

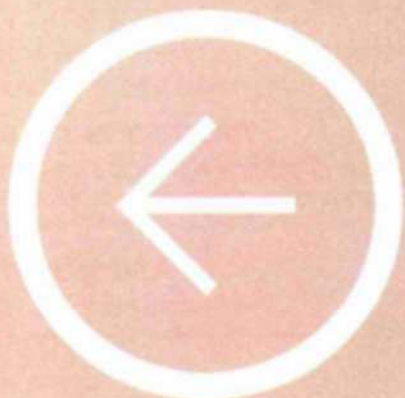
איור: גל שקדי

ענת מידן



הסעודה האחרונה

לפי כל התחזיות, המאכלים שאנחנו מכירים ואוהבים יתייקרו בשנים הקרובות במאות אחוזים, והאנושות כולה תעמוד בפני סכנת רעב. אבל צוות חוקרים ישראלים שם לו למטרה להמציא את מזונות העתיד, ולהציל את העולם דרך הצלחת. בין הפיתוחים שהם שוקדים עליהם: אצות עם תכונות של בשר, וחיטה עם גנים של קקטוס. בינתיים, לא יזיק להצטייד בקופסאות שימורים



מ כון וולקני בבית דגן חוגג בימים אלה 90 שנה להיווסדו, אך למנהל המכון, פרופ' יורם קפולניק, אין זמן לחגיגות. באחרונה מונה על ידי הממשלה לעמוד בראש ועדה לאומית מיוחדת, שתבחן את היערכות החקלאות בישראל לקראת שנת 2050, שנה שמסתמנת כבר כעת כשנת משבר עולמית בכל הנוגע לתזונה של כולנו. על התמיהה מה מאיים עלינו ב־2050 הוא משיב קודם כל באנחה עמוקה, ואחר כך בתיאור פרצופו הלא־ממש סימפטי של העולם החדש.

איזה תפריט אימה עובר לך בראש?
"כבר היום מתחוללים בעולם שינויים שמשפיעים ישירות על תכולת הצלחות שלנו – הן בעולם הרעב והן בעולם היותר שבע. עליית מחירי הדלק מייקרת את נסיעת הטרקטור לשרדה ואת שליחת התוצרת החקלאית לרחבי העולם, והנתון הזה לברו משפיע משמעותית על האמרת מחירי מוצרי המזון בסופרמרקט. ב־2050 צופים שאוכלוסיית העולם המערבי תישאר קבועה, אך מספר התושבים במדינות המתפתחות יעלה דרמטית ומוכן שכולם יודקקו למזון. רמת החיים בסין עלתה והסינים מתחילים לצרוך הרבה יותר בשר מאשר אורז, מה שכבר גרם למחירי הבשר לעלות.





סין: העלייה בראת החיים ובביקוש לחינוך איכותי גרמה לזינוק באחורי הבשר בארציה ואחוצ'לה

לאור השינויים האקלימיים, שמצד אחד מצביעים על התחממות ועלייה משמעותית בטמפרטורות, ומצד שני על גלי קור ושיטפונות גדולים, כרוגמת הצונאמי וההוריקנים של השנים האחרונות. התנאים הקיצוניים הללו משפיעים וישפיעו בעיקר על מדינות העולם השלישי, שייאלצו להתמודד עם בעיות רעב בשל חקלאות לא מפותחת שלא תספק מזון בסיסי לאוכלוסייה ההולכת וגדלה – אך לא רק עליהן. בחדש שעבר נערכה ועידת האקלים בדרום-אפריקה ושם דיברו על ההתחממות המואצת של כדור הארץ ועל כך שב-2010 נעקרו מבתיים 36 מיליון בני אדם בגלל תופעות קשות של מזג אוויר קיצוני. בסרמליה, למשל, הייתה בצורת קשה, אלפים מתו ברעב ומאות אלפים ברחו למקומות שבהם קיוו למצוא מזון; פליטי מזג האוויר הללו מציפים את העולם, כולל את המדינות המבוססות שחייבות להיעדר גם לצפי שהתופעה תלך ותגדל. למרות ש-2050 נראית מאוד רחוקה, לי ברור שלא נוכל להמשיך להתנהג כאילו העניינים כרגיל.

