

הפסדים בהחמצת קליפות פרי-הדר בתנאי מעבדה

מאת ג. אשבל, ע. דונהאי, המחלקה לאיסוס תבואה ומזון, מינהל המחקר החקלאי

קליפות פרי הדר שהכילו 13.5% חומר יבש הוחמצו במכלים של 30 ליטר למשך 90 יום בטמפרטורה קבועה של 26 מ"צ. פתח תחתון איפשר יציאת הגזים והנגר. הפסדי החומר היבש בתום ההחמצה הגיעו ל-40.6%, מהם 7.5% בנגר ו-33.1% חושבו כפליטת גזים. עבודה זו עקבה אחר דינמיקת התסיסה בתנאי המעבדה.

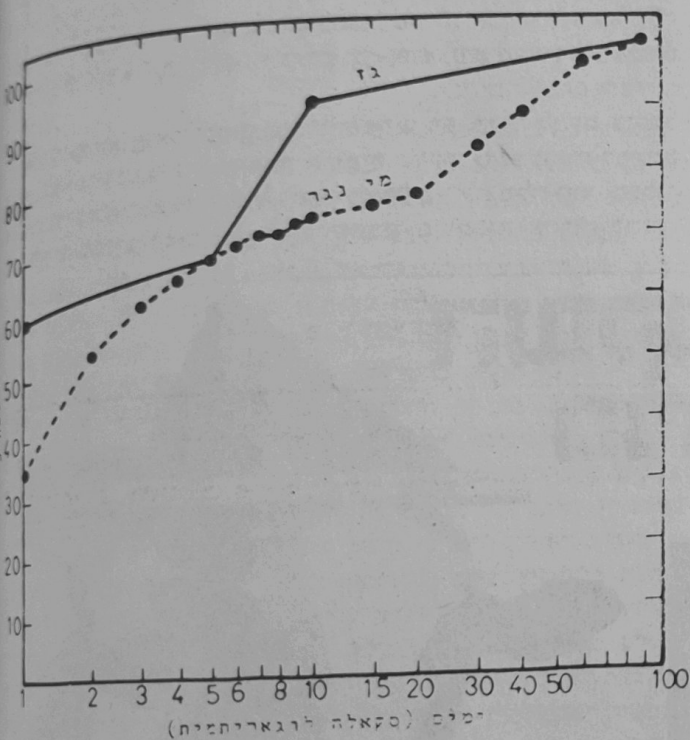
מבוא

קליפות פרי הדר מצויות בארץ במשך כ-6 חדשים (נובמבר – מאי), בכמות של כ-500,000 טונה בשנה. הקליפה מהווה יותר ממחצית משקל הפרי כחומר טרי, וערכה המזין לבקר לפי חומר יבש דומה לזה של מזון מרוכז. מכיון שמשק בעלי-חיים אינו יכול לנצל את כל הקליפות באביסה ישירה (כקליפות טריות) – יש צורך לשמרון. יבוש הקליפות, כפי שהיה מקובל בעבר – אינו כלכלי כיום, נוכח מחירי האנרגיה הגבוהים, ולכן עברו לשימור בהחמצה. החמצת הקליפות כטכנולוגיית שימור היא זולה; אך ההפסדים הגדולים בתהליך ההחמצה, המגיעים ליותר מ-50%, מייקרים מאוד את התחמין ומעמידים את ההחמצה, כשיטת שימור – על סף הכדאיות.

עבודה זו היא ראשונה בסדרת עבודות המתוכננות ללמוד את דינמיקת התסיסה של קליפות פרי הדר, בכוונה לשפר את ההחמצה ולהקטין את ההפסדים.

חמרים ושיטות

כ-29 ק"ג קליפות פרי הדר טריות הוחמצו במכלים אטומים בקי-בול 30 ליטר, עשויים פוליאתילן צפוף. המכלים, ב-3 חזרות, הוחזקו בחדר בטמפרטורה קבועה של 26 מ"צ למשך 90 יום. פתח בתחתית איפשר יציאה בלבד של הגזים והנגר שנוצרו בתהליך התסיסה. בתקופת התסיסה נשקלו החביות והנגר שנאסף 22 פעמים. משקל הגז שנפלט חושב כהפרש בין משקל המכל למשקל הנגר. החומר היבש של הקליפות והתחמין נקבע על-ידי יבוש בתנור ב-105 מ"צ למשך 24 שעות, ושל הנגר – על-ידי יבוש בתנור תתלחץ ב-70 מ"צ למשך 24 שעות. ה-pH נקבע על-ידי ריסוק מדגם של 10 גרמים חומר עם 90 מ"ל מים וקריאה ישירה. אפר נקבע על-ידי שריפת החומר בתנור שריפה ב-600 מ"צ למשך שעותיים. חלבון כללי נקבע בשיטת קילדהל (6.25 × N). התאית נקבעה לפי השיטה המופיעה ב-AOAC.



דיאגרמה 1. קצב שיחרור הנגר והגזים לאורך תקופת ההחמצה.

