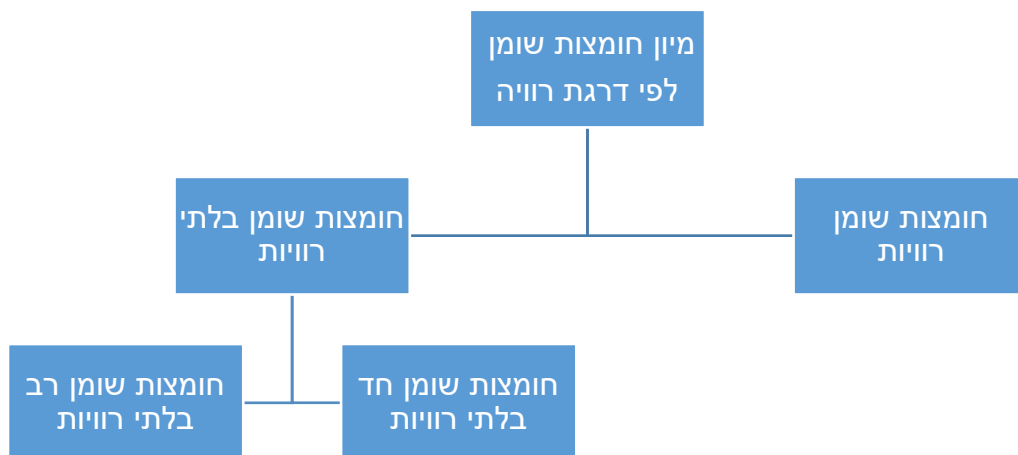


איור 3.8 - דוגמאות לחומצות שומן וההבדלים ביניהן

By The original uploader was (Automated conversion) at English Wikipedia. - Transferred from en.wikipedia to Commons., CC BY-SA 3.0,

<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=2469035>

מיון חומצות שומן על פי דרגת הרוויה שלהן



מטלה

ציירו שתי דוגמאות לחומצות שומן רוויות, שתי דוגמאות לחומצות שומן חד בלתי רוויות ושתי דוגמאות לחומצות שומן רב בלתי רוויות.

שמן ושומן ומה שביניהם

מולקולות השומן והשמן זהות מבחינה כימית – שתיהן מכילות חומצות שומן, אך עם זאת הבדל הבולט ביותר ביניהן הוא השוני בטמפרטורת ההיתוך – הטמפרטורה שבה המולקולה הופכת ממוצק לנוזל. שומן נמצא במצב צבירה מוצק בטמפרטורת החדר ואילו שמן נמצא במצב צבירה נוזלי בטמפרטורת החדר, כלומר, טמפרטורת ההיתוך של שומן גבוהה מזו של שמן.

איך ניתן להסביר זאת ומה הקשר למידת הרוויה של המולקולה?

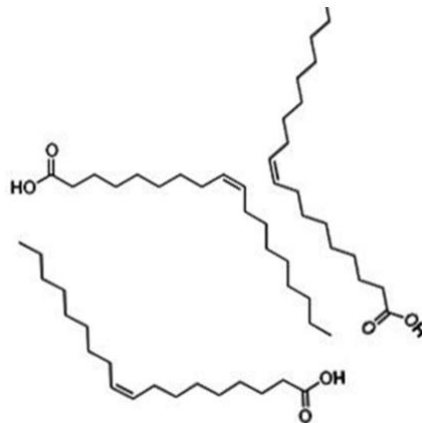
מצב הצבירה של חומצות השומן וטמפרטורת ההיתוך שלהן תלוי בחוזק הקשרים בין המולקולות בחומר. הגורם העיקרי המשפיע על חוזק הקשרים בין מולקולות חומצות השומן הוא מידת הרוויה של המולקולה – כאשר חומצות השומן לא רוויה נוצר קשר כפול במולקולה בין אטומי הפחמן, אשר יוצר כיפוף במבנה המולקולה. כתוצאה מכך קשה להן להיצמד זו לזו וליצור חומר מוצק. לכן, ככל שיש יותר קשרים כפולים כך נוצר חומר עם קשרים בין-מולקולריים חלשים יותר, ולכן עם העלייה במספר הקשרים הכפולים טמפרטורת ההיתוך הולכת וקטנה. גורם נוסף, זניח יחסית, הוא גודל המולקולה. ככל שיש יותר אטומי פחמן במולקולה, כך המולקולה יכולה ליצור יותר קשרים וכך החומר שיווצר יהיה יציב יותר.

כאמור, הגורם העיקרי להבדל בטמפרטורת ההיתוך של שומנים ושונים הוא מידת הרוויה במימן במולקולה. בתמונה א' ניתן לראות דוגמה של שבע מולקולות של חומצות שומן רוויות אשר יכולות להתקרב זו לזו, מה שיוצר מבנה צפוף ואינטראקציה חזקה בין המולקולות. בתמונה ב' מוצגות שלוש מולקולות של חומצות שומן לא רוויות, של החומצה האולאית הנמצאת בשמן זית. הקשר הכפול (מצוין בקו כפול) גורם למעין כיפוף בשרשרת ומונע מהשרשראות להתקרב זו לזו וליצור אינטראקציה חזקה ביניהן. כתוצאה מכך, הקשרים בין המולקולות חלשים וטמפרטורת ההיתוך נמוכה יותר (שמן זית נוזלי בטמפרטורת החדר).

השמן יכול להיות מורכב גם מחומצות שומן "רב בלתי רוויות", תכונה שגורמת לכיפוף עוד יותר גדול במולקולות וכך הקשרים ביניהן חלשים יותר וטמפרטורת ההיתוך יורדת.



איור 3.9 – חומצות שומן רוויות



איור 3.10 – חומצות שומן בלתי רוויות

שומן רווי נמצא כאמור בעיקר במזון מהחי ובמוצרי חלב בעלי אחוז שומן גבוה (בשר בקר, עוף, גבינה צהובה, דגים, נקניק, חמאה, חלב שמן ומוצרי, חלמון ביצה) המצויים במצב מוצק בטמפרטורת החדר, אך ניתן למצוא אותו בריכוז נמוך יותר גם בשמנים צמחיים, כגון שמן דקלים, קוקוס וקאנו. השומנים הרווים עלולים להצטבר בדופנות כלי הדם (יחד עם חומרים

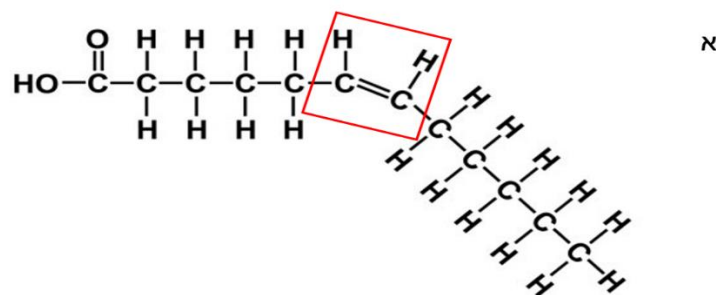
אחרים) ולסתום אותם. התוצאה עלולה להיות התקפי לב במקרה שנסתם כלי דם המוביל חמצן ללב, או שבץ מוחי במקרה שנסתם כלי דם המוביל חמצן למוח.

שומנים בלתי רוויים נמצאים בעיקר בשמנים המצויים במצב נוזלי בטמפרטורת החדר. שומנים אלה נחשבים לשומנים ידידותיים ללב, כיוון שהם מסייעים להוריד את רמת הכולסטרול הרע – ה-LDL, ולהעלות את רמת הכולסטרול הטוב – ה-HDL. מקורם בדרך כלל בצומח (זיתים, אבוקדו, פשתן, אגוזי מלך, שומשום, שקדים, גרעיני דלעת, גרעיני חמניות ובוטנים) אך גם בדגי מים מלוחים – כגון מקרל, סלמון וסרדינים – המכילים חומצות שומן **רב בלתי רוויות חיוניות**, כגון אומגה 3 ואומגה 6.

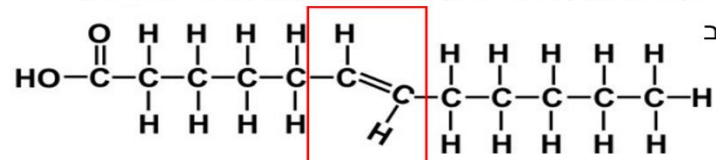
שומן טראנס

שומן טראנס נוצר בתהליך שבו שומן צמחי נוזלי (שמן) עובר שינוי כימי בתעשייה כדי שיהפוך למוצק. על מנת להפוך מולקולות שומן שאינן רוויות למולקולות רוויות, משתמשים בשמנים (זולים בדרך כלל) וגורמים להם להגיב עם גז מימן (H_2), כך שהקשרים הכפולים נפתחים ונקשרים למימן, והמולקולה הופכת למולקולה של שומן רווי הנמצאת במצב צבירה מוצק בטמפרטורת החדר. תהליך זה מכונה "הידרוגנציה". בתהליך זה משתמשים בזרז כימי אשר "פותח" את הקשר הכפול ומאפשר לאטומי הפחמן להגיב עם מימן. אולם לפעמים מתרחש סיבוב של 180 מעלות סביב הקשר, והקשר נסגר בחזרה בלי מימן שמגיב. כתוצאה מכך, שני אטומי המימן נמצאים בשני צדדים שונים של הקשר הכפול, במבנה מרחבי המכונה "טראנס" (תמונה א') – כזכור, רוב המולקולות של חומצות השומן הבלתי רוויות מצויות בטבע במבנה מרחבי "ציס" (תמונה ב'), שבו המולקולות מצויות באותו הצד.

הקשר הכפול בין אטומי הפחמן הוא בתצורת ציס (באותו צד) -



הקשר הכפול בין אטומי הפחמן הוא בתצורת טראנס (מלטינית-בצד השני)



איור 3.11 - מולקולות חומצות שומן בלתי רוויות במצב "ציס" ו"טראנס"

בדומה לחומצות שומן רוויות, חומצות השומן מסוג טראנס מאופיינות בכך שהשומן המכיל אותן מוצק בטמפרטורת החדר. תעשיית המזון נהגה להשתמש בסוג שומן זה כתחליף לשומן רווי טבעי, מאחר ששומן רווי קיבל תדמית ציבורית של פריט מזון שיש להמעיט בצריכתו. בדומה לשומן רווי, שומן טראנס הוא מוצק בטמפרטורת החדר אך הוא גם זול, משמש כחומר שימור שמאריך חיי מדף של מוצרים ואף משפר את מרקם המזון ואת טעמו. עם זאת, צריכה מופרזת של שומן טראנס עלולה להגביר את הסיכון למחלות שונות.

שאלה לדיון

אחת הסיבות שתעשיית המזון נוהגת להשתמש בשומן בלתי רווי שעבר תהליך הידרוגנציה היא התדמית הציבורית השלילית שלה "זוכה" השומן הרווי, יש כאן סתירה פנימית. למה? (שערו איזו מולקולה נוצרה בתהליך בנוסף לשומן טראנס).

למרות שחומצת שומן טראנס איננה רוויה, המבנה המרחבי שלה דומה מאוד למבנה המרחבי של חומצת שומן רוויה, ולכן טמפרטורת ההיתוך שלה גבוהה. אך יש לה מגבלה בריאותית: מאחר שקשר טראנס כמעט שאינו קיים בטבע, האנזימים בגוף האדם מתקשים לבצע איתו תגובות כימיות או לפרק אותו. מכיוון שכך, מולקולות שומן הטראנס מצטברות בגוף ומביאות לעלייה בכולסטרול ה-LDL (כולסטרול "רע") ולירידה בכולסטרול הטוב (HDL). רמת כולסטרול LDL מוגברת בדם מעלה את הסיכון למחלות לב שונות ולתמותה. יש לזכור כי גם שומן רווי בכמויות גדולות מצטבר בגופנו, אך הגוף יודע להתמודד עם השומן הרווי טוב יותר מאשר עם שומן הטראנס.

שאלה לדיון

בפרק הראשון עסקנו בהרחבה בסוגיות הקשורות לשינויים בהרגלי הצריכה של האדם, ודנו בכך שגופנו מתקשה להתמודד עם השינויים הרבים והתכופים בתזונת האדם. האם יש קשר בין הנאמר בפרק זה להסברים בפרק הראשון?

בשנת 2015 קבע מנהל המזון והתרופות האמריקאי כי על חברות המזון להפסיק להשתמש בשומן טראנס עד יוני 2018. עם זאת, כדי לאפשר לחברות המזון להתארגן ביעילות, הוארך התוקף עד האחד בינואר 2020 (הספר יצא לאור לפני תאריך זה. מוזמנים לעקוב בתקשורת).

בעקבות ארצות הברית, מדינות רבות, ובהן ישראל, החלו לנקוט צעדים אשר נועדו להביא לצמצום משמעותי בשימוש בשומן זה, אך למרות שחלה התקדמות רבה בתחום, עדיין רבים הדברים הטעונים שיפור. ארגון הבריאות העולמי לוקח גם הוא חלק פעיל במאבק ומפציר בכל המדינות כי יחדלו מלהשתמש בשומן זה עד שנת 2023.

באילו מזונות מצוי שומן טראנס?

קשה לקבוע אילו מוצרים תעשייתיים מכילים שומן טראנס, מאחר שעקב חקיקה ולחץ ציבורי כבד, תעשיית המזון עושה מאמצים לצמצם את השימוש בו, וכך הכמויות שלו במזון מתמעטות. לכן מה שנכון לאתמול איננו נכון להיום. אז איך נדע בכל זאת? בדקו את תוויות המזון וראו אם המוצר מכיל שומן טראנס, שומן צמחי מוקשה או מוקשה חלקית (כל אלה הם שמות נרדפים לשומן טראנס). מומלץ לאכול מאכלים שבהם אין שימוש בשומן זה, ואם בכל זאת בחרנו לצרוך מזון המכיל שומן טראנס, יש לוודא כי כמותו במזון קטנה מ-0.5 גרם ל-100 גרם מזון. יש לשים לב כי למרות שמדובר בכמות קטנה של שומן טראנס, עדיין אם נאכל בתדירות גבוהה מזונות המכילים שומן טראנס, אנו עלולים לסכן את בריאותנו.

מהם המזונות ה"חשודים" כמכילים שומן טראנס? מאפים העשירים בשומן – כגון עוגיות, עוגות, פאי, פיצה, ממתקים וצ'יפס וחלק מסוגי הלחם (למשל לחמנייה של המבורגר), מאפים מלוחים או מתוקים שנאפו במאפיות מסחריות, כל אלו עשויים להכיל שומן טראנס במידה שנעשה שימוש במרגרינה (באופן כללי, מאכלים אלו אינם בריאים, מכיוון שגם אם נעשה שימוש בחמאה, הם עדיין עשירים בשומן רווי, שגם אותו לא כדאי לצרוך בכמות גדולה).

גם הטיגון משנה את תצורת חומצות השומן לשומני טראנס, בייחוד כשמדובר בטיגון חוזר. סופגניות, צ'יפס, עוף מטוגן, שניצלונים עוף ומאפים מטוגנים עשירים בשומני טראנס. העדיפו שימוש בבישול, באפייה ובגריל. תתפלאו, אבל אם מטגנים, עדיף לטגן בשמן עמוק על פני שכבת שמן דק, מאחר שבטיגון בשמן עמוק ספיגת השמן קטנה יותר.

הידעת?

הקיסר נפוליאון השלישי, אחיינו של נפוליאון בונפרטה, רצה למצוא תחליף לחמאה שיאפשר להזין את גדודי הצבא הצרפתי ואת המוני המעמד הנמוך בעלויות נמוכות.

הכימאי הצרפתי היפוליט מג-מוריס (Hippolyte Mège-Mouriès) נענה לאתגר שהציב נפוליאון ויצר תחליף זול וזמין שנקרא "אולמרגרינה" ומאוחר יותר קוצר ל"מרגרינה". השם נגזר מחומצת השומן "מרגרי", ששימשה להכנת המוצר והתגלתה כמה עשרות שנים קודם לכן. מג-מוריס הוציא פטנט על הרעיון וניסה לשווקו בצרפת ובמדינות נוספות, אך ללא הצלחה, ולכן מכר את הפטנט לחברת יורגנס (Jurgens) ההולנדית, שכיום היא חלק מחברת יוניליוור.

חומר הגלם במרגרינה המקורית היה שומן בקר ומי חלב, אך מחסור באספקתו, בשילוב עם פיתוח טכנולוגיות המאפשרות להקשות שמנים צמחיים, הוביל עד מהרה להחלפתו בשמנים מהצומח, החלפה שהושלמה לחלוטין במהלך שנות ה-40 של המאה הנוכחית.

בישראל המרגרינה זכתה לפופולאריות רבה עקב מחירה הנמוך, אך גם לאור העובדה כי היא פרווה. כיום יש ירידה בצריכת המרגרינה בעולם ובישראל, עקב הניסיון הציבורי להימנע משומן טראנס.

מטלה / תרגול

אתרו שלושה אנשים קרובים אליכם ובקשו מהם לענות על כמה שאלות הקשורות לשומן טראנס. בקשו להקליט את השיחה.

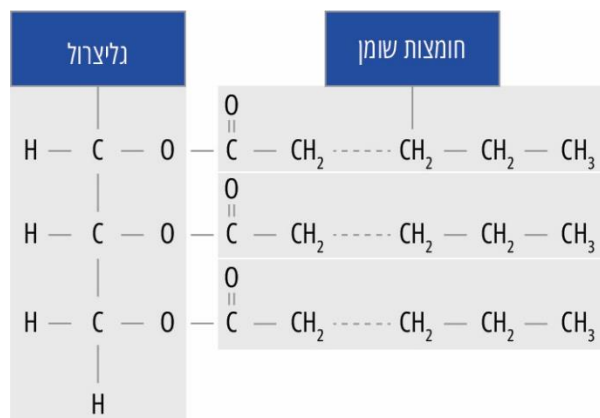
- שאלו אנשים אלה אם צריכת שומן טובה לבריאות.
- בקשו מהם לנמק את תשובתם. האם הם מבינים למה שומן טראנס אינו בריא?
- בקשו מהם לציין חמישה סוגי מזון המכילים שומן זה. האם הם הצליחו?
- הסבירו להם מהו שומן טראנס, למה הוא מזיק לבריאותנו ובאילו מזונות הוא נמצא.
- השמיעו את אחת מההקלטות בכיתה ודונו בכך – האם האנשים יודעים מהו שומן טראנס? האם אנשים מודעים לסכנות שבשומן טראנס? האם אתם היטבתם להסביר?

השומן בגוף האדם

שלוש הצורות הנפוצות ביותר של ליפידים בגוף האדם הם טריגליצרידים, פוספוליפידים וכולסטרול.

טריגליצרידים

טריגליצרידים מקורם בצמחים ובבעלי חיים. הטריגליצרידים שמקורם בצמחים מכילים שיעור גבוה יותר של חומצות שומן בלתי רוויות, בעוד הטריגליצרידים שמקורם בבעלי חיים מכילים שיעור גבוה יותר של חומצות שומן רוויות. חומצות השומן הן החלק העיקרי במולקולה והן אלו שמבדילות מבחינה כימית בין סוגי השומנים והשומנים השונים.



איור 3.12 – טריגליצריד – מורכב מראש גליצרול ושלוש (טרי) חומצות שומן

הגליצרול (Glycerol) הוא תרכובת המורכבת משרשרת של שלושה אטומי פחמן המחוברים לאטומי מימן וחמצן. גליצרול הוא מרכיב בסבונים, במשחות ובמוצרי קוסמטיקה רבים, והוא מעניק להם מרקם שמנוני המשמש לריכוך עור יבש. בתעשיית המזון הוא משמש כחומר הלחה וכמסמיך ומסומן במספר E: "E422". מגליצרין ניתן לייצר גם חומר נפץ (ניטרוגליצרין).

ה"שומנים" הנפוצים ביותר בגוף האדם ובמזון שאנו אוכלים. הטריגליצרידים מורכבים מגליצרול (נקרא גם גליצין) וחומצות שומן.

הידעת

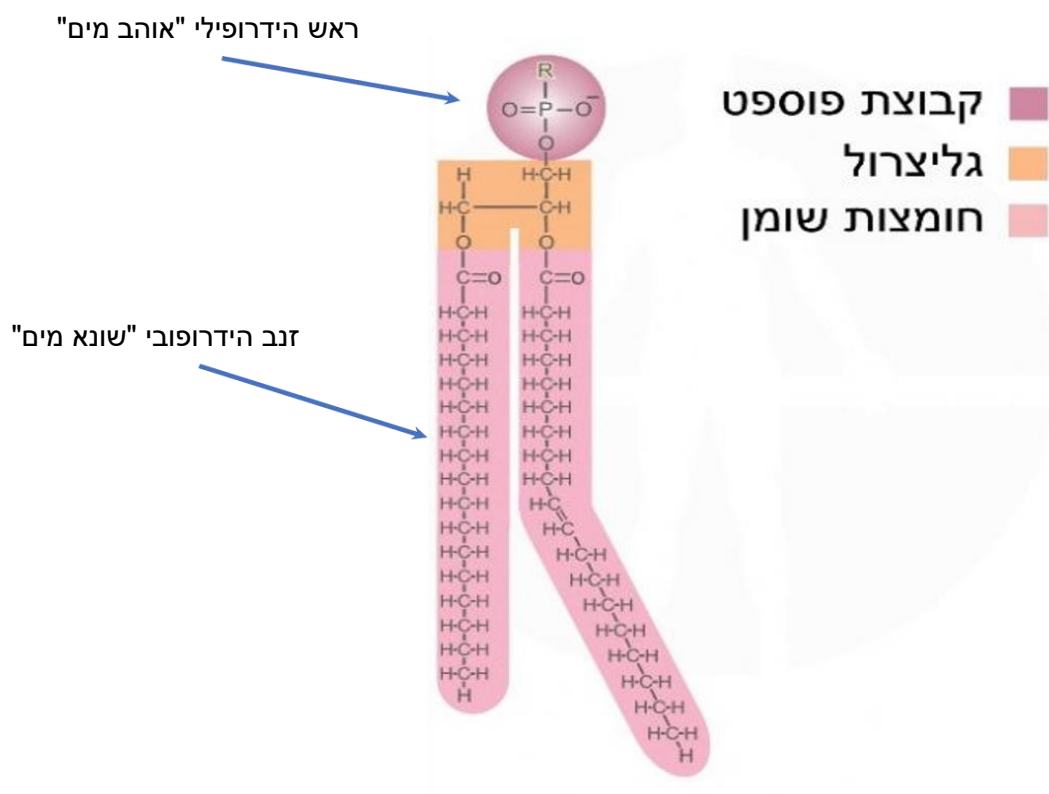
גליצרין הוא אחד החומרים אשר ניתן להוסיף לנוזל בועות סבון כדי שהן יהיו גדולות ויחזיקו זמן רב יותר. הגליצרין סופח מים וכך מואטת בריחת המים מקרום הסבון והבועות מתחזקות.

מתכון לנוזל בועות סבון מנצח:

- ערבבו כוס סבון כלים, 12 כוסות מים, חצי כוס גליצרין.
- מומלץ לתת לתערובת לנוח כשעה לפני השימוש.
- ניתן לנסות מיהולים שונים שיצרו בועות בגדלים שונים.

פוספוליפידים

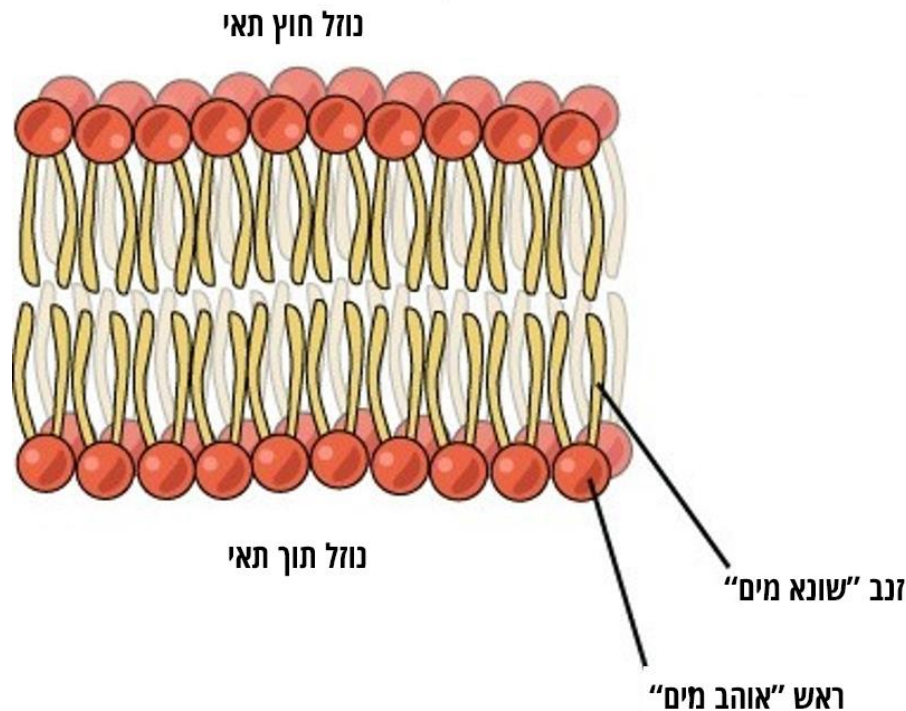
הפוספוליפיד הוא מולקולה ליפידית, המורכבת מצד אחד הידרופילי ("אוהב מים") וצד שני הידרופובי ("שונא מים"). הצד ההידרופילי מבוסס על קבוצת זרחה (phosphate), בעוד הצד ההידרופובי מורכב משתי חומצות שומן. שני החלקים מחוברים באמצעות גליצרול.



איור 3.13 - פוספוליפיד

נזכור שכל התאים (ורוב האברונים שבתוך התאים) בגופנו מוקפים בקרום המורכב בעיקר מפוספוליפידים ומכאן קל להבין את חשיבותם. הפוספוליפידים בקרום התא מסודרים בשתי

שכבות כאשר הראשים "אוהבי המים" פונים כלפי חוץ, גם לכיוון נוזל התא (cytoplasm) וגם לכיוון הנוזל החוץ תאי; והזנבות "שונאי המים", מהווים את פנים קרום התא (תמונה). בזכות מבנה זה קרום התא יוצר חיצ בין שתי תמיסות מימיות, פנים התא והסביבה החיצונית, אשר מאפשר מעבר בררני של חומרים דרך קרום התא.

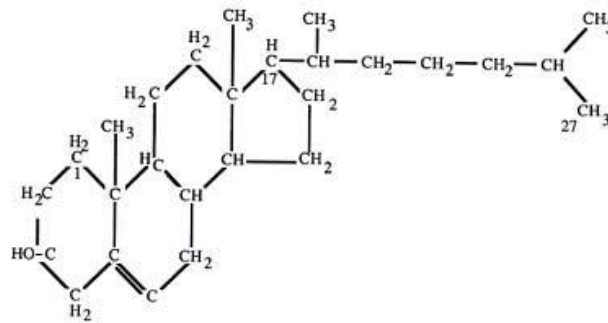


איור 3.14 - המבנה הבסיסי של קרום התא הוא שתי שכבות של פוספוליפידים

כולסטרול

הכולסטרול הינו תרכובת אורגנית הנמצאת בקרום תאי בעלי החיים. הכולסטרול בודד לראשונה מאבנים שנמצאו בכיס מרה של בני-אדם ומכאן שמו – כֹּלֶה: מרה ביוונית, והסיומת אול: משמעה מולקולה כוהלית, מאחר שהכולסטרול כולל קבוצה כוהלית אחת. מבין התרכובות השומניות הנמצאות בגופנו, הכולסטרול מוכר לא דווקא לטובה, אך האמת היא שהכולסטרול הוא לא טוב או רע אלא תרכובת שומנית חיונית לגופנו. הכולסטרול הוא סוג של ליפיד, אך בניגוד לחומצות השומן הארוכות, הכולסטרול מורכב מארבע שרשראות סגורות בצורה של טבעת ועוד שרשרת אחת ארוכה.

מבנה הכולסטרול



איור 3.15 - הכולסטרול בנוי מארבע שרשראות סגורות ועוד שרשרת אחת ארוכה.

הכולסטרול נוצר בתאי בעלי החיים. בצמחים נוצרים חומרים דמויי כולסטרול, המבצעים פעולות דומות לאלו של הכולסטרול בחי. עם זאת, המולקולות הנוצרות בצמח אינן נספגות בגופנו באמצעות מערכת העיכול, ולכן מבחינה תזונתית אין אנו יכולים לקבל כולסטרול ממקור צמחי אלא רק מהחי.

רוב הכולסטרול בגופנו מיוצר בכבד ורק חלק קטן ממנו מגיע מהמזון, כך שאם נצרך כמות גדולה מדי של כולסטרול או אם גופנו ייצר כמויות גדולות מדי, ייוותר בגופנו עודף אשר ישפיע על בריאותנו.

לכולסטרול מגוון תפקידים חשובים בגוף האדם:

1. הכולסטרול מהווה מרכיב חיוני במבנה הקרומים של תאי הגוף. בשל היותו מולקולה קטנה יחסית, הוא יכול להידחס בין הליפידים השונים המרכיבים את קרום התא. באופן זה כולסטרול תורם להגברת הצפיפות באזורים בקרום שבהם הוא נמצא בשפע, והם הופכים להיות פחות נוזליים ובעלי תכונות הדומות יותר לג'ל.
2. כולסטרול הוא חומר המוצא לוויטמין D, החיוני לוויסות מאזן הסידן והזרחן בגוף האדם (וכתוצאה מכך יש לו השפעה על קשיחות העצם).
3. כולסטרול הוא חומר מוצא לחומצות המרה הנוצרות בכבד. חומצות המרה חשובות לספיגה – הן של מולקולות שומן והן של הוויטמינים מסיסי שומן A, D, E ו-K מהמעי אל תוך הגוף.
4. כולסטרול הוא חומר המוצא למספר הורמונים הנקראים "הורמונים סטרואידים" כגון: אסטרוגן, פרוגסטרון, טסטוסטרון וקורטיזון. קורטיזון הוא הורמון דחק (עקה, לחץ; באנגלית: Stress) החשוב בוויסות לחץ הדם, רמות הסוכר והמלחים בדם. אסטרוגן, פרוגסטרון וטסטוסטרון הם הורמונים האחראים על תפקוד מערכת הרבייה בזכרים ונקבות.

5. הכולסטרול חיוני לבניית קרום המיאלין המשמש לבידוד תאי עצב. מכיוון שכולסטרול נמצא בחומר המבודד תאי עצב, ריכוזו במוח הוא גדול יחסית. הכולסטרול הוא חומר שומני שאינו מסיס במים ולכן הכבד מייצר גם חלבונים מיוחדים, ליפו-פרוטאינים (lipoprotein; lipo- שומן, protein- חלבון), אשר עוטפים את הכולסטרול ומובילים אותו לכל מקום בגוף במבנה כדורי (המבנה נקרא מיצלה, Micelle) באמצעות מערכת כלי הדם. בדם קיימים כמה סוגים של ליפו-פרוטאינים נושאי-כולסטרול, כאשר שני המבנים העיקריים הם LDL ו-HDL. ה-LDL (קיצור של Low Density Lipoprotein) המכונה גם "כולסטרול רע", הוא ליפו-פרוטאין היוצא מהכבד אל מחזור הדם ומשם לתאים. קרומי התאים מכילים קולטנים התופסים את מולקולות ה-LDL, מסירים את המעטפת של הליפו-פרוטאין ומשתמשים בכולסטרול לבניית קרומי התאים. כאשר התא מחדש את הקרום, הכולסטרול הישן מפונה מהתאים בחזרה לכבד באמצעות ליפו-פרוטאין מסוג HDL (High Density Lipoprotein), שזכה לכינוי "כולסטרול טוב". מכאן, שבניגוד לתפישה הרווחת באוכלוסייה, ה-LDL ו-HDL הם אינם כולסטרול בלבד, אלא מבנים שבתוכם הכולסטרול נארג על מנת שיוכל לנוע בדם.

כאשר ה-HDL וה-LDL נצרכים ומיוצרים בצורה מאוזנת, אין דבר כזה כולסטרול "רע" או "טוב", כי כולם טובים. עם זאת, רמה גבוהה של LDL ורמה נמוכה של HDL עלולה לגרום לטרשת עורקים ובעיות באספקת הדם. המונח "כולסטרול רע" הוצמד ל-LDL מאחר שהוא נוטה לשקוע, להיצמד לדופן כלי הדם ולייצר פלאק (רובד טרשתי), שעם הזמן יכול לגרום לטרשת עורקים – היצרות כלי הדם שתוביל בהמשך לחסימת כלי דם ולמחלות לב או שבץ מוחי.

עישון, עודף משקל וחוסר בפעילות גופנית עלולים לגרום לרמות נמוכות של HDL ורמות גבוהות של LDL, אך גם אנשים רזים עלולים לסבול מעודף כולסטרול, עקב תורשה או תזונה לקויה.

מקורות השומנים בתזונת האדם

השומנים בגוף האדם מיוצרים בגופנו וגם נצרכים במזון. חומצות השומן הן מרכיב חשוב במגוון מולקולות השומן שבגופנו. גוף האדם יודע לייצר חלק מחומצות השומן בעצמו – **חומצות השומן הבלתי חיוניות**, וחלק הוא חייב לקלוט מהמזון – **חומצות השומן החיוניות**.

מקור הכולסטרול והשומנים הרוויים הוא בעיקר מזון מהחי ומוצרי חלב (בשר בקר, עוף, גבינה צהובה, דגים, נקניק, חמאה, חלב שמן ומוצרים, חלמון ביצה). שומן רווי ניתן למצוא גם בשמנים צמחיים, כגון שמן דקלים, קוקוס וקקאו. שומנים בלתי רוויים מקורם בדרך כלל בצומח (זיתים, אבוקדו, פשתן, אגוזי מלך, שומשום, שקדים, גרעיני דלעת, גרעיני חמניות

ובוטנים), אך הם מצויים גם בדגי מים מלוחים, כגון מקרל, סלמון וסרדינים, המכילים חומצות שומן רב בלתי רוויות חיוניות, כגון אומגה 3 ואומגה 6.

עיכול, ספיגה ואגירה בגוף

הליפידים בתזונת האדם כוללים מגוון רחב של מולקולות אשר תהליך עיכולן וספיגתן מורכב, מאחר שמדובר במולקולות אשר אינן מסיסות במים. השומנים עוברים עיכול פיזי בפה ובקיבה ועיכול כימי בפה, בקיבה ובמעיים הדק, על ידי משפחה של אנזימים הנקראים ליפאזות.

למיץ המרה, שנוצר בכבד ומופרש אל כיס המרה ומשם אל המעי עם אנזימי הבלבל, יש תפקיד חיוני בעיכול השומנים. מיץ המרה הינו דטרגנט (Detergent באנגלית ו"בִּרְיָתָן" בעברית, חומר שחלק מהמולקולה שלו מסיס בשומן, וחלק אחר מסיס במים, וכך הוא מאפשר לטיפות השומן להיפרד לטיפות זעירות בתוך ממס מימי (תחליב). חלוקת טיפות השומן מהמזון לטיפות מיקרוסקופיות, ששטח פניהן הכולל גדול, מאפשרת גישה יעילה של אנזימים מפרקי שומנים (המומסים במים) אל מולקולות השומן (שאינן מתמוססות היטב במים עקב תכונותיהן ההידרופוביות). רק במצב זה מיצי העיכול ואנזימי המעי יכולים לפרק את השומנים ליחידות המבנה המרכיבות אותם – חומצות שומן וגליצרול. טיפות התחליב נספגות אל תוך תאי המעי, מועברות אל צינורות הלימפה ומשם אל זרם הדם ולכבד להמשך עיבודן.

היזעת

חומרי ניקוי שונים וסבונים הם דטרגנטים. פעולת הניקוי של חומרים אלו מבוססת על כך שחלק מהמולקולה מסיסה בשומן וחלק אחר מסיס במים. למולקולות הסבון לדוגמה, יש קצה הידרופובי ("שונא מים") שמבוסס על חומצת השומן, וקצה הידרופילי ("אוהב מים") שמבוסס על מלח. הקצוות ההידרופוביים נקשרים לשומן שבלכלוך ואילו הקצוות ההידרופיליים נקשרים למולקולות המים שאיתם שוטפים את הכלים. כך נוצר מבנה כדורי של מולקולות סבון שעוטפות את גושי השומן ונשטפות ביעילות במים – הודות למעטפת ההידרופילית החיצונית של הכדור (האם מבנה זה מוכר לכם?). כיום דטרגנטים מהווים את המרכיבים העיקריים של חומרי הניקוי הנוזליים, המשמשים להדחת כלים ולניקוי משטחים, ושל אבקות הכביסה. דטרגנטים מהווים את הגורם העיקרי להמלחת מי הקרקעות. אבקות כביסה המכילות ריכוזים גבוהים ביותר של מלחים – בעיקר נתרן ובורן – מהוות את גורם הזיהום תורם המלחים הגדול ביותר מבין כלל חומרי הניקוי

חשיבות השומנים בתפריט

השומנים הם קבוצה גדולה של חומרים שונים בעלי מגוון תפקידים רחב מאוד, המהווים מרכיב חיוני בתזונת האדם, ויש לצרוך שומנים מכל הקבוצות באופן מבוקר. מחקרים רבים נעשו ונעשים בתחום הקשור לתזונת שומנים, אך התוצאות אינן חד משמעיות. צריכה עודפת של שומנים עלולה לגרום להתקפי לב ולשבץ מוחי. עודף משקל עשוי לפגוע גם בתפקוד התקין של מערכת הנשימה, גורם לנחירות בשינה ולהפסקת הנשימה בשינה. באופן כללי מומלץ לצרוך כ-20-30 אחוז שומן בתפריט היומי (הכמות תלויה בגורמים רבים, כגון: משקל, מין, גיל, מצב פיזיולוגי ועוד). משומן טראנס מומלץ להימנע לחלוטין, בעוד שומן רווי נחשב לשומן שיש להמעיט בצריכתו, מאחר שהוא עשוי להידבק לדופנות כלי הדם ובמקביל להעלות את כמות ה-LDL ("כולסטרול הרע") בדם, אשר גם הוא עשוי להצטבר בדופנות כלי הדם ולהוביל בסופו של דבר להתקף לב או לשבץ מוחי. ארגון הבריאות העולמי ממעץ להגביל את צריכת השומן הרווי ללא יותר מעשרה אחוז מצריכת הקלוריות היומית. מרבית המחקרים מצביעים כי עדיף לצרוך שומנים רב וחד בלתי רוויים הנמצאים בשמנים השונים ובצמחים כגון אבוקדו, חמניות, שומשום ודלעת, שקדים, טחינה ואגוזים. דגי מים מלוחים כגון פורל, סלמון, הרינג ומקרל מכילים חומצות שומן חיוניות רב בלתי רוויות מסוג אומגה 3 ואומגה 6.

סיכום

- שומנים ושומנים, חומצות שומן, שיערות, ויטמינים (הוויטמינים השומניים – A, D, E ו-K) ועוד שייכים לקבוצה גדולה של תרכובות אורגניות שקרויה ליפידים והן אינן מסיסות במים.
- חומצות השומן בנויות מאטומי פחמן (C), מימן (H) וחמצן (O) והן נבדלות זו מזו במספר אטומי הפחמן בשרשרת, במספר הקשרים הכפולים של אטומי הפחמן ($C=C$) בשרשרת, במיקום הקשרים הכפולים בשרשרת ובצורת המרחבית של הקשר הכפול (ציס או טרנס).
- ישנן חומצות שומן רוויות וחומצות שומן בלתי רוויות, כשהכוונה היא לעושר של המולקולות באטומי מימן. חומצות שומן בלתי רוויות מצויות בדרך כלל בשמן שהוא נוזלי בטמפרטורת החדר ומקורו על פי רוב בצמחים (שמן סויה, שמן זית) וגם במיני דגי מים מלוחים. השומן שהוא מוצק בטמפרטורת החדר, מורכב מחומצות שומן רוויות ומקורו לרוב בבעלי חיים (בשר וחמאה).
- שומן טראנס נוצר בתהליך שבו שומן צמחי נוזלי (שמן) עובר שינוי כימי בתעשייה, על מנת שיהפוך למוצק. בתהליך זה משתמשים בזרז כימי אשר "פותח" את הקשר הכפול ומאפשר לאטומי הפחמן להגיב עם מימן. אולם לפעמים מתרחש סיבוב של 180 מעלות סביב הקשר, והקשר נסגר בחזרה בלי מימן שמגיב. כתוצאה מכך שני אטומי המימן נמצאים בשני צדדים שונים של הקשר הכפול, במבנה מרחבי המכונה "טראנס".
- טריגליצרידים הן מולקולות השומן הנאגרות בגוף האדם והן בנויות מתרכובת של שני חומרים: גליצרו (נקרא גם גליצין) וחומצות שומן. חומצות השומן הן החלק העיקרי במולקולה והן אלו שמבדילות מבחינה כימית בין סוגי השומנים והשומנים השונים.
- הפוספוליפיד הוא ליפיד בעל זנב הידרופובי ("שונא מים") המורכב משתי חומצות וראש הידרופילי ("אוהב מים") המורכב מקבוצת זרחה (phosphate) שאליה קשור כוהל. ליפידים אלו הם המרכיב העיקרי של קרוםי אברוני התא והתאים עצמם (membrane).
- הכולסטרול הינו חומר שומני שאינו מסיס במים והוא ממלא מגוון תפקידים בגופנו. ליפו-פרוטאינים (lipoprotein; lipo - שומן, protein - חלבון), עוטפים את הכולסטרול ומובילים אותו לכל מקום בגוף במבנה כדורי שנקרא מיצלה (Micelle), באמצעות מערכת כלי הדם. בדם קיימים כמה סוגים של ליפו-פרוטאינים נושאי-כולסטרול, כאשר שני המבנים העיקריים הם LDL ו-HDL.
- כאשר ה-HDL וה-LDL נצרכים ומיוצרים בצורה מאוזנת, אין דבר כזה כולסטרול "רע" או "טוב", כי כולם חיוניים. עם זאת, רמה גבוהה של LDL ורמה נמוכה של HDL עלולה לגרום לטרשת עורקים ובעיות באספקת הדם. המונח "כולסטרול רע" הוצמד ל-LDL מאחר שהוא נוטה לשקוע, להיצמד לדופן כלי הדם ולייצר פלאק (רובד טרשתי), שעם

הזמן יכול לגרום לטרשת עורקים – היצרות כלי הדם שתוביל בהמשך לחסימת כלי דם ולמחלות לב ושבץ מוחי.

- הליפידים בתזונת האדם כוללים מגוון רחב של מולקולות, אשר תהליך עיכולן וספיגתן מורכב – מאחר שמדובר במולקולות אשר אינן מסיסות במים.
- למיץ המרה, שנוצר בכבד ומופרש אל כיס המרה ומשם אל המעי עם אנזימי הבלב, יש תפקיד חיוני בעיכול השומנים. מיץ המרה הינו דטרגנט, חומר שחלק מהמולקולה שלו מסיס בשומן וחלק אחר מסיס במים, וכך הוא מאפשר לטיפות השומן להיפרד לטיפות זעירות בתוך ממס מימי (תחליב).
- חלוקת טיפות השומן מהמזון לטיפות מיקרוסקופיות ששטח פניהן גדול, מאפשרת גישה יעילה של אנזימים מפרקי שומנים (המומסים במים) אל מולקולות השומן (שאינן מתמוססות היטב במים עקב תכונותיהן ההידרופוביות).
- השומנים הם קבוצה גדולה של חומרים שונים בעלי מגוון תפקידים רחב מאוד, המהווים מרכיב חיוני בתזונת האדם ויש לצרוך שומנים מכל הקבוצות באופן מבוקר.

מטלה

בפרק זה למדנו על שומנים. אנא בחרו חמישה מוצרים שונים אשר נמצאים בביתכם (אפשר גם מוצרים מהסופר) וענו על השאלות הבאות:

- דרגו ברשימה את סוגי המזונות לפי תכולת הקלוריות שלהם.
- דרגו את סוגי המזונות לפי תכולת השומנים שלהם.
- האם יש זהות בין סעיף א' וסעיף ב'? הסבירו את התוצאה
- באיזו מהאריזות קיימת תכולת השומן הרווי הגבוהה ביותר? מה המשמעות?
- האם כל האריזות המכילות שומנים מכילות גם כולסטרול? איך ניתן להסביר זאת?
- על חלק מהשומנים כתוב "ללא כולסטרול". האם שמן יכול להכיל כולסטרול? מדוע מציינים זאת על אריזות שמנים?

מבדק מסכם:

1. קרום התא בנוי בעיקר מפוספוליפידים וגם מחלבונים וסוכרים. אילו מולקולות

משמשות אבני בניין ביצירת מרכיבי קרום התא:

- א. גלוקוז, תאית וחומצות שומן.
- ב. סוכרוז, חומצות אמינו ואנזימים.
- ג. תאית עמילן, זרחה וגליצרול.
- ד. חומצות אמינו, גליצרול, זרחה, חומצות שומן וחד-סוכרים.

2. לפניכם כמה משפטים העוסקים בשומנים ושמינים, אחד מהמשפטים אינו נכון, סמנו

אותו:

- א. טריגליצרידים מקורם בצמחים ובבעלי חיים.
- ב. שומנים מכילים כמות רבה של חומצות שומן רוויות.
- ג. חומצות שומן רוויות עלולות להעלות את רמת הכולסטרול בדם.
- ד. השומנים יותר בריאים מהשמינים.

3. איזה מבין המזונות הבאים עשיר יותר באנרגיה (קלוריות)?

- א. גרם מרק עוף.
- ב. 200 גרם דבש.
- ג. 200 גרם סוכר.
- ד. 200 גרם שמן זית.

4. בהתייחס לכולסטרול, איזה מהמשפטים הבאים נכון:

- א. הכולסטרול אינו נחוץ לפעילות התקינה של הגוף.
- ב. כל הכולסטרול מיוצר בגוף, ולכן אין צורך לצרוך אותו במזון.
- ג. כולסטרול משמש חומר מוצא לבנייה של הורמונים שונים.
- ד. רמה גבוהה של כולסטרול קיימת רק אצל אנשים הלוקים בהשמנת יתר.

5. עלייה בתחלואה בטרשת עורקים קשורה לצריכה מוגברת של:

- א. סיבים תזונתיים
- ב. שומנים רוויים
- ג. ויטמינים
- ד. מינרלים

6. ההבדל בין חומצת שומן רוויה לחומצת שומן בלתי רוויה הוא במידת הרוויה של

התרכובת ב:

א. אטומי חמצן

ב. אטומי פחמן

ג. אטומי חנקן

ד. אטומי מימן

7. מהו ההיגד שאינו הנכון:

א. שומן רווי נמצא בעיקר במזון מהחי.

ב. רקמת השומן היא רקמה פעילה המפרישה הורמונים.

ג. הכולסטרול נוצר בתאי בעלי החיים והצמחים.

ד. סופגניות וצ'יפס מטוגנים מכילים שומן טראנס.

8. שומן טראנס נוצר בתהליך שבו:

א. הופכים שומן בלתי רווי לשומן רווי.

ב. הופכים שומן רווי לשומן בלתי רווי.

ג. הופכים שומן רווי לכולסטרול.

ד. הופכים כולסטרול לשומן בלתי רווי.

9. חומצות שומן חיוניות הן חומצות שומן:

א. שגופנו אינו מייצר כלל;

ב. שגופנו מייצר את חלקן;

ג. שגופנו אינו זקוק להן;

ד. שגופנו מייצר את רובן.

10. השומנים בנויים מאטומים הבאים:

א. חנקן (N), מימן (H) וחמצן (O);

ב. זרחן (P), מימן (H) וחמצן (O);

ג. פחמן (C), מימן (H) וחמצן (O);

ד. פחמן (C), זרחן (P) וחמצן (O).

11. בהתייחס לפוספוליפידים, מהו ההיגד הנכון:

- א.** פוספוליפידים הם הכולסטרול מסוג LDL.
- ב.** פוספוליפידים הם המרכיב העיקרי בקרומי התאים.
- ג.** פוספוליפידים מורכבים רק מפוספט (זרחה) וליפידים.
- ד.** פוספוליפידים הם המרכיב העיקרי בתעלות קרומי התאים.

12. בחומצות שומן חד בלתי רוויות:

- א.** חסרים ארבעה אטומי מימן ויותר.
- ב.** לא חסרים אטומי מימן.
- ג.** חסרים ארבעה אטומי מימן.
- ד.** חסרים שני אטומי מימן.

13. השומן נאגר בגופנו בעיקר כ:

- א.** כולסטרול
- ב.** פוספוליפידים
- ג.** גליקוגן
- ד.** טריגליצרידים

14. חומצות שומן בלתי רוויות נמצאות בעיקר ב:

- א.** בשמנים המצויים במצב נוזלי בטמפרטורת החדר;
- ב.** בשומנים המצויים במצב נוזלי בטמפרטורת החדר;
- ג.** בשמנים המצויים במצב מוצק בטמפרטורת החדר;
- ד.** בשומנים המצויים במצב נוזלי בטמפרטורת החדר.

15. התכונה המשותפת לכל המולקולות בקבוצת הליפידים היא:

- א.** מסיסותן במים.
- ב.** אי-מסיסותן במים.
- ג.** משקלן הגבוה.
- ד.** משקלן הנמוך.

פרק 4: ויטמינים

"אנחנו חיים בעידן שבו לימונדה עשויה מחומרים מלאכותיים ואילו תרסיס להברקת רהיטים עשוי מלימונים טבעיים" (אלפרד א. ניומן).

היזעת

אלפרד ניומן (1900-1968) היה אדריכל יהודי-צ'כי, אשר למד ועבד בווינה ובפריז בשנות העשרים והשלושים של המאה הקודמת. הוא כיהן כפרופסור לאדריכלות בפקולטה לארכיטקטורה ובינוי ערים בטכניון. בסוף שנות החמישים הקים שותפות עם שני סטודנטים שלו לשעבר, צבי הקר ואלדר שרון, ויחד עמם תכנן כמה יצירות בולטות ובהן: בית עיריית בת ים, כפר הנופש של רשת קלאב-מד באכזיב ובית דובינר ברמת גן. שנה לאחר מותו הושלם גם בית הכנסת הפירמידלי של בה"ד 1, שאותו תכנן עם הקר. הפרויקטים של ניומן-הקר-שרון זכו לפרסום בינלאומי יוצא דופן לתקופתם, שכלל כתבות שער במגזיני אדריכלות נחשבים בחו"ל. במארס 1966 הקדיש המגזין האמריקאי "לייף" כתבה אוהדת לכפר הנופש באכזיב, שבו נבנו בקתות קש בצורת פאונים (פוליהדרונים), בתכנונם של ניומן-הקר-שרון.

בפרק זה נעסוק בנושאים הבאים:

1. ויטמינים – תעודת זהות
2. תפקידי הוויטמינים
3. מקורות הוויטמינים בתזונת האדם
4. ויטמינים מסיסים בשמן: A, D, E, K
5. ויטמינים מסיסים במים: קבוצת B וויטמין C

לפני שנתחיל, הנה כמה שאלות לחשוב עליהן:

- האם אתם צורכים ויטמינים במשך היום?
- אילו מזונות שאתם צורכים מכילים ויטמינים?
- אלו ויטמינים אתם מכירים? מהו תפקידם?
- מהו הוויטמין שגוף האדם יודע לייצר בעצמו?
- לאלו קבוצות ניתן לחלק את הוויטמינים?

ויטמינים – תעודת זהות

ויטמינים הם קבוצה של תרכובות אורגניות, החיוניות לגוף בכמויות זעירות ואשר גוף האדם אינו מסוגל לסנתז (לייצר) אותן בעצמו – ולכן עלינו לצרוך את הוויטמינים ממקורות חיצוניים, כגון המזון שאנחנו אוכלים או חיידיקים החיים בקרבנו ומייצרים אותם בעבורנו. חיידיקים אלה שוכנים בעיקר במעי הגס והם מספקים לנו ויטמין **K** וכמה ויטמינים מקבוצת **B**.

למעשה, הגדרה זו לוקה בחסר, משום שיש כמה מקרים שאינם נכללים בה. לדוגמה: ויטמין **D** נוצר אצל האדם בתאי העור, בסיוע קרני השמש. גם ויטמין **C** הוא מקרה גבולי, מאחר שככל הידוע, כל בעלי החיים מייצרים ויטמין **C** בעצמם, למעט האדם, קופים, הקביה, הבולבול האדמוני, עטלפי פירות וזנים מסוימים של דג הטרטה.

היזעת

מערכת העיכול נחשבת "חיצונית לגוף" ברובה, ולכן ניתן להגדיר את הוויטמינים המיוצרים בה על ידי חיידיקי המעי הגס, כוויטמינים ממקור חיצוני.

מסיסות הוויטמינים משפיעה על דרך ספיגתם והישארותם בגופנו. ממס הוא חומר שיש ביכולתו להמס חומר אחר (המומס). רוב הממסים הם נוזלים (לדוגמה, כשמערבבים סוכר במים – הסוכר הוא המומס והמים הם הממס). ניתן לחלק את הוויטמינים לשתי קבוצות, על פי סוג הממס: ויטמינים מסיסים במים וויטמינים מסיסים בשמן. בקבוצת הוויטמינים המסיסים בשמן נמצאים הוויטמינים: **A, K, E, ו-D**. ויטמינים אלו מתמוססים במולקולות השומניות ונספגים ביחד איתן בגופנו, ועל כן ספיגת ויטמינים מקבוצה זו יעילה יותר כאשר הם נצרכים עם מזונות שומניים. אופיים השומני מאפשר להם להישאר זמן רב יותר בגוף ולהישמר במאגרים מיוחדים – כגון הכבד ורקמות השומן. הודות לכך, איננו צריכים לצרוך אותם בכמויות גבוהות בכל יום. מאידך, בגלל שלוויטמינים מקבוצה זו יש נטייה להצטבר ברקמות, צריכה מופרזת שלהם עלולה לגרום לנזק בשל הרעלה. הם יציבים יחסית בחום, באוויר או באור.

הקבוצה השנייה, הוויטמינים המסיסים במים, כוללת את ויטמין **C** וויטמינים ממשפחת **B**. מאחר שהם מסיסים בתרכובות מימיות, הם נספגים בקלות יחסית, בעיקר מאכילת פירות וירקות. עם זאת, בשל התנועה החופשית היחסית שלהם בדם הם עשויים להישטף בקלות דרך הכליות אל מחוץ לגופנו. על כן עלינו לצרוך את הוויטמינים האלה על בסיס יומיומי, והסיכון לפגיעה כתוצאה מצריכה מוגברת נמוכה נמוך למדי – אך קיים עדיין. ויטמינים אלו גם רגישים למדי לאור ולחום.

הידעת

עד סוף המאה ה-19 הכירו המדענים ארבעה רכיבי תזונה חיוניים בלבד: חלבונים, פחמימות, שומנים ומינרלים. באותה תקופה הניחו החוקרים כי מחלות נגרמות על ידי חיידקים, אך היו מחלות – כגון צפדינה, ברי ברי, רככת ופלגרה – אשר לא נמצא להן מרפא (מחלות אלו הן מחלות מטבוליות הנגרמות בשל מחסור בוויטמינים, ולכן טיפול נגד חיידקים לא עוזר לאדם החולה).

החוקר הגרמני כריסטיאן אייקמן (Christiaan Eijkman, 1858-1930) מצא כי תרנגולות שאכלו אורז ללא קליפה חלו במחלה שהזכירה את מחלת הברי ברי אצל בני האדם. בעקבות ממצא זה הסיק אייקמן באופן מוטעה כי במעטפת החיצונית של האורז יש חומר המנטרל רעלן אשר נמצא באורז. החוקר הגרמני חריט גרינס (Gerrit Grijns, 1865-1944) היה הראשון שזיהה כי לא מדובר ברעלן אלא ברכיב תזונה שנמצא בקליפת האורז, וחוסר ברכיב זה הוא הגורם למחלה בתרנגולות. למרבה הצער, הקהילה המדעית לא התייחסה לממצאים אלו, ככל הנראה מאחר שהם פורסמו בשפה הגרמנית.

המדען פרדריק גואולנד הופקינס (Frederick Gowland Hopkins, 1861-1947) ערך מחקרים דומים בעכברים – שלא שרדו למרות שאכלו פחמימות, שומנים, חלבונים, מלחים ומינרלים. לנוכח מחקריו פרסם הופקינס בשנת 1906 את "תיאוריית הוויטמינים", ובה טען כי "אין חיה שיכולה לחיות על תערובת של חלבון ושומן ופחמימות, וגם כשמסופק לה חומר אנאורגני בקפידה, החיה עדיין לא יכולה להתפתח" (ב"אנ-אורגני" הכוונה למינרלים). בהמשך ערך הופקינס ניסויי תזונה נוספים, ובאחד המקרים הוא מצא כי קבוצה של עכברים שהוזנו בפחמימות, שומנים, חלבונים ומינרלים, אך עם תוספת של חלב, האריכה ימים. הופקינס הסיק ממחקרו שיש בחלב חומר מסוים העוזר לגוף להתפתח ומעניק לו חיוניות וצריך לצרוך אותו בכמויות קטנות (כיום אנו יודעים שזהו ויטמין B₁). הופקינס קרא לחומר הלא ידוע "גורמי עזר במזון" (accessory food factors).

בשנת 1912 הציע החוקר קזימיר פאנק (Casimir Funk, 1884-1967) את המונח "ויטמין". הוויטמינים המוכרים כיום נתגלו בסדרת מחקרים תזונתיים שארכה שנים רבות ובוצעה בידי חוקרים רבים, אך בהכרה על גילוי הוויטמינים זכו הופקינס ופרופסור אייקמן (שחקר את המחלה ברי ברי), אשר קיבלו בשנת 1929 פרס נובל על גילוי הוויטמינים.

מקור השם:

את המונח "ויטמין" (בלטינית "ויטה" משמעו חיים) טבע בשנת 1912 קזימיר פאנק, כימאי יהודי-פולני אשר הצליח לבדוד את ויטמין B₁ (תיאמין), החיוני למניעת מחלות כגון ברי ברי. הוויטמינים סומנו באותיות על פי האלפבית הלטיני וגם ניתנו להם שמות לטיניים. הסיבה לסימון על פי סדר האלפבית הלטיני היא שכל ויטמין שהתגלה כונה באות על פי סדר גילויו. עם זאת, לאחר ויטמין E מופיע ויטמין K, מאחר שהיו מולקולות שנחשבו לוויטמינים אך עם הזמן נמצא כי הן אינן ויטמינים כלל ולכן הן הושמטו מהרשימה. כמו כן, ויטמין K נקרא גם על פי אחד מתפקידיו.

ערך קלורי: הוויטמינים הם חומר אורגני חסר קלוריות.

הרכב כימי: מבחינה כימית, אין מכנה משותף לכל הוויטמינים. לכל אחד מהם הרכב כימי ייחודי.

תפקידי הוויטמינים

בניגוד לפחמימות, לשומנים ולחלבונים שיש להם תפקידים מוגדרים, התפקידים של הוויטמינים הם רבים ומגוונים וכוללים בין השאר סיוע בתהליכי גדילה והפקת אנרגיה מהמזון; עיבודם של אבות המזון; השתתפות בבניינם של כדוריות הדם וההורמונים; יצירת הכימיקלים שמפעילים את מערכת העצבים; סיוע בפעולות העיכול; הגנה על התאים מפני גורמים מחמצנים ועוד. מחסור בוויטמינים עלול להוביל לתסמינים שונים ולמחלות כגון צפדינה, ברי ברי ואנמיה. מאחר שהוויטמינים נחוצים לגוף בכמויות זעירות בלבד, צריכה עודפת שלהם עלולה אף היא להוביל לתחלואה.

מקורות הוויטמינים בתזונת האדם

את רוב הוויטמינים ניתן למצוא במזונות מהצומח ומהחי, ועל מנת לצרוך את כולם יש לאכול מגוון סוגי מזון (כפי שתראו בהמשך, תזונה שאיננה מגוונת עלולה להוביל לתחלואה כתוצאה ממחסור בוויטמינים שונים). ויטמין B₁₂ הוא יוצא דופן, מאחר שהוא נוצר על ידי חיידקים בקרקע אך גם על ידי חיידקים הנמצאים במעי של חלק מבעלי החיים. ויטמין זה נאגר בכבד ועל כן המקור לצריכתו הוא בעלי חיים אשר ספגו את הוויטמין מחיידקי המעי שלהם (ניתן לצרוך אותו גם אם אוכלים שורשי צמחים עם הקרקע שבה מצויים החיידקים). חיידקי המעי מייצרים גם את ויטמין K וכמה ויטמינים מקבוצת B. ספיגתם של הוויטמינים המיוצרים על

ידי חיידקי המעי איננה עונה על הצרכים התזונתיים של האדם ולכן יש לקבלם גם ממקורות חיצוניים – מזון או תוספי מזון במקרה הצורך.

ויטמין D כאמור נוצר בגופנו בעקבות חשיפה לשמש. עם זאת, בשלבים של גדילה מואצת, היריון או מחסור בחשיפה מספקת לשמש יש לצרוך אותו גם באמצעות מזון או תוספים.

לעיתים אין אנו סופגים מהמזון ויטמין, כי אם פרו-ויטמין המשמש כחומר מוצא לויטמין. הפרו-ויטמין מצוי בצומח או בחי ואינו פעיל ורק לאחר ספיגתו הופך לויטמין פעיל, בעזרת אנזימים מיוחדים הנמצאים בגוף. כאשר נמצא אצל אדם מחסור בויטמין כלשהו, ניתן להרבות באכילת מזונות העשירים בויטמין זה, לצרוך אותו בתוספי מזון (בהמלצת רופא) או לשלב בין השניים. יש לזכור שלא רק חוסר בויטמינים מסוכן לבריאותנו אלא גם כמות עודפת.

בפרק זה יובא תיאור קצר על כל ויטמין – מקורותיו, תפקידיו וסימנים שיעזרו לזהות חוסר או עודף שלו בגוף. לכל ויטמין מגוון רב של תפקידים, ובספר יצינו רק העיקריים שבהם.

מטלה

בסוף הפרק מופיעה טבלה שבעזרתה תערכו סיכום של הנושא. אנא מלאו את הטבלה לאחר שאתם לומדים על כל ויטמין וויטמין.

ויטמינים מסיסים בשמן

הוויטמינים המסיסים בשמן הם A, E, K ו-D, אשר נספגים אל גופנו בתיווך מולקולות השומן שבמזון ועל כן ספיגתם יעילה יותר כשהם נצרכים עם מזונות שומניים. ויטמינים אלו נוטים להיאגר ברקמות השומן – בעיקר בכבד, ובשעת מחסור הגוף משתמש במאגרים. לכן מצב של חוסר בהם הוא נדיר. מאידך, בגלל הצטברותם ברקמות, צריכה מופרזת מהם עלולה לגרום נזק (הרעלה).

הוויטמינים המסיסים בשמן נספגים במעי יחד עם מולקולות השומן ומלחי מרה בתוך כדוריות (מיצלות – חלקיק מיקרוסקופי שבו מפוזרים תוצרי העיכול של שומנים. בצורה זו נספגים החומרים השומניים ביתר קלות מן המעי הדק), מועברים לכבד ושם הם נאגרים או מובלים לשאר חלקי הגוף.

ויטמין A – רטינול

הוויטמין הראשון שזוהה ולכן נקרא A. יש לו מגוון רחב של תפקידים בהגנה על הגוף, בגדילה ובריאות הלילה. הוויטמין מתפרק בחום ומתחמצן בקלות.

תפקידים

ויטמין A חשוב מאוד לתפקודו התקין של הגוף, מאחר שתפקידיו רבים ומגוונים: הוא חיוני לראיית לילה – דרוש לבניית ארגמן הראייה, החומר האחראי על הראייה בתנאי חשיכה; מעורב בתהליכי הגדילה והתמיינות התאים; חשוב לבריאות העור מאחר שהוא מעודד את ביטוי החלבונים החיוניים להתחדשות ותחזוקת העור (ויטמין זה נמצא זמן רב בשימוש לטיפול במפגעי עור כדוגמת פסוריאזיס וחסטת פנים (פצעי בגרות) וחשוב לייצור תאי דם אדומים.

ויטמין A הוא מרכיב במערכת ההגנה על הגוף, מאחר שהוא חשוב לתפקוד תאים מפרישי ריר בעור, ברירת המעי, במערכת דרכי השתן ובריאות. הפרשת הריר היא קו ההגנה הראשון המגן מפני חדירת מחוללי מחלות אל גופנו. כמו כן, לוויטמין זה תפקיד מרכזי בשגשוג והתמיינות של תאי דם לבנים במערכת החיסון.

מחסור בוויטמין

ויטמין A נוטה להיאגר בכבד והגוף משתמש בו בשעת מחסור ולכן מצב של חוסר בוויטמין זה הוא נדיר. מחסור בו עלול להוביל למגוון בעיות בריאות, שהעיקריות שבהן: עיוורון לילה בעקבות פגיעה בייצור ארגמן הראייה החיוני לראייה בחושך; התייבשות של רקמות ובהן העור, קרנית העין והרקמות הריריות במערכת העיכול, הנשימה ודרכי המין והשתן; פגיעה במערכת החיסון ועיכוב בתהליך הגדילה – לכן נהוג להעשיר את מזון התינוקות בוויטמין A.

עודף בוויטמין

רעילות כתוצאה מצריכה מופרזת נדירה אף היא. עם זאת, ויטמין זה נאגר בכבד, וצריכת יתר עלולה לגרום להרעלה המתבטאת בכאבי ראש ותחושת בחילה עקב לחץ תוך-גולגולתי מוגבר, חום גבוה, הקאות, סחרחורות, הפרעות בראייה, קילופי עור ועוד. צריכה גבוהה של בטא-קרוטן, פרו ויטמין A ממקור צמחי (חומר המוצא לוויטמין A), מתבטאת בעור צהבהב-כתמתם, עקב הצטברותו ברקמת השומן התת-עורית.

מקורות

ויטמין A נמצא בחי וגם בצומח, אולם המקור הטוב ביותר לוויטמין A הוא בחי – ולא בפירות וירקות. כשמקורו של הוויטמין בחי הוא נכלל בקבוצה של חומרים הנקראים רטינואידים. ויטמין A מאוחסן בכבד בעלי החיים בצורתו הלא פעילה וכך הוא נספג בגופנו. לאחר ספיגתו הוא מגיע לכבד וכאשר יש בגוף דרישה לוויטמין A, חומר זה מפורק לצורתו הפעילה של הוויטמין – רטינול – והוא נישא בדם על חלבון מיוחד ומגיע לרקמות השונות שבהן הוא נדרש. ויטמין A מהחי מקורו בכבד, בחלמון ביצה, בשמן דגים, בחלב ובחמאה.

בצמחים ישנה קבוצת חומרים הנקראת קרוטנואידים, המתפקדים בחלקם כפרו-ויטמין A – חומר המוצא לוויטמין A. לדוגמה, בטא-קרוטן, שמקורו בגזר (ומכאן שמו של הגזר באנגלית, carrot), מורכב משתי יחידות חוזרות של ויטמין A, וממנו מתקבל הוויטמין לאחר פירוקו בקיבה. ירקות בעלי גוון צהוב וכתום מכילים כמות גדולה של קרוטנואידים, בהשוואה לירקות ירוקים. צמחים יכולים לייצר קרוטנואידים אך אינם יכולים להסב אותם לרטינואידים, תהליך המתרחש בגוף האדם. יש יותר מ-500 סוגים של קרוטנואידים הידועים לאדם, אך רק מעטים מהם ניתנים להמרה לוויטמין A. ליקופן לדוגמה הוא קרוטנואיד ידוע הנמצא בעגבניות, אך אינו חומר מוצא לוויטמין A.

בפרק המבוא מסופר על ילדים במדינות מתפתחות אשר נפגעו ממחסור בוויטמין A, מחסור שגרם באוכלוסייה זו למקרים רבים של עיוורון לילה, לפיגור התפתחותי ואף למוות.

בניסיון לפתור את הבעיה, הצליחו מדענים להחדיר לגרגרי אורז גן שמקורו בנרקיס ובחידדקים ומשמש ליצירת בטא-קרוטן. צמח האורז שהונדס גנטית החל לייצר בעצמו בטא-קרוטן ונוצר אורז זהוב. תושבי המדינות המתפתחות, שהאורז הוא מרכיב עיקרי בתזונתם, קיבלו את הוויטמין מהאורז הזהוב וחייהם של רבים מהם ניצלו.

ספיגת הוויטמין

ויטמין A שמקורו מהחי (רטינול) נספג במעי יחד עם מולקולות השומן ומלחי מרה בתוך כדוריות (מיצלות), מועבר לכבד ושם נאגר או מועבר לשאר חלקי הגוף. כאשר אוכלים קרוטן, פרו-ויטמין A ממקור צמחי, הוא הופך בדופן המעי לוויטמין A ורק לאחר מכן נספג ומגיע לכבד.

ויטמין D

גופנו מסוגל לייצר ויטמין D בעת חשיפה לשמש, ולכן הוא לא נחשב לוויטמין במובן הקלאסי, שכן ויטמין מוגדר כחומר שאינו מיוצר בגוף ויש לצרוך אותו ממקור חיצוני.

מחקרים שונים הראו קשר בין חוסר בוויטמין D לבין מגוון רחב של מחלות, בהן מחלות במערכת השלד, במערכת הלב ובכלי הדם; מחלות ממאירות לסוגיהן; סוכרת, דלקת מפרקים, מחלת קרוהן, מחלות זיהומיות, מחלות נפש וטרשת נפוצה. מחקרים רבים דנים בקשר בין כמות הויטמין לתחלואה, אך לא תמיד ניתן לקשור באופן ישיר את רמתו הנמוכה של הויטמין למחלות ספציפיות – מאחר שבמקרים רבים מחסור תזונתי בו הוא סמן עקיף לאורח חיים לא בריא הכולל תזונה לקויה.

תפקידים

ויטמין D מעודד ספיגת סידן וזרחן מהמזון ומפחית את הפרשת הסידן בשתן ומכאן תפקידו המרכזי של ויטמין D בוויסות רמות הסידן בדם. איזון רמות הסידן חיונית לתפקוד תקין של מערכת העצבים, מערכת הלב וכלי הדם, לגדילה ולהתפתחות העצמות ולשמירה על צפיפותן בגיל מבוגר יותר.

מחסור בוויטמין

מחסור בוויטמין D מתבטא בפגיעה בספיגה ובשינוע של הסידן בגוף וגורם בעיקר למחלות הקשורות בעצמות – **רככת** אצל ילדים ו**אוסטאופורוזיס** במבוגרים. **רככת** היא מחלת ילדים מטבולית, שבה העצמות אינן חזקות דיין להחזיק את מסת השריר והן נוטות להתעקם. המחלה מתאפיינת ברגליים מעוקלות ובברכיים כפופות, גיבנת, עצם חזה בולטת, בטן נפוחה ופיגור בהתפתחות הגופנית. בגיל מבוגר המחלה מלווה בכאבים בעמוד השדרה ובאגן.

אוסטאופורוזיס היא מחלה שאופיינית בעיקר לאנשים בגיל המעבר. מדובר במחלת שלד הגורמת להיחלשות העצם ולסיכון מוגבר לשברים. פירוש שמה ביוונית "עצם מחוררת" ("אוסטאו" – עצם, "פורוזיס" – מחורר). העצם בנויה כמעין כוורת המכילה חללי אוויר, מבנה המקנה לעצם חוזק אך עם זאת שומר על משקלה המועט. בעצמות שבגופנו מתרחשים כל הזמן תהליכים של הרס ובנייה. כאשר יש מחסור בוויטמין D וכתוצאה מכך פגיעה בספיגה של סידן ושינועו בגוף, קצב הפירוק של העצם מהיר מקצב הבנייה, מה שגורם לאיבוד מסת עצם ולאוסטאופורוזיס.

עודף בוויטמין

עודף בוויטמין D הוא תופעה נדירה יחסית, אשר עלולה לגרום לעלייה ברמת הסידן בדם (היפרקלצמיה) וכן לאבנים בכליות, שקיעת סידן בכלי הדם וברקמות, שלשולים, הפרעות בקצב הלב, בחילות, התכווצויות שרירים וירידה בריכוז.

מקורות

הוויטמין נוצר בגופנו בעקבות חשיפה לאור השמש. ככל שצבע העור בהיר יותר וככל שלא נגרמת כוויית שמש, תאי העור מסוגלים להפוך כולסטרול המצוי בעור לוויטמין D באמצעות חשיפה ישירה לקרינה-על סגולה (UV). קרינה זו היא מקור לאנרגיה הנפלטת מהשמש. אנו לא מסוגלים לראות אותה, אך היא משפיעה על גופנו – מחממת, משזפת, מסרטנת וגם תורמת ליצירת ויטמין D ממולקולות כולסטרול הנמצאות בתאי עורנו. מומלצת חשיפה לקרינה ישירה (לא בצל ולא מבעד לזכוכית), הכוללת שהייה בשמש לפרקי זמן קצרים יחסית - עשר עד עשרים דקות בין שלוש לשבע פעמים בשבוע לבעלי עור בהיר (וחשיפה ממושכת יותר לבעלי עור כהה) – תוך הימנעות משימוש בקרם הגנה החוסם את הרוב המכריע של הקרינה. ברגע שהעור מתחיל להיות ורוד הוא מפסיק לייצר ויטמין D ומתחיל להישרף. צבע העור משפיע על יעילות יצירת הוויטמין בחשיפה לקרינה על-סגולה בגלל המלנין, צבען הנמצא בעור התורם לצבע עור כהה, שחוסם את מרבית הקרינה העל-סגולה (ככל שיש יותר מלנין בעור כך צבעו כהה יותר). בארצנו החמה והמשופעת בשמש אין צורך בחשיפה יזומה לשמש לצורך יצירת הוויטמין. במזון ניתן למצוא ויטמין D במוצרים מהחי (צמחים אינם מכילים ויטמין זה), כגון חלקי בשר שומניים, שמן דגים, כבד וביצים. מאכלי חלב מועשרים בדרך כלל בוויטמין D (כדי לעודד את ספיגת הסידן). גם פטריות שיטאקי, שאינן נחשבות לצומח (לא מבצעות פוטוסינתזה) או לבעל חיים, הן מקור לוויטמין D. מומלץ לטבעונים, לאוכלוסייה מבוגרת ולאנשים שאינם נחשפים למקור שמש, לעבור בדיקות דם לניטור רמת הוויטמין בגופם, ובמידת הצורך לקבל אותו כתוסף מזון.

ספיגת הוויטמין ואחסונו בגוף

הוויטמין נספג במעי יחד עם יתר השומנים ומובל באמצעות הדם אל הכבד. בכבד הוויטמין עובר שינוי כימי ומשם מועבר לכליות, שם הוא הופך לוויטמין פעיל. רוב הוויטמין עובר בצורתו הפעילה אל רקמות השומן ונאגר בהן. בשעת הצורך מגיע הוויטמין למעי הדק ומשתתף בתהליכי ספיגת הסידן.

ויטמין E – טוקופרול

ויטמין זה בודד לראשונה משמן שהופק מדגנים, לאחר שנמצא ששמנים מסוימים מהצומח יכולים לפתור בעיות עקרות והפלות בחולדות. מכאן גם מקור שם הוויטמין ביוונית – טוקופרול, שנגזר מצירוף המילים לידה (טוס tos), לקדם (פרו phero) והסימול הכימי לאלכוהול (אול ol). ויטמין E מסיס בשמן ונאגר בעיקר ברקמת השומן, אך נמצא אותו ברקמות גוף רבות, כגון כדוריות דם אדומות וטסיות הדם בכבד, בשרירים, באשכים ובשחלות. הוויטמין רגיש לחום, אור וחמצון. אלכוהוליזם כרוני גורם לסילוק ויטמין E מהכבד ואילו טבק מצמצם את ספיגתו.

תפקידים

לויטמין E מגוון תפקידים, אך אחד העיקריים שבהם הוא היותו נוגד חמצון. עניין זה נשמע מוזר במקצת: החמצן הרי נחוץ מאוד לגוף ואי אפשר להתקיים בלעדיו, אז למה בעצם לבלום אותו?

החמצן אומנם משמש כגורם חשוב בתהליך הפקת האנרגיה בתא (הנשימה התאית), אך מכיוון שחמצן הוא מולקולה לא יציבה מבחינת מטען האלקטרונים שעליה, המולקולה יכולה לאבד אלקטרון ולהפוך לרדיקל חופשי. מבנה המולקולה חסר האלקטרון גורם לחוסר יציבות ולפעילות "תוקפנית", בשאיפה להשלים ולייצב את מערך האלקטרונים. כך, רדיקלים חופשיים תוקפים מולקולות הנמצאות סביבם ומחמצנים אותן – משמע, מוציאים מהן אלקטרונים לשם השלמת מערך האלקטרונים שלהם עצמן. לעיתים המולקולות ש"הותקפו" הופכות בעצמן לרדיקלים חופשיים, המסוגלים לתקוף ולהוציא אלקטרונים ממולקולות אחרות בתגובת שרשרת.

רדיקלים חופשיים לא נוצרים רק בתהליך הנשימה התאית אלא כל העת, כתוצאה מתגובות שונות המתרחשות בתאים. לעיתים הגוף מייצר בעצמו רדיקלים חופשיים באופן יזום. לדוגמה, תאי דם לבנים יוצרים גזרות חמצן רעילות, לצורך לוחמה נגד גורמי מחלה פולשים. קיימים גם גורמים חיצוניים המעודדים יצירת רדיקלים חופשיים בגופנו: זיהום אוויר, חומרים כימיים כגון תרופות כימותרפיות; חשיפה לסוגים שונים של קרינה, כולל קרינת שמש; חומרי הדברה; עישון סיגריות ועוד.

ואיך הרדיקלים החופשיים גורמים לנזקים?

הרדיקלים החופשיים תוקפים חלבונים, סוכרים, שומנים ואבני בניין של הדנ"א (החומר התורשתי). עיקר הנזק שהם גורמים הוא לחומצות השומן המרכיבות את

קרומי התאים ולקרומי אברוני התא (בפרק "השומנים" מתואר מבנה קרום התאים). הנזק שהרדיקלים החופשיים גורמים לתאים הולך ומצטבר, מאחר שחומצות השומן הופכות בעצמן לרדיקלים חופשיים, התוקפים מצדם מטרות נוספות – בפעולת שרשרת המגדילה את הנזק התאי. אם תהליך החמצון עקבי ומואץ הוא עלול לגרום לנזקים קשים, כמו קרע בקרום העוטף את התא, תהליך המסתיים בהרס מוחלט של התא. תרחיש כזה עלול לקרות בכל התאים והמערכות בגוף. כמו כן, רדיקלים חופשיים עשויים לגרום לנזקים רבים אחרים, כגון חמצון LDL שיביא לשקיעתו בדופנות התאים, חמצון אבני הבניין של הדנ"א, ואף לגרום להופעת מוטציות.

כיצד הגוף מתגונן?

החיים על פני כדור הארץ התפתחו בנוכחות חמצן ולכן בתהליך האבולוציוני נוצרו בגוף האדם מנגנונים ייחודיים המגנים עליו מפני הרדיקלים החופשיים: ישנם אנזימים אשר מטרתם לנטרל רדיקלים חופשיים ומערכות האחראיות על תיקון חומצות השומן ומולקולות הדנ"א שנפגעו.

קו הגנה נוסף הוא נוכחות חומרים נוגדי חמצון – אנטי אוקסידנטים. ביכולתם של חומרים אלו לנטרל רדיקלים חופשיים, תוך שהם מתחמצנים בעצמם אך אינם יוצרים רדיקלים חופשיים חדשים. כך הם עוצרים את שרשרת החמצון. גופנו מסוגל לייצר נוגדי חמצון בעצמו, אך מקורם העיקרי בתזונה ובמיוחד מעולם הצומח: ויטמין A, C ו-E וכן מינרלים כמו סלניום (Se), אבץ (Zn) ועוד.

ויטמין E, המסיס בשומן, חודר לקרומי התא ומפסיק את שרשרת החמצון בחומצות השומן הנגועות, באמצעות החזרת האלקטרונים ה"גנובים".

לויטמין E תפקיד חשוב כנוגד חמצון המגן על קרומי התאים, וכפועל יוצא יש לו מגוון רחב מאוד של תפקידים בגוף, ובהם: תמיכה במערכת הרבייה, סיוע בייצור ובשמירה על תאי הדם האדומים, תרומה לגמישות העור ולריפוי צלקות והאטת תהליך ההזדקנות.

שאלה לדיון 

ויטמין E נחשב לויטמין אשר מאט את תהליך ההזדקנות. אנא נסו לשער את הקשר בין ויטמין E ותהליך ההזדקנות.

מחסור בוויטמין

חסרים של ויטמין E קשים לזיהוי, מאחר שהוא חשוב לכלל תאי הגוף ומחסור בו עלול ללבוש צורות שונות. בדרך כלל המערכות שנפגעות ראשונות ממחסור בוויטמין E הן מערכות הרבייה, מערכת העצבים, השרירים ומערכת הדם.

עודף בוויטמין

עודף של ויטמין E בגוף הוא מצב נדיר, היכול להיגרם עקב צריכה מוגברת שלו לאורך זמן. עודף בוויטמין עלול לגרום לכאבי ראש, שלשולים, עייפות וחולשת שרירים.

מקורות

מקורו של הוויטמין בעיקר בצומח: דגנים מלאים, נבט חיטה, בטטות, שומנים צמחיים ומוצריהם (שמן תירס, חריע, חמניות), אבוקדו, אגוזים, בוטנים, שקדים, זרעים וירקות עלים.

כמו כן, יש מעט ויטמין E במזונות מהחי: בעיקר ברקמות שומניות כגון כבד, ביצים, דגים שמנים וסרטנים.

ספיגת הוויטמין

הוויטמין נספג במעי עם יתר השומנים ומובל באמצעות הדם אל הכבד ומשם אל שאר אברי הגוף.

ויטמין K

תפקידו העיקרי של ויטמין K הוא לסייע בתהליך קרישת הדם ומכאן שמו (שנגזר מהאות הראשונה במילה Koagulation – בגרמנית: קרישת דם). ויטמין זה מוכר פחות מוויטמינים אחרים וכמעט שלא מסמנים את קיומו על מוצרי מזון.

תפקידים

חשיבותו העיקרית של ויטמין K היא בסיוע בתהליך קרישת הדם, אך יש לו תרומה גם בבניית העצם, בשיתוף עם ויטמין D.

מחסור בוויטמין

מחסור בוויטמין K הוא מצב נדיר, מאחר שהוא נוצר גם על ידי חיידקי המעיין ונספג בגוף. מחסור בוויטמין עלול לגרום לדימום פנימי ולירידה בצפיפות העצם, וכתוצאה מכך לנטייה לשברים, הסתיידות של הסחוסים בגוף ושקיעת סידן בדופנות העורקים. מחסור בוויטמין עלול להיגרם בעקבות שימוש ממושך באנטיביוטיקה, העלול להוביל לפגיעה בחיידקי המעי ולירידה בייצור הוויטמין.

עודף בוויטמין

עודף בוויטמין זה נדיר אף הוא. צריכת יתר במינון גבוה עלולה להוביל להרס הכבד ולצהבת.

מקורות

ויטמין K נוצר במעי הגס על ידי חיידקים אך בכמות שאינה מספקת, ולכן יש לצרוך אותו גם מהמזון. בצומח ניתן למצוא אותו בעיקר בירקות ובעלים ירוקים, כגון: פטרוזיליה, עלי תרד, בזיליקום, ברוקולי, כרוב וחסה, וגם באבוקדו ובשמנים מסוג קנולה, זית וסויה. במזונות מן החי הוויטמין מצוי ברקמות שומניות, כגון כבד וחלמון ביצה.

בישול ירקות אינו הורס את הוויטמין וייתכן שהוא אף מגביר את רמת הוויטמין הזמין. נראה שהדבר נובע מכך שהוויטמין ממוקם בפלסטידה הירוקה בצמחים, ובישול עשוי להגביר את שחרורו מאברונים אלו.

שאלה לדיון

מדוע ויטמין K נמצא בעיקר בעלים ירוקים ולא בעלים בצבעים אחרים?

הידעת?

פלסטידה ירוקה או כלורופלסט היא אברון המצוי בתאי צמחים ובו מתרחש תהליך הפוטוסינתזה (תהליך זה נלמד בפרק "הפחמימות").

ספיגת הוויטמין

ויטמין K נספג במעי יחד עם יתר השומנים ומובל באמצעות הדם אל הכבד ומשם אל שאר חלקי הגוף.

ויטמינים מסיסים במים

הוויטמינים המסיסים במים הם כל שמונת הוויטמינים ממשפחת B וויטמין C. בתהליך העיכול הם נספגים במעי ובאמצעות זרם הדם מועברים לכל הגוף. עודפיהם כמעט שאינם נאגרים בגוף אלא מופרשים בשתן ובזיעה, לכן הרעלה כתוצאה מעודף היא נדירה ויש צורך במנה יומית מהם. בשל מסיסותם במים, בתהליך הבישול וויטמינים אלו עוברים למי הבישול, אך חלקם מתפרק בעת החשיפה לאור ולחום.

ויטמינים מקבוצת B

קבוצה הכוללת שמונה ויטמינים השונים זה מזה במבנה ובתפקיד, הפועלים בגוף בעיקר כקו-אנזימים – משמשים כמרכיב במולקולת האנזים בצורתו הפעילה ומשתתפים בתהליכים הביוכימיים שלו. בעבר נחשבו כל הוויטמינים בקבוצה זו לוויטמין יחיד, אך עם התפתחות המחקר התברר שמדובר בקבוצה של ויטמינים נפרדים, הנמצאים לעיתים קרובות באותם מיני מזונות. לכן כיום כמעט שלא משתמשים בשם "ויטמין B" אלא במושג "ויטמין B קומפלקס" (בעברית: מכלול) או שיש התייחסות נפרדת לוויטמינים השונים בקבוצה.

תפקידים

לכל ויטמין במכלול B יש מבנה ייחודי ותפקיד ייחודי בגוף האדם. ויטמינים B_3 , B_2 , B_1 ו- B_7 משתתפים בתהליכי ייצור אנרגיה, וויטמין B_6 הוא חיוני עבור מטבוליזם חומצות אמינו, וויטמין B_{12} וויטמין B_9 משתתפים בתהליכי חלוקת התא. עם זאת, לכל אחד מהוויטמינים פונקציות רבות נוספות, אם כי אף אחת מהן לא דורשת את פעילותם של כלל הוויטמינים בו זמנית (בהמשך הפרק נדון בכל ויטמין בנפרד).

לעיתים קרובות כמה ויטמינים בקבוצה פועלים יחד, ולכן יעילותם רבה יותר כאשר הם נצרכים ביחד וביחס המתאים. לדוגמה, ויטמין B_9 (חומצה פולית) וויטמין B_{12} מעורבים בתהליך יצירת מולקולות הדנ"א ולכן הם חיוניים לצמיחת תאים שמתחלקים מהר, בייחוד במהלך ההיריון. מחסור באחד מהם עלול להוביל לפגיעה בהתפתחות העובר.

הידעת

המושג "ויטמין B קומפלקס" (vitamin B complex) הוא מושג מדעי רוח, אך ראוי לציין כי בשם זה יש טעם לפגם, מאחר שמשמעותה של המילה "קומפלקס" (או "מכלול" בעברית) היא "סדרת מבנים היוצרת יחידה אחת" (מילוג), ובמקרה זה שמונת הוויטמינים אינם יוצרים יחידת מבנה אחת.

מחסור בוויטמין

לוויטמינים מקבוצת B תפקידים רבים ומגוונים בגופנו, ועל כן מחסור בכל אחד מהם עלול לגרום לתופעות שונות. רבים מהוויטמינים קשורים לתהליך הנשימה התאית – הפקת האנרגיה מגלוקוז – וחוסר באחד מהם יוביל הרבה פעמים לעייפות ולחולשת שרירים. תופעות נוספות אפשריות הן בעיות בעור, כגון: דלקת עור, עור יבש, סדקים בזוויות הפה, חבורות ופצעים תכופים שמצריכים זמן החלמה ממושך.

עודף בוויטמין

קומפלקס B מכיל שמונה ויטמינים מסיסים במים, ולרוב במינון יתר הגוף ישתמש בכמויות שהוא זקוק להן והעודפים יופרשו דרך השתן והזיעה. עם זאת, צריכה מוגברת לאורך זמן של חלק מהוויטמינים בקבוצה זו עלולה לגרום לכמה תופעות לוואי. לדוגמה, צריכה עודפת של ויטמין B₃ עלולה לגרום למגוון בעיות עור – מהסמקה ותחושת גרד ועד לאקזמה ונוכחות רבדים של עור מעובה.

מקורות

למעט ויטמין B₁₂ שמקורו בחיידקים או מהחי (שהחיידקים ייצרו את הוויטמין במערכת העיכול שלו) בלבד, כל יתר הוויטמינים מקבוצה זו מקורם בחי ובצומח גם יחד.

ספיגת הוויטמינים ואחסונם בגוף

קבוצה זו של ויטמינים מסיסים במים נספגת לאורך המעי ומגיעה למחזור הדם. ויטמינים אלה אינם מאוחסנים בגופנו בדרך כלל, ולאחר צריכתם הם נכנסים למחזור הדם ומשמשים את גופנו לפי הצורך. העודפים מופרשים בשתן. בניגוד לשאר הוויטמינים בקבוצה, ויטמין B₁₂ מאוחסן בעיקר בכבד, עד שהוא נדרש על ידי הגוף.

ויטמין B₁ (תיאמין)

ויטמין B₁ נדרש בעיקר בתהליכי הפקת האנרגיה בתא וחשוב לפעילות מערכת העצבים המרכזית. חוסר בוויטמין זה עלול לגרום למחלת הברי ברי (Beriberi), שתסמיניה הם מחסור באנרגיה, חולשה, עצבנות, חוסר תיאבון, בחילה, כאבי שרירים, רעד בגפיים, ירידה במהירות הרפלקסים, הפרעה בקצב הלב, האצת הדופק והתרחבות הלב, בעיות בזיכרון לטווח קצר ולבסוף שיתוק ומוות. פירוש השם ברי ברי בסינהלית, שפתה הרשמית של סרי לנקה, הוא "אני לא יכול, אני לא יכול".

בשנת 2003 נפגעו בישראל עשרות תינוקות ממחלת הברי ברי, במסגרת מה שכונה "פרשת רמדיה". חמישה מהם נפטרו בשלבים שונים לחייהם ואחרים ספגו פגיעה קשה מבחינה בריאותית והתפתחותית. הגורם לסדרת מקרי התחלואה והמוות היה תרכובת מזון לתינוקות, ששיווקה חברת רמדיה, אשר הייתה חסרה בוויטמין B₁.

המקורות לוויטמין זה הם רבים וניתן למצוא אותו במזונות מהצומח, כגון דגנים מלאים (אורז חום, חיטה מלאה וכדומה), קטניות, אגוזים וירקות ירוקי עלים, וכן בבשר – בכבד ובכליות.

ויטמין B₂ (ריבופלבין)

מרכיב חיוני בתהליכי הפקת אנרגיה מפחמימות, שומנים וחלבונים. מצב של חוסר בוויטמין זה נדיר יחסית, היות שהוא מיוצר גם על ידי חיידקי המעי. מחסור יכול להתבטא בתחושת תשישות והיעדר אנרגיה ולעיתים אף בהפרעות עצביות. יש הכורכים רמה נמוכה מדי של ויטמין B₂ במכלול הגורמים למיגרנה ולכאבי ראש.

המקורות לריבופלבין הם רבים ומגוונים. ניתן למצוא אותו בשמרי בירה ובמזונות צמחיים כגון: קטניות, שקדים, אצות, פירות וירקות, וכן במוצרים מהחי – באיברים פנימיים, ביצים ודגים.

ויטמין B₃ (ניאצין או חומצה ניקוטינית)

מעורב במגוון תהליכים, ובהם: הפקת האנרגיה בתאים; פעילות מערכות העצבים, הנשימה והעיכול; התפתחות וגדילה – מאחר שהוא שותף בייצור הורמוני האדרנל והורמוני המין וביצירת דנ"א. בנוסף לכך, לוויטמין זה חשיבות בשמירה על בריאות העור והוא מחזק את הזיכרון ומונע כאבי ראש ונדודי שינה. ויטמין B₃ מסיס במים ועמיד בחום של 100 מעלות צלזיוס, באור ובחמצון.

מאחר שהוויטמין מס' 3 במים, קל לגוף לסלק את הכמויות המיותרות דרך השתן, אך עודף יכול להתבטא בתופעות לוואי כגון: הסמקת עור ותחושת גרד, גירוי ועור חם, יובש בעור ופריחה עורית כולל. מחסור לאורך זמן יכול לגרום למחלת הפלגרה.

המקורות לצריכת ויטמין זה הם רבים וניתן למצוא אותו במזונות מן הצומח, כגון: נבטים, דגנים מלאים, אגוזים וקטניות, ובמזונות מעולם החי – כגון כבד וביצים.



פלגרה (Pellagra)

מחסור מתמשך בוויטמין B₃ (ניאצין) עלול לגרום לפלגרה. שם המחלה נוצר מהלחם שתי המילים pelle (עור) ו-agra (עבה), שכן העור המעובה הוא אחד התסמינים של המחלה. תסמינים נוספים הם: עייפות, רגישות לאור השמש, דלקות בעור, הפרעות עיכול, בלבול ולבסוף שיטיון ומוות.

עדויות מוקדמות על תחלואה זו החלו באירופה ובדרום ארצות הברית כבר בראשית המאה ה-18, עם ההרחבה הניכרת בגידול התירס, שתפס חלק גדל והולך בתזונה של המעמד הנמוך. בגלל שהמחלה הייתה נפוצה בעיקר באוכלוסיות שמזון מבוסס על תירס, האמינו במשך שנים כי התירס עצמו נושא בתוכו מרכיב רעיל או שהוא נושא מחלות. היו גם מי שהאמינו שהגורם למחלה מועבר על ידי חרקים. למעשה, תירס מכיל כמויות משמעותיות של ניאצין, אולם זה מופיע בצורה שאינה זמינה לגוף אלא אם התירס עובר השרייה בתמיסה בסיסית (basicity) וחימום.

דווקא במקסיקו שאוכלוסייתה הייתה ענייה ברובה, וגם בה תירס היווה מרכיב תזונתי חשוב, פלגרה לא הייתה מוכרת. במקסיקו מקובל לאכול טורטייה – שבתהליך הכנתה משרים את התירס בתמיסת סיד (lime), שהיא למעשה תמיסה בסיסית מאוד, ואז מחממים את התערובת בחום גבוה, וכך הניאצין משתחרר והופך לזמין תזונתית.

את גורם המחלה גילה הרופא היהודי יליד הונגריה ג'וזף גולדברגר, שערך ניסוי על עצמו ועל עוד 15 מתנדבים, מרביתם אסירים שזכו לחנינה לאחר שהניסוי הושלם בהצלחה. במהלך הניסוי חיו גולדברגר ועוזריו בתנאים דומים לתנאים שבהם חיו חולי הפלגרה וכך, תוך כדי אלימינציה (פסילת כל האפשרויות הנכונות למציאת האפשרות הנכונה) של הגורמים האפשריים, מצא גולדברגר את סיבת המחלה.

לאן נעלם הוויטמין B₄?

אדנין (adenine), מרכיב במולקולת חומצת הגרעין דנ"א, נחשב גם הוא בעבר לוויטמין מקבוצת B וסומן כ-B₄, אך כיום הוא אינו מקוטלג עוד ככזה. כדי להבין זאת נרחיב מעט על המחקר בנושא.

כפי שהוצג בתחילת הפרק, הוויטמינים המוכרים כיום התגלו הודות לסדרת מחקרים תזונתיים שבהם מנעו מבעלי חיים מזונות מסוימים ובעקבות זאת נגרמו להם ליקויים כלשהם, ובהצלבת מידע מכמה מחקרים שנערכו נמצא הגורם החסר. במקרה דנן, מחקרים מוקדמים שנערכו באפרוחים ובחולדות שניזונו מחיטה ללא תוספים תזונתיים, הצביעו על כך שבעלי החיים הללו פיגרו בצמיחה ואף פיתחו חולשת שרירים כללית שהובילה לשיתוק. ד"ר רידר (Dr V. Reader) גילה כי רכיב תזונתי המצוי בשמרים ובכבד הפחית תסמינים אלה, ומאוחר יותר כינה גורם זה בשם ויטמין B₄ (אדנין). אולם במחקרים מאוחרים יותר לא הצליחו לחזור על התוצאות, כך שתוספת של אדנין לתזונה של אותם בעלי חיים לא הקלה את הסימפטומים של פיגור בצמיחה ושיתוק. בהמשך נמצא כי תיאמין (ויטמין B₁) הוא הגורם שהיה חסר לאותם בעלי חיים.

מלבד זאת שאדנין לא היה הגורם החסר, למעשה אדנין לא נחשב לוויטמין גם מאחר שלגוף האדם יש כמה מסלולים לייצרו והוא לא נדרש כתוסף תזונתי.

ויטמין B₅ (חומצה פנטותנית)

חיוני לתהליכי הפקת האנרגיה בתא וליצירה של תרכובות חשובות, כגון חומצות שומן וכולסטרול. חוסר בוויטמין זה הוא נדיר ומתבטא בעייפות ובתשישות אשר מתפוגגות לאחר מתן הוויטמין.

המקורות לצריכת ויטמין זה הם רבים וניתן למצוא אותו במזונות מן הצומח, כגון: אבוקדו, תפוח אדמה מבושל בקליפתו, ברוקולי ותפוז, וכן בפטריות לבנות ובמקורות מעולם החי, כגון: כבד, כליות, לב, חלמון ביצה ודגים.

ויטמין B₆ (פרידוקסין)

לוויטמין זה מגוון רחב מאוד של תפקידים בגוף, מאחר שהוא חיוני לפעילותם של אנזימים המשתתפים בתהליכים שונים, כגון: מטבוליזם (חילוף חומרים) של חלבונים, שומנים ופחמימות; פעילות מערכת העצבים המרכזית; ייצור תאי דם אדומים ונוגדנים ועוד.

המקורות לצריכת ויטמין זה הם רבים וניתן למצוא אותו במזונות מן הצומח, כגון: קטניות, אגוזים, נבטים, דגנים מלאים, בננות ואבוקדו ובמזונות מעולם החי, כגון: עוף, בשר, דגים וביצים.

הידעת

חילוף חומרים הוא סך כל התהליכים והשינויים הכימיים שמתרחשים בגוף ומאפשרים את גדילתו ותפקודו. חילוף חומרים פירושו הפיכת חומר א' לחומר ב' בתהליכי פירוק (קטבוליזם) – פירוק של חומרים אורגניים מורכבים תוך שחרור אנרגיה הדרושה לתהליכים אחרים, או בתהליכי בנייה (אנבוליזם) – בנייה של חומרים מורכבים היוצרים את הרקמות והאיברים מחומרים פשוטים.

