



גיליון מס' 75
ספטמבר-אוקטובר 2017
תשרי - חשון תשע"ח

נייר & תכלס

ירחון לנושאי גידולי שדה והנדסה בחקלאות



34

אטמי שמן

32

חסילה משותפת ב'

22

בחינת פוטנציאל
קינואה כגידול פלחה
חורפי חדש

18

פיתוח אריזות מזון
חכמות המבוססות
על חומרים ממקור טבעי

8

סיכום מבחני זנים
ארציים בחיטת לחם
עונת 2017

בחינת פוטנציאל צמח הקינואה כגידול פלחה חורפי חדש

אביב אשר וליאור רובינוביץ - מו"פ צפון.
אסף סדן - מיגל, היחידה העסקית.
מודי גלילי - מחלקת לגד"ש וירקות המכון למדעי הצמח במנהל המחקר החקלאי.

תקציר

הקינואה (*Chenopodium quinoa*) הוא צמח ממשפחת הירבוזיים אשר מקורו באזור הרי האנדים שבדרום אמריקה. לצמח עמידות גבוהה לתנאי יובש, קור ומליחות. גרגירי הקינואה הינם בעלי ערך תזונתי גבוה ביותר, נטולי גלוטן ועל כן קיבלו מעמד של 'מזון עלית'. מחירים הגבוה של הגרגירים יחד עם ביקוש הולך וגובר בארץ ובעולם, מצדיק את בחינת פוטנציאל גידול הקינואה בארץ. לשם כך, במהלך חורף 2016-17, ערכנו ניסוי שמטרתו לבחון את גידול הקינואה כגידול פלחה חורפי חדש, הן לייצור גרגירים למאכל אדם והן למספוא. שישה קווי קינואה שונים נזרעו באבני איתן בשלושה מועדי זריעה ונקצרו למספוא או לגרגירים בגילאים פנולוגיים שונים. בקצירים למספוא שבוצעו במועד הפריחה נמצא שיכול החומר היבש המרבי הגיע ל- 564 ק"ג/דונם במועד זריעת ינואר. קציר שני למספוא (שחת) בוצע כ- 30 ימים לאחר הפריחה, כאשר יכול החומר היבש המקסימלי עמד על 1,271 ק"ג/דונם באחוז חומר יבש של כ- 28%, גם כן במועד זריעת ינואר. במבחן טעימות בעגלים לפיטום נראה כי ישנה התכנות להזנת עגלים בשחת קינואה. יכול הגרגירים בקווים השונים עמד על 322-473, 401-563 ו- 182-243 ק"ג/דונם במועדי זריעת נובמבר, ינואר ופברואר, בהתאמה. יכולים אלה גבוהים במיוחד, גם ביחס לממוצע היכול העולמי המתואר בספרות. משקל הקש שנותר בשטח הגיע אף מעל ל- 900 ק"ג/דונם. לסיכום, מהנתונים שאספנו בניסוי זה ומתוך חישוב כלכלי שערכנו, נראה כי טמון פוטנציאל כלכלי רב לגידול קינואה בצפון ישראל, הן בגידול לגרגירים ושימוש בקש למספוא לבקר והן בגידול ישיר למספוא. נדרש מחקר נוסף ומקיף לביסוס תוצאות אלה, בדגש על גידול בהיקף חצי מסחרי. פיתוח פרוטוקול גידול לקינואה בארץ יוכל לספק פרנסה נוספת לחקלאים ומזון בעל תכונות בריאותיות מוכחות לתושבי ישראל.

מבוא

הקינואה (*Chenopodium quinoa*) הוא צמח ממשפחת הירבוזיים אשר מקורו באזור הרי האנדים שבדרום אמריקה שם שימש ומשמש כמקור

מזון חשוב במשך אלפי שנים¹. עמידותו לתנאים קיצוניים של רוח, קור, בצורת, ברד ומליחות² והשונות הגנטית הרבה בין זני הצמח השונים אפשרה את התאמתו לתנאי קרקע ואקלים מגוונים ברחבי העולם³. בשנים האחרונות נחשף העולם המערבי לאיכויותיו התזונתיות של צמח הקינואה. זרעי (גריגירי) הצמח הינם בעלי ערך תזונתי גבוה ביותר ועל כן קיבלו מעמד של 'מזון עלית'. הם אינם מכילים גלוטן, ועל כן מתאימים גם לחולי צליאק כתחליף למוצרים שמקורם בחיטה. חלבון הקינואה מכיל חומצות אמינו חיוניות, במיוחד ליזין החסרה בדגניים ומתיונין החסרה בקטניות. הגרגירים עשירים אף בתרכובות בעלות פעילות ביולוגית מועילה כמו למשל ויטמינים (ויטמין B2, ויטמין E) ומולקולות נוספות בעלות פעילות נוגדת חמצון⁴. חשוב לציין כי בחלק מזני הקינואה, קליפת הזרע מכילה ריכוז גבוה של ספונינים - תרכובות טוקסיות ומרירות המגינות על הצמח בפני מזיקים שונים. לכן, על פי הרגולציה הבינלאומית, יש צורך בעיבוד מכני הכולל שיוף, שטיפה וייבוש להסרת הספונינים מהגרגירים לאחר הקציר. חשוב לציין כי ישנם גם זני קינואה "מתוקים" בעלי תכולת ספונינים נמוכה⁵.

