**ערכה למורה**

**לתכנון הוראה – למידה – הערכה (ה.ל.ה)**

**בנושא:**

**תרומת החקלאות לתזונת האדם**

|  |  |
| --- | --- |
| **תכן העניינים** | **עמ'** |
| **מבוא לנושא־על: חשיבות החקלאות לתזונת האדם** ................................................... | 3 |
| רקע מדעי כללי .......................................................................................................... | 5 |
| **תת־נושא 1: רכיבי המזון** |  |
| מטרות ...................................................................... | 6 |
| רקע מדעי ................................................................... | 7 |
| הצעות דידקטיות (תהליך ההוראה, מיפוי ורצפי הוראה, קשיים ודרכי התמודדות) ........... | 54 |
| טבלת תכנון ה.ל.ה............................................................. | 61 |
| פעילות להערכה בנושא רכיבי מזון ............................................................................... | 64 |
| **תת־נושא 2: אנרגיה ומזון** |  |
| מטרות ...................................................................... | 70 |
| רקע מדעי .................................................................... | 71 |
| הצעות דידקטיות (תהליך ההוראה, מיפוי ורצפי הוראה, קשיים ודרכי התמודדות) **......** | 76 |
| טבלת תכנון ה.ל.ה ............................................................ | 79 |
| פעילויות להערכה בנושא אנרגיה ומזון ........................................................................ | 80 |
| **תת־נושא 3: קצובת מזון** |  |
| מטרות ............................................................................................................. | 82 |
| רקע מדעי .................................................................. | 82 |
| הצעות דידקטיות (תהליך ההוראה, מיפוי ורצפי הוראה, קשיים ודרכי התמודדות) .... | 93 |
| טבלת תכנון ה.ל.ה. .......................................................... | 95 |
| פעילויות להערכה בנושא קצובת מזון ........................................................................ | 97 |
| **תת־נושא 4: בריאות ומזון** |  |
| מטרות ................................................................................................................... | 98 |
| רקע מדעי ................................................................................................................ | 98 |
| הצעות דידקטיות (תהליך ההוראה, מיפוי ורצפי הוראה, קשיים ודרכי התמודדות) ......... | 110 |
| טבלת תכנון ה.ל.ה. ................................................................................................... | 113 |
| פעילויות להערכה בנושא בריאות ומזון ....................................................................... | 115 |
| טבלת מיפוי פריטי הערכה ........................................................................................ | 117 |
| פריטי הערכה ........................................................................................................... | 118 |
| תשובות לפריטי הערכה ............................................................................................. | 127 |
| חומרי למידה ומקורות מידע ..................................................................................... | 130 |

מבוא לערכה

הנושא תרומת החקלאות לתזונת האדם נועד ליצור אצל התלמיד הבנה של העקרונות לאימוץ הרגלי תזונה נכונים, מתוך הבנת הערך התזונתי של מזונות מהחי והצומח.

הנושא תרומת החקלאות לתזונת האדם הוא לינארי ומארגי. ארבעת תתי הנושאים בנויים האחד על גבי קודמו.

נושא רכיבי המזון מהווה בסיס של מידע כימי, ביוכימי ופיזיולוגי אודות חומרי המזון – מקורותיהם וטמיעתם בגוף. מהם מופקת אנרגיה, מה שמוביל לתת־נושא: 'אנרגיה ומזון'. תת־נושא זה עוסק בתפוקת האנרגיה ממרכיבי המזון, בחילוף חומרים בסיסי ובמצבים שונים המשפיעים על צריכת האנרגיה. בכך הוא מניח את היסוד להבנת תת־הנושא הבא 'קצובת מזון'. פרק זה עוסק במדדים אנטומיים פיזיולוגיים הקובעים את הרכב המזון והכמות הראויה, וכן במודלים להמלצות לקביעת תפריט. הפרק האחרון 'בריאות ומזון' מביא את הלומד אל היעד: תזונה מיטבית (בריאותית) אישית. תת־נושא זה קושר בין המזון ואיכותו לבין צריכת המזון בשיעור אנרגיה המתאימה למצבים שונים. שני סעיפים אלה מהווים בסיסי מידע לפיתוח הרגלי תזונה נכונים.

מטרת-העל של הוראת הנושא

**מטרתו של פרק זה היא לפרט את הקשר בין ההרכב התזונתי של מוצרי החקלאות השונים ובין צרכי ההזנה של האדם.**

למידת הנושא 'תרומת החקלאות לתזונת האדם' תגרום לפיתוח אוריינות מדעית בקרב התלמידים אודות תחום התזונה. כמו כן היא עשויה לגרום לפיתוח מודעות התלמידים אודות התזונה, הן במובן האישי והן בהיבט הקהילתי, לאומי-חקלאי וגלובלי-קיימותי.

הידע אודות רכיבי המזון, מבחינת מבנה, תכונות, מיקום ותפקידים בגוף והערך האנרגטי יסייע להבנת הערך התזונתי של מזונות שונים שמקורם בחקלאות: בחי ובצומח. ידע זה יהווה בסיס להפעלת שיקולי דעת באימוץ הרגלי תזונה נכונים. הידע בתחום קצובת מזון ובריאות ומזון יתרום לבחינה אישית ביקורתית של עמידה בדרישות התזונתיות של הגוף במצבים שונים, יחד עם התחשבות במהות של תזונה בת־קיימא.

**רעיונות מרכזיים**

1. המזון חיוני לכל היצורים החיים לצורך הפקת אנרגיה לתהליכי החיים, וכחומר גלם לבניית תאים ורקמות. חומרי המזון מהווים מקור לחומרים המשתתפים בתהליכים ביוכימיים שונים של פירוק והרכבה.

2. רכיבי המזון החשובים הם: פחמימות ,שומנים, חלבונים, מים, ויטמינים ומינרלים.

3. יש התאמה בין מבנה, תכונות ותפקיד של חומרי המזון.

4. רכיבי מזון דומים ובהרכבים שונים נמצאים בגידולי החקלאות.

5. לחומרי המזון ערך קלורי שונה.

6. צריכת האנרגיה של הגוף משתנה בהתאם למצב הפיזיולוגי. בהתאם לכך שונה התזונה.

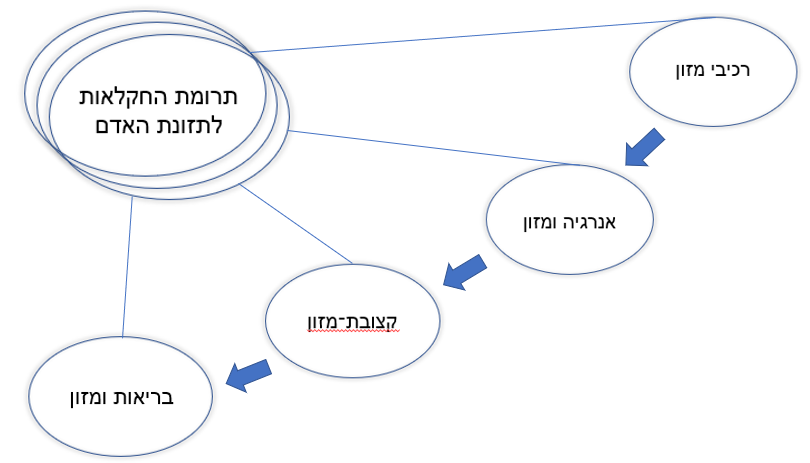
7. כמות המזון המומלצת לאכילה מיוצגת בתצוגה גרפית אוניברסלית של פירמידת מזון או מודלים אחרים.

8. בריאות הגוף תלויה, בין בהיתר, בהרגלי תזונה נכונים, הכוללים תפריט מאוזן של מזון טבעי מן החי והצומח.

9. ידע והבנה של רכיבי המזון וחילוף החומרים בגוף עשוי להביא להגדלת המודעות לחשיבות השליטה של האדם בקביעת הרגלי התזונה שלו.

10. הרגלי תזונה נכונים בנויים על תזונה בת קיימא, המתחשבת באיזון שבין צרכי המזון ואילוצי הסביבה הלאומית והעולמית.

להלן פריסת הנושאים:



תת-נושאים ומושגים

|  |  |
| --- | --- |
| **תת-נושאים** | **מושגים** |
| רכיבי המזון | פחמימות: פשוטות, מורכבות, חד סוכר, דו סוכר, רב סוכר, חומרי תשמורת: עמילן, גליקוגן, תאית, פקטין  מטבוליזם  הפקת אנרגיה מהמזון: ATP  שומנים: מן החי, מן הצומח, חומצות שומן רוויות, חומצות שומן בלתי־רוויות, גליצרול, טריגליצרידים, פוספוליפידים, סטרואידים  עיכול, ספיגה, אגירה  חלבונים: חומצות אמינו, מבנה מרחבי. חלבון מבני, חלבון תפקודי  מים: מסיסות, ויסות טמפ', הובלת חומרים, התייבשות וסכנותיה, קליטה, פליטה  ויטמינים: ויטמין A , ויטמין K , וויטמין E , ויטמין D, ויטמין C, ויטמין B  מינרלים: נתרן, אשלגן, סידן, ברזל, גפרית, זרחן |
| אנרגיה ומזון | ערך קלורי  חילוף חומרים יסודי |
| קצובת מזון (תפריט) | מדדים פיזיולוגיים ואנטומיים  פירמידת מזון  מודל צלחת המזון |
| בריאות ומזון | צריכת מזון מותאמת  מזון מעובד, מזון טבעי  תעשיית מזון  תוספי מזון  תזונה בת־קיימא (תזונה פלנטרית)  תזונה מותאמת־אישית |

ידע קודם נדרש

ידע בנושא מבנה התא, סוגי תאים והחומרים המצויים בהם. ידע מוקדם בנושא גוף האדם: אברים ורקמות, כגון שרירים, עצמות, שומן.

היכרות עם מזונות טבעיים מהחי ומהצומח; היכרות עם דוגמאות של מזונות מהחי והצומח שיש בהם תכולה גבוהה באופן מובהק של רכיבי מזון מסוימים, למשל: מזון עשיר בשומן, מזון עתיר פחמימות, מזון עתיר חלבונים.

ידע מוקדם בנושאים הבאים: מרכיבי המזון הבסיסיים: פחמימות, שומנים, חלבונים, ויטמינים, מינרלים ומים; אנרגיה וגלגוליה; יחידת המדידה של אנרגיה: קלוריה; הקשר בין מזון לתפקוד הגוף, השמנה ומחלות; מבנה התא הצמחי והתא האנימלי; נשימה תאית.

**רקע מדעי כללי (תרומת החקלאות לתזונת האדם)**

ערכה זו עוסקת בתרומת החקלאות לתזונת האדם. לאורך כל ההוראה של הנושא חשוב להדגיש את העקרונות הביולוגיים הבאים:

1. המזון הוא התשתית לבניית גוף האדם (וכל היצורים האחרים). הצמחים הם יצרני המזון (אוטוטרופים), ואילו האדם ובעלי החיים צורכים את המזון מן הצמחים ו/או מבעלי חיים אחרים (הטרוטרופים).

2. המזון הוא המקור להפקת אנרגיה הדרושה לביצוע תהליכי חיים (ATP). זוהי אנרגיה כימית, כלומר אצורה וזמינה בעת פירוק של התרכובת ATP.

3. רכיבי המזון ניתנים לחלוקה לשני סוגי חומרים: חומרים אורגניים: סוכרים, שומנים, חלבונים וויטמינים, וחומרים אי־אורגניים: מים ומינרליים. מבין רכיבי המזון יש המהווים מבנים בתאים ורקמות הגוף (בעיקר חלבונים ושומנים) או נאגרים בגוף (שומנים, חלבונים), ויש המשתתפים בתהליכים של פרוק והרכבה והפקת אנרגיה (שומנים, חלבונים סוכרים, ויטמינים). ידיעת המבנה של חומרים מסייעת להבנת תפקידם בגוף, למשל חלבונים: מבנה אנזימים מסביר את פעילותם בתגובות בגוף, ואילו מבנה של חלבוני השערה מסביר את מבנה השערה ותכונותיה.

4. רכיבי המזון מצויים בכמויות יחסיות שונות במזונות שונים מהחי והצומח. על פי רוב, מזונות מן החי עשירים יותר בשומן וחלבון, ואילו מזונות מן הצומח – עשירים בפחמימות. ויטמינים שונים כמוC, A נמצאים בגידולים צמחיים, ואילו ויטמינים מסוג B, D נמצאים במזון מן החי: בשר ודגים. ידע אודות מזונות צמחיים שונים והמקור הצמחי, בדגש על התכולה הביוכימית-תזונתית, הוא מפתח לפיתוח מודעות וקבלת החלטות באשר למזון שאנו אוכלים ו'גורלו' בגוף. למשל, יש לאכול פירות מתוקים במידה מדודה בלבד, ולא להרבות בהם, בשל הכמות הגבוהה של הפחמימות הפשוטות בהם.

5. לכל רכיב מזון ערך קלורי, כלומר כמות האנרגיה המופקת מיחידת מסה של החומר. לפי הערך הקלורי הרשום על תווית שעל אריזת המזון יש להעריך את הכמות שיש לאכול. למשל, הערך הקלורי של גבינה לבנה 5% הוא: 98 קלוריות ל-100 גר', ואילו הערך הקלורי של גבינה צהובה 28% הוא: 344 קלוריות ל-100 גר'.

6. תזונת האדם היא אישית. הדרישות התזונתיות של הגוף משתנות בהתאם למצבו, כי במצבים שונים קצב חילוף החומרים שונה. למשל, אצל אדם בריא, יש הבדל בקצב חילוף חומרים, בין רמת פעילות בינונית-נמוכה כמו מנוחה או פעילות רגילה, לעומת מאמץ פיזי או מצבים מיוחדים כמו הריון, הנקה, השמנה או הרזיה מכוונת. חילוף החומרים דורש אנרגיה, ואם הצריכה האנרגטית שונה, הרי הדרישות התזונתיות שונות בהתאם. כמו כן, מדדים אנטומיים ופיזיולוגיים, כמו גיל, מין, מבנה גוף, מצב בריאותי, קובעים את הדרישות התזונתיות של האדם, וכך את קצובת המזון המתאימה לו. בעת תכנון תפריט, יש להתחשב במדדים הללו וכן במצב הגוף.

7. פירמידת מזון היא ייצוג גרפי אוניברסלי של הכמויות היחסיות של רכיבי המזון המומלצים לאדם. הפירמידה מחולקת לחמישה שלבים. ככל שהבסיס של השלב גדול יותר, כמותו בקצובה היומית או בארוחה, גדולה יותר. מודל הפירמידה השתנה במהלך השנים, ועדין שוקדים על עדכונו או החלפתו במודל אחר.

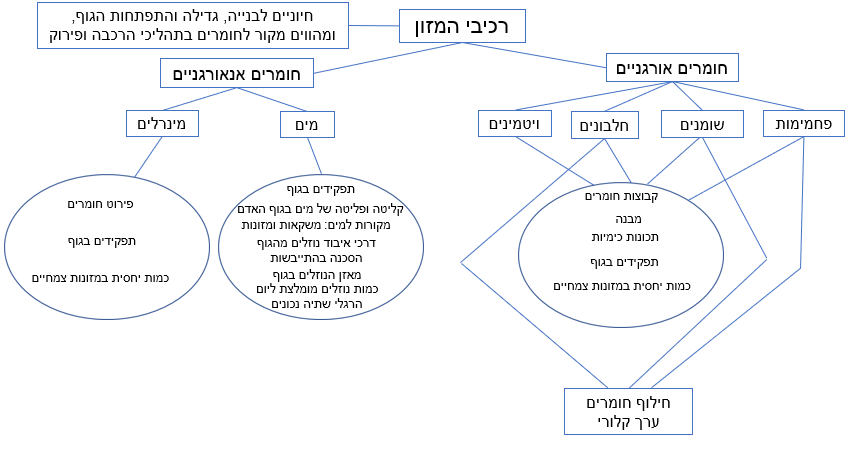
8. הרגלי צריכה נכונים של מזון טבעי ולא מעובד הם בעלי חשיבות עליונה לבריאות האדם, וכן לטובת הסביבה.

**תת־נושא 1: רכיבי מזון**

**מטרות בתחומי התוכן והמיומנויות**

* התלמידים יבחינו בין סוגים שונים של פחמימות
* התלמידים יקשרו בין המבנה הכימי של כל פחמימה, והתכונות הכימיות שלה, לבין תפקידיה בגוף, כחומר מבני או תפקודי
* התלמידים יבינו שהפחמימות הן מקור לאנרגיה
* התלמידים יבחינו בין ליפידים לבין שומנים ושמנים
* התלמידים יבינו שהשומנים הם מקור לאנרגיה רבה
* התלמידים יבינו את ההתאמה בין מבנה חלבונים שונים לבין תפקידיהם בגוף (למשל: חלבוני מבנה בשרירים, וחלבונים תפקודיים כמו אנזימים או נוגדנים)
* התלמידים יבינו את חילוף החומרים הקיים באופן דינמי בין פחמימות, שומנים וחלבונים
* התלמידים יכירו מגוון של מזונות ואת רכיבי המזון הדומיננטיים בהם (מזון עתיר בפחמימות, עתיר בשומנים, בחלבונים)
* התלמידים יכירו את הוויטמינים השונים, לפי מבנה ותפקיד
* התלמידים יכירו מזונות העשירים בוויטמינים שונים
* התלמידים יכירו את המינרלים העיקריים בגוף ותפקידיהם
* התלמידים יכירו מזונות העשירים במינרלים שונים
* התלמידים יבינו את תפקידי המים בגוף האדם
* התלמידים יכירו מזונות עשירים במים
* התלמידים ידעו להעריך את הערך התזונתי של מזון, לפי החלק היחסי של כל רכיב מזון בו.

**רקע מדעי**

**מפת מושגים בנושא: רכיבי המזון**

**א. הקדמה: חומרי המזון**

המזון חיוני לכל היצורים החיים לצורך הפקת אנרגיה ,לקיום תהליכים וכחומר גלם לבנייה.

המזון מורכב משני סוגי חומרים: חומרים אורגניים וחומרים אי־אורגניים.

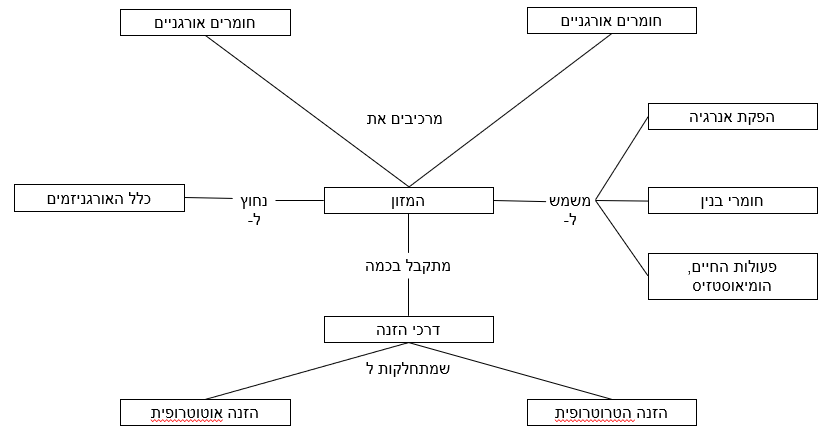
החומרים האורגניים (גוף= ,(organשבמקורם נוצרים בגוף היצורים החיים, בונים את הגוף ומהווים מקור לאנרגיה לגוף. החומרים האורגניים בנויים מהיסודות פחמן, חמצן, מימן (ייתכנו גם יסודות נוספים כמו חנקן (N) וגם גופרית (S) בחלבונים, וכן זרחן (P) בסוכרים ושומנים מסוימים). החומרים האורגניים במזון הם: פחמימות, שומנים, חלבונים. גם וויטמינים הם חומרים אורגניים, אך הם לא בונים את הגוף, וכן לא משמשים כמקור לאנרגיה. החומרים האורגניים מהווים כ- 37% ממסת גוף האדם (כולל חומצות גרעין):16.9% חלבונים, 16.9% שומנים ו-0.8% פחמימות. בתאי צמחים המרכיב העיקרי (מלבד המים) הם הפחמימות, ואילו בתאי בעלי-חיים החומרים האורגניים העיקריים הם חלבונים ושומנים.

החומרים האי־אורגניים לא נוצרים במקורם בגוף היצורים החיים, למעט מים שנוצרים גם בגוף, כמים מטבוליים בתהליכי חילוף חומרים. החומרים האי־אורגניים במזון הם מים ומינרלים. המים מהווים את רוב המסה של בעלי חיים וצמחים (60-70% ממסת גוף האדם), ואילו המינרלים נמצאים לרוב בכמויות מזעריות.

**קליטת המזון ביצורים החיים**

החומרים האורגניים מתקבלים ביצורים חיים בשתי דרכים: א. ביצורים אוטוטרופים - (צמחים וחידקים מסוימים) החומרים האורגניים (הגלוקוז) נוצרים בתהליך הפוטוסינתזה מחומרים אי־אורגניים. ב. ביצורים הטרוטרופים (בעלי החיים) - החומרים האורגניים מתקבלים במזון. החומרים האי־אורגניים, המים והמינרלים, מתקבלים במזון.

להלן איור המתאר את הקשר בין חומרים אורגניים, חומרים אי־אורגניים, מזון, דרכי הזנה ושימושי המזון ביצורים חיים (על פי: גלעד, נוסינוביץ', נעמן-נאמן, ובשן, 2011, עמ' 12, <https://tinyurl.com/y3eydzcj>).



החומרים האורגניים, ברובם הגדול, הם מולקולות גדולות שאינן יכולות לעבור כפי שהן אל תוך הגוף, אל הדם והתאים, ואכן הם מתפרקים בצינור העיכול למולקולות קטנות, 'אבני הבנין' שמהן הם בנויים: פחמימות גדולות – לחד־‏סוכרים, שומנים – לחומצות שומן וגליצרול, והחלבונים – לחומצות אמינו. מולקולות אלו יכולות לעבור דרך קרומי התאים. כלומר, החומרים האורגניים בגוף נבנים מחדש מ'אבני הבנין' שהתקבלו מהמזון. כמו כן, חומרים אורגניים מקבוצה אחת יכולים להיבנות מחומרים בקוצה אחרת, לדוגמה: חומצות שומן וגליצרול יכולים להיווצר מגלוקוז, לאחר שהתפרק בחלקו, כך גם חומצות אמינו. חד סוכרים יכולים להיבנות מחומצות אמינו או מגליצרול, ועוד. תהליכי הבניה והפירוק הללו נקראים מסלולים מטבוליים. גם בצמחים חומרים אורגניים נבנים ומתפרקים במסלולי מטבוליים מורכבים. כל החומרים האורגניים הבונים את גוף הצמח מוצרים מהפחמימות שנוצרות בפוטוסינתזה, בסיוע המינרלים והמים הנקלטים מהסביבה.

**ב. פחמימות**

**מבוא**

הפחמימות הן רכיב המזון הנפוץ ביותר בטבע, בעיקר בצמחים. פחמימות מצויות בשפע בזרעי דגנים, וגם בפירות וירקות. הן משמשות מקור מזון עיקרי בעולם, בשל העלות הנמוכה של מזונות המכילים חמימות וכן האפשרות של אחסון ארוך־טווח של זרעי הדגנים. הפחמימות נוצרות בצמחים בתהליך הפוטוסינתזה, המתרחש בחלקים הירוקים של הצמח. הגלוקוז הנוצר בתהליך מפחמן דו חמצני ומים, הופך לפחמימות מבניות, כמו תאית (צלולוז), שהיא מרכיב עיקרי בדופן התא הצמחי, לחומר תשמורת: העמילן, הנאגר בעיקר בשורש ובזרעים, ולסוכרים אחרים, בעיקר בפירות וגבעולים. בבעלי חיים פחמימות נוצרות מחומרים אורגניים: פחמימות, שומנים, חלבונים.

הפחמימות ניתנות לחלוקה מבחינת המבנה הטעם, ומהירות הספיגה בגוף: פחמימות פשוטות (סוכרים) - חד־סוכרים ודו־סוכרים, ופחמימות מורכבות – רב־סוכרים.

ככלל, הפחמימות הן מקור לאנרגיה בגוף. כל הפחמימות (למעט גלוקוז ופרוקטוז) מתפרקות במערכת העיכול לגלוקוז. הגלוקוז נספג בדם ומשם נקלט בתאים. הגלוקוז הוא הסוכר המהווה חומר מוצא בתהליך הנשימה התאית, המתרחש בכל תא בגוף. בתהליך זה הגלוקוז מתפרק, ומופקת אנרגיה בצורת ATP (מ-1 מול של גלוקוז מופקים 38-36 מול ATP). האנרגיה מושקעת בגוף בפעילויות רבות כמו בניית תאי הגוף והרקמות, פעילות השרירים, שמירת חום הגוף. הפחמימות מהוות מקור אנרגיה יחיד למערכת העצבים ולתאי הדם האדומים. הפחמימות משתתפות גם ביצירת חומצות גרעין המרכיבות את החומר התורשתי, וכן בבניית ממברנת התא. (בצמחים ובחידקים הפחמימות בונות את דופן התא). הפחמימות משפיעות על ניצול החלבונים והשומנים להפקת אנרגיה. כאשר פחמימות מצויות במידה מספקת, מנוצלים החלבונים מהמזון לבניית חלבוני גוף, ולא לאספקת אנרגיה. כאשר פחמימות ושומנים מצויים בגוף במידה מספקת, הפחמימות יפורקו להפקת אנרגיה, והשומנים ייאגרו ברקמת שומן.

הפחמימות מצויות בגוף גם כחומר אגירה – הגליקוגן, בכבד ובשרירים ומעט בכליות. תפקיד הגליקוגן הוא בוויסות הריכוז של גלוקוז בדם: אם רמת הגלוקוז בדם עולה, הגלוקוז הופך לגליקוגן הנאגר בכבד ובשרירים בהשפעת ההורמון אינסולין, וההיפך, אם ריכוז הגלוקוז בדם נמוך, הגליקוגן הופך לגלוקוז המועבר לדם, בהשפעת ההורמון גלוקגון (ראו גם בהמשך).

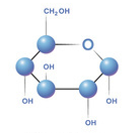
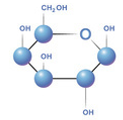
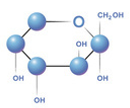
**הפחמימות במזון**

הפחמימות מצויות בעיקר במזון צמחי, בצורת: עמילן, סוכרים ותאית (גם פקטין והמיצלולוז). פחמימות כמעט לא מצויות במזון מן החי, אלא מעט בשרירים או בכבד של בעלי חיים, המהווים מזון לאדם.

להלן נסקור פחמימות עיקריות בכל אחד מהסוגים: מבחינת מבנה ותפקיד בגוף, ומבחינת מקורות המזון להן.

1. פחמימות פשוטות: חד־ סוכרים ודו־סוכרים. בשל המבנה הפשוט, והמולקולות שהן יחידות, תהליך העיכול עד הספיגה בדם הוא מהיר, (ולא מושגת תחושת שובע, אלא לאחר אכילת כמות גדולה). כמו כן, העליה של רמת הסוכר בדם וירידתה מהירות.

חד־סוכרים: מסיסים במים, מתוקים (מתיקות שונה), בנויים ממולקולה פחמימנית יחידה בעלת שלד בן ששה אטומי פחמן. אל אטומי הפחמן קשורים אטומי מימן וחמצן. חד־סוכרים העיקריים המצויים בגוף הם: גלוקוז (כינויו: 'סוכר ענבים'); פרוקטוז (כנויו: 'סוכר הפירות') (שמו הכימי: (Levulose, מרכיב בסוכר הקנה (להלן); גלקטוז, מרכיב בסוכר החלב (להלן). נוסחת המבנה של שלושת החד־סוכרים הללו היא: C6H12O6, אך המבנה שלהם שונה. להלן מודלים למבנה של הסוכרים הללו:



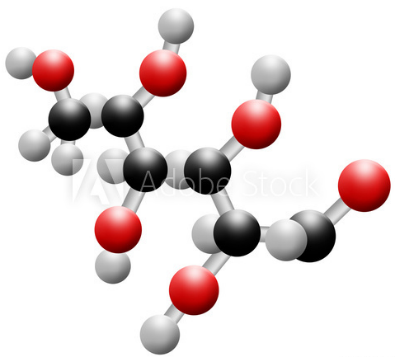
גלקטוז

פרוקטוז

גלוקוז

<https://tinyurl.com/y2w8k279> (חינמי)

וכן, מודל כדור ומקל של גלוקוז



פחמן

מימן

חמצן

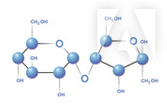
<https://tinyurl.com/y3yz9hn9> (חינמי)

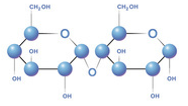
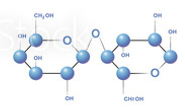
נפרט אודות התפקוד בגוף והימצאות במזון של שלושת החד־סוכרים:

**גלוקוז**: נוצר, כאמור, בכל הצמחים, אך לא מצוי בשכיחות גבוהה במזון בצורתו זו.מקורו בגוף הוא מפירוק עמילן מהמזון וכן מפירוק גליקוגן. הוא גם תוצר פירוק של סוכרוז, לקטוז ומלטוז (להלן). הגלוקוז, בפירוקו, תחילה בגליקוליזה, ובהמשך בנשימה התאית, מהווה מקור אנרגיה מרכזי לכל רקמות הגוף. לכן, ריכוזו בדם בצום הוא מדד הומיאוסטטי חשוב ביותר (110-70 מ"ג%). לאחר ארוחה עתירת פחמימות, עולה ריכוז הגלוקוז בדם (=תגובה גליקמית), ובהדרגה, באמצעות ההורמון אינסולין, הוא יורד לרמה נורמלית במצב צום. אצל חולי סכרת, ריכוז הגלוקוז בדם לא יורד, כך שנוצר מצב של היפרגליקמיה (כמה מאות מ"ג%).במצב של חוסר בגלוקוז, כמו ברעב ממושך, נבנה גלוקוז בכבד מחומצות אמינו או גליצרול (חלק משומן)**.** גלוקוז, מהווה בעקיפין (באמצעות חומצה פירובית ואצטיל קואנזים A) גם חומר מוצא לחומצות אמינו, שהן אבני הבנין של החלבונים, ולחומצות שומן שהן גם חלק מהשומנים.

**פרוקטוז:** נמצא בפירות, בדבש (ראו בהמשך), ובכל המזונות המכילים סוכרוז (להלן). זהו חד־סוכר הטבעי המתוק ביותר, ולכן משמש גם כממתיק תעשייתי. הפרוקטוז הוא גם תוצר פירוק של סוכר הקנה, סוכרוז, להלן. הפרוקטוז נספג ממערכת העיכול אל הדם ומגיע אל הכבד (רק בתאי הכבד הפרוקטוז הופך לגלוקוז). בתאי הכבד הוא הופך ברובו לגלוקוז ובמיעוט לגליקוגן. כאשר יש עודף בפרוקטוז בכבד הוא הופך לחומצות שומן ומהן לשומן. בכך הוא מסוכן כמו אלכוהול, שגם הוא, בעודף, גורם לכבד שומני ולתופעות מסוכנות אחרות כמו תנגודת לאינסולין.

**גלקטוז:** נמצא בפירות וירקות (בעיקר קטניות), דברי מתיקה, רוטב עגבניות, סוגי מזון מעובד, ואף תרופות מסוימות בצורת טבליות, כמוסות או סירופים המכילים לקטוז. הגלקטוז יחד עם הגלוקוז הם תוצרי פירוק של לקטוז (ראו להלן). הגלקטוז הופך לגלוקוז בכבד באמצעות שלושה אנזימים. חסר או כשל באחד מהאנזימים מביא למחלת גלקטוזמיה.

2. דו־סוכרים**:** מסיסים במים, מתוקים (מתיקות שונה), בנויים משתי מולקולות של חד־סוכר. הדו־סוכרים העיקריים הם: סוכרוז (כינויו: 'סוכר הקנה'), המורכב מגלוקוז ופרוקטוז; לקטוז (כינויו: 'סוכר החלב'), המורכב מגלוקוז וגלקטוז; ומלטוז (כינויו: 'סוכר הלֶתֶת'), המורכב משתי יחידות של גלוקוז. נוסחת המבנה של נוסחת המבנה של שלושת הדו־סוכרים הללו היא: C12H22O11, אך המבנה שלהם שונה. להלן מודלים למבנה של הסוכרים הללו:



מלטוז

לקטוז

סוכרוז

[https://stock.adobe.com/images/id/85880253?as\_campaign=Freepik&as\_content=api&as\_audienceas\_source=arvato](https://stock.adobe.com/images/id/85880253?as_campaign=Freepik&as_content=api&as_audience=srp&tduid=eb66f07becab22b096fead6e8fa1440d&as_channel=affiliate&as_campclass=redirect&as_source=arvato) (חינמי)

נפרט אודות התפקוד בגוף והימצאות במזון של שלושת הדו־סוכרים:

**סוכרוז:** מצוי ברוב הפירות ובגזר. הסוכרוז הוא הסוכר הלבן והסוכר החום המופקים בעיקר משני צמחים: קנה סוכר – צמח ממשפחת הדגניים – שגבעוליו, הקנים, מכילים תמיסת סוכרוז, והוא מהווה המקור העיקרי לייצור סוכר בעולם, וסלק סוכר – צמח ממשפחת הסלקיים – ששורשיו מכילים כ-20% ממשקלם סוכרוז. גם הנוזל המופרש מעץ האדר (סירופ מייפל) מכיל סוכרוז. סוכרוז מתפרק באמצעות האנזים סכאראז במעי הדק לגלוקוז ופרוקטוז הנספגים לדם.צריכת יתר של סוכרוז, בעיקר בצורה של סוכר לבן או סוכר חום, עלולה להביא לעליה בשומנים בגוף, להשמנה, ולמחלות הקשורות בכך כמו יתר לחץ דם, מחלות לב, סכרת, ועוד.הסוכרוז המצוי בפירות עדיף על הסוכר, כי הפירות מכילים גם סיבים, מינרלים וויטמינים הנחוצים לגוף.

**לקטוז:** מצוי בחלב יונקים. מהווה 2%-8% ממוצקי החלב.הלקטוז מפורק במעי הדק לגלוקוז וגלקטוז באמצעות האנזים לקטאז. רמה נמוכה של לקטאז גורמת לכך למצב של 'אי־סבילות ללקטוז'. מצב זה מאופיין בהפרעות במערכת העיכול, הנגרמות עקב העובדה שהלקטוז מגיע בשלמותו למעי הגס, ומפורק שם על ידי חידקי המעי לתוצרי פירוק המשבשים את פעולות העיכול.

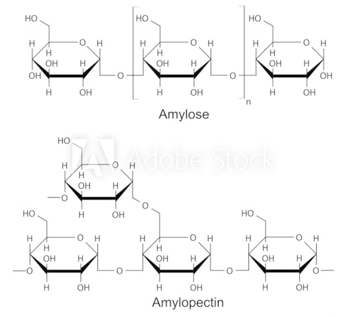
**מלטוז:** מצוי בזרעי דגנים נובטים, בהם הוא נוצר בתהליך פירוק העמילן המתרחש בעת הנביטה (תהליך הלתתה, יצירת לֶתֶת, מַאלט). הוא תוצר הפירוק הראשוני של עמילן ברוק, המתבצע על ידי האנזים α-עמילז.כמו כן הוא תוצר פירוק של גליקוגן במזון מן החי. מלטוז מתפרק במעי הדק לגלוקוז, באמצעות האנזים מלטאז.

**מזון עשיר בחד־סוכרים ודו־סוכרים: דבש**

תכולת הסוכרים בדבש היא: 38.4% פרוקטוז, 30.3% גלוקוז, 1.3.% סוכרוז, 7.3% דו־סוכרים אחרים, 1.4% סוכרים 'גבוהים' ו-0.57% חומצה גלוקונית, כלומר: 79.2% סוכרים. הדבש מכיל גם מים: 17.2%, ויטמינים: ויטמין C, ויטמין 2B חומצה פנטוטנית, ניאצין, ויטמין B1, פירידוקסין, ומינרלים: אשלגן, גפרית, כלור, סידן, זרחן, מגנזיום נתרן, ברזל, נחושת ומגנזיום.

3. פחמימות מורכבות: רב־סוכרים. בשל המולקולות הגדולות והמבנה המורכב, תהליך העיכול ארוך יותר, וכך שחרור אנרגיה איטי לגוף ותחושת שובע לאורך זמן ממושך יותר. כמו כן, העליה של רמת הסוכר בדם וירידתה איטיות ומתונות.

רב־סוכרים**:** לאמסיסים במים (ברובם הגדול), לא מתוקים. אלו הם פולימרים - בנויים ממולקולות רבות של חד־סוכר, גלוקוז. הרב־סוכרים שונים זה מזה בקשרים שבין מולקולות הגלוקוז, וכך הם נבדלים במבנה המרחבי שלהם ובפירוקם בגוף. הרב־סוכרים העיקריים הם: עמילן, שהוא תערובת של שני חומרים: עמילוז ועמילופקטין; גליקוגן; תאית (צלולוז), פקטין, והמיצלולוז, המרכיבים את הסיבים התזונתיים, המסיסים והלא־מסיסים. להלן מודל דו־ממדי למקטע של שני המרכיבים של עמילן – עמילוז (25%) פולימר המורכב מ-3000-300 מולקולות גלוקוז, בשרשרות ישרות המאורגנות בצורת סליל), , ועמילופקטין (75%), פולימר המורכב מ־ 200,000-200 מולקולות גלוקוז, המסודרות במבנה מסועף.



<https://tinyurl.com/y5c6gn3f> ((חינמי

נפרט אודות התפקוד בגוף והימצאות במזון של הרב־סוכרים:

**עמילן:** מרכיב מרכזי וחיוני בתזונת האדם, כמקור עשיר להפקת אנרגיה (בשל היותו פולימר של גלוקוז). איננו מתוק. העמילן מצוי רק במזון צמחי, כחומר תשמורת ב: זרעי דגנים (חיטה, אורז, תירס), תפוח אדמה, קטניות ובירקות השורש (סלק, קולרבי, לפת). העמילן, כאמור, אינו מסיס במים, ולכן הוא יכול להיאגר בתאי הצמח מבלי להשפיע על הלחץ האוסמוטי. (כאשר מערבבים עמילן במים, תופחים הגרגרים, ונוצר תרחיף. גרגרי העמילן מתפרקים כשמרתיחים את התרחיף, ובהדרגה, העמילן מתמוסס במים, והתרחיף מתעבה והופך לתמיסה צמיגה, חסרת צבע ושקופה.) עמילן מזוהה במזון על ידי תמיסת יוד. עמילן לא נוצר בגוף בעלי חיים, אלא רק מתפרק. העמילן מתפרק ברוק ליחידות של דו־סוכר מלטוז, ומעט אף לגלוקוז, וכך גם נוצר טעם מתקתק בפה, כשלועסים לחם. כפי שנכתב לעיל, המשך הפירוק לגלוקוז מתבצע במעי הדק, ומשם נספג הגלוקוז לדם, ומובל אל התאים לפירוק והפקת אנרגיה בנשימה התאית.

**גליקוגן:** אינו מצוי בכמות גדולה במזון מן החי, אך מהווה חומר תשמורת בגוף בעלי חיים: בכבד (8% ממסת הכבד), בשרירים (1%-2%) ומעט בכליות.למעשה, רוב הגליקוגן בגוף נמצא בשריר, כיוון שמסת השרירים בגוף רבה, יותר ממסת הכבד (באדם מבוגר יש כ-300 גר' גליקוגן בגוף: 25% בכבד, והיתר - בשרירים).בכל מולקולת גליקוגן יש כ-55,000 מוליקולות גלוקוז. הגליקוגןנוצר בכבד ובשרירים ומתפרק באופן תמידי ומבוקר על ידי ההורמונים אינסולין וגלוקגון, כך שתשמר רמה יציבה של גלוקוז בדם. במצבים של דרישה גדולה של גלוקוז בגוף, כמו מאמץ גופני או stress, מתפרקים מאגרי גליקוגן, וזאת, על מנת שתעלה רמת הגלוקוז בדם, וכך יגיע הגלוקוז בעיקר אל השרירים ואל המוח.

**תאית:** רב־סוכר מבני, (כלומר מהווה מבנה). התאית בנויה משרשרות ישרות של גלוקוז, המאורגנות יחד כסיבים. יש בכך התאמה להיותה מרכיב עיקרי בדופן התא הצמחי, המעניק לה חוזק. יחד עם התאית מצויים בדופן שני חומרים סיביים נוספים: פקטין והמיצלולוז. התאית היא החומר האורגני השכיח ביותר על פני כדור הארץ. התאית מצויה בכמות רבה ב: קמח מלא, תפוחי עץ, אפונה ירוקה, קטניות וירקות שורש (גזר, קולרבי). התאית אינה מעוכלת בגוף האדם, בשל חוסר באנזים צלולאז, וכך אינה נספגת בדם. אך התאית מהווה מרכיב בקבוצת הסיבים התזונתיים, שהם בעלי חשיבות רבה בהפעלה תמידית ותקינה של מערכת העיכול ובהשפעה חיובית נרחבת על מערכות רבות הגוף.

**סיבים תזונתיים**

הסיבים התזונתיים הם קבוצה מגוונת של רב־סוכרים בעלי תכונות כימיות שונות ובעלי השפעה נרחבת על המערכות בגוף.

רוב הצמחים המלאים מכילים סיבים. הסיבים אחראים לקשיחות וחספוס של קליפות, ומהווים חלק מהמרקם של ציפת הפרי. ריכוז גבוה שלהם נמצא באגוזים, זרעים, קליפות, קטניות כמו חומוס, פול, עדשים ואפונה, ובדגנים מלאים (לא קלופים) כמו אורז לא מלוטש, שיבולת שועל וחיטה מלאה.

מקובל לחלק את הסיבים לשני סוגים: סיבים תזונתיים המורכבים מפחמימות שאינן מתעכלות ומעֱצָ‏ן (Lignin) הנמצאים באופן מובנה ושלם בצמחים, וסיבים בעלי תפקוד, המורכבים מפחמימות יחידות שאינן מתעכלות ויש להן השפעות גופניות מיטיבות על בני האדם. בעבר, סווגו סיבים תזונתיים בהתאם לתכונת המסיסות שלהם, וכך יוחסו להם השפעות גופניות שונות. יש לציין שגם כיום, בסימון התזונתי של מזונות, הסיבים התזונתיים ממוינים למסיסים ולא מסיסים. ככלל, הסיבים הלא־מסיסים נודעו כבעלי השפעה מיטיבה על מערכת העיכול, והסיבים המסיסים נודעו כמשפרים את רמת השומנים בדם. מחקרים שנערכו בשנים האחרונות לא תומכים חד־משמעית בחלוקה זו: למשל, סיבים מסיסים כמו סובין, שיבולת שועל ופסיליום (סיבים מקליפות זרעי לחך) נמצאו כמגדילים את משקל הצואה, השפעה שיוחסה לסיבים לא מסיסים. כמו כן, נמצא שסיבים מסיסים, כמו אינולין ועמילן עמיד, לא הפחיתו את רמת הכולסטרול בדם.

תכונות כימיות של הסיבים משפיעות על תועלתם בגוף: מסיסות, צמיגוּת, תסיסוּת (היכולת לתסוס). למשל, סיבים צמיגיים יוצרים בקלות יותר תקריש (ג'ל) במעי, המסייע להאטת הספיגה של סוכר ושומנים לדם; סיבים תסיסים נקראים גם סיבים פרה־ביוטיים, משמשים מזון לחידקי הפלורה הטבעית של המעי וכך מעודדים את התרבותם. בדרך כלל סיבים מסיסים הם גם תסיסים יותר ובעלי צמיגות גבוהה, אך יש יוצאים מכלל זה.

דוגמאות לסיבים: תאית וליגנין – תזונתי, לא מסיס, לא צמיג, לא תסיס; פקטין: תזונתי, מסיס (יש סוגי פקטין לא מסיסים), צמיג, תסיס; דקסטרין עמיד – בעל תפקוד, מסיס, תסיס; פסיליום – בעל תפקוד, מסיס, צמיג.

פירוט מקורות מזון לסיבים: סיבים מסיסים: מצויים בחלקים הרכים של פירות וירקות (תפוח עץ עשיר במיוחד בפקטין, שהוא סיב מסיס: 3-2.4 גר' %), בקטניות ובדגנים כמו שעורה, שיבולת שועל וסובין שיבולת שועל (=קליפת הגרעין של שיבולת שועל המכילה 15.4 גר' % סיבים מסיסים ובהם β-גלוקן). סיבים פרה-ביוטיים מצויים נמצאים בבננה, בצל, ארטישוק ירושלמי, וכן בחלק מהדגניים המלאים. סיבים לא מסיסים: מצויים בקליפות של רוב הפירות והירקות, וכן בדגנים מלאים, סובין חיטה ותירס. סיבים תסיסים: שיבולת שועל, שעורה, פירות וירקות, סיבים לא תסיסים: סובין חיטה (דגן מלא).

היתרונות הבריאותיים של הסיבים הם: במערכת העיכול – תקינות היציאות וסדירותן, הפחתה של רמת הכולסטרול בדם, שיפור בתגובה הגליקמית, כלומר מניעת עליה מהירה של רמת גלוקוז בדם, וכן שיפור בעלית רמת האינסולין בדם (תגובה אינסולינמית), וויסות משקל. יש לציין שמחקרים רבים נעשים אודות ההשפעות הכימיות, פיזיקליות ופיזיולוגיות בגוף. כיום, הכמות המומלצת של סיבים ליום היא: 30 גרם סיבים ביום (14 גרם ל-1000 קילוקלוריות).

**מקורות בנושא פחמימות**

גלעד, ב., נוסינוביץ, ר., נעסן-נאמן, ר., ובשן, נ. (2011). *הזנה בצמחים ובבעלי חיים*. משרד החינוך.

https://tinyurl.com/y3eydzcj

זילבר-רוזנברג, א. (1996). *תזונה – פרי מחשבה, מזון ותזונה במצבי בריאות וחולי.* רמת אביב, האוניברסיטה הפתוחה.

חסקין ג. (2013). *קנה סוכר מקורות ושימושים.* https://tinyurl.com/y5ech4hb

**מקורות בנושא סיבים תזונתיים:**

אשל, א. (2017). סיבים תזונתיים – כמה, איזה ובעצם למה?

<https://www.maccabi4u.co.il/11922-he/Maccabi.aspx>

ברק, ע. (2005). סיבים תזונתיים באוכל שלכם: 10 המזונות המובילים.

<https://www.ynet.co.il/articles/0,7340,L-3079545,00.html>

סלאבין, ג'. (2014). סיבים תזונתיים ובריאות - Health benefits of dietary fibers. *ויקירפואה.*

https://tinyurl.com/y3c8rf69

שמש, נ. סובי סביב הסיב. המרכז הרפואי תל אביב, ע"ש סוראסקי. Bewell.

<https://www.tasmc.org.il/Be-Well/InterestAreas/nutrition/Pages/fibers.aspx>

**ג. שומנים**

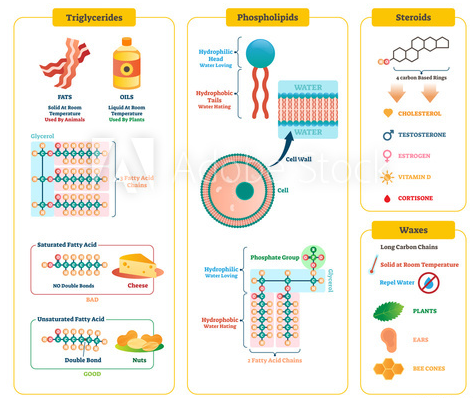
**מבוא**

השומנים (ליפידים) הם מגוון של חומרים אורגניים, שניתן לשייכם לשלוש קבוצות עיקריות: טריגליצרידים, פוספוליפידים וסטרואידים. המבנים שלהם שונים, אך הם בעלי תכונה משותפת: אי־מסיסות במים (השומנים מסיסים בממסים אורגניים כמו: אצטון, בנזין, כלורופורם). יש לציין כי, בשומנים נמצא שרשרות פחמימניות ארוכות, אך לא נמצא מולקולות ענק (פולימרים) כמו בפחמימות. שומנים מצויים בצמחים, ובבעלי חיים.

שומן חשוב לצורך גדילה והזדקנות בריאה. צריכה של כמות מספקת של שומן בתפריט עשויה לאזן ולהפחית את צריכת הפחמימות. ההבנה כיום היא, שמבחינה בריאותית, עדיף לכוון את צריכת השומן לכיוון הגבוה של 35% מסך האנרגיה הנצרכת מהמזון (גרתי, 2019). לשומנים תפקידים רבים וחיוניים בגוף: משמשים מקור אנרגיה [1 ק"ג שומן מספק כ-7000 קילוקלוריות, אנרגיה המספיקה לשלושה ימי פעילות)]; מהווים מרכיב עיקרי של קרום התא וקרומי האברונים (הממברנות); הגנה על רקמות ואברים מפגיעות פיזיות; משמשים חומר מבודד, ובכך נוטלים חלק בוויסות טמפרטורת הגוף, על ידי מניעת אובדן חום; משמשים ממס של ויטמינים מסוימים, שאינם מסיסים במים, אך מסיסים בשומן; מהווים חומר מוצא לחומרים שונים: הורמונים וויטמינים; מהווים חלק ממערכת העצבים המרכזית וההקפית.

שלוש הקבוצות של השומנים שונות זו מזו במיקומן ופיזורן בגוף האדם וגוף בעלי החיים, שמהם ניזונים בני אדם: טריגליצרידים הם חומרים נאגרים ברקמות שומן המצויות בשכבה העמוקה של העור: השכבה התת־עורית (היפודרמיס), באזור הבטן, ואצל נשים – בחזה, בירכיים ובעכוז; הפוספוליפידים\* הם קבוצה מגוונת של חומרי מבנה לממברנות בכל תאי הגוף , יחד עם גליקוליפידים\* (סוכרים הקשורים לפוספוליפידים); הסטרואידים, ברובם הם חומרים תפקודיים, כגון: הורמונים המסיסים בשומן, ויטמינים המסיסים בשומן ( (A, D, E, K, כולסטרול. ישנם חומרים נוספים המצויים בגוף במבנים באזורים ייחודיים כמו במערכת העצבים: מעטפת המיאלין בתאי העצב (באקסון), הבנויה מחומצות שומן (80%). כמו כן, בדם ובכבד נמצאים שומנים הקשורים לחלבונים: ליפופרוטאינים\*. בצמחים נמצא קבוצת חומרים שומניים הנקראים טרפנים (ויטמין A, וכן תרכובות שמן אתרי, מנטול וקמפור, שהם חומרי טעם וריח בצמחים).

\*=שומנים מורכבים.

להלן איור (להגדלה) , המתאר את שלוש הקבוצות העיקריות של שומנים: מבנה, מקורות מזון ודוגמאות לחומרים.

https://tinyurl.com/yy6e6wmv

**השומנים במקורות מזון**

השומן הצמחי הוא לרוב נוזלי בטמפרטורת החדר ונקרא שמן. צמחי מזון העשירים בשומן הם: סויה, זיתים, תירס, חמניות, קנולה (לפתית), אבוקדו, ועוד זרעים שונים כמו אגוזים. שמנים הם תערובות שמאד קשה להפרידן. שומן מן החי הוא לרוב מוצק בטמפרטורת החדר, ונקרא בקצרה שומן. שומנים מן החי נמצאים ב: חלמון ביצה, שומן חלב: חמאה, שמנת, גבינות שמנת, שומן מבשר בקר. יש להעיר, כי 'שמנים' נמצאים גם במזון מן החי, ו'שומנים' נמצאים גם בצומח. ההרכב השומני שונה במקורות המזון השונים, ובהתאם לכך ההמלצות התזונתיות (פירוט בהמשך).

**מבנה השומנים**

**א. חומצות שומן**

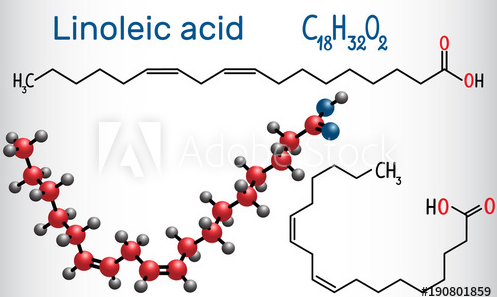
אבן הבנין בטריגליצרידים ובפוספוליפידים שונים היא חומצת שומן. חומצות שומן אינן מצויות חופשיות (אלא כחומר־ביניים), אלא קשורות לחומרים אחרים. חומצות שומן מהוות מקור אנרגיה מועדף בלב, בתנאים פיזיולוגיים רגילים.

הן בנויות משלד פחמני (מספר זוגי של אטומי פחמן), שאליהם קשורים אטומי מימן. חומצת השומן מסתיימת בקצה אחד בקבוצה פונקציונלית (המגיבה בתגובה כימית): קבוצה קרבוכסילית, המכילה גם אטומי חמצן ((-COOH. קבוצה זו מקנה לחומצת השומן את החומציות. להלן דוגמה לנוסחת מבנה של חומצת שומן - חומצה סטארית: C17H35COOH.

חומצות שומן מסווגות לפי אורך השרשרת: קצרה (עד ששה אטומי פחמן), בינונית (12-6 אטומי פחמן), וארוכה (22-12 אטומי פחמן). חומצות השומן הארוכות הן השכיחות בגוף. חומצות השומן הקשורות למולקולת גליצרול יוצרות גליצריד (מונוגליצרידים, דיגליצרידים ולרוב, טריגליצרידים); חומצות שומן קשורות גם לחומרים אחרים, ליצירת שומנים מורכבים.

מבחינת המבנה, מחולקות חומצות השומן לשתי קבוצות: חומצות שומן רוויות – כל הקשרים בין אטומי הפחמן הם קשרים יחידים (ח' פלמיטית, ח' סטארית, ח' פרופיונית), ומקורן לרוב מן החי; חומצות שומן בלתי רוויות, שמקורן לרוב מן הצומח: הימצאות קשר כפול יחיד – חד בלתי רוויות (ח' פלמיטולאית, ח' אולאית), או עם 6-2 קשרים כפולים שיוצרים אטומי פחמן ביניהם – רב בלתי רוויות (ח' לינולאית, ח' לינולנית, ח' ארכידונית). קשר כפול יוצר 'כיפוף' בשרשרת הפחמימנית. המבנה השונה של החומצות משפיע על הערך התזונתי שלהן. למשל, חומצות שומן רוויות מומלצות במידה הפחותה מבין חומצות השומן, בשל סיכון להתהוות משקעים שומניים בכלי הדם.

להלן מבנה של חומצה לינולאית (18 אטומי פחמן): באיור נראים שני קשרים כפולים היוצרים כיפוף בשרשרת, ומיקומם בין אטום הפחמן השישי והשביעי ובין התשיעי והעשירי (מאטום הפחמן הראשון) [קוד החומצה הלינולאית הוא:( 9, 6c18:2 (ω].



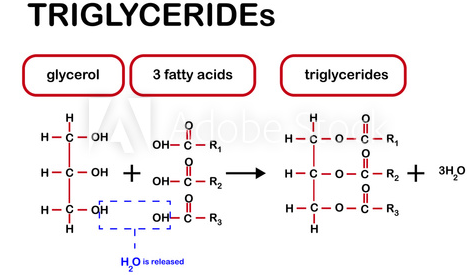
https://tinyurl.com/y3yolzb2

העשרה: אטום הפחמן בקצה השרשרת, הקשור לשלושה אטומי מימן נקרא 'פחמן ω' (אומגה), ומיקום הקשר הכפול הוא ביחס אליו: אם הקשר הכפול הוא בין אטום הפחמן השלישי והרביעי, החומצה מכונה אומגה 3 (3(ω, ואם הקשר הכפול הוא בין אטום הפחמן השישי והשביעי, החומצה מכונה אומגה 6 (6ω). החומצות הרב בלתי רוויות מכונות לפי מיקום הקשרים הכפולים בהן, לפי אורך השרשרת. יש לציין, כי כל השמנים מכילים חומצות שומן מכל הסוגים: חומצות שומן רוויות, חד בלתי רוויות ורב בלתי רוויות. את מגוון חומצות השומן אפשר לקבל כמעט מכל מקור צמחי המרכיב את מזוננו, אבל קשה להעשיר את המזון בחומצת שומן ספציפית (גרתי, 2019). מרבית השמנים שאנחנו צורכים מכילים כמות רבה של חומצות שומן אומגה 6, יחסית לחומצות אומגה 3. החומצה השכיחה ביותר היא γ-לינולנית ω6 רב בלתי רוויה. (לעומת זאת, חומצה α-לינולנית היא ω3). בשמן סויה לדוגמה יש כ-6% חומצות ω3 וכ-50% של חומצות ω6. היחס דומה גם בשמני תירס וחמניות. לעומת זאת, בשמן אגוזי מלך היחס כמעט הפוך.

חומצות השומן מסווגות גם לפי ייצורן בגוף האדם: רוב חומצות השומן מיוצרות בגוף, בכבד, והן: חומצות שומן לא חיוניות (Non-essential fatty acids). חומצות השומן שאינן מיוצרות בגוף, ויש לקבלן במזון נקראות חומצות שומן חיוניות, הכרחיות (Essential fatty acids). שהן: רב בלתי רוויות: ח' לינולאית (מצויה בתירס, סויה, חריע), ח' לינולנית (מצויה בסויה, קנולה) וח' ארכידונית (מצויה מעט במזונות מן החי). לחומצות השומן החיוניות יש שני תפקידים עיקריים בגוף: הן משתתפות במבנה של ממברנות התא והאברונים, ומהוות חומר מוצא למיאלין בתאי העצב, ולחומרים מסוג איקוסאנואידים, המופרשים בין תאים, ומתפקדים כהורמונים מקומיים (חומרי תקשורת בין תאים). דוגמאות לתפקידים של חומרים מסוג זה, למשל פרוסטגלנדינים הנוצרים ברקמות רבות: הורדת לחץ דם, ויסות חום הגוף, השתתפות בתגובה דלקתית, כיווץ שרירים חלקים, ויסות הפרשת החומצה בקיבה.

העשרה: להלן כמה תפקודים והשפעות של חומצות השומן הבלתי רוויות: חומצות שומן 3ω הופכות בשינוי כימי קל (ציקליזציה) להורמוני בקרה חשובים\*; חומצות אומגה 3 עוברות תהליך אנזימטי מטבולי להורמוני בקרה מסוג: אקוזאנואידים אי-זוגיים ,(Ecosanoids III אשר מווסתים ומחזקים תהליכים אנטי דלקתיים; לעומת זאת, עודף גדול של חומצות שומן מסוג ω6 מביא להגברה ביצירת הורמוני בקרה מסוג אקוזאנואידים זוגיים Ecosanoids II)), המאיצים את תגובת הדלקת, אגרגציה (התקבצות, התלכדות) של תאי דם, ומעכבים בניית מולקולות האחראיות לפוריות הזרע; חומצה ארכידונית ω6 היא חומר מוצא לחומרים מסוג פרוסטגלנדינים ולאוקוטרינים מסוגים מזיקים (TXA ,PGI2, PGE2a, PGD2, PGE2). לאור ההשפעות השונות של החומצות השונות משני הסוגים נראה, כי לצורך פעילות תקינה של הגוף, חשוב לשמור על יחס מאוזן בין צריכת חומצות אומגה 3 וחומצות אומגה 6. חוסר איזון בין שתי חומצות שומן אלה פוגע בתפקוד מערכת העצבים, הלב והעור. לפיכך, תזונאים ממליצים כיום להעשיר את התזונה במזונות המכילים חומצות אומגה 3 ולצמצם במזונות העשירים באומגה 6.

\*אחת החומצות מסוג (DLA) (Docasahexaenoic Acid) ω3מכונה בשם 'חומצת המוח' (Cervonic Acid) (החומצה הארוכה ביותר: 22 אטומי פחמן) היא מרכיב חשוב (20%) בחומר האפור במוח. היא הופכת להורמונים האחראיים לבניית חלבונים וליפידים במוח. החומצה נחוצה להתפתחות העובר, וריכוזה עולה במשך החיים עד להזדקנות. ירידה בריכוז החומצה עלול לגרום לפגיעה בפעולות קוגניטיביות כמו למידה, זיכרון, התנהגות סביבתית, התנהגות מוטורית (דיוק ומהירות תגובה). החומצה נמצאת גם בנוזל הזרע, והיא חיונית לתפקודיו. בנוסף החומצה חיונית להזנת רשתית העין. בשל כל הנ"ל היא הומלצה על ידי רשויות בריאות רבות בעולם כחומר המזון החשוב ביותר.