ויטמין B₇ (ביוטין, ויטמין H)

ויטמין זה מסומן בדרך כלל כ-B₇, אך במדינות מסוימות ובהן צרפת הוא מסומן כוויטמין B₈, ויש הרואים בו ויטמין עצמאי ומסמנים אותו כוויטמין H. כמו רבים מהוויטמינים בקבוצה זו, גם ביוטין משמש כקו-אנזים השותף בפעילויות רבות של אנזימים בתא ובכלל זה בתהליכי הפקת האנרגיה.

הוויטמין נמצא בסוגי מזון רבים, אם כי בריכוזים נמוכים בהשוואה לוויטמינים מסיסי-מים אחרים. ניתן למצוא מזונות עשירים בביוטין שמקורם בחי, כגון: חלמון ביצה, כבד, כליות, סלמון ומוצרי חלב, וגם בפטריות ובמקורות צמחיים כגון: כרובית, עלי סלק אדומים, פולי סויה, אגוזים, עדשים, שיבולת שועל, נבטי חיטה וירקות ירוקי עלים.

ויטמין B₉ (חומצה פולית)

חומצה פולית מסייעת בניצול ויטמין B₁₂ בתהליך הפקת האנרגיה בתא, ומחסור באחד מהם עלול להוביל למחסור באנרגיה. החומצה הפולית חיונית בתהליך חלוקת התאים ולכן יש לה תפקיד חשוב במהלך ההיריון. צריכתה בהיריון מונעת חלק מהמומים המולדים הקשים. כמו כן, במהלך החיים החומצה הפולית מפחיתה את הסיכון למחלות לב וכלי דם, אוטם בשריר הלב, שבץ מוחי, סרטן המעי הגס, סרטן השד, סרטן הלב, שיטיון (סניליות) ואלצהיימר.

מקורותיו של ויטמין זה הם רבים וניתן למצוא אותו במאכלים ממקור צמחי, כגון: תרד, אגוזים, דגנים וירקות עלים ובמזונות שמקורם בעולם החי, כגון: כבד, בשר, דגים וביצים.

ויטמין B₁₂

לויטמין זה תפקיד חשוב בפעילויות של כמה אנזימים בתא, המעורבים במגוון תהליכים, ובהם: ייצור החומר הגנטי בתאים, תפקוד מערכת העצבים, יצירת כדוריות הדם האדומות ועוד. כמו כן, יש לו תפקיד בניצול חומצה פולית (ויטמין B₉). הויטמין מיוצר על ידי חיידקים הנמצאים במערכת העיכול ומאוחסן בעיקר בכבד, עד שהוא נדרש על ידי הגוף. לכן, מקורותיו העיקריים הם במוצרים מהחי: כבד, כליות, עוף, בשר, דגים, חלב ומוצריו וביצים או בצמחים עם עפר (ואז הויטמין מיוצר על ידי חיידקי הקרקע).

צריכה לא מספקת או ספיגה לקויה של ויטמין זה עשויה להוביל לאנמיה ממארת (הסבר בהמשך), המתבטאת בחולשה, בעייפות, בדופק מואץ, בכאבי ראש, באי שקט, בעצבנות, בראיית כתמים שחורים, בשמיעת צלצולים באוזניים ובנטייה להתעלפויות. מאחר שלויטמין זה תפקיד חשוב במערכת העצבים המרכזית, ייתכנו גם תסמינים שיבואו לידי ביטוי במגוון רחב של הפרעות פסיכיאטריות ונוירולוגיות. כמו כן, מכיוון שהויטמין נחוץ ליצירת דנ"א, נשים הרות שסובלות ממחסור בו (כתוצאה מאנמיה ממארת או מסיבות אחרות), נמצאות בסיכון גבוה יחסית להפלות טבעיות וללידת תינוקות שסובלים ממומים מולדים, בדגש על מומים בתעלה העצבית.

חוסר בוויטמין זה עלול להתפתח אצל אנשים הנמנעים מצריכת מוצרים מהחי. עם זאת, יש לציין שכמויות נמוכות מדי של B₁₂ ייתכנו גם אצל אנשים שאינם צמחונים או טבעונים, אם ספיגת הויטמין אצלם לקויה.

הידעת

אנמיה ממארת (אנמיה מגלובלסטית)
מחלה זו היא מחלה אוטואימונית שבה הגוף תוקף תאים בדופן הקיבה, והדבר מוביל לכשל בספיגת ויטמין B₁₂ מן המעי ולמחסור בו. אנמיה זו נקראת גם אנמיה מגלובלסטית, היות שהיא באה לידי ביטוי בכדוריות דם אדומות גדולות מהרגיל אך מעטות בכמותן. במקרים קשים תיתכן פגיעה במערכת העצבים. הטיפול הוא באמצעות הזרקה של ויטמין B₁₂. חשוב לציין שלמרות השם שניתן למחלה זו, לא מדובר במחלה ממארת או סרטנית. ארבעה ויטמינים חסרים מקבוצת B שכן נחשבו בעבר כוויטמינים, אך לאחר מחקר נמצא כי הם לא עונים להגדרה ולכן הם הוצאו מהרשימה.

ויטמין C (חומצה אסקורבית)

כל בעלי החיים כמעט מייצרים ויטמין C בעצמם. יוצאים מכלל זה: בני אדם, קופים, קביות, ציפור הבולבול האדמוני, עטלפים אוכלי פירות וזנים מסוימים של דג הטרופה. הוויטמין רגיש מאוד ומתפרק בתהליכי בישול או בחשיפה לחמצן באוויר. גם תהליכים תעשייתיים כשימור וייבוש פוגעים בוויטמין.

תפקידים

ויטמין C משתתף במאות תהליכים ביולוגיים בגוף האדם ויש לו מגוון תפקידים רחב: הוא נוגד חמצון רב-עוצמה ובכך מונע מחלות ותהליכי הזדקנות (כמו ויטמין E, גם הוא מנטרל רדיקלים חופשיים שמקורם במולקולות החמצן בתא); פועל על ויטמין E שפעל נגד רדיקלים חופשיים בתא והופך אותו בחזרה לויטמין E פעיל; שומר על החוזק והגמישות של הקולגן וחיוני לבנייתו (הקולגן הוא מרכיב חשוב ברקמת החיבור, ופגיעה ברקמת החיבור של כלי הדם יוצרת דימומים פנימיים); מחזק את מערכת החיסון; מפחית ספיגת מתכות רעילות במעי; מגביר את ספיגת הברזל וחומצה פולית; משתתף בתהליך חילוף החומרים של השומנים וחשוב לייצור מוליכים עצביים והורמונים שונים.

הידעת?

מהו מוליך עצבי?

מערכת העצבים היא רשת תקשורת מפותחת המקשרת בין תאי הגוף השונים. בעזרת מערכת זו התאים יכולים להעביר מידע וכך הגוף פועל כיחידה מבוקרת ומתואמת. מוליך עצבי (neurotransmitter - נְיֻרֹטְרַנְסְמִיטֹר) הוא מולקולה העוברת בין תא עצב לתא מטרה – אשר יכול להיות תא עצב אחר, תא שריר או תא בלוטה המפריש חומרים. מולקולה זו מאפשרת את התקשורת בין התאים השונים.

מחסור בוויטמין

חסור בוויטמין C, חלקי אפילו, עלול לגרום לפגיעה במערכת החיסון, לעיכוב בריפוי פצעים ולהפרעות בספיגת הברזל במעי. מחסור מתמשך עלול להוביל למחלת הצפדינה, המתבטאת בעייפות, חולשה ברגליים ודימומים תת-עוריים ובתוך המפרקים, ההולכים ומתפשטים בכל הגוף. בהמשך מופיעים שטפי דם באיברים פנימיים ובסוף מוות. כיום זוהי מחלה נדירה שניתן למצוא אותה בעיקר אצל תינוקות המפגינים רגישות למגע. הטיפול לאחר האבחון קל ומהיר – מתן ויטמין C מביא להיעלמות התסמינים בתוך ימים (ראו הרחבה בהמשך).

עודף בוויטמין

מאחר שהוויטמין מסיס במים, קל לגוף לסלק את הכמויות המיותרות דרך השתן, אך עודף בוויטמין עלול לגרום לדלקות בדרכי השתן.

מקורות

מקור הוויטמין הוא מהצומח (בדרך כלל נמצא בפירות ובירקות חמצמצים) וניתן למצוא אותו בתפוזים, חמוציות, תות שדה, אפונה ירוקה, קיווי, מנגו, כרוב אדום, עגבנייה ופלפל אדום. ויטמין זה קיים גם במזון מן החי אך בריכוזים נמוכים יחסית.

ספיגת ואחסון הוויטמין

הוויטמין נספג במעי הדק ואיננו נאגר בגוף ולכן יש צורך לצרוך אותו באופן יומיומי.

מחלת חוסר בוויטמין C: צפדינה (Scurvy)

בראשית תקופת גילוי הארצות יצאו המלחים ומגלי הארצות למסעות ממושכים בים, שבמהלכם לא היה להם מזון טרי במשך תקופה ארוכה (זכרו כי ויטמין C נהרס מהר מאוד ויש לאכול מזון טרי על מנת לספקו לגוף). כתוצאה מכך חלו רוב אנשי הצוות במחלת הצפדינה. מחלה זו מתחילה בהתרופפות השיניים ובדימום בחניכיים בשל מחסור בקולגן תקין, ועם התקדמותה מופיעים דימומים תת-עוריים ולבסוף מוות.

בשנת 1747 הפליג ד"ר ג'יימס לינד (Lind) בספינה למסע בים התיכון. במהלך המסע ערך לינד את הניסוי הקליני הראשון בהיסטוריה, במלחים אשר חלו בצפדינה: לינד חילק את המלחים החולים לזוגות ונתן להם תפריט זהה, למעט מרכיב אחד בתפריט אשר היה שונה בין זוג לזוג. לזוג הראשון רשם ליטר סיידר, לזוג השני נתן 25 טיפות של חומצה גופרתית שלוש פעמים ביום; לזוג השלישי – חצי ליטר מי ים, לרביעי – שתי כפות חומץ שלוש פעמים ביום, לחמישי – משחה רפואית ולזוג השישי נתן שני תפוזים ולימון בכל יום. זוג חולים נוסף לא קיבל טיפול ושימש קבוצת ביקורת. למרבה ההפתעה, זוג המלחים שקיבל את שני התפוזים והלימון נרפא מהמחלה תוך זמן קצר (לדאבונם של שאר המלחים, לאחר ביצוע הניסוי לא נותרו פירות הדר על הספינה).

לינד פרסם את ממצאיו רק כעבור שש שנים, והרופאים והציבור לא השתכנעו – מאחר שלינד ניסה לפתח גרסה מרוכזת של מיץ לימון שתהיה נוחה לאחסון ושינוע, אבל הוא עשה זאת באמצעות חימום ואידוי מיץ הלימון, מה שהרס לגמרי את הוויטמין C. לינד נפטר ומחלת הצפדינה המשיכה לגבות קורבנות רבים.

33 שנים לאחר הניסוי המקורי נתקל הרופא גילברט בליין (Blane) בספרו של לינד והחליט לחזור על הניסוי, עם קבוצה המונה אלפי מלחים. בליין ראה כי אחרי שנתן את טיפול הלימונים ירדו שיעורי התמותה לחצי ובמצבם של המלחים חל שיפור ברור. מאז לקחו המלחים פירות הדר לכל מסע ומחלת הצפדינה נעלמה כמעט לחלוטין.

סיכום

- **ויטמינים** הם קבוצה של תרכובות אורגניות החיוניות לגוף בכמויות זעירות, שהגוף לא מסוגל לסנתז (לייצר) בעצמו. משמעות הדבר היא שעלינו לצרוך את הוויטמינים ממקורות חיצוניים, כגון המזון שאנחנו אוכלים או חיידקים החיים בקרבנו ומייצרים עבורנו את הוויטמין.
- ניתן לחלק את הוויטמינים לשתי קבוצות על פי סוג הממס, ויטמינים מסיסים בשמן – **K**, **A**, **E**, ו-**D**, וויטמינים מסיסים במים – ויטמין **C** וויטמינים ממשפחת **B**. הוויטמינים המסיסים בשמן נספגים לגופנו עם מולקולות השומן שבמזון ונוטים להיאגר בגופנו. המסיסים במים נספגים בקלות יחסית וכמעט אף אחד מהם לא נאגר בגוף.
- הוויטמינים משתתפים במאות תגובות בגופנו ומשמשים בעיקר כקו-אנזימים – מהווים מרכיב במולקולת האנזים בצורתו הפעילה ומשתתפים בתהליכים הביוכימיים שלו.
- את רוב הוויטמינים ניתן למצוא בצמחים וגם בבעלי חיים ויש לאכול מגוון מאכלים על מנת לצרוך את כולם (תזונה שאיננה מגוונת עלולה להוביל לתחלואה כתוצאה ממחסור בוויטמינים שונים).

מבדק מסכם:

1. אילו ויטמינים מסיסים במים?

א. K, E, D, A

ב. ויטמין C וויטמין K

ג. ויטמין C והוויטמינים מקבוצת B

ד. אף ויטמין לא מסיס במים

2. אילו ויטמינים משמשים כנוגדי חמצון?

א. ויטמין C, D, E

ב. ויטמין D, A, E

ג. ויטמין C, B12, E

ד. ויטמין E, C, A

3. מחסור באיזה ויטמין גורם לעיוורון לילה?

א. ויטמין A

ב. ויטמין B

ג. ויטמין C

ד. ויטמין D

4. חומצה פולית היא ויטמין:

א. ויטמין B2

ב. ויטמין B9

ג. ויטמין B12

ד. ויטמין B₆

5. מחסור בוויטמין B₄ עלול לגרום ל:

א. צפדינה

ב. בריברי

ג. קרוהן

ד. אין ויטמין B₄

6. הוויטמין המסייע בספיגת הסיידן הוא:

א. ויטמין A

1. ויטמין D

2. ויטמין C

3. ויטמין E

7. בטא קרוטן הוא פרו-ויטמין:

א. A

ב. D

ג. C

ד. E

8. הוויטמינים הנוצרים על ידי חיידקי המעי הם:

א. ויטמין K וויטמין C

ב. ויטמין C וויטמין B12

ג. ויטמין B וכמה סוגים של ויטמין K

ד. ויטמין K וכמה סוגים של ויטמין B

9. פלגרה נובעת ממחסור ב:

א. פירודוקסין

ב. ניאצין

ג. תיאמין

ד. חומצה פולית

10. ויטמין E הוא:

א. רדיקל חופשי

ב. נוגד חמצון

ג. מולקולה תוקפנית

ד. תא במערכת החיסון

11. איזה ויטמין לא עונה על כל תכונות הוויטמין בבני אדם :

א. ויטמין A

ב. ויטמין D

ג. ויטמין K

ד. ויטמין E

12. לאיזה ויטמין תפקיד חשוב בתהליך קרישת הדם:

א. ויטמין C

ב. ויטמין D

ג. ויטמין K

ד. ויטמין E

13. הטיפול באנמיה ממארת (מגלובלסטית) הוא:

א. נטילת כדורי ויטמין B12

ב. הזרקה של ויטמין B12

ג. הזרקה ונטילת כדורי ויטמין B12

ד. כימותרפיה

14. מחסור באיזה ויטמין עלול לגרום לצפדינה?

א. ויטמין A

ב. ויטמין B

ג. ויטמין C

ד. ויטמין D

השלימו את הטבלה הבאה

הערות	סימני עודף	סימני חוסר	תפקידיו העיקריים	מקורותיו במזון	ויטמין
			1. חיוני לראיית לילה. 2. מעורב בתהליכי הגדילה והתמיינות התאים. 3. חשוב לבריאות העור ויטמין A הוא מרכיב חשוב לתפקוד תאים מפרשי ריר. 5. חשוב לשגשוג והתמיינות של תאי דם לבנים במערכת החיסון.		ויטמין A רטינול
	עלייה ברמת הסיידן בדם (היפרקלצמיה); אבנים בכליות;				ויטמין D

הערות	סימני עודף	סימני חוסר	תפקידיו העיקריים	מקורותיו במזון	ויטמין
	שקיעת סידן בכלי הדם וברקמות; שלשולים, הפרעות בקצב הלב, בחילות, התכווצויות שרירים וירידה בריכוז.				
				בצומח: דגנים מלאים, נבט חיטה, בטטות, שומנים צמחיים ומוצריהם (שמן תירס, חריע, חמניות), אבוקדו, אגוזים, בוטנים, שקדים, זרעים וירקות עלים. בחי: כבד, ביצים, דגים שמנים עתירי	ויטמין E טוקופרול

הערות	סימני עודף	סימני חוסר	תפקידיו העיקריים	מקורותיו במזון	ויטמין
				שומן וסרטים.	
					ויטמין K
	X				ויטמין B ₁ תיאמין
	X		מרכיב חיוני בתהליכי הפקת אנרגיה מפחמימות, שומנים וחלבונים.		ויטמין B ₂ ריבופלאבין
					ויטמין B ₃ ניאצין
	X	חוסר בוויטמין זה הוא נדיר ומתבטא בעייפות			ויטמין B ₅ חומצה פנטותנית

הערות	סימני עודף	סימני חוסר	תפקידיו העיקריים	מקורותיו במזון	ויטמין
		ובתשיות, אשר מתפוגגות לאחר מתן הוויטמין.			
				בצומח: קטניות, אגוזים, נבטים, דגנים מלאים, בננות ואבוקדו. בחי: עוף, בשר, דגים וביצים.	ויטמין B ₆ פרידוקסין
					ויטמין B ₇ (ביוטין, ויטמין H)
					ויטמין B ₉ חומצה פולית
					ויטמין B ₁₂

הערות	סימני עודף	סימני חוסר	תפקידיו העיקריים	מקורותיו במזון	ויטמין
			בעל מגוון תפקידים רחב: 1. נוגד חמצון רב-עוצמה 2. פועל על ויטמין E שפעל נגד רדיקלים חופשיים בתא והופך אותו בחזרה לויטמין E פעיל; 3. שומר על החוזק והגמישות של הקולגן וחיוני לבנייתו 4. מחזק את מערכת החיסון; 5. מפחית ספיגת מתכות רעילות במעי;		ויטמין C חומצה אסקורבית

הערות	סימני עודף	סימני חוסר	תפקידיו העיקריים	מקורותיו במזון	ויטמין
			6. מגביר את ספיגת הברזל והחומצה הפולית; 7. משתתף בתהליך חילוף החומרים של השומנים 8. חשוב לייצור מוליכים עצביים והורמונים.		

שאלות סיכום נוספות:

1. בחרו רכיב מזון שמופיע כדוגמה ביותר משני סעיפים בפירוט הויטמינים למעלה.
אילו ויטמינים הוא מכיל?
2. בחרו רכיבים לארוחה, כך שתכלול את כל הויטמינים.
3. אדם טבעוני שאינו אוכל כלל מוצרים מהחי – כלומר, התפריט שלו אינו כולל בשר ועוף, דגים, ביצים, מוצרי חלב ודבש – עלול לסבול מחוסר בוויטמינים מסוימים. אילו ויטמינים וכיצד יוכל להשלים את החסר?

פרק 5: מינרלים

"... יש המחשיבים חרוב כתחליף הולם לשוקולד, משום שיש בו כמה חומרים מזינים דומים (סידן, זרחן), וכאשר הוא משולב עם שמן צמחי וסוכר הוא יכול לקבל צבע ומרקם של שוקולד. את אותם טיעונים אפשר, כמובן, לאמץ בצורה משכנעת גם לטובת בוך." (סנדרה בוינטון)

היזעת

סנדרה קית בוינטון (נולדה ב-3 באפריל 1953) היא אושיה אמריקאית; משוררת, במאית, מפיקת מוסיקה, מחברת ספרי ילדים ומאירת. בוינטון כתבה ואיירה יותר מחמישים ספרים לילדים ולמבוגרים ופרסמה למעלה מ-14 אלף כרטיסי ברכה וחמישה אלבומי מוסיקה. היא עיצבה גם לוחות שנה, טפטים, כלי מיטה, ניירות מכתבים, מוצרי נייר, בגדים, תכשיטים וצעצועים מפוארים עבור חברות שונות.

בפרק זה נעסוק בנושאים הבאים:

1. מינרלים – תעודת זהות
2. תפקידי המינרלים
3. מקורות המינרלים בתזונת האדם
4. מאקרו מינרלים – סידן (Ca), נתרן (Na), כלוריד (Cl⁻), זרחן (P), גופרית (S), אשלגן (K), מגנזיום (Mg)
5. מיקרו מינרלים – ברזל (Fe), אבץ (Zn), פלואור (F), יוד (I₂)

לפני שנתחיל, הנה כמה שאלות לחשוב עליהן:

- מהם מינרלים?
- אילו מינרלים אתם צורכים במשך היום?
- אילו תפקידים ממלאים המינרלים בגופכם?
- כמה מינרלים קיימים בכדור הארץ והאם אנו צורכים את כולם?
- למה הזיעה שלנו מלוחה?
- מה הקשר בין עודף נתרן בתזונה ולחץ דם גבוה?

מינרלים – תעודת זהות

רכיבי התזונה שלמדנו עליהם עד כה – פחמימות, שומנים, חלבונים וויטמינים – הם תרכובות אורגניות. לעומת זאת, מינרלים הם תרכובות אי-אורגניות ("אי" משמעו "לא"). האגודה הבינלאומית למינרלוגיה צמצמה בשנת 1995 את ההגדרה המקובלת של מינרלים ל"יסוד או תרכובת כימית גבישית בדרך-כלל, הנוצרים כתוצאה מתהליכים גאולוגיים".

בטבע קיימים אלפי מינרלים שונים (על פי האגודה הבינלאומית למינרלוגיה ידועים היום יותר מ-4,000 מינרלים), אך היצורים החיים זקוקים רק למיעוטם לשם פעילותם התקינה. חלק מהמינרלים מופיעים בכל היצורים החיים, לדוגמה: זרחן, סידן ונחושת; אחרים מופיעים רק בחלק מהיצורים החיים, כדוגמת ניקל, סלניום וצורן.

מקור השם: המילה הלועזית "mineral" מקורה במילה הלטינית "minera", שפירושה "מחצב" ו"מכרה", ומוצאה כנראה באחת השפות הקלטיות.

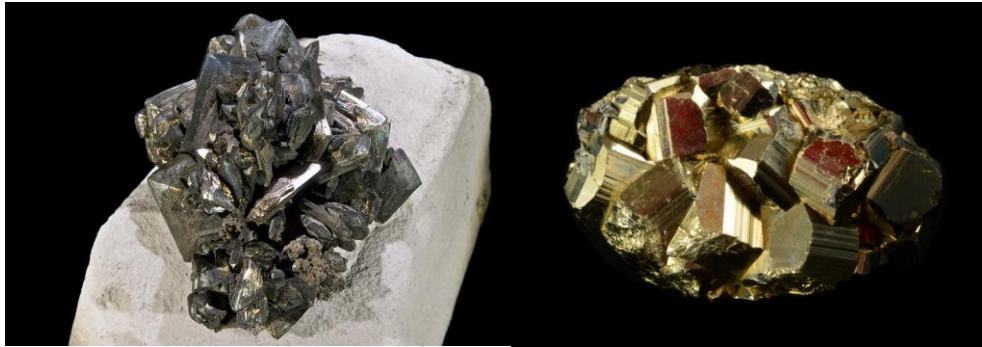
הידעת

שפות קלטיות היו מדוברות בפי הקלטים במערב אירופה עד סוף האלף הראשון לספירה, אך כיום השימוש בהן מוגבל לאיים הבריטיים (למשל השפה האירית והשפה הוולשית) ולמחוז בריטני בצרפת. השפות הן תת-משפחה של משפחת השפות ההודו-אירופיות.

ערך קלורי: המינרלים הם חסרי ערך קלורי.

הרכב כימי: כל מינרל מבין אלפי המינרלים המוכרים לנו בנוי מיסוד כימי אחד (לדוגמה:

נתרן Na) או מצירוף של כמה יסודות (לדוגמה: מלח בישול - נתרן כלורי NaCl). סידור זה של יסודות קובע את סוג המינרלים, כך שמינרלים שונים עשויים להיות בעלי הרכב כימי זהה אך מבנה גבישי שונה (המינרלים פיריט ומרכזיט הם שני מופעים של ברזל דו-גופריתי FeS_2 , אולם המערך הגבישי וצורת הגביש שלהם שונים זה מזה ולכן אלה שני מינרלים שונים).



איור 5.1 - מימין לשמאל: המינרלים פיריט ומרכזית

תפקידי המינרלים

המינרלים נחוצים לפעילות התקינה של הגוף ודרושים בכמויות מזעריות לתהליכים השונים המתרחשים בו. הם לוקחים חלק בתהליכים כימיים החיוניים להתפתחותנו, לרבות חילוף חומרים, סיוע בקליטה של חומרים שונים מהתאים, יצירת כדוריות דם ובניית עצמות וכן יצירת גירוי עצבי ושמירה על מאזן החומציות, המלחים והנוזלים בגוף. מחסור או צריכת יתר של מינרלים עלולים לשבש את פעילות הגוף ולגרום למחלות רבות.

מקורות המינרלים בתזונת האדם

המינרלים בגוף האדם מהווים כארבעה אחוזים מכלל החומרים המרכיבים אותו. מקור המינרלים הוא בסלעים שבקליפת כדור הארץ ולאחר שהם מתמוססים במים הם נקלטים בשורשי הצמחים. בעלי החיים אוכלי הצמחים קולטים את המינרלים אל רקמות גופם. כפועל יוצא מכך, המים, הצמחים ובעלי החיים הם מקור המינרלים בתזונת האדם.

המינרלים נספגים מהמזון (או מהמים) במעי הדק אך הם אינם מתעכלים ואינם משתנים לאורך כל התהליכים שבהם הם משתתפים.

בגוף האדם יש מגוון רחב של מינרלים אשר חלקם נמצאים בגופנו בתפוצה רחבה וחלקם בתפוצה מצומצמת. יש לציין כי מידת תפוצתו של המינרל בגוף לא מעידה בהכרח על מידת נחיצתו לקיומנו.

המינרלים נחלקים לשתי קבוצות על פי מידת תפוצתם בגופנו:

מאקרו-מינרלים (מילה ביוונית שפירושה הוא "גדול", "נרחב" או "מכליל") – מינרלים אלו מהווים קרוב לארבעה אחוזים ממשקל גופנו. לקבוצה זו שייכים המינרלים: סידן, זרחן, מגנזיום, אשלגן, גופרית, נתרן וכלור. הקצובה היומית הנחוצה של המינרלים מקבוצה זו עומדת בדרך כלל על יותר מ-100 מ"ג ליום.

מיקרו-מינרלים (מילה לטינית שמשמעותה "קטן") או **קבוצת הקורט** (קורט משמעותה קמפוצ) – מינרלים אלו מהווים רק כ-0.01% ממשקל גופנו. בקבוצה זו נמנים המינרלים:

ברזל, אבץ, מגנז, מוליבדן, נחושת, יוד, כרום, פלואור, ונדיום וסלניום. הקצובה היומית הנחוצה של המינרלים מקבוצה זו עומדת בדרך כלל על פחות מ-100 מ"ג ליום.

היזעת

יש קבוצה נוספת של **מיקרו-מינרלים ייחודיים**, שעליה לא נרחיב בספר זה. ייתכן שמינרלים אלו מופיעים בכמויות מזעריות בתאיהם של יצורים מסוימים. תפקודם הביולוגי אינו ידוע או טרם הוברר דיו. לקבוצה זה שייכים: ניקל, ליתיום, בור, אלומיניום, צורן, טיטניום, גרמניום, ברום, רובידיום, סטרונציום, טלור, בריום, טונגסטן, כספית וביסמוט. ההגדרות המובאות כאן מתייחסות בעיקר לאדם וליונקים מפותחים אחרים, וייתכן כי הן אינן תקפות עבור יצורים אחרים, מאחר שהדרישות המינרליות שלהם שונות.

מטלה

בסוף הפרק מופיעה טבלה שבה תערכו סיכום של כלל המינרלים. אנא מלאו את הטבלה לאחר שאתם לומדים על כל מינרל.

מאקרו מינרלים

סידן (Calcium) Ca

סידן (Calcium) הוא המינרל השכיח ביותר בגוף והוא יכול להגיע לשני אחוזים ממשקלו. כ-99 אחוז מהסידן בגוף נמצא בעצמות ובשיניים ורק כמות קטנה של סידן (האחוז הנותר) נמצאת בדם, בחומר הבין-תאי וברקמות הרכות, וריכוזו שם נשמר קבוע באמצעות ויסות הורמונלי. רמות הסידן בגוף מבוקרות באופן מתמיד, מאחר שהוא בעל תפקיד משמעותי בפעילות התקינה של מערכות רבות בגוף, ובהן מערכת השרירים (גם הלב הוא שריר), מערכת העצבים ועוד. בריחת סידן מהעצמות היא תופעה שבה, מסיבות שונות כגון בעיה בספיגתו במערכת העיכול, יורד ריכוז הסידן בדם וחל תהליך מואץ של פירוק העצם, על מנת להעביר סידן מהעצם למחזור הדם. תהליך זה מוביל לדלדול עצם, האוסטאופורוזיס – מצב שבו רקמת העצם מאבדת מצפיפותה ודופן העצם מאבדת מחוזקה.

תפקידים

לסידן תפקידים רבים בכלל מערכות הגוף ותאיו. הוא נחוץ לבניית עצמות ושיניים; לפעילות עצבית שתוביל לכיווץ השרירים; לכיווץ והרפיה של כלי הדם; למערכת קרישת הדם; להפרשת הורמונים ואנזימים ולשמירה על תפקוד תקין של מערכת

החיסון. סידן חיוני גם בתהליך חלוקת התאים – מיטוזה, בתהליכי שחרור חומרים מהתאים (אקסוציטוזה), ויש לו תפקיד בספיגת ויטמין B₁₂ בגוף.

סימני חוסר

סידן נחוץ למגוון תהליכים במערכות רבות בגוף ומחסור בו עשוי לגרום לשלל תופעות: החל בכאבי שרירים והפרעות בקצב הלב וכלה בנדודי שינה והיפראקטיביות.

כמו כן, רוב הסידן בגופנו מצוי ברקמת העצם, ולכן כשקיים מחסור במינרל חשוב זה גם היא נפגעת. העצם, הרקמה העשירה ביותר בסידן, היא רקמה פעילה הנבנית ומתפרקת כל הזמן. יש תאים המפרקים עצם ומסייעים בספיגת חומרי העצם לדם ויש תאים הבונים עצם חדשה. בתקופות הינקות, הילדות והנעורים, עד גיל 20 לערך, תהליך בניית העצם מהיר יותר מתהליך פירוקה ולכן יש תוספת מסה לעצם. כלומר, העצמות גדלות, מתארכות ומתעבות. מגיל 20 עד גיל 35 לערך העצמות מתחזקות ונעשות צפופות יותר.

כאשר יש מחסור בסידן, החשוב למערכות רבות בגוף, מתחיל פירוק של רקמת העצם כדי שריכוז הסידן בדם יישאר קבוע והוא יוכל להמשיך ולשרת את כלל רקמות הגוף. במצב זה קצב פירוק העצם גדול מקצב הבנייה ורקמת העצם נפגעת. תהליך דלדול העצם לאורך זמן עלול להוביל לרככת אצל ילדים או לבריחת סידן מהעצמות (אוסטיאופורוזיס) במבוגרים (ראו פירוט בפרק הוויטמינים).

סימני עודף

עודף סידן מופרש בשתן, והרעלה כתוצאה מצריכת יתר של סידן היא נדירה, אלא אם הוא ניתן בעירוי ורידי, מצב היכול להוביל לאי-ספיקת כליות.

מטלה 

מדוע הרעלה כתוצאה מסידן עודף נדירה מאוד? מדוע הכליות הן אלו שנפגעות?

מקורות

המקורות למינרל זה הם רבים וניתן למצוא אותו:

- במקורות מהחי – בסרדינים (עם עצמות) ובמוצרי חלב כגון חלב ניגר, יוגורט וגבינה.
- במקורות צמחיים רבים מאוד, ובהם: כרוב עלים, ברוקולי, במיה, עירית, שום, אפונים, קינואה, תאנים מיובשות ואצות.

ספיגת סידן

הסידן נספג בדופן המעי הדק וספיגתו היא תלויה גיל, בהתאם לצורכי גופנו: בינקות הספיגה מגיעה עד 60 אחוז מכלל הסידן שאכלנו, בבגרות היא מתייצבת על 25-35 אחוז ובזקנה ספיגת הסידן יורדת בהדרגה (בנשים יש דעיכה גדולה בספיגתו אחרי גיל הפריור). בתקופות היריון והנקה הגוף צורך הרבה סידן, כך שבשל העלייה בכמות הנדרשת של הסידן, גוף האישה מגביר את יכולת ספיגת הסידן. כאשר בתזונת האישה ההרה חסר סידן, הוא יילקח ממאגר הסידן בעצמותיה על מנת להבטיח את צורכי העובר, מה שעלול לגרום לירידה בצפיפות העצם ולפגיעה בבריאות האישה בעתיד.

ספיגת סידן יעילה בשילוב עם ויטמין D, אך גם עם הוויטמינים A ו-C. לעומת זאת ברזל, מגנזיום, זרחן ומנגן מעכבים ספיגת סידן. תפריט עתיר חלבונים (במיוחד מהחי) גורם להפחתת ספיגת סידן, וכך גם מזון עשיר בסיבים הקושרים סידן.

לרכיבים תזונתיים שונים בחלב יש השפעה חיובית על ספיגת סידן, ולעומת זאת חומצה אוקסלית נחשבת למעכב חזק במיוחד של ספיגת סידן. מאכלים עשירים במיוחד בחומצה זו הם: תרד, פטרוזיליה, סלק, שקדים, אגוזים ובוטנים, קטניות וקקאו.

נתרן (Na^+ (לטינית – Natrium; אנגלית – Sodium))

נתרן הוא מינרל שנמצא בריכוז גבוה במלח שולחני או במלח בישול וכן כמעט בכל המזונות המעובדים והמשומרים. בגוף שלנו הוא נמצא כקטיון – אטום שחסר לו אלקטרון (שלילי) ולכן טעון חיובית, Na^+ . בתעשיית המזון מקובל להוסיף נתרן למזונות רבים: הן כמרכיב של טעם, הן כאמצעי להוצאת נוזלים והן למטרות שימור. גלוקוז נספג במעי ביחד עם נתרן ולכן כמעט כל מזון מעובד המכיל גלוקוז (או סוכרוז) מכיל גם נתרן. כיום צריכת הנתרן שלנו גבוהה מאוד – אנו ממליחים את המזונות שאנו צורכים וכמו כן צורכים מזונות מעובדים רבים המכילים כמויות גדולות של נתרן.

הידעת

מדוע מוסיפים מלח לקינוחים? מדוע רבים אוהבים לאכול אבטיח עם גבינה מלוחה, במבה עם שוקולד, בייגלה עם שוקולד ואפילו עוף מבושל בקולה (העוף עצמו מומלח בתהליך ההכשרה)?

הסיבה נעוצה בכך שספיגת הגלוקוז במעי צמודה לספיגת הנתרן, האחד לא ייספג ללא השני. על כן, מוחנו "מעוניין" שנצרוך את שני אלה יחדיו ובעצם "מעצים" את הטעם המתוק של הגלוקוז בנוכחות נתרן.

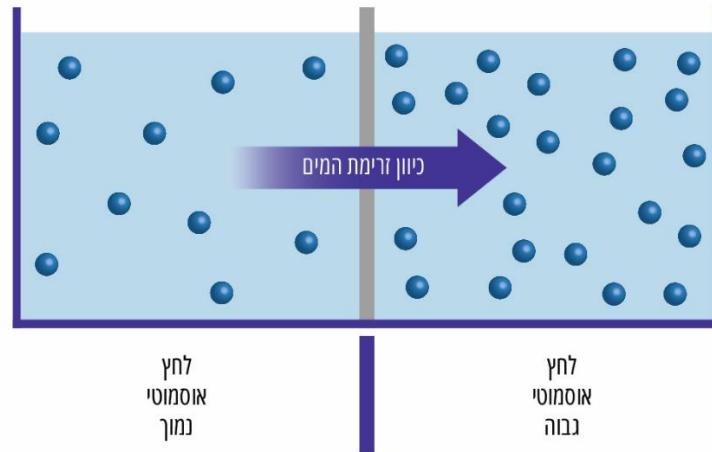
תפקידים

נתרן הוא הקטיון (יון שמטענו חיובי) הנמצא בריכוז הגבוה ביותר מחוץ לתאים, בנוזלי הגוף השונים. לנתרן תפקידים רבים בגוף, והחשובים שבהם: נתרן מווסת את מאזן המלחים וכתוצאה מכך את הלחץ האוסמוטי (ראו הרחבה בנושא) ואת נפח הנוזלים בגוף; הוא מסייע בהעברת אותות חשמליים בין תאי העצב (חיוני לפעילות מערכת העצבים); מסייע לספיגת חומרים שונים דרך קרומי התאים וחשוב לפעילותם של השרירים.

לחץ אוסמוטי

קרום התא שלנו הוא קרום חדיר למחצה, המאפשר למים לעבור דרכו אך אינו מאפשר לרוב המולקולות או היונים לעבור.

כאשר משני צידי קרום התא נמצאות תמיסות עם ריכוזים שונים של מומסים, המים עוברים מהצד שבו הם מצויים יחסית בעודף (יש מעט מולקולות של חומר מומס), לצד שבו הם נמצאים יחסית בחוסר (יש הרבה מולקולות של החומר המומס). המים המצטברים יוצרים לחץ אוסמוטי המוגדר כלחץ שמפעילה תמיסה על ממברנה חדירה למחצה המפרידה בינה לבין תמיסה אחרת, עקב הפרש בריכוז המומס בין שתי התמיסות.



איור 5.2 – לחץ אוסמוטי

הלחץ האוסמוטי בנוזלי הגוף צריך להיות בעל טווח קבוע. ככל שריכוז המומסים בנוזל גדל, כך עוברים אליהם יותר מים והלחץ האוסמוטי בו גדל. לחץ אוסמוטי גדול מידי, בתא לדוגמה, יכול לגרום לפיצוץ התא. מאידך, מזונות המכילים כמויות גדולות של סוכר או מלח מאופיינים בחיי מדף ארוכים, מכיוון שהמלח או הסוכר במזון גורמים ליציאת המים מתאי גורמי המחלות המזיקים (הלחץ האוסמוטי באותם תאים אומנם קטן, אך הם מתרוקנים ממים). זו הסיבה שמי ים מלוחים ודבש נחשבים כחומרי חיטוי לפצעים.

בקישור הבא תמצאו [ניסוי המדגים את תהליך האוסמוזה](#)

מחסור בנתרן

נתרן מופרש מהגוף בשלוש דרכים: בשתן, בצואה ובזיעה. בדרך כלל כ-90 אחוז מעודפי הנתרן עוברים מהדם אל הכליות ומופרשים בשתן ורק כ-10 אחוזים מהם מופרשים בצואה או בזיעה. עם זאת, יש כמה מצבים שבהם חלים שינויים בהפרשת הנתרן מהגוף: איבוד נתרן בצואה הופך משמעותי כאשר האדם משלשל ואז הוא מאבד נוזלים ומלחים רבים. כמו כן, איבוד מלח בהזעה מוגבר כאשר אנשים עוסקים בפעילות פיזית מאומצת. בשני מקרים אלה יש להקפיד על השלמה מתאימה, הן של נוזלים והן של מלחים. הפרת האיזון בין צריכת נתרן לבין הפרשתו עלולה לגרום שינוי קיצוני בנפח המים בגוף. איבוד ניכר של נתרן יביא להפחתה בנפח הדם, לירידה בלחץ הדם ולהאצת קצב הלב עד כדי סכנת חיים.

עודף בנתרן

עודף נתרן בגוף יגרום ליציאת מים מהתאים, שתתבטא בעלייה בנפח הדם; לבצקת בגפיים התחתונות וכן יעורר תחושת צמא, שתגרוור שתיית מים שתפחית את ריכוז הנתרן בדם.

מצבים קיצוניים של מחסור או עודף בנתרן עלולים לפגוע קשות בתפקוד תאי שריר ועצב, עד כדי הופעת פרכוסים, מצבי בלבול והכרה מעורפלת.

מקורות הנתרן

בעולם המערבי כ-75 אחוז מהנתרן מגיעים מהמזון המועד, כ-15 אחוז מוספים למזון בזמן הבישול וליד השולחן ורק כ-10 אחוזים נצרכים באופן טבעי, ממקורות מהחי כגון חלב, בשר, דגים וביצים וממקורות צמחיים כגון תרד, גזר, לפת, סלק וסלרי. בישראל הבשר והעופות עוברים הכשרה באמצעות המלחה, ולכן מכילים כמות גבוהה של נתרן.

מאז שנת 1993, אז הותקנו תקנות בריאות הציבור (מזון, סימון תזונתי), חלה חובה לציין את כמות הנתרן (במיליגרמים) על כל מוצרי המזון הארוזים.

כלוריד Cl^- (Chloride)

כלוריד הוא אניון (יון שמטענו שלילי) של היסוד כלור, הנוצר כאשר אטום כלור מקבל אלקטרון (שלילי) עודף אחד, ליצירת Cl^- . כלור הוא האניון הנמצא בריכוז הגבוה ביותר מחוץ לתאים, בנוזלי הגוף השונים.

הידעת

כלור במצב טהור הוא גז רעיל מאוד בצבע ירוק-צהבהב, הגורם כוויות כימיות בכל רקמה שנחשפת אליו – עור, ריריות הפה, העיניים ודרכי הנשימה. כשמולקולת הכלור נוגעת בגוף היא מתפרקת, ואטומי הכלור שבה מתרכבים עם מולקולות שונות בגוף וגורמים לכוויה הכימית. אם לא ניתן טיפול מיידי, חשיפה לכמות גדולה של כלור תוביל למוות.

גז הכלור שימש כנשק הכימי הראשון שנעשה בו שימוש במלחמת העולם הראשונה. בשנת 1915 פיזרו הגרמנים טון אחד של גז כלור על החיילים הצרפתים וכך הרגו כ-5,000 מהם ופגעו בעוד 15 אלף חיילים. האדם משתמש בכלור בריכוזים נמוכים למגוון מטרות: בתרסיס גז מדמיע להגנה עצמית, כחומר חיטוי באקונומיקה וכן בתרכובות שמשחררות כלור למים, המשמשות גם לטיהור מי שתייה ובריכות שחייה מחיידקים.

איך יסוד שיכול לפגוע בגופנו מצוי בו בריכוזים גבוהים?

בגופנו יש כלוריד (Cl^-) שהינו אניון (יון שלילי) של היסוד כלור, וכן גם במלח בישול NaCl . יון הכלור (Cl^-) הוא יון שמטענו החשמלי שלילי אחרי שקיבל אלקטרון בודד, והוא יציב כימית, כך שהוא לא מגיב כמעט עם שום דבר ולכן לא פוגע בנו. גם הנתרן במצבו הטבעי הוא מתכת פעילה שמתפוצצת במגע עם מים, אך לאחר שהוא מאבד אלקטרון והופך לקטיון (Na^+) הוא הופך לחומר אדיש מבחינה כימית.

תפקידים

יוני כלוריד חשובים לתהליך חילוף החומרים בגוף האדם; מסייעים בשמירה על מאזן החומציות בגוף והם מרכיב חשוב בחומצה המלחית HCl החיונית לפעילות הקיבה. בדומה ליוני הנתרן, עודפי יוני הכלור מופרשים בצואה, בזיעה ורובם עוברים בשתן.

מחסור בכלור

מחסור בכלור נגרם כשכמות הכלור המופרשת מהגוף גדולה מכמות הכלור הנקלטת בו. ברוב המקרים הסיבות לחוסר בכלוריד דומות לאלה הגורמות לחוסר נתרן: הקאות ושלשולים, הזעה מוגברת או הפרשת שתן מוגברת (כתוצאה מתרופות או חום גבוה לדוגמה). מחסור עלול לגרום לבססת (אלקאלוזיס), מצב פיזיולוגי שבו חומציות הדם יורדת מתחת לרמתה התקינה.

עודף בכלור

מצב זה נדיר מאחר שכלור מופרש ביעילות בשתן. רמת הכלוריד עולה במקרים של התייבשות, בעיות בתפקוד הכליות ובמקרים של מתן אינפוזיות של חומרים העשירים בכלורידים. מצב של עודף כלוריד מוביל לחמצת בדם והוא כמעט ולא מורגש, והתגובה אליו היא הקאות ושלשולים (המגבירים את קצב פינוי הכלור מהגוף).

מקורות הכלור

מקורות הכלור הם מי שתייה, מלח בישול, מזון מעובד ומגוון רחב של צמחים או בעלי חיים.



מדוע הזיעה והדמעות מלוחים?

נוזלי הגוף מכילים מלחים ויונים שונים ולכן לא קיימת אפשרות להפריש מהגוף נוזלים בלי שיכילו מלחים אלו. לו הדבר היה קורה, היה זה כאילו ביכולתו של הגוף ליצור מים מזוקקים.

זרחן P (Phosphorus)

זרחן הוא המינרל השני בתפוצתו בגוף האדם אחרי הסידן ופירוש שמו מלועזית הוא "אוחז אור" [Phosphorus, מיוונית: סῶς (פוס) = אור + φωσ (פורוס) = נושא, כלומר: נושא/אוחז אור].

הידעת

פוספט נקרא "מחזיק אור" ובעברית זרחן (מלשון זורח), מאחר שהוא נמנה עם קבוצת החומרים שכאשר מאירים עליהם הם זורחים – מחזירים אור. התופעה נקראת פוספורסנציה – 'זרחנות', מאחר שהיא התגלתה לראשונה ביסוד זרחן, ומכאן שמו בעברית, וגם באנגלית phosphorous. חומרים אלו משמשים למשל במתגי הלחיצה להדלקת אור בחדרי מדרגות, במדבקות זרחניות המיועדות להדבקה על קירות (נמכרות לרוב בצורה של כוכבים ומאירות כשמכבים את האור) ובמדבקות קעקוע זוהרות.



איור 5.3 - דוגמה "לחול" העשוי פלסטיק מעורבב עם חומר פוספורסנטי, הזורח לאחר 'הטענה' באור

תפקידים

הזרחן הוא מרכיב חיוני במבנה הדנ"א והרנ"א, משמש כמרכיב חיוני במטבע האנרגיה ATP, משתתף בתגובות כימיות רבות בגופנו ויש לו תפקיד מפתח בבקרה על פעילות חלבונים שונים בתאים. הזרחן הוא אחד המרכיבים השכיחים בשלד וביחד עם הסידן הוא יוצר את החלק המינרלי של העצם וחיוני לחוזקה.

מטלה

האם גופנו יכול לבצע ללא זרחן תגובות כימיות הדורשות אנרגיה?

עודף בזרחן

לרוב עודף בזרחן אינו מלווה בתסמינים כלשהם, אבל רמות גבוהות של זרחן בדם עלולות לגרום לגרד כללי, שיכול להיות חמור.

חוסר בזרחן

זרחן נמצא בכל הצמחים ואצל כל בעלי החיים ולכן חוסר בזרחן הוא נדיר ביותר.

מקורות

כלל בעלי החיים והצמחים.

גופרית S (Sulphur או Sulfur)

גופרית היא המינרל השלישי בשכיחותו בגוף, אחרי סידן וזרחן. כמעט כל הכמות של גופרית שהאדם צורך מקורה בחלבונים. כמחצית ממינרל זה בגופנו מצויה בשרירים, בעור ובעצמות והשאר בחלקי גוף אחרים. צריכת כמות מספיקה של חלבון מהחי מספקת את כמות הגופרית הנחוצה לנו.

תפקידים

הגופרית היא מרכיב שנמצא בשתי חומצות אמינו, מתיאונין וציסטאין, ולפיכך היא קיימת ברקמות רבות בגוף.

הגופרית היא חלק מחלבונים הנמצאים בשרירים, במפרקים, בסחוס, בעור ובגידים, היא חלק מאנזימים שונים וכן גם בחלק מהוויטמינים ממשפחת B ובקולטן האינסולין שעל קרומי התאים.



קראו את הפסקה הקודמת ואת החלק הדין בחומצות אמינו חיוניות [בפרק החלבונים](#) וענו על השאלות הבאות:

- האם מתיאונין או ציסטאין הן חומצות אמינו חיוניות?
- מהן חומצות אמינו חיוניות?

מחסור בגופרית

מקורות הגופרית הם רבים ולכן הסיכוי למחסור בה הוא נמוך מאוד. מחסור בגופרית עלול להוביל לבעיות בפעילות האנזימים ולהתנוונות של רקמות קולגן, סחוס, רצועות וגידים, אשר עם השנים מאבדים את גמישותם. כתוצאה מכך מתעוררות בעיות בעור, השרירים נוקשים והמפרקים כואבים.

עודף בגופרית

נדיר ביותר. עלול לגרום לשלשולים.

מקורות הגופרית

המקורות למינרל זה הם רבים וניתן לקבלו ממים, מפירוק חלבונים של כלל בעלי החיים שאנו צורכים וממקורות צמחיים רבים ובהם: אגוזי ברזיל, קטניות, שום, בצל, כרובים, אספרגוס ונבט חיטה.

הידעת?

גזים הנפלטות מהמעיים יכולים להיות מטרד חברתי, אבל טבעי לתת להם לצאת. הגזים ברובם הם ללא ריח ומכילים דו-תחמוצת הפחמן, מימן וחנקן. חלק מהגזים בעלי הריח הלא נעים מקורם מבקטריה במעי המשחררת גז שמכיל גופרית.

אשלגן K (באנגלית: Potassium, בלטינית: Kalium)

מקור שמו העברי במרקם היסוד שלו ובצבעו הלבן, המזכירים את מרקמו וצבעו של השלג. מינרל זה הוא חשוב והוא נפוץ בעיקר בנוזל התוך-תא (ציטופלסמה).

תפקידים

אשלגן מסייע בתהליך ההתכווצות של השרירים ולכן חיוני לתפקוד השרירים בכלל ושריר הלב בפרט. יש לו תפקיד חשוב בשמירה על מאזן הנוזלים והמלחים בגוף, בתפקוד תאי העצב ובהפקת אנרגיה מחלבונים, שומן ופחמימות.

מחסור באשלגן

מחסור עלול לגרום להפרעות בקצב הלב, עד לגרימת נזק בלתי הפיך ולפגיעה בכליות.

עודף באשלגן

תזונה עודפת תוביל לרפיון בשריר הלב ולשיתוק שרירים.

מקורות האשלגן

המקורות למינרל זה הם רבים וניתן לקבלו מכלל בעלי החיים וממקורות צמחיים רבים ובהם: קטניות, תפוחי אדמה, עגבניות, גזר, סלרי, פרי הדר, בננה, פירות יבשים ואגוזים.

מגנזיום (Magnesium) Mg

המינרל הרביעי בשכיחותו בגוף. מצוי בכל היצורים החיים ובעל תפקיד חשוב בפעילות התקינה של מערכות שונות בגוף, כגון מערכת הלב וכלי הדם, מערכת החיסון, מערכת העצבים, העצמות והשרירים.

תפקידים

מעל ל-300 אנזימים בגוף תלויים במגנזיום, ויש לו חלק בתפקוד תקין של מגוון מערכות בגוף ובהן השרירים והעצבים. מגנזיום מסייע בשמירה על קצב לב יציב, תומך בתפקוד תקין של מערכת החיסון, תורם לוויסות רמות הסוכר בדם, לייצור אנרגיה, להרפיית שרירים ולשמירה על לחץ דם תקין. למגנזיום תפקיד חשוב גם בבניית העצמות וכ-50 אחוז מהמגנזיום בגוף נמצא בעצם. כמו כן הוא חיוני להמרה של ויטמין D לצורתו הפעילה מבחינה ביולוגית, שלאחר מכן מסייעת לגוף לספוג סידן ולנצלו.

ספורטאים רבים משתמשים בתוספי מגנזיום על מנת להשיב מהר יותר את השרירים לפעולה תקינה לאחר מאמץ ממושך, מאחר שמגנזיום מצמצם את זרימת האדרנלין בגוף, מוריד את לחץ הדם ומרפה את השרירים המכווצים. ללא כמויות מספיקות של מגנזיום, השרירים עלולים להישאר מכווצים, לחץ הדם נשאר גבוה והאדרנלין ממשיך לזרום. יחד עם זאת, נטילת מגנזיום בעודף עלולה לגרום לתופעות שליליות רבות ולכן יש לצרוך אותו כתוסף רק במידה והוא נמצא בחוסר.

מחסור במגנזיום

מחסור במגנזיום בגוף עלול לגרום לכאבים ולעוויתות בשרירים, למצמוץ או עפעוף לא רצוניים, לפרכוסים, לבחילות, לסחרחורות ולהפרעות בדופק. חוסר ממושך וחמור יכול לגרום לעיוותים בשרירים ובשל כך לפגיעה בקואורדינציה, לפגיעה בקצב הלב, לפגיעה מנטלית, לירידה בצפיפות העצם ולעלייה בלחץ דם.

עודף במגנזיום

צריכת כמויות גדולות מאוד עלולה לגרום להצטברות מגנזיום בגוף ולתופעות לוואי חמורות, הכוללות קצב לב לא סדיר, לחץ דם נמוך, בחילות, הקאות, שלשולים, בלבול, האטת נשימה ולבסוף תרדמת.

בשל העובדה כי מגנזיום מוריד את רמת האדרנלין בדם ומרפה את השרירים, נטילת מגנזיום בשילוב עם תרופות לטיפול בלחץ דם גבוה ומרפי שרירים עלולה להיות מסוכנת.

מקורות

מגנזיום נמצא בירקות ירוקים כגון תרד, אבוקדו וברוקולי (המגנזיום נמצא בכלורופלסטים), בחלק מהקטניות (שעועית, אפונה) ובדגנים מלאים. מזונות נוספים שעשירים במגנזיום הם: מוצרי סויה, שקדים, אגוזי פקאן, ערמונים, אגוזי קשיו ואגוזי ברזיל, סובין, נבט חיטה, דוחן ואורז חום.



מטלה

חזרו [לפרק העוסק בוויטמינים](#) ומצאו: איזה ויטמין מקורו בכלורופלסט?

מי הברז מהווים מקור חשוב למגנזיום. במקומות שבהם המים "קשים" (כלומר מים המכילים יוני סידן או יוני מגנזיום ולעיתים גם יוני ברזל), כדוגמת ישראל, מי השתייה מהווים כ-20 אחוז ממקורות המגנזיום בגוף האדם, ולכן חוסר של מגנזיום במי השתייה לאורך זמן עלול לגרום לירידה בתכולת המגנזיום בגוף.

מטלה

ישראל סובלת ממחסור במים, ולכן בשנים האחרונות החלה להתבסס יותר ויותר על התפלת מי ים. קראו את הקטע הבא (מתוך [מאמר המופיע באתר משרד הבריאות](#)), וענו על השאלה שבעקבותיו:

מדינת ישראל היא מהמובילות בעולם בתחום התפלת מים. היקף המים המופקים ממתקני ההתפלה יגיע בשנת 2020 לכ-750 מלמ"ש* (שיהוו כ-40 אחוז מהמים המסופקים לצריכה), ובשנת 2050 צפוי להגיע לכ-60 אחוז מהצריכה. מגמה זו תגרום להפחתה משמעותית בריכוז המגנזיום במי השתייה, שכן מתקני ההתפלה הקיימים בישראל פועלים בשיטת האוסמוזה ההפוכה, המותירה במים ריכוזים אפסיים של מינרלים. זאת ביחס לריכוז המגנזיום הממוצע במקורות המים הטבעיים בישראל, העומד כיום על 30-25 מג"ל**. למים דלי מינרלים עלולות להיות השפעות בריאותיות חמורות, שכן מים הם מקור חשוב למינרלים. בישראל, בשונה ממדינות אחרות בעולם, ברוב המים הנצרכים נעשה שימוש חוזר להשקיה חקלאית, מכאן שהפחתת המגנזיום תשפיע בעקיפין גם על רמתו בגידולים המיועדים למאכל.

(דיקלה דהן שריקי, רבקה גולדשמיט, עירית הן; מים והשקיה | יולי-אוגוסט 2012 | גיליון 524)

* מלמ"ש - מיליון מטר מעוקב לשנה

** מג"ל – מיליגרם לליטר

שאלה לדיון

מהי הבעיה המוצגת במאמר זה?

- א. אין מספיק מים מהתפלה.
- ב. יש יותר מדי מגנזיום במים מותפלים, וזה מסוכן לבריאות כי זה מלח.
- ג. יש מעט מדי מגנזיום במים מותפלים וזה מסוכן לבריאות, כי מים הם מקור משמעותי למגנזיום בבני אדם.
- ד. במים מותפלים אין מספיק מגנזיום ולכן הם לא טעימים כמו מים מינרלים.

מיקרו מינרלים (או קבוצת הקורט)

מינרלים הדרושים לגוף בכמויות זעירות בלבד, אך חשובים מאוד לתפקודו התקין.

ברזל Fe (בלטינית: Ferrum)

ברזל הוא אחד היסודות הנפוצים בטבע, אולם רק כמויות מעטות ממנו מצויות בתאי הגוף.

תפקידי הברזל בגוף

רוב הברזל בגופנו נמצא בתוך מולקולות ההמוגלובין שבתאי הדם האדומים ותפקידו העיקרי הוא לקשור את החמצן למולקולות ההמוגלובין ולשאת אותו מהריאות לכל תאי הגוף. החמצן המגיע לתאים משמש להפקת האנרגיה בתהליך הנשימה התאית. בתהליך הפקת האנרגיה מחמצן, נוצר פחמן דו-חמצני (CO_2) שהוא תוצר לוואי של התהליך. הפחמן הדו-חמצני נקשר בחלקו לברזל בתאי הדם האדומים וחלקו מתמוסס בנוזל הדם, מגיע לריאות ויוצא החוצה מהגוף. חלק קטן מהברזל בגופנו מהווה מרכיב באנזימים שונים וכחמישית מהברזל משמשת כמעין "מחסני ברזל" והיא מצויה בכבד, בטחול ובמח העצמות.

בגלל חשיבותו הרבה של הברזל להפקת האנרגיה בתא והימצאותו בנוזל הדם, הדרישה היומית למינרל זה משתנה והיא תלויה בגיל האדם, במינו ובמצב הפיזיולוגי שלו. הדרישה לברזל גדלה במצבים הבאים:

1. בשלבי הגדילה (ינקות, ילדות ובגרות) – בשל גידול בנפח הדם ובמסת השריר.
2. לנשים הרות ולאמהות מיניקות – בשל מעבר ברזל לעובר המתפתח ברחם, איבוד דם במהלך הלידה ומעבר ברזל לוולד בשלבי ההנקה בחודשים שאחרי הלידה.
3. נשים בגיל הפוריות מאבדות בכל מחזור חודשי ברזל ולכן יש צורך להשלים את המאגרים.
4. ספורטאים, בייחוד כאלה העוסקים בפעילות אירובית בעצימות גבוהה (פעילות הדורשת חמצן להפקת אנרגיה), זקוקים לתוספת ברזל, מאחר שהוא משמש להעברת החמצן לשרירים לשם הפקת האנרגיה. כמו כן, ספורטאים מאבדים ברזל כתוצאה משבירה מכנית של כלי דם קטנים וכדוריות דם (בעקבות מכות שהגוף מקבל ממשטחים קשיחים, כגון: ריצה על כבישי אספלט, מכות קראטה, אגרוף, רקיעות וקפיצות ועוד), הזעה מוגברת, פציעות ודימומים וחיכוך דופנות שלפוחית השתן.

מחסור בברזל

גופנו סופג ברזל, אך הוא גם מאבד ברזל בכל יום דרך הזיעה והשתן. קיימים כמה מצבים פיזיולוגיים שבהם יש צורך להגדיל את צריכת הברזל היומית:

- בזמן המחזור החודשי נפלטות מהגוף כמויות ברזל גדולות, כך שנשים בגיל הפוריות צריכות להגדיל את צריכת הברזל בתקופה זו.
- בתקופת ההיריון יש להגדיל את צריכת הברזל, מאחר שנפח הדם של האישה ההרה גדל וחלק מהברזל נצרך על ידי העובר.
- ספורטאים מאבדים כמויות גדולות של ברזל ועל כן הם צריכים להגדיל את צריכתו.

כאשר כמות הברזל היוצאת מהגוף גדולה מהכמות הנספגת, הגוף ישתמש תחילה במאגרי הברזל שלו, אך לאחר תקופה של ניצול המאגרים יוצר מחסור בברזל שיתבטא בעיקר באנמיה. **באנמיה** יש ייצור מופחת של המוגלובין ותאי דם אדומים, ואלו הנוצרים קטנים וחיוורים מהרגיל. על כן באנמיה פחות חמצן מועבר לתאים וכתוצאה מכך הגוף יכול להפיק פחות אנרגיה. אנמיה מתבטאת בתסמינים של מחסור באנרגיה: חולשה, עייפות, דופק לב מואץ (הגוף מנסה להעביר לרקמות כמה שיותר דם בפרק זמן נתון), כאבי ראש, אי שקט, עצבנות, חיוורון, כתמים שחורים במרחב הראייה, צלצולים באוזניים ונטייה להתעלפויות. לעתים אנמיה תתבטא גם בשלשולים או בעצירות.

בנוסף, מכיוון שברזל הוא מרכיב באנזימים הקשורים למערכת העצבים, חוסר בו עשוי להוביל לקשיי למידה ולנזקים בלתי הפיכים במערכת העצבים המרכזית (מוח).

עודף בברזל

עודף ברזל עלול להיות מסוכן לא פחות מחוסר ברזל. ברזל עודף עלול לגרום לשחמת הכבד (מחלה מסכנת חיים) ולהוות רדיקל חופשי (מולקולה פעילה מאוד שגורמת להרס תאים) שיחמצן ויהרוס מרכיבים חיוניים של התא – כמו קרום התא, חלבונים וחומצות גרעין – ובכך יוביל להפרעה בתפקוד של איברים שונים בגוף.

מקורות ברזל

יעילות ספיגת הברזל נמוכה מאוד ורק חלק מהברזל שבמזון נספג במעי הדק. ספיגת הברזל מושפעת מרכיבי התזונה הנאכלים עמו. ברזל מהחי זמין יותר מאשר ברזל ממקור צמחי, עקב נוכחותם של מרכיבים שונים בצמחים הקושרים אותו ומעכבים את ספיגתו. עם זאת, ספיגת הברזל טובה יותר כשהוא נצרך עם ויטמין C.

ברזל זמין בחי נמצא באיברים פנימיים, בבשר בקר, בעוף ובדגים. מוצרי חלב מכילים ברזל אך הסידן מתחרה עמו על הספיגה. בביצים יש ברזל אך הזרחן מעכב את ספיגתו. במקורות הצמחיים ניתן למצוא ברזל בדגנים, בקטניות ובעלים ירוקים כהים – כמו תרד, עשבי תיבול, מנגולד ועלי בייבי. עם זאת, סיבים תזונתיים המצויים בכלל הצמחים וחומצה אוקסלית הנמצאת בעלים הירוקים מפריעים לספיגתו.

מהו שילוב המזון שממנו יספוג גופנו ברזל באופן היעיל ביותר:

1. סלט תרד וחסה
2. כבד טבול במיץ תפוזים
3. סלט תרד בתפוזים
4. כבד עטוף בכרוב ירוק

אבץ Zn (Zincum)

אבץ הוא מינרל תוך-תאי הנמצא בכל רקמות ונוזלי הגוף. אבץ הוא יסוד הקורט השני בשכיחותו בבני אדם אחרי ברזל.

תפקידי האבץ בגוף:

אבץ הוא מינרל הנצמד לסוגים רבים של אנזימים ויוצר עימם תצמיד (קומפלקס). האנזים איננו פעיל ללא האבץ, ורק לאחר החיבור בין השניים יוצרת התצמיד, האנזים יכול לבצע מגוון תהליכים חיוניים בגופו (תהליכים כגון שכפול חומצות גרעין (DNA ו-RNA) וייצור חלבונים).

מחסור באבץ

אבץ נדרש לפעילותם של אנזימים הקשורים לשכפול חומצות גרעין ולייצור של חלבונים, לכן הוא מינרל החיוני לתהליך חלוקת התאים. מסיבה זו, האבץ חשוב שבעתיים להתפתחות תקינה של העובר ולהתפתחות המינית והגופנית בגיל ההתבגרות. תפקוד איברי הרבייה עלול להיפגם בשל חוסר אבץ, מה שמאט את ההתפתחות המינית או פוגע בפוריות, ואצל גברים מורגשת ירידה בתפוקת הזרע. מטבע הדברים נמצא חוסר אבץ בעיקר במצבים של ספיגה לקויה – כמו בצליאק, בתסמונת המעי המקוצר ובמחלות דלקתיות של המעי כמו קרוהן וקוליטיס.

עודף באבץ

עודף אבץ הוא נדיר ביותר ועלול להיגרם בעיקר מהרעלה תעשייתית או מנטילת תוספי אבץ בכמויות גבוהות. עודף עלול לגרום לטעם מתכתי בפה, בחילות, הקאות, כאבי ראש וסחרחורות.

מקורות האבץ

רק מעט מהאבץ שבמזון נספג בגופנו. בשר אדום הוא מקור עיקרי לאבץ זמין וכן גם חלב, מאכלי ים וביצים. מקורות צמחיים לאבץ הם נבטי חיטה, קטניות, אגוזים, שמרים וחסה, אך ספיגת האבץ מהם פחות יעילה, מכיוון שהוא נוטה להיקשר לסיבים התזונתיים.

פלואור F (בלטינית: Fluere)

מינרל שהוא אחד המרכיבים בציפוי האמייל של השיניים החשוב לבריאותן. ריכוזים קטנים של תרכובות פלואור במי השתייה ובמשחות השיניים מועילים במניעת חורים בשיניים. עם זאת, פלואור בריכוזים גבוהים הוא רעיל ומסוכן לנשימה.

תפקידי הפלואור בגוף:

פלואוריד הוא מלח של פלואור המהווה מרכיב חשוב בציפוי האמייל של השן. הפלואוריד מחזק את גבישי זגוגית השן בעת יצירתם וגם יוצר שכבת מגן על פני השן ובכך מקנה לה עמידות בפני חומצה המופרשת על ידי החיידקים השוכנים בשיניים. במקומות שבהם הפלואוריד נמצא במים באופן טבעי, התחלואה בעששת בקרב האוכלוסיה נמוכה יותר. בישראל מבצעים הפלורה – הוספת פלואור למי השתייה.

מטלה

- א. גשו לחנות/סופרמרקט השכונתי ובחרו באופן אקראי שלוש משחות שיניים. כמה מתוך משחות השיניים שבחרתם הכילו פלואוריד? איך ניתן להסביר ממצא זה?
- ב. בדקו כמה אנשים במשפחתכם שותים מים מינרליים? מהיכן הם מקבלים את מינרל הפלואוריד?

מחסור בפלואור

מחסור בפלואור עשוי להוביל לכך שהשן לא תהיה מוגנת ותישאר חשופה לעששת – פגיעה של חיידקים המצויים בשן וניזונים משאריות המזון (בעיקר פחמימות). חיידקים אלו גורמים לדלקות ולפגיעה בשן עצמה.

עודף בפלואור

מינון גבוה מדי של פלואוריד לאורך זמן עלול לגרום לפלואורוזיס: הכתמת השיניים בכתמים לבנים ואף חומים. נפוץ בעיקר אצל ילדים בעת התפתחות השיניים. כמות גבוהה של פלואור בגוף עלולה להיות רעילה.

מקורות הפלואור

הפלואור מגיע אל גופנו בעיקר ממי השתייה. כמו כן הוא נמצא בעלי התה, בדגים ובאצות ים.

יוד I_2 (Iodine)

היוד נמנה גם הוא עם יסודות האולטרה קורט, שיש לצרוך מהם בכמויות מזעריות.

תפקידי היוד בגוף

יוד הוא מינרל החשוב ליצירת הורמוני בלוטת התריס. להורמונים אלה השפעה רבה על קצב הגדילה, איבוד ותוספת משקל ותפקוד של מערכות רבות בגוף. יוד חיוני לחילוף החומרים של השומנים, לגדילה, לוויסות ייצור האנרגיה, לספיגת הפחמימות, לאיזון רמת הכולסטרול, לשיער, לציפורניים, לשיניים, להפיכת הקרוטן לויטמין A ולייצור חלבונים.

מחסור ביוד

מחסור ביוד במזון עלול לגרום לזפקת (התנפחות של הצוואר) הנובעת מתת-פעילות של בלוטת התריס. תת פעילות זו מובילה להשמנה ולעייפות ובילדים גם לפגיעה בהתפתחות. מחסור ביוד בתקופת ההיריון וההנקה עלול לגרום ליילוד לפגיעה שכלית מוטורית. בתקופת הילדות, מחסור ביוד פוגע בגדילה הפיזית ובתפקוד המוטורי והקוגניטיבי ועשוי להוביל לפיגור שכלי, משולב בדרגות שונות של חירשות, פזילה ושיתוק גפיים תחתונות.

עודף ביוד

עודף יוד עשוי להוביל לפעילות יתר של בלוטת התריס אשר תתבטא בירידה במשקל ובעצבנות.

מקורות היוד

מקורות היוד הם בעיקר בעלי חיים ימיים כגון דגי ים, אצות ים ופירות ים. היוד מוסף גם למוצרי המזון (בעיקר למלח הבישול). כמו כן, במקורות מהצומח ניתן למצוא אותו

בפירות וירקות רבים ובהם: אספרגוס, שום, פטריות, זרעי שושום, זרעי חמניות,
תרד ופולי סויה .

סיכום

- המינרלים הם חלק מאבות המזון, רכיבי התזונה. בניגוד לשאר אבות המזון אשר הינם אורגניים (פחמימות, חלבונים, שומנים וויטמינים) המינרלים הם אי-אורגניים. אנו זקוקים לכמויות מזעריות מהם לפעילות התקינה של הגוף.
- בטבע קיימים אלפי מינרלים שונים, אך רק למיעוטם היצורים החיים זקוקים לשם פעילותם התקינה. חלק מהמינרלים מופיעים בכל היצורים החיים, לדוגמה: זרחן, סידן ונחושת; אחרים כדוגמת ניקל, סלניום וצורן קיימים רק בחלק מהיצורים החיים.
- המים, הצמחים ובעלי החיים הם מקור המינרלים בתזונת האדם. המינרלים נספגים במעי הדק אך אינם מתעכלים, אינם מתחמצנים ואינם משתנים לאורך כל התהליכים שבהם הם משתתפים.
- בגוף האדם יש מגוון רחב של מינרלים, אשר חלקם נמצאים בגופנו בתפוצה רחבה וחלקם בתפוצה מצומצמת.
- המינרלים נחלקים לשתי קבוצות על פי מידת תפוצתם בגופנו: **מאקרו-מינרלים** המהווים קרוב לארבעה אחוזים ממשקל גופנו, ועימם נמנים המינרלים הבאים: סידן, זרחן, מגנזיום, אשלגן, גופרית, נתרן וכלור, ו**מיקרו-מינרלים** המהווים רק כ-0.01 אחוז ממשקלנו והם כוללים ברזל, אבץ, סלניום, מנגן, מוליבדן, נחושת, יוד, כרום, פלואור, ונדיום וסלניום. יש לזכור כי מידת תפוצתו של המינרל בגופנו אינה מעידה בהכרח על מידת נחיצותו לקיומנו.

מבדק מסכם:

1. איזה מינרל חשוב לנשיאת החמצן במולקולת ההמוגלובין שבתאי הדם:

א. מגנזיום

ב. חמצן

ג. סידן

ד. ברזל

2. מינרל הוא יון/תרכובת אורגנית

א. נכון

ב. לא נכון

3. לגרם אחד של מינרל יש ערך קלורי של:

א. 4 קלוריות

ב. 9 קלוריות

ג. 0 קלוריות

ד. תלוי בסוג המינרל

4. איזה מהמינרלים אינו נחשב למאקרו-מינרל:

א. סידן

ב. אבץ

ג. נתרן

ד. מגנזיום

5. לאדם הסובל מלחץ דם גבוה מומלץ להפחית בצריכת:

א. נתרן

ב. יוד

ג. ברזל

ד. מגנזיום

6. לאדם הסובל מלחץ דם נמוך מומלץ להפחית בצריכת:

- א. נתרן
- ב. יוד
- ג. ברזל
- ד. מגנזיום

7. מי מהבאים נחשב למקור הטוב ביותר לצריכת ברזל:

- א. בשר
- ב. ביצים
- ג. עלים ירוקים כהים
- ד. קטניות

8. איזה מהמשפטים איננו נכון:

- א. צריכת מינרלים בכמות המומלצת מסוכנת לבריאות האדם.
- ב. ויטמין C הורס את תכולת המינרלים במזון.
- ג. הגוף יכול לייצר חלק מהמינרלים בעצמו.
- ד. מינרלים חיוניים לפעילות תקינה של גוף האדם.

9. צריכה לא מספקת של מגנזיום עלולה להתבטא ב:

- א. שרירים מכווצים
- ב. לחץ דם נמוך
- ג. כמות אדרנלין נמוכה בדם
- ד. כל התשובות נכונות

10. הגופרית מהווה חלק מ:

- א. שתי חומצות האמינו החיוניות – מתיאונין וציסטאין.
- ב. שתי חומצות האמינו הבלתי חיוניות – מתיאונין וציסטאין.
- ג. מחומצת האמינו החיונית מתיאונין ומחומצת האמינו הלא חיונית ציסטאין.
- ד. מחומצת האמינו החיונית ציסטאין ומחומצת האמינו הלא חיונית מתיאונין.

11. מהו המשפט הנכון הנוגע לספיגת הסיידן:

- א.** ספיגת הסיידן דועכת בתקופת ההיריון.
- ב.** ספיגת הסיידן דועכת בתקופת גיל הבלות.
- ג.** ספיגת הסיידן דועכת בתקופת הינקות.
- ד.** ספיגת הסיידן נשארת קבועה לכל אורך מחזור חיינו.

12. מהם המינרלים החשובים לשמירת בריאות העצמות והשיניים:

- א.** סידן ואבץ
- ב.** סידן וזרחן
- ג.** זרחן ונתרן
- ד.** סידן ויוד

13. מהו מקור הנתרן העיקרי בתזונת האדם המערבי:

- א.** מלח שולחן
- ב.** מי השתייה
- ג.** מים מינרליים
- ד.** מזון מעובד

14. אחד מתפקידי יוני הכלור הוא:

- א.** לסייע בשמירה על מאזן החומציות בגוף.
- ב.** לסייע בשמירה על הלחץ האוסמוטי בתאים.
- ג.** לסייע בשמירה על לחץ הדם.
- ד.** לסייע בשמירה על חוזקן של העצמות.

15. אבץ הוא מינרל חיוני לתהליך חלוקת התאים ולכן הוא חשוב:

- א.** להתפתחות התקינה של הגוף בגיל המעבר.
- ב.** להתפתחות התקינה של הגוף גיל ההתבגרות.
- ג.** להתפתחות התקינה של גוף האם בתקופת ההיריון.
- ד.** להתפתחות התקינה של הגוף בגיל השלישי.

16. עששת עלולה להיגרם כתוצאה ממחסור בפלואור והיא מתבטאת ב:

א. פגיעה במעי

ב. פגיעה בשרירים

ג. פגיעה בעור

ד. פגיעה בשיניים

השלימו את הטבלה הבאה

המינרל	מקורותיו במזון	תפקידיו העיקריים	סימני חוסר	סימני עודף
סידן Ca				
נתרן Na				
כלור Cl				
גופרית S				
אשלגן K				
מגנזיום Mg				
זרחן P				
ברזל Fe				
אבץ Zn				
פלואור F				

המינרל	מקורותיו במזון	תפקידיו העיקריים	סימני חוסר	סימני עודף
מנגן Mn				
נחושת Cu				
יוד I				
כרום Cr				
סלניום Se				
קובלט Co				

פרק 6: משק המים בגוף האדם

"מים הם נוזלים חיוניים לכימיה שהופכים את החיים לאפשריים. מים כנוזל הם ממס אוניברסלי, מתווך של תגובות כימיות של החיים, בעלי מבנה שונה מזה של נוזלים אחרים" (פיליפ בול, מחבר הספר, "מטריקס החיים: ביוגרפיה של מים")

הידעת

פיליפ בול (Philip Ball, יליד 1962) הוא מדען וסופר בריטי אשר במשך למעלה מעשרים שנה משמש כעורך ירחוני מדע יוקרתיים וחוקר מוערך. במרוצת השנים כתב עשרות ספרים מדעיים שחלקם זכו בפרסים.

בפרק זה נעסוק בנושאים הבאים:

1. מים – תעודת זהות
2. תפקיד המים בגוף האדם
3. כמות המים בגוף האדם
4. פיזור המים בגוף האדם
5. מאזן המים בגוף האדם
6. כמה מים מומלץ לשתות במשך היום?

לפני שנתחיל הנה כמה שאלות לחשוב עליהן:

- מה תפקיד המים בגופנו?
- אחרי איזה חומר המדענים תרים בחיפושם כשהם מחפשים חיים בחלל החיצון? מדוע דווקא חומר זה?
- היכן מצויים המים בגופנו?
- מהו מאזן המים בגוף האדם?
- מהו הגורם להתייבשות? מהן סכנות ההתייבשות?
- כמה מים מומלץ לשתות במשך היום?

מים – תעודת זהות

המים הם חומר אי-אורגני המורכב משני אטומים של מימן (H) ומאטום אחד של חמצן (O) ונוסחתם הכימית היא H_2O . המים הם אחת התרכובות החשובות ביותר עלי-אדמות, מכיוון שבהם מתבצעות התגובות הכימיות בתאים. צבעם שקוף, הם חסרי קלוריות (אינם תורמים

אנרגיה) וחסרי ריח. רק תלותנו בחמצן שבאוויר קודמת לתלותנו במים. אנו יכולים לחיות מספר דקות מצומצם ללא חמצן, ימים ספורים בלבד ללא מים וכמה שבועות ללא מזון (כמובן שהזמן תלוי בהיסטוריה של האדם, בפעילות הגופנית שלו, בתנאי מזג אוויר ועוד). שתייה בכמות שאינה מספקת עלולה לגרום להתייבשות שתוביל לעלייה בחום הגוף, לעייפות, לירידה בביצועים ולבסוף להתעלפות, לנזק בלתי הפיך ואף למוות.

אחת ההנחיות במדיניות של נאס"א בחיפוש אחר חיים מחוץ לכדור הארץ היא "לכו בעקבות המים". מים נפוצים למדי ביקום. לדוגמה, חלק מענני האבק הבין-כוכביים ושני הקטבים של מאדים מכילים מים, אבל רוב המים האלה הם קפואים, כלומר במצב צבירה מוצק. מאחר שמים מוצקים אינם יכולים לשמש סביבה לתהליכים המולקולריים של החיים, החיפוש אחר חיים חוצניים מתחיל קודם כל בחיפוש אחר מים במצב נוזל – מצרך נדיר ביקום.

שאלה לדיון

נסו לחשוב אם ייתכן שהאדם ימצא צורות חיים שאינן תלויות במים.

החיפוש אחר אתרים המכילים מים במצב נוזל כסימן לקיומם של חיים הוא מוצדק בהחלט. יש יצורים חיים היכולים לחיות ללא חמצן או גלוקוז או לחיות תקופה ארוכה ללא חלק מאבות המזון, אך כלל היצורים החיים זקוקים למים באופן רציף כדי להתקיים. זאת מאחר שכלל תאי היצורים החיים על פני כדור הארץ הידועים למדע, מכילים מים ההכרחיים לקיומם. לחיידקים, פטריות, בעלי חיים וצמחים החיים בסביבות עם תנאים קיצוניים, כגון סביבות חמות מאוד, קפואות ואף דלות במים – יש מנגנוני התאמה מיוחדים לחיים שם.

הידעת

לגמל התאמות רבות לחיים בסביבה בעלת טמפרטורה קיצונית ללא נוזלים, והוא יכול לחיות כשבועיים בחום הגבוה של המדבר ללא מים, ובהגיעו למקווה מים ביכולתו לגמוע כ-200 ליטר מים בתוך שעה. המים מאוחסנים ברובם בנוזל הדם, שזה דבר מדהים בפני עצמו (הדבשת איננה משמשת כ"מחסן מים" אלא מכילה שומן המספק לגמל אנרגיה ומבודד את גופו מחום השמש).
מומלץ להרחיב ולקרוא על התאמות הגמל לתנאי המדבר.

הידעת

חיידקים, צמחים, פטריות וגם בעלי חוליות כגון דגים ממשפחת דגי הסול וסלמונידים, החיים בסביבות מחיה שבהן הטמפרטורה היא מתחת ל- 0°C , פיתחו מנגנון ייחודי המאפשר להם לחיות בסביבה זו בלי שהמים בתאיהם יקפאו. המנגנון כולל חלבון מיוחד בשם "חלבון נגד קפיאה" (antifreeze protein) אשר מונע היווצרות של גבישי קרח בתאיהם. הגן המייצר את החלבון המוזכר עורר עניין רב בקרב הקהילה המדעית וכבר בשלהי שנות ה-90' הטמיעו חוקרים את הגן המייצר חלבון זה בחומר הגנטי של בעלי חיים וצמחים שונים, על מנת שניתן יהיה לגדל את האחרונים בסביבות קרות שבהן לא גדלו מעולם.
חזרו לפרק הראשון, וקראו את הקטע הדן באורז המוזהב ובהנדסה הגנטית וענו על השאלות הבאות:

- איך נקראים בעלי חיים וצמחים אשר הטמיעו בהם גנים מיצורים חיים אחרים?
- תנו דוגמה נוספת מתוך החומר הנלמד, לשימוש בטכנולוגיה של העברת גנים מיצור חי אחד למשנהו.

המים הם מרכיב חשוב בגופנו אך חשובה לא פחות העובדה כי כמותם ושיעור המומסים בתוכם יהיו קבועים יחסית. גוף האדם מכיל מים רבים והם מהווים כ-60-70 אחוז ממשקלו (הכמות תלויה במגוון גורמים שנדון בהם בהמשך הפרק). כדי לשמור על כמות קבועה של מים בגוף, על מערכות הגוף לפעול ללא הפסקה, על מנת לווסת בין כמות המים היוצאת מהגוף לכמות הנכנסת אליו. לכליות תפקיד עיקרי בשליטה על כמות המים היוצאת מהגוף כשתן. ברחבי הגוף מפוזרים קולטנים תחושתיים הרגישים ללחץ הדם ולשיעור המומסים בתוכו. קולטנים אלו מהווים חלק ממערכות הורמונליות ועצביות המפעילות את הכליות

ומשפיעות על כמות השתן הנוצר בהן. מערכות אלו משפיעות גם על מנגנון הצמא המעודד שתיית מים.

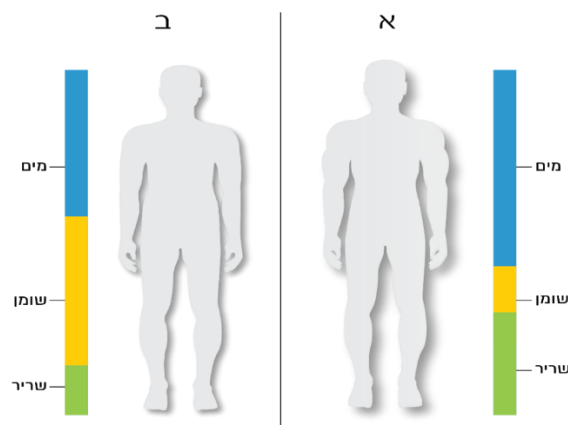
תפקיד המים בגוף האדם

המים מהווים את המרכיב העיקרי בתכולת התאים והם חיוניים לקיומנו, מאחר שכלל התהליכים בגופנו מתרחשים בסביבה מימית. כמו כן, למים תפקידים רבים:

- א. משמשים כסביבה נוזלית לתהליכים כימיים המתרחשים בתא.
- ב. משתתפים בתהליכי בנייה ופירוק של חומרים בתא (תהליכים מטבוליים).
- ג. משמשים ממס לרוב החומרים בגוף.
- ד. מסייעים להוביל חומרי מזון וחמצן ולסלק חומרי פסולת דרך מחזור הדם.
- ה. מסייעים לווסת ולשמור על טמפרטורת הגוף.
- ו. מלחחים את הפה, העיניים, האף, השיער, העור, המפרקים ומערכת העיכול.

כמות המים בגוף האדם

גוף האדם מכיל מים רבים ולאורך רוב שנות חייו הם מהווים כ-60-70 אחוז ממשקלו (שיעור המים אצל תינוק מיום היוולדו ועד גיל שנה לערך, יכול להגיע אף לכמעט 80 אחוז ממשקל גופו). שיעור המים בגוף איננו זהה אצל הפרטים השונים והוא תלוי בעיקר בהרכב הגוף. ככל ששיעור מסת השריר בגוף גדל כך שיעור המים בגוף גדל בהתאמה וככל ששיעור מסת השומן גדל, כך שיעור המים קטן. עובדה זו משליכה על מגוון גורמים המשפיעים על שיעור המים בגוף:



איור 6.1 - שיעור המים בגוף איננו שווה אצל הפרטים השונים והוא תלוי בעיקר בהרכב הגוף

- א. ככל ששיעור מסת השריר בגוף גדל (ירוק) כך שיעור המים בגוף גדל גם הוא (כחול).
- ב. ככל ששיעור מסת השומן גדל (צהוב), כך שיעור המים בגוף קטן (כחול).

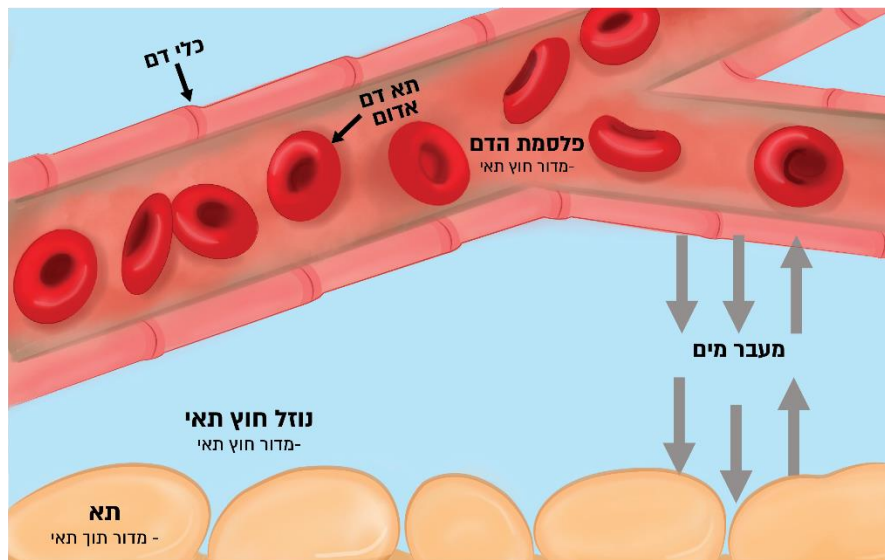
- **שיעור רקמת השומן לעומת רקמת השריר בגוף** – ככל ששיעור רקמת השומן של הפרט גדול יותר ושיעור רקמת השריר קטן יותר, כך כמות המים בגוף נמוכה יותר יחסית.
- **מגדר** – מאחר שבדרך כלל שיעור רקמת השריר בגוף הגבר גבוה משיעור רקמת השריר בגוף האישה, אזי כמות המים הממוצעת בגופם של גברים, גדולה מכמותם של נשים.
- **פעילות גופנית** – ככל שמידת הפעילות עולה, כך עולה גם נפח השריר וכתוצאה מכך שיעור המים בגוף גדל.
- **גיל** – שיעור המים בגוף יורד ככל שאנו מזדקנים מאחר שרקמת השריר מצטמצמת (הדבר נכון גם לגבי אתלטים), ומאחר שמסת השריר מצטמצמת בשנות חיינו המאוחרות, כך שיעור המים בגופנו מצטמצם גם הוא.

פיזור המים בגוף האדם

- המים מרכיבים את רוב גופנו ותכולתם גדולה מתכולת כל שאר החומרים המרכיבים את גופנו יחד. המים מצויים בגופנו בשני מדורים (מערכות) עיקריים:
- **מדור תוך-תאי** – כשני שלישים מהמים המצויים בגוף נמצאים כמרכיב בנוזל התוך-תאי (ציטופלסמה) בתוך עשרות מיליארדי תאי הגוף.
 - **מדור חוץ-תאי** – כולל את הנוזל המצוי מחוץ לתאים ומהווה את השליש הנותר. מדור זה מתחלק למדורי משנה:
 - מרבית הנוזל החוץ-תאי, כשלושה רבעים ממנו, הוא הנוזל הבין-תאי (הנוזל הנמצא בין התאים).
 - כרבע מהנוזל החוץ-תאי מרכיב את פלזמת הדם (ראו הרחבה על כך במסגרת).
 - כמויות קטנות של נוזל חוץ-תאי, כליטר עד שניים, נמצאות במערכת הלימפה ובחללי הגוף השונים, כגון הנוזל המצוי במפרקים ומלחח אותם (הנוזל הסינוביאלי).
- בין הנוזל התוך-תאי לנוזל החוץ-תאי נמצאים קרומי התאים, קרומים אלה בררנים למעבר רוב התרכובות והיונים בגוף. מדורים אלו הם מערכות חצי-פתוחות המאפשרות מעבר חופשי של מים ומעבר בררני של מולקולות שונות ממדור למדור. כתוצאה מכך, מבנה קרומי התאים השונים בגופנו דומה – אך לא זהה, וכך גם מידת הבררנות שלהם למולקולות השונות.
- לדוגמה, בין הנוזל הבין-תאי **לפלזמת** הדם ניצבות דופנות הנימים העבירות לכמעט כל חומר בגוף, ולכן הרכבו של הנוזל הבין-תאי דומה להרכבה של הפלזמה.

היצעת

פלזמת הדם היא נוזל שקוף בגוון צהבהב הזורם בכלי הדם של בעלי חוליות ומהווה כ-55 אחוז מנפח הדם. הפלזמה מורכבת בעיקר ממים המהווים כ-90 אחוז מהרכבה והיא מאפשרת מעבר של גורמים שונים לכל התאים והאיברים בגוף: טסיות דם שהן חלק ממנגנון קרישת הדם, תאי דם אדומים המובילים חמצן, תאי דם לבנים של מערכת החיסון, הורמונים, אנזימים, ליפו-פרוטאינים, ויטמינים, מינרלים, חומצות אמינו וסוכרים הדרושים לתפקוד יעיל של הגוף, וכן רכיבים נוספים החיוניים לתחזוקת תאי הגוף. כמו כן מאפשר נוזל הפלזמה הוצאה וסילוק של פסולת אל מחוץ לגוף.



איור 6.2 - המדורים השונים בגופו המופרדים באמצעות קרומי תאים בררניים

מאזן המים בגוף האדם

המים הם מרכיב חשוב בגופנו ויש חשיבות לשמירה על מאזן המים, כלומר לשמירה על כמות מים קבועה בגוף, המתאפשרת באמצעות איזון בין כמות המים הנכנסת לגוף לכמות המים היוצאת ממנו. מים מתווספים לגוף **מהמזון** ו**מהשתייה** ונספגים במערכת העיכול. מים נוספים המתווספים לגופנו הם **מים מטבוליים** המופקים בתאים בתהליך הנשימה התאית. מים יוצאים מגופנו **בזיעה** דרך העור, **בתהליך הנשימה** דרך הריאות (שימו לב כי זהו תהליך הנשימה של הכנסת והוצאת אוויר מהגוף ולא תהליך הנשימה התאית שבו התא מפיק אנרגיה), **בשתן** דרך הכליות ו**בצואה** דרך פי הטבעת.

למרות חשיבותם הרבה של המים לקיומנו, כמעט שאין בקרה על כמות המים הנכנסת לגוף ועל כמות המים היוצאת ממנו. כמות המים הנקלטת עם המזון וכתוצאה מפעילות מטבולית וכמות המים היוצאת דרך בנשימה, בצואה ובזיעה אינן תלויות כלל בכמות המים בגוף.

הבקרה היחידה על כמות המים הנכנסת לגוף היא רק דרך השתייה – מנגנון הצמא, ואילו הבקרה על כמות המים היוצאת מהגוף היא רק דרך מערכת השתן.

היזעת

המעיי הוא צינור הנחשב כחיצוני לגופו והצואה מורכבת ממזון שלא נספג בגוף. לכן, איך ניתן לטעון שחלק מהמים שאנו מאבדים במהלך היום נמצא בצואה?

המים המופרשים בצואה מקורם במזון שלא נספג בגוף, אך גם בנוזלים אשר הופרשו מהגוף דרך תאי הקיבה ותאי המעי (לדוגמה מיצי עיכול). בעת קלקול קיבה גופנו מנסה להיפטר* מהמזון הנמצא במערכת העיכול (כי גורמים במזון המקולקל עלולים להזיק לגוף אם הם ייספגו בו) ולכן מופרשות כמויות גדולות של מים מתוך תאי הגוף אל תוך מערכת העיכול, על מנת לזרז את יציאת תכולת המעי מגופו. בשל כך, במצב של קלקול קיבה אנו עלולים להתייבש עקב איבוד נוזלים ועל כן חשוב לשתות הרבה.

* שימו לב שקיימת כאן האנשה של הגוף אך יש לזכור כי הגוף חסר רצונות והתהליכים נעשים בו באופן אוטומטי כתגובה לגירויים סביבתיים.

כאשר הגוף מאבד מים, הדם נעשה צמיגי יותר והמידע מגיע למרכז הצמא במוח, וכתגובה לכך הגוף מפריש הורמון נוגד השתנה (וזופרסין[Vasopressin]) (המפעיל את הכליה לספיגה חוזרת של מים מהשתן (השתן נעשה מרוכז וכה יותר). במקביל מתגבר הדחף לצריכת נוזלים דרך מנגנון הצמא. מגוון גורמים משפיעים על הפרשת ההורמון נוגד ההשתנה: הקאה גורמת לעלייה בהפרשתו במטרה לשמר מים בגוף. גם גורמים חיצוניים כגון ניקוטין ומורפין גורמים לעלייה בהפרשת ההורמון. מצד שני, אלוהול מדכא את הפרשת ההורמון וגורם לעלייה בקצב הפרשת מים בשתן. המכון האמריקאי הלאומי לשימוש לרעה באלכוהול ולאלכוהוליזם (NIAAA) גורס כי אלוהול לא גורם להתייבשות באנשים בריאים שאינם סובלים ממחלות כבד או ממחלות כליות, השותים כמות מתונה של אלוהול, אך מכיוון שאלכוהול פוגע בתפקודי הכבד, אלוהוליסטים מועדים להתייבשות בעקבות השתייה.

למרות חשיבותו הרבה של מנגנון הצמא האנושי לקיומנו, מנגנון זה אינו יעיל דיו, ואם אין מודעות לכמות השתייה אנו עלולים להתייבש. התייבשות היא תהליך איטי והדרגתי. התייבשות מביאה לצמצום כמות הנוזלים בגוף וכתוצאה מכך גם נפח הדם מצטמצם. בדם מובלים מגוון מרכיבים לתאי הגוף, שהחשוב בהם הוא החמצן – ללא חמצן התאים לא יוכלו להפיק אנרגיה והם ימותו. כאשר נפח הדם מצטמצם המוח שומר על תפקוד האיברים החיוניים (המוח, הלב, מערכת הנשימה, מערכת העצבים) ומזרים אליהם דם, תוך צמצום

כמות הדם המגיעה למערכות אחרת. סימניה הראשונים של ההתייבשות הם כאבי ראש, יובש בלשון, בלבול וסחרחורת. במצבים קשים התייבשות גורמת לאובדן הכרה ואפילו למוות.

בעת הופעת תסמיני התייבשות יש לחדול מכל מאמץ וחשוב לשתות ולהביא לקירור הגוף, דבר אשר מקטין את האידוי מהעור. בהתייבשות קלה ניתן לתת לנפגע לשתות בעצמו. עדיף לספק שתייה ממותקת ובכמויות קטנות באופן רציף, כדי להקל על השתייה. היתרון הנוסף של השתייה הממותקת נעוץ בעובדה שהסוכר מעלה את לחץ הדם הנמוך של האדם הסובל מהתייבשות.

מטלה

קראו את הפסקה הקודמת ונסחו במילים שלכם – מדוע לחץ הדם של אדם הסובל מהתייבשות יורד, ולמה חשוב להעלות את לחץ הדם כדי לקדם את ההתאוששות.

בהתייבשות קשה יש לקרר את הגוף, לערות נוזלים דרך הווריד ולפנות את הנפגע לבית החולים. החדרת מחט העירוי במצב זה קשה, מאחר שהצמצום בנפח הדם גורם להתכווצות בכלי הדם ההיקפיים.

שתייה בלתי מספקת עלולה לגרום להתייבשות, בעיקר בתנאי מזג האוויר של הקיץ בישראל, שבהם דרושה שתייה מרובה כדי להשלים את הכמויות האובדות בזיעה. שתיית יתר בדרך כלל אינה מסוכנת, למעט במקרים ייחודיים, לדוגמה אצל חולים באי-ספיקת כליות או באי-ספיקה של הלב.

אצל רובנו, השתייה העודפת לא מהווה בעיה. נהפוך הוא, היא אפילו עדיפה. במקרה כזה הגוף פשוט יפנה את הנוזלים העודפים מהגוף דרך השתן. עם זאת, שתייה עודפת בזמן קצר מאוד עלולה להוביל ל"הרעלת מים", בשל ירידת ריכוז יוני הנתרן (Na^+) בפלזמת הדם, יחסית לריכוזם בנוזל התוך תאי. מצב זה יוביל לעלייה בכמות המים בתאים ולבצקת, קרום התא שאינו יכול לעמוד בלחץ האוסמוטי של המים יתפוצץ והתא ימות (ככל שריכוז הנתרן במים נמוך, כמו במים מינרלים לדוגמה, כך הסכנה עולה). הסכנה חמורה כאשר נוצרת בצקת במוח המביאה להפסקת תפקוד תאי העצב במוח. "הרעלת מים" היא מצב חירום רפואי ואם היא לא מטופלת מיידית היא עלולה לגרום לפגיעה קשה בתפקודי הגוף, ולפעמים אף למוות. מצב זה הוא נדיר ביותר.

אחת הדוגמאות הקיצוניות ביותר של "הרעלת מים" היא במקרים של אנשים שצרכו את סם האקסטזי, אשר בין היתר פוגע במרכז הצמא במוח. פגיעה כזו עלולה להוביל לצמא קיצוני גם כאשר הגוף עמוס מים. שתייה לא מבוקרת במצב כזה עלולה להוביל להרעלת מים ולמוות.

