



תעשיית המזון
בראי אתגרים גלובליים
לתעשיות המים
דו"ח רביעי
סקר ואתגרים



ד"ר גלעד פורטונה
שירי פרוינד-קורן



אודות מוסד שמואל נאמן

מוסד שמואל נאמן שהוקם בטכניון בשנת 1978 ביוזמת מר שמואל (סם) נאמן והוא פועל להטמעת חזונו לקידומה המדעי-טכנולוגי, כלכלי וחברתי של מדינת ישראל.

מוסד שמואל נאמן הוא מכון מחקר המתמקד בהתווית מדיניות לאומית בנושאי מדע וטכנולוגיה, תעשייה, חינוך והשכלה גבוהה, תשתיות פיסיקות, סביבה ואנרגיה ובנושאים נוספים בעלי חשיבות לחוסנה הלאומי של ישראל בהם המוסד תורם תרומה ייחודית. במוסד מבוצעים מחקרי מדיניות וסקירות, שמסקנותיהם והמלצותיהם משמשים את מקבלי החלטות במשק על רבדיו השונים. מחקרי המדיניות נעשים בידי צוותים נבחרים מהאקדמיה, מהטכניון ומוסדות אחרים ומהתעשייה. לצוותים נבחרים האנשים המתאימים, בעלי כישורים והישגים מוכרים במקצועם. במקרים רבים העבודה נעשית תוך שיתוף פעולה עם משרדים ממשלתיים ובמקרים אחרים היוזמה באה ממוסד שמואל נאמן וללא שיתוף ישיר של משרד ממשלתי. בנושאי התוויית מדיניות לאומית שעניינה מדע, טכנולוגיה והשכלה גבוהה נחשב מוסד שמואל נאמן כמוסד למחקרי מדיניות המוביל בישראל.

עד כה ביצע מוסד שמואל נאמן מאות מחקרי מדיניות וסקירות המשמשים מקבלי החלטות ואנשי מקצוע במשק ובממשל. סקירת הפרויקטים השונים שבוצעו במוסד מוצגת באתר האינטרנט של המוסד. בנוסף מוסד שמואל נאמן מסייע בפרויקטים לאומיים דוגמת המאגדים של משרד התמי"ס - מגני"ט בתחומים: ננוטכנולוגיות, תקשורת, אופטיקה, רפואה, כימיה, אנרגיה, איכות סביבה ופרויקטים אחרים בעלי חשיבות חברתית לאומית. מוסד שמואל נאמן מארגן גם ימי עיון מקיפים בתחומי העניין אותם הוא מוביל.

יו"ר מוסד שמואל נאמן הוא פרופ' זאב תדמור וכמנכ"ל מכהן פרופ' עמרי רנד.

כתובת המוסד: מוסד שמואל נאמן, קרית הטכניון, חיפה 32000

טלפון: 04-8292329, פקס: 04-8120273

כתובת דוא"ל: info@neaman.org.il

כתובת אתר האינטרנט: www.neaman.org.il

תעשיית המזון
בראי אתגרים גלובליים
לתעשיות המים
דו"ח רביעי

סקר ואתגרים

ד"ר גלעד פורטונה

שירי פרוינד-קורן

אוקטובר 2012

אין לשכפל כל חלק מפרסום זה ללא רשות מראש ובכתב ממוסד שמואל נאמן מלבד לצורך ציטוט של קטעים קצרים במאמרי סקירה ופרסומים דומים תוך ציון מפורש של המקור.

הדעות והמסקנות המובאות בפרסום זה הן על דעת המחבר/ים ואינן משקפות בהכרח את דעת מוסד שמואל נאמן

רשימת יועצים

ניר סהר - Veolia ישראל, יועץ טכני לכל הסקטורים
פרופ' רפי סמיט - הפקולטה להנדסה כימית, הטכניון
אלה אופנברגר - המכון למחקר המים ע"ש גרנד, הטכניון
ארנון גולדפרב - Israel Cleantech Ventures
אריאלה גרינברג - Israel Cleantech Ventures
רונית שחר - שטראוס
דב לנדמן - קוקה קולה ישראל
רותם ארד - Atlantium

מנהל הפרויקט : ד"ר גלעד פורטונה

עוזרת מחקר : שירי פרוינד-קורן

תוכן עניינים

עמוד

1	תקציר	.1
5	הקדמה	.2
5	2.1 תעשיית המזון	
8	2.2 תעשיית ייצור החלב ומוצריו	
10	2.3 תעשיית המשקאות הקלים	
12	2.4 תהליכי CIP	
13	רגולציה	.3
14	טכנולוגיות טיפול בדגש על מהלך המים	.4
14	4.1 דיאגרמת מהלך המים בתעשיית המזון	
15	4.2 מים מוזנים	
19	4.3 טיפול בשפכי התהליך כולל פליטה לסביבה	
25	4.4 ניהול מים, מחזור והשבה	
27	אתגרים לתעשיית המים	.5
28	5.1 שיפורים חיוניים של בעיות לא פתורות או שיפור למטרת התייעלות כלכלית	
30	5.2 התמודדות עם צרכים חדשים בסקטור כתוצאה מהזדמנויות חדשות	
31	5.3 סביבה ורגולציה	
33	5.4 נתונים ואתגרים ממוקדי גאוגרפיה	
35	5.5 ריכוז האתגרים לתעשיית המים בסקטור ייצור החלב ומוצריו ובסקטור ייצור משקאות קלים מוגזים	

רשימת תרשימים ודיאגרמות

- 6 תרשים 1 : חלוקת סקטור המזון והמשקאות לתת-סקטורים
- 9 תרשים 2 : תהליך ייצור החלב המעובד
- 14 תרשים 3 : דיאגרמת מהלך המים בייצור חלב ומוצריו
- 16 תרשים 4 : סוגי מים מוזנים במפעל לייצור מוצרי חלב
- 34 תרשים 5 : מדינות מובילות בייצור משקאות קלים

דו"ח זה סוקר את תעשיית המזון והמשקאות עם דגש על מפעלים לייצור חלב ומוצריו ומפעלי משקאות קלים מוגזים. כל זאת במטרה לאתר את תפקיד המים בתהליכי הייצור וצרכי הטיפול במים, מבחינת ניקיון המים המוזנים, שימוש יעיל וחסכוני במים, השבה, מחזור ושחרור מורשה לסביבה.

זהו דו"ח רביעי במסגרת סקירת שימושי המים בשבעה סקטורים תעשייתיים גלובליים בהמשך לדו"ח הראשון שסקר את תעשיית הפקת הנפט והגזⁱ, הדו"ח השני שסקר את תעשיית המכרותⁱⁱ והדו"ח השלישי שסקר את תעשיית ייצור התרופותⁱⁱⁱ.

העבודה נעשתה במטרה להעמיק את ההבנה של תפקיד המים בתעשיות הגלובליות שנבחרו, ולזהות אתגרים עסקיים ארוכי טווח, מתוך רצון לקדם הזדמנויות עסקיות עבור חברות המים הישראליות.

עבודה זו תהווה בסיס חשוב לתוכניות העבודה של Israel NewTech, מכון היצוא ומערך הנספחים המסחריים בשנים הקרובות.

העבודה מתמקדת בלימוד תעשיית המחלבות והמשקאות הקלים המוגזים, תוך סקירת תהליכים עיקריים, תפקיד המים בתהליכים אלה וזיהוי אתגרים בשימושי המים.

בפרק 2 אנו סוקרים את תעשיית המזון, בפרק 3 סוקרים את הרגולציה, בפרק 4 מציגים את הטכנולוגיות העיקריות המשמשות בתחום המים בתעשייה זו ובפרק 5 מרכזים אתגרים העיקריים שזיהינו לשיפורים חיוניים ולחדשנות ע"י תעשיות המים.

סקטור המזון והמשקאות רגיש מאוד לנושא אמינות מוצרי החברה בדעת הקהל ולעמידה בסטנדרטים של איכות סביבה - בייחוד בנושאי בטיחות המוצר (איכות) והקטנת יחס השימוש במים לכמויות המוצר, מכאן נגזרים עיקר השיפורים והאתגרים.

מסמך זה מהווה שלב ראשון, שמטרתו סקירת הסקטור התעשייתי והצבת האתגרים לתעשיית המים הישראלית, במקביל אנו פונים לחברות רלוונטיות מתעשיית המים הישראלית ובשלב הסופי נציג יעדים גלובליים לשיתוף פעולה (חברות הנדסה ומים בין-לאומיות) וכן חברות עסקיות שמהוות את לקוחות היעד הסופיים איתן מומלץ להתקשר ליצירת שיתופי פעולה בפתרון אתגרים אלה.

סקר על מחקרים בתחום המים באוניברסיטאות בארץ, מתוכנן בהמשך ובאמצעותו ננסה להאיר מקומות בהם מחקרים מדעיים אקדמיים עשויים לתת פתרונות חדשניים בטווח הארוך אותם התעשייה תוכל ליישם לשימוש מסחרי.

להלן ריכוז האתגרים לתעשיית המים הישראלית בסקטור ייצור החלב ומוצריו וייצור המשקאות הקלים המוגזים כפי שזוהו במהלך הכנת המסמך:

שיפורים חיוניים של בעיות לא פתורות או שיפור למטרת התייעלות כלכלית:

- יש אתגר בהשקעה בניהול נכון של שפכים במפעלים קיימים – באמצעות פיתוח ושכלול אמצעים מתקדמים לניטור ובקרה on-line שיאפשרו זיהוי והפרדת זרמים שונים הצורכים טיפולים שונים, ובמפעלים חדשים - תכנון והקמה של מערכות כאלה.
- פיתוח שיפורים בממברנות או בדרך הפעולה של המתקן הממברנלי במטרה לקבל יחס השבה גבוה יותר. שיפורים, למשל, בנושא סתימת הממברנות עקב מוצקים מרחפים, שקיעת מלחים ומושבות חיידקים, ניקוי פני שטח הממברנה, הארכת זמן חיי הממברנות והתייחסות לפגיעה בממברנה כתוצאה מיוני הכלור החופשי.
- אתגר בתחום התמודדות עם ביופאולינג - פיתוח ושכלול בדיקות זיהומים ורמה מיקרוביאלית, כולל בדיקות און ליין, יעילות ומהימנות, פיתוח מסנן פחם שמוציא את הכלור אך מונע התפתחות מיקרוביאלית, בחינה - האם אפשר להימנע משימוש בכלור/להחליף את השימוש בכלור/לשנות את דרך השימוש בכלור (פולסים למשל), וכן קידום מחקר אקדמי בנושא ביופילמים – מנגנוני ההתפתחות והמחיה שלהם, נקודות התורפה ושיטות לפירוק והכחדה.
- פיתוח ושכלול שיטות יעילות וכדאיות כלכלית להשבת מי עיבוי בתהליך ייצור חלב מרוכז או מיובש (אבקת חלב), לשימוש בתשתיות, למשל בדוודי הקיטור ובמגדלי הקירור, מי הזנה ל-CIP, מי שטיפה, איטום משאבות ועוד, ואף להחזרה לתהליך הייצור.
- אתגר בתחום קירור מפעלים לייצור חלב ומוצריו - יש לבצע התייעלות של פעולות המעבים והמאיידים כדי שניתן יהיה להשיב חלק מהמים המשמשים בתהליכים אלה.
- עוד בתחום הקירור – זיהוי וויסות מקומות בהם מים לאיטום משאבות או קירור אטמי מהמגנים מוזרמים בלחץ גבוה מהנדרש, ויתרה מכך – פיתוח טכנולוגיה המאפשרת הזרמה מיטבית מבחינת כמות המים, לקירור אטמי המהמגנים, או פיתוח קירור ללא מים כלל.

התמודדות עם צרכים חדשים בסקטור כתוצאה מהזדמנויות חדשות:

- לימוד, פיתוח ושכלול השיטה לניקוי באמצעות מים מופעלים (Activated Water) נושא זה מהווה אתגר חשוב ומעניין בתחום הטיפול במים למטרת שטיפות וחיטויים בתעשיית המזון והמשקאות ובתעשיות מקבילות נוספות.
- פיתוח שיטות ותהליכים חדשים מותאמים לענף, שיאפשרו תהליך טיפול בשפכים במינימום פליטת שפכים מטופלים ומקסימום השבה ומחזור - ZLD (Zero Liquid Discharge) עם דגש על שכלול השיטות להשבת מים לתהליך בדרך שתמנע הצטברות זיהומים, ע"י ניקוי השפכים מחומרים ייחודיים האופייניים לתהליך וניטור מדויק מספיק של שיריים לפני שימוש חוזר.
- הפחתת השימוש בכימיקלים בכלל ובכלור בפרט בתהליכי הטיפול וההכנה של מי המוצר.
- התייחסות לנושא הטיפול הביולוגי שיידרש לטיפול בעומס האורגני במפעלי משקאות קלים מוגזים, כתוצאה מהחמרות ברגולציה בנושא, כולל טיפול מתוחכם וכדאי בנושא הבוצה.
- הפחתת ריכוז הנתרן בשפכים באמצעים שונים כגון שימוש בחומרי ניקוי חליפיים בשטיפות ה-CIP (אנזימטיים, פעילי שטח, שימוש בחומרים המכילים אשלגן במקום נתרן וכדומה), השבת ה-NaOH לשימוש חוזר, אופטימיזציה של מערכת הניקוי, למשל בדרך של יעול הטיפול בבקטריות, כך שיידרשו פחות תהליכי CIP מלכתחילה. **בנוסף התאמה פיזית של תשתיות מחלבות קיימות להוצאת הנתרן מהשפכים.**

סביבה ורגולציה:

- פיתוח ויישום מערכות חדשניות לטיפול מקדים שהן גם איכותיות ויעילות וגם שומרות על הסביבה.
- בסקטור ייצור החלב ומוצריו האתגר בטיפול בשפכים כולל הפחתת העומס האורגני בדרכים יעילות וחדשניות.

- התייחסות מערכתית תכנונית לנושא התאמת המפעל לשימוש בחומרי גלם ששילובם בתהליכי ייצור המזון במפעל יקטין את צריכת המים הכוללת של התהליך (שיקולי ניהול בר קיימא).
- אתגר לחברות מים בשוק המזון והמשקאות מהפן הסביבתי קשור בייצור ערך מוסף ממי השפכים, למשל, באמצעות טכנולוגיות אנארוביות המייצרות ביו-גז שיכול לשמש להנעת דוודי הקיטור. שימוש בביו-גז מקטין גם את עלויות האנרגיה וגם את טביעת הרגל הפחמנית (שוב – אחריות סביבתית).
- בנוסף, ניתן למנות שיטות מתקדמות לשימוש בביו-מסה, ייצור ביו-פלסטיקים ותאי דלק מיקרוביאליים.

