

הרעלת ניטראטים בבקר: השפעת תוספת טונגסטן על שיעור יצירת ניטריטים ע"י חידקי הכרס

גבי עדין ורן סולומון – שה"מ, המחלקה לבקר

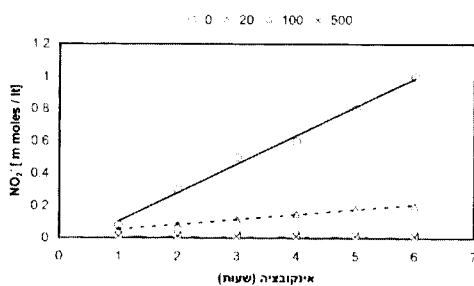
מנות דלות במוליבדן. מאידך, בעבודות אחרות אשר עסקו במנגנון הפעילות של האזנים ניטראט רדוקטאז בצמחים, הצליחו לעכב את הפעילות האנזימטית של האזנים הזה על ידי הוספת טונגסטן(3). חומר זה מתחרה עם המוליבדן על הקשר עם האזנים, אך הקשר שנוצר בין הטונגסטן לאזנים יוצר תרכובת שאינה פעילה ביולוגית.

על מנת לחזק תיאוריה זאת מתוארים שני ניסויים *in vitro*, בהם נעשה שימוש במיץ הכרס שנדגם מפרות מפוסטלות שניזונו משחת (1). על מנת לחקות תנאים של הרעלת ניטראטים, הוסף בשני הניסויים למיץ הכרס, לאחר דגימתו, החומר ניטראט האשלגן. במהלך האינקובציה נלקחו מהמבחנות דוגמאות מיץ כרס לקביעת ריכוז הניטריטים.

בניסוי הראשון הוסף למיץ הכרס מיד לאחר דגימתו החומר טונגסטן-נתרן (ברכיזים שונים: 0, 20, 100, ו-500 מיקרו-מולאר), ובהמשך ניטראט האשלגן. המבחנות הוחזקו בתנאים אנאירובים בטמפרטורה של 38°C (תנאי כרס).

תרשים 1 מראה את מגמת הצטברות הניטריטים במיץ הכרס. התקבל שתוספת של 20 מיקרו-מול טונגסטן-נתרן הוריד את ריכוז הניטריטים ב-86%. כאשר הוסיפו 100 או 500 מיקרו-מול, לא היתה כלל הצטברות ניטריטים

תרשים 1. השפעת תרכובת טונגסטן עם נתרן Na_2WO_4 ($\mu\text{mol per liter}$) על הצטברות ניטריטים NO_2 במיץ הכרס.



פרופ' פרד אוונס, בהרצאתו בנושא הרעלת ניטראטים בכנס למדעי מעלי-גירה ה-12, הזכיר אפשרות לטיפול מניעתי. בטיפול מסוג זה ניתן להמשיך ולהשתמש במספוא גס בעל תכולת ניטראטים גבוהה מהמקסימום המומלץ, אך תוך הוספת תכשיר המכיל את היסוד טונגסטן, המונע את ההרעלה. אפשרות זאת נראית סבירה במצבים בהם בדיקות מצביעות על ריכוז ניטראטים גבוה מהמומלץ במספוא הגס, אך מחירו של המספוא הגס גבוה ביותר וכמותו מוגבלת.

להזכירכם: הניטראטים במספוא מחוזרים בכרס על ידי החידקים לניטריטים, ולאחר מכן לאמוניה. כאשר שיעור הניטראטים במספוא גבוה, קצב יצירת הניטריטים מניטראטים עולה על קצב התפרקותם לאמוניה. כתוצאה עולה רמת הניטריטים במיץ הכרס. משם הם נספגים למחזור הדם, שם הם נקשרים להמוגלובין ויוצרים מטהמוגלובין; מולקולה זאת אינה מסוגלת לקשור חמצן. כתוצאה חלה ירידה ביכולת ההובלה ואספקת החמצן לרקמות ולתאים. בנוסף נגרמות הפרעות נוספות כמו ירידה חדה בלחץ הדם, היווצרות גורמים קרצינוגניים, המגבירים את הסיכון של בע"ח ושל אלה הניזונים ממוצריו לחלות בסרטן... ועוד תופעות המפורטות בפרסומים נוספים באתרים העוסקים בנושא (4,5). מכאן העניין לשלוט על שיעור יצירת הניטריטים בכרס מעלי הגירה.