מטלה

חזרו לפרק "מינרלים" וקראו את החלק הדין בנתרן ובלחץ האוסמוטי בתאים.
בהתבסס על מה שלמדנו בנוגע לתפקיד הקרומים הבררניים, מדוע ירדת ריכוז יוני הנתרן
בדם גורמת לעלייה בכמות המים בתאים?

כמה מים מומלץ לשתות במשך היום?

התשובה לשאלה הזו היא מורכבת, מאחר שכמות המים המומלצת תלויה במגוון גורמים כגון
במין – גבר או אישה, במשקל, במצב הבריאותי, במזג האוויר, בעצימות הפעילות הגופנית
ובמשכה ועוד.

ועדת המזון והתזונה של ארצות הברית מציינת בטבלת "הקצובה היומית המומלצת" את
כמויות המים המומלצות לשתיה לזכרים ונקבות בריאים בכל גיל. על פי המלצות אלו, לגבר
בריא בשנות העשרים לחייו מומלץ לצרוך 3.7 ליטרים מים ביום, ולאשה בריאה באותה
קבוצת גיל – 2.7 ליטרים מים. איך צורכים את כל הנוזלים הללו במשך היום?

כלל מיני המזון והמשקאות שאנו שותים תורמים לצריכת הנוזלים. המזון מספק כ-20 אחוז
(חמישית) מצריכת המים, חלק נוסף אנו צורכים בצורת משקאות (תה, קפה, מיצים וכדומה),
כך שבסופו של החישוב נשארו עם כ-8 כוסות מים לנשים – וכ-12 כוסות לגברים.

כמובן שכל אלו הן המלצות שאינן מדויקות, כי הן אינן מביאות בחשבון מגוון רחב של גורמים
המצריכים להגדיל את צריכת הנוזלים. לדוגמה, היריון והנקה, מצב שבו האדם סובל מאבנים
בכליות, מצבי חולי שבהם הגוף מאבד נוזלים בהזעה ובנשימה מוגברת, וכן לאחר הקאה או
כאשר הצואה מימית. גם כאשר מבצעים פעילות גופנית במאמץ, או כאשר שוהים בתנאי מזג
אוויר קיצוניים של חום או קור. בחורף למשל, כשאנו נמצאים בחדר מחומם, הגוף מאבד
כמות ניכרת של נוזלים בנשימה, גם אם איננו חשים בכך.

מטלה

יש מצבים שבהם אנו נדרשים להגביר את צריכת המים שלנו ומצבים שבהם אין אנו זקוקים
לכמות מים גדולה. כתבו דוגמה לכל מצב והסבירו בפירוט מדוע אנו נדרשים להגדיל או
להקטין את כמות המים המסופקת לגוף.

תשומת לב מיוחדת נחוצה למניעת התייבשות בקרב קשישים ותינוקות. איבוד המים היחסי
אצל תינוקות גדול יותר מאשר אצל אדם מבוגר, בגלל שטח הפנים הגדול של הגוף לעומת
נפחו ובשל איבוד מים מוגבר בנשימה. אצל קשישים מיטשטשת לעיתים תחושת הצמא.

הידעת

שתייה שאינה מספקת לאורך זמן עלולה לגרום לאבנים בכליות, הנוצרות ממלחים העוברים סינון בשתן. אם ריכוז המלח נמוך (הרבה מים מעט מלחים), אזי לא תהיה התגבשות, והמלח יישטף על ידי השתן החוצה, אך אם ריכוז המלח גבוה (מעט מים והרבה מלחים), עלולים להיווצר גבישים (אבנים) הגדלים עם הזמן. הגורמים השכיחים המעידים על הימצאות אבנים הם: כאב, דימום וזיהום.

שתייה מרובה של מים לאורך זמן אינה מזיקה ואינה גורמת להשמנה, מאחר שהמים הם חסרי ערך קלורי. בתנאי מזג אוויר נוחים וללא פעילות גופנית, מומלץ לשתות כליטר וחצי עד שני ליטרים של מים ביום. במצבים שבהם איבוד המים מהגוף גובר (פעילות גופנית, תנאי חום כבדים, הקאות, שלשולים ועוד) יש להרבות בשתייה. אין צורך להתלבט יותר מדי – כאשר המצב הבריאותי תקין, עוד כוס מים לא יכולה להזיק.

הידעת

קיימים מחשבונים וטבלאות רבות אשר מספקים הערכה לכמות המים שעל אדם לשתות. יש לזכור כי הערכות אלו מיועדות לאנשים בריאים ומהוות אומדן בלבד. ניתן לצפות באחד מ"מחשבוני המים" [בקישור זה](#).

סיכום

- המים הם אחת התרכובות החשובות ביותר עלי-אדמות. במים מתבצעות התגובות הכימיות בתאים, צבעם שקוף, הם חסרי קלוריות (אינם תורמים אנרגיה) וחסרי ריח. רק תלותנו בחמצן שבאוויר קודמת לתלותנו במים, ואנו יכולים לחיות ימים ספורים בלבד בלעדיהם.
- המים תופסים כ-60-70 אחוז ממשקל גופנו. שיעור המים בגוף תלוי בעיקר בהרכב הגוף: ככל שמסת השריר בגוף גדלה כך עולה גם שיעור המים בגוף, וככל שמסת השומן גדלה, כך שיעור המים בגוף קטן.
- המים מצויים בגופנו בשני מדורים (מערכות) עיקריים: מדור תוך-תאי ומדור חוץ-תאי הכולל את הנוזל הבין-תאי, פלזמת הדם וכמויות קטנות של נוזל הנמצאות במערכת הלימפה ובחללי הגוף השונים.
- מאזן המים בגוף הוא שמירה על כמות מים קבועה בגוף, באמצעות איזון בין כמות המים שנכנסים לגוף דרך **המזון, השתייה ומים מטבוליים**, לבין כמות המים שיוצאים ממנו **בזיעה, בתהליך הנשימה, בשתן ובצואה**.
- למרות חשיבותו הרבה של מנגנון הצמא האנושי לקיומנו, מנגנון זה אינו יעיל דיו, ואם אין מודעות לכמות השתייה, עלולים להגיע למצב של התייבשות.
- בעת התייבשות נפח הדם מצטמצם עד כדי הפסקת זרימתו לחלק מהאיברים, כדי לייעל את זרימתו למערכות ולאיברים החשובים. סימניה הראשונים של ההתייבשות הם: כאבי ראש, יובש בלשון, בלבול וסחרחורת. במצבים קשים התייבשות גורמת לאובדן הכרה ואפילו למוות.
- בעת הופעת תסמיני התייבשות יש לחדול מכל מאמץ, להקפיד לשתות ולהביא לקירור הגוף. יש עדיפות לשתייה ממותקת ובלגימות קטנות. בעת התייבשות קשה צריך לקרר את הגוף, לערות נוזלים דרך הווריד ולפנות את הנפגע לבית החולים.
- בתנאי מזג אוויר נוחים וללא פעילות גופנית מומלץ לשתות כליטר וחצי עד שני ליטרים של מים ביום. במצבים שבהם קצב איבוד המים מהגוף גובר, יש להגדיל את כמות השתייה.
- אין צורך להתלבט יותר מדי – כאשר המצב הבריאותי תקין, עוד כוס מים לא יכולה להזיק.

מבדק מסכם:

1. זרעים נובטים רק אם הם קולטים כמות ניכרת של מים. ההסבר לכך הוא:
 - א. המים משמשים כממס לחומרים בזרע ועקב התמוססותם מתאפשרת הנביטה.
 - ב. המים מקררים את הזרעים ועקב קירורם מתאפשרת הנביטה.
 - ג. המים הכרחיים לקיום החיים וקליטתם מאפשרת את הנביטה.
 - ד. המים מנקים את הזרעים מחומרים מזיקים ועקב ניקויים מתאפשרת הנביטה.
2. כאשר אנו נושפים על שמשות החלון אפשר לעיתים להבחין באדי מים על השמשה. מכאן ניתן להסיק כי:
 - א. אדי מים אשר נפלטו בנשיפה התעבו על גבי הזכוכית והפכו לאדים.
 - ב. אדי מים אשר היו ליד השמשה התעבו על הזכוכית והפכו לאדים.
 - ג. אדי מים אשר היו בתוך השמשה התעבו על הזכוכית והפכו לאדים.
 - ד. אדי המים אשר נפלטו בזיעה התעבו על הזכוכית והפכו לאדים.
3. איזו תכונה מן התכונות הבאות מאפשרת לדם הובלת חומרים שונים?
 - א. הדם מכיל חמצן.
 - ב. הדם מכיל מים.
 - ג. הדם מכיל תאי דם שונים.
 - ד. הדם מכיל ברזל.
4. באיזה מארבעת המצבים הבאים מאזן המים תקין?
 - א. כמות המים הנקלטת קטנה מכמות המים הנפלטת.
 - ב. כמות המים הנקלטת גדולה מכמות המים הנפלטת.
 - ג. כמות המים הנקלטת שווה לכמות המים הנפלטת.
 - ד. כמות המים הנקלטת שונה מכמות המים הנפלטת.
5. בתאי הגוף השונים נמצא:
 - א. את אותה כמות המים בדיוק.
 - ב. את אותה כמות המלחים בדיוק.
 - ג. כמויות מים שונות בתאים של רקמות שונות.
 - ד. כמויות מים שונות בתאים של אותה רקמה.

6. האם קיימים יצורים חיים שיכולים להתקיים ללא מים?

- א. כן, הגמל החי במדבר לא חייב מים על מנת להתקיים.
- ב. לא, כל היצורים החיים חייבים מים על מנת להתקיים.
- ג. לא, למרות שלא כל היצורים החיים חייבים מים על מנת להתקיים.
- ד. כן, דגים שונים החיים במים לא חייבים מים על מנת להתקיים.

7. במצב של התייבשות הגוף הבעיה העיקרית היא:

- א. מחסור במלחים
- ב. מחסור בוויטמינים
- ג. מחסור במים
- ד. מחסור בזיעה

8. מתי אנו עלולים להתייבש?

- א. כאשר כמות המים הנקלטת בגוף גדולה מכמות המים הנפלטת ממנו.
- ב. כאשר כמות המים הנקלטת בגוף קטנה מכמות המים הנפלטת ממנו.
- ג. כאשר כמות המים הנקלטת בגוף שווה לכמות המים הנפלטת ממנו.
- ד. אין קשר בין התייבשות לבין כמויות המים הנקלטות בו ונפלטות ממנו.

9. המים מהווים בדרך כלל:

- א. מרכיב שכמותו קטנה מכמות העצמות והשומנים בגוף האדם.
- ב. מרכיב שכמותו גדולה מכמות כל שאר מרכיבי גוף האדם.
- ג. מרכיב שכמותו קטנה מכמות כל שאר מרכיבי גוף האדם.
- ד. מרכיב שכמותו קטנה מכמות העצמות והשרירים בגוף האדם.

10. אדם מאבד מים מגופו באמצעות:

- א. שתן, הזעה, אוכל וצואה.
- ב. שתן, הזעה, מים וצואה.
- ג. שתן, שתייה, נשימה וצואה.
- ד. שתן, הזעה, נשימה וצואה.

11. בקיץ יש חשיבות מרובה לשתייה מכיוון ש:

- א. הלחות הגבוהה בקיץ גורמת לאיבוד נוזלים.
- ב. ההזעה המרובה גורמת לאיבוד נוזלים בשתן.
- ג. בקיץ אין גשם ולכן הגוף קולט פחות מים מהסביבה.
- ד. ההזעה המרובה גורמת לאיבוד נוזלים מהגוף.

12. תשומת לב מיוחדת דרושה למניעת התייבשות אצל קשישים מאחר ו:

- א. קשה להם לעיתים להביע את עצמם.
- ב. קשה להם לעיתים לאכול מזון.
- ג. קשה להם לעיתים לחוש צמא.
- ד. קשה להם לעיתים להישאר ערים ולשתות.

13. קרומי התאים הם בררנים מאחר שהם:

- א. מאפשרים מעבר חופשי של יונים אבל לא של מים.
- ב. מאפשרים מעבר חופשי של מים אבל לא של יונים.
- ג. מאפשרים מעבר חופשי של יונים אבל לא של שומנים.
- ד. מאפשרים מעבר חופשי של שומנים אבל לא של יונים.

14. בזמן שלשולים והקאות:

- א. יש להרבות בשתייה.
- ב. יש למעט בשתייה.
- ג. יש לשתות כרגיל.
- ד. אין קשר בין שלשולים לכמות השתייה הנדרשת.

15. רוב המים במדור החוץ-תאי נמצאים ב:

- א. פלזמת הדם
- ב. מערכת הלימפה
- ג. בתאי הגוף
- ד. בנוזל הבין-תאי

16. כמה קלוריות יש ב-1,000 גרם של מים (ליטר מים):

א. אותה כמות קלוריות כמו ב-1,000 גרם של שומן.

ב. יותר קלוריות מאשר בגרם אחד של מים.

ג. יותר קלוריות מאשר בליטר מים מינרלים.

ד. אותה כמות קלוריות כמו ב-1,000 גרם של ויטמינים.

החומרים מהם אנו מזונים - סיכום

החלק הראשון של הספר עסק ביסודות התזונה של האדם. חשוב ללמוד ולהבין יסודות אלו בכדי להתמקצע בתחום הבישול והאפייה ולא פחות חשוב, כדי לקיים אורח חיים בריא. שלוש מהפכות השפיעו ועדיין משפיעות בצורה מהותית על תזונת האדם וכפועל יוצא על בריאותו: "המהפכה הנאוליתית" (חקלאית), "המהפכה התעשייתית" ו"מהפכת המזון המהיר". מהפכות אלו התרחשו אחת אחרי השנייה ולעיתים אף במקביל וניתקו את האדם, כמעט לחלוטין, ממקורות המזון להם גופו הורגל במשך מיליוני שנים. במהלך שנות המהפכות השונות האדם שינה את הרגלי התזונה שלו ובמקביל גם את הרגלי הפעילות הגופנית. שינויים אלו באים לידי ביטוי בתחלואה רבה ובמוות בקרב אנשים אשר תזונתם איננה מאוזנת.

הממשל האמריקאי היה הראשון להבין כי קיים צורך בגוף שיעזור לאזרחים לרכוש הרגלי תזונה נכונים ופרסם את ה"קצובה היומית המומלצת" המפרטת, על פי המין והגיל, את הצריכה המומלצת של רכיבי התזונה השונים לאנשים בריאים. טבלה זו מפורטת מידי ומשתנה בתדירות גבוהה ולכן כמעט ולא שימושית לאדם הפרטי. בהמשך פורסמה "פירמידת המזון" המהווה כלי נוסף להדרכת הציבור הרחב לתזונה נכונה ומאוזנת. "פירמידת המזון" היא תרשים-מבע חזותי – תצוגה גראפית, המנחה אותנו כמה לצרוך מכל אחת מקבוצות המזון המורטות בטבלה. בניגוד ל"קצובה היומית המומלצת" המפורטת מידי, פירמידת המזון הינה כללית מידי.

בשנת 1994 חויבה כל חברה המייצרת מזון בישראל לפרסם "תווית מזון" אשר מכילה את רשימת רכיבי המזון, הסימון התזונתי שלו ומשקלו או נפחו של המזון (כאשר המזון נוזלי). תווית זו נועדה לתת לאזרח כלי חשוב נוסף בהתמודדות בבעיית התזונה הלא מאוזנת. בכדי להפיק את המירב מכלי זה, יש צורך בידע מקצועי על מנת להבין את משמעות הרכיבים הרשומים בתווית ואת השפעתם על בריאותינו.

אבות המזון הם החלק העיקרי במרכיבי התזונה הרשומים על גבי התווית והם כוללים את הפחמימות, החלבונים, השומנים, הוויטמינים והמינרלים. לאבות המזון תפקידים מגוונים בשמירה על התפקוד התקין של הגוף כאשר הפחמימות, השומנים וגם החלבונים (במקרה הצורך) משמשים כמקור אנרגיה הנמדדת בקלוריות. מבין חמשת אבות המזון, הפחמימות הן המרכיב העיקרי בדיאטת האדם ויש להן מגוון תפקידים כשהעיקרי הוא לשמש כמקור האנרגיה (הדלק) של כלל התאים החיים. החלבונים משמשים כחלבונים מבניים המרכיבים את התא, אברוניו, וחלק ממבני הגוף וחלבונים תפקודיים המהווים מבנים אשר מבצעים פעולות רבות בגוף האדם. בנוסף, חלבונים משמשים כמקור אנרגיה בהיעדר פחמימות שיעשו זאת. השומנים משמשים אבני יסוד במבנה קרומי התאים וקרומי אברוני התאים והם

נאגרים ברקמת שומן אשר בנוסף להיותה מאגר אנרגיה, זוהי רקמה פעילה המפרישה הורמונים, חומצות שומן וחומרים מעודדי דלקת. בניגוד לפחמימות, שומנים וחלבונים בעלי התפקידים המוגדרים, המרכיבים את החלק העיקרי של הדיאטה היומית שלנו ומספקים אנרגיה לגופינו (מכילים קלוריות), הוויטמינים והמינרלים חיוניים לגוף בכמויות זעירות, הם אינם מספקים אנרגיה והם בעלי תפקידים רבים ומגוונים. הוויטמינים הם תרכובות אורגניות אשר מקור מרביתם בצמחים וחלקם אף מיוצרים על ידי חיידקים השוכנים במעי בעלי החיים (וויטמין D הוא היחיד המיוצר בגופינו). המינרלים הם חומרים אנ-אורגנים שמקורם בסלעים שבקליפת כדור הארץ הנחלקים לשתי קבוצות על פי מידת תפוצתם בגופינו: מאקרו-מינרלים המהווים קרוב ל-4% ממשקל גופנו ומיקרו-מינרלים המהווים רק כ-0.01% ממשקלנו. יש לזכור כי מידת תפוצתו של המינרל בגופינו אינה בהכרח מעידה על מידת נחיצותו לקיומו.

מקור אבות המזון הוא במזון אותו אנו אוכלים העובר במערכת העיכול עיכול (פירוק) וספיגה אל תוך גופינו. מערכת העיכול של האדם בנויה כצינור ארוך מאוד המתחיל בפה וממשיך דרך הושט, הקיבה, המעי (דק וגס) ומסתיים בפתח יציאה אחד לפסולת - פי טבעת. עיכול המזון נעשה בשלבים לאורך מערכת העיכול ובתחילה הוא עובר שבירה פיזית (עיכול מכני) ובהמשך הוא עובר תהליכי עיכול כימי המתבצעים על ידי אנזימים אשר שוברים את הקשרים הכימיים בתוך המולקולות המרכיבות את המזון. לאחר עיכול המזון תוצרי הפירוק נספגים אל תוך הגוף ומגיעים ברובם לכבד ומשם ליחידת המבנה הבסיסית של הגוף – התא. בתאים מולקולות אלו משמשות כחומרי בניין לתרכובות המרכיבות את היצור החי ולשם הפקת אנרגיה.

המים הם לא חלק מאבות המזון אך הם רכיב תזונה שאנו זקוקים לצרוך אותו באופן רציף בשעות העירות שלנו. המים הם אחת מהתרכובות החשובות ביותר עלי אדמות בהם מתבצעות התגובות הכימיות בתאים, צבעם שקוף, הם חסרי קלוריות (אינם תורמים אנרגיה) וחסרי ריח. רק תלותנו בחמצן שבאוויר קודמת לתלותנו במים ואנו יכולים לחיות רק ימים ספורים בלעדיהם. המים מהווים כ-60% עד כ-70% ממשקלנו כאשר אחוז המים תלוי בעיקר בהרכב הגוף: ככל שאחוז מסת השריר בגוף גדולה כך אחוז המים בגוף גדל וככל שאחוז מסת השומן גדל, כך אחוז המים בגוף קטן. חשוב לשמור על מאזן המים בגוף שמשמעו שמירה על כמות מים קבועה המתאפשרת על ידי איזון בין כמות המים הנכנסים לגוף דרך המזון, השתייה ומים מטאבוליים הנוצרים בתאים, לבין לכמות המים היוצאים ממנו בזיעה, בתהליך הנשימה, בשתן ובצואה. כאשר המאזן נפגע וקצב פליטת המים גדול מקצב קליטתם אנו מתייבשים. סימניה הראשונים של ההתייבשות הם כאבי ראש, יובש בלשון, בלבול וסחרחורת. במצבים קשים התייבשות גורמת לאיבוד הכרה ואפילו למוות.

ההבדלים הפיזיולוגיים, הביולוגיים והאנטומיים בין נשים וגברים ובין פרטים בגילאים ומצבים פיזיולוגיים שונים כמו הנקה, היריון או פעילות גופנית משמעותיים מבחינת הדרישות התזונתיות. בחלק הבא של הספר נדון בהרחבה בצרכים האנרגטיים והתזונתיים במגוון שלבים ומצבים פיזיולוגיים בחיינו.

להן כמה שאלות הנוגעות לחומר שנלמד עד כה:

1. אלו שינויים תרבותיים, אשר השפיעו על תזונתו, עבר האדם במרוצת השנים?
2. ציינו 3 כלים להקניית תזונה נכונה למדת? ציין את יתרונות וחסרונות לכל כלי
3. עיינו בתווית מזון של מאכל שרכשתם או תווית מזון שמצאתם באינטרנט ופרטו בכמה משפטים על כל רכיב תזונה הנמצא בתווית

- רשמו בטבלה הבאה את כל מה שאכלתם במהלך היממה. עשו זאת במשך יומיים
- את הכמות ציינו ביחידות של: כוסות, כפות, כפיות, פרוסות, צלחות

[illegible]

א. הרגלי אכילה

- 208

ב. רכיבי תזונה – עיינו בפירמידת המזון וענו

1. מאילו קבוצות מזון אכלתם?
2. כמה מזונות מכל קבוצה אכלתם בכל יום?
3. האם במשך כל אחת משתי היממות אכלתם מכל קבוצות המזון? אם לא מדוע?
4. מאילו קבוצות מזון אכלתם הכי הרבה? מדוע?
5. האם, לדעתכם, התפריט שלכם מגוון? על פי מה קבעתם זאת?

ג. תווית מזון

1. בחרו מאכל קנוי שאכלתם ורשמו את הרכיבים הרשומים בגב העטיפה שלו.
2. האם בריא לאכול מאכל זה בכמויות גדולות?
3. בחרו מאכל שהכנתם במטבח בית הספר אשר אותו תרצו להמשיך לצרוך. כתבו את חומרי הגלם מהם הוא הוכן, רכיבי התזונה ומשקלם. חשבו את כמות האנרגיה במאה גרם מזון.

ד. הרגלי תזונה

הסתכלו על טבלת המזון שהכנתם. כתבו, מה הייתם רוצים לשנות?

ה. שינויים בהרגלי התזונה – השוו בין תשובותיכם בתרגיל זה לבין תשובותיכם בתרגיל מתחילת השנה

1. האם חלו שינויים בתזונתכם מתחילת השנה?
2. מהם השינויים אשר חלו בתזונתכם במהלך השנה?
3. מהן הסיבות שהובילו לשינויים אלו שיניתם את הרגלי התזונה?
4. האם השינוי תרם לדעתכם לבריאות או לשיפור ההרגשה הכללית?
5. מהן מסקנותיכם מהתרגיל?

חלק 3 - תזונה במעגל החיים

פתח דבר

בפרקים הקודמים דנו בצורך של גופינו ברכיבי התזונה השונים המרכיבים את המזון שאנו אוכלים. התזונה היא חלק בסיסי וחיוני ממרקם החיים לכל אדם ויש לה השפעה על התפתחותנו, בריאותנו, תפקודינו, מצב רוחנו ומראינו. התזונה חשובה בכל שלבי חיינו משלב העובר, דרך שלבי הגדילה השונים כתינוקות, ילדים ומתבגרים וגם בהיותנו בוגרים ובגיל השלישי. תוחלת (הזמן הממוצע הנותר לחיות מרגע הלידה) ואיכות חיינו נגזרים באופן ישיר מתזונתנו לאורך כלל שלבי חיינו. תזונה נכונה היא איננה דיאטות באות והולכות, היא אורח חיים הנרכש כבר בשלב התינוקות והילדים והיא גם חלק מכריע ובלתי ניפרד מהאימון הגופני שלנו.

בחלק זה נדון בצרכים האנרגטיים והתזונתיים של גברים ונשים בגילאים השונים משלבי התינוקות ועד הגיל השלישי, במצבים פיזיולוגיים שונים כמו הנקה, היריון או פעילות גופנית ובאורחות חיים שונים כמו טבעונות וצמחונות.

המידע הניתן בחלק זה הוא מידע כללי, המעודכן לזמן כתיבת הספר, ומוזכרים בו רכיבי התזונה העיקריים ללא ציון הכמויות הנדרשות. המידע הנכלל בחלק זה הינו מידע לידיעה בלבד ואינו מחליף בשום אופן ייעוץ רפואי.

פרק 1: אנרגיה

דרישות אנרגטיות בשלבי החיים השונים

"תשעה מכל עשרה אנשים אוהבים שוקולד. העשירי תמיד משקר"
(אומן הקריקטורות ג'ון ק. טוליוס)

בפרק זה נעסוק בנושאים הבאים:

1. מהי "אנרגיה"? ומה הקשר בינה לבין "קלוריה"?
2. קצב חילוף החומרים הבסיסי (BMR - Basal Metabolic Rate)
3. האפקט התרמוגני של המזון (TEF - Thermic Effect of Food)
4. ההוצאה האנרגטית בפעילות גופנית (EEE - Expenditure Energy Exercise)
5. צריכת האנרגיה היומית והשפעתה על משקלנו

לפני שנתחיל הנה כמה שאלות לחשוב עליהן:

- מה זו אנרגיה?
- מה זו קלוריה?
- מהם המקורות האנרגטיים של גופנו?
- איזה שימוש עושה גופנו באנרגיה?
- מה הסיבה שקלוריות עודפות גורמות להשמנה?
- מה עלינו לעשות כדי להפחית במשקל?
- מהן הסיבות שקשה לנו להפחית במשקל?

למרות ש"אנרגיה" או בשמה השגור "קלוריה" היא מושג נפוץ, סביר להניח כי עדיין נתקלם בקשיים לא מעטים בניסיון לענות על השאלות המוצגות בתחילת הפרק.

מהי "אנרגיה"? ומה הקשר בינה לבין "קלוריה"?

"אנרגיה" היא היכולת לבצע עבודה והיא נמדדת ביחידה סטנדרטית בינלאומית הנקראת "קלוריה". הקלוריה היא יחידת מידה שנגזרת מכמות החום הדרושה להעלות 1 מיליליטר (אלפית הליטר) של מים הנמצאים בטמפרטורה של 15°C במעלה אחת. מאחר שכמות האנרגיה המעורבת במטבוליזם היא גדולה למדי, מקובל למדוד אותה בקילו-קלוריות – קק"ל (כמות החום הדרושה להעלות 1 ליטר של מים הנמצאים בטמפרטורה של 15°C במעלה אחת). למרות זאת, בשיח היומיומי אנו נוהגים להשתמש במושג "קלוריות" ולא "קילו-קלוריות".

קלוריות". גם יצרני המזון נוהגים כך וכמות האנרגיה במזון מכונה לעיתים קרובות "קלוריה" או אם הסימון באנגלית אז לעיתים יהיה רשום Cal כשמדובר בעצם ב-1,000 קלוריות "קטנות", כלומר קילו-קלוריה אחת (קק"ל kcal).

קביעת מספר הקלוריות נעשה באמצעות מדידת החום הנפלט משריפת כמות מדודה של מזון (תהליך המדמה באופן גס את תהליך החמצון המתבצע בגוף החי). מדידה זו מבוצעת במכשיר הנקרא "קלורימטר". בחישוב כמות האנרגיה במזון מקובל לייחס ל-1 גרם פחמימה 4 קק"ל, לגרם חלבון – 4 קק"ל ולגרם שומן – 9 קק"ל.

ראוי לציין כי למרות ששיטה זו מקובלת כבר זמן רב, יש בה כמה אי-דיוקים מאחר שנהוג לחשב את כמות הקלוריות שיש ברכיבי המזון, בלי להתייחס לכמות רכיב התזונה הנספג או לאנרגיה המושקעת בתהליך עיכולו וספיגתו. כך למשל, גרם חלבון ביצה שייספג כמעט בשלמותו בגוף יחושב כמו גרם חלבון שבסובין, שרק כ-40 אחוז ממנו נספגים בגופנו; גרם חלבון ביצה שייאכל לבדו ייספג טוב יותר מגרם חלבון ביצה שיאכל עם סיבים תזונתיים; גרם שומן בקר ייספג טוב יותר כשיאכל ללא מים, לעומת גרם שומן בקר שייאכל בליווי שתיית מים. בנוסף, כמות האנרגיה המושקעת בפירוק המזון משתנה מאוד מסוג מזון אחד לאחר, אך בחישוב כמות האנרגיה שהמזון מכיל, אין התייחסות לעובדה זו. כך למשל האנרגיה המושקעת בפירוק וספיגת גרם סוכרוז (דו סוכר) נמוכה ביחס לאנרגיה הדרושה לצורך פירוק וספיגת גרם עמילן.

כפי שלמדנו, גופנו יכול להפיק אנרגיה מפחמימות, שומנים וחלבונים. הדרך היעילה ביותר להפקת אנרגיה היא בתהליך חמצון מולקולות גלוקוז. האנרגיה הנוצרת נאגרת במולקולות ה-ATP המשמשות כ"מטבעות אנרגיה" בתהליכי **חילוף חומרים (מטבוליזם)**, הכוללים מגוון תהליכים ביולוגיים של **בנייה (תהליכים אנאבוליים)** ושל **פירוק (תהליכים קטבוליים)** המתרחשים בכלל תאי הגוף. האנרגיה העודפת אשר לא נדרשת לתהליכים אלו נאגרת בחומרי התשמורת הקיימים בגופנו: חלקה הקטן נאגר במולקולות הגליקוגן ורובה נאגרת בתאי השומן.

כלל האנרגיה המשמשת בתהליכי חילוף החומרים בגוף נקראת "ההוצאה האנרגטית הכללית" (TEE - Total Energy Expenditure), אשר כוללת שלושה מרכיבים עיקריים:

- **קצב חילוף החומרים הבסיסי** (BMR - Basal Metabolic Rate) – הכוונה היא לכלל ההוצאה האנרגטית **לצורכי קיום** בלבד בזמן השינה ובמצב ערות.
- **האפקט התרמוגני של המזון** (TEF - Thermic Effect of Food) – כלל ההוצאה האנרגטית בתגובה לאכילה, התלוי בכמות ובסוג המזון הנצרך.
- **ההוצאה האנרגטית בפעילות גופנית** (EEE - Expenditure Energy Exercise) – כלל ההוצאה האנרגטית במהלך פעילות גופנית ובמהלך ההתאוששות.

הידעת

ברשת האינטרנט ובספרים תיתקלו בשמות שונים של המרכיבים שהוזכרו למעלה. התופעה נובעת מכך שיש מגוון שיטות וכלים דומים (אך לא זהים) למדידת הוצאה אנרגטית ולכן השמות עשויים להתחלף בהתאם. לדוגמה, ייתכן שבמקום המונח "קצב חילוף החומרים הבסיסי" (BMR - Basal Metabolic Rate) תיתקלו במונח הנקרא "קצב חילוף חומרים במנוחה" (RMR – Resting Metabolic Rate); ובמקום "הוצאה אנרגטית בפעילות גופנית" - EEE (Expenditure Energy Exercise) ייתכן שתיתקלו במונח "תרמוגנזה כתוצאה מפעילות" (AT - Activity Thermogenesis).

קצב חילוף החומרים הבסיסי (BMR - Basal Metabolic Rate)



איור 1.1 – אדם במנוחה

זו כמות האנרגיה שאדם צורך ב-24 שעות הדרושה אך ורק לצרכי קיום, או במילים אחרות זו כמות האנרגיה המושקעת בתהליך חילוף החומרים של כלל הפעולות שמבצע הגוף בשביל להתקיים. הפעולות הן רבות וכוללות בין השאר את תהליכי הנשימה, חילוף חומרים, מעבר יונים דרך ממברנות התאים, פעילות מערכת העצבים, שמירה על טמפרטורת גוף קבועה ועוד.

מדידת "קצב חילוף החומרים הבסיסי" מחייב הימנעות מאכילה ופעילות גופנית ב-12 השעות שקדמו לבדיקה. הבדיקה מבוצעת בשעות הבוקר והיא נעשית בשכיבה ובתנאי טמפרטורה נוחים.

שאלה לדיון

מדוע הבדיקה נעשית לאחר צום של 12 שעות, בהימנעות מביצוע פעולות, בשכיבה ובתנאי טמפרטורה נוחים?

מרבית ההוצאה הקלורית היומית, כ-60-75 אחוז ממנה, מקורה ב-BMR. קצב חילוף החומרים שונה מאדם לאדם ומתקופת חיים אחת לאחרת ומושפע מגורמים רבים ובהם:

- 1. גודל הגוף (משקל וגובה) – ככל שהגוף גדול יותר, כך גם קצב חילוף החומרים הבסיסי גבוה יותר.**
- 2. הרכב הגוף – מבחינה מטבולית, אפשר לחלק את הגוף לשני חלקים: מסת השומן הכוללת את השומן התת-עורי, השומן המקיף את האיברים הפנימיים ומאגרי שומן שבאזורי הבטן והאגן ומסת הגוף הרזה הכוללת שרירים, שלד, איברים פנימיים ותאי דם. מאחר שמבחינה מטבולית, רקמת השומן כמעט ואינה פעילה ואילו רקמת השריר צורכת הרבה אנרגיה (גם במנוחה), מסת הגוף הרזה היא צרכנית האנרגיה העיקרית. על כן, ככל שמסת השריר גדלה, כך גדלה גם צריכת האנרגיה במנוחה. לדוגמה, האנרגיה המושקעת בחילוף החומרים אצל ספורטאי השוקל 80 קילוגרם גבוהה מאשר שזו שמושקעת אצל אדם השוקל 80 קילוגרם ואיננו ספורטאי.**
- 3. מין (Gender) – לגברים BMR גבוה יותר משל נשים, מכיוון שמסת הגוף שלהם גדולה יותר, וגם מכיוון שביחס לנשים אחוז מסת הגוף הרזה בגופם של גברים גבוה ואחוז רקמת השומן נמוך. במילים אחרות – מסת השרירים אצל נשים קטנה מזו של גברים.**

מדוע בסעיף שלוש נעשה שימוש ב"אחוז"?

השימוש במושג "אחוז" חשוב מאחר שבדרך זו ניתן להשוות את כמות השריר יחסית למשקל הגוף גם אצל אנשים בעלי משקל שונה. לדוגמה, נניח שרקמת השריר שוקלת 20 ק"ג אצל אדם השוקל 60 ק"ג או אדם השוקל 100 ק"ג. משקל הרקמה זהה בשני המקרים אבל כמותו יחסית לשאר הרקמות שונה.

4. **גיל** – בתקופת הגדילה, עד גיל 20 לערך, ה-BMR גבוה מאחר שבתקופות שבהן קצב הגדילה של הגוף מואץ, מוגברים תהליכי הבנייה ואז עולה גם קצב חילוף החומרים הבסיסי. כמו כן, בתקופת הגדילה משקל השלד והשרירים עולה לעומת משקל רקמת השומן.
מסביבות גיל 20 עד סוף החיים יש ירידה הדרגתית בקצב חילוף החומרים ובמסת רקמת השריר ולכן גם ה-BMR יורד. אימוני כוח יכולים להפחית ולעכב את הירידה אך לא לעצור אותה לגמרי.
5. **סטטוס הורמונלי** – עשוי להשפיע על הרמה המטבולית במנוחה בעיקר אצל אנשים הסובלים מהפרעות במערכת ההורמונלית העשויות לנבוע ממגוון ליקויים בריאותיים, כגון עודף\חסר של פעילות בלוטת התריס שעשויה להעלות\להוריד את ה-BMR, בהתאמה. השפעות הורמונליות הנובעות מהפרשה של הורמונים נשיים במהלך הווסת ובתקופת ההיריון עשויים גם הם להעלות את ה-BMR.
6. **הגבלה קלורית** – הגבלה קלורית לאורך זמן או בשמה הנפוץ דיאטת הרזיה מספקת פחות אנרגיה ממה שהגוף צריך, במטרה שהגוף ישתמש באנרגיה האגורה ברקמת השומן. אך אליה וקוץ בה, הגבלה קלורית גורמת לירידה בקצב חילוף החומרים, גם משום שהיא מובילה לירידה במסת הגוף הרזה (המתרחשת בעיקר במצב של הגבלה קלורית חריפה), וגם בשל מנגנון "הגנה" המתבטא בשיפור יעילות ניצול האנרגיה של הגוף. מכאן, כאשר עושים דיאטה ומאבדים משקל, קצב חילוף החומרים יורד וכך גם קצב חילוף החומרים הבסיסי יורד.
7. **גורמים נוספים** – אנו חיים בסביבה משתנה ולכן עשויים להיות מגוון רחב של גורמים משתנים המשפיעים על ה-BMR. דוגמאות לגורמים כאלה הן: מתח נפשי או גורמים פיזיים כמו מחלה, דלקת, חום, תאונה, ניתוח, שינויים במזג האוויר – כל אלה מעלים באופן זמני את קצב חילוף החומרים הבסיסי.

מטלה (עבודה בזוגות):



ברשת קיימים מספר מחשובי BMR שאינם נותנים מידע מדויק אלא אומדן בלבד. [בלינק](#)
[הבא תוכלו למצוא את המחשבון של גולינגו.](#)

במחשבון ניתן לחשב את ה-BMR של אדם מסוים, על פי הגורמים הבאים: מין, גיל, משקל וגובה. בחנו במחשבון את ה-BMR של לפחות 10 אנשים שונים (אמיתיים או מומצאים). הקפידו על מגוון (גיל, משקל, גובה ושיהיו דוגמאות משני המינים).

- א. ערכו טבלה של מין, גיל, משקל, גובה ו-BMR.
- ב. כתבו את מסקנותיכם לגבי מגוון התוצאות שהתקבלו בטבלה.
- ג. הציגו את המסקנות בכיתה.
- ד. דונו במסקנות שלכם ושל הקבוצות הנוספות בכיתה.

סכמו את מסקנות הדיון.

האפקט התרמוגני של המזון (TEF - Thermic Effect of Food)

הכוונה לאנרגיה המושקעת בחילוף החומרים בתגובה לאכילה, אשר מהווה כ-10 אחוזים מההוצאה הקלורית היומית. זוהי האנרגיה הדרושה לעיכול וספיגת המזון הנאכל והאנרגיה המושקעת בחילוף החומרים של חומרי המזון (נוטריינטים) שנספגו. כמות האנרגיה המושקעת תלויה בכמות המזון הנצרך ובסוגו. ארוחה עשירה בחלבון לדוגמה תעלה את האפקט התרמי של האכילה.

מטלה



- א. מדוע ארוחה עשירה בחלבון היא בעלת אפקט תרמי גדול יותר מאשר ארוחה העשירה בפחמימות פשוטות (בהנחה ששתי הארוחות זהות מבחינה קלורית)?
- ב. האם בזמן ארוחה, בעיקר ארוחת צהריים דשנה, אתם מרגישים כי חום גופכם עולה? מדוע?
- ג. האם אתם חשים בעייפות לאחר ארוחת הצהריים? מדוע?

ההוצאה האנרגטית בפעילות גופנית

(EEE - Expenditure Energy Exercise)

זוהי ההוצאה האנרגטית במהלך פעילות גופנית ובמהלך ההתאוששות שלאחריה. ערך זה מהווה כ-15-30 אחוז מההוצאה הקלורית היומית, והוא כולל:

- **הוצאה אנרגטית כתוצאה מפעילות יומיומית שאיננה וולונטרית (יזומה) – פעילות** שאנו עושים כחלק מחיי היומיום. למשל האנרגיה הדרושה לצורך לימודינו, עבודתנו, הליכה לשם מעבר ממקום למקום, קניות בסופר וכו'.
- **הוצאה אנרגטית כתוצאה מפעילות וולונטרית (יזומה) – פעילות שהיא לא הכרחית** ליומיום אך אנו בוחרים לבצעה, למשל אימון. הוצאה אנרגטית זו נתונה לשינויים גדולים והשפעתה על הירידה במשקל גדולה יותר מזו של הפעילות שאיננה יזומה.

צריכת האנרגיה היומית והשפעתה על משקלנו

כפי שלמדנו ההוצאה האנרגטית הכללית (TEE) היא סך כל האנרגיה שגופנו מוציא לצרכי קיום (BMR), כתגובה לאכילה (TEF) ובפעילות גופנית (TEE). **מאזן האנרגיה בגוף –** היחס בין ההוצאה האנרגטית להכנסה האנרגטית, יקבע את משקל הגוף. מאזן אנרגיה חיובי יתבטא בעלייה במשקל, מאזן אנרגיה שלילי יתבטא בירידה במשקל ואילו מאזן אנרגיה אפס יתבטא ביציבות במשקל.

שאלה לדיון 

היכן נאגרת האנרגיה העודפת בגופנו?

כיצד ניתן לכמת את המידע למספר הקלוריות היומי הנדרש לנו כדי להגיע למטרותינו?
חישוב הצריכה האנרגטית הוא פשוט יחסית. כדי לחשב את כמות הקלוריות אשר אנו צורכים במשך היום, עלינו לחשב את סך כל הקלוריות אשר במזון ובשתייה אשר צרכנו.

מטלה

סימן תזונתי	ל-100 גרם
קלוריות (אנרגיה)	20
חלבונים (גרם)	1.7
פחמימות (גרם)	6
שומנים (גרם)	0.1
נתרן (מ"ג)	1
סיבים תזונתיים (גרם)	3

חישוב הצריכה האנרגטית הוא פשוט יחסית. הפרט מדווח על צריכת המזון היומית שלו וכך ניתן לחשב את כמות הקלוריות שהוא צורך ואף את איכותו.

א. מהם רכיבי התזונה המשפיעים על הצריכה האנרגטית?

ב. מהו הערך האנרגטי של כל רכיב?

ג. חשבו את כמות האנרגיה במזונות הבאים: גביע יוגורט, 5 עוגיות ו-2 פרוסות לחם

לעומת חישוב הצריכה האנרגטית הפשוט יחסית, חישוב ההוצאה האנרגטית מורכב ותלוי בגורמים רבים. עשרות רבות של נוסחאות הומצאו למציאת כמות האנרגיה היומית שאנו מוציאים, אך כל נוסחה הולידה לתוצאה שונה מקודמתה. ניתן לראות לדוגמה כי רוב האנרגיה אשר אנו מוציאים במשך היום היא לצרכי קיום (BMR), אך יש מגוון רחב מאוד של גורמים אשר משפיעים על צריכתה, כאשר אפילו הגבלה קלורית גורמת לירידה שלה. ההוצאה האנרגטית השנייה הנתונה לשינויים גדולים בבקרת המשקל היא ההוצאה האנרגטית כתוצאה מפעילות גופנית יזומה. באופן עקרוני ניתן לקבוע כי ככל שנרבה בפעילות גופנית כך ההוצאה האנרגטית תגדל, אך גם כאן, במשך הזמן הגוף לומד איך לחסוך באנרגיה ולכן ההוצאה האנרגטית יורדת. מאידך הגידול במסת השריר מעלה את ה-BMR וכפועל יוצא ההוצאה האנרגטית גדלה (סביר להניח שאדם העוסק בספורט יעלה גם את צריכת המזון שלו וכך את הצריכה האנרגטית). על כן, לצורך עלייה במשקל, שמירה על המשקל או ירידה במשקל יש להתייעץ בגורם מוסמך ולפקח בתיווכו באופן קבוע על המזון שאנו אוכלים, על הרכבו, זמני האכילה, כמות הקלוריות שבו וכן יש לעשות פעילות ספורטיבית יזומה אשר תעלה את צריכת האנרגיה בטווח המידי ובטווח הארוך. תזונה נכונה (לצורך ירידה, עלייה או שמירה על המשקל) היא אורח חיים מאוזן שתוכלו להתמיד בו לאורך זמן.

מטלה

בפרק המבוא דנו בכמה גורמים אשר מקשים על האדם בימינו לשמור על משקלו. קראו את החלק המתייחס לגורמים אלה והסבירו איך הנושא קשור למידע בפרק זה.

סיכום

- **אנרגיה** היא היכולת לבצע עבודה והיא נמדדת ביחידה סטנדרטית בינלאומית הנקראת "קלוריה".
- **"ההוצאה האנרגטית הכללית"** (TEE - Total Energy Expenditure) היא האנרגיה אשר הגוף שלנו מוציא במשך היום אשר כוללת שלושה מרכיבים: קצב חילוף החומרים במנוחה (BMR - Basal Metabolic Rate), האפקט התרמוגני של המזון (TEF - Thermic Effect of Food) ואת ההוצאה האנרגטית בפעילות גופנית (EEE - Expenditure Energy Exercise).
- **"קצב חילוף החומרים הבסיסי"** (BMR - Basal Metabolic Rate) הוא מדד לאנרגיה שאדם צורך ב-24 שעות הדרושה אך ורק לצרכי קיום. אנרגיה זו מושקעת בתהליך חילוף החומרים של כלל הפעולות שמבצע הגוף בשביל להתקיים והיא מושפעת מגורמים רבים, ובהם: הרכב הגוף (כמות השומן וכמות המסה השרירית בגופו), משקל, גובה, גיל, מין (Gender), סטטוס הורמונלי, הגבלה קלורית וגורמים רבים נוספים.
- **"האפקט התרמוגני של המזון"** (TEF - Thermic Effect of Food) הוא קצב חילוף החומרים בתגובה לאכילה, אשר מהווה כעשירית מההוצאה הקלורית היומית.
- **"ההוצאה האנרגטית בפעילות גופנית"** (EEE - Expenditure Energy Exercise) היא ההוצאה האנרגטית במהלך פעילות גופנית ובמהלך ההתאוששות, הכוללת את ההוצאה האנרגטית כתוצאה מפעילות יומיומית וולונטרית (יזומה) ואת ההוצאה האנרגטית כתוצאה מפעילות שאינה וולונטרית (לא יזומה).
- **מאזן האנרגיה בגוף – היחס בין ההוצאה האנרגטית להכנסה האנרגטית**, יקבע את משקל הגוף. מאזן אנרגיה חיובי יתבטא בעלייה במשקל, מאזן אנרגיה שלילי יתבטא בירידה במשקל ואילו מאזן אנרגיה אפס יתבטא ביציבות במשקל.
- **חישוב הצריכה האנרגטית** הוא פשוט יחסית, אך **חישוב ההוצאה האנרגטית** מורכב ותלוי בגורמים רבים.
- **תזונה נכונה** (לצורך ירידה, עלייה או שמירה על המשקל) היא אורח חיים מאוזן שתוכלו להתמיד בו לאורך זמן.

מבדק מסכם

1. סמנו את המשפט הנכון:
 - א. האנרגיה העודפת שאנו צורכים מאוחסנת בעיקר ברקמת השומן.
 - ב. עודפי שומנים מאוחסנים בגוף בעיקר ברקמת השריר.
 - ג. עודפי פחמימות מאוחסנים בגוף בעיקר ברקמת השריר.
 - ד. עודפי ויטמינים מאוחסנים בגוף בעיקר ברקמת השריר.
2. מאזן אנרגיה חיובי:
 - א. יתבטא בעלייה במשקל
 - ב. יתבטא בירידה במשקל
 - ג. יתבטא בשמירה על המשקל
3. פעילות וולונטרית (יזומה) היא:
 - א. פעילות שהיא הכרחית ליומיום אך אנו בוחרים לבצעה.
 - ב. פעילות שהיא לא הכרחית ליומיום אך אנו בוחרים שלא לבצעה.
 - ג. פעילות שהיא הכרחית ליומיום אך אנו בוחרים שלא לבצעה.
 - ד. פעילות שהיא לא הכרחית ליומיום אך אנו בוחרים לבצעה.
4. קצב חילוף החומרים הבסיסי כולל את:
 - א. האנרגיה המושקעת בתהליך חילוף החומרים של חלק מפעולות הקיום.
 - ב. האנרגיה המושקעת בתהליך חילוף החומרים של תהליכי ספיגת המזון.
 - ג. האנרגיה המושקעת בתהליך חילוף החומרים של הפעילות הוולנטרית.
 - ד. האנרגיה המושקעת בתהליך חילוף החומרים של כלל פעולות הקיום.
5. סיבים תזונתיים הם פחמימות ולכן:
 - א. הם מכילים 0 קק"ל לגרם אך גופנו לא סופג אותם ולכן הם לא מעניקים לו אנרגיה.
 - ב. הם מכילים 4 קק"ל לגרם אך גופנו לא סופג אותם ולכן הם לא מעניקים לו אנרגיה.
 - ג. הם מכילים 4 קק"ל לגרם וגופנו מסוגל להפיק מהם אנרגיה.
 - ד. הם מכילים 0 קק"ל לגרם וגופנו מסוגל להפיק מהם אנרגיה.

6. איזה משפט נכון:

- א.** גרם חלבון ביצה מכיל יותר אנרגיה מגרם חלבון סובין.
- ב.** גרם חלבון ביצה מכיל פחות אנרגיה מגרם חלבון סובין.
- ג.** גרם חלבון ביצה מכיל כמות אנרגיה זהה לזה שמכיל גרם חלבון סובין.
- ד.** גרם חלבון ביצה מכיל כמות אנרגיה זהה לזה שמכילים שני גרמים חלבון סובין.

פרק 2: היריון והנקה

"וַיֵּקַח בַּעֲזָא אֶת רוּת וְתָהִי לוֹ לְאִשָּׁה וַיָּבֵא אֵלֶיהָ וַיֵּתֶן ה' לָהּ בְּרִיּוֹן וַתֵּלֶד בֶּן" (רות, ד; 13).

זהו הפסוק היחיד בתנ"ך שבו מוזכרת המילה היריון. בהמרת המילה היריון לערך מספרי (גימטריה) נמצא שהערך המספרי של היריון הוא 271, שהם ימי הריונה של האישה. [בקישור](#) [הבא](#) תוכלו להרחיב ולקרוא על 9 חודשי היריון בגרסה המקראית – תאומים, עקרות, קשיים בהנקה ומיילדת פרטית.

בפרק זה נעסוק בנושאים הבאים:

1. תזונת האישה ההרה

א. המלצות תזונתיות לאישה ההרה

ב. מזונות שיש להימנע מהם בזמן ההיריון

ג. מזונות ומשקאות שרצוי להגביל את הצריכה שלהם או להימנע מהם לחלוטין

2. תזונת האם המניקה

א. המלצות תזונתיות לאישה המניקה

לפני שנתחיל הנה כמה שאלות לחשוב עליהן:

- כמה ק"ג מוסיפה אישה למשקלה במהלך ההיריון?
- מהן ההשלכות הבריאותיות של היריון במשקל יתר או היריון במשקל חסר?
- מדוע אישה בהיריון צריכה להגדיל את צריכת הסיידן והברזל?
- מהו זמן היריון של פילה ועכברה?
- האם לאישה בהיריון כדאי לצרוך אלוהול?

תקופת ההיריון של אישה כוללת 3 טרימסטרים המחולקים ל-9 חודשים או ל-40 שבועות היריון ([בקישור הבא](#) ניתן לקרוא מה קורה בכל שבוע ושבוע במהלך ההיריון). תקופת ההיריון (למרבה האירוניה) מתחילה עוד לפני ההתעברות, ביום הראשון של הוסת האחרונה. לכן לכשיתגלה ההיריון לאחר האיחור במחזור, האישה ההרה נמצאת כבר בשבוע החמישי להריונה.

היריון הוא אתגר תזונתי משמעותי לגוף. הצרכים התזונתיים משתנים והאישה ההרה צריכה להוסיף לתזונה היומית שלה מגוון רכיבי תזונה חיוניים ואנרגיה (קלוריות) כדי "לייצר" תינוק בריא. במחקרים רבים נמצאו הקשרים בין המצב התזונתי של האם בזמן ההיריון לבין בריאות העובר בלידתו וגם במהלך חייו. גם בריאות האם מושפעת מתזונתה בזמן ההיריון.

לדוגמה היריון שבו האם סבלה מסוכרת היריון או לחץ דם גבוה מגביר את הסיכון שלה לפתח [סוכרת סוג 2](#) או יתר לחץ דם בגיל צעיר יחסית. גם לאחר הלידה, בתקופת ההנקה, על האישה להקפיד על תזונתה.

למרות שאנחנו נחשבים לחלק מהעולם המערבי, סקרי תזונה שנערכו עם השנים בישראל מצאו שנשים בגיל הפוריות לא צורכות מספיק ממגוון של ויטמינים ומינרלים. כ-30 אלף נשים בגיל הפוריות בישראל נמצאות במצב של חוסר בטחון תזונתי, וקרוב למחצית מהנשים בגיל הפוריות נמצאות בעודף משקל (נכון ל-2017). עם זאת, בתקופת היריון, גם מי שלא הייתה מודעת לנושא התזונה במהלך חייה צריכה להקפיד על תזונתה.

לאחר הלידה, העובר לעיתים קרובות ניזון מחלב האם המניקה (לא כל הנשים מניקות). פרולקטין, הורמון חיוני לייצור החלב, מעורר רעב אצל האם המניקה. מנגנון זה חשוב מאחר שעל האם המניקה לצרוך מספיק קלוריות כדי לייצר חלב. כדי להתמודד עם הרעב, חשוב לאכול מסודר, ולדאוג שכל ארוחה תכיל אוכל מזין: מקור לחלבון, מקור לפחמימה, קצת שומן ממקור בריא, ירקות ו/או פירות.

השמירה על תזונה נכונה היא קודם כל למען בריאותה של האם המניקה מאחר והרכב החלב כמעט ואינו מושפע ממצבה התזונתי של האם, אלא אם כן היא נמצאת במצב של תת-תזונה. בכל שאר המקרים גוף האישה דואג קודם כל לצרכי התינוק כך שהרכב החלב נשמר. לאור זאת, במקרה של תזונה לא מאוזנת, עלולים להיווצר אצל האם חוסרים תזונתיים. בפרק זה יינתנו המלצות תזונתיות לנשים בהיריון ולנשים מניקות. ההמלצות ניתנות בהתאם להמלצות משרד הבריאות בישראל והן משתנות בכפוף לחידושים בתחום המחקר. המידע הנכלל בפרק זה הינו מידע לידיעה בלבד ואינו מחליף בשום אופן ייעוץ רפואי.

תזונת האישה ההרה

במהלך ההיריון, עובר גוף האישה שינויים פיזיולוגיים רבים הניכרים כמעט בכל מערכות הגוף. אחד מהשינויים הרבים הוא עלייה במשקל האישה ההריונית.

בתקופת ההיריון גופה של האישה מוסיף משקל עקב התפתחות העובר, השליה, הרחם, רקמת השדיים, מי השפיר, נוזל הדם ומאגרי השומן (הגוף מכין מצבורי אנרגיה לתינוק העתידי). היקף העלייה במשקל שונה מאישה לאישה והוא תלוי במגוון גורמים כגון מצב בריאותה של האישה לפני ובמהלך ההיריון, משקל האישה לפני ההיריון ותזונת האישה בזמן ההיריון. עלייה תקנית במשקל האישה ההרה בזמן היריון של עובר 1 שהחל במצב תקין הוא 11-16 ק"ג בממוצע. בהיריון של תאומים העלייה במשקל תגדל בצורה משמעותית אבל לא תוכפל. עלייה פתאומית במשקל בזמן ההיריון דורשת התערבות רפואית מאחר והיא מעלה חשד לצבירת נוזלים עקב רעלת היריון או סיבוכים אחרים.

למשקל האישה בזמן ההיריון השלכות על בריאותה ובריאות עוברה. ב היריון בו האישה במשקל יתר יש עליה בסיכון לסוכרת היריון, רעלת היריון, מומים מולדים ולהיוולדו של ולד במשקל של מעל 4 ק"ג, משקל שיצריך ניתוח קיסרי. בהיריון בו האישה ההרה היא בתת משקל או בעלית משקל נמוכה מהצפוי עולה הסיכון ללידה מוקדמת ולמשקל לידה נמוך מ- 2.5 ק"ג (משקל לידה נמוך יכול להצביע על בעיה התפתחותית בעובר. חלק מהתינוקות מצליחים להדביק את פערי הגדילה לאחר לידתם אך חלקם יסבלו מבעיות שונות לכל אורך חייהם). תינוקות שנולדים לאימהות שעלו במשקל פחות מ-9 ק"ג בדרך כלל נולדים במשקל נמוך לגיל ההיריון, וזה אומר שייתכן שהם סבלו מתת תזונה במהלך ההיריון.



איור 2.1 – אישה ב היריון

<https://pixabay.com/en/pregnant-pregnancy-silhouette-woman-393364/>

המלצות תזונתיות לאישה ההרה

על מנת שנוכל להבין את חשיבות התזונה של האם בזמן ההיריון עלינו להבין את המתרחש ברחמה. עובר אנושי מתפתח ברחם אמו כ-40 שבועות (כתשעה חודשים). במהלך ההיריון תא בודד אחד מתפתח למיליארדי תאים, המחולקים למאות סוגי תאים שונים המרכיבים מגוון רחב של מערכות המתפקדות יחדיו (מערכת הדם, העצבים, השרירים הנשימה ועוד). במהלך ההיריון העובר מתפתח מתא יחיד שמשקלו כ- 0.0000036 גרם ועד לתינוק שלם במשקל של 3500 גרם ויותר. התא הבודד גדל במשקלו כפי מיליארד! ההתפתחות העוברית מתחלקת לשני שלבים עיקריים, השלב הראשון מתחיל מרגע ההפריה וממשיך בערך עד השבוע השמיני. בשלב הזה נוצרות שכבות התאים העיקריות שמהן יוצרו האיברים השונים. בשלב השני, החל מהשבוע השמיני ואילך, העובר כבר מקבל צורה אנושית וחלק מהמערכות הגופניות שלו מתחילות לתפקד.

הידעת

[בקישור הבא](#) תמצאו סרטונים המתארים את השלבים העיקריים בהתפתחות העוברית, שבוע אחר שבוע בצורה מופשטת.

מעניין לציין כי במהלך ההיריון איברים לא רק מופיעים אלא גם נעלמים, למשל: זנב, קשתות זימים וקרומים בין האצבעות. ההיעלמות הזאת מתרחשת בתהליך של מוות תאי מתוכנן (אפופטוזיס) והיא ככל הנראה קשורה להתפתחות האבולוציונית שלנו.

הידעת

החוק הביוגנטי (קרוי גם חוק הרקפיטולציה) הוא תאוריה של הביולוג וחוקר הטבע ארנסט הקל (1834-1919), שעל-פיו "האונטוגנזה (התפתחות הפרט) חוזרת על הפילוגנזה (התפתחותו האבולוציונית של המין כולו)". על-פי חוק זה, ההתפתחות האורגנית של יצור חי מהווה מעין תקציר של תולדות המין הטקסונומי שלו. כיום אנו יודעים שחוק זה אינו מדויק מאחר והתפתחות העובר נותנת מקור להשערות על אודות מהלך האבולוציה, אך אין לראות בה חזרה שלמה על מהלך זה.

בעובר האדם מופיעים בשלבים מוקדמים זנב, זימים וקרומים בין האצבעות אשר נעלמים לפני הלידה. כלל איברים אלו מופיעים אצל מינים קדומים והם נעלמו במהלך ההתפתחות האבולוציונית של האדם. בנוסף, שלבים רבים בהתפתחות האדם נעשו על ידי קיצור או ביטול שלבים שונים בהתפתחות העובר. לדוגמה, גבו הזקוף של האדם הוא תוצאה של ביטול שלב כיפוף הגב כלפי החזית, הגורמת ליציבה הנטויה של השימפנזים. ואכן, לפג של שימפנזים יש גב זקוף כמו של אדם.

קצב ההתפתחות המהיר ותהליך ההתפתחות המורכב של העובר דורש כי תזונת האישה ההרה תכלול תוספת אנרגיה ורכיבי תזונה החשובים להתפתחות העובר בשלבים השונים של ההיריון. כדי לשמור על בריאותה ובריאות העובר מומלץ כי האישה ההרה תאכל מזון מגוון הכולל דגנים (רצוי מלאים), ירקות, פירות ומזונות עשירים בחלבון ושומן. עליה לאכול ארוחות מסודרות ובכל ארוחה לשלב רכיבים שונים ולהתאים את כמויות המזון לצרכים האישיים. כמות המזון הנדרשת לאישה תלויה בגילה, בפעילותה הגופנית, בגובהה, במשקלה ובמצבה הבריאותי.

בנוסף ל"אכלי" יש גם מוצרים שהם בחזקת "אל תאכלי" מאחר ובמהלך ההיריון יש חשש מוגבר לפגיעה באישה ההרה ובעובר על ידי הידיבקות במחלות זיהומיות המועברות במזון. בנוסף יש מזונות המכילים רכיבים בעלי סיכון לפגיעה בעובר, כגון קפאין או אלכוהול. המידע הניתן בפרק זה הוא מידע כללי, המעודכן לזמן כתיבת הספר, ומוזכרים בו רכיבי התזונה העיקריים ללא ציון הכמויות הנדרשות. אישה שרוצה לקחת תוספי מזון בזמן ההיריון, חשוב שתתייעץ עם דיאטנית קלינית לגבי סוג התכשירים שמתאים לה במצבה. על האישה ההרה לבצע בדיקות דם תקופתיות ולעדכן את הרופא שלה על מצבה הבריאותי וכן על הרגלי האכילה המיוחדים שלה, כגון תזונה צמחונית או טבעונית, אלרגיות למזון, בעיות עיכול או דיאטה מיוחדת.

המלצות תזונתיות – אנרגיה

אין צורך להעלות את כמות הקלוריות בזמן ההיריון בצורה משמעותית. המיתוס הנפוץ שאישה ב היריון צריכה לאכול עבור שניים אינו מדויק, כך שהתוספת הקלורית היא יחסית קטנה ממה שניתן לחשוב. מומלץ להעלות את צריכת הקלוריות בכ- 300 קלוריות ליום בלבד, מהשבוע ה-14-13 (השליש השני) ואילך. כמובן שיש נשים שזקוקות ליותר קלוריות, לדוגמה נשים בתת-משקל או נשים העוסקות בפעילות רבה. מצד שני יש גם נשים שיזדקקו לפחות, לדוגמה נשים שלא נמצאות בתנועה או נשים שהתחילו היריון בעודף משקל.

המלצות תזונתיות – רכיבים תזונתיים

הדרישות התזונתיות ב היריון משתנות ולעתים יש צורך בשינוי בתזונה כך שכמות המרכיבים התזונתיים החיוניים, כמו חלבונים, שומנים, ויטמינים ומינרלים תעלה.

חלבון:

חלבון הוא מרכיב משמעותי בתאים והוא חשוב בגדילה מואצת של תאים בגוף האישה ההרה ובעובר המתפתח. למרות חשיבותו הרבה של החלבון, לרוב אין צורך להוסיף חלבון לתזונה היומית מאחר ובחברת השפע בה אנו חיים, נשים בהיריון אוכלות די והותר חלבון. החלבון בעל הערך הביולוגי הגבוה ביותר מקורו בסוגי בשר, דגים, מוצרי חלב וביצים. חלבון [ממקור צמחי איננו מלא](#), כך שנשים טבעוניות שאינן אוכלות חלבון מן החי צריכות לצרוך מזונות משלימים כגון דגנים וקטניות. נשים רבות מרגישות דחייה מבשר, במיוחד בתחילת ההיריון, ולכן מומלץ כי הן יצרכו ביצים ומוצרי חלב.

מטלה

מדוע נכתב "נשים טבעוניות שאינן אוכלות חלבון מן החי צריכות לצרוך מזונות משלימים" ולא נכתב "נשים טבעוניות וצמחוניות שאינן אוכלות חלבון מן החי צריכות לצרוך מזונות משלימים"?

שומנים:

השומן מורכב מכמה קבוצות ובניהן חומצות שומן בלתי רוויות, כולסטרול ושומן טראנס, אשר יש לשים אליהן לב במהלך ההיריון.

- חומצות שומן חיוניות רב בלתי רוויות – יש להעלות את צריכת חומצות השומן הרב בלתי רוויות מסוג אומגה 3 (DHA ו-EPA) מאחר והן חיוניות להתפתחות תקינה של מערכות רבות בגוף ובניהן מערכת העצבים המרכזית והראיה.
- כולסטרול - רמות הכולסטרול עולות בתקופת ההיריון באופן טבעי. עם זאת מומלץ להתאים את התזונה כדי לוודא שלא יעלו יותר מדי.
- שומן טראנס – שומן זה אינו מומלץ בכלל ובתקופת ההיריון בפרט. עלול להימצא במוצרי מזון המכילים שומן צמחי מוקשה, כגון מאפים, מזון מוכן וחסטיפים תעשייתיים. יש להעדיף מאכלים שאינם מכילים שומן טרנס.

מינרלים:

ברזל

לברזל יש חשיבות מכרעת בהובלת חמצן לתאי האם והעובר לשם הפקת אנרגיה בתהליך הנשימה התאית. הדרישה לברזל בהיריון גדלה, בשל התפתחות העובר, השליה, ועלייה בנפח הדם של האם. מחסור בברזל עלול להוביל למגוון תופעות כגון עייפות, חולשה, עומס על מערכת הלב וכלי הדם, ירידה בעמידות לזיהומים, סיכוי ללידה מוקדמת ומשקל לידה נמוך.

אחוז גבוה של נשים צעירות בגיל הפרייון נכנסות להיריון בזמן שבגופן מחסור בברזל. לתופעה זו מספר סיבות, והעיקריות שבהן – צריכה בלתי מספקת של מוצרים המכילים ברזל מחד, ואיבוד משמעותי של הברזל בזמן הוסת. הפסקת הוסת וספיגה יעילה יותר של ברזל בזמן ההיריון עוזרות במידה מסוימת לשמור על כמויות הברזל, אך מאחר וב היריון הצורך בברזל עולה משמעותית, רבות הנשים המפתחות אנמיה בתקופה זו זקוקות לתוספת ברזל, במיוחד לאחר השבוע ה-13, בתחילתו של השליש השני להיריון. גם אם אין לאישה ההרה

מחסור בברזל בזמן ההיריון, רופאי נשים לרוב נותנים תוספת ברזל לקראת הלידה מאחר ובזמן הלידה האישה מאבדת דם רב ואיתו גם ברזל. ברזל נמצא במזונות מין החי כמו בשר ועופות, דגים, מאכלי ים, וגם במקורות מהצומח כגון קטניות ובפירות יבשים. ספיגת הברזל ממוצרים שמקורם מהחי יעילה יותר מספיגתו ממקורות צמחיים, אך אפשר לשפרה במידה מסוימת על ידי צריכת מזונות העשירים בוויטמין C.

ישנם מקרים רבים בהם יש צורך בתוספת משמעותית של ברזל על ידי תכשירי ברזל כדי למנוע אנמיה. יחד עם זאת תכשירי ברזל עלולים לגרום לעצירות אצל חלק מהנשים.

סידן

סידן חשוב לבניית עצמות, לתפקוד של מערכות הדם והשרירים ולבנייה של שיניים בריאות ושמירה עליהן. הוא נדרש במיוחד בשליש האחרון של ההיריון, כשבניית השלד של העובר מגיעה למקסימום ומתחילה התפתחות השיניים. היריון וגם הנקה אשר אינם מגובים בצריכה מספקת של סידן עלולים להותיר את עצמות האם מדולדלות ולהגביר את הסיכון ללקות באוסטופורוזיס.

שאלה לדיון

למה לדעתכם אישה מניקה זקוקה לתוספת סידן? באיזה אופן ההנקה משפיעה על כמות הסידן בעצמות האם? היעזרו בידע שלכם על רכיבי החלב.

בדומה לברזל, גם יעילות ספיגת הסידן בזמן ההיריון גדלה וכדי לשמור על בריאות האם והעובר יש לצרוך מזונות המכילים מינרל חשוב זה. כדי לספק סידן בצורה תקינה מומלץ לאכול סרדינים משומרים או לצרוך מוצרי חלב, אשר בנוסף לסידן מכילים גם חלבון וחלקם גם ויטמין D – המסייע בספיגת הסידן. סידן נמצא גם בירקות עליים, כמו כרוב, ברוקולי, חסה וכדומה, בקטניות, פירות יבשים ועוד. חשוב שנשים שאינן צורכות מספיק סידן מהמזון מסיבה כלשהי (לדוגמה נשים טבעוניות או נשים שיש להן אי סבילות לחלב או מכל סיבה אחרת) יצרכו סידן מתכשירים חיצוניים.

מגנזיום

מינרל זה חשוב לפעילות מערכות רבות בגוף וכ- 50% מהמגנזיום בגוף נמצא בעצם. העובר המתפתח, מקבל את המגנזיום ממאגרי המגנזיום שבגוף האם, ועשוי להביא את האם לחוסר מגנזיום המתבטא בשלב ראשון בהתכווצויות שרירים בלתי רצוניות בגפיים (שריר התאומים) ועשוי להקצין עד ל היריון בסיכון. ההשפעה החיובית על השרירים מסייעת גם בהרפיית שרירי הרחם אף במהלך צירים מוקדמים. מחקרים הראו כי אצל חלק מהנשים שעברו לידה מוקדמת רמות המגנזיום היו נמוכות.

יוד

יוד הוא מינרל שדרוש לגוף בכמויות קטנות יחסית, אבל בהחלט חשוב לתפקוד הגוף ביום יום וגם בהיריון. יוד הוא מרכיב הכרחי בוויסות של פעולת בלוטת התריס, שלה תפקיד מכריע בהתפתחות המוח של העובר וביצירת העצבים שלו. בחודשי ההיריון הראשונים האישה ההרה מספקת לעובר את ההורמונים הדרושים לו, ופעילות בלוטת התריס שלה אף גדלה ב- 50% אחוז. בהמשך, גם כשהעובר מתחיל לפתח בלוטה משלו, הוא זקוק ליוד דרך המזון שהאם אוכלת.

ויטמינים

ויטמין D

משתתף בספיגת סידן וזרחן במעי ולכן הוא מינרל חשוב לגדילת העצמות ושמירת חוזקן. ויטמין זה מיוצר בגופנו בעת חשיפה לשמש ובמזון ניתן למצוא אותו בעיקר בחלקי בשר שומניים, שמן דגים, כבד וביצים. חשוב לקחת תוספות של ויטמין זה בהיריון בייחוד לנשים אשר לא שוהות כמעט בשמש ו/או או שהן נמנעות ממאכלים מהחי.

חומצה פולית – ויטמין B₉

מומלץ להתחיל ליטול חומצה פולית שלושה חודשים לפני תחילת ההיריון, כהכנה לקראתו. לאחר מכן, יש להמשיך לקחת אותה במהלך כל ההיריון, במיוחד במהלך שלושת החודשים הראשונים. חומצה פולית הכרחית ליצור תאים חדשים ולשימורם, והיא חשובה במיוחד בתקופות של חלוקת תאים מהירה - כגון בהתפתחות העובר. צריכה של חומצה פולית מורידה באופן משמעותי את הסיכון למומים בתעלה העצבית (Neural Tube Defect - NTD), שממנה מתפתחים המוח ועמוד השדרה. מום בתעלה העצבית עלול להוביל לנכות לצמיתות ואף למות העובר. התעלה העצבית נסגרת כשלושה עד ארבעה שבועות לאחר

ההפריה, ומכאן החשיבות של צריכת חומצה פולית טרם הכניסה להיריון ובשלושת החודשים הראשונים של ההיריון.

חשוב להמשיך ולצרוך חומצה פולית לכל אורך ההיריון לצורך התפתחות העובר וגדילתו הנאותה וכן למניעת מצב הנקרא אנמיה מגלובלסטית אצל האישה (התא אינו מספיק ליצר DNA מהר מספיק ואינו מתחלק ולכן תאי הדם גדולים ובעלי תפקוד לא תקין), שעלולה להוביל להפלה.

מקורותיו של ויטמין זה הם רבים וניתן למצוא אותו במקורות צמחיים כגון תרד, אגוזים, דגנים וירקות עליים ובמקורות מעולם החי בכבד, בשר, דגים וביצים.

הידעת

כמה זמן נמשך ההיריון אצל הפילים?

ההיריון הארוך ביותר ביונקים הוא אצל הפילה הנושאת את עובריה 22 חודשים (כמעט שנתיים), לעומת זאת אצל מכרסמים קטנים כמו אוגרים ועכברים ההיריון נמשך 16–20 יום (פחות מחודש). על פי רוב, היריון של אישה מסתיים בלידה והיריון של חיה מסתיים בהמלטה.

בסיום ההיריון תמליט הפילה בדרך כלל פילון יחיד שיצא לאוויר העולם במשקל של כ-100 קילו (תינוק אדם נולד בד"כ סביב ה-3.5 ק"ג). הפילון יונק מאימו קרוב לשנה ורק בגיל 13 מתחילים הגורים הזכרים להיפרד מעדר האימהות וחוברים לזכרים הבוגרים בעדר.

מזונות שיש להימנע מהם בזמן ההיריון

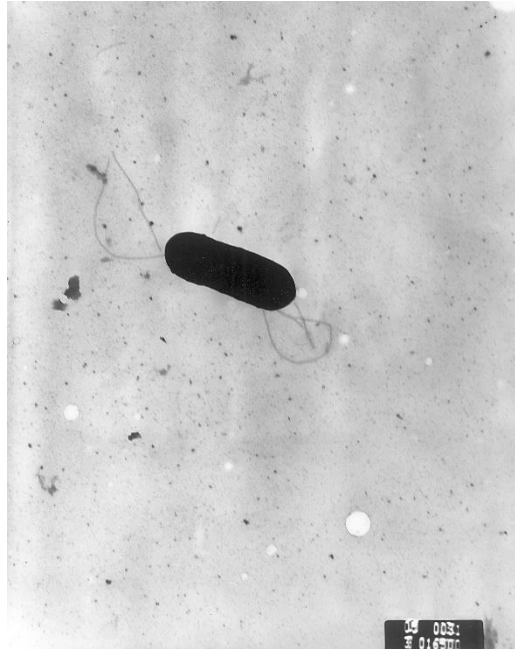
במהלך ההיריון יש ירידה בתפקוד של מערכת החיסון אשר מונע מגוף האישה לדחות את העובר, אבל מגביר את הסיכון לזיהומים שונים, בין היתר ממזון. הסיכון לא גבוה מאוד, אבל הוא קיים. זיהומים כתוצאה ממזון עלולים להוביל לדלקת מעיים שעלולה להיות מלווה בשלשולים רבים ואיבוד מים ורכיבי תזונה חיוניים, לכאבי בטן וחום גבוה העלולים לגרום לצירים מוקדמים וללידה מוקדמת ולזיהומים שעלולים לעבור גם לעובר ולפגוע בו.

החיידקים המזהמים המסוכנים ביותר לנשים הרות

1. ליסטריה מונוציטוגנס (*Listeria monocytogenes*) – חיידק העשוי להימצא

בעיקר בבשרים ובדגים לא מבושלים או לא מבושלים דיים, במוצרי חלב לא מפוסטרים ובכל מזון שבא במגע עם משטחי עבודה מזוהמים (פסטור הוא תהליך בו מחומם נוזל כדוגמת חלב במהירות עד קרוב לטמפרטורת הרתיחה ואז מקורר

במהירות. מטרת התהליך היא להרוג נגיפים ואורגניזמים מזיקים). לאחר ההדבקה מתמקם החיידק במערכת העיכול וממנה מתפזר דרך מחזור הדם וחודר לרקמות שונות, כולל השיליה בנשים הרות. ההדבקה בחיידק זה בזמן היריון עלולה להוביל להפלה.



איור 2.2 - ליסטריה מונוציטוגנס (*Listeria monocytogenes*) הגדלה פי 41,250

2. **טוקסופלזמה גונדיי (*Toxoplasma gondii*)** – טפיל חד תאי (פרוטוזואה) אשר גורם למחלת הטוקסופלזמוזיס. טפיל זה נמצא לרוב במעיין של חתולים נגועים, וכן בתאים של בעלי חיים אחרים, ולכן ניתן להידבק במחלה כתוצאה ממגע ישיר של הפה עם שאריות של צואת חתולים, מאכילת בשר ועוף שלא בושלו דיים וכן בפירות ובירקות שלא נשטפו. אדם בריא אשר נדבק בטפיל לא חש בהדבקות או שחש בכאב ראש ותחושה הדומה להתקררות. הערכה היא כי בין רבע לשליש מאוכלוסיית העולם נדבקו בטפיל. במידה והאם נדבקה בטפיל לפני ההיריון גופה מפתח נוגדנים ובד"כ הטפיל לא מהווה גורם מסוכן לאם או לעובר. במידה והאם מעולם לא נדבקה, ההידבקות בטפיל מסוכן לכל אורך ההיריון אך בייחוד במהלך השליש הראשון. הטפיל עשוי להגיע לעובר ולגרום למוות תוך רחמי של העובר, הפלה טבעית, או סיבוכים אחרים לעובר וליילוד. הטיפול הוא במתן אנטיביוטיקה לאישה ההרה.
3. **סלמונלה (*Salmonella*)** - חיידק הנמצא בעיקר במוצרי בשר ובביצים לא מבושלות וגורם להרעלת מזון חמורה. למרות שסלמונלה לא מזיק ישירות לעובר, אישה הרה יכולה לסבול משלשולים, הקאות, חום גבוה והתייבשות, שיכולים להזיק לו בעקיפין.

4. אי קולי (*E. coli*) – הוא אחד ממיני החיידקים העיקריים החיים במעי התחתון של בעלי בני אדם החיוניים לעיכול תקין. ישנם מספר זנים אלימים המצויים בעיקר בבשרים שלא בושלו דיים, במיצים לא מפוסטרים או במוצרי מזון שטופלו בדרך לא היגיינית. גם כאן הנזק לעובר עקיף.

איך נמנעים?

על מנת לצמצם את הסיכוי להדבקה בגורמי מחלה אלו ההמלצה היא להימנע ממזונות אשר עלולים להכיל גורמי מחלה אלו:

- 1.** מזון שלא נשמר כראוי. לדוגמה מזון שאמור להיות בקירור אך יש חשד ששהה מחוץ למקרר זמן רב מדי.
- 2.** בשר או דגים לא מבושלים או לא מבושלים דיים כמו סטייק מדיום או מדיום-רייר, סושי, סשימי, קרפצ'יו, סביצה, לקרדה, דג מלוח ואפילו קוויאר. סושי צמחוני לא רצוי לצרוך במידה ובמטבח משתמשים באותם כלים ומשטחי עבודה להכנת סושי מדגים.
- 3.** מאכלי ים שאינם עוברים בישול, כגון צדפות.
- 4.** ממרחי בשר או כבד קרים, כמו פאטה כבד. ניתן לאכול אותם רק אם הם משומרים או ארוזים בצורה שמקנה להם חיי מדף ארוכים (עדיף שלא להסתכן).
- 5.** בשרים או דגים מעושנים, כמו נקניקים, נקניקיות, פסטרמה, סלמון מעושן - אלא אם מחממים אותם היטב, עד שעולים מהם אדים.
- 6.** ביצים לא מבושלות או לא מבושלות מספיק ומזונות שונים המכילים אותן: ביצת עין, ביצה רכה וקינוחים על בסיס קצף ביצים כמו מוס וטירמיסו. קרמבו מותר, משום שמכילים אותו מאבקת חלבון ביצה שעברה פסטור. כדאי להימנע גם מרטבים שונים לסלט המכילים ביצים לא מבושלות, כמו רוטב הולנדיז, ברנייז, איולי או מיונז שלא יוצר במפעל. מיונז קנוי, שמיוצר במפעל בעל רישיון יצרן בתוקף, בטוח לשימוש כי הוא עשוי מביצים מפוסטרות. עם זאת, במסעדות ובאירועים כדאי לוותר על סלטים המכילים מיונז שלא ידוע כיצד הוכנו וכמה זמן עמדו מחוץ למקרר. יש להימנע גם משטיפת ביצים שכן הפעולה הזאת עלולה לגרום לחיידקים לחדור לתוכן.
- 7.** מוצרי חלב לא מפוסטרים הם מחוץ לתחום לכולם, ובמיוחד לנשים הרות. מבין הגבינות שמיצרות מחלב מפוסטר מומלץ שלא לאכול גבינות עובש כמו ברי, קממבר, גורגונזולה ורוקפור, כיוון שייטכנו בהן תנאים שיאפשרו צמיחה של החיידק ליסטריה. כמו כן כדאי להימנע מגבינות שמושרות במי מלח כמו פטה, צפתית ובולגרית. ריכוז המלח במים אינו מספיק גבוה כדי למנוע התפתחות של ליסטריה

(החיידיק עלול להתפתח גם בריכוזי מלח גבוהים יחסית). ניתן לצרוך את הגבינות האלה אחרי בישול יסודי.

8. מיצי פירות וירקות לא מפוסטרים. כדאי להתרחק בעיקר מאלה הנקנים בדוכנים. באופן כללי חשוב להקפיד לרחוץ היטב פירות וירקות.

9. נבטים לא מבושלים כמו נבטי אלפלפא. הנבטים עלולים להכיל חיידקי סלמונלה או אי קולי, ולכן עדיף לנקוט זהירות ולאכול אותם מבושלים בלבד.

10. סלטי חומס קנויים. מומלץ להימנע מאכילתם בגלל חשש לזיהום בליסטריה. כדאי להכין בבית, לשמור בקירור ולאכול תוך יום-יומיים מרגע ההכנה.

מזונות ומשקאות שרצוי להגביל את הצריכה שלהם או להימנע מהם לחלוטין:

אלכוהול

חשיפת האם לאלכוהול במהלך ההיריון עלולה לגרום למגוון נזקים בלתי הפיכים בעובר ובתינוק. האלכוהול שהאשה הרה שותה בזמן ההיריון עובר ממערכת העיכול שלה לדם, ומשם דרך השליה אל העובר. שתיית אלכוהול בעת ההיריון מעלה את הסיכון לפגיעה בהתפתחות המוח של העובר, עלולה לגרום לעיוות בתווי הפנים, להפרעות בגדילה, להפרעות שכליות ולתמותה של עוברים ושל תינוקות. עוברים הנחשפים לאלכוהול בכמות גדולה יחסית עלולים לסבול מתסמונת אלכוהול עוברית (באנגלית: Fetal Alcohol Syndrome; בראשי תיבות: FAS) המתבטאת באוסף של פגמים נפשיים ופיזיים.

מאחר והסינדרום נגרם משתיית אלכוהול ב היריון הוא ניתן למניעה ב-100% מהמקרים, במידה והאישה נמנעת משתיית משקאות אלכוהוליים במהלך ההיריון. מאחר וטרם הובהרה כמות האלכוהול הבטוחה לאם ולעובר ההמלצה היא להימנע מצריכת אלכוהול טרם הכניסה להיריון ולאורך כל תקופת ההיריון.

בנוסף להימנעות מאלכוהול יש להימנע לחלוטין גם מצריכת סמים ועישון העלולים להזיק לעובר.

קפאין

צריכת קפאין ב היריון הינה סוגיה הנמצאת במחלוקת כבר שנים רבות. על-פי מחקרים שונים, צריכה גבוהה של קפאין בשליש הראשון של ההיריון מעלה את הסיכון להפלות ספונטניות וחלקם אף הצביע על קשר אפשרי בין צריכת קפאין בזמן ההיריון לבין משקל לידה נמוך של העובר. עם זאת המחקרים לא סיפקו תשובה לשאלה מהי כמות הקפאין הבטוחה ומהו הסף שמעבר לו עולה הסיכון לעובר.

חשוב לזכור כי הקפאין עובר את מחסום השליה ולעובר יכולת מוגבלת לפרק אותו ומכיוון שקפאין הוא חומר מעורר, הוא מפריע לשינה של האם ושל העובר ולכן מומלץ להפחית את צריכת הקפאין בתקופה זו.

ממתיקים מלאכותיים

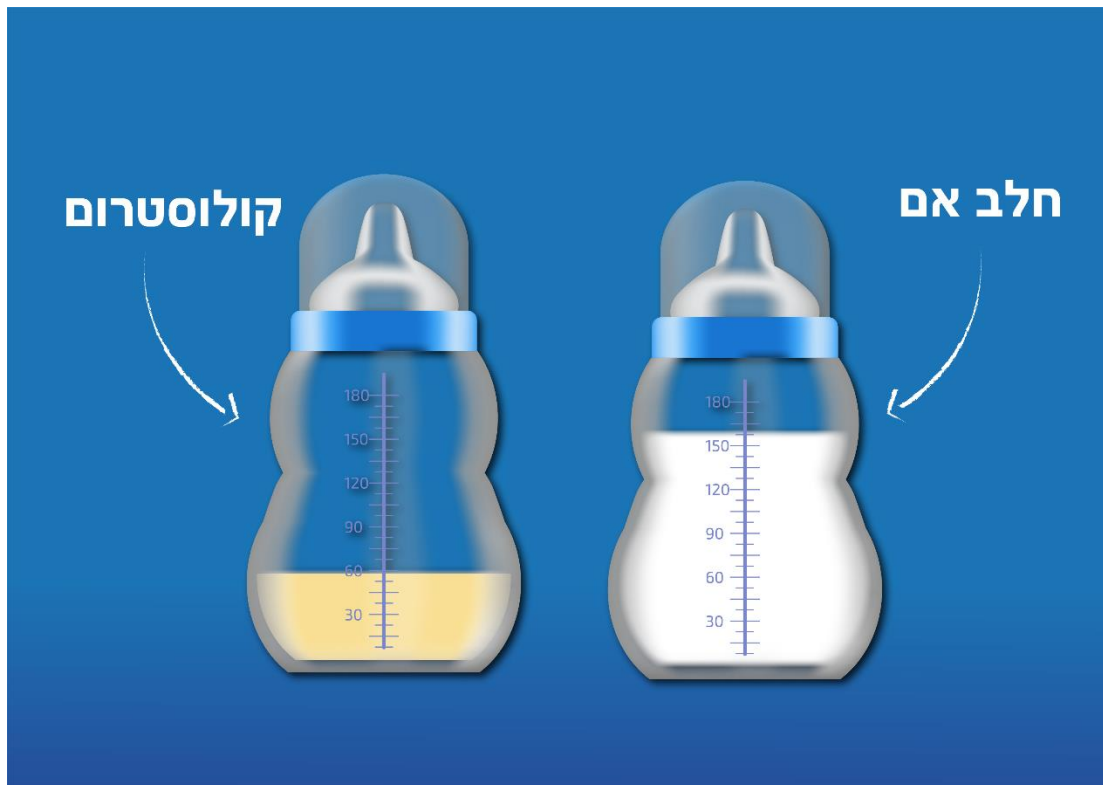
ה-FDA, מנהל המזון והתרופות האמריקאי ומשרד הבריאות בישראל אינם ממליצים להימנע משימוש בממתיקים מלאכותיים כגון סוכרלוז, אספרטיים, אצסולפם K וגם ממתיקים רב-כוהליים (מלטיטול, סורביטול). השימוש בממתיקים מלאכותיים בזמן היריון מותר כל עוד הצריכה היא בהתאם להגבלות המקובלות לכל אדם, אך מכיוון שאין סיבה להשתמש בהם, עדיף להימנע מהם בזמן היריון או לכל הפחות להמעיט בצריכתם.

דגים

אכילת דגים חשובה ביריון במסגרת תזונה בריאה ומאוזנת. דגי מים מלוחים אף מספקים חומצות שומן חיוניות מסוג אומגה 3 שחשובות להתפתחות המוח והראייה אצל העובר. רוב הדגים נחשבים בטוחים ביריון כל עוד הם מבושלים היטב. יחד עם זאת יש להימנע מדגים גדולים המכילים כמות גבוהה של כספית: כריש, דג חרב, מקרל וטיילפיש (Tilefish). דגים אלו אינם נמצאים בדרך כלל בתפריט הישראלי כך שהמלצות אלו פחות נוגעות לנשים בישראל.

תזונת האם המניקה

התינוק נולד בלי שיניים, ועם מערכת עיכול אשר איננה בשלה לעיכול של מוצקים, ולכן הוא זקוק לתזונה נוזלית. חלב אם מספק את כל צרכיו התזונתיים – הוא מכיל שומנים, פחמימות, מים וחלבונים בהרכב המשתנה בהתאם לצרכיו של התינוק. נוסף על הרכיבים התזונתיים האלה, החלב מכיל ויטמינים ומינרלים, וגם נוגדנים (תאים השייכים למערכת החיסון) המסייעים לפעילות מערכת החיסון של התינוק, שעדיין אינה מפותחת דיה. הנוזל שמיוצר בבלוטות חלב האם בימיו הראשונים של התינוק נקרא קולוסטרום, והוא שונה מהחלב שמיוצר בהמשך. הקולוסטרום מרוכז מאוד, שקוף-צהבהב ומכיל כמות גדולה מאוד של נוגדנים אשר אמורים להגן על התינוק שנולד עם מערכת חיסון חלשה. ימים ספורים אחרי הלידה, הקולוסטרום משנה את הרכבו ובתוך שבועיים מהלידה האם כבר מפרישה חלב בצורתו הבשלה.



איור 2.3 – חלב אם וקולוסטרום

קולוסטרום, חלב האם המיוצר בימיו הראשונים של התינוק
הקולוסטרום מרוכז מאוד, שקוף-צהבהב ומכיל כמות גדולה מאוד של נוגדנים אשר אמורים להגן על
התינוקות, מכיוון שהם נולדים עם מערכת חיסון חלשה.

הרכב החלב כמעט ואיננו מושפע ממצבה התזונתי של האם, אלא אם כן היא נמצאת במצב של תת-תזונה. בכל שאר המקרים גוף האישה דואג קודם כל לצרכי התינוק, ולכן גופן של נשים שמיניקות, גם אם תזונתן לקויה או לא מאוזנת מספיק, משתמש במאגרים שלו, כך שהרכב החלב נשמר. לאור זאת, במקרה של תזונה לא מאוזנת, עלולים להיווצר אצל האם חוסרים תזונתיים. כאשר האם אוכלת תפריט בריא ומאוזן היא מייצרת את החלב הטוב ביותר עבור התינוק שלה ובריאותה לא נפגעת מדילול המאגרים הפנימיים. הרכב חלב האם משתנה בהתאם לצרכי התינוק. כך למשל ככל שתקופת ההנקה ממושכת יותר והתינוק בוגר יותר - החלב שומני יותר, והתינוק מקבל יותר קלוריות. בשעות הערב, כהכנה לשנת הלילה, החלב שומני יותר גם כן. בקיץ החלב דליל יותר כדי לענות על צרכי הנוזלים של התינוק.

ייצור החלב נקבע לפי מנגנון של משוב חיובי, כך שכל עוד התינוק יונק, החלב ימשיך להיווצר, בכמות מתאימה לזו שהתינוק צורך. יחד עם זאת תפוקת החלב עשויה להיפגע כאשר האם לא אוכלת מספיק קלוריות (1500 קלוריות ליום נחשב לסף התחתון, אך סף זה לא נכון לכל הנשים והוא תלוי בגורמים רבים כגון משקל האישה ועוד)

בזמן ההנקה משתחרר הורמון הפרולקטין, הורמון אשר אחד מתפקידיו הוא עידוד יצור חלב, וככול שההנקה תכופה יותר רמות הפרולקטין יהיו גבוהות יותר. כאשר מתמעטות מספר ההנקות, ייצור והפרשת ההורמון פוחתים, ולכן ייצור החלב אצל האם נחלש בהתאם. לפרולקטין שתי השפעות חשובות על האם המניקה:

א. רמות גבוהות של פרולקטין עשיות לדחות את הביוץ וכך מרבית הסיכויים שכאשר האם מניקה היא לא תיכנס ל היריון נוסף.

ב. פרולקטין מעורר רעב אצל האם המניקה. מנגנון זה חשוב מאחר שעל האם המניקה לצרוך מספיק קלוריות כדי לייצר חלב. רמת ההורמון גבוהה יותר בשלושת החודשים הראשונים שלאחר הלידה, ולאחר מכן היא יורדת והתיאבון פוחת. כדי להתמודד עם הרעב, חשוב לאכול מסודר, ולדאוג שכל ארוחה תכיל אוכל מזין: מקור לחלבון, מקור לפחמימה, קצת שומן ממקור בריא, ירקות ו/או פירות.

המלצות תזונתיות בזמן ההנקה

בתקופת ההנקה העייפות הגדולה, חוסר שעות השינה והרעב הגדול שנוצר לאחר כל הנקה יכולים להוביל לאכילת יתר. ביום של הנקה מלאה נשרפות כ-500 קלוריות. בהנקה חלקית שורפים מן הסתם פחות קלוריות, תלוי כמה מהמזון היומי של התינוק מגיע מהאם, אבל בממוצע האם מוציאה כ-300 קלוריות ליום של הנקה חלקית. למניקה בהנקה מלאה מומלץ לאכול בין 1,500-1,800 קלוריות ביום, תלוי כמובן במשקלה של האישה. שתייה מרובה מפחיתה את תחושת הרעב וחיונית ליצירת חלב, כך שחשוב להעלות גם את צריכת הנוזלים ולשתות כ-3 ליטרים של מים (בתנאי מזג אוויר נוחים ובפעילות גופנית סבירה). אומנם גוף האישה יודע לייצר את החלב הטוב ביותר ללא תלות בתזונת האם, אך יחד עם זאת מזונה של האם משפיע על הרכבו וטעמו של החלב. יש מזונות שעלולים לגרום לאי נוחות לתינוקות ובניהם מוצרי חלב (בעיקר אלו שמכילים חלב פרה), עגבניות, שוקולד ומשקאות שמכילים קפאין (קפה, תה, קולה). ישנם עשבים וצמחי מרפא, כמו נענע, מנטה, פטרוזיליה ושיבא, שבכמות גדולה עלולים לגרום לייבוש החלב. כדאי להמעיט בצריכת קפה, ולהעדיף לשתות אותו מיד לאחר ההנקה כדי להרחיק כמה שאפשר מההנקה הבאה ולאפשר לקפאין להתפרק בגוף. באופן כללי חשוב לאכול תפריט מזין ומאוזן, כדי לצרוך את כל אבות המזון: פחמימות, חלבונים ושומנים, ולהשתדל לצרוך ירקות ופירות, שעשירים בוויטמינים ומינרלים.

האם בדומה להיריון, גם במהלך ההנקה יש מזונות שמותר או אסור לאם לצרוך?

בניגוד ל היריון, אין מאכלים ממש מסוכנים למניקות. יחד עם זאת מאחר וייצור חלב האם הוא חלק ממערכת הדם (ולא מערכת העיכול), זה לא כל כך משנה מה האם אכלה אלא מה זורם בדמה. החומרים הנוכחים בדם האם בזמן ההנקה, כגון אלכוהול, תרופות שונות וניקוטין, עוברים אל התינוק דרך החלב, ויכולים להשפיע על מצבו הבריאותי. לפיכך מומלץ לאם המיניקה להימנע ככל האפשר מצריכת אלכוהול ומעישון, וליטול אך ורק תרופות המותרות בהנקה.

סיכום

- תזונה נכונה היא הבסיס לחיים בריאים ומאוזנים קל וחומר בתקופה שלפני הכניסה להיריון בה מתחוללים שינויים המכנים את גוף האישה לגידול העובר ברחם ובזמן ההיריון, תקופה בה על האישה ההרה לדאוג לתזונתה ולתזונת העובר המתפתח ברחמה.
- בהיריון, עליה נאותה במשקל מטיבה עם בריאות האישה והעובר, מפחיתה סיכונים לסיבוכים ותורמת לבריאות היילוד.
- קצב ההתפתחות המהיר ותהליך ההתפתחות המורכב דורש כי תזונת האישה ההרה תכלול תוספת אנרגיה ורכיבי תזונה החשובים להתפתחות העובר בשלבים השונים של ההיריון.
- בנוסף ל"אכלי" יש גם מוצרים שהם בחזקת "אל תאכלי" מאחר ובמהלך ההיריון יש חשש מוגבר לפגיעה באישה ההרה ובעובר על ידי הידבקות במחלות זיהומיות המועברות במזון. בנוסף יש מזונות המכילים רכיבים בעלי סיכון לפגיעה בעובר, כגון קופאין או אלכוהול.
- חלב אם מספק את כל צרכיו התזונתיים של התינוק – הוא מכיל שומנים, פחמימות, מים וחלבונים בהרכב המשתנה בהתאם לצרכיו של התינוק. נוסף על הרכיבים התזונתיים האלה, החלב מכיל ויטמינים ומינרלים, וגם נוגדנים (תאים השייכים למערכת החיסון) המסייעים לפעילות מערכת החיסון של התינוק, שעדיין אינה מפותחת דיה.
- הרכב חלב האם משתנה בהתאם לצורכי התינוק. כך למשל ככל שתקופת ההנקה ממושכת יותר והתינוק בוגר יותר - החלב שומני יותר, והתינוק מקבל יותר קלוריות. בשעות הערב, כהכנה לשנת הלילה, החלב שומני יותר גם כן. בקיץ החלב דליל יותר כדי לענות על צורכי הנוזלים של התינוק. במקרה של תזונה לא מאוזנת, עלולים להיווצר אצל האם חוסרים תזונתיים
- ייצור החלב נקבע לפי מנגנון של משוב חיובי, כך שכל עוד התינוק יונק, החלב ימשיך להיווצר, בכמות מתאימה לזו שהתינוק צורך. יחד עם זאת תפוקת החלב עשוי להיפגע כאשר האם לא אוכלת מספיק קלוריות ומתחת לסף של 1,500 קלוריות ליום, ייצור החלב עלול להיפגע.
- אומנם גוף האישה יודע לייצר את החלב הטוב ביותר ללא תלות בתזונת האם אך יחד עם זאת מזונה של האם משפיע על הרכבו וטעמו של החלב.
- מומלץ לאם המיניקה להימנע ככל האפשר מצריכת אלכוהול ומעישון, וליטול אך ורק תרופות המותרות בהנקה.

מבדק מסכם:

1. מתי מתחילה להיספר תקופת ההיריון?

