

Scam

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาดในโรงงานผลิตแป้งขนมจีน

นางสาววรรษยา พุทธิรัตน์

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาดำเนินการตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

แขนงวิชาวิทยาศาสตร สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

พ.ศ. 2551

Implementation of Clean Technology for Thai Vermicelli Factory

Miss Wanya Phuttirat

**An Independent Study Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for
the Degree of Master of Public Health in Industrial Environment Management**

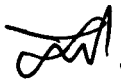
School of Health Science

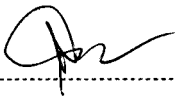
Sukhothai Thammathirat Open University

2008

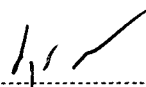
หัวข้อการศึกษาค้นคว้าอิสระ การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาดในโรงงานผลิตแป้งขนมจีน
ชื่อและนามสกุล นางสาวรรรยา พุทธิรัตน์
แขนงวิชา สาธารณสุขศาสตร์
สาขาวิชา วิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ปิติ พูนไชยศรี

คณะกรรมการสอบการศึกษาค้นคว้าอิสระได้ให้ความเห็นชอบการศึกษาค้นคว้าอิสระ
ฉบับนี้แล้ว


..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ปิติ พูนไชยศรี)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์สุดาว เลิศวิสุทธิไพบูลย์)

คณะกรรมการบัณฑิตศึกษา ประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ อนุมัติให้รับการศึกษา
ค้นคว้าอิสระฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาดำเนินการตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
แขนงวิชาสาธารณสุขศาสตร์ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช


.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.จัทกรกฤษณ์ สีวะชาเทพ)
ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ
วันที่ 8 เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2552

ชื่อการศึกษาค้นคว้าอิสระ การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาดในโรงงานผลิตแป้งขนมจีน
ผู้ศึกษานางสาว วรรณษา พุทธิรัตน์ **ปริญญา** สาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการสิ่งแวดล้อม
 อุตสาหกรรม) **อาจารย์ที่ปรึกษา** รองศาสตราจารย์ปิติ พูนไชยศรี **ปีการศึกษา** 2551

บทคัดย่อ

ในปัจจุบัน การผลิตเส้นขนมจีนผู้ผลิตมีการปรับเปลี่ยนการใช้วัตถุดิบจากปลายข้าว ที่ต้อง
 หมักเองเป็นการใช้แป้งหมักขนมจีนที่ผลิตมาจากโรงงานแป้งขนมจีน ซึ่งโรงงานผลิตแป้งขนมจีนมี
 การใช้ทรัพยากรหลัก คือ ปลายข้าว น้ำ และในขั้นตอนของการผลิตจะมีการปล่อยของเสียต่างๆ คือ
 เศษปลายข้าว เศษแป้ง และน้ำเสียซึ่งประกอบด้วยสารอินทรีย์ที่ค่อนข้างสูง หากการจัดการ
 ไม่เหมาะสมอาจทำให้ทรัพยากรถูกใช้ไปอย่างไม่คุ้มค่าทำให้มีต้นทุนการผลิตสูง และของเสียที่เกิดขึ้น
 อาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อชุมชน

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ(1)ศึกษาสาเหตุการสูญเสียทรัพยากรในโรงงานผลิตแป้ง
 ขนมจีน โดยใช้หลักการของเทคโนโลยีสะอาด(2)ลดค่าใช้จ่ายของโรงงานตัวอย่างในด้าน ค่าน้ำประปา
 การสูญเสียวัตถุดิบ และผลิตภัณฑ์ในกระบวนการผลิตเมื่อนำหลักการของเทคโนโลยีสะอาดไป
 ประยุกต์ใช้

โดยการศึกษานี้เป็นการศึกษาเชิงกึ่งทดลอง ประยุกต์ใช้หลักและวิธีการตามคู่มือของการ
 ดำเนินงานด้านเทคโนโลยีสะอาดที่เป็นที่ยอมรับนำไปสู่การปฏิบัติจริงในโรงงานผู้ผลิตแป้งขนมจีน
 จำนวน 1 โรงงาน ใช้ดัชนีชี้วัดการประเมินทางสิ่งแวดล้อมด้านวัตถุดิบและทรัพยากรต่าง ๆ ที่
 โรงงานใช้ต่อหน่วยวัตถุดิบเป็นตัวชี้วัดเปรียบเทียบในช่วงก่อนดำเนินการศึกษาและหลังการศึกษา

ผลการศึกษาพบว่า(1)สาเหตุการสูญเสียทรัพยากรของจุดต่างๆในกระบวนการผลิตมาจาก
 2 สาเหตุคือ วิธีปฏิบัติ และเทคโนโลยี (2)หลังการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาดโรงงานสามารถลด
 ปริมาณการใช้น้ำประปา ต่อตันวัตถุดิบจาก 23.8 ลบ.ม./ตันปลายข้าว ลดลงเหลือ 13.0 ลบ.ม./ตัน
 ปลายข้าว ทำให้โรงงานสามารถประหยัดค่าน้ำประปาได้ 97.20 บาททุกการผลิต 1 ตันปลายข้าว และ
 สามารถลดปริมาณแป้งสูญเสียไปกับน้ำทิ้งจาก 62 กิโลกรัม/ตันปลายข้าว ลดลงเหลือ 43 กิโลกรัม/ตัน
 ปลายข้าว สามารถลดมูลค่าการสูญเสียลงได้ 237.50 บาททุกการผลิต 1 ตันปลายข้าว โดยเป็นยอดรวม
 ค่าใช้จ่ายที่ลดลงได้ทุกการผลิต 1 ตันปลายข้าวเท่ากับ 334.7 บาท หากโรงงานผลิตโดยใช้ปลายข้าว 24
 ตัน/เดือน จะสามารถลดมูลค่าการสูญเสียลงได้ 8,032.4 บาท/เดือน

คำสำคัญ เทคโนโลยีสะอาด โรงงานแป้งขนมจีน

กิตติกรรมประกาศ

การค้นคว้าอิสระฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาจากรองศาสตราจารย์ปิติ พูนไชยศรี ประธานกรรมการการค้นคว้าอิสระ ผู้ซึ่งให้ความรู้ คำแนะนำ คำปรึกษา ตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ งานการค้นคว้าอิสระเล่มนี้เสร็จสมบูรณ์ ผู้ศึกษารู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาของท่านอย่างยิ่ง และขอกราบขอบพระคุณท่านเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณผู้บริหารบริษัทปทุมไรชมิล แอนด์ แกรนารี จำกัด (มหาชน) ที่ได้เปิดโอกาสให้มีการดำเนินการวิจัยในบริษัทในครั้งนี้ ขอขอบคุณทีมงานเทคโนโลยีสะอาด และพนักงานทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการดำเนินโครงการการค้นคว้าอิสระให้แล้วเสร็จไปด้วยดี

นอกจากนี้ผู้ศึกษาขอกราบขอบพระคุณ คณาจารย์สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช คุณพ่อ คุณแม่ เพื่อนนักศึกษา และผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในการค้นคว้าอิสระครั้งนี้ทุกท่านที่ได้กรุณาให้การสนับสนุน ช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจให้ตลอดมา

วรรยา พุทธิรัตน์

พฤษภาคม 2552

สารบัญ

| | หน้า |
|---|------|
| บทคัดย่อภาษาไทย | ง |
| กิตติกรรมประกาศ | จ |
| สารบัญตาราง | ซ |
| สารบัญภาพ | ณ |
| บทที่ 1 บทนำ | 1 |
| ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา | 1 |
| วัตถุประสงค์การวิจัย | 1 |
| กรอบแนวคิดการวิจัย | 2 |
| วิธีการศึกษา | 4 |
| ขอบเขตการวิจัย | 4 |
| ข้อจำกัดในการวิจัย | 5 |
| ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ | 5 |
| บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง | 6 |
| ขนมจีน | 6 |
| เทคโนโลยีสะอาด | 10 |
| บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย | 27 |
| การนำแนวทางเทคโนโลยีสะอาดไปประยุกต์ใช้ในโรงงาน | 27 |
| แผนการดำเนินงาน | 30 |
| บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล | 31 |
| ข้อมูลทั่วไปของโรงงาน | 31 |
| กระบวนการผลิต การใช้ทรัพยากรและการจัดการของเสีย | 32 |
| การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาดในโรงงานแป้งขนมจีน | 37 |

สารบัญ (ต่อ)

| | หน้า |
|--|------|
| บทที่ 5 สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ | 57 |
| สรุปผลการวิจัย | 57 |
| อภิปรายผลการวิจัย | 59 |
| ข้อเสนอแนะ | 61 |
| บรรณานุกรม | 62 |
| ภาคผนวก | 65 |
| ก ปริมาณวัตถุดิบสูญเสียไปกับน้ำทิ้ง | 66 |
| ข การประเมินและศึกษาความเหมาะสมของทางเลือกที่ 4 และ 12 | 69 |
| ค การประเมินและศึกษาความเหมาะสมของทางเลือกที่ 6 | 71 |
| ประวัติผู้ศึกษา | 73 |

