การนำเทคโนโลยีสะอาดมาใช้ในโรงงานผลิตน้ำอัดลม

นายเถกิง กาญจนะ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต
แขนงวิชาสาธารณสุขศาสตร์ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
พ.ศ. 2555

Application of Cleaner Technology in a Carbonated Soft Drink Plant

Mr. Thakerng Kanchana

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for

the Degree of Master of Public Health in Industrial Environment Management

School of Health Science

Sukhothai Thammathirat Open University

2012

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การนำเทคโนโลยีสะอาดมาใช้ในโรงงานผลิตน้ำอัดลม

ชื่อและนามสกุล นายเถกิง กาญจนะ

แขนงวิชา สาธารณสุขศาสตร์

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

อาจารย์ที่ปรึกษา 1. รองศาสตราจารย์ ดร. จักรกฤษณ์ ศิวะเดชาเทพ

2. รองศาสตราจารย์ ดร. ศริศักดิ์ สุนทรไชย

วิทยานิพนธ์นี้ ได้รับความเห็นชอบให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรระดับปริญญาโท เมื่อวันที่ 10 พฤษภาคม 2555

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. วิทยา อยู่สุข)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. จักรกฤษณ์ ศิวะเดชาเทพ)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. ศริศักดิ์ สุนทรไชย)

.....ประธานกรรมการบัณฑิตศึกษา

(รองศาสตราจารย์ ดร. สุจินต์ วิศวธีรานนท์)

ชื่อวิทยานิพนธ์การนำเทคโนโลยีสะอาดมาใช้ในโรงงานผลิตน้ำอัดลม
ผู้วิจัย นายเถกิง กาญจนะ **รหัสนักศึกษา** 2515001184 **ปริญญา** สาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม) **อาจารย์ที่ปรึกษา** (1) รองศาสตราจารย์ ดร. จักรกฤษณ์ ศิวะเดชาเทพ (2) รองศาสตราจารย์ ดร. ศริศักดิ์ สุนทรไชย **ปีการศึกษา** 2555

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มี วัตถุประสงค์เพื่อศึกษา (1) จุดที่มีการสูญเสียน้ำตาล และน้ำในกระบวนการผลิตน้ำอัดลม (2) การนำเทคโนโลยีสะอาดมาใช้เพื่อเพิ่มอัตราการใช้น้ำตาลที่เสียไปในการผลิต (3) การนำเทคโนโลยีสะอาด มาใช้เพื่อลดการใช้น้ำในการผลิต และ 4) ระยะเวลาการคืนทุนหลังการนำเทคโนโลยีสะอาดมาใช้ในโรงงานผลิตน้ำอัดลมแห่งหนึ่งในภาคใต้ของประเทศไทย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง โดยการวัดปริมาณ การใช้น้ำตาล และการใช้น้ำจากหน่วยงานปรับคุณภาพน้ำ หน่วยเตรียมน้ำเชื่อม หน่วยผสมหัวเชื้อ หน่วยเครื่องผสมและบรรจุในสายการผลิต และหน่วยเครื่องล้างขวด เก็บข้อมูลโดยการอ่านค่าปริมาณการใช้ น้ำตาลและน้ำ แต่ละจุดจากมิเตอร์ โดยใช้เวลาในการเก็บข้อมูล 9 เดือน นำข้อมูลมาเปรียบเทียบ ระหว่างก่อนและหลังการนำเทคโนโลยีสะอาดมาใช้ ทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยใช้ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และการทดสอบค่าที

ผลการวิจัยพบว่า (1)จุดที่มีการสูญเสียน้ำตาลและน้ำได้แก่ หน่วยผสมหัวเชื้อ หน่วยเครื่องผสมและเครื่องบรรจุ ในสายการผลิต หน่วยเครื่องล้างขวด และหน่วยปรับคุณภาพน้ำ (2) การนำเทคโนโลยีสะอาดมาใช้ สามารถเพิ่มอัตราการใช้น้ำตาล ร้อยละ 0.18 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (3) การนำเทคโนโลยีสะอาดมาใช้ สามารถลดการใช้น้ำลง 0.24 ลิตรน้ำ/ลิตรผลิตภัณฑ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ (4) ระยะเวลาการคืนทุนในการใช้เทคโนโลยีสะอาด ในการเพิ่มอัตราการใช้น้ำตาลภายใน 16.51 เดือน การประหยัดน้ำจากเครื่องล้างขวดภายใน 7.21 เดือน และจากหน่วยปรับคุณภาพน้ำภายใน 185.66 เดือน

ความสำคัญ เทคโนโลยีสะอาด การใช้น้ำ การใช้น้ำตาล โรงงานผลิตน้ำอัดลม

Thesis title: Application of Cleaner Technology in a Carbonated Soft Drink Plant

Researcher: Mr. Thakerng kanchana ; **ID:** 2515001184 ; **Degree:** Master of Public Health (Industrial Environment Management); **Thesis advisors:** (1) Dr. Jakkris Sivadechathep, Associate Professor; (2) Dr. Sarisak Soontornchai, Associate Professor; **Academic year:** 2012

Abstract

The purpose of this research were to study : (1) the loss areas of sugar and water usage in the production process of carbonated soft drink; (2) application of Cleaner Technology (CT) to increase rate of sugar usage instead of loss in the production; (3) application of CT to reduce water consumption in the production; and (4) payback period of investment after application of CT in a carbonated soft drink plant located in the South of Thailand.

This research was a quasi-experiment study by measuring sugar and water usage from areas of water treatment unit, simple syrup unit, finished syrup unit, mixing and filling unit in production lines and bottle washing unit. The data were collected by reading amount of sugar and water usage from meters at each area for 9 months. The data were then compared between before and after CT application. The data were analyzed by statistics of percentage, mean and t-test.

The results of the study showed that : (1) the loss areas of sugar and water were found in finished syrup room, mixing and filling unit in production line, and bottle washing unit and water treatment unit; (2) application of CT increased 0.18 % rate of sugar usage at the significantly statistical level of 0.05; (3) application of CT reduced the water consumption 0.24 liter of water per liter of the product at the significantly statistical level of 0.05; and (4) the payback period of increasing sugar usage within 16.51 months, reducing water consumption at bottle washing unit within 7.21 months and at water treatment unit within 185.66 months.

Keywords: Cleaner Technology, Water consumption, Sugar consumption, Carbonated soft drink plant

กิตติกรรมประกาศ

การทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ ด้วยความกรุณาเป็นอย่างยิ่งจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ซึ่งประกอบด้วย รองศาสตราจารย์ ดร. จักรกฤษณ์ ศิวะเดชาเทพ และ รองศาสตราจารย์ ดร. ศริศักดิ์ สุนทรไชย และรองศาสตราจารย์ ดร. วิทยา อยู่สุข ประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ที่ได้สละเวลา ในการให้คำแนะนำ และตรวจสอบ แก้ไขวิทยานิพนธ์ และข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์

ขอขอบคุณเพื่อนร่วมงานทุกท่านที่สนับสนุน และช่วยดำเนินการทดลอง ให้โครงการนี้สำเร็จ ได้มีโอกาสเรียนรู้และแก้ปัญหาไปพร้อมกัน ได้สร้างบทเรียนร่วมกัน ในการพัฒนาโรงงานของเรา ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้น ที่จะพัฒนาด้วยตนเอง นำวิทยาการใหม่ๆมาใช้ เพื่อตอบแทนหน่วยงานบ้านเมืองที่เราอาศัยอยู่ให้เจริญยิ่งขึ้น และขอขอบคุณบริษัทหาดทิพย์ที่ให้ทั้งโอกาสและเวลาในการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีให้เป็นวิทยาทานต่อวงการอุตสาหกรรมน้ำอัดลม

ต้องขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และคุณสมเจตน์ กาญจนะ ภรรยาของข้าพเจ้า ที่สละเวลาให้ข้าพเจ้าได้ทำ ในสิ่งที่ปรารถนา ได้ใช้ความรู้ที่เรียนมาตอบแทนสังคม

เถกิง กาญจนะ

พฤษภาคม 2554

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญภาพ ..... ญ

บทที่ 1 บทนำ 1

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย 1

3. กรอบแนวคิดของการวิจัย 2

4. ขอบเขตการวิจัย 3

5. ข้อจำกัดของการวิจัย 3

6. นิยามศัพท์เฉพาะ 3

7. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย 4

บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 5

1. ความตระหนักถึงสิ่งแวดล้อมของโรงงานผลิตน้ำอัดลม 5

2. เทคโนโลยีสะอาด 6

3. อุตสาหกรรมการผลิตน้ำอัดลมกับการใช้เทคโนโลยีสะอาด 12

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้เทคโนโลยีสะอาดในโรงงานผลิตเครื่องดื่ม 15

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 17

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 17

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 17

การเก็บรวบรวมข้อมูล 18

การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ 19

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิจัย 20
บทที่ 5 สรุปการวิจัย การอภิปรายผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ 49
สรุปผลการวิจัย 49
การอภิปรายผลการวิจัย 51
ข้อเสนอแนะ 51
บรรณานุกรม 53
ภาคผนวก 56
ก รายละเอียดข้อมูลในหน่วยผสมหัวเชื้อ 57
ข รายละเอียดข้อมูลในหน่วยสายการผลิต 70
ค รายละเอียดข้อมูลการเก็บน้ำในหน่วยเครื่องล้างขวด 86
ง รายละเอียดข้อมูลการเก็บน้ำในหน่วยปรับคุณภาพน้ำ 89
จ รายละเอียดข้อมูลในหน่วยบำบัดน้ำเสีย 94
ฉ รายละเอียดข้อมูลเกี่ยวกับสถิติทดสอบสมมติฐาน 96
ช แสดงวิธีการสอบเทียบมิเตอร์น้ำ 101
ประวัติผู้วิจัย 103

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 4.1 สรุปผลการเก็บน้ำตาลในถังผสมตามชนิดของน้ำผลิตภัณฑ์ 30
ตารางที่ 4.2 สรุปปริมาณน้ำล้างแต่ละขั้นตอนในห้องผสมหัวเชื้อ 31
ตารางที่ 4.3 เฉลี่ยจำนวนครั้งในการล้างถังผสมหัวเชื้อ (พ.ค.-ก.ค.'54) 31
ตารางที่ 4.4 ปริมาณน้ำตาลที่ได้จากการล้างเครื่องในสายการผลิต 32
ตารางที่ 4.5 สรุปปริมาณการใช้น้ำในการล้างสายการผลิต 33
ตารางที่ 4.6 เฉลี่ยจำนวนครั้งในการล้างเครื่องผสม (พ.ค.-ก.ค. '54) 33
ตารางที่ 4.7 ปริมาณการใช้น้ำตาลต่อเดือน 33
ตารางที่ 4.8 สรุปปริมาณน้ำตาลที่นำกลับมาใช้ได้จากถังผสมหัวเชื้อ 34
ตารางที่ 4.9 สรุปปริมาณน้ำตาลที่นำกลับมาใช้ได้จากสายการผลิต 35
ตารางที่ 4.10 สรุปปริมาณน้ำตาลที่นำกลับมาใช้ได้ทั้งหมด 35
ตารางที่ 4.11 สรุปการประหยัดจากการบำบัดน้ำเสีย 36
ตารางที่ 4.12 ผลการดำเนินการก่อนและหลังการใช้เทคโนโลยีสะอาดในการใช้น้ำตาล ในการผลิต 36
ตารางที่ 4.13 สรุปปริมาณน้ำคอนเด็นเสท ก่อนและหลังการนำ เทคโนโลยีสะอาดมาใช้ 42
ตารางที่ 4.14 สรุปผลการดำเนินการเครื่องล้างขวด 42
ตารางที่ 4.15 สรุปผลการล้างถังกรอง 45
ตารางที่ 4.16 ปริมาณการใช้น้ำต่อเดือน 47
ตารางที่ 4.17 สรุปผลการดำเนินการก่อนและหลังการใช้เทคโนโลยีสะอาดการใช้น้ำ ในการผลิต 48
ตารางที่ 4.18 สรุปผลการคืนทุนหลังการใช้เทคโนโลยีสะอาดในการใช้น้ำตาลและน้ำ ในการผลิต 48

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดการวิจัย 2
ภาพที่ 2.1 หลักการเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดในการป้องกันมลพิษ 7
ภาพที่ 2.2 วิธีการดำเนินงานเทคโนโลยีที่สะอาด 8
ภาพที่ 4.1 กระบวนการเตรียมน้ำอัดลม 20
ภาพที่ 4.2 กระบวนการบรรจุขวดแก้วที่นำกลับมาใช้ซ้ำ 21
ภาพที่ 4.3 กระบวนการบรรจุขวดที่ใช้ครั้งเดียว 22
ภาพที่ 4.4 สมดุลมวลของน้ำตาล 23
ภาพที่ 4.5 สมดุลมวลของน้ำ 24
ภาพที่ 4.6 แนวทางการนำเทคโนโลยีสะอาดมาใช้ 25
ภาพที่ 4.7 ขั้นตอนการล้างเครื่อง 26
ภาพที่ 4.8 ขั้นตอนการล้างเครื่องหลังการนำเทคโนโลยีสะอาดมาใช้ 27
ภาพที่ 4.9 การล้าง 1 ขั้นตอน 28
ภาพที่ 4.10 การล้าง 5 ขั้นตอน 29
ภาพที่ 4.11 ถังเก็บน้ำหวานและเครื่องทำความร้อน 29
ภาพที่ 4.12 สมดุลมวลของพลังงาน 37
ภาพที่ 4.13 เครื่องล้างขวดสายการผลิต 3 38
ภาพที่ 4.14 เครื่องล้างขวดสายการผลิต 4 39
ภาพที่ 4.15 การแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างเครื่องล้างขวดกับเครื่องอุ่นน้ำหวาน 41
ภาพที่ 4.16 มิเตอร์วัดน้ำควบแน่นของเครื่องอุ่นน้ำอัดลม(Warmer) 41
ภาพที่ 4.17 ระบบการปรับคุณภาพน้ำ 44
ภาพที่ 4.18 การล้างถังกรอง 45
ภาพที่ ช1 มิเตอร์วัดน้ำ 101

บทที่ 1
บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การเปิดการค้าเสรี (ASEAN Free Trade Area ; AFTA) ทำให้เกิดการแข่งขันทางการค้าภายในประเทศสูงขึ้น โดยเฉพาะการแข่งขันในด้านราคา ทำให้กำไรที่ได้น้อยลง ต้องขายสินค้าเป็นจำนวนมาก จึงจะได้กำไรเท่าเดิม และการผลิตเป็นจำนวนมาก (Mass productions) ทำให้ต้นทุนต่ำลง แต่ถ้าอัตราการสูญเสียเท่าเดิม ปริมาณสูญเสียจะมากขึ้นตามจำนวนการผลิตที่มากขึ้น ซึ่งมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากตามไปด้วย ในสภาวะที่มีการแข่งขันทางการค้าสูงจำเป็นต้องหาแนวทางลดต้นทุนที่ไม่กระทบต่อสิ่งแวดล้อมด้วย จึงได้นำหลักการของเทคโนโลยีสะอาดมาใช้ โดยลดการสูญเสียที่แหล่งผลิต และการนำกลับมาใช้ซ้ำ ซึ่งเป็นการลดการใช้วัตถุดิบ ทำให้ต้นทุนลดลงสามารถแข่งขันในตลาดได้ ลดการปล่อยของเสียจากระบบบำบัดน้ำเสีย และลดการทำลายสิ่งแวดล้อมได้ด้วย

ปัจจุบันสภาวะโลกที่ร้อนขึ้นเกิดความแปรปรวนของสภาพอากาศ มีทั้งเกิดความแห้งแล้งและเกิดน้ำท่วมฉับพลัน ซึ่งไม่สามารถเก็บกักน้ำเหล่านี้มาใช้ได้ โรงงานน้ำอัดลมที่ทำการศึกษามีการใช้น้ำบาดาลเป็นจำนวนมาก และอยู่ใกล้แหล่งชุมชน ทำให้มีข้อจำกัด ในการใช้น้ำ โดยทางราชการได้เข้มงวดการใช้น้ำบาดาลในเขตชุมชนมากขึ้น ทำให้ต้องเตรียมรับมือต่อผลกระทบที่จะมีต่อการผลิตน้ำอัดลม

ทางโรงงานเห็นความจำเป็นนี้ และมีแนวคิดที่จะ ทำการศึกษาวิจัย ในการนำเทคโนโลยีสะอาดมาใช้ เพื่อลดต้นทุนการผลิต ลดการใช้น้ำและรักษาสิ่งแวดล้อม

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย : เพื่อศึกษา

2.1 จุดที่มีการสูญเสียน้ำตาลและน้ำในกระบวนการผลิตน้ำอัดลม

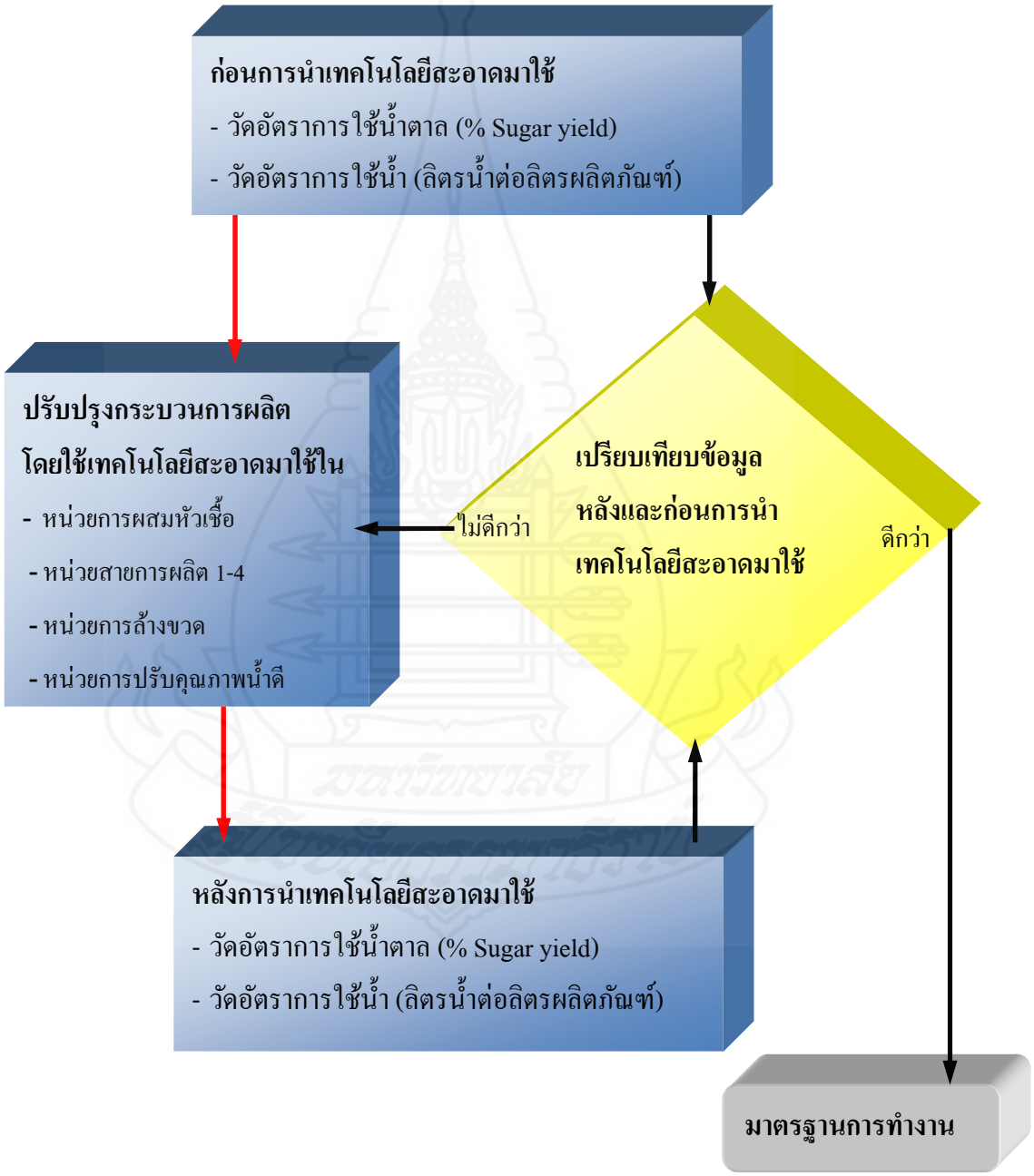
2.2 การนำเทคโนโลยีสะอาด มาใช้เพื่อเพิ่มอัตราการใช้น้ำตาลที่เสียไปในการผลิต

2.3 การนำเทคโนโลยีสะอาด มาใช้เพื่อลดการใช้น้ำในการผลิต

2.4 ระยะเวลาการคืนทุนหลังการนำเทคโนโลยีสะอาดมาใช้

3. กรอบแนวคิดของการวิจัย

โดยการนำข้อมูล ที่จัดเก็บก่อนและหลัง การนำเทคโนโลยีสะอาด มาใช้เปรียบเทียบกัน ในกรณีที่ ผลหลังการปรับปรุง ไม่ดีกว่าก่อนการปรับปรุง ให้ทำการทบทวน และหาแนวทางการปรับปรุงใหม่ให้ดีขึ้น และในกรณีที่ผลหลังการปรับปรุงดีกว่าก่อนการปรับปรุงให้ดำเนินการจัดทำเป็นมาตรฐานการทำงานต่อไป ดังภาพที่ 1.1



ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดการวิจัย

4. ขอบเขตการวิจัย

4.1 ขอบเขตเนื้อหา การวิจัยนี้มีขอบเขตครอบคลุม การนำหลักการเทคโนโลยีสะอาดมาใช้ เพื่อพิจารณาหาแนวทาง การลดการสูญเสีย**น้ำตาล**และ**การใช้น้ำ** ในกระบวนการผลิตน้ำอัดลมที่หน่วยการผสมหัวเชื้อ หน่วยสายการผลิต 1-4 หน่วยการล้างขวด และหน่วยการปรับคุณภาพน้ำ

4.2 ขอบเขตตัวแปร อัตราการใช้น้ำตาลและน้ำ

4.3 ขอบเขตเวลา ช่วงเวลาของการทำวิจัยตั้งแต่ พฤศจิกายน 2553 จนถึง ตุลาคม 2554

4.4 ขอบเขตสถานที่ โดยทำการวิจัยกระบวนการผลิตน้ำอัดลม ของโรงงานผลิตน้ำอัดลมแห่งหนึ่งในภาคใต้ ของประเทศไทย

5. ข้อจำกัดของการวิจัย

เนื่องจากการวิจัยนี้ทำในกระบวนการผลิตจริง มีการผลิตหลายหน่วยผลิตภัณฑ์ มีการเดินและหยุดเพื่อปรับเปลี่ยนการผลิตบ่อย มีปัญหาในการจัดเวลาหยุด เพื่อปรับปรุงเครื่องจักรจากการนำเทคโนโลยีสะอาดมาใช้ ทำให้เวลาการดำเนินการวิจัยยาวออกไป

6. นิยามศัพท์เฉพาะ

6.1 **กระบวนการผลิตน้ำอัดลม** หมายถึง การปรับปรุงคุณภาพน้ำ เพื่อใช้ในการเตรียมน้ำเชื่อมผสมกับหัวเชื้อและอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ การเตรียมน้ำเชื่อมด้วยการต้มน้ำให้ร้อน 70 - 80 องศาเซลเซียส และเทน้ำตาลทรายลงไปละลาย จนได้น้ำเชื่อม ที่มีความหวาน 60 บริก ทำให้เย็นลง และใส่หัวเชื้อ เพื่อเพิ่มรสชาติ กลิ่น สี ตามแต่ละชนิดของผลิตภัณฑ์ จากนั้นทำน้ำให้เย็น 4 - 8 องศาเซลเซียส และอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลงไป นำไปผสมกับน้ำหวานเข้มข้นที่เตรียมไว้ ปรับความหวานให้ได้ 10 - 14 บริก และละลายก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในน้ำหวาน 1.75 - 3.75 เท่าของปริมาตรก๊าซ ตามแต่ละชนิดของผลิตภัณฑ์

6.2 **การปรับคุณภาพน้ำขั้นต้น** หมายถึง การนำน้ำบาดาลมาเติมออกซิเจน โดยผ่านโค้กเทรย์ (Coke tray) เพื่อแยกเหล็กออกจากน้ำบาดาล เติมปูนขาวเพื่อปรับพีเฮช (pH) น้ำให้ได้ 6 - 8 และฆ่าเชื้อโรคด้วยคลอรีนให้มีคลอรีนเหลือ 1 - 3 มิลลิกรัมต่อลิตรในน้ำ ทิ้งให้ตกตะกอนในบ่อตกตะกอน นำน้ำใสผ่านกรองทราย เพื่อดักตะกอนที่แขวนลอยออก แล้วนำน้ำนี้มาเก็บในบ่อพักน้ำ

6.3 **ชุดปรับคุณภาพน้ำ** หมายถึง การปรับคุณภาพน้ำ เพื่อการผลิตแบบหลายขั้นตอน (Multi - barrier) นำน้ำจากบ่อพักมาเติม เฟอร์รัสซัลเฟต ปูนขาวและคลอรีน เกิดการจับตัวเป็นตะกอน (Floc) และฆ่าเชื้อโรค น้ำใสที่ไหลออกจากถังตกตะกอนเข้าสู่ถังกรองทราย เพื่อดักตะกอน

ที่แขวนลอยมากับน้ำและผ่านกรองคาร์บอน เพื่อดูดคลอรีนออกให้หมดแล้วนำมาผ่านกรองละเอียดก่อนส่งต่อไปยังชุดเตรียมน้ำเชื่อม ห้องผสมหัวเชื้อและเครื่องผสมอัตโนมัติที่ห้องบรรจุ

6.4 **น้ำทรีท** หมายถึงน้ำที่ได้จากชุดปรับคุณภาพน้ำใช้ในการทำน้ำอัดลม

6.5 **การล้างถังกรอง** หมายถึง การดึงเอาตะกอนในถังกรองออกโดยการดันน้ำจากใต้ถังย้อนขึ้นมาดันให้ตะกอนลอยออก ใช้ปริมาณน้ำ 6-10 เท่าของอัตราการกรอง น้ำส่วนนี้สามารถนำมาแยกตะกอนออกแล้วนำน้ำนี้กลับมาใช้ใหม่ได้อีก

6.6 **การเตรียมน้ำเชื่อม** หมายถึง การเทน้ำตาลทรายลงในน้ำทรีทที่ต้ม ให้อุณหภูมิสูงถึง 70 - 80 องศาเซลเซียส ในถังน้ำเชื่อม เพื่อละลายน้ำตาล และใส่ถ่านกัมมันต์แบบผง (PAC) เพื่อฟอกสี และดูดกลิ่น แล้วนำมาผ่านกรอง เพื่อดักเอาผงถ่านกัมมันต์ออก จากนั้นผ่านยูวี(UV) เพื่อฆ่าเชื้อ จุลินทรีย์ และนำไปเก็บที่ถังผสมต่อไป

6.7 **การผสมหัวเชื้อ** หมายถึง การนำน้ำเชื่อมที่เตรียมไว้แล้ว มาเติมหัวเชื้อตามมาตรฐานของแต่ละชนิดน้ำอัดลม

6.8 **บริก** หมายถึง ค่าความหวานของน้ำเชื่อม คำนวณจากน้ำหนักน้ำตาล เป็นกรัมในน้ำเชื่อม 1 ลิตร

6.9 **การทำความสะอาด** หมายถึง การล้างทำความสะอาดภายในระบบ CIP (Cleaning In Place) เช่นภายในท่อ ถังหรือภาชนะที่ปิดโดยไม่ต้องถอดอุปกรณ์ใดๆออกมาล้าง ซึ่งอาจจะใช้สารเคมีหรือ ใช้น้ำร้อนในการช่วยล้างให้สะอาดยิ่งขึ้น

7. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

ผลจากการวิจัยสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการดำเนินการด้านต่างๆ ดังนี้ ลดต้นทุนการผลิตจากการเพิ่มอัตราการใช้น้ำตาล โดยนำน้ำหวานในการล้างระบบขั้นตอน แรกกลับมาใช้

7.1 ลดการใช้น้ำในการผลิตน้ำอัดลม จากการนำน้ำหวานในการล้างระบบกลับมาใช้ ลดการใช้น้ำในเครื่องล้างขวดและการนำน้ำล้างถังกรองทราย กรองคาร์บอนกลับมาใช้

7.2 ลดค่าไฟฟ้า ค่าบำรุงรักษา ในการบำบัดน้ำเสีย จากการลดการปล่อยน้ำหวานและน้ำเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย

7.3 ลดการปล่อยของเสียสู่สิ่งแวดล้อม จากการลดการปล่อยน้ำหวาน น้ำทิ้งจากเครื่องล้างขวดและน้ำล้างถังกรอง

7.4 สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการลดการใช้น้ำ อัตราการใช้น้ำตาลในการผลิตน้ำอัดลมของบริษัทผลิตน้ำอัดลมทั่วไป

7.5 สามารถนำแนวคิดนี้ไปออกแบบโรงงานสำหรับโรงงานใหม่ที่จะสร้างต่อไป

บทที่ 2
วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การวิจัย การนำเทคโนโลยีสะอาด มาใช้ในโรงงานผลิตน้ำอัดลม ได้ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวกับ 1. ความตระหนักถึง สิ่งแวดล้อมของโรงงาน ผลิตน้ำอัดลม 2. เทคโนโลยีสะอาด 3. อุตสาหกรรมการผลิตน้ำอัดลม กับการใช้เทคโนโลยีสะอาด 4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้เทคโนโลยีสะอาดในโรงงานผลิตเครื่องดื่ม ดังนี้

1. ความตระหนักถึงสิ่งแวดล้อมของโรงงานผลิตน้ำอัดลม

โรงงานที่เข้าทำการศึกษาวิจัยนี้ ได้ให้ความสำคัญต่อแหล่งน้ำ การใช้น้ำของโรงงานและของชุมชน เนื่องจากสภาวะโลกร้อนทำให้ฝนตกไม่เป็นไปตามฤดูกาล การคาดการณ์ปริมาณน้ำในแหล่งน้ำเป็นไปได้ยาก ซึ่งเป็นเรื่องธรรมชาติที่ควบคุมไม่ได้ จำเป็นต้องหามาตรการที่จะต้องรักษาแหล่งน้ำให้เพียงพอต่อการผลิตน้ำอัดลมได้อย่างต่อเนื่อง การพึ่งพาตนเองด้วยการควบคุมการใช้น้ำและการปล่อยของเสียลงสู่แหล่งน้ำให้น้อยลง ไม่ทำลายแหล่งน้ำที่ใช้อยู่ โดยการปรับปรุงวิธีการทำงานเป็นวิธีการที่พยายามจะใช้น้ำให้คุ้มค่า โดยบริษัทแม่ได้ตั้งเป้าหมายอัตราการใช้น้ำ 2.17 ลิตรน้ำใช้ต่อลิตรน้ำอัดลมของโรงงานทั่วโลกในปี 2555 และโรงงานแห่งนี้ในปี 2553 มีอัตราการใช้น้ำอยู่ที่ 2.35 ลิตรน้ำใช้ต่อลิตรน้ำอัดลม แต่เป้าหมายในทวีปอเมริกาเหนือ 1.68 ลิตรน้ำใช้ต่อลิตรน้ำอัดลม ฉะนั้นยังมีโอกาสที่จะปรับปรุงลดการใช้น้ำได้อีก

กระบวนการผลิตน้ำอัดลมมีของเสียที่ปล่อยออกมา คือน้ำหวานซึ่งมี BOD (Biological Oxygen Demand) สูง ซึ่งเป็นหน้าที่ของบริษัทที่ต้องรับผิดชอบ ในการบำบัดให้ได้มาตรฐาน (BOD ต่ำกว่า 20 มิลลิกรัมต่อลิตร) ไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม หรือแหล่งน้ำที่ใช้ร่วมกันกับชุมชน น้ำตาลซึ่งเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตน้ำอัดลม ถ้าโรงงานสามารถนำน้ำตาลมาใช้ได้เกือบทั้งหมด การปล่อยออกสู่ระบบบำบัดน้ำเสียก็น้อยลง สามารถลดทั้งต้นทุนการผลิต และการบำบัดน้ำเสียไปพร้อมกัน ขณะเดียวกันทางราชการได้เข้มงวดในการปล่อยน้ำเสียออกนอกโรงงาน ได้ออกกฎระเบียบควบคุมเพิ่มเติม ตามประกาศกรมโรงงานอุตสาหกรรม เรื่อง หลักเกณฑ์การให้ความเห็นชอบให้โรงงานที่ต้องมีระบบบำบัดน้ำเสีย ต้องติดตั้งเครื่องมือ หรือเครื่องอุปกรณ์พิเศษ และเครื่องมือ หรืออุปกรณ์เพิ่มเติม พ.ศ. 2550 โดยเป็นโรงงานในลำดับที่ 20 ที่ต้องติดตั้งเครื่องตรวจวัดค่าบีโอดีและกำหนดให้ผู้ที่ปล่อยน้ำเสียตั้งแต่ 500 ลูกบาศก์เมตรต่อวันขึ้นไป จะต้องติดตั้งเครื่องมือตรวจสอบคุณภาพ

ส่งสัญญาณไฟฟ้า ไปยังหน่วยงานราชการ ได้อย่างต่อเนื่อง ตามประกาศ กระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 2 พ.ศ. 2548 ด้วยสถานการณ์เช่นนี้ โรงงานจำเป็นต้องหามาตรการ ลดการใช้น้ำและลดการปล่อยน้ำเสียสู่สิ่งแวดล้อม ด้วยการนำเทคโนโลยีสะอาด (Cleaner Technology) มาใช้ในโรงงาน

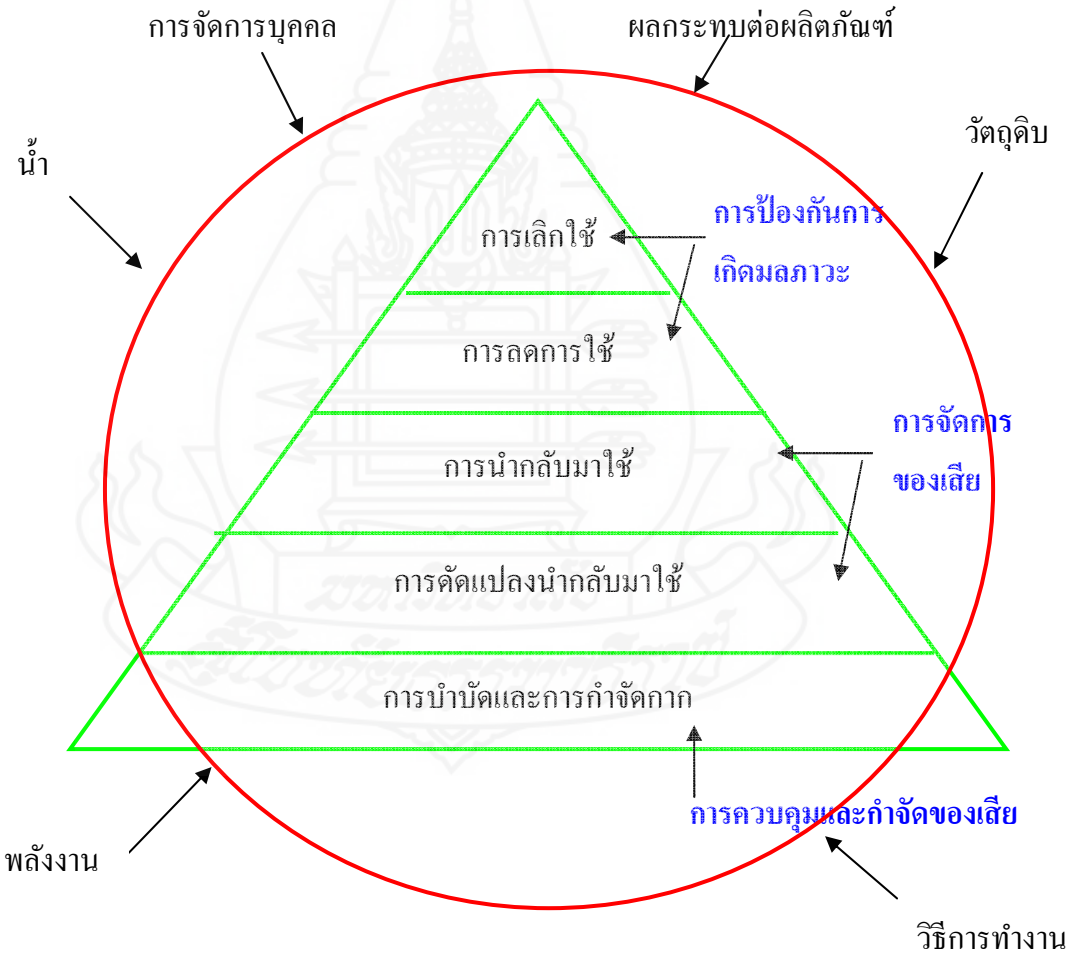
2. เทคโนโลยีสะอาด (Cleaner Technology : CT)

เมื่อประเทศอุตสาหกรรมได้ถูกกระทบจากผลของการพัฒนาอุตสาหกรรม ประเทศเหล่านั้นพยายามแก้ไขปัญหา ด้วยการบำบัดของเสีย จากกระบวนการผลิต ก่อนปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อม อย่างไรก็ตาม การใช้เทคโนโลยีในการบำบัด ของเสียเพียงอย่างเดียว ทำให้สูญเสียทั้งค่าใช้จ่ายและทรัพยากร จึงได้พัฒนาสู่หลักการ ป้องกันการเกิดมลพิษตั้งแต่ต้นทางของการผลิต ซึ่งมีประโยชน์มากกว่า แนวคิดนี้ได้รับการยอมรับอย่างแพร่หลาย และพัฒนาขึ้นอย่างเป็นรูปธรรมใน พ.ศ. 2532 ได้มีศูนย์กิจกรรม โครงการอุตสาหกรรมและสิ่งแวดล้อม (Industry and Environment Programme Activity Centre ; IE/PAC) รับผิดชอบโดย โครงการสิ่งแวดล้อมสหประชาชาติ (United Nations Environment Programme ; UNEP) ซึ่งเป็นหน่วยงานด้านสิ่งแวดล้อมของสหประชาชาติ ได้จัดทำหลักการของเทคโนโลยีสะอาด และใช้แพร่กระจายใน กลุ่มประเทศอุตสาหกรรมทั่วโลก ทั้งยุโรป อเมริกา และเอเชีย

ประเทศไทยต้องการเป็นประเทศอุตสาหกรรมใหม่ (Newly Industrialized Country; NIC) จึงรับแนวคิด เรื่องเทคโนโลยีสะอาดมาใช้ ผู้ประกอบการต่างใช้ เทคโนโลยีสะอาดกันมากขึ้น เนื่องจากเป็นหนึ่งในกลยุทธ์ ลดต้นทุนการผลิต และยอมรับเป็นเครื่องมือ การจัดการสิ่งแวดล้อมเชิงรุกที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งสำนักงานคณะกรรมการ พัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ได้บรรจุลง ในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 10 (พ.ศ. 2550 -2554) เพื่อส่งเสริมการผลิตที่สะอาดในภาคอุตสาหกรรมและการบริการ อย่างไรก็ดี เทคโนโลยีสะอาด มุ่งให้ความ สำคัญกับการป้องกันมลพิษตั้งแต่ต้นทาง โดยนำเทคโนโลยีที่เหมาะสม และการจัดการที่ดี มาปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิตหรือการบริการ ดูแลการใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อลดมลพิษที่แหล่งกำเนิดให้เหลือ น้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ และหากมีของเสีย ต้องมีวิธีการนำของเสียเหล่านั้น กลับมาใช้ซ้ำ โดยทั้งหมดนี้ต้องคุ้มค่าต่อการลงทุน และทำให้องค์กรประหยัดค่าใช้จ่ายมากกว่า การใช้เทคโนโลยีบำบัดมลพิษที่เกิดขึ้น จากกระบวนการผลิต (เช่นการบำบัดน้ำเสีย ซึ่งเป็นการแก้ปัญหาที่ปลายเหตุ) เพียงอย่างเดียว

2.1 หลักการของเทคโนโลยีสะอาด

เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด เป็นหลักการป้องกันมลพิษ ที่ใช้หลักการลดการเกิดของเสียให้เหลือน้อยที่สุด โดยวิธีการแยกสารมลพิษ ที่เกิดจากกระบวนการผลิตทุกขั้นตอน ซึ่งประกอบด้วยการเปลี่ยนแปลง กระบวนการผลิต หรือการเปลี่ยนวัตถุดิบ ที่ทำให้เกิดผลพลอยได้ที่ไม่เป็นอันตราย รวมทั้งการลดปริมาณ และความเข้มข้นขององค์ประกอบในของเสีย ด้วยการนำไปใช้ซ้ำ (Reuse) หรือการนำกลับไปใช้ใหม่ (Recycle) จนไม่สามารถนำของเสียไปใช้ประโยชน์ได้อีก ก็จะนำไปบำบัดให้ถูกต้องตามหลักวิชาการต่อไป ดังภาพที่ 2.1 โดยมีการดำเนินการอย่างเป็นระบบและต่อเนื่อง นอกจากนี้การดำเนินการ เพื่อให้บรรลุเป้าหมายได้นั้น ต้องประกอบด้วยทัศนคติที่ดีและการร่วมมือกันอย่างเต็มที่จากบุคคลากรทุกฝ่ายอีกด้วย



ภาพที่ 2.1 หลักการเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดในการป้องกันมลพิษ

2.2 วิธีการเทคโนโลยีสะอาด

เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด มีวิธีดำเนินงานแบ่งออกเป็น 2 วิธี ดังภาพที่ 2.2 คือ วิธีลดมลพิษที่แหล่งกำเนิด (Reduce) และวิธีการนำกลับมาใช้ใหม่ (Recycle) หรือการใช้ซ้ำ (Reuse)

ภาพที่ 2.2 วิธีการดำเนินงานเทคโนโลยีที่สะอาด

2.2.1 การลดมลพิษที่แหล่งกำเนิด (Reduce) แบ่งออกเป็น 2 วิธี ดังนี้

1) การปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิต (Process Change) แบ่งออกเป็น3วิธี คือ

(1) การปรับเปลี่ยนวัตถุดิบ (Input Material Change) คือ การเลือกใช้วัตถุดิบที่มีคุณภาพ ลดหรือยกเลิกการใช้วัตถุดิบอันตราย หรือสิ่งปนเปื้อนมากับวัตถุดิบ ควบคุมสิ่งปนเปื้อน โดยกำจัดออก ก่อนที่จะเข้าสู่ กระบวนการผลิต ตัวอย่าง เช่น การเปลี่ยนหมึกพิมพ์ที่ใช้ตัวทำละลายที่เป็นเคมี มาเป็นการใช้น้ำ หรือการเปลี่ยนมาใช้น้ำตาลที่มีความขาวกว่า แทนน้ำตาลที่มีสีเข้ม เพื่อไม่ต้องใช้แอคติเวทคาร์บอน ในการฟอกสี สามารถลดกากของเสีย ที่ต้องกำจัด และลดขั้นตอนในการผลิตได้ด้วย หากเป็นไปได้ควรมี การกำจัดออกตั้งแต่ต้นทาง คือแหล่งที่มา ก่อนที่จะส่งเข้าสู่กระบวนการผลิต รวมทั้งคุณภาพต้องให้ ได้ตามมาตรฐานการผลิตของโรงงาน

(2) การปรับปรุงเทคโนโลยี (Technology Improvement) เป็นการเพิ่มศักยภาพการผลิต หรือการใช้ทรัพยากร อย่างมีประสิทธิภาพ ได้แก่ การปรับปรุงผังโรงงาน การเพิ่มระบบอัตโนมัติ การปรับปรุงเครื่องจักร และอุปกรณ์ในการผลิต การนำเทคโนโลยีใหม่มาใช้เพื่อให้เกิดของเสียน้อยที่สุด ถ้าหากของเสียไม่สามารถลดหรือกำจัดได้ ก็ให้หาวิธีนำเทคโนโลยีเพื่อทำการเคลื่อนย้ายตัวกลางของสิ่งแวดล้อมเดิม ไปสู่ตัวกลางใหม่ที่สามารถควบคุมได้ง่าย เช่น เทคโนโลยีการฝังกลบ

(3) การบริหารการดำเนินงาน (Operational Management) เป็นการบริหารระบบการวางแผน และควบคุมการผลิต เพื่อเพิ่มศักยภาพของกระบวนการผลิต ให้สามารถลดต้นทุนการผลิต และผลกระทบสิ่งแวดล้อมได้อย่างมีประสิทธิผลได้แก่ การปฏิบัติที่ดี การจัดการที่ดี การควบคุม รายการวัตถุดิบ การจัดเก็บที่เหมาะสม การวางแผน การผลิต การแยกกำจัดหรือบำบัดของเสีย และการฝึกอบรม เช่น การจัดลำดับการผลิตจากน้ำอัดลม ที่มีกลิ่นหรือสีอ่อน ไปสู่น้ำอัดลมที่มีกลิ่นหรือสีเข้มกว่าจะใช้วิธีการล้าง 1 ขั้นตอน ซึ่งใช้เวลาประมาณ 30 นาที และใช้สารเคมีน้อยกว่า ลำดับการผลิตจากน้ำอัดลมที่มีกลิ่นหรือสีเข้ม ไปสู่การผลิตน้ำอัดลมที่มีกลิ่นหรือสีที่อ่อนกว่าจะต้องล้าง 5 ขั้นตอน ซึ่งใช้เวลาประมาณ 1.5 ชั่วโมง และใช้สารเคมีมากกว่าการล้าง 1 ขั้นตอน

2) การปรับเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ (Product Reformulation) การเปลี่ยนแปลงผลิตภัณฑ์ให้มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด เช่น พัฒนาการใช้งานของผลิตภัณฑ์ให้สามารถใช้งานได้นานขึ้น ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด เมื่อผู้บริโภคนำไปใช้งาน ยกเลิกส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ ที่ไม่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ หลีกเลี่ยงการใช้ชิ้นส่วน ของอุปกรณ์ที่เป็นสารพิษ เป็นต้น สามารถทำการปรับปรุง เพื่อลดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม เช่น การยกเลิกการใช้ถาดกระดาษ และฟิล์มพลาสติก ในการหีบห่อน้ำอัดลม มาใช้ฟิล์มพลาสติกรัดอย่างเดียว ทำให้สามารถลดการใช้กระดาษ และกาวติดถาดกระดาษที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

2.2.2 การนำกลับมาใช้ใหม่หรือการใช้ซ้ำ (Reuse / Recycle)

โดยปกติควรดำเนินการลดการสูญเสีย (Eliminate, Reduce) ก่อนที่จะหาวิธีนำกลับมาใช้หมุนเวียน (Recycle) หรือนำไปสกัดของมีค่ากลับคืน (Reclaim) การหมุนเวียนการใช้ เช่น เมื่อนำทรัพยากรที่ผ่านการใช้งานครั้งหนึ่งแล้ว ยังมีคุณภาพดีพอ ที่จะนำไปใช้งานในขั้นตอนอื่นได้ ก็ควรหาวิธีที่จะนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ หรือถ้าใช้ในกระบวนการอื่นไม่ได้อีกแล้ว ก็จะใช้วิธีการศึกษาหาเทคโนโลยีใหม่ เพื่อออกแบบกระบวนการนำน้ำ วัตถุดิบ หรือพลังงานกลับมาใช้อีก หรือทำให้เกิดผลพลอยได้ เพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับของเสีย การนำกลับมาใช้ซ้ำแบ่งออกเป็น 2 แนวทาง ได้แก่

1) การใช้ผลิตภัณฑ์หมุนเวียน (Production Recycle) โดยหาทางนำวัตถุดิบที่ไม่ได้คุณภาพ หรือปนอยู่ในของเสีย มาใช้ประโยชน์ เช่น การผลิตสินค้าใหม่ๆ จากวัตถุดิบเหลือทิ้ง หรือ การนำน้ำหวานที่ไม่ได้มาตรฐาน กลับมาฟอกสี ดูดกลิ่น ฆ่าเชื้อจุลินทรีย์เพื่อนำน้ำตาลกลับมาใช้

2) การใช้เทคโนโลยีหมุนเวียน (Technology Recycle) เป็นการนำของเสียไปผ่านกระบวนการต่างๆ ให้นำกลับมาใช้ได้อีก หรือทำให้กลายเป็นผลพลอยได้ เพื่อเพิ่มมูลค่าให้แก่ของเสีย เช่น การนำน้ำหรือพลังความร้อนส่วนเกินกลับมาใช้ใหม่ ซึ่งการนำกลับมาใช้ใหม่ นี้ควรทำ ณ จุดกำเนิด แทนการขนย้าย ไปจัดการที่อื่นเพื่อลด อัตราเสี่ยงจากการปนเปื้อน เช่นการนำน้ำล้างขวดช่วงสุดท้ายมาปรับ pH แล้วนำกลับมาใช้ใหม่ (Reclamation) ที่เครื่องล้างขวด แทนที่จะส่งไปบำบัดข้างนอก หรือการนำความร้อนที่ได้จากการลดอุณหภูมิขวดในเครื่องล้างขวดไปอุ่นขวดบรรจุน้ำอัดลมที่ Warmer ทำให้ลดพลังงานความร้อนที่ใช้ที่เครื่อง Warmer ได้ หรือการนำความร้อนจากปล่องควันหม้อไอน้ำมาอุ่นน้ำ หรือลม ก่อนส่งเข้าหม้อไอน้ำ

โรงงานอุตสาหกรรมโดยทั่วไป สามารถนำเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดมาใช้ เป็นการพัฒนาขีดความสามารถในด้านการผลิต เพื่อให้สามารถแข่งขัน ในภาคอุตสาหกรรม ทั้งภายในประเทศ และการค้าในตลาดโลกได้อย่างแน่นอน เนื่องจากเป็นเทคโนโลยีที่ก่อให้เกิด การปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง และให้ประโยชน์อย่างมากมาย ซึ่งบางกรณี การนำเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดไปปฏิบัติ โดยไม่เสียค่าใช้จ่ายในการลงทุน ผลที่ได้กลับมาสามารถลดต้นทุนการผลิตได้มาก หรือถ้ามีการลงทุนก็ต้องได้รับผลตอบแทน ภายในระยะเวลาคืนทุน (Payback Period) ที่คุ้มค่าต่อการลงทุน

2.3 ขั้นตอนสู่ความสำเร็จในการทำเทคโนโลยีสะอาด

2.3.1 วางแผนและจัดองค์กร (นโยบาย / วัตถุประสงค์ / เป้าหมาย / ตั้งคณะทำงาน)

การวางแผนและจัดองค์กร นั้นมีวัตถุประสงค์ เพื่อแสดงความมุ่งมั่น ของผู้บริหาร โดยการกำหนด

นโยบายและเป้าหมาย ซึ่งจะเป็นแนวทาง ในการทำเทคโนโลยีสะอาดขององค์กรนั้นๆ นอกจากนั้น ผู้บริหารสูงสุด ยังต้องให้การสนับสนุนกิจกรรมต่างๆ โดยการจัดตั้งคณะทำงานเทคโนโลยีสะอาด

2.3.2 ทำการประเมินเบื้องต้น (เลือกบริเวณที่จะทำการประเมิน) หลังจากที่ได้โครงสร้างและกรอบในการทำงาน คณะทำงานต้องทำการประเมินเบื้องต้นว่ามีบริเวณใดบ้าง ที่เกิดความสูญเสีย และสามารถปรับปรุงให้ดีขึ้นได้ เลือกบริเวณที่จะทำการประเมิน โดยละเอียดต่อไป การประเมินเบื้องต้นอาศัยหลัก สามัญสำนึกเป็นส่วนใหญ่ และยังไม่ลงลึกในรายละเอียด ผลจากการประเมินนี้ จะใช้เป็นแนวทางกำหนดบริเวณ หรือทรัพยากรที่จะศึกษา ในการประเมินโดยละเอียดต่อไป

2.3.3 ทำการประเมินโดยละเอียด (รายการทางเลือกทั้งหมด) เมื่อได้พื้นที่หรือบริเวณที่เกิดความสูญเสียสูง และต้องการจะปรับปรุงให้ดีขึ้นแล้ว จึงเริ่มทำการประเมินโดยละเอียด เพื่อจัดทำสมดุลมวล และพลังงาน เข้า - ออก เพื่อทำให้ทราบถึง สาเหตุ และแหล่งกำเนิดของของเสียหรือมลพิษ การสูญเสียพลังงาน ความเสี่ยง และสภาพแวดล้อมการทำงานที่ไม่ดี จากนั้นจึงทำรายการและจัดลำดับความสำคัญของทางเลือก เพื่อการปรับปรุงต่อไป

2.3.4 ศึกษาความเป็นไปได้ (รายการของทางเลือกที่คุ้มค่าในการลงทุน) ศึกษาความเป็นไปได้ มีวัตถุประสงค์ เพื่อให้ทราบถึง ระดับความละเอียดที่ต้องทำการศึกษา ในแต่ละทางเลือก และความพร้อมของข้อมูล สำหรับโครงการที่ต้องลงทุนสูงจะต้องประเมินความคุ้มค่าในการลงทุน และหาทางเลือกที่เป็นไปได้

2.3.5 ลงมือปฏิบัติ (แผนปฏิบัติงาน/ดำเนินงานตามแผน) การลงมือปฏิบัติ ต้องมีการวางแผน การทำงานโดยละเอียด ในแผนงานควรประกอบด้วย เรื่องที่จะทำ บริเวณเป้าหมาย ขั้นตอนการปฏิบัติ กำหนดระยะเวลาเสร็จสิ้น และผู้รับผิดชอบ ในแต่ละขั้นตอนอย่างชัดเจน

2.3.6 ติดตามประเมินผล (ติดตาม ตรวจสอบ อย่างใกล้ชิด) เมื่อการทำงานดำเนินไประยะหนึ่ง ควรมีการติดตามประเมินผล เพื่อให้แน่ใจว่า การปฏิบัติเป็นไปตามแผนงานที่กำหนดไว้ หรือถ้าหากมีปัญหาประการใด จะได้ทบทวนแก้ไข เพื่อมิให้เป็นอุปสรรค ในการทำงานต่อไป การติดตามประเมินผลงาน ยังเป็นการทำให้การนำเทคโนโลยีสะอาด มาใช้ของบริษัทดำเนินต่อไปอย่างต่อเนื่อง และดียิ่งขึ้นอีกด้วย

2.4 ปัจจัยสำคัญสู่ความสำเร็จในการทำเทคโนโลยีสะอาด ดังนี้

2.4.1 ความมุ่งมั่นของผู้บริหาร

2.4.2 ความมั่นคงในนโยบาย

2.4.3 การได้รับการฝึกอบรมในทุกระดับ

2.4.4 มีศรัทธาและเห็นคุณค่าของเทคโนโลยีสะอาดอย่างแท้จริง

2.4.5 สร้างแรงจูงใจที่เหมาะสม

2.4.6 การมีส่วนร่วมของพนักงานทุกระดับอย่างสม่ำเสมอ

2.4.7 มีแหล่งข้อมูลสารสนเทศที่ทันสมัย

2.4.8 มีทีมงานที่มีประสิทธิภาพ

2.4.9 ทำเทคโนโลยีสะอาดอย่างต่อเนื่อง

2.5 ปัญหา อุปสรรค ของการนำเทคโนโลยีสะอาดไปใช้ ดังนี้

2.5.1 ไม่เข้าใจแนวความคิดเทคโนโลยีสะอาด

2.5.2 ไม่มีข้อมูล

2.5.3 การไม่มีส่วนร่วมของบุคคลากรในองค์กร

2.5.4 ขาดเทคโนโลยี ทั้งความรู้ของบุคคลากร และการพัฒนาวัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องจักร ที่คำนึงถึงสิ่งแวดล้อม

