



ביוחקר בנושא:
השפעת ריכוז דשן (מסוג דשן איטי תמס- אוסמוקוט)
על צמיחה וגטטיבית של חסה אדומה



מגישים: יואב רנדלר וסתיו אסור

בית ספר: כפר הנוער ויצו נהלל

כיתה: י"ב 5

מורה: טלי רייפלד

תאריך הגשה: מאי 2020

תוכן עניינים

3	מבוא
6	מערך החקר
9	תוצאות
12	דיון ומסקנות
15	רשימת מקורות
16	נספחים

מבוא

העבודה שלנו עוסקת בהזנה מינרלית של צמחים. כדי שצמח יגדל באופן תקין בנוסף למים ולתוצרי הפוטוסינתזה הוא צריך יסודות מינרלים. היסודות המינרלים הם יסודות כימים אנאורגניים המצויים בקרקע. הצמחים מקבלים את המינרלים דרך השורשים, בתהליך הדיפוזיה. בתהליך הדיפוזיה חומרים עוברים מהתאים אל התמיסה החיצונית להם ומהתמיסה החיצונית לתאים על פי מפל ריכוזים עד השוואת ריכוזים. כלומר, אם ריכוז המינרלים בתמיסה החיצונית גבוה יותר מהתאים, מינרלים יעברו מהתמיסה החיצונית אל התאים. ואם ריכוז המינרלים בתאים גבוה יותר המינרלים יעברו מהתאים אל התמיסה החיצונית.

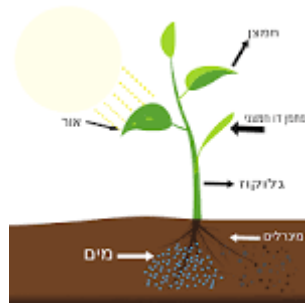
שאלת החקר שלנו היא: מהי השפעת ריכוז דשן (איטי תמס - אוסמוקוט) צמיחה הוגטיבית של חסה אדומה?

חסה אדומה היא זן של חסה תרבותית, שהיא מין צמח חד שנתי ממשפחת המורכבים, המגודל בדרך כלל כירק מאכל בזנים שונים. לחסה ראש עלים עגול או מוארך (נקרא גם קולס), אשר מיועד לאכילה. החסה פורחת למשך 24 שעות בלבד במהלך הקיץ, אז היא מבצעת האבקה עצמית, אך בשדות החקלאיים היא נקטפת טרם פריחתה. העונות הטובות ביותר לגידול חסה הן עונות המעבר, אם כי כיום היא מגודלת ומשווקת גם בחורף ובקיץ. החסה נחשבת כגידול קצר. (4)

לעבודת החקר שלנו בחרנו בדשן איטי תמס [בשחרור איטי] מסוג אוסמוקוט. דשנים הם למעשה חומרים המשמשים בחקלאות להעשרת הקרקע במינרלים לשם שיפור הצמיחה של גידולים. הדשנים מיוצרים בתהליכים כימיים או באמצעות מיצוי צמחים המכילים סוגים שונים של יסודות מינרלים. היסודות חנקן זרחן ואשלגן הם המרכיב העיקרי בדשן מכיוון שאלה הם החומרים שחסרונם מגביל את התפתחות הצמח. **זרחן**: משמש בעיקר לפיתוח מערכת שורשים בנוסף הוא חיוני ליצירת צמחים ופירות. מרכיב גם בחומר התורשתי ד.נ.א ובפוספוליפידים הבונים את קרומי התאים. **אשלגן**: אחראי על הולכת מים ומזון בצמח. וחשיבותו העיקרית היא בהשפעתו על פתיחת וסגירת הפיוניות, בכך יש לו חשיבות והשפעה על תהליך הפוטוסינתזה, כי רק כאשר הפיוניות פתוחות נכנס CO_2 לצמח שהוא אחד המגיבים המרכזיים בתהליך. האשלגן למעשה אחראי על כוחו ואיכותו של צמח.

חנקן: מרכיב בבניית חלבונים אשר חיוניים לכל האורגניזם לקיום חיים. האנזימים הם חלבונים החלבונים הם חלק מקרומי התאים יש חלבונים שהם חלבוני מבנה כמו שיער וכו'. בנוסף, החנקן אחראי ליצור כלורופיל בכך הוא חשוב לתהליך הפוטוסינתזה בצמח וכך הוא מסיע בהתפתחות הצמח.





בתהליך הפוטוסינתזה נוצרים חומרים אורגניים החיוניים לצמיחה והתפתחות. בנוסף, תוצרי הפוטוסינתזה (פחמימות וחמצן) משמשים בתהליך הנשימה התאית ליצירת אנרגיה זמינה (ATP) החיונית לתהליכים שונים בתא ובין היתר גם לחלוקת תאים (לגדילה וצמיחה).

כמות הדשן משפיע על כמות היבול, כמות בלתי מספקת של דשן גורמת למחסור ביסודות המינרלים הזמינים בקרקע ולפגיעה ביבול, ועודף דשן יגרום לעליה ברמת המליחות בקרקע כלומר לסביבה היפרטונית ולשיבוש קליטת המים של הצמח בתהליך אוסמוזה (מקרה פרטי של דיפוזיה עם מים). (1, 6, 8). דשן איטי תמס מאפשר יישום חד פעמי של מנת דשן גדולה המספיקה להזנת צמחים למשך תקופה ארוכה. בכך, אנחנו לא נדרשים לספק את חומרי ההזנה בכל השקיה, אלא פעם אחת. האטת קצב השחרור חומרי ההזנה משפרת את יעילות הדישון ומקטינה את הסיכוי ליישום עודף (מזיק) או לבזבז. בניסוי שלנו בדקנו האם הדשן חיוני ומסייע לגדילת והתפתחות הצמח או שהוא פוגע ומזיק לגדילתו. בנוסף בדקנו באיזה ריכוז צריך להשתמש בדשן זה.

יש עוד מספר גורמים שמשפיעים על התפתחות הצמח :

קרקע - לקרקע יש השפעה רבה על התפתחות הצמח. הצמח נובט גדל ומתפתח בקרקע. הצמח נאחז בקרקע בעזרת שורשיו הוא קולט מהקרקע מים מינרלים וחמצן. כאשר מגדלים צמח מסוים צריך לעבד ולהתאים את הקרקע לתנאים שאותו צמח צריך. ניתן להבדיל בין סוגי קרקע לפי תכונות כמו צבע, מרקם והרכב הקרקע.

הרכב הקרקע משפיע על הזנת הצמחים ומרקם הקרקע משפיע על ספיחת המים של הצמח על ידי השורשים, ועל אספקת חמצן לצמח, החמצן נדרש לתהליכי נשימה תאית בו מופקת אנרגיה זמינה (ATP) הנדרשת לתהליכים שונים בתאים על התפתחות וגדילה.

לעבודה שלנו בחרנו באדמת חמרה: חמרה היא אדמה העשירה בתחמוצות ברזל, שצבעה אדום-חום. החמרה היא אדמה בוצית, מאווררת ומנוקזת היטב. החמרה פוריה ומשמשת מצע נוח לחקלאות, משום שהיא משמרת היטב חומרים מזינים ומים, ומאפשרת למים עודפים להתנקז. בשל היותה דלה בחומרי מזון לצומח יש לדשן אותה בהתמדה.

