

בדיקות חנקה בצמחי חיטה בגיל שלושה עלים
באמצעות מכשיר ידני בהשוואה לבדיקה במיצוי מימי במעבדה
התאמה וכיול, לטובת הגדרת הצורך בדישון ראש מוקדם, 2016

אור רם, אשר אייזנקוט - שה"מ. עידן ריצ'קר - גידולי שדה נגב.

תקציר:

מבין היסודות שקולטת החיטה מהקרקע, החנקן הוא המרובה ואולי החשוב ביותר. בשל כך נהוג לחלק את מתן הדשן החנקני בחיטה וראש. בסוף שנות ה-90 פותחה בישראל מערכת תומכת החלטה לדישון ראש מוקדם באמצעות בדיקות צמחיות במעבדה. לשיטה זו יתרונות, אך גם מספר חסרונות. מטרת העבודה היא בדיקת המתאם בין בדיקות חנקה בצמחי חיטה בגיל 3 עלים במעבדה ובין מכשיר ידני, על מנת לשפר את הנגישות של בדיקות אלו ולקצר את הזמן מדגימת הצמחים ועד אפשרות התגובה בדישון חנקני. בעבודה זו נמצא מתאם מספק בין בדיקות המעבדה הנהוגות כיום ובין המכשיר הידני. כמו כן נמצאו הבדלים במתאם בין הבדיקות שנערכו בצפון ובדרום. נראה כי המכשיר הידני יכול להיות כלי עזר בהחלטה האם לדשן דישון ראש מוקדם בחיטה, אך מהלך הבדיקה דורש מיומנות ומקצועיות. יש להמשיך ולבדוק בשנה הבאה את מהימנות המכשיר ביחס לבדיקות המעבדה ולנסות להבין את ההבדלים שנמצאו בין אזור הצפון לדרום.

מבוא:

מבין היסודות שקולטת החיטה מהקרקע, החנקן הוא המרובה ואולי החשוב ביותר. מחסור בחנקן מתבטא בהאטת הגדילה, בחיזורן עלים, בחוסר התפצלות, בקמה נמוכה, בעלים צרים וקצרים מהרגיל, ובהמשך - תמותת של העלים התחתונים בטרם עת, והשיבולת קטנה ודלה. צמח החיטה מסוגל לקלוט חנקן זמין מצוי בקרקע – גם בכמויות עודפות, ולא רק בהתאם לצרכיו. עודפי חנקן בצמח בתחילת גדילתו פוגעים ביחס שבין החלק הוגטטיבי לבין השיבולת והגרעינים ונטייה לרביצה. רביצה בשלבי הצמיחה הוגטטיבית גורמת לפגיעה בכושר ההטמעה ולפגיעה ביבול. צמחי חיטה זקוקים בראשית גדילתם, עד גמר ההסתעפות, להספקת חנקן מבוקרת. בהמשך הגדילה, בזמן התארכות הקנים ובשלבי ההשתבלות והפריחה, צריכת החנקן מגיעה למקסימום. מחסור בחנקן בשלבי התארכות הקנה וההשתבלות עלול לפגוע ביבול הגרגרים. הספקת חנקן בזמן מילוי הגרגרים כמעט לא תשפיע על היבול, אבל תתרום לשיפור החלבון בגרגרים הקיימים.

בשל כך נהוג לחלק את מתן הדשן החנקני בחיטה ליסוד (לפני הגידול, או בזמן הזריעה) וראש (תוך כדי הגידול). בגידול חיטה בארץ בד"כ לא מקובל לבדוק את זמינות החנקן בקרקע בשל מגבלות של השיטה. בדרום מקובל להעריך את זמינות החנקן בקרקע לפני זריעה ב"שיטת גילת".

הדישון ביסוד משפיע במיוחד על עצמת ההסתעפות ועל התמינות תקינה של השיבולת.