2 הקדמה

2.1 תעשיית המזון

תעשיית המזון והמשקאות היא תעשייה עצומה וגודלה הוערך בכ-4.3 טריליון \$ לפי DATAMONITOR ב-2010 (הערכות פחות שמרניות מדברות אף על 5.7 טריליון \$ ב-2009 לפי IMAPIV). תעשייה זו כוללת תת סקטורים רבים ומגוונים והמים מהווים בה גורם מהותי.

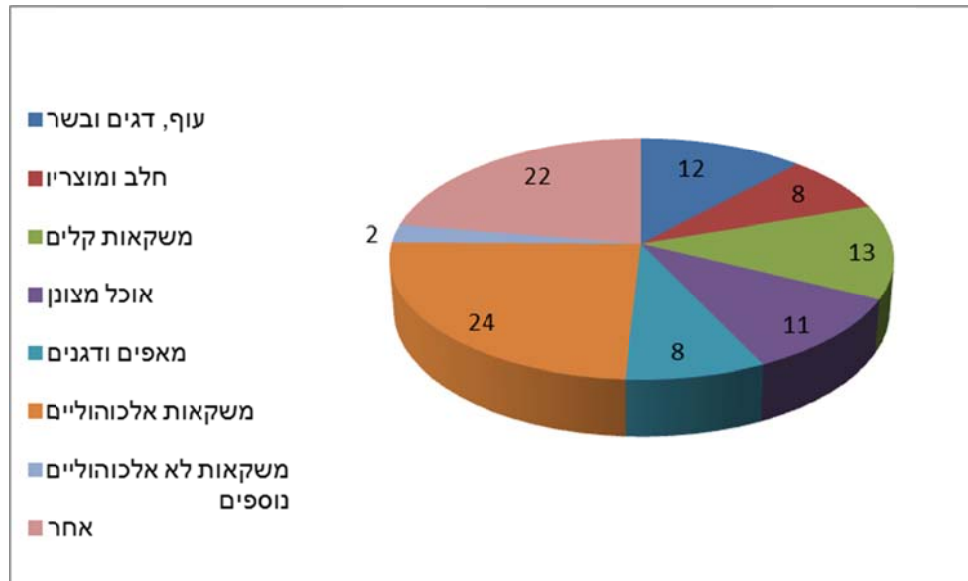
גודלו של שוק הטיפול במים ובשפכים בתעשיית המזון והמשקאות מוערך היום בכ- 3.5 מיליארד \$. GWI צופים ששוק הטיפול במים ובשפכים בתעשיית המזון והמשקאות ילך ויגדל ויגיע עד 2020 לכ-6 מיליארד \$. המגוון הגדול של מוצרים בתעשייה זו, ומכאן, גם השונות בתהליכי הייצור והעיבוד השונים, מחייבים מגוון של טיפולים במים וטיפול בשפכים, ומאפשרים אפשרות חדירה לשוק זה, במספר גישות שונות במטרה להציע טכנולוגיות לחיסכון והשבה משולבים.

מספר מגמות עולמיות יוצרות, גם הן, הזדמנויות משמעותיות לחברות המים בתעשיית המזון והמשקאות: הידוק הרגולציות בנושא איכות השפכים, עידוד ההתייעלות הסביבתית, מגמת גידול שוק המים בתעשיית המזון הנמשכת והמחסור העולמי במים ההולך וגדל ובעיקר גידול המודעות של הציבור בנושא השלכות פעולתם של מפעלי המזון על הסביבה המשפיע מתוך רגישות חברות המזון לתדמיתן.

בין תת הסקטורים בתעשיית המזון ניתן למנות, בין השאר, את תעשיית העוף, הדגים והבשר, תעשיית ייצור החלב ומוצריו, תעשיית המזון המצונן, המאפים והדגנים ועוד. תעשיית המשקאות מתחלקת למשקאות אלכוהוליים וכאלה שאינם, כולל משקאות קלים.

התעשייה, כאמור, מגוונת מאוד ותת הסקטורים שונים זה מזה בתהליכי הייצור. בעבודה זו בחרנו לעסוק בייצור חלב ומוצריו וכן בייצור משקאות קלים מוגזים בהיותם צרכני מים גדולים ומתוך כך שיש צורך בתעשיות אלה בפתרונות חיוניים לטיפול במים. בתרשים הבא מתוך נתונים של DATAMONITOR לשנת 2011, ניתן לראות, חלוקה של שוק המזון והמשקאות לתת-סקטורים, על-פי גודל השוק של כל תת סקטור ביחס לגודל שוק המזון והמשקאות הכללי.

תרשים מספר 1: חלוקת סקטור המזון והמשקאות לתת סקטורים (%)



לפי DATAMONITOR, בשנת 2010, גודל שוק ייצור החלב ומוצרי הגלובלי הוערך ב-335 מיליארד \$ וגודל שוק המשקאות הקלים הוערך ב- 541 מיליארד \$, כלומר – 8% ו-13% בקירוב, בהתאמה, מכלל תעשיית המזון מכיוון שהמוצרים בתת הסקטורים האלה זולים יחסית לתת סקטורים גדולים אחרים, למשל, בשר ודגים, משקאות אלכוהוליים וכו', ניתן להסיק כי כמות המוצרים המיוצרת בנפח ובמשקל בתת סקטורים אלה גדולה יותר יחסית לסקטורי המזון האחרים. כמו כן – השימוש במים בסקטורים אלה אינטנסיבי יחסית ומעלה אתגרים הדורשים פתרונות – גם כאלה שהם ייחודיים לסקטור, וגם אתגרים כלליים לתחום המזון והמשקאות.

תת סקטורים נוספים בשוק המזון, כגון ייצור בירה (מבשלות) שמהווה תת סקטור חשוב ומעניין - צורך כמויות גדולות של מים ודומה מאוד למשקאות מוגזים מבחינת המים המוזנים, וביציאה ולמפעלים לייצור חלב ומוצרים מבחינת השפכים, ניתן יהיה לסקור בהמשך.

כפי שצוין, תעשיית המזון, עושה שימוש בחומרי גלם ישירות מפעילות חקלאית, ופועלת בעיבוד שלבי הביניים או הייצור המלא של מוצרי המזון. באופן עקיף מים משמשים בשלבים אלה, בעיקר בהקמה (תשתיות), גידול ואיסוף היבולים בשרשרת האספקה. צריכת המים לחקלאות, מהווה, כ-70% מצריכת המים העולמית, ויכולה להגיע אף לכ-90% במדינות מתפתחות.⁴ לכן, אחד האתגרים שאנו רואים לטווח הארוך הוא שאיפה לשימוש בחומרי זינה שצורכים פחות מים בייצורם, בתהליכי ייצור המזון במפעל.

השימושים הישירים במים בתעשייה, הם בתהליך הייצור עצמו, בקירור, מיזוג, ייצור קיטור, ניקויים, שטיפות וחיטויים. בתהליכי הייצור איכות המים הנדרשת זהה לאיכות מי שתיה

ולעיתים אף למעלה מכך. כלומר – המים מטוהרים לרמות קבועות של כמויות חומר אורגני, תרחיפים, ברזל, מנגן ועוד רכיבים, כך שהם עומדים בקריטריונים מתאימים של בטיחות המזון.

המגמות בתעשיית המזון והמשקאות מושפעות מגורמים רבים – מחירי המזון עולים כתוצאה מהתמעטות השטחים החקלאיים המיועדים לגידול מזון, בשל הגידול באוכלוסייה ותהליכי העיור המואצים. בנוסף, חלק מהשטחים החקלאיים מופנים לגידולים למטרת ייצור ביודלקים (למשל – גידול תירס לשם ייצור אתנול) וכן בעקבות בצורות קשות שהשפיעו על ייצור הדגנים במדינות כמו אוסטרליה למשל.

דבר נוסף שמשפיע על מחירי המזון הוא התייקרות הנפט שמיקרת את האנרגיה הנדרשת לייצור ולשינוע המזון.

צריכת המזון במדינות מתפתחות משתנה בעקבות גידול האוכלוסייה במדינות אלה, כמו כן קיימות מגמות עיור משמעותיות שגם הן, יחד עם העלייה ברמת ההכנסה, משנות את הרגלי האכילה, ממזונות פשוטים וזולים יותר כמו אורז, למזונות מורכבים ויקרים יותר, למשל מוצרי חלב ובשר. מגמה זו צפויה להמשיך בשנים הבאות, במיוחד לאור העובדה שכיום כ-60% מאספקת המזון בעולם מופנית למדינות מתפתחות, ומספר זה אף צפוי להגיע למעל 70% עד 2050^{iv}.

במדינות מפותחות, הגידול באוכלוסייה מתון יותר, והמגמות בהרגלי האכילה של האוכלוסייה נובעות מעליה במודעות למזון מזין ובריאותי (כולל מזון דל שומן וכזה המכיל תחליפי סוכר שאינם מזיקים), בנוסף, בעקבות המשבר הכלכלי בשנים האחרונות יש נטייה גוברת לצריכת מזון מבושל ביתי (בניגוד לאכילה מחוץ לבית) ומזון קפוא ונוח להכנה.

לפי תחזיות של האו"ם, אוכלוסיית העולם, המונה כיום קרוב ל-7 מיליארד בני אדם, צפויה לגדול עד 2050 לכ-9 מיליארד, כאשר חלקן של המדינות המתפתחות גדול מ-85% ממספר זה. כתוצאה מכך, אספקת המזון העולמית, תצטרך לגדול בכ-70%, על מנת לספק מזון לתוספת האוכלוסייה^{vi}. בנוסף רמת העלייה בהכנסה במדינות אלה גבוהה הרבה יותר מהעלייה בארצות מפותחות. כלומר – הפוטנציאל גדול יותר במדינות מתפתחות.

צעדים שנוקטות מדינות על מנת להתמודד עם הצורך בהגדלת עתודות המזון, כוללים השבחת הזרעים לחקלאות (למשל ע"י הקמת בנק זרעים), ודישון, רכישת שטחים לגידול מזון במדינות נידחות וכן חיפוש אחר אפשרויות ליעול גידול ועיבוד המזון. לשימוש בחומרי גלם שבגידולם היה שימוש קטן יחסית של מים, וכן למזון שהוכן ליישום התעשייתי בתהליכים חסכוניים במים, יכולה להיות תרומה משמעותית מאוד לסך צריכת המים הגלובלית. זה

כמובן שינוי שיקרה לפחות בשני שלבים – שלב ההוכחה הטכנולוגית ובעקבותיו תהליכים רגולטיביים - תחיקה ותקינה שיחייבו את תעשיית המזון.

חברות מזון ומשקאות מושפעות, כאמור, מרגולציות, משינויים בהעדפת צרכנים, מהתרחבות לתחומים חדשים ומשאיפה לפיתוח בר-קיימא.

אולם, דעת הקהל היא הגורם החשוב ביותר בתעשיית המזון והמשקאות ולכן בראש סדר העדיפויות נמצא תחום בטיחות המזון. בנוסף, ומתוך שאיפה לדעת קהל חיובית, בין היתר, חברות אלה שמות דגש על תחום הקיימות, משתדלות להימנע מפרסום שלילי בנושאי מים וסביבה ומתוך כך מעוניינות לדאוג לניצול מיטבי של המים במפעל, להתייעלות אנרגטית בתהליך וכן להקטנת חתימת הפחמן של המפעל.

2.2 תעשיית ייצור החלב ומוצריו

בעולם, קיימת מגמת עליה בביקוש לחלב ומוצריו, שמובילה לגידול משמעותי בתעשייה זו, ובהתאמה, כמובן, גידול בכמות השפכים הצורכים טיפול.

כתוצאה מעליית המודעות העולמית לחשיבות הידוק ושמירה על הסטנדרטים לטיפול בשפכים, דרישות תהליכי הטיפול בשפכים בתעשייה זו, הולכות ומחמירות.

על פי Business Insight^{vii}, שוק החלב, שהוערך במעל 320 מיליארד \$ ב-2009, צפוי לגדול לכ-420 מיליארד \$ ב-2015, כאשר חלק מהגידול נובע מהגדלת הצריכה במזרח ובעיקר בהודו וסין.

בתעשיית החלב, חלב גולמי מעובד למוצרים שונים, ביניהם ניתן למנות: חלב לשתייה, חמאה, גבינה, יוגורט, חלב מרוכז, אבקת חלב וגלילות.

התהליכים המתבצעים כוללים בין היתר צינון, פסטור והמגון ותוצר הלוואי העיקרי הוא מי הגבינה.

תרשים כללי המתאר את תהליך ייצור החלב המעובד מהחלב הגולמי:

תרשים מספר 2: תהליך ייצור החלב המעובד



לאחר שהחלב המגיע למפעל עובר בדיקות ראשוניות לזיהוי שאריות תרופות, חיידקים וחומרים נוספים העלולים להימצא בו, הוא עובר למפרדה בה מופרד החלב מהשמנת. לאחר התאמת אחוזי השומן לקבלת האחוזים הרצויים לתוצר המסוים, מועבר החלב למהמגן, בו מרוסקות כדוריות השומן הגדולות לכדוריות קטנות שנטמעות בנוזל. בהמשך עובר החלב חימום על מנת להשמיד את החיידקים הנמצאים בו, תהליכי הפסטור והעיקור מבוצעים באמצעות חימום החלב.

בהמשך, כתלות במוצר הרצוי, מתבצעים תהליכים שונים. התהליכים מגוונים, ולעיתים משתנים בין מפעל אחד למשנהו, אך קווים כלליים מובאים להלן:

אבקת חלב

בתהליך הכנת אבקת חלב, כ- 85% מהמים בחלב, מתאדים תחת וואקום, והשאר באמצעות ייבוש בהתזה. מי העיבוי הנוצרים במהלך האידיוי (לעיתים בתהליך ממברנאלי), יכולים לשמש כמי הזנה לדוודי הקיטור או אף לחזור לשימוש כמי מוצר או מי שטיפות כמקובל יותר ויותר בארה"ב.

