



השפעת זמני השריית זרעי תורמוס במים על נביטתם וצמיחתם



מגישה: שירה אלקיים

כיתה: יב7

מוגש למורה: טלי רייפלד

ינואר 2021

פרק א – מבוא

נקודת המוצא לעבודת החקר שלנו נבנתה כאשר חשבנו על נושא לעבודה שיעניין אותנו. חשבנו על נושאים שיהיו רלוונטיים למה שאנו לומדים בשיעורי הביולוגיה אך גם רצינו שיהיה קשור למשהו שנמצא בסביבתנו.

נביטה היא תהליך מרכזי ברבייה של צמחים. בתהליך זה הצמח עובר ממצב של זרע (תרדמת)



למצב של הצצה על פני הקרקע – תוך ניצול חומרי התשמורת שמצויים בתוכו, ומרגע ההצצה יכול לבצע פוטוסינתזה ולנצל את האור כמקור אנרגיה להתפתחות וצמיחה. בנוסף, נביטה היא אחד השלבים החשובים ביותר מחזור חייו של הצמח. בשלב זה יוצא העובר מהזרע והופך לנבט. בתחילת התהליך סופח הזרע מים מסביבתו החיצונית, בעקבות זאת הזרע גדל וקליפתו נבקעת. האנרגיה שנאגרה בזרע בעקבות חילוף החומרים/ תהליך הנשימה התאית שהתרחש בו הופכת לאנרגיה זמינה, לאחר מכן תאי העובר מתרבים, מתמיינים ומתפתחים לשורשון ונצרון שבוקעים מהזרע.

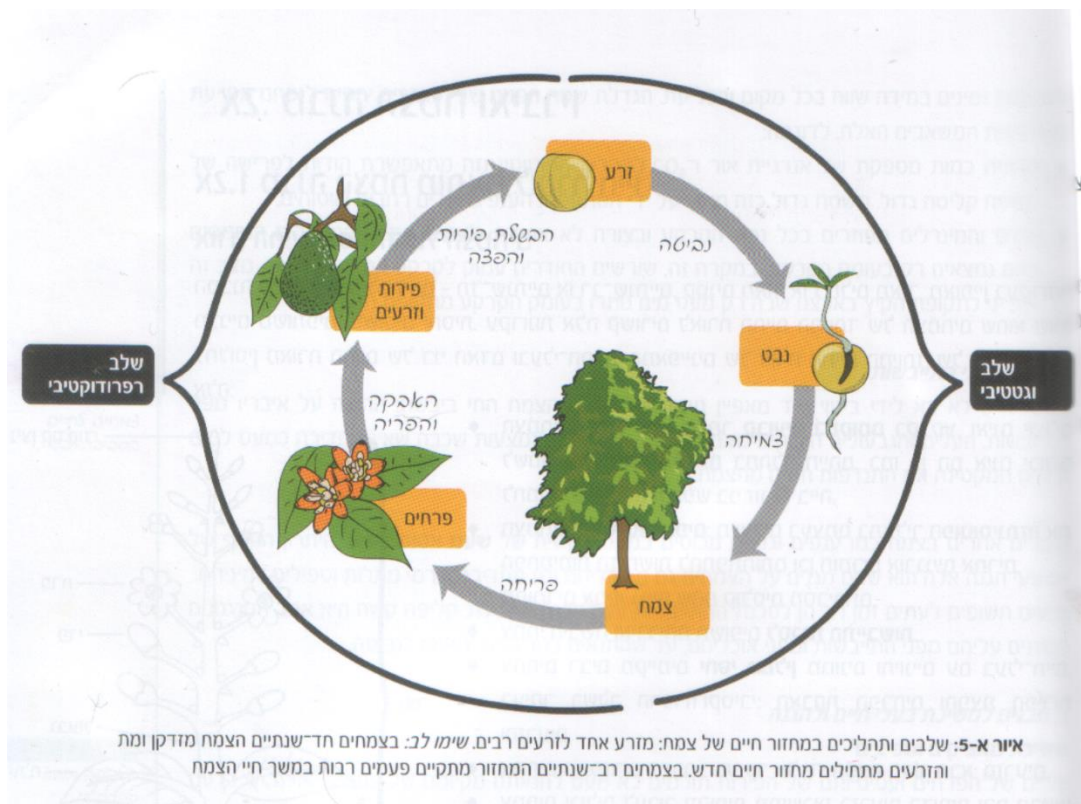
לאחר הבקיעה, השורשון מתפתח בתוך הקרקע וקולט ממנה משאבים (למשל מים וחומרי מזון). לבסוף, הנצרון מתפתח מעל לפני הקרקע, מצמיח עלים ומתחיל בתהליך הפוטוסינתזה (בשלב זה הצמח נהיה עצמאי ואינו תלוי עוד בחומרי התשמורת). הגורמים העיקריים שמשפיעים על תהליך הנביטה הם: מים, אוויר, טמפרטורה ואור.

מים: כמות המים בזרעים היא נמוכה מאוד. לכן רמת הפעילות בהם נמוכה, והם יכולים להחזיק מעמד בתנאים קיצוניים. כדי לנבט הזרע חייב לספוח מים בכמות המספקת לגרום לתפיחתו עד לבקיעת הקליפה. בנוסף ממלאים המים תפקיד חשוב בשטיפת מעכבי נביטה. לאחר שנשטפים מעכבי הנביטה מתחילים התהליכים האנזימטיים החיוניים לנביטה והתפתחות הנבט והצמח. אנזימים מפרקי חומרי תשמורת ליצירת חומרי בנייה וגלוקוז לנשימה תאית ואנזימים השותפים לתהליך הנשימה התאית עצמה מתחילים לפעול. בנשימה תאית נוצרת אנרגיה זמינה / ATP החשובה לתהליכים שונים בזרע ובנבט המתפתח, תהליכים החשובים לנביטה וצמיחה, בין היתר, חלוקת תאים.