ההתלבטות האם לדשן בראש, מתי וכמה מורכבת מכמה גורמים:

1. מצב השדה : האם קיימים סימני מחסור?
2. כמות הגשמים - שטיפות חנקן אל מעבר לבית השורשים. בהתאם לעומק ההרטבה ומועד הדישון ניתן להעריך היכן ממוקם החנקן ביחס למערכת השורשים.
3. בדיקות עלים : מדד כמותי המצביע על כמות החנקה בצמח (ראה פירוט בהמשך).
4. פוריות הכרב, האם ניתן דשן ביסוד, מתי ניתן וכמה.
5. ניסיון המגדל והיכרותו עם השטח וסוג הקרקע : קלה או כבדה / רדודה או עמוקה.
6. ייעוד השטח - תחמיץ או גרגרים. בגידול חיטה לתחמיץ נהוג לדשן יותר מאשר בחיטה לגרגרים.

אמצעי בקרה אמין ואובייקטיבי להגדרת מצב ההזנה של הצמח הוא בדיקות צמחיות. בסוף שנות ה-90 פותחה בישראל ע"י אנשי שירות השדה של שה"מ מערכת תומכת החלטה לדישון ראש מוקדם : על בסיס תוצאות בדיקות צמחיות בגיל 3-4 עלים ועקום תגובה לדישון החנקן, ניתן להחליט בצורה מושכלת על הצורך בדישון ראש מוקדם, לשיפור פוטנציאל היבול של גרגרים ותחמיץ. שיטה זו מיושמת בהצלחה בעיקר באזור העמקים הצפוניים ובשנים האחרונות נפוצה באזורים גשומים נוספים בישראל. שיטה זו נכונה לגבי הצורך בדישון ראש מוקדם בלבד (עד שישה עלים). לגבי דישון מאוחר (לקראת עלה דגל) לא נהוג להסתמך על מדדים צמחיים או אחרים, אלא רק על הניסיון החקלאי המצטבר בכל אזור ובהתאם לשיקולים שצוינו לעיל.

המגבלות העיקריות של השיטה הן הצורך בשליחת צמחים למעבדת שירות שדה, שלא אחת מרוחקת מהצרכן ועלות של 50-65 ש"ח לבדיקה (טווח המחירים בין המעבדות). בעקבות מגבלות אלו חקלאים רבים מוותרים על הבדיקות הצמחיות. לעיתים ידשנו רק כאשר הסבירות למחסור היא גבוהה ובתנאים של אי ודאות - לא ידשנו.

בעבודה זו בחנו היתכנותן של בדיקות בשדה כתחליף לבדיקות מעבדה, שיאפשרו קבלת החלטות בזמן אמת באמצעות מכשיר LAQUAtwin (חברת HORIBA), המתאים לבדיקת חנקה במיצוי של הצמחים בשדה. המכשיר נבדק בכותנה בשנת 2014 על ידי פלש וחוב' ונמצא מתאם טוב בבדיקת חנקה בפטוטורות כותנה, ביחס לבדיקות מעבדה. בעבודה זו ברצוננו לבחון את אמינות המכשיר הנייד לעומת בדיקות מעבדה, ולבנות עקום כיוול בין השיטה המקובלת (מעבדה) לבין המכשיר הידני.

מטרת העבודה:

בדיקת המתאם בין בדיקות חנקה בצמחי חיטה בגיל 3 עלים במעבדה ובין מכשיר ידני, על מנת לשפר את הנגישות של בדיקות אלו ולקצר את הזמן מדגימת הצמחים ועד אפשרות התגובה בדישון חנקני.

