

הצעת מחקר לגננת

**מהי השפעת ריכוז המלח במי ההשקיה
על שיעור הנביטה וגודל הנצרון של זרעי
חומוס?**

מוריה בן שושן, חנה בלטה, עדן תורגימן, אסתר נח,
ושירה ביטאולי

מנחה: ד"ר עדנה נהון קריסטל

אגרת לגנת

אנו, סטודנטיות מה"מכללה האקדמית חמדת הדרום", שמחות להציג לכן הצעת מחקר זו שתסייע לעודד מחקר בגן ותהפוך את הילדים לחוקרים צעירים. הצעת המחקר כוללת רקע תיאורטי, מבוא לגנת, את שאלת המחקר, הדרך לביצוע הניסוי, איסוף תוצאות ועיבודן.

אם תבחר לעשות מחקר זה בגן, תמצאי בהצעת מחקר את כל הדרוש. מאמינות שהמחקר יעשה באהבה ובחדווה וסייע לחוקרים הצעירים לאהוב מדע.

על החתום:

חנה בלטה, אסתר אוסטרופ, מוריה בן שושן, עדן תורג'מן ושירה ביטאולי

מבוא

מבנה הזרע

הזרע הינו חלק הנמצא בפרי ותפקידו לשמור על העובר עד לרגע המתאים בו יתפתח ויגדל לצמח בוגר חדש. הזרעים אחראים על התפתחות העובר לצמח בוגר - זהו שלב הנביטה בזרעים. לכל הזרעים שלושה חלקים עיקריים - עובר, חומרי תשמורת וקליפה. עובר - תוצר של התהליך של ההפריה שהתרחש ונושא בתאיו מידע תורשתי. העובר כולל ניצרון, שורשון ופסיגים. השורשון יתפתח למערכת שורשים, הניצרון יתפתח לגבעול ולעלים והפסיגים המכילים חומרי תשמורת יתרוקנו עם תהליך הנביטה. חומרי תשמורת- המקור לשומנים, החלבונים והפחמימות, הם אבני הבניין לחומרי המשמשים את העובר להפקת אנרגיה עד לשלב בו לנבט יש עלים ירוקים (שדה ואמיר, 2011). חומרי התשמורת אגורים בפסיגים או ברקמה יחודית נקראים אנדוספרם. קליפה - הקליפה מגנה על העובר מפני פגיעות ונזקים. לעיתים יש לקליפה תפקיד בהפצת זרעים. קיימים בעולם זרעים שונים בצבעם, בצורתם ובגודלם. המשותף לכולם הוא תפקידם, כלל הזרעים תפקידם לגדל את הצאצא - הדור הבא (מאיר ופוליקר, 1982).

תהליך הנביטה

נביטת זרעים היא שרשרת אירועים המביאה לשבירת תרדמת העובר בזרע, לפריצתו מתוך קליפת הזרע ועד להפיכתו לנבט צעיר. תהליך הנביטה תלוי בגורמים רבים כאשר העיקריים בהם הם: מים, אויר וטמפרטורה. תהליך הנביטה מתחלק לשלושה שלבים: **תפיחה**, **תחילת נשימה תאית** ו**פעילות אנזימתית ובקיעת השורשון ולאחריו הניצרון**. התהליך מתחיל עם כניסת המים לזרע והפעלת האנזימים, ומסתיים ביצירת העלה או העלים הראשונים (מאיר ופוליקוב, 1982). התנאים הספציפיים הדרושים לנביטה תלויים בזרע הנובט. לדוגמא: ישנם זרעים בעלי קליפות שונות,

וכדי לנבוט הם צריכים שקליפתם תישחק לצורך כניסה של מים ואויר לזרע. ישנם זרעים בעלי חומרים מעכבי נביטה המצויים גם במעטפת הזרע וגם בתוך הזרע עצמו, וכדי לנבוט הם צריכים להישטף במים או להסיר את קליפתם. בקיעת השורש והניצרון הוא האיבר הראשון שפורץ את קליפת הזרע. הוא מתארך במהירות קלפי הקרקע, ומתחיל לקלוט מים ומינרלים לנבט המתפתח (הלפרין, 1987). בצמחים חד פסיגים, כמו החימצה (חומוס), לאחר יציאת השורש מתחילה להתפתח החותלת, שהיא מאין נדן העוטף את העלה הראשון שמפלח את הקרקע. ברגע שהחותלת מגיע לפני הקרקע העלה פורץ החוצה, מקבל את הצבע הירוק האופייני ומתחיל לקבע פחמן דו חמצני בתהליך הפוטוסינתזה להספקת מזון וחמצן לנבט המתפתח (שדה ואמיר, 2011).

