

דו"ח לתוכנית מספר 10-0548-458

מסילה עילית לריסוס אוטומטי ושינוע ירקות קטופים לאורך שורת הגידול בחממה

Monorail for automatic spraying and crop conveyance along the row in greenhouse

מוגש לקרן המדען הראשי במשרד החקלאות

ע"י

בנימין רונן - המכון להנדסה חקלאית, מינהל המחקר החקלאי
שמואל גן-מור - המכון להנדסה חקלאית, מינהל המחקר החקלאי.
אביטל בכר - המכון להנדסה חקלאית, מינהל המחקר החקלאי
קיסר אוליהב - המכון להנדסה חקלאית, מינהל המחקר החקלאי
יוסף גרינשפון - המכון להנדסה חקלאית, מינהל המחקר החקלאי
רוני אמיר - ממ"ר מיכון ירקות שה"מ- משרד החקלאות.

Benyamin ronen, The institute of Agr. Eng. ARO, P.O.B 6, Bet Dagan, 50250

E-mail: beni@agri.gov.il

Samuel Gan-Mor, The institute of Agr. Eng. ARO, P.O.B 6, Bet Dagan, 50250

Avital Bechar, The institute of Agr. Eng. ARO, P.O.B 6, Bet Dagan, 50250

Yosef greenshpon, The institute of Agr. Eng. ARO, P.O.B 6, Bet Dagan, 50250

Kyser Holeav, The institute of Agr. Eng. ARO, P.O.B 6, Bet Dagan, 50250

Ronny Amir, Extension Service, P.O. Box 28

ינואר 2012

הממצאים בדו"ח זה הינם תוצאות של ניסויים ואינם מהווים המלצות לחקלאים

חתימת החוקר : _____ תאריך : _____

תקציר

הצגת הבעיה - גידול מלפפונים מבוצע בשלושה מחזורים במשך השנה. בין מחזור גידול אחד לשני מפנים את כל הציוד הצמוד לקרקע ומעבדים את האדמה ע"י חריש או קלטור. התנובה הממוצעת לדונם בשלושת מחזורי הגידול הינה כ- 40 טון בשנה ונדרשים לצורך זה כ- 40 ימי עבודה. הפעילויות המרכזיות המתבצעות בתקופת הגידול הינן קטיף, ריסוס והדליה. הריסוס מתבצע בין פעם לפעמיים בשבוע. השיטה הנפוצה ביותר הינה באמצעות טרקטור הגורר מיכל ריסוס בשביל המרכזי וע"י שני עובדים המרססים עם רובי ריסוס וצינור הנגרר לאורך שורת הגידול. העובד מרסס בתנועה מחזורית כדי לכסות את הצמחים הגדלים עד גובה 2 מ' ומתקדם לתוך ענן הריסוס. עובד שלישי מסיע את הטרקטור. בריסוס מושקעים כ- 6 ימי עבודת בשנה לדונם. איכות הריסוס בשיטות אלה נמוכה עקב עייפות וקושי בתנועות היד כדי לכסות את כל הצמח. בנוסף לכך נוצרת בעיה של חשיפת העובדים לחומרי הריסוס הרעילים. הכנסת כלים ממונעים על הקרקע איטית בגלל האדמות כבדות והשוני הנדרש במרווח בין השורות.

קטיף המלפפונים נעשה כיום לתוך דליים של 25 ליטר. במסגרת עבודה שנעשתה בשנים 2004-2005 הותקנה ונבחנה מערכת מסילה עילית לאורך שורת הגידול בחממת מלפפון עם מנשא המסוגל לשאת יבול נקטף של 2 שורות (50 ק"ג). בחקר עבודה שבוצע בין השיטה הקיימת לקטיף עם מערכת בשינוע המוצעת התקבל חיסכון של 15% בעבודת הקטיף שהם 6 ימי עבודה לדונם לשנה.