מסיבה זו בחרנו את החמרה כי הניסוי שלנו עסק בריכוזים שונים של דשן ואדמה שלא מכילה הרבה חומרים מזינים לצמח מאפשר לנו לשלוט בכמות הדשן ובכמות חומרי ההזנה שהצמח מקבל. (2, 5)

מים - כדי לחיות ולתפקד, הצמחים חייבים, לשמור על ההומיאוסטזיס (שמירה על סביבה פנימית יציבה בסביבה חיצונית משתנה) מבחינת מאזן המים. מים גם חיוניים לפתיחת הפיוניות (לחץ טורגור). מאזן מים תקין נשמר כאשר כמות המים הנקלטת על ידי השורשים שווה לכמות המים היוצאת מן הצמח (בעיקר מן העלים) בתהליך דיות.

מאזן מים שלילי גורם לכמישה של הצמח – מצב רפוי של חלקי הצמח כתוצאה כמות מים קטנה בתאים. לפעמים הכמישה היא זמנית ויכולה לחלוף בתנאי שמוסיפים לצמח מים נוספים. במקרים כאלה הצמח

יחזור להראות זקוף ורענן. במחסור ממושך במים נפגעים תהליכים שונים בצמח והכמיסה היא סופית (6, 7, 8).

טמפרטורה - טמפרטורה מתאימה היא תנאי הכרחי לגדילה בריאה של הצמחים. כאשר הטמפרטורה בחדר גבוהה מדי או נמוכה מדי תהיה פגיעה בהתפתחות של הצמחים. טמפרטורה גבוהה מדי תחליש את הצמח ותכריח אותו לצרוך יותר מים מבמצב נורמלי בשל הדיות. דיות הוא תהליך המתבצע בצמחים כאשר פיוניות הצמחים נפתחות לשם קיום פוטוסינתזה ומולקולות המים מתאדות דרכן.

איבוד המים אינו רצוי מבחינת הצמח אלא למעשה מחיר אותו הצמח "משלם" בעבור קליטת הפחמן הדו חמצני מהאוויר בפתיחת אותן פיוניות.

לעומת זאת טמפרטורה נמוכה מדי תגרום להאטת קצב הפעילות האנזימית בצמחים ולהאטה בקצב הצמיחה שלהם. טמפרטורה הנמוכה מ-15°C עלולה להכניס את הצמח לשוק ואפילו לגרום למותו. ישנם צמחים שיצליחו לגדול ולפרוח גם בטמפרטורה נמוכה אולם קצב הגדילה יהיה נמוך והתוצרת בהתאם. (3)

אנחנו בחרנו לבצע את הניסוי שלנו בחממה של הבית ספר על מנת לשמור הגורמים הקבועים שלא נבדקו בניסוי. העמדת הניסוי בחממה תשמור את אספקת המים קבוע לצמח ולטמפרטורה מתאימה וקבוע

שאלת החקר בעבודתנו היא: מהי השפעת ריכוז דשן איטי תמס על צמיחה וגטיבית של חסה אדומה?

ההשערה שלנו היא שככל שריכוז הדשן שנוסיף יגדל כך קצב הצמיחה והתפתחות השורשים של חסה אדומה יגדל. אך ריכוז גבוה מדי עשוי להיות רעיל לתאים ועשוי לפגוע באספקת המים לצמח על ידי הפיכת הקרקע לסביבה היפרטונית וקושי של תאי השורש לקלוט מים מהקרקע באוסמוזה, כל זה עשוי לפגוע בצמיחת החסה האדומה.

הבסיס הביולוגי להשערה שלנו הוא שדשן מכיל סוגים שונים של מינרלים כמו חנקן זרחן אשלגן ועוד שהם חלק מחומרי ההזנה של הצמח ויש להם חשיבות רבה בהתפתחות הצמח, כפי שפורט במבוא. לדוגמא: אשלגן חיוני לפתיחת הפיוניות, חנקן הוא חומר הזנה לבניית חלבונים ו-DNA וזרחן חומר הזנה לבניית DNA. בלי חומרים אלו תאי הצמח לא יוכלו לגדול (חיוניים לחלוקת תאים וגדילה) ולהתקיים (לתהליכים שונים בתא נדרשים מינרלים כמו לבניית מולקולות הכלורופיל החיונית לתהליך הפוטוסינתזה).

לעומת זאת, עודף דשן / עודף מינרלים, עשוי להיות רעיל לתאי הצמח ובנוסף, יגרום לעליה ברמת המליחות בקרקע כלומר לסביבה היפרטונית ולשיבוש קליטת המים של הצמח בתהליך אוסמוזה (מעבר מים מהתאים לסביבה החיצונית שלהם ולהפך על פי מפל הריכוזים).

מעריך החקר

שאלת החקר: מהי השפעת ריכוז דשן איטי תמס על צמיחה וגטטיבית של צמחי חסה אדומה?

תיאור מערך הניסוי: העמדנו את הניסוי בתאריך 03-11-2019. לקחנו 50 עציצים בגודל 200 מ"ל מילאנו אותם באדמה מסוג חמרה. בחרנו באדמה מסוג חמרה מכיוון שבאדמת חמרה אין דשן מעורבב ורצינו אדמה שאין בה דשן כי את הדשן רצינו להוסיף בצורה מבוקרת כי הדשן הוא המשתנה הבלתי תלוי שלנו בניסוי. חילקנו את 50 העציצים ל-5 קבוצות של 10 עציצים בכל קבוצת טיפול. 10 עציצים השארנו עם אדמת החמרה בלבד וב-10 עציצים הבאים בעזרת משקל מדדנו 0.5 גרם דשן מסוג דשן איטי תמס של אוסמוקוט. הוספנו את הדשן אל אדמת החמרה וערבבנו אותו עם האדמה. לאחר מכן לקחנו עוד 10 עציצים מדדנו 0.8 גרם מאותו דשן והוספנו אותו אליהם. את אותה פעולה ביצענו בעוד 10 עציצים אך הוספנו אליהם 1גרם, וב10 עציצים אחרונים שנשאר ביצענו את הפעולה אך הוספנו אליהם 1.4 גרם. לאחר שהכנו את העציצים שתלנו בהם את שתילי החסה האדומה והכנסנו את כל 50 העציצים לחממה תחת השקיה מבוקרת. הניסוי התקיים בחממת בית הספר ונערך כ11 ימים לאחר מיכן בתאריך 14-11-2019 הגענו לאסוף את תוצאות הניסוי.

סיכום כלים וחומרים הנדרשים לניסוי:

50- עציצים בנפח 200 מ"ל
50- צמחי חסה אדומה
1 שק של אדמה מסוג מצע גן
1 שק של דשן איטי תמס מסוג אוסמוקוט
כפות חפירה
דוקרן לעשות חורים
כפפות
טוש לסימון
פוליגל צבעונית לסימון טיפולים שונים
סרגל למדידות

אורגניזם: משפחה- מורכבים, סוג- חסה, מיין- חסה אדומה מסולסלת.

משתנה תלוי: צמיחה וגטטיבית/ קצב גידול צמחי החסה האדומה.

דרך המדידה: מדידת מספר עלים, מדידת 3 עלים מהצמח בס"מ ומדידת גודל הצמח בס"מ.



