

דו"ח מדעי שנתי לתכנית 596-0411-17

אוקטובר 2017

**השפעת תאורה מלאכותית בלילה על יעילות ניצולת מזון ותגובת חלב ורכיביו של עיזים
גבוהות תגובה**

**The influence of artificial light at night on feed efficiency and milk yields of high
producing dairy goats**

מגיש: דר' אביב אשר, מו"פ צפון, מיג"ל

הממצאים בדו"ח זה הינם תוצאות ניסויים.

הניסויים אינם מהווים המלצות לחקלאים.



חתימת החוקר הראשי

אביב אשר

תקציר

החשכה האופיינית לשעות הלילה, היא חלק טבעי ובלתי נפרד ממעגל החיים של בני האדם, הצמחייה וגם יצורים וגורמים אחרים בטבע. יחד עם זאת, ככל שהאנושות מתקדמת כך הולכת החשכה ונעלמת לטובת תאורה מאסיבית ובזבזנית. ההכרה הבינלאומית המשמעותית בהשפעות זיהום אור והשלכותיו התקבלה ביוני 2012 על ידי ארגון הרופאים האמריקאי (AMA) שהחליט שאור מלאכותי בלילה הוא גורם מזהם לבני אדם וזאת מאחר והוא פוגע בייצור המלטונין ומשבש ריתמוסים ביולוגיים. בעקבות ההחלטה זכה המושג החדש, "זיהום אור" להכרה בינלאומית ומעורר עניין רב בהקשר של השפעות זיהום האור על בריאות בני אדם אך עדיין אין התייחסות להשפעה על חיות המשק החשופות לזיהום האור ולכן קיים מחסור בידע בסיסי-תשתיתי לגבי השפעות התאורה המלאכותית על מערכות פיזיולוגיות שונות בבקר לעומת הידע הקיים על השפעות התאורה המלאכותית על בני אדם. יותר מכך, רמת זיהום האור החמירה בעשור האחרון עם הכנסה אגרסיבית של נורות חסכוניות מסוג LED המייצרות עוצמות תאורה גבוהות של תאורה קצרת גל, ולכן זיהום האור גבר והשפעתו משמעותית יותר מבעבר גם על בני האדם וגם על חיות המשק. בישראל כיום, רפתות ודירים רבים מוארים באור מלאכותי קצר גל (תאורת פלורוסנט או LED) במשך רוב שעות הלילה ואין כלל התייחסות לתנאי התאורה בזמן המוקצה לשינה של החיה.

היפותזת המחקר, המתבססת על תוצאות הקדמיות הינה שניתן לשפר את יעילות ניצול המזון והייצור של עיזים לחלב על ידי מניפולציות במשטר התאורה. מטרת המחקר היא לבחון האם חשיפה של עיזים חולבות לאור מלאכותי בלילה תפגע במחזוריות השעון הביולוגי ותשפיע על ביצועים, יעילות ייצור וניצולת מזון בטווח הקצר ובטווח הארוך של חייהן. חדשנותו של המחקר היא בעצם התפיסה כי מניפולציות ממשקיות, קלות לניהול ברמת המשק, יכולות לשפר באופן ניכר את ביצועי העדר, בטווח הקצר (יעילות ייצור וניצולת מזון לחלב, בריאות ורווחת החיה) והארוך (תנובה ופוריות). הבנת המנגנון באמצעותו האור המלאכותי משפיע על מערכות ביולוגיות בגוף העז תשלים פערים מדעיים רבים הקשורים להשפעת האור על חיות המשק בתעשייה החקלאית המודרנית. מחקר זה יוכל "לשפוך אור" על משטר תאורה אופטימאלי לעיזים מניבות העשוי למקסם את פוטנציאל הייצור וניצולת המזון, וכתוצאה מכך לשפר את הרווחיות בענף הצאן.

