

טבלה 2. חלבון מסיס, חב"ח ו-ADIN מחלבון כללי במספר מזונות.

המזון	חלבון מסיס	חב"ח (NPN)	ADIN
שחת אספסת, אמצע פריחה	28	26	14
פריחה מלאה	27	25	16
ג' שעורה	17	5	5
גלוטן 60%	4	3	2
ג' תירס שבור	11	8	5
ג' תירס טחון	11	8	5
תחמיץ תירס, 45% גרעינים	45	45	8
25% גרעינים	55	55	9
קמח נוצות	9	8	32
שחת שיבולת	30	28	10
תחמיץ סורגום	45	45	5
ג' סורגום	12	4	5
כוספה סויה	20	11	2
סובין	25	—	6
תחמיץ חיטה (דונג)	45	45	8

מאימתי קוצרין חטה לתחמיץ?

דניאל בן-גדליה, עמוס קבלה ויהושע מירון
היחידה המטבולית, מינהל המחקר החקלאי
בהשתתפות: שמואל ברקוביץ ורן סולומון, לשכת ההדרכה רחובות, שה"מ

תקציר

הקוצר את זן החטה "אריאל" לתחמיץ בשלב הפריחה במקום בשלב הבשלת חלב-דונג, מפסיד ליחידת שטח מעל 36% מיבול החומר האורגני הנעכל, ללא שום תועלת או פיצוי הנראה לעין. רוצה לדעת למה? קרא בהמשך.

מבוא

מאימתי קוצרין חטה לתחמיץ? שאלה עם ריח של נפטלין השומרת למרבה הפלא על האקטואליות שלה. אמנם, אין זו סוגיה אקדמית, משום שמועד הקציר תלוי בגורמים שעל מרביתם אין לנו שליטה: באקלים (שנה גשומה או חלילה שחונה), במזג האוויר, בזמינות הכלים, בחג הפסח המצוי בסביבה וכד'. בכל זאת, חייבים להצביע על המועד המיטבי לקציר

החטה לתחמיץ. החטה מהווה את צמח המספוא הגס העיקרי בישראל, כאשר מרבית המסה המיועדת למספוא נשמרת בהחמצה. ככל שהדבר ייראה מוזר, אין זן ייחודי של חטה לתחמיץ, מגדלים מכל הבא ליד בהתאם לאילוצים שהם לרוב אגרוטכניים באופיים. יש זנים רגילים ויש אפילים: "אריאל" נחשב לאפיל ומייחסים לו ירידה מתונה באיכות התזונתית עם המעבר משלב הפריחה לשלב הבשלת החלב-דונג (להלן חלב-ד"ג). הבצורות של השנים אחרונות והשנה המאד גשומה שבאה בעקבותיהן, גרמו לזעזועים בסדרי הספקת המזון הגס לרפת ויש שקשרו זאת לתנודות בהרכב החלב. תנאים אלה העלו מחדש את שאלת מועד הקציר המיטבי.

טבלה 1. חלוקת החומר היבש בעלים, גבעולים ושיבולים של 100 צמחי חטה מזן "אריאל" בשלב הפריחה, ובשלב הבשלת חלב-דונג (חלד"ג), (19 יום הפרש בין קציר לקציר).

האבר בצמח	שלב פריחה	כמות החומר היבש (ג') שלב חלד"ג
עלים	72.3	68.7
גבעולים	152	168
שיבולים	56.1	144
צמח מלא	280	381

הפרש ביבול לטובת החלד"ג: 36.1%.

טבלה 2. התפלגות החומר היבש (%), באברים של 100 צמחי חטה מזן "אריאל" בשלב הפריחה, ובשלב הבשלת חלב-דונג (חלד"ג), (19 יום הפרש בין קציר לקציר).

