



משרד החינוך
מיינהל תקשוב, טכנולוגיה ומערכות מידע
אגף טכנולוגיות מידע



שם המרצה:
ד"ר אמנון לרס
מכון וולקני

שם ההרצאה:
השימוש הפוטנציאלי בביוטכנולוגיה
על מנת למזער את בעיית הרעב בעולם

שנת הלימודים תשע"ה, 2014-2015

השימוש הפוטנציאלי בביוטכנולוגיה על מנת למזער את בעיית הרעב בעולם

היבטים מולקולאריים וביוטכנולוגיים של תוצרת חקלאית לאחר
הקטיף-לקראת יסום הביוטכנולוגיה לשימור/שיפור איכות תוצרת
חקלאית לאחר הקטיף ומזעור איבודי מזון

הרצאה סינכרונית ברשת
המחלקה להוראת המדעים, מכון וויצמן
15/12/2014



Dept. of Postharvest science
The Volcani Center, ARO

אמנון לרס
המחלקה לחקר תוצרת חקלאית לאחר הקטיף
מכון וולקני, מינהל המחקר החקלאי

מבנה ההרצאה

- ✓ בעיית הרעב בעולם ומחסור ברכיבים תזונתיים חיוניים לבריאות האדם והמשמעות של איבודי או בזבזי מזון
- ✓ ביוטכנולוגיה ככלי יישומי לשינוי המטען הגנטי בצמחים לתועלת האדם והסביבה
- ✓ שימושים בביוטכנולוגיה למזעור בעיית הרעב ותזונה לקויה על יד מזעור איבוד המזון הטרי לאחר הקטיפה – דוגמאות

ביוטכנולוגיה=הנדסה גנטית, צמחים טרנסגניים
GMO=Genetically modified organisms



Dept. of Postharvest science
The Volcani Center, ARO

עובדות חשובות על משבר המזון בעולם:

- ✓ בשנת 2014, כ- 800 מיליון איש בעולם סובלים מתת תזונה.
- ✓ רוב האנשים הרעבים חיים בארצות המתפתחות.
- ✓ ביבשת אפריקה – בחלק הדרומי למדבר סהרה - כרבע מהאוכלוסייה סובלת מתת תזונה.
- ✓ באסיה הדרומית – בה למעלה מחצי ביליון אנשים, יש את המספר הגבוה ביותר של הסובלים מרעב כרוני.

נתונים מ:

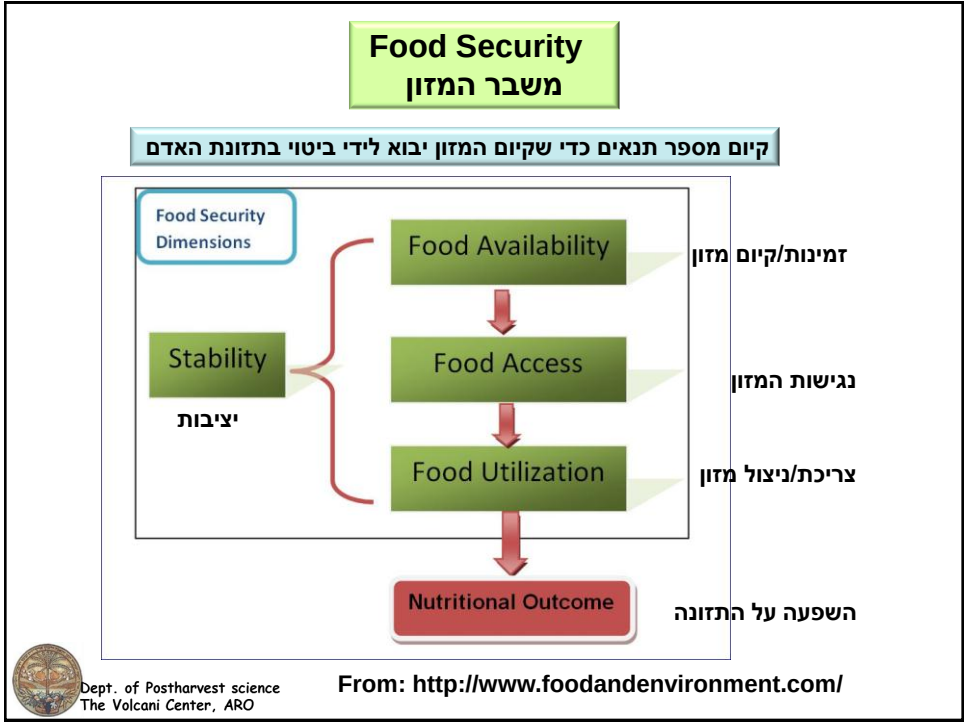
http://www.fao.org/hunger/en/?fb_locale=ja_JP



Dept. of Postharvest science
The Volcani Center, ARO



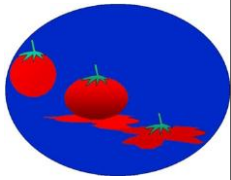
Food and Agriculture Organization
of the United Nations



בעולם של משאבים הולכים ומתדלדלים ואוכלוסייה הולכת וגדלה, המשימה לספק מזון לכל בני האדם הפכה לאחד האתגרים המרכזיים של האנושות. על פי הערכות שונות, 30%-50% מהמזון המיוצר בעולם אובד או מתבזבז מסיבות שונות בכל שלבי שרשרת הספקת המזון – מהיצור החקלאי ועד לצרכן הביתי.

לאובדן מזון השלכות בריאותיות וחברתיות, סביבתיות וכלכליות משמעותיות.

- פגיעה בנפש או נזקים בריאותיים עקב מניעת הזנת מזקים והגדלת פערים חברתיים.
- השלכה כלכלית מגלם בזבוז משאבי טבע ותשומות ששימשו לייצור המזון כגון קרקע, מים, כוח אדם, דשנים ודלק וגורם לעליית מחירים.
- השלכה סביבתית גורם לנזקים סביבתיים מיותרים מפליטת פחמן דו חמצני, זיהום מים מדשנים, ירידת איכות הקרקע ופגיעה במגוון הביולוגי ומגדיל את כמויות הפסולת המוטמנת בקרקע הגורמת בין היתר לשחרור גז מתאן והכרוכה בעלויות שינוע והטמנה.



איבוד מזון לאחר הקטיף

פחת מצטבר של הפירות/ירקות בשלבים השונים של שרשרת ההובלה. פחת זה ברובו הופך לפסולת ולעיתים מופנה לשווקים משניים כגון עיבוד בתעשייה או מזון לחיות.

