אתגרים בהתמודדות עם נגיפים בגידולי ירקות

דר' אביב דומברובסקי

המחלקה לפתולוגיה של צמחים

מינהל המחקר החקלאי מרכז וולקני בית-דגן

מו"פ יאיר ערבה תיכונה וצפונית 25.5.2017

ווקטורים עיקריים לנגיפים בגידולים חקלאיים בערבה

כנימת עלה (אפרסק, דלועיים)

כנימת עש הטבק

תריפס (קליפורני, טבק)

Polervirus\ פולרווירוס

PeVYV/PYLCV – פלפל

CMV - פלפל, עגבנייה...

Potyvirus \ פוטיוירוס

PVY- עגבנייה, פלפל...

ZYMV - דלועיים

Begomovirus\ ביגומווירוס

WmCSV - דלועיים: אבטיח, מלון

SLCV – דלועיים: קישוא, מלון, אבטיח

TYLCV- עגבנייה

CYSDV – דלועיים

CVYV - דלועיים

SqVYV – דלועיים אבטיח

TomMMoV/EMLMV חציל

Tospovirus\ טוספווירוס

TSWV - סולניים: פלפל, עגבנייה, פרחי נוי.....

IYSV – בצל...

Pepper yellow leaf curl virus **(PYLCV)**
Pepper vein yellows virus **(PeVYV)**

Cucumber mosaic virus **(CMV)**

Potato virus Y **(PVY)**
Zucchini yellow mosaic virus **(ZYMV)**

Tomato yellow leaf curl virus **(TYLCV)**
Watermelon chlorotic stunt virus **(WmCSV)**
Squash leaf curl virus **(SLCV)**
Cucumber vein yellowing virus **(CVYV)**
Cucurbit yellow stunting disorder virus **(CYSDV)**
Squash vein yellowing virus **(SqVYV)**
Eggplant mild leaf mottle virus **(EMLMV)**
Tomato mild mottle virus **(TomMMoV)**

Tomato spotted wilt virus **(TSWV)**

Iris yellow spot virus **(IYSV)**

טובמווירוסים בגידולי ירקות בערבה (מועברים ללא ווקטור)

דלועיים

עגבנייה

פלפל

***Cucumber green mottle mosaic virus* (CGMMV)**

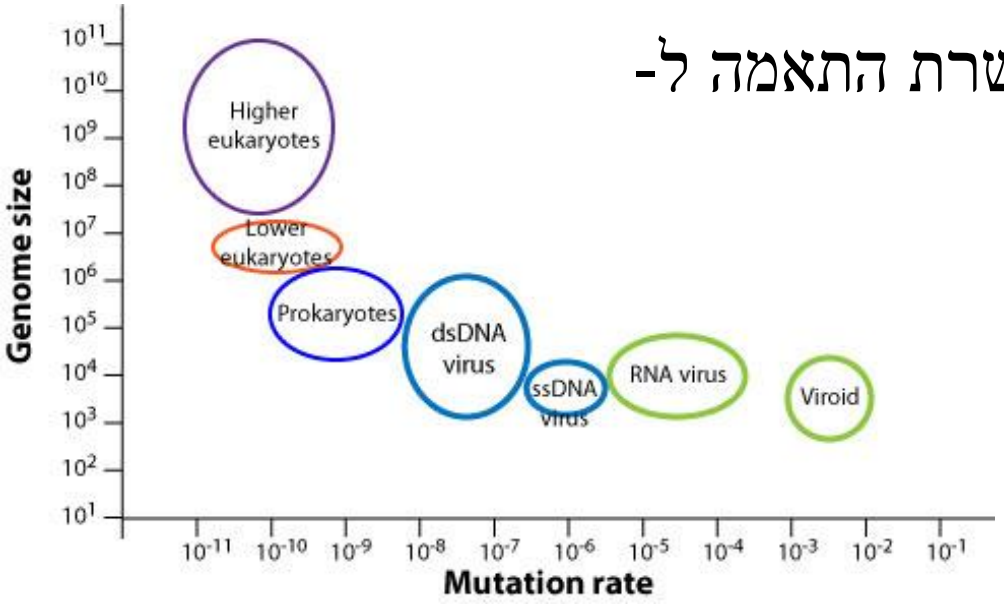
***Tomato brown rugose fruit virus* (TBRFoV)**

Pepper mild mottle virus (PMMoV)

גנים לעמידות בזנים מסחריים

L^4 ✓	$Tm\text{-}2^2$ ✗	לא ידוע *כנות סבילות

גמישות הגנום בנגיפי רנ"א



יכולת השתנות גנטית מהירה המאפשרת התאמה ל-

פונדקאים

ווקטורים

שבירת עמידויות

תדירות מוטציות גבוהה

10^{-4} -10^{-6} mutations per bp per generation

בשל חוסר במנגנון תיקון שגיאות בעת שכפול הגנום

Lauring et al., Nature reviews Microbiology, 2013

בנגיפים בעלי גנום מחולק

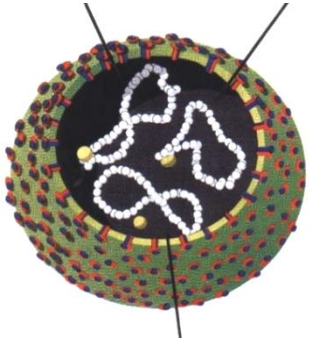
יכולת ארגון מחדש של הגנום Reassortment

נגיף כתמי הנבילה של העגבנייה

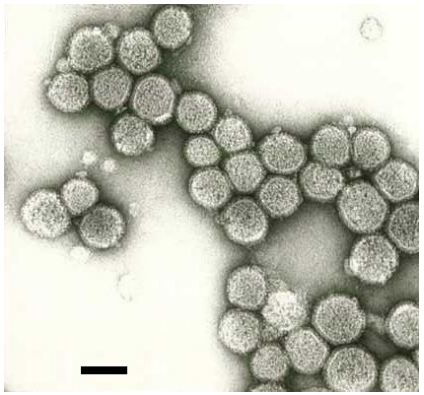
Tomato spotted wilt virus (TSWV)

Segmented -ssRNA linear genome:
שלושת מקטעי הגנום מקודדים ל- 6 חלבונים

L segment ~8.8kb
M segment ~4.8kb
S segment ~3kb



(Kormelink *et al*., 1992)



נגיף כתמי הנבילה של העגבנייה

Tomato spotted wilt virus (TSWV)

הגן לעמידות (*Tsw*) בזנים מסחריים של פלפל
לא מספק הגנה כנגד הגזעים הקיימים של TSWV

נגיף כתמי הנבילה של העגבנייה

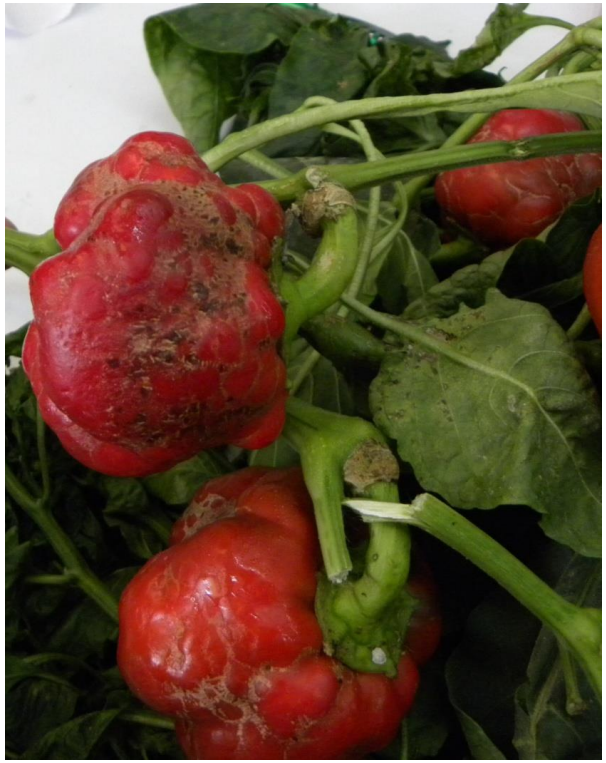
Tomato spotted wilt virus (TSWV)

