

השפעת מועד הקציר על נעכלות הפחמימות של תחמיץ חיטה מזן "אריאל"

עמוס קבלה, יהושע מירון, אדית יוסף ודניאל בן גדליה
היחידה המטבולית, מינהל המחקר החקלאי

תקציר

היא שימור המזון הגס במינימום הפסדים. השימור כשחת מחייב יבוש לזמן רב יחסית על מנת לקבל תכולת ח"י מינימלית של 85%, ותלוי במזג האוויר שהינו הפכפך במיוחד בעונת המעבר – האביב. לכן, דרך השימור העיקרית לגבי חיטה היא ההחמצה שמאפשרת נוחות שימוש בעת ההזנה והקטנת התלות במזג האוויר בעת ההכנה. לשימור הירק כתחמיץ דרושים מספר גורמים: תכולת ח"י אופטימלית 31%–35%; תכולה גבוהה של סוכרים מסיסים; כושר התרסה נמוך ותנאים אנארוביים מוחלטים בכלי הקיבול.

תכולת ח"י גבוהה מ-30% חשובה למניעת הפסדי נגר מכלי הקיבול (McDonald, 1981) היכולים להגיע עד 10%, כאשר הירק רטוב ולמניעת התפתחות חידיקי הקלוסטרדיה (Macpherson, 1952) הגורמים לדה-אמיניזציה חזקה וייצור חומצה בוטירית; אובדן חלבון והפסדי ח"י היכולים להגיע עד 50%. ירידת ה-pH ל-4 בתחמיצים רטובים לא מונעת את התפתחות הקלוסטרדיה (Henderson, 1993). מאידך, תכולת ח"י גבוהה מדי (מעל 40%) עלולה לגרום בעיות בהידוק הירק ולכידת חמצן רב בכלי הקיבול, ועלולה לגרום להתחממות יתר של התחמיץ הכרוכה באובדן ערך תזונתי וקלקול התחמיץ (Rotz and Muck, 1994).

כדי להשיג את תכולת הח"י האופטימלית, במקרים רבים יש צורך להקמיל את הירק. תהליך ההקמלה כרוך בהפסדים של ערך תזונתי הכוללים הפסדים מכניים והפסדים ביוכימיים. הפסדים אלה יכולים להגיע עד ל-5%–7% מהערך התזונתי והצלחת ההקמלה תלויה בשינויי מזג האוויר (Ashbell et al. 1986). תכולת ח"י בצמחי תחמיץ עולה עם התבגרות הצמח. בצמח

צמחי חיטה נקצרו בשלבי הפריחה והבשלת חלב-דונג (חלב"ג), הוחמצו בצנצנות מעבדה, ונבחנה השפעת מועד הקציר על שרידות פחמימות דופן-התא והסוכרים המסיסים לאחר החמצה והנעכלות במבחנה של המרכיבים הסוכריים. קרוב ל-10% מפחמימות דופן-התא הומסו במהלך ההחמצה ונוצלו חלקית. מבין המרכיבים הסוכריים המסיסים תססו בשיעור הגבוה ביותר גלוקוז וגלקטוז. פרוקטוז תסס במידה שווה בשני התחמיצים, אך השרידות הגבוהה יותר של הסוכרים המחזורים בתחמיץ החלב"ג לעומת זאת של תחמיץ הפריחה מרמזת על השתתפות העמילן בתהליך ההחמצה של הראשון. כללית, נעכלות התחמיצים היתה נמוכה מזאת של חומרי המוצא, אך ההפרש היה גדול יותר בשלב הפריחה, כך שהפער בנעכלות כלל פחמימות דופן-התא בין שני שלבי הגידול ירד מ-8.1 יחידות אחוז בחומרי המוצא ל-5.5 יחידות בתחמיצים. הפחיתה בנעכלות המרכיבים הסוכריים של הצמח השלם, לאחר החמצה, היתה 11.5 ו-6.0 יחידות אחוז עבור שלבי הפריחה והחלב"ג, בהתאמה, כך שהנעכלות של כלל המרכיבים הסוכריים בצמח השלם שהיתה שווה בחומרי המוצא, גבוהה ב-5.3 יחידות אחוז בתחמיץ החלב"ג מזאת של תחמיץ הפריחה. בדיקת הנעכלות ברמת המרכיבים הסוכריים מציעה כלי חד יותר מנעכלות ה-NDF גרידא לקביעת שלב הקציר האופטימלי של חיטה לתחמיץ.

