

การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาราช ครั้งที่ 2

The 2nd STOU Graduate Research Conference

การนำเทคโนโลยีสะอาดมาใช้ในโรงงานผลิตน้ำอัดลม

Application of Cleaner Technology in a Carbonated Soft Drink Plant

เถกิง กาญจนะ(Thakerng Kanchana)* จักรกฤษณ์ ศิวะเดชาเทพ (Jakkris Sivadechathep)**

ศรีศักดิ์ สุนทรไชย (Saridak Soonthornchai)***

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา (1) จุดที่มีการสูญเสีย น้ำตาลและน้ำ ในกระบวนการผลิตน้ำอัดลม (2) การนำเทคโนโลยีสะอาดมาใช้เพื่อเพิ่มอัตราการใช้น้ำตาลที่เสียไปในการผลิต (3) การนำเทคโนโลยีสะอาด มาใช้เพื่อลดการใช้น้ำในการผลิต และ 4) ระยะเวลาการคืนทุนหลังการนำเทคโนโลยีสะอาดมาใช้ในโรงงานผลิตน้ำอัดลม แห่งหนึ่งในภาคใต้ของประเทศไทย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง โดยการวัดปริมาณการใช้น้ำตาลและการใช้น้ำ จากหน่วยงานปรับคุณภาพน้ำ หน่วยเตรียมน้ำเชื่อม หน่วยผสมหัวเชื้อ หน่วยเครื่องผสมและบรรจุในสายการผลิต และหน่วยเครื่องล้างขวด เก็บข้อมูลโดยการอ่านค่าปริมาณการใช้น้ำตาลและน้ำแต่ละจุดจากมิเตอร์ ใช้เวลาในการเก็บข้อมูล 9 เดือน นำข้อมูลมาเปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลังการนำเทคโนโลยีสะอาดมาใช้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และการทดสอบค่าที

ผลการวิจัยพบว่า (1) จุดที่มีการสูญเสีย น้ำตาล และน้ำ ได้แก่ หน่วยผสมหัวเชื้อ หน่วยเครื่องผสมและเครื่องบรรจุในสายการผลิต หน่วยเครื่องล้างขวดและหน่วยปรับคุณภาพน้ำ (2) การนำเทคโนโลยีสะอาดมาใช้สามารถเพิ่มอัตราการใช้น้ำตาล ร้อยละ 0.18 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (3) การนำเทคโนโลยีสะอาดมาใช้สามารถลดการใช้น้ำลง 0.24 ลิตรน้ำ/ลิตรผลิตภัณฑ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ (4) ระยะเวลาการคืนทุนในการใช้เทคโนโลยีสะอาดในการเพิ่มอัตราการใช้น้ำตาลภายใน 16.51 เดือน การประหยัดน้ำจากเครื่องล้างขวดภายใน 7.21 เดือน และจากหน่วยปรับคุณภาพน้ำภายใน 186.7 เดือน

คำสำคัญ เทคโนโลยีสะอาด ปริมาณการใช้น้ำ ปริมาณการใช้น้ำตาล โรงงานผลิตน้ำอัดลม

*นักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาราช thakerng@suโขทัย.ac.th

** รองศาสตราจารย์ ภาควิชาการจัดการสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาราช

*** รองศาสตราจารย์ ภาควิชาการจัดการสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาราช

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 186.7 months.

Keywords: Cleaner technology, Water consumption, Sugar consumption, Soft drink plant

