

# ניסויים בהחמצת סלק מספוא\*

צ. יונברג, ג. אשבל, י. חן, ב. חורב  
המעבדה לשימור מספוא, מינהל המחקר החקלאי בית-דגן

## מהלך הניסוי

סלקי מספוא במשקל שבין 5 ל-13 ק"ג הובאו למעבדה ונפרסו לפרוסות בעובי של 1 - 2 ס"מ. פרוסות במשקל 10 ק"ג הוכנסו למיכלי החמצה לשם תסיסה. המיכלים היו אטומים, מצוידים בתחתיתם בצינורית ניקוז בצורת גשתה (סיפון), שאיפשרה את יציאת הגזים והגדר - אך מנעה כניסת אוויר פנימה. המיכלים אוחסנו בסמפרטורה קבועה ( $26 \pm 1$  מ"צ). משקלי המיכלים והגדר נקבעו בימים 1, 4, 5, 8 ו-30 להחמצה. משקלי הגזים שנפלטו חושבו לפי הפרשי המשקל. בסך הכול הוחמץ סלק ב-12 מיכלים. 6 מהם שימשו להיקש. ללא כל טיפול, ואילו ב-6 הנותרים הוספו 0.03% (משקלית) מלח האשלגן של חומצה סורבית. 3 מיכלים מכל קבוצה נפתחו ביום ה-5 להחמצה, והיתר (3 מכל קבוצה) נפתחו ביום ה-30. מרגמים של חומר מהמיכלים נלקחו בעזרת צינור מתכת עם קצה חד בקוטר 40 מ"מ. הצינור ננעץ מספר פעמים, ומדגם מאפיין נלקח לכל אורך הדלי. המדגמים מכל טיפול עורבבו לבריקה כימית ומיקרוביאלית.

סלק מספוא טרי נחתך לפחסות בעובי של 1 - 2 ס"מ, ונחמץ בתוך מיכלי החמצה עם או בלי תוספת של 0.05% חומצה סורבית. בתחתית המיכל הותקן "צינור ניקוז" עם גשה המאפשרת יציאת הגזים והגזים. שלושה מיכלים מכל טיפול נפתחו ונדגמו ביום ה-5 וביום ה-30 להחמצה.

סלק המספוא הסרי הכל 10% חומר יבש. בחומר היבש נמצאו 45% פחמימות מסיסות במים (סוכרים). לאחר 30 ימי החמצה ירד ה-pH מ 7.4 ל 3.6, ותכולת הסוכרים הגיעה לכ-5% בחומר היבש. הפסדי החומר היבש הגיעו לכ-30%, מהם 4% כנגר. חב ההפסדים נגרמו עוד בחמשת הימים הראשונים להחמצה. תוספת החומצה הסורבית לא השפיעה לצמצום ההפסדים. הבדיקה המיקרוביאלית הראתה מסע רב של שמרים ואנטובקטריות, שהם כנראה גרמי הקלקל העיקריים.

## מבוא

סלק המספוא (*Beta vulgaris*) נמנה עם אותו מין בוטני כמו סלק הסוכר. השם "סלק מספוא" כולל מספר רב של טיפוסים, החל בזנים המכילים מעט חומר יבש וכלה בזנים הדומים לסלק סוכר ומכילים שיעור גדול של חומר יבש (כ-23%). זני סלק המספוא "המקובלים" מכילים 85% - 90% מים, כ-1% אפר, 1% תאית, וכ-8% חומרי מיצוי חסרי חנקן (בעיקר סוכרים). יבולי סלק המספוא מגיעים ל-8 - 10 טונות (חומר טרי) לדונם בתנאי בעל ול-15 - 25 טונות בתנאי שלחין (1).

