



עבודת חקר בנושא:
**השפעת צפיפות הזריעה על נביטת וצמיחת
הצנונית**



מגישים: אדם וילן שרבקוב ועמית אפרת

בית ספר: ויצו נהלל.

כיתה: י"ב.

מורות מנחות: טלי רייפלד.

מרץ 2021

עמודים

תוכן העניינים:

1	דף שער
3-6	פרק א מבוא
6-9	פרק ב מערך החקר, כולל חומרים ושיטות
10-13	פרק ג תוצאות
14-15	פרק ד דיון ומסקנות
16	ביבולגרפיה
17-18	נספחים

מבוא:

בעבודתנו בחרנו לבדוק את השפעת צפיפות הזריעה על נביטת זרעי הצנונית וצמיחתו של הצמח. הצמח שבחרנו לעבוד איתו הוא צנונית, הצנונית הוא צמח שצומח בתנאים של שמש (סביבה מוארת) וצורך השקיה בינונית במהלך היום, זרעי הצנונית נובטים במהלך זמן קצר מאוד של 4-5 ימים וסיכוי לנבוט גבוהים מאוד ביחס לשאר הצמחים. (5)

הצנונית היא צמח אשר שורשיו ניתנים לאכילה וכאשר הצמח מתפתח שורשיו מבשילים לצבע ורוד סגלגל. הצנונית מבשילה בתוך 30 יום מרגע זריעתה וקלה מאוד לגידול. (4) בחרנו בצמח זה בגלל הקצב המהיר של התפתחותו ובגלל שניתן להבחין בתוצאות מהר מאוד. הזרעים הם המקשרים בין דור אחד של צמח לבין הדור הבא אחריו, בעובר שבזרע מצוי המידע התורשתי העובר מדור לדור לאחר נביטתו של הזרע בתנאים מתאימים יתפתח צמח חדש. הנביטה היא שלב חשוב מאוד במחזור חייו של הצמח מכיוון שמועד הנביטה ומקום הנביטה קובעים במידה רבה את סיכוייו של הנבט להתפתח לצמח בוגר לשרוד ולהעמיד צאצאי. המלאי המוגבל של חומרי התשמורת מחייב שהנבט יתבסס ויוכל לחיות חיים עצמאיים בטרם יאזלו מלאי חומרי התשמורת במהלך שנים רבות מאוד של אבולוציה התפתחו בצמחים מנגנונים לבקרה של מועד הנביטה והתאמתו לתנאי הסביבה מנגנונים אלה מבוססים על יכולת הזרע לחוש באותות סביבתיים המעידים על התנאים בסביבה כגון נוכחות מים מספר שעות האור וטיבו והטמפרטורה. (1)

ישנו הבדל בין נביטה וצמיחה: נביטה-הוא השלב שבו הצמח "מתעורר" מהתרדמה שלו כתוצאה ממים שהיו בסביבתו ופקעו את הקליפה שלו, הזרע משתמש בחומרי התשמורת שיש בו (אותם קיבל מצמח האם) בכדי להתחיל לנבוט. (4) צמיחה - תהליך זה מתחיל בשלב שהניצרון מגיע לפני הקרקע וצץ על פני הקרקע. מאותו רגע בו הנבט צץ על פני הקרקע, מתחיל להיווצר בכלורופלסט שבתאי העלים כלורופיל בהשפעת האור. ובהמשך, מולקולות הכלורופיל הן שקולטות את אנרגיית האור לייצור סוכרים כמקור אנרגיה, בתהליך הפוטוסינתזה. (5) עיכוב נביטה: תרדמה (אללופתיה) = מצב בו זרע חי איננו נובט, למרות שהוא שרוי בתנאים הנחשבים אופטימליים לנביטה, אבל הוא מסוגל לנבוט לאחר טיפול כלשהו - זהו מצב תרדמה. מצב תרדמה יכול להיגרם ע"י:

1. אי בשלות העובר.
2. אי חדירות (או חדירות נמוכה) של קליפת הזרע למים.
3. אי חדירות (או חדירות נמוכה) של קליפת הזרע לאוויר.
4. נוכחות חומרים מעכבי נביטה בזרע או בפרי.
5. נוכחות חומרים מעכבי נביטה בסביבת הזרע (בבית הגידול) - תופעה המכונה אללופתיה. (3)

גורמים והתנאים העיקריים המשפיעים על נביטה:

מים - השלב הראשון של הנביטה הוא תהליך של ספיגת מים. בזרע היבש ובקליפתו, יש חומרים חלבוניים סופחי מים שמסייעים בתהליך. ספיחת המים גורמת לתפיחה הזרע, מה שיוצר לחץ מכני חזק בסביבתו של

הזרע, וסודק את קליפת הזרע, ומפנה מקום בקרקע לשורשון הנובט (לחץ התפיחה הוא חזק דיו כדי לפוצץ אפילו בקבוק זכוכית). לאחר שגם תאי העובר קולטים כמות מים מספקת, מופעלים אנזימי נשימה ואנזימי עיכול המפרקים את מאגרי המזון באנדוספרם או בפסיגים (מאגרי המזון של הזרע/ חומרי התשמורת) כדי ליצור אנרגיה הדרושה לגדילתו. למים יש גם תפקיד חשוב בשטיפת חומרים מעכבי נביטה המצויים בזרע. בכל אופן, עודפי מים עלולים לגרום לריקבון הזרע כי הם יוצרים מחסור בחמצן.

