

עמידות של עשבים רעים לקוטלי עשבים – בעיה עולמית

ברוך רובין



הפקולטה לחקלאות
מזון וסביבה
ע"ש רוברט ה. סמית

כנס עמידות לחמרי הדברה – סמינר אהלו – קצרין, ט' באדר תש"ף (5.3.2020)

תודה

הרצאה זו מבוססת על עבודות המחקר של עשרות עמיתים
ותלמידים בפקולטה לחקלאות שמהם למדתי הכל

שינוי (Shift) באוכלוסיית העשבים הרעים

- נגרם בגלל שימוש לא נכון בקוטלי עשבים ונובע מלחץ סלקציה המופעל עליהם:
- שיבוש יתר בעשבים דגניים בתבואות חורף
- שיבוש יתר בגמא הפקעים (סעידה) בגידולי קיץ
- הופעת עשבים עמידים לקוטלי עשבים

איך מתפתחת עמידות?

אבולוציה מואצת!!!

שימוש לא נכון בקוטלי עשבים גורם להופעת עשבים עמידים:

- הראשונים שהופיעו בעולם (1970) היו צמחים עמידים לטריאזינים בפרדס ובצידי דרכים בארה"ב וגם בארץ. מיני עשבים דגניים ורחבי עלים רבים:
עוקצר, חפורית מוזרה, חפורית קטנה, זון אשון, זנב שועל ארוך, דגנין, עבדקן, שבולת שועל
- ירבוז שרוע, ירבוז ירוק שבולת, לחך מצוי, קייצת למיניה, חרצית עטורה

עוקצר מצוי (*Brachypodium distachyon*)



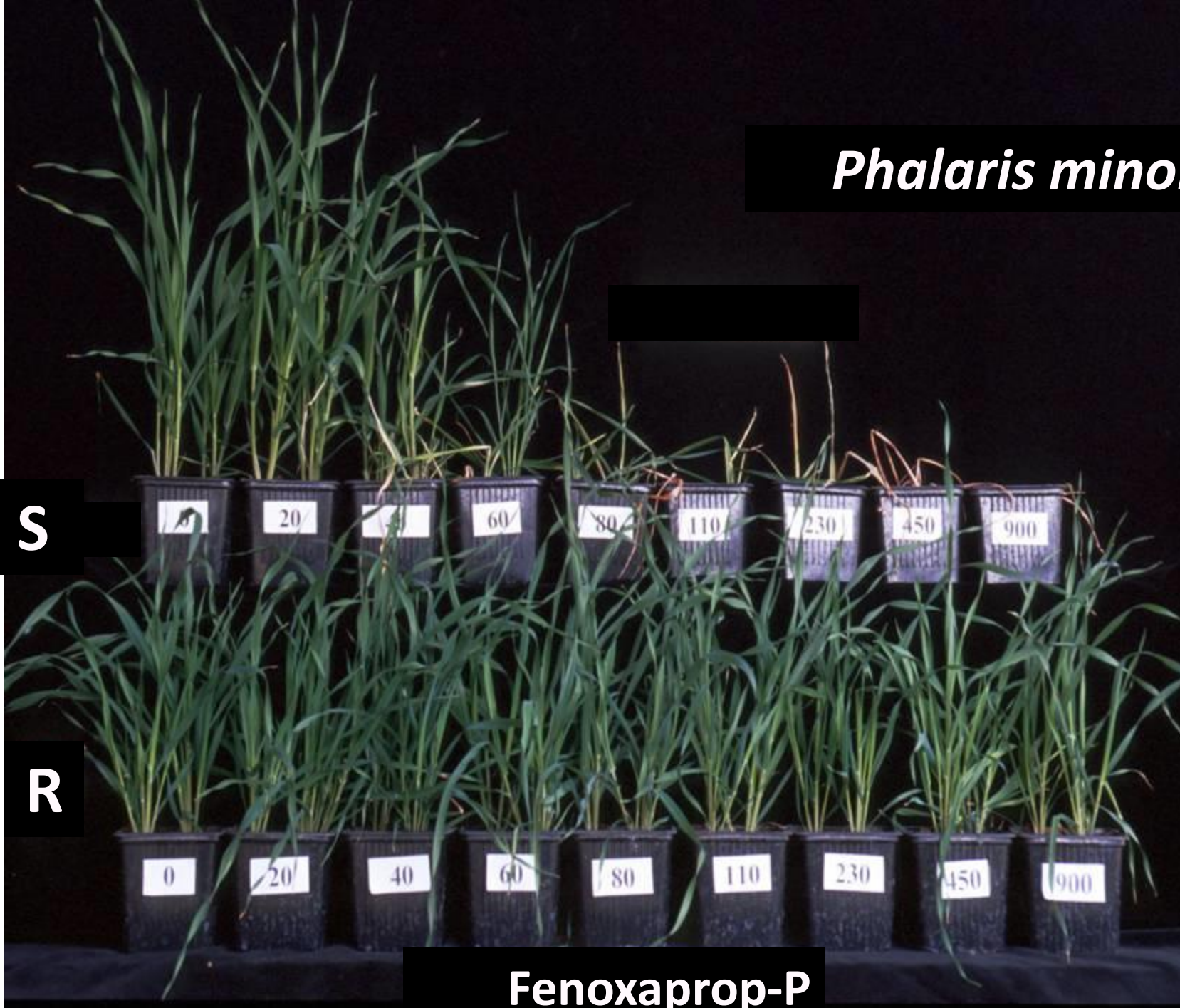


Phalaris minor

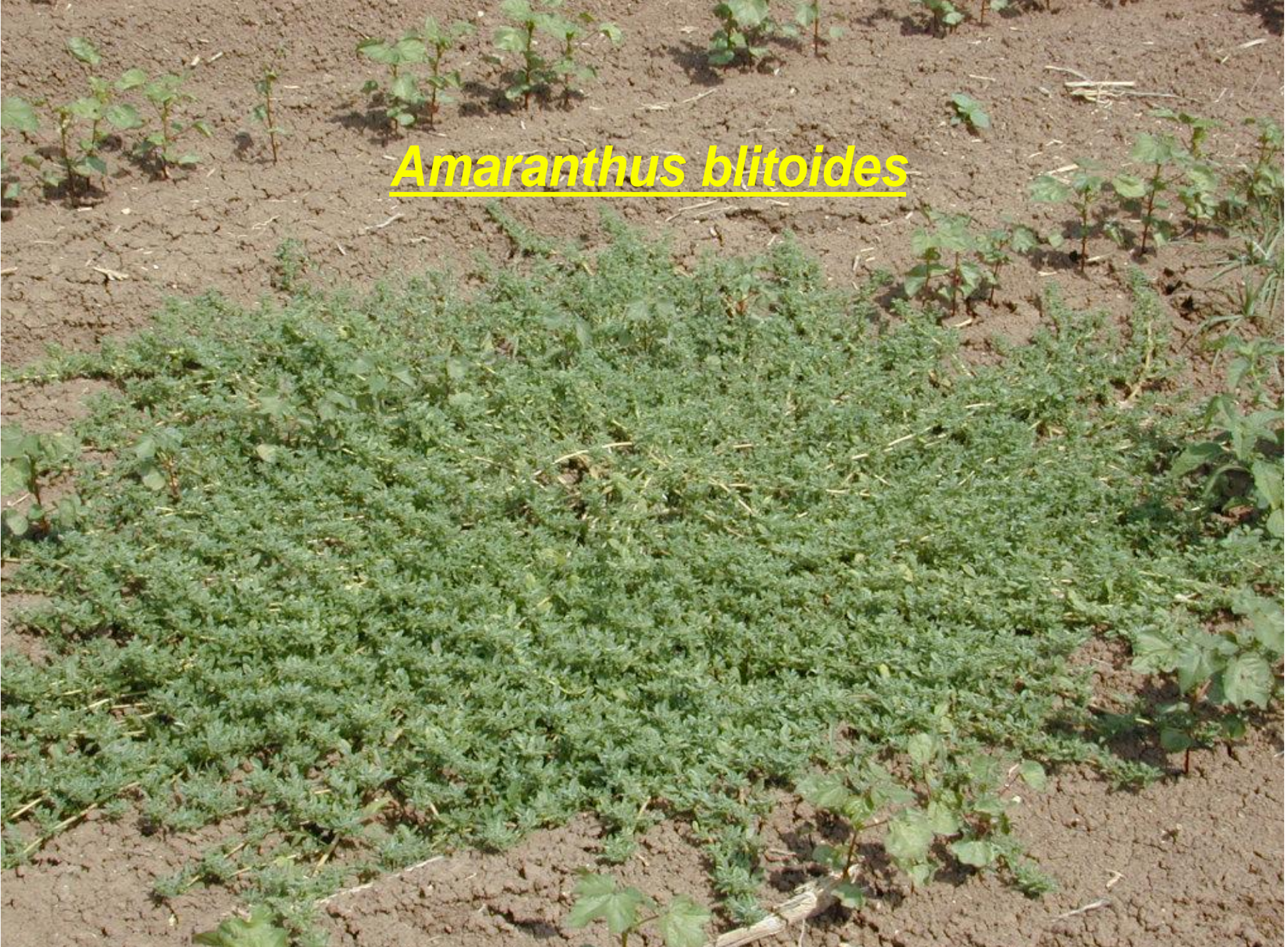
S

R

Fenoxaprop-P



Amaranthus blitoides



ירבוז ירוק שיבולת עמיד לטריאזינים, באר טוביה





Plantago lagopus – Pardes
Tlamim



משמר הנגב - אפס עיבוד אחרי טיפול בגלין באבטיח – גד"ש שקמה



(צולם ע"י ד. בונפיל)