สารบัญตาราง

| | หน้า |
|--|------|
| ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างกรณีศึกษาการใช้แนวทางเทคโนโลยีสะอาดในอุตสาหกรรมต่างๆ | 22 |
| ตารางที่ 3.1 แผนการดำเนินงานการค้นคว้าอิสระ | 30 |
| ตารางที่ 4.1 สรุปปริมาณการใช้ทรัพยากร และของเสียของโรงงานต่อเดือน | 37 |
| ตารางที่ 4.2 รายชื่อทีมงานเทคโนโลยีสะอาดของโรงงาน | 39 |
| ตารางที่ 4.7 ตารางแสดงการสูญเสียสำคัญ | 41 |
| ตารางที่ 4.4 แสดงดัชนีวัดการประเมิน | 42 |
| ตารางที่ 4.5 แสดงการประเมินสาเหตุของการสูญเสีย | 43 |
| ตารางที่ 4.6 แสดงโอกาสของการทำเทคโนโลยีสะอาดในโรงงาน | 46 |
| ตารางที่ 4.7 แสดงโอกาสของการทำเทคโนโลยีสะอาดแบ่งตามความเป็นไปได้ | 47 |
| ตารางที่ 4.8 สรุปผลการศึกษาความเหมาะสมของทางเลือกเทคโนโลยีสะอาด | 51 |
| ตารางที่ 4.9 แผนกิจกรรมการติดตั้งหัวฉีดที่ปลายสายยาง | 52 |
| ตารางที่ 4.10 แผนกิจกรรมการนำน้ำจากกระบวนการสูบน้ำขึ้นตะแกรงพักกลับมาใช้ | 53 |
| ตารางที่ 4.11 ตารางแสดงการเปรียบเทียบดัชนีวัดการประเมินก่อนและหลังดำเนินโครงการ .. | 56 |
| ตารางที่ 4.12 ตารางแสดงผลสำเร็จโดยใช้ส่วนต่างของดัชนีวัดการประเมิน (EPIs) | 56 |

สารบัญภาพ

| | หน้า |
|--|------|
| ภาพที่ 2.1 กระบวนการผลิตแป้งขนมจีน | 8 |
| ภาพที่ 2.2 กระบวนการผลิตเส้นขนมจีน | 9 |
| ภาพที่ 4.1 ผลิตภัณฑ์แป้งขนมจีนของโรงงาน | 31 |
| ภาพที่ 4.2 บ่อล้างและหมักปลายข้าว | 32 |
| ภาพที่ 4.3 ตะแกรงพักข้าวและเครื่องโม่ปลายข้าว | 33 |
| ภาพที่ 4.4 ขั้นตอนการอัดน้ำแป้ง | 34 |
| ภาพที่ 4.5 การบรรจุแป้งลงถุง | 34 |
| ภาพที่ 4.6 กระบวนการผลิตแป้งขนมจีนของ โรงงาน | 35 |
| ภาพที่ 4.7 กระบวนการผลิตแป้งหมัก จุดที่มีการใช้ทรัพยากร และก่อให้เกิดของเสีย | 40 |

บทที่ 1

บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ขนมจีนเป็นอาหารที่ได้รับความนิยมในการบริโภคอย่างหนึ่งของคนไทย อดีตผู้ผลิตเส้นขนมจีนจะใช้การหมักปลายข้าวเพื่อนำไปผลิตเป็นเส้นขนมจีน แต่ในปัจจุบันตลาดมีการขยายตัวและผู้ผลิตเส้นปรับเปลี่ยนการใช้วัตถุดิบจากปลายข้าวที่ต้องหมักเองเป็นการใช้แป้งหมักขนมจีนที่ผลิตมาจากโรงงานเพื่อสะดวกในการผลิต ดังนั้น โรงงานอุตสาหกรรมแป้งขนมจีนจึงมีการก่อตั้งขึ้นเพื่อรองรับความต้องการดังกล่าว โดยมีการใช้ทรัพยากรหลัก คือ ปลายข้าว น้ำ โดยในขั้นตอนของการผลิต จะมีการปล่อยของเสียต่างๆคือ เศษปลายข้าว เศษแป้ง และน้ำเสียซึ่งประกอบด้วยสารอินทรีย์ที่ค่อนข้างสูง หากมีการจัดการไม่เหมาะสมอาจทำให้ทรัพยากรถูกใช้ไปอย่างไม่คุ้มค่าทำให้มีต้นทุนการผลิตสูง และของเสียที่เกิดขึ้นอาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อชุมชนทำให้โรงงานต้องมีค่าใช้จ่ายในการกำจัด และบำบัดที่สูงเกินความจำเป็น การใช้แนวทางของเทคโนโลยีสะอาดซึ่งเป็นแนวทางที่ได้รับการยอมรับในระดับสากลว่าเป็นแนวทางที่มุ่งเน้นการจัดการที่สามารถก่อให้เกิดการพัฒนาภาคธุรกิจอุตสาหกรรมควบคู่ไปกับการรักษาสิ่งแวดล้อมได้นั้นจึงเป็นแนวทางที่เหมาะสมในการนำมาประยุกต์ใช้ โดยเทคโนโลยีสะอาดได้มุ่งเน้นที่การลดของเสียที่แหล่งกำเนิด โดยการปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิต หรือผลิตภัณฑ์ การใช้ซ้ำ หรือนำกลับมาใช้ใหม่ เพื่อให้การใช้วัตถุดิบ พลังงาน ทรัพยากรธรรมชาติเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ โดยให้เป็นของเสียน้อยที่สุดซึ่งจะช่วยอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและลดต้นทุนการผลิตในอุตสาหกรรมแป้งขนมจีนเพื่อให้ผู้ประกอบการสามารถแข่งขันในตลาดได้ และดำเนินการได้อย่างยั่งยืนตลอดไป

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาสาเหตุการสูญเสียทรัพยากรในโรงงานผลิตแป้งขนมจีน โดยใช้หลักการของเทคโนโลยีสะอาด

2.2 เพื่อนำหลักการเทคโนโลยีสะอาดไปประยุกต์ใช้ในการดำเนินการลดค่าใช้จ่ายของโรงงานตัวอย่างในด้าน กำน้ำประปา การสูญเสียวัตถุดิบ และผลิตภัณฑ์ในกระบวนการผลิต

3. กรอบแนวคิดการวิจัย

กรอบความคิดทางทฤษฎีจะเป็นไปตามหลักการสำคัญของเทคโนโลยีสะอาด กล่าวคือ ประกอบด้วย การตรวจประเมินเบื้องต้นเพื่อประเมินหาความสูญเสียและพื้นที่ที่มีศักยภาพในการทำCT หลังจากนั้นจึงทำการตรวจประเมินโดยละเอียดเพื่อหาสาเหตุการสูญเสียทรัพยากรซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษ และกำหนดแนวทางการแก้ไข/ป้องกันอย่างถูกต้องตรงจุด ที่เป็นปัญหาสำคัญเพื่อลดค่าใช้จ่ายของโรงงาน และทำการประยุกต์ใช้แนวทางที่ได้กำหนดไว้ โดยจัดทำแผนงานในกิจกรรมต่างๆและประเมินผลลัพธ์โดยพิจารณาจากค่าใช้จ่ายของโรงงานหลังการดำเนินการ

| ประเมินเบื้องต้น |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> - รวบรวมข้อมูลค่าใช้จ่ายปัจจุบัน - ตำรวจแหล่งกำเนิดของเสีย/ทรัพยากรใช้มากมีแนวโน้มเกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสูง - สร้างแผนภูมิกระบวนการผลิต |



| ประเมินละเอียด |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - วัด ตรวจสอบ บันทึกตัวเลขทรัพยากรที่ใช้ ของเสียที่เกิดขึ้น - จัดทำสมดุลมวล มวลเข้าทั้งหมด = มวลออกทั้งหมด - ประเมินสาเหตุของการสูญเสียจาก 5 แหล่ง วัดดูคิบ เทคโนโลยี วิธีการปฏิบัติ ของเสีย และผลิตภัณฑ์ - กำหนดแนวทางการแก้ไข/ป้องกัน(CT option) โดยพิจารณาจากวิธีการของเทคโนโลยีสะอาด 4 ประการ คือเปลี่ยนแปลงผลิตภัณฑ์, เปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิต, การใช้ซ้ำ และการนำกลับมาใช้ใหม่ |



| นำไปประยุกต์ใช้ |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> - จัดทำแผนงาน และนำเสนอแผนต่อผู้บริหาร - ปฏิบัติงานตามแผน |



| ตรวจติดตามผลการประยุกต์ใช้ |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - ติดตามผลการดำเนินการ - รวบรวมข้อมูลค่าใช้จ่ายหลังการประยุกต์ใช้CT - เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายก่อน – หลังการประยุกต์ใช้ CT |

4. วิธีการศึกษา

การศึกษาค้นคว้าอิสระในครั้งนี้มีรูปแบบการศึกษาเป็นการศึกษาวิจัยเชิงกึ่งทดลอง (Quasi Experimental Research) ใช้วิธีการเลือกประชากร/กลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง โดยมีกลุ่มตัวอย่างเป็นโรงงานผลิตแป้งขนมจีน จำนวน 1 โรงงาน ได้แก่ บริษัทปทุมไรชมิล แอนด์ แกรนารี จำกัด (มหาชน) ดำเนินการประยุกต์หลักและวิธีการตามคู่มือของการดำเนินงานด้านการผลิตที่สะอาดหรือเทคโนโลยีสะอาดที่เป็นที่ยอมรับนำไปสู่การปฏิบัติจริง ที่สำคัญได้แก่ หลักปฏิบัติ เทคโนโลยีที่สะอาด อุตสาหกรรมรายสาขาแป้งขนมจีน (กรมโรงงานอุตสาหกรรม 2549) คู่มือเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดสำหรับโรงงานอุตสาหกรรม (กรมโรงงานอุตสาหกรรม 2544) คู่มือการตรวจประเมินเทคโนโลยีสะอาด(สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย 2541) คู่มือเทคโนโลยีสะอาดสำหรับประชาชน(สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย 2541)

การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ดัชนีชี้วัดการประเมินทางสิ่งแวดล้อม (Environmental Performance Indicators ; EPIs) ด้านวัตถุดิบและทรัพยากรต่าง ๆ ที่โรงงานใช้ต่อหน่วยวัตถุดิบ ได้แก่ ปริมาณน้ำประปา แป้งสูญเสียในกระบวนการผลิต เปรียบเทียบ ข้อมูลในช่วงก่อนดำเนินการศึกษาและหลังการศึกษา ที่ได้รับการให้คำแนะนำเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาดในโรงงาน

5. ขอบเขตของการวิจัย

เป็นการศึกษาและให้คำแนะนำเกี่ยวกับวิธีการและขั้นตอนการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาดในโรงงานแป้งขนมจีนที่ตั้งอยู่ที่อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 1 แห่ง รวมถึงการส่งเสริมให้มีการดำเนินการอย่างต่อเนื่อง โดยประกอบด้วยกิจกรรม

1. อบรมให้ความรู้แก่พนักงานในองค์กร
2. ศึกษาแหล่งกำเนิดของเสียและการใช้ทรัพยากร
3. จัดทำแผนผังกระบวนการผลิต
4. ประเมินละเอียด เก็บข้อมูล จัดทำสมุดมวล วิเคราะห์หาสาเหตุ
5. หาวิธีป้องกัน/แก้ไข (CT Options)
6. ศึกษาผลการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาดในสถานประกอบการ
7. ระยะเวลาศึกษาดังแต่เดือนกุมภาพันธ์ ถึง เดือนเมษายน 2552

6. ข้อจำกัดในการวิจัย

การศึกษาค้นคว้าอิสระในครั้งนี้เป็นการศึกษาวิจัยเชิงกึ่งทดลอง (Quasi Experimental Research) ไม่สามารถควบคุมตัวแปรที่เกี่ยวข้องได้สมบูรณ์ เช่น ขั้นตอนการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาดในการผลิต ถึงแม้ทางผู้วิจัยจะเลือกวิธีการป้องกันมลพิษที่เหมาะสมนำเสนอผู้บริหารไปแล้ว หากแต่ในการลงมือปฏิบัติตามทางเลือกที่เสนอ จะต้องขึ้นอยู่กับการตัดสินใจของผู้บริหารโรงงาน ด้วยว่าจะนำไปปฏิบัติหรือไม่ ดังนั้นจึงอาจเป็นข้อจำกัดในการสรุปผลของการวิจัยอธิบายความสัมพันธ์เชิงเหตุและผลของตัวแปรต่าง ๆ

7. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

7.1 ผู้ประกอบการอุตสาหกรรมโดยมีการพัฒนา และปรับปรุงองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการผลิตแข่งขันตามหลักการของเทคโนโลยีสะอาด

7.2 ผู้ประกอบการมีค่าใช้จ่ายลดลงในด้าน ค่าน้ำประปา การสูญเสียวัตถุดิบ และผลิตภัณฑ์ในกระบวนการการผลิตเมื่อนำหลักการของเทคโนโลยีสะอาดไปประยุกต์ใช้ในการผลิต

7.3 ผู้ประกอบการมีความรู้ความเข้าใจในหลักการของเทคโนโลยีสะอาดสามารถดำเนินการผลิตแข่งขันโดยไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและมีการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่าตามหลักและวิธีการของเทคโนโลยีสะอาด

7.4 เป็นแนวทางสำหรับอุตสาหกรรมที่มีลักษณะเดียวกันหรือใกล้เคียงกันนำไปประยุกต์ใช้ได้

บทที่ 2

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

1. ขนมหจีน

เป็นผลิตภัณฑ์อาหารเส้นเก่าแก่ของประชาชนชาวไทย ซึ่งบริโภคกันมาช้านานตั้งแต่สมัยอยุธยาและมีการผลิตเพื่อบริโภคในทุกภูมิภาคของประเทศ โดยบริโภคแทนข้าวได้ในแทบทุกมื้อของอาหาร ทั้งเช้า กลางวัน และเย็น เป็นส่วนหนึ่งของวัฒนธรรมและประเพณีของชนชาวไทย ในทุกงานเทศกาล ตั้งแต่ทำบุญ ขึ้นบ้านใหม่ แต่งงาน งานพิธีต่างๆ ซึ่งทำกันในระดับครัวเรือน ในหมู่บ้านชุมชน หรือเป็นอุตสาหกรรมครัวเรือน หรืออุตสาหกรรมขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ ในปัจจุบันมีรูปแบบขนมหจีนแบบหมัก (หรือขนมหจีนแป็งหมัก) ,ขนมหจีนแบบไม่หมัก (หรือขนมหจีนแป็งสด) ,และขนมหจีนแห้งกึ่งสำเร็จรูป (อรอนงค์ นัยวิกุล 2547: 257)

1.1 วัตถุประสงค์หลักที่ใช้ในการผลิตขนมหจีน

1.1.1 ข้าว ใช้ข้าวเจ้าหรือปลายข้าวเจ้าหัก การเลือกข้าวเพื่อทำขนมหจีนต้องคำนึงถึงปัจจัย เช่นพันธุ์ข้าว แหล่งที่ปลูก วิธีการสี และอายุการเก็บ สำหรับพันธุ์ข้าวที่เลือกใช้ส่วนใหญ่จะเป็นพันธุ์ข้าวที่มีอมิโลสสูงเช่น พันธุ์เหลืองประทิว กข13 และต้องเป็นข้าวที่มีอายุการเก็บมากกว่า 3 เดือนขึ้นไปเมื่อนำมาทดสอบด้วยวิธีการหุงสุกข้าวที่ได้จะเป็นข้าวที่มีความแข็งและร่วน

1.1.2 น้ำ ควรใช้น้ำสะอาดปราศจากสิ่งแขวนลอย มีความกระด้างต่ำถ้าเป็นน้ำบาดาลควรสูบขึ้นมาพักไว้ เพื่อให้ไอออนเหล็กตกตะกอน แล้วจึงนำไปทำให้หายกระด้าง ถ้าเป็นน้ำประปาไม่ควรมิตลอรินมากเกินไปจะทำให้ผลิตภัณฑ์ มีกลิ่นผิดปกติ ถ้าน้ำขุ่นจะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีสีคล้ำไม่น่ารับประทาน

1.1.3 เกลือ ใช้เกลือป่นหรือเกลือเม็ดใส่ในขณะ โม่แป็งหรืออนนน้ำแป็งปริมาณที่ใช้ คือ เกลือร้อยละ 7 ถ้าปลายข้าวที่ใช้เป็นข้าวแข็งหรือเก่าอาจใช้เกลือร้อยละ 4 ของน้ำหนักข้าวเกลือจะช่วย ป้องกันขนมหจีนเน่าเมื่อทิ้งรอการ ตกตะกอนของน้ำแป็ง

1.2 กระบวนการผลิตแป็งและเส้นขนมหจีน ขั้นตอนกรรมวิธีการผลิตของอุตสาหกรรมแป็งขนมหจีนในประเทศไทยสามารถแยกพิจารณาได้ 3 ลักษณะ คือการผลิตแป็งขนมหจีน (ข้าว-แป็ง)

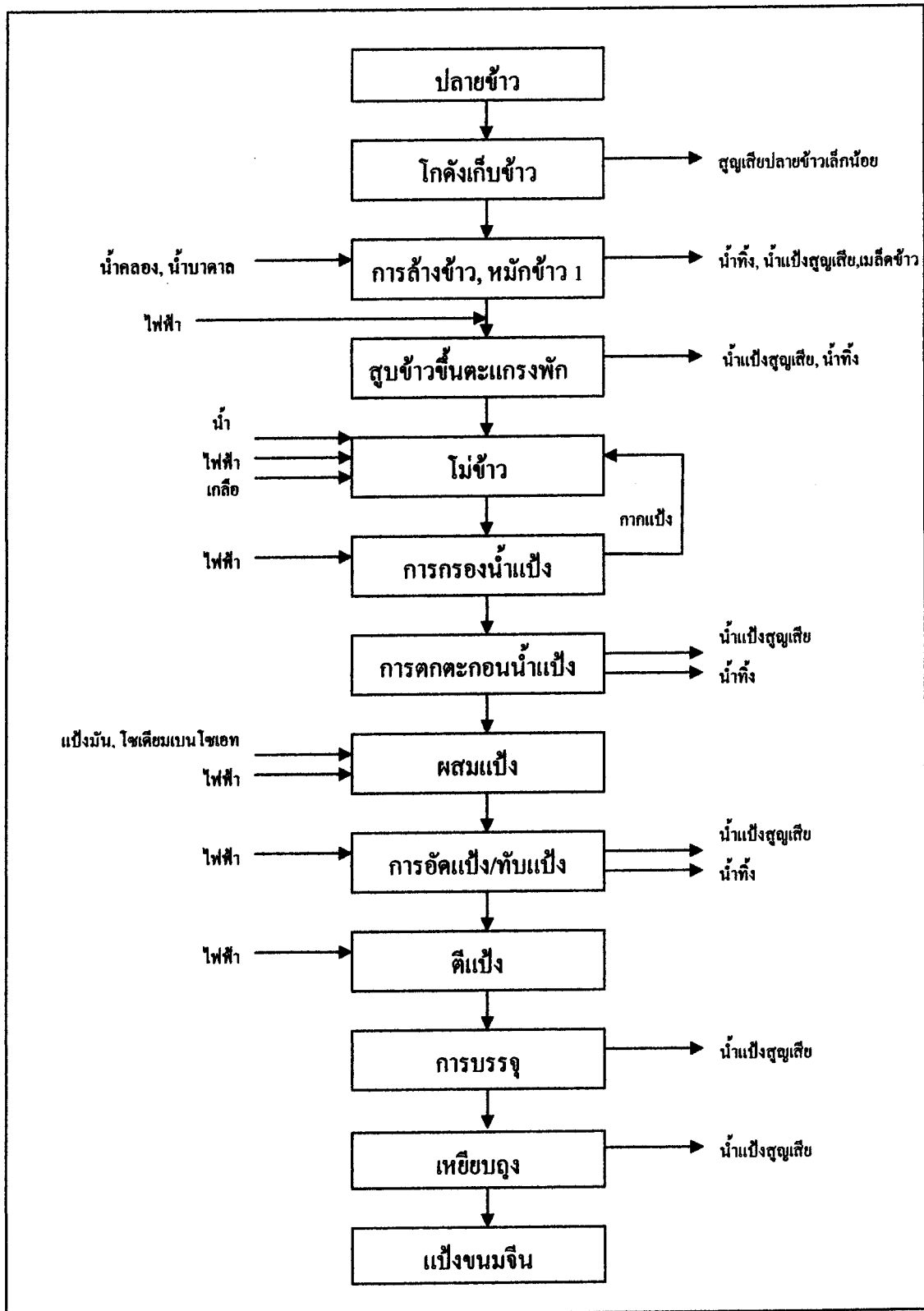
การผลิตเส้นขนมจีน (ข้าว-แป้ง-เส้น) และปัจจุบันเริ่มมีการผลิตเส้นขนมจีนจากการนำแป้งขนมจีนที่สำเร็จรูปมาผลิตเป็นเส้นขนมจีน (แป้ง-เส้น) (กรมโรงงานอุตสาหกรรม 2549: พ2-1-พ2-4) ขายได้หมดวันต่อวันตามแต่ลูกค้าจะสั่งและสามารถทิ้งน้ำที่ใช้ใน การผลิตลงสู่ท่อน้ำทิ้งได้ จึงปรากฏมีโรงงานผลิตแป้งหมักเพื่อใช้ผลิตขนมจีนออกขายกันเป็นที่แพร่หลาย (ลาวัญย์ ไกรเดช 2546: 84) ขั้นตอนดังกล่าวสามารถอธิบายได้โดยสังเขปดังนี้

