

הדברה של מזיקים בחקלאות

מינהל המחקר החקלאי, מרכז וולקני, ראשון לציון

פרופ' מוראד גאנס
המחלקה לאנטומולוגיה



נושאי המחקר במעבדה

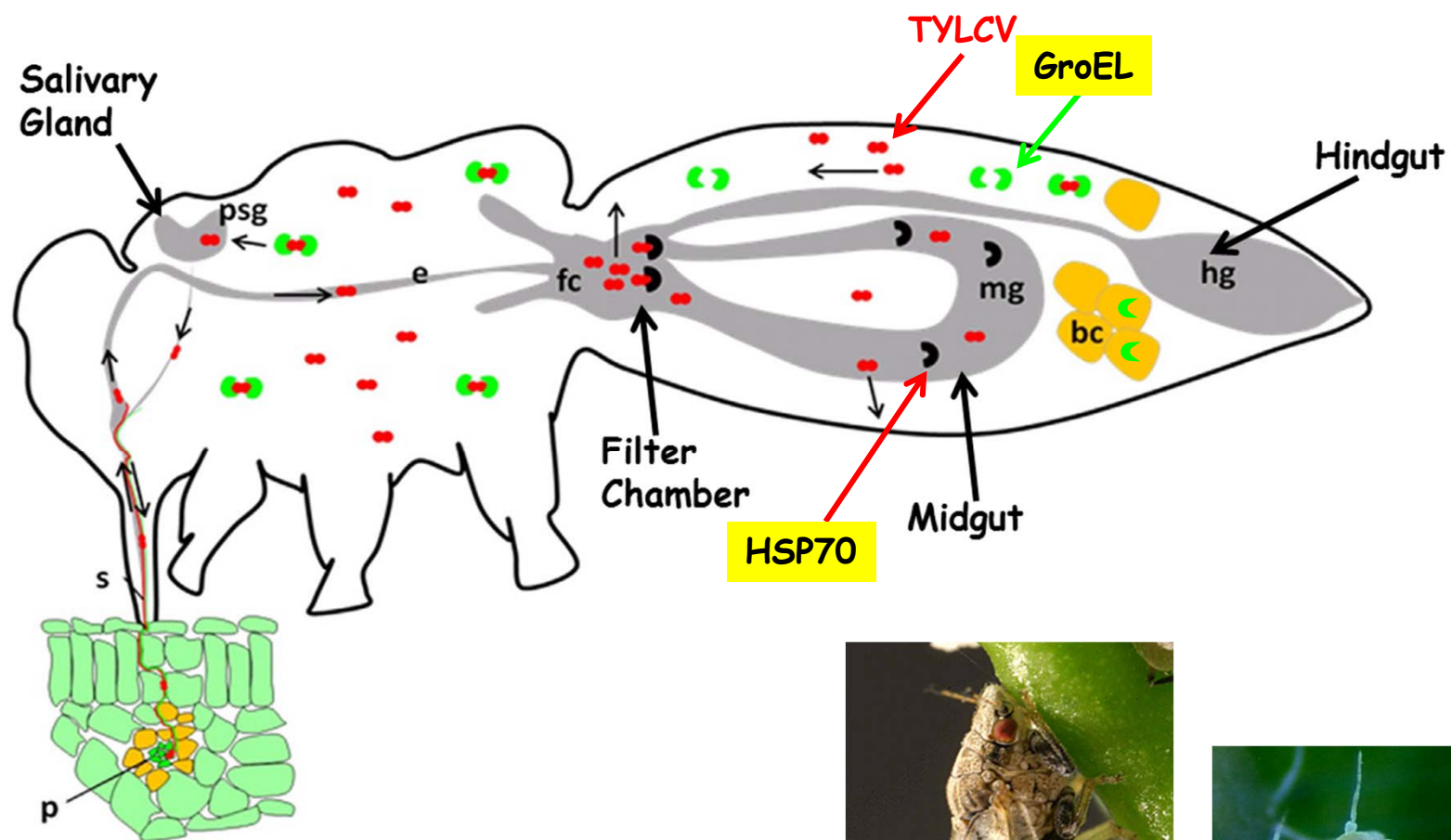
- העברת מחלות בצמחים על ידי חרקים



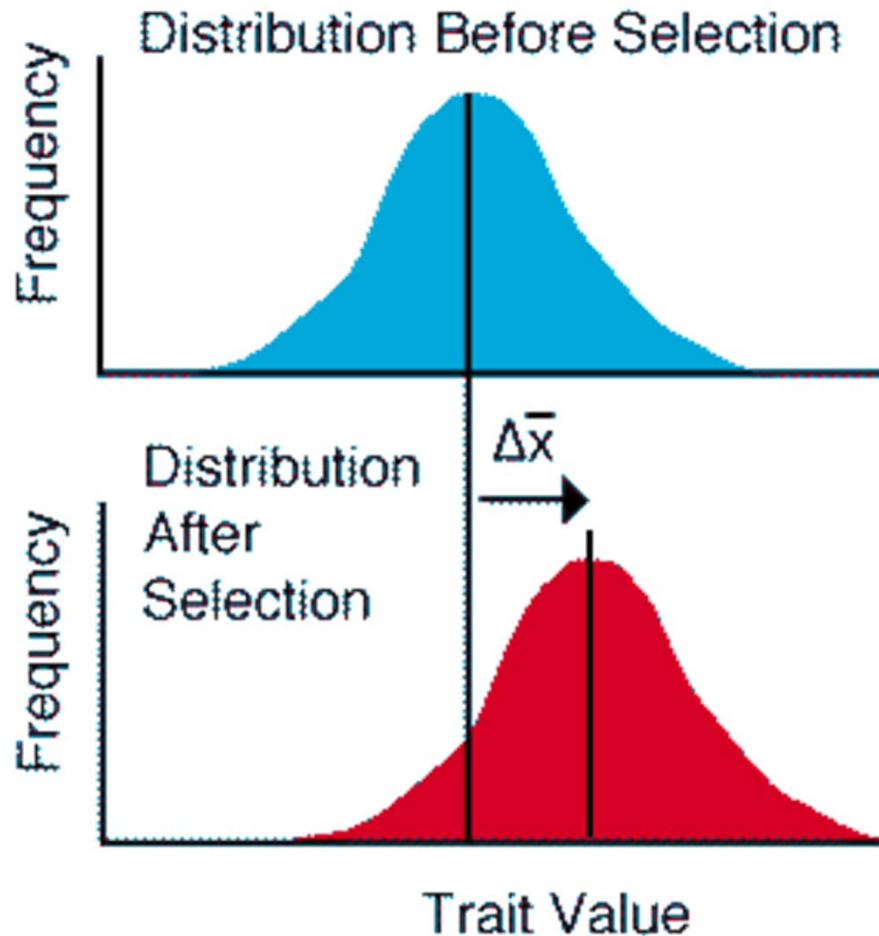
- הדברה ועמידות חרקים מזיקים
בחקלאות לקוטלי חרקים כימיים