משפחת הקטניות

הקטניות שייכות למשפחת צמחים מגוונת ורחבה שאת כל חבריה מאפיין תרמיל, המכיל זרעים בעלי ערך תזונתי רב ותרומה בריאותית רבה. הן קיימות בשלל צורות, צבעים, טעמים וזנים, וביניהן ניתן למנות, גרגרי חומוס. הקטניות מובילות את עולם הצומח בזכות העובדה שהן עשירות בחלבונים יותר מכל מזון צמחי אחר. הקטניות מכילות יותר חלבון מדגנים. כמות החלבון שבהן כפולה אף מזו שבקנואה, ולכן יכולות הקטניות להוות מקור מצוין לחלבון בתפריטים של צמחונים וטבעונים שאינם צורכים חלבון מן החי. החלבון, אחד מאבות המזון, הוא רכיב חיוני בתפריט בריא ומאוזן ובעל תפקיד מפתח בבריאות האדם. החלבון משמש במגוון רחב של תהליכים המתרחשים בגוף, כאבן בניין לרקמות הגוף, לאנזימים, למיצי העיכול, להורמונים ולנוגדנים. בזכות תכולת החלבון המרשימה, הנחיות תזונתיות ברחבי העולם מכירות בחשיבות הקטניות כחלק מתזונה מגוונת ובריאה ומשייכות את הקטניות לשתי קבוצות מזון, הן לקבוצת החלבונים והן לקבוצת הירקות (Iqtidar, 2007 & Arbab, Sahib, Sajid, Saiqa i).

חִמְצָה תְּרִבּוּתִית (חומוס) – צמח ממשפחת הקטניות. גובהו של הצמח הוא 20 - 50 ס"מ, והוא בעל עלים נוצתיים קטנים הנמצאים משני צדי הגבעול. בתרמיל זרע אחד עד שלושה זרעי חמצה. הפרחים לבנים או כחולים אדמדמים. חמצה זקוקה לאקלים חם ולמעלה מ-400 מ"מ גשם שנתי. החמצה או בשמה המערבי חומוס הוא מאכל הנמצא כמעט בכל בית ישראלי.

גרגרי החומוס מספקים סיבים תזונתיים מסיסים, ויטמינים מקבוצת B, מינרלים, כמו סידן, מגנזיום ואשלגן ומספק כמעט פי-שניים מכמות הברזל, בהשוואה לקטניות אחרות. פרופיל תזונתי זה הופך את גרגר החומוס למזון בעל השפעות בריאותיות טובות על הלב, על רמות הסוכר, ואפילו על האטת תהליך ההזדקנות. על פי מחקרים, ארוחות המשלבות גרגרי חומוס משפרות מדדי בריאות שונים, כגון אינסולין ורמות כולסטרול, ומשפיעות על דרגת השובע. גרגרי החומוס מכילים מעט שומן, והאוכלים אותם נהנים משילוב מנצח בין חלבון לסיבים תזונתיים, העוזרים לשמירה על תחושת שובע לאורך זמן. (Aravindi, Pooran, CLL, & Ravindra, 2012).

גורמים חיצוניים המשפיעים על תהליך הנביטה

בסביבתם הטבעית של הצמחים הנביטה מושפעת מכמה גורמים בו זמנית. בשביל שתהליך הנביטה יתרחש דרושים לשם כך תנאים סביבתיים מסוימים, תנאים אלו נוצרים ע"י הגורמים הא-ביוטיים בסביבת הצמח.

(גורמים א-ביוטיים הם גורמים כימיים או פיזיקליים- כלומר, מכלול המרכיבים שאינם חיים). ברוב הצמחים משפיעים ארבעה גורמי סביבה עיקריים על הליך הנביטה: מים, טמפרטורה, אור וגזים באוויר (חמצן ופחמן דו חמצני). גורמים נוספים אשר עשויים להשפיע על הנביטה הם ריכוז מלחים בקרקע ונוכחות חומרים מעכבי נביטה שהופרשו ע"י צמחים אחרים (שדה ואמיר, 2011).

מים: הנביטה מתחילה רק כאשר יש כניסה של מים אל הזרע. היא לא תתרחש אם אין בסביבת הזרע מים בכמות המתאימה (כ-50% ממסתו) בעזרת המים נוצר חילוף חומרים בזרע הנובט המאפשר תהליך נשימה ויצירת חלבונים. בזרע יבש ישנם 10% עד 15% מים ובקליפתו של הזרע ישנם חומרים חלבוניים אשר יכולים לספוג מים. כאשר בסביבתו של הזרע של כמות מים גדולה הזרע סופג את המים במהירות ונפחו של הזרע גדל, לתהליך זה קוראים תהליך תפיחה (הלפרין, 1987).