משתנה בלתי תלוי: ריכוז הדשן איטי תמס

אופן שינוי: חמישה ריכוזים שונים של הדשן:

0 גרם דשן ל-200 מ"ל מצע חמרה – קבוצה הבקרה

0.5 גרם דשן ל-200 מ"ל מצע חמרה.

0.8 גרם דשן ל-200 מ"ל מצע חמרה.

1 גרם דשן ל-200 מ"ל מצע חמרה.

1.4 גרם דשן ל-200 מ"ל מצע חמרה.

טווח הריכוזים של הדשן נבחר על פי הוראות הדישון שנמצאות על גב האריזה של דשן מסוג דשן איטי תמס אוסמוקוט.

משתנים קבועים:

1. השקיה- כל העציצים הונחו בחמישה מגשים שהונחו על שולחן שנמצא מערכת השקיה מסודרת של החממה.
2. קרקע- השתמשנו בכל העציצים באדמת חמרה.
3. טמפי- כל העציצים הונחו בחממה בטמפי' זהה
4. אור- כל העציצים הונחו בחממה במידת חשיפה לאור זהה

בקרה חיצונית: ללא טיפול כלומר ללא הוספת דשן לקרקע הצמח.

בקרה פנימית: השוואה בין ריכוזי הדשן השונים.

מספר טיפולים: 4 טיפולים/ ריכוזי דשן שונים + בקרה, ללא דשן.

מספר חזרות: 10 חזרות (שתילים) לכל טיפול.

מיקום ניסוי: חממת בית הספר בין התאריכים 03/11/2019-14/11/2019.

עיבוד נתונים: לאחר איסוף התוצאות בדפי תצפית העתקנו את התוצאות לטבלאות בקובץ אקסל. חישוב ממוצע, סטיית תקן ואחוז סטיית תקן ולבסוף הצגנו את התוצאות בגרפים.

תרשים העמדת ניסוי:

1.4 גרם ל- 200 מ"ל	1 גרם ל- 200 מ"ל	0.8 גרם ל- 200 מ"ל	0.5 גרם ל- 200 מ"ל	0.3 גרם ל- 200 מ"ל	0
עציץ 1	עציץ 1	עציץ 1	עציץ 1	עציץ 1	עציץ 1
עציץ 2	עציץ 2	עציץ 2	עציץ 2	עציץ 2	עציץ 2
עציץ 3	עציץ 3	עציץ 3	עציץ 3	עציץ 3	עציץ 3
עציץ 4	עציץ 4	עציץ 4	עציץ 4	עציץ 4	עציץ 4
עציץ 5	עציץ 5	עציץ 5	עציץ 5	עציץ 5	עציץ 5
עציץ 6	עציץ 6	עציץ 6	עציץ 6	עציץ 6	עציץ 6
עציץ 7	עציץ 7	עציץ 7	עציץ 7	עציץ 7	עציץ 7
עציץ 8	עציץ 8	עציץ 8	עציץ 8	עציץ 8	עציץ 8
עציץ 9	עציץ 9	עציץ 9	עציץ 9	עציץ 9	עציץ 9
עציץ 10	עציץ 10	עציץ 10	עציץ 10	עציץ 10	עציץ 10

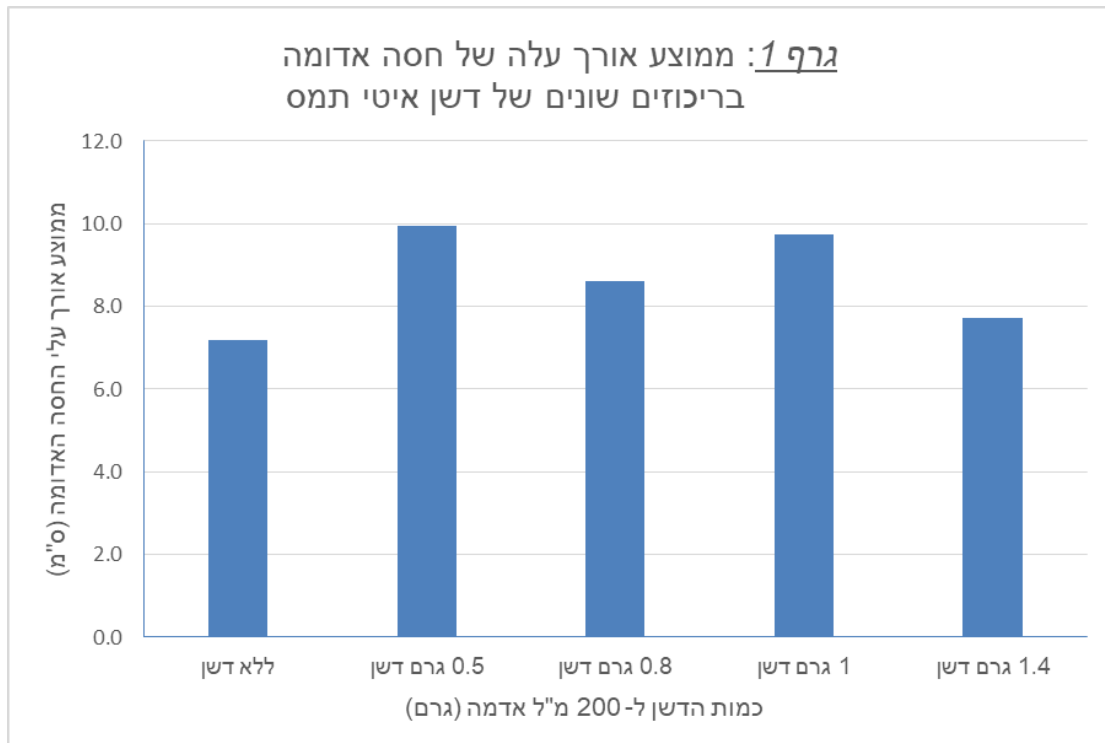


תוצאות

השפעת ריכוז דשן איטי תמס של אוסמוקוט על ממוצע אורך העלים של החסה האדומה:

טבלה 1: ממוצע אורך עלה בריכוזי דשן שונים:

ממוצע	סטיית תקן	% ס.ת	כמות דשן ל- 200 מ"ל עציץ
7.2	1.6	21.7	ללא דשן
9.9	1.4	13.6	גרם דשן 0.5
8.6	1.8	20.9	גרם דשן 0.8
9.7	2.0	20.8	1 גרם דשן
7.7	1.5	19.6	גרם דשן 1.4



