

עריכה גנומית התגשמות החלום להשבחת צמחים

סיכום עונת גידול ירקות 2017/2016 בערבה



עמית גל-און
מחלקה למחלות צמחים וחקר עשבים
מכון וולקני



טיפוח הכלאות
Classical plant breeding

תרבית רקמה
Tissue culture



השבחת
צמחים
Plants breeding

השרית מוטציות
Mutation breeding

CGMMV



TYLCV



הנדסה גנטית
Genetically modified
Organism (GMO)

עריכה גנומית
Genome editing

CFMMV epidemic



Cucumber resistance to CFMMV



עגבנייה מחוסנות לוירוס צהבון האמיר TYLCV

משך פיתוח 30 שנה לעומת 3 שנים

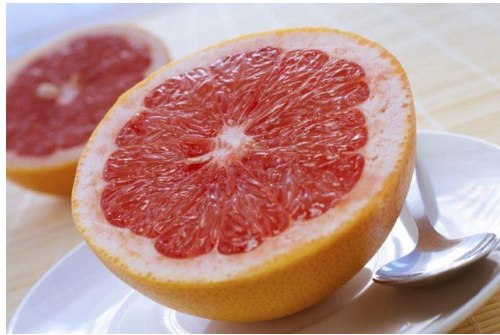


כיום יש כ-3000 מוצרים משווקים שפותחו באמצעות מוטציות

Rio Star and Ruby Red Grapefruit

Irradiation: fast neutrons, x-rays or gamma rays

Chemicals: ethyl methane sulfonate (EMS), sodium azide (SA), N-nitroso-N-methylurea (NMU)



gamma garden



Brookhaven National Labs
New York, 1958

Institute of Radiation breeding



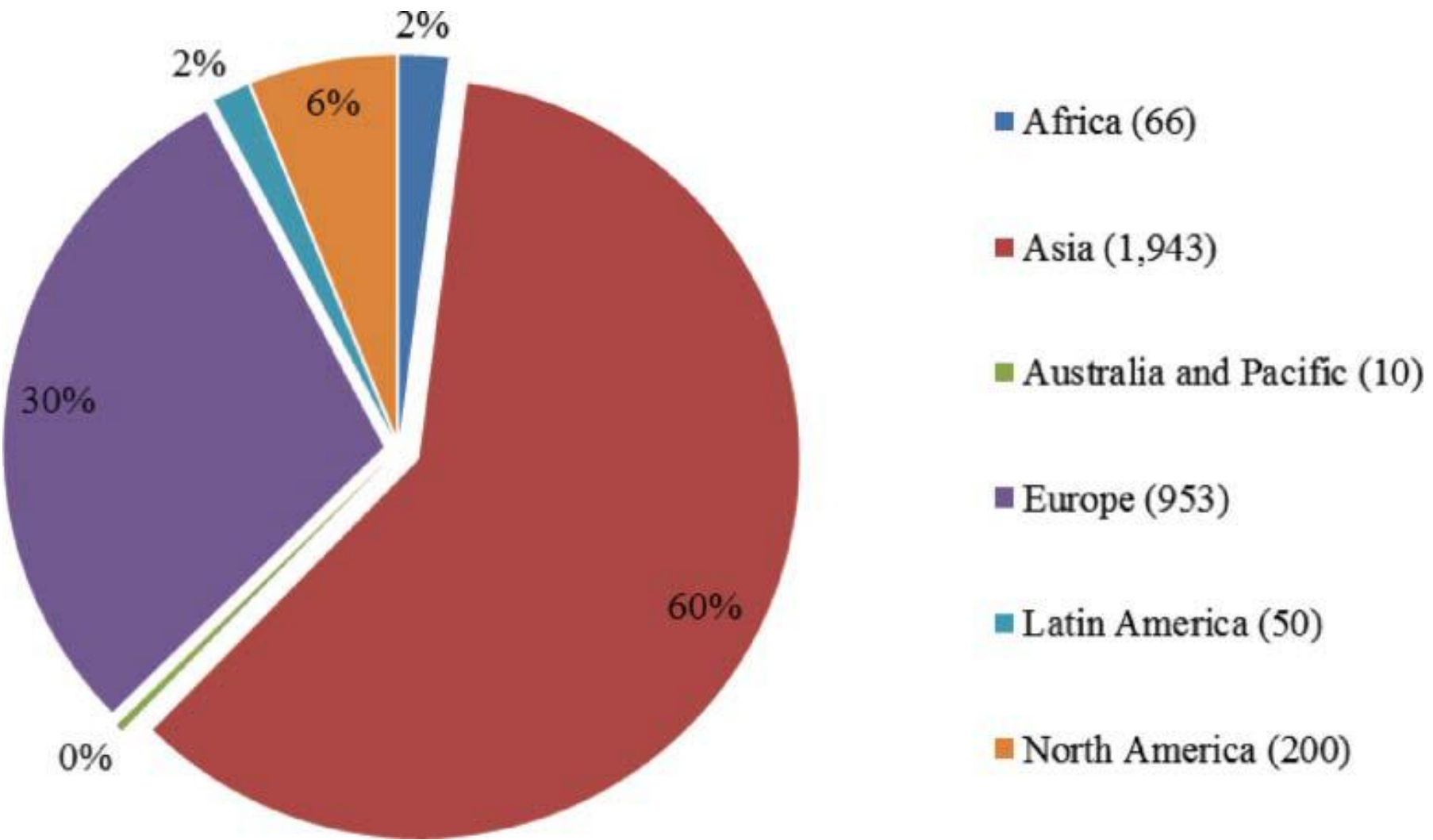


Feed your senses



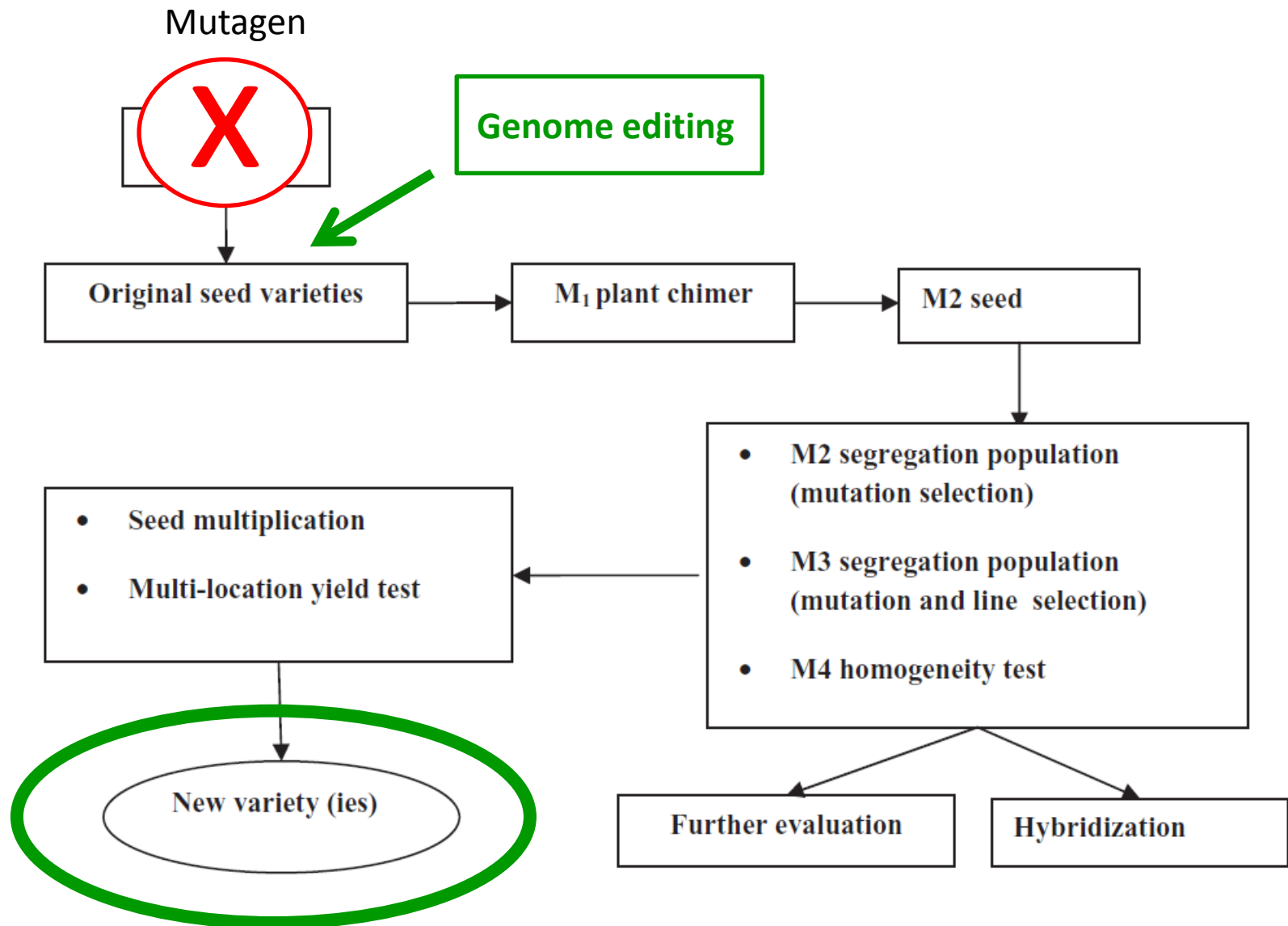
- Distinct sweet taste
- Mostly seedless
- Remarkably Juicy
- Appetizing color
- Easy to peel

Distribution of mutant crop varieties by continents (2015)



Oladosu et al., (2016) Principle and application of plant mutagenesis in crop improvement Biotechnology & Biotechnological Equipment, 30:1-16,

Method of mutation breeding



עריכה גנומית = שינויים גנטיים מכוונים

עריכה גנומית



שינוי והחלפה של
גנים באמצעות
נוקלאזות

מספר הגנים המושפעים

גנים ספורים 1-10

שינויים גנטיים
מכוונים

אין דרישה לבדיקת
בטיחות
לא נדרשת
רגולציה?!?