במפעלים בהם תהליך הייצור כולל אידיוי ו/או ייבוש החלב (גם למשל בתהליך ייצור חלב מרוכז), יש השבה באחוזים גדולים יחסית למפעלים אחרים. השבה זו מקורה במי העיבוי היוצאים מהתהליך. מים אלא צרכים לעבור תהליכי טיפול בדגש על חיטוי על מנת להחזירם לשימוש. כמו כן במידה ומים אלו לא טופלו היטב ("מים לבנים") והם נשלחים לביוב נדרש הייצור להוריד מהם את העומס האורגני

גבינה

יש, כמובן, סוגים רבים של גבינה הצורכים תהליכי הכנה שונים ומגוונים. תהליכי ההכנה העיקריים של הגבינה כוללים החמצה באמצעות חיידקי מחמצת והפרדת הגבן ממי הגבינה באמצעות אנזים. שלבי חיתוך וחימום או צנטריפוגה (תלוי בסוג הגבינה) מנקזים את מי

הגבינה מהגבן. ובייצור גבינות קשות, הגבן נדחס, נכבש (במכבש) ומומלח. לאחר מכן הגבינה נעטפת ונשמרת או ממשיכה לתהליכים שונים של הבחלה ויישון.

בתהליך נוצרים שני סוגי שפכים: מי הגבינה המשמשים להזנת בעלי חיים, לייצור גבינת ריקוטה, וכן משקאות עתירי חלבון, ושפכים שמגיעים מהשטיפות והניקיונות.

חמאה

מיוצרת בעיקר משמנת, שלאחר תהליך החביצה, נפרדת לחמאה ושמנת-חלב.

גלידה

חומרי הגלם (מים, חלב, חמאה, שמנת ועוד) מעורבבים, מהומגנים, מפוסטרים ומועברים למיכלים לשלב המתנה. לאחר סיום שלב זה, מוסיפים לתערובת את תוספי הטעם והצבע ואז מקפיאים. בזמן תהליך ההקפאה מוכנס אוויר לתערובת להשגת המרקם הרצוי.

יוגורט

חלב המשמש להכנת יוגורט מועשר במוצקי חלב. לאחר מכן מוסיפים לו סוכר ומייצבים, ומחממים ל- 60°C . בשלב הבא התערובת מהומגנת ומחוממת שוב ל- 95°C למשך 3-5 דקות. לאחר מכן התערובת מקוררת ל- $30-45^{\circ}\text{C}$, המחמצת מתווספת והתערובת נשארת במיכלים עד לסיום התהליך.

2.3 תעשיית המשקאות הקלים

מים נקיים, באיכות גבוהה הם מרכיב מהותי בכל תוצרי תעשיית המשקאות.

שוק המשקאות הקלים כולל תת-סגמנטים כגון: מים מבוקבקים ומינרליים, משקאות מוגזים, תרכיזים, משקאות אנרגיה ובריאות, מיצים ועוד.

בדו"ח זה נתמקד בייצור משקאות קלים מוגזים כדוגמא מוצגת לייצור משקאות קלים, וכן כסגמנט העומד בפני שינויים ברמת הטיפול בשפכים הנדרש טרם העברה למט"ש או פליטה לסביבה.

על פי DATAMONITOR^{viii} שוק המשקאות הקלים שהוערך בכ – 540 מיליארד \$ ב- 2010, צפוי לגדול לכ- 676 מיליארד \$ ב-2015.

על פי אותו מקור, שוק המשקאות הקלים המוגזים הוערך בכ- 207 מיליארד ב-2010, וצפוי לגדול לכ-236 מיליארד \$ ב-2015.

משקה קל מכיל לפחות 90% מים, ולתהליך הייצור שלו דרושים מים ברמת ניקיון גבוהה. מים לשתייה מכילים עקבות יונים שעלולים לשנות את טעמם של המים, ומכאן, גם את טעם המשקה. על מנת להימנע מהשפעות לא רצויות אלה, יצרני המשקאות נוקטים בטכניקות סינון וטיהור להוצאת החומרים שאינם רצויים מהמים, טרם השימוש בהם בתהליך הייצור, כך שהמים המשמשים לייצור המשקה הקל, יתאימו למפרט קבוע, המבטיח גם בטיחות תברואתית וגם טעם, קבועים וידועים מראש.

ליצרנים רבים, מי ההזנה לתהליך מגיעים ממקורות מוניציפליים ומטופלים בהתאם להוראות הרשויות הסביבתיות (EPA בארה"ב או רשות מקבילה לה במדינות אחרות). יש מקום לציון כי יצרני המשקאות הגדולים משקיעים הרבה מאמצים בניתוח והבנה של מקורות המים שלהם הן מבחינת איכות והן מבחינת זמינות עתידית. מרכיבי המשקה הקל מאושרים ומפוקחים ע"י רשויות הבריאות (FDA בארה"ב, או רשות מקבילה במדינות אחרות). הגופים הרגולטוריים אחראים על פיקוח, דגימה, אנליזה ואישור של מקורות המים לשימוש.

משקה קל, כאמור, מכיל לפחות 90% מים מוגזים, כאשר המרכיב העיקרי הבא הוא סוכר או תחליפיו, בצורתם הנוזלית או היבשה. בנוסף מכיל המשקה הקל חומרי טעם וריח וחומרים נוספים (חומרים משמרים למשל).

בתהליך הכנת המשקה הקל, השלבים הראשונים כוללים טיהור וסינון המים המוזנים (פירוט על שלבים אלה בסעיף 4.2.2), ולאחריהם, ערבוב המרכיבים.

הסוכר המומס מוזרק יחד עם תמציות הטעם והתרכיז (Concentrate) למיכלים מיוחדים בהם הם מעורבבים לפי מינונים קבועים מראש. הסירופ הנוצר עובר סטריליזציה, לעיתים באמצעות UV, או באמצעות חימום וקירור מהירים (Flash Pasteurization). במידה והסירופ מכיל או מבוסס על פירות, יש צורך לפסטר אותו לפני השלבים הבאים.

בהמשך המים המטוהרים והסירופ מעורבבים ביניהם באמצעות מיכלי תאום (Proportioners). במידה ומיוצר משקה מוגז, הגזת המשקה (Carbonation) נעשית בדרך כלל במוצר המוגמר, תוך שליטה זהירה בטמפרטורת התהליך, לאחר מכן מועבר המשקה למיכלי אחסון ואז למכונות המילוי.

המוצר המוגמר מוזרם למכלים (בקבוקים, פחיות וכדומה) בהם הוא משווק לצרכן.

2.4 תהליכי CIP

ניקיון הציוד במפעל המזון הוא תהליך חיוני הנעשה במטרה לשמור על ניקיון המוצר, מבחינת איכות הטעם וכמובן, מפרטי בריאות המזון. ציוד מודרני לייצור מזון נוזלי לרוב מנוקה באמצעות תהליך Cleaning In Place – CIP, אשר במהלכו, ללא פתיחת הציוד מוזרמות ומסוחררות תמיסות הניקוי. תהליך זה הינו תהליך אוטומטי סגור, ללא מגע אדם והוא כולל שטיפות והשריות שונות בתוך החלקים הפנימיים של ציוד היצור.

תדירות שטיפות ה-CIP מושפעת ממגוון המוצרים המיוצרים במפעל, מתדירות המעבר בין ייצור מוצר אחד לאחר, מייצור מוצרים המכילים אלרגנים ומאיכות הציוד ואמינותו.

על אפיוני המזון או המשקה משפיעות רגולציות מקומיות או בין לאומיות, מערך שטיפות ה-CIP נקבע לפי תקינות בתוך המפעל או תקינות רוחביות בחברה.

שטיפות ה-CIP נעשות בדרך כלל לפי מטריצות מסודרות, באמצעות מים המכילים סודה קאוסטית (NaOH) בריכוז 0.5%-1.5% ובאמצעות היפוכלורידים (לדוגמא) וכל זאת גם בטמפרטורות משתנות לפי הצורך.

מערכת בקרה בודקת במקביל את מידת הניקיון בהשוואה לתקינה הפנימית, כך שיש אפשרות לשנות את המטריצה מקומית או באופן קבוע, במידה ונראה כי אין התאמה לנתונים הנדרשים.

במפעלים לייצור חלב ומוצריו בגלל הרכב ואופי החומרים בתהליך, מטריצות ה-CIP מחמירות לאין שיעור, ומכאן גם כמויות המים והחומרים הכימיים הנדרשים. מפעל חלב משתמש בממוצע ב- 5 ליטר מים לייצור ליטר חלב אחד בעוד מפעל משקאות מוגזים משתמש ב-1.2-2 ליטר בממוצע לכול ליטר משקה.

במפעלים אלה, יש הצדקה להשקעה בהשבת המים ומחזור החומרים הכימיים מתהליכי ה-CIP. במערכות CIP חדשניות ויעילות, השימוש הוא רב פעמי, ומי השטיפה והכימיקליים מושבים על ידי סינון ממברנלי ומאוחסנים עד לשימוש חוזר.^{ix}

נרחיב של שלב השטיפות והשפעותיו על הרכב השפכים בפרק 4.3.1 על שפכי תעשיית ייצור החלב ומוצריו ונזכיר את הנושא בקצרה בפרק 4.3.2 על שפכי תעשיית ייצור המשקאות הקלים.

הרגולציה בתחום המזון מתחלקת לשלושה חלקים:

- הבטחת מים – כתוצאה ממחסור במים ומהתחרות על מקורות המים הקיימים, רשויות נאלצות לתת הרשאות מוגבלות לשימוש במים לתעשייה – דבר שמעודד התייעלות בשימוש במים.

- איכות מי התהליך – סטנדרטים בנושא איכות מי התהליך בתעשיית המזון והמשקאות, מושפעים מאיכות המים במקור המים למפעל, והטיפול הנדרש להבאת מים אלה לסטנדרטים הנדרשים בהתאם לדרישות בטיחות המזון. החוקים והתקנות ברחבי העולם לגבי מי שתייה דומים, ובדרך כלל מבוססים על תקנות World Health Organization Guidelines for Drinking Water Quality.

לאחרונה יש מגמת החמרה ברגולציות ההיגיינה החלות על מפעלי המזון – Food safety ובכלל זה על טיפולי המים הנדרשים בארה"ב.^x

- תקנים לפליטת שפכים לסביבה – המגמה העולמית היא בכוון החמרת רגולציות פליטת השפכים, כאשר מגמה זו מעודדת, כמובן, חדשנות בתחום טכנולוגיות אפיון וטיפול בשפכים ומחזור המים המטופלים ככל שניתן. בנושא זה, המדינות המתפתחות נמצאות במגמה מואצת, במטרה ליישר קו עם המדינות המפותחות המערביות.

הקריטריונים לבטיחות המזון הם אלה שמכתיבים את מינימום הדרישות למי התהליך ונושא אחידות הטעם הם קריטריונים המשלימים בחשיבותם.

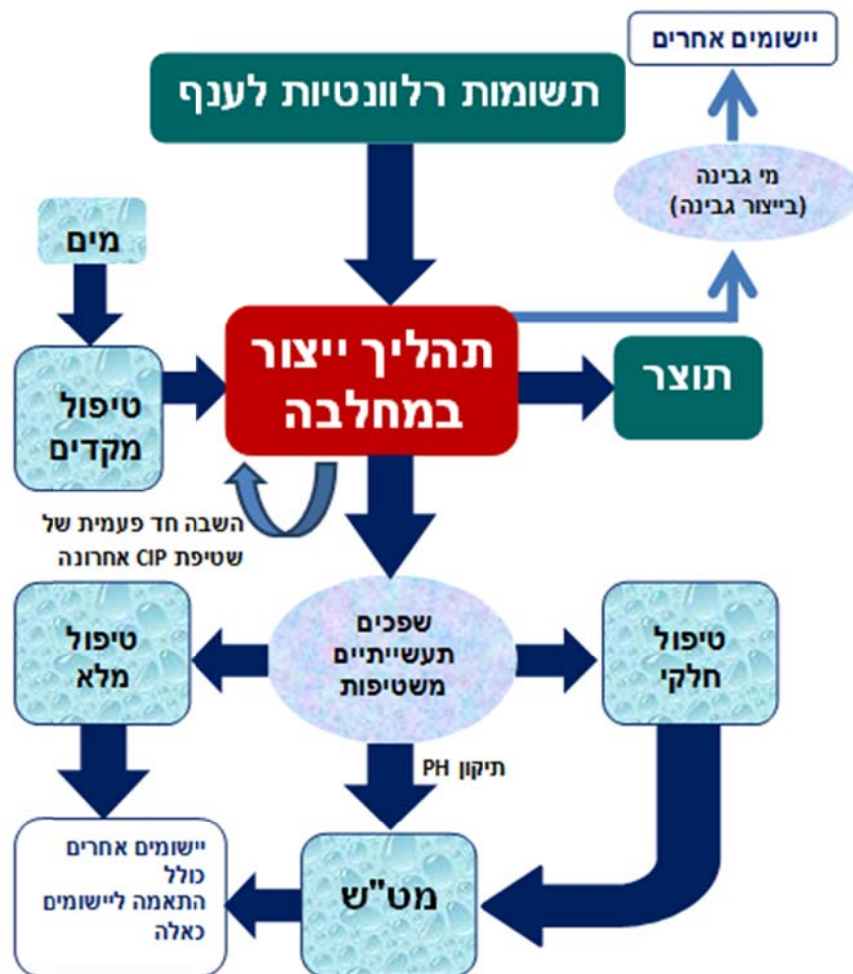
חברות מזון ומשקאות רבות, ובמיוחד החברות הבינלאומיות (בוודאי שקוקה - קולה בתוכן), מאמצות סטנדרטים קבועים ואחידים לכל האתרים של החברה בעולם, בין אם הם נמצאים במדינות מתפתחות או מפותחות. הסטנדרטים, כמובן, מתאימים למדינות מפותחות, והם גבוהים ומחמירים.

נקודה למחשבה בנושא זה קשורה בכך שבמדינות מתפתחות (הודו למשל), איכות המים היא לעיתים נמוכה מאוד מלכתחילה, ולכן המים צורכים טיפול רב על מנת שיעמדו בסטנדרטים הנדרשים. מאידך, על הטיפול לעמוד בקריטריונים של כדאיות כלכלית במטרה לייצר משקה שהוא תחרותי במחירו במדינה זו, כלומר – טיפולים מקדימים איכותיים ויעילים.

4.1 דיאגרמת מהלך המים בתעשיית המזון

הדיאגרמה הבאה (תרשים 3) מבטאת את מהלך המים בתעשיית ייצור חלב ומוצרי, אנו ננסה לעקוב אחר מהלך זה כמו גם אחר מהלך המתאים לתעשיית ייצור המשקאות הקלים, על מנת להבהיר את הנקודות החשובות המהוות אתגר עבור תעשיית המים הישראלית.

