

דו"ח מסכם לתוכנית מחקר 261097714 לשנת 2014-5

## פיתוח מכונה אוטומטית למיון שקילה ואגידה של עירית ליצוא טרי

Development of a automatic sorting, weighting and bundling machine for fresh exported chives

מוגש לקרן המדען הראשי במשרד החקלאות

ע"י

א) נתיב דודאי\* (חוקר ראשי) ודוד חיימוביץ- אגרוטכניקה והשבחה של צמחי תבלין ובושם, מנהל המחקר החקלאי, (ב) ציון דקו – מנהל מו"פ בית שאן, חוות עדן. ג) משה אגמי, אגמי אוטומציה, מהנדס מכונות, מושב רם און.

\*Nativ Dudai, ARO, Newe Ya'ar ,P.O.B 1021, Ramat Yishay 30095. E-mail:

[natvdud@agri.gov.il](mailto:natvdud@agri.gov.il)

חשוון תשע"ו אוקטובר 2015

**הממצאים בדו"ח זה הינם תוצאות ניסויים ואין הם מהווים המלצות לחקלאים.**

חתימת החוקר הראשי .....

---

## תקציר

**מבוא והצגת הבעיה:** ענף התבלינים התפתח וגדל לאורך השנים, והתקדמותו נבעה מהיכולת לספק ללקוחות בחו"ל בצורה מהירה וזמינה את כל סל מוצרי התבלין שמגדלים בישראל, בשנים האחרונות ישנו קושי הולך וגדל לשווק עירית, הקושי נובע בעיקרו מעלויות גבוהות וחוסר זמינות של עובדים. בשנים האחרונות חברת אגרסקו יזמה ומימנה תחילת תהליך פיתוח מכונה אוטומטית למיון ואריזת עירית. עם נפילתה של אגרסקו, נותר הפרוייקט בשלב מתקדם ללא מימון. **מטרת המחקר:** במימון המדען הראשי הצלחנו לסיים את פיתוח המכונה, ובתכנית הנוכחית בוצעה העברה והרצה שלה במשק חקלאי מסחרי. **תוצאות עיקריות:** המכונה הותקנה ופועלת במשק גידול תבלינים בעמק המעינות. נערכה בחינה של פעילותה בהשוואה לעבודת פועלים זרים על אותו חומר צמחי. מהירות עבודת המכונה בדקות לק"ג הוא פי 3 מזו של פועל מיומן. רמת המיון שלה גבוהה ומוקפדת יותר, וניתן לכוון את הסיבולת לפי הצורך.

## מבוא:

ענף התבלינים התפתח וגדל לאורך השנים, והתקדמותו נבעה מהיכולת לספק ללקוחות בחו"ל בצורה מהירה וזמינה את כל סל מוצרי התבלין שמגדלים בישראל, בשנים האחרונות ישנו קושי הולך וגדל לשווק עירית, הקושי נובע בעיקרו מעלויות גבוהות וחוסר זמינות של עובדים. כידוע העבודה בענף התבלינים מסתמכת במידה רבה על עובדים זרים, עובדה שמקשה על היכולת לגדל עירית בהיקפים גדולים, החקלאים מעדיפים גידולים שדורשים פחות ידיים עובדות.

בעבר הלא רחוק, העירית הייתה המין השני בגודלו אחרי הבזיליקום, עם היקף יצוא משמעותי. בחמש השנים האחרונות זלג ענף העירית למתחרים עם כוח עבודה זול כמו: אתיופיה, הודו וקניה. המצב החדש מעודד את המתחרים לגלוש גם למוצרים אחרים, ובכך מתרחבת משנה לשנה הפגיעה בייצוא התבלינים הישראלי בכללותו. למרות המצב עדיין ישנו ביקוש גדול מאוד לתוצרת ישראלית גם בגלל עליונות מקצועית ולוגיסטית, וגם בשל יתרון איכות המוצר.

כדי להחזיר את העירית לסל שלנו כמה שיותר מהר כדי לעצור את הזליגה של הענף לארצות בהם כ"א זול וזמין יותר. **המכונה החדשה תבטיח מצד אחד את עליונות האיכות, ומצד שני תקטין משמעותית את עלויות היצור ואת התלות בכח עבודה זול.** העירית מגיעה מן החממה לבית האריזה בתוך ארגזי פלסטיק קבוצה של אגדים זה לצד זה, כשכל אגד מקובץ עם גומיה.