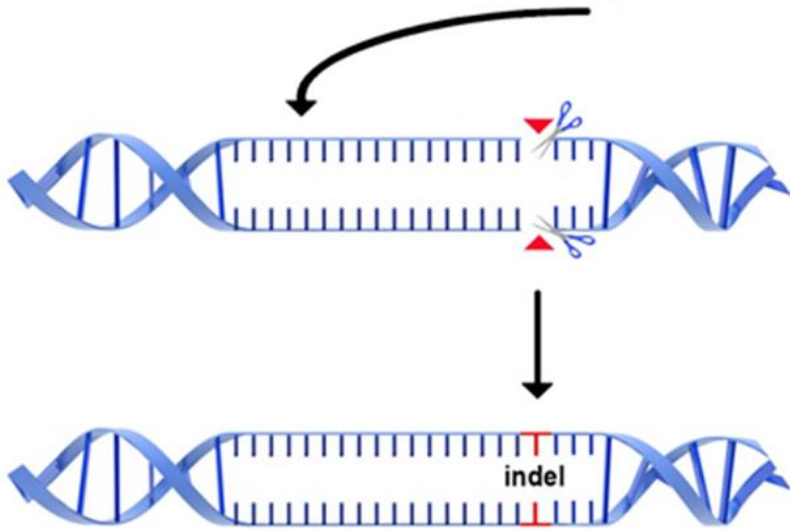
עריכה גנומית מדויקת Precision Genome Editing



- עריכה גנומית מבוססת על חיתוך של DNA באתר ספציפי נבחר (DNA double-strand break (DSB))

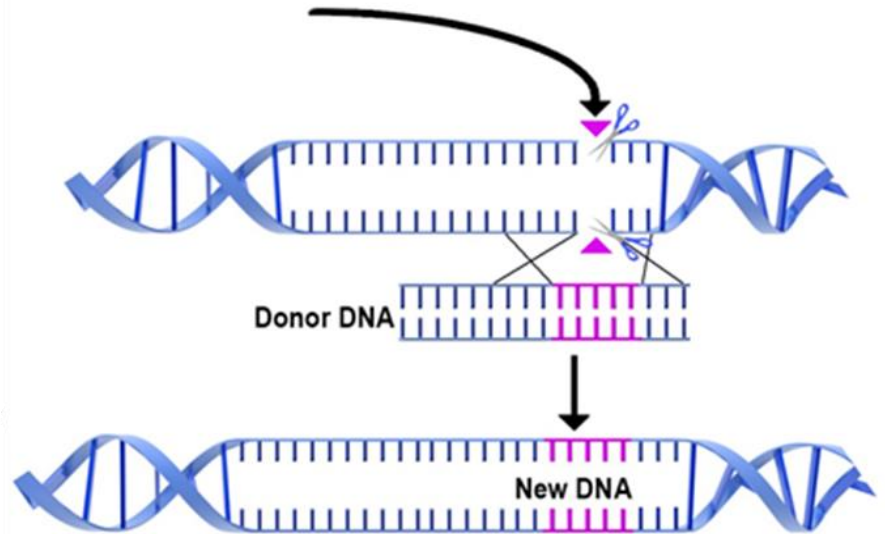
Endogenous DSB repair pathways

Non Homologous End Joining (NHEJ)



Gene knockout

Homology-dependent repair (HDR)



Gene replacement





עריכה גנומית מדוייקת (המשך)

- חיתוך DNA מבוסס על נוקלאזות מהונדסות החותכות באתר מטרה שנבחר מראש.



נוקלאזות מהונדסות

Mega-nuclease.1

ZFNs (Zinc-finger nucleases) .2

TALENs (transcription activator-like effector nucleases).3

CRISPR-Cas9 .4

(Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats)

CRISPR-Cas9

(Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats)

הכול התחיל ביוגורט!



[Streptococcus thermophilus](#)

TheScientist

EXPLORING LIFE, INSPIRING INNOVATION

News Magazine Multimedia Subjects Surveys

BD Biosciences

The Scientist » Magazine » Notebook

There's CRISPR in Your Yogurt

We've all been eating food enhanced by the genome-editing tool for years.

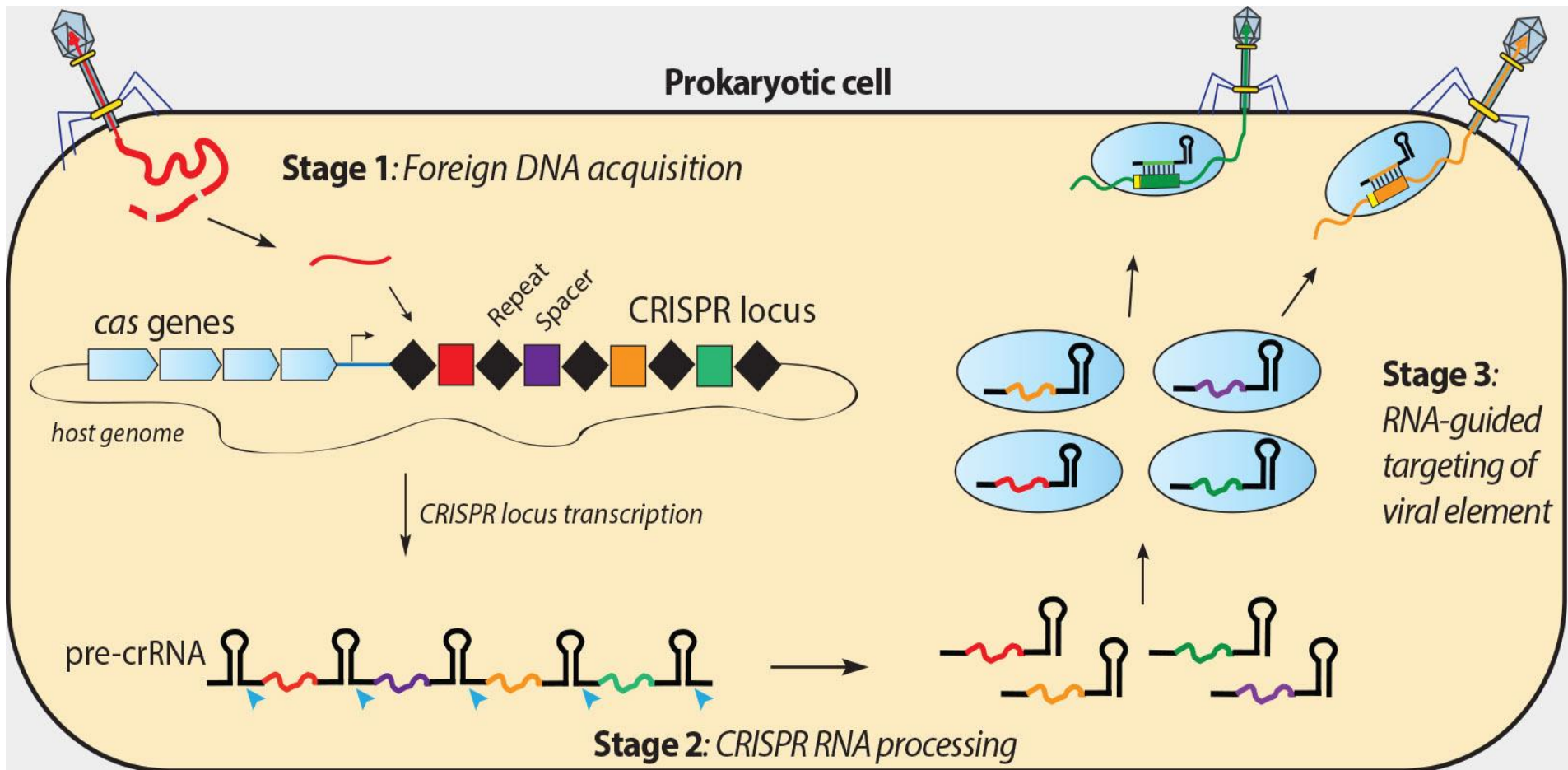
By Kerry Grens | January 1, 2015



illumina

CRISPR/Cas מערכת החיסון בחיידקים כנגד בקטריופאג' CRISPR systems in prokaryotic immunity

Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats



תולדות ה-CRISPR/Cas9

1987

Ishino *et al.* First described a Clustered repeats in the bacterium *Escherichia coli* , but at that time their function was not known

2002

Jansen *et al.* coined the name CRISPR-CRISPRs are mobile elements [Mol Microbiol.](#) 2002 43:1565-75.

2007

Barrangou *et al.* demonstrated that CRISPR provides acquired resistance against viruses in prokaryotes

2010

Gameau *et al.* show that CRISPR/Cas system can acquire new spacers from foreign DNA

2012

Jinek *et al.* develop CRISPR/Cas, which can be programmed to recognize and target any DNA sequences (RNA guided DNA endonuclease) [Science.](#) 2012 337:816-21.

2013

**RNA-programmed genome editing in human cells
Multiplex genome engineering using CRISPR/Cas systems.
[Science.](#) 2013 , 339(6121):819-23**



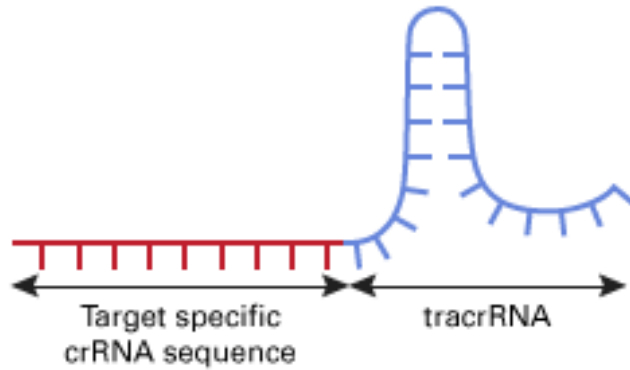
2013

Nekrasov *et al.*, 2013; Li *et al.*, 2013; Shan *et al.*, 2013) First demonstration of CRISPR/Cas9 genome engineering in Plant cells. Nature Biotechnology (*N.benthamiana* , *Arabidopsis thaliana* and *Oryza sativa*)

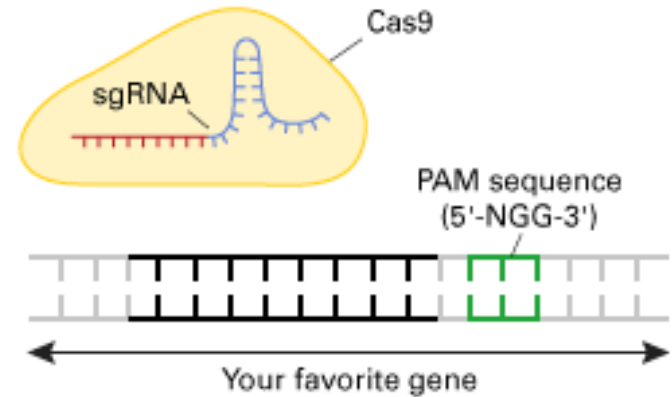
עקרונות הפעולה של CRISPR/Cas9 בפגיעה בגן מטרה

The principle of CRISPR/Cas9-mediated gene disruption

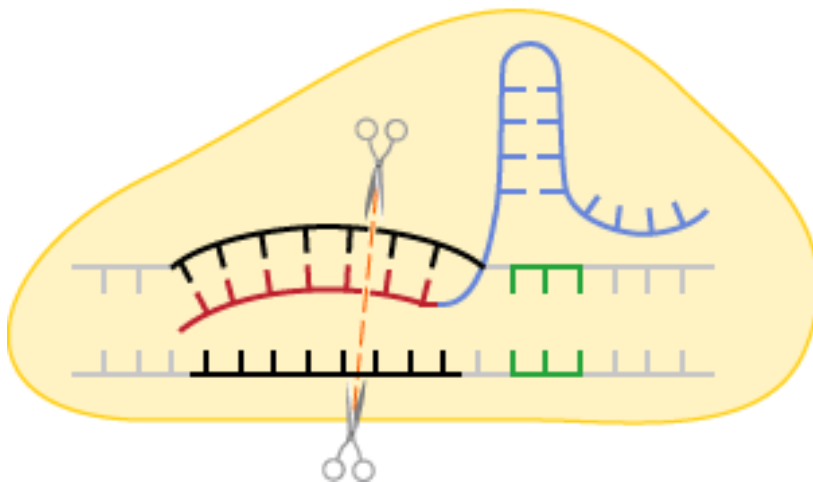
1 sgRNA (single guide RNA)