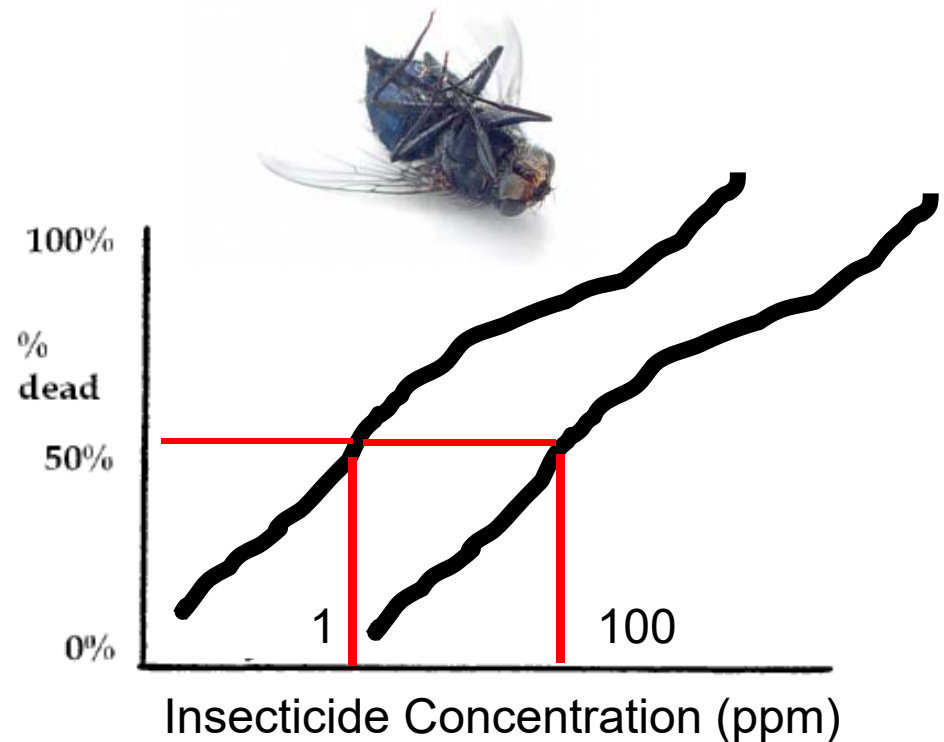
העברת מחלות על ידי וקטורים

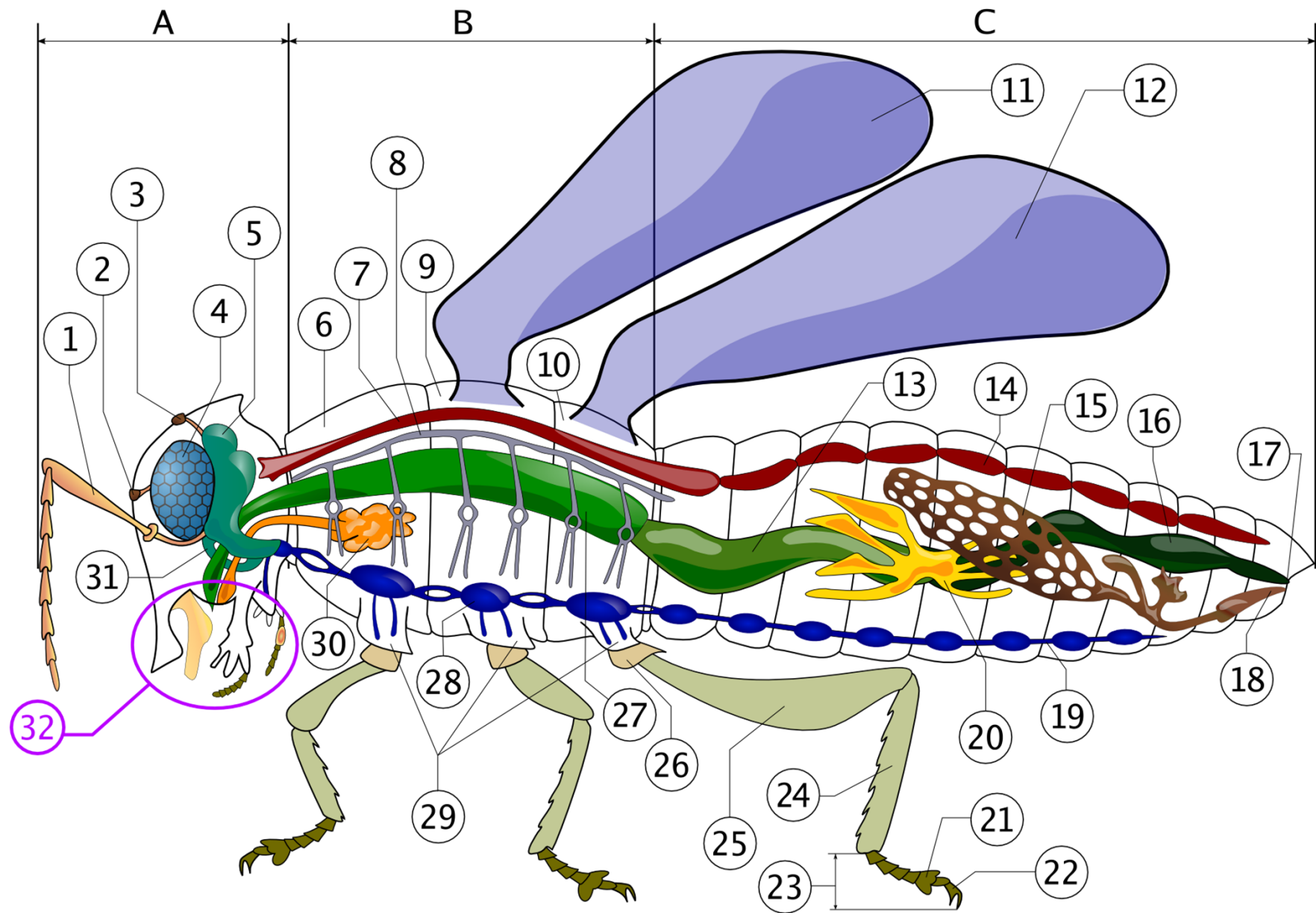


הדברה כימית והתפתחות עמידות



- Lethal dose **LD₅₀**
- Dose at which 50% of the test insects are killed





נושאי ההרצאה

מימשק הדברה של פרוקי רגליים מזיקים לחקלאות בישראל.
מהו הרקע האקולוגי והכלכלי ומדוע הנושא כה חשוב.
סוגי הדברה וההדברה הביולוגית בישראל: ההיבט ההיסטורי,
ההשפעה על החקלאות ובתי הגידול הפתוחים.
כיווני הדברה אחרים וההתפתחויות לעתיד.

מה זה ממשק הדברה?

תכנית/פעולות הדברה שמבטיחות שמירה על ניקיון ממזיקים על ידי שימוש במגוון של תכשירים כימיים ולא כימיים, וגם שיטות ואמצעים אחרים כדי לא להגיע לסף נזק כלכלי



למה מימשק ההדברה של מזיקים כל כך חשוב?

ההוצאות הישירות

עלות מערכות ההדברה והנזק כ-
250,000,000 ₪ לשנה



ישראל היא שיאנית הרעלים בירקות ובפירות



בישראל נמכרים מדי שנה כ-7,000 טון של חומר רעיל בתכשירי הדברה. בתמונה: מטוס ריסוס בפעולה // צילום ארכיון: ארי שגאל

חומרי הדברה פעילים בגידולי שדה (לאלף דונם)



נתונים: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה

היתר באמצעות הכנסת חומרים הלופים פחות רעילים. זאת במקום חומרים המכילים זרחנים אורגניים וקוטלי עשבים מקבוצת הטריואזים שהוצאו משימוש. בין היתר, מעורר משרד החקלאות מעבר לשיטות ידירות של משתמשים בחומרי הדברה, המכונים בעיקר נגד זבוב הפירות העושה שטות במטעים. בנוסף, נעשה שימוש הולך וגובר במלכודות, במקטני קטילה לחרקים – וכן לפיזור של זבובים עקייים.

מי אסר על שימוש בחומרי ריסוס הפוגעים בשכבת האוזון, במיוחד במתיל ברומיד שנחשב חומר הדבריה הנפוץ ביותר בדור האחרון, אותו סתיל ברומיד ותרבות של פחמן, מימן וברום) נמצא עדיין בשימוש בישראל. חומרים מסוכנים ונפוצים נוספים הם קוטלי החרקים קונג'י רור הריסק וקוטלי הפטריות אדאון ואוהיו. יצוין כי במשרד החקלאות נעשית כיום רגולציה בנושא, בין

כ-7,000 טון של חומר רעיל בתכשירי הדברה, שבהם משתמשים בעיקר לקטילת פטריות וחיידקי קדם, עשבים וחרקים ואירי קרקע. מספר התכשירים הנמכרים עומד על כ-670 סוגים ליצדים השונים. בנוסף, נעשה שימוש בחומרים נוספים לשימוש ואחסון פירות לאחר שנקטפו, לזיהום צמיחה באמצעות חומרים וסופי מזון לצמחים. הסקר מוסיף ומציין כי אף ש"פרוטוקול מונטריאלי" הבינלאומי

נתונים חדשים של הלמ"ס חושפים אמת מפחידה: רמת החומר הרעיל בחומרי הדברה של ירקות ופירות בישראל היא הגבוהה במדינות המפותחות ■ מהסיבות העיקריות לזיהום: המשך הריסוס בחומר מתיל ברומיד שנאסר לשימוש בעולם

לישראל וגילו כי החומר הרעיל בארץ – 3.5 טון לאלף דונם – גבוה פי 88 מאשר בשוודיה (0.04 טון), שבה רמת ההדברה נמוכה ביותר (ראו טבלה מצורפת). במקום השני ברשימת המדינות "הרעילות" נמצאת יפן עם 1.55 טון לאלף דונם. כאשר לחומר הרעיל הפעיל יחסית למספר התושבים ניצבת יפן בראש הרשימה עם 4.95 טון לאלף נפשות. אחריה ישראל עם טון לאלף נפשות והונגריה עם 0.98 טון. בתחתית הרשימה שווייץ ונורווגיה עם 0.19 טון לאלף נפשות ושוודיה עם 0.11 טון לאלף נפשות.

דליה מזורי

קבוצת זה רשמי: רמת החומר הרעיל בחומרי הדברה בישראל בשנים 2008-2010 היא בשיעור הגבוה ביותר מבין מדינות ארגון ה-OECD. כך מגלה סקר על חומרי הדברה בחקלאות שערך הלמ"ס. מה שבה הדברות למטעים וקטלי העשבים היא שהחומרים החקלאיים הישראלים היא המסוכנת ביותר למאכל מבין מדינות המחקר. עורכי הסקר בדקו את מרכיבי חומרי הדברה בקרב חברות המייצרות או המייבאות חומרים כאלה

