

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

דוח עדכון 2018

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 2018

תקציר

הצגת הבעיה: הקינואה (*Chenopodium quinoa*) הוא צמח ממשפחת הירבוזיים אשר מקורו באזור הרי האנדים שבדרום אמריקה. בשנים האחרונות, נחשף העולם המערבי לאיכויותיו התזונתיות. זרעי הקינואה הינם בעלי ערך תזונתי גבוה ביותר ועשירים בחלבון, סיבים תזונתיים, פלבנואידים, ויטמינים ומינרלים חשובים. תכונות אלה הקנו לצמח הקינואה מעמד של 'מזון עלית'. ישראל מייבאת כל שנה מספר מאות טונות של זרעי קינואה במחיר של כ- 2,200 דולרוטון, כאשר המחיר הוא לזרעים שעברו קילוף ושטיפה להוצאת המרירות. 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.

שיטות העבודה: שישה קווי קינואה מסחריים נזרעו במזרעה ידנית בשלושה מועדים שונים - נובמבר 2017, ינואר ואפריל 2018 בשטחי חוות הניסיונות באבני איתן ובמרום גולן. כל החלקות הונבטו בהמטרה לאחר הזריעה ובהמשך הגידול הושקו לפי הצורך. קציר לגרעינים בוצע באמצעות קומביין ניסיונות, הגרעינים נשקלו וחושב היבול הממוצע לדונם. קש הקינואה שנוותר לאחר פעולת הקומביין נחתך כ- 5 ס"מ מהקרקע באמצעות חרמש מוטורי ונאסף לשקים לצורך חישוב היבול ליחידת שטח. בנוסף, נשלח הקש לבדיקות הרכב ונעכלות לצורך בחינת שימוש משני כמספוא לבקר.

תוצאות עיקריות: 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 ח"י/דונם. דוגמא מייצגת מהקש שנאסף באבני איתן נשלחה לבדיקות מעבדה בחו"ל ונמצא כי אחוז החלבון בקש עומד על כ- 10% והנעכלות במבחנה עמדה על כ- 54%, נתונים גבוהים ביחס לקש חיטה.

מסקנות והמלצות לגבי יישום התוצאות: מהתוצאות עד כאן, נראה כי בגידול הקינואה בארץ טמון פוטנציאל כלכלי רב. נראה שמועדי הזריעה החורפיים עדיפים על המועד האביבי וכי שני קווים - 3 ו- 4E, הם הקווים המובילים. שילוב של יבול גבוה ותכולת חלבון ונעכלות גבוהים מעידים על פוטנציאל גבוה לשימוש בקש הקינואה כמזון גס להזנת מעלי גירה. לשם ביסוס התוצאות יש לבחון את השפעתם של פרמטרים אגרוטכניים נוספים. כמו כן, יש לתת את הדעת על גורמים נוספים במהלך שרשרת הייצור, עליהם ניתן למנות קציר ממוכן בהיקפים מסחריים וכן תהליכי ניפוי, ליטוש ושטיפת הגרעינים, אשר הינם חיוניים לצורך שיווק התוצרת למאכל אדם.

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 של צמח הקינואה לתנאי סביבה קשים והשוניות הגנטית הרבה בין זני הצמח השונים אפשרה את אקלומו לתנאי קרקע ואקלים מגוונים ברחבי העולם². 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 ומליחות³.

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 וברזל⁴, וישנן עדויות שגם העלים מכילים חומרים בעלי פעילות אנטי-חימצונית ואנטי סרטנית⁵. חלבון הקינואה הוא בעל ערך תזונתי גבוה ביותר ומכיל חומצות אמינו חיוניות, במיוחד ליזין 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 נמוכה⁶). 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 ועוד¹.

הזינוק במודעות לקינואה במדינות המערב הביא לעלייה חדה בהיקפי הייצור ובמחיר הזרעים. מחיר זרעי קינואה בפרו בשנים 2004-2014 עלה דרמטית בשיעור של עד כ- 900%. יכול 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.

