

מבחן קווי קינואה לגרגרים

החולה - חוות גד"ש, עונת 2019/20

איציק אברבנאל - שה"מ; ד"ר און רבינוביץ - מו"פ צפון; איתמר אהרוני - זרעי דליה; צוות חוות גד"ש צפון

תקציר

הקינואה היא צמח ממשפחת הירבוזיים, אשר מקורו באזור הרי האנדים שבדרום אמריקה. נראה כי ישנה הצדקה לבחינה של גידול זה בארץ, שייעודו גרגירים למאכל אדם וכן כמספוא. שילוב הקינואה במחזור הגידולים מחייב יצירת פרוטוקול גידול, ולשם כך, יש לחקור ולאסוף מידע ואף לספק פתרונות בכמה תחומים אגרוטכניים. מבחן קווים ראשוני זה בוצע בחוות גד"ש בעמק החולה, ובמסגרתו נבדקו 8 קווים. מטרת המבחן הייתה להשוות בין קווי קינואה חדשים במטרה לאתר את הקו המתאים ביותר לגידול בארץ. הקווים נקצרו בקומביין לניסויים, ונבדקו המדדים המקובלים בגידול. מרבית הקווים עברו את גובה ה-130 ס"מ ורבעו במידה בינונית, דבר שהקשה על הקציר. ביבול נראתה שונות גדולה מאוד. הכמות הממוצעת של היבול הסתכמה בכ-200 ק"ג לדונם במרבית הקווים והעומדים. היבול נשקל לאחר ניקוי הפסולת בנפות ייעודיות ולאחר קילוף וניקוי הספונינים, נלקחה דגימה למדידת אחוז החלבון.

מבוא

הקינואה (*Chenopodium quinoa*) הוא צמח ממשפחת הירבוזיים, אשר מקורו באזור הרי האנדים שבדרום אמריקה, שם שימש בעבר ומשמש עדיין כמקור מזון חשוב במשך אלפי שנים. זרעי הקינואה עשירים בחלבון, בסיבים תזונתיים, בפלבנואידים, בוויטמינים ובמינרלים חשובים, כגון: אשלגן, סידן, מגנזיום, זרחן וברזל. חלבון הקינואה מאיכות גבוהה ביותר, בהיותו מכיל מספר חומצות אמינו חיוניות, במיוחד לזין החסרה בדגניים, ובמתיונין החסרה בקטניות. זרעי הקינואה אינם מכילים גלוטן, ולכן מתאימים גם לחולי צליאק כתחליף למוצרים שמקורם בחיטה, דבר שהביא לפיתוח של מוצרים חדשים על בסיס קינואה בתעשיית המזון, כגון: קמח קינואה, דגני בוקר, קרקרים, לחמים ועוד. לישראל מיובאים מדי שנה מאות טונות של זרעי קינואה.

עמידותו של צמח הקינואה לתנאי סביבה קשים והשונות הגנטית הרבה בין הזנים השונים אפשרו את אקלומו לתנאי קרקע ואקלים מגוונים ברחבי העולם. בדרום אמריקה הקינואה גדלה החל מגובה פני הים ועד לגובה של 4,000 מטרים מעל פני הים, מתנאים סובטרופיים ועד לאקלים הקר שברמות הרי האנדים, שם הצמחים חשופים לתנאים קיצוניים של רוח, קור, בצורת, ברד ומליחות. מלבד השימוש של הצמח למאכל אדם, מסתמן כי הקינואה מתאימה גם לייצור מספוא באיכות גבוהה.

מטרת הניסוי

בדיקת התאמתם של קווי הקינואה הקיימים בארץ לגידול לגרגרים ובדיקת עומד צמחים מיטבי במספר קווים.

שיטות וחומרים

א. **מבנה המבחן:** מבנה המבחן הוא דו-גורמי (זן, עומדים), במתכונת בלוקים באקראי ב-6 חזרות. במבחן נכללו 8 קווים של קינואה (ראה טבלה 1), שנזרעו לעומד מתוכנן של כ-100 צמחים למ"ר.

