

## פיתוח ממשק דישון להפחתת ריכוזי הנקויות ברוקולה משווקת

אפרים ציפילביץ, זיוה גלעד, מאיר אחיעם, מו"פ בקעת הירדן  
דוד סילברמן, שה"מ  
אורי אדלר, מועצת הצמחים  
דודי קניגסבוך, אורי ירמיהו, מנהל המחקר החקלאי

### תקציר

מטרת הניסוי לפתח אגרוטכניקה להפחתת ריכוזי חנקות בעלים של רוקולה כדי להתאימם לתקני היצוא. נבחנו הטיפולים הבאים:

1. ללא דשן חנקני, המשך דישון בזרחן ואשלגן.
2. מנה חד פעמית של 84 ליטר/ד' דשן 5-3-8.
3. מנה חד פעמית של 42 ליטר/ד' דשן 5-3-8. חישוב המנה בטיפול 2 מבוסס על מתן של 380 גר"/ד' חנקן ליום ובטיפול 3 190 גר"/ד' ליום. משתילה עד לקציר הראשון, כל הטיפולים קיבלו דישון זהה בהתאם לבדיקות קרקע. לאחר הקציר הראשון הופעלו הטיפולים כשמנות הדשן ניתנות במרוכז בהשקיות הראשונות אחרי כל קציר. מתוצאות הניסוי נראה שהמשך גידול ללא תוספת של חנקן אינו פוגע ביבול או בחיי המדף ומאפשר להתמודד גם עם התקן הרוסי המחמיר. לגבי התקן האירופאי נראה שבכל הטיפולים בניסוי הרמה של הניטרט בעלים עומדת בתקן. בסה"כ גם בטיפול שבו לא הוספנו דשן חנקני, חתך הקרקע לא התרוקן מחנקן וההסבר לכך קשור בבית השורשים הגדול של הרוקולה.

### מבוא

רוקולה הינו הגידול הרביעי בחשיבותו בסל התבלינים הטריים ליצוא. הרוקולה מהווה 8% מסל התבלינים כשסה"כ השיווק היה מעל 1000 טון ב- 2011. בשוק המקומי מהווה הרוקולה חלק עיקרי בתערובת עלי הבייביס. לאחרונה, הועלתה באיחוד האירופי דרישה חדשה המגדירה ריכוז סף של תכולת חנקות ( $\text{NO}_3^-$ ) בגידולי עלים משווקים בכלל, וברוקולה טרייה בפרט. הסף האירופאי הוא 5000 מ"ג ניטראט לק"ג עלים טריים ואילו הסף הרוסי מחמיר יותר ועומד על 3000 מ"ג בלבד. מגבלה זו באה לידי ביטוי במשלוחי רוקולה שנפסלו והוחזרו לארץ עקב ריכוזי חנקה גבוהים.

מטרת המחקר:

פיתוח ממשק דישון שיאפשר לחקלאי ישראל לעמוד בתקן האירופי והרוסי המחמיר לריכוזי חנקה ברוקולה ללא פגיעה בפורטנציאל היבול, באיכותו ובחיי המדף.

## חומרים ושיטות

הניסוי בוצע בתחנת צבי במו"פ בקעת הירדן בקרקע מקומית בבית רשת. נשתלו שני זנים:  
 1. זן רגיל; 2. הזן רוק-עד (טיפוח ע"י ד"ר דודי קניגסבון ממנהל המחקר החקלאי). השתילה התבצעה ב-13/3/14 תחת רשת צל שחורה 30%. ב-20/3/14 נפרסה רשת נוספת 30% צל. בטרם שתילה בוצעה בדיקת קרקע, נתוני רמת המוליכות החשמלית ורמת יסודות ההזנה בקרקע מרוכזים בטבלה מס' 1.

טבלה 1- רמת המוליכות החשמלית ורמת יסודות ההזנה בממוצע לעומקים 0-20 ו-20-40 ס"מ לפני שתילה.