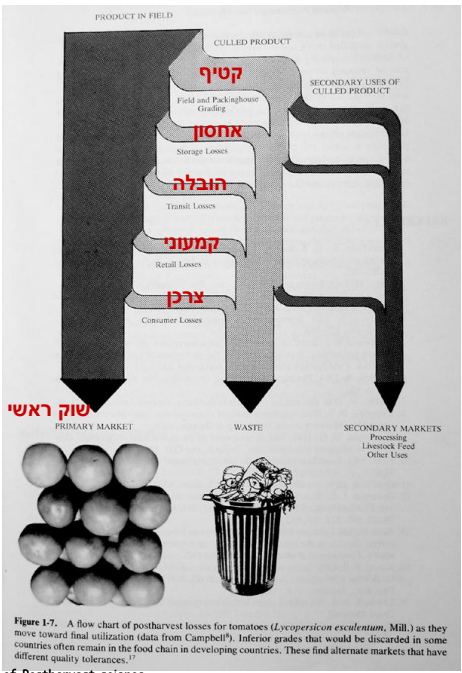
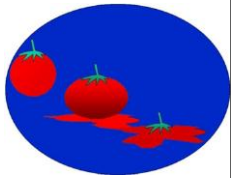
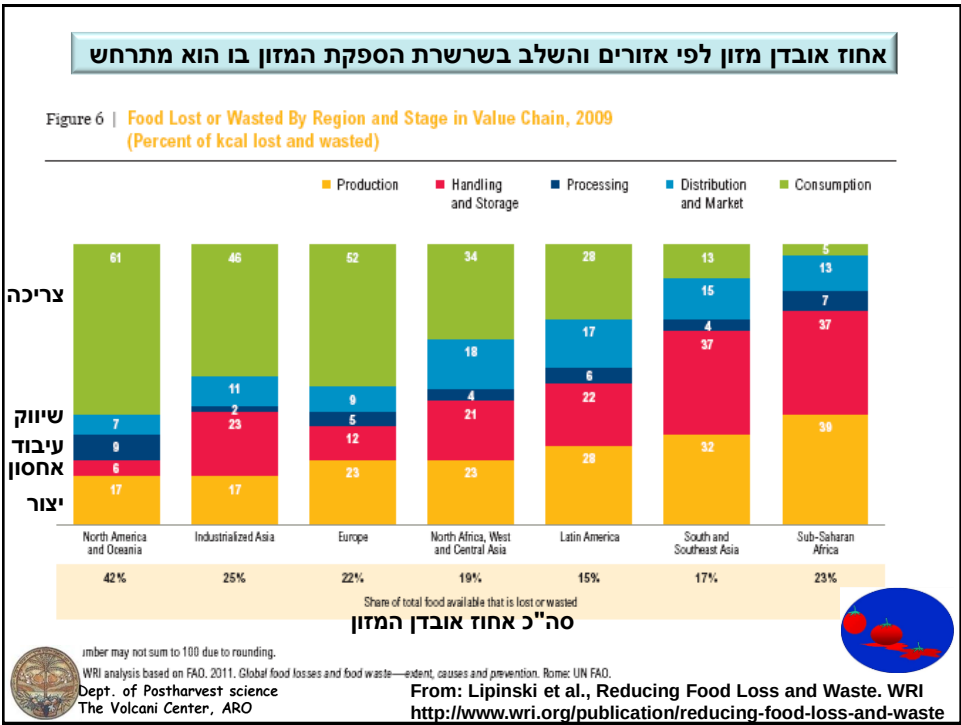
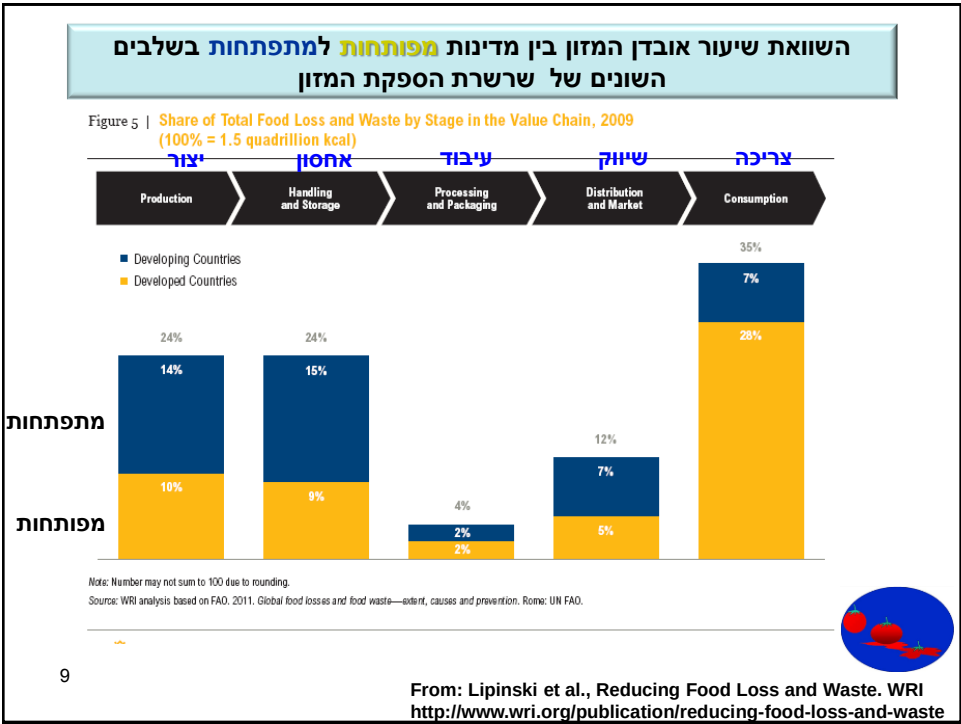


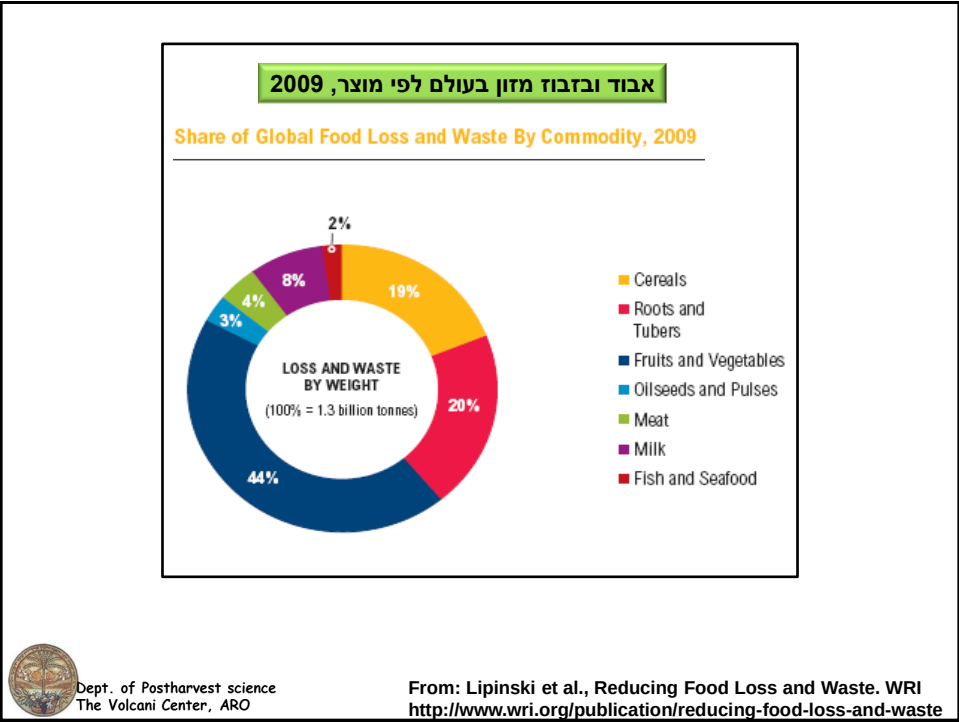
Figure 1-7. A flow chart of postharvest losses for tomatoes (*Lycopersicon esculentum*, Mill.) as they move toward final utilization (data from Campbell). Inferior grades that would be discarded in some countries often remain in the food chain in developing countries. These find alternate markets that have different quality tolerances.¹⁷



Dept. of Postharvest science
The Volcani Center, ARO







איבודי מזון לאחר הקטיף
Postharvest Food losses

✓ הפחת לאחר הקטיף שונה בין גידולים ובין מדינות

✓ במדינות מפותחות הפחת המשוער כתוצאה מאובדן תוצרת טרייה בין החקלאי לצרכן משוער בכ- 20-25%

✓ במדינות מתפתחות הפחת יכול להגיע ל- 50% !!

ההשקעה במחקר להארכת חיי המדף של התוצרת החקלאית והקטנת הפחת - כדאית מבחינה כלכלית

💰 💷

Dept. of Postharvest science
The Volcani Center, ARO

הקטנת הפחת וירידת האיכות של התוצרת הטרייה לאחר הקטיפ

הגדלת זמינות מזון לאוכלוסייה הגדלה בייחוד במדינות ✓

המתפתחות.

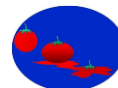
✓ הקטנת השטח הדרוש לעיבוד חקלאי.

✓ אופציה חלופית להגדלת שטח הגידול.

✓ שמירה על משאבי הטבע והסביבה.



Dept. of Postharvest science
The Volcani Center, ARO



13

מניעת איבודי מזון על מנת להגדיל זמינות מזון לאוכלוסייה ומזעור הפגיעה בסביבה

סרטון המתאר את המשמעות של איבודי מזון בהיבטים השונים ודרכים אפשריות
על מנת להפחיתן
3 דקות

<https://www.youtube.com/watch?v=loCVRkcaH6Q>

Food losses



Dept. of Postharvest science
The Volcani Center, ARO

14

מה קובע את אורך חיי המדף/אחסון של פירות וירקות? ממה נובעות הבעיות?

המשך תהליכי התפתחות של הרקמה הצמחית למרות ההפרדה מהצמח השלם, כולל: הבשלת פרי, הזדקנות עלים וניתוק איברים.

עקות הנגרמות עקב ההפרדה מהצמח, הקטיף והאריזה כולל: עקת מים, מחסור בחומרי מזון, עקת פציעה, מכות.

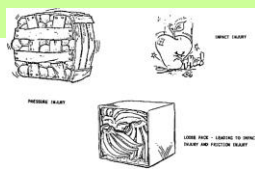
עקות הנגרמות עקב התנאים הסביבתיים להם חשופים הפירות והירקות בזמן אחסון או חיי מדף כולל: חושך, עקת טמפרטורה גבוהה או נמוכה מידי, אווירת גזים לא אופטימאלית, חשיפה מוגברת להורמונים צמחיים, צפיפות.

פתוגנים: רגישות מוגברת עקב התקדמות תהליכי הבשלה והזדקנות, וכן עקב פגיעה במערכות ההגנה (פציעה, עקה) או חשיפה לרמה גבוהה יותר של פתוגנים (חדרי אחסון).