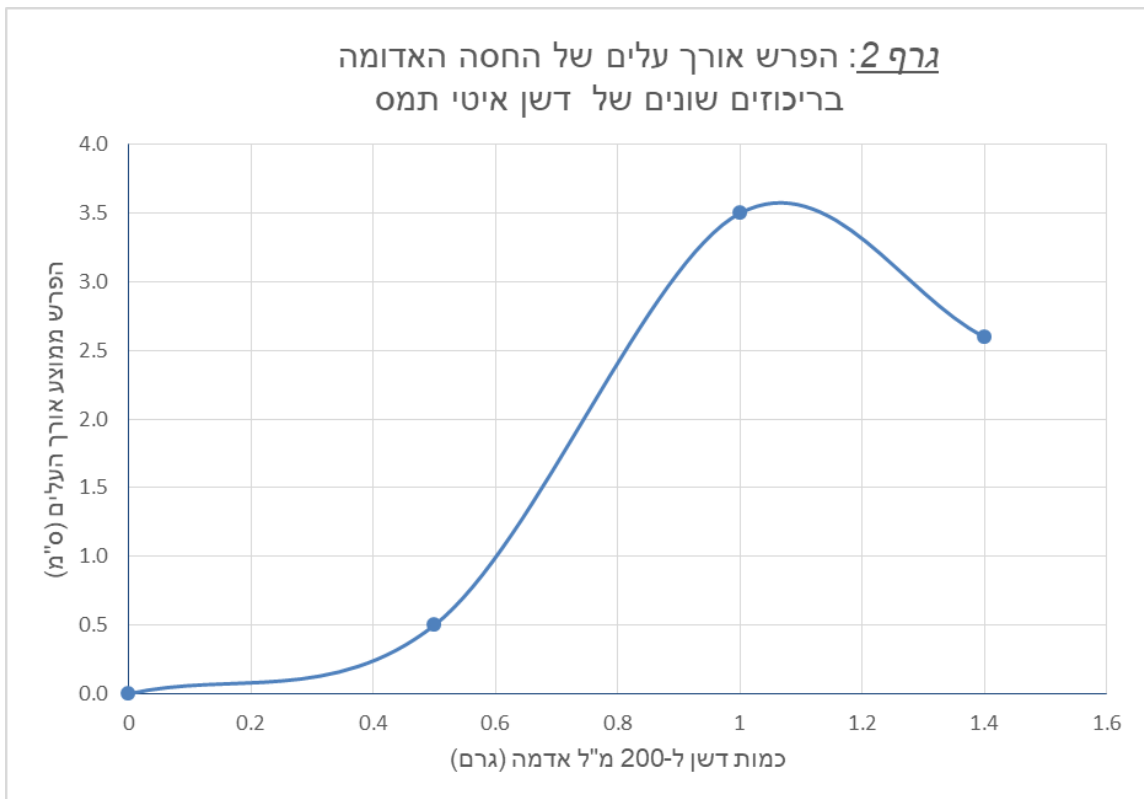
מתוך הגרף ניתן לראות כי ממוצע אורך עלה הגבוה ביותר היה בטווח דשן של 0.5-1 גרם דשן ל- 200 מ"ל אדמה. חשוב להוסיף כי בקבוצה הבקרה (ללא דשן) נמצא ממוצע אורך העלה הנמוך ביותר.

השפעת ריכוז דשן איטי תמס מסוג אוסמוקוט על השינוי באורך העלים של חסה אדומה:

הפרש	אורך בסוף (ס"מ)	אורך בהתחלה (ס"מ)	כמות דשן ל- 200 מ"ל מצע חמרה
0	8.5	8.5	ללא דשן
0.5	12.5	12	גרם דשן 0.5
3.5	13	9.5	1 גרם דשן
2.6	7.7	5.1	גרם דשן 1.4

טבלה 2: ממוצע הפרש אורך עלה בריכוזי דשן שונים:

הפרש אורך עלים (ס"מ)	כמות (גרם) דשן ל- 200 מ"ל עציץ
0.0	0
0.5	0.5
3.5	1
2.6	1.4

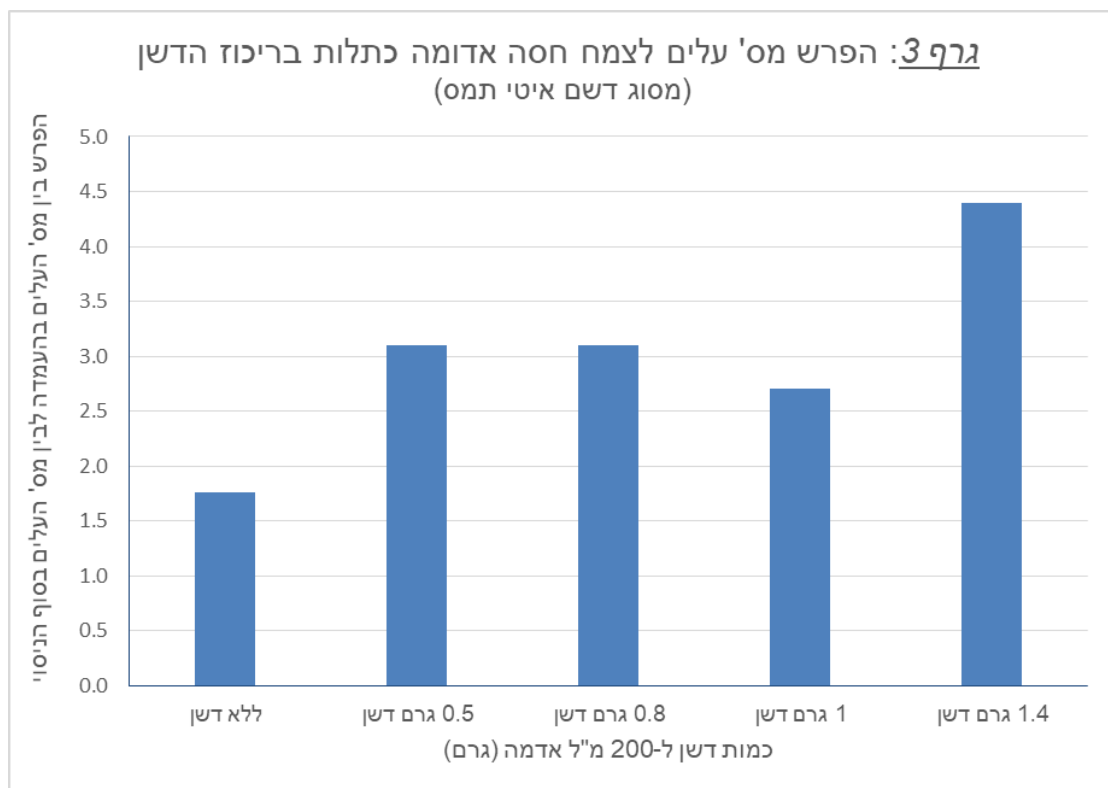


מתוך הגרף ניתן לראות כי בריכוזים 0-1 גרם דשן ל-200 מ"ל אדמה, ככל שריכוז הדשן העלה כך ההפרש בין אורך העלים בתחילת הניסוי (תצפית ראשונה) לבין אורך העלים בסוף הניסוי (תצפית אחרונה) גדל. לאחר מכן, בריכוז של 1.4 גרם דשן ל-200 מ"ל אדמה, נראתה ירידה בשינוי אורך העלים.

השפעת ריכוז דשן מסוג איטי תמס של אוסמוקוט על השינוי במס' העלים לצמח של חסה אדומה:

טבלה 3: ממוצע הפרש מספר העלים

הטיפול	ממוצע מס' עלים בהתחלה	ממוצע מס' עלים בסוף	הפרש מס' עלים
ללא דשן	5.8	7.6	1.8
גרם דשן 0.5	5.6	8.7	3.1
גרם דשן 0.8	4.9	8	3.1
1 גרם דשן	6.7	9.4	2.7
גרם דשן 1.4	4.6	9	4.4



מתוך הגרף ניתן לראות כי כמות הדשן שבה הפרש בין מס' העלים בהעמדה לבין מס' העלים בסוף הניסוי היה הגבוה ביותר היא 1.4 גרם דשן ל-200 מ"ל אדמה. חשוב לציין כי בקבוצת הבקרה ההפרש היה הנמוך ביותר.

