

פתוח מתקני, עזר לשחילת ירקות, 1987

=====

ע. מרגולין, י. אלפר, ג. מיכאי - מינהל המחקר החקלאי -
המכון להנדסה חקלאית

פתוח מכונת שתילה אוטומטית

כ ל ל י

מכונת השתילה היא חלק ממערך יצור שתילים וגידולם. בעולם פותחו מכונות שתילה שהן חלק אינטגרלי מכלל מערך היצור. פתוח מסוג זה כרוך בהשקעות במערך הזריעה.

בפתוח המערכת שלנו, בחרנו בשיטה בה תוזן המכונה ממגשי הגידול הנפוצים בארץ. בשיטה זו נצטרך אמנם להגדיל את מספר המגשים שבמחזור, להגדיל את כושר העבודה של מערכי החטוי, וכן לבנות מתקני הובלת מגשים לחקלאי, אך ההשקעה בכל אלה קטנה יחסית להשקעה בשנוי שיטת הזריעה והגידול בחממה.

השתילה האוטומטית

מערכת הזנת המגשים

בנושא זה לא נעשתה כל עבודה מלבד החשיבה על הקונספציה הכללית. נראה כי יהיה מתקן או משטח אופרטיבי שיכיל כ-5-10 מגשים, ממנו ילקחו המגשים ביד ויוזנו אל המערכת.

מערכת נתוק השתיל והוצאתו

בדקנו את כח ההוצאה של השתיל הבודד ע"י משיכה בגבעול, או בדחיפה במוט דרך החור בתחתית בית השורשים. טוח ההתפלגות של הכח הוא בין 200 ל-700 גר' לשתיל בודד. נתונים אלו קבלנו מאותו מגש. כמו-כן התברר שכח השליפה זהה לכח הדחיפה (באותו מגש). הנסיונות נעשו בגידולים שונים ובמגשים מוכנים למשלוח לחקלאי. מגשים אלו קבלו השקיה לפני הנסיון.

הלקחים שהופקו מנסיונות הניתוק

בשיטת השליפה:

1. תפיסת הגבעול חייבת להיות לאורך הגבעול על-מנת לא לקבל הדוק נקודתי.
2. הפעלת כח המשיכה חייבת להיות הדרגתית והמהירות ההתחלתית חייבת להיות נמוכה. הזמן הכללי של תהליך החלוף בשיטה זו, יותר ארוך מזה של דחיפת מוט.
3. נוסו 2 סרגלים מצופים חומר רך, אלו הוחדרו במקביל למגש משני צידי שורת שתילים. לאחר החדרתם הוטו התחתיות של הסרגלים האחד כלפי השני, ובכך הדקו את כל שורת השתילים (הרפוד הרך שמר על הגבעול מפני מעיכה). בשלב זה רצינו להרים את כל שורת השתילים. לא קבלנו תוצאה טובה, כמו-כן בשעת החדרת הסרגלים בין 2 שונות נקרעו עלים.

אם רוצים להשאר בשיטה זו, אזי דחיקת הסרגלים חייבת להיות איטית. אנו מדברים על זמן מחזור של 5 שניות לשורה, ושיטה זו לא מתאימה לקצב.

4. שליפה בעזרת זוג רצועות דוגמת שליפת גזר. שיטה זו הוצגה באחת התערוכות בארץ. מלבד הבעיות המכניות, שיטה זו יכולה להצליח אולי במגשים בעלי תאים גדולים - דהיינו מרחק גדול בין השורות. לסכום לא נראה שכדאי להשקיע מאמץ מחשבתי בכיוון זה.

שיטת הדחיפה

נבנה מתקן לתוכו מכניסים את המגש ונועלים אותו. המוט הדוחף נמצא בתוך מוביל על המתקן. כח החליצה נמדד ע"י שעון שבו המחוג נעצר במקסימום כח. קבלנו כאמור התפלגות כוחות בין 200-700 גר', עם ממוצע של כ-600 גר'. המדובר במגשים "7/8x7/8" ו-"1x1". יש להניח שבמגשים "1¹/₂x1¹/₂", יהיה כח החליצה יותר גדול. בכל הנסיונות, קוטר הדחיפים היה קטן בכ-1 מ"מ מקוטר החור בתחתית המגש.

הנסיונות נעשו במשתלת חישתיל נחלים ומשתלת שורשים.

המגשים

בדקנו והשוינו כמה מגשי שתילה. לטענת המגדל, אין אחידות ביצור המגשים הישנים, ואמנם ראינו 2 מגשים תוצרת אותו יצרן ואותו מספר קטלוגי (17 x 26 תאים). בהצמדתם גב אל גב, רואים באיזור

מסוים חוסר מירכוז בין החורים עד כדי 3 מ"מ. גם לגבי המגש הבודד הנמצא במתקן, אם נהפוך את כווננו, נקבל את החורים במקום אחר. רוב החורים במגשי השתילה הם "1/4", אולם ראינו גם מגשים בעלי קוטר 8 מ"מ.

