

זבל עופות באיכות גבוהה (15.5% אחוז אפר ו-26.1% חלבון כללי. הזבל הלא מטופל שהשתמשנו בו בניסוי היה יחסית יבש, 73.4% חומר יבש, ולא נשמר הרבה זמן עד אכילתו עלי יד הפרות. מדידת צריכת הזבל (מקור, ומוחמץ עם סחיט הדריס), ההרכב הכימי של הצואות ובעיקר מדידות ייצור החום לא הצביעו על השפעה של ההחמצה על איכות המזון הנצרך על יחס אכילת מרעית ביחס לזבל ועל סה"כ מאזן האנרגיה. נראה שבתנאי הניסוי המצב האנרגטי של הפרות היה מאוזן ורזרבת האנרגיה שלהם יכולה להספיק לייצור של כ-6-7 ליטר חלב. כמות זאת צריכה לספק את דרישות העגלים והיא נמצאת בהתאמה עם עליות המשקל של העגלים בניסוי 650 עד 970 גרם ליום. מסקנות הניסוי אינן מתאימות למצב בו איכות זבל העופות שמובא מהלול נמוכה, ו/או שהליך שמירתו לא יבטיחו שמירת איכות גבוהה.

מבוא:

השימוש בזבל פטמים (זע) מהווה מרכיב חיוני בהזנת הפרות בישראל בעונות בהן המרעית הופכת לקמל ואיכותה יורדת. הדרך המקובלת ביותר להגשת זע לפרות היא בצורתו הטרייה כפי שהוצאה מהלולים. החמצת הזבל על ידי תוספת מים משמרת את איכותו (מקטינה את שרפתו בזמן המתנה מהוצאת הזבל מהלול ועד הגשתו), מנקה אותו בצורה משמעותית מגורמי תחלואה ואולי אף משפרת את איכותו. החמצתו על ידי תוספת פסולת ירקות או פרות מקנה לו שיפור נוסף הן עקב תוספת מרכיבי מזון באיכות גבוהה יותר, והן עקב שיפור בשימור כתוצאה של התייצבות pH נמוך יותר. הליך החמצת דורש השקעת זמן, והחמצה עם פסולת מחייבת השקעה בקניית הפסולות. בעבר דיווחנו שתוספת אנרגטית לזע משפרת גם את הנעכלות והאכילה של הקש שבמנה (Brosh et al., 1993). למרות האמור לעיל לא היה לנו כל מידע על ההשפעות של מתן זבל מוחמץ ושל מתן זע מוחמץ עם פסולת חקלאית ועל אכילת המרעית בשטח ועיכולה, ומכאן על סה"כ צריכת האנרגיה המטבולית (MEI). לדוגמא שתי אפשרויות חלופיות של השפעה:

1. שיפור הזבל יכול לגרום לפרות להסתפק בחלק גדול יותר ממנו "ולהתעצל" לאסוף מרעית, ומכאן שהשיפור באיכות יצא בהפסד באיסוף המרעית (מקרה זה יכול להיות גם יתרון, אם יש בעיה בכמות המרעית, למשל בחלקות סגורות של המלטה).
2. השיפור האנרגטי של הזבל ישפר גם את עיכול הקמל ויגדיל את צריכת הקמל, בדומה למה שנמדד בניסויים בהאבסה.

מכאן שבסה"כ לא היה לנו מידע על התמורה האנרגטית והכלכלית מתהליך החמצת ביחס לעלות הכלכלית של החמצת לסוגיה.

מדידה של צריכת מזון במרעה טבעי דורשת משאבים כספיים יקרים. לעומת זאת ניתן כיום בשיטת קצב הלב למדוד את הוצאת האנרגיה בעלויות נמוכות בהרבה ובזמן קצר. הוצאת האנרגיה נמצאת בהתאמה במתאם גבוהה עם ערך האנרגיה המטבולית (ME) של המרעית ועם ערך ה MEI. המשוואות לקשרים הנ"ל גובשו ופורסמו בעיתונות הבין לאומית (Aharoni et al., 2004, Brosh et al., 2004). ניתן להשתמש במשוואות הנ"ל גם בכוון ההפוך. כלומר, לאמוד את ערך המרעית ואת ה MEI מתוך מדידת הוצאת האנרגיה בשיטת קצב הלב. דבר זה יאפשר להעריך בקלות יחסית את התרומה של החמצת הזבל לסוגיו לשיפור איכות המנה והשפעתה על ה MEI.

