

רקע

Mepiquat chloride (MC), הידוע מסחרית בשם פיקס (Pix), או פיקתר הוא מווסת גידול כימי בשימוש נרחב בגידול כותנה. החומרים "פיקס" ו"פיקתר", שניהם מכילים MC אשר פותח לפני עשורים רבים לצורך עצירת צימוח מופרז בכותנה. במקור החומר פותח לתנאי גידול בגשם באזורי אקלים בהם יורדים גשמי קיץ שלא מאפשרים שליטה על הגידול.

MC מתפקד כמעכב סינתזת חומצה ג'יברלית (GA), ולמעשה מפחית את כמות ה-GA בצמח. חומצה ג'יברלית היא הורמון צמחי הגורם להתארכות הגבעול וצמיחה וגטטיבית כללית.

פיקס מכיל 50 גר' ח"פ/ליטר ופיקתר מכיל 250 גר' ח"פ/ליטר (X5).

על פי התווית: "פיקס הוא תכשיר המיועד לעצירת צימוח של כותנה ע"י ריסוס נוף הצמחים בחלקות עם נטייה לצימוח מופרז. התכשיר מקצר את המפרקים באמירי הצימוח ופותח את נוף הצמחים לחדירה יעילה של קוטלי חרקים ומפחית ריקבונות הלקטים"

קיימים חומרים נוספים הפועלים במנגנון דומה על עיכוב הביוסינטזה של ההורמון הצמחי ג'יברלין כדוגמת "קולטר" - Paclobutrazol, ואחרים. האחרונים מיועדים על פי התווית לעצי פרי כמו גם לנינוס צמחי נוי ולשימוש במשתלות. יתרונם הוא בכך שהם מיושמים במינונים נמוכים בהגמעה.

על ידי מניפולציה של רמות ה-MC, GA יכול לווסת ביעילות את צמיחת הכותנה במספר דרכים עיקריות:

• גובה צמח מופחת:

המבנה הנפחי או המרחבי של הצמח קטן וזהו היתרון העיקרי של יישום MC. צמחים נמוכים יותר נוטים פחות להצללה הדדית ולרביצה במיוחד במצבים של יבול גבוה או בתנאי רוח. צמיחת יתר ורביצה יכולים לפגוע באופן משמעותי ביבול וביעילות הקטיף.

• חנטת הלקטים מוגברת:

צמחים נמוכים מרכזים את משאבי האנרגיה שלהם בהתפתחות הרפרודוקטיבית ולא בצמיחה וגטטיבית. זה מוביל לחנטת מספר מוגבר של הלקטים בכל חלקי הצמח, ומשפר את איכות הקטיף.

• בכירות - בשלות מוקדמת משופרת:

צמחים נמוכים יותר וחנטה מוקדמת מאיצים את הבשלת הלקטים, מאפשרים קטיף מוקדם יותר ועשויים לתרום להתחמקות מלחצי מזיקים בסוף העונה ובמיוחד זחל ורוד.

הסיבה המרכזית לחנטה מוגברת, בכירות, ופוטנציאל יבול גבוה יותר לצד שיפור באיכות הסיבים בעקבות נינוס כותנה באמצעות MC היא שיפור במשטר הקרינה ורמות ההטמעה בכל חלקי בצמח.

• עמידות משופרת לעקה:

צמחים שטופלו ב-MC נוטים להיות בעלי מבנה קומפקטי יותר ובעלי שטח עלים נמוך יותר, מה שמוביל לאובדן מים מופחת בטרנספירציה. תופעה זו צפויה להועיל המצבי יובש או בטמפרטורות גבוהות.

• שיפור איכות הסיבים:

מחקרים מסוימים מצביעים על כך ש-MC יכול לתרום לשיפור פרמטרים של איכות סיבים, כגון עדינות וחוזק סיבים.

