

לתדלק בשמן לטיגון פלאפל או להזרים למנוע פסולת מעובדת - התחליפים הזולים לנוזל השחור

14.3.2010 | 13:52 מאת שוקי שדה



ריח הצ'יפס מהמנוע אובן ארביב, חבר קיבוץ צבעון שבצפון, מזין את המכונת שלו ב-100% ביו-דיזל העשוי משמן ומשמש תחליף לסולר שמקורו בנפט. מדובר בחזרה למקורות: מנוע הדיזל הראשון שהומצא בסוף המאה ה-19 הופעל בשמן בוטנים. מנגד, השמן שבמכונת של ארביב מקורו בדוכני שווארמות ופלאפל או בחדרי אוכל גדולים. "אני מקבל הרבה תגובות על ריח הצ'יפס העולה מהמנוע", הוא אומר. ארביב משלם 1-2 שקלים פחות לליטר לעומת העלות של דלק בתחנות. כשייצר ביו-דיזל לשימוש עצמי בביתו, שילם פחות באופן משמעותי, אך נאלץ להפסיק מפתא חוסר זמן.

כיום מעדיף ארביב לקנות את הביו-דיזל מחברת גרין-בי. באמצעות קבלני משנה, אוספת החברה שמנים מעשרות דוכני מזון, ממטבחים מוסדיים ומפעלים לייצור מזון.

את הביו-דיזל מוכרת החברה בעיקר למפיצי סולר קטנים המוכרים אותו ללקוחות פרטיים. לדברי מנכ"ל גרין-בי, דיוויד מסבקר, שוק הקונים והמוכרים של הביו-דיזל בישראל הוא קטן וזניח ורחוק מלמצות את הפוטנציאל שלו. הוא עוסק בכך כשילוב שבין אידאולוגיה לכלכלה ועסקים. "רוב החברות בתחום הביו-דיזל בישראל הן די קייקוניות", הוא אומר. "בתי הזיקוק מייבאים ביו-דיזל מארה"ב. המחיר שם נמוך יותר, כי הממשלה מסבסדת את הגידול החקלאי ואת הייצור התעשייתי שלו. במצב הזה, אין תמריץ לקנות ממני ביו-דיזל וגם אין לחברות גדולות תמריץ להיכנס לייצור".

לדברי אייל ביגר, מייסד עמותת "יוזמת האנרגיה הטובה" ומחלוצי השימוש בביו-דיזל, בישראל מיוצרים כיום רק 220 אלף ליטר ביו-דיזל ביום, כ-2.5% מסך השימוש בו. הביו-דיזל מיוצר בשלושה מפעלים ועל ידי מאות יצרנים, העושים זאת בבית. את חלקם הגדול לימד ביגר בעצמו. "כל מי שיש לו חצר בגודל של 4X4 מטרים וכמה כלי עבודה חיוניים, יכול להתקין מתקן לייצור ביו-דיזל", הוא אומר.

מפעל נוסף המייצר ביו-דיזל נמצא בקיבוץ כרמיה ושייך לחברת בינול מפארק המדע ברחובות. לדברי המנכ"ל, שלמה זק, המפעל קונה שמן גולמי מספקים גדולים ויש לו טכנולוגיה המאפשרת ייצור ביו-דיזל בכמות הגדולה פי ארבעה לעומת מפעלים אחרים בחו"ל. החברה מחכה שתיכנס לתוקפה החלטת הממשלה מינואר 2008, לפיה 5% מכל הסולר הנמכר בישראל יהיה ביו-דיזל. כשזה יקרה, אומר זק, המפעל יוכל לייצר 20%-50% מהכמות שתסופק בשוק, דבר שצפוי להניב הכנסה של 100 מיליון שקל לחברה שלו.

להפוך זבל לאתנול



תחליף הדלק המוכר ביותר הוא אתנול, המיוצר מקני תירס ומקני סוכר. הנסיקה במחירי האתנול החלה באמצע העשור האחרון, במקביל לעליית מחירי הנפט. ארה"ב החלה להעניק סובסידיות למגדלי תירס, שהרוויחו הון מעליית מחירי המזון. ואולם דווקא בברזיל השימוש באתנול הוא הוותיק והנפוץ ביותר. כבר מאמצע שנות ה-70, בעקבות משבר הנפט העולמי, נקבעה מדיניות שמטרתה לנתק את תלות המדינה



בנפט. המכוניות במדינה הן מתוצרת ברזיל וקיים בהן מנגנון שבו אפשר לערבב דלק ואתנול. צריכת הדלק במדינה כמעט שווה: 49% דלק ו-51% אתנול.