24 04 2003

משמר הנגב - אפס עיבוד אחרי טיפול בגלין באבטיח - גד"ש שקמה



(צולם ע"י ד. בונפיל)

15 05 2003

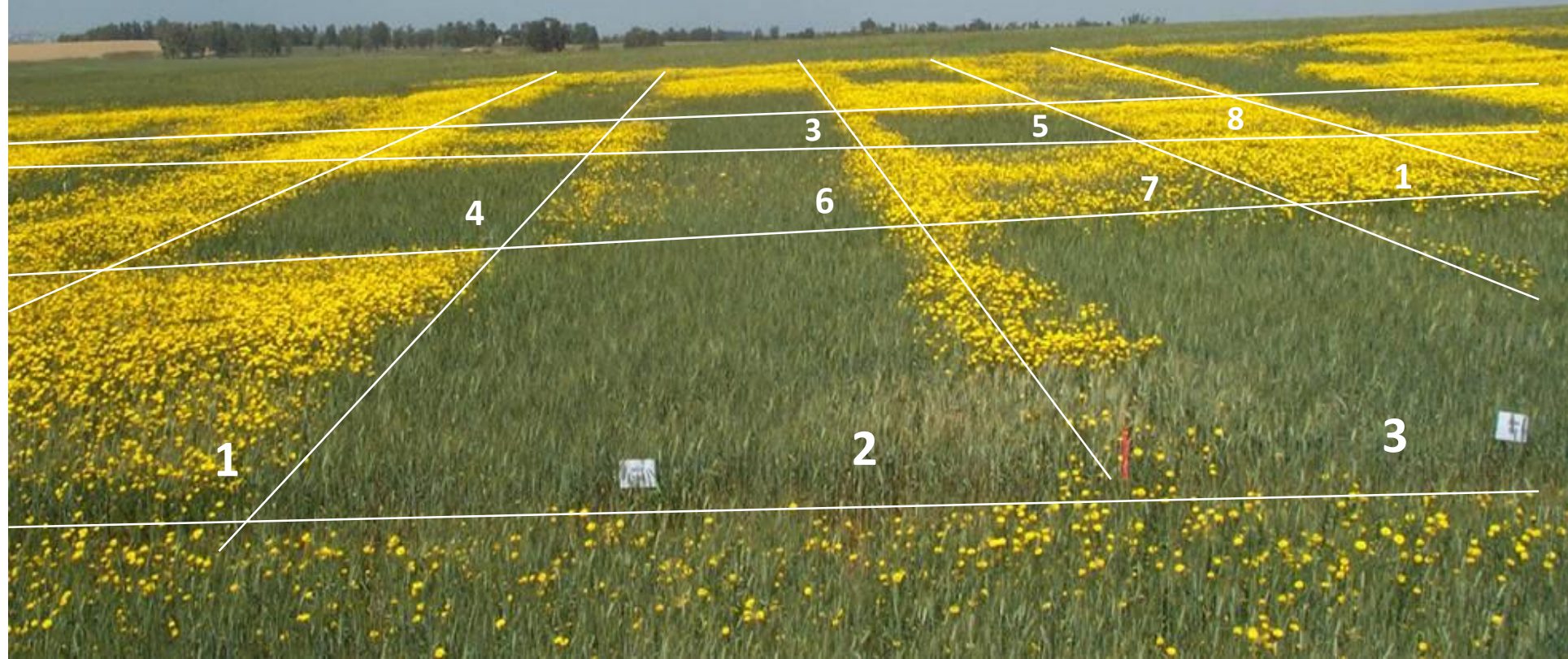
קייצת מסולסלת עמידה לראונדאפ (קייצת קנדית מודברת) – גליל עליון



חרצית עטורה בחיטה – עמידה לאקספרס (טריבנורון)



חרצית עטורה בחיטה – עמידה לאקספרס (טריבנורון)



תגובת חרצית עטורה רגישה מגילת למעכב ALS

טריבנורון

$X = 1.5$ ג/ד' אקספרס





חרצית עמידה - גילת 2002
 $X = \text{אקספרס } 1.5 \text{ ג'/'ד'}$

0

x

2x

4x

8x

16x

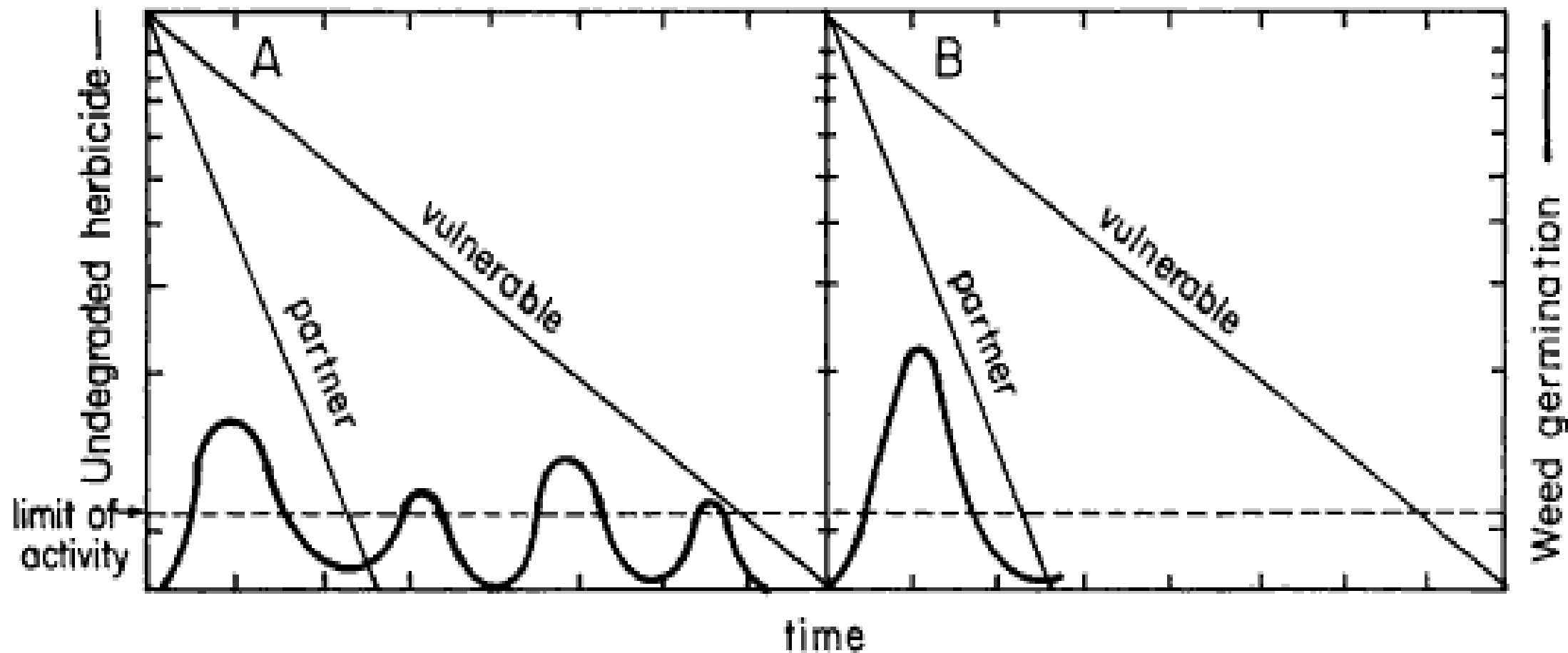
32x

לחץ סלקציה המופעל על ידי החקלאי הוא הגורם להופעת העמידות :

- שימוש בק"ע ברציפות ללא מחזור הדברה בעיקר במונוקולטורה
- אפס עיבוד והסתמכות על מנגנון פעולה יחיד
- שימוש במינונים "גבוהים" מתוך רצון להגיע להדברה מכסימלית (למשל בצדי דרכים ובשטחים לא חקלאיים).
- שימוש בתכשירים שאריתיים בעלי פעילות ממושכת
- שימוש חוזר בתכשירים לא שאריתיים באותה עונה
- "נטייה" של צמח מסוים לפתח עמידות במהירות - תדירות התחלתית גבוהה של "מוטנטיים" באוכלוסיית העשבים
- "נטייה" של צמח מסוים לפתח עמידות לתכשירים שונים (פולימורפיזם)

שימוש בתכשירים שאריתיים בעלי פעילות ממושכת מגביר את לחץ הסלקציה

- תכשיר הנשאר פעיל בקרקע תקופה ממושכת "תופס" כמה גלי הצצה של העשב (וקוטל אותם)
- הצמחים שישרדו את הטיפול, יעשו זרעים וישנו את הרכב בנק הזרעים בקרקע לטובת העמידים



התנהגות בקרקע של שני קוטלי עשבים הניתנים בתערובת. A - עשב המציץ בגלים; B - עשב הנובט בגל אחד.