**ב. טריגליצרידים**

https://tinyurl.com/y6n3osyr

הטריגליצרידים מהווים 95% מהשומנים במזון. מולקולת טריגליצריד בנויה ממולקולת גליצרול (שלד של שלושה אטומי פחמן), הקשורה בקשר אסטרי לשלוש חומצות שומן (כל אטום פחמן קשור לחומצת שומן). הרכב חומצות השומן בטריגליצריד קובע את תכונותיו. אם רוב חומצות השומן הן רוויות, השומן (הטריגליצריד) הוא מוצק בטמפרטורת החדר (=שומן, שומן רווי). שומן רווי נמצא לרוב בחי, אך גם צמחים כמו קוקוס ודקל. ואם רוב חומצות השומן הן בלתי רוויות, השומן הוא נוזלי בטמפרטורת החדר (=שמן, שומן בלתי רווי). שומן בלתי רווי נמצא לרוב בצומח, אך גם בחי, בדגים, כמו סלמון ומקרל, ועוף.

מכיוון שהטריגליצרידים אינם מסיסים במים, הם יכולים להיות חומר אגירה, שאינו משפיע על הריכוז האוסמוטי בתאים (בדומה לרב־סוכרים שאף הם לא מסיסים במים ונאגרים בצמח (עמילן) או באדם ובבעלי חיים (גליקוגן, הנאגר בכבד ובשרירים). כפי שצוין לעיל, הטריגליצרידים נאגרים כטיפות בתאי שומן (מונו- ודו-גליצרידים מהווים אחוז קטן ביותר). הם ממלאים את כל נפח התא. ככל שכמות הטריגליצרידים גדולה יותר, תא השומן גדול יותר. [להלן תמונת קטע מרקמת שומן ( (adipose ]tissue:

<https://www.shutterstock.com/image-photo/light-micrograph-white-adipose-tissue-stained-185476955>.] שומנים מצויים גם בכבד, ובמעטפת הלב. שומנים נאגרים גם בזרעים של צמחים כמו בוטנים, אגוזים ושקדים, ומהווים חומרי תשמורת עבור העובר שבזרע.

**אחוזי שומנים במזונות שונים**

להלן תכולת שומן ושמן במזונות שונים:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| המזון | שומן כללי  (גר' ב-100 גר' מזון) | חומצות שומן  (גר' ב-100 גר' שומן) | | |
|  | | ח' שומן רוויות | ח' שומן  חד בלתי רוויות | ח' שומן  רב בלתי רוויות |
| חמאה | 80 | 62 | 29 | 4 |
| שומן בקר | 98 | 42 | 50 | 5 |
| שומן עוף | 98 | 30 | 45 | 21 |
| דג סלמון | 5.4 | 15 | 34 | 40 |
| שמן סויה | 100 | 15 | 23 | 58 |
| שמן זית | 100 | 14 | 72 | 9 |
| שמן תירס | 100 | 13 | 25 | 58 |
| שמן קוקוס | 100 | 86 | 6 | 2 |
| אבוקדו | 17.5 | 15 | 66 | 11 |
| שקדים | 54 | 8 | 68 | 19 |
| מוצרי חיטה | 1.5 | 14 | 11 | 43 |
| מוצרי שיבולת שועל | 7.8 | 21 | 30 | 45 |
| שוקולד | 24.3 | 60 | 33 | 3 |

(זילבר-רוזנברג, 1996, עמ' 67)

**המטבוליזם של הטריגליצרידים**

הטריגליצרידים מספקים אנרגיה לגוף: מפירוק של 1 גרם חומצת שומן משתחררת אנרגיה בשיעור 9 קילוקלוריות (=קק"ל) (בהשוואה ל-4 קק"ל המופקות מ-1 גרם פחמימה, או 1 גרם חלבון).

טריגליצרידים מהמזון מתפרקים במערכת העיכול על ידי האנזים ליפאז המופרש בקיבה, ובהמשך – על ידי האנזים ליפאז המופרש מהלבלב אל המעי הדק. חומצות המרה מסייעות לפירוק, על ידי יצירת תחליב שומני. תוצרי הפירוק – מונו־גליצרידים, די־גליצרידים וכן חומצות שומן חופשיות נספגים בתריסריון. משם הם עוברים אל תאי רירית המעי (אנטרוציטים), וטריגליצרידים נבנים מהם מחדש, ונדחסים עם כולסטרול ליצור מבנים הנקראים כילומיקרונים. הכילומיקרונים נאספים מהמעי אל מערכת הלימפה, וממנה אל מחזור הדם ואל הרקמות, כשהם קשורים לחלבונים, ליפופרוטאינים בעלי צפיפויות שונות, לפי הרכבם. ברקמות משתחררים הטריגליצרידים מהכילומיקרונים ומשמשים כמקור לאנרגיה.

תאי שומן ותאי כבד יכולים לסנטז ולאגור טריגליצרידים, בעידוד ההורמון אינסולין. כאשר יש בגוף צורך באנרגיה, יופרשו ההורמונים גלוקגון (Glucagon), ואפינפרין (Epinephrine), והוא מעודד פירוק טריגליצרידים לחומצות שומן. מפירוק חומצות השומן תופק האנרגיה.

במצב של 'עודף קלורי', חומצות שומן נקלטות מהדם אל רקמת שומן, לסינטזה מחדש של טריגליצרידים, לצורך אגירה. לעמת זאת, במצב של 'חסר קלורי', כמו בצום או רעב, חומצות שומן לא חיוניות 'מגויסות' מרקמת שומן ומגיעות אל הרקמות דרך זרם הדם. ברקמות, הן מתפרקות (בתהליך הנקרא חימצון β), ומופקת אנרגיה רבה. כמו־כן, טריגליצרידים [הנמצאים בחלקיקי VLDL שהם ליפופרוטאינים בעלי צפיפות נמוכה מאד (ראו בהמשך)] מגיעים ישירות לשריר (ולא לרקמת שומן). בשריר הם מפורקים על ידי האנזים ליפאז (בעת צום, יורדת פעילות הליפאז ברקמת שומן, ועולה ברקמת השריר). באופן זה השרירים מקבלים את האנרגיה הדרושה לפעילותם ולא נחלשים (סלע, 2019).

העשרה: במצב של חוסר בגלוקוז ברקמות, בתאים, מתפרקות חומצות שומן. קיימים שני ערוצים: האחד - במוח (המנצל רק גלוקוז להפקת אנרגיה): גליצרול הופך לגלוקוז. זהו אחד מערוצי תהליך הגלוקונאוגנזיס (יצירה מחדש של גלוקוז). ראו סכמת התהליך באתר: <https://tinyurl.com/y3t7ldsb>. האחר – בכבד: יחידות של שני פחמנים: אצטיל־קואנזים A, הופכים לשני חומרים הנקראים גופי קטו: אצטו־ אצטט וחומצה הידרוכסי־בוטירית (βHB). (חומר נוסף, אצטון, נוצר באופן ספונטני מאצטו־אצטט). שני החומרים הללו נכנסים למעגל קרבס, וכך מופקת מהם אנרגיה, כפיצוי על חוסר גלוקוז כמקור לאנרגיה (כמו כן, יצירת גופי קטו מקדימה פירוק חלבונים כמקור לאנרגיה, מה שיגרום לדלדול השרירים). כאמור, במצב של מחסור בגלוקוז, בצום (רעב), או בסוכרת, גופי קטו הם מקור לאנרגיה במוח וכן בלב. אבל, מצב של ריכוז גבוה של גופי קטו בדם (ובתאים) נקרא קטוזיס. זהו מצב לא רצוי בגוף. הוא מופיע בסוכרת חמורה, בצום ממושך, בדיאטה קיצונית דלת־פחמימות ובאלכוהוליזם. מצב זה מתבטא בעלית חומציות הדם (חמצת קטוטית, KDA), המפרה את ההומיאוסטזיס. למצב זה נלוות תופעות כמו השתנה מוגברת, צמא מוגבר, התייבשות, איבוד אלקטרוליטים, נשימה מואצת, קוצר נשימה, הבל נשימה עם ריח אצטון או ריח פרי, בחילות, הקאות, עייפות, מצב בלבולי, ולעתים תרדמת (סלע, 2016).

**גישות לגבי שומן רווי ושומן בלתי רווי במזון**

ממחקרים רבים מהלך השנים עולה, כי בצד חשיבות השומנים בגוף, יש לשומנים מכל הסוגים יש פוטנציאל נזק, בעיקר במצב של עודף וחוסר איזון, הנלווה לדיאטה רבת פחמימות, כדלהלן: שומן רווי - שינוי בהרכב הליפידים בפלסמה, כך שמצטברים שומנים בדפנות כלי הדם ועלולה להתפתח טרשת עורקים; יצירת מצב של רעילות שומן, ופגיעה בתאים שאינם אוגרים שומן; הגברת תגובה דלקתית, על ידי השפעה מורכבת על מערכת החיסון. שומן חד-בלתי רווי - עידוד צבירת שומן בעיקר בכבד, ומניעת פירוקו התקין כך שהכבד נהיה שומני. שומן רב בלתי רווי – הגברת תגובת דלקת ותהליכי חימצון.

הגוף זקוק למעט שומן רווי לצורך תהליכים פיזיולוגיים שונים, אך זוהי כמות קטנה יחסית, שהגוף מסוגל לייצר בעצמו, ולמעשה מעל גיל שנתיים אין צורך קיומי בשומן מהסוג הזה. למעשה, קיימות גישות שונות לגבי שומן רווי: גישה הגורסת שהשומן הרווי לא רצוי: במחקרים נמצא קשר בין דיאטה עשירה בשומן רווי לעלייה ברמות הכולסטרול בדם ולעלייה בטרשת עורקים, ולכן כיום ההמלצה היא להגבלה של צריכת שומן רווי מהמזון לעד 10% מכלל צריכת האנרגיה היומית. בנוסף, כיום מקובל גם להחליף את השומן הרווי בתפריט בשומן בלתי רווי (ולא בפחמימות כפי שהיה נהוג בעבר) (גולן, 2019). לעומת זאת, שומנים בלתי רוויים (שמנים) נכללים כיום בהמלצות לתזונה בריאה. הם מהווים מקור לייצור חומצות השומן החיוניות, וכן לייצור ויטמין E. גישה אחרת גורסת שההתייחסות ההיסטורית לשומן רווי כמזיק נגזרה ממחקרים אפידמיולוגיים שנעשו בראשית המאה ה-20. לעומת זאת, הערכה של מחקרים אקולוגיים ומחקרי התערבות מאוחרים יותר בנושא מראים תכונות רבות של שומן רווי, שאינן מזיקות, ואף מועילות לבריאות ולעיכוב של התפתחות מחלות, כמו סכרת מסוג 2, שבץ ומחלות לבביות אחרות. מכל מקום, הגישה כיום היא לבחון את השפעת השומנים בהתאם למקור התזונתי, חי או צומח, וכן לפי הרכב חומצות השומן שלהם, והתאם לכך לבנות המלצות התזונתיות(תירוש, 2019).

בגוף מיוצרים שומנים רוויים ובלתי רוויים במערכת מבוקרת היטב\*, בהתאם למיקום, תנאי התזונה של הגוף וצרכי ההגנה וויסות החום. בגוף האדם יש כמות גדולה יותר של שומן בלתי רווי לעומת שומן רווי. ניתן להסיק מכך, כי בגוף שומן רווי הופך לשומן חד בלתי רווי. ממדידות ואנליזת שומן בנבדקים נורמליים עלה, ששומן הנמצא ברקמות פנימיות מכיל יותר חומצות שומן רוויות, מאשר שומן ברקמות חיצוניות, שהרכבו נוטה יותר לשומן חד בלתי רווי. הסבר סביר לך הוא ששומן רווי (שהוא מוצק בטמפרטורת החדר) יעיל בהגנה פיזית על אברים פנימיים, ואילו שומן בלתי רווי מגן ביעילות רבה יותר כנגד שינוי טמפרטורה, מה שמתאים יותר להימצאו בשיעור גבוה יותר ברקמות חיצוניות. מכל מקום, לכל סוג שומן יש יתרונות פיזיולוגיים, אך גם פוטנציאל נזק, בעיקר בעודף, כפי שפורט לעיל. לפיכך, איזון נכון בין מרכיבי השומן במזון יסייע לרקמת השומן בתהליך יצירת טריגליצרידים מאוזנים מבחינת הרכב חומצות השומן שבהם, הן ברקמת השומן, והן מחוץ לרקמת השומן, (לפירוט ראו, תירוש, 2019).

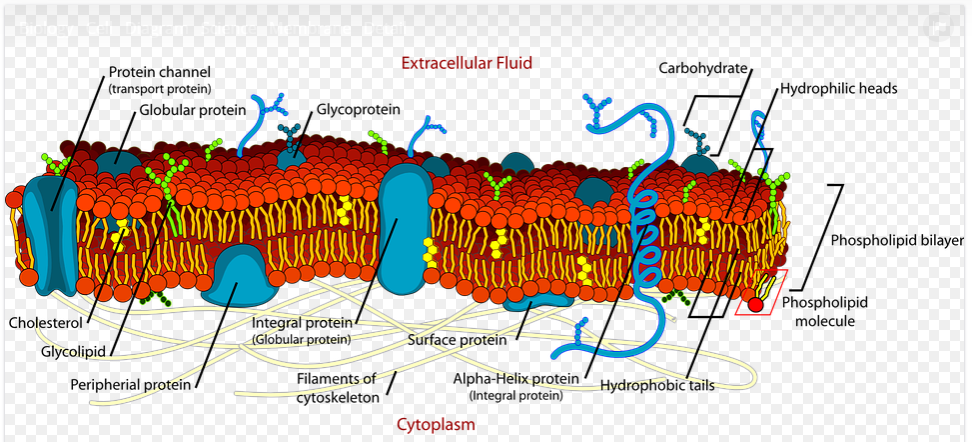
\* דומים לכך הצמחים: בכל הצמחים, ובעיקר בגרעיני הפרי, נבנים טריגליצרידים בלתי רוויים ורוויים, אבל תמיד בהעדפה כמותית יחסית לטובת הבלתי רוויים. יש צמחים העשירים יותר בטריגליצרידים משני הסוגים, ויש העשירים בבלתי רוויים. היחס בין חומצות השומן הרוויות לבלתי רוויות משתנה מצמח לצמח (גרתי, 2019).

**פוספוליפידים**

הפוספוליפידים הם חלק מהשומנים המורכבים, יחד עם הגליקוליפידים והליפופרוטאינים. אלו הם שומנים הקשורים לתרכובות אחרות, לא שומניות. הפוספוליפידים הם די־גליצריד שאליו קשורה חומצה זרחתית (המכילה אטום זרחן: זרחה). הנפוצים ביותר במזון הם הלציטינים, המצויים בחלמון ביצה. בלציטין, אל הזרחה מחוברת קבוצה נוספת המכילה אטום חנקן (N) : כולין. ראו מבנה לציטין באתר:

<https://en.wikipedia.org/wiki/Lecithin#/media/File:1-Oleoyl-2-almitoyl phosphatidylcholine_Structural_Formulae_V.1.png>

התכונה המאפיינת את הפוספוליפידים נעוצה במבנה שלהם , והיא היותם בעלי שני קצוות: הקצה האחד - המכונה 'זנב', שייך לחומצות השומן של הדי־גליצריד. הוא בעל אופי הידרופובי, שאינו מסיסי במים ('שונא מים'); והקצה האחר - מכונה 'ראש', שייך לקבוצת הזרחה וקבוצות נוספות, כמו הכולין בלציטין. הוא בעל אופי הידרופילי, המסיס במים ('אוהב מים'). כלומר, הפוספוליפיד מקשר בין סביבה מימית לשומנית. תכונה זו מאפשרת לה להיות מרכיבים עיקריים בממברנת התא. בממברנה – הקצוות ההידרופוביים פונים פנימה, והקצוות ההידרופיליים ה'ראשים' פונים החוצה (ראו באיור להלן).

****להלן איור המתאר קטע מחתך אורך בקרום התא: <https://pixabay.com/vectors/biology-cell-diagram-science-41522/>

הפוספוליפידים מצויים גם במעטפת של החלקיקים נושאי השומנים בדם – הליפופרוטאינים, וכך הם נישאים בדם, כשה ראש' ההידרופילי של הפוספוליפידים פונה החוצה, אל הסביבה המימית - הדם. ראו איור של פוספוליפיד באתרים:

<https://stwww1.weizmann.ac.il/nutrition/chapter2-1/>; <https://www.slideserve.com/ivana-jordan/6919476>

**גליקוליפידים**

חומרים אלו מורכבים מחומצות שומן ארוכות, הקשורות ליחידות של סוכרים, בדרך כלל, גלוקוז או גלקטוז, וכן אטום חנקן. הם מהווים חלק מממברנת התא. ריכוזם גבוה במיוחד בממברנות תאי המוח. ישנם סוגים רבים של גליקוליפידים במערכת העצבים: גנגליוזידים, וצרברוזידים. גליקוליפיד הנקרא גלקטו-צרברוזיד הוא מרכיב עיקרי במעטפת המיאלין של תאי העצב. יש מספר מחלות תורשתיות של הצטברות גנגליוזידים, בשל חסר גנטי באנזים המפרק אותם.

**ליפופרוטאינים**

חומרים אלו הם שומנים הקשורים לחלבונים. תפקידם העיקרי של הליפופרוטאינים הוא הובלת שומנים בדם. צורתם כדורית. הם בעלי גודל משתנה ותכולה משתנה של חלבונים (אפו־ליפופרוטאינים מסוגים, A, B, C) ושומנים. המבנה של הליפופרוטאינים הוא, מבחוץ פנימה: חלבונים שהם הידרופיליים, פוספוליפידים וכולסטרול, שגם להם יש מרכיבים הידרופיליים. החלק הפנימי של החלקיק הכדורי מכיל חומצות שומן ה קשורות לכולסטרול וטריגליצרידים, שהם הידרופוביים. באופן זה, שטח הפנים הפונה אל הסביבה המימית, מסיס במים, ואילו המולקולות שאינן מסיסות במים חבויות בפנים.

ישנם חמישה סוגי ליפופרוטאינים בצפיפות עולה: הכילומיקרונים הם בעלי הצפיפות הנמוכה ביותר, ומכילים רק שומנים והם גם הגדולים ביותר. הם נוצרים במעי הדק לאחר עיכולו וספיגתו של מזון המכיל שומן. הבאים אחריהם לפי סדר הצפיפות הם ליפופרוטאינים המורכבים משומן אנדוגני, שנוצר ברקמות הגוף (וכמובן גם חלבונים). ככל שכמות החלבון בליפופרוטאין גבוהה יותר, הצפיפות עולה והולכת. הליפופרוטאינים הם כדלקמן:

(Very Low Density Lipoprotein) VLDL: נושא טריליצרידים שנוצרו בכבד וכן כולסטרול אל רקמות השומן בגוף. יש המתייחסים אליו כאל "כולסטרול רע מאוד" בהיותו גם משמש חומר מוצא ל LDL-.

IDL (Intermediate Density Lipoprotein): הליפופרוטאין עם צפיפות ממוצעת, הוא תוצר ביניים בין VLDLו- LDL. אינו ניתן לגילוי בדם.

LDL (Low Density Lipoprotein): נושא כולסטרול מהכבד לתאי הגוף, וההתייחסות אליו כאל "הכולסטרול הרע": התשלובת של ליפופרוטאין עם כולסטרול, בשל היותה קשורה ליצירת שכבות טרשתיות בדופן כלי הדם, מה שמביא להיצרותם ולהפרעה בזרימת הדם.

:HDL (High Density Lipoprotein) אוסף כולסטרול מרקמות הגוף, ומעביר אותו בחזרה לכבד, ולכן ההתייחסות אליו כ"כולסטרול הטוב) "סלע, 2014, 2019).

שומנים רוויים, חד בלתי רוויים ורב בלתי רוויים ידועים ככאלה המגבירים רמות.HDL לעומת זאת, שומנים בלתי-רוויים מעלים רמות LDL בדם (סלע, 2019).

**סטרואידים – הכולסטרול**

הכולסטרול הוא שומן מקבוצת הסטרואידים. ראו נוסחתו באתר:[https://tinyurl.com/yykwc5vb](https://tinyurl.com/yykwc5vb/) (מקור שמו הוא באבני המרה, שמהן הופק לראשונה ב-1769. chole , שהוא 'מרה' ביוונית ו,stereos-שהוא 'מוצק' ביוונית). הכולסטרול איננו מרכיב חיוני במזון כי הוא נוצר בכל תאי הגוף, אך עיקר ייצורו הוא בכבד. כמות הכולסטרול בגוף נקבעת על ידי שלושה מרכיבים: א. הייצור האנדוגני, שהוא המקור העיקרי (2/3 באדם בריא); ב. כמות הכולסטרול במזון ומידת ספיגתו; ג. מידת סילוקו של הכולסטרול מהגוף. הפרשת כולסטרול היא על ידי סילוק מלחי מרה, שכולסטרול הוא חומר המוצא להם - בצואה (רוב הכמות של מלחי המרה עוברת מיחזור, ורק חלק קטן מופרש בצואה: 2-1 גרם ביום) (זילבר-רוזנברג, 1996). הגוף מחדש מדי יום כ-2% מכלל מלאי הכולסטרול שלו.

לכולסטרול תפקידים רבים בגוף:

הכולסטרול מהווה מרכיב בממברנות התאים ובמידה מועטה יותר בממברנות של אברונים תוך־תאיים: מיטוכונדריה ורטיקולום אנדופלזמי; הכולסטרול, בהתקשרותו עם פוספוליפידים בממברנה מפחית מנזילותה (וכך מגדיל את 'קשיחותה'). הכולסטרול גם מפחית מהחדירות של חומרים נייטרליים מבחינה חשמלית, וכן יוני נתרן; בתוך הממברנה הכולסטרול מתפקד בטרנספורט תוך־תאי, איתות בין תאים והעברת אותות עצביים; בתאי העצב, שכבת המיאלין העוטפת את האקסונים, עשירה בכולסטרול, ותפקידה הוא ב'בידוד' חשמלי של האקסונים. בידוד זה גורם להאצה של האות החשמלי ו'קפיצותיו' בין קטעי הבידוד; בתוך התאים, הכולסטרול הוא חומר מוצא לחומרים רבים: מלחי מרה (בכבד), הנאגרות בכיס המרה, ותפקידן להמסת שומנים במערכת העיכול ולסיוע לספיגתן במעי של מולקולות שומניות כמו ויטמינים המסיסים בשומן: A, K, E, D. כולסטרול הוא חומר מוצא לויטמין D, הורמונים סטרואידיים: הורמוני המין הזכריים והנקביים (אסטרוגן, פרוגסטרון, טסטוסטרון), ההורמונים הגלוקוקורטיקואידים האחראים על ויסות הגלוקוז, השומנים והחלבונים בגוף (קורטיזול), וכן על ויסות רמת המים והמינרלים (אלדוסטרון) (שני ההורמונים מופרשים מקליפת יותרת הכליה). יש לציין, כי רמות נמוכות של כולסטרול קיימות ומהוות אחד הגורמים למחלות רבות, כמו, מחלות ממאירות בכבד, לויקמיה, בעיות ספיגה במעי, היפר־תירואידיזם ועוד.

כולסטרול נישא בדם בכל סוגי הליפופרוטאינים, אך לרוב (60%) בחלקיקי LDL בכיוון אל התאים. לעומת זאת, כפי שנכתב לעיל, חלקיקי HDL משמשים להחזרת מולקולות כולסטרול בחזרה לכבד להפרשה מהגוף, או לרקמות אחרות בהן ישמש לסינתזה של הורמונים. רמה גבוהה של HDL בדם מעידה על שיפור מדדי הבריאות של כלי הדם. לעומתה, רמה נמוכה שלHDL מצביעה על תהליך טרשתי המתפתח בדפנות העורקים, ועלול להביא ליתר־לחץ־דם, מחלת לב כלילית, ומחלות רבות אחרות.

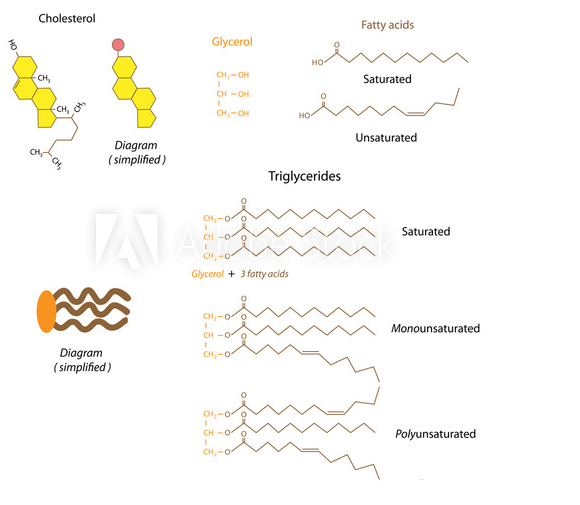
בערך 99%-98% מהשומן הנמצא במזון מורכב מטריגליצרידים, מתוכם 92%-95% הם חומצות שומן, והיתר הוא גליצרול. 2%-1% של השומן במזון מכילה כולסטרול, פוספוליפידים, דו־גליצרידים, חד־גליצרידים, ויטמינים מסיסי שומן, סטרואידים, טרפנים ושומנים אחרים.

כולסטרול מצוי במזון מן החי. המזונות העתירים בשומן רווי, עשירים יחסית גם בכולסטרול. המזונות העשירים ביותר בכולסטרול הם: חלמון ביצה (1342 %מ"ג), ואברים פנימיים של בעלי חיים כמו מוח (1990 %מ"ג), כליות, כבד (390 %מ"ג). לעומת זאת, הכמות קטנה יותר במזונות הבאים: בשר הודו ללא שומן (120-80 %מ"ג), עוף ללא שומן (90-60%מ"ג), דגים (סלמון: 70-60 %מ"ג), מוצרי חלב (למשל, חמאה: 246 %מ"ג, גבינה צהובה: 120 %מ"ג). בצמחים מצויות תרכובות הדומות במנה לכולסטרול: פיטוסטרולים. בשל דמיון זה הן מתחרות עם כולסטרול בספיגה מהמעי אל הדם, וכך מפחיתים את ספיגת הכולסטרול מהמזון. פיטוסטרולים נפוצים בשמנים: שומשום, תירס, קנולה, בוטנים. ניתן למצאם גם באגוזים, ירקות, פירות ודגנים מלאים. אדם ממצוע צורך בתפריט מאוזן 400-100 מ"ג פיטוסטרולים ביום.

רמת הכולסטרול בדם תלויה בנתונים תורשתיים, גופניים, גיל, מין, הרגלי תזונה, משקל הגוף, פעילות גופנית, תרופות ומצב נפשי. מבין רכיבי התזונה, לשומנים שבמזון יש קשר ברור לרמת הכולסטרול. השומן הרווי, במיוחד זה המכיל חומצות שומן רוויות בנות 12, 14, 16 אטומי פחמן, הוא הגורם העיקרי להעלאת רמת הכולסטרול בדם, יותר מהשפעת הכולסטרול שבמזון. זאת על ידי העלאת הרמה של הליפופרוטאין LDL, הנושא את הכולסטרול בדם.

רמת הכולסטרול מבוקרת ומווסתת בגוף, בכך שהייצור האנדוגני מותאם לכמות הנצרכת במזון. כלומר, במצב בריא, רמת הכולסטרול בדם נשמרת בטווח הומיאוסטטי יציב גם בתזונה שיש בה שומן רווי וכולסטרול. יחד עם זאת, אם התפריט של האדם הוא עשיר במיוחד בשומן רווי וכולסטרול, והוא יפחית מהצריכה, תחול גם ירידה ברמת הכולסטרול בדם. זה הבסיס להמלצות התזונתיות להגביל את כמות השומנים (בעיקר הרוויים) במזון, בהתאם לרמת הסיכון ולכל הנתונים האישיים שצוינו לעיל, המשפיעים על רמת הכולסטרול בדם.

לסיכום: איור המתאר כולסטרול, חומצות שומן וטריגליצרידים: https://tinyurl.com/yya4pajb



**ביבליוגרפיה לנושא שומנים**

אורן, ת. (2019). שומנים רוויים: היבטים מטבוליים ובריאותיים.*Review – מגזין מכון תנובה למחקר, 57*, 11-8.

https://tinyurl.com/y6xecsd7

גולן, ר. (2019). השמנים במזוננו – הטוב, הרע והנפלא? *Review – מגזין מכון תנובה למחקר, 57*, 7-3.

<https://www.tnuva.co.il/uploads/f_5d108ac7b4a9f_1561365191.pdf>

גרתי, נ. (2019). שמנים צמחיים - מה חשוב לדעת ומה חדש. *Review – מגזין מכון תנובה למחקר, 57*, 17-13.

<https://www.tnuva.co.il/uploads/f_5d108ac7b4a9f_1561365191.pdf>

זילבר-רוזנברג, א. (1996). תזונה – פרי מחשבה, מזון ותזונה במצבי בריאות וחולי, רמת אביב, האוניברסיטה הפתוחה.

סלע, ב.ע. (2016). גופי קטו - ,Ketone bodiesויקירפואה.

<https://www.wikirefua.org.il/w/index.php/%D7%92%D7%95%D7%A4%D7%99_%D7%A7%D7%98%D7%95_-_Ketone_bodies>

סלע, ב.ע. (2019). כולסטרול – Cholesterol. *ויקירפואה.*

<https://www.wikirefua.org.il/w/index.php/%D7%9B%D7%95%D7%9C%D7%A1%D7%98%D7%A8%D7%95%D7%9C_-_Cholesterol>

סלע, ב.ע. (2019). ליפופרוטאין בעל צפיפות גבוהה -.High density lipoprotein – HDL*ויקירפואה.*

<https://tinyurl.com/yyvvydt6>

סלע, ב.ע. (2014). ליפופרוטאין בעל צפיפות נמוכה מאוד - Very low density-lipoprotein. *ויקירפואה.*

https://tinyurl.com/y3cvmfdg

סלע, ב.ע. (2019). רמות טריגליצרידים. *ויקירפואה.*<https://tinyurl.com/y6j6unws>

**ג. חלבונים**

החלבונים הם קבוצה חומרים אורגניים המכילים את יסוד החנקן (N) בנוסף לפחמן המימן והחמצן. (הם נקראים proteins, בשל היותם ראשוניים (proteus), עיקריים בגוף היצורים החיים). חלבונים רבים מכילים גם את היסוד גופרית (S). ניתן לחלק את החלבונים לשני סוגים על פי תפקידיהם ומיקומם בגוף: חלבונים מבניים, המהווים מבנה, חלבונים תפקודיים, המשתתפים בתהליכים שונים: נשימה תאית, הפקת אנרגיה ATP, תנועה (בשריר ובתאי הזרע), הרכבה ופירוק חומרים, גדילה, התמיינות, תהליך יצירת החלבונים מהחומר התורשתי, מערכת החיסון, ניטרול רעלים ועוד. חשוב לציין שיש חלבונים מבניים שהם גם תפקודיים. להלן מגוון התפקידים של החלבונים לפי סוגיהם:

א. חלבונים מבניים: בונים את כל התאים. נמצאים בקרום התא, בשלד התוך־תאי, בקרומי האברונים, בציטופלזמה, בכרומטין המצוי בגרעין התא; ריכוזם גבוה במיוחד בשריר, כשהם ממלאים את נפחו של סיב השריר (myofibril). חלבנים אלו הם גם תפקודיים: חלבוני התנועה של השריר (אקטין, מיוזין ועוד); מהווים חלק מחומר העצם יחד עם המינרלים (בקומפלקס הידרוכסיאפטייט); מהווים חלק מרקמת הסחוס (קולגן, אלסטין), כשהם מצויים בתווך (במדיום) שבין תאי הסחוס; מהווים שערות, ציפורניים, אפידרמיס העור, גידים.

ב. חלבונים תפקודיים: 1. סוגי חלבונים (כל סוג מכיל אלפי תת־סוגים: אנזימים – המזרזים ריאקציות ביוכימיות, נוגדנים – הפועלים כנגד אנטיגנים, מצויים בפלזמה וגם ברקמות; תעלות יונים – המהווים מבנה בקרומי התאים ודרכם מתבצע מעבר אקטיבי של יונים אל התא וממנו; קולטנים (רצפטורים) – הנמצאים על קרומי התאים, בעיקר תאים המופעלים על ידי הורמונים; חלבוני בקרה – על תהליכים כמו שכפול ושעתוק הד.נ.א; הורמונים חלבוניים (או הבנויים מחומצות אמינו) - נקשרים לקולטנים בתא המטרה ועל ידי כך מפעילים תהליכים אנזימטיים בתוכו; נשאים – בפלזמה, בנוזלי גוף ובתאים עצמם. חלבונים אלו קושרים או נושאים חומרים שאינם מסיסים במים, לדוגמה: שומנים (ליפופרוטאינים), ברזל (טרנספרין, פריטין, המוסידרין). 2. חלבונים ספציפיים: המוגלובין – הקושר ופורק חמצן ופחמן דו חמצני בתאי הדם האדומים; חלבוני הקרישה, כגון תרומבופלסטין ופיבירנוגן – המשתתפים בתהליך של קרישת הדם בפצע חיצוני. 3. חלבוני הפלזמה המהווים גורם חשוב ביצירת הלחץ האוסמוטי, בעיקר חלבון האלבומין, המשמש גם כנשא לחומרים כמו הורמונים כגון תירוקסין וקורטיזול וכן הורמוני מין (סטרואידים), מלחי מרה, בילירובין לא-מצומד, חומצות שומן חופשיות, קטיונים כמו נתרן, אשלגן, מגנזיום, נחושת, אבץ וסידן, [חומצות שתן](https://www.wikirefua.org.il/w/index.php/%D7%97%D7%95%D7%9E%D7%A6%D7%AA_%D7%A9%D7%AA%D7%9F) ומספר תרופות דוגמת קומאדין, וסליצילטים.

העשרה: א. ריכוז האלבומין בפלזמה הוא גבוה יחסית ליתר החלבונים וכך הוא מהווה גורם עיקרי (80-75%) בשמירה על הלחץ האונקוטי של הדם (לחץ קולואידי – אוסמוטי). האלבומין מונע הסתננות של נוזלים מכלי הדם אל הרקמות, מה שעלול לגרום לבצקת, מיימת או הצטברות נוזלים אחרים. כלומר, האלבומין מונע יציאת מים מן הדם אל הרקמות, ובאופן זה שומר על נפח הדם. [האלבומין מהווה 'משקל נגד' ללחץ ההידרוססטי הגבוה בכלי הדם יחסית לזה שברקמות (ב-30-25 ממ"כ). כיצד? האלבומין מעלה את הלחץ האוסמוטי-קולואידי, ה'מושך' אליו מים, כך שלא ייצאו מהדם].

ב.רמת האלבומין בדם היא סמן למצב התזונתי של הגוף מבחינת חלבונים. האלבומין משמש כמאגר של חומצות אמינו, בעיקר החיוניות. במצב רעב ממושך יורדת רמת האלבומין, במידה רבה יותר מהירידה של רמת הגלובולינים (סוג נוסף של קבוצות חלבונים בפלזמה). במצב רעב, האלבומין בפירוקו, יכול לשמש מקור לחומצות אמינו (סלע, 2017).

חשוב לזכור כי בשעת הצורך הגוף יכול לנצל את החלבונים כמקור לאנרגיה: מ-1 גרם חלבון מתקבלת כמות של 4 קילוקלוריות (כמו מ-1 גרם פחמימות).

חשיבותם של החלבונים במזון היא בכך שהם מהווים מקור לאבני הבניין שלהם: החומצות האמיניות. שחלקן הן חיוניות, כלומר, לא נוצרות בגוף (ראו להלן).

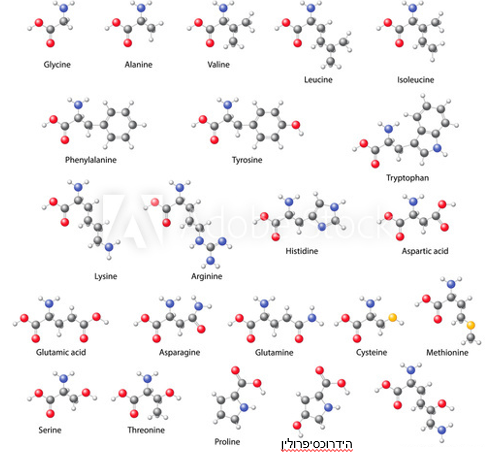
**חומצות אמינו - אבני הבנין של החלבונים**

החלבונים המגיעים לגוף עם המזון מתפרקים במערכת העיכול לחומצות אמינו. בגוף נבנים מחומצות האמינו חלבונים חדשים הדרושים לגוף. החלבונים נבנים על פי המידע של החומר התורשתי. מידע זה מכתיב את ההרכב של חומצות האמינו והרצף שלהם בחלבון. חומצות האמינו מהוות חומר מוצא גם לחומרים שאינם חלבוניים, למשל: הורמונים (אפינפרין, תירוכסין), בסיסים חנקניים שהם חלק מה-ד.נ.א וה-ר.נ.א. יש חומצות אמינו המעורבות בהעברת הגירוי במערכת העצבים (גליצין, ח' גלוטמית, וכן היסטמין וγ-אמינו־בוטירית, שהן חומצות אמיניות בשינוי כימי קל).

החלבונים נבנים מ-20 חומצות אמינו (מתוך 300 ח' אמינו הקיימות בטבע). תשע מתוכן הן חיוניות ((essential, כלומר, הכרחי לקבלן מהמזון. 11 חומצות אמינו מיוצרות בגוף והן לא חיוניות, או מיוצרות במידה מספקת בגוף (הן כמובן מצויות גם במזון).

העשרה: מבין 11 חומצות האמינו הלא־ חיוניות, יש ח' אמינו ההופכות להיות חיוניות בתנאים מיוחדים, בינקות או במחלה (אלו הן הציסטאין והטירוזין המיוצרות בכבד). יש שתי ח' אמינו (הידרוכסי־פרולין והידרוכסי־ליזין) שאינן מצויות במזון, אלא מיוצרות בגוף ביותן בתוך חלבון הקולאגן. בנוסף ל-20 ח' האמינו הללו יש ח' אמינו שאינן מרכיבות חלבונים, ויש להם תפקידים מטאבוליים: טאורין המעורבת בייצור מלחי מרה, ואורניתין, המעורבת בייצור שינן (אוראה).

להלן מודלים של חומצות אמינו:https://tinyurl.com/y42rgs3w



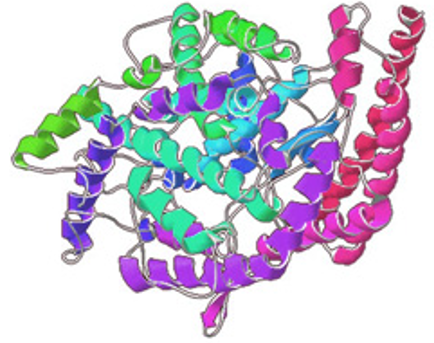
**מבנה החלבונים**

החלבונים הם למעשה פולימרים (מקרומולקולות): שרשרות של עשרות עד כמה מאות חומצות אמינו (שרשרת פוליפפטידית). המבנה הסופי של החלבון המייחד אותו מחלבונים אחרים נקבע על ידי התקפלות השרשרת הפוליפפטידית. המבנה הוא בשלשו רמות: מבנה ראשוני: השרשרת הפוליפפטידית שהרכבה והרצף שלה נקבעים במידע התורשתי בד.נ.א. חומצות האמינו קשורות זו לזו בקשר פפטידי; מבנה שניוני: סידור השרשרת בסליל (α) או במשטחי קפלים (מבנה β), ומבנה שלישוני: התקפלות השרשרת במרחב. המבנה השניוני והשלישוני נוצרים בין חומצות אמינו רחוקות זו מזו בשרשרת, על ידי קשרים בין מולקולריים כמו: קשרי מימן, קשר ואן-דר-ולס, ואפקט הידרופובי. יש חלבונים, כדוגמת המוגלובין, הבנויים מכמה שרשרות, המחוברות זו לזו באמצעות קבוצה כימית שאיננה חלבונית.

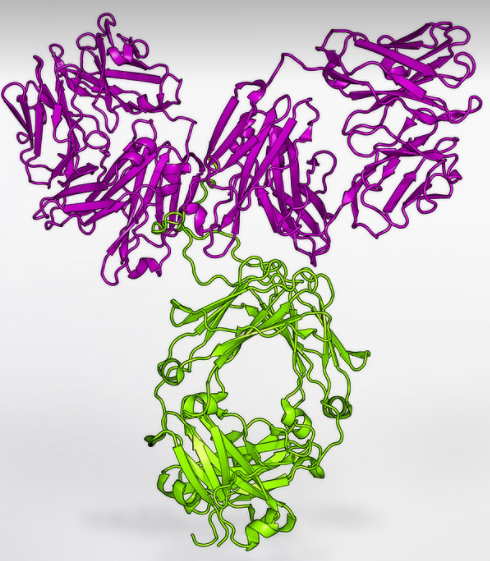
ראו להלן מודלים של חלבונים:

1. ליזוזים – אנזים אנטיבקטריאלי (מפרק את דופן החידק). זהן החלבון הראשון שזוהה במבנהו (1963) , והוא מכיל את כל 20 חומצות האמינו. במודל זה נראים אזורים של סליל α, ושרשרות ביניים.

https://tinyurl.com/y2doca3g



2. נוגדן לוירוס האיידס: AIDS. במודל זה בולטים משטחי β. https://tinyurl.com/y25h27c3



החלבונים ניתנים לחלוקה לפי שני קריטריונים השייכים למבנה (בנוסף לחלוקה הראשונית לחלבונים מבניים וחלבונים תפקודיים):

א. לפי מבנה צורני: חלבונים סיביים, בעלי מבנה צר ומוארך, וחלבונים כדוריים או אליפטיים. לרוב, חלבונים סיביים הם חלבוני מבנה, שאינם מסיסים במים (למשל, קראטין בשערות, ציפורניים, בעור, קולאגן בסחוס) ואילו החלבונים הכדוריים, המסיסים במים, יכולים להיות מבניים ו/או תפקודיים, לדוגמה: 1. חלבוני מבנה כדוריים שהם גם חלבוני תנועה מצויים בכל תא, בשלד התוך־תאי (טובולין), ובתאי השריר (אקטין ומיוזין); 2. חלבונים כדוריים תפקודיים: אנזימים, נשאים, תעלות יונים ועוד.

ב. לפי מבנה כימי: חלבונים פשוטים, המורכבים רק משרשרת פוליפפטידית (למשל, אלבומין, אינסולין), וחלבונים מורכבים, המכילים בתוכם ו/או קשורים לקבוצות כימיות שאינן חלבוניות. בקבוצה זו נמצאים הסוגים הבאים: גליקופרוטאינים, ליפופרוטאינים, הֶמֹופרוטאינים (המוגלובין), ומֶטָאלופרוטאינים, המכילים יון מתכת בתוכם (טרנספרין, הנושא יוני ברזל בפלזמה).

העשרה: מבנה החלבונים מהווה דוגמה לאחד הרעיונות המרכזיים בביולוגיה: התאמה בין מבנה לתפקיד. המבנה המדויק מאפשר: לאנזים - לפעולה על סובסטראט; לנוגדן – לקשירה לאנטיגן; לקולטן – לקשירתו לליגנד (החומר הנקשר); לנשא – לקשירת החומר הנישא; להמוגלובין – לקשירת חמצן ולפריקתו. שינוי קל בחלבון, הנובע ממוטציה בד.נ.א עלול לגרום למחלה. בנוסף, מחלות חום ורעלים עלולים לגרום לשינוי במבנה המרחבי של החלבונים (דנטורציה), ולהוציאם מכלל פעולה.

**חלבונים במזון**

מזונות רבים מכילים חלבונים. להלן דוגמאות למזונות, ותכולת החלבון בהם:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **סוג המזון** | **כמות החלבונים**  **(גר' ב1-100 גר' מזון)** | **סוג המזון** | **כמות החלבונים**  **(גר' ב1-100 גר' מזון)** |
| בשר בקר לא מבושל (כחוש) | 21.8 | פולי חומוס מבושלים | 6.7 |
| בשר עוף לא מבושל\* (חזה) | 21.0 | שקדים | 18.6 |
| פילה דג מבושל (כחוש) | 18.0 | תכשיר סויה מבושל | 15.0 |
| ביצה שלמה | 12.4 | לחם מקמח מלא | 9.5 |
| גבינה לבנה (5% שומן) | 11.0 | לחם לבן | 8.9 |
| גבינה צהובה קשה | 22.7 | תפוחי עץ | 0.3 |
| חלב בקר | 2.9 | מלפפונים | 0.6 |

\*ב100 גר' בשר מבושל כמות החלבונים גדולה יותר, כי כמות המים קטנה יותר.

על פי זילבר־רוזנברג, 1996, עמ' 77.

**המטאבוליזם של חלבונים**

במערכת העיכול מצויים חלבונים משני מקורות: חיצוני – מהמזון, ופנימי – אנזימי העיכול, המתפרקים בהתאם לאורך־החיים שלהם, וחלבונים של תאי רירית המעי, המתחלפים ונושרים אל חלל המעי. התחלת העיכול של החלבונים במערכת העיכול מתרחשת בקיבה, שבה חלק מהחלבונים מתפרקים לפפטידים קצרים, באמצעות האנזים פפסין (pepsin), הפעיל בסביבה חומצית (pH=2). המשך הפירוק מתבצע במעי הדק, כדלהלן: חלבונים שלא התפרקו בקיבה מתפרקים לפפטידים קצרים (טריפטידים ודיפפטידים) ולחומצות אמינו. הפירוק מתבצע על ידי האנזימים טריפסין וכימוטריפסין, המופרשים מהלבלב אל המעי. פפטידים קצרים המגיעים מהקיבה אל המעי מפורקים לחומצות אמינו על ידי אנזימים – פפטידאזות - המופרשים מתאי רירית המעי. חומצות האמינו נספגות בתהליכי העברה אקטיביים (דורשי אנרגיה). מנגנון הספיגה מתאים לחומצות האמינו, לפי המבנה שלהן (פפטידים קצרים יכולים להיספג בתאי האפיתל של המעי, ושם הם מתפרקים לחומצות אמינו ונספגים אל הדם). 95% מהחלבונים המגיעים אל מערכת העיכול מתפרקים ונספגים במעי הדק. רק 2%-5% מופרשים בצואה (זילבר-רוזנברג, 1996).

חלבונים נוצרים ומתפרקים בגוף ללא הרף. לכל חלבון אורך־חיים משלו. קצב תהליכי הבנייה והפירוק של חלבון תלוי ברקמה שבה הוא נמצא. להלן רקמות בסדר יורד של קצב החילוף החלבונים (בנייה ופירוק): אפיתל המעי ומוח העצם (המהיר ביותר); כבד, כיליה, לבלב ובפלזמה (איטי); עור, שרירים ומוח (איטי יותר); רקמת חיבור ועצם (איטי ביותר).

גורמים נוספים המשפיעים על אורך החיים של החלבונים במצב בריא: מצב מטאבולי (למשל, רעב / שובע), מין, רקע תורשתי, גיל (צעיר / מבוגר). בתקופת הגדילה קצב בניית החלבונים גבוה מקצב הפירוק. אצל האדם המבוגר קצב הפירוק דומה לקצב הבנייה (שיווי משקל דינמי), ובזקנה – קצב הפירוק גבוה מקצב בניית החלבונים. שינוי זה גורם כמובן לשינוי בהרכב הרקמות כמו העצמות (ירידה במסת העצם), רקמות חיבור (דלדול והתקמטות).

במצבי צום ממושך ומחלות חמורות המלוות בחום גובה, דלקת, פציעה חמורה ועוד, עולה קצב הפירוק של החלבונים ושל חומצות האמינו, על מנת לספק את דרישות האנרגיה של הגוף. במצב זה חלה ירידה במשקל הגוף, ואז יש צורך להתאים את התזונה בהתאם, ולהעשיר את התפריט בחלבונים.

גם חומצות האמינו נמצאות בחילוף חומרים תמידי. ישנם מסלולים מטאבוליים רבים בין חומצות אמינו, אשר רובם מתרחשים בכבד: טרנס־אמינציה - העברת קבוצה חנקנית בין תרכובות), דה־אמינציה - הוצאת קבוצה חנקנית. בנתיבים אלו נוצרים גם חומרים שונים שאינם חומצות אמינו, למשל פורינים (בסיסים חנקניים המרכיבים את הד.נ.א), סרוטונין (נוירוטרנסמיטור במוח) ומלטונין (הורמון בבלוטת האצטרובל במוח). חומצות אמינו גם הופכות לחומצות אורגניות ו'נכנסות' למעגל קרבס בתהליך הנשימה התאית, וכך מופקת מהן אנרגיה. למעשה, לכל חומצה אמינית יש תהליך מטבולי ספציפי. תוצרי הפירוק האחרונים של חומצות אמינו הם שינן (אוראה), הנמצאת בריכוז נמוך בדם, אך בעיקר מופרשת בשתן יחד עם אמוניה, המורחקת כולה מהגוף בשתן.

**מאזן החנקן בגוף**

כאשר בוחנים את כמות החלבונים הרצויה לגוף, יש לבדוק את מאזן החנקן. החלבונים וחומצות האמינו הם המקור לתרכובות רבות מאד המכילות חנקן (N), ותוצרי הפירוק שלהם מגיעים לכליות ומופרשים בשתן. מאזן החנקן הוא חלק מההומיאוסטזיס בגוף, כלומר כמות החנקן הנכנסת לגוף במזון צריכה להיות שווה לכמות החנקן היוצאת מן הגוף בשתן בעיקר, בצואה, בעור והיתר (מעט) – בדרכים אחרות. מאזן חנקן שלילי – פירושו שכמת החנקן היוצאת מן הגוף גדולה מזו הנכנסת. כלומר, יש חסר בחלבונים. מצב זה יכול להיווצר מתזונה דלה ולקויה, ממחלה, מזקנה, ועוד. במצב של חסר בחלבונים מתהוות בצקות וכן חלה האטה מיידית במטבוליזם של חומצות האמינו, וכך גם בייצור השינן ובהפרשת החנקן בשתן. לעומת זאת, מאזן חיובי הוא מצב שבו יש עודף בחלבונים. מאזן חנקן חיובי קיים בתקופת הגדילה, בעת החלמה ממחלה וגם בעת השמנה. גם מצב זה אינו רצוי לאורך זמן, כי נוצר עומס על הכבד והכליות, כי מוגבר ייצור השינן בכבד, וכן הפרשתו בשתן. צריכה עודפת של חלבונים משפיעה על הצטברות שומנים בגוף, בעיקר שומנים רוויים, המהווים סיכון ליתר־לחץ־דם, מחלות לב וסוגי סרטן. מאזן החנקן מבוקר על ידי הורמונים: הורמונים אַָנָבּוֹליים (אנאבוליזם: בנייה) (טסטוסטרון, הורמון הגדילה), המגבירים את תהליכי הבנייה בגוף, מגדילים את מאזן החנקן, ואילו הורמונים קטבוליים (קטבוליזם: פירוק) (הורמוני בלוטת התריס כמו תירוכסין), המעודדים תהליכי פירוק, מגבירים את קצב הרחקת החנקן מהגוף.

**הצורך של הגוף בחלבונים בגוף**

כמות החלבונים הנדרשת לגוף מהמזון שונה מאדם לאדם, בהתאם לנתונים תורשתיים, מין, גיל, מצב תזונתי, רקע בריאותי. הרכב החלבונים וחומצות האמינו משפיע על יעילותם בגוף, כלומר על עיכולם וספיגתם לדם. גם אופן ההכנה של המזון (בישול/אפיה) וכן ההרכב הכללי של המזון. תזונה עתירה בפחמימות ודלה בחלבונים תגרום לכך שניצול חלבוני הגוף לאנרגיה (כלומר, פירוק חלבונים) יהיה נמוך, בהשוואה לתזונה שהיא עתירה בשומנים ודלה בחלבונים. הסיבה לכך היא שהפחמימות גורמות ל'חיסכון' בחלבונים, כלומר לניצול חלבונים לבניית חומרים, וכך קטנה כמות החלבונים הדרושה לו מהמזון.

מדד ליעילותו של חלבון מהמזון הוא עיכוליות (digestibility): זוהי הכמות היחסית (באחוזים) של חנקן שנספג מתוך כלל כמות החנקן במזון מסוים שנאכל (בעיכוליות מחושבת גם הכמות הקבועה של חנקן המופרשת מהגוף גם בתזונה ללא חלבונים). זוהי עיכוליות אמיתית. אך מדד פרקטי הוא עיכוליות יחסית. העיכוליות האמיתית של ביצה, חלב וגבינה, בשר ודגים היא המקסימלית (ממוצע 95%), לפיכך, העיכוליות היחסית שלהם נקבעה כערך ייחוס של 100%. העיכוליות של כל יתר המזונות מיוחסת למזונות אלו [קביעת העיכוליות האמיתית והעיכוליות היחסית היא של ארגון הבריאות העולמי משנת 1985. זילבר-רוזנברג, 1996)]. להלן העיכוליות האמיתית (בסוגרים) ועיכוליות היחסית של מזונות עתירי חלבונים: ביצה (97) – 100%; תירס (85)– 89%; אורז (88) – 93%; חיטה מלאה (86) – 90%; חיטה (96) – 101%; שיבולת שועל (86) – 90%; חמאת בוטנים (95) – 100; קמח סויה (87) – 90%; שעועית (78) – 82% (זילבר-רוזנברג, 1996, עמ' 86).

**הערך הביולוגי של חלבון (**Protein Biological Value**)**

איכות החלבונים במזון מוערכת גם לפי הערך הביולוגי של החלבונים במזון מסוים הנאכל. ערך זה משקף את המגוון של חומצות אמינו המצויות במזון. למזון, כדוגמת הביצה, שחלבוניו מכילים את כל 20 חומצות האמינו מיוחס ערך ביולוגי 100, והחלבון נקרא 'חלבון מלא'. חלבון המכיל את כל חומצות האמינו החיוניות לגוף שלנו ייספג בצורה הטובה ביותר, ויספק לגוף את מירב החומרים הדרושים לבניית השרירים ויתר הרקמות בגוף. להלן ערך ביולוגי של מספר מזונות: ביצה - 100; בשר בקר רזה - 76-69; סויה – 75; אורז – 75; דג – 70; חיטה שלמה- 67; חלב פרה – 60; קטניות – 44-34.

לחלבון מן החי יש ערך ביולוגי גבוה יותר מאשר חלבון הצומח, כי יש בו יותר חומצות אמינו חיוניות. בחלבון מהצומח חסרות חומצות אמינו מסוימות, אך שילוב של כמה מזונות מהצומח יניב מקור לחלבון מלא, כלומר, ערך ביולוגי גבוה יותר. למשל, בקטניות חסרה חומצה אמינית מתיונין, ואילו בדגנים חסרה חומצת אמינו ליזין. אך, שילוב של דגנים וקטניות, כמו אורז ועדשים, יהיה השלמה לחלבון מלא (דרור, 2011).

**להלן נתונים על מספר מזונות**, אודות ההרכב החלבוני שלהם:

ביצה: ביצה בגודל בינוני (M) מכילה 12.56 גר' חלבון. בחלבון הביצה, המהווה 60% מתכולת הביצה, יש כ-10% חלבון, ואילו בחלמון, המהווה 31% מתכולת הביצה, יש 18% חלבון. בחלבון הביצה דומיננטי החלבון האלבומין, המהווה 50% מתכולת החלבון. חלבונים נוספים הם: ליזוזימים (שהם חלבון מלא), וחלבונים החיוניים להתפתחות, וכן אווידין (Avidin), הגורם למניעת הספיגה של הויטמין ביוטין במעי. (בישול הביצה גורם לדנטורציה של האבידין וכך הצימוד שלו לביוטין מתנתק, וביוטין יכול להיספג מן המעי אל הדם) (סלע, 2018). חומצת אמינו חיונית, לאוצין, מצויה בכמות הגדולה ביותר בביצה. בנוסף, בחלמון מצוי בכמות גדולה החלבון פוסביטין, שהוא חיוני להתפתחות תקינה של העור.

חלב: בחלב פרה יש 3.2% חלבון (לעומת 6.2% חלבון בחלב כבשים, 3.4% חלבון בחלב עזים, ו-1.2% חלבון בחלב־אם). שני סוגים של חלבון בחלב: 20% הם חלבונים מסיסים במים שנקראים חלבוני ,Whey ו-80% חלבונים לא מסיסים שנקראים קזאין. שני הסוגים נחשבים 'חלבון מלא', כיוון שהם מכילים חומצות אמינו חיוניות. כמו כן, הם בעלי ערך גבוה של עיכוליות. הקזאין ממלא תפקיד חשוב בקשירת מינרלים כגון סידן וזרחן ומסייע לספיגתם במעי. כמו כן התגלה שהפפטידים, שהם תוצרי פירוק של חלבונים בקיבה, מגיעים למעי, ושם הם מפחיתים את הקישור של גורמים פתוגנים (חיידקים, וירוסים) לדפנות המעי. כמו כן, הם משפיעים על תנועתיות המעי, וכך ממלאים תפקיד בבקרה על צריכת המזון (וולף, 2015).

חיטה: תכולת החלבון בחיטה (זרעים יבשים) היא 12%. חלבוני החיטה העיקריים הם גליאדין וגלוטנין, והם יוצרים יחד במים את הגלוטן. הגלוטן הוא החלבון הגורם למחלת הצליאק אצל אנשים הרגישים לו. חלבון החיטה עני בחומצת האמינו ליזין, וכך אינו יכול להיות מקור יחיד לחלבון. יש להוסיף אליו, מזונות עשירים בחלבונים מהצומח (קטניות, כמו שעועית לבנה, אפונה, פול וחומוס) או מן החי (ביצה, מוצרי חלב, דגים ובשר) (אולנד, 2013).

הדגנים מהווים ספק עיקרי של פחמימות בתפריט 'רגיל' של אנשים בריאים, ובנוסף הם מכילים גם כמות משמעותית של חלבון – 12 גרם חלבון ל-100 גרם חיטה יבשה בממוצע.

קינואה: מכילה חלבון מלא, המכיל את כל תשע חומצות האמינו החיוניות. הקינואה מכילה חומצת אמינו חיונית בשם ליזין, שחסרה בחיטה ובדגנים אחרים כמו תירס ואורז. חומצות אמינו חיוניות נוספות המצויות בקינואה ובדרך כלל חסרות ברוב הקטניות, הן מתיונין וציסטאין. בשל כך ארגון הבריאות העולמי דירג את איכות החלבון של הקינואה כחלבון מלא הדומה באיכותו לחלב (גילאון, 2010).

לסיכום, בעת בחירת תפריט כמקור לחלבון, יש לקבלת מידע אודות ההרכב החלבוני של המזון, הרכב חומצות האמינו, בעיקר ח' האמינו החיוניות, וכך לדעת מהו הערך הביולוגי של החלבון במזון המסוים, ומהי העיכוליות שלו. כל זאת, בהתאם לכמות רכיבי המזון האחרים: הפחמימות והשומנים.

**ביבליוגרפיה לנושא חלבונים**

אולנד, נ. (2013). *5 הדגנים הבריאים ביותר: למה לאכול חיטה?*

<https://www.ynet.co.il/articles/0,7340,L-4335308,00.html>

גילאון, מ. (2010). קינואה: תאכלי משהו מושלם. מה רע?. *קופת חולים כללית.*

<https://www.clalit.co.il/he/lifestyle/nutrition/Pages/quinoa.aspx>

דרור, י. (2011). אז איך יודעים איזה חלבון הכי טוב לי?

<https://www.clalit.co.il/he/lifestyle/nutrition/Pages/all_about_proteins_2.aspx>

וולף, ב.ח. (2015). כמה עובדות על החלב*,**מכון דוידסון.* https://tinyurl.com/yyshnbez

זילבר-רוזנברג, א. (1996). *תזונה – פרי מחשבה, מזון ותזונה במצבי בריאות וחולי*. רמת אביב, האוניברסיטה הפתוחה.

סלע, ב.ע. (2017). בדיקת אלבומין. *ויקירפואה.* <https://tinyurl.com/y26qddkw>

סלע, ב.ע. (2018). ביוטין. *ויקירפואה.* https://tinyurl.com/y67xyylc

**ד. ויטמינים**

הוויטמינים הם חומרים אורגניים שונים בעלי מאפיינים דומים: הם מולקולות יחידות ולא פולימרים; הם חיוניים לגוף (חיוני, חיים=(vita. חסר בוויטמינים גורם למחלות חמורות, שלעתים אינן ניתנות לריפוי (ויטמינים כמו ויטמין C, ויטמין 1 Bוניאצין נתגלו בעקבות מחלות־חסר); הם דרושים בכמויות מזעריות (מ"ג, מיקרוגרמים); מבין תפקידיהם: מסייעים (קופקטורים) בתהליכים אנזימטיים כקואנזימים, מתערבים בתהליכים כימיים כגון חימצון, מסייעים בתהליכי גדילה, התפתחות ובניית הגוף; מיעוטם מיוצרים בגוף (למשל, ויטמין D), חלקם מיוצרים במידה מועטה ולא מספקת, וחלקם אינם נוצרים כלל בגוף, ומתקבלים מן המזון באופן הכרחי (למשל, ויטמין C).

כיום מוכרים 13 ויטמינים.