אלא שפתרון זה אינו מתאים לכלל המדינות, בעיקר בשל אחד החסרונות הגדולים של האתנול: טמפרטורת קיפאון נמוכה. האתנול קופא בטמפרטורה שבין 1- ל-5- מעלות צלזיוס, דבר ששולל את האפשרות להשתמש בו במדינות הצפון בחורף. חיסרון קריטי יותר הוא העלייה במחירי המזון, הנגרמת מהגידול המסיבי של תירס ושל סוכר לצורכי דלק ולא לצורכי מאכל. בשל כך, מקובל כיום בקהילת המדענים לדבר על "דור שני" של גידול אתנול, העשוי משמן אצות (שנקודת הקיפאון שלו היא 60-), או מפסולת ביתית.

"אין פתרון קסם לתחליפי הדלק. הפתרון מורכב מפאזל של דברים, קצת מזה וקצת מזה", אומרת **"ד"ר אופירה איילון ממכון שמואל נאמן** בטכניון. הפתרון המעניין ביותר הוא הפיכת הזבל הביתי לאנרגיה. מדובר בעיקר בפסולת רטובה - שיירי פירות וירקות, גזם של עצים, קש. חיידקים או אנזימים מפרקים את החומר שבפסולת הנקרא חומר צלוליטי או חומר תאי, ולאחר הפירוק מתקבל החומר שממנו אפשר להפיק דלק. "זה מצב של win-win", מסבירה איילון. "880 טונה יכולים לספק 10% מתצרוכת הדלק העתידית של ישראל עד 2025. כבר כיום יש לנו מספיק פסולת לייצר 10%".

תהליך הפיכת זבל לאנרגיה נעשה כבר כיום בפארק אריאל שרון - "חירייה". כיום פועלים בשטח כמה מיזמים בתחום האנרגיה הירוקה. אחד מהם הוא מתקן המעבד את הפסולת במקום והופך אותה לגז מתאן, ממנו מיוצר החשמל שמספק את התאורה בפארק. "אם היתה להם כמות גדולה יותר, הם היו יכולים למכור את זה לרשת החשמל", אומרת איילון. "בנוגע לדלק, זה יהיה ישים כשבכל בית תהיה הפרדת פסולת לחומר אורגני רטוב ולחומר יבש. לישראל, שבה צורכים הרבה פירות וירקות, יש יתרון בתחום זה".

אצים אל האצות



בשנים האחרונות נהפכה האצה, צמח מים שאנחנו מכירים בעיקר מהסושי, למושא תקוותם של מדענים ומדינאים להצלת העולם מהתלות בנפט. את השומנים שבאצה אפשר להפוך לביו-דיזל המחליף סולר, ואילו את הסוכרים - לאתנול, תחליף לדלק. אפשר לייצר מאצות מיליארדי ליטרים של דלק, אלא שהדרך ארוכה. בינתיים משמשת האצה כחומר גלם לתעשיית תוספי המזון והקוסמטיקה.

בקיבוץ קטורה שבערבה מגדלת אלגטק אצות ליצוא. המפעל בנוי מ-170 ק"מ של

צינורות זכוכית, שמשמשים אינקובטורים ונהנים מהשמש המדברית. עד לפני שנה היתה החברה מעורבת במיזם שמטרתו לבחון הפיכת אצות לדלק, אך הפרויקט הוקפא. "אנו מחפשים שותף אסטרטגי", אומר אסף איילון, סמנכ"ל הפיתוח העסקי. "מדובר בגידול יעיל, אבל יקר. כרגע, עיבוד אצות לביו-דיזל הוא בגדר באזז בלבד. רוב הפרופוסורים שעוסקים בגידול אצות לא מאמינים בזה, כי עדיין אין פתרון שיהפוך דלק מאצות למסחרי".