บทนำ

การเปิดการค้าเสรี (ASEAN Free Trade Area ;AFTA) ทำให้เกิดการแข่งขันทางการค้าภายในประเทศสูงขึ้น โดยเฉพาะการแข่งขันในด้านราคาทำให้กำไรน้อยลง ต้องขายสินค้าเป็นปริมาณมากจึงจะได้กำไรเท่าเดิม และการผลิตเป็นจำนวนมาก (Mass productions) ทำให้ต้นทุนต่ำลง แต่ถ้าอัตราการสูญเสียเท่าเดิมปริมาณสูญเสียจะมากขึ้นตามจำนวนการผลิตที่มากขึ้น ซึ่งกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากตามไปด้วย ในสถานะที่มีการแข่งขันทางการค้าสูง จำเป็นต้องหาแนวทางการลดต้นทุนที่ไม่กระทบต่อสิ่งแวดล้อมด้วย จึงนำหลักการของเทคโนโลยีสะอาดมาใช้ โดยการลดการสูญเสียที่แหล่งผลิต และการนำกลับมาใช้ซ้ำ ซึ่งเป็นการลดการใช้วัตถุดิบ ทำให้ต้นทุนลดลงสามารถแข่งขันในตลาดได้ ลดการปล่อยของเสียจากระบบบำบัดน้ำเสีย และลดการทำลายสิ่งแวดล้อมได้ด้วย

ปัจจุบันสถานะโลกที่ร้อนขึ้น ทำให้เกิดความผันผวนของสภาพอากาศ มีทั้งเกิดความแห้งแล้งและเกิดน้ำท่วมฉับพลันซึ่งไม่สามารถเก็บกักน้ำเหล่านี้มาใช้ได้ โรงงานน้ำอัดลมที่ศึกษามีการใช้น้ำบาดาลจำนวนมากและอยู่ใกล้แหล่งชุมชน ทำให้มีข้อจำกัดในการใช้น้ำโดยทางราชการเข้มงวดในการใช้น้ำบาดาลในเขตชุมชนมากขึ้น ทำให้ต้องเตรียมรับมือต่อผลกระทบที่จะมีต่อการผลิตน้ำอัดลม

ทางโรงงานเห็นความจำเป็นนี้และมีแนวคิดที่จะทำการศึกษาวิจัยในการนำเทคโนโลยีสะอาดมาใช้ เพื่อลดต้นทุนการผลิต ลดการใช้น้ำและรักษาสังแวดล้อม

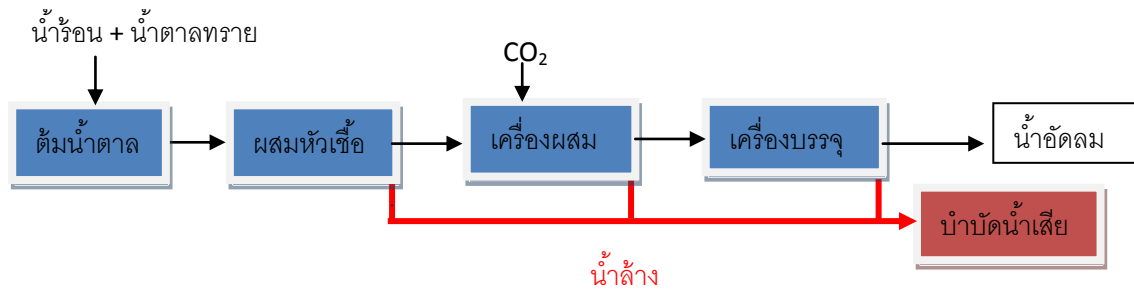
วัตถุประสงค์การวิจัยเพื่อศึกษา

1. สืบค้นจุดที่มีการสูญเสียน้ำตาลและน้ำในกระบวนการผลิตน้ำอัดลม
2. แนวทางการนำเทคโนโลยีสะอาด มาเพิ่มอัตราการใช้น้ำตาลที่เสียไปในการผลิต
3. แนวทางการนำเทคโนโลยีสะอาด มาใช้ลดการใช้น้ำในการผลิต
4. ระยะเวลาการคืนทุนจากการนำเทคโนโลยีสะอาดมาใช้