הזרע גם צריך טמפרטורה מתאימה כדי להתפתח ולגדול על מנת שהניצרון יגיע לפני הקרקע. אם הטמפרטורה נמוכה מדי חילוף החומרים בתוך הזרע יהיה איטי מדי, דבר היכול לעקב את נביטת הניצרון והגעתו לפני הקרקע. מאידך, טמפרטורה גבוהה מדי יכולה לגרום ליבוש המים בסביבת הזרע, להקשות על התפתחותו (כתוצאה מעצירת ספיחת המים) וליבש אותו.

סוג הקרקע: אם הקרקע היא קרקע פוריה העשירה במינרלים ובמים הזרע יכול להתפתח טוב יותר. זאת בעזרת כך שהזרע יכול לקבל חומרים הדרושים להתפתחותו, כמו למשל, המינרלים העוברים אל הצמח דרך השורשים. המינרלים חשובים להתפתחות התאים, הגבעול ובעצם לתהליכים רבים החיוניים להתפתחות הצמח. סוג הקרקע יכתיב גם את המרקם שלו, מה שישפיע על גודל החללים ומכאן על מידת איורור הקרקע/ חמצן זמין.

חמצן - אחד הסימנים המוקדמים ל"התעוררות" העובר מתרדמתו הוא נשימה מהירה ונמרצת. תהליך הנשימה צורך חמצן ופולט פחמן דו חמצני, ולכן נוכחות אוויר בסביבת העובר הכרחית להתפתחותו, ובסופו של דבר לנביטתו. בהשוואה לכך, נוכחות רבה של פחמן דו חמצני בסביבת העובר תעכב ותאט את התפתחותו ומבקרים מסוימים אף תמנע את נביטתו. זרעים שהוטמנו בעומק רב מדי באדמה, או בקרקע רטובה למשעי יסבלו מחוסר חמצן שיעכב ולפעמים ימנע את התפתחותם.

טמפרטורה - לנביטת זרעים אופטימלית נדרשת טמפרטורה מיטבית, טמפרטורה זו דרושה לפעילות מיטבית של אנזימים הנדרשים לתהליכים השונים בזרע, כמו נשימה תאית, פרוק חומרי תשמורת, המתרחשים בעת הנביטה. בטמפרטורה מיטבית מתאימה שיעור הנביטה יהיה גדול יותר מאשר בטמפרטורה לא מתאימה או קיצונית.

בעבודת החקר שלנו בדקנו את ההשפעה של צפיפות הזריעה של זרעי הצנונית על נביטת הזרעים ואת הזרעים זרענו באדמה מאווררת ולחה ודאגנו לסביבה תואמת בכל אחת מהבדיקות, ותנאים שווים כמו, מים, עומק זריעה, שמש, לחות, טמפ'. (1,2,3)

הצנונית היא פשוטה מאוד לגידול. גידול צנונית מאפשר ליהנות הן מהפקעת והן מהעלים לאכילה. הצנונית היא הזן המוקטן של הצנון הגדול והמוכר, את זרעי הצנונית מומלץ לזרוע בסתיו או חורף. יש לבחור במקום שבו הצנונית נחשפת לשמש חלקית. במהלך כל תהליך הגידול יש לדאוג לגיזום העלים הנגועים והיבשים של הצנונית וכן לבצע חיפוי קרקע וניקוי מפני מזיקים.

את הצנונית רצוי לזרע במרחקים של לא פחות מ-5 ס"מ ובעומק של סנטימטר אחד. כדאי שלא לכסות את הזרע יתר על המידה. זרע הצנונית זקוק לקרקע לחה ולחיפוי קרקע בכדי לנבוט. אחוזי הנביטה בצנונית הם

גבוהים למדי והנביטה מתרחשת בין יומיים לחמישה ימים מרגע הזריעה. יש להקפיד על השקייה בכמות סבירה של מים.

גם קצב הגדילה של הצנונית הוא מהיר וכחודש וחצי לאחר שתילת הצנונית, ניתן יהיה להבחין בפרחים קטנים ולבנים. האבקה בצנונית מתבצעת ע"י דבורים.

שורש הצנונית, המשמש גם הוא לאכילה, ניתן לשלוף מן האדמה לאחר 30 ימים לכל הפחות. לעיתים יהיה צורך להמתין זמן מה נוסף, זאת בהתאם לתנאי ההשקייה והחשיפה לשמש שבוצעו בצנונית. (4)



שאלת החקר בעבודתנו: מהי השפעת צפיפות הזריעה על נביטת וצמיחת זרעי הצנונית?.