(Wrubel & Gressel, 1994)

שימוש חוזר בתכשירים לא שאריתיים באותה עונה מגביר לחץ סלקציה

- באמצעות טיפולים חוזרים אנו הופכים תכשיר "לא שאריתי" ל"שאריתי" לדוגמה: שימוש חוזר בפארקואט או גלייפוסט
- הטיפולים החוזרים "תופסים" כמה גלי הצצה שונים. כך התרבו צמחי החלמית, המעוג ו"מטה אהרון" בפרדסים
- טיפולים חוזרים בגידולים טראנסגנים עמידים לגלייפוסט (בעיקר בארה"ב) ובמטעים (בכל העולם) עודדו אבולוציה של עשבים עמידים לגלייפוסט.

סוגי עמידות

- **עמידות** מוגדרת כתופעה בה אוכלוסיית עשב רע שקודם לכן הודברה במינון המומלץ של התכשיר, אינה מודברת עוד. רמת העמידות נקבעת בהשוואה לאוכלוסייה רגישה (טיפוס הבר = wild type)
- **עמידות צולבת** הצמח פיתח עמידות לק"ע מסוים וכתוצאה מכך גם לכל קוטלי העשבים האחרים הפועלים באותו מנגנון פעולה (גם כאלה שלא ראה מעולם)
- **עמידות מרובת אתרים** הצמח פיתח עמידות לקוטלי עשבים שונים הפועלים במנגנונים שונים. זה יכול לקרות בו זמנית (נדיר ביותר) או במעקובת אירועים. זון אשון הוא דוגמה טובה

מנגנוני עמידות

- עמידות הנובעת משינוי באתר הפעולה - (Altered target site - TS)
- עמידות שאינה נובעת משינוי באתר הפעולה (NTS):

– דה-טוקסיפיקציה מואצת

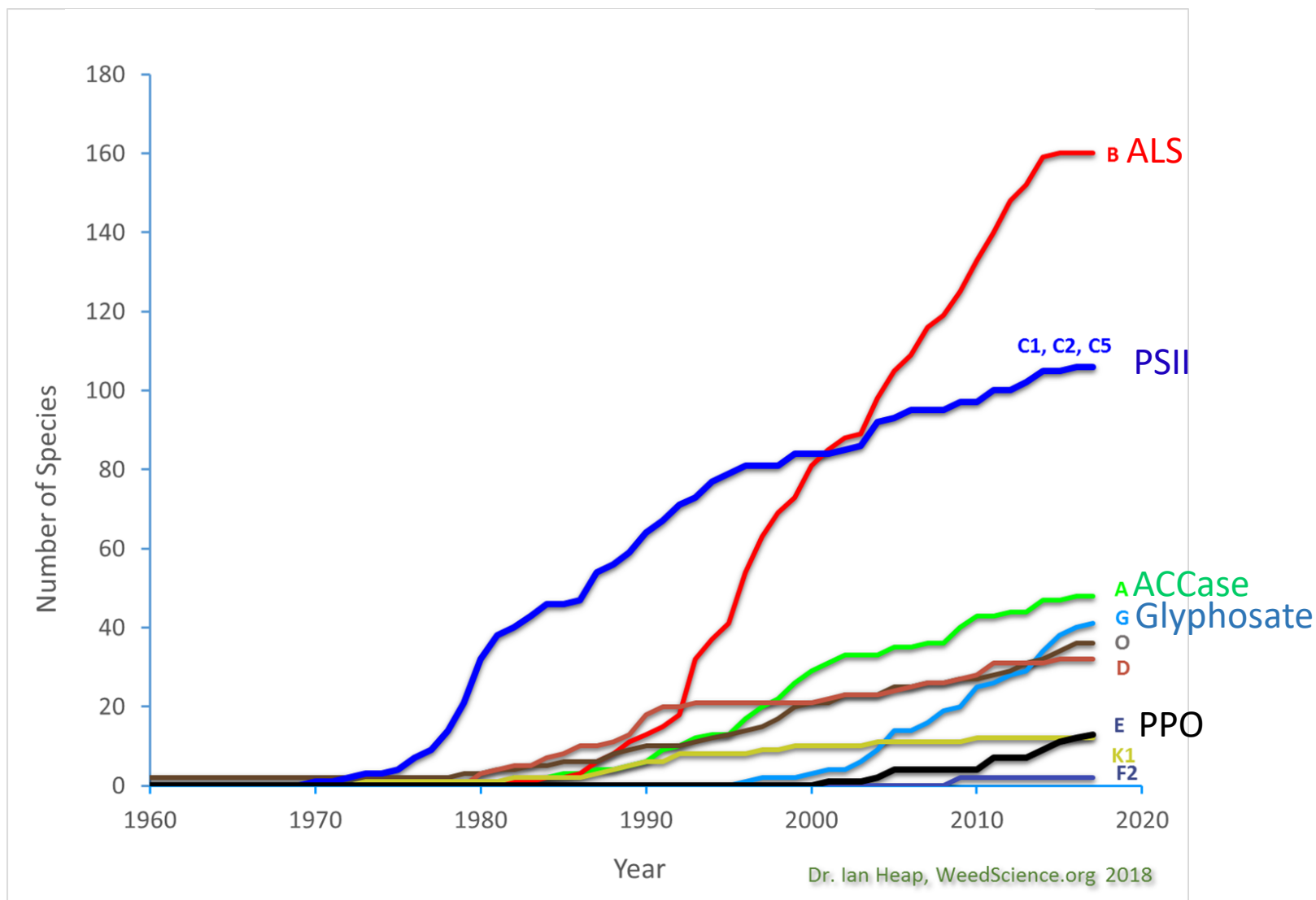
– מידור (הבדלים בתנועה)