טמפרטורה: הטמפרטורה משפיעה על קצב ושיעור הנביטה. היא משמעותית לוויסות תהליכי הנביטה ולגדילת העובר. לכל צמח יש טמפרטורה מיטבית האופיינית לו. באקלים הים תיכוני השורר בישראל מחזור החיים שונה והצמחים נובטים בחורף שבדרך כלל אינו קר במיוחד ולאחר רדת הגשמים הראשונים לרוב הזרעים באזורנו דרושה טמפרטורה של 20-30°C כדי לנבט בשיעור גבוה. שינויי טמפרטורה בין היום ללילה, בתחום של 10°C, מזרזים נביטה של רוב הזרעים. תהליך הנביטה לא יוכל להתרחש בטמפרטורות גבוהות מדי או נמוכות מדי, כל קבוצת זרעים בעלת טמפרטורה אופטימלית לנביטתה, כלומר מרבית הזרעים ינבטו תוך זמן קצר בטמפרטורה זו. כאשר הסביבה מגבילה את הנביטה ניתן לשנות את הטמפרטורה האופטימלית לנביטת הזרעים על ידי טיפולים שונים הניתנים לזרעים בשימוש חקלאי (אמיר, 2007).

אור: האור משפיע על הנביטה של זרעים רבים. קרני האור יוצרות פעילות פוטוכימית בפיגמנט הנקרא פיטוכרום. הפיטוכרום יכול להיות במצב מעודד נביטה או במצב מעכב נביטה. לכן, יש זרעים שהחשיפה לאור מעודדת את הנביטה שלהם ואילו אצל אחרים החשיפה לאור מונעת את הנביטה (שדה ואמיר, 2011).

גזים- חמצן ופחמן דו חמצני: נביטה היא תהליך הקשור לפעילותם של תאים חיים, לכן היא מלווה בצריכת אנרגיה. בדרך כלל האנרגיה הנצרכת ע"י תאים חיים מסופקת ע"י תהליכי חימצון, המתרחשים בנוכחות חמצן או בהעדרו, כלומר, נשימה או תסיסה. שני תהליכים אלו כרוכים בחילוף גזים, בפליטת פחמן דו חמצני בתסיסה ובקליטת חמצן ופליטת פחמן דו חמצני בנשימה, לכן הנביטה של הזרעים מושפעת מאוד מהרכב האטמוספירה בה הם נתונים. רוב הזרעים נובטים באויר, זאת אומרת באטמוספירה שמכילה חמצן בשיעור של 20 אחוזים. לעומת זאת הוכח כבר בעבר בניסויי מעבדה שבזרעים מסויימים עולה אחוז הנביטה עם עלות ריכוז החמצן באטמוספירה הסובבת אותם מעל 20 אחוזים כמו למשל בסוגים של דגנים אחדים.

בתהליך הנשימה נקלט חמצן ונפלט פחמן דו-חמצני מן האוויר שבסביבה. לכן הנביטה תתרחש רק בקרקע שיש בה אוויר. חקלאים רבים יודעים שאוורור הקרקע טרם הזריעה יעודד נביטה. ישנם מחקרים הראו שרוב הזרעים נובטים היטב באוויר שריכוז החמצן בו הוא 20 אחוז, כמו באוויר החופשי. בנוסף, התברר במחקרים כי מספר הזרעים הנובטים פוחת במידה ניכרת עם ירידת ריכוז החמצן באוויר שבקרקע. אולם, מינים מסוימים של צמחים, כמו למשל המלפפון, מצליחים לנבט גם כשריכוז החמצן באוויר הוא 2% בלבד. לעומת זאת, עלייה בריכוז פחמן דו חמצני באוויר מעכבת או מאטה את תהליך הנביטה (אמיר, 2007).

השפעת מים מלוחים על תהליך הנביטה

מים שפירים מוגדרים בעולם כמים שריכוז הכלוריד בהם הוא מתחת ל-400 מיליגרם והמוליכות החשמלית נמוכה מ-2 דציסימנס למטר. מים אלו נחשבים למים באיכות גבוהה, והם מיועדים בראש ובראשונה לשתיה.

מים מליחים מוגדרים כמים שריכוז הכלוריד בהם נע בין 400 ל-4,000 גרם לליטר, והמוליכות החשמלית של התמיסה (EC) נעה בין 2 ל-17 דציסימנס למטר (אינברט, 2010).

אחת הבעיות הגדולות בחקלאות היא העובדה שקשה מאוד לגדל צמחים במים בעלי ריכוז מלחים גבוה. במאמרם של דקלו-קרן ואבו-עקלין (2019), חוקרי מעבדות זרעים, בו הציגו ניסוי בנוגע לנביטת זרעים, מצאו כי השקיית צמחים במי מלח גורמת להקטנת כושר הייצור שלהם, במיוחד במקומות יבשים בהם משתמשים רבות במי מלח כמקור השקיה לצמחים. הם מוסיפים, כי ההמלחה פוגעת וגורמת בסופו של דבר לאי-יכולת יותר לגדל צמחים חקלאיים. דרך הפגיעה בצמח היא כאשר המלח מוריד את פוטנציאל המים בסביבת הזרע, מונע מהמים לחדור לזרע ואף יכול לגרום למים לצאת מהזרע. צד נוסף לפגיעה של המלח בצמחים הוא חדירת המלח לזרע היכולה לפגוע בו באופן טוקסי (רעלי) ולפגוע ישירות בתהליכים ביוכימיים שונים. ריכוזי מומסים גבוהים בקרקע עלולים להפריע לקליטת מים בשרשי הצמחים עקב כמות גדולה של פוטנציאל שלילי ולגרום לייבוש הצמח.