מבוא

בבעלי חיים שונים (כולל האדם) מתרחשות פעילויות ביולוגיות תלויות זמן בעלות מחזוריות יומית בכל הרמות - החל מהאורגניזם השלם ועד לרמה המולקולארית, המתוזמנות על ידי השעון הביולוגי השוכן בגרעין העל-תצובתי (SCN) בהיפותלמוס, מעל לתצובת של עצבי הראיה המגיעים מהעיניים. השעון בנוי מתאי עצב, ואת המידע על אור וחושך הוא מקבל מתאי הרשתית שבעין. מהשעון הביולוגי מועבר המידע לבלוטה האצטרובלית המייצרת את המלטונין ("הורמון החושך"), שמגיע לזרם הדם ומעביר את "מסר החושך" לכל תאי הגוף. ייצור המלטונין מגיע לשיא באמצע הלילה, והינו תהליך מאוד רגיש, שאפילו כמות קטנה של אור מלאכותי בעל אורך גל קצר יכולה לשבש אותו (Seron-Ferre, 2001). אורך גל קצר מוגדר בטווח שבין 450–490 ננומטר, והוא דומיננטי

בתאורה מסוג פלורוסנט ו-LED (אור לבן). לעומת זאת, תאורה בעלת אורכי גל ארוכים, בטווח שבין 620–780 ננומטר (אור אדום) אינה משבשת את ייצור המלטונין (Dahl et al., 2000).

ביונקים, מלטונין הוא נורוהורמון שכמויות גדולות שלו יחסית נוצרות בבלוטה האצטרובלית בשעות החושך מסרטונין, אשר נוצר ומצטבר בבלוטה בשעות היום. מבחינה כימית, המלטונין הינו אינדול-אמין הנמצא בצמחים ובעלי חיים מקבוצות שונות. מבחינה אבולוציונית, המלטונין היא מולקולה עתיקה מאד באורגניזמים, והיא בעלת פונקציות שונות. אחת הפונקציות המשותפות לצמחים ולבעלי חיים היא היותה חומר נוגד חמצון יעיל ביותר (Reiter et al., 2007). ביונקים, מעבר לתפקיד החשוב של המלטונין במערכת החיסון כנוגד חמצון רב-עוצמה, בעשור האחרון מתרבות ההוכחות לכך שמלטונין משפיע באופן ישיר על יכולת התגובה של מערכת החיסון כנגד פתוגנים שונים, באמצעות גיוס תאי דם לבנים ואף פגיעה ישירה בחיידקים מסוגים שונים (Tekbas et al., 2008). מאחר והמלטונין מופרש בחושך, הוא גם קשור בהסדרת העונתיות, כלומר, המלטונין משמש לא רק כביטוי לשעון היממתי, אלא גם ביטוי ללוח השנה, למשל לסנכרון מועדי הרבייה (Reiter, 1993). בעיזים חולבות נערך ניסוי שבו הוחדרו שתלים תת עוריים של מלטונין בשחרור מושהה ונמצא שריכוז התאים הסומאטיים בחלב ירד באופן מובהק לאחר החדרת שתלי המלטונין (Jimenez et al., 2009). מחקרים שפורסמו בעשור האחרון הוכיחו שמערכת הרבייה מושפעת מרמות המלטונין באופן ישיר, וההוכחה לכך היא הימצאותם של קולטנים למלטונין בגונדות ובתאי מערכת הרבייה - בעיקר בתאי הגרנולוזה, פרוסטטה וספרמטוזואה, ובנוזל הזיק (Tamura et al., 2012). במחקר שנערך בקרב נשים שעברו טיפולי פוריות נמצא, שלקבוצת הנשים שנטלו מלטונין במהלך התקופה היו אחוזי הפריה, קליטה והשרשה גבוהים באופן מובהק מקבוצת הנשים שלא נטלה מלטונין (Tamura et al., 2008). כיום, עדיין לא ברור כיצד משפיע המלטונין על פוריות בזכרים ובנקבות וההנחה העיקרית היא שהמלטונין מגן על הביצית ועל הזרע מפני רדיקלים חופשיים בסביבת תאי המין, וכך מונע פגיעה בחיוניותם (Tamura et al., 2012).

