



הכנסת

מרכז המחקר והמידע

פלטטק מתכלה : תהליך ייצורו ואפשרויות השימוש בו

הכנסת, מרכז המחקר והמידע

קריית בן-גוריון, ירושלים 91950

טל': 02 - 6408240/1

פקס: 02 - 6496103

www.knesset.gov.il/mmm

כתיבה: יניב רונן

אישור: שמוליק חזקיה, ראש צוות

עריכה לשונית: מערכת "דברי הכנסת"

ט"ו בתמוז תשס"ז

1 ביולי 2007

רקע

מסמך זה נכתב לבקש חברת הכנסת אסתרינה טרטמן, והוא עוסק בפלסטיק מתכלה. השימוש בפלסטיק מתכלה נחוץ משום שאנו משתמשים במוצרי פלסטיק רבים מאוד בחיי היום-יום, ורבים מהם נזרקים לאשפה זמן קצר לאחר השימוש בהם. פלסטיק הוא חומר המיוצר מנפט ועשוי מולקולות בעלות קשרים רבים. הדבר מקנה לו עמידות גבוהה, אך גם גורם לכך שהתפרקותו אטית ביותר ונמשכת מאות שנים.¹

בישראל נצרכים כ-500,000 טונות פלסטיק בשנה, ומהם כ-80,000 טונות הם אריזות (שקיות, בקבוקים, מכלים וכו').² חלק גדול מאריזות הפלסטיק מגיעות בסופו של דבר לאתרי סילוק פסולת. עם הזמן גדל הצורך למצוא פתרונות לזיהום הסביבה שנגרם ממוצרי פלסטיק, ובעיקר שקיות. אחד הפתרונות המוצעים כיום הוא גביית תשלום עבור אריזות פלסטיק, למשל שקיות פלסטיק במרכולים. פתרון נוסף הוא מעבר לשימוש בפלסטיק מתכלה.

פלסטיק מתכלה הוא פלסטיק שמתפרק בתוך כמה שבועות. היות שהפלסטיק המתכלה הוא מוצר חדש למדי, אין לו הגדרה מוסכמת, וכינוי זה משותף לכל סוגי הפלסטיק שתהליך התפרקותם מהיר.

סוגי פלסטיק מתכלה

פלסטיק מתכלה נחלק לשתי קבוצות עיקריות: פלסטיק שמתכלה באופן ביולוגי על-ידי מיקרו-אורגניזמים, המכונה גם "פלסטיק ביולוגי", ופלסטיק שמתפרק עקב חשיפה לאור או לחמצן.

1. פלסטיק ביולוגי

אין הגדרה מוסכמת לפלסטיק ביולוגי, היות שמדובר בחומר חדש למדי. לפי האיגוד האירופי לפלסטיק ביולוגי (European Bioplastics) יש לו שני מאפיינים: (1) בהכנתו שימשו חומרים מתחדשים, כלומר חומרים מן הצומח; (2) החומר מתכלה באופן ביולוגי (Biodegradable) ואפשר להופכו לזבל אורגני (Compostability).³ מאפיינים נוספים של פלסטיק ביולוגי הם שכל חלקיו משמשים מזון עבור מיקרואורגניזמים, או שהוא נטמע באופן מלא בסביבה, כלומר – הוא מתפרק למרכיבים ראשוניים כגון פחמן דו-חמצני ומים.⁴

רוב החומרים הנחשבים לפלסטיק ביולוגי עשויים מחומרים מתחדשים, כלומר מגידולים חקלאיים. הגידולים המשמשים לייצור פלסטיק ביולוגי הם תירס, סויה, קנה סוכר ועוד. הסוג הנפוץ ביותר של פלסטיק ביולוגי הוא (Poly Lactic Acid) PLA. חומר זה מיוצר על-ידי הפקת פולימרים מסוכר שמקורו

¹ Roger Angold, Principal Scientist, "Pyxis CSB" Ltd, "The Fate of Carbon From the Breakdown of Degradable Polyolefin Plastics: a Biologist's View", February 25th 2006, http://www.degradable.net/downloads/Pyxis_carbon_0206.pdf, entry date: June 25th 2007.

