



הערכת ביצועי מערכות עיבוד תירס לתחמיץ בקומביינים לירק

**ניסויי שדה מקיפים ונרחבים על
היתרונות והחסרונות של שתי
מערכות עיבוד תירס חדשות במטרה
להעריך את איכות ביצועיהם •**

י. קשתי¹, י. שעני²

מבוא

קומביין הירק קוצר ומעבד בשדה צמחי מספוא שונים שמשמשים חומר גלם לייצור תחמיץ. בתהליך העיבוד הקומביין מקצץ את הצמחים ומועך אותם ביחד עם הגרעינים. בשנים האחרונות חברות תעשייתיות ויצרני קומביינים לירק פיתחו מערכות מעיכה חדשות לעיבוד תירס לתחמיץ. מערכות אלו פותחו בהתאם לתפריט חדש יחסית להכנת תחמיץ תירס מחלקיקי צמחים ארוכים מאוד (אורך תיאורטי עד 30 מ"מ) ומגרעינים ברמת עיבוד גבוהה. חלקיקי הצמח הארוכים יחסית מעודדים העלאת גרה, פעילות כרס תקינה ומעלים את ערכו של התחמיץ כמזון גס. עיבוד מוגבר של גרעין התירס מאפשר נעילות גבוהה יותר של העמילן המצוי בו ומעלה את הערך האנרגטי של התחמיץ.

בארץ, קציר התירס לתחמיץ נעשה בשני סוגי קומביינים לירק בעלי מערכות עיבוד חדשות. האחד, מתוצרת חברת Class שבו מותקנת מערכת עיבוד מתוצרת Shredlage, והשני, מתוצרת חברת Krone ובו מותקנת מערכת עיבוד מתוצרת עצמית. בעונת 2016 נערכו שני ניסויי שדה בקציר תירס לתחמיץ עם מערכות העיבוד החדשות. מטרת הניסוי הראשון הייתה להעריך את ביצועיהן של שתי המערכות החדשות לעיבוד תירס לתחמיץ מבחינת אורך חלקיקי הצמחים המקוצצים והתפלגותם, שיעור הגרעינים השלמים, איכות התחמיץ ורמת העמילן. מטרת הניסוי השני הייתה לבחון את השפעת תחמיץ תירס שהוכנו מחומרי גלם שעובדו במערכת העיבוד מתוצרת Shredlage ובמערכת עיבוד רגילה, על ביצועי פרות חלב.

שיטות וחומרים

ניסוי ראשון

ביצועיהם של שני קומביינים לירק מתוצרת חברת Class דגם Jaguar 970 ומתוצרת חברת Krone דגם BigX 770 המצוידים במערכות מעיכה חדשות ושונות נבחנו בגליל, בשדה תירס לתחמיץ, בתאריך 20/9/2016, איור 1 ו-2. מערכת המעיכה שמותקנת בקומביין Class הייתה מתוצרת

עבור כל קומביין,
נלקחו 14 דגימות
להערכת החומר היבש
ולבדיקת גודל חלקיקי
הצמחים בחומר
המעובד, באופן אקראי
מכל משאית שנייה

1 המכון להנדסה חקלאית, 2 שה"מ.





איור 1. קומביין ירק Krone Big X 770

טבלה 2 כווןון הקומביינים ומערכות העיבוד

Krone	Class	
30	30	יחס מהירות גלילי מעיכה %
1	1.5	מרווח, מ"מ
7	7	מהירות התקדמות, קמ"ש
26.4	26.5	אורך קיצוץ, מ"מ

חברת Shredlage ובקומביין Krone מתוצרת החברה עצמה. מפרטיהן הטכניים העיקריים של הקומביינים שהשתתפו בניסוי מוצגים בטבלה 1.

