

איכות חלב, מסטיטיס וחליבה מכנית

פרופסור ו.ג. ויטלסטון, אוניברסיטת ויקאטו, ניו זילנד

פרופ' ויטלסטון נענה לבקשתנו וכתב מאמר זה ל"משק הבקר והחלב" בתום עבודתו בארץ תוך ביקור שארך כחודש ימים. יש לראות במאמר המובא בזאת, המטפל במכלול הבעיות של ייצור חלב איכות, סיכום של פעולת פרופסור ויטלסטון אצלנו. הוא מתייחס במיוחד לממצאים אשר גילה בעת ביקורו במשקים ובמפגשים עם אנשי מקצוע ושרותים לענף. על כן אנו רואים במאמר זה סיכום של הביקור, האוצר בתוכו המלצות כיצד, לדעתו, לתקן את הדורש תיקון ולשפר את הניתן לשיפור. על כך ועל העבודה הברוכה שביצע פה, אנו מודים לפרופסור ויטלסטון.

העורך

חומר בעל אנרגיה כימית רבה והתערבלות (turbulence) טובה. להזרמת נוזלים יש אנרגיה מכנית גבוהה, ולמים רותחים – האנרגיה התרמית הגבוהה ביותר.

אם רוצים לחסוך בהוצאות האנרגיה, אזי בדרך כלל, הצעד הראשון הוא להנמיך את חום תמיסת הניקוי. במקרה זה יש להגביר את האנרגיה הכימית. השטיפה הנגדית בנויה על מגע קצר יחסית, ולכן השיטה מחייבת תמיסות חמות מאוד ו/או אנרגיה מכנית רבה. ביצוע לקוי של השטיפה הנגדית עלול לגרום לריבוי אורגניזמים תרמודוריים במערכת וכך גם בחלב. ספירה גבוהה של חידקים תרמודוריים בחלב מראה על הימצאות אבן חלב רבה במכונת החליבה. אבן חלב נוצרת תוך שימוש לא נכון בחומרי ניקוי וכאשר מים חמים מאוד מהווים חומר מחטא יחידי. בגלל הרכבה של אבן החלב ממרכיבים רבים, הנמסים בחלקם בחומצה ובחלקם האחר בבסיס, חשוב להשתמש אלטרנטיביות בחומצה ובבסיס לניקוי המכונה.

דוגמה מועילה מהווה השיטה "המשולשת" (triple): שטיפה לפני החליבה בידופור חומצי הפועל כחומר מנקה חומצי. אחרי החליבה נשטפת המכונה במים קרים בתוספת זעירה (0.03%) של דטרגנט נונאיוני (nonionic); אחרי זאת באה שטיפה חמה בחומר ניקוי אלקלי המבוסס על סודיום מתאסיליקאט או סודיום הקסאמתאפוספאט ביחד עם חומר מרחיב

אין להפריד את בעיית איכות החלב מבעיית הפיקוח והבעור של המסטיטיס. בעוד הליאוקציטים בחלב הינם אחת התגובות הפיזיולוגיות לנוכחות פתוגנים בעטין, הם מהווים גם "מזהמים" של החלב. ריבוי התאים הסומאטיים בחלב גורם לקילקול טעמן של גבינות מסוימות, לעידעור יציבותן של אבקות חלב ולהשפעה שלילית על מוצרי חלב אחרים. הווה אומר שלייצור מוצרי חלב בעלי איכות גבוהה דרוש חלב בעל ספירת תאים סומאטיים נמוכה.