2.5.5 ตัวอย่างความสำเร็จของเทคโนโลยีสะอาด ในเชิงรูปธรรมยังมีจำนวนน้อย

2.5.6 การไม่ยอมเปิดเผยข้อมูลความสำเร็จของเทคโนโลยีสะอาดในวงกว้าง

2.5.7 บุคคลากรที่มีความรู้ความสามารถด้านเทคโนโลยีสะอาดยังมีน้อย

3. อุตสาหกรรมการผลิตน้ำอัดลมกับการใช้เทคโนโลยีสะอาด

ในวงการผลิตน้ำอัดลมยักษ์ใหญ่อย่างเช่นบริษัทโคคา โคลาและ เป๊ปซี โคลา ได้ตระหนักถึงการใช้ทรัพยากรอย่างประหยัด ไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม โดยการปรับปรุงประสิทธิภาพ การใช้น้ำประสิทธิภาพการใช้พลังงาน และลดการปล่อยของเสีย

บริษัทโคคา โคลา ได้ให้ความสนใจตั้งแต่ผู้บริหารระดับสูงลงมา โดยให้ความสำคัญกับน้ำและชุมชน ซึ่งนาย อี เนวิลล์ อิสาเดล ซีอีโอ ของโคคา โคลา ได้กล่าวถึง น้ำ มีความสำคัญต่อธุรกิจของโคคาโคลา และเป็นเรื่องวิกฤต สำหรับชุมชนที่เราอาศัยอยู่ด้วยเช่นกัน โดยตระหนักถึงธุรกิจจะไม่สามารถอยู่ได้ ถ้าชุมชนไม่สามารถอยู่ได้ และได้มีเป้าหมายในการอนุรักษ์น้ำ ดังนี้

- **การลดการใช้น้ำ (Reduce)**
  - มีเป้าหมายในการลดการใช้น้ำให้ได้ 20% ในปี 2012 จากปี 2004
  - อัตราการใช้น้ำเฉลี่ย 2.17 ลิตรน้ำ/ลิตรน้ำอัดลม ของโรงงานทั่วโลกในปี 2012
  - เป้าหมายในทวีปอเมริกาเหนือ 1.68 ลิตรน้ำ/ลิตรน้ำอัดลม

- **การนำมาดัดแปลงใช้ (Recycle)**

บริษัทโคคา-โคลา ได้วางแนวทางให้ โรงงานผลิตน้ำอัดลมโคคาโคลาทั่วโลก ต้องมีระบบบำบัดน้ำเสียที่สามารถบำบัดน้ำเสีย ได้ตามมาตรฐานน้ำทิ้ง ให้มีคุณภาพระดับที่สิ่งมีชีวิตในน้ำอยู่ได้ ก่อนปล่อยสู่สิ่งแวดล้อม ภายในสิ้นปี 2010

- **การเติมให้เต็ม (Replenish)**

บริษัทโคคา-โคลา ให้การสนับสนุนและขยายการช่วยเหลือ ในการดูแลแหล่งต้นน้ำให้มีคุณภาพและมีน้ำใช้ในชุมชนให้เพียงพอ ไม่กระทบต่อการใช้น้ำ ในการผลิตน้ำอัดลม

- **ตัวอย่างที่มีประสิทธิภาพ**

- การดัดแปลงและการนำกลับมาใช้ ของน้ำที่ปล่อยทิ้ง น้ำเข้มข้นจากระบบเมมเบรน
- การนำน้ำจากการล้างถังกรอง(Backwash) กลับมาใช้
- การกักเก็บน้ำล้างกระป๋องหรือขวดและนำกลับมา หรือการนำอากาศมาใช้แทนน้ำในการล้าง การติดตั้งระบบไม่มีขวดเข้า-น้ำไม่ไหล
- การหล่อลื่นแบบแห้ง แทนการใช้น้ำหล่อลื่น
- การกักเก็บน้ำจากกระบวนการทำความสะอาดฆ่าเชื้อนำกลับมาใช้
- การดัดแปลงและนำน้ำร้อนกลับมาใช้ที่ Warmer
- ลดการใช้น้ำกับภูมิทัศน์

บริษัท เป๊ปซีโคลา ได้ตั้งเป้าหมายที่จะรักษาแหล่งน้ำและใช้น้ำ ให้มีประสิทธิภาพระดับโลก ดังนี้

- เพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำ 20% ของหน่วยการผลิตให้ได้ภายในปี 2015
- คืนน้ำสู่ธรรมชาติให้มากกว่าน้ำที่นำมาใช้ ลงในพื้นที่ที่ขาดแคลนน้ำ
- เตรียมน้ำสะอาดและปลอดภัยให้กับประชากร 3 ล้านคนในประเทศกำลังพัฒนาปี 2015

รายละเอียดความคืบหน้าที่ เป๊ปซีโคลา ได้ดำเนินการ

- สามารถปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้น้ำได้มากกว่า 15% ของปี 2006
- เพิ่มน้ำเข้าระบบ 6 ล้านลิตรในอินเดีย ซึ่งมากกว่าการใช้น้ำในการผลิต 5 ล้านลิตร
- ได้จัดเตรียมน้ำสะอาด ให้แก่ประชากร 1 ล้านคนในปี 2011 ซึ่งเป็นเงินมากกว่า 15 ล้านดอลลาร์ ที่บริจาค โดย เป๊ปซีโคลา และกองทุนเป๊ปซีโคลา 2005 ในการให้น้ำที่ปลอดภัย และการสาธารณสุขแก่ประเทศกำลังพัฒนา

ในปี 1991 โรงงานเป๊ปซีโคลา เมืองเวนตูลา แคลิฟอร์เนีย ได้เน้นการปรับปรุงประสิทธิภาพของการใช้น้ำ การใช้พลังงาน และลดน้ำเสียที่ปล่อยออกได้มีการวัดจุดที่มีการใช้น้ำหลักๆ เพื่อนำมาปรับปรุง โดยมีหัวข้อปรับปรุงดังนี้

- **การนำน้ำกลับมาใช้จากการปรับคุณภาพน้ำ** โดยการเตรียมถังพักน้ำสำหรับเก็บน้ำล้างถังกรองและแยกตะกอนออกนำไปกำจัด น้ำใสที่ผ่านถังกรองคาร์บอน (GAC) สามารถนำกลับมาใช้โดยมีการลงทุน ประมาณ 9,000 ดอลลาร์ สามารถประหยัดการใช้น้ำ และการบำบัดน้ำเสีย ลงได้ 7,000 ดอลลาร์/ปี คืนทุน 1.3 ปี
- **การควบคุมการฉีดน้ำล้างขวด** ทำโดยการลดการใช้น้ำในการล้างขวด กระป๋อง โดยการติดตั้งระบบตัดน้ำเมื่อไม่มีขวดหรือกระป๋อง สามารถประหยัดน้ำได้มากกว่า 88,000 แกลลอนต่อปี และมีระยะคืนทุนภายใน 1.2 ปี
- **การนำน้ำหล่อเย็นซีลปั๊มกลับมาใช้** การนำน้ำหล่อเย็นปั๊ม 300 แกลลอนต่อวัน ที่ใช้ในการหล่อเย็นในห้องบรรจุส่งไปยังคอนเด็นเซอร์ที่ใช้น้ำ 1,200 แกลลอนต่อวัน ประหยัดได้ 960 ดอลลาร์ ต่อปี โดยลงทุน 750 ดอลลาร์ การคืนทุน 0.8 ปี
- **แนวทางการลดน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิต**
  - ลดการหกล้นหรือขวดระเบิดขณะบรรจุ
  - ควบคุมการผสมไม่ให้สูญเสีย
  - แยก จัดกลุ่มน้ำเย็น ออกจากน้ำทั่วไป
  - ใช้ท่อน้ำขนาดเล็กและใส่วาวล์ปิดเปิด
  - หลีกเลี่ยงการสูญเสียในการผลิต
  - นำน้ำที่ปนเปื้อนน้อยกลับมาใช้
  - นำน้ำหล่อเย็นกลับมาใช้
  - อบรมพนักงานให้ตระหนักถึงการประหยัด
  - ใช้การฉีดน้ำเป็นจังหวะ
  - ใช้วาวล์ปิดเปิดอัตโนมัติ
  - ใช้น้ำล้างโซดาไฟที่ทำให้เป็นกลางแล้วนำกลับมาใช้
  - ใช้ระบบล้างภายในเครื่องแบบอัตโนมัติ

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้เทคโนโลยีสะอาดในโรงงานผลิตเครื่องดื่ม

เจตจินต์ สุทินประภา (2553) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับ การใช้เทคโนโลยีสะอาด ในการลดต้นทุน การผลิตของโรงงานน้ำอัดลม โดยศึกษากระบวนผลิตหลัก 4 กระบวนการ ได้แก่ การผลิตน้ำทรีท การผลิตน้ำหวาน การผลิตน้ำอัดลม สายการผลิตขวดแก้ว และขวดพลาสติก พบประเด็นปัญหาหลักคือ เรื่องน้ำ พบการสูญเสียน้ำ ที่ขั้นตอนการล้างขวดพลาสติก และน้ำล้างท่อส่งน้ำอัดลม ซึ่งเป็นน้ำสะอาดใช้ในกิจกรรมอื่นๆภายในโรงงาน สามารถลดน้ำสูญเสีย จากการล้างขวดพลาสติก ถึง 45% และลดน้ำล้นได้มากกว่า 34% เป็นการลดต้นทุน การผลิตน้ำภายในโรงงาน อีกทั้งยังลดภาระของระบบบำบัดน้ำเสีย และค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสียด้วย

อธิตา อัจฉริยานุกูล (2553) ศึกษาความเป็นไปได้ ในการใช้เทคโนโลยีสะอาดในโรงงานผลิตน้ำบริโภคบรรจุขวด พบว่าน้ำและไฟฟ้าเป็นทรัพยากรหลัก ในการผลิตน้ำบริโภคบรรจุขวด ศึกษาเฉพาะในประเด็นของการใช้น้ำเท่านั้น โดยทำการศึกษาเพื่อลดการสูญเสียน้ำในกระบวนการผลิต รวมถึงการใช้น้ำให้เกิดประโยชน์สูงสุด พบสาเหตุที่ทำให้เกิดการสูญเสียน้ำ มี 3 จุด ได้แก่ จุดที่หนึ่งการล้างย้อน (Backwash) เครื่องกรองซึ่งจะทำการล้างทุกวันก่อนที่จะเริ่มผลิต จุดที่สองน้ำไหลล้นขวดขณะบรรจุ และจุดที่สาม การล้างทำความสะอาดถังขนาดบรรจุ 19 ลิตร ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 20.7, 5.5 และ 8.4 ตามลำดับ ของปริมาณน้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิตทั้งหมด แนวทางลดการสูญเสียน้ำ โดยการนำน้ำที่ปล่อยทิ้ง ในการล้างเครื่องกรองมาใช้ ในการล้างภายนอก ของถังขนาดบรรจุ 19 ลิตร และ ปรับปรุงกระบวนการบรรจุขวด เพื่อลดการไหลล้นของน้ำ และรวบรวมน้ำที่เกิดจาก การไหลล้น ขณะบรรจุขวดกลับเข้าสู่กระบวนการผลิตอีกครั้ง จากการเสนอแนวทางนี้จะสามารถลด ปริมาณการใช้น้ำได้ จะส่งผลให้ต้นทุนการผลิตลดลง แสดงให้เห็นว่ามีความเป็นไปได้ที่จะนำ เทคโนโลยีสะอาดมาใช้ในโรงงานผลิตน้ำบริโภคบรรจุขวดขนาดเล็ก

พัชรี ธรรมเดชศักดิ์ (2545) ได้ประเมินการนำเทคโนโลยีสะอาด มาใช้ในอุตสาหกรรมนม โดยศึกษาในโรงงานอุตสาหกรรมนม 3 โรงงาน ที่ผลิตนมสดพาสเจอร์ไรซ์เป็นหลัก โดยกำลังการผลิตกลุ่ม โรงงานขนาดเล็ก (4.88 ตัน/วัน) โรงงานขนาดกลาง (17.42 ตัน/วัน) และโรงงานขนาดใหญ่(70.08 ตัน/วัน) พบว่าปริมาณการใช้น้ำต่อปริมาณน้ำนมดิบที่ใช้ในการผลิตของโรงงานขนาดใหญ่มีค่า 7.95 ลบ.ม./ตันน้ำนมดิบ และมีปริมาณน้ำเสียต่อปริมาณน้ำนมดิบ ที่ใช้ 6.11 ลบ.ม./ตันน้ำนมดิบ โดยน้ำเสียส่วนใหญ่เกิดจากการล้างทำความสะอาด อุปกรณ์ และเครื่องมือต่างๆ และน้ำนมที่สูญเสียในระหว่างการผลิตนั้น โรงงานขนาดใหญ่มีการสูญเสียร้อยละ 6.66 ขณะที่โรงงานขนาดเล็กสูญเสียร้อยละ 1.14 น้ำนมสูญเสีย ส่วนใหญ่เกิดจากการหกหล่นของน้ำนม การทำความสะอาด ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้คุณภาพและผลิตภัณฑ์ที่หมดอายุ สำหรับคุณสมบัติน้ำเสียรวมจากส่วน

การผลิตของโรงงานขนาดใหญ่มีค่าสูงสุด โดยค่าความสกปรก ที่เกิดขึ้นสูงถึง 10.84 กิโลกรัม BOD /ตันน้ำนมดิบ ที่ใช้ในการผลิต โรงงานขนาดใหญ่ใช้ระบบบำบัดแบบเลี้ยงตะกอนเร่ง ซึ่งมีประสิทธิภาพในการบำบัด BOD 99.16% ได้พัฒนาระบบการล้างด้วยการติดตั้งหัวฉีดเพิ่มแรงดันและวาล์วเปิดปิดที่สายยางซึ่งสามารถลดการใช้น้ำได้ 50% การใช้ระบบอัตโนมัติในการควบคุมการใช้น้ำ น้ำนม และการหมุนเวียนน้ำนมสูญเสีย และน้ำกลับมาใช้ใหม่

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

รูปแบบการวิจัย เป็นการวิจัยแบบกึ่งทดลอง (Quasi Experiment) มีการเก็บข้อมูล ก่อนและหลังการทดลอง โดยมีการนำเทคโนโลยีสะอาด เข้าไปจัดการ น้ำตาล น้ำใช้ และน้ำเสีย ในกระบวนการผลิตที่มีการใช้น้ำตาล น้ำ และทำให้เกิดน้ำเสียของบริษัท ในการวิจัยมีประเด็นสำคัญในการดำเนินการดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การรวบรวมข้อมูล
4. การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ศึกษากำหนด เป็นโรงงานผลิตน้ำอัดลม ที่เลือกแบบเจาะจง โดยวัดอัตราการใช้น้ำตาลและน้ำใช้ ก่อนและหลังการนำเทคโนโลยีมาใช้ ของโรงงานผลิตน้ำอัดลม ที่หน่วยเตรียมน้ำเชื่อมและผสมหัวเชื้อ (Simple Syrup and Finished Syrup Unit) หน่วยสายการผลิต (Production line Unit) หน่วยล้างขวด (Washer Unit) และหน่วยปรับคุณภาพน้ำ(Pre and Water Treatment Unit)

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- เครื่องวัดอัตราการไหล(Flow meter) : ASAHI dia. 3”, SANWA dia. ½ ”
- เทอร์โมมิเตอร์(Thermo meter) : Reotemp AII300 ¼” dia. Stem
- เครื่องมือวัดหน่วยการใช้ไฟฟ้า(Watt meter) : Mitsubishi MF-63E, MH-96H, K41YB
- เครื่องมือวัดแสง(Spectrophotometer) : HACH Type LPG408 99 00012
- เครื่องมือวัดพี-เฮส (pH meter) : PHM 61 Laboratory pH meter, no. 279687
- ขวดเก็บตัวอย่าง(Sampling bottle)
- ตู้อบ(Oven) : memmert U15 791081
- แบบฟอร์มบันทึกข้อมูล

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย ผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

3.1 ทบทวนเพื่อยืนยันจุดที่มีการสูญเสียน้ำตาลและน้ำใช้จากการทำสมดุลมวลของน้ำตาล และน้ำใช้

3.2 ประชุมปรึกษาหารือผู้ที่เกี่ยวข้อง แผนกวิศวกรรมในการติดตั้งมิเตอร์วัดน้ำใช้ น้ำหวาน และน้ำทิ้ง

3.3 ดำเนินการติดตั้ง มิเตอร์น้ำที่จุดต่างๆ ดังนี้

3.3.1 ถังผสมหัวเชื้อ(Finished Syrup Tank) จำนวน 1 จุด ติดตั้งที่ท่อฉีดน้ำล้างถังและวัดระดับน้ำในหลอดแก้วข้างถังของถังเก็บ รวมทั้งวัดค่าความหวาน ในถังเก็บตาม ขนาดของถังผสม (3,000 ลิตร, 8,000 ลิตร, 10,000 ลิตร) แยกตามชนิดของน้ำอัดลมซึ่งมีค่าความหวานที่ต่างกัน

3.3.2 เครื่องผสมและเครื่องบรรจุ สายการผลิต 1, 2, 3 และ 4 จำนวน 4 จุด ติดตั้งที่วาวล์ถ่ายน้ำทิ้งของแต่ละไลน์

3.3.3 เครื่องล้างขวดสายการผลิต 3 และ 4 จำนวน 2 จุด ของสายการผลิตขวดแก้ว (Returnable Glass Bottle Line) ติดตั้งที่ทางน้ำเข้าของเครื่องล้างขวดแต่ละเครื่อง

3.3.4 เครื่องอุ่นน้ำอัดลม(Warmer1,2) ติดตั้งมิเตอร์ที่ท่อคอนเด็นเสทของเครื่อง

3.3.5 ติดตั้งที่ทางออกของท่อล้างถัง(Backwash) ของชุดปรับคุณภาพน้ำดี ขนาด 3 นิ้วจำนวน 2 จุด

3.4 เก็บข้อมูลโดยการจดบันทึกรายการดังต่อไปนี้

3.4.1 บันทึกการใช้น้ำของแต่ละจุด จำนวน 5 ซ้ำ ก่อนและหลังดำเนินการปรับปรุงดังแสดงในภาคผนวก

3.4.2 บันทึกค่าความหวานของน้ำล้างถังและท่อ ของห้องผสมและสายการผลิต

3.4.3 บันทึกค่า บีโอดี ในน้ำหวานที่เก็บได้

3.4.4 บันทึกการใช้พลังงานที่เครื่องอุ่นน้ำอัดลม Warmer 1,2 ก่อนและหลังการปรับปรุง

3.5 นำค่าที่ได้จากแบบบันทึกรายการ การใช้น้ำมาหาค่าเฉลี่ยการใช้น้ำของแต่ละจุด มีหน่วยเป็น ลิตร/ครั้ง และค่าความหวานในห้องผสม และสายการผลิต มีหน่วยเป็น บริก นำมาหาปริมาณน้ำตาลมีหน่วยเป็น กิโลกรัม ที่สามารถนำกลับมาใช้ได้

3.6 เสนอแนะการแก้ไข ปัญหาโดยการนำเทคโนโลยีสะอาดมาใช้

3.7 จัดทำโครงการแก้ไข โดยมีการเก็บข้อมูลก่อนและหลังเพื่อเปรียบเทียบการประหยัดและความคุ้มทุนในการนำเทคโนโลยีสะอาดมาใช้

3.8 สรุปผลการดำเนินงาน

4. การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

4.1 ค่าเฉลี่ย ของปริมาณน้ำใช้ น้ำตาล น้ำเสีย ค่าใช้จ่ายในการใช้น้ำ

4.2 ค่าร้อยละ ในการเปรียบเทียบปริมาณน้ำใช้ น้ำตาล ก่อน-หลัง จากการใช้เทคโนโลยีสะอาดในแต่ละจุด และนำเสนอในรูปตาราง

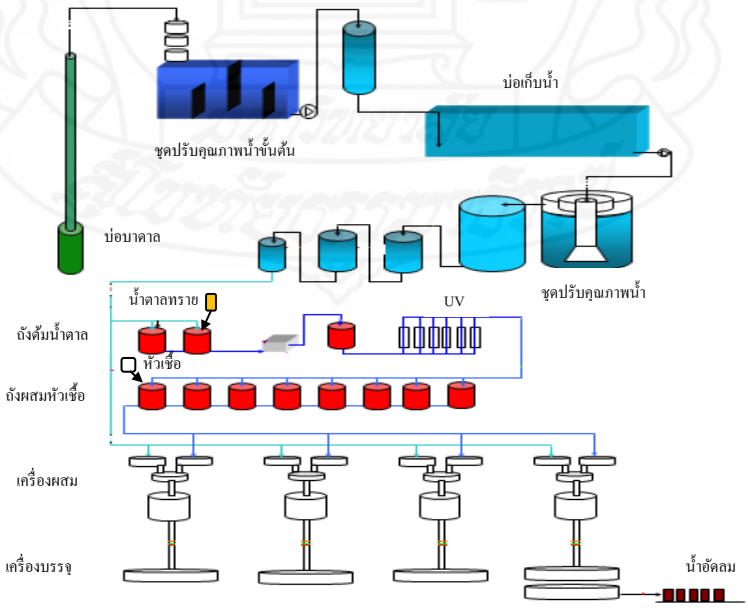
บทที่ 4
ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง โดยทำการทดลองในโรงงานผลิตน้ำอัดลมแห่งหนึ่งในภาคใต้ ซึ่งมีกระบวนการผลิตน้ำอัดลมดังนี้

1. กระบวนการผลิตน้ำอัดลม

ประกอบด้วย กระบวนการเตรียมน้ำอัดลม และกระบวนการบรรจุ

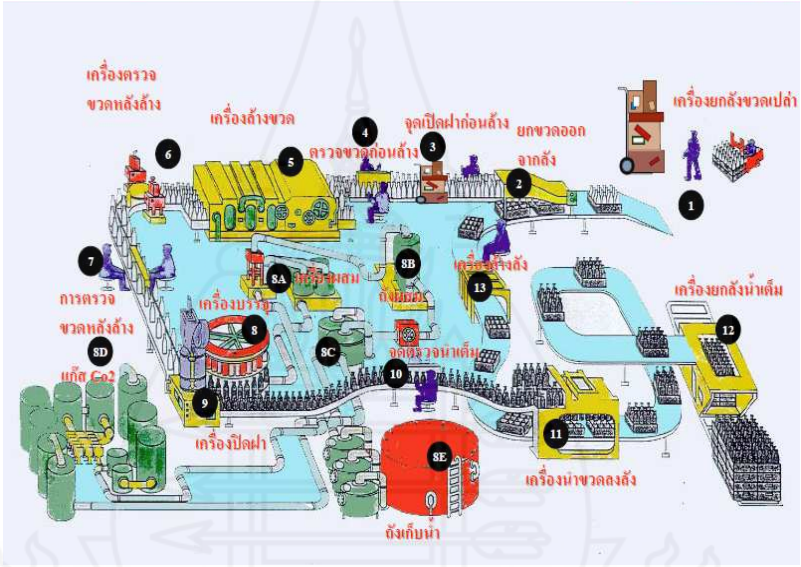
1.1 กระบวนการเตรียมน้ำอัดลม ดังภาพที่ 4.1 โดยสูบน้ำบาดาลนำมาแยกเหล็กที่ชุดปรับคุณภาพน้ำขั้นต้น เติมปูนขาว และคลอรีน เพื่อปรับค่า pH และฆ่าเชื้อโรค จากนั้นนำน้ำนี้ไปเข้าชุดปรับคุณภาพน้ำ จะได้น้ำที่ปรับคุณภาพแล้วเหมาะต่อการผลิตน้ำอัดลม เรียกว่า น้ำทรีท (Treated water) นำน้ำทรีทไปทำน้ำเชื่อม (Simple syrup) ให้ได้ค่าความหวาน 60 บริก ต้มน้ำทรีทให้ร้อน 70 องศาเซลเซียส เพื่อละลายน้ำตาลทราย แล้วทำให้เย็นลง 25 องศาเซลเซียส จากนั้นเติม หัวเชื้อตามมาตรฐานที่กำหนดได้เป็นน้ำหวานเข้มข้น (Finished syrup) ส่งไปที่เครื่องผสม (Mixer) ในสายการผลิต เพื่อปรับค่าความหวานให้ได้ 10-14 บริก ตามชนิดของน้ำอัดลม ทำน้ำหวานให้เย็น 4 องศาเซลเซียส และอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จะได้น้ำอัดลมพร้อมส่งไปบรรจุที่เครื่องบรรจุ



ภาพที่ 4.1 กระบวนการเตรียมน้ำอัดลม

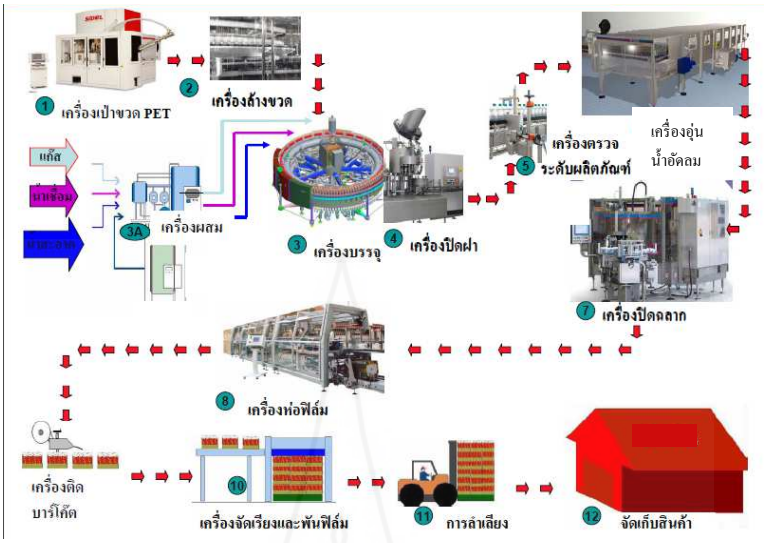
1.2 กระบวนการบรรจุ แบ่งเป็นการบรรจุขวดแก้วที่นำกลับมาใช้ซ้ำ (Returnable bottle) กับการบรรจุขวดที่ใช้ครั้งเดียว (One-way bottle)

(1) ***การบรรจุขวดแก้วที่นำกลับมาใช้ซ้ำ (Returnable bottle)*** ดังภาพที่ 4.2 นำขวดที่นำกลับมาจากตลาด ซึ่งมีคราบนำหวานภายในขวด นำมาผ่านเครื่องล้างขวด (Washer) เพื่อล้างขวดด้วยน้ำโซดาไฟ (NaOH) เข้มข้น 1.5-3 มก./ลิตร อุณหภูมิ 60-70 องศาเซลเซียส แล้วล้างด้วยน้ำอุ่นและน้ำเย็นตามลำดับ จนอุณหภูมิขวดเท่าอุณหภูมิห้องและสะอาด จากนั้นส่งขวดเข้าเครื่องบรรจุเพื่อบรรจุน้ำอัดลม ปิดฝา บรรจุลัง และส่งออกขาย



