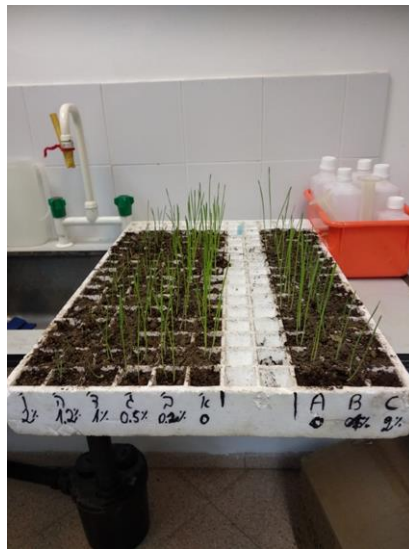




ביוחקר בנושא:

השפעת השקיה בתמיסות בריכוזי מלח שונים על נביטת החיטה



שמות המגישים –

עילי ברש

גיל שפיר

אורי ממן

שם בית הספר כפר הנוער ויצו קנדה - נהלל ע"ש חנה מייזל שוחט

כיתה: י"ב 5 יח"ל ביולוגיה

שם המורה המנחה: טלי רייפלד

מאי 2020

תוכן עניינים

3.....	מבוא
8	מערך החקר, שיטות וחומרים
13.....	תוצאות
17.....	דיון ומסקנות:
21.....	רשימת מקורות (ביבליוגרפיה)

נספחים:

22.....	נספח 1: דף עזר לתכנון הניסוי
26.....	נספח 2: דפי תצפיות מקורים (סרוק)
28.....	נספח 3: טבלאות מסכמות באקסל
31.....	נספח 4: דף עזר לתכנון ניסוי המשך

פרק א: מבוא

עבודת החקר שלנו עסקה בהשפעת ריכוז המלחים במי ההשקיה על קצב נביטת זרעי החיטה (טווח הריכוזים נע בין 0% ל- 2%).

בנוסף בדקנו את השפעת השרייה מקדימה של הזרעים במים על התפתחותם.

נושא זה קשור לתחומים שונים שלמדנו בשיעורי הביולוגיה: אוסמוזה, רבייה בצמחים/ שלב הנביטה, השפעת מלחים ומים מליחים על נביטה וצמיחה והתאמות לסביבות חיים עם ריכוזי מלח גבוהים (במדבר ובחוף הים). בנוסף, נושא זה חשוב בארצנו בשל העובדה שגידולים רבים בדרום הארץ גדלים בקרקעות מליחות וזהו נושא שמעסיק רבות את החקלאים בארץ.

קרקעות מליחות לרוב אינן מתאימות לגידול חקלאי, גם בישראל, למשל, בעמק יזרעאל קרקעות חקלאיות נהרסו כתוצאה מהמלחה.

המלחה זו נגרמת בעקבות: רמה גבוהה של מלחים בקרקע, טופוגרפיה המאפשרת תנועת מלחים, תנועות מי תהום גבוהים, תנאי אקלים המאפשרים הצטברות מלחים, פעילות האדם ובעיקר פעילות חקלאית: השקיה ודישון ממושכים - מי ההשקיה וחומרי הדישון מכילים מלחים, כאשר מי ההשקיה מתאדים המלחים נשארים בקרקע.

באזורים גשומים, הגשמים סוחפים את המלחים ומחלחלים לעומק, אך באזורים יבשים מצטברות בקרקע כמויות גדולות של מלח. לכן המלחת קרקעות נפוצה בעיקר באזורים שחונים.

קרקעות מליחות מזיקות לצמחים ופוגעות ביכולת של השורשים לקלוט מים ומינרלים מן הקרקע. בקרקעות מליחות ההתפתחות של הצמחים נפגעת ולעיתים הצמחים אף מתים זה קורה בגלל שזה יוצר סביבה היפרטונית (ריכוז המומסים מחוץ לתא גבוה מריכוז המומסים בתא), ולכן מים יוצאים מהתא באוסמוזה (מעבר מים מריכוז מומסים נמוך לגבוה עד להשוואת ריכוזים) כתוצאה מכך התא יתכווץ, יאבד מים ולכן התא בסופו של דבר ימות, כך שזה בסופו של דבר יעכב את נביטת החיטה. [5,8]

כצמח בוחן בחרנו בחיטה. חיטה היא הסוג החשוב ביותר במשפחת הדגנים. החיטה היא צמח עשבוני חד שנתי, גובהו 60-150 ס"מ. מערכת השורשים שלו מפותחת פחות מהשעורה, ועל כן כושרה לקליטת מים מהקרקע פחות. מספר זני החיטה מגיע לאלפים רבים, הנבדלים בעמידותם למחלות, במועד הבשלתם או בתכולות הפיזיולוגיות של הגרגירים. העלה מורכב מנדן (בסיס העלה העוטף את הגבעול) ומטרף ארוך וצר. בכל שיבולית יש בין 2 ל- 5 פרחים. מספר הפרחים הפוריים שונה במינים ובזנים וכן מושפע מתנאי הגידול. [1,10]

השלב העיקרי בהתפתחות הזרע הוא שלב הנביטה, וממנו הזרע הופך לנבט. בשלב הנביטה רוב הזרעים אינם נובטים מיד עם הבשלתם אלא נמצאים בתרדמה למשך זמן מה. מצב

התרדמה מאופיין בתכולת מים נמוכה בזרע ובחילוף חומרים איטי מאוד. במהלך האבולוציה התפתחו מנגנונים ואמצעים האמורים להבטיח שהנביטה תתרחש בתנאים מיטביים (אופטימליים), שכן התנאים השוררים בזמן שהזרע מתעורר מתרדמתו ומתחיל לנבוט קובעים במידה רבה את הצלחת הדור החדש. אחד הסימנים הראשונים לנביטה הוא בקיעה של מעטפות הזרע והצצה של השורשון ושל הנצרון כבר לאחר יום או יומיים. תופעה מעניינת שקל להבחין בה בזרעים נובטים היא שהשורשון גדל בכיוון הקרקע, ואילו הנצרון - העלים והגבעולים הצעירים - צומחים בכיוון הפוך. ניסויים הראו שהנצרונים יצמחו תמיד כלפי מעלה, ואילו השורשונים יצמחו תמיד כלפי מטה, וזאת גם אם נניח את הזרע במהופך. מגמות הכיוונים האלו בצמיחת השורש והנצר הן תוצאת פעולתם של הורמונים מווסתי צמיחה. [2,3]

ישנם תנאים חיוניים בהם תהליך הנביטה הוא מיטבי.

תנאי הכרחי לנביטה הוא המים (גורם אביוטי). הזרע מכיל רק מעט מאוד מים והודות לכך תהליכי החיים שלו כגון נשימה תאית הם איטיים מאוד, תכונה זו של הזרע מאפשרת לו לשרוד לאורך זמן.

השלב הראשון של הנביטה הוא תהליך של ספיגת מים. זהו תהליך ספונטני פיסיקלי המתקיים גם כאשר העובר שבזרע - מת. בזרע היבש (המכיל 10% - 15% מים) ובקליפתו, יש חומרים חלבוניים סופחי מים (קולואידים). לכן, זרע שבסביבתו יש מים יונק אותם במהירות ובכוח רב ונפחו הולך וגדל. זהו תהליך התפיחה. התפיחה יוצרת לחץ מכני חזק בסביבתו של הזרע, הסודק את קליפת הזרע, ומפנה מקום בקרקע לשורשון הנובט.