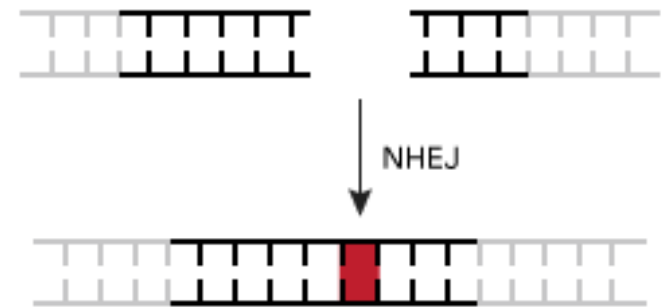
2 sgRNA + Cas9 protein



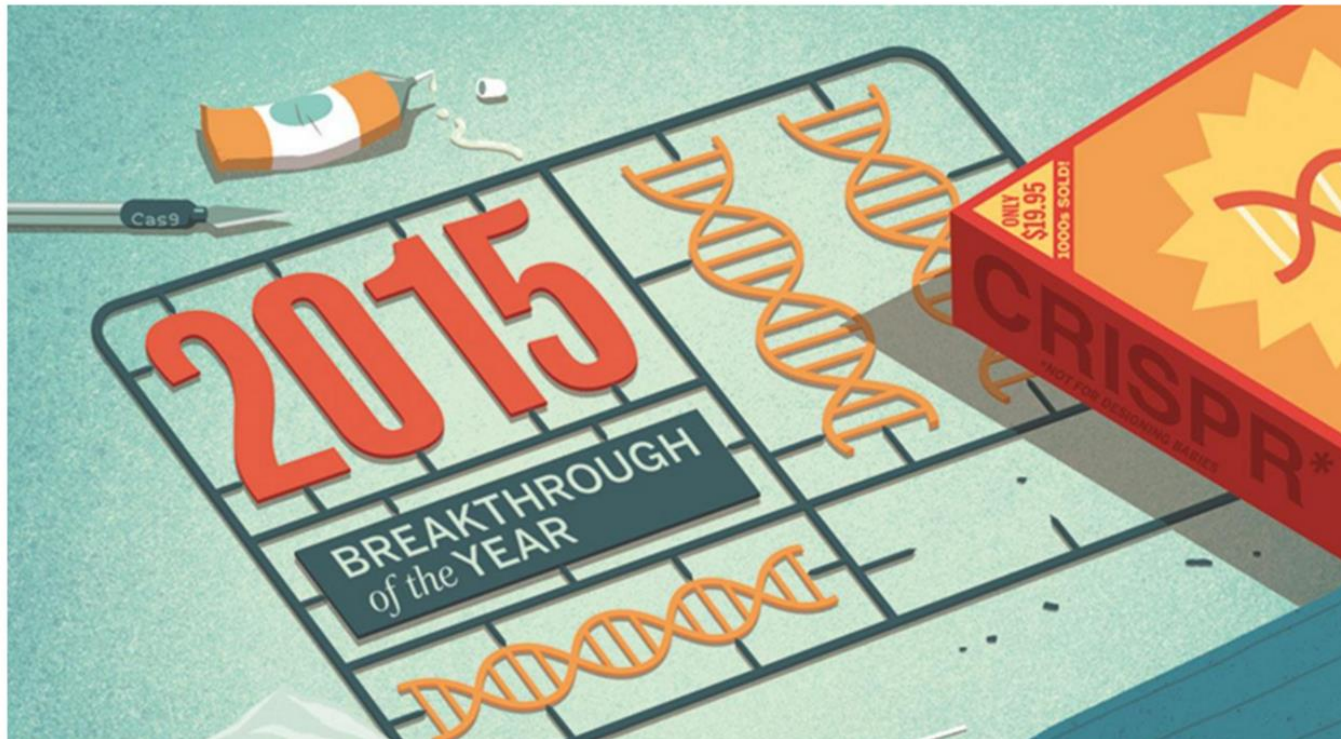
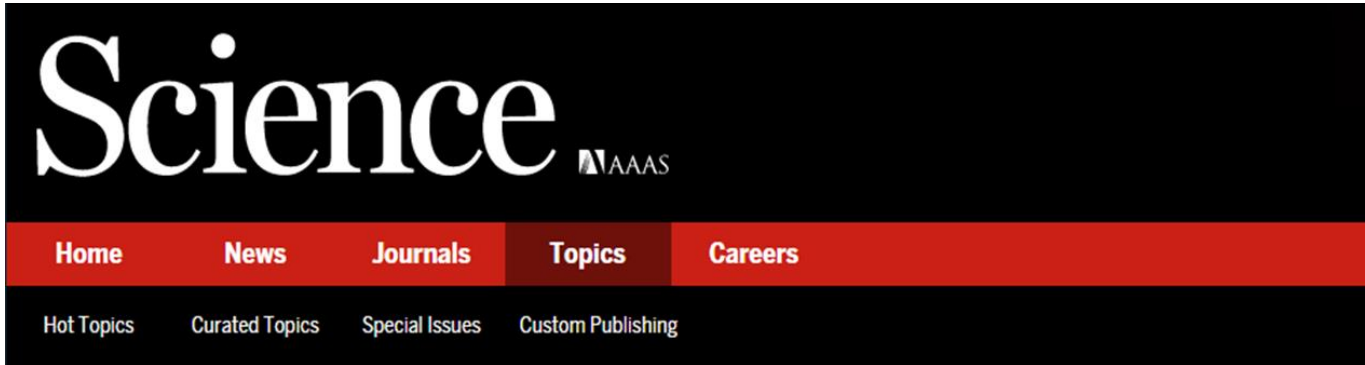
3 Target specific cleavage



4 Cellular error-prone repair "knocks out" gene



CRISPR/Cas, the Immune System of Bacteria and Archaea



CRISPR פריצת דרך

המאפשרת בקלות יחסית לבצע שינויים מרחיקי לכת באורגניזמים שונים

Science AAAS

Home News Journals Topics Careers

Science Science Translational Medicine Science Signaling Science Advances

SHARE

NEWS

Making the cut

John Travis

Science 18 Dec 2015
Vol. 350, Issue 6267, pp. 1456-1457
DOI: 10.1126/science.1256714



Article

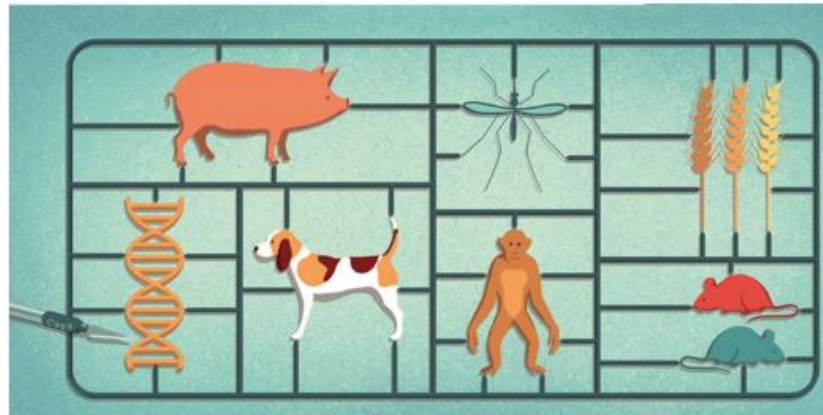
Figures & Data

Info & Metrics

eLetters

PDF

Figures



CRISPR's ability to edit DNA has helped scientists create a menagerie of genetically new organisms.



CRISPR פריצת דרך בטיפוח צמחים

NATURE | RESEARCH HIGHLIGHTS



PLANT BIOTECHNOLOGY

CRISPR clips crop genes

Nature **528**, 167 (10 December 2015) | doi:10.1038/528167a

Published online 09 December 2015



PDF



Citation



Reprints



Rights & permissions



Article metrics

Subject terms: [Plant sciences](#) • [Agriculture](#) • [Biotechnology](#) • [Genomics](#)

The CRISPR–Cas9 genome-editing system has been used to alter the genomes of two crop plants: barley (*Hordeum vulgare*; **pictured**) and *Brassica oleracea*, a species that includes broccoli and cabbage.



Hagen Zapf/Imagebroker/Corbis

CRISPR–Cas9 allows researchers to easily engineer mutations in genomes and has been tested in some crops, including rice and wheat. Cristobal Uauy and Wendy Harwood at the John Innes Centre in Colney, UK, used the system in barley and the brassica species to knock out the function of genes encoding certain plant hormones that are involved in growth and seed development — both important agronomic traits.

The team generated heritable mutations and the modified plants contained no foreign genes. However, the editing system occasionally introduced unwanted, off-target genetic changes.

Genome Biol. **16**, 258 (2015)

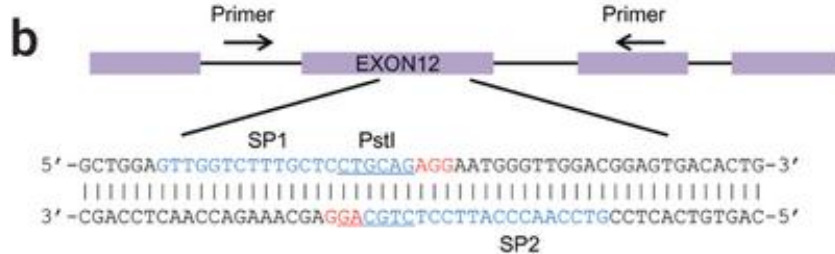
More Research Highlights

עריכה גנומית של אורז באמצעות CRISPR-Cas9

Targeted genome modification of crop plants using a CRISPR-Cas system.

Shan Q, Wang Y, Li J, et al. Caixia Gao (2013)

Nat Biotechnol 31:686–688.