דיון ומסקנות

הניסוי שלנו עוסק בהזנה מינרלית של צמחים.

שאלת החקר בעבודתנו הייתה: מהי השפעת ריכוזו של הדשן (מסוג דשן איטי תמס – אוסמוקוט)

על הצמיחה הוגטטיבית של החסה האדומה?

השערתנו היתה שככל שריכוז הדשן שנוסיף יגדל כך קצב הצמיחה והתפתחות השורשים של חסה

אדומה יגדל. אך ריכוז גבוה מדי עשוי להיות רעיל ועשוי לפגוע באספקת המים לצמח על ידי

הפיכת הקרקע לסביבה היפרטונית וקושי של תאי השורש לקלוט מים מהקרקע באוסמוזה, כל

זה עשוי לפגוע בצמיחת החסה האדומה.

דשן מכיל סוגים שונים של מינרליים כמו חנקן זרחן אשלגן החשובים מאוד לתהליכים בצמח כגון:

פתיחת וסגירת פיוניות, שיפור תהליך הפוטוסינתזה ושמירת חוזק מכני כללי של הצמח לדוגמה:

אשלגן חשוב לפתיחת הפיוניות, ומכאן חשיבותו לתהליך הפוטוסינתזה (פתיחת הפיוניות מאפשרת

כניסת פד"ח לצמח, מגיב החיוני לתהליך וחשוב לבניית החומרים האורגני). חנקן הוא חומר הזנה

לבניית חלבונים ו-DNA וזרחן חומר הזנה לבניית ATP, DNA ופוספוליפידים הבונים קרומי תאים.

בנוסף, חנקן חשוב לבניית מולקולות הכלורופיל. מולקולות הכלורופיל הן מולקולות הפיגמנט הירוק

הקולטות את אנרגיית האור לתהליך הפוטוסינתזה.

בתהליך הפוטוסינתזה נוצרים חומרים אורגניים החיוניים לצמיחה והתפתחות. בנוסף, תוצרי

הפוטוסינתזה (פחמימות וחמצן) משמשים בתהליך הנשימה התאית ליצירת אנרגיה זמינה (ATP)

החיונית לתהליכים שונים בתא ובין היתר גם לחלוקת תאים (לגדילה וצמיחה).

כך, שמכל האמור לעיל, בלי חומרים אלו תאי הצמח לא יוכלו לגדול, חומרים אלו בדשן חיוניים

לתהליכים שונים בתאי הצמח ובצמל עצמו, לחלוקת תאים וגדילה ובלעדיהם הצמח לא יוכל

להתקיים (1, 2, 3, 6).

לעומת זאת, עודף דשן יגרום לעליה ברמת המליחות בקרקע כלומר לסביבה היפרטונית ולשיבוש

קליטת המים של הצמח בתהליך אוסמוזה (מעבר מים מהתאים לסביבה החיצונית שלהם ולהפך

על פי מפל הריכוזים). מה שיגרום לפגיעה בצמח ולכמישה של הצמח שזהו מצב רפוי של חלקי

הצמח כתוצאה כמות מים קטנה בתאים. ולהוביל למותו (7, 8, 9).

מתוך התוצאות אפשר לראות לגבי אורך העלים כי בקבוצת הבקרה (ללא דשן) ובריכוז דשן גבוה

מדי (1.4 גרם דשן ל-200 מ"ל אדמה) נמצא אורך העלים הנמוך ביותר (ראה גרף מס' 1). בבדיקה

מדויקת יותר של השינוי באורך העלים (סופי מול התחלתי), נמצא שבריכוז 0-1 גרם דשן ל-200

מ"ל אדמה, ככל שריכוז הדשן העלה כך ההפרש בין אורך העלים בתחילת הניסוי (תצפית ראשונה) לבין אורך העלים בסוף הניסוי (תצפית אחרונה) גדל. לאחר מכן, בריכוז של 1.4 גרם דשן ל-200 מ"ל אדמה, נראתה ירידה בשינוי אורך העלים (ראה גרף מס' 2). מכאן אפשר ללמוד כי בטווח 0-1.4 גרם דשן ל-200 מ"ל אדמה הריכוז האופטימלי הוא 1 גרם דשן ל-200 מ"ל אדמה.

לגבי מספר העלים לצמח, ניתן לראות שבאופן כללי בטווח 0-1.4 גרם דשן ל-200 מ"ל אדמה, ככל שריכוז הדשן עלה כך ההפרש בין מספר העלים בתחילת הניסוי לבין מספר העלים בסוף הניסוי של הצמחים גדל. בנוסף, אפשר לראות שבקבוצת הבקרה, ללא דשן, ההפרש במספר העלים היה הקטן ביותר ובריכוז 1.4 גרם דשן ל-200 מ"ל אדמה נמצא ההפרש הגדול ביותר.

לפיכך אפשר ללמוד מתוצאות הניסוי שדשן נחוץ לצמיחה וכי הוא גורם שמשפיע על תהליך הצמיחה. לגבי שני המדדים שבדקנו (אורך עלים ומס' עלים לצמח), נמצא כי בקבוצת הבקרה שיעור הצמיחה היה הנמוך ביותר בהשוואה לשאר הטיפולים (ריכוזי דשן שונים). בנוסף, מתוך התוצאות, ניתן ללמוד כי הטווח שבין 1-1.4 גרם דשן ל-200 מ"ל אדמה הוא הטווח האופטימלי לצמיחה וגטטיבית של החסה המאפשר צמיחה מהירה ויעילה של צמחי החסה האדומה. חשוב לציין כי בהשוואה של התוצאות בין הגרף של הפרש אורך העלים (ראה גרף 2) להפרש מספר העלים (ראה גרף 3), נראה כי הדשן משפיע בצורה שונה על כל אחד מהפרמטרים האלו. לגבי אורך העלים (ראה גרף 2), האופטימום היה בין 0.8 ל-1.2 גרם דשן ל-200 מ"ל אדמה. ולגבי מס' עלים (ראה גרף 3), נראה כי ריכוז הדשן הגבוה ביותר (1.4 גרם דשן ל-200 מ"ל אדמה) השפיע על התפתחות של יותר עלים לצמח במוצע.

בכל אופן, כדי להסיק מסקנות ברורות יותר בנוגע להשפעת ריכוז הדשן, מסוג דשן איטי תמס, על צמיחה וגטטיבית של החסה האדומה, בעבודות דומות שיעשו בהמשך, אנחנו ממליצים להגדיל את מספר החזרות בניסוי כדי לאפשר תוצאות מדויקות יותר, לעבוד עם 20 שתילים לכל טיפול. בנוסף, אנחנו ממליצים להוסיף עוד טיפולים בניסוי בין 1-1.4 גרם ל-200 מ"ל כדי לבדוק מהו בדיוק הריכוז האופטימלי של ריכוז הדשן, ונמליץ גם למדוד טוב יותר את אורך העלים בשלב העמדת הניסוי כדי לקבל תוצאות של גדילה מדויקות יותר ותמונה טובה יותר לגבי ההפרש בין המצב בתחילת הניסוי למצב בסיום הניסוי.