המכונה ואיכות החלב

הזיהום הבקטריאלי של מכונת החליבה הינו הגורם הראשוני של חלב מזוהם. לכן הכרחית שיטת ניקוי אפקטיבית ואמינה. "ניקוי במקום" (in place cleaning) אמנם מקובל, אך יש לו מגרעות הנובעות ממהות ה"מחזור" (circulation). תמיסת הניקוי במחזור מאבדת חום ויתכן שלעתים תזהם מחדש את המכונה. לכן יש כיום נטיה לנקוט את שיטת "השטיפה הנגדית" (reverse flush), אשר לפיה מוכנסות התמיסות למתקן מכונת החליבה מקצה המשחרר ועוברות פעם אחת בלבד דרך כל מערכת החלב ונפלטות החוצה דרך הקמצים.

יעילות חומר הניקוי תלויה באנרגיה ובמשך הזמן שהוא מופעל. האנרגיה יכולה להיות כימית, מכנית או תרמית. סודה קאוסטית הוא

מרותכים. חיבורי החלב (ליחידות החליבה) חייבים להיות מותקנים בליכסון ובאופן משיקי (tangentially) לצימצום מידת עירבול החלב בצנרת. מידת אורך כל קטע של צנרת החלב המכיל חיבורי החלב המרותכים, תהיה בת כ-7 מטר, כאשר החיבורים בין הקטעים יתאימו לשיטת הניקוי הנהוגה;

- המקום הטוב ביותר לצינור החלב (בחליבה לקו), הוא מתחת לפני ריצפת הפרות. הדבר מיצב את הוואקום לחליבה, מצמצם את עירבול החלב ומונע קיקלול טעם החלב (hydrolytic rancidity), גורם לצימצום שטח הניקוי ומאפשר ניקוי בשריה;

- כל האבזורים הבאים במגע עם החלב, כגון חישנים, ברזי שטיפה עלית וכו', חייבים להיות בנויים כך שיהיו נתונים לפתיחה מידית לביקורת או שיהיו, לחילופין, עשויים מחומר שקוף;

- חיבורי קו החלב אל המשחרר חייבים אף הם להיות משיקיים;

- יש ערך גם לחיבור משיקי של 4 צינורות החלב בקומץ.

חליבה מכנית ומסטיטיס

תרומתה העיקרית של מכונת החליבה בארוע המסטיטיס היא היותה מעביר (vector) לאורגניזמים פתוגניים. המכונות המוקדמות גרמו לטראומה (trauma) חזקה. לאשרנו כיום כבר אין המצב כזה. "תפקידה" של המכונה המודרנית בארוע המסטיטיס הוא בעיקר העברת האינפקציה הן מפרה לפרה והן מפיטמה לפיטמה.

בכל פעם, כאשר הביטנה נפתחת, נמצצת כמות של חלב לתוך צינורית החלב הקצרה. פעולה זו יכולה להביא לידי הידבקות ישירה על ידי החלב ה"מזוהם" המרק על פתח תעלת המבוא שבפיטמה. מחקרים שנעשו בבריטניה ובאירלנד הוכיחו בעליל שתנודות גבוהות של ואקום מתחת לקצה הפיטמה, מלוות שינויים בלתי קבועים במערכת הוואקום, גורמות לריבוי מספר ההידבקויות. ממצאים אלה אושרו גם בשדה. חדירה בלתי קבועה של אוויר סביב

(whetting agent); אחרי זה באה שטיפה במים רותחים כדי לסלק שאריות אלקליות ולאפשר את ייבוש המערכת. שיטה זו מועילה בשמירה על רמה נמוכה מאוד של התהוות אבן חלב.

ברם השיטה המשולשת (חומצה, בסיס ומים רותחים) מורכבת מאוד. אלטרנטיווה פשוטה לשיטה מסובכת זו היא השימוש באנרגיה מכנית רבה יותר ב"שטיפה נגדית", תוך שימוש בחומצה בפעילות גבוהה, כגון חומצה ניטרית או סולפאמית. חומצות אלו מופעלות 6 ימים בשבוע, ואילו התמיסה האלקלית מופעלת ביום השביעי. הכרח הוא שהשטיפה הנגדית תבוצע במלואה אחרי כל חליבה ובכל יום!