טבלה 1 עיקרי המפרט הטכני של הקומביינים

Krone	Class	
775	775	הספק מנוע, HP
6	6	רוחב ראש קציר, מ'
20	20	מס' סכינים בתוף הקיצוץ
Krone	Shredlage	סוג מערכת העיבוד

בשני הקומביינים, מערכות העיבוד החדשות מורכבות משני גלילים בקוטר 250 מ"מ בעלי פני שטח מחוספסים שמהודקים זה לזה בעזרת קפיצים חזקים. כאשר במערכת מתוצרת חברת Shredlage פני השטח של הגלילים מכוסים בבליטות מרובעות שמסודרות לאורך הגלילים בשורות לולייניות, ובמערכת של חברת Krone פני שטח הגלילים מכוסה בשיני מסור שמסודרות בשורות ישרות. בזמן העבודה הגלילים מסתובבים האחד כנגד השני, במהירות שונות ובמרחק מה זה מזה.

המהירות של הגלילים והמרחק ביניהם ניתנים לכווןון מתא המפעיל. טבלה 2 מציגה את נתוני כווןון הקומביינים ומערכות העיבוד שלהם בזמן הניסוי.

להאביס עם קש טחון טרי ולקבל יותר תפוקת חלב/בשר ויותר כסף

רפתן חכם אז גהיה פראויר!

כדאי לבחור ב-Roto Grind

שנה טובה ומזרח

❖ פשוט - מערכת הפעלה מאוד אפקטיבית המאפשרת לאותה מכונה לעבוד עם טרקטורים מ-70 עד 200 כו". אנחנו יכולים להתאים גם למערכות בהספק 540-1100 סל"ד. ❖ ההספק נקבע ע"י: סוג החומר, מצב החומר (רטוב או יבש), עד כמה דק הוא טחון. חוזק הטרקטור לדוגמא: עם 80-90 כו"ס ברמת יובש גילה בטחינה בינונית יכולה לטחון 15 טון לשעה. בשל אפשרות גיוון רב של משתנים התפוקה נעה בין 5-40 טון בשעה.



❖ המכונה שיכולה לטחון ולרסק חומרים רטובים וקשים שמכונות אחרות לא יכולות. ❖ אחזקה קלה - במכונה 2 חלקים נעים בלבד, מהם רק חלק נשחק אחד. המרסקות עשויות תרכובת טונגסטן קשה והן ניתנות להחלפה בכל 4 הכיוונים.

מגדלי הבקר בגרמניה, אנגליה וארה"ב טוחנים לעצמם יום יום את הקש במנה

רח' פיק"א 10, פתח תקווה, 49611, נייד: 050-5379383 טלפון/פקס: 03-9227921
דוא"ל: aaviram11@bezeqint.net

א.אבירם
טכנולוגיות מיחזור



4,8 מ"מ ונפה עיוורת, שהונחו האחת מעל השנייה בסדר עולה כשהנפה העיוורת נמצאת בתחתית. החומר מכל דוגמה הונח בתוך הנפה העליונה וטולטל בידיים על פני משטח חלק בכיוונים שונים, 5 פעמים בכל כיוון ובסה"כ 40 טלטולים אופקיים, כמפורט בפרוטוקול שיטת P.S.P.S. החומר שנתקבל מעל כל נפה נשקל ומשקלו נרשם. כלל החומר נברר ידנית לאיתור גרעינים שנותרו שלמים. זמן המילוי של המשאיות ומשקלן נמדד לצורך הערכת ספיקת הקומביינים.

הצנצנות נשמרו במעבדה במשך תקופת החמצה של 85 ימים ובסיומה נלקחה מכל צנצנת כמות של כ-350 גרם תחמיץ לבדיקת איכות עיבוד הגרעין לפי נוהל לבדיקת C.S.P.S. התחמיץ נופה בנפה חשמלית אנכית עם נפות בקוטר 8, 4.75 מ"מ ונפה עיוורת במשך 10 דקות. החומר שמעל לנפה 4.75 מ"מ ומהנפה העיוורת נאסף בנפרד ויובש בתנור אוויר בטמפרטורה של 65 מעלות צלזיוס במשך 48 שעות. החומר היבש נשלח לבדיקת עמילן בחו"ל באמצעות חברת א.ח. סמולר ייעוץ למחקר חקלאי בע"מ.