מטבע הדברים, האגד מכיל אוסף של גבעולים באורכים שונים, שביניהם מצויים גם גבעולים קצרצרים, יבשים, עקומים, צהובים, נגועים, מפוצלים, עם נזקי תריפס ועם קצוות שרופים. כיום, לשם קבלת אגדים בעלי גבעולים באיכות תחרותית ובמשקל הנדרש, מקובל לבצע מספר תהליכים באופן ידני (לפי הסדר): חיתוך, נייעור, מיון לפי סריקת עין והוצאת עלים פגומים, שקילה, הוספה או גריעה לקבלת משקל נכון, השמת גומייה, אריזה. עובד מיומן מספק כ-15 ק"ג עירית מוגמרת ליום עבודה.

היבול המוגמר מהווה כ-30% ממשקל העירית הגולמית ההתחלתית. 70% פחת הינו תולדה של כל התהליכים הנקובים, ותורם לכך גם משקל היתר שמתחייב משיטת השקילה הידנית. איכות המיון מוגבלת מאוד, יורדת במהלך שעות עבודת העובד, וכן משתנה בין עובד לעובד. בשנים האחרונות חברת אגרסקו יזמה ומימנה תחילת תהליך פיתוח מכונה אוטומטית למיון ואריזת עירית. עם נפילתה של אגרסקו, נותר הפרוייקט בשלב מתקדם ללא מימון. מימון מתקציבי המדען אפשר את גמר הפיתוח. בשנת 2013 הוגש על ידינו דו"ח מסכם המפרט את המבנה ותכונות האבטיפוס שנבנה. הדו"ח הנוכחי מפרט את תוצאות תכנית ההמשך שאושרה שמטרתה העברת המכונה והתאמתה למשק גידול תבלינים והרצתה.

**מטרות המחקר :** במימון המדען הראשי הצלחנו לסיים את פיתוח המכונה, ובתכנית הנוכחית בוצעה העברה והרצה שלה במשק חקלאי מסחרי.

### **פירוט עיקרי הניסויים והתוצאות לתקופת הדו"ח:**

המכונה הועברה והותקנה במשק גידול תבלינים טריים בשדי תרומות, המגדל הוא צחי מרדכי. בתאריך 20 באוקטובר 2015 בוצעה תצפית על פעולתה של המכונה בתנאי המשק ובמקביל נערך מיון ידני של חלק מחומר הגלם על ידי עובדים זרים מיומנים להשוואה.

#### א. תאור המכונה

1. המכונה באורך 4 מטר, רוחב 1.5 מטר, גובה 1.7 מטר.
2. ארון חשמל תלת פאזי + ארון פיקוד.
3. מכלולי המכונה רובם מנרוסטה, ונראה שמותאמים לשינוע עירית.
4. מיחידת הזנה מבוקרת ומונעת סרבו.
5. פטמות ואקום יעודיות.
6. מסוע תאים + יריעות פולימר לשינוע העירית.
7. מערכת צילום ותאורה.
8. מערכת שליפת עירית פגומה.
9. מערכת חיתוך עירית שפגומה בחלקה.
10. מערכת שקילה ופינוי אגדים.
11. מסוע שינוע אגדים.

#### ב. הרצה :

בוצעו מספר מחזורי הרצה ותצוגה של פעילות המכונה :

1. מוזנת מנה של כ-6 ק"ג עירית גולמית חתוכה ומנוערת לתוך מגש מחיצות יעודי.
2. מופעלת משאבת הוואקום הממוקמת מחוץ למבנה שצינורותיה מתחברים לסרגל הפיטמות.
3. עקב הקשה על START המסוע מתחיל בנסיעתו.
4. סרגל בעל 55 פטמות וקום גמישות יורד אל המגש בתנועה מיוחדת - באזור המגע עם העירית הוא מאט תנועתו, אז עולה מעט ויורד שוב ושוב. ניתן לשמוע קפיצות של עלי עירית אל פיות הוואקום.
5. סרגל הפטמות עולה מעלה עם צרור עלי העירית, ואז מסרק דפינה אווז בעלים, והוואקום נפסק.