วิธีดำเนินการวิจัย

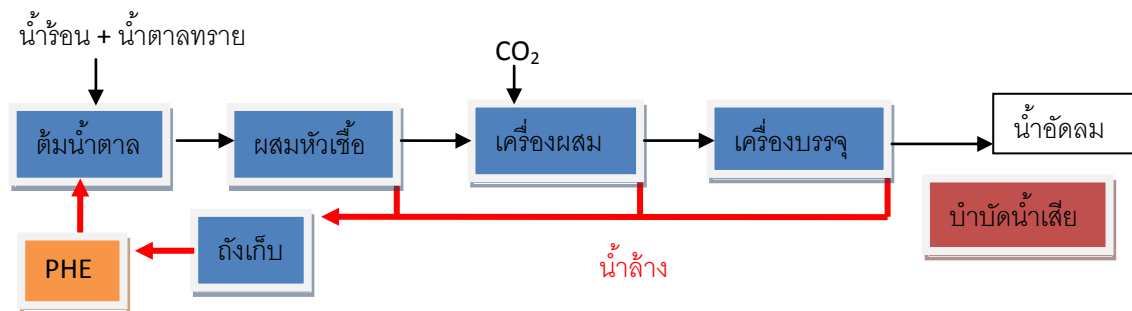
รูปแบบการวิจัยแบบกึ่งทดลอง (Quasi Experiment) ประชากรที่ศึกษาเป็นโรงงานผลิตน้ำอัดลมที่เลือกแบบเจาะจงโดยการทำสมมูลมวลของน้ำตาลและน้ำ เพื่อหาจุดที่มีการสูญเสียน้ำตาลและน้ำในกระบวนการผลิต(ดังภาพที่ 1-4) หาจุดที่สามารถนำน้ำหวานและน้ำกลับมาใช้ใหม่หรือลดการใช้น้ำ ผู้วิจัยได้ดำเนินการติดตั้งมิเตอร์วัดปริมาณน้ำหวานน้ำใช้และน้ำทั้งจุดบันทึกการนำล้างถึง ค่าความหวานในห้องผสมและสายการผลิตโดยใช้ Density meter และปริมาณการใช้น้ำทั้งก่อนและหลังการนำเทคโนโลยีสะอาดมาใช้ นำมาเปรียบเทียบหาปริมาณที่ประหยัดได้ การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ค่าเฉลี่ย ร้อยละ และสถิติทดสอบที(t-test)ในการทดสอบสมมติฐาน

ในการทำสมมูลมวลน้ำตาลจากกระบวนการผลิต (ดังภาพที่ 1) ได้เริ่มจากขั้นตอนต้มน้ำให้ร้อนแล้วเทน้ำตาลทรายลงในถังต้มน้ำตาลเพื่อทำน้ำเชื่อมเข้มข้น แล้วผสมหัวเชื้อตามชนิดของผลิตภัณฑ์ส่งไปยังเครื่องผสมในสายการผลิตเพื่อปรับค่าความหวานตามมาตรฐานของแต่ละชนิดผลิตภัณฑ์ จากนั้นบรรจุลงขวดที่เครื่องบรรจุ หลังเลิกบรรจุทำการล้างด้วยการล้างภายในระบบ Cleaning In Place(CIP) โดยไม่ต้องถอดอุปกรณ์ใดๆและปล่อยน้ำล้างสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย



ภาพที่ 1 สมดุลมวลน้ำตาล (ก่อนปรับปรุง)

หลังจากนั้นได้ทำการปรับปรุงกระบวนการผลิต (ดังภาพที่ 2) โดยการนำน้ำหวานที่ล้างในเครื่องและถังหลังเลิกผลิต ด้วยวิธีการล้างภายในระบบ CIP ซึ่งมีน้ำตาลปนอยู่ในน้ำล้างกลับมาใช้ใหม่(Reuse) โดยส่งกลับไปถังเก็บและฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ด้วยความร้อน โดยผ่าน (Plate Heat Exchanger)PHE ก่อนส่งไปยังต้อนน้ำตาลเพื่อทำน้ำเชื่อมรอบใหม่แทนการปล่อยลงสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย จะได้น้ำตาลกลับมาใช้และลดปริมาณน้ำเสียลง



ภาพที่ 2 สมดุลมวลน้ำตาล (หลังปรับปรุง)