- בנוסף, בחמישה זנים הוצבו חזרות נוספות של עומד צמחים גבוה יותר: 200 צמחים למ"ר ו-300 למ"ר ב-6 חזרות לכל עומד בכל זן.
- ב. התוצאות הוצגו באופנים שונים בתרשימים ובטבלאות. בחלק מהטבלאות יש תוספת של צבע בסולם גוונים, כשכחול כהה מציין יבול גבוה; ואדום - יבול נמוך.
- ג. ניתוח סטטיסטי לשונות נערך עפ"י Kramer & Tukey בחבילת תכנה JMP-7.0, למובהקות סטטיסטית של $P < 0.05$. אותיות שונות באותו הטור מצביעות על הבדל מובהק בין הטיפולים.
- ד. בכמה תרשימים מוצג הניתוח הסטטיסטי, ולחלקם מצורפת טבלה המבטאת זאת.

ה. קווים

טבלה 1: קווים במבחנים

שם הזן	שם מטבח	חברת טיפוח	יבואן זרעים	שנים במבחני זנים
3	אמריקאי	אמריקאית	זרעים דליה	1
33	גיל שלו	אקוינום	זרעים דליה	1
121	גיל שלו	אקוינום	זרעים דליה	1
155	גיל שלו	אקוינום	זרעים דליה	1
201	גיל שלו	אקוינום	זרעים דליה	1
217	גיל שלו	אקוינום	זרעים דליה	1
1007	גיל שלו	אקוינום	זרעים דליה	1
1009	גיל שלו	אקוינום	זרעים דליה	1

הערה: לגבי קו 3, הנתונים נמצאים בידי חברת "זרעים דליה" היבואנית.

ו. אגרוטכניקה

נבחרה חלקה במחזור שלחין באדמות שבצפון עמק החולה, בסמוך לקיבוץ נאות מרדכי. בוצע קלטור להשמדת עשביית חורף טרם הזריעה.

זריעה: בוצעה ב-6/2/2020 באמצעות מזרעה ייעודית לניסויים, תוך הקצאת כמות זרעים נתונה, השקולה מראש עבור כל חלקה ולאורך מרחק קצוב. רוחב חלקה זרועה: 1.65 מ'; אורכה: כ-12 מ'; שטח החלקה: כ-18 מ"ר. בהמשך קולטר מעבר ברוחב של 2 מטרים בין החזרות, שהותיר חלקות שאורכן 10 מטרים.

תאריך הצצה: 15/2/2020

דישון חנקני: החלקה דושנה ב-6 יחידות חנקן ב-24/3/2020.

קציר: קציר לגרגרים בוצע בתאריך 23/7/2020 בקומביין ייעודי לניסויים, בעל שולחן ברוחב 1.65 מ'. שטח החלקה שנקצר היה כ-15 מ"ר. היבול מכל חזרה נאסף בשדה בשק. בחברת "זרעים דליה" נלקחו דוגמאות זרעים מכל החזרות שעברו ניקוי במזרה קטן להוצאת פסולת וזרעים ריקים. הדגימות נשקלו לפני הניקוי ולאחריו, כדי לקבל את אחוז הפסולת. בוצעו בדיקות איכות לאפיון גודל וחלבון.

בדיקות: הזנים והקווים נבדקו לרגישות למחלות, לרביצה, לגובה הקמה ולשפיכת גרגרים על ידי המדריכים במהלך עונת הגידול.

ז. מזג האוויר

השנה (2020) התחילה בגשמים מרובים בדרום וביובש בצפון. מתחילת דצמבר (2019) החלו לרדת גשמים בכמויות גדולות וברציפות בכל הארץ. בצפון הכמויות היו גדולות מאוד, ובחלקות רבות הצטברו מים על פני

הקרקע. רצף הגשמים, מספר ימי הגשם והטמפרטורות הנמוכות - גרמו לעיכוב בתאריך הזריעה שתוכנן לחודש ינואר. התארכות הגשמים עד מאי בצפון אפשרה את סיום הגידול בתנאים טובים.