המטרה המחקר הינה חסכון בכוח אדם בקטיף ובריסוס ע"י פיתוח מערכת הסעה עילית לאורך שורת הגידול אשר תאפשר ריסוס אוטומטי עצמאי נישא אויר ופיתוח מנשא לקטיף לשינוע התוצרת הנקטפת לשביל המרכזי. **שיטות העבודה והתוצאות עיקריות** – לאחר בדיקות נבחר הפרופיל המתאים לשמש כמוביל עילי, צינור מגולוון דק דופן, נבדקה ונבחנה שיטת הקיבוע של מערכת השינוע העילי למבנה החממה, תוכננה ונבנתה יחידת הנעה להסעת המרסס על המוביל העילי כאשר ההנעה מתבצעת ע"י מנוע חשמלי. תוכנן ונבנה מרסס מפרח עם מיכל ריסוס בנפח של 80 ליטר המונע ע"י מנוע בנזין המספק גם את האנרגיה הדרושה להסעת המרסס. נבנה מיתקן הדמיה המדמה חממה עם מסילה עילית לשתי שורות לבדיקת מערכת הנסיעה והריסוס, ובניסויים שנערכו התקבלו תוצאות כפי שהוצבו במטרות המחקר.

מסקנות והמלצות - מתוצאות הניסויים שנעשו במתקן ההדמיה נראה שאפשר לעבור לשלב היישום של המערכת בחממת מלפפונים, בשלב ראשון במפתח חממה אחד ובשלב שני באמצעות קבלן חממה שלמה. התקנת מערכת השינוע העילי תאפשר גם לקדם את הפיתוח של מערכת העזר לשינוע תוצרת קטופה לאורך שורות הגידול המשתמשת במוביל העילי.

מבוא

בקטיף ידני של ירקות מקובל להניח את המוצר הקטוף בכלי-איסוף (דלי, קרטון וכדומה), ולאחר מכן להוביל את כלי-האיסוף בצורה ידנית (בשיטות שונות) לנקודת הפריקה. במקרים מסוימים, בעיקר בגידולי שורה, כלי האיסוף מונח על עגלה והעובד קוטף ישירות לתוכו. העגלה מוסעת לאורך השורות ולאחר שכלי האיסוף שעליה התמלאו, היא מוסעת לאזור הפריקה, אך ישנם גידולי שורה בהם תנאי הקרקע לא מאפשרים להיעזר בעגלה. לדוגמה בחממות למלפפונים, הגידול נעשה בשלושה מחזורי גידול במשך השנה כאשר בין גידול לגידול מפנים את כל החממה ומעבדים את הקרקע ע"י חריש או קלטור. השבילים בדרך כלל מעובדים והשימוש בעגלת קטיף בעיתי, במקרה זה פיתוח מערכת קווי הובלה עיליים תהווה פיתרון

לבעיית שינוע התוצרת הקטופה מתוך השורות בחממות מלפפונים. מערכת קווי הולכה עליים תאפשר לפתח מערך לריסוס אוטומטי שיתבסס על מערכת השינוע העילי. שטח הגידול של המלפפונים בחממות משתרע על כ- 5000 דונם מהם כ- 2500 דונם במושב אחיטוב. את המלפפונים מגדלים בשלושה מחזורי גידול במשך כל השנה והתנובה הממוצעת לדונם היא כ- 35 טון. בכל דונם גידול מושקעים כ- 80 ימי עבודה בשנה, מהם כ- 40 ימי עבודה מושקעים בקטיף. בהיקף ארצי הקטיף מצריך כ- 200,000 ימי עבודה בשנה, (בקיץ כל יומיים ובחורף כל 3 עד 4 ימים). קטיף המלפפונים נעשה לתוך דלי של 25 ליטר. משקלו של דלי מלא כ- 12 ק"ג והיבול הממוצע של שורת קטיף בכל מעבר הינו כ- 25 ק"ג, בשיטת העבודה הקיימת העובד צועד עם דלי ריק עד סוף השורה, ממתחיל בקטיף למילוי הדלי לכוון השביל המרכזי. כשהדלי מלא בערך במרכז השורה, העובד נושא אותו לריקון בשביל המרכזי וחוזר להמשך הקטיף מהנקודה בה הופסק, פעולה זו מתבצעת בממוצע פעמים בכל שורה.

הריסוס מתבצע בין פעם לפעמיים בשבוע בהתאם לעונות השנה במספר שיטות. השיטה הנפוצה ביותר הינה ע"י טרקטור הגורר מיכל ריסוס בשביל המרכזי ושני עובדים מרססים עם רובי ריסוס וצינור הנגרר לאורך שורת הגידול, העובד מרסס בתנועה מחזורית כדי לכסות את הצמחים הגדלים לגובה 2 מ' ומתקדם לתוך ענן הריסוס. שיטה נוספת הינה מרסס מפוח הנהוג ע"י עובד הנע לאורך שורת הגידול. איכות הריסוס בשיטה זו טובה יותר. ואולם יש צורך לשנות את שיטת הגידול ולהרחיב את המרווח בין שורות הגידול ל- 2 מטר על מנת לאפשר לכלי הממונע לעבור ללא פגיעה בגידול. כול השיטות הקיימות דורשות כוח אדם רב לביצוע העבודה והעובדים חשופים לחומרי ריסוס רעילים.