אור: למינים שונים של צמחים דרוש אור על מנת שיתחילו לנבט. אך במרבית המקרים הזרעים טמונים בקרקע ומתחילים לנבט ללא אור. האור חשוב יותר בתהליך הצמיחה, לאחר שהנבט צץ על פני הקרקע. אז, עם החשיפה לאור, מתחיל תהליך הפוטוסינתזה המספק חומרים אורגניים להתפתחות וצמיחה ולתהליך הנשימה התאית.

אוויר: התהליכים השונים בנביטה דורשים חמצן, לנשימה תאית, להפקת אנרגיה זמינה ATP הנדרשת לתהליכים ותפקודים שונים של התא, בין היתר, חלוקת תאים – לגדילה צמיחה, לכן ריכוז החמצן באוויר הוא מאוד משמעותי.

טמפרטורה: בין מיני צמחים שונים משתנות הטמפרטורות הדרושות לנביטה. אך לרוב מיני הצמחים הטמפרטורה האידיאלית היא כ 30 צלזיוס. הטמפרטורה משפיעה על קצב תהליכים אנזימטיים כמו: פרוק חומרי התשמורת, נשימה תאית, שכפול/ חלוקת תאים. [2,5]



מתוך מקור מס': [1]

לאחר שקראנו על טיפולים מקדימים שונים על מנת לבקע את הקליפה ולאפשר נביטה (חיתוך הקליפה, השרייה בחומצה או השרייה במים), החלטנו על טיפול של השרייה במים. [1,4]

זאת מאחר ולמדנו מתוך המקורות שהמים הם הטריגר העיקרי והמשמעותי ביותר לנביטה. התופעה אותה חקרנו בשאלה המרכזית בעבודתנו היא את השפעת משך זמן השריית זרעים במים על אופן נביטתם וצמיחתם, ובשאלת החקר הנוספת בדקנו את השפעת טמפר' המים על אופן נביטת הזרעים. כאמור, האורגניזם שבחרנו לבדוק שאלות אלו הוא התורמוס. התורמוס הינו צמח חד שנתי ממשפחת הקטניות (תת משפחה – הפרפרניים). הפרחים ערוכים בתפרחת מאורכת בקצה הגבעול, ולאחר הפריחה מתפתחים מהפרחים תרמילים שעירים ונפוחים, בהן יש זרעים גדולים. הפריחה בחודשים מרץ-אפריל. תורמוס ההרים נפוץ יותר בצפון הארץ ובמרכזה נדיר, ותורמוס ארץ-ישראלי גדל במישור החוף בקרקעות חוליות. זרעיו של מתורמוס הלבן רעילים, אולם אכילים לאחר בישול במים פעמים אחדות והחלפת המים בכל פעם, ברפואה העממית משמש התורמוס לשבירת עצירות ונגד תולעים במערכת העיכול, אפר הזרעים משמש לגירוש כינים. [3, 4]

בחרנו באורגניזם זה לעבודה משום שבזרע התורמוס הקליפה עבה ולכן, לטיפול מקדים של השרייה במים תהיה השפעה ניכרת על הנביטה [4]. בנוסף, בגלל גודל הזרעים העבודה נוחה, אם היינו בוחרים בסוג צמח לו זרעים קטנים ו/או בעל קליפה דקה, היה קשה יותר לעקוב אחר התוצאות ו/או ההבדלים בין השפעת הטיפולים- דבר שהיה הופך את הניסוי למסובך יותר ופחות מדויק. בנוסף, זרעי התורמוס התאימו גם לעונת בצוע העבודה.

שאלת החקר-

מהי השפעת זמני השרייה של זרעי תורמוס במים (כטיפול מקדים) על נביטתם וצמיחתם?

השערה: ההשערה שלנו היא שככל שזמן ההשריה יגדל, כך גם אחוז הנביטה תגדל ואורך הניצרון יגדל. אולם, זמן השרייה רב מדי יפגע בזרע ימנע אספקת חמצן לזרע ויגרום לריקבון הזרע (עשוי להשפיע על התפתחות פטרת או שיבוש אספקת חמצן לזרע).

הבסיס הביולוגי להשערה: הוא שהתהליך הראשון לנביטה הוא תפיחת הזרע (בהשפעת המים) ובקיעת קליפתו. בנוסף, המים שנכנסים עוצרים את פעילותם של מעכבי הנביטה (גורמים לשטיפתם של מעכבי הנביטה). כניסת המים גם מפעילה שרשרת של תהליכים מטבוליים שבין היתר מפעילים אנזימים שמפרקים חומרי תשמורת ואנזימי נשימה תאית. מה שמאפשר לזרע להתחיל להתפתח. אולם עודף מים עשויים לשבש את אספקת החמצן לזרע ובהמשך לנבט וגם עשויים לגרום לפטרת ורקבון.

פרק ב- מערך החקר

בעבודתנו רצינו לבדוק כיצד זמן השריית זרעי תורמוס במים, כטיפול מקדים לזרעים, משפיעה על נביטתם.

התורמוס הוא צמח ממשפחת הקטניות (תת משפחה - הפרפרניים) שזרעיו גדולים ובעלי קליפה עבה, ולכן התאים לנו לשימוש בעבודתנו. בנוסף, התאים גם מבחינת התקופה בה עבדנו במהלך השנה. (ינואר-אפריל)

הזרע
מחלקה: דו פסיגיים
משפחה: קטניות
תת משפחה: פרפרניים
סוג: תורמוס
מין: תורמוס ההרים

לשם ביצוע חלקה הראשון של העבודה - השרינו במים 4 קבוצות שונות של זרעים בזמני השרייה שונים (ללא השרייה, 24 שעות, 48 שעות ו-72 שעות).

