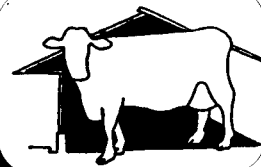


# מבנים ומיכון



## הובלת חלב "מרוכז" מהמשק למחלבה

עזרא שושני, האגף למיכון וטכנולוגיה, שה"מ

גלידות הממוקם כ-1200 ק"מ ממשק זה. בימים כאלה נדרשות רק שתי הובלות. כיצד שש מכליות מומרות לשתיים? הדבר מתאפשר על ידי השארת כ-100,000 ליטר מים במשק. תהליך זה נעשה במשק זה מאז חודש מרץ 1998, כאשר מתקן של אוסמוזה הפוכה (R.O.) הותקן בו בעלות של כמה מיליוני דולרים. שלושה מתקנים דומים נמצאים כעת בשימוש ברחבי ארה"ב, ורביעי בשלבי תכנון. מתקנים אלה עובדים על עקרון שונה, אך מאד דומה הנקרא Ultrafiltration (U.F.) וכל שהם עושים: מירכוז החלב או הוצאת מים מן החלב. השיטה הראשונה (R.O.) מתוחכמת יותר, אינטנסיבית ויסודית יותר ולכן מחירה הוא כמיליון דולר יותר מאשר בשיטת U.F. לאותה קיבולת.

### מה זה (R.O.) Reverse Osmosis?

אוסמוזה הפוכה הוא הביטוי המתוחכם ביותר של "טכנולוגית ממברנה". מושגים אחרים הם: אולטרה-פילטריציה, ננופילטריציה ומיקרופילטריציה (נגו ומיקרו הם יחידות גודל; הראשון הוא חלקיק המיליארד והשני חלקיק המיליון ומכאן ניתן להבין שיש רמות שונות של סינון – ע.ש.). בכל ארבעת התהליכים הללו, נוזל מועבר בלחץ דרך סדרות של מסננים עם נקבים זעירים (ממברנות) לשם הסרת חומרים בלתי רצויים. לכל חומר כזה יש מולקולות בעלות גדלים שונים, כך שגודל הנקבים במסננים קובע, מה יעבור דרכם ומה לא. R.O. משתמש בנקבי הממברנה הקטנים ביותר, ולראשונה הוא פותח לשם המרת מיים למי שתיה על ידי הסרת המלחים. התהליך, שבו חלק ניכר מהמים נותרים אצל

בעת ביקורי בקיבוץ יפעת, עומרי, אחד הרפתנים הוותיקים, הסב את תשומת לבי למאמר שפורסם בחוברת The Western Dairyman, Nov 1998, אשר כותרתו מעידה יותר מכל על תוכנו: Concentrating milk on-farm. מחברו: Dennis Halladay.

תוך כדי קריאה נזכרתי שקראתי מאמר דומה, שעסק בדיוק בתחום זה, לפני הרבה מאד שנים ואשר כמדומני פרסמתי את תרגומו ב"משק הבקר והחלב"; מאמר זה היה פרסום של אחת החברות המסחריות, אך בפועל לא חלה כל התקדמות בנושא זה.

להווה ידוע לכולם שהמים מהווים את מרבית תכולתו של החלב (כ-87%). "מירכוז" החלב במשק יצמצם לעין ערוך את עלויות השינוע הדו-סיטרי של החלב: חלב מהמשק אל המחלבה ומייגבינה מהמחלבה אל המשק. האם הדבר כלכלי, או לא? גודל העדר מהווה גורם מכריע. להלן תרגום חופשי של המאמר.

### הובלת החלב של העתיד מיושמת הלכה

למעשה בארבעה משקים גדולים בטקסס ובניו-מקסיקו. הובלת החלב מהמשק למחלבה נשארה כשהיתה, אך הוסף שלב נוסף בין מכון החליבה והמכלית, שלב שלא נעשה בעבר והוא מירכוז החלב. מערך זה לא שינה **כיצד** החלב עוזב את המשק, אלא **מה** עוזב ומה נשאר מאחור.

