

# בחינה ופיתוח של הקינואה כגידול חקלאי חדש למזון עלית ברמת הגולן-

## דוח לשנת 2019

אביב אשר, אבישי לונדנר וליאור רובינוביץ' - מו"פ צפון.  
מולי גלילי - מחלקה לגד"ש וירקות המכון למדעי הצמח במנהל המחקר החקלאי.  
\*דיווח זה מבוסס על דו"ח שנתי שהועבר למדען הראשי של משרד החקלאות בדצמבר 2019

### תקציר

הקינואה (*Chenopodium quinoa*) הוא צמח ממשפחת הירבוזיים אשר מקורו באזור הרי האנדים שבדרום אמריקה. מטרת המחקר המרכזית היא לבחון ולפתח את צמח הקינואה כגידול שדה חדש בישראל. בשנת מחקר זו, שני קווי קינואה מסחריים נזרעו במזרעה ידנית בנובמבר 2018 וינואר 2019 בחוות הניסיונות באבני איתן, בשלושה עומדים שונים - 160, 240 ו-80 צמחים למ"ר. כמו כן, נזרעו 3 קווי קינואה מצטיינים חדשים שטרם נבחנו בעבר. לאחר קציר לגרירים, נאסף ונשקל גם קש הקינואה ונקבעו הרכב כימי ונעכלות לצורך בחינת שימוש משני כמספוא. במועד זריעת נובמבר וינואר, יבול הגרירים בשני הקווים בצפיפויות הזריעה השונות נע בין 260-566 ק"ג/דונם ובין 200-454 ק"ג/דונם, בהתאמה. במועד זריעת נובמבר וינואר, יבול הקש בשני הקווים בצפיפויות הזריעה השונות נע בין 159-401 ק"ג ח"י/דונם ובין 151-457 ק"ג ח"י/דונם, בהתאמה. במועד זריעת נובמבר וינואר, יבול הגרירים בשלושת הקווים החדשים נע בין 306-374 ק"ג/דונם ובין 221-270 ק"ג/דונם, בהתאמה. במועד זריעת נובמבר, יבול הקש היה מינורי ועל כן לא נשקל. במועד זריעת ינואר, יבול הקש בשלושת הקווים נע בין 171-296 ק"ג ח"י/דונם. בדוגמאות מייצגות, אחוז החלבון בקש עמד על 6.6% והנעכלות במבחנה עמדה על 57.4%, נתונים גבוהים משמעותית ביחס לקש חיטה. מהתוצאות עד כאן, נראה כי בגידול הקינואה בארץ טמון פוטנציאל כלכלי רב. שילוב של יבול גבוה ותכולת חלבון ונעכלות גבוהים בקש הקינואה מעידים על פוטנציאל גבוה לשימוש בו כמזון גס להזנת מעלי גירה. לשם ביסוס התוצאות יש להרחיב את המחקר ולבחון את השפעתם של פרמטרים אגרוטכניים נוספים.

### רקע ותיאור הבעיה:

הקינואה (*Chenopodium quinoa*) הוא צמח ממשפחת הירבוזיים אשר מקורו באזור הרי האנדים שבדרום אמריקה, שם שימש ומשמש כמקור מזון חשוב במשך אלפי שנים<sup>1</sup>. עמידותו של צמח הקינואה לתנאי סביבה קשים והשונות הגנטית הרבה בין זני הצמח השונים אפשרה את אקלומם לתנאי קרקע ואקלים מגוונים ברחבי העולם<sup>2</sup>. לדוגמה, בדרום אמריקה הקינואה גדלה החל מגובה פני הים ועד לגובה של עד 4,000 מטרים מעל פני הים, מאקלים סובטרופי ועד לאקלים הקר שברמות הרי האנדים שם גם צמחי הקינואה חשופים לתנאים קיצוניים של רוח, קור, בצורת, ברד ומליחות<sup>3</sup>.