– שילוב של יותר ממנגנון אחד

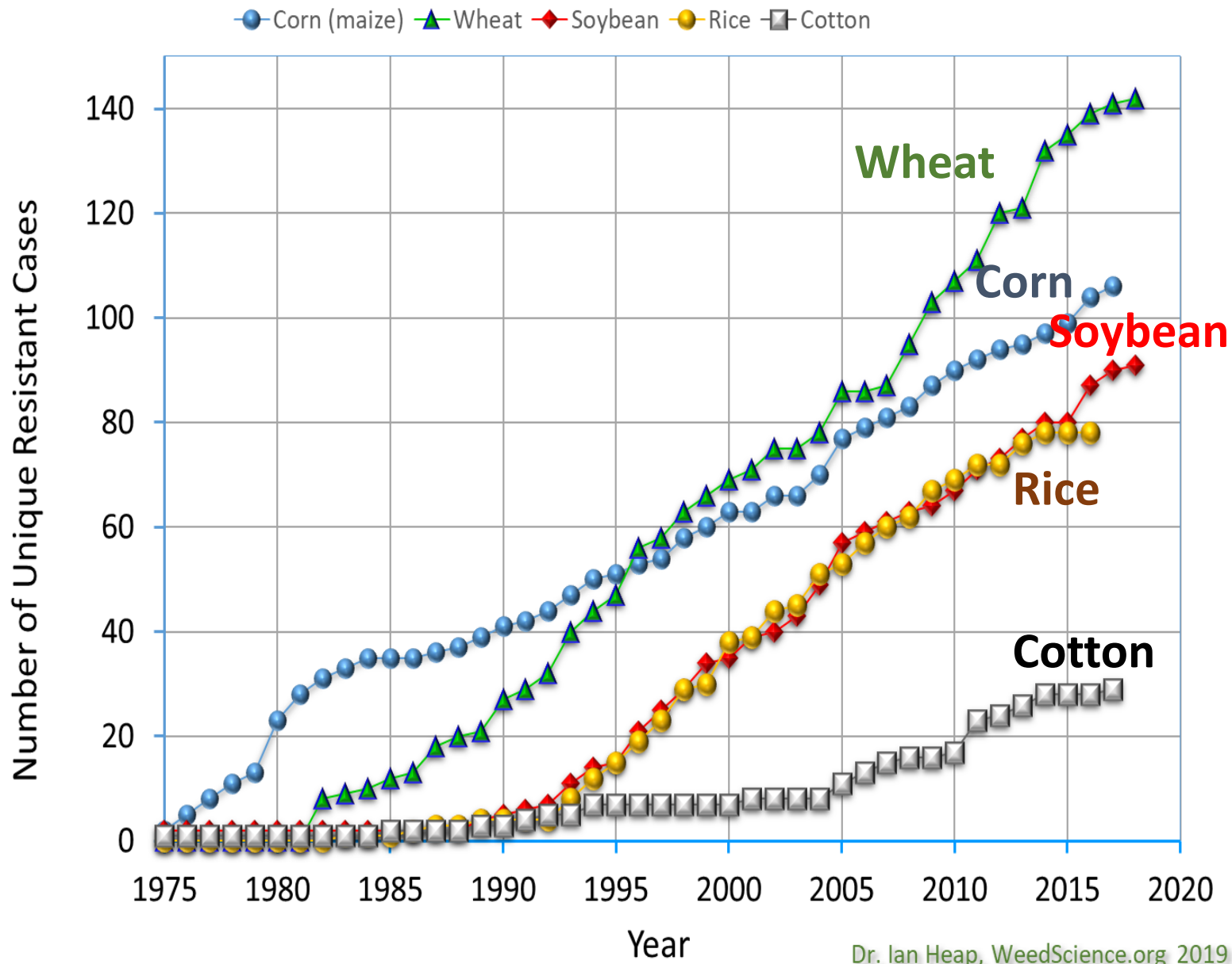
עשבים רעים עמידים לק"ע בארץ

- **עמידות לטריאזינים:** חפורית מוזרה, זנב שועל ארוך, זון אשון, שבולת שועל נפוצה, עוקצר, עבדקן, דגנין, ירבוז ירוק שבולת, ירבוז שרוע, קייצת, לחך מצוי, אמיתה, ועוד
- **עמידות למעכבי ALS:** ירבוז מופשל, ירבוז שרוע, ירבוז פלמרי, ירבוז הגדות, לחך, קייצת קנדית, קייצת מסולסלת, חרצית עטורה, ילקוט הרועים, טוריים מצויים, שלח ספרדי ועוד
- **עמידות למעכבי ACCase:** חפורית קטנה, חפורית מוזרה, ש"ש נפוצה, זון אשון, עוקצר, עוד?
- **עמידות לגלייפוסט:** קייצת קנדית; קייצת מסולסלת; זון אשון. ירבוז למינהו. עוד??

העלייה במספר מיני העשבים שפיתחו עמידות לפי מנגנוני הפעולה



Increase in Unique Herbicide Resistant Weed Cases for Selected Crops



עשרת המדינות המובילות במספר העשבים העמידים לקוטלי עשבים

מס' עשבים עמידים ל - km ² 1000	שטח חקלאי מעובד (1000 km ²)	מס' מיני עשבים עמידים	המדינה	דירוג
0.009	17298	153	ארה"ב	1
0.161	472	76	אוסטרליה	2
0.129	474	61	קנדה	3
0.198	227	45	צרפת	4
0.027	1504	41	סין	5
9	4	36	ישראל	6
0.782	46	36	יפן	7
0.051	661	34	ברזיל	8
0.183	185	34	ספרד	9
0.271	118	32	גרמניה	10

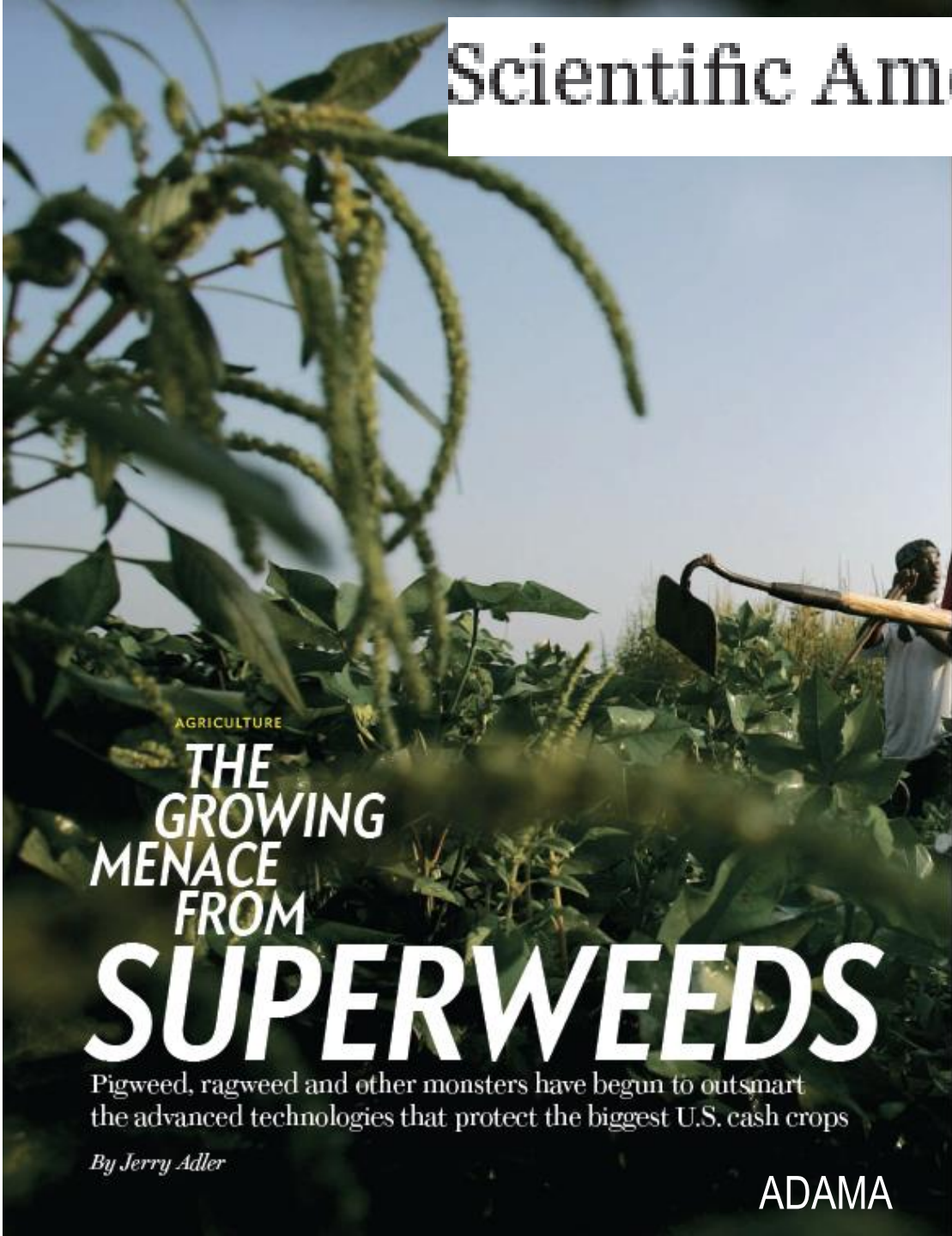
Palmer Amaranth (*Amaranthus palmeri*)



Cotton Versus the Monster Weed

Weed scientist finds strategies to battle resistant Palmer amaranth.





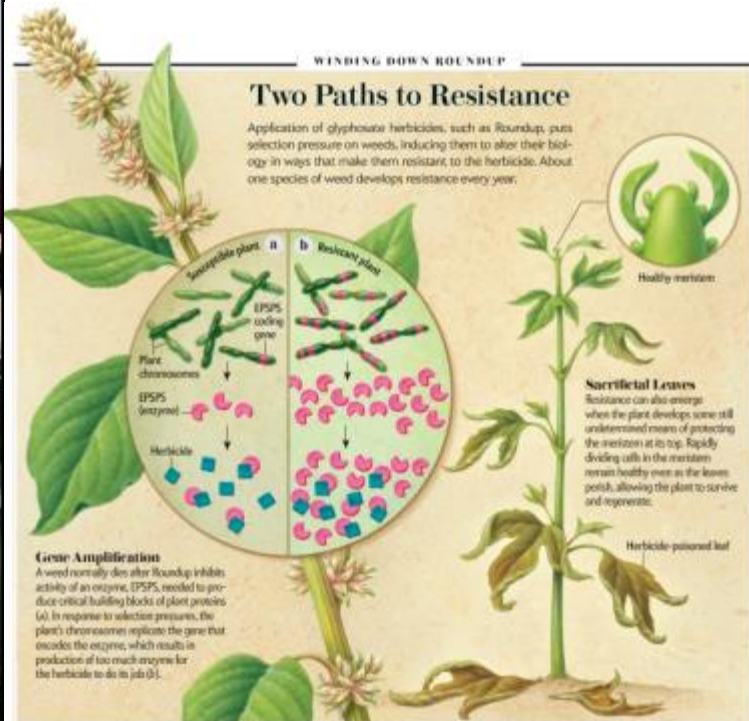
AGRICULTURE

THE GROWING MENACE FROM SUPERWEEDS

Pigweed, ragweed and other monsters have begun to outsmart the advanced technologies that protect the biggest U.S. cash crops