5

Dept. of Postharvest science
The Volcani Center, ARO



10:07

מחקרים מולקולאריים להבנת תהליכים ביולוגיים המשפיעים על איבודי מזון וירידת איכות לאחר הקטיף

מחקרים

✓ זיהוי, בידוד ואפיון גנים אשר ביטויים עולה בתהליך והבנת תפקידיהם.

✓ זיהוי מנגנונים אשר מבקרים את ביטוי הגנים הללו ואולי אף את התקדמות התהליך כולו.

יישומים

✓ יישומים ביוטכנולוגיים בצמחים טרנסגניים - שיבוש ביטוי גנים על מנת להאט את קצב התקדמות התהליך, אם על ידי האטת שלב מרכזי בו על ידי שיבוש ביטוי גן המקדד לאנזים האחראי לשלב מרכזי בתהליך או על ידי פגיעה בגן רגולטורי המקדד למרכיב הדרוש להפעלת או התקדמות התהליך.

✓ הבנת תהליכים יכולה להוביל לפיתוח טיפולים או אסטרטגיות להאטת תהליכי ההזדקנות או ההתרככות.



Dept. of Postharvest science
The Volcani Center, ARO

10:07

הביולוגיה מכתובה כיצד יש לטפל בתוצרת הטרייה על מנת לשמור על איכות מרבית ופחת מזערי.

הפרי והירק הקטוף **עדיין חיים** אנו מעוניינים: לגרום להאטה של תהליכים המתרחים באופן טבעי ואף מואצים בפרי/ירק הקטופים כגון הזדקנות, הבשלה וניתוק אברים.

להביא **לנטרול ההשפעה של העקות** השונות המופעלות על הפירות.

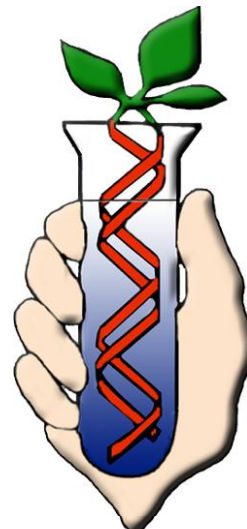


שינוי התכונות הגנטיות של הצמח באמצעות **ביוטכנולוגיה/הנדסה גנטית** הינו כלי בעל פוטנציאל גדול לשימור איכות התוצרת החקלאית הטרייה לאחר הקטיף והפחתה ברמת איבודי המזון.



Dept. of Postharvest science
The Volcani Center, ARO

**למה כדאי לשפר צמחים באמצעות
ביוטכנולוגיה/הנדסה גנטית?**



Dept. of Postharvest science
The Volcani Center, ARO

הנדסה גנטית בצמחים: מה זה? ולמה זה טוב לחקלאות ולבני האדם?

שימוש בשיטות מולקולאריות מתקדמות לשינוי מדויק של הגנום מכונה **הנדסה גנטית = התמרה גנטית**. **צמח טרנסגני** - צמח שעבר שינוי באמצעות התמרה גנטית מכוונת.

ביוטכנולוגיה - מחקר ופיתוח יישומי העושה שימוש במערכות ביולוגיות ותהליכים ביולוגיים לצורכי ישום מסחרי בתעשייה ברפואה ובחקלאות, כולל שימוש בהתמרה הגנטית.

✓ **שינוי ממוקד ומהיר** של החומר הגנטי בצמח לשיפור איכות הגידול החקלאי.

✓ **שינוי של גן קיים בצמח או העברה של גן** מאורגניזם אחר אל גנום הצמח.

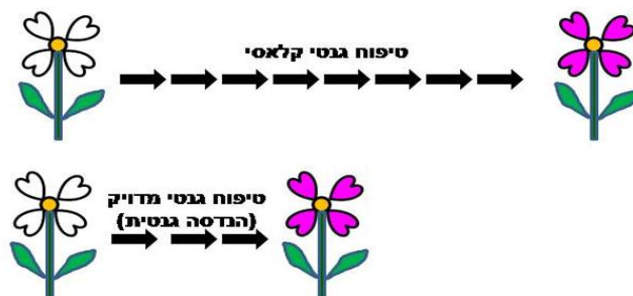
✓ שינויים גנטיים מכוונים של צמחים היוו בסיס חשוב של החקלאות מאז ומעולם (הכלאות וסלקציה לטיפוח גנטי).

✓ יתרונות- השיטה **מייעלת את תהליך ההשבחה הגנטית**, ומאפשרת שינויים גנטיים שאינם אפשריים בהשבחה גנטית קלאסית.



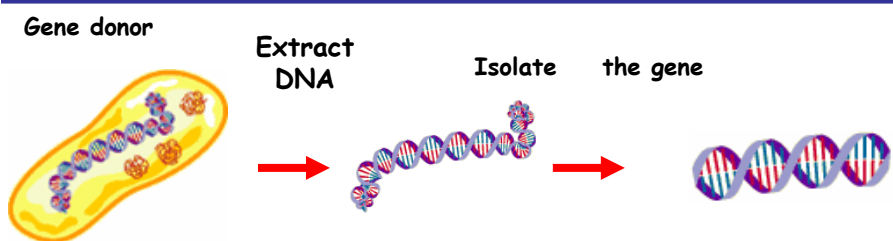
Dept. of Postharvest science
The Volcani Center, ARO

שימוש בהנדסה גנטית מאפשר שינויים גנטיים מדויקים ומהירים לצורך שיפור תכונות הצמח



Dept. of Postharvest science
The Volcani Center, ARO

האינפורמציה הגנטית המוחדרת בהנדסה גנטית מוכרת לנו לאין ערוך יותר מזו המועברת בהכלאות גנטיות

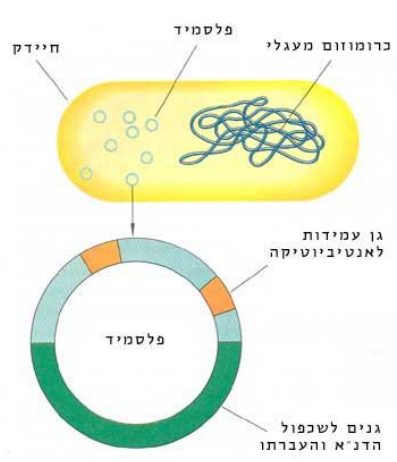
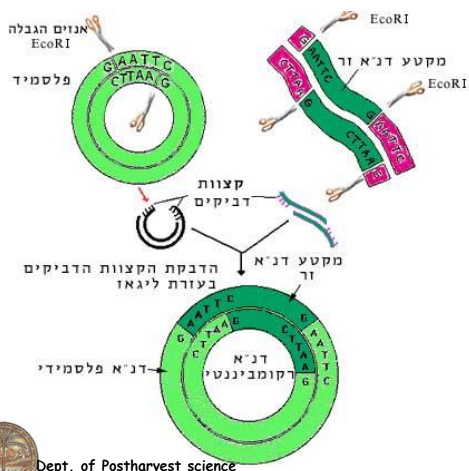


Dept. of Postharvest science
The Volcani Center, ARO

כיצד מבצעים בצורה מעשית את ההנדסה הגנטית של ה-DNA?

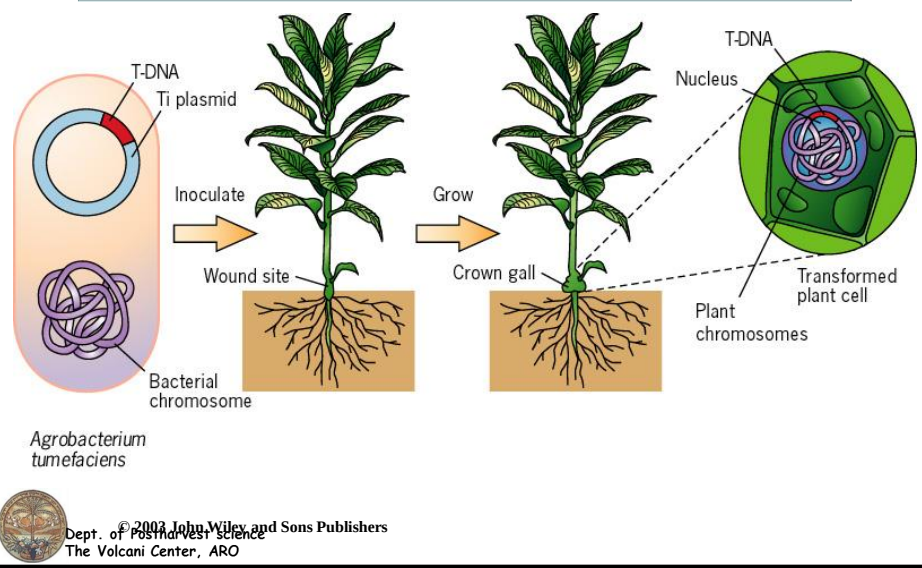
קיימים כלים (אנזימים) בעזרתם ניתן לחתוך ולחבר DNA במקומות ספציפיים על פי הצורך.

