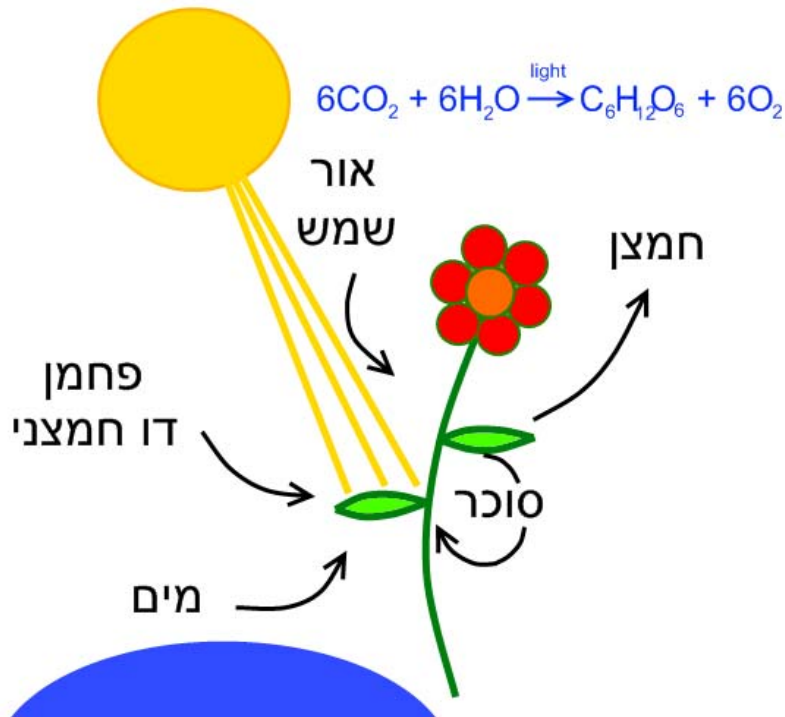


דלקים ביולוגיים עשויים לשחק תפקיד חשוב בעצמאות האנרגטית של מדינת ישראל והעולם בעתיד הקרוב. כדאי שנבין על מה מדובר והאם אנו צפויים להתחיל לתדלק באלכוהול בעתיד הקרוב.

### מאת לאון מינץ

מאגרי הנפט העולמיים הולכים ומיתדלדלים, והמין האנושי מחפש דרכים חלופיות לרתימת אנרגיה לצרכיו. כפי שהדבר נראה כעת עלינו לנצל בחוכמה את כל סוגי האנרגיה המתחדשת שיש סביבנו: אור-שמש, רוח, חום, זרימת מים וכו', על מנת שנוכל להמעיט בצורה משמעותית את תצרוכת הנפט שלנו ואולי אף לזנוח לחלוטין את השימוש בדלקים שמקורם בנפט. הדלקים הביולוגיים יכולים לשחק תפקיד חשוב בעצמאות אנרגטית זו שלנו.

בניגוד לדלקים הכימיים הנפוצים, כגון דלקים שמקורם בנפט ופחם (דלקים מאובנים – fossil fuels), "דלק ביולוגי" הוא דלק שמקורו בחומר אורגני "טרי" (ביומסה). בתהליך הפוטוסינתזה, אחד התהליכים החשובים המתרחשים בצמחים, אור השמש משמש להמרת פחמן דו-חמצני ומים לחמצן וסוכר. מפעלים המייצרים דלק ביולוגי מתסיסים את הסוכר ומפיקים ממנו כהלים שונים, והעיקרי מבניהם הוא האתנול. האתנול יכול לשמש כדלק בפני עצמו או שניתן לדלל באמצעותו דלקים רגילים.



תהליך הפוטוסינתזה - הצמח ממיר, בעזרת אור השמש, פחמן דו-חמצני ומים לסוכר וחמצן

לדלק הביולוגי כמה יתרונות ברורים על פני המתחרים: ניתן לגידולו/או ייצור עצמאי, כולל בתוכו חלק מהחמצן הדרוש לבעירתו, נטול גופרית, בעל פליטות CO<sub>2</sub> מופחתות, בעל פליטות מזהמים מופחתות, ולא פחות חשוב – מתחדש: את הדלק הביולוגי ניתן להפיק מתוך גידולי קרקע מתחדשים או ע"י שימוש חוזר בחומרים קיימים, בעוד שמאגרי הדלק המאובנים נחצבים בקצב הרבה יותר גבוה מקצב הייצור הטבעי שלהם, וכאמור צפויים לאזול בעתיד הקרוב.