מעריב, 31
אוקטובר
2012

Dichloro-Diphenyl-Trichloroethane

שימוש ב-DDT בשנות ה-50



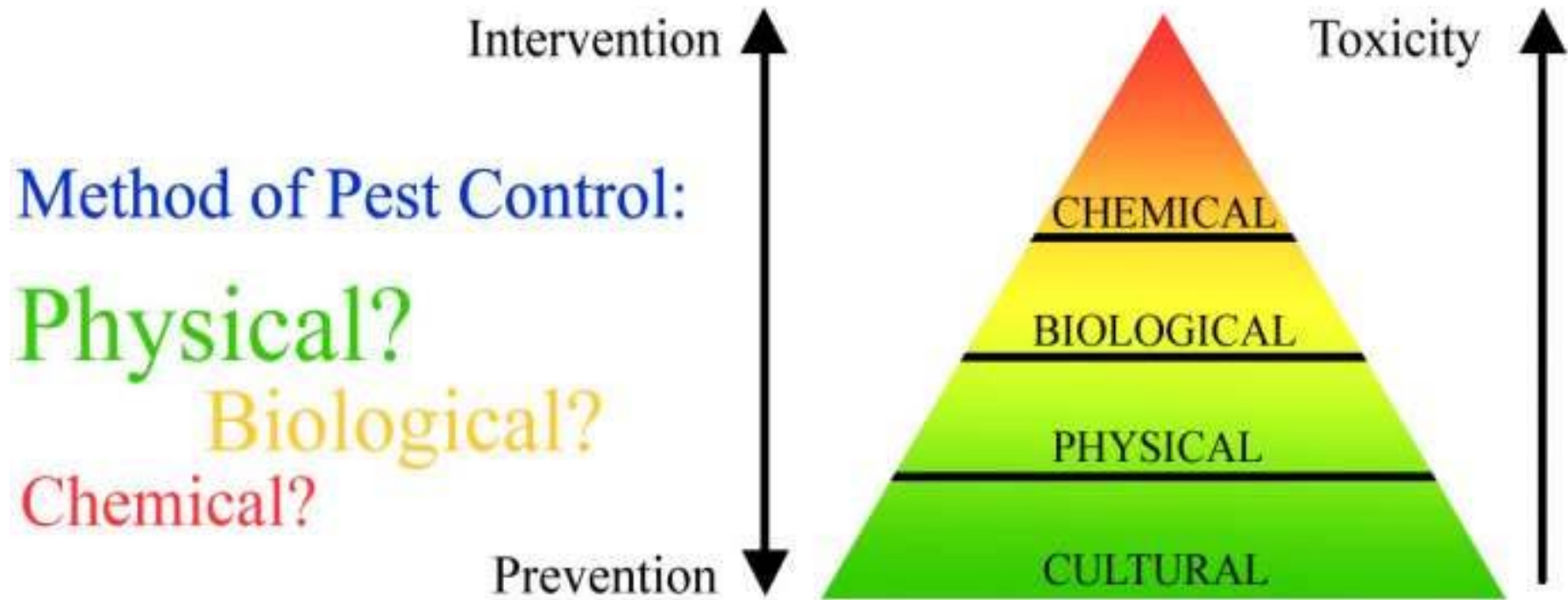
■ FROM THE GEOGRAPHIC ARCHIVES

An ill wind

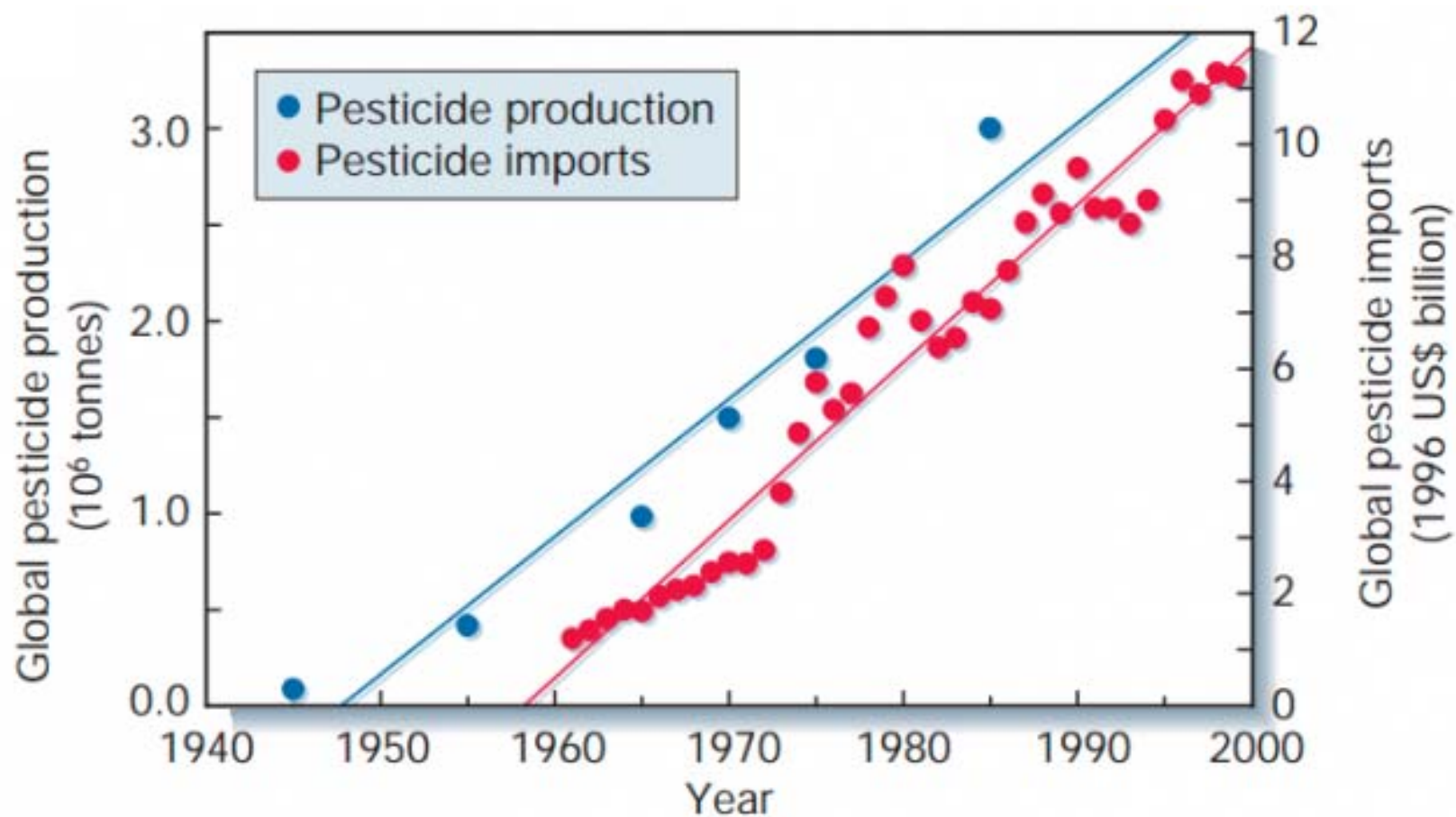
A cloud of the insecticide DDT billows over and beachgoers—in 1945 as part of a mosquito abatement program at New York's Jones Beach State Park to ward off bug-borne disease during World War II, once hailed as a miracle product. This photograph published in the October 1945 GEOGRAPHIC as "World of Tomorrow." But by the time "concrete evidence showed that birds from sprayed areas had high levels of DDT, damaging their ability to reproduce, research pointed to the chemical as a human health hazard. DDT was banned in the United States in 1972.



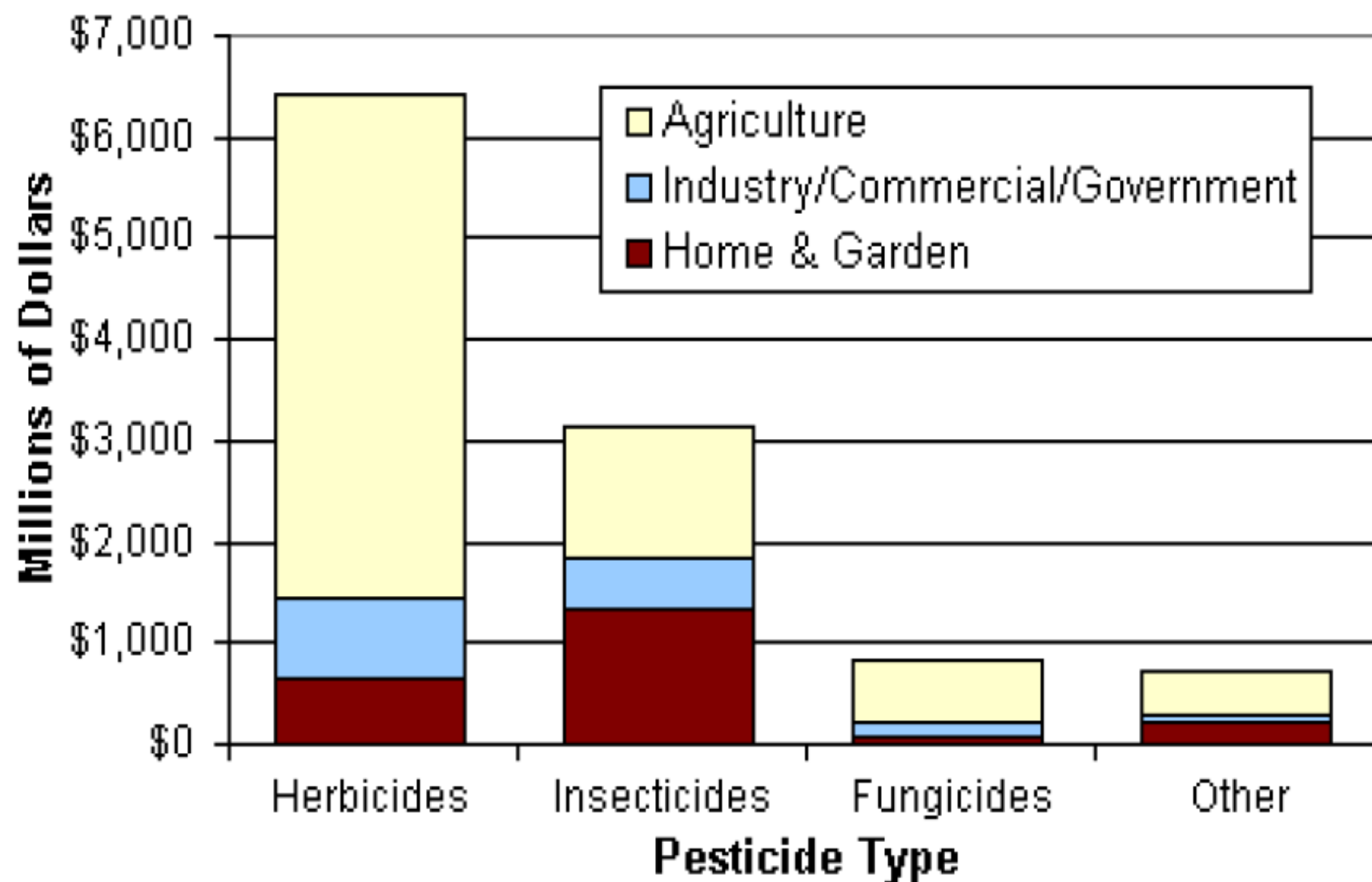
הדברה משולבת – על זה כולם מסכימים!!