צמח הקינואה נחשב כפסאודו-דגן ובשנים האחרונות נחשף העולם המערבי לאיכויותיו התזונתיות, וארגון המזון של האו"ם אף הכריז על שנת 2013 כ- "שנת הקינואה הבינלאומית" (<http://www.fao.org/quinoa>) (2013). זרעי הקינואה עשירים בחלבון, סיבים תזונתיים, פלבנואידים, ויטמינים ומינרלים חשובים כגון: אשלגן, סידן, מגנזיום, זרחן וברזל<sup>4</sup>, וישנן עדויות שגם העלים מכילים חומרים בעלי פעילות אנטי-חימצונית ואנטי סרטנית<sup>5</sup>. חלבון הקינואה הוא בעל ערך תזונתי גבוה ביותר ומכיל חומצות אמינו חיוניות, במיוחד לזין החסרה בדגניים ומתיונין החסרה בקטניות. בחלק מזני הקינואה, קליפת הזרע הינה בעלת תכולה גבוהה של ספונינים-גליקוזידים מרירים אשר עשויים להיות רעילים אם נצרכים בכמות גדולה- ועל כן יש להסירה בתהליך הפקת הזרעים לפני המאכל (ישנם גם זני קינואה בעלי תכולת ספונינים נמוכה<sup>6</sup>). זרעי קינואה אינם

מכילים גלוטן, ועל כן מתאימים גם לחולי צליאק כתחליף למוצרים שמקורם בחיטה, מה שהביא לפתוח של מוצרים חדשים על בסיס קינואה בתעשיית המזון כגון: קמח קינואה, דגני בוקר, קרקרים, לחמים ועוד<sup>1</sup>. הזינוק במודעות לקינואה במדינות המערב הביא לעלייה חדה בהיקפי הייצור ובמחיר הזרעים. מחיר זרעי קינואה בפרו בשנים 2014-2004 עלה דרמטית בשיעור של עד כ- 900%. יבול זרעי הקינואה במדינות בוליביה, פרו ואקוודור, היצרניות הגדולות בעולם, הסתכם בשנת 2015 ב- 230,000 טון, זאת לעומת 61,500 טון בלבד בשנת 2007 (נתונים - Faostat 2015). העלייה הדרמטית בביקוש למוצר הביאה לפתוח זנים חדשים המתאימים לאקלים אירופאי, וכיום ישנן מספר חברות המייצרות זרעי קינואה באירופה, בעיקר בהולנד, בלגיה, צרפת, שבדיה ואנגליה, כאשר סך ייצור הקינואה ביבשת זו עמד ב- 2015 על כ- 7,000 טון. למרות שהעלייה בהיקפי ייצור בדרום אמריקה ובמדינות אירופה הביאה לירידה משמעותית ברמת המחירים בשנתיים האחרונות, הם עדיין גבוהים בזכות המיתוג הבריאותי של המוצר (נתונים - Faostat 2015). ישראל מייבאת כל שנה מספר מאות טונות של זרעי קינואה במחיר של 2,200 דולר/טון, כאשר המחיר הוא לזרעים שעברו קילוף ושטיפה להוצאת המרירות (נתוני רשת מסחרית). בטווח מחירים כאלה ישנה הצדקה לבחינה של גידול קינואה בארץ. נוסף על כך, לשימוש משני בתוצרי הגידול למספוא (קמל וקש), במידה ויתאים להזנה של בקר, תהיה תרומה נוספת לכדאיות הכלכלית של הגידול. תוצאות מהשנה הקודמת הראו כי באבני איתן, יבול הגרגירים בקווים השונים נע בין 154-222 ק"ג/דונם במועד נובמבר, 428-635 ק"ג/דונם במועד ינואר ו- 103-228 ק"ג/דונם במועד אפריל. יבול הקש בקווים השונים נע בין 56-100 ק"ג ח"י/דונם במועד נובמבר, 322-417 ק"ג ח"י/דונם במועד ינואר ו- 217-307 ק"ג ח"י/דונם במועד אפריל. במרום גולן, במועד זריעת אפריל, יבול גרגירים נע בין 56-164 ק"ג/דונם ויבול הקש נע בין 149-700 ק"ג/דונם. דוגמא מייצגת מהקש שנאסף באבני איתן נשלחה לבדיקות מעבדה בחו"ל ונמצא כי אחוז החלבון בקש עומד על 10% והנעכלות במבחנה עמדה על 54%, נתונים גבוהים ביחס לקש חיטה.