במהלך חורף 2016-17, ערכנו ניסוי שמטרתו לבחון את גידול הקינואה כגידול פלחה חורפי חדש, הן לייצור גרגירים למאכל אדם והן למספוא⁷. שישה קווי קינואה שונים נזרעו באבני איתן בשלושה מועדי זריעה ונקצרו למספוא או לגרגירים בגילאים פנולוגיים שונים. בקצירים למספוא שבוצעו במועד הפריחה נמצא שיבול החומר היבש המרבי הגיע ל- 563 ק"ג/דונם במועד זריעת ינואר. קציר שני למספוא (שחת) בוצע כ- 30 ימים לאחר הפריחה, כאשר יבול 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. יבול הגרגירים בקווים השונים עמד על 322-473, 401-563 ו- 182-243 ק"ג/דונם במועדי זריעת נובמבר, ינואר ופברואר, בהתאמה. יבולים אלה גבוהים במיוחד, גם ביחס למוצק היבול העולמי המתואר

בספרות. 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.

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 הלוואי 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 בשלושה מועדים שונים - נובמבר 2017, ינואר ואפריל 2018 בשטחי חוות הניסיונות באבני איתן ובמרום גולן (זריעת אפריל בלבד). נבחנו שישה קוים מסחריים שונים (סומנו 1, 2, 3, 4E, 5, 6E) כאשר כל קו נזרע בכל מועד ב- 4 חזרות בשטח של כ- 20 מ"ר כ"א, בערוגה 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). מבנה הניסוי חלקות מפוצלות. כל החלקות הונבטו בהמטרה לאחר הזריעה. בנוסף, לחלקות נובמבר וינואר באבני איתן ניתנה השקיה עזר אחת של 20 קוב לדונם. לחלקות אפריל באבני איתן ובמרום גולן ניתנה השקיה בכמות של כ- 300 ו-685 קוב/דונם, בהתאמה. ריכוז נתוני הגשם שירד בחודשי הניסוי באבני איתן ובמרום גולן מופיע בטבלה 1 (נתונים - השירות המטאורולוגי). כל החלקות קיבלו דישון אוראה, אשר פוזר ידנית 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.

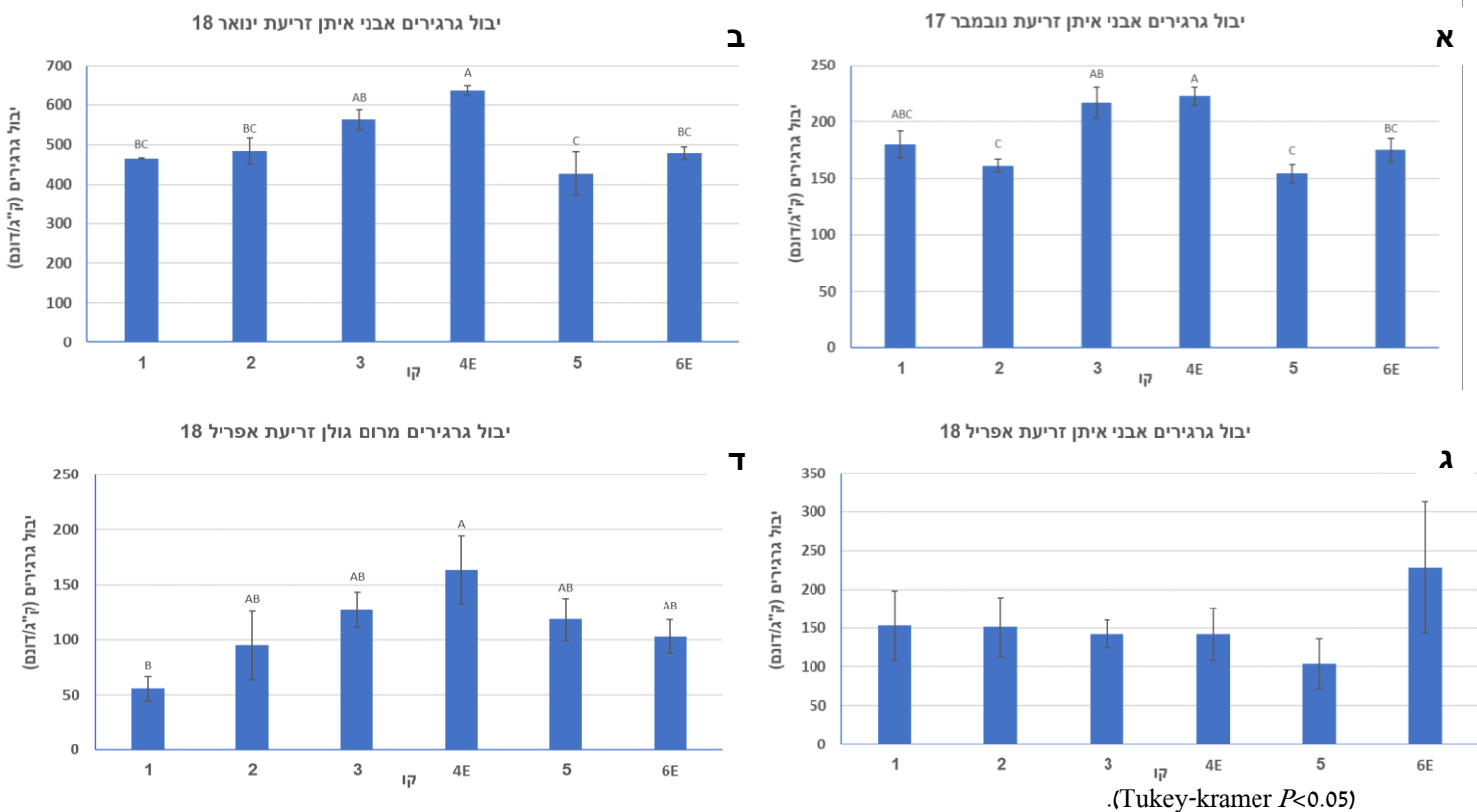
טבלה 1: כמות הגשם שירדה במהלך הניסוי בשנים 17-18.