² אייל דקל, מזכיר איגוד הפלסטיקה, שיחת טלפון, 20 ביוני 2007.
³ אתר האיגוד האירופי לפלסטיק ביולוגי, <http://www.european-bioplastics.org/index.php?id=129>, תאריך כניסה: 25 ביוני 2007.

⁴ State of California (USA), Integrated Waste Management Board, "Contractor's Report to the Board: Performance Evaluation of Environmentally Degradable Plastic Packaging and Disposal Food Service Ware", Final Report, Draft, May 2007, <http://www.ciwmb.ca.gov/Plastic/Degradables/DraftMay07.doc>; ד"ר עמוס אופיר, סמנכ"ל מרכז הפלסטיקה והגומי לישראל ב"שנקר", שיחת טלפון, 25 ביוני 2007.

בצמחים. ה-PLA דומה בתכונותיו ל-PET (פוליאיתילן טרפתאלט – Polyethylene Terephthalate), החומר שממנו עשויים בקבוקי משקאות קלים, סיבי טקסטיל ועוד.⁵

יש כיום כמה חברות בעולם המייצרות פלסטיק ביולוגי, בהיקף של 200,000 עד 300,000 טונות בשנה.⁶ המוצרים העיקריים מפלסטיק ביולוגי שמוצרים לציבור: שקיות, כלי אוכל חד-פעמיים ואריזות מזון חד-פעמיות. בישראל משווקים מוצרים מפלסטיק ביולוגי בהיקף מצומצם ביותר. מאחר שהפלסטיק הביולוגי הוא חומר חדש למדי והוא אינו מיוצר בהיקף גדול, עלותו גבוהה למדי: מחירם של מוצרים מסוג זה גבוה ממחירם של מוצרי פלסטיק רגילים בשיעור של 30% עד 300%. מוצרי פלסטיק ביולוגי אינם מיוצרים כיום בארץ, אולם כמה חברות ישראליות בוחנות את התחום, וייתכן שבשנים הקרובות יחלו לייצר מוצרי פלסטיק ביולוגי בעצמן.⁷

2. פלסטיק מתכלה שאינו ביולוגי

פלסטיק זה הוא פלסטיק רגיל שמתפרק לאחר זמן קצוב. הפלסטיק המתכלה שאינו ביולוגי אינו מתפרק למרכיבים ראשוניים אלא לחלקיקים קטנים, ואינו נטמע בסביבה במלואו. פלסטיק מסוג זה מיוצר על-ידי הוספת תוסף כימי לתהליך הייצור של הפלסטיק הרגיל, המיוצר מנפט. התוסף גורם להחלשת הקשרים בתוך המולקולות של החומר, וכך מאפשר לו להתפרק בחשיפה לאור רב או לחמצן. משך קיומו של החומר עד התפרקותו תלוי בשיעור התוסף שבו, ולכן הוא בר-שליטה.⁸

פלסטיק מתכלה שאינו ביולוגי הוא בשימוש שנים אחדות, בעיקר בחקלאות. מחומר זה מיוצרות יריעות המונחות על האדמה לפרק זמן קצר. היריעות מאפשרות לקרני השמש להיבלע באדמה מצד אחד, ומונעות את פליטת החום מחוץ להן מצד שני, וכך האדמה מתחממת לטמפרטורה גבוהה ונמנעת התפתחות של חרקים ומזיקים. לאחר זמן מה הפלסטיק מתפורר ואפשר לעבד את האדמה. חקלאי המשתמש ביריעות פלסטיות מסוג זה יודע כמה זמן על האדמה להיות מכוסה, וכך יכול לבחור ביריעה מתאימה שתתפרק בתום הזמן הזה.⁹ החיסרון של יריעות מסוג זה הוא שהן אינן מתפרקות לחלוטין אלא מתפוררות למעין אבק. לכן, הן מוצאות בהדרגה מכלל שימוש.¹⁰

כיום יש סוגים חדשים של פלסטיק מתכלה שאינו ביולוגי, המיוצרים גם הם באמצעות הוספת תוסף כימי לפלסטיק. סוגים אלו אינם זקוקים לאור רב כדי להתפרק. פלסטיק מסוג זה משמש לייצור מוצרים כגון שקיות מצרכים ושקיות קניות. שקיות כאלה משמשות ברשתות מרכולים ביותר מ-35 מדינות בעולם.¹¹

⁵ Tillman U. Gerngross and Steven C. Slater, "How Green are Green Plastics?" *Scientific American*, August 2000.

