



MASSIVE
SCIENCE



[USDA](#)/פגי גרב

כדי להילחם במזיקים חקלאיים, מדענים מנסים ריסוס של חיסונים לצמחים

ניתן להשתמש בהתערבות RNA כדי להגן על גידולי מזון ולשפר את בריאות הצמחים, ללא צורך בהנדסה גנטית



פביולה דה מרצ'י ([Fabiola De Marchi](#))

המחלקה לכימיה
אוניברסיטת פאדובה
23/3/ 2020

מדי שנה בין 20 ל-40 אחוז מגידולי המזון בעולם אובדים עקב מזיקים ופתוגנים. זה משאיר 821 מיליון אנשים נשארם ללא מספיק מזון לאכול וזה עולה לכלכלה העולמית בסביבות 220 מיליארד דולר, על פי ארגון המזון והחקלאות של האו"ם (FAO).

התפשטות המזיקים והמחלות מחמירה בגלל שינויי האקלים, שמשפיעים מאוד על הספקת המזון, משנים מערכות אקולוגיות ויוצרים גומחות חדשות בהן אותם מזיקים יכולים לשגשג. חרקים ומזיקים עשויים להרחיב את טווח התחומים שלהם. בגלל האיומים החמורים הללו על הבטחת המזון, מדענים מחפשים תמיד פתרונות ברי-קיימא לשמירה על יבולים.

באוגוסט 2019 הודיעה קבוצת מחקר בראשות סוון-אריק בארנס, מאוניברסיטת מרטין-לותר בהאלה-וויטנברג, גרמניה, על פיתוח גישה מהירה ואמינה ליצירת "חיסון" לצמחים. ניתן לרסס אותו כמו ריסוסי הדברה, או אפילו להזריק אותו כמו חיסון לבעלי חיים.

זה יכול לכבות או אפילו לכוונן את הביטוי הגנטי, כמו מתג דימר של מנורה.

זה עובד באמצעות מערכת הנקראת התערבות RNA (RNA interference), או RNAi. ניתן לחשוב על RNAi כעל סוג של מערכת חיסון: התא מזהה RNA עם גדיל כפול (בן דוד של DNA הנושא גם הוא מידע גנטי) שאינו משלו, כמו נגיף שמנסה להשתלט על תא, וקוצץ RNA זה לשברים קטנים. לאחר מכן, התא משתמש בשברים אלה כדי לזהות ולהפסיק פעילות פתוגנית נוספת. מעניין לציין כי תאים אאוקריוטים - כמו בעלי חיים, צמחים ופטריות - משתמשים גם ב-RNAi כדי לווסת את הגנים שלהם עצמם, מזהים ומדכאים את ה-RNA שלהם. זה יכול לכבות או אפילו לכוונן את הביטוי הגנטי, כמו מתג דימר של מנורה.

הקבוצה של בארנס יצרה מחדש מכונות RNAi במעבדה שלה תוך שימוש בתאי צמחי טבק מתורבתים ועם גדיל כפול של RNA מ-TBSV (נגיף פעלולים משיח עגבנייה). לאחר מכן הם חיפשו את ה-RNA הנגיפי שהביא לתגובת ה-RNAi החזקה ביותר בטבק. לאחר שזוהו, הם ביצעו ניסויי "חיסונים", והזריקו את ה-RNA לצמחי טבק לא נגועים. הם גילו כי צמחים שהוזרקו בחיסון החזק ביותר מוגנים בשיעור של 90%.



מדען לוכד חיפושיות (corn rootworms) בשדה סויה.

Ken Hammond/[USDA](#)

עד כה, ניסיונות חיסון RNAi התבססו על הנדסה גנטית של גנום צמחי כדי לבטא RNA ספציפי הנראה בדרך כלל רק במזיקים, כך שהם גדלים כבר מחוסנים. בשנת 2017 אישרה הסוכנות האמריקאית להגנת הסביבה (EPA) [תירס מהונדס גנטית שעוצב במיוחד כנגד חיפושיות שורש תירס](#). עם זאת, גם אם צמחי GMO מוכרים כבטוחים, במדינות מסוימות יש חששות מהשימוש בהם. מדינות שאסרו על GMO מחפשות אלטרנטיבות לא-מהונדסות וברי קיימא לאסטרטגיות לניהול מזיקים שיכולים להפחית את השימוש בחומרי הדברה. על ידי שילוב היישום הניתן לריסוס בקלות, כמו שימוש אופייני לחומרי הדברה כימיים עם הדיוק שמציעה הנדסה גנטית, "חיסונים" מהצומח המבוססים על RNAi מייצגים אלטרנטיבה בת קיימא בהגנת הצומח, כאשר השימוש בצמחי GMO אסור על פי תקנות המדיניות.