חודש	כמות גשם חודשית (מ"מ) אבני איתן	כמות גשם חודשית (מ"מ) מרום גולן
אוקטובר	8.6	15.2
נובמבר	11.3	27.4
דצמבר	51.8	92.1
ינואר	200	311
פברואר	135.7	143.7
מרץ	10.2	22.6
אפריל	44.6	25.3

מאי	9.8	33.1
יוני	1	8.2
סה"כ	473	678.6

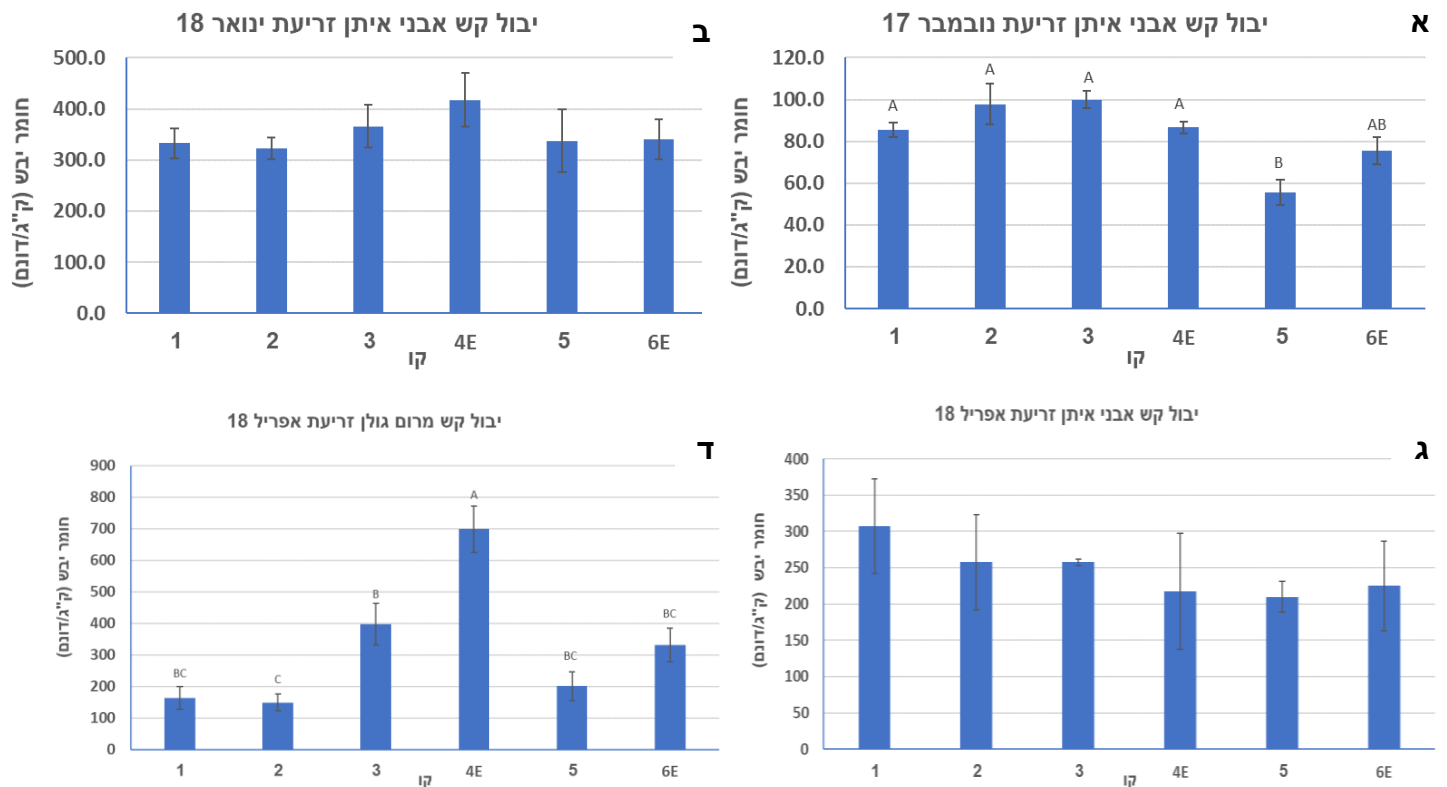
נביטת הזרעים החלה כשלושה-ארבעה ימים לאחר הזריעה. לא נצפו הבדלים במועד הפריחה בין הקווים השונים באותו מועד הזריעה. קציר לגרעינים בוצע באמצעות קומביין ניסיונות. הגרעינים נשקלו וחושב היבול הממוצע לדונם בהתחשב באחוז הפחת של הקומביין (חושב לפי 15%). יבול הגרגירים בקווים השונים באבני איתן, במועד זריעת נובמבר נע בין 154-222 ק"ג/דונם, כאשר היבול בקווים 4E ו-3 היה גבוה באופן מובהק מקווים 6E, 2 ו-5. יבול הגרגירים של קו 1 היה גבוה אף הוא, אך לא נבדל באופן מובהק מיתר הקווים (איור 1 א). במועד זריעת ינואר יבול הגרגירים בקווים השונים באבני איתן נע בין 428-635 ק"ג/דונם, כאשר היבול בקו 4E היה גבוה באופן מובהק מכל הקווים