האבר בצמח	שלב פריחה	שלב חלד"ג
עלים	25.8	18.1
גבעולים	54.2	44.1
שיבולים	20.0	37.8
צמח מלא	100	100

חלד"ג עולה חלקם של השיבולים ל-38% וזה של הגבעולים יורד ל-44%. ברור ששינויים אלה קשורים בהתמלאות השיבולות בעמילן.

אחת הטענות היא, שעם המעבר מפריחה לשלב הבשלת חלד"ג מזדקן הצמח ומקבלים מספוא שהוא בעצם צירוף של "קש ועמילן". הרכב מקטעי הדופן מהווה אינדיקטור טוב להזדקנות הצמח, נתונים על כך מובאים בטבלה 3. תכולת ה-NDF יורדת באופן דרסטי בשיבולים במעבר לשלב החלד"ג, אבל גם בגבעולים חלה תופעה דומה. נראה שהדבר קשור לכך, שבשלב הזה עדיין יש זרימת מוטמעים מהעלים דרך הגבעול אל השיבולות, כך שהגבעול מכיל שיעור ניכר של מוטמעים הנמצאים "בדרך". באופן כללי יש ירידה של 7.5 יח' אחוז של NDF בצמח השלם במעבר מפריחה לחלד"ג. עליית תכולת ה-NDF בעלים במעבר משלב לשלב קשורה בהתבגרות הצמח; לרוב

מטרת עבודה זו היתה, לבדוק השפעת מועד הקציר על יבול החומר האורגני הנעכל בון החטה האפיל "אריאל".

חומרים ושיטות

כאמור, העבודה נעשתה על חטה מהזן "אריאל", אשר נקצרה מחלקה מפותחת יפה של קיבוץ גזר בשלב הפריחה, ולאחר מכן בהפרש של 19 ימים מאותה חלקה נקצרה דגימה של צמחי חטה בהבשלת חלב-דונג. שלב ההבשלה הוגדר בוודאות על ידי ש. ברקוביץ וגובה הקציר נעשה בדומה לגובה קציר הקומביין, כך שכל צמח הכיל לפחות 3 עלים. בכל אחד מהמועדים נקבעה תכולת החומר היבש, תכולת דפנות התאים ומרכיביהם, ונעכלות החומר האורגני ודפנות התאים במבחנה. בכל אחד ממועדי הקציר הופרדו 100 צמחים מייצגים, אשר פורקו לאבריהם: גבעול, עלים ושיבולות וגם בהם נקבעו הפרמטרים שלעיל. קביעת משקל החומר היבש ב-100 צמחים בכל אחד ממועדי הקציר איפשרה לתת אומדן של ההפרש באחוזים, ביבול החומר היבש ליחידת שטח בין שני מועדי הקציר. קביעת נעכלות החומר האורגני במבחנה של הצמח המלא איפשרה לתת אומדן של ההפרש ביבול החומר האורגני הנעכל בין מועדי הקציר.

תוצאות ודיון

בטבלה 1 מופיעה חלוקת החומר היבש באברים של 100 צמחי חטה מזן "אריאל" בשני מועדי הקציר. בטבלה 2 מוצגת ההתפלגות (ב-%) של החומר היבש באברי הצמח. הנתונים העיקריים בטבלאות אלה הם: מאה צמחי חטה שנקצרו בפריחה מכילים 280 ג' חומר יבש, ואילו מאה צמחי חטה שנקצרו מאותה חלקה, 19 יום מאוחר יותר בהבשלת חלד"ג, מכילים 381 ג' חומר יבש, דהיינו 36% הפרש יבול בחומר יבש ליחידת שטח לטובת שלב הבשלת החלד"ג.

טבלאות 1 ו-2 גם מראות לנו, שבשלב הפריחה הגבעולים מהווים את המרכיב העיקרי של החומר היבש בצמח (54%), ואילו בהבשלת

טבלה 3. השפעת השלב הפיזיולוגי (פריחה או חלב־דונג, חלד"ג) על תכולת ה־NDF, ההמיצלולוזה והליגנין באברי צמח החטה מזן "אריאל" (%) על בסיס חומר יבש).