על מנת להרבות ולשמור על ה-DNA משתמשים בפלסמידים המסוגלים להשתכפל ולהתקיים בתוך חיידקים.

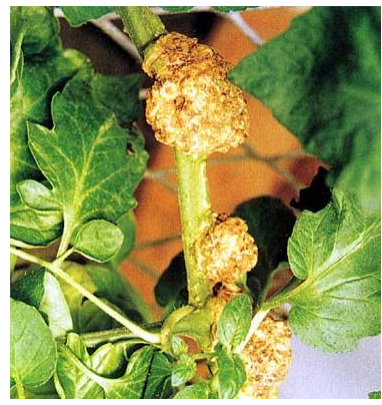
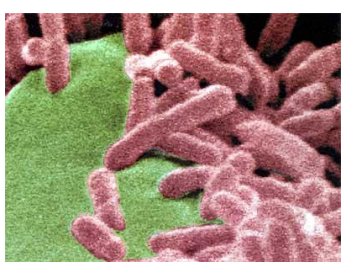


Dept. of Postharvest science
The Volcani Center, ARO

**שימוש בווקטור טבעי על מנת להכניס את ה DNA לצמח:
חיידק האגרובקטריום "יודע" באופן טבעי להעביר מקטע
DNA לתוך הכרומוזום**



**חיידק האגרובקטריום "יודע" באופן טבעי להעביר מקטע
DNA לתוך הכרומוזום**

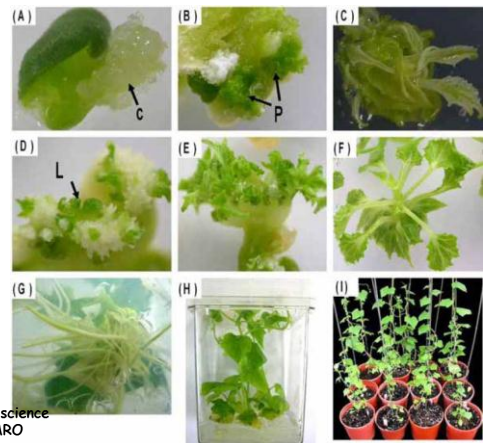


החיידק משתלט על גידול תאי הצמח וגורם לגידול לא מבוקר של התאים

**איך אנו יוצרים את הצמח המהונדס גנטית?
איך אנו מחדירים את ה-DNA לתוך הצמח השלם?**

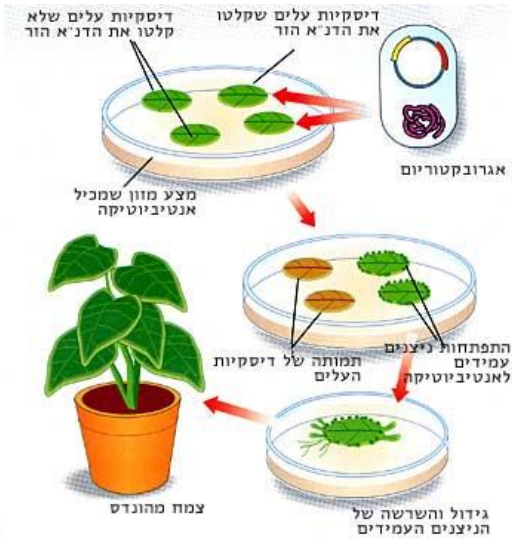
מבוסס על:

- 1. היכולת של צמחים להתפתח מתאים בודדים לצמחים שלמים.
- 2. מנגנון של חיידקים להעביר DNA לתוך כרומוזומים של הצמח.



Dept. of Postharvest science
The Volcani Center, ARO

מערכת ליצירת צמחים מהונדסים גנטית

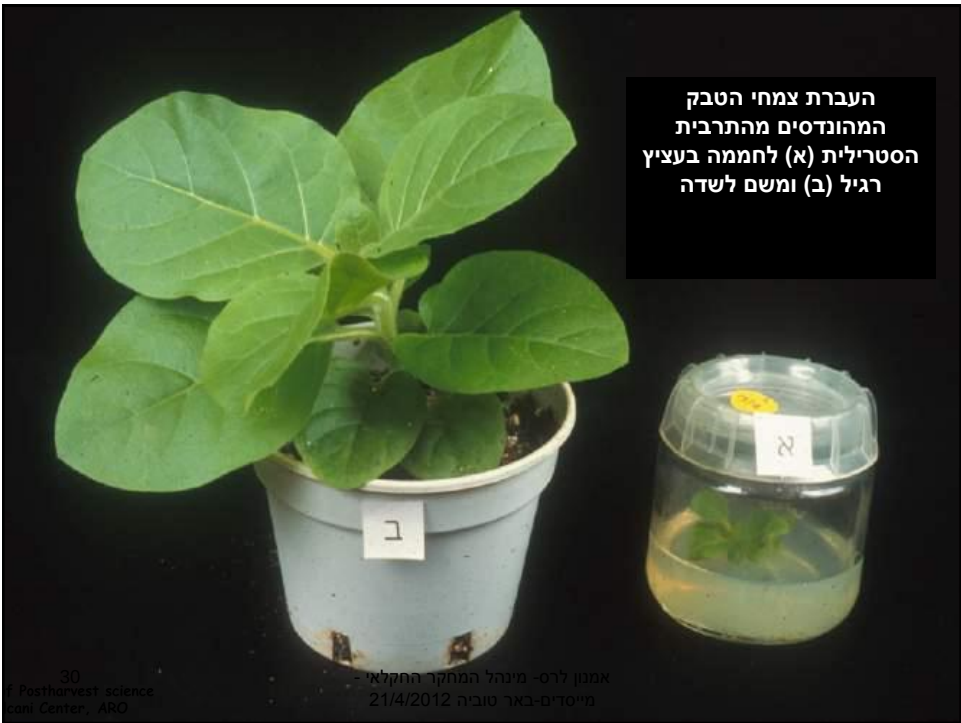


שימוש בגן המקנה עמידות
לאנטיביוטיקה כך שרק תאים
שאליהם נכנס ה DNA הזר יצליחו
לגדול בנוכחות אנטיביוטיקה

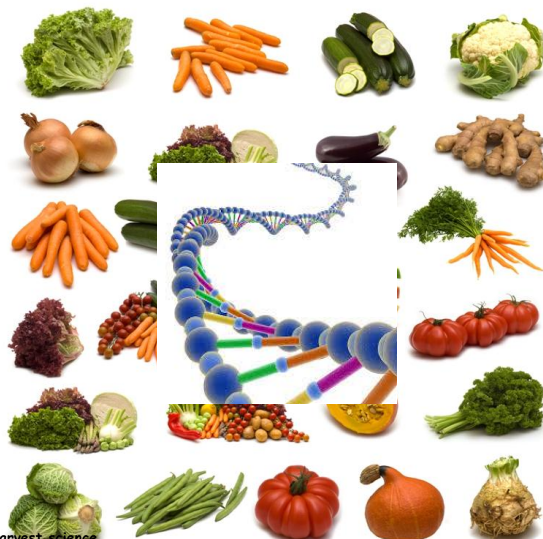


Dept. of Postharvest science
The Volcani Center, ARO





מקנה יכולת להעביר תכונות תורשתיות, כחומר כימי, גם מחוץ למין



Dept. of Postharvest science
The Volcani Center, ARO

קיימים ברשותנו טכנולוגיות בהנדסה הגנטית המולקולארית
המאפשרות:

1. הכנסת גן חדש לצמח

2. הגברת ביטוי גן קיים בצמח על ידי הכנסת עותק נוסף
שלו המתבטא ברמה גבוהה.

3. דיכוי ביטוי גן אנדוגני ספציפי של הצמח.

4. טכנולוגיה חדשה ומהפכנית – סילוק מקטעי דנ"א
מגנום הצמח ללא השארת "חתימה" של דנ"א זה,
כדוגמת גן המקנה עמידות לאנטיביוטיקה.
(CRISPR/Cas system) בחלק מהמדינות כבר תוצרים
מטכנולוגיה זו מוגדרים כלא "מהונדסים"



Dept. of Postharvest science
The Volcani Center, ARO

סרטון המסביר את הטכנולוגיה החדשה המאפשרת לסלק מקטעי DNA מגנום הצמח בצורה מדויקת ללא השארת כל שאריות של DNA זר.

טכנולוגיית CRISPR/Cas
4 דקות

<https://www.youtube.com/watch?v=2pp17E4E-O8>



Dept. of Postharvest science
The Volcani Center, ARO

לנושא השימוש בהנדסה גנטית בחקלאות חשיבות לאומית ועולמית רבה לאור הפוטנציאל העתידי הטמון בשימוש

שיפור רווחת האדם:

בריאות-תזונתי - עקב שיפור האיכות התזונתית של המזון - צמחים שעקב שינוי גנטי עשירים בחומרי מזון בעלי ערך תזונתי ובריאותי.
בריאות-סביבתי - צמחים העמידים לפתוגנים יאפשרו הפחתת השימוש בחומרי הדברה רעילים לאדם ולסביבה.