בחברת סימביוטיק אופטימיים יותר. סיוור במתקני החברה, הנמצאת בשטח תחנת הכוח של חברת החשמל באשקלון, מדגים את הקואליציות המוזרות שנוצרות במרוץ לפיתוח דלק חלופי. בתוך הנוף התעשייתי מסתתרת חווה חקלאית קטנה, דונם גודלה, שבה עובדים 7 אנשים. החווה נמצאת מתחת לארובת הבטון הענקית, שהיא הארובה הנקייה ביותר בישראל, בזכות מתקן המפריד בין הגזים הרעילים לבין הפחמן הדו-חמצני. באמצעות צינור מועבר הפחמן הדו-חמצני לבריכות של סימביוטיק, ומעשיר את כמות האצות שבה פי מיליון לעומת אצות הגדלות בים. "זאת תעשייה בתולית. אפשר לספור בשתי ידיים את האנשים שמבינים בזה. למזלנו, הצלחנו לרכז קבוצה של מומחים שהתנסו בגידול אצות גם מבחינה מסחרית", אומר נעם מנצל, סמנכ"ל פיתוח עסקי של החברה.

ייבוש האצות מתבצע בתוך קרוואן שבו נמצאת צנטריפוגה ההופכת את המים לבוץ. מכונת ייבוש מעבדת את הבוץ לאבקה ירוקה, שממנה מיוצרים תוספי המזון. הצנטריפוגה עולה 70 אלף יורו ומכונת הייבוש - 90 אלף יורו. כדי לגדל אצות באופן

מסחרי לדלק נדרש שטח בן כ-100 אלף דונם והשקעה של 6 מיליארד דולר, בהנחה שתהליך הייבוש יעשה באותו האופן שבו הוא נעשה באשקלון. אלא שכיום, תהליך זה אינו יעיל מספיק ולפיכך כרוך לא רק בהוצאה כספית עצומה, אלא גם בהוצאת אנרגיה הגבוהה מהאנרגיה שתיחסך. כדי שהייצור יהיה כלכלי, נדרשת השקעה של פחות מ-2,000 דולר לטונה חומר יבש, או פחות מ-20 סנט לליטר ביו-דיזל.

"בכל העולם עובדים כדי להוזיל את ייבוש האצה", אומר מנצל. "להערכתי, בתוך 5-10 שנים יתאפשר ייצור מסחרי של דלק מאצות". לדברי ד"ר יצחק ברזין, יזם וראש המכון למדיניות אנרגיה חלופית במרכז הבינתחומי הרצליה, "כשיהיה מודל אחד, הוא יועתק בכל העולם. העולם ישתנה. בכל מקום שבו יש שטחים גדולים, גישה לים וכוח עבודה זול, יוקמו חוות לגידול אצות".

לדבריו, תקנות לשימוש בביו-דיזל באירופה ובארצות הברית משמשות כזרז לתהליך. "נוצר פה שוק ענק", אומר ברזין. "התחליפים לא מתחרים במחיר הדלק, אלא במחיר הדלק כולל הקנס שישלמו מי שלא יעמדו בתקנות".

קיקיון בלתי קיקיוני



צמח נוסף הנחשב ללהיט בשוק הביו-דיזל העולמי, שהיקפו 11 מיליארד ליטר (בין 2%-3% מצריכת הסולר העולמית), הוא הקיקיון, שמוזכר עוד בתנ"ך. במשך שנים היה זה צמח בר מדברי שלחקלאות לא היה בו עניין. הדבר השתנה בעקבות עליית מחירי הנפט. הפרי אמנם רעיל, אך מכיל 40%-50% שמן שממנו אפשר להפיק ביו-דיזל.

חברת אבג'ון עמלה בימים אלה על פיתוח זנים משופרים של קיקיון שיניבו יבול רב שאותו אפשר יהיה לקצור באופן ממוכן.