1.2.1 ขั้นตอนการผลิตแป้งขนมจีน

ขั้นตอนการผลิตแป้งขนมจีนซึ่งเริ่มต้นด้วยการนำปลายข้าวสารมาล้างด้วยน้ำสะอาด 2-3 ครั้ง เมื่อข้าวสารสะอาดดีแล้วจึงนำไปหมักเป็นเวลา 3-5 วัน ให้ข้าวเปื่อย เมื่อหมักได้ที่แล้วนำมาล้างด้วยน้ำ สะอาด หลังจากนั้นนำไปเข้าเครื่องบดและร่อน ก่อนที่จะนำไปพักไว้ที่บ่อพักอีก 1 วัน หลังจากนั้นจึงถ่ายน้ำออก แล้วนำแป้งเข้าเครื่องอัดเพื่อบีบน้ำออก อีกครั้งหนึ่งจนได้เป็นก้อนแป้งเพื่อจำหน่ายสำหรับทำเป็นเส้นขนมจีน ต่อไป ดังแสดงในภาพที่ 2.1

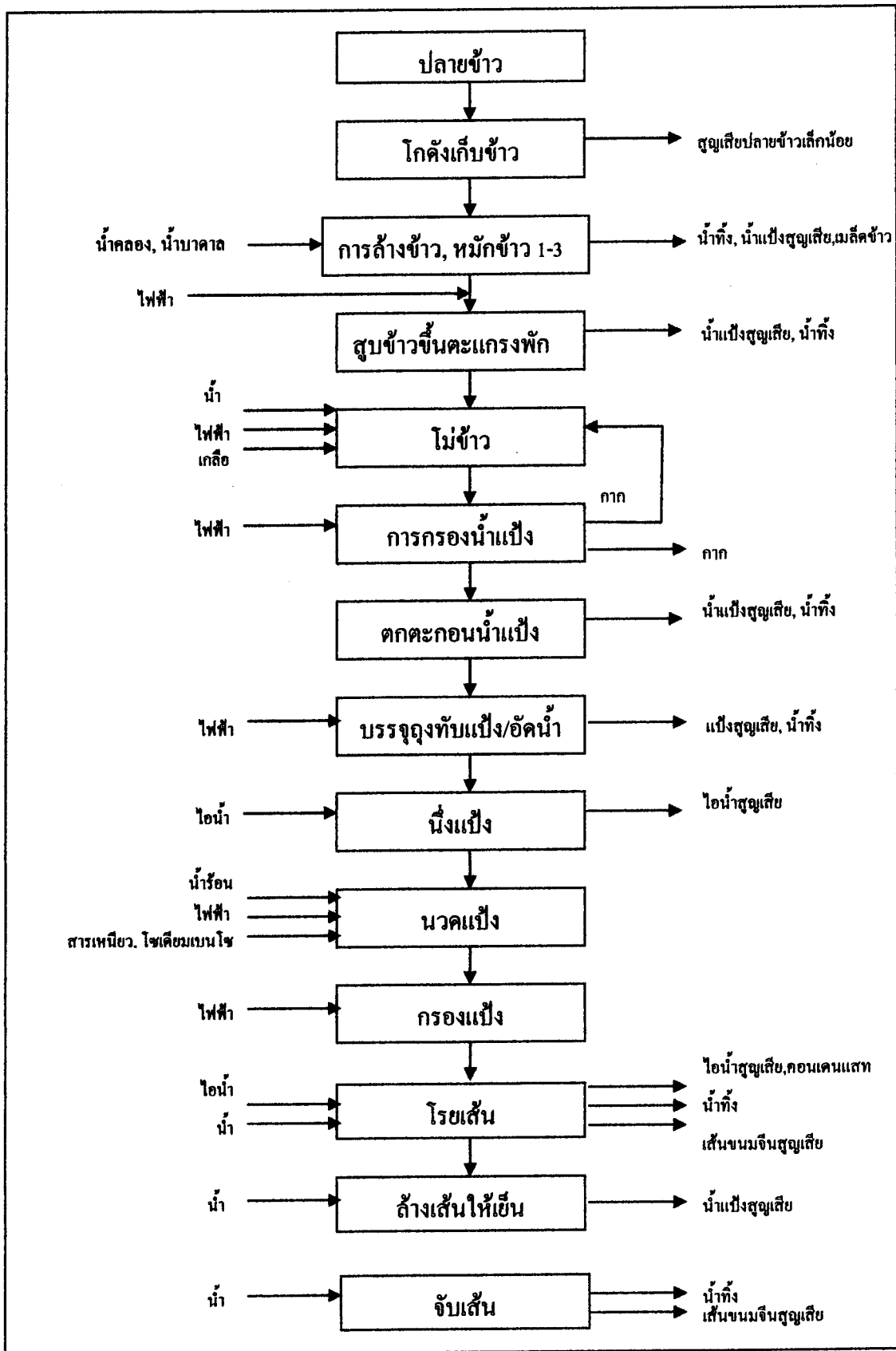
1.2.2 ขั้นตอนการผลิตแป้งเพื่อทำเส้นขนมจีน

ขั้นตอนการผลิตแป้งเพื่อทำเส้นขนมจีนซึ่งเริ่มต้นด้วยการนำปลายข้าวสารมาล้างด้วยน้ำสะอาด 2-3 ครั้ง เมื่อข้าวสารสะอาดดีแล้วจึงนำไปหมักเป็นเวลา 3-5 วัน ให้ข้าวเปื่อย เมื่อหมักได้ที่แล้วนำมาล้างด้วยน้ำสะอาด หลังจากนั้น นำไปเข้าเครื่องโม่ให้ละเอียดจะได้แป้งตั้งพักน้ำแป้งที่ไว้ในถังพัก ไม่ต่ำกว่า 4 ชม.เพื่อให้แป้งตกตะกอนแยกจากน้ำกรอง ด้วยผ้าขาวบาง จากนั้นนำไปใส่ถุงผ้าแล้วนำของที่มี น้ำหนักมาทับที่ถุงผ้า 5-6 ชั่วโมง เพื่อให้แห้งจะได้เนื้อแป้งหมาดๆจับกันเป็นก้อน เมื่อได้เนื้อแป้งที่จับกันเป็นก้อนแล้วนำไปนึ่งประมาณ 15-20 นาที ให้แป้งครึ่งสุกครึ่งดิบ หลังจากนั้นนำแป้งที่จับตัวกันเป็นก้อน แล้วมาเข้าเครื่องนวดแป้งพร้อมกับผสมน้ำ ร้อนให้เป็นแป้งเหลว แล้วผ่านเครื่องกรองแป้งละเอียดอีกครั้ง หนึ่ง เพื่อแยกเศษแป้งที่ไม่รวมเป็นเนื้อเดียวกันออก นำแป้งที่ผ่านการกรองครั้งที่ 2 แล้วเข้าเครื่องโรยเส้น โดยแป้งจะถูกรีดผ่านแว่นโรยออกมาเป็นเส้นขนมจีนลงในกะทะน้ำเดือดที่ต้มรออยู่ เมื่อต้มเส้นขนมจีนสุก ดีแล้วจึงใช้ภาชนะตักขึ้นมาล้างในน้ำ เย็นที่เตรียมไว้เทใส่ภาชนะที่มีน้ำเย็นสะอาดอยู่เพื่อเตรียมจับเป็นหัวใส่ภาชนะไว้รอจำหน่ายต่อไป ดังแสดงในภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.1 กระบวนการผลิตแป้งขนมจีน

ที่มา : กรมโรงงานอุตสาหกรรม (2549)



ภาพที่ 2.2 กระบวนการผลิตเส้นขนมจีน

ที่มา : กรมโรงงานอุตสาหกรรม (2549)