תרשים מספר 3: דיאגרמת מהלך המים בייצור חלב ומוצרי



כאמור, מים משמשים בכל שלבי הייצור: לעיתים נכנסים לתוך המוצר עצמו, בשלבי הצינון והקירור, בשלב הפסטור והעיקור – לייצור קיטור ובייחוד בשלבי השטיפות והחיתויים.

להלן נבדוק מהיכן וכיצד מגיעים המים הנכנסים לתהליך, אילו טיפולים מקדימים הם עוברים, ואילו טכנולוגיות משמשות לטיפול בשפכים למטרת השבה ליישומים אחרים (לא לתוך התהליך), לפני פליטה מותרת לסביבה, או להמשך שימוש בתחומים אחרים (מחזור).

4.2 מים מוזנים

4.2.1 מים מוזנים – ייצור חלב ומוצריו

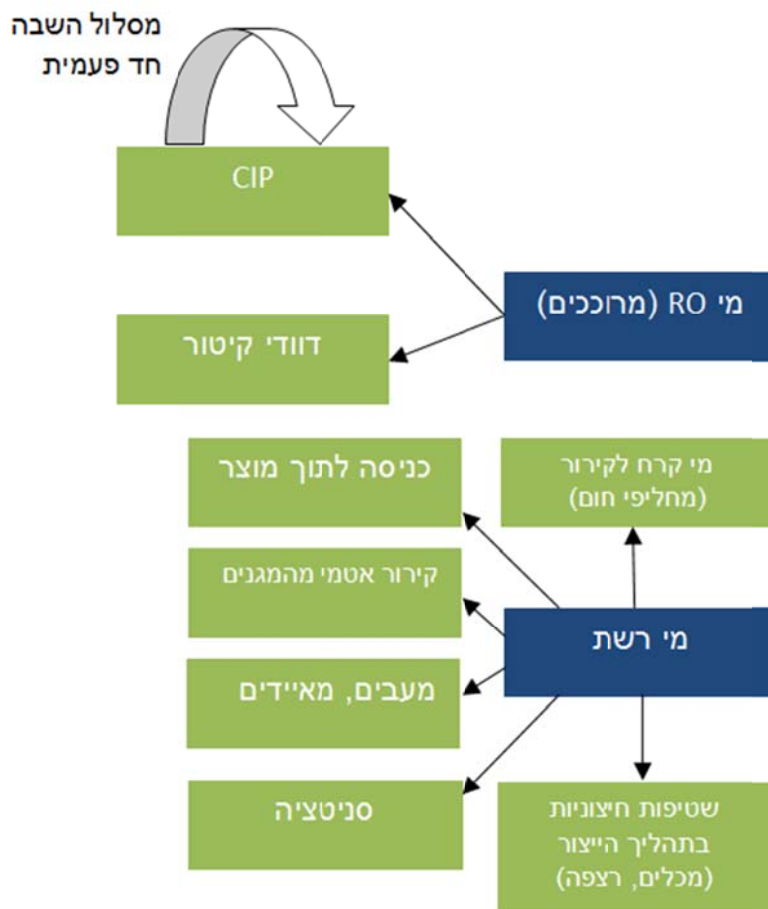
אספקת המים למחלבה משתנה כתלות במיקום המחלבה ומקורות המים באזור. היא יכולה להגיע מרשת המים המוניציפליים, ממקורות מים עיליים או תת קרקעיים, מנתיבי השקיה ועוד. מפעלים הנמצאים באזורים צחיחים, לעיתים נדרשים להתקין מיכלי אחסון גדולים להבטחת אספקת מים בזמנים של מחסור אפשרי באספקת המים הזמינה (באוסטרליה למשל).^{ix} בנוסף לכל אלה – מפעלים מחזיקים מאגרי מים גדולים כגיבוי ולתמיכה בכיבוי אש.

מי הרשת הנכנסים למפעל מוזנים למספר מקומות (זאת, כמובן לאחר שנבדקים ונמצאים תואמים את דרישות רשויות הבריאות המתאימות או, לחילופין, מטופלים כך שיגיעו לדרגת ניקיון מתאימה):

- לתוך המוצר (לתהליך עצמו)
- לתהליכי קירור וחימום
- לשטיפות
- לסניטציה

מים נוספים שעוברים תהליך ריכוך וסינון באמצעות ממברנות RO, מופנים אל דוודי הקיטור ותהליכי ה-CIP השונים.

תרשים מספר 4: סוגי מים מוזנים במפעל לייצור מוצרי חלב



כ-20% מהמים המוזנים שעוברים סיון RO מגיעים לרכז, יש צורך בפיתוח שיפורים בממברנות, או בדרך הפעולה של המתקן הממברנלי במטרה לקבל יחס השבה גבוה יותר.

4.2.1.1 כמויות צריכת מים בתעשיית ייצור החלב ומוצרי

הנתונים על כמויות השפכים במפעל מאופיינים בשונות גבוהה. כמויות צריכת המים מחושבות, בדרך כלל, כיחס בין כמות המים לכמות החלב הגולמי המעובד.

באירופה, היחס המחושב ב-2004, עמד על 0.2-11 ליטר מים לליטר חלב מעובד, כאשר יחס השפכים לכמות חלב גולמי מעובד נמצאת בטווח דומה.^x

באוסטרליה, היחס אצל יצרנים שמיצרים חלב לשתייה וכן מוצרים נוספים כגון גבינות, יוגורטים וכדומה, עומד על 0.07-2.9 ליטר מים לליטר חלב מעובד, כאשר הממוצע עומד על 1.5 ליטר מים לליטר חלב מעובד.^{xii}

ליחס של 0.07 ליטר מים לליטר חלב מעובד, מגיעים באמצעות השבת מי העיבוי מתהליכי הייבוש במחלבות המייצרות אבקת חלב.^{ix}

בפינלנד, עיבוד ליטר אחד של חלב, מוביל ליצירת 1.2-3.3 ליטר שפכים.^{xi}

השונות בכמות השפכים במפעל ייצור מוצרי החלב, נובעת מאופי המוצר (מוצר צמיגי צורך ניקוי בכמויות גדולות יותר של מים, למשל), שלבי תהליך הכנתו, הפוטנציאל להשבת מי עיבוי בתהליך וכן מאופי ניהול המים בתהליך – דבר המדגיש את החשיבות של ניטור וניהול יעילים.

טכנולוגיות חדשניות לשיפור פרמטרים אלה של ניהול וטיפול בשפכים, ישפרו גם את היחס, ויקטינו את כמויות המים הנצרכות בתהליך, וכן, את כמות ואופי השפכים היוצאים ממנו. בנוסף, טכנולוגיות יעילות יאפשרו מחזור השפכים המטופלים, ובמקומות בהם רשויות הבריאות ומפרטי איכות המזון יאפשרו – גם השבת מים לתהליך.

4.2.2 מים מוזנים – ייצור משקאות קלים

במפעלי קוקה-קולה בעולם, שיטת הטיפול במים, לאחר הריכוך הכימי (בדרך כלל CCT – טיפול כימי קונבנציונלי) עשויה לכלול סינונים מדרגות שונות, תיקוני PH, תהליכי טיהור, ספיחה וכלורינציה (חיטוי) ונקראת: (MBS) Multi Barrier System.

הטכנולוגיות המשמשות בדרך כלל בשיטת MBS כוללות סינון משופר (Enhanced Filtration) תוך הוספת קואגולנט/פלוואוקולנט או ננו-פילטרציה, החלפת יונים במידה והאלקליניות גבוהה, או Lime Softening לאותה מטרה, אלקטרודיאליזה עשויה להחליף תהליכים אלה – אך פחות נפוצה בשימוש, כלורינציה, סינון ע"י מסנן פחם והקרנת UV.

כלורינציה מתבצעת תמיד אם כי, לאחרונה קוקה קולה אישרה טכנולוגיות UV כתחליף להכלרה, ומכאן מגמת השימוש ב-UV הולכת ועולה הן כמחטא ראשי והן כמישני.

בפפסי עדיין נפוץ השימוש באוזון; כמו כן יש בפפסי מגמה של העברת המפעלים לסינון ממברנלי. מגמת המעבר לממברנות היא מגמה בולטת גם בחברת קוקה קולה.

הכלורינציה מבוצעת באמצעות היפוכלורידים, למשל – **Sodium hypochlorite** ומהווה מחסום מיקרוביאלי. לאחר הכלורינציה, מסנן פחם שנקרא גם "משפר טעם", מפרק את שאריות הכלור וכהגנה מפני רעלים; במקביל, מערכת בקרת תהליך בודקת on-line נוכחות כלורידים בריכוז ppb. בסיום שלב זה, מתקבל נפח גדול של מים מטופלים ללא כלור. **נפח זה מהווה מצע להתפתחות מיקרוביאלית, במיוחד אם ביופילמים התפתחו בתוך מסנן**

הפחם. במידה ויש לטפל בכמות חיידקים נמוכה יחסית, ניתן להשתמש בטכנולוגיית UV לטיהור. כאשר נוצרים ביו-פילמים, הטיפול מסובך יותר.

בשלב זה, ניתן להוסיף ריכוז גבוה של כלור בפולסים ("מכות הכלרה"), כלור מרוכז, Chlorine dioxide או אוקסניה בריכוז גבוה – ולמרות כל אלה, לא תמיד נפתרת הבעיה בקלות (שיטה זו ננקטת בישראל ומאפיינת פחות מקומות אחרים בעולם).

בעיית הביופאולינג (אילוח ביולוגי) מהווה אתגר גדול ורחב במגוון תחומים – לא רק בתעשיית ייצור המזון והמשקאות, אבל מהווה אתגר מרכזי בתעשייה זו.

ביופאולינג מוגדר כהצמדות לא רצויה של מיקרואורגניזמים למשטח בסביבה מימית. בסביבה זו בקטריות נוטות להיצמד למשטחים ולצור על פניהם רובד חיידקי עמיד. תופעה זו מהווה בעיה מרכזית בתעשיית ייצור המשקאות הקלים ומביאה לירידה באיכות המים ולסיכונים בריאותיים כתוצאה מנוכחות פתוגנים, להשבתת מתקנים ואיננה קלה להתמודדות או פתרון. הביופאולינג עשוי, כאמור, להיווצר על משטחים – דבר שמהווה בעיה פחות משמעותית במכלים גדולים, אך בעייתי, כאמור, ברכיבי ציוד כמו מסנן פחם וממברנות.

יש אפשרות להקדים טיפול סינון בממברנת UF אך פעולה כזו מעלה את דרישות האנרגיה ומייקרת את התהליך. אם אפשר, יש עדיפות למניעת התפתחות הביופילמים, אם באמצעות מניעת מזון מהבקטריה או מניעת תהליך ההדבקות שלה למשטח באמצעים שעשויים לצור דחיה.

ההתמודדות עם בעיית הביופאולינג מעלה מספר אתגרים טכנולוגיים, כמו למשל פיתוח מסנן פחם שמוציא את הכלור אך מונע התפתחות מיקרוביאלית, בחינה האם אפשר להימנע משימוש בכלור/להחליף את השימוש בכלור/לשנות את דרך השימוש בכלור (פולסים למשל), וכן מהווה אתגר אקדמי שצורך קידום מחקר בנושא ביופילמים – מנגנוני ההתפתחות והמחיה שלהם, נקודות התורפה ושיטות לפירוק והכחדה.

סינון נעשה עד לרמה המולקולרית, כאשר המגמה היא להעדיף שיטות פיסיקליות כמו סינונים ממברנליים.

מערך הזנה נוסף או חלופי, נעשה באמצעות מי רשת (או מים מוזנים ממקור מאושר אחר) שעוברים טיפול RO. סינון בממברנות RO בעייתי בפן נוסף, מלבד דרישות האנרגיה ונפח השפכים שמוצא במהלכו (15-20% רכז שנפלט לשפכים) – גם בטיפול RO במים שעברו כלורינציה ודה-כלורינציה נוצרת בעיית ביופאולינג מוגברת, כיוון שרמת האורגניים המשמשים כמזון לבקטריות שנתרו עולה - בקטריה שהושמדה מהווה מזון לבקטריה חיה (דבר זה נכון גם עבור בקטריות שהושמדו באמצעות UV).

ניתן, לעיתים, להשיג שיפור מסוים ברמת הביופאולינג באמצעות חימום יחידות RO ייעודיות לתהליך זה אך האנרגיה המושקעת לחימום המים גדולה (תהליך זה אינו מקובל במפעלים למשקאות קלים אולם נמצא בשימוש במפעלי מים מבוקבקים כגון נסטלה). שימוש במצע פחם פעיל, יעיל, גם הוא להקטנת הביופאולינג ביחידת ה-RO כיוון שסופח חומרי מזון אורגניים.

אתגר נוסף העומד בפני חברות המשקאות בתחום זה נוגע לפיתוח ושכלול בדיקות זיהומים ורמה מיקרוביאלית, יעילות, מהימנות ובזמן אמת לצורך זה.

במטרה לנהל את הייצור באופן בר-קיימא, חברות מזון ומשקאות מעוניינות להגדיל את יעילות השימוש במים וניקויים במפעל כך שניתן יהיה להקטין את כמויות המים הנצרכות באופן כלכלי ובטיחותי. הרחבה בנושא זה, בסעיף 4.4 על ניהול המים.

4.3 טיפול בשפכי התהליך כולל פליטה לסביבה

4.3.1 שפכי תעשיית ייצור החלב ומוצריו

השפכים במפעל נוצרים בעיקר מתהליכי הניקוי, וזאת מכיוון שהדרישות הרגולטוריות של רשויות הבריאות הרלוונטיות, מכתובות כמות גדולה של שטיפות על מנת לשמור על סטנדרטים שיבטיחו את עמידת התוצר במפרטי בטיחות המזון.

העומס האורגני של השפכים גבוה, וכ- 50-90% מהמים המוזנים למפעל משמשים לתהליכי ניקוי, ועוזבים אותו כשפכים.^{xii}

אופן הטיפול במים ושפכים במפעל עשוי להשתנות ממפעל למפעל בהתאם למיקומו, המוצרים המיוצרים בו, התהליכים בהם הם מיוצרים, מקורות המים המוזנים, הדרישות הרגולטוריות המקומיות לגבי הטיפול בשפכים ולאפשרויות הפליטה לסביבה.

בישראל, אחוז גבוה מהשפכים המטופלים (קולחים) מופנים לצרכי השקיה – אחוז ההשבה עומד על כ-80% והוא הגבוה בעולם. דבר שמחייב את תעשיית ייצור החלב ומוצריו להתייחס לריכוזים של חומרים ייחודיים לפני שליחת המים, למשל ריכוז הנתרן, כפי שיפורט בהמשך.