לאחר מכן הגענו למשק האקולוגי בנהלל בתאריך ה-28.01.18

להעמדת הניסוי הראשון: קיבלנו 24 עציצים (6 עציצים לטיפול) בנפח של 0.5 ליטר ומילאנו אותם באדמה מסוג מצע גן, בכל עציץ ניקבנו חמישה שקעים ובכל שקע שמנו זרע אחד של תורמוס, כיסינו את הזרעים בעזרת 2 אצבעות באדמה והכנסנו אותם לחממה שם הנחנו אותם בתפזורת על משטח אחד בכדי שיקבלו כל העציצים תנאים שווים.

וסימנו כל טיפול במקלות צבעוניים (צבע לכל טיפול – כמפורט בהמשך וגם מצורפת תמונה), ומספרנו את העציצים/חזרות לכל טיפול.



סגול- א: ללא השרייה מקדימה של זרעי התורמוס במים

כתום-ב: זרעי התורמוס הושרו למשך 24 שעות

ירוק- ג: זרעי התורמוס הושרו למשך 48 שעות

כחול- ד: זרעי התורמוס הושרו למשך 72 שעות

המשתנה הבלתי-תלוי: זמן ההשריה המקדימה במים.

המשתנה התלוי: שיעור הנביטה (%) והצמיחה הוגטיבית של התורמוס.

לאחר שבועיים מתחילת הניסוי הגענו לתצפית ראשונה (ב-11.2.2019), ספרנו את מס' הזרעים שנבטו מתוך סך הזרעים שזרענו (אחוזי הנביטה) בכל אחד מן העצים ומדדנו את אורך הנצרון של הנביטות השונות בעזרת סרגל. בנוסף, בתצפית זו ראינו שרק בחלק מהעצים הייתה נביטה.

לתצפית השנייה הגענו לאחר חודש (ב-13.3.2019), וראינו שצמחי התורמוס בכל העצים צמחו לגובה רב.

לתצפית השלישית והאחרונה הגענו לאחר חודשיים מתחילת הניסוי (ב-10.4.2019), היו צמחים שהצמיחו פרחים וחלק לא. ובדקנו גם הנצה.

משתנים קבועים: סוג זרע, כמות המים, טמפ' המים, סוג האדמה/ מצע גן, טמפ' החממה, כמות השקייה, עצמת אור.

בקרה: בקרה חיצונית - זריעת זרע תורמוס שלא הושרה במים.
בקרה פנימית/ השוואתית – השוואה בין זמני השרייה שונים.

חזרות: 6 עצים לכל טיפול X 5 זרעים בכל עציץ – סה"כ, 30 זרעים לכל טיפול.

את כל הנתונים שאספנו, בנוגע להשפעת הטיפולים על אחוזי הנביטה, גובה הצמח, מס' ניצנים ומס' פרחים, ערכנו בטבלאות בגיליון האלקטרוני (אקסל) ועיבדנו את התוצאות ע"י שימוש בפונקציות: ממוצע וסטיית תקן, ובנוסף חישבנו גם את אחוז סטיית התקן. לבסוף גם הצגנו את הנתונים בגרפים.



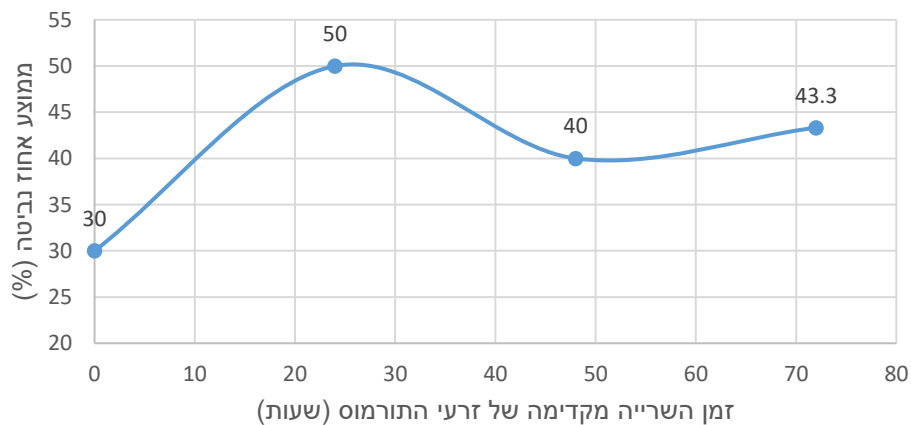
חלק ג- תוצאות

1. השפעת זמן השרייה מקדימה במים על אחוזי נביטת זרעי התורמוס:

טבלה 1: ממוצע אחוז נביטת זרעי התורמוס

זמן השרייה (שעות)	ממוצע אחוז נביטה	סטיית תקן	% ת.ו
0	30	16.7	55.8
24	50	41.5	82.9
48	40	40.0	100.0
72	43.3	42.7	98.6