החברה כבר התקשרה עם שתי חברות, בדרום טקסס ובצפון-מזרח ברזיל, והיא מתכוונת לגדל קיקיון בקנה מידה מסחרי. "זה צמח עם עמידות לתנאי יבש. היעד שלנו הוא יבול של 4-5 מיליון טונה להקטר, המקבילים ל-45 דולר לחבית נפט. אם תוצאות הניסויים יהיו טובות, אפשר יהיה להגיע ליעד זה ב-2013", אומר אסף אורון, סמנכ"ל פיתוח עסקי באבג'ון. "בחרנו בברזיל ובטקסס מכיוון שאלה שוקי ביו-דיזל גדולים, בעלי תרבות חקלאית מפותחת".

החברה מקווה להפיק לקחים מכישלון שחוותה לא מזמן בנמיביה, שם ניהלה פרויקט עם קבוצת לב לבייב, סמוך לשטח שבו כורה לבייב יהלומים בחברות הפרטיות שלו. לדברי אורון, בשל קשיים תפעוליים ולוגיסטיים הוחלט בסופו של דבר לסגת מהפרויקט, שהוגדר כניסויי.

יזם אחר שנכשל באפריקה הוא ערן חובב מכרמי יוסף, בעל השליטה בחברת אקווה-פאלורה הנסחרת בבורסה בפרנקפורט. חובב הקים פרויקט ענק עם שלושת בניו, בהשקעה של 9 מיליון יורו. המיזם נעשה בשיתוף פעולה של חקלאים מקומיים והשתרע על 200 אלף דונם. משפחת חובב העסיקה 18 אלף חקלאים מקומיים שאת עבודתם אירגנו יוצאי יחידות מובחרות שנשלחו במיוחד מישראל. המיזם כולו אמור היה להניב 20 אלף טונה קיקיון בשנה. במאי 2008, כשנחשף הפרויקט בראשונה במגזין "TheMarker", הוא נראה מבטיח במיוחד, אבל כיום הוא נמצא בהקפאה.

"ממשלת אתיופיה, שהתחייבה ל-70% מימון של הפרויקט, נתנה אפס מימון - והמשבר העולמי גרם לנטישה של משקיעים בחברה הבורסאית. המשבר הקשה לא רק על ההשקעות, אלא גם לירידה במחירי הנפט ומכאן לירידה בביקוש לדלק חלופי", מסביר חובב. "מצאנו את עצמנו במצב שבו אין כסף לשלם לחקלאים ולקטוף את התוצרת. כעת קשה לדעת מה הסבירות שהפרויקט יימשך.

"הבעיה היא שאין מסגרות תמיכה למיזמים כאלה, ופרויקטים אחרים באפריקה נמצאים גם הם בבעיות", אומר חובב. "ייקח עשרות שנים עד שפתרון כמו גידול קיקיון יביא להפחתת התלות בנפט. מה שמעכב את זה הוא העובדה שאין חיבורים בין מדינות למשקיעים לבין אנשים עם רעיונות. המשולש הזה, בהיקף העולמי, לא קיים". אלא שחובב לא מתייאש. בימים אלה הוא מסתער על צמח חדש - עץ הג'טרופה, שאף הוא עתיר בשמן, ומגודל באזורים שונים בעולם לצורכי המרה לביו-דיזל. משפחת חובב מתכוונת לשתול מטעי ג'טרופה ענקיים במדינה במערב אפריקה שאת שמה מסרב

חובב לחשוף. לדבריו, הפרויקט כבר קיבל אישור למימון של מיליון דולר מהבנק העולמי לפי העיקרון של "אשראי פחמן": הבנק מממן פרויקטים התורמים להפחתת פליטת גזי חממה מקנסות שאותם משלמים מפעלים מזהמים בעולם.

מכוניות היברידיות וחשמליות



מכונית היברידית היא יצור כלאיים בין מכוניות בנזין או דיזל לבין מכונית חשמלית. כשהמכונית נוסעת בהספקים נמוכים מופעל בה מנוע חשמלי, אבל בהספקים גבוהים מצטרף באופן אוטומטי מנוע הבנזין. כך מוקטן זיהום האוויר במרחב העירוני ונוצר חיסכון בדלק. בישראל נמכרות מכוניות היברידית מסוג טויוטה והונדה.