מבוא

שתי דרכי השימור העיקריות לשימור מזון גס הן שחת ותחמיץ. המטרה העיקרית של השימור

החייטה תכולת הח"י בשלב הפריחה היא כ-20–25% ובשלב הבשלת חלב/דונג מגיעה תכולת הח"י ל-33–37% (Ashbell et al., 1985). תנאים אנאורביים מוחלטים בכלי הקיבול הכרחיים להצלחת ההחמצה ולהתפתחות אוכלוסיה של מיקרואורגניזמים ש"יודעת" לייצר חומצה לקטית, מחד – ומניעת התפתחות אוכלוסיות דוגמת שמרים שיגרמו לקילקול התחמיץ, מאידך (Woolford et al., 1982). נוכחות חמצן בתחמיץ מתבטאת בעליית ה-pH, פחיתה בתכולת החומצות המשמרות (לקטית ואצטית) והסוכרים המסיסים, מעודדת את התפתחות אוכלוסית השמרים ולאחר מכן את אוכלוסית העובשים המפרישים רעלים הגורמים לדחית התחמיץ על ידי הבע"ת, ומלווה בהפסדי ח"י של עשרות אחוזים (Lisker et al., 1989).

כושר ההתרסה (Buffering Capacity) של צמחים הוא גורם חשוב בהחמצה, שכן יש צורך בייצור רב יותר של חומצות משמרות על ידי המק"א בתחמיץ על מנת להביא את ה-pH מ-6 (ה-pH של הצמח) לכ-4 (ערך pH של תחמיץ שמור היטב). כושר ההתרסה של קטניות גבוה ביותר, בינוני בעשבוניים, ונמוך בדגניים (Rotz and Muck, 1994). תכונה זאת (כושר ההתרסה) מיוחסת בעיקר לאניונים שבצמח (מלחי חומצות אורגניות, תרכובות זרחן וסולפט) ורק 10–20% נתרם על ידי חלבוני הצמח (McDonald, 1981). כושר ההתרסה של דגניים פוחת במהלך התבגרותם (Bergen et al., 1991).

תכולת סוכרים מסיסים גבוהה בצמח המומחץ חיונית למיקרופלורה המתפתחת בתחמיץ ובעיקר לחידקי החומצה הלקטית המתסיסים סוכרים פשוטים לחומצות משמרות (לקטית ואצטית). בחייטה תכולת הסוכרים המסיסים מגיעה לשיא בשלב החלב (28–30% על בסיס ח"י) (Ashbell et al., 1985), ולאחר שלב זה פוחתת בצורה חזקה עד לערך של 5% על בסיס ח"י בסוף שלב הבשלת הדונג (Bolsen et al., 1983). עבודות שנעשו לאחרונה הראו, שפקטין אינו משתתף בהחמצה, והחידקים הלקטובציליים אינם מנצלים פקטין (Ben Ghedalia and Yosef, 1989b; Ben Ghedalia et al., 1993).

השתתפות סוכרי דופן-התא בתהליך ההחמצה: בעשבוניים נמצא פירוק אנוימתי וכימי של סוכרים מביניים ובמיוחד של מקטע ההמיצלולוז הגורם להפחתה של 1–3% בתכולת דופן-התא במהלך ההחמצה (McDonald, 1981).

Morrison (1979) שבחן השפעת ההחמצה על דופן-התא בעשבוניים, מצא אובדן של 5% בצלולוז ושל 10–20% במקטע ההמיצלולוז במהלך ההחמצה; Ben Ghedalia and Yosef (1989a,b) שבחנו את השפעת ההחמצה על המסת סוכרי דופן-התא בקטניות לא מצאו פחיתה בגלוקוז וקסילוז דופן-התא, אך מצאו פירוק חלקי של סוכרים מסתעפים משלד ההטרודקסילן (ארבינוז, גלקטוז וחומצות אורוניות). אין מידע בספרות על גורל המרכיבים החד-סוכריים של דופן-התא והשתתפותם בתהליך ההחמצה של צמח החייטה.