הסכנת ההתחממות

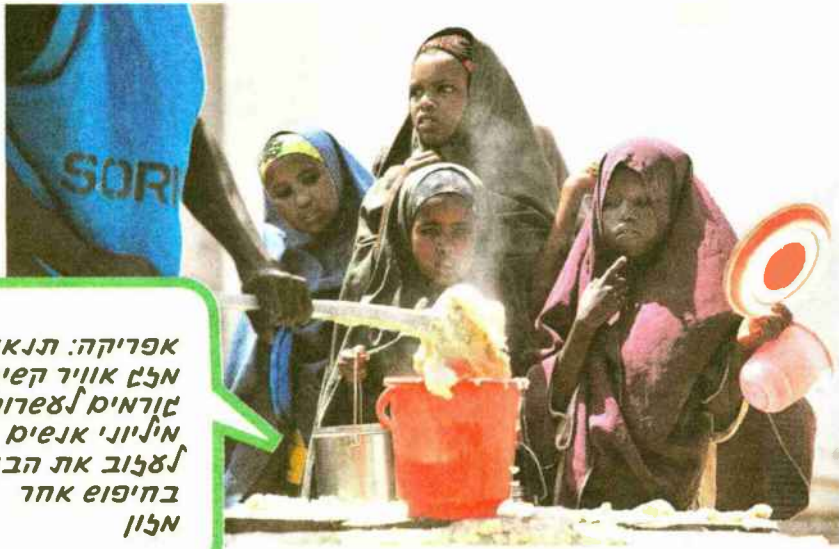
"כיום מקור החלבון שאנחנו צורכים, ושהכרחי לתפקודנו, הוא בשר בקר. כדי להכין ק"ג אחד של בשר זקוקים המגדלים ל-60 ק"ג של גרעיני תבואה. מחיר הגרעינים שבהם מאביסים את הבקר מאמיר – בעיקר בגלל מזג האוויר המשתנה – וע' תודות הקרקע לגידולם מצטמצמות, וכל אלה מצביעים על עלייה משמעותית במחיר. המבורגר שעולה היום 30 שקל יעלה עד 2050 פי עשרה לפחות. "בלית ברירה, אנשים יפסיקו לצרוך בשר בקר ויעברו לעופות, שמחירם בשוק זול יותר. בניגוד לבקר, כדי לגדל ק"ג תרנגולת נחוצים רק 30 ק"ג של גרעינים. אלא שעם הזמן גם המחיר הזה יעלה בשל התיקרות הדלק והמחסור בקרקע. בחיפוש אחר מקור חלבון זול אפילו יותר, הרגים יהיו הפתרון. בימים אלו מכוון וולקני נעדר לשלב הזה במה שקרוי 'אק' וזה קלצ'ד', תרבות המים. אנחנו מחזקים את המחקר בכל תחומי החקלאות הימית כדי שבסופו של דבר נגדל דגים בבדיקות שיהיו על היבשה ויספקו מקור יעיל של חלבון. במקום המבורגר תזמיני פישבורגר". כלובי הדגים באילת עוררו בזמנו ביקורת קשה, אתם לא חוששים? "לכן אנחנו בעניין של בריכות לא בתוך הים, אלא על פני הקרקע, שאליהן יוזרמו מים ובהן יגדלו הדגים בפיקוח מלא. כרגע ישנה בריכה אחת כזו, הפועלת באילת. זהו שלב הפיילוט וכרגע אנחנו מתמודדים שם עם בעיה של זיהום המים". גם הדגים צריכים לאכול, ומה יקרה בשמחיר המזון שלהם יעלה? "ההערכה היא שהאנושות תעבור בסופו של דבר לצמחונות, ובסופו של דבר לא נקבל את החלבון החיוני לגוף האדם מהחי אלא רק מה צומח. כמי שעוסקים בפיתוח חקלאי, נצטרך