1.2.3 ขั้นตอนการผลิตเส้นขนมจีนจากการนำแป้งสำเร็จรูปมาใช้

ขั้นตอนการผลิตเส้นขนมจีนจากการนำแป้งสำเร็จรูปมาใช้ ซึ่งเริ่มต้นด้วยการนำแป้งสำเร็จรูปมาทำการนึ่งหรือต้มเป็นเวลา 15-20 นาที แล้วมาเข้าเครื่องนวดแป้งพร้อมกับผสมน้ำร้อนให้เป็น แป้งเหลวแล้วผ่านเครื่องกรองแป้ง ละเอียดอีกครั้งหนึ่งเพื่อแยกเศษแป้งที่ไม่รวมเป็นเนื้อเดียวกันออกและเข้าเครื่องโรยเส้น โดยแป้งจะถูกรีดผ่านแว่น โรยออกมาเป็นเส้นขนมจีนลงในกระทะน้ำเดือดที่ต้มรออยู่ เมื่อต้มเส้นขนมจีนสุกดีแล้ว จึงใช้ภาชนะตักขึ้นมาล้างในน้ำเย็นที่เตรียมไว้เทใส่ ภาชนะที่มีน้ำเย็นสะอาดอยู่ เพื่อเตรียมจับเป็นหัวใส่ ภาชนะไว้รอจำหน่ายต่อไป

2. เทคโนโลยีสะอาด

เทคโนโลยีสะอาด เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด หรือการผลิตที่สะอาดขึ้นซึ่งมาจากคำภาษาอังกฤษว่า Cleaner Technology หรือ Cleaner Production เรียกกันในหมู่วิชาการอย่างย่อ ๆ ว่า CP หรือ CT หรืออาจเรียกว่าการป้องกันมลพิษ (P2) หรือการลดของเสีย (Waste Minimization) ความหมายของคำว่า การผลิตที่สะอาดขึ้น ได้มีความพยายามที่จะถูกกำหนดขึ้นมาโดย UNEP Production Program ที่ตั้งขึ้นมาในปี ค.ศ. 1989 ซึ่งมีคำที่นำมาใช้สัมพันธ์กันหลายคำ ประเทศอินเดียใช้คำว่า การลดของเสียให้น้อยที่สุด (waste minimization) ประเทศเนเธอร์แลนด์คำว่า การป้องกันของเสียและการปล่อยของเสียออก (waste and emissions prevention) ประเทศอเมริกาใช้คำว่า “ การลดของเสียจากแหล่ง”(พัฒนา มุลพฤษ์ 2545:7-1) ซึ่งทั้งหมดมีแนวคิดเหมือนกันในการลดมลพิษในกระบวนการผลิต การใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างเหมาะสมรวมถึงการประหยัดพลังงานที่ใช้ในการผลิต

2.1 ความเป็นมาของเทคโนโลยีสะอาด

เทคโนโลยีสะอาด เข้าใจว่าเริ่มมาจาก โครงการ Industry and environment : Programs Activity Centre อันเป็นงานของ United Nations Environment Programs หรือที่มีชื่อย่อว่า UNEP IE/PAC มีสำนักงานอยู่ที่ปารีส ซึ่งเป็นหน่วยงานจัดทำหลักการของเทคโนโลยีสะอาดขึ้น และใช้เฉพาะในกลุ่มอุตสาหกรรมเป็นสำคัญ กิจกรรมได้เริ่มในปี พ.ศ. 2532 เป็นต้นมา และได้แพร่ขยายเป็นวงกว้างมากขึ้นไปทั่วโลก โดยเฉพาะในกลุ่มประเทศอุตสาหกรรมทั้งในยุโรป อเมริกา และเอเชีย เทคโนโลยีสะอาดเริ่มมีบทบาทมากขึ้นและได้หยิบยกขึ้นเป็นประเด็นสำคัญในระเบียบวาระการประชุมที่ 21 (Agenda 21) ของการประชุมระดับโลกเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมและการพัฒนา

(UNCED) ที่กรุงริโอ เด จาเนโร ประเทศบราซิล ในปี พ.ศ. 2532 ที่ประชุมกำหนดให้ประเทศสมาชิกตระหนักถึงการรักษาสภาพแวดล้อมควบคู่ไปกับการพัฒนา ที่ประชุมมุ่งหวังให้ประเทศสมาชิกร่วมกันลดการก่อกมลพิษ ลดการเกิดของเสียจากกระบวนการผลิตให้น้อยลง เน้นการประหยัดทรัพยากรธรรมชาติในการผลิต เช่น การใช้น้ำในปริมาณที่เหมาะสมและลดการ สูญเสียน้ำ การประหยัดพลังงานทุกรูปแบบ อาทิ การประหยัดพลังงานไฟฟ้า การใช้น้ำมันเชื้อเพลิงอย่างมีประสิทธิภาพ เป็นต้น (ชเนศ ศรีสถิตย์ 2549: 1-3)

ดังนั้น เทคโนโลยีสะอาดจึงได้มีการนำไปใช้กันทั่วโลกแต่อาจจะใช้ชื่อต่างกันไป โดยหัวใจสำคัญของเทคโนโลยีสะอาดนั้นเหมือนกัน

สำหรับประเทศไทยเริ่มการใช้เทคโนโลยีสะอาดตั้งแต่ พ.ศ. 2533 โดยเป็นโครงการช่วยเหลือแบบสองฝ่าย เช่น โครงการ USAID-FIT/IEM ระหว่างปี พ.ศ. 2533-เดือนกันยายน พ.ศ. 2538 โครงการDANCED-TEI-FIT/IEM เริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2539 เป็นต้น และมีการใช้มากที่สุดในช่วงปี พ.ศ. 2540 เนื่องจากช่วงนั้นประเทศไทยเกิดวิกฤตทางเศรษฐกิจจึงต้องห้ามมาตรการประหยัดทุกวิถีทาง ซึ่งหลักการเทคโนโลยีสะอาดสามารถนำมาใช้ได้เหมาะสมกับเหตุการณ์

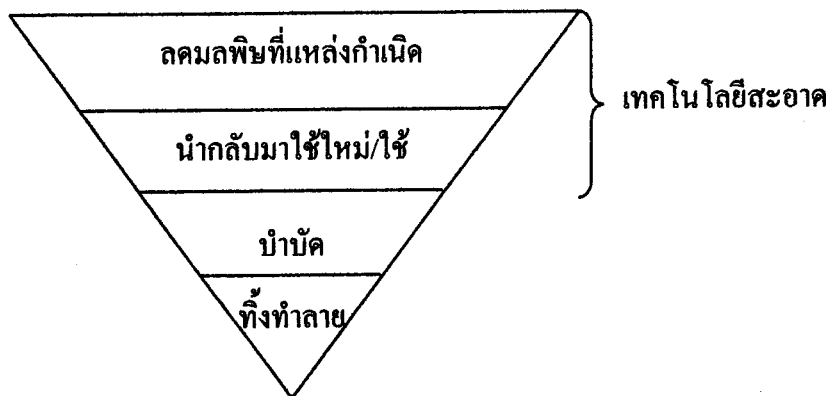
2.2 ความหมายของเทคโนโลยีสะอาด

เทคโนโลยีสะอาด ตามการให้ความหมายของสภาสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม หมายถึง การพัฒนา เปลี่ยนแปลงปรับปรุงอย่างต่อเนื่องของกระบวนการผลิต การบริการ และการบริโภค โดยก่อให้เกิดผลกระทบหรือความเสี่ยงอันจะเกิดขึ้นกับมนุษย์และสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ในขณะนั้น และต้องมีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ซึ่งทำได้โดยการลดมลพิษที่แหล่งกำเนิดและการใช้ซ้ำ และ/ การเปลี่ยนแปลงเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่โดยได้รับความร่วมมือจากทุกคนในองค์กร บ้านและชุมชน(สถาบันสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย 2541) ส่วนกรมโรงงานอุตสาหกรรมได้ให้ความหมายที่ใกล้เคียงกันไว้ว่า เทคโนโลยีสะอาด หมายถึง การปรับปรุงเปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิต หรือผลิตภัณฑ์ เพื่อให้การใช้ วัตถุดิบ พลังงาน และทรัพยากรธรรมชาติ เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ โดยให้เปลี่ยนเป็นของเสียน้อยที่สุด หรือไม่มีเลย จึงเป็นการลดมลพิษที่แหล่งกำเนิด ทั้งนี้ รวมถึงการเปลี่ยนวัตถุดิบ การใช้ซ้ำ และการนำกลับมาใช้ใหม่ ซึ่งจะช่วยอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและลดต้นทุนในการผลิตไปพร้อมกัน (กรมโรงงานอุตสาหกรรม 2544)

2.3 หลักการจัดการสิ่งแวดล้อมโดยใช้เทคโนโลยีสะอาด

หลักการของเทคโนโลยีสะอาดเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต การใช้ทรัพยากร และลดการเกิดมลพิษต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม คือ การลดมลพิษที่แหล่งกำเนิดเพื่อขจัดปัญหาการสูญเสียและการเกิดมลพิษที่ต้นตอและหากยังมีการเสียเกิดขึ้นต้องพยายามนำของเสียเหล่านั้น

กลับมาใช้ซ้ำหรือนำกลับมาใช้ใหม่ เพื่อให้มีของเสียที่ต้องทำการบำบัดหรือฝังทิ้งเหลือน้อยที่สุดหรือไม่มีเลย