לשם חיסכון נוסף באנרגיה ניתן בדרך כלל להשתמש גם בתמיסת חומצה קרה, בתנאי שביום אחד בשבוע משתמשים במים רותחים בתוספת אלקלי או, אלטרנטיווה, 6 ימים בתמיסה אלקלית קרה ויום אחד בשבוע בחומצה רותחת.

לאחרונה, עוסקים בניו זילנד במחקר של שיטת "ניקוי בשריה" (soak cleaning) למערכות חליבה לקו נמוך. שיטה זו אינה מתאימה למערכות אם צנצנות חליבה. כל המערכת נשטפת בשטיפה נגדית במים קרים ואחרי כן ממלאים את כולה בתמיסה אלקלית חזקה, אשר אותה מוציאים רק לפני תחילת החליבה הבאה, כאשר שוב שוטפים אותה בשטיפה נגדית במים. תמיסת הניקוי ניתנת לשימוש חוזר, אם יש לדטרנט תכונת המסה חזקה ואם ניתן למנוע היווצרות משקעים בתמיסה.

תיכנון מכונת החליבה וניקויה

הגורם הבדוד החשוב ביותר בתיכנון המכונה, הוא מידת האפשרות לנקות אותה (cleanability). להלן הכללים החשובים בתיכנון המכונה:

- כל הצנרת אשר דרכה עוברים החלב ותמיסות הניקוי – חייבת להיות מותקנת בשיפוע אחיד ובלתי פוסק, כדי לאפשר ניקח עצמי;
- כל החיבורים בצנרת צריכים להיות

הנכונה של "ביטנה צרה" היא: ביטנה הנצמדת סביב לפיטמה כולה. בכך מצטמצמת אפשרות התחלקותה של הביטנה מהפיטמה. המונח "קוטר צר" (narrow bore) אינו מתייחס למידה אבסולוטית אלא לפעולה של הביטנה, לכן שונה הוא בהתאם לגזע ולסוגי הפרות הנחלבות! בראשה של ביטנה צרה אמיתית נשארת רמת הוואקום נמוכה במשך כל החליבה.

לקומץ חייב להיות חריד שאינו נסתם בקלות, להחדרת אוויר. מיקומו של חריד זה צריך להיות מעל לפני החלב, כדי לצמצם עירבול חלב היוצר תרסיס (aerosol) של חלב המתנועע חופשית בקומץ. החדרת אוויר ישירות אל תוך צינוריות החלב הקצרות יוצרת תרסיס חלב רב, ובשל כך יש להימנע ממנה. נפח הקומץ אינו מכריע ומהווה פשרה בין החלשת המכות (impacts) של הוואקום על הפיטמה לבין צימצומה של תנועת הנחל (החלב) בקומץ מעבר לעבר (cross claw). מידותיהם של כל צינורות וצינוריות החלב חייבות לאפשר זרימה חופשית של כל כמות החלב. גראף המצויר על די מכשיר רושם ואקום במהירות נמוכה (low speed vacuum recorder), הוא ההוכחה הטובה ביותר לטיב הקומץ!

כלי השטיפה העלית והחישנים חייבים להיות בנויים כך שלא יגרמו שינוי משמעותי ברמת הוואקום בקומץ. בשינויים בתחום של ± 2.5 ס"מ כספית יש לדאוג גבול מירבי מותר.

מערכת הפעימה: הדרישה הראשונה ממערכת זו, היא אמינותה. לשם כך יש לשמור על בדיקה ושרות קבוע לכל המערכת פעמיים בשנה ואין לוותר על כך בשום פנים.

ברוב התנאים נראה היחס האופטימלי 65% (שלב החליבה) ב-60 פעימות לדקה. המספר המדויק של פעימות/דקה אינו חשוב ביותר. פעימה סימלטנית (0:4) יוצרת פחות "מכות אוויר" בתנאי ניסוי. לעומתה, פעימה חליפית (2:2) נוטה ליצור יציבות ואקום רבה יותר בקומץ ובכך מצמצמת את ארוע התחלקות הגביעים.