⁶ אייל דקל, מזכיר איגוד הפלסטיקה, שיחת טלפון, 20 ביוני 2007.

⁷ יריב ספקטור, המייצג בישראל את SKUR ו-Natura, חברות בין-לאומיות בתחום הפלסטיק הביולוגי, שיחת טלפון, 25 ביוני 2007; אלי קטן, מנהל שיווק בחברת "פלסטופיל", שיחת טלפון, 21 ביוני 2007.

⁸ שם; ד"ר עמוס אופיר, סמנכ"ל מרכז הפלסטיקה והגומי לישראל ב"שנקר", שיחת טלפון, 25 ביוני 2007; המרכז לטכנולוגיה חינוכית, "אז מה אפשר לעשות עם מכלי המשקה לאחר השימוש?" אתר המרכז לטכנולוגיה חינוכית, <http://storage.cet.ac.il/SharvitNew/Storage/453802/230666.doc>, תאריך כניסה: 25 ביוני 2007.

⁹ אלי קטן, מנהל שיווק בחברת "פלסטופיל", שיחת טלפון, 21 ביוני 2007.

¹⁰ ד"ר עמוס אופיר, סמנכ"ל מרכז הפלסטיקה והגומי לישראל ב"שנקר", שיחת טלפון, 25 ביוני 2007.

¹¹ חברת EPI, המתמחה בייצור תוספים לפלסטיק מתכלה, אתר החברה,

נציין כי יש מחלוקת בין גורמים בענף הפלסטיק בשאלה אם פלסטיק מסוג זה אכן מתכלה למרכיבי הראשוניים או לא. על-פי העמדה המובאת באתר חברת EPI, המתמחה בייצור תוספים לפלסטיק מתכלה, הפלסטיק הזה מתפרק למרכיבים ראשוניים כאשר מדובר בשקיות אשפה ובשקיות קניות, משום שהאריזה דקה מאוד.¹² לעומת זאת, האיגוד האירופי לפלסטיק ביולוגי מזהיר מפני חומרים המבוססים על תוספים ומתיימרים להחזיק בתכונות של התפרקות למרכיבים ראשוניים אף על פי שאינם כאלה.¹³ מחירו של פלסטיק מתכלה המיוצר על-ידי הכנסת תוספים לפלסטיק הרגיל בתהליך ייצורו גבוה ב-20%-10% מזה של פלסטיק רגיל.¹⁴

חסרונות השימוש בפלסטיק מתכלה

לבד מהיתרונות הברורים הגלומים בשימוש בפלסטיק מתכלה, ובהם הפחתת זיהום הסביבה והאפשרות לעשות שימוש חוזר באריזות פלסטיק על-ידי הפיכתן לזבל אורגני, יש כמה חסרונות לשימוש בו:

זיהום הסביבה בחלקיקי פלסטיק

זיהום זה נוצר מפלסטיק מתכלה שאינו ביולוגי. הפלסטיק מתפרק לחלקיקי פלסטיק קטנים, כעין אבקה, המתפזרים ברוח ומזהמים את הסביבה ואת מי התהום. תופעה זו מאפיינת בעיקר יריעות פלסטיק מתכלה באור המשמשות בחקלאות, ולכן כיום כמעט לא משתמשים ביריעות כאלה.¹⁵

פליטת גזי חממה

פלסטיק ביולוגי מתפרק למרכיבי הראשוניים, כגון מים ופחמן דו-חמצני. הפחמן הדו-חמצני הוא גז שהימצאותו באטמוספירה גורמת ליצירת אפקט החממה ולהתחממות העולמית. לפיכך, אפשר לצפות ששימוש מוגבר במוצרי פלסטיק ביולוגי יוסיף במידת-מה לפליטת הפחמן הדו-חמצני לאוויר. עם זאת, מכיוון שלא נעשה מיחזור של כלל מוצרי הפלסטיק, נראה שהנזק שייגרם משחרור של פחמן דו-חמצני לאטמוספירה עקב התפרקות פלסטיק ביולוגי קטן מהנזק שגורמת לסביבה פסולת פלסטיק שאינו מתכלה.¹⁶