המחקר הנוכחי הוא מחקר המשך לניסוי קודם בו השתמשנו בזבל פטימים (זע) באיכות בינונית (73% חומר יבש, 19.6% אפר, 23.5% חלבון כללי ו 34.0% אפר בזע הלא מטופל). פרות המחקר הקודם היו פרות לא מניקות שהדרישות התזונתיות שלהן נמוכות יחסית לדרישות של פרות מניקות.

מסקנות המחקר הקודם היו:

שהחמצת במים בלבד משפרת את מאזן האנרגיה בערך של 8.7% ביחס לרמת הקיום, ערך המספיק ככל הנראה להעביר ממאזן אנרגיה שלילי למצב מאוזן אנרגטית. **החמצת של אותו מקור ז"ע עם סחיט הדרים** שיפרה את מאזן האנרגיה ב 6.3% ביחס לרמת הקיום, כלומר לא היה כל יתרון להחמצת בהדרים על החמצת במים. כאשר הוגש לפרות זע מוחמץ עם סחיט הדרים מכפר סאלד שופר מאזן האנרגיה ב 19% ביחס לרמת הקיום. **מניעת ז"ע** פוגעת במאזן האנרגיה בערך של 14% ביחס לרמת קיום.

זבל הפטימים מכפר סאלד שהוחמץ בהדרים לא היה אותו מקור של זבל הפטימים ששימש לבדיקה כז"ע לא מטופל ומוחמץ במים ובהדרים בכרי דשא. מכאן שלא ניתן היה מהניסוי הקודם להסיק האם התרומה הגבוהה למאזן האנרגיה של ה ז"ע מוחמץ הדרים מכפר סאלד הייתה תרומה של איכות המקור (ז"ע גולמי) או של

ההחמצה. בנוסף לכך חלק חשוב מבחינת הזנת הפרות בז"ע מתבצע בסתיו בו פרות מניקות אוכלות ז"ע. לפרות מניקות יש דרישות תזונתיות גבוהות יותר וחשיבות איכות המזון המוסף הנה גבוהה יותר. בהתאם לאמור לעיל יבוצע המחקר הנוכחי בפרות מניקות כאשר הז"ע שישמש בניסוי כז"ע מקורי (לא מטופל) ולהחמצה הוא מאיכות גבוהה. **מטרת המחקר** היא לבדוק את השפעת טיפולי ההחמצה של זבל פטמים על האיכות והכמות של המנה הנאכלת על ידי פרות במרעה (זע +מרעית) בפרות יבשות ובמניקות.

תוצאות ודיון שנת מחקר מדווחת.

הניסוי בוצע בשתי חלקות (2 ו 5) במתכון crossover, תקופת האקלום למנה הייתה שבועיים והניסוי נמשך שבוע. לאחר סיום שבוע הניסוי המנות בחלקות הוחלפו שוב, ובהתאם לתקופה הראשונה הפרות אוקלמו שבועיים והניסוי נמשך שבוע.

כל חלקה היו 12 פרות מניקות. צריכת זבל העופות חושבה כצריכה קבוצתית מחולק למספר הפרות. משקלי הפרות בחלקות בתקופות מוצגות (טבלה 1) בחלוקה לפי הפרות שנמדד בהם ייצור החום (HP) ולפי כול הפרות יחד. כמו כן מוצגים (טבלה 1) משקלי העגלים ותוספת המשקל שלהם בניסוי (מה 1/9/08 עד ה 12/10/08). המצב הגופני של הפרות (טבלה 1) נמדד רק פעם אחת, בסיום התקופה השנייה של הניסוי.

טבלה 1. נתוני הפרות (משקל, ק"ג, ומצב גופני בסקלה של 1-5) ושל העגלים בחלקות וביצועיהם במהלך הניסוי, HP מציין את נתוני 7 הפרות שנמדד בהם ייצור החום (HP), סה"כ היו 12 פרות בכל חלקה.