ניתן לחלק את הוויטמינים לפי המבנה שלהם ה'מכתיב' את מסיסותם במים: המסיסים בשומן (ויטמינים: A, E, D,(K , והמסיסים במים (ויטמין C, ויטמינים מקבוצה B: 1B, B2,= B3 ניאצין, ביוטין,= B5 חומצה פנטותנית, 6B, חומצה פולית, B12).

הכמות המומלצת של כל ויטמין לגוף תלויה בתפקודיו. ויטמינים רבים משתתפים בתהליכים של הפקת אנרגיה, ולפיכך, הכמות המומלצת עבורם תלויה בצריכת האנרגיה מהתפריט.

**הוויטמינים המסיסים בשומן**

ויטמינים A, D, E, K נקשרים אל השומנים בתהליכי העיכול והספיגה, ההובלה והאגירה (ראו לעיל בפרק השומנים). ליקויים בתהליכים אלו, כמו חסר במלחי מה או אנזימים, או שלשול ומעי מקוצר, עלולים לגרום לחסר בוויטמינים ברקמות. במצב של עודף שומנים בגוף, יכול להיווצר מצב של עודף בוויטמינים הללו, המתבטא בהרעלה.

הוויטמינים המסיסים בשומן עמידים בחום, כלומר הם לא נפגעים בבישול. הם אינם מתמצים למי הבישול, כי הם לא מסיסים במים.

**הוויטמינים המסיסים במים**

כל הוויטמינים המסיסים במים מתפקדים כקואנזימים (coenzymes) , למעט ויטמין C. הם אינם נאגרים בגוף (בניגוד לוויטמינים המסיסים בשומן), והם מופרשים בשתן, בהתאם לרמתם ולצרכי הגוף. לפיכך, יש לצרוך אותם בקביעות, בעיקר במצבים מיוחדים כמו הריון, הנקה, גדילה נמרצת. המקורות לכל הוויטמינים הללו, למעט ויטמין 12B, הם מהצומח, וגם דרך בעלי חיים צמחוניים.

במזון, הוויטמינים הנ"ל מצויים לרוב, כשהם קשורים לחלבונים נשאים. במערכת העיכול הם ניתקים מהחלבונים, ונספגים באפיתל המעי הדק על ידי נשאים, ומובלים בדם גם על ידי נשאים. חלק מהוויטמינים נספגים באזורים מיוחדים בדופן המעי הדק, ואם יש פגיעה בחלקים אלו, או שהם מוסרים בניתוח, הרי שתהיה פגיעה בספיגת הוויטמינים. חלק מהוויטמינים המסיסים במים עוברים שינוי כימי קל לאחר ספיגתם, וכך הם במבנה המתאים לפעילות ביולוגית.

בעת בישול הוויטמינים המסיסים במים מתמצים למי הבישול. חלקם נהרסים בחשיפה לאור ולחום.

ערכם התזונתי של כל הוויטמינים (וכן של כל רכיבי המזון) נשמר ככל שהמזון טרי יותר. כלומר, ככלל, ככל שמשך האחסון של המזון בטמפרטורה מתאימה, לרוב בקירור, ארוך יותר, כך פוחתת הכמות והאיכות של הוויטמינים והמינרלים. לדוגמה, במחקר שנערך על תפוחים שהושמו בקירור למשך ששה חודשים נמצא, שכמות ויטמין C היתה נמוכה ב-50% מהכמות המקורית.

לעומת זאת, הקפאה היא דרך יעילה ביותר לשמור על ערכם התזונתי של רכיבי המזון, במיוחד הוויטמינים והמינרלים. יציבות המזון בהקפאה תלויה בסוג הפרי או הירק. לאחר שטיפה וקילוף הפרות / הירקות יש איבוד מסוים, אך, לאחר מכן, לרוב, הפרי יכול להישאר להקפאה לפחות כשנה, ללא פגיעה משמעותית בערכיו התזונתיים, כמו וויטמינים (למשל ויטמין C), חומרים נוגדי חימצון ומינרלים.

להלן מידע לגבי כל ויטמין אודות: המבנה (הקבוצה הכימית), מקורות במזון, תפקידים, ספיגה מהמעי ומטאבוליזם, סימני חסר וסימני עודף. מידע רב בטבלה מבוסס על המקור: זילבר–רוזנברג (1996), ויתר המקורות המאוזכרים בטבלה.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **ויטמינים מסיסים בשומן** | | | | | |
| **ויטמין** | **מידע כללי ומבנה** | **מקורות במזון** | **תפקידים** | **ספיגה ומטאבוליזם** | **סימני חסר וסימני עודף** |
| **ויטמין A** | שייך לקבוצה של חומרם שומניים הנקראת: רטינואידים. החומים הפעילים בגוף הם: רטינול, חומצה רטינואית ורטינאל.  קרוטנואידים (הצבע הצהוב, כתום או אדום) בצמחים פעילים כפרו־ויטמין. העיקרי הוא β-קרוטן: מורכב משתי יחידות של ויטמין A.  נוסחת β-קרוטן:  https://tinyurl.com/y55ka3lg  נוסחת הוויטמין:  <https://tinyurl>.com/y5uq5unp | מהחי: הכמויות הן במיקרוגרם ל-100ג' מזון: כבד בקר (8300), שמן דגים (6,350), כבד עוף (3,950), חמאה (685), ביצים (140), חלב (28);  מהצומח:  גזר (835), בטטה (710), ברוקולי (800), תרד (470), מלון קנטלופ (קליפה עבה וגבשושית) (170), עגבנייה ומשמש (100), אפרסק (66), פפאיה (55), מנגו (40), אפונה (38). גזר הוא הירק שמכיל את הכמויות הגדולות ביותר של בטא-קרוטן: כוס מיץ גזר מכילה פי 450 בטא קרוטן מהמנה היומית הנדרשת (סלע, a2018). | ראיית לילה, התמיינות של תאים, גדילה, מניעת חימצון (אנטי -אוקסידנט). | מתעכל ונספג עם השומנים.  β-קרוטן המגיע מהזון מפורק בחלקו בתאי המעי, וכך נוצר הוויטמין  כ-90% נאגר בכבד. הוויטמין נישא מהכבד לרקמות על ידי נשאים ספציפיים. | חסר - רגישות מוגבר לאור, עיוורון לילה, התייבשות והתקרנות של רקמות אפיתל: קרנית העין, רירית המעי, במערכת הנשימה ובצינורות המין והשתן.  חסר נגרם בדר"כ בשל תזונה לקויה.  עודף - הרעלה: כאב ראש, לחץ תוך־גולגולתי.  צריכה מוגברת של β-קרוטן גורמת להצהבת העור, עקב הצטברות החומר בשומן התת־עורי, ללא נזק. |
| **ויטמין D** | שייך לקבוצת הסטרואידים (ראו בפרק 'שומנים'). נוסחת הוויטמין:  <https://tinyurl.com/y5sj5eub>  קיימים שני סוגים של ויטמין D:  ויטמין D3 - הסוג העיקרי הנוצר בעור מחומר המוצא: כולסטרול, בהשפעה הכרחית של קרינת UV (סוג (UVB באור השמש. הייצור האנדוגני הוא המקור המרכזי לוויטמין D3 בגוף, והמקורות האחרים הם כמובן תזונה (ותוספי תזונה).  ויטמין D2 - מצוי בצמחים, אינו פעיל בגוף ומתפנה ממנו מהר יותר (מגזין תזונה מאוזנת, 2017). | דגים מסוימים (כמו סלמון, מקרל וסרדינים), שמן דגים, שמן של כבד דגים ,שמנת, חמאה, חלמון ביצה.  בצמחי מאכל לא נמצא הוויטמין.  מוצרים המועשרים בוויטמין D: חלב ומוצריו, משקאות סויה ומוצרי סויה, דגני בוקר, לחמים, מרגרינה ומיצי פירות(כהן, 2020).שמרים ג"כ מכילים ויטמין D. | הוויטמין מהווה חומר מוצא להורמון קלציטריול (Calcitriol) המיוצר בכיליה, ואחראי לספיגת סידן מהמעי, ומתגבר את השפעת ההורמון PTH לספיגת סידן מהכליה. התוצאה היא: העלאת ריכוז הסידן והזרחן בדם, כך שתהיה אספקה קבועה לתאים.  משתתף בבקרה על התמיינות תאי עצם ותאי אפיתל, ובחלוקות של תאי לימפה.  לסיכום: לוויטמין D השפעות נרחבות בגוף - מניעה של בריחת סידן ודלדול מסת העצם (אוסטאופורוזיס, אוסטאומלציה), שמירה על בריאות השן, תמיכה בפעילות שרירים תקינה, מניעת עייפות ודיכאון, סיוע במניעה ובריפוי של מחלות דוגמת מספר סוגים של הסרטן, מחלות לב,  מחלות ויראליות, סוכרת נעורים, טרשת נפוצה ורככת (מגזין תזונה מאוזנת, 2017). | מתעכל ונספג עם השומנים.  מאוחסן בכבד, משם מועבר לכליות לייצור קלציטריול. | חסר - בילדים: מחלת הרככת, ובמבוגרים: אוסטאומלציה. בשתי המחלות נגרמת פגיעה במינרל העצם (כהן, 2020).  מחסור בוויטמין D בעת הריון עלול להפריע להתפתחותו התקינה, ולגרום נזקים לעובר, במיוחד למוח ולמערכת החיסון (מגזין תזונה מאוזנת, 2017).  עודף - עליית ריכוז הסידן בדם: הסתיידות בכליות, בלב, בעורקים ובמפרקים. |
| **ויטמין E** | החומר הכימי הוא טוכופרול (Tocopherol). נוסחת הוויטמין: <https://tinyurl.com/yy6rloyx>  <https://tinyurl.com/yyv2r9jn> | בעיקר מהצומח: דגנים מלאים - שיפון, שעורה, אורז, קטניות – שעועית, סויה,  שמנים צמחיים (חמניות, תירס, כותנה), בוטנים, שקדים, אגוזי פקאן, ירקות עליים, בטטה, תפוחי אדמה, דלעת, זיתים, נבטי חיטה וקמח מלא. פירות: אבטיח, תות שדה, קיווי, מנגו, אבוקדו, פפאיה;  מהחי: מעט בכבד, ביצים, מוצרי חלב דל־שומן (זילבר-רוזנברג, 1996; סלע, e2018). | אנטיאוקסידנט: מעכב תהליכי חימצון ועליה של רדיקאלים חופשיים של כלל החומרים: חלבונים, חומצות שומן בלתי רוויות, חומצות גרעין. זהו מנגנון כימי להגנה על החומרים.  חיוני למערכת החיסון. | מתעכל ונספג עם השומנים, בסיוע מלחי מרה.  יש מנגנון דינאמי המסייע לספיגת הוויטמין על ידי תאים אנטרוציטים במעי, כאשר כ-40% מהוויטמין המגיע מהמזון נספג ועובר לכילומיקרונים. חלקיקים אלו עוברים לכבד, ומשם ויטמין E מופרש כמרכיב של חלקיקי VLDL, באמצעות חלבון ספציפי. ויטמין E נאגר בעיקר ברקמת השומן, אך נמצא אותו ברקמות גוף ובתאים רבים, כולל אריתרוציטים וטסיות הדם, וכן בפלזמה, בכבד, בשרירים, בבלוטות יותרת המוח והכליה, באשכים ובשחלות (סלע, e2018). | חסר - בתינוקות: פגיעה בתאי דם אדומים; בתקופת הגדילה: פגיעה במערכת העצבים. |
| **ויטמין K** | שם כולל למספר תרכובות אורגניות. קיימים מספר סוגים של ויטמין K , והעיקריים הם: K1 הנפוץ ביותר, ו-K2.  נוסחת ויטמין 1K:  <https://tinyurl.com/yymg3w33>  חסר עלול להיגרם כתוצאה מ: א. צריכה לא מספקת של הוויטמין במזון. ב. שימוש ממושך באנטיביוטיקה, העלול להוביל לפגיעה בחיידקי המעי, ולירידה בייצור הוויטמין. ג. מצבים של תת־ספיגה של שומנים (חופי, 2014). | ויטמין :K1 מצוי בעיקר בירקות ובעלים ירוקים כמו פטרוזיליה, עלי תרד, אפונה ירוקה, עולש, בזיליקום, ברוקולי מבושל, כרוב ירוק מבושל, מלפפון, ארטישוק, פלפל ירוק, חסה, אבוקדו וגם בשמנים מסוג קנולה, זית וסויה.  ויטמין 2K: מצוי גם במזונות מן החי, כמו כבד, חלמון ביצה ויוגורט ביו. | ויטמין K1 מסייע בתהליך קרישת הדם ובניית כלי הדם.  ויטמין K2 מסייע בשמירה על צפיפות עצם תקינה ומניעת הסתיידות העצם, אך גם בתהליך קרישת הדם. | ויטמין K2 מיוצר במעי האדם ובעלי חיים על ידי חיידקי המעי השונים. חיידקי המעי הדק יכולים גם להפוך את הוויטמין K1 ל- K2.  ויטמין נוסף הואK3 . כיום מקובלת הדעה, שהמקור העיקרי לוויטמין K הוא הוא מהמזון (בעיקר ירקות ירוקי עלים) ולא מפעולת החידקים (סלע, e2020). | חסר - ליקויים בקרישת הדם: דימום פנימי, לירידה בצפיפות העצם וכתוצאה מכך לנטייה לשברים, הסתיידות של הסחוס ושקיעת סידן בדפנות העורקים (חופי, 2014). |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **ויטמינים מסיסים במים** | | | | | |
| **ויטמין** | **מידע כללי ומבנה** | **מקורות במזון** | **תפקידים** | **ספיגה ומטאבוליזם** | **סימני חסר** |
| **ויטמין C** | Ascorbic Acid.  נוסחה: https://tinyurl.com/y5ex2rwx | מהצומח: פרי הדר, תות שדה, תות גרגרים, מלון, גויאבה, אננס, פלפל אדום וירוק, עגבניה, כרוב, כרובית, ברוקולי ותפוח אדמה;  מהחי: בעיקר כבד, וגם מעט ברקמות אחרות של בעלי חיים. | מונע תהליכי חימצון; פעיל בתהליכי הידרוכסילציה שונם, למשל בחומצות האמינו שבחלבון הקולאגן, שהוא החלבון העיקרי ברקמות חיבור; חומר מחזר בתהליך הייצור של מלחי מרה מכולסטרול, בייצור הנוירוטרנסמיטור נוראפינפרין (נוראדרנלין); פעיל בניטרול רעלים; משפר את ספיגת הברזל מהמעי; חיוני לתפקוד התקין של מערכת החיסון, בפעילות אנטי-היסטמינית. | נספג לכל אורך המעי הדק על ידי חלבון נשא (טרנספורטר) באופן אקטיבי (דורש אנרגיה), אך גם בדיפוזיה פשוטה.  נאגר בכל הרקמות בכמות המספקת לצרכים בסיסיים במשך שלשוה חודשים.  ריכוזו ברקמות רבות גבוה במידה רבה מריכוזו בדם. לדוגמה: בלוטות יותרת הכליה וההיפופיזה, התימוס, הרשתית ,הגופיף הצהוב (באשה) מכילים ויטמין C בריכוז הגבוה פי 100 ומעלה מריכוזו בדם. (המוח, הטחול, הריאות, האשכים, בלוטות הלימפה, הכבד, בלוטת התריס, רירית המעי הדק, בלוטת הלבלב הכליות, בלוטות הרוק והלויקוציטים, מכילים ויטמין C בריכוז הגבוה פי-10 עד פי-50 מריכוזו בדם) (סלע, d2020). | חסר - חסר זמני פוגע בבניית הקולאגן, וכך נפגעת רקמת חיבור. (חסר מוחלט עלול להביא למחלת הצפדינה. סימניה הם: עייפות, דימומים תת עוריים במפרקים, חולשה ברגלים, שטפי דם פנימיים. חסר חלקי גורם לפגיעה במערכת החיסון, לעכב ריפוי פצעים ולהפרעות בספיגת ברזל במעי.    עודף - אבנים בכליות, ובמרים נדירים – דימום בקיבה. |
| **ויטמין B1** | תיאמין (Thiamin)  נוסחה: https://tinyurl.com/y5ybu79h  זהו הוויטמין המסיס במים הראשון שנחקר.  ישנן חמש צורות טבעיות, פעילות של הוויטמין, הקשורות לקבוצות פוספט. | מהצומח: אורז מלא\*, קמח מלא,\* בוטנים, קטניות, שמרים;  מהחי: אברים פנימיים כמו כבד, כליות ולב.  הקליפה של זרעי אורז וזרעי חיטה עשירה בתיאמין. | קואנזים במסלולים מטאבוליים של פחמימות; משתתף בתהליכים של: הפקת אנרגיה, ייצור הנוירוטרנמיטור אצטיל כולין. נגזרת של תיאמין משמשת כנוירוטרנסמיטור: תיאמין טריפוספט. | מנגנון הספיגה מותנה בנוכחות יוני נתרן (בדומה לגלוקוז).  בריכוזי ויטמין נמוכים ספיגתו במעי דורשת נשא ספציפי, אך בריכוזים גבוהים הספיגה נעשית בהעברה פסיבית (ללא השקעת ATP).  הספיגה במעי תלויה ב-pH. הוויטמין נספג בחלקו העליון של המעי, לאחר ניתוק אנזימטי מקבוצות פוספט הקשורות אליו.  אך ברקמות - הצורה הפעילה של הוויטמין קשורה לקבוצות פוספט.  תיאמין בדם קשור ברובו לחלבונים בעיקר אלבומין, אך בערך 90% מהתיאמין בדם נמצא בתאי הדם האדומים.  המוח דורש כמות גדולה יותר של תיאמין מאשר תאים ברקמות גוף אחרות, אך רוב התיאמין המגיע מהמזון אינו מגיע למוח כתוצאה ממחסום דם-מוח, המעכב חלקית מעבר תיאמין.  רוב הוויטמין נמצא בשרירי השלד, בלב, במוח, בכבד, ובכליות. כמו כן, נמצא הוויטמין בפלזמה, בחלב האם, בנוזל השדרה, ובנוזלים חוץ-תאיים (סלע, b2018). | חסר - מחלת ברי-ברי: חולשה. חוסר תיאבון, הפרעות בעיכול, היחלשות שריר הלב ובצקת בכיס הלב, ניוון שרירים, ירידה בתגובות רפלקסיביות. |
| **ויטמין B2** | ריבופלאווין (Riboflavin)  נוסחה: <https://tinyurl.com/yxlaun6m>  הוויטמין נהרס באור ובסביבה בעלת חומציות גבוהה. עמיד בחום.  צבעו צהוב בשל טבעת הפלאבין (ראו הנוסחה) | מהצומח: זרעי דגנים, קמח, קפה ושמרים;  מהחי: חלב ומוצריו, אברים פנימיים (בקר, עוף דגים) וביצים. | קואנזים בתהליכי חימצון-חיזור; מהווה חלק משרשרת הנשימה, בהעברת האלקטרונים; הפקת אנרגיה ATP: קואנזים בתהליכי חימצון של חומצות אמינו; משתתף במטבוליזם של תרופות ורעלני יחד עם אנזימים; מהווה מרכיב חיוני בסינתזה ובפירוק של DNA ו-RNA ; משתתף בייצור הורמוני בלוטת יותרת הכליה; חיוני לפעילות תקינה של אנזימים הפעילים בייצור הורמוני בלוטת התריס; חיוני לתקינות רקמות ריריות של מערכת הנשימה והעיכול; נחוץ לבריאות העור, השיער, והעיניים (סלע, b2019). |  | חסר - סימנים האופייניים לחסר בוויטמינים נוספים: דלקות אופייניות בעור, בעיניים, ברקמות ריריות. |
| **ויטמין 3B** | ניאצין (Niacin), Nicotineamide  נוסחה:  <https://tinyurl.com/yybm9ja8>    בישול והשריה במלח גורמים למיצוי הוויטמין מן המזון, אלא אם מוסיפים את מי הבישול למזון. | מהצומח: אספרגוס, קטניות (אפונה ושעועית), כרוב עלים, כרובית, שיפון, קמח חיטה, שיבולת שועל, תפוחי אדמה, שומשום (טחינה), זרעי חמניות, אורז חום, זרעי דגנים, קפה ושמרים, תפוזים וירקות אינם עשירים בוויטמין, אך מכיוון שצריכתם גבוהה, הם מהווים גם כן מקור לוויטמין;  מהחי: בשר, כבד ואיברים פנימיים, ביצים, מוצרי חלב (סלע, a2020). | קואנזים בתהליכי חימצון-חיזור; הפקת אנרגיה ATP מהפחמימות: משתתף בייצור חומצות שומן ושומנים מפחמימות; חיוני גם במטבוליזם של חלבונים;  חיוני לבניית הגוף, והוא מעורב ביצור הורמוני האדרנל והורמוני מין ויצירת DNA; חיוני לפעילות תקינה של מערכת העצבים; משפר את זרימת הדם; מפחית רמת כולסטרול ומעלה את רמת HDL; חיוני לעור בריא, ולמערכת העיכול; נוגד תהליכי אלרגיה; נוגד לחץ דם גבוה, ומרחיב כלי דם; לניאצין גם תפקיד באריתרו-פויאזה (יצירת תאי הדם האדומים) (סלע, a2020). | ניאצין עשוי להיווצר בגוף מחומצת האמינו טריפטופן. לשם כך נדרשים חלבונים, אך גם ויטמין B6 (פירידוכסין).  ניאצין נספג במעי ומאוחסן בכבד. העודפים מופרשים בשתן. | חסר - מחלת הפלאגרה (פירושו באיטלקית: עור עבה): עייפות, הפרעות בעיכול, דלקות בעור ובמערכת העיכול, בלבול, עד בלבול חריף.    עודף – בכמויות מרובות (בגרמים) מוריד את רמת הכולסטרול ורמת הטריגליצרידים בדם, אך יש לכך תופעת לוואי כמו הרחבת כלי דם, הפרעות במערכת העיכול, גירוד בעור. |
| **ביוטין** | Biotin  נוסחה: <https://tinyurl.com/y4kaykh8>  בחלבון ביצה בלתי מבושלת יש חלבון - אווידין (Avidin)- הקושר את הוויטמין במעי ומעכב את ספיגתו אל הדם. בביצה מבושלת, עיכוב זה מוסר, כי החלבון יוצא מכלל פעילות. | מהצומח: סויה ומוצריה, קטניות, שמרים;  מהחי: כבד, חלמון ביצה.  מיוצר בגוף על ידי חיידקי המעי.  יש מספר גורמים המשפיעים על צריכת הביוטין ויעילותו בגוף. מזון מן הצומח מכיל ביוטין זמין בצורתו החופשית, ואילו מזון מן החי מכיל בעיקר ביוטין קשור לחלבונים. כלומר, ביוטין מהצומח עובר תהליך מהיר יותר עד לספיגתו במעי. גורם משמעותי נוסף הוא הטיפול במזון עד לאכילתו. תהליכי בישול ועיבוד מביאים לאיבוד פעילות של חלק מהביוטין הנצרך. לדוגמה, נבטי חיטה מכילים כמות ביוטין גבוהה פי-4 מאשר הקמח הנוצר מאותה חיטה (סלע, c2018). | קואנזים בתהליכים של העברת קבוצות קרבוכסיליות (COO-) מתרכבות אחת לאחרת במסלולים מטאבוליים של חומצות שומן ופחמימות. | ביוטין חופשי נספג בגוף דרך רירית המעי הדק. הביוטין שבמזון ברובו הגדול קשור לחלבון, וחייב להיות מנותק ממנו לצורתו החופשית לפני ספיגתו במעי. הביוטין הקשור נתון לפעילות של פירוק החלבון במספר שלבים. זאת, על ידי אנזימים מהלבלב ובקיבה. הפירוק מסתיים במעי הדק, על ידי ניתוק חומצת האמינו ליזין, ומתקבל הביוטין הנספג חופשי לדם (סלע, c2018). | חוסר - דלקות בעור, דיכאון, חוסר תיאבון. החסר נדיר ביותר. |
| **ויטמין B5** | חומצה פנטותנית (Pantothenic Acid) מקור השם מיוונית: "נמצא בכל הצדדים", כי הוויטמין נמצא בכל המזונות.  נוסחה:  <https://tinyurl.com/yxanwhff>  חלק מחיידקי הפלורה הטבעית של המעי הגס, מסוגלים לסנתז חומצה פנטותנית (סלע, d2018). | בכל המזונות, אך בעיקר -  מהצומח: קטניות, קמח מלא;  מהחי: כבד, בשר, דגים וחלמון ביצה. | קואנזים המשתתף במסלולים מטאבוליים רבים של חומצות שומן, חומצות אמינו ופחמימות. הוויטמין נמצא יעיל בהפחתת ריכוזי כולסטרול ושומנים בדם.  חיוני בתהליכי הפקת אנרגיה. |  | חוסר - עצבנות, חוסר תיאבון, 'נימול' בגפים. החוסר נדיר ביותר. |
| **חומצה פולית (ויטמין B9)** | Folic Acid  נוסחה: <https://tinyurl.com/y2qdfggo>  ניתנת כתוסף לנשים בהריון, לפחות עד סוף השליש הראשון. חומצה פולית יעילה למניעת מומים מולדים בתעלה העצבית (מוח ועמוד השדרה).  בילדים – יש לשים לב אם יש צורך בהוספה.  חסר בחומצה פולית קשור לעתים בחסר של ויטמין 12B. | מהצומח: ירקות עליים כגון: תרד, כרוב ועלי סלק, קטניות ואגוזים, שמרים;  מהחי: כבד. | קואנזים בתגובות שבהן יש העברה של אטום פחמן מתרכבות אחת לאחרת, כמו בייצור חומצות גרעין וחומצות אמינו מסוימות. (ראו בהמשך הקשר לוויטמין B12).  משמשת, יחד עם ויטמין B12 בטיפול באנמיה המגאלובלסטית (פישר ואמיתי, 2014). | לתהליך הפירוק והספיגה של חומצה פולית נחוצים אנזימים, וכן ויטמין C, וויטמין 3B.  סביבה בסיסית גורם להפחתה בספיגה. לספיגה נדרשת רמת חומציות 7-6. חומצה פולית הופכת לפעילה רק לאחר הגיעה מן המעי לכבד. 50% מהחומצה הפולית נאגרים בכבד, והיתר - ברקמות אחרות. תזונה לא מאוזנת או בעיות ספיגה עלולים לגרום להתמעטות המאגרים ולחוסר. החומצה מופרשת במיצי המרה חזרה למעי, ואז עוברת ספיגה מחדש, וכך מסייעת לוויסות הריכוז בדם וברקמות. עודפים מופרשים בעיקר בשתן, ומעט גם בצואה (האנציקלופדיה לרפואה טבעית, 2020). | חוסר - אנמיה מגאלובלסטית (מאקרוציטית: מאופיינת בתאי דם אדומים גדולים ושונים בצורתם, וכן בהופעה של תאים צעירים, בלאסטים, בזרם הדם), חסר בתאי דם לבנים, חסר בטסיות דם. |
| **ויטמין B6** | נמצא בשלוש צורות כימיות עיקריות: פירידוקסין (במזון מהחי), פירידוקסל ופירידוקסאמין (במזון מהצומח).  להלן נוסחת פירידוכסין (pyridoxine): <https://tinyurl.com/y3x9mkxq>    יש קשר בין צריכת חלבונים לבין הצורך בוויטמין, לפיכך, במצבים של צריכה רבה של חלבונים, מומלץ להגדיל גם את צריכת הוויטמין. | מהצומח: קמח מלא, אורז מלא, שיבולת שועל, דגני בוקר מלאים ומועשרים, בוטנים, ירקות - תפוחי אדמה, בננות, אבוקדו, גזר, קטניות (אפונה ושעועית), ותרד, לחם מקמח מלא, שמרי בירה, זרעי חמניות, אגוזים, ושמרים;  מהחי:  דגים - טונה, סלמון, והרינג, בשר (בעיקר כבד), עוף, חלב ומוצרי חלב וגבינות דלי-שומן, ביצים (סלע, b2020). | קואנזים בתגובות של דקרבוכסילציה (ניתוק קבוצת קרבוכסיל מחומצה אורגנית) וטרנסאמינציה (העברה של קבוצת אמינו), בעיקר של חומצות אמינו.  חיוני ביצירת פוספוליפידים (צראמיד) במערכת העצבים.  הוויטמין נדרש לספיגה של ויטמין B12, וליצירת תאי דם אדומים (סלע, b2020). |  | חוסר - סימנים לא ספציפיים (דומים לאלו של חסר בוויטמין 2B), ובנוסף, אנמיה, עייפות, חוסר שינה, הפרעות נירולוגיות ונפשיות.    עודף - כמויות גדולות בעודף (גרמים) עלולות לפגוע במערכת העצבים. |
| **ויטמין B12** | קובלאמין (Cobalamin)  נוסחה:  <https://tinyurl.com/y4vt8zrr>  הוויטמין נוצר על ידי חיידקים בלבד, ולא על ידי צמחים ובעלי חיים. הוויטמין מגיע לגופם של בעלי חיים באמצעות חיידקי המעי, או בעקיפין על ידי אכילת בעלי חיים אחרים. לפיכך, יצור תעשייתי של הוויטמין הוא בתהליכי תסיסה של חיידקים ספציפיים.  צמחונים וטבעונים, וכן אנשים שעברו כריתת קיבה או כריתה של האזור במעי שבו נספג הוויטמין, חייבים להיות מנוטרים באשר לריכוז הוויטמין בדמם, מפני שהם לא אוכלים מזונות המכילים את הוויטמין. | מהחי בלבד: אברים פנימיים, בשר, דגים, חלב, גבינה וביצים.  ברוב מוצרי החלב תהליך הפסטור מפחית את רמת הוויטמין הטבעית, לכן הם מועשרים בהם בצורה מלאכותית ובאופן מבוקר.  מאכלים ומשקאות המועשרים בוויטמין מאימים גם לצמחוניים, למשל: דגני בוקר, מוצרי סויה, טופו, לחם  (סלע, c2020). | חשיבותו בעיקר לתפקוד התקין של המוח ומערכת העצבים והמערכת ההמאטופויאטית (יצירת תאי הדם).  קואנזים בתהליכים של יצירת חומצות אמינו וחומצות שומן.  הוויטמין משתתף גם בייצור של חומצות גרעין, דרך חיזור חומצה פולית.  משתתף יחד עם חומצה פולית בייצור הבסיס החנקני תימידין, שהוא אחד המרכיבים של הד.נ.א. בתהליך זה משתנה החומצה הפולית, והוויטמין דרוש להחזרתה למצב פעיל.  משתתף בהעברת חומצה פולית אל תאי מוח העצם. | הקליטה במעי, באזור המרוחק, מתבצעת על ידי גורם פנימי (Intrinsic factor) שהוא גליקופרוטאין המופרש בקיבה.  המסלול הפיזיולוגי של ויטמין B12 בגוף מורכב ביותר, ולכן הוא עלול להיות בחסר, בשל בעיות במבנה ובתפקוד של רקמות שונות. B12 המגיע במזון קשור לחלבונים, ועל מנת להיות פעיל, הקישור לחלבונים חייב להתנתק. זאת, על ידי פעילות פרוטאזות בקיבה ובמעי הדק. חומצת הקיבה מסייעת לשחרור B12 מחלקיקי המזון, לכן תכשירים נוגדי חומצה עלולים להפריע לספיגת הוויטמין.  ניתן להמיר חלק מההשפעות שלB12 על ידי צריכת כמויות מספיקות של [חומצה פולית](http://www.wikitrufot.org.il/index.php/%D7%97%D7%95%D7%9E%D7%A6%D7%94_%D7%A4%D7%95%D7%9C%D7%99%D7%AA_-_Folic_acid) (סלע, c2020). | חוסר - פגיעה בייצור המיאלין במערכת העצבים. פגיע זו מביאה תחילה לתחושת נימול בקצות הגפים, ובהמשך, להפרעות נוירולוגיות; אנמיה מגאלובלסטית; התנוונות של רירית הקיבה.  בהיעדר הוויטמין עלולה חומצה פולית להצטבר בצורתה הבלתי פעילה ונפגע המשך ייצור הבסיס החנקני תימידין.  בזקנה חלה ירידה משמעותית ברמות הוויטמין בדם. אחת הסיבות היא יחידה בחומציות הקיבה. |

**העשרה: פיטוכימיקלים בצמחים**

בפירות וירקות רבים מצויים חומרים בעלי פעילות ביולוגית מועילה לגוף. הם פעילים בכמויות מזעריות (פחותות מכמויות הוויטמינים), וחלקם מהווים חומרי מוצא לוויטמינים. ביניהם נמצא את חומרי הצבע: הפיטוכימיקלים, המקנים את הצבעים לפירות וירקות. ניתן לחלק את הפירות והירקות לקבוצות, לפי צבעם, המלמד על הפיטוכימיקלים שבהם:

אדום – ליקופן (עגבניה, אבטיח, אשכולית אדומה ועוד), אנטוציאנינים (סלק): נוגדי חמצון יעילים להגנה מפני מחלות סרטן, מחלות לב וכלי דם ועוד.

כתום – קרוטנואידים (גזר, בטטה, מנגו, מישמש, אפרסמון ועוד) - מקור לויטמין A, החיוני, בין היתר, לשמירה על תפקוד תקין של מערכת החיסון. פלאבנואידים (הדרים) - מניעת מחלות לב וכלי דם וסרטן.

ירוק – כלורופיל, לוטאין (כתום–צהוב) (ירקות עליים - תרד, חסה) - תורם לראיה תקינה; חומצה פולית, וויטמין K, מינרלים: מגנזיום ואשלגן (אבוקדו) - תורמים לחוזק העצם; סולפוראפאן (ירקות ממשפחת המצליבים: ברוקולי וכרוב) – הפחתת הסיכון לחלות בסרטן; בקבוצה זו נכללים גם מלפפון, תפוח ירוק, אגס, עשבי תיבול, המסייעים בריפוי ממחלות.

לבן – תרכובות גופרית כמו אליצין (בצל, שום, כרישה) – פעילות אנטי בקטריאלית, אנטי דלקתית. בקבוצה זו נכללים גם כרובית, שורש סלרי וכן תפוח- אדמה ובננה העשירים באשלגן (מינרל), ותורמים למניעת יתר-לחץ-דם.

סגול - אנתוציאנינים (כרוב סגול, חציל, בצל סגול, שזיף סגול, ענבים סגולים, תאנה סגולה) – נוגדי חימצון, פעילים בהאטת תהליכי הזדקנות, בעיקר הזדקנות המוח (מור-אופיר, a2017, b2017).

**ביבליוגרפיה לנושא ויטמינים**

אובליגנהרץ, א. (2016). האם פירות קפואים בריאים כמו טריים?

<https://www.ynet.co.il/articles/0,7340,L-4882469,00.html>

האנציקלופדיה לרפואה טבעית (2020). ויטמין 9B – חומצה פולית *. Naturopedia* .

https://tinyurl.com/y4fy3k8t

זילבר-רוזנברג, א. (1996). *תזונה – פרי מחשבה, מזון ותזונה במצבי בריאות וחולי.* רמת אביב, האוניברסיטה הפתוחה.

חופי, ל. (2014). מה עושה ויטמין K לקצב הפנימי שלך? *קופת חולים כללית.*

<https://www.clalit.co.il/he/medical/pharmacy/Pages/vitamin_k.aspx>

כהן, ק. (2020). ויטמין D: בשביל מה הוא טוב? *קופת חולים כללית.*

<https://www.clalit.co.il/he/medical/pharmacy/Pages/vitamin_d_benefits.aspx>

מגזין תזונה מאוזנת. (2017). ויטמין D, מה כל כך טוב בו? *קופת חולים מכבי.*

<https://www.maccabi4u.co.il/7935-he/Maccabi.aspx>

מור-אופיר, מ. (2017). כוח הצבע - ירקות ופירות ב-5 צבעים. Eat Well – הפורטל לתזונה בריאה.

<https://tinyurl.com/y4v2m867>

מור-אופיר, מ. (2017). כח הצבע המדריך לצריכת פירות מ-5 קבוצות הצבע. *ירקות ופירות ב-5 צבעים לחיים* *בריאים.* מועצת הצמחים.

<http://www.plants.org.il/uploadimages/hoveret%20perot.pdf>

סלע, ב. ע. (a2018). ויטמין - Vitamin – A. *ויקירפואה.* <https://tinyurl.com/yynhfctf>

סלע, ב.ע. (b2018). ויטמין - Vitamin - B1. *ויקירפואה.* <https://tinyurl.com/y3xenrqj>

סלע, ב. ע. (2018c). ביוטין. *ויקירפואה.* <https://tinyurl.com/y67xyylc>

סלע, ב.ע. (d2018). ויטמין - Vitamin - B5. *ויקירפואה*. <https://tinyurl.com/y5rfe2hx>

סלע, ב. ע. (e2018).ויטמין - Vitamin – E. *ויקירפואה.* <https://tinyurl.com/yxqqy9wz>

סלע, ב. ע. (a2019). בטא קרוטן - Beta carotene. *ויקירפואה.* https://tinyurl.com/y2yofhxl

סלע, ב. ע. (b2019). ויטמין - Vitamin - B2. *ויקירפואה.* <https://tinyurl.com/yxlaun6m>

סלע, ב.ע. (a2020). ויטמין B3 , ניאצין - Vitamin B3. *ויקירפואה.* <https://tinyurl.com/yxjq4pqc>

סלע, ב. ע. (b2020). ויטמין - Vitamin - B6. *ויקירפואה.* <https://tinyurl.com/y34cl6v3>

סלע, ב. ע. (c2020). ויטמין - 12Vitamin – B. *ויקירפואה*. <https://tinyurl.com/y6tmsklz>

סלע, ב.ע. (d2020). ויטמין Ascorbic acid – C. *ויקירפואה.* <https://tinyurl.com/y9woeakj>

סלע, ב.ע. (e2020). ויטמין - Vitamin – K. *ויקירפואה.* <https://tinyurl.com/y36lnwm5>

פישר, נ., ואמיתי, י. (2014). חוסר בחומצה פולית - Folic acid deficiency. *ויקירפואה*.

<https://tinyurl.com/yy3ua3fz>

**ה. מינרלים**

המינרלים הם חומרים אנאורגניים. הם מצויים במזון כמלחים או כיונים הקשורים למולקולות אורגניות. כמות המינרלים בגוף נקבעת על פי כמותם במזון, וכן על פי שיעור הספיגה במעי. שיעור הספיגה של מינרל מסוים במעי מושפע מכמות המינרל בגוף, ומההרכב המינרלי של המזון. בתהליך הספיגה יש 'תחרות' בין מינרלים באתרי הספיגה השונים לאורך המעי הדק. יש גם רכיבי תזונה כמו סיבים תזונתיים אשר קושרים מינרלים, וכך מעכבים את ספיגתם.

למינרלים תפקידים רבים בגוף. גם הם, כמו הוויטמינים, דרושים לגוף בכמויות מזעריות, אך חיוניותם רבה. התפקידים הם: מבניים – מהווים חלק ממבנה רקמה, למשל חומר העצם, חלק מחלבון: הורמוני בלוטת התריס, המוגלובין; תהליכיים – למשל קשירה ופריקת חמצן בהמוגלובין, סיוע בספיגת גלוקוז וויטמינים, תנועת חלבוני השריר; כימיים - מתח חשמלי משני צידי קרום התא (בתאי העצב), יצירת מפל ריכוזים משני צידי קרום התא – מאזן מים ואלקטרוליטים, חומציות.

המינרלים נחלקים לשלוש קבוצות על פי הצריכה היומית: א. 100 מ"ג ויותר: אשלגן, גפרית, זרחן, כלור, מגנזיום, נתרן סידן; ב. יסודות קורט: 100-1 מ"ג: אבץ, ברזל, מנגן, נחושת, פלואור; ג. יסודות אולטרה־קורט – פחות מ-1 מ"ג ביום: ארסן, בדיל, בור, ואנאדיום, יוד, כרום, ליתיום, מוליבדן, ניקל, סלניום, צורן.

**מאזן אלקטרוליטים בגוף**

הנוזלים החוץ־תאיים מכילים כמה מינרלים המכונים 'אלקטרוליטים', כי הם נמצאים בצורה חופשית כיונים חיוביים [נתרן ((Na+, אשלגן (K+) או שליליים [כלור ((Cl-, פוספט (צורה מורכבת של זרחן, למשל HPO4--)]. יונים ומים עוברים משני צידי ממברנת התא, תוך כדי שמירה על איזון קבוע בין ריכוזי החומרים, משני צידי הממברנה. הריכוזים שווים, אך לא ההרכב. (למשל, ריכוז הנתרן בנוזל החוץ־תאי הוא 142 מילימול לליטר, ואילו בנוזל התוך־תאי – ריכוזו הוא 35 מילימול לליטר; ריכוז האשלגן בנוזל החוץ־תאי הוא 5 מילימול לליטר, ואילו בנוזל התוך־תאי – ריכוזו הוא 123 מילימול לליטר). תנועת היונים מתרחשת באופן פסיבי (דיפוזיה פשוטה, או דיפוזיה מסתייעת בנשא) במעבר מריכוז גבוה לריכוז נמוך, ובאופן אקטיבי (בהשקעת אנרגיה, ובאמצעות נשא ממברנלי) – בתנועה מריכוז נמוך לריכוז גבוה. כאשר נוצר הפרש ריכוזים בין שני צידי הממברנה, מים עוברים באוסמוזה, בכיוון של איזון הריכוז. (למשל, כאשר יש עליה בריכוז הנתרן בדם, יש יציאה של מים מן הרקמות אל הדם, וכך יורד הריכוז. ויסות המים והאלקטרוליטים בדם, והפרשתם בשתן נתונים לבקרה של מספר הורמונים, הפועלים בכליות,

כמו ההורמון האנטי-דיורטי (ADH), המחזיר מים אל הדם ואלדוסטרון, המחזיר נתרן לדם, ומגביר הפרשת אשלגן.

להלן פירוט אודות מינרלים נבחרים המומלצים משלוש הקבוצות. מרבית המידע מתבססת על המקור: זילבר-רוזנברג, 1996.

|  |  |
| --- | --- |
| **1. סידן (Ca)** (כמות מומלצת: בני 25-18: 1200 מ"ג ליום, מעל גיל זה: 800 מ"ג ביום.) | |
| מידע כללי על: מיקום, קשירה, אגירה | הסידן הוא המינרל השכיח ביותר בגוף האדם, ומהווה כ-1.5% ממסת הגוף, בשל היותו מרכיב במינרל חומר העצם בשלד. העצם נבנית ונהרסת במשך כל החיים, ולכן הסידן נקלט בעצם ומופרש ממנה, בהתאם לקצב הבניה וההרס של תאי העצם השונים (התאים בוני־העצם (אוסאובלסטים), התאים הורסי־העצם (אוסטאוקלסטים) ותאי העצם (אוסטאוציטים). רמת הסידן בדם קשורה לרמת וויטמין D (ראו בפרק הוויטמינים), ומבוקרת היטב על ידי הורמונים (ראו להלן). |
| מקורות במזון  תפקידים פיזיולוגיים | מהצומח: ירקות עליים: ברוקולי, כרוב, שומשום, זרעי חמניות ללא קליפה, שקדים, אגוזים, טחינה גולמית, תאנים, שעועית ירקוה מבושלת, במיה, ברוקולי מבושל  מהחי: במוצרי חלב: גבינה צהובה, יוגורט, גבינה ,0.5% חלב דל־שומן, מזון עם עצמות: סרדינים ועוף (מעט).  הסידן הוא מרכיב בחומר העצם (קומפלקס ההידרוכסיאפטייט, המכיל גם זרחן ותרכובת פחמה (CO3--); מרכיב בחומרי השן: הדנטין, האמייל והמלט. כמו כן, הוא משתתף בהפעלה ועיכוב אנזימים המזרזים תגובות מטבוליות רבות של חלבונים ושומנים בתאים. סידן משתתף בתהליך ההתכווצות של שריר הלב ושריר השלד, בהעברת אותות עצביים ובהפרשת הורמונים מן הבלוטות אל זרם הדם. סידן הכרחי לקרישת הדם. |
| מטאבוליזם | רמת הסידן בדם היא ערך הומיאוסטטי, המתייצב באופן דינאמי, המושפע משלושה גורמים: ספיגת הסידן מהמעי אל הדם, הוצאת הסידן מהעצם (בעת הריסת העצם), הפרשת סידן בשתן.  רמת הסידן בדם נתונה לבקרה של שלושה הורמונים: קלציטריול הנוצר מוויטמין D, ופארתהורמון – המופרש מבלוטת יותרת התריס - המעלים את ריכוז הסידן בדם, על ידי: הגברת ספיגתו במעי, וויסות יציאת הסידן מהעצם אל הדם, והגברת הספיגה החוזרת של סידן בכליות. ההורמון השלישי הוא וקלציטונין – המופרש מבלוטת יותרת התריס, ומווסת את הפרשת הסידן בשתן, וכך משפיע בכיוון של הורדת ריכוז הסידן בדם.  הסידן קשור למינרל זרחן בחומר העצם, לפיכך, הפרשת הסידן בשתן תלויה בריכוז הזרחן - כאשר יורד ריכוז הזרחן בדם, מוגברת הפרשת הסידן בשתן. |
|  |  |
| סמני חסר | אוסטאופורוזיס: ירידת מסת העצם, עקב דלדול החומר המינרלי (האנאורגני) והחלק האורגני של העצם (חלבון הקולגן). תהליך הירידה במסת העצם מתחיל בגיל 30, ונמשך לאורך החיים. הוא קשור גם לרמת ההורמו אסטרוגן בגברים ונשים.  במקרים של חסר בוויטמין D, או ליקוי בתפקוד של בלוטת יותר התריס המפרישה את ה-PTH (פאראתהורמון), חלה ירידה ברמת הסידן בדם, מ שעלול לגרום לטטניה – התכווצות שרירים בלתי מבוקרת. |
| סימני עודף | חולשה ועייפות קיצונית. עלול להתרחש בפעילות מוגברת של PTH. |
| גורמים משפיעים | צריכה מוגברת של קפאין ומלח בישול מזון מגבירים את הפרשת הסידן בשתן.  סיבים תזונתיים, שומנים או חומצה אוקסלית (הנמצאת למשל בתרד) קושרים סידן, כך שנוצר משקע סידני בלתי מסיס, שאנו נספג במעי.  המינרל מגנזיום מתחרה עם הסידן באתר הספיגה במעי, ועלול להקטין את ספיגת הסידן במעי.  ספיגת הסידן מהמעי ופוחתת והולכת עם הגיל, ורובו מופרש בצואה (סלע, 2020c). |

|  |  |
| --- | --- |
| **2. נתרן (Na)** (צריכה יומית מומלצת: 220-500 מ"ג ליום) | |
| מקורות במזון | מרכיב עם כלור את מלח הבישול. נמצא בכל המזונות, במיוחד במזון מעובד. |
| מטאבוליזם | ריכוז הנתרן מושפע ממאזן המים בגוף. נתרן מופרש מהגוף בזעה ובשתן. אם חל שינוי ברמת הנתרן, עלול להיות שינוי ברמת המים, וכך גם בנפח הדם. עליה בריכוז הנתרן (היפרנתרמיה) נובעת בדרך כלל מירידה ברמת המים, למשל במצבי התייבשות, כאשר מים ונתרן אובדים יחד, אך כמות המים האובדת גדולה מכמות הנתרן. מצב זה עלול להופיע בדרך כלל אצל תינוקות, קשישים ואנשים במצב של חוסר הכרה. ישנם מצבים נוספים שבהם נצפית עליה בריכוז הנתרן הם שלשול ממושך, שתיה בלתי מספקת, התייבשות כתוצאה ממכת חום, תרופות משתנות ועוד.  ירידה בריכוז הנתרן (היפונתרמיה) עלולה להיגרם כתוצאה מעודף מים ועליה בנפח הדם.  הפרעות משמעותיות בריכוזי נתרן בדם, מחייבות אשפוז, לברור הסיבות לסטיות חמורות אלה ברמת הנתרן, ולהחזרה הדרגתית של רמת הנתרן לרמה נורמלית.  וויסות רמת הנתרן נתנה לבקרה של מספר הורמונים: 1. ADH – הורמון אנטי דיורטי (מופרש מיותרת המוח) הגורם להגברת ספיגה חוזרת של מים מהכליה אל הדם. רמת ההורמון עולה בעת מחסור של מים בגוף (ועליה של רמת הנתרן הנגזרת מכך), עד שרמת המים חוזרת לתקנה. 2. אלדוסטרון (מופרש מקליפת יותרת הכליה)– הגורם להגברת הספיגה החוזרת של נתרן מהכליה אל הדם. רמת ההורמון עולה בעת ירידה ברמת הנתרן בדם (כלומר במצב של עליה ברמת המים בגוף). רמת ההורמון יורדת כשרמת הנתרן חוזרת לתקנה. היפרנתרמיה נגרמת גם במחלת קאושינג המאופיינת ברמה גבוהה של אלדוסטרון, והיפונתרמיה נגרמת במחלת אדיסון שהיא חוסר בהפרשת אלדוסטרון. 3. הורמון ANP ((atrial natriuretic peptide, (מיוצר בדפנות פרוזדורי הלב), המגביר את הפרשת הנתרן בשתן במצב של היפרנתרמיה (סלע, c2018(. |
| תפקידים פיזיולוגיים | האלקטרוליט העיקרי הנושא מטען חשמלי חיובי בנוזל החוץ־תאי. משתתף בשמירת מאזן הנוזלים והאלקטרוליטים - הלחץ האוסמוטי בסביבה החוץ־תאית, ומאזן חומצה-בסיס בגוף. משתתף יחד עם אשלגן וכלור במעבר האות העצבי באקסון של תא העצב, ובשריר. משתתף בספיגת הגלוקוז במעי. |
| סמני חסר | חולשת שרירים, הפרעות במערכת העצבים - בלבול ועילפון. גורמים מזדמנים לחסר: שלשולים, הקאות, הזעה מרובה מאד, תרופות המגבירות הפרשת שתן, שתיה מרובה מאד של מים. |
| סימני עודף | בצקת, ובמקרים מסוימים יתר־לח־ץ־דם (עודף עם כלור). גורמים לעודף: התייבשות. הפרעות המערכת העצבים. |

|  |  |
| --- | --- |
| **3. מגנזיום (Mg)** (מגיל 18 ומעלה: נשים – 280 מ"ג; גברים: 350 מ"ג) | |
| מקורות במזון | בעיקר מהצומח: אגוזים, קטניות, דגנים מלאים ומוצריהם (לחם מקמח מלא), ירקות ירוקים, בננה,  (מעט מהחי: מוצרי חלב). |
| תפקידים פיזיולוגיים | משתתף בבניית העצם, הפקת אנרגיה בשריר, וויסות חום הגוף (Thermogenesis), יצירת חלבונים וחומצות גרעין. המגנזיום הוא קופקטור של אנזימים רבים הכרוכים בחילוף החומרים של גלוקוזה, בעיקר אנזימים המשתמשים ב ATP- כקופקטור. למגנזיום תפקיד חשוב בפעילות אינסולין, כאשר אינסולין מעודד קליטת מגנזיום ברקמות הרגישות להורמון. סכרת מסוג 2 ויתר לחץ דם מאופיינים ברמות נמוכות של מגנזיום. למגנזיום גם תפקיד חשוב בהומיאוסטאזיס של סידן ושל העצם. |
| מצבי חסר | חסר במגנזיום מתבטא בעוויתות שרירים, והפרעת בקצב הלב. חסר נגרם במצבים הבאים: בעיות ספיגה, תזונה לקויה בעיקר בדיאטה דלת חלבון, אלכוהוליזם, שלשולים ממושכים, כוויות חמורות ונרחבות, פעילות יתר של בלוטות אנדוקריניות כמו: בלוטת התריס, בלוטת יותרת התריס, בלוטת יותרת הכליה - וייצור יתר של אלדוסטרון, צריכת חומרים מְשַתנים (סלע, b2020(. |
|  |  |
| **4. אשלגן ((K**  (אין המלצה רשמית: לבני 18 ומעלה: 3500-2000 מ"ג ליום) | |
| מקורות במזון | מהצומח: קטניות, חיטה מלאה ומוצריה, תפוחי אדמה, עגבניות, גזר, סלרי אגוזים, פרי הדר, בננות ופירות אחרים, פירות יבשים.  מהחי: בשר – בקר, עוף, דגים. |
| תפקידים פיזיולוגיים | האלקטרוליט העיקרי הנושא מטען חשמלי חיובי בנוזל התוך־תאי. משתתף בשמירת מאזן הנוזלים והאלקטרוליטים - הלחץ האוסמוטי בתוך התא, ומאזן חומצה-בסיס בגוף. משתתף יחד עם נתרן וכלור במעבר האות העצבי באקסון של תא העצב, ובשריר. משתתף בתהליכים אנזימטיים. |
| סמני חסר | הפרעות בקצה הלב, עד גרימת דום־לב. הגורמים: הקאות, שלשולים, דיאטות הרזיה. |

|  |  |
| --- | --- |
| **5. ברזל (Fe) יסוד קורט** [המלצות לתזונה: מבני 18 ומעלה: 10 מ"ג ליום; נשים בגיל הפוריות (50-10): 15 מ"ג ליום] | |
| מידע על: מיקום, הובלה | הברזל כמעט לא נישא חופשי בגוף אלא קשור לנשאים חלבוניים. 75% מהברזל נמצא בחלבונים המוגלובין - בדם ומיוגלובין – בשרירים, כיון תלת־ערכי הקשור במרכזה של קבוצה כימית: הֵם (Heme). הברזל מגיע אל התאים בזרם הדם, כשהוא קשור לחלבון טרנספרין ((Transferrin. 20% מכמות הברזל נאגרים בתאים בחלבון פריטין (Ferritin) (נקרא גם המוסידרין: Hemosuderin) (זהו חלבון מסיס המצוי בכל הרקמות, אך בעיקר במוח העצם, בכבד, בטחול ובדפנות המעי. הוא מורכב ממעטפת חלבונית הסוגרת על מולקולות המכילות ברזל וזרחן). יתר הברזל מהווה מרכיב באנזימים. יון הברזל, שהוא תלת־ערכי חיובי, פעיל בתגובות חימצון חיזור. |
| מקורות במזון | מהצומח: קטניות, ירקות עליים ואגוזים. הברזל בחיטה וזרעים שונים אינו זמין, כיון שהוא קשור שם לחלבונים, החוסמים את פעילותו. יש מזונות מעובדים רבים המועשרים בברזל.  מהחי: איברים פנימיים, בשר בקר, עוף ודגים. |
| מטאבוליזם | כמות הברזל בגוף נקבעת על פי שיעור הספיגה במעי, כי עודפי הברזל מופרשים בצואה ,ולא עוברים תחילה בגוף. רק 5%- 20% מהברזל במזון נספגים במעי. וגם ההיפך - ספיגת הברזל במעי מושפעת מכמותו בגוף. כאשר יש מחסור בברזל בגוף, עולה שיעור הספיגה במעי.  הברזל שמקורו בחי, נמצא קשור להמוגלובין והמיוגלובין, וכך הוא גם נקלט מהמעי. ברזל מהצומח נספג בסיוע של ויטמין C. לעומת זאת, סיבים תזונתיים ומינרל זרחן מעכבים את ספיגת הברזל במעי.  מהמעי עובר הברזל אל הכבד, לטחול ולמוח העצם, כשהוא קשור לחלבון טרנספרין, ובתוך התאים הוא נאגר בפריטין. (לכן, כאשר מתגלה אנמיה מיקרוציטית, הנגרמת כתוצאה מחוסר ברזל, וגם נמצאת בדם רמת ברזל נמוכה, יש לבדוק את רמות הטרנספרין והפריטין). ראו איור של מחזור הברזל בגוף במקור: סלע, a2018. |
| תפקידים פיזיולוגיים | התפקיד העיקרי הוא: בהמוגלובין - נשיאת חמצן בתאי הדם האדומים, ופריקתו ברקמות, וכן במיוגלובין, הדומה במבנהו להמוגלובין – נשיאת חמצן ופריקתו בשרירים.  הברזל משתתף גם בתהליך הנשימה התאית הארובית. כמו כן, הברזל מהווה מרכיב באנזימים המייצרים נוירוטרנסמיטורים במוח, ובאנזימים המבצעים הידרוכסילציה (תוספת של יוני OH-) של החלבון הקולגן, בסיוע ויטמין C, מה שמביא למבנה הפעיל שלו. |
| סמני חסר | אנמיה מיקרוציטית, המתבטאת ברמה נמוכה של המוגלובין (מתגלה בספירת דם). הסימנים לאנמיה הם עייפות, חולשה, עקב אספקה לקויה של חמצן לרקמות, חיוורון. לעיתים יש סימנים במערכת העיכול - שלשולים, חוסר תיאבון, עצירות. אצל תינוקות וילדים חוסר ברזל עלול לפגוע ביכולת הלמידה והזיכרון. תוספת ברזל (וחומצה פולית) מומלצת לנשים בהריון) למניעת התפתחות של אנמיה. חסר בברזל עלול להיגרם מבעיות ספיגה במעי, למשל במחלת הצליאק.  חסר בברזל נפוץ ביותר כ'תמרור אזהרה' לתת־תזונה (שניתנת עדיין לתיקון). הסיבות לחסר ברזל במצבים שאינם מחלה כרונית: תפריט דל בברזל, אצל נשים – איבוד דם בווסת, בעיות בספיגה במעי (לעיל), דלקת בקיבה, קיצור קיבה (סלע, 2017, b2018). |
| סימני עודף | פעילות חימצונית מוגברת של ברזל עלולה להרוס מרכיבים רבים בתאים: ממברנות, חלבונים, חומצות גרעין. מצב של עודף ברזל קליני הנקרא: המוסידרוזיס עלול להיגרם מעירויי דם תכופים (במחלות) או נטילה מוגברת של תוספי ברזל, שבעקבותיה מצטבר ברזל בכבד, בלבלב, בעור ובמפרקים. |

|  |  |
| --- | --- |
| **6. יוד (I)** (יסוד אולטרה-קורט) (צריכה מומלצת: מבני 11 למעלה: 150 מיקרוגרם ליום, 220 מיקרוגרם לנשים הרות, ו-290 מיקרוגרם לנשים מניקות) | |
| מידע כללי | בארה"ב, על פי חוק, מלח השולחן מועשר ביוד בכמות של 70 מיקרוגרם לגרם תוספת יוד למזון היא בחוק, במדינות רבות (חוק העשרת המלח).  כשליש מתושבי העולם נמצאים בסיכון למחלות הנגרמות מחסר יוד: זפקת (goiter) וקרטניזם (cretinism) (ראו להלן). מחלות אלו מצויות בשכיחות גבוהה יותר באזורים גיאוגרפיים, בהם יש גם חסר בברזל, בוויטמין A ובסלניום.  יש צמחים כדוגמת צמחי המצליבים: כרוב, כרובית ברוקולי, וכן סויה וקסבה (cassva) הגורמים לתת־פעילות של בלוטת התריס (גויטריזם), על ידי חסימת הקליטה של יוד מהמזון. השפעתם אינה מורגשת כאשר אין חסר של יוד במזון.  יש אנשים הרגישים ליוד במזון, כלומר מפתחים תגובה אלרגית בבואם במגע עם יוד. תגובה זו עלולה להיות חמורה ביותר (ויש לוודא זאת לפני בדיקת דימות, שבה מוחדר יוד כחומר ניגוד לדם, כסמן). |
| מקורות במזון | בצומח: אספרגוס, תרד, פולי סויה, זרעי שומשום, זרעי חמניות ושום, פטריות.  בחי (בריכוזים גבוהים בהשוואה לצומח): בדגים - כמו סלמון, הרינג, אצות ים (ספירולינה), שמן כבד דג קוד. יש הבדל מובהק בין ריכוז היוד בדגי ים (3000-300 מיקרוגרם לק"ג משקל גוף) לבין ריכוז היוד בדגי מים מתוקים (40-20 מיקרוגרם לק"ג משקל גוף).  תוספות למוצרי מזון (בעיקר למלח בישול). מקורות נוספים של יוד במזון הם חלמון ביצים, חלב ומוצריו, בעיקר כתוצאה מאספקת יוד במזון לתרנגולות, פרות ובקר, להגברת פוריות בבעלי חיים אלה. |
| תפקידים פיזיולוגיים | מרכיב בהורמוני בלוטת התריס, המיוצרים בבלוטת התריס. הורמונים אלה קובעים את קצב חילוף החומרים בגוף, על ידי בקרה על שיעתוק גנים המקודדים לחלבונים. יוד חיוני לתהליכי גדילה, ספיגה יעילה של פחמימות, חילוף חומרים יעיל של השומנים, וויסות יצור האנרגיה, ייצור חלבונים בגוף, הפיכת β קרוטן לוויטמין ,A איזון רמות הכולסטרול בגוף. יוד נחוץ גם לבריאות השיער, ולבריאות הציפורניים והשיניים.  יוד חשוב ביותר בהריון. חסר של יוד בהריון עלול לגרום להתפתחות של פיגור שכלי ביילוד, עקב תת־ פעילות של בלוטת התריס (cretinism).  העשרה: חסר ביוד הוגדר כסיבה העיקרית והנפוצה ביותר, לפיגור שכלי, ונזק מוחי לילדים ברחבי העולם. חסר זה ניתן למניעה על ידי תוספת יוד למזון.  במדינות בהן קיים חסר ביוד במזון נמצא כי רמת המשכל של האוכלוסייה נמוכה באופן מובהק מזו של אוכלוסיות עם רמת יוד תקינה.  השפעת החסר ביוד על ילדים היא מיידית. נכון ל-2018, סובלים כ-241 מיליון ילדים ממחסור ביוד.  אצל נשים הרות חסר ביוד עלול לגרום להפלות ולידה שקטה (אלסטר, 2018). |
| מטאבוליזם ומיקום בגוף | הורמוני בלוטת התריס, התירואיד (3T) )טרי־יודותירונין) ו-T4 , מכילים בהתאמה 4 ו-3 אטומי יוד למולקולת הורמון. בלוטת התירואיד סופחת יוד באופן פעיל (צורך אנרגיה) מהדם, תהליכי קשירת היוד (יודינציה) מתבצעים בתאים הזקיקיים של הבלוטה. ושחרור הורמוני הבלוטה לדם מווסת על ידי ההורמון ,TSH המופרש מבלוטת יותרת המוח. בבלוטת התירואיד (בלוטת התריס) ובהורמונים שבה מרוכזים 20-15 מ"ג יוד, אך 70% מכלל כמות היוד בגוף מפוזרת ברקמות אחרות כגון בלוטות ההנקה, עיניים, רירית הקיבה, דופן העורקים, ובלוטות הרוק. היוד חודר לתאי רקמות אלו בעזרת נשא ספציפי ליוד הנקרא SIM: Sodium-Iodide Symporter.. |
| סמני חסר | תת־פעילות של בלוטת התריס (תת־תריסיות, היפותירואידיזם), המתבטאת בהגדלת הגרון – זפקת ((goiter. התופעות הנלוות לכך הן: דיכאון, עליה במשקל, וטמפרטורת גוף נמוכה. אצל ילדים החסר מתבטא בפגיעה בהתפתחות, עייפות, חולשה, השמנה, הגדל חריגה וממושכת של בלוטת התריס. חסר בתקופת ההריון עלול לגרום ליילוד פיגור שכלי ומוטורי. |
| סימני עודף | פעילות־יתר של בלוטת התריס (היפרתירואידיזם) המתבטאת בהגדלת קצב חילוף החומרים הכללי בגוף. |

**ביבליוגרפיה לנושא מינרלים**

אלסטר, ש. (2018). יוד- הדבר החם הבא בתזונה. *דיאטנית עד הבית*. https://tinyurl.com/yyt5pu9d

זילבר-רוזנברג, א. (1996). *תזונה – פרי מחשבה, מזון ותזונה במצבי בריאות וחולי.* רמת אביב, האוניברסיטה הפתוחה.