גרף 1: ממוצע אחוז נביטת זרעי התורמוס כתלות בזמני השרייה מקדימה שונים



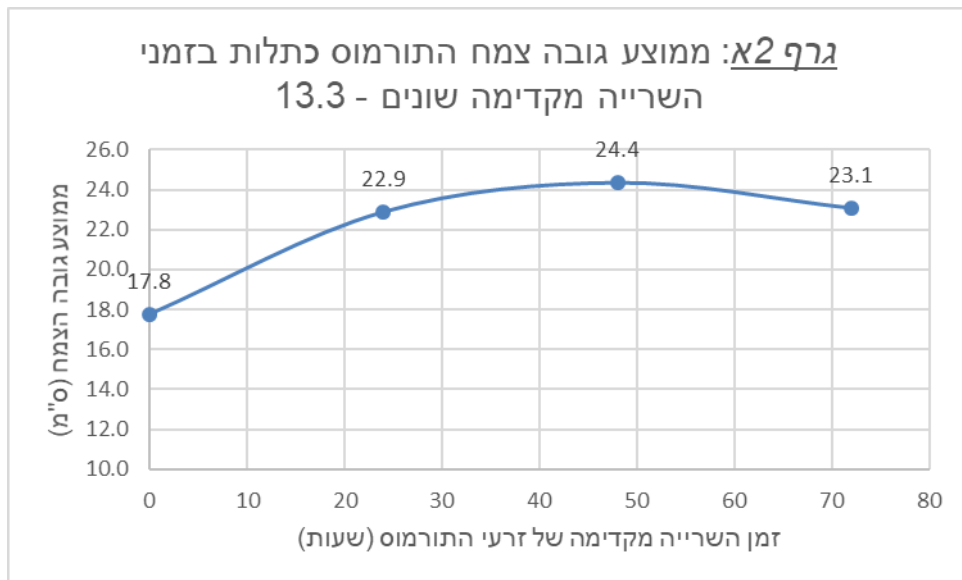
מתוך הגרף ניתן לראות כי עד ל- 30 שעות, ככל שעולה זמן ההשרייה המקדימה של זרעי התורמוס במים, כך עולים אחוזי הנביטה. מ- 30 שעות השרייה ואילך, נראה כי אחוז הנביטה יורד.

2. השפעת זמן השרייה מקדימה במים על ממוצע גובה הצמח:

13.3

טבלה א2- ממוצע גובה הצמח (ס"מ)

זמן השרייה {שעות}	ממוצע גובה הצמח (ס"מ)	סטיית תקן	% ס.ת.
0	17.8	4.6	25.8
24	22.9	4.4	19.3
48	24.4	7.4	30.5
72	23.1	5.0	21.9

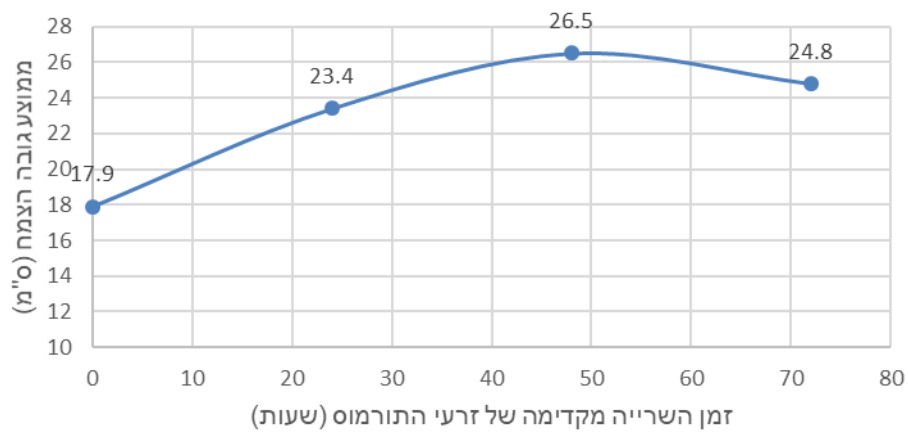


מתוך הגרף ניתן לראות כי עד ל- 50 שעות, ככל שעולה זמן השרייה המקדימה של זרעי התורמוס במים, כך עולה ממוצע גובה צמח התורמוס. מ-50 שעות השרייה ואילך, נראה כי ממוצע גובה צמח התורמוס יורד.

טבלה 2-ב- ממוצע גובה הצמח (ס"מ) 10.4

זמן השרייה {שעות}	ממוצע גובה הצמח (ס"מ)	סטיית תקן	% ט.ו
0	17.9	6.3	35.4
24	23.4	3.8	16
48	26.5	9.1	34.2
72	24.8	12.2	49.1

גרף 2ב: ממוצע גובה צמח התורמוס כתלות בזמני השרייה מקדימה שונים - 10.4



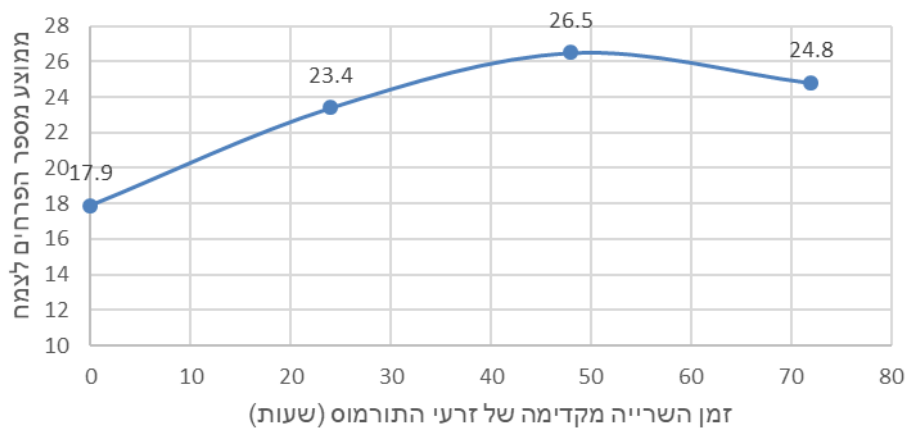
מתוך הגרף ניתן לראות כי עד ל- 50 שעות, ככל שעולה זמן ההשרייה המקדימה של זרעי התורמוס במים, כך עולה ממוצע גובה צמח התורמוס. מ-50 שעות השרייה ואילך, נראה כי ממוצע גובה צמח התורמוס יורד.