6. ברגע מסויים נע המסרק עם העלים לכיוון המסוע כל שכל עלה נכנס לתא המסוע. כל זה תוך כדי תנועת המסוע.
7. עם הגיעו של המסרק לסוף הדרך, הוא נפתח תוך כדי שסכין חילוץ מתזמנת את נפילת הגבעולים אל מחיצות המסוע.
8. רצועת טיימינג מונעת עוצרת את העלים בקו אחיד.
9. העלים עוברים תחת מצלמה, והצילומים מנותחים תוכנית, וגורלם של הגבעולים מוכרע, מי יישלף מהמסוע, מי ייחתך, ומי יישאר בשלמותו באגד הממיון המוגמר.
10. עלי העירית הפגומים יועפו בנקודת הפסילה ויצאו מן ה"משחק".
11. עלה עירית שפגוע רק באזור הקצה, נחתך בנקודת החיתוך, החלק הפגום יועף ואילו החלק הטוב ממשיך בדרכו.
12. כל עלה שלא נפסל מגיע ליחידת השקילה ומצטבר עד להגעה למשקל הנקוב.
13. עם הגעה למשקל הנכון מערכת פנאומטית תדחוף את האגד אל מסוע. המכאניזם הקיים יבטיח המשך איסוף עירית על גבי המשקל באופן מיידי וללא המתנה לחזרה של מנגנון הדחיפה.
14. על גבי המסוע מתקבלים אגדים בזה אחר זה ממויינים ובמשקל הרצוי ברזולוציית דיוק של 2 גרם.

ד. ביצועי המכונה :

בטבלה מס' 1 מפורטת התפלגות רכיבי היבול במהלך שלבי המיון בניסוי שנערך בבית האריזה במשק בשדי תרומות. חיתוך העירית בשדה נערך בגובה כ 5 ס"מ מהקרקע. בזמן הקטיפה בוצע נייעור ידני ראשוני להפלת עלים קצרים וחיתוך בסיס האגד הנקצר לגובה של בערך 30 ס"מ. החומר הנקצר מובל לבית האריזה, שם נערך שוב חיתוך מדוייק של הבסיס והוצאת כל העלים הפסולים שהם יבשים או בעלי קצוות יבשים. את השלב הזה אמורה לעשות המכונה. בניסוי חלק מהחומר הצמחי מויין במכונה והחלק השני על ידי פועלים זרים מקומיים. המיון בבית האריזה בוצע, כאמור, לאחר נייעור חומר הגולמי הנקצר וחיתוך ידני של בסיסי העלה בשטח. פעולה זו כשלעצמה גבתה פחת ראשוני של כ- 14%. מתוך החומר הצמחי שהגיע לבית האריזה נשאר לאחר המיון הידני רק כ-89 אחוז שמהווים בעצם כ-68 אחוז מכלל הביומסה שנקצרה בשטח. המיון במכונה, לעומת זאת, הותיר רק 72 אחוז מהחומר שהוכנס אליה, שהם 55 אחוז מכלל הביומסה שנקצרה בשטח. ההתרשמות הכללית מהחומר הממויין הייתה שזה שיצא מהמכונה קיבל מיון קפדני יותר מזה של הפועלים. יש לציין שבמחשב המכונה ניתן להגדיר פרמטרים המווסתים את הקריטריונים של המיון וכך לשלוט על הסיבולת בהתאם לצורך. כלומר, ההבדל בין תוצאת המיון הידני למיון המכאני נובעת מההבדל בין הקפדנות, או במילים אחרות הרשלנות, של הפועלים לעומת המכונה. יתר על כן, ההבדל העצום בין המכונה למיון הידני היתה במהירות העבודה: המכונה ביצעה את המשימה, הכוללת חלוקה לאגדים של 20 גרם, בשליש הזמן של הפועלים. עם זאת, אין להתעלם מכך שגם פעולת המכונה דורשת כוח אדם ידני להטענת התוצרת. ברם, בטווח הארוך המכונה הזו

מתוכננת ומותאמת לתוספת של יחידה לקציר והטענה אוטומטיים מצמחים שנעים על סרט נע של שולחנות גידול.