למעט קו 3. (איור 1 ב). במועד זריעת אפריל יבול הקווים באבני איתן נע בין 103-228 ק"ג/דונם, ללא הבדלים מובהקים בין הקווים (איור 1 ג). במרום גולן, במועד זריעת אפריל, יבול הגרגירים בקווים השונים נע בין 56-164 ק"ג/דונם, כאשר היבול בקו 4E היה הגבוה ביותר מכל הקווים, אך הבדלים אלה לא היו מובהקים, למעט בקו 1, בו התקבל היבול הנמוך ביותר (איור 1 ד).

איור 1: יבול הגרגירים בקווי הקינואה השונים באבני איתן ובמרום גולן בשנים 2017-18. העמודות מייצגות ממוצעים של יבול חיי של הגרגירים מ-4 חזרות בנות 20 מ"ר כל אחת ± שגיאת התקן. אותיות באנגלית מראות על הבדל מובהק סטטיסטית



קש הקינואה שנותר לאחר פעולת הקומביין נחתך כ-5 ס"מ מהקרקע באמצעות חרמש מוטורי ונאסף לשקים לצורך חישוב היבול ליחידת שטח. יבול הקש בקווים השונים באבני איתן, במועד זריעת נובמבר נע בין 56-100 ק"ג חיי/דונם, כאשר היבול בקו 3 היה הגבוה ביותר, אך ללא מובהקות סטטיסטית למעט ביחס לקו 5, בו יבול הקש היה הנמוך ביותר (איור 2 א).