חלקה 2		חלקה 5		תקופה	נתוני בעלי חיים וביצועים
2	1	2	1		
434.9	424.3	482.9	471.7	ממוצע	משקל פרות HP
24.0	23.1	29.7	28.5	SE	
429.3	420.3	423.8	426.4	ממוצע	משקל כול הפרות
27.0	25.6	30.3	25.9	SE	
2.34		2.53		ממוצע	פרות HP מצב גופני
0.15		0.15		SE	
81.7	55.0	75.3	49.8	ממוצע	משקל עגלים HP
5.0	2.9	5.3	4.2	SE	
0.652		0.969		ממוצע	תוספת משקל עגלים (ק"ג ליממה)
0.100		0.132		SE	

הפרות שבהן נמדד ייצור החום העלו כ 10 ק"ג משקל בין שתי תקופות המדידה, ועגליהם הוסיפו משקל בשיעור של 969 גרם ליום בחלקה 5 ו 652 גרם ליום בחלקה 2.

גיל העגלים בחלקות 2 ו 5 בהתאמה היה 24 ו 19 יום בתקופת הניסוי הראשונה, 65 ו 60 יום בהתאמה בתקופה השנייה.

מדידות ייצור החום (HP) {ייצור החום הנו מושג זהה להוצאת האנרגיה (EE)} וחשובי השינוי במאזן האנרגיה בוצעו ב 7 פרות מכל חלקה. מדידת ייצור החום בוצעה בשיטת קצב הלב.

גודל שתי החלקות היה דומה, כ 280 דונם כל חלקה. כמותה ביומאסה (Standing biomass) התכולה התזונתית (הרכב כימי) של הז"ע ותחמיץ הז"ע ושל אנליזות חתך הביומאסה מוצגים בטבלה 2.

טבלה 2. הרכב כימי (% בחומר היבש) של ז"ע לא מטופל, של ז"ע מוחמץ בסחיט הדרים, של דגימות הביומאסה בחלקות, וכמות הביומאסה (ק"ג חומר יבש בדונם) שנמדדה בחתכים בחלקות הניסוי.

מקור דגימה	חומר יבש	אפר	חלבון כללי	NDF	ADF	ביומאסה
ז"ע לא מטופל	74.31	15.47	26.12	40.17	25.05	-----
תחמיץ ז"ע עם הדרים	42.47	20.89	22.62	38.80	27.56	-----
חתך מרעית חלקה 2	89.85	10.41	4.49	69.73		155
חתך מרעית חלקה 5	81.23	10.09	4.98	67.12		125

מהאנליזות ניתן לראות שאיכות זבל הפטימים המקורי בניסוי הנוכחי היה גבוה מזה ששימש בניסוי הקודם. אחוז האפר היה נמוך יותר, והחלבון גבוה יותר מהניסוי הקודם.

חשוב לציין שהזבל עופות הלא מטופל היה זבל פטימים טרי באיכות גבוהה כפי שהדבר משתקף באפר הנמוך ובחלבון הגבוה, כלומר מסקנות המחקר מתייחסות לזבל פטימים טרי ולא לזבל שעמד בערמה לאורך זמן. החמצת הזבל עופות עם סחיט הדרים העלתה את אחוז האפר והורידה את אחוז החלבון. נראה שחלק מהעלייה באפר נבע מהליך החמצה ואיבוד חומר אורגני. איכות המרעית שנדגמה הייתה דומה בשתי החלקות, נראה שאיכות המרעית בחלקה 5 הייתה גבוהה מזו שבחלקה 2, כפי שזה מתבטא בחומר יבש נמוך יותר, אפר ו NDF נמוכים יותר וחלבון גבוה במעט בחלקה 5 לעומת חלקה 2. כמות הביומאסה (standing biomass) בחלקה 5 הייתה נמוכה מאשר זו שבחלקה 2 אך הכמות בשתי החלקות הייתה ברמה מספיק גבוהה כדי שלא יוצר מצב של זמינות מרעית נמוכה שעלולה להגביל צריכת מרעית.