טבלה 2: מספר ימי הגשם וכמויות הגשם כפי שנמדדו בתחנה המטאורולוגית בכפר בלום

חודש	אוקטובר	נובמבר	דצמבר	ינואר	פברואר	מרס	אפריל	מאי	סה"כ
מ"מ גשם	14	30	143	222	41	76	26	32	584
ימי גשם	2	2	12	17	10	9	5	4	61

בתאריך 8-9/5/2020 התרחש אירוע סערה עם רוחות עזות וגשם שגרמו לשבירת הגבעול בחלק מהצמחים.

תוצאות

1. טבלה 3 : תכונות הקווים במבחן

שם הקו	גובה קמה	נטייה לרביצה	גודל גרעין	אחוז חלבון
3	133	4.8	קטן	7.6
33	152	3.3	בינוני	7.6
121	137	3.5	קטן	8
155	138	1.6	גדול	8.8
201	143	3.8	קטן	8.4
217	135	1.5	גדול	9.3
1007	128	0.8	גדול מאוד	8.8
1009	157	3.8	קטן	7.9

לא נצפתה שפיכת גרגרים בקווים שהיו במבחן.

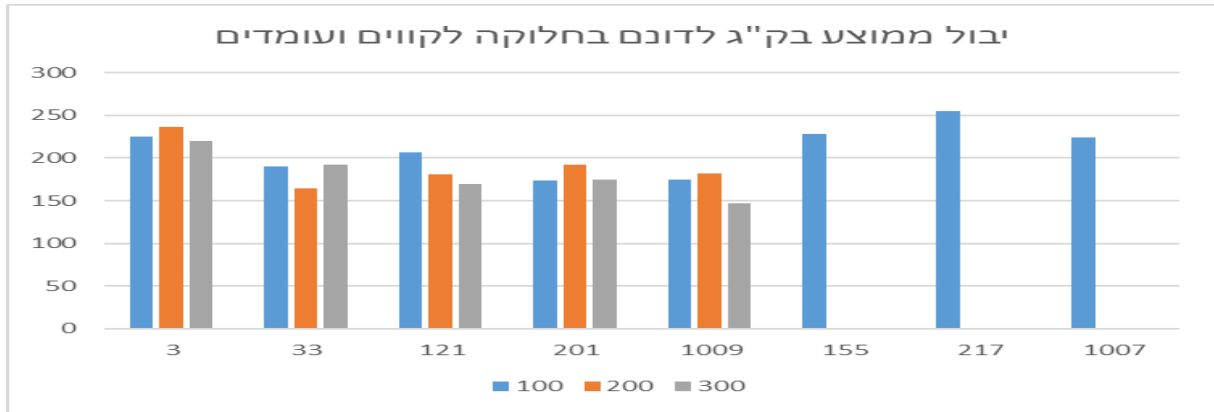
טבלה 4 : משקל היבול (ק"ג/דונם) בחלוקה לקווים, עומדים וחזרות, מהגבוה לנמוך בכל קו ועומד

קו	3	3	3	33	33	33	121	121	121	155	201	201	201	217	1007	1009	1009	1009
עומד מתוכנן	300	200	100	300	200	100	300	200	100	300	200	100	100	100	100	100	200	300
יבול בחזרות (מהגבוה לנמוך)	255	295	268	262	199	234	258	159	223	290	203	238	232	431	332	209	250	169
	251	275	252	226	177	227	231	228	197	279	196	234	231	263	277	203	191	167
	237	237	235	193	175	183	229	168	209	260	185	217	216	263	210	172	183	146
	233	234	200	163	172	165	212	153	159	201	172	160	169	228	199	165	172	145
	201	219	183	152	159	153	197	140	158	182	153	158	160	174	184	151	150	143
	177	158	183	148	101	160	160	149	137	160	134	148		170	145	149	148	112
ממוצע	225	236	220	191	164	192	214	177	170	228	174	192	201	255	224	175	182	147
סטיית תקן	27.8	43.7	33.5	41.7	30.5	32.6	30.8	29.8	31.3	49.8	24.1	38.0	30.9	87.1	62.0	23.4	34.2	18.9

הערות:

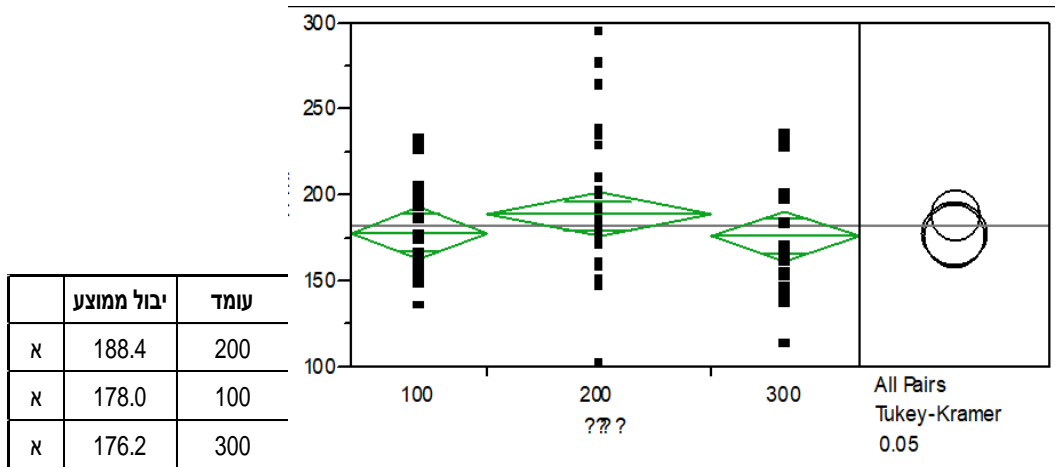
1. הצבעים בטבלה מציגים התפלגות: הכחול - יבול גבוה, והאדום - יבול נמוך, והם נועדו להבליט את פיזור התוצאות.
2. תאים ריקים מייצגים חזרות שבהן הייתה תקלה בזריעה, והיבול לא נאסף ונשקל.

תרשים 1: יבול ממוצע בחלוקה לקווים ולעומדים



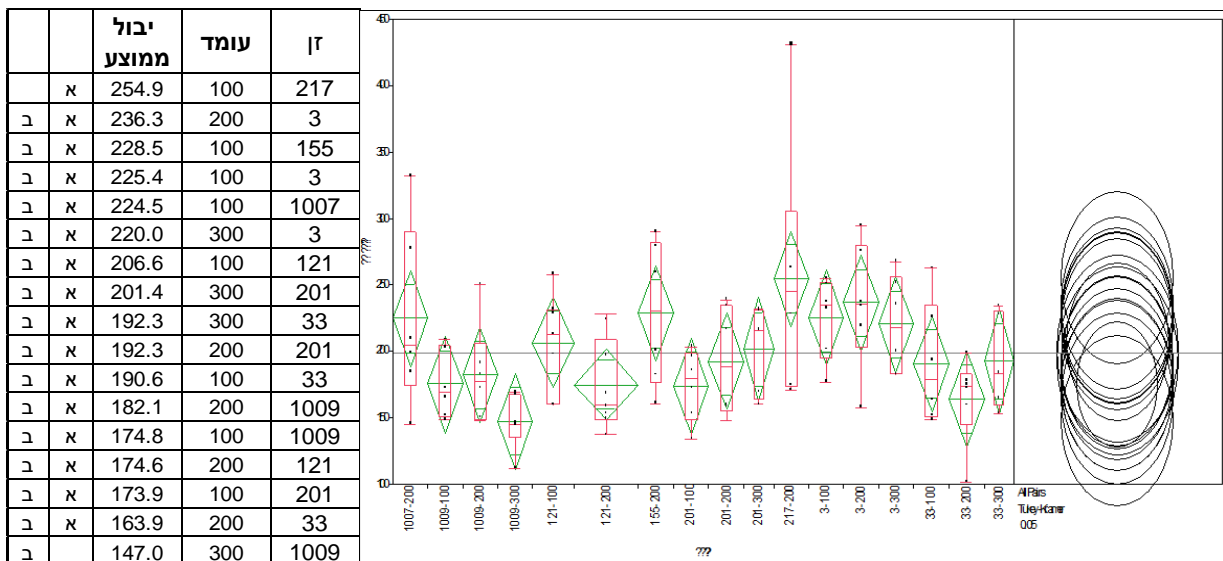
מהתרשים עולה כי לא הייתה מגמה בולטת המציינת עדיפות לעומד מסוים, מבין אלו שנבדקו. קו 3 הניב יבול גבוה משאר הקווים שנבדקו בעומדים השונים, הדומה ליבול הקווים 155 ו- 1007. הקו 217 הניב את היבול הגבוה מכולם.