לניסוי המשך היינו ממליצים להשתמש בצמח אחר לדוגמא, החיטה, כדי לראות את הנביטה שלהם ואת הגדילה שלהם בעזרת מדידה במדויקת שמתחילה באדמה. הסיבה לשימוש בחיטה היא שצמיחתה מהירה והמעקב אחר הצמיחה שלה קל יותר. אנחנו ממליצים להשתמש באותו דשן איטי תמס בחמישה ריכוזים בנוסף לבקרה: ללא דשן (0), 0.5, 0.8, 1, 1.2, 1.4 גרם דשן ל-200 מ"ל אדמה כדי לראות יותר ברור מה המגמה ולמצוא את ריכוז הדשן האופטימלי. אנחנו ממליצים לבצע על כל אחד מהריכוזים 30 זרעי חיטה, לפחות, כדי לאפשר תמונה מדויקת יותר של התוצאות (ראה תכנון ניסוי המשך בנספחים).

ביבליוגרפיה

1. כהנא אורה וודר-וייס דנה (2002) הספר 'פוטוסינתזה והזנה מינרלית בצמח', פרק ו :
היסודות המינרליים בצמח וקליטתם. בהוצאת מעלות.
2. כהנא אורה וודר-וייס דנה (2002) הספר 'פוטוסינתזה והזנה מינרלית בצמח', פרק ז :
הקרקע. בהוצאת מעלות.
3. כהנא אורה וודר-וייס דנה (2002) הספר 'פוטוסינתזה והזנה מינרלית בצמח', פרק ה :
פוטוסינתזה וסביבה. בהוצאת מעלות.
4. נביל עומרי, איך מגדלים חסה בגינה, פפירוס - (הורד בינואר 2020)
<https://bit.ly/3fFBHDr>
5. חמרה, חיפוי קרקע, mygan – (הורד בינואר 2020)
<https://mygan.co.il/12275-%D7%A0%D7%A7%D7%95%D7%93%D7%A%D7%9B%D7%9E%D7%99%D7%A9%D7%94>
6. משתלת יגור – זיבול ודישון הגינה. (הורד בינואר 2020)
<https://bit.ly/2SXTCM3>
7. נקודת כמישה – ויקיפדיה. הורד בינואר 2020
<https://he.wikipedia.org/wiki/%D7%A0%D7%A7%D7%95%D7%93%D7%A%D7%9B%D7%9E%D7%99%D7%A9%D7%94>
8. פיזיולוגיה של הצמח – לחץ טורגור (הורד בינואר 2020)
<https://sites.google.com/site/tcmachim/maym/kj-yurdur>
9. פיזיולוגיה של הצמח – יחסי מים-צמח. (הורד בינואר 2020)
<https://sites.google.com/site/tcmachim/maym>

נספחים

דף תכנון הניסוי:

<p style="text-align: right;"><u>שם : יואב רנדלר</u></p> <p style="text-align: right;"><u>שם: סתיו אסור</u></p>	<p>שמות התלמידים + ת.ז</p>
<p>מהי השפעת ריכוז דשן איטי תמס על צמיחה וגטטיבית של צמחי הרוקט*? * בניסוי עצמו שונה לחסה אדומה.</p>	<p>שאלת החקר (בשאלה יוגדרו המשתנים בבירור, והקשר המשוער ביניהם)</p>
<p>ההשערה שלנו היא שככל שריכוז הדשן שנוסיף יגדל כך קצב הצמיחה והתפתחות השורשים של הרוקט יגדל (אך ריכוז גבוה מדי עשוי להיות רעיל ולפגוע בתאי הרוקט ומעאן גם בצמיחתו). הבסיס להשערה שלנו הוא שדשן מכיל סוגים שונים של מינראליים כמו חנקן זרחן אשלגן ועוד שהם חלק מחומרי ההזנה של הצמח . לדוגמא: חנקן הוא חומר הזנה לבניית חלבונים ו-DNA וזרחן חומר הזנה לבנית DNA. בלי חומרים אלו תאי הצמח לא יוכלו לגדול (חיוניים לחלוקת תאים וגדילה) ולהתקיים (לתהליכים שונים בתא נדרשים מינראלים). לעומת זאת עודף דשן עשוי להיות רעיל לצמח וגם יגרום לעליה ברמת המליחות בקרקע כלומר לסביבה היפרטונית ולשיבוש קליטת המים של הצמח בתהליך אוסמוזה (מעבר מים מהתאים לסביבה החיצונית שלהם ולהפך על פי מפל הריכוזים).</p>	<p>השערה + בסיס ביולוגי להשערה (בקצרה)</p>
<p>המשתנה הבלתי תלוי הוא ריכוז הדשן איטי תמס. אופן השינוי שלו הוא חמש ריכוזים שונים של הדשן: 0 גרם ל200 מ"ל – לצורך בקרה 0.5 גרם ל200 מ"ל 0.8 גרם ל200 מ"ל 1 גרם ל200 מ"ל 1.4 גרם ל200 מ"ל עפ"י הנחיות יצרן (על גבי האריזה)</p>	<p>המשתנה הבלתי תלוי + אופן השינוי שלו + מספר הטיפולים</p>
<p>בקרה חיצונית – ללא טיפול כלומר ללא הוספת דשן לקרקע הצמח בקרה פנימית- השוואה בין ריכוזי הדשן</p>	<p>והבקרה בניסוי (בקרה חיצונית / בקרה פנימית השוואתית)</p>
<p>קצב גידול צמחי הרוקט* * בניסוי עצמו שונה לחסה אדומה. דרך המדידה שלו היא מדידת מס' עלים, גודל/ אורך עלים</p>	<p>המשתנה התלוי + דרך המדידה שלו</p>

האורגניזם	צמח הרוקט* * בניסוי עצמו שונה לחסה אדומה.
מספר פריטים ו/או חזרות (לכל טיפול)	5 טיפולים 10 חזרות (שתילים) לכל טיפול
משתנים קבועים	מים/ השקייה קרקע חשיפה לאור טמפ'
2 מקורות מידע מהימנים	1. הספר, פוטוסינתזה והזנה מינרלית בצמח 2. אתר, פפירוס
לוח זמנים	בנובמבר הניסוי יערוך בין שבועיים לשלושה שבועות. לאחר שבועיים נגיע לתצפית

סיכום/ רקע לחקר (מתוך מזוג מידע מ- 2 מקורות מהימנים):

1. במה עוסקת עבודת החקר/ הנושא המרכזי בעבודה.
2. מה אתם יכולים לספר על כך בהיבט יישומי ובהיבט ביולוגי?
3. לפרט/ לתת מידע בנוגע לנושאים העיקריים בעבודה שלכם.

* כשאתם כותבים חשבו על כך שאתם כותבים לאדם שאין לו שום מושג בנושא, כך שאתם רוצים להסביר לו על מה אתם עובדים/ במה העבודה שלכם עוסקת, מה מעניין בה, מה חשיבותה וכו'...