בעולם האחוזים קטנים הרבה יותר - בספרד, יוון ואיטליה, אחוז השבת השפכים להשקיה עומד על 3-13% - קרבה של מחלבה אל אזור חקלאי, תאפשר מחזור השפכים המטופלים בצורת מים להשקיה. מפעלים כאלה, אולי יעדיפו לטפל במים כך שיתאימו למחזור להשקיה

במקום טיפול שיאפשר השבה לתהליך. מה גם שזו בעייתית בדרך כלל בגלל רגולציות של רשויות הבריאות.

כמו בתעשיית ייצור התרופות, גם בתעשיית המזון, הכח המניע הראשוני הוא עמידה במפרכי רשויות הבריאות, ורק אחר כך התייעלות כלכלית הנובעת מחיסכון בשימוש ובטיפול במים. אך התייעלות כזו תהיה נחוצה ככל שהדרישות הרגולטוריות של הרשויות הסביבתיות בנושאי מחזור, השבה והרכב השפכים המטופלים המורשה לפליטה לסביבה יעלו.

השפכים הנוצרים במפעל, מגיעים, כאמור, מתהליכי עיבוד החלב ומוצריו, מתהליכי השטיפה והחיטוי (של מכליות החלב הגולמי, של מיכלי אחסון החלב, הצנרת, המפרדות והמפסטררים), והם מאופיינים בעומס אורגני גבוה הנמדד בערכי BOD (Biological Oxygen Demand) ו-COD (Chemical Oxygen Demand) גבוהים, ומכילים גם שומנים, ניוטרנטים מגוונים, חומרי ניקוי, חיטוי ושאריות חלב.

מאפיינים נוספים של השפכים:^{xii}

- כמות גבוהה של שפכים, ביחס לכל שאר תעשיות המזון.
 - תנודתיות ב pH עקב נוכחות דטרגנטים חומציים ודטרגנטים בסיסיים.
 - תכולה גבוהה של חנקן וזרחן.
 - תנודתיות בטמפרטורה.
 - ספיקות משתנות, עקב חוסר קביעות במחזורי היצור.
- מערכות ה-CIP משמשות לניקוי המיכלים, הצנרת, מכונות המילוי, המפסטררים, המהמגנים וחלקים נוספים בצידוד. מספר השטיפות ותדירותן תלויים באופי התוצרים המיוצרים בקו, תדירות ההחלפה בין המוצרים ובצידוד הקיים עצמו. מבחינת הצידוד חשובות רמת הצידוד, רמת הניטור והבקרה של התהליך ורמת תחזוקת הצידוד במפעל.

שטיפות ה-CIP, כאמור, נעשות באמצעות סודה קאוסטית - NaOH - בריכוז של 0.5-1.5%. כתוצאה מכך, השפכים מכילים יוני Na⁺ (זהו המקור העיקרי לנתרן, אך נתרן מגיע גם מתהליכי ניקיון חיצוני של צידוד ורצפות, מתמיסות רענון למחליפי היונים וממי גבינה מלוחים במפעלים המייצרים גבינות קשות).

הסודה הקאוסטית המשמשת ל-CIP מושבת ברובה מתוך השפכים באמצעות סינון ממברנלי, מקורו של הנתרן הבעייתי הוא בעיקר מהמים שיוצאים מפומפי הברזים (בניגוד למים שזורמים בתוך המערכת) בזמן הניקוי, זורמים לביווב ומשם לשפכים.

יוני נתרן מהווים חסם לשחרור להשקיה חקלאית, כי בקרקע חרסיתית, הם גורמים להרחקה בין לוחיות החרסית ואטימת הקרקע כך שאיננה מתאימה לגידול חקלאי וכן מגדילים את הסיכון לסחיפת קרקע. במדינות בהן יש שימוש בקולחים להשקיה, (בישראל בעיקר, אך מגמה זו הולכת ומתפתחת בעולם, למשל באוסטרליה), הדבר מחייב טיפול בבעיית הנתרן בשפכים טרם השקיית האדמה בקולחים.

בקרקעות מסוגים אחרים, כדוגמת לס, הסכנה אינה באטימת הקרקע, אלא בחלחול הנתרן לאקוויפר והמלחת מי התהום. סכנה זהה, של המלחת מקורות מים עיליים ומי תהום קיימת גם בפליטת שפכים מטופלים המכילים ריכוזים גבוהים של נתרן אל מקורות המים העיליים (אגמים, נהרות וכו').

בין השיטות להפחתת ריכוז הנתרן בשפכים ניתן למנות שימוש בחמרי ניקוי חליפיים בשטיפות ה-CIP שמאפשרים ניקוי יעיל יותר, בריכוז חומר נמוך יותר (אנזימטיים, פעילי שטח, שימוש בחומרים המכילים אשלגן במקום נתרן – זמין יחסית אך מייקר את התהליך - וכדומה), השבת ה-NaOH לשימוש חוזר, אופטימיזציה של מערכת ה-CIP תוך שימוש בכלים ניהוליים ושיטות נוספות שאינן כוללות שינוי בתהליכי ה-CIP^{xii} כמו למשל ייעול הטיפול בבקטריות כך שיידרשו פחות תהליכי CIP מלכתחילה.

ניתן לסכם כי בעולם, המוטיבציה להפחתת רמת הנתרן בשפכים נובעת מהרצון להתייעלות כלכלית ולא רק סביבתית (באמצעות צמצום השימוש בחומרי ניקוי) וכן בייעול תהליכי הניקוי עצמם. המגמה ההולכת וגדלה של מחזור והשבה של שפכים בתעשייה, בין היתר להשקיה (במיוחד במדינות צחיחות כמו אוסטרליה למשל), כמו גם העובדה שגם שפכים שטופלו ונפלטו למקורות מים, אם מכילים כמויות גבוהות של נתרן – עלולים לגרום להמלחת מקורות המים/מי התהום, מדגישה את הצורך בפיתוח שיטות להפחתת הנתרן בשפכים.

האתגר במקרה זה הוא הוצאת הנתרן מהשפכים, ואם למקד אותו אף יותר – התאמת מפעלים קיימים להוצאת הנתרן מהשפכים.

פריצת דרך אפשרית בתחום זה, עשויה להתרחש בעקבות פיתוח שיטה ליצירה וניקוי באמצעות מים מופעלים (Activated Water). בשיטה זו, המערכת מבצעת אלקטרוליזה למים המכילים מלח, ליצירת תמיסה אלקילית ותמיסה מחמצנת, שבתורן משמשות כתמיסה לניקוי ותמיסה לחיטוי בהתאמה. היתרונות שטמונים בשיטה זו כוללים חסכון באנרגיה (סניטציות ללא חימום), הפחתת הצורך ברכישת כימיקליים (נוצרים במהלך האלקטרוליזה) והפחתת שאריות כימיקלים בשפכים (כיוון שהתמיסות יעילות יותר ולכן פועלות בריכוזים נמוכים יותר). כלומר – גם התייעלות כלכלית וגם סביבתית.

חברת קוקה קולה כמו גם חברת פפסי מאמצות כיום בחום ובמהירות את הטכנולוגיה זו.

נושא זה מהווה אתגר חשוב ומעניין בתחום הטיפול במים למטרת שטיפות וחיטויים בתעשיית המזון ומשקאות ובתעשיות מקבילות נוספות.

אופן הטיפול בשפכים במפעל הוא פועל יוצא של מספר גורמים – מידת השימוש במים המטופלים בסוף התהליך ואופן השימוש בהם, וכן הדרישות הרגולטוריות של הרשויות הרלוונטיות. הרגולציה רלוונטית במקרה בו השפכים המטופלים נפלטים למערכת הביוב, מושבים באתר, ממוחזרים מחוצה לו (השקיה למשל) או נפלטים למקורות מים עיליים.

כאשר אפשרויות הטיפול בשפכים נשקלות, יש לקחת בחשבון את השינויים בנפחים ובקצב הזרימה של השפכים, השינויים ב-PH ובכמות המוצקים המרחפים (SS- Suspended Solids), אפשרויות הפליטה לסביבה והדרישות הרגולטיביות.

ניתן לחלק את תהליך הטיפול בשפכים לשלושה שלבים עיקריים: טיפול ראשוני פיזיקו-כימי, טיפול שניוני ביולוגי ולעיתים, גם טיפול שלישוני למטרת טיהור.

הטיפול הראשוני (פיזיקו-כימי):

הטיפול כולל שלבי סינון גס, הזרמה למיכלי איזון (equalization), תיקון PH ו- DAF (Dissolved Air Floatation), להוצאת שומנים ומוצקים מרחפים.

בשלב הראשון חשוב שהשפכים יועברו למיכלי איזון. השפכים המגיעים עשויים להיות חומציים (שטיפות למניעת אבנית), בסיסיים, בטמפרטורות ועומסים אורגניים שונים. כל אלה עלולים להיות בעייתיים בטיפול הביולוגי (השניוני). ערבוב הזרמים מאזן את ה-PH (לעיתים יש להוסיף כימיקליים נוספים למטרת איזון PH). המיכל מעורבב, והשפכים שוהים בו בערך 6-12 שעות. גודל המיכל צריך להתאים לכמות השפכים בשיא וכן להכיל כמות נוספת לביטחון במקרה של תקלות.

לעיתים נעשה שימוש בהידרוציקלון יחד עם יחידת ה-DAF.

ה-DAF אינו מטפל בחומר מומס ואמולסיות ולכן התמיסות צריכות לעבור גם טיפול פיזיקו-כימי באמצעות קואגולציה שמרחיק חלק מהחומר המומס.

הטיפול השניוני (ביולוגי):

כולל טיפול בחומר האורגני ובמקרים מסוימים גם בזרחן. טיפול זה נעשה, בדרך כלל, במתקנים ביולוגיים אירוביים או אנארוביים. התהליכים ממירים את החומר האורגני לבוצה או לביוגז, שניתן לנצל כחומר דלק לאנרגיה חלופית.

הטיפול הביולוגי האירובי יכול להיעשות למשל באמצעות בוצה משופעלת - ASP (Activated Sludge Process), RBC (Rotating Biological Contactors), SBR (Sequencing Batch Reactor).

טיפול אנארובי יכול להיעשות באמצעות Anaerobic lagoon, CSTR (Completely stirred tank reactors) מסננים אנארוביים ועוד.^{xiii}

מערכות טיפול אנאירוביות נחשבות כדאיות יותר לתעשיית ייצור מוצרי החלב, כיוון שאינן צורכות אנרגיה למטרת הכנסת אוויר למערכת, כמו במקרה של מערכת אירובית. בנוסף – מהתהליכים המתרחשים במערכות אנאירוביות מופק ביוגז שיכול לשמש מקור אנרגיה כשלעצמו.

דברים נוספים שמהווים יתרון בטיפול אנאירובי על פני טיפול אירובי כוללים את כמות הבוצה הקטנה יחסית שנוצרת במהלך הטיפול, את צריכת הניוטרנטים הקטנה יותר, את העובדה שפתוגנים בדרך כלל מושמדים בתהליך וכן שתהליך אנאירובי שפועל באופן תקין אינו מפיץ ריחות.

החסרונות בטיפול האנאירובי יחסית לטיפול האירובי כוללים עלות השקעה ראשונית גבוהה, זמני אתחול ארוכים, צורך ברמות גבוהות של שליטה ובקרה בתהליך וכן רגישות גבוהה יותר של התהליך לשונות בשפכים.

אם במפעל מסוים מעוניינים לבצע טיפול מלא בשפכים, כלומר – כזה שמכין את השפכים לפליטה מורשית לסביבה או מחזור, יש אפשרות לשלב את היתרונות של שתי השיטות ולטפל קודם בטיפול אנאירובי, כדי לא ליצור כמות בוצה גדולה ולאחר מכן, לטפל שוב בטיפול אירובי לניקוי מקסימלי של השפכים.

הטיפול השלישוני (טיהור סופי של השפכים):

עשוי לכלול הפרדות ביולוגיות, פיסיקליות וכימיות להפקת שפכים מטופלים ברמת ניקיון גבוהה.

בטיפול כזה יהיה בדרך כלל שימוש בממברנות.

שימוש בממברנות לצורך זה, עלול לעורר אתגרים בנושא סתימת הממברנות עקב מוצקים מרחפים, שקיעת מלחים ומושבות חיידקים, ניקוי פני שטח הממברנה, צורך במציאת דרכים להארכת זמן חיי הממברנות עקב המגע עם כימיקלים וחומרים אורגנים ופגיעה בממברנה כתוצאה מיוני כלור חופשי.^{xiv}

תהליך שמתאים למפעל מסוים, לא בהכרח יתאים לאחר ויש לשקול את מכלול המשתנים בכל מקום ומקום.

אין היום שיטת טיפול אחת שמספיקה לבדה לניקוי מלא של השפכים ולכן יש צורך להשתמש ברצף של טיפולים תוך התייחסות לכל רכיבי המערכת.

4.3.2 שפכי תעשיית ייצור המשקאות הקלים המוגזים

מקורם של המים המגיעים אל השפכים במפעל לייצור משקאות קלים מוגזים נובע בעיקר ממי שטיפות ותהליכי סניטציה, מפליטת הנקז ממגדלי קירור ודוודי קיטור (Blowdown), משטיפה הפוכה של מסננים (Backwash) ומרכז ה-RO.

מים שיוצאים באיכות טובה ממתקני הטיפול (למשל מי שטיפה אחרונה של סניטציה, מי שטיפת בקבוקים, מי עיבוי של צ'ילרים), עשויים, במפעלים מסוימים, להיות מושבים למתקני הקירור, מים באיכות שתיה מושבים לשטיפת המערכות והבקבוקים.

בערך כ-50-60% מהמים הנכנסים למפעל מגיעים לבסוף אל השפכים אם כי במפעלים מתקדמים, לדוגמה – קוקה-קולה ישראל, מצליחים להגיע לרמות של 22% מים שעוברים לשפכים. קוקה קולה העולמית אישרה תהליכי השבה עד לרמה של שטיפת בקבוקים פנימית (אבל לא חזרה למשקה) שמביאים את אחוז ההשבה עד ל-80%, תהליכים אלה מאומצים במהירות ע"י המבקבים ותחום זה צפוי לגדול במהירות.

המים מתהליכי ה-CIP אינם מושבים בדרך כלל בתעשייה זו ומועברים אל השפכים.