עלייה מתמשכת בשימוש וייצור חומרי הדברה



הצרכנים העיקריים של תכשירי ההדברה





WHEN THE PESTICIDES RUN OUT

Resistance is exhausting the agricultural arsenal against insects, weeds and disease. New biological approaches could help.

BY MADRUE BOREL

The first thing Broc Zoller does every morning is check the weather forecast. For the past five years, California farmers like him have struggled through historic drought. Now they face the opposite problem. In the first months of 2017, it has already rained more than it did all of last year in Kelseyville, where Zoller grows wine grapes and walnuts, and leases out land to pear growers. The muddy conditions have slowed pruning efforts and delayed the application of sprays used to control key insect species over the winter. If the rains continue as spring arrives, the combination of warmth and wetness could spark fungal and bacterial infections. To protect his crops, Zoller suspects he will have to use several conventional pesticides.

But the selection is getting slimmer, thanks to resistance. Fire blight, a bacterial disease that can cause weeping cankers on pear-tree trunks, generally responds to antibiotics, but the drugs can stop working if over-used. And pear scab — a fungus that leaves unsightly brown lesions on the fruit — calls for multiple fungicides throughout the growing season. Zoller, who also works as an agricultural pest-control adviser, uses some of these chemicals just once before they start to lose effectiveness. “The resistance comes so quickly,” he says. “You hope there aren’t too many rains so that what you have in your arsenal can get you through.”

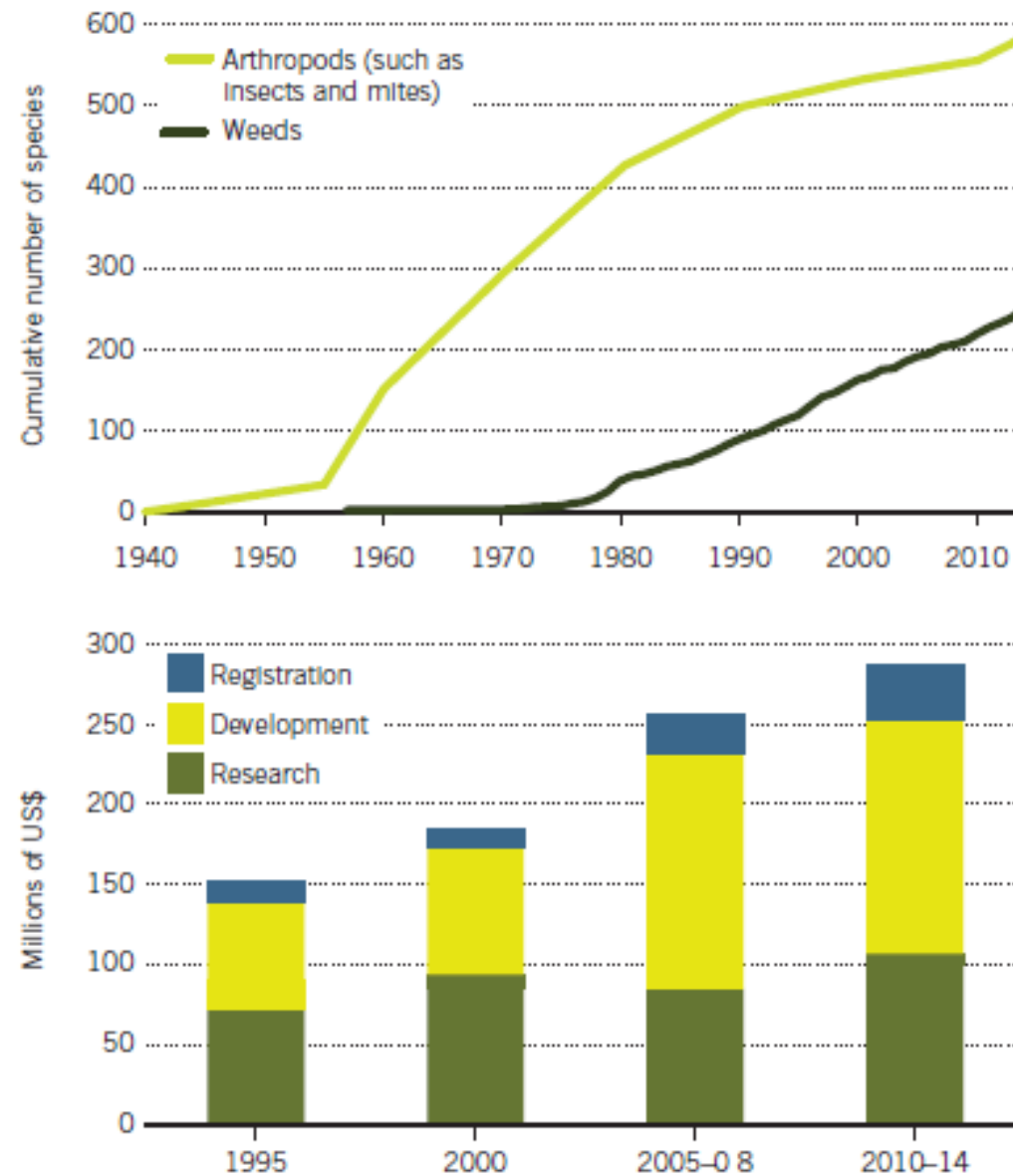
Resistance to conventional pesticides — among insects, weeds or microbial pathogens — is common on farms worldwide. CropLife International, an industry association based in Brussels, supports efforts that have counted 586 arthropod species, 235 fungi and 252 weeds with resistance to at least one synthetic pesticide (see “The rise

A crop duster sprays fungicide on a banana plantation in the Philippines.

PHOTO: GUY LAWRENCE

THE RISE OF RESISTANCE

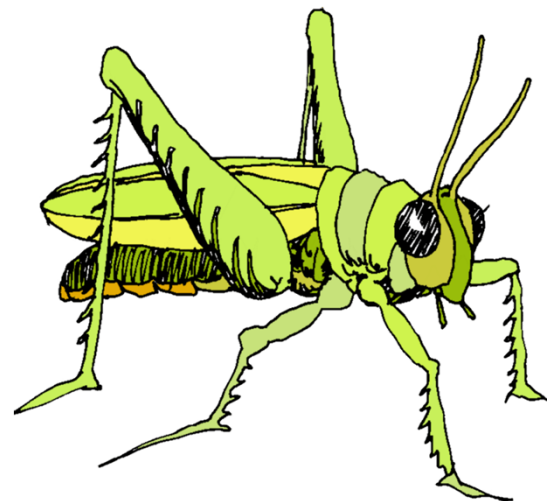
The number of pests (including insect and plant species) resistant to at least one form of synthetic pesticide has been steadily on the rise for decades, as has the cost of developing such chemicals.



מתי כל זה התחיל?

הגנה של צמחים בפני חרקים וחלקם של האויבים הטבעיים

חרקים החלו חורגים מתפקידם המשתלב באופן כה הרמוני במערכות הטבעיות לפני כ- 10,000 שנים, כאשר בני האדם החלו משתנים מגורם המשולב במערכות הטבעיות לגורם שבמידה זו או אחרת מנהל אותן.