ในการทำสมดุลมวลน้ำจากกระบวนการผลิต (ดังภาพที่ 3) โดยเริ่มจากการสูบน้ำบาดาลส่งไปที่ชุดปรับคุณภาพน้ำเบื้องต้นเพื่อแยกเกลือออก น้ำผ่านการกรองทรายเพื่อคัดตะกอนเกลือออกแล้วนำไปเก็บในบ่อเก็บน้ำก่อนส่งไปใช้ต่อไป การเตรียมน้ำในการทำน้ำอัดลมทำโดยนำน้ำในบ่อเก็บมายังชุดปรับคุณภาพน้ำให้ได้ตามมาตรฐานน้ำที่ใช้ทำน้ำอัดลม ก่อนนำไปใช้ต้องผ่านการกรองทราย กรองคาร์บอน ส่งไปยังถังต้อนน้ำตาลเพื่อทำน้ำเชื่อมเข้มข้น ทำการผสมหัวเชื้อตามชนิดของน้ำอัดลมแล้วส่งเข้าสายการผลิตที่เครื่องผสม ปรับความหวานให้ได้ตามมาตรฐาน หลังจากนั้นลดอุณหภูมิ น้ำหวานและอัดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ตามมาตรฐานแต่ละชนิดน้ำอัดลม ส่งไปบรรจุ ปิดฝาและส่งออกขายต่อไป

ในการเตรียมภาชนะบรรจุทำโดยนำขวดเก่ามาล้างด้วยน้ำร้อนและน้ำเย็นให้สะอาดก่อนเข้าเครื่องบรรจุ และบางผลิตภัณฑ์ต้องทำการอุ่นน้ำอัดลมให้สูงกว่าอุณหภูมิที่จะเกิดหยดน้ำจับบนภาชนะบรรจุ เพื่อป้องกันภาชนะภายนอก (เกาะคราบน้ำ) สูญเสียจากการเกิดหยดน้ำ

ทั้งหมดนี้จะมีน้ำเสียจากการล้างถังกรองทราย กรองคาร์บอน การล้างถังและเครื่อง ตลอดจนการล้างขวด น้ำเสียเหล่านี้จะเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย

การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 2

The 2nd STOU Graduate Research Conference

ตารางที่ 1 สรุปผลดำเนินการก่อนและหลังการใช้เทคโนโลยีสะอาดในการใช้น้ำตาลในการผลิต

รายการ	ปริมาณก่อนใช้ CT	ปริมาณหลังใช้ CT	ปริมาณที่ลดได้
การใช้น้ำตาล (กก.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)	91,684,521.60	91,583,953.88	100,567.72
รวมค่าใช้จ่าย (บาทต่อเดือน)	119,722,601.60	119,571,181.66	151,418.52

จากการวิจัยการใช้เทคโนโลยีสะอาดในการลดการใช้น้ำที่เครื่องล้างขวด โดยลดการใช้น้ำที่เข้าเครื่องล้างขวด แต่มีผลทำให้อุณหภูมิของขวดสูงขึ้น ได้แลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างเครื่องล้างขวด(Washer) กับเครื่องอุ่นน้ำอัดลม (Warmer)และการนำน้ำล้างถึงกรอง(Backwash) ที่ทิ้งให้ตกตะกอนก่อนนำน้ำไปสกลับมาใช้(Reuse) สามารถลดการใช้น้ำได้ 0.24 ลิตรน้ำต่อลิตรผลิตภัณฑ์(ดังตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 สรุปผลการดำเนินการก่อนและหลังการใช้เทคโนโลยีสะอาดในการใช้น้ำในการผลิต

รายการ	ปริมาณก่อนใช้ CT	ปริมาณหลังใช้ CT	ปริมาณที่ลดได้
อัตราการใช้น้ำ (ลิตรน้ำ / ลิตรน้ำอัดลม)	2.14	1.90	0.24

จากการปรับปรุงในการนำเทคโนโลยีมาใช้ทำให้ประหยัดจากการนำน้ำตาลกลับมาใช้ที่ถึงผสมและที่สายการผลิต(ดังตารางที่ 3) และประหยัดจากการลดน้ำตาลที่เข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย(ดังตารางที่ 4)

ตารางที่ 3 สรุปปริมาณน้ำตาลที่นำกลับมาใช้ได้

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

* (ราคาน้ำตาลทราย 20 บาท/กก.)

การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 2
The 2nd STOU Graduate Research Conference

ตารางที่ 4 สรุปการประหยัดจากการบำบัดน้ำเสีย

	กก น้ำตาล ต่อเดือน	บาทต่อกก 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

$$\begin{aligned}
 \text{รวมเงินที่ประหยัดได้ทั้งหมด} &= \text{เงินที่ประหยัดน้ำตาลได้(ตารางที่ 3)} \\
 &+ \text{เงินที่ประหยัดจากการบำบัดน้ำเสีย(ตารางที่ 4)} \\
 &= 50,850.80 + 100,567.72 \\
 &= 151,418.52 \text{ บาทต่อเดือน}
 \end{aligned}$$

จากการปรับปรุงในการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการทำให้ประหยัดจากการลดการใช้น้ำดังนี้

1. ประหยัดจากการลดน้ำเข้าเครื่องล้างขวด

$$\begin{aligned}
 \text{เงินที่ประหยัดได้ต่อเดือน} &= \text{เงินที่ประหยัดจากการลดน้ำเข้าระบบบำบัดน้ำเสียของสายการผลิต 3} \\
 &+ \text{เงินที่ประหยัดจากการลดน้ำเข้าระบบบำบัดน้ำเสียของสายการผลิต 4} \\
 &+ \text{เงินที่ประหยัดได้จากการลดพลังงานความร้อนในเครื่องอุ่นน้ำอัดลม 1} \\
 &+ \text{เงินที่ประหยัดได้จากการลดพลังงานความร้อนในเครื่องอุ่นน้ำอัดลม 2} \\
 \text{รวมเงินที่ประหยัดได้} &= 3,149.50 + 2,949.25 + 13,728.00 + 21,781.76 \\
 &= 41,608.51 \text{ บาทต่อเดือน}
 \end{aligned}$$

2. ประหยัดจากการนำน้ำล้างถังกรองกลับมาใช้

$$\begin{aligned}
 \text{เงินที่ประหยัดได้ต่อเดือน} &= \text{เงินที่ประหยัดได้จากการลดน้ำเข้าระบบบำบัดน้ำเสียของชุด} \\
 &\quad \text{ปรับคุณภาพน้ำ(Hydrotek)} \\
 &+ \text{เงินที่ประหยัดได้จากการลดน้ำเข้าระบบบำบัดน้ำเสียของชุด} \\
 &\quad \text{ปรับคุณภาพน้ำ(Dynamic)} \\
 &+ \text{เงินที่ประหยัดได้จากการลดน้ำเข้าระบบบำบัดน้ำเสียของชุด} \\
 &\quad \text{ปรับคุณภาพน้ำขั้นต้น(Pre treatment unit) ต่อเดือน} \\
 \text{รวมเงินที่ประหยัดได้} &= 1,055.28 + 465.80 + 94.78 \\
 &= 1,615.86 \text{ บาทต่อเดือน}
 \end{aligned}$$

ระยะเวลาการคืนทุนคิดจากการลงทุนในการปรับปรุงหารด้วยเงินที่ประหยัดได้ต่อเดือน(ดังตารางที่ 5) ดังนี้
ในการประหยัดน้ำตาลคืนทุน 16.51 เดือน การประหยัดน้ำจากเครื่องล้างขวดคืนทุน 7.21 เดือน และจากชุดปรับคุณภาพน้ำคืนทุน 185.66 เดือน

ตารางที่ 5 สรุปผลการคืนทุนหลังการใช้เทคโนโลยีสะอาดในการใช้น้ำตาลและน้ำในการผลิต

รายการประหยัด	เงินลงทุน(บาท)	ประหยัด(บาท/เดือน)	ระยะการคืนทุน (เดือน)
น้ำตาลจากห้องผสมและสายการผลิต	2,500,000	151,418.52	16.51
น้ำจากหน่วยการล้างขวด	300,000	41,608.51	7.21
น้ำจากหน่วยการปรับคุณภาพน้ำ	300,000	1,615.86	185.66