הדחף

השתמשנו בדחיפים ממוט מלא, או מצינור שמצאנו בחנויות. קצב הדחיפים היה חתוך ישר עם שבירת פאזה בהיקף.

אנו מעונינים שהשתיל יתנתק מהדפנות במינימום עוות של בית השורשים.

בכל הנסיונות עם הדחיפים, ראינו שהם חדרו לבית השורשים לעומק 10-15 מ"מ. אנו מעונינים שעומק החדירה יהיה מינימלי.

עבור מגש עם חורים 6.35° מ"מ, מתאים דחף 5.5° מ"מ, והוא בעל שטח חתך 23.8 ממ"ר.

לאותו מגש עם חורים 8° , מתאים דחף 7° מ"מ. שטח חתך 38.5 ממ"ר.

כח הניתוק בשני המקרים זהה, אולם דחף של 7 מ"מ יחדור פחות לבית השורשים. שטחו הפעיל גדול בכ-60% מזה של 5.5° .

שחרור השתיל מהדחיף

במקרה של חליצה בכח קטן (300 גר') השתיל משתחרר מהדחיף, ונופל ללא בעיות. במקרה של חליצה קשה (700 גר'), הדחיף חודר לבית השורשים, והשתיל נשאר תלוי עליו. אם הנוף גדול, השתיל נופל (לפעמים). אם הנוף קטן, השתיל ישאר תלוי על הדחיף ויכנס שנית לתאו. נקודה זו חייבת למצוא פתרון חד משמעתי.

הנפילה

הנסיונות נעשו כאשר המגש היה ניצב לקרקע. מהלך הדחיפים היה במישור האופקי.

בדקנו נפילה של שתילים על משטח הנמצא במרחקים שונים מנקודת החילוף. מגובה של 10 ס"מ לערך, השתיל נופל בצורה אקראית. מגובה של 6 ס"מ לכל השתילים יש אותה אוריינטציה על משטח הנפילה. תוצאות אלו יקלחו בחשבון בעת תכנון המסוע המסלק את השתילים.

מערכת קדום המגש לנקודת החליצה

מערכות מסוג זה מונעות בדרך כלל ממקורות כח הידראוליים, פניאומטים, חשמליים או מכניים והבקרה של התנועות - כנ"ל. האופציה של מערכת פניאומטית ירדה משום שזה מחייב הוספת קומפרסור. האופציה של "בוכנה חשמלית" ירדה משתי סיבות:

1. התנועה איטית: 2 שניות לאורך 50 מ"מ.

2. מותר להפעילה רק כ-20% מזמן המחזור הכולל, ובמקרה שלנו, הפעלה 2 שניות והמתנה 8. במקרה של הפעלת יתר, המערכת מתחממת.

אנו התרכזנו בתכנון מכני עם שלוב (בעתיד) של מערכת הידראולית.

הבעיה העיקרית בתכנון מערכת זו היא הדיוק בנקודת העצירה של המגש. מערכות כאלו מוכרות במשתלות, אולם שם הדיוק הוא ± 3 מ"מ, ואין זה מוריד מאיכות הזריעה. במקרה שלנו דרוש דיוק של ± 1 מ"מ. תוכננה מערכת מכנית להובלת המגש. במערכת זו המגש נצמד למיסבים בצידו האחד, ובכך מקבלים דיוק מירבי בכוון הרוחב. עצירת המגש תהיה "מסרק" מדויק בעל תנועה מחזורית. בכל תנועה של המסרק, אצבע אחרת תעצור את המגש. המרחק בין האצבעות, כמרחק בין התאים. לכל סוג מגש חייב להיות המסרק המתאים. החלפת המסרקים פשוטה.

המסוע והמערכת גמורים מבחינת התכנון. לאור הנסיון אנו מניחים שהדיוק בנקודת העצירה יהיה ± 1 מ"מ בכל כוון.

ס כ ו ם

קבענו כמטרה ראשונית להגיע ל-100 שתילות לדקה $\pm 20\%$ לכל ראש שתילה. הסכום יתיחס לנקודות שהעלינו בדו"ח לפי הסדר.

מערכת הזנת המגשים

כאמור תהיה ידנית. אם עוסקים במגש של 442 תאים, משך גמר מגש הוא כ-4.5 דקות ובמגשים של 345 - 3.5 דקות. בכל מקרה יש זמן די והותר להחלפה, וגם לסדור המגשים הריקים.

בתכנון המסוע של "מערכת הקדום" יש מקום למגש האופרטיבי + עוד מקום למגש התורן, דהיינו כ-6 דקות זמן פנוי עד ההזנה הנאה.