- א. ברגע ההתעברות
- ב. ברגע גילוי ההיריון
- ג. ביום הראשון של הוסת האחרונה
- ד. ביום הראשון של הכניסה להיריון

2. בזמן היריון יש להעלות את צריכת המינרלים הבאים:

- א. ברזל, סידן, פלואור, יוד.
- ב. ברזל, נתרן, מגנזיום, יוד
- ג. ברזל, סידן, מגנזיום, יוד
- ד. ברזל, סידן, כלור, יוד

3. יוד חשוב בהיריון בגלל שיוד חשוב ב:

- א. בוויסות פעולת בלוטת התריס, שלה תפקיד בהתפתחות המוח
- ב. בוויסות פעולת בלוטת התריס, שלה תפקיד בהתפתחות המעי
- ג. בוויסות פעולת בלוטת האדרנל, שלה תפקיד בהתפתחות המוח
- ד. בוויסות פעולת בלוטת האדרנל, שלה תפקיד בהתפתחות המעי

4. הוויטמינים החשובים בהיריון הם:

- א. ויטמין D, ויטמין B₉
- ב. ויטמין D, ויטמין יוד
- ג. ויטמין יוד, ויטמין סידן
- ד. ויטמין D, ויטמין B₆

5. יש להימנע ממגוון מזונות בתקופת ההיריון מכיוון ש:

- א. יש עליה בפעילות מערכת החיסון
- ב. אין שינוי בפעילות מערכת החיסון
- ג. יש עליה בפעילות החיידקים בגוף
- ד. יש ירידה בפעילות מערכת החיסון בגוף

6. הוויטמין המסייע בספיגת הסיידן הוא:

א. ויטמין A

ב. ויטמין D

ג. ויטמין C

ד. ויטמין E

7. ההורמון המשתחרר בזמן ההנקה הוא:

א. המוגלובין

ב. פרולקטין

ג. תירוקסין

ד. אינסולין

8. המלצות שתיית קפה לאישה מניקה הן:

א. אסור לאישה מניקה לשתות קפה בכלל

ב. עדיף לשתות אותו לפני ההנקה

ג. עדיף לשתות אותו בבוקר לאחר השינה

ד. עדיף לשתות אותו מיד לאחר ההנקה

פרק 3: תזונה בגיל הינקות, הילדות והנעורים

"הכול זורם. דבר אינו נשאר חסר תנועה" (הרקליטוס)

הידעת

הרקליטוס מאפסוס היה פילוסוף יווני שככל הנראה היה בשיא פעילותו בסביבות שנת 500 לפנה"ס. סגנונו המעורפל זיכה אותו בכינויים כמו "האפל" ו"איש החידות". הפילוסופיה של הרקליטוס מדגישה את השינוי כגורם מרכזי של המציאות, ואת האחדות הקיימת בין הניגודים

בפרק זה נעסוק בנושאים הבאים:

1. תזונה בינקות
 - א. בדיקות דם לתינוקות לגילוי מחלות מטבוליות ומחסור בברזל
 - ב. שימוש בתמ"ל
2. תזונה בילדות
3. תזונה בנעורים
 - ג. צרכים תזונתיים בגיל ההתבגרות
 - ד. גורמים המשפיעים על ההתפתחות הגופנית ועל הצרכים התזונתיים של המתבגר
 - ה. השמנה בגיל ההתבגרות
 - ו. פעילות גופנית
 - ז. הפרעות אכילה

לפני שנתחיל הנה כמה שאלות לחשוב עליהן:

- מדוע חשוב לשמור על תזונה נכונה בינקות, בילדות ובגיל הנעורים?
- מהן ההשלכות הבריאותיות של תזונה לא מאוזנת בשלבי חיים אלו?
- מדוע חשוב לחשוף תינוק למזונות חדשים רק מגיל 4-5 חודשים?
- מהי חשיבותה של ארוחת הבוקר?
- מהן הפרעות אכילה?

• אילו הפרעות אכילה אתם מכירים?

גדילת הגוף ובנייתו, אשר מתחילות בחיים העובריים, מתרחשות בתקופות הינקות, הילדות וההתבגרות ומסתיימת בשנות העשרים לחיינו. תקופות אלו מאופיינות בקצבי גדילה והתפתחות שונים. הינקות מוגדרת מלידה ועד גיל שנה, הילדות מגיל שנה ועד גיל 10 והנעורים מגיל 10 ועד גיל 18.

תקופות הינקות, הילדות והנעורים מאופיינות בתהליכי גדילה והתפתחות מואצים. בתקופות חיים אלה מתעצבים גופו ומוחו של האדם ועל כן למזון בתקופות אלה יש השפעה מרבית על בריאותו של הגוף, מבנהו ותפקודיו, לא רק בהווה אלא גם בטווח הרחוק – על גופו של המבוגר. לפיכך, מצבי חסר תזונתי בכל אחת מהתקופות יפגעו בהתפתחות האדם. חשיבות התזונה בשלבים אלה איננה פיזיולוגית בלבד. המזון משמש גם לסיפוק הצרכים הרגשיים וכמרכיב חשוב בהווי החברתי.

לתזונה יש השפעה מכרעת על התפתחות האדם בשלבים אלו ויש חשיבות גדולה לפקח עליה לכל אורך שלבי הגדילה. **"עקומות גדילה"** משמשות את אנשי המקצוע וההורים בכדי להעריך את מצב הבריאות והתזונה בתקופת הגדילה. "עקומות הגדילה" מחולקות לפי גילים בגלל קצבי גדילה שונים ובגלל מדדים שונים שנבדקים. מאחר שקיימת שונות באוכלוסייה מבחינת הגובה והמשקל, עקומות הגדילה מתארות את התפלגות המשקל, הגובה ומדד מסת הגוף (BMI)* באוכלוסיית ילדים ובני נוער לפי מין וגיל באמצעות קווי אחוזונים* (עד גיל שנתיים מודדים גם את היקף הראש בסנטימטרים). עקומות הגדילה בישראל נקבעות לשימוש על ידי שירותי בריאות הציבור במשרד הבריאות ומתעדכנות מעת לעת.

הידעת

מאחר שלגובה יש השפעה על משקלנו, מדד מסת הגוף (BMI - Body Mass Index) הוא מדד הנותן הערכה כמותית, ולפיו ניתן להעריך אם אדם נמצא במשקל תקין, בעודף משקל או בתת-משקל יחסית לגובהו. המדד מחושב באמצעות נתוני הגובה (במטרים) והמשקל (בק"ג) ונוסחתו היא משקל הפרט חלקי הגובה בריבוע. BMI בין 18.5 ל-25 נחשב לתקין. BMI מעל 25 נחשב למשקל עודף. BMI מתחת 18.5 נחשב לתת-משקל. הנתון המוצג כאן הוא כללי, מאחר ש-BMI איננו מדע מדויק והוא תלוי במגוון גורמים.

הידעת

עבור קבוצה של נתונים מספריים, אחוזון הוא ערך סטטיסטי המתאר את מיקומו של פרט אחד יחסית לשאר הפרטים בקבוצה. לדוגמה, עבור הישג בתחום כלשהו, מי שנמצא באחוזון 70, הישגו טוב יותר מהישגיהם של 70 אחוז מבני גילו וטוב פחות משל 30 אחוז מבני גילו (בארץ, בעולם וכדומה). כך למשל כשמדובר באחוזוני גובה, מי שנמצא באחוזון 40 – משמע שהוא גבוה יותר מ-40 אחוז מהאוכלוסייה ונמוך יותר מ-60 אחוז מהאוכלוסייה.

מאחר שקצב הגדילה של ילדים עם תסמונות גנטיות שונות שונה מקצב הגדילה התקין, נקבעו גם עקומות גדילה אופייניות לכל תסמונת, לדוגמה: עקומות גדילה של בנות עם תסמונת טרנר, עקומות גדילה של ילדים הסובלים מתסמונת דאון, עקומות גדילה של ילדים עם אכונדרופלזיה (גמדות) ועוד. בפרק זה יינתנו המלצות תזונתיות לשלבי הגדילה השונים, ובהם שלב הינקות, הילדות והנעורים. ההמלצות ניתנות בהתאם להמלצות משרד הבריאות בישראל והן משתנות בכפוף לחידושים בתחום המחקר.

תזונה בינקות

הינקות מוגדרת כתקופה שנמשכת מיום הלידה ועד גיל שנה. שנת החיים הראשונה מאופיינת בגדילה מואצת ביותר. בתקופה זו מערכת החיסון של התינוק חלשה, אך היא מתחילה להתפתח. הזנה נכונה של התינוק בחודשי חייו הראשונים חשובה כדי לאפשר לו קצב גדילה והתפתחות תקינים, יצירת קשר עם ההורים ועם סביבתו הקרובה ורכישת הרגלי אכילה נכונים שישפיעו עליו במשך כל חייו. בשלב זה, כל מחסור ברכיב תזונה מסוים עלול להיות בעל השפעות קריטיות על עתיד התינוק (והוריו). ההמלצות בחלק זה של הפרק הן על

פי הנחיות משרד הבריאות הישראלי והן נכונות למרבית האוכלוסייה, אך אין הן נכונות לכלל האוכלוסייה.

חלב אם הינו המזון המומלץ ביותר לתינוק, מאחר שהוא מכיל את כל רכיבי התזונה שלהם הוא זקוק בכמות המתאימה לו. על פי משרד הבריאות בישראל מומלץ להניק ללא כל תוספת מזון או נוזלים עד גיל חצי שנה. בחודשים הראשונים לחייהם לא כל התינוקות יודעים לינוק ולא כל האימהות יודעות להניק ולכן יש להיאזר בסבלנות (ניתן גם להיעזר ביועצות הנקה). בגיל חצי שנה מומלץ להמשיך בהנקה חלקית ולחשוף את התינוק למזון מוצק (משלים). במקרים שבהם האם אינה יכולה או אינה רוצה להניק או שהתינוק לא רוצה או יכול לינוק ניתן להשתמש ב"תרכובות מזון לתינוקות" (תמ"ל), עליהן יורחב בהמשך הפרק. הרכב חלב האם משתנה כל הזמן כדי להתאים לדרישות התזונתיות של התינוק, כך שבשעות הערב, כהכנה לשנת הלילה, החלב שומני יותר, משמע מכיל יותר אנרגיה. גם ככל שתקופת ההנקה ממושכת יותר והתינוק בוגר יותר – החלב שומני יותר. בקיץ החלב דליל יותר (מכיל כמות גדולה יותר של מים לנפח נתון), כדי לענות על צרכי השתייה של התינוק. חלב אם מכיל גם רכיבים ביולוגיים פעילים, כגון הורמונים, אנזימים ותאים של מערכת החיסון, שיתרונם הוא בכך שהם עוזרים לתינוק להתפתח ולהגן על עצמו. משרד הבריאות ממליץ להתחיל את ההנקה מיד לאחר הלידה, לאפשר לתינוק לינוק לפי דרישה ולהימנע ממתן תרכובות מזון ומוצץ עד להתבססות ההנקה. מומלץ לספק לתינוק, באופן חיצוני, גם ויטמין D וברזל, על פי המלצות הצוות הרפואי. אם אין אפשרות או רצון להניק את התינוק, ניתן להשתמש בתחליפי חלב אם הנקראים "תרכובות מזון לתינוקות" או בקיצור "תמ"ל". גם את התמ"ל מומלץ לתת עד גיל 6 חודשים כמזון עיקרי. בשלב זה, שבו התינוק ניזון ממזון נוזלי, אין צורך במתן שתייה נוספת ומומלץ להימנע ממתן שתייה ממותקת גם בהמשך.

לפי הנחיות משרד הבריאות (אוקטובר 2019) מומלץ לחשוף את התינוק למזון מוצק (משלים) בגיל 6 חודשים. מטרת החשיפה היא שיכיר מגוון טעמים ומרקמים חדשים וכדי לאפשר למערכת החיסונית "היכרות" עם מגוון מרכיבים חדשים המצויים במזון. בשלב זה חושפים את התינוק לכל מזון חדש בנפרד ועוקבים אחר תגובתו. אם מתפתחת תגובה אלרגית כמו פריחות, הופעת שיעול, נפיחות בפנים וכדומה, חשוב לפנות לקבלת טיפול רפואי.

הידעת

אלרגיה היא תגובת־יתר של מערכת החיסון לחומרים שונים. באופן תקין המערכת החיסונית שלנו יודעת לזהות גורמים שעלולים להזיק לגוף, כגון חיידקים או נגיפים, להגיב נגדם ולחסלם. אולם לעיתים היא "מתבלבלת" ומגיבה נגד חומר שאין בו איום פוטנציאלי (אלרגן) כמו אבקני פרחים, עובש ומזונות שונים.

החשיפה ההדרגתית למזונות בגיל מוקדם חשובה לגילוי סימני אלרגיה, אך גם כדי למנוע אלרגיה עתידית. למה רק מגיל שישה חודשים? משום שעד אז חשיפה למזונות מעלה את שכיחות האלרגיות, מסיבות שונות של חדירות מערכת העיכול ומנגנון המערכת החיסונית ועוד. בגיל שישה חודשים נפתח חלון הזדמנויות שבו מערכת החיסון של התינוק עדיין לא מפותחת לגמרי ואם חושפים את הילד למזונות בגיל מוקדם, שכיחות האלרגיה אליהם יורדת. הדבר נכון למזון וגם לגורמים נוספים. נמצא לדוגמה כי ילדים שחיים עם בעלי חיים בשנת חייהם הראשונה לרוב לא מפתחים אלרגיה כלפי אותם בעלי חיים, אבל אם מכניסים הביתה חתול או כלב אחרי שמלאה לילדים שנה, חלק מהם יפתחו אלרגיה לחיה. לכן יש יתרון לחשיפה בגיל מוקדם. על פי הנחיות משרד הבריאות הישראלי, יש להימנע מחלב ניגר ומדבש עד גיל שנה, אך ניתן לתת לתינוק מוצרי חלב כגון גבינה ויוגורט בכמות קטנה כחלק מארוחת מוצקים.

הכנסה מדורגת של מזונות משלימים לתפריט התינוק נעשית בשלב שבו התינוק מוכן לכך מבחינה התפתחותית והיא נחוצה למטרות תזונתיות וגם למטרות התפתחותיות. בשלב זה התינוקות מגלים עניין רב במזון המוגש לבני המשפחה וחלקם מתחילים לשבת עצמאית, שן או שתיים כבר בקעו, הם מצליחים לייצב את הראש, לבצע תנועות לעיסה ולהזיז את המזון עם הלשון מהחלק הקדמי של הפה לחלקו האחורי, כל אלה מכינים אותם לאכילה של המזונות המשלימים. המזון המוצק חשוב גם מבחינה תזונתית, משום שהחל מגיל שישה חודשים, הזנה בלעדית בחלב אם או תמ"ל אינה ממלאת את כל צרכי התינוק ברכיבי תזונה. עם המעבר למזון מוצק בגיל חצי שנה, יש לספק לתינוק גם מים רתוחים (שקוררו לטמפרטורת החדר).

על פי רשויות הבריאות בישראל מומלץ להתחיל ב"טעימות" של ירקות ופירות ולא לספק ארוחות שלמות, ובהמשך להציע טעימות של מזונות עשירים ומועשרים בברזל. מגיל שנה התינוק כבר יכול להצטרף לארוחות המשפחתיות. מומלץ לתת שתיים-שלוש ארוחות ביממה מתפריט המשפחה, בנוסף להנקה/תמ"ל.

כיום, מומחים בתחום התזונה יודעים לומר כי כבר אצל תינוקות רכים בני יומם קיים מנגנון של שובע ורעב מרגע היוולדם. משמעות הדבר היא שתינוקות יודעים מתי הם שבעים, ועל ההורים ללמוד לזהות את הסימנים המעידים על כך ולכבד את העדפות התינוק. אין להכריחו

לסיים את הארוחה ואין להאכילו בכוח! הורים שדוחקים בתינוקם/ילדם לאכול פוגעים ביעילות מנגנון השובע, כך שכאשר אנו מתבגרים אנו נוטים לצרוך מזון גם לאחר שאנו שבעים.

בדיקות דם לתינוקות לגילוי מחלות מטבוליות ומחסור בברזל

תקופת ההתפתחות של התינוק אמורה להיות מלווה על ידי אחות טיפת חלב ורופא ילדים, על מנת לעקוב אחר התפתחות התינוק ("עקומת הגדילה" שהוזכרה בתחילת הפרק היא אחת מדרכי המעקב). בנוסף לבדיקות ההתפתחות ולחיסונים שמומלצים על ידי משרד הבריאות, יש לבצע לתינוק גם בדיקות דם שמטרתן לזהות מחלות ובעיות בקרב תינוקות עד גיל שנה.

ישנה רשימה מוסדרת של בדיקות דם המבוצעות בתינוקות עד לגיל שנה, חלקן מתבצעות בבית החולים עוד לפני השחרור הביתה וחלקן מתבצעות בטיפת חלב. כבר בימים הראשונים לחייהם של התינוקות נלקחות מהם שתי דגימות דם, במטרה לאתר שתי מחלות של חילוף חומרים (מטבוליות):

- **פנילקטוריה (PKU)** - הפרעה מטבולית תורשתית שמאופיינת באי סבילות לחומצת-אמינו (חומצות אמינו הן [אבני הבניין של החלבונים](#)) בשם פֶּנִּיל-אַלָּנִין ולהצטברות של החומצה בנוזלי הגוף. גילוי מוקדם של הפרעה זו חשוב מאוד, משום שהיעדר טיפול עלול להוביל לפיגור. הטיפול הוא באמצעות תזונה מתאימה. לחולים במחלה זו אסור בין השאר לצרוך ממתיק מלאכותי בשם אספרטיים, מאחר שהוא ממתיק חלבוני (לא פחמימתי) המורכב משתי חומצות אמינו: חומצה אספרטית ופניל-אלנין.
- **תת-תריסיות מולדת** – הפרעה בתפקוד בלוטת התריס (בלוטת התריס מייצרת הורמונים שאחראים על התפקוד של מערכות רבות וחשובות בגוף). גם במקרה זה זיהוי מוקדם הוא חיוני, משום שניתן לטפל בהפרעה זו באמצעות תרופות ובכך לתרום להתפתחותו התקינה של התינוק.

תינוקות נולדים עם רמות ברזל גבוהות, שהולכות ופוחתות החל מגיל ארבעה חודשים. חוסר ברזל עלול להשפיע על ההתפתחות השכלית של תינוקות (על תפקידם של המינרלים השונים ניתן לקרוא בפרק [מינרלים](#)) וכמו כן הוא יכול לגרום לחולשה, עייפות וחוסר תאבון. על פי הנחיות משרד הבריאות, מגיל ארבעה חודשים יש לתת לתינוק תוספת של ברזל ממקור חיצוני.

אצל תינוקות מסוימים יכול להיווצר מחסור ברזל לקראת גיל שנה, ולכן לקראת גיל זה יש לבצע לתינוק ספירת דם, אשר מטרתה לבדוק אם בגופו של התינוק יש רמת ברזל מספיקה.

רמת ברזל נמוכה יכולה להצביע על מחסור רגעי בברזל או על אנמיה והטיפול הוא באמצעות מתן תוסף ברזל על פי הנחיות הרופא. בנוסף לרמות הברזל בבדיקה נבדק גם מבנה כדורית הדם של התינוק.

שימוש בתמ"ל (תרכובת מזון לתינוקות)

חלב אם הוא הבחירה המותאמת ביותר עבור התינוק, מאחר שאין תחליף שיכול לחקות במדויק את הרכב רכיבי התזונה שיש בחלב האם, הרכב המותאם בדיוק לצרכי התינוק בכל שלבי התפתחותו. זו הסיבה שמשדד הבריאות הישראלי ממליץ על הנקה בלעדית עד גיל חצי שנה ועל הנקה בתוספת מזון משלים עד גיל שנה. עם זאת, נשים רבות אינן יכולות או שאינן מעוניינות להניק מסיבות בריאותיות או מסיבות אישיות שונות, ובוחרות להזין את התינוק באמצעות תמ"ל.

לפי הנחיות משדד הבריאות וארגוני בריאות בעולם, במקרה שבו האם אינה מניקה, מומלץ לבחור בתמ"ל על בסיס חלב, בעל ההרכב התזונתי הקרוב ביותר לזה של חלב האם. במקרים שבהם תינוקות אינם יכולים לפרק ולעכל את רכיבי החלב או בעקבות בחירות אידיאלוגיות (טבעונות וצמחונות לדוגמה), ניתן להשתמש בפורמולה צמחית על בסיס סויה (אם אין אלרגיה לסויה כמובן).

בשנת 2003 אירעה פרשת "רמדיה", שבה גרם מחסור בוויטמין B1 – תיאמין, במוצרי התמ"ל על בסיס סויה של חברת "רמדיה", למותם ולפגיעה בבריאותם של תינוקות רבים בישראל. מחסור [בוויטמין B1](#) פוגע בניצול הגלוקוז כמקור אנרגיה. רקמת המוח, שיודעת לנצל בטווח המידי רק גלוקוז כמקור אנרגיה, היא הראשונה שנפגעת. בעקבות הפרשה נסגרה החברה.

למעט מקרה טרגי זה לא התרחשו בארץ מקרים נוספים שבהם תרכובות מזון לתינוקות פגעו בבריאותם. כיום קיימת מערכת חוקים ויש בקרה קפדנית בנושא. כל החברות מחויבות בתקנים מחמירים ביותר של משדד הבריאות וגם של ארגון הבריאות העולמי.

מטלה (משימת צוות של 3-4 תלמידים):

במשימה זו נחקור את ההבדלים בין סוגי התמ"ל השונים.

לכו לחנות המוכרת מזון לתינוקות הקרובה למקום מגורכם. בחרו 3 תמ"לים שונים, צלמו את תוויות המוצר של כל תמ"ל מכל צדדיה וענו על השאלות הבאות:

- א. מה המשותף לשלושת סוגי התמ"ל?
- ב. מה שונה בין כל תמ"ל ותמ"ל?
- ג. לאיזו אוכלוסיית תינוקות כל תמ"ל מיועד?
- ד. מה הקשר בין הרכיבים התזונתיים של התמ"ל לבין אוכלוסיית היעד?

תזונה בילדות

הילדות מוגדרת כתקופת החיים מגיל שנה ועד גיל עשר. קצב הגדילה בשלב זה איטי יותר מאשר בשנת החיים הראשונה, ומגיל חמש שנים עד גיל ההתבגרות הגדילה מאטה עוד. גם בתקופה זו יש לתזונה נכונה תפקיד חשוב בגדילה. התפתחותם של בנות ובנים הסובלים ממחסורים תזונתיים בשלב גדילה זה מואטת ואף נעצרת ותהליך התבגרותם מאחר. תזונה לקויה או מחלות כרוניות הפוגעות בתזונה יביאו להפרעות בתהליכי הגדילה וההתבגרות, אם לא יקבלו טיפול מתאים.

מחקרים שונים מראים כי בגיל שנה עולה מידת העצמאות של הפעוטות והם מתחילים לעצב את אישיותם בנוגע לאוכל. הם לומדים לאכול בכפית ולשתות מספל ומתחילים לפתח יחס בררני לאוכל. ככל שעוברות השנים היכולת של ההורים לשלוט בטעמים ובמרקמים המועדפים על ילדיהם פוחתת. כבר מגיל שנה מרחיב הילד את מגוון מזונותיו בהתאם למקובל בסביבתו הקרובה. חשוב לזכור כי יש לגוון את המזון כדי שהילד יסגל תזונה הכוללת את כלל רכיבי המזון, ולכן יש לתת לו להתנסות במגוון גדול של מאכלים השונים זה מזה במרקם, בטעם ובצבע. בתקופת הגדילה הצורך בסידן גדול – בעיקר בתקופות הצמיחה, בילדות ובהתבגרות. ילדים אשר לא מקבלים מספיק סידן (או ויטמין D) עלולים ללקות ברככת. על מנת למנוע השמנה מומלץ להגביל את צריכת המאכלים והשתייה המתוקה.

מאחר שלא אוכלים בעת השינה, אנו חווים מדי לילה "צום לילה" אשר נמשך כ-8 עד 12 שעות (כתלות בגיל). בשעות אלו מערכות הגוף פועלות אך בקצב איטי יחסית, מאגרי הסוכר הזמינים יורדים, ועד לבוקר הגוף מנצל את מלאי האנרגיה. ארוחת הבוקר היא מנת האנרגיה הראשונה שהגוף מקבל לצורך תפקוד ביום החדש. דילוג על ארוחה זו מונע מהגוף "דלק"

וגורם לגוף להתחיל את היום במצב של מאגרים מרוקנים. ארוחת הבוקר היא מפתח לבריאות, לשמירה על ערנות וריכוז ולשמירה על המשקל. חשוב להקפיד על שעות שינה מספקות, מאחר שבעת השינה מופרש הורמון הגדילה, הורמון אשר כשמו כן הוא – מעודד גדילה של הגוף ובניית מסת שריר ועצם. הורמון זה מופרש אצל ילדים קטנים רק בלילה ובגיל ההתבגרות ישנה תוספת קטנה של ההורמון גם ביום. בשל עובדה זו ישנה חשיבות מכרעת של זמן השינה על הצמיחה לגובה. אנו נוטים לגבש התנהגות אכילה אשר איננה מבוססת רק על שיקול הטעם בבחירת מזונות. יש לזכור כי התזונה מושפעת מהרגלי המשפחה והסביבה, ויש חשיבות לאכילה משפחתית באווירה טובה. הילדים מחקים את הוריהם – ולעיתים, מזון שההורים לא אוהבים גם הילד לא אוהב, ולהפך, דוגמה אישית תעודד הרגלי אכילה בריאים. מגיל צעיר מאוד ניתן לסייע לילדים לסגל התנהגות אכילה בריאה, תוך מתן הסבר תואם לגיל על חשיבות האוכל לגוף. עדיף להימנע משימוש באוכל כפרס או כעונש ולעודד פעילות גופנית בכל המסגרות שבהן שוהים ילדים. ילדים יודעים להתעקש מאוד על העדפותיהם ולכן כדאי שלא להפוך את הארוחה לשדה קרב או לכפות עליהם לאכול בניגוד לרצונם. ילדים שמסרבים למאכל מסוים עשויים להיענות לו אחרי חשיפה חוזרת.

תזונה בנעורים

מכירים את הסיטואציה הבאה? אתם נכנסים הביתה ועוד לפני שאתם אומרים להורים שלום אתם פושטים על המקרר ורוטנים שאין מה לאכול; לוקחים מכל הבא ליד ללא הבחנה, משלבים מאכלים שמעולם לא חשבתם שניתן לאכול ביחד, מרוקנים את הסירים בלי קשר למה שיש בתוכם, ולקינוח פותחים חבילות של חטיפים. אחרי זמן קצר אתם שוב רעבים. מה הסיבה שאתם עושים זאת? ברוכים הבאים לגיל ההתבגרות.

איך אפשר למנוע את בולמוסי הרעב? מה כדאי לאכול?

תקופת "גיל ההתבגרות", תחילתה בסביבות גיל 10, עם תחילת ההתפתחות הגופנית-מינית וסיומה בחברה הישראלית נקבע לגיל 18 שנים, עם הגיוס לצה"ל (בארצות-הברית 21-24 שנים). בני נוער בגיל ההתבגרות אינם קבוצה אחידה והומוגנית, מאחר שיש חוסר אחידות בין שלבי ההתפתחות הגופנית, הרגשית והחברתית. כל מתבגר עובר שלבים אלו בדרכו האישית והייחודית.

הרעב התכוף בגיל זה נובע בעיקרו מתהליך הגדילה המואץ. הדרישה לאספקת אנרגיה (קלוריות) וחלבון גדלה בשלבי ההתבגרות בגלל הצמיחה לגובה והעלייה במשקל. מחסור קלורי בשלב זה עלול להוביל להרזיה אשר יכולה לגרום לדלדול שרירים, הפרעה בבניית עצם והאטת ההתפתחות המינית. מאידך, עודף קלורי עלול להוביל להשמנה ולסיכון עתידי לסיבוכים כגון סוכרת ומחלות לב וכלי דם. על מנת לצמצם את תופעת בולמוסי הרעב, יש לספק לגוף שלוש ארוחות עיקריות וביניהן שתיים-שלוש ארוחות ביניים. רצוי לא לדלג על ארוחות ולא לאכול מכל הבא ליד בין הארוחות. על המזון להיות מגוון מאחר שאין מזון כלשהו שמספק את כל הרכיבים החיוניים לגוף. יש להתחיל את היום בארוחת בוקר, מאחר שלארוחה זו חשיבות רבה באספקת אנרגיה אחרי צום הלילה והיא תורמת לריכוז בשעות הלימודים. מומלץ להמעיט ב"ג'אנק פוד" ולא להתפתות לדיאטות קסם. על התזונה בגיל ההתבגרות לענות על כלל הצרכים התזונתיים, על מנת להבטיח גדילה והתפתחות תקינה.

צרכים תזונתיים בגיל ההתבגרות

אנרגיה: האנרגיה במזון מקורה בפחמימות, שומנים וחלבונים. הגדילה המהירה בתקופת ההתבגרות מתאפיינת בתוספת גובה ומשקל, אך יש הבדל בין נערים ונערות באשר לקצב תוספת הרקמות, לכמותן ובעיקר לסוג הרקמות. אצל הנערים התוספת העיקרית היא בשרירים ובשלד ואצל הנערות התוספת היא בעיקר בשלד וברקמת השומן שבירכיים, בעכוז, בשדיים ובבטן. הבדלים אלו משמעותם דרישות אנרגיה שונות.

מטלה

שערו מדוע מבחינה אבולוציונית הרקמה העיקרית המתפתחת אצל הגברים היא רקמת השריר בעוד אצל הנשים מתפתחת רקמת השומן?

רקמת השריר היא צרכנית האנרגיה העיקרית בגוף וככל שמסת השריר גדלה כך גם צריכת האנרגיה גדלה, לכן נערים זקוקים לתוספת אנרגטית גדולה יותר מנערות. עם זאת, אי-הקפדה על תזונה נכונה, צריכת כמות אנרגיה גדולה מדי ופעילות גופנית מועטה תורמים לשיעורים גבוהים של השמנה בקרב מתבגרים.

חלבונים: חלבונים הם מרכיב חשוב בתזונה של כל בני האדם בכל הגילים, אך בגיל ההתבגרות הצורך בחלבון גדל מאחר שהגוף מתפתח ונוספים לו תאים. גם כאן הצורך של

נערים בחלבון גדול מזה של נערות, בגלל תוספת משמעותית יותר אצל הראשונים ברקמת השריר.

מינרלים: שלושה מינרלים דרושים בתקופת ההתבגרות בכמויות גדולות במיוחד:

- סידן – מכיוון שכמעט מחצית ממסת העצם נבנית בגיל ההתבגרות, יש חשיבות עצומה [לצריכת סידן](#) למניעה של אוסטיאופורוזיס בעתיד. לבניית העצם חשובים גם ויטמין D וזרחן.
- ברזל – מתבגרים נוטים לאנמיה מחוסר ברזל, עקב עלייה בנפח הדם ובמסת השרירים, ובשל דימום הווסת אצל הבנות. מזונות עשירים בברזל יכולים למנוע אנמיה.
- אבץ – הדרישה של מינרל זה גדלה בגיל ההתבגרות, מאחר שהוא דרוש להתפתחות התקינה של מערכת המין.

ויטמינים: כיום יש מעט מחקרים העוסקים בצורך בוויטמינים בגיל הנעורים. ממחקרים

שנעשו עולה כי בתקופה זו עלול להיווצר חוסר בעיקר בוויטמינים: A, C ומגוון ויטמינים ממשפחת B. המחסור נובע מהרגלי אכילה לא נכונים (הרבה ג'אנק-פוד ומעט מזון איכותי) ומהצורך הפיזיולוגי המוגבר בוויטמינים אלו בתקופת הגדילה המואצת.

הצרכים התזונתיים של כל אחד ואחת מאיתנו שונים בשנות ההתבגרות ומאחר שהם תלויים בהתפתחות הגופנית, לגיל הכרונולוגי כמעט שאין השפעה עליהם. שלושה גורמים עיקריים משפיעים על ההתפתחות הגופנית ובעקבות זאת גם על צרכי התזונתיים של הפרט: קצב גדילה מואץ, התבגרות מינית והתבגרות חברתית. כל אחד מהם מופיע בגיל שונה ולכל אחד מהם השפעה שונה על כל פרט.

גורמים המשפיעים על ההתפתחות הגופנית ועל הצרכים התזונתיים של המתבגר

קצב גדילה מואץ:

הגדילה המואצת משמעה צריכת מזון ואנרגיה מותאמים. שיא קצב הגדילה בקרב נערות מתרחש בממוצע בין גיל 10 לגיל 13 אצל נערות ובין גיל 12 לגיל 15 אצל נערים, בהמשך הגדילה מואטת או נעצרת. עם זאת, הצמיחה לגובה יכולה להימשך בממוצע עד גיל 21 אצל נערים ואילו אצל נערות עד גיל 17-18.

מאחר שקצב הגדילה משתנה בתקופות שונות בחיינו, כך גם הדרישות התזונתיות משתנות בשלבי הגדילה השונים של אותו הפרט ובין הפרטים השונים.

התפתחות מינית:

ההתבגרות המינית היא תקופה סוערת של שינויים חדים ברמות ההורמונליות אשר משפיעות על מצבי הרוח, התזונה והרעב. עד גיל 13-15 הבנות מפותחות יותר מהבנים ובהמשך הפער מצטמצם והבנים אף משיגים את הבנות בצמיחה לגובה. התפתחות מינית אצל בנות מאופיינת בהופעת ניצני שדיים, שיער ערווה ובהמשך מחזור חודשי ואצל הבנים בגדילת האשכים ושיער הערווה. גיל תחילת ההתפתחות המינית של ילדים הולך ויורד במרוצת השנים. נתונים שנאספו הראו כי בשנת 1860 ממוצע הגיל להופעת סימני המין הראשונים בבנות היה 16.6 שנים, בשנת 1920 – 14.6 שנים, בשנת 1950 – 13.1 שנים, בשנת 1980 – 12.5 שנים ובשנת 2010 – 10.5 שנים. במקרים נדירים יסבלו ילד או ילדה ממצב שנקרא התפתחות מינית מוקדמת, הגורם לגופם להתחיל להתפתח הרבה לפני גיל 11, סביב כיתה א' ולעיתים אף קודם לכן. לתופעה זו יש כמה הסברים אפשריים ונראה כי היא נגרמת מצירוף של מגוון גורמים. אחד מהגורמים שנראה שיש לו משקל רב בהקשר זה הוא השמנה. הילדים כיום שמנים יותר מאלה שבדורות קודמים, ורקמות השומן של בנות מכילות יותר אסטרוגן – שתורם להתפתחות המינית. חשודים אחרים הם דשנים, הורמונים וכימיקלים במזון כמו ביספניול A, שיוצר במקור כאסטרוגן רפואי חלש ובהמשך שולב בתעשיית הפלסטיקה. השינויים ההורמונליים עלולים לגרום בין השאר גם לפצעים ואקנה בעור. אלה דורשים מעבר לאכילה מאוזנת, גם טיפול קוסמטי והתייעצות עם רופא עור.

התבגרות חברתית:

בגיל ההתבגרות המתבגרים נתונים ללחץ חברתי עז והחשיבות המיוחסת להופעה החיצונית גדלה. ללחץ החברתי פנים רבות ואחד הגורמים המרכזיים המניעים אותו היא התקשורת התורמת להפרעות אכילה, במיוחד בקרב בני נוער. הפסיכיאטרים מבקרים את התקשורת על כך שנעשה שימוש בדוגמניות הנמצאות בתת-משקל ובתוכנות מחשב לריטוש תמונות, שיוצרות אשליה של רזון לא מציאותי. כאשר החברה המערבית מקדשת את ה"רזון" כסמל ליופי, אנחנו חושבים שהאידיאל להצלחה הוא גזרת גוף רזה – וכמה שיותר רזה יותר טוב. עם הדגשת הרזון כסמל ליופי והצלחה, חל גידול של ממש בבני ובנות נוער המנסים להימנע מעלייה במשקל המלווה את ההתפתחות המינית.

הידעת

אידיאל יופי הוא זמני ולאורך ההיסטוריה השתנה מודל היופי הנשי: התעגל, כחש, התארך, הצר והתרחב. הנשים היפות של הרנסאנס היו דשנות, בשנות השלושים המודל הנשי היה עתיר חמוקיים ובשנות התשעים הגיע ה"הרואין שיק" שהציג דוגמניות שדופות במראה חולני. בשנת 2012 אושר בכנסת "חוק הדוגמניות". הקובע כי דוגמניות ודוגמנים הסובלים מתת-משקל (BMI הנמוך מ-18.5) לא יופיעו עוד בפרסומות. נקבע גם שאם ייעשה שימוש בעריכה גרפית, כמו פוטושופ, לצורך הצרת היקפי גוף בפרסומות, תופיע כתובית בולטת שתציין זאת. תנאים אלה חלים גם על פרסומות שנערכות בחו"ל עם דוגמנים זרים ומיובאות לארץ.

שאלות לדיון

מהו מודל היופי כיום? האם גם אתם מושפעים ממראה הדוגמנים/דוגמניות בפרסומות? האם הפרסומות מייצגות את המציאות? האם יש הסכמה כללית להגדרת ה"יופי"?

תזונה לקויה לאורך זמן משפיעה על המוח, מחמירה את ההתעסקות הכפייתית בנושא המשקל והמזון ולמעשה מכניסה את האדם למעגל קסמים. ככל שאדם יעסוק יותר בדיאטה ובירידה במשקל, כך תגבר ההשפעה על המוח והצורך לרדת עוד ועוד במשקל יתעצם. תחילה תחול החמרה הדרגתית בתסמינים, אך עם הזמן תתרחש הידרדרות מהירה, עד למצב של תת-תזונה, פגיעה בבריאות הגוף והנפש ואף מוות.

היבט נוסף של ההתבגרות החברתית בעידן המודרני הוא הרשתות החברתיות והשפעותיהן על משקלנו ובריאותנו. משחקי רשת, אינסטגרם, Steam, PlayStation Network ו-Xbox Live מובילים לירידה בפעילות הגופנית ולמחסור בשעות שינה. חוסר בפעילות גופנית מוביל להשמנת יתר בעוד מחסור בשעות שינה מוביל לרגזנות יתר, הפרעות בקשב וריכוז, חוסר ערנות, עיכוב בגדילה והשמנה.

מחסור בשינה מגביר את הסבירות לעלייה במשקל, מאחר שככל שערים יותר שעות כך אוכלים יותר, מחסור בשינה אף מפריע לפעילות ההורמונים האחראים לבקרה על תחושת

הרעב ועל התיאבון ובנוסף, העייפות המורגשת במהלך היום מביאה לירידה ברצון לעסוק בפעילות גופנית.

השמנה בגיל ההתבגרות

הנתונים הסטטיסטיים מראים שישראל נמנית עם החמישייה הפותחת של המדינות המערביות המובילות בשיעורי ההשמנה של ילדים ובני נוער. ההשמנה נגרמת משילוב של תזונה עתירה בסוכרים ובשומנים, אכילה בשעות מאוחרות, מיעוט שעות שינה וחוסר בפעילות גופנית. השמנה בקרב ילדים ונוער משפיעה על בריאותם של הסובלים ממנה, אך גם על הדימוי העצמי שלהם. הסערות הרגשיות, הכוללות תנודות במצבי הרוח, נטייה לחשיבה שלילית והערכה עצמית נמוכה, מציבות את בני ובנות הנוער בסיכון גבוה לפתח אכילה רגשית, במיוחד של פחמימות, ולהשמין. הפחמימות גורמות למוח להפריש סרוטונין, חומר ממשפחת האנדורפינים העוזר להפיג מתח ועייפות ולשפר את מצב הרוח. הפחמימות, כאשר הן נאכלות בכמות מוגזמת, נאגרות כשומן וגורמות להשמנה. במחקרים שונים נמצא כי כ-10-20 אחוזים מהפעוטות השמנים יגדלו להיות ילדים שמנים, כ-40 אחוז מהילדים השמנים יהפכו למתבגרים שמנים וכ-75-80 אחוז מהמתבגרים השמנים יהיו מבוגרים שמנים. לכן ככל שנקדים ונטפל בבעיית ההשמנה כך נוכל להמשיך ולהתבגר כאנשים בריאים בעלי משקל מאוזן. זכרו כי המפתח לחיים בריאים במשקל מאוזן אינו דיאטות קסם, שלמרבה הצער אינן קיימות, אלא תזונה מאוזנת המלווה בפעילות גופנית.

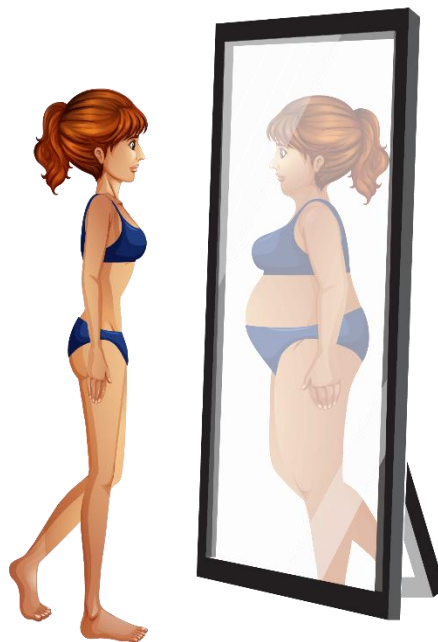
פעילות גופנית

הגברת הפעילות הגופנית בקרב בני נוער מהווה מרכיב חיוני בתוכנית הפעולה נגד תופעת ההשמנה. הדרך לאימוץ אורח חיים ספורטיבי ובריא כרוכה בראש ובראשונה בשינוי דפוסי החשיבה והפעולה. לדוגמה, הגעה פעילה לבית הספר ולחברים בהליכה רגלית או ברכיבה על אופניים שאינם חשמליים. בגיל הנעורים, כלי רכב חשמליים, כגון אופניים או קורקינט חשמליים הם אביזר מסכן חיים המעודד השמנה. הפעילות הגופנית כוללת פעילות אירובית ופעילות אנ-אירובית. פעילות אירובית היא פעילות שבה הגוף מפיק אנרגיה באמצעות חמצן והיא כוללת הפעלת קבוצות שרירים גדולות לזמן ממושך. פעילות זו מגבירה את קצב הלב ומחזקת אותו והיא כוללת מגוון ענפי ספורט, כגון רכיבה על אופניים, רכיבה על קורקינט, זומבה, שחייה, משחקי כדור, הליכה בקצב מואץ ועוד. הפעילות האירובית מגבירה את שריפת השומנים והפחמימות, משפרת את מצב הרוח, ומפחיתה את הסיכון לחלות במחלות כגון סוכרת מסוג 2, מחלות לב וכלי דם ויתר לחץ דם.

בפעילות אנאירובית, השריר עובד לטווח קצר בעוצמה גבוהה ומשתמש באנרגיה המופקת ללא נוכחות של חמצן. הפעילות האנאירובית מיועדת לחיזוק ולפיתוח השרירים. הרמת משקולות, מתיחת גומיות וכל פעילות המפעילה שרירים כנגד התנגדות נחשבת לפעילות אנאירובית.

הפרעות אכילה

לעיתים החשש מהשמנה מוביל את בני ובנות הנוער לבחור בדיאטות קיצוניות שעלולות להגיע להפרעות אכילה. לחשש מהשמנה מצטרפים התמודדויות ולחצים אשר תורמים גם הם לסיכון לפתח הפרעות אכילה: לחצים בלימודים, שינויים פיזיולוגיים ורגשיים, עיסוק משמעותי בבניית הזהות העצמית, לחצים חברתיים, רצון לעצמאות וצורך בתחושת שליטה. לכל אלו מתווספות ההשפעות של ערוצי התקשורת והפרסום המעלים את קרנו של הרזון כאידיאל ליופי ואושר.



איור 3.1

הפרעות אכילה הוא שם כולל לכמה הפרעות נפשיות המתבטאות בהפרעות קבועות ונרחבות בדפוס האכילה או הפרעות בהתנהגות הקשורה לאכילה, בצריכה או בספיגה של מזון. ההפרעות גורמות לנזקים גופניים משמעותיים, בחלק מהמקרים נזקים קצרי טווח ובחלקם נזקים לטווח ארוך. נזקים אלה מסכנים את בריאות האדם ולעיתים אף את חייו. הסטטיסטיקה מעידה כי כ-85 אחוז מהסובלים מהפרעות אכילה הם בטווח הגילים 12-20. מכאן שגיל ההתבגרות הוא הגיל העיקרי שבו קיים סיכון להתפתחות הפרעות אכילה.

הפרעות אכילה נפוצות יותר בקרב נשים ונערות, אך גם גברים ונערים עשויים לפתח הפרעות אכילה, ביחס של 1 ל-9 (בממוצע, מכל 10 אנשים בעלי הפרעות אכילה 9 הן נשים ו-1 הוא גבר).

הממצאים מראים כי לגנטיקה יש השפעה על הנטייה ללקות במחלת נפש. בהתרחש אירוע כלשהו או רצף של אירועים, תתממש הנטייה הגנטית ומחלת הנפש תתפרץ. כיום הפרעות אכילה מקושרות באופן ישיר ללחץ החברתי-תרבותי המעלה על נס יופי ורזון כדרך שבאמצעותה אפשר להגיע להישגים, להצליח ולהיות מאושרים. עם זאת, הפרעות אכילה אינן תופעות שהחלו במאה ה-21 והן היו קיימות גם בתקופות שבהן אידיאל היופי לא התמקד ברזון. מכאן שההשפעה החברתית-סביבתית של תרבות היופי והרזון היא משמעותית אך היא אינה הגורם היחיד.

הרקע להתפתחות הפרעות אכילה יכול להיות פגיעה מינית והצורך להקיא ולהיטהר מחוויית הפגיעה, ולעיתים זה רצון של הנפגע/ת "להחזיר" את יכולת השליטה באמצעות הימנעות קיצונית ממזון. יש מומחים הגורסים כי ההפרעה בקרב נערות נובעת מרצון להימנע מהמעבר מילדה לאישה, באמצעות עצירת המחזור החודשי וההתפתחות הנשית.

נערים ונערות העוסקים בספורט, לרבות ספורט תחרותי ומחול, נמצאים גם הם בקבוצת סיכון בשל עיסוקם בענף תחרותי – הן בהיבט הפיזי והן בהיבט הפסיכולוגי. עיסוק בתזונה ופעילות ספורטיבית עשויים להיתפש על ידי החברה והמשפחה כפעילות מבורכת, בעיקר בעידן של ימינו המציע שפע רב של מוצרי מזון עתירי שומן וסוכר. לכן לא תמיד קל לזהות את ההפרעה בזמן אצל העוסקים בספורט.

מי שסובל מהפרעות אכילה עלול לסבול גם מהפרעות רגשיות – כגון דיכאון, חרדה, דימוי עצמי נמוך, נטייה לפרפקציוניזם, הפרעה אובססיבית או צורך משמעותי בשליטה. מלבד הקשיים הרגשיים, הפרעות אכילה הופכות בשלב מסוים לבעיה בריאותית ובמקרים רבים הן גורמות להפסקת וסת אצל נשים, נשירת שיער, התייבשות, קושי להתמודד עם קור, פגיעה במערכת החיסונית, בעיות קצב לב, פגיעה בתפקוד הכבד והכליות, פגיעה בבושט ובשיניים בעקבות הקאות מרובות ועוד. חלק מהסובלים והסובלות מהפרעות אכילה מגיעים לאשפוז בבית חולים כדי לייצב את בריאותם, וחלקם אף מאושפזים בבתי חולים פסיכיאטרים כדי לעזור להם להתגבר על המצב.

יש מספר רב של הפרעות אכילה, והנפוצות הן: אנורקסיה נרבוזה, בולימיה נרבוזה והפרעת אכילת יתר.

אנורקסיה נרבוזה (Anorexia nervosa, צִיִּמְנוּת) מתאפיינת בהימנעות קיצונית ממזון

הגורמת לאובדן משקל משמעותי ובמקרים קיצוניים אף למוות.

בולימיה נרבוזה (Bulimia nervosa, זלזל) מתאפיינת בהתקפים בלתי נשלטים של

אכילת כמויות מזון גדולות בזמן קצר, אשר לרוב מלוות בביצוע פעולות של ריקון הגוף בהקאה או שלשול (שימוש במשלשלים), כמעין טקס של היטהרות לאחר הזלילה הבלתי נשלטת. לעיתים לאחר התקפי אכילה לא תופיע פעולה של ריקון, אז יופיעו רגשות אשמה, בושה ועלבון קשים על חוסר היכולת להתאפק ללא הקאה.

הפרעת אכילת יתר (Binge Eating Disorder, נקראת גם הפרעת אכילה כפייתית)

מתאפיינת במאורעות חוזרים בפרק זמן נתון (לדוגמה כל שעתיים) של אכילת כמות מזון שהיא גדולה יותר ממה שאדם ממוצע יכול לאכול, בדרך כלל ללא פעולת התרוקנות. אדם הסובל מהפרעה זו יחווה תחושה של היעדר שליטה בזמן האירוע. לרוב, הסובלים והסובלות מבעיה זו יחוו בושה גדולה על הרגלי אכילתם ויעשו זאת בסתר. בניגוד לשתי הפרעות הקודמות אשר מביאות לרזון קיצוני, הפרעה זו עשויה להיות מלווה בהשמנת יתר. עם זאת, השמנה אינה המדד הבלעדי לאבחנת ההפרעה ולא כל האנשים המתמודדים עם הפרעה זו שמנים, אלא מרביתם. בחלק מהמקרים ההשמנה חמורה מאוד ומלווה בסיכונים בריאותיים משמעותיים.

לסיכום, גיל ההתבגרות מוגדר כתקופה שבין תחילת ההתפתחות המינית עד סוף הגדילה הפיזית והמינית. תקופה זו מאופיינת בשינויים גופניים מהירים, קצב גדילה מואץ ושינויים במבנה הגוף. כדי שהתהליך יעבור בצורה הטובה ביותר ועל מנת לספק את צרכיו המשתנים של הגוף, המתבגרים צריכים להקפיד לישון די הצורך ולאכול נכון, שני דברים שדווקא מתנגשים עם הנטייה הטבעית בגיל הזה.

סיכום

- תקופות הינקות, הילדות והנעורים מאופיינות בתהליכי גדילה והתפתחות מואצים. בתקופות חיים אלה מתעצבים גופו ומוחו של האדם ועל כן למזון בתקופות אלה יש השפעה מרבית על בריאותו של הגוף, מבנהו ותפקודיו, הן בהווה והן בטווח הרחוק – על גופו של המבוגר.
- הינקות מוגדרת כתקופה שנמשכת מיום הלידה ועד גיל שנה. שנה זו מאופיינת בגדילה מואצת ביותר, במיוחד בששת החודשים הראשונים לחיים, שבהם מוכפל משקל הגוף בלידה. הזנה נכונה בגיל זה חשובה להתפתחות וליצירת קשר עם ההורים והסביבה הקרובה ולהקניית הרגלי אכילה נכונים שיספיעו על התינוקות בשארית חייהם.
- חלב אם הינו המזון המומלץ ביותר לתינוק, מאחר שהוא מכיל את כל רכיבי התזונה שלהם הוא זקוק בכמות המתאימה לו. על פי משרד הבריאות בישראל מומלץ להניק ללא כל תוספת מזון או נוזלים עד גיל חצי שנה.
- החל מגיל חצי שנה לערך מומלץ להתחיל לחשוף את התינוק לטעימות מזון בכמות קטנה, כדי שיכיר מגוון טעמים ומרקמים חדשים וכדי לאפשר למערכת החיסונית "היכרות" עם מגוון מרכיבים חדשים המצויים במזון.
- הילדות מוגדרת כתקופת החיים מגיל שנה ועד גיל עשר. קצב הגדילה בשלב זה איטי יותר בהשוואה לשנת החיים הראשונה, ומגיל חמש עד גיל ההתבגרות קצב הגדילה מואט עוד יותר.
- תקופת "גיל ההתבגרות", תחילתה בסביבות גיל עשר, עם תחילת ההתפתחות הגופנית-מינית, וסיום גיל הנעורים בחברה הישראלית נקבע לגיל 18 שנים, עם הגיוס לצה"ל (בארצות-הברית 21-24 שנים). בני נוער בגיל ההתבגרות אינם קבוצה אחידה והומוגנית מאחר שיש חוסר אחידות בין שלבי ההתפתחות הגופנית, הרגשית והחברתית. כל מתבגר עובר שלבים אלה בדרכו האישית והייחודית.
- הצרכים התזונתיים של כל אדם שונים בשנות ההתבגרות – ומאחר שהם תלויים בהתפתחות הגופנית, לגיל הכרונולוגי כמעט שאין השפעה עליהם. שלושה גורמים עיקריים משפיעים על ההתפתחות הגופנית וכפועל יוצא על צרכיהם התזונתיים של המתבגרים: קצב גדילה מואץ, התבגרות מינית והתבגרות חברתית. כל אחד מהם מופיע בגיל שונה ולכל אחד מהם השפעה שונה על כל אדם.
- הנתונים הסטטיסטיים מראים שישראל נמנית עם החמישייה הפותחת של המדינות המערביות המובילות בשיעורי ההשמנה של ילדים ובני נוער. ההשמנה נגרמת משילוב של תזונה עתירה בסוכרים ושומנים, אכילה בשעות מאוחרות, מיעוט שעות שינה וחוסר בפעילות גופנית. להשמנה בקרב ילדים ונוער השלכות על הבריאות אך גם על הדימוי העצמי.

- הפרעת אכילה הוא שם כולל לכמה הפרעות נפשיות המתבטאות בהפרעות קבועות ונרחבות בדפוסי האכילה או הפרעות בהתנהגות הקשורה לאכילה, בצריכה או בספיגה של מזון. ההפרעות גורמות לנזקים גופניים משמעותיים, בחלק מהמקרים נזקים קצרי טווח ובחלקם נזקים לטווח ארוך. נזקים אלה מסכנים את בריאות האדם ולעיתים אף את חייו.

מבדק מסכם:

1. "עקומות גדילה" משמשות את אנשי המקצוע וההורים כדי:

- א. להעריך את מצב הבריאות והתזונה של הנבדקים בתקופת הגדילה.
- ב. להעריך עד כמה עקומה גדילתם של הנבדקים בתקופת הגדילה.
- ג. להעריך עד כמה עקומה גדילתם של הנבדקים לאחר תקופת הגדילה.
- ד. להעריך את מצב הבריאות והתזונה של הנבדקים לאחר תקופת הגדילה.

2. הרכב חלב האם:

- א. משתנה כדי להתאים לדרישות התזונתיות של האם.
- ב. משתנה כדי להתאים לדרישות התזונתיות של האם והתינוק.
- ג. משתנה כדי להתאים לדרישות התזונתיות של התינוק.
- ד. אינו משתנה כדי להתאים לדרישות התזונתיות של התינוק.

3. חשיפה הדרגתית למזונות בגיל מוקדם חשובה

- א. לגילוי סימני אלרגיה.
- ב. למניעת אלרגיה עתידית.
- ג. למנוע חנק של התינוק.
- ד. לגילוי סימני אלרגיה ולמניעת אלרגיה עתידית.

4. כאשר ילד מתנגד לאכול מזון מסוים:

- א. יש להכריח אותו לאכול אותו.
- ב. אין להכריח אותו לאכול אותו.
- ג. יש לוותר לו בפעם הראשונה ולהכריח בפעם השנייה.
- ד. יש להוסיף למזון הרבה סוכר כדי שיהיה לילד טעים.

5. בגיל ההתבגרות יש חשיבות רבה לצריכת:

- א. ברזל, אבץ וויטמין E
- ב. ברזל, אבץ וסידן
- ג. ברזל אבץ ומגנזיום
- ד. ברזל, מגנזיום וסידן

6. בפעילות אירובית הגוף מפיק אנרגיה באמצעות:

- א. ברזל
- ב. חמצן
- ג. סידן
- ד. פחמן

7. אנורקסיה נרבוזה מתאפיינת ב:

- א. אכילה בהתקפים והקאה
- ב. הימנעות ממזון
- ג. אכילה בהתקפים
- ד. הימנעות ממזון ואכילה בהתקפים

8. הפרעת אכילת יתר:

- א. משקל עודף הינו המדד לאבחון ההפרעה
- ב. תת משקל הינו מדד לאבחון ההפרעה
- ג. משקל תקין הינו מדד לאבחון ההפרעה
- ד. משקל איננו מדד לאבחון ההפרעה

פרק 4: תזונה בגיל השלישי

"וַיְהִי כִּי הִחֵל הָאָדָם לָרֵב עַל פְּנֵי הָאֲדָמָה וּבָנֹת יָלְדוּ לָהֶם. וַיֵּרְאוּ בְנֵי הָאֱלֹהִים אֶת בָּנוֹת הָאָדָם כִּי טֹבֹת הֵנָּה, וַיִּקְחוּ לָהֶם נָשִׁים מִכָּל אֲשֶׁר בָּחָרוּ. וַיֹּאמֶר ה', לֹא יֵדֹן רוּחִי בָאָדָם לְעֹלָם בְּשָׁגֶם הוּא בָשָׂר, וְהָיוּ יָמָיו מָעָה וְעֶשְׂרִים שָׁנָה" (בראשית ו' 3)

הידעת

תוחלת החיים של דמויות המתוארות בתורה, בספר בראשית, נוקבות מספר שנות חיים בלתי אפשרי. מתושלח, למשל, חי לפי הכתוב 969 שנה ודומה לו רבים אחרים לפני דור המבול. כיצד ניתן להסביר זאת? אחת ההנחות היא שתושבי האזור בתקופה שבה מתרחשים סיפורי בראשית היו נוודים שחיו במדבר ולא פעלו לפי מחזוריות של עונות השנה אלא ספרו ימים וירחים על מנת לנווט את דרכם במדבר לכן, ייתכן מאוד שהמספר 969 מתכוון לחודשי ירח כלומר 80 שנה, שגם מספר זה הוא מופלג בהשוואה לתוחלת החיים בעת העתיקה. בספר בראשית ו' 3 מסופר שאלוהים קצב את תוחלת החיים לאדם ל-120 שנה ומכאן הברכה שאנו משתמשים בה עד היום.

בפרק זה נעסוק בנושאים הבאים:

1. תוחלת חיים ותזונה
2. תת תזונה בגיל השלישי
3. המלצות תזונתיות בגיל השלישי
4. פעילות גופנית בגיל השלישי

לפני שנתחיל הנה כמה שאלות לחשוב עליהן:

- מהו "הגיל השלישי" ומאיזה גיל מתחילה תקופה זו, על פי ההגדרה?
- האם היה קושי לקבוע את תחילת הגיל השלישי? מדוע?
- מהן הבעיות התזונתיות הנפוצות בגיל השלישי?

בניגוד לשלבים הקודמים, הגיל השלישי מוגדר (בטבלת קצובת המזון) באופן שרירותי כקבוצת הגיל שמעל ל-70 שנה. השרירותיות נובעת מכך שאין קו המבדיל את קבוצת המבוגרים מקבוצת הגיל השלישי – מכיוון שמצב בריאותו הגופנית והנפשית של אדם בתקופת גיל זו משקף את מסע חייו ואין הוא תואם בהכרח את גילו הפיזיולוגי. התזונה בגיל השלישי חשובה לשמירה על אורח חיים בריא, ואילו הבריאות מאפשרת תזונה נכונה וחוזר

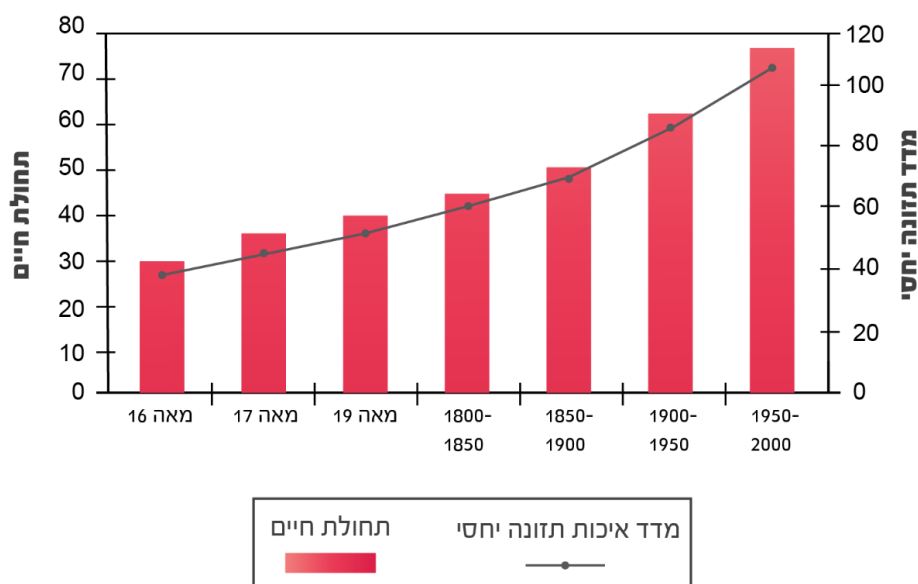
חלילה. לפיכך, תזונה נכונה בגיל צעיר עשויה לעכב חלק מתהליכי הזקנה והיא אף יכולה למנוע מחלות כגון סוכרת, מחלות לב, יתר לחץ דם ואוסטיאופורוזיס. המידע הניתן בפרק זה הוא מידע כללי, המעודכן לזמן כתיבת הספר, ומוזכרים בו רכיבי התזונה העיקריים ללא ציון הכמויות הנדרשות. המידע הנכלל בפרק זה הינו מידע לידיעה בלבד ואינו מחליף בשום אופן ייעוץ רפואי.

תוחלת חיים ותזונה

הגדרה

"תוחלת החיים" היא מדד סטטיסטי המתאר אומדן לזמן שנותר לפרטים חיים מקבוצה נתונה להישאר בחיים בגיל כלשהו. השימוש הנפוץ של המושג "תוחלת חיים" הוא תוחלת החיים בזמן הלידה, כלומר תוחלת של מספר שנות החיים שצפויות לאדם מרגע לידתו. אומדן "תוחלת החיים" כולל את נתוני התמותה בכל גיל ולכן בתקופות שבהן שיעור תמותת התינוקות לדוגמה גבוה, כך "תוחלת החיים" תרד. כתוצאה מכך אומדן "תוחלת החיים" במאות הקודמות מוטה מטה מאחר שבמאות הקודמות שיעור תמותת התינוקות והילדים היה גבוה בהשוואה למאה ה-21. על כן, אומדן "תוחלת החיים" המוצג כאן רק מציג מגמה והוא איננו מדויק.

ככל שהשנים חולפות כך הרפואה מתקדמת, המודעות לתזונה נכונה ולבריאות הולכת וגדלה ובמקביל גם תוחלת החיים מתארכת ("תוחלת חיים" היא מספר שנות החיים הצפויות לאדם או לקבוצה מבחינה סטטיסטית, על סמך גורמים שונים, כגון מצב כלכלי, תזונה, מצב משפחתי וכד').



איור 4.1 - עלייה בתוחלת החיים ואיכות התזונה לאורך השנים

הגרף מתאר את הקשר בין איכות התזונה, כלומר זמינות ואיכות מזון והצריכה הגולמית של אנרגיה לאורך חיי הפרט, (ציר אנכי צד ימין) ותוחלת חיים באירופה (ציר אנכי צד שמאל) לאורך תקופות שונות (ציר אופקי) בהיסטוריה האנושית של תושבי אירופה.

מהגרף ניתן לראות כי מהמאה ה-16 ועד שנות האלפיים חלה במרוצת השנים עלייה מתמדת באיכות התזונה (קו ונקודות בצבע אפור) ובמקביל עלתה גם תוחלת החיים (מסומנת בעמודות האדומות). ניתן לראות קשר ברור בין השיפור באיכות התזונה והעלייה בתוחלת החיים.

מבחינה מחקרית קשה לדעת מה הייתה תוחלת החיים בעולם העתיק, אך מקובל כי היא הייתה קצרה בהרבה מזו הקיימת כיום. החל באמצע המאה ה-19 חלה עלייה דרמטית בתוחלת החיים ביחס למאות השנים הקודמות. בסוף המאה ה-19 הגיעה תוחלת החיים בארצות המפותחות לכ-50 שנה ובאמצע המאה ה-20 לכ-65 שנה. בשנת 2017 (המאה ה-21) הייתה תוחלת החיים בישראל מהגבוהות בעולם – תוחלת החיים של גברים בישראל עמדה על 80.7 שנים ושל הנשים עמדה על 84.6 שנים.

הידעת?

אם נתוני הלידה נכונים, סודימדג'ו מאינדונזיה נפטר בגיל 146 והוא האיש שחי הכי הרבה שנים. לפי מסמכי הלידה שלו הוא נולד בדצמבר 1870. כמובן שבשל גילו המופלג יש ערפול רב בנושא, משום שיש בעיית תיעוד, שכן אינדונזיה החלה לתעד לידות רק ב-1900. ז'אן לואיז קלמן נפטרה בגיל 122 שנים ו-164 ימים (סה"כ 44,724 ימים) והיא האדם המבוגר ביותר שחי מאז ומעולם וגילו ידוע בוודאות. וגם לישראל יש מקום של כבוד. ישראל קרישטל, שנולד בספטמבר 1903 נפטר בחיפה בגיל 114. קרישטל שרד בשואה לאחר שאיבד את אשתו ושני ילדיו באושוויץ ובגיל 113 הוא חגג בר מצווה באיחור של 100 שנה.

העלייה בתוחלת החיים הציבה אתגרים רבים שאיתם צריכים להתמודד בני הגיל השלישי. אתגרים כגון מחלות שיכולות להעיק על חיי היומיום, בעיות כלכליות וזמן פנוי רב שיש צורך למלא. בנוסף לאלו, שינויים שמתחוללים בגופם של הקשישים ובסביבתם עלולים להוביל לירידה משמעותית בצריכת המזון בגיל השלישי, אשר תשפיע על בריאותם. יש לזכור כי לא כל בני הגיל השלישי חווים את מכלול השינויים ויש הנשארים בריאים ופעילים עד יומם האחרון.

את מכלול השינויים ניתן לחלק לארבע קבוצות עיקריות:

שינויים גופניים – תיאבון ירוד, בעיות שיניים וחניכיים, ירידה בחוש הטעם והריח, בעיות בליעה, בעיות ספיגת מזון, עצירות, מחלות, זיהומים, נכות פיזית, צריכת תרופות וכיוב'.

שינויים חברתיים – בדידות, קושי ברכישת מזון ומצב כלכלי.

שינויים פסיכולוגיים – שיטיון, דיכאון ושכול.

שינויים במקום המגורים – מעבר מהסביבה הביתית המוכרת לשהייה בבתי חולים, במוסדות גריאטריים ובבתי אבות.

הידעת

שיטיון (דמנציה) היא מחלה שבה נפגעת יכולת החשיבה (תפקודים קוגניטיביים) והתפקודים הרגשיים וההתנהגותיים (תפקודים מנטאליים). לסובלים מהמחלה יש פגיעה הדרגתית בזיכרון, ביכולת החשיבה, בהתמצאות בזמן ובמרחב וביכולת לזהות אנשים וחפצים. כחלק ממהלך המחלה סובל החולה מתופעות של בלבול, רוגז, חשדנות ואף התקפי אלימות, ועם הזמן מתרחשת גם פגיעה ביכולת הפיזיות. עקב כך חלה ירידה הדרגתית גם ביכולת לבצע פעילויות יומיומיות ולתקשר עם הסביבה.

יש לזכור כי באופן טבעי קיימת ירידה בצרכי האנרגיה הבסיסים בעקבות עלייה במסת השומן וירידה בפעילות הגופנית ובמסת השריר, אך ההשלכות של שלל השינויים המתוארים עלולות להוביל לצריכה לא מספקת של מזון, עד כדי תת-תזונה.

תת-תזונה בגיל השלישי

תת-תזונה משמעו מחסור באחד או יותר ממרכיבי המזון החיוניים – ויטמינים, מינרלים, פחמימות (אנרגיה), חלבונים או שומנים, הינו שכיח בקרב הגיל השלישי. מצב של תת-תזונה בקרב אוכלוסייה זו הוא נפוץ מאוד, בעיקר בבתי אבות ובמוסדות האשפוז השונים.

ההשלכות של ירידה במשקל ותת-תזונה הן רבות: ירידה בתפקוד, האטת תהליכי ריפוי פצעים, ירידה בעמידות לזיהומים, פגיעה בתפקוד מערכות הלב והעיכול, דיכאון, עלייה בהיארעות שברים וסיבוכיהם, עלייה בהיארעות פצעי לחץ ועוד.

הטיפול בקשיש הסובל מתת-תזונה צריך להתמקד בגורם העיקרי שהוביל לכך, במקביל לטיפול תזונתי ביעוץ גורם מוסמך, יש לטפל בירידה בחוש הטעם והריח, לדאוג להעשרה קלורית ולספק תוספת ויטמינים ומינרלים במידת הצורך.

על מנת לשמור על איכות החיים ולהימנע מתת-תזונה, חשוב להתאים את תזונת הקשיש לצרכיו הייחודיים.

המלצות תזונתיות בגיל השלישי

לגיל השלישי אין קצובה יומית מומלצת ייחודית, עקב חוסר ידע הנובע ממיעוט מחקרים בנושא (אין אינטרס כלכלי להשקיע באדם בערוב ימיו) ומעצם העובדה שהטבלאות מיועדות לאנשים בריאים, בעוד שרוב האוכלוסייה המבוגרת איננה בריאה.

באופן כללי, התזונה בגיל השלישי צריכה להיות מאוזנת ולכלול מגוון מיני מזון – בצבעים, במרקמים ובטעמים שונים, יחד עם צריכת נוזלים מספקת.

אנרגיה

בגיל השלישי חלה ירידה משמעותית בצריכת אנרגיה עקב הפחתה בפעילות גופנית יזומה והידלדלות במסת השריר, אך עדיין יש לדאוג לצריכת אנרגיה מספקת וחשוב לשמור על איזון בין כמות האנרגיה הנכנסת לגוף לכמות הקלוריות הנשרפות. עודף משקל בגיל זה עשוי להביא למגוון מחלות ובהן סוכרת ומחלות לב. עם זאת, חלק מהמחקרים מצביעים על קשר בין עודף משקל **קל** ואריכות ימים.

חלבונים

בגיל השלישי חלה ירידה משמעותית במסת השריר ולכן סביר היה להניח שיש צורך להפחית בצריכת חלבון בגיל זה. אולם ההמלצה היא דווקא לעלות מעט את צריכת החלבון על מנת למנוע דילול שריר מוגבר. עם זאת, מאחר שעודפי החלבון מופרשים בשתן, מומלץ למי שסובל מפגיעה בכליות להגביל את צריכת החלבון.

שומנים

ההמלצות בנוגע לצריכת שומן בגיל השלישי דומות להמלצות שמיועדות לכלל האוכלוסייה הבוגרת הבריאה.

פחמימות

פחמימות הן מקור לאנרגיה. אין להגזים בצריכתן ויש לצרוך אותן על פי ההמלצות לאוכלוסייה הבוגרת הבריאה. מומלץ כי מרבית הפחמימות בתפריט תהיינה פחמימות מורכבות ויש להקפיד לצרוך סיבים תזונתיים, בשל חשיבותם הרבה למניעת עצירות ומחלות מעיים שונות הנפוצות בגיל השלישי.

ויטמינים ומינרלים

ירידה בכמות המזון הנצרכת ובעיות בספיגתו עלולות להוביל למחסור בוויטמינים ובמינרלים. על כן, בנוסף לעלייה בדרישה לחלבון, האוכלוסייה המבוגרת זקוקה לאספקה גדולה יותר של ויטמינים ומינרלים. בגיל זה חשוב לשים לב במיוחד למחסור תזונתי בסידן ובוויטמין D. מחסור עלול להוביל לאוסטיאופורוזיס – מחלת בריחת סידן מהעצמות. מגיל חמישים ואילך העצמות מאבדות סידן בקצב מהיר יותר מקצב קליטתו והן נחלשות (לרוב עקב בעיה של ספיגת סידן מהמזון). המחלה מתבטאת בהיחלשות העצמות העלולות להישבר בקלות יתר.

מים

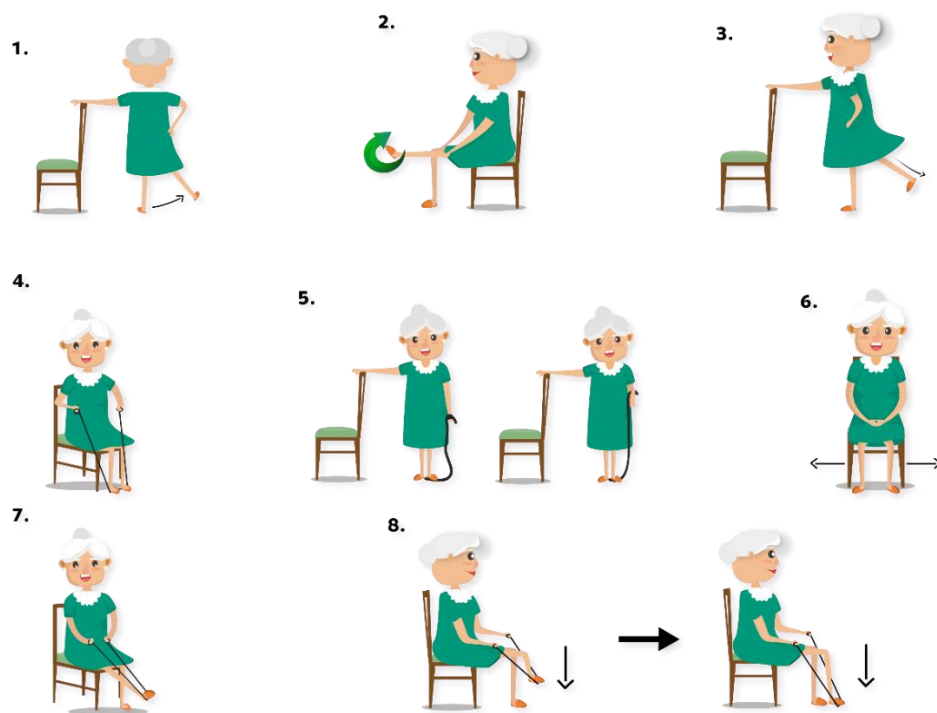
בגיל השלישי יש איבוד של תחושת הצמא וירידה בספיגה החוזרת של המים מהכליות ולכן יש לשותות גם אם לא צמאים, על מנת לא להתייבש.

פעילות גופנית בגיל השלישי

פעילות גופנית יזומה וקבועה בגיל השלישי, המותאמת ליכולת האישית, עשויה לשפר את התיאבון ואת התפקוד השכלי והנפשי. פעילות גופנית כרוכה אמנם בהוצאת אנרגיה נוספת, אך במקביל תחול עלייה בצריכת המזון עקב צרכי הגוף והשיפור בתפקוד הנפשי. העלייה בצריכת המזון תביא לעלייה בצריכת מרכיבים חיוניים אשר עלולים להיות בחוסר.

הגיל השלישי מאופיין בירידה ביכולת קליטת החמצן ובהידלדלות במסת השריר – שני אלו פוגעים בכושר הגופני וביכולת להשתקם לאחר פציעה או מחלה. פעילות גופנית קבועה תגדיל את יכולת קליטת החמצן ומסת השריר וכך גם את יכולת הגוף להשתקם.

זכרו, אדם השומר על הכושר והבריאות לאורך כל חייו, סביר להניח כי כשיגיע לגיל השלישי גופו יהיה ערוך יותר למגוון הקשיים השינויים והקשיים, ועל כן מומלץ לתת על כך את הדעת עוד בצעירותנו.



איור 5.2 – תרגילי התעמלות מומלצים לגיל השלישי

סיכום

- בניגוד לשלבים הקודמים, הגיל השלישי מוגדר באופן שרירותי כקבוצת הגיל שמעל ל-70 שנה. למעשה, אין קו אמיתי המבחין את קבוצת הגיל השלישי מקבוצת המבוגרים, מאחר שמצב בריאותו הגופנית והנפשית של כל אדם בתקופת גיל זו משקף את מסע חייו ואין הוא בהכרח משקף את גילו.
- העלייה בתוחלת החיים מציבה אתגרים רבים שאיתם צריכים להתמודד בני הגיל השלישי, כשאחד מהמשמעותיים שבהם הוא צריכה לא מספקת של מזון עד כדי תת-תזונה.
- לגיל השלישי אין קצובה יומית מומלצת ייחודית, עקב חוסר ידע הנובע ממיעוט מחקרים בנושא ומעצם העובדה שהטבלאות מיועדות לאנשים בריאים, בעוד שרוב האוכלוסייה המבוגרת איננה בריאה.
- פעילות גופנית יזומה וקבועה בגיל השלישי, המותאמת ליכולת האישית, עשויה לשפר את התיאבון ואת התפקוד הקוגניטיבי והנפשי.
- אדם השומר על בריאותו ומקפיד על פעילות גופנית לאורך חייו, סביר להניח כי כשיגיע לגיל השלישי גופו יהיה ערוך יותר למגוון הקשיים השינויים והקשיים, ועל כן מומלץ לחשוב על כך עוד בצעירותו.

מבדק מסכם:

1. "תוחלת חיים" היא:

- א. הזמן הממוצע הנותר לחיות מרגע הכניסה להיריון
- ב. הזמן הממוצע הנותר לחיות משלבי חיינו השונים
- ג. הזמן הממוצע הנותר לחיות מרגע הלידה
- ד. הזמן הממוצע הנותר לחיות משלב הגיל השלישי

2. בגיל השלישי קיימת ירידה בצרכי האנרגיה הבסיסיים בעקבות

- א. ירידה במסת השומן וירידה במסת השריר
- ב. ירידה במסת השומן ועלייה במסת השריר
- ג. עלייה במסת השומן ועלייה במסת השריר
- ד. עלייה במסת השומן וירידה במסת השריר

3. בגיל השלישי יש הידלדלות במסת השריר ולכן:

- א. יש צורך להפחית בצריכת החלבון.
- ב. יש צורך להעלות במעט את צריכת החלבון.
- ג. אין צורך לשנות את צריכת החלבון.
- ד. אין צורך לאכול חלבון כלל.

4. בגיל השלישי מומלץ:

- א. להגדיל את צריכת החלבונים
- ב. להגדיל את צריכת השומנים
- ג. להגדיל את צריכת הפחמימות
- ד. להגדיל את צריכת הסוכרים

5. בגיל השלישי מומלץ לעסוק בפעילות גופנית מכיוון ש:

- א. היא משפרת את מצבו הנפשי של הקשיש
- ב. היא משפרת את התפקוד השכלי של הקשיש
- ג. היא מגבירה את התיאבון של הקשיש
- ד. כל התשובות נכונות

פרק 5: תזונה ופעילות גופנית

"בולם רוגזו, ימעיט אוכלו, וירבה תנועתו" (הרמב"ם)

היזעת

הרמב"ם (1138-1204) היה מוכר וידוע כאחד מגדולי הרופאים בתקופתו וכגדול חכמי ישראל בדורו, עליו נאמר "ממשה עד משה לא קם כמשה". תורתו הרפואית רחבה מאוד וכבר לפני כ-880 שנה פרסם הרמב"ם בספרו "משנה תורה" את דעותיו בענייני תזונה – דעות אשר חלקן הגדול מתבררות כיום כנכונות במחקרים מדעיים-רפואיים.

על פי הרמב"ם, המילה "בריאות" היא ראשי תיבות של שלושה כללים חשובים לשמירה על אורח חיים בריא ומניעת מחלות – "בולם רוגזו יפחית אוכלו ויגביר תנועתו".

בולם רוגזו – "נפש בריאה בגוף בריא" – על פי הרמב"ם, כשאדם נמצא בסטרס מתמיד הגוף חשוף למחלות.

יפחית אוכלו – "עשה מזונותיך תרופותיך ולא תרופותיך מזונותיך" – על פי הרמב"ם, מאכלים רבים יכולים לשמש כתרופות מהטבע, בעוד מאכלים אחרים יכולים להוביל לנזקים בריאותיים.

וירבה תנועתו – "כל זמן שאדם מתעמל ויגע הרבה, אין חולי בא עליו וכוחו מתחזק, וכל מי שהוא יושב ואינו מתעמל, כל ימיו יהיו מכאובים וכוחו תשש" – על פי הרמב"ם, פעילות גופנית חיונית לשמירה על אורח חיים בריא ואדם שאינו מתעמל חשוף לבעיות בריאותיות רבות.

בפרק זה נעסוק בנושא הבא:

1. המלצות תזונתיות לספורטאים

לפני שנתחיל הנה כמה שאלות לחשוב עליהן:

- האם אתם מתאמנים? כמה פעמים בשבוע? מה מטרת האימון?
 - כמה אנשים בכיתתכם מתאמנים? האם התוצאה מפתיעה אתכם ומדוע?
 - מהו חשיבות האימון הגופני?
 - האם התזונה שלכם מותאמת לאורח חייכם?
- כבר לפני כ-5,000 שנה עסקו ספרי רפואה בסין ביתרונות הפעילות הגופנית והאולימפיאדה הראשונה התקיימה ביוון העתיקה במאה ה-8 לפנה"ס. היפוקרטס, "אבי הרפואה", טען כי הסוד לבריאות טמון בתזונה נכונה, מנוחה ופעילות גופנית.

היתרונות לבריאות הגוף והנפש המיוחדים לאימון גופני הם רבים מאוד. אנשים שאינם פעילים גופנית נמצאים בסיכון גדול יותר מאחרים לפתח מגוון בעיות בריאות, כגון אי ספיקת לב, יתר לחץ דם, השמנה, סוכרת ועוד.

לספורטאים המקצועיים ישנן המלצות תזונתיות הקשורות לפעילות ספורטיבית בעצימות גבוהה מאוד. המלצות אלו אינן חופפות לצרכים של העוסקים בספורט חובבני (מרבית האוכלוסייה) אשר הצרכים התזונתיים שלהם צריכים להיקבע בהתאם למטרת האימון (ירידה במשקל, פיתוח גוף, שיפור הכושר הגופני וכדומה) ובהתאם למצב בריאותם, גילם, מינם, יכולותיהם ועוד. הצרכים התזונתיים של הספורטאים החובבנים לרוב אינם שונים באופן מהותי מאלו של בני גילם אשר אינם עוסקים בספורט והם יוכלו למלא את צרכיהם על ידי אכילת תפריט מזין ובריא המותאם לסדר יומם.

תרבות הספורט בישראל היא חלק חשוב מהתרבות הלאומית של מדינת ישראל והיא תופסת תאוצה מרשימה בעשור הראשון של המאה ה-21. בשנת 2018 לדוגמה התקיימו ברחבי מדינת ישראל קרוב ל-200 אירועי ספורט המוניים, כ-15 אירועים בממוצע בחודש!

על פי סקר של איגוד הספורט העממי מאוגוסט 2018 (איגוד ארצי הפועל במסגרת מוסדות הספורט הציבוריים בישראל) – שבחן את היקף הפעילות הגופנית הסדירה והקבועה בפילוח לפי מין – נמצא כי כ-60 אחוז מהאוכלוסייה מבצעים כל שבוע שני אימונים גופניים ויותר, כשכל פעילות נמשכת כחצי שעה לפחות.

תזונה מאוזנת חשובה לכלל האוכלוסייה לשם שמירה על איכות החיים הפיזית והמנטאלית, והיא חשובה ביתר שאת לעוסקים בספורט אשר רוצים למקסם את הישגיהם. בקרב העוסקים בספורט, תזונה לא מאוזנת עלולה להתבטא בסימני חולשה ועייפות, התכווצויות שרירים, פציעות חוזרות, עודף משקל, תת-משקל ועוד.

התזונה המומלצת לספורטאים תלויה במספר רב של גורמים, כגון מצב בריאותם, משקלם, מינם, גילם, מטרת האימון, סוג הספורט, רמת העצימות של האימונים ועוד. עם זאת, יש כמה עקרונות כלליים בהמלצות התזונתיות לעוסקים בספורט.

התעשייה לא נשארת אדישה לפופולאריות של הספורט ולחשיפה הגדולה שלה הוא זוכה במדיה, ופעמים רבות "מומחים מטעם" ממליצים על תוספי תזונה, כגון כדורי "מולטי-ויטמינים" שונים ואבקות חלבון, אשר מעבר להיותם מיותרים, הם אף עלולים להזיק לבריאותנו.

המידע הניתן בפרק זה הוא מידע כללי, המעודכן לזמן כתיבת הספר, ומוזכרים בו רכיבי התזונה העיקריים ללא ציון הכמויות הנדרשות. המידע הנכלל בפרק זה הינו מידע לידיעה בלבד ואינו מחליף בשום אופן ייעוץ רפואי.

המלצות תזונתיות לספורטאים

אנרגיה – קלוריות

ספורטאים רבים מקדישים תשומת לב יתרה לצריכה הקלורית שלהם, מאחר שאחת ממטרות האימון היא לשמור על גזרת גוף חטובה. אספקה נאותה של אנרגיה ממקורות שונים מאפשרת לספורטאי לצרוך את כלל רכיבי המזון החשובים, תוך כדי שמירה על הרכב הגוף ואחוזי השומן שבו (זכרו כי אנרגיה שלא מנוצלת הופכת לשומנים).

כזכור מהפרק העוסק באנרגיה, **ההוצאה האנרגטית הכללית (TEE)** כוללת שלושה מרכיבים:

- **קצב חילוף החומרים הבסיסי** (BMR - Basal Metabolic Rate) – כלל ההוצאה האנרגטית לצורכי קיום בלבד בזמן השינה ובמצב ערות.
- **האפקט התרמוגני של המזון** (TEF - Thermic Effect of Food) – כלל ההוצאה האנרגטית בתגובה לאכילה, התלוי בכמות המזון הנצרך ובטיבו.
- **ההוצאה האנרגטית בפעילות גופנית** (EEE - Expenditure Energy Exercise) – כלל ההוצאה האנרגטית במהלך פעילות גופנית ובזמן ההתאוששות.

כמובן, צריכת האנרגיה של הספורטאי גדולה יותר מצריכת האנרגיה של חברו שאינו ספורטאי, מאחר שההוצאה האנרגטית בפעילות גופנית שלו גדלה. כמו כן, מאחר שרקמת השריר היא הרקמה הצורכת את כמות האנרגיה הגבוהה ביותר בגוף לצורך חילוף חומרים (גם במנוחה), כך גם **קצב חילוף החומרים הבסיסי** של הספורטאי גבוה יותר משל מי שאינו ספורטאי.

מאזן האנרגיה בגוף הוא היחס בין ההוצאה האנרגטית להכנסה האנרגטית, אשר יקבע את משקל הגוף. מאזן אנרגיה חיובי יתבטא בעלייה במשקל, מאזן אנרגיה שלילי יתבטא בירידה במשקל ואילו מאזן אנרגיה אפס יתבטא ביציבות במשקל.

ספורטאי יכול לחשב בהתאם למטרת האימון – ירידה במשקל, שמירה על משקל וכו' – את כמות האנרגיה המומלצת לו. עם זאת, צריך לקחת בחשבון כי השינוי בהרכב רקמות הגוף משפיע גם הוא על משקל הגוף (שריר בנפח X כבד יותר משומן באותו הנפח) ולכן יש צורך לעקוב גם אחר היחס בין רקמת השריר לרקמת השומן בגוף.

אחת מהדרכים לעקוב אחר ההוצאה האנרגטית בפעילויות השונות היא שימוש בשעונים חכמים ייעודיים, בטבלאות ייעודיות או במחשבוני ברשת ([דוגמה למחשבון](#)). כאמור בפרק העוסק באנרגיה, החישוב האנרגטי הוא חישוב מורכב, כך שהתוצאות המתקבלות בטבלאות/מחשבוני הן רק אומדנים ולא תוצאה מדויקת.

מטלה

בטבלה שלפניכם מוצגת ההוצאה האנרגטית של ספורטאים שונים. אנא דמיינו ספורטאים משלכם והחליטו עבורם על אימונים. לשם כך המציאו נתונים ומלאו את הטבלה על פי בחירתכם, וחשבו את ה"הוצאה האנרגטית" בשימוש בטבלאות ייעודיות או במחשבוני ברשת.

1. האם הצלחתם למלא בעזרת הכלים ברשת את כלל הנתונים בטבלה?
2. אילו נתונים בטבלה לא הזנתם למחשבון? האם זה בעייתי? נמקו.
3. האם הנתונים בטבלה מדויקים? נמקו את תשובתכם.
4. השוו את ההוצאה האנרגטית בפעילויות הספורט השונות לכמות האנרגיה בשקית אחת של חטיף צ'יפס (40 גרם). האם התוצאה הפתיעה אותכם? נמקו את תשובתכם.

סוג הפעילות	משקל הספורטאי	מין הספורטאי	גיל הספורטאי	משך הפעילות	הוצאה אנרגטית	אנרגיה בשקית חטיף צ'יפס (40 גרם)
אימון משקולות חדר כושר						
			40			
	80					
		זכר				
				60 דקות		

כפי שניתן לראות מהטבלה שמילאתם, כאשר מדובר בספורטאי החובב כמות הקלוריות הנשרפת באימון לא אמורה להשפיע באופן מהותי על מאזן האנרגיה היומי שלו, בייחוד כשמדובר באימון כוח בחדר כושר. גם הוצאת אנרגיה במהלך חצי שעה של הליכה או סוג אחר של פעילות מסוג זה "מנוטרלת" לחלוטין על ידי ארוחה קלה ביותר לאחריה. ואכן מחקרים רבים מראים כי פעילות גופנית בלבד (פעילות ספורט חובבנית), ללא שינוי בהרגלי האכילה, במיוחד אצל אנשים שסובלים מהשמנה, לא מספיקה לגרום למאזן אנרגיה שלילי אשר יביא לירידה במשקל.

ולמה דיאטה בלבד איננה יעילה לירידה במשקל?

עלינו לזכור כי דיאטה איננה טבעית לגוף שלנו, אשר היה רגיל לחיות לאורך מיליוני שנים במחסור. לאורך ההיסטוריה "למד" גופנו לשמור על האנרגיה האגורה בו בצורה יעילה מאוד. בתחילת הדיאטה אכן נחוזה ירידה במשקל, אך לאחר זמן תחול התייעלות שבמסגרתה קצב חילוף החומרים יקטן (הגוף יוציא פחות אנרגיה במנוחה) וכך הגוף שלנו ישרוף פחות אנרגיה במשך היום. מאחר שפעילות גופנית מעלה את קצב חילוף החומרים הבסיסי, שילוב של דיאטה ופעילות גופנית יספק את התוצאות הטובות ביותר, הן בירידה במשקל והן בשמירה על מסת השריר.

האם גופינו שורף שומנים במהלך הפעילות הגופנית?

לגופינו שני מקורות אנרגיה עיקריים בזמן פעילות אירובית – פחמימות ושומנים (פעילות אירובית היא פעילות הכוללת מאמץ גופני המפעיל קבוצות שרירים גדולות לזמן ממושך – כגון הליכה, ריצה, רכיבה על אופניים, שחייה, סקי, זומבה ועוד. הפעילות האירובית נעשית בנוכחות חמצן בלבד). השאלה היא מתי ולמה מחליט הגוף לשרוף שומנים ומתי פחמימות?

ברגע שגופינו מתחיל בפעילות הוא חייב להשיג את האנרגיה שלו ויהי מה, ו"מטבע האנרגיה" (כזכור לכם) הוא ATP. ה-ATP אשר נמצא בשריר מספיק לשניות ספורות בלבד, וכשהוא נגמר הגוף צריך לייצר "מטבעות אנרגיה" חדשים מחומרי התשמורת שבגופנו – שומנים ופחמימות. במה הגוף יבחר?

יש שלושה הבדלים מהותיים בין שני מקורות אנרגיה אלו:

1. מאגרי האנרגיה בגליקוגן שבשריר (פחמימה הנאגרת בגוף) מספיקים לכשעה וחצי עד שלוש שעות, בעוד מאגרי האנרגיה ברקמת השומן מספיקים לימים ואף לשבועות.
2. כמות האנרגיה בגרם פחמימה הוא 4 קק"ל, בעוד בגרם שומן הוא 9 קק"ל.
3. הפקת האנרגיה מפחמימות היא מהירה מאוד, בעוד הפקת האנרגיה משומן אורכת זמן.



מטלה

מבין שלושת הגורמים שצינו. מהו לדעתכם הגורם המשמעותי ביותר שיש לקחת בחשבון בהפקת אנרגיה בזמן פעילות גופנית?

מאחר שגופנו חייב לקבל אנרגיה ויהי מה, הגורם החשוב ביותר בזמן פעילות גופנית הוא – עד כמה דחוף לגוף לקבל אנרגיה. הפקת האנרגיה מפחמימות היא מהירה מאוד, בעוד הפקת האנרגיה משומן לוקחת זמן. כאשר האימון הוא בעצימות גבוהה ויש צורך מידי בגלוקוז לשם הפקת מולקולות ATP, המקור שלהן הוא ברובו ממולקולות הגליקוגן בשריר ומהגלוקוז שבדם. אם הפעילות בעצימות בינונית, הגוף משתמש בעיקר במאגרי השומנים בשריר ונעזר מעט גם במאגרי הגליקוגן. כשהפעילות היא בעצימות נמוכה, יש צורך במעט אנרגיה באופן יחסי, כך שמקורות ה-ATP הם ברובם מחומצות שומן בזרם הדם.

שאלה לדיון

קראו את הפסקה הקודמת. מהן המילים שסומנו? מדוע הן סומנו?

ואין נדע מה רמת עצימות האימון?

בפעילות אירובית ממושכת הגוף זקוק לחמצן כדי להפיק אנרגיה. החמצן מועבר לגוף בזרם הדם, כשהלב משמש כמשאבה אשר דוחפת את הדם הרווי בחמצן לכל תאי גופנו. ככל שהמאמץ עולה כך מספר פעימות הלב גדל (הדופק הוא המדד למספר הפעימות).

"דופק שריפת שומן" אומר כי שריפת השומן היעילה ביותר היא בטווחי דופק של 60-70 אחוז מהדופק המרבי (הדופק הגבוה ביותר שניתן להגיע אליו). המשמעות של טענה זו היא שעל מנת לשרוף כמה שיותר שומנים במהלך פעילות גופנית, אנו צריכים להיות בטווחי דופק המתאימים לפעילות אירובית מתונה בלבד. זה כמובן נשמע תמוה לרוב האנשים, אך רבים המעוניינים לרדת במשקל מאמצים המלצה זו בשמחה, במטרה להשיל כמה שיותר שומן מגופם.

פחמימות

לשם פעילות אירובית בעצימות גבוהה ופעילות כוח (סוגי הספורט שרוב האוכלוסייה מתמקדת בהם) הגוף זקוק לגליקוגן בשריר, ודלדול מאגריו יפגע ביכולת הגופנית. פעילות אירובית מחזורית (קצב קבוע יחסית) בעצימות גבוהה – כגון ריצה, שחייה ורכיבה על אופניים שנמשכת בין שעה וחצי לשלוש שעות – תביא לדלדול מאגרי הגליקוגן בשרירים. בפעילויות בעצימות משתנה (שינויי קצבי ריצה לדוגמה, כאשר מדי פעם הספורטאי מגיע לדופק מרבי) כמו כדורסל, כדורגל וטניס, דלדול כמעט מוחלט של מאגרי הגליקוגן עשוי להתרחש לאחר כ-90 דקות.

הפחמימות חשובות לתזונתו של הספורטאי, לשם ייצור מוגבר של מאגרי הגליקוגן בשריר הנחוצים לפעילותו האופטימלית. פחמימות חשובות גם לייצור גליקוגן בכבד שהוא מקור הגלוקוז למוח. באופן כללי לפני האימון מומלץ לאכול פחמימות פשוטות המתעכלות ונספגות בקלות ויכולות לספק אנרגיה מהירה וזמינה בזמן הפעילות, ואחרי האימון מומלץ לאכול פחמימה מורכבת. תזונה דלה בפחמימות תגרום לתחושת עייפות ולעלייה בסיכון לפציעות.

חלבונים

במהלך פעילות ספורט, כשהשריר עובד, נוצרים בו קרעים מיקרוסקופיים (לא להילחץ, השריר נקרע ונבנה מחדש). בתום הפעילות נדרשים שיקום, חיזוק והגדלת מסת השריר – תהליך שבו יש לחלבון תפקיד חשוב. לצד החלבון מומלץ לצרוך פחמימה, התומכת בפעולת החלבון לשיקום של השריר.

שאלה לדיון

נסו לשער מהו תרומתה של הפחמימה בתהליך שיקום השריר.

החשיבות המוגזמת המיוחסת לחלבון בקרב ספורטאים חובבים ומקצועיים מביאה לכך שחלק גדול מן המתאמנים (והלא מתאמנים) צורכים יותר חלבון מהכמות שגופם זקוק לה בפועל. עודף החלבון הופך ברובו לשומן, מאחר שיכולת השריר לאגור חלבון מוגבלת ביותר גם אחרי אימון.

על פי רוב, ניתן לקבל את כל צרכי החלבון מהמזון ואין צורך בתוספי חלבון. אם רוצים להעלות את כמויות החלבון הנצרכות יש להיוועץ בגורם מוסמך. חשוב לצרוך חלבון מלא המכיל את כלל חומצות האמינו החיוניות ולפזר את צריכתו על פני כמה ארוחות במשך היום.

שומנים

אף על פי שחומצות השומן הן מקור אנרגיה, אין צורך להעלות את כמותן בדיאטה של ספורטאי, כך שכמות השומן המומלצת לאנשים המבצעים אימון גופני דומה לזו של אנשים שאינם פעילים.

ויטמינים

באופן עקרוני אין צורך לצרוך יותר מהכמות המומלצת לאנשים שאינם ספורטאים. יש הממליצים להגדיל את צריכת הוויטמינים ממשפחת B, המעורבים בתהליכי ניצול אנרגיה, ואת צריכת ויטמין D האחראי בין היתר על שמירת מאזן תקין של משק הסיידן. זאת מאחר

שלסידן יש חשיבות רבה בתהליכי כיווץ והרפיית השריר. עם זאת, רצוי לבדוק את רמת הוויטמינים בדם ולהתייעץ בגורם מוסמך לפני נטילת התוספת.

מינרלים

על הספורטאים לעקוב אחר צריכתם של שני מינרלים – ברזל וסידן. חוסר בשני המינרלים הללו נפוץ באוכלוסיית העוסקים בפעילות גופנית. הסידן חיוני לבניית מסת העצם ולפעולת כיווץ והרפיית השרירים. בזמן פעילות גופנית השימוש בסידן גובר, וכאשר ריכוזו בדם יורד חל תהליך מואץ של פירוק העצם, על מנת להעביר סידן מהעצם למחזור הדם. תהליך זה מוביל לדלדול עצם (אוסטיאופורוזיס) – מצב שבו רקמת העצם מאבדת מצפיפותה ודופן העצם מאבד מחוזקו.

התפקיד העיקרי של הברזל הוא לקשור את החמצן למולקולות ההמוגלובין ולשאת אותו מהריאות לכל תאי הגוף. בזמן הפעילות האירובית הגוף משתמש בחמצן לשם הפקת אנרגיה בתהליך הנשימה התאית. בתהליך זה מופקת אנרגיה הנאגרת ב"מטבעות אנרגיה" בשם ATP. תאי הגוף יכולים להפיק אנרגיה בנוכחות חמצן או ללא נוכחות חמצן. בנוכחות חמצן התא מפיק כ-30 "מטבעות אנרגיה" ממולקולת גלוקוז אחת, בעוד שללא נוכחות חמצן התא מפיק רק שני "מטבעות אנרגיה" ממולקולה כזו. לחמצן יש חשיבות גדולה להפקת כמויות גדולה של אנרגיה בתא, אך יש לו חשיבות נוספת הנעוצה בעובדה שבתהליך הפקת האנרגיה ללא נוכחותו נוצר בשריר תוצר לוואי בשם "חומצה לקטית" (חומצת חלב). ה"חומצה הלקטית" הנוצרת בשריר מפונה דרך הדם אל הכבד ושם היא מפורקת. כאשר קצב ייצור החומצה בשריר גבוה, ריכוזה עולה ובמקביל עולה החומציות (ירידת PH) בתאי השריר. עליית החומציות בתאי השריר גורמת לכאב אופייני עז (תחושת ה"שריר התפוס"), שחולף רק כאשר החומצה מפונה ברובה מהשריר.