קליטת המים גורמת לתפיחה נראית לעין של הזרע, התפיחה מגדילה מאוד את נפחו וגורמת להפעלת תהליכים של חילוף חומרים בתאים, אשר בהם התפיחה מתרחשת גם אם העובר מת אך השלב השני, נשימה תאית ופעילות אנזימטית יתרחשו רק אם העובר חי. כניסת מים מעוררת בתאי הזרע את תהליכי חילוף החומרים ומתחילה פעילות אנזימטית נמרצת. חומרי התשמורת בפסיגים או באנדוספרם מפורקים ומתוצרי הפירוק נוצרים חומרים חדשים. מתחילה חלוקה של תאים וגדילה של איברי הנבט.

גורם אביוטי נוסף שנחוץ לתהליך הנביטה הוא **אוויר (חמצן)**. אחד הסימנים הראשונים ל"התעוררות" העובר מתרדמתו הוא נשימה נמרצת ומהירה. תהליך הנשימה צורך חמצן ופולט CO₂ ולכן נוכחות אוויר בקרקע היא תנאי הכרחי לנביטה. העלאת ריכוז החמצן מביאה בצמחים רבים לשיפור בנביטה. עליית ריכוז CO₂ לעומת זאת, גורמת לעיכוב והאטה בתהליך הנביטה. זרעים שנטמנו עמוק מדי בקרקע, או נטמנו בקרקע רטובה מדי, עלולים לסבול ממחסור בחמצן שיעכב או יפסיק את תהליך הנביטה. עיבודי הקרקע בשדות חקלאיים נועדו, בין היתר, לאזור

את הקרקע. יוצאים מן הכלל הם, כמובן, צמחי מים המסוגלים לנבוט גם בתנאי חוסר בחמצן וקרקע מוצפת. עשבי בר בשדות חקלאיים, מגלים אף הם עמידות לריכוזי CO₂ גבוהים. בשני תהליכים אלה, קליטת מים ונשימה תאית, קל לצפות: זרעים שהורטבו תופחים מאוד בגלל קליטת מים רבים, ואפשר לעקוב אחר נשימתם באמצעים פשוטים (למשל: פליטת CO₂) חילוף החומרים הנמרץ בזרעים מתבטא גם בפליטת חום המלווה תהליכים של הפקת אנרגיה. [3,6]

בנוסף למים וחמצן ישנו תנאי נוסף שהכרחי ביותר לתהליך הנביטה והוא **האור**. האור הוא גורם חשוב בהכוונת הנביטה שלהם, הרגישות לאור מקנה לזרע מידע לגבי מיקומו - האם הוא נמצא במקום בו יש תנאי אור לנביטה וצמיחה או שהוא נמצא בצל (למשל מתחת לעצים) או בעומק הקרקע בתנאי אור שאינם מתאימים לצמיחה. הצורך באור כתנאי לנביטה מקנה לצמחים אלה יתרון בכך שהוא מגדיל את הסיכוי שהנצרון המתפתח יגיע לפני הקרקע ויחשף לאור לפני שכל חומרי התשמורת (שכמותם בזרע מוגבלת) ינוצלו. חשוב לזכור שהמשך הצמיחה תלוי באור המאפשר את קיום תהליך הפוטוסינתזה. עם זאת, השהייה בשכבות העליונות של הקרקע מהווה סיכון לנבטים בבתי גידול שבהם שכבת הקרקע העליונה מתייבשת במהירות או שאינה יציבה, כמו בחולות נודדים. יתרה מזו, תהליך הנביטה של זרעים צריך להימצא **בטמפרטורה אופטימלית**, משום שלכל זרע ישנה טמפרטורה אופטימלית בשבילו בה הוא מקיים את תהליך הנביטה במיטביות. הטמפרטורה האופטימלית לנביטת כותנה, למשל, היא 20-30°C ופירושו של דבר הוא, שמרבית הזרעים שנזרעו ינבטו תוך זמן קצר ביותר. זרעי חיטה ושעורה, נובטים גם בטמפרטורה הקרובה ל-0°C אך ככלל, לא תתרחש נביטת זרעים בטמפרטורות גבוהות מאד או נמוכות מאד, בעוד שלפני תחילת הנביטה, עמיד הזרע היבש לטמפרטורות גבוהות או נמוכות מהטמפרטורה האופטימלית לנביטה. בארצות הצפוניות, למשל, מופיעים שני זני תבואה המכונים "תבואות חורף" ו"תבואות קיץ". אם זורעים את תבואת החורף באביב (במקום בסתיו), היא אמנם נובטת אך לא מבשילה את הזרעים בקיץ של אותה שנה אלא רק בשנה הבאה. טיפול מיוחד בקור הניתן לנבטי תבואות החורף יכול "להפוך" אותן ל"תבואות קיץ". [2]

ישנם גורמים המעכבים את תהליך הנביטה ומאטים אותו.

עיכוב נביטה - מצב בו זרע חי איננו נובט, למרות שהוא שרוי בתנאים הנחשבים אופטימליים לנביטה, אבל הוא מסוגל לנבוט לאחר טיפול כלשהו - זהו מצב תרדמה. העיכוב יכול להיות מכני (השורשון אינו יכול לפרוץ החוצה) או בשל אי חדירות מספקת למים. טיפולים של שחיקה, פציעת הקליפה, הקרנתה במיקרוגל, טיפול בחומצות וכו' יכולים לשפר מאד את הנביטה ולקצר את תרדמת הזרע. זרעי כותנה למשל, עוברים טיפול כימי להסרת הפלומה על מנת למנוע

עיכוב נביטה. בטבע נעשית שחיקת/סדיקת הקליפה ע"י תנודות טמפרטורה (יום ולילה), שרפות, עיכול למחצה בקיבות של בעלי חיים, פעולת חיידקים ופטריות קרקע ועוד. 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. חומרים מעכבי נביטה או מעכבי התפתחות מופרשים, לעתים קרובות, מאברים תת-קרקעיים של צמחים כגון שורשים, פקעות ובצלים או גם מאברי צמח על קרקעים כגון עלים, גבעולים, פרות וזרעים. ה"הגיון האקולוגי" של תופעה זו היא הצורך של הצמח לשמור על בית גידולו ולמנוע נביטת מתחרים. חומרים בעלי השפעה אללופתית יכולים להיות מסיסים במים (ולעבור ע"י כך לקרקע) או בעלי נדיפות גבוהה (בעיקר בקרקעות מדבריות) והקרקע סופחת אותם אליה. [6]

שאלת החקר המרכזית בעבודתנו: מהי השפעת ריכוזי המלח במי ההשקיה על קצב נביטת זרעי החיטה והצמיחה הגטטיבית של הנבטים?

השערה

ההשערה שלנו היא שככל שריכוז המלח בתמיסה שמשקים יהיה גבוה יותר, כך אחוז הנביטה של הזרעים יקטן.