מטרות העבודה

1. בחינת תרומת סוכרי דופן-התא להחמצת צמח צעיר נעדר עמילן (בשלב פריחה), בהשוואה לצמח עמילני (בשלב הבשלת חלב/דונג).
2. בדיקת הנעכלות במבחנה של צמחי המוצא ושל התחמיצים שנקצרו בשלב פריחה, בהשוואה לשלב הבשלת חלב-דונג.

חומרים ושיטות

חייטה מזן אריאל נקצרה 10 ס"מ מעל הקרקע מחלקה של קיבוץ גזר בשלב הפריחה, ולאחר 19 יום נקצרה מאותה חלקה בשלב החלב. בצמחי שלב הפריחה תכולת הח"י היתה 25.4% ולכן היה צורך בהקמלה לפני ההחמצה. הירק הקצוץ (1 ס"מ) הוקמל על ידי פרישתו בשמש למשך כשעתיים עד לתכולת ח"י של 35.3%,

החייטה תכולת הח"י בשלב הפריחה היא כ-20–25% ובשלב הבשלת חלב/דונג מגיעה תכולת הח"י ל-33–37% (Ashbell et al., 1985). תנאים אנאורביים מוחלטים בכלי הקיבול הכרחיים להצלחת ההחמצה ולהתפתחות אוכלוסיה של מיקרואורגניזמים ש"יודעת" לייצר חומצה לקטית, מחד – ומניעת התפתחות אוכלוסיות דוגמת שמרים שיגרמו לקילקול התחמיץ, מאידך (Woolford et al., 1982). נוכחות חמצן בתחמיץ מתבטאת בעליית ה-pH, פחיתה בתכולת החומצות המשמרות (לקטית ואצטית) והסוכרים המסיסים, מעודדת את התפתחות אוכלוסית השמרים ולאחר מכן את אוכלוסית העובשים המפרישים רעלים הגורמים לדחית התחמיץ על ידי הבע"ת, ומלווה בהפסדי ח"י של עשרות אחוזים (Lisker et al., 1989).

של הסוכרים שהשתחררו בהידרוליזה לאלדיטול אצטטים התבססה על מודיפיקציה לשיטתם של Blakeney et al. (1983).

חומצות אורוניות בחומר המלא ובדופן-התא נקבעו בשיטה ספקטרופוטומטרית לפי שיטתם של Blumenkrantz and Asboe-Hansen (1973). דרגת הנעכלות במבחנה (כרס מלאכותית) של החומר האורגני, המרכיבים הסוכריים ודופן-התא בצמת החיטה ובתחמיצים, בוצעה לפי השיטה הדרישלבית של Tilley and Terry (1963).

על מנת לקבוע אובדן פחמימות בתהליך ההחמצה, נעשה חישוב השרידות (recovery) של כל מרכיב סוכרי בחומר המלא ובדופן-התא ושל כלל הסוכרים המחזורים והפרוקטוז. השרידות הוגדרה כיחס (%) בין כמות הסוכרים בחומר המלא או בדופן-התא שנמצאה בכל צנצנת בסיום ההחמצה, לכמות שהוכנסה לצנצנת. ההפרש בין החומר המלא לדופן-התא חושב כמקטע מומסי התא.

תוצאות ודיון

החמצה

תכולת הסוכרים של חומרי המוצא מובאת בטבלה 1. השינוי העיקרי בין שלב הפריחה לשלב החלד"ג התבטא בהכפלת הריכוז היחסי של גלוקוז מסיס בדטרנט ניוטראלי כתוצאה ממילוי התפרחות בעמילן.

טבלה 2 מציגה את הרכב התחמיצים וחומרי המוצא. תאורטית, עמילן יכול להשתתף בתהליך ההחמצה (Henderson, 1993). אך התכולות הגבוהות של פרוקטוז וסוכרים מחזרים בצמחי החיטה בשני השלבים מראות, שבעבודה זאת לא היה מחסור בסוכרים פרמנטביליים. שני התחמיצים היו טובים; ה-pH היה 4.47 ו-4.24 בתחמיץ הפריחה והחלד"ג ומשקף את התכולות של החומצה הלקטית 3.18% ו-4.28%, בהתאמה. בשני התחמיצים, יחד עם הפחיתה בריכוז הסוכרים הפרמנטביליים היתה עליה בתכולת מרכיבי דופן-התא. שינוי זה מוזכר, כי נראה שהוא קשור

ונדחס להחמצה בצנצנות מעבדה בנות 2 ליטר. בצמחים שנקצרו בשלב החלד"ג תכולת הח"י היתה 36.6%, ולכן לא היה צורך בהקמלה קודם להחמצה. החמצת צמחי שלב הפריחה ושלב החלד"ג נעשתה ב-4 צנצנות (חזרות) לדוגמה למשך 60 יום בטמפרטורת החדר.