בעשורים האחרונים פורסמו מחקרים רבים בנושא השפעת פוטופריודה על מעלי גירה, שהתמקדו בעיקר בנושא השפעת אורך היום ושינוי באורך היום על היצרנות (Dahl et al., 2000). עדויות ממחקרים בנושא בצפון אמריקה ובאירופה מראות, כי משטר תאורה של יום קצר בתחילת התחלובה מעלה את תנובת החלב בפרות ב-2 עד 3 ליטר ליום, והאפקט החיובי נמשך לאורך כל התחלובה. באופן דומה השפעה זו נמדדה גם בכבשים ובעיזים (Wareski et al., 2001) ואף נמצא אפקט גדול יותר בעיזים מאשר בפרות (Capuco et al., 1997). כמו כן, נמצא שפרות שנחשפו ליום קצר בזמן היובש ייצרו בתחלובה העוקבת בממוצע 3.2 ליטר/ליום יותר חלב מאלו אשר נחשפו ליום ארוך (Miller et al., 2000). כמו כן, ידוע כי מלבד ההשפעה על יצרנות, הפוטופריודה משפיעה על הישרדות בעיזים דרך השפעה על תדירות ההתעברות ויכולת אימהית לאחר ההמלטה, וכי יש הבדל בעוצמת ההשפעה בין גזעי עזים שונים (Du Preez et al., 2000). כלומר, עיקר המחקר בנושא הפוטופריודה בבקר ובצאן התמקד בשינויים עונתיים, דהיינו השפעת אורך היום ושינוי באורך היום

על פרמטרים פיזיולוגיים שונים. בספרות המקצועית, המידע על השפעות תאורה מלאכותית על מערכות פיזיולוגיות בעיזים הוא דל ביותר. מתוך כך עולה השאלה, כיצד משפיע האור המלאכותי על מערכות שונות בגוף העז? והאם יש לכך השלכה על יעילות ניצולת המזון לייצור חלב, בריאות ורווחת החיה?

מטרת המחקר:

דו"ח זה מתייחס למטרות המחקר של שנת הניסוי הראשונה.

1. מדידה קבוצתית של צריכת מזון, תנובה והרכב חלב, משקל ויעילות הייצור במהלך התחלובה בשני משטרי תאורה.

2. מדידת קצב הלב לאורך היממה כסמן אנדוגני למחזוריות החיה בשני משטרי התאורה.

מהלך הניסוי

24 עיזים חולבות מסוג זנן בתחלובה שנייה ושלישית, במשקל ממוצע של 62.5 ק"ג, 25 יום בתחלובה בממוצע, ותנובת חלב ממוצעת של 3.41 ק"ג/ליום, חולקו לשתי קבוצות של 12 עיזים בקבוצה, כאשר הקבוצות לא נבדלו במספר התחלובות, יום בתחלובה, משקל הגוף ותנובת החלב. קבוצת הניסוי הווארה בשעות הלילה החל משעה 19:00 עד 07:00 למחרת, בתאורה מסוג פלורסנט קומפקטית חסכונית (495 ננומטר, 125 לוקס). קבוצת הביקורת הייתה תחת משטר תאורה טבעי כלומר ללא תאורה מלאכותית (680 ננומטר, 0.01 לוקס). הפעלת התאורה התבצעה בשבוע החמישי מתחילת הניסוי לאחר תקופת הרגלה של 30 יום למכלאות הניסוי. צריכת מזון קבוצתית נמדדה בכל יום (בליל + תערובת מכופתת שניתנה במכון החליבה). העיזים נחלבו פעמיים ביום, חליבת בוקר בשעה 06:00 וחליבת ערב בשעה 18:00. העיזים נשקלו 4 פעמים בתקופת הניסוי (פעם בחודש) ודיגומי חלב בוצעו בתחילת הניסוי (30 יום לאחר העברה למכלאות הניסוי ולפני ההארה) ובסוף הניסוי. קצב לב יומי נמדד לאורך 4 ימים רצופים לשתי קבוצות הניסוי, באמצעות חגורות קצב לב ייעודיות, בתחילת הניסוי (לאחר הרגלה למכלאות ולפני ההארה) ובסופו.