ברוב המפעלים אין הפרדת זרמים והשפכים מגיעים למכלים לחיבור ומיצוע השפכים כשלב ראשון. כדוגמה אופיינית לטיפול בשפכים במפעל לייצור משקאות קלים נסקור את שרשרת הטיפול כפי שמבוצעת במפעל קוקה-קולה ישראל:

לאחר שלב החיבור והמיצוע מתבצע בדרך כלל שיקוע המוצקים המרחפים במשקע – הבוצה מועברת למטמנה. בשלב הבא נעשים תיקוני PH הכרחיים, והשפכים מועברים למסלול המוניציפלי ומשם למט"ש.

השפכים מכילים שאריות מחומרי ייצור המוצר ושאריות מתמיסות הניקוי ומאופיינים בעומס אורגני, שנובע בעיקר מהיותם מרוכזים (יחס שפכים למוצר בתעשיית ייצור החלב ומוצריו גדול בסדרי גודל ולכן כמות השפכים בתעשיית ייצור המשקאות הקלים קטנה יותר יחסית).

כיום, העומס האורגני בשפכי מפעלים לייצור משקאות קלים מוגזים (בניגוד למפעלים המייצרים מיצים לדוגמה, שם כן נעשה טיפול ביולוגי) לא בהכרח מצריך טיפול, אך

הרגולציות בנושא זה הולכות ומחמירות במהירות כך שזו בעיה שהתעשייה כנראה תאלץ להתמודד איתה בשנים הבאות, ומהווה אתגר לתעשיית המים.

בישראל, גם הרגולציות בנושא הנתרן הולכות ומחמירות, כך שגם בתחום זה חברות ייצור המשקאות הקלים יאלצו להתייעל, וכך גם בשנים הבאות באזורים צחיחים בעולם – ככל שאחוזי המיחזור למטרות השקיה בחקלאות ילכו ויגדלו.

יש אתגר בהשקעה בניהול נכון של שפכים במפעלים קיימים – באמצעות זיהוי והפרדת זרמים שונים הצורכים טיפולים שונים. במפעלים חדשים, תכנון והקמה של מערכות כאלה.

4.4 ניהול מים, מחזור והשבה

כדי להבין כיצד לנהל טוב יותר את המים במפעל המזון, חשוב לדעת כמה מים בדיוק מוזנים, היכן הם משמשים לכל אורך התהליך וכן, לזהות דליפות, אם קיימות.

לדוגמא – לעיתים המים המשמשים בתהליך למטרות כמו איטום משאבות או קירור אטמי מהמגנים במפעל לייצור מוצרי החלב, מוזרמים בלחץ גבוה מזה הנדרש. זיהוי המקרים האלה וויסות הזרימות יקטין את צריכת המים בתהליך, ובהתאמה – את כמות השפכים הצורכת טיפול.

יתרה מכך, אנו מזהים אתגר בפיתוח טכנולוגיה המאפשרת הזרמה מיטבית מבחינת כמות המים לקירור אטמי המהמגנים, או פיתוח קירור ללא מים כלל.

אופטימיזציה של ניהול מהלך המים, יכולה להיות מושגת באמצעות מכשור מתאים לחישה, ניטור ובקרה, ולאפשר חסכון בשימוש במים כמו גם מניעת זיהומים סביבתיים כתוצאה מדליפות במפעל. התייעלות כזו, תוך שימוש בניטור ובקרה on-line מאפשרת לדעת את הכמות והאיכות.

חלק מהזרמים (הנקיים יחסית), יכולים להיות מושבים בחלקים מסוימים של המפעל, זרמים אחרים צורכים טיפול מקדים.

כיום, המים אינם מושבים לתהליך בשום צורה באם יש מגע עם התוצר למרות שקוקה קולה העולמית אישרה לשימוש השבה מלאה - לא למוצר עצמו- כולל מגע (למשל שטיפת בקבוקים פנימית). בימים אלה נעשית עבודה של כלל התעשייה לאשר "אמנה" להשבת מים לתהליך - המים אינם מושבים, כאמור, כמרכיב בתוצר. מכאן, שאפשרויות ההשבה בסקטור כיום, קיימות בעיקר לתשתיות (לדוודי החימום ולמגדלי הקירור). גם בסוג זה של השבה, המים, כמובן, צריכים להיות נקיים ממלחים ואורגניים, במטרה להימנע מתופעות של שיקוע

וקורוזיה על הציוד. מים שמושבים, לכן, עוברים, בדרך כלל טיפולים מקדימים העשויים לכלול סינון, ריכוך, תהליך סינון ממברנלי בממברנות RO ועוד, לפני השימוש.

השבת מי עיבוי (Condensate Reuse) יכולה להיעשות ממי העיבוי בדוודי הקיטור, או ממי עיבוי ממוצרים מיובשים כמו חלב מרוכז או אבקת חלב.

מערכת להשבת מי-עיבוי בדוודי הקיטור מאפשרת הפחתת השימוש במים וכן השימוש בכימיקליים ובאנרגיה – גורמי התייעלות שעשויים לאפשר הפחתת עלויות המערכת בכ- 70%.

בייצור חלב מרוכז או מיובש (אבקת חלב), ניתן להפיק להשבה מי-עיבוי בכמות של למעלה מ-70% מנפח החלב המקורי. מים אלה עשויים לשמש, לאחר טיפול מתאים, בדוודי קיטור ומגדלי קירור, מי הזנה ל-CIP, מי שטיפה, איטום משאבות ועוד. בתעשיית החלב האמריקאית ה- FDA אישר לאחרונה להשיב מים אלה (מים שהופקו מחלב) חזרה עד למי מוצר ממש באמצעות סדרה של טיפולים הכוללים ממברנות UV - I.

מי העיבוי מתקבלים בטמפרטורה גבוהה, דבר שיכול להיות שימושי במחליפי החום.

טיפול מתאים להשבת מי עיבוי כולל חיטוי וממברנות. ניהול יעיל ונכון של המים במפעל המזון, יסייע למפעל להקטין את צריכת המים הכוללת שלו, ומכאן להקטין את היחס תוצר למים, כמו כן, יקטין את נפח השפכים המיוצר במפעל. בכך עשוי המפעל לקטין את עלויות התפעול כמו גם להתקרב ליעדי ניהול בר-קיימא.

מגמה להשבת מים יעילה בסקטור המזון והמשקאות גדלה במיוחד במדינות מתפתחות, בהן יש צורך להוזיל עלויות ייצור יחד עם מחסור במים ורגולציות מתהדקות, למשל – סין, מקסיקו והודו במדינות מערביות יותר המגמה הזו קיימת יותר בהיבטים של קיימות.

תעשיית המזון והמשקאות מהווה יעד מאתגר ומעניין לתעשיית המים בישראל. גודל השוק עצום (כ-4.3 טריליון \$), הצמיחה היא בלתי נמנעת ונובעת מהגידול באוכלוסיה, מתהליכי העיור המואצים והשינוי בדיאטת המזון של האוכלוסייה.

גודל שוק המים בתעשיית המזון מוערך בכ-3.5 מיליארד \$, והגידול הצפוי בו נובע מהגידול בשוק המזון, המחסור העולמי במים והנגישות הקטנה למים באיכות בטוחה, המגמה הגלובלית להתייעלות סביבתית, כולל הגברת המודעות הציבורית בנושא השפעותיהם של תהליכי הייצור בתעשייה על איכות הסביבה.

יש בתעשייה צורך בחדשנות וקיימת נכונות לקבלת טכנולוגיות חדשניות, אך הטמעת טכנולוגיות משופרות מחייבת הוכחה, מהפן של בטיחות המזון וכן, כמובן, הוכחת יעילות כלכלית ביישום. התעשייה איננה שמרנית מאוד כמו תעשיית ייצור התרופות, אך עדיין יש צורך בהוכחת הטכנולוגיה במסגרת פיילוט במפעל, במהלכו תתבצע הוכחת יישום וזאת לפני יכולת מכירה והטמעה אצל צרכנים גלובליים גדולים. נושא זה מחדד את הצורך במימוש פתרונות בפועל במפעלים בישראל או בחברות בנות ישראליות בחו"ל לפני שניתן יהיה לשווק אותם בשוק הבינלאומי הרחב.

במערכת הטיפול בשפכי מפעל המזון או המשקאות, עדיף להציע פתרון שלם כאשר ניתן לחלק את סוגי המפעלים לשניים:

- מפעלים חדשים – בהם נבנית מערכת השבה בזמנית עם בניית המפעל ויכולים לשלב פתרונות חדשים יותר. במקרה זה הממשק נעשה, בדרך כלל, מול חברת ההנדסה הבונה את המפעל ואיתה יש לתאם את הפתרונות.
- מפעלים ישנים – שנבנו בעבר כך שהשפכים מועברים אל מערכת הביוב העירונית. כיום נדרשים מפעלים אלה לטיפול ומיחזור המים בתוך המפעל – ומתוך כך, מחויבים בבניית מתקני טיפול והשבה חדשים במערך מפעלי קיים. במקרה זה יש מגבלות מובנות במערך הקיים והיכולת להשקיע בטכנולוגיות חדשות בדרך כלל נמוכה יותר, לכן, במקרה זה יש לאלתר פתרונות מקומיים. במפעל קיים, עבודת התכנון והתיאום נעשית אל מול החברה יצרנית המזון. ניתן גם במפעל קיים, לספק את האינטגרציה ההנדסית במידה ולחברת המים יש את היכולות והנסיון המתאימים - יכולת שאכן קיימת בחברות הישראליות הגדולות.

חברות מזון ומשקאות בדרך כלל אמונות על ייצור המוצר, אולם את מערך הטיפול בשפכים הן עשויות להוציא למיקור חוץ הכולל תכנון, התקנה וייצור ולמשך מספר שנים בהסכם רב

שנתי. במקרה זה יש כמובן להיעזר בקבלנים מקומיים ולתכנן מערכת יעילה מאד שתאפשר רווחיות תפעולית.

כאשר חברת מזון ומשקאות מבצעת שיקולי תעדוף לבחירת טכנולוגיות חדשות, תיבדק יכולת אינטגרציית המערכת מתוך רצון לבצע אינטגרציה מערכתית מלאה. השיקולים העיקריים בבחירת הספק כוללים עלות מוצעת, היותו יצרן מוכר ואמין וכן יכולתו להציע מתן שרות איכותי לאחר המכירה לפתרון בעיות וטיפול שוטף. חברה לייצור מזון ומשקאות מתמקדת בייצור המוצר, ותעדיף, לכן, בבחירת הממברנות ספק שמציע אינטגרציה אנכית מלאה, על פני ספק של ממברנות ייחודיות שקנייתן איננה כוללת אספקת מערכת שלמה. מומלץ לחברות המפתחות ממברנות ייחודיות לחבור לחברות המספקות מערכת, ולהיפך, בעת הצעת פתרונות. אמנם חברות מזון ומשקאות אינן ממהרות להכניס למערך הטיפול טכנולוגיות חדשניות מחד, אך מאידך קיימת שאיפה להורדת צריכת המים במפעל, להגדלת אחוז ההשבה ולייעול אפשרויות הטיפול בשפכים, לכן, חשוב להציע פתרון שיעילותו הוכחה כבר במפעל דומה, או לחילופין, להציע לחברה לערוך פיילוט הרצה לצורך אישור סופי לפני הטמעה של הפרויקט – במיוחד אם הפתרון ייחודי לבעיה ספציפית. כדי להיות ספק לחברות מזון ומשקאות, יש ללמוד לעומק צרכי ענף זה. אין לראות במתן הפתרון חלק ממערך פתרונות מהירים עם מערכות קיימות לטיפול. תהליך שמתאים למפעל מסוג מסוים, לא בהכרח יתאים למפעל מסוג אחר ויש לשקול את מכלול המשתנים בכל מקום ומקום. אין היום שיטת טיפול יחידה לניקוי וטיהור מלא של כל מערך השפכים, ולכן יש צורך להשתמש ברצף של טיפולים תוך התייחסות לכל רכיבי המערכת ולאינטגרציה החכמה והיעילה ביניהם.

5.1 שיפורים חיוניים של בעיות לא פתורות או שיפור למטרת התייעלות כלכלית

מפעלי מזון ומשקאות, נדרשים להתייעלות בתחום ניהול המים במפעל, בנושא ההשבה, המחזור והפליטה המורשית לסביבה, במטרה להגדיל את רווחיותם, או לשמור עליה תוך עמידה בדרישות הרגולציה המחמירות, ובאזורים צחיחים – גם בבעיית המחסור במי הזנה זמינים באיכות מספקת.

אופטימיזציה של ניהול מהלך המים במפעל תאפשר חסכון בשימוש במים ומניעת זיהומים סביבתיים כתוצאה מדליפות בתהליכים במפעל ותאפשר, בין היתר, באמצעים מתוחכמים של ניטור ובקרה בזמן אמת של התהליך.

שימוש בניטור ובקרה on-line מאפשר מעקב אחר הכמות והאיכות של הזרמים בכל זמן נתון, הפרדת זרמים שונים ואיתור והשבת זרמים מתאימים לשימוש זה. כלומר - יש אתגר בהשקעה בניהול נכון של שפכים במפעלים קיימים – באמצעות זיהוי והפרדת זרמים שונים הצורכים טיפולים שונים, ובמפעלים חדשים - תכנון והקמה של מערכות כאלה.

לדוגמה – לעיתים המים המשמשים בתהליך למטרות כמו איטום משאבות או קירור אטמי מהמגנים במפעל לייצור מוצרי החלב, מוזרמים בלחץ גבוה מזה הנדרש. זיהוי המקרים האלה וויסות הזרימות יקטין את צריכת המים בתהליך, ובהתאמה – את כמות השפכים הצורכת טיפול.

יתרה מכך, אנו מזהים אתגר בפיתוח טכנולוגיה המאפשרת הזרמה מיטבית מבחינת כמות המים לקירור אטמי המהמגנים במפעלים לייצור חלב ומוצריו, או פיתוח קירור ללא מים כלל.

דוגמה נוספת – השבת מי עיבוי בתהליך ייצור חלב מרוכז או מיובש (אבקת חלב), לשימוש בתשתיות, למשל בדוודי הקיטור ובמגדלי הקירור, מי הזנה ל-CIP, מי שטיפה, איטום משאבות ועוד. יש לשים לב לעובדה שמכלול טיפולי ההכנה של המים לשימוש החוזר צריך להיות יעיל מבחינה כלכלית למניעת מצב בו שימוש במקור מים חלופי יהיה עדיף.