מכונית טיוטה ההיברידית היא הנמכרת ביותר ביפן, אך שתי המכוניות ההיברידיות אינן מבוקשות בישראל - אולי בשל מחירן הגבוה, 20 אלף שקל יותר ממחיר מכונית מקבילה בעלת מנוע בנזין. לשוק ההיברידית העולמי הצטרפו באחרונה החברות מרצדס, ב.מ.וו, פולקסווגן, ג'נרל מוטורס ופיז'ו, דבר שעשוי להגדיל את שוק המכוניות ההיברידיות ולהפחית את מחירן. במקביל, מתחילים לחשוב בתעשיית הרכב העולמית על הדור הבא - ההיברידיות הנטענות.

במכונית היברידית נטענת יוכל המשתמש לטעון את כלי הרכב מרשת החשמל הביתית ולנסוע כמה עשרות ק"מ מבלי להפעיל את מנוע הדלק. ואולם מכונית היברידית אינה פתרון מלא לבעיה האמיתית של תלות בנפט. לא רבים יודעים זאת, אך כבר כעת אפשר לתדלק מכוניות מסוימות בגז ביטול, לדוגמה. אך הטכנולוגיה הזו לא צברה תאוצה. מנגד, המכונית החשמלית של שי אגסי היא השם החם בכל הנוגע לאלטרנטיבה לדלק. אגסי, שהקים את חברת בטר פלייס עם עידן עופר, חנך לפני שבועיים את מרכז התצוגה של הפרויקט בפי גלילות, שבועות בלבד לאחר שהשלים גיוס של 350 מיליון דולר מבנק ההשקעות הבריטי HSBC.

במרכז התצוגה אפשר לראות מכונית שקטה שטווח הנסיעה שלה הוא 160 ק"מ. לפי בטר פלייס, תוך שנה תיפרש בישראל רשת של 20 אלף עמודים לטעינת המכוניות. רשת הטעינה תהיה מונופול של בטר פלייס, דבר המעלה ביקורת נגד הפרויקט. בתחנות הטעינה תוכל המכונית להיטען בשעה שאינו נוסעת. בנסיעה עצמה יעצרו הנהגים בתחנות החלפת סוללה, שיהיו מקבילות לתחנות דלק, שם תוחלף הסוללה תוך שתי דקות. המכונית, מתוצרת רנו, עתידה לעלות 80-100 אלף שקל, בעיקר בזכות מיסוי נמוך של 10% בלבד. בשלב ראשון יימכרו המכוניות של בטר פלייס בישראל ובדנמרק בלבד.

עדיין יש ספקות בנוגע לשאלה אם בטר פלייס יכולה לשמש חלופה כלכלית למכונית הבנזין. לפי המודל שהציג אגסי, עלות השימוש לכל ק"מ במכונית החשמלית תהיה קרובה לעלות הנסיעה כיום במכונית משפחתית הלוגמת בנזין במחיר של כ-6.5 שקלים לליטר. אגסי בטוח שהפרויקט שלו מצליח לענות על כל השאלות הקשות שהועלו בנוגע אליו מאז יצא לדרך לפני שלוש שנים.

"אנחנו יכולים להוריד את תצרוכת הנפט לתחבורה לאפס", אמר שי אגסי בראיון ל-TheMarker לפני חודש, "כשאתה מסתכל על הנפט מבחינה כלכלית, הוא עולה כיום פי 25 ליחידת אנרגיה, בגלל המונופול שיש לו על התחבורה. את המונופול הזה אנחנו שוברים". אגסי לא לבדו בכל הנוגע למכונית החשמלית. חברת כלמוביל, יבואנית מיצובישי, מתכוונת לחשוף בימים הקרובים את המכונית החשמלית של החברה. ביפן משווקת המכונית מאמצע 2009. היא מיועדת ליצוא עבור השוק האירופי החל באוקטובר, ובישראל תשווק החל בינואר 2011. גם הטווח של מכונית זו הוא 160 ק"מ. בניגוד לפרויקט של בטר פלייס, המכונית של מיצובישי מצוידת בסוללה קבועה ומיועדת לטעינה באמצעות שקע ביתי רגיל, האמור לספק טעינה של 80% מקיבולת הסוללה תוך 30 דקות, דבר הצפוי להפוך את המכונית לאטרקטיבית לנסיעות קצרות בתוך העיר.