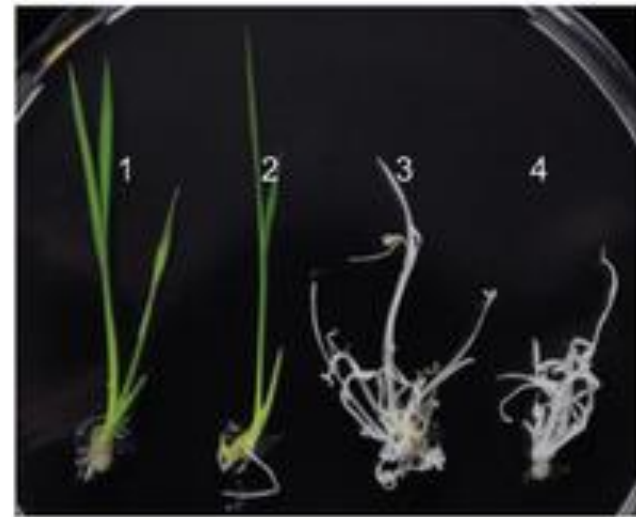


OsPDS-SP1

```
TCCAAACCGTTCAATGCTGGAGTTGGTCTTTGCTCCTGCAGAGGAATGGGTTGGACGGAGTGAC WT
TCCAAACCGTTCAATGCTGGAGTTGGTCTTTGCTCCT-CAGAGGAATGGGTTGGACGGAGTGAC -1
TCCAAACCGTTCAATGCTGGAGTTGGTCTTTGCTC-AGAGGAATGGGTTGGACGGAGTGAC -4
TCCAAACCGTTCAATGCTGGAGTTGGTCTTTG-AGAGGAATGGGTTGGACGGAGTGAC -6
TCCAAACCGTTCAATGCTGGAGTTGGTCTTTG-----CAGAGGAATGGGTTGGACGGAGTGAC -6
TCCAAACCGTTCAATGCTGGAGTTGGTCTTTGCTCCTGACAGAGGAATGGGTTGGACGGAGTGAC +1
TCCAAACCGTTCAATGCTGGAGTTGGTCTTTGCTCCTGACAGAGGAATGGGTTGGACGGAGTGAC +1
```

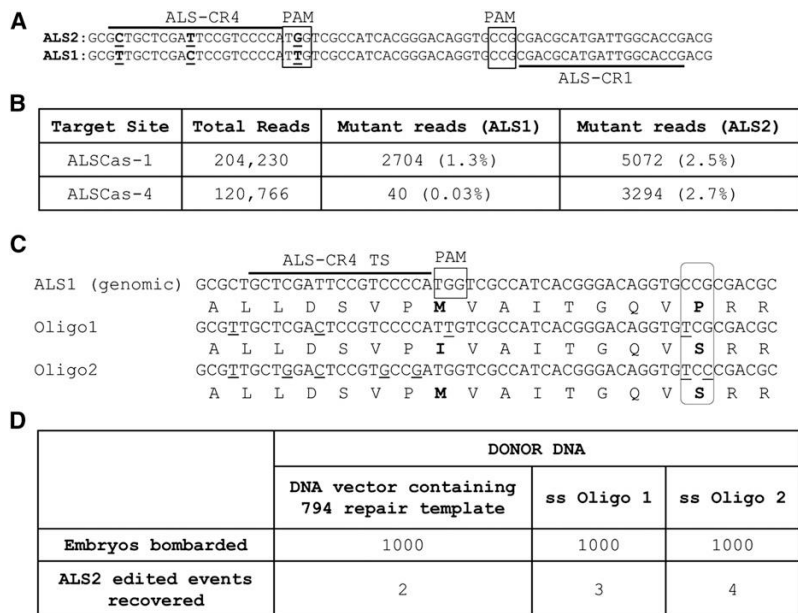
OsPDS-SP2

```
TGCTGGAGTTGGTCTTTGCTCCTGCAGAGGAATGGGTTGGACGGAGTGACACTGAAATCATC WT
TGCTGGAGTTGGTCTTTGCTCCTGCA-AGGAATGGGTTGGACGGAGTGACACTGAAATCATC -1
TGCTGGAGTTGGTCTTT-----CAGAGGAATGGGTTGGACGGAGTGACACTGAAATCATC -7
```



פיתוח עמידות לקוטל עשבים באמצעות עריכה גנומית

Targeted mutagenesis, precise gene editing, and site-specific gene insertion in Maize Using Cas9 and Guide RNA



עמידות לסולפנילאוריה

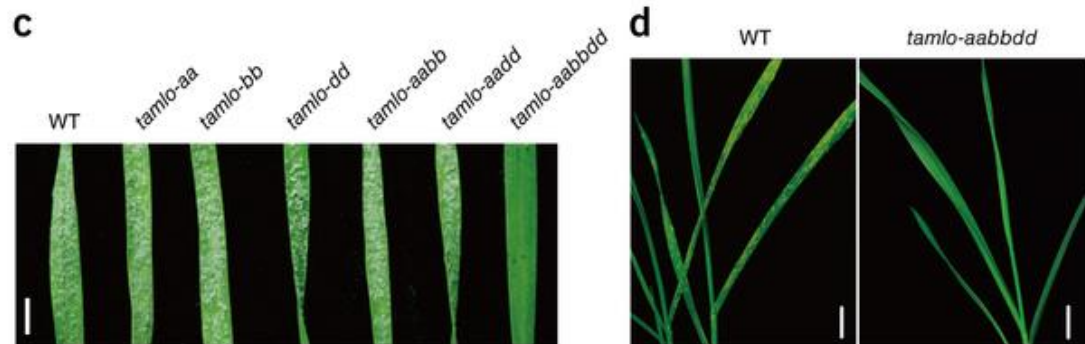
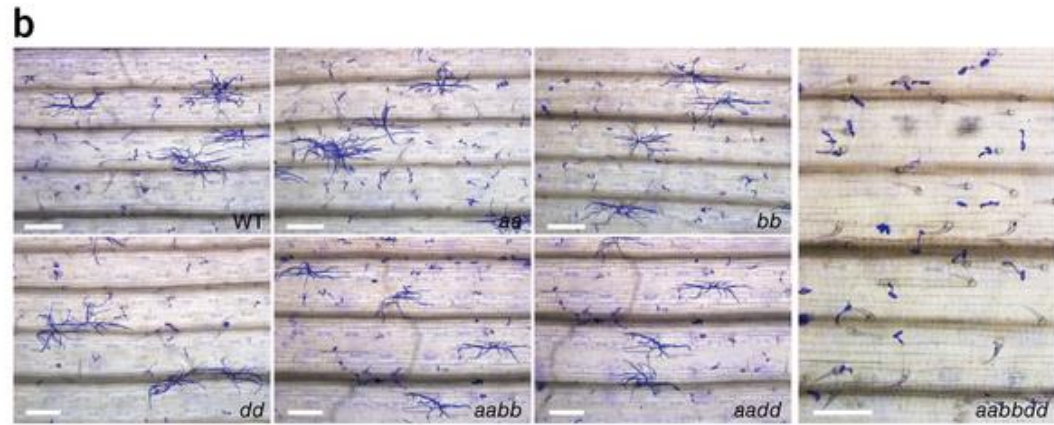
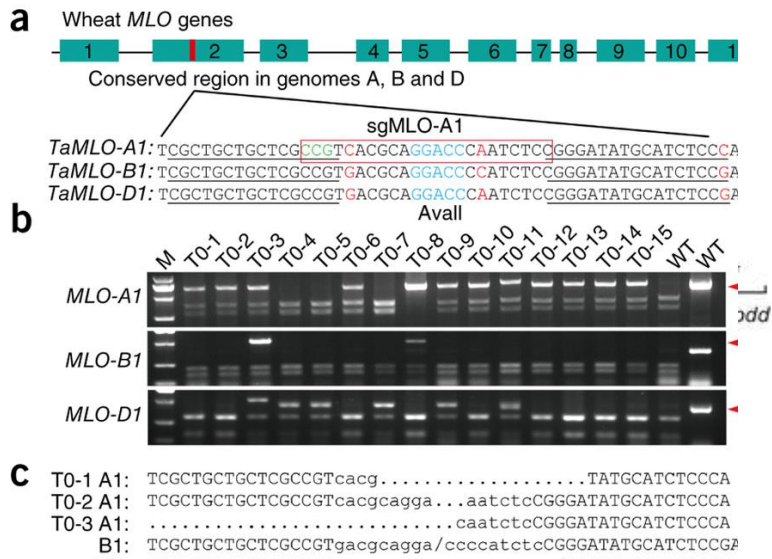
ע"י החלפת חומצת אמינו פרולין לסרין בגן ALS

Editing the acetolactate synthase (*ALS2*) gene yielded Sulfonylurea herbicides -chlorsulfuron-resistant plants.

Simultaneous editing of three homoeoalleles in hexaploid bread wheat confers heritable resistance to powdery mildew

Targeted knockout of TaMLO genes

Loss of *TaMLO* function confers resistance of bread wheat to powdery mildew disease



השבחת ירקות באמצעות עריכה גנטית מכון וולקני

קבוצת מחקר - צחי ארזי , עמיר שרמן עמית גל-און

פיתוח עמידות לוירוסים במלפונים

פיתוח עגבניות החונטות בטמפרטורות קיצוניות



פיתוח עמידות לוירוסים באמצעות פגיעה בגנים רצסיביים הכרחיים לקיום הוירוס

Chandrasekaran et al., Molecular Plant Pathology 2016

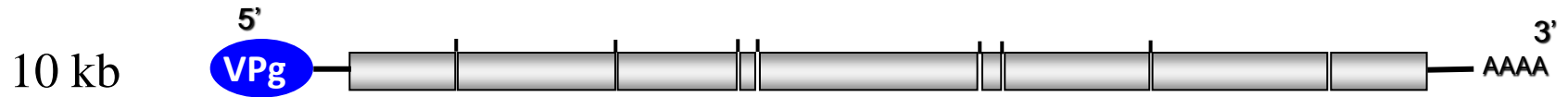
Cucumber vein yellowing virus (CVYV, genus *Ipomovirus*)

Zucchini yellow mosaic virus (ZYMV, genus *Potyvirus*)

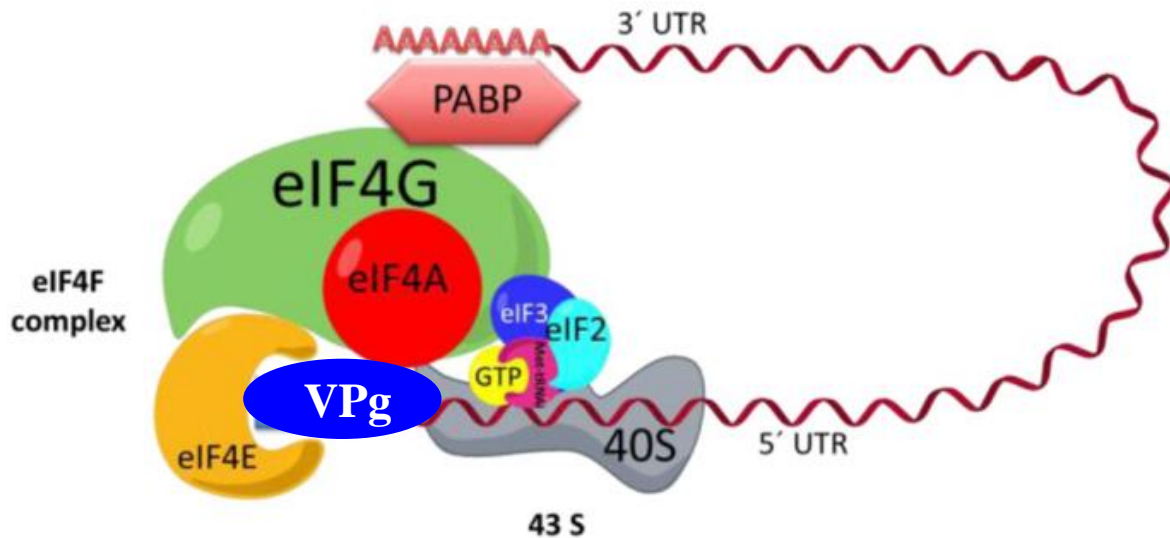
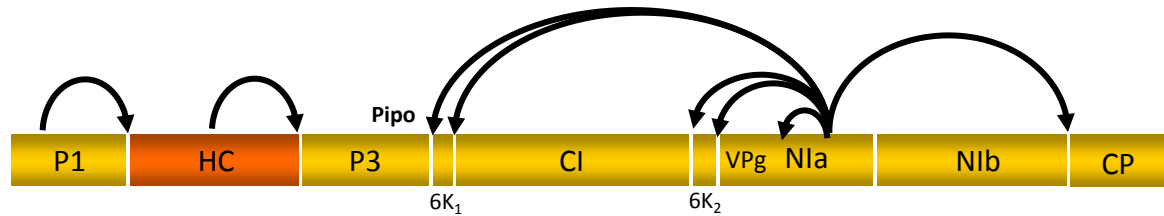
Papaya ringspot virus (PRSV-W, genus *Potyvirus*)