אל המסע בזמן מצטרף עמיתו, ד"ר אבי פרל, העוסק במחקר ופיתוח מוצרי מזון במכון וולקני, ומנקודת מבטו גרעיני החיטה אינם רק מקור תזונתי, אלא נושאים בחובם גם מטען חברתי נפיש. חקלאות ככלל, בעיניו, היא נכס אסטרטגי לאומי ואזורי ולשם דוגמה הוא שולף את מפגיני כיכר תחריר במצרים. "אמנם את ההפגנות אירגנו צעירי דוד הפייסבוק, אבל הם די ברו בשם 50 מיליון מצרים רעבים. מה שהוביל אותם לכיכר לא היה האינטרנט, אלא הבטן הריקה. לדבר על שיתוף פעולה חקלאי אזורי, שבאמצעותו תתאפשר אספקת מזון איכותי לכל תושבי האזור – לשם צריך לשאוף. מצרים היא היבואנית הגדולה ביותר בעולם של חיטה וקמח, אלא שמינוי 2010 עד דצמבר באותה שנה

ד"ר פרל:
"הגידולים הקונוונציונליים הגיעו לכמות היבולים המקסימלית. הפתרון היחיד מצוי בהנדסה הגנטית, ובלעדיו למחצית מאוכלוסיית העולם לא תהיה אספקת מזון בסיסי ומים"

מחיר החיטה במצרים עלה ב-94 אחוז. הסיבות העיקריות לכך היו בצורת קשה ברוסיה, יצרנית החיטה הגדולה בעולם, וגשמים חזקים בזמן עונת הקציר באוסטרליה ובקנדה – שגם הן ספקיות חיטה משמעותיות – אלה פגעו בכמויות עצומות של חיטה. "המסקנה מכל זה היא שיש חשיבות רבה לפיתוח זני חיטה שיתאימו לשינויים האקלימיים הפוקדים את העולם, שרק ילכו ויחריפו. אם במדינות השכנות לא תהיה היערכות לבעיות העתיד תיד בתחום המזון והמים, זה יוביל לרעב שעלול להביא להפרת היציבות באזור. השינוי האקלימי שעובר על העולם אינו פוגע רק במדינות הנ-

למצוא זני חיטה שערכם החלבוני גבוה יותר משל אלו הקיימים כיום, והוא שעל הצלחת ב-2050 יכבדו קטניות ואצות כמקור לחלבון ולא דגים, עוף ובשר".
נ זאיד "נולדה" 2050 כשנת משבר? "בגדול", מסביר קפולניק, "העולם המערבי מודאג ממשבר מזון גדול שיתחולל על פי התחזיות בסביבות 2050 ואולי אף קודם. כשישראל הצטרפה ב-2010 לארגון המדינות המפותחות, שיום בין היתר מחקרים והסתכלות ארוכת טווח על בעיית המזון בעולם, התבקשה גם היא לתרום את חלקה לדיון. הדאגה שם רבה