סלע, ב. ע. (2015). אשלגן - Potassium, Kalium. *ויקירפואה.* https://tinyurl.com/y3zus6bg

סלע, ב. ע. (2017). ברזל – Iron. *ויקירפואה.* <https://tinyurl.com/y265wjrl>

סלע, ב.ע. (a2018). טרנספרין – Transferrin. *ויקירפואה.* <https://tinyurl.com/y33jpb2h>

סלע, ב. ע. (b2018). יוד בשתן – Iodine in Urine. *ויקירפואה.* https://tinyurl.com/y62hrskc

סלע, ב. ע. (c2018). נתרן – Sodium, Natrium. *ויקירפואה.* https://tinyurl.com/yxaaoboy

סלע, ב. ע. (a2020). זרחן – Phosphorous, Phosphate. *ויקירפואה.* <https://tinyurl.com/y3f8elul>

סלע, ב. ע. (b2020). מגנזיום – Magnesium. *ויקירפואה.* https://tinyurl.com/y58qe96c

סלע, ב. ע. (c2020). סידן - Calcium. *ויקירפואה.* https://tinyurl.com/y4rd4dmt

**ו. מים**

נוזלי הגוף הם תמיסות מימיות, כלומר מים שבהם מומסים חומרים. המים מהווים מרכיב עיקרי במסת הגוף היצורים החיים. להלן דוגמאות לכמות המים הממוצעת באורגניזמים שונים: עכבר – 65%, צפרדע – 78%, מדוזה – 97%, תנין – 70%, חיפושית – 48%, דג – 67%, עץ הדר – 70, צמח כלנית – 70%. בבני-אדם מבוגרים תכולת המים בגוף מהווה 59% בגברים ו-56% בנשים בממוצע.

המים בגוף האדם נמצאים בנוזלים במרחבים שונים: הנוזל התוך-תאי (כ-40% ממסת הגוף), המהווה כ-71% מכלל המים בגוף, והנוזל באזורים החוץ-תאיים (כ-20% ממסת הגוף) שניתן לחלקו לנוזל הדם, הפלזמה המהווה כ-7% מכלל הנוזל בגוף, ולנוזל הבין־תאי המהווה כ-22% מנוזלי הגוף, כולל הלימפה, הנוזל של מערכת העצבים (CSF), רקמת החיבור, סחוס ועצם, וכן הנוזל המיוצר על ידי תאים מפרישים.

המים מפוזרים בגוף בכמויות שונות, למשל: בשרירים – 75%-80%, ברקמת העצם – 20%-25, ברקמת שומן – 15%-25%, במוח וכן בלב כ-73%. כמות המים בגוף תלוי במין, בגיל (עם עליה בגיל, רמת המים יורדת), במשקל היחסי של רקמת השומן בגוף (אצל אנשים שמנים מאד רמת המים עלולה לרדת ל-40% ממסת הגוף), וכן ברמת הפעילות הגופנית (ככל שמידת הפעילות גדולה, מסת השרירים עולה, וכך גם הכמות היחסית של המים – 70%-80%).

**תפקידי המים בגוף**

למים תפקידים מרובים בגוף, והם מרכיב מרכזי בשמירת ההומיאוסטזיס של הגוף.

* מהווים המרכיב העיקרי בתכולת התאים (הציטופלזמה), ובכך שומרים על יציבות התא והמבנים בתוכו
* משמשים ממס לרוב החומרים בגוף ('הממס האוניברסלי')
* משפיעים על נפח התאים על ידי מעבר אל התא ומחוצה לו
* מהוים סביבה להתרחשות ריאקציות כימיות בגוף.
* משתתפים בריאקציות כימיות בגוף: בהתפרקות מים והיווצרות של מים מטבוליים
* מהוים סביבה מתווכת לתנועת חומרים בגוף בעיכול, ספיגה והובלה (טרנספורט) של רכיבי המזון
* משתתפים בפעילויות תאיות רבות: בתקשורת בין תאים, הפרשת הורמונים, נדידת תאים, ריבוי תאים ומוות של תאים (אפופטוזיס)
* ממלאים תפקיד מרכזי בוויסות חום הגוף, על ידי אידוי הזעה, שהיא תמיסה מימית, וכן אידוי ממערכת הנשימה, בנשיפה
* משמשים מרכיב סיכה עיקרי במפרקים
* מהוים סביבה להתפתחות העובר וגדילתו (מי שפיר), וכן להגנה על העובר
* מופרשים בשתן יחד עם חומרי הפסולת המורחקים מהגוף.

**מאזן המים בגוף: קליטה ופליטה של מים**

מאזן המים של האדם הוא כ-2.5 ליטר ליום.

להלן פירוט מאזן המים:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **ההכנסה היומית במ"ל** | | **ההוצאה היומית במ"ל**\*\*\* | |
| מזון מוצקי\*\* | 900 | אידוי שאין חשים בו (העור) | 600 |
| מים ונוזלים במשקאות | 1250 | אויר הנשיפה | 400 |
| מים מטבוליים בתפריט מאוזן ומגוון | 350 | צואה | 100 |
|  |  | שתן | 1400 |
| סה"כ | 2500 | סה"כ | 2500 |

\*אברהם, צ. (2012). מים. <https://tinyurl.com/y55k3v5b>

\*\* רוב הפירות והירקות מכילים 80%-90% מים, גם מזונות "יבשים" כגון לחם ובשר מכילים 35%-70% מים. להלן כמות המים במזונות צמחיים: במבחר ירקות - מלפפון, עגבניה, קישוא, צנונית, אספרגוס, ברוקולי, פלפל אדום חסה: כ- 95%, כרוב: 92%, גזר: 87%, אפונה ירוקה: 79%; במבחר פירות: תפוז: 87%, אפרסק: 85%, תפוח: 84%, ענבים: 84%, בננה: 74%.

\*\*\* איבוד מים מהגוף: א. בעור: טמפרטורה גבוהה, קרינת שמש חזקה, ופעילות מאומצת מגבירים את איבוד המים בהזעה (אפילו עד מספר ליטרים). ב. בריאות: תנאי לחות נמוכה או נשימה עמוקה בעת פעילות מאומצת, מגבירים את איבוד המים בנשיפה. ג. כמות השתיה משפיעה על כמות השתן: שתיה מרובה מגדילה את כמות השתן. לעומת זאת, שתיה מועטה או הזעה מרובה גורמים לירידה בכמות השתן (כמות השתן במצב בריא לא יורדת מ-500 מ"ל ביממה. כמות זו המינימלית להפרשת שתנן ומלחים בשתן). ד. מצב מחלה המלווה, נשימה מוגברת, שלשולים – גם הם גורמים לאיבוד מים מוגבר.

**ויסות רמת המים בגוף**

* כמות המים הנפלטת בזעה מבוקרת על ידי המנגנונים המווסתים את חום הגוף, ללא תלות במאזן המים הכללי.
* המים הנכנסים בשתיה מווסתים על ידי מרכז הצמא\* במוח (בהיפותלמוס).
* כמות המים המופרשת בשתן מווסתת על ידי הורמונים. העיקרי שבהם הוא הורמון נוגד השתנה:ADH , המופרש מן המוח. הורמון זה מגביר את הספיגה החוזרת של מים מהתסנין בכליות, כלומר, הוא מונע 'בריחת' מים בשתן.
* פיזור המים בגוף נקבע על ידי שני גורמים: ריכוז המלחים בגוף, בעיקר נתרן ואשלגן, וריכוז החלבונים בנוזלי הגוף.
* ויסות רמת המלחים וגם המים מווסתת על ידי הורמון המופרשת מבלוטת יותרת הכליה (אלדוסטרון). הוא פועל להגברת הספיגה של יוני נתרן ואשלגן לדם, וכך גם גורם להגברת הספיגה של מים לדם, כלומר להעלאת רמת המים בגוף.
* בוויסות מאזן המים והמלחים משתתפים גם ההורמון אינסולין, וכן מערכת העצבים הסימפטית (נוראדרנלין, דופאמין), המגבירים גם הם ספיגה חוזרת בכליות. לעומת זאת הורמונים גלוקוקורטיקואידים, כמו קורטיזול גורמים להפרשה מוגברת של מים דרך הכליות. כך נמנעת במצב הבריא הרעלת מים\*.
* \*הרעלת מים (=היפנותרמיה): מצב שנגרם עקב צבירה רבה מידי של מים ומיהול־יתר של נוזלי הגוף, העלולים לגרום לתופעות קשות כמו: בצקת במוח, בחילה, הקאות, מצב בלבולי חריף פרכוסים ותרדמת.

**כמויות נוזלים מומלצות לצריכה יומית**

כמות המים המומלצת במדויק היא לפי הגיל ומסת הגוף, אך ההנחה היא שהכמות היומית המומלצת משתנה מאדם לאדם ותלויה במשתנים כמו רמת הפעילות ורמת ההזעה. הכמות היומית המומלצת לגבר היא בערך 13 כוסות (3 ליטר) ולאישה 9 כוסות (2.2. ליטר) (כמות השתיה היומית המומלצת בליטרים לאדם בריא מחושבת כך: יש לכפול את מסת הגוף ב-30 ולחלק התוצאה ב-1000. כך לדוגמא: אדם שמשקל גופו הוא 70 ק"ג צריך לשתות 2.1 ליטר=עשר כוסות; ילד שמשקל גופו הוא 30 ק"ג צריך לשתות 900 מ"ל מים=4.5 כוסות מים ליום) (גל, 2017) <https://www.ynet.co.il/articles/0,7340,L-4985790,00.html>

בתנאי חום ויובש יש להגדיל את הצריכה היומית של מים פי 1.5 מהרשום לעיל. כך גם בעת פעילות ספורטיבית או עבודה מאומצת. זאת, בשל איבוד מים רב יותר מהרגיל. גם במקרים של שלשול או הקאות קשות, יש להגדיל את כמות השתיה, בשל האובדן הרב של מים דרך מערכת העיכול, מה שעלול להיות מסוכן ביותר.

מליחות המזון קובעת את צריכת המים: אכילת מזון עתיר מלח מגדילה את כמות המים שיש לצרוך, לשם שמירה על מאזן המלחים בגוף. אכילת מזון עשיר בחלבונים גורם לייצור מוגבר של שיינן (=אוראה, תוצר פירוק של חומצות אמינו), הגורם לעליה בצורך במים, הנדרשים להמסתו ולהרחקתו מהגוף בשתן. צריכת פירות וירקות מקטינה את הצורך בשתיה.

הערה (סלע, מכון תנובה למחקר 59, 2019):

שנים רבות שולטת התפיסה לפיה כמות המים הרצויה היא שמונה כוסות מים ליום (כשני ליטר). אך מחקרים שבוצעו החל משנת 2000, בדקו מספר מדדים בשתן ובפלזמה, והסיקו שהצריכה היומית היא 2.3-1.6 ליטר ליום, בתלות בתנאים הסביבתיים ובפעילות הגופנית. בשנת 1964 פרסם לראשונה הגוף הממונה על מזון ותזונה של אקדמיית המדע בארה"ב הנחיות לצריכת מים. דו"ח זה המליץ על תקן סביר לחישוב צריכת מים, והוא 1 מ"ל לכל קילוקלוריה הנצרכת במזון. בהמלצות משנת 1989 של אותו גוף, נקבע שבגלל הסכנה הפחותה של רעילות מים (מצב הנגרם בשל עודף מים בגוף), ניתן להגדיל את דרישות המים של הגוף ל-1.5 מ"ל לכל קילוקלוריה. זאת, על מנת לענות על שינויים בפעילות הגופנית, דרגת ההזעה וכמות החומרים המומסים במים. הגישה הרווחת כיום היא משנת 2004 , והיא מעריכה שכמות המים המגיעים לגוף מסוגי מזון שונים מהווה 19% מכמות המים הנצרכת, ולפי הערכה זו יש להמליץ על כמות שתיה להשלמת הצריכה. לסיכום, שתיית המים תלויה בגורמים רבים, גופניים וסביבתיים, כך שההמלצה לכמות השתיה היא אישית, בהתאם לתזונה מותאמת־אישית.

**התייבשות וסכנותיה** <https://www.starmed.co.il/FirstAid/ClimateInjuries/HeatInjuries>

למעשה, גוף האדם רגיש מאוד לכל ירידה באספקת המים. האדם מסוגל להתקיים שבועות ללא מזון, אך ללא מים הוא יכול להתקיים רק ימים מעטים, כאשר ההתייבשות מגיעה ל-15% ממשקל האדם - הוא צפוי למוות. באופן נורמלי מנגנון הצמא מתקן את מצבים רגעיים של חוסר מים (דה־הידרציה) בתוך התא ומחוץ לתא. אך, מחקרים על צריכת נוזלים באוכלוסיות שונות מצביעים על כך, שהתנהגות האדם לא תמיד תואמת את הצורך בנוזלים, והיא יכולה להתעלם ממנגנוני הצמא הנורמליים. לכן, אנשים עלולים להגיע למצב של מחסור במים, גם כשאינם חשים בכך. תופעה זו נפוצה בעיקר בקרב תינוקות וקשישים.

כאשר רמות המים בגוף מגיעות לדרגת חסר, חל במצב בריא תיקון מהיר על ידי הפחתת איבוד המים, תוך עידוד צמא. אך לעתים התיקון לא מושג בעת שנדרש, ומתחילה להתפתח התייבשות (דה־הידרציה). בהתייבשות מתונה עד חריפה חלה הפחתה בנפח פלזמת הדם ועליה בקצב הלב, וכך נשמרת תפוקת הלב. בנוסף, באיברים ההיקפיים, דה-הידרציה מפחיתה את זרימת הדם בעור, וכן היא מפחיתה את ההזעה (הפחתה באיבוד מים), ובכך היא מעלה את טמפרטורת הגוף.

העשרה: מבחינה קלינית, כהכוונה לטיפול, מוגדרות שלוש רמות התייבשות: התייבשות קלה: נגרמת כאשר מאבדים נוזלים בשיעור של עד 5% ממשקל הגוף (3-2 ליטרים). ההתייבשות תתבטא בצמא, בסומק של העור, בבחילה ובדופק מהיר. הנפגע יהיה שרוי באי־שקט, יגיב בעצבנות ותפקודו הכללי ירד. התייבשות בינונית:חלה כאשר הנפגע מאבד נוזלים בשיעור שבין 5% ל-10% ממשקל גופו (7-4 ליטרים). היא ניכרת בסחרחורת, בכאב ראש, בבחילה ובהקאה, בקוצר נשימה, ביובש קשה בפה, ובחולשה קשה. עורו של נפגע כזה יהיה קר וחיוור, והדופק שלו יהיה מהיר. יש לבדוק את גמישות העור, התלויה בכמות המים הנמצאת בעור. במצב של התייבשות יישאר העור מקומט במשך זמן-מה בטרם יחזור למצבו המתוח. התייבשות קשההיא מצב של איבוד נוזלים בשיעור העולה על 11% ממשקל גוף הנפגע (כ-7ליטרים). היא מתבטאת בהפרעות קשות בהכרה - ובהן הזיות והפרעות בראייה ובשמיעה - וכן בהלם תת-נפחי. אחר כך מתפתחים הסימנים הקליניים החמורים של מכת חום. יש לזכור שהתייבשות עלולה לנבוע לא רק מהזעה רבה, אלא גם מאיבוד נוזלים בגלל שלשול ממושך או הקאה ממושכת.

**מניעת התייבשות**

התייבשות קלה עלולה להיגרם אם האדם לא שותה, מכיוון שאיננו צמא. יתכן גם שכמויות המים שהאדם שותה, מרוות את צמאונו, אך לא מספיקות לענות על החסר הקיים בגוף. כמויות המים המרוות את הצימאון קטנות בהרבה מאלה החסרות בגוף. הסכנה בהתייבשות היא בעיקר בעת פעילות מאומצת (אך לא רק). לפיכך יש לזכור תמיד לשתות, גם אם לא חשים בצמא. כיצד? א. יש לקבוע מלכתחילה הפסקות לשתייה בשעת הפעילות. בתנאי האקלים בארץ יש לשתות בתקופת הקיץ כליטר לשעה בשעת הפעילות. ב. יש לחלק את הכמות הנדרשת לכמויות קטנות: מומלץ לשתות 500-300 מ"ל כל 30-20 דקות. ג. שתייה קרירה (°c16°c-18) עדיפה משתייה חמה. ד. כדאי לשתות משקה ממותק, על מנת לגרות את מרכז הצמא, וכך לשתות יותר. ה. מומלץ לא לשתות משקאות מוגזים או אלכוהוליים. הסיבות הן: משקה מוגז גורם תחושה מטעה של רוויה, ומרבית המשקאות אלכוהוליים, גורמים להשתנה מוגברת.

**הטיפול בהתייבשות**

הטיפול היעיל ביותר בהתייבשות הוא מניעתה: יש לשתות כמויות מספיקות של נוזלים. אם מופיעים סימני התייבשות, יש להפסיק את הפעילות הגופנית (כלשהי), למדוד טמפרטורה רקטלית, ובכל מקרה להעביר את הנפגע למקום מוצל וקר. הטיפול העיקרי בהתייבשות הוא החזרת נוזלים. לנפגע המגלה סימני התייבשות קלים אפשר לתת לשתות, אך אם הוא נראה מבולבל או סובל מסחרחורת ובחילה יש לערות לו נוזלים. אם ההתייבשות קשה יותר, יש לערות תמיסה פיזיולוגית לשני ורידים במהירות רבה - ובתוך כך להתחיל בפינוי לבית החולים. בזמן עירוי הנוזלים מודדים את קצב הדופק ואת לחץ הדם. אם חל שיפור במדדים, אפשר להאט את קצב העירוי.

**הרגלי שתייה נכונים**

הרגלי שתיה נכונים מותנים במודעות לצורך ההכרחי של הגוף במים. הידע אודות מאזן המים בגוף מסייע בהחלט למודעות זו: כיון שעלינו להשלים את כל כמות המים היוצאים מן הגוף ביממה. להלן מספר הרגלים מומלצים: (על פי: גוטליב, 2015: <https://www.infomed.co.il/article-4610/>): א. כדאי לשתות מים (מי בז, מים מסוננים, מים מינרלים, סודה). ב. רצוי לא לשתות שתיה מתוקה (ילדים השותים משקאות מתוקים עלולים לחלות בהתבגרותם בהשמנה, יתר־לחץ־‏דם, סכרת). ג. משקאות על בסיס קפאין, כמו קפה, קולה, אומנם נחשבים לשתיה, אך הם גם משתנים, כך שיעילותם למאזן המים נמוכה יותר ממים, ויש לפצות עליהם בשתיית מים. ד. אפשר לתבל את המים בצמחי תבלין מרעננים, כמו לואיזה, נענע, לימונית, לימון. ה. להרבות באכילת פירות וירקות, שכן, הם עתירים במים. ו. יש לשים לב לצבע השתן. שתן כהה מידי מצביע על חוסר מים בגוף.

לסיכום, הרגלי שתיה נכונים, כמו הרגלי תזונה נכונים מותנים בידע, המפתח אוריינות מדעית. זו - יוצרת זיכרון ומודעות לניהול אורח חיים בריא, שבסיסו הוא הרגלים כנונים של אכילה ושתיה.

**מקורות לנושא המים**

1. אתר בית חולים בילינסון:

<https://hospitals.clalit.co.il/rabin/he/departments-and-clinics/para-medical-units/Pages/water_article.aspx>

2. גוטליב, 2017. הנוסחה: כמה כוסות מים באמת צריך לשתות ביום?

<https://www.ynet.co.il/articles/0,7340,L-4985790,00.html>

# 3. דונחין, י., וקודינסקי, נ. (1997). עזרה ראשונה להצלת חיים. פגיעות חום. משרד הביטחון, ההוצאה לאור.

<https://www.starmed.co.il/FirstAid/ClimateInjuries/HeatInjuries>

4.זילבר־רוזנברג, א. (1996). *תזונה – פרי מחשבה. מזון ותזונה במצבי בריאות וחולי.* תל־אביב, רמת־אביב, האוניברסיטה הפתוחה.

5. מגזין מכון תנובה למחקר, גיליון 59, יוני 2020**.**

<https://www.tnuva.co.il/uploads/f_5ee5f505ecd3f_1592128773.pdf>

6. סלע, ב.ע. (2020). מים, נוזל החיים - חשיבות פיזיולוגית וקלינית. מגזין מכון תנובה למחקר, 59, 7-3.

<https://www.tnuva.co.il/uploads/f_5ee5f505ecd3f_1592128773.pdf>

**הצעות דידקטיות**

**א. תיאור תהליך ההוראה**

**שיקולי הדעת בבניית רצף ההוראה**

בהוראת הנושא רכיבי המזון יש להתייחס לראשי הפרקים מתוך ליבת תכנית הלימודים: רכיבי המזון החשובים: פחמימות, שומנים, חלבונים, מים, ויטמינים ומינרלים; קיים הבדל בין מוצרי המזון השונים בתכולה של רכיבי המזון; רכיבי מזון דומים נמצאים בגידולים שונים.

מוצעים להלן שלושה רצפי הוראה. נראה כי אין רצף אחד עדיף על אחר (רצפים שונים נמצאים בספרי הלימוד). המשותף להם הוא: א. הוראת החומרים האורגניים (פחמימות, חלבונים, שומנים), ולאחריהם – החומרים האי־אורגניים (המים והמלחים). ב. השומנים אינם רכיב המזון הראשון הנלמד (יתכן, בשל מבנהו הורכב ומגוון החומרים השומניים) ג. הוויטמינים נלמדים אחרי הפחמימות, השומנים והחלבונים. מכל מקום, יש להתחיל כל רצף בהסבר קצר על חומרים אורגניים: דוגמאות, מקור השם, היסודות המרכיבים ודוגמאות לשלד מבנה. כפי שנכתב לעיל, הידע המוקדם של התלמידים כולל ההבחנה בין חומרים אורגניים לחומרים אי־אורגניים.

נבחן להלן שלושה רצפים, ונעמוד על היתרון בכל אחד.

א. פחמימות, שומנים, חלבונים: הפחמימות הן רכיב המזון הנפוץ ביותר בטבע ובמזונות, ולכאורה גם מוכר בציבור. הטעם המתוק האהוב בפי אנשים רבים מאד מקורו בסוכרים שהם פחמימות. לפיכך, נראה, שכדאי להתחיל מ"המוכר אל הזר". השומנים, גם הם מוכרים, גם מבחינה לשונית, בשימוש במילים 'משמין', 'שמנתי', 'ההשמנה כמחלה**'**.יש גם קשר מיידי מבחינת חילוף החומרים, בין פחמימות לסוכרים: פחמימות בעודף בגוף הופכות לשומנים, ולכן המעבר מפחמימות לשומנים הוא 'טבעי' לכאורה. לאחר מכן, יש לעבור לחלבונים, שהם לכאורה קבוצה שונה מהפחמימות והשומנים, מבחינת המבנה (השרשרת הפוליפפטידית) והתפקידים המרובים של החלבונים בגוף: במבנה (בשרירים) ובתפקוד (אנזימים, נוגדנים ועוד).

ב. חלבונים, פחמימות, שומנים: החלבונים נתפסים (באופן שגוי חלקית), כחומרי המזון החשובים ביותר בגוף, ולכן, מתקבל על הדעת, לכאורה, להתחיל את רצף הלימוד בהוראתם. לאחריהם, הפחמימות, הידועות והמוכרות בטעמן, שוב מהטעם של "מן מוכר אל הזר". לאחר הפחמימות, השומנים, שהם האחרונים במקטע זה של ההוראה. הם החומרים המורכבים ביותר מבין השלושה, מבחינת המבנה שלהם ומגוון התרכובות השומניות בגוף.

ג. פחמימות, חלבונים שומנים: הפחמימות, ראשונות ברצף, בשל נפיצותן הרבה בטבע ובמזונות, והיותן מרכיבות את ה'צלחת הראשונה' של הבוקר אצל אנשים רבים. הרכיב הבא הוא החלבונים, בשל היותם מרכיב במזונות רבים, כמו לחם ומיני דגנים, יחד עם הפחמימות. השומנים, האחרונים ברצף זה, הם, כפי שנכתב לעיל, המורכבים יותר מבחינת הבנת המבנה והתפקודים הרבים.

להלן הערות כלליות לגבי מהלך ההוראה:

א. בכל השיעורים בנושא התזונה, יש לנצל את העובדה שתחום התזונה הוא רלוונטי, חי, ויומיומי, ויש להדגים את הרלוונטיות והחיות הזו בשיעורים. כלומר להביא בפועל מזונות, ולבקש מהתלמידים עדויות אישיות מהתפריט שלהם, ועוד כיו"ב.

ב. בשיקול הדעת בבחירת הרצף יש לשים לב לתפיסה השיפוטית הקיימת בקרב תלמידים רבים אודות רכיבי המזון: החשיבות בגוף, מחד, ומאידך, הנזק לגוף: יש להתחשב בכך ולהתמודד עם התפיסות השגויות (ראו בהמשך המסמך). לגבי כל רכיב מזן יש להדגיש, הן את חשיבותו לגוף, והן את נזקיו, כשהוא בעודף.

ג. יש לתת לתלמידים מושג על הגודל של המולקולות השונות: המולקולות היחידות כמו חד סוכרים או מונוגליצריד, ויטמין, וכן הפולימרים: רב־סוכרים וחלבונים. הסיבה היא, התפיסה השגויה הקיימת בקרב תלמידים רבים אודות גודלם של חלבונים, יחסית לגודלם של תאים (דרייפוס ויונגוירט, 1993; ירדן וכהן, 2010).

ד. הזמן המצומצם המוקדש לנושא רכיבי המזון מחייב תכנון מדוקדק וחלוקת זמן, כך שלמידה רבה תעשה על ידי התלמידים כמטלה חוץ-כיתתית. כך יושגו כמובן מיומנויות רבות כמו: מידענות, כולל חילוץ מידע וארגונו, השוואה, ניסוח, הסקת מסקנות, שימוש מושכל בכלים דיגיטליים, עבודה שיתופית, שיתוף מידע.

להלן פירוט רצף א'. (ניתן לשנות את סדר הנושאים, אך להתחיל במבוא לחומרים אורגניים.)

**שיעור 1:** **חומרים אורגניים ופחמימות**

א. חומרים אורגניים: מקור השם, שם חלופי: חומרים פחמימניים, מה מאפיין אותם: היסודות המרכיבים. רצוי להקדיש מספר דקות לאטום הפחמן שהוא הדומיננטי, ומהווה ציר האורך של שלד המבנה של כל החומרים האורגניים: שלד פחמני. (ראו הילקוט הדיגיטלי: התא – מבנה התא והרכבו הכימי: ההרכב הכימי של התא: חומרים אורגניים וחומרים אי־אורגניים:

<https://tinyurl.com/y4qq7lhb>

ב. פחמימות: מרכיב משמעותי במשקל היבש של גוף הצמחים ובעלי חיים, חומר עיקרי להפקת אנרגיה. שתי קבוצות של פחמימות: פשוטות – חד־סוכרים (גלוקוז, גלקטוז, פרוקטוז) ודו־סוכרים (סוכרוז, לקטוז, מלטוז), ומורכבות – רב־סוכרים (עמילן, תאית, גליקוגן). יש להציג מבנה הפחמימות השונות באיורים או במודלים. יש להעלות תכונות מוכרות כמו טעם וצורה, ולעמוד על הקשר בין המבנה לבין תכונות הפחמימות, למשל, מסיסות וצורת קיום בגוף (העמילן והתאית בצמח, והגליקוגן בבעלי חיים).

**שיעור 2:** **פחמימות** (המשך)

א. המטבוליזם של פחמימות בגוף: ראשית, יש להציג סכמה של 'גורלן' של הפחמימות המגיעות אל מערכת העיכול: החל מן הפה ועד לספיגה בגוף (ראו הילקוט הדיגיטלי: התא – מבנה התא והרכבו הכימי: ההרכב הכימי של התא: פחמימות, ליפידים, חומרי תשמורת, ויטמינים:

https://tinyurl.com/y4p69k3d

לאחר מכן, יש כמובן להדגיש את התהליך העיקרי שמתבצע לאחר ספיגת הגלוקוז לדם (לאחר פירוק הפחמימות במערכת העיכול), והוא פירוק גלוקוז והפקת האנרגיה (ATP)\* ממנו בתהליך הנשימה התאית. כמו כן, יש להתייחס בקצרה לתהליך בניה (הרכבה) של גלוקוז, בעת מצב של חוסר בו (תהליך הנקרא: גלוקונאוגנזיס)\*\*.

\* להעשרה על ATP : <https://tinyurl.com/y5jtcfvy>

צריכת האנרגיה בגוף והקשר לה לנשימה תאית: <https://tinyurl.com/yyy3zg72>

\*\* לא נתייחס במסגרת זו לתהליכי הפירוק והבניה של גליקוגן.

ב. דוגמאות של מזונות העשירים בפחמימות הללו. מומלץ להפנות התלמידים לעבודת חקר אודות מזונות שונים (בעיקר צמחיים) ולבחון את ההרכב התזונתי שלהם, מרכיבים תזונתיים ייחודיים, מידת יעילותם לגוף האדם ומינון מומלץ: הסוכרים הפשוטים - סוכר קנה ודבש, הפחמימות המורכבות: דגניים (חיטה, שיבולת שועל, תירס, אורז, שיפון, שעורה (גריסים), קטניות (שעועית, מיני אפונה, חומוס, עדשים) סולניים (תפוח אדמה, פלפלת, חציל), ומזונות אחרים כמו: כוסמת, לפופית נאכלת (בטטה). כמו כן יש להפנות תלמידים לחקור את תכולת הפחמימות, לסוגיהן, בפירות וירקות שונים כמו: אבטיח, מלון, אפרסק, עגבניה, מלפפון, גזר, וכיו"ב.

לסיכום, בשל עושר הנושא והיותו רלוונטי, יומיומי, ניתן ללומדו באופן אישי, קבוצתי, ולשתפו לכיתה כולה.

**שיעור 3:** **שומנים**

יש להקדים ולומר שהשומנים הם שם כללי לחומרים רבים, בעלי 'אופי שומני', מבחינת עיקרון של המבנה ותכונות מסיסות (אי־מסיסות במים).

א. המרכיבים של שומן: חומצת שומן וגליצרול; מבנה בסיסי של שומן (מונוגליצריד, דיגליצריד טריגליצריד); חומצות שומן רוויות ובלתי רוויות.

ב. היכן מצויים שומנים בגוף? תפקידי שומנים, לסוגיהם, למשל: טריגליצרידים, פוספוליפידים, סטרואידים.

**שעור 4:** **שומנים** (המשך)

א. מטבוליזם של שומנים: ראשית, יש להציג סכמה של 'גורלם' של השומנים המגיעים אל מערכת העיכול: החל מן הפה, העיכול המסתייע במלחי מרה, ועד לספיגה בגוף וההינשאות בזרם הדם (ראו הילקוט הדיגיטלי: התא – מבנה התא והרכבו הכימי: ההרכב הכימי של התא: פחמימות, ליפידים, חומרי תשמורת, ויטמינים: https://tinyurl.com/y4p69k3d

בתאור המטבוליזם של השומנים יש כמובן להדגיש את פירוק השומנים והפקת האנרגיה (ATP) הרבה. כמות האנרגיה הגדולה המופקת ממולקולת שומן אחת (טריגליצריד) נובעת ממבנה חומצות השומן ארוכות־השרשרת. לאחר מכן יש כמובן להסביר על הרכבת שומנים, טריגליצרידים, בעת מצב של עודף בפחמימות, וכן הרכבת חומרים שומניים אחרים, בהתאם לדרישות הגוף.

ב. מזונות צמחיים עתירי־שומן: כמו בנושא הפחמימות, מומלץ להכיר ולהבין מזונות שונים עתירי שומנים: מן החי ומן הצומח. כמו כן יש להבחין בין שמן לשומן. באמצעות מזונות שונים יש לחשוף את התלמידים לחומצות שומן העיקריות הלא־רוויות: חומצה אולאית: שומנים מהחי וכן מהצומח: שמן זית ,שמן קנולה, בוטנים, אבוקדו; ואומגה \*3, למשל חומצה לינולאית (בשמנים צמחיים כמו שמן תירס, סויה, חריע, שמן חמניות, אבוקדו ועוד), ואומגה \*6, למשל חומצה לינולנית [בדגי מעמקים כגון סלמון (אלתית) וטונה, באגוזי מלך (אגוזי קליפורניה), שמן פשתן, סויה ושמן קנולה].

\* מוצע, לא לפרט בהבחנה בין חומצות חד־לא־רוויות, וחומצות רב־לא־רוויות, אלא להשתמש במושגים הרווחים בציבור ההקשרים של תזונה (בפרסום ושיווק).

מושג נוסף שיש לציינו הוא שומן טרנס: שומן צמחי (בדרך כלל שמן) שהוקשה למוצק או מוצק חלקית. יש להסביר בקצרה על נזקיו לגוף, ועל המלצה שלא לכלול אותו בתפריט.

מן הראוי לציין גם את החשיבות הקולינארית של השומנים בבישול ואפיה: ביצירת המרקם של המזון.

**שיעור 5: חלבונים**

א. סוגי חלבונים:

חלבונים מבניים, המהווים מבנה: חלבונים בציטופלזמה (השלד התוך־תאי), חלבוני השריר, חלבונים בחומר העצם ובגידים, חלבוני השיער, הציפורנים.

חלבונים תפקודיים: אנזימים, נוגדנים, הורמונים וחלבוני בקרה וויסות אחרים, קולטנים (רצפטורים), תעלות ונשאים בקרומי התאים, חלבוני הובלה, חלבוני קרישת הדם, חלבוני תנועה (בשלד התוך־תאי, בתא שריר), חלבונים המשתתפים בשמירת הריכוז האוסמוטי של הדם והנוזל החוץ־תאי, חלבונים ייחודיים כמו ההמוגלובין.

הלימוד אודות סוגי חלבונים ילווה באיורים של מודלים של חלבונים שונים.

ב. מבנה החלבונים:

אבני הבניין של החלבונים: חומצות אמינו חיוניות (שאינן מיוצרות בגוף), וחומצות אמינו לא חיוניות.

יש להדגיש את יסוד החנקן בחומצות האמינו, הנוסף ליסודות: הפחמן, המימן והחמצן, הקיימים בפחמימות ובשומנים. המבנה המרחבי של החלבונים (כפי שנראה במודלים): הקיפולים של השרשרת הפוליפפטידית. מכיוון שהנושא מופשט וקשה להמשגה, רצוי להציע אנלוגיות להתקפלות של החלבון (חבל, צמר) ולהדגים פיתולים והתקפלויות.

**שיעור 6: חלבונים** (המשך)

א. מטבוליזם של חלבונים:ראשית, יש להציג סכמה של 'גורלם' של החלבונים המגיעים אל מערכת העיכול: החל מן הפה, הפירוק לפפטידים, ובהמשך לחומצות אמינו, ועד לספיגה בגוף (ראו הילקוט הדיגיטלי: התא – מבנה התא והרכבו הכימי: ההרכב הכימי של התא: חלבונים:

https://tinyurl.com/y3r36b6o

בתאור המטבוליזם של החלבונים יש להדגיש את פירוק החלבונים (חומצות האמינו) והפקת האנרגיה (ATP) במהלכו.

הדגשים והבהרות: א. חלבוני הגוף אינם החלבונים המקוריים במזון. חלבוני הגוף החדשים נבנים מחומצות אמינו שהן תוצרי הפירוק של החלבונים שנאכלו.

ב. תהליכי חילוף החומרים בגוף הם תהליכים תמידיים של בניה (תהליכים אנבוליים) ופירוק (תהליכים קטבוליים).

ג. העשרה: [פירוק חומצות האמינו (וכן פירוק חומצות השומן) קשורים לנשימה התאית. תוצר הפירוק הוא מולקולה במעגל חומצת הלימון, שבו מופקת מרבית האנרגיה.]

כמוכן, כדאי לציין גם שלחלבונים שונים יש ערך תזונתי שטנה, כלומר מדד לאיכות החלבון. איכות החלבון תלויה באחוז החומצות החיוניות שבו, וכן במידת העיכוליות\*\* שלו.

\*\* העיכוליות היא כמות החנקן שנספג מתוך כלל החנקן שבחלבון המסוים.

ב. מזונות עתירי חלבון מן החי ומן הצומח:

מוצרי בשר, דגים ומוצרי חלב (חלב בקר וגבינות) כמקורות לחלבון, ביצים.

מזונות צמחיים: קטניות – חומוס, סויה, שעועית; דגניים – לחם, תירס, אורז, שיבולת שועל, אגוזים ועוד.

כמו בנושאים הקודמים, מתאים ללמוד ולחקור מזונות שונים באופן אישי וקבוצתי ולשתף הידע בכלים דיגיטליים.

**שיעור 7: ויטמינים**

מומלץ להתחיל שיעור זה בפתיחה רבגונית ועשירה של הצגת ירקות צבעוניים או צמחים טריים העתירים בוויטמינים מסוימים: למשל, גזר העשיר בוויטמין A ברוקולי העשיר בוויטמינים E, K, C, B9.

לסקירת פתיחה קצרה: <https://tinyurl.com/y4ejyh4l> (ויטמינים - למה, כמה ואיך?)

א. מבוא לוויטמינים: בפרק זה יש להדגיש שהוויטמינים שונים משלוש קבוצות המזון שנלמדו בשיעורים הקודמים: זוהי קבוצה של 13 חומרים שונים, הם לא מהווים מקור לאנרגיה, הם נדרשים בכמויות זעירות, ולא מהווים מבנה או נאגרים בגוף. בנוסף, מקורם של מרבית הוויטמינים הוא צמחי, חוץ מוויטמין B12 שמקורו מן החי. במסגרת זו מן הראוי לשלב היסטוריה של גילוי ויטמין, למשל ויטמין C, או ויטמין B1.

ב. ויטמינים נבחרים: בהתאם לזמן רצוי לחשוף את התלמידים לשני ויטמינים, שלגביהם קיימת סבירות לקיומו של ידע מוקדם עליהם בקרב התלמידים. למשל: ויטמין D המסיס בשומן, וויטמין C המסיס במים. הנקודות העיקריות של מידע אודות הוויטמינים הן: מקורות במזון, מטאבוליזם, תפקידים פיזיולוגיים (במה חיוני הוויטמין), סימני חסר, סימני עודף, המלצות לתזונה לפי גילאים או מצב גופני.

היכרות עם וויטמינים נוספים, כמו: A, K, E, ויטמינים B: B1, B2 , B6, B9(חומצה פולית) וויטמין B12, תעשה על ידי התלמידים באופן עצמאי (ראו בטבלת פעילויות הלמידה בהמשך).

ג. היבט פרקטי וחשוב: כיצד נשמרת תכולת הוויטמינים בפירות וירקות למשך זמן? השפעת אחסנה, בישול, המלחה, החמצה, ייבוש והקפאה. בשל הרלוונטיות והמעשיות שבסעיף זה, הוא מתאים ללמידה אישית או קבוצתית, והצגת תוצר לימודי.

**שיעור 8: מים**

א. בפתיחת השיעור ניתן להציג את השאלה: האם המים הם חומר אורגני או חומר אי־אורגני? מדוע הם נכללים יחד עם רכיבי המזון? (ייתכן שיועלו שאלות נוספות על ידי התלמידים).

נזכיר לתלמידים את נוסחת המבנה של המים H2Oונדון עם התלמידים במצבים המוכיחים את נחיצות המים בגוף בעלי חיים ובצמחים, למשל התייבשות.

ב. המים בגוף: היכן נמצאים מים בגוף האדם? בתוך התאים (ציטופלזמה), בנוזל הבין־תאי ובנוזל החוץ־תאי כמו הדם, נוזל מערכת העצבים. נדגיש את אחוז המים בגוף האדם, ברקמות שונות בגוף, למשל: שריר, עצם, דם.

ג. תפקידי המים בגוף (מומלץ דיון עם התלמידים, המבוסס על ידע קודם והתנסות):

המים כמייצבי צורה בתאי הצמחים: קיום לחץ הטורגור במנוגד ללחץ הדופן; המים דרושים לנביטה, להתפתחות עוברית, המים כממס: חומרים רבים מסיסים בתא, בציטופלזמה שהיא תמיסה מימית, ובה מתרחשות גם תגובות כימיות. יש להדגיש שכל המים בגוף הם תמיסות מימיות ולא מים טהורים; המים כמובילי חומרים המסיסים בהם; המים כאחד הגורמים בוויסות טמפרטורת הגוף, באמצעות ההזעה; המים כחומר מטבולי: משתתפים בתגובות כימיות כחומר מוצא או כתוצר; המים בקיום הומיאוסטזיס על ידי: א. מערכת ההפרשה, השתן, ב. שמירת ריכוזי חומרים (הלחץ האוסמוטי) משני צידי קרומי התאים, ג. שמירה דינמית של רמת החומציות בתאים ובדם.

מומלץ ללמוד סעיפים ד-ז באופן אקטיבי, בהפניית תלמידים אל מקורות ברשת, וכן במידענות חופשית.

ד. מקורות למים: משקאות ומזונות. נבקש מהתלמידים חילוץ מידע מהיר (מהרשת) אודות אחוז מים בצמחי מאכל שונים, הנאכלים באופן טבעי (ללא בישול), והם חלקים בוטניים שונים בצמח, לדוגמא: סלק (שורש), שקדים (זרעים), מלפפון (פרי), כרובית (פרחים), פטרוזיליה (גבעול ועלים) ועוד.

ה. מאזן המים בגוף: קליטת מים (נוזלים) ודרכי איבוד נוזלים מהגוף: שתן, נשימה, הזעה, מצבי מחלה כמו: שלשולים, הקאות.

ו. הגורמים המשפיעים על מאזן הנוזלים בגוף. .

ז. יישום: כמויות נוזלים המומלצות לצריכה יומית. התייבשות וסכנותיה. הרגלי שתייה נכונים.

מקורות מידע מומלצים:

<https://tinyurl.com/yyb7m6cl> :שקפים 29-24

<https://www.infomed.co.il/article-4545/>

<https://www.clalit.co.il/he/medical/Pages/heatstroke.aspx>

**שעור 9: מינרלים**

א. בפתיחת השיעור מומלץ להציג מזונות העשירים במינרלים שונים. למשל: מוצרי חלב, ברוקולי, טחינה, שומשום, דגים, תפוזים ותאנים יבשות העשירים בסידן; שעועית לבנה, קינואה, עדשים העשירים בברזל, ועוד.

הדגשה: המינרלים: חומרים אי־אורגניים

ב. תפקידי המינרלים בגוף (כללי)

-מינרלים מהווים חומרי בניין: חנקן - בחומצות אמיניות ובחומצות גרעין; זרחן - מרכיב בחומצות גרעין, בחלבונים אחדים ובפוספוליפידים; סידן, זרחן, מגנזיום ופלואור - מרכיבים בשיניים ובעצמות.

-מינרלים הם חלק מתרכובות בעלות חשיבות פיזיולוגית: זרחן ב-ATP, ברזל בהמוגלובין ומגנזיום בכלורופיל.

-מינרלים דרושים להפעלת שרירים והובלת גירויים עצביים: סידן, נתרן ואשלגן.

-מינרלים דרושים להפעלת תגובות ביוכימיות: נחושת - מפעילה אנזימים הקשורים בתהליכי חמצון חיזור.

-מינרלים תורמים לריכוז האוסמוטי בתאים של בעלי חיים ובצמחים, בהם חשובה השמירה על לחץ הטורגור, הדרוש ליציבות התאים והצמח כולו, וכן לפתיחה והסגירה של הפיוניות.

ג. פירוט אתרי פעילות ותפקידים של מינרלים נבחרים: ברזל, סידן, נתרן. סימני חסר, סימני עודף, המלצות לתזונה לפי גילאים או מצב גופני.

**ב. קשיים אופייניים**

1. התלמידים מתקשים בתפיסת המבנה האטומי, המולקולרי והמרחבי של רכיבי המזון (מונחים מופשטים, חשיבה פורמלית)

2. התלמידים מתקשים בהבנת המושג 'הפקת אנרגיה' מפחמימות ושומנים (היכן 'חבויה' האנרגיה בחומרים? מהי אנרגיה כימית?) (חשיבה פורמלית. המושג 'אנרגיה' כשלעצמו, מושג קשה להגדרה ולהבנה)

3. התלמידים מתקשים בהמשגת ATP כחומר, וגם כמקור לאנרגיה כימית (חשיבה פורמלית)

4. התלמידים מתקשים בהבנת המושג 'מטבוליזם'. כלומר, הם מתקשים בהבנה, שיש תהליכים בגוף שבהם פחמימות הופכות לשומנים (חילוף חומרים)

5. התלמידים מתקשים בהבנה שמולקולות מהוות מבנה (כלומר, קשיים בהבנת המושג 'חומרים מבניים'). למשל, חלבוני השרירים המהווים מבנה התופס נפח, מולקולות שומן הנאגרות בשכבת התת-עור, מולקולות עמילן הנאגרות בצמחים בצברים (חומרי תשמורת)

6. התלמידים אינם מבינים שהוויטמינים והמינרלים אכן חיוניים ביותר, אך נדרשים לגוף בכמויות מזעריות (קורט) [יש חוסר פרופורציה (דיסוננס קוגניטיבי) בתפיסת רכיבי מזון אלו, מבחינת כמותם הנדרשת וחשיבותם, בשל היותם נמכרים כתוספי מזון מומלצים].

**ג. הצעות להתמודדות עם הקשיים, בהתאמה**

1. תחילה יש להציג את היסודות הבונים את הרכיבים האורגניים של המזון, ובראשם הפחמן. המבנה האטומי, מולקולרי–מרחבי יוצג תחילה באופן דו ממדי, על ידי הצגה וכתיבת נוסחאות מבנה. יש להשתמש בזהירות ובהדרגה במודלים תלת ממדיים של מולקולות (מודל 'כדור ומקל' (ball & stick), סימולציות ברשת, כדוגמת:

<https://stwww1.weizmann.ac.il/chemlife/?p=67>; <https://stwww1.weizmann.ac.il/chemlife/?p=73>. מומלץ להתחיל ממולקולת הגלוקוז, ואחריה – דו סוכרים ורב סוכרים. לאחר הפחמימות, עוברים למבנה מולקולת שומן. יש לחזור מספר פעמים על המעבר בין רמות הארגון: בין הסימול בנוסחת מבנה, לבין הרמה המולקולרית המיוצגת בתלת ממד, לבין החומר המקרו, כפי שהוא מוכר מחיי יום יום. יש לכוון ליצירת מודל מנטלי ובו המולקולות מסודרות במבנה בחומר הגדול המקרו (למשל, ניתן לקחת קובית סוכר או גרגר סוכר ולדמיין עם התלמידים את המבנה המולקולרי הפנימי).

2. ראשית, יש לברר באופן מטא קוגניטיבי את הקשיים בהבנת המושג אנרגיה יחד עם התלמידים, ולהבהיר שאכן המושגים אנרגיה, אנרגיה כימית והפקת אנרגיה הם מופשטים, וניתן להבינם, בהדרגה, בהמשך, בלימוד הנשימה התאית. (אם התלמידים לומדים במקביל כימיה, על קשרים כימים ואנרגיית קשר, הרי שקל יותר להבין מהי אנרגיה כימית האצורה במולקולות, ומופקת מהן, במהלך השלבים של פירוקן. ניתן לחשוב על אנלוגיות לאנרגיה האצורה במולקולות גלוקוז, שומן, חלבון. כיוון נוח להסבר הוא מגלגולי אנרגיה ומעברי אנרגיה המתרחשים בטבע, אל תהליכים אלו המתרחשים בתוך הגוף. כלומר, להתחיל מ'המוכר', המקרו - סוגי אנרגיה המוכרים לתלמידים: תנועה, גובה, חשמל, ומהם לעבור אל 'הזר' - אנרגיה כימית.

3. ראשית, יש לברר באופן מטא קוגניטיבי את הקשיים בהבנת ATP: כחומר בעל נוסחת מבנה (מולקולה קטנה יחסית) המשתתף כמעט בכל התהליכים בגוף. האנלוגיות הנפוצות ל ATP-הן מטבע אנרגיה או בטריה הניתנת לטעינה, פריקה, טעינה מחדש וחוזר חלילה. יש לוודא שהדימוי המנטלי הנוצר אצל התלמידים אודות ATP, הוא של מולקולה קטנה, כיוון שיש דיסוננס קוגניטיבי בין חשיבותו ונפיצותו של החומר בנושאים רבים בביולוגיה, לבין גודלו הממשי. במהלך השנה, כשהתלמידים לומדים על נשימה תאית, המושג מתבהר יותר, אם כי הוא נשאר מופשט (כמו כל מולקולה). להסבר צבעוני ניתן להפנות לסרטון:

להעשרה ניתן להראות סרטונים על האנזים המייצר ATP:

א. ATP-סינטאז - המנוע המולקולרי המושלם: <https://tinyurl.com/y2c7dnpu>

ב. ATP: Adenosine triphosphate: <https://tinyurl.com/y9lo7fb4>

4. תחילה יש לברר עם התלמידים מהו הקושי בהבנת המושג. הקושי נובע אולי מהידע הממודר, הנבנה במוח התלמידים אודות המהות של רכיבי המזון – נוסחאות המבנה שלהם, תכונותיהם, תפקידיהם. כלומר הם לומדים על המהות של כל חומר וייחודו, ואז הלמידה אודות חילוף חומרים דינמי מערערת את הקביעות של המבנה של כל חומר וייחודו. על מנת להתגבר על כך, יש להסביר תחילה שחומרי המזון מתפרקים תחילה לאבני הבנין שלהם, ואלו עשויות 'להתגלגל' בגוף ולהתרכב לאבן בנין מסוג אחר. יש להבהיר שמטבוליזם הוא מושג הכולל תהליכים רבים מאד המתרחשים בשלבים, ללא הרף. התהליכים הם מסוגים שונים - תהליכים לינאריים, כלומר מחומר מוצא אחד מתקבל תוצר סופי, תהליכים שבהם מתקבלים תוצרי ביניים, תהליכים מעגליים, ותהליכים מסתעפים. כדאי להמחיש את הדינמיות של חילוף החומרים. הלמידה על הנשימה התאית מסייעת להבהיר מושג זה.

5. יש להראות לתלמידים מודלים של חלבון מבני, למשל מודל האקטין- מיוזין בשריר, וחלבון תפקודי – סימולציה של פעילות אנזימטית, מודל של אנזים , מודל של נוגדן. המודלים ממחישים את ההתאמה בין מבנה לתפקיד. יש להראות תמונות של תאי שומן המלאים בשומן. לציין את השומן בעוף (שלם או חתוך) הנראה לפני בישולו.

6. התלמידים אינם מבינים שהוויטמינים והמינרלים אכן חיוניים ביותר, אך נדרשים לגוף בכמויות מזעריות (קורט). [יש חוסר פרופורציה (דיסוננס קוגניטיבי) בתפיסת רכיבי מזון אלו, מבחינת כמותם הנדרשת וחשיבותם, בשל היותם נמכרים כתוספי מזון מומלצים.]

**טבלת תכנון ה.ל.ה**

טווח שעות מומלץ: 9 שעות

| **נושא** | **מושגים ורעיונות** | **מיומנויות** | **פעילויות מפתח** | **הפניה לחומרי למידה ופעילויות לימודיות (עמ') והפניות לאתרים ברשת להערכה** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| מבוא | הזנה – צורך משותף לכל האורגניזמים.  אחידות ושוני: האורגניזמים בעולם שונים ומגוונים, אך בנויים מאבני בניין זהות.  מהו מזון? חומר גלם לבניית, תאים ורקמות, חומר לתהליכים; מקור להפקת אנרגיה  חומרים אורגניים וחומרים אי אורגניים  ההזנה בצמח: ייצור עצמי הדורש מים ומינרלים  'גורל' המזון בגוף: פירוק, מעבר לתאים, התרכבות לחומרים חדשים.  גוף מתבצעים תהליכים של חילוף חומרים, ובהם יש גם המרה ו/ או העברת אנרגיה. | חשיבה מערכתית: קישור בין מושגים: חומרים ואנרגיה; מזון ורכיביו; מזון וחלוף חומרים | **יצירת מפת מושגים המקשרת בין: הזנה מזון, הדרוש לגדילה, תפקוד התפתחות, הזנה אוטוטרופית והזנה הטרוטרופית, חומרי מזון, אבני בניין, אנרגיה: המרת אנרגיה בגוף, מעברי אנרגיה מחומר לחומר, חילוף חומרים** | * הזנה בצמחים ובבעלי חיים (עמ' 13-10) * שאלת קישור בין מושגים, בעמ' 13. |
| פחמימות | חומרים אורגניים  סוכרים שונים והקשר המבני, התפקודי והתהליכי ביניהם:  חד סוכרים  גלוקוז  דו סוכרים, לקטוז, מלטוז, סוכרוז  רב סוכרים, תאית, עמילן, גליקוגן  חומרי תשמורת  פחמימות פשוטות: סוכר קנה, דבש  פחמימות מורכבות: דגניים ותבואות אחרות, קטניות וסולניים  תכולת הפחמימות לסוגיהן בזרעים שונים: אפונה ,שעועית ,עדשים , חומוס. חיטה ,שיבולת שועל , כוסמת, קינואה, גריסי פנינה, אורז, תירס, וכן בתפוח אדמה, בטטה, ועוד  חילוף חומרים  הפקת אנרגיה  ATP | - ראיה מרחבית  - הבנת מודלים  - קריאה וניתוח גרפים  - חקר מדעי  - הבנת רמות ארגון: מהמיקרו אל המקרו וחזרה  - יישום | **- זיהוי פחמימות במזונות שונים**, בזרעים המשמשים למזון (כגון: קטניות) על פי אינדיקטורים (לחד סוכרים, לעמילן)  - ביצוע תהליך של פירוק עמילן, בדומה למתרחש בגוף. על פי הסרטון:  <https://tinyurl.com/yyz9dtdt>   * פעילות עיונית: היסטוריה של המזונות עתירי הפחמימות: תירס, אורז, תפוחי אדמה; ייצוג גרפי של הגיאוגרפיה וההיסטוריה של המזונות   (שימוש בכלי אינטראקטיבי: (Thinglink | - הזנה בצמחים ובבעלי חיים (עמ' 24-16)  - הילקוט הדיגיטלי לעל יסודי: התא מבנה ופעילות, מבנה התא והרכבו הכימי, משאבי למידה: ההרכב הכימי של התא:  <https://tinyurl.com/yxhxwjnl>  חומרים אורגניים ואי אורגניים  פחמימות ושומנים  יחידת לימוד: פחמימות, ליפידים וחומרי תשמורת - פחמימות  - הסבר על הפחמימות (מכון דוידסון):  <https://tinyurl.com/y5zu7j7q>  פעילויות על פחמימות, אתר 'גלים':  <https://tinyurl.com/y54x5ume>  על סיבים תזונתיים:  <https://www.maccabi4u.co.il/11922-he/Maccabi.aspx> |
| שומנים | - חומצות שומן רוויות  - חומצות שומן בלתי־רוויות  - גליצרול  -שומן טריגליצריד  - כולסטרול  - (פוספוליפידים, סטרואידים) | - הבנת רמות ארגון: מהמיקרו אל המקרו וחזרה  - יישום  - לימוד קטעי מידע | * קריאה והסבר תוויות של הרכיבים התזונתיים של מזונות שונים. * מפת מושגים לייצוג הקשר בין הליפידים השונים. | - שומנים, אתר של מכון וייצמן:  <https://stwww1.weizmann.ac.il/nutrition/chapter3-7/>  תפקידי שומנים, ועוד:  <https://stwww1.weizmann.ac.il/nutrition/chapter1-5/>  -חומצות שומן:  <https://stwww1.weizmann.ac.il/nutrition/notes-lipid/>  - הזנה בצמחים ובבעלי חיים (עמ' 28-25)  - הילקוט הדיגיטלי לעל ־יסודי: פחמימות ושומנים.  <https://tinyurl.com/y2qu52pm>  פעילויות על שומנים, אתר 'גלים':  <https://tinyurl.com/y5dmr5w8> |
| חלבונים | -חומצות אמינו חיוניות ובלתי חיוניות  -חלבון מבני  -חלבון תפקודי (אנזימים, נוגדנים) | - ניסוי  - מידענות (חיפוש מידע, קריאה וניתוח)  - השוואה  - הסקת מסקנות  - ארגון מידע בדרך גרפית | **- זיהוי חלבונים במוצרי חלב וביצה וכן במזונות שונים** שמקורם בצמח (למשל, קמח, וכן בזרעים המשמשים למזון (כגון: קטניות) על פי אינדיקטור לחלבון.  - ביצוע ניסוי: פעילות אנזימטית (עם האנזים פפסין) בפרוק חלבון. | - הזנה בצמחים ובבעלי חיים (עמ' 32-29)  - הילקוט הדיגיטלי לעל יסודי:  חלבונים: משימות למידה: אתר גלים:  <https://tinyurl.com/y5kcp2hv> |
| ויטמינים | ויטמינים מסיסים במים  ויטמינים (B,C ) (מסיסים בשומן (A, D, K) | - מידענות  - חקר: השוואה, הסקת מסקנות- | - מיצוי צבעים מירקות שונים (למצוא מקור)  - פעילות עיונית בקבוצות: היסטוריה של המדע: סיפורי הגילוי של הוויטמינים השונים (שימוש בכלי אינטראקטיבי: Thinglink  או genialy)  - הכנת מנת מאכל (סלט או תבשיל) עתיר ויטמינים. ניתן להיעזר במאמר:  <https://tinyurl.com/y3whalk9>  - תחרות צילום של פירות וירקות צבעוניים (יציאה לשוק לדוכני פירות וירקות, ותבלינים). שילובים של צבעים., והסבר היתרון בשילוב. | - מאמר: כוח הצבע  <https://tinyurl.com/y4v2m867>  - סרטון על צבעים של פירות וירקות: דבר הדיאטנית בסיור בשוק  <https://www.youtube.com/watch?v=PSl3MK4tlEE>  השפעת טיפול במזון על תכולת הוויטמינים:  <https://www.ynet.co.il/articles/0,7340,L-4321433,00.html> |
| מים | חומרים אי־ אורגניים  תפקידי המים בגוף: הובלה, המסה, ויסות חום, לחץ אוסמוטי, סביבה פנימית (הומיאוסטזיס), מדיום לתהליכים מטבוליים תמיכה ויציבות מבנה (בעיקר בצמחים: טורגור). | * מידענות * יישום * השוואה | - ניסוי: קביעת אחוז המים בחלקי צמחים שונים המשמשים למזון: פירות, עלים, גבעולים, שורשים | - הזנה בצמחים ובבעלי חיים (עמ' 42-41) |
| מינרלים | יסודות קורט  מקרומינרלים  מיקרומינרלים  מינרלים עיקריים:  חנקן, זרחן, ברזל, סידן, נתרן, אשלגן, יוד, מגנזיום. | - מידענות  - הבנת גרפים  - חקר: השערות, קשר בין משתנים, השוואה, הסקת מסקנות | מידענות:  איסוף מידע לגבי אחוז מינרלים שונים במזונות צמחיים, ובמזונות מבעלי חיים (שימוש בלוח שיתופי padlet, או יצירת שקף שיתופי ייצוגי בcanva-) | - הזנה בצמחים ובבעלי חיים (עמ' 39-38)  - הילקוט הדיגיטלי לעל יסודי:  חומרים אורגניים ואי אורגניים. |

**פעילות להערכה בנושא רכיבי המזון**

פעילות להערכה בנושא פחמימות

1. פעילות מתוך חוברת הוראה למדעי התזונה – תש"ף, עמ' 20, <https://tinyurl.com/y4qnafyy>:
2. ציינו את המאפיינים הדומים ואת המאפיינים השונים של העמילן ושל הגליקוגן.
3. מהו הקשר בין עמילן לגלוקוז?
4. מה הקשר בין גליקוגן לגלוקוז?
5. מדוע הגלוקוז נאגר בגוף כרב סוכר - גליקוגן ולא כגלוקוז?
6. יש לרשום את המשפט במלואו. תחילת המשפט שבטור הימני ליד המשכו, שבטור

השמאלי. (התאמת מספר לאות)

|  |  |
| --- | --- |
| 1. עמילן וסוכר הם | 1. מצויות בדגנים ובקטניות |
| 1. הסיבים התזונתיים הם | 1. מעט מאד פחמימות |
| 1. מקורם העיקרי של הפחמימות | 1. פשוטות ומורכבות |
| 1. הגוף אוגר | 1. פחמימות פשוטות |
| 1. קטניות הן: חומוס, פול, סויה | 1. מאזנות את הסוכר בדם |
| 1. שני סוגי הפחמימות לפי זמינות אנרגטית: | 1. פחמימות |
| 7. פחמימות מורכבות משביעות | ז. בתהליך איטי ומבוקר |
| 1. חד־סוכרים ודו־סוכרים הם: | 1. עדשים, אפונה, שעועית, תורמוס |
| 1. שלוש קבוצות של פחמימות לפי מבנה הן: | 1. פחמימות מורכבות |
| 10. פחמימות מורכבות נספגות לדם | י. הוא בצומח |
| 1. פחמימות מורכבות | י"א. חד־סוכרים, דו־סוכרים, רב־סוכרים |

תשובות

א. המאפיינים הדומים: רב-סוכרים; אבן הבניין – גלוקוז; נאגרים (חומרי תשמורת). המאפיינים השונים: המבנה המרחבי (הקשרים שבין מולקולות הגלוקוז), מסיסות – עמילן, בלתי מסיס במים בטמפ' החדר, מתמוסס במים רותחים, גליקוגן – מסיסות קלה במים בטמפ' החדר; עמילן נוצר ומתפרק בצמח (בבעלי חיים – מתפרק), גליקוגן נוצר ומתפרק בבעלי חיים/

ב. גלוקוז הוא חד־סוכר. אבן בניין של עמילן, שהוא רב־סוכר.