שוק הקינואה העולמי צומח בקצב מסחרר של כ- 30% בשנה, כאשר השחקניות המרכזיות בו הינן ארצות המקור, בוליביה ופרו, המייצאות כ- 80% מכלל היצוא העולמי, כאשר, ארץ היעד העיקרית הינה ארצות הברית המייבאת כ- 40% מכלל היבוא בעולם ולאחריה מדינות אירופה (מקור - ארגון הסחר הבינלאומי). בשנים האחרונות, כהמשך לשיעורי הצמיחה המרשימים של שוק זה, החלה מגמה הולכת וגוברת של מדינות נוספות המנסות לגדל את הקינואה בשטחן, כתחליף ליבוא, וכיום ישנן לא פחות מ- 95 מדינות המגדלות או מנסות לגדלה (<http://mercader.nl>). הגידול בביקוש למוצר הביא לעליות מחירים של מאות אחוזים, מגמה שנבלמה כאשר יצרנים רבים הבינו את הפוטנציאל והציפו את השוק בהיצע רב, שהביא לירידות מחירים בשלוש השנים האחרונות. עיקר שוק הקינואה מורכב מגרגירי הקינואה (85%), אך פלח שוק לא קטן מורכב ממוצרי המשך, דוגמת קמח קינואה, פתיתי קינואה, לחם, חטיפי בריאות, עוגיות, פסטות וכיוצא בזה, המשיאים

ושני קוים נוספים בתהליכי מסחור שהתקבלו מחברת 'אקווינום' סומנו 4E ו- 6E. הקינואה נזרעה במזרעה ידנית בשלושה מועדים שונים – נובמבר 2016, ינואר ופברואר 2017, בשטח כולל של כשני דונם בחוות הניסיונות באבני איתן, במבנה של חלקות מפוצלות כאשר הגורם העיקרי היה מועד הזריעה והגורם המשני היו הקווים. כל קו נזרע בכל מועד ב- 3 חזרות כאשר, כל חלקה באורך של 20 מ' וברוחב של 90 ס"מ, 4 פסי זריעה לערוגה, כ- 30 ס"מ בין פסי הזריעה (כ- 160 זרעים למ"ר). כל החלקות הונבטו בהמטרה בנפח של 20 קוב/דונם. בהמשך לא ניתנה השקיה נוספת, למעט השקייית עזר אחת של 70 קוב/דונם שניתנה לחלקות שנזרעו במועד פברואר. במהלך הגידול, כל החלקות קיבלו דישון אוראה ק"ג לדונם, אשר פוזרה ידנית בשטח. מעקב הגנת הצומח בוצע בחלקות השונות לאורך כל עונת הגידול. לא ניתנו ריסוסים כנגד מזיקים או מחלות למעט טיפול אחד כנגד כשותית שניתן לחלקה שנזרעה במועד פברואר, רידומיל 350 גרם/דונם. טיפול בעשביה - במהלך הגידול לא ניתנו קוטלי עשבים, בוצע עישוב ידני אחד. כמו כן, בפברואר 2017 נזרעה חלקת תצפית בהיקף קטן בחוות הניסיונות בעכו- שכללה זריעה של 3 קוים, כל קו נזרע בערוגה אחת באורך של 30 מ' בצפיפות זריעה דומה לזו באבני איתן. חלקות אלה הושקו בהמטרה לאחר הזריעה לסיוע בבטיטה, 30 קוב/דונם. ריכוז נתוני הגשם שירד בחודשי הניסוי באבני איתן ובעכו מופיע בטבלה 1 (נתונים – השירות המטאורולוגי).

טבלה 1: כמות הגשם שירדה במהלך הניסוי.

חודש	מ"מ גשם אבני איתן	מ"מ גשם עכו
נובמבר	13.7	7.6
דצמבר	206.4	261
ינואר	57.6	62.7
פברואר	21	69.2
מרץ	32.3	11
אפריל	12.7	6
מאי	0.4	0.2
סה"כ	344.1	417.7

כל חלקה נקצרה למספוא ידנית, פעמיים במהלך העונה, במועד הפריחה ו- 30-40 ימים לאחר הפריחה, כאשר כל קציר כלל דוגמה מייצגת בשטח של כ 1 מ"ר (בחוות עכו החלקה נקצרה פעם אחת 30 ימים לאחר הפריחה ונלקחו 3 דוגמאות מייצגות בשטח של כ- 1 מ"ר כל אחת). לאחר הקציר נשקל היכול הרטוב של כל החלקה. לקביעת אחוז החומר היבש בצמחים וחישוב היכול לדונם, נלקחה מכל דגימה דוגמה מייצגת שהועברה לייבוש בתנור מאוורר בטמפרטורה של 60 מעלות צלזיוס למשך 48 שעות. בסיום העונה שאר החלקות שנזרעו במועד ינואר ופברואר נקצרו לגרגירים באמצעות קומביין הניסיונות של ארגון עובדי הפלחה. לצורך מדידת יכול הגרגירים