צריכת זבל העופות (ק"ג חומר יבש מיובש ב 65 מעלות לפרה ליום) היו בחלקה 2 : 6.10 בז"ע הלא מטופל, ו 3.99 בז"ע מוחמץ עם סחיט הדרים (תקופה ראשונה ושנייה בהתאמה), ובחלקה 5 : 4.86 בז"ע הלא מטופל ו 5.63 במוחמץ עם סחיט (תקופה שנייה וראשונה בהתאמה). כלומר ההשפעה העיקרית על צריכת זבל העופות הייתה של תקופת הניסוי. בתקופה הראשונה צריכה של 6.10 בלא מטופל ו 5.66 במוחמץ, לעומת התקופה השנייה שבה נמדדו צריכה של 4.86 בלא מטופל ו 3.99 במוחמץ. מאחר שצריכת המזון נמדדה קבוצתית לא ניתן לקבוע סטטיסטית באופן ישיר אם השפעת החמצה בסחיט הדרים הורידה באופן מובהק את צריכת המזון המוסף, כלומר בז"ע הלא מטופל לעומת ז"ע מוחמץ בסחיט הדרים.

בדיקות הרכב הצואה יכולות להצביע על השפעות של הטיפולים על הרכב המנה הנאכלת (אכילת תוסף ז"ע משני הסוגים לעומת המרעית) ואולי אף על צריכת המזון. לדוגמא מאחר שאחוז ה NDF במרעית גבוה בהרבה מזה של הזבל העופות הלא מטופל ואף מזה המוחמץ, הרי שעלייה ב NDF בצואה תצביע על עלייה בצריכת המרעית יחסית לתוספים, מאחר שרמת החלבון בתוספים גבוהה מאשר במרעית הרי שעלייה באחוז החלבון בצואה תצביע על עלייה בצריכת התוספים וירידה תצביע על ירידה באכילת התוספים. אחוז החומר היבש של הצואה מושפע מצריכת המזון, בדרך כלל ככל שהצריכה יורדת עולה אחוז החומר היבש במזון. כלומר באופן כללי ירידה באחוז החומר של הצואה תצביע על עלייה בצריכת המזון, מהתרשמות קודמת נראה שאכילת ז"ע שמכיל הרבה מינרלים גורמת לסטייה מכלל זה.

טבלה 3. הרכב כימי (אחוז בחומר היבש) ואחוז החומר היבש של צואות הפרות בשתי תקופות הניסוי ובשני הטיפולים.

תקופה	חלקה	טיפול	חומר יבש	אפר	חלבון כללי	NDF
1	2	לא מטופל	13.91	20.11	15.89	47.99
1	5	מוחמץ	16.56	22.62	15.10	50.22
2	2	מוחמץ	16.33	21.55	17.13	48.29
2	5	לא מטופל	12.71	22.09	15.45	49.81

מניתוח ההרכב הכימי ואחוז החומר היבש של צואות הפרות לא נראה שלהחמצת הזייע יש השפעה על צריכת המזון ועל יחס הצריכה תוסף למרעית. אמנם הצואה של הפרות שאכלו זייע מוחמץ הנה יותר יבשה, אך ייתכן מאוד שהדבר נובע ישירות מכך שפרות אלו אוכלות בסה"כ פחות זייע מקורי, אכילה זהה של תחמיץ זייע עם הדרים ושל זייע בלבד, פרושה אכילה נמוכה יותר של זייע בתוסף המוחמץ.

מדידת ייצור החום בשיטת קצב הלב מאפשרת לקבל אומדן ישיר של השפעת הטיפול על צריכת האנרגיה המטבולית (MEI), זאת מאחר שצריכת האנרגיה המטבולית נמצאת במתאם ישיר (ליניארי חיובי) עם ייצור החום (Brosh 2007). שימוש בשיטה זאת מאפשר לאמוד את השפעת הטיפולים, התקופה, והחלקה על צריכת המזון בשיטה קלה לביצוע (Brosh et al., 2004). שימוש ברגרסיות שמייצגות את התלות בין ה MEI ל HP מאפשר לתרגם את ערך ה HP לערך של MEI. מאחר שיש שונות גדולה בין פרטים בהתמרה של אנרגיה מטבולית לייצור (יעילות ייצור) ולא יבוד אנרגיה בחום (HP) השימוש ברגרסיה מתאים לחישוב ערך קבוצתי ולא פרטי.