By Jerry Adler

ADAMA



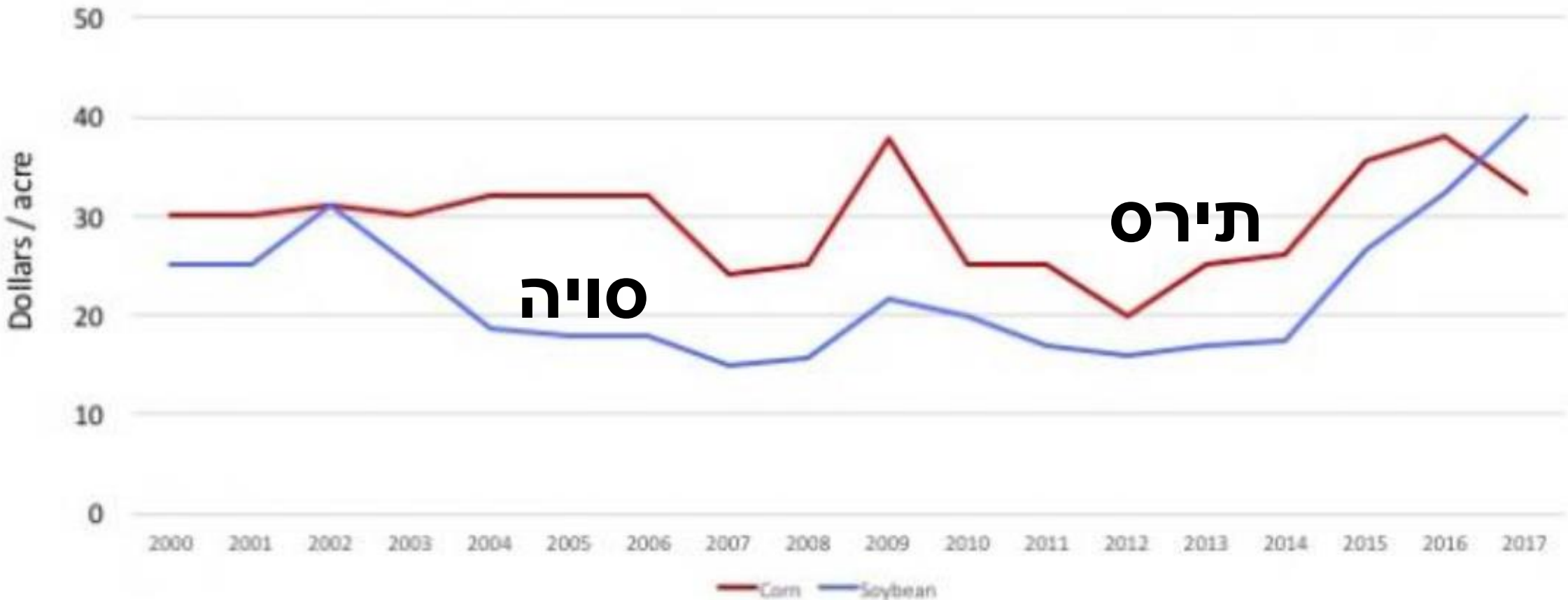
Glyphosate-resistant *Amaranthus palmeri* in cotton, Georgia, USA



Photo: by S. Culpepper



Figure 1. Estimated herbicide costs. 2000-2017.



Source: *Estimated costs of crop production in Iowa*. ISUE. A1-20. M. Duffy. (2000-14), A. Plastina (2015-2017)



עלות העמידות בארה"ב ובאוסטרליה

United States:

- Growers in the US purchased inexpensive glyphosate for years
- Today, they need to rely on different, more expensive herbicides
- Some have even incurred an extra \$150 /acre for hand weeding

Australia:

- With no weed control, herbicide resistance included, there is an automatic 30% yield decrease (Joerg Ellmans)
- Increased management costs and yield loss due to resistant weeds are costing Australian growers on average an additional 27%/acre (GRDC).



עשבים עמידים בישראל

- יש לנו עמידים מכל טוב...
- יש לנו עמידים בכל הגידולים (גם במטעים ובצידי דרכים)
- עשבים דגניים העמידים כמעט לכל מנגנוני הפעולה העיקריים
 - הבעיה הקשה – עמידות לקוטלי דגניים מעכבי ACCase בתבואות
 - העדר גידולי בעל אלטרנטיביים – רחבי עלים, מחריף את הבעיה
- עשבים רחבי עלים העמידים כמעט לכל מנגנוני הפעולה הידועים
 - הבעיה הקשה – עמידות למעכבי ALS בכל הגידולים. העדר מנגנוני פעולה חדשים זה 30 שנה, מחריף את המצב