## **מטרות המחקר:**

מטרת המחקר המרכזית היא לבחון ולפתח את צמח הקינואה כגידול שדה חדש ברמת הגולן לצורך שימוש כמזון עלית. מטרה נוספת היא לשפר ולגוון את מחזור הגידולים ולבחון את השימוש בתוצרי הלואי של הגידול להזנת בקר לצורך מקסום רווחי המגדלים. הצלחת הפרויקט תביא לפתוח ענף חדש שנמצא בעליה בעולם כולו ובעל פוטנציאל ייצוא, אשר יכול לספק פרנסה נוספת לחקלאי האזור ומזון בריא לתושבי רמת הגולן בפרט וישראל בכלל. הידע שיצטבר בפיתוח גידול חדש זה יוכל לענות על הצורך בהרחבה וחיזוק העיסוק החקלאי במגוון אזורים שונים ברמת הגולן, תוך הקטנת התחרות הפנימית של ענפי גידול חקלאיים קיימים על רקע פרויקט הגדלת הנחלות החקלאיות. הצלחה בגידול הקינואה תאפשר ייצור במגוון שטחים נרחבים ברמת הגולן, לאורך כל השנה, עבור צריכה ישירה של הגרעינים למאכל כמזון עלית בעל תכונות בריאותיות מוכחות. מלבד הצריכה הישירה של הגרעינים, יתאפשר גם פיתוח של תעשייה מקומית חדשנית ואיכותית לצרכי ייצור של מזון מקדם בריאות המבוסס על הקינואה כחומר גלם. בין המוצרים השונים של תעשייה פוטנציאלית זו ניתן למנות קמח, לחמים, קרקרים ודגני בוקר – כולם עשירים בחלבון מלא ונטולי גלוטן.

## **פירוט עיקרי הניסויים ותוצאות המחקר:**

חלקות הניסוי נזרעו במזרעה ידנית בשני מועדים חורפיים - נובמבר 2018 וינואר 2019 בשטחי חוות הניסיונות באבני איתן. לבחינת השפעת עומד הזריעה על יבול הגרגירים, נבחנו שני קוים מסחריים שונים אשר הראו את התוצאות הטובות ביותר בשנים הקודמות של המחקר (סומנו 3, 4E). כל קו נזרע בכל מועד ב- 4 חזרות בשטח של כ- 20 מ"ר כ"א, בערוגה באורך של 20 מ' וברוחב של 80 ס"מ. הזריעה התבצעה ב- 2 שורות בעומד מתוכנן

של 80 צמחים למ"ר, או ב- 4 שורות על ערוגה בעומד של 160 צמחים למ"ר, או ב- 6 שורות בעומד של 240 צמחים למ"ר, כאשר המרווח בין השורות עמד על 80, 27 או 16 ס"מ, בהתאמה. מבנה כל ניסוי (עומדים נובמבר, עומדים ינואר וקווי אקווינום החדשים) בלוקים באקראי. לצורך בחינת קווי קינואה נוספים, נזרעו בנוסף 3 קווי קינואה מצטיינים שטרם בחנו אותם בעבר. קווים אלה נבחרו כמצטיינים במסגרת תוכנית הטיפוח של חברת 'אקווינום' הישראלית מתוך קווי קינואה רבים מאוד שנבחנו ונמצאו בעלי יבול גבוה במיוחד [מסומנים (Eq121) 9E, (Eq1008) 8E, (Eq1007) 7E]] קווי קינואה אלה נזרעו במזרעה ידנית בארבע שורות על ערוגה בעומד מתוכנן של 160 צמחים למ"ר, 27 ס"מ בין השורות, בשני מועדי הזריעה החורפיים-נובמבר וינואר. כל קו נזרע ב- 4 חזרות של 10 מ"ר כ"א, מבנה הניסוי בלוקים באקראי. כל החלקות הונבטו בהמטרה לאחר הזריעה, 9 קוב/דונם. מעבר לכך, לא ניתנה כל השקיה נוספת. ריכוזי כמות המשקעים בחודשי הניסוי באבני איתן מוצג בטבלה 1 (נתוני השירות המטאורולוגי). כל החלקות דושנו ב 20 ק"ג אוראה (40 יחידות חנקן), אשר פוזרה באופן ידני בשטח או באמצעות מערכת ההשקיה. מעקב הגנת הצומח בוצע בחלקות השונות לאורך כל עונת הגידול. טיפול בעשביה – במהלך הגידול בוצע עישוב ידני אחד. לא ניתנו קוטלי עשבים. קציר לגרגירים בוצע באמצעות קומביין ניסיונות. הגרגירים נוקו מאבק ושאריות צמח, היבול הנקי נשקל וחושב יבול הגרגירים הממוצע לדונם. קש הקינואה שנותר לאחר פעולת הקומביין נקצר כ- 5 ס"מ מהקרקע באמצעות חרמש מוטורי ונאסף לשקים לצורך חישוב היבול ליחידת שטח. 3 דוגמאות מייצגות של הקש מהקו המצטיין 4E נלקחו לבדיקות הרכב ונעכלות לצורך בחינת שימוש משני כמספוא לבקר. לצורך אנליזות אלה, יובשו דוגמאות קש קינואה מקו זה בתנור מאורר בטמפרטורה של 60 מ"צ למשך 48 שעות. הדוגמאות היבשות נטחנו במטחנת פטישים מעל רשת בקוטר של 1 מ"מ ונשלחו למעבדת Dairyland Laboratories בארה"ב לבדיקות להרכב החומר הצמחי ונעכלות במבחנה. תכולת החומר האורגני בצמח נקבעה לאחר שריפת הדוגמאות בתנור בטמפרטורה של 600 מ"צ למשך 5 שעות. קביעת מקטע ריכוז דופן התא במזון, NDF בוצעה כמתואר ע"י Van-Soest et al., 1991.<sup>7</sup> בדיקת נעכלות במבחנה (כרס מלאכותית) של חומר יבש, חומר אורגני ודפנות התאים התבצעה לפי השיטה הדו שלבית כמתואר ע"י Terry Tilly, 1963 and ו-AOAC<sup>8,9</sup>.