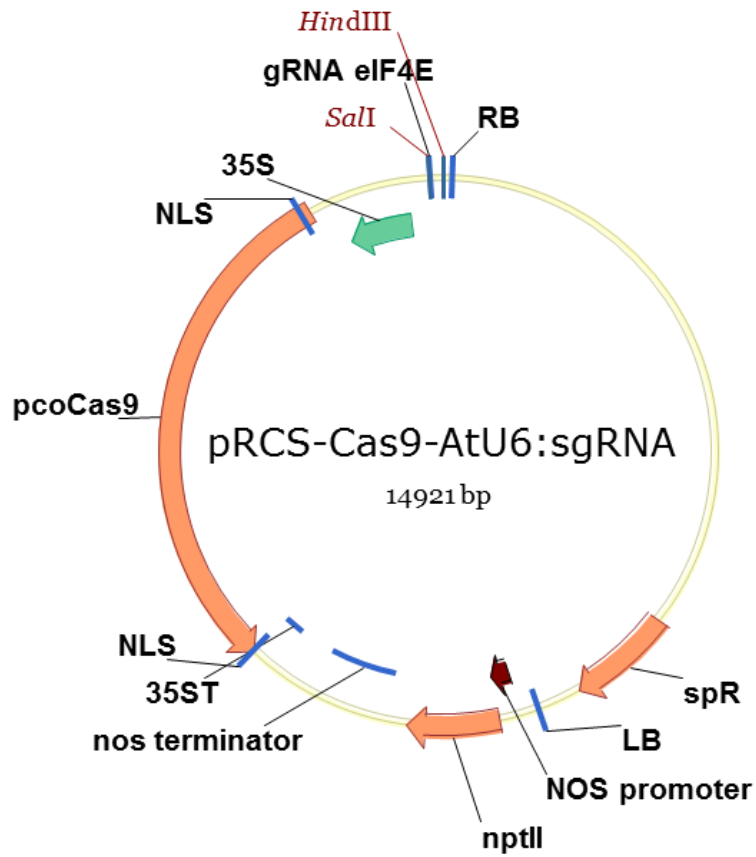
Potyvirus genome organization



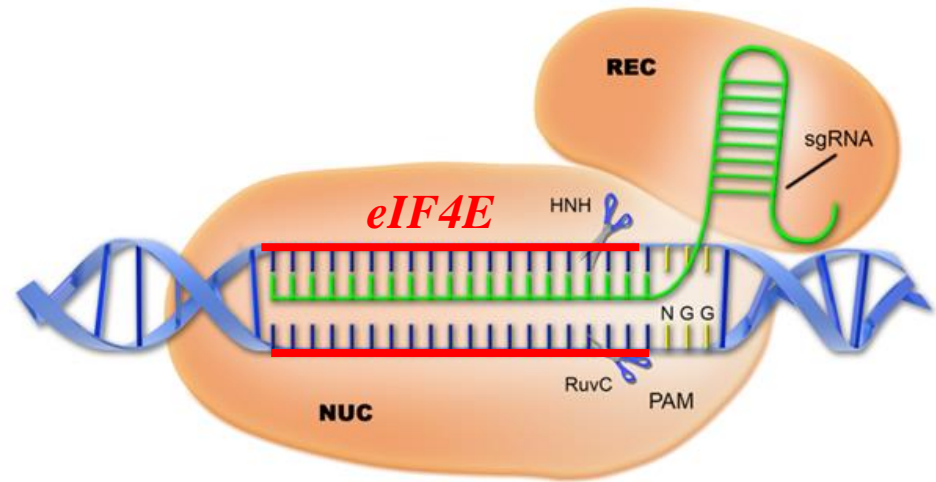
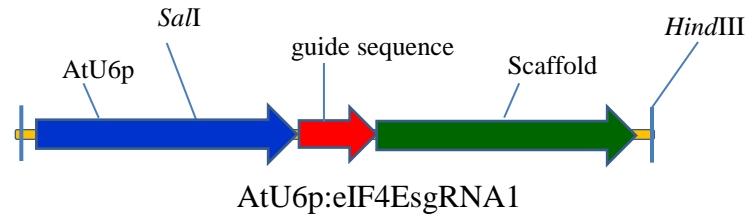
Polyprotein



תבנית בינארית של Cas9-sgRNA לפגיעה בגן המטרה *eIF4E*



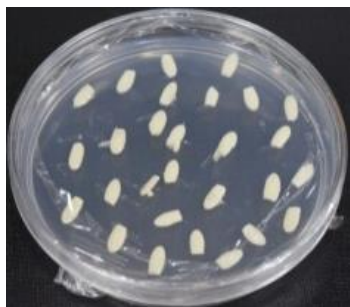
pRCS-35S:Cas9-AtU6:sgRNA(*eIF4E*)



<http://www.aati-us.com/product/fragment-analyzer/CRISPR>



טרנספורמציה של מלפפון עם Cas9-sgRNA/eIF4E



Cut cotyledon without embryo

Agrobacterium-mediated transformation



Resistant calli



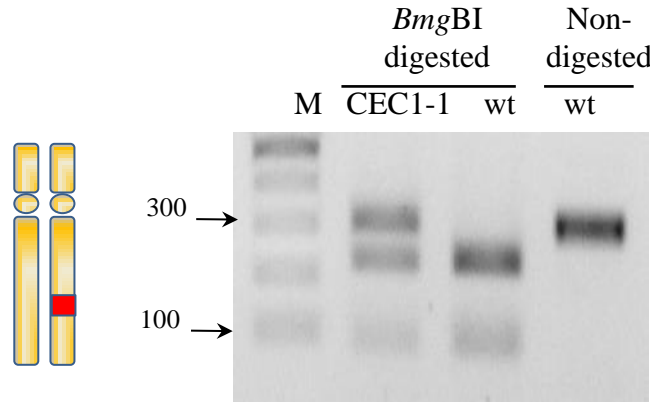
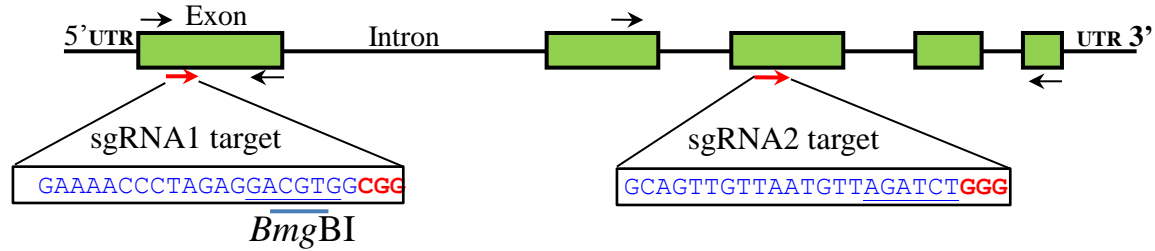
Regenerated plants



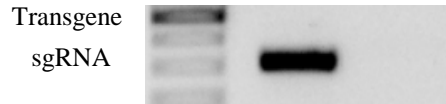
(T0) פועל ביעילות במלפפון CRISPR/Cas9



Schematic representation of the cucumber *eIF4E* genomic map



PCR and Restriction analysis

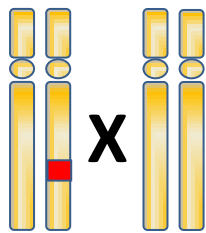


Alignment *eIF4E* mutant plants with wild-type sequence

```

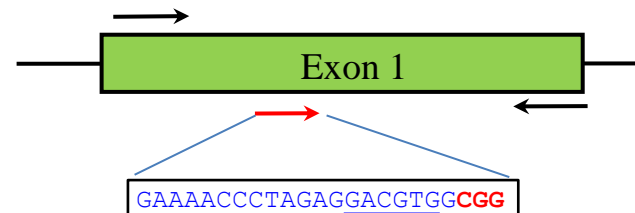
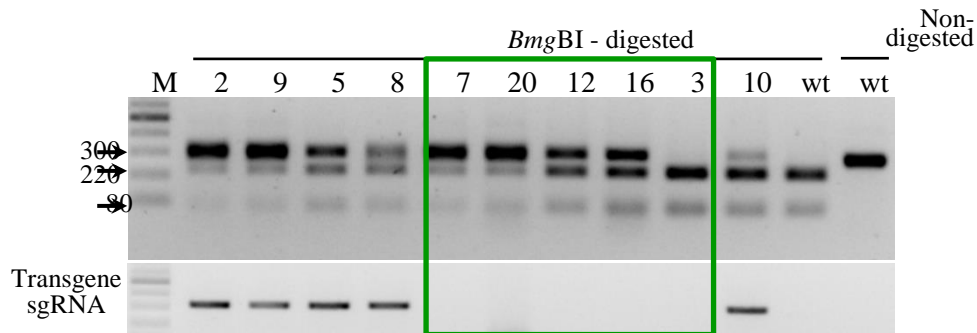
CTTTCTAATTCCATTGCTAATCAAACCCCTAGAGGACGTGGCGGTGAGGAAGATGAGGAACTTGAGGAAG WT
CTTTCTAATTCCATTGCTAATCAAACCCCTAGAGGACGTGGCGGTGAGGAAGATGAGGAACTTGAGGAAG -20
CTTTCTAATTCCATTGCTAATCAAACCCCTAGAGGACGTGGCGGTGAGGAAGATGAGGAACTTGAGGAAG -20
CTTTCTAATTCCATTGCTAATCAAACCCCTAGAGGACGTGGCGGTGAGGAAGATGAGGAACTTGAGGAAG -20
CTTTCTAATTCCATTGCTAATCAAACCCCTAGAGGACGTGGCGGTGAGGAAGATGAGGAACTTGAGGAAG -20
CTTTCTAATTCCATTGCTAATCAAACCCCTAGAGGACGTGGCGGTGAGGAAGATGAGGAACTTGAGGAAG -20
CTTTCTAATTCCATTGCTAATCAAACCCCTAGAGGACGTGGCGGTGAGGAAGATGAGGAACTTGAGGAAG -20
CTTTCTAATTCCATTGCTAATCAAACCCCTAGAGGACGTGGCGGTGAGGAAGATGAGGAACTTGAGGAAG -20
CTTTCTAATTCCATTGCTAATCAAACCCCTAGAGGACGTGGCGGTGAGGAAGATGAGGAACTTGAGGAAG -20
CTTTCTAATTCCATTGCTAATCAAACCCCTAGAGGACGTGGCGGTGAGGAAGATGAGGAACTTGAGGAAG -1
CTTTCTAATTCCATTGCTAATCAAACCCCTAGAGGACGTGGCGGTGAGGAAGATGAGGAACTTGAGGAAG -1
    
```