מכיון שיש דמיון, בהרכב הכימי, בין קליפות פרי הדר לסלק מספוא, בעיקר מבחינת התכולה המועטה של חומר יבש והתכולה המרובה של סוכרים בו - יצאנו מההנחה, שגם תהליכי ההחמצה יהיו דומים: יש לצפות להתפתחות מהירה של שמרים ואבדן רב של חומר יבש בתהליכי הנשימה. בסקר שנערך במעבדתנו (2) נמצא כי מטען השמרים הפטריות בקליפות פרי-הדר - גדול מאוד. בהמשך ביצענו עבודה (3), שבה הוכחה ההשפעה החיובית של תוספת חומצה סורבית להקטנת הפסדי התסיסה. חומצה סורבית מדכאת התפתחות פטריות ושמרים, ומכאן הקטנת ההשפעה השלילית של מיקרואורגניזמים אלה.

מטרת עבודה זו היא - לבדוק הקדמית את תהליכי התסיסה של סלק מספוא והשפעת תוספת חומצה סורבית, במטרה לשמרו על-ידי החמצה.

\*לאור ההתעניינות המורשת בנושא גידול החמצה של סלק-מספוא - אנו מביאים תמצית ניסוי שערכנו בנושא זה, ואשר התפרסם בדו"ח פנימי של המחלקה לאיסוס במרכז וולקני, 1985 - 1987.

## מטרת העבודה - לבדוק הקדמית את תהליכי התסיסה של סלק מספוא והשפעת תוספת חומצה סורבית

### בדיקות כימיות

- (1) חומר יבש בסלק הסרי ובתחמיץ. הסלק נחתך לקוביות קטנות ויובש בתנור יבוש, 24 שעות ב-105 מ"צ.
- (2) חומר יבש בצנר. נקבע על-ידי יבוש בתנור תתלחץ (ואקום) 24 שעות ב-70 מ"צ.
- (3) pH. כ-20 גרם פיסות סלק מוצו עם 180 גרם מים במכשיר Stomacher במשך 3 דקות. הנזול נבדק במד-pH.
- (4) פחמימות מסיסות צמיס (סוכרים). נקבעו בשיטת הפנול סולפורית (4).

### בדיקות מיקרוביאליות

- נבדקו חידקי חומצת חלב, פטריות, שמרים, שמרים מפרקי חומצת חלב, אנטרובקטריות ונבגי קלוסטרידיה. הבדיקות בוצעו לפי הפירוס ב-(5).



טבלה 1. אנאליזה כימית של סלק המספוא הטרי, המוחמץ והמטופל.

הטיפול	יום 0			יום 5			יום 30		
	% ח"י	pH	סוכרים <sup>1</sup>	% ח"י	pH	סוכרים <sup>1</sup>	% ח"י	pH	סוכרים <sup>1</sup>
היקש	9.9	7.4	44.9	9.6	4.5	31.4	8.8	3.6	5.5
מטופל	-	-	-	9.7	4.5	28.5	9.9	3.6	4.7
עלים	11.0	7.4	0.2	-	-	-	-	-	-

<sup>1</sup> % בחומר היבש.

## תוצאות

בטבלה 1 מובאות תוצאות הבדיקות הכימיות בסלק המספוא הטרי ובתחמיץ. נמצא כי תכולת החומר היבש בסלק היתה מועטה, בסביבות 10%. תכולת הסוכרים באשרוש הגיעה לכ-45% בחומר היבש. מאידך גיסא, בעלים כמעט לא נמצאו סוכרים. ה-pH במהלך ההחמצה ירד מ-7.4 בצמח הטרי ל-4.5 ביום החמישי ול-3.6 ביום ה-30. הפחמימות המסיסות במים פחתו ל-30% ביום ה-5 ול-5% ביום ה-30. בתחמיצים לא נמצאו הבדלים בין החומר המטופל לחומר מההיקש.

טבלה 2. הפסדי חומר יבש בתחמיצי הסלק, מטופל והיקש (% מהחומר היבש).