כאמור, בימים אלה, נעשית עבודה של כלל התעשייה לגיבוש ואישור אמנה להשבת מים לתהליך, במקביל יש תקדימים של השבת מים עד לשלבים בהם יש מגע עם התוצר (לא כרכיב בתוצר עצמו), ומכאן שהאפשרויות בנושא זה הולכות ומתרחבות.

אתגר שהוא אמנם גנרי לכלל הסקטורים התעשייתיים אך חיוני כאן, כולל פיתוח שיפורים בממברנות או בדרך הפעולה של המתקן הממברנלי במטרה לקבל יחס השבה גבוה יותר. שיפורים, למשל, בנושא סתימת הממברנות עקב מוצקים מרחפים, שקיעת מלחים ומושבות חיידקים, ניקוי פני שטח הממברנה, הארכת זמן חיי הממברנות שמתקצר בעקבות המגע עם כימיקלים וחומרים אורגנים והתייחסות לפגיעה בממברנה כתוצאה מיוני הכלור החופשי.

בעיית הביופאולינג (אילוח ביולוגי) מהווה אתגר משמעותי במגוון רחב של תחומים. ההתמודדות עם בעיית הביופאולינג מעלה מספר אתגרים טכנולוגיים, כמו למשל פיתוח ושכלול בדיקות זיהומים ורמה מיקרוביאלית, יעילות ומהימנות, כולל בדיקות בזמן אמת, פיתוח מסנן פחם שמוציא את הכלור אך מונע התפתחות מיקרוביאלית, בחינה האם אפשר להימנע משימוש בכלור/להחליף את השימוש בכלור/לשנות את דרך השימוש בכלור (פולסים

למשל), וכן קידום מחקר אקדמי בנושא ביופילמים – מנגנוני ההתפתחות והמחיה שלהם, נקודות התורפה ושיטות לפירוק והכחדה.

5.2 התמודדות עם צרכים חדשים בסקטור כתוצאה מהזדמנויות חדשות

ההזדמנויות החדשות בתחום ייצור המזון והמשקאות מגיעות מהמגמה הגלובלית בתעשייה לייצור בתנאי ZLD (אפס פליטות לסביבה) כמו גם הרגולציות המתהדקות לגבי הרכב השפכים המטופלים, המושבים, המועברים למערכת הביוב העירונית או אלה שנפלטים לסביבה.

יש שאיפה להגדלת החלקים המופנים להשבה ומחזור בתהליכי הייצור במפעל. השבה בתעשיית המזון עשויה להיות בעייתית בחלק מהמקרים, כיוון שמים שנכנסים לתהליך ועשויים לבוא עם המוצר במגע, מחויבים לעמוד במפרטי רשויות הבריאות המתאימות, מים כאלה מגיעים בדרך כלל בעיקר מתהליכי עיבוי וייבוש החלב בתהליך ולא יהוו מרכיב בהכנת המוצר עצמו.

שאריות הנתרן בשפכים המגיע בעיקר משטיפות ה-CIP במפעלי המזון והמשקאות מהוות בעיה הולכת וגדלה בעיקר בישראל, בה אחוז המיחזור להשקיה בקולחים הוא הגבוה בעולם ומגיע לכ- 80%, אולם, כמויות המים המופנים למחזור בעולם, בעיקר להשקיה, הולכות וגדלות, בעיקר במקומות הסובלים ממחסור במים כמו אוסטרליה. בנוסף, סכנה דומה, של המלחת מקורות מים עיליים ומי תהום קיימת גם בפליטת שפכים מטופלים המכילים ריכוזים גבוהים של נתרן אל מקורות המים העיליים (אגמים, נהרות וכו'). בעולם, המוטיבציה להפחתת רמת הנתרן בשפכים נובעת מהרצון להתייעלות כלכלית (באמצעות צמצום השימוש בחומרי ניקוי) וכן בייעול תהליכי הניקוי עצמם.

האתגר בנושא זה כולל הפחתת ריכוז הנתרן בשפכים באמצעים שונים כגון שימוש בחומרי ניקוי חליפיים בשטיפות ה-CIP שמאפשרים ניקוי יעיל יותר, בריכוז חומר נמוך יותר (אנזימטיים, פעילי שטח, שימוש בחומרים המכילים אשלגן במקום נתרן וכדומה), השבת ה-NaOH לשימוש חוזר, אופטימיזציה של מערכת ה-CIP תוך שימוש בכלים ניהוליים ושיטות נוספות שאינן כוללות שינוי בתהליכי ה-CIP כמו למשל יעול הטיפול בבקטריות כך שיידרשו פחות תהליכי CIP מלכתחילה.

בנוסף התאמה פיסית של תשתיות מחלבות קיימות להוצאת הנתרן מהשפכים.

פריצת דרך אפשרית בתחום זה, עשויה להתרחש בעקבות פיתוח שיטה ליצירה וניקוי באמצעות מים מופעלים (Activated Water) (הרחבה על שיטה זו בסעיף 4.3.1). היתרונות

שטמונים בשיטה זו כוללים חסכון באנרגיה, הפחתת הצורך ברכישת כימיקליים והפחתת שאריות כימיקלים בשפכים. נושא זה מהווה אתגר חשוב ומעניין בתחום הטיפול במים למטרת שטיפות וחיטויים בתעשיית המזון והמשקאות ובתעשיות מקבילות נוספות. החברות הגדולות דוגמת קוקה-קולה ופפסי, מאמצות כיום במהירות את הטכנולוגיה הזאת.

כיום, העומס האורגני בשפכי מפעלים לייצור משקאות קלים מוגזים (בניגוד למפעלים המייצרים מיצים לדוגמא, שם כן נעשה טיפול ביולוגי) לא בהכרח מצריך טיפול, אך הרגולציות בנושא זה הולכות ומחמירות במהירות כך שזו בעיה שהתעשייה כנראה תאלץ להתמודד איתה בשנים הבאות, ומהווה אתגר לתעשיית המים.

5.3 סביבה ורגולציה

בעולם קיימת מגמה כללית של החמרה ברגולציה סביבתית הנוגעת למחזור, השבה והרכב השפכים המטופלים המורשה לפליטה לסביבה. מגמה זו בולטת בעיקר במדינות מתפתחות דוגמת הודו וסין. במדינות אלה לא היו רגולציות מתאימות בעבר או שהיו כאלה, אך לא נאכפו, וכיום בלחץ הקהילה הבינלאומית וכתוצאה מעליית המודעות, הרגולציות הולכות ומתהדקות, וכך גם האכיפה עליהן.

בנוסף, כתוצאה ממחסור במים ומהתחרות על מקורות המים הקיימים, רשויות נאלצות לתת הרשאות מוגבלות לשימוש במים לתעשייה – דבר שמעודד התייעלות בשימוש במים.

כתוצאה מכך, על היצרנים המעוניינים לעמוד בדרישות הרשויות כמו גם לשמור על רווחיות, לבצע התייעלות בנושאי השימוש במים והטיפול במים היוצאים מהתהליך.

פיתוח ושכלול טכנולוגיות חדשניות לשיפור ניהול המים במפעל והטיפול בשפכים, ישפרו גם את היחס מים/מוצר, ויקטינו את כמויות המים הנצרכות בתהליך כמו גם את כמות ואופי השפכים היוצאים ממנו. בנוסף, טכנולוגיות יעילות יאפשרו מחזור השפכים המטופלים בצורה יעילה וכלכלית, ובמקומות בהם רשויות הבריאות ומפרטי איכות המזון יאפשרו – גם השבת מים לתהליך.

חברות מזון ומשקאות רבות, ובמיוחד החברות הבינלאומיות, מאמצות סטנדרטים אחידים לכל האתרים של החברה בעולם, במדינות מתפתחות וגם במדינות מפותחות, המתאימים למדינות מפותחות, והם גבוהים ומחמירים.

במדינות מתפתחות (הודו למשל), איכות המים היא לעיתים נמוכה מאוד מחד אך עלותם גבוהה מאידך, ולכן הטיפול במים במטרה להביאם לעמידה בסטנדרטים החדשים מורכב.

הטיפול אם כן חייב לעמוד בקריטריונים של כדאיות כלכלית במטרה לייצר משקה שהוא תחרותי במחירו במדינה זו, כלומר – האתגר כולל פיתוח ויישום מערכות חדשניות לטיפול מקדים שהן גם איכותיות וגם יעילות. בסקטור ייצור החלב ומוצריו האתגר בטיפול בשפכים כולל הפחתת העומס האורגני בדרכים יעילות וחדשניות, וטיפול בנתרן, במיוחד אם יש כוונה למחזר את השפכים המטופלים להשקיה.

בסקטור ייצור המשקאות, מפעלים שלשפכים שלהם תכולת אורגניים גבוהה (מפעלי מיצים למשל), נדרשים כבר היום לטפל באורגניים בשפכים בתוך המפעל, וכוללים בדרך כלל מתקנים לטיפול ביולוגי. לעומת זאת השפכים של מפעלים לייצור משקאות קלים מוגזים, שאינם מבוססים על פירות אלא על מים ותוספים למיניהם, מכילים כמויות אורגניים קטנות יותר. ברגולציות החדשות המתהוות בחלק גדול מהמדינות היום, גם מפעלים אלה ידרשו או נדרשים כבר עכשיו להקים מתקני טיפול בשפכים במפעל עצמו. לכן, בלימוד הסקטור, כדאי לשים לב, שצפוי גידול במתקנים ביולוגיים ושפתרונות כאלה יהיו נדרשים, כולל טיפול מתוחכם בבוצה.

חומרי הגלם לתעשיית המזון, כאמור, מגיעים, ברובם מחקלאות, כאשר המים המשמשים בהקמת התשתיות, גידול ואיסוף היבולים בשרשרת האספקה מהווים צריכת מים עקיפה בסקטור. צריכת המים לחקלאות, כאמור, מהווה, כ-70% מצריכת המים העולמית, ויכולה להגיע אף לכ-90% במדינות מתפתחות. כיוון שכך, ומתוך הרצון של חברות מזון ומשקאות לדעת קהל חיובית מתוך גילויי אחריות סביבתית של החברה, אנו צופים שבטווח הארוך תהיה מגמה של גידול במשקל שניתן לניהול בר-קיימא של הייצור, למשל באמצעות נטיה לשימוש בחומרי גלם ששילובם בתהליכי ייצור המזון במפעל יקטין את צריכת המים הכוללת של התהליך.

לבסוף, גורם נוסף המהווה אתגר לחברות מים בשוק המזון והמשקאות מהפן הסביבתי קשור בייצור ערך מוסף ממי השפכים. ייצור "ערך מוסף" כזה, יכול להיעשות, למשל, באמצעות טכנולוגיות אנארוביות המייצרות ביו-גז שיכול לשמש להנעת דוודי הקיטור. שימוש בביו-גז הנוצר כתוצר לוואי של הטיפול האנאירובי מקטין גן את עלויות האנרגיה וגם את טביעת הרגל הפחמנית (שוב – אחריות סביבתית).

בנוסף, ניתן למנות שיטות מתקדמות לשימוש בביו-מסה, ייצור ביו-פלסטיקים ותאי דלק מיקרוביאליים.

5.4 נתונים ואתגרים ממוקדי גאוגרפיה – המבט למזרח

לפי דו"ח Global Market Analysis 2012 של FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), תפוקת החלב העולמית ב-2012 צפויה לגדול ב-2.7% ל-750 מיליון טון.

אסיה צפויה להוות את חלק הארי בגידול זה, כאשר הודו – יצרנית החלב הגדולה בעולם, צפויה להגדיל את כמויות החלב המופק ב-5.2 מיליון טון ולהגיע לתפוקה של 127 מיליון טון בשנה.

לפי דו"ח OECD-FAO – Agriculture Outlook 2011-2020^{xvi} הגידול בייצור החלב לאחר 2013 צפוי להאט מעט ולעמוד על 1.9% בשנה. רוב הגידול בכמויות החלב המיוצר בעשור הקרוב יהיה בארצות מתפתחות, כאשר הודו וסין מהוות כ-38% מהגידול הגלובלי.

בסין, תעשיית החלב סובלת מבעיית אמינות מבחינת בטיחות המזון מאז משבר המלאנין ב-2008, ולכן הצמיחה הדו ספרתית שהייתה עד לשנה זו קטנה לאחוזים נמוכים הרבה יותר, אך עדיין גבוהים ביחס לממוצע העולמי, והם צפויים להגיע לממוצע של 3.3% בשנים הקרובות.

הודו וסין, שתיהן מדינות הנמצאות בצמיחה תעשייתית מואצת, כאשר במקביל, מתהדקות בהן הרגולציות הסביבתיות וכן האכיפה של רגולציות אלה.

על מנת לשמור על רווחיות המפעלים לייצור החלב ומוצריו, כמו גם לעמוד בדרישות ההולכות ומחמירות של הרשויות הסביבתיות, על יצרני החלב ומוצריו להתייעל מבחינה ניהול המים, הטיפול בשפכים, אפשרויות ההשבה, המחזור והפליטה המורשית לסביבה.

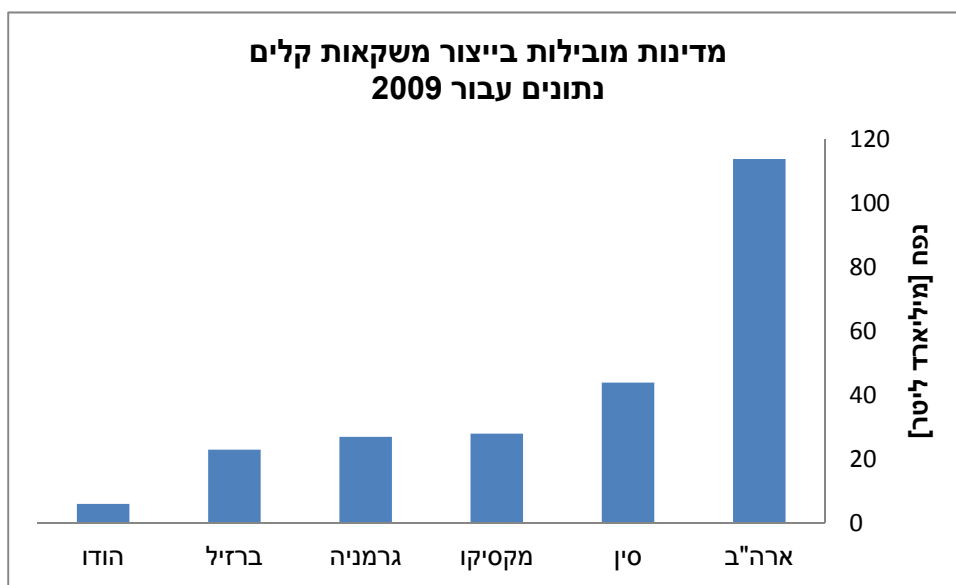
באוסטרליה לפי דו"ח OECD-FAO צפוי גידול של 1.2% בממוצע בעשר השנים הבאות. מוצרי חלב מעובד מהווים את מקור הייצוא שלישי בגודלו באוסטרליה, אחרי דגנים ובשר^{xvii}. אוסטרליה היא היבשת המיושבת היבשה ביותר בעולם, כאשר צריכת המים לאדם בה, הרביעית בגודלה בעולם. כיום, אוסטרליה ממחזרת כ-17% ממי השפכים, וממשלת אוסטרליה שמה למטרה להגיע למחזור של 30% עד 2015.