אפריקה: תנאי חמץ אוויר קשים חילוני אנשים לחנכו את הבית בחיפוש אחר מזון

מגייסים מספרים: ב-1969 מנתה אוכלוסיית העולם שלושה מיליארד אנשים; וכי-2050 יגיע מספרם ל-11 מיליארד. לדעתם, לא תהיה דרך לספק מזון למספר כזה של אנשים, אלא באמצעות הנדסה היבוליים. "השבת זני חקלאות, כמו אורז, תירס וחיטה, כדי שיתנו יבול משופר והיה עמידים בפני מחלות בשיטות קונוונציונליות, לא תעבור יותר. החקלאים הגיעו באמצעות הגידול הקונוונציונלי למקסימום כמות היבולים האפשרית ולמקסימום יכולת העמידות בני זקים. הפתרון היחיד לצורכי אוכלוסיית ענק מצוי רק בהנדסה הגנטית, ובלעדיו הצפי הוא שלמחצית מאוכלוסיית העולם לא תהיה אספקת מזון בסיסי ומים", מסביר פרל. מה הבעיה להמשיך לגדל ירקות, פירות וחיטה בשיטות מוכרות בכמות גדולה יותר, שתספיק לכל אוכלוסיית העולם? פרופ' קפולניק: "קודם כל האוכלוסייה גדלה במהירות עצומה ולא יהיו מספיק יבולי. מעבר לכך הנדסה גנטית תהפוך לכורח המציאות ולו רק בגלל נתון אחד חשוב ביותר: התחזית היא שערך 2030 כל מחסני הורחן בעולם ייגמרו. הורחן משמש לדישון צמחים, ובהיעדרו תהיה לגידולים החקלאיים בעיה קשה והם לא יוכלו להתפתח ולצמוח. הדבר מעמיד בפני החוקרים משימה שעיקרה לפתח צמחים שיוכלו לגדול ללא דשן או עם כמות קטנה של דשן. לזה מצטרפים השינויים הג' לובליים, שילכו ויתגברו עם השנים. למשל, גידולי חיטה לא יוכלו לעמוד בתנאי הקרקע ומזג האוויר ולא תהיה ברירה אלא לפתח זנים

חשלות, וכבר היום יש מדינות מפותחות, כמו אוסטרליה, ברזיל, ארה"ב (בעיקר בקליפורניה ובפלורידה - ע"מ) ומדינות באירופה, שהאקלים המשתנה משפיע קשות על החקלאות ועל תזונת האוכלוסייה בהן".
ואם לא די בתחזיות האלים האלה, ד"ר פרל מסביר כיצד היובש גורם לעליית המלחים על פני האדמה, שגורמת להתפתחות מחלות ומוזיקים חדשים לצומח. הוא נותן כדוגמה את הרום איטליה, שלדבריו נפגעה מאוד מבעיית ההתחממות, וחקלאי האזור מתקשים להתמודד עם השינוי. "ישראל מבחינתם היא מקור לפתרון הבעיות החדשות שנחתו עליהם במפתיע. כיוון שחלק מהחקלאות הישראלית מוגדר מאז הקמת המדינה כחקלאות על גבול המדבר, פיתחנו טכנולוגיות להתמודדות עם גידולים בתנאי יובש, ועכשיו האיטלקים, שתמיד היו להם מים בשפע, פונים אלינו כדי לקבל פתרונות למצב בלתי מוכר להם לחלוטין".
ה עתיד האפוקליפטי משהו מצד אחד, ומצד שני ההכרה ברדישות ההולכות וגדלות למזון איכותי בקרב בעלי האמצעים, מאתגרים את חשיבתם המדעית והיצירתית של חוקרי המכון, ומרב הפתרונות שהם מעלים מתנקים לתחום הנדסה הגנטית. הם מודעים לדימוי השלילי שיש לצמר המילים הזה אצל רבים ומתגייסים בכל כוחם להגנה על שמו הטוב של התחום.
פרופ' קפולניק וד"ר פרל משוכנעים שביעשורים הבאים רק ירקות וצמחים מהונדסים יביאו מזון לעולם המשתנה. לצורך העניין הם

2.
כתוצאה מכך, ניאנץ' להסתפק באוף בלבד, שיהיה פחות אכזרי הרבה פחות אכזרי

1.
בניס הקרובות אחרי הבקר ילנקו פי 10 בעקבות הילינוק החז' באחורי התבואה לבהאות

להתראות המבורגר: מדוע בעשורים הקרובים נאלץ כולנו להפוך לצמחונים?