גנוטיפ בדור הראשון של המלפפון

PCR restriction analysis of T1 progeny plants of line CEC1-1



Alignment *eIF4E* mutant plants with wild-type sequence

Plant no. 1

```

CTAATTCCATTGCTAATCAAACCCTAGAGGACGTGGCGGTGAGGAAGATGAGGAACTTGAGGAAG WT
CTAATTCCATTGCTAATCAAACCCTAGAGGAC-----TGAGGAACTTGAGGAAG -20
CTAATTCCATTGCTAATCAAACCCTAGAGGAC-----TGAGGAACTTGAGGAAG -20
CTAATTCCATTGCTAATCAAACCCTAGAGGAC-----TGAGGAACTTGAGGAAG -20
CTAATTCCATTGCTAATCAAACCCTAGAGGAC-----TGAGGAACTTGAGGAAG -20
  
```

Plant no. 4

```

CTAATTCCATTGCTAATCAAACCCTAGAGGACGTGGCGGTGAGGAAGATGAGGAACTTGAGGAAG WT
CTAATTCCATTGCTAATCAAACCCTAGAGGAC-TGGCGGTGAGGAAGATGAGGAACTTGAGGAAG -1
CTAATTCCATTGCTAATCAAACCCTAGAGGAC-TGGCGGTGAGGAAGATGAGGAACTTGAGGAAG -1
CTAATTCCATTGCTAATCAAACCCTAGAGGAC-TGGCGGTGAGGAAGATGAGGAACTTGAGGAAG -1
CTAATTCCATTGCTAATCAAACCCTAGAGGAC-TGGCGGTGAGGAAGATGAGGAACTTGAGGAAG -1
CTAATTCCATTGCTAATCAAACCCTAGAGGAC-TGGCGGTGAGGAAGATGAGGAACTTGAGGAAG -1
  
```

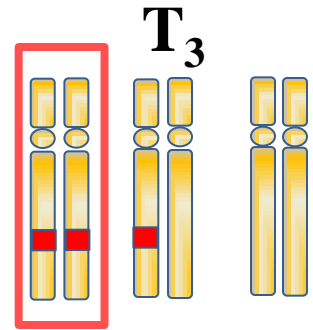


צמחי מלפפון מוטנטים בגן *eIF4E*





בדיקת עמידות לוירוסים



Cucumber vein yellowing virus (CVYV, genus *Ipomovirus*)

Zucchini yellow mosaic virus (ZYMV, genus *Potyvirus*)

Papaya ringspot virus (PRSV-W, genus *Potyvirus*)

Cucumber mosaic virus (CMV, genus *cucumovirus*)

Cucumber green mottle mosaic virus (CGMMV, genus *tobamovirus*)

צמחים מוטנטיים הומוזיגוטיים מהוסנים לוירוס CVYV



Het-mut



Hom-mut

Control

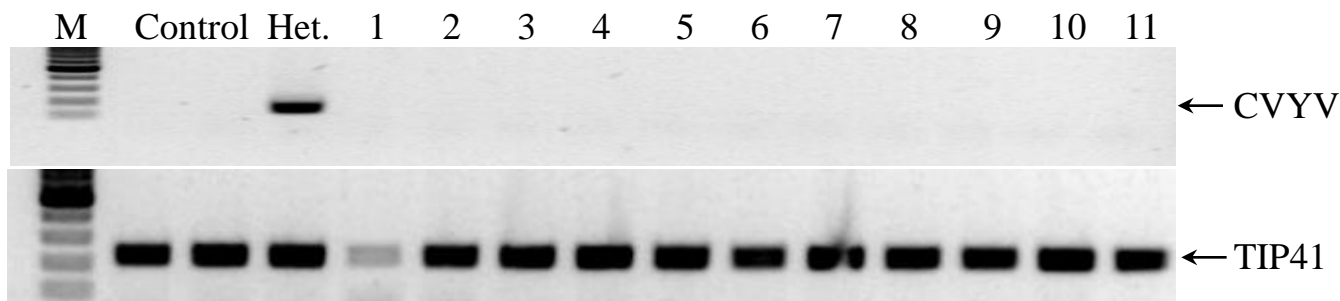
Het-mut

Hom-mut

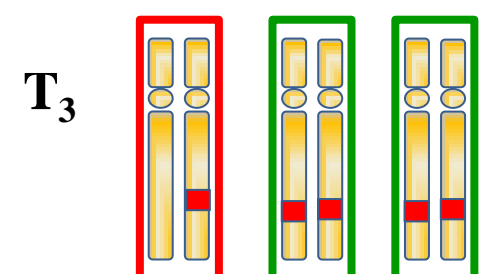
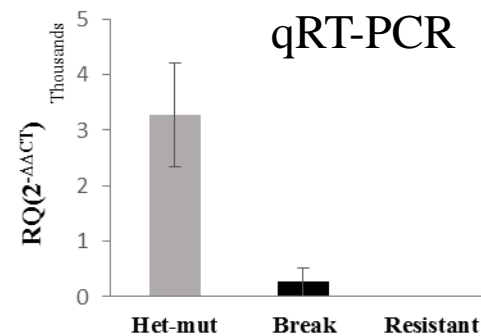
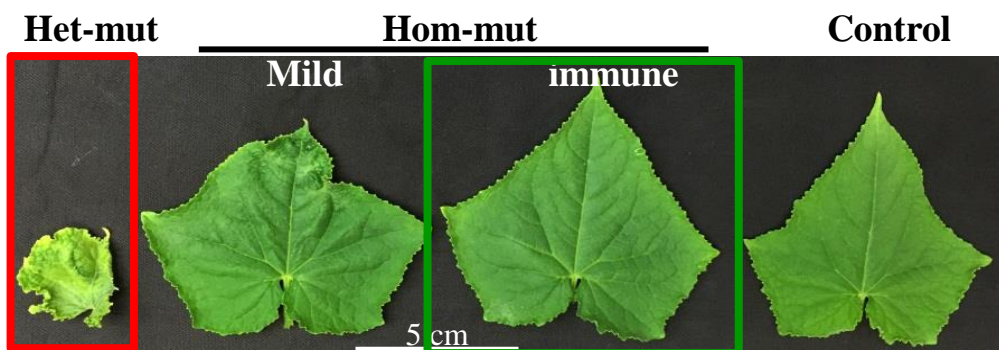
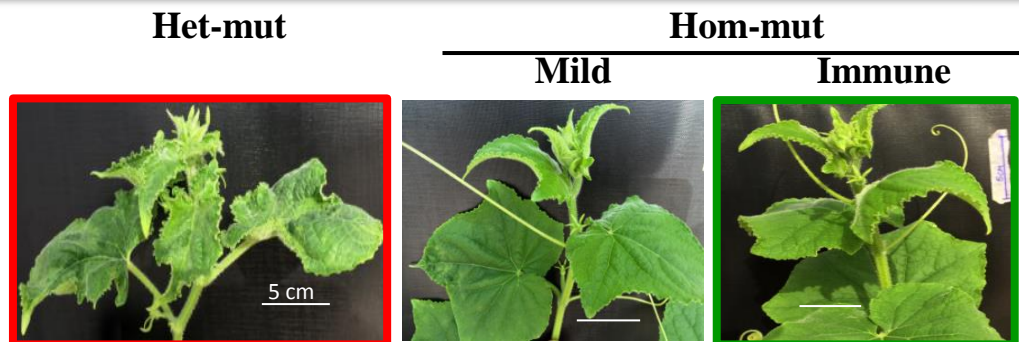


