



"אין זה מקרה שאלוהים עצמו, על אף  
היותו מומחה גדול לפולימריזציה,  
אינו מחבב דברים שאינם מתכלים"

פרימו לוי, הטבלה המחזורית

כסלו תשס"ח  
דצמבר 2007

דף עמדה בנושא:

## פלסטיק מתכלה

גלעד אוסטרובסקי, המחלקה המדעית

### א. על הפלסטיק והשפעותיו

פלסטיק מתכלה, האין זה דבר והיפוכו? מאז הומצא הפלסטיק, הוא הלך וקנה לו אחיזה באופן הולך וגובר עד כי הוא מהווה חומר נפוץ ביותר במוצרים ובאריזות מוצרים. תכונותיו של הפלסטיק: חוזק, עמידות ומשקל נמוך, גורמות לכך שהוא נמצא במגוון גדול מאד של שימושים. תכונת העמידות ואי ההתכלות המהוות יתרון בולט ביצור מוצרים, מתגלה כחסרון בולט בכל האמור בפסולת הנותרת לאחר השימוש וכך, נוכחות הפלסטיק הולכת וגוברת ויחד עמה עולה גם כמות פסולת הפלסטיק. בישראל, בה שיעור המחזור נמוך ומרבית הפסולת מוטמנת באתרי הטמנה תוך גרימת נזקים סביבתיים, מהווה הטיפול בפלסטיק אתגר של ממש.

בכל האמור בשקיות הפלסטיק, המצב חמור עוד יותר. רובן מיוצרות באיכות נמוכה, והן מיועדות לשימוש חד פעמי. איכותן הנמוכה ומשקלן הנמוך מכבידים עד מאד על האפשרות למחזור. דפוס השימוש החד פעמי, מוביל לטביעת רגל סביבתית גדולה, מאחר שמזהמים נפלים לסביבה כבר משלב היצור והשינוע ולא רק בעת הטמנת הפסולת. מירב העומס הסביבתי והבעיות הבריאותיות שעוללות להיגרם מאריזות הפלסטיק ומשקיות הפלסטיק נובעים, אם כן, מפליטות מזהמים בשרשרת היצור, האספקה ושינוע הפסולת ומהאצת הכרייה של משאבים נוספים במקום השימוש בחומרי גלם ממוחזרים.

מחקרים רבים מצביעים על כך שהפחתה בכמות הפלסטיק המיוצרת תביא להפחתה בעמס הסביבתי ולצמצום פליטת גזי חממה. כמו כן, מחזור הפלסטיק לאחר השימוש בו, עדיף מבחינה סביבתית על פני שריפת הפלסטיק או הטמנתו במטמנות.

מסמך זה נכתב בשל התעוררות העניין בפלסטיק מתכלה בכלל ובישומו בשקיות בפרט. אנו מבקשים להביא מידע חשוב זה, להבהירו ולחדד את הטעון חידוד בכל האמור למעבר לשימוש בפלסטיק מתכלה. המסמך נשען בחלקו על נייר עבודה שהוכן באנגליה ע"י גוף שהקימה הממשלה לקידום המחזור ויעול השימוש במשאבים (WRAP).

## ב. דרך ההתמודדות

דרך ההתמודדות המיטבית הולכת על פי הגיון ההפחתה במקור. בראש סדר העדיפות ניצבים מהלכים להפחתת כמות השקיות ואריזות הפלסטיק, לאחר מכן יבוא תורם של פעולות לשימוש חוזר ורק לאחר מכן אפשרויות המחזור השונות. בתחתית הסולם, רק כאשר לא נותר מנוס, תימצא חלופת ההטמנה. **מכאן עולה שהדרך המיטבית היא מעבר לדפוס שימוש רב פעמי במוצרים איכותיים ובני קיימא**, כלומר שימוש בשקיות רב פעמיות, אשר יקטין באופן ניכר את יצור השקיות החד פעמיות מחד ואת הררי הפסולת מאידך.

## ג. פלסטיק מתכלה

והנה הופיע לפתע בעולמנו הפלסטיק המתכלה והוא מוצג כמזור לכל תחלואי הפלסטיק. הפלסטיק המתכלה מכונה בשמות רבים, בין המוכרים: "פלסטיק מתכלה", "פלסטיק ביולוגי" ו"ביו-פלסטיק", אולם בין השמות השונים מסתתר לעתים פער איכותי גדול.