ภาพที่ 4.2 กระบวนการบรรจุขวดแก้วที่นำกลับมาใช้ซ้ำ

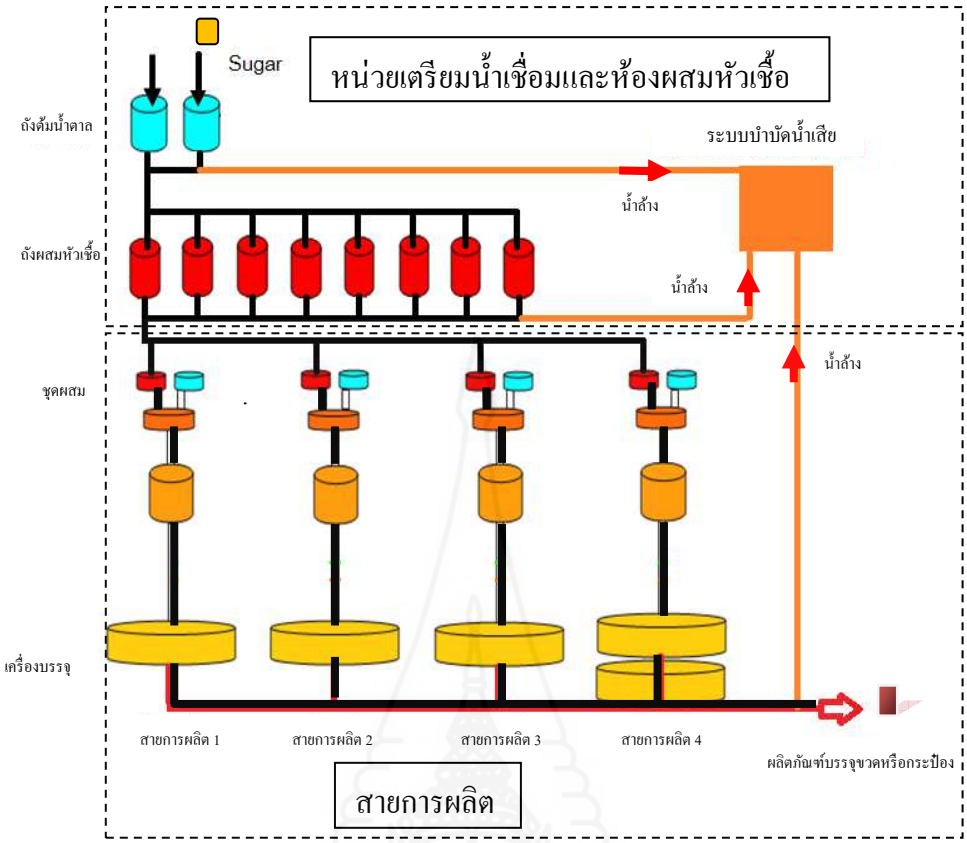
(2) ***การบรรจุขวดที่ใช้ครั้งเดียว (One-way bottle)*** ดังภาพที่ 4.3 นำขวดใหม่ที่รับจากโรงงานผลิตขวดมาล้าง ภายในขวดที่เครื่องล้าง (Rinser) ก่อนส่งเข้าเครื่องบรรจุ เพื่อบรรจุน้ำอัดลมที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส แล้วปิดฝา จากนั้นนำเข้าเครื่องอุ่นน้ำอัดลม (Warmer) ให้ได้อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส เพื่อไม่ให้เกิดหยดน้ำจับข้างขวด แล้วนำไปปิดฉลาก บรรจุหีบห่อก่อนส่งออกขาย



ภาพที่ 4.3 กระบวนการบรรจุขวดที่ใช้ครั้งเดียว

2. การศึกษาหาจุดที่มีการสูญเสียน้ำตาลและน้ำใช้ในกระบวนการผลิตน้ำอัดลม

2.1 การศึกษาหาจุดที่มีการสูญเสียน้ำตาล โดยพิจารณาจาก สมดุลมวลน้ำตาล (Sugar balance) ดังภาพที่ 4.4 ดังนี้ เทน้ำตาลทรายลงในถังต้มน้ำตาล ในการเตรียมน้ำเชื่อม และผสมหัวเชื้อกับน้ำเชื่อมที่มีความหวานเข้มข้นในถังผสม ต่อมาส่งไปยังเครื่องผสมอัตโนมัติ เพื่อปรับความหวานให้ได้ตามมาตรฐาน ของแต่ละผลิตภัณฑ์ และเครื่องบรรจุของ แต่ละสายการผลิต พบวัตถุดิบที่สูญเสียจากการผลิตเช่น น้ำความหวานต่ำ จากการผสมกับน้ำที่ค้างในเครื่องผสม เครื่องบรรจุ ถัง และท่อ ซึ่งพบในช่วงเริ่มผสมครั้งแรก ต้องถ่ายน้ำหวานเหล่านี้ทิ้ง และช่วงเลิกเครื่องต้องถ่ายน้ำหวานที่ค้างในเครื่อง ท่อ และ ถังออก นำเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย จึงได้มีแนวคิดในการนำน้ำสูญเสียที่มีน้ำตาลเจือปนเหล่านี้กลับมาใช้อีก

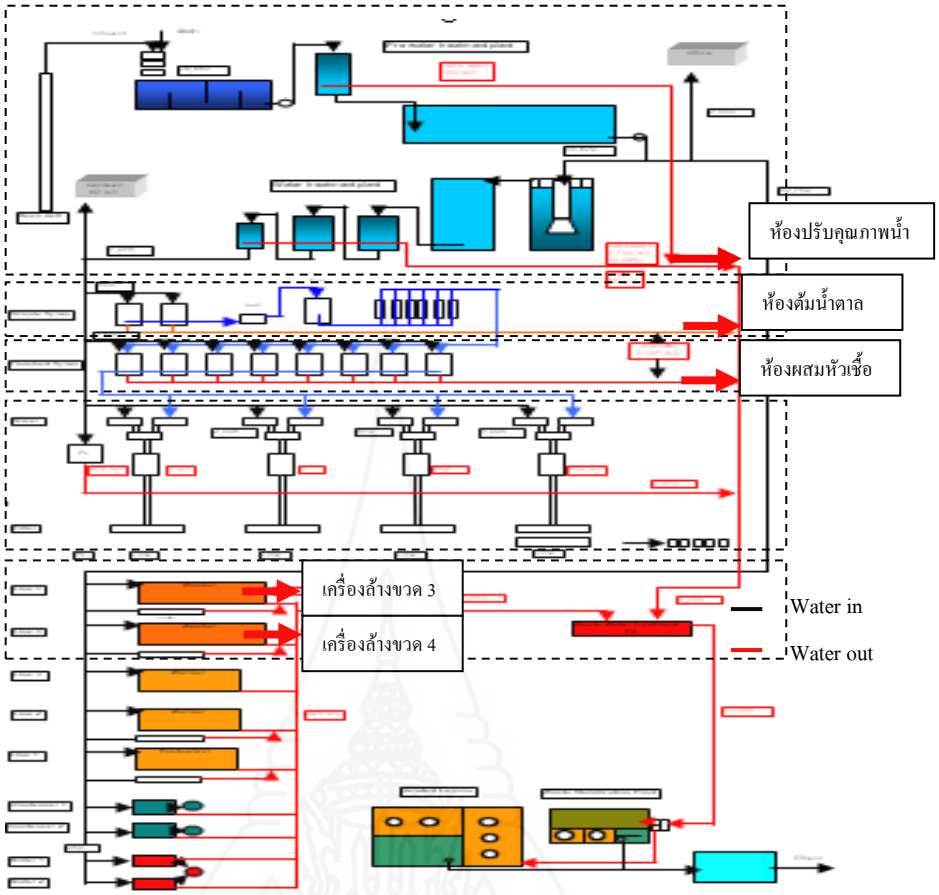


ภาพที่ 4.4 สมดุลมวลของน้ำตาล (Sugar balance)

จากการวิเคราะห์การสมดุลมวลของน้ำตาลพบจุดที่สามารถนำน้ำล้างน้ำหวานกลับมาใช้ใหม่แทนการปล่อยสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย ดังภาพที่ 4.4 ดังนี้

1. หน่วยเตรียมน้ำเชื่อมและห้องผสมหัวเชื้อ
2. หน่วยสายการผลิต 1-4

2.2 การศึกษาหาจุดที่มีการสูญเสียน้ำ โดยพิจารณาจาก สมดุลมวลน้ำ (Water balance) ดังภาพที่ 4.5 เริ่มจากการสูบน้ำบาดาล ส่งไปยังชุดปรับปรุงคุณภาพน้ำขั้นต้น (Pre-water treatment unit) และส่งต่อไปยังชุดปรับปรุงคุณภาพน้ำ เพื่อการผลิต (Water treatment unit) ชุดเตรียมน้ำเชื่อม (Simple syrup) ชุดผสมหัวเชื้อ (Finished syrup) ชุดผสม-บรรจุ (Mixer-Filler) ชุดล้างขวด(Washer) ชุดล้างขวดเบื้องต้น (Rinser) ชุดเครื่องเย็น (Cooling unit) ชุดหม้อน้ำ (Boiler) น้ำล้างพื้น และน้ำใช้ในสำนักงาน



ภาพที่ 4.5 สมดุลมวลของน้ำ (Water balance)

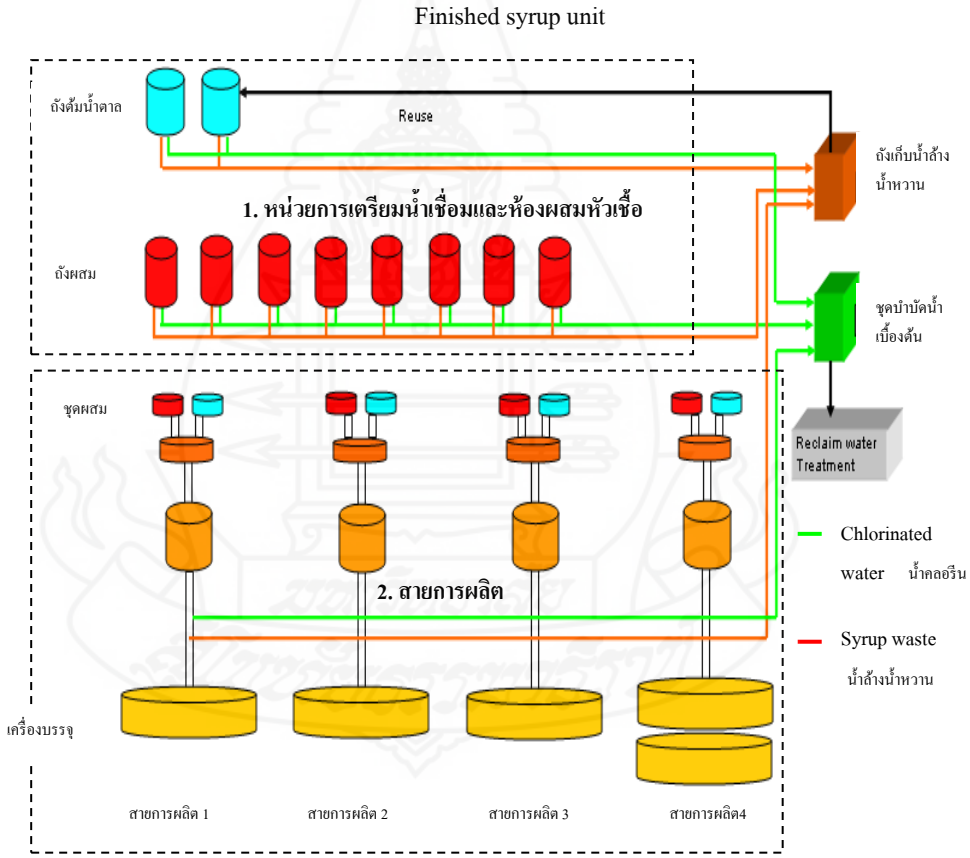
จากการวิเคราะห์การสมดุลมวลของน้ำพบจุดที่ใช้น้ำมากดังภาพที่ 4.5 คือ

1.	ห้องปรับคุณภาพน้ำ	11,546.17	ลูกบาศก์เมตร/เดือน
2.	ห้องต้มน้ำตาล	1,214.67	ลูกบาศก์เมตร/เดือน
3.	ห้องผสมหัวเชื้อ	2,965.58	ลูกบาศก์เมตร/เดือน
4.	เครื่องล้างขวดสายการผลิต 3	3,559.00	ลูกบาศก์เมตร/เดือน
5.	เครื่องล้างขวดสายการผลิต 4	3,000.42	ลูกบาศก์เมตร/เดือน
	รวม	22,285.84	ลูกบาศก์เมตร/เดือน
	ปริมาณน้ำใช้ทั้งเดือน	25,000.00	ลูกบาศก์เมตร/เดือน
	คิดเป็น	90%	ของน้ำใช้ทั้งเดือน

3. การศึกษาการนำ เทคโนโลยีสะอาดมาลดการใช้น้ำตาล ดังนี้

3.1 หน่วยการเตรียมน้ำเชื่อมและผสมหัวเชื้อและสายการผลิตที่ 1-4: โดยพิจารณาจากสมดุลมวลของน้ำตาล พบจุดที่มีการสูญเสียน้ำตาลที่ 2 หน่วยคือ 1) หน่วยเตรียมน้ำเชื่อมและห้องผสมหัวเชื้อ และ 2) หน่วยสายการผลิต 1-4

แนวทางการนำเทคโนโลยีสะอาดมาใช้ ดังภาพที่ 4.6 โดยนำน้ำล้างน้ำหวาน ที่มีน้ำตาลค้าง อยู่ภายในถังและท่อ ของหน่วยการเตรียมน้ำเชื่อมและผสมหัวเชื้อ ภายในเครื่องผสม เครื่องบรรจุ ของสายการผลิต กลับมาใช้จนหมด ในช่วงเตรียมการผลิต และช่วงเลิกการผลิตน้ำส่วนน้ำผสม คลอรีน เพื่อฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ สามารถนำกลับมาใช้ ทำให้ลดการสูญเสียน้ำตาล น้ำ และลดภาระ ในการบำบัดน้ำเสีย

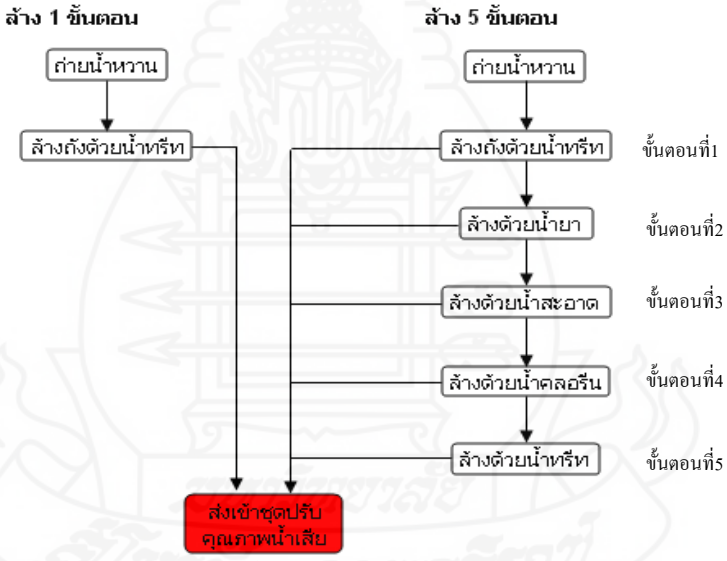


ภาพที่ 4.6 แนวทางการนำเทคโนโลยีสะอาดมาใช้

ในการผลิตน้ำอัดลม เมื่อผลิตเสร็จสิ้น แต่ละผลิตภัณฑ์แล้ว จะต้องล้างทำความสะอาดภายในระบบ (CIP) ทั้งหมด โดยมีการล้าง 2 แบบ คือ การล้างแบบ 1 ขั้นตอน และแบบ 5 ขั้นตอน ดังภาพที่ 4.7 โดยผลิตภัณฑ์ที่มีกลิ่นอ่อน เช่นผลิตภัณฑ์ C ,O และP ใช้การล้าง1ขั้นตอน และผลิตภัณฑ์ ที่มีกลิ่นเข้มเช่นผลิตภัณฑ์ S และ G ใช้การล้าง 5 ขั้นตอน

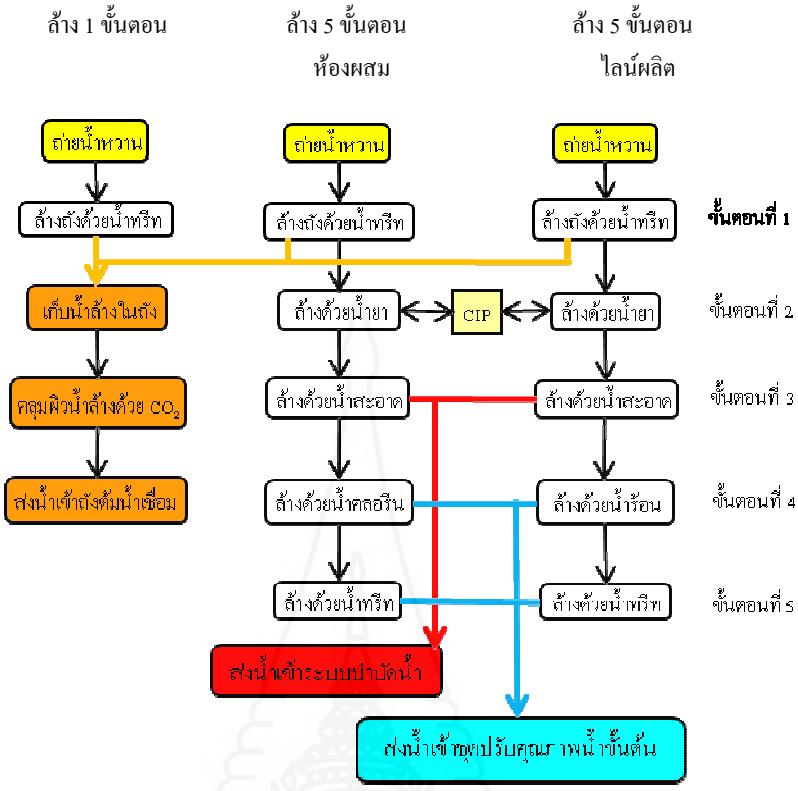
การล้าง 1 ขั้นตอน โดยใช้น้ำทรีทล้างถังจนสะอาด แล้วเริ่มต้นผสมใหม่

การล้าง 5 ขั้นตอน โดยใช้น้ำล้างถังจนสะอาด ตามด้วยการล้างด้วยน้ำยาสารเคมี ในการทำความสะอาด เพื่อล้างคราบน้ำหวาน สี กลิ่น ที่ติดอยู่ภายในถัง ท่อ และเครื่องจักร ต่อมาล้างด้วยน้ำสะอาด จนน้ำยาออกหมด ตามด้วยการล้างด้วยน้ำคลอรีน เพื่อฆ่าจุลินทรีย์ และล้างด้วยน้ำทรีทจนคลอรีนออกหมดโดยน้ำทั้งหมดจะส่งเข้าสู่ระบบบำบัด น้ำเสีย



ภาพที่ 4.7 ขั้นตอนการล้างเครื่อง

แนวทางการปรับปรุง เพื่อดึงน้ำหวานกลับมาใช้อีก ดังภาพที่ 4.8 โดยการรวบรวมน้ำล้างถังไว้ในถังเก็บ ส่วนขั้นตอนที่เหลือของการล้าง 5 ขั้นตอน ที่เป็นน้ำยาสารเคมี ให้นำไปบำบัดในระบบ บำบัดน้ำเสีย และส่วนที่เป็นน้ำคลอรีน และน้ำล้างคลอรีน สามารถนำกลับมาใช้ที่ชุดปรับคุณภาพน้ำเบื้องต้น



ภาพที่ 4.8 ขั้นตอนการล้างเครื่องหลังการนำเทคโนโลยีสะอาดมาใช้

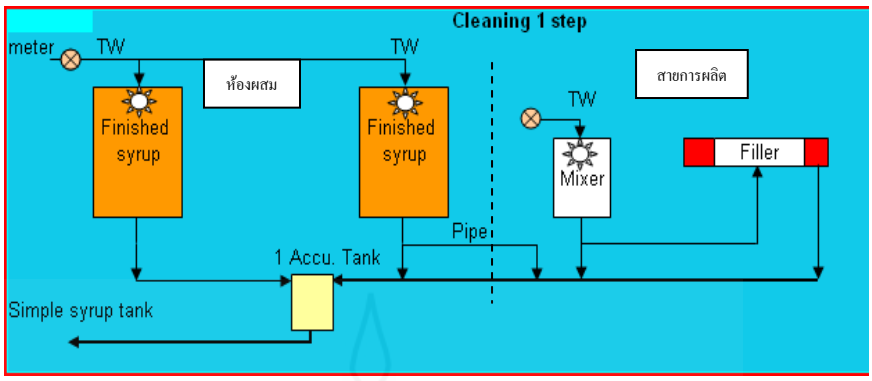
การดำเนินการทดลองที่ห้องผสมและที่สายการผลิต

การล้าง 1 ขั้นตอน ดังภาพที่ 4.9

ที่ห้องผสม เมื่อส่งน้ำหวานไปบรรจุ ที่สายการผลิตจนหมดถังแล้ว ใช้น้ำทรีทล้างภายในถังผสมเพื่อล้างน้ำหวานออกให้หมดแล้วเริ่มทำการผสมใหม่อีกครั้ง

ที่สายการผลิต เมื่อเสร็จสิ้นการผลิตแล้ว ใช้น้ำทรีท ล้างภายในถังผสม ท่อส่งน้ำหวาน เครื่องผสมและเครื่องบรรจุ จนหมดคราบน้ำหวาน จึงเริ่มการผลิตใหม่อีกครั้ง

ทำการรวบรวมน้ำล้างเหล่านี้ ซึ่งมีน้ำหวานปนอยู่มาเก็บที่ถังเก็บ (Accumulation tank) ก่อนส่งต่อไปยังถังต้มน้ำตาล ทำให้ลดการใช้น้ำทรีทในการต้มน้ำตาลและได้น้ำตาลที่ละลายอยู่ในน้ำล้างเหล่านี้ด้วย

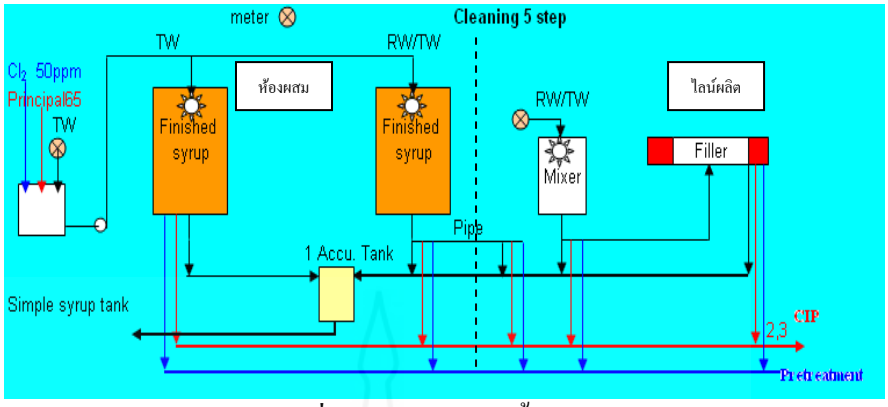


ภาพที่ 4.9 การล้าง 1 ขั้นตอน

การล้าง 5 ขั้นตอน ดังภาพที่ 4.10 เฉพาะชนิดน้ำ S และG ซึ่งมีสีและกลิ่นเข้ม

ที่ห้องผสม เมื่อส่งน้ำหวานไปบรรจุที่สายการผลิตจนหมดถังแล้วจะใช้น้ำทรีทล้างภายในถังเพื่อล้างน้ำหวานออกให้หมด และนำไปเก็บในถังเก็บ แล้วล้างภายในถังผสมจนทั่ว ด้วยน้ำยาสารเคมี ตามด้วยการล้างน้ำยาออกให้หมดด้วยน้ำสะอาด นำน้ำล้างนี้ไปบำบัดที่ระบบบำบัดน้ำเสีย และล้างถังผสมด้วยน้ำคลอรีน เพื่อฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ และล้างด้วยน้ำทรีทอีกครั้ง เพื่อล้างคลอรีนออกให้หมด น้ำล้างนี้ค่อนข้างสะอาด สามารถนำกลับไปที่ระบบปรับคุณภาพน้ำขั้นต้นเพื่อนำมาใช้ใหม่ จากนั้นจึงพร้อมเตรียมการผสมใหม่ในรอบต่อไป

ที่สายการผลิต หลังจากเสร็จสิ้นการผลิตแล้ว ใช้น้ำทรีทล้างในถังผสม ในท่อส่งน้ำหวาน เครื่องผสมและเครื่องบรรจุ โดยรวบรวมน้ำล้างเหล่านี้ ซึ่งมีน้ำหวานเจือปนอยู่ มาเก็บที่ถังเก็บแล้วล้างด้วยน้ำยาสารเคมี จนทั่วภายในถังผสม ท่อส่งน้ำหวาน เครื่องผสมและ เครื่องบรรจุ ตามด้วยการล้างน้ำยาออกให้หมดด้วยน้ำสะอาด นำน้ำล้างนี้ไปบำบัดที่ระบบบำบัดน้ำเสีย และล้างด้วยน้ำร้อน 80 องศาเซลเซียส เพื่อฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ และตามด้วยน้ำทรีทอีกครั้ง เพื่อลดอุณหภูมิเครื่องผสม เครื่องบรรจุ น้ำล้างช่วงนี้ค่อนข้างสะอาด สามารถนำกลับไปที่ระบบปรับคุณภาพน้ำขั้นต้น เพื่อนำมาใช้ใหม่ จากนั้นจึงเตรียมการผสมใหม่ในรอบต่อไป



ภาพที่ 4.10 การล้าง 5 ขั้นตอน

ส่วนน้ำล้างน้ำหวานที่เก็บในถังเก็บน้ำหวาน ดังภาพที่ 4.11 ต้องทำการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ด้วยความร้อน ก่อนส่งต่อไปยังถังต้ม ทำให้ลดการใช้น้ำทรีท ในการต้มน้ำตาล และได้น้ำตาลที่ละลายในน้ำล้างเหล่านี้ รวมทั้งได้ความร้อนจากการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ ช่วยในการละลายน้ำตาลด้วย

ภาพที่ 4.11 ถังเก็บน้ำหวานและเครื่องทำความร้อน

การเก็บตัวอย่างที่ห้องผสม

ดำเนินการเก็บตัวอย่างน้ำล้างที่ห้องผสมแต่ละครั้ง

ตามขั้นตอนที่ 1 ดำเนินการเก็บตัวอย่างน้ำล้างที่ถังผสมแต่ละครั้ง ซึ่งมี 3 ขนาดคือ ขนาด 3,000 ลิตร 8,000 ลิตร และ 10,000 ลิตร ขนาดละ 10 ครั้ง แยกตามชนิดของน้ำอัดลม C, O, S, G และ P โดยวัดปริมาณน้ำล้างถังผสม และค่าความหวาน (Brix) ต่อครั้ง (แสดงในภาคผนวก ก) (syrup1) นำมาคูณกันได้เป็นปริมาณน้ำตาลที่เก็บได้ต่อครั้งการล้างถัง และปริมาณน้ำทรีทที่ใช้ล้างถังต่อครั้ง สรุปผลได้ ดังตารางที่ 4.1 และ ตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.1 สรุปผลการเก็บน้ำตาลในถังผสมตามชนิดของน้ำผลิตภัณฑ์ (กก.ต่อครั้ง)

ขนาดถัง / ชนิดผลิตภัณฑ์	3,000 ลิตร	8,000 ลิตร	10,000 ลิตร
C	0.72	1.34	2.49
O	1.16	2.26	3.66
S	1.06	2.33	3.75
G	1.10	2.34	3.64
P	1.09	2.09	2.99

ตามขั้นตอนที่ 2 การเก็บตัวอย่างน้ำล้างด้วยน้ำยาสารเคมี ของถังทั้ง 3 ขนาด (3,000 ลิตร 8,000 ลิตร และ 10,000 ลิตร) เฉพาะชนิดน้ำอัดลม SและG สรุปผลได้ ดังตารางที่ 4.2

ตามขั้นตอนที่ 3 การเก็บตัวอย่างน้ำล้างน้ำยาสารเคมี ของถังทั้ง 3 ขนาด (3,000 ลิตร 8,000 ลิตร และ 10,000 ลิตร) เฉพาะชนิดน้ำอัดลม SและG สรุปผลได้ ดังตารางที่ 4.2