להצטופף בתחבורה הציבורית



פעילי איכות הסביבה מסתכלים בהשתאות על המרוץ של יזמים ושל חברות לפיתוח






























פורץ דרך בתחום הדלק החלופי, כמו גם על הוועדה הבין משרדית שהקים ראש הממשלה בנימין נתניהו כדי לבחון את הקטנת התלות בנפט. לצד פעילים המברכים על הצעדים שיועילו גם בהפחתת גזי החממה, יש אחרים המתריעים על כך שדבר מהותי חסר בדיון על הפחתת התלות בנפט: עצם השימוש ברכב הפרטי. לפי היגיון זה, במקום להשקיע משאבים בפתרונות טכנולוגיים שהיכולת ליישםם לא ברורה, יהיה פשוט יותר לבצע מעבר מסיבי לשימוש בתחבורה ציבורית. זאת הסיבה לכך שנעם סגל, רכז הפורום הישראלי לאנרגיה, לא מתרשם מהחדשנות ומההחריצות שמגלים יזמים ישראלים בתעשיית הביו-דלקים.

סגל מודע לכך שרבים בקהילה המדעית וגם ארגוני הסביבה תומכים בהמשך ההשקעות והניסויים הקשורים לביו-דיזל: "יש כאלה שאומרים: בואו ננסה כמה דברים, משהו מזה יצליח. אבל צריך לחשוב על מה שמפסידים. אנחנו צריכים לבנות אחרת את החיים שלנו בתחום התחבורה, ולא לחפש פתרונות לא ישימים. למדענים יש מכונית במעבדה, מנוע, והם משחקים עם הביו-דלקים. אבל לעתים הם שוכחים שצריך להכפיל את התוצאות במיליוני כלי רכב. עדיף לקחת את הכסף הזה ולהשקיע אותו מראש בתחבורה ציבורית".

תמר קינן, מנכ"לית עמותת "תחבורה היום ומחר", מסכימה עם הדברים. "אדם שעובר מרכב פרטי לתחבורה ציבורית מוריד ב-65%-85% את צריכת הנפט שלו. צריך לעודד לא רק תחבורה ציבורית, אלא שימוש באופניים והליכה ברגל. אפילו בארה"ב, שם אנשים נוסעים במכונית כדי לקנות לחם, מתחילים להבין שהולכי רגל וחיים עירוניים הם הדבר הנכון מבחינה סביבתית, חברתית וכלכלית. אם הייתי צריכה לבחור בין מכונית חשמלית לאתנול או לתחבורה ציבורית כפתרון לבעיית הנפט, ברור שהאפשרות האחרונה היא ההגיונית ביותר".

לתדלק עם קיקיון

השוואה בין היישומיות אנרגיות ואנרגיות חלופיות

המוצר	התאמה למכונות הפועלות על דלק	ייצור ושיווק כיום	עלות הפקה*	פליטת גזי חממה
דלק רגיל				
אתנול תירס				
אתנול סוכר				
תאית (זבל)				
קיקיון/ג'טרופה				
גז בישול				
חשמל המיוצר מכחם				
חשמל מאנרגיות חלופיות				

מקור: המכון הישראלי לאנרגיה ולסביבה

*בהתאם למחיר חבית נפט של 100 דולר

בלתי אפשרי

נמוך

בינוני

גבוה

- [איראן מתעשרת מנפט לתחבורה והמערב משקיע דווקא בפיתוח חשמל ירוק; האם נצליח להיגמל מהנפט?](#)
- [הבלוף הגדול של ארגוני הסביבה נחשף: פיתוח אנרגיה חשמלית ירוקה לא ישפיע כלל על הביקוש לנפט](#)
- [האם יצליח בנימין נתניהו להקטין את התלות הישראלית בנפט? לא בטוח שכן, וגם לא בטוח שכדאי לנו](#)
- [המרוץ החדש לחלל: התחרות בין ארה"ב לסין על פיתוח מקורות אנרגיה חלופית](#)
- [ונצואלה במיתון, לאיראן עתודות של 100 מיליארד דולר; איך השפיע שפע הכסף על מדינות הנפט?](#)
- [מנכ"ל גרינפיס העולמי: "הלובי של חברות הנפט הוא החזק בהיסטוריה"](#)