יצירת הניטריטים מניטראטים על ידי חידקי הכרס מתבצעת על ידי האזנים ניטראט רדוקטאז. פעילות האזנים הנ"ל תלויה באופן מוחלט בנוכחות מוליבדן. בעבודות בכבשים (2), נמצא שבחיות שהוזנו במנות נמוכות במיוחד במוליבדן, חלה ירידה ביכולת חיזור הניטראטים לניטריטים. למרות הערך המדעי הרב של הנתון הנ"ל – לא נמצא שימוש מעשי בשיטה זאת, עקב הקושי לבנות באופן מעשי

עיכוב מוחלט על ייצור ניטריטים גם בריכוז מוליבדן של 4 מיקרו־מול; אולם בריכוז מוליבדן גבוה יותר של 20 מיקרו־מול לא הצליח טונגסטן בריכוז הגבוה הנ"ל (500 מיקרו־מול) לעכב ייצור ניטריטים.

לסיכום: נראה שהתרכובת טונגסטן־נתרן מעכבת את קצב יצירת הניטריטים במיץ הכרס בתנאי *in vitro*; ההשפעה המעכבת של הטונגסטן תלויה בריכוז המוליבדן במיץ הכרס. כאשר ריכוזי המוליבדן היו גבוהים, נדרשו ריכוזים גבוהים יותר של טונגסטן על מנת לעכב את יצירת הניטריטים. עיכוב בפעילות האנזים ניטראט דדוקטאז על ידי הטונגסטן, ורעילותה הנמוכה יחסית של מתכת זאת מצביעים על אפשרות שתכשיר המכיל טונגסטן יוכל למנוע הרעלת ניטראטים בבקר, כאשר נעשה שימוש בחומר "נגוע". בניסוי הקדמי נמצא שמינון של 2 גרם/יום טונגסטן־נתרן אשר ניתן ישירות לכרס, עיכב באופן משמעותי ביותר את הצטברות הניטריטים בכרס (1). **הערת המתרגמים:**

אין באמור לעיל משום המלצה!



מקורות ספרות:

1. A. Korzeniowski, J.H. Geurink, and A. Kemp. 1980. Nitrate poisoning in cattle. 5. The effect of tungsten on nitrite formation by rumen microbes. *Neth. J. agric. Sci.*, 28:16-19.
2. J. Takahashi, N. Johchi, and H. Fujita. 1989. Inhibitory effects of sulphur compounds, copper and tungsten on nitrate reduction by mixed rumen micro-organisms. *The British Journal of Nutrition*, 61 (no. 3): 741-748.
3. M. Deng, T. Moureaux, M. Caboche. 1989. Tungstate, a molybdate analog inactivating nitrate reductase, deregulates the expression of the nitrate reductase structural gene. *Plant physiology*, 91, no. 1: 304-309.
4. ר. סולומון, ג. עדין, א. צוקרמן, 1999. הרעלת ניטראטים בבקר – סקירת הבעיה והצעות להקטנת הסיכון. www.geocities.com/capecanaveral/5380/nitrates.html
5. פ. אוונס, 2000. הרעלת ניטראטים בבקר; הרצאת אורח. הכנס ה-12 למדעי הבקר לחלב.

טונגסטן (Tungsten) = וולפֶרַם (Wolfram)

כעבור זמן רב. בעוד מקור השם Wolfram, מן הגרמנית, לוט בערפל – לשם Tungsten יש הסבר: זה בא מן השפה השבדית: (אבן)=sten + Tung(=כבד) ← Tungsten, פשוט וברור. (מ.מ.)

במיץ הכרס. כאמור, הפעולה המעכבת של הטונגסטן נובעת מתחרות בין המוליבדן והטונגסטן על הקשר עם האנזים ניטראט דדוקטאז. קשירת הטונגסטן לאנזים מבטלת את פעילותו הביולוגית. ניתן לשער שלריכוז המוליבדן יש תפקיד מפתח בתהליך הנ"ל. הניסוי השני תוכנן לענות על שאלה זאת.

בניסוי זה נבדקו שלושת הריכוזים של טונגסטן כמו בניסוי הקודם, אך בנוסף הוספו למיץ הכרס שלושה ריכוזים שונים של מוליבדן: 0.1, 4.0, ו-20.0 מיקרו־מול. כאמור, הוסף החומר ניטראט האשלגן.

נמצא שטונגסטן בריכוז של 100 מיקרו־מול הצליח לעכב לגמרי את יצירת הניטריטים כאשר ריכוז המוליבדן היה 0.1 מיקרו־מול. בריכוז מוליבדן גבוה יותר של 4 מיקרו־מול העיכוב ביצור הניטריטים היה קטן יותר, ובריכוז מוליבדן של 20 מיקרו־מול בוטל לחלוטין עיכוב ייצור הניטריטים. כאשר נעשה שימוש בריכוז טונגסטן של 500 מיקרו־מול, חל

בעבר קראו למתכת הזאת Wolfram; עובדה היא שעד היום משמשת האות W לטונגסטן "המודרנית". גם מקומה בלוח היסודות נשאר במס' 74, ויש לה מעלת ההיתוך הכי גבוהה בין כל היסודות – 3400 מע"צ. לכן משמשת בנורות חשמל, כן, אותם חוטים דקים שבלהטם מפיצים אור ולא נשרפים (בדרך כלל, רק