בוס הינו שמו של יצרן גדול בטקסס, אשר משווק חלב הדורש את נפחן של שש מכליות מידי יום! מידי פעם, כאשר חלב נצרך על ידי מחלבה מקומית, שש מכליות מבקרות את המשק. אך רוב הזמן החלב נשלח אל יצרן

החלב נמשך כ-12 דקות מעת כניסת חלב גולמי עד ליציאתו מן המתקן כאשר קצב היציאה הוא 19.2 ליטר/דקה. החלב המרוכז נראה בדיוק כמו חלב רגיל; הטקסטורה שלו דומה יותר לגלידת וניל מומסת מאשר לתבליט פנקייק. טעמו מתוק, ואין להתפלא על כך בגלל העלאת ריכוז הלקטוז פי 3 מאשר בחלב רגיל. המים המופרדים מן החלב הם די צלולים, נעדרים כל ריח. חלק מכמות המים משמש לצורכי שטיפת המערכת R.O. והשאר ניתן כמי שתיה לפרות.

מחיר הובלת החלב מופחת ב-66%, בגלל שהתהליך של R.O. מרכז את החלב ביחס של 1:3. בעל החווה מציין שמלבד החסכון הניכר בהובלת החלב (שם הוא משמעותי כי מחיר ההובלה עשוי להגיע ל-\$5/cwt, או כ-44 אג' לליטר). התמורה המשולמת על ידי המחלבה היא גבוהה יותר כיון שמפעיליה מעדיפים את החלב המרוכז על פני החלב הרגיל: הם מעריכים את העובדה שחלב זה, שעבר מירכוז ללא הוספת חום, הוא בעל איכות גבוהה, ואשר משפר הן את טעם החלב והן את תפוקת המוצרים.

עם זאת, המחיר למירכוז החלב אינו זול. לפי עלויות, הלוקחות בחשבון התקנים, כוח אדם, חשמל, אחזקה שוטפת והחזר הון למשך 7 שנים, המחיר למתקן R.O. הוא כ-\$1/cwt (9 אג' לליטר), ולמתקן U.F. קרוב לכך. מלבד השיקולים של עלויות הובלה ותוספת מחיר בעבור חלב מרוכז, על היצרן לקחת בחשבון את איכות החלב; עליה להיות בתחום "המעולה" בכל ימות השנה. זאת כיון שתאים סומטיים ובקטריות אינם מוסרים בתהליך המירכוז, ודרישות האיכות מחלב כללי מושתתות כפי שהן על חלב מרוכז ללא התחשבות בגורם המירכוז. כך למשל, אם בחלב הכללי הסת"ס הוא 200,000 תאים/מל', הסת"ס בחלב המרוכז יהיה פי 3 – 600,000 תאים/מל' (אין זה מחויב המציאות, מערכת חכמה תדע להתאים את הדרישות מהחלב בהתחשב בגורם המירכוז – ע.ש.). המחיר הגבוה של מתקנים אלה ירתיע ללא

היצרן, פועל הן לטובת היצרן והן לטובת המחלבה. זאת כיוון שעלויות ההובלה עולות ביחס ישיר לנפח, מחד – וכיוון שייצור מוצרי חלב דורש הסרת רוב המים, מאידך. אך יש לזכור שגם מערכות R.O. אינן מצליחות להסיר את כל המים מהחלב אלא רק מפחיתות את נפח החלב בכ-66%.

התהליך עצמו: חלב מעדר זה, שגודלו כ-3000 ראש, נאסף ומקורר בככל משק אחר על אף שניתנת תשומת לב רבה לקירור החלב ל-1.1°C. זאת משום שהחלב נשאב למערכת צינורות פלדת אל-חלד תת-קרקעיים שאורכם כ-120 מ' בין המכון לבין מתקן ה-R.O. וכן בשל דרישות FDA המחייבות אי-העלאת טמפרטורת החלב מעל 7.2°C לאחר שהוחל בקירור. חיישנים מבוקרי מחשב בכל שלב במתקן בוחנים את טמפרטורת החלב, ואם הוא עולה מעל 7.2°C המחשב מפנה את החלב אל מחוץ למתקן. חשוב לציין שתהליך "מירכוז" החלב אינו "עיבוי" חלב. עיבוי חלב הוא תהליך שדורש חום; מתקן של R.O./U.F. אינו עושה זאת, גם אינו פוגע בחלב בשום דרך אחרת, או משפיע שלילית על טעמו. אך לבטח תהליך זה משפר את תנובת המוצרים של המחלבות המעבדות חלב זה.

