

אופטימיזציה של גידול מודלה בחממה באזורים חמים

בחינה וניתוח של גידול מלונים מודלים בחממה גבוהה במזרע סתווי.

אריה קניג, גריגורי יפיטוב - ערבה דרומית

הקו המנחה בטיפול המלחת מקורות המים בערבה, הינו הגברת יעילות השימוש במים, אשר פירושו הגדלת התפוקה ליחידת מים. נראה כי הדרך היעילה ביותר לכך במצב הידע הקיים, הינה גידול בבתי צמיחה. דרך זו משתלבת גם במטרות נוספות של הגדלת כמויות הפרי הראויות לייצוא וזאת על ידי הכוונת העונה ושיפור איכות הפרי. הבעיה העיקרית הכרוכה במעבר לשימוש בבתי צמיחה, כתחליף לגידול בשטח פתוח, (שכן אחרת אין מניעה של דחיקת מלחים למי תהום), הינה משך הזמן הארוך בו צריך בית הגידול לפעול. כלומר, יש להתמודד עם בעית סילוק עודפי חום בתקופת הסתיו והאביב, תוך שמירה על רווחיות הגידול. לשם כך יש לפתח מימשק אשר ינצל את יכולת הצינון העצמית של הצמח, באמצעות תהליך הדיות (transpiration). טמפרטורות גבוהות ורמת קרינה גבוהה המאפיינות את האזור, מקשות על ההתמודדות עם בעית סילוק עודפי חום. לא ניתן לפתור את הבעיה במערך ניסויי שאיננו ממוקם באזור, משום חוסר היכולת להדמות את תנאי האקלים המיוחדים השוררים באזור. מאידך, כל מידע וידע בפתרון הבעיה שיצטבר בתנאים הקשים של הערבה הדרומית, יוכל לשמש גם לאזורים בעלי תנאי אקלים קשים פחות. היערכות של היקף וקצב תופעת ההמלחה, מצביעות כי משך הזמן העומד לפתרון, הינו קצר מאד. לפיכך, יש לתת עדיפות גבוהה לנושא הגברת יעילות ניצול המים על ידי שימוש בבתי צמיחה.

בהתאם לקווים מנחים אלה, סיימו במהלך 1993 את בנייתו של מתקן למחקר אקלימי. המתקן מיועד לשמש לבחינה של תגובות צמחים למשטרי אקלים שונים. המתקן בנוי מ-4 חדרים מבוקרי אקלים, בשטח של 120 מ"ר כל חדר. בכל חדר ניתן להפעיל מגוון של שיטות קירור לשמירה על תנאים מבוקרים של טמפרטורה, לחות יחסית ואור: אורור גג, מאוררי, יניקה, ערפול, מזרון לח ומסך תרמי. המתקן מופעל באמצעות מערכת בקרה אוטומטית אשר משמשת גם לאיסוף נתוני אקלים באופן שוטף: מהירות וכוון רוח, קרינת PAR, קרינה גלובלית, לחות יחסית, טמפרטורת אויר, טמפרטורת קרקע, טמפרטורת נוף, טמפרטורת עלים וטמפרטורת פרי.

בשנים הבאות ישמש המתקן לכוני המחקר הבאים:

1. ניצול יכולת הקירור העצמית של הצמח כאמצעי היעיל ביותר לקירור חממות, במטרה להאריך את עונת הגידול המקובלת בחממות בערבה.
2. תגובת צמחים למשטרי השקיה בתנאים שונים של לחות יחסית ושטף קרינה במבנה, במטרה לשפר את יעילות השימוש במים בחממות.

במהלך 1993 אורגנה תכנית המחקר כאשר הדגש הושם על הכוון התיאורטי של הבעיה במטרה לנסח תכנון נכון של המערך הנסוי.

תקופת ההתארגנות כללה שני שלבים עיקריים:

א. כתיבת הצעת המחקר.

ב. תחילת עבודה לשם הגדרת הבעיה ודרכי הפתרון.

הדו"ח הנוכחי בא לכסות את הסעיף השני.