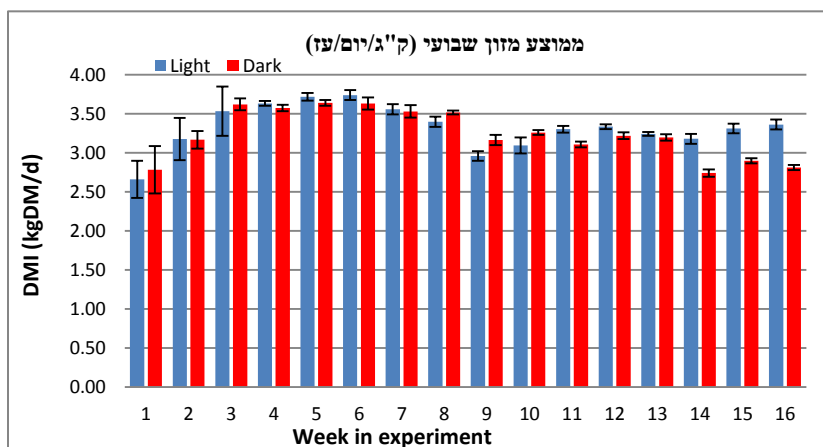
תוצאות

1. הרכב מנה וצריכת מזון

הרכב מנת הניסוי (בליל + כפתיות) מוצג בטבלה 1. תכולת חומר יבש במנה נקבעה לאחר ייבוש דוגמאות של המנות השונות בטמפרטורה של 60°C עד התייבבות המשקל ללא שינוי, ייבוש למשך 48 שעות. צריכת ח"י היומית (ממוצע $\pm$ ש.ת) חושבה כסכום של צריכת הבליל והכופתיות שהוגשו במכון החליבה. צריכת ח"י היומית של קבוצת האור והחושך לאורך תקופת הניסוי מתוארת באיור 1. צריכת המזון היומית לפני מניפולציית האור המלאכותי בלילה (ממוצע של 30 יום) של קבוצות האור והחושך (3.42 ± 0.06 , 3.43 ± 0.05 , בהתאמה) לא היו שונות באופן מובהק ($P = 0.97$). בתקופת מניפולציית התאורה צריכת המזון היומית הממוצעת (ממוצע של 90 יום) של קבוצות האור הייתה גבוהה (נטייה) מקבוצת החושך (3.24 ± 0.06 , 3.08 ± 0.04 , בהתאמה, $P = 0.09$).

טבלה 1. מרכיבים ותכולות של מנת ההזנה שהוגשה לעזים בקבוצות הניסויי

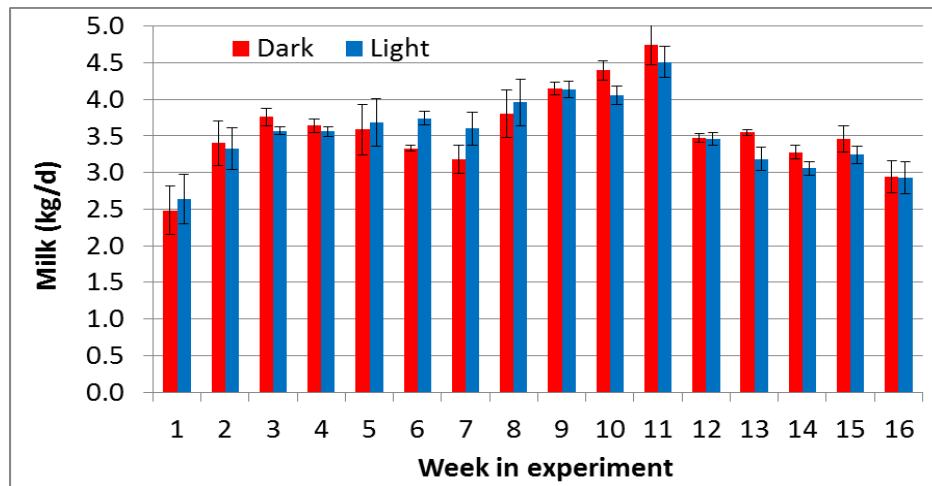
רכיב	כמות בק"ג יומי	אחוז במנה
מלח	0.005	0.2
תירס שלם	0.533	22.5
חציר אספסת	0.55	23.3
חציר שיבולת	0.2	8.5
כוספת סויה	0.257	10.9
אומניג'ן	0.005	0.2
תחמיץ חיטה	0.3	12.7
קליפות הדר	0.45	19
שומן מוגן	0.04	1.7
ויטמין לצאן	0.009	0.4
סודה לשתייה	0.015	0.6
סיכום	2.364	100
תכולות		
חומר יבש	1.6	67.7
חלבון	0.288	12.2
סידן גר'	12	
זרחן גר'	4.96	
ויטמין A	8000	
חלבון בח"י		18
אנרגיה נטו לח"י	1.731	
חומר יבש גס לח"י	0.474	35
דופן תא	0.472	20
דופן תא גס	0.394	16.7