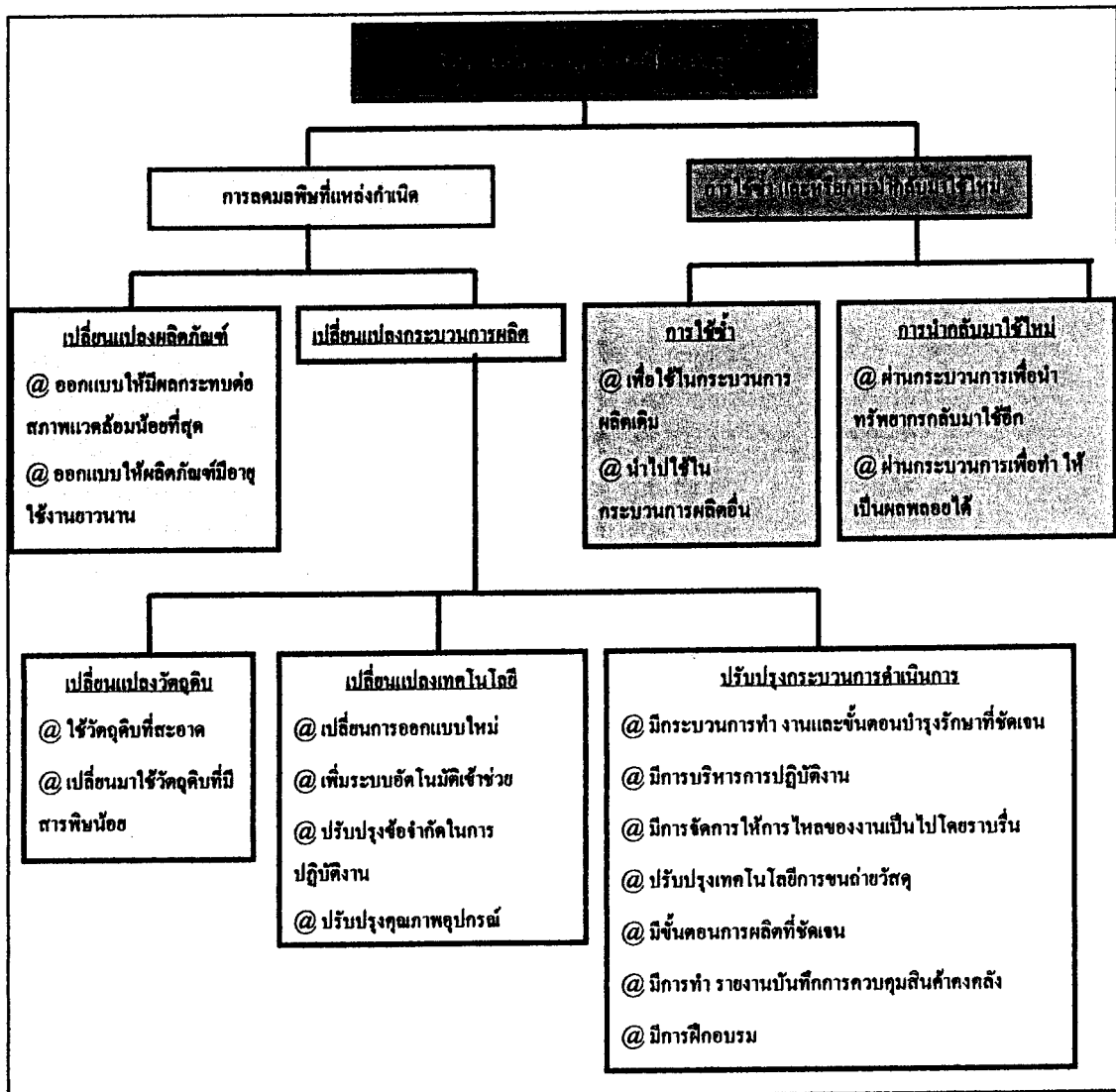
ภาพที่ 2.3 ลำดับความสำคัญในการจัดการของเสีย

2.4 วิธีการของเทคโนโลยีสะอาด

วิธีการของเทคโนโลยีสะอาดมี 2 วิธีการหลักได้แก่ การลดมลพิษที่แหล่งกำเนิด การใช้ซ้ำหรือนำกลับมาใช้ใหม่ ดังแสดงโดยภาพที่ 2.4

2.4.1 การลดมลพิษที่แหล่งกำเนิด ต้องมีการค้นหาแหล่งกำเนิดของเสียหรือมลพิษ และวิเคราะห์หาสาเหตุว่าของเสียหรือมลพิษเหล่านั้นเกิดอย่างไร การลดมลพิษสามารถทำได้โดย

1) **การเปลี่ยนแปลงผลิตภัณฑ์ (Product Reformulation)** เป็นการปรับปรุงในรายละเอียดของผลิตภัณฑ์ เพื่อหลีกเลี่ยงหรือลดการเกิดสารมลพิษ โดยพัฒนาการออกแบบให้มีผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมน้อยที่สุด เช่น ออกแบบผลิตภัณฑ์ให้มีอายุการทำงานยาวนาน ทำให้อยู่ในรูปสารละลายเข้มข้นเพื่อลดจำนวนบรรจุภัณฑ์ หรือเปลี่ยนเป็นรูปสารละลายผงเพื่อเพิ่มอายุการใช้งานของผลิตภัณฑ์ ยกเลิกหีบห่อที่ไม่จำเป็น



ภาพที่ 2.4 เทคนิคของเทคโนโลยีสะอาด

ที่มา : สถาบันอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย (2541)

2) การเปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิต (Process Change) สามารถดำเนินการได้ ดังนี้

- (1) การเปลี่ยนแปลงวัตถุดิบ (Input Material Change) โดยการลดหรือกำจัดวัสดุอันตรายที่เข้าสู่การผลิต โดยการเลือกใช้วัตถุดิบที่สะอาด มีสารพิษน้อย เช่น การยกเลิกหรือลดการใช้วัตถุดิบที่เป็นอันตรายหรือสารที่ก่อมลพิษสูง และถ้าหากเป็นสิ่งปนเปื้อนมากับวัตถุดิบหากเป็นไปได้

ได้ควรมีการกำจัดออกตั้งแต่แหล่งที่มาก่อนที่จะขนเข้าสู่โรงงานเพื่อเข้าสู่กระบวนการผลิต

- (2) *การเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยี (Technology Improvement)* โดยการปรับเปลี่ยนวิธีการ กลไกในกระบวนการผลิต หรือปรับปรุงอุปกรณ์ในสายการผลิตเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพหรือลดการสูญเสีย เปลี่ยนการออกแบบใหม่ เพิ่มระบบอัตโนมัติเข้าช่วย ปรับปรุงข้อจำกัดในการปฏิบัติงานและการใช้เทคโนโลยี รวมถึงการปรับผังในการติดตั้งเครื่องจักร เป็นต้น
- (3) *การปรับปรุงกระบวนการดำเนินงาน (Operational Improvement)* โดยการปรับปรุงการบริหารระบบการวางแผนและควบคุมการผลิต เพื่อเพิ่มศักยภาพของกระบวนการผลิตให้สามารถลดต้นทุนการผลิตและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น มีกระบวนการทำงานและขั้นตอนการบำรุงรักษาที่ชัดเจน มีการบริหารการปฏิบัติงาน มีการฝึกอบรม มีวิธีปฏิบัติที่ถูกต้อง มีระบบการจัดเก็บในโกดัง ชั้นเก็บของ ใช้ระบบ First in – First out เพื่อลดการสูญเสียจากคุณภาพของผลิตภัณฑ์ มีการวางแผนซ่อมบำรุงเครื่องจักรอุปกรณ์ หลีกเลี่ยงการรวมของเสียต่างชนิดเข้าด้วยกัน

2.4.2 การใช้ซ้ำ (Reuse) หรือการนำกลับมาใช้ใหม่ (Recycle) เป็นขั้นตอนในการจัดการของเสียที่ต้องพิจารณาหลังจากการเลือกใช้วิธีการต่างๆ ในการลดปริมาณของเสีย โดยอาศัยหลักการของเสียที่เกิดขึ้นจากจุดหนึ่งอาจสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ในอีกจุดหนึ่งหรือแม้แต่กับจุดเดิม

- 1) *การใช้ซ้ำ (Reuse)* เป็นการนำของเสียจากกระบวนการผลิตมาใช้ซ้ำ โดยนำกลับมาใช้ใหม่โดยตรงเพื่อใช้ในการผลิตเดิม หรือใช้กระบวนการอื่น เช่น การนำขวดที่ใช้แล้วมาล้างเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ การนำน้ำหล่อเย็นกลับมาใช้ใหม่ การนำเศษผ้าจากการตัดเย็บไปใส่ที่นอนแทนนุ่น
- 2) *การนำกลับมาใช้ใหม่ (Recycle)* เป็นการนำของเสียไปผ่านกระบวนการเพื่อนำกลับมาใช้อีกหรือเป็นผลพลอยได้ที่มีมูลค่าเพิ่ม (Value Added by Product) เช่น การนำ

พลาสติกมาหลอมใหม่ ผลิตตะกั่วจากการหลอมเบตเตอรีเก่า การนำน้ำนิ่งปลาใน โรงงานผลิตปลาทูน่ากระป๋องมาทำขอสปริงรส

2.5 วิธีการขั้นตอนการทำเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด

วิธีการทำเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด (CT) ให้ประสบผลสำเร็จตามหลักการของกรมโรงงานอุตสาหกรรม ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ การวางแผนและจัดตั้งทีม CT การตรวจประเมินเบื้องต้น การตรวจประเมิน โดยละเอียด ศึกษาความเป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติและติดตามประเมินผล (กรมโรงงานอุตสาหกรรม 2544)

2.5.1 ขั้นตอนที่ 1 การวางแผนและจัดตั้งทีม CT (Planning & Organization)

มีวัตถุประสงค์เพื่อกำหนดนโยบายสำหรับเป็นแนวทางในการปฏิบัติ และเพื่อให้ทีม CT สำหรับเป็นแกนหลักในการดำเนินงาน กิจกรรมสำคัญที่ต้องดำเนินการในขั้นนี้ คือ การขอความเห็นชอบจากฝ่ายบริหารเพื่อจัดทำนโยบายสิ่งแวดล้อมองค์กร การจัดตั้งทีม CT เพื่อกำหนดเป้าหมายในการทำ CT และการพิจารณาถึงอุปสรรคซึ่งอาจมีผลต่อการดำเนินการ