בסיס ביולוגי

לריכוז המלחים יש השפעות חיוביות ושליליות. למדנו כי מצד אחד הנבט צריך מלחים בשביל להתקיים משום שהם נחוצים על מנת לבנות תרכובות חיוניות ועל מנת לאפשר לגוף הצמח לתפקד באופן תקין, המלחים לוקחים חלק בבניית תרכובות חשובות, בשמירה על מאזן נוזלים יציב, יש להם תפקיד מפתח כזרזים של תהליכים רבים. לעומת זאת עודף מלחים משפיע על התא ויוצר סביבה היפרטונית (ריכוז המומסים מחוץ לתא גבוה מריכוז המומסים בתא), ובכדי להגיע למאזן מומסים שווה בתא ומחוצה לו, מים יצאו מהתא באוסמוזה, כלומר התא יאבד מים (מעבר מים מריכוז מומסים נמוך לגבוה עד להשוואת ריכוזים). כתוצאה מכך התא יתכווץ, ולכן התא בסופו של דבר ימות, כך שזה בסופו של דבר יעכב את תהליך נביטת החיטה. יתרה מזו, עודפי המלחים שייקלטו בתא יהיו רעילים עבורו, ובכך ישבשו תהליכים רבים. בנוסף לכך הנבטת זרעי חיטה על מצע עם ריכוז מלח גבוה גורם לעקה (עקת מלח). בנוסף, לריכוז גבוה של מלחים יש השפעה גם על הצמיחה הגטטיבית של הנבט, בעקבות יציאת המים מהתא (ראה הסבר למעלה), התא חסר מים ותהליכים רבים כמו פוטוסינתזה (המשפיע על צמיחת הנבט) מתבצעים בחלקיות, מכיוון שהמים גורמים לפתיחת הפיניות וכניסת CO₂ לצורך הפקת

גלוקוז וחמצן המשמשים לגדילת התא ולהתרבותו, לכן כשיש פחות מים יש פחות CO₂ ופחות חמצן וגלוקוז, וכתוצאה מכך הצמיחה הגטטיבית של הנבט קטנה.

שאלת החקר הנוספת: מהי השפעת השרייה מקדימה במים למשך (24 שעות) על קצב

נביטת זרעי חיטה ועל הצמיחה הגטטיבית של הנבט?

השערה: השרייה מקדימה במים תזרז את קצב הנביטה של זרעי החיטה, אחוז הנביטה יגדל. בכל אופן, נביטה מוקדמת/ בקיעה מוקדמת של הקליפה תחשוף את הזרע למלחים בשלבי התפתחות מוקדמים וזה עשוי לעכב נביטה.

בסיס ביולוגי: למים יש תפקיד מרכזי בתהליך הנביטה, מים נספגים לתוך הזרע ומאפשרים את תפיחתו, תפיחה זו יוצרת לחץ חזק בסביבת הזרע ובכך נגרם סדק לקליפה, דבר זה מפנה מקום לשורשון הנובט.

יתרה מזו המים מזרזים תהליכים אנזימטיים משום שהם מאיצים את קצב חילוף החומרים בתאים. חומרי התשמורת מתפרקים ובמקומם נוצרים חומרים חדשים, מתחילה חלוקה חדשה של תאים וגדילה של איברי הנבט.

המים משמשים גם לשטיפת מעכבי נביטה. מעכבי הנביטה נקשרים לאתר הפעיל של האנזים וגורמים לו לא לקיים תהליכים אנזימטיים, בעזרת המים מעכבי הנביטה משתחררים מהאתר הפעיל של האנזים, והאנזים יכול לקיים את תהליכיו – וכך יתחילו תהליכים כמו: פרוק חומרי התשמורת, נשימה תאית.

הקשר בין שאלת החקר הראשונה לשאלת החקר השנייה הוא ששתי השאלות הגורם המשפיע בעקיפין הוא מים, בבדיקת שאלת החקר הראשונה ראינו כי השקיית הזרעים בתמיסה עם ריכוז מלח גבוה, מאט את תהליך הנביטה כי מים יוצאים מהתא (הסיבה כתובה למעלה), בשאלת החקר הראשונה ראינו ובדקנו כי מים הם גם הגורם המשפיע בעקיפין על הניסוי, בהשרייה מקדימה המים נספגים אל הזרע, ומקדמים את תהליך הנביטה. ונשאלת השאלה אם זה מסייע או פוגע בזרע או הנבט המתפתח בעמידות במים מליחים.

פרק ב. מערך החקר כולל שיטות וחומרים

שאלות החקר:

שאלת החקר העיקרית: מהי השפעת ריכוזי המלח במי ההשקיה על נביטת וצמיחת החיטה?

שאלת חקר נוספת: מהי השפעת השרייה מקדימה במים (למשך 24 שעות) על נביטת וצמיחת החיטה?

מקום הניסוי- חווה אקולוגית של נהלל, חדר לבורנטית.

תאריך העמדת הניסוי - 03.11.2019



האורגניזמים שנבדקו - זרעי חיטה – החיטה שייכת למשפחת הדגניים.

המשתנה התלוי – 1. שיעור הנביטה (באחוזים). 2. צמיחה וגטטיבית של הנבטים.

דרך המדידה -

שיעור הנביטה/ אחוזי נביטה - ספרנו את מספר הנבטים שנבטו וחישבנו אחוז נביטה מתוך סך הזרעים שנזרעו לכל טיפול (30).

צמיחת אורך הגבעול של החיטה - מדדנו את אורך הנבט באמצעות סרגל.

יחידות מידה – שיעור הנביטה נביטה - אחוזים, אורך/גובה הנבט נמדד באמצעות סרגל.

המשתנה הבלתי תלוי - ריכוזי המלח בתמיסה/ במי ההשקייה.

אופן הכנת ריכוזי המלח השונים - את הניסוי ערכנו עם שישה ריכוזי מלח שונים, (0% , 0.2% , 0.5% , 1% , 1.2% , 2%)

השתמשנו בבקבוק של ליטר (1000 מיליליטר) מים מזוקקים כדי להכין את הריכוזים השונים. בשביל להכין תמיסה של 0.2%, הוספנו 2 גרם מלח בישול ל- 1000 מיליליטר מים מזוקקים. בשביל להכין תמיסה של 0.5% הוספנו 5 גרם מלח בישול ל- 1000 מיליליטר מים מזוקקים. בשביל להכין תמיסה של 1% הוספנו 10 גרם מלח בישול ל- 1000 מיליליטר מים מזוקקים. בשביל להכין תמיסה של 1.2% הוספנו 12 גרם מלח בישול ל- 1000 מיליליטר מים מזוקקים. בשביל להכין תמיסה של 2% הוספנו 20 גרם מלח בישול ל- 1000 מיליליטר מים מזוקקים. בבקבוק אחד היה בקרה. רק מים מזוקקים כלומר 0% גרם מלח, כדי לבדוק את השפעת הנבט רק ממים מזוקקים, וללא ריכוזי מלח.

גורמים קבועים: טמפ' החדר, כמות זרעים לכל טיפול, גודל הזרע, סוג הקרקע, עוצמת אור, לחות, סוג הזרע.