את רווחי יצרניהם. קהלי היעד העיקריים שלה הינם צרכני המזון הבריא, האורגני, הצמחוני / טבעוני וכן צרכני המזון נטול הגלוטן. היקף שוק הקינואה בישראל נאמד בכ- 15 מיליון ₪ בשנה, כאשר כלל הקינואה מקורה ביבוא. ישראל נמנית על אחת מ- 15 היבואניות הגדולות בעולם, עם כ- 2%-1% מכלל היבוא בעולם (1,700-700 טון בשנה, נתוני הלמ"ס). מגמת המחירים בהם מיובאת הקינואה דומה למגמה אשר שררה בעולם, כאשר עד לשנת 2014 התרחשו עליות מחירים חדות ולמן שנה זו ניכרת ירידה, כאשר המחיר בשנת 2016 עמד על כ- 2.1 דולר/ק"ג. מלבד השימוש בקינואה למאכל אדם, גידול הצמח למספוא טומן בחובו ערך פוטנציאלי גבוה, הן מהבחינה הכלכלית והן מבחינת איכות המזון⁶⁷.

במחקר קודם שביצענו לצורך בחינת התכנות ראשונית לגידול הקינואה לגרגירים ולמספוא בישראל, זרענו במהלך יוני 2016 חמישה קווי קינואה מסחריים שונים בהיקף מצומצם על שטח של כחצי דונם במרום גולן (חשוב לציין כי הכוונה המרכזית היא לבחון את גידול את הקינואה בארץ כגידול חורפי, אך בתצפית זו גידלנו אותה בקיץ בצפון הגולן בכדי "להרוויח" עונת גידול)⁸. הצמחים התחילו לפרוח לאחר כ- 30 ימים מזריעה והגיעו לגובה של כ- 1.2 מ' כבר לאחר 40 ימים. בקציר הראשון למספוא (40 ימים מזריעה) נמצא שיכול החומר היבש (ח"י) הגיע עד ל- 411 ק"ג/דונם בתכולת חלבון ממוצעת של 21.3%, ואחוז נעילות ח"י צמח שלם במבחנה של 82.3%. בקציר שני למספוא (70 ימים מזריעה) היכול היבש הגיע עד ל- 1,132 ק"ג/דונם באחוז ח"י של כ- 28%. קציר לגרגירים בוצע כ- 100 ימים לאחר הזריעה, כאשר יכול הגרגירים בקווים השונים היה דומה לזה למתואר בספרות (200-350 ק"ג/דונם) ונע בין 280 ק"ג/דונם לבין 363 ק"ג/דונם בקווים שנתנו את היכול הנמוך והגבוה ביותר בהתאמה. בנוסף לכך, משקל הח"י בקש שנאסף בשטח לאחר הקציר הגיע ל- 261 ק"ג/דונם. בבדיקות הרכב תזונתי של הקש, נמצא כי אחוז החלבון הגיע עד ל- 7.4%, ערך גבוה מאוד ביחס לקש חיטה, העומד על פחות מ- 5%. כמו כן, אחוז נעילות ח"י במבחנה עמד על כ- 78%. בנוסף, בניסוי הזנת עגלים לפיטום ברפת פרטנית נמצא כי ישנה התכנות ראשונית להזנת עגלים בקש קינואה, ונראו הבדלים בצריכת קווי הקינואה השונים. נתונים אלה שאספנו, יחד עם הידע בספרות המדעית, הצביעו על הוכחת התכנות ראשונית לגידול הקינואה בישראל.

במחקר הנוכחי, זרענו במהלך חורף 17-2016 שישה קווי קינואה מסחריים שונים בשלושה מועדי זריעה שונים, בכדי לבחון את פוטנציאל גידול צמח הקינואה בארץ כגידול פלחה חורפי חדש, הן למאכל אדם והן למספוא.

חומרים ושיטות

החומר הצמחי בניסוי כלל: ארבעה קווים מסחריים שהתקבלו מחברת Wild Garden Seed, אורגון, ארה"ב סומנו 1- `Cherry Vanilla`; 2- `Red Head`; 3- `Mint Vanilla`; 5- `French Vanilla`

מובהק מהיבול בשני המועדים האחרים. יכול המספוא גדל בצורה משמעותית בקציר השני למספוא שבוצע כ- 30 ימים לאחר הפריחה ונע בין 1,231-871 ק"ג/דונם במועד נובמבר, 1,271-1,148 ק"ג/דונם במועד ינואר ו-1,015-860 ק"ג/דונם במועד פברואר (איור 1B). לא נמצאו הבדלים מובהקים בין הקווים בכל מועד זריעה, אבל בשני הקצירים היבול במועד ינואר היה גבוה יותר באופן מובהק משני המועדים האחרים. אחוז החומר בקציר השני היבש עמד על כ- 26-30% בקווים השונים כך שיייתכן וניתן יהיה לקצור את הקינואה במועד זה בצורה ישירה לבור התחמיץ (נברר נושא זה בהמשך המחקר). ראוי לציין כי במהלך חודש אפריל 2017 שררו תנאי שרב בחלקה וכי הצמחים הראו עמידות גבוהה לתנאי היובש, גם כאשר לא הושקו כלל במהלך הגידול (תמונה 1A).