1) มีวัตถุประสงค์เพื่อกำหนดนโยบายสำหรับเป็นแนวทางในการปฏิบัติ และเพื่อให้ทีม CT สำหรับเป็นแกนหลักในการดำเนินงาน กิจกรรมสำคัญที่ต้องดำเนินการในขั้นนี้ คือ การขอความเห็นชอบจากฝ่ายบริหารเพื่อจัดทำนโยบายสิ่งแวดล้อมองค์กร การจัดตั้งทีม CT เพื่อกำหนดเป้าหมายในการทำ CT และการพิจารณาถึงอุปสรรคซึ่งอาจมีผลต่อการดำเนินการ

2) ทีม CT ประกอบด้วยหัวหน้าและสมาชิกในทีม ซึ่งจำนวนสมาชิกทีมควรเป็นเท่าไรนั้นขึ้นอยู่กับขนาดและความเหมาะสมของแต่ละโรงงาน คุณสมบัติที่สำคัญของหัวหน้าทีม ควรเป็นผู้มีอำนาจหน้าที่เพียงพอที่จะดำเนินงาน CT อย่างมีประสิทธิภาพ ควรเป็นคนมุ่งมั่นและเชื่อมั่นในผลสำเร็จของการตรวจประเมิน สำหรับสมาชิกของทีมควรเป็นผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์ มีความรู้และความใฝ่รู้ มีความรับผิดชอบ ช่างสังเกต มีความคิดเป็นระบบ ชอบจดบันทึก เป็นนักปฏิบัติ และมุ่งมั่นเพื่อความสำเร็จ โดยสมาชิกทีมควรเป็นตัวแทนจากฝ่ายต่างๆ เช่น ฝ่ายบริหาร ฝ่ายผลิต ฝ่ายวิศวกรรมและสิ่งแวดล้อม ฝ่ายควบคุมคุณภาพ ฝ่ายซ่อมบำรุง ฝ่ายจัดซื้อ/จำหน่าย หรืออาจมีบุคคลจากภายนอกมาร่วมทีม CT ด้วย เนื่องจากจะนำความคิดใหม่ๆ มีมุมมองกว้างไกลและที่สำคัญคือจะไม่มีความลำเอียงหรือมองข้ามสิ่งสำคัญ โดยสามารถระบุหน้าที่ของทีม CT ได้ดังนี้

- (1) รวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่างๆ จัดทำแผนภูมิการผลิตและแบ่งหน่วยการผลิตย่อย
- (2) รวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่างๆจัดทำแผนภูมิการผลิตและแบ่งหน่วยการผลิตย่อย
- (3) เก็บข้อมูล เพิ่มเติมที่จำเป็นในการจัดทำสมดุลมวล

- (4) นำเสนอทางเลือกด้าน CT
- (5) ศึกษาความเป็นไปได้ของทางเลือกต่างๆ
- (6) จัดทำขั้นตอนการปฏิบัติของทางเลือกด้าน CT ที่ได้รับเลือก
- (7) ติดตามประเมินผล

2.5.2 ขั้นตอนที่ 2 การตรวจประเมินเบื้องต้น (Pre-Assessment)

การตรวจประเมินเบื้องต้น จะเป็นการประเมินหาความสูญเสียและบริเวณที่มีศักยภาพในการทำ CT โดยรวม โดยอาศัยหลักสามัญสำนึกเป็นส่วนใหญ่ และยังไม่ลงลึกในรายละเอียด ผลจากการประเมินนี้จะบ่งชี้บริเวณที่ต้องการทำการตรวจประเมินโดยละเอียด กิจกรรมสำคัญที่ต้องดำเนินการในการตรวจประเมินเบื้องต้นสำหรับนำมาใช้ในการตรวจประเมินที่ต้องการทำการตรวจประเมินโดยละเอียด มีหัวข้อดังนี้ การจัดทำแผนภูมิการผลิตการประเมินมวลและพลังงานที่เข้าและออกในแต่ละขั้นตอนการผลิต การกำหนดพื้นที่หรือบริเวณที่จะตรวจประเมินโดยละเอียด

- 1) การจัดทำแผนภูมิการผลิต ทีมงาน CT จะต้องทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากเอกสารและจากการเดินสำรวจภายในโรงงานในทุกขั้นตอน เริ่มตั้งแต่จุดรับวัตถุดิบจนถึงขั้นตอนสุดท้ายจนได้ผลิตภัณฑ์ออกมาและนำมารวบรวม และจัดทำแผนภูมิการผลิต และแก้ไขให้ถูกต้องตามความเป็นจริงข้อมูลสำคัญที่ควรจัดเก็บในขั้นประเมินนี้ คือ แผนผังหน่วยผลิต จำนวนพนักงาน และการจัดองค์กร แผนภูมิกระบวนการผลิต ข้อมูลการใช้พลังงาน วัตถุดิบ น้ำ ผลิตภัณฑ์ และของเสีย รวมถึงการบำบัด แผนผังบริเวณใกล้เคียง แหล่งน้ำ การระบายน้ำและชุมชนใกล้เคียง
- 2) การประเมินมวลและพลังงาน ที่เข้าออกในแต่ละขั้นตอนการผลิตภายในขั้นตอนนี้ คือ การประมาณการ ปริมาณวัตถุดิบ สารเคมี ผลิตภัณฑ์ ผลพลอยได้ พลังงาน น้ำ และของเสียในแต่ละหน่วยการผลิต รวมทั้งคุณลักษณะ ผลการประเมินนี้เพื่อใช้ประกอบการพิจารณา กำหนดจุดที่จะประเมินโดยละเอียดต่อไป
- 3) การกำหนดพื้นที่หรือบริเวณที่จะตรวจประเมิน โดยละเอียดซึ่งหลังจากได้เก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องในแต่ละขั้นตอนการผลิตในเรื่องการใช้ทรัพยากรและการสูญเสียทั้งในแง่ปริมาณและคุณภาพแล้ว ให้นำมาจัดลำดับความสำคัญ บริเวณ หรือหน่วยการผลิตที่จะดำเนินการตรวจประเมินโดยละเอียด โดยการให้น้ำหนักคะแนนในประเด็น ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้
 - (1) ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม
 - (2) ค่าความสูญเสีย
 - (3) มีทางเลือกด้าน CT ค่อนข้างมากและเด่นชัด
 - (4) เป็นที่ยอมรับของทุกคนในทีม CT และผู้เกี่ยวข้อง

2.5.3 ขั้นตอนที่ 3 การตรวจประเมินโดยละเอียด (Detailed Audit)

วัตถุประสงค์ของการตรวจประเมินโดยละเอียดนี้ เพื่อหาทางเลือกด้านเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด (CT option) กิจกรรมสำคัญที่ต้องดำเนินงานในขั้นตอนนี้ คือ การจัดทำสมดุลมวล และ/หรือสมดุลพลังงานของหน่วยการผลิตที่สนใจ การตรวจประเมินหาสาเหตุของการสูญเสีย การสร้างทางเลือกด้าน CT การคัดเลือกทางเลือก (CT-option)

1) **จัดทำสมดุลมวล การทำสมดุลและ / หรือสมดุลพลังงาน** จะมุ่งเน้นเฉพาะหน่วยการผลิตที่สนใจ โดยให้พิจารณามวลเข้าสู่หน่วยการผลิต ว่าเกิดปฏิกิริยาเคมีในหน่วยการผลิตหรือไม่ คummวลออกจากหน่วยการผลิต ตลอดจนดูว่ามีการหมุนเวียนมวลกลับมาใช้ใหม่หรือไม่ ทั้งนี้ในการพิจารณาให้ยึดหลักพื้นฐานของสมดุลมวลที่ว่า

$$\text{มวลเข้าทั้งหมด} = \text{มวลออกทั้งหมด}$$

2) **ตรวจประเมินหาสาเหตุการสูญเสีย** เพื่อหาแหล่งกำเนิดและหาสาเหตุของการสูญเสียวัตถุดิบรวมทั้งการประมาณค่าการสูญเสีย ซึ่งข้อมูลจากการทำสมดุลมวลจะช่วยให้หาสาเหตุได้ง่ายและชัดเจน และนำไปสู่การคัดเลือกทางเลือกด้าน CT ต่อไป โดยสาเหตุการสูญเสียจาก 5 แหล่งสำคัญ มีดังนี้

- (1) **วัตถุดิบ** เช่น ใช้วัตถุดิบคุณภาพต่ำ ขาดการตรวจสอบคุณภาพ การจัดเก็บไม่เหมาะสม เป็นต้น
- (2) **เทคโนโลยี** ด้านการออกแบบอุปกรณ์และกระบวนการ เช่น อุปกรณ์ไม่เหมาะสม วัสดุคุณภาพต่ำ ด้านเทคโนโลยี เช่น ใช้เทคโนโลยีล้ำสมัย สิ้นเปลือง ใช้เทคโนโลยีไม่เหมาะสม เป็นต้น ด้านการวางผัง เช่น ขยายการผลิตโดยขาดแผนการ การวางผังไม่เหมาะสม การขนถ่ายไม่เป็นระบบ เป็นต้น
- (3) **วิธีปฏิบัติการ** เช่น คนงานค่อยคุณภาพ ทำงานตามใจชอบ ขาดการฝึกอบรม ผู้บริหารสนใจแต่การผลิตไม่สนใจคนงาน เป็นต้น
- (4) **ของเสีย** เช่น ไม่มีการแยกสายของเสียแต่ละชนิด ไม่มีการหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ เป็นต้น
- (5) **ผลิตภัณฑ์** เช่น มาตรฐานสูงไป การออกแบบผลิตภัณฑ์ไม่เหมาะสม บรรจุภัณฑ์ไม่ดี เป็นต้น