גורמים קבועים מאפשרים לנו לבדוק רק את מה שאנו בודקים, כך שהמשתנה התלוי לא מושפע מהם והם לא משפיעים על תוצאות הניסוי, ולכן הגורם הנבדק מושפע רק מהמשתנה הבלתי התלוי (ריכוז המלחים).

בקרות:

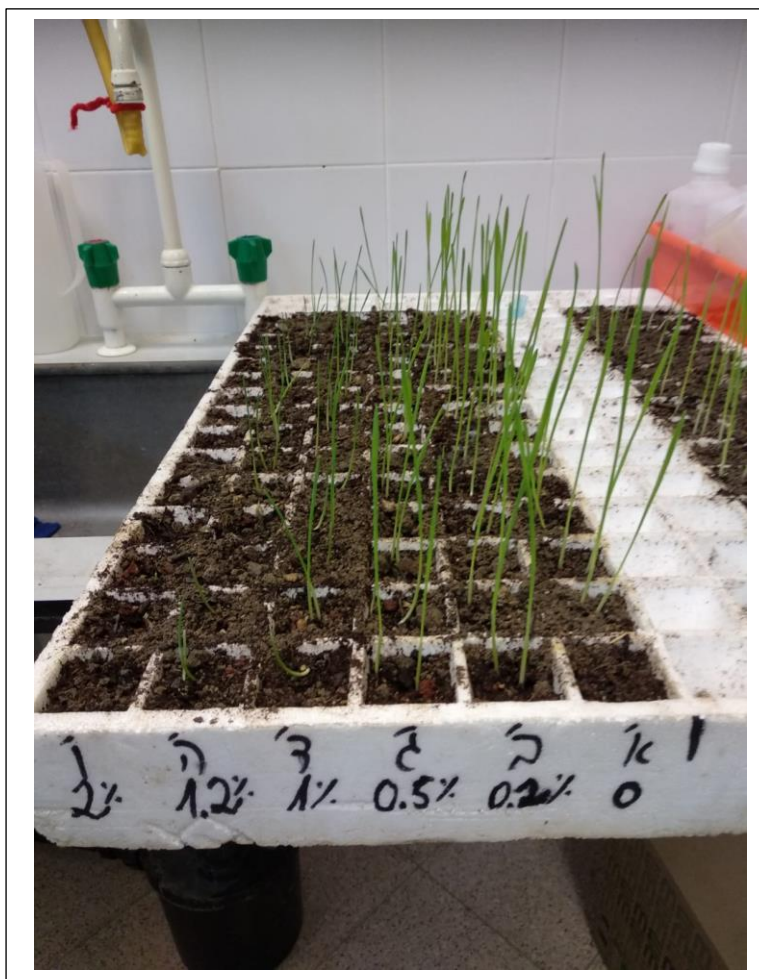
בקרה חיצונית- הטיפול ללא ריכוזי מלח (מים מזוקקים).

בקרה פנימית השוואתית- השוואה בין הטיפולים השונים.

מהלך הניסוי - 31.10.19

8:00 - תחילה הגענו לחממה, לקחנו את מגש ההנבטה המורכב מ - 11 שורות ו- 17 טורים, אך מלאנו אדמה רק ב 9 שורות ו15 טורים.

6 טורים, בהן נזרעו זרעים שלא עברו השרייה מקדימה במים, שכל אחת מייצגת ריכוז שונה של מלח בתמיסה שאותה נוסף בהמשך.



טור א- 0% (מים מזוקקים)

טור ב- 0.2%

טור ג- 0.5%

טור ד- 1%

טור ה- 1.2%

טור ו- 2%

3 השורות הנוספות, בהן נזרעו זרעים שעברו השרייה מקדימה במים למשך 24 שעות מייצגות גם הן את ריכוזי המלח בתמיסה שאותה נוסיף בהמשך -



A טור-0% (מים מזוקקים)

B טור- 1%

C טור- 2%

לכל חור הוספנו שני זרעי חיטה ולכן חילקנו את הזרעים כך שלש הטורים (ללא השרייה מקדימה במים) נצטרך 180 זרעים ולשלוש הטורים (עם הזרעים שעברו השרייה מקדימה במים) 90 זרעים.

2 * 6 * 15 – סה"כ 180 זרעים לשש טורים

2 * 3 * 15 – סה"כ 90 זרעים לשלוש הטורים

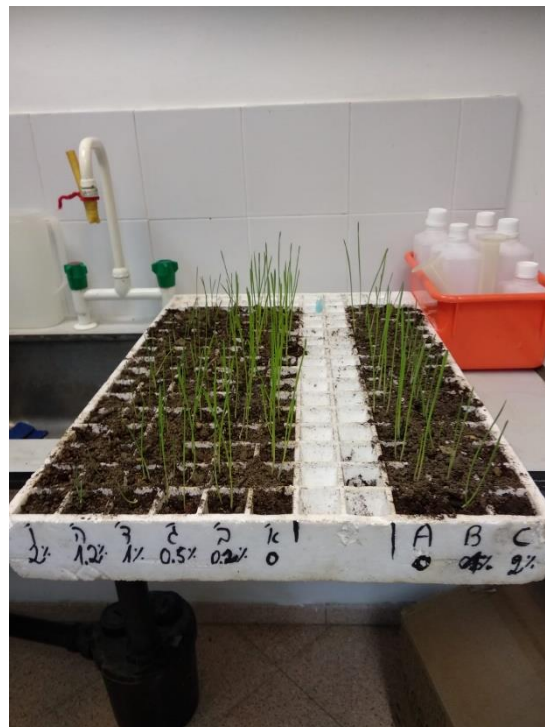
זריעה והשקייה 03.11.19

את החורים שבהם נבטי החיטה השקנו בריכוזים המתבקשים כל יום במשך חמישה ימים, בכל חור השקענו 10 מ"ל מהתמיסה עם הריכוז המתבקש. בכדי למדוד את כמות התמיסה שהשקענו השתמשנו במשורה למדידת נפח מי ההשקיה. את ההשקיה התחלנו תמיד מהריכוז הנמוך ביותר לריכוז הגבוהה ביותר.



סיום - כל התוצאות רוכזו בטבלאות מסודרות בדף תצפית.

התוצאות הועתקו לטבלאות אקסל, ונעשה עיבוד של הנתונים: חישוב ממוצע, סטיית התקן, ואחוז לסטיית התקן. לבסוף הצגנו את התוצאות בגרפים.



4 העמודים הבאים – תוצאות מקובץ אקסל

פרק ד. דיון ומסקנות

בעבודת החקר שלנו בדקנו שתי שאלות חקר. שאלת החקר המרכזית היתה: מהי השפעת ריכוזי מלח שונים על אחוז נביטת זרעי החיטה ועל הצמיחה הגטטיבית של הנבט?

ההשערה שלנו לשאלת החקר בהקשר של אחוז הנביטה היא ככל שריכוז המלח בתמיסה יהיה גבוה יותר כך אחוז נביטת זרעי החיטה יהיה קטן יותר. השערותנו מתבססות על העובדה שריכוז גבוה של מלח בסביבת התא יגרום לסביבה היפרטונית כך שריכוז המומסים מחוץ לתא יהיה גבוה מריכוז המומסים בתא, לכן מים יצאו מהתא באוסמוזה עד להשוואת ריכוזים.