יש חשיבות לכך, ששלב המנוחה של הפעימה ימשך זמן מספיק, כלומר שיווצר לחץ אטמוספרי במשך של לא פחות מאשר 100ms

וגה יוצרת אפקט דומה לזה שנגרם

ינויים בלתי קבועים במערכת הוואקום.

ג. היא (החדירה הבלתי קבועה של אוויר

ך ראש הביטנה) מגבירה את רמת ההידבקות בעדר. להלן הגורמים העיקריים אשר מגבירים רמה זו:

- קוטר בלתי מספיק של צינוריות החלב הקצרות ושל חיבוריהן לקומץ;
- קוטר בלתי מספיק לצינור החלב המרחיק את החלב מהקומץ;
- פעימה "חדה" (snappy);
- קו חלב גבוה (מעל לראשי הפרות) עם צינורות חלב גמישים ארוכים;
- סתימה בפתח האוויר בקומץ;
- "פקקים" בזרימה בקו החלב;
- ויסות לקוי של מערכת הוואקום;
- צורה (עקומה) לקויה של הפעימה, הנגרמת מ"נזילות" אוויר בשסתום המפעם שבעקבותיהן נמנעת חזרה ללחץ אטמוספרי בשלב המנוחה של הפעימה.

רכיבי המכונה

את רכיבי המכונה ניתן לחלק בקלות לשלוש קבוצות:

1. מקור הוואקום;
2. יחידות החליבה;
3. מערכת הפעימה.

מקור הוואקום: הספק מתאים וטיפול כראוי באמצעות שרות קבוע ומסודר, הינן הדרישות החשובות ביותר המוצגות בפני משאבת הוואקום. על המשאבה להיות מצוידת במד ואקום רגיש, שאף הוא הינו בעל הספק מתאים. במערכות ואקום גדולות מחייב הדבר מערכת "נסת סרוו" (servo regulator system): השסתום העיקרי נמצא מעל או ליד טנק הוואקום, בעוד החישן נמצא קרוב למשחרר. את טנק הוואקום יש להתקין כך שיתאים לשיטת הניקוי הנהוגה במתקן החליבה או – אלטרנטיבית – יש להתקין לו כעין "דלי מלכודת" (isolation trap) שניתן לניקוי.

יחידת החליבה: הדרישה הראשונה הינה – פשטות. הביטנה תהא צרה, כאשר ההגדרה

- נפילה ו/או התחלקות של גביעים;
- פליטת חלב מושהה (delayed milk ejection);
- פליטת חלב כפולה;
- חליבת יתר;
- "זמן גביעים מבחבו", הוא הזמן שהגביעים מורכבים על עטין הפרה, אך אינם חולבים עוד.

זמן ההחזרה

זהו מדד של הזמן הדרוש למערכת לעלות מ- $2/3$ של רמת הוואקום הקבועה (operating vacuum) לרמה הקבועה המלאה. ניתן לבצע בדיקת זמן ההחזרה באמצעות שעון עצר ומד ואקום המחובר למד זרימה או באמצעות רשם ואקום מהיר המחובר לקו החלב.

מורידים את רמת הוואקום במערכת ל- $1/3$ של הרמה הקבועה, על ידי פתיחת ברזים מתאימים במערכת. עם סגירת הברזים מפעילים את רשם הוואקום המהיר הרושם את חזרת הוואקום לרמה הקבועה. כשמשמשים במד ואקום ושעון עצר, מודדים את הזמן העובר מעלית הוואקום מ- $2/3$ של הרמה עד לרמה המלאה. הזמן הדרוש לחזרה מ- $2/3$ עד לרמה המלאה לא ימשך יותר מ-3 שניות!