האבר	NDF		המיצלולוזה		ליגנין	
	פריחה	חלד"ג	פריחה	חלד"ג	פריחה	חלד"ג
עלים	53.1	59.6	20.4	22.7	3.84	4.55
גבעולים	56.2	53.5	18.0	17.2	7.08	7.17
שיבולים	66.2	40.0	30.3	19.4	4.81	3.48
צמח מלא	58.4	50.9	20.3	18.2	5.86	5.665

a המיצלולוזה נקבעה לפי שיטת הפרקציונציה בדטרונגטים כ־NDF-ADF והליגנין נקבע כמקטע ה־ADF שחומצן והומס ע"י פרמנגנט האשלגן.

טבלה 4. השפעת השלב הפיזיולוגי (פריחה או הבשלת חלב־דונג, חלד"ג), על תכולת ההמיצלולוזה והליגנין בדופן־התא (NDF) של צמח החטה מזן "אריאל" (%) על בסיס דופן־תא).

החומר הנבדק	המיצלולוזה		ליגנין	
	פריחה	חלד"ג	פריחה	חלד"ג
NDF של עלים	38.4	38.1	7.23	7.63
NDF של גבעולים	32.0	32.1	12.6	13.4
NDF של שיבולים	45.8	48.5	7.27	8.7
NDF של צמח מלא	34.8	35.8	10.0	11.1

a המיצלולוזה נקבעה לפי שיטת הפרקציונציה בדטרונגטים כ־NDF-ADF והליגנין נקבע כמקטע ה־ADF שחומצן והומס ע"י פרמנגנט האשלגן.

טבלה 5. הנעכלות במבחנה (%) של החומר האורגני ודופן התא (NDF) של צמח החטה מזן "אריאל", בשני מועדי קציר: פריחה והבשלת חלב־דונג (חלד"ג).

האבר	פריחה	חומר אורגני		דופן־תא NDF	
		חלד"ג	שת"מ	חלד"ג	שת"מ
עלים	73.7a	71.6b	0.26	71.6b	0.58
גבעולים	67.0a	64.1b	0.22	43.0b	0.49
שיבולים	71.4b	78.3a	0.61	57.6b	0.75
צמח מלא	69.2b	70.5a	0.30	56.3b	0.52

a, b ערכים באותה שורה ופרמטר המסומנים באותיות שונות, נבדלים סטטיסטית, $p < 0.05$. שת"מ – שגיאת תקן ממוצעת.

העלה הראשון כבר צהוב בשלב החלד"ג. השינויים בריכוזי מקטע ההמיצלולוזה, קטנים בצמח המלא, בעלה ובגבעול; והם גדולים וניכרים לעין רק בשיבולים עקב עליית שיעור העמילן בהן. הליגנין בצמח המלא נמוך במידת־מה בשלב החלד"ג מאשר בפריחה. אולם, התמלאות השיבולת בעמילן והשינויים

הגזורים מכך בהרכב המקטעים בצמח המלא, מחייבים מבט על הרכב ה־NDF כדי לקבל תמונה מדויקת יותר על הזדקנות הצמח. נתונים אלה מוצגים בטבלה 4, המראה את תכולת ההמיצלולוזה והליגנין ב־NDF, שכן אלה המרכיבים העיקריים שיש להם השפעה על נעכלות החומר האורגני של המספוא. מבט על

"גסותה" ושהיא בעלת נעכלות סבירה של NDF, תיצור בכרס את הסביבה הדרושה לפעולה יעילה של חידקים מייצרי חומצה אצטית, (ח' חומץ) כך שהכללה במנה מאוזנת ובנויה יפה תביא להרכב רצוי של החלב.