הסיבה העיקרית לרגישותם של צמחים היא בכך שיש השפעות ישירות של הנתרן, הכלוריד ויונים אחרים על הצמח. השפעות אלו של המלח גורמות להפרעות שונות, בפגיעה במנגנון התורשתי וסינתזת החלבונים (DNA ו-RNA), בערעור יחסי היונים בתאים, בשיבוש פעולת הממברנות ובהפרת האיזון היוני המווסת בדרך כלל בקפדניות. ככל שכמות המלח תהיה רבה יותר, כך השפעתו השלילית על הנביטה תהיה גדולה יותר. יש לציין כי כל צמח מושפע באופן שונה מהשפעת מי מלח, כלומר, יש השפעה שונה בהתאם למבנה הזרע, התכונות ומנגנוני עמידות ייחודיים.

במחקר העוסק בריכוז כמות מלחים על צמחים, שנעשה במכון לביולוגיה ואקולוגיה בסרביה, נראה כי כמות המלחים משפיעה על רמת הפגיעה בצמחים. במאמרם נמצא, כי ככל שכמות המלחים החודרים לצמחים קטנה יותר, כך הפגיעה נמוכה יותר, וכך ההפך. יש חשיבות מכרעת לשרידות הנבטים לכמות הנתרן שבהם והשפעתם (Bojović, Gorica, 2010).

גם במחקר שנעשה באוקריאנה, על השפעת מידת המליחות על נבטת זרעי חומוס נמצא כי חלה ירידה משמעותית בכל הפרמטרים שנחקרו עם עליית דרגת המליחות. המחקר בוצע באוניברסיטה החקלאית בעיר חרסון. בתנאי חממה בה נבדקו 5 דרגות מליחות שונות. ההמלצת החוקרים היא טיפוח של גרגירי חומוס ברמת מליחות קלה בלבד (Lavrenko, Lykhovyd, 2019).



שאלת המחקר: מהי השפעת ריכוז המלח במי ההשקיה על שיעור הנביטה וגודל הנצרון על זרעי חומוס?

שלבי המחקר :

השערה : אנו חושבות שמליחות המים תשפיע לרעה על גדילתו של הצמח, אנו חושבות שהשפעת המים המלוחים תגרום לצמחים לצמוח פחות מאשר צמחים שגדלים עם השקיה של מים מתוקים או לחילופין מים מלוחים פחות.

חיזוי: ככל שריכוז המלח גדול כך שיעור הנביטה של הזרע קטן.

בחנת החיזוי: ישנם שלושה דרכים לבחון את הבעיה – תצפיתו חיזוי בדגם ניסוי. את מידת ההשפעה של ריכוז המלח במי ההשקיה על שיעור הנביטה וגודל הנצרון של זרעי החומוס נבדוק ע"י ניסוי.

משתנים בניסוי:

מ. תלוי- שיעור הנביטה וגודל הנצרון של זרעי החומוס
מ.ב. תלוי – ריכוז המלח במי ההשקיה
המודל- זרעי החומוס

חומרים וציוד:

3 צלוחיות
כפית
כף
מי ברז
תמיסות מלח
כוס מדידה
צמר גפן
זרעי חומוס

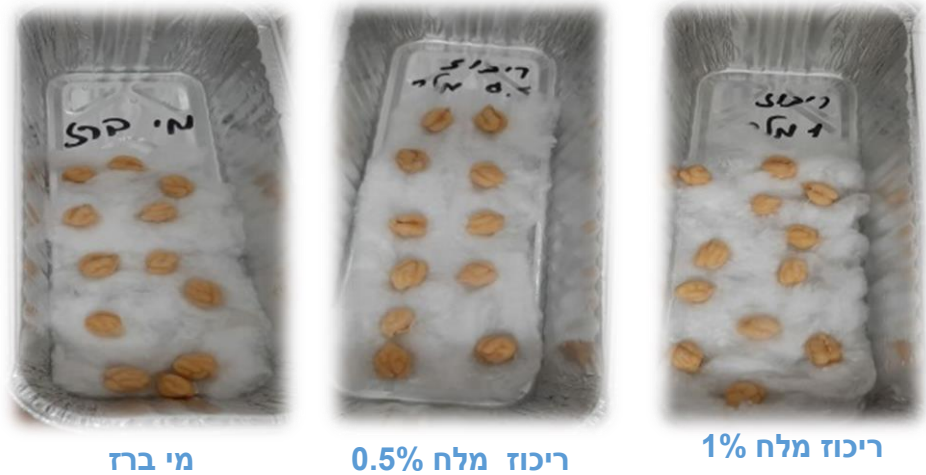


ניסוי קדם

מהלך הניסוי:

מניחים בכל צלוחית צמר גפן ועליהם 10 זרעי חומוס כאשר:
צלוחית מס' 1- משמשת ביקורת – מי ברז
צלוחית מס' 2- ריכוז מלח 0.5%
צלוחית מס' 3- ריכוז מלח 1%

משך הניסוי 9 ימים כאשר כל 3 ימים מוסיפים כמות מים שווה אבל בריכוזי מלח שנקבע לכל צלוחית. את תוצאות הניסוי נמדוד בעזרת סרגל, נבדוק את גובה הנצרון של החומוס ואת אחוז הנביטה וכך נדע איזה מים הכי טובים להשקיית צמחים, ומה השפעת מליחות המים על התפתחות החומוס שמתבטאת בגובה הגבעול.



תוצאות של ניסוי הקדם שבצענו:

שיעור זרעי החומוס שנבטו באחוזים	גובה הנצרון	ריכוז המלח
80%	0.5 סנטימטר	מי ברז
30%	0.3 סנטימטר	0.5%
0%	0	1%

הסקת מסקנות:

ככל שריכוז המלח גבוה יותר, השפעתו השלילית על נביטה תהיה גדולה יותר המלח מוריד את פוטנציאל המים בסביבת הזרע ובכך מונע מהמים לחדור לזרע, ואף גורם למים לצאת מהזרע.

ניסוי בגן

מהלך הניסוי:

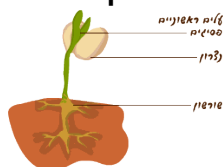


משך הניסוי נערך 9 ימים.

כל 3 ימים מוסיפים מים בכמות שווה ובריכוזי מלח שנקבעו מראש לכל



את תוצאות הניסוי נמדוד בעזרת סרגל, נבדוק את גובה הנצרון של



החומוס ואת אחוז הנביטה.

ראשון	שני	שלישי	רביעי	חמישי	שישי

נעקוב אחר התוצאות באמצעות טבלה.



לאחר 9 ימים נסדר את התוצאות יחד בדיאגרמה.

באמצעות הניסוי נדע איזה מים הכי טובים להשקיית צמחים, ומה השפעת מליחות המים על התפתחות החומוס שמחבטאת בגובה

המשתנים בניסוי:

משתנה תלוי- שיעור הנביטה וגודל הנצרון של זרעי החומוס



משתנה בלתי תלוי - ריכוז המלח במי ההשקיה



מודל – זרעי החומוס



זיהוי הצלוחיות . כדי לזהות את הצלוחיות, נדביק את הכרטיסיות על/ליד הצלוחיות.

צלוחית 2

0.5% מלח



צלוחית 1

מים בלבד



צלוחית 2

0.5% מלח





































החומרים שאנו צריכים :



איסוף תוצאות: טבלת מעקב, כמות הנביטה הקיפו בכל יום של מעקב את הפרצוף המתאים.

 = לא צמח

 = צמח

שלישי	ראשון	שישי	שלישי	ראשון	
					צלוחית 1 מים בלבד 
					
					צלוחית 2 0.5% מלח 
					
					צלוחית 3 1% מלח  
					

טבלת מעקב-אורך הניצרון

במלבן הימני, מתחו קו באורך הכולל של כל הימים יחד. במלבן השמאלי כתבו את האורך בסנטימטרים.

דוגמא:

3	
ס"מ	



		<p>צלוחית 1 - מים בלבד</p> 
		<p>צלוחית 2 - 0.5% מלח</p> 
		<p>צלוחית 3 - 1% מלח</p> 

דיון מדעי

במחקר זה נבדקה השפעת ריכוז המלח במי השקיה על שיעור הנביטה וגודל הניצרון על זרעי חומוס. השערת המחקר הייתה כי מליחות המים תשפיע על נביטתו וגדילתו של זרע החומוס.

הניסוי כולל:

צמחי ביקורת (נקודת הייחוס שלנו) - צמחים שקיבלו מי ברז ללא תוספת מלחים .
צמחי ניסוי - צמחים שקיבלו מים בריכוז 0.1% מלח , צמחים שקיבלו מים בריכוז 0.5% מלח .

בדקנו את שני המדדים – שיעור הנביטה ואורך הנצרון בהתאם לצמחי הביקורת.