השערה ובסיס ביולוגי: ההשערה שלנו היא שככל שהצפיפות זריעה תעלה כך אחוזי נביטת הצנונית יקטנו ובכך גם התפתחותו וצמיחתו של הצמח עקב הנושא של "תחרות על משאבים" שיתקיים בין הזרעים שזרענו אחד סמוך לשני ובהמשך, בין הנבטים והצמחים המתפתחים. המאבק על המשאבים יגרום לזרעים מסוימים לנבוט ובהמשך לנבט לגדול יותר ולהתפתח מהר וחזק יותר ולאחרים לא כי המים אשר "מעירים" את הזרע ומעודדים את הנביטה והמשאבים האחרים בקרקע, כמו: חמצן ומינרלים, לא יגיעו לזרעים מסוימים.

מערך החקר, כולל חומרים ושיטות:

שאלת חקר: מה הקשר בין צפיפות הזריעה לנביטת זרעי הצנונית?

תיאור מהלך הניסוי:

ב-2.2.2019 בתוך חממה במשק החקלאי בנהלל לקחנו 25 עציצים של חצי ליטר ומילאנו אותם באדמה מאווררת לחה ורטובה (מדושנת).

הזמנו כ-330 זרעי צנונית .

לקחנו 5 עציצים לכל טיפול של הניסוי , וביצענו 5 טיפולים: צפיפויות/אומדי זריעה.

בקבוצת טיפול 1 (א) זרענו זרע אחד לעציץ . בשניה (ב) זרענו 5 זרעים לעציץ , בשלישית (ג) זרענו

10 לעציץ ברביעית (ד) 20 זרעים לעציץ ובחמישית (ה) זרענו 30 לעציץ . (עשינו 5 טיפולים של

הניסוי) את כל הזרעים זרענו בעומק של כ-5 ס"מ מן פני השטח.

כל טיפול סומן באות אחרת מהאלפבית וכל חזרה של הטיפולים סומנה במספר אחר:

1ה	1ד	1ג	1ב	1א
2ה	2ד	2ג	2ב	2א
3ה	3ד	3ג	3ב	3א
4ה	4ד	4ג	4ב	4א
5ה	5ד	5ג	5ב	5א



השקנו את העציצים פעם ביום בכמות בינונית (250 מ"ל) לעציץ.

והעציצים הונחו בסביבה מוארת (חממה)

קבוצת הטיפול הראשונה שימשה אותנו כבקרה על הניסוי וכיצד יגדל הזרע ללא צפיפות.

שלב בניסוי:	תאריך
העמדת הניסוי	2.2.2019
התצפית הראשונה	11.2.2019
התצפית השנייה	13.3.2019
התצפית השלישית והאחרונה	10.4.2019

האורגניזמים: זרעי צנונית

הצנונית היא ירק ממשפחת המצליבים שהוא זן של צנון גינה, הצנונית מאופיינת בכך שהיא קלה מאוד לגידול ומבשילה תוך 30 ימים מגידולה.

המשתנה התלוי בניסוי שלנו הוא אחוז זרעי הצנונית שנבטו מס' הצנוניות וגודלן (קוטר ומשקל).
המשתנה הבלתי תלוי בניסוי הוא צפיפות הזריעה ששונתה על ידי שינוי כמות הזרעים שנזרעו בכל עציץ (1,5,10,20,30- זרעים לעציץ) וקבוצות אלו נבחרו כדי שיתקיימו קבוצות טיפול בתחומי צפיפות הכוללים את הצפיפות האופטימלית וצפיפויות גבוהות וקטנות ממנה לבקרה.

הגורמים הקבועים בניסוי הם: טמפרטורה, חומציות, מצע גידול, עוצמת אור/קרינה, אופן ההשקיה וכמויות מינרלים בקרקע/ דישון.

הגורם	איך נשמר קבוע
טמפרטורה	הניסוי בוצע בחממה
PH-חומציות	השתמשנו באדמה מאותו מקור עם השקיה ממאגר משותף.
מצע גידול	השתמשנו באדמה מאותו מקור
עוצמת אור/קרינה	הניסוי בוצע בחממה שוויסתה את האור באותה כמות לכל האורגניזמים בניסוי.
אופן ההשקיה	טפטפות שמשקות בכמות ובזמנים קבועים
כמויות מינרלים	אותם אדמה ומים בכל עציץ



גורמים אלו נשמרו קבועים מכיוון שכל אחד מהם עשוי להשפיע על המשתנה התלוי אז כדי להבטיח שהתוצאות שהתקבלו הן תוצאה של השינויים במשתנה הבלתי תלוי הם נשמרו קבועים. את כל התוצאות שנאספו בתצפיות ריכזנו בטבלאות מסודרות בקובץ אקסל. חישבנו ממוצעים, סטיית תקן* ואחוז סטיית תקן. ולבסוף הצגנו את התוצאות בגרפים.

* סטיית תקן – זהו מדד המלמדת אותנו על מידת השונות בין התוצאות שקיבלנו באותו טיפול.