אחד היתרונות העיקריים של "חיסון" צמחים, הוא שאת מולקולות RNA ניתנות ליישום [חיצוני](#) לצמחים, באמצעות יישום מקומי כמו ריסוס, הזרקת גזע, טפטוף לשורשים או טיפול זרעים. שיטת יישום פשוטה זו מעניקה ל"חיסונים" לצמח RNAi יתרון נוסף: גמישות. נגיפים ופתוגנים משתנים ברציפות כדי להסתגל לסביבות משתנות; תכנון "חיסון" מותאם RNA יהיה מהיר וקל יותר מהליכים הגוזלים זמן ומעבדות הנחוצים לעריכת גנים. זה יתרון לגידולים רב שנתיים, כמו גפן, עצי הדר ועצי תפוח, שלעתים קרובות דורשים ניסויים של שנים ויקרים לשינויים גנטיים. "חיסוני" RNAi הם גם מאוד ספציפיים: רק פתוגני יעד מושפעים מטיפולים, בעוד שההשפעות הבלתי רצויות על אורגניזמים אחרים צפויים להיות מוגבלים.



תסמיני מחלת וירוס הפסיפס בקסווה (CMD) בשדה בטנזניה.
H.Holmes/RTB via [Flickr](#)

worldwide.

חיסונים מהצומח יעשו הבדל עצום עבור גידולים מסחריים חשובים המאוימים על ידי נגיפים כמו [אורז, חיטה, תירס, בטטה, קסבה ובננה](#). לדוגמה, לפחות עשרה מינים של נגיפים שונים זוהו בצמחי קסווה המושפעים ממחלת [וירוס הפסיפס של הקסווה \(CMD\)](#), הגורמת לאובדן יכול משמעותי ורעב במזרח ובמרכז אפריקה [ולאחרונה בדרום-מזרח אסיה](#), ומאיימת על פרנסתם של [800 מיליון אנשים](#) ברחבי העולם

מכיוון שמזיקים אאוקריוטים כמו חרקים משתמשים ב-RNAi בכדי לכווץ או לכבות את הגנים שלהם, ניתן להשתמש בהם נגדם. ולמרות שלא ניתן להשתמש ישירות ב-RNAi כנגד חיידקים המדביקים צמחים (מכיוון [שחיידקים אינם משתמשים ב-RNAi](#)), ניתן להשתמש בו כדי לשלוט על [וקטורי החרקים שלהם](#), הנושאים את החיידקים איתם, ומעבירים אותם מצמח נגוע לצמח בריא. אם חרק מכרסם בצמח הנושא RNA שמכבה גן שאותו צריך החרק בכדי לחיות, RNAi יתפקד כמו חומר הדברה ממוקד ומתכלה.

זה יעיל מאוד במקרה של חיידק *Xylella fastidiosa*, הגורם למגוון של מחלות במיני צמחים שונים, כמו [מחלת פירס של הגפן](#), כלורוזיס צבעוני בהדרים ותמותת זית מהירה. החיידק *X. fastidiosa* התפשט לאחרונה באזור אפוליה, בדרום איטליה, שם היא משמיד עצי זית בני מאות שנים ומאיים על הכלכלה המקומית. עם

זאת, ההערכה היא כי עד 563 מיני צמחים השייכים ל 82 משפחות בוטניות יכולים לארח את החיידק. הוא מועבר במיוחד על ידי חרקים הניזונים ממוהל, בעיקר ציקדת הצלף (בתמונה בראש העמוד) באמריקה וציקדת המרית באירופה. נכון להיום, מלבד אמצעי מניעה והכלה, אין שום תרופה ידועה ל *Xylella fastidiosa*. עם זאת, טיפולי RNAi הצליחו להגן על יבולים מפני וקטורי חרקים של *X. fastidiosa*, וכך עשויים להוות כלי לשליטה גם במחלות חיידקיות.

יש צורך במחקרים נוספים בכדי להבין כיצד ניתן לייצר מולקולות RNA בכמויות תעשייתיות גדולות. עם זאת, "חיסונים" צמחיים של RNAi מוכחים כשיטה ברת-קיימא מהונדסת להגנה על גידולי מזון. יתכן ובקרוב, נראה גידולים ממולאים עד תום עם RNA.

[מדי שנה בין 20 ל-40 אחוזים מגידולי המזון בעולם אובדים כתוצאה ממחלות ומזיקים](#)