צריכת אנרגיה

תהליך הייצור של חלק מסוגי הפלסטיק המופקים ממקורות מתחדשים צורך אנרגיה רבה, לעתים רבה מזו הדרושה לייצור פלסטיק מתוצרי נפט. ההערכה היא שייצור קילוגרם אחד של פלסטיק מסוג PLA צורך 50% יותר מהדרוש לייצור קילוגרם אחד של פלסטיק מסוג PET, אך 40% פחות מהדרוש לייצור קילוגרם אחד של ניילון.¹⁷ יש להדגיש שנתונים אלו מבוססים על מחקר שנעשה לפני כשבע שנים, כאשר ייצור פלסטיק ביולוגי מגידולים חקלאיים היה בראשיתו. PLA הוא החומר הנפוץ ביותר בתחום

¹² שם. <http://www.epi-global.com/en/epi/aboutepi.htm>, תאריך כניסה: 25 ביוני 2007.

¹³ אתר האיגוד האירופי לפלסטיק ביולוגי, <http://www.european-bioplastics.org/index.php?id=162>, תאריך כניסה: 26 ביוני 2007.

¹⁴ אשל סגל, מנהל המועצה לישראל יפה, ומירב ניר, מנהלת שיווק וגיוס משאבים במועצה לישראל יפה, פגישה, 24 ביוני 2007; אלי קטן, מנהל שיווק בחברת "פלסטופיל", שיחת טלפון, 21 ביוני 2007.

¹⁵ ד"ר עמוס אופיר, סמנכ"ל מרכז הפלסטיקה והגומי לישראל ב"שנקר", שיחת טלפון, 25 ביוני 2007.

¹⁶ ראה הערה 1.

¹⁷ Tillman U. Gerngross and Steven C. Slater, "How Green are Green Plastics?" *Scientific American*, August 2000.

הפלסטיק העשוי ממקורות מתחדשים, אולם כיום יש חומרים אחרים שתהליך הייצור שלהם חסכוני באנרגיה לעומת תהליך הייצור של חומר זה, וגם של פלסטיק רגיל.¹⁸ נוסף על כך יש להביא בחשבון את האנרגיה הנצרכת בעת מיחזור מוצרי פלסטיק רגיל, אנרגיה שאינה נדרשת לטיפול במוצרי פלסטיק מתכלה.

פגיעה במוצרי פלסטיק ממוחזר. בארץ יש תעשיית מיחזור שמייצרת מוצרי פלסטיק מאריזות פלסטיק ישנות. המוצרים המופקים בתעשייה זו הם בדרך כלל בעלי עמידות גבוהה (למשל צינורות). **אם ייכנסו לקווי המיחזור מוצרי פלסטיק מתכלה**, הם עשויים לפגום בטיב המוצר הסופי. למשל, צינור פלסטיק שחלק מהחומר שממנו הוא עשוי מתכלה יתחיל להתפרק בתוך האדמה לאחר פרק זמן קצר ולא ימלא את ייעודו.¹⁹ כיום הסיכוי שהדבר יקרה נמוך ביותר משום שחומר הגלם המשמש בתעשיית מיחזור הפלסטיק מגיע על-פי רוב מאריזות תעשייתיות, ולא מאריזות ביתיות. ואולם, אם השימוש במוצרי פלסטיק מתכלה יתרחב, הם עלולים לחדור לתעשיית מיחזור הפלסטיק.

תקנים לפלסטיק מתכלה

בעולם יש היום כמה תקנים שמגדירים פלסטיק מתכלה וקובעים אם הוא נחשב לפלסטיק ביולוגי. **הארגון העולמי לסטנדרטים (ISO).** הארגון קבע את התקן ISO 14855-1999, שנועד לקבוע אם חומרים של פלסטיק ביולוגי מתכלים לחלוטין בתהליכים שבהם יוצרים זבל אורגני (קומפוסט).²⁰ **האיחוד האירופי.** באיחוד האירופי נקבע התקן EN 13432, המגדיר את תכונותיו של פלסטיק ביולוגי. התקן עומד בתנאים של התקן העולמי, והוא כולל כמה מבחנים לפלסטיק ביולוגי:²¹