Developmental stages of Thrips

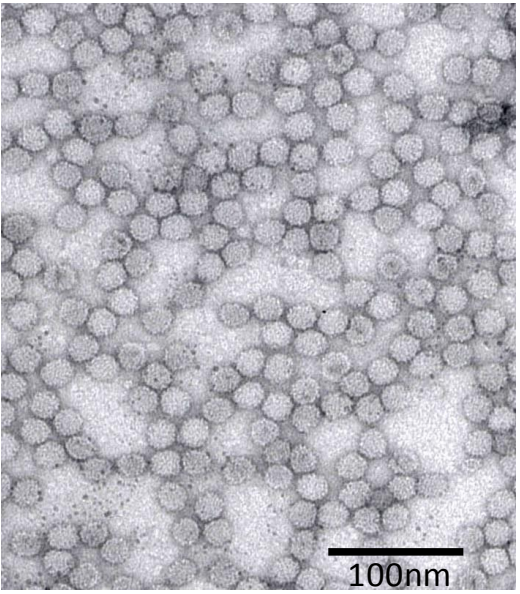
דרגה:	נקבה	זכר	גולם	טרום-גולם	זחל דרגה שנייה	זחל דרגה ראשונה	ביצה
משך התפתחות:	עד כשבועיים		4 ימים	1 יום	4 ימים	1 יום	2-5 ימים
מיקום:	צמח \ נודד		קרקע	קרקע	צמח	צמח	צמח

(Picture by Prof. D. Ullman)

הדבקות מעורבות: ? + TSWV

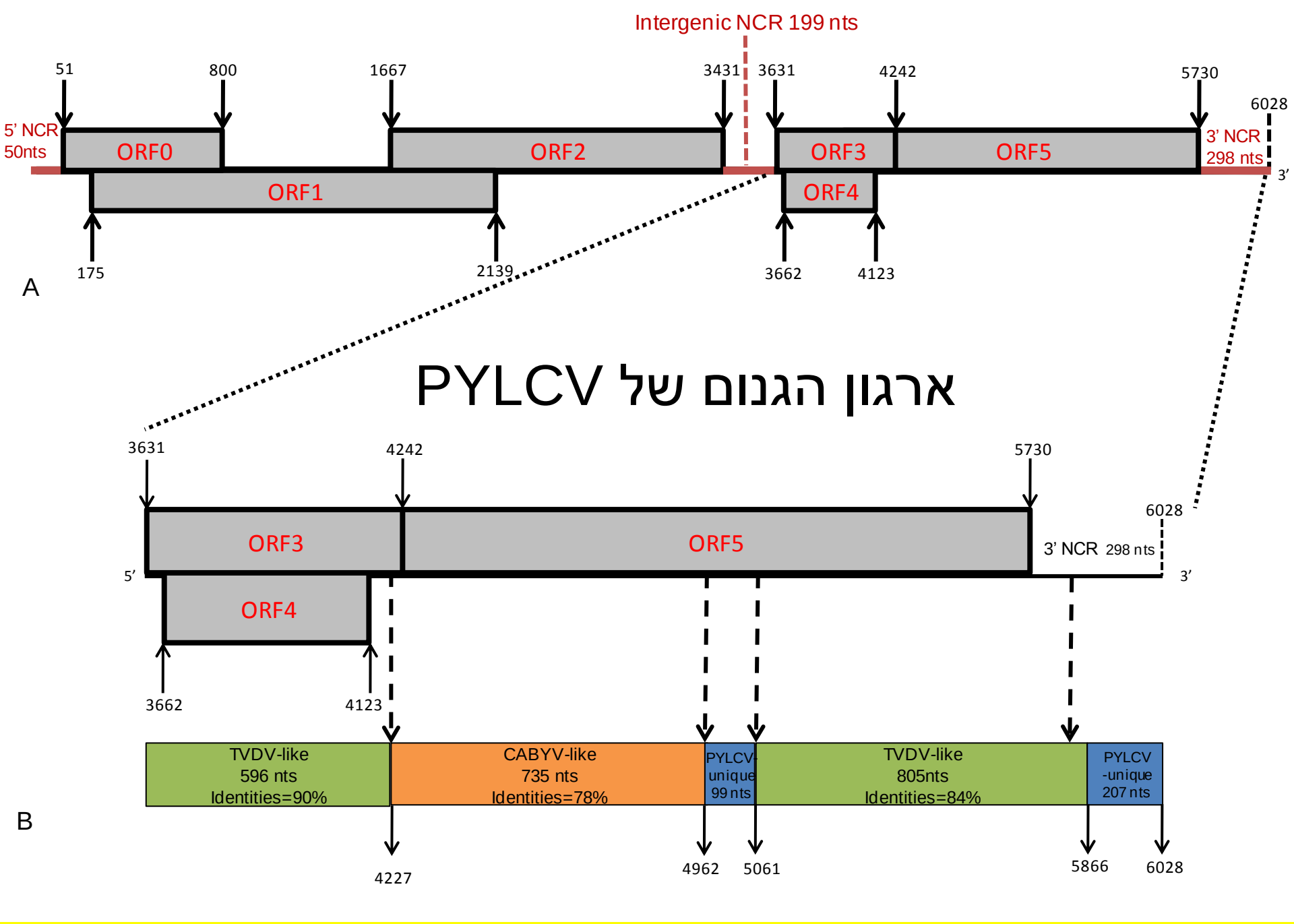


PYLCV ופולרווירוס חדש בפלפל (ינואר פברואר 2017)