עומק (ס"מ)	רוויה (%)	מוליכות חשמלית (dS/m)	חנקן חנקתי (מ"ג לק"ג)	חנקן אמוניקאלי (מ"ג לק"ג)	זרחן (מ"ג לק"ג)	אשלגן (מא"ק/לי)
0-20	45	1.8	8.5	21.5	37.2	1.0
20-40	44	1.6	32.2	18.0	24.4	0.7

ע"ס הבדיקות הללו וידע שהצטבר מעבודות קודמות שלנו בנושא קליטת יסודות הזנה ע"י הרוקולה, הדשן בכל הטיפולים היה מסדרת שפר ביחס יסודות 5-3-8.

בשלב הקליטה – השקיה פעמיים בשבוע. 1 מ<sup>3</sup>/ד"יום + 1 ל"י מ<sup>3</sup> דשן בכל החלקה. עם סיום הקליטה מעבר להשקיה לפי 50% מהתאדות פעמיים בשבוע, דישון לפי 2.5 ל"י מ<sup>3</sup> דשן בכל החלקה.

ב-9/4/14 בוצע קציר טכני, 3-4 ימים לאחר הקציר, הופעלו הטיפולים, בכל טיפול חמש חזרות. פרוט הטיפולים:

1. מניעת דשן חנקני עד לסיום הניסוי. טיפול זה המשיך לקבל זרחן ואשלגן. זרחן ע"י דישון בחומצה זרחתית לפי 2.5 ליטר לדונם + אשלגן כלורי 10 ק"ג/ד'. דשנים אלו ניתנו בהשקיות הראשונות אחרי כל קציר.

2. דישון חד פעמי, מנה מלאה, לאחר כל קציר, 84 ל"ד של 5-3-8. מבוסס על 14 ימים בין קציר לקציר שנותן הספקה של 360 גר' חנקן לדי ליום.

3. דישון חד פעמי, חצי מהמנה, לאחר כל קציר. 42 ל"ד של 5-3-8 (ההיגיון כמו בטיפול הקודם).

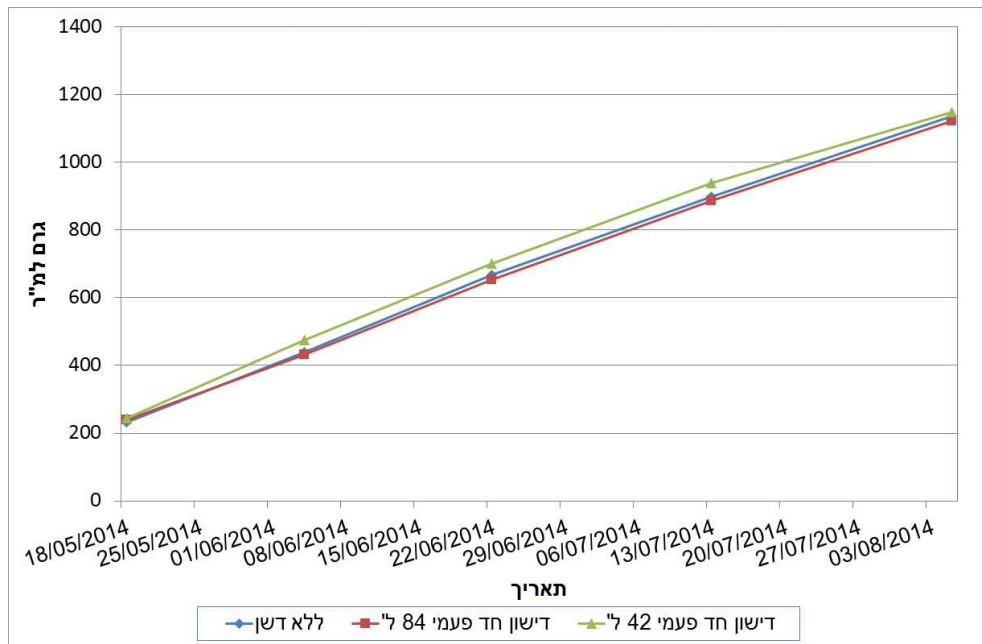
## מדדים במהלך הניסוי :