ג. כנ"ל (הקשרים בין יחידות הגלוקוז שונים).

ד. גלוקוז מסיס. חומרי תשמורת אינם מסיסים.

שאלה ה

1 – ו, 2 – ט, 3 – י, 4 – ב , 5 – ח, 6 – ג, 7 – ה, 8 – ד, 9 – י"א, 10. – ז, 11 – א.

1. השלימו את טבלת ההשוואה בין גלוקוז, סוכרוז, עמילן וסיבים תזונתיים בטבלה שלהלן (על פי הנ"ל, עמ' 25):

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **גלוקוז** | **סוכרוז** | **עמילן** | **סיבים תזונתיים** |
| **היחידה המרכיבה** |  |  |  |  |
| **צבע** |  |  |  |  |
| **צורה, מבנה** | גבישי |  |  | סיבי |
| **טעם** |  |  |  |  |
| **במים קרים** | מסיס |  |  |  |
| **במים חמים** |  | מסיס מהר |  |  |
| **תפקיד בגוף האדם** |  |  |  |  |
| **תפקיד בצמח, והיכן מהווה מבנה** |  |  |  |  |
| **שני מזונות מכילים** |  |  |  |  |

פעילות להערכה בנושא שומנים

1. מתוך חוברת הוראה למדעי התזונה – תש"ף, עמ' 56 <https://tinyurl.com/y4qnafyy>
2. ציינו חמישה מזונות שהשומן שבהם מוצק וחמישה מזונות שהשומן המרכיב אותם נוזלי.
3. למרות שגרם אחד של שומן וגרם אחד של שמן זהים בתרומתם הקלורית, מקובל שעדיף לצרוך סוג אחד ופחות מהסוג האחר. איזה סוג ליפיד עדיף לצרוך? מדוע?

ג. בעבר היו שיטות הרזיה שונות, שהמליצו להימנע לחלוטין מצריכת שומן בגלל הערך הקלורי שלו. כיום ידוע שצריכת שומן הכרחית לבריאות .כתבו שלוש סיבות לכך.

ד. מהי ההמלצה לגבי אחוז השומן וסוג השומן הרצוי בתפריט?

ה. מדוע יש הבדל בין מרגרינה לבין שמן, למרות שמקור המרגרינה הוא שמן? מה הבדל בין מרגרינה לבין חמאה?

ו. מדוע לא מומלץ לצרוך מוצרי חלב דלי שומן (0%)?

ז. כתבו לגבי כל אחד מההיגדים הבאים נכון או לא נכון. תקנו את ההיגדים הלא נכונים (על פי הנ"ל עמ' 51) (בסוגרים: התשובות):

1. הכולסטרול מצוי במזונות מהצומח (נכון)
2. הכולסטרול הוא מרכיב בקרומי התאים (נכון)
3. הכולסטרול משמש חומר מוצא ליצירת מלחי מרה, הדרושים להובלת השומנים לעיכול (נכון)
4. הכולסטרול נושא את השומנים בדם (לא נכון)
5. HDLמכונה 'הכולסטרול הטוב' (לא נכון)
6. חלמון, חמאה ושומן מהחי מכילים כולסטרול וגם שומן רווי (נכון)
7. כולסטרול נמצא רק במזונות מן החי (לא נכון)
8. ליפופרוטאין הוא חלבון בעל גרעין שומני המסיע שומנים בדם (נכון).

תשובות

1. מזונות עם שומן מוצק: בקר, עוף, חמאה, גבינה צהובה, חלב; מזונות עם שמן נוזלי: שמן, טחינה, צ'יפס, מיונז, שקדים.
2. שמן. מכיל יותר חומצות שומן בלתי רוויות מועילות. פחות סיכונים לנזק לכלי דם ולב.
3. יתרונות השומנים: בניית קרומים, בניית מעטפת תאי העצב, חומר מוצא לוויטמינים והורמונים, חומר מבודד, חשיבות בעת חסר קלורי.
4. מומלץ לצרוך עד 35% שומן מהתפריט היומי, בדגש על רוב השומן משמנים צמחיים המכילים חומצות שומן לא רוויות (רב בלתי רוויות).
5. מרגרינה היא שמן צמחי שעבר תהליך של 'מימון': הוספת אטומי מימן, כלומר הרווית מולקולות השמן. ההרוויה גורמת לשמן לעבור ממצב נוזלי למוצק. חמאה היא שומן בקר, שהוא מוצק מטבעו.
6. מוצרי חלב דל שומן: א. צורכים אותם בכמות גדולה יותר, מתוך הנחה שהם פחות 'משמינים'. ב. ספיגת הסידן תלויה בכולסטרול (חומר המוצא לוויטמין D). אם החלב מכיל 0% שומן, כלומר, חסר כולסטרול, אזי גם הסידן שבחלב לא נספג, ואז הערך התזונתי של החלב נמוך יותר.

פעילויות להערכה בנושא חלבונים: מתוך חוברת הוראה למדעי התזונה – תש"ף, עמ' 79-80 <https://tinyurl.com/y4qnafyy>

1. מהם היסודות המרכיבים את החלבון?

2. כיצד נקראת יחידת המבנה של החלבון ?

3. מספר החלבונים בטבע מגיע לכדי אלפים. מספר יחידות הבניין הוא רק כ-22. כיצד הדבר ייתכן?

4. מה מבטא ה'ערך הביולוגי של החלבון'?

5. ציינו שלושה מקורות מזון חלבוניים מהצומח, שלושה מקורות מזון חלבוניים מהחי.

6. ציינו שלושה מזונות בעלי ערך ביולוגי-חלבוני נמוך, ציינו שלושה מזונות בעלי ערך ביולוגי-חלבוני גבוה.

7. מהי חומצה אמינית חיונית?

8. מהו חלבון חסר? היכן נמצא לרוב חלבון חסר?

9. מהו חלבון מלא? היכן נמצא לרוב חלבון מלא?

10. מדוע חשוב לאכול חלבונים ממקורות מגוונים?

11. כיצד מאזנים עצמם הצמחונים והטבעונים מבחינת החלבון? הביאו דוגמא לכל אפשרות: צמחונים, טבעונים?

12. מהי כמות החלבון המומלצת בתפריט היומי?

13. מה קורה כשאוכלים עודף חלבון? מה קורה בחוסר חלבון?

14. מהי דנטורציה? מהם הגורמים לדנטורציה? תנו דוגמא לדנטורציה.

15. מהם תפקידי החלבונים בגוף?

16. חלבונים, למרות היותם חומרים אורגניים אינם משמשים כמקור אנרגיה עיקרי לגוף האדם, מדוע?

17. בשנים האחרונות התפתח מאד שוק מוצרי המזון שמקורם בסויה. מה גרם לכך?

18. אדם שמסתו 10 ק"ג חייב לאכול 5.8 ק"ג לחם מחיטה מלאה, או לחלופין 340 גרם בשר, כדי לספק לגופו כמות מתאימה של חלבון. מדוע יש הבדל גדול כל-כך בכמויות של שני המזונות הללו?

19. אילו בעיות עלולות להתעורר כתוצאה מתזונה ממושכת בתפריט צמחוני, ומדוע?

תשובות

1. פחמן, מימן, חמצן, חנקן.

2. חומצה אמינית

3. מבנה בחלבון נקבע על ידי הרצף והסדר של חומצות האמינו.

4. ערך ביולוגי: ערך יחסי לכמות חומצות האמינו ההכרחיות המרכיבות את המזון החלבוני. הערך הביולוגי של ביצה – 100.

5. חלבון מצמחים: קטניות, דגנים, אספרג, ברוקולי, כרוב ירוק, כרובית; חלבון מהחי: חלב, ביצים, בקר, עוף, דגים.

6. מזונות בעלי ערך חלבוני גבוה: ביצה, בקר, סויה; מזונות בעלי ערך חלבוני נמוך: חלב פרה, קטניות, חיטה.

7. חומצה אמינית חיונית היא חומצה אמינית שאיננה מיוצרת בגוף

8. חלבון חסר: חסרות בו חומצות אמיניות הכרחיות: דגנים

9. חלבון מלא : מכיל את תשע חומצות האמינו ההכרחיות. ביצה, קטניות

10. מקורות מגוונים לחלבונים: כדי להשלים חלבונים חסרים. המטרה היא הזנת הגוף בחומצות האמיניות ההכרחיות.

11. אוכלים מזונות צמחיים עשירים בחלבונים.

12. 15% מהתפריט היומי.

13. עודף חלבון: עומס על הכליות והכבד; חוסר בחלבון: בצקות, חולשה, ירידה במערכת החיסונית, ירידה בפעילות המוחית.

14. שינוי המבנה המרחבי של חלבון על ידי הרתחה או הגבה עם חומצה. ביצה קשה היא דוגמה לחלבוני הביצה שעברו דנטורציה (אך לא איבדו מהערך הביולוגי). כאשר מזון מחמיץ, החלבונים עוברים דנטורציה ויוצאים מכלל פעולה.

15. תפקידי החלבונים בגוף: מבנים בתאים, בעיקר בתאי השריר, בקרומי התאים, נשאים, תעלות יונים, אנזימים, הורמונים, נוגדנים, חלבוני קרישה, גורמי בקרה, מרכיב בחומר התורשתי, גורם עיקרי בלחץ האוסמוטי.

16. חלבונים הם פולימרים, פירוקם מורכב וממושך (בשל הכמות הגדולה של חומצות אמיניות). חומצות אמינו לא מהוות חומר מוצא ראשי להפקת אנרגיה, אלא במצב של מחסור בגלוקוז. בשל היותם פולימרים, החלבונים מתאימים להיות חומר מבני בקרומי תאים, בתאים, ובעיקר בתאי השריר.

17. שוק המזון העשוי מסויה (צמח עשיר בחלבונים) גדל, בשל העלייה בצמחונות והקריאה להפחית בגידול בקר לבשר.

18. בלחם חיטה יש כמות קטנה יותר של חלבונים, לכן יש לאכול ממנו כמות גדולה יותר מאשר בשר בקר.

19. תפריט צמחוני עלול להיות דל בחלבונים, ובחומצות אמינו הכרחיות.

פעילות הערכה בנושא ויטמינים

1. א. מיינו בטבלה את הוויטמינים הבאים לפי מסיסותם במים: B, A (1, 2, 3, 5, 6, 12,9 ), D, E, K

ב. מצאו מקורות מזון מהחי ומן הצומח **המכילים מספר ויטמינים**. ציינו המזון והוויטמינים שבו.

2. רשמו שלושה מזונות שהם מקורות לוויטמין C.

3. מומלץ להכין סלטים ולשתות מיץ תפוז סמוך ככל האפשר למועד האכילה, הסבירו.

4. תארו שני מצבים שבהם מומלץ להקפיד על צריכת ויטמין C באופן שוטף, התייחסו בהסבר לתפקידי ויטמין C.

שאלה 5 לקוחה מתוך 'תזונה בצמחים ובעלי חיים', 2011, עמ' 35.

5. שירה היא אשת מחשבים חרוצה בת 35 העובדת בהייטק. היא עובדת כל יום מבוקר עד ערב. בסופי שבוע היא בעיקר נחה בבית. שירה מודעת מאד לגזרתה וכמעט שאינה אוכלת מזון מהחי או מזון עתיר שומן. לאחרונה היא החלה לסבול מכאבים בעצמות, ובמיוחד בגב.

שירה הגיעה לרופאה ששלחה אותה לבדיקות רבות. בסופן של הבדיקות התברר שרמות הסידן בדמה של שירה נמוכות, והרופאה חשדה שהיא סובלת ממחסור בוויטמין D.

א. מה גרם לרופאה לחשוד ששירה סובלת ממחסור בוויטמין D?

ב. היכן בעולם צפויה להימצא אוכלוסייה שיש בה אחוז גבוה של אנשים הסובלים מתופעות של מחסור בוויטמין D? כדי לענות על השאלה מומלץ להיעזר במידע המצוי בשפע ברשת האינטרנט.

תשובות

1. א. המסיסים במים: כל הוויטמינים מסוג B, וויטמין C.

ב. כבד – ויטמינים מסוג B. ועוד.

2. מזונות עשירים בוויטמין C: פירות הדר, עגבנית, ברוקולי, כרובית, תותים, כרוב ותרד.

3. ויטמין C מתחמצן בקלות בטמפרטורה גבוהה, ואז יעילותו יורדת. גם אחסון ממשוך פוגם ביעילות הוויטמין.

1. מצבי דלקת, בפציעות, (ריפוי פצעים ויצירת צלקת) בתקופת ההזדקנות (אנטי אוקסידנט) ובתקופת הגדילה, בפעילות ספורט [(בעת מאמץ שרירים, לבניית חלבון הקולגן ברקמות חיבור (למניעת צפדינה)].
2. א. ויטמין D דרוש לבניית העצמות בילדות ובתקופת ההתבגרות, ולתחזוקתן עם העלייה בגיל.

ב. ויטמין D נוצר בגוף ב'עידוד' אור השמש. בארצות הצפוניות (סקנדינביה). באזורים אלו קרינת השמש היא בזווית, ולכן עוצמתה קטנה יחסית לאזורים דרומיים יותר, ובקו המשווה.

פעילות הערכה בנושא מים

1. כתבו בקצרה שלושה מתפקידי המים בגוף.
2. מהי כמות המים המומלצת לשתייה ביום?
3. לאור תפקידי המים בגוף, כתבו והסבירו בקצרה כיצד משפיע חוסר במים על שני מדדים בגוף.
4. תארו והסבירו שני מצבים שבהם חשוב לשתות כמות גדולה של מים יותר מהמומלץ בדרך כלל.

תשובות

1. המסה, הובלה, תווך לתגובות ביוכימיות (פירוק והרכבת חומרים), עיכול המזון, וויסות חום הגוף (פיזור החום. החום הסגולי הגבוה של המים מסייע לשמירה על טמפרטורת גוף באופן אוטונומי), נפח הדם (לחץ אוסמוטי).
2. כשמונה כוסות ביום לאשה (כ-2.7 ליטר ביום), כ-12 כוסות ביום לגבר (כ-3.7 ליטר ביום).
3. מדדים: התייבשות - רמת האלקטרוליטים בגוף (נתרן ואשלגן), נפח הדם (המטוקריט) (פגיעה בהומיאוסטזיס), לחץ דם.
4. לפני ואחרי פעילות מאומצת, בעת שהייה בחוץ ביום חם.

פעילות הערכה בנושא מינרלים

1. ברזל

בדיאטות מסוימות יכולה להיות צריכה מספקת של מאכלים המכילים ברזל ולמרות זאת יש תופעות של מחסור בברזל .

**א.** ציינו שלושה מזונות שמכילים ברזל.

**ב.** תארו שני גורמים (תנאים), המעודדים את קליטת הברזל מהמזונות שציינתם.

**ג.** בגיל ההתבגרות (מגיל תשע עד גיל 18) צריכת הברזל המומלצת לנער היא 11−8 מ"ג ליום ולנערה – 15 מ"ג ליום. מדוע צריכת הברזל המומלצת לנערה גבוהה מזו המומלצת לנער?

**ד.** רשמו שניים מתפקידי הברזל.

1. חסר ב**ברזל**, הוא אחד מהחסרים התזונתיים הנפוצים ביותר בעולם.
2. תארו סימן אחד למחסור בברזל.
3. קבוצת הנשים בגיל הפוריות היא קבוצה המתאפיינת בכך שבה יש אחוז גבוה של נשים הסובלות מחסר בברזל, הסבירו מדוע.
4. באוניברסיטה בארה"ב נערך סקר שבדק את רמת הברזל הממוצעת של נשים הניזונות בשתי דיאטות: נשים צמחוניות ונשים אוכלות כל. התוצאות בטבלה שלפניכם.

|  |  |
| --- | --- |
| **סוג התזונה** | **רמת ברזל בסרום הדם (liter/mg)** |
| צמחונית | 80 |
| אוכלות כל | 102 |

האם הממצאים שהתקבלו בניסוי, תואמים את הידוע לך לגבי מקורות הברזל במזון, הסבירו.

1. כיתבו שתי המלצות לשינוי בתזונה, היכול להביא לעליה ברמת הברזל בבני אדם צמחוניים.
2. סידן

לפניכם טבלה חלקית, המציגה את המלצות משרד הבריאות, לצריכת סידן יומית:

|  |  |
| --- | --- |
| **גיל/מצב** | **המלצה לצריכה יומית** |
| גילאים 1 - 3 | 500 מג' |
| גילאים 4 - 8 | 800 מג' |
| גילאים 9 - 13 |  |
| גברים ונשים עד גיל 50 | 1000 מג' |
| נשים מעל גיל 50 | 1200 מג' |
| נשים בהריון או מניקות |  |

1. האם צריכת הסידן המומלצת, לגילאי 13-9 (גיל ההתבגרות), צפויה להיות גדולה יותר או קטנה יותר מהכמות המומלצת לצריכת סידן בין הגילאים 8-4 ? נמקו תשובתכם, תוך התייחסות לתפקיד הסידן בגוף.
2. אשה בהריון צריכה כמות גדולה של סידן כדי להבטיח את בריאותה ואת התפתחות העובר. ציינו שתי דרכים להגביר את ספיגת הסידן בגופה.
3. מאיזו תופעה עלולה לסבול אישה מעל גיל 50 אשר אוכלת פחות סידן מהמומלץ
4. ציינו 2 פרטי מזון שמקורם מהחי, והם בעלי תכולת סידן גבוהה.
5. ציינו 2 פרטי מזון שתוכל להמליץ לטבעונים (לא אוכלים מוצרים מהחי בכלל) לצרוך, כמקור לסידן .

תשובות

1. ברזל
2. **מן הצומח-** תמרים, שומשום, שקדים, משמשים, עדשים, נבטי אספסת, צימוקים, זרעי דלעת, נבטי חיטה, ירקות עלים ירוקים, שעועית, אפונה, שזיפים מיובשים, מולסה, סויה ואגוזים.

**מן החי-** חלמון ביצה, בשרים ,חלקים פנימיים בבקר , כבד טחול ומוח העצם.

1. ויטמין C, חלבוני בשר ודגים.
2. בשל איבוד דם בווסת נערות זקוקות לכמות גדולה יותר של ברזל במזון.
3. נשיאת חמצן ופחמן דו חמצני, קואנזים באנזימים, מרכיב בבילירובין המצוי במיץ מרה.
4. ברזל
5. אנמיה, חיוורון, חולשה בעת מאמץ
6. איבוד דם בעת הווסת
7. בבשר בקר יש כמות גדולה של ברזל. לכן, אצל נשים שאוכלות גם בשר, רמת הברזל בדם גבוהה יותר.
8. לאכול מזון צמחי עשיר בברזל: קטניות, אגוזים, זרעים, פירות, דגמים.
9. סידן
10. גדולה יותר בתקופת ההתבגרות, בשל גדיל המואצת של העצמות והשרירים
11. מזונות עשירים בסידן אך מעטים באוקסלטים המעכבים ספיגת סידן
12. אוסטאופורוזיס (בריחת סידן)
13. דגים ומוצרי חלב (גבינות, יוגורט)
14. צמחים עשירים בסידן, טחינה (שומשום).

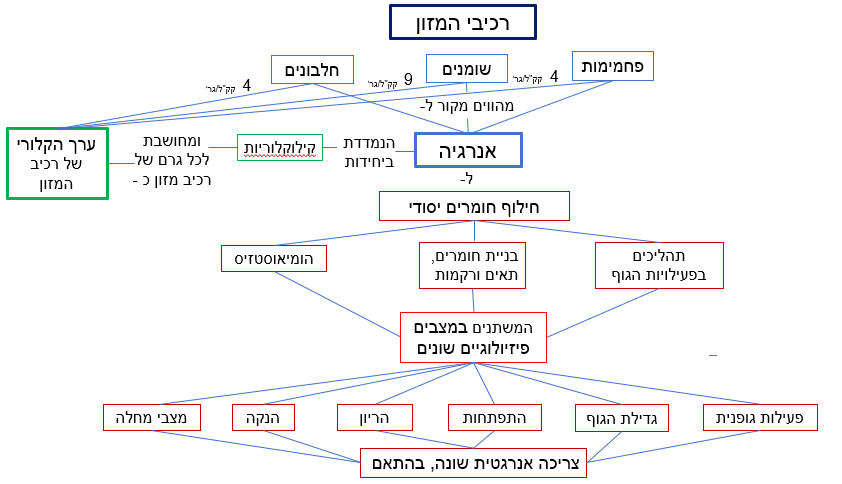
**תת־נושא 2: אנרגיה ומזון**

**מטרות (בתחומי התוכן והמיומנויות)**

* התלמידים יקשרו בין מזון לבין אנרגיה
* התלמידים יבינו שאנרגיה בגוף עוברת מחומר לחומר, או מומרת מצורה אחת לאחרת למשל: אנרגיה כימית ההופכת לאנרגית תנועה)
* התלמידים יקשרו בין המושגים חילוף חומרים והפקת אנרגיה
* התלמידים ידעו לבחון את הערך התזונתי של מזונות
* התלמידים יאספו מידע, ויסיקו שמזונות שונים זה מזה בהרכב התזונתי ובערך הקלורי
* התלמידים יקשרו בין רכיבי המזון לבין כמות הקלוריות המיוחסת להם
* התלמידים ידעו לחשב את כמות הקלוריות הצבורה בכמות מסוימת של מזון
* התלמידים ידעו שבמצבים פיזיולוגיים שונים, יש צריכה אנרגטית שונה, ולכן הדרישות התזונתיות שונות, בהתאם.

**רקע מדעי**

**מפת מושגים בנושא: אנרגיה ומזון**

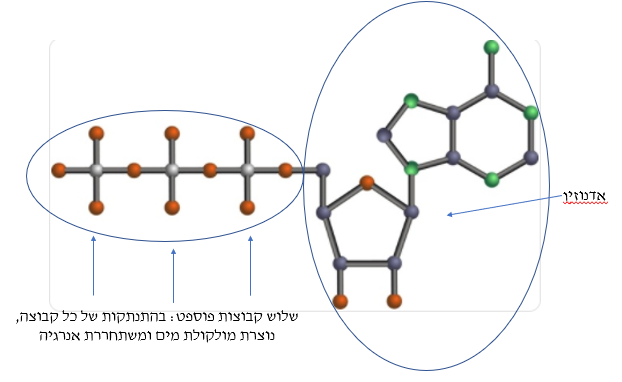


**אנרגיה ומזון**

מהי צריכה אנרגטית (Energy consumption / Energy requirements)? פעילות הגוף דורשת אנרגיה. זוהי פעילות ביוכימית בתאים וברקמות - תהליכי בניה: אנבוליים, ותהליכי פירוק: קטבוליים (70%), פעילות פיזית של השרירים (20%) ויצירת חום (10%) (פירוט בהמשך). הצורך באנרגיה קובע את צריכת האנרגיה, כלומר, כמות האנרגיה האצורה במזון ('דלק מטאבולי'), הנכנסת לגוף מידי יום, מוטמעת בפעילויות הגוף הכרוכות באנרגיה. האנרגיה הכימית הצבורה במולקולות רכיבי המזון, הפחמימות, השומנים והחלבונים, 'מתגלגלת' בגוף בתהליכים רב־שלביים, שבמהלכם מתפרקות מולקולות ומושקעת אנרגיה, ונבנות מולקולות אחרות, ומשתחררת אנרגיה. אנרגיה זו נאצרת במולקולות (40%) ATP וחלקה (הרב יותר) גם אובד כחום (60%). שחרור אנרגיה מ-ATP מצומד להשקעת אנרגיה ב-ATP . יתר האנרגיה בגוף שמקורה מהמזון אצורה בחומרים: פחמימות, שומנים וחלבונים, הנמצאים בחילוף חומרים מתמיד (כלומר, האנרגיה הכימית של רכיבי המזון, הפחמימות, השומנים והחלבונים מומרת בתהליכים מורכבים לאנרגיה כימית של הגוף בצורת \*ATP, או בתוך חומרי המזון החדשים הנוצרים בגוף מחדש). חומר המוצא הראשוני להפקת האנרגיה הוא גלוקוז, אך חומרים נוספים כמו חומצות שומן וחומצות אמינו 'נכנסים' לתהליך הנשימה התאית (מעגל קרבס, או מעגל חומצת הלימון), ומהם מופקת האנרגיה.

\*בגוף מצויים חומרים נוספים האוצרים אנרגיה זמינה בכמויות קטנות, כמו קריאטין פוספט (Creatine Phosphate) הנמצא בשרירים.

להלן מודל של מולקולת ATP – Adenosine TriPhosphate: https://tinyurl.com/y2e8um22



מולקולות ATP אינן יכולות להיקלט באופן ישיר ממקור חיצוני לתוך הגוף, וכן אינן עוברות בין תאים. כמות ה- ATPהמאוחסנת בתאי הגוף מספיקה לביצוע פעילות תאית קצרה בלבד, ולכן חייבים להתקיים תהליכי מחזור קבועים ורציפים של ATP בתוך כל תא מתאי הגוף (שרגל, 2012).

תהליכי הפקת האנרגיה בגוף הם בעיקר תגובות אנזימטיות של חימצון, המתרחשות בטמפרטורת הגוף. בתהליך המתבצע ללא חמצן, הגליקוליזה, מופקת כמות אנרגיה בכמות של ATP2, ואילו בהמשך התהליך המתבצע בנוכחות חמצן, מופקת אנרגיה הכמות של 36-34 מולקולות ATP. התהליך הוא זרחון חימצוני, המתרחש בתהליך מעגלי מורכב, מעגל קרבס.

צורכי האנרגיה הבסיסים הם אלו הדרושים לקיום המטבוליזם הבסיסי של כל רקמות הגוף ושל פעילויות הגוף בעת מנוחה מוחלטת, בטמפרטורה נוחה (25°c-28°c) ולאחר עיכול המזון (12 שעות לאחר ארוחה). הכוונה היא לפעולות החיים הבסיסיות: נשימה, פעולת הלב, פעולת הכליות ושמירת חום יציב בטווח ההומיאוסטזיס. צורכי אנרגיה אלו נקראים: BEE - Basal Energy Expenditure., או .Resting Energy Expenditure - REE

צורכי האנרגיה הבסיסיים מבוטאים גם ביחידות של קצב חילוף החומרים הבסיסי. ערך זה נקרא BMR (Basal Metabolic Rate). להלן נתונים ומצבים שבהם יש הבדל / שנוי ב-:BMR גיל – ירידה ב- BMR עם העלייה בגיל; מין – BMR גבוה יותר אצל גברים; גובה ומשקל – BMR גבוה יותר אצל אנשים גבוהים ובעלי משקל רב יותר; הריון - בתחילת הריון – ירידה ב-BMR, עקב השינויים ההורמונליים החלים בגוף, לקראת סוף ההריון – עלייה מעל הרמה שלפני ההריון; הנקה (דרשוה אנרגיה נוספת לייצור חלב), ווסת, - עליה ב- BMR; עיכול מזון (ייצור אנזימים)– עלייה ב- BMR; פעילות פיזית (מאמץ שרירים) – עלייה ב- BMR; עלייה בטמפרטורת הגוף – עלייה ב- BMR; הפרשה ופעילות מוגברת של הורמוני התירואיד (בלוטת התריס),האחראים על קצב חילוף החומרים - עלייה ב- ;BMR רעב – ירידה ב- BMR; לחץ נפשי (עלייה בלחץ דם ובקצב הלב, מנגנון ה-Stress ('Fight') – עלייה ב-BMR ((Waugh and Grant, 2014.

למדידת BMR חשיבות רבה, כפעילות מקדימה וכניטור להערכת המצב של אדם הזקוק לטיפול תזונתי במחלות שונות הקשורות לתזונה, כמו השמנת־יתר או תת־תזונה. כמו כן, דרושה הערכת BMR אצל חולים הנמצאים במצב גופני חמור וזקוקים להזנה תת־וורידית, או לפני ניתוח ואחרי ניתוח. מדידות קלורימטריות משקפות את השינויים המטבוליים הנגרמים עקב מחלה או טיפול, ויכולות לסייע בהכוונה נכונה של החולה לקראת הבראה וחזרה למשקל תקין ותפקוד גוף תקין.

כיצד נקבעBMR(או BEE)?

קיימות שתי שיטות לקביעת BMR: א. קלורימטריה ישירה – בדומה לקלורימטריה של המזון, נמדד החום הנפלט מגופו של אדם הנמצא בחדר אטום בתנאי מנוחה, טמפרטורה נוחה, וצום של 12 שעות. המדידה נמשכת פרק זמן, שבו נמדדים שינויי טמפרטורה, והם מבטאים את שעור ייצור החום על ידי האדם הנמצא בחדר או בתא אטום. ייוצר החום משקף את צורכי האנרגיה של גוף האדם. ב. קלורימטריה עקיפה – מדידה של צריכת החמצן ופליטת הפחמן הדו־חמצני מהאדם בתנאים הנדרשים להגדרת BMR(לעיל), וחישוב האנרגיה לפי מקדם נשימה (RQ). מקדם זה הוא היחס בין כמות הפחמן הדו־חמצני הנפלט בנשיפה, לבין כמות החמצן הנקלט בנשימה ביחידת זמן. מקדם הנשימה לגבי כל רכיב מזון ידוע (לגבי פחמימות – 1, ולגבי שומנים – 0.7). בשיטה זו, למעשה, נמדדות הכמויות של פחמימות ושומנים אשר נוצלו לאנרגיה במשך זמן הבדיקה. אחת המגבלות של השיטה היא ההנחה שכמויות הגזים בשאיפה ובנשיפה (הנמדדות בשיטת הקלורימטריה העקיפה) פרופורציוניות לאלו הנצרכות בתאי הגוף. הנחה זו נכונה לגבי החמצן הנשאף, אך אינה נכונה לגבי הפחמן הדו־חמצני הננשף. מאגרי ה-2CO בגוף גדולים ומשתנים מהר, למשל כתוצאה מנשימות עמוקות או מפעילות גופנית מוגברת. בתנאים אלו, כמות ה CO2 המשתחררת מהריאות לא בהכרח משקפת במדויק את זו המיוצרת בתאים. הפער מצטמצם כאשר מדידת כמויות הגזים מתבצעת כפי שתואר לעיל, במנוחה מוחלטת ובמצבsteady state' ', כלומר במצב גוף בסיסי. האנרגיה מן החלבונים במזון מחושבת באופן נפרד, לפי כמותם, הנקבעת על פי כמות החנקן המופרשת בשתן.

העשרה: שיטה נוספת למדידה וחישוב BMR היא שימוש במים כפולי סימון - DLW (Double Labeled Water). השיטה מבוססת על מספר הנחות, שהעיקרית ביניהן היא: כמות הפחמן הדו חמצני הנפלטת מהגוף מבטאת את כלל כמות האנרגיה המיוצרת בתהליכים האירוביים בגוף.

השיטה היא מעקב אחר הדעיכה בריכוז איזוטופים יציבים (שאינם רדיואקטיביים) של חמצן -18, ומימן )דיאוטריום) בנוזלי הגוף, אחרי סימון ראשוני שלהם. התהליך מתחיל בצריכת כמות מדודה של מים מסומנים פעמיים באיזוטופים יציבים של חמצן ושל מימן ולקיחת דגימת בסיס פרק זמן קצר אח“כ )לאחר פיזור מלא של המים בנוזלי הגוף). המים המסומנים נצרכים בשתייה והדגימות יכולות להילקח מהשתן, מהרוק או מהדם. דגימות עם המימן והחמצן ה'מסומנים' נלקחות בהתחלה, ובהמשך, בפרקי זמן של 24 שעות או יותר, הוא בין 4 ל-20 ימים. שיטה זו מאפשרת מדידת כמות המים הכללית בגוף ואת חישוב מסת הגוף הרזה ומסת השומן. בשיטה זו נמדד ייצור פחמן דו‏־חמצני, המשקף את קצב ייצור האנרגיה בנשימה. היחס בין שיעור ייצור הפחמן הדו־חמצני לבין שיעור צריכת החמצן, הוא יחס 'החילוף הנשימתי' או 'מקדם הנשימה' (RQ) (ראו לעיל בשיטת הקלורימטריה העקיפה). יחס זה משתנה בהתאם לרכיבי המזון המשמשים מקור לאנרגיה. ולכן, בכדי לתרגם בצורה מדויקת את כמות הפחמן הדו־חמצני הנפלטת לכמות החמצן הנצרכת ליחידת זמן, ובהתאמה להוצאת הקלוריות בפעילות הגוף, חשוב לאסוף מידע בנוגע לתזונת הנבדק.

שיטתDLW נפוצה ושימושית בקרב תינוקות עם בעיות תזונתיות והורמונליות, קשישים וחולים במעקב תזונתי, אנשים במצבי השמנה שונים, ספורטאים. השיטה מצטיינת ברמת דיוק גבוהה, ובכך שאיננה מפריעה לנבדק לנהל אורח־חיים רגיל בפרק הזמן של הבדיקה. השיטה יקרה ומצריכה שימוש במעבדה וציוד מיוחד. בנוסף, פרק הזמן לבדיקה הוא ארוך יחסית, ומצריך מידע רב אודות הפעילות הגופנית של האדם בזמן זה, מה שממכיל גורמים נוספים ומורכבים לחישוב (שרגל, 2012).

בכל השיטות, החישוב הסופי של BMR נעזר במשוואות המשקללות את הנתונים האישיים של האדם: גיל, מין, משקל וגובה. כך גם האפליקציות השונות הקיימות כיום. הן מחשבות את קצב 'שריפת' הקלוריות בגוף, למשל בעת פעילות ספורטיבית. גם קצב הלב הוא מדד לקצב חילוף החומרים, אך יחס ההמרה שונה מאדם לאדם.

**הגורמים המשפיעים על BMR**

א. הרכב הגוף: מבחינה מטאבולית ניתן להבחין בשני מרכיבים: מסת השומן: השומן התת־עורי, השומן המקיף את האברים הפנימיים, ומאגרי שומן באזורים אחרים בגוף. הרכיבים הם שומנים, בעיקר טריגליצרידים. מסת הגוף הרזה: מסת הגוף ללא רקמת שומן - רקמות השרירים, השלד, תאי דם ואברים פנימיים: כבד, כליות. הרכיבים הם: מים, חלבון, פחמימות ושומן תאי. צורכי האנרגיה הבסיסיים של מסת הגוף הרזה גדולים מאלה של מסת השומן, מכיוון שבמסת הגוף הרזה מתרחשת פעילות מטאבולית ברמה גבוהה פי 5-3 מאשר במסת השומן. צורכי האנרגיה במסת הגוף הרשה מורכבת מ-60% בפעילות האברים הפנימיים, ו-40% בפעילות השרירים והשלד.

במהלך תקופת הגדילה (ילדוּת ובגרוּת) חל שינוי במסת הגוף הרזה: משקלם של האברים הפנימיים יורד, ומשקלם של השרירים והשלד עולה. זוהי הסיבה לכך שצורכי האנרגיה הבסיסים (BEE) דווקא יורדים בשנות הגדילה.

משקל השלד, מערכת העצבים, הדם והלימפה, המהווה מרכיב גדול במשקל הגוף, אינו משתנה אפילו במצבים קיצוניים. לעומת זאת, המשקל היחסי של רקמות השומן ורקמות השרירים שונה מאד בצבים פיזיולוגיים שונים, וכן, השינוי הוא אינדיבידואלי (שונה מאדם לאדם). אצל אדם שמן, מסת הגוף הרזה יכולה להגיע לרמה של 30%, ואילו אצל אדם רזה, או אצת ספורטאי, מסת הגוף הרזה יכולה להגיע ל-60% ממשקל הגוף. כלומר, להרגלי תזונה ולפעילות גופנית יש השפעה על הרכב הגוף , וכך גם על צורכי האנרגיה הבסיסיים. רמה גבוהה של פעילות גופנית מגבירה את בניית השרירים וגדילתם, וכך גדלים גם צורכי האנרגיה. אי הקפדה על דיאטה מאוזנת עלולה לגרום להשמנת־יתר, כלומר לגדילת מסת השומן, וכך לירידה כללית בצורכי האנרגיה הבסיסיים של הגוף.

הרכב הגוף מושפע במידה רבה מגורמים נוספים: א. תורשה: בקרת התיאבון והשובע ומערכת העצבים הסימפטית המפעילה אותה תלויות במידה מסוימת בתכונות תורשתיות. ב. הורמונים הפעילים במטאבוליזם: יש הפועלים להעלאת מסת הגוף רזה, ויש הפועלים להעלאת מסת השומן. ג. גובה (הנקבע גם על ידי גורמים תורשתיים והרגלי תזונה): ככל שילדים ומבוגרים גבוהים יותר, מסת הגוף הרזה אצלם גבוהה יותר, וכך גם צורכי האנרגיה הבסיסיים.

ב. קצב הגדילה: בתקופות שבהן מואץ קצב הגדילה של הגוף, ומוגברים תהליכי הבנייה, עולים צורכי האנרגיה לכל ק"ג ממשקל הגוף. מגמה זו ניכרת בשבועות הראשונים לאחר הלידה, שבהם קצב הגדילה גבוה במיוחד: כמות האנרגיה הדרושה לגדילה מהווה מחצית מצורכי האנרגיה הבסיסיים – BEE.

ג. עליית חום הגוף ומחלות: כאשר עולה חום הגוף, עולה גם קצב חילוף החומרים הבסיסי. כל עלייה של °c 1 מביאה לעליה ב-13% ב-BEE. גם במחלות כמו מחלות לב, מחלות בדרכי הנשימה, סוגים מסוימים של מחלות סרטן, יש עלייה בצורכי האנרגיה של הגוף, וכך גם בקצב המטבוליזם.

ד. תנאי האקלים: כל סטייה קיצונית בטמפרטורת הסביבה גורמת לשינוי בצורכי האנרגיה הבסיסים, וזאת, בשל הצורך לשמור על חום גוף יציב בטווח ההומיאוסטזיס. כשיש ירידה משמעותית בטמפרטורה חיצונית, עולה החום הפנימי במספר אופנים, כמו היצרות כלי הדם החיצוניים, רעד בלתי רצוני, והעלאת קצב המטאבוליזם הבסיסי. כשיש עליה משמעותית בטמפרטורה החיצונית, יורד החום הגוף ('במטרה' לקררו) באמצעות הזעה, הרחבת כל הדם החיצוניים (כך שייפלט חום), והורדת קצב המטאבוליזם הבסיסי (זילבר-רוזנברג, 1996).

**האנרגיה במזון - הערך הקלורי**

כמות האנרגיה במזון נמדדת ומצוינת ביחידות קלוריות (או קילו־קלוריות).קלוריה היא כמות האנרגיה הדרושה כדי להעלות טמפרטורה של גרם מים מ-c14.5° ל-c15.5° בלחץ של 1 אטמוספירה. 1 קלוריה (קטנה) (cal) שווה לכ-4.185 ג'אול. בסימון תזונתי משתמשים לרוב (אך לא תמיד) במילה קלוריה, במשמעות של קלוריה גדולה (סימון Cal) שהיא 1,000 קלוריות 'קטנות' (סימון cal), כלומר 1 קילו־קלוריה (קק"ל kcal). כך, למעשה, ניתן להבין את משמעות המילה קלוריה רק מתוך ההקשר והערך המספרי (ויקיפדיה, 2020).

קיימות שתי שיטות להערכה של כמות האנרגיה במזון: א. שיטת הקלורימטריה – מודדים את כמות החום הנפלטת בעת חימצון המזון (שריפתו). שריפת המזון מתבצעת בתוך כלי מתכת סגור, המחומם על ידי העברת זרם חשמלי. את כמות החום מודדים על פי מדידת טמפרטורת המים שבהם נמצא הכלי, בהתחלת החימום וסופו והמרה ליחידות האנרגיה: קלוריות או ג'אול.

שיטה זו איננה מבטאת נכון את כמות האנרגיה שהגוף יפיק מהמזון, כיוון שיש חומרים אורגניים (רכיבי מזון כמו הסיבים התזונתיים), שהאנרגיה שלהם איננה זמינה או מנוצלת למטבוליזם של הגוף. כלומר הכמות שתימדד בשיטה הקלורימטרית תהיה גדולה יותר מזו היעילה לגוף. ב. הערכה כמותית: כמות האנרגיה במזון מסוים היא סכום של תכולת האנרגיה של כל רכיב מזון – פחמימות, שומנים, חלבונים – על פי כמותם היחסית במזון, ועל פי הערכים המקובלים (שהתקבלו בשיטה הקלורימטרית) ('כלל 4-9-4') הערכים הם: מחימצון של 1 גר' פחמימות מתקבלת אנרגיה בשיעור כ-4 קילוקלוריות (או כ-17 קילו ג'אול); מחימצון של 1 גר' שומן מתקבלת אנרגיה בשיעור כ-9 קילו־קלוריות (או כ-38 קילו ג'אול); מחימצון של 1 גר' חלבון מתקבלת אנרגיה בשיעור כ-4 קילו־קלוריות (או כ-17 קילו ג'אול). גם מאלכוהול מתקבלת אנרגיה: מחימצון של 1 גר' אלכוהול מתקבלת אנרגיה בשיעור 7 קילו־קלוריות (או כ-29 קילו ג'אול).

השיטות הללו אינן מדויקות מבחינת הערכת האנרגיה מהמזון שתנוצל בגוף, אך מספקות אומדן. שני גורמים עיקריים לאי־דיוק: א. יש שונות רבה בספיגה של חומרים במעי. למשל, 1 גר' של חלבון ביצה הנספג בשלמותו, מחושב כמו 1 גר' של חלבון המצוי בסובין (סוג של סיבים תזונתיים), שרק 40% ממנו נספג. ב. פירוק המזון הוא תהליך הדורש אנרגיה, וגם בכך יש הבדלים בין מזונות. למשל, פירוק וספיגה של 1 גר' בשר דורש כמות גדולה של אנרגיה, יחסית לזו הנדרשת בפירוק וספיגה של 1 גר' סוכר לבן.

הערך הקלורי מצוין בסימון התזונתי של המזון, בראש רשימת הערכים של כמויות רכיבי המזון.

יש לזכור כי, ההחלטה על הרכב תפריט איננה תלויה רק בערך הקלורי של המזון אלא גם ברכיביו, לפרטים. שכן, 1 גר' חלבון איננו שווה מבחינה מטאבולית לכ-0.5 גר' שומן, גם אם הם מהווים מקור לכמות שווה של אנרגיה. בנוסף, המטרה היא להיות מודעים למאזן הנכון שבין כמות האנרגיה הנכנסת לגוף במזון, לבין כמות האנרגיה הנצרכת בגוף באופן פעיל.

**ביבליוגרפיה לנושא אנרגיה ומזון**

ויקיפדיה (2020). *קלוריה.* <https://tinyurl.com/y4g8nzoj>

זילבר-רוזנברג, א. (1996). *תזונה – פרי מחשבה, מזון ותזונה במצבי בריאות וחולי.* רמת אביב, האוניברסיטה הפתוחה.

ענבר, ר. (). סוכרת, השמנה וחילוף חומרים- קלורימטריה עקיפה בקהילה. *Medical Media Digital.*

https://tinyurl.com/y4j4ujzz

שרגל, א. (2012). שיטות למדידת הוצאה אנרגטית. *Review – מגזין מכון תנובה למחקר, 35*, 11-8.

<https://www.tnuva.co.il/uploads/f_5a70341f14b4f_1517302815.pdf>

Waugh, A., & Grant, A. (2014). Ross and Wilson Anatomy & Physiology in Health and Illness. 12th Edition. UK Churchill Livingstone Elsevier. https://tinyurl.com/yyayfxz3

**הצעות דידקטיות**

**א. תיאור תהליך ההוראה**

**שיקולי הדעת בבניית רצף ההוראה**

בתת־נושא זה המוקד הוא אנרגיה המופקת מרכיבי מזון. יש להסביר את האנרגיה בשני היבטים שונים זה מזה: האחד – בהיבט הפיזיולוגי: חשיבות האנרגיה בגוף לתחזוקת הגוף בחילוף החומרים היסודי, לתהליכים, ולבניית חומרים ותאים ורקמות בגוף; האחר – בהיבט הכמותי-פרקטי: כמות האנרגיה המופקת מיחידת מסה של רכיב מזון: הערך הקלורי של הסוכרים, החלבונים והשומנים. מכיוון ששני היבטים אלו לא קשורים ישירות זה לזה, ניתן להציע כמה רצפי הוראה.

**רצפי הוראה**

על מנת ליצור משמעות וענין בקרב התלמידים, בנושא האנרגיה במזון והערך הקלורי של רכיבי המזון, יש ליצור פעילות לימודית, ובה יביאו התלמידים אריזות מזון שונות עם הסימון התזונתי עליהן. התלמידים ינתחו ויסכמו את הערך התזונתי של מזונות שונים. בפעילות ניתן לשלב שימוש ב'מחשבון קלוריות' שהוא אתר אינטראקטיבי:

<https://www.foodsdictionary.co.il/calculators/calories.php>

בפעילות זו ייחשפו בתלמידים לערכים הקלוריים של רכיבי מזונות לפי כמותם, וצורת הגשתם (עיבודם / בישולם / אפייתם) למשל: תפוח אדמה: יחידה קטנה /גדולה, עם קליפה, ללא קליפה, מבושל/ אפוי/ מטוגן). הפעילות עשויה להעלות בקרב התלמידים את המודעות לתזונה נכונה, וכך גם ישלטו במושגים לקראת הלמידה של תת הנושאים הבאים: קצובת מזון ומזון ובריאות. בעזרת המחשבון, ניתן להכין באופן וירטואלי-שיתופי תפריטים מגוונים מחושבי-קלוריות, ולהשוות ביניהם.

רצף 1: א. אנרגיה לגוף – לשם מה? ב. אנרגיה מהמזון – כיצד, כמה? ג. אנרגיה במצבי גוף שונים.

השאלה הראשונה הנשאלת היא: מזון לגוף – לשם מה? ואנרגיה מהמזון – לשם מה? יש להתחיל בצרכי האנרגיה של הגוף במצב בריא: חילוף החומרים היסודי המתבצע בגוף ללא הרף. ניתן להצביע על הבדלים בגיל ומגדר. בשיעור השני ניתן לחזור אל רכיבי המזון ולהסביר את הקשר ביניהם לבין האנרגיה, כלומר: היכן וכיצד מופקת האנרגיה. בהמשך השיעור יש להגיע למושג הכמותי, המופיע על כל תווית המוטבעת על אריזת מזון: הערך הקלורי, שהוא כמות האנרגיה המופקת מגרם חומר: סוכר, חלבון, שומן. יש לתרגל את כמות האנרגיה המופקת מכמות מזון המומלצת ביממה, וכן כמויות האנרגיה במזון עתיר רכיבי מזון, למשל: מזון מתוק, העשיר בסוכרים ובשומנים (שוקולד חלב), או מזון העשיר בחלבונים (גבינה לבנה). בשיעור השלישי, לאחר שלמדנו את חשיבות האנרגיה וכמויותיה במזון, יש לחזור אל הפיזיולוגיה, לבחון את צריכת האנרגיה במצבים פיזיולוגיים החורגים מהנורמה, כגון, מצבי מחלה, תקופת גדילה מואצת, הריון, ועוד. תת־ הנושא אנרגיה ומזון יהוה בסיס לתת הנושאים הבאים: קצובת מזון ובריאות ומזון.

רצף 2: א. אנרגיה מהמזון – כיצד כמה? ב. אנרגיה לגוף – לשם מה? במצב נורמלי ובריא, ג. אנרגיה במצבי גוף שונים.

לאחר שלמדנו תת־נושא ראשון: רכיבי המזון, אך טבעי הוא לדון בשיעור הראשון ברצף, באנרגיה המופקת מכל רכיב מזון (הסוכרים, השומנים והחלבונים, להבדיל מהוויטמינים, המים והמינרלים), ולהבין המושג 'ערך קלורי'. בשיעור השני נעבור ל'תפקידי' האנרגיה, וגלגוליה בגוף במצב נורמלי ובריא: תהליכי חילוף חומרים, קיום הומיאוסטזיס, בנית תאים, רקמות. בשיעור השלישי נרחיב לדרישות האנרגיה במצבים השונים מהנורמה, הדורשים אנרגיה זמינה ורבה יותר, כגון: פעילות גופנית מאומצת, גדילה מואצת, הריון, הנקה, ומצבי מחלה. גם רצף זה יהווה בסיס מתאים עם ידע מקדים לתת הנושאים הבאים: קצובת מזון ובריאות ומזון.

להלן תכני השיעורים. ניתן ליצור מהם רצף ,לפי שיקול הדעת של המורה: א' או ב'.

**שיעור 1: האנרגיה במזון. ערך קלורי של מזונות**

מומלץ להתחיל את הנושא עם השוואת סימון תזונתי של כמה מזונות. (ניתן לחלק את הכיתה לשלוש קבוצות: כל קבוצה תקרא סימון תזונתי של שני מאכלים העשירים ברכיב מזון זהה, למשל: מזון עתיר פחמימות: סוכריה חמוצה ועמילן תירס. יש להדגיש את כמות הקלוריות והכמויות של רכיבי המזון. בדיון ההשוואתי יש לשלב הסבר על הערך האנרגטי/ הערך התזונתי: יחידות הקלוריות, והחישוב ליחידת מסה (גר' או ק"ג(. לאחר העיסוק במאכלים בודדים, יש לתת לתלמידים לתרגל חישוב ערך קלורי של כמויות שונות של מזונות (פרי, ירק, בשר, מוצר חלב), ולסיום, לחשב ערך קלורי של מנה מגוונת. שיתוף התלמידים בבחירת מאכלים, בהרכבת מנה ובחישובים עשוי לגרום למעורבות, וחווייתיות: ביטוי אוריינות מדעית פעולה יומיומית כמו בחירת מאכל והרכבת תפריט. בשיעור זה יש להתייחס גם לכך שהוויטמינים והמינרלים הם חסרי ערך קלורי, וכן לדון בשאלה, מהו הערך הקלורי של מים.

**שיעור 2: אנרגיה בגוף במצב נורמלי, בריא, חילוף חומרים יסודי (BMR)**

לאחר שהמשגנו וכמתנו את האנרגיה הצבורה במזון, נעבור לדון ב'גורלה' של אנרגיה זו בגוף: מעברי אנרגיה בין חומרים, וכן המרות אנרגיה מצורה לצורה: למשל, אנרגיה כימית ההופכת לאנרגית תנועה (בשריר), וזו, בחלקה, הופכת לחום. נבחן את צריכת האנרגיה במצב רגיל, במנוחה: היכן בגוף דרושה אנרגיה, גם במנוחה?

נכיר את המושג: חילוף חומרים יסודי (Basic Metabolic Rate ) ההוצאה הקלורית היומית. פירושה: כמות קלוריות הדרושות לתחזוקת הגוף במנוחה ובפעילויות רגילות בגוף הבריא. יש כמובן להזכיר, שמקורה של האנרגיה הוא במזןן, מה שיוביל לתת־נושאים הבאים: קצובת מזון וכן בריאות ומזון.

**שיעור 3: צריכת האנרגיה במצבים השונים מהנורמה**

לאחר שעסקנו באנרגיה הדרושה לגוף במצב מנוחה, נוכל לעסוק במצבים מיוחדים, השונים מהנורמה, שהגוף נקלע אליהם: תקופת גדילה והתפתחות, פעילות גופנית נמרצת, הריון, הנקה, ומצבי מחלה, החורגים מהומיאוסטזיס. נדון עם התלמידים, מה הן הפעילויות הגופניות, הפיזיולוגיות החורגות מהנורמה במצבים המיוחדים הללו, ומדוע הן דורשות כמות רבה יותר של אנרגיה.

**ב. קשיים אופייניים**

1. התלמידים מתקשים בהבנת המושג 'ערך קלורי'

2. התלמידים מתקשים לקשר בין ATP לבין 'ערך קלורי' הרשום על אריזת מזון

3. התלמידים אינם מבינים את המושג קצב חילוף חומרים יסודי (או בסיסי)= BMR

4. התלמידים חושבים שבמנוחה אין לגוף צורך באנרגיה

5. התלמידים חושבים שצריכת אנרגיה בגוף היא רק לתנועה.

**ג. הצעות להתמודדות עם הקשיים, בהתאמה**

ראשית, יש להבין שהקשיים הללו צפויים, כי הם נובעים מכך שהמושגים הם מופשטים, ונדרשת חשיבה פורמלית, על מנת להבינם לעומק (ראו סעיף זה בתת־נושא 'רכיבי מזון').

1. יש להגדיר את המושג 'קלוריה' כיחידת אנרגיה, כפי שמוגדרות יחידות מדידה רבות. מומלץ להסביר בקצרה כיצד מחושבות הקלוריות במוצרי מזון? ראו באתר של מכון דוידסון: https://tinyurl.com/s66fbhb

2. על מנת לקשר בין האנרגיה המופקת בתהליך הנשימה התאית לבין הערך הקלורי במזון, יש להביא בפני התלמידים את המידע אודות מספר הקלוריות (או ג'אולים) המתקבלים בצורת ATP מ-1 מול של גלוקוז.\* מידע זה גם יחבר את התלמידים למושג 'שריפת קלוריות' שפירושה, הפקת האנרגיה מחומרי המזון.

\* kJ 1159. כמות זו היא 41.7% מכלל האנרגיה המופקת מ-1 מול גלוקוז. יתר האנרגיה היא חום. מכיוון שבכל פירוק של מול גלוקוז נוצרים 38 מול ATP, הרי כמות האנרגיה ב- 1מול ATP היא kJ 30.5 (שהם 7.29 קילוקלוריות).

3. חילוף חומרים הוא מושג הכולל את כל תהליכי הפירוק וההרכבה של חומרים בגוף, המתבצעים לא הרף ודורשים אנרגיה. על מנת להסבירו, ולהראות את מידת הרלוונטיות שלו, כדאי להזכיר את המושג הפופולרי 'שריפת קלוריות', שצוין לעיל. ככל שקצב חילוף החומרים גבוה, יותר אנרגיה מופקת בגוף, ומקורה הוא מהמזון. כמו כן, כדאי להראות טכנולוגיות (אפליקציות), המאפשרות לכל אדם בעל מכשיר 'טלפון חכם' לחשב את מספר הקלוריות שהושקעו בגוף, במנוחה או בפעילות מאומצת. ניתן לתת לתלמידים מטלה להתקין את האפליקציה ולמדוד באמצעותה את כמות הקלוריות שנצרכו במשך זמן, בעת מנוחה או פעילות רגילה, וכן גם במאמץ. כמות הקלוריות בעת מנוחה היא אחד הרכיבים בחישוב ה- BMR. באופן זה תומחש פעילות הגוף התמידית. רצוי לדון עם התלמידים, אודות מדדים המשפיעים על BMR של כל אדם (גיל, מין, משקל), וכן אודות מדדים נוספים המלמדים על קצב חילוף החומרים (דופק, קצב נשימה). השוואת מדדים אלו (לאחר מדידתם) במנוחה לעומת מאמץ ממחישה לתלמידים מהו BMR, לעומת קצב המטבוליזם בעת מאמץ או מצבים אחרים.

הסבר על חילוף החומרים בדיקת קצב חילוף חומרים במצב יסוד (מנוחה), מומלץ להיעזר בסקירה: <https://www.wingate.org.il/Index.asp?ArticleID=1719&CategoryID=638> וכן באתר מכון דוידסון: https://tinyurl.com/y4yg2yf9

4. לקשיים 4, 5, הנוגעים לצורך הגוף באנרגיה, יש להתייחס באמצעות דיון עם התלמידים ברמה האינטואיטיבית, ו'לטפס' עד לרמה הפורמלית. קשיים אלו מצויים בבסיס של בניית הדימוי המנטלי של 'גלגולי' האנרגיה בגוף'. זאת, החל מהמזון המגיע אל הפה ועד האנרגיה הכימית (מושג קשה ופורמלי בפני עצמו) המופקת ממנו, והשקעתה בפעילויות שונות, פנימיות (תגובות ביוכימיות של פירוק והרכבה בגוף, יצירת חשמל, יצירת חום) וגם חיצוניות (תנועה, חישה, חשיבה, ועוד). יש להתחבר לידע הקודם של התלמידים אודות הומיאוסטזיס, שקיומו דורש אנרגיה.