64 דיאטת כאסח

לפי כל התחזיות, בקרוב יסבול העולם ממכת רעב, אבל המדענים הישראלים נחושים להציל את המצב / ענת מידן

נגד חומרי הריסוס, ומטעי הבננות קמלו. "בגלל השתלטות הפטרייה וניצחונה על המטעים, החוקרים הרימו ידיים והפסיקו לפתח זני בננות חדשים. הצפי הוא שאם לא יימצא פתרון לפטרייה הקטלנית, הבננות ייכחדו מהדוכנים. הפתרון היחיד שהחוקרים העלו הוא לשתול בבננות גנים מצמחים אחרים, שידוע שהם עמידים לפטרייה, וכך להציל את מטעי הבננות בעולם. במכון וולקני הבאנו פתרון שכזה על ידי הנדסה גנטית והכניסנו לבננות גן מעגבנייה וגן מגפן, והבננות המהונדסות הללו נברקות כיום באזורים מוכי הפטרייה בדרום קליפורניה. בינתיים התורצות יפות ואני מקווה שהגן ימנע את מחיקת

הנסיבות והמציאות יהיו כלי השכנוע. אני שים יבינו שבעתיד, ללא הנדסה גנטית, יהיה מחסור רציני במזון. זה יסכן את המדינות המיוסרות, זה יסכן אוכלוסיות שלמות בארצות עניות, והסולידריות החברתית לא תיתן לזה לקרות, ואז העמדה הבסיסית לגבי מזון מהונדס תשתנה. הרי ברפואה, מבלי להיות מודעים ככלל, חולים צורכים זה שנים תרופות שיוצרו בהנדסה גנטית. אינסולין לטיפול בסוכרת הוא הדוגמה הטובה ביותר. בשנים הבאות גם ישראל לא תוכל להתעלם ממה שקורה בעולם ותצטרך להתמודד עם הנושא באופן מקיף, לגדל ולמסחר מוצרים טרנסגניים ובמקביל - לייצל ולשפר את הרגולציה ולברוק היטב את בטיחות ואמינות

פרופ' קפולניק:

"קזחסטן ביקשה לשפר את החקלאות הנחשלת שלה ומנהיגיה מצאו שישראל היא אור לגויים בתחום. הם פנו אלינו והודיעו שישמחו לקנות זני חיטה. במקום תותחים ומעוסים, מכרנו להם גרעינים"

הבננות מהעולם".

גם מטעי הבננות בעמק הירדן בסכנה?

"בארץ הפטרייה לא קיימת כיוון שהיא רגיזה לקור בחורף. הבעיה העיקרית היא במרכז אמריקה ובאפריקה. דוגמה נוספת היא הווירוס שמחסל את הפפאיה בהוואי, אלא ששם החקלאים הצביעו ברגליים וסירבו לחכות לעוד עשרות שנים של בדיקות ופתרונות בלתי יעילים, כשבינתיים יחוסל ענף הגידול המרכזי של המדינה שממנו מתפרנסים אלפים. לפני שנים אחדות התברר להם שבמעבדות למחקר הקלאי באוניברסיטת קורנל בארה"ב היגרו 10 פפאיות עמידות לוירוס, והם תבעו שאלו יועברו אליהם במהירות וכך הצילו את הפרי ואת כלכלת המדינה".

בשנים האחרונות מתחזק השוק האורגני בעולם ויש להניח שתהיה אופוזיציה קשה לירקות ופירות מהונדסים.

"השוק האורגני היה והיה שוק נישא, שקיבל תנופה רק בגלל הפחד מהנדסה גנטית. כשאנחנו מדברים על רעב בעולם, השוק האורגני אינו יכול להציע פתרון, החקלאים האורגניים אינם מסוגלים לשבור את הרעב באפריקה. זה קוריוז לשיחות סלון של העולם השבע".