למעשה, שם הולם יותר לפלסטיק המתכלה הוא פלסטיק ביולוגי או ביתר דיוק **ביו-פולימר, שמקורו בביומסה, כלומר בצומח**. זהו אינו סוג יחיד ומובחן של פלסטיק, אלא משפחה של חומרים. האיגוד האירופי לפלסטיק (European Bioplastics) מגדיר פלסטיק ביולוגי ככזה העונה על שני התנאים הללו:

1. פלסטיק המיוצר ממקורות מתחדשים, כלומר מקורו אינו בנפט ובתוצריו.
2. פלסטיק המורכב מפולימרים המתפרקים ביולוגית ואשר עומדים בתקנים של פירוק ביולוגי וקומפוסטציה, כלומר פלסטיק המתפרק בדיוק כפי ששאריות מזון ופסולת צמחית מתפרקת.

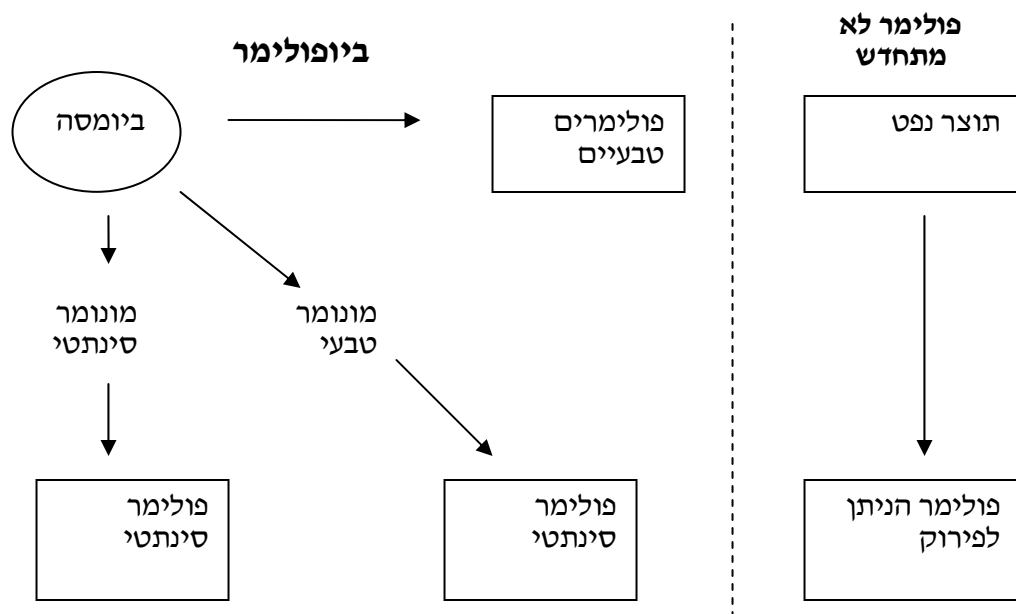
**כלומר, כשאנו מדברים על פלסטיק מתכלה, כוונתנו היא לביופולימר, שתהליך התפרקותו הוא כשל פסולת צמחית.**

יש לשים לב שקיימים חומרי אריזה פלסטיים נוספים שאינם ביו-פולימרים, אולם גם הם ניתנים להתפרקות, ומוגדרים כ- Degradable, Oxy-degradable, UV-degradable. אלו הם פולימרים של פוליאתיילן (נגזרות מנפט) ואינם ממקור הניתן לחידוש ומכילים תוספות הפועלות לזירוז תהליך הפירוק. הפירוק נגרם כתוצאה מחשיפה לקרני UV וואו חוס ומאמץ מכני, ואלו יפורקו ע"י מיקרואורגניזמים לביו-מסה, פחמן דו-חמצני ומים. תהליך זה יכול לקחת 18 חודשים או יותר בתנאים אופטימליים. חומרים פלסטיים אלו אינם מאושרים כ"ניתנים לקומפוסטציה" ואינם עומדים בדרישות התקן הארופי EN13432.