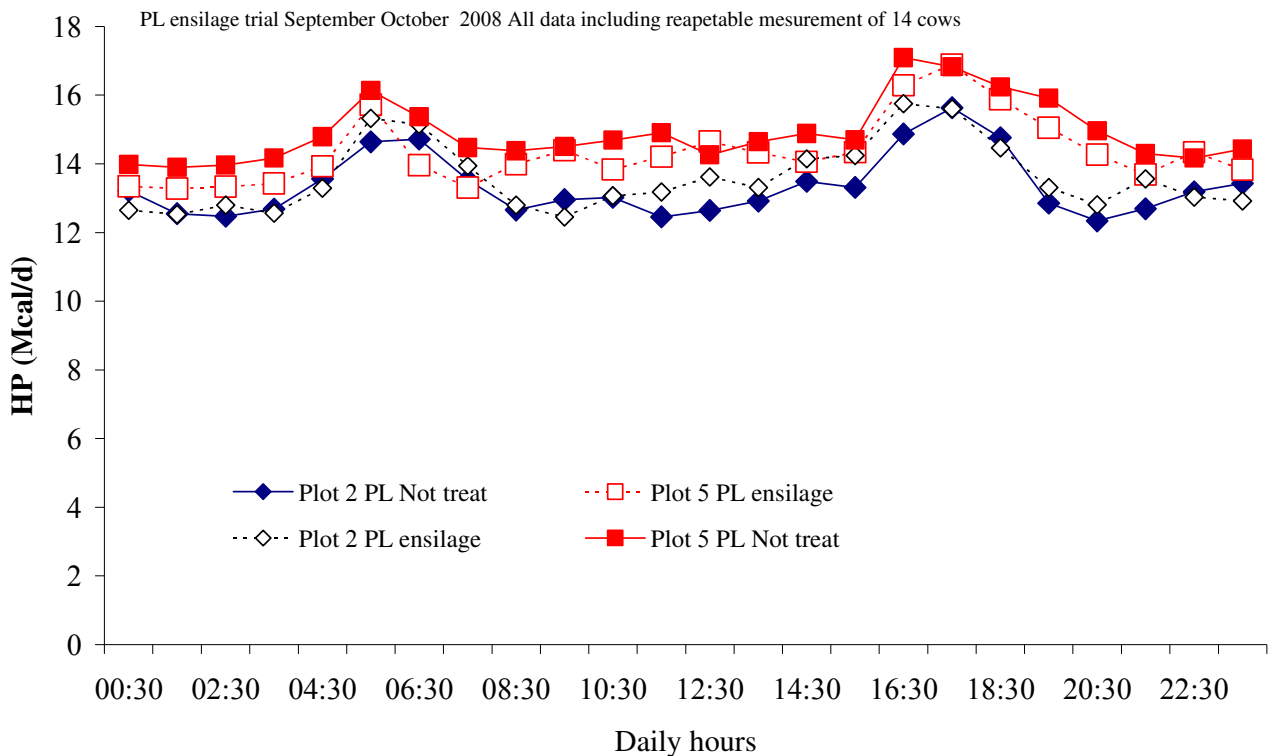
ייצור החום של הפרות בטיפולים השונים ובתקופות השונות (ציור 1) מראה שלטיפול ההחמצה עם סחית הדרים לא הייתה כל השפעה ייצור החום ומכאן שלא הייתה השפעה לטיפול על סה"כ צריכת האנרגיה המטבולית (מרעית + תוסף).

ייצור החום בחלקה 5 היה גבוה מזה שנמדד בחלקה 2 בשתי התקופות, ממצא זה נמצא בהתאמה עם איכות המרעית הגבוהה במעט בחלקה 5 מאשר חלקה 2, ונמצא בהתאמה גם עם ביצועי הגדילה הטובים יותר של עגלי חלקה 5 לעומת חלקה 2.

סה"כ ייצור החום של הפרות (Mcal לפרה ליממה, ממוצע \pm SE) היה 13.36 ± 1.34 בחלקה 2 בזייע הלא מטופל, ו 13.61 ± 1.19 בזייע מוחמץ עם סחית הדרים (תקופה ראשונה ושנייה בהתאמה), ובחלקה 5: ± 1.23 ו 14.90 בזייע הלא מטופל ו 14.35 ± 1.32 בזבל המוחמץ עם סחית הדרים (תקופה שנייה וראשונה בהתאמה). בהתאמה). לצורך חישוב מאזן האנרגיה בהתאם למשוואות הרגרסיה (Brosh et al., 2004) תרגמנו את ערכי האנרגיה ליחידות של אנרגיה לק"ג משקל גוף בחזקת 0.75 ($\text{kJ/kg} \cdot 0.75 \cdot \text{day}^{-1}$) (משקל מטבולי) צריכת האנרגיה המטבולית הייתה 940 והאנרגיה הנאצרת (בגוף ובחלב) של 342. לפרות במשקל ממוצע של 467 ק"ג. האנרגיה הנאצרת (RE) הממוצעת של פרות הניסוי הייתה 8.2 מגה קלוריות ביום. בהנחה של יעילות ייצור חלב של כ 62% ואנרגיה וערך של כ 0.75 מגה קלוריות בליטר חלב, ובהנחה שכל רזרבת האנרגיה תושקע בייצור חלב, ניתן לחשב שכמות החלב הממוצעת לפרה בניסוי היא של 6.8 ליטר.