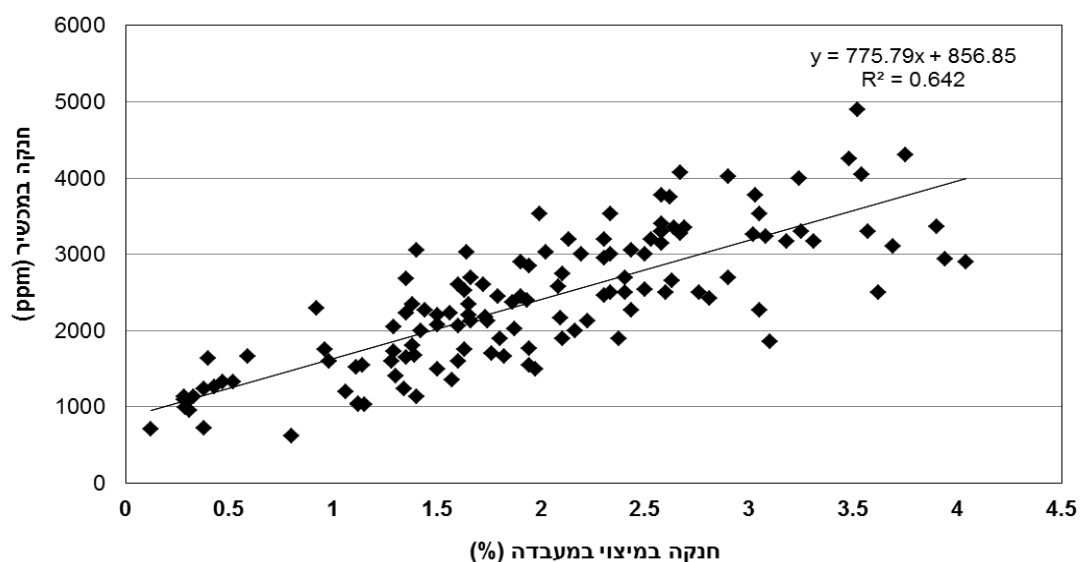
שיטות וחומרים:

1. כ- 80-100 צמחי חיטה בגיל 3-4 עלים נאספו מחלקות חיטה והוכנסו לתוך שקית נייר (כל חלקה בשקית נפרדת). הצמחים נאספו על פי הכתוב בפרוטוקול לבדיקה הצמחית המקובלת כלהלן : הצמחים נאספו עם שורשיהם, בשעות הבוקר לאחר התייבשות הטל, נשמרו בטמפ'

- קרירה והובלו למעבדת שירות השדה בנוה יער מוקדם ככל האפשר (הדגימות בדרום נאספו יום לפני שנשלחו לנוה יער ונשמרו במקרר).
2. הבדיקות במעבדה בוצעו על פי פרוטוקול קבוע.
 3. מכל שקית נלקחו באופן אקראי 3-4 מדגמים בני 7-10 צמחים לבדיקה במכשיר הידני. שורשי הצמחים נקצצו והוסרו שאריות קרקע על בסיס הצמח (ללא שטיפה).
 4. נעשה שימוש במכשיר ידני חשמלי מדגם Horiba LAQUAtwin עם גלאי מדגם B-743.
 5. המכשיר הידני כויל בעזרת תמיסת כיוול של 2000 ppm בתחילת העבודה וכל 4-5 בדיקות.
 6. כל דגימה של 7-10 צמחים הוכנסה לכותש שום וריכוז החנקא במוהל הצמחים נבדק במכשיר הידני.
 7. המכשיר נשטף במים בין בדיקה לבדיקה.
 8. חושב ממוצע מכלל הבדיקות שנערכו מכל שקית. התוצאה הושוותה לבדיקות המעבדה. תוצאות חריגות מאד הוצאו מההשוואה.
 8. נקבעו ערכי סף לדישון חיטה המתאימים למכשיר הידני.