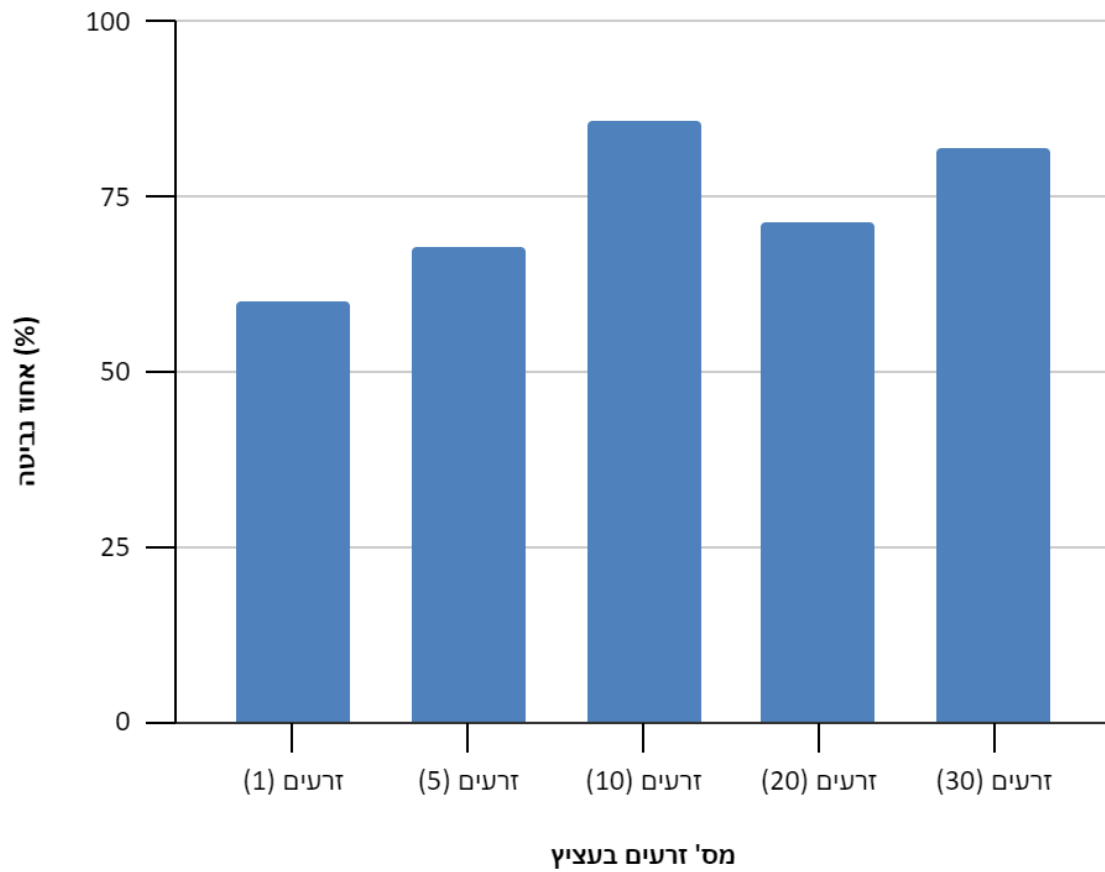


פרק ג. תוצאות:

השפעת צפיפות הזריעה על אחוז נביטת הצנונית:

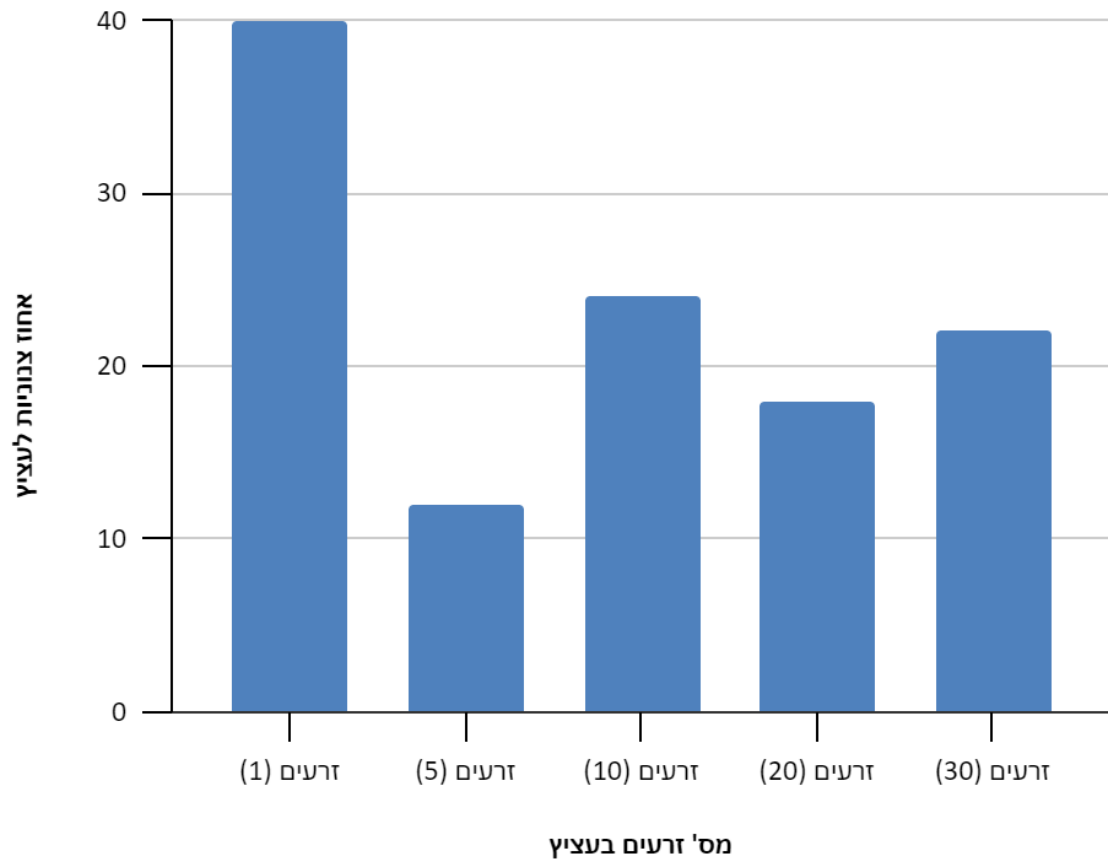
הטיפול	ממוצע אחוז נביטה	סטיית תקן	% סטיית תקן
זרעים (1)	60.0	54.8	91.3
זרעים (5)	68.0	17.9	26.3
זרעים (10)	86.0	8.9	10.4
זרעים (20)	71.3	2.5	3.5
זרעים (30)	82.0	8.0	9.8