תוצאות אפשריות:

- א. לא תהיה השפעה באף אחד מריכוזי המלח . לא על שיעורי הנביטה ולא על אורך הניצרון .
- ב. תהיה השפעה על שני ריכוזי המלח, על שיעורי הנביטה ועל אורך הניצרון .
- ג. תהיה השפעה על שני ריכוזי המלח, על שיעור הנביטה בלבד
- ד. תהיה השפעה על שני ריכוזי המלח, על אורך הנצרון בלבד.
- ה. תהיה השפעה רק לריכוז המלח הגבוה, על שיעור הנביטה בלבד .
- ו. תהיה השפעה רק לריכוז המלח הגבוה, על אורך הנצרון בלבד .
- ז. תהיה השפעה רק לריכוז המלח הגבוה, על שיעורי הנביטה ועל אורך הניצרון .
- ח. תהיה השפעה רק לריכוז המלח הנמוך, על שיעור הנביטה בלבד .
- ט. תהיה השפעה רק לריכוז המלח הנמוך, על אורך הנצרון בלבד.
- י. תהיה השפעה רק לריכוז המלח הנמוך, על שיעורי הנביטה ועל אורך הניצרון .

הניסוי שלפנינו ימנה את הדרכים למדוד את התוצאות. הניסוי מונגש לילדים וימדד

באמצעות טבלאות מעקב ומדידה בסרגל .

אנו בצענו ניסוי מקדים ואלו התוצאות שהתקבלו :

בצמחי הביקורת שהושקו במי ברז שיעור הנביטה היה 60% , שישה זרעים מתוך 10 זרעים נבטו. ואורך הניצרון נע בין 1.2 ס"מ – 0.3 ס"מ.

במי מלח בריכוז 0.5% שיעור הנביטה היה 30% , שלושה זרעים מתוך 10 זרעים נבטו ואורך הניצרון נע בין 0.1 ס"מ – 0.3 ס"מ.

במי מלח בריכוז 1% שיעור הנביטה היה 10% , זרע אחד מתוך 10 זרעים נבטו ואורך הניצרון נע בין 0.2 ס"מ – 0 ס"מ.

תוצאות בטבלה :

צמחי ניסוי 0.1% מלח	צמחי ניסוי 0.1% מלח	צמחי ביקורת מי ברז	
10%	30%	60%	אחוז נביטה
0.2	0.1-0.3	0.5	אורך נצרון (בס"מ)

לאור תוצאות אלו, ניתן להסיק כי יש השפיה למליחות המים על שני המדדים שנבדקו : אחוזי הנביטה ואורך הנצרון. מן הספרות אפשר ללמוד מלח מוריד את פוטנציאל המים בסביבת הזרע ובכך מונע מהמים לחדור לזרע, ואף גורם למים לצאת מהזרע (קרן ועקלון, 2019).










התוצאות שהתקבלו תואמות את השערתנו כי המליחות משפיעה באופן שלילי על נביטתו וגדילתו של זרע החומוס. כמו כן, התוצאות בניסוי תואמות לרקע המדעי בה הצגנו מחקרים בנושא .

מים מליחים מעכבים את שיעור הנביטה ואת צמיחת הנצרון.

אנו מאחלות לילדים ולגננת מחקר מעניין ומהנה.

להלן ריכוז התוצאות בטבלה:

תוצאות טבלת מעקב - כמות הנביטה
רשמו בטבלה בתוך הריבוע שליד הפרצופים כמה
זרעי חומס צמחו/ לא צמחו בכל צלוחית

4 	6 	צלוחית 1 - מים בלבד 
7 	3 	צלוחית 2 - 0.5% מלח 
9 	1 	צלוחית 3 - 1% מלח 

באיזו צלוחית צמח הכי הרבה? צלוחית 1 - מים בלבד



































באיזו צלוחית צמח הכי מעט/ לא צמח בכלל? צלוחית 3 - 1% מלח

טבלת מעקב – כמות הנביטה

הקיפו בכל יום של מעקב את הפרצוף המתאים.

 = לא צמח

 = צמח

שלישי	ראשון	שישי	שלישי	ראשון	
					צלוחית 1 מים בלבד 
					
					צלוחית 2 0.5% מלח 
					
					צלוחית 3 1% מלח  
					

תוצאות טבלת מעקב-אורך הניצרון

במלבן הימני, מתחו קו באורך הכולל של כל הימים
יחד. במלבן השמאלי כתבו את האורך בסנטימטרים.