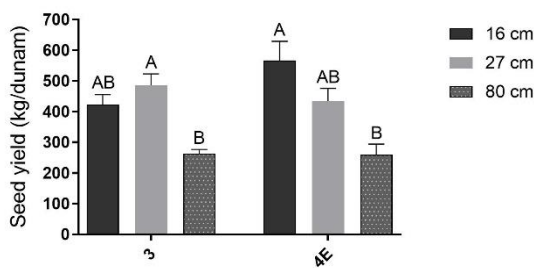
#### טבלה 1: כמות הגשם שירדה במהלך הניסוי בשנים 18-19.

חודש	כמות משקעים חודשית (מ"מ) אבני איתן
אוקטובר	8.6
נובמבר	11.3
דצמבר	51.8
ינואר	200
פברואר	135.7
מרץ	10.2
אפריל	44.6
מאי	9.8
יוני	1
סה"כ	473

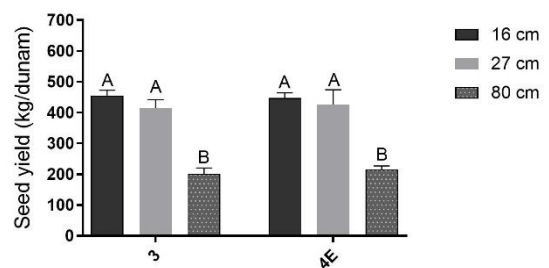
## השפעת עומד הזריעה על יבול הגרגירים

נביטת הזרעים החלה כשלושה-ארבעה ימים לאחר הזריעה. יש לציין כי העומד בפועל בקו 3 תאם בקירוב את העומד המתוכנן, יחד עם זאת העומד בקו 4E היה נמוך מהמתוכנן ועמד על כ- 70% בכל הטיפולים, זאת בשל אחוז נמוך יותר של נביטת הזרעים מקו זה. לא נצפו הבדלים במועד הפריחה בין הקווים השונים באותו מועד הזריעה. השפעת עומד הזריעה על יבול הגרגירים מובא באיור 1. ניתן לראות שבמועד זריעת נובמבר, יבול הגרגירים בשני הקווים בעומדי הזריעה השונים נע בין 260-566 ק"ג/דונם. יבול הגרגירים בקו 4E שנזרע בעומד הגבוה והיבול הגרגירים של קו 3 בעומד הבינוני היו גבוהים באופן מובהק מיבול שני קוים אלה שנזרעו בעומד הנמוך, אך הם לא נבדלו ביניהם או מיבול קו 3 בעומד הגבוה ומיבול קו 4E בעומד הבינוני (איור 1a). במועד זריעת ינואר, יבול הגרגירים בשני הקווים בעומדי הזריעה השונים נע בין 200-454 ק"ג/דונם, כאשר יבול הגרגירים בקווים 3 ו- 4E שנזרעו בעומד הגבוה ובעומד הבינוני היה גבוה באופן מובהק מיבול שני קוים אלה שנזרעו בעומד הנמוך (איור 1b).