הגדרת הבעיה

בכדי לנסות ולהבין את צרכי מערכת הגידול, ניתן לבחון את הגידול כמערכת ביולוגית המופעלת תחת שני תהליכים מנוגדים. מצד אחד, מטרת המגדל היא להפיק כמה שיותר פירות וזאת באמצעות הפניית מירב שטף המוטמעים לפירות על חשבון העלים המסנטזים. בדרך זו ישמר איזון דינמי

בין מספר מינימלי של עלים לבין מספר פירות מקסימלי. מאידך, העלים מקררים את עצמם ואת אווירת הנוף בתהליך הדיות. קירור נוף הצמח על ידי העלים הוא הגורם לקירור הפירות. מכאן, שבגידול מלונים, באזורים חמי, יש לשמור על מקסימום כזה של מספר עלים, אשר יספק את יכולת הקירור הרצויה לצמח ללא פגיעה משמעותית במספר הפירות הסופי. בהתאם, המטרה העיקרית של המחקר, היא להגביר את יעילות הקירור העצמי של הצמח ככלי בסיסי בצינון חממות. לשם כך, הוצע לבחון את היחסים הרצויים בין מספר עלים למספר פירות, אשר יניבו מקסימום יכולת צינון של העלים וסביבתם המיידית, ללא פגיעה משמעותית ביבול (מספר ומשקל הפירות).

דרכי פתרון

כרגע אנו בוחנים שני אמצעים לניתוח הבעיה:

א. מודלים סטטיים.

ב. מודל עץ החלטות.

מודלים סטטיים

בנינו מודל אשר בבסיסו מגדיר את מהלך ההחלטות אותם מבצע החקלאי. החקלאי בוחן את הצמח, מנתח את מצבו ובהתאם מחליט על סדרת פעולות המשנות את יחס מספר פירות למספר עלים. לפיכך, נבנה מודל אופטימיזציה סטטי, המניח אופן פעולה דיסקרטית של חלוקת מוטמעים בין האברים הווגטטיביים (עלים) לאברים הרפרודוקטיביים (פירות). כלומר, ברגע נתון הצמח המתואר במודל, מכריע האם לספק את המוטמעים לעלים או לפירות. כמו כן, המודל מנסח שאלה נוספת: האם כדאי לייצר עלה ו/או פרי חדשים.

שאלות אלה מנוסחות מתמטית בצורת מודל הבנוי ממערכת אי-שוויונים, אשר פתרונם מניב את הכוון האופטימלי של הספקת המוטמעים: לגידול עלים קיימים לעומת גידול פירות קיימים וליצירת אברים חדשים לעומת גידול אברים קיימים. על-סמך נתונים אלה, ממליץ המודל על היחס הרצוי של מספר

עלים למספר פירות. ברור כי התשובות שמספק המודל הסטטי, נכונות עבור הזמן הנוכחי ואין בהן משום היכולת לענות על הגידול האופטימלי של הצמח בעתיד. לשם כך התחלנו לפתח אלוגריתם דינמי מתאים.

מודל עץ החלטות

אותן השאלות שנסחנו במודל הסטטי, נבחנות בצורה דינמית באמצעות עץ החלטות. כלומר, בוחנים כל החלטה אפשרית ובהתאם את ההחלטות הנובעות מהחלטה זו לגבי גידול וייצור של אברי הצמח. ההחלטות החדשות גוררות החלטות אפשריות חדשות וחוזר חלילה. בניית כל ההחלטות האפשריות לאורך עונת הגידול, בונה את עץ ההחלטות, אשר ממנו יש לבחור את המסלול האופטימלי של הפעולות אשר יתנו יחס אופטימלי של מספר עלים למספר פירות לאורך העונה כולה.

ברור, כי מספר הפעולות האפשרי בעץ החלטות כזה, הוא עצום ולמעשה אינסופי. משום כך אנו נעזרים בתכונה המשלבת אלגוריתמים מתחום האופטימיזציה והבינה המלאכותית. בנינו מודל דינמי פשוט ביחס, אשר הרצתו באמצעות תוכנת עץ ההחלטות מניבה תשובות בזמן סביר. המודל הנוכחי אינו עבור גידול מסויים, אלא עבור גידול גנרי אשר מייצר מוטמעים המשמשים לגידול אברי הצמח הקיימים וייצור אברים חדשים.

בימים אלה אנו עסוקים בהגדרה ספציפית יותר של מודל גידול צמחי מילון. כמו כן אנו עסוקים בהגדרת השילוב בין המודל הסטטי שתואר לעיל, דל עץ ההחלטות, בכדי לנתח תוצאות בניים של המודל הדינמי של עץ ההחלטות.