במחקר מקדים בשינוע עילי של מלפפונים שנעשה בחממה במושב אחיטוב, נבנתה מערכת של קווי שינוע עליו לאורך שורות הגידול להובלת התוצרת הקטופה לשביל המרכזי. לצורך שינוע המלפפונים נבנה מנשא הנע על קו השינוע העילי. במנשא מקום לארבעה דליים המשמשים כמכלי אחסון לשני שורות. העובד מזיז את המנשא בעזרת פלג גופו התחתון כך שהידיים פנויות למשימת הקטיף. פריקת הדליים המלאים מבוצעת בקצה הערוגה. העברת המנשא מקו שינוע אחד למשנהו מתבצעת על ידי הקוטף ידנית בתחילת השורה. לאחר בניית המערכת בוצעו חקרי עבודה השוואתיים בשלושה מחזורי גידול בשנה, נמדדו זמני קטיף בשיטה הקיימת לעומת קטיף בעזרת המנשא העילי. תחשיב שנתי השימוש במנשא עילי על מונרייל מגדיל את הספק הקטיף ב 15%.

מטרות המחקר

המטרה העיקרית של המחקר הנוכחי הינה חיסכון בכוח אדם הנדרש לקטיף ולריסוס, שיפור נוחות העבודה בקטיף ובטיחות העובד בריסוס. מטרות המשנה הינן:

א. פיתוח מסילה עילית בעלת פרופיל ומתלים אופטימאליים לנשיאת מרסס מפוח אוטומטי עצמאי במשקל של עד 150 ק"ג. מערכת הריסוס תנוע עצמאית לאורך שורת הגידול ובסופה תעבור על קשת לשורה הבאה להמשך הריסוס ועד לריסוס כל החממה.

ב. המערכת תשפר את איכות הריסוס ואחידות ההרבצה, תצמצם את כמות חומרי ההדברה, תגדיל את רמת הבטיחות של העובד (שישהה בזמן הריסוס מחוץ לחממה) ותחסוך בכוח אדם הנחוץ לביצוע אותה משימה בשיטות הרגילות. מערכת זו לא תהיה תלויה בתנאי הקרקע הקשים לעיתים לתנועה של כלי המונע מהקרקע ותתאים גם לגידולם שלא מאפשרים מעבר של כלי רחב במעברים הצרים.

ג. פיתוח מיתלה דליים קל הנע על המסילה העילית שהותקנה עבור מערכת הריסוס ושיהווה מערכת עזר לשינוע מיכלי הקטיף לאורך שורת הגידול. בכך ישוחרר העובד מהצורך לשאת את הדליים בזמן הקטיף.

המנשא יאפשר הובלת תוצרת נקטפת משתי שורות במשקל 60 ק"ג ויחסוך את הליכות הסרק הקימות כיום לאורך השורות הנקטפות. הזזת מיתלה הדליים באמצעות תנועות הגוף תאפשר קטיף בשתי ידיים.