קצירים לגרגירים בוצעו לאחר הבשלתם באופן ידני או באמצעות קומביין הניסיונות של ארגון מגדלי הפלחה- 167, 153 ו- 154 ימים לאחר הזריעה במועד זריעת נובמבר, ינואר ופברואר בהתאמה (תמונה 1B,C). יכול הגרגירים (לאחר דיש ופחת קומביין) בקווים השונים נע בין 473-322 ק"ג/דונם במועד נובמבר, 563-401 ק"ג/דונם במועד ינואר ובין- 243-182 ק"ג/דונם במועד פברואר, כאשר בקו 4E התקבל היבול הגבוה ביותר בכל מועדי הזריעה (איור 2A). לא נמצאו הבדלים מובהקים בין הקווים בכל מועד זריעה, וגם כאן יכול הגרגירים במועד זריעת ינואר היה גבוה באופן מובהק משני המועדים האחרים (מועד נובמבר היה גבוה באופן מובהק במועד פברואר). משקל הקש הכולל נע בין 918-458 ק"ג/דונם במועד נובמבר, 642-522 ק"ג/דונם במועד

בחלקת נובמבר כל המכבדים נקטפו ידנית והועברו לדיש בקומביין הניסיונות. הגרעינים נשקלו וחושב היבול הממוצע לדונם בהתחשב באחוז הפחת של הקומביין (חושב לפי 15%). קש הקינואה שנותר לאחר הורדת התפרחות/פעולת הקומביין נחתך כ- 5 ס"מ מהקרקע באמצעות חרמש מוטורי ונאסף לשקים לצורך הישוב היבול ליחידת שטח. עיבוד הנתונים ועריכת הגרפים נעשה בתוכנת אקסל 2013 והניתוח הסטטיסטי נעשה בתוכנת JMP 5.0, מודל דו גורמי (מועדי זריעה וקווים) במבחן Tukey HSD.

תוצאות

לצורך בחינת פוטנציאל גידול הקינואה לגרעינים ומספוא, זרענו במהלך חורף 2016-2017 שישה קווי קינואה שונים בהיקף של כשני דונם בשטחי הגידול של חוות הניסיונות באבני איתן. הצצה החלה כשלושה-ארבעה ימים לאחר הזריעה והצמחים התחילו לפרוח לאחר כ- 82, 105 ו- 62 ימים לאחר הזריעה במועד זריעת נובמבר, ינואר ופברואר בהתאמה. לא נצפו הבדלים במועד הפריחה בין הקווים השונים באותו מועד הזריעה. יכול המספוא של קווי הקינואה בשני מועדי הקציר מובא באיור 1. ניתן לראות מאיור 1 שיבול החומר היבש בתחילת הפריחה נע בין 228-130 ק"ג/דונם במועד זריעת נובמבר, בין 564-315 ק"ג/דונם במועד זריעת ינואר ובין 307-264 ק"ג/דונם במועד זריעת פברואר (איור 2A). אחוז החומר היבש בשלב פנולוגי זה עמד על 8-11% בקווים השונים. לא נמצאו הבדלים מובהקים בין הקווים בכל מועד, אבל היבול במועד זריעת ינואר היה גבוה באופן