בתוך ההחמצה נפתחו הצנצנות, והחומר בכל צנצנת נשקל וחולק לשלושה חלקים: חלק אחד יובש בהקפאה, ונשמר להמשך בדיקות. חלק שני יובש בתנור ב-105°C על מנת לקבוע את תכולת החומר היבש ואת כמות הח"י הנותנת בעקבות ההחמצה. לחלק השלישי נעשה מיצוי מימי: דגימת תחמיץ (5% על בסיס ח"י) טולטלה יחד עם מים למשך 30 דקות בקרור. מיד לאחר הטילטול סונן המיצוי והוקפא להמשך אנליזות.

במיצוי המימי נבדקו: דרגת החומציות נקבעה ב-pH מטר מיד לאחר הטילטול; ריכוזי חומצות שומן נדיפות נקבעו בכרומטוגרפיה גזית על פי הלקטית בשיטה ספקטרופוטומטרית לפי Ben Ghedalia and Shefet Pryce (1983); ריכוז החומצה (1969), וריכוז הסוכרים המחזורים בשיטה ספקטרופוטומטרית לפי Miller (1959).

בצמח החיטה (חומרי המוצא) ובתחמיצי החיטה נבדקו: תכולת החומר היבש נקבעה לאחר ייבוש בתנור ב-105°C למשך לילה ותכולת האפר נקבעה לאחר שריפה בתנור ב-550°C למשך 3.5 שעות (AOAC, 1984).

תכולת דפנות התאים (NDF) בצמח החיטה ובתחמיצי החיטה נקבעה בשיטת הפרקציונציה באמצעות דטרנטים (Van Soest et al., 1991). תכולת הליגנין והסיליקה נקבעו לפי Goering and Van Soest (1970). ריכוז הפרוקטוז בחומרי המוצא ובתחמיצים נקבע לאחר מיצוי ב-0.1N HCl בשיטה ספקטרופוטומטרית לפי Boratynski (1984).

המרכיבים הסוכריים בחומר המלא ובדופן-התא נקבעו בכרומטוגרפיה גזית המבוססת על קביעת תולדות נדיפות (אלדיטול אצטטים) של הסוכרים ששוחררו מהחומר לאחר ההידרוליזה חומצית. תנאי ההידרוליזה נקבעו לפי Bacon and Gordon (1980). הדריבציה

טבלה 1. הרכב השאריות הסוכריות (ג'/100 חומר יבש) בצמח חיטה שלם שנקצר בשלב פריחה או חלד"ג והתפלגות (%) בין דופן-התא (ד"ת) למומסי-תא (מ"ת).

מרכיב סוכרי	שלב פריחה			שלב חלד"ג		
	הרכב	ד"ת	מ"ת	הרכב	ד"ת	מ"ת
גלוקוז	31.4	83.3	16.7	34.6	64.3	35.7
קסילוז	14.1	100	0.01	11.8	100	0.03
ארבינוז	2.36	95.3	4.70	2.69	92.1	7.91
חומצות אורוניות	2.87	60.1	39.9	2.40	59.7	40.3
גלקטוז	0.94	49.9	50.1	0.79	62.3	37.7
מנוז	0.44	38.0	62.0	0.48	41.0	59.0
כלל סוכרים	52.2	86.1	13.9	52.8	73.3	26.7

טבלה 2. הרכב כימי (ג'/100 ג' חומר יבש) של חומרי המוצא והתחמיצים של צמח חיטה שנקצר בשלב פריחה או חלב-דונג.