למים יש תפקידים רבים וחשובים בתהליך הנביטה והתפתחות הזרע, מים חשובים לתפיחת ולבקיעת קליפת הזרע, יתרה מזו, המים נחוצים לפעילות האנזימים המהווים תפקיד חשוב בתהליך הנביטה (אנזימים מפרקי חומרי תשמורת ואנזימים של נשימה תאית).

בנוסף המים 'שוטפים' את מעכבי נביטה ומאפשרים לתהליך הנביטה להתרחש. לכן, כשהזרע לא יכול לקלוט מים אחוז הנביטה יקטן משמעותית.

על פי הסתכלות על תוצאותינו (גרף 1א) ניתן לראות כי המגמה הייתה מגמת ירידה ב-0% וב-0.2% אחוז הנביטה של זרעי החיטה היה הגבוה ביותר וככל שריכוז המלח עלה כך אחוז הנביטה היה נמוך יותר (למעט 0.5%), כך שבאופן כללי התוצאות תאמו את השערותנו ונראית מגמה כללית של ירידה באחוז הנביטה עם העלייה בריכוז המלח במי ההשקיה. חשוב לציין כי בהשקיה עם תמיסת המלח בריכוז 2% לא חלה נביטה. דבר נוסף שלמדנו הוא שהזרע, והנבט בהמשך, זקוקים לריכוז מסויים של מלחים כדי להזין את עצמו, מלחים משמשים להזנה ולתהליכים נוספים הנחוצים לתהליך הנביטה ולמעבר מזרע לנבט, כמו כן ידוע לנו כי מלחים מהווים גורם חשוב בהפעלת המשאבות בקרום התא, והם נחוצים בבניית מולקולות חשובות שמייעלות את תהליך הנביטה.

ההשערה שלנו בהקשר של השפעת ריכוזי המלח השונים על הצמיחה הגטטיבית של נבט החיטה שיערנו שכל שריכוז המלח בתמיסה גבוה יותר כך אורך הנבט יהיה נמוך יותר.

השערותנו מתבססות על כך שריכוז גבוה של מלח בתמיסה יגרום לסביבה היפרטונית בה ריכוז המומסים בתמיסה גבוה מריכוז המומסים בתאי הנבט המתפתח, ולכן מים יצאו מתאי הנבט (באוסמוזה) עד להשוואת ריכוזים, וכך הנבט יאבד מים.

למים יש תפקיד חשוב בצמיחת הנבט, מים משפיעים על תהליך הפוטוסינתזה בכך שהם מאפשרים פתיחת פיוניות שדרכן נכנס CO₂ שהוא מגיב חשוב בתהליך הפוטוסינתזה.

התוצרים של תהליך הפוטוסינתזה הם חמצן וגלוקוז (חומרים אורגניים), תוצרים אלה נחוצים לתהליך הנשימה התאית ליצירת אנרגיה זמינה (ATP) החיונית לתהליכים שונים המתרחשים בעת צמיחת הנבט.

כמו למשל, חלוקת תאים. בנוסף, החומרים האורגניים הנוצרים בתהליך הפוטוסינתזה חשובים כחומר בנייה של תאים ורקמות המתפתחים בזמן הצמיחה. לכן, כשאין פוטוסינתזה, לא נוצרים חומרים אורגניים וכתוצאה מכך, תהליכים רבים כמו גדילה והתפתחות לא מתרחשים והנבט לא יגדל/ יצמח.

על פי תוצאותינו (גרף 2א) ניתן לראות כי המגמה הכללית היא ככל שריכוז המלח בתמיסה גבוה יותר כך ממוצע של אורך הנבט נמוך יותר, המגמה הכללית היא מגמת ירידה כך שהשקיה בריכוזי מלח של 0.2% ו0% (מים ללא מלח) אורך הנבט הוא הגבוה ביותר וככל שריכוז המלח במי ההשקיה עולה כך ממוצע אורך הנבט נמוך יותר, לכן ניתן להגיד שהתוצאות תואמות להשערותנו לגבי השפעת ריכוזי המלח על הצמיחה הוגטיבית.

מתוך התוצאות ניתן לראות כי בריכוז 0.2% האורך הממוצע של הנבט גבוה יותר מב0%, ניתן להסיק כי כמו הזרע, גם הנבט זקוק למלחים כדי לצמוח, הזנה מינרלית בצמחים חיונית לתאים ולנבט ומאפשרת לנבט לצמוח ולגדול.

*חשוב לציין כי גם בזרעים שעברו השרייה מקדימה במים וגם בזרעים שלא עברו השרייה, לא חלה נביטה בריכוז 2%.

שאלת חקר השנייה בעבודתנו היתה - מהי השפעת השרייה מקדימה במים על אחוז נביטת זרעי החיטה והצמיחה הגטיבית של הנבט?

השערותנו לגבי השפעת השרייה מקדימה במים על אחוז נביטת זרעי החיטה היא שהשרייה מקדימה יכולה להגדיל את אחוז הנביטה אך גם יכולה להקטין.

השערותנו מתבססות על העובדה שהשרייה מקדימה במים (הטריגר הראשוני להתחלת נביטה) מאפשרת לזרע לתפוח משום שמים נספגים לתוכו, תפיחה זו יוצרת לחץ חזק בסביבת הזרע ובכך נגרם סדק לקליפה, דבר זה מפנה מקום לשורשון הנובט.

בנוסף, כמו שכבר צויין, למים שנספגים בהשרייה יש תפקיד חשוב, הם מזרזים את קצב חילוף החומרים בתא ובכך מזרזים תהליכים אנזימטיים, חומרי התשמורת מתפרקים ונוצרים חומרים חדשים, מתחילה חלוקה חדשה של תאים ושל איברי הנבט.

כמו שכבר מוזכר למים יש תפקיד נוסף בשטיפת מעכבי נביטה, מעכבי הנביטה נקשרים לאתר הפעיל של האנזים וגורמים לו לא לקיים תהליכים אנזימטיים, בעזרת המים מעכבי הנביטה משתחררים מהאתר הפעיל של האנזים, והאנזים יכול לקיים את תהליכיו.

לעומת זאת השרייה מקדימה במים חושפת את הזרע למלחים בשלבים מוקדמים של ההתפתחות שלו, משום שהזרע כבר ללא קליפתו, וזה יכול לגרום לעיכוב נביטה משום שמלחים יכולים להיכנס לתאים של הנבט המתפתח, וידוע כי מלחים בריכוז גבוה עשויים להיות רעילים ולשבש תהליכים. חלק מהמלחים שלא נכנסים לתא יוצרים סביבה היפרטונית שבה יש יותר מומסים מחוץ לתא מאשר בתוכו, זה גורם

לאי כניסת מים ואף ליציאת מים מתאי הנבט, המים שיוצאים מהתא חשובים מאוד בתהליך הנביטה, וכשאין מים תהליך הנביטה משתבש.

על פי התוצאות (גרף ג1) ניתן לראות כי בריכוז 0% עם השרייה מקדימה (גרף ב1), אחוז נביטת זרעי החיטה היה נמוך מריכוז 0% ללא השרייה מקדימה (גרף א1), בנוסף ניתן לראות כי בריכוז 1% (גרף ב1) עם השרייה מקדימה, אחוז הנביטה של זרעי החיטה היה גבוה מאחוז הנביטה בריכוז 1% ללא השרייה מקדימה (גרף א1).