תרשים 2, טבלה 4: בדיקת מובהקות עומדים



אין הבדל מובהק בין העומדים השונים. בכלם יש שונות גדולה מאוד של תוצאות.

תרשים 3: טבלה 5 מבחן מובהקות של תוצאות מבחן הקווים והעומדים



ניתן לראות שיש הבדל מובהק בודד בין קו 217 בעומד 100 לבין קו 1009 בעומד 300. ובין שאר הזנים, והעומדים השונים לא נמצאה מובהקות סטטיסטית.

מבחינת כלל הגורמים שהשפיעו על היבול במבחן, עולה כי ישנם גורמים שלא נלקחו בחשבון בשלבי הצבת המבחן, כמו השפעת השוליים, הריקים מצמחים, משני צדי המבחן על החזרות הקיצוניות. נמצא שכל החזרות הסמוכות לשוליים אלו הניבו יבול גבוה משאר החלקות.

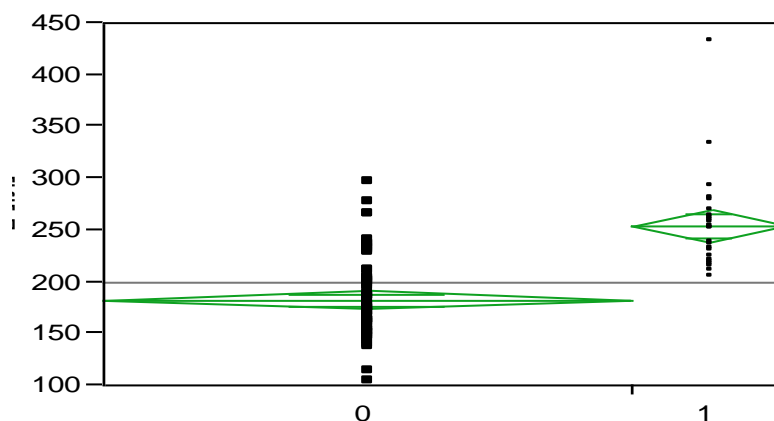
טבלה 6: יבול בק"ג בחזרות לפי מבנה המבחן בשטח

277	182	263	177	234	226	232	167	238	בלוק 6
250	172	203	153	149	160	233	275	252	
237	183	145	101	174	201	184	183	262	בלוק 5
234	160	165	153	140	237	200	229	228	
209	146	148	148	159	175	170	210	260	בלוק 4
231	201	137	134	148	153	158	231	268	
258	169	152	145	160	159	149	160	212	בלוק 3
431	295	235	177		112	191	196	223	
332	227	193	172		185	209	183	251	בלוק 2
290	263	199	143	151	158	197	197	219	
203	150	169	163	172	165	228	199	279	בלוק 1
216	217	172	168	158	159	183	234	255	
9	8	7	6	5	4	3	2	1	

הערות: הצבעים בטבלה מציגים חלוקה מיבול גבוה (כחול) ליבול נמוך (אדום) ונועדו להבליט את הפיזור של התוצאות. התאים הריקים מייצגים חזרות שבהן הייתה תקלה בזריעה והיבול לא נאסף ונשקל.