(a) Plant density trial, seed yield - November 2018



(b) Plant density trial, seed yield - January 2019



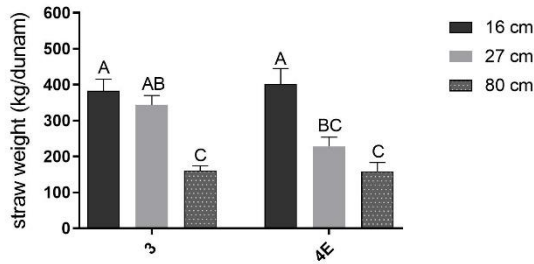
איור 1: השפעת עומד הזריעה על יבול הגרגירים בקווי הקינואה השונים באבני איתן בעונת 2018-19. הצמחים נזרעו בנובמבר 2018 (a) או בינואר 2019 (b). העמודות מייצגות ממוצעים  $\pm$  שגיאת התקן של יבול הגרגירים לאחר ניקוי מ- 4 חזרות בנות 20 מ"ר כל אחת. אותיות שונות מעל העמודות מראות על הבדל מובהק סטטיסטית ( $P < 0.05$ , Tukey-HSD).

## השפעת עומד הזריעה על יבול הקש

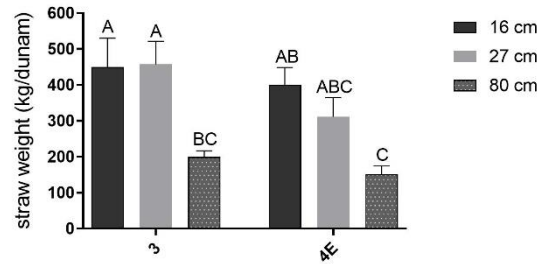
השפעת עומד הזריעה על יבול הקש מובא באיור 2. ניתן לראות שבמועד זריעת נובמבר, יבול הקש בשני הקווים נע בין 159-401 ק"ג ח"י/דונם. יבול הקש בקווים 3 ו- 4E שנזרעו בעומד הגבוה היה גבוה באופן מובהק מיבול הקש בשני הקוים האלה שנזרעו בעומד הנמוך ביותר ומיבול הקש בקו 4E בעומד הבינוני, אך לא נבדל מיבול הקש בקו 3 בעומד הבינוני (איור 2a).

במועד זריעת ינואר, יבול הקש בשני הקווים נע בין 151-457 ק"ג ח"י/דונם. יבול הקש בקו 3 שנזרע בעומד הגבוה והבינוני היה גבוה באופן מובהק מיבול בשני הקווים שנזרעו בעומד הנמוך ביותר. יבול הקש בקו 4E שנזרע בעומד הגבוה היה גבוה באופן מובהק רק מהיבול הקש בקו 4E שנזרע בעומד הנמוך ביותר (איור 2b).

(a) Plant density trial, straw - November 2018



(b) Plant density trial, straw - January 2019



איור 2: השפעת עומד הזריעה על יבול הקש בקווי הקינואה השונים באבני איתן בעונת 2018-19. הצמחים נזרעו בנובמבר 2018. או בינואר 2019. (b). העמודות מייצגות ממוצע  $\pm$  שגיאת התקן של יבול ח"י של הקש מ-4 חזרות בנות 20 מ"ר כל אחת. אותיות שונות מעל העמודות מראות על הבדל מובהק סטטיסטית (Tukey-HSD  $P < 0.05$ ).

### איכות תזונתית של קש הקינואה למעלי גרה

נתוני ההרכב הכימי והנעכלות במבחנה מסוכמים בטבלה 2. ראוי לציין כי אחוז החלבון בקש הקינואה מקו 4E ( $6.6 \pm 0.28$ ) גבוה באופן משמעותי ביחס לקש חיטה (4%-5%). כמו כן, אחוז נעכלות ח"י ווגטטיבי במבחנה מקו זה ( $57.4 \pm 1.20$ ) היה גבוה משמעותית ביחס לקש חיטה (40%-45%). שאר תוצאות מרכיבי הצמח של קש הקינואה הם בעלי ערכים דומים לקש חיטה.