איור 1: ממוצע שבועי של צריכת המזון היומית (DMI, kgDM / day $\pm$ SE) של עזים מקבוצת האור (N = 12) ועזים מקבוצת החושך (N = 12) שנמדדה לאורך תקופת הניסוי.

2. תנובת החלב היומית

תנובת החלב היומית (ממוצע $\pm$ ש.ת) של קבוצת האור והחושך לאורך כל תקופת הניסוי מתוארת באיור 2. תנובת החלב הממוצעת לפני מניפולציית האור המלאכותי בלילה של קבוצות האור והחושך (3.58 ± 0.15 , 3.48 ± 0.14 , בהתאמה) לא היו שונות באופן מובהק ($P = 0.59$). בתקופת מניפולציית התאורה תנובת החלב היומית הממוצעת של קבוצות האור הייתה נמוכה יחסית מקבוצת החושך (3.61 ± 0.20 , 3.75 ± 0.22 , בהתאמה), אך ההבדל לא היה מובהק ($P = 0.56$).



איור 2: ממוצע שבועי של תנובת החלב היומית (Milk, kg / day $\pm$ SE) של עיזים מקבוצת האור ($N = 12$) ועיזים מקבוצת החושך ($N = 12$) שנמדדה לאורך תקופת הניסוי.

3. משקל גוף

מידות משקל גוף התבצעו 4 פעמים במהלך הניסוי (ימים מתחילת הניסוי: 1, 35, 70, 110). בתחילת הניסוי (יום 1) משקל הגוף של העיזים מקבוצת האור והחושך (62.0 ± 2.77 , 61.1 ± 3.01 , בהתאמה) לא היו שונים באופן מובהק ($P = 0.74$). ביום 35 מתחילת הניסוי משקל הגוף של העיזים מקבוצת האור והחושך (60.6 ± 3.06 , 63.2 ± 3.03 , בהתאמה) לא היו שונים באופן מובהק ($P = 0.57$), אך הקבוצות נבדלו באופן מובהק ($P = 0.04$) בהפרש בין משקל העיזים בין יום 35 ליום 1 מתחילת הניסוי. קבוצת האור ירדה ב - 1.42 ± 0.91 ק"ג לעומת קבוצת החושך שעלתה ב - 2.15 ± 0.71 ק"ג. ביום 70 מתחילת הניסוי משקל הגוף של העיזים מקבוצת האור והחושך (64.8 ± 3.06 , 63.46 ± 3.03 , בהתאמה) לא היו שונים באופן מובהק ($P = 0.73$), אך ההבדל בהפרש בין המשקלים בין יום 70 ליום 35 של הקבוצות נטה להיות מובהק ($P = 0.07$). קבוצת האור עלתה ב - 4.21 ± 0.62 ק"ג לעומת קבוצת החושך שירדה ב - 0.26 ± 0.71 ק"ג. ביום 110 מתחילת הניסוי משקל הגוף של העיזים מקבוצת האור והחושך (64.3 ± 3.03 , 65.2 ± 3.07 , בהתאמה) לא היו שונים באופן מובהק ($P = 0.85$), אך ההבדל בהפרש בין המשקלים בין יום 110 ליום 70 של הקבוצות נטה להיות