גילוי מסטיטיס ותוכנית בקרה מעשית

הערכה בקטריולוגית, כולל איפיון הפתוגנים, נחוצה להגדרה של אופי האינפקציה. אך למעשה, לרגל ההוצאות הרבות הכרוכות בכך, גישה זו היא מוגבלת.

המדד הבודד הקולע ביותר של נוכחות פתוגן אקטיווי, הינו העליה בספירת התאים הסומאטיים בכלל החלב (bulk count). ספירה זו נותנת אינדקס כללי של מצב ההידבקות של עדר, או מדויק יותר – של תגובת העדר ללחץ הידבקות סביבתית (environmental infection pressure). היא אף מהווה מדד לקביעת איכות החלב. בארצות רבות מבוצעת הספירה על ידי מכשיר אלקטרוני, טכניקה המתאימה רק בהיקף דגימות גדול מאוד ובדיקתם במעבדה מרכזית. הוויסקומטר של רואקורה (Ruakura Rolling Ball Viscometer) פותח בניו זילנד על מנת למלא את החלל שבין ה-CMT לבין המיכוש

(100 מילירשניות) שהם כ-10% של פעימה שלמה. יש המציעים והממליצים על כך ששלבי הביניים, כלומר השלב ה"עולה" והשלב ה"יורד" של הפעימה, יהיו לא פחות מ-150ms, וזאת כדי למנוע פעימה חדה מדי.

חשוב ששלב החליבה ייווצר ברמת ואקום (בחלל הפעימה שבגביע) השווה לזו של החליבה עצמה. אם הרמה בחלל הפעימה גבוהה יותר, ייווצר "ניפוח" (ballooning) ותיגרם זחילה מוגזמת של הגביע על הפיטמה. אם הרמה נמוכה יותר, תואט מהירות החליבה.

איך למדוד ביצועה של מכונת חליבה

להלן הכלים הדרושים למדידה זו:

מד ואקום ומד זרימת אוויר לבדיקת

- הספק משאבת הוואקום;
- הוואקום בסוף הקו (dead end vacuum);
- מידת שאיבת האוויר;
- מידת האוויר הרזרווי;
- צריכת האוויר של המכונה (יחידות החליבה, מפעמים וזילות אוויר);
- רגישות הווסת ו"זמן ההחזרה" (recovery time);
- דיוק מד הוואקום המותקן במערכת.

מד סיבובים (tachometer) למדידת מהירות הסיבובים של המשאבה.

רשם ואקום מהיר (במהירות גבוהה) לבדיקת פעולת המפעם (צורת הפעימה). אם משתמשים ברשם כפול, ניתן לבדוק ברזמנית ואקום לחליבה וואקום לפעימה. כן ניתן לבדוק בו את הוואקום בקומץ בעת החליבה.

רשם ואקום איטי (במהירות נמוכה) לבדיקת הביצוע הכולל (overall performance) של המכונה.

עדיף רשם כפול, כשהאחד רושם את הוואקום בסוף צינור החלב ואילו השני את הוואקום בקומץ הקרוב ביותר. הנתונים המתקבלים ברשם מספקים מידע על:

- סתימות ("פקקים") בצינורות החלב;
- טיב "ההלבשה" של הגביעים על הפטמות, במלים אחרות, טיב ביצוע העבודה על ידי החולב;

תיפקוד המעבדה האזורית

מעבדה אזורית המצוידת בוויסקומטר ובכלים לביקורת מכוונות החליבה כמזכר לעיל, והמבצעת ספירת תאים סומאטיים תדירה, מסוגלת לגלות במהירות עליה של רמת התאים בחלב ממשק מסויים. במקרה זה, יכולה היא לפעול מיד ולבצע בדיקה יסודית של ציוד החליבה במשק. אם נחוץ הדבר, יכולה היא אף לבדוק חלב פרות אינדיוידואליות. פרוש הדבר: המעבדה האזורית מהווה מרכז "השגחה" (monitoring) ולפעולת מנע לפני התפרצות גל מחלות עטין קליניות בכל משק ומשק.