פרוט עיקרי וניסויים

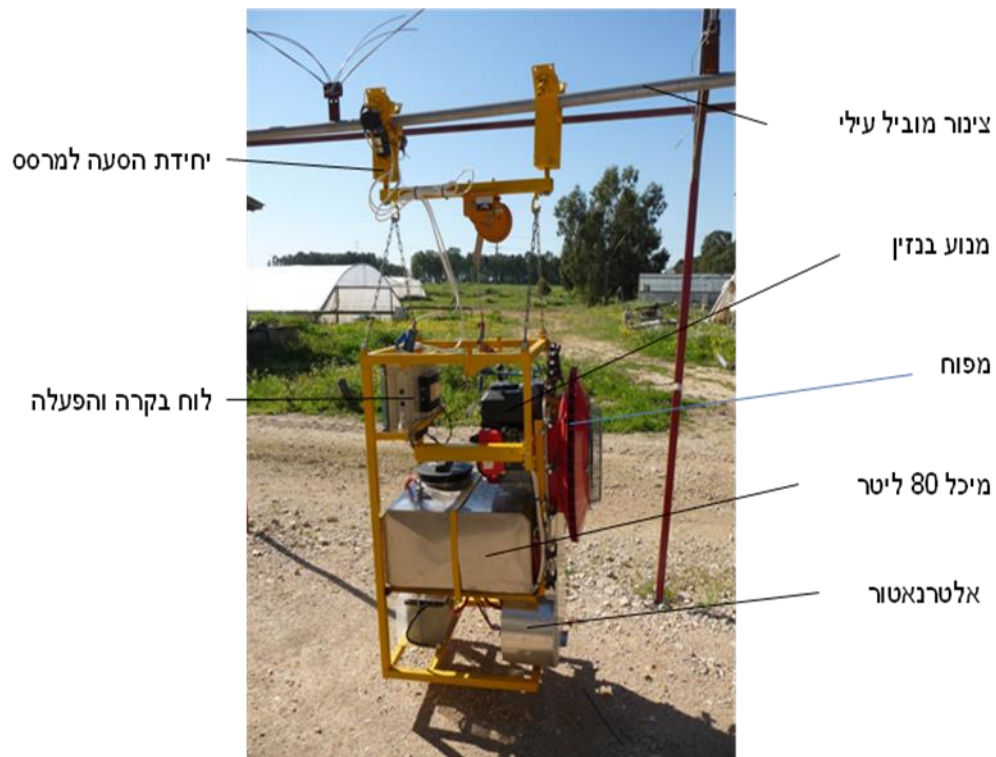
בשלב ראשון נבדק ונחקר סוג הפרופיל שאמור לשמש כמוביל עילי למרסס במשקל 150 ק"ג ולמנשא עזר להובלת התוצרת הקטופה לאורך שורות הגידול כאשר השיקול העיקרי הינו חיסכון במשקל ומחיר. מאחר והמרסס צריך לנוע לאורך שורות הגידול כולל ביצוע סיבוב בסוף השורה ומעבר לשורה הבאה, יש צורך ב 800 עד 1000 מטר מוביל עילי לדונם. המרווח בין העמודים בחממה הינו 3 מטר, וכאשר תומכים את המוביל למפתחי העמודים כל 3 מטר ובנוסף תמיכה אלכסונית בין העמודים, מקבלים תמיכה כל 1.5 מטר המאפשר להסתפק בצינור מגולוון "1 1/4" עובי דופן של 1.5 מ"מ. לצורך בדיקת חוזק המערכת, הוקם מבנה המדמה חממה. למבנה חובר מוביל עילי מהצינור שנבחר במעגל סגור המדמה 2 שורות עם קשתות לסיבוב בסוף השורה. בבדיקות עומס שנעשה נמצא שאפשר להעמיס 200 ק"ג בתצורה זו.



ציור 1 – תמונה כללית של מבנה במידות של חממה מסחרית, למבנה מחובר צינור "1 1/4" עובי דופן של 1.5 מ"מ המשמש כמוביל עילי לשינוע המרסס ותוצרת קטופה לאורך שורות הגידול.

בשלב שני תוכנן ונבנה מוביל עילי הנע על הצינור ומסוגל לשאת את משקל המרסס כולל נוזל הריסוס. המוביל מונע ע"י 2 מנועים חשמליים במתח 12vdc המקבלים את האנרגיה ממצבר נטען של המרסס. מהירות הסעת המרסס מתוכננת ל - 2.5 קמ"ש.

ובשלב שלישי תוכנן ונבנה המרסס, מאחר והמרווח בין שורות הגידול הינו בין 1.25 עד 2 מטר, יש צורך במרסס מפוח לקבלת ריסוס איכותי עד לגובה 2 מטר. המפוח שנבחר הינו בקוטר 60 ס"מ ומסתובב במהירות של 3200 סיבובים לדקה ע"י מונע בנזין 6.5 כ"ס. מהירות האוויר ביציאה מהמפוח הינה 50 מטר בשנייה וזאת כדי לקבל מהירות סבירה של 20 מטר בשנייה על הצמחייה. מנוע הבנזין מסובב את משאבת הריסוס ע"י רצועה וכן אלטרנאטור שתפקידו לטעון את המצבר 12V. המצבר משמש להתנעה נוחה של מנוע



ציור 2 – מבט כללי של המרסס שתוכנן ונבנה. לוח הבקרה כולל גם שלט אלחוטי המאפשר להפעיל את המרסס כאשר המפעיל נמצא מחוץ לחממה.