ניתן להסתכל על הצטברות "חומצת חלב" בשריר כעל מנגנון הגנה שמגן עלינו מגרימת נזקים קשים לגופנו. הצטברות חומצת החלב בשריר משמעה התעייפות השריר, ואם לא היינו חשים בכאב העז לא היינו יודעים מתי אנחנו על סף גרימת נזק לגופנו והיינו ממשיכים בפעילות הגופנית. בזכות חומצת החלב אנחנו יכולים לדעת בדיוק מתי עלינו להפסיק את המאמץ ולתת לגוף להתאושש. והאמת – אין לנו כל כך ברירה כי זהו כאב עז ובלתי נסבל.

הידעת

חומצה לקטית (חומצת חלב) היא תרכובת אורגנית אשר התגלתה לראשונה בחלב. למרות הדמיון בשם ללקטוז, אין קשר בין השניים, למעט העובדה שחיידקים המצויים בחלב הופכים את סוכר החלב, לקטוז, לחומצה לקטית בתהליך התסיסה (הפקת אנרגיה ללא נוכחות חמצן), ולכן שמה של החומצה הלקטית הוא חומצת חלב.

בתעשיית המזון משתמשים בחיידקים המייצרים חומצה לקטית לייצור מוצרי חלב וחמוצים. כשמוסיפים לחלב חומצה, החלבון קזאין (חלבון חלב) עובר שינוי בתהליך הדנטורציה (שינוי המבנה המרחבי של החלבון, כפי שמפורט [בפרק חלבונים](#)) ויוצר גושים של חלבון שהם למעשה החומר שממנו עשויה הגבינה, בתהליך שנקרא גיבון (בתהליך נוצרים גם גושי שומן). בתהליך הייצור של הגבינה מעורבים חיידקים אשר מפרישים חומצה לקטית וגורמים לתהליך הגיבון. לאחר מכן מסננים את המים ומשאירים את גושי החלבון והשומן שמהם מורכבת הגבינה. על מנת להמחיש את אפקט הגיבון, אפשר לעשות ניסוי שבו נשפוך לחלב קולה/חומץ/לימון ואחרי זמן מה נוכל לראות גושי גבינה ששקעו כתוצאה מתהליך הדנטורציה

ספורטאים צורכים כמות גדולה של ברזל אך הם גם מאבדים ברזל דרך הזיעה, מערכת העיכול ואף בתהליך פירוק של כדוריות דם אדומות (המוליזה), המתרחש בעיקר בקרב אצנים עקב המאמץ המכני. לרבים מהספורטאים יש חוסר בברזל – במיוחד לספורטאיות, אשר מאבדות ברזל נוסף במחזור החודשי. חוסר בברזל פוגע בפעילות הספורטיבית ואף עלול להוביל ל"אנמיית ספורט".

מחסור בברזל הוא כאמור המחסור התזונתי הנפוץ ביותר בקרב ספורטאים, אך רבים סובלים גם ממחסור בסידן. בדרך כלל יש להגדיל את צריכת המינרלים הללו כתלות בעצימות הפעילות הגופנית. הגדלת המינונים מומלצת כמובן רק לאחר בדיקות והיוועצות עם איש מקצוע.

מגנזיום הינו מינרל, שבין שאר פעולותיו, עוזר במניעת התכווצות של השריר ויש ספורטאים הנוטלים תוספי מגנזיום לצורך מניעת התכווצויות שרירים. יחד עם זאת, אין הוכחות מדעיות לכך שתוסף במגנזיום עוזר במניעת התכווצויות שרירים בקרב ספורטאים בריאים שאינם סובלים ממחסור בו.

חשוב לדעת כי נטילת מגנזיום בשילוב עם תרופות לטיפול בלחץ דם גבוה ומרפי שרירים עלולה להיות מסוכנת. בנוסף, עודף במגנזיום בגוף עלול לגרום לשלשול, כאבי בטן, בחילות והקאות. לכן, במידה ומחליטים לצרוך תוסף מגנזיום יש לעשות זאת לאחר היוועצות עם גורם מוסמך.

סיכום

- התזונה המומלצת לספורטאים תלויה במספר רב של גורמים – כגון משקלו של הספורטאי, מינו, גילו, מטרת האימון, סוג הספורט, רמת העצימות של האימונים ועוד. עם זאת, יש כמה עקרונות כלליים בהמלצות התזונתיות לעוסקים בספורט.
- ספורטאים רבים שמים דגש על הצריכה הקלורית שלהם, מאחר שאחת ממטרות האימון היא לשמור על גזרת גוף חטובה. אספקה נאותה של אנרגיה ממקורות שונים מאפשרת לספורטאי לצרוך את כלל רכיבי המזון החשובים. כאשר מדובר בספורטאי חובב, כמות הקלוריות הנשרפת באימון לא אמורה להשפיע באופן מהותי על מאזן האנרגיה היומי שלו.
- הפחמימות חשובות לתזונתו של הספורטאי לשם ייצור מוגבר של מאגרי הגליקוגן בשריר הנחוצים לפעילותו האופטימלית. תזונה דלה בפחמימות תגרום לתחושת עייפות ותגביר את הסיכון לפציעות.
- החלבון נדרש לשם שיקום, חיזוק והגדלת מסת השריר. לצד החלבון מומלץ לצרוך פחמימה, התומכת בפעולת החלבון לשיקום של השריר. על פי רוב, ניתן לקבל את כל צרכי החלבון ממזון ואין צורך בתוספי חלבון. חשוב לצרוך חלבון מלא המכיל את כלל חומצות האמינו החיוניות.
- למרות שחומצות השומן הן מקור אנרגיה, אין צורך להעלות את כמותן בדיאטה של ספורטאים.
- באופן עקרוני לא מומלץ לספורטאים לצרוך ויטמינים בכמות העולה על זו המומלצת לכלל האוכלוסייה. יש הממליצים להגדיל את צריכת הוויטמינים ממשפחת ויטמין B המעורבים בתהליכי ניצול אנרגיה ואת צריכת ויטמין D האחראי בין היתר על שמירת מאזן תקין של משק הסידן.
- מחסור בברזל הוא כאמור המחסור התזונתי הנפוץ ביותר בקרב ספורטאים, אך רבים סובלים גם ממחסור בסידן. בדרך כלל יש להגדיל את צריכת המינרלים הללו כתלות בעצימות הפעילות הגופנית תוך היוועצות עם גורם מקצועי.

מבדק מסכם:

1. קצב חילוף החומרים הבסיסי של ספורטאי גבוה בגלל:
 - א. הגדילה במסת רקמת השריר
 - ב. המאמץ בזמן אכילת המזון
 - ג. הגדילה במסת רקמת השומן
 - ד. המאמץ בזמן המנוחה לאחר האימון
2. כדי לרדת במשקל באופן מיטבי עלינו:
 - א. לצרוך מזון במידה הנכונה
 - ב. לעשות פעילות ספורטיבית
 - ג. א' ו-ב' נכונים
 - ד. להפסיק לאכול לכמה ימים
3. הפחמימות חשובות בתזונתו של הספורטאי:
 - א. לייצור מוגבר של מאגרי הגליקוגן בשריר והספקת אנרגיה מהירה בזמן האימון.
 - ב. לייצור מוגבר של מאגרי הגליקוגן בשריר והספקת חמצן לשריר בזמן האימון.
 - ג. לייצור מוגבר של מאגרי השומן בשריר והספקת אנרגיה לשריר בזמן האימון.
 - ד. לייצור מוגבר של מאגרי השומן בשריר והספקת אנרגיה מהירה בזמן האימון.
4. החלבון חשוב בתזונתו של הספורטאי:
 - א. על פי רוב, חשוב שהספורטאי יצרך תוספות חלבון.
 - ב. על פי רוב, חשוב שהספורטאי יצרך תוספות חלבון מלא.
 - ג. על פי רוב, ניתן לקבל את כל צרכי החלבון מהמזון, אך יש צורך בתוספי חלבון.
 - ד. על פי רוב, ניתן לקבל את כל צרכי החלבון מהמזון ואין צורך בתוספי חלבון.
5. שומנים מספקים אנרגיה בזמן הפעילות הגופנית ולכן על פי רוב:
 - א. יש צורך להעלות את כמותם בדיאטת הספורטאי בארוחה לפני האימון.
 - ב. יש צורך להעלות את כמותם בדיאטת הספורטאי בארוחה שאחרי האימון.
 - ג. יש צורך להעלות את כמותם בדיאטת הספורטאי בארוחה בזמן האימון.
 - ד. אין צורך להעלות את כמותם בדיאטת הספורטאי.

6. ויטמין D חשוב לספורטאי מאחר שהוא:

- א. בעל תפקיד חשוב בשמירה על מאזן תקין של משק החלבון בגוף.
- ב. בעל תפקיד חשוב בשמירה על מאזן תקין של משק הסידן בגוף.
- ג. בעל תפקיד חשוב בשמירה על מאזן תקין של משק ויטמין D בגוף.
- ד. בעל תפקיד חשוב בשמירה על מאזן תקין של משק הברזל בגוף.

7. שני המינרלים אשר חשוב כי הספורטאי יוודא כי אין לו חוסרים בהם:

- א. ברזל וויטמין D
- ב. ברזל וגופרית
- ג. ברזל וסידן
- ד. ברזל וחלבון

פרק 6: דיאטות שונות

"התבונן בפרות וזכור שאפילו המדענים הדגולים ביותר לא הצליחו להפוך דשא לחלב"
(מייקל פאפין)

הידעת?

מייקל פאפין (Michael I. Pupin, 1858-1935) היה מדען יהודי מוערך ואחד ממייסדי NASA (מנהל האווירונאוטיקה והחלל הלאומי). סביר להניח כי כוונתו של פאפין במשפט הייתה להזכיר לנו כי אסור לנו, בני האדם, להיות שחצנים ולחשוב שאנו יודעים הכול. אנחנו צריכים להסתכל בענווה אל היצורים הפשוטים מבחינתנו, ולהבין שאפילו הם מסוגלים לעשות דברים שגדולי המדענים לא מסוגלים.

בפרק זה נעסוק בנושאים הבא:

- מה הן בכלל "צמחונות", "טבעונות" ו"טבעונאות"?
 - דגשים לדיאטה המבוססת על מזון שמקורו בממלכת הצומח
- לפני שנתחיל בדיון הנה כמה שאלות שיש לתת עליהן את הדעת:**
- אילו דיאטות אתם מכירים?
 - מה זו דיאטה טבעונית או צמחונית?
 - האם אתם טבעונים או צמחונים? מדוע?
 - האם גוף האדם מותאם פיזיולוגית לאכילת מזון מן החי? אילו נימוקים יש לדעתכם?
 - האם בדקתם את הנימוקים הללו לעומק?
 - אלו חוסרים תזונתיים יש בדיאטה של טבעונים או צמחונים? איך ניתן להשלים את החוסרים?

רובנו מרגישים יום-יום את הצורך בשינוי. צורך זה יכול לנבוע מרצון לאכול בריא יותר, לאכול בצורה מאוזנת יותר, להיות מקובלים חברתית או מתוך רצון לרדת במשקל. האופנות שהציבור הרחב נוטה אחריהן משתנות בתכיפות גבוהה, ובעיתונות הפופולארית ניתן למצוא חדשות לבקרים המלצות על דיאטה תורנית מבטיחה: פלאו, דיאטה ים-תיכונית, אטקינס, דיאטת דש, דיאטה נטולת גלוקן, דיאטה ללא פחמימות ועוד. בשונה מהדיאטות הנזכרות לעיל, אשר המניע העיקרי בבחירתן הוא בריאותי, לבחירה בתזונה הצמחונית-טבעונית-טבעונית יש שלושה מניעים מרכזיים: הנימוק המוסרי-הומאני – מניעה של גרימת סבל לבעלי חיים לרווחת האדם; הנימוק האקולוגי – גידול בעלי חיים הורס את הטבע, והנימוק

הבריאות – תזונה טבעונית מועילה לבריאות. בנוסף לנימוקים הללו, ייתכנו גם סיבות דתיות, רוחניות, וחינוכיות-חברתיות לאימוץ אורח חיים זה. על פי נתוני הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (הלמ"ס) בישראל, נכון לשנת 2016 4.7% מהאנשים בני 20 ומעלה דיווחו שהם צמחונים בעוד 1.7% מהאנשים דיווחו שהם טבעונים. המידע הניתן בפרק זה הוא מידע כללי, המעודכן לזמן כתיבת הספר, ומוזכרים בו רכיבי התזונה העיקריים ללא ציון הכמויות הנדרשות. המידע הנכלל בפרק זה הינו מידע לידיעה בלבד ואינו מחליף בשום אופן ייעוץ רפואי.

מה הן בכלל "צמחונות", "טבעונות" ו"טבעונאות"?

צמחונות היא אורח חיים תזונתי המתאפיין בהימנעות מאכילת בשר בעלי חיים (כולל דגים). מרבית הצמחונים כוללים בתזונתם תוצרים של בעלי חיים, כגון ביצים, מוצרי חלב ודבש.

טבעונות היא אורח חיים תזונתי המתאפיין בהימנעות מאכילת כלל בעלי החיים ותוצריהם.

הטבעונים נמנעים בתזונתם מבשר וגם מתוצרים של בעלי חיים, כגון ביצים, מוצרי חלב ודבש. טבעונים ימנעו גם מלבישת מלבוש המכיל עור, פרווה, נוצות וכדומה, וכן מרכישת ריהוט או חפצים המכילים אותם.

טבעונאות (הלחם המילים "טבעוני" ו"נא"), נקראת גם "מזון צמחי חי" (באנגלית Raw veganism), היא אורח חיים תזונתי המבוסס על תפריט המורכב ממזון צמחי-גולמי, כלומר מזון שלא עבר בישול או חימום (חימום עד 42°C או 48°C , ובהעדפה לעיבוד מינימלי). לרוב הטבעונאים אינם אוכלים מזון מן החי.

הגדרה

אלו הן ההגדרות הכלליות אך טבעונים וצמחונים מתחלקים למספר גדול של קבוצות, ואלה העיקריות שבהן:

- Lactoovovegetarian – צמחונים האוכלים ביצים ומוצרי חלב.
- Lactovegetarian – צמחונים האוכלים מוצרי חלב אך לא ביצים.
- Ovovegetarian – צמחונים האוכלים ביצים אך לא מוצרי חלב.
- Vegan – טבעונים – אינם אוכלים בשר, דגים, מוצרי חלב וביצים.

אחת הטענות שטבעונים וצמחונים מעלים חדשות לבקרים גורסת כי בפיזיולוגיה של האדם יש מספר סימנים אשר מצביעים על כך שהאדם הוא צמחוני ביסודו, לדוגמה: מבנה השיניים

שלנו, מבנה מערכת העיכול, אורך המעי, הרכב אנזימי העיכול ועוד. עם זאת, כשבוחנים את כלל הטענות בראי ההיסטוריה והביולוגיה האנושית, ניתן להסיק ברמת ביטחון גבוהה כי האדם אכן אינו טורף מובהק אך במקביל אינו צמחוני מובהק, אלא מין יצור כלאיים – אוכל כול. משמע, תזונתנו לאורך ההיסטוריה מבוססת על מקורות מעולם הצומח וגם על מקורות מעולם החי. עם זאת, בעולם המודרני כלל הטענות והנימוקים אינם חשובים, מאחר שתזונתנו שונה באופן מהותי מתזונתנו לפני מיליוני שנים. כמו כן, מזון מעובד מהצומח יכול להכיל את כל המרכיבים של המזונות שמקורם מהחי. בסופו של דבר, השיקול החשוב בקיום אורח חיים מסוים הוא השיקול הבריאותי.

מטלה

האם לדעתכם הפיזיולוגיה של האדם מצביעה על כך שאנו צמחונים, טורפים או אוכלי כול?
האם התשובה היא חד-משמעית? נמקו את תשובתכם.

ואכן, אחת הסיבות למעבר לאורח חיים צמחוני/טבעוני היא השיקול הבריאותי. התפריט המבוסס ברובו (או כולו) על מזון שמקורו בממלכת הצומח כולל מעט או אינו כולל כלל שומן רווי, הוא כולל יותר פירות, ירקות ודגנים מלאים וכך הגוף מקבל יותר ויטמינים, מינרלים וסיבים תזונתיים שמקורם בצמחים. יש מגוון מחקרים אשר מראים יתרונות בריאותיים לתזונה הצמחונית-טבעונית, כגון הטענה כי צמחונים/טבעונים סובלים פחות ממחלות לב וכלי דם, יתר לחץ דם, סוכרת וסרטן וכי דיאטה צמחונית מסייעת במקרי עצירות ודלקת מפרקים. אך עם זאת, אין הסכמה חד-משמעית בנוגע לממצאים אלו.

מנגד, רבים ממומחי התזונה דווקא מצדדים באכילת בשר, בטענה שבשר הוא מקור חשוב לחלבון מלא, למינרלים שונים – כגון ברזל, אבץ וסידן ולוויטמינים חיוניים, בעיקר ויטמין B₁₂. היתרונות והחסרונות של אורח החיים הצמחוני/טבעוני נכון לכל אדם ואדם, אך יש לשים דגש לנושא בייחוד בתקופות הגדילה השונות. בתקופת אלו עולה בגוף הדרישה לאנרגיה, חלבון, ויטמינים ומינרלים. העצמות גדלות והשרירים מתחזקים. בגיל ההתבגרות הגדילה מואצת, הבנים מוסיפים מסת שריר ושלד והבנות שלד ורקמת שומן (בעיקר בירכיים ובשדיים).

בתקופות הגדילה חשוב להקפיד על רמת סידן גבוהה בתפריט, לצורך הגעה לשיא מסת עצם; לרמת B₁₂ וברזל מתאימה, לצורך ייצור תאי דם אדומים, ובתקופת ההתבגרות גם לרמת אבץ טובה, החשובה להתפתחות מערכות המין. ככל שהגבלה התזונתית תהא גדולה יותר, כך ילקה התפריט במחסורים תזונתיים גדולים יותר. מאחר שצמחונים ניזונים ממוצרי חלב או ביצים, הם כמעט שאינם סובלים מחסורים תזונתיים, לעומת הטבעונים.

מטלה

בחרו סוג של דיאטה, קראו וחקרו עליה ודונו בה בכיתה (הכיתה יכולה לבחור בסוג אחד או בשני סוגים של דיאטה). בדיון בררו סוגיות כגון: עד כמה הדיאטה מסוג זה מאוזנת תזונתית, אילו מרכיבים נמצאים בה בעודף ואילו בחוסר, ואילו נזקים בריאותיים, אם בכלל, יכולה להסב דיאטה זו.

דגשים לדיאטה המבוססת על מזון שמקורו בממלכת הצומח

אנרגיה

נפח המזון הנאכל בתפריט הצמחוני/טבעוני גדול ביחס לכמות האנרגיה שבו, בעיקר בגלל התכולה הגבוהה של הסיבים התזונתיים. לרוב אין בכך כל בעיה, מאחר שמזון מהצומח מכיל פחמימות ושמנים המספקים אנרגיה. אולם יש לשים לב לעניין זה אצל ילדים וחולים, מכיוון שיש צורך לספק להם כמות אנרגיה גדולה בנפח מזון קטן יחסית. כדי למנוע מצב של מחסור באנרגיה, רצוי לכלול בתפריט מזונות עשירים בשמן, כגון: אגוזים, גרעינים, זיתים, אבוקדו וטחינה. חלק ממזונות אלו עשיר גם בחלבון. [להרחבה בנושא אנרגיה.](#)

חלבון

לחלבון מגוון תפקידים בתזונת האדם ויש להקפיד על הכמות אך גם על ההרכב. החלבון מורכב מ-20 חומצות אמינו שונות המשמשות כאבני בניין בגוף האדם (בטבע יש יותר מ-20 חומצות אמינו אך רק 20 מהן בונות את גופנו). 9 חומצות אמינו, המכונות חומצות אמינו חיוניות, אינן מיוצרות בגוף האדם ולכן המקור הבלעדי שלהן הוא המזון. חלבון שמקורו מן החי נקרא חלבון מלא: חלבון המכיל את כלל חומצות האמינו החיוניות. בצמחים המצב שונה, ישנם צמחים מעטים בלבד, בהם אצת הספירולינה (אצה כחולה-ירוקה) או זרעי הקינואה, המכילים את כלל חומצות האמינו החיוניות ונחשבים ל"מזונות על" (super food). שאר הצמחים אומנם מכילים חומצות אמינו חיוניות, אך לא כולן נמצאות באותו צמח. תזונתם של צמחונים הניזונים מביצים ומוצרי חלב אינה חסרה בחלבונים. לעומתם, טבעונים אינם ניזונים ממוצרים מן החי ולכן עליהם לגוון ולאכול קטניות ודגנים, על מנת לקבל את כלל חומצות האמינו החיוניות.

[להרחבה בנושא חלבון](#)

תרגול

- א. מהו חלבון מלא?
- ב. מהו חלבון חסר?
- ג. מהו חלבון משלים?
- ד. מהי השלמה הדדית של חלבונים?

פחמימות

מאחר ותזונתם של צמחונים וטבעונים מקורה בצומח, אין הם סובלים ממחסור בפחמימות בכלל וממחסור בסיבים תזונתיים בפרט. עם זאת, יש לדאוג לא לצרוך כמות מוגזמת של סיבים תזונתיים מאחר שצריכה עודפת שלהם גורמת לפעילות יתר של מערכת העיכול. התוצאה השלילית, מעבר לגזים שעלולים להופיע במהלך העיכול, היא שהסיבים התזונתיים עלולים לקשור אליהם ולמנוע את ספיגתם של רכיבי מזון חיוניים כגון ברזל וסידן.

[להרחבה בנושא פחמימות](#)

שומן

מקורות השומן (שמנים) בדיאטה של צמחונים וטבעונים הם רבים ומגוונים, אך יחד עם זאת הם עשויים לסבול ממחסור באספקה של חומצת שומן מסוג אומגה 3. אחד המקורות העשירים ביותר באומגה 3 הם דגי מים מלוחים, אך מאחר שצמחונים וטבעונים אינם צורכים דגים, ההמלצה היא כי הם יצרכו צמחים כגון זרעי פשתן, אגוזי מלך, שמן קנולה וסויה, העשירים יחסית במרכיב זה.

[להרחבה בנושא שומן](#)

ויטמינים

צמחונים הניזונים מביצים ומוצרי חלב אינם צפויים לסבול ממחסור בוויטמינים. טבעונים עלולים לסבול ממחסור תזונתי, בעיקר של ויטמין B₁₂ וויטמין D. מאחר שאנו זקוקים רק לכמות קטנה של ויטמינים אלה, מחסור בהם עלול להתגלות רק כעבור שנים. ויטמין D הינו שחקן מפתח בשמירה על מאזן תקין של משק הסידן והזרחן בגוף האדם. לאור זאת, ויטמין זה חיוני לגדילת העצמות ושמירת חוזקן ולתפקוד תקין של מגוון מערכות בגופנו,

ובהן מערכת העצבים ומערכת השריר וכלי הדם. מקורו במזון הוא בעלי חיים ופטריות, אך גם גופנו מסוגל לייצר אותו באמצעות חשיפה לשמש. אם לא צורכים די ויטמין מהמזון ולא נחשפים לשמש במידה מספקת, מומלץ ליטול תוספי ויטמין D.

לויטמין B₁₂ תפקיד חשוב בפעילויות של כמה אנזימים בתא המעורבים במגוון תהליכים, כגון ייצור החומר הגנטי, פעילות מערכת העצבים, יצירת כדוריות הדם האדומות ועוד. מקורו בבעלי חיים או בחיידקי קרקע. המחסור אינו מתגלה לעתים בבדיקות דם עד להופעת תסמיני מחסור קליניים, ולכן מומלץ לצמחונים, ובמיוחד לטבעונים, לצרוך B₁₂ כתוסף או במזונות מועשרים.

[להרחבה בנושא ויטמינים](#)

מינרלים

מינרלים מקורם בחי ובצומח אך יש מינרלים שריכוזם או היכולת של גופנו לספוג אותם מצמחים הם מוגבלים. המינרלים העלולים להיות במחסור בתזונה המבוססת על ממלכת הצומח הם אבץ, סידן וברזל.

אבץ הוא מינרל המהווה מרכיב חשוב בעשרות אנזימים המעורבים בתהליכים שונים בגוף. הזמינות הביולוגית של אבץ, כלומר היכולת של הגוף לספוג אבץ מהמזון, בקרב צמחונים וטבעונים עשויה להיות נמוכה מאשר בקרב אנשים שצורכים בשר. הסיבה העיקרית לכך היא שילוב של סידן וחומצה פיתית (המצויה בדגנים מלאים, בסובין, בירקות טריים ובקטניות) העלולים להפריע לספיגת אבץ. ההפרעה בספיגה נובעת מכך שאבץ, סידן וחומצה פיתית נקשרים זה לזה בחוזקה, וכך מפריעים לאבץ להיספג. שיטות הכנת מזון כמו השרייה והנבטה של קטניות, דגנים וזרעים, וכן התפחה של לחם, מביאים לפירוק הקשר הכימי בין האבץ לחומצה הפיתית ובכך מגדילים את זמינותו.

לסידן חשיבות רבה בבניית העצמות ובתפקוד מערכת העצבים. ריכוזו בדם קבוע ובמצב של מחסור מתבצע פירוק של סידן מרקמת השלד. תינוקות, ילדים, מתבגרים ונשים בהיריון זקוקים לסידן בריכוזים גבוהים בשל גדילה מואצת. את אספקת הסידן ניתן להגדיל בעזרת אכילת צמחים ירוקים כגון חסה וברוקולי.

הסיכון למחסור בברזל הוא המוכר והשכיח ביותר בתזונה המתבססת על ממלכת הצומח, מאחר שאנו לא סופגים אותו ביעילות ממזונות צמחיים. מחסור בברזל עלול לגרום לאנמיה ואף לפגוע בהתפתחות הקוגניטיבית של תינוקות וילדים. במקורות הצמחיים ניתן למצוא ברזל בדגנים, בקטניות ובעלים ירוקים כהים, כגון בתרד, עשבי תיבול, מנגולד ועלי בייבי וספיגתו טובה יותר כשהוא נצרך יחד עם ויטמין C.

[להרחבה בנושא מינרלים](#)

סיכום

- **צמחונות** היא אורח חיים תזונתי המתאפיין בהימנעות מאכילת בשר בעלי חיים (כולל דגים). תזונתם של מרבית הצמחונים כוללת תוצרים של בעלי חיים, כגון ביצים, מוצרי חלב ודבש.
- **טבעונות** הוא אורח חיים תזונתי המתאפיין בהימנעות מאכילת כלל בעלי החיים. הטבעונים נמנעים בתזונתם גם מתוצרים של בעלי חיים, כגון ביצים, מוצרי חלב ודבש. טבעונים ימנעו גם מלבישת מלבוש המכיל עור, פרווה, נוצות וכדומה, וכן מרכישת ריהוט המכיל אותם.
- התפריט המבוסס ברובו (או כולו) על מזון שמקורו בממלכת הצומח כולל מעט או אינו כולל כלל שומן רווי, הוא כולל יותר פירות, ירקות ודגנים מלאים וכך הגוף מקבל יותר ויטמינים, מינרלים וסיבים תזונתיים שמקורם בצמחים.
- מנגד, רבים ממומחי התזונה דווקא מצדדים באכילת בשר בטענה שבשר מהווה מקור חשוב לחלבון מלא, למינרלים שונים כגון ברזל, אבץ וסידן ולוויטמינים חיוניים, בעיקר B₁₂.
- כדי למנוע מצב של מחסור באנרגיה רצוי לכלול בתפריט הצמחוני מזונות עשירים בשמן כגון אגוזים, גרעינים, זיתים, אבוקדו וטחינה. חלק ממזונות אלו עשיר גם בחלבון.
- תזונתם של צמחונים הצורכים ביצים ומוצרי חלב לא חסרה בחלבונים. לעומתם, טבעונים אינם ניזונים ממוצרים מן החי ולכן עליהם לאכול מגוון קטניות ודגנים, על מנת לספק לגופם את כלל חומצות האמינו החיוניות.
- יש להקפיד שלא להגזים בצריכת סיבים תזונתיים, מאחר שאלה עלולים לקשור אליהם רכיבי מזון חיוניים כגון ברזל וסידן ובכך לפגוע בספיגתם בגוף.
- צמחונים הניזונים מביצים ומוצרי חלב סביר להניח כי יסבלו פחות, אם בכלל, ממחסור תזונתי בוויטמינים. טבעונים עלולים לסבול ממחסור תזונתי, בעיקר בוויטמין B₁₂ ובוויטמין D. מחסור זה עלול להתגלות רק כעבור שנים, מאחר שאנו זקוקים לכמות מעטה בלבד של ויטמינים אלו.
- מינרלים מקורם בחי ובצומח, אך יש מינרלים שריכוזם או היכולת של גופנו לספוג אותם מצמחים הם מוגבלים. תזונה צמחונית או טבעונית עלולה לגרום למחסור במינרלים מסוג אבץ, סידן וברזל.

מבדק מסכם:

1. בתזונה המבוססת על עולם הצומח חשוב להקפיד לצרוך:

- א. חלבון שמקורו בבעלי חיים
- ב. חלבון שמקורו בפירות
- ג. חלבון שמקורו בדגנים
- ד. חלבון שמקורו בדגנים וקטניות

2. צריכה עודפת של סיבים תזונתיים עלולה:

- א. לגרום לפציעות במערכת העיכול
- ב. לפגוע בספיגתם של מינרלים חיוניים
- ג. לעודד ספיגת יתר של מינרלים חיוניים
- ד. לעודד ספיגת יתר של ויטמינים חיוניים

3. המזונות שבהם הריכוזים הגדולים ביותר של אומגה 3 הם:

- א. תפוח
- ב. חסה
- ג. דגים
- ד. בשר בקר

4. טבעונים עלולים לסבול ממחסור במיוחד בוויטמינים

- א. ויטמין B9 וויטמין D
- ב. ויטמין B12 וויטמין D
- ג. ויטמין B12 וויטמין C
- ד. ויטמין B9 וויטמין C

5. תזונה צמחונית מבוססת על:

- א. צמחים ותוצרי בעלי חיים כגון חלב, ביצים ודבש
- ב. צמחים, דגים ותוצרי בעלי חיים כגון חלב, ביצים ודבש
- ג. צמחים בלבד
- ד. צמחים ובעלי חיים

6. תזונה טבעונית מבוססת על

א. צמחים ותוצרי בעלי חיים כגון חלב, ביצים ודבש

ב. צמחים ודגים

ג. צמחים בלבד

ד. צמחים ובעלי חיים

7. ספיגת ברזל ממקור צמחי טובה יותר כשהוא נצרך עם:

א. ברזל

ב. ויטמין C

ג. אבץ

ד. ויטמין D

תזונה במעגל החיים - סיכום

החלק השני של הספר עסק בעקרונות התזונה במהלך חיינו. סביר להניח כי תזונה לא מאוזנת בכל שלב של חיינו לא תשפיע עלינו (לרוב) באופן מיידי אלא היא תיצור "סדקים" אשר ילכו ויתרחבו ועד אשר אנו נבחין בכך, הסדק ייפער לחלל ענק שיהיה קשה לנו, אם בכלל נצליח, לסגור אותו שוב. התזונה של האם במהלך ההיריון משפיעה על בריאות העובר, תזונת העובר משפיעה על בריאותו כילד, הרגלי התזונה שלנו בילדות משפיעים על הרגלי התזונה שלנו בתקופת הנעורים ואלו משפיעים על בריאותינו בהמשך חיינו.

אחת הדוגמאות לכך הוא משקל עודף שמשפיע בצורה מכריעה על בריאותינו לכל אורך מעגל חיינו. כ-20%-10% מהפעוטות השמנים יגדלו להיות ילדים שמנים, כ-40% מהילדים השמנים יהפכו למתבגרים שמנים, וכ-80%-75% מהמתבגרים השמנים ימשיכו כמבוגרים שמנים. כך שכל שנקדים ונטפל בבעיית ההשמנה כך נוכל להמשיך ולהתבגר כאנשים בריאים בעלי משקל מאוזן.

מאזן אנרגיה חיובי יתבטא בעלייה במשקל, מאזן אנרגיה שלילי יתבטא בירידה במשקל ואילו מאזן אנרגיה אפס יתבטא ביציבות במשקל. באופן תיאורטי המשוואה פשוטה אך למעשה חישוב כמות האנרגיה אשר עלינו לצרוך איננה משימה קלה כלל ועיקר מאחר והיא תלויה במספר רב של גורמים. על כן, לצורך עלייה במשקל, שמירה על המשקל או ירידה במשקל יש להתייעץ בגורם מוסמך ולפקח בתיווכו באופן קבוע על המזון שאנו אוכלים, הרכבו, זמני האכילה, כמות הקלוריות שבו וכן לעשות פעילות ספורטיבית יזומה אשר תעלה את צריכת האנרגיה בטווח המידי ובטווח הארוך.

השלב הראשון של חיינו מתחיל עוד ברחם אמנו בהיותנו עוברים. היריון הוא אתגר תזונתי משמעותי לגוף. במחקרים רבים נמצאו הקשרים בין המצב התזונתי של האם בזמן ההיריון לבין בריאות העובר בלידתו וגם במהלך חייו. תזונתה של האם משפיעה גם על בריאותה בזמן ההיריון ולאורך שארית חייה.

הינקות מוגדרת מלידה ועד השנה הראשונה בחיי התינוק. שנה זו מאופיינת בגדילה מואצת ביותר. בתקופה זו מערכת החיסון של התינוק חלשה, אך היא מתחילה להתפתח. בשלב זה, כל מחסור ברכיב תזונה מסוים עלול להיות בעל השפעות קריטיות על עתיד התינוק (והוריו). חלב אם הינו המזון המומלץ ביותר לתינוק מאחר והוא מכיל את כל מרכיבי המזון להם הוא זקוק בכמות מתאימה לצמיחה נכונה (כמובן שבמידה ולא ניתן להניק ניתן להשתמש בתמ"ל). החל מגיל 6 חודשים לערך, מומלץ להתחיל לחשוף את התינוק לטעימות מזון בכמות קטנה במטרה שיכיר מגוון טעמים ומרקמים חדשים ולאפשר למערכת החיסונית "היכרות" עם מגוון מרכיבים חדשים המצויים במזון.

הילדות מוגדרת מגיל שנה ועד גיל 10 שנים. קצב הגדילה בשלב זה איטי יותר מאשר בשנת החיים הראשונה ומגיל 5 שנים עד גיל ההתבגרות הגדילה מאטה. תזונה לקויה או מחלות כרוניות הפוגעות בתזונה, יביאו להפרעות בתהליכי הגדילה וההתבגרות, אם לא יזכו להתערבות יעילה. כבר מגיל שנה מרחיב הילד את מגוון מזונותיו בהתאם למקובל בסביבתו הקרובה ויש לתת לו להתנסות במגוון גדול של מאכלים השונים במרקם, בטעם ובצבע. חשוב לזכור כי יש לגוון את המזון כדי שהילד יסגל תזונה הכוללת את כלל רכיבי המזון. תקופת "גיל ההתבגרות", תחילתה בסביבות גיל 10, עם תחילת ההתפתחות הגופנית-מינית וסיומה בגיל 18 שנים. בני נוער בגיל ההתבגרות אינם קבוצה אחידה והומוגנית מאחר ויש חוסר אחידות בין שלבי ההתפתחות הגופנית, הרגשית והחברתית. שלבים אלו עובר כל מתבגר בדרכו האישית והייחודית. הדרישה לאספקת אנרגיה (קלוריות) וחלבון גדלה בשלבי ההתבגרות בגלל הצמיחה לגובה והעלייה במשקל. מחסור קלורי בשלב זה עלול להוביל להרזיה אשר יכולה לגרום לדלדול שרירים, הפרעה בבניית עצם והאטה ההתפתחות המינית. מאידך, עודף קלורי עלול להוביל להשמנה ולסיכון עתידי לסיבוכים. על מנת לצמצם את תופעת בולמוסי הרעב יש לספק לגוף 3 ארוחות עיקריות ובניהן 2-3 ארוחות ביניים. רצוי לא לדלג על ארוחות ולא לאכול מכל הבא ליד בין הארוחות. בניגוד לשלבים הקודמים, הגיל השלישי מוגדר באופן שרירותי כקבוצת הגיל מעל ל- 70 שנה. בגיל זה, מצב בריאותו, הגופנית והנפשית של אדם בתקופת משקף את מסע חייו ואין הוא בהכרח תואם את גילו הפיזיולוגי. בגיל השלישי התזונה חשובה לשמירת אורח חיים בריא ואילו הבריאות מאפשרת תזונה נכונה וחוזר חלילה.

לאורך כל שנות חייו אנו מרגישים יום יום את הצורך בשינוי, אם זה במטרה לחיות בריא יותר להיות מקובלים חברתית או פשוט במטרה לרדת במשקל. הבחירה באורח חיים בריא הוא ניהול נכון של תזונה בריאה ומאוזנת ופעילות גופנית. רבים המסגלים לעצמם אורח חיים בריא נוטים לבחור באורח חיים צמחוני/טבעוני. הבחירה באורח חיים זה או אחר איננה חשובה כל עוד נדאג לספק לגופינו את כל צרכיו התזונתיים בכל שלבי חייו.

ספורט תורם רבות לבריאותנו הנפשית והפיזית. פעילות גופנית מפחיתה משמעותית שיעורי תמותה ותחלואה, מאטה את ההתקדמות של מחלות שונות, משפרת את הכושר הגופני, מחזקת את השרירים ומשפרת את איכות החיים. בדרך כלל הפעילות הגופנית גם מנתבת את האדם לאורח חיים בריא, המתבטא בהקפדה על תזונה נכונה והימנעות מהרגלים מסוכנים כמו עישון. בתחום הנפשי, פעילות גופנית עוזרת לנו לפרוק מתחים ואגרסיות. במהלך הפעילות הגופנית משתחררים חומרים שעושים מצב רוח טוב.

כאשר אדם עוסק בספורט השאיפה לספק לגוף את הצרכים התזונתיים שלו על מנת להגשים את מטרת האימון – ניפוח שרירים, ירידה במשקל, שיפור הכושר הגופני ועוד. התזונה של

הספורטאי תלוייה במגוון רב של גורמים ויש להתאימה לספורטאי כתלול ב: מצב בריאותו, משקלו, מינו, גילו, מטרת האימון, סוג הספורט, רמת העצימות של האימונים ועוד.

לאורך כל מסע חיינו, כל הרעיון בחיים בריאים ונכונים הוא שאנחנו ננהל אותם ונשמור על בריאותינו ואיכות חיינו תוך מודעות לצרכי גופינו בכל שלב ושלב במסע הנפלא של חיינו.

להן כמה שאלות הנוגעות לחומר שנלמד עד כה:

1. מדוע חשוב להקפיד על תזונה נכונה לאורך כל שנות חיינו?
2. מדוע חשוב לעסוק בספורט בשלבים השונים של חיינו?
3. מהם הגורמים המשפיעים על ההתפתחות הגופנית ועל הצרכים התזונתיים של המתבגר?
4. מה עלינו לעשות במידה ונרצה לבצע שינויים בתזונתנו?

חלק 4 - מדעי המזון

פתח דבר

מדעי המזון הוא תחום אשר עוסק בהיבטים הקשורים באתגרים העומדים בפני תעשיית המזון המתמודדת בצורך המתמיד לפתח מגוון רחב של מוצרי מזון בעלי מראה, טעם וריח מהנים ומושכים אך גם בעלי חיי מדף ארוכים. בנוסף, למרות שבעולם המערבי יש כיום עודפי מזון, בעתיד אוכלוסיית העולם תמנה מעל לעשרה מיליארד בני אדם ויהיה צורך לספק מספיק מזון לכולם. כדי להתמודד עם אתגרים אלו המזון עובר מגוון רחב של תהליכים ושינויים הנקראים באופן כוללני - "עיבוד מזון".

הצורך בעיבוד מזון היה קיים גם אצל האדם הקדמון, אלא שהאמצעים הטכנולוגיים שעמדו לרשותו היו מוגבלים מאוד. בתחילה האדם יכל לשמר זרעים שליקט, ומאוחר יותר, כשלמד להשתמש באש, החל גם לבשל בשר ולעשן אותו לצורך שימורו. שנים רבות חלפו עד שהאדם הצליח לפתח אמצעים טכנולוגיים רבים ומתקדמים שאפשרו תהליכי עיבוד מזון למגוון מטרות שונות.

לאורך ההיסטוריה של המין האנושי יש דוגמאות שונות לחשיבות עיבוד המזון ככלי מרכזי בהתמודדות מול אתגרים שונים שעמדו בפנינו כבני אדם. לדוגמה, כיום בעולם המערבי המזון מיוצר בכמויות וניתן לשומרו לאורך זמן אך לא כך היו תמיד פני הדברים. בעבר, היעדר מזון בסיסי זמין כמקור לקלוריות, הניע מסות של אנשים ממקום למקום. דוגמה לכך היא ההגירה של מיליוני אירים לארה"ב באמצע המאה ה-19. הדיאטה של האוכלוסייה האירית הענייה התבססה אז בעיקר על תפוחי אדמה ועם מותם של הגידולים בעקבות פטריית הכימשון, כמיליון בני אדם מתו ומיליונים נוספים היגרו לארצות הברית לחפש אחר מקורות מזון זמינים.

אחד התהליכים שהביא לקפיצת מדרגה ביכולת האדם להתמודד עם מחסור במזון זמין הוא תהליך הפסטור. השימוש בפסטור לצורך ניקיון מאורגניזמים מזיקים הפך את החלב ומוצרי מזון רבים אחרים לבטוחים ונגישים הרבה יותר. בזכות תהליך זה החלב הפך בסיס לתזונה עתירת חלבונים וסידן לקהל הרחב. תהליך הפסטור הופך את התזונה לבטוחה והתמותה מהרעלות מזון לאחר שהאדם החל להשתמש בו שואפת לאפס.

היזעת

פסטר הוא תהליך המבוסס על חימום, הקרוי על שמו של לואי פסטר שמטרתו היא להרוג אורגניזמים מזיקים כדוגמת חיידקים ופטריות אשר נמצאים בנוזל כמעט מבלי לפגוע בטעמו או בערכו התזונתי. התהליך מאריך את חיי המדף של הנוזל.

לתהליכי עיבוד מזון שונים הייתה גם תרומה במרוץ לירח, שם האסטרונאוטים נזקקו למזון שניתן לאכול בחלל. מזון זה צריך מצד אחד לספק את כל הדרישות התזונתיות של האסטרונאוטים אבל מצד שני להיות קומפקטי וארוז בהתאם לדרישות של טיסת חלל. כך פותחו טכנולוגיות שונות כגון אריזת מזון בשפופרות, ייבוש בהקפאה ועוד. טכנולוגיות עיבוד מזון אלו משמשות את התעשייה ביצור מזון לקהל הרחב - ניתן לראות בכל סופר קפה מיובש בהקפאה, ממרחים בשפופרות ועוד. כיום המזון בעולם המערבי רובו ככולו מעובד ואין בחלק זה של העולם חוסר תזונתי. יחד עם זאת עיבוד המזון הביא גם לשינויים במראה המזון, בצורתו או טעמו, ולעתים גם משתנים ערכיו התזונתיים.

מטלה

כיום המזון בעולם המערבי רובו ככולו מעובד.

- א. תנו 4 דוגמאות למזון מעובד
- ב. ציינו אלו תהליכים אתם חושבים שעבר המזון לצורך עיבודו
- ג. חשבו וציינו יתרונות וחסרונות במזון מעובד

שינויים אלו לעיתים רצויים ולעיתים לא. לדוגמה בכבישת ירקות (עם חומץ או מלח) או עיבוד בשר וריכוכו שינוי מראה המזון טעמו ומרקמו רצויים, אך לעומת זאת טעמו של בשר מיובש פשוט יבש מידי. בתהליך עיבוד המזון עשויים להיפגע גם ערכיו התזונתיים מאחר ולמזונות רבים מוספים מלחים, סוכרים או חומרים משמרים. על כן, חשוב לבחור את המזון המעובד המתאים ביותר לטעמנו ולבריאותנו. על פי חוק, חייבים יצרני המזון לציין מהם רכיבי התזונה במזון. רכיבי התזונה של מזון מעובד מופיעים על גבי תווית המזון שעל האריזה. עיבוד מזון הוא תחום נרחב מאוד ובחלק זה בספר אנו נדון תחילה בגורמים המשפיעים על בחירת המזון שלנו ובתעשיית המזון המשמשת כגורם כלכלי המשפיע על בחירת המזון. בהמשך נדון בתהליכי עיבוד מזון שונים ובניהם תהליכי שימור מזון, הפקת שמנים וחלב ניגר, תהליכי תסיסה וחומרים המוספים למזון. משם נמשיך לפרק הדן בהדברה ונסיים את הספר

בדיון על ההנדסה הגנטית במזון אשר מאפשרת לנו לפתח בקצב מהיר צמחים ובעלי חיים אשר ישמשו כמזון ואף בעתיד יאפשרו לנו גם לחסן אוכלוסיות שלמות ולספק לנו תרופות.

פרק 1: תעשיית המזון וחוש הטעם שלנו

"על טעם ועל ריח אין מה להתווכח" (אברהם שלונסקי)

הידעת

הביטוי מקורו במשפט הרוסי "לטעם ולצבע אין שותפים" (На вкус и цвет товарищей нет). את הגרסה העברית של הביטוי הגה אברהם דוד שלונסקי (1900–1973), משורר ישראלי יליד אוקראינה. שלונסקי היה מן המשוררים החשובים בשירה העברית החדשה. הוא הטביע את חותמו בתחום הספרות בארץ – בכתיבת שירים ומחזות, בתרגום ובעריכה ובנוסף נודע גם כחדשן של השפה העברית – והודות לכך זכה לכינוי "לשונסקי".

בפרק זה נעסוק בנושאים הבאים:

3. איך הלשון חשה בטעמו של המזון?
4. מטען גנטי כגורם המשפיע על בחירת מזוננו
5. האם יש גורמים נוספים, מלבד הגנטיקה, המשפיעים על בחירת מזוננו?
6. תעשיית המזון, גורם כלכלי המשפיע על בחירת מזוננו

לפני שנתחיל, כמה שאלות לחשוב עליהן:

- מהי "תחושת הטעם" שאנו חווים כאשר אנו אוכלים מזון?
- מהו חוש הטעם?
- מדוע אנחנו אוהבים מזון שחברינו לא אוהבים?
- איך החברות המייצרות מזון, גורמות לנו לצרוך אותו בכמויות גדולות?
- מדוע מלח חשוב במזון?

"וואו איזה טעם נפלא!" אמר האחד, "אוי, בכלל לא טעים" אמר חברו ועיווה את פרצופו. ואכן: "על טעם ועל ריח אין להתווכח". מדוע לעיתים אנו חווים תחושה שונה, הפוכה לחלוטין מאדם אחר האוכל את אותו מאכל? כיצד אנו מתרגמים את מגע המזון בפינו לתחושת טעם שאנחנו "אוהבים", "שונאים" או "אדישים" אליו? ומהי בכלל אותה "תחושת טעם" שאנו חווים בזמן האכילה?

מנגנון הטעם התפתח במשך האבולוציה ככלי עזר המסייע בזיהוי טיב המזון והימנעות מאכילת מזון רעיל או מקולקל. עוד לפני שנכניס את המזון לפינו, מראהו וריחו יעודדו או ימנעו מאתנו לטעום אותו.

כאשר אנו אוכלים תחושת הטעם מורכבת למעשה ממכלול שלם של תחושות המתורגמות על ידי המוח שלנו ל"טעם" שבו אנו חשים. ראשית, אנחנו מתרשמים ממראהו ומריחו של המאכל (הדבר נכון גם לפרסומות מזון). בשלב זה מוחנו כבר מעבד את זיכרונותינו ו"מצייר" לנו את הטעם הצפוי של המזון. בשלב הבא, לאחר הכנסת המזון לפה מתרחשות במקביל כמה פעולות: מולקולות חומרי הריח הנדיפים שבמזון עולות ומגיעות אל חלל האף, גם דרך הלוע וגם דרך הנחיריים, ושם הן נקשרות לקולטנים בתאי חוש הריח. בתוך כך נקשרות המולקולות האחראיות על הטעם לקולטנים הנמצאים על תאי חוש הטעם שבפינו. לתחושת הטעם תורם גם מרקם המזון – מגעו על הלשון בזמן הלעיסה וכן מידת חומו. הקולטנים של תאי חוש הריח, חוש הטעם והמגע מעבירים מידע למוח ומוחנו משלים את המידע שהתקבל מחוש הראייה ומנבכי הזיכרון לכדי ה"טעם" שאנו חשים.

איך הלשון שלנו חשה בטעמו של המזון?

לפי אגדה אורבנית רווחת (סוג של סיפור העובר מפה לאוזן בטענה שמדובר בסיפור אמיתי, אף על פי שהוא לרוב מופרך מיסודו), שעקבותיה מופיעים עדיין בספרי לימוד שונים, התחושות של כל טעם וטעם נמצאות באזור שונה בלשון. נטען למשל כי קצה הלשון הקדמי אחראי על הטעם המתוק, אחורי הלשון על הטעם המר, קצות צדי הלשון על הטעם המלוח וצדי הלשון – פנימה לאזור המלוח – אחראים על הטעם החמוץ. שורשי הטעות הם בספר אשר פורסם בשנת 1942 ובמשך כ-30 שנה לא חלקו על סברה זו. כיום טענה זו מופרכת מחקרית, אך ניתן לבדוק אותה גם בהתנסות עצמית.

האם התחושות של כל טעם וטעם נמצאות באזור שונה בלשון?

חומרים לניסוי:

מים

מקלות אוזניים

4 כוסות

מלח

סוכר

מיץ לימון

קפה ללא קפאין

אופן ביצוע הניסוי:

- א. שימו מעט מלח, סוכר, מיץ לימון וקפה ללא קפאין בכל אחת מהכוסות.
- ב. הוסיפו מעט מים.
- ג. טבלו קיסם אוזניים בכל אחת מהכוסות והניחו את הקיסם בקדמת הלשון.
- ד. חזרו על סעיף ג' אך בכל פעם הניחו את הקיסם בחלק אחר של הלשון.

שאלות לדיון:

- א. האם חשתם את כלל הטעמים בכל חלקי הלשון או כל טעם בחלק אחר של הלשון?
- ב. האם התחושות של כל טעם וטעם מורגשות באזורים שונים בלשון או שניתן לחוש כל טעם בכל חלקי הלשון?

תחושת הטעם האנושית תוארה שנים רבות על ידי מדענים במונחים של ארבעה מאפיינים: מתיקות, מרירות, מליחות וחמיצות. בהמשך מצאו מדענים 'פנים מאפייין חמישי', המכונה אוממי (Umami), המבטא את התחושה שמעוררת החומצה הגלוטמית (אחת מחומצות-האמינו המרכיבות את החלבונים). החומצה הגלוטמית משמשת כתבלין, בעיקר במזרח

הרחוק, בצורת מלח המכונה מונו-סודיום גלוטמט (MGT). תחושת החריפות אינה נמנית עם אחת מקבוצות מאפייני הטעם אלא היא תחושה של צריבה.

הידעת

בשנים האחרונות מצאו מדענים כי קולטנים המצויים בפינו מגיבים למולקולות שומן שונות. לאור זאת מדענים מנסים לאשש במגוון מחקרים את קיומו של הטעם השישי – הטעם ה"שמן".

תהליך זיהוי טעם המזון על הלשון מתרחש כאשר כימיקלים המייצרים טעמים – טעמנים – מומסים ברוק ובאים במגע עם קולטני תאי חוש הטעם שבחלל הפה. המגע של הטעמנים בקולטנים מביא לשינויים חשמליים בתאי חוש הטעם, ושינויים חשמליים אלו גורמים להפרשת אותות כימיים – שליחים עצביים – לעבר תאי עצב הבאים איתם במגע. תאי העצב מעבירים אותות למוח, המפענח את האותות כתחושת הטעם. כל 100-50 תאי חוש טעם של כלל הטעמים, מקובצים בתוך מבנה ייחודי דמוי בצל הנקרא **פקעית טעם**. פקעיות טעם נמצאות על הלשון אך גם באזורים נוספים בפה ובהם החיך הרך, הלוע והוושט. פקעיות טעם ממוקמות בתוך גבשושיות טעם (**פטמיות טעם**) המקנות ללשון את חספוסה האופייני. רוב הגבשושיות אינן מכילות פקעיות טעם, והן קשורות לתחושת המגע שמשרה בנו המזון. הגבשושיות על לשוננו נראות בקלות לאחר שתיית חלב או כששמים צבע מאכל בקצה הלשון.



איור 1.1 - לשון ועליה גבשושיות טעם

הידעת?

פרי הפלא (באנגלית: Miracle fruit; שם מדעי: *Synsepalum dulcificum*), הידוע גם בשם הפרי המכושף גדל על צמח שמקורו במערב אפריקה.

בציפת הפרי מצויה תרכובת כימית בשם מירקולין, אשר לה השפעה יוצאת דופן על חוש הטעם – לאחר אכילת ציפת הפרי חווה האדם את טעמם של מאכלים חמוצים כטעם מתוק כדבש. ואיך זה קורה?

מולקולות המירקולין נקשרות לקולטני הטעם המתוק בפינו ומשנות את המבנה החלבוני שלהם, כך שקולטני הטעם המתוק מגיבים לטעם החמוץ ומעבירים את המידע למוח. מאחר שהמידע שהתקבל במוח הוא מקולטני הטעם המתוק, המוח מפרש את המידע כ"מתוק".



איור 1.2 – פרי הפלא

מטען גנטי כגורם המשפיע על בחירת מזוננו

ממה נובעת הרגישות של כל אחד ואחד לטעמים שונים?

חוש הטעם נקלט על ידינו בעזרת מגוון קולטני ריח, טעם ומגע החשים את המזון, אך לכל אחד מאיתנו רגישות שונה למזון. עובדה זו שנראית כל כך ברורה מאליה, בוססה מבחינה מדעית רק בשנת 1930, לגמרי בטעות. ד"ר ארתור פוקס (Arthur Fox) עבד במעבדתו עם אבקת PTC (פניל-תיו-קרבמיד) וכאשר הוא העביר אותה לתוך בקבוקון פלסטיק, חלק קטן מהאבקה עף באוויר. אחד מעובדי המעבדה אשר חלקיקי אבקה הגיעו לפיו ואפו טען כי האבקה מרה מאוד, בעוד שד"ר פוקס התעקש שהוא לא מרגיש בטעם כלשהו. השניים החליטו לטעום מהאבקה ומצאו כי יש הבדלים מהותיים ביניהם ברגישות לטעמה. שני

המדענים החלו במחקר אשר בדק את רגישות הטעם ל-PTC בקרב קבוצה גדולה ומגוונת של אנשים. פוקס גילה שרוב האנשים נופלים לשתי קטגוריות בלבד: אלה שיכולים להרגיש את הטעם גם בריכוזים נמוכים מאוד, ואלה שאינם מסוגלים להרגיש את הטעם, אלא בריכוזים גבוהים ביותר.

עבודתו של פוקס לכדה את תשומת ליבם של גנטיקאים רבים, אשר מצאו כי למולקולות שונות של אותו טעם יש מגוון קולטנים. לטעם המתוק לדוגמה, יש רק כמה קולטנים שונים בעוד לטעם המר יש יותר מעשרה קולטנים שונים (עובדה הרומזת על חשיבות התגובה לטעם המר). כל קולטן מקודד בגנום האנושי באמצעות גן אחר, ומחקרים מראים כי בהתאם לדנ"א שלנו, לכולנו כמויות שונות של קולטנים בפינו. כלומר, העדפה שלנו למזון זה או אחר נעוצה בין היתר במכלול קולטני הטעם שבפינו, אשר תלויים בגנים של כל אחד ואחת מאיתנו.

ניסוי מומלץ

בניסוי הבא נראה כי חוש הריח וחוש הראייה משפיעים על חוש הטעם שלנו.

חומרים לניסוי:

1. תפוח עץ קלוף חתוך לקוביות
2. תפוח אדמה קלוף חתוך לקוביות
3. אטב כביסה
4. כיסוי עיניים
5. מזלג

אופן ביצוע הניסוי:

בחרו תלמיד/ה. כסו לו/לה את העיניים במטפחת אטומה ואטמו את האף במקל כביסה. כעת, הגישו לו/לה חתיכה של תפוח עץ או של תפוח אדמה ותנו להם לאכול. על התלמיד/ה לנחש מה הם אכלו. חזרו על הניסוי עם כמה מתנדבים ורשמו בכל פעם כמה תשובות נכונות היו מתוך כמה ניסיונות.

נסו לבצע את אותו הניסוי עם בצל ותפוח עץ.

שאלות לדיון:

1. האם התלמידים הצליחו לזהות תמיד מה הם אוכלים? מה הסיבה לכך?
2. האם מידת ההצלחה של כל התלמידים הייתה זהה? מה הסיבה לכך?
3. את הניסוי ניתן לבצע גם עם בצל ותפוח עץ. מה הקושי העיקרי בגרסה זו של הניסוי?

האם יש גורמים נוספים, מלבד הגנטיקה, אשר יש להם השפעה על בחירת מזוננו?

למעשה, העדפת מזונות שונים אינה קשורה רק למידת הרגישות לטעם. ההעדפה למזון נקבעת גם על ידי גורמים סביבתיים רבים – כגון רקע תרבותי, דת, מצב כלכלי, השפעה חברתית, זיכרון ולמידה. העדפת מזון כלשהו היא רכיב מכונן בזהותנו הלאומית, הדתית, העדתית, המשפחתית והאישית. מזון הוא סמן של שבטים ועדות, כך שהרגלי האכילה – מה חברי קבוצה מסוימת אוכלים, איך הם אוכלים, ולא פחות מכך, מה הם לא אוכלים – משחקים תפקיד חשוב בעיצובן ובביטוי של זהויות קבוצתיות. הזהויות הקבוצתיות נטמעות ועוברות לדור הבא בתהליכי למידה.

מטלה

נסו לחשוב ולדון בהעדפת מזון כרכיב בזהותנו הלאומית, הדתית, העדתית והמשפחתית.

ישראל היא דוגמה טובה לתהליכי הלמידה של העדפות טעמים. למרות האהבה הלאומית שלנו למזון מארצות רחוקות – טורקיה, תאילנד, איטליה, סין, הודו ועוד - רוב המסעדות בישראל מותאמות לטעם הישראלי. תושבי מדינת ישראל הם מקבץ גליות, אך למרות זאת רובנו נסכים כי פלאפל עסיסי בארצות הניכר ייחשב "מזויף" לטעמו של החיך הישראלי. בניגוד לעבר שבו לא היינו ניידים, כך שלא נחשפנו לטעמים חדשים, כיום אנשים נעים ממקום למקום ובעקבות כך מתחוללים גם שינויים הקשורים לתחום המזון. כך למשל, הקפה לא היה נפוץ בסין עד לפני עשור, אך עקב חשיפת תושבי סין למשקה זה, ניתן לראות כי תפוצתו שם גדלה. עם זאת, כאשר מזונות חדשים חודרים לתרבויות כלשהן, הם מקבלים את ה"טעם המקומי". לדוגמה, במערב אנחנו נוטים לשלב במזונות מרכיבים בעלי טעמים דומים, בעוד הבישול האסיאתי פועל הפוך ודוגל דווקא בשילוב של טעמים מנוגדים – רוטב חמוץ-מתוק, חריף-מתוק ועוד. ישראלים רבים אמנם אוכלים בהנאה שילוב טעמים מהמטבח האסייתי, אך עדיין

המזון הסיני בישראל שונה באופן מהותי מהמזון הסיני בסין וכך גם הפיצה בישראל שונה באופן מהותי מהפיצה באיטליה, טעם הקולה בישראל שונה מטעמה בארצות הברית והדבר נכון כמעט לכל מוצרי המזון והשתייה. חברות רב-לאומיות מודעות לכך שיש להתאים את המזון לחיך המקומי והן עושות סקרי דעת קהל נרחבים, על מנת להתאים את מוצריהן עבור

כל שוק. 

היזעת

ההשפעות הסביבתיות על העדפות טעמים הן חוצות תרבויות וחברות, ולא רק העולם המוכר לנו מושפע מהן, אלא גם תרבויות של שבטים נידחים מפתחות העדפות ייחודיות וחידודים בתוך גבולות התרבות והטבע. לדוגמה, אנשי שבט מבוטי [מבוטי (Mbuti)] הוא שבט עתיק אשר אנשיו נמוכי קומה – גובהם הממוצע 1.4 מטרים. השבט חי ביערות קונגו באפריקה] מוצאים את אכילת הנמרים כדוחה, מאחר שנמרים אוכלים בני אדם. שבט הבושמני (bushmen) ממדבר קלהרי צדים ג'ירפות ואנטילופות, אבל בשר יען לא ערב לחיכם ובשר

הזברה מסריח לטענתם.

תעשיית המזון, גורם כלכלי המשפיע על בחירת המזון

החיוניות של האוכל לשם הישרדות האורגניזם, בשילוב עם ההשפעות הגנטיות והחברתיות, הופכת אותו לא רק למדיום חברתי ותרבותי רב עוצמה, אלא גם למשאב פוליטי וכלכלי. חברות המזון והמשקאות, המרוויחות מיליארדי דולרים בשנה, נמצאות ברשימה המכובדת של החברות הרווחיות ביותר בעולם.

תעשיית המזון העולמית מורכבת ויש לה השפעות ישירות על מערכות פיזיות וחברתיות חשובות רבות, כגון: פוליטיקה, הון, מזג האוויר, איכות האוויר שאנו נושמים, מערכות אנרגיה ומים, קרקע ומגוון ביולוגי. לדוגמה, זיהום האוויר על ידי תעשיית המזון משנה את הרכב האוויר שאנו נושמים, גידולים חקלאיים שונים משפיעים על המגוון הביולוגי ושימוש באנטיביוטיקה בחקלאות משפיע על יעילותה בהגנה על בני אדם. תעשיית המזון היא אחת התעשיות הגדולות בעולם, עם למעלה ממיליארד עובדים בשרשרת ייצור ומכירת המזון. המשאבים הדרושים לקיום תעשיית המזון עצומים: כ-50 אחוז מהאדמות המיושבות וכ-70 אחוז מהמים המתוקים הנצרכים בידי האדם משמשים לצורכי תעשייה זו.

עם זאת, הבעיה המהותית הנוגעת לכולנו באופן מידי היא השפעת תעשיית המזון על בריאות הציבור. המדד הבולט ביותר לכך הוא שכמעט מיליארד בני אדם רעבים או בתת-תזונה; ובמקביל, באותו הזמן, כמעט שני מיליארד אנשים סובלים מעודף משקל או מהשמנת יתר.

שוק המזון העולמי מנוהל על ידי מספר קטן של חברות מזון, האחראיות על ייצור מגוון רחב של מזונות – העשירים במלח, סוכר, שומן, ותוספים כימיים. העלויות החברתיות של

התפתחות זו כבדות וכוללות את העובדה שמיליוני אנשים סובלים מהשמנת יתר וממחלות הנלוות לכך.



שוק המזון העולמי

שוק המזון העולמי הוא אחד השווקים החשובים בעולם מבחינת קיימות המין האנושי, היות שהוא מספק את רוב המזון לכשבעה מיליארד בני אדם ולחיות המשק. רק חלק זעיר מהמזון העולמי, המגודל בחקלאות עצמאית, וכן מזון של ציידים-לקטים בפינות נידחות בעולם, נמצא כיום מחוץ לשוק המזון.

בגלל המשאבים הכספיים העצומים שלרשותן, לחברות המזון, ולסוכנויות הממשלתיות האמורות לפקח עליהם, יש השפעה עצומה על בחירות המזון והמידע שאנו מקבלים. הודות לתקציבי פרסום ענקיים ולנוכחות הבולטת של חברות המזון בבתי הספר, בתקשורת הבידור ובחיים האזרחיים, חברות אלו מצליחות בהטמעת מוצרים רוויי מלח, סוכר, שומנים ותוספים כימיים שונים בתרבות האכילה שלנו. סוכנויות ממשלתיות המופקדות על הרגולציה של תעשיית המזון נוהגות לעיתים קרובות לשמור על האינטרסים הפיננסיים של חברות המזון במקום להגן על בריאות הציבור. לדוגמה, חברת מזון ידועה נתנה חסות של מיליוני שקלים לנבחרות ספורט המייצגות את ישראל במשך כמה שנים, וההסכם עמה כלל את מיתוג חולצות השחקנים בשם החברה ואפשרויות פרסום במהלך המשחקים ובתוך המגרש (להזכירכם מדובר במשחקי נבחרות ישראל). חיבור זה מוביל לכך שממשלה שאמורה לספק לציבור הנחיות לתזונה נכונה, מעודדת פרסום מוצרים של חברה שכל ייעודה הוא לספק מזון שיעשיר את קופת החברה – זהו ניגוד אינטרסים ברור.

מה עם אחריות אישית?

כולנו יודעים שאנו ניזונים ממוצרים המכילים רכיבים בכמויות העולות על אלו שגופנו זקוק להם. כולנו גם יודעים כי עודף משקל נובע מאכילת יתר, ויחד עם זאת, כשני מיליארד מאיתנו סובלים מעודף משקל. הרגלי אכילה גרועים אינם רק בבחינת כישלון אישי, הם תולדה של סביבה חברתית וכלכלית שאינה תומכת בבחירת מזון בריא.

השמירה על הרגלי תזונה בריאים אינה פשוטה, מאחר שחברות המזון מנצלות את העובדה שלאנשים רבים חסר הידע הדרוש כדי להעריך את טיב המזון. לדוגמה, תרכיז מיץ המכיל בעיקר סוכר, מים וצבע מאכל, אשר שמו מתבסס על המילה "ויטמין", עלול ליצור מצב שבו הצרכן יחשוב כי מדובר במוצר בריא. כך גם לגבי שמותיהם של דגני בוקר או חטיפים מבוססי

דגנים, הכוללים את המילים "בראות", "כושר" או התייחסות אחרת לספורט, למרות שבעצם הם מכילים כמות גדולה של פחמימות פשוטות והם אינם מוצרים המטיבים עם בריאותנו.

אולם גם אם הידע היה קיים בידי האזרחים, חברות המזון מוציאות מיליארדים בשנה כדי לשווק את מוצריהם. רובנו אוהבים לחשוב שאנחנו חסנים מפני פרסום, אך האמת היא שחברות הענק לא מוציאות כסף ללא תמורה. כל אסטרטגיות השיווק לקידום אכילת פירות וירקות בחסות הממשלה, פשוט לא יכולות להתחרות בתקציבי ענקיות המזון.

הכול מתחיל עוד בילדותנו

בדין על הסיבות להשמנה בילדות, אנו לוקחים בחשבון כי ההורים אחראים על חינוך הילדים – הרי ילדים לא נוהגים להגיע בעצמם למסעדות מזון מהיר וגם לא עורכים קניות בסופר. עם זאת, איננו יכולים להתעלם מהעובדה שחברות המזון עוקפות את ההורים ומשווקות באופן ישיר לילדים, כדי שהאחרונים יפעילו לחץ על הוריהם. חברות המזון מודעות לכך שהרגלי התזונה של הילדים ילוו אותם לאורך כל חייהם – כילדים, כבוגרים וכהורים, ולכן ילדים הם שוק חשוב ביותר לחברות המזון, אולי אפילו החשוב ביותר. חברות אלו מוציאות מאות מיליוני דולרים על פרסומות מזון לילדים. באוסטרליה לדוגמה שודרו בשנת 2016, כמעט 500 שעות של פרסומות מזון, כאשר רוב הפרסומות הן למזון בעל ערך תזונתי נמוך שנוגד את ההמלצות לתזונה נכונה של הגופים הרפואיים והמדעיים (אם לוקחים בחשבון כי פרק הזמן של הפרסומת הוא דקות בודדות וכי שעות הצפייה של הילדים מוגבלות, אזי 500 שעות הן פרק זמן ארוך מאוד). מעבר לכך, ילדים נחשפים לעוד מאות שעות פרסום מזון, תוך כדי צפייה ביו-טיוב, בבתי קולנוע, באתרי משחקים ברשת ובמגוון אתרי אינטרנט המיועדים לילדים.

היזעת

חברות המזון השונות הגדירו ילדים כקהל יעד משמעותי לצורך מוצרים שהן משווקות. המפרסמים של חברות אלה משתמשים במחקרים מענף פסיכולוגיית הילדים, כדי להכיר את נקודות התורפה שלהם ולדעת כיצד להשיג את התוצאה המיטבית – לגרום להם לבקש מהוריהם לרכוש את המוצרים. מנגד, אין לילדים כלים ביקורתיים שיאפשרו להם לעמוד בפני אוסף הלחצים והמניפולציות שמפעילה תעשיית המזון. אפילו אנו כבוגרים מתקשים לעשות זאת. דוגמאות רבות לכך נמצא בענף המזון המהיר, בו משתמשים בשיטות שונות כדי למשוך ילדים, כמו הצבת מתקני שעשועים במתחמי המסעדות, אירוח מסיבות יום הולדת לילדים וכמובן ארוחות הילדים הכוללות מתנה. זהו שיווק אגרסיבי במיוחד המיועד ישירות לקהל היעד שלא הגיע לבגרות.

האם פה מסתיים הסיפור?

חברות המזון והשתייה הניעו אותנו לצרוך את מכולתן, אבל כיום עם המעבר למרכזי קניות עצומים, הצרכן צריך לבחור בעצמו מוצרים בודדים מתוך מגוון של אלפי מוצרים. המזון שאנו צורכים מגיע ארוז באריזות אשר משפיעות על החלטתנו אם לצרוך אותו או לוותר עליו. מדוע אנו כה תלויים באריזה, וכיצד נעשינו עיוורים לבזבז המיותר שמביא להרס אקולוגי?

אריזות מזון נועדו מלכתחילה להקל על היצרן בתהליך הפצת המזון ובשמירה על טריותו לאורך זמן. האריזות מונעות חדירה של מגוון גורמים שעלולים לפגוע במזון, כגון:

- לחות - לחות משמעה "הרטבת" המזון, דבר המקנה מצע נוח לשגשוג מגוון גורמים כמו חיידקים ועובש שיפגמו במזון.
- מיקרואורגניזמים – מגוון יצורים חיים מיקרוסקופיים, כגון חיידקים ופטריית שיחדרו למזון, יגרמו לרקבון ואף ישמשו כגורמי מחלה.
- חמצון המוצר - חשיפה לחמצן גורמת לפגיעה במבנה המולקולרי של המוצר ובכך לקלקולו. שמן הוא דוגמה למוצר אשר יכול להתקלקל כתוצאה מתהליך החמצון.

עם הזמן החלו היצרנים להבין כי מעבר להיותה של אריזת המזון כלי העוזר ליצרן להפיץ ולשמור על המוצר, היא בעצם אחד הגורמים החשובים ביותר בהחלטות הרכישה של המזון על ידי הצרכן. נדרשות לצרכן שניות בודדות כדי לבחור במוצר מסוים מבין אלפי מוצרים שונים. ההחלטה ברובה היא רגשית – האריזה (וגם סמליל/לוגו החברה) מסייעת ללקוח לחוש קשר רגשי למותג, קשר איתן שיגרום לצרכן להמשיך ולרכוש מוצר זה. הקשר בין הלקוח לאריזת המוצר הוא קשר חשוב ולכן חברות משקיעות כסף רב בפרסומות כדי למשוך את הלקוח אל מוצריהן, לתת לו להרגיש שהמוצר "מוכר" ו"מדבר" אליו, ולבסוף מושקעים מאמצים במטרה למצוא את האריזה האידיאלית (קיימות חברות ייעודיות לכך). חברות המזון אינן נוטות לשנות את אריזת המוצר, ואם כן, השינוי גורר אחריו גל פרסום גדול.

מטלה – אריזות מזון:

אריזת המוצר מטרתה לגרום לצרכן לרכוש את המוצר.

התחלקו לקבוצות של חמישה תלמידים ובחרו חמש אריזות מזון לכל קבוצה.

נסו לנחש מהם המסרים שהיצרן מנסה להעביר (יוקרה, בריאות, חדשנות, אופנתיות ועוד).

הציגו בכיתה את מסקנותיכם ובחנו עם חבריכם לכיתה, האם יש קשר בין המסר אשר היצרן מנסה להעביר לצרכן, לבין המזון הנמצא בתוך האריזה?

גודל האריזה משמש גם הוא כגורם מכריע בצריכת המזון. בניגוד למוצרים רבים – כגון ספרים, צעצועים, בגדים, מוצרי חשמל ועוד – אשר לא נמדדים על פי משקלם או נפחם, קבלת ההחלטה על רכישת מוצר מזון כלשהו נמדדת לרוב באמצעות שקלול של המחיר ביחס למשקלו או לנפחו של המוצר. יצרנים רבים מציעים מגוון גדלי אריזות לאותו מוצר, ובדרך כלל ככל שמשקלו/נפחו של המוצר גדול יותר, כך המחיר לקילו נמוך יותר.

המזון הגיע לצלחת שלנו, מה יגרום לנו לצרוך את המוצר שוב? מהו הסוד של

חברות המזון?

חברות המזון משקיעות הון עצום בפרסום כדי להביא את המזון אל הצלחת שלנו ואת השתייה אל הכוס שלנו, אבל זוהי רק ההתחלה. כעת מבחינתן עלינו לאהוב את המוצר, לאהוב ולהתמיד לרכוש עוד ועוד ממנו. מייקל מוס, עיתונאי אמריקאי, חקר במשך שלוש שנים וחצי את תעשיית המזון בניסיון להבין כיצד חברות המזון הגדולות מצליחות לשווק לנו בהצלחה שכזו מזונות, אשר אנו יודעים כי הם פוגעים בבריאותנו. הוא ראיין מאות אנשי מקצוע בתעשיית המזון – כימאים, מדעני תזונה, ביולוגים התנהגותיים, טכנולוגי מזון, מנהלי שיווק, מעצבי חבילות ומנהלים בכירים. מוס טוען כי באופן כללי, תעשיית המזון מתייחסת אלינו כאל "מכורים כבדים", וכל מטרתה היא לגרום לנו לצרוך כמה שיותר מוצרים שעלות ייצורם נמוכה – פחמימות פשוטות (לרוב סוכר לבן), מלח ושומן – שלושת רכיבי הקסם של תעשיית המזון. מחקרים מדעיים מצביעים כי שלושת אלו יכולים לייצר השפעה דמוית התמכרות במוח האנושי, אובדן שליטה עצמית, אכילת יתר, ועלייה במשקל.

מבין שלושת רכיבי התזונה התורמים אנרגיה לגופנו – פחמימות, חלבונים ושומנים, לשומנים תכולת האנרגיה הגבוהה ביותר – 9 קילו קלוריות בגרם, לעומת 4 קילו קלוריות בגרם פחמימות וחלבונים. פחמימות בעלות ערך גליקמי גבוה (הפחמימות שמתפרקות ונספגות במהירות, הן בעלות הערכים הגליקמיים הגבוהים ביותר) מספקות לנו אנרגיה זמינה – אנרגיה המסופקת לגוף באופן מיידי. במהלך התפתחות המין האנושי, הכמיהה של מוחנו לפחמימות ושומנים הניעה אותנו לצרוך מזונות עשירים באנרגיה, תהליך אשר עזר לשרידות המין האנושי בסביבה דלה באנרגיה. כיום היצר הפרימיטיבי הזה הוא התורם הראשי להשמנת יתר ולתחלואה הנלווית לה. המאפיינים ההתנהגותיים והכימיים המתרחשים במוחנו לאחר שאנחנו צורכים סוכר דומים להתמכרות לסמים ולאלכוהול. לסוכר יש השפעה דמוית סם (drug-like effects), כך שכאשר סוכר מגיע למוחנו, המוח בעצם "מתגמל" אותנו ומעודד אותנו לצרוך ממנו עוד ועוד. "מערכת החיזוק" או "מערכת התגמול" היא מכלול המבנים והמסלולים העצביים במוח שיוצרים תחושה של עונג בתגובה

לגירויים מסוימים. מערכת זו משפיעה על ההתנהגות בכך שהיא "מחזקת" התנהגויות מסוימות ומגדילה את הסיכוי שיחזרו על עצמן בעתיד. לכן, מזונות בעלי ערך גליקמי גבוה מפעילים אזורים במוח הקשורים לתגמול. ממש כמו בהתמכרות לסם, סוכר גורם לשחרור של המוליך העצבי דופאמין, המוביל לתחושה רגעית של אופוריה ולרצון עז לחזור על ההתנהגות, שבמקרה זה משמעה צריכה חוזרת ונשנית של הגורם המעורר. עם הזמן, התגובה של המוח מתמתנת והוא דורש יותר ויותר סוכר כדי לחוות שוב את "הגמול".

ואיך מלח קשור? גלידת קרמל מלוחה, פופקורן מתוק-מלוח, בייגלה מלוח מצופה בשוקולד, והשילוב המנצח אבטיח עם גבינה מלוחה. מלח הוא בעצם "מחזק" טעמים, אבל למרות שהחיבור בין מתוק ומלוח נראה על פניו כחיבור אשר לא אמור לעבוד, באופן "קסום" החיבור בין טעמים אלו נחשב בעיני אנשים רבים כשילוב שמימי. השפים קוראים לזה flavor layering – השילוב המושלם בין טעמים, והתמהיל המדויק – לא מתוק מדי ולא מלוח מדי – מעניק למוח תגובה ביולוגית חיובית. מהו ההסבר המדעי לתופעה הזאת?

מטלה

במזונות רבים, בעיקר בחטיפים מתוקים, נהוג לשלב מלח וסוכר יחד.

1. אספו חמש אריזות של חטיפים שונים.
 - א. נסו לנחש כמה חטיפים מאלה שאספתם מכילים גם מלח וגם סוכר.
 - ב. בדקו על כמה מבין החטיפים שאספתם רשום שהם מכילים מלח וסוכר יחד – האם הצלחתם לנחש נכונה?
 - ג. האם כל החטיפים שהכילו סוכר הכילו גם מלח?
 2. אספו חמש אריזות של מוצרי מזון שונים (שאינם חטיפים).
 - א. נסו לנחש כמה מהמוצרים הללו מכילים גם מלח וגם סוכר.
 - ב. על כמה מבין המוצרים שאספתם רשום שהם מכילים מלח וגם סוכר? האם הצלחתם לנחש נכונה?
 - ג. האם כל המוצרים שהכילו סוכר הכילו גם מלח?
- דונו בכיתה בממצאי התרגיל.

מתוק ומלוח הם שניים מחמשת הטעמים הבסיסיים שלנו. מולקולות הטעם במזון מקיימות יחסי גומלין (אינטראקציה) עם תאי קולטני הטעם, אשר מפעילים מערך עצבי המפעיל במוח את תפישת הטעם. כשאנחנו אוכלים, הלשון שלנו חשה בחמשת הטעמים הבסיסיים, אולם חמשת טעמים אלו יכולים גם להשפיע זה על זה.

מלח שולחן מורכב מנתרן (Na^+) וכלוריד (Cl^-). נתרן הוא מינרל חשוב מאוד לגופנו ולכן אכילת מתוק ומלוח יחד מספקת שני צרכים ביולוגים חשובים ב"ביס" אחד. מעבר לזאת, ספיגת הגלוקוז אל תאי הגוף נעשית בין היתר בעזרת נשא משותף לגלוקוז ולנתרן (נשא, באנגלית: *Transporter*), הוא חלבון המצוי בקרום התא, שתפקידו להעביר מומסים שונים אל תוך התא). נשאים משותפים לגלוקוז ולנתרן נמצאים במערכת העיכול, אך נמצאו עדויות לכך שנשאים אלה קיימים גם בבלוטות הטעם בלשון עצמה. כך, כאשר אנו צורכים גלוקוז ונתרן יחד ספיגת הגלוקוז יעילה יותר, ועל כן ככל הנראה קיים מנגנון ביולוגי המעודד אותנו לצרוך את שניהם יחדיו.

תעשיית המזון משקיעה הון עצום כדי למצוא את המינונים המדויקים של שלושת המרכיבים המרכזיים – מלח, סוכר ושומן – המעודדים את צריכת המזון שבו הם נמצאים. כמויות שלושת מרכיבים אלה במזון אינן מקריות אלא מחושבות ומוערכות על ידי מדענים, כדי למצוא את "נקודת האושר" – התמהיל הנכון, כלומר, היחס שיעודד אותנו לצרוך כמה שיותר מהמוצר.

בקצרה

צריכת המזון שלנו, שמשמעה מה נאכל וכמה, מושפעת מהמטען הגנטי, הדנ"א שלנו, ומהסביבה שבה אנו חיים. חברות המזון והמשקאות עושות שימוש בגורמים אלה כדי לגרום לנו לצרוך כמה שיותר ממרכולתן. המטרה הראשונית שלהן היא להביא את תוצריהן אל הצלחת שלנו – וזאת הן משיגות באמצעות מסעות פרסום נרחבים. נתח נכבד מהתקציב המשמש לפרסום מופנה אל הילדים, מאחר שהמזון שאנו אוכלים בילדותנו ילווה אותנו במרוצת חיינו ואולי אף ילדינו יאכלו ממנו. לאחר שהמזון הגיע אל צלחתנו מטרת היצרנים היא שנמשיך לרכוש אותו – פחמימות פשוטות (לרוב סוכר לבן), מלח ושומן – אלה הם שלושת רכיבי הקסם של תעשיית המזון. תעשיית המזון מתייחסת אלינו כאל "מכורים כבדים" וכל מטרתה היא לגרום לנו לצרוך כמה שיותר מזונות שעלות יצורם זולה. המחירים החברתיים של מטרה זו גדולים וכוללים מיליוני אנשים הסובלים מהשמנת יתר ומהתחלואה הנלווית אליה.

עם זאת, אל לנו להתיר רסן ולהעביר את האחריות על צריכת המזון לחברות המזון הגדולות. אומנם חברות המזון יעשו ככל שביכולתן להביא לכך שנצרוך מזונות שעלות יצורם זולה, שאינם מיטיבים עם בריאותנו, אך האחריות על מה שנכנס לפינו היא קודם כל שלנו.

סיכום

- כאשר אנו אוכלים תחושת הטעם מורכבת למעשה ממכלול שלם של מסרים הנקלטים במוח שלנו ומתורגמים בו ל"טעם" שבו אנו חשים. הקולטנים של תאי חוש הריח, חוש הטעם והמגע מעבירים למוחנו מידע, והוא משלים זאת במידע שהתקבל מחוש הראייה ומנבכי הזיכרון – וכך נוצר ה"טעם" שבו אנו חשים.
- בהתאם לדנ"א שלנו, לכולנו כמויות שונות של קולטנים שונים בפינו. כלומר, העדפה שלנו למזון זה או אחר נעוצה במכלול קולטני הטעם שבפינו, אשר תלויים במאגר הגנים של כל אחד ואחת מאיתנו.
- ההעדפה למזון נקבעת גם על ידי גורמים סביבתיים רבים, כגון רקע תרבותי, דת, מצב כלכלי, השפעה חברתית, זיכרון ולמידה. העדפה של מזון מסוים היא רכיב מכונן בזהותנו הלאומית, הדתית, העדתית, המשפחתית והאישית.
- החינויות של האוכל להישרדות האורגניזם, בשילוב עם ההשפעות הגנטיות והחברתיות, הופכת אותו לא רק למדיום חברתי ותרבותי רב-עוצמה, אלא גם למשאב פוליטי וכלכלי.
- הבעיה המהותית הנוגעת לכולנו באופן מידי היא השפעת תעשיית המזון על בריאות הציבור. המדד הבולט ביותר לכך הוא שכמעט מיליארד בני אדם רעבים או בתת-תזונה; בעוד שבאותו הזמן שני מיליארד אנשים כמעט נמצאים במצב של השמנת יתר או עודף משקל.
- כלכלת המזון התעשייתי שלנו, המנוהלת על ידי מספר קטן של חברות מזון רב-לאומיות, אחראית על ייצור מגוון רחב של מזונות העשירים במלח, סוכר, שומן, ותוספים כימיים. המחירים החברתיים של התפתחות זו כבדים וכוללים מיליוני אנשים הסובלים מהשמנת יתר ומחלות הנלוות לכך.

מבדק מסכם:

1. הגורמים המשפיעים על חוש הטעם שלנו הם:
 - א. סביבה
 - ב. גנטיקה
 - ג. סביבה וגנטיקה
 - ד. סביבה גנטיקה ותרבות
2. מהו המשפט הנכון?
 - א. קצה הלשון הקדמי אחראי על הטעם המתוק.
 - ב. צידי הלשון אחראים על הטעם המלוח.
 - ג. אחורי הלשון אחראים על הטעם החמוץ.
 - ד. כל אזור בלשון יכול לחוש בכל הטעמים.
3. אנשי שבט מבוטי מוצאים את אכילת הנמרים כדוחה מאחר ש:
 - א. נמרים מסוכנים.
 - ב. נמרים אוכלים חיות שטעמן דוחה.
 - ג. נמרים אוכלים בני אדם.
 - ד. נמרים אוכלים צמחים רעילים.
4. המדד הבולט להשפעתה של תעשיית המזון על בריאות הציבור הוא:
 - א. כמות הסוכר השומנים והמלח במזון.
 - ב. מספר האנשים בעולם שנמצאים בתת משקל או בעודף משקל.
 - ג. מספר האנשים בעולם שאוהבים לאכול ממתקים.
 - ד. מספר האנשים בעולם החולים במחלות לב.
5. חברות המזון משקיעות הון עצום במחקרים העוסקים ב:
 - א. פרסום
 - ב. אריזת המזון
 - ג. כמות הסוכרים, השומנים והמלחים במזון
 - ד. כל התשובות נכונות

6. "מערכת התגמול" במוח היא:

- א. מכלול המבנים והמסלולים העצביים במוח שיוצרים תחושה של עונג בתגובה לגירויים מסוימים.
- ב. מכלול המבנים והמסלולים העצביים במוח שיוצרים תחושה של פחד בתגובה לגירויים מסוימים.
- ג. מכלול המבנים והמסלולים העצביים במוח שיוצרים תחושה של שייכות בתגובה לגירויים מסוימים.
- ד. מכלול המבנים והמסלולים העצביים במוח שיוצרים תחושה של טעם טוב בפה בתגובה לגירויים מסוימים.

7. נשא משותף לגלוקוז ונתרן מצוי בגופנו ב:

- א. במערכת העיכול ובאף
- ב. במערכת העיכול ובלשון
- ג. במערכת העיכול ובכבד
- ד. במערכת העיכול ובכליה

פרק 2: שימור מזון

"בתחום התצפיות המדעיות, המזל מעדיף את אלו שמוכנים לקראתו" (לואי פסטר)

הידעת

לואי פסטר (Louis Pasteur, 1822-1895) היה מגדולי אנשי המדע של המאה ה-19. פסטר פעל על פי רוח המשפט המצוטט, והקדיש את חייו לעבודה מדעית. החיים המודרניים כפי שאנו מכירים אותם כיום הם במידה רבה תוצאה ישירה של תגליותיו, החל בחלב המפוסטר שאנו שותים, וכלה בחיסונים שאנו מקבלים נגד מחלות שונות.

בפרק זה נעסוק בנושאים הבאים:

1. שימור מזון
2. עיקרון שימור מזון
3. שיטות שימור מזון

לפני שנתחיל, כמה שאלות לחשוב עליהן:

- מה המשמעות של עיבוד מזון?
- מה המטרה של עיבוד מזון?
- איזה תהליך שימור מזון המציא לואי פסטר? מהי המשמעות של תהליך זה?
- האם אתם מכירים לפחות 4 שיטות שונות לשימור מזון?

עיבוד מזון הוא כל טיפול שעובר המזון וגורם בו לשינוי כלשהו. במהלך העיבוד המזון עובר מגוון תהליכים פיסיקליים (מכאניים) כגון גריסה, קילוף וטחינה ותהליכים כימיים וביוכימיים כגון תהליכי תסיסה או הוספה של מרכיבים שונים כגון סוכר ומלח. כתוצאה מתהליכים אלו צורתו, מרקמו, צבעו וגם את טעמו של המזון בדרך כלל משתנים.

הידעת

מה ההבדל בין כימיה וביוכימיה?

כימיה היא ענף במדעי הטבע העוסק בהרכב החומר, מבנהו, תכונותיו והשינויים החלים בו במהלך יצירת קשרים עם חומר אחר או עם אנרגיה.

ביוכימיה היא ענף מדעי החוקר את התכונות הכימיות המאפיינות מולקולות המיוצרות בתאי אורגניזמים (יצורים חיים), המאפשרות לתאים אלו לבצע את תפקידם.

עיבוד מזון נולד מתוך מגוונים רחב של צרכים כשהעיקריים שבהם הם:

- לשמור על המזון לאורך זמן על ידי חיסול או עיכוב התפתחות גורמים מזיקים במזון
- להפוך את המזון לאכיל, לדוגמה: מיצוי שמנים, ריכוך בשר, נטרול רעלנים במזון.
- ליצור מזונות חדשים.
- לשפר את ערכו התזונתי של המזון על ידי הוספת תוספות שונות כגון ויטמינים ומינרלים.
- לשפר את טעמו של המזון.
- ליצור מזונות "ממכרים" שנצרך שוב ושוב.

הצורך בעיבוד מזון היה קיים גם אצל האדם הקדמון, אלא שהאמצעים הטכנולוגיים שעמדו לרשותו היו מוגבלים מאוד. בתחילה האדם יכל לשמר זרעים שליקט, ומאוחר יותר, כשלמד להשתמש באש, החל גם לבשל בשר ולעשן אותו לצורך שימורו. שנים רבות חלפו עד שהאדם הצליח לפתח אמצעים טכנולוגיים רבים ומתקדמים שאפשרו תהליכי עיבוד מזון למגוון מטרות נוספות. כיום המזון בעולם המערבי רובו ככולו מעובד. עיבוד המזון תרם לשיפור איכות החיים בכל הקשור להשגת מזון ועיבודו, אחסון המזון ושמירה עליו, הרחבת מגוון המזונות, צריכה נבונה של מזונות שונים ועוד. יחד עם זאת עיבוד המזון הביא גם לפגיעה באיכות המזון ועיתים אף לפגיעה בבריאותו של האדם.

שאלה לדיון

נסו למצוא מגוון יתרונות וחסרונות במזון מעובד.

לעתים, עקב תהליך עיבוד המזון, משנה המזון את מראהו, צורתו או טעמו, ולעתים גם משתנים ערכיו התזונתיים. שינויים אלו הם לעיתים רצויים ולעיתים לא. לדוגמה שינוי מראה

המזון טעמו ומרקמו הם לעיתים רצויים כמו לדוגמה בכבישת ירקות (עם חומץ או מלח) או עיבוד בשר וריכוכו, אך לעיתים תהליכי העיבוד עשויים להיות בעלי השפעה שלילית כמו לדוגמה מזון שעבר תהליך ייבוש המאבד מטעמו העסיסי וממראהו. לכן, חשוב לבחור את המזון המעובד המתאים ביותר לטעמנו ולבריאותנו.

שימור מזון הינו אחד מהתהליכי עיבוד המזון הנפוצים ביותר בתעשייה. למעשה, עוד משחר ההיסטוריה כשהיה קשה להשיג מזון, הייתה חשיבות עליונה לשימורו, אך גם כיום בעידן השפע, היה קשה לנו להתקיים ללא האפשרות לשמר את מזונינו לאורך זמן.

שימור מזון

שימור מזון הוא עיבודו לשם מניעת קלקול וריקבון (של המזון) למשך זמן רב ככל האפשר. ריקבון המזון נובע מפעילות של מיקרו-אורגניזמים (מיקרו - מילה לטינית שמשמעותה "קטן"). אורגניזמים – מילה לטינית שמשמעותה "יצור") שונים בעיקר חיידקים ופטריות אשר באים במגע עם המזון ומתרבים בו. לכן, כדי שתהליך הריקבון יתרחש, דרושה סביבה שבה אורגניזמים שונים יצליחו לגדול ולהתרבות בה. סביבה מתאימה מבחינת מגוון גורמים כגון חומציות, טמפרטורה, לחות והספקת חמצן. מניעת אחד או יותר מהגורמים הללו, תמנע, תעכב או תפסיק את תהליך הריקבון. העיקרון המדעי עליו מבוססות השיטות השונות לשימור מזון הוא שינוי תנאי המחיה של המיקרואורגניזמים במטרה לפגוע בפעילותם, ובכלל זה יכולת התרבותם, ואף לגרום למותם.

במהלך ההיסטוריה המזון לא היה נפוץ והאדם היה צריך לשמור על המעט שהיה לו. מאחר ואורגניזמים זקוקים לסביבה לחה כדי להתקיים ולהתרבות, יבוש המזון על ידי השמש והרוח ובהמשך בעזרת האש היו ככל הנראה שיטות השימור הראשונות. יבוש בשמש וברוח התאים למקומות שבהם שרר אקלים חם ויבש אך לא למקומות קרים או לחים, בהם השתמשו באש ועשן לזירוז תהליך הייבוש.

השימוש המבוקר באש, אחד מההישגים הגדולים הראשונים של האנושות, החל ככל הנראה כבר לפני יותר ממיליון וחצי שנים (שימוש מבוקר משמעו היכולת לשלוט באש. היכולת להדליק אש נרכשה בשלבים הרבה יותר מאוחרים). השימוש באש לצורך חימום המזון מסייע לשימורו, אך בנוסף הוא גם עוזר בריכוך המזון כך שיהיה קל יותר ללעיסה, בליעה ועיכול. החימום גם משנה את טעמו, מרקמו, מראהו ותכונותיו התזונתיות של המזון.

מלח מייבש את המזון וכך יוצר סביבה המונעת התפתחות של אורגניזמים מזיקים. המלח משמש לשימור בשר לאורך זמן, לכיבוש ירקות ופירות, לחביצת גבינות ולהוצאת הדם מהבשר. עדות לערכו הרב של המלח בעבר הייתה שק המלח, salarium בלטינית, אשר היה ניתן לחיילי רומא כשכר וממנו נגזרה למעשה המילה "משכורת" - salary והמילה "חייל" - Soldier במספר שפות אירופיות. מקורה של המילה "סלט" היא במילה הלטינית salata -

"מומלח", שכן היה זה מנהג רומאי להמליח את הירקות. גם בארץ ישראל ערך המלח היה גבוה, ומכאן נגזר הביטוי "מלח הארץ" שניתן לתלמידיו של ישו, שכוונתו היא - אלו הם הטובים והראויים ביותר. בתנ"ך המלח שימש לחתימת הסכמים עם אלוהים, כשפוזר על מנחות המיועדות לו.

שיטות שימור מזון כגון ייבוש, עישון וכבישה, הן שיטות עתיקות המשמשות עד היום בתעשייה המודרנית רק שהיום השיטות עברו שינויים המבוססים על ידע מדעי.

עיקרון שימור מזון

המשותף לכל שיטות שימור המזון הוא העובדה שכולן יוצרות תנאים שמונעים את התפתחותם של החיידקים והפטריית שעלולים לקלקל את המזון שלנו. חלק משיטות השימור מנקות את המזון לחלוטין מהגורמים המזיקים, חלקן מנקות את החיידקים הפעילים אך לא את הנבגים (חיידק ב"תרדמת" – ראו הרחבה) וחלקן מונעות את התפתחות ושגשוג החיידקים במזון. העיקרון של כלל שיטות שימור המזון הוא שינוי תנאי הסביבה האופטימליים במטרה למנוע את התפתחותם והתרבותם של המיקרואורגניזמים במזון. שיטות שימור שונות מתאימות לסוגי מזונות שונים ולצד היתרונות במניעת קלקול המזון יש להן גם חסרונות שצריך לקחת בחשבון.

היזעת

נְבֵג (בלועזית: "ספורה" - Spore) הוא תא חי הנמצא במעין "תרדמת" - פעילות מינימלית ביותר - קיים באצות, צמחים, פטריות ובמינים שונים של חיידקים. כאשר תנאי הסביבה משתפרים הנבג חוזר להיות תא פעיל. נבגים יכולים לשרוד בתנאי מחייה קיצוניים עשרות ואף מאות שנים.

הנבג נוצר בתהליך הנקרא הנבגה שבמהלכו תא חי ופעיל מתחיל "לסגור" פעילויות תוך תאיות, ובמקביל צובר אנרגיה וחומרי תשמורת. צורת התא משתנה, והוא הופך לכדור בעל מעטפת השומרת עליו בתנאי סביבה קשים כגון טמפרטורה קיצונית, שינויי לחץ, יובש ועוד. לאחר שהתנאים חוזרים למצב בו התא יכול להתקיים הוא חוזר לפעילות על ידי שימוש בחומרי התשמורת ופירוק המעטפת.