อภิปรายผลการวิจัย

การนำเทคโนโลยีสะอาดมาใช้เพิ่มอัตราการใช้น้ำตาลที่สูญเสียในการผลิตได้ร้อยละ 0.18 การนำเทคโนโลยีสะอาดมาใช้ลดการใช้น้ำได้ 0.24 ลิตรน้ำต่อลิตรผลิตภัณฑ์การคืนทุนจากการนำเทคโนโลยีสะอาดมาใช้ จากการเพิ่มอัตราการใช้น้ำตาลที่ห้องผสมและสายการผลิต คืนทุนภายใน 16.51 เดือน ซึ่งเงินที่ประหยัดได้ส่วนใหญ่ได้จากการประหยัดพลังงานในการบำบัดน้ำเสีย การลดการใช้น้ำที่เครื่องล้างขวด คืนทุนภายใน 7.21 เดือนซึ่งเงินที่ประหยัดได้ส่วนใหญ่ได้จากการประหยัดพลังงานความร้อนในการแลกเปลี่ยนความร้อนกับเครื่องอุ่นน้ำอัดลม และลดการใช้น้ำที่ชุดปรับคุณภาพน้ำ ซึ่งคืนทุนภายใน 185.66 เดือน จึงไม่คุ้มค่าการลงทุนเนื่องจากใช้น้ำบาดาล แต่ในอนาคตจะมีการจำกัดการใช้น้ำบาดาลซึ่งอาจต้องใช้น้ำประปาที่มีต้นทุนสูงกว่า ซึ่งจะทำให้การคืนทุนสั้นลงและสามารถนำวิธีการปรับปรุงที่ชุดปรับคุณภาพน้ำนี้มาพิจารณาลงทุนได้

ข้อเสนอแนะ

ผลการวิจัยครั้งนี้มีข้อเสนอแนะการนำผลการวิจัยไปใช้ควรกำหนดตัวแปรต่างๆเป็น KPI(Key Performance Index) ในการติดตามผลการประหยัดการใช้น้ำตาลและการใช้น้ำเป็นระยะมาเชื่อมโยงกับทรัพย์สินในน้ำหวานในถังเก็บโดยใช้ความร้อนที่ 70 องศาเซลเซียส ภายใน 25 นาทีไปพร้อมกับการเตรียมน้ำเชื่อมโดยใช้ความร้อนนี้ช่วยละลายน้ำตาลไปพร้อมกัน และการล้างถึงกรองจะคุ้มค่าการลงทุนต่อเมื่อต้นทุนค่าน้ำสูงเกิน 20 บาท/ลูกบาศก์เมตร สามารถนำโครงการนี้มาใช้ได้ทันที

เอกสารอ้างอิง

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

เจตจินต์ สุทินประภา (2553) “การลดต้นทุนการผลิตของโรงงานผลิตน้ำอัดลม โดยใช้เทคโนโลยีสะอาด”

วิทยานิพนธ์ปริญญาโท คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

จันทนา อินทปัญญา(2543) “สถิติเชิงอนุมาน” ในเอกสารการสอนชุดวิชาสถิติและระเบียบวิธีวิจัยในงานสาธารณสุข

หน่วยที่ 12 หน้า 45-124 นนทบุรี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ

พัชรธรรมเดชศักดิ์ (2545) “ประเมินการนำเทคโนโลยีสะอาดมาใช้ในอุตสาหกรรมนม” วิทยานิพนธ์ปริญญาโท

คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 2

The 2nd STOU Graduate Research Conference

ประเสริฐ ตปนียางกูร(2543) “ การป้องกันมลพิษและผลิตที่สะอาดเพื่อลดของเสียและลดการใช้น้ำในโรงงาน
อุตสาหกรรม” ในเอกสารการสอนชุดวิชาการจัดการคุณภาพน้ำในโรงงานอุตสาหกรรมหน่วยที่ 13 หน้า

121-172 นนทบุรี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ

สถาบันสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม (2542) เทคโนโลยีสะอาด กรุงเทพมหานคร สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย

อริตา อัจฉริยานุกุล (2553) “การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้เทคโนโลยีสะอาดในโรงงานผลิตน้ำบริโภคบรรจุขวด”

วิทยานิพนธ์ปริญญาโท คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

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

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

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

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