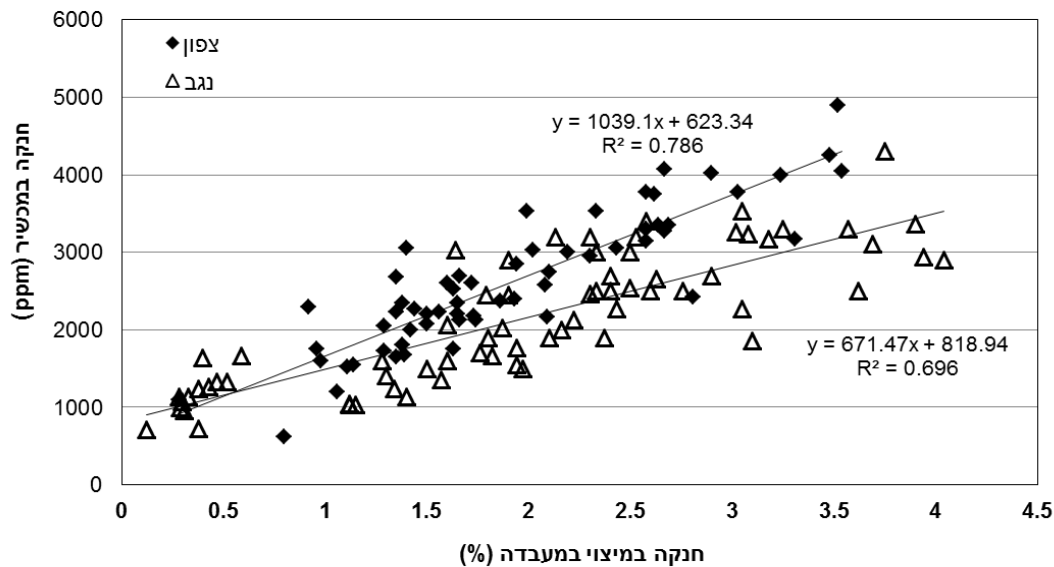
תוצאות:

איור 1: המתאם בין תוצאות אחוז החנקא במעבדה לריכוז החנקא במכשיר הידני - תוצאות משותפות לצפון ולדרום



ניתן לראות כי המתאם בין אחוז החנקא שנבדק במעבדה ובין קריאות המכשיר הוא 0.642 (איור 1).

איור 2 : המתאם בין תוצאות אחוזי החנקן במעבדה לריכוזי החנקן במכשיר הידני -
תוצאות נפרדות לצפון ולדרום



קיים הבדל ביחס בין תוצאות המעבדה ובין התוצאות של המכשיר הידני בין שני האזורים (איור 2), כאשר תוצאות המעבדה מהדגימות בנגב גבוהות בכ- 29% ביחס לצפון לכל ערך שקרא המכשיר. כמו כן נבדקה סטיית התקן הממוצעת של כלל הדגימות שנקראו במכשיר לכל חלקה/שדה נתון. סטיית התקן הייתה דומה בין הצפון לדרום: 285.5 ppm

דיון ומסקנות:

מטרת העבודה הייתה בדיקת המתאם בין בדיקות חנקן בצמחי חיטה בגיל 3 עלים במעבדה ובין מכשיר ידני, על מנת לשפר את הנגישות של בדיקות אלו ולקצר את הזמן מדגימת הצמחים ועד אפשרות התגובה בדישון חנקני.

בסך הכל נאספו בניסוי זה כ-125 בדיקות שנשלחו למעבדה. בתחילת הניסוי החלטנו לבצע את כל בדיקות המעבדה (גם של הצמחים שנאספו בדרום) במעבדת שירות השדה בנוה יער, בשל הנסיון של צוות המעבדה בביצוע בדיקות אלו וכדי למנוע הבדלים בתוצאות בין הצפון לדרום הנובעים מסטיות בין מעבדות שונות. עד כה הנסיון בענף הגד"ש בעבודה עם מכשיר חשמלי זה מועטה. בתחילה היה צורך להתנסות עם המכשיר וליצור פרוטוקול עבודה מסודר. בדקנו כמה צמחים יש לדגום, כמה בדיקות של המכשיר יש לבצע מכל קבוצת צמחים שנאספה, איזה חלק של הצמח יש לדגום ועוד. מצאנו כי:

1. יש לבצע את איסוף הצמחים בשעות המוזכרות בפרוטוקול שמפורסם על ידי מדריכי שה"מ לביצוע בדיקות הצמחים (8:00-9:00) ולאחר התייבשות הטל).
2. מכל קבוצת צמחים מייצגת, יש לבצע מספר בדיקות של המכשיר החשמלי ולהסיר במידת הצורך את הבדיקה החריגה ביותר.