העבודה שלנו עוסקת בהזנה מינרלית של צמחים. כדי שצמח יגדל באופן תקין בנוסף למים ולתוצרי הפוטוסינתזה הוא צריך יסודות מינרלים. היסודות המינרלים הם יסודות כימיים אנאורגניים המצויים בקרקע. הצמחים מקבלים את המינרלים דרך השורשים, בתהליך הדיפוזיה. בתהליך הדיפוזיה חומרים עוברים מהתאים אל התמיסה החיצונית להם ומהתמיסה החיצונית לתאים על פי מפל ריכוזים עד השוואת ריכוזים. כלומר, אם ריכוז המינרלים בתמיסה החיצונית גבוה יותר מהתאים, מינרלים יעברו מהתמיסה החיצונית אל התאים. ואם ריכוז המינרלים בתאים גבוה יותר המינרלים יעברו מהתאים אל התמיסה החיצונית.

בנוסף, מינרלים בקרקע ישפיעו על ריכוז התמיסה/ הסביבה החיצונית. בריכוז מינרלים עודף (סביבה היפרטונית) וזה עשוי להשפיע על תנועת המים (באוסמוזה) אל תוך הצמח והחוצה. תמיסה/ סביבה מרוכזת מדי תקשה על קליטת המים באוסמוזה מהקרקע. לכל יסוד מינרלי חיוני יש פעילות מוגדרת בצמח, היסודות מעורבים בתהליכים ומבנים בצמח. חלק מהיסודות המינרלים מהבאים חלק במבנה של מולקולה או חלק מתרכובת חשובה לדוגמא: חנקן [N] שמהווה תרכיב בחומצות אמיניות/ חלבונים ובחומצות גרעין וזרחן [P] שמהווה מרכיב במולקולות ATP, בחומצות גרעין (ד.ג.א ו- ר.ג.א) ושומנים מסויימים (פוספוליפידים – המרכיבים את קרומי התאים). חנקן גם חיוני לבניית מולקולות הכלורופיל בצמחים (מולקולות הכלורופיל, המצויות בכלורופלסטים של תאי הצמח, הם שקולטים את אנרגיית האור לתהליך הפוטוסינתזה). חלק אחר מהיסודות המינרלים מעורבים בהפעלת אנזימים כמו לדוגמא סידן שמפעיל אנזימים המעורבים בתהליכי חישה של אותות בצמח כלומר הרגשה של שינוי טמפ'.

הצמחים יכולים לקבל את ההזנה שלהם באופן טבעי דרך קרקע או על ידי התערבות אדם כלומר על ידי דישון.

דשנים הם למעשה חומרים המשמשים בחקלאות להעשרת הקרקע במינרלים לשם שיפור הצמיחה של גידולים. הדשנים מיוצרים בתהליכים כימיים או באמצעות מיצוי צמחים המכילים סוגים שונים של יסודות מינרלים. היסודות חנקן זרחן ואשלגן הם המרכיב העיקרי בדשן מכיוון שאלה הם החומרים שחסרונם מגביל את התפתחות הצמח. כמות הדשן משפיע על כמות היבול, כמות בלתי מספקת של דשן גורמת למחסור ביסודות המינרלים הזמינים בקרקע ולפגיעה ביבול, ועודף דשן יגרום לעליה ברמת המליחות בקרקע כלומר לסביבה היפרטונית ולשיבוש קליטת המים של הצמח בתהליך אוסמוזה (מקרה פרטי של דיפוזיה עם מים).

לעבודת החקר שלנו בחרנו בדשן איטי תמס [בשחרור איטי] המאפשר יישום חד פעמי של מנת דשן גדולה המספיקה להזנת צמחים למשך תקופה ארוכה. בכך, אנחנו לא נדרשים לספק את חומרי ההזנה בכל השקיה, לא פעם אחת. האטת קצב השחרור חומרי ההזנה משפרת את יעילות הדישון ומקטינה את הסיכוי ליישום עודף (מזיק) או לבזבז.

סיכום כלים וחומרים הנדרשים לניסוי:

50- עציצים בנפח 200 מ"ל

50- צמחי רוקט

1 שק של אדמה מסוג מצע גן

1 שק של דשן איטי תמס אוסמוקוט

כפות חפירה

דוקרן לעשות חורים

כפות

טוש לסימון

פוליגל צבעונית לסימון טיפולים שונים

סרגל למדידות

תרשים העמדת הניסוי:

0	0.5 גרם ל- 200 מ"ל	0.8 גרם ל- 200 מ"ל	1 גרם ל- 200 מ"ל	1.4 גרם ל- 200 מ"ל
עציץ 1	עציץ 1	עציץ 1	עציץ 1	עציץ 1
עציץ 2	עציץ 2	עציץ 2	עציץ 2	עציץ 2
עציץ 3	עציץ 3	עציץ 3	עציץ 3	עציץ 3
עציץ 4	עציץ 4	עציץ 4	עציץ 4	עציץ 4
עציץ 5	עציץ 5	עציץ 5	עציץ 5	עציץ 5
עציץ 6	עציץ 6	עציץ 6	עציץ 6	עציץ 6
עציץ 7	עציץ 7	עציץ 7	עציץ 7	עציץ 7
עציץ 8	עציץ 8	עציץ 8	עציץ 8	עציץ 8
עציץ 9	עציץ 9	עציץ 9	עציץ 9	עציץ 9
עציץ 10	עציץ 10	עציץ 10	עציץ 10	עציץ 10

דף תצפית:

השפעת ריכוז דשן איטי תמס על צמיחה והשרשה של שתילי חסה אדומה:
תאריך תצפית: _____

מס' עלים הטיפול	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11 ל 10	7	10.5	8.5	7.5	8	6.5	6	5.5	5	3.5
	6.5	7	8	7.5	7	6	5.5	5	4.5	2.5
0.5 פל	6	9.5	12.5	10	12.5	13	12.5	10	11	9.5
	8	11.5	7.5	12.5	10.5	10	8	7	9	8
0.8 פל	8	7	7.5	10	11	12	10	8	7	8
	7	6.5	6.5	10	8.5	12	10	7	7	6
1 פל	9.5	8.5	8.5	11	12	13.5	11.5	15	7	13
	7	8.5	7	11	11	13	11	14	7	14
1.4 פל	7.5	8	6	10	10.5	12	9	13	6	10
	10	12	9	7	7.5	9	7.5	8.5	6	9
	9.5	10	8	6.5	2.5	7	7	5.5	2	2
	8	10	7	6	7.5	7	6	5	6.5	6.5

אורך 3 עלים (ס"מ)

מס' עלים הטיפול	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11 ל 10	8	8	9	9	9	7	7	10	4	9
	8	8	10	10	10	9	8	9	9	8
0.5 פל	7	5	7	9	10	10	10	9	6	10
	7	5	7	9	9	9	10	11	6	9
0.8 פל	13	10	9	8	9	8	9	11	6	9
	10	12	8	11	9	8	9	8	7	8

ריכוז התוצאות בקובץ אקסל:

אורך 3 עלים (ס"מ)													
הטיפול	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	ממוצע	סטיית תקן	% ס.ת.
ללא דשן	7	10.5	8.5	8.5	8	6.5	6	נבל	6.5	8.5	8.5		
	6.5	10	8	7	6	5.5	5	5.5	5	7.5	7.5		
ממוצע	6.5	10.0	8.3	8.0	6.7	6.0	5.5	5.3	8.2	7.2	7.2	1.6	21.7
גרם דשן 0.5	9.5	12.5	10	13.5	13	12.5	10	9.5	11	9.5	9.5		
	8.5	11.5	9.5	12.5	10.5	10	8	8.5	8	10.5	8		
	8	10	8.5	10	9.5	8.5	7.5	7	7	9	8.2	1.4	13.6
ממוצע	8.7	11.3	9.3	12.0	11.0	10.3	8.5	10.2	10.2	9.9	9.9		
גרם דשן 0.8	נבל	8	8	11	13	11	נבל	נבל	8	9.5	8		
	7	7.5	7	10	12	10	8.5	10	8	8.5	8		
	6.5	6.5	6.5	10	8.5	10	6	6	6	7	7.3	1.8	20.9
ממוצע	7.2	7.3	11.7	9.8	11.7	11.7	8.3	8.3	7.3	8.6	8.6		
גרם דשן 1	9.5	8.5	8.5	11	12	13.5	11.5	8	13	11	11		
	9	8.5	7	11	11	13	11	7	11	7	11		
	7.5	8	6	10	10.5	12	9	13	6	10	10		
ממוצע	8.7	8.3	7.2	10.7	11.2	12.8	10.5	7.0	11.3	9.7	9.7	2.0	20.8
גרם דשן 1.4	10	10	8	7	7.5	9	7	8.5	6	7	7		
	9.5	10	8	7	7.5	7	7	5.5	6.5	6.5	6.5		
	8	10	7	6	7	7.5	6	5.5	6.5	5	7.5		
ממוצע	9.2	10.7	8.0	6.5	7.5	7.7	6.8	5.5	7.5	7.7	7.7	1.5	19.6

מס עלים													
הטיפול	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	ממוצע	סטיית תקן	% ס.ת.
ללא דשן	8	8	9	8	9	7	נבל	8	4	8	7.6	1.5	20.0
גרם דשן 0.5	8	8	10	9	10	9	8	9	9	8	8.7	0.8	9.5
גרם דשן 0.8	נבל	5	7	10	9	נבל	נבל	9	6	10	8.0	2.0	25.0
גרם דשן 1	13	10	9	8	9	9	10	11	6	9	9.4	1.8	19.6
גרם דשן 1.4	10	12	8	11	9	8	9	8	7	8	9.0	1.6	17.4

אורך עלים בהעמדה (ס"מ)													
הטיפול	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	ממוצע	סטיית תקן	% ס.ת.
ללא דשן										8.5			
גרם דשן 0.5		12											
גרם דשן 0.8					11								
גרם דשן 1										9.5			
גרם דשן 1.4	7	6	7.5	4	4	6	5	6	2	3	5.1	1.8	35.1

מס' עלים בהעמדה													
הטיפול	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	ממוצע	סטיית תקן	% ס.ת.
ללא דשן	6	7	7	6	7	4	6	7	3	5	5.8	1.4	24.1
גרם דשן 0.5	6	6	5	5	7	6	5	6	6	4	5.6	0.8	15.1
גרם דשן 0.8	5	2	4	5	5	6	7	4	7	7	4.9	1.5	31.1
גרם דשן 1	9	7	7	6	5	5	7	9	5	7	6.7	1.5	22.3
גרם דשן 1.4	6	7	4	5	3	5	4	5	3	4	4.6	1.3	27.5

הטיפול	ממוצע מס' עלים בהתחלה	ממוצע מס' עלים בסוף	הפרש מס' עלים
ללא דשן	5.8	7.6	1.8
גרם דשן 0.5	5.6	8.7	3.1
גרם דשן 0.8	4.9	8	3.1
גרם דשן 1	6.7	9.4	2.7
גרם דשן 1.4	4.6	9	4.4

דף עזר לתכנון ניסוי ההמשך:

שאלת החקר: מהי השפעת דשן איטי תמס מסוג אוסמוקוט על נביטת זרעי חיטה וצמיחה וגטטיבית של החיטה?

שאלות לבירור וחשיבה על תכנון הניסוי	פרטים על תכנון הניסוי
מדוע בחרתם באורגניזם זה לעבודה? בחרנו בו כי החיטה נובטת וצומחת מהר וגם כי קל למדוד את השינוי המתרחשים בו כמו נביטה, וגדילה של הצמח.	האורגניזם הנבדק זרעי חיטה
מהו הבסיס הביולוגי להשערה? הבסיס להשערה שלנו הוא שדשן מכיל סוגים שונים של מינרליים כמו חנקן זרחן אשלגן ועוד שהם חלק מחומרי הזנה של הצמח . לדוגמא: חנקן הוא חומר הזנה לבניית חלבונים ו- DNA זרחן חומר הזנה לבניית DNA . בלי חומרים אלו תאי הצמח לא יוכלו לגדול (חיוניים לחלוקת תאים וגדילה) ולהתקיים (לתהליכים שונים בתא נדרשים מינרלים).	ההשערה: ההשערה שלנו היא שככל שריכוז הדשן שנוסיף יגדל עד ל-1.4 גרם ל200 מ"ל כך קצב הנביטה של זרעי החיטה וקצב ההתפתחות שלהם יגדל.
	המשתנה התלוי - קצב הנביטה של זרעי החיטה וקצב הגדילה וההתפתחות של צמחי החיטה/ צמיחה וגטטיבית של החיטה - הדרך למדוד אותו היא מדידת אורך הצמחים מהקרקע - יחידות מדידה - ס"מ - דרך מדידה נוספת היא מדידת אורך השורשים של הצמחים - משקל ירוק ויבש
מדוע בחרתם בטווח ערכים זה? בחרנו בטווח ערכים זה כי לפי הניסוי הקודם שערכנו זהו הטווח האופטימלי של ריכוז הדשן לצמחים	המשתנה הבלתי תלוי - ריכוז דשן איטי תמס מסוג אוסמוקוט - אופן השינוי הוא ריכוזים שונים של הדשן - מספר הטיפולים - 5 ובנוסף בקרה (ללא דשן) - טווח הערכים שיבדקו- 1-1.4 : 0, 0.5, 0.8, 1, 1.2, 1.4 הערכים/ היחידות- גרם

	<p>מספר פריטים בכל טיפול ו/או חזרות 30-40 זרעי חיטה לטיפול/ לריכוז דשן שימוש במגשי הנבטה.</p>
<p><u>מדוע חשוב לשמור דווקא על גורמים אלו כקבועים?</u> חשוב לשמור על גורמים אלה קבועים כדי לוודא שרק הריכוז של הדשן שהוא הגורם שהשפעתו נבדקת בניסוי, הוא שמשפיע על קצב ההתפתחות והגדילה של זרעי החיטה</p>	<p>גורמים קבועים (לפחות שלושה) טמפ' חשיפה לאור קרקע מים – תדירות וכמות השקייה הדרך לשמור אותם קבועים. את הניסוי נערוך בתוך חממה בנוסף נשתמש באדמת חמרה (ללא מינרלים) לכל העציצים בניסוי</p>
<p>מהי חשיבות כל אחת מהבקורות? חשיבות הבקרה הפנימית היא לוודאות שהשינוי בין ריכוזי הדשן משפיע על השינוי בהתפתחות זרעי החיטה.</p>	<p>בקורות – בקרה חיצונית – ללא דשן בקרה פנימית – השוואתית בין ריכוזי הדשן השונים</p>