זמינות המים באוסטרליה מהווה גורם מכריע בתחזיות, ולכן צפויה השקעה גדולה בשיפור ניהול המים בתעשיית המזון והמשקאות וכן בטיפול במים למטרות השבה ומחזור, כלומר – יש מגמה לכוון ZLD, במיוחד בשימוש במים מטופלים להשקיה.

בישראל, המובילה העולמית במחזור קולחים להשקיה, קיים ידע גדול בנושא שנדרש באוסטרליה בתהליך הגדלת המחזור של השפכים המטופלים - נושא זה רלוונטי במיוחד בנושא שאריות הנתרן בשפכים, אנו צופים שאוסטרליה תהווה יעד בנושא זה בשנים הבאות.

על פי DATAMONITOR^{xviii}, המדינות המובילות בעולם בייצור משקאות קלים מבחינת נפח הייצור הן: ארה"ב (114 מיליארד ליטר), סין (44 מיליארד ליטר), מקסיקו (28 מיליארד ליטר), גרמניה (27 מיליארד ליטר) וברזיל (23 מיליארד ליטר).

תרשים מספר 5: מדינות מובילות בייצור משקאות קלים – נפח



בהודו (6 מיליארד ליטר) צפוי אחוז הצמיחה הגבוה ביותר – 9.4% מבין המדינות, כאשר לאחריו סין עם 7.4% ומקסיקו (5.3%).

מבחינת גודל השוק במיליוני דולרים, ארצות הברית עדיין מובילה עולמית עם מכירות שעומדות על 126 מיליארד \$, כאשר יפן נמצאת שניה (46 מיליארד \$) ולאחר מכן גרמניה (39 מיליארד \$), בריטניה (27 מיליארד \$), ברזיל (26 מיליארד \$), סין (24 מיליארד \$), רוסיה (14 מיליארד \$) והודו (4 מיליארד \$).

במכירות סין מראה את אחוז הצמיחה השנתית הגבוה ביותר (13.4%) ולאחריה הודו (9.7%). החברות הבינלאומיות מתעדות להקים מפעלים רבים בהודו וסין בשנים הקרובות בעוד בשאר העולם רוב הגידול יהיה ע"ב המפעלים הקיימים ותהיה הרחבה של קווי הייצור או התייעלות.

סין והודו מהוות, ללא ספק, יעדים חשובים וראשיים לדעתנו לתעשיית המים בסקטור ייצור החלב ומוצריו וייצור המשקאות הקלים, מתוך נתוני צמיחת השוק במדינות אלה וכן כתוצאה

מהרגולציות ההולכות ומתהדקות במגמת יישור קו עם הרגולציות במדינות המערביות, במיוחד כיוון שבמדינות אלה איכות המים הזמינים נמוכה בגין זיהומים סביבתיים. כדאי לציין שגם אמריקה הלטינית מהווה יעד מעניין, כיוון שקיימת פתיחות לטכנולוגיה חדישה וקצב הגידול במדינות אלה, גבוה מהמערב.

המלצתנו היא לראות בשווקים אלה את שווקי היעד הגדולים ולפתח יכולות, הבנה וקשרים שם. לצד כל אלה, השווקים בארה"ב ואירופה הם שווקי ענק – המהווים יעד לטכנולוגיות חדשניות בעקבות התהדקות הרגולציה. השוק במזרח יידרש ליישום פתרונות קיימים, מוכחים, בגין הגידול הצפוי המשולב ברגולציה חדשה. מכאן שהשוק בישראל יכול לשמש לפיתוח היכולות והוכחתן, השוק המערבי המפותח כהוכחת העוצמה הטכנולוגית והמימוש והשוק במזרח אסיה כשוק היעד למכירות, העמקת קשרים ופיתוח גידול ארוך טווח על בסיס יתרון טכנולוגי ומערכת.

5.5 ריכוז האתגרים לתעשיית המים בסקטור ייצור החלב ומוצריו ובסקטור ייצור משקאות קלים מוגזים

שיפורים חיוניים של בעיות לא פתורות או שיפור למטרת התייעלות כלכלית:

- יש אתגר בהשקעה בניהול נכון של שפכים במפעלים קיימים – באמצעות פיתוח ושכלול אמצעים מתקדמים לניטור ובקרה on-line שיאפשרו זיהוי והפרדת זרמים שונים הצורכים טיפולים שונים, ובמפעלים חדשים - תכנון והקמה של מערכות כאלה.
- פיתוח שיפורים בממברנות או בדרך הפעולה של המתקן הממברנלי במטרה לקבל יחס השבה גבוה יותר. שיפורים, למשל, בנושא סתימת הממברנות עקב מוצקים מרחפים, שקיעת מלחים ומושבות חיידקים, ניקוי פני שטח הממברנה, הארכת זמן חיי הממברנות והתייחסות לפגיעה בממברנה כתוצאה מיוני הכלור החופשי.
- אתגר בתחום התמודדות עם ביופאולינג - פיתוח ושכלול בדיקות זיהומים ורמה מיקרוביאלית, כולל בדיקות און ליין, יעילות ומהימנות, פיתוח מסנן פחם שמוציא את הכלור אך מונע התפתחות מיקרוביאלית, בחינה - האם אפשר להימנע משימוש בכלור/להחליף את השימוש בכלור/לשנות את דרך השימוש בכלור (פולסים למשל), וכן קידום מחקר אקדמי בנושא ביופילמים – מנגנוני ההתפתחות והמחיה שלהם, נקודות התורפה ושיטות לפירוק והכחדה.
- פיתוח ושכלול שיטות יעילות וכדאיות כלכלית להשבת מי עיבוי בתהליך ייצור חלב מרוכז או מיובש (אבקת חלב), לשימוש בתשתיות, למשל בדוודי הקיטור ובמגדלי

הקירור, מי הזנה ל-CIP, מי שטיפה, איטום משאבות ועוד, ואף להחזרה לתהליך הייצור.

- אתגר בתחום קירור מפעלים לייצור חלב ומוצריו - יש לבצע התייעלות של פעולות המעבים והמאיידים כדי שניתן יהיה להשיב חלק מהמים המשמשים בתהליכים אלה.
- עוד בתחום הקירור – זיהוי וויסות מקומות בהם מים לאיטום משאבות או קירור אטמי מהמגנים מוזרמים בלחץ גבוה מהנדרש, ויתרה מכך – פיתוח טכנולוגיה המאפשרת הזרמה מיטבית מבחינת כמות המים, לקירור אטמי המהמגנים, או פיתוח קירור ללא מים כלל.

התמודדות עם צרכים חדשים בסקטור כתוצאה מהזדמנויות חדשות:

- לימוד, פיתוח ושכלול השיטה לניקוי באמצעות מים מופעלים (Activated Water) נושא זה מהווה אתגר חשוב ומעניין בתחום הטיפול במים למטרת שטיפות וחיטויים בתעשיית המזון והמשקאות ובתעשיות מקבילות נוספות.
- פיתוח שיטות ותהליכים חדשים מותאמים לענף, שיאפשרו תהליך טיפול בשפכים במינימום פליטת שפכים מטופלים ומקסימום השבה ומחזור - ZLD (Zero Liquid Discharge) עם דגש על שכלול השיטות להשבת מים לתהליך בדרך שתמנע הצטברות זיהומים, ע"י ניקוי השפכים מחומרים ייחודיים האופייניים לתהליך וניטור מדויק מספיק של שיריים לפני שימוש חוזר.
- הפחתת השימוש בכימיקלים בכלל ובכלור בפרט בתהליכי הטיפול וההכנה של מי המוצר.
- התייחסות לנושא הטיפול הביולוגי שיידרש לטיפול בעומס האורגני במפעלי משקאות קלים מוגזים, כתוצאה מהחמרות ברגולציה בנושא, כולל טיפול מתוחכם וכדאי בנושא הבוצה.
- הפחתת ריכוז הנתרן בשפכים באמצעים שונים כגון שימוש בחומרי ניקוי חליפיים בשטיפות ה-CIP (אנזימטיים, פעילי שטח, שימוש בחומרים המכילים אשלגן במקום נתרן וכדומה), השבת ה-NaOH לשימוש חוזר, אופטימיזציה של מערכת הניקוי, למשל בדרך של ייעול הטיפול בבקטריות, כך שיידרשו פחות תהליכי CIP מלכתחילה. **בנוסף התאמה פיזית של תשתיות מחלבות קיימות להוצאת הנתרן מהשפכים.**

סביבה ורגולציה:

- פיתוח ויישום מערכות חדשניות לטיפול מקדים שהן גם איכותיות ויעילות וגם שומרות על הסביבה .
- בסקטור ייצור החלב ומוצריו האתגר בטיפול בשפכים כולל הפחתת העומס האורגני בדרכים יעילות וחדשניות.
- התייחסות מערכתית תכנונית לנושא התאמת המפעל לשימוש בחומרי גלם ששילובם בתהליכי ייצור המזון במפעל יקטין את צריכת המים הכוללת של התהליך (שיקולי ניהול בר קיימא).
- אתגר לחברות מים בשוק המזון והמשקאות מהפן הסביבתי קשור בייצור ערך מוסף ממי השפכים, למשל, באמצעות טכנולוגיות אנארוביות המייצרות ביו-גז שיכול לשמש להנעת דוודי הקיטור. שימוש בביו-גז מקטין גם את עלויות האנרגיה וגם את טביעת הרגל הפחמנית (שוב – אחריות סביבתית).
- בנוסף, ניתן למנות שיטות מתקדמות לשימוש בביו-מסה, ייצור ביו-פלסטיקים ותאי דלק מיקרוביאליים.

-
- ⁱ שירי פרוינד קורן, ד"ר גלעד פורטונה, הפקת גז ונפט בראי אתגרים גלובליים לתעשיות המים, מוסד שמואל נאמן למחקר מדיניות לאומית ו-Israel NewTech, דצמבר 2011
- ⁱⁱ שירי פרוינד קורן, ד"ר גלעד פורטונה, כריית מחצבים בראי אתגרים גלובליים לתעשיות המים, מוסד שמואל נאמן למחקר מדיניות לאומית ו-Israel NewTech, מרץ 2012
- ⁱⁱⁱ שירי פרוינד קורן, ד"ר גלעד פורטונה, ייצור תרופות בראי אתגרים גלובליים לתעשיות המים, מוסד שמואל נאמן למחקר מדיניות לאומית ו-Israel NewTech, מאי 2012
- ^{iv} An IMAP Consumer Staples Report, Food and Beverage Industry Global Report - 2010
- ^v Water in a Changing World; The UN World Water Development Report 3
- ^{vi} http://www.finfacts.ie/irishfinancenews/article_1017966.shtml
- ^{vii} Business Insight, Dairy Market Outlook, Trends, issues, and innovations driving future growth in the dairy industry, December 2011
- ^{viii} DATAMONITOR, Export from market data Analytics Database 26 June 2012
- ^{ix} Prasad, P., Pagan, R., Kauter, M., Price, N., Crittenden, P. "Eco-efficiency for the Dairy Processing Industry", Dairy Australia. 2004.
- ^x Guidelines for Drinking-water Quality THIRD EDITION INCORPORATING THE FIRST AND SECOND ADDENDA, WHO-World Health Organization, Geneva 2008
- ^x Daufin, G, Escudier, JP, Carrere, H, Berot, S, Fillaudeau L and Decloux, M, "RECENT AND EMERGING APPLICATIONS OF MEMBRANE PROCESSES IN THE FOOD AND DAIRY INDUSTRY", *Transactions of the Institute of Chemical Engineers*, vol. 79(C2), pp. 89–102, 2001
- ^{xi} Rasanen, E., Nystrom, M., Sahstein, J., Tossavainen, O., 2002. Purification and regeneration of diluted caustic and acidic washing solutions by membrane filtration. *Desalination*. 149, 185-190
- ^{xii} אסנת אמיתי, יפעת יעקבי, רונית שחר: "היבטים סביבתיים, כלכליים וטכנולוגיים בחלופות להפחתת הנתרן בשפכי שטראוס", אוניברסיטת חיפה, בית הספר לניהול, החוג לניהול משאבי טבע וסביבה, נובמבר 2009
- ^{xiii} Trevor J. Britz , Corne´van Schalkwyk, and Yung-Tse Hung, **Treatment of Dairy Processing wastewaters**, 2006 by Taylor & Francis Group, LLC

^{xiv} גרין, מ., דוזורץ, ק., סמיט, ר., בליאבסקי, מ., טר, ש., גולן, ת. 2002. טיפול ממברנלי בשפכים עירוניים: מיקרופילטרציה ואוסמוזה הפוכה- דו"ח שנתי שנה ראשונה.

^{xv} FAO Fodd Outlook – Global Market Analysis, May 2012 :

[http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/newsroom/docs/Final%20web%20Version%202%20May%20\(2\).pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/newsroom/docs/Final%20web%20Version%202%20May%20(2).pdf)

^{xvi} OECD-FAO – Agriculture Outlook 2011-2020 , 2011 :

<http://www.oecd.org/dataoecd/52/34/48202074.pdf>

^{xvii} Penny Prasad, Robert Pagan, Michael Kauter and Nicole Price – The UNEP Working Group for Cleaner Production in the Food Industry: Eco-efficiency for the Dairy Processing Industry , AUG 2004

^{xviii} DATAMONITOR, Soft Drinks in the BRIC (Brazil, Russia, India, China) Countries – Market Overview and Forecasts to 1014, March 2011

12/016



מוסד שמואל נאמן

למחקר מתקדם במדע וטכנולוגיה

הטכניון - מכון טכנולוגי לישראל

טל. 04-8292329, פקס. 04-8231889

קרית הטכניון, חיפה 32000

www.neaman.org.il