3. השדה שממנו נלקחות הדגימות צריך להיות במצב רטיבות השווה לקיבול שדה (לערך). אין לדגום צמחים המצויים בעקת יובש.
4. חשיבות מירבית להקפדה על איסוף צמחים בני 3-4 עלים.
5. יש לכייל את המכשיר בתמיסת כיול של 2000 ppm ולחדש את הכיול לכל 4-5 בדיקות.
6. יש להכניס לכותש השום 7-10 צמחים (תלוי בגודלם) לאחר ששורשיהם קוצצו והצמחים נוכו משאריות אדמה (אין צורך לשטוף את הצמחים) וללחוץ את כותש השום בחוזקה ולאפשר למוהל הצמחים לטפטף למקום היעודי במכשיר.
7. בין כל בדיקה ולאחר כל כיול יש לשטוף את כוסית המכשיר במים מזוקקים.
8. הבדיקה באמצעות המכשיר נועדה להחליף את בדיקות המעבדה ולכן מומלץ להתייחס אליה ככזו: מומלץ לאסוף את הדוגמאות בשדה ולערוך את הבדיקות עם המכשיר במשרד.
9. כותשי שום זולים וחלשים נשברים בקלות לאחר מספר בדיקות מצומצם. כלל אצבע - יש לסחוט את הכותש ביד אחת בלבד.

תוצאות המעבדה של הדגימות מהנגב היו גבוהות בכ- 29% ביחס לצפון לכל ערך שקרא המכשיר. ניסינו להבין מה גורם להבדלים ביחס בין בדיקות המעבדה לבדיקות עם המכשיר הידני בין הצפון לדרום.

מכיוון ששני המכשירים חדשים וכיילו באותה תדירות ובאותה תמיסת כיול המסופקת על ידי יצרנית המכשיר וגם מפני שסטיית התקן שנאספה בין הדוגמאות השונות היו דומות בין הצפון לדרום, אנו מניחים שהבעיה הייתה בתוצאות המעבדה ולא בקריאת המכשיר. הסיבה להערכתנו להבדל זה היה משכי הזמן השונים בין מהדיגום במכשיר הידני ועד להגעת המדגמים למעבדה בין הדרום לצפון. תוצאות דומות התקבלו בניסוי שערך יגאל פלש לכיול המכשיר למדידת ריכוזי חנקן בפטוטורות כותנה ובו ריכוז החנקן בדוגמאות שנשלחו לנוה יער כעבור יום היה גבוה מהבדיקות שנשלחו למעבדה בגילת ביום הבדיקה.