עם זאת, חשוב להבין כי יישום MC אינו חף מחסרונות:

• שטח עלה מופחת:

בעוד שהוא מועיל לסבילות לעקה, שטח העלה פירושו גם יכולת פוטוסינתטית מופחתת. מציאת מינון MC האופטימלי היא המפתח לאיזון הפחתת עקה לצד פוטנציאל יבול ורווח.

• פחיתת יבול פוטנציאלית:

יישום יתר של MC יכול להגביל יתר על המידה צמיחה וגטטיבית, מה שמוביל לאובדן יבול. בחירת מינונים קפדנית ועיתוי היישום הם לפיכך חיוניים. בהקשר זה יישום על צמחים שנמצאים בעקה כגון צמחים הנגועים במקרופומינה עלולה לפגוע פגיעה נוספת בהתפתחות וביבול.

• תלות בטמפרטורה:

יעילותו של MC מושפעת מהטמפרטורה. טמפרטורות גבוהות יותר יכולות להפחית את השפעתו על הצמח.

• אינטראקציית זנים:

זני כותנה שונים נבדלים זה מזה ברגישותם ל-MC. בחירה נכונה של מינוני MC ותזמוני יישום צריכה להיעשות על בסיס הזן הספציפי בו נעשה שימוש.

• שיקולים סביבתיים:

MC הוא כימיקל סינתטי, ושימוש אחראי חשוב כדי למזער את ההשפעה הסביבתית הפוטנציאלית. טכניקות יישום נכונות ועמידה בתקנות הן חיוניות.

המלצות

עבודת מחקר רבה לגיבוש המלצות שימוש נעשתה בישראל, ובוצעו ניסויים רבים על השפעת כל המווסתים הללו על כותנה.

כללית, נמצאה שונות גדולה בהשפעת החומרים. שימוש, במצבי עקה פגעה במקרים רבים ביבול בשיעורים של עד כ- 5% - 10% במיוחד מקרי נגיעות במקרופומינה. עם זאת, יישום כאשר היה צורך ממשי בריסון צמיחה כמו גם בממשק השקיה ליברלי תוך הכוונה ליבול גבוה, היישום שיפר יבול בשעורים של בין- 1% - 10% או שלא השפיע כלל על רמת היבול.

להלן המלצות לשימוש ב-MC על פי מיטב הידע העדכני.

אקלפי

שימוש ב-MC במכלוא ה"אקלפי" הפך משכבר למימשק שגרתי למדי. מומלץ כיום ליישם כ- 125 - 160 סמ"ק/ד' פיקס שהם 25 סמ"ק/ד' פיקתר כ- 15 - 20 ימים לאחר השלב של 1 פרח למטר.

פימה

בשורת ניסויים עדכניים, שבוצעו בשנים האחרונות (2018 עד 2021) על פימה מהזנים "גולית 6" ו- V-70 עולים הממצאים הבאים:

- עיתוי הטיפול היעיל ביותר הוא בתחום של 14 עד 24 יום לאחר 1 פרח למטר עם העדפה לחלק המאוחר יותר של התחום, ובמינון של 125 - 225 סמ"ק/ד' פיקס שהם 25 - 45 סמ"ק/ד' פיקתר.

- גובה הצמח בשלב זה צפוי להיות כ- 120 ס"מ

- חריגה של מספר ימים בודדים לפני או אחרי התחום שהוזכר אפשרית בהתאם למצב בשדה בנוסף, נראה שעדיף לעבוד עם המינונים הגבוהים יותר, ובוודאי ככל שמתרחקים מהשלב של 1 פרח למטר.

בשורת הניסויים, שעל פיו מובאת המלצה זו, וכשמסכמים את כל הטפולים בכלל הניסויים אל מול הביקורות, נמצאו הממצאים הבאים:

- התקבלה תוספת יבול מובהקת סטטיסטית של כ- 8 אחוז.
- במדידות בסיום העונה נמצא שגובה הצמח בממוצע ירד בכ- 10 אחוז.
- משקל החומר היבש בגבעולים בסיום העונה ירד בכ- 15 אחוז.
- לא נרשמה ירידת יבול במי מהטפולים.