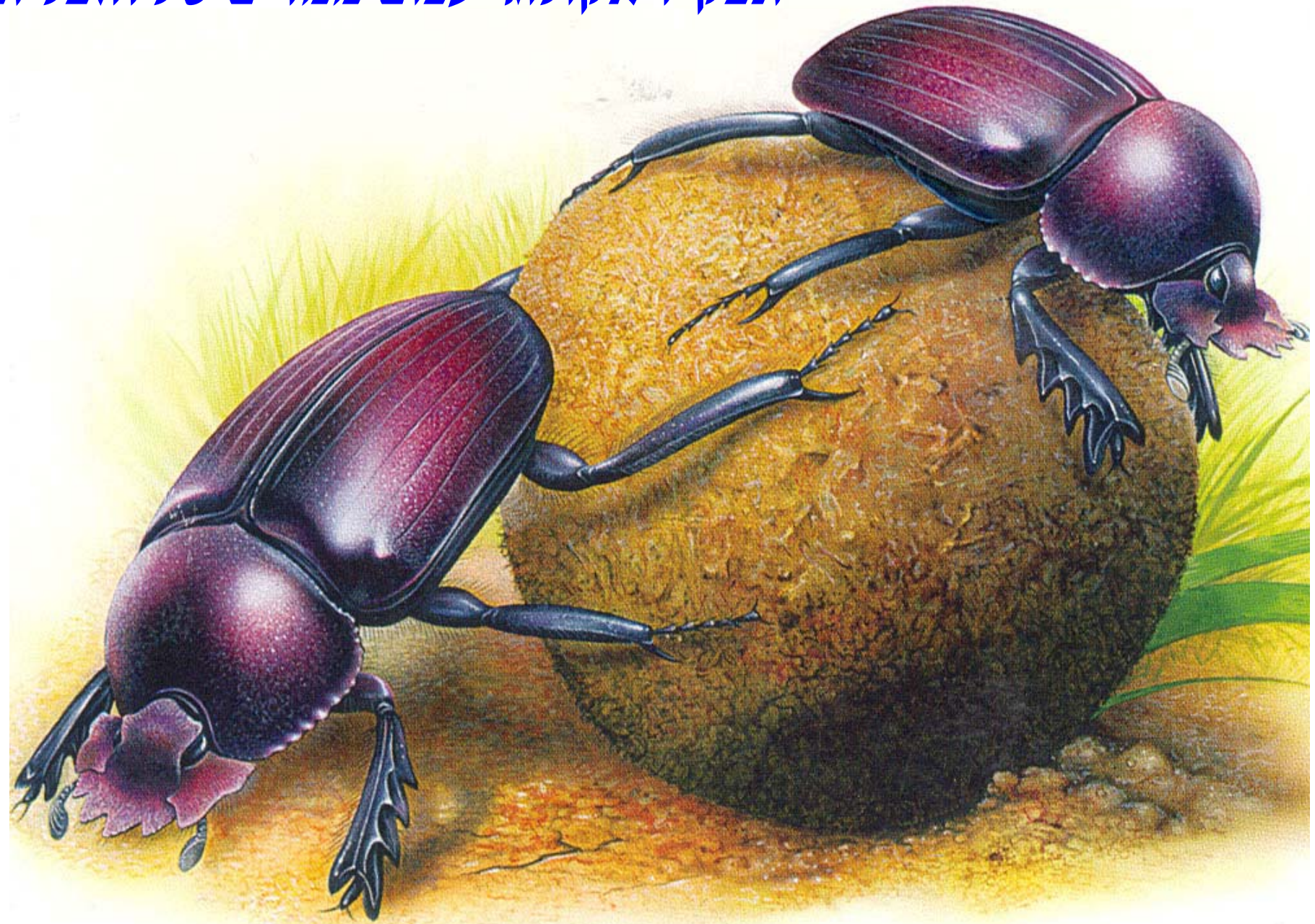


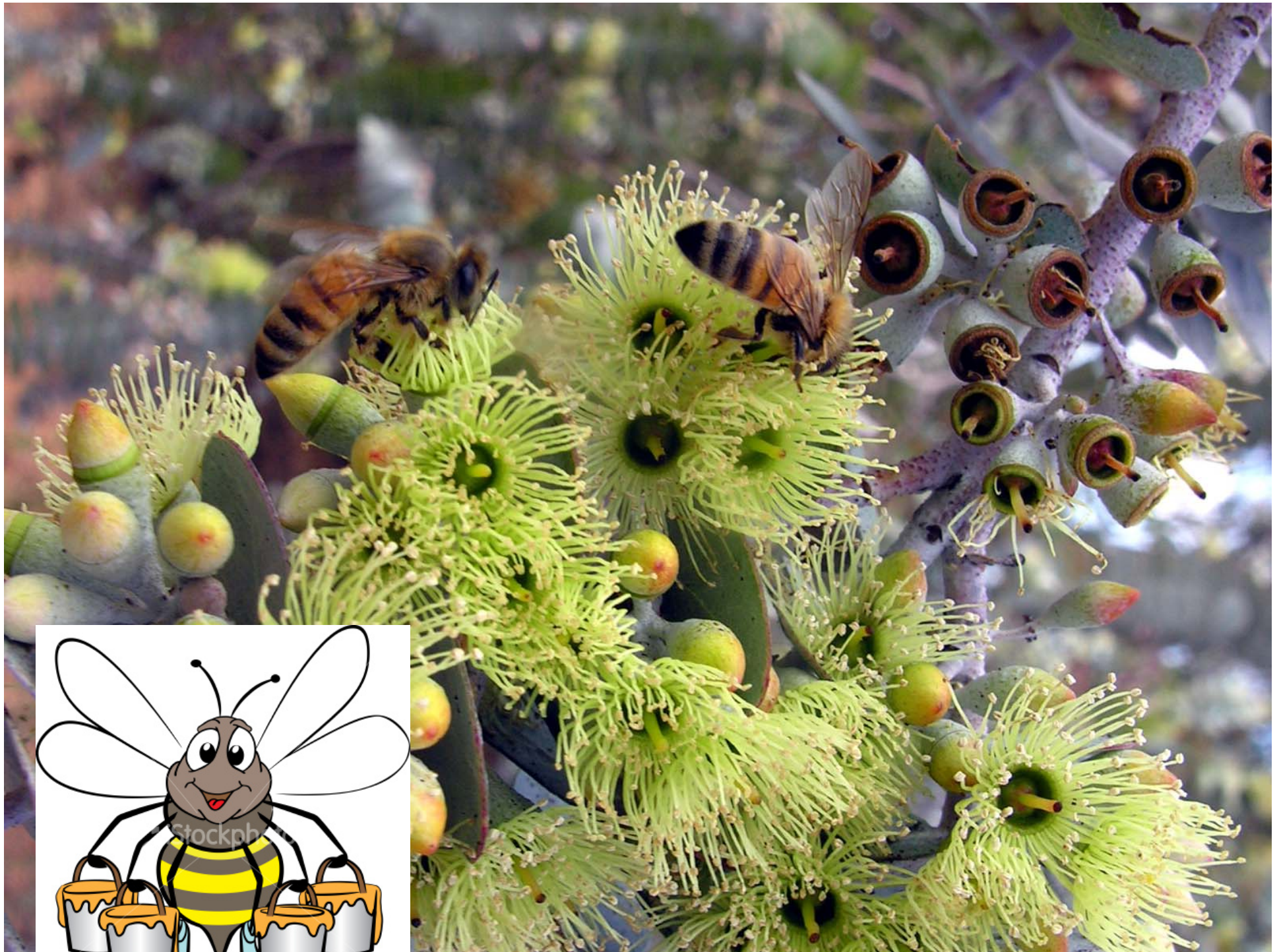
התמוטטות עץ תאנה כתוצאה מהתקפת נובר התאנה





תפקיד אקולוגי עצום ממדים של הזבלית





אקרית הורואה – והפגיעה בכוורות דבורים



גורמים ראשיים בדינאמיקה של אוכלוסיות חרקים

אוכלוסיות חרקים גדלות במהירות רבה בשל חזור חיים קצר ופוריות גבוהה.

אוכלוסיות חרקים מתבססות במהירות בשל שונות גנטית גבוהה וכושר תנועה (הגירה אל תוך בית גידול ונישות חדשות)

מה היה קורה אם כל הפרטים היו שורדים ?

נקבת עש מטילה בממוצע 200 ביצים, 50% נקבות

בדור השני מספר הביצים $200 \times 100 = 20,000$

בדור השלישי 1,000,000

בדור הרביעי 100,000,000





כנימת עש הטבק
Bemisia tabaci



עין תמר, 2010





תריפסים



מהם הגורמים המגבילים התעצמות מזיקים?

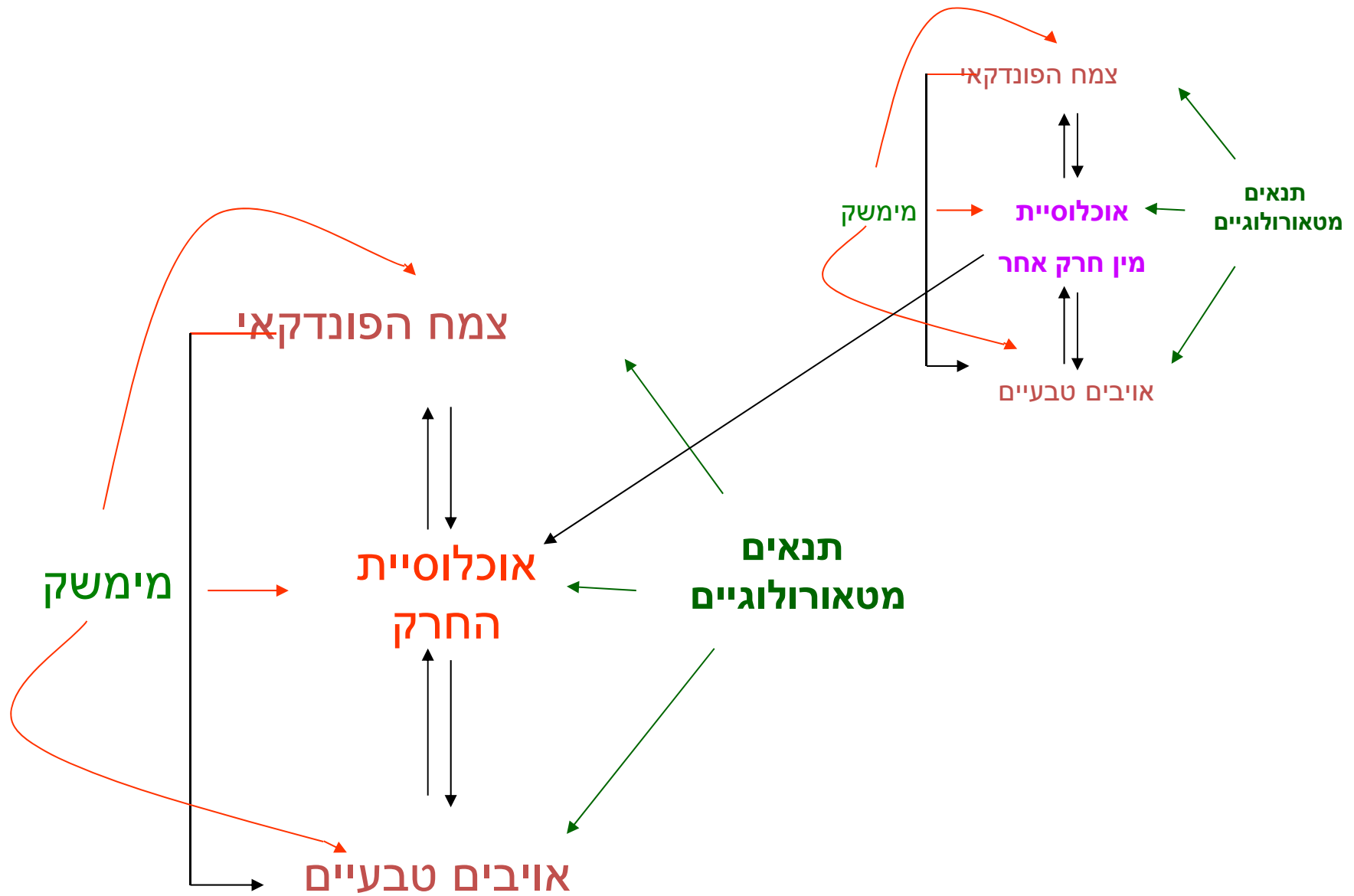
1) זמינות ואיכות המזון

2) תמותה בשל תנאים פיזיים קיצוניים בבית הגידול

3) טריפה, טפילות, מחלות

4) הגירה החוצה

5) הדברה



סיבות אפשריות להפיכת חרק "תמים" למזיק

אינטראקציה חדשה בין צמח לחרק כאשר הצמח אינו מצויד במנגנוני עמידות מתאימים.