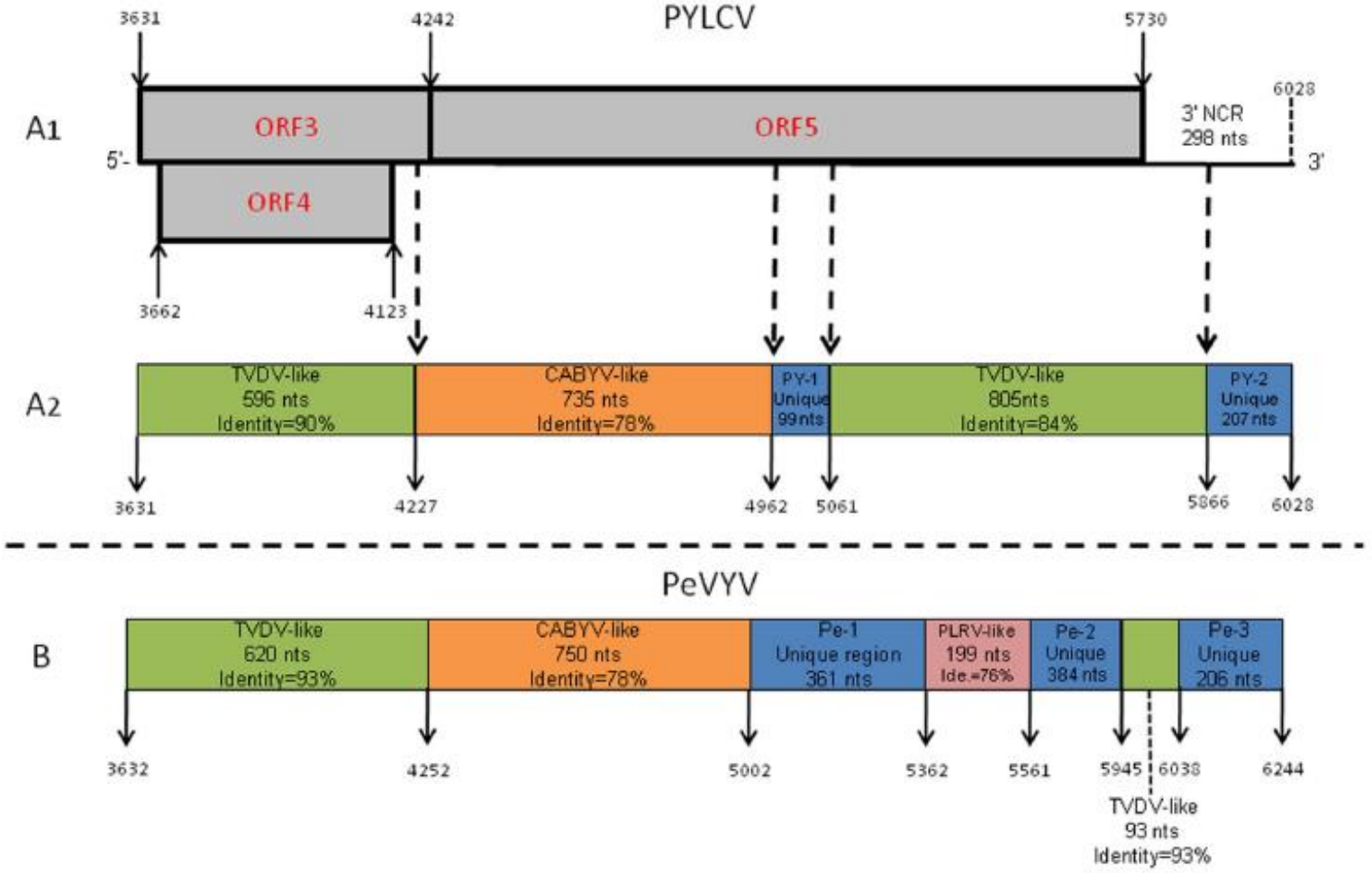


פירות בריאים פירות נגועים ב- PYLCV

PYLCV ופולרווירוס חדש בפלפל (ינואר פברואר 2017)



Tobacco vein distorting virus (TVDV); *Cucurbit aphid-borne yellows virus (CABYV)*

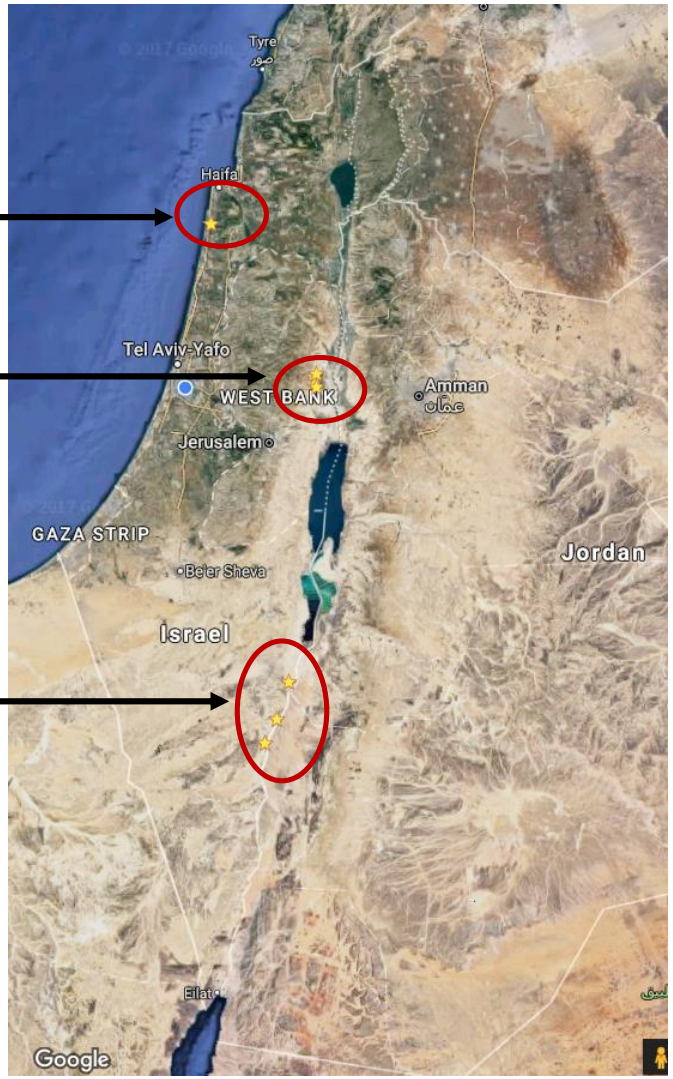


Tobacco vein distorting virus (TVDV); *Cucurbit aphid-borne yellows virus* (CABYV)

PYLCV
New-PeVYV

PYLCV
New-PeVYV

PYLCV



סיכום	PYLCV	New Polero	מקום	תאריך
New Polero	חיובי 82%	חיובי 82%	תומר	9.1.2017
שלילי	שלילי	שלילי	פצאל	19.1.2017
New polero+ PYLCV	93%	82%	נתיב הגדוד	19.1.2017
New polero	82%	82%	פצאל	19.1.2017
New polero	82%	82%	נתיב הגדוד	19.1.2017
New polero	82%	82%	נתיב הגדוד	19.1.2017
PYLCV	93%	-	)עידן(	19.1.2017
New polero	-	82%	צרופה	31.1.2017
Pylcv	92%	-	צרופה	31.1.2017
שלילי	שלילי	שלילי	?	5.2.2017
NEW POLERO	-	82%	?	9.2.2017
PYLCV	92%	-	עין יהב	9.2.2017
PYLCV	92%	-	עידן	9.2.2017
PYLCV	92%	-	ערבה- עידן	9.2.2017
PYLCV	93%	-	ערבה	9.2.2017
PYLCV	93%	-	מו"פ יאיר	9.2.2017
-	שלילי	שלילי	עין יהב	15.2.2017
PYLCV	חיובי לא רוצף	-	צופר	15.2.2017
PYLCV	חיובי לא רוצף	-	ערבה	15.2.2017
PYLCV	חיובי לא רוצף	-	עין יהב	21.2.17
שלילי	-	-	עין יהב	21.2.17
שלילי	-	-	עין יהב	21.2.17
שלילי	-	-	עין יהב	21.2.17
POLERO? NEW	-	חיובי לא רוצף	צאלים	21.2.17

התמודדות עם וירוסים מתמידים

קו ההגנה הראשון: מניעה / (עיכוב) חדירה של הווקטור החרקי

מחסומים פיזיקליים ואופטיים:

- רשתות 50 מש
- יריעות בולעות UV
- יריעות אגריל
- חיפוי קרקע צבעוני

- **כימיה / ביולוגיה**
- הטענה של השתילים (במשתלה) בקוטל חרקים סיסטמי.
- שימוש בקוטלי חרקים.
- הדברה ביולוגית: שימוש באויבים טבעיים.
- **צמחים עמידים\סבילים.**

Cucurbit yellow stunting disorder virus (CYSDV)

CYSDV במלונים

בדלורית ZYMV -ו CYSDV

Watermelon chlorotic stunt virus (**WmCSV**)

Family: Geminiviridae

Genus: Begomovirus

אוגוסט 2016

Watermelon chlorotic stunt virus (WmCSV)

Family: Geminiviridae

Genus: Begomovirus

חשיבות סוג הרשת בפתח הכניסה:
דצמבר 2011

50 מש

25 מש

הדבקות משולבות: מנהרות מלונים
דצמבר 2011

1.וירוס ההצהבה של
הדלועיים CYSDV.