כמידה והתוספים לפלסטיק זה (ממקור פוליאתיילן) יגיעו בריכוזים גבוהים לזרם האשפה, הם יזהמו את תהליכי המחזור של יריעות הפלסטיק, יגרמו לחוסר יציבות בתהליך המחזור הפלסטיק ועלולים

לסכן את שוק המוצרים המכילים יריעות ממוחזרות כגון ממברנות עמידות לרטיבות. לכן שימוש בפלסטיק מסוג זה באריזות הוא בלתי רצוי.

התרשים הבא מציג את שתי משפחות הפולימרים. האחת, שמקורה בפולימר ממקור בלתי מתחדש (תוצרי נפט) שעל אף שהוא ניתן לפרוק, איננו מתכלה ביולוגית. במשפחה השנייה, שמקורה בביופולימר, ניתן להבחין בשלושה "מסלולים" שונים ליצור ביופולימר: ביומסה ממנה מיוצר פולימר טבעי; ביומסה, ממנה מיוצר מונומר טבעי וממנו פולימר סינתטי; וביומסה ממנה מיוצר מונומר סינתטי וממנו פולימר סינתטי.



אלו ההגדרות, אך דבר אחד יש להדגיש היטב כאשר אנחנו דנים בשקיות הפלסטיק: החלפת פלסטיק "רגיל" בפלסטיק ביולוגי לא תפתור את מרבית הבעיות הסביבתיות הנגרמות מהשקיות. לכלוך השטחים הפתוחים, זיהום הנגרם בתהליכי היצור והשינוע והטיפול בפסולת, כל אלה נגרמים גם בפלסטיק הביולוגי. שימוש חד פעמי בפלסטיק ביולוגי והטמנתו לאחר מכן לא יביא למיתון ההשפעות הסביבתיות, לעתים, הן עלולות אף להחריף. פלסטיק ביופולימרי שיוטמן במטמנה בתנאים אנארוביים, יתפרק ויפלוט מתאן, גז חממה שהשפעתו על התחממות כדור הארץ היא פי 21 מאשר פחמן דו חמצני. לכן, **השיפור הסביבתי המשמעותי יושג רק במעבר לדפוס הרב פעמי.**

אולם, להבדיל משקיות פלסטיק, בהן המהלך העיקרי הוא זניחת השימוש החד פעמי, מוצרים רבים ארוזים באריזות פלסטיק שבמקרים רבים לא ניתן לוותר על האריזה או לצמצמה באופן משמעותי

(למשל מגשיות מזון וגביעי יוגורט). כאן יכול להתגלות יתרונו הגדול של הפלסטיק המתכלה בכך שניתן יהיה לאספו ולהפכו לקומפוסט בתהליך דומה לזה המתחולל בטבע בחומרים אורגניים פריקים ביולוגית. גם כאן יש להדגיש כי יתרון זה יושג רק כאשר הפלסטיק המתכלה אכן יאסף בנפרד, עם הפסולת האורגנית, ויעבור תהליך עיבוד מבוקר.

יש לזכור גם כי כניסת חומרים פלסטיים מתכלים חדשים עלולה ליצור סיכון לתהליכי המחזור הקיימים של פלסטיק רגיל. עניין זה נותן משנה חשיבות לביצוע ההפרדה של חומרים אלה מאלה: פלסטיק שמקורו מנפט בנפרד מחומרים הניתנים להתפרקות בתהליך קומפוסטציה.

#### **ד. נקודות עיקריות לעמדתנו**

אנו סבורים שכניסת ביופולימרים לשוק צריכה להעשות בדרך שתתן, בראש ובראשונה, תועלת סביבתית מירבית. בהתייחס למחזור חיים שלם של המוצר, היתרון של הביו-פולימרים יתבטא במצבים הבאים:

- 1) מוצרים של החומרים החדשים מתוכננים להקטנת כמות החומר הנצרך;
- 2) השימוש בחומרים מביא לביצוע משופר או יתרונות טכניים, כגון: צמצום בבזבז מזון;
- 3) ניתן לקמפסט את המוצר – ועדיף קומפוסט ביתי. על האריזה להיות מאושרת כניתנת לקומפוסטציה ועומדת בתקן EN 13432
- 4) הוא מזוהה ומובדל מפולימרים הנגזרים מנפט.
- 5) המשתמשים בחומר מודעים היטב כיצד להבדיל בינו לבין פולימרים אחרים ומסוגלים לטפל בו בצורה המתאימה בגמר השימוש.
- 6) ניתן יהיה להבטיח סידורים מתאימים לאיסוף וטיפול נאות בחומרים החדשים;
- 7) יש לקחת בחשבון שימושים בהם אין מערכות קיימות של מחזור.