**טבלת תכנון ה.ל.ה לנושא אנרגיה ומזון**

טווח שעות מומלץ: 3 שעות

| **נושא** | **מושגים ורעיונות** | **מיומנויות** | **פעילויות מפתח** | **הפניה לחומרי למידה ופעילויות לימודיות (עמ') והפניות לאתרים ברשת** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | - רכיבי המזון מתפרקים במערכת העיכול ליחידות המבנה שלהם, נספגים בדם, מגיעים לתאים, ובהם נבנים מחדש ומעובדים חומרים: חלבונים, שומנים וסוכרים. תהליכי הבניה והעיבוד מבוקרים בהתאם לצרכי הגוף.  - מטבוליזם  קצב חילוף חומרים בסיסי (BMR): קצב שחרור האנרגיה הדרושה לגוף בעת מנוחה (ביצוע תפקודים רגילים) בהתאם למגדר, גיל, משקל, גובה. | חשיבה מסדר גבוה: קישור בין מקרו למיקרו: בין בחירת המזון שאנו אוכלים, לבין ' גורלו' בגוף: פירוקו למולקולות, תוך יצירה והשקעת אנרגיה.  ביצוע מדידה, חילוץ נתונים, עריכת טבלה, הצגה גרפית, הסקת מסקנות. | מספר סבבים של מדידה אישית של BMR באמצעות אפליקציה בסמארטפון.  תיעוד המדידה בהתאמה לתזונה, ולפעילות הגופנית שבוצעה לפני ואחרי המדידה.  הוספת מדדים ל'השלמה התמונה': מדידת טמפרטורת גוף, קצב לב.  עריכת טבלה. איסוף וארגון ממצאים כיתתיים.  הסקת מסקנות והסבר הקשר בין התזונה הפעילות והמדדים. | - הילקוט הדיגיטלי לעל יסודי: גוף האדם בדגש הומיאוסטזיס, מבואות, התא – יחידת תפקוד בסיסית של הגוף, חילוף חומרים (מטבוליזם) אנזימים. במצגת: שקפים 10-1, 17-16.  <https://tinyurl.com/yxao582v>  - הילקוט הדיגיטלי לעל־ יסודי: גוף האדם בדגש הומיאוסטזיס, מבואות, התא – יחידת תפקוד בסיסית של הגוף, נשימה תאית. הסבר הקשר בין ATP לאנרגיה:  https://tinyurl.com/y2khaxyu |
| **הערך הקלורי של רכיבי מזון: -חלבונים**  **-שומנים**  **-פחמימות**  **-מים** | -אנרגיה  -קילוקלוריה (ג'אול)  -סימון תזונתי  -ערך תזונתי | -השוואה  -אוריינית מדעית קריאה ופענוח תוויות על אריזות מזון  -ארגון מידע בדרך גרפית (מפת מושגים) | -**דיון בקבוצה**  -הכרת דוגמות של מזונות בעלי ערך קלורי דומה. שימוש ב'מחשבון קלורי':  <https://www.foodsdictionary.co.il/>  -השוואה  -דיון בקשר שבין חילוף חומרים, אנרגיה, ATP, רכיבי המזון | -שאלות מקדימות על אנרגיה, דיון בקבוצה  <https://stwww1.weizmann.ac.il/nutrition/chapter1-4/>  קלוריה:  <https://stwww1.weizmann.ac.il/nutrition/note-calorie/>  הסבר על אנרגיה במזון, דוגמה לערך קלורי של עגבניה:  <https://stwww1.weizmann.ac.il/nutrition/notes-tomato/>  חישוב ערך קלורי של מזונות, אתר 'גלים':  https://tinyurl.com/yxtraaok  צריכת האנרגיה המומלצת לצריכה יומית לפי משקל גוף:  <https://tinyurl.com/yx9peur7> |
| **מצבים המשפיעים על צריכת אנרגיה בגוף: פעילות גופנית מאומצת; גדילה והתפתחות;הריון; הנקה;**  **מצבי מחלה** |  | - תצפית  - ניסוי  - מידענות  - ניתוח מאמר מדעי  - השוואה  - הסקת מסקנות  - ארגון מידע בדרך גרפית (מפת מושגים) |  | <https://tinyurl.com/y2wl9j6v>  אפיון התקופות השונות בחיי האדם והצריכה התזונתית, בהתאם. |

**פעילות הערכה בנושא אנרגיה ומזון**

להלן הערך הקלורי של שלושת אבות המזון: 1 גר' חלבון: 4 קק"ל, 1 גר' שומן: 9 קק"ל, 1 גר' פחמימות: 4 קק"ל.

1. **מהו הערך האנרגטי של 100 גרם מזון המכיל: 35 גרם פחמימות, 5 גרם שומן, 10 גרם חלבון, 49 גרם מים, 1 גרם מלח**

**1. 140 קק"ל**

**2. 225 קק"ל**

**3. 315 קק"ל**

**4. 196 קק"ל**

2. להלן הנתונים של תכולת עגבנייה באחוזים: מים – 93%, מינרלים – 1.6%, חלבון – 0.9%, שומן – 0.3%, פחמימות – 4.2%. חשבו את הערך הקלורי (ל-100גר') של עגבנייה.

3. לפניכם טבלה המציגה הרכב תזונתי של שני ביסקוויטים:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | ביסקוויט א' | ביסקוויט ב' |
| אנרגיה ל- 100 גרם | 589 קק"ל | 438 קק"ל |
| שומן כללי  מתוכו שומן רווי | 13 גרם | 16 גרם |
| 7.5 גרם | 1 גרם |
| פחמימות  מתוכן סוכרים פשוטים | 67.9 גרם | 40.7 גרם |
| 36.1 גרם | 5.1 גרם |
| חלבונים | 8.8 גרם | 13.7 גרם |
| סיבים תזונתיים | 1.7 גרם | 10.3 גרם |
| מלחים | 300 מיליגרם | 240 מיליגרם |
| מים | 8.3 גרם | 19 גרם |

1. כתבו אלו מבין המרכיבים שבטבלה תורמים לערך האנרגטי (קלורי) של המוצר? נמקו.
2. איזה מבין שני המוצרים עדיף לצרוך? מדוע? כתבו שלושה נימוקים.
3. קיים רכיב אחד בטבלה אשר צריכה יומית לא מספקת שלו עלולה לגרום לתופעות של חולשה, סחרחורת, בלבול ומיעוט שתן. ציינו מהו המרכיב.
4. הגדירו BMR.
5. מדוע מודדים את כמות האנרגיה הדרושה לחילוף החומרים הבסיסי 12 שעות לאחר האכילה?
6. להלן גרף המתאר את הקשר בין טמפרטורת הסביבה על קצב חילוף החומרים הבסיסי ((BMR:
7. אדם החי במקום קר, עבר לגור במקום חם (שבו שוררת טמפ' של 30 מעלות). אורח חייו של האדם נשאר זהה וכנ"ל תפריטו. האם משקלו לאורך זמן, צפוי לעלות/לרדת /להישאר זהה? הסבירו **גם** על סמך הגרף.
8. קצב חילוף החומרים הבסיסי באדם, מושפע מגורמים שונים. תארו שלושה גורמים נוספים (מלבד טמפ' סביבה) המשפיעים על קצב חילוף החומרים הבסיסי .
9. התצרוכת הקלורית היומית המומלצת לאדם נקבעת על ידי גורמים נוספים מלבד קצב חילוף חומרים בסיסי, מה הם הגורמים אלו?

**תשובות**

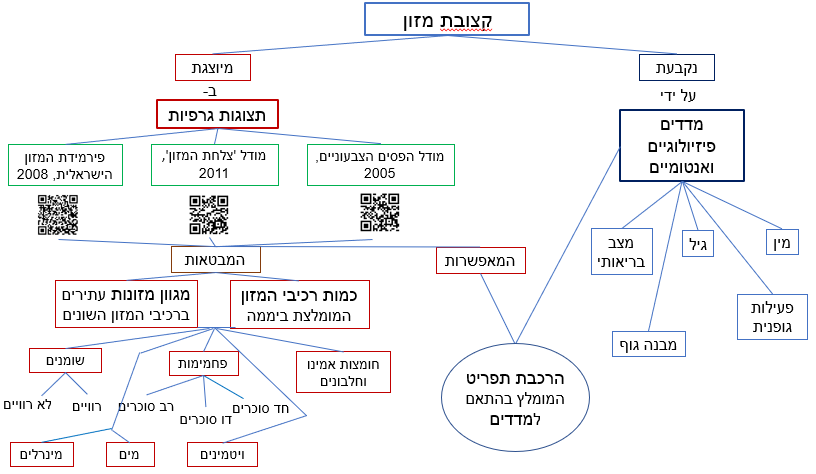
1. 35X5+5+9X10X4= 225 קק"ל (תשובה 2)
2. 0.9X0.3+49X+4.2X4= 23.1 קק"ל
3. ביסקויט ב': פחות קלוריות, אמנם יותר שומנים, אך במידה רבה יותר פחות פחמימות, יותר חלבונים, יותר מים, יותר סיבים, פחות מלחים.
4. קצב חילוף החומרים הבסיסי, הדרוש לקיום פעולות חיים בסיסיות במנוחה.
5. בעת עיכול עולה חילוף החומרים, למשל לשם יצירת אנזימים, פירוק והרכבת חומרים.
6. א. אם קצב חילוף החומרים יורד לפי הגרף בטמפרטורות גבוהות, ואורח החיים לא השתנה, אזי יש סיכון שמשקל הגוף של האדם יעלה.
7. גיל, מין (מגדר), גובה, משקל, הורמוני התירואיד, מצב נפשי.
8. גיל, מגדר, רמת פעילות גופנית, מצב בריאותי.

**תת־נושא 3: קצובת מזון**

**מטרות (בתחומי התוכן והמיומנויות)**

* התלמידים יקשרו בין המצבים המשפיעים על צריכת האנרגיה בגוף (תת־נושא 'אנרגיה ומזון') לבין המדדים הפיזיולוגיים והאנטומיים לקצובת מזון
* התלמידים יבינו שקצובת מזון היא מושג כללי לפרט וגם לאוכלוסיה, בהתאם למדדים
* התלמידים יכירו את המדדים הבסיסיים לקביעה של קצובת מזון
* התלמידים יכירו טבלאות ערכי ייחוס תזונתיים לרכיבי מזון
* התלמידים ישוו בין המודלים השונים לייצוג גרפי של קצובת מזון
* התלמידים יביעו טיעונים אודות המודלים השונים מתוך חשיבה ביקורתית עליהם
* התלמידים יבינו את הדינמיות שבהתעדכנות קצובת המזון, בהתאם לממצאים קהילתיים, לאומיים ועולמיים, אודות מצב בריאות האוכלוסיה והרגלי תזונה משתנים
* התלמידים ינתחו הרכבים שונים של תפריט לגילאים שונים, בהתאם למודלים של פירמידת מזון ובהתאם למודל 'הצלחת שלי'
* התלמידים יכירו מזונות שונים שהם עתירים ברכיבי מזון מסוימים (למשל, עתירי פחמימות, עתירים במינרלים וכיו"ב)
* התלמידים יזהו מדדים אנטומיים פיזיולוגיים של אנשים, לפי התפריטים שניתנו להם בהמלצה מקצועית
* התלמידים יעיינו בנתונים של תפריטי ארוחות המוגשים במוסדות ציבוריים, וינתחו אותם על פי פירמידת המזון
* התלמידים יתכננו תפריט לפי קצובת המזון לרכיבי המזון השונים, ובהתאם למדדים נבחרים מתאימים.

**רקע מדעי**

**מפת מושגים בנושא: קצובת מזון**

**קצובת מזון**

בפרקים הקודמים עסקנו ברכיבי המזון, שלהם תפקיד חשוב להבטחת ההתפתחות התקינה של הגוף ותפקודו המיטבי. על מנת לכוון את האוכלוסיה למניעת מחלות, ולבריאות, שהיא תפקוד אופטימלי של הגוף, יש ללמוד על הצרכים התזונתיים ולקבוע תקנים לצריכה יומית מומלצת.

לצורך כך הוגדרה קצובת מזון - RDA (Recommended Dietary Allowances) שהיא מכלול של רמות הצריכה היומית הממוצעת של רכיבי תזונה חיוניים, המוערכת כמספקת את הצרכים של 97%-98% מהאנשים הבריאים בקבוצת גיל ומגדר מסוימת. רמות הצריכה הללו נקבעו על ידי גוף מוסמך, על סמך ידע מדעי.כלומר, RDA מגדיר את הכמות היומית המינימלית, המומלצת לאדם לצרוך ממרכיב מזון מסוים, כדי למנוע חסרים תזונתיים מאותו המרכיב (צפריר, 2009). טבלאות RDA נקבע על ידי שני גופים מדעיים בארה"ב: FDA – מינהל המזון והתרופות האמריקאי ((Food & Drug Administration, ו-WHO – ארגון הבריאות העולמי (World Health Organization) (קצובת המזון הראשונה פורסמה בארה"ב בשנת 1943 על ידי וועדת המזון והתזונה של ארה"ב).

קביעת תקן RDA מתייחסת בראש ובראשונה לאספקת צרכים תזונתיים של רכיבי מזון על מנת למנוע מחלות חסר קלאסיות, למשל: ברי ברי - חסר בוויטמין 1B, פלגרה - חסר בוויטמין B3, וצפדינה – חסר בוויטמין C.

בחיבור טבלאות של קצובה יומית מומלצת נלקחים בחשבון נתונים רבים המאפיינים אוכלוסיות שונות: משקל וגובה, - גודל הגוף משפיע על הדרישות התזונתיות והאנרגיה; גיל – באנשים מבוגרים פוחתת מסת השריר, וכן יורדת הספיגה של ויטמינים ומינרלים; פעילות גופנית – יש הבדל בין ספורטאים לבין שאר האוכלוסייה באשר לצריכת ויטמינים, חלבונים ונוגדי־חימצון; הריון- צריכה גבוהה של אנרגיה עבור העובר המתפתח, וכן דרישה רבה יותר לוויטמינים כמו חומצה פולית; הנקה – ייצור החלב דורש כמות רבה יותר של רכיבי מזון' וכן תהליך ההנקה צורך אנרגיה; מין- יש הבדלים בין נשים לגברים מבחינת צריכת ברזל, חלבונים, כמות המים בגוף; היסטוריה אישית של מחלות בעבר בהווה – להבנת הנטייה של הגוף לפתח חסרים תזונתיים; תורשה – קצב חילוף חומרים, חסינות, מבנה גוף ועוד; מצב נפשי – דורש וויטמינים ומינרלים לחיזוק; אורח־חיים – צריכה דיפרנציאלית של רכיבי מזון עקב אורח חיים שונה, למשל: אוכלוסיות התגוררות באזורים הסמוכים לפליטת זיהומי אוויר זקוקים לקצובה גבוהה שיותר של נוגדי־חימצון (ויטמין E), וכן, אנשים הנחשפים פחות לשמש זקוקים לצריכה גבוהה יותר של ויטמין D.

תקן RDA מתעדכן מידי כמה שנים, בהתאם לשינויים בידע ובתפיסות הנובעים ממחקרים בתחומים שונים: מדעי-כימי – גילוי תת־קבוצות של רכיבי מזון, הבנת השפעות של שילובים של רכיבי מזון, ייצור ועיבוד מוצרי מזון חדשים; אפידמיולוגי – התפרצות מחלות, פנדמיות; חברתי-כלכלי – שינויים בהרגלי תזונה אישיים וקבוצתיים, שינויים באזורי מגורים; אקולוגי – שינויים סביבתיים המשפיעים על האוכלוסייה, ועוד.

להלן כמה מאפיינים של הקצובה היומית המומלצת, המסייעים להבנתה: א. הערכים המספריים בקצובה הם לא מינימליים לצריכה , אלא הרמה הבטוחה והמספקת לאדם הבריא, בהתבסס על ידע מדעי קים, ובהתחשב בזמינות של הרכיב התזוני ובמידת השימוש והצריכה בחברה המערבית. ב. הקצובה המומלצת מתייחסת למזון ולא לתכשירים של רכיבי תזונה נפרדים: לדוגמה מזון עתיר סיבים תזונתיים ולא תכשיר סובין חיטה. ג. הקצובה המומלצת מכוונת לצריכה ממוצעת במשך כמה ימים, ולא ליום אחד. ד. הקצובה המומלצת שימושית ליחידים ולקבוצות או אוכלוסיות במסגרות שונות, שבהן המזון מוגש באופן מוסד כמו: צבא, מוסדות חינוך – פנימייה, גני ילדים, בתי חולים, דיור מוגן, מוסדות סיעודיים ועוד. הקצובה מיועדת לתכנון תכנית חינוך לתזונה, ו/או תכנית תזונה אישית, וכן להערכה וניתוח צריכה תזונתית, לצורך מעקב לבדיקת יעילות והתקדמות.

תקן שונה במקצת מ-RDA, שפותח על ידי ה- FDA בארה"ב הוא : RDI – Recommended Daily Intake או Reference Daily Intake. נקודת ההתייחסות של תקן זה היא תפריט יומי של 2000 קלוריות, לעומת נקודת ההתייחסות של RDA, שהיא גיל. כלומר, RDA קובע כמה כדאי לצרוך מכל רכיב מזון בגיל מסוים במשך 24 שעות (כמובן בהתאם לנתונים אישיים או קבוצתיים), ואילו RDI קובע כמה כדאי לצרוך מאותו רכיב מזון מתוך (per) כל 2000 קלוריות, הנצרכות בתפריט במשך 24 שעות. יש לציין כי ה-RDI משמש בהתוויית סימון תזונתי (צפריר, 2009).

ב-1997 הונהג תקן חדש על ידי שלושה גופים אקדמיים בארה"ב: (Dietary Reference Intakes) DRI's. אלו הם ערכי ייחוס של צריכה תזונתית, המהווים כלים לאנשי מקצוע לתכנון ולהערכת הצרכים של רכיבי התזונה על ידי פרטים ואוכלוסיות (תקן זה מחליף למעשה את הRDA-). נתוני s'DRI משנים 2019-1997 משמשים בסיס לערכי התזונה המומלצת בישראל, בהתאמה לוועדות תזונה ובסיסי נתוני התזונה הישראליים (משרד הבריאות, 2019).

ערכי הייחוס כוללים ארבעה ערכים (ההגדרות לקוחות ממשרד הבריאות, 2019): 1. EAR- :Estimated Average Requirementצורך מוערך ממוצע: רמת הצריכה היומית הממוצעת, המוערכת כמספיקה לענות על הצרכים של מחצית מן האנשים הבריאים בשלב חיים ובגיל מסוים (ברמת צריכה כזו, המחצית השניה של האוכלוסייה המוגדרת לא תגיע לרמת הצורך התזונתי שלה). צורך (requirement) מוגדר כרמת הצריכה הנמוכה ביותר של רכיב תזונתי לאורך זמן, הנחשבת כמספיקה לפי קריטריון מוגדר וידוע. הקריטריון לכל רכיב תזונתי יכול להשתנות לפי מין וגיל. 2.:Recommended Dietary Allowances – RDA קצובה תזונתית מומלצת: רמת הצריכה היומית הממוצעת, המוערכת כמספקת את הצרכים התזונתיים של 97%-98% מן האוכלוסייה הבריאה. ה-RDA נקבע על בסיס ה-EAR. 3. AI- Intake :Adequate צריכה מספקת: ערך הניתן במקום ה-RDA, כאשר אין מספיק נתונים לחישוב ה-EAR. AIמתבסס על נתונים מתצפיות או מחקרים על צריכת רכיבי תזונה על ידי קבוצות אנשים בריאים, אשר נראה כי שומרים על מצב תזונתי מוגדר, הנחשב כרצוי, לדוגמא: גדילה תקינה, רמת רכיב תזונה תקינה בדם. במקרה של תינוקות, ה-AI מתבסס על רמת רכיבי התזונה הממוצעת היומית המסופקת על ידי חלב אם לתינוק בשל ובריא, המקבל הנקה בלבד בששת החדשים הראשונים לחייו. 4. UL -:Tolerable Upper Intake Level גבול הצריכה המירבית: רמת הצריכה היומית המירבית, אשר סביר שאינה מהווה סיכון לתופעות לוואי שליליות. ככל שרמת הצריכה עולה מעל ל-UL, כך גובר הסיכון לפתח מחלה או בעיה כלשהן. לרמת צריכה כזאת אין יתרונות בריאותיים. יש רכיבי תזונה, שלגביהם חסרים נתונים על UL, ואז יש להיזהר מצריכת הרכיב התזונתי מעבר לכמות המומלצת.

הטבלאות של ערכי הייחוס התזונתיים (DRI's) מספקות נתונים לקבוצות הגיל שלהלן: תינוקות: 6-0, 7-12 חודשים); ילדים: 3-1, 8-4 שנים; גברים ונשים (כל קבוצה לחוד): 13-9, 18-14, 30-19, 50-31, 70-51, 70 ומעלה; הריון והנקה (כל קבוצה לחוד): עד 18, 31-19, 50-31.

התייחסות נרחבת על ערכי ייחוס תזונתיים מצויה במסמך שהפיק משרד הבריאות 'התנהגויות בריאות - תזונה נבונה', במקור: לב, רוזנברג ושוחט, 2011.

הרחבה והעשרה בנושא המלצות תזונתיות, המתבססות על ערכי הייחוס התזונתיים, ניתן למצוא במקורות: לטר 2016; קראוזה, 2016; שמעוני, 2016.

בפרק הבא נעסוק בדרישות התזונתיות השונות לכל קבוצת גיל ומצב: המדדים לקצובת מזון.

**מדדים לקצובת מזון**

תקופת הינקות, הילדות והנעורים מאופיינות בתהליכי גדילה והתפתחות, הכוללים התרבות של תאים וגדילה התפתחות והתמחות של איברים. בתקופות אלו יש חשיבות רבה להקניית הרגלי תזונה, הרכב התזונה, עיתוי הארוחות וכמויות המזון הנצרכות ביממה. למזון בתקופת הגדילה יש השפעה רבה על בריאות הגוף ותפקודו, לכל אורך החיים. הרגלי התזונה והרכבה בגיל הצעיר מעצבים את הרגלי התזונה בגיל המבוגר.

תזונה מתאימה עשויה למנוע מחלות התלויות בתזונה. למשל, מחלה תורשתית המאובחנת מיד לאחר הלידה, פנילקטונוריה, ניתנת לטיפול על ידי תזונה מתאימה על ידי הקפדה על תזונה נטולת חומצת האמינו פנילאלנין, אך עשירה בחומצת האמינו טירוזין. כמו כן, מחלות לב וסוכרת, המאופיינות בנטייה תורשתית, ניתנות למניעה על ידי תכנית תזונתית אישית, מאוזנת מבחינת הפחמימות והשומנים.

חשיבות המזון היא כמובן איננה רק פיזיולוגית, אלא גם רגשית וחברתית. הרגלי התזונה והרכבה בגיל הצעיר מעצבים את הרגלי התונה בגיל המבוגר (זילבר-רוזנברג, 1996).

תקופת הינקות מאופיינת בגדילה מואצת ובפיתוח מיומנויות מוטוריות כמו זחילה והליכה. בתקופה זו מגוון המזונות הנצרכים עדיין נמוך מאוד, ועם זאת ישנה חשיבות לאספקה נאותה של מרכיבי מזון כמו חלבון, ויטמינים ומינרלים החיוניים לבניית הגוף בקצב המואץ ולתפקודו התקין.

תקופת הילדות מאופיינת בהתמתנות הדרגתית של תהליך הגדילה המואצת, ובירידה מעטה בתיאבון שהיה בתקופת הינקות. הילדים לומדים לאכול בעצמם ולומדים לדבר על העדפות המזון שלהם. כמו כן עולה מגוון המזונות שהילדים צורכים בגיל זה.

תקופת ההתבגרות מאופיינת בהתפתחות פיזיולוגית מואצת, ואיתה גם תהליך של התבגרות מינית ונפשית. תקופה זו היא קריטית מבחינת ההתפתחות התקינה. הגדילה וההתפתחות מאופיינות ב'פרצי גדילה', השונים בין המינים\*, \*\*. המתבגרים מודעים יותר להעדפותיהם, ובוחרים במזונות בהשפעת זמינות המזון, הטעם האישי, הרגלי אכילה המשפחתיים והשפעות חברתיות-סביבתיות (כולל חברים קרובים, פרסומות ותקשורת). בתקופה זו הצרכים התזונתיים משתנים בהתאם לדינמיקה של הגדילה. יש הבדלים בין המינים מבחינת אופי הגדילה: הבנים נוטים לצבור משקל בקצב גבוה יותר, כתוצאה מגדילת השלד שנמשכת אצלם תקופה ארוכה יותר, וכן צבירת מסת שרירים גדולה יותר. לעומת זאת, צבירת השומן אצלם נמוכה יותר. לעומת זאת, אצל הבנות, העלייה במשקל נובעת יותר מעלייה במסת השומן, שמתרכז בעיקר באזורי השדיים והירכיים, ואילו מסות השלד והשרירים קטנות יותר אצלן. ההבדל בין בנים לבנות מבחינת מסות השומן והשרירים בא לידי ביטוי גם בצרכים תזונתיים שונים, מאחר שרקמות שריר פעילות יותר מבחינה מטבולית מרקמת השומן (הופפלד-שמידט, רייפן ופליק, 2009).

להרחבה נוספת על הדינמיקה של הגדילה ראו במקור: הופפלד-שמידט, רייפן ופליק, 2009). להלן נתייחס לשלוש תקופות אלה כ'תקופת הגדילה'.

צורכי האנרגיה לק"ג משקל גוף בתקופת הגדילה גדולים מאלה של האדם המבוגר, הן בשל תהליכי הגדילה עצמם, והן בשל העובדה שצורכי האנרגיה הבסיסיים בתקופת הגדילה גדולים יותר (מסה גדולה יותר של איברים ורקמות הפעילים מבחינת המטאבוליזם, יחסית לרקמת השומן, המהווה מאגר, ואיננה פעילה מטאבולית). ככלל, ניתן לחלק את צורכי האנרגיה לשלושה מרכיבים: צורכי האנרגיה הבסיסיים, האנרגיה הדרושה לפעילות גופנית והאנרגיה הדרושה לתרמוגנזה (=ויסות חום הגוף). אצל היילודים צורכי האנרגיה הבסיסיים (לגדילה) הם הגדולים ביותר, ואילו בגילאים גבוהים יותר, עולה חלקה של האנרגיה לפעילות גופנית.

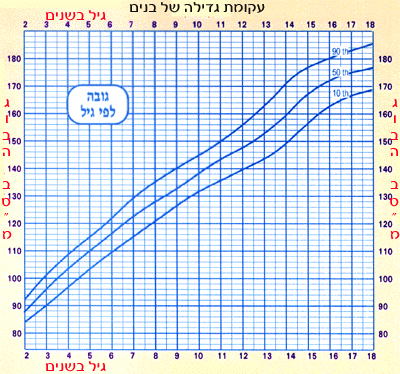
בתקופת הגדילה יש צורך גבוה במיוחד בחלבונים. הצורך בחומצות אמינו חיוניות הוא מירבי אצל התינוקות, והוא פוחת והולך עם הגיל.

לגבי שומנים, מעל לגיל שנתיים מומלץ לנהוג לפי המלצות תזונתיות מבוגרים, וזאת, במטרה למנוע השמנה עתידית. בכל תקופת הגדילה יש לצרוך חומצות שומן חיוניות, הדרושות לבנייה של מערכת העצבים.

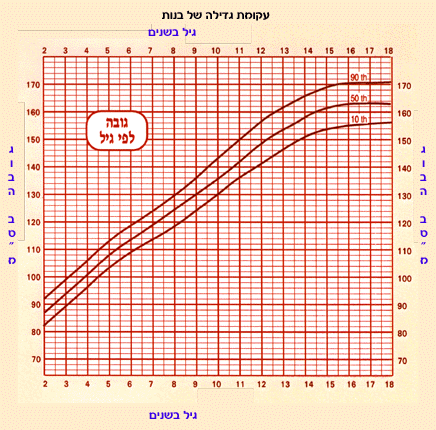
צריכת וויטמינים ומינרלים חשובה מאד בתקופת הגדילה. יש חשיבות רבה לסידן, הדרוש לבניית העצמות, לברזל – לחידוש מתמיד של תאי דם אדומים, מניעת אנמיה העלולה לגרום להפרעות בתפקוד השכלי. כל הוויטמינים דרושים.

שתיית מים חשובה ביותר בתקופת הינקות ושנות הילדות הראשונות, בשל האיבוד המוגבר של מים מהגוף, הנובע מיחס גדול בין שטח הפנים של הגוף לבין הנפח (ככל שהגוף קטן יותר, היחס בין שטח הפנים לנפח גדול יותר ואיבוד הנוזלים דרך שטח הפנים רב יותר). ככל שעולה משקל הגוף, פוחת הצורך בנוזלים לכל ק"ג משקל גוף, אך יש להקפיד כמובן על שתייה, על מנת לשמור על מאזו המים בגוף (זילבר – רוזנברג, 1996).

\*להלן עקומת גדילה של בנים לפי גיל (מגיל שנתיים עד 18) וגובה:



\*\* להלן עקומת גדילה של בנות, לפי גיל (מגיל שנתיים עד 18) ולפי גובה:



תקופת הבגרות המשתרעת על פני כמה עשרות שנים, מאופיינת בהשתנות מעטה של צרכיהם התזונתיים של הבוגרים. בתקופה זו התזונה מושפעת משינויי הסביבה האישית, או משינויים בנסיבות החיים. מאחר שהגדילה הסתיימה עד גיל הבגרות, הדגש התזונתי הוא על אכילה נכונה, מאוזנת, מודעת, שתשמור על משקל גוף תקין, ותמנע השמנה ומחלות העלולות להילוות לה, כמו מחלות לב וכלי דם וסוכרת.

תקופת הזיקנה מאופיינת בדרך כלל בירידה בצרכים התזונתיים, ירידה בתיאבון וירידה ברמת הפעילות הגופנית. במצב בריא ההמלצות התזונתיות זהות לאל הניתנות לאדם המבוגר הבריא, אך יש לשים לב לרמת החלבונים בדם, רמות הברזל, וויטמין 12B. יש להקפיד על שתיית מים, כי תחושת הצמא אצל בני הגיל השלישי לקויה. כמו כן, פוחתת הספיגה החוזרת של מים בכליות, ולכן יש להגביר שתיית מים, בשל ההפרשה הגדולה יותר בכליות.

**הריון והנקה**

בתקופת ההריון מתחוללים שינויים פיזיולוגיים מהירים וקיצוניים, וכך גם משתנות הדרישות התזונתיות והצריכה האנרגטית. האנרגיה המומלצת בגיל הפריון היא 31 קילוקלוריות לק"ג משקל גוף, ואילו בהריון תוספת האנרגיה המומלצת היא 300 קילוקלוריות לק"ג, ובהנקה – 500 קילוקלוריות לק"ג (זילבר-רוזנברג, 1996). לעובר המתפתח נחוצים חומרי הזנה, ובמקביל, גוף האשה חייב להמשיך ולקבל את כל הנחוץ לבריאותו ולתפקודו התקין. העלייה במשקל הגוף של האשה בתקופת ההריון דורשת מעקב והשגחה שלא לעבור את הטווח ה'מותר', שיגיע להשמנה, או למצב הפוך של ירידה במשקל העלולה לסכן את חיי העובר והאישה.

התוספות העיקריות המומלצות לאשה בעת ההריון והנקה הן: חלבונים, ויטמין D, ויטמין C, וויטמינים מקבוצה B, ובראשם – חומצה פולית, סידן, זרחן, מגנזיום , יוד, סלניום (תוספת של ויטמין A דרושה רק בהנקה).

במעקב התזונתי בהריון יש כמובן להתחשב בנתונים האישיים של האישה ההרה, בעיקר מבחינת משקל הגוף ההתחלתי, היסטוריה אישית ומשפחתית (תורשתית) של מחלות, וכן נתונים נפשיים-רגשיים.

לאחר שהוגדרה קצובת מזון מומלצת והמדדים הקובעים אותה, נעבור לייצוג הגרפי של הקצובה התזונתית המומלצת, שמטרתה להציג את תמציתה בפני יחידים וכלל האוכלוסיה, ולחנך לפיה לתזונה נבונה.

**ייצוגים גרפיים של קצובת מזון**

הפירמידה מציגה המלצות להרגלי תזונה נבונה. היא מסבירה בצורה פשוטה ותמציתית אלו סוגי מזונות יש לאכול, ומהי הכמות היחסית הרצויה לכל סוג מזון במשך היום. במדינות רבות מוצגת ה'פירמידה' בצורות שונות: עיגול, קשת, פגודה, צלחת (לטר, 2016). בארה"ב ובישראל היא מוצגת כפירמידה. לפירמידה בסיס רחב וקצה עליון צר, היא בנויה מקבוצות מזון מסודרות בקומות, כשרוחב כל קומה פרופורציוני לחלק היחסי של קבוצת המזון בתזונה היומית.

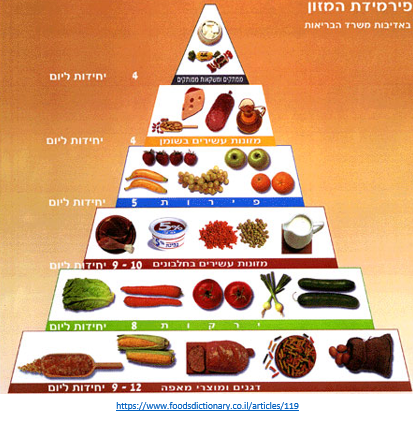
מה הן קבוצות מזון? קבוצת מזון מכילה מזונות דומים מבחינת ההרכב התזונתי. ככל שעולים בקומה, יש לצרוך פחות מהקבוצה. הקצה העליון נמצא במרווח מיתר הקומות, כיוון שהוא לא חיוני. פירמידת המזון עברה 'גלגולים', החל מהפירמידה האמריקאית הראשונה, שהתפרסמה ב-1992. להלן:



בפירמידה זו קבוצת הפחמימות הוצגה ללא אבחנה בין הסוגים השונים של הפחמימות, הפירות והירקות הופיעו ביחס שווה, אחריה – החלבונים חולקו לשתי תת־קבוצות: בשר וביצים ומוצרי חלב, מעל החלבונים הוצגו באותה קומה המזונות עתירי השומן והמזונות המתוקים. המטרה העיקרית היתה להזהיר את הציבור מעודף כולסטרול ולהנחות להפחתה בכמות השומן במזון. המסר היקרי היה שומן מזיק כמו ממתק.

השומנים נתפסו כ'מקשה אחת' ללא הבחנה בין שומן רווי לשומן בלתי רווי. הידע שרווח באותה התקפוה היה שבארצות המערביות יש מתאם גבוה בין צריכת שומן גבוהה לבין שיעור מחלות לב. מתאם זה נכון לגבי שומן רווי. משרד החקלאת האמריקאי טען אז שהשומן הרווי מהווה 40% מכלל השמנים הנצרכים, ולכן מן הראוי לעבור לדיאטה דלת־שומן באופן גורף. כלומר, היתה כאן הכללת־יתר ופישוט של ההמלצות. במקביל, תעשיית במזון האמריקאית החלה למכור מוצרים רבים דלי־שומן, אך עשירים בממתיקים כגון תרכיז תירס עתיר־פרוקטוז, הידוע כיום כרכיב לא מומלץ, עד כדי מסוכן, בשל הנזקים הנגרמים לכבד, בעקבות אכילת פרוקטוז. במשך השנים, מאז 1992, התפרסמו מחקרים אודות הקשר בין צריכת שומן רווי ושומן טראנס לבין מחלות לב וכלי דם, וזאת בהבחנה משומנים אחרים: החד בלתי רווי, והרב בלתי רווי – אומגה 3. כמו כן העידו מחקרים על הבחנה בין פחמימות מורכבות לפחמימות פשוטות, וכך התפתח צורך לשנות את הפירמידה.

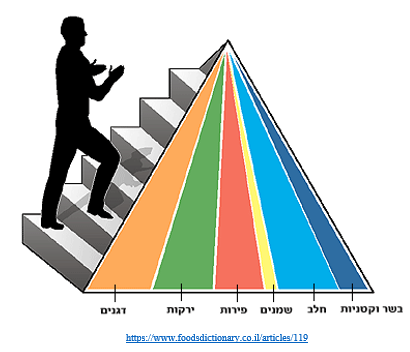
להלן הפירמידה הישראלית הראשונה לפי הפירמידה האמריקאית הראשונה. משרד הבריאות בארץ הפריד את השומנים מהמתוקים והפריד את הפירות מהירקות, שאר הקומות נשארו כפי שהן. פירמידה זו היתה תקפה עד שנת 2008.

****

במשך השנים פותחו פירמידות שונות כמו פירמידה ים־תיכונית, פירמידה צמחונית, פירמידה אסייתית, ועוד.

****להלן איור של הפירמידה הים־תיכונית, 2003:

פירמידה זו התאימה לדפוסי האכילה בארצות ים־תיכוניות שבהן גדלים בשפע עצי זית. בבסיס הפירמידה נמצאים המזונות יש לצרוך בכמויות גדולות, עד לקצה הפירמידה המכיל מזונות המומלצים לצריכה רק לעתים רחוקות. להן פירוט: קומת הרקע – לצריכה על בסיס יומי – דגנים מלאים, ירקות, פירות, קטניות ואגוזים, שמן זית, גבינות, יוגורט; קומה שניה – לצריכה על בסיס שבועי – דגים, עופות, ביצים, מעט מזונות מתוקים (הקינוח בדיאטה הים־תיכונית הוא פירות); קומה שלישית – צריכה על בסיס חודשי – בשר אדום, אך אם הבשר רזה, יש לצרכו 2-1 פעמיים בשבוע, בשל כמות הברזל הרבה המצויה בשר אדום; משקאות – שילוב עם כמות רבה של מים, עם עדיפות ליין אדום. כמובן שיש לשלב את הדיאטה בפעילות גופנית מתונה וסדירה. יש מחקרים המצביעים על הקשר בין דיאטה ים־תיכונית לבין שיעור נמוך של מחלות לב וכלי דם.

לאור התרחבות מחלת ההשמנה, פותחה בשנת 2005 פירמידה אמריקאית חדשה: פירמידת המזון של הרווארד, כלהלן:

בפירמידה זו כל צבע מסמל קבוצת מזון אחרת, ורוב הפסים מסמל את החלק היחסי של כל קבוצת מזון בתזונה היומית. הפסים רחבים יותר בתחתית הפירמידה, והם צרים והולכים לקראת קודקודה. זאת, על מנת להדגיש את הערך התזונתי השונה שיש למזונות שונים באותה הקבוצה, ויש להרבות בצריכת המזונות הבריאים בכל קבוצה. האזור הצר של ראש הפירמידה מייצג מזונות המכילים יותר סוכרים ושומנים מוצקים, שיש להימנע מצריכתם, אך ככל שהאדם פעיל יותר, יוכל לצרוך מהם יותר. הדגשים בפירמידה היו: גיוון, מידה, בחירה נכונה, מושכלת של מזונות בכל קבוצה, פעילות גופנית והתאמה אישית, תוך שינוי הדרגתי. לפירמידה החדשה צורפה **החוברת "המלצות תזונתיות לאמריקנים 2005"**. מודל הפירמידה הדגיש את הממד האישי בהמלצות התזונתיות, ונקרא 'My Pyramide' (שנער והרצמן-הררי).

בשנת 2011 פותח מודל אמריקאי חדש: 'הצלחת שלי''. ראו איור באתר:

<https://www.hsph.harvard.edu/nutritionsource/healthy-eating-plate/>

השינויים במודל זה הם: הגדלת כמות הפירות והירקות ל-50% מהתזונה היומית, והחלפת המזונות מהחי ב'חלבון כללי', ללא תלות במקור המזון. כמו כן הומלצה הגבלה על מזון מהחי, עד כדי החלפת כוס חלב בכוס מים.

משרד הבריאות בישראל אימץ שנים רבות את הפירמידה האמריקאית הישנה, ולא את זו החדשה, עד שב-2008 פותח המודל של הפירמידה הישראלית החדשה. להלן:

להלן פירוט של הקומות בפירמידה הישראלית החדשה (2008):

קומת הקרקע: מים, המהווים את המרכיב העיקרי גוף (60%-70%). יש לשתות מים בכמות הגדולה ביותר יחסית ליתר קבוצות המזון, על מנת לשמור על מאזן המים בגוף. בנוסף, המים, במיוחד מי הברז, מכילים מינרלים חיוניים כמו פלואור, סידן, מגנזיום.

קומה ראשונה: קבוצת הפחמימות - מזונות המכילים עמילן (פחמימה מסוג רב־סוכר), וכמות מסוימת של חלבון. דוגמאות: לחם, אטריות, תפוחי אדמה שיבולת שועל, תירס, חיטה, גריסים, כוסמת, אורז, דגני בוקר. רוב המזונות בקבוצה זו, בעיקר הדגנים המלאים, מכילים גם סיבים תזונתיים, ויטמינים ומינרלים. מומלץ לצרוך פחמימות מורכבות ולא פחמימות פשוטות, על מנת למנוע עליו חדות ברמת האינסולין. מומלץ שמזונות מקבוצת הפחמימות יהוו 50-60% ממספר הקלוריות בתפריט היומי.

קומה שניה: ירקות ופירות – מזונות אלו מכילים כמות רבה של מים, סיבים תזונתיים, ויטמינים ומינרלים. לדוגמה: פירות וירקות המכילים ויטמין – כרוב, עגבניה, פלפלת, קולרבי, פירות הדר, קיוי, מלון, תות־שדה. בהשוואה לפירות, ירקות מכילים כמות פחותה של סוכר, וכך גם אנרגיה. מומלץ לאכול פירות וירקות על קליפתם. יש לגוון פירות וירקות מבחינת צבעיהם, המכילים פיטוכימיקלים בעלי השפעות חיוביות ביותר על מערכות בגוף, בעיקר על מערכת החיסון, וכן, חלקם הם נוגדי חימצון. היחס הרצוי לאכיל פירות וירקות הוא: שני שליש מהכמות ירקות, ושליש - פירות.

קומה שלישית: מזונות עשירים בחלבונים – הקבוצה כוללת מוצרי בשר (מקור לברזל), מוצרי חלב (מקור לסידן), ביצים וקטניות. המזונות הללו מכילים חומרים חיוניים נוספים כמו: מינרל – אבץ, וויטמין 12B במזונות מן החי, וסיבים תזונתיים בקטניות. מומלץ לאכול מוצרים מן החי: בשר, עוף, דגים, חלב, ביצים. מומלץ לצרוך את המזנות מן החי כשהם בתכולת שומן נמוכה: גבינות – עד 5%, חלב יוגורט 1%-3% ומוצרי בשר בעלי כמות שומן נמוכה. מן הצומח, מומלץ לאכול: קטניות – עדשים, שעועית, חומוס.

קומה רביעית: מזונות עשירים בשומנים – הקבוצה מכילה מזונות כמו: שמן, אבוקדו, מיונית, אגוזים, שקדים, זיתים, מרגרינה, חמאה. שומנים המכילים שומן בלתי רווי מומלצים פחות לאכילה, בהשוואה למזונות המכילים שומן רווי. לא מומלצים מזונות עשירים בכולסטרול (מהחי) ושומן טראנס, שהוא מזון מעובד (ראו בפרק 'בריאות ומזון').

קומה חמישית: ממתקים, חטיפים, שתיה מתוקה – מזונות אלו מכילים סוכר, שומן, ולעתים גם מלח. הם אינם חיוניים לגוף (לכן קומתם נפרדת מיתר קומות הפירמידה), אך הם חלק מתרבות האכילה, והם קשורים במנהגי כיבוד וחגיגה. יש להמעיט בהם (משרד הבריאות, 2012).

במשך היום יש לראות את הפירמידה כמכלול, ולבחור מזונות מחמש הקבוצות שתוארו עד כה. להלן כמה תובנות וחידושים בפירמידה: יש לגוון במזונות מתוך כל קבוצה (חוץ מהמים כמובן); רצוי שהרכב של כל ארוחה יכלול מזון אחד מכל קבוצה. יש לבחור על פי הרכב המזון, כיוון שבכל קבוצת מזון יש מזונות המומלצים פחות לצריכה – למשל, חמאה - במזונות עשירים בשמנים, גבינה צהובה - במזונות עשירים בחלבונים, מוצרים מקמח לבן (פיתה מקמח לבן) וכדומה; יש להעדיף: מזונות דלים בשומן, מזונות המכילים פחות סוכר ופחות מלח, וכן מזונות עשירים בסיבים תזונתיים; מומלץ לאנשים בריאים לאכול באופן יחסי יותר פריטי מזון מקבוצה הנמצאת בתחתית הפירמידה מאשר מזונות מקבוצות מזון בקומות הגבוהות יותר בפירמידה (וינברגר, 2016).

הפירמידה היא ייצוג חזותי בעל מסר חינוכי בנושא של תזונה נבונה בשילוב של שתית מים ופעילות גופנית אקטיבית תמידית, הבונים יחד אורח־חיים בריא. הפירמידה מסייעת לכל אדם לתכנן את התפריט היומי, בהתאם לנתוניו האישיים הקשורים לגיל, מין, פעילות גופנית, טעמים אישיים, והרגלי אכילה קודמים. ייצוג החזותי הניתן לזכירה קלה, אמור לסייע לפיתוח הרגלי תזונה, בהתאם לידע המדעי אודות רכיבי המזון. בנוסף, פירוט רב של דוגמאות למזונות בכל קומה מאפשר לאדם בחירה וגיוון.

להלן, איור נוסף של הפירמידה הישראלית החדשה, המשלב תזונה נבונה עם פעילות גופנית:



יש לציין שההמלצות התזונתיות משתנות ומתגוונות. בשנת 2020 שוקד משרד הבריאות על הכנת מודל חדש של פירמידת מזון, אך למותר לציין, שההמלצות בפירמידה הנוכחית תקפות ועדכניות.

**ביבליוגרפיה לנושא קצובת מזון**

הופפלד-שמידט, א., רייפן, ר., ופליק, א. (2009). *מזון תזונה ובריאות.* תזונה, גדילה והתפתחות תקינות.

<https://stwww1.weizmann.ac.il/nutrition/chapter2-2/>

וולפיש, א. (2011). *רכיבי התזונה החשובים בתקופת הריון ובזמן הנקה.* פורטל דולה, למשפחה ולהורים שבדרך.

https://tinyurl.com/yxemaknn

וינברגר, מ. (2016). פירמידת מזון. <https://www.foodsdictionary.co.il/articles/119>

זילבר-רוזנברג, א. (1996). *תזונה – פרי מחשבה, מזון ותזונה במצבי בריאות וחולי.* רמת אביב, האוניברסיטה הפתוחה.

לב, ב., רוזנברג, א., ושוחט, ת. (2011). *התנהגויות בריאות.* תזונה נבונה.

<https://www.health.gov.il/PublicationsFiles/nutrition-2020.pdf>

לטר, ר. (2016). הנחיות תזונתיות מסביב לעולם. *Review – מגזין מכון תנובה למחקר, 48,* 9-3.

<https://www.tnuva.co.il/uploads/f_5ab13031827c0_1521561649.pdf>

משרד הבריאות (2012). *פירמידת המזון הישראלית החדשה – עוברים לחיות נכון!* המחקה לתזונה, שירותי בריאות הציבור. <https://www.slideshare.net/sarahmartin161446/ss-47859599>

משרד הבריאות (2019). *ערכי ייחוס תזונתיים* – DRI’s – Dietary Reference Intakes.

<https://www.health.gov.il/Subjects/FoodAndNutrition/Nutrition/Documents/70420914_2.pdf>

משרד הבריאות.(2020). *תזונה בריאה*. https://tinyurl.com/y3wrgxdl

צפריר, א. (2009). מה הוא סימון תזונתי ומה המשמעות של המושגים RDA ו-RDI?

<http://www.drzafrir.com/?p=184>

קראוזה, ט. (2016). המלצות תזונתיות לנשים הרות - אז והיום *Review – מגזין מכון תנובה למחקר, 48*, 17-15.

<https://www.tnuva.co.il/uploads/f_5ab13031827c0_1521561649.pdf>

שמעוני, ל. (2016). המלצות תזונתיות – חשיבות, התפתחות, השפעה ומגבלות. *Review – מגזין מכון תנובה למחקר, 48*, 13-10.

<https://www.tnuva.co.il/uploads/f_5ab13031827c0_1521561649.pdf>

שנער, ש. והרצמן-הררי, ש. (). *פירמידת המזון החדשה*. נדלה ב-24 אוגוסט ,2020.

<https://tinyurl.com/7xt7qgt>

**הצעות דידקטיות**

**א. תיאור תהליך ההוראה**

**שיקולי הדעת בבניית רצף ההוראה:** בתת־נושא 'קצובת מזון' התכנים מכתיבים את רצף ההוראה: לימוד בסיס ידע ויישומו. תחילה נקדיש שיעור לשם הכרת המושג קצובת מזון, והבנת המורכבות והשיקולים בחישובו.מכיוון שקצובת מזון נקבעת בהתאם למדדים אנטומיים פיזיולוגיים כמו גיל, מין, הריון, הנקה, מבנה גוף, רמת פעילות גופנית, נבין גם את הקשר בין כל אחד מהמדדים לתזונה מומלצת. עד כאן הידע העיוני, והשלב הבא, במשך שני שעורים, הוא הכרת הייצוגים הגרפיים של קצובת מזון, ואימון בתכנון תפריטים לפיהם.

**רצף ההוראה**

**שיעור 1: קצובת מזון והמדדים לקביעתה**

בשיעור זה נכיר את המושג 'קצובת מזון'. מושג זה איננו שגור בקרב הציבור, אלא מושג מקצועי המוגדר על ידי המוסדות הממשלתיים העוסקים בבריאות הציבור ובתזונה.

שיעורים 2, 3 יתנהלו בעיקרם בעבודה קבוצתית שיתופית של התלמידים.

**שיעור 2: תצוגות גרפיות של קצובת מזון** **כוללת** **(להרכבת תפריט**

בשיעור זה התלמידים ילמדו על קבוצות מזון ועל המודלים להצגה של הרכבת תפריט, על סמך הקצובה של רכיבי המזון השונים. התלמידים יקבלו איורים צבעוניים של המודלים השונים של כמויות מזון מומלצות: פירמידות מזון וכן המודל הבריטי 'הצלחת שלי'. הם יכירו כל מודל על פי האיור המייצג אותו, ויערכו השוואה ביניהם. הלמידה תתנהל תוך שאילת שאלות על בחירת הפירמידה כצורה הנדסית למודל, פשר הצבעים השונים, ועוד. במהלך החקר יעלו התלמידים יתרונות וחסרונות של כל מודל. בנוסף, התלמידים יעלו השערות מדוע משתנים המודלים? ומדוע כיום, בישראל, מחפש משרד הבריאות תחליף לפירמידת המזון. (זוהי הזדמנות ללמוד על מהותו של המדע: עלייתן וירידתן של פרדיגמות).

בשיעור זה יש להכיר לתלמידים מסמכים עדכניים של משרד הבריאות, המתווים מעת לעת את מדיניות התזונה בישראל (כפי שהיא משתנה בכל המדינות). במסמכים אלו נמצאות טבלאות עדכניות של ערכי ייחוס של צריכה תזונתית, כלומר קצובת מזון לכל אחד מרכיבי המזון, בהתאם למדדים של מין, גיל, הריון, הנקה. ראו האתרים:

<https://www.health.gov.il/PublicationsFiles/nutrition-2020.pdf>

<https://www.health.gov.il/Subjects/FoodAndNutrition/Nutrition/Documents/70420914_2.pdf>

**שיעור 3: חקר - הרכבת תפריטים לפי המודלים של פירמידות מזון, בהתאם למדדים**

שיעור זה הוא המשכו של השיעור הקודם. השיעור הוא יישום הידע אודות התצוגות הגרפיות של התזונה המומלצת. התלמידים יתנסו בהרכבת תפריטים על פי המודלים של פירמידות המזון והמודל הבריטי 'הצלחת שלי'. ההתנסות יכולה להיות משני כיוונים: א. מהמודל אל התפריט: התלמידים יתכננו שני תפריטים לפחות שיתאימו למודל: לבת ולבן באותו הגיל, ולשני בנים או שתי בנים בגילאים שונים (יתכנו הצעות נוספות של התלמידים). ב. מן התפריט אל המודל: ניתוח שני תפריטים נתונים: בחינת התאמתם לפירמידות מזון או למודל 'הצלחת שלי'. התלמידים יציגו התוצרים במצגת שיתופית, ויפתחו במה לדיונים קצרים. (ראו גם פעילות בנושא פירמידות מון בטבלת ה.ל.ה).

**ב. קשיים אופייניים**

1. התלמידים מתקשים להבחין בין מצבים המשפיעים על צריכת אנרגיה (תת־ נושא 'אנרגיה ומזון') לבין מדדים פיזיולוגיים אנטומיים לקצובת מזון
2. התלמידים מתקשים בתפיסת המושג קצובת מזון
3. התלמידים מתקשים בהבחנה בין רכיבי מזון לקבוצות מזון
4. התלמידים מתקשים בהבנה של פירמידת מזון.

**ג. הצעות להתמודדות עם הקשיים**

בהוראת נושא התזונה לתלמיד התיכון, ובעיקר בתתֲ־נושא קצובת מזון, יש לגלות רגישות למצב הרגשי והחברתי של תלמידים שונים, בהתאם למצבם הגופני ומדדיהם, בהתאם לעקרונותSEL .(Social Emotional Learning) כמו כן יש כמובן להיות ערים ולהתייחס באופן מקצועי רב־תחומי למצבי קיצון שאולי קיימים אצל תלמידים מבחינה תזונתית.

1. צריכת האנרגיה מתבטאת בקצב חילוף חומרים. צריכת האנרגיה בגוף משתנה בהתאם למצבים שונים, כמו מנוחה, פעילות גופנית, גדילה והתפתחות, הריון והנקה, מצבי מחלה. יש מצבים שבהם עולה צריכת האנרגיה כמו גדילה והתפתחות, ויש מצבים שבהם יש ירידה: מצבי מחלה שונים. (על מצבים למדנו בתת־נושא 'אנרגיה ומזון'.) אבל, אופי המצבים תלוי בגורמים שונים, נתונים אישיים, כמו גיל, מין, מבנה גוף, הרגלי פעילות גופנית. לדוגמה, אצל בנים מצב הגדילה וההתפתחות שונים ממצב הגדילה אצל בנות. דוגמה אחרת: המשקל בעת התחלת הגדילה משפיע על מהלך הגדילה והתפתחות וכיו"ב. כלומר, מצב הגוף מותנה באוסף מדדים גופניים אישיים.

על מנת להבחין בין מצבים למדדים אפשר לפתוח את השיעור בסיפורי מקרה, של תאור מצב גוף, למשל, שני אנשים במצב מאמץ (רצים). האחד משיג את רעהו. מיד תישאל השאלה: האם הם גברים, אולי גבר ואשה? האם הם בעלי משקל דומה? גובה? כלומר, מבנה גוף. בדיון קצר זה ניתן בנקל להבין שיש צורך במדדים, על מנת להבין את מאפייני צריכת האנרגיה של האדם, ולפיהם תיקבע קצובת המזון.

2. הביטוי קצובת מזון\* יכול להיות מוחלף ב-כמות מזון מומלצת, או כמות מומלצת של כל רכיב מזון. הכמות והרכב המזון מיועדים לאדם בעל מדדים אנטומיים פיזיולוגים מסוימים, כאשר הוא נמצא במצב מסוים (מצב שהוא קצר־‏טווח כמו פעילות גופנית מאומצת, או מצב ארוך־טווח כמו מחלה כרונית.

\*מומלץ להסביר לשונית את הביטוי קצובת מזון: קצובה - מלשון להקציב. זוהי הכמות המוקצבת לגוף, על מנת שלא לעבור את רמת האנרגיה הדרשוה לגוף, כי אז, יצטברו חומרי המזון במאגרים: שומנים.

3. תצוגת מזונות השייכים לקבוצות שונות ודיון עם תלמידים על המשותף למזונות יסייעו להם להבחין בין רכיבי מזון וקבוצות מזון. התלמידים מכירים את רכיבי המזון, שהם החומרים הכימיים המרכיבים את המזון, ואילו קבוצות מזון הם מזונות העשויים מרכיבי מזון שונים, אך המשותף להם הוא היותם עשירים ברכיב מזון מסוים, למשל, קבוצת הדגנים מוצרי המאפה, קבוצת הירקות וכדו').

4. פירמידת המזון היא ייצוג גרפי, וכמובן שיש להביא איורים צבעוניים של הפירמידות שהשתנו במהלך השנים ולתת מטלה לתלמידים לנתח את הפירמידה – תחילה באופן כללי, ולאחר מכן ליישם. היישום הוא בתכנון תפריטים לפי מצב גוף ומדדיו האנטומים פיזיולוגיים. ראו בהמשך טבלת ה.ל.ה, בטור ההפניה לחומרי למידה ופעילויות.

ככלל, הקשיים של תלמידים הם לגיטימיים, יש להבין את שורש הקשיים. לרוב, התגברות על קשיים מושגת במעורבות ואקטיביות של התלמידים בלמידה, כלומר בלמידה אישית או קבוצתית של התלמידים. טיעון זה בא ידי ביטוי בעיקר בעיסוק בתזונה שהיא כה רלוונטית להם, בעיקר בגיל ההתבגרות.

**טבלת תכנון ה.ל.ה לנושא קצובת מזון**

טווח שעות מומלץ: 3 שעות

| **נושא** | **מושגים ורעיונות** | **מיומנויות** | **פעילויות מפתח** | **הפניה לחומרי למידה ופעילויות לימודיות (עמ') והפניות לאתרים ברשת** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **כיצד נקבעת קצובת מזון?** | מדדים פיזיולוגים ואנטומיים לקצובת מזון: גיל, מין ,מבנה גוף, פעילות גופנית, מצב בריאותי, השמנה | - השוואה  - מידענות, חילוץ נתונים מטבלאות  - אוריינות מדעית: יישום ידע מדעי בתזונה היומיומית. |  | התזונה בשלבי חיים שונים מינקות ועד זקנה, גדילה (פרץ גדילה) (חזרה על הנלמד בתת־נושא 'אנרגיה ומזון')  <https://stwww1.weizmann.ac.il/nutrition/chapter1-1/>  מדידת BMI לקביעת תזונה מתאימה:  <https://stwww1.weizmann.ac.il/nutrition/notes-bmi/>  השמנה וסכנותיה:  <https://stwww1.weizmann.ac.il/nutrition/chapter2-1/>  השפעת התזונה על רמת השומנים בדם:  <https://stwww1.weizmann.ac.il/nutrition/chapter2-2/>  השפעת התזונה על לחץ־ דם:  <https://stwww1.weizmann.ac.il/nutrition/chapter2-3/> |
| **קבוצות מזון ופירמידת המזון** | - קבוצות המזון  - ייצוג גרפי של קבוצות המזון: פירמידת מזון.  פירמידת המזון בנויה מקבוצות מזון מסודרות בקומות, כשרוחב כל קומה פרופורציוני לחלק היחסי של קבוצת המזון בתזונה היומית. |  | השוואה בין ייצוגים גרפים שונים של 'פירמידת המזון': האמריקאית הישנה, האמריקאית החדשה, 'הצלחת שלי' והפירמידה הישראלית החדשה. ומה מקובל כיום? פעילות לימודית לחקר הייצוגים:  'הכרת פירמידת המזון ה אמריקאית והישראלית' מאת מירי פטוסי: <https://tinyurl.com/y4qnafyy>  פיתוח חשיבה ביקורתית אודות פירמידות המזון, (שכיום אינן מקובלות. בשנת 2020 משרד הבריאות שוקד על הכנת המלצות עדכניות). | קבוצות המזון:  <https://stwww1.weizmann.ac.il/nutrition/chapter3-3/>  פירמידת המזון הישראלית, על פי פורטל הבריאות של ישראל:  <https://tinyurl.com/7xt7qgt>  פירמידת המזון של הרווארד, ו'הצלחת שלי', 2011:  <https://www.maccabi4u.co.il/11846-he/Maccabi.aspx> |
| 'תפריטים כבקשתך', לפי קצובת־ מזון אישית (תרגול) |  | -מידענות  -תכנון: אופציות לתפריטים  -יצירתיות בהרכבת מנות מזון  -קבלת החלטות (שיקולי דעת, בהתבסס על נתונים)  -שיתופיות, משחקי תפקידים  -גמישות מחשבתית: שילובי מזונות. | תכנון מנות אישיות בעלות ערך אנרגטי שונה. |  |

**פעילות להערכה בנושא קצובת מזון**

1. הגדירו מהי קצובת מזון. מה הם המדדים הכלולים בה? מה מטרת ההגדרה?
2. בפירמידת המזון הישראלית מספר שלבים (קומות).
3. שבצו את המזונות הבאים בשלבים המתאימים:

בוטנים, ביסלי, אורז, יוגורט, עוף בתנור, תפוח אדמה, פיתה מקמח מלא, פטרוזיליה, מיץ אשכוליות טרי, טחינה, דג פורל, שעועית ירוקה, תפוח, בקבוק ספרייט, קרמבו, קורנפלקס.

ב. אחד המסרים הגרפיים הטמונים בצורת הפירמידה הוא, שיש לצרוך מזון באופן יחסי למיקום הקבוצה בפירמידה. הסבירו.

ג. בחרו שני שלבים (קבוצות מזון) בפירמידה, והסבירו את תרומת המזונות בהם לגוף האדם.

ד. הסבירו מה היה הצורך בפירמידת מזון ישראלית חדשה?

תשובות

1. קצובות המזון כוללות המלצה מדויקת לצריכה יומית מכל אחד מרכיבי המזון החיוניים. הקצובות נקבעו ע"י גופים מוסמכים, על סמך נתונים מדעיים של צרכי הגוף, תזונה מומלצת, צריכה מספקת של כל רכיב מזון וגבול הצריכה המירבית של כל רכיב מזון.

הקצובה הזו אחידה ומומלצת לכלל האוכלוסייה הבריאה, במטרה לאפשר בריאות והתפתחות תקינות.

לכל רכיב מזון יש קצובה יומית מומלצת לצריכה. זוהי הכמות היומית המסופקת לגוף מכל המזונות הנצרכים באותו היום.

טבלאות הקצובה המומלצות מחולקות לארבע קבוצות גיל עיקריות: תינוקות עד גיל שנה, ילדים עד גיל 10, מתבגרים ומבוגרים, וכן לפי מגדר.