התמודדות יעילה עם בעיות צפויות:

משבר המזון והאנרגיה העולמי (הגדלת יבול) - צמחים המתפתחים מהר יותר והנושאים יותר יבול. צמחים המותאמים יותר לאזורים צחיחים.
מגבלות מים וקרקע חקלאיים ושינוי אקלימי - צמחים בעלי עמידויות ליובש, חום ומליחות. הגדלת שטחי גידול (בארץ - הר הנגב).



Dept. of Postharvest science
The Volcani Center, ARO

דוגמאות ליישומים שלגביהם יש הוכחת
היתכנות והינם בעלי פוטנציאל למזער
איבודי מזון ולשפר את תזונת האוכלוסייה
באזורים בהם יש בעיה.



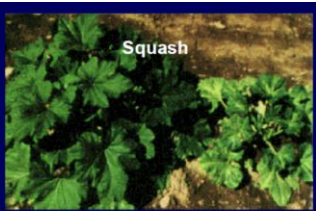
Dept. of Postharvest science
The Volcani Center, ARO

דוגמאות: עמידות לפתוגנים

פגיעה משמעותית ביבול ובאיכות של תוצרת חקלאית עקב מחלות וירוס,
הגורמות לאובדן יבול רב (20-100%) בארץ ובעולם.
הצלת ענף הפפאיה בהוואי על ידי הכנסת זן פפאיה טרנסגני העמיד לוויורוס



Potato



Squash



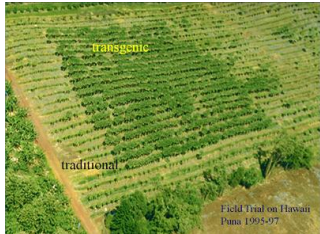
צמח טבק עמיד לוויורוס

הצמח הנטוע
הוא עמיד לוויורוס
הנפוצ בארץ



Papaya

הזן הטרנסגני מוקף בזן הרגיל



transgenic

traditional

Field Trial on Hawaii
Puna 1994-97

From: <http://gmopundit.blogspot.co.il/>



Dept. of Postharvest science
The Volcani Center, ARO

דוגמאות: עמידות לפתוגנים

פגיעה משמעותית ביבול ובאיכות של תוצרת חקלאית עקב מחלות וירוס, הגורמות לאובדן יבול רב (20-100%) בארץ ובעולם.

צמחים טרנסגניים בעלי חסינות לוורוס כפי שמודגם בצמחי מלפפון בארץ.



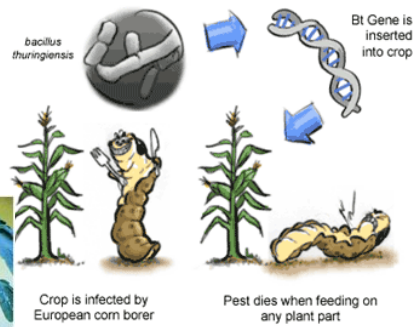
Dept. of Postharvest science
The Volcani Center, ARO

המלפפון העמיד פותח על ידי:
ד"ר עמית גלאון וד"ר אהרון זלצר ז"ל, מכון וולקני,
מינהל המחקר החקלאי

דוגמאות: עמידות לפתוגנים

החדרת הגן המקודד לרעלן של חיידקי בצילוס
טורנינגניס Bt לצמחים

משמאל צמח עגבנייה מהונדס גנטית שאליו הוחדר הגן המקודד לחלבון הרעיל מחיידק בצילוס. לידו צמח לא מהונדס. זחלים חיסלו את הצמח הלא מהונדס ולא פגעו בצמח המהונדס.



Dept. of Postharvest science
The Volcani Center, ARO



דוגמאות: עמידות לפתוגנים

החדרת הגן המקודד לרעלן של חיידקי בצילוס טורנינגזיס Bt לצמחים



נזקים בתוך הגבעול: נובר התירס האירופי

Dept. of Postharvest science
The Volcani Center, ARO

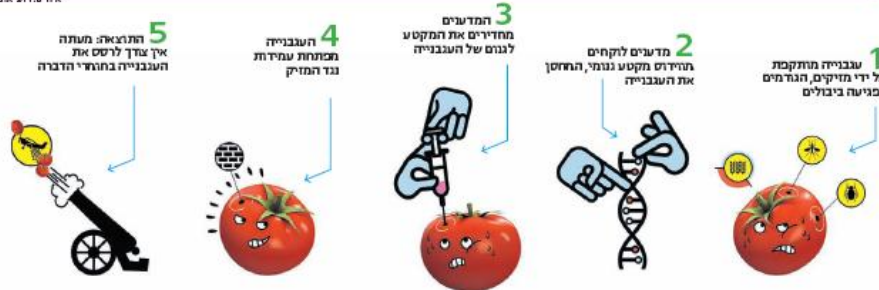
דוגמאות: עמידות לפתוגנים

יתרון משמעותי:
בצמחים המהונדסים יש עמידות טובה יותר לפתוגנים ניתן להשתמש בהרבה פחות חומרי הדברה רעילים – יתרון לסביבה ולאדם עקב הפחתה של השימוש בכימיקלים רעילים.

*** סיפורה של עגבנייה מהונדסת**

אזורים: רחוב אשכול

- 1 עגבנייה מותקבת על ידי מזיקים, הגורמים לפגיעה ביבולים
- 2 מדענים לוקחים רעידות מקטע גנטי, התחשן את העגבנייה
- 3 המדענים מחזירים את המקטע לגנום של העגבנייה
- 4 העגבנייה מסתתרת עמידות נגד המזיק
- 5 התוצאה: מעטה איך צדך לרשש את העגבנייה בחומרי הדברה



16.11.2012 | 7 ימים | 64

Dept. of Postharvest science
The Volcani Center, ARO

הנדסה גנטית מאפשרת העשרת המזון של אוכלוסיות עניות במרכיבי הזנה חשובים



41
Dept. of Postharvest science
The Volcani Center, ARO

הבעיה
באוכלוסיות הניזונות בעיקר מאורז, יש מחסור ב**בויטמין A** גורם למותם של רבע מיליון בני אדם, ולהתעוורות של כחצי מיליון בכל שנה. הרבה מהנפגעים הם ילדים.

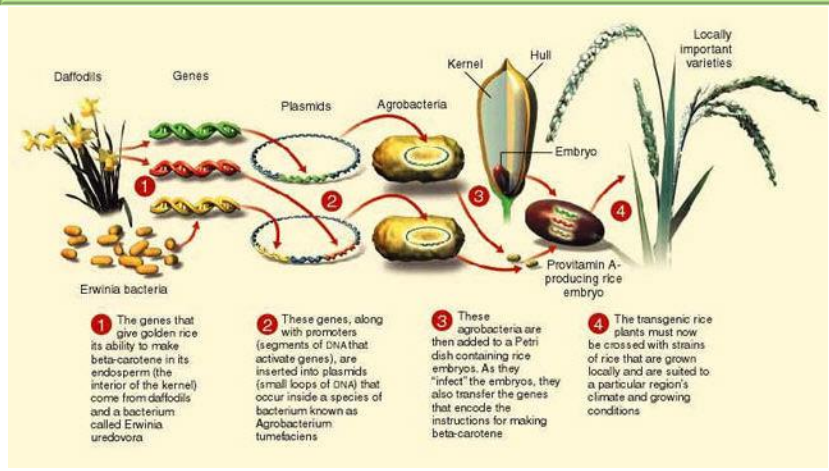
פיתוח זן חדש של אורז מהונדס גנטית בו יש יצור מוגבר של בטא קרוטן המהווה מקור ליצירת וויטמין A בגוף האדם. המוצר כבר עבר בהצלחה את שלבי ההיתכנות בשדה וישווק במזרח הרחוק.