1. בדיקת רמת החנקת ו- % חיי בעלים בכל קציר. (רמת החנקת בעלים נבדקה במיצוי מימי- העלים עוברים יבוש ב-70 מ"צ עד ליבוש מלא, המדגם עובר טחינה. מהחומר הטחון שוקלים 1 גרם וממציים ב-50 מ"ל מים מזוקקים ע"י טלטול למשך חצי שעה, אח"כ מסננים וקוראים את רמת החנקת ב- rflex. הנתונים מתורגמים לרמת החנקת בחומר הטרי ע"י הכפלה ב-% החומר היבש שמתקבל בבדיקה נוספת.
2. שקילה ומיון יבול בכל קציר.
3. בדיקת חיי מדף – 1 ק"ג מכל חזרה הועבר למעבדתו של ד"ר דודי קניגסבוך. בוצעה השהיה של 10 ימים ב-6 מ"צ אח"כ יומיים ב-17 מ"צ ובוצעה בדיקה כמקובל במעבדה.
4. בדיקת קרקע בתחילת הגידול ובסיומו.

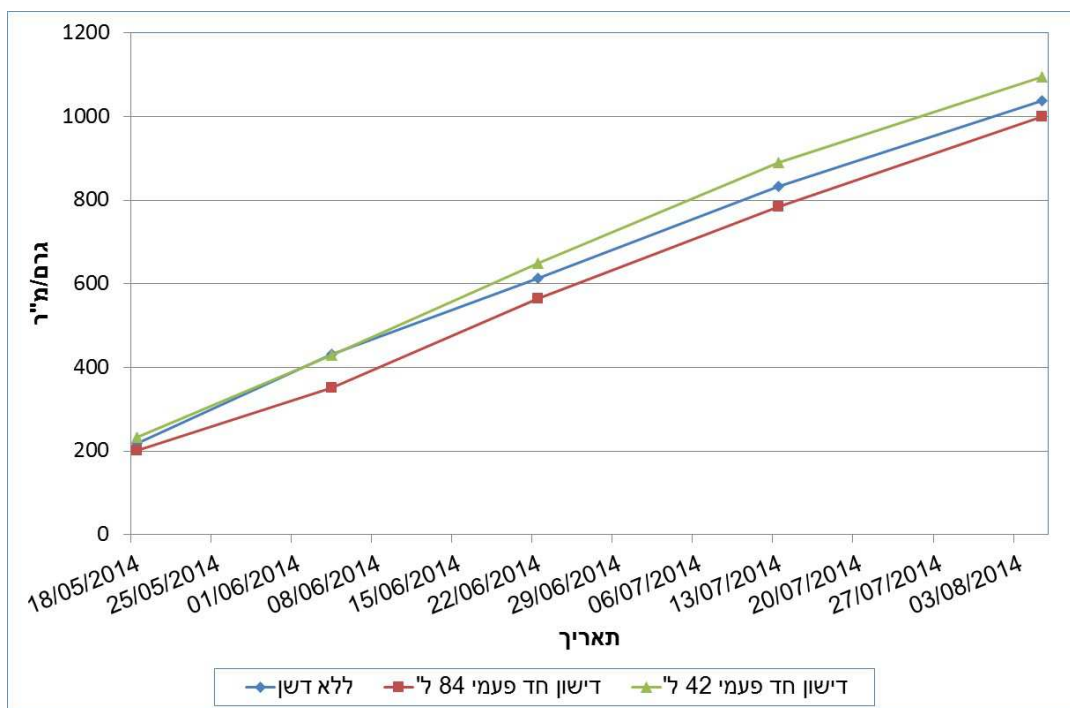
## תוצאות

### יבול:

במהלך הניסוי בוצעו שבעה קצירים (9/4 היה קציר טכני לפני הפעלת הטיפולים), 8/6, 18/5, 29/4, 5/8, 13/7, 22/6. לא נמצאה השפעת הטיפולים על היבול. בשני הקצירים הראשונים לא בוצעה שקילה. באיורים 1 ו-2 מוצגים השפעת הטיפולים על היבול המצטבר ליצוא בשני הזנים שנבדקו.



איור 1- השפעת הטיפולים על היבול המצטבר ליצוא גרם למ"ר בזן הרגיל.



איור 2- השפעת הטיפולים על היבול המצטבר ליצוא גרם למי"ר בזן רוק-עד.

### חיי מדף:

השפעת הטיפולים על חיי המדף כפי שהם באים לידי ביטוי בממד ההופעה בזן הרגיל מוצגים בטבלה מס' 2.

טבלה 2- השפעת הטיפולים על מדד ההופעה בזן הרגיל.