ตามขั้นตอนที่ 4 การเก็บตัวอย่างน้ำล้างด้วยน้ำคลอรีน เข้มข้น 50 มก.ต่อลิตร ของถังทั้ง 3 ขนาด (3,000 ลิตร 8,000 ลิตร และ 10,000 ลิตร) เฉพาะชนิดน้ำอัดลม SและG สรุปผลได้ ดังตารางที่ 4.2

ตามขั้นตอนที่ 5 การเก็บตัวอย่าง น้ำล้างน้ำคลอรีนเข้มข้น 50 มก.ต่อลิตร ของถังทั้ง 3 ขนาด (3,000 ลิตร 8,000 ลิตร และ 10,000 ลิตร) เฉพาะชนิดน้ำอัดลม SและG สรุปผลได้ ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 สรุปปริมาณน้ำล้างแต่ละขั้นตอนในห้องผสมหัวเชื้อ (ลิตรต่อครั้ง)

ขนาดถัง / ขั้นตอนที่	3,000 ลิตร	8,000 ลิตร	10,000 ลิตร
1. **น้ำทรีทล้างน้ำหวาน**	270	300	350
2. น้ำยาสารเคมี	400	400	400
3. น้ำดิบ	100	100	100
4. น้ำคลอรีน 50 ppm	400	400	400
5. น้ำทรีท	500	700	700
รวมน้ำที่ใช้	**1,670**	**1,900**	**1,950**

จากการเก็บข้อมูลในช่วง 3 เดือนที่ผ่านมา เพื่อหาค่าเฉลี่ยของการล้างถังผสมหัวเชื้อต่อเดือน ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 เฉลี่ยจำนวนครั้งต่อเดือน ในการล้างถังผสมหัวเชื้อ (พค.-กค.'54)

ขนาดถัง / ชนิดผลิตภัณฑ์	3,000 ลิตร	8,000 ลิตร	10,000 ลิตร
C	15.00	47.67	44.33
O	8.67	15.00	16.00
S	12.00	23.33	23.67
G	6.33	8.67	11.33
P	5.00	16.00	15.00

การเก็บตัวอย่างที่สายการผลิต

ดำเนินการเก็บตัวอย่างน้ำล้างที่สายการผลิตแต่ละครั้ง

ตามขั้นตอนที่ 1 มี 4 สายการผลิต แยกตามชนิดของชนิดน้ำอัดลม C, O, S, G และP เก็บตัวอย่างชนิดละ 3 ซ้ำ โดยวัดปริมาณน้ำล้างและค่าความหวาน(Brix) ต่อครั้ง (แสดงในภาคผนวก ข) นำมาคูณกันได้ปริมาณน้ำตาลต่อครั้ง ในการล้างสายการผลิต สรุปผลได้ ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ปริมาณน้ำตาลที่ได้จากการล้างเครื่องในสายการผลิต (กก.ต่อครั้ง)

สายการผลิต / ชนิดน้ำ	1	2	3	4
C	7.19	37.82	23.38	21.25
O	9.93	36.84	24.47	35.27
S	7.90	37.32	24.53	35.17
G	9.84	56.70	25.85	41.04
P	8.99	47.82	24.81	24.73

ตามขั้นตอนที่ 2 การเก็บตัวอย่างล้างด้วยน้ำยาสารเคมี ของสายการผลิต 1-4 เฉพาะชนิดน้ำอัดลม SและG สรุปผลได้ ดังตารางที่ 4.5

ตามขั้นตอนที่ 3 การเก็บตัวอย่างน้ำล้างน้ำยาสารเคมี ของสายการผลิต 1-4 เฉพาะชนิดน้ำอัดลม SและG สรุปผลได้ ดังตารางที่ 4.5

ตามขั้นตอนที่ 4 การเก็บตัวอย่างน้ำล้างด้วยน้ำร้อน อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ของสายการผลิต 1-4 เฉพาะชนิดน้ำอัดลม SและG สรุปผลได้ ดังตารางที่ 4.5

ตามขั้นตอนที่ 5 การเก็บตัวอย่างน้ำทรีท เพื่อลดอุณหภูมิของสายการผลิต 1-4 เฉพาะชนิดน้ำอัดลม SและG สรุปผลได้ ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 สรุปปริมาณการใช้น้ำในการล้างสายการผลิต (ลิตรต่อครั้ง)

สายการผลิต / ขั้นตอนที่	1	2	3	4
1. น้ำทรีทล้างสายการผลิต	477	680	467	1,027
2. น้ำยาสารเคมี	2,500	2,500	2,500	2,500
3. น้ำล้างน้ำยา	3,170	9,000	2,500	4,270
4. น้ำร้อน	1,370	5,000	1,770	3,000
5. น้ำทรีต	3,170	9,000	2,630	1,370
รวมน้ำที่ใช้	**10,687**	**26,180**	**9,867**	**12,167**

จากการเก็บข้อมูลในช่วง 3 เดือนเพื่อหาค่าเฉลี่ยของการล้างเครื่องผสมต่อเดือน ดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 เฉลี่ยจำนวนครั้งต่อเดือน ในการล้างเครื่องผสม (พค.-กค. '54)

สายการผลิต / ชนิดน้ำ	1	2	3	4
C	**6.33**	**5.33**	**9.33**	**8.33**
O	**2.33**	**3.33**	**4.33**	**2.00**
S	**1.66**	**3.33**	**6.33**	**2.33**
G	**0.66**	**2.66**	**3.66**	**1.33**
P	**2.66**	**2.33**	**4.00**	**2.66**

จากการเก็บข้อมูลในช่วง 3 เดือน เพื่อหาค่าเฉลี่ยของการใช้น้ำตาลต่อเดือน ดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ปริมาณการใช้น้ำตาลต่อเดือน

เดือน	กกต่อเดือน	% การใช้น้ำตาล
พฤษภาคม'54	1,474,126.73	99.04
มิถุนายน'54	1,241,116.91	99.18
กรกฎาคม'54	1,490,499.12	99.20
เฉลี่ย	**1,401,904.00**	**99.14**

การคำนวณการประหยัดเงินที่ได้จากการนำเทคโนโลยีสะอาดมาใช้ ดังนี้

1. เงินที่ประหยัดได้ต่อเดือน = เงินที่ประหยัดได้จากการล้างถังผสม(1.1)
+ เงินที่ประหยัดได้จากการล้างสายการผลิต(1.2)
+ เงินที่ประหยัดได้จากการลดน้ำเข้าระบบบำบัดน้ำเสีย(1.3)

1.1 เงินที่ประหยัดได้จากการล้างถังผสมต่อเดือน(บาท/เดือน)(แสดงในตารางที่ 4.8) = ปริมาณน้ำตาลที่ประหยัดได้ (กก.ต่อถัง) (แสดงในตารางที่4. 1) X ประมาณการการผสมรายเดือน (ถังต่อเดือน)(แสดงในตารางที่ 4.3) X ราคาน้ำตาล (20 บาทต่อกก.)

ปริมาณน้ำตาลที่ประหยัดได้ = ปริมาณน้ำตาลที่นำกลับมาใช้ใหม่
ประมาณการการผสมรายเดือน = ปริมาณการผสมตามแผนการผลิตทั้งเดือน

ตารางที่ 4.8 สรุปปริมาณน้ำตาลที่นำกลับมาใช้ได้จากถังผสมหัวเชื้อ

ขนาดถัง	กก.ต่อเดือน	บาทต่อเดือน
3,000 ลิตร	46.04	920.80
8,000 ลิตร	206.58	4,131.60
10,000 ลิตร	343.90	6,878.00

1.2 เงินที่ประหยัดได้จากการล้างสายการผลิตต่อเดือน(บาทต่อเดือน) (แสดงในตารางที่ 4.9) = ปริมาณน้ำตาลที่ประหยัดได้ (กก.ต่อครั้ง)(แสดงในตารางที่ 4.4) X ประมาณการล้างสายการผลิตรายเดือน (ครั้งต่อเดือน) (แสดงในตารางที่ 4.6) X ราคาน้ำตาล (20 บาทต่อกก.)

ปริมาณน้ำตาลที่ประหยัดได้ = ปริมาณน้ำตาลที่ได้จากการล้างเครื่อง
ประมาณการล้างไลน์ผลิตรายเดือน = ปริมาณการล้างไลน์ผลิตตามแผนการผลิตรายเดือน

ตารางที่ 4.9 สรุปปริมาณน้ำตาลที่นำกลับมาใช้ได้จากสายการผลิต

สายการผลิต	กก.ต่อเดือน	บาทต่อเดือน
1	**112.16**	**2,243.20**
2	**710.78**	**14,215.60**
3	**673.22**	**13,464.40**
4	**449.86**	**8,997.20**

สรุปปริมาณน้ำตาลที่สามารถนำกลับมาใช้ได้ทั้งหมดดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 ปริมาณน้ำตาลที่นำกลับมาใช้ได้ทั้งหมด

	กก.ต่อเดือน	บาทต่อเดือน
ถังผสม	**596.52**	**11,930.40**
สายการผลิต	**1,946.02**	**38,920.40**
รวม	**2,542.54**	**50,850.80**

1.3 เงินที่ประหยัดได้จากการบำบัดน้ำเสียต่อเดือน(บาทต่อเดือน)(แสดงในตารางที่ 4.11) = ค่าบำบัดน้ำเสีย (39.13 บาทต่อกก$_{\text{น้ำตาล}}$)(แสดงในภาคผนวก จ) X ปริมาณน้ำตาลที่ประหยัดได้ (กก.ต่อเดือน) (แสดงในตารางที่ 4.10) + ปั๊มส่งน้ำ(แสดงในภาคผนวก จ)

ตารางที่ 4.11 สรุปการประหยัดจากการบำบัดน้ำเสีย

	กก$_{\text{น้ำตาล}}$ต่อเดือน	บาทต่อกก$_{\text{น้ำตาล}}$	บาทต่อเดือน
ถังผสม	**596.52**	**39.13**	**23,341.83**
สายการผลิต	**1,946.02**	**39.13**	**76,147.76**
ปั๊มส่งน้ำ			**1,078.13**
รวม			**100,567.72**

รวมเงินที่ประหยัดได้ทั้งหมด = เงินที่ประหยัดน้ำตาลได้(แสดงในตารางที่ 4.10)
+ เงินที่ประหยัดจากการบำบัดน้ำเสีย(แสดงในตารางที่ 4.11)
= 50,850.80 +100,567.72
= 151,418.52 บาทต่อเดือน

1.4 รวมน้ำที่ประหยัดได้ = น้ำที่ประหยัดได้จากห้องผสม(ตารางที่ 4.2)x(ตารางที่ 4.3) +
น้ำที่ประหยัดได้จากสายการผลิต(ตารางที่ 4.5)x(ตารางที่ 4.6)
= 217,368.50 + 359,175.38
= 576,543.88 ลิตรต่อเดือน
= 567.54 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน

2. ระยะเวลาคืนทุน = เงินลงทุน(บาท) / เงินที่ประหยัดได้(บาทต่อเดือน)

เงินลงทุน = เครื่องจักร อุปกรณ์ ท่อ อื่นๆ
= 2,500,000 บาท
ระยะเวลาคืนทุน = 2,500,000 บาท / 151,418.52 บาทต่อเดือน
= 16.51 เดือน

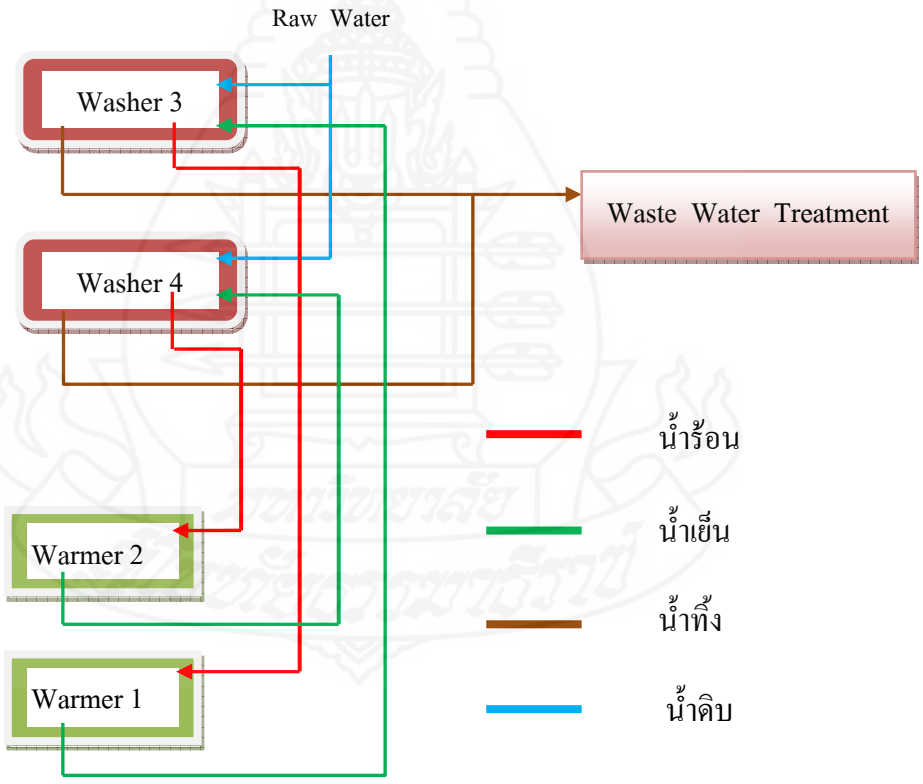
สรุป ผลการดำเนินการก่อนและหลังการใช้เทคโนโลยีสะอาดในการใช้น้ำตาลในการผลิตดังตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 ผลการดำเนินการก่อนและหลังการใช้เทคโนโลยีสะอาดในการใช้น้ำตาลในการผลิต

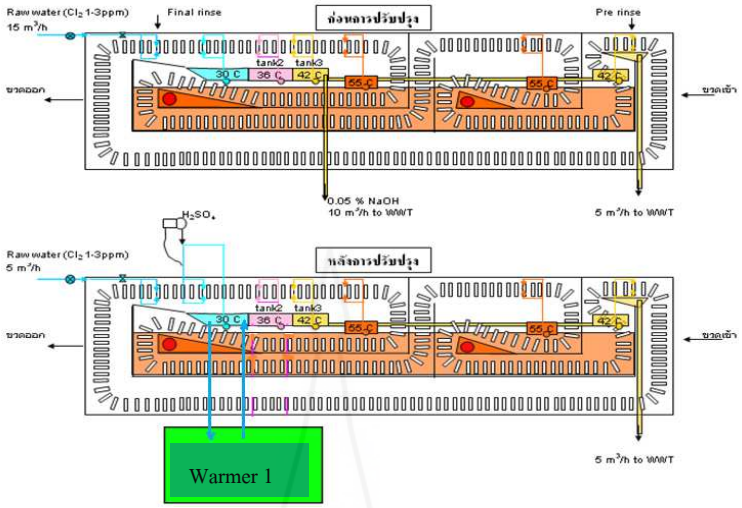
รายการ	ปริมาณก่อนใช้ CT	ปริมาณหลังใช้ CT	ปริมาณที่แตกต่าง
การใช้น้ำตาล (กก.$_{\text{น้ำตาล}}$ ต่อเดือน)	1,401,904.00	1,399,361.46	**2,542.54**
อัตราการใช้น้ำตาล (%)	99.14	99.32	**0.18**
ค่าใช้จ่ายน้ำตาล (บาทต่อเดือน)	28,038,080.00	27,987,229.20	**50,850.80**
ค่าใช้จ่ายน้ำเสีย (บาทต่อเดือน)	213,048.40	112,480.68	**100,567.72**
รวมค่าใช้จ่าย (บาทต่อเดือน)	28,251,128.40	28,099,709.88	**151,418.52**

4. การศึกษาการนำเทคโนโลยีสะอาดมาใช้ในการลดการใช้น้ำ ดังนี้

4.1 หน่วยการล้างขวด (Washer) : น้ำที่ใช้ในการล้างขวด แบ่งเป็นสองส่วน ส่วนแรกเป็นน้ำจากการล้างขวดเบื้องต้น เพื่อล้างน้ำหวานและสิ่งสกปรกทั้งหลายที่ค้างในขวดที่นำ กลับจากร้านค้าเข้าสู่โรงงาน ส่วนที่สองเป็นน้ำล้างขวดที่มี โซดาไฟเจือปนได้เติมกรดซัลฟูริก เพื่อปรับ pH ก่อนทิ้ง น้ำทั้งสองส่วนจะปล่อยลงสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย แต่การลดการใช้น้ำในการล้างขวดจะทำให้อุณหภูมิน้ำในเครื่องล้างขวดสูงขึ้น จึงใช้สมดุลพลังงาน (Energy balance) ดังภาพที่ 4.12 ในการหาแหล่งที่ต้องการความร้อน เพื่อนำมาแลกเปลี่ยนความร้อนซึ่งกันและกัน พบว่าความร้อนจากเครื่องล้างขวด 3 (Washer 3) สามารถแลกเปลี่ยนความร้อน กับเครื่องอุ่นน้ำหวาน1 (Warmer 1) และความร้อนจากเครื่องล้างขวด 4 (Washer 4) สามารถแลกเปลี่ยนความร้อน กับเครื่องอุ่นน้ำหวาน 2 (Warmer 2)



ภาพที่ 4.12 สมดุลมวลของพลังงาน (Energy Balance)



ภาพที่ 4.13 เครื่องล้างขวดสายการผลิต 3

ทำการวัดปริมาณน้ำล้างขวดทั้งก่อนและหลังการปรับปรุงดังภาพที่ 4.13 ที่เครื่องล้างขวดสายการผลิต 3

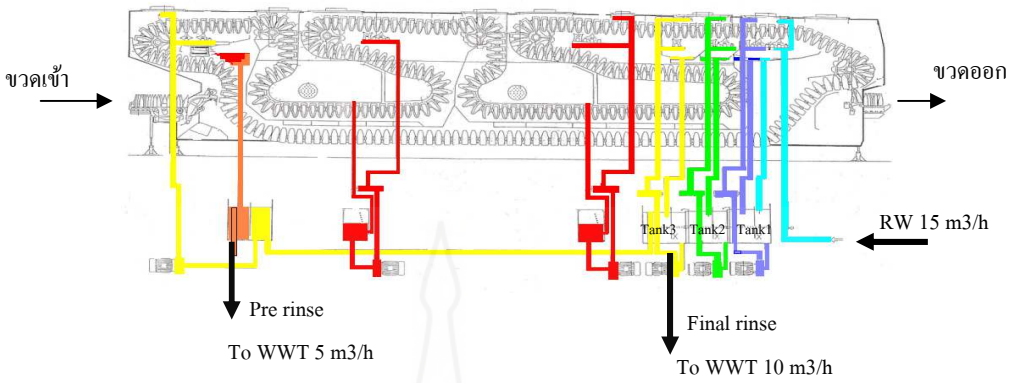
ก่อนการปรับปรุง ปริมาณน้ำเข้าสู่ เครื่องล้างขวด 15 ลบ.ม.ต่อชม. ทำการวัดปริมาณโซดาไฟและอุณหภูมิ ที่อยู่ในน้ำแต่ละถัง ดังตารางข้างล่าง

L3	09.30 น.		10.00 น.		10.30 น.		11.00 น.		11.30 น.	
ถัง	NaOH %	Temp C	NaOH %	Temp C	NaOH %	Temp C	NaOH %	Temp C	NaOH %	Temp C
1	0	32	0	32	0	32	0	32	0	32
2	<0.05	36	<0.05	36	<0.05	36	<0.05	36	<0.05	36
3	0.05	42	0.05	42	0.05	42	0.05	42	0.05	42

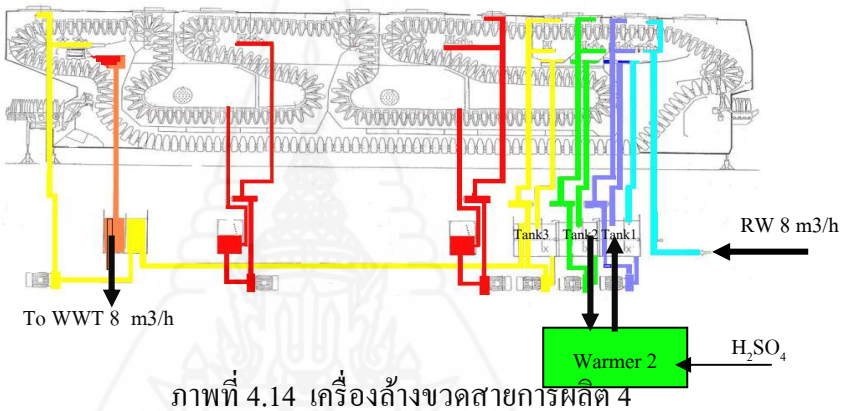
หลังการปรับปรุง โดยการลดปริมาณน้ำ เข้าเครื่องล้างขวดเหลือ 8 ลบ.ม.ต่อชม. ทำให้อุณหภูมิ ที่อยู่ในน้ำแต่ละถังสูงขึ้น ดังตารางข้างล่าง

L3	09.30 น.		10.00 น.		10.30 น.		11.00 น.		11.30 น.	
ถัง	NaOH %	Temp C	NaOH %	Temp C	NaOH %	Temp C	NaOH %	Temp C	NaOH %	Temp C
1	0	36	0	36	0	36	0	36	0	36
2	<0.05	44	<0.05	44	<0.05	44	<0.05	44	<0.05	44
3	0.05	50	0.05	50	0.05	50	0.05	50	0.05	50

ก่อนการปรับปรุง



หลังการปรับปรุง



ภาพที่ 4.14 เครื่องล้างขวดสายการผลิต 4

ทำการวัดปริมาณน้ำล้างขวดทั้งก่อนและหลังการปรับปรุงดังภาพที่ 4.14 ที่เครื่องล้างขวดสายการผลิต 4

ก่อนการปรับปรุง ปริมาณน้ำเข้าสู่ เครื่องล้างขวด 15 ลบ.ม.ต่อชม. ทำการวัดปริมาณโซดาไฟและอุณหภูมิ ที่อยู่ในน้ำแต่ละถัง ดังตารางข้างล่าง

L4	09.00น.		09.30น.		10.00น.		11.00น.	
ถัง	NaOH %	Temp C	NaOH %	Temp C	NaOH %	Temp C	NaOH %	Temp C
1	0	37	0	37	0	37	0	37
2	<0.05	42	<0.05	42	<0.05	41	<0.05	42
3	0.05	48	0.05	48	0.05	48	0.05	48

หลังการปรับปรุง โดยการลดปริมาณ น้ำเข้าเครื่องล้างขวดเหลือ 8 ลบ.ม.ต่อชม. ทำให้อุณหภูมิ ที่อยู่ในน้ำแต่ละถังสูงขึ้น ดังตารางข้างล่าง

L4	09.00น.		09.30น.		10.00น.		11.00น.	
ถัง	NaOH %	Temp C	NaOH %	Temp C	NaOH %	Temp C	NaOH %	Temp C
1	0	40	0	40	0	40	0	40
2	<0.05	45	<0.05	45	<0.05	45	<0.05	45
3	0.05	52	0.05	52	0.05	52	0.05	52

ผลการทดลองหลังจากได้ปรับลดน้ำเข้าเครื่องล้างขวดเหลือ 8 ลบ.ม.ต่อชั่วโมง มีผลทำให้อุณหภูมิขวด ที่ออกจากเครื่องล้างขวดสูงขึ้น ต้องระบายความร้อนน้ำในถังน้ำเย็น ดังภาพที่ 4.13 และ4.14 โดยพิจารณาจากผังสมดุลพลังงาน ดังภาพที่ 4.12 พบว่าสามารถนำน้ำนี้ที่มีอุณหภูมิสูงไปใช้ที่เครื่องอุ่นน้ำอัดลม ในการอุ่นน้ำอัดลมในขวดพลาสติก หรือในกระป๋อง ที่ออกจากเครื่องบรรจุ ซึ่งมีอุณหภูมิ 10 - 15 องศาเซลเซียส ให้มีอุณหภูมิสูง 30 องศาเซลเซียส เพื่อไม่ให้มีหยดน้ำจับที่ข้างขวด และเป็นการประหยัดพลังงานที่เครื่องอุ่นน้ำอัดลมด้วย ได้ทำการตรวจสอบความต้องการพลังงานของแต่ละเครื่องดังนี้

ความร้อนที่ดึงออกจาก Washer 3 = ความร้อนจากขวด + ความร้อนจากซองขวด
= [200 bpm x 0.897 kg/b x 0.2 kcal/kgC x (70-30) C] + [200 bpm x 1 kg/b x 0.12 Kcal/KgC x (70-50) C]
= 1,915.20 Kcal/min

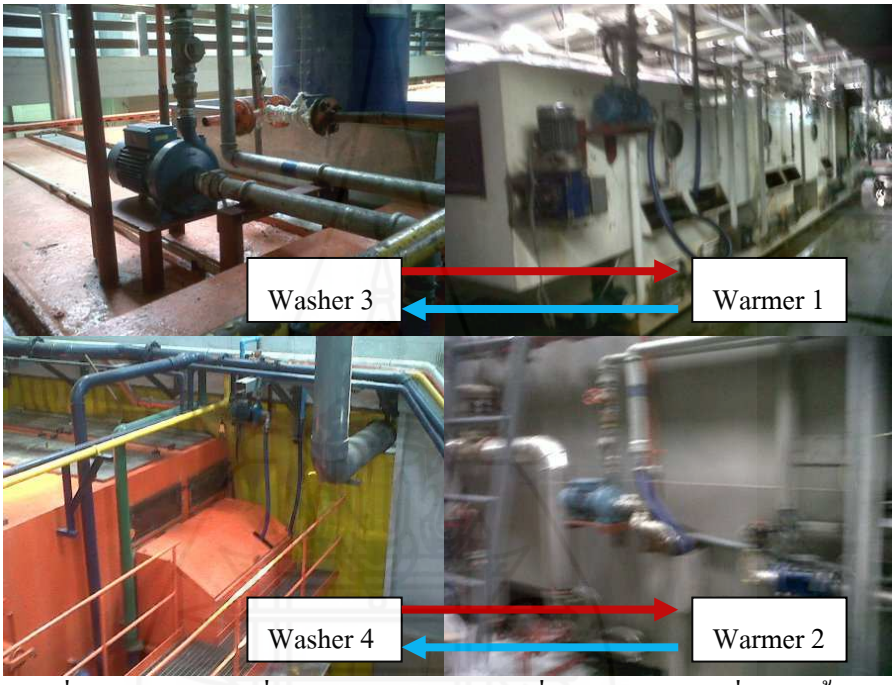
ความร้อนที่ต้องการใช้ใน Warmer 1 = ความร้อนที่ให้น้ำอัดลมในกระป๋อง
= 300 bpm x 0.325 L/b x 1 kcal/kgC x (30-10) C
= 1,950.00 Kcal/min
> 1,915.20 Kcal/min (Washer 3)

ความร้อนที่ดึงออกจาก Washer 4 = ความร้อนจากขวด + ความร้อนจากซองขวด
= 1,000 bpm x 0.381 kg/b x 0.2 kcal/kgC x (70-30) C + 1,000 bpm x 0.5 kg/b x 0.12 Kcal/KgC x (70-50) C
= 4,248.00 Kcal/min

ความร้อนที่ต้องการใช้ใน Warmer 2 = ความร้อนที่ให้น้ำอัดลมในขวด
= 200 bpm x 1.25 L/b x 1 kcal/kgC x (30-10) C
= 5,000.00 Kcal/min
> 4,248.00 Kcal/min (Washer 4)