שינויים אנתרופוגניים, גנטיים ופנוטיפיים, בצמח המעצימים את רגישותו לאוכלוסייה נתונה של חרקים.

שינויים במבנה חברת הצמחים.

שינויים באופי בית הגידול.

מעבר של חרקים לבתי גידול חדשים ללא אויביהם הטבעיים.

פגיעה בררנית באויבים טבעיים בבית הגידול ובתי הגידול השכנים.

מעורבות פתוגן ביחסי חרק-צמח.

שינויים במבנה חברת הצמחים



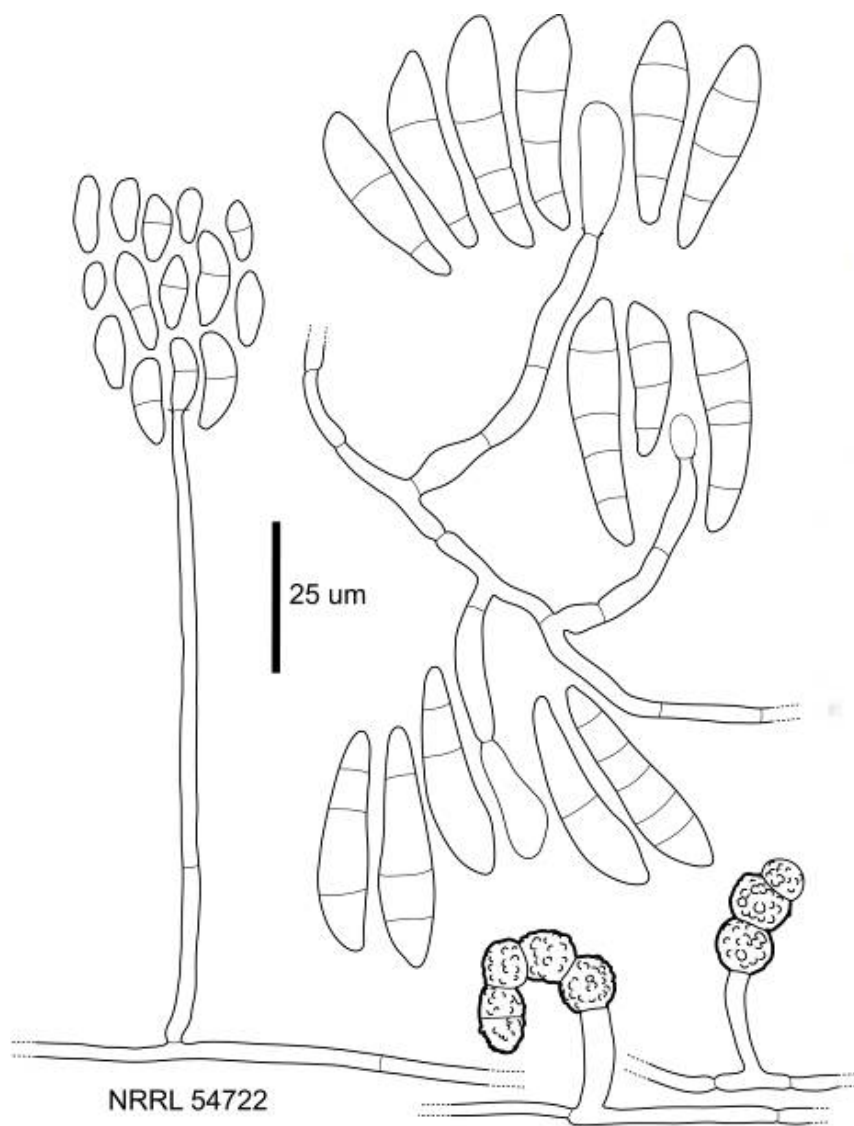
שינויים באופי בית הגידול



**קמחיות חבויות תחת עלי המנטה
(נענע)**



פגע האמברוזיה של האבוקדו, חיפושית נושאת פטריה אלימה



Fusarium euwallaceae



Euwallacea aff. *forficatus*

החיפושית "שותלת" גן פטריות בתוך העצה של העצים לתוכם היא פולשת





פגע האמברוזיה באבוקדו







מציאות הגנת הצומח בישראל

(1) חקלאות אינטנסיבית, רמת ייצור גבוהה המבוססת על שימוש נמרץ בדשנים ותכשירי הדברה.

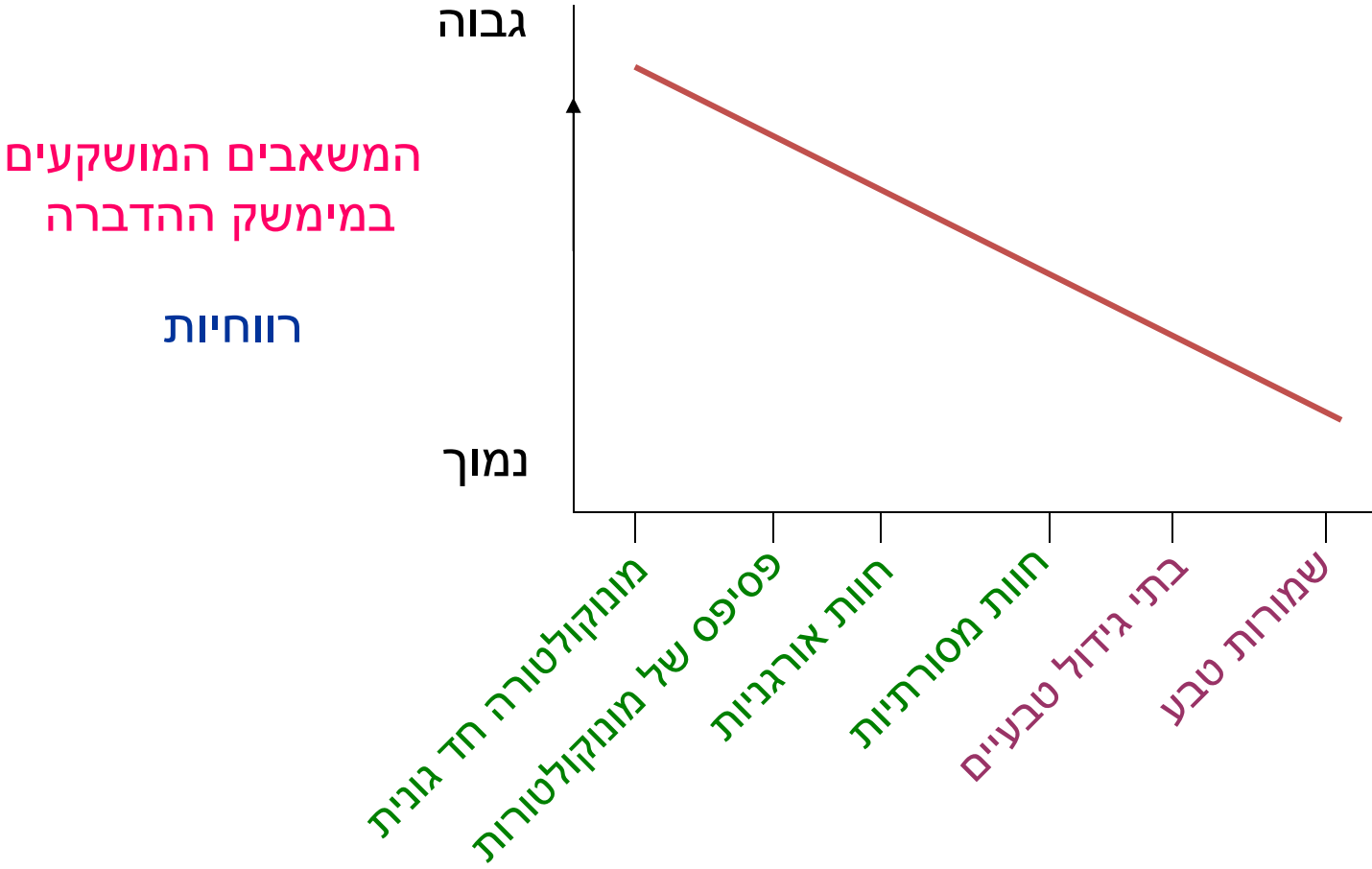
(2) החקלאות מאופיינת במגוון גדול של גידולים חקלאיים, בתי גידול מורכבים מגידולים שונים על שטחים קטנים יחסית, על רקע של מינים רבים של מזיקי מפתח.