מועד קציר				הטיפול
22/6/14	8/6/14	18/5/14	29/4/14	
2.93 אב	2.60	2.33	2.60 א	ללא דישון
2.75 ב	2.43	2.18	2.30 ב	חד פעמי 84 ל"ד
3.00 א	2.64	2.26	2.42 אב	חד פעמי 42 ל"ד

\* אותיות שונות באותו טור מלמדות על הבדל מובהק ברמה של 5%.

מטבלה 2 ניתן ללמוד שבקציר של ה-29/4 מדד ההופעה בטיפול ללא תוספת דשן היה גבוה באופן מובהק מממד ההופעה בטיפול שקיבל את המנה החד פעמית הגדולה (84 ל"ד/5-3-8). ב-2 הקצירים הבאים לא היה הבדל מובהק בין הטיפולים. בקציר של ה-18/5 חיי המדף של כל הטיפולים היה נמוך. לעומת זאת בקציר של ה-8/6 מדד ההופעה של הטיפול שמקבל מנה חד פעמית גדולה היה מתחת ל-2.5 (סחורה לא מתאימה לשיווק). לעומת זאת בטיפולים האחרים מדד ההופעה היה תקין. בקציר של ה-22/6 יש הבדל מובהק בין הטיפולים, כשבטיפול עם המנה החד פעמית הגדולה (84 ל"ד/5-3-8) מדד ההופעה נמוך באופן מובהק מממד ההופעה בטיפול שקיבל מנה חד פעמית קטנה (42 ל"ד/5-3-8).

השפעת הטיפולים על מדד ההופעה בזן רוק-עד מופיע בטבלה מס' 3.  
 טבלה 3- השפעת הטיפולים על מדד ההופעה בזן רוק-עד.

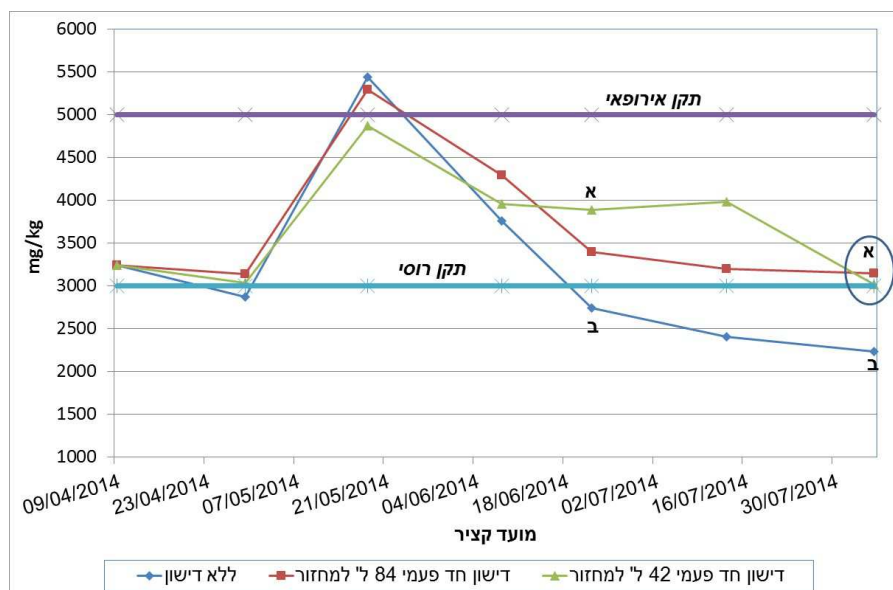
מועד קציר				הטיפול
22/6/14	8/6/14	18/5/14	29/4/14	
2.90	2.90 אב	2.47	2.95 א	ללא דישון
2.85	2.73 ב	2.37	2.50 ב	חד פעמי 84 ל/ד'
3.06	3.04 א	2.56	2.60 אב	חד פעמי 42 ל/ד'

\* אותיות שונות באותו טור מלמדות על הבדל מובהק ברמה של 5%.