המרכיב	שלב פריחה		שלב חלב-דונג	
	חומר מוצא	תחמיץ	חומר מוצא	תחמיץ
pH		4.47		4.24
חומצה לקטית		3.18		4.28
חומצה אצטית		2.77		3.16
חומצה איזובוטירית		0.12		0.24
חומצה בוטירית		0.20		0
פרוקטוז	11.7	5.64	14.6	6.49
סוכרים מחזורים	12.7	3.84	10.3	5.20
דפנות התאים	58.4	62.3	50.9	53.5
צלולוז ¹	26.2	28.5	22.3	24.5
המיצלולוזה ² (סוכרים)	18.7	18.3	16.4	16.5
ליגינין	5.86	7.12	5.66	6.56
סיליקה	3.32	3.82	3.68	4.64

¹ גלוקוז דופן-התא

² נקבעה כסכום המרכיבים הסוכריים שבדופן-התא בהפחתת הגלוקוז.

לשינויים בנעכלות לאחר ההחמצה.

השתתפות המרכיבים הסוכריים של דופן-התא בתהליך ההחמצה מובאת בטבלה 3. באספסת (Ben Ghedalia and Yosef, 1989 a,b), הדעה הכללית אומרת, שסוכרי דופן-התא תורמים מעט לתהליך זה. אך דבר זה מסתמך על אינפורמציה מועטה. לדוגמה, 100% שרידות של שיירי גלוקוז וקסילוז דופן-התא, נמצאה בעוד שבעשבוניים דווח על אובדן של 5% צלולוז ושל 10%-20 המיצלולוז (Morison, 1979). טבלה 3 היא הראשונה להראות את

טבלה 4. שרידות (%) השאריות הסוכריות במומסי-התא במהלך החמצת צמח חיטה שנקצר בשלב פריחה או חלד"ג.

המרכיב הסוכרי	תחמיץ פריחה	תחמיץ חלד"ג	שט"מ
גלוקוז	^a 16.3	^a 56.2	5.41
קסילוז	147	320	59.0
ארבינוז	183	152	15.5
חומצות אורוניות	86.3	87.5	2.92
גלקטוז	^a 35.2	^a 76.4	3.99
מנוז	^a 98.7	^a 594	27.6
כלל סוכרים	^a 36.6	^a 78.6	6.08
פרוקטוז	42.7	38.9	2.19
סוכרים מחזרים	^a 26.8	^a 44.1	3.06

^a ערכים באותה שורה ובאותו פרמטר המסומנים באותיות שונות נבדלים זה מזה באופן מובהק $P < 0.05$.

פרוקטוז וגלוקוז מסיס שנמצאו בחומרי המוצא (טבלאות 1 ו-2), חידקי חומצה לקטית חסרי פקטינזות (Ben Ghedalia et al., 1993). לפי כך, חומצה גלקטואורונית, המרכיב העיקרי של הפקטין, אינו נצרך במהלך ההחמצה (Ben Ghedalia and Yosef, 1989 a; Ben Ghedalia et al., 1993). מנוז הוא בדרך כלל מרכיב סוכרי משני הנמצא בעיקר במומסי התא ויכול להיצרך במהלך תהליך ההחמצה, במיוחד כאשר יש מחסור בסוכרים פרמנטביליים (Ben Ghedalia and Yosef, 1989 a, b); השרידות הגבוהה של מנוז בשלב החלד"ג (600%, שמקורה בגדילת תכולת המנוז מ-0.48% בחומרי המוצא ל-2.20% בתחמיץ) היתה כנראה תוצאה של סינטזה מיקרוביאלית. הפרוקטוז תסס במידה שווה בשני התחמיצים, אך ההבדל המשמעותי בשרידות הסוכרים המחזרים בעבודה הנוכחית, ותופעת המנוז שהוזכרה לעיל, מרמזים על האפשרות של תבניות שונות של אוכלוסיות המק"א המשתתפות בתהליך ההחמצה. בהקשר זה, האפשרות של השתתפות העמילן בהחמצה של שלב החלד"ג לא יכולה להשלל.

הנתונים הרלוונטיים בחיטה. התמונה הכללית היא, שהשאריות הסוכריות בדופן-התא הומסו וככל הנראה נוצלו חלקית במהלך ההחמצה של החיטה. מידת ההמסה היתה 4–5%, 11–13%, 9–24% ו-10% עבור גלוקוז, קסילוז ארבינוז וחומצות אורוניות של דופן-התא, בהתאמה. כללית, קרוב ל-10% מפחמימות דופן-התא הומסו במהלך ההחמצה.