טבלה 1: התפלגות רכיבי היבול של העירית במהלך הקציר והמיון:

ביצועי המכונה		ביצועי עובד מיומן (3 חזרות)		שלב המיון
זמן ביצוע הפעולה (דקות לק"ג)	אחוז	זמן ביצוע הפעולה (דקות לק"ג)	אחוז	
	100		100	קציר כלל החומר הטרי
$1 \pm 0$	$76 \pm 6.5$	$1 \pm 0$	$76 \pm 6.5$	נשאר לאחר ניעור ידני וקיצור הבסיס בשטח
6.0	72	$19 \pm 4.5$	$89 \pm 3.4$	נשאר מהחומר שהובא לבית האריזה לאחר מיון סופי, כולל אגידה של אגדים 20 גרם.
7.0	55	$20 \pm 4.5$	$68 \pm 8.0$	תוצרת למשלוח מתוך החומר הנקצר בשטח

### דיון, מסקנות והמלצות להמשך:

המכונה שפותחה ונבנתה באה להחליף את עבודת הידיים בבית האריזה, לאפשר אריזה בתפוקות גבוהות, להעלות את האיכות של התוצר המוגמר, ולנצל % גבוה יותר של גבעולים גולמיים. לפי הבדיקה שנערכה על ידינו בשטח, המכונה מבצעת את כל השלבים בתפוקה של כ- 7 דקות לק"ג שהם כ- 9 ק"ג בשעה, בהשוואה ל- 20 דקות לק"ג עבודת אדם, שהם כ- 3 ק"ג בשעה. איכות המיון נשלטת על ידי המפעיל (קביעת דרגת המיון 10-1) לפי הצורך, ומאפשרת איכות גבוהה הרבה יותר מאיכות המיון הידני בהתאם לצרכי השוק, ובהתאם לסוג היבול. לפיכך, מהירות המיון ותפוקת היבול למשלוח שהתקבלו בניסוי ניתנים להגדלה על ידי כיוון דרגת המיון. קיימת אחידות באיכות המוצר המוגמר, כמו כן השקילה המדויקת מאפשרת חיסכון נוסף. (גודל השגיאה עד 3 גבעולים – 1 גרם). לתפעול המכונה נדרשים 2 עובדים שנשארים להם תוך כדי עבודה פרקי זמן חופשיים לשינוע ארגזים ניקיון וכדומה. אין מגבלה להפעיל את המכונה ב-2 משמרות ויותר.

משקים שישתמשו במכונה הזו לא יצטרכו מאגר עובדים ענק כדי לגדל ולשווק עירית. לתפעול המכונה לא יידרש כ"א זר , יהיה אפשרי להעסיק עובדים ישראלים מול מכונה כמו בתעשייה. אנו מקוים ששימוש נרחב במכונת העירית יאפשר למגדלים הישראלים להוריד את המחיר בחו"ל וכך להיות אטרקטיביים מאוד מול המתחרים, להם יש גם בעיות קשות של עלות לוגיסטית, זמינות, איכות ותדמית לא טובים. כיום המוצרים מהמדינות האלה נמכרים במחיר נמוך יותר .

**פרוט מלא של הפרסומים המדעיים: אין**

### סיכום עם שאלות מנחות

מטרות המחקר תוך התייחסות לתוכנית העבודה.
להתקין והריץ את מכונת מיון העירית במשק מסחרי.
עיקרי הניסויים והתוצאות.
בוצעו היעדים שנקבעו בתכנית, הועבר האבטיפוס ועבר הרצה במשק.
מסקנות מדעיות וההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו. האם הושגו מטרות המחקר לתקופת הדוח? המטרות הושגו.
מסקנות והמלצות לגבי יישום התוצאות: המכונה עובדת כמתוכנן, ניתן לשכפל אותה לקראת הגדלת היקפי גידול העירית כבעבר. צפוי שתועלת המכונה תגדל בעתיד בעקבות מגמת העלייה בשכר העבודה בארצות אפריקה המתחרות בעירית הישראלית בעיקר בזכות עלות העבודה הנמוכה אצלם.
בעיות שונות לפתרון ו/או שינויים (טכנולוגיים, שיווקיים ואחרים) שחלו במהלך העבודה; התייחסות המשך המחקר לגביהן, האם יושגו מטרות המחקר בתקופה שנתה לביצוע תוכנית המחקר? המטרות הושגו, נותר לנצל את המכונה בגידול המסחרי.
הפצת הידע שנוצר בתקופת הדו"ח: עדיין לא.
פרסום הדוח: אני ממליץ לפרסם את הדוח: (סמן אחת מהאופציות)
רק בספריות <
<b>ללא הגבלה (בספריות ובאינטרנט)</b> <
חסוי – לא לפרסם <
האם בכוונתך להגיש תוכנית המשך בתום תקופת המחקר הנוכחי? כן* - לא -

\*יש לענות על שאלה זו רק בדוח שנה ראשונה במחקר שאושר לשנתיים, או בדוח שנה שניה במחקר שאושר  
לשלוש שנים