תוצאות

קצב שיחרור הנגר והגזים (מבוטא כאחוז מסה"כ ההפסדים) לאורך תקופת ההחמצה מובא בדיאגרמה 1. משקל הנגר לאחר 90 ימי החמצה הגיע ל-22.9% (W:W) ממשקל הקליפות וחושב כ-7.5% מהחומר היבש. משקל הגזים שנפלטו הגיע ל-4.4% ממשקל הקליפות הטריות. בבדיקת הרכב הגזים נמצא כי יותר מ-97% היו פד"ח שמקורו בהתפרקות החומר האורגני. מכאן, שההפסד מפליטת הגזים מגיע ל-33.1%, מחושב לחומר יבש. סה"כ ההפסדים הגיעו ל-40.6% חומר יבש. אנאליזה כימית של הקליפות הטריות והתחמין מובאת בטבלה 1.



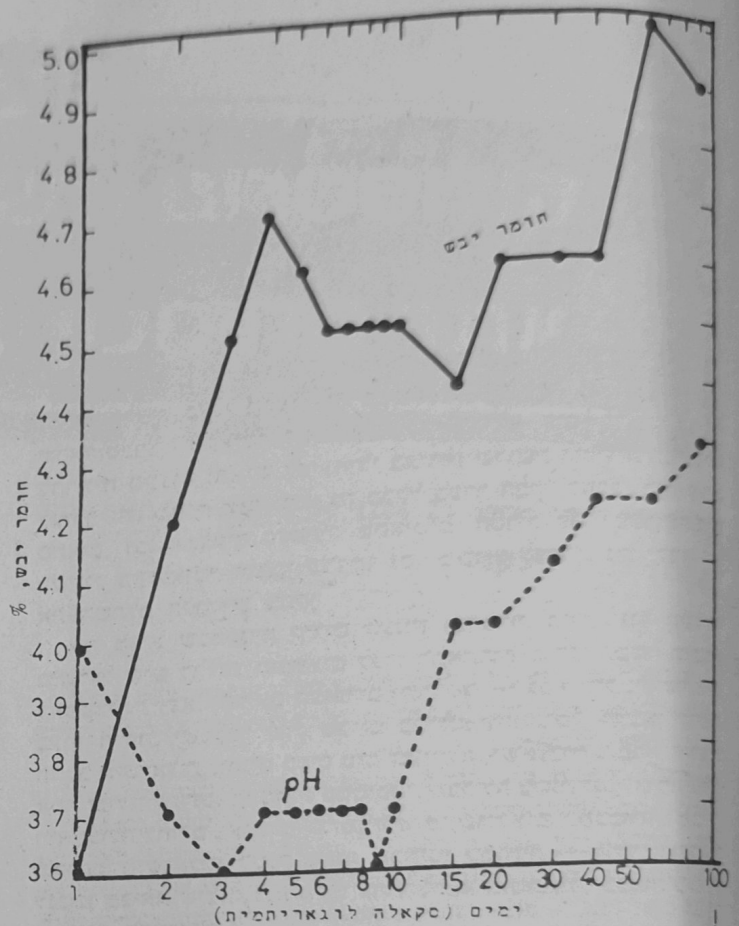
טבלה 1. אנאליזה כימית של הקליפות הטירות ושל התחמין.

תחמין	קליפות טריות	
12.4	13.5	חומר יבש, %
8.3	6.4	חלבון כללי, % בחומר היבש
17.9	12.9	תאית גסה, % בחומר היבש
4.1	3.8	אפר, % בחומר היבש
4.7	—	pH

השינויים ב-pH ובתכולת החומר היבש של הנגר לאורך תקופת ההחמצה — מובאים בדיאגרמה 2.

מסקנות

ההפסדים מאבדן נגר בתהליך ההחמצה הם למעשה יותר מהפסדי החמרים המצויים בהם. החמרים המסיסים שבנגר עשירים בפחמימות מסיסות במים ובחומצות אורגניות. אבדן חמרים אלה מעכב את ירידת ה-pH, ובכך מאריך את תקופת התסיסה ומגדיל את שיעור ההפסד. שיחזור הגזים בהחמצת קליפות פרי הדר הוא דינמי מאוד: יותר מ-50% מהכמות נפלטת עוד ב-3 הימים הראשונים. יחד עם זאת תהליכי פליטת הגזים ושיחזור הנגר נמשכים לכל אורך תקופת ההחמצה. ה-pH הנמוך ביותר נמצא בין היום ה-3 ל-10, ומכאן ואילך נרשמה עלייה מתונה וקבועה. תכולת החומר היבש בנגר גדלה ב-5 הימים הראשונים, נשארה יציבה למשך 5 ימים נוספים, ואחר-כך הוסיפה לגדול עד לסוף הניסוי. פליטת הגזים והפרשת הנגר לכל אורך תקופת ההחמצה מצביעו על דינמיות ועל אי-התייבשותו של התחמין.



דיאגרמה 2. השינויים בחומר היבש וב-pH הנגר לאורך תקופת ההחמצה.

DECONEX

סדרת דטרגנטים פעילי שטח (שוויוצריה)

DECONEX 11 — תחליף מוחלט לחומצה הסולפוכרומית.

DECONEX 12 — לשימושים ביולוגיים, ביוכימיים, המטולוגיים.

DECONEX 15 — נטול פוספטים לשימושים ביולוגיים וכימיים.

DECONEX TK 1—5 — לחיטוי כלובי חיות, משטחי עבודה, מכוני חליבה וכו'.

אספקה מהמלאי

סוליטרוניקס סוכנויות ופיתוח

השדה 7 ראשל"צ, ת.ד. 183, טל' 03-942698