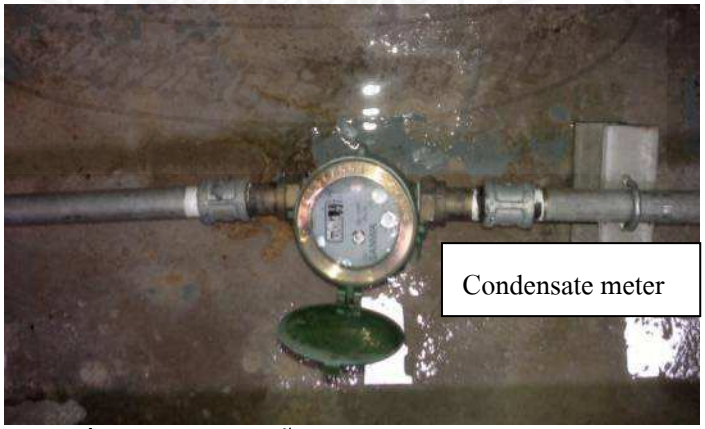
สรุปผลการปรับปรุง

ความร้อนที่ต้องการใช้ใน warmer 1 มากพอที่จะดึงความร้อน ออกจากเครื่องล้างขวด 3 ทำให้ขวดที่ออกจากเครื่องล้างขวด 3 มีอุณหภูมิปกติ 30 องศาเซลเซียส และความร้อนที่ต้องการใช้ใน warmer 2 มากพอ ที่จะดึงความร้อนออกจากเครื่องล้างขวด 4 ทำให้ขวดที่ออกจากเครื่องล้างขวด 4 มีอุณหภูมิปกติ 30 องศาเซลเซียส ดังภาพที่ 4.15



ภาพที่ 4.15 การแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างเครื่องล้างขวดกับเครื่องอุ่นน้ำหวาน

การวัดการประหยัดพลังงานความร้อนที่เครื่องอุ่นน้ำอัดลม1,2 ดังภาพที่ 4.16 โดยวัดปริมาณน้ำที่ควบแน่นจากไอน้ำที่เครื่องอุ่นน้ำอัดลม ก่อนปรับปรุงกับหลังปรับปรุง ดังตารางที่ 4.13



ภาพที่ 4.16 มิเตอร์วัดน้ำควบแน่นของ(Warmer)

ตารางที่ 4.13 สรุปปริมาณน้ำคอนเด็นเสท ก่อนและหลังการนำเทคโนโลยีสะอาดมาใช้

	ก่อนปรับปรุง ลิตรต่อชั่วโมง	หลังปรับปรุง ลิตรต่อชั่วโมง	ประหยัด ลิตรต่อชั่วโมง
Warmer 1	142	62	80
Warmer 2	387	251	136

จากการรวบรวมข้อมูลสามารถสรุปผลการดำเนินการที่เครื่องล้างขวด ดังตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14 สรุปผลการดำเนินการเครื่องล้างขวด

	Washer 3	Washer 4	รวม
จำนวนชั่วโมงการผลิตต่อเดือน	120	112	
ประหยัดน้ำลบ.ม.ต่อเดือน	958	897	1,855
ค่าพลังงาน (บาทต่อเดือน)	922	863	1,785

การคำนวณการประหยัดเงินที่ได้จากการนำเทคโนโลยีสะอาด มาใช้ดังนี้

1. เงินที่ประหยัดได้ต่อเดือน = เงินที่ประหยัดจากการลดน้ำเข้าระบบบำบัดน้ำเสียของสายการผลิต 3 + เงินที่ประหยัดจากการลดน้ำเข้าระบบบำบัดน้ำเสียของสายการผลิต 4 + เงินที่ประหยัดได้จากการลดพลังงานความร้อนในเครื่องอุ่นน้ำอัดลม 1 + เงินที่ประหยัดได้จากการลดพลังงานความร้อนในเครื่องอุ่นน้ำอัดลม 2

1.1 เงินที่ประหยัดจากการลดน้ำเข้าระบบบำบัดน้ำเสียของสายการผลิต 3 (บาทต่อเดือน)

= ค่าบำบัดน้ำเสีย (0.75 บาทต่อลูกบาศก์เมตร) X ปริมาณน้ำที่ประหยัดได้ (ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน)(แสดงในตารางที่4.14) + ค่าน้ำดิบที่ประหยัดได้(3.5 บาทต่อลูกบาศก์เมตร) X ปริมาณน้ำที่ประหยัดได้(ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน) (แสดงในตารางที่4.14) – ค่าพลังงานในการส่งน้ำไปยังเครื่องอุ่นน้ำอัดลม1 (บาทต่อเดือน) (แสดงในตารางที่4.14)

= (0.75 บาทต่อลูกบาศก์เมตร X 958 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน) + (3.5 บาทต่อลูกบาศก์เมตร X 958 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน) - 922 บาทต่อเดือน

= 3,149.50 บาทต่อเดือน

1.2 เงินที่ประหยัดจากการลดน้ำเข้าระบบบำบัดน้ำเสียของสายการผลิต 4 (บาทต่อเดือน)

= ค่าบำบัดน้ำเสีย (0.75 บาทต่อลูกบาศก์เมตร) X ปริมาณน้ำที่ประหยัดได้ (ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน) (แสดงในตารางที่4.14) + ค่าน้ำดิบที่ประหยัดได้ (3.5 บาทต่อลูกบาศก์เมตร) X ปริมาณน้ำที่ประหยัดได้(ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน) (แสดงในตารางที่4.14) – ค่าพลังงานในการส่งน้ำไปยังเครื่องอุ่นน้ำอัดลม 2 (บาทต่อเดือน) (แสดงในตารางที่4.14)

= (0.75 บาทต่อลูกบาศก์เมตร X 897 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน) + (3.5 บาทต่อลูกบาศก์เมตร X 897 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน) - 863 บาทต่อเดือน

= 2,949.25 บาทต่อเดือน

1.3 เงินที่ประหยัดได้จากการลดพลังงานความร้อนในเครื่องอุ่นน้ำอัดลม 1 โดยใช้น้ำจากเครื่องล้างขวด 3

= ค่าคอนเด็นเสด (1.43 บาทต่อลิตร) X ปริมาณคอนเด็นเสดที่ลดลง(ลิตรต่อชั่วโมง) (แสดงในตารางที่4.13) X จำนวนชั่วโมงเดินเครื่องล้างขวด 3 (ชั่วโมงต่อเดือน) (แสดงในตารางที่4.14)

= 1.43(บาทต่อลิตร) X (142-62) (ลิตรต่อชั่วโมง) X 120 (ชั่วโมงต่อเดือน)

= 13,728.00 บาทต่อเดือน

1.4 เงินที่ประหยัดจากการลดพลังงานความร้อนในเครื่องอุ่นน้ำอัดลม 2 โดยใช้น้ำจากเครื่องล้างขวด 4

= ค่าคอนเด็นเสด (1.43 บาทต่อลิตร) X ปริมาณคอนเด็นเสดที่ลดลง(ลิตรต่อชั่วโมง) (แสดงในตารางที่4.13) X จำนวนชั่วโมงเดินเครื่องล้างขวด 4 (ชั่วโมงต่อเดือน) (แสดงในตารางที่4.14)

= 1.43 (บาทต่อลิตร) X (387-251) (ลิตรต่อชั่วโมง) X 112 (ชั่วโมงต่อเดือน)

= 21,781.76 บาทต่อเดือน

รวมเงินที่ประหยัดได้ = 3,149.50 + 2,949.25 + 13,728.00 + 21,781.76

= 41,608.51 บาทต่อเดือน

2. ระยะเวลาคืนทุน = เงินลงทุน(บาท) / เงินที่ประหยัดได้(บาทต่อปี)

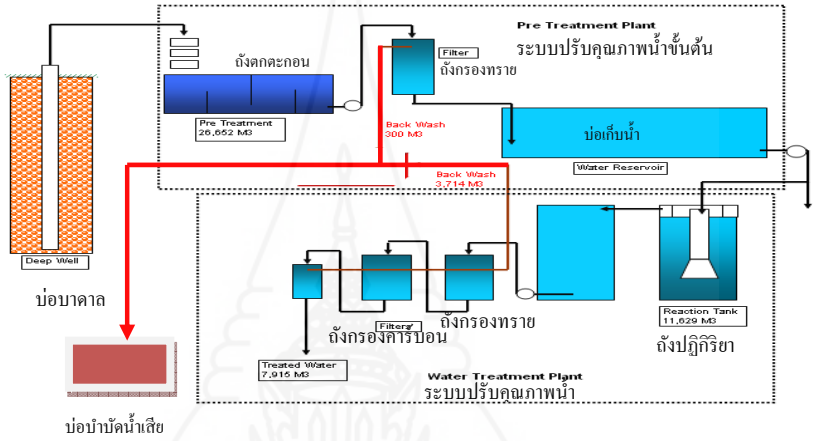
เงินลงทุน = ปั๊ม อุปกรณ์ ท่อ อื่นๆ

ระยะเวลาคืนทุน = 300,000 บาท / 41,608.51 บาทต่อเดือน

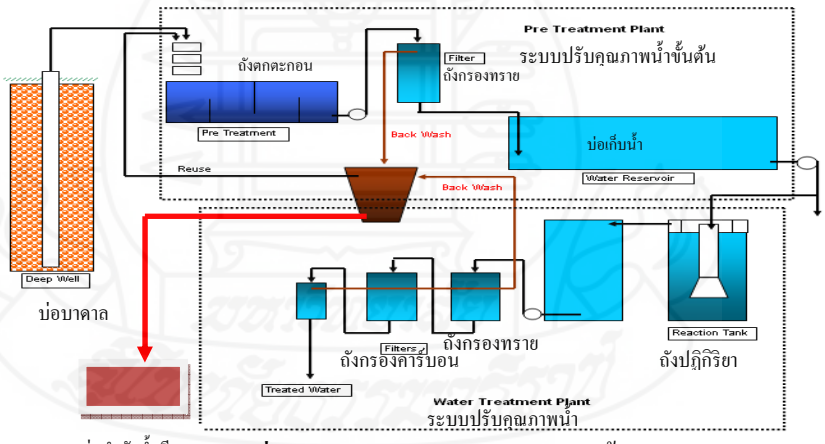
= 7.21 เดือน

4.2 หน่วยการปรับคุณภาพน้ำ (Water Treatment Plant) : โดยทำการศึกษาการทำงานของหน่วยการปรับคุณภาพน้ำ พบว่าชุดปรับคุณภาพน้ำขั้นต้น และชุดปรับคุณภาพน้ำเพื่อการผลิตมีการล้างถังกรองทุก 3 วัน ด้วยการดันน้ำล้างย้อนกลับ (Backwash) เพื่อดันตะกอนออกและส่งน้ำล้างถังกรองนี้ เข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย ปริมาณ 400 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน ซึ่งส่วนหนึ่งเป็นตะกอนเข้มข้น อีกส่วนหนึ่งซึ่งเป็นน้ำใสที่สามารถนำกลับมาใช้ได้ หลังจากแยกตะกอนออกแล้ว โดยนำน้ำใสมาเติมกลับในชุดปรับคุณภาพน้ำขั้นต้น ดังภาพที่ 4.17

ก่อนปรับปรุง



หลังปรับปรุง



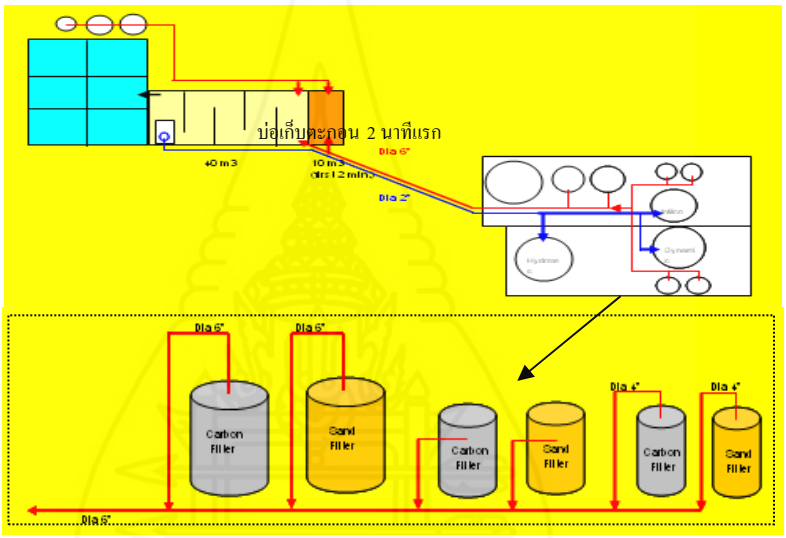
ภาพที่ 4.17 ระบบการปรับคุณภาพน้ำ

องค์ประกอบของระบบปรับคุณภาพน้ำ มีดังนี้

ระบบปรับคุณภาพน้ำขั้นต้น มี 1 ชุด ดังภาพที่ 4.17 ประกอบด้วยถังตกตะกอนขนาด 50 ลูกบาศก์เมตร ถังกรองทรายขนาด 8 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง 3 ถัง ขนาด 12 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง 1 ถัง และบ่อเก็บน้ำ ขนาด 700 ลูกบาศก์เมตร 2 บ่อ มีแผนการล้างถังกรองทรายทุกสัปดาห์ ใช้น้ำในการล้างถังกรองเฉลี่ย 30 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน

ระบบปรับคุณภาพน้ำ มี 2 ชุดขนาด 13 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง และ 36 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง ทุกชุดจะมีหลักการทำงานเหมือนกัน ประกอบด้วยถังปฏิกิริยา (Reaction tank) ถังกรองทราย (Sand filter) ถังกรองคาร์บอน (Activated carbon filter) มีแผนการล้างถังกรองทรายและกรองคาร์บอนทุกสัปดาห์ ใช้น้ำในการล้างถังกรองเฉลี่ย 350 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน

การปรับปรุงวิธีการล้างถังกรอง ดังภาพที่ 4.18 โดยถ่ายตะกอนเข้มข้นทิ้งที่ 2 นาทีแรก (3 ลูกบาศก์เมตร) ลงในบ่อขนาด 10 ลูกบาศก์เมตร นำน้ำส่วนที่เหลือเก็บที่บ่อขนาด 40 ลูกบาศก์เมตร ทิ้งให้ตกตะกอน 2 ชั่วโมง น้ำใสส่วนบนนำกลับไปยัง ถังปฏิกิริยาของชุด Hydrotek และชุด Dynamic ในอัตราส่วน 10 % ของน้ำเข้าชุดปรับคุณภาพน้ำ



ภาพที่ 4.18 การล้างถังกรอง

ทำการเก็บข้อมูลน้ำที่ใช้ล้างถังกรองของชุดปรับคุณภาพน้ำดังตารางที่ 4.15

ตารางที่ 4.15 สรุปผลการล้างถังกรอง

ชุดปรับคุณภาพน้ำ	น้ำล้างถังกรอง (ลบ.ม.ต่อเดือน)
ไฮโดรเทค	248.3
ไดนามิก	109.6
ขั้นต้น	22.3
รวม	380.2

การคำนวณการประหยัดเงินที่ได้จากการนำเทคโนโลยีสะอาด มาใช้ดังนี้

1. เงินที่ประหยัดได้ต่อเดือน = เงินที่ประหยัดได้จากการลดน้ำเข้าระบบบำบัดน้ำเสียของชุดปรับคุณภาพน้ำ(Hydrotek)
+ เงินที่ประหยัดได้จากการลดน้ำเข้าระบบบำบัดน้ำเสียของชุดปรับคุณภาพน้ำ(Dynamic)
+ เงินที่ประหยัดได้จากการลดน้ำเข้าระบบบำบัดน้ำเสียของชุดปรับคุณภาพน้ำขั้นต้น(Pre treatment unit) ต่อเดือน

1.1 เงินที่ประหยัดได้จากการลดน้ำเข้าระบบบำบัดน้ำเสียของชุดปรับคุณภาพน้ำ (Hydrotek) ต่อเดือน (บาทต่อเดือน) = ค่าบำบัดน้ำเสีย (0.75 บาทต่อลูกบาศก์เมตร) X ปริมาณน้ำที่ประหยัดได้ (ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน) (แสดงในตารางที่ 4.15) + ค่าน้ำดิบที่ประหยัดได้ (3.5 บาทต่อลูกบาศก์เมตร) X ปริมาณน้ำที่ประหยัดได้ (ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน) (แสดงในตารางที่ 4.15)

= 0.75 X 248.3 +3.5 X 248.3

= 1,055.28 บาทต่อเดือน

1.2 เงินที่ประหยัดได้จากการลดน้ำเข้าระบบบำบัดน้ำเสียของชุดปรับคุณภาพน้ำ (Dynamic) ต่อเดือน (บาทต่อเดือน) = ค่าบำบัดน้ำเสีย (0.75 บาทต่อลูกบาศก์เมตร) X ปริมาณน้ำที่ประหยัดได้ (ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน)(แสดงในตารางที่4.15) + ค่าน้ำดิบที่ประหยัดได้ (3.5 บาทต่อลูกบาศก์เมตร) X ปริมาณน้ำที่ประหยัดได้ (ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน) (แสดงในตารางที่ 4.15)

= 0.75 X 109.6 + 3.5 X 109.6

= 465.80 บาทต่อเดือน

1.3 เงินที่ประหยัดได้จากการลดน้ำเข้าระบบบำบัดน้ำเสีย ของชุดปรับคุณภาพน้ำขั้นต้น (Pre treatment unit) ต่อเดือน (บาทต่อเดือน) = ค่าบำบัดน้ำเสีย (0.75 บาทต่อลูกบาศก์เมตร) X ปริมาณน้ำที่ประหยัดได้ (ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน) (แสดงในตารางที่ 4.15) + ค่าน้ำดิบที่ประหยัดได้(3.5 บาทต่อลูกบาศก์เมตร) X ปริมาณน้ำที่ประหยัดได้ (ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน) (แสดงในตารางที่ 4.15)

= 0.75 X 22.3+ 3.5 X 22.3

= 94.78 บาทต่อเดือน

รวมเงินที่ประหยัดได้ = 1,055.28 + 465.80 + 94.78

= 1,615.86 บาทต่อเดือน

รวมน้ำที่ประหยัดได้ = 248.30 + 109.60 + 22.30

= 380.20 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน

2. ระยะเวลาคืนทุน = เงินลงทุน(บาท) / เงินที่ประหยัดได้(บาทต่อเดือน)

เงินลงทุน = บ่อตกตะกอน อุปกรณ์ ท่อ ปูนขาว อื่นๆ

ระยะเวลาคืนทุน = 300,000 บาท / 1,615.86 บาทต่อเดือน

= 185.66 เดือน

เนื่องจากระยะเวลาในการคืนทุนยาวมาก ไม่คุ้มค่าในการลงทุน ในอนาคตจะมีการเข้มงวดในการใช้น้ำบาดาลมากขึ้น จึงมีแผนสำรองที่จะใช้น้ำประปามาทดแทน กรณีที่ใช้น้ำประปา ราคา 20 บาทต่อลบ.ม.

ระยะเวลาคืนทุน = 300,000 บาท / 7,604 บาทต่อเดือน

= 39.45 เดือน

ซึ่งสามารถนำมาพิจารณาในการลงทุนได้ และถ้าการผลิตเพิ่มขึ้นทุกปี ระยะเวลาการคืนทุนก็ลดลงได้อีก

สรุป ปริมาณน้ำที่ประหยัดได้ต่อเดือน

รวมน้ำที่ประหยัดได้ทั้งหมด = น้ำล้างน้ำหวาน + น้ำล้างขวด + น้ำล้างถังกรอง

= 576.54 + 1,855 + 380.20

= 2,811.74 ลบ.ม.ต่อเดือน

จากการเก็บข้อมูลในช่วง 3 เดือนที่ผ่านมาเพื่อหาค่าเฉลี่ยของการใช้น้ำต่อเดือนดังตารางที่ 4.16

ตารางที่ 4.16 ปริมาณการใช้น้ำต่อเดือน

	(ลิตร $_{น้ำ}$/เดือน)	(ลิตร $_{น้ำอัดลม}$/**เดือน**)	(ลิตร $_{น้ำ}$ / ลิตร $_{น้ำอัดลม}$)
พฤษภาคม	25,000,000	11,737,000	2.13
มิถุนายน	24,800,000	11,535,000	2.15
กรกฎาคม	25,200,000	11,721,000	2.15
เฉลี่ย	25,000,000	11,664,000	2.14

อัตราการใช้น้ำหลังการปรับปรุงต่อเดือน = (อัตราการใช้น้ำเฉลี่ย-น้ำที่ประหยัดได้) / อัตราการผลิตน้ำอัดลมต่อเดือน

ลิตร $_{น้ำ}$ / ลิตร $_{น้ำอัดลม}$ = (25,000,000-2,811,740) / 11,664,000

= 1.90

ประหยัดน้ำ = (2.14-1.90)/2.14x100

= 11.21%

ทำการสรุปผลการดำเนินการนำเทคโนโลยีสะอาดมาใช้ในการลดการใช้น้ำในการผลิตน้ำอัดลม ดังตารางที่ 4.17

ตารางที่ 4.17 สรุปผลการดำเนินการก่อนและหลังการใช้เทคโนโลยีสะอาดในการใช้น้ำในการผลิต

รายการ	ปริมาณก่อนใช้ CT	ปริมาณหลังใช้ CT	ปริมาณที่ลดได้
อัตราการใช้น้ำ (ลิตร $_{น้ำ}$ / ลิตร $_{น้ำอัดลม}$)	2.14	1.90	**0.24**

5. สรุปผลการคืนทุน

ในการนำเทคโนโลยีสะอาดมาใช้มีระยะเวลาคืนทุนในการประหยัดน้ำตาลและน้ำ ดังตารางที่ 4.18

ตารางที่ 4.18 สรุปผลการคืนทุนหลังการใช้เทคโนโลยีสะอาดในการใช้น้ำตาลและน้ำในการผลิต

รายการ	ระยะการคืนทุน (เดือน)
การประหยัดน้ำตาลจากห้องผสมและสายการผลิต	**16.51**
การประหยัดน้ำจากหน่วยการล้างขวด	**7.21**
การประหยัดน้ำจากหน่วยการปรับคุณภาพน้ำ	**185.66**

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย การอภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง ได้สรุปผลการวิจัย การอภิปรายผลการวิจัยและมีข้อเสนอแนะดังนี้

1. สรุปผลการวิจัย

1.1 จุดที่มีการสูญเสียน้ำตาลและน้ำในกระบวนการผลิตน้ำอัดลม

1.1.1 จุดที่มีการสูญเสียน้ำตาล : หน่วยเตรียมน้ำเชื่อมและห้องผสมหัวเชื้อ สายการผลิต 1-4

1.1.2 จุดที่มีการสูญเสียน้ำ : หน่วยเตรียมน้ำเชื่อมและห้องผสมหัวเชื้อ สายการผลิต 1-4 หน่วยล้างขวด และหน่วยปรับคุณภาพน้ำ

1.2 จากการวิจัยการใช้เทคโนโลยีสะอาดในการลดการใช้น้ำตาล โดยทำการทดลองที่ห้องผสมหัวเชื้อและสายการผลิต 1-4 มีผลการทดลองดังนี้

1.2.1 ห้องผสมหัวเชื้อ นำน้ำล้างถังผสมที่มีน้ำตาลผสมอยู่ในน้ำล้างกลับมาใช้ที่ถังต้มน้ำตาล

ถังขนาด 3,000 ลิตร 3 ถัง สามารถดึงน้ำตาลกลับมาใช้	46.04 กก.ต่อเดือน
ถังขนาด 8,000 ลิตร 4 ถัง สามารถดึงน้ำตาลกลับมาใช้	206.58 กก.ต่อเดือน
ถังขนาด 10,000 ลิตร 4 ถัง สามารถดึงน้ำตาลกลับมาใช้	343.90 กก.ต่อเดือน
รวมสามารถดึงน้ำตาลจากห้องผสมกลับมาใช้	**596.52 กก.ต่อเดือน**

1.2.2 สายการผลิต นำน้ำล้างเครื่องผสม เครื่องบรรจุ ที่มีน้ำตาลผสมอยู่ในน้ำล้างกลับมาใช้ที่ถังต้มน้ำตาล

สายการผลิต 1 สามารถดึงน้ำตาลกลับมาใช้	112.16 กก.ต่อเดือน
สายการผลิต 2 สามารถดึงน้ำตาลกลับมาใช้	710.78 กก.ต่อเดือน
สายการผลิต 3 สามารถดึงน้ำตาลกลับมาใช้	673.22 กก.ต่อเดือน
สายการผลิต 4 สามารถดึงน้ำตาลกลับมาใช้	449.86 กก.ต่อเดือน
รวมสามารถดึงน้ำตาลจากสายการผลิตกลับมาใช้	**1,946.02 กก.ต่อเดือน**
รวมสามารถดึงน้ำตาลทั้งหมดกลับมาใช้	2,542.54 กก.ต่อเดือน
เฉลี่ยน้ำตาลที่ใช้ในการผลิตน้ำอัดลม	1,401,904.00 กก.ต่อเดือน

คิดเป็นน้ำตาลที่ดึงกลับมาใช้ได้ 0.18%

% Sugar yield ก่อนปรับปรุง = 99.14 %

% Sugar yield หลังปรับปรุง = 99.14+ 0.18 = 99.32 %

1.3 จากการวิจัยการใช้เทคโนโลยีสะอาดในการลดการใช้น้ำ

โดยทำการทดลองที่หน่วยเตรียมหัวเชื้อและสายการผลิต เครื่องล้างขวดและชุดบำบัดน้ำดี มีผลการทดลองดังนี้

รวมน้ำที่ประหยัดได้ = 2,811.74 ลบ.ม.ต่อเดือน

น้ำใช้โดยเฉลี่ย = 25,000 ลบ.ม.ต่อเดือน

อัตราการใช้น้ำ ก่อนปรับปรุง = 2.14 ลิตรน้ำต่อลิตรผลิตภัณฑ์

อัตราการใช้น้ำ หลังปรับปรุง = 1.90 ลิตรน้ำต่อลิตรผลิตภัณฑ์

สามารถลดการใช้น้ำได้ = 0.24 ลิตรน้ำต่อลิตรผลิตภัณฑ์

1.3 ระยะเวลาการคืนทุน

1.4.1 ระยะเวลาการคืนทุนในการประหยัดน้ำตาล

ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุง 2,500,000.00 บาท

เงินที่ประหยัดได้ 151,418.52 บาทต่อเดือน

สามารถคืนทุนภายใน 16.51 เดือน

1.4.2 ระยะเวลาการคืนทุนในการประหยัดน้ำจากเครื่องล้างขวด

ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุง 300,000.00 บาท

เงินที่ประหยัดได้ 41,608.51 บาทต่อเดือน

สามารถคืนทุนภายใน 7.21 เดือน

1.4.3 ระยะเวลาการคืนทุนในการประหยัดน้ำจากชุดปรับคุณภาพน้ำ

ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุง 300,000.00 บาท

เงินที่ประหยัดได้ 1,615.86 บาทต่อเดือน

สามารถคืนทุนภายใน 185.66 เดือน

2. การอภิปรายผล

จากการศึกษาการนำเทคโนโลยีสะอาดมาใช้ในการจัดการน้ำใช้ น้ำตาล ระยะเวลาในการคืนทุน ในกระบวนการผลิตน้ำอัดลม การดำเนินการดังกล่าวเป็นไปตามวัตถุประสงค์การวิจัย

1. การเก็บข้อมูล การวัดค่ากับเครื่องที่ใช้จริง และวัดค่าจากการทดลองในห้องปฏิบัติการต้องใช้เวลานานในการเก็บข้อมูล เนื่องจากต้องเดินเครื่องจักรตลอดเวลา

2. การวัดค่าที่มีตัวแปรหลายตัว ได้ปรับปรุงวิธีการทำงานเพื่อให้ตัวแปรบางตัวคงที่ เช่น กำหนดปริมาณน้ำล้างให้คงที่เพื่อหาค่าน้ำตาลที่ได้จากการล้าง

3. แรงดันไอน้ำบางช่วงต่ำ ทำให้ค่าคอนเด็นเสทที่วัดที่เครื่องอุ่นน้ำอัดลมบางครั้งต่ำกว่าความเป็นจริงจึงต้องทำการวัดค่าใหม่ที่แรงดันไอน้ำปกติและคงที่

4. การแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างสายการผลิตไม่สามารถทำได้ต่อเนื่อง เนื่องจากระยะ เวลาในการเดินเครื่องไม่เท่ากัน