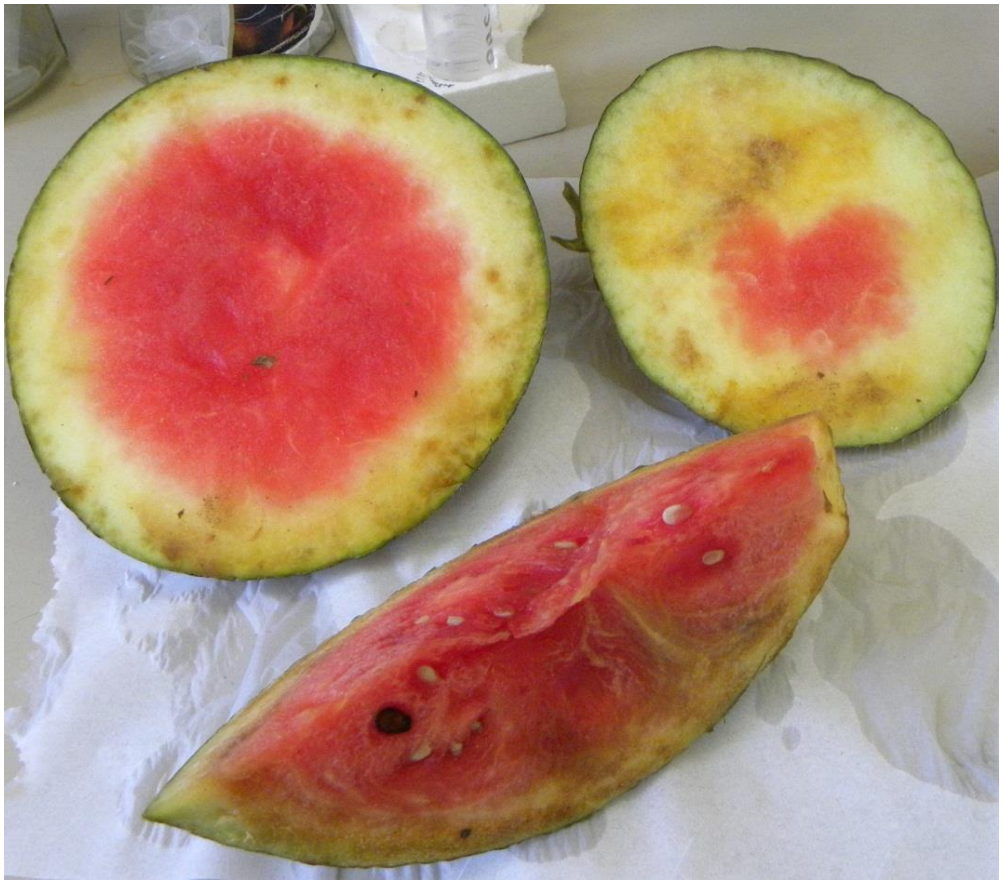
2. ביגומווירוסים
WmCSV ו- SLCV.

3. CGMMV.

רשת 25 מש בפתח הכניסה

וירוס הצהבת העורקים של הקישוא
Squash vein yellowing virus (SqVYV)

מאי 2014 (קליה, מחולה, אזור בית שאן וצפון הארץ)



Reingold et al., 2016

וירוס הצהבת העורקים של הקישוא
Squash vein yellowing virus (SqVYV)

מאי 2014 (קליה, בית שאן, צפון הארץ)

Reingold et al., 2016

Plant Pathology Circular No. 407
June/July 2008

Fla. Dept. of Agric. & Consumer Services
Division of Plant Industry

Squash Vein Yellowing Virus, Causal Agent of Watermelon Vine Decline in Florida[1]

Carlye Baker[2], Susan Webb[3] and Scott Adkins[4]

Fig 3: Symptoms of WVD in watermelon fruit.
Photography credit: Scott Adkins

עין חרוד, יוני 2014

Cucumber vein yellowing virus (CVYV)
Ipomovirus

מצפה שלם, קליה מאי 2017

הדבקות מעורבות:

וירוסים חצי מתמידים המועברים באמצעות כנימות עש הטבק

CVYV + SqVYV + CYSDV

דברים שלמדנו בשנים האחרונות בהתמודדות עם CGMMV בדלועיים

מיזם חוס"ן CGMMV

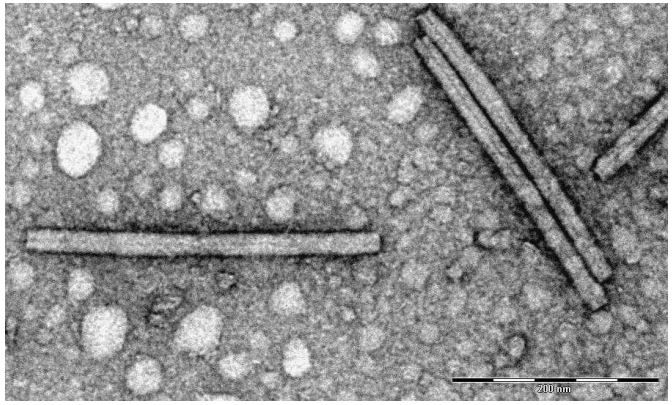
במימון: המדען הראשי של משרד החקלאות ומועצת הצמחים

עודד לכמן, נטע לוריא, אלישבע סמית, ויקטוריה ריינגולד, דורית שרגיל, אלינור רוביו, ילנה בקלמן, נועה סלע, יהודית תם. שלי גנץ, נטע מור, ליאור אברהם, לילך זיגר, שלמה אילני, סבטלנה דובריניין, עדי סויסה, תמר אלון, יואל חדד, סיגל פרץ, עמי הברמן, נדב עזרא, מוחמד זידאן, אחמד אבו-ראס, אמנון קורן, יוסי אביאיה מלאכי.

מינהל המחקר החקלאי מרכז וולקני. שה"מ- שרות ההדרכה והמקצוע. השירותים להגנת הצומח. פתרונות מתקדמים לחקלאות משתלות חישתיל ושורשים

וירוסים מקבוצת הטובמו- Tobamovirus (37 מינים)

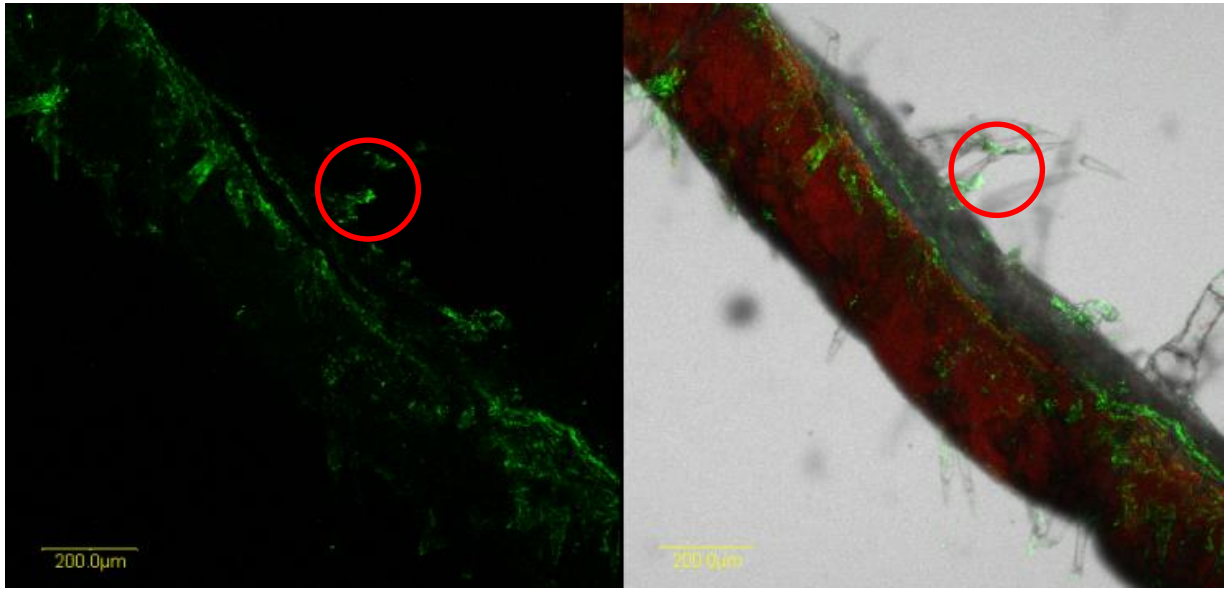
- ***Tobacco mosaic virus* (TMV)**
- ***Tomato mosaic virus* (ToMV)**
- ***Tomato brown rugose fruit virus* (TBRFoV)**
- *Cucumber fruit mottle mosaic virus* (CFMMV)
- ***Cucumber green mottle mosaic virus* (CGMMV)**
- *Pepper mild mottle virus* (PMMoV)