Dept. of Postharvest science
The Volcani Center, ARO

האורז המזהב פותח על ידי:
Prof. Potrykus, ETH Zurich
Prof. Beyer, University of Freiburg
<http://www.goldenrice.org/>

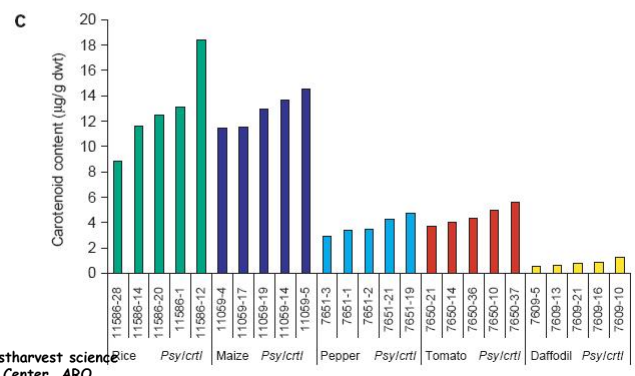
פיתוח זן חדש של אורז מהונדס גנטית בו יש יצור מוגבר של בטא קרוטן המהווה מקור ליצירת ויטמין A בגוף האדם. המוצר כבר עבר בהצלחה את שלבי ההיתכנות בשדה וישווק במזרח



From: http://www.isaaa.org/Kc/inforesources/biotechcrops/The_Golden_Rice_Technology.htm

Dept. of Postharvest science
The Volcani Center, ARO

גנים ממקורות שונים אשר מקודדים לאנזים בעל פעילות דומה מביאים ליצירת כמויות שונות של קרוטן באורז



Dept. of Postharvest science
The Volcani Center, ARO

עיכוב יצירת אתילן על ידי דיכוי ביטוי גנים
המשתתפים בביוסינתזה שלו או חסימת פעולתו

להורמון הצמחי אתילן תפקיד מרכזי בבקרת התקדמות תהליכים
המביאים להתכלות הפרי/ירק כולל תהליכי הזדקנות, הבשלה
והתרככות.

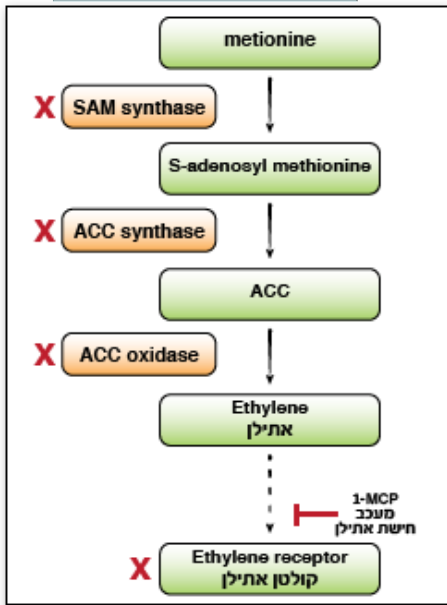
האטת ייצורו של האתילן או חסימת פעולתו יובילו להאטה
בתהליכי ההתכלות.



Dept. of Postharvest science
The Volcani Center, ARO

דוגמאות: עיכוב פעולת ההורמון אתילן

מסלול סינתזת ופעולת אתילן



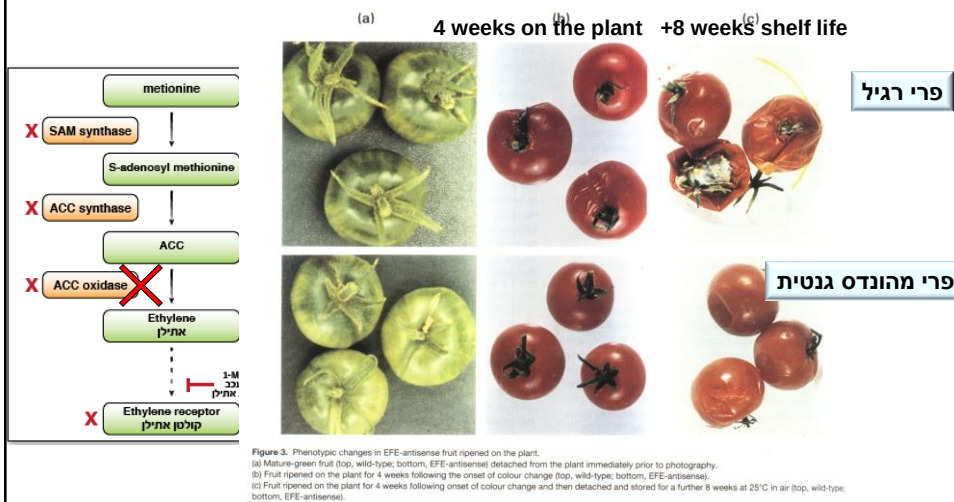
שיבוש יצירת אתילן וחישתו בצמח
ניתן לשבש את יכולת סינתזת אתילן על ידי
עיכוב ביטוי הגנים המקודדים לאנזימים
המשתתפים בביוסינתזת ההורמון או הכנסת גן
הנושא מוטציה בגן לקולטן המקנה לו חוסר
רגישות להורמון. השלבים המתאימים מסומנים
ב- X אדום.



The Volcani Center, ARO

דוגמאות: איכות המוצר ומשך חיי המדף

עיכוב ריקבון העגבנייה עקב דחיית תהליך הבשלת הפרי



Dept. of Postharvest science
The Volcani Center, ARO

עיכוב ביטוי הגן המקדד לאנזים ACC oxidase הוביל לירידה ברמת סינטיזת אתילן ודחייה בהבשלה

10:07

הכנסת גן המקדד לאנזים היכול לפרק ACC הוביל לירידה ברמת סינטיזת אתילן ודחייה בהבשלה

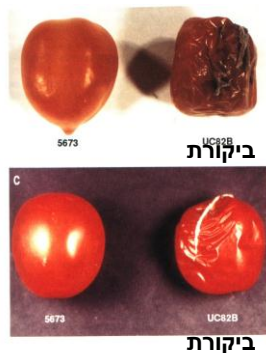
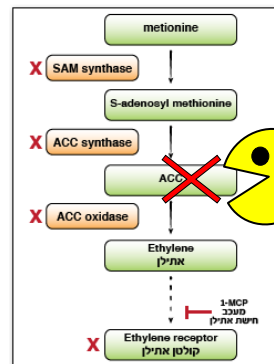


Figure 4. Effect of ACC Deaminase Expression on Ripening Tomatoes.



Inhibition of ethylene biosynthesis by introduction of non-plant gene encoding for an enzyme which degrades the ACC precursor.

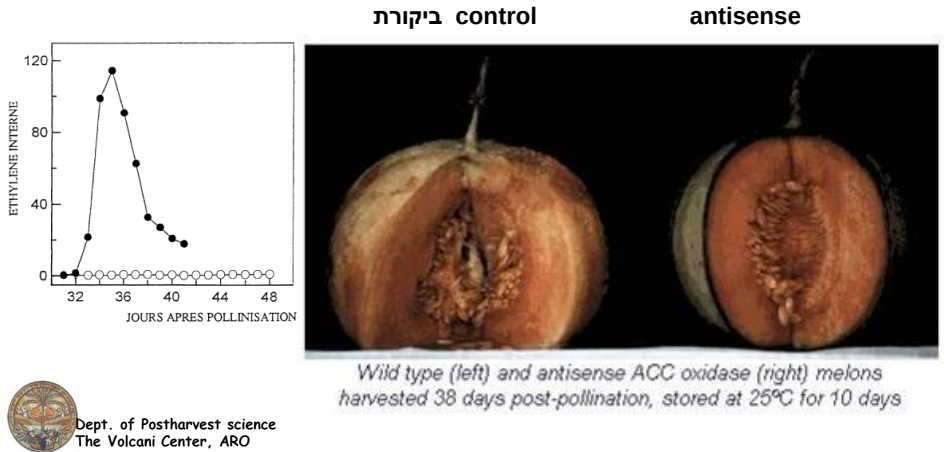


Dept. of Postharvest science
The Volcani Center, ARO

דיכוי מערכת יצירת האתילן במלון

גם במלון לאתילן תפקיד חשוב בבקרת תהליכי ההבשלה, ההתרככות והניתוק של הפרי מהצמח

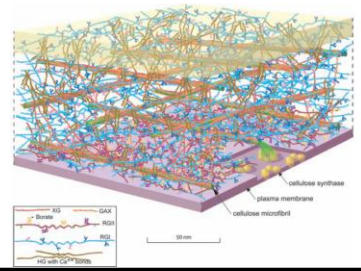
עיכוב ביטוי הגן ל ACC oxidase הוביל לירידה של 99% ברמת האתילן שנוצר ודחיה משמעותית בתהליך ההבשלה של הפרי



האטת תהליך התרככות הפרי באמצעות שיבוש ביטוי גנים המעורבים בתהליך

התרככות המרקם בפרי מהווה את אחד המאפיינים הבולטים של הבשלת הפרי. אף שההתרככות היא מרכיב חשוב הקובע את איכות הפרי והתאמתו לאכילה, התקדמותו נמצאת במתאם שלילי לאפשרות האחסון ולהארכת חייו המדף. בנוסף התרככות הפרי הופכת אותו רגיש יותר לפגיעות פיזיות ולהדבקות של פתוגנים הגורמים לרקבונות.

זוהו גנים המקודדים לאנזימים הידרוליטיים שעולים בביטויים בתהליך ההבשלה וכנראה דרושים להתרככות הפרי עקב עיכול דופן התא.