(3) השקיה בבתי גידול חמים ויבשים, שימוש במים מושבים (ממחוזרים) המגדילים את רגישות הגידולים לפגעים.

(4) מגמה קבועה של חדירת מינים פולשים של מזיקים, פתוגנים ועשבים רעים. בממוצע, מזיק חדש אחד כל שנה, ופתוגן חדש אחד כל שנתיים.

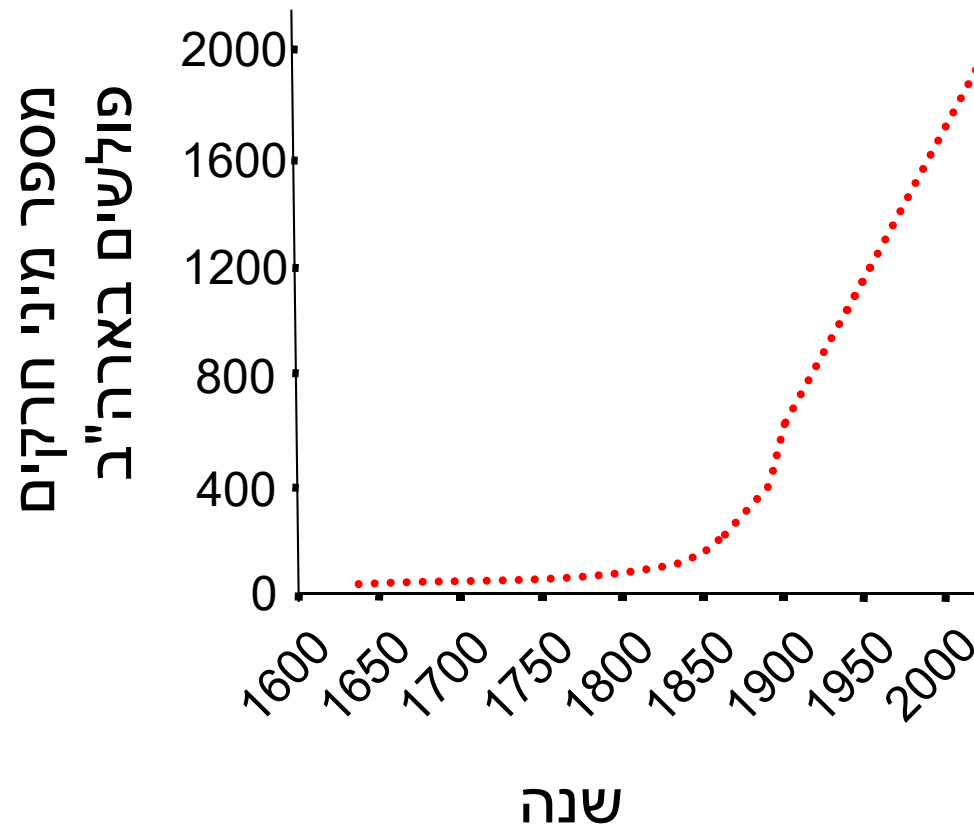
(5) רגישות מיוחדת לפגעים של גידולים חקלאיים בבתי צמיחה.

אופי בית הגידול ונמרצות מימשק ההדברה



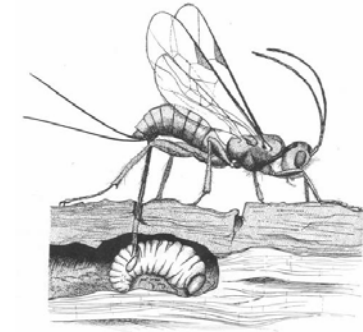
מהו מין פולש ?

"מין שאינו מקומי (זר) לסביבה האקולוגית בה הוא נמצא ושחדירתו גורמת, או עלולה לגרום, נזק כלכלי, סביבתי או בריאותי"





כלי ניהול עיקריים: הדברה ביולוגית



משמעות

המצב בישראל



הדברה ביולוגית משמרת



להבטיח השפעה
מירבית של מיני
אויבים טבעיים
מקומיים

Innovative approach, studied
solely against spider mites

הדברה ביולוגית קלאסית



יבוא ואיקלום של אויב טבעי
חדש על פי רוב מארץ
המוצא של המזיק הפולש

Routinely applied against
few groups of invasive pests

הדברה ביולוגית מתגברת



פיזור המוני של אויבים
טבעיים, גישה מקובלת
בעיקר בבתי צמיחה

Routinely applied in
greenhouse crops against
hemipterans, thrips and
mites



כנימת עלה הדלועיים - נקבה משריצה





הצרעה הטפילית - *Aphidius colemani*

טפיל של כנימות עלה (דלועיים, אפרסק)

צרעת האפידיוס - בוגר



צרעת האפידיוס במהלך טפיליות



צירעת האפידיוס - חנוטים (מומיות) של כנימות מוטפלות



צרעת האפידיוס - חנוטים (מומיות) של כנימות מוטפלות

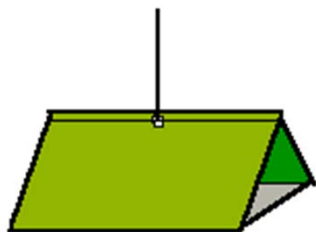


צרעת האפידיוס - גיחת בוגר מתוך מומיה





כלי ניהול עיקריים: חומרים משני התנהגות



פרומונים וקירומונים

ניטור

Routinely applied against
moth and mealybug pests

בילבול

Applied against moth pest
in pome-fruits, cotton and
vineyards

לכידה המונית

Applied mainly against
fruit flies and few beetle
species

**איך לקדם שיטות של הדברה ידידותית לסביבה בבית גידול בהם
מקובלת בעיקר ההדברה הכימית**

מטעי אפרסק כדוגמא



מזיקים עיקריים נגדם מופעלת הדברה כימית בעיקר עד לפני מספר שנים



עשים התוקפים
את הפרי הצעיר



זבוב הפירות
התוקף את הפרי
המבשיל



חיפושית קליפה הניזונה
על הניצנים ועלולה
לקטול עצים חלשים

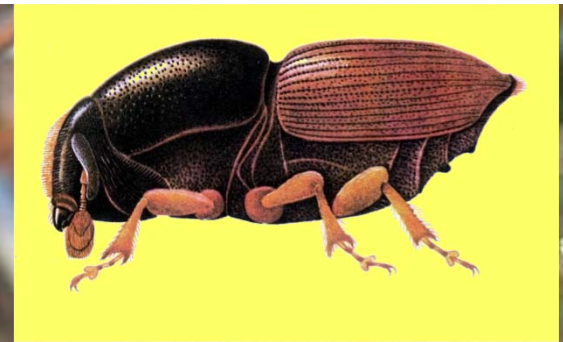




לכידה המונית של זבוב הים התיכון

לכידה המונית של זבוב הפירות





חיפושית הקליפה של השקד



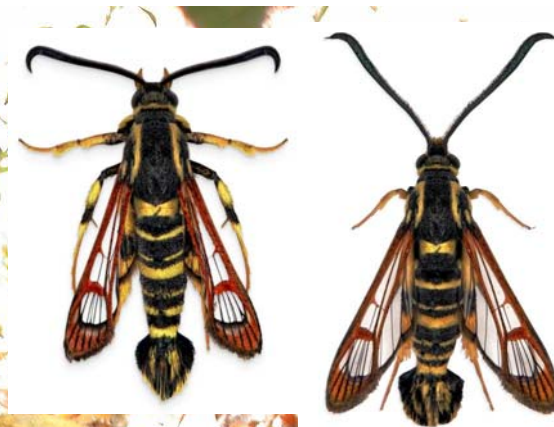
לכידה המונית של חיפושית הקליפה של השקד מבוססת
על נטית החיפושיות להתרכז באמצעות פרומון התקהלות