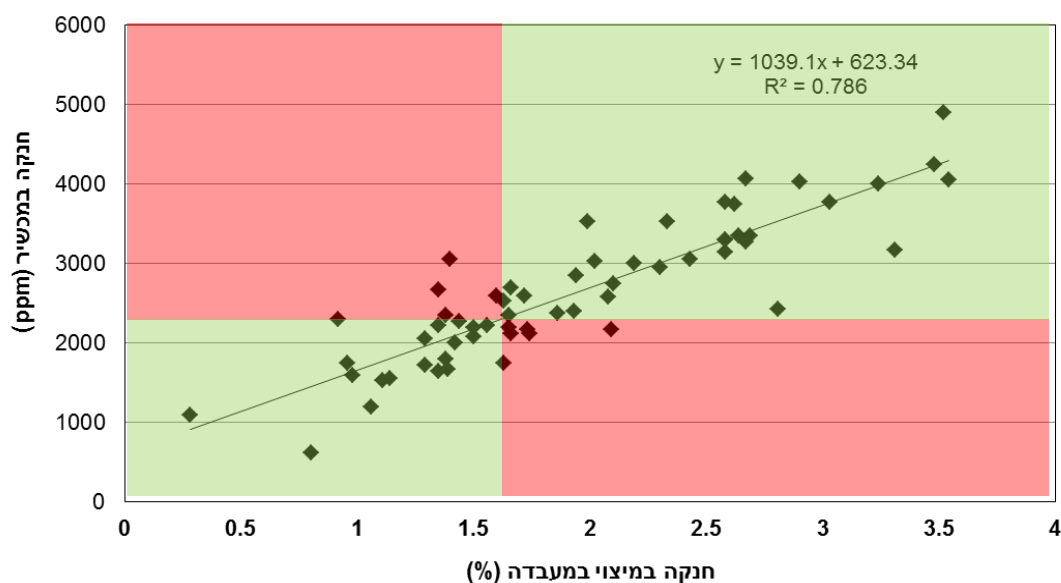
בשל האמור לעיל, החלטנו כי ערכי הסף להחלטה האם לדשן את החיטה לפי יעודה (גרגרים או תחמיץ) יקבע בעזרת הנוסחה שהתקבלה בצפון בלבד.

לצורך קביעת ערך סף, הצבנו בנוסחה את ערכי הסף לדישון כפי שנמצא בניסויי עבר וככתוב בפרוטוקול: 1.6% לחיטה המיועדת לגרגרים ו-2.3% לחיטה המיועדת לתחמיץ.

ערכים אלו הוצבו בערך ה-x במשוואת הישר שנמצאה וחולץ ערך הסף. נמצא כי ערך הסף במכשיר לדישון חיטה המיועדת לגרגרים הוא 2286 ppm ולתחמיץ הוא 3013 ppm.

לאחר שחילצנו את ערכי הסף לדישון בדקנו את אמינות המתאם. כלומר, אם היה עלינו להחליט לדשן או לא לדשן לפי ערכי הסף למכשיר כפי שמצאנו, האם החלטה זו הייתה נכונה או לא נכונה ביחס לערכי בדיקות המעבדה. נדגים זאת בעזרת עקומת הכיול בצפון לקבלת החלטה האם לדשן חיטה לגרגרים:

איור 3 : אזורי שגיאה בהחלטה לדישון חיטה לגרגרים בעקומת הצפון



האזורים הירוקים הם התחום שבו המודל היה נכון - באזור הירוק העליון החלטנו שלא לדשן על פי תוצאות המכשיר הידני וגם על פי בדיקות המעבדה ובאזור הירוק התחתון החלטנו לדשן על פי בדיקות המכשיר הידני וגם על פי בדיקות המעבדה.

האזורים האדומים הם התחום שבו המודל היה שגוי – באזור האדום העליון החלטנו לא לדשן על פי תוצאות המכשיר הידני, אך על פי בדיקות המעבדה היה צורך לדשן ובאזור האדום התחתון החלטנו לדשן על פי תוצאות המכשיר הידני, אך על פי בדיקות המעבדה לא היה צורך לדשן. להלן סך כל התוצאות הנכונות והשגויות שהתקבלו בבחינת העקום בחיטה לגרגרים ולתחמיץ:

טבלה 1: השוואת הצלחת המכשיר הידני בהחלטה על דישון ביחס למעבדה

אחוזים	מספר בדיקות	החלטה שגויה/ נכונה	החלטת דישון לפי המכשיר	יעוד החיטה
18	4	שגוי	לדשן	גרגרים
82	18	נכון		
15	6	שגוי	לא לדשן	
85	33	נכון		
7	3	שגוי	לדשן	תחמיץ
93	38	נכון		
10	2	שגוי	לא לדשן	
90	18	נכון		
87	ממוצע הצלחה:			

נראה כי לעקום אחוזי הצלחה טובים (87%) בהחלטה לדשן או לא לדשן, ביחס לתוצאות המתקבלות במעבדה (גרף 1). עוד נמצא כי אחוזי ההצלחה בקורלציה המשותפת של שני האזורים היא 81%, למרות אחוזי המתאם הנמוכים.

