

# טיפול הידרותרמי בפרש בקר לצורך שיפור הפקת אנרגיה מהמפטמה ואיכות

## הסביבה

רועי פוסמניק\*, posmanik@agri.gov.il, ר. דרזי<sup>1,2</sup>, א. שבתאי<sup>3</sup>, מ. כהן-צינדר<sup>3</sup>

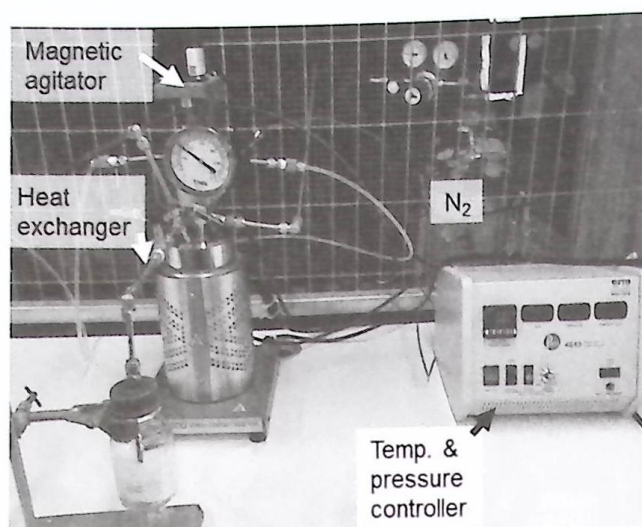
1 - מנהל המחקר החקלאי, היחידה למחזור פסולות, נווה יער; 2 - הטכניון, הפקולטה

להנדסה אזרחית וסביבתית; 3 - מנהל המחקר החקלאי, היחידה לבקר לבשר, נווה יער.

הביקוש הגובר למזון מן החי דורש מחקר ופיתוח המאפשרים גידול אינטנסיבי של בע"ח לצד שיפור היעילות האנרגטית ושמירה על הסביבה. על אף הביקורות הגוברות על יעילות אנרגטית נמוכה, מספקים מוצרי מזון מן החי 18% ו-25% מצריכת הקלוריות והחלבון העולמית, בהתאמה. ביקורת זו מופנית לרוב כלפי מערכות ייצור אינטנסיביות לגידול בקר, בעיקר בשל צריכת מזון גבוהה העומדת על כ-6-20 ק"ג מזון לכל ק"ג בשר בקר מיוצר. היות וכמות לא מבוטלת של פחמן מופרשת בצואה, המרת פרש בקר לאנרגיה (דלק נוזלי, חשמל וחום) עשויה לשפר את מאזן האנרגיה הכללי במפטמה.

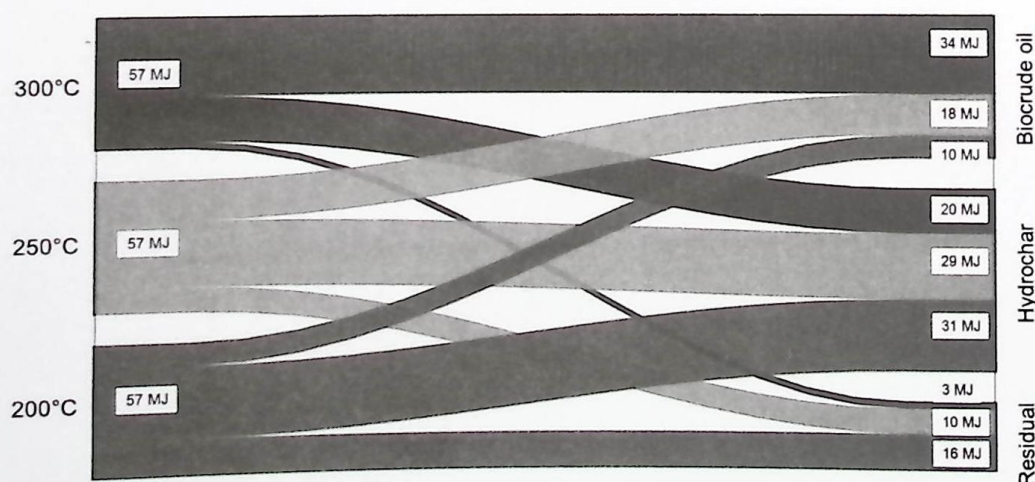
טיפול הידרותרמי הינו תהליך המבוסס על תגובה תרמו-כימית בסביבה מימית, בטמפרטורה ולחץ גבוהים. בתנאים אלה, המים נמצאים במצב תת-או סופר-קריטי כמדיום אטרקטיבי לתגובות כימיות. לפיכך, הטכנולוגיה מאפשרת טיפול יעיל ומהיר, בעיקר בפסולת אורגנית רטובה, לרבות זבל בע"ח, בבוצה ובפסולות מזון. מעל לחץ האידוי, מים נשארים במצב נוזלי גם בטמפרטורות גבוהות, בין נקודת הרתיחה (100 מ"צ) לנקודה הקריטית (374 מ"צ, 22 מגה פסקל). השינויים המהירים בתכונות המים בתנאים הידרותרמיים מקנים להם אפוא יתרון רב בתהליכי התמרה כימיים. בסמוך לנקודה הקריטית, התוצר היוני של מים גדל ואילו הצפיפות שלו והקבוע הדיאלקטרי יורדים - דבר ההופך אותם לממס ריאקטיבי. הירידה בערך הקבוע הדיאלקטרי ממחישה כי מים הופכים לממס פחות פולרי בצורה משמעותית בסמוך לנקודה הקריטית. תופעות אלה הופכות את הטכנולוגיה לטיפול בביומסה רטובה לפרש בקר לתהליך אטרקטיבי. תוצרי הפירוק העיקריים של התהליך הם נוזל שומני (דמוי נפט גולמי) והידרו-פחם, שניהם חומרי גלם אטרקטיביים לייצור דלקים לצרכים שונים (תחבורה, חשמל וחום).