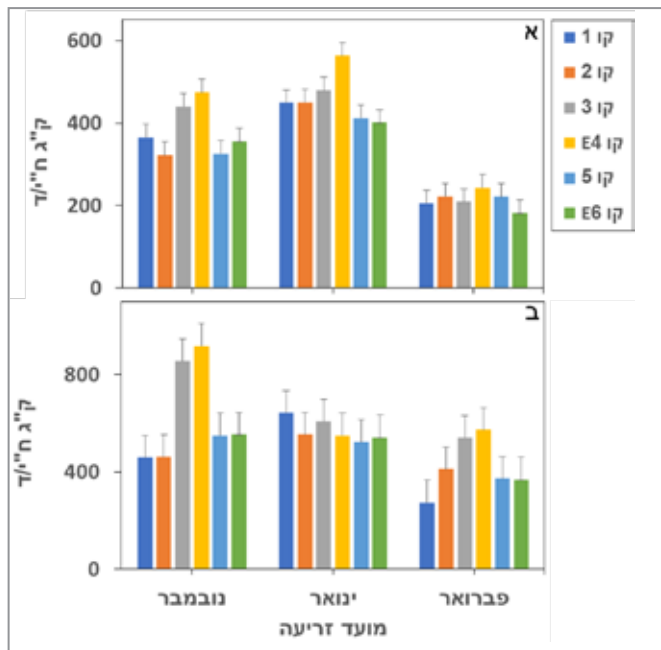


קציר מכני

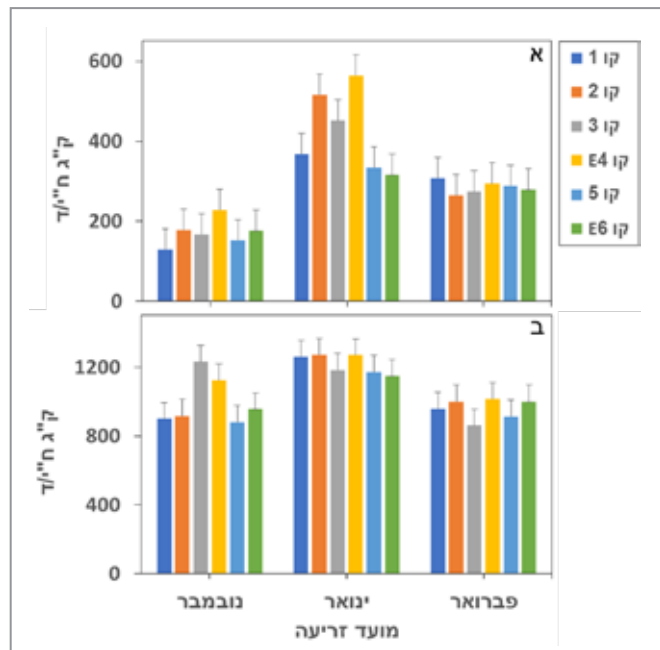
הבשלת הגרעינים

עמידות ליובש, ללא השקיה

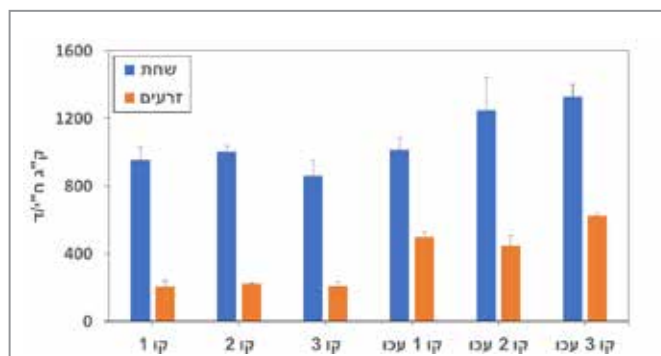
תמונה 1: חלקת הקינואה באבני איתן במהלך תקופת הגידול. A - החלקה שנורעה בינואר לאחר כ- 3 חודשי גידול. למעט השקיית עזר לנביטה, לחלקה זו לא ניתנה כל תוספת השקיה. B - מכברי הקינואה במועד הבשלת הגרעינים. C - קציר מכני של הקינואה באמצעות קומביין הניסיונות של ארגון עובדי הפלחה.



איור 2: יכול גרגירים (א) וקש (ב) בקצירי קינואה באבני איתן. צמחי הקינואה נקצרו ידנית או באמצעות קומביין הניסיונות. הגרגירים נאספו לשקים, נשקלו והיכול חושב לאחר החסרת אחוז הפחת הממוצע. הקש שנתר בשטח, הוקמל למשך מספר ימים ונאסף לשקים. כל עמודה מייצגת ממוצע של 3 חזרות עם שגיאת התקן.



איור 1: יכול מספוא של קווי קינואה באבני איתן. צמחי קינואה נזרעו בשלושה מועדים: נובמבר 2016, ינואר ופברואר 2017. א- יכול חומר יבש בתחילת פריחה, ב- יכול חומר יבש 30 ימים לאחר פריחה. כל עמודה מייצגת ממוצע עם שגיאת התקן שהתקבלה מ- 3 חזרות.



איור 3: יכול שחת וגרגירי קינואה בעכו. צמחי קינואה שלמים נקצרו ידנית לשחת 30 ימים לאחר הפריחה, יובשו בתנור ונשקלו לח"י. בסיום העונה הצמחים נקצרו ידנית לגרגירים והועברו לדיש באמצעות קומביין הניסיונות. הגרגירים נאספו לשקים, נשקלו והיכול חושב לאחר החסרת אחוז הפחת הממוצע בקומביין. כל עמודה מייצגת ממוצע של 3 חזרות עם שגיאת התקן.

דיון

במחקר זה ערכנו ניסוי לבחינת פוטנציאל צמח הקינואה כגידול פלחה חורפי חדש. לשם כך, בחנו מספר קווי קינואה לשימוש דו-תכליתי: 1. לייצור גרגירים למאכל אדם ושימוש בקש שנתר בשטח למספוא,

ינואר ובין- 274-572 ק"ג/דונם במועד פברואר, כאשר בקו 4E התקבל יכול הקש הגבוה ביותר במועדי זריעת נובמבר ופברואר ובקו 1 יכול הקש הגבוה ביותר במועד זריעת ינואר (איור 2). לא נמצאו הבדלים מובהקים בין הקווים בכל מועד זריעה, וגם כאן יכול הקש במועדים ינואר ונובמבר היה גבוה באופן מובהק ממועד פברואר.

בנוסף לניסיונות שבוצעו באבני איתן, נזרעה במועד פברואר חלקת תצפית נוספת בהיקף מצומצם בחוות הניסיונות בעכו. חלקה זו כללה שלושה קווים (1, 2 ו-3). בדומה לנעשה באבני איתן, החלקה נקצרה למספוא 30 ימים אחרי הפריחה ובסיום העונה (138 ימים מזריעה) שאר החלקה נקצרה לגרגירים. יכול המספוא והגרגירים של חלקת עכו מובא באיור 3. ניתן לראות מאיור 3 שיכולי המספוא בעכו היו גבוהים מאלה שהתקבלו במועד פברואר באבני איתן ועמדו על 1,015, 1,247 ו- 1,328 גרס"מ"ד, בקווים 1, 2 ו-3 בהתאמה. אחוז החומר היבש הגיע לכ- 28% המאפשר ככל הנראה קציר ישיר לתחמיץ. גם יכול הגרגירים בחלקה זו היה גבוה יותר מזה שהתקבל באבני איתן במועד זריעת פברואר ועמד על 502, 447 ו- 623 גרס"מ"ד, בקווים 1, 2 ו-3 בהתאמה (איור 3). לא נמצאו הבדלים מובהקים בין הקווים ביכול המספוא, לעומת זאת, יכול הגרגירים בקו 2 היה נמוך באופן מובהק מקו 3, ויכול הגרגירים בעכו היה גבוה באופן מובהק מזה שבאבני איתן. מצב זה יכול לנבוע מתנאי אקלים נוחים יותר הקיימים בחוות עכו.