בהקשר של הצמיחה הוגטטיבית, השערתנו הייתה שלהשרייה מקדימה במים יש השפעה חיובית על צמיחת הנבט, היא מזרזת את ההתפתחות של הנבט (מוזכר למעלה) וכך מביאה לצמיחה מוקדמת של הנבטים ביחס לאותו פרק זמן של הנבטים ללא השרייה. על פי התוצאות (גרף ג2) ניתן לראות שהאורך הממוצע של הנבט בריכוז 0% עם השרייה מקדימה במים נמוך יותר מאשר האורך הממוצע של הנבט בריכוז 0% ללא השרייה מקדימה במים. לעומת זאת ניתן לראות שהאורך הממוצע של הנבט בריכוז מלח 1% עם השרייה מקדימה במים גבוה יותר מאשר האורך הממוצע של הנבט בריכוז 1% ללא השרייה מקדימה במים.

לגבי תהליך הנביטה עצמו, מתוך גרף (ב2) ניתן לראות כי בקבוצת הטיפול של השרייה מקדימה במים למשך 24 שעות נראית מגמה דומה (כמו בזרעים ללא השרייה מקדימה במים) של ירידה בצמיחת הנבט בריכוזי מלח גבוהים.

מתוך התוצאות ניתן ללמוד כי ההשרייה המקדימה במים נתנה איזשהו יתרון לנבט לעמידות כלשהי בפני ריכוזי המלח הגבוהים. ההסבר לכך יכול להיות שלבי ההתפתחות המתקדמים יותר של זרע/נבט שעבר טיפול של השרייה מקדימה במים, שלבים התפתחות מתקדמים יותר סייעו לנבט לשרוד טוב יותר כשריכוז המלח עלה.

עדיין, כדאי לבצע עוד בדיקות של אחוזי נביטה בריכוזי מלח נוספים (בקבוצה הזרעים עם השרייה מקדימה במים היו רק 3 טיפולים: בקרה/ ללא מלח, 1% מלח ו- 2% מלח). מעניין לראות כי בקבוצת הזרעים שעברו השרייה מקדימה במים, בטיפול עם מים ללא מלח (בקרה) לעומת הטיפול בתמיסת מלח של 1% (ראה גרף ב1), אחוזי הנביטה בקבוצת הבקרה, ללא מלח, היו נמוכים יותר. אחד ההסברים האפשריים לתוצאה זו היא העובדה שבזרעים שעברו השרייה מקדימה במים למשך 24 שעות, כל התהליכים שתוארו קודם של בקיעת הקליפה ושטיפת מעכבי הנביטה כבר התרחשו, ולשלב בו היו הזרעים, התחלה של חלוקת תאים בזרע או שלבים ראשוניים של הנביטה, נדרשים מלחים, לכן יש יתרון לנביטה בסביבה עם מלח. בכל אופן, בריכוז גבוה מדי של מלח (2%) לא חלה נביטה.

*גם בזרעים ללא השרייה וגם בזרעים לאחר השרייה לא חלה נביטה ב-2% ולכן בשניהם האורך הממוצע של הנבט הוא 0.

לסיכום - מתוך עבודת החקר שלנו ניתן ללמוד כי ריכוז גבוה של מלחים מאט ומשבש את תהליך הנביטה עצמו, ועל כן רוב הצמחים לא מצליחים לנבט בריכוז גבוה של מלחים. בכל אופן, שלבי התפתחות מתקדמים מסייעים לנבט המתפתח לשרוד טוב יותר בסביבה עם ריכוזי מלח גבוהים. ייתכן שבשלבים אלו מתחילים כבר לפעול מנגנונים להוצאת עודפי מלח מהתאים ולסילוק עודפי מלח מהצמח. או שפשוט בשלבים אלו המלח מנוצל יותר (יש יותר תאים).

ישנם צמחים אשר רגילים לקרקעות מליחות בעיקר במדבר, ולכן עם הזמן הם פיתחו הסתגלות סביבתית לקרקע המליחה שהם נמצאים בה, צמחים אלה הם בעיקר חד שנתיים כדי להגן מאיבוד מים. דוגמאות: ישנם עצים ששמן הוא "אשל הפרקים" – גם הם מפרישים מלחים מהעלים והענפים, וכך ניתן לראות כיצד מסביב לגזע שלהם הקרקע חשופה לגמרי ושום דבר לא מצליח לגדול עליה. בדרך זאת העצים הללו מוגנים מפני שיחים וצמחים שעלולים לגנוב מהם מים ולהזיק להם.

בנוסף, ברמת ביצוע הניסוי, למדנו כי חשוב להקפיד על דיוק בעת ההשקייה, ומתוך סטיות התקן הגבוהות שקיבלנו הבנו כמה חשוב לבצע מספר רב של חזרות כדי לראות שהתוצאה אכן חוזרת על עצמה וללמוד על המגמה הכללית של התוצאה, גם זה מוסיף, לדיוק. בכל אופן, אנחנו ממליצים לתלמידים הבאים להשתמש בטווח ריכוזים יותר קטן (0%-1.5%) ולהכניס עוד ריכוז בטווח זה כדי לראות במדויק יותר את השפעת המליחות. כמו כן, נמליץ לבדוק את כל הריכוזים בשתי קבוצות הטיפול: עם השרייה מקדימה במים וללא השרייה מקדימה במים.

ביבליוגרפיה

1. אלון עזריה (1982). חיטה. אנציקלופדיה החי והצומח של א"י. כרך 15. עמ' 15-19. הוצאת משרד הביטחון והחלה"ט.
2. אמיר רות, פרנקל דידה, קווה דליה, גלעד בתיה, נוסינוביץ רחל (2012) **רבייה בטבע – בצמחים באדם ובבע"ח**. פרק ו. רבייה בצמחים. האונ' העברית ירושלים, משרד החינוך, מל"מ.
<https://bit.ly/382d2Vr>
3. אמיר רות ושדה אירית (2011). 'מזרע לזרע'. פרק ב': מזרע לנבט – תהליך הנביטה. המרכז להוראת המדעים אונב' ירושלים. [תל]. מל"מ.
http://meyda.education.gov.il/files/Mazkirut_Pedagogit/biology/mizerah25-46.pdf
4. ביליזובסקי אבי (2013) 'כיצד המלח עוצר את גדילת הצמחים'. מתוך: הידען
<https://www.hayadan.org.il/how-salt-stops-plant-growth-240113>
5. הדס אפרת, טריפלר אבי, דג ארנון, בן-גל אלון (2016) "**השפעת מליחות מי ההשקיה על הכנסות החקלאי**" מתוך מים והשקיה.
<https://bit.ly/2u1Vev0>
6. מסד יהודית (1997) נביטה - לקט ביבליוגרפי ועיבוד מתוך: "חוקרים חקלאות"
<http://www.kdror.co.il/betaforums/Uploads/4881.doc>
7. נוי דרור (2011) תשובת חוקר באתר 'בשער ברשת' לשאלה לגבי הקשר בין נביטת זרעים בריכוזי מלח שונים לבין עוצמת הפוטוסינתזה שבעלים שבנבט
http://www.bashaar.org.il/Question.asp?Question_id=4942
8. 'חקלאות במים מליחים' – מתוך Ynet. חדשות המדע. פורסם ב: 15.6.2004
<https://www.ynet.co.il/articles/1,7340,L-2932550,00.html>
9. "מים וקרקע כגורמים מגבילים" (2019) מתוך המרכז הארצי למורי מדעי החקלאות
<https://bit.ly/3aTJ4oI>
10. חיסת הלחם – מתוך אתר "צמח השדה" הורד ב: ינואר 2020
<https://www.wildflowers.co.il/hebrew/plant.asp?ID=328>