יש לציין שבעבר נמצאה השפעה שלילית ופגיעה ממשית ביבול בעת יישום המווסת בשדה פגוע מאוד ממקרופומינה, כך שמומלץ לנהוג זהירות במתן MC בתנאי עקה בשדה.

שימוש מונע

ניתן גם ליישם טיפול מונע לצמיחת יתר במצבי סיכון של צמיחת יתר ידועים מראש, וזאת במינון נמוך של עד - 100 סמ"ק/ד' פיקס (כ- 20 סמ"ק/ד' פיקתר) גם בזני פימה. יישום במצב ובנסיבות אלו מתבצע על שדה בשלב פרח ראשון, בגובה צמח של 80 - 85 ס"מ.

שימוש מסוג זה מיועד לחלקות שבהם ידוע על נטייה לצמיחת יתר או שיש כוונה להשקות בעודף על מנת למנוע עקה, למשל, במקרים של חשד לנגיעות במקרופומינה.

כאמור, קיים סיכון ממשי של פגיעה ביבול כתוצאה מיישום חומר וויסות צמיחה על צמחים שאינם במצב של צמיחה נמרצת, או שיש כוונה לאפשר תנאי גידול כאלו. לפיכך, יש הכרח לנקוט אמצעי זהירות ולהיוועץ במדריך לגבי הצורך בטיפול מסוג זה במיוחד בעיתוי יישום מוקדם ובמיוחד על צמחים אשר טרם הגיעו לגובה סופי רצוי של 120 - 140 ס"מ.

הערות נוספות

- במידה ולא הושגה תוצאת הריסון הרצויה כדאי להתייעץ לגבי טפול נוסף.
- במקרים רבים ניתן לשלב את המווסת עם ריסוסי הדברה.
- נראה שרצוי לרסס מהקרקע ללא הפעלת המפוח, כדי לאפשר לחומר להגיע אל קודקודי הצמיחה הקרובים לצמרת.

הירידה בגובה ובמשקל החומר היבש של הגבעולים (מבנה הצמח בו נתקלת הקטפת) מסבירים את האמירה של הקוטפים לפיה קל יותר לקטוף שדה שטופל במווסת צמיחה, שפירושו קטיף מהיר יותר, נקי יותר, פחת נמוך יותר, ועם פחות עיכובים וסתומות.

לסיכום, פיקס/פיקתר הוא כלי רב ערך למגדלי כותנה, ומציע יתרונות כמו שליטה במצבי צמיחת יתר, גובה צמח מופחת, חנטה מוגברת, ועמידות משופרת לעקות וזירוז הקטיף. עם זאת, התחשבות זהירה בחסרונות פוטנציאליים, גורמים סביבתיים ואינטראקציה עם זנים חיונית להשגת תוצאות אופטימליות וייצור כותנה ביבול גבוה.

טבלת חלופות טיפול במווסת צמיחה Mepiquat Chloride

טיפול	זן	תכשיר / טווח מינון		גובה צמח רצוי בעת טיפול (ס"מ)	עיתוי (ימים מפרח למטר)
		פיקס (סמ"ק/ד')	פיקתר (סמ"ק/ד')		
אופטימאלי	אקלפי	125	25	115-125	15-20
אופטימאלי	פימה (גולית 6 ו- V-70)	125-225	25-45	115-125	14-24
מוקדם - מונע*	אקלפי ופימה	100	20	80-85	0-5

שימוש בפיטק בכותנה

חברת פיטק בע"מ מציעה מערכת שלמה לניטור חקלאי: צומח, קרקע השקיה ואקלים. המערכת משמשת כמערכת תומכת החלטה, בעזרת נתונים רציפים המשקפים את מצב הצמח והקרקע ומסייעים בקבלת החלטות זמן אמת ביחס לתדירות ומקדם ההשקיה.

מרכיבי המערכת

המערכת הינה מערכת מושכרת לעונה במודל מידע, אחריות על התקנת החיישנים תקינותם ואחזקתם הינה באחריות החברה. המידע מוצג למגדל באפליקציה ואתר אינטרנט.