מועברים ללא וקטור

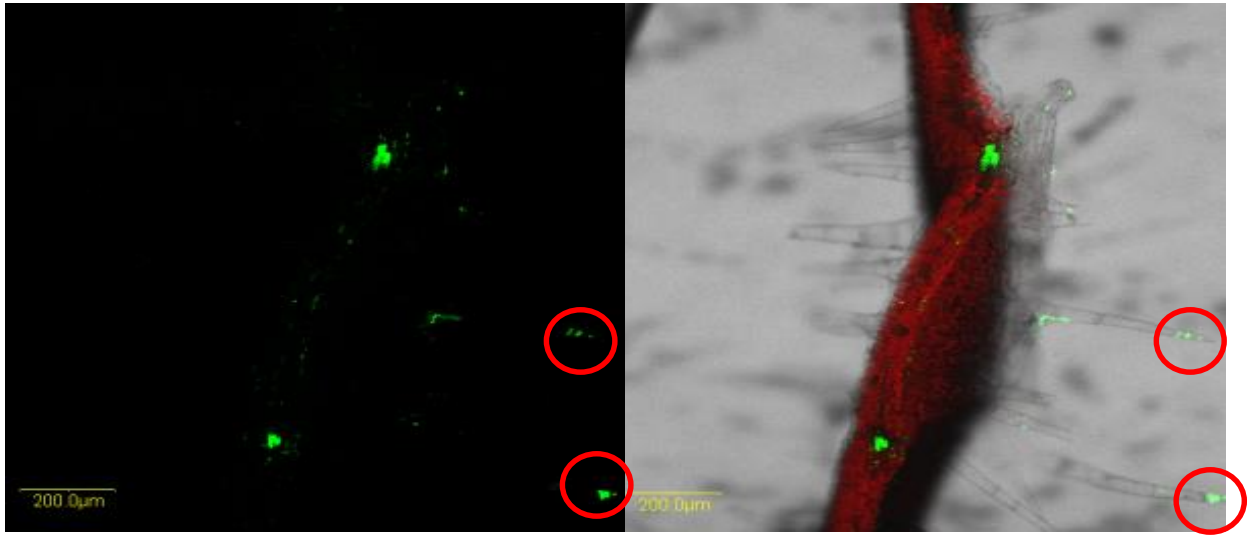
מועברים: בזרעים, בקרקע ובמגע מכאני

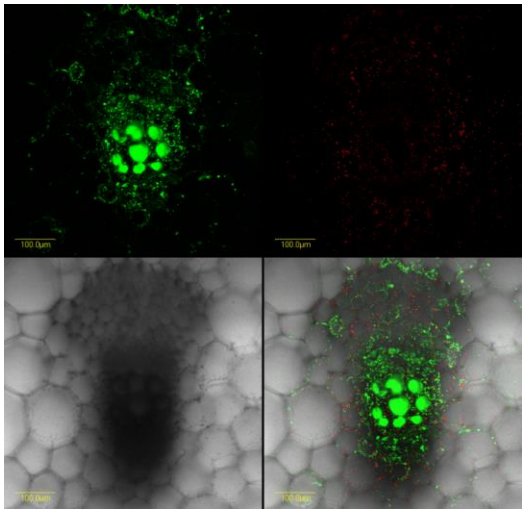
זיהוי CGMMV ברקמות הצמח



זיהוי CGMMV בשערות (טריכומות) עלי מלפפון נגועים

הפצה שניונית



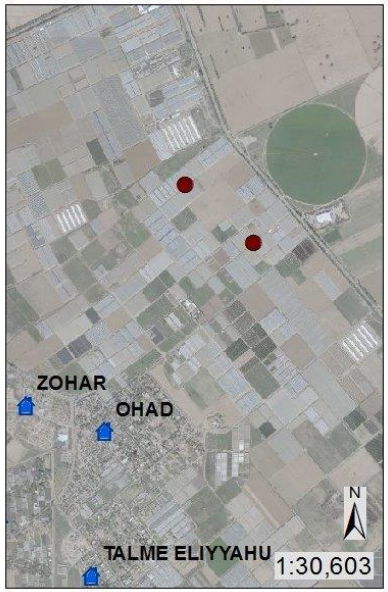


Reingold *et al.*, 2014

ספטמבר-אוקטובר 2014 (מושב אוהד)
שבירת עמידות *Tm-2* בעגבנייה

א.

ב.



ספטמבר-אוקטובר 2014

נובמבר 2016

תסמיני TBRFoV בעגבנייה

Luria N, Smith E, Reingold V, Bekelman I, Lapidot M, et al.
(2017) A New Israeli Tobamovirus Isolate Infects Tomato Plants Harboring Tm-22 Resistance Genes.
PLOS ONE 12(1): e0170429. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0170429
http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0170429

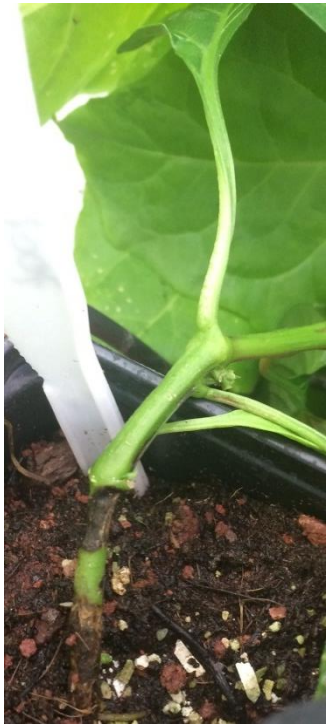
PLOS ONE
TENTH ANNIVERSARY

2016: מופע אלים של המחלה

הדבקה של צמחי פלפל:

הדבקה דרך הנוף

הדבקה דרך השורשים



Luria et al., 2017

Cucumber green mottle mosaic (CGMMV)