ניסוי שני

שדה תירס לתחמיץ ששטחו כ-250 דונמים נקצר בזמנית ע"י שני קומביינים מתוצרת חברת Class דגם Jaguar כשאחד מצויד במערכת העיבוד החדשה מתוצרת Shredlage והשני מצויד במערכת העיבוד הרגילה לביקורת. כאשר, הקומביין עם מערכת העיבוד החדשה כוונן לקצץ את התירס לחלקיקים ארוכים יחסית בהתאם לתפריט החדש להכנת תחמיץ התירס. טבלה 5 מציגה את נתוני הכונון של הקומביינים ומערכות העיבוד שלהם בזמן הניסוי.

טבלה 5 נתוני כוונון הקומביינים ומערכות העיבוד

Shredlage	רגילה	
50	30	יחס מהירויות גלילי מעיכה %
2	2	מרווח, מ"מ
20	20	מס' סכינים בתוך הקיצוץ
26	20	אורך קיצוץ, מ"מ

במהלך הניסוי הקומביניים קצרו את התיירס, עיבדו והעמיסו אותו על משאיות. עבור כל קומביין, נלקחו 14 דגימות להערכת החומר היבש ולבדיקת גודל חלקיקי הצמחים בחומר המעובד, באופן אקראי מכל משאית שנייה. בדיקת גודל החלקיקים נערכה בשדה בשיטת PSPPS בעזרת נפות כפי שתואר בניסוי הראשון. חומר הגלם שנאסף ע"י שני הקומביינים אוחסן בנפרד בשני בורות תחמיץ למשך שישה חודשים. התחמיץ משמש להזנת שתי קבוצות תואמות של פרות חלב בניסוי מבוקר שבוחן את השפעתו על ביצועיהן.

תוצאות ודיון

ניסוי ראשון

מנתוני משקלי החומר הצמחי המעובד שבמשאיות ומנתוני מהירות הנסיעה של הקומביינים חושבה ספיקתם ונמצא שהיא עבור הקומביינים Class ו-Krone כ-170 ו-155 טון לשעה בהתאמה.

הדגימות להערכת החומר היבש יובשו בתנור אויר חם בטמפרטורה של 60 מעלות צלזיוס במשך 48 שעות ונמצא ששיעורו בעת הקציר היה 37.5% במוצע.



איור 2. קומביין ירק Class Jaguar 970

בעונת 2016 נערכו שני ניסויי שדה בקציר תירס לתחמיץ עם מערכות העיבוד החדשות. מטרת הניסוי הראשון הייתה להעריך את ביצועיהן של שתי המערכות החדשות לעיבוד תירס לתחמיץ מבחינת אורך חלקיקי הצמחים המקוצצים והתפלגותם, שיעור הגרעינים השלמים, איכות התחמיץ ורמת העמילן

הקומביינים כווננו ע"י מפעיליהם ונציגי היבואנים בהתאם למאפייני שדה הניסוי (יבול, תכולת המים בצמחים ועוד). במהלך הבדיקה הקומביינים הופעלו בשדה במהירות נסיעה ממוצעת של כ-7 קמ"ש ומלאו לסירוגין מכלים של 3 משאיות וגרור כל אחד. מכל משאית נלקחו 4 דגימות של תירס מעובד מ-4 מקומות שונים במכל המשאית ובמכל הנגרר. מהן, 3 דגימות נלקחו לבדיקת ההתפלגות המשקלית לפי אורך חלקיקי התירס המעובד, ודגימה אחת נלקחה להערכת החומר היבש. מתוך דוגמה זו נלקחה דגימה של כ-2 ק"ג להחמצה בצנצנות ולבדיקת ציון איכות עיבוד הגרעין (בדיקת CSPS). החומר שבדוגמה להחמצה נדחס ביד לתוך צנצנות בנפח של 2 ליטר בעזרת גליל מעץ, 3 צנצנות עבור כל קומביין. בבדיקת ההתפלגות המשקלית של חלקיקי התירס המעובד נעשתה בשדה בשיטת Penn State Practical Separation (PSPS) בעזרת נפות מרובעות תקניות בעלות חורים בקוטר של 19,