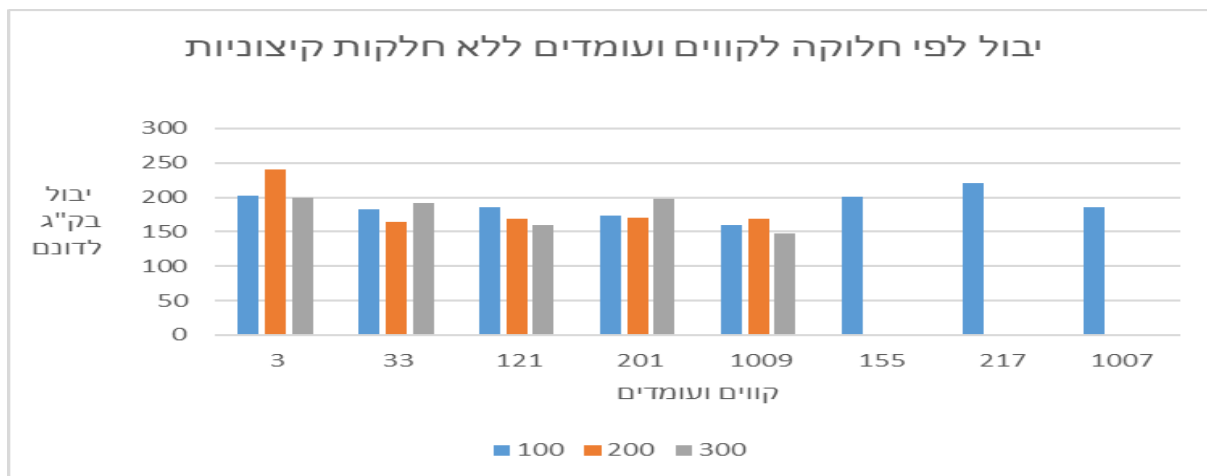
תוצאות חלוקה לקבוצות, חלקות שוליים מול חלקות מרכז.

תרשים 4: בדיקת הבדל בין קבוצות מרכז ושוליים



1 – קבוצת חלקות השוליים (24 חלקות), 2 – קבוצת חלקות המרכז (82 חלקות)
ניתן לראות שיש שתי קבוצות נפרדות במבחן בצורה מובהקת והן קבוצת חלקות השוליים מול קבוצת חלקות המרכז. מכיוון שקבוצת השוליים קטנה מידי לניתוח סטטיסטי, לא נערך ניתוח לתוצאות אלה.

תרשים 5: יבול לפי חלוקה לקווים ועומדים בק"ג ודונם ללא חלקות קיצוניות.

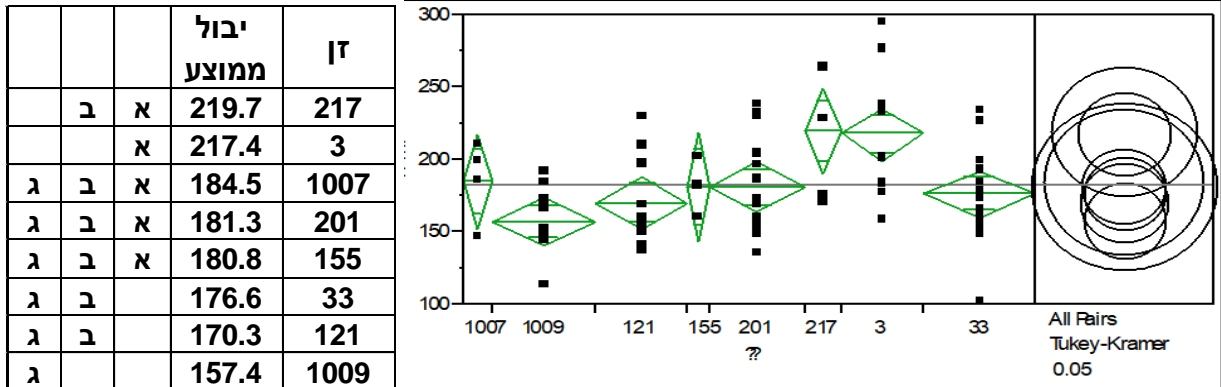


יש נתון נוסף שאספנו וראינו שיצא לא לפי התכנון והוא עומד הצמחים למ"ר. מאחר וראינו שאין הבדל מובהק בין העומדים השונים נמשיך בניתוח התוצאות למרות העומד בפועל שלא תאם את הרצוי ובהמשך ננסה לבדוק גם את הקשר בין מספר הצמחים בפועל ליבול.