עין יהב 2010

תסמיני המחלה

אבטיח נגוע ב- CGMMV

A

B

C

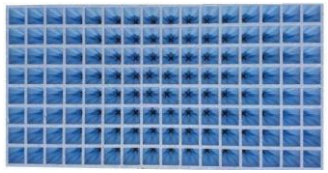
Reingold et al., 2013

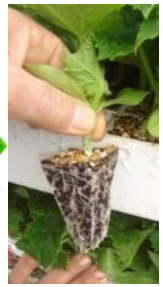
הכפר הירוק 2012

מחזור ההפצה של CGMMV

משתלות

- מגשי שתילה
- סכיני הרכבה
- השקיה/ המטרה





פציעת שורשים

שתילים נגועים

השתמרות בקרקע

בשדה

מדבק ראשוני

הפצה שניונית

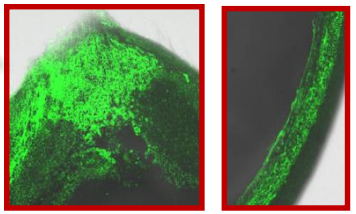
פעולות אגרוטכניות

כלים

זרעים מאולחים

שתילים נגועים

חיטוי לא מושלם של זרעים



השתמרות בצמחיית בר

הפצה באמצעות חרקים מועילים ובעלי חיים

מעקב אחר נוכחות CGMMV בעולם

2006-2016

1935-2005

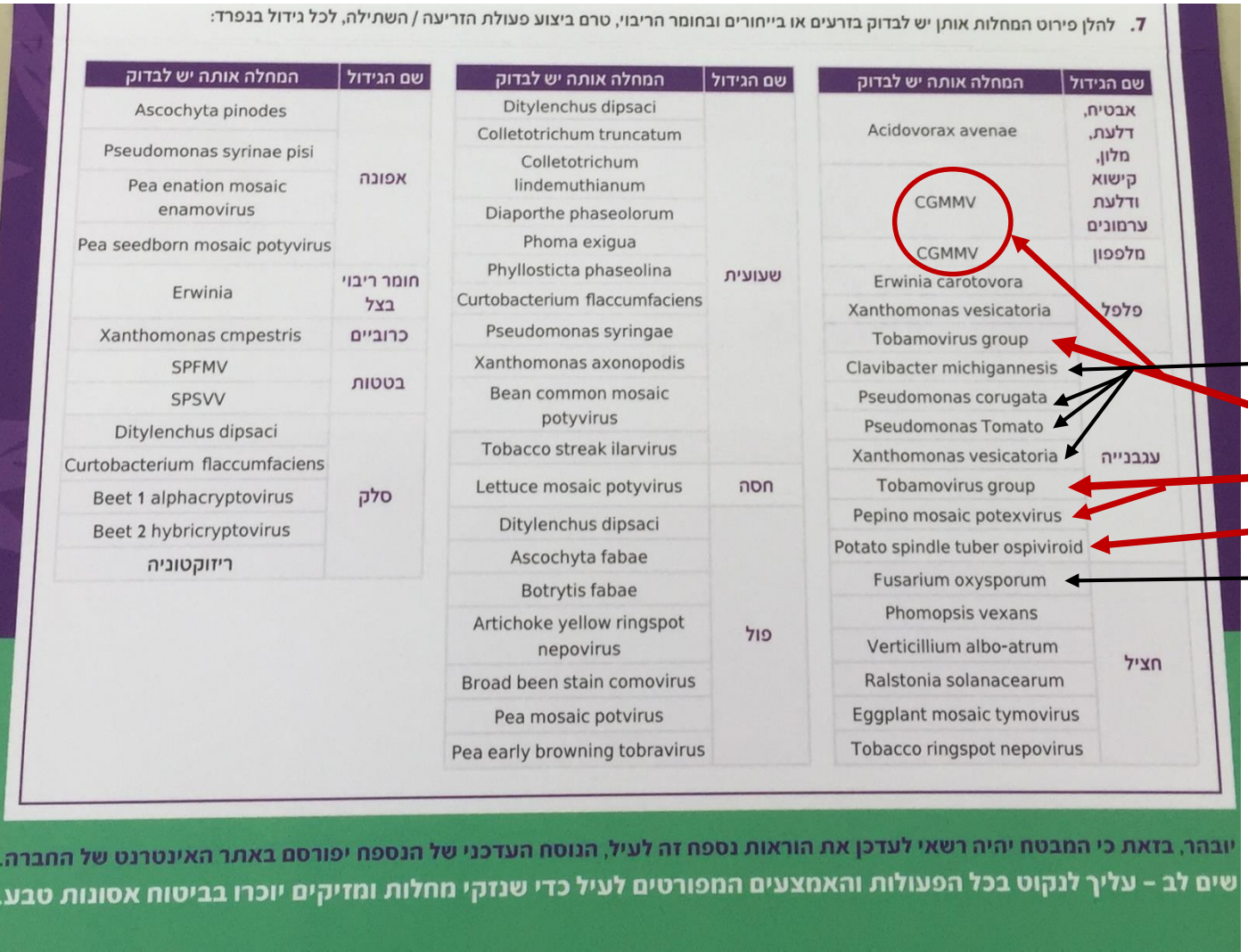
אנגליה 1935

מחיר התמודדות עם טובמווירוסים

פגיעה בכמות ובאיכות התוצרת

- בדיקות של חומר ריבוי (זרעים).
- פעולות פיטוסניטציה סילוק שאריות צמחים ממחזור גידול קודם חיטוי מבנים.
- פעולות להתמודדות עם קרקעות מאולחות ממחזור גידול קודם
- אגרוטכניקה שונה כוח אדם, תשומות נוספות (כפפות, חלוקים). חיטוי סולרי, תווך חוצץ, תכשירי כלור מיוצב ועוד

ביטוח אסונות טבע
קרן לביטוח נזקי טבע בחקלאות (קנט)



7. להלן פירוט המחלות אותן יש לבדוק בזרעים או בייחורים ובחומר הריבוי, טרם ביצוע פעולת הזריעה / השתילה, לכל גידול בנפרד:

שם הגידול	המחלה אותה יש לבדוק
אבטיח, דלעת, מלון, קישוא ודלעת ערמונים	Acidovorax avenae
	CGMMV
מלפפון	CGMMV
פלפל	Erwinia carotovora
	Xanthomonas vesicatoria
עגבנייה	Tobamovirus group
	Clavibacter michigannesis
	Pseudomonas corugata
	Pseudomonas Tomato
	Xanthomonas vesicatoria
	Tobamovirus group
	Pepino mosaic potexvirus
	Potato spindle tuber ospiviroid
חציל	Fusarium oxysporum
	Phomopsis vexans
	Verticillium albo-atrum
	Ralstonia solanacearum
	Eggplant mosaic tymovirus
	Tobacco ringspot nepovirus

שם הגידול	המחלה אותה יש לבדוק
שעועית	Ditylenchus dipsaci
	Colletotrichum truncatum
	Colletotrichum lindemuthianum
	Diaporthe phaseolorum
	Phoma exigua
	Phyllosticta phaseolina
	Curtobacterium flaccumfaciens
	Pseudomonas syringae
	Xanthomonas axonopodis
	Bean common mosaic potyvirus
	Tobacco streak ilarvirus
חסה	Lettuce mosaic potyvirus
פול	Ditylenchus dipsaci
	Ascochyta fabae
	Botrytis fabae
	Artichoke yellow ringspot nepovirus
	Broad been stain comovirus
	Pea mosaic potvirus
	Pea early browning tobravirus

שם הגידול	המחלה אותה יש לבדוק
אפונה	Ascochyta pinodes
	Pseudomonas syrinae pisi
	Pea enation mosaic enamovirus
	Pea seedborn mosaic potyvirus
חומר ריבוי בצל	Erwinia
כרוביים	Xanthomonas cmpestris
בטטות	SPFMV
	SPSVV
סלק	Ditylenchus dipsaci
	Curtobacterium flaccumfaciens
	Beet 1 alphacryptovirus
	Beet 2 hybricryptovirus
ריזוקטוניה	

יובהר, בזאת כי המבטח יהיה רשאי לעדכן את הוראות נספח זה לעיל, הנוסח העדכני של הנספח יפורסם באתר האינטרנט של החברה.
שים לב – עליך לנקוט בכל הפעולות והאמצעים המפורטים לעיל כדי שנזקי מחלות ומזיקים יוכרו בביטוח אסונות טבע.

- חיידקים
- וירוסים
- וירואידים
- פטריות

מניעת
מדבק ראשוני

מדבק ראשוני

במחזור גידול עוקב

התמודדות עם קרקעות מאולחות בטובמווירוסים

שימוש בתוך חוצץ להפחתת ההדבקה מהקרקע

שיטה זו הוכחה כיעילה בהתמודדות עם
הטובמווירוס PMMoV בפלפל
עבודות של דר' יחזקאל אנטיגנוס

תווך חוצץ של קומפוסט נמצא יעיל בהתמודדות עם CGMMV במלון (עין יהב)

עין יהב 2014

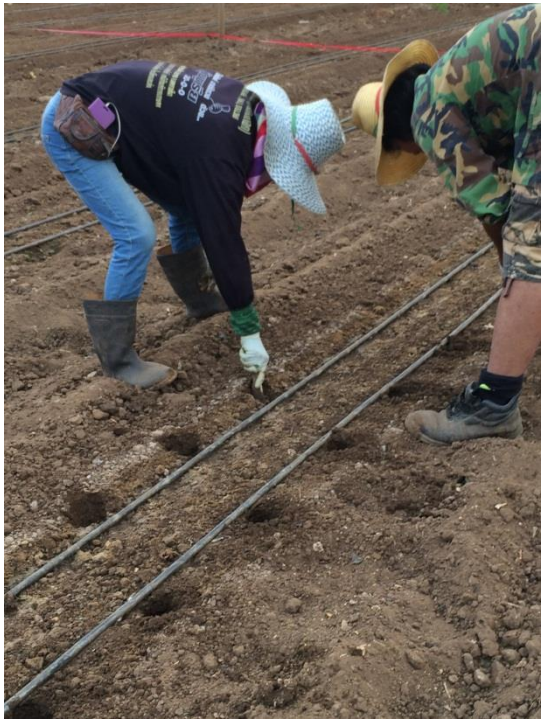
שימוש בכלור מיוצב לחיטוי טרום שתילה של המבנים והקרקע

1000ppm חיטוי חלל, מבנה, חוטי הדליה, כלים וכו'.