דוגמא:

3	
מ"ס	



1.2 ס"מ		צלוחית 1 - מים בלבד 
0.3 ס"מ		צלוחית 2 - 0.5% מלח 
0 ס"מ		צלוחית 3 - 1% מלח 

באיזו צלוחית אורך הניצרון הכי גבוה? צלוחית 1 – מים בלבד

באיזו צלוחית אורך הניצרון הכי נמוך? צלוחית 3 – 1% מלח

דיון פדגוגי

הנחת היסוד הראשונה שמעלים בתוכנית הלימודים במדע וטכנולוגיה בגיל הרך היא שאפשר להתחיל לעסוק במדע וטכנולוגיה בגיל הרך (משרד החינוך, 2009).
 כבר בגיל הרך הילדים מתעניינים בתופעות טבע ומגלים חשיבה מדעית. ע"פ התוכנית חשיפה מוקדמת לתופעות מדעיות משפרת את ההבנה של מושגים מדעיים וטכנולוגיים.
 כאשר הילדים מתנסים בתופעות שונות הם בונים לעצמם מושגים המהווים תשתית להמשך הלמידה וההתפתחות. העיסוק במדעים מוביל לטיפול טבעי של חשיבה מדעית, יצירתיות ועמדות חיוביות כלפי המדע (Dewey, 1966).

דרך הפעילויות הילדים בונים משמעויות. לכן הלמידה צריכה להיות מלווה בעשיה. על פי מוסקוביץ ונלסון (1998) הילדים צריכים ללמוד את המדע בדרך בה הוא נוצר כלומר על ידי מחקר.

למידה בחקר היא פעילות שבה הילדים מתמודדים עם בעיה משערים השערות מתכננים ניסויים כדי לבדוק את ההשערות אוספים מידע מנתחים ומפיקים מסקנות.
 אחת ההנחות המקובלות בחינוך לכל הגילאים היא שדרך הלימוד משפיעה במידה רבה על כל מה שנלמד החל מידע ומיומנויות וכולל עמדות ותפיסות (NRC 1996).
 חשיבות הניסוי בלמידה גדולה מאוד, דרכה הילדים רוכשים ומפתחים את שפת החקר ויעזרו בהם לתחומים אחרים, דרך הניסוי הילדים יפתחו גם מסוגלות אישית ורגשית (במקרה שלנו כלפי הצומח), יפתחו כבוד דאגה ואחריות כלפי הצומח והסביבה (משרד החינוך, 2009).

ניסוי זה, הנו ניסוי חווייתי המאפשר למידה משמעותית ודרכו, מפתחים הילדים את החשיבה הבסיסית והחשיבה הגבוהה. הניסוי מפתח את היצירתיות ומוביל לחשיפה לתופעות טבע ועקרונות מדעיים.

הילדים מפתחים את הסקרנות שלהם. הסקרנות יכולה לבוא באופן טבעי ויכולה לבוא יחד עם מתן גירויים. מתוך הסקרנות של הילדים, מגיעה מיומנות נוספת- שאילת שאלות. הילדים בונים שאלת מחקר אחת העולה מתוך שלל שאלותיהם. מכאן, מפתחים הילדים את היכולת לשער את העתיד להתרחש בעקבות הניסוי ולנסות להסביר את השערתם. לאחר מכן, מגיע התכנון. הילדים לומדים לתכנן ניסוי, איזה כלים וחומרים הם צריכים, כמה, כיצד לבצע את הניסוי ועוד.
 בתום שלב ההכנות לניסוי מגיע שלב הביצוע. בשלב הביצועי הילדים נדרשים להתמיד, לקחת אחריות, לעבוד בשיתוף פעולה, לעקוב ולתצפת אחר מהלכים חדשים להם ובתום הניסוי להסיק מסקנות ולנסות לענות על שאלת המחקר.

במחקר שהצענו נבחנת שאלת המחקר: מהי השפעת ריכוז המלח במי השקיה על שיעור הנביטה וגודל הנצרון של זרעי חומוס?

הוצע ניסוי בו תיבדק שאלה זו. הניסוי יעשה על גבי צלחות עם זרעי חומוס כאשר בכל צלוחית יהיה ריכוז מלח שונה שנקבע מראש לכל צלוחית.

הניסוי יערך במשך 9 ימים כאשר כל 3 ימים מוסיפים כמות מים שווה. את תוצאות הניסוי נמדוד בעזרת סרגל, נבדוק את גובה הנצרון של החומוס ואת אחוז הנביטה וכך נדע איזה מים הכי טובים להשקיית צמחים, ומה השפעת מליחות המים על התפתחות החומוס שמתבטאת בגובה הגבעול.

בניסוי זה, הילדים לומדים כיצד הופכים שאלה למחקר, מה צריך לכך ואת הליך הניסוי, כיצד אוספים תוצאות וכיצד מעבדים אותם.