גרף 1: השפעת צפיפות הזריעה על אחוז נביטת זרעי הצנונית



השפעת צפיפות הזריעה על מס' צנוניות לעציץ:			
הטיפול	ממוצע אחוז צנוניות (%)	סטיית תקן	% סטיית תקן
(1) זרעים	40	54.8	137
(5) זרעים	12	11.0	91
(10) זרעים	24	27.0	113
(20) זרעים	18	26.6	148
(30) זרעים	22	29.3	133

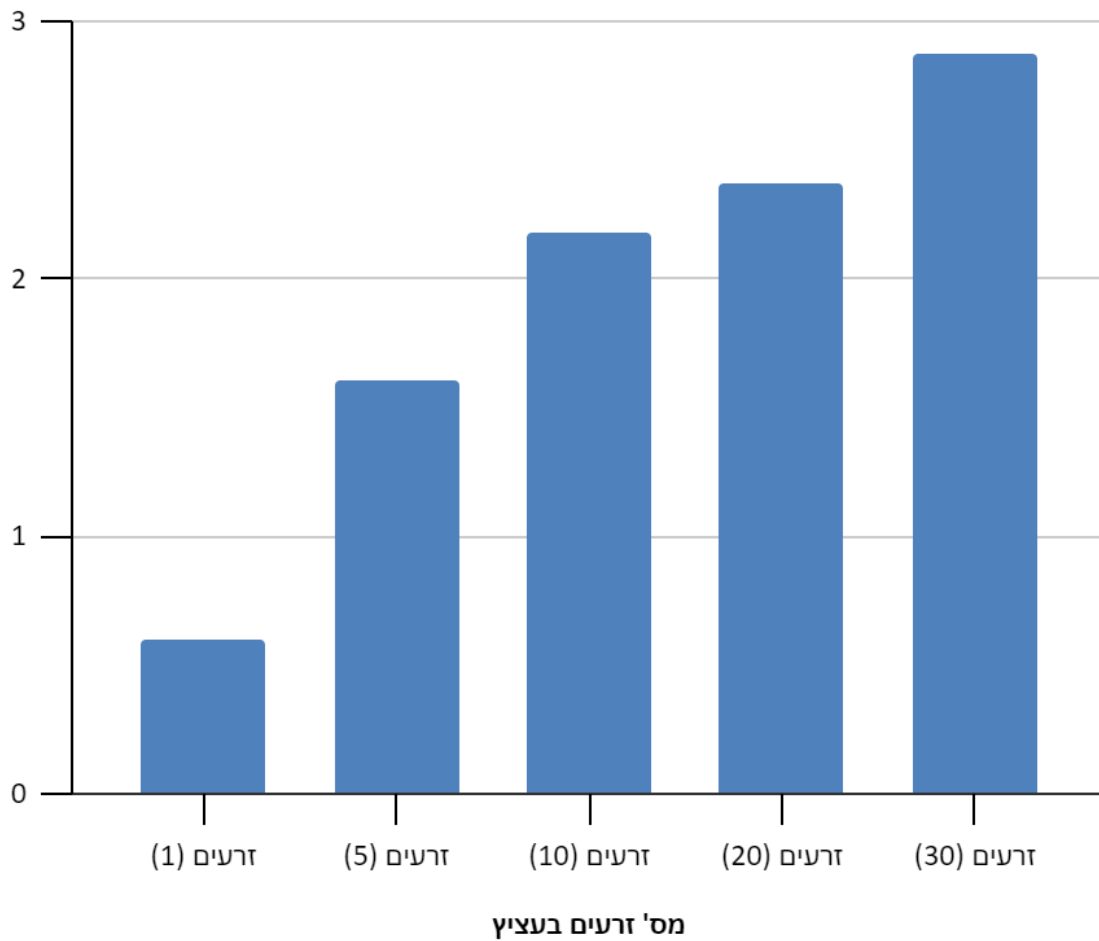
גרף 2: השפעת צפיפות זריעה על מס' צנוניות לעציץ



מתוך בגרף ניתן לראות כי בטווח צפיפות זרעים 1-10 זרעים לעציץ, ככל שעולה מס' הזרעים כך עולה אחוז הנביטה. בצפיפות 20 ו-30 זרעים לעציץ, נראית ירידה באחוזי הנביטה.

