



עמיאל ברמן - האוניברסיטה העברית,
הפקולטה לחקלאות, המחלקה למדעי בעלי חיים
berman@agri.huji.ac.il



צינון סביבתי היכן, מתי וכיצד?

פרופ' מימי ברמן, מראשוני ההוגים והמפתחים של שיטת הצינון הנהוגה כיום בישראל, עוקב אחר הנעשה כיום בתחום זה ברפתות ואחר המגמה להגביר את הפגת החום באמצעות שיטות צינון נוספות המבוססות על איזוי מים לשם קירור אזור הרביצה של הפרות, כתמיכה באמצעי הצינון הקיימים. כמי שמודע לעלייה המתמדת בתנובת הפרות וייצור החום הנוסף שלהן, אכן רואה מימי מקום, לאפשרות היישום של שיטות צינון נוספות, כמו אלה המותקנות בימים אלה במספר רפתות. במאמר זה מציג מימי את המגבלות שיש ליישום שיטות אלה בתנאי האקלים המאפיינים את מרבית הרפתות בישראל ומדגיש את הצורך בבחינת היישום של שיטות אלה באופן שיטתי, תוך לוויו ובקרה שיחסכו מהרפתנים את הסיכון של הוצאות מיותרות שלא לצורך.

בין הגורמים השונים. ראשית יש לדעת, כי יכולת קירור האוויר על ידי איזוי פוחתת עם עליית טמפרטורת האוויר. כך למשל, עלייה של טמפ' האוויר ב-10 מ"צ - מ-30 ל-40 מ"צ, מלווה בירידה של 2.5 מ"צ, בהפחתת טמפ' האוויר על ידי איזוי מים. יכולת הצינון תלויה בלחות היחסית שאנו מרשים לקיימה באוויר המקורר ובלחות האוויר החיצוני. הלחות בסביבת הבקר היא ערך מגביל שעליו יש לא הרבה ידיעה בספרות. לחות גבוהה באוויר הסובב את הפרות, תעורר בעיות של רפד לח עד רטוב ועמו דלקות עטין וטלפיים, ואלו לא יופיעו מיד, אלא יתפתחו במשך הזמן והחזרה למצב תקין תארך זמן רב. יש לזכור גם, כי אף בתנאים מיטביים של גודל טיפות המים המוזרקות אל אוויר המבנה, רק חלק מן המים - 30% עד 60% מתאדים והיתר יורד אל המרבץ. תהיה גם התעבות של טיפות מים על חלקי המבנה. לחות גבוהה באוויר הסובב את הפרות תכביד על יכולתן להפיג חום מגופן, על ידי איזוי מדרכי הנשימה.

במודל סימולציה של מאזן החום של בקר (אשר הוכחנו כי הוא נותן חיזויים נכונים) יכולנו לקבוע, לדוגמה, כי בטמפרטורה של 40 מ"צ ובלחות אוויר של 45%, יכולת האיזוי מדרכי הנשימה תקטן בשליש לעומת זו, ב-15% לחות יחסית. הלחות היחסית בסביבת הבקר, כנראה, לא צריכה להיות מעל 70%, בהתאם לידיעותינו כיום. הגורם שמקובל לראותו כראשי הוא לחות האוויר החיצוני. הירידה בטמפרטורת האוויר תלויה בכמות אדי המים המתאדים, וזו תלויה בלחות האוויר. ככל שרבה הלחות באוויר, קטנה האפשרות להוסיף לו

צינון סביבתי על ידי איזוי מים אינו חדש. הוא הופיע ראשית בענף העופות, ולענף הבקר הוא הגיע כבר בשנת 1966. אז למה הוא לא נפוץ כל כך? הוא נהוג בעיקר במקומות שבהם טמפרטורת האוויר גבוהה במידה ניכרת מעל 30°C, לחות האוויר נמוכה ועלות האנרגיה נמוכה אף היא. הנושא עניין אותי כאופציה עיקרית באזורים החמים והיבשים של הארץ, וכן כהשלמה לשיטת הצינון שפותחה כאן, שיטה הבנויה על הרטבת הפרווה ואיזוי מהיר של המים שבתוכה, על ידי אוורור מאולץ חזק. עסקתי בלימוד נושא זה בעבר הרחוק ושוב השקעתי בזאת, די הרבה, בשלוש השנים האחרונות (נוסף לניסיון לשפר את הגישה שפיתחנו כאן) ותוצאות עבודה זאת הופיעו בפרסומים בעיתונות המדעית.

לחות גבוהה באוויר הסובב את הפרות, תעורר בעיות של רפד לח עד רטוב ועמו דלקות עטין וטלפיים, ואלו לא יופיעו מיד, אלא יתפתחו במשך הזמן והחזרה למצב תקין תארך זמן רב

צינון האוויר על ידי איזוי מים

זאת פיזיקה פשוטה למדיי למי שלומד להכירה. אם לבטאה במילים, מעבר המים מנוזל לאדים לוקח חום מן האוויר, ועל ידי כך האוויר מתקרר והלחות היחסית שלו עולה - השניים כרוכים יחדיו. עד היום הפתרונות לכך היו גרפיים. עיבדתי זאת למשוואות רבות גורמים (נשמע טוב, לא?). משוואות אלו מאפשרות לבחון בצורה כמותית את היחסים

פרופ' עמיאל (מימי) ברמן

חוקר ומורה בפקולטה לחקלאות, ממניחי היסודות למחקר ולהוראה אקדמית בתחום ההשפעות האקלימיות על בעלי החיים של המשק החקלאי בישראל (עופות ובקר). מימי היה מורם של מרבית החוקרים והמדריכים של היום והשתתף בהנחיה של חלק ניכר מהם לעבודות מאסטר ודוקטורט.