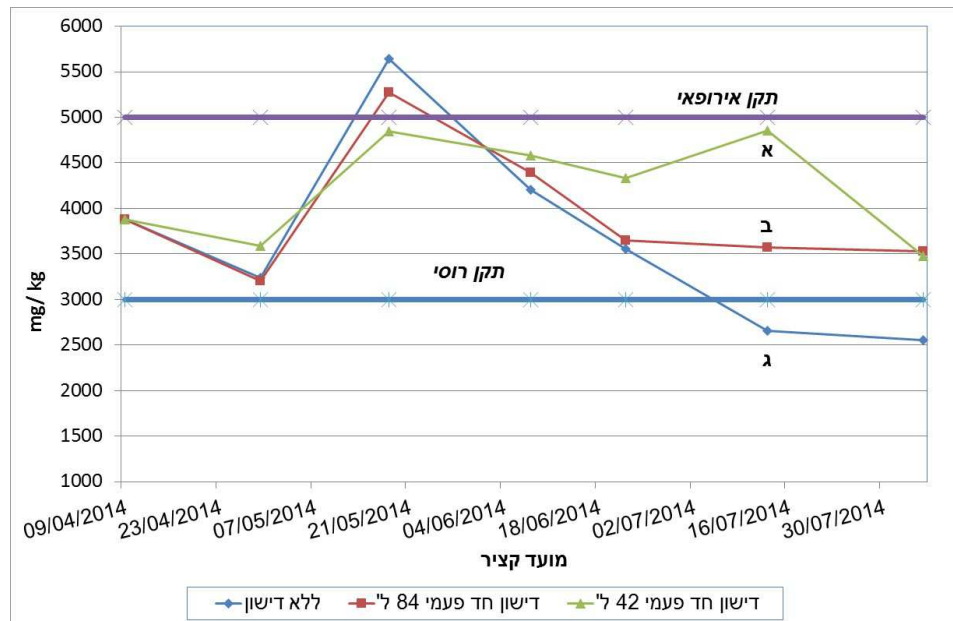
מטבלה 4 ניתן ללמוד שהמגמה שקיימת בזן הרגיל קיימת גם בזן רוק-עד ולמעשה המנה החד פעמית הגדולה (84 ל/ד') פוגעת במדד ההופעה, בקציר של ה- 29/4 הפגיעה מובהקת ביחס לטיפול ללא דשן ובקציר של ה- 8/6 הפגיעה מובהקת ביחס לטיפול שקיבל מנה חד פעמית נמוכה.

### רמת חנקות בעלים

באיורים 3 ו-4 מרוכזים נתוני רמת החנקת בחומר הטרי בכל קציר במהלך הניסוי. הנתונים מוצגים ביחס לערכי הסף, האירופאי והרוסי. ניתן לראות כי בשני הזנים הרמה של החנקת נמוכה מהתקן האירופאי מלבד בקציר של מאי שבו הערכים יותר גבוהים מהתקן הזה (מלבד הטיפול שקיבל מנה חד פעמית של 42 ליטר/ד' 3-5 שבו הרמה הייתה יותר נמוכה מהתקן, לא מובהק סטטיסטית). ביחס לתקן הרוסי המחמיר אנו רואים שב-2 הטיפולים בהם הוספנו דשן במהלך העונה רמת החנקת הייתה יותר גבוהה במשך כל הניסוי. לעומת זאת בטיפול שבו לא הוספנו דשן בזן הרגיל ב-3 הקצירים האחרונים הרמה הייתה יותר נמוכה מהתקן ובזן רוק-עד ב-2 הקצירים האחרונים הרמה הייתה יותר נמוכה מהתקן.



איור 3- השפעת הטיפולים על רמת החנקת בחומר הטרי בזן הרגיל.  
 \*אותיות שונות מצביעות על הבדל מובהק ברמה של 5%



**איור 4-** השפעת הטיפולים על רמת החנקן בחומר הטרי בזן רוק-עד. \*אותיות שונות מצביעות על הבדל מובהק ברמה של 5%

#### בדיקות קרקע בסיום הניסוי:

בטבלה מס' 5 מרוכזות התוצאות של השפעת הטיפולים על רמת יסודות ההזנה, כלוריד ומוליכות חשמלית בקרקע בעומקים 0-20 ו-20-40 ס"מ בזן הרגיל בסיום הניסוי. טבלה 5. רמת המוליכות החשמלית ורמת יסודות ההזנה בממוצע לעומקים 0-20 ו-20-40 ס"מ בסיום הניסוי.