דף תכנון הניסוי:

שמות התלמידים	שם עילי ברש שם גיל שפיר שם אורי ממן
שאלת החקר (בשאלה יוגדרו המשתנים בבירור, והקשר המשוער ביניהם)	מהי השפעת ריכוזי המלח במי ההשקיה על אחוז נביטת זרעי החיטה ועל הצמיחה הגטטיבית של הנבט?
השערה + בסיס ביולוגי להשערה (בקצרה)	<p>ההשערה שלי לשאלת החקר הראשונה היא שכלל שריכוז המלחים גבוה יותר כך אחוז נביטת זרעי החיטה יהיה קטן יותר ואורך הנבט יהיה נמוך יותר. הבסיס הביולוגי להשערתו הוא לפי העובדה שמים שהם הטריגר הראשוני להתפתחות הזרע, יוצאים מתא הזרע בריכוז המלחים גבוה, הסיבה שהם יוצאים היא בעקבות העובדה שריכוז מלחים גבוה בסביבת התא יוצר תמיסה היפרטונית בה ריכוז המומסים מחוץ לתא גבוה מריכוז המומסים בתא ולכן מים יוצאים מהתא באוסמוזה לצורך השוואת ריכוזים, בעקבות יציאת המים לזרע חסר הרבה מאוד "עזרה" כדי להתפתח ולהפוך לנבט, לכן בריכוזי מלח גבוהים אחוז הנביטה יהיה נמוך יותר.</p> <p>בנוסף למים יש השפעה רחבה גם על הצמיחה הגטטיבית של הנבט מכיוון שמים מקיימים תהליכים רבים שבעקבותם הנבט גודל ומתפתח, למשל פוטוסינתזה. כאשר אין מים, כל תהליך הפוטוסינתזה לא מתרחש משום שמים אחראים לפתיחת הפיוניות שבעזרתם נכנסות מולקולות CO₂ ובאמצעות אנרגיית האור נוצרים מולקולות ATP, מולקולות חמצן, ומולקולות גלוקוז, שאחראיות על הצמיחה והתפתחות התא שמוביל לגדילת הנבט, כתוצאה מכך ניתן לשער כי בריכוזי מלח גבוהים, הצמיחה הגטטיבית של הנבט תהיה נמוכה יותר.</p>
המשתנה הבלתי תלוי + אופן השינוי שלו + מספר הטיפולים	<p>המשתנה הבלתי תלוי הוא ריכוז המלח במי ההשקיה. אופן הכנת הניסוי- את הניסוי ערכנו בחמישה ריכוזי מלח שונים- (0.1%, 0.2%, 1.2%, 2%, 0.5%).</p> <p>את ריכוזי המלח השונים הכנו בדרכים הבאות: בשביל להכין 0.1% לקחנו 1 גרם מלח בישול והוספנו אותו ל- 1 ליטר מים.</p> <p>בשביל 0.2% לקחנו 2 גרם מלח בישול והוספנו אותו ל- 1 ליטר מים.</p> <p>בשביל להכין 0.5% לקחנו 5 גרם מלח בישול והוספנו אותו ל- 1 ליטר מים.</p> <p>בשביל להכין מים בריכוז של 1.2% הוספנו 12 גרם מלח בישול ל- 1 ליטר מים.</p> <p>בשביל להכין 2.0% ניקח 20 גרם מלח בישול ונוסיף אותם ל- 1 ליטר מים.</p> <p>ובקרה – מים מזוקקים ללא מלח.</p>
ובהקרה בניסוי (בקרה חיצונית / בקרה פנימית השוואתית)	<p><u>בקרה חיצונית</u>- את הניסוי נערוך גם במים מזוקקים ללא מלח בכדי לבדוק שאין גורם אחר שמשפיע על נביטת החיטה.</p> <p><u>בקרה פנימית השוואתית</u>- בדיקת הגורם הנבדק בריכוזים שונים.</p>

משתנה התלוי- נביטת החיטה. דרך מדידה- אחוזי הנביטה.	המשתנה התלוי + דרך המדידה שלו
מעקב אחר צמיחת הנבט- אורך נצרון	אם יש דרך נוספת לבדיקת המשתנה התלוי (נדרש אם יש פחות מ- 5 טיפולים)
צמח החיטה, נכלל במשפחת הדגניים, משמש כמקור חשוב למזון האדם. בנוסף לכך, החיטה היא צמח עשבוני חד שנתי עם ציצית שורשים. זרעים החיטה הוא זרע גדול ביחס לזרעים אחרים ולכן נוח מאוד לעבוד איתו.	האורגניזם
40 זרעים לטיפול (2 שורות במגש הנבטה, בכל שורה 10 חורים ובכל חור נזרע 2 זרעים: $2 \times 10 \times 2 = 40$)	מספר פריטים ו/או חזרות (לכל טיפול)
סוג הזרע, כמות מים, גודל הזרע, סוג קרקע, עוצמת האור.	משתנים קבועים
כיצד השרייה מקדימה במים לאורך 24 שעות משפיע על התפתחות הנבט? הקשר של שאלת החקר הנוכחית לשאלת החקר הראשונה היא שהשרייה מקדימה במים גורמת לתפיחה מוקדמת של הזרע מכיוון שמים נספגים לתוכו ובעצם מאפשרים לקליפה להיסדק, למצב הזה יש יתרונות וחסרונות, מצד אחד בקיעה מוקדמת של הקליפה מפנה מקום לשורשון הנובט ותהליך הנביטה מתרחש מוקדם יותר, מצד שני בריכוזי מלח גבוהים, השרייה מקדימה תיצור מצב של חדירת מלחים בשלב מוקדם לתוך הזרע, וידוע כי מלח יכול לגרום לעיקוב נביטה, דבר אשר ישפיע לרעה על התפתחות הזרע.	שאלת חקר נוספת (לקבוצה של 3 תלמידים) והסבר קצר לקשר שלה לשאלת החקר המרכזית.
אמיר רות ושדה אירית (2011). 'מזרע לזרע'. פרק ב: מזרע לנבט- תהליך הנביטה המרכז להוראת המדעים אונב' ירושליים [תל] מ"מ. ספר הלימוד באקולוגיה: אמיר רות (2005). "פרקים באקולוגיה", המרכז להוראת המדעים, האוניברסיטה העברית בירושלים, הדפסה שלישית. תשובות מומחים 'בשער ברשת': http://www.bashaar.org.il/Question.asp?Question_id=7410 http://www.bashaar.org.il/Question.asp?Question_id=3491 http://www.bashaar.org.il/Question.asp?Question_id=5325	2 מקורות מידע מהימנים

http://old.bashaar.org.il/Question.asp?Question_id=3491	
<p>נובמבר ראשון – חמישי : 5 ימי השקיה ובראשון (שבוע אחרי העמדת הניסוי) - תצפית</p>	<p>לוח זמנים</p>