שיטות שימור מזון

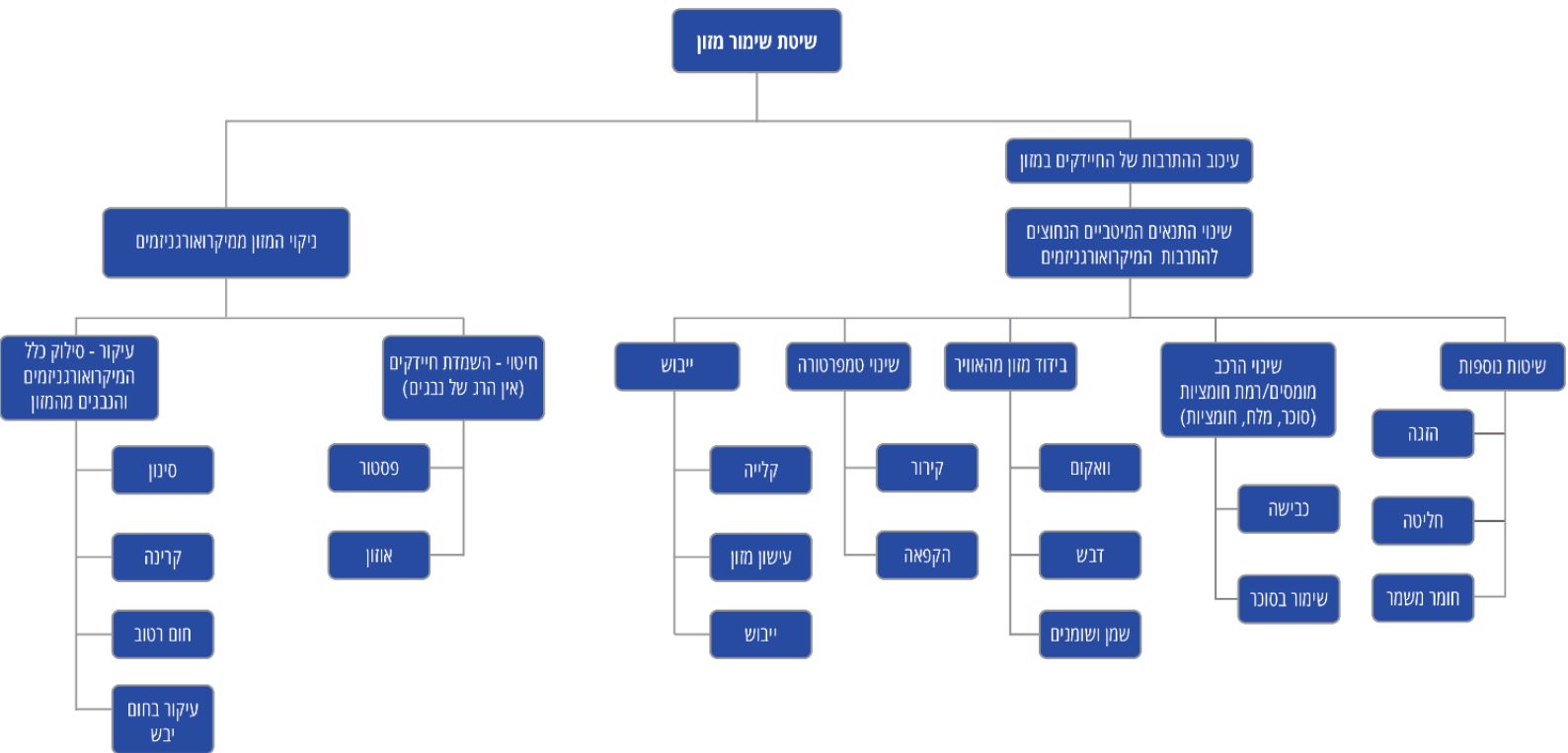
שימור מזון אפשרי היום לביצוע במגוון רחב של שיטות כאשר חלקן משמשות לעיקור המזון וכך כלל המיקרואורגניזמים מנוקים מהמזון וחלקן מונעות ממיקרואורגניזמים להתרבות

ולשגשג במזון. שיטות שימור מזון נחלקות לשתי קטגוריות ראשיות ולכמה תתי קטגוריות (ניתן לראות בתרשים ובטבלה שבהמשך):

1. ניקוי המזון ממיקרואורגניזמים באמצעות עיקור מזון. המשמעות היא השמדת

כלל המיקרואורגניזמים והנבגים שבמזון; או חיטוי, שמשמעו השמדת כלל המיקרואורגניזמים, אך ללא הנבגים.

2. עיכוב ההתפתחות וההתרבות של מיקרואורגניזמים במזון על ידי שינוי התנאים המיטביים להתפתחותם



איור 2.1 - תרשים שיטות שימור מזון

שיטות שונות לשימור מזון

1. ניקוי המזון ממיקרואורגניזמים

א. עיקור - השמדת כלל המיקרואורגניזמים והנבגים שבמזון

שיטת שימור	סוג השיטה	פירוט	יתרונות	חסרונות	דוגמאות
עיקור בחום יבש	שיטה פיזיקלית	חימום בתנור בטמפרטורה של 180 מעלות צלזיוס למשך שעותיים.	שיטה זולה, נגישה ושאיננה דורשת מיומנות גבוהה. חלק מרכיבי המזון עוברים תהליך של פירוק ולכן המזון הופך לקל יותר לעיכול.	חלק מרכיבי המזון עוברים תהליך של פירוק ולכן המזון עשוי להיפגע.	כמעט ולא משמש למזון אלא בעיקר לעיקור כלים.
חום רטוב	שיטה פיזיקלית	השיטה פועלת באותו אופן שבו עובד סיר לחץ. שימוש בלחץ גבוה המאפשר חימום לטמפרטורות גבוהות מ-100 מעלות צלסיוס מבלי שהנוזלים יתאדו.	שימוש בזו בשיטה זו מאפשר עיקור נוזלים בטמפרטורה החורגת מטמפרטורת האידוי של המים העומדת על 100 מעלות צלסיוס.	העיקור בשיטה זו אינו תמיד מוחלט, כך שהוא לא תמיד מחסל מגוון של וירוסים ונבגי פטריות, השיטה דורשת שימוש בצידוד יקר.	משמש בעיקר לעיקור פסולת וכלים ביולוגים במעבדות. חלב עמיד עובר עיקור - מחומם לטמפרטורה של 150 מעלות צלסיוס למשך 3 שניות, ומיד מקורר. תהליך זה משמיד 99.9% מהחיידקים ומהנבגים בחלב.
קרינה (אין הכוונה לקרינת מיקרוגל ביתי)	שיטה פיזיקלית	חשיפת מזון לקרינה ללא מגע ישיר עם מקור הקרינה לשם הריגת מיקרואורגניזמים ועיכוב התפתחותם.	שיטה זו הינה שיטה בטוחה ויעילה משום שהקרינה לא נשארת במזון. אין שינוי בטעם המזון.	יש להשתמש במכשור מיוחד שנמצא במכון בנחל סורק. לא כל סוגי המזון מאושרים להקרנה. הצרכנים רואים את השיטה באור שלילי.	בעיקר תבלינים. מזון מעוקר בשיטה זו מסומן בארץ ובארה"ב באמצעות הלוגו "ראדורה" ("Radura")

					
נוזלים אשר יכולים להיהרס בתהליך הקרנה או חימום. החלב לדוגמה עובר סינון לפני פסטורו או עיקורו כדי להרחיק ממנו גופים זרים וחומרי זיהום.	מיקרואורגניזמים רבים קטנים מהנקבים הזעירים ביותר שניתן לייצר, ניתן להשתמש רק במסננות המיוצרות בתעשייה, השיטה מיועדת לנוזלים בלבד.	שיטה זולה, מהירה ופשוטה אשר אינה מצריכה רכישת ציוד יקר, שיטה בטוחה שאיננה גורמת לשינוי בטעם או במרקם.	שיטה זו מיועדת אך ורק לנוזלים. הנוזל מועבר דרך מסנן (פילטר) בעל נקבים זעירים. גורמי זיהום כגון מיקרואורגניזמים או חומר אורגני מוצק, הגדולים מהנקבים נותרים על-גבי המסנן.	שיטה מכנית	סינון

1. חיטוי - השמדת חיידקים (אין הרג של נבגים)

שיטת שימור	סוג השיטה	פירוט	יתרונות	חסרונות	דוגמאות
גז אוזון	שיטה כימית	גז האוזון הינו מולקולה המורכבת משלושה אטומים של חמצן (במקום שניים במבנה הנפוץ). אוזון הוא גז רעיל המשמש כמחמצן חזק מאוד ההורס את קרומי וחלבוני התא.	האוזון איננו גז יציב כך שהוא הופך לאחר זמן קצר לגז חמצן ולכן הוא לא משאיר אחריו עקבות.	צריך לאחסנו במצב גזי, היעלמותו המהירה איננה משאירה חומרי חיטוי, כך שהמצע נשאר חשוף למזהמים שונים.	שטיפת פירות וירקות במים המכילים אוזון, חיטוי בריכות (במקום השימוש בכלור), חיטוי מים קודם לאריזתם בבקבוקים.
פסטור	שיטה פיזיקלית	בדומה לתהליך העיקור, גם בפסטור מחממים נוזלים לטמפרטורה גבוהה לפרק זמן קצר מאוד (מספר שניות בודדות) ואז מקררים את הנוזל באופן מידי לטמפרטורה של 2 מעלות צלסיוס. יש מספר טמפרטורות פסטור וככל שהטמפרטורה עולה כך מתים יותר חיידקים, אך ערכו התזונתי וטעמו של הנוזל נפגעים (ראו הרחבה בסוף הפרק).	משמיד את רוב החיידקים עם שינוי מינימלי בטעם, שומר על העסיסיות, שומר על רוב הערכים התזונתיים.	תהליך מבוקר שמצריך ידע, רוב החיידקים מתים אך לא הנבגים, אורך חיי מדף קצר יחסית, יש צורך לשמור את המזון בקירור לאחר תהליך הפסטור.	חלב ומוצריו, יין, דבש, חמוצים.

2. עיכוב התפתחות וההתרבות של מיקרואורגניזמים

א. שינוי הרכב מומסים/רמת חומציות

שיטת שימור	פירוט	יתרונות	חסרונות	דוגמאות
כבישה	השריית המזון זמן רב בנוזלים כגון חומץ או מי מלח. הכבישה מתבצעת למטרות שימור אך גם למטרות שינוי טעם המזון.	התהליך פשוט וזול, אורך חיים ארוך, פתיחת האריזה לא פוגעת בתהליך השימור.	טעם המזון משתנה, כמויות עודפות של מלח פוגעות בבריאות.	המלח והחומץ משמשים לכיבוש ירקות ופירות. המלח משמש לחביצת גבינות ולשימור והוצאת הדם מהבשר.
שימור בסוכר	סוכר בריכוז גבוה גורם ליציאת הנוזלים מתאי המיקרואורגניזמים ולמותם.	זול לשימוש, נגיש ומשמר את המזון לאורך זמן.	מוריד את הערך התזונתי של המזון, טעם המזון משתנה.	דבש, ריבות, פירות תרכיזים.

ב. ייבוש מזון

שיטת שימור מזון	פירוט	יתרונות	חסרונות	דוגמאות
ייבוש	הייבוש מוציא את המים מהמזון וכך הוא מונע מהמזון להוות מצע להתרבות של מיקרואורגניזמים שונים (יצורים חיים זקוקים למים כדי לגדול ולהתרבות)	תהליך פשוט וזול.	פחת המזון גדול, הטעם משתנה, המזון בסוף התהליך איננו עסיסי ולעיתים יש צורך בעיבוד נוסף לפני השימוש על מנת להחזיר לו את העסיסיות.	מזון מוצק כגון בשר, דגים, פירות.
עישון מזון	בתקופות עתיקות באקלים לח היה נהוג לעשן את המזון, שהוא ייבוש מזורז בחום שמפצה אש. כיום מקובל לעשן מזון כדי לשמר אותו, אך גם כדי לתת לו טעם.	משמר את המזון לאורך זמן.	יקר, מתאים לסוגי מזון בודדים, משנה את טעם המזון, איבוד של ערך תזונתי.	אחת השיטות העתיקות לשימור בשר ודגים.
קלייה	חימום בחום גבוה (160-180 מעלות צלסיוס) לכ- 20 דקות. המלח המוסף לפיצוחים מוסיף גם הוא לעיכוב התפתחות המיקרואורגניזמים.	תהליך זול.	מתאים למספר מצומצם של מזונות, מייבש את המזון, המזון לא נשאר טרי לאורך זמן, איבוד של ערך תזונתי.	בעיקר גרעינים ופיצוחים למיניהם.

ג. שינוי טמפרטורה

שיטת שימור	פירוט	יתרונות	חסרונות	דוגמאות
הקפאה	שימור מזון במינוס 20 מעלות צלסיוס. הורדת הטמפרטורה מונעת מהמיקרואורגניזמים להתפתח ולהתרבות.	המזון נשאר עסיסי, תהליך פשוט, משמש לנוזלים ומוצקים.	דורש שימוש במקפיא, יש להפשיר לפני שימוש (לא תמיד ניתן להקפיא שוב), לאחר ההפשרה לעיתים צריך להשתמש במזון באופן מיידי.	בשר, ירקות (לא כל הירקות), דגים, בצקים, עוגות ונוזלים.
קירור	שימור מזון ב- 4 מעלות צלסיוס. הורדת הטמפרטורה רק מעכבת את התפתחות המיקרואורגניזמים.	תהליך פשוט וזול.	חיי מדף קצרים, דורש מקרר.	כל המזונות

7. בידוד המזון מהאוויר

שיטת שימור	פירוט	יתרונות	חסרונות	דוגמאות
שמן ושומנים	שמן ושומן הם חומרים שהאוויר לא יכול לחדור דרכם. במקומות שלא ניתן היה להשיג שמן, שימש שומן מהחי לאותה מטרה.	אורך חיים ארוך, פתיחת האריזה לא פוגעת בשימור, המזון עסיסי.	ערך קלורי גבוה, תהליך מורכב ויקר (יש צורך בטיפול מקדים), איבוד של ערך תזונתי.	זיתים, דגים, בשר.
דבש	הדבש פועל על אותו בסיס כמו השמן, אך בנוסף חומציותו, ריכוז הסוכר ומגוון החומרים שבו מונע התפתחות אורגניזמים המקלקלים את המזון (ראו הרחבה בסוף הפרק)	הדבש פועל על אותו בסיס כמו השמן, אך בנוסף חומציותו וריכוז הסוכרים שבו מונעים גם הם את התפתחות המיקרואורגניזמים	ערך קלורי גבוה, איבוד של ערך תזונתי.	בעבר שימש לשימור בשר.
וואקום	אריזת ואקום היא אריזה שנשאב ממנה כלל האוויר שהיה בה ולאחר מכן האריזה נאטמת הרמטית. אי הימצאותו של האוויר לא מאפשר התפתחות של חיים.	אין צורך בחומר משמר, טעם המזון נשמר, כל עוד יש וואקום חיי מדף ארוכים.	אורך חיים קצר לאחר הפתיחה (לאחר הפתיחה אפקט הוואקום מסתיים ולכן אין שימור).	דגים, גבינות, פירות יבשים, רסק מזון לתינוקות, בשר.

ה. שיטות נוספות

סוג השיטה	פירוט	יתרונות	חסרונות	דוגמאות
חומר משמר (הרחבה בפרק תוספי מזון)	חומרים המוספים למזון ומונעים התיישבות והתרבות של מיקרואורגניזמים בתוכו (יש חומר משמר המונע גם את התחמצנות המזון).	תהליך זול, המזון נשמר לטווח ארוך.	עלול לפגוע בטעם המזון, יש מגוון רחב של חומרים וחלקם נחשב כלא בריא לאדם. יש לציין כי החומרים הנ"ל נמצאים במזון בריכוזים נמוכים מאוד אשר מוכחים מחקרית ככאלו אשר לא גורמים נזקים.	נמצא בחלק גדול מהמזונות המיוצרים בתעשייה
חליטה (Blanching)	בישול ירקות או פירות במים רותחים או קיטור לפרק זמן קצר של כמה דקות. לאחר החימום מקררים את המזון במים או אוויר בטמפרטורה נמוכה. תהליך זה מנקה את פני השטח של הירק או הפרי מלכלוך, חומרי הדברה ומיקרואורגניזמים ומביא להפסקת פעולות אנזימיות אשר יכולים לגרום לאובדן של טעם, צבע ומרקם. התהליך משמש גם להסרת הקליפה (לדוגמה עגבנייה).	תהליך זול ופשוט, מרכז את המזון כך שקל לארוז אותו לאחר מכן.	מתאים בעיקר לפירות ולירקות. מתאים בעיקר לפירות ולירקות אך לא לשאר המזונות, המזון לא נשאר טרי לאורך זמן, עשוי לגרום לאיבוד ערך תזונתי של המזון כתוצאה מאיבוד רכיבי מזון מסיסים במים או רכיבים הרגישים לחום (ויטמין C לדוגמה).	מתאים בעיקר לפירות ולירקות.
ציפוי בחומרי הזגה (דינוג).	חומר הזגה מספק מעטפת שעוותית לזיגוג מוצרי מזון במטרה לתת ברק ולשמרם מאובדן לחות. התהליך נקרא "דינוג". לעיתים מוסיפים לשעווה קוטלי מזיקים או צבע לשיפור המראה.	מוסיף ברק למזון.	מתאים למספר מצומצם של מזונות, יש שינוי בטעם המזון.	פירות



הידעת

דבש כחומר מחטא

ארכיאולוגים שחקרו את קברי הפרעונים – מלכי מצרים העתיקה – הופתעו לגלות בין שאר החפצים בקברים גם כדים מלאי בדבש. למרבה התדהמה, כשטעמו ממנו וגילו שהוא טעים ודומה מאוד לדבש של ימינו. הדבורים, מתברר, פיתחו הרבה לפנינו חומרים אשר משמרים את מזונן. הדבש הוא למעשה תמיסה רוויה של סוכר, כל כך רוויה ש-100 גרם דבש מכילים כ-82 גרם של סוכרים. שאר המרכיבים הם מים, חומצות שונות (הדבש חומצי למדי, pH 3.9), מעט מי חמצן, מעט חלבון וכמויות קטנות של ויטמינים ומינרלים. כמו כן הוא עשוי להכיל חומרי טעם או ריח שמקורם בצוף.

ההרכב המתואר מקנה לדבש את תכונות השימור המופלאות שלו ויש לו אף תכונות של חומר מחטא: חיידקים ופטריות אינם מסוגלים להתקיים על מצע של דבש משום שריכוז הסוכרים האדיר שואב מהם את המים. בנוסף, חומציות הדבש וצמיגותו, נוכחות מי החמצן וריכוז החלבון הנמוך הופכים את הדבש לסביבה גרועה לגידול מיקרואורגניזמים (כאשר מוהלים את הדבש במים כמות מי החמצן בו עולה). אם ריכוז המים בדבש עולה, שמרים מסוימים יכולים להתקיים בו ולקלקל אותו. כל עוד הדבש נשמר בכלי אטום, הסכנה שהרכבו ישתנה קטנה, וכפי שראינו הוא יכול להישמר גם אלפי שנים.

הידעת

פסטר הוא תהליך, הקרוי על שמו של לואי פסטר (1822-1898), ובו מחומם נוזל למספר שניות בודדות, כדוגמת חלב, עד קרוב לטמפרטורת הרתיחה ואז מקורר במהירות. מטרת התהליך היא להרוג מיקרואורגניזמים מזיקים כדוגמת חיידקים, ופטריות. התהליך מאריך את חיי המדף של הנוזל וכמעט ואיננו פוגע בטעמו או בערכו התזונתי.

לואי פסטר היה מדען צרפתי שחקר תהליכי תסיסה (הפקת אנרגיה ללא נוכחות של חמצן). מטרת המחקר של פסטר הייתה להפריך את תיאוריית הבריאה הספונטנית, שגרסה כי יצורים חיים יכולים להיווצר מחומר חסר-חיים. פסטר הראה שהזג, קליפת הענב, הוא המקור לשמרים שאחראים לתהליך התסיסה של היין, שבו הופכות מולקולות סוכר לחומצות, גזים ואלכוהול. בהמשך פסטר הוכיח שענבים מעוקרים שכל המיקרואורגניזמים שבתוכם ועל קליפתם הומתו, לא יתססו לעולם. התגלית עוררה סערה בעולם המדעי, ומאמינים אדוקים בתיאוריית הבריאה הספונטנית יצאו נגד ממצאיו.

הסערה שהתעוררה הביאה את האקדמיה הצרפתית למדעים להציע פרס של 25 אלף פרנקים למי שיצליח להדגים בניסוי אם התיאוריה נכונה או שגויה. פסטר הצליח להוכיח את טענתו בניסוי, הוא הראה כי חיידקים אינם גדלים על מצע מזין שנאטם מיד לאחר עיקורו, אך הם כן גדלים על מצע מעוקר שנותר חשוף לאוויר. בניסוי זה הוכיח פסטר שמיקרואורגניזמים לא נוצרים מחשיפה לאוויר שאינו מכיל חיידקים ומיקרואורגניזמים אחרים. מנגד, אוויר המכיל חיידקים ומיקרואורגניזמים אחרים – חיוני להתפתחות צורות חיים על גבי מצע (מצע שלא היו עליו חיידקים לפני כן). בכך הפריך פסטר את תיאוריית הבריאה הספונטנית, וזכה ב-1862 בפרס הכספי הגדול. בהמשך ניסח את חוק הביוגנזה, הגורס כי יצורים חיים יכולים להתפתח אך ורק מיצורים חיים אחרים.

בהמשך פיתח פסטר שיטה למנוע את קלקולם של משקאות באמצעות חימום לזמן קצר לטמפרטורה שבין 60 ל-100 מעלות צלזיוס, טמפרטורה המספיקה כדי להרוג את החיידקים מבלי לשנות יותר מדי את תכונות המשקה עצמו.

בתהליך פיסטור החלב מושמדים רוב החיידקים המצויים בו, מלבד אלו היוצרים חומצת חלב (חומצה לקטית). מיד לאחר הפסטור החלב מאוחסן בטמפרטורה של 4 מעלות, כך שתהליך הגדילה וההתרבות של החיידקים המצויים בו יתעכב. לאחר זמן מה, החיידקים המייצרים את חומצת החלב מתרבים ומחמיצים את החלב (הזמן בו החיידקים מתחילים בתהליך זה הוא תאריך התפוגה של החלב). החלב החמוץ איננו מכיל חיידקים מזיקים אלא חיידקים המייצרים חומצה, וכך החלב חמוץ ומלא בגושים שמקורם בחלבונים שעברו דנטורציה – שינוי מבנה מרחבי.

סיכום

- עיבוד מזון הוא כל טיפול שעובר המזון וגורם בו לשינוי כלשהו. במהלך העיבוד המזון עובר מגוון תהליכים פיסיקליים (מכאניים) כגון גריסה, קילוף וטחינה ותהליכים כימיים וביוכימיים כגון תהליכי תסיסה או הוספה של מרכיבים שונים כגון סוכר ומלח. כתוצאה מתהליכים אלו צורתו, מרקמו, צבעו וגם את טעמו של המזון בדרך כלל משתנים.
- שימור מזון הינו אחד מהתהליכי עיבוד המזון הנפוצים ביותר בתעשייה. למעשה, עוד משחר ההיסטוריה כשהיה קשה להשיג מזון, הייתה חשיבות עליונה לשימורו, אך גם כיום בעידן השפע, היה קשה לנו להתקיים ללא האפשרות לשמר את מזוננו לאורך זמן.
- שימור מזון הוא עיבודו לשם מניעת קלקול וריקבון (של המזון) למשך זמן רב ככל האפשר. ריקבון המזון נובע מפעילות של מיקרו-אורגניזמים (מיקרו - מילה לטינית שמשמעותה "קטן". אורגניזמים – מילה לטינית שמשמעותה "יצור") שונים בעיקר חיידקים ופטריות אשר באים במגע עם המזון ומתרבים בו.
- העיקרון המדעי עליו מבוססות השיטות השונות לשימור מזון הוא שינוי תנאי המחיה של המיקרואורגניזמים במטרה לפגוע בפעילותם, ובכלל זה יכולת התרבותם, ואף לגרום למותם.
- יבוש המזון על ידי השמש והרוח ובהמשך בעזרת האש היו ככל הנראה שיטות השימור הראשונות.
- כיום שימור מזון ניתן לביצוע במגוון רחב של שיטות כאשר חלקן משמשות לעיקור המזון וכך כלל המיקרואורגניזמים מנוקים מהמזון וחלקן מונעות ממיקרואורגניזמים להתרבות ולשגשג במזון.

מבדק מסכם:

1. שימור מזון הוא עיבוד המזון לשם מניעת ריקבון אשר נובע מ:

- א. פעילות מיקרואורגניזמים.
- ב. פעילות חומצות.
- ג. פעילות מיקרונטריויטים.
- ד. פעילות מיקרומינרלים.

2. שיטת שימור המזון הראשונה בוצעה באמצעות:

- א. שמש ורוח.
- ב. מלח.
- ג. אש.
- ד. חומצה.

3. שיטות שימור המזון השונות עובדות על עקרון של יצירת תנאים:

- א. המעודדים את התפתחותם של מיקרואורגניזמים במזון.
- ב. המעודדים את התפתחותם של מיקרונטריויטים במזון.
- ג. המונעים את התפתחותם של מיקרואורגניזמים במזון.
- ד. המונעים את התפתחותם של מיקרונטריויטים במזון.

4. עיקור משמעו:

- א. סילוק כלל המיקרואורגניזמים.
- ב. סילוק כלל הנבגים מהמזון.
- ג. סילוק כלל רכיבי המזון.
- ד. סילוק כלל המיקרואורגניזמים והנבגים מהמזון.

5. עיקור מתבצע באמצעות:

- א. פסטור, אוזון, וואקום ודבש.
- ב. עישון, ייבוש, קלייה, קירור.
- ג. חום רטוב, חום יבש, סינון וקרינה.
- ד. חליטה, זיגוג, קירור, החמצה.

6. שומן ושמונים, דבש וואקום הם שיטות לשימור מזון בדרך של:

- א. שינוי טמפרטורה.
- ב. שינוי הרכב וריכוז מומסים.
- ג. בידוד מזון מהאוויר.
- ד. עישון מזון.

7. אוזון הוא:

- א. גז רעיל המשמש כמחמצן חזק מאוד ההורס את קרומי וחלבוני התא.
- ב. נוזל רעיל המשמש כמחמצן חזק מאוד ההורס את קרומי וחלבוני התא.
- ג. אבקה רעילה המשמש כמחמצן חזק מאוד ההורס את קרומי וחלבוני התא.
- ד. חמצן רעיל המשמש כמחמצן חזק מאוד ההורס את קרומי וחלבוני התא.

8. ייבוש מזון הינה שיטת שימור המתאימה בעיקר:

- א. חלב וגבינות.
- ב. בשר, דגים ופירות.
- ג. זיתים וענבים.
- ד. מיצים טבעיים ופירות.

9. שימור מזון בצורת "הזגה" מתאים בעיקר ל:

- א. דגים
- ב. חלב
- ג. פירות
- ד. אגוזים

10. אחד היתרונות בשימור מזון בשמן הוא בכך ש:

- א. התהליך מרכז את המזון כך שקל לארוז אותו לאחר מכן.
- ב. פתיחת האריזה לא פוגעת בשימור.
- ג. המזון מקבל ברק.
- ד. התהליך מתאים לכל סוגי המזונות.

פרק 3: שמנים

"טוב שם משמן טוב"

הידעת

שמו של אדם (המוניטין, מה שחושבים עליו) הוא הדבר החשוב ביותר, חשוב מכל. כלומר, דברים יקרים ועושר חשובים פחות משמו הטוב של אדם.

מקור: קוהלת ז, א: "טוב שם, משמן טוב; יום המות, מיום הנולדו."

בפרק זה נעסוק בנושאים הבאים:

1. מהו שמן?
2. שמן זית
3. מהו השמן המומלץ ביותר לצריכה?
4. שמנים הנחשבים למומלצים
5. שמנים שאינם מומלצים

לפני שנתחיל, כמה שאלות לחשוב עליהן:

- מהו שמן? מה ההבדל בין שמן ושומן?
- איך מפיקים שמן זית?
- איך נקבעת האיכות של שמן הזית?
- מהי "כבישה קרה"?

בענף המזון ובעיקר בענף המסעדות עשו בעבר שימוש נרחב בשומן המופק מהחי ובכלל זה שומן אווז, שומן ברווז, שומן בקר, שומן עופות ושומן חזיר. בעשורים האחרונים השימוש בשומנים מן החי פחת משמעותית לטובת שימוש בשמנים מהצומח. הסיבות לכך הן כלכליות אך גם בריאותיות. כלכלית – מאחר שתהליך הפקת שמנים מהצומח הוא זול יותר מתהליך הפקת שומנים שמקורם מהחי, ובריאותית – מאחר שצריכת שומן רווי מן החי עשויה להוביל לבעיות רפואיות, כגון רמה גבוהה של כולסטרול, טרשת העורקים וכדומה.

בפרק אשר עסק [בשומנים ושמנים](#) בחלק של "מדעי התזונה" הייתה התייחסות לנושא מההיבט הכימי שלו ואילו בפרק זה נתייחס להיבט התעשייתי.

מהו שמן?

שמן הוא שם כללי לנוזלים שומניים שאינם מסיסים במים (הידרופוביים) המופקים בדרך כלל מגרעינים של צמחים שומניים. מעבר לשימוש במטבח, יש לשמן עוד שימושים נפוצים רבים כגון: יצירת מרקם משחתי למוצרי קוסמטיקה ותרופות, סיכה והגנה בפני חדירת מים, הפקת אנרגיה באמצעות שריפתם (לדוגמה לצורך תאורה) ועוד.

עדויות ארכיאולוגיות מראות ייצור שמן זית בארץ ישראל כבר לפני כ-8,000 שנה (6,000 שנים לפני הספירה). ביפן ובסין הפיקו שמן מצמח הסויה כבר לפני כ-4,000 שנה, ואילו במקסיקו ובצפון אמריקה הפיקו בעבר שמן מבוטנים ומזרעי חמנייה. השמן מורכב בעיקר מטריגליצרידים – שם שאולי נשמע מפחיד ולא בריא, אך בעצם מדובר במולקולות השומן הנפוצות בגוף האדם, החי והצומח. טריגליצריד היא מולקולת שומן שבבסיסה גליצרול ואליה מחוברות 3 חומצות שומן. ההבדלים בין הטריגליצרידים נובע מחומצות השומן השונות הקשורות לגליצרול (ראו הרחבה [בפרק העוסק בשומנים](#)). יש לזכור כי כולסטרול, שהוא אמנם שומן, נמצא רק במוצרים מהחי. לכן תווית על שמן צמחי שכתוב עליה מוצר "נטול כולסטרול"/"ללא כולסטרול" היא גימיק שיווקי בלבד.

זה אלפי שנים שבני אדם יודעים להפיק שמנים שונים, אך ככל שהטכנולוגיה התפתחה כך החלו להופיע שמנים נוספים, כגון שמן התירס שהחלו לייצר ב-1960. כיום מגוון השמנים רחב מאוד והוא כולל שמנים כגון לפתית (קנולה), סויה, חמניות, תירס, גרעיני ענבים, שומשום, דקל, קוקוס ואף שמן לימון. בפרק זה נתייחס בעיקר לשמן הזית, מאחר שהוא אחד השמנים הנפוצים ביותר לשימוש ביתי בארץ. בסוף הפרק נדון בקצרה בסוגי שמנים נוספים.

מטלה

שמנים הם מצרך שמשמש למטרות שונות.

א. אנא חפשו במאגרי המידע ברשת וכתבו מהם חמשת השמנים שבהם נעשה השימוש הרחב ביותר בישראל ובעולם (בתשובתכם ציינו את הכמויות).

ב. האם ישראל דומה לשאר העולם? נסו לשער מדוע

שמן זית

שמן הזית הוא השמן המסורתי באגף הים התיכון והמזוהה ביותר עם מדינת ישראל. הפקת שמן זית הייתה ענף הפרנסה העיקרי של תושביו היהודים של הגולן בתקופת בית שני ובתקופת התלמוד. במרכז הגולן נמצאו, לצד שרידי יישובים ובתי כנסת עתיקים, בתי בד רבים בני אלפי שנים ששימשו להפקת שמן זית (בית בד הוא מקום הפקת השמן).

הזית הוא אחד משבעת המינים בהם נתברכה ארץ ישראל ואנו עדים לחשיבותו של עץ הזית עוד מהמקורות, כאחד העצים הנזכרים ביותר בתנ"ך. הזית נזכר לראשונה במקרא בסיפור המבול, כאשר היונה ששלח נוח מן התיבה חזרה אליו ובפיה עלה זית: "ותבא אליו היונה לעת ערב והנה עלה-זית טרף בפיה" (בראשית ח, יא, ראו הרחבה במסגרת). גם בני ישראל כבשם את הארץ מצאו בה את הזית: "והיה כי-יביאך ה' אלהיך אל הארץ [...] לתת לך [...] כרמים וזיתים אשר לא-נטעת" (דברים ו, י-יא).

בזמנים עברו מרבית תוצרת הזית לא הופנתה למאכל אלא לתאורה, חימום, ניקיון ובריאות (סבונים), נוי ופאר. חשיבותו של עץ הזית הייתה כה רבה שנאמר עליו "זיתים זקנים יימכרו לעצים" (כתובות ח', ח) – כלומר, מפני כבודו של הזית וחשיבותו, נאסר להסיק תנור בעציו אלא אם הם זקנים או שהעץ חדל להניב פרי בכמות מסוימת וקבועה. בנוסף לכך אסרו חכמינו להסיק עצי זית על המזבח.

הידעת

הזית משמש גם כסמל השלום וענף עץ זית עוטר את החרב בסמל צה"ל. אחד הסמלים הידועים של השלום היא היונה הלבנה המחזיקה בפיה עלה או ענף של עץ זית. מקורו של סמל זה בסיפור המופיע בספר בראשית, ובו מתוארת היונה ששלח נח בתום המבול למצוא יבשה. היונה שבה אל תיבת נח ובפיה עלה זית שסימל את תום המבול – "ותבא אליו היונה לעת ערב והנה עלה-זית טרף בפיה" (בראשית ח, יא).

כדי להפיק את שמן הזית יש לקטוף את הזיתים מהעץ. קטיפת זיתים נקרא מסיק והוא מתבצע באחת משלוש דרכים עיקריות:

- א.** ליקוט ידני בדרך דמוית חליבה – "חולבים" את הענף. שיטה זו מחייבת עבודת-ידים רבה וטיפול אל צמרת העץ. מסיק מסוג זה עדיף לשימור הפרי ולפגיעה מועטה בעץ.
- ב.** נענוע – נענוע האילן בחזקה ואיסוף הזיתים שנפלו.
- ג.** נקיפה – חביטה במקל ארוך על הענפים, במטרה להפיל את הזיתים אל הארץ.

הפקת שמן זית נקראת בעברית "עצירה" והיא נעשית בבית בד. בתהליך עצירת השמן שלושה שלבים עיקריים: ריסוק, כבישה והפרדה.

שבירה וריסוק הזיתים - הפקת השמן בעבר התבצעה באמצעות שימוש בשתי אבנים גדולות, המונחות זו על גבי זו. האבן האופקית מכונה "ים" – כיור בלשון הקדמונים – ועל גבה ניצבת האבן הטוחנת ה"ממל" (או "מפרכה") הכבדה, במרכז מוט ארוך הקשור

לבהמה. הבהמה צעדה במעגלים, ועם תנועתה סביב הים הסתובב הממל וכתש זיתים. לאחר כתישתם התבצעה פעולת סחיטה באמצעות מערכת נפרדת.

כבישה – כבישה הינה "סחיטת" הזיתים המרוסקים – זיתים כתושים הועברו ל"עקלים" – סלים הקלועים מאריג גס או חבלים ואף זמורות גפן (זמורה הינה גזם צמחים). העקלים המלאים הוכנסו למכבש לסחיטת השמן מן הזיתים. קורת בית הבד שהועמסה באבנים שמשה כמנוף לסחיטת הזיתים. קורה זו היא, כנראה, מקור השם בית-הבד: "שלא נקרא בית-הבד אלא על שם הקורה" (בבא בתרא ס"ז, ע"ב). המוהל, תוצר הסחיטה הנוזלי, נזל אל בור איסוף השמן הנקרא "עוקה".

הפרדת השמן מהמוהל – לאחר שהנוזל המעורב שווה זמן מסוים במכלים, נפרד השמן וצף על פני המוהל. השמן הופרד מהמוהל ונשמר בכלים ייעודיים. הגלעינים, הקליפה ושאר הפסולת שנקלעה בין הזיתים נותרה בתוך "העקלים". פסולת זו כונתה במשנה "גפת" ושימשה להאכלת בהמות ולהסקה.

היזעת

יש המתייחסים לנוזל המופק מהזיתים כמורכב משני נוזלים – שמן זית ומוהל, המורכב בעיקרו ממים. עם זאת, יש המתייחסים לכלל הנוזל המופק מהזיתים כמוהל – נוזל המורכב משמן זית ומים.

בשנים האחרונות הושבתו כמעט כל בתי-הבד העתיקים, עקב הפעלת מערכות מודרניות משוכללות, בתי-חרושת לכל דבר. בבתי בד חדישים התהליך מהיר יותר ונעשה במכונות סגורות. הזיתים עוברים במתקן שטיפה והפרדת העלים, משם למכונה המרסקת את הזיתים. דייסת הזיתים המרוסקים מוזרמת במנות למכבש הסוחט את הזיתים בפעולה מהירה בלחץ גבוה. הנוזל שנסחט מוזרם לצנטריפוגות (בעברית סְרָפָּזָה, מתקן להפרדת חומרים), המפרידות את השמן מן המוהל.

דרגות איכות לשמן זית

רמת איכותו של שמן הזית נקבעת על ידי "מועצת שמן הזית העולמית" (מדינת ישראל היא אחת מהמדינות המייסדות שלה) והיא נגזרת מתהליך הפקתו ומדרגת החומציות שלו. שמן זית איכותי מפיקים ב"כבישה קרה" – סחיטה במכבש ללא חימום. ניתן גם להפיק שמן זית

פחות איכותי בתהליך של "כבישה חמה" - חימום הזיתים לטמפרטורה של מעל ל- 35 מעלות צלסיוס ולאחר מכן סחיטתם. חומציות היא מדד מסחרי בהקשר של שמן זית והיא תלויה במגוון גורמים, ובהם: פגעים ונגעים בפרי הזית, מהירות העברת הפרי לבית הבד בסיום המסיק ורמת ניקיון התהליך בבית הבד עצמו. חומציות שמן הזית איננה קשורה לטעם חמוץ, אלא לכמות החומצה האולאית (אומגה 9) המחומצנת מתוך כלל החומצה האולאית בשמן. בניגוד לטעות הרווחת בקרב הציבור, רמת חומציות נמוכה לאו דווקא מעידה על טיבו של שמן הזית. שמן זית מזוכך לדוגמה הוא בעל רמת חומציות נמוכה ביותר – 0.3%. שמן זה עבר זיקוק באמצעות שימוש בחום ובחומרים כימיים. אמצעים אלה מגדילים את כמות השמן המופקת ומקטינים את רמת חמיצותו, אך פוגעים בטעם, בצבע האופייני, בריח ובתכולת המינרלים של השמן. לשמן זית מזוכך צבע צהוב והוא אינו בעל ריח אופייני לשמן זית.

שמן הזית באיכות הגבוהה ביותר הוא כתית מעולה (extra virgin), שמן זית שהופק בכבישה קרה ורמת החומציות שלו אינה עולה על אחוז אחד.

מהו השמן המומלץ ביותר לצריכה?

המגוון הגדול של השמנים על המדף גורם לבלבול ומעלה את השאלה הנצחית – איזה שמן מומלץ יותר לשימוש? כדי להוסיף שמן למדורה, אין כמעט אפשרות ללמוד על טיבו של השמן מעיון בטבלת הרכיבים התזונתיים. יש לזכור כי כל השמנים מכילים 100 אחוז שומן, ואין כל הבדל ביניהם מבחינת הערך הקלורי שלהם: בכף שמן (14 גרם) יש 126 קלוריות. בבחינת השמן המומלץ ביותר לצריכה יש לבחון שני גורמים עיקריים:

- 1. הרכב השמן** - סוג חומצות השומן המרכיבות את הטריגליצרידים.
- 2. מטרת השימוש** – איזה שמן הכי טוב להוסיף לסלט ואיזה שמן הכי מתאים לטיגון? כאשר בוחנים את התאמת השמן לטיגון יש התייחסות ל"נקודת העישון" של השמן. "נקודת העישון" היא הטמפרטורה שבה הוא מתפרק ומעלה עשן. חימום מעבר לנקודת העישון גורם לשחרור של רדיקלים חופשיים המזיקים לבריאות (אטומים או מולקולות אשר מסבים נזק לתאים. ראו הרחבה [בפרק העוסק בוויטמין E](#)). באופן כללי, בלי קשר לסוג השמן שאנו משתמשים בו לטיגון, מומלץ שלא לעשות שימוש חוזר בשמן שכבר טיגנו בו.

שמנים הנחשבים למומלצים

- **שמן זית:** שמן זית הוא אחד השמנים הנפוצים ביותר בארץ ישראל. שמן זית נחשב למומלץ מאחר שהוא מכיל פוליפנולים, חומרים נוגדי חמצון. בנוסף, רוב חומצות

השומן שבו הן חד-בלתי רוויות, חומצות שומן שלפי מחקרים עוזרות לשמור על רמות כולסטרול נמוכות (מבחינה בריאותית עדיף לצרוך חומצות שומן בלתי רוויות על פני חומצות שומן רוויות).

החיסרון העיקרי של שמן הזית הוא נקודת העישון הנמוכה יחסית העומדת על כ- 190 מעלות צלסיוס. עם זאת, יש מחקרים הטוענים ששמן זית טוב יותר לטיגון משמנים אחרים כאשר משתמשים בו לטיגון "שטוח" ומהיר, כמו של חביתה למשל. לטיגון עמוק לאורך זמן עדיף שלא להשתמש בשמן זה (שימו לב כי "הזמן" מתייחס לזמן הכולל שבו השמן נמצא על האש). בנוסף לכך, המודעות לאיכותו וטעמו המיוחד של שמן הזית מביאים לכך שאנשים משתמשים בו בצורה בלתי מבוקרת, המציבה אותו – כמו כל מוצר עם אחוזי שומן גבוהים – כמזון משמין ומזיק לבריאות.

- **שמן קנולה:** השמן מיוצר מכרוב הפת ושמו ניתן לו על ידי מגדלי הצמח בקנדה, שם עושים בו שימוש נרחב. השם קנולה הוא קיצור של Canada Ola, כלומר, "שמן קנדי" (ולפי גרסה אחרת, קיצור של Canada Oil, Low Acid). בדומה לשמן זית, בשמן זה ריכוז גבוה של חומצות שומן חד-בלתי רוויות אך יתרונו לעומת שמן הזית הוא ריכוז גבוה יחסית של אומגה 3, חומצת שומן רב בלתי רוויה. בנוסף, נקודת העישון שלו גבוהה יחסית (205 מעלות), ולכן הוא מתאים יותר לטיגון עמוק לאורך זמן.

- **שמן זרעי פשתן:** בדומה לשמן קנולה, בשמן הפשתן יש כמות גדולה של אומגה 3 והוא מורכב בעיקר מחומצות שומן רב-בלתי רוויות. עם זאת, נקודת העישון שלו נמוכה ולכן אינו מיועד לבישול. יש לשמור אותו במקרר ולהשתמש רק לתיבול. בטמפרטורה נמוכה, למשל כרוטב לסלט.

שמנים שאינם מומלצים

- **שמן סויה:** גוף האדם זקוק לחומצות השומן הרב בלתי רוויות אומגה 3 ואומגה 6, אך לא פחות חשוב מכך הוא האיזון בין שתי חומצות שומן אלו. בעוד שאומגה 3 כמעט שאיננה נפוצה במזון, אומגה 6 יש בשפע. בשמן הסויה יש המון אומגה 6, וצריכה מוגזמת שלו עלולה להוביל להפרת האיזון בינו לבין אומגה 3 ובדרך זו להזיק לבריאות. כמו כן, שמן סויה זול הנמכר בחנויות עלול להיות מעורבב בשמנים זולים אחרים אשר עלולים להזיק לבריאותנו (תוכלו לראות ברשימת הרכיבים של חלק משמני הסויה רכיב בשם "שמן צמחי" המעיד על הימצאותה של תערובת שמנים זו).

- **שמן דקלים:** שמן דקלים מתקבל מהפקת השמן מפרי הדקל. עקב מחירו הנמוך שמן זה נפוץ בתעשייה ובמוצרים כגון מאפים קנויים. לשמן דקלים יש כמה יתרונות, כגון תכולה של חומרים נוגדי-חמצון כמו בטא-קרוטן וגם ויטמין E. עם זאת, בגרסה המזוקקת והנפוצה שלו יש פחות מאותם חומרים. הבעיה העיקרית בשמן זה (וגם בשמן קוקוס) הוא התכולה הגדולה של חומצות השומן הרוויות, כמו בשומן מן החי (בדרך כלל צמחים מכילים חומצות שומן בלתי רוויות ומזון מהחי מכיל חומצות שומן רוויות). מכאן שיש לשמן דקל פוטנציאל להעלות את רמות הכולסטרול. לא מומלץ לצרוך אותו – במיוחד כשיש בשוק כל כך הרבה שמנים צמחיים טובים ובלתי רוויים.



מטלה

שמנים מומלצים ושאינם מומלצים

בפרק זה מוצגים כמה סוגי שמן מתוך עשרות שמנים, אשר חלקם מומלצים וחלקם פחות מומלצים לצריכה.

מצאו ברשת מידע על שני שמנים מומלצים לצריכה ועל שני שמנים שאינם מומלצים לצריכה (שמנים אשר אינם מוזכרים בפרק זה) וסכמו באילו תנאים הם מומלצים או שאינם מומלצים לצריכה ומהם היתרונות והחסרונות של כל שמן.

והעיקר, כמו בכל מוצר צריכה, הכול במידה. אין כל רע בשמן כשלעצמו, וגופנו זקוק לשומן בתזונה שלנו. עם זאת, שמן איננו פריט תזונה הכרחי ואין לצרוך ממנו כמויות גדולות, מאחר שמאכלים רבים מכילים שמנים שונים.

סיכום

- בענף המזון ובעיקר בענף המסעדות עשו בעבר שימוש נרחב בשמן המופק מהחי, אך בעשורים האחרונים השימוש בשומנים מן החי ירד בצורה משמעותית, לטובת שימוש בשמנים שמקורם מהצומח.
- שמן הוא שם כללי לנוזלים שומניים שאינם מסיסים במים (הידרופוביים), המופקים בדרך כלל מגרעינים של צמחים שומניים.
- השמן מורכב בעיקר מטריגליצרידים, שהן מולקולות השומן הנפוצות בגוף האדם, בחי ובצומח.
- שמן זית הוא השמן המסורתי באגף הים התיכון והמזוהה ביותר עם מדינת ישראל. הפקת שמן זית נקראת בעברית "עצירה" ונעשית בבית בד. בתהליך עצירת השמן שלושה שלבים עיקריים: ריסוק, כבישה והפרדה.
- איכותו של שמן הזית נגזרת מתהליך הפקתו ודרגת החומציות שלו. שמן הזית באיכות הגבוהה ביותר הוא כתית מעולה (extra virgin), שמן זית שהופק בכבישה קרה ורמת החומציות שלו אינה עולה על אחוז אחד.
- בבחינת השמן המומלץ ביותר לצריכה יש לשים לב להרכב השמן, סוג חומצות השומן המרכיבות את הטריגליצרידים ואת מטרת השימוש – איזה שמן הכי טוב להוסיף לסלט ואיזה שמן הוא המתאים ביותר לטיגון?
- "נקודת העישון" של שמן היא הטמפרטורה שבה הוא מתפרק ומעלה עשן. חימום מעבר לנקודת העישון גורם לשחרור של רדיקלים חופשיים המזיקים לבריאות.

מבדק מסכם

1. שמן הוא:

- א. שם כללי לכל הנוזלים שאינם מסיסים במים (הידרופוביים).
- ב. שם כללי לנוזלים שומניים שאינם מסיסים במים (הידרופילים).
- ג. שם כללי לנוזלים שומניים שאינם מסיסים במים (הידרופובים).
- ד. שם כללי לנוזלים מימיים שאינם מסיסים במים (הידרופוביים).

2. השמן מורכב בעיקר מ:

- א. פוליפנולים
- ב. טריגליצרידים
- ג. פוספוליפידים
- ד. פוספוגליצרידים

3. חומצות השומן המצויות בשמנים השונים הן:

- א. רק חומצות שומן רב בלתי רוויות.
- ב. רק חומצות שומן חד בלתי רוויות.
- ג. רק חומצות שומן רוויות.
- ד. סוגים שונים של חומצות שומן.

4. בתהליך הפקת שמן הזית יש שלושה שלבים, אשר יש לבצעם על פי הסדר

הבא:

- א. ריסוק הזיתים, כבישתם והפרדת השמן מהמוהל.
- ב. כבישת הזיתים, ריסוקם והפרדת השמן מהמוהל.
- ג. הפרדת השמן מהמוהל, ריסוק הזיתים וכבישתם.
- ד. ריסוק הזיתים, הפרדת השמן מהמוהל וכבישתם.

5. כבישת הזיתים מטרתה:

- א. שבירה וריסוק הזיתים.
- ב. הפרדת השמן ממוהל הזיתים המרוסקים.
- ג. החמצת הזיתים.
- ד. סחיטת הזיתים המרוסקים.

6. השמן המומלץ ביותר לשימוש הוא שמן ש:

א. מכיל פחות שומן מהשמנים האחרים.

ב. רוב רובן של חומצות השומן שבו הן בלתי רוויות ונקודת העישון שלו גבוהה

ג. רוב רובן של חומצות השומן שבו הן בלתי רוויות ונקודת העישון שלו נמוכה.

ד. רוב רובן של חומצות השומן שבו הן רוויות ונקודת העישון שלו גבוהה.

7. שמן דקלים איננו מומלץ לצריכה מאחר ש:

א. הוא מכיל כמות גדולה של חומצות שומן רוויות.

ב. הוא מכיל כמות גדולה של חומצות שומן רב בלתי רוויות.

ג. הוא מכיל כמות קטנה של חומצות שומן רוויות.

ד. הוא מכיל כמות גדולה של חומצות שומן חד בלתי רוויות.

8. שמן זרעי פשתן הוא שמן ש:

א. נקודת העישון שלו גבוהה ולכן הוא מיועד לבישול.

ב. נקודת העישון שלו נמוכה ולכן הוא מיועד לבישול.

ג. נקודת העישון שלו גבוהה ולכן הוא אינו מיועד לבישול.

ד. נקודת העישון שלו נמוכה ולכן הוא אינו מיועד לבישול.

9. מומלץ להשתמש בשמן זית לטיגון, כאשר משתמשים בו:

א. לטיגון שטוח.

ב. לטיגון עמוק.

ג. לכל סוגי הטיגון.

ד. לטיגון חוזר.

פרק 4: חלב ניגר ומוצריו

"ארץ זבת חלב ודבש"



"אַרְץ זִבְתַּחֲלָב וְדָבָשׁ" הוא ביטוי מקראי, מכינוייה של ארץ ישראל, המתאר את שפעה, פוריותה ותנובתה של הארץ. הביטוי מופיע במקרא עשרים ואחת פעמים, מהן עשרים ביחס לארץ ישראל ופעם אחת ביחס למצרים.

הביטוי מופיע בתורה לראשונה בספר שמות, פרק ג', פסוק ח', בסיפור שבו מתגלה ה' למשה בסנה הבוער ומבטיח לו כי יעלה את בני ישראל אל הארץ הטובה. הביטוי מציג את מעלותיה של ארץ ישראל לעומת מצרים שמזונותיה "יבשים" ואין היא פורייה כארץ ישראל. שימוש ידוע נוסף לביטוי נמצא בספר במדבר, פרק י"ג, פסוקים כ"ו-כ"ז. המרגלים שנשלחו לארץ ישראל לסייר בה, מביאים עמם בשורה ופירות להמחיש את פוריות הארץ: "וַיֹּסְפוּ-לוֹ, וַיֹּאמְרוּ, בָּאנוּ-אֶל-הָאָרֶץ אֲשֶׁר שָׁלַחְתָּנוּ; וְגַם זִבְתַּחֲלָב וְדָבָשׁ, הִוא--זֶה-פְרִיָּהּ".

מצרים מוזכרת בהקשר זה בספר במדבר, פרק ט"ז, פסוקים י"ג-י"ד, כאשר דתן ואבירם מלינים בפני משה כי הוציאים ממצרים – ארץ פורייה, ארץ זבת חלב ודבש. טענתם היא פוליטית. הם טוענים כלפי משה כי הוציאים מארץ פורייה ודן אותם לנדוד במדבר. המסר המניפולטיבי שניסו להעביר אינו נכון, וזאת מפני שהמובחרים בפירות מצרים נועדו לצורכיהם של בני המעמד הגבוה ולא למעמד העבדים.

בפרק זה נעסוק בנושאים הבאים:

1. כמה עובדות על חלב פרה
2. תהליך ייצור חלב
3. מהם רכיבי החלב?
4. למה לא כדאי להפריז בצריכת חלב ומוצריו?
5. אי סבילות ללקטוז ואלרגיה לחלב
6. חלב עיזים וכבשים ומה שבניהם
7. גבינות
8. הגבנה
9. גבינות טריות – הגבנה חומצית
10. גבינות מובחלות – הגבנה אינזמטית

לפני שנתחיל הנה כמה שאלות לחשוב עליהן:

- מהו תהליך הפסטור?
- מהו תהליך ייצור החלב?
- מהו תהליך ייצור הגבינה?
- מהי אלרגיה לחלבון החלב?
- מהי אי סבילות ללקטוז?

שוק החלב בישראל נמצא בפריחה והביקוש לחלב ומוצריו עולה משנה לשנה. תנובת החלב הממוצעת של הפרה הישראלית היא הגבוהה בעולם – 11 אלף ליטר בשנה – כפול מתנובות החלב במדינות המפותחות באירופה. בשנת 2017 ייצור החלב בישראל עמד על כ- 1.5 מיליארדי ליטרים!

מוצרי חלב הם שם כולל לקבוצת מוצרי המזון שמרכיבם העיקרי הוא חלב. חלב פרה הוא העיקרי והנפוץ ביותר, ואחריו בסדר יורד מוצרים מחלב עזים, חלב כבשים, חלב תאו המים (באפלו) וחלב נאקות. סוגי חלב אחרים, כגון חלב יאק הבית וחלב סוסה, נדירים לשימוש במרבית החברות האנושיות בעת החדשה.

כמה עובדות על חלב פרה

חלב הוא תחליב (אמולסיה) של שמן ומים, המכיל חלבונים, סוכרים, ויטמינים ומינרלים. זהו המזון הראשון שאנו בני האדם (ושאר היונקים) צורכים. בניגוד למיני יונקים אחרים, אשר מפסיקים לצרוך חלב בתום שלב הינקות, בני אדם ניזונים ממנו גם בתום תקופה זו. היכולת לעכל חלב בשלב הבוגר נעוצה בעובדה שהאנזים לקטאז, המפרק את סוכר החלב לקטוז, פועל בגופנו גם לאחר שלב הינקות. מעבר לכך, אנו היחידים אשר צורכים חלב שמקורו ביונקים אחרים. בישראל, רוב החלב הנצרך לאחר תקופת הינקות הוא חלב פרה, אך אנו צורכים גם חלב שמקורו ביונקים אחרים, כגון כבשים ועזים.

היזעת

תחליב (אמולסיה בלועזית) היא תערובת כמעט הומוגנית של **טיפות** נוזל אחד בתוך נוזל שני, של שני סוגי נוזל אשר אינם מתערבבים או נמסים זה בזה (לדוגמה שמן ומים), לרוב תחליבים נוצרים בעזרת חומר מתחלב המאפשר לשני הנוזלים להישאר יציבים בצורת תחליב.

הכמות היחסית של כל מרכיב ומרכיב בחלב של יונקים שונים משתנה בהתאם לצורכי הצאצא (טבלה). כשמשוויים בין חלב פרה, עזים, כבשים וחלב אדם רואים כי ההרכבים

שונים. לדוגמה, חלב כבשים שמן יחסית ובעל תכולת חלבון גבוהה, ואילו חלב עזים וחלב פרה די דומים בתכולת השומן, החלבון והלקטוז. חלב אדם דל יחסית בסידן ובחלבון אך עשיר בלקטוז, [סוכר החלב](#).

טבלת ערכים תזונתיים של סוגי חלב שונים

עזים	כבשים	פרות	חלב אם	
3.8	7.9	3.6	4	שומן (%)
4.1	4.9	4.7	6.9	לקטוז (%)
3.4	6.2	3.2	1.2	חלבון (%)
70	105	69	68	אנרגיה (קק"ל/100 מ"ל)
121	158	119	33	סידן (מ"ג/100 מ"ל)

מטלה

עיינו בטבלה למעלה וענו על השאלות הבאות:

- א. ציינו חמישה הבדלים בין סוגי חלב שונים המצוינים בטבלה.
- ב. מצאו באינטרנט מידע על הרכב חלב של בעל חיים נוסף והוסיפו אותו לטבלה (לדוגמה חלב נאקות). במה שונים או דומים הערכים התזונתיים של חלב זה מאלה של סוגי החלב המצוינים בטבלה.
- ג. אספו שש תוויות מוצרי גבינה מחלב של מגוון בעלי חיים. השוו בין הרכיבים התזונתיים בתוויות המזון לבין הרכיבים התזונתיים בטבלה.
1. האם יש זהות בין אחוז השומן, החלבון והסידן בתוויות המזון לבין המצוין בטבלה?
2. מהו ההסבר לכך?
3. באיזה אופן מצוין הלקטוז בתוויות המזון?

ככל הנראה החל האדם לצרוך חלב בבגרותו רק בתקופה חדשה יחסית בקנה המידה האבולוציוני – בזמן המהפכה החקלאית, לפני כ-8,000 שנה – אז החל האדם באמצעות

הברירה המלאכותית לתרבת צמחים למטרת מאכל וגם לביית בעלי חיים לצרכים שונים. חלק מבעלי החיים שבוינו היו יונקים שניתן היה לחלוב אותם.

במסגרת הברירה המלאכותית, האדם מטפח באופן מכוון תכונות שונות באמצעות השפעתו על המערך הגנטי של האורגניזם, כך שיכלול תכונות שנחשבות לרצויות בעיני יוצר הברירה (האדם), או יחסר תכונות בלתי רצויות. טיפוח הצמחים ובעלי חיים הנדונים בפרק זה נעשה בדרך של **השבחה גנטית מסורתית** – השיטה הנפוצה והקדומה הכוללת הכלאה יזומה בין פרטים בעלי התכונות הרצויות מאותו מין (species), באמצעות רבייה מינית שבה מעבירים את מכלול החומר התורשתי, ומבין הצאצאים בוררים את הפרטים הרצויים/ה"מוצלחים" ביותר, וחוזר חלילה. תהליך זה נמשך דורות רבים.

היצעת

"ביות" בעלי חיים ו"תירבות" צמחים הם שמות כוללים לתהליך רב-שנים שבמסגרתו האדם ערך שינויים בתכונות יצורים חיים על מנת להתאימם לצרכיו. תהליך זה התבצע באמצעות "ברירה מלאכותית" – בחירה וטיפוח תכונות שיש בהן תועלת לצורכי האדם.

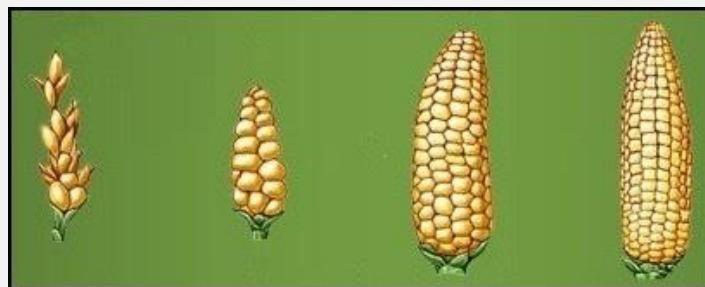
חלק מבעלי החיים והצמחים עברו ברירה מלאכותית חלקית, לדוגמה חתולים, ואחרים עברו הסתגלות מלאה לצורכי האדם (כל חיות המשק, הכלבים וצמחים רבים). בעלי חיים וצמחים אלו עברו שינויים מרחיקי לכת, עד כדי כך שיש שוני מהותי בינם לבין קרוביהם שעדיין בטבע.

לדוגמה, כלל הכלבים בויתו מזאבים (יש הגורסים מכלבי בר), אך כלבים ממגוון גזעים שבוייתו למטרות שונות, נבדלים זה מזה באופן מהותי.



איור 4.1 – כלבים מבויתים

דוגמה נוספת היא תירס הבר (משמאל) אשר שונה באופן מהותי מהתירס המתורבת אשר אנו צורכים כיום (ימין). באמצע ניתן לראות שלבי ביניים בשלבי התירבות השונים. השינוי איננו רק בצורה ובגודל אלא גם במתיקות ובמרקם הפרי ובכלל ברכיבי המזון בצמח.



איור 4.2 – ביות התירס

כזכור, בפרק הראשון צוין כי למרות השינויים התזונתיים מרחיקי הלכת שהאדם עבר, הגנטיקה שלנו כמעט ולא השתנתה. בסתירה לכך, למרות שבמהלך מיליוני שנות התפתחות אבולוציונית גופנו לא היה מסוגל לעכל לקטוז לאחר שלב הינקות, בעקבות שינוי גנטי

"מאוחר", האנזים לקטאז מתבטא במערכת העיכול לכל אורך שנות חיינו. איך ניתן להסביר את "השינוי הגנטי המאוחר"?

בתקופת ההתפתחות החקלאית שחלה לפני אלפי שנים, החל האדם לתרבת צמחים ולביית בעלי חיים לצרכיו. אך במקביל, התאמת תכונות בעלי החיים והצמחים לצרכי האדם הביאה עימה גם שינויים בתכונות אחרות. לדוגמה, בדיאטת ה"ציידים-לקטים" האדם צרך בעיקר מזונות צמחיים עתירי סידן, אך במסגרת המהפכה החקלאית עבר האדם לצריכת דגנים מתורבתים המכילים כמות נמוכה של סידן.

איננו יודעים כיצד החלו לייצר את הגבינה, אך נראה כי הגבינות הראשונות יוצרו בטעות, ומאחר שריכוז הסידן בהן גבוה בעוד ריכוז הלקטוז נמוך, הן בעצם היוו את אחד הפתרונות למחסור התזונתי בסידן (איך מייצרים גבינה בטעות? בכך נעסוק בהמשך הפרק, בחלק העוסק בגבינות). כמה אלפי שנים לאחר מכן התרחשה מוטציה גנטית אקראית בתושבי אירופה, שהביאה לכך שהאנזים לקטאז החל להתבטא גם לאחר שלב הינקות. שינוי גנטי זה ככל הנראה היטיב עם מי שנשא אותו ולכן הוא התפשט וכיום הוא מאפשר לנו לייצר לקטאז ולשתות חלב לאורך כל חיינו.

זוהי דוגמה נדירה לשינוי גנטי אבולוציוני "מאוחר" שהתרחש במהירות יחסית. קיימות מעט מאוד דוגמאות דומות לשינוי כזה, כך שרוב רובם של הגנים שלנו מקורם בתקופה שטרם התפתחות האדם המודרני.

הידעת

סוכר הלקטוז מורכב משתי מולקולות של חד-סוכרים, גלוקוז וגלקטוז, המחוברים ביניהם. האנזים לקטאז שובר את הקשר הכימי בין שני הסוכרים הללו וכך מאפשר את ספיגתם כחד-סוכרים.

סוכר הלקטוז הוא בעל טעם מתוק, אך מתיקותו נמוכה פי כמה וכמה ממתיקות הסוכרוז (הסוכר הלבן) או ממתיקות הגלוקוז אשר הינו אחד ממרכיביו.

מטלה

חלב דל-לקטוז הוא חלב אשר מכיל עד 0.5 אחוז לקטוז. היצרן מפחית את כמות הלקטוז בחלב באמצעות שימוש באנזים הלקטאז, אשר מפרק את הלקטוז לרכיביו – גלוקוז וגלקטוז.

א. האם חלב דל-לקטוז מכיל פחות פחמימות (בכל 100 מ"ל משקה) מאשר חלב עשיר בלקטוז? מדוע?

ב. האם טעמו של חלב דל-לקטוז אמור להיות מתוק יותר או פחות מחלב רגיל? מדוע?

תהליך ייצור החלב

פרה שייכת למחלקת היונקים, כשהמאפיין המובהק ביותר של היונקים (ממנו נגזר שמה של המחלקה) הוא קיומן של בלוטות חלב, שמהן יונקים הצאצאים בשלב ינקותם. נקבת היונקים מייצרת באופן טבעי חלב לפי דרישת הצאצא. כאשר הצאצא ממעט לינוק, בלוטות החלב מייצרות בהתאמה כמות פחותה של חלב, וכאשר הוא מרבה לינוק בלוטות החלב מייצרות כמות מוגברת.

האדם, המעוניין להגדיל את תנובת חלב הפרה לשימוש, מבצע כמה פעולות:

א. טיפוח פרות חולבות באמצעות ברירה מלאכותית – האדם בוחר את הפרות בעלות תפוקת החלב הגבוהה ביותר ואותן הוא מרבה. בישראל רוב פרות החלב הן מזן הולשטיין, המושבח לייצור חלב.

ב. הפרדת צאצאים – במשק החלב מפרדים את הצאצא מאמו, כדי שחלב האם ינותב לצריכה על ידי האדם. עגלים מופרדים מאמם מיד לאחר ההמלטה, כדי שיתרגלו להזנה מבקבוק.

ג. חליבה מוגברת של האם – חליבה מוגברת מדמה יניקה מוגברת וכך הפרה מייצרת יותר חלב. בישראל מקובל לחלוב כל פרה שלוש פעמים ביום. בתנובת השיא פרה ברפת מניבה 50 ליטר ליום, לעומת עשרה ליטרים שמניבה פרה מאותו זן שמניקה באופן טבעי.

ד. הזרעת הפרות – היות שתנובת החלב מגיעה לשיאה זמן קצר לאחר ההמלטה, במשקי חלב מודרניים הנקבות מוזרעות כדי שימליטו אחת לתקופה קבועה (כפעם ב-12 חודשים).

בעבר החליבה התבצעה בעיקר באופן ידני, כלומר האדם אחז בעטין בידיו ועל ידי תנועות משיכה וסחיטה הפיק ממנו חלב. כיום רוב החליבה במדינות המערב היא ממוכנת (ממוכנת מלשון מכונה).

לאחר החליבה החלב עובר פסטור להשמדת החיידקים. בתהליך הפסטור מחממים את החלב לטמפרטורה גבוהה לפרק זמן קצר מאוד ואז מקררים אותו באופן מיידי. יש מספר טמפרטורות פסטור וככל שהטמפרטורה עולה כך מתים יותר חיידקים, אך ערכו התזונתי וטעמו של הנוזל נפגעים. על מנת שהחלב יהיה אחיד במרקמו, הוא עובר תהליך הומוגניזציה. בתהליך זה עובר החלב בלחץ גבוה מאוד על מנת לרסק באופן מכני את כדוריות השומן הגדולות, לכדוריות קטנות שנטמעות בנוזל המימי. כדוריות אלו מאבדות את כושרן להתגבש מחדש, כך שהחלב נשאר במרקם אחיד ולא נוצרת למעלה שכבת שמנת. חלב שעבר את תהליך ההומוגניזציה נקרא חלב הומוגני. בסיום תהליך ההימגון, החלב נארז בקרטון או שקית ומשווק לצרכנים.

מהם רכיבי החלב?

בדומה לחלב האדם, שתפקידו לספק לוולד את כלל רכיבי המזון החיוניים לו לצורך התפתחותו, כך גם חלב פרה נועד לספק את כלל הרכיבים החיוניים לעגלים ולעגלות שאך נולדו. למרות שאנו לא עגלים, בחלב פרה קיימים חומרים מזינים חיוניים ותרבות ביו-אקטיביות* מועילות לבריאות לאדם.

הידעת?

תרכובות ביו-אקטיביות הנמצאות במזון מסוגלות לקיים תהליכים ביולוגיים המקדמים בריאות טובה. לתרכובות אלו מגוון תפקידים, כגון פעילות נוגדת חמצון, עיכוב או עידוד פעילות של אנזימים וגנים שונים ועוד.

חלבון

בחלב שני סוגי חלבון עיקריים: כ-20 אחוז מהחלבונים הם חלבוני Whey וכ-80 אחוז הם חלבונים ממשפחת הקזאין. שניהם נחשבים חלבונים "מלאים", אך לקזאין חשיבות נוספת – הוא ממלא תפקיד חשוב בקשירת מינרלים כגון סידן וזרחן ומסייע לספיגתם במעי.

בנוסף לשני אלו, החלב מכיל גם מגוון חלבונים קצרים ביו-אקטיביים, שמקורם בפירוק האנזימטי של חלבוני ה-whey והקזאין. לחלבונים ביו-אקטיביים אלו השפעה חיובית על בריאות האדם, בכך שהם מכילים רכיבים אנטי-בקטריאליים (נגד חיידקים), אנטי-ויראליים

(נגד וירוסים), אנטי-פטרייתיים, אנטי-אוקסידנטיים (נוגדי חמצון) ואנטי-סרטניים. בנוסף, יש להם השפעה מרגיעה על מערכת העצבים, הפחתה של לחץ דם, פעילות נוגדת קרישה ופעילות מיטיבה על מערכת החיסון.

חומצות שומן

חומצות השומן בחלב מגיעות בעיקר מהמזון של החיות שמהן מופק החלב ומפעילות חיידקי המעי שלהן. 70 אחוז מחומצות השומן הן חומצות שומן רוויות ו-30 אחוז – חומצות שומן בלתי רוויות. בחלב נמצא גם ריכוז נמוך של חומצות שומן טראנס (טבעיות), ובהן חומצת ה-CLA (Conjugated Linoleic Acid). חומצת שומן זו נוצרת על ידי חיידקי המעי של פרות ולמרות שהיא מסוג טראנס מיוחסות לה השפעות מיטיבות על הלב וכלי הדם ועל מערכת החיסון וכן תכונות אנטי-סרטניות.

מינרלים

המינרלים העיקריים שניתן למצוא בחלב הם סידן וזרחן. כמו כן, החלב מכיל גם יוני כלור, מגנזיום, אשלגן, נתרן, גופרית ומגוון יסודות הקורט. תכולת המינרלים שבחלב משתנה בהתאם לגנטיקה, לסביבה, לתזונה ולתקופת ההנקה של הפרה. בנוסף לעובדה שחלב מכיל ריכוז גבוה יחסית של סידן, הלקטוז בחלב מעודד את ספיגתו, כך שאצל אדם בריא – כ-30 אחוז מכלל הסידן שבחלב נספג בגוף.

ויטמינים

בחלב יש ויטמינים רבים מקבוצת הוויטמינים מסיסי השומן – A, D ו-E, וגם ויטמינים מסיסי מים ממשפחת B וכן ויטמין C. במוצרי חלב מופחתי שומן כמויות הוויטמינים מסיסי השומן יורדות ולכן יש יצרנים שמעשירים את החלב בוויטמין D ו-A.

למה לא כדאי להפריז בצריכת חלב ומוצריו?

לכאורה, נראה כי חלב הוא מקור טוב למגוון רכיבים תזונתיים החשובים לבריאותנו, אך מנגד, בעשורים האחרונים עלתה השאלה בדבר קשר בין צריכת חלב ומוצריו ובין עליית הסיכון לתחלואה בסוגי סרטן מסוימים, כגון סרטן הכבד (סרטן הוא שם כללי למחלות שונות שבהן מספר תאים בגוף מתחלקים בצורה בלתי מבוקרת). ההיגיון מאחורי השאלה נובע מכך שחלב הוא חומר עשיר מטבעו בהורמונים ובגורמי גדילה אשר מעודדים חלוקה של תאים. יתר על כן, מאחר שהפרה מניבה חלב רק לאחר המלטה, מגדלי הפרות שומרים על

הפרה במצב כמעט תמידי של היריון. על מנת שהפרה תמליט בתדירות גבוהה היא מטופלת בהורמונים וייתכן שאלו נמצאים בחלב.

הורמון הגדילה של הבקר: BGH

ה-Bovine Growth Hormone (או בקיצור BGH) הוא הורמון גדילה אשר נמצא באופן טבעי בחלב הפרה ומסייע לפרות לייצר חלב. לפני כמה עשרות שנים נמצא כי להזרקת הורמון זה השפעה חיובית על כמות החלב ובשנת 1993 אושר השימוש המסחרי בהורמון זה בארצות הברית. על פניו נראה כי אין חשש מהורמון הגדילה של הפרה מאחר שהוא נהרס בתהליך פסטור החלב ונכון להיום אין עדויות לכך שהוא שורד את תהליך העיכול בבני אדם. חשוב גם לציין שגם אם היינו סופגים הורמון זה מהחלב, ה-BGH עצמו אינו פעיל בגופנו, מכיוון שבגוף האדם לא קיים קולטן המזהה אותו.

כאמור, נכון למידע הקיים כיום, הורמון זה איננו בעל השפעה ישירה על בריאות האדם, אך מנגד נמצא כי יש לו השפעות עקיפות אשר עשויות להשפיע על בריאותנו:

- א. נמצא כי שימוש בהורמון גרם לעלייה התחלואה בדלקת העטינים אצל פרות. דלקת העטינים מביאה לעלייה בשימוש באנטיביוטיקה, ששיירה מופרשים בחלב ובבשר הבקר. השפעת נושא זה על בריאות בני האדם עדיין לא נבדקה באופן מקיף.
- ב. מקור חשוב יותר לדאגה היא העובדה כי חלב מפרות שטופלו ב-BGH מכיל רמות גבוהות של הורמון הגדילה IGF-1 (קיצור של Insulin-like Growth Factor 1). בעבר סברו ש-IGF-1 קשור להתפתחות של סרטן השד, סרטן הערמונית וסרטן המעי הגס, אולם מחקרים עדכניים לא הצליחו לאשש את הסברה הזאת. נכון להיום, הקשר בין רמות IGF-1 בדם להתפתחות סרטן אינו ברור.

הורמוני מין בחלב:

אסטרוגנים (הורמוני מין נשיים) עלולים לעודד גידולים סרטניים – בעיקר סוגי סרטן כגון סרטן הערמונית, סרטן השד וסרטן השחלות. חלב פרה מכיל כיום כמויות ניכרות של אסטרוגנים, בעיקר מאחר שממשיכים לחלוב פרות גם לקראת סוף ההיריון שלהן, בתקופה שבה חלה עלייה בריכוז האסטרוגנים בדם ובעקבות זאת גם בחלב. כאשר אנו שותים חלב אנו חשופים לאסטרוגנים המצויים בו, מאחר שאלה אינם נהרסים בתהליך הפסטור. כמו כן, בנוסף על האסטרוגנים, החלב מכיל גם הורמוני מין זכריים (אנדרוגנים), שיכולים להעלות את מספר הקולטנים לאסטרוגן בגוף, ובכך לתרום להשפעת האסטרוגנים על התפתחות גידולים.

נכון להיום מחקרים רבים ממומנים על ידי "גופים בעלי עניין" (חברות אשר יכולות להרוויח ממכירת או אי-מכירת חלב ומוצריו) ואין מחקרים אשר תוצאותיהם חד משמעיות. לנוכח

זאת, וכיוון שהידע הקיים על הפעילות הביולוגית של חלב נמצא עדיין בחיתוליו, נראה שכל אדם ששוקל לצרוך חלב ומוצריו נדרש להפעיל את שיקול דעתו.

אי-סבילות ללקטוז ואלרגיה לחלב

אי סבילות ללקטוז ואלרגיה לחלב הן שתי תופעות שונות. **אלרגיה** לחלבון חלב קיימת בשכיחות נמוכה מאוד ופחות מאחוז מהאוכלוסייה לוקים בה. היא מתפתחת בדרך כלל בתקופת הינקות ונוטה להיעלם עד גיל שש. במצב זה חל איסור מוחלט על חשיפת הילד למוצרי חלב. אלרגיה לחלב נובעת מרגישות יתר של מערכת החיסון (ראה מסגרת) והיא מתבטאת בתגובה של מערכת החיסון לחלבוני החלב – הגורמת לשלשולים, כאבי בטן חזקים, קשיי נשימה, פריחה בעור ואפילו הלם פיזיולוגי העלול להסתיים במוות.

אי סבילות לסוכר החלב, לקטוז, היא תופעה שכיחה הרבה יותר ומקורה בחוסר מלא או חלקי של האנזים לקטאז אשר מפרק את סוכר הלקטוז. לשיעור ניכר מהאוכלוסייה בישראל יש אי-סבילות ללקטוז ושכיחות התופעה עולה עם העלייה בגיל. אי סבילות ללקטוז משתנה מאדם לאדם במידת חומרתה, ורוב האנשים שמפגינים אי סבילות ללקטוז יכולים לצרוך כמות מסוימת של לקטוז בלי לסבול מכך (האנזים לקטאז קיים אך רמת פעילותו נמוכה). הסממנים (סימפטומים) של אי סבילות ללקטוז עשויים להיות כאב בטן, גזים, שלשול, בחילה, או הקאות, אך מרבית האנשים הסובלים מאי-סבילות ללקטוז אינם סובלים מסממנים אלו.

הידעת

תופעות של רגישות יתר (אלרגיה) נוצרות כשמערכת החיסון מגיבה לחומרים "תמימים" כאילו היו מחוללי מחלות כמו חיידקים ונגיפים. בדרך כלל רגישות היתר נוצרת עקב חשיפה למולקולות גדולות כמו חלבונים למשל במחלת הצליאק, המתאפיינת ברגישות יתר לחלבון גלוטן או באלרגיה לחלב הנובעת מרגישות יתר לחלבון החלב. רק לעיתים נדירות ישנה רגישות יתר למולקולות פשוטות כמו לקטוז.

חלב עזים וכבשים ומה שביניהם

מוצרים שעשויים מחלב כבשים ועזים זוכים בשנים האחרונות להצלחה, גם בשווקים שבהם שלטו באופן מסורתי מוצרי חלב פרה. הסיבות לכך נעוצות בפתיחת שוק המזון למוצרים חדשים וגם בתכונות תזונתיות-בריאותיות המיוחסות לחלב ממקורות אלו.



איור 4.3 - עז

אחת הטענות הנפוצות גורסת כי במקרה של אלרגיה לחלב פרה ניתן לצרוך חלב עזים או כבשים. אכן, במקרים של אלרגיה לחלבון החלב ניתן לצרוך חלב של כבשים או עזים, אך יש לשים לב, כי תיתכן גם אלרגיה לחלבון של יונקים אלו. עם זאת, אם מדובר ברגישות ללקטוז, חלב עזים וכבשים מכיל כמעט את אותה כמות לקטוז שיש בחלב פרה ([טבלת ערכים תזונתיים של סוגי חלב שונים](#)).

כפי שניתן לראות בטבלה, חלב כבשים עשיר יותר בשומן, בחלבון ובמינרלים (חומר יבש) מחלב פרה או חלב עזים, וזאת הסיבה שחלב זה אינו משמש לשתייה אלא בעיקר לייצור גבינות. חלב עזים מכיל יותר סידן מחלב פרה, והשומן שבו אינו צף על פני הנוזל, וכך החלב דומה לחלב פרה שעבר המגון. בציבור הרחב, בארץ לפחות, רווחת האמונה שחלב עזים מסייע בטיפול באפטות (פצעים קטנים ומכאיבים שצצים בחלל הפה). האם יש לכך בסיס מדעי או שמא מדובר באמונה טפלה בלבד? ככל הנראה מדובר באמונה, מאחר שאין עדויות מחקריות המעידות על כך שחלב עזים הוא טיפול יעיל נגד פצעים אלו.

ההבדלים בהרכב חומצות השומן ובהרכב החלבונים בחלב כבשים ועזים, בהשוואה לחלב פרה, מקנים לגבינות המיוצרות מסוגי חלב אלו ניחוח ומרקם אופייניים. גבינות אלו הן תמיד לבנות, מאחר שהחלב שממנו הן עשויות אינו מכיל קרוטן (צבען כתום או צהוב שמצוי בגזר ובצמחים כתומים אחרים). כמו חלב הפרה, גם חלב של בעלי חיים אחרים - כגון כבשים ועזים חייב בפסטור לפני השימוש.

גבינות

מטלה

אם נתבונן במרכיבי כלל הגבינות, נגלה כי הן מכילות "חלב, רכיבי חלב ומלח". אולם כאשר נעמוד ליד מקרר הגבינות, נגלה שיש המון סוגי גבינות.

- א. צאו לסופר ונסו לספור את מספר סוגי הגבינות הקיימים (הכוונה לכלל מוצרי החלב המוצקים – כגון גבינה לבנה, יוגורט, מלוחה, עם עובש, צפתית וכדומה, מחלב עזים או כבשים).
- ב. כמה סוגי גבינה ספרתם?
- ג. איך מייצרים כל כך הרבה מוצרים מכל כך מעט מרכיבים?

גבינה היא אחד ממוצרי המזון המעובד העתיקים ביותר בעולם. בעצם קיומה היא משקפת את התפתחות הידע האנושי בעיבוד מזון ובמידה מסוימת את ההיסטוריה שלנו כגזע טכנולוגי. אחת הסברות היא שמנהג ייצור הגבינה נולד ב"טעות" לפני 8,000 שנה, כשבני האדם החלו לביית את הכבשים.

איך מייצרים גבינה ב"טעות"?

חומר הגלם הבסיסי להכנת כל סוגי הגבינות הוא חלב. המרכיב העיקרי בחלב הוא מים (יותר מ-90 אחוז) ואחריו חלבון, שומן וסוכר. גבינות עשויות בעיקר מחלבונים, בתוספת של חלק מהשומנים אך כמעט בלי שום זכר למים ולסוכר החלב (לקטוז). למעשה, הדבר העיקרי שצריך לעשות כדי לייצר גבינה הוא להפריד את השומן והחלבון מהמים שבחלב. בני האדם שבייתו לראשונה את הכבשים היו נוודים שנהגו לאחסן את החלב ומזונות אחרים בשקים שייצרו מחומרים רבים, בהם עורות וקיבות של כבשים (החלב אוחסן ככל הנראה לצורך שימוש מאוחר יותר, להזנת טלאים ועגלים, מאחר שבני האדם היו באותה תקופה רגישים ללקטוז שבחלב). בקיבה של כבשים, בעיקר של טלאים שעדיין יונקים, קיים אנזים בשם רנין אשר מפרק את הקזאין, חלבון החלב העיקרי. כאשר החלב בשקים אלו בא במגע עם אנזים זה, האנזים פירק את חלבון החלב וכתוצאה מכך נוצר גוש חלבון (גבינה) בתהליך הנקרא "הגבנה". סוכר החלב, לקטוז, מסיס במים ולכן רובו נמצא בנוזל המימי ולא בגבינה עצמה.

הגבנה

הגבנה הוא תהליך של הקרשת החלב על מנת לקבל גבן, מוצר חלב חצי מוצק שממנו מכינים גבינות. את הגבינות ניתן לחלק לשתי קבוצות עיקריות: **גבינות טריות וגבינות**

מובחלות הנבדלות זו מזו בתהליך ההגבנה. **לגבינות טריות** חיי מדף קצרים של שבועות אחדים, ואילו **גבינות מובחלות** נשאות טובות לאכילה במשך חודשים ארוכים ואף שנים. בייצור **גבינות טריות** (בקבוצה זו נכללים גבינות, יוגורטים, שמנת וכל מוצרי החלב שיש לאכול אותם טריים), הגבינה נוצרת באמצעות **הגבנה חומצית**, אשר מושגת באמצעות תרבויות חיידקים אשר מחמיצות את החלב וכך מביאות לדנטורציה, שינוי המבנה המרחבי, של חלבון החלב העיקרי קזאין. שינוי צורתם של החלבונים חושף בהם אזורים הנוטים להיקשר זה לזה וכך נוצרת רשת סיבית חלבנית. בייצור **גבינות מובחלות** הגבינה נוצרת באמצעות **הגבנה אנזימתית** – שימוש באנזים הגבנה (בדרך כלל מסוג כימוזין או פפסין), המשנה את מבנה החלבון שבחלב. האנזים חותך את חלבוני הקזאין וכך נקשרים זה לזה ויוצרים מוצקי גבינה גדולים הנקראים "גבנים".

גבינות טריות – "הגבנה חומצית"

גבינות לבנות אשר תהליך ייצורן נמשך כיומיים-שלושה, הכנתן מהירה ועמידותן נמוכה. הן מתקלקלות במהירות, במיוחד כאשר לא מוסיפים להן חומרים משמרים. בקטגוריה זו נמצא גבינות טריות (לבנות) המיוצרות מכל סוגי החלב ומכילות שיעור גבוה של נוזלים. טעם החלב מורגש בהן יותר מאשר בגבינות מובחלות והן מכילות אחוזי שומן שונים (מחצי אחוז ועד שישים אחוז). ניתן לתבלן בתוספות שונות כגון שמיר, עירית, זיתים, שום, פפריקה וכדומה. גבינות אלו עוברות "הגבנה חומצית", בעיקר באמצעות חיידקים ייחודיים המוסיפים לחלב ומחמיצים אותו. עם זאת, בחלק מהגבינות, יש הנוהגים להוסיף לחלב גם מעט אנזים הגבנה, כדי להפוך את הגבן לקשיח יותר (גבינה לבנה לדוגמה).

יוגורט

יוגורט הוא דוגמה למוצר אשר עובר "הגבנה חומצית" על ידי חיידקים המוסיפים לחלב, ללא הוספת אנזים רנין (אנזים המוסיף לגבינות מובחלות ליצירת גבן). חיידקים אלו הם האחראים לתהליך גיבון הגבינה הנוצר כתוצאה מדנטורציה (שינוי המבנה המרחבי) של חלבון החלב, קזאין. בתהליך הכנת היוגורט החלב עובר פסטור, תהליך שבו מושמדים החיידקים שבו. לאחר הפסטור מקררים את החלב ומוסיפים לו חיידקים האחראים לייצור היוגורט. לכל סוג של חיידק השפעה על המרקם והטעם, כך שכל יצרן יוגורט מוסיף את הרכב החיידקים המועדף עליו. החיידקים המוסיפים הם בעיקר מסוג של *Lacto-Bacteria*, כלומר חיידקים המשגשגים במצע או בסביבה המכילה לקטוז (סוכר החלב) ולכן הם מתפתחים ופועלים בחלב. החלב שאליו הוסיפו החיידקים מועבר להדגרה (אינקובציה) בטמפרטורה המאפשרת לאוכלוסיית החיידקים להתרבות ולגרום לתהליך התסיסה שמביא להיווצרות היוגורט.

תסיסה היא תהליך שבו החיידקים מפיקים אנרגיה בהיעדר חמצן. בתחילה בעזרת אנזים הלקטאז, החיידקים מפרקים את סוכר החלב – לקטוז, לאבני הבניין שלו – גלוקוז וגלקטוז. כעת החיידקים מפיקים אנרגיה מגלוקוז ללא נוכחות חמצן, בתהליך תסיסה לקטית. בתסיסה הלקטית נוצרות שתי מולקולות של חומצת חלב (חומצה לקטית) המחמיצות את החלב. החמצת החלב גורמת לשינוי צורתם של חלבוני החלב (שינוי צורת החלבון הינו שינוי המבנה המרחבי, דנטורציה, עליה למדנו בפרק אשר עסק בחלבונים). שינוי צורתם של החלבונים חושף בהם אזורים הנוטים להיקשר זה לזה וכך נוצרת רשת סיבית חלבונית. הטעם החמוץ ושינוי מבנה החלבונים אחראים על חמיצות היוגורט וסמיכותו. מאחר שהלקטוז מפורק, היוגורט מכיל פחות ממנו ועל כן יכול להתאים למי שסובל מאי סבילות ללקטוז. רובנו טעמנו וחשנו את מגוון היוגורטים בעלי הטעם, הסמיכות, החמיצות והארומה המשתנה. תכונות היוגורט משתנות בהתאם לסוג החלב, הרכבי החיידקים המוספים ליוגורט, טמפרטורת הפסטור ומשך האינקובציה.

גבינות מובחלות – "הגבנה אנזימתית"

גבינות מובחלות עוברות גיבון אנזימתי בתיווך מגוון אנזימים הנקראים בשם הכולל "רנט" (באנגלית: rennet) אשר מופקים בעיקר מקיבות של עגלים שזה עתה נולדו (בגבינות צמחוניות או כשרות נעשה שימוש בכימוזין המופק מחיידקים, שמרים או עובש). במצב הטבעי קבוצת חלבוני הקזאין, החלבון העיקרי בחלב, מתחברות אלו לאלו ליצירת מבנה של כדורית קטנה (micelle). כדוריות אלו אינן מתחברות זו לזו בחלב כך שהחלב נשאר נוזלי. ה"רנט" חותך את חלבוני הקזאין וכך הם לא יוצרים כדוריות קטנות אלא נקשרים זה לזה ויוצרים מוצקי גבינה גדולים הנקראים "גבנים" - רשת מסועפת של חלבונים הכוללת בתוכה גם מים ושומנים. לאחר קבלת הגבן הגבינה עוברת עוד מגוון תהליכים, הכוללים את שבירת החומר המוצק, ניקוז הנוזלים, דחיסת המוצק לצורה הרצויה ובמקרה הצורך גם תיבול והמלחה. התהליך הסופי שהגבינה עוברת הוא תהליך ההבחלה האחראי למרקמה הסופי ולמרבית טעמיה של הגבינה.

תהליך ההבחלה (יישון)

הבחלה או יישון (Affinage) הוא תהליך של הבשלת גבינות – בתנאי טמפרטורה, לחות ואוורור מבוקרים, שנועד להביא את הגבינה למצב אופטימלי לצריכה. זהו השלב האחרון האחראי למרקמה הסופי של הגבינה המובחלת ולמרבית טעמיה. הגבינה היא "חיה", היא מכילה מיקרואורגניזמים ואנזימים רבים הפועלים בה בתנאי טמפרטורה ולחות שונים. אלה מפרקים את הרשת הסבוכה של חלבוני הגבינה שעברו את תהליך הגיבון ואת

השומנים והפחמימות שבגבינה וכך משחררים תמציות טעם ומשנים את מרקמה. תקופת ההבחלה מספקת תנאי סביבה אידיאליים לתהליכים ביו-כימיים אלה, אולם הם ממשיכים להתקיים גם לאחריה ולכל אורך חיי הגבינה. ככל שהגבינה מתיישנת, לתהליכים אלה השפעה מצטברת על מרקם הגבינה וטעמה והם אלו אשר יגדירו את מאפייניה ואת ההבדלים בין הגבינות השונות. את הגבינות המובחלות נהוג לחלק לגבינות רכות וגבינות קשות הנבדלות זו מזו בתהליך ההבחלה.

גבינות רכות

גבינות רכות תלויות בעיקר בהבחלה חיצונית של מעטפת הגבינה. בתקופת ההבחלה הנמשכת בין שבועיים ועד לשמונה שבועות בהתאם לסוג הגבינה, הן מזרעות בנבגים ומצמיחות פלומה של עובש וחלקן אף עוברות שטיפות. הגבינות משווקות צעירות כשמרקמן רך למחצה, אולם התהליכים הביו-כימיים ממשיכים לעבוד על הגבינה גם לאחר שיווקה והיא תמשיך להבשיל.

גבינת קממבר וברי לדוגמה, מצופות בשכבת עובש לבן אשר בתהליך הנמשך שבועות בודדים, מפריש לתוך הגבינה אנזים ש"חותך" את הרשת המסועפת של חלבוני הגבינה והופך אותה ממוצק צמיג לחומר רך ונימוח.

גבינת קממבר (בצרפתית: Camembert)

קממבר היא גבינה צרפתית רכה וקרמית, המיוצרת מחלב פרה לא מפוסטר. הגבינה קרויה על שם הכפר קממבר בנורמנדי שבצפון מערב צרפת, שם יוצרה לראשונה. גבינת הקממבר היא נוקשה לאחר ייצורה, ועם הזמן הופכת רכה יותר ובעלת טעם וריח עזים יותר. תהליך הבחלתה אורך כשלושה שבועות ומבוצע בעזרת שני מיני עובשים שצבעם לבן – הפניציליום

קנדידה (*Penicillium candida*) והפניציליום קממברטי (*Penicillium camemberti*). את הקממבר נהוג לאכול לצד לחם ויין.



איור 4.4 – גבינת קממבר

בסוף שנות ה-70 של המאה העשרים החלו שטראוס ותנובה לייצר גבינת קממבר בישראל ובמקביל שיווקו גם גבינות מיובאות, יקרות יותר. את גבינת הקממבר רכשו בעלי אמצעים, שכן מחירה היה יקר, והעלייה בצריכת גבינת קממבר בישראל הייתה לאחד מסממני העלייה ברמת

החיים. בתחילת שנות ה-70' החלו משקים קטנים לייצר גבינת קממבר מחלב עזים (ולא פרה) ולשווקה תחת השם "עזיזה".

ברי (בצרפתית: Brie)



איור 4.5 – גבינת ברי

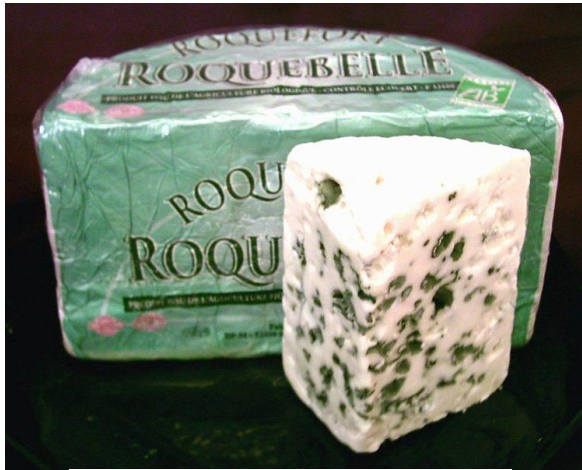
מוצאה של גבינת הברי ממחוז סן ומארן במישורי האזור ההיסטורי-גאוגרפי ברי (Brie) שבקרבת פריז. פירוש השם "ברי" בצרפתית קדומה הוא מישור (פלטו). היא עשויה מחלב פרה והבשלתה אורכת בין שלושה שבועות (בתנאי מפעל) לעשרה שבועות (בבוטיקים). קיימים שני מותגים בלבד

המורשים להיקרא ברי: **ברי דה מו (Brie de Meaux)** – המיוצרת מחלב פרה שאינו מפוסטר. גבינה זו היא בעלת ארומה של אגוזים קלויים ונגיעות של שמרים. המרקם שלה חלק וכמעט נוזלי. צבעה צהוב-קש, והוא מבהיר עם ההבשלה. הקליפה מכוסה קרום עובש לבן עם נגיעות אדומות-חומות. הגבינה השנייה היא **ברי דה מלן (Brie de Melun)** – טעמה וריחה עדינים יותר, היא מפוסטרת והבשלתה ממושכת יותר. צבעה זהוב, קליפתה כהה יותר ומכוסה קרום עובש לבן.

את גבינת הברי נהוג להגיש בליווי יינות קינוח מתוקים או שרדונה עם קרקרים או ענבים. מאחר שהגבינה רכה ומותכת בקלות ניתן גם להסיר את העטיפה ולהוסיף את הגבינה לתבשילים שונים. צורת הגשה מקובלת נוספת היא טבילת פרוסות גבינה בבייצה ופירורי לחם וטיגונה.

בגבינות מובחלות רכות שבהן נעשה שימוש בעובש כחול, כמו רוקפור לדוגמה, מתקבל מנעד אחר של טעמים. העובש הייחודי של גבינות הרוקפור מפריש לגבינה אנזים המפרק את השומנים לאבני הבניין שלהם – חומצות שומן. לחלק מחומצות השומן הללו יש טעמים המזוהים עם גבינות כחולות, למשל טעם חריף של פלפל.

גבינת רוקפור (בצרפתית: Roquefort)



איור 4.6 – גבינת רוקפור

רוקפור הוא שמה של גבינה כחולה רכה-חצי קשה העשויה מחלב כבשים. צבע הגבינה לבן, עם נימים כחולים כהים של עובש, פניציליום רוקפורטי (*Penicillium Roqueforti*), המעניק לגבינה את ייחודה. העובש המקורי נמצא רק במערות קמבלו (Cambalou) באזור הייצור המקורי של הגבינה, ולפי החוק באירופה אסור לקרוא בשם "רוקפור" לגבינות

שאינן מיוצרות באזור זה. בעבר נהגו המגבנים

להשאיר במערות קמבלו לחם למשך שישה שבועות עד שצמח בו עובש, ולאחר מכן הלחם יובש ונטחן לאבקה שהוספה לחלב. כיום העובש מיוצר בתנאי מעבדה.

הידעת?

אגדות לא מעטות נקשרו במקורן של הגבינות הכחולות, כאשר אחת מהמפורסמות מספרת על רועה צרפתי מהמאה ה-11 אשר רעה את עדרו באזור רוקפור עתיר המערות (מערות קמבלו). על פי האגדה, הרועה החל לאכול באחת מהמערות את ארוחת הבוקר שלו – אשר הורכבה מלחם וגבינה, אך כאשר זיהה את אהובתו הוא נטש את ארוחתו, הלך לקראתה והשאיר את ארוחתו במערה.

כעבור כמה חודשים, כשחזר הרועה למערה, הוא מצא שם את הלחם שכבר התעפש ואת הגבינה. הבחור היה רעב והחליט לנסות את הגבינה, שחורים כחולים הופיעו בה. הטעם המתקתק-חריף, מעט מלוח כנראה ערב לחיכו והוא הביא את הגבינה לזקני הכפר, והשאר היסטוריה. וכך, רוקפור אמיתית מייצרים מאז ועד היום באזור רוקפור.

אם האגדה נכונה או לא, לא נדע, אבל בלעדיה יהיה קשה לנו להסביר איך אנשים החלו לצרוך גבינות עם עובש.

גבינות קשות

משך הזמן הנדרש להבחלתן של גבינות קשות תלוי בעיקר בהבחלה של המרקם הפנימי. חלק מהגבינות הקשות מתיישנות בתוך קליפה המתפתחת באופן טבעי וחלקן מתיישנות כשהן עטופות בשעווה או מרוחות בחמאה, כדי למנוע היסדקות הקליפה ואיבוד נוזלים ובכך לאפשר את יִקְלָת (פוטנציאל) ההתיישנות היכול להימשך שנים רבות.

תהליך היישון של גבינות קשות כמו צ'דר ופרמזן יכול לארוך כמה חודשים ואפילו שנים (יישון של צ'דר אורך 15 חודשים ויותר). בתקופה זו אנזימים שונים מפרקים את חלבוני הגבינה לשלל מולקולות קטנות אשר מעניקות לכל גבינה את טעמיה הייחודיים. בין הטעמים והריחות המוכרים המתקבלים מתהליך הפירוק הזה, אפשר למצוא נגיעות של גופרית ואמוניה, המתקבלות בתהליך פירוק החלבונים.

גבינת צ'דר (באנגלית: Cheddar cheese)



איור 4.7 – גבינת צ'דר

גבינת צ'דר היא סוג של גבינה קשה אנגלית בצבע שמנת (או כתום אם מוסיפים תבלינים) וטעם חריף. מקורה של הגבינה בכפר צ'דר שבדרום-מערב אנגליה ומכאן שמה. בקניון צ'דר בקצה הכפר שוכנות כמה מערות, אשר סיפקו את הלחות האידיאלית ואת הטמפרטורה היציבה הנדרשים עבור תהליך היישון הגבינה. פעמים רבות ניתן לזהות את הגבינה באמצעות השעווה השחורה שבה היא ארוזה.

גבינת צ'דר יוצרה לפחות מהמאה ה-12 וכיום היא אחת הגבינות הקשות הנפוצות ביותר בעולם. גבינות מסוג זה מיוצרות גם מחוץ לאזור המקורי, בכמה מדינות ברחבי העולם.