### טבלה 2: ההרכב הכימי ונעכלות במבחנה של קש קינואה מקו 4E.

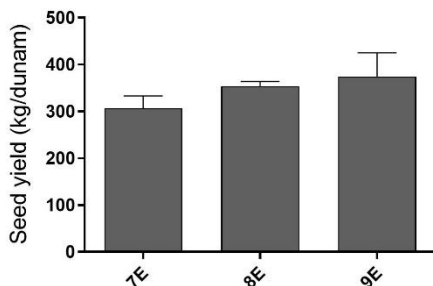
פרמטר	ממוצע	שגיאת תקן
חומר יבש (%)	91.3	0.48
אפר (%)	10.6	0.81
חלבון כללי (% בח"י)	6.59	0.28
NDF (% בח"י)	62.1	1.67
ADF (% בח"א)	41.7	0.44
ליגנין (% בח"י)	6.60	0.05
נעכלות NDF במבחנה (%)	31.8	2.47
נעכלות ח"י ווגטטיבי במבחנה (%)	57.4	2.05

### מבחן קווי קינואה חדשים

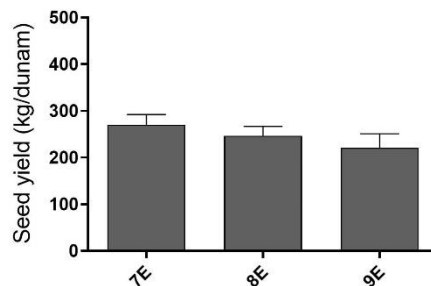
יבול הזרעים של 3 קווי קינואה מצטיינים (שטרם נבחנו בעבר) מובא באיור 3. במועד זריעת נובמבר, יבול הגרגירים בשלושת קווים אלה נע בין 306-374 ק"ג/דונם (איור 3a). במועד זריעת ינואר, יבול הגרגירים בשלושת קווים אלה נע בין 221-270 ק"ג/דונם (איור 3b). בשני מועדי הזריעה, לא נצפו הבדלים מובהקים ביבול בין הקווים השונים. במועד נובמבר, היבול בקו 7E היה נמוך באופן מובהק בהשוואה לקווי הקינואה 3

ו-4E (שנזרעו באותו העומד) ואילו היבול בקוים 8E ו-9E היה נמוך בהשוואה לקווי הקינואה 3 ו-4E, אך הבדל זה אינו מובהק (Tukey-HSD,  $p < 0.05$ ). במועד ינואר, היבול בקווי הקינואה החדשים היה נמוך באופן מובהק בהשוואה לקווי הקינואה 3 ו-4E (שנזרעו באותו העומד).

(a) Equinom accessions, seed yield - November 2018



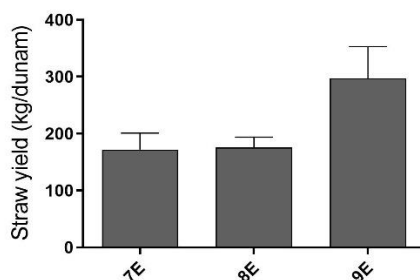
(b) Equinom accessions, seed yield - January 2019



איור 3: יבול הגרגירים בקווי הקינואה החדשים באבני איתן בעונת 2018-19. הצמחים נזרעו בנובמבר 2018 (a) או בינואר 2019 (b). העמודות מייצגות ממוצעים של הגרגירים לאחר ניקוי מ-4 חזרות בנות 10 מ"ר כל אחת  $\pm$  שגיאת התקן.

במועד זריעת נובמבר, יבול הקש היה מינורי ועל כן לא נשקל. במועד זריעת ינואר, יבול הקש בשלושת הקוים נע בין 171-296 ק"ג ח"י/דונם, כאשר לא נצפו הבדלים מובהקים ביבול זה בין הקוים השונים (איור 4).

Equinom accessions, straw yield - January 2019



איור 4: יבול הקש בקווי הקינואה החדשים באבני איתן בעונת 2018-19. הצמחים נזרעו בינואר 2019. העמודות מייצגות ממוצע  $\pm$  שגיאת התקן של יבול ח"י של הקש מ-4 חזרות בנות 10 מ"ר כל אחת.