- בדיקה כימית שבודקת אם החומר עומד בתנאי תכולה מרבית של מתכות כבדות;
- התכלות ביולוגית בנוזלים: לפחות 90% מהחומר האורגני צריך להפוך לפחמן דו-חמצני בתוך שישה חודשים;
- התכלות בתוך זבל אורגני: לאחר שלושה חודשים של תהליך הפיכה לזבל אורגני (composting) צריך שלא יישארו יותר מ-10% מהמאסה המקורית של החומר לאחר ניפוי במסננת בעלת חורים שקוטרם שני מילימטרים;
- בדיקת השפעתו של הפלסטיק על תהליך ההפיכה לזבל אורגני במתקנים תעשייתיים או תעשייתיים למחצה כדי לוודא שאין לו שום השפעה שלילית;
- בחינה של השפעת הזבל האורגני על גידולים חקלאיים כדי לוודא שאינו רעיל.

¹⁸ ד"ר עמוס אופיר, סמנכ"ל מרכז הפלסטיקה והגומי לישראל ב"שנקר", שיחת טלפון, 1 ביולי 2007.
¹⁹ עוזי קלברמן, מנכ"ל "אביב תעשיות מחזור", שיחת טלפון, 24 ביוני 2007; רענן עוז, מנהל "אמניר פלסטיק", שיחת טלפון, 24 ביוני 2007.

²⁰ אתר הארגון העולמי לסטנדרטים (ISO),
<http://www.iso.org/iso/en/commcentre/isofocus/isoupdate/pdf/september05.pdf>, תאריך כניסה: 27 ביוני 2007.
²¹ אתר האיגוד האירופי לפלסטיק ביולוגי, <http://www.european-bioplastics.org/index.php?id=158>, תאריך כניסה: 1 ביולי 2007.

ארצות-הברית. בארה"ב נקבע התקן ASTM 6400. לפי תקן זה, חומר פלסטי ייחשב לביולוגי אם 60% מהפחמן האורגני שבו הופך לפחמן דו-חמצני בתוך 180 יום.²²

שילוב פלסטיק מתכלה במערכת כוללת לשמירה על הסביבה

יתרונו הגדול של הפלסטיק המתכלה הוא שהוא חוזר למחזור החיים בטבע, ולא שוהה באדמה מאות שנים. עם זאת, התועלת של הפלסטיק המתכלה תהיה קטנה למדי אם מוצרים מן החומר הזה ייטמנו באדמה באתרי הטמנת אשפה. כמו חומרים אורגניים אחרים, דרושה לפלסטיק מתכלה חשיפה לחמצן, לאור או לחום כדי שיתכלה. במטמנות אשפה התנאים א-אירוביים, ולכן התפרקותו של הפלסטיק בהם תהיה אטית מאוד. נוסף על כך התפרקות הפלסטיק גורמת לשחרור גז מתאן, שהוא אחד מגזי החממה.²³

בתקנים הקיימים היום בעולם מושם דגש על ההתפרקות הביולוגית של הפלסטיק, כלומר התפרקות למרכיבים ראשוניים והיטמעות מלאה בטבע. כדי להפיק את המרב מפלסטיק מתכלה יש להבטיח שמוצריו יגיעו לאחר השימוש למתקנים ליצירת זבל אורגני. יצירת זבל אורגני נעשית באופן מזורז במתקנים תעשייתיים או ביתיים. בישראל יש מתקן תעשייתי אחד לייצור זבל אורגני, סמוך לעכו. המשרד להגנת הסביבה סייע בעבר ל-85 רשויות מקומיות לרכוש קומפוסטרים כדי שיימכרו לציבור הרחב. כיום סיוע זה אינו ניתן, והמשרד מפנה אנשים המבקשים לרכוש קומפוסטר ביתי לספקים מתוך רשימה של ספקים פרטיים.²⁴

כדי שמוצרי פלסטיק ביולוגי ייכנסו לתהליך קומפוסטציה יש להבדיל בינם לבין מוצרי פלסטיק רגיל ולהפריד בינם לבין האשפה שאינה אורגנית. לשם כך יש צורך בסימון ברור של מוצרים אלו ובאמצעים יעילים למיון אשפה (כגון פחים בעלי כמה תאים).