"בילבול" היא
גישת מימשק
הדברה המבוססת
על שיבוש
התקשורת
הכימית בין
הזכרים לנקבות

Synanthedon vespiformis הסס הזכוכי
במטעי גלעיניים בישראל





רקמת צוואר השורש בעץ נקטרינה פגועה ע"י זחלי
הסס הזכוכי



"חוטי" בילבול להדברת הסס הזכוכי



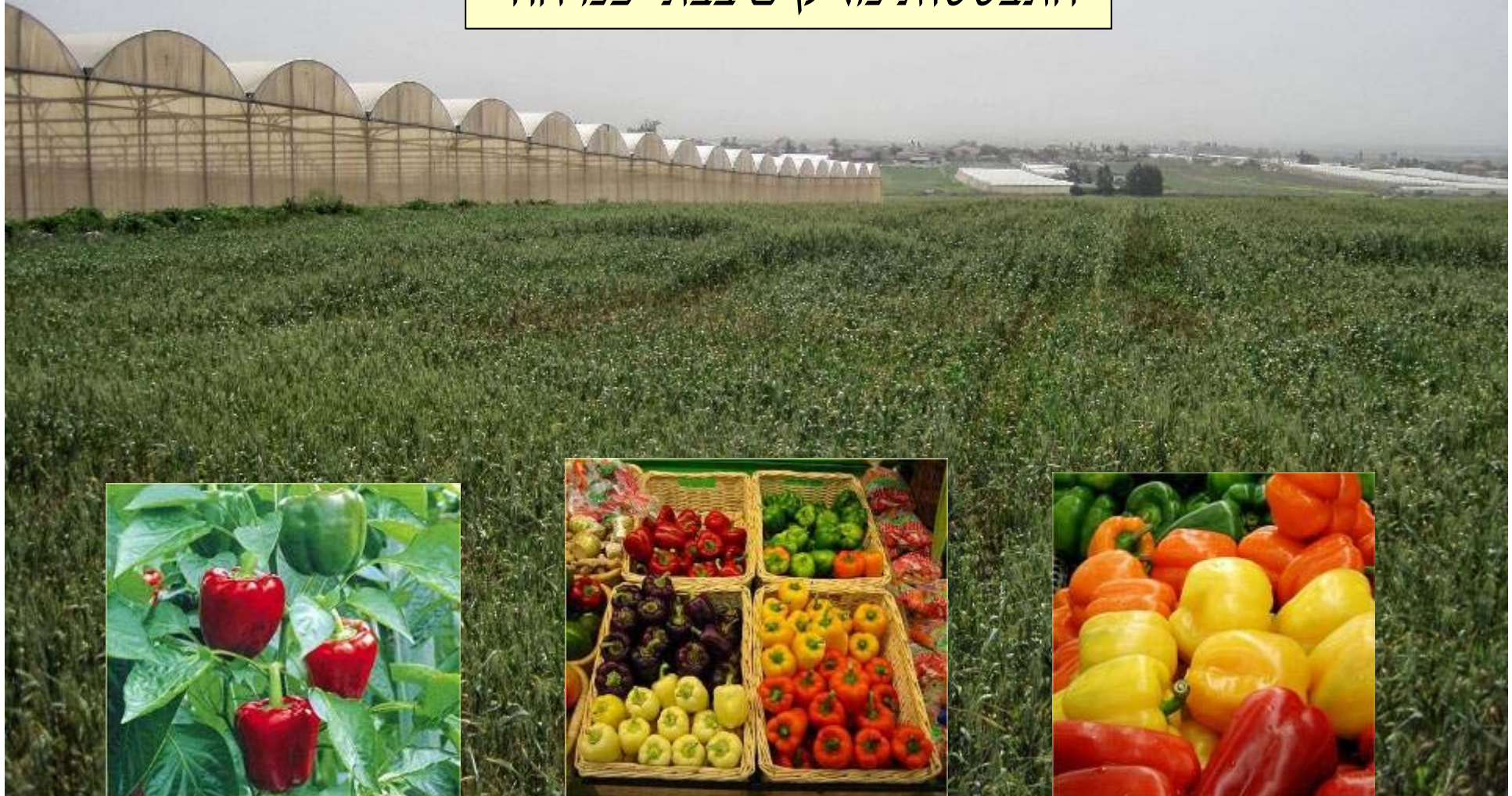
בלבול
עשים
בכרם

חממות תבלינים בבקעת הירדן, מושב נעמה

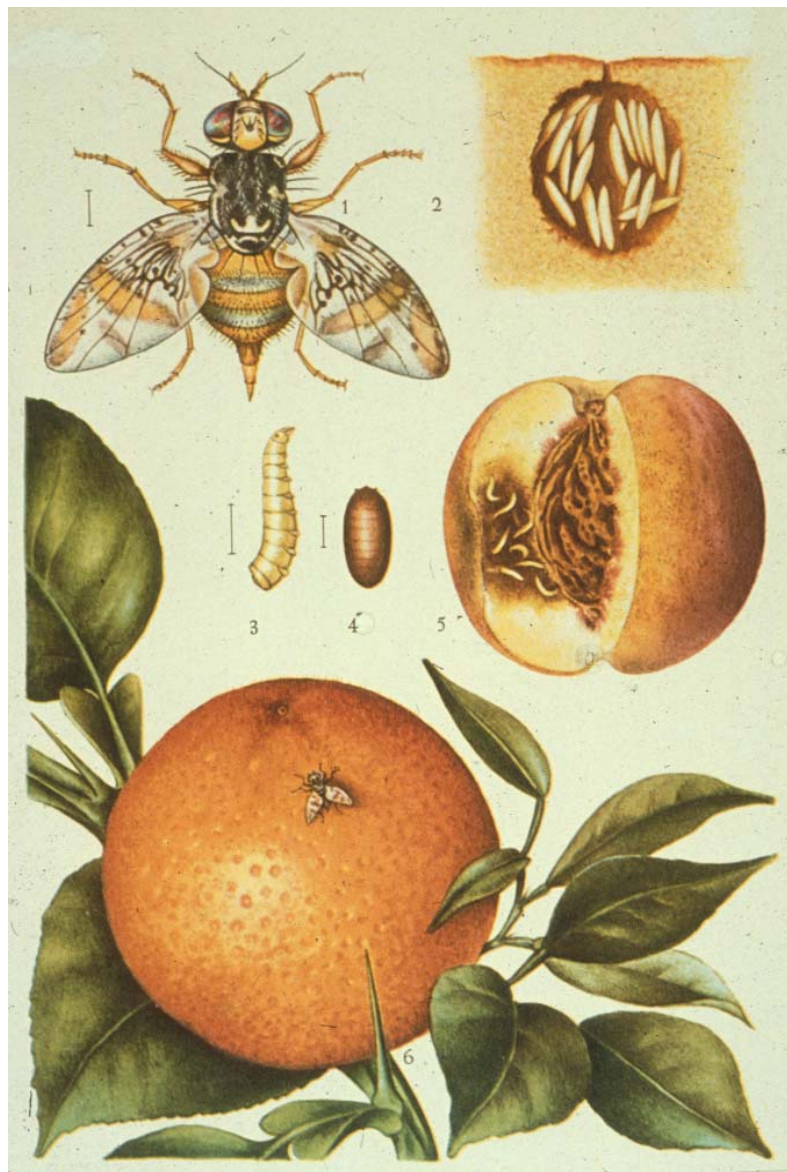


חממות פלפל במושב הנגב המערבי

רשתות ופלסטיק כאמצעי למניעת
התבססות מזיקים בבתי צמיחה



הדברה של זבובי פירות



כלי ניהול עיקריים: טכניקות לשיבוש רבייה באמצעות פרטים מעוקרים

Sterile Insect Technique (SIT)

נקבת בר



זכרים מעוקרים

+



=

אין
התפתחות
צאצאים

העיקרון

הגישה מבוססת על פיזור זכרים מעוקרים שמקורם בתעשייה המגדלת ומעקרת את הזבובים הזכרים. הזכרים המעוקרים מתחרים עם זכרי הבר על נקבות הזבוב. היחס העדיף של הזכרים העוקרים מבטיח את הצלחת ההדברה.



Sterile Insect Technique (SIT)



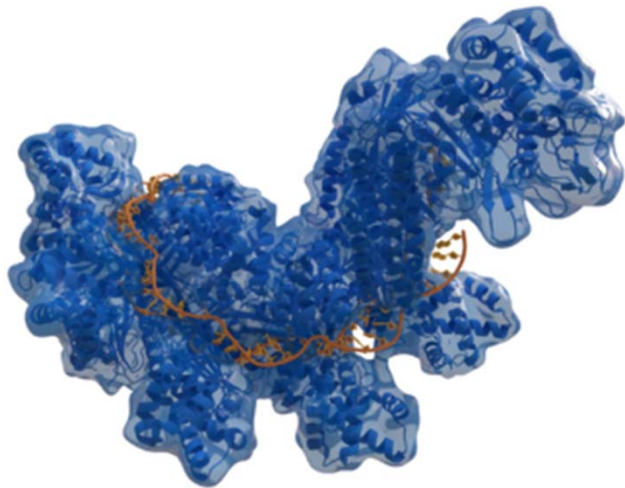
מיקרוביאלים

- תכשירי בצילוס (bt וסבטילים)
- טוקסינים הנמצאים בחיידקים על ידי ריסוס החיידקים או שימוש בגנים בצמחים טרנסגניים
- חיזוק צמחים על ידי חיזוק המיקרוביום של הצמח. המיקרוביום עוזר לצמח להתגבר על מגוון סטרסים כגון מחלות, מזיקים, יובש וכו'.



עמידות CRISPR

עמידות על ידי עריכה גנומית. שינוי בגנים שיש להם תפקיד ברגישות לגורמי מחלות, מזיקים וכו'. בשונה מיצירת צמחים טרנסגניים או שימוש בהשתקת גנים, שימוש בעריכה גנומית לא נחשב בתחילתו כגישה טרנסגנית. היום המצב קצת שונה. כבר יוצרו זני צמחים עמידים לוירוסים, חיידקים ופטריות.



עמידות RNAi

- יצירת עמידות נגד חרקים וגורמי מחלה על ידי השתקת גנים ספיציפיים שלהם. פעילות ענפה בתחום הזה בסינג'נטה ומונסאנטו.
- ישנן בעיות כמו עמידות לזה ופגיעה לא ספיציפית במועילים



אז מה בעצם למדנו

- (1) חרקים ופרוקי רגליים אחרים כוללים קבוצות שונות עם פעילות מגוונת, מזיקים, אויבים טבעיים של המזיקים..
- (2) בשל האופי של החקלאות הישראלית, ההתמודדות עם מזיקים מקומיים וחדשים היא קשה ומאתגרת.
- (3) יש בנמצא אמצעים ידידותיים לסביבה להדברת הפגעים. יש יישום שלהם במידה לא מועטה בחקלאות הישראלית. אך הדרך עוד ארוכה לשילובם המלא בתוכניות הדברה.
- (4) תחום הדברת הפגעים הוא מלא וגדוש אתגרים בכיוונים שונים, ובכלל זה פעילות מדעית במוסדות המחקר, פיתוח אמצעים ושיווקם באמצעות חברות כימיקלים וחברות הזנק, ופעילות מקצועית במסגרת משרדי הממשלה וגופים ירוקים ציבוריים.
- (5) כלומר, גם לחלק מכם, יש מקום בתחום הגנת הצומח במישורים שונים!

תודה על תשומת לבכם