לקראת סוף השיחה מנסים בכירי מכון וולקני לרכך איכשהו את העתיד הפסימי הצפוי לנו, ואת קרן האור הם מוצאים דווקא בגרעיני החיטה. "קזחסטן ביקשה לשפר את החקלאות הנחשלת שלה ומנהיגיה מצאו שישראל היא אור לגויים בתחום. הם פנו לממשלת ישראל והודיעו שישמחו לקנות מאיתנו זני חיטה למיניהם, במקום תותחים ומעוסים. מכרנו להם בשמחה גרעיני חיטה והם מגדלים אותם ברחבי קזחסטן. התברר לנו ששק חיטה עושה לנו שירות בינלאומי לא רע, לעתים אפילו יותר טוב מתותה", מסביר פרופ' קפולניק.

anatme@yedioth.co.il

המוצרים".

איפה זה בן קורה בעולם, אם באירופה ההתנגדות כה גורפת?

"פה ושם כבר יש בקיעים בחומת אייטור בלגיה ויותר ויותר מדינות מבינות שזה יהיה הפתרון היחיד בעתיד. למשל, בגרמניה מגדלים תפוחי אדמה מהונדסים כדי להפיק מהם עמילן תעשייתי המשמש כדגדג רק לייצור קורנפלור; לא מעט ארצות מייבאות שמן קנולה, שרובו מגיע מארה"ב ומקנדה, שם הוא מהונדס גנטית. ב-2050 אין לי ספק שהצ'יפס יהיה מתפוחי אדמה מהונדסים והעולם כולו ייאלץ להשתמש במוצרים מהונדסים. לכן אנחנו מבקשים כבר היום להכין אלטרנטיבות לפחות ברמה המקרקרית. כבר היום אנחנו יודעים להנדס מלפפונים, מלונים וקישואים שעמידים לוירוסים, אך לא משתמשים בהם בגלל האירופאים".

ואולי יש משהו בהתנגדות הנחרצת? יש הטוענים, למשל, שאחת הסיבות להיעלמות הדבורים בטבע היא הגידולים המהונדסים. "זו שטות מוחלטת. ירוע שהיעלמות הדבורים קשורה לוירוס התוקף אותן עוד בשלב הגולם וגורם להיחלשותן. אין ספק שלא צריך להאשים בכך את הצמחים הגנטיים המסכנים. אגב, גם לא את האנטנות הסלולריות, שיש מי שרואה גם בהן גורם להיעלמות הדבש".

ד"ר פרל מתגייס גם הוא במלוא עוצמתו למסע יחסי הציבור להנדסה הגנטית, ומבהיר שלא מדובר בטכנולוגיית מד"ב אלא בעובדות בשטח. הוא מציג בגאוונה גדולה את הצלת הבננות בעולם והפפאיה בהוואי כהוכחה ניצחת לעמדתו. פטרייה קטלנית תוקפת בשנים האחרונות את מרבית מטעי הבננות ברחבי הגלובוס, רבר הרורש ריסוס מאסיבי. אלא שבמהלך השנים הפטרייה הקטלנית פיתחה עמידות

מצרים: "האביב הערבי" אמנם נולד בפייסבוק, אך האפיינים יצאו לרחובות כי הם היו רעבים



רוסיה: ירידה תלולה בהיקף המשקעים פגעה באיזורים יצרניים החיטה הארכית באולם

העתיד כבר כאן: סימנים ראשונים לרעב ברחבי העולם

אלא שהאירופאים מעלים את חמתם של חוקרי מכון וולקני. מנהל המכון מכנה את ההתנגדות האירופית "בלתי רציונלית ותיאולוגית".