איור 3. חלקיקי תירס מעובדים מעל נפה 19, מימין Krone ומשמאל Class



איור 4. חלקיקי תירס מעובדים מעל נפה 8, מימין Krone ומשמאל Class

מהשוואת התוצאות באיור 5 למפתח בטבלה 3 עולה שבשני הקומביינים יש הבדל בהתפלגות המשקלית לפי אורך חלקיקי התירס המעובד ביחס להתפלגותו הרצויה עם מערכת עיבוד רגילה בשיטת PSPTS. מתוצאה זו ניתן ללמוד שבשני הקומביינים עיבדו את צמחי התירס לחלקיקים באורך ארוך יחסית בהתאמה לכוונונם.

טבלה 4 מראה את מפתח ערכי ציון איכות עיבוד הגרעין לפי המעבדה האמריקאית למספוא (US Dairy Forage Lab). הציון בבדיקה זו מציין את חלקו היחסי של העמילן שעבר דרך נפה עם חורים בגודל 4.75 מ"מ מכלל העמילן בתחמיץ. יציין כי, ככל שערך ציון איכות עיבוד הגרעין גבוהה שיעור העמילן הזמין שבדוגמה גבוהה יותר.

טבלה 4 מפתח ציון איכות עיבוד הגרעין

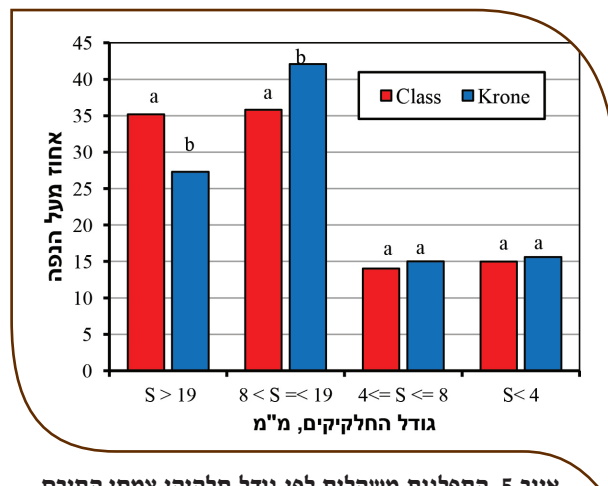
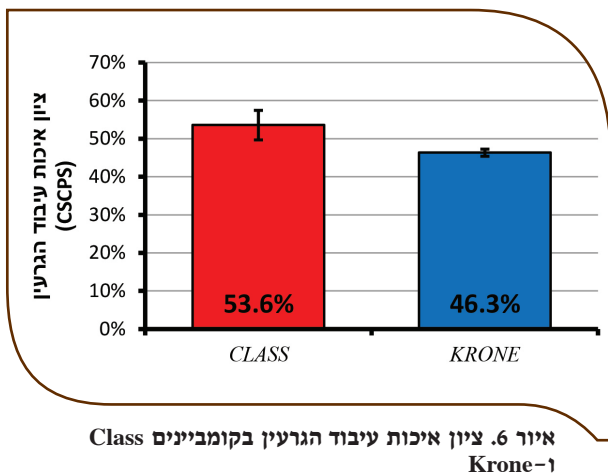
ביאור	הציון %
מעובד מיטבי	>70
מעובד מספיק	50-70
לא מעובד מספיק	<50

איור 6 מראה את ציוני איכות עיבוד הגרעין שהושגו ע"י מערכות המעיכה בבדיקות המעבדה. מהאיור ניתן לראות