גבינת פרמזן (באיטלקית: Parmigiano, נהגית פֶרְמִיג'וֹ)

פרמזן היא גבינה קשה וגרגרית שמקורה בעיר פארמה שבאיטליה ומכאן שמה (באיטלקית המושג Parmigiano מתאר אדם או חפץ שמקורו בפארמה). הגבינה מסווגת כגבינה מסוג "גראנה" – גבינה קשה מחלב פרה, מבושלת אך לא דחוסה.



איור 4.8 – גבינת פרמזן

לאחר ייצור הגבינה היא מושרית במשך 20 יום במי-מלח. בתום תקופת ההשריה הגבינה עוברת לאחסון בחדר התיישנות גדול, על מדפי עץ ארוכים. הטמפרטורה והלחות בחדר ההתיישנות חייבות להיות קבועות בכל שעות היממה. לאחר 12 חודשים לפחות בחדר ההתיישנות הגבינות מועברות לטועם מקצועי

שקובע את איכות הגבינה. אם היא אינה איכותית, הוא מסמן את האריזה בצלב.

השם "Parmigiano Reggiano" הוא שם מוגן משפטי, ועל כן רק גבינות המיוצרות במפעלים ספציפיים בצפון איטליה רשאים להשתמש בו. השם פרמזן (Parmesan), שמקורו בצרפתית, הוא שם נפוץ בהרבה, וכל הגבינות הנושאות את שמו, כולל אלו המיוצרות בישראל, הן חיקוי של הגבינה המקורית.

פרמזן משמשת לתיבול סוגי פסטה שונים, הקרמת מרקים וריזוטו, ומהווה חלק מהמרכיבים של רטבים פופולאריים כגון אלפרדו ופסטו. מתכון ידוע העושה שימוש בגבינה הוא "עוף פרמזן".

ברחבי העולם מיוצרים מאות סוגי גבינות, אך אם נתבונן במרכיבי כלל הגבינות נגלה כי כולן מכילות את אותם מרכיבים בסיסיים: "חלב, רכיבי חלב ומלח". תהליך הכנת הגבינה כולל שלבים רבים, המשתנים בהתאם לסוג הגבינה שמכינים, ובהם: בישול החלב, ניקוז מי הגבינה, המלחה ועוד שלל תהליכים ביוכימיים ומיקרוביולוגיים, התלויים בשינויי לחות, טמפרטורה, סוגי חלב, משך ההכנה ועוד שלל גורמים אשר מגדירים את מאפייניה של הגבינה ואת ההבדלים בין מאות הגבינות השונות. די בסיבוב קצר בסופר על מנת להיווכח כמה מוצרים שונים ניתן להפיק מאותו חלב ראשוני, והכול באמצעות אותם תהליכים המוזכרים למעלה.

סיכום

- מוצרי חלב הוא כינוי לכלל מוצרי המזון שהמרכיב העיקרי בהם הוא חלב.
- חלב פרה הוא העיקרי והמוביל ואחריו נפוצים מוצרים מחלב עזים, חלב כבשים, חלב תאו המים (באפלו) וחלב נאקות.
- חלב הוא המזון הראשון אשר בני האדם (ושאר היונקים) צורכים. בניגוד למיני יונקים אחרים אשר יונקים את חלב אמם ומפסיקים לינוק בתום שלב הינקות, בני אדם צורכים חלב שמקורו ביונקים אחרים, גם בתום תקופת הינקות.
- בעקבות "שינוי גנטי מאוחר" שהתרחש לפני כ-8,000 שנה, אנזים הלקטאז ממשיך לפעול גם במערכת העיכול של אדם בוגר, כך שאנו יכולים להמשיך לצרוך חלב גם בתום שלב הינקות.
- בדומה לחלב האישה, שתפקידו לספק לוולד הרך את כלל רכיבי המזון החיוניים לו לצורך התפתחותו, כך גם חלב פרה נועד לספק את כלל הרכיבים החיוניים לעגלים ולעגלות שאך נולדו. למרות שאנו לא עגלים, בחלב פרה חומרים מזינים חיוניים ותרבות ביו-אקטיביות המועילים לבריאותנו.
- על פניו נראה כי חלב הוא מקור טוב למגוון רכיבים תזונתיים החשובים לבריאותנו, אך בעשורים האחרונים עלה החשש כי צריכת חלב ומוצריו קשורה לעליית הסיכון לתחלואה בסוגי סרטן מסוימים, כגון סרטן הכבד. ההיגיון מאחורי חשש זה נובע מכך שחלב הוא חומר עשיר מטבעו בהורמונים ובגורמי גדילה אשר מעודדים חלוקה של תאים. חשש זה עדיין לא אומת מחקרית.
- אי סבילות ללקטוז ואלרגיה לחלבון חלב הן שתי תופעות שונות. אלרגיה לחלב נובעת מרגישות יתר של מערכת החיסון לחלבוני החלב. אי סבילות לסוכר החלב עצמו, לקטוז, היא תופעה שכיחה הרבה יותר ומקורה בחוסר מלא או חלקי באנזים לקטאז המפרק את סוכר הלקטוז.
- גבינה ויוגורט הם מוצרי חלב מעובדים הקיימים כבר אלפי שנים. מוצרי חלב אלו דלים בלקטוז ומומלצים לאנשים הסובלים מאי-סבילות ללקטוז.

מבדק מסכם:

1. חלב הוא תחליב (אמולסיה) של:

- א. שמן ומים.
- ב. חלבונים ושמן.
- ג. סוכרים ומים.
- ד. ויטמינים ומינרלים.

2. סוכר החלב נקרא:

- א. לקטאז
- ב. לקטוז
- ג. פרוקטוז
- ד. גלוקוז

3. האנזים המפרק את סוכר החלב נקרא:

- א. לקטאז
- ב. לקטוז
- ג. פרוקטוז
- ד. גלוקוז

4. הפחתת כמות הלקטוז בחלב דל לקטוז נעשית באמצעות:

- א. סינון הלקטוז מהחלב.
- ב. פירוק הלקטוז באמצעות הוספת אנזים לקטאז לחלב.
- ג. פירוק הלקטוז באמצעות הוספת מלח לחלב.
- ד. אחסון החלב בטמפרטורה קבועה למשך כמה ימים, עד שהלקטוז מתאדה מהחלב.

5. אחת הפעולות שעושה האדם על מנת להגדיל את תנובת החלב היא:

- א. האכלת הפרות במספוא משובח.
- ב. דאגה לעגלים הצעירים.
- ג. חליבה מוגברת של הפרות.
- ד. טיפוח הפרות לגדילה מהירה.

6. תהליך ההומוגניזציה (הימגון) –
א. משמיד את החיידקים בחלב.
ב. משפר את טעמו ואת ערכו התזונתי של החלב.
ג. יוצר נוזל אחיד במרקמו.
ד. מאחד בין החלבונים והמים בחלב.
7. חלב עשוי להיות מועיל לבריאות האדם מאחר שהוא:
א. מכיל אסטרוגנים.
ב. מכיל חומצות שומן בלתי רוויות.
ג. מכיל נוגדי קרישה.
ד. מכיל חומרים מזינים חיוניים.
8. ייתכן קשר בין צריכת חלב ומוצריו ובין עליית הסיכון לתחלואה בסרטן, מכיוון ש:
א. חלב מכיל הורמונים שונים.
ב. חלב מכיל תרכובות ביו-אקטיביות.
ג. חלב מכיל סידן.
ד. חלב מכיל חומרים מזינים חיוניים.
9. אלרגיה לחלב נובעת מ:
א. מחסור באנזים לקטאז המפרק את הלקטוז.
ב. רגישות יתר של מערכת החיסון ללקטוז.
ג. רגישות יתר של מערכת החיסון לחלבון החלב.
ד. מחסור באנזים רנין.
10. הדבר העיקרי שיש לעשות בתהליך ייצור הגבינה הוא:
א. להפריד את השומן מהמים והחלבון שבחלב.
ב. להפריד את החלבון והמים מהשומן שבחלב.
ג. להפריד את השומן מהחלבון והמים שבחלב.
ד. להפריד את החלבון והשומן מהמים שבחלב.

11. בגבינת רוקפור תהליך ההבחלה נעשה באמצעות:

- א.** עובש לבן המפריש לגבינה אנזים אשר "חותך" את הרשת המסועפת של חלבוני הגבינה.
- ב.** עובש כחול המפריש לגבינה אנזים אשר "חותך" את הרשת המסועפת של חלבוני הגבינה.
- ג.** עובש כחול המפריש לגבינה אנזים שמפרק את השומנים לאבני הבניין שלהם – חומצות שומן.
- ד.** עובש לבן המפריש לגבינה אנזים שמפרק את השומנים לאבני הבניין שלהם – חומצות שומן.

12. בתהליך ייצור היוגורט יש חשיבות לשימוש ב:

- א.** אנזים רנין
- ב.** חיידקים
- ג.** לקטוז
- ד.** לקטאז

פרק 5: תסיסה

"וַיֹּאפּוּ אֶת הַבֶּצֶק אֲשֶׁר הוֹצִיאוּ מִמִּצְרַיִם עֶגְתַּת מִצּוֹת, כִּי לֹא חֻמֵּץ, כִּי גִרְשׁוּ מִמִּצְרַיִם וְלֹא יִכְלוּ לְהִתְמַהֵמֶה, וְגַם צָדָה לֹא עָשׂוּ לָהֶם" (שמות יב לט).

הידעת

מדוע אנו אוכלים מצה? ההגדה נותנת לנו הסבר בקצרה, הנה הוא: "על שום שלא הספיק בצקם של אבותינו להחמיץ, עד שנגלה עליהם מלך מלכי המלכים הקדוש ברוך הוא וגאלם". כשנגאלו אבותינו ממצרים, הם נחפזו לצאת ולא הספיקו להכין לחם. הם נטלו את הבצק שלא החמיץ ואפו אותו כמות שהוא (חמץ הוא קמח של אחד או יותר מחמשת מיני דגן – חיטה, שעורה, כוסמין, שיבולת-שועל ושיפון – שבא במגע עם מים וכתוצאה מכך תופח). התוצאה של אפיית הבצק שלא החמיץ היא המצה שאנו אוכלים.

בפרק זה נעסוק בנושאים הבאים:

1. תסיסה לקטית.
2. תסיסה כוהלית.

לפני שנתחיל, כמה שאלות לחשוב עליהן:

- מה הקשר בין המשפט בראשית הפרק לתהליכי התסיסה?
- מהי תסיסה?
- מהי תסיסה לקטית?
- מהי תסיסה כוהלית?
- כיצד תעשיית המזון משתמשת בתהליכי תסיסה אלו?

תא מפיק אנרגיה בתהליך שנקרא "נשימה תאית" היכול להתבצע בנוכחות חמצן או ללא נוכחות חמצן בתהליך הנקרא גם "תסיסה". כמות האנרגיה המופקת באמצעות חמצן גדולה כפי 15 מזו המופקת בתהליך ללא חמצן. יצורים חיים המפיקים אנרגיה ללא נוכחות חמצן מכונים אל-אווירניים. חלק מיצורים חיים אלו אינם יכולים לחיות בנוכחות חמצן בכלל (יצורים אובליגטוריים) ואילו חלקם יבצעו נשימה תאית בנוכחות חמצן, ובהיעדר חמצן הם יפיקו אנרגיה במנגנון התסיסה (יצורים פקולטטיביים). לעיתים קבוצת תאים, כגון תאי השריר של האדם, תפיק אנרגיה עם חמצן, אך בהיעדרו תאים אלו יכולים להפיק אנרגיה בתהליך התסיסה, שלא באמצעות חמצן. תהליך זה אינו יעיל והשריר לא יכול לעבוד לאורך זמן בדרך

זו. ואכן, אחד מתוצרי התסיסה במקרה זה היא חומצה לקטית (חומצת חלב) אשר גורמת לשריר להיתפס וכתוצאה מכך אנו נפסיק את פעולת השריר (הרי מי יכול לרוץ כששריר התאומים שלו תפוס?).

קיימים כמה עשרות סוגי תהליכי תסיסה שונים הנקראים "מסלולי תסיסה", כשהבדלים ביניהם לעיתים מזערניים. הסיבה לכך שמינים שונים של מיקרואורגניזמים מבצעים מסלולי תסיסה שונים היא פשוטה: קיומם או היעדרם של אנזימים המותאמים לכל סוג של תסיסה. בפרק זה נתרכז בשני מסלולי התסיסה העיקריים: תסיסה לקטית ותסיסה כוהלית.

תסיסה לקטית

בתהליך הפקת האנרגיה במסלול התסיסה הלקטית, מולקולת הגלוקוז מתפרקת לשתי מולקולות של חומצה לקטית. האדם משתמש בתהליך זה לצרכיו ביצירת סוגי מזון שונים – כגון מלפפונים חמוצים, כרוב כבוש, לְבָן, יוגורט, גבינה ומוצרי חלב אחרים. רוב רובם של החיידקים המפיקים אנרגיה בתהליך התסיסה הלקטית הם אל-אווירניים שאינם סובלים חמצן (יצורים אובליגטוריים) ורק מיעוטם אל-אווירניים סובלי חמצן (יצורים פקולטיביים). תהליכי התסיסה מתרחשים במכלים אטומים, כדי למנוע את מות החיידקים הרגישים לחמצן וגם כדי לגרום לחיידקים שאינם רגישים לחמצן להפיק אנרגיה במסלול התסיסה.

שאלה לדיון

יצרן המזון מעוניין לשלוט בטיב המזון המיוצר, ולכן יתרון נוסף לאטימת המכלים בתהליך התסיסה הוא:

א. חיידקים לא רצויים אינם יכולים להיכנס למיכל האטום ולגרום לזיהום או לשינוי הטעם.

ב. המיכל האטום לא יכול להישפך אם הוא ייפול.

ג. לא ניתן להכניס חומרים רעילים למיכל בלי שנבחין בכך.

ד. לא נתבלבל בין המוצרים השונים.

תסיסה לקטית – גבינה ויוגורט

דוגמה להפקת מזון בדרך של "תסיסה לקטית" הוזכרה בפרק "חלב ניגר ומוצריו". כדי להפיק יוגורט, החלב עובר פסטור, תהליך שבו מושמדים חיידקים בחלב. לאחר הפסטור מקררים את החלב ומוסיפים לו חיידקים בעלי יכולת תסיסה לקטית, האחראים לייצור היוגורט. הללו מפרקים את סוכר החלב, הלקטוז, שהוא דו-סוכר, לאבני הבניין שלו – גלוקוז וגלקטוז. אנזימים שונים ממירים תוך זמן קצר את הגלקטוז לגלוקוז שמותסס לחומצה לקטית.

הידעת

"תסיסה לקטית" הוא תהליך שבו מופקת אנרגיה מגלוקוז ללא נוכחות חמצן, ובמהלכו נוצרת "חומצה לקטית". שמו של התהליך על שם החומצה הלקטית הנוצרת בתהליך ולא על שם דו סוכר הלקטוז.

החומצה הלקטית גורמת לעליית חומציות הנוזל (ירידה ב pH), ומאחר שרוב המיקרואורגניזמים לא מסוגלים לחיות ברמת חומציות כה גבוהה, הגבינה ובמיוחד היוגורט, זוכים לחיי מדף ארוכים יחסית (יותר מחלב) – זאת מכיוון שקלקול המוצרים נובע מפעילות של חיידקים. בנוסף, העלייה בחומציות גורמת לדנטורציה (שינוי המבנה המרחבי של החלבון, עליה למדנו בפרק שעסק בחלבונים) של חלבוני החלב ולשקיעתם. זוהי הסיבה שיוגורט סמיך יותר מחלב. בגבינות שונות, בנוסף לתסיסה הלקטית, מתרחשים סוגי תסיסה נוספים, אשר מקנים להן את טעמן הייחודי.

ניסוי מומלץ

גם אתם יכולים לייצר יוגורט בבית. רוב סוגי היוגורט שניתן לרכוש כיום מכילים תרבויות חיות של חיידקים, וכך ניתן פשוט להשתמש בחיידקים אשר נמצאים ביוגורט קנוי כדי לייצר יוגורט חדש בבית.

מאחר שהחלב שבו תשתמשו מפוסטר, אין צורך לחממו ולפסטר אותו שוב, אבל חשוב לרחוץ ידיים בסבון, ולהשרות במים רותחים לכמה דקות כל כלי שתשתמשו בו במהלך הכנת היוגורט הביתי. אין להשתמש בחלב מקולקל או כזה שפג תוקפו.

חומרים לניסוי:

- 1 ליטר חלב (עדיף בעל אחוזי שומן גבוהים)
- $\frac{1}{2}$ כף סוכר
- 1 יוגורט (עדיף להשתמש ביוגורט לא ממותק)
- כף
- סיר (לניסוי השני)
- מיכל פלסטיק עם מכסה (לאחסנת היוגורט)

אופן ביצוע הניסוי:

ניסוי ראשון – הכנת יוגורט דליל

1. צקו ליטר חלב למיכל הפלסטיק שבו תאחסנו את היוגורט (עליכם לשים מים רותחים בכלי לכמה דקות לפני השימוש בו).
2. הוסיפו לחלב את גביע היוגורט.
3. ערבבו את התערובת בכף שהושרתה במים רותחים.
4. סגרו את התערובת במיכל הפלסטיק בטמפרטורת החדר ליום עד שלושה ימים (בקיץ היוגורט מוכן מהר יותר). אפשר לפתוח את המיכל מדי פעם ולבדוק אם היוגורט מוכן. אל תחששו – היוגורט לא יתקלקל מפני שהוא בחוץ, מאחר שהחיידקים אשר מתרבים בו הם החיידקים שהכנסתם לתערובת.
5. כדי להפוך את היוגורט לסמיך יותר, ניתן לאחר הכנתו לסנן אותו במסננת מרופדת במגבת דקה או בבד חיתול עד שהיוגורט מגיע לדרגת הסמיכות הרצויה. את התהליך יש לבצע במקרר (חשוב לשים במקרר מאחר שהמגבת לא סטרילית).
6. אחסנו את היוגורט במקרר בתוך מיכל סגור.

ניסוי שני – הכנת יוגורט ביתי סמין

1. צקו ליטר חלב לסיר וחממו על אש נמוכה (כדי שהחימום יהיה אחיד והחלב לא יישרף בתחתית הסיר).
2. הסירו את הסיר מהאש כאשר החלב מגיע לטמפרטורה של 40°C .
3. הוסיפו לחלב 1/2 כף סוכר וגביע יוגורט.
4. ערבבו את התערובת בכף שהושרתה במים רותחים.
5. כסו את הסיר ועטפו אותו היטב מכל הצדדים (כולל התחתית) במגבות. המטרה היא לשמור על טמפרטורה של כ- 40°C לאורך זמן, כך שהחיידקים יתרבו ויתסיסו את הסוכר ביעילות וייצרו יוגורט סמין ככל האפשר. היוגורט יהיה מוכן לאחר כשמונה שעות. אפשרות נוספת היא להעביר את התערובת לתרמוס (לפני כן יש לצקת לתוכו מים רותחים ולהמתין כמה דקות כדי לעקר אותו מחיידקים).
6. אחסנו את היוגורט במקרר בתוך מיכל פלסטיק עם מכסה.

סיכום ניסוי:

תארו את התהליך שבו החלב הפך ליוגורט. מה שם התהליך?

תהליך ההגבנה ביוגורט (אשר בו חזינו בניסוי זה) הינו תהליך של "הגבנה חומצית", הנוצר בעקבות תהליך הדנטורציה, שינוי המבנה המרחבי של חלבוני החלב, כתגובה [לחומציות הנוזל](#). שינוי המבנה המרחבי חושף בחלבונים שהשתנו אזורים הנוטים להיקשר זה לזה וכך נוצרת רשת סיבית חלבנית – גֶבֶן. בניסוי שלנו, שינוי המבנה המרחבי נוצר בעיקר עקב החמצת הנוזל. חיידקי היוגורט Lacto-Bacteria משגשגים בסביבה המכילה לקטוז (סוכר החלב) ולכן הם מתפתחים ופועלים בחלב. פעילות החיידקים והתרבותם דורשת אנרגיה אשר מופקת מגלוקוז ללא נוכחות חמצן (זכרו כי התבקשתם לסגור את הסיר או הכלי שבו שהו החיידקים). תהליך זה נקרא "תסיסה לקטית", מאחר שבתהליך זה נוצרות מולקולות של חומצת חלב (חומצה לקטית) המחמיצות את החלב.

האם חלבון החלב עבר דנטורציה כתוצאה מגורם נוסף?

החלב חומם לטמפרטורה של 40°C , אך מאחר שחום גופה של הפרה נע בין 37.8°C ל- 40°C , סביר להניח שהחלבון כמעט ולא עבר דנטורציה בתנאים אלו.

מה ההבדל העיקרי בין הניסוי הראשון לניסוי השני?

ההבדל העיקרי בין שני התהליכים הוא הטמפרטורה שבה פעלו חיידקי היוגורט. בניסוי הראשון החלב לא חומם וכך החלבונים לא החלו לעבור בו את תהליך הדנטורציה. מעבר לכך, הסביבה שבה פעלו החיידקים בניסוי הראשון (טמפרטורת החדר) לא הייתה סביבה

מיטבית עבורם, ולכן קצב הפקת האנרגיה שלהם היה נמוך יחסית לקצב הפקת האנרגיה של חיידקי היוגורט **בניסוי השני**, אשר פעלו בתנאי טמפרטורה מיטבית (40°C).

מדוע היוגורט בניסוי הראשון היה דליל לעומת היוגורט שנוצר בניסוי השני?

בניסוי הראשון החיידקים פעלו בטמפרטורת החדר, מה שגרם לכך שקצב הפקת האנרגיה שלהם היה נמוך יותר מאשר בניסוי השני. מכיוון שכך, נוצרה בחלב פחות חומצה לקטית, פחות חלבון עבר דנטורציה ולכן היוגורט היה דליל יחסית ליוגורט שנוצר בניסוי השני.

מדוע הניסוי הראשון ארך זמן רב יותר מהניסוי השני?

מספר החיידקים ופעילותם בטמפרטורת החדר נמוכים מאלה של החיידקים אשר שהו ב 40°C .

מדוע הוספנו סוכר בניסוי השני ולא בראשון?

הסוכר הלבן (סוכרוז) הינו דו-סוכר, אשר מתפרק לשני חד-סוכרים - גלוקוז ופרוקטוז. בניסוי הראשון החיידקים לא היו זקוקים לתוספת גלוקוז, מאחר שקצב הפקת האנרגיה שלהם היה נמוך. בניסוי השני היה צורך בהוספת גלוקוז, מאחר שמספר החיידקים ופעילותם היו גבוהים, והגלוקוז שמקורו בלקטוז לא הספיק להם. אם לא היינו מוסיפים סוכר, כשהלקטוז היה נגמר והחיידקים לא היו יכולים להפיק אנרגיה, הם היו מתים ותהליך ההגבנה היה נעצר.

תסיסה לקטית – כבישת חמוצים

בדומה לתהליך ייצור הגבינה, גם בכבישת חמוצים משתמשים בתהליך התסיסה, אך כאן החיידקים גם מפרקים את הירק (מלפפון, עגבנייה או כל ירק אחר) ובעצם גורמים לו לעבור תהליך דמוי ריקבון. איך נדאג שהחיידקים במיכל יהיה החיידקים הרצויים לנו? ניצור סביבה שמתאימה לחיידקים הרצויים. לשם כך נניח את המלפפונים בסביבה שתמנע גידול של חיידקים מזנים לא רצויים, סביבה עם מים ומלח או חומץ. בתהליך התסיסה החיידקים יוצרים חומצה לקטית ומחמיצים את הנוזל עוד ועוד, וכשכמות החומצה עולה מעבר לסף מסוים, גם חיידקים אלו אינם יכולים לסבול עוד את התנאים – ומתים. כיום המוצרים שהוזכרו לעיל מופקים בתהליכים תעשייתיים, באמצעות הוספה מלאכותית של חיידקים, אך מאחר שחיידקי תסיסה נמצאים בכמות רבה בטבע, ידע האדם להפיק מוצרים אלו כבר לפני אלפי שנים, עוד לפני שהבין את עקרונות התסיסה.

תסיסה כוהלית

התסיסה הכוהלית מבוצעת בעיקר באמצעות פטריות, ובמיוחד על ידי שמר האפייה – *Saccharomyces cerevisiae* (שמרים הם פטריות חד-תאיות). תוצרי התסיסה הכוהלית

הם **פחמן דו חמצני** (CO_2) ו**אתנול** (סוג של כוהל). **פחמן דו-חמצני** משמש להתפחת בצק, מאחר שהתפחה היא תהליך שבו נוצרות בתוך הבצק בועות גז של פחמן דו-חמצני המעניקות לבצק הדחוס מרקם אוורירי (לא לדאוג, מוצרי בצק מותפחים אינם מכילים אתנול, מכיוון שהוא מתאדה בתהליך האפייה). בתוצר השני – **אתנול** – משתמשים לייצור משקאות חריפים, כגון יין ובירה. חלק מהשמרים המשמשים בתעשיית האלכוהול נמצאים על קליפת הענבים, וחלקם מוסף מלאכותית על ידי היצרן (בייצור תעשייתי יש עדיפות לשימוש בשמרים "תרבותיים" המוספים מלאכותית). קצף הבירה מכיל פחמן דו-חמצני, המיוצר גם הוא בתהליך התסיסה.

תסיסה כוהלית - התפחת בצק

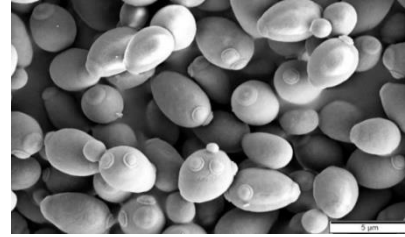
התפחה היא תהליך שבו נוצרות בתוך הבצק בועות גז של פחמן דו-חמצני, המעניקות לבצק הדחוס מרקם אוורירי. ניתן לייצר פחמן דו-חמצני ולהתפיח את הבצק בשתי דרכים: התפחה ביולוגית והתפחה כימית.

התפחה ביולוגית מבוצעת על ידי יצורים חיים – שמרים:

השמרים משתמשים באנזימים (אנזימים הם מולקולות חלבוניות אשר מסייעות בפירוק או בחיבור מולקולות שונות) כדי לפרק את העמילן שבקמח לגלוקוז ([עמילן הוא חומר תשמורת בצמחים](#), המורכב מאלפי יחידות של גלוקוז). השמרים משתמשים בגלוקוז להפקת אנרגיה במסלול התסיסה הכוהלית. התסיסה מתקיימת אצל יצורים חד-תאיים מסוימים בסביבה נוטלת חמצן, בדומה לזאת ששוררת בתוך הבצק הסמיך שמכיל מעט מאוד חמצן. קיימים כמה וכמה סוגים של תסיסה, שניים מהם קשורים לאפיית לחם: תסיסה כוהלית הקשורה לתהליך ההתפחה בשמרים (וגם חיידקים) ותסיסה לקטית, בחיידקים בעיקר, המספקת את הטעם החמצמץ ללחם המחמצת.

ההתפחה הביולוגית איטית, מאחר שהשמרים זקוקים לזמן כדי ליצור פחמן דו-חמצני בכמות שתאפשר תפיחה משמעותית. תוצרי התסיסה הכוהלית הם פחמן דו-חמצני, היוצר בבצק בועות ומתפיח אותו, ואתנול המתאדה במהלך האפייה.

הטעם החמצמץ מקורו בתהליך התסיסה הלקטית במסגרתו הגלוקוז מתפרק לשתי מולקולות של חומצה לקטית. שני תהליכי התסיסה יכולים להתרחש במקביל בבצק, כתלות בסוג השמרים שבהם משתמשים ובאנזימים שלהם, כך שמתקבלים כל שלושת התוצרים – פחמן דו-חמצני, אתנול וחומצה לקטית. מכאן גם נובע טעמו החמצמץ של לחם מחמצת, הידוע גם כלחם שאור. התפחה ביולוגית מתאימה לבצקים "כבדים" יחסית, שמכילים הרבה קמח ומעט נוזלים, למשל בצק של לחם או פיצה.



איור 5.1 - שמר האפייה (שם מדעי: *Saccharomyces cerevisiae*) – מתפיח ביולוגי

שמר האפייה (שם מדעי: *Saccharomyces cerevisiae*), הידוע גם כשמר בירה, הוא מין של פטרייה שהינו אחד האורגניזמים הנחקרים ביותר בביולוגיה. שמר זה הוא כנראה השמר החשוב ביותר לאדם, בשל חשיבותו הן לאפייה (בצק שמרים) והן להכנת שיכר.

התפחה כימית מבוצעת בעזרת אבקת "סודה לשתייה" או "אבקת אפייה":

א. סודה לשתייה תתפרק ותפלוט פחמן דו-חמצני (CO_2) כאשר נחמם אותה לטמפרטורה העולה על 60°C . בנוסף, סודה לשתייה היא אבקה בסיסית, ובתגובה עם חומצות שונות המוספות לבצק נוצר הגז פחמן דו-חמצני. התגובה הכימית היא **תגובת סתירה** מהירה מאוד, תגובה שבה הבסיס מנוטרל על ידי החומצה (או להפך). אם כמות הסודה לשתייה המוספת לבצק גדולה מכמות החומצה שבבצק, החומצה לא תסתור את כלל אבקת הסודה לשתייה ולבצק יהיה טעם לוואי מריר (טעמה של הסודה לשתייה). דוגמאות לרכיבי מזון חומציים היכולים לסתור את אבקת הסודה לשתייה הם: פירות ומיצי פירות, חומץ, יוגורט, שמנת חמוצה ועוד. בתגובת סתירה זו הבצק יתפח במהירות בטמפרטורת החדר.

ב. אבקת אפייה היא תערובת של סודה לשתייה יחד עם חומצה מוצקה. אופן פעולתה מבוסס על העובדה שהזכרנו – סודה לשתייה מגיבה עם חומצות לפליטת פחמן דו-חמצני. כאשר אבקת האפייה מתמוססת במים, החומצה והסודה לשתייה מגיבות זו עם זו ופולטות לתוך הבליטה גז שמתפיח אותה. התפחה כימית מתאימה בעיקר לבלילות קלות יחסית, שמכילות הרבה נוזלים ומעט קמח.

ניסוי מומלץ

אפשר לצפות בתהליך התסיסה בניסוי הבא:

חומרים לניסוי:

1. 3 כפיות אבקת סודה לשתייה
2. חומץ
3. מים בטמפרטורת החדר
4. סבון
5. 2 כוסות
6. כפית
7. מגש פלסטיק

אופן ביצוע הניסוי:

1. מלאו כרבע כוס מים בטמפרטורת החדר והוסיפו לה כ-3 כפיות סודה לשתייה. בחשו היטב.
2. הניחו את הכוס על המגש ונקו את הכפית.
3. מלאו את הכוס השנייה בחומץ עד חציה.
4. הוסיפו לכוס החומץ סבון וערבבו בעדינות (שלא ייווצרו בועות).
5. הניחו את הכוס על המגש.
6. שפכו במהירות את הכוס עם הסודה לשתייה אל תוך כוס החומץ.

שאלות:

1. תארו את תוצאות הניסוי.
2. הסבירו את תוצאות הניסוי.
3. מדוע השתמשנו בסבון?
4. מדוע השתמשנו במים בטמפרטורת החדר ולא במים חמים?
5. האם זו תסיסה כימית או תסיסה ביולוגית?
6. מה היה קורה אם היינו משתמשים בסבון בניסוי התפחה ביולוגית?

קראו את הקטע הבא רק לאחר שעניתם על השאלות, בדקו אם עניתם נכונה.

בתצפית שלכם ראיתם תגובת סתירה מהירה מאוד בין סודה לשתייה וחומץ. בתגובה נוצר פחמן דו-חמצני אשר ניפח את בועות הסבון. השתמשנו במים בטמפרטורת החדר, מכיוון

שאם היינו משתמשים במים בטמפרטורה של 60°C ומעלה, אבקת הסודה לשתייה הייתה עוברת תהליך פירוק והיה נוצר פחמן דו-חמצני גם ללא חומצה (תוכלו לערוך ניסוי שבו תוסיפו סודה לשתיים למים עם סבון בטמפרטורה של מעל ל- 60°C). לא נוכל לערוך ניסוי זהה עם שמרים, מאחר שהתגובה הביולוגית היא תגובה איטית, ולכן עד שהיא הייתה מתרחשת הסבון היה הורג את השמרים.



איור 5.2 - סודה לשתייה – מתפיח כימי

הידעת?

סודה לשתייה היא חומר מוצק גבישי לבן. בדרך כלל בצורה של אבקה דקה, המשמשת כבסיס להתפחת בצקים.

ומדוע לא תפח הקמח לבני ישראל?

כיום אנו יכולים לרכוש בכל מרכול שמרים חיים "מתורבתים" מזן שמתאים לאפייה. לבני ישראל, לעומת זאת, לא היו שמרים "מתורבתים" ולכן הם השתמשו במחמצות טבעיות (נוזל המכיל חיידקים ושמרים) כדי להתפיח את הבצק שלהם. השמרים שבמחמצות לא היו שמרים "מתמחים", ולכן פעולתם הייתה איטית יחסית ולבצק לקח זמן רב לתפוח. כתוצאה מכך, בני ישראל נאלצו בזמן מנוסתם לאפות בצק שהתסיסה שלו לא הושלמה, ועל כן המאפים שלהם יצאו שטוחים ודחוסים – ממש כמו מצות.

מצות מודרניות אופים מאותו קמח חיטה המשמש לאפיית לחם אך ללא שמרים, ואילו "קמח מצה" אינו אלא מצות אפויות טחונות. באופן טבעי יש חיידקים ושמרים בחיטה, בקמח הטחון ואפילו באוויר, וכדי שהם לא יתחילו תהליך של תסיסה, הקמח בא במגע עם מים בלבד ולמשך זמן קצר מאוד (זכרו כי המים הכרחיים לחיים, וללא מים השמרים לא יוכלו לפעול). בתהליך אפיית המצות המים מתאדים ומה שנשאר הוא בצק אפוי יבש.

תסיסה כוהלית – יין ובירה

שתיית אלכוהול נהוגה בחברות רבות ברחבי העולם זה אלפי שנים. רגע הגילוי המדויק של האלכוהול לא ידוע, שכן לכל תרבות יש את הסיפור שלה וסביר שהתרש בכמה מקומות בעולם במקביל. הסינים טוענים שזו קערת אורז נשכחת שתססה, האירופים מספרים על ענבים שהושארו בשמש והמצרים על דייסה. עם זאת, הכבוד ככל הנראה מגיע לנו. דומה כי האלכוהול הראשון יוצר בידי מבשלי הבירה הראשונים, בני התרבות הנאטופית, שחיו באזור

הכרמל בישראל לפני כ-11.5 עד 15 אלף שנה. שבטים אלו הכינו בירה עוד לפני המהפכה החקלאית, כך שהם התקיימו מצייד וליקוט, בין השאר של דגני בר שביתו כמה אלפי שנים לאחר מכן.

הידעת

חוק היובש בארצות הברית

בשנים 1920-1933 נאסרו בכל רחבי ארצות הברית מכירה, ייצור, ייבוא והעברה של משקאות חריפים – מסיבות של בריאות ומוסר הציבור. תקופה זו נקראה "תקופת היובש" (באנגלית: Prohibition).

על פי דעת הקהל חוק היובש נכשל, אולם למרות זאת הוא הצליח לשנות את ההרגלים של האוכלוסייה, לפחות באופן זמני – הוא הצליח להפחית את צריכת המשקאות החריפים לחצי במהלך שנות העשרים, והצריכה נשארה ברמה שלפני הנהגת האיסור עד לשנות הארבעים. עם זאת, מבקרי החוק טוענים עד היום שחוק היובש הוביל שלא במתכוון לתוצאות שליליות – כמו גידול בעוצמתם של ארגוני פשע, כולל המאפיה האמריקנית.

איך מפיקים אלכוהול? אלכוהול מופק בתהליך התסיסה הכוהלית, אך כאן בניגוד לתהליך ההתפחה, השימוש הוא בתוצר האלכוהול ולעיתים אף בפחמן הדו-חמצני. בתהליך תסיסה זה משתמשים במיץ ענבים (או כל פרי אחר) או בלתת נוזלי שמהם מכינים יין או בירה, בהתאמה. לתת נוזלי הוא ריכוז המיץ המתקבל מבישול גרעיני לתת, שעורה או סוגי תבואה שעברו תהליך של הלתתה – תהליך הכנה לתסיסה הכוהלית (בתהליך ההלתתה העמילן בגרעיני התבואה מפורק לגלוקוז). הלתת והענבים משמשים מקור טוב לסוכר שהשמרים צורכים בשביל לייצר את האלכוהול.

בעבר, לפני השימוש בתרבויות מסחריות של שמרים (שנות ה-60' של המאה העשרים), הסתמכו יקבים רבים ברחבי העולם על תסיסה ספונטנית של שמרים אשר גדלו על גבי הענבים או הלתת. הבעיה עם תסיסה ספונטנית נעוצה בכך שלשמרים שונים יש תכונות שונות, ולכן טעם היין ואחוז האלכוהול בו לא היו קבועים. שמרים מסחריים הם למעשה תרבית מבודדת של "שמר היין" מאזורי יין/יקבים שונים בעולם, שניתן להכין באמצעותם יינות בעלי תכונות נבחרות. שמרים אלו מיוצרים באופן המוני בתנאי מעבדה מבוקרים וסטריילים, המבטיחים שהתרבות מכילה את הזן הרצוי בלבד.

בתהליך התסיסה הכוהלית, ככל שהזמן עובר, השמרים מפרקים יותר סוכר ומפרישים יותר פחמן דו-חמצני ואלכוהול, שמצטברים בהדרגה והריכוז שלהם עולה עד שהבירה או היין מוכנים. הענבים המשמשים לייצור יין הם בדרך כלל ענבים מתוקים מאוד המכילים ריכוז

גבוה של סוכר, אשר ייהפך בתהליך התסיסה לאלכוהול. יין נחשב "יבש" כאשר כל סוכר הענבים מומר לאלכוהול במהלך התסיסה, ואילו ביין "מתוק" או "חצי יבש" תהליך התסיסה מופסק בשלב כלשהו, כך שהיין עדיין מכיל סוכר (ככל שתהליך התסיסה מופסק בשלב מאוחר יותר, כך יכיל היין יותר אלכוהול ופחות סוכר).

בתהליך התסיסה נוצר גם פחמן דו-חמצני. כיצד קורה שבבירה וביין מבעבע יש בועות עדינות של פחמן דו-חמצני, בעוד שביין רגיל אין בועות כאלה? בבירה או ביין מבעבע משאירים את הפחמן הדו-חמצני, בעוד שמרוב היינות נהוג להוציא אותו משיקולים של טעם. ומדוע הבועות ביין מבעבע ובבירה שונות מאלו אשר במשקאות מוגזים? בשני המקרים מקורן של הבועות הוא בגז פחמן דו-חמצני, אך בבירה וביין יש חלקיקים שהבועות "נדבקות" אליהם, ואילו משאות מוגזים הם צלולים ונטולי חלקיקים, כך שבועות הפחמן הדו-חמצני נדבקות זו לזו וגדלות.

הידעת

Love it or hate it (אָהב אותו או שנא אותו)

מרמייט (Marmite) הוא ממרח תמצית שמרים בריטי אשר עשוי מתוצרי לוואי של תהליך בישול בירה (שאריות השמרים). צבעו חום כהה, ריחו מעופש, מרקמו דביק, וטעמו מלוח ומרוכז מאוד. המרמייט נפוץ בעיקר בבריטניה, וכן (במידה פחותה) במדינות שבהן יש ריכוזי אוכלוסייה ממוצא אנגלי, כדוגמת אוסטרליה, ניו זילנד ודרום אפריקה. באוסטרליה ובניו זילנד נפוץ יותר המוצר המקביל והדומה בהרכבו, במרקמו ובטעמו – וג'מייט.

טעמו החזק האופייני של המרמייט נחשב מושך לחובבי המאכל, אך מרתיע ומרחיק לאחרים. החברה משתמשת בעובדה זו בסיסמת הפרסום שלה – Love it or hate it (אָהב אותו או שנא אותו). המרמייט עשיר במגוון ויטמינים מקבוצת B ומי שבאמת מתעקש לטעום אותו יכול לרכוש אותו גם בארץ בחנויות הטבע (לא לשכוח למרוח שכבה ממש-ממש דקה על לחם עם חמאה).

סיכום

- תא מפיק אנרגיה בתהליך שנקרא "נשימה תאית" היכול להתבצע בנוכחות חמצן או ללא נוכחות חמצן בתהליך הנקרא גם "תסיסה".
- בתהליך הפקת האנרגיה במסלול התסיסה הלקטית, מולקולת הגלוקוז מתפרקת לשתי מולקולות של חומצה לקטית. האדם משתמש בתהליך זה לצרכיו ביצירת סוגי מזון שונים – כגון מלפפונים חמוצים, כרוב כבוש, לְבָן, יוגורט, גבינה ומוצרי חלב אחרים.
- בכבישת חמוצים, כמו בייצור גבינה, משתמשים בתהליך התסיסה, אך כאן החיידקים גם מפרקים את הירק (מלפפון, עגבנייה או כל ירק אחר) שבעצם עובר תהליך דמוי ריקבון.
- התסיסה הכוהלית מבוצעת בעיקר על ידי פטריות, ובמיוחד על ידי שמר האפייה. תוצרי התסיסה הכוהלית הם **פחמן דו-חמצני** (CO_2) ו**אתנול** (סוג של כוהל), המשמשים להתפחת בצק ולייצור משקאות בתעשיית האלכוהול.
- התפחה היא תהליך שבו נוצרות בתוך הבצק בועות גז של פחמן דו-חמצני, המעניקות לבצק הדחוס מרקם אוורירי. ניתן לייצר פחמן דו-חמצני ולהתפיח את הבצק בשתי דרכים: התפחה ביולוגית והתפחה כימית. התפחה ביולוגית מבוצעת על ידי יצורים חיים – שמרים – ואילו התפחה כימית מבוצעת באמצעות סודה לשתייה או אבקת אפייה.
- אלכוהול מופק בתהליך התסיסה הכוהלית, אך בניגוד לתהליך ההתפחה בו נעשה שימוש בפחמן הדו-חמצני, כאן השימוש הוא בתוצר האלכוהול ולעיתים אף בפחמן הדו-חמצני.
- בתהליך התסיסה הכוהלית, ככל שהזמן עובר, השמרים מפרקים יותר סוכר ומפרישים יותר פחמן דו-חמצני ואלכוהול. אלה מצטברים בהדרגה והריכוז שלהם עולה עד שהבירה או היין מוכנים.

מבדק מסכם:

1. בתהליכי התסיסה השונים האנרגיה מופקת מ:

- א. גלוקוז
- ב. חמצן
- ג. פחמן דו-חמצני
- ד. אלכוהול

2. בתהליך הפקת האנרגיה במסלול ה"תסיסה הלקטית":

- א. מולקולת הגלוקוז מתפרקת לשתי מולקולות של חומצה פירוביט.
- ב. מולקולת הגלוקוז מתפרקת לשתי מולקולות של חומצה לקטית.
- ג. מולקולת החמצן מתפרקת לשתי מולקולות של חומצה לקטית.
- ד. מולקולת הגלוקוז מתפרקת לשתי מולקולות פחמן ד-חמצני.

3. תגובת סתירה היא תגובה בין:

- א. חיידקים וחלב.
- ב. חומצה ושמרים.
- ג. בסיס וחומצה.
- ד. שמרים וחיידקים.

4. בתגובה בין חומצה וסודה לשתייה נוצר:

- א. חמצן
- ב. פחמן דו-חמצני
- ג. מימן
- ד. גופרית

5. הפחמן הדו-חמצני המשתתף בתהליך תפיחת הבצק מקורו בעיקר ב:

- א. תסיסה כוהלית.
- ב. תסיסה לקטית.
- ג. נשימה תאית.
- ד. תסיסת בוטאנדיול.

6. המשקה האלכוהולי הראשון יוצר כנראה ב:

- א. סין**
- ב. מצרים**
- ג. עיראק**
- ד. ישראל**

7. בתהליך התסיסה הכוהלית נוצר גם:

- א. חמצן**
- ב. פחמן דו-חמצני**
- ג. חומצה לקטית**
- ד. חומצת כוהלית**

פרק 6: תוספי מזון וחומרי טעם וריח

"עדיף שלא תאכל יותר מדי צבעי מאכל וחומרי טעם וריח, אבל בעצם – עדיף שלא תאכל יותר מדי משום דבר" (סטפן גטס)

סטפן גטס (Stefan Gates, 1967) הוא אושיית טלוויזיה, כתב וסופר העוסק בתחום המזון זה כמה עשורים.

בפרק זה נעסוק בנושאים הבאים:

1. תוספי מזון.

2. חומרי טעם וריח.

לפני שנתחיל הנה כמה שאלות לחשוב עליהן:

- מהם תוספי מזון?
- מדוע עושים בתעשיית המזון שימוש בתוספי מזון?
- האם אתם מכירים תוספי מזון המזיקים לבריאות האדם? אם כן אילו תוספים? האם כל שימוש בתוספים גורם לנזקים?
- האם תוספי מזון טבעיים עדיפים על תוספי מזון מלאכותיים? אנא הסבירו תשובתכם.
- מהם תוספי מזון מונעי התגיישות?

ככל שהשנים חולפות, כך גדלה בעולם המערבי הדרישה למוצרי מזון מוכנים. מזון זה צריך להיות קל להכנה, בעל צבע ומרקם דומים לאלה של מזון טרי, בעל טעם עשיר, חיי מדף ארוכים ובמחיר שווה לכל נפש. ייצור מזון זה מחייב עיבוד טכנולוגי תעשייתי ובכללו הוספה של **תוספי מזון** (שימו לב, לא להתבלבל עם המושג "**תוספי תזונה**" שהם מוצרים שאושרו לצריכה כמזון. דוגמאות לתוספי תזונה הן ויטמינים, מינרלים וחומצות אמינו). תוספי מזון הם כלל החומרים המוספים למזון כדי לשמור או לשפר את בטיחותו, רעננותו, טעמו, מרקמו ומראהו. רשימת תוספי המזון מתעדכנת מפעם לפעם, ונכון לשנת 2019 קיימים כ-3,000 תוספי מזון שונים (לא בכולם משתמשים כמובן) המקובצים ב-24 קבוצות, ובהן: צבעי מאכל, חומרים משמרים, חומרים מעכבי חמצון, חומרים מתחלבים, חומרים מייצבים, חומרי המתקה, חומרי מרקם, חומרי צבע, מווסתי חומציות, מסמיכים ועוד. קבוצת תוספי המזון אינה כוללת חומרי טעם וריח, מסייעי ייצור ותוספי תזונה.

מסייעי ייצור אינם חומרים בעלי מטרה טכנולוגית במוצר המזון הסופי, אולם השתמשו בהם בתהליכי הייצור ושאריות שלהם עלולות להימצא במוצר. חומרים אלה כוללים, בין השאר: ממסים, אנזימים, חומרי ניקוי וחיתוי, מסייעי סינון, חומרים לקילוף וחומרי סיכה.

חלק מתוספי המזון טבעיים וחלקם מלאכותיים – ולמרות שאת חלקם הגדול של התוספים המופקים בתעשייה ניתן למצוא גם בטבע, הם עדיין מופקים באופן מלאכותי, מאחר שיעיל וזול יותר להפיקם בדרך זו. למשל חומצה ציטרית (חומצת לימון) המסומנת כ-E330, משמשת כתוסף מווסת חומציות ומונע חמצון – ולמרות שניתן למצוא אותה באופן טבעי בפירות הדר, היא מופקת באופן מסחרי בתעשייה.

על כל מוצר מזון נדרש סימון של רכיביו, על פי תכולתם היחסית במוצר עצמו בסדר יורד. כלל זה חל גם על תוספי המזון. תוספי מזון מצוינים ברשימת הרכיבים של המזון ומאופיינים על פי מטרתם הטכנולוגית – ולאחר מכן מספר ה-"E" הספציפי לתוסף עצמו. לדוגמה: מייצב E407. ייתכנו מקרים מיוחדים שבהם התקנות מחייבות את רישום שם התוסף במפורש בנוסף למטרתו הטכנולוגית. כך למשל יירשם- צבע מאכל: טרטראזין (E102 Tartrazine). צבע המאכל טרטראזין משמש במשקאות, קינוחים, ממתקים, גלידות ומזונות אחרים, והוא עלול לגרום לגירוי בעור אצל חלק קטן מהאוכלוסייה. לכן במוצרים המכילים טרטראזין חלה החובה לסמן בתווית ברשימת הרכיבים את שם התוסף (טרטראזין) וכן את הקבוצה הטכנולוגית (צבע מאכל), וזאת על מנת לאפשר לאנשים הרגישים לרכיב זה להימנע מצריכתו.

תוספי מזון מהווים כר נרחב למחלוקות בנוגע להשפעתם על בריאותנו. יש לזכור כי מדובר בעולם רחב של חומרים, כשלושת אלפים במספר, ולכן הבלבול גדול. יש תוספי מזון אשר בהוספתם למזון מרוויחים תוסף בעל ערך תזונתי, כגון ויטמין C המשמש כנוגד חמצון או קלציום פוספט המוסף במטרה לווסת חומציות, אך הוא בעצם גם תוספת סידן למוצר המזון. מנגד, יש גם תוספי מזון אשר קיבלו הד ציבורי שלילי. לדוגמה, בשנות השבעים נטען כי תוספי מזון מסוימים גורמים להיפראקטיביות וקשיי למידה אצל ילדים, אולם בשנות השמונים נפסלה טענה זו כיוון שלא הוכחה מדעית. לאור העובדה שלא ניתן להוכיח בטיחות מוחלטת של אף חומר, ההחלטות לגבי בטיחותם של רכיבי מזון מתקבלות על סמך הוכחות מדעיות קיימות. ההנחיות מתעדכנות מפעם לפעם מאחר והידע המדעי מתפתח עם הזמן.

קיימים אלפי תוספי מזון ובפרק זה אנו נתייחס רק לחלק מקבוצות תוספי המזון.

מידע נוסף על תוספי מזון תוכלו לקבל באתר המועצה [הישראלית לצרכנות](#) ובחוברת "[הסבר בנושא תוספי מזון](#)", המפורסמת על ידי שירות המזון הארצי, משרד הבריאות הישראלי.

תוספי מזון

רשימת תוספי המזון היא רשימה שמתעדכנת מפעם לפעם ונכון לשנת 2019 קיימים כ- 3,000 תוספי מזון שונים המקובצים ב-24 קבוצות. בספר זה נרחיב על הקבוצות העיקריות של תוספי המזון המגיעים לצלחתנו: צבעי מאכל, חומרים משמרים, חומרים מתחלבים ומייצבים, חומרים מונעי התגיישות ומחזקי טעם (משפרי טעם). בפרק הבא נרחיב על "ממתיקים מלאכותיים" אשר הינם קבוצת תוספי מזון הנמצאת בשימוש יום יומי על ידי חלק גדול מהאוכלוסייה.



איור 6.1 - מזוננו מורכב ממגוון רחב של תוספי מזון

צבעי מאכל (טווח: E100-E200)

על פי שירות המזון הארצי של משרד הבריאות, "צבעי מאכל הם חומרים אשר מוסיפים או מחזירים לקדמותו צבע למזון". הסיבה לשימוש בצבעי המאכל היא בעצם למשוך את הקונים לקנות מאכל שצבעו הטבעי אינו מושך או מאכלים שצבעם הטבעי נאה ומושך את העין, אך הם איבדו אותו בעקבות חשיפה לאור, לאוויר, ללחות ולשינוי טמפרטורה – תופעות לוואי של אחסון ממושך. מקור התוסף יכול להיות טבעי ממקור צמחי כמו צבע סלק (E162) או צבע קרמל שנוצר מחימום של סוכר (E150) או שהם מופקים מלאכותית כגון טרטראזין (E102 (Tartrazine). ייתכנו מקרים שבהם תוסף מזון שאמור לתת למאכל תכונה מסוימת, עשוי גם לצבוע את המזון. תוסף זה לא ייחשב כצבע מאכל, מאחר שצביעת המזון היא לא המטרה העיקרית שלשמה הוסף. לדוגמה פפריקה וכורכום ייחשבו כתבלין המוסיף טעם וריח, מאחר שהצביעה במקרים אלו היא אפקט משני של התבלין. גם תוסף מזון אשר מטרתו צביעת מעטפת חיצונית, כגון מעטפת של נקניקים שאינה אכילה, לא ייחשב כצבע מאכל.



איור 6.2 - ישנם מזונות המכילים מגוון צבעי מאכל, במטרה למשוך את הציבור לקנות אותם

חומרים משמרים (טווח: E200-E300)

כאמור בפרק אשר עסק [בשימור מזון](#), המטרה של שימור המזון היא למנוע את קלקולו לזמן ארוך ככל האפשר. קלקול המזון נובע מתהליך טבעי של פירוק החומרים במזון וצמיחתם של שמרים, מיני עובש וחיידקים, הגורמים לריקבון המזון ועלולים לסכן את בריאות האוכלים ממנו. למרות התקדמות ושיפור טכניקות השימור של המזון, שבהם נכללים מגוון רב של טיפולים (מפורט [בפרק שימור מזון](#)), עדיין קיים הצורך להשתמש בחומרים משמרים, שהם אמצעי חסכוני וזול.

מלח, סוכר, אלכוהול וחומץ הם חומרים משמרים "טבעיים", אך למרות שנוטים לחשוב כי חומר טבעי הוא בריא יותר ממלאכותי, הרי ששימור במלח, סוכר ואלכוהול עלול להוביל למגוון בעיות בריאותיות, כגון יתר לחץ דם, עששת, השמנה ועוד.

החומרים המשמרים המצויים כיום בשימוש נחלקים לכמה משפחות עיקריות:

- **סורבטים:** כמות קטנה של סורבטים קיימת באופן טבעי גם בפירות ובירקות. הסורבטים משמשים נגד פטריות ועובשים בתעשיית הסלטים, הגבינות, היין ועוד.
- **בנזואיטים:** משמשים למניעת עובשים, שמרים וחיידקים במזונות חמוצים, כגון ירקות כבושים, סלטים מוכנים וגם במשקאות קלים, מיצי פרי ומשקאות מוגזים.
- **סולפיטים:** חומרים משמרים ונוגדי חמצון. סולפיטים משמשים בשימור פירות יבשים ובתערובת תפוחי אדמה להכנה מהירה.
- **ניטריטים וניטרטים:** מונעים התרבות חיידקים, בעיקר חיידקי בוטוליזם. משמשים בתעשיית המזון לשימור בשר, נקניקים ונקניקיות, גבינות צהובות, חמוצים, יין, פירות יבשים ומיצי פרי.

האם יש סכנה בצריכת חומרים משמרים?

כיום כמעט כל מזון מעובד מכיל חומרים משמרים, אפילו מזונות שחיי המדף שלהם ארוכים באופן טבעי כגון ריבות מסוכרות. הוספת חומרים משמרים למזונות אלה משמשת כ"חגורת הגנה" נוספת המאריכה את חיי המדף שלהם. עם העלייה בצריכת מזון בעולם המודרני, אנו נחשפים למגוון רחב יותר ולכמויות רבות יותר של תוספי מזון ובהם גם חומרים משמרים. חומרים אלו חשובים מאחר שהם מאפשרים לנו להחזיק את המזון לאורך זמן (חוסכים כסף) ומגנים עלינו מחיידקים גורמי מחלות. עם זאת, ראוי להזכיר כי חיידקים ועובש הם בעצם תאים חיים, וחומרים המשפיעים עליהם עלולים להשפיע במידה כלשהי גם על תאי גופנו. צריכת חומרים משמרים בכמות סבירה אינה טומנת בחובה סכנה לבריאות עבור רוב האוכלוסייה, אך צריכה מוגברת של חומרים אלו עלולה לגרום לבעיות בריאותיות כגון אלרגיות. לדוגמה, אנשים הסובלים מאסטמה עלולים לפתח אלרגיה לחלק מהסולפידיים, אלרגיה אשר תתבטא בקשיי נשימה קשים. התעשייה מודעת להשפעה של חומרים אלו על בריאותנו ונעשים מאמצים תכופים למצוא חומרים אשר לא יחשפו אותנו לסיכונים בריאותיים.

חומרים מתחלבים ומייצבים

(טווח: גדול מאוד, מאחר שחלק מחומרים אלו משמש גם למטרות נוספות)

על פי שירות המזון הארצי במשרד הבריאות "חומרים מתחלבים" מסייעים לערבוב רכיבים כמו שמן ומים, אשר באופן טבעי אינם מתערבבים. חומרים אלו יוצרים תחליב. על אף שהמילה "מתחלב" נגזרה מהמילה "חלב", אין קשר בין החומרים המתחלבים לחלב או למוצריו. **חומרים מייצבים** הוא שם כולל למגוון רחב של חומרים שתפקידם לייצב את המוצר – כלומר לשמור על המוצר במצב שבו הוא יצא מהמפעל מבחינת מרקם אחיד, ערכו התזונתי, צבעו ועוד. בחומרים מייצבים משתמשים לעיתים קרובות בשילוב עם חומרים מתחלבים, מכיוון שהם מונעים מהרכיבים להיפרד מחדש לאחר הערבוב. חומרים אלו משמשים בייצור שוקולד, רטבים, מיונז, חרדל, גלידות וגם במשחות שיניים ומשחות רפואיות שונות.

רוב החומרים המתחלבים והמייצבים מקורם בצמחים, ובהם ניתן למצוא לציטין (E322), מיוצר מתירס ופולי סויה), גואר גאם (E412, מיוצר מזרעי צמח הגואר מהודו) ושרף חרובים (E410) המופק מפולי חרובים. צריכה בכמויות גדולות מאוד (כמה מאות גרמים על פי רוב) עלולה להוביל לאלרגיה. יש לזכור שבדרך כלל נעשה שימוש בכמויות קטנות מאוד ולכן אין חשש מצריכה מוגברת.

חומרים מונעי התגיישות (טווח: E500-E600)

על פי שירות המזון הארצי, "חומרים מונעי התגיישות מונעים היווצרות גושים במוצרי מזון שמגיעים בצורת אבקה או גבישים (כמו מלח), ומאפשרים שמירה על התכונה של זרימה חופשית של המזון". לדוגמה, סידן סיליקט (E552), המוסף לעיתים למלח, מונע התגיישות בכך שהוא סופח לחות או שמן החודרים אל המוצר. סוג אחר של חומרים מונעי התגיישות יוצר שכבת הגנה הדוחה מים סביב רכיבי המוצר. חומרים אלו עוזרים לשמור על מרקם אחיד של המזון ובכך משמרים את הערכים האסתטיים של המוצר ומקלים את אריזתו והשימוש בו. חומרים מונעי התגיישות מוספים למוצרים כגון אבקת חלב, תערובות מוכנות (כגון אבקות להכנת מאפים ביתיים), קמח, מלח סוכר וממתקים אחרים.

מחזקי טעם או משפרי טעם (טווח: E600-E700)

על פי שירות המזון הארצי במשרד הבריאות, "מחזקי טעם הם חומרים אשר מגבירים את הטעם והריח הקיימים של מוצר מזון". שניים ממחזקי הטעם שעלו לכותרות בהקשר שלילי בשנים האחרונות הם גם משפרי הטעם הנפוצים ביותר (אחד נגזר מהשני): חומצה גלוטמית (E620) ומונוסודיום גלוטמט המסומן כ-MSG או כ-E621. מעבר להיותה משפר טעם, החומצה הגלוטמית אחראית על תחושת הטעם המכונה אוממי (Umami) (על חוש הטעם תוכלו לקרוא [בפרק "תעשיית המזון וחוש הטעם שלנו"](#)). החומצה הגלוטמית, שממנה נגזר המונוסודיום גלוטמט, היא חומצת אמינו חשובה המשמשת במזון כתחליף למלח וכמגביר טעם (חומצות אמינו הן אבני הבניין של [החלבונים](#)).

מונוסודיום גלוטמט התגלה ב-1909 על ידי חברת Ajinomoto היפנית שרשמה עליו פטנט, ונוכחותו יוצרת את הטעם הנקרא אומאמי, שפירושו ביפנית "טעם מתובל נעים" וזהו אכן מאפיין בולט שלו.

כיום, מונוסודיום גלוטמט הוא מחזק הטעם הנפוץ ביותר שקיים וניתן למצוא אותו בעיקר באבקות מרק, רטבים ובשרים מעובדים. כמו החומצה הגלוטמית, מונוסודיום גלוטמט גם הוא רכיב טבעי כביכול, אך אין הדבר אומר כי ניתן לצרוך אותו בכמות בלתי מוגבלת.

בשנת 1968 דיווח רופא סיני על אובדן תחושה בגב, בצוואר ובזרועות ועל חולשה, לאחר אכילה במסעדה סינית. התופעות הללו אפילו זכו לשם "סינדרום המסעדה הסינית" ונקשרו למונוסודיום גלוטמט (מאכלים אסיאתיים עשירים במחזק טעם זה). מחקרים רבים שנעשו בנושא לא מצאו קשר ישיר בין "סינדרום המסעדה הסינית" וצריכת מונוסודיום גלוטמט בכמות סבירה. עם זאת, שני מחזקי טעם אלו זכו להד שלילי וכיום יותר ויותר חברות מזון מפסיקות את שימושן במונוסודיום גלוטמט ואף מציינות זאת על גבי מוצריהן.

חומרי טעם וריח

חומרי טעם וריח הם החומרים הנמצאים בכמות הנמוכה ביותר במוצר, הם אינם נכללים בקבוצת תוספי המזון, ולכן אין להם סימון E ואין חובה לציין את שמם באופן פרטני על גבי תווית המזון (ברכיבי המזון יצויין "חומרי טעם וריח"). על פי הגדרת שירות המזון הארצי במשרד הבריאות, "חומר טעם וריח הוא חומר המוסף למזון ונועד להקנות לו טעם או ריח מסוימים, למעט חומרי המתקה, חומצות מאכל וחומר טעם מלוח שאינו מלח (נתרן כלורי)". שימו לב, על פי ההגדרה היבשה "מחזקי/משפרי טעם" מגבירים את הטעם ו/או הריח הקיימים, בעוד "חומרי טעם וריח" מקנים למזון טעם או ריח שלא היו לו קודם.

חומרי טעם וריח המותרים לשימוש הם רק אלו הנמצאים ברשימה של "שירות המזון הארצי במשרד הבריאות" (תוכלו להרחיב בנושא בקריאת [הנחיות בנוגע לשימוש בחומרי טעם וריח, שירות המזון הארצי, משרד הבריאות](#)).

תרכובות ריח ניתן למצוא ביין, תבלינים, בשמים, שמנים ריחניים ושמנים אתריים. חומרי הטעם מוספים כמעט לכל מוצר מזון – דגני בוקר, משקאות, שניצלים קפואים, נקניקים, גבינות, יוגורטים והרשימה עוד ארוכה. אפילו למזונות שנראים תמימים לחלוטין, כמו פירות יבשים (שאינם אורגניים), מוסיפים חומרי טעם (וגם משפרי צבע) על מנת לשפר את טעמם ולהפוך אותם למושכים יותר. על אף שמרכיבים שונים של חומרי טעם וריח נתפסים באמצעות שני חושים שונים, טעמו של מאכל יהיה מודגש יותר בעקבות תוספת של מולקולות ריחניות. לדוגמה, עוצמת המתקת תהיה גבוהה יותר כאשר מוסיפים למזון מתוק ריח של תותים או לימון.

מטלה

בפרק "תעשיית המזון וחוש הטעם שלנו" דנו בהרחבה בדרך בה [הלשון שלנו חשה את טעמו של המזון](#). חזרו לפרק וקראו שוב על הקשר בין חוש הטעם והריח שלנו.

תמציות ריח מוספות גם לחומרים מסוככים, כמו חומרי הדברה וחומרי ניקוי, וכן לגז הבישול – פרופאן – אשר במקור הוא חסר ריח. הריח המוסף לגז הבישול עוזר להבחין בדליפה של גז, לפני התרחשות אסון.

שאלות לדיון

על אריזתם של מוצרי מזון רבים מצוין המשפט "מכיל חומרי טעם טבעיים".

- א. האם נתקלתם במשפט זה על אריזותיהם של מאכלים שונים?
- ב. מדוע רושמים אותו?
- ג. האם תעדיפו לקנות מוצר המכיל "חומרי טעם טבעיים" על פני מוצר המכיל "חומרי טעם מלאכותיים"? מדוע?
- ד. מה המשמעות של המשפט "חומרי טעם טבעיים"?
- ה. האם מוצר שעל אריזתו רשום משפט זה מכיל רק "חומרי טעם טבעיים"?
- ו. האם מאכל שרשום עליו "מכיל חומרי טעם טבעיים" בריא יותר ממאכל שמשפט זה לא רשום עליו?

חומרי טעם וריח – טבעי לעומת מלאכותי

כאמור, אין חובה לציין ברשימת הרכיבים אילו חומרי טעם וריח מצויים במזון אלא רק לציין באופן כוללני "חומרי טעם וריח". עובדה זו מאפשרת לחברות המזון לציין על תווית המזון כי המוצר מכיל "חומרי טעם וריח טבעיים", גם אם לא כל חומרי הטעם והריח אכן טבעיים. השימוש הנרחב במושג "טבעי" נובע מהעבודה הפשוטה – כי "טבעי" זה מוכר.

מה ההבדל בין חומר טעם טבעי וחומר טעם מלאכותי?

חומרי טעם טבעיים הם חומרים שהופקו ממשהו הגדל בטבע, למשל: וניל, קינמון ומיני פירות וצמחים. לחומרי הטעם הטבעיים כמה חסרונות: הם יקרים, טעמם חלש יחסית ומולקולות הטעם רגישות לתנאי הסביבה, כגון חום, אור וחומציות, כך שהטעם נעלם מהר מהמוצר. חומרי הטעם המלאכותיים, לעומת זאת, הם חומרים המופקים במעבדה. חומרי הטעם המלאכותיים זולים לייצור, טעמם עז יותר, הם פחות רגישים לתנאי הסביבה וחיי המדף שלהם ארוכים.

מה המשמעות של המשפט "מכיל חומרי טעם וריח טבעיים"?

המשמעות כי המוצר אכן מכיל חומרי טעם טבעיים, אך בדרך כלל רק כמות מסוימת, לעיתים מזערית, מחומרים אלו היא אכן של חומרים טבעיים, להם הוסיפו חומרים מלאכותיים וכימיקלים שונים. בדרך זו החברה מוכרת מוצר במחיר גבוה יותר ממחירו של מוצר מקביל המכיל חומרי טעם וריח מלאכותיים, אך עדיין נהנית מכל היתרונות הכלכליים של שימוש בחומרי טעם מלאכותיים, כמו עלות ייצור נמוכה, טעם חזק יותר וחיי מדף ארוכים.

האם חומרי הטעם המלאכותיים הם באמת גרועים כל כך?

האם שווה לשלם הרבה יותר על מוצר שמכיל חומרי טעם טבעיים, בהשוואה למוצר מקביל המכיל חומר טעם מלאכותי? התשובה איננה חד משמעית. כמות חומרי הטעם המלאכותיים במזון היא קטנה מאוד וכל מה שאושר לשימוש לא אמור לעשות נזק, אך יש לזכור כי רוב המחקרים נעשים על חיות מעבדה ולא על בני אדם. עם זאת, גם חומרי טעם טבעיים עלולים לגרום לנזקים בריאותיים, כאשר חלקם יכולים לגרום לאלרגיות.

מטלה

בפרק זה למדנו על תוספי מזון. במשימה זו עליכם לבצע תרגיל חקר בנושא בקבוצה של 3 תלמידים.

- א. אספו שלוש תוויות ממוצרי מזון.
- ב. רשמו את תוספי המזון אשר מופיעים על התווית [לדוגמה: מייצבים (E415, E412), חומרים משמרים (E210, E211), חומר מעכב חמצון (E385)].
- ג. רשמו את השמות של תוספי המזון (לדוגמה: E412 גואר גאם)
- ד. פרטו בקצרה לגבי כל תוסף מזון.

את "רשימת תוספי מזון על פי תקנות בריאות הציבור" (2017) תוכלו [למצוא כאן](#) ואת העדכונים לרשימה תוכלו [למצוא כאן](#).

סיכום

- ככל שהשנים חולפות גדלה בעולם המערבי הדרישה למוצרי מזון מוכנים. מזון זה צריך להיות קל להכנה, בעל צבע ומרקם דומים לאלה של מזון טרי, בעל טעם עשיר, חיי מדף ארוכים ובמחיר שווה לכל נפש. ייצור מזון זה מחייב עיבוד טכנולוגי תעשייתי ובכללו הוספה של "תוספי מזון".
- רשימת תוספי המזון מתעדכנת מעת לעת. נכון לשנת 2019 קיימים כ-3,000 תוספי מזון שונים המקובצים ב-24 קבוצות (לא בכולם משתמשים).
- ישנן מחלוקות רבות בנוגע להשפעתם של תוספי המזון על בריאותנו. יש לזכור כי מדובר בעולם רחב של חומרים, כשלושת אלפים במספר, ולכן הבלבול גדול. יש תוספי מזון אשר בהוספתם למזון מרוויחים ערך תזונתי, ומנגד יש גם תוספי מזון אשר קיבלו הד ציבורי שלילי. ההחלטות לגבי בטיחותם של רכיבי מזון מתקבלות על סמך הוכחות מדעיות קיימות. הידע המדעי מתפתח עם הזמן ולכן ההנחיות מתעדכנות מפעם לפעם.
- **צבעי מאכל** הם חומרים אשר מוסיפים או מחזירים לקדמותו צבע למזון. הסיבה לשימוש בצבעי המאכל היא בעצם למשוך את הקונים לקנות מאכל שצבעו הטבעי אינו מושך או מאכלים שצבעם הטבעי נאה ומושך את העין, אך הם איבדו אותו בעקבות חשיפה לאור, לאוויר, ללחות ולשינוי טמפרטורה – תופעות הנגרמות עקב אחסון ממושך.
- המטרה של שימור המזון היא למנוע את קלקולו לזמן רב ככל האפשר. למרות ההתקדמות ושיפור טכניקות השימור של המזון, שכוללות מגוון רב של טיפולים, עדיין קיים הצורך להשתמש ב**חומרים משמרים**, שהם אמצעי חסכוני וזול.
- **חומרים מתחלבים** מסייעים לערבוב רכיבים, כמו שמן ומים, אשר באופן טבעי אינם מתערבבים. **חומרים מייצבים** הם שם כולל למגוון רחב של חומרים שתפקידם לשמור על המוצר במצב שבו הוא יצא מהמפעל – מבחינת מרקמו, ערכו התזונתי, צבעו ועוד. **בחומרים מייצבים** משתמשים לעיתים קרובות בשילוב עם **חומרים מתחלבים**, מכיוון שהם מונעים מהרכיבים להיפרד מחדש לאחר הערבוב.
- **חומרי טעם וריח** הם חומרים המוסיפים למזון כדי להקנות לו טעם או ריח מסוימים שלא היו לו במקור. חומרים אלו נמצאים בכמות הנמוכה ביותר במוצר והם אינם נכללים בקבוצת תוספי המזון, ולכן אין להם סימון E ואין חובה לציין את שמם על תווית המזון. עם זאת, חומרי טעם וריח המותרים לשימוש הם רק אלו הנמצאים ברשימה של "שירות המזון הארצי, משרד הבריאות".

מבדק מסכם:

1. דוגמאות לתוספי מזון הן:
 - א. ויטמינים ומינרלים.
 - ב. חומרי טעם וריח.
 - ג. משפרי טעם וריח.
 - ד. מסייעי ייצור.
2. אילו תוספי מזון חובה לציין בשמם המפורש בתווית המזון?
 - א. כל תוספי המזון ומי שלא נוהג כך חורג מתקנות החוק.
 - ב. תוספי מזון העלולים לגרום לתגובות אלרגיות.
 - ג. אין חובה לרשום את שם התוסף אלא רק את מטרתו הטכנולוגית.
 - ד. תוספי מזון אשר צריכתם מסוכנת לכלל הציבור.
3. צבעי מאכל הם חומרים:
 - א. טבעיים בלבד.
 - ב. מלאכותיים בלבד.
 - ג. טבעיים ומלאכותיים.
 - ד. טבעיים שנוצרו במעבדה.
4. מטרת השימוש בחומרים משמרים היא:
 - א. למנוע את קלקול המזון.
 - ב. להאריך את חיי המדף של המזון.
 - ג. למנוע מהמזון לעבור תהליכי ריקבון.
 - ד. כל התשובות נכונות.
5. חומרים מתחלבים הם:
 - א. חומרים המופקים מחלב.
 - ב. חומרים המוספים לחלב.
 - ג. חומרים המסייעים לערבוב רכיבים שאינם מתערבבים באופן טבעי.
 - ד. חומרים המייצבים את המזון.

6. חומרים מונעי התגיישות מוספים ל:

- א. מוצרי מזון בצורת אבקה.
- ב. מוצרי מזון המכילים גבישים.
- ג. מוצרי מזון מגובשים.
- ד. מוצרי מזון המוגשים על מגשים.

7. כאשר כתוב על מוצר "מכיל חומרי טעם טבעיים" ניתן להגיד כי:

- א. המוצר מכיל רק חומרי טעם טבעיים.
- ב. המוצר מכיל מעט חומרי טעם טבעיים.
- ג. המוצר מכיל הרבה חומרי טעם טבעיים.
- ד. לא ניתן לקבוע כמה מחומרי הטעם במוצר הם טבעיים וכמה מלאכותיים.

פרק 7: ממתיקים מלאכותיים (תחליפי סוכר)

"האדם כבר התחיל לטפח מזון מלאכותי. קוראים לזה, פלסטיק" (תומס בינקס, 1899 - 1818)



תומס הינקס (Anthony T. Hincks) היה שר בממשלת בריטניה וחוקר טבע.

בפרק זה נעסוק בנושאים הבאים:

1. ממתיקים מלאכותיים בעלי ערך קלורי נמוך.
2. ממתיקים מלאכותיים ללא ערך קלורי.
3. האם בטוח לצרוך ממתיקים מלאכותיים?
4. האם ממתיקים מלאכותיים תורמים לירידה במשקל?

"ממתיקים מלאכותיים" או "תחליפי סוכר" הינם תוספי מזון המיוצרים בתעשייה (נכללים בקבוצת "חומרי המתקה בעלי מתיקות גבוהה"). הם בעלי ערך תזונתי נמוך מאד ומשמשים להמתקת המזון במקום הסוכר. תחליפים אלו נמצאים בשימוש נרחב מאוד בתעשייה ועל ידי האדם הפרטי, אך יש לזכור כי לממתיקים המלאכותיים מגוון תכונות בעלות השפעות שונות על בריאותינו ועל משקל גופינו. הממתיקים נחלקים לשתי קבוצות עיקריות: תחליפי סוכר בעלי ערך קלורי נמוך ותחליפי סוכר ללא ערך קלורי.

ממתיקים מלאכותיים בעלי ערך קלורי נמוך

הממתיקים בעלי הערך הקלורי הנמוך מכונים גם "רב-כהלים", בשל המבנה הכימי שלהם. מתיקותם דומה ולעיתים אף נמוכה ממתיקות הסוכר. בקבוצה זו נכללים כלל "הממתיקים המלאכותיים" ששמותיהם מסתיימים ב-"אול" – לדוגמה סורביטול, קסיליטול, מניטול, מלטיטול, קלטיטול וכדומה.



חומרים כימיים המסתיימים ב"אול" שייכים לקבוצת החומרים הכוהליים.

"רב כהלים" הם מולקולות סוכר שעברו שינויים כימיים, כך שהמולקולה הסופית מכילה מולקולת סוכר הקשורה למולקולה של כוהל. כוהל זה אינו אתנול, סוג האלכוהול המשכר, ולפיכך תחליפי סוכר אלו אינם משכרים. מולקולות אלו מצויות באופן טבעי בחלק מהפירות והירקות, אך הכמויות בהם זניחות מאוד. מאחר ולמולקולות ה"רב כהלים" יש מבנה כימי דומה לסוכר, הן מפעילות את קולטני הטעם המתוק על הלשון – זו הסיבה שטעמן מתוק. יחד עם זאת, מבין המרחבי רק דומה למבנה מולקולות הסוכר ולא זהה אליו, כך שקליטתן על ידי קולטני הסוכר בלשון או במעי אינה מיטבית. כתוצאה מכך, ממתיקים מלאכותיים פחות מתוקים מסוכר וספיגתם במעי רק חלקית. זו הסיבה שהן מספקות פחות קלוריות ממולקולות הסוכר (בממוצע כמחצית מכמות הקלוריות). מצד שני, המולקולות שלא נספגו ונשארו במעי עוברות בחלקן תהליך תסיסה על ידי חיידקי המעי ([הפקת אנרגיה בסביבה דלה באנרגיה](#)), אשר במהלכו נוצרים גזים. מכאן שצריכת ממתיקים אלו עלולה להוביל לתופעות של נפיחות ושלשולים אצל אנשים מסוימים.

תחליפי הסוכר ה"רב כהלים" משמשים את תעשיית המזון והם אינם נמכרים לשימוש ביתי. אפשר למצוא אותם בגומי לעיסה, גלידות, עוגות ועוגיות, ריבות דיאטטיות ואף במוצרי קוסמטיקה.

הידעת

בחישוב הקלוריות אנו מחשבים כל גרם פחמימה המופיעה בתווית המזון כשווה ערך ל- 4 קלוריות. יחד עם זאת, ממתיקים כוהלים הם פחמימות (סוכר כוהלי) אך בגלל ספיגתם החלקית כמות הקלוריות בכל גרם מחושבת באופן שונה דוגמה לכך תוכלו לראות בתווית המזון של "שוקולד חלב ללא סוכר" הממותק בסורביטול (מצוין כרב כהלים).

סימון תזונתי	ל-100 גרם
קלוריות (אנרגיה)	471
חלבונים (גרם)	8
פחמימות (גרם)	58
שומנים (גרם)	31
מתוכם שומן רווי (גרם)	19
כולסטרול (מ"ג)	25
נתרן (מ"ג)	78
רב כהלים מתוך הפחמימות (גרם)	45

איור 7.1 - בדוגמה זו סורביטול מכיל 2.6 קלוריות לגרם ולכן בשוקולד חלב ללא סוכר יש 489 קלוריות ולא 543.

ממתיקים מלאכותיים ללא ערך קלורי

השימוש בממתיקים מלאכותיים ללא ערך קלורי החל כבר לפני למעלה ממאה שנה כאמצעי להמתקת מזון מבלי להעלות את הערך הקלורי שלו. ממתיקים אלו כדוגמת הסכרין ("סוכרזית", "מתוק וקל"), האספרטיים ("סוויט דיאט"), האססולפאם קיי, הסוכרלוז ("סוכרה-דיאט", "סוכרלייט") והציקלמט אינם מכילים פחמימות זמינות ולכן אינם אמורים להעלות את רמות הסוכר בדם. יש מוצרים המשלבים כמה סוגי ממתיקים: ה"דיאטיפ", למשל, מכיל סכרין וציקלמט; "סוכרזית זהב" מכיל אספרטיים ואססולפאם קיי. ככל שחולפות השנים מצטרפים לקבוצה זו ממתיקים מלאכותיים נוספים שרובם מופקים מצמחים שונים כגון ממתיק ה"סטיביה" המופק מצמח בעל אותו שם שמקורו בדרום אמריקה. ממתיקים אלו מבוססים על חומרים שמתיקותם גבוהה פי עשרות עד מאות מזו של הסוכרוז (הסוכר הלבן), ולכן כמות החומר הפעיל המוסף למזון היא קטנה מאוד.

חברות המזון משתמשות בממתיקים אלו בתעשיית ייצור ועיבוד המזון, והם מתאימים גם לשימוש ביתי. חלקם מתאימים לאפיה ולבישול (סוכרלוז וסטיביה לדוגמה) וחלקם מתפרקים בחום ולכן לא מתאימים לאפיה ובישול (למשל, סכרין).

מבין כלל הממתיקים המלאכותיים ללא הערך הקלורי, האספרטיים הוא אחד הממתיקים המלאכותיים, אשר יצר מהפכה של ממש כאשר הוא יצא לשוק. הסיבה לכך היא שמתיקותו גבוהה פי 200 מסוכר, ניתן ליצרו בזול בתעשייה והוא מורכב ברובו מחומצות אמינו שאינן "זרות" לגופינו.



איור 7.2 - תחליפי סוכר ללא ערך קלורי
מאת Rama - נוצר על ידי מעלה היצירה, CC BY-SA 2.0 fr, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=3117211>

להלן הרחבה על מגוון תחליפי סוכר ללא ערך קלורי נפוצים בשימוש:

אספרטיים

האספרטם או האספרטיים הוא הממתיק המלאכותי הנפוץ ביותר בעולם. הוא מצוי באלפי מוצרי מזון ומשקאות שונים. ממתיק זה מורכב מ-2 חומצות אמינו: פנילאלנין וחומצה אספרטית ובנוסף מכיל גם כמות קטנה של מתנול. שם הממתיק הוא על שם החומצה האספרטית המרכיבה אותו. האספרטיים מתוק פי 200 מסוכר כך שלמרות שיש לו ערך קלורי (מורכב מחומצות אמינו וכוהל), הוא נחשב לממתיק ללא ערך קלורי מכיוון שכמותו במזון (או במשקה) מאוד קטנה כך שהתרומה הקלורית שלו זניחה. ממתיק זה פותח בשנת 1965 על ידי הכימאי גיימס מ. שלאטר (James M. Schlatter), אשר יצר את החומר בטעות בעת שעבד על תרופה נוגדת אולקוס (מחלה הפוגעת במערכת העיכול). בשנת 1974 אושר האספרטיים לראשונה לשיווק על ידי ה-FDA, מנהל המזון והתרופות האמריקני. זמן קצר לאחר מכן האישור נשלל עקב חשד להשפעה שלילית על המוח, בעקבות מחקרים שנערכו על עכברי מעבדה. בשנת 1981, בעקבות מחקרים נוספים, אושר האספרטיים שוב ובשנת 1996 הוסרו בארצות הברית כל ההגבלות לגבי השימוש בו. האספרטיים אסור לצריכה לחולי פנילקטונוריה (Phenylketonuria, בקיצור: PKU), מחלה תורשתית נדירה המונעת מחומצת האמינו פנילאלנין לעובר חילוף חומרים (מטבוליזם) תקין ולהפוך לחומצת האמינו טירוזין. כתוצאה מכך נוצרת הצטברות של פנילאלנין בגוף ומחסור בטירוזין - דבר הגורם, בהיעדר טיפול, למוגבלות שכלית התפתחותית, אפילפסיה ולעיתים אוטיזם. בעבר צוין על גבי המוצרים המכילים אספרטיים המשפט "אסור לשימוש לחולי פנילקטונוריה (PKU)", אך מאז 2003 מצוין על גבי התווית "מכיל פנילאלנין".

האם יש סכנה בצריכת האספרטיים?

האספרטיים מורכב, כאמור, מפנילאלנין, מחומצה אספרטית וממתנול. נמצא כי טמפרטורה גבוהה או שינויים ברמת החומציות עלולות לפרק את מולקולת האספרטיים למרכיביו. **לאחר הפירוק**, טמפרטורה גבוהה לזמן ממושך תגרום לחלק ממולקולות הפנילאלנין להתפרק לחומר מסרטן ידוע (DKP), ואילו טמפרטורה נמוכה עלולה לגרום למתנול להפוך לחומר הרעיל פורמלדהיד. הפירוק עשוי להתרחש בכל המזונות המכילים אספרטיים, אבל מועדים במיוחד לכך הם המשקאות הקלים בגרסת ה"דיאט" שלהם, מפני שהם חשופים לטמפרטורה גבוהה בזמן שינועם בדרכים, ולטמפרטורה נמוכה כאשר הם מאוחסנים במקררים של הצרכנים.

תקן ה-FDA (מנהל המזון והתרופות האמריקני) קובע כי אין לצרוך יותר מ-40 מיליגרם אספרטיים לכל קילוגרם ביום. עד שנת 2003 ההנחיה צוינה על גבי המוצרים. החל מינואר

2003 הממתיקים הוכנסו להגדרות של תוספי מזון ומאז משרד הבריאות אינו מחייב עוד את היצרנים לציין את כמות האספרטיים המותר לבן אדם לצרוך ביום, ובנוסף הושמט המשפט "אסור לשימוש לחולי פנילקטונוריה (PKU)". בעקבות התקנות החדשות רשויות הבריאות בארץ הורו ליצרנים לסמן: 'מכיל פנילאלנין' או 'מכיל מקור לפנילאלנין'. לגבי שמירה ואחסון – בתקנים הישנים סומן 'יש לשמור בטמפרטורה שלא תעלה על 20 מעלות צלזיוס' אך בהמשך התקנות שונו וכיום יש לציין: 'יש לאחסן במקום מוצל וקריר'.

האם בטוח לצרוך ממתיקים מלאכותיים?

התשובה לשאלה זו היא מורכבת. ישנם מחקרים רבים בתחום ותוצאות חלקם סותרות את האחרים. לעיתים, המחקרים נעשים בתמיכה של קבוצות התומכות או שוללות את השימוש בממתיקים מלאכותיים, כך שהתוצאות עשויות להיות מוטלות בספק. סיפור המחלוקת בנושא הממתיקים המלאכותיים החל בשנות ה-70 של המאה הקודמת, לאחר שבמחקר שבו האכילו עכברים כמויות גדולות מאוד של סכרין, העכברים חלו בסרטן ומתו. יחד עם זאת, הכמות שהשתמשו בה במחקר הייתה גדולה משמעותית מהכמות שאדם מסוגל לצרוך. במחקרים נוספים שנערכו ובהם נבדק הקשר בין ממתיקים שונים לבין סרטן הבלב ושלפוחית השתן, גידולי מוח, סרטן הדם ומחלות אחרות נמצא כי צריכת ממתיקים מלאכותיים ברמות המוגדרות כבטוחה, ואף ברמות גבוהות מהן במקצת, בטוחה לשימוש. הכמויות המוגדרות "בטוחות" הן גבוהות מהכמות השימוש הממוצעת.

האם ממתיקים מלאכותיים תורמים לירידה במשקל?

ממתיקים מלאכותיים אמנם משווקים כתחליף סוכר למי שמבקשים להפחית ממשקלם, או לחולי סוכרת, יחד עם זאת לא ברור האם הם עוזרים להפחית משקל ו/או האם הם טובים לשימוש חולי הסוכרת. אכן, כמות הקלוריות ברוב המוצרים שאינם מכילים סוכר קטנה ממקביליהם המכילים סוכר, אך **חלקם** באופן מפתיע מכילים יותר קלוריות ל-100 גרם מוצר. הסיבה לכך היא שכמות השומן בהם גדולה יותר. תוספת השומן מטרתה ליצור טעם עשיר יותר למזון. בנוסף מאחר שבכפית סוכר יש רק 20 קלוריות, לעיתים אין הפחתה משמעותית בכמות הקלוריות במוצר "ללא הסוכר" לעומת מקבילו המכיל סוכר. רבים מאתנו נוטים לצרוך כמויות גדולות מהמוצר נטול הסוכר וכתוצאה מכך צריכת הקלוריות שלנו רק גדלה.

עם זאת, יש אנשים רבים הצורכים מזונות דלי קלוריות ובכך הם אכן מקטינים את כמות הקלוריות היומית אותה הם צורכים. מבחינה הגיונית ניתן לשער כי אדם הצורך מזונות דלי קלוריות ובכך מפחית את כמות הקלוריות היומית שלו, אמור לרדת במשקל (במידה כמובן

שצריכת הקלוריות היומית שלו נמוכה). להפתעתנו לא כך הדבר. למעשה, מחקרים אחדים מצאו כי צריכת ממתיקים מלאכותיים דווקא עשויה באופן בלתי צפוי לתרום לעלייה במשקל (הממתיק עצמו מוביל לעלייה במשקל ולא כמות הקלוריות הנצרכת). שנים תהו חוקרים כיצד הדבר ייתכן.

[מחקר שנעשה במכון ויצמן](#) בשנת 2014 ופורסם בירחון המדעי היוקרתי נייצ'ר (nature) הראה, כמו מחקרים נוספים לפניו, כי ממתיקים מלאכותיים ללא ערך קלורי (סכרין, סוכרלוז, אספרטיים) גורמים באופן מפתיע לעלייה משמעותית ברמת הסוכר בדם ובמשקל גופם של הצורכים אותם. בנוסף גילו החוקרים כי צריכת ממתיקים מלאכותיים מובילה לאי-סבילות לגלוקוז, שמתפתחת כאשר הגוף לא מסוגל להתמודד עם כמות גדולה של סוכר. אי סבילות לגלוקוז היא הסימן הראשון להתפתחות סוכרת [Type 2](#).

הידעת

אי סבילות לגלוקוז (Glucose Intolerance) הוא מצב קדם סוכרתי בו רמת הגלוקוז בדם גבוהה מהנורמה, אך אינה גבוהה מספיק לשם אבחון סוכרת.

החוקרים חיפשו את הסיבה לכך ומצאו לראשונה כי היא קשורה לאוכלוסיית החיידקים המאכלסת את המעי. נמצא כי רבים מהמתנדבים לניסוי, אך לא כולם, התחילו לפתח אי-סבילות לגלוקוז, וזאת כבר לאחר שבוע אחד בלבד של צריכת ממתיקים. הרכב חיידקי המעי של המתנדבים הסביר את השינוי הפתאומי. בקרב אלו שפיתחו אי סבילות לגלוקוז התפתחה במעי אוכלוסיית חיידקים שהפרישו חומרים שגרמו לתגובה דלקתית – המזכירה מנת יתר מסוכר וכך התחוללו שינויים ביכולתו של הגוף להשתמש בסוכר. החוקרים טענו כי: "ממצאי המחקר מעידים על כך שצריכת ממתיקים מלאכותיים (שנבדקו במחקר) מביאה להתפתחות אותן הבעיות הבריאותיות שהם נועדו למנוע מלכתחילה. ממצאים אלה מחייבים בחינה מחודשת של הצריכה המאסיבית והבלתי-מפוקחת של חומרים אלה."

מחקר ראשוני זה נעשה על עכברים וקבוצת אנשים קטנה מאד, לכן לא ניתן להסיק ממנו מסקנות חד משמעיות לגבי ההשפעות של ממתיקים מלאכותיים על משקל גופנו. יחד עם זאת זהו כיוון חדש במחקר וסביר להניח שמחקרים נוספים ישפכו אור נוסף על ממצאיו.

על פי האמור לעיל, נראה כי ממתיקים מלאכותיים לאו דווקא עוזרים לירידה במשקל וכדאי להשתדל לחסוך בקלוריות על ידי הפחתת כמויות השומן במזון. כלומר, להמעיט באכילת אוכל מטוגן, בצק עלים, צ'יפס, חטיפים ושאר מוצרים המכילים כמויות שומן גדולות.

סיכום

- **"ממתיקים מלאכותיים"** הינם תוספי מזון המיוצרים בתעשייה המשמשים להמתקת המזון במקום הסוכר. הממתיקים נחלקים לשתי קבוצות עיקריות: תחליפי סוכר בעלי ערך קלורי נמוך ותחליפי סוכר ללא ערך קלורי.
- הממתיקים בעלי ערך קלורי נמוך מכונים גם **"רב־כהלים"** בגלל המבנה הכימי שלהם - מולקולות סוכר שעברו שינויים כימיים, כך שהמולקולה הסופית מכילה מולקולת סוכר הקשורה למולקולה של כוהל. צריכת ממתיקים אלו עלולה להוביל לתופעות של נפיחות ושלושים אצל אנשים מסוימים.
- השימוש בממתיקים מלאכותיים ללא ערך קלורי החל כבר לפני למעלה ממאה שנה כאמצעי להמתקת מזון מבלי להעלות את הערך הקלורי שלו.
- **האספרטיים** מתוק פי 200 מסוכר והוא הממתיק המלאכותי הנפוץ ביותר בעולם. הוא מצוי באלפי מוצרי מזון ומשקאות שונים. ממתיק זה מורכב מ-2 חומצות אמינו: פנילאלנין וחומצה אספרטית ובנוסף כמות קטנה של מתנול.
- נמצא כי טמפרטורה גבוהה או שינויים ברמת החומציות עלולות לפרק את מולקולת האספרטיים למרכיביה. לאחר הפירוק, טמפרטורה גבוהה לזמן ממושך תגרום לפנילאלנין להתפרק לחומר מסרטן ידוע (DKP), וטמפרטורה נמוכה תגרום למתנול להפוך לחומר הרעיל פורמלדהיד. תקן ה-FDA (מנהל המזון והתרופות האמריקני) קובע כי אין לצרוך יותר מ-40 מיליגרם אספרטיים לכל קילוגרם ביום ויש עדיפות לאחסן את המוצרים המכילים אספרטיים בקירור.
- ממצאי מחקר אשר נערך במכון ויצמן מראים כי צריכת ממתיקים מלאכותיים (ממתיקים ללא ערך קלורי) עלולה להוביל להתפתחות אותן הבעיות הבריאותיות שהם נועדו למנוע מלכתחילה – בעיות בריאותיות אשר יובילו להתפתחות סוכרת Type 2. ממצאים אלה מחייבים בחינה מחודשת של הצריכה המאסיבית והבלתי-מפוקחת של ממתיקים אלו.

מבדק מסכם:

1. "ממתיקים מלאכותיים" או "תחליפי סוכר" הינם:
 - א. תוספי מזון המיוצרים בתעשייה.
 - ב. תוספי תזונה המיוצרים בתעשייה.
 - ג. סוכר המיוצר בתעשייה.
 - ד. תוספים בריאותיים המיוצרים בתעשייה.
2. "תחליפי סוכר" הם ממתיקים מלאכותיים:
 - א. בעלי ערך קלורי.
 - ב. חסרי ערך קלורי.
 - ג. חלקם בעלי ערך קלורי וחלקם חסרי ערך קלורי.
 - ד. לא ניתן לקבוע.
3. "רב כהלים" הם מולקולות בעלות:
 - א. מבנה מרחבי דומה לסוכר.
 - ב. מבנה מרחבי זהה לסוכר.
 - ג. מבנה מרחבי זהה לכוהל.
 - ד. מבנה מרחבי דומה לכוהל.
4. אדם הצורך תחליפי סוכר אשר אינם מכילים קלוריות:
 - א. יפחית ממשקלו.
 - ב. יעלה במשקלו.
 - ג. אי אפשר לקבוע.
 - ד. משקלו לא ישתנה.

פרק 8: הדברה והשפעתה על הסביבה ובריאות האדם

"כולנו גיבורים עד שאנו מגלים שלתיקנים יש כנפיים" (אנונימי)

היזעת

פרק זה יעסוק בהדברה חקלאית של פירות וירקות ולא בהדברה לצרכים ביתיים. עם זאת, כאשר אנו דנים בחומרי הדברה לא ניתן לפסוח על אחד החרקים המטרידים ביותר את האדם – התיקן.

התיקנים הם חרקים פחוסים בעלי מבנה גוף גדול יחסית, בטנם וגבם רחבים וצידי גופם צרים. נקבת התיקן מטילה את ביציה במעין תיק (מכאן נובע שם הקבוצה) שצורתו ייחודית לכל מין. התיקנים הם אוכלי כל, הפעילים בעיקר בלילה. במשך היום הם מסתתרים בדרך כלל במקומות חשוכים, והודות למבנה גופם הם מסוגלים לנצל למטרה זו סדקים שונים בבתיים.

למינים אחדים יש כנפיים מנוונות בכמה דרגות. בחלק ממינים אלה קיים ניוון מלא או חלקי בנקבות בלבד, ובאחרים הכנפיים מנוונות גם בזכרים. הדרגות הצעירות דומות בצורתן ובאורח חייהן לבוגרות, אך חסרות כנפיים.

תיקנים הנכנסים לבתים דרך מערכות הביוב עלולים להעביר על גופם גורמי מחלה למזון. מינים מסוימים עלולים לגרום נזק באמצעות אכילת דבקים של כריכות ספרים, טפסים וכדומה. בארץ קיימים מינים החיים בטבע ואינם מזיקים לאדם, וארבעה מינים הנפוצים בבתיים – התיקן האמריקאי, התיקן הגרמני, תיקן הפסים החום והתיקן המזרחי.



איור 8.1 – תיקן

מקור: BiOdileet [Public domain]

ואם חשקה נפשכם לגדל בבית תיקן לצרכי שעשוע, דעו כי "התיקן הלוחש" (שם מדעי: *Gromphadorhina portentosa*) נמכר כחיית מחמד (גם בארץ). התיקן הלוחש הוא אחד ממיני התיקן הגדולים ביותר, והוא מגיע עד לגודל של 5-7.5 ס"מ.

בפרק זה נעסוק בנושאים הבאים:

1. הדברה כימית.
2. הדברה ביולוגית.
3. טכניקות טרנסגניות להדברה.
4. חקלאות אורגנית

לפני שנתחיל הנה כמה שאלות לחשוב עליהן:

- מה תפקידם של חומרי ההדברה?
- האם שימוש ממושך בחומרי הדברה מסוכן לאדם?
- מהן הסכנות בשימוש בחומרי הדברה?
- מהי הדברה ביולוגית?
- מהן טכניקות טרנסגניות להדברה? האם טכניקות אלו מסוכנות לאדם?

צריכת הירקות והפירות בישראל היא מהגבוהות בעולם המערבי. על פי סקר מכון וולקני (2015), 80 אחוז מהישראלים צורכים ירקות ופירות מדי יום ביומו. בתהליך גידול הפירות והירקות נעשה שימוש נרחב בחומרי הדברה שמטרתם למגר מיני יצורים חיים – כגון יונקים, עופות, זוחלים, חרקים, פטריות וחיידקים – המתקיימים מהגידולים החקלאיים ופוגעים ביבול ובאיכותו. ההדברה מטרתה גם למגר צמחי בר מאחר והם מתחרים עם הצמחים המגודלים בחקלאות על משאבים כגון אדמה, מים וחומרי הזנה. לכן, צריכת ירקות ופירות משמעה גם צריכה של חומרי הדברה שונים וככל שצריכת התוצרת החקלאית גדלה, כך גדלה החשיפה לחומרי ההדברה ולהשפעתם על בריאותנו.

ישנן מגוון שיטות הדברה:

1. **הדברה כימית** – שימוש בחומרים הפוגעים במזיקים.
2. **הדברה ביולוגית** – שימוש באורגניזמים מועילים כדי להדביר מזיקים.
3. **טכניקות טרנסגניות להדברה** – יצירת שינויים מלאכותיים בגנים ובתכונות של גידולי החקלאות או המזיקים.
4. **הדברה קולטוראלית (מכנית ופיזיקאלית)** – עיבודי קרקע, שימוש במלכודות, רשתות ויריעות.
5. **הדברה משולבת** – שימוש במספר שיטות במשולב, כדי להפחית שימוש בחומרי הדברה כימיים.