## דיון

במחקר זה ערכנו ניסוי לבחינת פוטנציאל צמח הקינואה כגידול פלחה חורפי חדש. לשם כך, בחנו מספר קווי קינואה לשימוש עיקרי כמזון עלית, כלומר לייצור גרגירים למאכל אדם, ולשימוש משני בקש שנותר בשטח למספוא. מהנתונים שאספנו נראה, כי יבול הגרגירים בקוים ובתנאים שבדקנו במסגרת הניסוי שערכנו באבני איתן היה מעט נמוך יותר ביחס ליבול שהתקבל בשנת המחקר הקודמת, אך עדיין היבול בטיפולים המצטיינים גבוה מאוד ביחס ליבולים מסחריים בארצות הייצור העיקריות של הקינואה בעולם, כמו למשל בוליביה ופרו, שם נעים היבולים בשנים האחרונות בין 60-120 ק"ג/דונם (נתונים - FAO). היבולים שהתקבלו בניסוי זה גבוהים מאוד גם בהשוואה לנתוני יבול שהתקבלו בניסויים שנערכו בשנים האחרונות בגרמניה ובמרוקו, בהם

הגיע יבול הגרגירים המקסימלי ל- 243 ו- 300 ק"ג/דונם, בהתאמה <sup>10,11</sup>. נתונים אלה מעידים על פוטנציאל גבוה ביותר לגידול הקינואה בישראל למטרת ייצור גרגירים למאכל אדם.

מהתוצאות שקיבלנו, נראה כי בניגוד לתוצאות שהתקבלו בשנת המחקר הקודמת, לא היו הבדלים משמעותיים ביבול הגרגירים בין שני מועדי הזריעה החורפיים. עובדה זו מחזקת את השערתנו מהשנה שעברה כי הפחיתה ביבול במועד זריעת נובמבר 2017 ביחס למועד זריעת ינואר 2018 נבעה מאפקט מקומי של חלקת הגידול. כמוכן, נראה כי בדומה לתוצאות מהשנה הקודמת, לא נראו הבדלים משמעותיים ביבול הגרגירים והקש בין הקווים 3 ו- 4E. בנוסף, נראה כי זריעה בעומד גבוה או בינוני של 17 או 27 ס"מ בין השורות, בהתאמה, עדיפה על זריעה בעומד נמוך של 80 ס"מ בין השורות, בה יבול הגרגירים והקש היה נמוך בהרבה ביחס לזריעות הצפופות יותר. יש להדגיש כי מלבד ההשפעה על היבול, ייתכנו השפעות של העומד על פרמטרים אחרים. כך למשל, יש לקחת בחשבון כי בגידול קינואה לגרגירים, בזריעה בעומד גבוה טמון יתרון בהקטנת התחרות עם עשבים רעים. כמו כן, בזריעה בעומד גבוה קוטר הגבעול של הצמחים נמוך יחסית ועל כן ייתכן ויש לכך יתרון לשימוש בקש כמזון גס למספוא. יחד עם זאת, ישנו חסרון בזריעה בעומד גבוה מדי, בהיבט של האפשרות לקלטור בין השורות לצורך השמדת עשבי הבר. מכיוון שבוצע עישוב ידני בחלקה, לא ניתן היה לבדוק פרמטר זה. כמו כן, מחקרים הראו כי לעומד הזריעה יכול להשפיע גם על מבנה הצמח, משקל הזרעים, איכותם והרכבם הכימי <sup>12</sup>, ומעניין יהיה לבחון פרמטרים אלה גם בתנאי הארץ.

כמו כן, נראה כי בקווים אותם בדקנו בשנים הקודמות 3 ו- 4E יבול הגרגירים והקש גבוה באופן משמעותי מזה של הקווים החדשים שנבדקו (בעומד זריעה "סטנדרטי" של 27 ס"מ בין השורות), זאת בשני מועדי הזריעה. יחד עם זאת, מכיוון שקווים אלה נזרעו בחלקה צמודה לחלקת ניסוי העומדים, יש לקחת אפשרות שהיבול הנמוך יחסית בקווים החדשים נבע מאפקט מקומי של השטח בחוות הניסיונות. מכיוון שזו השנה הראשונה בה אנו בוחנים את עומד הזריעה ואת קווי הקינואה החדשים, יש לחזור שוב על בחינת פרמטרים אלה גם בשנה הבאה.

מבדיקות הרכב ונעכלות שערכנו נראה כי היתרונות של מרכיבי קש קינואה לעומת קש חיטה באים לידי ביטוי בעיקר באחוז החלבון והנעכלות של הח"י במבחנה. שילוב של יבול גבוה ותכולת חלבון ונעכלות גבוהים מעידים על פוטנציאל גבוה לשימוש בקש קינואה כמזון גס להזנת מעלי גירה. ניצול הקמל לאחר הקציר כמספוא למעלי גירה יכול להוות ערך מוסף שיגדיל את הרווח ליחידת שטח לחקלאי. בהמשך המחקר נבחן את שילובו של קש קינואה כמזון גס במנת פיטום של עגלים והשפעתו על ביצועים ויעילות ניצולת מזון יחסית להזנה בקש חיטה.