מאחר ומחיר זה תנודתי יחסית על פני השנים האחרונות. עלות הזרעים התבססה על ההנחה לפיה יושת תשלום בכל זריעה. תשלום זה נלקח בהתבסס על אינדיקציה למחיר השוק וכמות הזרעים הדרושה לדונם כפי שהתקבלה מחברת אקווינום - \$140 לק"ג ולפי מקדם של 0.25 ק"ג זרעים לדונם. לפיכך, עלות הזרעים הינה 122.5 ₪ לדונם. כמו כן נלקחו בחשבון עלויות מים ויישום חומרי הדברה, למרות שלא נעשה בהם כמעט שימוש בניסוי זה (למעט מועד זריעת פברואר). כפי שניתן לראות, התחשיב השמרני מצביע על רווח גולמי (לפני הוצאות עיבוד ושיווק) של כ- 1,070 ₪ לדונם, נתון גבוה ביחס למוכר בגידולי פלחה. נטילת הנחות שמרניות קצת פחות לגבי היבול - 400 ק"ג לדונם המהווה נתון נמוך משהתקבל במחקר זה - ישמרו על רמת רווח דומה, גם במצב בו מחיר הקינואה העתידי ירד אל מתחת ל- 4.5 ₪ לק"ג.

טבלה 2: תחשיב כלכלי לגידול הקינואה בישראל.

מרכיב	סעיף	₪ לדונם	
הכנסות	גרגירים לפי 7000 ₪/טון	1,750	
	קש למספוא לפי 300 ₪/טון	75	
	סה"כ	1,825	
הוצאות	זרעים	123	
	מיכון	163	
	דישון	52	
	הדברה	26	
	מים	46	
	עבודה	68	
	דמי חכירה וארנונה	23	
	החזר הון	86	
	ריבית ושונות	68	
	בלתי צפוי מראש (15%)	98	
	סה"כ עלות בשדה	753	
	רווח גולמי	רווח לדונם לפני הוצאות עיבוד ושיווק	1,072

כפי שזכר קודם, קליפת גרגירי הקינואה מכיל ריכוז גבוה של ספונינים ועל כן יש להסירה לפני השיווק, כלומר המשמעות היא עלות כספית נוספת. יש לציין כי עלות עיבוד התוצרת להסרת הספונינים כלל אינה קיימת בתחשיב החיטה, ועל כן מורכבת להערכה מאחר ולא קיימים רפרנסים מתאימים בארץ. בבדיקה שערכנו, מצאנו כי עלות רכש מערך לעיבוד זרעי הקינואה בהספק של טון/שעה עומד על כ- 10-15 אלף דולר ללא משלוח ומכסים. לכך יש להוסיף עלויות נוספות כגון כוח אדם, הוצאות תפעול ופחת, אך להערכתנו, סך העלות לעניין זה לא תעלה על 200 ₪/טון. יחד עם עלויות נוספות כמו למשל שינוע ואריזה, סך עלות עיבוד הקינואה תעמוד על לא יותר מ- 400-300 ₪/טון, מה שישאיר בידי המגדל רווח נכבד, גם בהערכה שמרנית. להוזלת עלויות אלה יש לשקול בחינה עתידית של

2. לשימוש כמספוא לבקר כתוצר עיקרי. מהנתונים שאספנו נראה, כי יכול הגרגירים בקווים ובתנאים שבדקנו במסגרת הניסוי שערכנו באבני איתן יכול להגיע ל- 563 ק"ג לדונם. רמת יבול זו גבוהה מאוד ביחס למתואר בספרות (350-200 ק"ג לדונם) ואף גבוהה מהיבול שהתקבל בגידול הקיצי במרום גולן, שם נע היבול בין 280 ק"ג/דונם לבין 363 ק"ג לדונם בקווים שנתנו את היבול הנמוך והגבוה ביותר, בהתאמה. נתונים אלה מעידים על פוטנציאל גבוה ביותר לגידול הקינואה בישראל למטרת ייצור גרגירים למאכל אדם. מהתוצאות שקיבלנו, נראה כי מועד הזריעה המועדף לצורך גידול קינואה לגרעינים באבני איתן הוא ינואר. במועד זה אף היבול המינימלי שעמד על 401 ק"ג לדונם בקו 6E, היה גבוה מכל היבולים בכל הקווים במועדי זריעת נובמבר ופברואר, למעט בקווים 1-3 ו-4E שנזרעו בנובמבר. כמו כן, יבול הקש במועד זריעה זה היה גבוה ועמד על מעל 500 ק"ג לדונם בכל הקווים, על אף שהנתון הגבוה ביותר (מעל 900 ק"ג לדונם) התקבל במועד זריעת נובמבר בקו 4E. לעומת זאת, בזריעת פברואר באבני איתן, רמות יבול הגרגירים בקווים השונים היו נמוכות בהרבה משני מועדי הזריעה המוקדמים יותר. ייתכן והפחיתה ביבול נבעה בעקבות הטמפרטורות הגבוהות ששררו בתקופת החנטה של הזרעים. ישנן עדויות המצביעות על כך שטמפרטורות גבוהות בזמן הפריחה והחנטה יכולות לפגוע ביבול הקינואה, כמו גם בצמחים נוספים⁹. אפשרות נוספת היא שהפחיתה ביבול במועד זריעת פברואר ביחס למועדי הזריעה האחרים נבעה מאפקט מקומי של חלקת הגידול. הרמות הנמוכות של יבולי הקש והקינואה למספוא שהתקבלו במועד זריעה זה תומכים בהשערה זו. יש לציין כי באותו מועד הזריעה, התקבלו בעכו יבולים גבוהים, הן בגרגירים והן בקציר למספוא. מכיוון שלתוצאות אלה חשיבות גבוהה מאוד בקביעת כלכליות הגידול, יש לאשש אותן באמצעות חזרה על הניסוי שנה נוספת לפחות בחלקה אחרת.