שלישית, נקודה מעשית נוספת וחשובה מאד: בשלב הפריחה צמח החטה מכיל כ-25% חומר יבש וכדי להחמיצו, תחילה יש להקמיל את הירק. בשלב החלד"ג החטה מכילה כ-35% חומר יבש, תכולה אידיאלית להחמצה ישירה. בהקמלה אובדים לפחות עוד 4% מהאנרגיה הנעכלת, כך שניתן לעגל את הנתון ביחס ליתרון החלד"ג שקיבלנו בעבודה זו ל-40% (4%+36%). דהיינו, הרוצה מסיבה כלשהי להאביס את פרותיו עשב של חטה שנקצר בשלב הפריחה במקום בשלב האופטימלי של חלד"ג, מפסיד 40% מהיבול של החומר האורגני הנעכל, ויתקשה להצדיק זאת בפני גזבר המשק. אנו מקווים שבכך יסתיים הוויכוח הנמשך ללא הצדקה מזה שנות דור.

תודות

תודת המחברים נתונה לדר' עופר קרול על השיחות המעוררות למחשבה שהובילו אותנו אל הנושא הנחקר. תודה לקיבוץ גור על שאיפשר לנו לדגום צמחי חטה משדה החטה שלהם.



טבלה 4 מראה לנו, שהשינויים בהרכב הדופן באברים השונים ובצמח המלא קטנים מאד בהשפעת שלב הקציר. כאן ניתן לעשות פסק זמן ולקבוע, שלפחות מבחינת הרכב הדופן, צמח החטה מזן "אריאל" בשלב חלד"ג אינו שונה בהרבה מאותו צמח בשלב הפריחה, ולכן מבחינה זו עבר הצמח הזדקנות קלה בלבד.

עד כאן חצי הסיפור, החצי השני מופיע בטבלה 5, שבה מוצגות נעכלויות החומר האורגני ודפנות התאים. נעכלות החומר האורגני בצמח המלא לא רק שלא ירדה, אלא אף עלתה במעט במעבר מפריחה לחלד"ג, כאשר התרומה העיקרית לכך באה מהשיבולים. לעומת זה, נעכלות הדופן ירדה ב-7 יחידות אחוז, גם כאן התרומה העיקרית באה מהשיבולים ומהגעוילים. קשה להסביר תופעה זו על בסיס השינויים הקלים בהרכב הדופן (ההמיצלולוזה והליגנין) בין שני מועדי הקציר. נראה שהסיבה להבדל בנעכלות הדופן אינה כרוכה בנושא ההזדקנות אלא בגורמים אחרים הנמצאים כעת בבדיקה במסגרת עבודת הגמר של עמוס קבלה נ"י.

לסיכום, אין כאן לא קש ולא בטיח, נעכלות החטה מזן "אריאל" בשלב חלד"ג אינה נופלת מזו של שלב הפריחה ולכן, הקוצר שדהו בשלב הפריחה מפסיד לפחות 36% מיבול החומר האורגני הנעכל. נראה לי, שבתנאים שלנו יהיה קשה מאד להצדיק זאת. כאן תישאל שוב השאלה: האם ירידת נעכלות הדופן בחלד"ג לא תשפיע על ייצור חומצת חומץ בכרס ועל שומן החלב? התשובות לכך הן, שבניסוי זה נבדקו הצמחים ולא מנה מלאה; במנה המלאה ההבדל בנעכלות הדופן יצטמצם או ייעלם.

שנית, המזון המרוכז בכל מקרה מהווה את המקור העיקרי לייצור חומצת חומץ בכרס, ותפקיד המזון הגס הינו בעיקר ליצור את הסביבה הנאותה לתסיסה מיטבית בכרס. לעתים קרובות, ירק צעיר בעל נעכלות דופן גבוהה (זון, למשל) עשוי להתנהג בכרס בצורה הקרובה יותר למזון מרוכז מאשר למזון גס. כך עלול לקרות עם חטה שנקצרה בפריחה. מאידך, חטה שנקצרה בשלב החלד"ג, שאין עוררין על