מובהק ($P = 0.12$). קבוצת האור ירדה ב - 0.12 ± 0.50 ק"ג לעומת קבוצת החושך שעלתה ב - 0.91 ± 1.74 ק"ג. לאורך כל תקופת הניסוי (ההפרש בין משקל הקבוצות ביום 110 לעומת יום 1), קבוצת האור עלתה ב - 0.11 ± 2.29 ק"ג ונבדלה באופן מובהק ($P = 0.04$), לעומת קבוצת החושך שעלתה ב - 1.01 ± 4.19 ק"ג מתחילת הניסוי.

4. הרכב החלב

- א. שומן: אחוז השומן בחלב לא היה שונה בין קבוצת האור לקבוצת החושך לפני מניפולציית האור המלאכותי בלילה (4.76 ± 0.10 , 4.85 ± 0.09 , בהתאמה, $P = 0.53$) ולאחריה (4.14 ± 0.22 , 3.98 ± 0.26 , בהתאמה, $P = 0.66$).
- ב. חלבון: אחוז החלבון בחלב היה גבוה (נטייה) בקבוצת האור לעומת החושך לפני מניפולציית האור המלאכותי בלילה (3.59 ± 0.10 , 3.41 ± 0.07 , בהתאמה, $P = 0.12$). אחרי מניפולציית האור, אחוז החלבון בחלב של קבוצת האור היה גבוה באופן מובהק מקבוצת החושך (3.27 ± 0.09 , 2.06 ± 0.26 , בהתאמה, $P = 0.01$).
- ג. לקטוז: אחוז הלקטוז בחלב לא היה שונה בין קבוצת האור לקבוצת החושך לפני מניפולציית האור (4.76 ± 0.10 , 4.85 ± 0.09 , בהתאמה, $P = 0.34$) ולאחריה (4.71 ± 0.06 , 4.58 ± 0.06 , בהתאמה, $P = 0.24$).
- ד. סת"ס: כמות הסת"ס ($\text{cells} \times 1000/\text{ml}$) בקבוצת האור הייתה נמוכה (לא מובהק) מקבוצת החושך לפני מניפולציית האור (1693 ± 545 , 1845 ± 435 , בהתאמה, $P = 0.52$) ולאחריה (1532 ± 569 , 1847 ± 444 , בהתאמה, $P = 0.76$).