השפעת צפיפות הזריעה על קוטר צנונית:			
הטיפול	ממוצע קוטר צנונית (ס"מ)	סטיית תקן	% סטיית תקן
זרעים (1)	0.6	0.9	149
זרעים (5)	1.6	1.2	75
זרעים (10)	2.18	0.7	32
זרעים (20)	2.37	0.8	33
זרעים (30)	2.86875	1.4	50

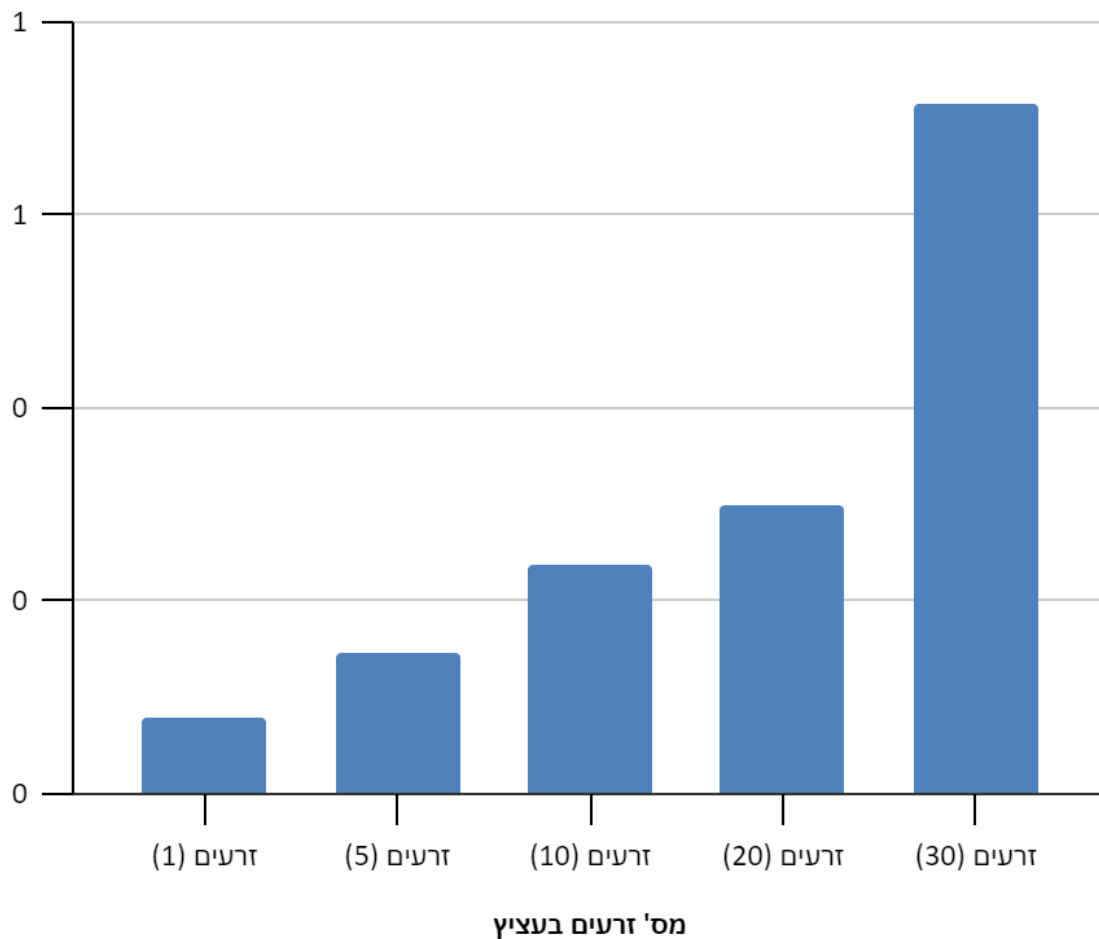
גרף 3: השפעת צפיפות הזריעה על קוטר הצנוניות



מתוך הגרף אפשר לראות בטווח צפיפות זריעה של 1-30 זרעים לעציץ שכלל שמש הזרעים בעציץ עולה כך עולה גם קוטר הצנוניות

השפעת צפיפות הזריעה על משקל הצנונית:			
הטיפול	ממוצע משקל צנונית (גרם)	סטיית תקן	% סטיית תקן
זרעים (1)	0.08	0.1	71
זרעים (5)	0.1466666667	0.1	41
זרעים (10)	0.237	0.2	70
זרעים (20)	0.298	0.2	71
זרעים (30)	0.715625	1.1	150

גרף 4: השפעת צפיפות הזריעה על משקל הצנוניות



מתוך הגרף ניתן לראות שבטווח צפיפות זריעה של 1-20 זרעים בעציץ ישנה עלייה הדרגתית במשקל הצנוניות. ובין צפיפות הזריעה של 20 זרעים לעציץ ל30 זרעים לעציץ ישנה עלייה חדה מאוד במשקל צנוניות.