טבלה 7: היבול (בק"ג/דונם) בחלוקה לקווים, עומדים וחזרות מהגבוה לנמוך בכל קו ועומד ללא החלקות הקיצוניות

זן	3	3	3	33	33	33	121	121	121	155	201	201	201	217	1007	1009	1009	1009
עומד מתוכנן	100	200	300	100	200	300	100	200	300	100	200	300	100	100	100	100	200	300
עומד בפועל	37	53	72	105	305	312	119	162	189	70	187	185	285	116	85	133	165	297
יבול בחזרות (מהגבוה לנמוך)	233	201	235	226	199	234	229	209	197	260	203	217	232	263	210	172	191	169
	177	177	163	193	177	183	160	158	168	201	196	160	231	263	199	165	183	167
			183	163	175	183	160	158	153	182	185	158	169	228	184	151	172	146
			183	152	172	165	159	149	140	160	172	148	160	174	145	149	150	145
									137			153		170			148	143
											134							112
ממוצע	203	240	200	183	164	192	186	169	159	201	174	170	198	220	185	159	169	147
סטיית תקן	23.0	47.1	21.2	28.6	30.5	32.6	28.9	23.3	21.9	37.0	24.1	27.1	33.6	40.8	24.4	9.7	17.4	18.9

תרשים 6, טבלה 8: יבול



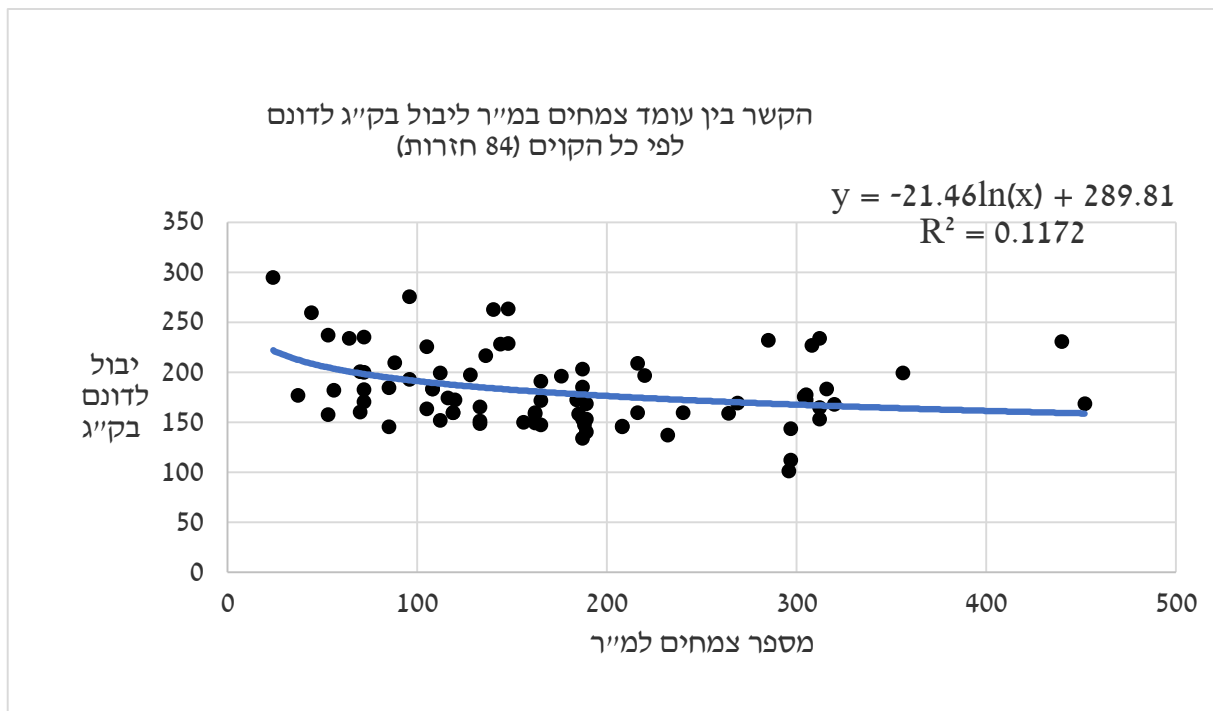
תוצאות ללא החלקות הקיצוניות

למרות השמטת החלקות הקיצוניות מהניתוח הסטטיסטי, ניתן להבחין בשונות גדולה של התוצאות של כל קו ובעומדים השונים (טבלה 7, תרשים 6). קו 217 הניב את היבול הממוצע הטוב למ"ר (טבלה 8). הקו השני שבוטל הוא 3.