לאור התוצאות הנ"ל ערכנו תחשיב כלכלי לבחינת כדאיות גידול חורפי של הקינואה לגרגירים בישראל. מאחר ואין נתונים קודמים לגבי עלויות גידול זה בישראל, התחשיב הכלכלי מסתמך על תחשיב גידול חיטה בעל (מוערכך ליוני 2017, באדיבותו של אבי סלומון, משרד החקלאות - שה"מ). יבול גרעיני הקינואה הממוצע שנלקח בחשבון הוא 300 ק"ג לדונם, המהווה הנחה שמרנית ביחס ליבול שהתקבל בחלקות השונות. כמו כן הונח כי יתהוו פחתים שלאחר הקציר בשיעור של כ- 15%, בהתאם למוכר מגידולים אחרים ובהתאם לגידול בהיקף מסחרי לעומת ההיקף הקטן של חלקות הניסוי. אי לכך, יבול הגרגירים נטו שנלקח לצורך התחשיב הינו כ- 250 ק"ג לדונם (טבלה 2). ההנחה בנוגע ליבול הקש למספוא הינה 250 ק"ג לדונם (פחות ממחצית הכמות שהתקבלה במועד זריעת ינואר). ההנחה בדבר מחיר זרעי הקינואה הסתמכה על צפי להמשך ירידת מחירים ביחס למצב הקיים וקביעתו על \$2 לק"ג ולפי שער דולר נמוך של 3.5, כלומר 7 ₪ לק"ג. ההנחה בנוגע למחיר קש הקינואה שמרנית אף היא - 300 ₪/טון - נמוך בהרבה ממחירי קש החיטה הנוכחיים העומדים על כ- 600 ₪ לטון,

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, נדרש מחקר נוסף למספר שנים נוספות, אשר יבחן את השפעתם של פרמטרים אגרוטכניים נוספים כגון עומדי זריעה ושיעורי דישון בקווי קינואה שונים, באזורים נוספים ברחבי הארץ. יש לבחון גם את גידול הקינואה בהיקפים גדולים יותר, חצי מסחריים, תוך שימוש במיכון. 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.

תודות

תודות למישה כצנלסון וצוותי חוות הניסיונות באבני איתן ובעכו על תפעול חלקת הניסוי, לשאול גרף על ייעוץ מקצועי ולצוות חברת אקווינום על אספקת הזרעים.

מייל כותב המאמר: liorr@migal.org.il

רשימת ספרות

- (1) Abugoch James, L. E. Quinoa (*Chenopodium Quinoa* Willd.): Composition, Chemistry, Nutritional, and Functional Properties, 1st ed.; Elsevier Inc., 2009; Vol. 58.
- (2) Jacobsen, S.-E. The Worldwide Potential for Quinoa (*Chenopodium Quinoa* Willd.). *Food Rev. Int.* 2003, 19 (1–2), 167–177.
- (3) Adolf, V. I.; Shabala, S.; Andersen, M. N.; Razzaghi, F.; Jacobsen, S. E. Varietal Differences of Quinoa's Tolerance to Saline Conditions. *Plant Soil* 2012, 357 (1), 117–129.
- (4) Aloisi, I.; Parrotta, L.; Ruiz, K. B.; Landi, C.; Bini, L.; Cai, G.; Biondi, S.; Del Duca, S. New Insight into Quinoa Seed Quality under Salinity: Changes in Proteomic and Amino Acid Profiles, Phenolic Content, and Antioxidant Activity of Protein Extracts. *Front. Plant Sci.* 2016, 7 (May), 1–21.
- (5) Fiallos-Jurado, J.; Pollier, J.; Moses, T.; Arendt, P.; Barriga-Medina, N.; Morillo, E.; Arahana, V.; de Lourdes Torres, M.; Goossens, A.; Leon-Reyes, A. Saponin Determination, Expression Analysis and Functional Characterization of Saponin Biosynthetic Genes in *Chenopodium Quinoa* Leaves. *Plant Sci.* 2016, 250, 188–197.
- (6) Ramos, N.; Cruz, A. M. Evaluation of Seven Seasonal Crops for Forage Production during the Dry Season in Cuba. 2002, 36 (3), 271–276.
- (7) Peiretti, P. G.; Gai, F.; Tassone, S. Fatty Acid Profile and Nutritive Value of Quinoa (*Chenopodium Quinoa* Willd.) Seeds and Plants at Different Growth Stages. *Anim. Feed Sci. Technol.* 2013, 183 (1–2), 56–61.
- (8) Asher, A.; Galili, S.; Rubinovitch, L. The Development of Quinoa (*Chenopodium Quinoa*) as a New Crop in Israel- Observation Summerly. *Nir vatelem* 2017, 71, 21–26.
- (9) Fuentes, F.; Bhargava, A. Morphological Analysis of Quinoa Germplasm Grown Under Lowland Desert Conditions. *J. Agron. Crop Sci.* 2011, 197 (2), 124–134.