לסיכום, על פי הנתונים שנאספו בשנה השנייה לתוכנית המחקר בחלקות הניסוי השונות, נראה כי בגידול הקינואה בארץ טמון פוטנציאל כלכלי רב בגידול לגרגירים ושימוש בקש למספוא. הצלחה בביסוס של פרוטוקול גידול הקינואה יכולה להוסיף גידול חדש בעל תכונות בריאותיות מוכחות לסל גידולי השדה בארץ. מלבד הצריכה הישירה של הגרגירים, יתאפשר גם פיתוח של ייצור מזון מקדם בריאות המבוסס על הקינואה כחומר גלם עשיר בחלבון מלא ונטול גלוטן. לשם ביסוס התוצאות שהתקבלו בשנה זו של המחקר, יש לבחון בשנים הבאות את השפעתם של פרמטרים אגרוטכניים נוספים כגון עומדי זריעה נוספים ושיעורי השקיה ודישון בקווי קינואה שונים וכן לאתר חומר הדברה או לחלופין טכניקה אגרוטכנית מתאימה להדברת עשבים בקינואה. בנוסף, יש לבחון גם את גידול הקינואה בהיקפים גדולים יותר, חצי מסחריים, תוך שימוש במיכון (מתוכנן לשנה ג' של תוכנית מחקר זו). כמו כן, יש לתת את הדעת ולבחון גורמים נוספים במהלך שרשרת השיווק, כמו למשל תהליכי ניפוי, שיוף, שטיפה וייבוש הגרגירים אשר הינם הכרחיים לצורך שיווק התוצרת למאכל אדם.

1. Abugoch James, L. E. *Quinoa (Chenopodium quinoa Willd.): Composition, chemistry, nutritional, and functional properties. Advances in Food and Nutrition Research* **58**, (Elsevier Inc., 2009).
2. Adolf, V. I., Shabala, S., Andersen, M. N., Razzaghi, F. & Jacobsen, S. E. Varietal differences of quinoa's tolerance to saline conditions. *Plant Soil* **357**, 117–129 (2012).
3. Jacobsen, S.-E. The Worldwide Potential for Quinoa ( *Chenopodium quinoa* Willd.). *Food Rev. Int.* **19**, 167–177 (2003).
4. Hirose, Y., Fujita, T., Ishii, T. & Ueno, N. Antioxidative properties and flavonoid composition of *Chenopodium quinoa* seeds cultivated in Japan. *Food Chem.* **119**, 1300–1306 (2010).
5. Gawlik-Dziki, U. *et al.* Antioxidant and anticancer activities of *Chenopodium quinoa* leaves extracts - In vitro study. *Food Chem. Toxicol.* **57**, 154–160 (2013).
6. Miranda, M., Vega-galvez, A., Quispe-fuentes, I. & Rodriguez, M. J. Nutritional aspects of six Quinoa (*Chenopodium quinoa* willd.) Ecotypes from three geographical areas of Chile. *Chil. J. Agric. Res.* **72**, 175–181 (2013).
7. Van Soest, P. J., Robertson, J. B. & Lewis, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* **74**, 3583–97 (1991).
8. Tilley, J. M. A. & Terry, R. A. A two-stage technique for the invitro digestion of forage crops. *Grass Forage Sci.* **18**, 104–111 (1963).
9. Association of Official Analytical Chemists. & Helrich, K. *Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists.* (The Association, 1990).
10. Präger, A., Munz, S., Nkebiwe, P. M., Mast, B. & Graeff-hönninger, S. Yield and Quality Characteristics of Different Quinoa ( *Chenopodium quinoa* Willd .) Cultivars Grown under Field Conditions in Southwestern Germany. (2018). doi: 10.3390/agronomy8100197
11. Hirich, A., Choukr-Allah, R. & Jacobsen, S. E. Quinoa in Morocco - Effect of sowing dates on development and yield. *J. Agron. Crop Sci.* **200**, 371–377 (2014).
12. Eisa, S. S. *et al.* Quinoa in Egypt - Plant Density Effects on Seed Yield and Nutritional Quality in Marginal Regions. *Middle East J. Appl. Sci.* **8**, 515–522 (2018).