המתקן של R.O. בחוות בוס דומה בצורתו למתקן של מחלבה קטנה. התהליך הפיזיקלי של הפרדת המים מהחלבון, השומן, הלקטוז ושאר המוצקים נעשה במבוך של דשת קווי פלדת אל-חלד ומפריד הממלאים חדר שגודלו כמוסך המיועד לשלוש מכוניות. בנוסף יש גם חדר חשמל, חדר מחשב, מתקן אגירה וקירור ורציף חיצוני להעמסה.

**התהליך של R.O. נמשך כ-12 דקות.** התהליך מבוקר מחשב, אוטומטי ובצורה מרשימה גם בעל טכנולוגיה גבוהה. הוא מורץ רק על-ידי אדם אחד. המים מופרדים באמצעות לחץ של 150–400 פאונדס לאינץ' רבוע (10–28 אטמ') על ידי משאבות רבות עוצמה היוצרות דעש רב. מתקן ה-R.O. מופעל במשך 24 שעות ביממה בדומה למכון החליבה. תהליך מירכוז

על פי תסריט זה, אם עלות הובלת חלב היא \$2/cwt, החסכון בהובלה לשנה אחת הוא כ- \$ 730,000. אם המחלבה תשלם תוספת של \$1/cwt לקבלת חלב מרוכז, אזי יש להוסיף סכום של \$547,000 להכנסה. במצב זה, ההשקעה תכוסה בתוך 4 שנים אם מדובר במתקן R.O. ופחות מכך אם מדובר במתקן U.F. (עלות של 30% לפחות).

עד כאן תרגום המאמר. שאלות רבות תצוצנה במהלך השנים, כגון: האם למרחק בין מיקום הרפת למחלבה תהיה השפעה על מחיר הובלת החלב, ואם כן – מה המרחק המינימלי שמעליו תהיה הצדקה למִרְכֵז חלב, האם המחלבה תיטה לתגמל את היצרן בתוספת מחיר בעבור מירכוז החלב; מה לגבי ההגדרות של איכות חלב וכו'. יתכן שמאמר זה מפורסם טרם זמנו אך כדאי יהיה לבחון הבטים אלה נוכח השינויים הצפויים במבנה הרפתות (בפרט מעל 1000 פרות), תקנון איכות החלב, ובשינויים הבאים עלינו בתחום הובלת החלב.

החלב

ספק יצרנים רבים אך מאידך, הטכנולוגיה הזאת פותחת ליצרנים מסויימים הזדמנויות פיננסיות משמעותיות. סביר להניח, שהטכנולוגיה של מתקני מירכוז, בעיקר על בסיס U.F., תתרחב ותופץ במשך 5 השנים הבאות. למי מן המשקים כדאי לאמץ טכנולוגיה זאת?

- רפת גדולה, חדשה (רפורמה כבר אמרנו?) או קיימת אשר כושר הייצור היומי שלה הוא לפחות 3 מכליות;
- הרפת ממוקמת באזור הממוקם רחוק מן המחלבה, דבר המייקר את עלות ההובלה;
- איכות החלב הגולמי היא מעולה באורח קבע;
- לרפת יש חוזה ישיר מול המחלבה, אולי כזאת המייצרת רק גבינות והתמחיר הוא לפי התפוקה מחלב, וכן תשלום תוספת מחיר לחלב בעל איכות מעולה;
- החשוב מכל, המחלבה גם מחלקת את החסכון בעלויות בשל טיפול בחלב מרוכז עם היצרן לגבי העלות. יועץ תעשייתי טוען שבדרך כלל עולה על החסכון בהובלה!!!