3. השפעת זמן השרייה מקדימה במים על מספר פרחים לצמח:

טבלה 3- ממוצע מספר הפרחים לצמח

זמן השרייה {שעות}	ממוצע מספר הפרחים לצמח	סטיית תקן	% t.o
0	0	0	0
24	0.3	0.8	244.9
48	3.7	4.5	121.6
72	3.3	6.1	181.7

גרף 3: ממוצע מספר הפרחים לצמח התורמוס כתלות בזמני השרייה מקדימה שונים



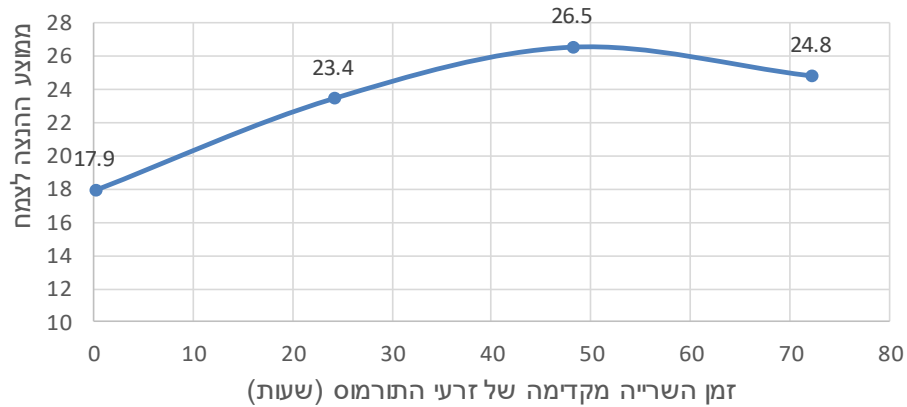
מתוך הגרף ניתן לראות כי עד ל- 50 שעות, ככל שעולה זמן השרייה המקדימה של זרעי התורמוס במים, כך עולה ממוצע מספר הפרחים לצמח התורמוס. מ-50 שעות השרייה ואילך, נראה כי ממוצע מספר הפרחים לצמח התורמוס

4. השפעת זמן השרייה מקדימה במים על ממוצע ההנצה בצמח:

טבלה 4- ממוצע ההנצה בצמח

זמן השרייה {שעות}	ממוצע ההנצה	סט"ית תקן	% ס.ת
0	0.2	0.4	207.0
24	0.1	0.3	270.3
48	0.4	0.5	120.9
72	0.3	0.5	159.2

גרף 4: ממוצע ההנצה לצמח התורמוס כתלות בזמני השרייה מקדימה שונים



מתוך הגרף ניתן לראות כי עד ל- 50 שעות, ככל שעולה זמן השרייה המקדימה של זרעי התורמוס במים, כך עולה ממוצע ההנצה לצמח התורמוס. מ-50 שעות השרייה ואילך, נראה כי ממוצע ההנצה לצמח התורמוס יורד.

חלק ד' - דיון ומסקנות

בעבודה זו שאלת החקר העיקרית היא – מהי השפעת זמני השרייה של זרעי תורמוס במים (כטיפול מקדים) על נביטתם וצמיחתם?

בדקנו נביטה על ידי מעקב אחר אחוזי נביטה.

בדקנו צמיחה – ע"י מעקב אחר גובה / אורך הצמח, ובנוסף בדקנו גם הנצה ופריחה לצמח.

השערתנו היתה כי ככל שזמן ההשריה יגדל כך גם אחוז הנביטה ומדדי הצמיחה, ההנצה והפריחה יהיו טובים יותר, אולם זמן השרייה רב מדי יפגע בנביטה, בצמיחה ובפריחה, בעיקר כיוון שעודף מים יפגעו באספקת חמצן לתאי הזרע ובהמשך לשורשון הנבט ולשורשי הצמח.

הבסיס להשערה זו הוא שהתהליך הראשון לנביטה הוא תפיחת הזרע (בהשפעת המים) ובקיעת קליפתו. בנוסף, המים שנכנסים עוצרים את פעילותם של מעכבי הנביטה ע"י שטיפת אותם חומרים מעכבי הנביטה. בזרע הצמח ישנם חומרי תשמורת שאינם מסיסים במים, בשל כך הזרע צריך לצרוך כמות מסוימת של מים על מנת לשטוף את אותם מעכבי נביטה שחוסמים פעילות אנזימים, כך שאנזימים המפרקים את חומרי התשמורת יתחילו לעבוד והזרע יוכל לנצל את החומרים לתהליך הנשימה התאית ליצירת ATP, אנרגיה זמינה הנדרשת לתהליכי הנביטה והצמיחה השונים, בין היתר חלוקת תאים. ובנוסף אותם חומרים ישמשו כחומרי בניין לתאים החדשים שנוצרים. כך שהשריה מוקדמת של זרעים היא גורם חשוב לתחילת הנביטה וצמיחת הנבט. כך שהשריית זרעים במים מגבירה את קצב הנביטה [1,2]. חשוב לציין כי מתוך המקורות וממה שלמדנו במהלך עבודתנו, משך ההשריה האופטימלי תלוי בסוג הצמח, וההמלצה לתורמוס היא 24 שעות [4]

על פי התוצאות נראה כי אחוזי הנביטה הגבוהים ביותר היו בזרעי התורמוס שהושרו במים למשך 24 שעות (ראה גרף 1) ובהמשך, בזמני השרייה של מעבר ל- 24 שעות, נראה כי אחוזי הנביטה יורדים.

ההסבר שלי לתוצאות אלו, מתוך מה שלמדנו מהמקורות ששימשו בעבודתי, הוא: כאשר הזרעים הושרו למשך זמן גבוה מ-24 שעות, זה שיבש אספקת חמצן לתאי הזרע וגם גרם, כפי הנראה, לריקבון ופטרת. זה עשוי להסביר את הירידה באחוז הנביטה בזרעים שהושרו מעל 24 שעות.

על פי התוצאות נראה כי ממוצע גובה הצמח הגבוה ביותר היה בזרעי התורמוס שהושרו במים למשך 48 שעות (ראה גרף 2) ובהמשך, בזמני השרייה של מעבר ל- 48 שעות, נראה כי ממוצע גובה הצמח יורד.