השפעת השתקת הגן לפוליגלקטורונז, האחראי לפירוק פקטין, בשלבי ההבשלה המאוחרים

Polygalacturonases and Pectin Disassembly

339

ביקורת



Figure 2. Effect of antisense PG gene expression on overripe tomato fruit. Left, Control fruit expressing normal levels of PG; right, PG antisense fruit expressing < 1% wild-type level of PG. Control and antisense fruit were harvested on the same day and stored until control fruit advanced to the overripe stage and showed visible signs of deterioration. Photo courtesy of Calgene, Inc.

Update on Cell Walls

Polygalacturonases: Many Genes in Search of a Function¹

Kristen A. Hallfield and Alan B. Bennett¹
Marr Laboratory, Department of Vegetable Crops, University of California, Davis, California 95616

51

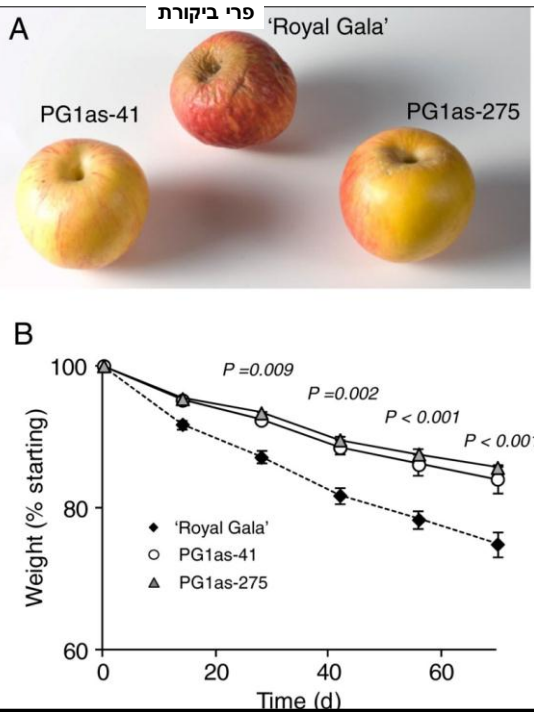
השפעת עיכוב ביטוי הגן לפוליגלקטורונז בתפוח

התמונה (A) צולמה לאחר 9 שבועות אחסון ב-20°C ומראה שמירה טובה יותר של מוצקות הפרי הטרנסגני.

בחלקו התחתון של האיור (B) מובא גרף המראה שקצב איבוד המשקל הטרי של הפרי הטרנסגני כתלות בזמן האחסון היה אטי יותר מאשר בפרי הביקורת. האיור לקוח מהמאמר Atkinson et al (2012).



Dept. of Postharvest science
The Volcani Center, ARO



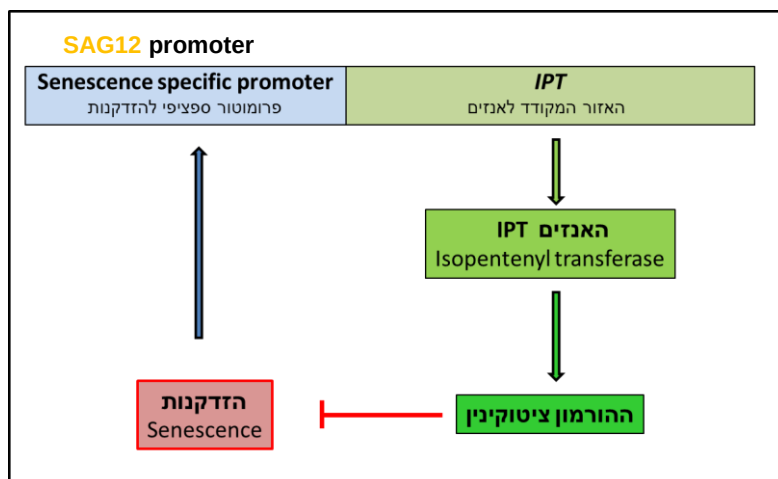
עיכוב הזדקנות על ידי ביטוי מבוקר עצמי ("אוטומטי") של ההורמון ציטוקינין.

Inhibition of leaf senescence by autoregulated production of cytokinin

להורמון **ציטוקינין** השפעה מעכבת על תהליכי הזדקנות בצמחים רבים.
הגן ***ipt*** המקדד לאנזים isopentenyl transferase מקטלז שלב קובע מהירות בביוסינטיזת ציטוקינין ולכן הפעלתו ברמה גבוהה תגרום ליצירת ציטוקינין.
הפרומוטור ***SAG12*** מפעיל ביטוי גנים רק במהלך הזדקנות עלים.
חיבור הפרומוטור ***SAG12*** לגן- ***ipt*** והכנסתו לצמח גורם ליצירת ציטוקינין רק בהזדקנות ולכן יוביל לדחיית תהליך ההזדקנות.
צמחים אשר בהם גן זה הוכנס והתבטא לא הראו תופעות לא נורמאליות כיוון שהמערכת מאוד מבוקרת ובעלת משוב.
עלי צמחים טרנסגניים בהם הוכנס גן כימארי זה היו בעלי "תוחלת חיים" ארוכה והיו בעלי כושר פוטוסינטטי משופר לעומת עלים באותו גיל מצמחי ביקורת.
איכות משופרת של העלים לאחר הקטיף וב "אחסון".



Dept. of Postharvest science
The Volcani Center, ARO



Dept. of Postharvest science
The Volcani Center, ARO

איור 3. מודל תפיסתי למערכת משב לעיכוב הזדקנות. ביטוי תחת בקרת פרומוטור ספציפי להזדקנות של הגן *IPT* המקודד לאנזים השולט בביוסינטיזת ציטוקינין הדוחה את תהליך ההזדקנות.

צמחי טבק בהם הוכנס הגן הכימארי **ipt** תחת בקרה של הפרומוטור הספציפי להזדקנות **SAG12**

טרנסגניים ביקורת





Dept. of Postharvest science
The Volcani Center, ARO

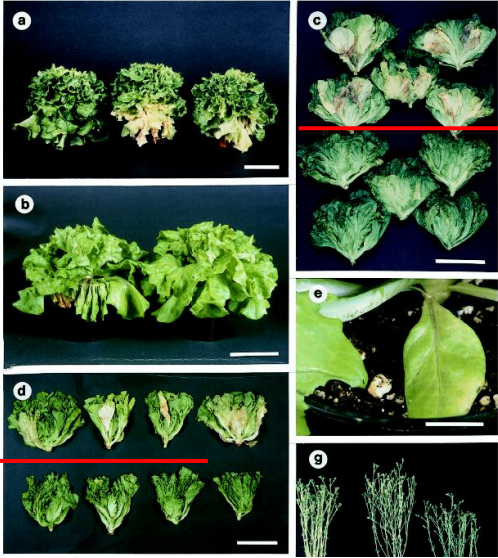
Effects of P_{SAG12} -IPT Gene Expression on Development and Senescence in Transgenic Lettuce¹

McCabe et al. Matthew S. McCabe², Lee C. Garratt², Frank Schepers, Wilco J.R.M. Jordi, Geert M. Stoopen, Evert Davelaar, J. Hans A. van Rhijn, J. Brian Power, and Michael R. Davey*

הפעלת המערכת ה"אוטומטית" בגידולים אחרים בעלי חשיבות חקלאית גם היא אפשרית. לדוגמא בחסה.

ביקורת

טרנסגני





Dept. of Postharvest science
The Volcani Center, ARO

מחקר דומה בברוקולי, תוך שימוש באותה מערכת, הדגים את הפוטנציאל לדחיית ההזדקנות גם בירק זה.

Transformation of broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) with isopentenyltransferase gene via *Agrobacterium tumefaciens* for post-harvest yellowing retardation

Long-Fang O. Chen*, Jia-Yuan Hwang, Yee-Yung Chang¹, Chi-Wen Sun² and Shang-Fa Yang

Institute of Botany, Academia Sinica, Nankang, Taipei 115, Taiwan; present addresses:

¹Institute of BioAgricultural Sciences, Academia Sinica; ²Institute of Molecular Biology, Academia Sinica;

*Author for correspondence (e-mail: ochenf@gate.sinica.edu.tw; fax: 886-2-2782-7954)

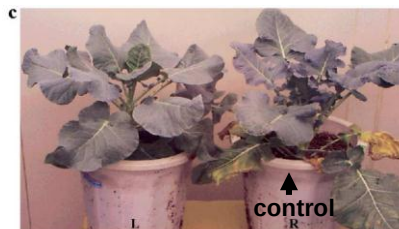
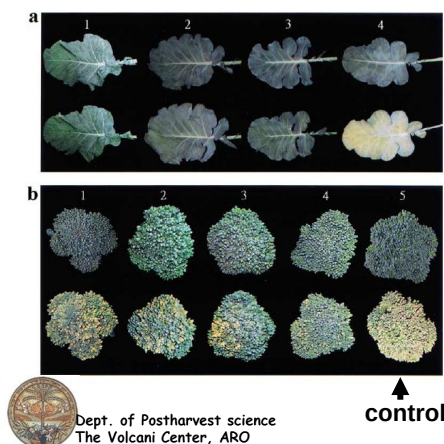


Figure 6. a. Comparisons on the yellowing in the detached leaves at Day 0 (upper row) and 4 days after storage at 25 °C (lower row). 1, 2, 3, 4 are transformants SC9-018, SC6-016, SC6-088 and untransformed control, respectively. b. Comparisons on the yellowing in the detached broccoli heads at Day 0 (upper row) and 4 days after storage at 25 °C (lower row). 1, 2, 3, 4, 5 are transformants SC6-034, SC6-079, SC6-041, SC6-042 and untransformed control, respectively. c. Plants of transformant at the left (L) and untransformed control at the right (R) indicate leaf yellowing at the bottom part of the control plant at the stage when the plant starts bolting.