בקצובה המומלצת לא מציינים את המינימום הנדרש מרכיב מסוים, אלא את הרמה הבטוחה המספקת לאדם בריא, בהתבסס על ידע עדכני. הקצובה מכוונת בדרך כלל לצריכת הרכיבים באמצעות מזון מגוון. ולא באמצעות תוספי תזונה. היא אינה מכוונת ליום אחד, אלא לצריכה ממוצעת במשך ימים אחדים.

1. א. בוטנים 3, ביסלי 5, אורז 1, יוגורט 3, עוף בתנור 3, תפוח אדמה 1, פיתה מקמח מלא 1, פטרוזיליה 2, מיץ אשכוליות טרי 2, טחינה 4, דג פורל 3, שעועית ירוקה 2, תפוח 2, בקבוק ספרייט 5, קרמבו 5, קורנפלקס 1.
2. הקומה בפירמידה מייצגת גם את החלק היחסי של המזון בתפריט היומי.
3. פחמימות – אנרגיה; שומנים – אנרגיה בתשמורת, קרומי תאים, מערכת העצבים.
4. יותר מגוון בכל 'קומה'. מים – בקומה הבסיסית (הכמות הגדולה ביותר), הפרדת הפירות מהירקות, הפרדת מוצרי חלב מבשר ודגים, שמנים צמחיים יחד עם דגנים מלאים (ולא יחד עם שומן), קומה לאגוזים וקטניות, המלצה לאלכוהול והעשרה בוויטמינים. הכללת פעילות גופנית בניהול אורח חיים בריא.

**תת־נושא 4: בריאות ומזון**

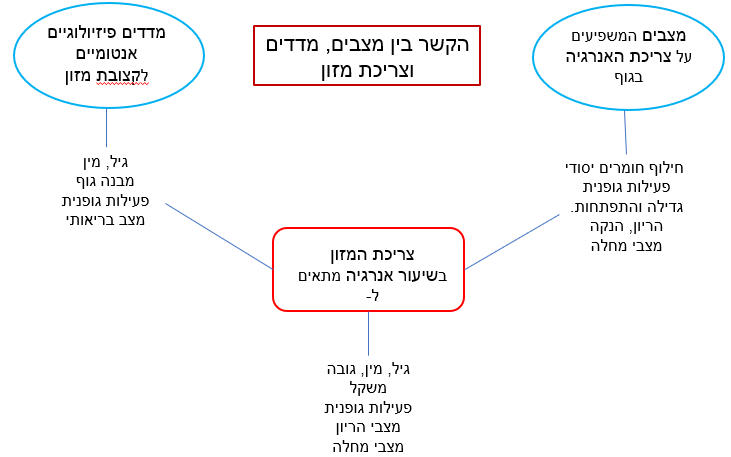
**מטרות (בתחומי התוכן והמיומנויות)**

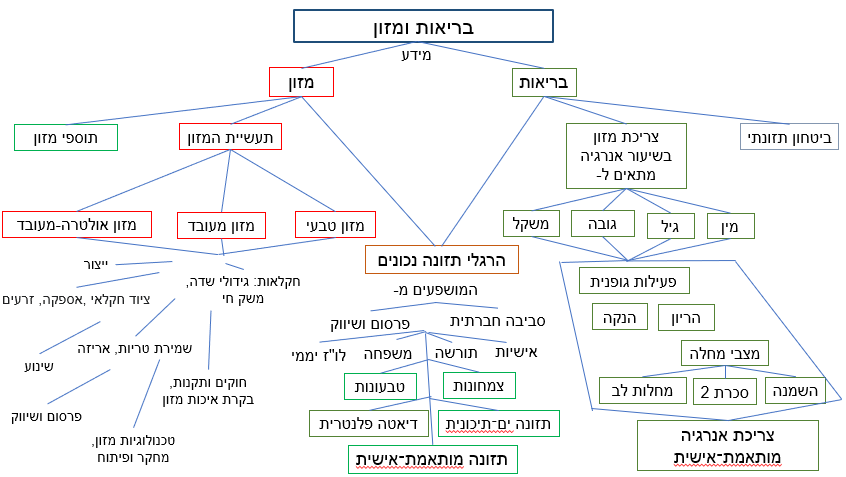
* התלמידים יקשרו בין צריכת מזון בשיעור אנרגיה מתאים לבין הרגלי תזונה נכונים
* התלמידים יבינו שצריכת האנרגיה האישית תלויה במצב הגופני העכשוי
* התלמידים יזהו מיני מזון מעובד ומיני מזון 'אולטרה־מעובד'
* התלמידים יכירו את מורכבותה של תעשיית המזון
* התלמידים יכירו את תוספי המזון: מידע, יתרונות, חסרונות
* התלמידים יקבעו קריטריונים לבחינת איכותו של תפריט
* התלמידים ידעו לזהות איכותם של תפריטים שונים לפי הקריטריונים שקבעו
* התלמידים יכירו תזונה פלנטרית (=תזונה בת־קיימא)
* התלמידים ידעו לבחון אמינות ומהימנות של דיאטות שונות המתפרסמות ומשווקות
* התלמידים ינתחו ניסויים על יעילות תוספי מזון ויעילות דיאטות שונות
* התלמידים ידעו לקבל החלטות לגבי הרגלי התזונה שלהם
* התלמידים ידעו שהגישות להמלצות מקצועיות לתזונה נכונה משתנות לאור מחקרים בתחומי התזונה, טכנולוגיות המזון והקיימות.

**רקע מדעי**

**אתר משרד הבריאות, 'מזון ותזונה'**: <https://www.health.gov.il/Subjects/FoodAndNutrition/Pages/default.aspx>

בהקדמה לתת־נושא 'בריאות ומזון', נראה להלן איור המתאר את הקשר בין מצבים, מדדים וצריכת מזון בשיעור אנרגיה מתאים למצבים ומדדים:



**מפת מושגים בנושא: בריאות ומזון**

**בריאות ומזון**

פרק זה מורכב משני 'ענפים' – בריאות ומזון, ונושא שלישי המחבר ביניהם - הרגלי תזונה נכונים.

**בריאות (מבוא)**

בפרק 'קצובת מזון' התייחסנו למדדים העיקריים הקובעים את הערכים המומלצים של רכיבי המזון: גיל ומין (במצב בריא), וכן הריון והנקה. ערכי הייחוס לקבוצות הגיל ולשני המינים שונים, בשל הצריכה האנרגטית השונה בכל תקופת חיים, אצל גברים ואצל נשים. הצריכה האנרגטית לכל תקופה היא בהתאם לקצב חילוף החומרים הבסיסי (BMR) המאפיין אותה (ראו לעיל בפרק 'אנרגיה ומזון'). להלן נתייחס לצריכה האנרגטית התזונתית של הגוף במצבי גוף החורגים מההומיאוסטזיס (המצב הבריא, בפעילות יומית ממוצעת): מצב של פעילות גופנית וכן מצבי מחלה הנפוצים באוכלוסייה, וקשורים באופן הדוק (מוכח אמפירית) לתזונה: השמנה וסוכרת.

תחילה נחזור להגדרת צורכי האנרגיה של האדם (total energy expenditure) (energy requirements): סך כל האנרגיה שהגוף זקוק לה לצורך תפקוד תקין בפרק זמן מסוים, השווה להוצאות האנרגיה באותו פרק זמן. צורכי האנרגיה הם לשלוש 'מטרות': צורכי האנרגיה הבסיסיים (BMR), אנרגיה הדרושה לפעילות גופנית ואנרגיה הדרושה לקיום טמפרטורת הגוף (תרמוגנזה) (זילבר-רוזנברג, 1996(.

**פעילות גופנית**

בפעילות גופנית, החורגת מהפעילויות היומיומיות של הגוף כמו קימה הליכה קלה, ישיבה, שכיבה, יש עליה ב-BMR. בעשרות השנים האחרונות בוצעו מחקרים רבים בנושא התזונה בעת פעילות גופנית נמרצת, מכל הסוגים. נבחנו פעילויות מאמץ לזמן קצר מאד (קפיצה לרוחק, לגובה, ריצה למרחקים קצרים) פעילויות לזמן בינוני (ריצה למרחק בינוני) פעילויות ספורטיביות ממושכות הדורשות סיבולת (ריצה למרחקים ארוכים), וכן פעילות הדורשות כוח ופיתוח שרירים (הרמת משקלות). רקמת השריר הפעילה בתנועות הגוף צורכת אנרגיה רבה, המסופקת על ידי הגברת הפעילות המטאבולית (חילוף החומרים והפקת האנרגיה). רקמת השריר נבדלת מרקמת השומן מבחינת רמת הפעילות המטאבולית המתרחשת בשתי הרקמות. השריר היא רקמה פעילה (בתנועה), ולפיכך הפקת האנרגיה וצריכתה גבוהים יותר, בהשוואה לרקמת השומן. רקמת שומן היא רקמת אגירה, ולפיכך הפעילות המטאבולית בה קטנה יותר. יש הבדל בין המינים מבחינת מסת השריר: אצל גבר – מסת השריר גדולה יותר מזו של האישה, ולפיכך צורכי האנרגיה של הגבר גדולים יותר.

עם העלייה בגיל, יש ירידה במסת השריר, הן אצל הגבר, והן אצל האישה, ובמקביל גדלה מסת רקמת השומן. עליה זו גדולה יותר אצל הגבר. פעילו גופנית אקטיבית ממתנת את העלייה היחסית במסת השומן. זאת, על ידי הפעלה מתמדת של השרירים, הגורמת לפיתוחם ולשמירת מסתם.

ככל שהפעילות הגופנית נמרצת, כך גובר הצורך של הגוף באנרגיה.

ככלל, ההמלצות התזונתיות לספורטאים דומות מאד לאלו של האדם המבוגר הבריא. החלבונים, הפחמימות ושומנים חיוניים לגוף. החלבונים (10%-20% מכלל צריכת האנרגיה היומית) – דרושים בעיקר לשמירת מסת השרירים ולפיתוחם: פעילות גופנית מעודדת יצירת חלבונים בשריר, ומקור 'חומרי הגלם', חומצות האמינו, הוא במזון החלבוני. החלבונים הם גם מקור אנרגיה במיוחד במאמץ ממושך, וכן הם דרושים לריפוי פגעים בשרירים עקב הפעילות המאומצת. הפחמימות (55%-60%, בהתאם לסוג הפעילות הגופנית ושלביה: לפני הפעילות, ובמהלכה)) – חיוניות להגדלת מאגרי הגליקוגן בשריר ובכבד, שכן, בעת פעילות גופנית גובר קצב פירוק הגליקוגן ליחידות של גלוקוז, שמהן מופקת האנרגיה בנשימה התאית. השומנים (20%-35%) – מקור אנרגיה באופן הזהה לזה שבאדם המבוגר הבריא, ובהתאם לכך, ההמלצות התזונתיות. נוזלים הם בעלי חשיבות גדולה לספורטאי בשל איבוד מים רב בהזעה בעת הפעילות הגופנית (שוסטר, 2014). ויטמינים – יש חשיבות רבה לוויטמינים מקבוצה B: 1B, 2B -המשמשים כקופקטורים של אנזימים בריאקציות הקשורות לייצור אנרגיה, ו-6B, המשתתף במטאבוליזם של חומצות אמינו. מינרלים – דגש על תופסת ברזל, בשל חסר ברזל המצוי בקרב ספורטאים. הסיבות המשוערת לחסר זה הן: פירוק מוגבר של תאי דם אדומים עקב המאמץ הגופני, שינויים פיזיולוגיים במאגר הברזל בגוף, ירידה בספיגת ברזל במעי, ייצור מועט של תאי דם אדומים במוח העצם. במקרים של אנמיה קלה, מומלץ לספורטאי לצרוך כמות רבה יותר של מזונות עתירי ברזל ומזונות עתירים בוויטמין C, המסייע בספיגת הברזל במעי (זילבר-רוזנברג, 1996).

**השמנה**

השמנה היא הפרת האיזון בין צריכת האנרגיה (במזון) לבין צרכי האנרגיה של הגוף. זהו מצב שבו צריכת האנרגיה עולה על צרכי האנרגיה, ואז עודף האנרגיה נאגר בצורת שומן וגליקוגן. התוצאה היא גם עלייה במשקל הגוף. השמנה נחשבת כמחלה, וכן כגורם סיכון למחלות רבות. 20%-40% מכלל האוכלוסייה המבוגרת בעולם המערבי לוקה בהשמנה בדרגות שונות. מידת ההשמנה תלויה במספר גורמים: פנימיים - תורשתיים-פיזיולוגיים: מין, גיל; וחיצוניים – התנהגותיים-סביבתיים: רמת הפעילות הגופנית והרגלי התזונה. יש הבדלים בין המינים מבחינת מסת רקמת השומן בגוף. כבר בתקופת הילדות מסת השומן אצל האישה גבוהה ממסת השומן אצל הגבר, אך עם העלייה בגיל, עולה מסת השומן על חשבון 'מסת הגוף הרזה' (=השרירים והשלד, האברים הפנימיים ותאי הדם). בטווח הגילים 50-20 משקל הגוף הממוצע עולה רק בשיעור של 10%-15%, אולם ה'חלוקה הפנימית' בין מסת השרירים למסת השומן משתנה: מסת השומן אצל הגברים עולה כמעט פי 2, ואילו אצל האישה היא גדלה רק פי 1.4. פעילות גופנית מסייעות להגדיל מסת השרירים על חשבון השומן, ויחד עם תזונה מתאימה נשמר משקל גוף תקין.

יש להבחין בין עודף משקל לבין השמנה. יש שתי שיטות המספקות מדד להשמנה: קביעת אחוז המשקל העודף, ומדד מסת הגוף - BMI (Body Mass Index). נפרט: אחוז המשקל העודף הוא ההפרש בין המשקל הנוכחי למשקל המומלץ (לפי הגובה), מחולק במשקל המומלץ. ה- BMIהוא משקל הגוף בק"ג מחולק לריבוע הגובה (הערך התקין של BMI הוא 25, וככל שערכו גבוה, הסיכון בהשמנה עולה. BMI הגבוה מ-40 נחשב לסיכון גבוה לתחלואה בעקבות ההשמנה). שתי השיטות הן חישוביות בלבד, ואינן מלמדות על אחוז השומן בגוף, על פיזור השומן בגוף, ועל הבדלי גיל ומין ( כמו כן ישנן גם שיטות 'איכותיות' להערכת ההשמנה).

תזונה עתירת שומנים וסוכרים מגבירה את הסיכון להשמנה. השומנים גורמים להשמנה במידה רבה יותר מאשר הפחמימות. השמנה בגיל הינקות ובילדות עקב האכלת־יתר, בעיקר בחודשים הראשונים של החיים ובגילאים 7-5, וכן השמנה בגיל ההתבגרות, עקב אכילת־יתר, עלולות (אך לא בהכרח) לגרום להשמנה בגיל המבוגר.

השמנה הדרגתית בגיל המבוגר נגרמת מירידה בקצב חילוף החומרים, כלומר ירידה בצרכי האנרגיה, ולא בהכרח בצריכת האנרגיה במזון.

צרכי האנרגיה המחושבים לק"ג משקל גוף זהים אצל האדם הרזה והאדם השמן, אך צרכי האנרגיה של כלל הגוף עולים ככל שמשקל הגוף עולה. לעומת זאת, הפעילות הגופנית של האדם השמן היא לרוב נמוכה יותר, ואז צרכי האנרגיה נמוכים יותר.

המטבוליזם של פחמימות ושומנים שונה בגוף שמן לעומת גוף רזה, וכן גם רמתו ותפקודו של ההורמון אינסולין. במקרים רבים של השמנה בגיל המבוגר, עולה רמת האינסולין בגוף. זוהי תוצאה של 'עמידות לאינסולין' (תנגודת לאינסולין) (Insulin Intolerance). זהו מצב שבו הגוף לא מגיב לאינסולין, המצטבר והולך בגוף. מצב זה עלול כמובן להוביל לסוכרת. כמו כן נמצא קשר בין העמידות לאינסולין ליתר לחץ דם, לשינויים ברמת השומנים בדם (דיסלפידמיה, בדך כלל, עליה ברמת השומנים בדם), ולהגברת הסיכון למחלות כלי דם ולב. ריכוז גבוה של אינסולין בדם מעכב את פירוק השומנים (הטריגליצרידים) ברקמת שומן, וכך הוא מקשה על ירידה במשקל, גם אם התפריט של האדם דל באנרגיה.

לסיכום, השמנה היא גורם סיכון למחלות: סכרת מבוגרים (סוג 2), יתר לחץ דם, דיסליפידמיה. שלוש מחלות אלה, הנגרמות עקב ריכוז גבוה של אינסולין בדם, מהוות גורם סיכון למחלות לב וכלי דם. נמצא גם מתאם חיובי בין השמנה לבין תמותה ממחלות סרטן מסוימות, כמו סרטן המעי הגס, סרטן הערמונית סרטן הרחם, ועוד.

ירידה במשקל מלווה בדרך כלל בירידה ברמת האינסולין בדם, וכך גם לירידה בעמידות לאינסולין. התוצאה היא ירידת רמת הגלוקוז בדם, והפחתת הסיכון להתפתחות סוכרת. במקביל, גובר הפירוק של השומנים ברקמת שומן, מופקת אנרגיה, וחלה ירידה במשקל. פעילות גופנית גם כן מסייעת לירידה במשקל, עקב צריכת אנרגיה מוגברת. כמו כן היא תורמת לירידת הרמה הגבוהה של האינסולין, לירידה בעמידות לאינסולין, לחיזוק השרירים ושמירה על מסתם, וכך צפויה גם ירידה במשקל.

ירידה במשקל מומלצת לביצוע בליווי רפואי, תוך התייחסות למדדי הגוף האישיים, והיא יכולה להיות בשתי צורות שאינן קיצוניות: א. תפריט מאוזן עם הגבלת אנרגיה קלה: תפריט זה כולל את כל רכיבי המזון, בכמות קטנה יותר, כך שרמת האנרגיה במזון איננה פחותה מ-800 קק"ל ליום. כמו כן, יש חשיבות לפיזור רכיבי התזונה במשך היום. ב. תפריט מוגבל מאד באנרגיה: כמות אנרגיה בטווח של 800-200 קק"ל ביום. הדגש הוא על צריכת חלבונים, בעיקר חלבונים מלאים (ביצים, בשר, מוצרי חלב), וכן וויטמינים ומינרלים בכמות המומלצת. יש ללוות את שתי השיטות בפעילו גופנית המתאימה ליכולת הגוף (זילבר-רוזנברג, 1996).

**סוכרת**

סוכרת היא מחלה מטאבולית, כלומר היא אוסף של תופעות הנובעות משיבוש במטאבוליזם של פחמימות, וגם של שומנים.

מחלת הסוכרת תלויה במידה רבה מאד בתזונה. לפיכך לטיפול תזונתי בסוכר התזונה המומלצת בסוכרת יש מטרות רבות: א. שמירה על רמת הגלוקוז בדם, ככל שאפשר. ב. שמירה על רמות טריגליצרידים וכולסטרול בדם בטווח התקין (ההומיאוסטטי) (מניעת עלייה בריכוזי החומרים השומניים). ג. מענה לצרכי האנרגיה של הגוף. ד. אספקת כל רכיבי המזון לגוף (כמו במצב בריא). ה. שמירה על משקל גוף תקין. ו. מילוי הצרכים התזונתיים של הגוף בשלבי הגדילה, בעת פעילות גופנית מוגברת, בהריון, בהנקה. ז. מילוי הצרכים התזונתיים בעת מחלות זיהומיות, ריפוי פצעים, פגיעות הסוכרת בתפקודי איברים. ח. הפחתת הסיכון להתפתחות סיבוכים בסוכרת. ט. התאמת התזונה לנתונים אישיים, ולנסיבות ההופעה והתפתחות של הסוכרת- זהו עיקרון מנחה בקביעת תפריט לחולה (זילבר-רוזנברג, 1996).

בעיקרון, ההמלצות התזונתיות לחולי סוכרת סוג 1 וסוג 2 דומות לאלה המיועדות לאוכלוסייה הבריאה.

שני מדדים של רמת הגלוקוז בדם משפיעים על ההמלצות התזונתיות לחולי הסוכרת. המדדים הם: אינדקס גליקמי - מידת העלייה ברמות הגלוקוז בדם במשך שעתיים לאחר אכילת 50 גרם פחמימות מהמזון הנבדק, ביחס לעלייה ברמות הגלוקוז לאחר אכילת מזון הביקורת, שהוא לחם לבן או גלוקוז, ועומס גליקמי - מחושב על ידי הכפלת האינדקס הגליקמי בכמות הפחמימות במזון, מחולק ל-100. מדד זה מתייחס גם לאיכות )האינדקס הגליקמי( וגם לכמות הפחמימות, וכך מייצג את ההשפעה הגליקמית הכללית של המזון )גילאון-קרן ופיימן, 2016). האינדקס הגליקמי של גלוקוז הוא: 100 (רשימת מזונות והמדד הגליקמי שלהם באתר: https://tinyurl.com/y3k6xzre**)**.

להלן התייחסות לרכיבי המזון המספקים אנרגיה לגוף, ומהווים חומרי־מפתח במסלולים המטאבוליים:

פחמימות: פחמימות הן רכיב המזון העיקרי אשר משפיע ישירות על רמות הסוכר בדם. בשל צורך הגוף בפחמימות, יש לתכנן תפריט הכולל כמות מתאימה של פחמימות בכל ארוחה. כמות הפחמימות תתוכנן בהתאם למספר גורמים: הרגלי האכילה האישיים של המטופל, ערכי הגלוקוז בדם, ערכי השומנים והרכבם, מטרת הטיפול, וסוג הטיפול התרופתי או האינסולין. מקורות הפחמימות הרצויים הם: דגנים מלאים (אורז מלא, לחם שיפון, פסטה מחיטה מלאה), קטניות (עדשים, שעועית, אפונה) ופירות וירקות עמילניים (בטטה, תירס(. גם סיבים תזונתיים מומלצים, בדומה ליתר האוכלוסייה, בעיקר אלה המסיסים במים. הסיבים התזונתיים מאטים את תהליך הספיגה, עשויים לשפר את התגובה הגליקמית שלאחר הארוחה ואת רמות הכולסטרול LDL-בדם, וכן להשפיע לטובה על פעילות מערכת העיכול.

חלבונים: מומלץ שמקור החלבון בתזונה יהיה ממזונות דלי שומן כמו: קטניות, בשר בקר רזה, בשר הודו ועוף, דגים, ומוצרי חלב דלי שומן. מומלץ להגביל את צריכת הביצים (לעד ארבע ביצים בשבוע), כולל ביצים הנמצאות במזונות מורכבים. החלבון כמעט ואינו מעלה את רמת הסוכר בדם, אולם הוא מעודד הפרשת האינסולין מהלבלב. (לכן מזון עשיר בחלבון אינו מתאים לטיפול בהיפוגליקמיה או כחלק מארוחה לפני השינה למניעת היפוגליקמיה לילית.(

שומנים: יש לקבוע את כמות השומן והרכבו, לפי משקל הגוף ו- BMR(חילוף החומרים הבסיסי). לסוג השומן יש השפעה משמעותית יותר מאשר לכמות הכוללת של השומן בתזונה. במספר מחקרים, תזונה ים-תיכונית נמצאה כמשפרת את אינדקס הגליקמי ואת הרכב השומנים בדם של חולי סוכרת מסוג 1 (סוכרת נעורים). באופן כללי, מומלץ להימנע ככל האפשר מצריכת שומן מסוג טרנס, המצוי בעיקר במאפים, במוצרי בצק קפואים ובמזונות מעובדים. מומלץ להגביל את הצריכה של שומן רווי, המצוי בעיקר במוצרי חלב עתירי שומן ובסוגים השונים של בשר שמן. יש להעדיף שמנים מהצומח, במיוחד שומן חד בלתי רווי, המצוי בעיקר בשמן זית, טחינה, שקדים, בוטנים, אגוזי לוז ואבוקדו.

בהמלצות התזונתיות האישיות יש להתייחס למניעה של סיבוכי סוכרת, כמו היפוגליקמיה, אי־ספיקת כליות (נפרופתיה סוכרתית), ומחלות כלי דם ולב. לגבי כל סיבוך אפשרי מושם דגש על רכיב המזון בעל ההשפעה הגדולה ביותר עליו. נפרט להלן לגבי היפוגליקמיה.

האיזון הסוכרתי מלווה במצבי היפוגליקמיה (ירידת רמת הגלוקוז בדם אל מתחת לנורמה). היפוגליקמיה עלולה להופיע במטופלים באינסולין, או בתרופות המגבירות את הפרשת האינסולין. באופן כללי, הטיפול בהיפוגליקמיה צריך לכלול 20-10 גרם גלוקוז ותוספת של 30-15 גרם פחמימות מורכבות, לדוגמא: חצי כוס מיץ ופרוסת לחם אחת. חשוב לציין, שהסימנים הקליניים של היפוגליקמיה (חולשה חמורה, זיעה קרה, טשטוש ראייה, רעב, דופק מואץ) חולפים באיטיות רבה יותר מאשר עליית הסוכר לאחר הטיפול בהיפוגליקמיה. כמו כן, פעילות גופנית גורמת להיפוגליקמיה וההתאוששות ממנה איטית יותר. לפיכך, נדרשת כמות פחמימות גדולה יותר לטיפול בה )גילאון-קרן ופיימן, 2016).

לסיכום, יש להתאים את צריכת האנרגיה מהמזון לצרכי האנרגיה של הגו, כאשר אלו מתאימים לנתונים האישיים: מין, גיל, רמת פעילות גופנית וBMI- (משקל גוף יחסי לגובה).

**מזון (מבוא לתעשיית המזון)**

תעשיית המזון היא תעשייה כלל-עולמית המספקת את רוב המזון לאוכלוסיית העולם (רק חקלאים המגדלים מזונות לעצמם בלבד, אינם נחשבים חלק מתעשיית המזון). תעשיית המזון חובקת תחומים רבים, והיא מתפתחת ומתחדשת על בסיס מחקרים מתחומים רבים: ביוטכנולוגיה, טכנולוגיות מזון, אקולוגיה וקיימות, כלכלה, רפואה, ועוד. תחומי תעשיית המזון הם: חקלאות, שהיא הבסיס – משק חי וגידולי צומח; ייצור – מיכון חקלאי, בניה, אספקת זרעים; עיבוד מזון – הכנת מוצרים טריים, ייצור של מזון מוכן, יבוא ויצוא של חומרי גלם לשמירת טריות, שימור, ייצוב, שיפור טעם, העשרה במינרלים; הכנת מזון לבעלי החיים – עופות, בקר; שיווק – קידום מכירות, פרסום, אריזות, התוויה, סימון תזונתי לקידום הבריאות; סיטונאות, הפצה – לוגיסטיקה, שינוע, אחסנה; רגולציה ותקינה – רגולציה עולמית, מדינתית ומקומית, המוטלת על הפקת המזון והמכירה - חיבור תקנים, חוקים, תקנות לייצור מזון ומכירה, בטיחות מזון, בקרת איכות, מעבדת טריות; השכלה הנוגעת למזון - השכלה אקדמית, ידע בתעשייה, בישול ביתי, וידע לגבי הרגלי תזונה של הצרכני; מחקר ופיתוח – פיתוח חדשנות טכנולוגית במזון; שירותים פיננסיים - כולל ביטוח חקלאי (למשל, מפני אסונות טבע) ואשראי לחקלאים (אקוויקי, 2019; ויקיפדיה, 2020).

בתעשיית המזון יש להבחין בין מזון טבעי, מזון מעובד ומזון מעובד ביתר (אולטרה־מעובד). באופן מדויק יותר ניתן לחלק את המזון לפי דרגת העיבוד שלו (שכן, גם מזון טבעי מאבד מ'טבעיותו' במשך הזמן העובר מקטיפתו ועד הגיעו אל הצלחת. כמו כן, המזון הטבעי נחתך, נטחן, נארז ומאוחסן עד המכירה וגם לאחר הקניה, וכיו"ב:

מזון לא מעובד או מעובד מינימלית - בקבוצה זו נכלל מזון בצורתו הגולמית או הטבעית, כולל מזון שעבר תהליכי עיבוד בסיסיים כגון חיתוך, הקפאה, טחינה וכד'.

מרכיבי מזון בסיסיים (מוצרי יסוד) - מצרכי יסוד, שבדרך כלל מוספים למזונות טבעיים או מעובדים מינימלית. דוגמאות לכך שמן (זית, חמניות, קנולה ועוד), סוכר (לבן או חום), מלח ותבלינים.

מזון המורכב רק מרכיבים גולמיים בתוספת בסיסיים - אוכל שמכינים ומבשלים בבית, ממרכיבים ביתיים שניתן למצוא בכל מרכול. ההגדרה מתייחסת למזון המורכב רק מרכיבים גולמיים, טבעיים, בתוספת רכיבי מזון בסיסיים: מזון שבושל ביחד עם תבלינים (בבית, במסעדה, או במפעל מזון). לקבוצה זו משתייכים מרבית התבשילים המכינים מבשר לסוגיו, דגים, ירקות (דוגמא: מרק, ללא תוספת של אבקת מרק).

מזון אולטרה־מעובד - מוצרים הכוללים כולל מרכיבים שלרוב אינם מצויים במטבח הביתי. כמו תמציות של רכיבי מזון, וכן תוספים כימיים-תעשייתיים, היוצרים או משפרים את הצבע, המרקם והטעם. שילוב התוספים הללו במזון משפיע על הרגלי הצריכה ותחושת השובע הטבעית. מוצרי המזון האולטרה־מעובד הם בדרך כלל ארוזים, מוכנים לאכילה מיידית בכל מקום ובכל זמן, או לאחר הכנה מינימלית (הוספת מים רותחים, חימום במיקרוגל וכד'). דוגמאות: מוצרי בשר מעובד: נקניקים, נקניקיות, פסטרמות, בשר מעוצב; מזון ממותק: מוצרי שוקולד, עוגות, עוגיות, מיצים, גלידות, משקאות קלים, ממותקים ומשקאות דיאט, חטיפים מתוקים, מלוחים ומטוגנים, ועוד.

מזונות מעובדים נאכלים בכמויות גדולות יותר על ידי הצרכנים, וזאת מהסיבות הבאות: א. חומרי הצבע, הטעם והריח, לצד התבלינים (סוכר, מלח ועוד) והשומן גורמים לנו לאכול כמויות גדולות יותר מכפי שצריך; ב. זמינות ומיידיות – חיסכון בזמן הכנה ובזמן האכילה עצמה. האריזה הנוחה גורמת למזון להיאכל כ'חטיף', בשל עיצובו ביחידות קטנות, נוחות ללקיחה, ולא כחלק מארוחה מסודרת, לדוגמה: דגני בוקר, מרקי אינסטנט בשקית, ועוד; ג. השיווק והפרסום משפיעים על הרגלי הצריכה; ד. המחיר הזול לעתים.

צריכת מזון אולטרה־מעובד אינה רצויה. מחקרים מלמדים על הקשר בין מידת העיבוד של המזון לבין השפעתו המזיקה לבריאות: עלייה בהשמנה, עלייה בשיעור מחלות כרוניות, הגדלת הסיכון לחלות בסוגי סרטן שונים, העלאת מדדי דלקת, עליה בתחלואה רבה והזדקנות מוקדמת [(משרד הבריאות, a2020; משרד הבריאות, משרד החינוך משרד התרבות והספורט ()].

לנושא דרגת העיבוד של מזון תעשייתי, יש להוסיף את שומן הטרנס. שומן הטרנס הוא שומן צמחי, בלתי רווי, נוזלי בטמפרטורת החדר (שמן), שעבר תהליך כימי ההופך אותו לשומן רווי, מוקשה או מוקשה חלקית. דוגמה למוצר המכיל שומן טרנס היא המרגרינה. התהליך הכימי הוא הידרוגנציה: תוספת של אטומי מימן, ה'מרווים' את הקשר הכפול או הקשרים הכפולים, שהיו בחומצות השומן הבלתי רוויות. בתהליך זה הזרז "פותח" את הקשר הכפול, ומאפשר לאטומים להגיב עם מימן. אולם לפעמים מתרחש סיבוב של 180 מעלות סביב הקשר, והקשר נסגר בחזרה בלי מימן שמגיב. כלומר, ההידרוגנציה לא מלאה, ונשאר קשר כפול, כשהוא 'מסובב' למצב הנקרא טרנס (שבו שני חלקי המולקולה נמצאים בשני צדדים שונים של הקשר הכפול). מצב טרנס איננו טבעי (הקשרים הכפולים בחומצות השומן החד ורב בלתי רוויות הם במצב מרחבי הנקרא 'ציס'). מאחר שקשר טרנס אינו קיים כמעט בטבע, הוא לא מוכר על ידי האנזימים המבצעים את התגובות הכימיות של שומנים (האנזימים מכירים רק מצב 'ציס'). וכך, מולקולות שומן הטרנס, שאינן מפורקות, מצטברות בגוף וגורמות נזקים (להלן), עוד יותר מהשומן הרווי (סאייג, 2010). גם באמצעות חימום ממושך (בלבד) ניתן להפוך חומצות שומן רב בלתי רוויות באופן חלקי לשומן טרנס.

מבחינת התעשייה יש יתרונות לשומן הטרנס, כי הוא נשמר יציב למשך זמן ארוך, הוא משפיע לטובה על הטעם, והוא זול יחסית (כמו שהמרגרינה היוותה תחליף זול לחמאה היקרה). מלבד במרגרינה, חומצות שומן טרנס מצויות בסוגי מזון מטוגנים, עוגיות, סופגניות, מופינים (muffins), מציות, ציפויי עוגות, טוגנים (צ׳יפס ופופקורן) למיקרוגל. מהו הנזק של שומן טרנס? צריכת שומן טרנס מזיקה לבריאות. שומנים מסוג טרנס גורמים להשמנת יתר, ומעלים את הסיכון לטרשת עורקים, כי הם מעלים את רמת ה-) LDLהמכונה 'הכולסטרול הרע') בדם, ואף מפחיתים את רמת ה-HDL, המכונה 'הכולסטרול הטוב'. שומני טרנס מגדילים את הסיכון למחלות לב במידה רבה יותר מאשר שומנים רוויים, המעלים את כלל הכולסטרול. כיום, רוב החברות המסחריות שיפרו את תהליך ההידרוגנציה, כך שהוא לא מעביר את צורת השומן ל'טרנס', וכך נותר 'רק' הנזק של 'ריווי' השומן. כיום חלה הגבלה רבה על ייצור מוצרי מזון עם שומן טרנס, וכן קיימת החובה לסמן על אריזת המזון את תכולת שומני הטרנס שבו (לב, רוזנברג ושוחט, 2011).

**תוספי מזון**

תוספי מזון (Diatery additives) הם חומרים המוספים למזון במטרה טכנולוגית לשפרו. הם אינם נצרכים כלשעצמם כמזון, ולא כרכיב במזון. הם גם לא מהווים חומר מוצא לייצור מזון (גנדלר, 2008). לתוספי המזון תפקידי מפתח רבים בעידן שבו העלייה ברמת החיים מכתיבה שינויים בהרגלי צריכת המזון. תוספי המזון תורמים לשיפור תכונות המזון ואיכותו מבחינת: מראה, טעם, מרקם, ריחם, הארכת חיי מדף, בטיחות, ונוחות השימוש בו –גם למזונות מוכנים. דוגמאות: התפחת בצק, מניעת עובשים בלחם, שימור הצבע (מניעת חימצון) ברסק תפוחים, מניעת התגבשות מלח במלחייה ועוד. חלק מתוספי המזון הם טבעיים וחלקם מסונתזים. בסימון התזונתי הם מופיעים כמספר וסימון E לפניו, למשל: חומצת לימון (ציטרית) מסומנת כך: E-330 (חומצת הלימון מווסתת חומציות של המזון (רמת החומציות שלה נמוכה), והיא מונעת חימצון. היא חומר טבעי המצוי בפרי הדר – לימון, וכן היא מופקת באופן מסחרי בריאקציות אנזימטיות של סוכרים). תוספי המזון נבדלים מתוספי תזונה (Food supplements), בכך שאלו יכולים להיות ויטמין, מינרל או חומצת אמינו, צמח או רכיב מזון אחר. הם אושרו לצריכה כמזון, ונצרכים כשלעצמם במטרה להשלים את התזונה.

בתוספי המזון נכללים חומרים הפעילים בייצוב המזון, תיחלוב, צביעה או שימור צבע, התפחה, המתקה ועוד. לפי תפקיד החומר, ניתן להוסיפו בכל שלב מתאים של הכנת המזון: הכנה, ייצור, עיבוד, טיפול, אריזה, אחסנה, הובלה.

קריטריונים לשימוש בתוסף מזון: א. רישום בתקן, תקנות, חוקים, רשימות מאושרות, ב. מטרה טכנולוגית בלעדית, שלא תושג ללא התוסף, ג. רמת ניקיון נאותה, ד. הוספת התוסף בכמות שתגיע לריכוז מינימלי הדרוש להשגת המטרה הטכנולוגית.

בין תוספי המזון ניתן למצוא צבעי מאכל (בוסאני-זיו, 2008) וחומרי המתקה, וכן חומרים אחרים: מווסתי חומציות, חומצות, מונעי התגיישות (הידבקות של חלקיקים זה לזה, כמו במלח), מגבירי חוזק (קשיות ופריכות), מחזקי טעם, משמרים, מייצבים, מתחלבים (ליצירת תחליב, תערובת הומוגנית של חומרים הידרופוביים וחומרים הידרופיליים, מלחים מתחלבים (לפיזור מובנה של חלבוני הגבינה) , מסמיכים, עמילנים מעובדים (לייצוב והסמכה), חומרי קרישה חומרי הזנה, חומרי הלחה (שומרי לחות), חומרי מילוי, חומרי קצף, מונעי קצף, מעכבי חימצון, וחומרים לטיפול בקמח, לשיפור איכות האפיה. אכן, לפי מגוון התפקידים, יש מעל 4000 תוספי מזון.

השימוש בתוסף מזון מצריך שיקול דעת, כי בצד התרומה הטכנולוגית לעיצוב המזון, עלולות להיגרם תופעות משניות רצויות ובלתי רצויות. אלו מתגלות לפרקים במחקרים, שהם לרוב כימיים-רפואיים, ואז נבדק הקשר ביניהן לבין תוסף המזון (גנדלר, 2008). תקני השימוש בתוספים מתעדכנים בהתאם לממצאי מחקרים ואז לעיתים נאסר השימוש בתוסף מזון מסוים או מוגבלת כמותו, ולעיתים גם מוכנס לשימוש תוסף חדש, משופר. לסיכום, הידע אודות נחיצותם של תוספי המזון למזונות שונים חשוב להרגלי הצריכה של המזונות למען תזונה בריאה.

**הרגלי תזונה נכונים**

תזונה נכונה היא תפריט יומי המכיל את כל רכיבי המזון לפי הקצובה המומלצת, המקובלת כיום, עבור האדם הבוגר, הבריא, כאשר המטרה היא מניעת מחולות וקיום אורח חיים בריא. הקצובה המקובלת היא: פחמימות -55%-60% מסך כל האנרגיה במזון, בהעדפה לפחמימות מורכבות וסיבים תזונתיים; שומנים - 30% מסך כל הקלוריות. כל סוג שומן (שומן רווי וחומצות שומן חד ורב בלתי רוויות – כ- 10%, בהימנעות משומן טרנס; חלבונים – 15%-20% מצריכת האנרגיה היומית, בדגש על חלבון מלא, וחומצות אמינו חיוניות. בחירת המזונות צריכה לכלול מזונות המכילים גם מינרלים חיוניים וויטמינים, על פי הקצובות המומלצות, כפי שפורט בפרקים הקודמים. כמו כן, יש להעדיף מזון המעובד במידה המינימלית, ולהפחית ככל האפשר מזון מעובד, ובוודאי מזון אולטרה־מעובד. הרגלי תזונה נכונים כוללים שתיית מים בשיעור 2-1.5 ליטר ביום. הרגלי התזונה הנכונה חייבים להיות מלווים בפעילות גופנית אקטיבית. ככלל, הרגלי התזונה מוצגים בפירמידת המזון (ראו בפרק 'קצובת מזון'), והיא אמורה להנחות כל אדם בעת שהוא מתכנן את תזונתו.

גורמים רבים משפיעים הרגלי האכילה: כלכלי – יכולת הקנייה, זמינות המזון (ביטחון תזונתי), סביבתי-חברתי – השפעה החברה והמקום, תורשתי-אישי – העדפות תורשתיות למראה, טעם, ריח, מרקם, משפחתי – הרגלים ומנהגים המושרשים בהשתייכות למוצא משפחתי, למשפחה - מסורת של מאכלים ודרכי הכנתם, לוח זמנים אישי במשך היום – פינוי זמן לארוחות סדירות, ולהקפדה על הגיוון הנכון של התזונה, פרסום ושיווק - השפעה הנובעת לרוב משיקולים מסחריים מכוונת לקניית מוצרי מזון שונים, ומחלחלת לתודעה, ללא בסיס מדעי, בהכרח.

מודעות להרגלי תזונה נכונים צומחת מתוך ידע מדעי, אוריינות מדעית, המתגברת על השפעות רבות (שצוינו לעיל), המסיטות מהתזונה הנכונה והנבונה. להלן יוצגו שתי גישות לתזונה נכונה, הקיימות כיום ומומלצות על ידי משרד הבריאות, ורצוי שהן ילוו את פירמידת המזון: תזונה ים־תיכונית (שצוינה גם בפרק 'קצובת מזון') ותזונה בת־קיימא.

**תזונה ים־תיכונית**

תזונה ים־תיכונית, כשמה כן היא, מבוססת על טבע המקום: תוצרת מקומית, כדוגמת שמן זית, המופק מעץ הזית המהווה חלק מהצמחיה היםֲ־תיכונית. תזונה ים-תיכונית מושתתת על מספר עקרונות נוספים: א. העדפת תפריט מקיים (=קיימות), המורכב ברובו ממזון מן הצומח בשילוב כמויות קטנות של מזון מן החי. ייצור מזון מן החי גורם לנזק סביבתי אקולוגי, המתבטא בבירוא שטחי יערות לטובת מרעה, וכן בהגברה של פליטת 'גז חממה', מתן (CH4) מגוף בעלי החיים. ב. העדפה של מזון טבעי או מזון שעבר עיבוד מינימלי, עם כמה שפחות תוספי מזון תעשייתיים. ככל שהתפריט מבוסס על מזון טבעי יותר, כמות האריזות קטנה, וכך קטנה כמות הפסולת שמקורה באריזות. ג. שתיית מים במקום משקאות קלים ומיצים. ד. אכילת קטניות, ופירות וירקות טריים או מאודים, במקום חטיפים וממתקים מעובדים, העשירים במלח או בסוכר. ה. המעטה בסוכר ובמלח. התרגלות לטעם הטבעי של מזונות ולמים. ו. שימוש לתיבול בצמחי תיבול ובתבלינים טהורים, ללא תוספת מלח. אם בכל זאת יש צורך להוסיף מלח למזון, יש להעדיף מלח המועשר ביוד (משרד הבריאות, משרד החינוך משרד התרבות והספורט). פירוט התפריט, מבחינת הרכב וכמויות יחסיות מצוי בפרק 'קצובת מזון', שם מוצגת ומפורטת ה'פירמידה הים־תיכונית'.

העשרה: בשנות ה-60 של המאה ה-20 נערך מחקר תזונה מקיף בשבע ארצות. באי כרתים שיעור התמותה היה מחצית משיעור התמותה במדינות אירופאיות אחרות, וכן שיעור מחלות הלב היה נמוך באופן דרמטי. הסתר שהתזונה בכרתים התבססה על: לחם מקומי מקמח מלא, קטניות, פירות וירקות, צריכה מתונה של עוף, בקר ודגים, וצריכת שמן זית ואגוזים. לאחר שתפריט זה הועבר למדינות האחרות, היתה ירידה דרמטית במחלות לב. תפריט זה הוא מסוג תזונה ים־תיכונית.

מחקר בקנה מידה קטן בהרבה בוצע בישראל, במשך שנתיים של מעקב אחר שתי קבוצות עובדים בכור האטומי בדימונה, המקבלים ארוחות במקום. במחקר זה, התקבלו לאחר שנתיים תוצאות דומות: אצל האנשים שקיבלו תפריט דל־שומן ודל־פחמימות, כלומר תפריט ים־תיכוני, נצפו ירידה במשקל ונסיגה בטרשת עורקים בקרוטיס (כלי הדם המוביל למוח) במידה גדולה באופן מובהק. זאת, בהשוואה לאנשי קבוצת הביקורת, שקיבלו תזונה 'רגילה', העשירה בפחמימות, שומנים וחלבונים (אדלר, 2020).

**תזונה בת־קיימא (תזונה פלנטרית)**

תזונה בת־קיימא, כשמה כן היא, היא שילוב של המושגים תזונה וקיימות. הגישה היא הבטחת תזונה לכל אדם (ביטחון תזונתי), כאשר מקורות התזונה הן ממערכות טבעיות המתנהלות לפי עקרונות הקיימות. להלן ציטוט של האו"ם לגבי תזונה בת־קיימא: "לדיאטות בנות-קיימא השלכות סביבתיות מזעריות, התורמות לביטחון תזונתי ולמיצוי חיים בריאים עכשיו ולדורות הבאים. מזון מקיים משמר את המגוון הביולוגי ואת המערכות האקולוגיות ומגן עליהם; הוא מתאים תרבותית למקום שבו הוא נצרך, וזמין פיזית וכלכלית; הוא מספק את מכלול הצרכים התזונתיים בכל מעגל החיים (הבריא) תוך ניצול מיטבי של המשאבים האנושיים והסביבתיים" (מצוטט אצל שפון ואולנובסקי, 2014).

להלן ציטוט נוסף אודות המיקוד והיעד של תזונה בת־קיימא, מדו"ח Eat-Lancet (2020): "מעבר לתזונה בריאה עד שנת2050 ידרוש שינויים תזונתיים משמעותיים. על הצריכה הגלובלית של פירות, ירקות, אגוזים וקטניות להיות גבוהה פי שניים, ותידרש הפחתה של למעלה מ-50% בצריכת סוגי מזון כגון בשר אדום וסוכר. תזונה עשירה בסוגי מזון מן הצומח ודלה יחסית בסוגי מזון מהחי מקנה הן בריאות טובה יותר לאדם והן תועלות לסביבה."

העיקרו של תזונה בת־קיימא הוא שהתזונה לא תפגע בסביבה ותתואם עם הקיימות. כלומר, מערכות המזון צריכות לנוע בתחום שבין גבולות הבריאות לגבולות הקיימות על פני כדור הארץ (הגבולות הפלנטריים).

מחקרים סביבתיים רבים מצביעים על כך שתזונה עשירה בסוגי מזון מהצומח ודלה יחסית בסוגי מזון מהחי תורמת לבריאות טובה יותר ולתועלות סביבתיות.

הרכב התזונה בת־הקיימא, התזונה הפלנטרית הוא כדלהלן: 50% - פירות וירקות, 50% הנותרים יכילו דגנים מלאים (כ-18%), מקורות חלבון מהצומח (כ-14%), שומנים צמחיים בלתי רוויים (כ-7%), מוצרי חלב (כ-4%), חלבון מן החי (כ- 4%), סוכרים (כ-2%), וירקות עמילניים (כ-1%). תפריט זה מכיל כמות אופטימלית של קלוריות ממזון שהוא בעיקר טבעי, ומכיל כמויות מוגבלות בלבד של מזון מעובד.

תזונה בת־קיימא בריאה יכולה להיות מגוונת, ולהתאים לאוכלוסיות רבות, ויחידים שישקפו בה את התרבות, הגיאוגרפיה והדמוגרפיה שלהם.

תזונה בת-קיימא שונה לחלוטין מהתזונה הקיימת כיום בעולם המערבי. המעבר אליה כרוך בשינויים רבים: חקלאיים, כספיים, תרבותיים ועוד, אך הוא יביא לתועלות בריאותיות הכוללות מניעה של כ-11 מיליון מקרי מוות בשנה, כתוצאה ממחלות הנובעות מתזונה. מלבד המעבר לתזונה בריאה שהוא לא פחות ממהפכני, קיימים שני אתגרים נוספים: שיפור בשיטות ייצור המזון, לשם הגברת תפוקה, וכן הפחתה ניכרת באובדן מזון ובזבוז מזון.

היעדים הללו הם גלובליים, אך נראה שהרציונל של שילוב התוזנה בעקרונות הקיימות יניב תזונה בריאה (הפורום הישראלי לתזונה בת־קיימא, 2020, דו"ח Eat-Lancet).

**צמחונות וטבעונות**

הצמחונות היא הימנעות תזונה מן החי. יש דרגות שונות של צמחונות: הימנעות מבשר בקר, הימנעות מאכילת בשר בקר ועוף, והימנעות אף מאכילת דגים. כלומר, התזונה כוללת בעיקר מזון מהצומח בתוספת ביצים וחלב ומוצריו. הצמחונים הקיצוניים ביותר הם הטבעונים, הניזונים ממקור צמחי בלבד. ההימנעות מזון מן החי תביא להפחתה ברמת השומן הרווי בדם, ואף עשויה לסייע להפחית סיכונים לחלות במחלות כלי דם ולב. אך, הצמחונות עלולה לגרום לחסרים תזונתיים, בעיקר של מינרלים וויטמינים מסוימים, ולעתים אף חוסר בחלבונים ואנרגיה. צמחונות וטבעונות המלווה במודעות רבה לתכנון התפריט ולדאגה שיורכב מכל רכיבי המזון, עשויה למנוע התפתחות של חסר תזונתי.

בתזונה רגילה כאשר האנרגיה משומנים ופחמימות איננה מספקת, הגוף מפיק אנרגיה מחלבונים. אך אצל צמחונים, במצב של חוסר אנרגיה, אין מספיק חלבונים שישמשו עתודה לאנרגיה. זאת, בשל החסר בבשר, המהווה מקור עשיר לחלבונים. תפריט צמחוני משלים אנרגיה מכמות מספקת של שמנים ושומנים מהצומח - זית, סויה, שקדים וזרעים שונים, אבוקדו, טחינה. חלק מהמזונות הללו מכילים גם חלבונים. צמחונים חייבם לדאוג לאספקת חומצות אמינו חיוניות ולכלול בתפריט מזונות צמחיים העשירים בחלבון מלא, או בחומצות אמינו נפרדות, למשל: ביצים, חלב ומוצריו, דגנים, קטניות, אגוזים וגרעינים.

מבחינת וויטמינים, עלול להתפתח אצל צמחונים מחסור בוויטמין 12B. ההשלמה לכך יכולה במוצרים צמחיים כמו אצה- ספירולינה (המגודלת בישראל) או מוצר תסיסה של סויה הנקרא טמפה, והוא מכיל וויטמין 12B. מחסור אפשרי בוויטמין 6B, ניתן להשלמה על ידי אכיל אורז מלא, פולי סויה ובוטנים, העשירים בוויטמין זה.

מבחינת מינרלים, עלול להיווצר מחסור, בעיקר בקרב טבעונים, בשל החסר בביצים וחלב ומוצריו. לפיכך צמחונים וטבעונים צריכים לכלול בתפריט ירקות ופירות העירים בוויטמין C, שכן וויטמין C מסייע לספיגת הברזל שמקורו מהצומח. לעומת זאת, במזון צמחי יש חומרים רבים המונעים את ספיגת הברזל. יש להיות מודעים לכך, ולבחור מזונות העשירים בברזל, ודלים בחומרים קושרי ברזל. מסר תזונתי נוסף עלול להתפתח אצל צמחונים, והוא חסר בוויטמין D. ניתן להשלימו בכמות גדולה של ירקות ירוקים, טופו (סויה), קטניות שקד, אגוזים ודגני בוקר. ייתכן גם מחסור באבץ. לפיכך הצמחונים חייבים להרבות באכילת דגנים למיניהם, על אף שזמינותו בדגנים קטנה יותר מאשר במזון מן החי.

לסיכום: לצמחונות יש יתרונות במניעת מחלות כלי דם ולב וסוגי סרטן, סכרת, אבנים בכיס מרה, אי־ספיקת כליות ועוד, אך יש להקדיש לתכנון מדוקדק של התפריט, שיענה על הצרכים האנרגטיים של הגוף. הפער בין התזונה הצמחונית לתזונה 'רגילה' מצטמצם במשך השנים בעקבות המלצות התזונה המקובלת כיום לאדם הבוגר באוכלוסייה שאיננה צמחונית. ההמלצות כוללות כמובן התאמה של צריכת האנרגיה למדדים הפיזיולוגיים-אנטומיים, שמירה על משקל גוף תקין, תפריט מאוזן ומגוון בכל רכיבי המזון, הגדלת חלקם של הפחמימות המורכבות והסיבים התזונתיים, גיוון השומנים לסוגיהם, והעלאת חשיבותן של הקטניות וגידולים צמחיים רבים אחרים (זילבר-רוזנברג, 1996)..

**ביבליוגרפיה לנושא בריאות ומזון**

אדלר, ד. (2020). *תזונה בת־קיימא – מפתח לבריאות האדם והסביבה*. הרצאה מוקלטת למורי ביולוגיה.

<https://vimeo.com/431198337/e9797b2524>

אילת-אדר, ס. (2016). המלצות תזונתיות למניעת מחלות קרדיוואסקולריות. מה נשתנה בארץ ובעולם? *Review – מגזין מכון תנובה למחקר, 48*, 17-15.

<https://www.tnuva.co.il/uploads/f_5ab13031827c0_1521561649.pdf>

אקוויקי. (2019). *שוק המזון העולמי.* https://tinyurl.com/y285skxh

אקוויקי. (2020). *ביטחון תזונתי.* https://tinyurl.com/yywzze3q

ברק-גביש, נ. (2017). *בשר, צמחים ותזונה בת קיימא.* מכון דוידסון, מכון וייצמן למדע.

https://tinyurl.com/y4vfkmc8

גילאון-קרן, מ., ופיימן, ג. (2016). קווים מנחים לטיפול התזונתי בסוכרת. *Review – מגזין מכון תנובה למחקר, 48*, 21-18.

<https://www.tnuva.co.il/uploads/f_5ab13031827c0_1521561649.pdf>

גנדלר, י. (2008). תוספים בתעשיית המזון. *Review – מגזין מכון תנובה למחקר,23*, 5-3.

<https://www.tnuva.co.il/uploads/f_5a7080256271a_1517322277.pdf>

הופפלד-שמידט, א., רייפן, ר., ופליק, א. (2009). *מזון תזונה ובריאות.* תזונה, גדילה והתפתחות תקינות*.*

<https://stwww1.weizmann.ac.il/nutrition/chapter2-2/>

הפורום הישראלי לתזונה בת־קיימא (2020). *מזון בריאות הפלנטה שלנו*. דו"ח Eat Lancet.

https://tinyurl.com/yymugvok

וולפיש, א. (2011). *רכיבי התזונה החשובים בתקופת הריון ובזמן הנקה*. פורטל דולה, למשפחה ולהורים שבדרך.

https://tinyurl.com/yxemaknn

ויקיפדיה (2020). *תעשיית המזון.* https://tinyurl.com/y2qsqmau

זיו-בוסאני, ד. (2008). צבעי מאכל. *Review – מגזין מכון תנובה למחקר, 23,* 9-5.

<https://www.tnuva.co.il/uploads/f_5a7080256271a_1517322277.pdf>

זילבר-רוזנברג, א. (1996). *תזונה – פרי מחשבה, מזון ותזונה במצבי בריאות וחולי.* רמת אביב, האוניברסיטה הפתוחה.

טבנקין, ח., ולהד, א. (2013). *המלצות כוח המשימה הישראלי בנושא: קידום בריאות ורפואה מונעת*. פרק 17: תזונה נבונה למניעת מחלות. ההסתדרות הרפואית בישראל. האגף למדיניות רפואית. איגוד רופאי המשפחה בישראל. https://tinyurl.com/y6mvf2s8

לב, ב., רוזנברג, א., ושוחט, ת. (2011). *התנהגויות בריאות. מניעה וטיפול בהשמנה*. משרד הבריאות.

<https://www.health.gov.il/PublicationsFiles/Obesity-prof.pdf>

לב, ב., רוזנברג, א., ושוחט, ת. (2011). *התנהגויות בריאות.* תזונה נבונה.

<https://www.health.gov.il/PublicationsFiles/nutrition-2020.pdf>

להב, י. (2017). חשיבותם של חלבונים לשיפור תהליכים אנבוליים בקרב ספורטאים. *Review – מגזין מכון תנובה למחקר,* *51*, 11-8. <https://www.tnuva.co.il/uploads/f_5ab130ee0880f_1521561838.pdf>

משרד הבריאות. (2019). *מה זה מזון מעובד ואולטרה-מעובד ולמה כדאי לשים אותו בצד?*

<https://www.gov.il/he/departments/publications/reports/processed>

משרד הבריאות. (a2020). *מזון מעובד*. <https://tinyurl.com/yys9bdzx>

משרד הבריאות. (b2020). *עקומות גדילה.* https://tinyurl.com/y5a2nqzs

משרד הבריאות. (c2020). *תזונה בגיל המבוגר.*  <https://tinyurl.com/y3hvhj7z>

משרד הבריאות. (d2020). *תזונה בריאה*. <https://tinyurl.com/y3wrgxdl>

משרד הבריאות. (e2020). *המלצות לצריכה נאותה של שומנים על סוגיהם.* <https://tinyurl.com/yyx7x6nb>

משרד הבריאות, משרד החינוך משרד התרבות והספורט (). *עקרונות התזונה הים תיכונית*. אפשרי בריא – התכנית הלאומית לחיים פעילים בריאים. https://tinyurl.com/y5ve83kv

סאייג, א. (2010). *מה ההבדל בין שומן רווי, שומן לא רווי ושומן טרנס?* מכון דוידסון, מכון וייצמן למדע. https://tinyurl.com/yy7stdp9

עזריאלנט, ש. (2015). התפרצות וחומרה של השפעת ויטמין D על מחלות אוטואימוניות. *Review – מגזין מכון תנובה למחקר, 46,* 15-12. <https://www.tnuva.co.il/uploads/f_5c050d26ae424_1543834918.pdf>

ענבי, ש. (2015). תזונה ומחלות אוטואימוניות: הטוב, הרע והלא נודע. *Review – מגזין מכון תנובה למחקר, 46,* 11-7. <https://www.tnuva.co.il/uploads/f_5c050d26ae424_1543834918.pdf>

פייקובסקי, ז. (2008). סימון תזונה. *Review – מגזין מכון תנובה למחקר, 23,* 17-14.

<https://www.tnuva.co.il/uploads/f_5a7080256271a_1517322277.pdf>

קמינסקי-רוזנברג, ט. (2017). תזונה רבת חלבון – האם כל המרבה הרי זה משובח? *Review – מגזין מכון תנובה למחקר, 51,* 22-19. <https://www.tnuva.co.il/uploads/f_5ab130ee0880f_1521561838.pdf>

רדצקי. א. (2008). ויטמינים ומינרלים כתוספי תזונה*. Review – מגזין מכון תנובה למחקר, 23,* 13-11.

<https://www.tnuva.co.il/uploads/f_5a7080256271a_1517322277.pdf>

שגיא, ס. (2008). טכנולוגיות חדשות בתעשיית המזון. *Review – מגזין מכון תנובה למחקר, 23,* 20-18.

<https://www.tnuva.co.il/uploads/f_5a7080256271a_1517322277.pdf>

שוסטר, פ. (2014). תזונת ספורטאים. *Review – מגזין מכון תנובה למחקר, 41,* 6-3.

https://tinyurl.com/y2pbv2ds

שפון, א. ואולנובסקי, ח. (2014). מהשדה אל הצלחת - תזונה בת־קיימא בישראל. *אקולוגיה סביבה 3*(5).

<http://www.magazine.isees.org.il/ArticlePage.aspx?ArticleId=465>

**הצעות דידקטיות**

**א. תיאור תהליך ההוראה**

**שיקולי הדעת בבניית רצף ההוראה:** תת־נושא זה בנוי ממידע רב אודות מזון מהבחינה המהותית-פרקטית (להלן ברצף 'מזון') ומהבחינה הקיומית והבריאותית (להלן ברצף 'בריאות'), וכן מאינטגרציה של המידע ליישומו בהיבט אישי, לאומי וגלובלי (הלן ברצף 'הרגלי תזונה') (ראו גם במפת המושגים).

המידע מהבחינה הפרקטית הוא אודות 'גלגולו' של המזון, עד שהוא 'מוגש לצלחת', דהיינו: תעשיות המזון העובדות בהכנת שלושה סוגים של מזון: מזון טרי, מזון מעובד ומזון אולטרה-מעובד. רצוי לסקור ביעף את הענפים השונים של תעשיות המזון: ייצור (כללי), מכונות, חקלאות: גידולי שדה, משק חי, אספקה חקלאית, זרעים לתעשייה, עיבוד (תהליכי שינוי חומרי הגלם מהחי ומהצומח), ייצוב ושמירת טריות, אריזה, בקרת איכות מדעית (סימון תזונתי תקני), שינוע, אכסון, מחקר ופיתוח טכנולוגיות מזון, מיתוג, שיווק, פרסום. בנוסף, יש ללמוד על תוספי מזון. נושא זה חשוב בשל הפופולריות שלו בקרב הציבור, ותפיסות שגויות רבות הכרוכות בהבנתו וכך גם במקומו בעולם התזונתי של קהלים רבים בגילאים שונים. ובנושא זה יכול להילמד באופן של חקר עצמאי על ידי התלמידים.