²² State of California (USA), Integrated Waste Management Board, "Contractor's Report to the Board: Performance Evaluation of Environmentally Degradable Plastic Packaging and Disposal Food Service Ware", Final Report, Draft, May 2007, <http://www.ciwmb.ca.gov/Plastic/Degradables/DraftMay07.doc>.

²³ עוזי קלברמן, מנכ"ל "אביב תעשיות מחזור", שיחת טלפון, 24 ביוני 2007.

²⁴ אתר המשרד להגנת הסביבה,

[http://www.environment.gov.il/Enviroment/bin/en.jsp?enPage=BlankPage&enDisplay=view&enDispWhat=Z](http://www.environment.gov.il/Enviroment/bin/en.jsp?enPage=BlankPage&enDisplay=view&enDispWhat=Zone&enDispWho=home_compost&enZone=home_compost)
one&enDispWho=home_compost&enZone=home_compost תאריך כניסה: 27 ביוני 2007.

מקורות

מאמרים

- Roger Angold, Principal Scientist, "Pyxis CSB" Ltd, "The Fate of Carbon from the Breakdown of Degradable Polyolefin Plastics: a Biologist's View", February 25th 2006, http://www.degradable.net/downloads/Pyxis_carbon_0206.pdf/
- State of California (USA), Integrated Waste Management Board, "Contractor's Report to the Board: Performance Evaluation of Environmentally Degradable Plastic Packaging and Disposal Food Service Ware", Final Report, Draft, May 2007, <http://www.ciwmb.ca.gov/Plastic/Degradables/DraftMay07.doc>.
- Tillman U. Gerngross and Steven C. Slater, "How Green are Green Plastics?" *Scientific American*, August 2000.

פגישות ושיחות טלפון

- אופיר עמוס, סמנכ"ל מרכז הפלסטיקה והגומי לישראל ב"שנקר", שיחות טלפון, 25 ביוני ו-1 ביולי 2007.
- דקל אייל, מזכיר איגוד הפלסטיקה, שיחת טלפון, 20 ביוני 2007.
- סגל אשל, מנהל המועצה לישראל יפה, וניר מירב, מנהלת שיווק וגיוס משאבים במועצה לישראל יפה, פגישה, 24 ביוני 2007.
- ספקטור יריב, נציגן בישראל של SKUR ו-Natura, חברות בין-לאומיות בתחום הפלסטיק הביולוגי, שיחת טלפון, 25 ביוני 2007.
- עוז רענן, מנהל "אמניר פלסטיק", שיחת טלפון, 24 ביוני 2007.
- קטן אלי, מנהל שיווק בחברת "פלסטופיל", שיחת טלפון, 21 ביוני 2007.
- קלברמן עוזי, מנכ"ל "אביב תעשיות מחזור", שיחת טלפון, 24 ביוני 2007.

אתרי אינטרנט

- האיגוד האירופי לפלסטיק ביולוגי, <http://www.european-bioplastics.org/index.php?id=129>, תאריך כניסה: 25 ביוני 2007.
- המרכז לטכנולוגיה חינוכית, "אז מה אפשר לעשות עם מכלי המשקה לאחר השימוש?" <http://storage.cet.ac.il/SharvitNew/Storage/453802/230666.doc>, תאריך כניסה: 25 ביוני 2007.
- אתר חברת EPI, המתמחה בייצור תוספים לפלסטיק מתכלה, <http://www.epi-global.com/en/epi/aboutepi.htm>, תאריך כניסה: 25 ביוני 2007.

• אתר הארגון העולמי לסטנדרטים (ISO), <http://www.iso.org/iso/en/commcentre/isofocus/>,
[isoupdate/pdf/september05.pdf](http://www.iso.org/iso/en/commcentre/isofocus/isoupdate/pdf/september05.pdf), תאריך כניסה: 27 ביוני 2007.

• אתר המשרד להגנת הסביבה, http://www.environment.gov.il/Enviroment/bin/en.jsp?enPage=BlankPage&enDisplay=view&enDispWhat=Zone&enDispWho=home_compost&enZone=home_compost, תאריך כניסה: 27 ביוני 2007.