פרופ' קפולניק: "ממש כמו שהכנסיה ניהלה את בורות העם ובמשך שנים שלטה בו, כך זה קורה שנים בעניין ההנדסה הגנטית. ההתנגדות האירופית למוצרי ההנדסה הגנטית נובעת למעשה מכך שחברות הענק האמריקאיות הקדימו את החברות האירופיות וכבר ב-1996 יצאו עם מוצרים טרנסגניים, בעיקר בתחום התיירס, וכבשו חלקים נכבדים מהשוק. בשל שיקולים מסחריים גרידא נעשתה הטעיה מאסיבית של הציבור והוכתם שמם של מוצרי ההנדסה הגנטית".

"ד"ר פרל בטוח שאת התרגיל המניפולטיבי הזה, הגדרה שלו, עוד ילמדו באוניברסיטאות, אבל הוא מודה שהחברות שיצאו בתחילת הדרך עם המוצרים המהונדסים, עשו את כל הטעויות האפשריות בתחום יחסי הציבור ועל כן נכשלו בהטמעת המוצרים החדשים בקרב הצרכנים".

למה קולם של החוקרים והמדענים המצודדים במוצרים האלה לא נשמע? פרופ' קפולניק: "גם אנחנו, המדענים, אשמים. בתחילת הדרך אי אפשר היה לצאת בהצהרות גורפות על בטיחות המוצרים כי עוד לא הצטבר מספיק מחקר, אבל עם השנים התברר שהמוצרים בטוחים. מסיבות שונות, שחלקן נעוצות בעובדה שמחקרים רבים מומנו על ידי חברות מזון ענקיות, שלא היו בעד המוצרים החדשים, המדענים לא נרתמו למאמצי שכנוע הציבור".

איך בדיוק זה ישתנה בעשורים הבאים?

חדשים. זה יוכל לקרות רק באמצעות הנדסה גנטית, שפירושה העברת גן מצמח כמו קקטוס, שעמיד ליובש, אל גרעיני החיטה ובכך לאפשר לחיטה לגדול באזורים מוכי התחממות.

"הצורך בכמויות מזון עצומות בגלל גידול האוכלוסייה מחייב ייצור מזון במהירות, ולחקלאים כבר לא יהיה הלוקוסוס של לקחת את הזמן ולהשקיע בגידול הצמח. פיתוח זן חדש של עגבנייה נמשך בין שמונה לעשר שנים ופיתוח זן חדש של פרי הדר נמשך 12-15 שנים, וכיוון שממר הזמן הוא קריטי, נצטרך להשתמש בכלים מהירים כמו הנדסה גנטית, שבעיני כלל אינה רעה חולה. כבר כיום 250 מיליון בני אדם בארה"ב אוכלים אוכל מהונדס: תירס שממנו עשויים סוגי הקורנפלקס למיניהם ושמן קנולה. אלו ספגו פחות חומרים כימיים בריסוסים, הם נקיים ובריאים יותר, ובגלל חששות הצרכנים הם נברקים בזוכית מגדלת על ידי רשויות הפיקוח למיניהן".

"ד"ר פרל: "צמחים טרנסגניים אינם מפלצות, ואני לא מכיר בתי קברות בעולם שבהם קבורים אלפי אנשים שמתו בגלל שאכלו תירס מהונדס. גם אם יגידו שהם מתו מסרטן שסיבתו היא מזון מהונדס, אטיל בכך ספק כיוון שאין שום מחקר שמוכיח זאת".

בישראל, נכון להיום, ייצור מוצרי מזון בהנדסה גנטית מצוי ברמת מחקר בלבד וניסיונות שדה נעשים רק בהיקפים קטנים. ירקות ופירות אינם מיוצרים בהנדסה גנטית, בעיקר כיוון ששוק המטרה של חקלאי ישראל הוא אירופה, וזו מתנגדת נחרצות לנישוא

3. בלב הבא עם הזוף יתייקר, ואף נאבור לדיים שיאזלו בבריכות מיוחדות יוקחו אל היבשה

4. עם הדיים לא יהיו ברי הפעה, וניאלץ להסתפק בזנים מהונדסים גנטית חיטה ואזות