הבנזין וכן כמקור זרם למנועים המסיעים את המרסס. מיכל הריסוס מכיל 80 ליטר המספקים ל 20 דקות של ריסוס. מערכת הבקרה מאפשרת להפעיל את הריסוס בכל שלב לאורך השורות כך שאפשר יהיה להפסיק את הריסוס בסיבוב במעבר לשורה החדשה.

דין

תוכנית העבודה הוגשה לשלוש שנים ואושרה לשנה אחת. בשנה זו תוכנן מוביל עילי מצינור מגולוון "1 1/4" ועובי דופן של 1.5 מ"מ שנמצא כמתאים ביותר מבחינת היחס חוזק-מחיר לשאת את המרסס. תוכנן ונבנה מרסס הנע עצמאית על המוביל העילי. נבנתה מערכת שינוע עילי המדמה חממה לצורך בדיקת חוזק המסילה וביצועי המרסס. המרסס הופעל ונבדק בתנועה לאורך המסלול, מהירות הנסיעה הינה 2.4 קמ"ש ומהירות האוויר ביציאה מהמפוח הינו 60 מטר בשנייה. בשלב זה המרסס מוכן לבדיקה בחממת מלפפונים. במידה ותאושר תוכנית העבודה לשנת 2012, תותקן בשלב ראשון מסילה עילית בשני שורות לבחינת איכות הריסוס בשטח ובשלב שני יורחב הניסוי ל- 4 דונם.

סיכום עם שאלות מנחות

מטרות המחקר תוך התייחסות לתוכנית העבודה :
מטרת המחקר הינה חסכון בכוח אדם בקטיף ובריסוס ע"י פיתוח מערכת הסעה עילית לאורך שורת הגידול אשר תאפשר ריסוס אוטומטי עצמאי נישא אויר ופיתוח מנשא לקטיף לשינוע התוצרת הנקטפת לשביל המרכזי.
עיקרי הניסויים והתוצאות :
בשנה הנוכחית תוכנן ונבנה מרסס הנע על מסילה עילית לאורך שורות הגידול להתקנה בחממת מלפפנים. מפוח המרסס מופעל במנוע בנזין. מהירות האוויר ביציאה מהמפוח היא 60 מטר לשנייה ומסבב מותקנות 20 פומיות מסוג Conejet בספיקה כוללת של 4 ליטר לדקה המאפשרת לרסס 4 דונם. מנוע הבנזין טוען תוך כדי העבודה מצבר 12V המספק אנרגיה למנועים חשמליים המסיעים את המרסס לאורך השורה, כך שאין צורך להטעין את המצבר בסוף יום העבודה.
מסקנות מדעיות וההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו. האם הושגו מטרות המחקר לתקופת הדוח?
המרסס שנבנה הותקן על מבנה המדמה חממה עם מסילה עילית מצינור מגולוון "1 1/4" ועובי דופן של 1.5 מ"מ שנמצא מתאים למשימה זו. יש אפשרות להפעיל את המרסס מלוח הבקרה המותקן בחלקו הקדמי או ע"י שלט רחוק המאפשר למפעיל להשהות מחוץ לחממה בזמן העבודה. תוכנית העבודה הוגשה לשלוש שנים ואושרה לשנה אחת בלבד. בשנה זו בוצע התוכנית שתוכננה לשנה הראשונה בלבד.
בעיות שונתרו לפתרון ו/או שינויים (טכנולוגיים, שיווקיים ואחרים) שחלו במהלך העבודה; התייחסות המשך המחקר לגביהן, האם יושגו מטרות המחקר בתקופה שנותרה לביצוע תוכנית המחקר?
הוגשה תוכנית לשנתיים נוספות. במידה והתוכנית תאושר תותקן מערכת הריסוס בחממה מסחרית. בשלב ראשון על מספר שורות כדי לבחון את הביצועים בשטח, ובהמשך מתוכננת פריסה על 4 דונם כולל יישום מערכת עזר לשינוע תוצרת קטופה לאורך שורות הגידול.
הפצת הידע שנוצר בתקופת הדו"ח (פרסומים):
פרסום הדוח: אני ממליץ לפרסם את הדוח: (סמן אחת מהאופציות)
<input type="checkbox"/> לפרסם
האם בכוונתך להגיש תוכנית המשך בתום תקופת המחקר הנוכחי?
הוגשה תוכנית לשנתיים נוספות.