דיון ומסקנות

שאלת החקר - מהי השפעת צפיפות הזריעה על נביטת זרעי הצנונית וצמיחתו של הצמח?
השערה – השערתנו היתה שככל שהצפיפות זריעה תעלה כך אחוזי נביטת הצנונית יקטנו ובכך גם התפתחותו וצמיחתו של הצמח.

בסיס ביולוגי - מתוך המידע שהצלחנו למצוא במקורות המידע לגבי תחרות על משאבים, שיערנו כי זרעי צנונית שיזרעו בצפיפות זריעה נמוכה יותר יהיו להם אחוז נביטה גבוהים יותר וצמיחת צמח הצנונית תהיה יעילה יותר והצמח יהיה גדול יותר וחזק יותר. המאבק על המשאבים יגרום לזרעים מסוימים לנבוט ובהמשך לנבט לגדול יותר ולהתפתח מהר וחזק יותר ולאחרים לא כי המים אשר "מעירים" את הזרע ומעודדים את הנביטה והמשאבים האחרים בקרקע, כמו: חמצן ומינרלים, לא יגיעו לזרעים מסוימים.

לפי התוצאות שלנו אפשר לראות כי ככל שהצפיפות עולה כך עולה גם אחוז הנביטה במס' זרעים 1 עד 10. ואז ישנה עלייה נוספת בין צפיפות זריעה של 20 עד 30 זרעים בעציץ (ראה גרף 1) התוצאות שלנו בעציצים עם צפיפות זריעה 1 עד 10 לא תאמו את ההשערה שלנו וההסבר שלנו לכך הוא שישנה אפשרות שמתקיימת בין הצמחים תקשורת שעוזרת לצמחים לחיות יחד ולעזור אחד לשני להשיג את המשאבים הדרושים לכל צמח. לפי המקור "סודות הדיבור בין הצמחים" מאת פרופסור אריאל נובולנסקי באוניברסיטת בן גוריון (6) שמראה כי בניסוי שערכו החוקרים נחשף צמח אפונה ליובש או מליחות. במצב חירום כזה, הצמח סוגר את עליו ומונע באופן זה איבוד מים. אותות שמשוחררים משורשי הצמח גורמים גם לצמחים שכנים שלא נפגעו להגיב כאילו הם עצמם נחשפו ליובש. לאחר שהמידע עבר מהצמח הפגוע לצמחים השכנים הבריאים, אלה המשיכו להעביר את המידע הלאה לצמחים בריאים אחר,

ובכך עולה אחוז הנביטה בין העציצים השונים ככל שהצפיפות גדלה. בעציצים עם צפיפות זריעה של 20 זרעים בעציץ אפשר לראות כי ישנה ירידה באחוז נביטת הצנוניות וההסבר לכך הוא שישנה צפיפות אידאלית שבה הצמחים מתקשרים ועוזרים אחד לשני וכאשר זה עובר את הצפיפות האידאלית מתקיימת כבר תחרות על משאבים כמו שהשערנו שיקרה בניסוי.

בצפיפות של 30 זרעים בעציץ אפשר לראות כי ישנה עלייה נוספת באחוזי הנביטה ואת זה כבר לא יכולנו להסביר והמלצתנו עקב כך להמשך היא להגדיל את כמות החזרות ולהגדיל את גודל העציצים ולשמור על מרחק זריעה שווה בין זרע לזרע על מנת לקבל תוצאות מדויקות יותר עם אחוז סטיית תקן נמוכה יותר. (גרף 1)

בנוסף אפשר לראות כי קוטר הצנוניות גדל כאשר צפיפות הזריעה גדלה, בכל אחד מן העציצים והתוצאות הללו לא תואמות את ההשערה שלנו וההסבר האפשרי לכך הוא שככל שצפיפות הזריעה

גדלה מתקיימת תקשורת טובה יותר בין הצמחים והם מצליחים לספק אחד לשני את המשאבים ונעזרים אחד בשני. (ראה גרף 3)

בדומה לכך גם במשקל הצנוניות אפשר לראות כי ישנה עלייה מתמדת במשקל הצנוניות ככל שהצפיפות זריעה עולה, וגם זאת ניתן אולי להסביר באמצעות אותה תקשורת בין צמחים, שככל שהצפיפות עולה כך גם משקל הצנונית עולה. (ראה גרף 4).

לסיכום, מתוך העבודה למדנו כי לצפיפות הזריעה ישנה שתי השפעות מרכזיות: הראשון הוא תקשורת בין צמחים שמשפיעה לחיוב (כמו כל גורם יש אופטימום) נושא שלמדנו עליו לראשונה מתוך הניסוי שעשינו בעבודה.

השנייה הוא תחרות על משאבים: מים, מינרלים ואור. שגורמת להשפעה שלילית על צמיחת ונביטת הצמח.

לניסויים הבאים אנחנו נמליץ להשתמש בכלים גדולים יותר על מנת לשמור על תנאים שווים כמו מרחק שווה בין זרע לזרע ולהשתמש זרעים גדולים כי קל יותר לעקוב אחריהם ולהשתמש לא בצמחי שורש אלא צמחי תבלין כמו חסה או רוקט כי יותר כל לעשות מעקב אחר התפתחותם.