חרצית עטורה עמידה למעכבי ALS



מגן 2010 - שלח ספרדי בשדה חיטה



04/07/2010



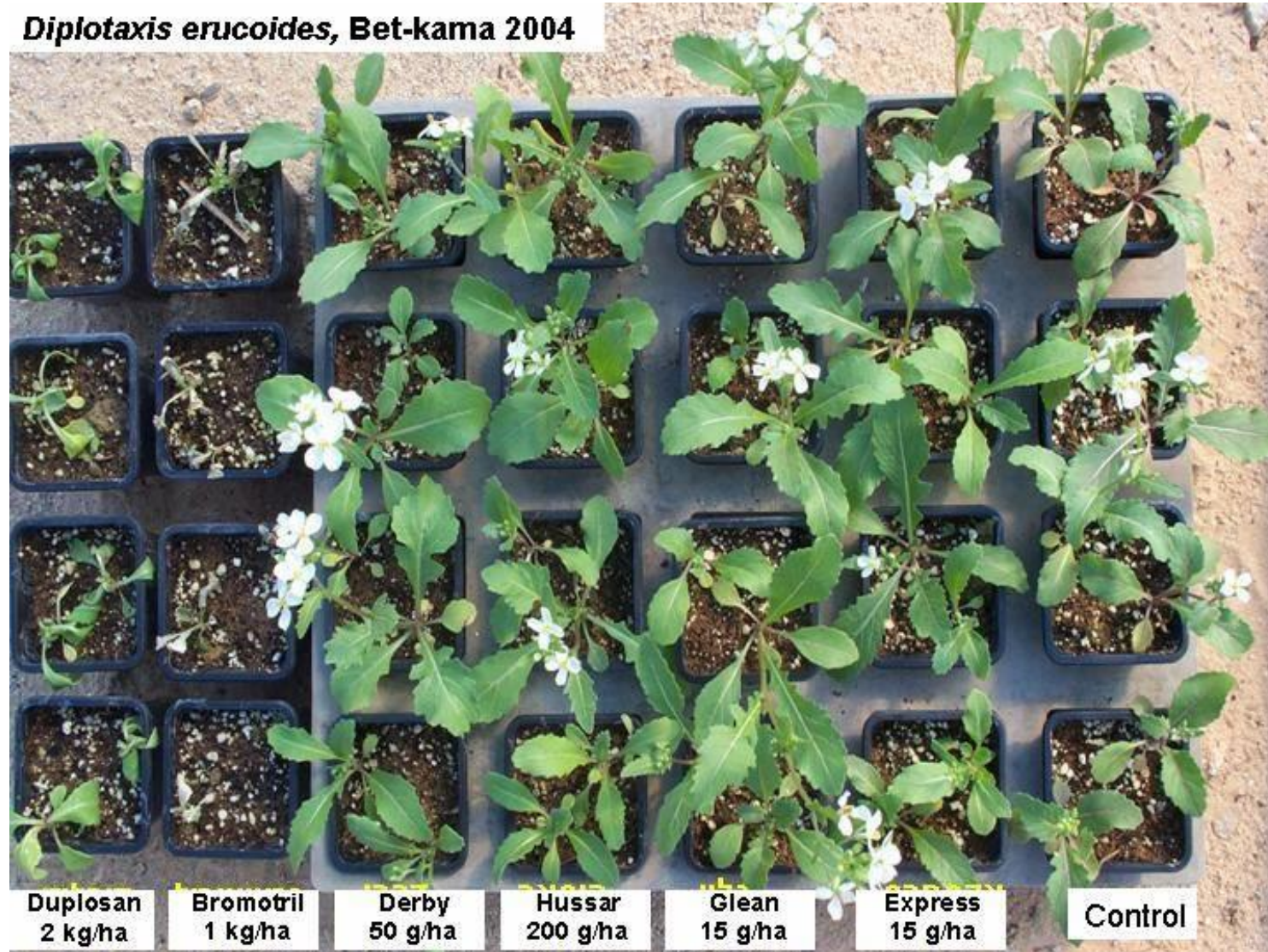
גילת 2011- טוריים מצויים בכרב נח

14/03/2011



טוריים מצויים עמידים למעכבי ALS

Diplotaxis erucoides, Bet-kama 2004





קייצת מסולסלת עמידה לראונדאפ

26/08/2010



ירבוז פלמרי עמיד למעכבי ALS בכותנה













שדה גזר על קרקע חולית באזור אשקלון



שדה חיטים על קרקע חולית באזור אשקלון

02/11/2013



עמידות לקוטלי עשבים מעכבי ACCase

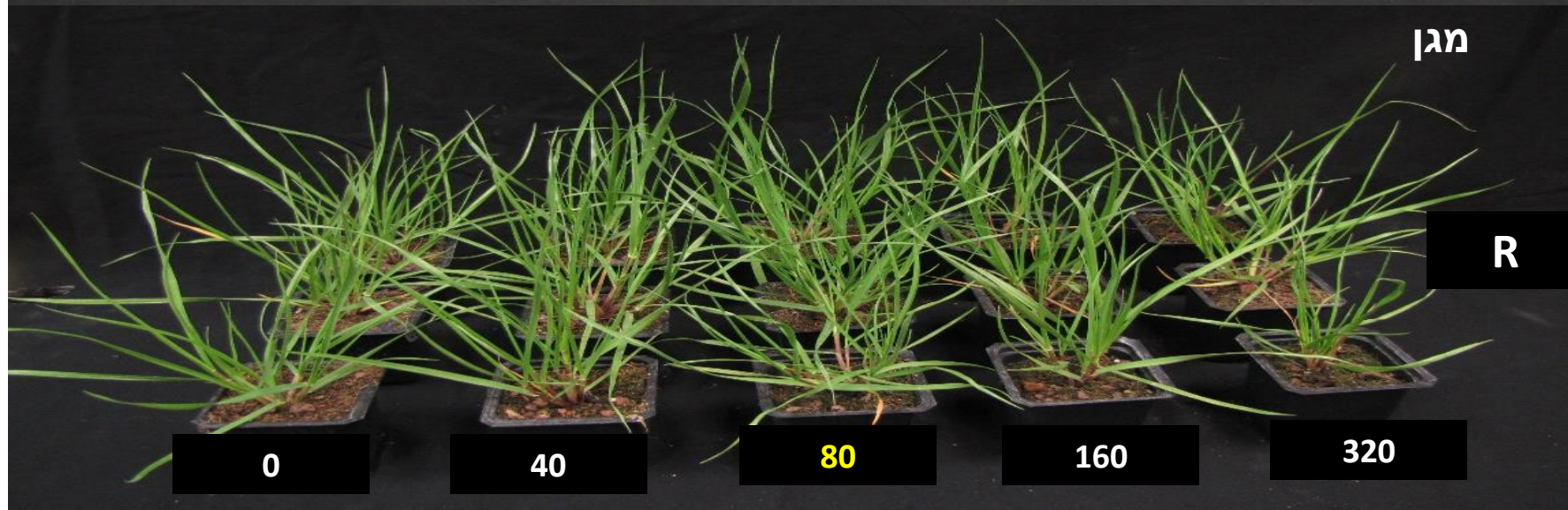
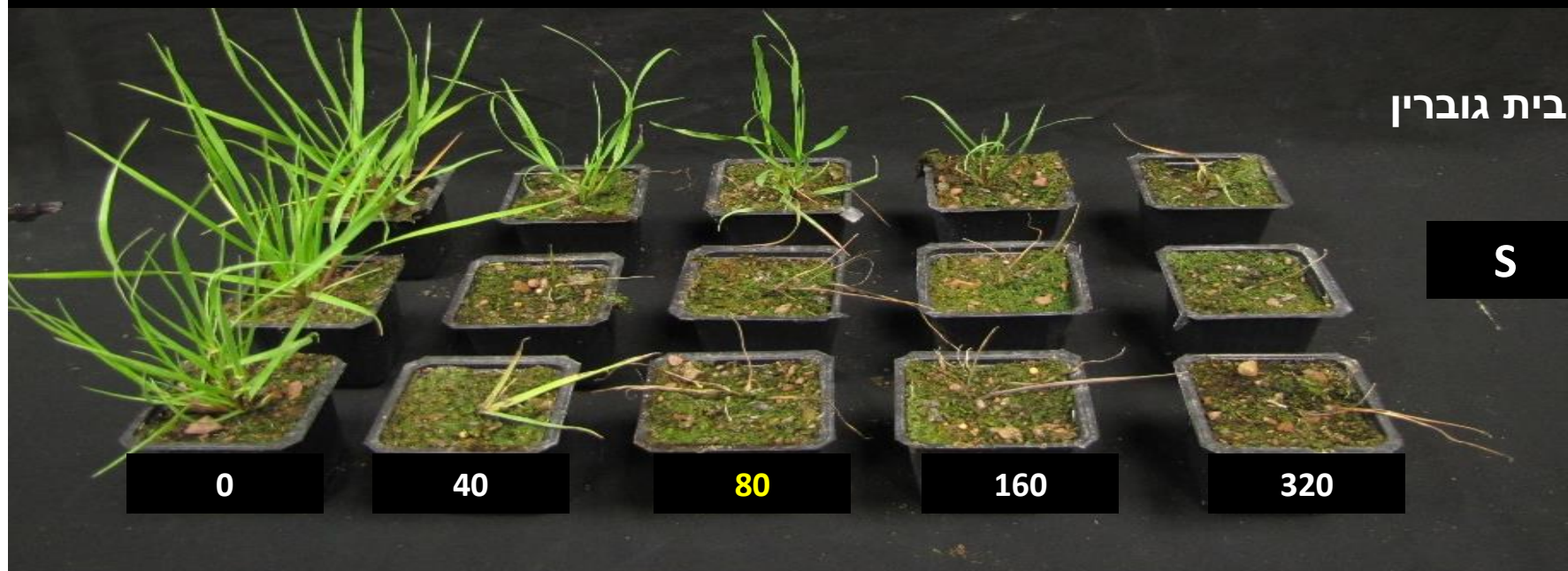
- לאחרונה עלה השימוש בשדות בעשבים רעים דגניים ובעיקר רב שנתיים
- בשנים האחרונות גם נטען שפחתה יעילות מעכבי ACCase בהדברת עשבים דגניים
- העדר קטילה והתחדשות-ביתר נצפו בשדות רבים בכל אזורי הארץ
- ממשיכות להופיע אוכלוסיות עמידות של עשבים דגניים למעכבי ACCase



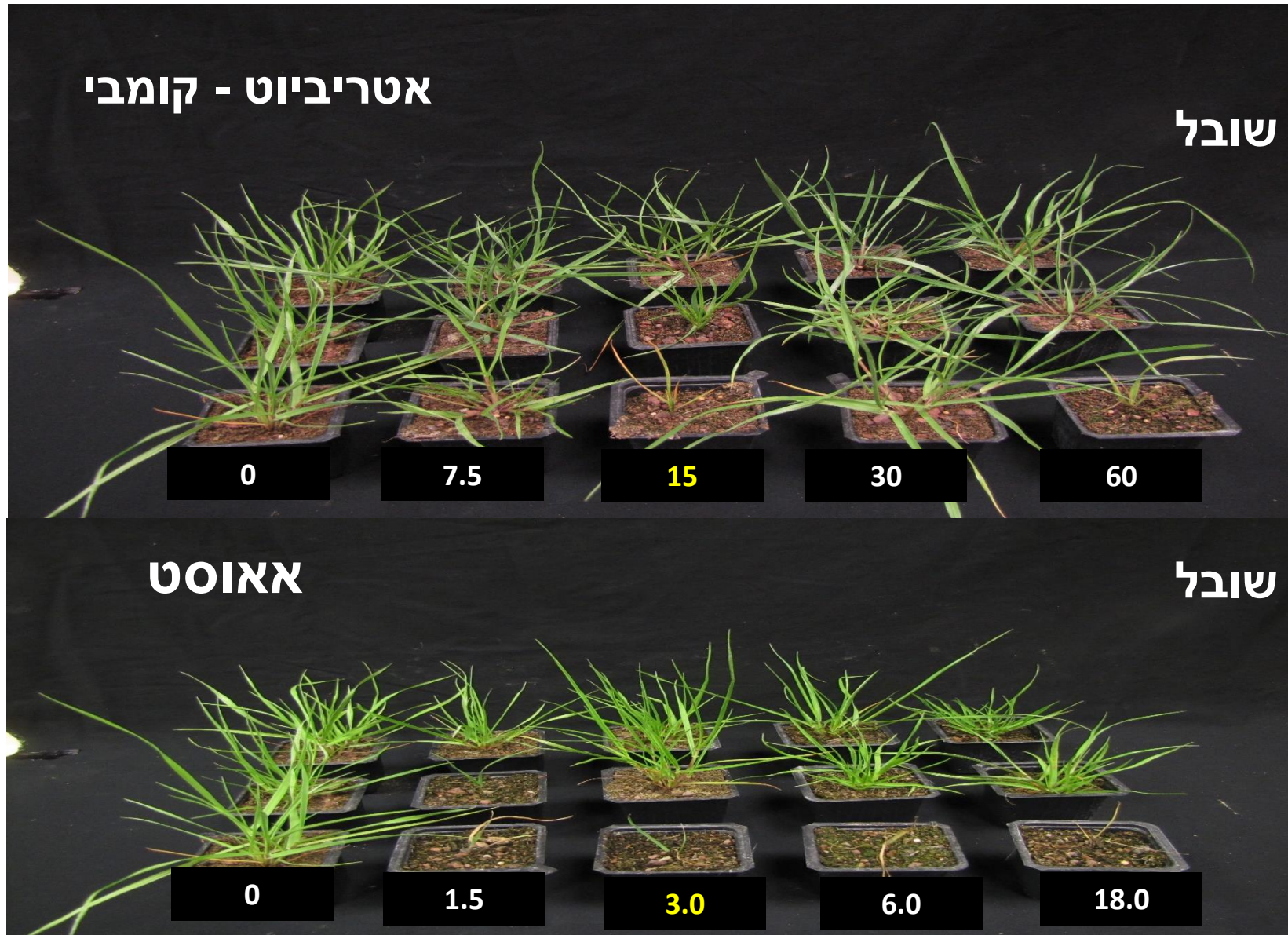
חפורית מוזרה עמידה
למעכבי ACCase בחיטה



עקום תגובה של זון אשון לטופיק (סמ"ק לדונם)