#### **ה. סיכום**

המידע המובא כאן הוא חיוני על מנת להבין את פשר ההבדלים בין החומרים השונים הנמצאים בשוק. היצרנים כבר נערכים לשינויים המתחוללים בעולם הפלסטיקה, אך על המשתמשים והצרכנים מוטלת חובה להעדיף מוצרים בני קיימא ולאריזות הפלסטיק ממקור צמחי יש תפקיד מפתח בכך.

**איננו צריכים להיות כימאים כדי להבין את ההבדלים בין החומרים והשפעתם על הסביבה. עלינו לאחוז בעיקר והוא: הימנעות מאריזות מיותרות, צמצום נפחן וגודלן ורק לאחר מכן העדפת אריזות העשויות פלסטיק המתפרק ביולוגית.** כדי שיושגו המטרות הסביבתיות ויופחת העומס הסביבתי, שומה עלינו לדאוג כי הפלסטיק המתפרק ביולוגית, יטופל על דרך הקומפוסטציה ולא יועבר להטמנה, שם הוא יגרום נזק מיותר.

## נספח 1 - הגדרות

**ביו-פולימרים:** הם פולימרים הנגזרים מביו-מסה. הם יכולים להיות פולימרים טבעיים (למשל תאית), או פולימרים סינתטיים העשויים ממונומרים העשויים מביו-מסה (למשל חומצה פולי-לקטית), או פולימרים סינתטיים העשויים ממונומרים הנגזרים מביו-מסה (למשל פוליתן הנגזר מביו-אתנול). חומרים פלסטיים העוברים תהליכי פירוק אינם ביופולימרים.

**חומרים מתכלים ביולוגית:** פרוק ביולוגי הוא תהליך בו הפולימר מתפרק לחומרים פשוטים יותר. הביטוי "מתכלה ביולוגית" אינו מגדיר משך זמן או תהליך. חומצה פולי-לקטית (PLA) היא מתכלה ביולוגית. פוליתן הנגזר מביו-אתנול הוא בר מחזור, אך אינו מתכלה ביולוגית.

**קומפוסטציה:** תהליך ביולוגי אשר במהלכו עוברת הפסולת פירוק באמצעות מיקרואורגניזמים וחמצן, לפחמן דו חמצני, מים וכן קומפוסט שהוא חומר אורגני יציב. בחומר זה ניתן לעשות שימוש כדשן. לצורך שימוש בפסולת כחומר גלם ליצור קומפוסט יש להפריד את המרכיב האורגני מהפסולת ולהעבירו תהליך מבוקר של ייצור קומפוסט. שיטה זו מפחיתה את כמויות הפסולת להטמנה ובנוסף מקטינה מאוד את פוטנציאל המפגעים מהפסולת המוטמנת לאחר הוצאת המרכיבים האורגניים מתוכה.

**קומפוסט:** בעברית רקבובית, הוא דשן אורגני עשיר, נטול כימיקלים. הוא נוצר מחומר צמחי שהתפרק ואפשר להחזירו לקרקע ולטייב אותה.

**חומרים שניתן להפוך לקומפוסט:** פירושו שפולימר המתכלה ביולוגית יתפרק ביולוגית ויתפורר בתנאים סטנדרטיים. יתכן שחומר גרוס דק יוכל לעבור קומפוסטציה, בעוד שאותו חומר שאינו גרוס, או גרוס גס, לא יצלח לקומפוסטציה. היכולת של חומר לעבור קומפוסטציה איננה תכונה השייכת למהות החומר, אלא היא תכונה של הצורה המסוימת של חומר מסוים. קיים תקן אירופאי למושג "חומר הניתן לקמפוסט" (EN 13432 - Compostable). הוא מתייחס לקומפוסטציה המתקיימת בתנאים תעשייתיים בלבד. עדיין אין תקן לקומפוסטציה ביתית.