RT-PCR

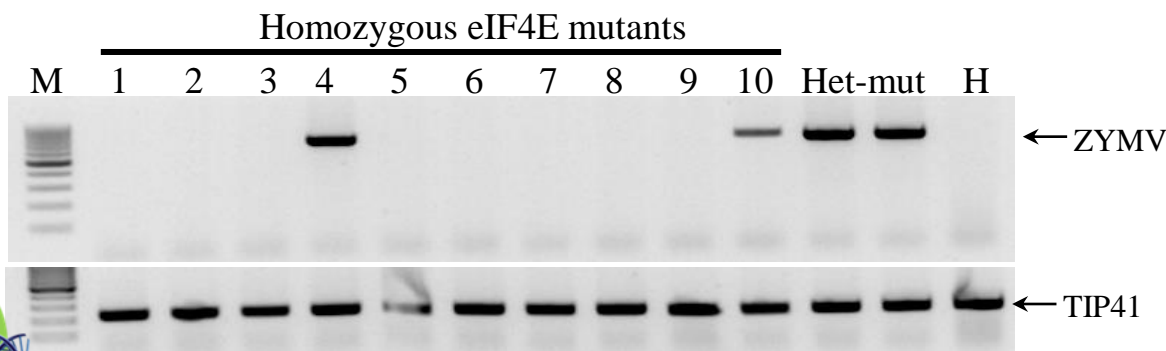
Homozygous eIF4E mutants



צמחים מוטנטים הומוזיגטיים עמידים לוירוס ZYMV



RT-PCR analysis of ZYMV RNA accumulation



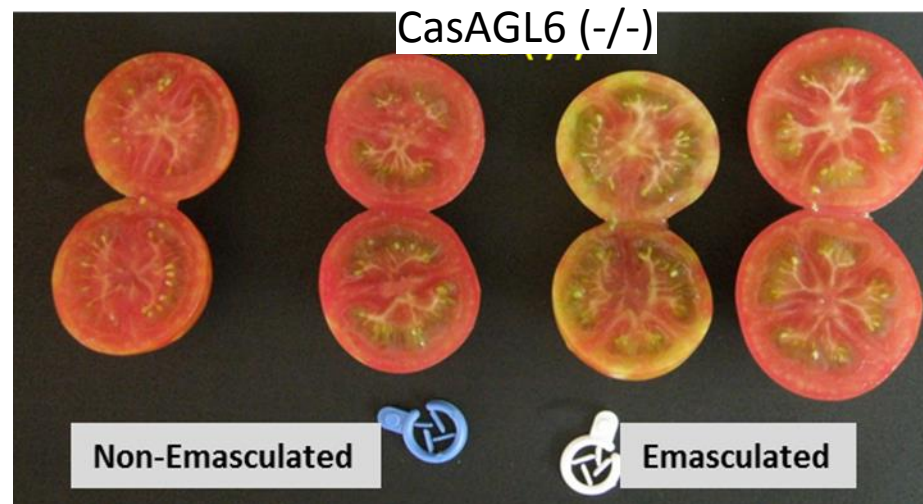
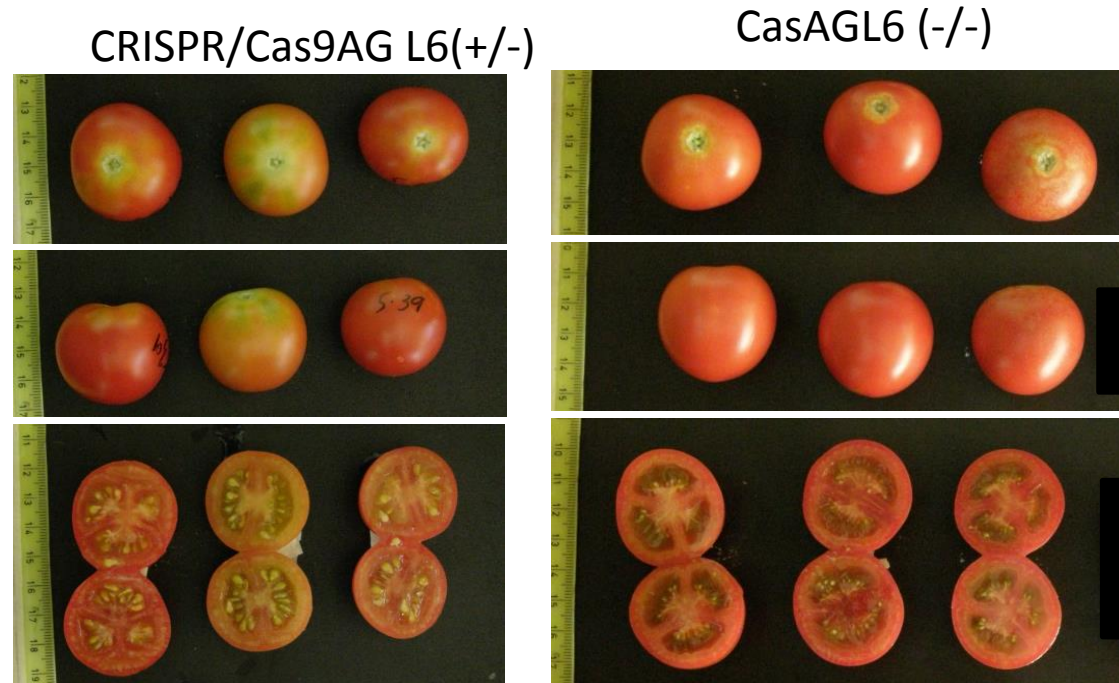
Our team

- Jeya Chandrasekaran
- Diana Leibman
- Dalia Wolf
- Marina Brumin
- Mali Pearlsman
- Chen Klap
- Amit Gal-On



Supported by Ministry of Agriculture, Israel
Chandrasekaran et al., Molecular Plant Pathology 2016

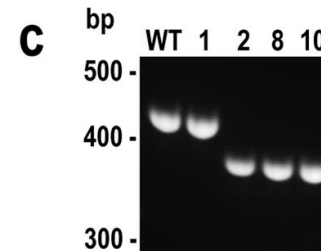
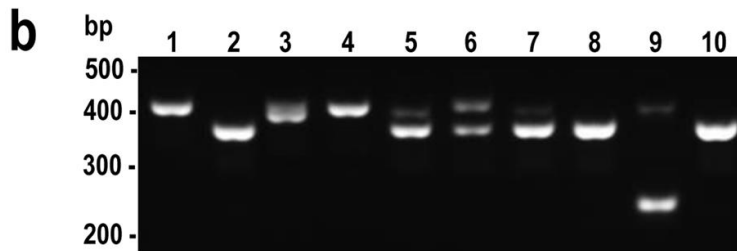
פיתוח עגבניות החונטות בטמפרטורות קיצוניות באמצעות AGAMOUS-LIKE 6 בגן CRISPR/Cas



Clap et al., [Plant Biotechnol J.](#) 2017

עמידות לקימחון בעגבנייה

Rapid generation of a transgene-free powdery mildew resistant tomato by genome deletion. Nekrasov, et al., Scientific Reports 7, Article number: 482 (2017)



d

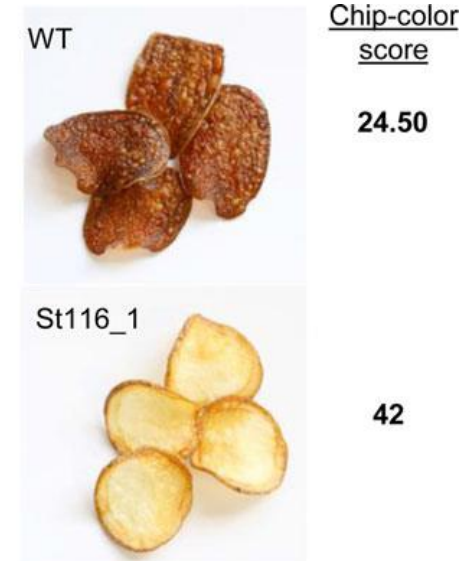
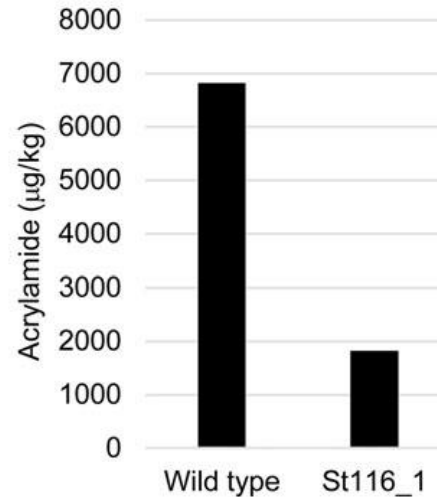
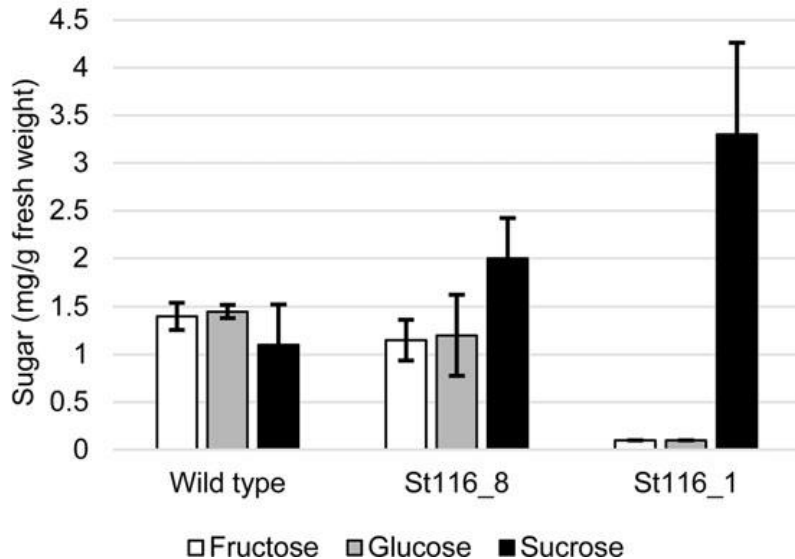
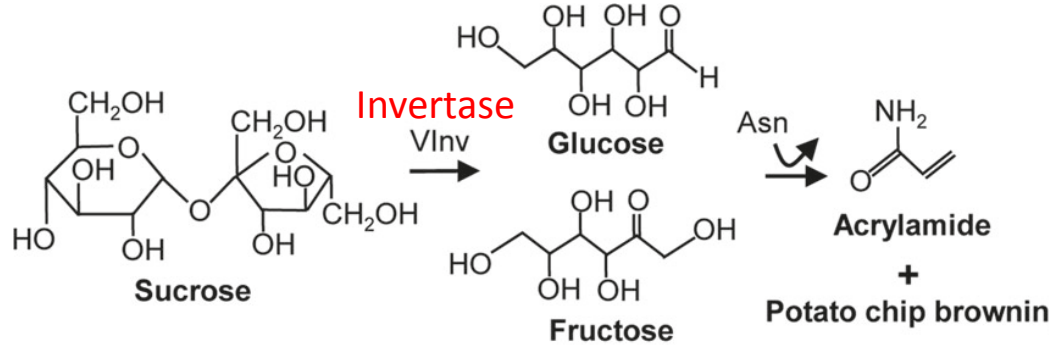
	Target 1	PAM	PAM	Target 2
WT	ACATAGTAAAA GGTGTACCTGTGGTGGAGAC TGGTGACCATCTTTTCTGGTTTAATCGCCCTGCCCTTGTCTCT ATTCTTGATTAACCTTTGTACT CCTTTTCAGG			
Plant 1	ACATAGTAAAA GGTGTACCTGTGGTGGAGAC TGGTGACCATCTTTTCTGGTTTAATCGCCCTGCCCTTGTCTCT ATTCTTGATTAACCTTTGTACT CCTTTTCAGG			
Plant 2	ACATAGTAAAA GGTGTACCTGTGGTGGAGAC TGGTGACCATCTTTTCTGGTTTAATCGCCCTGCCCTTGTCTCT ATTCTTGATTAACCTTTGTACT CCTTTTCAGG			
Plant 8	ACATAGTAAAA GGTGTACCTGTGGTGGAGAC TGGTGACCATCTTTTCTGGTTTAATCGCCCTGCCCTTGTCTCT ATTCTTGATTAACCTTTGTACT CCTTTTCAGG			
Plant 10	ACATAGTAAAA GGTGTACCTGTGGTGGAGAC TGGTGACCATCTTTTCTGGTTTAATCGCCCTGCCCTTGTCTCT ATTCTTGATTAACCTTTGTACT CCTTTTCAGG			



שיפור תכונות איכות בתפוחי אדמה

Improving cold storage and processing traits in potato through targeted gene knockout

Clasen et al., Plant Biotechnology Journal 2016



האם עריכה גנטית היא GM? GM or NOT GM!

- בצפון אמריקה אין צורך ברגולציה
- טכנולוגיה חדשה עדיין אין החלטות סופיות (שוודיה, איטליה מובילות)

nature International weekly journal of science

Home | News & Comment | Research | Careers & Jobs | Current Issue | Archive | Audio & Video | For Authors

Archive > Volume 528 > Issue 7582 > News > Article

NATURE | NEWS

Europe's genetically edited plants stuck in legal limbo

Sc

nature International weekly journal of science

Home | News & Comment | Research | Careers & Jobs | Current Issue | Archive | Audio & Video | For Authors

Archive > Volume 528 > Issue 7582 > Editorial > Article

NATURE | EDITORIAL

عربي

Crop conundrum

The EU should decide definitively whether gene-edited plants are covered by GM laws.