בפרק זה נתרכז בשיטות הדברה אשר יש להן השפעה ישירה על בריאות האדם: הדברה כימית, הדברה ביולוגית וטכניקות טרנסגניות להדברה.

הדברה כימית

תכשירי ההדברה מכילים מגוון רחב של חומרים ובהם חומרים פעילים – התרכובת הכימית המשמשת להדברה, לקטילת המזיק – וחומרים רבים נוספים כגון ממסים ודבקים, שנחוצים לפעילות יעילה של התכשיר. בישראל נעשה שימוש במאות רבות של תכשירי הדברה שונים, המורכבים ממינונים ושילובים של כ-300 חומרים כימיים פעילים.

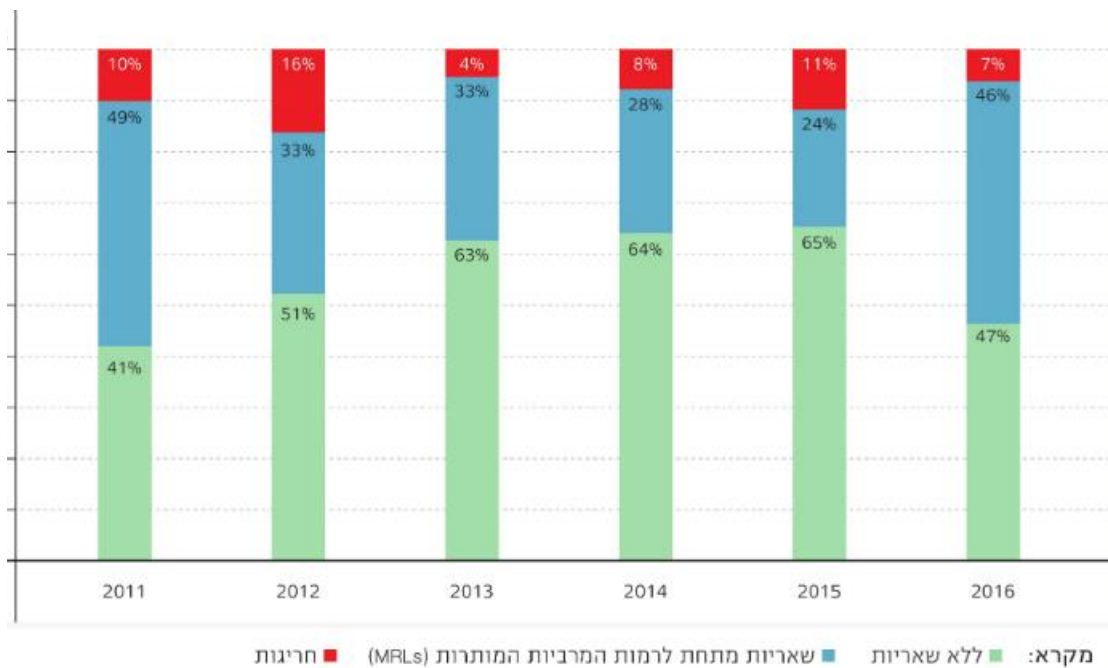
ארבעה גופים בישראל אחראים על אישורי חומרים כימיים לצורך הדברה:

- 1. השירותים להגנת הצומח ולביקורת במשרד החקלאות ופיתוח הכפר – אחראים** לרישום חומרי הדברה להגנת הצומח. יש כ-1,200 תכשירי הדברה לחקלאות המסורתית, נוסף על כ-200 תכשירי הדברה לחקלאות האורגנית. חומרי ההדברה מבוססים על כ-300 חומרים פעילים.
- 2. השירותים הווטרינריים במשרד החקלאות ופיתוח הכפר – אחראים** לרישום של חומרי הדברה וחומרי חיטוי המיועדים לשימוש על בעלי חיים ובמבנים במשקי בעלי החיים. יש כ-150 תכשירי הדברה וחיטוי המבוססים על 30 חומרים פעילים, שנרשמו על ידי השירותים הווטרינריים.
- 3. המשרד להגנת הסביבה אחראי לרישום של חומרי הדברה לשימושים תברואתיים –** כלומר להדברה של יתושים, מכרסמים ומזיקים אחרים בתוך מבנים ובסביבתם ובשטחים פתוחים. יש כ-200 תכשירי הדברה מאושרים.
- 4. משרד הבריאות אחראי לרישום חומרי הדברה הבאים במגע עם גוף האדם – למשל,** חומרים לטיפול בכינים או חומרים לדחיית יתושים הנמרחים על הגוף.

בעולם ואף בישראל משתמשים בחומרי הדברה שונים, ובכתבה שפורסמה ב"ידיעות אחרונות" בתחילת 2019 נטען כי משרד החקלאות בישראל אישר שימוש מחדש בחמישה חומרי הדברה מסוכנים אשר שימושם נאסר במדינות האיחוד האירופי, לאחר שנמצאו מסוכנים לבריאות האדם. החשיפה לחומרי הדברה אלו יכולה להיות מהאוויר (לאנשים שגרים בסמוך לשדות חקלאיים), אך מרבית האוכלוסייה נחשפת לחומרי הדברה כתוצאה מאכילת תוצרים חקלאיים אשר מכילים אותם.

בבדיקה שערך משרד הבריאות בשנת 2016 (ראו תרשים מס' 1 למטה) נבדק מהו שיעור הפירות והירקות שלא נמצאו בהם שאריות חומרי הדברה (ירוק), שיעור הפירות והירקות שנמצאו בהם שאריות חומרי הדברה בסף המותר (כחול) ושיעור הפירות והירקות שנמצאו

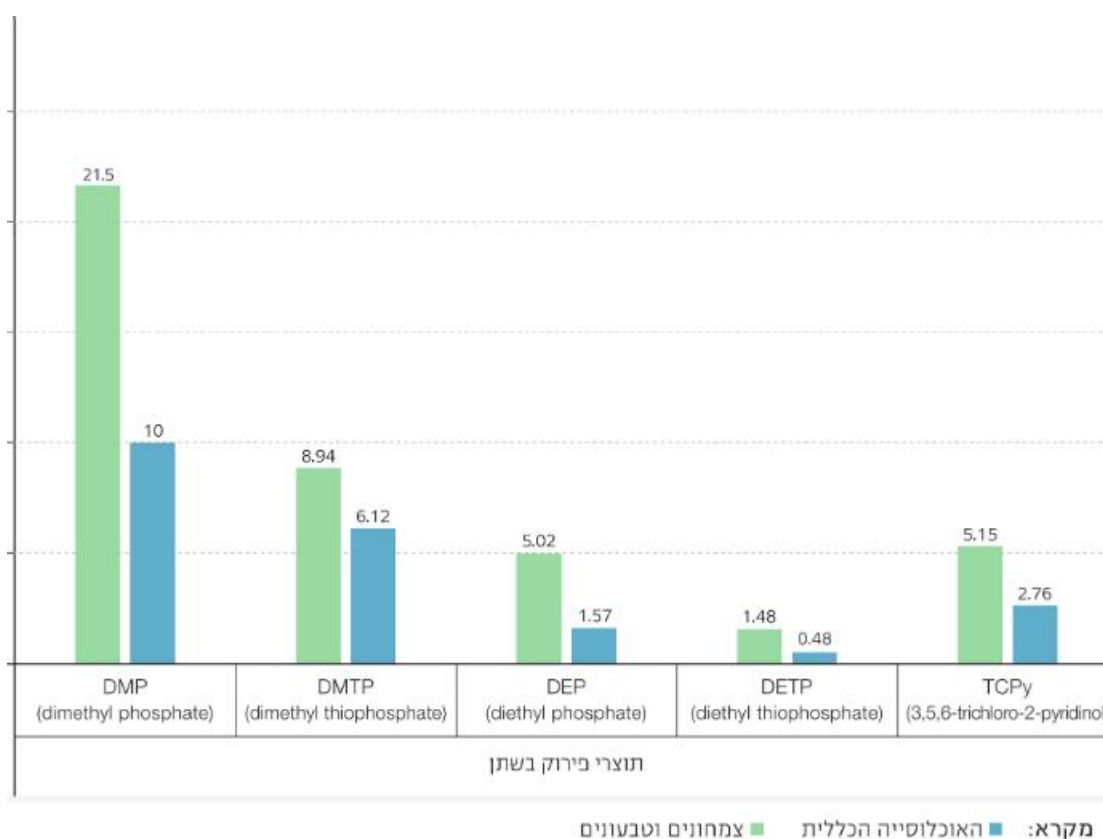
בהם חומרי הדברה בכמות שעולה על המותר בחוק (אדום). מתוצאות הבדיקה ניתן ללמוד כי יש לא מעט שאריות של חומרי הדברה במזון שאנו אוכלים.



איור 8.2 - תרשים מס' 1: שאריות של חומרי הדברה בפירות וירקות, על-פי סקרי שוק של משרד הבריאות, 2016-2011. מהגרף ניתן לראות כי לאורך השנים נמצאות בפירות וירקות שאנו צורכים שאריות של חומרי הדברה, לעיתים בכמות שעולה על הרף המותר. הגרף לקוח מתוך האתר הבא:

<https://www.ehf.org.il/he/Pesticides>

מאחר שחומרי ההדברה נמצאים בפירות וירקות, סביר להניח כי צמחונים וטבעונים חשופים אליהם יותר משאר האוכלוסייה. ואכן במחקר שערכו חוקרים מהמרכז הרפואי תל אביב ע"ש סוראסקי וממשרד הבריאות (2016), בנושא חשיפה לחומרי הדברה בקרב טבעונים וצמחונים בישראל, נמצאו רמות גבוהות של חומרי הדברה כימיים בדגימות שתן של תושבי כפר אמירים (אמירים הוא מושב וכפר נופש צמחוני-טבעוני בגליל העליון, הדוגל בחקלאות אורגנית), בהשוואה לאוכלוסייה הכללית בישראל. בגרף למטה ניתן לראות כי הריכוז בשתן (ציר Y) של חומרי ההדברה השונים (ציר X) של תושבי אמירים (ירוק) גבוה מריכוז חומרי הדברה אלו בשתן* של האוכלוסייה הכללית (כחול).



איור 8.3 - ריכוזי תוצרי פירוק של חומרי הדברה כימיים בדגימות שתן בקרב צמחונים וטבעונים בהשוואה לאוכלוסייה הכללית

הגרף נלקח מהקישור הבא: <https://www.ehf.org.il/he/Pesticides>

*הגוף מפנה את שאריות חומרי ההדברה דרך מערכת הפרשה – הכליות.

מחקר זה מאשש את ההשערה הגורסת כי ככל שאנו אוכלים יותר פירות וירקות, כך אנו חשופים ליותר לחומרי הדברה כימיים.

חסרונות השיטה:

בישראל אין גוף העוקב אחר מקרי ההרעלות הנובעים מחשיפה לחומרי הדברה, אך מנתונים הנאספים מבתי החולים עולה תמונה מדאיגה. לדוגמה, על פי נתונים שנאספו במרכז הארצי למידע בהרעלות בבית החולים רמב"ם, בשנת 2014 אירעו 1,932 הרעלות, ומהן רק 27 הרעלות שמקורן בחשיפה תעסוקתית (חשיפה תעסוקתית היא חשיפה של אנשים העובדים עם אמצעי הדברה שונים). הרעלות מדווחות אלו הן הרעלות כתוצאה מחשיפה חד-פעמית ולא מחשיפה מתמשכת.

למרות הסברה כי חשיפה מתמשכת לחומרי הדברה עלולה להשפיע על מערכת העצבים, מערכת הנשימה והמערכת ההורמונלית ואף לגרום לסרטן, נכון להיום אין מחקרים מקיפים וחד-משמעיים הקושרים בין חשיפה מתמשכת לחומרי הדברה (ברמות שהתקן מתיר) לבין מחלות שונות בבני אדם או בעלי חיים. יש לזכור כי רוב המקרים המדווחים בארץ ובעולם

נובעים מחשיפה חד-פעמית לריכוזים גבוהים של חומרים מסוכנים. בנוסף לא נמצא קשר ישיר בין סוגי סרטן שונים לבין חשיפה מתמשכת לחומרי הדברה. מדוע כמעט שלא נעשים מחקרים בנושא חשוב כל כך? מיעוט המחקרים בנושא נובע ממגוון רחב של קשיים בקיום מחקרים הבודקים את ההשפעות שיש לחשיפה ארוכת שנים לחומרי הדברה על בריאות האדם. עם הקשים העיקריים ניתן למנות את העובדה כי מרבית בני האדם אינם חשופים באופן קבוע לכמות קבועה של חומרי הדברה במשך שנים רבות. כמו כן, האדם איננו חשוף רק לחומרי הדברה אלא למגוון רחב מאוד של מפגעים סביבתיים המשפיעים על בריאותו. מאחר שקיים חוסר במידע, גם תקני החשיפה לחומרי ההדברה הם לא תמיד מדויקים ומשתנים כל הזמן, בעיקר לנוכח מחקרים שנעשים על בעלי חיים. אחד המחקרים שנעשו בנושא חשוב זה הוא מחקר מקיף וארוך טווח שנערך בשנת 2011 על כ-90 אלף איש במדינת איווה שבארצות הברית. המחקר הראה שהשכיחות של רוב סוגי הסרטן אצל חקלאים המשתמשים באופן קבוע בחומרי הדברה דווקא נמוכה יותר מהממוצע באוכלוסייה. העליות הקטנות בשכיחות של מספר קטן של סוגי סרטן לא היו קשורות בהכרח לחשיפה לחומרי הדברה, אלא אפשר היה לייחס אותן גם לתנאים סביבתיים, כגון חשיפה רבה לשמש בשעות העבודה. ממחקר זה לא ניתן להסיק כמובן מסקנה גורפת, מאחר שקיימים אלפי סוגים של חומרי הדברה שונים. החשיפה הממושכת לחומרי הדברה בישראל יוצרת צורך במחקר מקיף ובחקיקה בנושא חומרי ההדברה. אחד המכשולים העיקריים בקידומה של מדיניות מקיפה והעמקת החקר בנושא הוא החפיפה, ולעיתים הפיצול, של תחומי האחריות בין ארבעת הגופים העוסקים בתחום ההדברה בישראל. מעבר לכך, קיים גם חוסר בפיקוח על מכירה של חומרי הדברה ועל השימוש בהם. לדוגמה, בתחום ההדברה התברואתית, מדברים מקבלים הכשרה ורישיון, ותכשירי הדברה אחדים נרשמים ונמכרים אך ורק לשימושם של מדברים מקצועיים. לעומת זאת, בתחום של מוצרים להגנת הצומח ותכשירים וטרינריים, אין כל מסגרת חוקית המגבילה את המכירה או את השימוש בתכשירים מסוכנים, והם מוסיפים להימכר באופן חופשי בשוק. לכן, יש צורך בגוף ממשלתי אשר ירכז את נושא ההדברה מבחינה מחקרית ומבחינה חקיקתית.

הדברה ביולוגית

בניגוד לשיטת ההדברה הכימית, ההדברה הביולוגית נחשבת לבטוחה יחסית לבריאות האדם. בהדברה ביולוגית נעשה שימוש באורגניזמים מועילים על מנת להפחית את הפגיעה שנגרמת מאורגניזמים מחוללי פגעים. המצדדים בשימוש בשיטות של הדברה ביולוגית טוענים כי יש לה יתרונות סביבתיים ובריאותיים והיא מהווה תחליף רצוי ומועדף לשימוש בחומרי הדברה כימיים. בחקלאות האורגנית נעשה ניסיון לצמצם את השימוש בחומרי הדברה כימיים, ולכן יש שימוש נרחב בהדברה ביולוגית.

הדברה ביולוגית כוללת שימוש במגוון שיטות:

א. טורפים – שימוש בחרקים או בעלי חיים אחרים הניזונים ממזיקים. לדוגמה, נעשה

שימוש באקריות טורפות הניזונות מאקריות מזיקות ומחרקים מזיקים אחרים וכן

בחיפושיות ממשפחת המושיות אשר טורפות כנימות שונות.

הדברה ביולוגית כנגד אקריות (טריפה) - אקרית הפרסימיליס (*Phytoseiulus*

persimilis) טורפת ביצים של אקרית הקורים.

אקרית הפרסימיליס (*Phytoseiulus*

persimilis) יכולה לטרוף עד חמש

אקריות קורים בוגרות ביום או עד

עשרים ביצים וזחלים שלהן ביום.



איור 8.4

הדברה ביולוגית כנגד כנימות (טריפה) – מושית הקריפטולמוס (*Cryptolaemus*

montrouzieri) ניזונה מהכנימה הקמחית

כל דרגות ההתפתחות של מושית

הקריפטולמוס (*Cryptolaemus*

montrouzieri) ניזונות מהכנימה

הקמחית. הזחלים הצעירים

מעדיפים את ביצי הכנימה

והזחלים הגדולים והבוגרים ניזונים

מכל דרגות ההתפתחות של

הקמחית, ללא העדפה מיוחדת.



איור 8.5

ב. טפילים – טפיל הוא כל יצור המשיג את צרכיו השונים – רבייתיים, תזונתיים או

חברתיים, באמצעות ניצול המשאבים של בעל חיים אחר הנקרא "מארח". בהדברה

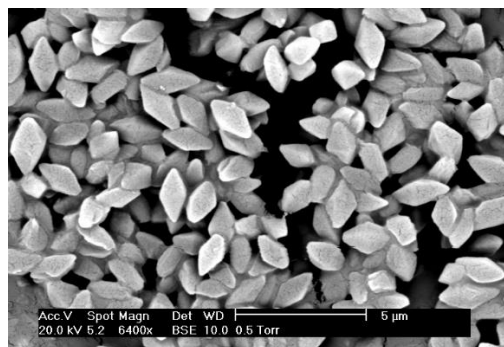
ביולוגית ה"מארח" הוא הגורם המזיק לחקלאות. לדוגמה, יש חרקים המטילים את

ביציהם בגוף המארח (מזיק). הזחל הבוקע ניזון ומתפתח על המארח או בתוך גופו

ובכך מביא לקטילתו. הבוגר מעמיד דורות נוספים הממשיכים את התהליך. זהו גם יתרונו של מנגנון זה, אשר בתנאים מתאימים ממשיך את ההדברה לאחר פיזור ראשוני של הטפיל ללא התערבות נוספת. הצרעה אפידיוס (*Aphidius colemani*) אשר מדבירה בהצלחה כנימות עלה בגידולים שונים, היא דוגמה למדביר ביולוגי טפיל.

הדברה ביולוגית כנגד כנימות (טפילים) – צרעת האפידיוס (*Aphidius colemani*) היא צרעה טפילית היעילה בהדברה של כמה מינים של כנימות עלה. הצרעה מדבירה את כנימת העלה באמצעות הטלת ביצה בגוף הכנימה, וכעבור כשלושה ימים יבקע מהביצה זחל הצרעה אשר יזון מנוזלי גוף הכנימה עד שיגרום למותה. לאחר מות הכנימה יהפוך הזחל לגולם בתוך גופה וכעבור ארבעה ימים תבקע מגוף הכנימה צרעה בוגרת. כל צרעה מטילה ביצים במאתיים כנימות לערך.

ג. גורמי מחלה – בשיטה זו משתמשים בחיידקים, בנגיפים, בפטריות ובמחוללי מחלה אחרים אשר פוגעים באופן ספציפי במזיק. היתרון בשיטה זו הוא שהיא פוגעת לרוב רק במזיק, במהירות וביעילות הדומות לאלה של חומרי ההדברה הכימיים. החיסרון בשיטה זו היא בכך שיעילותה נמוכה, מאחר שהיא פוגעת אך ורק במזיקים אשר נחשפו לגורם המחלה. דוגמה נפוצה לשימוש בכלי זה הוא החיידק *Bacillus thuringiensis*, הפוגע במינים שונים של זחלי עשים.



איור 8.6 - החיידק *Bacillus thuringiensis* מפריש רעלים במעיים של זחלי חרקים שונים והחרקים מתים מזיהום ומרעב

ד. מצמצמי רבייה – תפוצת אורגניזמים שונים תלויה בין השאר ביכולת הרבייה שלהם. מניעה או צמצום יכולות הרבייה של מזיקים שונים פוגעת בתפוצתם ובכך מצמצמת את הנזקים לחקלאות. בתחום זה ניתן לציין פיזור כמויות גדולות מאוד של זבובים זכרים עקרים בשטחי מטעי ההדרים, באופן שרוב ההזדווגויות עם נקבות

הבר הן הזדווגויות עקרות. בשיטה זו, אוכלוסיית המזיק הולכת ופוחתת. שיטה נוספת לצמצום מספר המזיקים היא פיזור פרומונים מלאכותיים, על מנת לבלבל את הזכרים של העשים למשל. כך יוצרים "מסך ריח" המונע מהם להגיע אל הנקבות.



איור 8.7 - זבוב עקר מזדווג עם נקבת הבר, כך שהנקבה תטיל ביצים לא פוריות

הידעת?

מהו פרומון?

פרומון הוא כימיקל נדיף המופרש על ידי יצור חי, במטרה להשפיע על ההתנהגות החברתית או המינית של פרטים בני אותו המין (הכוונה למין ביולוגי – species, ולא לזכר ונקבה). הפרומון נקלט בבעל החיים באמצעות איברי הריחה. אצל בני האדם האף הוא איבר הריחה, אך נחשים חשים ריח באמצעות איבר מיוחד הנקרא "איבר יעקובסון" וחרקים רבים חשים בריח בעזרת מחושיהם.

חסרונות השיטה:

להדברה הביולוגית יתרונות רבים על פני ההדברה הכימית, בייחוד לאור העובדה שהיא לא פוגעת באדם הצורך את הגידולים החקלאיים. אולם למרות הצמצום בשימוש בחומרי הדברה כימיים וכתוצאה מכך בצמצום הפגיעה בטבע, אחד החסרונות הבולטים שלה הוא הפגיעה בטבע בעקבות שינוי המאזן האקולוגי שבו המערכת נמצאת. בהכנסת מיני טורפים חדשים לשדה חקלאי לדוגמה, עלול להיווצר תרחיש שבו בעל החיים שהובא אל האזור במטרה להילחם במזיקים ישגשג ויתרבה, כך שיווצרו בעיות במערכת האקולוגית המקומית. בעל החיים יכול להתרבות במספרים גדולים, לדחוק בעלי חיים מקומיים משטחי המחיה שלהם, להתחרות בהם על מקורות מזון ולהפוך לפולש שפוגע במערכת האקולוגית המקומית. כך, לדוגמה, קרפדת הקנים שהובאה לאוסטרליה במטרה להילחם במזיקים שחיו במטעי קני הסוכר המקומיים, התרבתה במספרים גדולים והפכה למזיק שפוגע במינים מקומיים רבים,

שלא הצליחו להתמודד עם עורה הרעיל. סיכון זה פוחת במידה רבה כאשר משתמשים בבעלי חיים מקומיים כאמצעי הדברה ביולוגית.

הידעת?

מהו מאזן אקולוגי?

מערכת אקולוגית היא מכלול של חברת היצורים החיים והסביבה הפיזית שבה הם חיים. מאזן אקולוגי הוא מושג בסביבתנות המתייחס למצבה הרצוי של מערכת אקולוגית, לרוב למצבה לפני התערבות אנושית מסוימת, לפני עידן טכנולוגי משמעותי או לפני שינוי משמעותי כתוצאה מגורם חיצוני אחר. המושג עומד ביסודה של תפישה לפיה קיים בטבע מצב "נכון", המאפיין מערכת אקולוגית בריאה, שבו מתקיים שיווי משקל הרמוני בין כל מרכיביה. פגיעה בכל אחד ממרכיבי המערכת עלולה להפר את המאזן האקולוגי ולגרום לקריסת המערכת, להרס בתי גידול, להיכחדות מינים וכן לפגיעה במשאבים החיוניים לאדם, שאספקתם תלויה בבריאותה של המערכת. כמובן שגידול צמחים בקנה מידה גדול בחקלאות פוגע במאזן האקולוגי הטבעי של המערכת, אך הכנסת מיני בעלי חיים נוספים אל תוך אותה מערכת עלולה לפגוע בה יותר.

טכניקות טרנסגניות להדברה

הנדסה גנטית (בהנדסה גנטית במזון נעסוק בהרחבה [בפרק 9](#)) היא תחום במחקר הביולוגי העוסק במגוון תהליכים של שינוי גנים ביצורים חיים באופן מלאכותי בידי האדם, ובכך שינוי תכונותיהם של אותם יצורים. אחד התחומים שבהם עוסקת ההנדסה הגנטית הוא העברת גנים מיצור חי אחד למשנהו, כלומר העברת תכונות מקבוצת יצורים אחת לאחרת. היצור החי אליו הועברו הגנים הינו "אורגניזם טרנסגני" – יצור חי שלתוכו הוחדר חומר תורשתי מיצור אחר, ובכך הוקנו לו תכונות חדשות. השיטות הטרנסגניות פותחו במטרה ליעל את ההדברה הכימית ולעיתים אף לצמצם את השימוש בה.

שיטות ההדברה המבוססות על הנדסה גנטית כוללות:

- א. גידולים אשר מייצרים רעלנים ספציפיים הפוגעים בחרקים – צמחים אשר הוחדרו להם גנים לייצור רעלן שאיננו פוגע בבני אדם אך פוגע בחרקים.** התכונה החדשה מקנה לצמחים את היכולת להתגונן נגד החרק התוקף, ללא צורך בשימוש בחומרים כימיים. הגן המייצר את הרעלן הוחדר לצמחי עגבניות, טבק, כותנה, אגוזי מלך ותפוחי אדמה.

- ב. גידולים עמידים לחומרי הדברה** – באמצעות החדרת גנים המקנים לצמחים עמידות בפני חומרי הדברה, ניתן לרסס את הגידול בחומר הדברה שלא יפגע בו, אך ידביר את העשבים המזיקים לו. כך לדוגמה, פותחו צמחים כגון עגבניות, כותנה, קנולה, פישתן ועוד, העמידים לחומר הפעיל גלייפוס (שנמצא בתכשיר הראונדאפ).
- ג. גידולים עמידים בפני וירוסים** – לעיתים חרקים עשויים לגרום לנזקים באמצעות הדבקת הצמחים בוירוסים גורמי מחלות. צמחים אשר הוחדרו להם גנים נגד וירוסים גורמי מחלה מוגנים מפני אותן מחלות.



איור 8.8 - תירס טרנסגני: בתמונה ניתן לראות צמחי תירס שונים אשר הוחדרו להם גנים שגרמו לשינויי צורה וצבע.

התפתחות חקר הגנטיקה והשיטות להעברה מבוקרת של גנים ותכונות בין אורגניזמים באופן מלאכותי, מאפשרת מגוון חדש וגדול של טכניקות להדברת מפגעים ומזיקים בחקלאות. נכון להיום, למעלה מ-80 אחוז מגידולי הסויה בעולם מהונדסים גנטית נגד מזיקים וכך גם כ-30 אחוז מגידולי התירס וכ-20 אחוז מגידולי הקנולה. השיטות הטרנסגניות נטעו תקווה שיהיו יעילות יותר מאשר חומרי ההדברה הכימיים, בשל יכולתן לטפל במזיקים באופן נקודתי, בעוד חומרי ההדברה הכימיים הם בעלי טווח פעולה רחב וכך גם טווח הנזקים לאדם ולסביבה גדול. הצפי היה כי שימוש בשיטות טרנסגניות יפחית את השימוש בחומרי הדברה כימיים.

חסרונות השיטה:

נראה כי התקוות שתלו בהנדסה הגנטית להדברת מזיקים ולצמצום השימוש בחומרים כימיים היו גדולות מדי, מאחר שבמשך הזמן נתגלו חסרונות רבים לשיטות ההדברה המבוססת על הנדסה גנטית. להלן החסרונות העיקריים לשיטת הדברה זו:

- א. גידולים עמידים לחומרי הדברה** – פיתוח צמחים העמידים לחומרי הדברה (בעיקר על ידי חברות המייצרות חומרי הדברה) גרם לגידול משמעותי בשימוש בחומרי ההדברה, מאחר שהחקלאי לא חשש לפגיעה בצמחים שהוא מגדל. השימוש המוגדל בחומרי הדברה הביא גם להאצת תהליך העמידות של צמחי הבר נגד החומר הכימי וכך לגידול במספר העשבים העמידים לחומרי ההדברה. צמחי בר פוגעים בצמחים המגודלים בחקלאות מאחר והם מתחרים עימם על משאבים כגון

אדמה, מים וחומרי הזנה. כתוצאה משני אלה נעשה שימוש מוגבר עוד יותר בחומרי הדברה כימיים.

1. **העברה גנטית** – התעורר חשש כי גידולים שהונדסו גנטית יעבירו תכונה זו לעשבים בני אותה משפחה. לדוגמה: צמחי קנולה העמידים לחומרי הדברה מסוגלים לייצר צמחי כלאיים עם מצליבים אחרים, כמו חרדל הבר, וכך יכולים להיווצר חרדלי בר העמידים להדברה. כתוצאה מכך יש צורך להשתמש בחומר הדברה אחר.
2. **עמידות מזיקים לרעלים** – צמחים אשר הונדסו גנטית לייצור רעלן הפוגע בחרקים יצרו לחץ אבולוציוני על אוכלוסיית החרקים וכך נוצרו חרקים העמידים לרעלן הצמחים. כתוצאה מכך היה צורך לחזור ולהשתמש בחומרי הדברה כימיים.

חקלאות אורגנית

בדיון על חומרי הדברה ראוי לציין את החקלאות ה"אורגנית" העוסקת בייצור תוצרת חקלאית (פירות, ירקות, בשר וכדומה), תוך התחשבות בערכי טבע ושימור קרקע. בשונה מהחקלאות הרגילה, שהשאיפה המרכזית בה היא למקסם את התוצרת ולמזער את ההוצאה עליה, החקלאות האורגנית חרתה על דגלה שילוב של ערכי איכות ובריאות הסביבה והאדם בתהליך הייצור. חקלאות זו נסמכת על ניהול של מערכת סביבתית ומנסה להקטין או למנוע את השימוש בכימיקלים סינתטיים ובאורגניזמים מהונדסים גנטית.

בחוק להסדרת תוצרת אורגנית התשס"ה – 2005, מוטלות הגבלות על החומרים המותרים לשימוש כחומרי הדברה ודישון בחקלאות זו, אם כי הוא אינו אוסר על השימוש בחומרי הדברה ודישון כליל. כמו כן, החוק אינו אוסר על שימוש באנטיביוטיקה בבעלי חיים או על החזקתם במבנים סגורים ללא יציאה למרעה. על פי החוק "אם קיימת סכנה מיידית ומוחשית לתוצרת אורגנית מן הצומח, ניתן להשתמש גם בתכשירים שרשם המנהל לפי תקנות התכשירים האורגניים". תקנה זו מאפשרת לחקלאים לרסס בקנה מידה גדול בתכשירים מאושרים ואף להשתמש במטוסי ריסוס. בפרסום של משרד החקלאות ופיתוח הכפר ניתן לראות את [רשימת התכשירים לחקלאות אורגנית המותרים לשימוש בישראל](#).

כדי למזער את הנזקים לסביבה, החקלאות האורגנית מנסה לעשות שימוש בהדברה הביולוגית, תוך צמצום ההדברה הכימית. אך כפי שראינו, החדרת אורגניזמים לסביבה חדשה במסגרת ההדברה הביולוגית יכולה ליצור מינים פולשים ונזק סביבתי כבד שקשה להעריכו, עד כדי יצירת שינויים אקולוגיים בלתי הפיכים והכחדה של מינים מקומיים.

לסיכום נושא ההדברה, ראינו כי על מנת לגדל מזון בחקלאות נעשה שימוש במגוון אמצעי הדברה. עם זאת, לכל שיטות ההדברה יש השפעה על הסביבה ועל המזון וכתוצאה מכך על

בריאות האדם: **חומרי הדברה כימיים** מדבירים את הפגעים אך עלולים לפגוע גם במה שאינו פגע, ולמרות זאת לא ניתן להימנע לחלוטין מהשימוש בהם (גם בחקלאות האורגנית). שימוש ב**הדברה ביולוגית** עשוי להיות יקר וגם לפגוע במאזן האקולוגי. גם השימוש ב**טכניקות להנדסה גנטית** כפתרון קסם הדברתי עשוי להוביל לבעיות שונות ובהן עלייה בשימוש באמצעי ההדברה כימית. **הדברה קולטוראלית** (שבה לא דנו), משמעה שימוש באמצעים פיזיים כגון מלכודות ורשתות, רחוקה גם היא מלתת מענה יעיל להדברת מזיקים, בייחוד בשטחים גדולים. קשיים אלו בשיטות ההדברה השונות מדגישים את הצורך בממשק של **הדברה משולבת** – המשלבת כמה שיטות הדברה יחד, אשר יביאו למקסום התוצאות. לצורך כך נדרש מחקר מעמיק בנושא וגוף ממשלתי מרכזי אשר יפקח על תחום ההדברה.

סיכום

- צריכת הירקות והפירות בישראל היא מהגבוהות בעולם המערבי ומשמעות הדבר היא חשיפה גדולה לחומרי הדברה שונים.
- יש מגוון שיטות הדברה ובהן הדברה כימית, הדברה ביולוגית, טכניקות טרנסגניות להדברה, הדברה קולטוראלית (מכנית ופיזיקלית) והדברה משולבת.
- בתחום **ההדברה הכימית** נעשה בישראל שימוש במאות רבות של תכשירי הדברה שונים המורכבים מכ-300 חומרים כימיים פעילים. למרות הסברה כי חשיפה מתמשכת לחומרי הדברה עלולה להשפיע על מערכת העצבים, מערכת הנשימה והמערכת ההורמונלית ואף לגרום לסרטן, נכון להיום אין מחקרים מקיפים וחד-משמעיים הקושרים בין חשיפה מתמשכת לחומרי הדברה (ברמות שהתקן מתיר) לבין מחלות שונות בבני אדם או בעלי חיים.
- בניגוד לשיטת ההדברה הכימית, **ההדברה הביולוגית** נחשבת לבטוחה יחסית לבריאות האדם. בהדברה ביולוגית נעשה שימוש באורגניזמים מועילים על מנת להפחית את הפגיעה שנגרמת מאורגניזמים מחוללי פגעים. עם זאת, אחד החסרונות הבולטים שלה הוא עצם הפגיעה בטבע בעקבות שינוי המאזן האקולוגי של המערכת.
- התפתחות חקר הגנטיקה והשיטות להעברה מבוקרת של גנים ותכונות בין אורגניזמים באופן מלאכותי, מאפשרת מגוון חדש וגדול של טכניקות להדברת פגעים ומזיקים בחקלאות. הצפי היה כי שימוש ב**שיטות טרנסגניות**, יפחית את השימוש בחומרי הדברה כימיים. אולם נראה כי התקוות שתלו בהנדסה הגנטית להדברת מזיקים ולצמצום השימוש בחומרים כימיים היו גדולות מדי.
- **חקלאות אורגנית** נסמכת על ניהול של מערכת סביבתית ומנסה להקטין או למנוע את השימוש בכימיקלים סינתטיים ואורגניזמים מהונדסים גנטיים. עם זאת, למרות הצמצום בשימוש בחומרים כימיים, עדיין נעשה בהם שימוש. כמו כן, השימוש בהדברה ביולוגית מביא גם הוא לפגיעה בסביבה.
- כיום לא ניתן לגדל מזון באופן מסחרי לכלל האנושות ללא שימוש בחומרי הדברה ולכל שיטת הדברה היתרונות והחסרונות שלה. על כן רצוי להשתמש בממשק של **הדברה משולבת** – הדברה המשלבת מספר שיטות הדברה יחד אשר יביאו למקסום התוצאות. לצורך כך נדרש מחקר מעמיק בנושא וגוף ממשלתי מרכזי אשר יפקח על תחום ההדברה.

מבדק מסכם

1. מתרשים מספר 1 ניתן לראות כי:

- א. בשנת 2016, לא נמצאו שאריות חומרי הדברה ב-46 אחוז מהפירות והירקות שנבדקו.
- ב. בשנת 2013, היו יותר פירות וירקות שבהם נמצאו שאריות חומרי הדברה מאשר ב-2011.
- ג. בשנת 2011, היו יותר פירות וירקות ללא חומרי הדברה מאשר בשנת 2013.
- ד. בשנת 2016, ב-47 אחוז מהפירות והירקות שנבדקו לא נמצאו חומרי הדברה.

2. בהדברה ביולוגית נעשה שימוש ב:

- א. יונקים טורפים.
- ב. בחיידקים.
- ג. בזכרי חרקים עקרים.
- ד. בחיפושית "חידקן מצוי".

3. אחד מחסרונות ההדברה הביולוגית הוא:

- א. החדרת מין פולש לבית גידול על ידי האדם.
- ב. עלייה בשימוש בחומרי הדברה כימיים.
- ג. הגדלת הנזקים לחקלאות.
- ד. שימוש בשיטות הנדסה גנטית הרסניות.

4. גידולים אשר מייצרים רעלנים ספציפיים הפוגעים בחרקים, הם גידולים ש:

- א. הוחדרו להם גנים לייצור רעלן הפוגע בבני אדם ובחרקים.
- ב. הוחדרו להם גנים לייצור רעלן שאיננו פוגע בבני אדם, אך פוגע בחרקים.
- ג. הוחדרו להם גנים לייצור רעלן שאיננו פוגע בבני אדם או בחרקים.
- ד. הוחדרו להם גנים לייצור רעלן הפוגע בבני אדם אך אינו פוגע בחרקים.

5. השימוש בגידולים העמידים לחומרי הדברה הביא:

- א. לגידול במספר עשבי הבר העמידים לחומרי ההדברה.
- ב. לגידול במספר העשבים אשר אינם עמידים לחומרי ההדברה.
- ג. לירידה במספר העשבים העמידים לחומרי ההדברה.
- ד. לירידה במספר העשבים בארץ ישראל.

6. בחקלאות אורגנית:

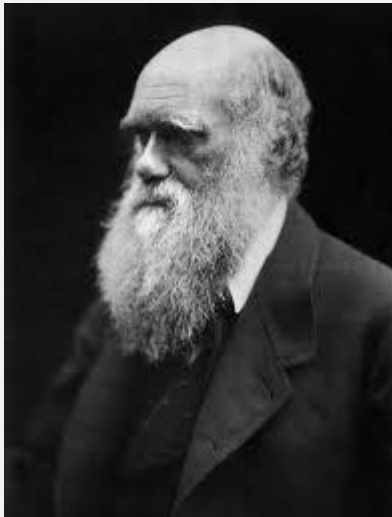
- א. אין כלל שימוש בחומרי הדברה.
- ב. יש שימוש בחומרי הדברה מסוימים.
- ג. יש שימוש בהדברה טרנסגנית.
- ד. אין שימוש בהדברה ביולוגית.

7. הדברה משולבת היא:

- א. הדברה המשלבת מספר שיטות הדברה.
- ב. הדברה המשלבת מספר חומרים כימיים.
- ג. הדברה המשלבת מספר שיטות טרנסגניות.
- ד. הדברה המשלבת מספר טורפים.

פרק 9: הנדסה גנטית בשירות האדם – מזון

"זה לא החזק ביותר ששורד, גם לא האינטליגנטי ביותר. שורד הוא מי שידע להתאים את עצמו לשינויים בצורה הטובה ביותר" (צ'ארלס דרווין)



איור 9.1 - צ'ארלס רוברט דרווין
(Charles Robert Darwin)
(1809-1882)

הידעת

צ'ארלס דרווין, חוקר טבע וגיאולוג אנגלי, מוכר כ"אבי תורת האבולוציה", הגורסת כי התהליך שבו התפתחו המינים השונים במשך מיליארדי שנים מאב קדמון משותף אחד הוא תהליך הברירה הטבעית. התיאוריה של דרווין שינתה באופן יסודי את דעות העולם על התפתחות החיים.

בפרק זה נעסוק בנושאים הבאים:

1. ברירה טבעית ומלאכותית ומה שבניהן
2. מזון מהונדס גנטית
3. התנגדות ציבורית למזון מהונדס גנטית
4. גורמי סיכון במזון מהונדס גנטית
5. חקיקה בנושא מזון מהונדס גנטית

לפני שנתחיל הנה כמה שאלות לחשוב עליהן:

- מהו מזון מהונדס גנטית?
- האם אתם צורכים מזון מהונדס גנטית?
- מהם השימושים שניתן לעשות במזון מהונדס גנטית?
- האם מזון מהונדס גנטית מסוכן לאדם? אם כן, מהן הסכנות?

השבחה גנטית נשמעת כמו גישה חדשנית, אך היא בעצם שיטה חקלאית עתיקת יומין – משחר ימי ההיסטוריה טיפחו בני אדם צמחים ובעלי חיים שהתאימו לצרכיהם, בתהליך ארוך של ברירה והשבחה מלאכותיים. בדומה ל**ברירה הטבעית** - מנגנון האבולוציה בטבע, בני האדם עשו שימוש ב**ברירה המלאכותית** ובדרך זו העניקו עדיפות למוטציות אחדות שהופיעו בצמחים על פני אחרות.

הנדסה גנטית שונה מברירה מלאכותית בכך שבעוד ברירה מלאכותית יכולה להתקדם לאיטה, הנדסה גנטית מסוגלת להכניס גנים ייחודיים לחי ולצומח, גנים שהסיכוי שיתפתחו באופן טבעי הוא אפסי. לפני שנתקדם להנדסה גנטית במזון נדון תחילה בברירה הטבעית ובברירה המלאכותית ובשיטות ההשבחה השונות.

ברירה טבעית ומלאכותית ומה שבניהן

בספרו "מוצא המינים" (או בשמו המלא "על מוצא המינים בדרך הברירה הטבעית או השארת גזעים מועדפים במאבק החיים") אשר יצא לאור בשנת 1859, הגה דרווין את המושג "Survival of the fittest", שמשמעו "המותאם שורד". כלומר האורגניזמים (יצורים חיים) הכשירים ביותר שורדים ומעבירים באופן טבעי את תכונותיהם לצאצאים, לרבות התכונה שסייעה להישרדותם על פני אחרים – זוהי ה**ברירה הטבעית**. בנוסף לכך טען דרווין כי הברירה הטבעית בעצם מביאה לכך שתהליך האבולוציה יהיה אקראי – כלומר, אם נעשה שינוי בתכונה מסוימת הוא נעשה באופן מקרי לחלוטין. דהיינו, ככל שהשינוי בתכונה יביא לכך שהאורגניזם ישרוד טוב יותר משאר הפרטים בסביבת המחיה שלהם, כך סביר להניח כי אותו אורגניזם יביא יותר צאצאים לעולם. בדרך זו השינוי בתכונה יתבטא בקרב פרטים רבים לאורך שנים, וכך למעשה התכונה החדשה תתקבע באוכלוסיה. למעשה אנו רואים כי על פי תורת האבולוציה של דרווין, השינויים בתכונות אינם מכוונים ומתרחשים באיטיות רבה מאוד.

תפישות שגויות בנוגע לאבולוציה:

תפיסה שגויה היא מושג מפתח בהוראת המדעים המתאר מצב בו המציאות נתפסת באופן שונה לחלוטין מן האופן בו רואים אותה המדענים (מילוג).

א. תפישה שגויה: "צ'רלס דרווין הוא הראשון שהעלה את רעיון האבולוציה"

תשובה: צ'רלס דרווין לא היה הראשון שהגה את רעיון האבולוציה – שינוי של סוג אחד של חיות לסוג אחר. הפעם הראשונה המתועדת שבה נטען כי מין מסוים התפתח ממין אחר, הייתה בשנת 550 לפני הספירה לערך, אז טען הפילוסוף היווני אנכסימנדרוס (610 לפנה"ס - סביבות 546 לפנה"ס) שצורות החיים הראשונות נוצרו בקרקעית הים והתפתחו למינים חדשים שעלו ליבשה. ברור שהאדם התפתח מבעלי חיים קדמוניים, טען אנכסימנדרוס, מכיוון שבתנאים ששררו על כדור הארץ בראשיתו לא ייתכן שהאדם יכול היה להסתדר בצורתו הנוכחית. במשך השנים העלו אנשים נוספים את רעיון האבולוציה, אך כולם הציעו אותו כהגיג פילוסופי, בדרך כלל גם כרעיון דתי, ולא כטענה מגובה בעובדות מתחום המדע הניסויי. היו אף שטעו לחשוב שהחיות עצמן משתנות במהלך חייהן, בעוד שלאמיתו של דבר, השינוי קורה לאורך הדורות. האבולוציוניסט המפורסם מכולם לפני דרווין היה ז'אן בפטיסט למארק (Lamarck, 1774-1829), שטען כי בעלי חיים משנים את תכונותיהם באופן מכוון בזכות שימוש או אי שימוש באיבריהם ואז הם מורשים את התכונות הנרכשות לצאצאיהם. הדוגמה המפורסמת ביותר שלו היא צווארן הארוך של הג'ירפות שהתפתח לטענתו בעקבות מאמצייהן למתוח אותו בניסיון להגיע לענפי העץ הגבוהים. לזכותו של למארק ייאמר שזו הייתה הפעם הראשונה בהיסטוריה שמישהו הציע מנגנון התפתחות לאבולוציה, גם אם היה שגוי. הרעיון האבולוציוני שגרס בבסיסו כי מינים משתנים ומין אחד מהווה מקור למין אחר, לא היה אם כן רעיון מקורי של דרווין.

עם זאת, דרווין בניגוד לקודמיו נחשב ל"אבי תורת האבולוציה" מאחר שהוא סיפק מנגנון – **הברירה הטבעית** – המנגנון המניע את האבולוציה אשר נובע מחוקי הטבע ולא מתחום האמונה בכוחות שמעל הטבע. ולא פחות חשוב, הוא היה הראשון שסיפק מגוון עצום של ראיות מתחומים שונים המאששות את התיאוריה.

ב. תפישה שגויה: הברירה הטבעית נותנת ליצורים את מה שהם 'צריכים'.

התשובה: לברירה הטבעית אין חושים ואין כוונות. הנחת היסוד של הברירה הטבעית היא שאורגניזמים עוברים שינויים אקראיים לחלוטין, והם למעשה המנוע

של האבולוציה. אבל אם אין כיווניות, אז בעצם "מנוע" האבולוציה לא אמור להגיע לשום מקום. דרווין פתר את הבעיה בכך שהציע שהכיווניות נקבעת באמצעות מנגנון הברירה הטבעית. כלומר, השינויים בתכונות מתחוללים באופן אקראי לחלוטין ואם השינוי הביא להתאמה טובה יותר, כך האורגניזם מסוגל להביא לעולם מספר גדול יותר של צאצאים, שכל אחד מהם נושא את השינוי בתכונה ולכן יכול גם הוא להביא לעולם מספר גדול יותר של צאצאים. בדרך זו לאחר כמה דורות, כמות הפרטים במין מסוים שנושאת את התכונה החדשה שעברה שינוי, יכולה להיות גבוהה בהרבה מכמות הפרטים שאינם נושאים את השינוי והתכונה החדשה תתקבע כחלק מהמין. מנגד, אם השינוי בתכונה הזיק להתאמה, אזי סביר להניח כי הוא לא יתקבע. כמו כן, במידה שבאותם פרטים עם השינוי בתכונה יחול שינוי נוסף שיביא להתאמה טובה יותר, התכונה תתפתח לאיטה. זאת הדרך שבה מנגנון הברירה הטבעית הופך אקראיות לכיווניות.

ג. תפישה שגויה: "החזק שורד"

תשובה: "זה לא החזק ביותר ששורד, גם לא האינטליגנטי ביותר. שורד הוא מי שיודע להתאים את עצמו לשינויים בצורה הטובה ביותר" (צ'ארלס דרווין).
נאמר לדוגמה שקיים דג שטורף דגים אחרים. לאותו דג יש שני צאצאים, שאחד מהם גדול יותר מהאחר. הדגים חיים בים הפתוח ובתנאי מחיה אלו הדג הגדול מצליח לטרוף יותר דגים מהדג הקטן. כך שבתנאי סביבה של ים פתוח, הדג הגדול יהיה מותאם יותר לסביבתו מאשר הדג הקטן ולכן יעמיד יותר צאצאים, שכמו אביהם יהיו גדולים. בסביבה של ים פתוח הדג הקטן יהיה פחות מותאם וייתכן שלא יגיע כלל לבגרות ולכן לא יעמיד צאצאים ותכונת המידה הקטנה שלו תיעלם איתו. כעבור כמה דורות, צאצאי הדג הגדול יתפסו נתח גדול יותר באוכלוסייה וידחקו את שאר הדגים, היות שהם יהיו מותאמים יותר, וכך השינוי שהקנה לדג המקורי את הגודל ישתלט אט-אט על אוכלוסיית הדגים כולה.
אבל נניח שאותם דגים חיים בסביבת סלעים צפופה שבה הדגים שאותם הם טורפים מצליחים להיכנס בין חרירי הסלעים. בסביבה כזו יהיה לדג הקטן שיכול להיכנס בין חרירי הסלעים ולהשיג את טרפו, יתרון על פני הדג הגדול שלא יכול לעבור בין חרירי הסלעים. על כן, בסביבה זו דגים גדולים לא ישרדו ותכונת המידה הקטנה היא זו שתשרוד.

בניגוד לברירה הטבעית שבה תכונות האורגניזם משתנות באופן אקראי בדרך הטבע, האדם עוסק כבר מאות שנים בטיפול בעלי חיים וצמחים באמצעות הברירה המלאכותית. במסגרת

הברירה המלאכותית, האדם מטפח באופן מכוון תכונות שונות באמצעות השפעתו על המערך הגנטי של האורגניזם, כך שיכלול תכונות שנחשבות לרצויות בעיני יוצר הברירה (האדם), או יחסר תכונות בלתי רצויות (דנו בנושא זה גם בפרק אשר עסק ב"חלב ניגר ומוצריו). תכונות מבוקשות כאלה הן למשל תנובה מרובה של חלב (בבקר ובצאן), כמות צמר גדולה (צאן), גוף גדול ושמן (בתעשיית הבשר), מהירות ריצה גבוהה (בכלבים ובסוסים) הגנה נגד מזיקים או חומרי הדברה (צמחים) ועוד.

האדם בורר מלאכותית את תכונות האורגניזמים בשתי דרכים:

א. השבחה גנטית מסורתית – השיטה הנפוצה והקדומה הכוללת הכלאה יזומה בין פרטים בעלי התכונות הרצויות מאותו מין באמצעות רבייה מינית, שבה מעבירים את מכלול החומר התורשתי, ומבין הצאצאים בוררים את הפרטים הרצויים/ה"מוצלחים" ביותר וחוזר חלילה. תהליך זה נמשך דורות רבים.

ב. השבחה גנטית באמצעות הנדסה גנטית – שיטה שהחלו להשתמש בה רק מתחילת שנות ה-90 של המאה העשרים. בשיטת ההנדסה הגנטית האדם מעביר רק את הגנים לתכונות הנבחרות (לא כל החומר התורשתי עובר) גם בין יצורים חיים שונים (כולל בין חיידקים לצמחים, חיידקים לבעלי חיים, בעלי חיים לצמחים וחיידקים ועוד). מעבר לכך שהאדם יכול לברור את הגן, הוא גם יכול לשנות אותו כרצונו. כלומר, האדם לא רק מעביר תכונות נבחרות אלא גם יכול לשנות אותן וליצור תכונות חדשות (לדוגמה צמר בעל מאפיינים חדשים) או לייעל את התכונות (להעצים צבע למשל). תהליך זה נעשה במעבדה באופן מבוקר והוא מהיר מאוד ביחס להשבחה הגנטית המסורתית.

ההבדל המהותי בין מה שהאדם עשה זה אלפי שנים בעבר באמצעות ה"השבחה הגנטית המסורתית" לבין מה שהאדם עושה כיום באמצעות ה"השבחה הגנטית", הוא שכיום יש באמצעותנו טכנולוגיות לשנות את ה-DNA באופן מהיר יותר ומדויק יותר. במקום לבצע הכלאות בין פרטים מאותו מין (species), אנחנו יכולים לגשת ישירות לקוד הגנטי – "קוד החיים" ולהעביר אותו ביעילות ובמהירות מיצור חי אחד למשנהו (כמובן שתהליכים אלו מורכבים מאוד וכמובן שלא כל טפילול [מניפולציה] גנטית ניתנים לביצוע).

הנדסה גנטית – כבר לא מדע בדיוני

באופן תיאורטי ניתן להעביר כל גן שנרצה מכל יצור חי לכל יצור חי. האפשרויות הן כמעט בלתי מוגבלות. מאגר הגנים העומדים לרשות המהנדס הגנטי מתרחב מיום ליום ועימו גם האמצעים הטכניים לבידודם, לשיבוטם ולשננותם. השימוש בכלים מולקולריים מאפשר להעביר גנים בין יצורים חיים, גם אם הקוד הגנטי שלהם שונה מאוד.

השימוש ביצורים חיים מהנדסים גנטית נעשה בתחילת הדרך לצורכי מחקר בלבד, אך כיום הוא מקיף תחומים רבים מאוד – כגון חקלאות, מזון, רפואה וגם לצורכי מחקר.



איור 9.2 - מדוזה המבטאת גן פלואורסצנטי כחול אשר הוא חלק מהדנ"א שלה

ההנדסה הגנטית מאפשרת העצמת תכונות הקיימות ביצור החי. לדוגמה, צמחים טרנסגנים (צמחים מהנדסים גנטית המבטאים גנים שהוחדרו להם) בעלי מראה משופר, יכולת צמיחה מוגברת, השרשה מואצת ותכונות נוספות – התקבלו כתוצאה מהחלפת גנים מקוריים בגנים ממוצא חיידקי. אך זהו רק קצה הקרחון, צמחים ובעלי חיים מהנדסים גנטית מבטאים גם גנים אשר מעולם לא ביטאו קודם לכן, כגון גנים ממוצא חיידקי לעמידות לחומרי אנטיביוטיקה ולרעלים נגד חרקים, או גנים שמקורם במדוזה הזוהרת באור פלואורסצנטי המבטאים בחיידקים, צמחים או בעלי חיים.

בעלי חיים המבטאים גן פלואורסצנטי באופן טבעי או לאחר שהגן הוחדר לקוד הגנטי שלהם.



איור 9.4 - דגי נוי שהוחדרו לדנ"א שלהם גנים פלואורסצנטיים בצבעים שונים שמקורם בדנ"א של המדוזה.



איור 9.3 - עכברים שהוחדר לדנ"א שלהם גן פלואורסצנטי כחול שמקורו בדנ"א של מדוזה.

גם הרפואה משתמשת בהנדסה גנטית וכבר בסוף שנות ה-70 פיתחו מדענים חיידקים שייצרו אינסולין של אדם. צעד זה הוא רק ההתחלה וכיום נעשה שימוש בנגיפים (וירוסים)

לטיפול במחלות ובתסמונות גנטיות. הרעיון הבסיסי בשיטה זו הוא לנצל את היכולת הטבעית של הנגיפים לאחות את הדנ"א (החומר הגנטי) שלהם לתוך החומר הגנטי של התאים ובכך להשפיע על פעילותם. ההנדסה הגנטית מאפשרת לערוך את המטען הגנטי של הנגיף, כך הוא הופך לנשא (וקטור) של מטען גנטי שהחוקרים מבקשים להחדיר לתא.

בארצות הברית הצליחו להביא בהליך ריפוי "גני" (באמצעות גן) להחלמתם של שמונה פעוטות שסבלו מתסמונת כשל חיסוני משולב חמור, Severe combined immunodeficiency – SCID או בשם שניתן לה בסרט הוליוודי "מחלת ילדי הבועה". אצל "ילדי הבועה" פעילות המערכת החיסונית לוקה בחסר. מחלתם נובעת מפגם גנטי המונע ממח העצם לייצר גרסאות יעילות של תאי דם לבנים המרכיבים את מערכת החיסון. מכיוון שכך, כל זיהום, אפילו הקל שבקלים, עלול לסכן את חייהם ולכן בעבר ילדים אלו גדלו בתוך בועות פלסטיק ענקיות (מכאן השם). במסגרת הליך הריפוי הוחדר לגופם של הילדים גן תקין באמצעות נגיף ה-HIV ששימש כנשא (וקטור). קודם לכן הוסרו מנגיף ה-HIV הגנים הפוגעים בבני אדם, והם הוחלפו בגנים שנועדו לתקן את המערכת החיסונית של המטופל. ניתן לקרוא עוד בנושא [בכתבה](#) שפורסמה באפריל 2019 באתר "החברה לאיכות ברפואה".

מזון מהונדס גנטית

בשנת 2030 תמנה אוכלוסיית העולם יותר מעשרה מיליארדי בני אדם וחלק גדול מהם יחיה בתנאי עוני. במקביל התוצרת החקלאית תלך ותקטן, מכיוון שכדור הארץ מתחמם ועובר תהליכי מדבור – יותר ויותר שטחים הופכים לשטחי מדבר, ומזיקים מפתחים חסינות לחומרי הדברה והורסים שטחים נרחבים.

בתהליך ההנדסה הגנטית ניתן להתגבר על בעיות המחסור במזון, מאחר שאנו יכולים ליצור אורגניזמים בעלי תכונות חדשות – צמחים ובעלי חיים עמידים יותר, גדולים יותר, בעלי קצב צמיחה מהיר יותר ועוד. כיום אנו עומדים בפתחו של עידן חדש, עידן שרק החל, עידן שבו נאכל מזון מזון מהונדס גנטית.

מזון מהונדס גנטית הוא תחום חדש יחסית, אשר מטרתו להביא אל הצלחת מזון בעל תכונות שהיה לוקח לנו זמן לפתח, אם בכלל.

- א. מהו מזון מהונדס גנטית?
- ב. מהם השימושים שניתן לעשות במזון מהונדס גנטית?
- ג. האם אתם בעד או נגד מזון מהונדס גנטית? מהם הנימוקים לדעתכם?



איור 9.5 – מזון מהונדס גנטית

מזון מהונדס גנטית הינו מזון אשר לפחות אחד ממרכיביו עבר השבחה גנטית באמצעות הנדסה גנטית.

תהליכי הנדסה גנטית פשוטים יותר לביצוע מבחינה טכנית בצמחים מאשר בבעלי חיים, משום שצמח ניתן לשבט בקלות, ללא הסתמכות על רבייה זוויגית, המשנה את סיכויי קבלת התוצר הרצוי המדויק. לאור זאת, ההנדסה הגנטית העיקרית מבוצעת כיום בצמחים ובפרק זה נתמקד בצמחים מהונדסים גנטית המשמשים כמרכיב במזון.

שיבוט הוא מונח בביולוגיה המתייחס לתהליכים שבסופם מתקבלים העתקים של רצפי ד.נ.א., תאים, רקמות או אורגניזמים הזחים באופן מלא או כמעט מלא, מבחינה גנטית, למקור שעל פיו הם נוצרו. שיבוט מתרחש באופן שכיח בחד-תאים (חד-תא מתרבה באמצעות הכפלה של עצמו – שיבוט עצמי), אך גם במינים רבים של צמחים, בתהליך שנקרא רבייה וגטיבית. בתהליכים אלו בדרך כלל מתנתק ענף או שורש מצמח האם ויוצר שיבוט – העתק נפרד שלו.

המונח נגזר מהמילה "שבט", משום שבעזרתו ניתן ליצור שבט של אורגניזמים או תאים בעלי מאפיינים גנטיים זהים.

רבייה זווית – בניגוד לשיבוט המצריך פרט אחד, בתהליך הרבייה הזווית משתתפים שני פרטים – הצאצאים מתפתחים בעקבות התלכדותם של תאי רבייה של הזכר ושל הנקבה.

שאלה לדיון

לאורך הספר הוזכר נושא מזון מהונדס גנטית בהקשרים שונים. תנו דוגמאות לאורגניזמים מהונדסים גנטית אשר הוזכרו בספר.

שנת 1994 הייתה שנת מפתח בתחום ההנדסה הגנטית למזון, מאחר שבשנה זו אושר המזון המהונדס הראשון לשיווק מסחרי – עגבנייה שכונתה בשם המסחרי "Flavor Saver" או בתרגום חופשי לעברית: "מצילת הטעם". העגבנייה עברה שינוי גנטי שהאריך את חיי המדף שלה יחסית לעגבניות לא מהונדסות, כך שהיא התרככה מאוחר יותר מעגבניות אחרות. העגבנייה שווקה בבריטניה ונחלה מפלה – היא לא הצליחה להימכר בכמויות גדולות כירק טרי אלא רק כקטשופ ורסק עגבניות (תעשייה שמצריכה דווקא שימוש בעגבניות רכות ולא קשות).



איור 9.6 - עגבניית "Flavor Saver" או בתרגום חופשי לעברית- "מצילת הטעם". עגבנייה זו היא הצמח המהונדס גנטית הראשון אשר אושר לשיווק מסחרי כמזון.

הכישלון בשיווק "מצילת הטעם" לא עצר את ההתקדמות הטכנולוגית אשר הוסיפה לדהור קדימה וכיום ניתן למצוא גידולים חקלאיים שונים המשמשים למזון. עם הגידולים הללו נמנים צמחים בעלי תכונות כגון:

- א. ייצור רעלנים ספציפיים הפוגעים בחרקים, עמידות בפני חומרי הדברה ועמידות בפני וירוסים ([בפרק אשר עסק בהדברה](#) דנו בהרחבה בתכונות אלו). שימושים נוספים בהנדסה גנטית בצמחים נעשים כדי לספק.
- ב. הפחתת הגורמים האלרגניים במזון ואף גיוון ושיפור של מוצרי מזון באמצעות שינוי טעם, צבע ומרקם.
- א. ייצור מזון בעל מגוון תכונות כגון הארכת חיי המדף של מזון הנוטה להתקלקל במהירות; שיפור הערך התזונתי והבריאותי של המזון באמצעות שינוי הרכב החלבונים, השומנים והוויטמינים של מרכיביו (לדוגמה, "האורז המוזהב" שהוזכר [בפרק הוויטמינים](#)).

נכון להיום, למעלה מ-80 אחוז מגידולי הסויה בעולם מהונדסים גנטית וכך גם כ-30 אחוז מגידולי התירס וכ-20 אחוז מגידולי הלפתית (מרבית הצמחים בעלי עמידות לקוטלי עשבים או למזיקים).

התנגדות ציבורית למזון מהונדס גנטית

המזון המהונדס גנטית מעורר התנגדות בקרב חלק מהציבור, התנגדות הנובעת מחשש להרס סביבתי ולבריאותם של צרכני מזון זה. אין ספק כי הסכנות מפיתוח בלתי אחראי של הנדסה גנטית קיימות ומוחשיות, מאחר שהחוקרים עדיין אינם מבינים עד תום את המבנה הגנטי המורכב של הדנ"א. ייתכן שגנים מהונדסים יגיעו למקומות בלתי צפויים בדנ"א או

ידחקו גנים אחרים ובכך הם עלולים לשנות מגוון תכונות בצמח. שינויי תכונות אלו עלולים להוביל לשינוי בכמותם של גורמי סיכון, כגון רעלנים שונים בצמח, העשויים להימצא במזון ולסכן את בריאות האדם.

ארגונים שונים חרתו על דגלם התנגדות עיוורת להנדסה הגנטית, התנגדות אשר לעיתים מלווה במעשי אלימות קשים. להתנגדות זאת תרמו פיתוחים שונים של מזון מהונדס שהסתיימו בתוצאות שליליות. לדוגמה, בתחילת שנות ה-90 ניסתה חברת פיוניר האמריקנית לשפר את הערך התזונתי של סויה המיועדת להזנת בעלי חיים, אך התברר שהסויה המהונדסת אלרגנית ופיתוחה הופסק. דוגמה נוספת לכך הם צמחי תירס מהונדסים גנטית אשר אבקניהם הזיקו לפרפר הדנאית המלכותית (נבדק במעבדה). ממצאים אלה ואחרים גרמו להתפתחות דעת קהל ביקורתית כלפי מזון מהונדס, המכונה לעיתים "מזון פרנקנשטיין".

חשוב לזכור כי בצד הסכנות, קיימת גם תקווה להצלת חייהם של עשרות ומאות מיליוני בני אדם (לדוגמה ה"אורז המוזהב"). מייקל קרייטון, סופר שעסק במדע וטכנולוגיה, טען כי מאז שנות ה-70 של המאה העשרים מתו בין עשרה לשלושים מיליון בני אדם כתוצאה ממלחמתם של ארגונים שונים בהנדסה הגנטית ובחומרי הריסוס.

הידעת?

ג'ון מייקל קרייטון (John Michael Crichton, 2008-1942) הוא סופר ידוע אשר כתב ספרים שעסקו במדע וטכנולוגיה. עם ספריו המוכרים נמנים "פארק היורה", "טרף" ועוד רבים אחרים (מומלץ מאוד לקרוא את ספריו).

ההתנגדות היא לגיטימית לחלוטין, כל עוד היא הגיונית ומבוססת על אמיתות מדעיות, אך במקרים רבים מדובר בהתנגדות עיוורת הנובעת מבורות. מעבר לכך, איסור חוקי להנדסה גנטית לא יעצור את הטכנולוגיה אלא רק יוביל למצב שבו המחקר יעבור למדינות אשר יעשו ניסויים ללא פיקוח. ניתן לקבוע בוודאות כמעט מלאה כי לא נצליח לעצור את הטכנולוגיה, ולכן כדאי לוודא שהיא נחקרת לעומק, בצורה נכונה ויעילה, על מנת שנקטין את הסיכונים ונפיק ממנה את התועלת המקסימלית.

ראוי להזכיר כי הנחת היסוד של חלק מהציבור, כאילו הצמחים הלא מהונדסים בטוחים לציבור מאחר שהם עברו השבחה "טבעית" היא הנחה שגויה, מאחר שצמחים אלו טופחו בידי המין האנושי אלפי שנים באמצעות הכלאות עם זני בר. בהכלאות אלו מועברים מאות ואלפי גנים, מלבד הגנים לתכונות שהמטפח מעוניין להעביר, ובדרך כלל לא ידוע מהם ולאילו חומרים הנוצרים בצמח הם אחראים. לעומת זאת, ביצירת אורגניזם טרנסגני, החוקר יודע

מהם הגנים המועברים ולמה הם מקודדים (עם זאת, לא תמיד ידוע איך הם ישפיעו על התבטאות שאר הגנים).

הידעת

בקישור [הבא](#) תוכלו לראות מגוון צמחים לפני שתורבתו – כצמחי בר – ולאחר שתורבתו בידי האדם.

שאלה לדיון

מזון מהונדס גנטית הוא מזון המכיל רכיבים אשר עברו שינויים במערך הגנטי שלהם.

- א. האם ידעתם שחלק מהמזון שאותו אתם צורכים עבר השבחה גנטית?
- ב. האם אתם חוששים מאכילת מזון מהונדס גנטית? מדוע?
- ג. איך נדע אם מזון מסוים הוא מהונדס גנטית או לא?

גורמי סיכון במזון מהונדס גנטית

למרות ההצלחות, שהשיגו החוקרים בשיטות של ההנדסה הגנטית, יצורים חיים מהונדסים גנטית מעוררים מגוון בעיות כגון בעיות אתיות, בעיות מוסריות, מגבלות דתיות וחששות להשפעות סביבתיות. בספר זה אנו נתמקד בסיכונים אשר עלולים להיווצר בשימוש במזון מהונדס גנטית. החשש בצריכת מזון מהונדס גנטית נובע מכך שהשינויים הגנטיים בצמחים עלולים להוביל לשינוי בכמותם של גורמי סיכון העשויים להימצא במזון ובכך לסכן את בריאות האדם. על כן, בביצוע הערכת בטיחות למזון מהונדס גנטית מתייחסים בעיקר לשלושה גורמים עיקריים העלולים להוות גורמי סיכון:

- א. עליה ברמה של הרעלנים הטבעיים של המזון – יש מזונות כגון שקדים או ירקות ממשפחת הסולניים כגון עגבנייה, חציל ותפוח אדמה, המכילים באופן טבעי כמות מסוימת של חומרים רעילים לאדם. כמות זו אינה נחשבת לגורם סיכון, אך שינויים גנטיים עלולים להשפיע על התבטאות הגנים המייצרים אותם. על כן, במזונות המהונדסים גנטית בודקים אם בעקבות ביצוע השינוי הגנטי חלה עלייה ברמת רעלנים אלה.

הידעת

ציאניד ושקדים

קליפת שקד הבר וגם שקדים מרים מכילים כמויות גבוהות של תרכובת בשם גליקוזיד אמיגדלין, שלאחר לעיסה או ריסוק הופכת לתרכובת הרעלן ציאניד, שהיה אמצעי הרעלה פופולארי בספרי מתח במאה הקודמת.

עם זאת, בשקד המתוק, שהוא השקד המסחרי הזמין כיום במרכולים, כמות הרעלנים היא אפסית. כיום לא ידוע במדויק איך הצליחו אבותינו לנטרל את השקד ממרירותו ורעילותו. האמונה הרווחת גורסת שהדבר קרה עוד לפני 5,000 שנה, באזורים השייכים כיום לאזרבייג'ן וארמניה בתהליך של סלקציה ומיון, אך לא ברור מאיזה זן בר טופח השקד המסחרי או כמה אנשים קיפחו חייהם בתהליך.

ב. חלבונים חדשים העלולים לגרום לאלרגיה – במזונות שונים עלולים להימצא באופן

טבעי חלבונים אלרגניים (חומרים אשר גורמים תגובה אלרגית לאנשים הרגישים אליהם). במזון שעבר שינוי גנטי בודקים אם השינוי שהתבצע שינה את החלבונים הקיימים באופן טבעי במזון ואם החלבון החדש שנוסף גורם לאלרגיה בבני אדם.

ג. חומרים העלולים להשפיע על תהליכים המתרחשים בגוף האדם – בביצוע הערכת

בטיחות למזון שעבר שינוי גנטי בודקים אם נוספו למזון חומרים חדשים שלא היו בו קודם, כגון הורמונים, אשר עשויים לשבש תהליכים ביולוגיים המתרחשים בגוף האדם.

מזון מהונדס שהשינוי הגנטי שנעשה בו גורם להשפעה בלתי רצויה, כגון הגדלת רעילות או אלרגניות, אינו מאושר. נכון להיום, מוצרי המזון המהונדסים שנבחנו ואושרו על ידי רשויות מזון שונות בעולם, לא נמצאו מזיקים לבריאות.

שימושים שונים במזון מהונדס גנטית

בצד החששות, ניתן לעשות שימוש בצמחים מהונדסים גנטית למגוון מטרות – ולא רק לשיפור הטעם או הארכת חיי המדף של המזון:

א. הפחתת האלרגניות הקיימת בצמחים – מצד אחד, כפי שראינו, יש חשש שצמחים

מהונדסים גנטית יכילו חומרים אלרגניים בריכוזים גבוהים. אך מצד שני, הנדסה גנטית יכולה לצמצם את גורמי האלרגיה בצמחים באמצעות "השתקת גנים". לדוגמה, בשנת 2003 הצליחו חוקרים בארצות הברית ליצור צמחי סויה מהונדסים גנטית שבהם מנוטרלת ("מושתקת") פעילותו של הגן האחראי על ייצורו של אחד

מהחלבונים הגורמים לרגישות לסויה. מתברר שלחלבון זה אין תפקיד משמעותי בזרעי הסויה ואיכותם כמקור מזון לא נפגעה כלל.

הידעת

גן "מושתק" הוא גן שאיננו מתבטא ולכן הוא לא מייצר תוצר.

1. **העשרת מזון ברכיבים תזונתיים שונים** – עם עליית המודעות בציבור לחשיבותם של מגוון מרכיבים במזון כגון נוגדי חמצון וויטמינים, החלו מדענים לחפש דרכים להעשרת גידולי חקלאות שונים במגוון רכיבים תזונתיים. הדוגמה הבולטת ביותר להצלחה כזאת היא יצירתו של אורז עתיר בטא-קרוטן, הידוע בכינוי "האורז המוזהב" (דנו בכך בהרחבה [בפרק שעסק בוויטמינים](#)). בטא-קרוטן משמש בגוף ליצירת ויטמין A, ויטמין החיוני למערכת הראייה, ראיית לילה, תהליכי גדילה ועוד, החסר בתזונתם של תושבי המדינות המתפתחות. מאחר שמזונם העיקרי ולפעמים הבלעדי של תושבי מדינות אלו הוא אורז, יצרו החוקר הגרמני אינגו פוטריקוס (Ingo Potrykus) והחוקר השווייצרי פטר בייר (Peter Beyer) אורז מהונדס גנטית המייצר בטא-קרוטן. אורז זה גדל כיום בפיליפינים ובסין והוא דוגמה נפלאה לשימוש בהנדסה גנטית שתרם לשיפור תזונתו ובריאותו של האדם. כיום מעשירים בעולם ובארץ את העגבניות בחומרים נוגדי חמצון כמו ליקופן ומעלים בהן את רמות הוויטמינים E ו-C; וכן משנים את הרכב חומצות השומן בגידולי צמחים המשמשים להפקת שמן – באמצעות העשרתם בחומצות אומגה 3 הנחשבות כמיטיבות עם הבריאות, ועוד.
2. **שימוש בהנדסה גנטית לחיסון אוכלוסיות** – בפעם הראשונה שהגוף נתקל בגורם זר כגון חיידק או נגיף (וירוס) הגורם לזיהום, נדרשים לגוף כמה ימים עד שהוא מייצר תאים מותאמים של מערכת חיסון (תאי דם לבנים). תאים אלו, המשמשים כנוגדנים לגוף הזר, הם הכלים הנחוצים לגוף להילחם בחיידק או בנגיף על מנת להתגבר על הזיהום. לאחר מכן, מערכת החיסון "זוכרת" את הגורם הזר ובפעמים הבאות שהגוף מותקף על ידי גורם זה הגוף מייצר את תאי מערכת החיסון הנחוצים תוך זמן קצר ומגיב במהירות נגד אותו גורם.
- חיסון עוזר לגוף לרכוש את ה"זיכרון" נגד גורמים זרים באמצעות הדמיה של הזיהום. החיסון איננו גורם למחלה, אך הוא גורם למערכת החיסון לייצר תאים של מערכת החיסון, תאים שיגיבו כאשר הגוף ייחשף באמת לגורם המזהם. חיסון אוכלוסיות בחברה המודרנית מצליח להגן היטב על האוכלוסייה. בעולם המודרני הדבר נעשה מדי יום ביומו במרכזים בריאותיים או בקהילה, באמצעות הזרקת חומר המדמה את

החיידיק לדמו של המתחסן או נטילתו דרך הפה. בשנות ה-90 של המאה העשרים ייצר פרופ' צ'רלס ארנטסן (Charles Arntzen) מארצות הברית צמחים מהונדסים גנטית שייצרו בחלקיהם האכילים חלבונים שמטרתם לעורר את מערכת החיסון בגופם של האוכלים אותם. פיתוח צמחים טרנסגניים המייצרים למשל את היחידה החלבונית (אך הלא מסוכנת) של רעלן הכולרה, גרמה לחיות המעבדה שנבדקו לייצר בדמן נוגדנים שחיסנו אותם נגד כולרה. מאז החל ארנטסן בעבודותיו נעשו עבודות בתחום גם נגד נגיפים שפוגעים באדם (צהבת נגיפית B) ובחיות משק (נגיף הפה והטלפיים). השימוש בצמחים מהונדסים גנטית למטרת חיסון טרם החל, בין השאר משום ההתנגדות הציבורית הגורפת למזון מהונדס גנטית.

7. צמחים מהונדסים גנטית המשמשים ליצירת תרופות – רשימת החומרים המופקים

מצמחים ומשמשים את האדם לריפוי מחלות או למניעתן היא ארוכה מאוד והולכת ומתארכת משנה לשנה. בעידן ההנדסה הגנטית ניתן לייצר צמחי מאכל המייצרים תרופות כגון אינסולין של אדם או חלבוני מערכת החיסון ואף צמחים שיעזרו לאדם להילחם בסרטן. דוגמה לכך היא עגבנייה סגולה המכילה כמויות גבוהות של אנתוציאנין (Anthocyanins) – [נוגד חמצון](#), אשר פותחה בידי צוות מחקר בריטי. אנתוציאנין נמצא בדרך כלל בגרגרים כמו אוכמניות וחמוציות וככל הנראה מספק הגנה מפני סוגים מסוימים של סרטן, מחלות לב וכלי דם ומחלות ניוון הקשורות לגיל. המדענים יצרו את העגבניות באמצעות העברת הגן לאנתוציאנין מלוע הארי לעגבניות אדומות רגילות ומאחר שלאנתוציאנין צבע סגול, העגבניות שנוצרו סגולות אף הן.

בניסוי מקדמי אשר נערך על עכברים, נמצא כי תוחלת החיים של עכברים הנוטים לחלות בסרטן גדלה באופן משמעותי כאשר התזונה שלהם כללה עגבניות סגולות, בהשוואה לתוחלת החיים של עכברים מאותו הגזע אשר ניזונו מעגבניות אדומות "רגילות".

שאלה לדיון

בפרק זה דנתם בכיתה בנושא מזון מהונדס גנטית. כעת לאחר שרכשתם ידע בנושא, אנא דונו בכך שוב.

- א. מהו מזון מהונדס גנטית?
- ב. מהם השימושים שניתן לעשות במזון מהונדס גנטית?
- ג. האם למדתם בפרק זה על שימושים נוספים במזון מהונדס גנטית?
- ד. האם שימושים אלה במזון הפתיעו אתכם?
- ה. חשבו על שימושים נוספים שניתן לעשות באמצעות מזון מהונדס גנטית.
- ו. האם אתם בעד או נגד מזון מהונדס גנטית? מהם הנימוקים לדעתכם?
- ז. האם שיניתם את דעתכם בנוגע למזון מהונדס גנטית? מדוע?

חקיקה בנושא מזון מהונדס גנטית

רוב המדינות בעולם (164 מדינות) חתמו על "אמנת קרטחנה" אשר מטרתה לחייב יצירת חקיקה סדורה בנושא אורגניזמים מהונדסים גנטית. האמנה מבקשת להגן על המגוון הביולוגי מהסיכונים הפוטנציאליים הטמונים בשימוש לא מבוקר לצרכים מסחריים באורגניזמים מהונדסים גנטית, העלולים לפגוע בסביבה, בדגש על הסיכון לבריאות האדם. מכאן שכל מדינה לגופה החתומה על האמנה מחויבת לייצר חקיקה שתיצור שקיפות לגבי גידול, טיפול, העברה, שינוע בין מדינות וצריכה של אורגניזמים מהונדסים גנטית. מתוקף האמנה, המדינות מחויבות להסדיר את הנושא בצורה חקיקתית ויישומית, אך המצב החקיקתי שונה באופן מהותי בכל מדינה ומדינה. עם זאת, החקיקה בנושא זה עדיין לא מוסדרת ברוב מדינות העולם והיא משתנה תדיר מאחר שהתחום עדיין בראשית דרכו. ישראל וארצות הברית הן מן המדינות הבודדות שלא חתמו על אמנה זו, אשר נמצאת בתוקף כבר מ-2003. בארצות הברית החלה חקיקה בנושא ועל פי התכנון, החל בשנת 2022 יחלו לסמן מזונות בסימון "BE" שמשמעו BioEngineered (מהונדס ביולוגית) במקום הסימון המוכר יותר "GMO" שמשמעו Genetically Modified (מהונדס גנטית). הסימון השונה הוא בבחינת "מיתוג מחדש" של מוצרי ההנדסה הגנטית – שעורר דעת קהל שלילית בקרב צרכנים רבים – ומטרתו לנטרל את האנטגוניזם סביב הנושא ולעודד צריכה של המזונות שעברו את התהליך.

בישראל אין חקיקה בנושא מזון מהונדס גנטית, אך לאור העובדה כי מרבית התוצרת החקלאית מיוצאת לאירופה שם קיימת חקיקה קפדנית מאוד בנושא המזון המהונדס, אין גידולים של צמחים מהונדסים גנטית באופן מסחרי בארץ. עם זאת, לאור העובדה

שמתקיימים בארץ ניסויים בתחום ההנדסה הגנטית ובמקביל נמכרים מוצרי מזון מיובאים המכילים רכיבים מהונדסים גנטית, קיימות בישראל שתי ועדות מטעם משרד החקלאות ומשרד הבריאות האחראיות על הנושא. אולם ועדות אלו עדיין לא הכריעו בנושא הסיכון והחקיקה.

סיכום

- האורגניזמים (יצורים חיים) הכשירים ביותר שורדים ומעבירים את תכונותיהם לצאצאים, לרבות התכונה שסייעה להישרדותם על פני אחרים – זוהי ה**ברירה הטבעית** – הטבע בורר באופן אקראי את הפרטים שישרדו וישגשגו.
- במסגרת ה**ברירה המלאכותית**, האדם משפיע באופן מכוון על המערך הגנטי של האורגניזם, כך שיכלול תכונות שנחשבות לרצויות בעיני יוצר הברירה (האדם) או יחסר תכונות בלתי רצויות. הברירה המלאכותית נעשית בדרך של השבחה גנטית מסורתית ובאמצעות הנדסה גנטית.
- ה**שבחה גנטית מסורתית** משמעה הכלאה יזומה בין פרטים בעלי תכונות רצויות מאותו מין (species), ומבין הצאצאים בוררים את הפרטים הרצויים/"מוצלחים" ביותר – וחוזר חלילה. תהליך זה אורך דורות רבים.
- בהשבחה גנטית באמצעות ה**נדסה גנטית**, האדם מעביר רק את הגנים לתכונות הנבחרות בין יצורים חיים שונים. האדם לא רק מעביר תכונות נבחרות אלא הוא גם יכול לשנות אותן וליצור תכונות חדשות (צמר בעל מאפיינים חדשים) או לייעל את התכונות (למשל להעצים צבע). תהליך זה נעשה במעבדה באופן מבוקר והוא מהיר מאוד.
- **מזון מהונדס גנטי** הוא מזון שבו אחד המרכיבים לפחות עבר השבחה גנטית באמצעות הנדסה גנטית.
- שנת 1994 הייתה שנת מפתח בתחום ההנדסה הגנטית למזון, מאחר שבשנה זו אושר המזון המהונדס הראשון לשיווק מסחרי – עגבנייה שכונתה בשם המסחרי "Flavor Saver" או בתרגום חופשי לעברית "מצילת הטעם".
- המזון המהונדס גנטית מעודד התנגדות בקרב חלק מהציבור, התנגדות הנובעת מחשש להרס סביבתי ולבריאותם של צרכני מזון זה. חשוב לזכור כי בצד הסכנות קיימת גם תקווה להצלת חייהם של עשרות ומאות מיליוני בני אדם (לדוגמה ה"אורז המוזהב").
- עיקר החשש מפני צריכת מזון מהונדס גנטית נובע מכך שהשינויים הגנטיים בצמחים עלולים להוביל להגדלת כמותם של גורמי סיכון העשויים להימצא במזון ובכך לסכן את בריאות האדם. על כן, בביצוע **הערכת בטיחות למזון מהונדס** גנטית מתייחסים בעיקר לשלושה גורמים עיקריים העלולים להוות גורמי סיכון: עלייה ברמה של הרעלנים הטבעיים של המזון, חלבונים חדשים העלולים לגרום לאלרגיה, חומרים העלולים להשפיע על תהליכים המתרחשים בגוף האדם.
- צמחים מהונדסים גנטית יכולים לשמש למגוון מטרות ובהן: הפחתת האלרגניות הקיימת בצמחים, העשרת מזון ברכיבים תזונתיים שונים, חיסון אוכלוסיות וייצור תרופות.

מבדק מסכם:

1. בתהליך הברירה הטבעית:
 - א. הפרטים שישרדו וישגשגו נבררים באופן מכוון בטבע על פי תכונותיהם.
 - ב. האדם בורר באופן מכוון את הפרטים שישרדו וישגשגו על פי תכונותיהם.
 - ג. הפרטים שישרדו וישגשגו נבררים באופן אקראי בטבע על פי תכונותיהם.
 - ד. האדם בורר באופן אקראי את הפרטים שישרדו וישגשגו על פי תכונותיהם.
2. בתהליך הברירה המלאכותית:
 - א. הפרטים שישרדו וישגשגו נבררים באופן מכוון בטבע על פי תכונותיהם.
 - ב. האדם בורר באופן מכוון את הפרטים שישרדו וישגשגו על פי תכונותיהם.
 - ג. הפרטים שישרדו וישגשגו נבררים באופן אקראי בטבע על פי תכונותיהם.
 - ד. האדם בורר באופן אקראי את הפרטים שישרדו וישגשגו על פי תכונותיהם.
3. מזון מהונדס גנטית הוא מזון
 - א. שלפחות אחד מרכיביו עבר השבחה גנטית באמצעות הכלאות.
 - ב. שלפחות אחד מרכיביו עבר השבחה גנטית במעבדה.
 - ג. שלפחות אחד מרכיביו עבר השבחה גנטית מסורתית.
 - ד. שלפחות אחד מרכיביו עבר השבחה גנטית בטבע.
4. עיקר החשש בצריכת מזון מהונדס גנטית נובע מכך שהשינויים הגנטיים בצמחים עלולים להוביל:
 - א. לשינוי בכמותם של כמות הרעלנים במזון.
 - ב. להופעת חלבונים חדשים העלולים לגרום לאלרגיה.
 - ג. להופעת חומרים העלולים להשפיע על תהליכים המתרחשים בגוף האדם.
 - ד. כל התשובות נכונות.
5. באמצעות הנדסה גנטית החוקרים מנסים להעשיר צמחים שישמשו למזון ב:
 - א. גורמי אלרגיה.
 - ב. חיידקים.
 - ג. תרופות.
 - ד. רעלנים.

מדעי המזון - סיכום

החלק השלישי והמסכם של הספר עסק במדעי המזון שמשמעו כלל התהליכים אשר המזון עובר מרגע גידול או איסוף חומר הגלם שממנו הוא מיוצר ועד שיווקו לצרכן. תעשיית המזון העולמית מנהלת על ידי מספר קטן (יחסית) של חברות והיא זו האחראית על כלל התהליכים העוברים על המזון מרגע גידול או איסוף חומרי הגלם, דרך ייצור המזון ועד שיווקו לצרכן. תעשיית המזון מתמודדת בצורך המתמיד לגרום לנו לצרוך את המזון אותו הן משווקות באמצעות פיתוח מגוון רחב של מוצרי מזון בעלי מראה, טעם וריח מהנים ומושכים. המטען הגנטי, הדנ"א שלנו, והסביבה שבה אנו חיים משפיעים על בחירת המזון שלנו וחברות המזון והמשקאות עושות שימוש בגורמים אלה כדי לגרום לנו לצרוך כמה שיותר ממרכולתן. באמצעות מסעות פרסום נרחבים הן מצליחות להביא את המזון אל צלחתינו. בהמשך, מטרת היצרנים היא שנמשיך לרכוש את המזון אותו הן מוכרות – פחמימות פשוטות (לרוב סוכר לבן), מלח ושומן – אלו הם שלושת רכיבי הקסם של תעשיית המזון. תעשיית המזון מתייחסת אלינו כאל "מכורים כבדים" וכל מטרתה היא לגרום לנו לצרוך כמה שיותר מזונות שעלות יצורם זולה. המחירים החברתיים של מטרה זו גדולים וכוללים מיליוני אנשים הסובלים מהשמנת יתר ומהתחלואה הנלווית אליה. עם זאת, אל לנו להתיר רסן ולהעביר את האחריות על צריכת המזון לחברות המזון הגדולות. אומנם חברות אלו יעשו ככל שביכולתן להביא לכך שנצרוך מזונות זולים ליצור שאינם מיטיבים עם בריאותנו, אך האחריות על מה שנכנס לפינו היא קודם כל שלנו. אתגר נוסף העומד בפני תעשיית המזון הוא למצוא דרכים לשמר לאורך זמן את המזון אותו אנו אוכלים תוך כדי שמירה על ערכיו התזונתיים, מראהו וריחו. ישנן מגוון שיטות לשימור מזון כשהמשותף לכל השיטות הוא העובדה שכולן יוצרות תנאים שמונעים את התפתחותם של החיידקים והפטריית שעלולים לקלקל את המזון שלנו. חלק משיטות השימור מנקות את המזון לחלוטין מהגורמים המזיקים, חלקן מנקות את החיידקים אך לא מנקות את המזון מנבגים וחלקן מונעות את התפתחות ושגשוג החיידקים במזון. שיטות שימור שונות מתאימות לסוגי מזונות שונים ולצד היתרונות במניעת קלקול המזון יש להן גם חסרונות שצריך לקחת בחשבון. שמנים שונים ומוצרי חלב הם בין מוצרי הצריכה הנפוצים ביצור התעשייתי, אשר האדם החל בעיבודם כבר לפני כמה אלפי שנים. שמן הזית הוא השמן המסורתי באגף הים התיכון והמזוהה ביותר עם מדינת ישראל. עדויות ארכיאולוגיות מראות ייצור שמן זית בארץ ישראל כבר לפני כ-8,000 שנה (6,000 שנים לפני הספירה). הפקת שמן זית הייתה ענף הפרנסה העיקרי של תושביו היהודים של הגולן בתקופת בית שני ובתקופת התלמוד. במרכז הגולן נמצאו, לצד שרידי יישובים ובתי כנסת

עתיקים, בתי בד רבים בני אלפי שנים ששימשו להפקת שמן זית (בית בד הוא מקום הפקת השמן).

הפקת שמן זית נקראת בעברית "עצירה" והיא נעשית בבית בד. בתהליך עצירת השמן שלושה שלבים עיקריים: ריסוק, כבישה והפרדה. רמת איכותו של שמן הזית נקבעת על ידי "מועצת שמן הזית העולמית" (מדינת ישראל היא אחת מהמדינות המייסדות שלה) והיא נגזרת מתהליך הפקתו ומדרגת החומציות שלו. שמן זית איכותי מפיקים ב"כבישה קרה" – סחיטה במכבש ללא חימום.

"אֶרֶץ זֵבֶת חֶלֶב וְדָבָשׁ" הוא ביטוי מקראי, מכינויה של ארץ ישראל, המתאר את שפעה, פוריותה ותנובתה של הארץ. ככל הנראה החל האדם לצרוך חלב בבגרותו רק בתקופה חדשה יחסית בקנה המידה האבולוציוני – בזמן המהפכה החקלאית, לפני כמה אלפי שנים – אז החל האדם באמצעות הברירה המלאכותית לתרבות צמחים למטרת מאכל וגם לביית בעלי חיים לצרכים שונים. חלק מבעלי החיים שביתו היו יונקים שניתן היה לחלוב אותם. כיום שוק החלב בישראל נמצא בפריחה והביקוש לחלב ומוצריו עולה משנה לשנה. תנובת החלב הממוצעת של הפרה הישראלית היא הגבוהה בעולם – 11 אלף ליטר בשנה – כפול מתנובות החלב במדינות המפותחות באירופה. בשנת 2017 ייצור החלב בישראל עמד על כ- 1.5 מיליארדי ליטרים!

גבינה הינה מוצר המיוצר ומחלב והיא אחד ממוצרי המזון המעובד העתיקים ביותר בעולם. בעצם קיומה היא משקפת את התפתחות הידע האנושי בעיבוד מזון ובמידה מסוימת את ההיסטוריה שלנו כגזע טכנולוגי. אחת הסברות היא שמנהג ייצור הגבינה נולד ב"טעות" לפני 8,000 שנה, כשבני האדם החלו לביית את הכבשים.

את הגבינות ניתן לחלק לשתי קבוצות עיקריות: גבינות מובחלות וגבינות טריות הנבדלות זו מזו בתהליך ההגבנה. גבינות מובחלות מיוצרות באמצעות "הגבנה אנזימתית" – שימוש באנזים הגבנה (בדרך כלל מסוג כימוזין או פפסין), המשנה את מבנה החלבון שבחלב. האנזים "חותך" את חלבוני החלב ממשפחת הקזאין וגורם להם להיקשר זה לזה וליצור רשת סיבית. גבינות טריות (בקבוצה זו נכללים גבינות, יוגורטים, שמנת וכל מוצרי החלב שיש לאכול אותם טריים), מיוצרות באמצעות "הגבנה חומצית", באמצעות "תסיסה לקטית". "תסיסה" הינו תהליך נשימה תאית ללא נוכחות חמצן. תרביות חיידקים המוספות לחלב לאחר פסטורו מפרקות את סוכר החלב לאבני הבניין שלו גלוקוז וגלקטוז. בתהליך התסיסה החיידקים מייצרים אנרגיה מגלוקוז ואחד מתוצרי התהליך זו החומצה הלקטית המחמיצה את החלב. החמצת החלב גורמת לדנטורציה, שינוי המבנה המרחבי, של חלבון החלב העיקרי קזאין. שינוי צורתם של החלבונים חושף בהם אזורים הנוטים להיקשר זה לזה וכך נוצרת רשת סיבית חלבנית. התסיסה הלקטית משמשת גם להחמצת ירקות שונים.

תהליך תסיסה נוסף הוא תסיסה הכוהלית אשר תוצריה הם פחמן דו חמצני ואתנול. שמרים המבצעים תסיסה זו משמשים בתעשייה המזון להתפחת בצקים וליצור משקאות אלכוהולים.

אתגר נוסף עימו תעשיית המזון מתמודדת הוא ייצור מוצרי מזון מוכנים קלים להכנה, בעלי צבע ומרקם דומים לאלה של מזון טרי, בעלי טעם עשיר, חיי מדף ארוכים ובמחיר שווה לכל נפש. ייצור מזון זה מחייב עיבוד טכנולוגי תעשייתי ובכללו הוספה של תוספי מזון. תוספי מזון הם כלל החומרים המוספים למזון כדי לשמור או לשפר את בטיחותו, רעננותו, טעמו, מרקמו ומראהו. רשימת תוספי המזון מתעדכנת מפעם לפעם, ונכון לשנת 2019 קיימים כ-3,000 תוספי מזון שונים (לא כולם משתמשים כמובן) המקובצים ב-24 קבוצות, ובהן: צבעי מאכל, חומרים משמרים, חומרים מעכבי חמצון, חומרים מתחלבים, חומרים מייצבים, חומרי המתקה, חומרי מרקם, חומרי צבע, חומרים משמרים, מווסתי חומציות, מעכבי חמצון, מסמיכים, ממתיקים ועוד. קבוצת תוספי המזון אינה כוללת חומרי טעם וריח, מסייעי ייצור ותוספי תזונה.

"ממתיקים מלאכותיים" או "תחליפי סוכר" הינם תוספי מזון המיוצרים בתעשייה, בעלי ערך תזונתי נמוך מאד, המשמשים להמתקת המזון במקום הסוכר. ממתיקים אלו הם אחד מתוספי המזון הנפוצים ביותר בשימוש התעשייתי והביתי. הממתיקים נחלקים לשתי קבוצות עיקריות: תחליפי סוכר בעלי ערך קלורי נמוך ותחליפי סוכר ללא ערך קלורי. תחליפים אלו משמשים אותנו להמתקת מגוון רחב של מוצרי מזון, אך יש לזכור כי לממתיקים השונים מגוון תכונות בעלות השפעות שונות על בריאותינו ומשקל גופינו.

פירות וירקות הינם מוצרי מזון הנצרכים על ידי אוכלוסיית האדם בעולם כולו כאשר ישראל נחשבת לאחת המדינות בה צריכת הירקות והפירות היא בין הגבוהות בעולם המערבי. על פי סקר מכון וולקני (2015) 80% מהישראלים צורכים ירקות ופירות מידי יום ביומו. בתהליך גידול הפירות והירקות נעשה שימוש נרחב בחומרי הדברה שמטרתם למגר מיני יצורים חיים כגון יונקים, עופות, זוחלים, חרקים, פטריות וחיידקים המתקיימים מהגידולים החקלאיים ופוגעים ביבול ואיכותו. לכן, צריכת ירקות ופירות משמעה גם צריכה של חומרי הדברה שונים וככל שצריכת התוצרת החקלאית גדלה, כך גדלה החשיפה לחומרי ההדברה ולהשפעתם על בריאותינו.

ישנן מגוון שיטות הדברה ולכל שיטה יש השפעה על הסביבה והמזון וכתוצאה מכך על בריאות האדם: בהדברה כימית, האדם משתמש במגוון חומרים כימיים הפוגעים במזיקים, אך הם עלולים לפגוע גם במה שאינו מזיק. למרות זאת, לא ניתן להימנע לחלוטין מהשימוש בחומרי הדברה כימיים (גם בחקלאות האורגנית). הדברה ביולוגית, שימוש באורגניזמים מועילים כדי להדביר מזיקים, עשויה להיות יקרה ולפגוע במאזן האקולוגי. גם השימוש

בטכניקות טרנסגניות להדברה, יצירת שינויים מלאכותיים בגנים ובתכונות של גידולי החקלאות או המזיקים, כפתרון קסם הדברתי עשוי להוביל לבעיות שונות ובניהן עלייה בשימוש באמצעי ההדברה כימית. קשיים אלו בשיטות ההדברה השונות מדגישים את הצורך בממשק של הדברה משולבת - הדברה המשלבת מספר שיטות הדברה יחדיו אשר יביאו למיקסום התוצאות. לצורך כך נדרש מחקר מעמיק בנושא וגוף ממשלתי מרכזי אשר יפקח על תחום ההדברה.

אחד מהקשיים הגדולים ביותר איתה מתמודדת תעשיית המזון הוא קושי שמרביתנו לא ערים לו. כיום, למי שחי במדינה מפותחת (מדינה המאופיינת באיכות חיים גבוהה. ישראל נחשבת למדינה מפותחת) נראה כי כמות המזון הקיימת בעולם היא בלתי נדלית (שיש ממנו בלי סוף). אך, כבר בשנת 2030 תמנה אוכלוסיית העולם יותר מעשרה מיליארדי בני אדם וחלק גדול מהם יחיה בתנאי עוני. במקביל התוצרת החקלאית תלך ותקטן מכיוון שכדור הארץ מתחמם ועובר תהליכי מדבור – יותר ויותר שטחים הופכים לשטחי מדבר, ומזיקים מפתחים חסינות לחומרי הדברה והורסים שטחים נרחבים.

בתהליך ההנדסה הגנטית נוכל להתגבר על בעיות המחסור במזון, מאחר שאנו יכולים ליצור אורגניזמים בעלי תכונות חדשות – צמחים ובעלי חיים עמידים יותר, גדולים יותר, בעלי קצב צמיחה מהיר יותר ועוד. כיום אנו עומדים בפתחו של עידן חדש, עידן שרק החל, עידן שבו נאכל מזון שלפחות אחד ממרכיביו עבר השבחה גנטית באמצעות הנדסה גנטית – זהו המזון המהונדס גנטית.

להן כמה שאלות הנוגעות לחומר שנלמד עד כה:

1. מדוע חשוב לשמר מזון?
2. ציינו אלו סוגי תסיסה אתם מכירים. אלו מוצרי מזון שונים מיוצרים בתהליכי תסיסה שונים?
3. מהו מזון מהונדס גנטית? האם בעתיד מזון מהונדס גנטית ישמש רק לצרכי ייצור מזון שישמש למאכל או גם לצרכים אחרים?