חיישני הצמח

3 חיישני קוטר גבעול המותקנים על צמחים שונים. מספקים נתוני גדילה יומית והתכווצות יומית מקסימלית (MDS).

רטיבות הקרקע

המערכת פועלת באופן מיטבי עם מד לחות נפחית למדידת רטיבות הקרקע 6 עומקים 15, 30, 45, 60, 75, 90 לחלופין ניתן להתקין 2 טנסיומטרים בעומקים 30 ו60 ס"מ.

חיישן לחץ

לחיווי על פתיחה משך וכמות ההשקיה.

הרכבת העמדה

עמדת פיטק תורכב בשדה סמוך ככל הניתן לאחר פריסת מערכת הטפטוף. עבודות שנערכו על ידי חברת פיטק בשיתוף מועצת הכותנה ויגאל פלש ז"ל מצאו כי הכוונת השקיה מיטבית מתבצעת באמצעות מעקב אחרי מדדי הצמח בהתאמה למצב המים בקרקע.

מדדי הצמח

מעקב יומי אחרי מצב הצמח מתבצע על ידי Plant Status (פלנט סטטוס \ רמזור צבעים) מפת צבע ירוקה מסמלת מצב תקין. מדד הפלנט סטטוס מסכם שני מדדים: * גדילה יומית (Growth)) המבטאת את התעבות הגבעול היומית, קיימת התאמה טובה בין מדד זה לבין התארכות הצמח בשלב הצימוח.

* מידת ההתכווצות היומית המקסימלית (MDS) המבטאת את זמינות המים לצמח, מדד זה נמצא בהתאמה טובה למדידות אשר התקבלו מתא לחץ ומאפשרות מעקב דומה לתא לחץ אך באופן רציף. ההתכווצות והגדילה היומית מתורגמת לסטטוס יומי (Plant Status) המבוטא ברמזור של צבע: ירוק כהה, ירוק, צהוב, כתום ואדום.

בסיס להכוונת השקיה לפי פיטק.

התאמת מרווח בין השקיות

לחות קרקע קבועה בעומקים נמוכים (45 - 60 ס"מ) + לחות קרקע משתנה בעומק הרדוד ימי סטרס שחוזרים בתדירות קבועה (לדוגמא - יומיים לאחר השקיה) = הגברת תדירות ההשקיה.

שינוי כמות (תוספת או הפחתה ביחס למקדם מתוכנן)

- הופעת ימי סטרס וזיהוי מגמת ירידה עקבית בלחות הקרקע בעומקי הקרקע השונים = הגברת כמות ההשקיה.
- העדר עקה והופעה של ימים ירוקים כהים, עשויים להעיד על השקיה עודפת, שינוי מועט ברטיבות הקרקע בין השקיות, או הצטברות של לחות קרקע בעומקים השונים = הפחתה כמות ההשקיה.

נתוני פיטק בדפדפן



מדד בטווח רצוי = השקיה תקינה

השקיה בצל	צמח	פלנט סטטוס תקין (ירוק כהה - ירוק)
	קרקע	צימוח יומי בין 100 ל-200 מיקרון
	קרקע	לחות קרקע יציבה בעומקים 15 / 30 ס"מ, זיהוי תחילת ירידה בלחות הקרקע.
צימוח וגטטיבי	צמח	פלנט סטטוס תקין (ירוק כהה - ירוק)
	קרקע	צימוח יומי בין 100 ל-200 מיקרון
	קרקע	יש לזהות ירידה בלחות קרקע בין אירועי השקיה כדי לוודא התפתחות בין שורשים. אולם יש להימנע מהגעה לקו לחות קריטית
שלב הפרודוקטיבי	צמח	פלנט סטטוס תקין (ירוק כהה - ירוק)
	קרקע	ערכי התכווצות יומית בין 150 בתחילת שלב ל-250 בסופו. גדילה יומית בערכים שבין 30 ל-30 -
	קרקע	יש לזהות ירידה בלחות קרקע בין אירועי השקיה עד לעומק 60 ס"מ אולם יש להימנע מהגעה לקו לחות קריטית (מאוגסט כבר לא ניתן לפתח שורש לשכבות העמוקות)
סיום	קרקע	הפחתה הדרגתית של השקיה לצורך ניצול מים בשכבות עמוקות