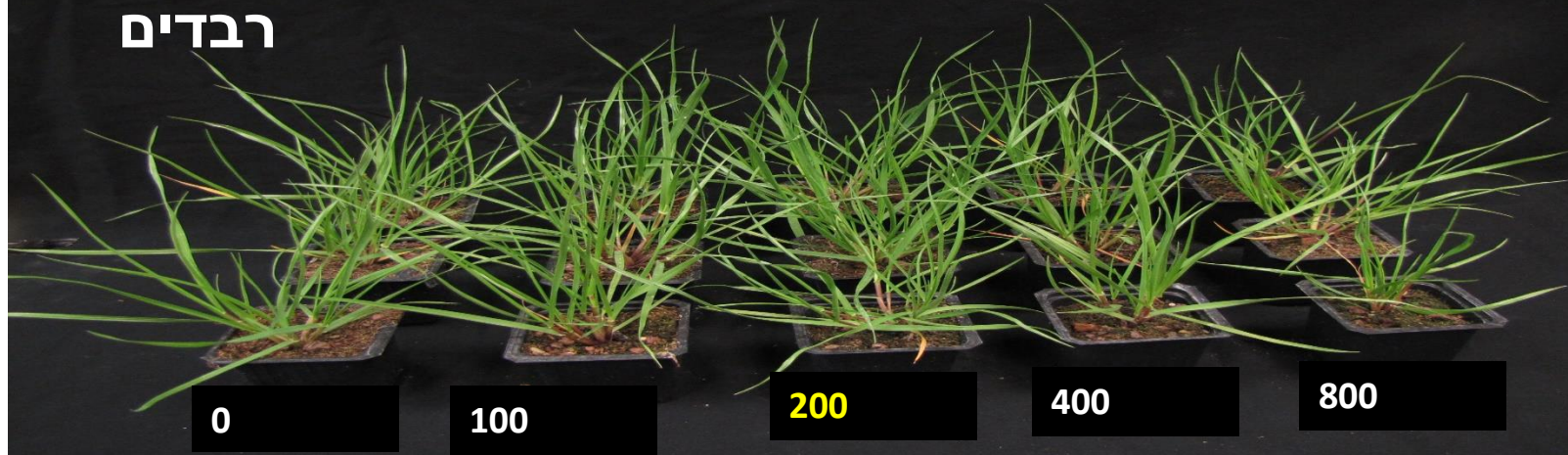


עמידות זון אשון למעכבי ALS



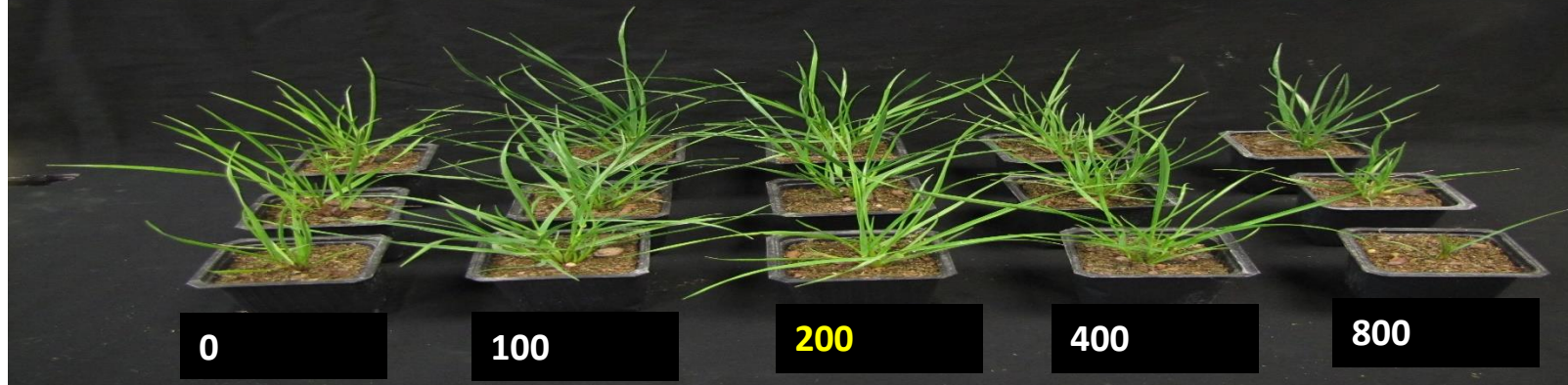
זון אשון עמיד לראונדאפ

רבדים



רעים

מינון ראונדאפ (סמ"ק/ד')

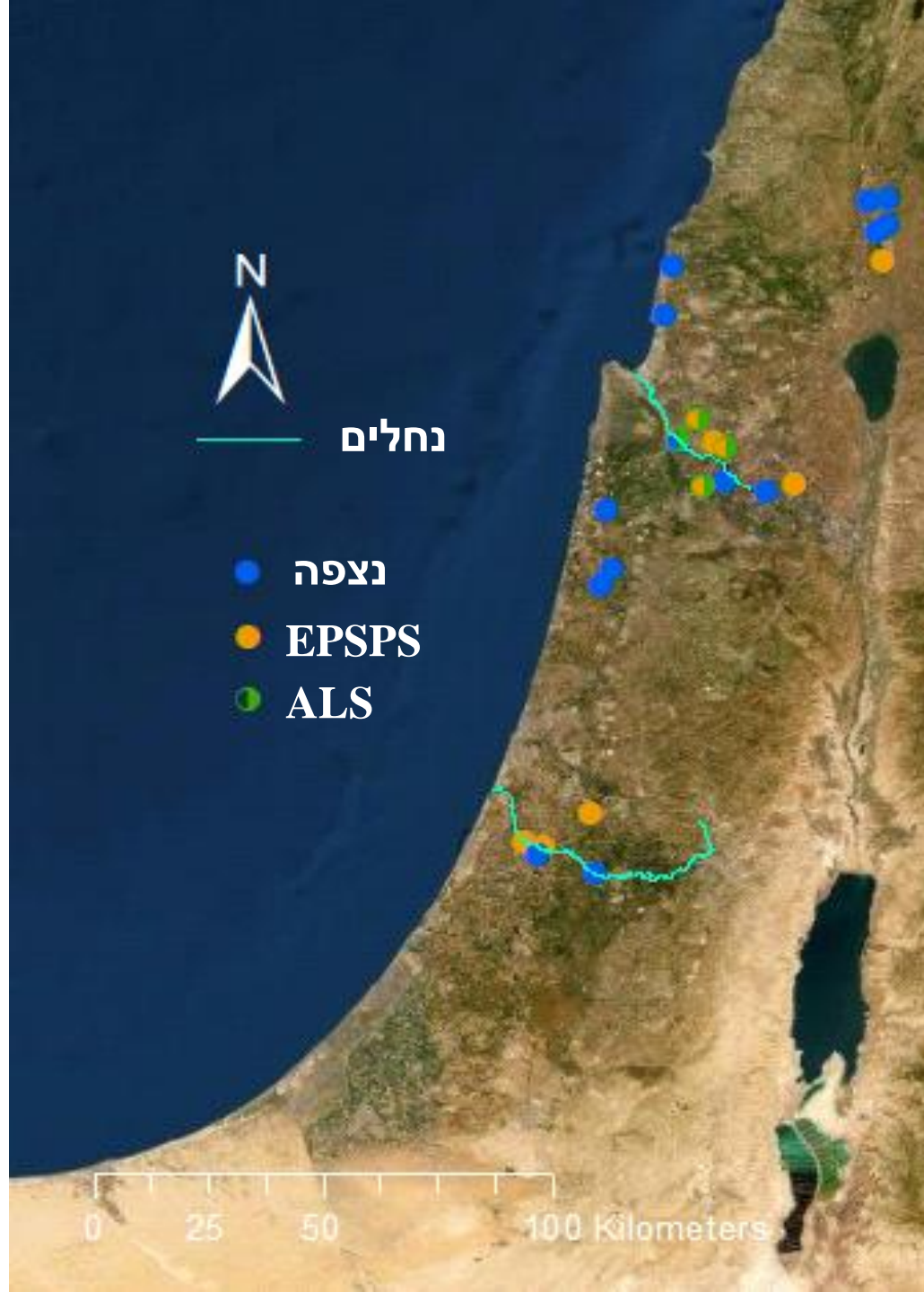


ירבוז פלמרי עמיד לאנבוק בכותנה



אבטיח מללי לפני האסיף משובש בירבוז פלמרי 2017





מפת התפוצה של ירבוז הגדות

תפוצת אוכלוסיות י"ג בישראל. אוכלוסיות שנמצאו עמידות לקוטלי עשבים מעכבי ALS (ירוק) וחשודות עם עמידות לראונדאפ (כתום).