מערכת הוצאת השתיל

נעבוד בשיטת הדחוף, מערכת זו חייבת לימוד נוסף. דרוש לקבע את צורת הקצה הדוחף. הבעיה היא להתגבר על חוסר האחידות במגשים ועל חוסר הדיוק בעצירה והפתרון כאן הוא קצה קוני, וקוטר קטן של דחוף. מצד שני - אנו מעוניינים לעבוד עם דחוף בעל קוטר גדול, על-מנת לא להרוס את בית השורשים. הוחלט לתכנן ולבנות 5 ראשים שונים, כמו-כן מתקן מיוחד לנסיונות. הפעם המתקן צריך להיות האב טיפוס של מערכת הדחיפה.

הדחיפה והשחרור

הדחיפים יונעו מעל זיזים. התנועה תהיה איטית בתחילה ומהירה בסוף התנועה. החזרה חייבת להיות מהירה על-מנת שנקבל שחרור טבעי של בית השורשים מהדחף. במדה והשחרור לא יהיה טוב, נצטרך לתכנן מערכת שחרור פוזיטיבית.

נושא זה חייב לימוד ובדיקה. הנעת גל הזיזים תהיה מכנית ותצא מהמערכת של מכונת השתילה ביחס של 1:1. ח - מספר השתילים הנחלצים בו-זמנית.

המגשים

מחיר תבנית למגש כ-\$ 6,000. נראה שנצטרך ללכת בכוון הגדלת קוטר החורים בתחתית התאים. משתלת שורשים מזמינה עתה מגשים חדשים בעלי קוטר חור של 8 מ"מ. במשתלה חולצים את כל השתילים במתקן מיוחד. נראה שנמליץ על הגדלת החור לגבי הזמנת מגשים בעתיד. כמו-כן יש להקפיד בתהליך היצור על אחידות המגש.

מערכת הקדום

יתכן ונכניס כמה שינויים, אך בעקרון השרטוטים מוכנים למסירה ליצור, וזה אמנם יעשה בימים הקרובים.

לבסוף עלינו להודות למשתלות חישתיל ושורשים, שתרמו שתילים לנסיונות והתפנו לעזור לנו בנסיון וידע, כל זאת על מנת לקדם את נושא השתלנוח.

דו"ח לגבי מכונת השתילה הקיימת

1. בעונה החולפת הופעלה מכונה אחת בשתילת מילונים דרך פלסטיק בקבוץ אילות. המוט המחרר כוון כך שנעשה חריץ מוארך בפלסטיק ובאדמה. במעבר שני - חולקו שתילים ליד החורים ובמעבר שלישי בוצעה השתילה. למרות שזה נראה מסובך, היה כ-45 דונם ביום עם 20 עובדים כולל תקיעת קשתות ופריסת פלסטיק עליון, לעומת 25 דונם ליום עם 30 עובדים בשנים הקודמות.

2. המכונה השניה הופעלה בניר-עם בשתילת עגבניות לתעשייה. בגלל תנאים אוביקטיביים לא נוצל מלא כושר ההספק של המכונה. למרות זאת, היה ההספק כ-18 דונם עם 10 עובדים.

3. המכונה לזריעה דרך פלסטיק הופעלה בהדגמת חרור עבור שתילה. מערכת הזריעה נוטרלה ונשארה האצבע הקורעת חריץ בפלסטיק והמוט המחרר שעשה חור במרכז החריץ.

קצב העבודה היה 76 שתילות לדקה ויתכן שנגיע גם ל-100. נראה לי כי זה יהיה הפתרון לשתילת שורה אחת בערוגה מכוסה פלסטיק. המחרר יתקדם במהירות של 2-3 קמ"ש ולאחר-מכן יעבור טרקטור במהירות איטית עם 3 או 5 שותלים.

להערכתנו - כל שותל יגמור דונם בשעה. לפי קצב של 20 שתיל לדקה במרווחים של 1/2 מטר.

דו"ח מכונה להוצאת מילונים

בסוף 86 ותחילת 87 נעשו מספר שפורים ושינויים במכונה:

1. נתוק ההפעלה של מערכת הקינב מהמערכת הכללית והפעלתה ממקור כח הידראולי.
2. הורכב מסוע כפות גומי לסילוק עלוה ומילונים ה"תקועים" במערכת הקינב.
3. אפשרות לשנוי גובה מיכל הקבלה על-מנת לקבל גובה נפילה מינימלי של מילונים למיכל.

במאי 87 נעשו מספר הפעלות נסיוניות של המכונה באיזור בקעת הירדן. הנסיונות נעשו בזנים גליה ופיסטה. מנסיונות אלו נלמדו לקחים בנושא מצב הקרקע, כמות עלוה, אחוזי בשלות וכח הניתוק הדרוש בדרגות שונות של בשלות.

על-סמך נסיונות אלו נעשו שנויים בנושא החליה של כפית הגומי והכנת השטח לקראת האסיף.

השנה מתכוונים להפעיל המכונה בזן מרכז יבול בשם "קליה" בתחנת נסיונות נוה יער, בערך בתחילת יולי.