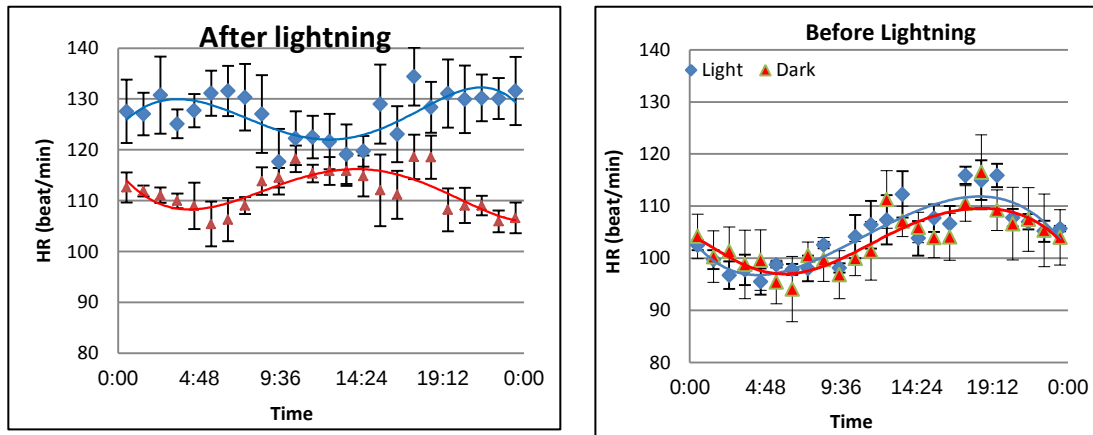
5. האנרגיה בחלב ויעילות ניצולת מזון

- א. האנרגיה בחלב (מק"ל / יום) לא הייתה שונה בין קבוצת האור לקבוצת החושך לפני מניפולציית האור המלאכותי בלילה (3.00 ± 0.26 , 3.01 ± 0.25 , בהתאמה, $P = 0.94$) ולאחריה (2.31 ± 0.19 , 2.24 ± 0.10 , בהתאמה, $P = 0.76$).
- ב. יעילות ניצולת מזון לחלב, לפי היחס שבין כמות החלב לכמות צריכת ח"י (ק"ג/ק"ג ח"י) לא הייתה שונה בין קבוצת האור לקבוצת החושך לפני מניפולציית האור המלאכותי בלילה (1.27 ± 0.13 , 1.34 ± 0.25 , בהתאמה, $P = 0.63$). אחרי מניפולציית האור, היחס שבין כמות החלב לכמות צריכת ח"י של קבוצת האור היה נמוך באופן מובהק מקבוצת החושך (0.98 ± 0.05 , 1.19 ± 0.07 , בהתאמה, $P = 0.03$).
- ג. יעילות ניצולת מזון לחלב, לפי היחס שבין כמות האנרגיה בחלב לכמות צריכת ח"י (מק"ל/ק"ג ח"י) לא הייתה שונה בין קבוצת האור לקבוצת החושך לפני מניפולציית האור המלאכותי בלילה (1.08 ± 0.11 , 1.13 ± 0.12 , בהתאמה, $P = 0.82$). אחרי מניפולציית

האור, היחס שבין כמות האנרגיה בחלב לכמות צריכת ח"י של קבוצת האור היה נמוך מקבוצת החושך אך לא באופן מובהק (0.72 ± 0.11 , 0.82 ± 0.12 , בהתאמה, $P = 0.23$).

6. קצב לב

קצב הלב (ממוצע $\pm$ ש.ת.) של קבוצת האור והחושך לאורך היממה, לפני מניפולציית האור ולאחריה מתואר בגרף 2. קצב הלב (פעילות/לדקה) לאורך היממה והממוצע היומי של קצב הלב של עיזים מקבוצת האור והחושך לא היה שונה לפני מניפולציית האור המלאכותי בלילה (104.5 ± 2.38 , 103.5 ± 4.86 , בהתאמה, $P = 0.55$). לאחר מניפולציית האור, קצב הלב של קבוצת האור היה גבוה באופן מובהק בשעות הלילה (טווח השעות 18:30 עד 08:30) ובשאר שעות היממה לא נמצא הבדל מובהק בין הקבוצות. כמו כן, הממוצע היומי של קצב הלב של הקבוצה המוארת היה גבוה באופן מובהק מהקבוצה החשוכה (127.5 ± 5.44 , 127.5 ± 3.15 , בהתאמה, $P = 0.55$).



איור 3: קצב הלב (HR, beat / min $\pm$ SE) לאורך היממה לפני ואחרי מניפולציית האור בלילה של עיזים מקבוצת האור (N = 12) ועיזים מקבוצת החושך (N = 12) שנמדדה לאורך תקופת הניסוי.

דיון

מתוצאות השנה הראשונה של הניסוי עולה שההשפעה העיקרית של האור המלאכותי קצר הגל בלילה הייתה על צריכת המזון, יעילות ניצולת המזון לחלב וקצב הלב. התוצאות מעידות על כך שעזים שנחשפו לאור המלאכותי אכלו יותר מעיזים שהיו חשופות לתנאים חשוכים אך תוספת המזון שצרכו העזים בקבוצת האור לא הגיע לידי ביטוי בעלייה בתנובת החלב או עליה במשקל. השאלה המבקשת היא לאן "נעלמה" האנרגיה הנוספת? העלייה בקצב הלב של העזים שנחשפו לאור וההיפוך בתנודותיות קצב הלב לאורך היממה (קבוצת האור הציגה קצב לב גבוה בשעות הלילה ונמוך בשעות היום לעומת קצב הלב של קבוצת החושך שהיה נמוך בלילה וגבוה ביום). תוצאה זו משתלבת עם ממצאים נוספים מניסויים בעכברים, בעגלים ובבני אדם שהראו שקצב הלב עולה בחשיפה לאור לבן קצר גל כתוצאה מדיכוי הפרשת המלטונין בעקבות חשיפת העין לאורכי גל קצרים. בתנאי חשוכים הפרשת המלטונין גוברת במהלך הלילה וגורמת לירידה בקצב הלב, לחץ הדם וטמפרטורת הגוף של יונקים יומיים. המשמעות של עליה בקצב הלב היא עלייה בדרישות לקיום בשעות ביממה שבהן העיזים