2000ppm: הגמעה בגומות השתילה יום לפני השתילה.

טהרן
חברת לוכסמבורג

ניסויים ראשוניים: הגמעה בגומות שתילה

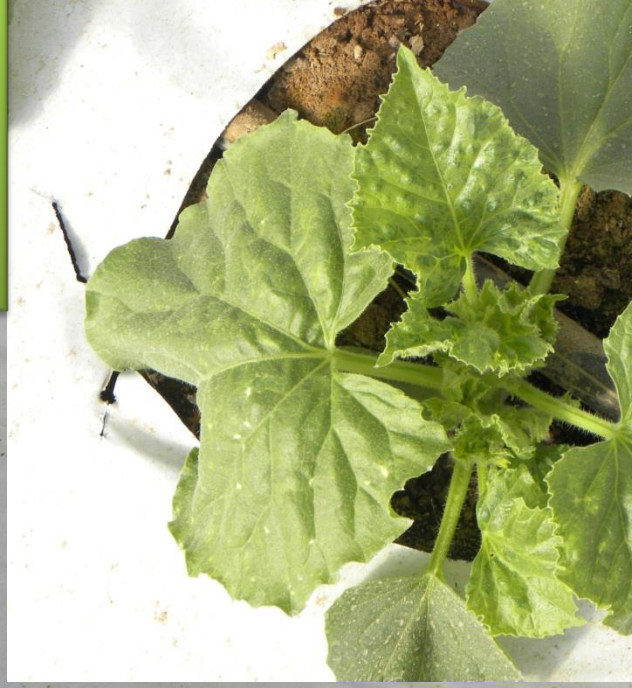


הגמעה של קלורבק בגומות השתילה
תצפית שדה: 2014 מושב אחיטוב, מוטי עזריה

שתילה רגילה

שתילה מוקפדת

איתור והרחקה של מוקדי נגי
ראשוניים
לפני ביצוע פעולות אגרוטכנ



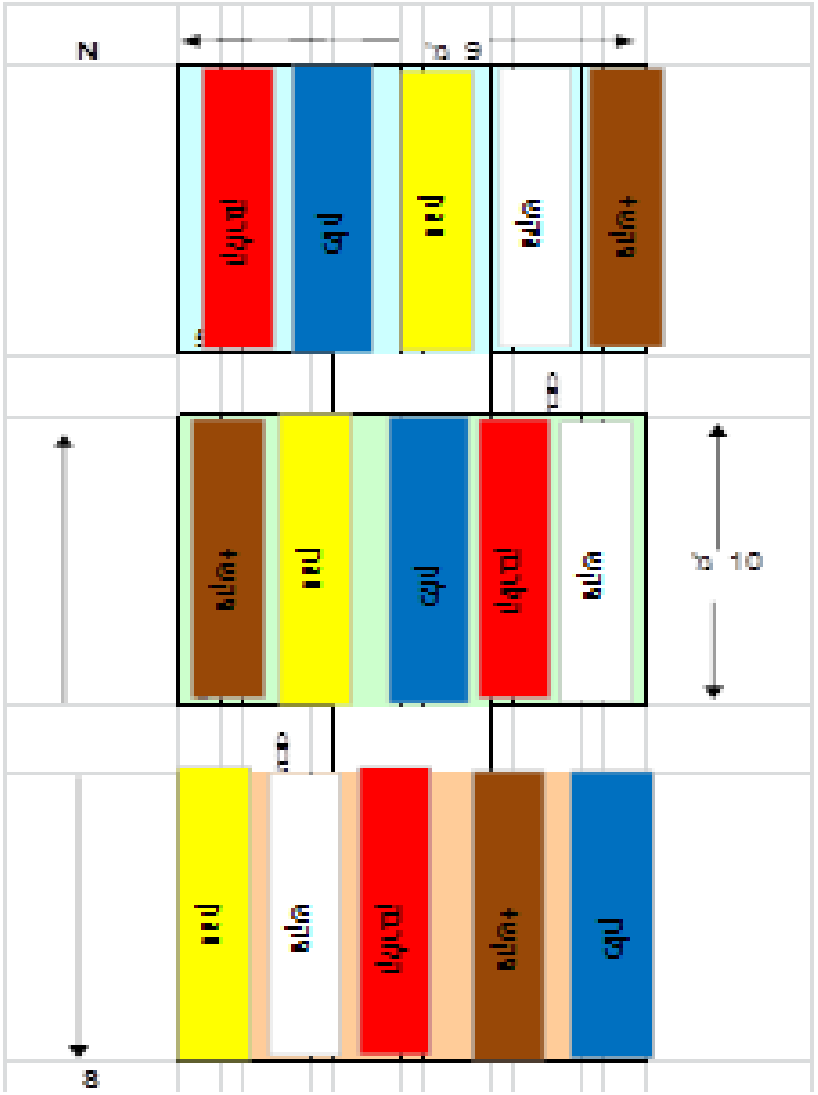
בחינת יעילותם של תכשירי הכלור
(2016-2017 - מו"פ דרום)

הגמעה של מיצוי מצמחים נגועים בגומות השתילה

נבחנו החומרים:

קלורבק, כלורן וטהרן

הניסויים עם שני הטובמווירוסים בוצעו במקביל : CGMMV במלפפון ו- TBRFoV הטובמו החדש בעגבנייה



בחינת תכשירים נוספים:
גרינאפ ומי חמצן מיוצבים

(2016-2017 - מו"פ דרום)

תוצאות ניסוי TBRFV מאי 2016

הטיפול	מנהרה 1	מנהרה 2	מנהרה 3	סה"כ	% נגיעות
קלורבק	2/50	6/50	8/50	16/150	10.7 AB
כלורן	2/50	5/50	2/50	9/150	6 B
טהרן	4/50	3/50	1/50	8/150	5.3 B
היקש נגוע	31/50	20/100	46/100	97/250	38.8 A
היקש נקי	1/50	--------	---------	1/50	2

דצמבר 2016

CGMMV במלפפונים

הטיפול	מנהרה 1	מנהרה 2	מנהרה 3	% נגיעות ממוצע
מי חמצן	2/48	1/50	3/49	6
גרינאפ	2/46	0/49	0/49	1.4
טהרן	0/52	0/50	0/47	0
היקש (פציעה)	13/52	9/50	1/37	15.2
היקש (ללא פציעה)	1/50	0/52	---------	1
היקש נקי	0/51	----------	---------	0

TBRFoV בעגבניות

הטיפול	מנהרה 1	מנהרה 2	מנהרה 3	% נגיעות ממוצע
מי חמצן	4/50	2/55	6/46	8.2
גרינאפ	0/52	0/48	0/49	0
טהרן	0/53	0/52	0/51	0
היקש (פציעה)	6/52	5/57	17/51	17.9
היקש (ללא פציעה)	3/51	4/51	--------	6.9
היקש נקי	0/53	-------	---------	0