הטיפול	מוליכות חשמלית (ds/m)	כלוריד (מא"ק/לי)	חנקן מינראלי (מ"ג/ק"ג)	זרחן (מ"ג/ק"ג)	אשלגן (מא"ק/לי)
עומק 0-20 ס"מ					
ללא דישון	1.13	4.67	17.7 ב	79.5	0.90
חד פעמי 84 ל"ד'	1.23	5.43	24.5 א	75.9	0.71
חד פעמי 42 ל"ד'	1.18	5.25	25.2 א	65.8	0.57
עומק 20-40 ס"מ					
ללא דישון	0.84	4.08	16.2 ב	69.8	0.84
חד פעמי 84 ל"ד'	0.45	5.13	19.4 אב	81.5	0.45
חד פעמי 42 ל"ד'	0.32	4.55	22.5 א	53.5	0.32

\* אותיות שונות באותו טור בכל עומק מלמד על הבדל מובהק ברמה של 5%.

מטבלה 5 ניתן ללמוד שלא נמצא הבדל מובהק בין הטיפולים במוליכות החשמלית, בכלוריד, בזרחן ובאשלגן גם בעומק 0-20 וגם בעומק 20-40 ס"מ. לעומת זאת רמת החנקן המינראלי (ח. חנקתני-ח. אמוניקאלי), בטיפול ללא דישון נמצא נמוך באופן מובהק מהרמה בטיפולים האחרים. עם זאת רואים שגם בסיום הניסוי הרמה של החנקן בטיפול ללא דשן לא ירדה ל-0 ולמעשה יש עדין חנקן בתמיסת הקרקע. כדי להבין בצורה טובה יותר את התוצאות שהתקבלו ביצענו חשיפת שורשים עד לעומק 50 ס"מ. נחפרו 4 בורות עד לעומק 50 ס"מ ובמקביל לשורות ונמצאו שורשים גם בתחתית הבורות.

מטרת הניסוי הנוכחי הייתה לאתר ממשק דישון שיאפשר לקבל רוקולה לשיווק שתעמוד בתקנים הקיימים לגבי הרמה המקסימאלית המותרת של חנקה בעלים. למעשה 2 הטיפולים שבהם המשכנו לספק חנקן במהלך כל הגידול לא נבדלו אחד מהשני ברמת הניטרט בחומר הטרי בעלים, וזאת למרות שרמת החנקן שסופקה לרוקולה בטיפול הנמוך הייתה חצי מהרמה שסופקה בטיפול הגבוה. לעומת זאת בטיפול שבו לא המשכנו לספק חנקן לרוקולה הרמה של החנקה בעלים הייתה יותר נמוכה. מהנתוני רמת הניטרט בחומר הטרי על ציר הזמן נראה שגם לשיטה זו יש מגבלות ובקציר אחד באמצע התקופה הרמה בכל הטיפולים עולה (לכאורה ללא הסבר). במצב זה, רמת החנקה לא עמדה גם בתקן האירופאי המקל. בטיפול שבו לא המשכנו לספק חנקן לצמח רמת החנקה בחומר הטרי הייתה נמוכה מהתקן ב-2 או 3 קצירים אחרונים בהתאם לזן. לכאורה עפ"י זה ניתן אולי לייעד רוקולה צעירה לשיווק לאירופה ואחרי 3-4 קצירים להתחיל לשווק מאותו שטח לשוק הרוסי. בשלב זה של העבודה נראה שאת הרוקולה ניתן לשווק לשוק הרוסי בתנאי שעובדים בממשק של דישון מלא בחנקן במהלך ההתבססות של הצמח עד לקציר הראשון ואח"כ ללא דישון. חשוב לזכור שהתוצאות שקיבלנו כנראה לא מתאימות לקרקעות קלות ולמצע מנותק שבהם ההדחה של החנקן הרבה יותר גדולה ולמעשה אין "מחסן" של חנקן, כמו שכנראה קיים בקרקע בינונית שבה נערך הניסוי הנוכחי. כמו כן בשלב זה נבחן גידול קיצי ויש צורך לבחון מימשק שיתאים לגידול חורפי. המחקר התחיל בעונה הנוכחית והוא מתוכנן להימשך גם בעונות הבאות, כמו כן הוא יורחב לבדיקה גם במצע מנותק.