נע בין 322-417 ק"ג ח"י/דונם, כאשר היבול בקו 4E היה הגבוה ביותר, יחד עם זאת, לא נמצאו הבדלים מובהקים בין הקווים (איור 2 ב). במועד זריעת אפריל יבול הקש בקווים באבני איתן נע בין 217-307 ק"ג ח"י/דונם, כאשר הפעם היבול בקו 1 היה הגבוה ביותר, גם כאן ללא הבדלים מובהקים בין הקווים (איור 2 ג). במרום גולן, במועד זריעת אפריל, יבול הקש בקווים השונים נע בין 149-700 ק"ג ח"י/דונם כאשר היבול בקו 4E היה הגבוה ביותר באופן מובהק מכל הקווים. גם בקו 3 יבול הקש היה גבוה ביחס לקווים האחרים, אך הבדל זה היה מובהק רק ביחס לקו 2, בו היבול היה הנמוך ביותר (איור 2 ד).



איור 2: יבול הקש בקווי הקינואה השונים באבני איתן ובמרום גולן בשנים 2017-18. העמודות מייצגות ממוצעים של יבול ח"י של הקש מ-4 חזרות בנות 20 מ"ר כל אחת \pm שגיאת התקן. אותיות באנגלית מראות על הבדל מובהק סטטיסטי (Tukey-kramer $P < 0.05$).

דגמא מייצגת מהקו המצטיין 4E נלקחה לבדיקות הרכב ונעכלות לתורך בחינת שימוש משני כמספוא לבקר. לצורך אנליזות אלה, יובשו דוגמאות של קש קינואה מקו 4E בתנור מאוורר 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.⁸ בדיקת נעכלות במבחנה (כרס מלאכותית) של חומר יבש, חומר אורגני ודפנות התאים התבצעה לפי השיטה הדו שלבית כמתואר ע"י Tilly Terry וה- AOAC^{9,10}. נתוני ההרכב הכימי והנעכלות במבחנה מסוכמים בטבלה 2. ראוי לציין כי אחוז החלבון בקש הקינואה מקו 4E (10.7 ± 0.40) גבוה פי שניים ויותר ביחס לקש חיטה (4%-5%). כמו כן, אחוז נעכלות ח"י ווגטיבי במבחנה מקו 4E (54.3 ± 1.20) היה גבוה ביחס לקש חיטה (40%-45%). שאר תוצאות מרכיבי הצמח ונעכלות דופן התא 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 (%)	7.88	0.13
אפר (%)	18.3	0.83
חלבון כללי (% בח"י)	10.7	0.40
NDF (% בח"י)	44.4	0.60
ADF (% בח"א)	36.1	1.06
ליגנין (% בח"י)	5.58	0.23
נעכלות NDF במבחנה (%)	26.9	1.13
נעכלות ח"י וגטיבי במבחנה (%)	54.3	1.20

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 גרעינים למאכל אדם, ולשימוש משני בקש שנוטר בשטח למספוא. מהנתונים שאספנו נראה, כי יבול הגרגירים בקווים ובתנאים שבדקנו במסגרת הניסוי שערכנו באבני איתן יכול להגיע ל- 635 ק"ג/דונם. רמת יבול זו גבוהה מאוד ביחס למתואר בספרות (200-350 ק"ג/דונם) ואף גבוהה מהיבול שהתקבל בגידול הקיצי במרום גולן בניסוי הקדמי שערכנו בשנת 2016, שם נע היבול בין 280 לבין 363 ק"ג/דונם בקווים שנתנו את היבול הנמוך והגבוה ביותר, בהתאמה. נתונים אלה מעידים על פוטנציאל גבוה ביותר לגידול הקינואה בישראל למטרת ייצור גרגירים למאכל אדם¹¹. מהתוצאות שקיבלנו, נראה כי מועד הזריעה המועדף לצורך גידול קינואה לגרעינים באבני איתן הוא ינואר. במועד זה אף היבול המינימלי שעמד על 428 ק"ג/דונם בקו 5, היה גבוה מכל היבולים בכל הקווים במועדי זריעת נובמבר ואפריל, הן באבני איתן והן במרום גולן. כמו כן, יבול הקש במועד זריעה זה היה גבוה ועמד על מעל 300 ק"ג ח"י/דונם בכל הקווים, וגם בפרמטר זה היה גבוה מכל היבולים בכל המועדים בשני אתרי הניסוי. בזריעות אפריל באבני איתן, רמות יבול הגרגירים בקווים השונים היו נמוכות באופן כללי ולא עלו על 164 ק"ג/דונם, למעט בקו 6E באבני איתן, בו הגיע יבול הגרגירים ל- 228 ק"ג/דונם, אך עם שגיאת תקן גדולה מאוד. ייתכן והפחיתה ביבול בזריעות אפריל ביחס למועד זריעת ינואר 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 נוספים¹². אפשרות נוספת היא שהפחיתה ביבול במועדי זריעת נובמבר ואפריל ביחס למועד זריעת ינואר נבעה מאפקט מקומי של חלקת הגידול. יש לציין כי גם בתנאים אלה, בהם התקבל יבול נמוך, בלט לטובה קו 4E. מלבד היתרון הישיר ברמות היבול כפי שנמצא בזריעת ינואר ביחס לזריעות האביביות, יש לקחת בחשבון כי בזריעה אביבית-גידול קיצי יש צורך בהשקיית הגידול, כלומר השקעה של משאב יקר הפוגע ברווחיות הגידול, זאת לעומת הגידול החורפי, בו ניתן להסתפק בהשקיה אפסית-מינימלית, גם בשנה של מיעוט גשמים.