15 December 2015

nature International weekly journal of science

Home | News & Comment | Research | Careers & Jobs | Current Issue | Archive | Audio & Video | For Authors

News & Comment > News > 2016 > February > Article

NATURE | NEWS

CRISPR tweak may help gene-edited crops bypass biosafety regulation

nature International weekly journal of science

Home | News & Comment | Research | Careers & Jobs | Current Issue | Archive | Audio & Video | For Authors

Current Issue > Correspondence > Article

NATURE | CORRESPONDENCE

Gene editing: Edited plants should not be patented

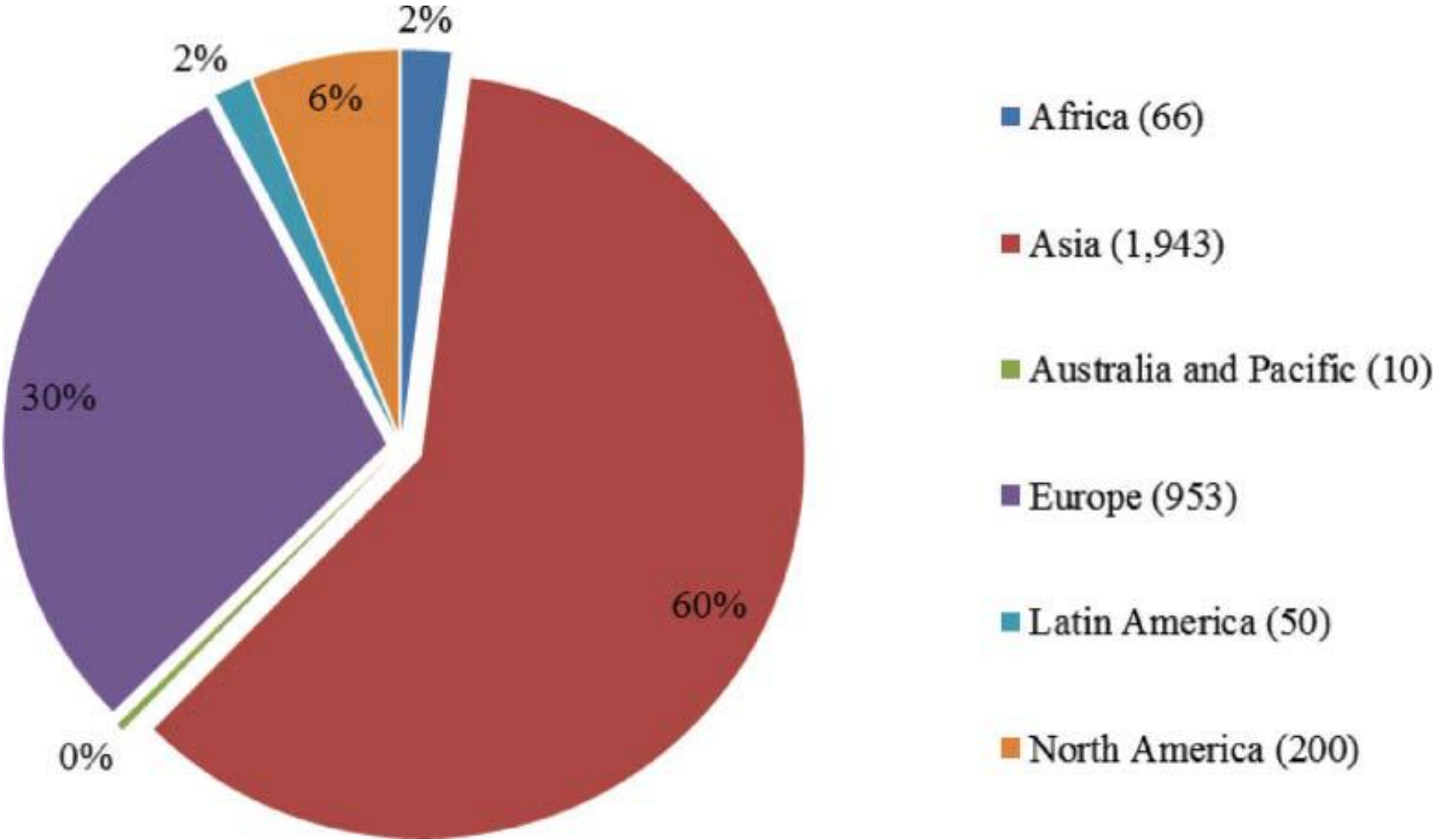
John R. Porter, Jean-Louis Durand & Taline Elmayan

Affiliations | Corresponding author

Nature 530, 33 (04 February 2016) | doi:10.1038/530033b

Published online 03 February 2016

Distribution of mutant crop varieties by continents (2015)



Oladosu et al., (2016) Principle and application of plant mutagenesis in crop improvement Biotechnology & Biotechnological Equipment, 30:1-16,

NATURE NEWS

Gene-edited CRISPR mushroom escapes US regulation

A fungus engineered with the CRISPR–Cas9 technique can be cultivated and sold without further oversight.

Emily Waltz 14 April 2016



The common white button mushroom (*Agaricus bisporus*) has been modified to resist browning.

The US Department of Agriculture (USDA) will not regulate a mushroom genetically modified with [the gene-editing tool CRISPR–Cas9](#).

CRISPR-edited crops free to enter market, skip regulation

• [Emily Waltz](#)

Nature Biotechnology June 2016

NEWS

Waxy corn -down production of cornstarch's amylose *Wx1* - polysaccharide amylopectin

CRISPR-edited crops free to enter market, skip regulation

The first CRISPR-edited crops presented to the US regulatory system can be cultivated and sold without oversight by the US Department of Agriculture (USDA), the agency said in a pair of letters posted in April. The decisions could reduce by millions the cost of development of the crops: an anti-browning mushroom and a waxy corn genetically modified with the gene editing tool CRISPR-Cas9. Some scientists hailed the decision as a step in the right direction, although media outlets and other interested parties said it illustrates the murky state of US biotech regulations.

Johnston, Iowa-based DuPont Pioneer engineered the waxy corn to contain starch composed exclusively of the branched polysaccharide amylopectin—a commodity in processed foods, adhesives and high-



DuPont Pioneer's high amylopectin corn is the first CRISPR-edited plant likely to bypass USDA oversight.

When is a GM plant not a GM plant?

Elizabeth Pennisi

+ See all authors and affiliations

Science 16 Sep 2016:
Vol. 353, Issue 6305, pp. 1222
DOI: 10.1126/science.353.6305.1222

Article

Info & Metrics

eLetters

 **PDF**

You are currently viewing the summary.

View Full Text



Summary

The recently developed genome-editing methods, from zinc finger nucleases to transcription activatorlike effector nucleases (TALENs) to CRISPR, are shaking up the debate over how to regulate genetically modified (GM) crops. Canada, for example, has stuck to its rule that a plant should be regulated as GM if a novel trait has been introduced to it, regardless of the technology used. But the U.S. Department of Agriculture has so far exempted plants altered by TALENs and CRISPR from its GM regulations. The European Union is still wrestling with the issue.

ברכות למדינת ישראל על החלטת ורצ"מ "צמחים שעברו מוטגנזה מכוונת מטרה אינם נופלים בקטגוריה של צמחים טרנסגניים."



משרד החקלאות ופיתוח הכפר

ד'/תשרי/תשע"ז
09 אוקטובר 2016

הועדה הראשית לצמחים מהונדסים (ורצ"מ)

סיכום ישיבת הורצ"מ מתאריך 8.8.16

א. עריכה גנטית :

1. הועדה מאשררת את החלטתה הקודמת מתאריך 13.3.13 לפיה צמחים שהם צאצאים של צמחים שעברו "מוטגנזה מכוונת מטרה" בדרך של עריכה גנטית אשר גורמת לחסר של נוקלאוטידים (deletion) והוכח לגביהם שאין החדרה ו/או איחוי (incorporation) של דנ"א זר לגנום הצמח אינם נופלים בקטגוריה של צמחים טרנסגניים. לפיכך צמחים שהינם תוצרי טכנולוגיה זו לא יחשבו כטרנסגניים.
2. פיתוח צמחים בדרך של עריכה גנטית יהיה בכפוף לרגולציה שעל פי תקנות הזרעים (צמחים מהונדסים ואורגניזמים מהונדסים) – 2005. גידולם של הצאצאים של צמחים אלו לא יהיה כפוף לתקנות אלו כל עוד עמדו בהוכחות המופיעות בסעיף (א.5) מטה.



סכום: המאה ה-20 הייתה המאה של ריצוף הגנום, המאה ה-21 היא המאה של יצרית שינויים מכוונים בגנום

- טיפוח לעמידות למזיקים ולמחלות ללא חומרי הדברה, ולקוטלי עשבים להדברת עשבים רעים.

פגיעה בקשר הביולוגי או הכימי בין המזיק לצמח (מחלה, חרק, נמטודה, טפיל).



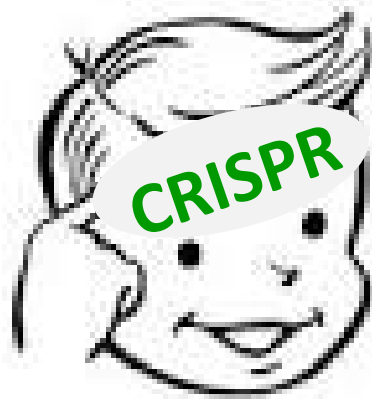
- סטריליזציה של מזיקים וגורמי מחלות (זבובי פירות).



- שיפור איכות המזון באמצעות הוצאת רעלנים והפחתת אלרגניים
- סטיביה, Cucurbitacines בדלועים, הפחתת phytate.

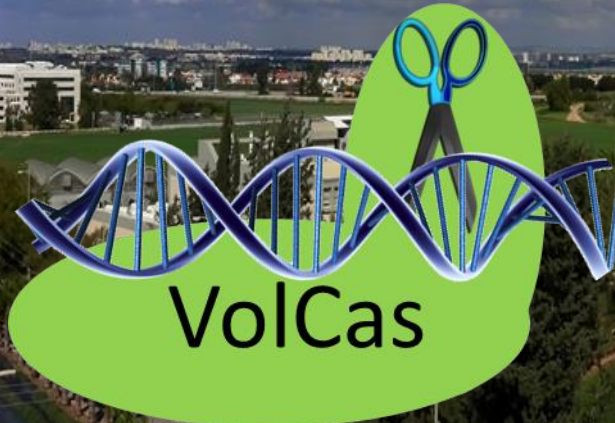
**CRISPR/Cas היא טכנולוגיה מהפכנית
אשר תהווה ציר מרכזי בטיפוח עתיד של
תוצרת הקלאית איכותית ובריאה תוך שמירה
על הסביבה האקולוגית**





תודה ובהצלחה!
מהיום חושבים CRISPR

לכל המעוניינים,
במכון וולקני נפתח מרכז
מדעי ועיסקי לעריכה גנומית





תודה על ההקשבה

ובהצלחה לחקלאי הערבה