היבט חשוב נוסף של הדלקים הביולוגיים בפרט, ושל הדלקים החלופיים בכלל, למדינת ישראל הוא השאיפה לעצמאות אנרגטית מדינית. זניחה הדרגתית של

הדלקים המאובנים תביא לשינוי משמעותי של המפה הפוליטית. מכון מחקר למדיניות לאומית **מוסד שמואל נאמן**, פירסם מאמר על הפקת אתנול בעולם ובישראל, בו מנתחים החוקרים את כדאיות ייצור הדלקים הביולוגיים בהווה ובעתיד. בכללית מחולקים תהליכי הייצור של הדלקים הביולוגיים ל"דורות" על פי היעילות הכלכלית והאנרגטית, על פי מקור הדלק ועל פי טכנולוגיית הייצור. חלוקה זו מקלה על ניתוח הביקורת המצויה במחקר על כדאיות השימוש בדלקים ביולוגיים.

### דלקים ביולוגיים מהדור הראשון



תירס - אחד מחמרי הגלם מהם מפיקים אלכוהול המשמש כדלק מאת Ashlyak ויקיפדיה

דלקים ביולוגיים מ"הדור הראשון" הם דלקים המופקים בשיטות קונבנציונליות מחומרי גלם, לרוב מגידולים חקלאיים שהיו אחרת משמשים למאכל, לדוגמה: תירס, דוחן, ועץ משמשים להפקת אתנול; סויה, חמניה, זרעי כותנה, קוקוס ואף שומן מן החי משמשים להפקת ביודיזל.

לשימוש בדלקים המופקים ישירות מחומרי גלם יש מספר חסרונות. החיסרון העיקרי הוא שייצורם בטכנולוגיה של היום אינו כדאי כלכלית ואנרגטית: תהליך הייצור יקר יותר מההכנסות ממכירת הדלק המופק וככל הנראה צורך יותר אנרגיה (המופקת בתהליך תוך שימוש בדלקים מאובנים) מערך האנרגיה המתקבלת בתהליך (המחקרים חלוקים בתוצאותיהם לגבי הכדאיות האנרגטית: מחקר מ-2005 מראה מאזן אנרגטי שלילי [פימנטל, 2005] ומחקר מ-2006 [פארל, 2006] טוען שהמאזן בכל זאת חיובי). בכל מקרה אי כדאיות זו אינה הבעייה היחידה של תהליכי הייצור של דלקים ביולוגיים מהדור הראשון ויש לזכור גם את שטחי הגידול העצומים שנדרשים לגידולם. לדוגמה, על מנת לספק את כל צריכת האנרגיה של ארה"ב נדרש שטח חקלאי של 107 דונם לאדם. [גימפיטרו, 1997].

לכן המליצו חוקרי מוסד שמואל נאמן כי כלל לא כדאי להפיק בישראל דלקים ביולוגיים ישירות מחומרי גלם.

בארה"ב, לעומת זאת, עקב סבסוד ממשלתי להפקת ביודלק [פימנטל, 2005], כבר ב-2005 ייצרו כ-15 מיליון מ"ק של אתנול מגרעיני תירס (2% מצריכת הדלק של ארה"ב), והכמויות רק הולכות וגדלות. מצד אחד, נוצר מצב שבו משלם המסים האמריקאי מכסה את ההפסדים של כל התעשייה העצומה הזאת, שנועדה כביכול למאזן שלילי מלכתחילה; מצד שני, מדובר בצעד חלוצי שמפתח את תעשיית הביו-דלק, מכשיר את הקרקע (תרתני משמע) לקליטת דלק חדש בתעשיית ההנעה, תוך שיפור מתמיד, בדרך אל דלקים ביולוגיים מן הדור השני.