לסיכום:

1. נראה כי המכשיר הידני יכול להיות כלי עזר בהחלטה האם לדשן דישון ראש מוקדם בחיטה.
2. העבודה עם המכשיר מסורבלת לעיתים ולכן מומלץ לאסוף את הדגימת לשקית נייר בשדה, לשמור בקירור ולבדוק במשרד.
3. הבדיקה רגישה מאוד ל"התנהגות הבודק" (כמה לחץ הפעיל על כותש השום וכד') ולכן דרושה הקפדה ועקביות בביצוע.
4. בשלב זה מומלץ שהמכשיר ישמש ככלי עזר למדריכים ויוכנס לשימוש מצומצם בענפים גדולים בתאום עם המדריך.
5. ערך הסף במכשיר לדישון חיטה המיועדת לגרגרים הוא 2286 ppm ולתחמיץ הוא 3013 ppm.
6. אם התקבלו במכשיר ערכים בטווח 2078-2494 ביעוד לגרגרים ו- 2805-3221 ביעוד לתחמיץ - מומלץ לבצע בדיקת מעבדה מחלקה זו בנוסף לבדיקה במכשיר הידני.
7. יש להמשיך ולבדוק בשנה הבאה את מהימנות המכשיר ביחס לבדיקות המעבדה ולנסות להבין את ההבדלים בעקום בין הצפון לדרום.

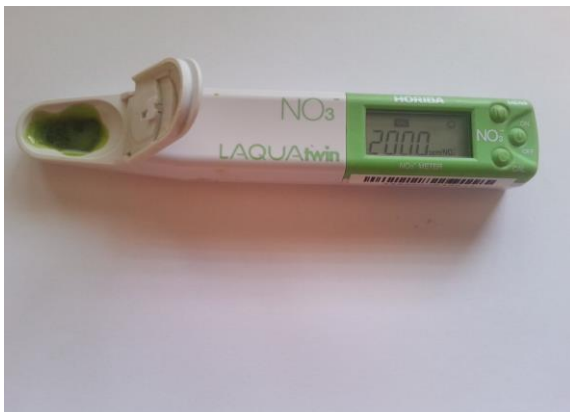
איור 4: שלבי העבודה עם המכשיר הידני



ב. כיוול באמצעות בתמיסה



א. קיצוץ השורשים מהצמחים



ד. קריאת הערך באמצעות המכשיר



ג. מעיכת הצמחים בכותש שום

רשימת ספרות:

1. זוהר דני ופנואל יאיר, גידול חיטה הלכה למעשה, ארגון עובדי הפלחה ומשרד החקלאות, 1992.
2. פלש יגאל, זילברמן אברהם ובוטבול יעקב, התאמה וכיול ערכי חנקן בפטוטרות כותנה באמצעות מכשיר שדה לבדיקות של יסודות הזנה, ניר ותלם, גליון 59, מאי 2015.

תודות:

1. לערן בן יעקב מדשן גת - על העזרה בדיגומים בדרום והובלת הבדיקות למעבדה בנווה יער.
2. ליורם שטיינברג - על העזרה בביצוע הדגימות בצפון.
3. למעבדת שירות השדה בנווה יער - על ביצוע בדיקות המעבדה.
4. לכל המשקים שדגמנו בשדותיהם ועזרו בדיגום.
5. לארגון עובדי הפלחה - על מימון הניסוי.