שוב, ההסבר האפשרי הוא שהשרייה למשך זמן ארוך מדי במים תפגע באספקת החמצן לזרע ובקצב הצמיחה/ ההתפתחות. בכל אופן, הייתי מצפה שהצמיחה המירבית תהיה בזרעים שהושרו למשך 24 שעות.

על פי התוצאות נראה כי ממוצע מס' הניצנים לצמח (ראה גרף 4) וממוצע מספר הפרחים לצמח (ראה גרף 3) היו הגבוהים ביותר בטיפול בו הזרעים הושרו במים למשך 48 שעות ובהמשך, בזמני השרייה של מעבר ל- 48 שעות, נראה כי ממוצע מס' הניצנים והפרחים לצמח יורד. שוב, ההסבר האפשרי הוא שהשרייה למשך זמן ארוך מדי במים תפגע באספקת החמצן לזרע ובקצב הצמיחה/ ההתפתחות. בכל אופן, הייתי מצפה שהצמיחה המירבית תהיה בזרעים שהושרו למשך 24 שעות.

לסיכום:

לגבי כל המדדים שבדקנו נראה כי השרייה לזמן רב מדי במים פוגעת בנביטה של זרעי התורמוס ובהמשך בצמיחה.

לגבי הנביטה, האופטימום היה 24 שעות השרייה במים, מעבר לכך ירדו אחוזי הנביטה. ולגבי המדדים האחרים: צמיחה לגובה, הנצה ופריחה, האופטימום היה השרייה של 48 שעות במים. לכן, כדי לקבל תוצאות ברורות יותר, הייתי מציעה בניסוי דומה שיעשה בעתיד להגדיל את כמות החזרות, כך תתקבל תמונה ברורה יותר לגבי זמן השרייה המקדימה המומלצת.

כמו כן, מתוך המקורות [4] ראינו המלצה של השרייה בחומצה גופריתנית 98% למשך 2-3 שעות, שמאיצה את נביטת התורמוס (ראה דף תכנון ניסוי המשך).

ביבליוגרפיה

1. אמיר רות ושדה אירית (2011). "מזרע לזרע" מתוך : האוניברסיטה העברית בירושלים המרכז להוראת המדעים.
http://meyda.education.gov.il/files/Mazkirut_Pedagogit/biology/mizeraheb25-46.pdf
2. מסד יהודית (1997) "נביטה" עיבוד מתוך: "חוקרים חקלאות"
<http://www.kdror.co.il/betaforums/Uploads/4881.doc>
3. פרגמן - ספיר אורי (2012) "כל הכחול הזה" מאמר על התורמוס בגן הבוטני בירושלים. כתב העת: גן ונוף. מרץ-אפריל 2012.
https://www.botanic.co.il/wp-content/uploads/2017/08/Lupinus_2012-1.pdf
4. רון מימי "שיטות מעשיות לריבוי צמחי בר" מתוך: "צמח השדה" הורד בדצמבר 2019
<http://www.wildflowers.co.il/hebrew/articles/gardening-wildflowers.htm>
5. "נביטה" מתוך: ויקיפדיה – הורד בדצמבר 2019
<https://he.wikipedia.org/wiki/%D7%A0%D7%91%D7%99%D7%98%D7%94>

נספחים:

דף תכנון הניסוי:

שמות התלמידים	שם שירה אלקיים
שאלת החקר (בשאלה יוגדרו המשתנים בבירור, והקשר המשוער ביניהם)	<p>מהי השפעת זמני השרייה של זרעי תורמוס במים (כטיפול מקדים) על נביטתם וצמיחתם?</p> <p>בעבודה זו נבדוק את השפעת מים על נביטה (הטריגר העיקרי לנביטה), וחיפוש הטיפול המקדים במים (משך זמן השרייה) האופטימלי.</p> <p>התורמוס נבחר כיוון שהוא זרע גדול בעל קליפה עבה ומתוך המקורות, לא נובט בקלות... כמו כן, בזרעים הגדולים ניתן לראות באופן בולט את עניין התפיחה + מה קורה לקליפה כתוצאה מההשרייה במים (בשילוב כמובן ההתייחסות לתהליכים פנימיים: שטיפת מעכבי נביטה וכו'...).</p> <p>הרעיון עלה מתוך שילוב המידע במקורות הבאים:</p> <p>https://www.botanic.co.il/wp-content/uploads/2017/02/newspaper_september_2015_final_web_heb.pdf</p> <p>(עמ' 6)</p> <p>http://www.bashaar.org.il/Question.asp?Question_id=6144</p>
השערה + בסיס ביולוגי להשערה (בקצרה)	<p>ההשערה שלנו היא שככל שזמן ההשריה יגדל, כך גם אחוז הנביטה ואורך הניצרון יגדל. אולם, זמן השרייה רב מדי יפגע בזרע ויגרום לריקבון הזרע.</p> <p>נביטה היא תהליך מרכזי ברבייה של צמחים. בתהליך זה הצמח עובר ממצב של זרע למצב של הצצה על פני הקרקע – תוך ניצול חומרי התשמורת שמצויים בתוכו.</p> <p>הגורמים העיקריים שמשפיעים על תהליך הנביטה הם: מים, אוויר, טמפרטורה.</p>
המשתנה הבלתי תלוי + אופן השינוי שלו + מספר הטיפולים	<p>המשתנה הבלתי-תלוי: זמן ההשריה במים.</p> <p>זמני השרייה: ללא השרייה, 24 שעות, 48 שעות, 72 שעות</p> <p>6 עציצים לטיפול ובכל טיפול 5 זרעים סה"כ 30 זרעים לטיפול.</p>
המשתנה התלוי+ דרך המדידה שלו	<p>המשתנה התלוי: אחוז נביטה</p>
דרך נוספת לבדיקת המשתנה התלוי (נדרש אם יש פחות מ5 טיפולים)	<p>צמיחה וגטטיבית: אורך/ גובה צמח - נמדד בעזרת סרגל מס' ענפים/ פיצולים</p>
האורגניזם	תורמוס ההרים
מספר פריטים ו/או חזרות (לכל טיפול)	6 עציצים לטיפול ובכל טיפול 5 זרעים סה"כ – 30 זרעים לטיפול