שנתקבלו על פני הנפות 19, ו-8 אחרי ניפוי הדוגמאות שנלקחו משני הקומביינים. מנתוני המשקל של החלקיקים שעל כל נפה חושב עבור כל גודל שיעורו הממוצע היחסי מכלל החומר שבדוגמאות, איור 5. מהאיור ניתן לראות ששיעור החומר המעובד מעל נפה 19 היה בקירוב 35 ו-27% ושיעורו מעל נפה 8 היה בקירוב 36 ו-42% עבור הקומביינים Class ו-Krone בהתאמה. מבחן סטטיסטי בשיטת Duncan multiple range test מראה שיש הבדל מובהק בגודל החומר הצמחי המעובד שמעל לנפות 19 ו-8 שנתקבל משני הקומביינים. יש לציין כי בכל הדוגמאות שנלקחו משני הקומביינים לא נמצאו גרעינים שלמים בחומר המעובד. טבלה 3 מראה את מפתח ההתפלגות הרצויה בשיטת PSPTS של חלקיקי צמחי התירס שמעובדים לאורך קצר בקומביין ירק עם מערכת עיבוד גרעינים רגילה.

טבלה 3 ההתפלגות המשקלית הרצויה של תירס לתחמיץ בשיטת PSPTS

גודל חלקיקי הצמח מ"מ	התפלגות %
>19	3-8
8-19	45-65
4-8	20-30
<4	<10



לכוונתן אורך קיצוץ התיאורטי. כאשר, בכוונתן קיצוץ לאורך קצר התקבלו כ-23% חלקיקים מקוצצים גדולים מ-19 מ"מ וכ-65% בתחום של 8-19 מ"מ, בעוד שבכוונתן קיצוץ ארוך יותר היו כ-40% חלקיקים גדולים מ-19 מ"מ ו-40% בתחום של 8-19 מ"מ. תוצאות אלו מראות שהגדלת אורך הקיצוץ משפיעה על יחס החומרים שבשתי הנפות העליונות 19 ו-8 מ"מ. מהשוואת התוצאות שבאיור 7 למפתח בטבלה 3 עולה שהתפלגות הגודל שנתקבלה בקומביין עם מערכת העיבוד הרגילה הייתה כצפוי קרובה יותר להתפלגות הרצויה בקיצוץ לאורך קצר.

שנמצא הבדל בציון האיכות בין שתי מערכות המעיכה אולם, מבחן ז' מראה שהבדל זה אינו מובהק ברמת ודאות של 95%.

ניסוי שני

מהדוגמאות שנלקחו לבדיקת תכולת החומר היבש נמצא ששיעורו היה כ-30%. מנתוני משקלי חלקיקי הצמחים המקוצצים שנמצאו מעל כל נפה חושב עבור כל גודל חלקי היחסי הממוצע בדוגמאות, איור 7. מאיור 7 ניתן לראות שנמצא הבדל מובהק בהתפלגות הגודל של חלקיקי הצמחים המעובדים בין שני הקומביינים בתאמה