זני קינואה "מתוקים", בעלי תכולת ספונינים נמוכה. תוצאות ניסוי זה יחד עם תוצאות המחקר הקודם בו בדקנו את נתוני ההרכב והנעכלות של צמח הקינואה⁸ מצביעות על כך שבנוסף לגידול הקינואה לגרגירים, קיימת גם התכנות לגידול הקינואה למספוא כתוצר עיקרי. עדות לכך הוא יכול החומר היבש כשחת אשר הגיע במספר קווים אף מעל ל- 1,250 ק"ג/דונם באבני איתן בזריעת ינואר, נתון גבוה ביחס לגידולי בעל אחרים כמו למשל חיטה. דוגמאות שחת מכלל הזנים הועברו לרפת בנוה יער והוגשו לעדר לצורך מבחן טעימות. באופן כללי, נמצא כי הבקר צרך את כל כמות שחת הקינואה, ללא הבדל בין הקווים כאשר יש לציין שעיקר המנה שבה הוון העדר בתקופה זו הכילה זבל עופות וקש חמניות. מתוך תצפית על התנהגות האכילה של הבקר בזמן שהוון בקש הקינואה, נראה היה שהפרות העדיפו לאכול את הענפים והעלווה ופחות את המכבדים אך לאחר מספר דקות גם המכבדים נאכלו. תופעה זו באה לידי ביטוי בכל קווי הקינואה. השערתנו הראשונית היא שיתכן ובשל הצטברות חומרים מרירים במכבדים המתפתחים (כגון ספונינים), אטרקטיביות הצמח לבקר עלולה להיות נמוכה ביחס למספוא מסוג אחר. על כן יש לערוך ניסוי הזנה השוואתי, בו תבחן שחת/תחמיץ הקינואה כמרכיב גם במנה אל מול מרכיב אחר, כמו למשל חיטה. כמו כן, יש לשקול בחינה עתידית של גידול קווי קינואה חדשים בעלי צימוח וגטטיבי נמרץ שאינם פורחים בתקופת החורף או לחלופין קווים בעלי תכולת ספונינים נמוכה. יש לציין שבניסוי הזנה פרטנית בקש קינואה שנערך בשנת 2016 בעגלים לפיטום בנווה יער⁸ לא הייתה כלל בעיית טעימות כפי שנצפתה בהזנה בשחת קינואה בשנה הנוכחית.

בהתחשב ברמות היבול הגבוהות שהתקבלו במחקר זה, נראה כי היקף גידול הקינואה הנדרש על מנת לספק את תצרוכת הגרגירים השנתית בישראל כפי שהינה כיום (כ- 1,500 טון/שנה), תחת ההנחה של יכול נטו בהיקף כ- 300-250 ק"ג לדונם, יכול לעמוד על כ- 5,000-6,000 דונם בלבד שה"כ ואף פחות בהנחה שהיבול לדונם יהיה גבוה יותר. יחד עם זאת, פיתוח תעשיות המשך חדשות, אשר יעשו שימוש בקינואה הבסיסית להכנת מוצרים נוספים דוגמת קמח, חטיפי בריאות, עוגיות וכן הלאה, יכול להביא לייצור ערך מוסף רב בגידול הקינואה וכתוצאה מכך לעלייה משמעותית בהיקפי הגידול לגרגירים תוך מספר שנים. עם זאת, מכיוון שבישראל ישנם מאות אלפי דונמים המשמשים למספוא חורפי, כאשר מדובר על גידול קינואה למטרה זו, היקפי הגידול יכולים להיות גבוהים בהרבה ולעמוד על עשרות אלפים רבים של דונמים, גם לאור יכול השחת הגבוה שהתקבל בחלקות השונות ובמועדים השונים. אי לכך, יש להמשיך ולהעמיק את בחינת הקינואה למטרה זו, תוך מתן דגש על בחינת השפעתה בהזנת בע"ח מסוגים שונים כמו למשל בקר לבשר, בקר לחלב, כבשים ועיזים.

לסיכום, נראה כי בגידול הקינואה בארץ טמון פוטנציאל כלכלי רב הן בגידול לגרגירים ושימוש בקש למספוא לבקר והן בגידול ישיר למספוא. הצלחה בביסוס של פרוטוקול גידול הינה חשובה ויכולה להוסיף גידול