בשלב הביצוע והמעקב מתפתחות מיומנויות מתמטיות ומוטוריות שונות. הילדים צריכים להשקות כל צלחת עם ריכוז שונה של מלח – אופן המדידה של המים, במינון המתאים והמדויק והתאמתו לכל צלוחית דורשת רמת הבנה גבוהה ועקביות. כמו כן, המוטוריקה העדינה באה לידי ביטוי בשל הצורך בדיוק ובהשקייה מתונה (הצפת הצלחת במי ברז יכולה לפגוע בהליך הניסוי) כמו כן, הילדים נדרשים להקיף בעיגול בטבלת מעקב האם זרעי החומוס צמחו או לא, לעקוב אחר אורך הניצרון ולמודד אותו עם סרגל – מעבר למיומנויות הרבות שדורשת משימות אלו, העקביות, שימת לב לפרטים הקטנים והאחריות אותם לוקחים הילדים, תורמת רבות בהעלאת תחושת המסוגלות והיכולת להתמודד מול אתגרים. בטבלאות המסכמות, הילדים כותבים את התוצאות במספרים ולבסוף מסכמים אותם בדיאגרמה על מנת לראות את התוצאות בדרך נוספת ובאופן חזותי. הסיכום שנעשה על ידי הילדים, הוא פרי עמלם ולכן חשוב להשקיע בתהליך באותה המידה כפי שחשוב להשקיע בתוצאה. כאשר ילד רואה את התוצאות באופן חזותי קל לו יותר לעשות את ההקשרים בין שאלת המחקר בהתחלה, לתשובה וסיבותיה.

חשוב לציין, לגננת תפקיד מאוד חשוב בהצלחת הניסוי. הגננת צריכה לתווך באופן מלא, לקחת קבוצה הטרוגנית, לעורר סקרנות והתלהבות על מנת שתהיה התמדה ועניין בניסוי. על הגננת להתאים את ההסבר לכל ילד על פי רמתו. ניסוי כאמור, בנוי משלבים. על מנת שכל ילד וילדה יפיקו את המירב והמיטב הגננת צריכה לעשות כל שלב באופן יסודי ואחראי ולהקדיש זמן מיוחד לכך.

לדעתנו, מידת ההצלחה של ניסוי זה תבוא לידי ביטוי במהלכו, אך גם בסופו. אם הילדים ירצו לעשות ניסויים נוספים ולחקור תופעות נוספות בסביבתם הטבעית הרי שהמטרה הנוכחית הושגה ואנו בדרך הנכונה לערוך סקרנות וסביבה מעוררת חשיבה.

מקורות:

- משרד החינוך, האגף לתכנון ולפיתוח תוכניות לימודים (2009). **תוכנית לימודים במדע וטכנולוגיה בגן הילדים הממלכתי והממלכתי דתי**. ירושלים: מעלות
- גלינה סידן, ואחרים (2019) **אפיון של גורמים שונים על נביטת קינואה בתנאים מבוקרים**, בית דגן
- אירית. א, רות. ש (2011) **"מזרע לזרע"**, האוניברסיטה העברית, ירושלים.
- אינברט, ח. (תש"ע) **העמידות למליחות בשלבים הווגטטיביים והרפרודוקטיביים**, [עבודה לשם קבלת תואר דוקטור, אוניברסיטת בר אילן]
- אמיר ר', (2007). **פרקים באקולוגיה**, המרכז להוראת המדעים באוניברסיטה העברית בירושלים. עמ' 169-160.

- גלינה סידן, ואחרים (2019). **אפיון של גורמים שונים על נביטת קינואה בתנאים מבוקרים**, בית דגן ,
- הלפרין, ח (1987). **חיטה האוניברסיטה לחקלאות**. כרך שני: גידולי שדה וגן. עמ' 49-66. הוצאת האנציקלופדיה לחקלאות.
- מאיר, א. מ. ופוליקוב - מיבר, א. (1982). **נביטת זרעים**. הוצאת ספרים ע"ש י"ל מאגנס, האוניברסיטה העברית בירושלים.

- Bojović, B., Đelić, G., Topuzović, M., & Stanković, M. (2010). **Effects of NaCl on seed germination in some species from families Brassicaceae and Solanaceae**. *Kragujevac Journal of Science*, 32, 83-87

- Jukanti, A. K., Gaur, P. M., Gowda, C. L. L., & Chibbar, R. N. (2012). **Nutritional quality and health benefits of chickpea** (*Cicer arietinum* L.): a review. *British Journal of Nutrition*, 108(S1), S11-S26
- Khan, A. R., Alam, S., Ali, S., Bibi, S., & Khalil, I. A. (2007). **Dietary fiber profile of food legumes**. *Sarhad Journal of Agriculture*, 23(3), 763.
- Lavrenko, S. O., Lavrenko, N. M., & Lykhovyd, P. V. (2019). **Effect of degree of salinity on seed germination and initial growth of chickpea** (*Cicer arietinum*). *Biosystems Diversity*, 27(2), 101-105.
- Dewey, J. (1916/1966), **Democracy and Education — An Introduction To the Philosophy of Education**, New York: The Free Press.
- Moscovici, H., & Nelson, T. H. (1998), "**Shifting from activitymania to inquiry**", *Science and Children*, 35(4), pp. 14-17, 40
- National Research Council (NRC), (1996), **National Science Education Standards**, Washington, DC: National Academy Press.