5. การนำเทคโนโลยีสะอาดมาใช้สามารถลดการใช้น้ำตาลในการผลิตได้ 0.18%

6. การนำเทคโนโลยีสะอาดมาใช้สามารถลดการใช้น้ำได้ 0.24 ลิตรน้ำต่อลิตรผลิตภัณฑ์

7. การคืนทุนจากการนำเทคโนโลยีสะอาดมาใช้ จากการ

7.1 เพิ่มอัตราการใช้น้ำตาลที่ห้องผสมและสายการผลิตคืนทุนภายใน 16.51 เดือนและเงินที่ประหยัดได้ส่วนใหญ่ได้จากการประหยัดพลังงานในการบำบัดน้ำเสีย

7.2 ลดการใช้น้ำที่เครื่องล้างขวด คืนทุนภายใน 7.21 เดือน

7.3 ลดการใช้น้ำที่ชุดปรับคุณภาพน้ำ คืนทุนภายใน 186.66 เดือน

3. ข้อเสนอแนะ

ผลการวิจัยครั้งนี้มีข้อเสนอแนะที่ได้จากการศึกษา

3.1 ข้อเสนอแนะการนำผลการวิจัยไปใช้

3.1.1 ควรกำหนดตัวแปรต่างๆเป็น KPI (Key Performance Index) ในการติดตามผลการประหยัดการใช้น้ำตาลและการใช้น้ำเป็นระยะ

3.1.2 การฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ ในน้ำหวาน ในถังเก็บ โดยใช้ความร้อนที่ 70 องศาเซลเซียส ภายใน 25 นาที พร้อมกับการเตรียมน้ำเชื่อม สามารถใช้ความร้อนนี้ช่วยละลายน้ำตาลได้

3.1.3 การล้างถังกรองที่ชุดปรับคุณภาพน้ำ จะคุ้มค่าการลงทุน ต่อเมื่อต้นทุนค่าน้ำที่นำมา ใช้สูงเกิน 20 บาท/ลูกบาศก์เมตร สามารถนำโครงการนี้มาใช้ได้

3.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

การหาหัวข้อการวิจัยครั้งต่อไป ได้จากการวิเคราะห์ต้นทุนการผลิต การขาย การขนส่งหรือจากปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เผชิญอยู่ในปัจจุบัน เช่น

3.2.1 การใช้เทคโนโลยีสะอาดใน การลดการใช้ **คาร์บอนไดออกไซด์** ในการผลิตน้ำอัดลม ทำวิจัยโดยฝ่ายโรงงาน

3.2.2 การใช้เทคโนโลยีสะอาด ในการลดการใช้ **พลังงาน** ในการผลิตน้ำอัดลมทำวิจัยโดยฝ่ายโรงงาน

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายละเอียดข้อมูลในหน่วยผสมหัวเชื้อ

ตารางที่ ก1 ข้อมูลในห้องผสมหัวเชื้อแยกตามชนิดผลิตภัณฑ์

ขนาด 3,000 ลิตร **ผลิตภัณฑ์ C**

	Brix	**ปริมาตร(ลิตร)**	**วันที่**
1	0.30	270	22/2/2011
2	0.17	270	23/2/2011
3	0.28	270	24/2/2011
4	0.31	270	25/2/2011
5	0.30	270	27/2/2011
6	0.19	270	22/3/2011
7	0.28	270	25/3/2011
8	0.33	270	26/3/2011
9	0.25	270	29/3/2011
10	0.25	270	21/3/2011
เฉลี่ย	0.27	270	

ขนาด 8,000 ลิตร

	Brix	**ปริมาตร(ลิตร)**	**วันที่**
1	0.61	300	24/2/2011
2	0.41	300	25/2/2011
3	0.43	300	25/2/2011
4	0.45	300	26/2/2011
5	0.48	300	28/2/2011
6	0.40	300	24/3/2011
7	0.40	300	26/3/2011
8	0.45	300	27/3/2011
9	0.40	300	28/3/2011
10	0.42	300	28/3/2011
เฉลี่ย	0.45	300	

ขนาด 10,000 ลิตร

	Brix	ปริมาตร(ลิตร)	วันที่
1	0.63	350	22/2/2011
2	0.66	350	22/2/2011
3	0.87	350	24/2/2011
4	0.68	350	25/2/2011
5	0.73	350	26/2/2011
6	0.69	350	21/3/2011
7	0.75	350	26/3/2011
8	0.70	350	26/3/2011
9	0.65	350	27/3/2011
10	0.75	350	28/3/2011
เฉลี่ย	0.71	350	

ขนาด 3,000 ลิตร **ผลิตภัณฑ์ O**

	Brix	ปริมาตร(ลิตร)	วันที่
1	0.38	270	1/3/2011
2	0.42	270	1/3/2011
3	0.45	270	5/3/2011
4	0.48	270	30/3/2011
5	0.43	270	20/4/2011
6	0.48	270	22/4/2011
7	0.48	270	24/4/2011
8	0.38	270	25/4/2011
9	0.35	270	28/4/2011
10	0.43	270	29/4/2011
เฉลี่ย	0.43	270	

ขนาด 8,000 ลิตร

	Brix	ปริมาตร(ลิตร)	วันที่
1	0.80	300	2/3/2011
2	0.70	300	2/3/2011
3	0.75	300	21/3/2011
4	0.75	300	21/3/2011
5	0.68	300	22/3/2011
6	0.72	300	16/4/2011
7	0.65	300	16/4/2011
8	0.82	300	17/4/2011
9	0.87	300	23/4/2011
10	0.80	300	23/4/2011
เฉลี่ย	0.75	300	

ขนาด 10,000 ลิตร

	Brix	ปริมาตร(ลิตร)	วันที่
1	1.15	350	1/3/2011
2	1.17	350	2/3/2011
3	1.10	350	21/3/2011
4	1.05	350	22/3/2011
5	0.85	350	16/4/2011
6	0.91	350	16/4/2011
7	1.10	350	17/4/2011
8	1.12	350	20/4/2011
9	0.95	350	20/4/2011
10	1.05	350	22/4/2011
เฉลี่ย	1.05	350	

ขนาด 3,000 ลิตร **ผลิตภัณฑ์ S**

	Brix	ปริมาตร(ลิตร)	วันที่
1	0.31	270	1/3/2011
2	0.40	270	2/3/2011
3	0.42	270	2/3/2011
4	0.38	270	2/3/2011
5	0.33	270	24/3/2011
6	0.48	270	28/3/2011
7	0.39	270	29/3/2011
8	0.45	270	30/3/2011
9	0.35	270	30/3/2011
10	0.40	270	5/4/2011
เฉลี่ย	0.39	270	

ขนาด 8,000 ลิตร

	Brix	ปริมาตร(ลิตร)	วันที่
1	0.72	300	28/2/2011
2	0.85	300	1/3/2011
3	0.77	300	3/3/2011
4	0.88	300	22/3/2011
5	0.75	300	23/3/2011
6	0.68	300	25/3/2011
7	0.80	300	8/4/2011
8	0.65	300	9/4/2011
9	0.80	300	9/4/2011
10	0.85	300	17/4/2011
เฉลี่ย	0.78	300	

ขนาด 10,000 ลิตร

	Brix	ปริมาตร(ลิตร)	วันที่
1	0.91	350	28/2/2011
2	1.18	350	28/2/2011
3	0.87	350	28/2/2011
4	1.17	350	3/3/2011
5	0.95	350	24/3/2011
6	1.13	350	25/3/2011
7	1.15	350	29/3/2011
8	1.17	350	7/4/2011
9	1.05	350	17/4/2011
10	1.13	350	17/4/2011
เฉลี่ย	1.07	350	

ขนาด 3,000 ลิตร **ผลิตภัณฑ์ G**

	Brix	ปริมาตร(ลิตร)	วันที่
1	0.42	270	25/3/2011
2	0.38	270	6/4/2011
3	0.45	270	20/4/2011
4	0.42	270	30/4/2011
5	0.40	270	16/5/2011
6	0.31	270	16/5/2011
7	0.41	270	17/5/2011
8	0.45	270	18/5/2011
9	0.40	270	14/6/2011
10	0.43	270	15/6/2011
เฉลี่ย	0.41	270	

ขนาด 8,000 ลิตร

	Brix	ปริมาตร(ลิตร)	วันที่
1	0.87	300	2/3/2011
2	0.90	300	2/3/2011
3	0.80	300	22/3/2011
4	0.85	300	23/3/2011
5	0.80	300	26/3/2011
6	0.75	300	5/4/2011
7	0.72	300	20/4/2011
8	0.75	300	22/4/2011
9	0.65	300	27/4/2011
10	0.72	300	28/4/2011
เฉลี่ย	0.78	300	

ขนาด 10,000 ลิตร

	Brix	ปริมาตร(ลิตร)	วันที่
1	1.10	350	22/3/2011
2	1.12	350	22/3/2011
3	1.15	350	23/3/2011
4	1.05	350	25/3/2011
5	0.95	350	26/3/2011
6	1.05	350	31/3/2011
7	0.90	350	5/4/2011
8	1.11	350	6/4/2011
9	0.93	350	12/4/2011
10	1.05	350	12/4/2011
เฉลี่ย	1.04	350	

ขนาด 3,000 ลิตร **ผลิตภัณฑ์ P**

	Brix	ปริมาตร(ลิตร)	วันที่
1	0.35	270	23/3/2011
2	0.41	270	5/4/2011
3	0.45	270	11/4/2011
4	0.43	270	12/4/2011
5	0.45	270	12/4/2011
6	0.39	270	19/4/2011
7	0.30	270	19/4/2011
8	0.38	270	19/5/2011
9	0.41	270	20/5/2011
10	0.45	270	25/5/2011
เฉลี่ย	0.40	270	

ขนาด 8,000 ลิตร

	Brix	ปริมาตร(ลิตร)	วันที่
1	0.65	300	21/3/2011
2	0.63	300	23/3/2011
3	0.66	300	25/3/2011
4	0.73	300	25/32011
5	0.77	300	5/4/2011
6	0.68	300	6/4/2011
7	0.70	300	7/4/2011
8	0.75	300	7/4/2011
9	0.73	300	9/4/2011
10	0.65	300	22/4/2011
เฉลี่ย	0.70	300	

ขนาด 10,000 ลิตร

	Brix	**ปริมาตร(ลิตร)**	**วันที่**
1	0.97	350	25/3/2011
2	0.85	350	26/3/2011
3	0.80	350	26/3/2011
4	0.90	350	7/4/2011
5	0.78	350	12/4/2011
6	0.91	350	18/4/2011
7	0.82	350	22/4/2011
8	0.80	350	22/4/2011
9	0.88	350	22/4/2011
10	0.82	350	24/4/2011
เฉลี่ย	0.85	350	

ตารางที่ ก2 จำนวนครั้งต่อเดือนที่ล้างถังในห้องผสมหัวเชื้อ

พฤษภาคม 54

ขนาดถัง	3,000 L	8,000 L	10,000 L
C	23	38	36
O	8	15	20
S	12	24	28
G	5	12	14
P	8	16	15
รวม	56	105	113

มิถุนายน 54

ขนาดถัง	3,000 L	8,000 L	10,000 L
C	10	57	49
O	8	15	10
S	12	16	21
G	5	2	8
P	3	14	8
รวม	38	104	96

กรกฎาคม 54

ขนาดถัง	3,000 L	8,000 L	10,000 L
C	12	48	48
O	10	15	18
S	12	30	22
G	9	12	12
P	4	18	22
รวม	47	123	122

เฉลี่ย ครั้งต่อเดือน

ขนาดถัง	3,000 L	8,000 L	10,000 L
C	15.00	47.67	44.33
O	8.67	15.00	16.00
S	12.00	23.33	23.67
G	6.33	8.67	11.33
P	5.00	16.00	15.00
รวม	47.00	110.67	110.33

ตารางที่ ก3 ปริมาณน้ำตาลที่นำกลับมาใช้ในห้องผสมหัวเชื้อ

ถัง 3,000 ลิตร	**Brix**	**ปริมาตร(ลิตร)**	**น้ำตาล(กก.)**	**ครั้งต่อเดือน**	**กก.ต่อเดือน**
C	0.27	270	**0.73**	15.00	10.95
O	0.43	270	**1.16**	8.67	10.06
S	0.39	270	**1.05**	12.00	12.60
G	0.41	270	**1.11**	6.33	7.03
P	0.40	270	**1.09**	5.00	5.40
Avg.	0.38	270	**1.02**		**46.04**

ถัง 8,000 ลิตร	**Brix**	**ปริมาตร(ลิตร)**	**น้ำตาล(กก.)**	**ครั้งต่อเดือน**	**กก.ต่อเดือน**
C	0.45	300	**1.35**	47.67	64.35
O	0.75	300	**2.25**	15.00	33.75
S	0.78	300	**2.34**	23.33	54.59
G	0.78	300	**2.34**	8.67	20.29
P	0.70	300	**2.10**	16.00	33.06
เฉลี่ย	0.69	300	**2.07**		**206.58**

ถัง10,000 ลิตร	Brix	ปริมาตร(ลิตร)	น้ำตาล(กก.)	ครั้งต่อเดือน	กก.ต่อเดือน
C	0.71	350	**2.49**	44.33	110.32
O	1.05	350	**3.68**	16.00	58.88
S	1.07	350	**3.75**	23.67	88.76
G	1.04	350	**3.64**	11.33	41.24
P	0.85	350	**2.98**	15.00	44.70
เฉลี่ย	0.94	350	**3.30**		**343.90**

รวมประหยัดน้ำตาล (20 บาทต่อกก.)	596.52	กก.ต่อเดือน
	11,930.40	บาทต่อเดือน
ประหยัดการบำบัดน้ำเสีย (39.13 บาทต่อกก)	23,341.83	บาทต่อเดือน
รวมประหยัดได้	35,272.23	บาทต่อเดือน

ตารางที่ ก4 ปริมาณน้ำที่นำกลับมาใช้ในห้องผสมหัวเชื้อ

ถัง 3000 ลิตร	ปริมาตร(ลิตร)	ครั้งต่อเดือน	น้ำทรีท(ลิตร)
C	270	15.00	4,050.00
O	270	8.67	2,340.90
S	1,670	12.00	20,040.00
G	1,670	6.33	10,571.10
P	270	5.00	1,350.00
รวม		47.00	38,352.00

ถัง 8000 L	ปริมาตร(ลิตร)	ครั้งต่อเดือน	น้ำทรีท(ลิตร)
C	300	47.67	14,301.00
O	300	15.00	4,500.00
S	1,900	23.33	44,327.00
G	1,900	8.67	16,473.00
P	300	16.00	4,800.00
รวม		110.67	84,401.00

ถัง 10000 ลิตร	ปริมาตร(ลิตร)	ครั้งต่อเดือน	น้ำทรีท(ลิตร)
C	350	44.33	15,515.50
O	350	16.00	5,600.00
S	1,950	23.67	46,156.50
G	1,950	11.33	22,093.50
P	350	15.00	5,250.00
รวม		110.33	94,615.50

รวมน้ำที่นำกลับมาใช้ = 38,352.00+ 84,401.00+ 94,615.50 = 217,368.50 ลิตรต่อเดือน

ภาคผนวก ข

รายละเอียดข้อมูลในหน่วยสายการผลิต

ตารางที่ ข1 ข้อมูลการล้างเครื่องสายการผลิต 1

ชนิดน้ำ	ค่า Brix	ปริมาตร(ลิตร)	น้ำตาล(กก.)	เฉลี่ย
C	1.26	450	5.67	
C	0.76	800	6.08	
C	2.18	450	9.81	7.19
O	2.25	450	10.13	
O	2.05	450	9.23	
O	2.32	450	10.44	9.93
S	2.01	450	9.05	
S	1.14	500	5.70	
S	1.99	450	8.96	7.90
G	2.50	450	11.25	
G	1.90	450	8.55	
G	2.16	450	9.72	9.84
P	2.10	450	9.45	
P	2.02	450	9.09	
P	1.87	450	8.42	8.99
	เฉลี่ย	476.67		

ตารางที่ ข2 ข้อมูลการล้างเครื่องสายการผลิต 2

ชนิดน้ำ	ค่า Brix	ปริมาตร(ลิตร)	น้ำตาล(กก.)	เฉลี่ย
C	3.58	700	25.06	
C	3.90	1,100	42.90	
C	6.50	700	45.50	37.82
O	11.95	400	47.80	
O	4.66	600	27.96	
O	6.95	500	34.75	36.84
S	5.27	700	36.89	
S	6.61	700	46.27	
S	5.76	500	28.80	37.32
G	4.21	1,100	46.31	
G	7.89	700	55.23	
G	8.57	800	68.56	56.70
P	11.05	500	55.25	
P	6.65	700	46.55	
P	8.33	500	41.65	47.82
	เฉลี่ย	680		

ตารางที่ ข3 ข้อมูลการล้างเครื่องสายการผลิต 3

ชนิดน้ำ	ค่า Brix	ปริมาตร(ลิตร)	น้ำตาล(กก.)	เฉลี่ย
C	3.61	460	16.61	
C	5.82	550	32.01	
C	4.58	470	21.53	23.38
O	5.36	450	24.12	
O	5.66	450	25.47	
O	5.29	450	23.81	24.47
S	5.21	460	23.97	
S	5.74	450	25.83	
S	5.29	450	23.81	24.53
G	5.73	450	25.79	
G	5.89	450	26.51	
G	3.24	780	25.27	25.85
P	5.12	460	23.55	
P	5.68	460	26.13	
P	5.38	460	24.75	24.81
	เฉลี่ย	467.14		

ตารางที่ ข4 ข้อมูลการล้างเครื่องสายการผลิต 4

ชนิดน้ำ	ค่า Brix	ปริมาตร(ลิตร)	กก.น้ำตาล	เฉลี่ย
C	2.17	900	19.53	
C	2.47	900	22.23	
C	2.20	1,000	22.00	21.25
O	3.54	1,100	38.94	
O	3.21	1,000	32.10	
O	3.66	950	34.77	35.27
S	3.50	1,000	35.00	
S	3.67	1,100	40.37	
S	2.74	1,100	30.14	35.17
G	3.75	1,100	41.25	
G	3.51	1,150	40.37	
G	4.37	950	41.52	41.04
P	2.00	1,100	22.00	
P	2.15	1,050	22.58	
P	2.96	1,000	29.60	24.73
	เฉลี่ย	1,026.67		

ตารางที่ ข5 จำนวนครั้งที่ล้างสายการผลิต

พฤษภาคม 54 ครั้งต่อเดือน

	สายการผลิต1	สายการผลิต2	สายการผลิต3	สายการผลิต 4
C	4	4	7	8
O	3	3	4	2
S	3	4	7	2
G	1	3	4	2
P	3	2	5	3
รวม	14	16	27	17

มิถุนายน 54 ครั้งต่อเดือน

	สายการผลิต1	สายการผลิต2	สายการผลิต3	สายการผลิต 4
C	6	6	11	8
O	2	3	5	2
S	0	2	5	3
G	0	2	3	1
P	2	1	3	2
รวม	10	14	27	16

กรกฎาคม 54 ครั้งต่อเดือน

	สายการผลิต1	สายการผลิต2	สายการผลิต3	สายการผลิต 4
C	9	6	10	9
O	2	4	4	2
S	2	4	7	2
G	1	3	4	1
P	3	4	4	3
รวม	17	21	29	17

เฉลี่ย ครั้งต่อเดือน

	สายการผลิต1	สายการผลิต2	สายการผลิต3	สายการผลิต 4
C	6.33	5.33	9.33	8.33
O	2.33	3.33	4.33	2.00
S	1.66	3.33	6.33	2.33
G	0.66	2.66	3.66	1.33
P	2.66	2.33	4.00	2.66
รวม	13.66	17.00	27.66	16.66

ตารางที่ ข6 ปริมาณน้ำตาลที่นำกลับมาใช้ในสายการผลิต

สายการผลิต 1	**กก.น้ำตาล**	**ครั้งต่อเดือน**	**กก.ต่อเดือน**
C	**7.19**	6.33	45.51
O	**9.93**	2.33	23.14
S	**7.90**	1.66	13.11
G	**9.84**	0.66	6.49
P	**8.99**	2.66	23.91
รวม			**112.16**

สายการผลิต 2	**กก. น้ำตาล**	**ครั้งต่อเดือน**	**กก.ต่อเดือน**
C	**37.82**	5.33	201.58
O	**36.84**	3.33	122.68
S	**37.32**	3.33	124.28
G	**56.70**	2.66	150.82
P	**47.82**	2.33	111.42
รวม			**710.78**

สายการผลิต 3	กก. น้ำตาล	ครั้งต่อเดือน	กก.ต่อเดือน
C	**23.38**	9.33	218.14
O	**24.47**	4.33	105.96
S	**24.53**	6.33	155.27
G	**25.85**	3.66	94.61
P	**24.81**	4.00	99.24
รวม			**673.22**

สายการผลิต 4	กก. น้ำตาล	ครั้งต่อเดือน	กก.ต่อเดือน
C	**21.25**	8.33	177.01
O	**35.27**	2.00	70.54
S	**35.17**	2.33	81.95
G	**41.04**	1.33	54.58
P	**24.73**	2.66	65.78
รวม			**449.86**

ประหยัดน้ำตาล(20 บาทต่อกก.)	**1,946.02**	กกต่อเดือน
	38,920.40	บาทต่อเดือน
ประหยัดการบำบัดน้ำเสีย (39.13 บาทต่อกก.)	**76,147.76**	บาทต่อเดือน
รวมประหยัดได้	**115,068.16**	บาทต่อเดือน

ตารางที่ ข7 ข้อมูลน้ำล้างขั้นตอนที่ 3-5 ของสายการผลิต 1

ขั้นตอนที่ 3 น้ำล้างน้ำยาพริ้นซิพัล 65

		มิเตอร์น้ำจากไลน์		
วันที่	ครั้งที่	ก่อน	หลัง	ลบ.ม.
23/8/2011	1	31332.9	31337.0	4.1
24/8/2011	2	31476.8	31479.5	2.7
27/8/2011	3	31637.4	31640.1	2.7
			เฉลี่ย	3.17

ขั้นตอนที่ 4 การล้างด้วยน้ำร้อน

		มิเตอร์น้ำจากไลน์		
วันที่	ครั้งที่	ก่อน	หลัง	ลบ.ม.
31/8/2011	1	82.5	83.7	1.2
1/9/1954	2	88.6	90.2	1.6
2/9/2011	3	90.2	91.5	1.3
			เฉลี่ย	1.37

ขั้นตอนที่ 5 การล้างด้วยน้ำทรีต

		มิเตอร์น้ำจากไลน์		
วันที่	ครั้งที่	ก่อน	หลัง	ลบ.ม.
23/8/2011	1	31437.0	31442.5	5.5
24/8/2011	2	31479.5	31480.7	1.2
27/8/2011	3	31640.1	31642.9	2.8
			เฉลี่ย	3.17

ตารางที่ ข8 ข้อมูลน้ำล้างขั้นตอนที่ 3-5 ของสายการผลิต 2

ขั้นตอนที่ 3 น้ำล้างน้ำยาพริ้นซิพัล 65

		มิเตอร์น้ำจากไลน์		
วันที่	ครั้งที่	ก่อน	หลัง	ลบ.ม.
10/9/2011	1	5881.0	5890.1	9.1
13/9/2011	2	5899.5	5908.3	8.8
15/9/2011	3	5927.2	5936.3	9.1
			เฉลี่ย	9.0

ขั้นตอนที่ 4 การล้างด้วยน้ำร้อน

		มิเตอร์น้ำจากไลน์		
วันที่	ครั้งที่	ก่อน	หลัง	ลบ.ม.
10/9/2011	1	127.2	132.4	5.2
13/9/2011	2	133.0	138.1	5.1
15/9/2011	3	138.5	143.5	5.0
			เฉลี่ย	5.0

ขั้นตอนที่ 5 การล้างด้วยน้ำทรีต

		มิเตอร์น้ำจากไลน์		
วันที่	ครั้งที่	ก่อน	หลัง	ลบ.ม.
10/9/2011	1	5890.3	5899.2	8.9
13/9/2011	2	5908.6	5917.7	9.1
15/9/2011	3	5918.0	5927.0	9.0
			เฉลี่ย	9.0

ตารางที่ ข9 ข้อมูลน้ำล้างขั้นตอนที่ 3-5 ของสายการผลิต 3

ขั้นตอนที่ 3 น้ำล้างน้ำยาพริ้นซิพัล 65

		มิเตอร์น้ำจากไลน์		
วันที่	ครั้งที่	ก่อน	หลัง	ลบ.ม.
27/8/2011	1	180.4	183.4	3
5/9/2011	2	737.8	739.3	1.5
6/9/2011	3	959.9	962.9	3
			เฉลี่ย	2.50

ขั้นตอนที่ 4 การล้างด้วยน้ำร้อน

		มิเตอร์น้ำจากไลน์		
วันที่	ครั้งที่	ก่อน	หลัง	ลบ.ม.
27/8/2011	1	108.0	110.0	2
5/9/2011	2	112.8	114.7	1.9
6/9/2011	3	124.7	126.1	1.4
			เฉลี่ย	1.77

ขั้นตอนที่ 5 การล้างด้วยน้ำทรีต

		มิเตอร์น้ำจากไลน์		
วันที่	ครั้งที่	ก่อน	หลัง	ลบ.ม.
27/8/2011	1	191.3	194.1	2.8
5/9/2011	2	558.6	561.1	2.5
6/9/2011	3	655.9	658.5	2.6
			เฉลี่ย	2.63

ตารางที่ ข10 ข้อมูลน้ำล้างขั้นตอนที่ 3-5 ของสายการผลิต 4

ขั้นตอนที่ 3 น้ำล้างน้ำยาพริ้นซิพัล 65

		มิเตอร์น้ำจากไลน์		
วันที่	ครั้งที่	ก่อน	หลัง	ลบ.ม.
30/8/2011	1	5372.0	5376.3	4.3
3/9/2011	2	5458.6	5462.0	3.4
6/9/2011	3	5641.0	5646.1	5.1
			เฉลี่ย	4.27

ขั้นตอนที่ 4 การล้างด้วยน้ำร้อน

		มิเตอร์น้ำจากไลน์		
วันที่	ครั้งที่	ก่อน	หลัง	ลบ.ม.
30/8/2011	1	73.4	76.6	3.2
3/9/2011	2	98.6	102.0	3.4
6/9/2011	3	122.3	124.7	2.4
			เฉลี่ย	3.0

ขั้นตอนที่ 5 การล้างด้วยน้ำทรีต

		มิเตอร์น้ำจากไลน์		
วันที่	ครั้งที่	ก่อน	หลัง	ลบ.ม.
30/8/2011	1	5362.0	5363.2	1.2
3/9/2011	2	5546.1	5547.7	1.6
6/9/2011	3	5769.4	5770.7	1.3
			เฉลี่ย	1.37

ตารางที่ ข11 ปริมาณเฉลี่ยการใช้น้ำในการล้างสายการผลิตต่อครั้ง

(ลิตรต่อครั้ง)

ขั้นตอนที่ \ สายการผลิต	1	2	3	4
1. น้ำล้างน้ำหวาน	477	680	467	1,027
2. พริ้นซิพัล 65	2,500	2,500	2,500	2,500
3. น้ำล้างพริ้นซิพัล 65	3,170	9,000	2,500	4,270
4. น้ำร้อน	1,370	5,000	1,770	3,000
5. น้ำทรีต	3,170	9,000	2,630	1,370
รวม	10,687	26,180	9,867	12,167

ตารางที่ ข12 ปริมาณน้ำที่นำกลับมาใช้ของสายการผลิต 1-4

สายการผลิต 1	ปริมาตร(ลิตร)	ครั้งต่อเดือน	น้ำทรีท(ลิตรต่อเดือน)
C	477	6.33	3,019.41
O	477	2.33	1,111.41
S	10,687	1.66	17,740.42
G	10,687	0.66	7,053.42
P	477	2.66	1,268.82
รวม		13.64	30,193.48

สายการผลิต 2	ปริมาตร(ลิตร)	ครั้ง/เดือน	น้ำทรีท(ลิตรต่อเดือน)
C	680	5.33	3,624.40
O	680	3.33	2,264.40
S	26,180	3.33	87,179.40
G	26,180	2.66	69,638.80
P	680	2.33	1,584.40
รวม		16.98	164,291.40

สายการผลิต 3	ปริมาตร(ลิตร)	ครั้งต่อเดือน	น้ำทรีท(ลิตรต่อเดือน)
C	467	9.33	4,357.11
O	467	4.33	2,022.11
S	9,867	6.33	62,458.11
G	9,867	3.66	36,113.22
P	467	4.00	1,868.00
รวม		27.65	106,818.55

สายการผลิต 4	ปริมาตร(ลิตร)	ครั้งต่อเดือน	น้ำทรีท(ลิตรต่อเดือน)
C	1,027	8.33	8,554.91
O	1,027	2.00	2,054.00
S	12,167	2.33	28,349.11
G	12,167	1.33	16,182.11
P	1,027	2.66	2,731.82
รวม		16.65	57,871.95

สายการผลิต	ลิตรต่อเดือน
1	30,193.48
2	164,291.40
3	106,818.55
4	57,871.95
รวม	359,175.38

การทดลอง ครั้งที่ 1 ฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ด้วยความร้อนของน้ำอัดลม C

วิธีการ

1 น้ำอัดลม 1 ลิตร

2 ไล่ Gas ออก

3 วัด Brix ได้ 10.56

4 วางทิ้งไว้ 24 ชม.