דף תכנון ניסוי המשר:

שמות התלמידים	שירה אלקיים
שאלת החקר (בשאלה יוגדרו המשתנים בבירור, והקשר המשוער ביניהם)	מהי השפעת השרייה מקדימה בחומצה גופריתנית 98% על קצב נביטת זרעי התורמוס?
השערה + בסיס ביולוגי להשערה (בקצרה)	אני משערת שהשרייה מקדימה השרייה בחומצה גופריתנית 98% למשך 2-3 שעות תאיץ את קצב את נביטת התורמוס. אולם, זמן השרייה רב מדי יפגע בזרע וזמן השרייה קצר מדי לא יספיק בשביל לגרום לחומצה לבקוע את הקליפה של הזרע. בסיס ביולוגי- חומצה גופריתנית מסייעת לבקע את קליפת הזרע וכך מזרזת את תהליך הנביטה. "ישנם זרעים קשים במיוחד במשפחת הפרפרניים, כמו רתם המדבר, וכדי להתגבר על מעכבי הנביטה שלהם אפשר לגרד את הזרעים או להשרותם בחומצה גופריתנית לכמה שעות" מתוך מקור 1.
המשתנה הבלתי תלוי + אופן השינוי שלו + מספר הטיפולים	המשתנה הבלתי תלוי: זמן ההשריה בחומצה גופריתנית 98% זמני השרייה: ללא השרייה, שעה, 3 שעות, 4 שעות, 6 שעות. מספר טיפולים: 6 עציצים לטיפול ובכל טיפול 5 זרעים סה"כ 30 זרעים לטיפול.
והבקרה בניסוי (בקרה חיצונית / בקרה פנימית השוואתית)	בקרה פנימית השוואתית בכל ניסוי. בקרה חיצונית- 1. טיפול ללא השרייה מקדימה בחומצה כלל, מהבקרה לומדים שזמני ההשריה הם אכן הגורם המשפיע לקצב הנביטה של הזרעים. 2. השרייה במים בלבד למשך 3 שעות, לבדוק איך מים ישפיעו על הקליפה של הזרע לעומת חומצה גופריתנית.
המשתנה התלוי + דרך המדידה שלו	המשתנה התלוי- קצב הנביטה דרך המדידה היא צמיחה וגטטיבית: אורך/ גובה צמח - נמדד בעזרת סרגל
אם יש דרך נוספת לבדיקת המשתנה התלוי (נדרש אם יש פחות מ- 5 טיפולים)	
האורגניזם / צמח הבוחן	זרעי תורמוס ההרים.
מספר פרטים ו/או חזרות (לכל טיפול)	מספר טיפולים: 6 עציצים לטיפול ובכל טיפול 5 זרעים סה"כ 30 זרעים לטיפול.
משתנים קבועים	טמפרטורה קבועה, סוג הזרעים, השקיה זהה.

תאריך תצפית: 13, 3, 19 שמות: סיורי אלק"ם

מיקומו (מ"מ)				מס' נבטים	עציץ	טיפול
			11.5	13	2	1 א
			19	17.5	2	2
				18.5	1	3
			12	22	2	4
			20	24.5	2	5
17	16		24	21	4	6
				18	1	1 ב
		16.5	21	19	3	2
	27	27	30.5	24	4	3
			15	21	2	4
19.5	25	18.5	25.5	27.5	5	5
	24	21.5	26	28.5	4	6
				21	1	1 ג
		18	23	28	3	2
			23	30.5	2	3
		26	28	20	3	4
	24	37.5	28	24	4	5
29	24.5	22	23.5	30.5	5	6
18	24	16.5	19	19	5	1 ד
	24	24	30	27	4	2
	28	23	27	30	4	3
				28.5	1	4
			28	17	2	5
			12.5	22	2	6
						1 ה
						2
						3
						4
						5
						6

0

~~7~~

24

48

72

דף תצפית: השפעת זמן השרייה מקדימה במים על צמיחה ופריחת התורמוס

שמות: פרה ושרה יאקו"ם

תאריך: 10/4/19

מס' פרחים לצמח:

6	5	4	3	2	1		
X	7	7	X	X	7	0	א
7	X	7	2	X	X	24	ב
X	8+7	7	10	4+7	7	48	ג
	7	7	7				
	7	7					
7	X	7	5+7	7	X	72	ד
7			7	7			
			7				

גובה/ אורך הצמח:

6	5	4	3	2	1		
17	21	20	18	16.5	7	0	א
26	25	15	x	16	6		
19	x	25	y	x	26		
x	x	x	y	x	11.5		
x	y	y	y	x	x		
25.5	25	21	28	21	23	24	ב
23.5	18.2	19	26	17	7.5		
25.5	23	x	28.5	16.5	x		
28.5	27	y	23.5	y	y		
x	x	x	y	y	y		
25	21	25.5	20	16.5	18	48	ג
20	23.5	29	51.5	25.5	x		
23	31.5	23	x	23	x		
30	44	x	x	y	x		
x	x	x	x	x	x		
21	18	36.5	28	22	24	72	ד
34	2	17	29	22	18		
	7		19.5	27.5	18		
	29.5		58		19		
	x				x		

סיכום התצפיות/ תוצאות בקובץ אקסל:

השפעת זמן השרייה מקדימה במים על נביטת זרעי התורמוס:

אחוזי נביטה:

תאריך תצפית: 11.2.2019

מספר הזרעים שניבטו (מתוך 5 שזרענו)	אחוזי נביטה					מספר הזרעים שניבטו (מתוך 5 שזרענו)	זמן השרייה (שעות)
	6	5	4	3	2		
1	1	1	1	1	1	1	0
2	3	3	2	2	2	2	24
3	4	4	4	0	1	1	48
4	5	4	4	1	1	0	
5	6	0	20	60	100	5	72
6	0	20	80	0	0	0	
7	20	20	20	20	40	1	
8	80	100	80	0	20	4	
9	100	80	20	20	0	1	
10	0	0	20	60	80	0	
11	30	50	40	20	20	1	
12	16.7	41.5	40.0	42.7	43.3	43.3	
13	55.8	82.9	100.0	98.6	98.6	98.6	

תאריך תצפית: 13.3.2019

זמן השרייה {שעות}	ממוצע גובה הצמח (ס"מ)	סטיית תקן	% ס.ת.
0	17.8	4.6	25.8
24	22.9	4.4	19.3
48	24.4	7.4	30.5
72	23.1	5.0	21.9

זמן השרייה {שעות}	עציץ	מס' נבטים	גובה צמח (ס"מ)				ממוצע	סטיית תקן	% ס.ת.
			11.5	13	16	17.5			
0	1	2							
	2	2		19					
	3	1		18.5					
	4	2		12	22				
	5	2		20	24.5				
	6	4		21	21				
24	1	1		18					
	2	3		16.5	21				
	3	4		27	27				
	4	2		15	21				
	5	5		19.5	25	18.5	25.5	27.5	
	6	4		24	21.5	26	28.5	28.5	
48	1	1							
	2	3		18	23				
	3	2			1	30.5			
	4	3			26	28	20		
	5	4		24	37.5	28	24		
	6	5		30.5	24.5	22	23.5	30.5	
72	1	5		18	24	16.6	19	19	
	2	4		24	24	30	27		
	3	4		28	23	27	30		
	4	1					25.5		
	5	2					28	17	
	6	2					12.5	23	
21.9	5.0	23.1							

תאריך תצפית: 10.4.2019

זמן השרייה {שעות}	ממוצע	סטיית תקן	% ס.ת.
0	17.9	6.3	35.4
24	23.4	3.8	16
48	26.5	9.1	34.2
72	24.8	12.2	49.1

זמן השרייה {שעות}	עציץ	גובה צמח (ס"מ)				ממוצע	סטיית תקן	% ס.ת.
		11.5	16	26	6			
0	1							
	2			16	16.5			
	3				18			
	4			25	15	20		
	5				25	21		
	6			19	26	17		
24	1				25	23		
	2				16.5	17	21	
	3			23.5	28.5	26	28	
	4				19	21		
	5			27	23	18.2	25	
	6			28.5	25.5	23.5	25.5	
48	1						18	
	2				23	25.5	16.5	
	3					51.5	20	
	4				23	29	25.5	
	5			44	31.5	23.5	21	
	6			34.2	9.1	26.5	30	23
72	1				19	18	18	24
	2					27.5	22	22
	3				58	39.5	29	28
	4					17	36.5	
	5				29.5	8	2	18
	6						34	21
49.1	12.2	24.8						

תאריך תצפית: 10.4.2019

זמן השרייה {שעות}	ממוצע	סטיית תקן	% ס.ת
0	0.2	0.4	207.0
24	0.1	0.3	270.3
48	0.4	0.5	120.9
72	0.3	0.5	159.2

זמן השרייה {שעות}	עציץ	הנצה					ממוצע	סטיית תקן	% ס.ת
		0	0	0	1	1			
0	1	0	0	0	0	0	0.4	207.0	
	2	0	0	0	0	0			
	3	0	0	0	0	0			
	4	0	0	0	1	0			
	5	0	0	0	1	0			
	6	0	0	0	0	0			
24	1	0	0	0	0	0	0.1	270.3	
	2	0	0	0	0	0			
	3	0	0	0	0	0			
	4	0	0	0	1	0			
	5	0	0	0	0	0			
	6	0	0	0	0	0			
48	1	0	0	0	0	0	0.5	120.9	
	2	0	0	0	0	0			
	3	0	0	0	1	0			
	4	0	0	1	1	0			
	5	0	1	1	1	0			
	6	0	0	0	0	0			
72	1	0	0	0	0	0	0.3	159.2	
	2	0	0	0	1	0			
	3	0	0	0	1	0			
	4	0	0	0	0	0			
	5	0	0	0	0	0			
	6	0	0	0	1	0			

תאריך תצפית: 10.4.2019

זמן השרייה {שעות}	ממוצע	סטיית תקן	% ס.ת
0	0	0	0
24	0.3	0.8	244.9
48	3.7	4.5	121.6
72	3.3	6.1	181.7

זמן השרייה {שעות}	עציץ	מספר פרחים לצמח					ממוצע	סטיית תקן	% ס.ת
		0	0	0	1	1			
0	1						0	0	
	2								
	3								
	4								
	5								
	6								
24	1	0	0	0	0	0	0.3	244.9	
	2	0	0	0	0	0			
	3	2	0	0	0	0			
	4	0	0	0	0	0			
	5	0	0	0	0	0			
	6	0	0	0	0	0			
48	1	0	0	0	0	0	4.5	121.6	
	2	4	0	0	0	0			
	3	10	0	0	0	0			
	4	0	0	0	0	0			
	5	8	0	0	0	0			
	6	0	0	0	0	0			
72	1	0	0	0	0	0	6.1	181.7	
	2	0	0	0	0	0			
	3	5	0	0	0	0			
	4	15	0	0	0	0			
	5	0	0	0	0	0			
	6	0	0	0	0	0			