האלקטרוני לספירת תאים סומאטיים ו/או הספירה המיקרוסקופית. הוויסקומטר הינו מכשיר זול יחסית, בעל מיתאם (correlation) גבוה עם הספירה האלקטרונית. אף בתנאי שדה ניתן להשיג מקדם מיתאם של 0.98!

הוויסקומטר מהווה יסוד מעשי לקביעת איכות החלב הגולמי. הוא שימושי הן לבדיקת כלל חלב ממשק במעבדה האזורית והן אף לבדיקת חלבן של פרות אינדיוידואליות במשק! בגלל נידותו הוא יכול לשמש כלי נוח ומדויק לספירת תאים סומאטיים מחלב הנלקח מהפרה במכון החליבה (מהצנצנת או ממד חלב) ללא הפרעה ברוטניה של החולב.

מיכלי חלב ומיכליות חלב

ס. גורן, נגבה

של הצינור למפגעים שונים, אפשרות לפרוק וניקיו מדי יום וכן שמירתו במקום סגור.

שיטה אחידה בהובלת צנצנות הדוגמה

ידוע גם ידוע שיש חשיבות מכרעת לצורת הובלת דוגמת החלב. נדמה לי שאין כיום צורה מחייבת פרט להנחיה כללית שבארגו הקרור חייב להיות קרח, ואולם בכך לא מספיק. חשוב מאוד שהדוגמה, כמובן בצנצנת מיוחדת, תושרה במי קרח בתוך מתקן מיוחד. קיים הבדל רב בטמפרטורה בין צנצנת שנמצאת על יד הקרח ובין זו אשר בחלקה טבולה במי קרח. רק בתנאי קרור הטובים ביותר נשיג תוצאות לטובת היצרנים.

מדוע אם כן אין תקן מחייב להובלת דוגמאות?

ואם הזכרנו קרח – אוסיף כמה משפטים בנושא זה.

אמנם כבר חלה התקדמות באספקת הקרח לצורך שימור הדוגמאות. אך עדיין יש "חורים" רבים באספקתו. ביחוד מדובר במחלבות "תנובה" ירושלים ות"א. בראשונה מביאים קרח אחת לכמה ימים, ופעמים רבות קורה שלקראת סוף השבוע אין קרח בנמצא, ואילו בת"א מונח

עם הכנסת שיטת "ספירת החידקים" כמודד לטיב החלב, ברצוני להעיר מספר הערות מנקודת מבט של מוביל החלב.

ביקורת שוטפת ברפתות

יש לברך על הרצון להעלות את הרמה ואת הטיב של החלב והצורך בהקפדה מירבית על נקיון במערכת.

כידוע לוקח הנהג את דגימת החלב ממיכל החלב במכון, ומעיד אני על הרפתנים שעושים כל מאמץ על מנת להגיע לרמת נקיון נאותה במיכל ובצנרת שמסביבו. אולם יש עדיין מכונים שבהם צינורות הוצאת החלב אל מיכלית החלב הינם נייחים וארוכים, בלתי מתפרקים ורבים מהם אף נמצאים כל שעות היממה תחת כיפת השמיים כשהם גלויים ונתונים למפגעים שונים. כמובן שרמת הנקיון של צינורות אלה נמוכה ביותר. יוצא איפוא שאת הבדיקה המדגמת אנו לוקחים ממיכל נקי (לרוב) ואילו לאחר מכן זורם החלב לאורך מטרים רבים בצינורות בלתי נקיים לחלוטין (וזאת על דרך ההמעטה).

המסקנה: חייבת להיות ביקורת מטעם רשות כלשהי שתחייב את יצרני החלב באחזקת צנרת חיצונית בתנאים אופטימליים, קרי: אי חשיפתו