אמורות להיות במצב אנרגטי "חסכוני" המתבטא בין היתר בירידה בקצב הלב, לחץ דם, מטבוליזם וטמפרטורת גוף בשעות החשכה. לפיכך אנו משערים שהאנרגיה המטבולית הנוספת שימשה לקיום ולא לייצור אך לבסס סברה זו אנו נמדוד את נעילות המזון (נדגמו צואה ומזון במהלך השנה) ונדגום דם בכדי שנוכל לבחון שינויים אנדוקרינולוגיים שיוכלו לשפוך אור על תוצאות הניסוי.

ספרות מצוטטת

1. Capuco, A. V., R. M. Akers, and J. J. Smith. 1997. Mammary growth in Holstein cows during the dry period: quantification of nucleic acids and histology. J. Dairy Sci. 80:477-487.
2. Dahl, G.E., B.A. Buchanan, and H.A. Tucker. 2000. Photoperiodic effects on dairy cattle: A review. J.Dairy Sci. 83:885-89.
3. Du Preez ER, Donkin EF, Boyazoglu PA, Rautenbach GH, Barry DM, Schoeman E. 2001. Out of season breeding of milk goats. The effect of light treatment, melatonin and breed. J S Afr Vet Assoc. 72(4):228-31.
4. Jimenez A, Andre's S, Sa'nchez J. 2009. Effect of melatonin implants on somatic cell counts in dairy goats. Small Rum Res 84:116-20.
5. Miller, A. R. E., R. A. Erdman, L. W. Douglass and G. E. Dahl. 2000. Effects of photoperiodic manipulation during the dry period of dairy cows. J. Dairy Sci. 83:962-967.
6. Reiter RJ. 1993. the melatonin rhythm: both a clock and a calendar. Experientia. 49(8): 654-664.
7. Reiter, R. J., Tan, D. X., Korkmaz, A., Erren, T. C., Peikarski, C., Tamura, H. 2007. Light at night, chronodisruption, melatonin suppression, and cancer risk: A review. Critical Reviews in Oncogenesis, 13(4), 303-328.
8. Seron-Ferre M, Torres-Farfan C, Forcelledo ML, Valenzuela GJ. The development of circadian rhythms in the fetus and neonate. Semin Perinatol 2001; 25:363-370.
9. Tamura H, Nakamura Y, Korkmaz A, Manchester LC, Tan D, Sugino N. 2009. Melatonin and the ovary: Physiological and pathophysiological implications. Fertil Steril 92:328-343.
10. Tamura, H., Takasaki, A., Taketani, T., Tanabe, M., Kizuka, F., Lee, L., Tamura, I., Maekawa, R., Aasada, H., Yamagata, Y. and Sugino, N. 2012. The role of melatonin as an antioxidant in the follicle. Journal of ovarian research, 5(1), p.1.

11. Tekbas OF, Ogur R, Korkmaz A, Kilic A & Reiter R J. 2008. Melatonin as an antibiotic: new insights into the actions of this ubiquitous molecule. *J. pineal. res.*, 44(2): 222-226.
12. Wareski P, Motyl T, Ryniewicz Z, Orzechowski A, Gajkowska B, Wojewodzka U, Polszaj T. 2001. Expression of apoptosis-related proteins in mammary gland of goat. *Small Rumin. Res.* 40:279-289.