## נספח 2 - נושאים הקשורים לשימוש בביופולימרים

1. **משקל האריזה:** מספר ביו-פולימרים קשיחים (למשל PLA) נוטים להעניק תכונות מבניות טובות יותר מאשר מוצרים דומים המיוצרים מתוצרי נפט, ובכך הם מאפשרים הפחתת משקל של 10-15% במשקל האריזה למוצר בעל אותו מבנה ועובי. לגבי ביו-פולימרים אחרים, יתכן ועובי גדול יותר ידרש על מנת להבטיח חוזק זהה.
2. **אנרגיה:** כמה מהביו-פולימרים, אך לא כולם, עשויים לצרוך פחות אנרגיה בתהליכי היצור, יחסית לחלופות ממקור הנפט.
3. **התחדשות (Renewability):** באופן כללי, התכונה של החומרים להיות "בני התחדשות" היא טובה. השימוש בתוצרי לוואי של תעשיית המזון, ולא שימוש ביבולים ראשוניים, הוא מועדף.
4. **משאבי טבע:** השימוש בשטחי אדמה, מים ומקורות אחרים ליצור ביו-מסה למטרת אריזות או דלק עלול להשפיע באופן חברתי, סביבתי וכלכלי במידה ניכרת על הספקת המזון ומחירי המצרכים.
5. **הנדסה גנטית:** ביו-פולימרים שמקורם באמריקה הצפונית, בעיקר אלו המבוססים על PLA, מיוצרים מצמחים שעברו הנדסה גנטית. איננו יודעים את מלוא ההשפעות של תהליכי ההנדסה הגנטית ולכן מוטב לנקוט בגישה הזהירות המונעת שעל פיה יש להימנע משימוש בחומרים ותהליכים שאיננו יכולים להעריך את מלוא היקף השפעותיהם. הצרכנים האירופאים, למשל, רגישים במיוחד למוצרים שיוצרו מחומר שעבר הנדסה גנטית.
6. **סימון:** התקן האירופאי היחידי לחומרי אריזה הניתנים לקומפוסטציה הוא EN13432. על אריזות ביו-פולימר לעמוד בתקן EN13432. אין עדיין תקן אירופאי לקומפוסטציה ביתית.
7. **קומפוסט:** רוב הביו-פולימרים (וכל הביו-פולימרים הקשיחים) מתוכננים לעבור קומפוסטציה בתנאי סביבה מסוימים – בדרך כלל במתקן קומפוסטציה תעשייתי המשיג טמפרטורות של 60 מעלות צלזיוס ומעלה. לא כל הביופולימרים הזמינים מתאימים לפירוק בטמפרטורות הנמוכות שמושגות בקומפוסטציה ביתית. יש להבהיר את ההבדל בין שני התהליכים לצרכן הסופי של מוצרים אלו.

העברת ביו-פולימרים להטמנה רק יגביר יצור ופליטה של גז מתאן (גז חממה חזק פי 21 מפחמן דו חמצני) ולכן תגרום נזק במקום תועלת.

8. **תקשורת:** התקשורת על מחזור, קומפוסטציה ואפשרויות הפינוי של אריזות ביו-פולימרים חייבת להיות ברורה, על מנת להבטיח שמערכות איסוף האשפה של החומרים הניתנים לקומפוסטציה ולמחזור לא יפגעו. קיימת מידה רבה של אי בהירות בין הצרכנים, במיוחד שוררת רמה נמוכה של הבנה של המושג 'מתכלה ביולוגית' או 'ניתן לקומפוסטציה והמשתמע מכך'.

9. **מחזור פלסטיק:** הנחה רווחת היא שניתן להפריד בין ביו-פולימרים לבין מוצרי פלסטיק "רגילים" על ידי שימוש בטכנולוגיות פלורסצנסייה עם אור אינפרא אדום קרוב ושימוש בלייזר, אולם זה ידרוש השקעה ניכרת מצד החברות העוסקות במיון ועיבוד פסולת. ללא הפרדה, אפילו נוכחות נמוכה של ביו-פולימרים (1%) עלולה לזהם את הזרם המיועד למחזור.