Dept. of Postharvest science
The Volcani Center, ARO

לשימוש בביוטכנולוגיה חשיבות לאומית וגלובלית רבה לאור הפוטנציאל העתידי הטמון בשימוש

שיפור רווחת האדם:

בריאותי - עקב שיפור האיכות התזונתית של המזון - צמחים שעקב שינוי גנטי עשירים בחומרי מזון בעלי ערך תזונתי ובריאותי.
בריאותי וסביבתי - צמחים העמידים לפתוגנים יאפשרו הפחתת השימוש בחומרי הדברה רעילים לאדם ולסביבה.

התמודדות יעילה עם בעיות צפויות:

משבר המזון והאנרגיה העולמי (הגדלת יבול) - צמחים המתפתחים מהר יותר והנושאים יותר יבול. צמחים המותאמים יותר לאזורים צחיחים.
מגבלות מים וקרקע חקלאיים ושינוי אקלימי - צמחים בעלי עמידויות ליובש, חום ומליחות. הגדלת שטחי גידול (בארץ - הר הנגב).

חשיבות כלכלית רבה:

לדע ולזנים שיפותחו יהיה ערך כלכלי גבוה מאוד ליצוא.
יצירת חקלאות מתקדמת בעלת כושר תחרות משופר.
משמעות מעבר להספקת מזון טרי - צמחים הצוברים חומרים בעלי ערך כחומרי גלם לתעשייה ולצרכים רפואיים.



Dept. of Postharvest science
The Volcani Center, ARO

שימוש עכשווי בעולם בצמחים ששופרו בהנדסה גנטית

היקפים מסחר עולמי קיים:

שימוש במדינות רבות ובהיקפים המתרחבים במהירות.

שימוש מסחרי נעשה ב 30 מדינות הכוללות 60% מאוכלוסיית בני האדם.

צמחים טרנסגניים מגודלים באופן מסחרי על כ-10% מכלל השטח החקלאי העולמי.

למעלה מ-80% מגידול הסויה הוא טרנסגני (מרבית מוצרי הסויה בארץ מקורם בצמחים

טרנסגניים).

הערך הכלכלי העולמי של תוצרת גידולי תירס, סויה וכותנה משופרים מגיע ל- 150

מיליארד \$. תוספת הרווח השנתי כתוצאה מגידולים טרנסגניים נאמד בכ- 10 מיליארד

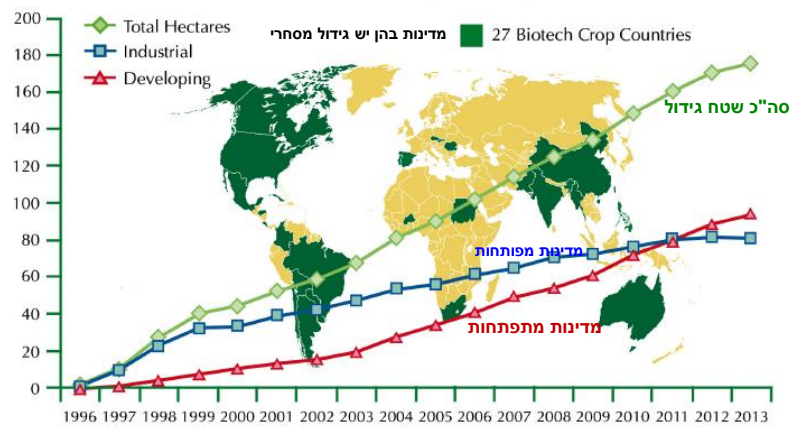
.\$



Dept. of Postharvest science
The Volcani Center, ARO

שטחים בהם מגודלים באופן מסחרי צמחים טרנסגניים לחקלאות במיליוני הקטרים

GLOBAL AREA OF BIOTECH CROPS
Million Hectares (1996-2013)



A record 18 million farmers, in 27 countries, planted 175.2 million hectares (433 million acres) in 2013, a sustained increase of 3% or 5 million hectares (12 million acres) over 2012.

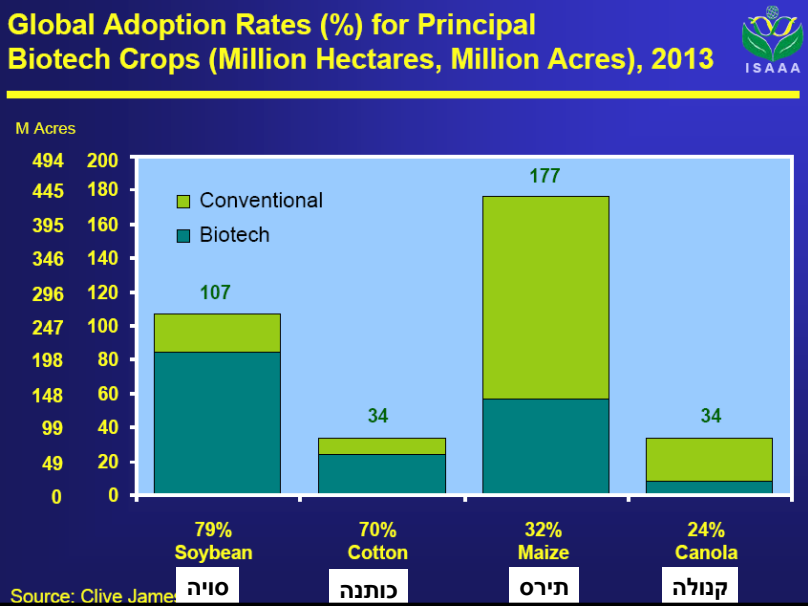
source: Clive James, 2013.



Dept. of Postharvest science
The Volcani Center, ARO

היקפים מסחריים קיימים על פני
Dr. James (2010) ISAAA Report on Global Status of Biotech/GM Crops.
International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications (ISAAA)
<http://www.isaaa.org>

אחוז הגידול החקלאי הטרונסגני מכלל התוצרת בצמחים שונים



שימוש בעולם בצמחים ששופרו בהנדס הגנטית

כיווני שיפור מסחריים:
קיימים - עמידות לקוטלי עשבים ולחרקים; הרכב עמילן משופר לתעשייה בתפוא"א.

בשלבי פיתוח מתקדמים:
תירס בעל עמידות ליובש ואורז בעל איכות תזונתית משופרת.
איכות ותכולת שמן (לפתית, סויה); תכולת חומצות אמינו חיוניות (תירס); חיי מדף ארוכים (עגבנייה).

Table 1 Numbers of current and possible numbers of expected GM traits worldwide

Trait category ^a	Commercial in 2008	Commercial pipeline	Regulatory pipeline	Advanced development	Total by 2015 ^b
Insect resistance	21	2	11	25	59
Herbicide tolerance	11	5	4	13	33
Product quality ^c	2	1	5	12	20
Virus resistance	5	0	2	3	10
Abiotic stress tolerance	0	0	1	6	7
Other	0	0	2	11	13

טבלה המפרטת את מספר זני הצמחים הטרונסגניים המפותחים וסוג התכונות המשופרות.



מקור האירוס: Dept. of Postharvest science, The Volcani Center, ARS, *Frontiers in Plant Science* (2016) Nature Biotechnol. 28: 23-25.



לישראל יתרון יחסי בפיתוח המחקר והיישום לטיפול מדויק בחקלאות באמצעות הנדסה גנטית

מדעי, כוח אנושי מקצועי מעולה וגופים מחקריים בהם יש ידע מדעי בסיסי בנושאים הרלוונטיים.

חקלאות יעילה ומתקדמת בארץ בעלת יכולת לעבור התאמות במהירות.

מחקר חקלאי מתקדם המשולב בצורה טובה עם החקלאות.

יחד עם זאת, למרות הידע והיכולות מוצרים חקלאיים טרנסגניים ממקור ישראלי עדיין אינם ממוסחרים.



Dept. of Postharvest science
The Volcani Center, ARO

תודה על ההקשבה