מכאן נראה שבתנאי הניסוי, איכות מרעית ואיכות תוסף (זייע מקורי באיכות גבוהה כתוסף יחיד או זבל עופות מוחמץ עם סחית הדרים) הפרות יכולות לספק את צרכיהן האנרגטיים וצרכי העגל הגדל.

מסקנה זאת לא מתאימה למצב בו איכות זבל העופות שיובא מהלול או הליך שמירתו יגרמו לירידה באיכות זבל העופות.



ציור 1. ייצור החום (HP) במהלך יממה של הפרות מחלקה 2 (Plot 2) 2 (מעוין) וחלקה 5 (Plot 5) (ריבוע) כאשר קבלו תוסף של זייע מוחמץ עם סחיט הדרים (סמל ריבוע) ולא מטופל (סמל מלא).

לסיכום: מחקר זה בוצע בפרות מניקות עגלים צעירים, זבל הפטימים המקורי שהשתמשנו בו כתוסף מזון בניסוי היה זבל עופות באיכות גבוהה, 15.5% אחוז אפר ו-26.1% חלבון כללי. הזבל הלא מטופל שהשתמשנו בו בניסוי היה יחסית יבש, 73.4% חומר יבש, ולא נשמר הרבה זמן מהוצאתו מהלול ועד אכילתו על ידי הפרות. מדידת צריכת התוספים, הזבל המקורי והזבל שהוחמץ עם סחיט הדרים, ההרכב הכימי של הצואות ובעיקר מדידות ייצור החום לא הצביעו על כל השפעה של החמצת הזבל עם סחיט הדרים על איכות המזון הנצרך, לא הצביעו על כל שינוי ביחסי אכילת מרעית לתוסף נאכל, ולא השפיעו על מדדי מאזן האנרגיה. ממצע זה הוא בניגוד להנחה הראשונית של המחקר, אך נמצא בהתאמה עם הממצעים של שנות המחקר הקודמות. נראה שבתנאי הניסוי המצב האנרגטי של הפרות הוא מאוזן ורזרבת האנרגיה שלהם יכולה להספיק לייצור של כ-6-7 ליטר חלב. כמות זאת צריכה לספק את דרישות העגלים. מסקנות הניסוי אינן מתאימות למצב בו איכות זבל העופות שמובא מהלול נמוכה, וזו או שתהליך שמירתו לא יבטיחו שמירת איכות גבוהה.

ספרות

- Brosh, A. (2007). Heart rate measurements as an index of energy expenditure and energy balance in ruminants: A review. *Journal of Animal Science*, 85:1213-1227, doi:10.2527/jas.2006-298.
- Brosh, A., Holzer, Z., Levy, D. and Aharoni, Y (1993). The effect of maize grain supplementation of diets based on wheat straw and poultry litter on their utilization by beef cattle. *Anim. Feed Sc. Technol.* 40: 165-175.
- Aharoni, Y., Brosh, A., Orlov, A., Shargal, E. and Gutman, M. (2004). Measurements of energy balance of grazing beef cows on Mediterranean pasture, the effects of stocking rate and season: 1. Digesta kinetics, faecal output and digestible. *Livestock Production Science* 90 (2004) 89–100.
- Brosh, A., Aharoni, Y., Shargal, E., Choshniak, I., Sharir, B. and Gutman, M. (2004). Measurements of energy balance of grazing beef cows in Mediterranean pasture, the effects of stocking rate and season: 2. Energy expenditure estimation from heart rate and oxygen consumption, and the energy balance. *Livestock Production Science* 90 (2004) 101–115.