חשוב לציין כי בחלקת הקינואה במרום גולן, נבטו זרעי ירבוז במקביל לקינואה, אשר עושבו באופן ידני במהלך העונה. בעתיד, במסגרת גידול בחלקות מסחריות בהיקף נרחב, עישוב מסוג זה לא יהיה ניתן לביצוע ועל כן יש למצוא בהקדם קוטל עשבים המתאים לקינואה, אתגר גדול כאשר יש להתמודד עם עשבים "רעים" מאותה משפחה בוטנית. דווקא במועדי הזריעה החורפיים באבני איתן, לא נצפתה נביטת ירבוז, אלא עשבים ממשפחות בוטניות שונות, כלומר ייתכן והסיכוי למציאת קוטל עשבים רלוונטי במועד זה הינו גבוה. זריעה במועד ינואר תאפשר גם הדברת עשבים נובטים טרום זריעה ולהקטין את בנק הזרעים בקרקע. נוסף על כך, מרווח של 30 ס"מ בין השורות יאפשר גם טיפול מכני נגד עשבים ע"י קילטור.

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 הקינואה 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 עד כה בחלקות הניסוי השונות בשנה זו ובשנה הקודמת⁷, נראה כי בגידול הקינואה בארץ טמון פוטנציאל כלכלי רב בגידול לגרגירים ושימוש בקש למספוא. נראה שמועדי הזריעה החורפיים עדיפים על המועד האביבי וכי שני קווים - 3 ו- 4E, הם הקווים המובילים. 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 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. 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 וצוות חוות הניסיונות באבני איתן ולאנשי מרום גולן על תפעול חלקת הניסוי, לשאול גרף על ייעוץ מקצועי ולצוות חברת אקווינום על אספקת הזרעים. תודה לקרן המדען הראשי של משרד החקלאות (תכנית מחקר 21-01-0018) ולאיוגוד עובדי הפלחה על הסיוע במימון המחקר.

כתובת מייל כותב הדיווח : liorr@migal.org.il

ביבליוגרפיה

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. Asher, A., Sadan, A., Galili, S. & Rubinovich, L. Potential evaluation of Quinoa (*Chenopodium quinoa*) as a new winter crop in Israel (in hebrew). *Nir vatelem* **75**, 22–28 (2017).
8. 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).
9. 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).
10. Association of Official Analytical Chemists. & Helrich, K. *Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists.* (The Association, 1990).
11. Asher, A., Galili, S. & Rubinovich, L. The development of Quinoa (*Chenopodium quinoa*) as a new crop in Israel- observation summery (in hebrew). *Nir vatelem* **71**, 21–26 (2017).
12. Fuentes, F. & Bhargava, A. Morphological Analysis of Quinoa Germplasm Grown Under Lowland Desert Conditions. *J. Agron. Crop Sci.* **197**, 124–134 (2011).