המידע מהבחינה הבריאותית במישור האישי: התאמת צריכת המזון בהתאם לנתונים אישיים: מין, גיל, משקל, גובה, ונתונים פיזיולוגיים כמו: פעילות גופנית נמרצת, מצב stress מתמשך, הריון, מצבי מחלה כרונית, כמו: השמנה, סכרת 2, מחלות לב, סרטן, מחלות אוטואימוניות ועוד. כל הנתונים הללו יחד מביאים לצורך לבחון את הדרישות האנרגטיות האישיות, ובהתאם לכך את התזונה (ראו בהמשך).

המידע מהבחינה הקיומית (בסיסית) הוא במישור הלאומי: אחריות המדינה לביטחון תזונתי: ההבטחה שכל אדם יקבל את קצובת המזון המתאימה בהתאם לנתוניו ומצבו הגופני. נושא זה ראוי לסקירה קצרה, בשל ההכרח שיעלה על 'סדר היום' של דיוני תקציב המדינה בתחום החברה והרווחה. (באופן זה יפתחו התלמידים ראיית־על של נושא התזונה. הם ייווכחו שעולם התזונה אינו קיים רק במטבח הפרטי שלהם, אלא גם שהוא נושא ציבורי ודאגה לאומית, בכל מדינה).

כל המידע לעיל ייושם באופן אינטגרטיבי בהקניית הרגלי תזונה נכונים (למען הבריאות האישית והקיימות הלאומית והגלובלית).

**רצף ההוראה**

נפרט שלושה שיעורים אודות בריאות ומזון. ניתן לבחור רצף מתוך שני הרצפים הבאים: א. בריאות, מזון, הרגלי תזונה, ב. מזון, בריאות, הרגלי תזונה. שני הרצפים מתחילים בנושאי המידע ומסיימים בנושא האינטגרטיבי, היישומי, הנשען על המידע. ככלל, השיעורים מאופיינים בלמידה אקטיבית, כלומר במעורבות מלאה של הלמידים בלמידה. להלן תכני השיעורים. ניתן ליצור מהם רצף, לפי שיקול הדעת של המורה: א' או ב'.

**שיעור 1: בריאות**

שיעור זה יוקדש להבנת הצורך בצריכת אנרגיה מותאמת־אישית, כלומר בהתאם למצבי הגוף, המותנים במדדים אנטומיים פיזיולוגיים אישיים. המטרה היא להעלות בקרב התלמידים את המודעות לקשר הבסיסי והמיידי בין תזונה לבריאות.

ניתן לבחור מחלה מסוימת, וללמוד מדוע צריכת האנרגיה במצב זה שונה מהרגיל. נבחן לדוגמה את המחלה ההורמונלית והמטבולית (הקשורה לחילוף חומרים): סכרת 2. בדיון עם התלמידים נחליט אילו נתונים יש לאסוף אודות אדם החולה במחלה, וכך הם יפנו לחיפוש מידע ממוקד אודות המחלה. כלומר, הם ילמדו אודות מאפייני המחלה, הקשורים לתזונה, ואשר תזונה נכונה תסייע לתחזוקת הגוף ויציבותו, ותמנע את החמרתה.(במחלה זו גורם־המפתח הוא רמת הגלוקוז, כלומר ראשית, הכרחית במקרה זה תזונה דלת־סוכרים, עם מקורות מזון חלופיים לאנרגיה.) ניתן להקדיש את מרבית השיעור לדוגמת הסכרת כאב-טיפוס למצב גופני בעל צריכה אנרגטית ייחודית. אפשרות אחרת היא לתת לתלמידים בקבוצות לבחור מצב גופני וגם מדד כמו גיל, מין, וללמוד באופן שיתופי (תוך שימוש בכלים דיגיטליים שיתופיים, כמו google docs) אודות הצריכה האנרגטית שלו והשפעת התזונה עליו.

**שיעור 2: מזון**

בשיעור זה נבחן מאפיינים של איכות המזון, מבחינת התהליכים והפעולות המבוצעות על המזון בדרכו מהמקור אל הצרכן. המטרה היא לחשוף את התלמידים להיבטים הרבים של הכנת מזון, החל מהמקור החקלאי ועד הגיעו אל הצרכן. ראשית נדגיש שוב את העובדה שמקור המזון הוא בחקלאות: בגידולי שדה ובמשק החי (ומכאן חשיבות החקלאות לתזונת האדם). רצוי לבקש מהתלמידים דוגמאות למזון שמקורו בגידולי שדה ומזון מן החי (גם אם הדבר נראה בסיסי ביותר). השלב הבא הוא להבחין בין מזון טבעי לבין מזון מעובד ומזון המעובד־ביתר (אולטרה־מעובד), על ידי הבאת מזונות אמיתיים (אפשר לבקש מהתלמידים) או הצגת תמונות של מזונות לשם המחשה. יש לפרט (בקצרה) תהליכי עיבוד הכרחיים כמו בישול (למשל הקטניות, תפוח אדמה, בטטה, תירס), ותהליכי אולטרה־עיבוד כמו טיגון, מיצוי רכיבי מזון, הוספת חומרים תעשייתיים ומתוחכמים, היוצרים או משפרים את הצבע, המרקם והטעם. (הבחנה זו חשובה מאד, כי כוח הפרסום והשיווק של מזון אולטרה־מעובד הוא חזק ביותר, אך נזקיו לגוף גדולים.) השלב הבא הוא להיחשף בקצרה אל תעשיית המזון. במפת המושגים מובאים ההיבטים העיקריים של תעשיית המזון, למשל: ייצור, טכנולוגיות מזון, שינוע ועוד, וכן תחום מפורסם ומשווק, שהוא תוספי מזון. בשל ריבוי הנושאים, השיעור מתאים לעבודה קבוצתית־שיתופית, כך שכל קבוצה תקבל נושא לסקירה עם שתי דוגמאות נבחרות. למשל: נושא שמירת טריות ואריזה. התלמידים יביאו דוגמאות לאריזות המכוונות לשמור על טריות ממושכת של המזון, כך שמרכיבי המזון לא ייחשפו לזיהומים או לתהליכים כימיים שישנו את איכותם. מסמך שיתופי של תוצרי הלמידה יציג תמונה של מורכבות המזון המגיע אל שולחננו, מה שעשוי להגביר את המודעות של התלמידים לתזונה האישית שלהם.

**שיעור 3: הרגלי תזונה נכונים, תזונה מותאמת־אישית**

שיעור זה הוא גולת הכותרת של כל הנלמד עד כה. תכנון ואימוץ הרגלי תזונה נכונים יתבססו על סינתזה של הידע על מזון והידע על בריאות. מוצע לארגן שיעור זה מ-'המוכר אל הזר' כלומר, לצאת עם התלמידים מהתחום הקרוב והמוכר להם אל התחום הרחב, ולקשרו אליהם.

בשיעור זה מוצע לנתח עם התלמידים את הגורמים האישיים, משפחתיים, חברתיים, סביבתיים המשפיעים על הרגלי תזונה, ולאור הידע שנצבר, לבנות עמם עקרונות להרגלי תזונה נכונים. לשם כך, יש להכיר לתלמידים מספר מושגי־מפתח: טבעונות, צמחונות, תזונה ים־תיכונית, תזונה בת־קיימא (=תזונה פלנטרית)ותזונה מודעת מותאמת־אישית. מוצע, שהתלמידים יבנו מצגת שיתופית קצרה, ובה שקף קבוצתי של כל אחד מהמושגים הללו. לסיום, מוצע לשלב פעילות חווייתית של תכנון תפריט אישי נכון, מנומק. כלומר תפריט המתחשב בכל הנתונים האישיים של התלמיד (מצבים ומדדים), בהעדפות אישיות שלו וכן בהתחשבות, הן בהיבטי בריאות, מחד, והן בהיבטי קיימות. פעילות זו היא אינטגרטיבית, ותבטא ידע וביצועי הבנה של כל הנלמד אודות רכיבי המזון, אנרגיה ומזון, קצובת מזון ובריאות ומזון (מומלץ להיעזר באתר הפורום הישראלי לתזונה בת־קיימא: (<https://www.ifsn.org.il/>.

בסיכום השיעור או במהלכו, מן הראוי לציין את המושג 'ביטחון תזונתי'. זהו אמנם מושג כלכלי חברתי (השייך למוסדות הרווחה), אך הוא מחזק את הנחיצות של כל רכיבי המזון לכל האדם ותרומת החקלאות לתזונה (<https://www.ifsn.org.il/covid-meeting-recording/>).

**ב. קשיים אופייניים**

1. התלמידים מתקשים בהבנה של מזון אולטרה־מעובד
2. התלמידים חושבים שתוספי מזון הם חלק הכרחי מתזונה נכונה
3. התלמידים חושבים שצמחונות ו/או טבעונות טובות / עדיפות לכל אדם
4. התלמידים מתקשים לקשר בין תזונה לקיימות
5. התלמידים מתקשים בתפיסת תזונה בת־קיימא.

**ג. הצעות להתמודדות עם הקשיים**

1. להבנה של מזון אולטרה-מעובד, מוצע להביא דוגמאות של מזונות על ידי התלמידים, כמשימה מקדימה/מכינה לשיעור. כדאי לערוך עם התלמידים טבלת הבדלים בין מזון טבעי (היישר מן ה'שדה', וגם ארוז, שעבר ניקוי/חיטוי), מזון מעובד ומזון אולטרה־מעובד. קטגוריות להבדלים: סוג העיבוד (בישול, טיגון, קליה), חומרים נוספים (חומרים מייצבים?), חומרים מחוסרים (המזון עבר מיצוי?), צבע המזון ועוד.

קשיים 2, 3 מובעים מתפיסה רווחת בציבור לגבי מושגים בתחום התזונה. תפיסה זו מושפעת גם מפרסומת ושיווק. התמודדות עם תפיסות אלו מהווה הזדמנות לתלמידים לפתח אוריינות מדעית, הכוללת חשיבה ביקורתית.

2. תוספי מזון נתפסים בציבור בהכללה, כתוספות מועילות ואף חיוניות. זוהי תפיסה שגויה, או שגויה־חלקית. יש ללמוד אודות תוספי מזון שונים, לקרוא את ההתוויות המופיעות על האריזות, על מנת לבנות תפיסה מדעית, חפה מהשפעה של פרסומות. מומלצת פעילות עצמית או קבוצתית של התלמידים אודות תוספי מזון, הכוללת חיפוש מקורות מידע ואף ראיונות עם אנשי מקצוע (למשל, רוקחים), לעיין במחקר אחד לפחות שבוצע בנושא השפעת תוסף מזון (ראו טבלת ה.ל.ה). זוהי הזדמנות עבור התלמידים לפתח מיומנויות של אוריינות מדעית: לקרוא סקירה או מאמר מדעי, לקרוא מידע דיפרנציאלי, כלומר מידע פרטני על כמה תוספי מזון, וכך ללמוד על מהימנות של הכללות, להבחין בין מידע מדעי למידע פרסומי שיווקי, להבין מהלך מחקר או ניסוי ולהסיק מסקנות אובייקטיביות.

3. יש להפנות את התלמידים לקרוא מידע מדעי אודות צמחונות וטבעונות. מידע זה יהיה בסיס להבחנות, באלו מקרים שתי צורות תזונה אלו, כל אחת בפני עצמה, עשויה להועיל או להזיק. הידע שנלמד בשיעורים הקודמים אודות מצבי גוף ומדדים אנטומיים פיזיולוגיים בהחלט יסייע לקביעה זהירה לגבי אפקטיביות אישית של צמחונות וטבעונות.

התמודדות עם קשיים 4, 5:

4. 5. מושג הקיימות הוא חדש יחסית בעולם המושגים במדעי הסביבה ואקולוגיה, ולפיכך, הקשר בין תזונה לקיימות כלל אינו מובן מאליו. קשר זה תופס תאוצה במסגרת המחקרים על קיימות, ברמה לאומית וברמה הכלל־עולמית. כך הוטבע מושג חדש: תזונה פלנטארית או תזונה בת־קיימא. זוהי תזונה המתחשבת בגורמי קיימות. ניתן להפנות את התלמידים לפורום חדש יחסית, הפורום הישראלי לתזונה בת־קיימא <https://www.ifsn.org.il/>, ובו הסברים עדכניים, דיווח על פעילויות ציבוריות, המעודדות חשיבה אודות מגמות התזונה בעולם ומחקרים אודות הקשר בין תזונה לקיימות. (ההסבר לקשר, בקצרה: החקלאות - גידולי שדה וגידול בעלי חיים לבשר – נחשבים כיום, יותר ויותר, כמצמצמי השטחים הירוקים בעולם, וכן כמקור לגזי חממה כמו מֶתן ואדי מים. לאור זאת, קיימת קיים דיון ברמה גלובלית לגבי מציאת האיזון בין גידול מקורות מזון לבין שמירת כדור הארץ. )

**טבלת תכנון ה.ל.ה לנושא בריאות ומזון**

טווח שעות מומלץ: 3 שעות

| **נושא** | **מושגים ורעיונות** | **מיומנויות** | **פעילויות מפתח** | **הפניה לחומרי למידה ופעילויות לימודיות (עמ') והפניות לאתרים ברשת** | **משימות הערכה** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **צריכת האנרגיה של הגוף במהלך החיים** | - צריכת מזון בשיעור האנרגיה המתאים לגיל, למין, לגובה, למשקל לפעילות גופנית למצבי הריון ולמצבי מחלה. |  |  | חישוב צריכת קלוריות יומית מומלצת, במצב בריא לפי נתוני גיל, מין, משקל, גובה:  <https://stwww1.weizmann.ac.il/nutrition/chapter1-4/>  צריכת אנרגיה:  <https://stwww1.weizmann.ac.il/nutrition/notes-energy/> | להפנות לאתר משרד הבריאות, אגף התזונה:  <https://www.health.gov.il/Subjects/FoodAndNutrition/Pages/default.aspx>  לכתוב הנחיות כלליות למטלה:  חלוקה לקבוצות: כל קבוצה תלמד ותעבד נושא אחר. הנושאים: מידע והמלצות לגבי:  -שומנים,  -קמח מלא,  -משקאות אנרגיה  -קפה  -מלח במזון מעובד  -משקאות ממותקים  -סויה  -תזונה ים־תיכונית  -יוד במזונות |
| **טיב המזון שאנו אוכלים: טבעי לעומת מעובד ואולטרה־מעובד** | - מזון מעובד לעומת מזון טבעי  - תעשיית המזון  - תוספי מזון  - פרוביוטיקה | מידענות  השוואה | בדיקת מזונות שונים להבנת תהליך עיבוד של מוצרי מזון שונים.  מהי ההגדרה של עיבוד? האם בישול הוא עיבוד?  משימת הערכה:  עבודת חקר על מפעלי תעשיות עיבוד מזון: בחירת מוצרי מזון מעובדים לחקר:  מה היתרון בעיבוד?  הצגת השלבים של תהליך העיבוד  מה הם השלבים בהם משתנה המבנה הטבעי של המזון? מה החיסרון בכך?  האם יש תחליפים טבעיים למזון מעובד? | על מזון מעובד:  <https://tinyurl.com/yys9bdzx>  וכן:  <https://www.efsharibari.gov.il/eat-healthy/buy-healthy-food/processed-food/efsharibari-boost/>    על פרוביוטיקה:  <https://stwww1.weizmann.ac.il/nutrition/chapter4-5/> |  |
| **אימוץ הרגלי תזונה נכונים** | - הרגלי תזונה נכונים  הכרת סוגי התזונה: תזונה ים תיכונית ותזונה בת־קיימא | - רפלקציה | משימת הערכה:  ביצוע תחקיר\* אודות תוספי מזון:  - יצרנים שונים, הבדלים  - יתרונות  - חסרונות (נזק בשימוש יתר?)  - תוצאות מחקרים אודות יתרונות ו/או חסרונות של השימוש בתוספי מזון.  התחקיר יכלול קריאת מידע, מחקר (אחד לפחות) אודות השפעת תוסף מזון על מדדים שונים, וכן ראיונות עם אנשי מקצוע כמו רוקחים ורופאים). | על הרגלי אכילה של מתבגרים, והגורמים להם:  <https://stwww1.weizmann.ac.il/nutrition/chapter1-2/>  מדריך לתזונה נבונה, מכון וייצמן:  <https://stwww1.weizmann.ac.il/nutrition/chapter3-1/> |  |

**פעילות להערכה בנושא בריאות ומזון**

1. הסבירו את העקרונות של תזונה ים תיכונית ושל תזונה בת־קיימא. הרכיבו תפריט לארוחה אחת, שתייצג כל אחד מסוגי התזונה הללו.

פריטים 2, 3, 4 לקוחים מתוך חוברת הוראה למדעי התזונה – תש"ף, עמ' <https://tinyurl.com/y4qnafyy> 160

1. להלן היגדים בנושא מזון מעובד. ציינו ליד כל היגד האם הוא יתרון או חיסרון של עיבוד מזון.
2. 'חיי המדף' של המזון ארוכים יותר
3. חלק מהתוספים חסרי ערך תזונתי
4. מרכיבי תזונה נהרסים
5. המזון זמין ונוח לשימוש
6. לעתים מוספים למזון תוספים שהם מיותרים לנו
7. נוצר גיוון רב במזונות
8. מוסיפים למזון חומרים שאינם מזון
9. המזון מותאם לאכילה
10. במזון יש תוספים לא בריאים
11. המראה הטבעי משתנה, ולא לטוב
12. מתאפשר להעשיר את המזון בוויטמינים ומינרלים.
13. ציינו שלושה סוגים של עיבוד מזון ושתי דוגמאות של מאכלים לכל סוג עיבוד מזון שציינתם.
14. ציינו איזה סוג של תהליך עיבוד עברו המאכלים הבאים:
15. סלט ירקות: חומרי הגלם – חסה, עגבנייה, מלפפון, פלפל אדום, בצל
16. מרק ירקות: חומרי הגלם –בצל, פלפל אדום, תפוחי אדמה, גזר, קישוא, כרובית, עדשים, גריסים, אפונה
17. לחמניה: חומרי הגלם - קמח, סוכר, שמרים, מים.

תשובות

1. תזונה ים תיכונית: מורכבת מתוצרי טבע המקום, למשל שמן זית, המופק מעץ הזית המהווה חלק מהצמחיה היםֲ־תיכונית. עקרונות: א. תפריט שהוא ברובו צמחי, ב. מזון טבע ולא מעובד, ג. הפחתה באריזות, ד. מים ה. קטניות, ו. מיעוט מלח וסוכר, ז. תיבול טבעי.

תזונה בת קיימא: שילוב של המושגים תזונה וקיימות. הגישה היא הבטחת תזונה לכל אדם (ביטחון תזונתי), כאשר מקורות התזונה הן ממערכות טבעיות המתנהלות לפי עקרונות הקיימות. מורכבת מ: 50% - פירות וירקות, 50% הנותרים יכילו דגנים מלאים (כ-18%), מקורות חלבון מהצומח (כ-14%), שומנים צמחיים בלתי רוויים (כ-7%), מוצרי חלב (כ-4%), חלבון מן החי (כ- 4%), סוכרים (כ-2%), וירקות עמילניים (כ-1%).

2. להלן היגדים בנושא מזון מעובד. ציינו ליד כל היגד האם הוא יתרון או חיסרון של עיבוד מזון.

1. 'חיי המדף' של המזון ארוכים יותר - יתרון
2. חלק מהתוספים חסרי ערך תזונתי - חיסרון
3. מרכיבי תזונה נהרסים - חיסרון
4. המזון זמין ונוח לשימוש - יתרון
5. לעתים מוספים למזון תוספים שהם מיותרים לנו - חיסרון
6. נוצר גיוון רב במזונות - יתרון
7. מוסיפים למזון חומרים שאינם מזון - חיסרון
8. המזון מותאם לאכילה - יתרון
9. במזון יש תוספים לא בריאים - חיסרון
10. המראה הטבעי משתנה, ולא לטוב - חיסרון
11. מתאפשר להעשיר את המזון בוויטמינים ומינרלים - יתרון.
12. ציינו שלושה סוגים של עיבוד מזון ושתי דוגמאות של מאכלים לכל סוג עיבוד מזון שציינתם.

טיגון (חטיפים, צ'יפס), צביעה (סוכריות שוקולד, מוצרי חלב מומתקים, בצק סוכר, גלידה), שימור ועישון (מאכלים שניתן לשמרם בטמפרטורת החדר לאורך זמן, מוכנים למאכל או לבישול תחילה 'אוכל מוכן' (למשל דגים), שימורי בשר, נקניקים).

1. ציינו איזה סוג של תהליך עיבוד עברו המאכלים הבאים:
2. סלט ירקות: חומרי הגלם – חסה, עגבנייה, מלפפון, פלפל אדום, בצל: חיתוך, תבלון
3. מרק ירקות: חומרי הגלם – בצל, פלפל אדום, תפוחי אדמה, גזר, קישוא, כרובית, עדשים, גריסים, אפונה: חיתוך, בישול, תבלון
4. לחמניה: חומרי הגלם - קמח, סוכר, שמרים, מים: תגובה כימית (התססה), הרטבה, אפיה.

**טבלת מיפוי פריטי הערכה**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **מס' פריט** | **מושגים** | **מיומנויות** | **רמה קוגניטיבית** | **סוג הפריט** |
|  | **רכיבי המזון** | | | |
| **1** | חומרים אורגניים |  | ידע | סגור |
| **2** | מזונות לבניין הגוף ואנרגיה |  | ידע | סגור |
| **3** | גלוקוז, תאית |  | ידע | סגור |
| **4** | פחמימות פשוטות |  | ידע | סגור |
| **5** | עיכול עמילן |  | ידע | סגור |
| **6** | עיכול תאית |  | ידע | סגור |
| **7** | חלבון , חלבון בתפריט צמחוני |  | יישום | פתוח |
| **8** | חילוף חומרים |  | ידע | סגור |
| **9** | רכיבי המזון וחלקם היחסי בגוף | הבנת גרף | ידע, הנמקה | פתוח |
| **10** | כולסטרול, LDL |  | ידע | סגור |
| **11** | כולסטרול, LDL |  | ידע, יישום, הנמקה | פתוח |
| **12** | חומצות שומן במזונות | חיפוש מידע | ידע, יישום | פתוח |
| **13** | משקל גוף ומשטר תזונה, חלבון | הבנת גרף, הסקת מסקנות | יישום, הנמקה | פתוח |
| **14** | חלבוני הביצה |  | יישום | פתוח |
| **15** | חלבון וגיל האדם |  | יישום | פתוח |
| **16** | חלבון בגוף האשה |  | יישום | פתוח |
| **17** | חלבון בגיל ההתבגרות |  | יישום | פתוח |
| **18** | ירידה בקצובת חלבון עם הגיל |  | יישום | פתוח |
| **19** | חשיבות החלבון בעת פציעה |  | יישום | פתוח |
| **20** | פירוק טריגליצרידים בגוף |  | ידע, יישום | פתוח |
| **21** | חומרי תשמורת, עמילן וליפידים |  | הנמקה | פתוח |
| **22** | שומן טראנס |  | ידע, יישום | פתוח |
| **23** | סידן ואוסטאופורוזיס | הבנת גרף, חיפוש מידע | יישום והנמקה | פתוח |
| **24** | חשיבות המים לוויסות חום הגוף וטמפרטורת הגוף | תיאור גרף, הסקת מסקנות מהגרף | הנמקה | פתוח |
|  | **אנרגיה ומזון** | | | |
| **25** | ערך אנרגטי |  | ידע | סגור |
| **26** | סימון תזונתי | חילוץ נתונים מטבלה | יישום, הנמקה | פתוח |
| **27** | ערך קלורי |  | יישום | סגור |
| **28** | ערך ביולוגי |  | יישום | סגור |
|  | **קצובת מזון** |  |  |  |
| **29** | פירמידת מזון |  | יישום | סגור |
| **30** | פירמידת מזון |  | יישום, הנמקה | פתוח |
| **31** | פירמידת מזון | השוואה, הבנת ייצוג חזותי | יישום, הנמקה | פתוח |
|  | **בריאות ומזון** | | | |
| **32** | BMI, השמנה |  | ידע, יישום, הנמקה | פתוח |
| **33** | ערכים תזונתיים, קמח מלא, קמח מעובד | הבנת נתונים, הסקת מסקנות | יישום  הנמקה | פתוח |

**פריטי הערכה**

**רכיבי המזון**

1. חומרים אורגניים הם:

א. חומרים שמקורם בקליפת כדור הארץ ומתקיימים גם בלי נוכחות יצורים חיים.

ב. חומרים שהרכבם כולל אטומי פחמן, ברזל וסידן.

ג. חומרים המורכבים ממולקולות קטנות יחסית.

ד. חומרים הנוצרים באופן טבעי מפעילות של יצורים חיים.

2. המזונות המרכיבים את סל המזונות שלנו , מורכבים מחומרים הדרושים לאספקת אנרגיה ומחומרים המשמשים לבניין בגוף. יוצא מכלל זה הוא הסוכר הלבן, מפני שהוא מספק רק:

א. אנרגיה

ב. חומר לבניין רקמות

ג. ויטמינים

ד. מינרלים (מלחים).

3. הקשר בין גלוקוז לתאית דומה לקשר בין:

א. פחמן לפחמימה

ב. חומצת שומן לגליצרול

ג. חומצת אמינו לחלבון

ד. תאית לעמילן.

(בגרות מדעי התזונה תשע"ז)

4. פחמימות פשוטות משמשות בתא ל:

א. בניית חלבונים

ב. העברת חומרים מתוך התא החוצה

ג. הפקת אנרגיה זמינה

ד. יצירת הורמונים ואנזימים.

5. בארוחת הבוקר אכלת מזון המכיל עמילן. מה יקרה לעמילן במהלך העיכול –

א. יתפרק לסוכרים פשוטים וייספג אל הדם

ב. לא יעוכל ויופרש בצואה

ג. יתפרק לחומצות שומניות וייספג אל הדם

ד. יתפרק לחומצות אמיניות וייספג אל הדם.

6. בארוחת הבוקר אכלתם מזון המכיל תאית. מה יקרה לתאית במהלך העיכול

א. תתפרק לסוכרים פשוטים ותיספג אל הדם

ב. לא תעוכל ותופרש בצואה

ג. תתפרק לחומצות שומניות ותיספג אל הדם

ד. תתפרק לחומצות אמיניות ותיספג אל הדם.

7. תזונה עשירה בחלבון חשובה במיוחד לילדים צעירים, הסבירו מדוע. התייחסו בתשובתכם לשלושה תפקידים של החלבון בגוף.

הסבירו, כיצד ניתן למנוע פגיעה בבריאות ילדים הניזונים בתזונה צמחונית, כתבו שתי דוגמאות למזונות מתאימים.

8. לפניכם רשימה של כמה מהתהליכים של חילוף חומרים (מטבוליזם). איזה תהליך יוצא דופן?

א. בניית אנזימים מחומצות אמיניות

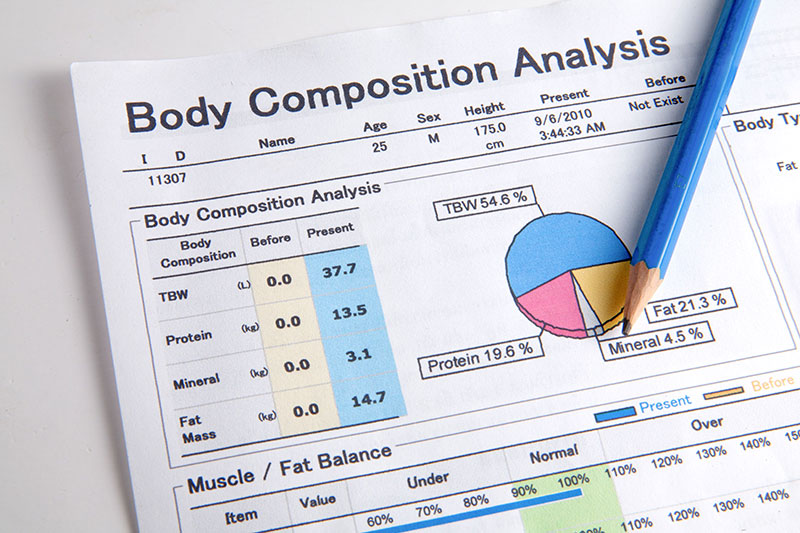
ב. פריקת חמצן מההמוגלובין בתאי הדם האדומים בנימי הדם, ומעברו לתאים בתהליך דיפוזיה

ג. הפיכת עודפי פחמימות לשומנים

ד. יצירת פוספוליפידים מחומצות שומן וקבוצות זרחה

ה. פירוק גלוקוז בתאים והפקת ATP.

9. פחמימות מהוות חלק מרכזי בתזונה שלנו, ולפי משרד הבריאות אף מומלץ שפחמימות יהוו כ- 55% מסך כלל הקלוריות שהאדם צורך בתפריט היומית. אך שבודקים את החומרים מהם מורכב הגוף שלנו, נראה את התמונה הבאה:



1. קיים פער גדול בין מרכזיות הפחמימות בתזונת האדם לבין האחוז שהן מהוות בהרכב הגוף. הסבירו.
2. המידע שמוצג בגרף הוא של גבר שמשקלו 70 ק"ג מידע זה אינו נכון לגבר בוגר אחר שמשקלו 85 ק"ג, מדוע? מה נדרש לחשב כדי שנדע מה המשקל של מרכיבי גופו של גבר זה?

(בגרות מדעי התזונה)

10. איזה מהמשפטים הבאים נכון לגבי כולסטרול?

א. הכולסטרול לא נחוץ לפעילות התקינה של הגוף

ב. הגוף אינו מסוגל לייצר כולסטרול

ג. טרשת עורקים היא מחלה הנגרמת על ידי עודף ב-LDL

ד. פעילות גופנית ותזונה נכונה מעלים את רמת הכולסטרול בדם.

11. אורי הוא ספורטאי, שאוכל הרבה מוצרים מהחי, בבדיקת הדם נמצאו ערכים גבוהים ביותר של כולסטרול, במיוחד LDL. הרופאים המליצו על שינוי תזונתי.

א. לאור תוצאות הבדיקות, מאילו מהמזונות הבאים, כדאי לאורי לצרוך פחות:

בורקס מבצק עלים, כבד עוף, תפוח עץ, בשר בקר, סלט ירקות, דג מהים הצפוני, שעועית, אורז מלא, ביצים.

ב. למרות שינוי תזונתי שאורי עשה, נשארה רמת הכולסטרול בגופו גבוהה הסבירו.

12. לפניכם סוגי מזונות עשירים בשומן :

חמאה, מרגרינה, שמן זית, טחינה, שמן קנולה, אבוקדו, סטיק בקר, דג סלמון, חמאת בוטנים, אגוזים, מיונז, שוקולד.

מיינו את המזונות לשתי קבוצות לפי סוג חומצות השומן העיקריות שהם מכילים. דרגו את המזונות על פי 'איכותם' מבחינת ההרכב השומני שלהם.

שאלות 13, 14 לקוחות מתוך חוברת הוראה למדעי התזונה – תש"ף, עמ' <https://tinyurl.com/y4qnafyy> 66

13. לפניכם גרף המתאר עלייה במשקל של כלבים בשנה הראשונה לחייהם, בשני משטרי הזנה: קבוצת כלבים שקיבלה הזנה תקינה (לפי המומלץ), וקבוצת כלבים שקיבלה הזנה שחסר בה חלבון (יחסית להזנה התקינה). שאר המרכיבים הם כמו בהזנה תקינה, הכלבים משתי הקבוצות היו מאותו גזע וגודלו באותם תנאי סביבה.



א. תארו את השפעת גיל הכלבים על משקלם בשני משטרי ההזנה, על פי הגרף.

ב. מהו המשקל אליו הגיעה קבוצת הכלבים מזן זה בגיל שנה בהזנה תקינה, ומהו המשקל אליו הגיעה קבוצת הכלבים במשטר הזנה, שחסר בו חלבון בגיל שנה?

ג. כאמור במשטר ההזנה של אחת מקבוצות הכלבים היה מחסור בחלבון.

ג1. כתבו שלושה תפקידים של חלבון בגוף בעלי החיים.

ג2. כתבו תופעה אחת שיכולה להופיע בבעלי חיים שחסר להם חלבון במזון (בנוסף להשפעה על משקלם).

14. טוענים כי אכילת ביצת עוף, תורמת לבניין גופו של האדם. טענה זו:

א. נכונה. כי חלבונים המרכיבים את גופו של האדם זהים לחלבוני ביצת העוף.

ב. נכונה. כי חלבוני הביצה מתפרקים במערכת העיכול של האדם לחומצות אמינו, ומהן נבנים חלבוני גופו של האדם.

ג. אינה נכונה, כי החלבונים המרכיבים את גופו של האדם אינם זהים לחלבוני ביצת העוף.

ד. אינה נכונה. כי חלבוני ביצת העוף מתפרקים במערכת העיכול של האדם לחומצות אמינו שאינן נספגות בגוף האדם.

15. באיזה גיל צריכת החלבון גדולה ביותר, מדוע?

16. באיזה תקופה נשים צורכות יותר חלבון? מדוע?

17. מהי כמות החלבון הדרושה לבני נוער?

18. האם יש הצדקה לירידה בכמות החלבון הנדרשת עם העלייה בגיל? מדוע?

19. מדוע לאחר מחלה ממושכת או פציעה קשה ממליצים על תוספת חלבון?

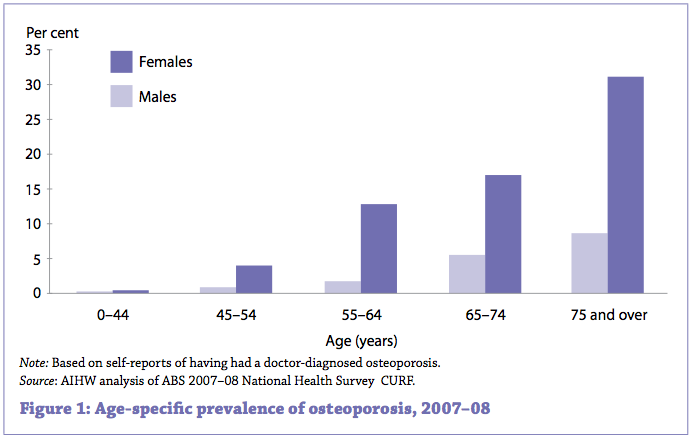
(שאלות 20, 21 לקוחות מתוך ספר 'הזנה בצמחים ובבעלי חיים', עמ' 27):

20. באלו מצבים צפוי פירוק של טריגליצרידים בגוף האורגניזמים? תנו דוגמה אחת בצמחים, ודוגמה אחת בבעלי חיים.

21. חומר התשמורת העיקרי בצמחים הוא עמילן, ואילו בבעלי חיים הוא ליפידים. הסבירו מהו היתרון לבעלי חיים בליפידים כחומר תשמורת.

22. מהו שומן טרנס? באילו מזונות הוא נמצא, ומדוע יש להימנע מצריכתו?

23. בגרף שלפניכם נתונים על שכיחות אוסטאופורוזיס (מאובחנת) באוסטרליה בקרב נשים וגברים בגילאים שונים.



א. תארו את השפעת הגיל על שכיחות האוסטאופורוזיס בקרב נשים וגברים.

ב. חפשו מידע לגבי הדרכים לצמצם סיכון ללקות באוסטאופורוזיס.

ג. כתבו שלושה תפקידים לסידן בגוף.

ד. ציינו שני מקורות לסידן ממזון מהחי ושני מקורות לסידן ממזון מהצומח.

ה. ישנם מצבים בהם למרות שאוכלים סידן ממקורות רבים, בכל זאת הסידן לא נקלט בגוף. תארו שני גורמים עלולים לפגוע בקליטת הסידן בגוף

ו. כתבו דוגמה לגורם המשפיע על קליטה טובה של סידן.

24. על מנת ללמוד על החשיבות של שתיית מים נערך מחקר, שכלל שתי קבוצות נערים, כל הנערים היו בריאים ודומים במצבם הגופני. שתי הקבוצות יצאו למסע ארוך בהרי אילת בקיץ כאשר טמפ' הסביבה הייתה גבוהה. לנערים מ**קבוצה א** נתנו לשתות מים ללא הגבלה ואילו הנערים מ**קבוצה ב** שתו מים בכמות מוגבלת. הניסוי נעשה תוך הקפדה על בריאותם. במהלך הניסוי נבדקו מדדים שונים כמו טמפ' גוף הנערים וכמות הזיעה שהם מפרישים. בתחילת המסע הייתה הטמפרטורה הממוצעת של כל הנערים זהה.

התוצאות הממוצעות שהתקבלו בסיום המסע, מבוטאות בגרף הבא:

א. תארו את התוצאות.

ב. הסבירו את ההבדל בטמפרטורת הגוף בסיום המסע של הנערים מקבוצה א', לעומת טמפ' הגוף של הנערים מקבוצה ב' (5 נק').

ג.. כל הנערים קבלו לפני המסע ארוחה זהה. הארוחה כללה: לחם, עגבניות, גבינה רזה, טחינה, שוקולד למריחה, טונה, תפוזים חתוכים.

ד. בחרו ארבעה ממרכיבי הארוחה, ציינו לאיזו קבוצת מזונות בפירמידת המזון הם שייכים, והציעו עבורם תחליף מתאים.

1. אם הנערים היו מתחילים לעשות פעילות גופנית מוגברת באופן קבוע. האם היה צורך להתחשב בכך בקביעת תפריט המזון שלהם? הסבירו.

אנרגיה ומזון

25. **מהו הערך האנרגטי של 100 גרם מזון המכיל: 35 גרם פחמימות, 5 גרם שומן, 10 גרם חלבון, 49 גרם מים, 1 גרם מלח.**

**א. 140 קק"ל**

**ב. 225 קק"ל**

**ג. 315 קק"ל**

**ד. 196 קק"ל**

26. בטבלה שלפניכם, סימון תזונתי (ל-100 גרם) של שני סוגי עוגיות – שושנים ואוראו. איזה סוג עוגיות עדיף כממתק? נמקו, בהתייחס לכל רכיבי מזון המופיעים בסימון התזונתי.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **רכיבי מזון** | **עוגיות שושנים** | **עוגיות אוראו** |
| קלוריות | 407 קק"ל | 474 קק"ל |
| פחמימות  מתוכן סוכרים | 50.2 גרם  17.1 גרם | 68 גרם  38 גרם |
| סיבים תזונתיים | 0.9 גרם | 2.7 גרם |
| חלבונים | 4.7 גרם | 5.4 גרם |
| כלל השומנים  חומצות שומן רוויות  שומן טרנס  כולסטרול | 20.5 גרם  12 גרם | 19 גרם  5.2 גרם |
| פחות מ-0.5 | פחות מ-0.5 |
| 0 | 0 |
| נתרן | 206 | 296 |

**בגרות מדעי התזונה תשע"ז 046388 (מדעי החקלאות 46510)**

27. איזה מבין המזונות הבאים מכיל פחות קלוריות?

א. 100 גר' שמן סויה

ב. 100 גר' חמאה

ג. 100 גר' בוטנים

ד. 100 גר' סוכר.

28. מבין המזונות הבאים, חלבון בעל הערך הביולוגי הגבוה ביותר מצוי ב:

א. יוגורט

ב. תירס

ג. ביצה

ד. אפונה.

קצובת מזון

29. לאיזה קבוצת מזון שייכים המזונות הבאים: שעועית, עדשים, חומוס, סויה ?

א. קבוצת פחמימות

ב. קבוצת החלבונים

ג. קבוצת הירקות ופירות

ד. קבוצת השומנים.

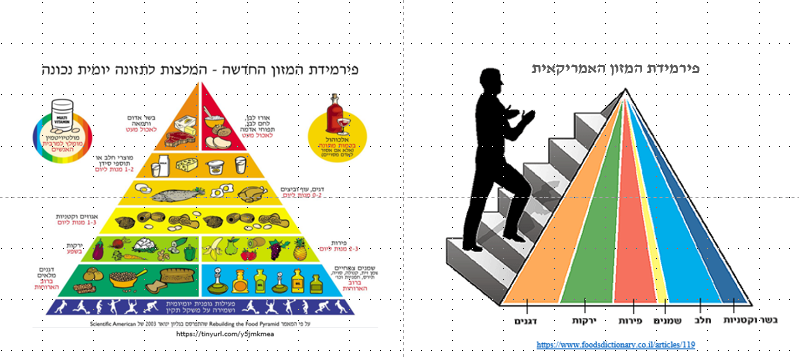
30. א. ערכו רשימה של כל המזונות והמשקאות שאתם צורכים במשך יממה כולל כמויות.

ב. שרטטו פירמידת מזון ריקה ושבצו את מה שאכלתם במדרגות השונות.

ג. בחישוב המזונות היומי, האם הכמות היחסית שאכלתם מסוגי המזונות בכל מדרגה בפירמידה מתאימה לרוחב היחסי של המדרגה?

ד. אלו שינויים כדאי לכם לערוך בתזונה שלכם כדי שתהיה יותר מאוזנת?

31. לפניכם איורים של פירמידת המזון האמריקנית ופירמידת המזון הישראלית החדשה. ענו על השאלות הבאות:



1. התבוננו באיורים, והשוו את פירמידת המזון הישראלית לפירמידה האמריקאית לפי הקריטריונים שבטבלה.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **קריטריונים להשוואה** | **פירמידת המזון האמריקאית** | **פירמידת המזון הישראלית החדשה** |
| דרך ייצוג קבוצות המזון | מיוצגות על ידי פסים אלכסוניים בצבעים שונים |  |
| דרך ייצוג של הכמות המומלצת לצריכה בתפריט היומי | רוחב הפס האורכי |  |
| התייחסות לפעילות גופנית |  |  |
| הגדרת (שמות הקבוצות) |  |  |
| קבוצת מזון שמופיעה בפירמידת המזון הישראלית ולא מופיעה בפירמידת המזון האמריקאית |  |  |
| התייחסות למאכלים / שתיה שלא מומלצים לצריכה/לאכילה |  |  |
| התייחסות למים |  |  |

1. בחרו אחד מהקריטריונים שהושוו בטבלה והביעו דעתכם לגבי צורת ייצוגו בפירמידות המזון. איזה ייצוג עדיף לגביו לדעתכם, האם בפירמידת המזון האמריקאית או בפירמידת המזון הישראלית? נמקו.
2. מיינו את המאכלים הבאים לשלבים השונים של פירמידת המזון הישראלית:

שניצל סויה, אננס, יוגורט, שעועית שחורה, שעועית ירוקה, טחינה, מלפפון חמוץ, זיתים, קוקה קולה, לחם.

בריאות ומזון

32. במחקר שנערך בישראל נמצא כי חלה עליה באחוז האוכלוסייה הבוגרת שמשקלה גבוה מהמשקל התקין.

1. הערך הנמדד על מנת לברר השמנה הוא BMI. מה הם שני הגורמים הקובעים BMI של אדם? הסבירו.
2. יש להניח שה-BMI של אנשים בעלי משקל גבוה מהתקין הוא גבוה מ-25, או נמוך מ-25?
3. הסבירו שלוש בעיות בריאותיות שמהן עלולים לסבול אנשים עם BMI גבוה מ-25. הסבירו הקשר בין BMI לבין כל אחת מהבעיות.
4. היעזרו במידע מהרשת ופרטו שלוש המלצות תזונתיות לאנשים הסובלים מסוכרת מסוג 2 (סוכרת מבוגרים).

מהספר 'הזנה בצמחים ובבעלי חיים', 2011, עמ' 185:

33. להלן טבלה שבה מוצגים ערכים תזונתיים של קמח מחיטה מלאה (קמח מלא), ושל קמח מחיטה מעובדת (קמח לבן).

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **סימון תזונתי** | **קמח מחיטה מלאה**  **(100 גר' קמח מלא)** | **קמח מחיטה מעובדת**  **(100 גר' קמח לבן)** |
| קלוריות (קק"ל) | 313 | 342 |
| פחמימות (גר')  מתוכם סיבים תזונתיים (גר') | 72.6  12.2 | 72.5  2.4 |
| חלבון (גר') | 13.7 | 12 |
| שומנים (כללי גר')  מתוכם חומצות שומן רוויות (גר') | 1.8  0.32 | 1.5  0.24 |
| סידן (מ"ג) | 34 | 15 |
| זרחן (מ"ג) | 346 | 97 |
| אשלגן (מ"ג) | 138 | 25 |
| ברזל (מ"ג) | 3.88 | 2.4 |
| β קרוטן (מיקרוגרם) | 5 | 1 |
| ויטמין 1B (מ"ג) | 0.44 | 0.11 |

א. אלו מבין הרכיבים המפורטים תורמים לערך הקלורי של הקמח?

ב. מהי הסיבה להבדל הבולט בתכולת הסיבים התזונתיים בקמח מלא לעומת קמח מעובד?

ג. ציינו שלושה תפקודים חשובים של סיבים בגוף האדם.

ד. על כיכרות הלחם שנאפים משני סוגי קמח אלה נרשם לעתים "ללא כולסטרול". האם זה פרסום הוגן? נמקו.

ה. מדוע תכולת חומצות השומן הרוויות גדולה יותר בקמח מלא מאשר בקמח לבן?

ו. במקומות שבהם החורף קשה וארוך עברו לשימוש בקמח לבן (שחיי המדף שלו ארוכים יותר) במקום בקמח מלא. איזה סכנה טמונה בשינוי זה?

ז. קמח מחיטה מלאה מכיל פי-5 יותר קרוטן מקמח העשוי מחיטה מעובדת.

ציינו שלושה מקורות נוספים לβ- קרוטן.

ח. הסבירו את ההמלצה של משרד הבריאות להעדיף תמיד מוצרים מקמח מלא על פני מוצרים מקמח מעובד. התבססו על הנתונים בטבלה וציינו לפחות שלושה גורמים.

**תשובות להערכה מסכמת**

**רכיבי המזון**

1. ד

2. א

3. ג

4. ג

5. א

6. ב

7.א. תקופה של תהליכי גדילה מואצים: החלבונים חיוניים בבניית תאים, רקמות: בעיקר מסת שריר ועצם, ייצור אנזימים לתהליכי חילוף חומרים, המוגלובין לנשיאת חמצן לפעילות גופנית נמרצת המאפיינת את תקופת הילדות.

7.ב. קטניות אגוזים, אבוקדו, ביצים

8. ב

9.א. הפחמימות מתפרקות ומופקת אנרגיה. מאגר הפחמימות קטן ביותר: גליקוגן.

9.ב. אין התאמה כי הגרף מייצג משקל של כל רכיב מזון ולא אחוזים. יש לדעת אחוז של כל רכיב מזון במשקל הגוף.

10. ג

11.א. לצרוך פחות: בורקס, בשר בקר, כבד עוף, ביצים

11.ב. בעיה פנימית (אנדוגנית) באנזימים המייצרים כולסטרול או המפרקים כולסטרול.

12. הרכב חומצות השומן במזונות הנ"ל ל-100 גרם שומן

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| מזון | שומן כולל ל-100 גרם מזון | ח' שומן רוויות | ח' שומן חד בלתי רוויות | ח' שומן רב בלתי רוויות |
| חמאה | 80 | 62 | 29 | 4 |
| מרגרינה | 81 | 20 | 43 | 32 |
| אבוקדו | 17.5 | 15 | 66 | 11 |
| שמן זית | 100 | 14 | 72 | 9 |
| שמן קנולה | 100 | 4 | 55 | 10 |
| שומן בקר | 98 | 42 | 50 | 5 |
| דג סלמון | 5.4 | 15 | 34 | 40 |
| בוטנים | 50 | 14 | 72 | 9 |
| שקדים | 54 | 8 | 68 | 19 |
| שוקולד | 24.3 | 60 | 33 | 3 |
| מיונז | 76 | 12.3 |  | 5.3 |

דרוג: סלמון, שמן זית, שמן קנולה, שקדים, בוטנים, שומן בקר, אבוקדו, מיונז

חמאה, מרגרינה, שוקולד.

13. א. בין הגילאים 1 חודש עד 6 חדשים חלה עליה במשקל (בשיעור של כ-5 ק"ג לחודש). החל מגיל 6 חדשים עד 13 חדשים העלייה מתמתנת, עד יציבות. כלבים שקבלו הזנה תקינה הגיעו למשקל גבוה יותר (3-2 ק"ג כל חודש).

ב. 22.5 ק"ג; 20 ק"ג

ג1. מרכיבי השרירים, אנרגיה, אנזימים, נשאים, הורמונים, מרכיבים בקרומי התאים.

ג2. בריחת מים לחלל הבטן (מיימת), עקב ירידה בלחץ האוסמוטי של הדם.

14. ב.

15. צריכת החלבון הגדולה ביותר: בגיל 12-0 (זכר – 64 קק"ל לק"ג, נקבה – 50 קק"ל לק"ג).

16. הריון והתפתחות העובר

17. בגילאי 13-9 הקצובה היומית היא 34 גרם ליום לבנות ולבנים. בגילאי 18-14 ישנו הבדל בין ההמלצות לבנות ולבנים: הקצובה היא 46 גרם לבנות ו-52 גרם לבנים.

18. לאחר סיום גיל ההתבגרות, הכולל התפתחות השרירים ואברי המין, הגוף מגיע להתייצבות, לכן אין צורך בכמות גודלה מידי של חלבונים, אלא זו שתשמור על השרירים בדינמיות, בהתאם לפעילות הגופנית.

19. חלבונים דרושים לבנייה מהירה של רקמות וחידושן, לאחר שניזוקו בפציעה.

20. פירוק טריגליצרידים לחומצות שומן ולאנרגיה: בצמח – בעת נביטה (אנרגיה להתפתחות הצמחון); בבעל חיים – בעת רעב, בעת סינתזה של סוגי שומנים.

21. הליפידים כחומר תשמורת: הליפידים הם מקור עשיר לאנרגיה (בעת פירוק חומצות שומן ב'כניסתן' למעגל קרבס. הליפידים מצטברים בבועיות בתוך תאי שומן ונאגרים בהם.

22. שומן טרנס הוא שומן צמחי שמבנהו המרחבי (טראנס) שונה מהמבנה (ציס) של רוב המולקולות של שומן צמחי. שינוי זה (כמו במרגרינה) גורם לצמיגות, יציבות ונקודת התכה גבוהה יותר. שומן טראנס נמצא במזונות מטוגנים, תעשייתיים רבים, כי הוא מייצב אותם וכך 'חיי המדף' שלהם ארוכים יותר.

23.א. עם העליה בגיל עולה הסיכון לחלות באוסטאופורוזיס.

23.ב. פעילות גופנית שבה יש הגדלת מסת העצם, תזונה עשירה בסידן, חשיפה לשמש, אולי – העשרה בוויטמין D.

23.ג. סידן דרוש לבניית העצם, השיניים ופעולת השרירים, קרישת הדם, פעילות עצבית, התכווצות שריר הלב.

23.ד. מהחי: דגים – סרדינים (עצמות), גבינה צהובה, גבינה לבנה, חלב דל־שומן; מהצומח: תאנים יבשות, שומשום (טחינה), שומשום (טחינה גולמית).

23.ה. ליקויים בתפקוד הורמונים הקלציטריול, קלציטונין והורמון הפאראתירואיד המשתתפים בוויסות רמת הסידן בדם: ספיגת הסידן, קליטתו בשלד והוצאתו, והפרשת הסידן בשתן.

23.ו. לקטוז וסביבה חומצית מגבירים ספיגת הסידן במעי.

24.א. הגרף מתאר את טמפרטורת הגוף הממוצעת של כל אחת מהקבוצות, לאחר פעילות גופני מאמצת, וכן את כמות הזעה הממוצעת שהופרשה בכל קבוצה, במהלך הפעילות הגופנית.

24.ב. טמפ' הגוף של קבוצה ב' גבוה ב-°c.1.5. מכיוון שחברי הקבוצה שתו כמות מוגבלת של מים, חום הגוף היה גבוה יותר, כי כמות הזעה נמוכה יותר, ואז טמפרטורת הגוף גבוהה יותר.

24.ג1. יש לשבץ כל מזון בפירמידה ולמצוא בה תחליפים באותה 'קומה'.

24.ג2. היה צורך בתפריט עשיר יותר בחלבונים, לצורך בנייה מתמדת של חלבוני השריר.

**אנרגיה ומזון**

**25. ב**

**26. עוגיות שושנים (+נימוק)**

**27. ד**

**28. ג**

**פירמידת מזון**

29. ב

31.ג (המספרים להלן, הם מספרי הקומה בפירמידה. למשל, המים הם בקומה הראשונה של הפירמידה.)

שניצל סויה – 5 (יחד עם דגים, עוף ביצים)

אננס – 3 (פירות)

יוגורט - 6 (מוצרי חלב)

שעועית שחורה – 4 (קטניות ואגוזים)

שעועית ירוקה – 4 (קטניות ואגוזים)

מלפפון חמוץ – 3 (ירקות?)

זיתים – 3 (ירקות?)

קוקה קולה – לא קיים

לחם - 7

**בריאות ומזון**

32.א. משקל הגוף וגובה. BMI הוא היחס בין משקל הגוף והגובה בריבוע. לדוגמה: משקל גוף: 67, גובה: 1.67 מטר. BMI= 24. תקין (יש לשמור, כדי לא לעבור את הגבול העליון שהוא: 25).

32.ב. גבוה (ניתן לחשב משקלים שונים.

32.ג. השמנה, לחץ דם גבוה, סוכרת, מחלות הורמונליות (בלוטת התריס) – האטה בקצב חילוף חומרים

32.ד. הפחתה בסוכרים, הפחתה בשומנים רוויים, העשרת התפריט בסיבים תזונתיים.

33.א. פחמימות, חלבונים, שומנים

33.ב. בעת טחינת הקמח המלא והפיכתו לקמח לבן, מוּסָרת מגרעיני החיטה הקליפה והעובר הצמחי, ואיתה הוויטמינים, המינרלים, הסיבים התזונתיים וחלבונים. נותר בעיקר העמילן הלבן.

33.ג. סיוע לעיכול, סיוע לספיגת חומרים, סיוע לניעות המעי על ידי הגדלת נפח הצואה: בעת פירוק חלק מהסיבים במעי הגס נוצרות חומצות שומן קצרות שהן מקור לאנרגיה, הורדת ריכוז כולסטרול, הורד ריכוז הסוכר בדם בקרב חולי סוכרת (מסוג 2).

33.ד. בדגנים אין כולסטרול כלל, רוב רובו של הכולסטרול הוא במזון מן החי, כך שאין צורך בפרסום זה.

33.ה. בקמח המלא נמצא העובר הצמחי המכיל גם שומנים.

33.ו. הסכנה הא דלדול הגוף מחלבונים, ויטמינים, מינרלים וכן פגיעה בעיכול, עקב חוסר בסיבים התזונתיים.

33.ח. קמח מלא מכיל יותר סיבים תזונתיים, ויטמינים (β קרוטן, (B1, מינרלים (סידן, זרחן, אשלגן, ברזל).

**חומרי למידה העוסקים בתוכני ערכת ה.ל.ה בנושא: 'חשיבות החקלאות לתזונת האדם'**

1. גלעד, ב., נוסינוביץ' ר., נענן-נאמן, ר. ובשן, נ. (2011). *הזנה בצמחים ובבעלי חיים*. האוניברסיטה העברית בירושלים, המרכז להוראת המדעים, משרד החינוך, המזכירות הפדגוגית, האגף לתכנון ולפיתוח תכניות לימודים, מינהלת מל"מ, המרכז הישראלי לחינוך מדע'-טכנולוגי ע"ש עמוס דה-שליט.

<https://tinyurl.com/y3eydzcj>

2. זילבר־רוזנברג, א. (1996). *תזונה – פרי מחשבה. מזון ותזונה במצבי בריאות וחולי.* רמת־אביב, האוניברסיטה הפתוחה.

**אתרי אינטרנט מומלצים וחומר העשרה למורה ולתלמיד/ה**

**א. מבחר מאמרים מתוך 'זוית סוכנות ידיעות למדע ולסביבה'** <https://www.zavit.org.il/>

1. מגדלים את העתיד

<https://tinyurl.com/y3kcfmjl>

2. הקשר בין הבשר בצלחת לשריפות אמזונס

<https://tinyurl.com/y2e3uc3g>

3. על תזונה ים־תיכונית שטובה לבריאות וגם לסביבה (פודקאסט)

<https://tinyurl.com/y5bjsvuk>

4. מזון למחשבה (הרצאה)

<https://tinyurl.com/y5njz6jm>

5. הדיאטה הסביבתית

<https://tinyurl.com/yxjgeope>

6. האם הגידולים של העבר יהפכו למזון של העתיד?

<https://tinyurl.com/y35p8l2g>

7. המקרה המוזר של מזון מהונדס גנטית בישראל

<https://tinyurl.com/y6cmevz9>

8. הדרך המפתיעה להפחית את צריכת הנתרן

<https://tinyurl.com/yy6swd4s>

9. נקי, סינתטי או מתורבת? (בשר מתורבת במעבדה)

<https://tinyurl.com/y59psgfe>

**ב. מתוך הפורום לתזונה בת־קיימא** <https://www.ifsn.org.il/>

1. ההיסטוריה וההיסטריה של החלבון (הרצאה)

<https://www.ifsn.org.il/protein-lectures/>

### 2. כמה זה עולה לנו"? עלות-תועלת סביבתית ותזונתית של צריכת חלבון (הרצאה)

<https://www.ifsn.org.il/protein-lectures/>

### 3. תחליפי חלבון בתעשיית המזון: המקרה של השוק ההודי (הרצאה)

<https://www.ifsn.org.il/protein-lectures/>

4. מזון בריאות הפלנטה שלנו – דו"ח EAT-Lancet (דו"ח EAT-Lancet בעברית. הדו"ח, שחובר על־ידי צוות בינלאומי של מומחים לתחומים שונים – תזונה, חקלאות, בריאות, אקלים ועוד, קורא להצבת יעדים מדעיים לתזונה בריאה ולייצור מזון בר-קיימא, שיאפשרו להאכיל כעשרה מיליארד בני אדם הצפויים לאכלס את כדור הארץ כבר ב-2050.)

<https://www.ifsn.org.il/eat-lancet-report/>

## 5. על עוגות וסופגניות – איך כל ה SDGs קשורים למזון, למה חשוב כל כך למקם את הכלכלה בתוך החברה ואיך כל זה קשור לסופגניות? כמה נקודות על כלכלה, חברה ומזון.

<https://tinyurl.com/y4kqqxw4>

**ג. מתוך מרכז מורי ביולוגיה**

1. פרויקט התזונה האישית, מכון וייצמן

<https://www.youtube.com/watch?v=RQig-CFtxDM>

2. עלון 'שמורת טבע' – 193 - 2017 – תזונה: <https://tinyurl.com/y5pszasu>

**ד. שונות**

1. המרכז הארצי למורי מדעי החקלאות - משאבי הוראה: <https://tinyurl.com/y5rjmvw8>

# 2. דו"ח ,EAT-Lancet הקובע מהי התזונה הטובה גם לבריאות וגם לכדה"א, הידען –

<https://www.hayadan.org.il/>

<https://www.hayadan.org.il/eat-lancet-2002201>.

3. מסמך משרד הבריאות: התנהגויות בריאות - תזונה בריאה תת-ועדה של הוועדה להתנהגויות בריאות 2011:

<https://www.health.gov.il/PublicationsFiles/nutrition-2020.pdf>

4. משרד הבריאות - ערכי ייחוס תזונתיים, 2019:

<https://www.health.gov.il/Subjects/FoodAndNutrition/Nutrition/Documents/70420914_2.pdf>

5. סקר תזונה בארה"ב:

<https://www.cdc.gov/nchs/nhanes/index.htm>

6. מה קורה כשאוכלים יותר מידי סוכר? מכון דוידסון, מכון וייצמן למדע: <https://tinyurl.com/y3t8e2z6>

7. מכון תנובה למחקר: <https://tinyurl.com/y2hch9sr>

**מחקרים תומכים**

1. דריפוס, ע' ויונגוירט, א' (1993). [מיון תפישות לא תפקודיות של תלמידים בראשית כתה י' לגבי רעיון מופשט: התא החי.](http://sifria2018.lnx.biu.ac.il/F/?func=find-b&find_code=SYS&request=1199767&local_base=BAR&adjacent=N&con_lng=heb) עלון למורי הביולוגיה, 134, 75-60.

2. דריפוס, ע' ויונגוירט, א' (1991). מיקרו, מקרו, אנלוגיות וצרות אחרות בהוראת ביולוגיה בכיתה ט'.  עלון למורי הביולוגיה, 129, 15-1.

3. כהן, ר., וירדן, ע. (2010).תפיסות של תלמידי חט"ב בנושא התא החי - מעל עשור שנים לפרסום תכנית הלימודים החדשה.*קריאת בינים 14,* 29-14**.**