	יום 5		יום 30	
	הפסדים בנגר	סה"כ הפסדים	הפסדים בנגר	סה"כ הפסדים
היקש	1.5	21.5	3.9	31.8
מטופל	2.5	21.2	4.3	31.6

הפסדי החומר היבש ניתנים בטבלה 2. לאחר 30 ימי החמצה נמצאו כ-30% הפסדים. גם כאן לא נמצאו הבדלים בין הקבוצות השונות. נמצא כי רוב ההפסדים חלו ב-5 ימי התסיסה הראשונים. הפסדי חומר יבש מהנגר הגיעו ל-4% בלבד. את יתר ההפסדים יש לחשב כהפסדי גזים.

תוצאות הבדיקות המיקרוביאליות בסלק הטרי ובתחמיצים מובאות בטבלה 3. בסלק הטרי נמצא מספר קטן יחסית של חידיקי חומצת חלב, שמרים ועובשים. מאידך גיסא נמצא מספר גדול של אנטרובקטריות. לאחר 5 ימי החמצה גדל מאוד מספר המיקרוד אורגניזמים מכל הקבוצות שנבדקו. לאחר 30 ימי החמצה - כבר לא נמצאו אנטרובקטריות, ואילו יתר הקבוצות נשארו במספר גדול.

טבלה 3. אנאליזה מיקרוביאלית של סלק המספוא הטרי, המוחמץ והמטופל (התוצאות מבוטאות כלוגריתמוס המספר של היחידות יוצרות המושבים בגרם חומר יבש).

	יום 0					יום 5					יום 30				
	LB	Y	LY	M	E	LB	Y	LY	M	E	LB	Y	LY	M	E
היקש	6.2	3.1	2.9	3.2	4.0	8.4	7.6	8.3	8.6	9.2	-	-	-	6.1	8.3
מטופל	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.3	8.3
עלים	7.7	-	-	-	4.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

LB = לקטובציליים. Y = שמרים. LY = שמרים מפרקי חומצת חלב. M = פטריות עובש. E = אנטרובקטריות.

## דיון ומסקנות

הפסדי החומר היבש בסלק המוחמץ היו גדולים, כ-30%. תוספת החומצה הסורבית לא הפחיתה את ההפסדים. ההפסדים נבעו בעיקר מפליטת גזים. לפי תוצאות הבדיקות המיקרוביאליות ניתן לראות כי האנטרובקטריות והשמרים היו במספר רב. ידוע כי קבוצות אלה, שמקורן מהקרע, גורמות קלקולים בתחמיץ (6). כזכור, תוספת חומצה סורבית הקטינה את הפסדי התסיסה בהחמצת קליפות פרי הדר (3). כיצד ניתן להבין את חוסר היעילות של חומצה זו בהחמצת סלק? מחוסר נתונים, אנו יכולים בשלב זה רק להניח, כי המטען הרב של האנטרובקטריות והשמרים הוא הגורם הדומיננטי את הקלקול, וכי ה-pH ההתחלתי הגבוה איפשר התפתחות מהירה מאוד של אוכלוסיות אלה.

## ספרות

1. ארנון י. (תשט"ז): ההלכה והמעשה בגידולי שדה. הוצאת "ספרית השדה" תל-אביב, עמ' 539 - 544.
2. חן יאירה (1987): בדיקת השינויים הכימיים והמיקרוביאליים החלים בקליפות פרי הדר לאורך עונת הקטיף. פרויקט גמר. המעברה לשימור מספוא. מינהל המחקר החקלאי, בית-דגן.
3. Weinberg Z.G., G. Ashbell and B. Horev (1989). J. Sci. Food Agric. 46: 253 - 258.
4. Dubois, M., K.A. Giles, J.K. Hamilton, P.A. Rebes, and F. Smith (1956). Annual Chem. 28: 350 - 356.
5. Ashbell, G., G. Phalow, B. Dinter and Z.G. Weinberg. (1987). J. Appl. Bacteriology 63: 275 - 279.
6. McDonald P. (1981). In: The Biochemistry of silage John Wiley & Sons. Chichester, pp. 91 - 94.