אפריל 2017

CGMMV במלפפונים

הטיפול	מבנה 1	מבנה 2	מבנה 3	ממוצע %
גרינאפ	0/40	0/39	0/42	0
טהרן	0/39	0/41	0/42	0
שתילה רגילה	2/41	3/42	6/43	8.7
היקש (פציעה)	9/40	2/43	4/43	12.2
היקש (ללא פציעה)	3/41	7/41	6/42	12.9

TBRFoV בעגבניות

הטיפול	מבנה 1	מבנה 2	מבנה 3	ממוצע %
גרינאפ	1/39	0/41	0/42	0.9
טהרן	0/40	0/45	1/41	0.8
שתילה רגילה	6/45	6/45	5/41	13
היקש (פציעה)	4/42	6/41	4/42	11.2
שתילה (ללא פציעה)	4/43	5/41	----	

צוות תכשירי הכלור

תוצאות תצפית משקית קנ"ט משק חלילי (מלילות)

אחראית: סיגל פרץ

- 4 חממות של 5 דונם כ"א
- נבחנו תכשירי כלור מיוצב
- נבחנה שתילה מוקפדת

סיכום:

1. מבנה מספר 1 – ביקורת ללא טיפול – בתאריך 2.11.16 כ 96% מהצמחים היו נגועים ב TBRFV.
2. מבנה מספר 3 - ביקורת ושתילה מוקפדת וביקורת בשתילה רגילה בתאריך 9.11.16 כ 20% מהצמחים היו נגועים ב TBRFV.
3. מבנה מספר 3 טיפול בקלור בק עם שתילה מוקפדת ושתילה רגילה, בתאריך 9.11.16 כ 7% מהצמחים היו נגועים ב TBRFV.
4. מבנה מספר 4 טיפול טהרן עם שתילה מוקפדת ושתילה רגילה, בתאריך 9.11.16 כ 5% מהצמחים היו נגועים ב TBRFV.
5. מבנה מספר 4 טיפול כלורן עם שתילה מוקפדת ושתילה רגילה, בתאריך 9.11.16 כ 2.5% מהצמחים היו נגועים ב TBRFV.
6. **חודשיים לאחר השתילה - במבנה 1 שהיווה ביקורת לא מטופלת סבלו כ 96% מהצמחים מנגיעות ב TBRFV, בביקורת במבנה 3 כ 20% מהצמחים היו נגועים בעוד בחלקות המטופלות הנגיעות לא עלתה על 7%.**

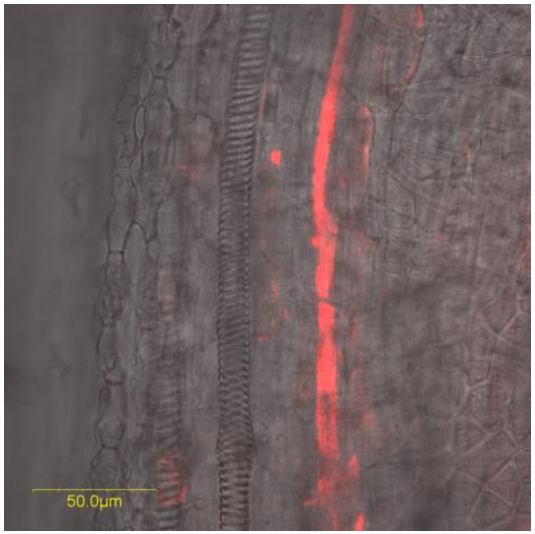
עדויות ליעילות חיטוי סולרי בהתמודדות עם קרקעות מאולחות בטובמווירוסים

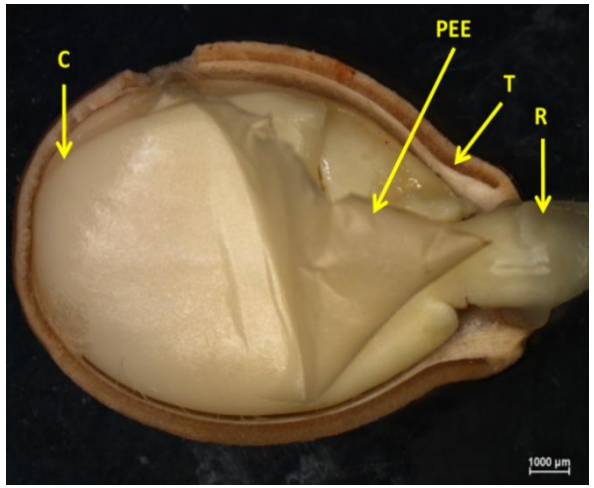
CGMMV, חיטוי סולרי חודש ויותר גרם לאינאקטיבציה של הוירוס
(ניסוי מו"פ יאיר שמעון פיבוניה 2012)

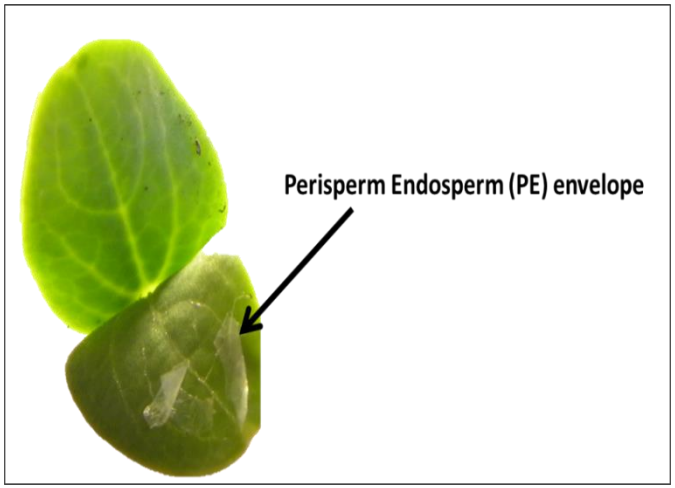
- TBRFoV, חיטוי סולרי חודשים (מושב ירדנה 2016)
- תצפית עידן (סבטלנה)

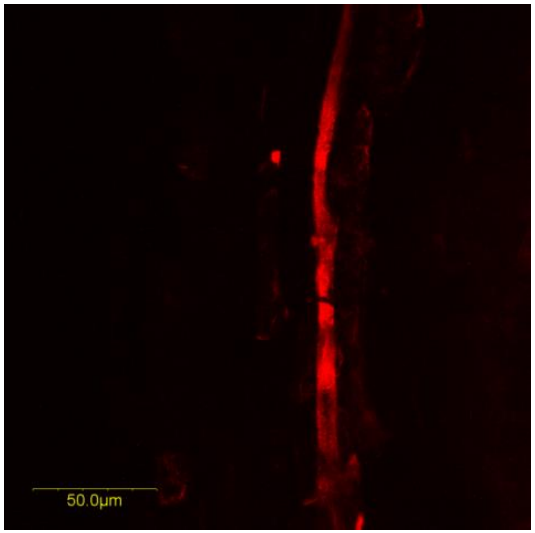
מעקב אחר נוכחות CGMMV ברקמות הזרע

CY3





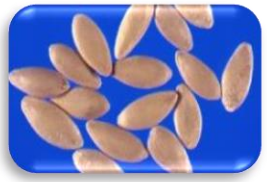




Shargil *et al*., 2015

סיכום – חמשת השלבים לדעיכת הנגיף

1. <u>פיטוסניטציה</u>: חומר צמחי, עשבייה
   <u>חיטוי</u>: מבנה, חוטי ההדליה, צינורות טפטוף



2. שימוש במכסות <u>זרעים</u> נקיות.

3. <u>קרקע</u>: חיטוי סולרי, הגמעה בכלור מיוצב, שימוש בכנות סבילות\עמידות, תווך חוצץ.

4. <u>התנהלות</u>: חיטוי של כלי העבודה ושתילה מוקפדת.

5. זיהוי מוקדם הרחקה של **<u>מוקדי נגיעות ראשוניים</u>**.

התקדמות הנגיף

תודה רבה על ההקשבה