### דלקים ביולוגיים מהדור השני



אשפה - מקור אפשרי לדלק ביולוגי, מאת S Muller ויקימדיה

דלקי דור שני מוגדרים בתור דלקים המופקים מחומרים שאינם חומרי גלם בתעשיית המזון. במקרה של ביודיזל מדובר באצות, ובמקרה של אתנול מדובר בתאית ועצן (גוף האדם אינו מסוגל לעכל תאית) ובפרט בפסולת (בעיקר עירונית – חומר אורגני ומוצרי נייר). באופן טבעי, הפקת הדלק במקרה זה מורכבת יותר מאשר בדלקים של הדור הראשון. נמצא כי האתנול הוא הדלק הביולוגי הבשל ביותר כיום לשימוש בתור דלק מהדור השני [פארל, 2006]. כלומר במקום לגרום לביקוש באנרגיה להתחרות על שטחי הגידול הזמינים למאכל, האתנול הביולוגי יופק, בין השאר, מהפסולת הישירה והעקיפה של תעשיית החקלאות – גבעולי תירס, **מיסקנתוס**, שבבי עצן, נסורת וכו'. בעוד שרק אחוז קטן ממשקל כל צמח עובר לתעשיית המזון, השימוש בשאר המשקל הלא מנוצל של כל צמח צפוי להכפיל את תפוקת האתנול התאורטית ולהקטין את שטחי הגידול הדרושים ליחידת אנרגיה (עד טון אתנול לדונם). שימוש בתערובות של אתנול מתאית עם דלקים מאובנים תפחית באופן

משמעותי את פליטות ה- $CO_2$  בהשוואה לאתנול מהדור הראשון, ושימוש באתנול מהדור השני בלבד (ללא עירבוב עם דלק מאובן) תפחית את פליטות ה- $CO_2$  עד 90% [איילון 2008]. המכון למחקר מדיניות לאומית טוען כי ישראל תוכל לייצר אתנול בשיעור של עד 10% מצריכת הדלק הלאומית, בהנחה שתהליכי הייצור יעילים. וכאן טמון הפער: הטכנולוגיה הקיימת כיום לייצור דלקים ביולוגיים מהדור השני אינה כלכלית, ובמיוחד במדינות בהן אין סבסוד ממשלתי, כך שעדיין דרושה פריצת דרך מדעית כדי להפוך את ייצור הדלק הביולוגי לכלכלי בקנה מידה תעשייתי. [איילון 2008]

### שימושים

לרוב, צפיפות האנרגיה ליחידת מסה של דלקים ביולוגיים קטנה יותר מזו של דלקים מאובנים. המשמעות היא שעם מילוי מיכל מלא בדלק מאובן נגיע רחוק יותר מאשר עם מילוי אותו המיכל בדלק ביולוגי. בהתחשב בכל הגורמים, תערובות שונות של דלק ביולוגי עם דלק מאובן מתאימות למקרים שונים. תערובת האתנול הנפוצה ביותר לתחבורה קרקעית בברזיל היא E25 ומעלה (תערובת של 25% אתנול עם 75% דלק שמקורו בנפט), ו



מכונית saab המונעת בדלק ביולוגי בריכוז 85% מאת Eigenes Werk ויקיפדיה



אוטובוס המונע ע"י ביודיזל המופק מפולי סויה. משרד האנרגיה של ארה"ב, מתוך ויקיפדיה.

בארה"ב נפוצות התערובות E10 ו-E85. יחד עם זאת, שימוש נרחב באתנול במנוע בעירה פנימית אינו רצוי, מכיוון ששריפתו מלווה בפליטה יחסית גבוהה של פורמלדהיד, חומר שבריכוז מסוים מתחיל להיות מסוכן לכל היונקים.

תערובת הביודיזל הנפוצה ביותר לתחבורה אווירית היא B20, מכיוון שבריכוזים של 20% ומטה ניתן להשתמש במנועים הקיימים ללא שינוי, ובניגוד לאתנול, פליטות פורמלדהיד מופיעות רק כאשר הדלק נדחס בלחץ גבוה למדי [ציביסט, 2006].

## לסיכום

לתעשיית הדלקים קיים פוטנציאל פוליטי, כלכלי וסביבתי רב. אז עד שימצאו תחנה גיאותרמית ניידת או פאנלים סולריים שקולטים אור ומייצרים אנרגייה גם בלילה (רמז: זה לא יקרה בקרוב), הדלק הביולוגי יניע (תרתי משמע) מחקר רב.