השקיה סדירה

תגובה לחריגה ממדד רצוי

התחלת השקיה, כאשר מזהים ירידה בזמינות המים בשכבות הרדודות, בקרה על עומק ההשקיה האפקטיבי
פלנט סטטוס אדום או כתום = תוספת השקיה / ציפוף השקיות
צימוח גבוה = הפחתת השקיה / ריווח, צימוח נמוך = תוספת השקיה
אין שינוי בתכולת רטיבות הקרקע ב-45 ס"מ = הפחתה / ריווח השקיה
ירידה מתחת לרטיבות מינימלית = תוספת השקיה, אי הגעה לרטיבות מינימלית = ניתן להפחית השקיה
פלנט סטטוס אדום או כתום, ערכי התכווצות גבוהים מהרצוי = תוספת השקיה
המשך צימוח גבוה מערכים רצויים = הפחתת השקיה. לצורך שליטה בריסון צמח, נדרש לעיתים לייבש שכבות קרקע עמוקות (עמוק 60 ס"מ) ניתן להגיע לערכי התכווצות גבוהים מ-250.
עד אוגוסט אם לא מזהים פעילות בית שורשים עד לעומק 60 ס"מ. רצוי להפחית מנה או לרווח. הצטברות רטיבות בשכבות עמוקות = הפחתת כמות השקיה
ירידה מתחת לרטיבות מינימלית בין השקיות = תוספת השקיה / תדירות אין שינוי בלחות קרקע בין השקיות = הפחתת השקיה / תדירות

◆ חישה מרחוק בכותנה

1. כללי

- חישה מרחוק בכותנה מבוססת על קליטת החזרי אור מצמח הכותנה או מהקרקע באמצעות חיישנים המותקנים על לוויינים. מטוסים או כלי רכב חקלאיים
- בהסבר זה יסקרו רק היכולות הזמינות ברמה המסחרית. ולא יכולות שעדיין נמצאות בשלב הפיתוח
- תוצרים אפשריים (מפות)
- RGB: צילום באור נראה מייצג את מה שנראה בעין במבט על.
- NDVI: אינדקס המבוסס על ערוץ באור הנראה וערוץ באינפרא אדום הקרוב. בעל מתאם גבוה לעוצמת הצימוח (אחוז הכיסוי הצמחי). משמש להבנת שונות הצימוח במרחב. מתאים בעיקר לשלבים הווגטטיביים. לאחר כיסוי מלא, הרגישות שלו לצימוח יורדת.
- NGRDI: אינדקס המבוסס על ערוצי האור הנראה בלבד. (אדום וירוק). בעל מתאם גבוה לעוצמת הצימוח. משמש כתחליף ל NDVI במקרים בהם זמין רק צילום RGB. קיים, אך לא נפוץ בישראל.
- SASI: אינדקס המתבסס על ערוצים בא"א קרוב וא"א בינוני (SWIR). קשור לתכולת המים של קרקע וצמח. לא נפוץ בקרב חקלאים, משמש במחקר.
- CD: ראשי תיבות של Change-Detection. חישוב ההפרש בערכי הפיקסלים בין 2 צילומים משני מועדים שונים. יכול להתבסס על מגוון של מדדים כמו NDVI ו-NGRDI ומאפשר הערכת קצב הצימוח לכל פיקסל או אזור. אמנם אפשר להסתכל על השתנות בין שני מועדי צילום, אך עדיף ניתוח סדרת זמן: יש להסתכל על סדרת זמן של תמונות או גרף לאורך זמן של חלקות שונות או עונות גידול שונות, או על התפלגות הערכים בחלקה לאורך זמן וכך לזהות אנומליה בחלקה

2. אפשרויות חישה:

אמצעי	רזולוציה מרחבית	תדירות	התוצרים	הערות
לוויין Sentinel-2 (חינמי)	10-20 מ'	5 ימים	CD או NDVI	- ניתן לצפות ב-NDVI של החלקה באמצעות האתרים של שה"מ - מערכת "מגל" של משרד החקלאות - באמצעות יישומון של OneSoil
לוויין Sentinel-2 (חינמי)	10-20 מ'	5 ימים	RGB, NGRDI, SASI	יש צורך בכניסה לאתרים ייעודיים ולחשב את האינדקסים השונים. לדוגמא: Google Earth Engine או Copernicus Open Access Hub
לווייני PlanetLabs	3 מ'	כמעט כל יום	RGB, NDVI, NGRDI	לפי הזמנה.
צילום אוויר מכתב"מ	0.05-1 מטר/ לפיקסל	לפי הצורך	RGB, NDVI, NGRDI	- יתרון במעקב אחר הצצה, זיהוי עש"בים בשלבים ראשוניים של הגידול, מעקב אחר הצימוח מכיסוי מלא - יש לוודא רישוי מתאים

רשימת קישורים לצפייה במפות NDVI:

1. צפיה במפת NDVI ובאנימציה של NDVI בחלקות לפי בחירה של תאריכים (שה"מ):
<https://harelg25.users.earthengine.app/view/ndvi-animation>
 אתר מותאם לטלפון: <https://harelg25.users.earthengine.app/view/ndvi-m>
2. הפקת גרף של NDVI על פני זמן (שה"מ):
<https://harelg25.users.earthengine.app/view/ndvi-m>
3. הפקת היסטוגרמה של NDVI לחלקה (שה"מ):
<https://harelg25.users.earthengine.app/view/ndvi-histogram>
4. צפיה במפת NDVI ארצית וכן במפת NDVI והיסטוגרמה של חלקה לפי בחירה מתוך שכבת הגידולים (מידע גאוגרפי לחקלאי (מג"ל) - משרד החקלאות):
<https://magal.moag.gov.il/?app=imagery-explorer-app>
5. יישומון של OneSoil: חברה מסחרית שיש גם אפשרויות צפיה חינמיות.

3. השימוש במפות

- תכנון סיור בחלקות:
 - נתח כל חלקה בנפרד
 - זהה את אזורי הצילום בהם ערכי הקיצון בחלקה וסמן אותם כנ"צ.
 - בחר עוד 2 נקודות באזורים הנראים כמייצגים את רוב שטח החלקה
 - סמן ציר הגיוני המתחיל בנקודות המייצגות ועובר אל ערכי הקיצון
 - ייצא את הנ"צ למכשיר GPS, או נווט בחלקה באמצעות מפה מודפסת או באמצעות תצוגה בטלפון החכם מענן ה-GIS
 - סכם את ממצאי הסיור לכל נ"צ וקבל החלטות
- החלטה על מיקום מיטבי למיקומי: דיגום פטוטרות, הצבת חיישנים, מדידות גובה ופוטנציאל מים בעלה
- סמן את אתרי הדיגום רק באזור המייצג את רוב החלקה. המנע מאזורים בהם נצפים ערכי קיצון
 - ייצא את הנ"צ למכשיר GPS, או נווט בחלקה באמצעות מפה מודפסת או באמצעות תצוגה בטלפון החכם מענן ה-GIS
- איתור תקלות ופגעים
 - זיהוי מוקדם של פגיעה אפשרי באמצעות צילומים ברזולוציה גבוהה כמו לווייני Planet-Labs וצילומי אוויר מכתב"מ
 - זיהוי של פגיעה משמעותית או בדיעבד אפשרי באמצעות דימותי לוויין Sentinel-2.
 - ב-OneSoil למשל יש אפשרות לקבל מפת הבדלים בין מועדים (CD), מה שיכול לסייע באיתור תקלות ופגעים.
 - הניסיון מראה שניתן לזהות תקלות השקיה וכתמי עשבים.