בדיקת הקשר בין העומד בפועל ליבול.

לאחר הקציר נבדק עומד הצמחים בפועל בשטח ולהלן התוצאות שהתקבלו.

תרשים 7: קשר בין יבול בק"ג לדונם לעומד הצמחים



ניתן לראות מגמה של ירידה קלה ביבול עם העליה בעומד הצמחים.

דיון ומסקנות

מטרת מבחן זה הייתה להשוות בין קווי קינואה שונים ולבחון את השפעת עומד הצמחים על היבול. מרבית הקווים שנבחנו הינם של חברת אקווינום הישראלית, אך הם לא טופחו מלכתחילה לגידול בתנאי הארץ. מזג האוויר השנה היה גשום מאוד, ולכן הזריעה נדחתה בחודש בערך מהמתוכנן. כמויות הגשם במהלך הגידול וחלוקתם היו טובים, ולא נראה כי כמות המים היוותה מגבלה. הטמפרטורות היו יחסית נמוכות בתחילת הגידול, ורק בחודש אפריל, עם העלייה בטמפרטורות, ניכר צימוח וגטיבי נמרץ. הקינואה צמחה היטב, ומרבית הקווים הגיעו לשלב הפריחה כשהם זקופים. אירוע סערה עם רוחות עזות, המלוות בגשמים, כאשר עמודי התפרחת כבר נשאו זרעים, גרם לשבירת חלק מהצמחים. לא נצפתה שפיכת זרעים ברוב הזנים עד מועד הקציר.

העומדים הסופיים היו תוצאה של אחוזי נביטה שונים, ולא שיקפו את העומדים שאליהם כיוונו מלכתחילה. קו 3, שנזרע השנה בכמה מקומות בארץ, נמצא בעל היבול הגבוה ביותר בעומד של כ-50 צמחים למ"ר. בעומד של כ-70 צמחים למ"ר הניב קו 155 את היבול הגבוה ביותר; ובעומד של כ-116 צמחים למ"ר הניב הקו 217 את היבול הגבוה ביותר. שאר הקווים לא בלטו ביבולם, כשממוצע היבול בהם היה נמוך משלושת הקווים שהוזכרו לעיל. מהתוצאה שהצביעה על כך שבעומד נמוך מתקבל יבול רב יותר, עולה כי העומד הרצוי הוא 50-100 צמחים למ"ר, וייתכן שהוא תלוי בזן.

מבדיקת פיזור התוצאות נראה כי במרבית הקווים אין יציבות ביבול שהתקבל והוא משתנה בעשרות אחוזים באותו זן, בעומד זהה ובתנאי סביבה דומים.

הקווים המומלצים להמשך בדיקה בשנה נוספת הם: 3, 155 ו-217.

בעולם יש זנים נוספים, בעלי תכונות שונות, כמו גובה צמח, גודל זרעים וצבע הזרעים, ולכן מומלץ להרחיב את בחינת הזנים כדי להתאימם לתנאי הארץ. בהמשך ניתן אף לבדוק אם ישנם זנים בעלי אחוז חלבון הגבוה מזה שבזנים שנבחנו עד כה. בשנה הבאה ננסה לשלב במבחן קווים עם תכונות כאלו, למצוא דרך לבצע בדיקות ולפתח שיטות שבהן ניתן יהיה לתת ציונים גם לערכים אלו.

תודות

לצוות חוות גדי"ש צפון - על העמדת החלקה ועל העזרה בדרך.

לאיתמר אהרוני וצוות זרעים דליה על התמיכה הלוגיסטית והספקת הזרעים למבחן.

לזיו בינסקי וצוות קומביין הניסויים - על הקציר של המבחן.

לארגון עובדי פלחה - על מימון הניסוי.