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

1. במה עוסקת עבודת החקר/ הנושא המרכזי בעבודה.
העבודה עוסקת בהשפעת המלח על התפתחות נבט החיטה, בנוסף היא מציגה את ההבדלים בין התפתחות נבט אשר עבר השריה במים לעומת נבט שלא עבר את תהליך ההשריה.
2. מה אתם יכולים לספר על כך בהיבט יישומי ובהיבט ביולוגי?
בהיבט היישומי אנו יכולים לספר כי בקרקעות רבות בדרום הארץ ישנה מליחות גבוהה משום שיש מחסור במים ואין באזור השקיה טבעית, ללא השקיה טבעית הקרקע הופכת מליחה משום שאין מים שיאזנו את המלחים. הבעיה העיקרית היא שקרקע זו יוצרת ריכוז מלחים גבוה אשר משפיע על מעבר חומרים וקליטת מים לנבט ולאחר מכן על קליטת המים דרך השורשים ותהליך האוסמוזה.
בהיבט הביולוגי, אנחנו יכולים לספר שריכוז גבוה של מלח משפיע על מאזן המים בתא, וגורם ליציאת מים בתהליך אוסמוזה, יוצר בתא סביבה היפרטונית שבה ריכוז המלחים גבוה מהמים, לכן בסביבה זו לנבט יהיה קשה יותר לקלוט מים מהקרקע (מים אפילו יכולים לצאת מהנבט ולגרום להתכווצותו) ובכך יהיה קושי בהתפתחותו.

סיכום כלים וחומרים הנדרשים לניסוי:

מגש הנבטה, 240 זרעים, מיכלים, שיפודים, פוליגל, משפך, סרגל, כלי מדידה (משורה).

תרשים העמדת הניסוי:

לכל ריכוז מלח השתמשנו ב- 2 שורות של 10 חורים (סה"כ 20 חורים) ובכל חור זרענו 2 זרעי חיטה:

שתי תבניות הנבטה – אחד עם זרעים ללא טיפול מקדים ומגש שני עם טיפול מקדים של שיוף הזרעים

2%	1.2%	0.5%	0.2%	0.1%	0
שורה של 10 זרעים לחור	שורה של 10 זרעים לחור	שורה של 10 זרעים לחור	שורה של 10 זרעים לחור	שורה של 10 זרעים לחור	שורה של 10 זרעים לחור
שורה של 10 זרעים לחור	שורה של 10 זרעים לחור	שורה של 10 זרעים לחור	שורה של 10 זרעים לחור	שורה של 10 זרעים לחור	שורה של 10 זרעים לחור
סה"כ 20 חורים/ חזרות ו- 40 זרעים	סה"כ 20 חורים/ חזרות ו- 40 זרעים	סה"כ 20 חורים/ חזרות ו- 40 זרעים	סה"כ 20 חורים/ חזרות ו- 40 זרעים	סה"כ 20 חורים/ חזרות ו- 40 זרעים	סה"כ 20 חורים/ חזרות ו- 40 זרעים

4 עמודים הבאים: טבלאות נתונים 'כללי' מקובץ אקסל

דף תכנון ניסוי המשר:

<p><u>שם: עילי ברש</u></p> <p><u>שם: אורי ממן</u></p> <p><u>שם: גיל שפיר</u></p>	<p>שמות התלמידים</p>
<p>מה הקשר בין ריכוז המלח בתמיסת ההשרייה המקדימה לנביטת החיטה?</p>	<p>שאלת החקר (בשאלה יוגדרו המשתנים בבירור, והקשר המשוער ביניהם)</p>
<p>ההשערה שלנו היא שכלל שהתמיסה בה מבצעים השרייה מקדימה מרוכזת יותר (ריכוז מלח גבוה יותר) כך אחוז נביטת זרעי החיטה יהיה קטן יותר.</p> <p>הבסיס הביולוגי להשערה – זרעים הנמצאים בתמיסה בה ריכוז המלחים גבוה חשופים יתר על המידה למלח.</p> <p>מלח משפיע על קצב נביטת זרעי החיטה כמעכב נביטה, השרייה מקדימה חושפת את הזרע למלחים בשלב מוקדם. מלחים עלולים להיכנס לתוך התא, ולשבש תהליכים רבים, ולכן הם רעילים לתא.</p> <p>בנוסף חלק מהמלחים שלא נכנסו לתא יוצרים סביבה היפרטונית בה ריכוז המומסים מחוץ לתא גבוה מריכוז המומסים בתא, לכן מים יוצאים מהתא באוסמוזה לצורך השוואת ריכוזים.</p> <p>יציאת המים מן התא גם היא משבשת תהליכים רבים משום שידוע כי מים הם הטריגר הראשוני להתחלת נביטה והם חלק חשוב מתהליך זה.</p>	<p>השערה + בסיס ביולוגי להשערה (בקצרה)</p>
<p>ריכוזי המלח בתמיסה שמשמשת כהשרייה אופן השינוי (ההכנה) שלו:</p> <p>הכנסת 20 גרם מלח ל1000 מ"ל לצורך הכנת 2%.</p> <p>הכנסת 10 גרם מלח ל1000 מ"ל מים לצורך הכנת 1%.</p> <p>הכנסת 7 גרם מלח ל1000 מ"ל מים לצורך הכנת 0.7%.</p> <p>הכנסת 5 גרם מלח ל1000 מ"ל מים לצורך הכנת 0.5%.</p> <p>הכנסת 2 גרם מלח ל1000 מ"ל לצורך הכנת 0.2%.</p> <p>1000 מ"ל 0% (מים מזוקקים).</p>	<p>המשתנה הבלתי תלוי + אופן השינוי שלו + מספר הטיפולים</p>
<p>בקרה פנימית השוואתית- ריכוזים שונים של מלח בתמיסה בקרה חיצונית- מים מזוקקים</p>	<p>והבקרה בניסוי (בקרה חיצונית / בקרה פנימית השוואתית)</p>
<p>נביטת זרעי החיטה דרך מדידה- אחוזי הנביטה.</p>	<p>המשתנה התלוי + דרך המדידה שלו</p>
<p>אורך נצרון ואורך שורשון</p>	<p>אם יש דרך נוספת לבדיקת המשתנה התלוי (נדרש אם יש פחות מ- 5 טיפולים)</p>
<p>זרעי חיטה</p>	<p>האורגניזם / צמח הבוחן</p>

40 זרעים לטיפול (2 שורות לטיפול במגש הנבטה, בכל שורה 10 חורים ובכל חור נזרע 2 זרעים: $2 \times 10 \times 2 = 40$)	מספר פריטים ו/או חזרות (לכל טיפול)
סוג הזרע, כמות מים, גודל הזרע, סוג קרקע, עוצמת האור, טמפ'.	משתנים קבועים