בעבודה זו, בחנו את התהליך ההידרותרמי כפלטפורמה להשבת אנרגיה מפרש בקר במפטמה. לשם כך, נערכו ניסויים בריאקטור מעבדתי מבוקר (איור 1) אשר כללו ריאקציות הידרותרמיות של פרש בקר מהמפטמה בנווה יער בטמפרטורות שונות (200-300 מעלות צלזיוס) ובמשך שהייה של 60 דקות. יעילות התהליך נבחנה על בסיס תשואות המרה אשר חושבו כיחס בין מסת התוצר הסופי למסת חומר הגלם, השבת פחמן ומאזן אנרגיה. הניסויים שערכנו מדגימים שטמפרטורת הריאקציה השפיעה על הייצור היחסי של תוצרי האנרגיה בתהליך (נוזל שומני והידרו-פחם). התשואה הגבוהה ביותר התקבלה עבור הידרו-פחם (45%) והושגה בטמפרטורת התגובה הנמוכה ביותר - 200 מעלות צלזיוס. התשואה הגבוהה ביותר של נוזל שומני לעומת זאת, הושגה על ידי טמפרטורת התגובה הגבוהה ביותר - 300 מעלות צלזיוס.



איור 1. תמונה של הריאקטור המעבדתי בו נערכו הניסויים לטיפולם הידרותרמיים בפרש בקר.

עם תכולה גבוהה יחסית של פחמן (67–74%) ותכולה נמוכה של חמצן (13–18%), נראה כי הנוזל השומני מספק פלטפורמה טובה יותר להשבת אנרגיה, עם ערך אנרגטי גבוה יותר של 30-35 מגה ג'אול לק"ג, ערך הגבוה פי 1.8 מהערך האנרגטי של הידרו-פחם. מאזן אנרגיה כולל מדגים כיצד הטמפרטורה הגבוהה יותר שיפרה את השבת האנרגיה בתהליך (איור 2). בנוסף ביצענו סימולציה בת 12 תרחישים (מטריצה של גודל המפטמה X טמפרטורת התהליך) להערכה וחיזוי של אומדני אנרגיה (נטו/יום) אותם ניתן להשיב במפטמה. כל התרחישים סיפקו מאזן אנרגטי חיובי עם אנרגיה מושבת גבוהה פי 2-3 מהאנרגיה שהושקעה לחימום. המחקר הנוכחי מספק כלי שימושי ליישום עתידי של טיפול הידרותרמי בזבל בע"ח, מכיוון שהוא מצביע על כדאיות אנרגטית של הטכנולוגיה לטיפול מקומי בפרש בקר לייעול המאזן האנרגטי במפטמה.



איור 2. מאזן אנרגיה המדגים כיצד טמפרטורת התגובה משפיעה על הייצור היחסי של תוצרי אנרגיה בתהליך (נוזל שומני והידרו-פחם).