השרידות של הסוכרים המסיסים בדטרונט ניוטראלי, פרוקטוז וכלל סוכרים מחזרים מוצגת בטבלה 4. הסוכרים שתססו בשיעור הגבוה ביותר מבין הסוכרים המסיסים היו גלוקוז וגלקטוז, והיתה להם תרומה מרכזית ומשמעותית בתחמיץ שלב הפריחה. כפי שנראה בטבלה 3, במהלך ההחמצה היה מעבר של סוכרים מדופן-התא למומסי-התא, ולכן קשה להעריך במדויק את התרומה של הסוכרים המסיסים לתהליך ההחמצה. Chamberlain (1988) הראה, ש-50–70% מקסילוז שהוסיף תסס במהלך ההחמצה של עשבוניים. בעבודות אחרות באספסת עד 80% מהארבינוז המומס תסס במהלך ההחמצה (Ben Ghedalia and Yosef, 1989 a, b). השרידות הגבוהה של סוכרים אלה בעבודה הנוכחית (טבלה 4) מצביעה על כך, שתפקידם בתהליך ההחמצה היה מוגבל, ממצא שאינו מפתיע לנוכח התכולות הגבוהות של

טבלה 3. שרידות (%) השאריות הסוכריות בדופן-התא במהלך החמצת צמח חיטה שנקצר בשלב פריחה או חלד"ג.

המרכיב הסוכרי	תחמיץ פריחה	תחמיץ חלד"ג	שט"מ
גלוקוז	95.9	95.0	1.41
קסילוז	87.0	88.7	1.54
ארבינוז	76.0	80.9	1.90
חומצות אורוניות	89.6	90.4	1.18
גלקטוז	^a 70.6	^a 77.2	1.65
מנוז	^a 59.4	^a 89.5	1.47
כלל סוכרים	91.4	91.7	1.31

^a ערכים באותה שורה ובאותו פרמטר המסומנים באותיות שונות נבדלים זה מזה באופן מובהק $P < 0.05$.

טבלה 5. נעכלות במבחנה (%) של המרכיבים הסוכריים של דופן-התא בחומרי המוצא ובתחמיצים של צמח חיטה שנקצר בשלב הפריחה או החלד"ג.

המרכיב הסוכרי	שלב פריחה		שלב חלד"ג		שט"מ
	חומר מוצא	תחמיץ	חומר מוצא	תחמיץ	
גלוקוז	^a 66.4	^b 62.4	^a 58.2	^b 55.6	0.54
קסילוז	^a 63.4	^b 56.9	^a 53.0	^b 51.8	0.61
ארבינוז	^a 78.8	^b 71.6	^a 77.0	^b 72.4	0.35
חומצות אורוניות	^a 67.1	^b 62.9	^a 61.3	^b 58.3	0.53
גלקטוז	^a 85.8	^b 78.1	^a 79.8	^b 70.8	0.34
מנוז	^a 86.2	^b 77.2	^a 84.7	^b 85.0	0.24
כלל סוכרי דופן-התא	^a 66.4	^b 61.3	^a 58.3	^b 55.8	0.55
דופן-תא	^a 63.3	^b 57.8	^a 56.3	^b 50.8	0.62

א. ב. ג. ד. ערכים באותה שורה המסומנים באותיות שונות נבדלים זה מזה ברמת מובהקות $P < 0.05$.

טבלה 6. נעכלות במבחנה (%) של המרכיבים הסוכריים של החומר המלא בחומרי המוצא ובתחמיצים של צמח החיטה שנקצר בשלב הפריחה או החלד"ג.

מרכיב סוכרי	שלב פריחה		שלב חלד"ג		שט"מ
	חומר מוצא	תחמיץ	חומר מוצא	תחמיץ	
גלוקוז	^a 73.1	^b 60.4	^a 74.9	^b 65.7	0.60
קסילוז	^a 65.5	^b 55.3	^a 58.8	^b 57.1	0.82
ארבינוז	^a 79.1	^b 71.4	^a 79.6	^b 75.5	0.79
חומצות אורוניות	^a 75.2	^b 69.7	^a 73.0	^b 67.6	0.91
גלקטוז	^a 82.2	^b 62.6	^a 75.3	^b 67.2	0.82
מנוז	^a 87.7	^b 89.6	^a 90.6	^b 97.2	0.97
כלל סוכרים	^a 71.7	^b 60.2	^a 71.6	^b 65.5	0.60
חומר אורגני	^a 69.2	^b 59.0	^a 70.5	^b 65.6	0.51

א. ב. ג. ד. ערכים באותה שורה המסומנים באותיות שונות נבדלים זה מזה ברמת מובהקות $P < 0.05$.