נמליץ גם על כמות חזרות גדולה יותר וכמות עציצים גדולה יותר על מנת להפחית את סטיית התקן החריגה שהייתה בתוצאות שלנו. (ראה גרף 2)

רשימה בביולוגרפית:

1. אמיר רות ושדה אירית (2011). 'מזרע לזרע'. פרק ב': מזרע לנבט – תהליך הנביטה. המרכז להוראת המדעים אונב' ירושלים. [תל]. מל"מ.

https://meyda.education.gov.il/files/Mazkirut_Pedagogit/biology/mizeraheb25-46.pdf

2. אמיר רות ושות' (2012) "רבייה בטבע - בצמחים באדם ובבע"ח". הוצאת האונב' העברית, משרד החינוך ומל"מ.

<https://meyda.education.gov.il/files/free%20books/%D7%A8%D7%91%D7%99%D7%94%20%D7%91%D7%98%D7%91%D7%A2.pdf>

3. מסד יהודית (1997) נביטה - לקט ביבליוגרפי ועיבוד מתוך: "חוקרים חקלאות"

<http://www.kdror.co.il/betaforums/Uploads/4881.doc>

4. המחבר אבינדב בגין - שם האתר "בלוגינון"

5. משתלת אורגיקו

<https://www.organi-co.co.il/growing/european-radish>

6. סודות בין צמחים מאת פרופסור אריאל נובופלנסקי

<https://www.haaretz.co.il/science/1.1660870>

נספחים:

נספח מספר 1 : דף תכנון ניסוי

שאלת החקר: מהי השפעת צפיפות הזריעה על נביטת הצנונית צמיחת הצנונית והתפתחות הצנוניות.

שמות התלמידים + ת.ז.	שם: אדם שרבקוב שם : עמית אפרת
שאלת החקר (בשאלה יוגדרו המשתנים בבירור, והקשר המשוער ביניהם)	מהי השפעת צפיפות הזריעה על נביטת הצנונית, צמיחת הצנונית והתפתחות הצנוניות עצמן?
השערה + בסיס ביולוגי להשערה (בקצרה)	ההשערה שלנו היא שככל צפיפות הזריעה תהיה גבוהה יותר ינבטו פחות זרעים. כי תהיה תחרות על המשאבים. הצמיחה תהיה איטית יותר וכמות וגודל הצנוניות קטנים יותר.
המשתנה הבלתי תלוי + אופן השינוי שלו + מספר הטיפולים	צפיפות הזריעה 5 צפיפויות שונות (1, 5, 10, 20, 30 זרעים לעציץ)
המשתנה התלוי+ דרך המדידה שלו	נביטה – אחוזי נביטה וצמיחה – גובה הצמח
דרך נוספת לבדיקת המשתנה התלוי (נדרש אם יש פחות מ5 טיפולים)	מספר צנוניות וגודל הצנונית (קוטר ומשקל)
האורגניזם	צנונית
מספר פריטים ו/או חזרות (לכל טיפול)	5 עציצים לכל טיפול/ צפיפות זריעה
שאלת חקר נוספת (לקבוצה של 3 תלמידים)	

נספח מספר 2 : דף תכנון ניסוי המשך

שאלת החקר: מהי השפעת צפיפות הזריעה על גודל הצנונית (קוטר בס"מ)

צמיחה ופוטוסינתזה	<u>התהליך הביולוגי</u>
צנונית	<u>האורגניזם הנבדק</u>
צמחים שיגדלו בצפיפות גבוהה יותר גודל הצנוניות שלהם יהיה גדול יותר.	<u>השערה</u>
תקשורת בין צמחים במציאת חומרי הזנה בקרקע.	<u>בסיס ביולוגי</u>
1. גודל הצנוניות – קוטר הצנוניות ס"מ	<u>משתנים תלויים ודרך מדידתם</u>
צפיפות הזריעה בין זרע זרע של צנונית. ס"מ	<u>המשתנה הבלתי תלוי</u>
5 טיפולים : 0 ס"מ רווח בין זרע לזרע 0.5 ס"מ רווח בין זרע לזרע 1 ס"מ רווח בין זרע לזרע 5 ס"מ רווח בין זרע לזרע 10 ס"מ רווח בין זרע לזרע	<u>מספר הטיפולים</u>
10 עציצים/ זרעי צנונית בכל טיפול	<u>מספר הפריטים בכל טיפול</u>
בקרה השוואתית: צפיפות זריעה שונות בקרה חיצונית: 0 ס"מ רווח בין הזרעים	<u>סוג הבקרה – מה לומדים ממנה ?</u>
חודש	<u>הזמן הדרוש לביצוע</u>
מים/ מידת השקייה, טמפ', סוג הקרקע, גודל עציץ וקרינת אור	<u>הגורמים הקבועים והדרך לשמורם קבועים</u>
עציצים מתאימים וגדולים במיוחד. ממטרות מדויקות	<u>ציוד מיוחד דרוש לביצוע</u>