מתכננים את הרפת בשבילך



מובילים בתכנון רפתות ומכוני חליבה

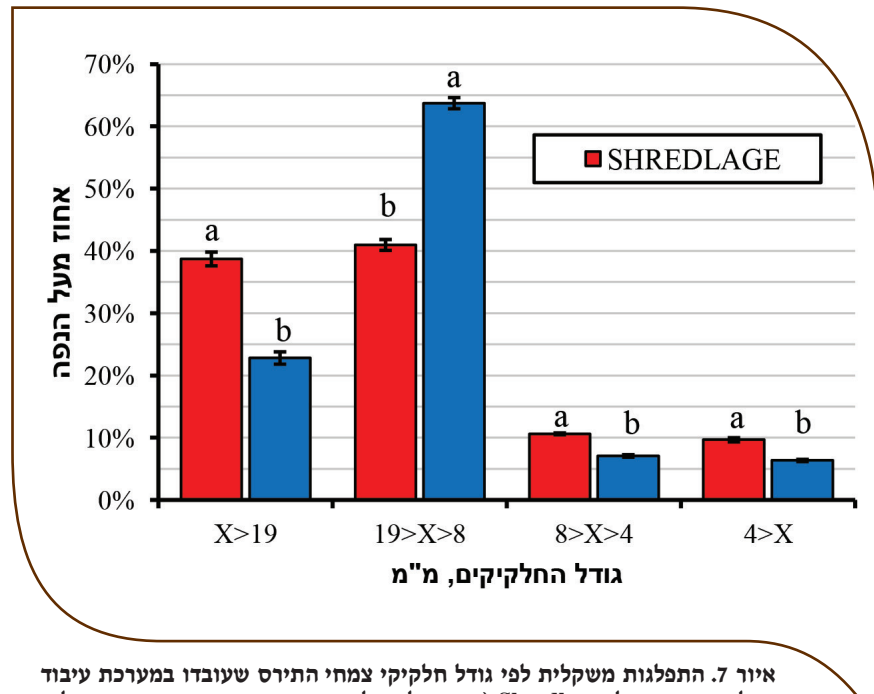
שנה טובה לכל בית ישראל

אגרופולן בע"מ מהנדס אבנר הורביץ

כתובת המשרד: מושב תימורים | כתובת למשלוח דואר: באר טוביה 8381500

טל. 08-8602272 | www.agroplan-il.com | [Agroplan.ltd](https://www.facebook.com/Agroplan.ltd)





איור 7. התפלגות משקלית לפי גודל חלקיקי צמחי התירס שעובדו במערכת עיבוד רגילה בהשוואה ל-Shredlage (עבור כל גודל אותיות זהות מראות שאין הבדל מובהק ברמת ודאות של 95%).

לא נמצא הבדל מובהק בציון איכות עיבוד הגרעין (CSPS) של תחמיץ התירס שהתקבל משתי מערכות המעיכה של הקומביינים.

המערכת החדשה לעיבוד תירס לתחמיץ מתוצרת חברת Shredlage שמותקנת בקומביין Class נבחנה פעם נוספת בהשוואה למערכת עיבוד רגילה שמותקנת באותו הקומביין. נמצא כי קיצוץ תירס לתחמיץ באורך גדול יותר משפיע על התפלגות גודל חלקיקי הצמח הקצוצים ומשנה את יחס החומרים שבשתי הנפות העליונות 19 ו-8 מ"מ. חשוב לציין כי על מנת להשיג קיצוץ צמחים באורך של 26 מ"מ ויותר צריך להשתמש בתוף בעל 20 סכינים לכל היותר. ▲

הבעת תודה

המחברים מבקשים להודות לאשר לוי, פרהד גאולה, רומן בריקמן, יוסף כץ ונחום הלפגוט על השתתפותם בניסוי; לחברת "בר עבודות חקלאיות" על הסיוע בארגון הניסוי הראשון ולחברת "קצירי שאן" על ביצוע הקציר בניסוי השני.

חשוב לציין כי בדגימות להתפלגות הגודל שנלקחו משני הקומביינים נמצאו גרעינים שלמים. ניתן להניח שתוצאה לא טובה זו נתקבלה בגלל שהקציר נעשה כשיעור החומר היבש בצמחים היה נמוך יחסית. התחמיץ שיוצר מחומר הגלם שעובד ע"י שני הקומביינים עם מערכות העיבוד הרגילה והחדשה משמש להזנת פרות חלב. בימים אלו ניסוי ההזנה נמשך ותוצאותיו יפורסמו לכשיסתיים.

מסקנות

שתי מערכות מעיכה לעיבוד ירק לתחמיץ שמותקנות בשני קומביינים לירק מתוצרת החברות Krone ו-Class נבחנו בניסוי שדה בקציר של תירס לתחמיץ. נמצא שבשני הקומביינים ניתן לעבד תירס לתחמיץ ולהשיג חלקיקי תירס באורך ארוך יחסית ובה בעת למעוך את כל הגרעינים. נמצא הבדל מובהק בשיעורי ההתפלגות המשקלית של חלקיקי התירס המעובדים שמעל לנפות 19 ו-8 מ"מ שנתקבלו משני הקומביינים.