נעכלות במבחנה

יחידות אחוז בשלבי הפריחה והחלד"ג, בהתאמה. כך שההפרש לטובת תחמיץ הפריחה, של 8.1 יחידות אחוז בנעכלות כלל פחמימות דופן-התא בין חומרי המוצא, פחת ל-5.5 יחידות אחוז בין התחמיצים. תמונה זאת לא משתקפת במקטע דופן-התא המכיל גם מרכיבים פנוליים. ובכך, עבודה זאת כמו בעבודות אחרות, נתוני נעכלות פחמימות דופן-התא מהווים אמצעי טוב וחד יותר למדידת השפעת הטיפול השונים.

נעכלות פחמימות דופן-התא מובאת בטבלה 5. כללית, התחמיצים היו פחות נעכלים מחומרי המוצא, אך ההפרש בין חומר המוצא לתחמיץ היה גדול יותר בשלב הפריחה, לעומת זה של שלב החלד"ג. למעט גלקטוז דופן-התא, הפחיתה בנעכלות של שאר פחמימות דופן-התא לאחר החמצה, היתה גדולה יותר בשלב הפריחה מאשר זאת של שלב החלד"ג. הפחיתה בנעכלות כלל פחמימות דופן-התא היתה 5.1 ו-2.5.

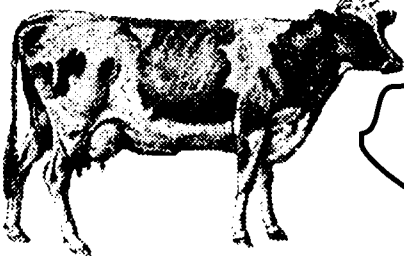
36% בייצור החומר היבש. בעבודה זאת נמצא, שנעכלות כלל המרכיבים הסוכריים בשלב החלד"ג היתה גבוהה ב-9% מזאת של תחמיץ הפריחה; כך שבקציר חיטה לתחמיץ בשלב זה, תוספת היבול במונחים של אנרגיה נעכלת תהיה יותר מ-45%.

על מנת להסיק את המסקנה הנכונה המתייחסת לשלב האופטימלי של קציר חיטה לתחמיץ, מומלץ ששניהם, חומרי המוצא והתחמיצים יוערכו ברמה של המרכיבים הסוכריים.

רשימת הספרות אינה מובאת כאן בצמוד משום הקפה הגדול. כל המעוניין יכול לקבלה במערכת או אצל המחברים.



הנעכלות של כלל המרכיבים הסוכריים בצמח השלם מוצגת בטבלה 6. הנוכחות של עמילן בחומרי המוצא של שלב החלד"ג מפצה על הפחיתה בנעכלות דופן-התא כתוצאה מהתבגרות הצמח. הפחיתה בנעכלות כלל המרכיבים הסוכריים של הצמח השלם לאחר החמצה, היתה 11.5 ו-6 יחידות אחוז בשלבי הפריחה והחלד"ג, בהתאמה. לפי כך, בעוד שנעכלות כלל המרכיבים הסוכריים בצמח השלם היתה שווה בחומרי המוצא (כ-72%), הנעכלות של תחמיץ החלד"ג היתה גבוהה ב-5.3 יחידות אחוז מזאת של תחמיץ הפריחה. בעבודה קודמת (בן-גדליה וחבריו, 1993), בין שלב הפריחה ושלב החלד"ג נמצאה תוספת של



"ש"פור תנא' האקלים
ברפת מגביר את תנובת
החלב של הפרות"

הפיתרון: הגבהת הרפת!

צוות מקצועי, מיומן ואמין יגיע אליכם ויבצע את העבודה
תוך מספר ימים – **במחירים מפתיעים** וברמה גבוהה.

לאינפורמציה נוספת פנה ל:

נורית עבודות מתכת בע"מ

טלפקס: 611382, 02-422567, ת.ד. 4546 ירושלים 91046