מאז פרישתו לגמלאות, מקדיש מימי חלק ניכר מזמנו לכתיבה מדעית ולפרסום של מאמרים בספרות הבין-לאומית, שמציגים את החישובים התאורטיים-פיזיקליים של נושא הפרה בעומס חום, כמו גם בחינה והשוואה של יעילות הפגת החום של אמצעי הקלת חום שונים בפרות גבוהות תנובה.

לפני כשנה חגגנו למימי, חבריו ותלמידיו, יום הולדת 80 בפקולטה לחקלאות. אנו מאחלים למימי עוד שנים רבות של עשייה מקצועית מבורכת.

ד"ר ישראל פלמנבאום



מימי ברמן מחלוצי המחקר לצינון הפרות

לחות. במילים אחרות, יכולת הצינון על ידי אידוי יורדת עם עליית הלחות באוויר. בתחום של טמפ' סביבה של 32-42 מעלות ניתן להפחית את טמפ' האוויר בכדי 13-15 מעלות אם לחות האוויר החיצוני היא 5%. אבל, אם לחות האוויר החיצוני היא 45% ניתן יהיה להפחית את הטמפ' בכדי 4-6 מעלות בערך, כאשר הלחות באוויר המקורר היא עד 70%. אם בוחנים את הנ"ל, נראה כי אם מציבים את 70% לחות באוויר המקורר כגבול עליון, ואם טמפ' האוויר החיצוני היא 30 עד 40 מעלות, ניתן להפחית ממנה עד 5 מעלות על ידי אידוי מים, כל עוד לחות האוויר החיצוני אינה עולה על 47%-48%. אם מסתפקים בהפחתה של 2.5 מעלות מטמפ' האוויר החיצוני, אזי ניתן להשיג זאת, בתנאים הנ"ל, עד לחות מרבית של 57% בלחות האוויר החיצוני.

אלו הן מגבלות פיזיקליות טהורות, ואין מנוס מלקבלן. מגבלות אלו מוציאות את מרבית עדרי הבקר מרשימת המועמדים להיעזר בצינון האוויר על ידי אידוי מים, כאמצעי עיקרי להקלת השפעת חום הסביבה.

מגבלות אלו מוציאות את מרבית עדרי הבקר מרשימת המועמדים להיעזר בצינון האוויר על ידי אידוי מים, כאמצעי עיקרי להקלת השפעת חום הסביבה

דרישות נלוות ליישום צינון אוויר ע"י אידוי

אל תוך המבנה מתווסף חום שנפלט מגוף הפרות וכן מן הגג החשוף לקרינת השמש. אלו מחייבים להוסיף ולאדות מים חלק ניכר מן היממה



ערפול ואידוי ברפת שביל החלב בויתקין

למקום. מורכבותו הטכנית אינה פשוטה לפתרון מיטבי, והפתרונות אינם זולים. בסופו של דבר, מבחנו של פתרון הוא במידת הצלחה של הפתרון והעלות שלו בהשקעה ובהוצאות שוטפות.

היישומים הראשונים של גישה זו להקלת עומס החום החלו בשנות השישים הראשונות של המאה הקודמת. הושקעו בכך עשרות מחקרים והוצעו עשרות פתרונות הנדסיים שונים, עד לעת האחרונה. ואף על פי כן, הפתרון שפיתחנו כאן הוא השליט באזורים האקלימיים שאינם מדבריים, כלומר אינם בעלי אקלים חם-יבש. אין זה אומר כי הוא היחיד הבא בחשבון.

הפתרון הנהוג לעקת החום ברוב חלקי הארץ - **הקילוח המשולב באזורי** - דרש מחקר מסודר על פני שנים אחדות ולימוד היישום על ידי המשקים, על פני שנים נוספות. יש לברך על יוזמות חדשות, אך יש גם להזהר ממסקנות חפוזות וצעדים נמהרים מדי שאת מחירים ישלם המשק. ■

(או במשך כל היממה), כדי לקיים את הטמפר' הנמוכה. הפרות מוסיפות מים אל סביבתן בהפרשות ובלחות שבאוויר הנשימה. כמוכן, יש צורך לאדות גם את המים שנוספו אל הרפד ממערכת הצינור. ולכן יש צורך להחליף את האוויר במבנה להרחקת הלחות הנוספת שבו. תנועת הפרות אל מכוון החליבה וממנו וכן הבאת מזון אל הפרות, מביאים לכניסת אוויר חיצוני אל המבנה, אוויר שגם אותו יש לצנן. הוכחנו בעבר כי לא רק החלפת אוויר, אלא זרימת אוויר על פני שטח הגוף של הפרות נחוצה להרחקת החום מגופן. ולכן יש צורך לצנן ולהחליף אוויר כמעט ברציפות. עם זאת, כדי לאפשר יצירה של סביבה מתאימה לפרה ולחיסכון בצינור, יש צורך להגביל כניסה בלתי מבוקרת של אוויר אל תוך המבנה.

כל אלו משמעותם כי הצינור על ידי אידי, אינו רק שאלה אם אפשרי הדבר מבחינה פיזיקלית או לאו. הצלחה מחייבת בפתרון ההנדסי, שקלול בין גורמים שונים שחלקם מנוגדים זה לזה. המבחן מורכב למדי, אין רק פתרון אחד, והפתרון אינו מתאים לכל מקום, וגם שונה ממקום