5 แบ่งน้ำอัดลมใส่ขวด 14 ตัวอย่าง

6 เตรียม Water bath

ทำการทดลอง

- ใส่ตัวอย่างทั้ง 14 ตัวอย่างใน Water bath
- ปรับอุณหภูมิ ตามการทดลอง
- ชุดละ 2 ตัวอย่าง

Date of test	Date of Report	Temp. (C)	Time (นาที)	Micro Spec. < 10/20ml.
13/3/55	20/3/55	36	0	TNTC,TNTC
		55	12.29	50,45
		60	16.25	20,25
		65	19.35	4,0
		70	22.43	0,0
		75	26.21	0,0
		80	34.34	0,0

สรุปผลการทดลอง

- ผลเชื้อตั้งต้นจะมีค่ามากจนไม่สามารถนับได้ เพิ่มอุณหภูมิตามเวลาที่เพิ่มขึ้น พบว่าผลเชื้อผ่าน Spec. ที่อุณหภูมิที่ 65 C ที่เวลา 19.35 นาที

การทดลอง ครั้งที่ 2 ฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ด้วยความร้อนของน้ำอัดลม S

วิธีการ 5/4/55

1 น้ำอัดลม 1 ลิตร

2 ไล่ Gas ออก

3 วัด Brix ได้ 14.50

4 วางทิ้งไว้ 24 ชม.

5 แบ่งน้ำอัดลมใส่ขวด 14 ตัวอย่าง

6 เตรียม Water bath

ทำการทดลอง

- ใส่ตัวอย่างทั้ง 14 ตัวอย่างใน Water bath
- ปรับอุณหภูมิ ตามการทดลอง
- ชุดละ 2 ตัวอย่าง

Date of test	Date of Report	Temp. (C)	Time (นาที)	Micro Spec. < 10/20ml.
9/4/55	12/4/55	36	0	TNTC,TNTC
		55	15.40	TNTC,TNTC
		60	18.20	16,7
		65	22.22	2,1
		70	25.34	1,0
		75	28.42	0,0
		80	32.53	0,0

สรุปผลการทดลอง

- ผลเชื้อตั้งต้นจะมีค่ามากจนไม่สามารถนับได้ เพิ่มอุณหภูมิตามเวลาที่เพิ่มขึ้น พบว่าผลเชื้อผ่าน Spec. ที่อุณหภูมิที่ 65 C ที่เวลา 22.22 นาที

ภาคผนวก ค

รายละเอียดข้อมูลการเก็บน้ำในหน่วยเครื่องล้างขวด

ตารางที่ ค1 สรุปการเก็บข้อมูล การใช้ Steam ของ Warmer 1

	เดินเครื่องปกติ	เดินเครื่อง(ทดลอง)
ครั้งที่	ลิตรต่อชั่วโมง	ลิตรต่อชั่วโมง
1	142	63
2	135	58
3	141	60
4	150	65
ค่าเฉลี่ย	142	62

ตารางที่ ค2 สรุปการเก็บข้อมูล การใช้ Steam ของ Warmer 2

	เดินเครื่องปกติ	เดินเครื่อง(ทดลอง)
ครั้งที่	ลิตรต่อชั่วโมง	ลิตรต่อชั่วโมง
1	350	225
2	382	250
3	383	255
4	434	273
ค่าเฉลี่ย	387	251

ตารางที่ ค3 จำนวนชั่วโมงการทำงานต่อเดือนของสายการผลิต

สายการผลิต	1	2	3	4
ม.ค.-54	401	502	119	118
ก.พ.-54	461	538	91	108
มี.ค.-54	461	668	120	136
เม.ย.-54	416	515	88	107
พ.ค.-54	240	527	168	118
มิ.ย.-54	180	455	117	96
ก.ค.-54	297	572	132	105
ส.ค.-54	253	570	157	119
ก.ย.-54	347	520	85	103
เฉลี่ย	**340**	**541**	**120**	**112**

ตารางที่ ค4 ข้อมูลการประหยัดน้ำของสายการผลิต

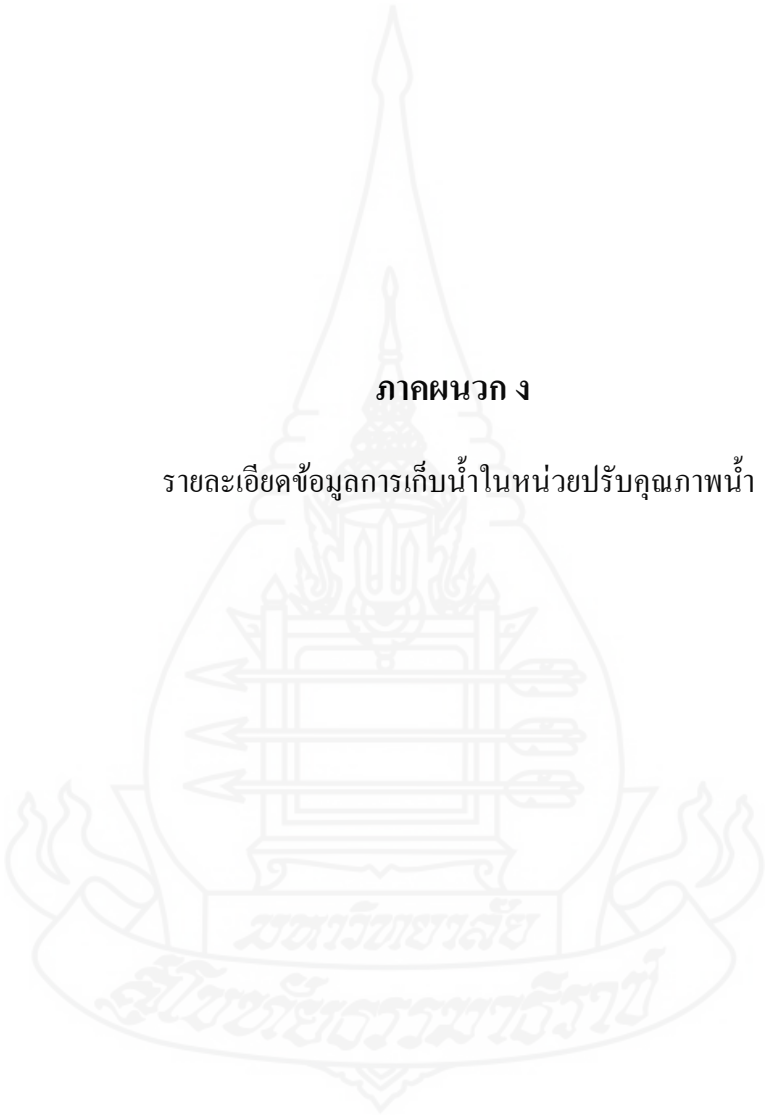
ประหยัดน้ำ	สายการผลิต3	สายการผลิต 4
	ลบ.ม./เดือน	ลบ.ม./เดือน
ม.ค.-54	952	942
ก.พ.-54	725	861
มี.ค.-54	961	1,085
เม.ย.-54	704	860
พ.ค.-54	1,346	948
มิ.ย.-54	938	768
ก.ค.-54	1,059	840
ส.ค.-54	1,254	948
ก.ย.-54	681	822
เฉลี่ย	**958**	**897**

ตารางที่ ค5 ค่าไฟฟ้าปั๊มส่งน้ำเพื่อระบายความร้อนของสายการผลิต

ค่าไฟฟ้าส่งน้ำ	สายการผลิต3	สายการผลิต4
	บาท/เดือน	บาท/เดือน
ม.ค.-54	916	907
ก.พ.-54	697	828
มี.ค.-54	925	1,044
เม.ย.-54	677	827
พ.ค.-54	1,296	912
มิ.ย.-54	903	739
ก.ค.-54	1,019	809
ส.ค.-54	1,207	913
ก.ย.-54	655	791
เฉลี่ย	**922**	**863**

ภาคผนวก ง

รายละเอียดข้อมูลการเก็บน้ำในหน่วยปรับคุณภาพน้ำ



ตารางที่ ง1 ข้อมูลการล้างถังกรอง (Backwash)

เดือน พฤษภาคม 2554 ลบ.ม.

วันที่	ชุด Hydrotec		ชุด Dynamic		บ่อนอก
	ถังกรองทราย	ถังกรองคาร์บอน	ถังกรองทราย	ถังกรองคาร์บอน	ถังกรองทราย
1	_	_	_	_	_
2	_	_	_	_	_
3	_	_	_	_	_
4	29	_	4.8	4.8	2.7
5	_	_	_	_	_
6	_	_	4.0	4.8	_
7	_	_	4.8	4.8	_
8	_	37	_	_	2.3
11	24	_	_	_	2.3
12	_	_	_	_	_
13	_	_	4.8	4.8	_
14	_	_	_	_	_
15	_	39	_	_	2.3
16	_	_	4.8	4.8	_
17	_	_	_	_	_
18	29	_	4.8	4.8	2.7
19	_	_	4.0	4.8	_
20	_	_	4.8	4.8	_
21	_	_	4.0	5.6	_
22	_	55	_	_	2.3
25	29	_	_	_	2.7
26	_	_	4.8	4.8	_
27	_	_	_	_	_
28	_	_	4.0	4.8	_
29	_	38	_	_	3.2
30	_	_	4.8	4.8	_
31	_	_	_	_	_
	111	**169**	**54.4**	**58.4**	**20.5**

เดือน มิถุนายน 2554 ลบ.ม.

วันที่	ชุด Hydrotec		ชุด Dynamic		บ่อนอก
	ถังกรองทราย	ถังกรองคาร์บอน	ถังกรองทราย	ถังกรองคาร์บอน	ถังกรองทราย
1	_	_	_	_	_
2	15	_	4.8	4.8	2.7
3	_	_	_	_	_
4	_	_	_	_	_
5	_	29	_	_	2.3
6	_	_	_	_	_
7	_	_	4.0	6.4	_
8	19	_	4.8	4.8	2.7
9	_	_	_	_	_
10	_	_	_	_	_
11	_	_	_	_	_
12	_	37	_	_	2.3
13	_	_	4.8	4.8	_
14	_	_	4.8	4.8	_
15	16	_	_	_	2.7
16	_	_	_	_	_
17	_	_	_	_	_
18	_	_	_	_	_
19	_	35	_	_	2.3
20	_	_	4.8	4.8	_
21	_	_	_	_	_
22	17	_	4.8	4.8	2.7
23	_	_	4.8	4.8	_
24	_	_	_	_	_
25	_	_	4.8	4.8	_
26	_	37	_	_	2.7
27	_	_	4.8	4.8	_
28	_	_	_	_	_
29	19	_	_	_	2.3
30	_	_	_	_	_
	86	**138**	**47.2**	**49.6**	**22.7**

เดือน กรกฎาคม 2554 ลบ.ม.

วันที่	ชุด Hydrotec		ชุด Dynamic		บ่อนอก
	ถังกรองทราย	ถังกรองคาร์บอน	ถังกรองทราย	ถังกรองคาร์บอน	ถังกรองทราย
1	_	_	_	_	_
2	_	_	4.8	5.6	_
3	_	36	_	_	2.7
4	_	_	_	_	
5	_	_	_	_	_
6	19	_	4.0	4.8	2.3
7	_	_	4.8	4.8	_
8	_	_	4.0	4.8	_
9	_	_	4.0	4.8	_
10	_	_	_	_	2.7
13	_	_	4.0	4.8	2.7
14	_	34	_	_	_
15	_	_	_	_	_
16	_	_	_	_	_
17	_	30	_	_	2.3
18	_	_	4.8	4.8	_
19	_	_	4.0	4.8	_
20	18	_	_	_	2.3
21	_	_	_	_	_
22	_	_	4.8	4.8	_
23	_	_	_	_	_
24	_	44	_	_	2.7
25	_	_	4.0	4.8	_
26	_	_	4.8	4.8	_
27	20	_	4.0	4.8	2.7
28	_	_	4.0	4.8	_
29	_	_	_	_	_
30	_	_	_	_	_
31	_	40	_	_	3.2
	57	**184**	**56**	**63.2**	**23.6**

ตารางที่ ง2 ปริมาณน้ำล้างถังกรอง (ลบ.ม./เดือน)

เดือน	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	เฉลี่ย
ไฮโดรเทค	280.0	224.0	241.0	248.3
ไดนามิก	112.8	96.8	119.2	109.6
บ่อนอก	20.4	22.7	23.6	22.3
รวม	413.2	343.5	383.8	380.2

ตารางที่ ง3 จำนวนครั้งล้างถังกรองต่อเดือน

		พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	เฉลี่ย
ไฮโดรเทค	กรองทราย	4	5	3	4.00
	กรองคาร์บอน	4	4	5	4.33
ไดนามิก	กรองทราย	12	10	13	11.67
	กรองคาร์บอน	12	10	13	11.67
บ่อนอก	กรองทราย	8	9	9	8.67

ภาคผนวก จ

รายละเอียดข้อมูลการเก็บน้ำในหน่วยบำบัดน้ำเสีย

การคำนวณพลังงานที่ประหยัดได้ใน ระบบบำบัดน้ำเสีย (Oxidation pond)

น้ำตาล 1 กก. = 5.6 กก.BOD

ปริมาณ BOD load ก่อนทำ CT = 20,655.86 กก./เดือน

ค่าพลังงานเมื่อมีน้ำเสียเข้าระบบเต็มที่ = 186,770.93 บาท/เดือน (เติมออกซิเจน)

ค่าพลังงานเมื่อไม่มีน้ำเสียเข้าระบบ = 42,432.00 บาท/เดือน (No load)

ค่าพลังงานที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสีย = 144,338.93 บาท/เดือน

= 144,338.93/20,655.86 = 6.99 บาท/กก.BOD

= 6.99 x 5.6 = 39.13 บาท/กก.น้ำตาล

หลังทำ CT ประหยัดน้ำตาลได้ = 2,542.54 กก/เดือน

ค่าพลังงานที่ประหยัดได้ = 2,542.54 x 39.13 = 99,489.59 บาท/เดือน

หลังทำ CT ประหยัดน้ำได้ = 576.54 ลบ.ม./เดือน

ค่าพลังงานที่ประหยัดจากการสูบน้ำ = 576.54 x 1.87 = 1,078.13 บาท/เดือน

รวมประหยัดเงินได้ = 99,489.59 + 1,078.13

= 100,567.72 บาท/เดือน

<u>สรุป</u>

พลังงานที่ใช้ = No load + เติมออกซิเจน + ปั๊มส่งน้ำ

พลังงานที่ใช้ก่อนทำ CT = 42,432.00 + 144,338.93 + 26,277.47 = 213,048.40

พลังงานที่ใช้หลังทำ CT = 42,432.00 + 44,849.34 + 25,199.34 = 112,480.68

พลังงานที่ประหยัดได้ = 100,567.72 บาท/เดือน

ภาคผนวก ฉ

รายละเอียดข้อมูลเกี่ยวกับสถิติทดสอบสมมติฐาน

ตารางที่ ฉ1 ตาราง t- test

TABLE B.2 THE *t* DISTRIBUTION

Table entries are values of *t* corresponding to proportions in one tail or in two tails combined.

	PROPORTION IN ONE TAIL					
	0.25	0.10	0.05	0.025	0.01	0.005
	PROPORTION IN TWO TAILS COMBINED					
df	0.50	0.20	0.10	0.05	0.02	0.01
1	1.000	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657
2	0.816	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925
3	0.765	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841
4	0.741	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604
5	0.727	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032
6	0.718	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707
7	0.711	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499
8	0.706	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355
9	0.703	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250
10	0.700	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169
11	0.697	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106
12	0.695	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055
13	0.694	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012
14	0.692	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977
15	0.691	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947
16	0.690	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921
17	0.689	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898
18	0.688	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878
19	0.688	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861
20	0.687	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845
21	0.686	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831
22	0.686	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819
23	0.685	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807
24	0.685	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797
25	0.684	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787
26	0.684	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779
27	0.684	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771
28	0.683	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763
29	0.683	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756
30	0.683	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750
40	0.681	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704
60	0.679	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660
120	0.677	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617
∞	0.674	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576

ble III of R. A. Fisher and F. Yates, *Statistical Tables for Biological, Agricultural and Medical Research*, 6th ed. London: Longman Group Ltd., 74 (previously published by Oliver and Boyd Ltd., Edinburgh). Adapted and reprinted with permission of the Addison Wesley Longman blishing Co.

สถิติทดสอบสมมุติฐาน

สมมติฐานทางสถิติ (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช 2543: 101)

$H_O : \mu = \mu o$

$H_1 : \mu < \mu o$

เป็นการทดสอบทางเดียวแบบน้อยกว่าขอบเขตการปฏิเสธ คือ $t \leq t_\alpha$ นั่นคือจะปฏิเสธ H_O เมื่อ t ที่คำนวณได้มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ t_α จากตาราง B.2 (THE t DISTRIBUTION) ที่ระดับนัยสำคัญ α และระดับความเป็นอิสระ n- 1

1. หาความแตกต่างระหว่างปริมาณน้ำใช้ ก่อนและหลังการใช้เทคโนโลยีสะอาดในกระบวนการผลิตน้ำอัดลม โดยใช้การทดสอบที (t - test) ล้วนสายยศ (2537:301)
2. หาความแตกต่างระหว่างปริมาณการใช้น้ำตาล ก่อนและหลังการใช้เทคโนโลยีสะอาดในกระบวนการผลิตน้ำอัดลม โดยใช้การทดสอบที (t - test) ล้วนสายยศ (2537:301)

สูตร

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n\sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}} \qquad \text{เมื่อ } df = n-1$$

กำหนดให้ D = ความแตกต่างของปริมาณน้ำ หรือน้ำตาลที่ใช้ ก่อนและหลังการใช้เทคโนโลยีสะอาด

n = จำนวนหน่วยที่ทำการทดลอง

1. หาความแตกต่างระหว่างปริมาณการใช้น้ำตาลก่อนและหลังการใช้เทคโนโลยีสะอาดในกระบวนการผลิตน้ำอัดลมใน 2 หน่วยได้แก่ 1. หน่วยห้องผสม 2. หน่วยไลน์การผลิต โดยใช้การทดสอบที (t - test) ล้วนสายยศ (2537:301)

สูตร

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n\sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}} \qquad \text{เมื่อ } df = n-1$$

กำหนดให้ D = ความแตกต่างของปริมาณการใช้น้ำตาลที่ใช้ ก่อนและหลังการใช้เทคโนโลยีสะอาดทั้ง 2 หน่วย

n = 2 หน่วย ได้แก่ หน่วยห้องผสม หน่วยไลน์การผลิต

จะได้ค่า t ดังนี้

$$t = \frac{596.52 + 1,946.02}{\sqrt{\frac{2[(596.52)^2 + (1,946.02)^2] - (2,542.54)^2}{(2-1)}}}$$

$$t = \frac{2,542.54}{\sqrt{1,821,150.25}}$$

$$t = 1.884$$

จากตาราง $t_{(0.05,1)} = 6.314$ ดังนั้นค่า t ที่คำนวณได้เท่ากับ 1.884 มีค่าน้อยกว่า $t\,\alpha$ จึงปฏิเสธสมมติฐานว่าง H_0 และยอมรับ $H_1 : \mu < \mu_0$ นั่นคือ**การใช้เทคโนโลยีสะอาดสามารถลดการใช้น้ำตาลในกระบวนการผลิต**

2. หาความแตกต่างระหว่างปริมาณน้ำใช้ ก่อนและหลังการใช้เทคโนโลยีสะอาดในกระบวนการผลิตน้ำอัดลมใน 3 หน่วยได้แก่ 1. หน่วยผสมและสายการผลิต 2. หน่วยล้างขวด 3. หน่วยปรับคุณภาพน้ำโดยใช้การทดสอบที (t-test) ล้วนสาย ยศ (2537:301)

สูตร

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n\sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}} \qquad \text{เมื่อ } df = n-1$$

กำหนดให้ D = ความแตกต่างของปริมาณน้ำ หรือน้ำตาลที่ใช้ ก่อนและหลังการใช้เทคโนโลยีสะอาดทั้ง 3 หน่วย

n = 3 หน่วย ได้แก่ หน่วยผสมและสายการผลิต หน่วยการล้างขวด และหน่วยปรับคุณภาพน้ำ

จะได้ค่า t ดังนี้

$$t = \frac{(576.54) + (1,855.00) + (357.90)}{\sqrt{\frac{3[(576.54)^2 + (1,855.00)^2 + (357.90)^2] - (2,789.44)^2}{(3-1)}}}$$

$$t = \frac{2,789.44}{\sqrt{1,961,785.92}}$$

$$t = 1.992$$

จากตาราง $t_{(0.05,2)} = 2.920$ ดังนั้นค่า t ที่คำนวณได้เท่ากับ 1.992 มีค่าน้อยกว่า $t\ \alpha$ จึงปฏิเสธสมมติฐานว่าง H_0 และยอมรับ $H_1 : \mu < \mu_0$ นั่นคือ**การใช้เทคโนโลยีสะอาดสามารถลดการใช้น้ำในกระบวนการผลิต**

ภาคผนวก ช

แสดงวิธีการสอบเทียบมิเตอร์น้ำ

วิธีการสอบเทียบ Meter น้ำ

1. ชั่งภาชนะที่เตรียมสำหรับใส่น้ำและจดน้ำหนักภาชนะไว้
2. เปิดน้ำผ่านมิเตอร์ใส่ภาชนะที่เตรียมไว้แล้วและนำไปชั่งน้ำหนักบันทึกไว้หลังจากนั้นดูที่มิเตอร์ว่าใส่น้ำไปกี่ลิตร บันทึกค่าไว้
3. นำน้ำที่ใส่ไว้ในภาชนะ ไปชั่งแล้วหักน้ำหนักภาชนะออก จะได้ค่าน้ำหนักของน้ำ
4. ถ้าพบว่าน้ำที่ชั่งได้เท่ากับจำนวนลิตรที่จดไว้จากมิเตอร์ ถือว่ามิเตอร์นั้นมีค่าปกติและได้มาตรฐาน
5. ถ้าพบว่าการชั่งน้ำหนักน้ำที่หักภาชนะแล้วมีค่ามากกว่าหรือน้อยกว่าจำนวนลิตรที่จดได้จากมิเตอร์ ถือว่ามิเตอร์น้ำเสียต้องเปลี่ยนเครื่องใหม่

ภาพที่ ช1 มิเตอร์วัดน้ำ

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กระทรวงอุตสาหกรรม (2542) “เทคโนโลยีสะอาด” *วารสารอุตสาหกรรมสาร*(กันยายน):54

เจตจินต์ สุทินประภา (2553) “การลดต้นทุนการผลิตของโรงงานผลิตน้ำอัดลม โดยใช้เทคโนโลยีสะอาด” วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

จันทนา อินทปัญญา(2543) “สถิติเชิงอนุมาน” ใน *เอกสารการสอนชุดวิชาสถิติและระเบียบวิธีวิจัยในงานสาธารณสุข* หน่วยที่ 12 หน้า 45-124 นนทบุรี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ

พัชรี ธรรมเดชศักดิ์ (2545) “ประเมินการนำเทคโนโลยีสะอาดมาใช้ในอุตสาหกรรมนม” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ประเสริฐ ตปนียางกูร(2543) “ การป้องกันมลพิษและผลิตที่สะอาดเพื่อลดของเสียและลดการใช้น้ำในโรงงานอุตสาหกรรม” ใน *เอกสารการสอนชุดวิชาการจัดการคุณภาพน้ำในโรงงานอุตสาหกรรม* หน่วยที่ 13 หน้า 121-172 นนทบุรี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ

สถาบันสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม (2542) *เทคโนโลยีสะอาด* กรุงเทพมหานคร สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย

อธิตา อัจฉริยานุกูล (2553) “การศึกษาความเป็นไปได้ ในการใช้เทคโนโลยีสะอาด ในโรงงานผลิตน้ำบริโภคบรรจุขวด” วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

Alzamora SM, Tapia MS and López-Malo A (2000) *Minimally processed fruits and vegetables: fundamental aspects and applications* Springer, Page 266. ISBN 9780834216723.

Brody, A. L.(1989) “Modified atmosphere/vacuum packaging of meat.” In Controlled/Modified atmosphere/Vacuum packaging of foods. Ed. A. L.Brody. Food and Nutrition Press, Inc., Trumbull, CT, U.S.A. pp. 17-38.

CII National Award for Excellence in Water Management, Hyderabad December 16, 2008

‘‘Carbonated Beverages’’ inECT 1st ed.,Vol. 3, pp. 112–124,by W. T. Miller and J. F. Hale, Nehi Corp.; inECT 2nd ed., Vol. 4, pp. 335–352, by M. B. Jones, Royal Crown Cola Co.; inECT 3rd. ed.,Vol. 4, pp.710–725,by M. B. Jones,Royal Crown Cola Corp.

inECT 4th ed., Vol. 5, pp. 19–34, by R. S. Morrow and C. M. Quinn, Coca-Cola USA; ‘‘Carbonated Beverages’’ inECT (online), posting date: December 4, 2000, by R. S. Morrow and C. M. Quinn, Coca-Cola USA.

Hintlain, C. B. and J. H. Hotchkiss. 1986. The safety of modified atmosphere packaging: A review. Food Technol. 40(12): 70-76.

Mullan. W.M.A.(2002) Science and technology of modified atmosphere packaging (On-line) Available from:Packaging Technology and Science: Volume 23, Issue 1, pages 19–25, January/February 2010

The Greening of Coca-Cola Our Sustainability Journey, Georgia Chamber of Commerce Environmental Conference August 2008.

http://www.dairyscience.info/packaging-/117-modified-atmosphere-packaging.html. Accessed: 16 October 2011. Modified January 2011.

http://www.fao.org/docrep/V5030E/V5030E0d.htm

http://www.foodnetworksolution.com/vocab/wordcap/food%20preservation

http://www.orangeth.com/GasArticles/Modified-Atmosphere-Packaging.html

http://www.pepsico.com/anual09/

http://www.pepsico.com/Water Report.

http://www.tei.or.th/songkhlalake/database/knowledge/knowledge_ct5.html

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นายเถกิง กาญจนะ
วัน เดือน ปีเกิด	11 กุมภาพันธ์ 2498
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดสุราษฎร์ธานี
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2519 วิศวกรรมศาสตร์ (วศ.บ.) (เครื่องกล)
	พ.ศ. 2538 พัฒนบริหารศาสตร์มหาบัณฑิต (พ.ม.)
สถานที่ทำงาน	บริษัทหาดทิพย์ จำกัด (มหาชน)
ตำแหน่ง	ผู้อำนวยการโรงงาน