בית רשת
אוגוסט-ספטמבר
2018

נווה יער



UTC FRS TFS PTS TMB OXY ATR

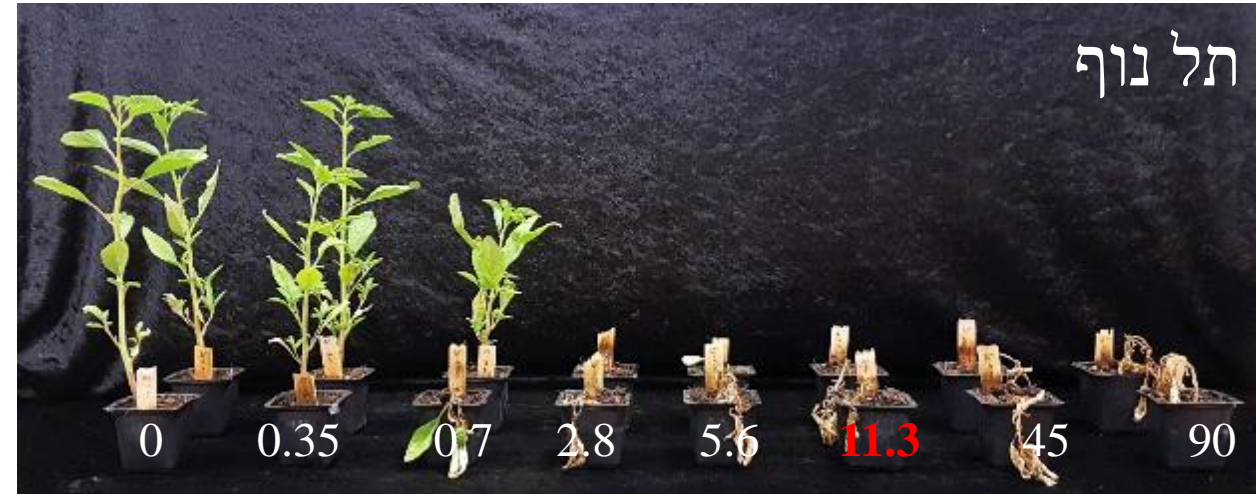
$g\ a.i\ ha^{-1}$

תגובת אוכלוסיות י. הגדות לקוטלי עשבים שונים יישום במינון מומלץ

בחינת רמת העמידות למעכבי ALS

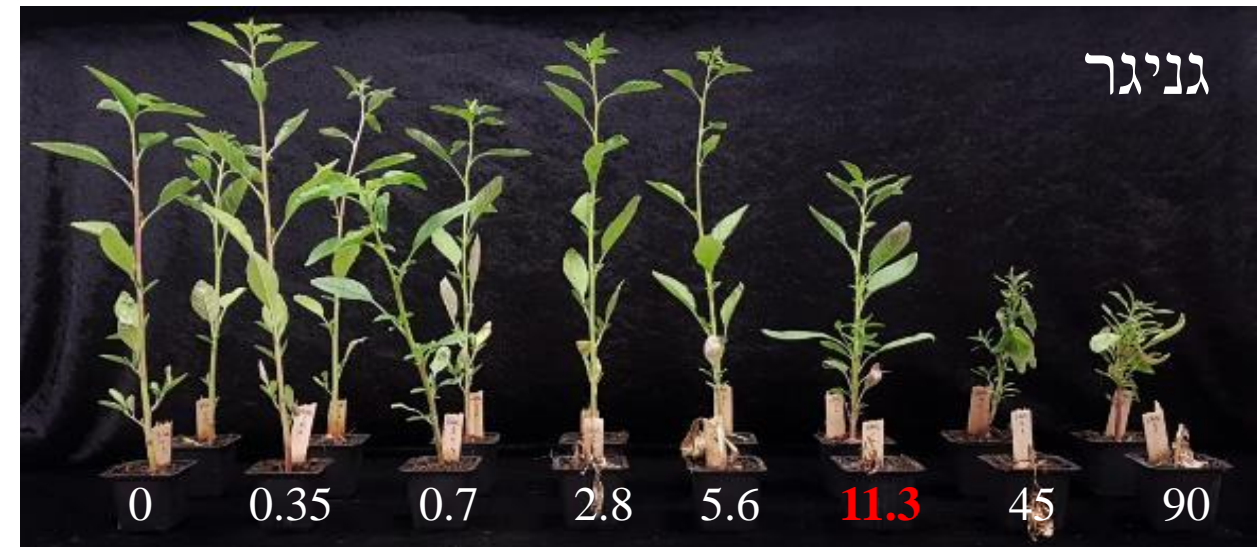
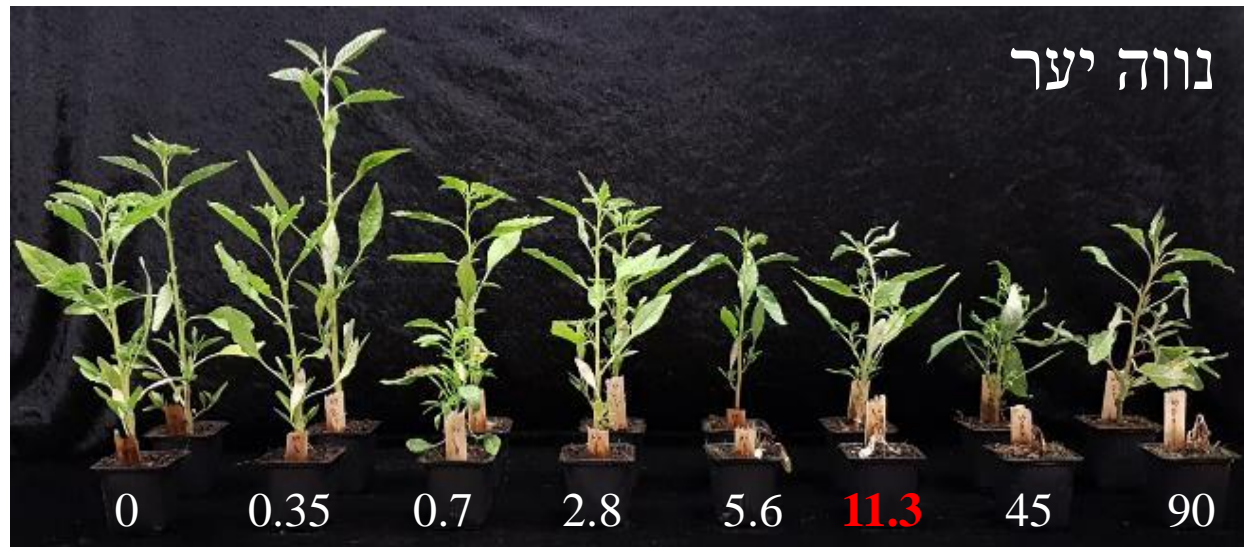
צרעה

תל נוף



נווה יער

גניגר



מינון מומלץ

g a.i. ha⁻¹

תגובת אוכלוסיות י. הגדות למינונים עולים של טריפלוקסיסולפורון

בחינת מנגנון TS באוכלוסיות העמידות למעכבי ALS

	Trp574	
ארבידופסיס	Q W	EDRFYKANRAHT
ירבוז הגדות רגיש	Q W	EDRFYKANRAHT
נווה יער	Q W *	EDRFYKANRAHT
מגידו	Q L	EDRFYKANRAHT
גניגר	Q L	EDRFYKANRAHT
כפר יהושוע	Q W *	EDRFYKANRAHT
	* *****	

עמידות דומיננטית – החלפה של נוקלאוטיד G→T
 גורמת להחלפת חומצת אמינו Trp → Leu

* פרטים הטרזיגוטיים

עשבים עמידים בישראל - סיכום

- יש לנו עמידים מכל טוב... (לפחות 36 מינים)
- יש לנו עמידים בכל הגידולים (גם במטעים)
- עשבים דגניים העמידים כמעט לכל מנגנוני הפעולה העיקריים
 - הבעיה הקשה – עמידות לקוטלי דגניים מעכבי ACCase בתבואות
 - העדר גידולי בעל אלטרנטיביים – רחבי עלים, מחריף את הבעיה
- עשבים רחבי עלים העמידים כמעט לכל מנגנוני הפעולה הידועים
 - הבעיה הקשה – עמידות למעכבי ALS בכל הגידולים. העדר מנגנוני פעולה חדשים זה 30 שנה, מחריף את המצב



איך נתמודד עם זה?

- אימוץ גישות ישנות-חדשות (לא בהכרח כימיות) להקטנת בנק הזרעים בקרקע
- שינוי בפרקטיקה החקלאית – פיתוח ואימוץ טכנולוגיות חדשות
- בגד"ש וירקות - טיפוח גידולים המתחרים יותר עם העשבים בגלל צימוח מהיר, עלווה רבה, כולל טיפוח גידולים עם יכולות אללופטיות
- שימוש בביופסטיצידים (ממקור ביולוגי)
- שימוש נרחב יותר בגידולי כיסוי (בעיקר בעיבוד מינימלי)
- עיבודים בין השורות ובתוך השורות בחישה וזיהוי מרחוק