3) สร้างทางเลือกด้าน CT เมื่อได้ข้อมูลสมมูลมวลและทราบแหล่งกำเนิด และสาเหตุของการสูญเสีย รวมทั้งมูลค่าการสูญเสียก็จะเข้าสู่การระดมความคิดของทีม CT และผู้เกี่ยวข้องเพื่อนำไปสู่การลดการสูญเสียดังกล่าว โดยประเภททางเลือก CT สำหรับใช้เพื่อลดการสูญเสีย แบ่งได้ดังนี้

- (1) *ปรับปรุงการทำงานและการจัดการ* หมายถึง การดูแลการจัดการที่เหมาะสม ทำได้โดยไม่ต้องลงทุนหรือลงทุนเพียงเล็กน้อย เช่น จัดระบบบริหารบุคคล ฝึกอบรมพนักงาน ปรับปรุงวิธีปฏิบัติงาน ปรับปรุงการขนถ่ายวัสดุ และการจัดการคลังสินค้าการแยกจัดการของเสีย จัดวางแผนการผลิตให้เหมาะสม
- (2) *การใช้ประโยชน์ของเสียในกระบวนการผลิต* โดยการหมุนเวียนมาใช้ใหม่ในกระบวนการผลิต หรือหมุนเวียนมาใช้ภายนอกกระบวนการผลิต
- (3) *ปรับปรุงเปลี่ยนแปลงบางส่วนและ/หรือ เปลี่ยนใหม่ทั้งหมด*
- (4) *การเปลี่ยน / ปรับปรุงวัตถุดิบ* โดยการลดหรือเลิกใช้สารที่มีอันตรายในกระบวนการผลิต การเลิกใช้วัตถุดิบที่สะอาดขึ้น หรือการเปลี่ยนไปใช้วัตถุดิบอื่นที่มีอันตรายหรือทำให้เกิดของเสียน้อยลง
- (5) *การเปลี่ยน / ปรับปรุงเทคโนโลยี* เช่น การปรับปรุงเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ต่างๆ การปรับเปลี่ยนกรรมวิธีการผลิต การใช้ระบบอัตโนมัติ การปรับภาวการณ์ผลิตให้เหมาะสม การปรับปรุงระบบท่อสายพาน
- (6) *พัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่* โดยการออกแบบผลิตภัณฑ์ใหม่ หรือการปรับเปลี่ยนระดับมาตรฐานด้านคุณภาพ

4) คัดเลือกทางเลือกด้าน CT เป็นขั้นตอนสุดท้ายของการตรวจประเมินโดยละเอียด โดยงานในขั้นนี้จะเป็นการจัดกลุ่มทางเลือกด้าน CT ที่มีหลากหลายวิธีว่าทางเลือกใดเป็นทางเลือกที่เป็นไปได้ และจะถูกนำไปพิจารณาความเป็นไปได้ทางด้านเศรษฐศาสตร์ต่อไปว่าคุ้มค่าการลงทุนหรือไม่อย่างไร การจัดลำดับความสำคัญจะใช้วิธีการให้น้ำหนักคะแนนของแต่ละทางเลือกในประเด็นสำคัญ 4 เรื่อง คือ

- (1) *ความเป็นไปได้เบื้องต้น* เช่น ความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติหรือไม่มีการใช้ทางเลือกนี้แล้วหรือยัง มีผู้รู้ให้คำปรึกษาและมีผู้ผลิตอุปกรณ์ที่จำเป็นเพื่อการปรับปรุงหรือไม่ อย่างไร
- (2) *ความเหมาะสม* พิจารณาว่ามีความเหมาะสมกับการผลิตและผลิตภัณฑ์ของหน่วยผลิตเหมาะกับวัฒนธรรมขององค์กรหรือไม่
- (3) *ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม* พิจารณาว่าเป็นทางเลือกที่ลดผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมได้มากน้อยเพียงไร ลดปัญหาความเป็นพิษและสุขภาพอนามัยของคนงานมากเพียงใด
- (4) *ความเป็นไปได้เชิงเศรษฐศาสตร์* พิจารณาค่าใช้จ่ายและผลกำไรมากน้อยเพียงใด การลงทุนมากน้อยเพียงใด

2.5.4 *ขั้นตอนที่ 4 การศึกษาความเป็นไปได้ (Feasibility study)*

วัตถุประสงค์ของการศึกษาความเป็นไปได้ของทางเลือก เพื่อเลือกทางเลือกที่สามารถปฏิบัติและมีผลคุ้มค่าการลงทุน กิจกรรมที่ต้องดำเนินงานในขั้นนี้ คือการประเมินความเป็นไปได้เบื้องต้น การประเมินความเป็นไปได้ทางเทคนิค การประเมินความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ การประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

1) *การประเมินความเป็นไปได้เบื้องต้น* เพื่อศึกษาว่าทางเลือก CT แต่ละทางเลือกต้องศึกษารายละเอียดมากน้อยถึงระดับไหน ต้องใช้ข้อมูลอะไรบ้าง เพราะทางเลือกแต่ละทางเลือกไม่จำเป็นต้องศึกษารายละเอียดทุกกรณีไป บางทางเลือกสามารถปฏิบัติได้ทันที

2) *การประเมินความเป็นไปได้ทางเทคนิค* เป็นการประเมินผลกระทบต่อกระบวนการผลิต ผลิตภัณฑ์ ความปลอดภัย ทำได้โดยการทดสอบที่ห้องปฏิบัติในสายการผลิตหรือประสบการณ์จากบริษัทอื่นหรือจากผู้ผลิต เช่น ทางเลือกนั้นมีการใช้ได้ผลในอุตสาหกรรมใกล้เคียงหรือไม่อย่างไร ทางเลือกนั้นมีผลกระทบต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์และกระบวนการผลิตหรือไม่อย่างไร ทางเลือกนั้นมีผลกระทบต่อวิธีการทำงานต่อพนักงานและความปลอดภัยหรือไม่อย่างไร

3) *การประเมินความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์* จะเป็นตัวชี้ถึงความคุ้มค่าในการลงทุนหรือไม่การวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุนได้จาก ระยะเวลาคืนทุน(PB) มูลค่าเงินในปัจจุบันสุทธิในการลงทุน(NPV) อัตราผลตอบแทนในการลงทุน(IRR) เป็นต้น โดยระยะเวลาคืนทุนสามารถคำนวณได้จาก

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน(Pay-back Period)} = \frac{\text{ค่าใช้จ่ายในการลงทุน (บาท)}}{\text{ผลตอบแทน}}$$

ผลตอบแทน หมายถึง ผลตอบแทนสุทธิเฉลี่ยต่อปี หรือผลตอบแทนจากการดำเนินการ
วิธีนี้นิยมใช้เพราะสะดวกรวดเร็ว แต่ถ้าเป็นโครงการใหญ่ลงทุนสูงมากๆ จะใช้วิธีละเอียดขึ้น

4) การประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เป็นการประเมินผลดีหรือผลเสีย
ต่อสิ่งแวดล้อมของทางเลือก CT (CT-option) การประเมินทำได้โดยดูจากปริมาณของเสีย
ความเป็นพิษ ความรุนแรงและการประเมินวงจรชีวิตผลิตภัณฑ์อย่างง่าย โดยทั่วไปในการประเมิน
ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม จะดูเพียงแค ปริมาณของเสีย ความเป็นพิษ หรือการลดผลกระทบต่อ
สิ่งแวดล้อมก็เพียงพอแล้ว

5) การคัดเลือกทางเลือกด้าน CT เป็นการคัดเลือกทางเลือกด้าน CT ที่จะ
นำไปลงมือปฏิบัติ โดยนำทางเลือกที่ผ่านการประเมินความเป็นไปได้ในแต่ละทางเลือกมาจัดลำดับ
ความสำคัญ โดยวิธีการให้น้ำหนักคะแนนตามความยากง่ายในแต่ละหมวดของความเป็นไปได้
4 หมวด ดังกล่าวข้างต้น แล้วจึงพิจารณาคัดเลือก ซึ่งแนวทางเลือกในลำดับต้นๆ จะนำมาลงมือ
ปฏิบัติก่อน และทางเลือกใดที่ยังไม่พร้อมปฏิบัติจะถูกเก็บไว้ในโอกาสต่อไป

2.5.5 ขั้นตอนที่ 5 การลงมือปฏิบัติและติดตามประเมินผล (Implementation and Evaluation) การลงมือปฏิบัติและติดตามประเมินผล มีขั้นตอนในการทำงาน ดังนี้

- 1) จัดทำแผนปฏิบัติ โดยรวบรวมข้อมูล ระยะเวลา เงินทุน และกำลังคน
จัดทำตารางกำหนดเวลาปฏิบัติงาน โดยระบุกิจกรรมผู้รับผิดชอบ ผลที่คาดว่าจะได้รับ ระยะเวลา
ตรวจวัด และประเมินความก้าวหน้า นอกจากนี้ควรกำหนดเวลาที่ต้องใช้เงินทุน การตัดสินใจของ
ฝ่ายบริการและเวลาสิ้นสุดโครงการ
- 2) ดำเนินงานตามแผนงาน มีขั้นตอนทั่วไปดังนี้ การวางแผน การออกแบบ
การจัดหาอุปกรณ์ และการลงมือติดตั้ง
- 3) การติดตามและประเมินผลปฏิบัติงาน ขั้นตอนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ
ติดตามและประเมินผลการปฏิบัติงาน ให้เป็นตามแผนงานที่กำหนดไว้และทบทวนแก้ไขปัญหา
อุปสรรคที่เกิดขึ้นระหว่างปฏิบัติตามแผน นอกจากนี้ยังเป็นการทำให้ CT ของบริษัทดำเนินต่อไป
อย่างต่อเนื่องและยั่งยืน

2.6 ประโยชน์ของเทคโนโลยีสะอาด

เทคโนโลยีการสะอาด เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาขีดความสามารถด้านการ
ผลิต เพื่อให้เกิดการแข่งขันของภาคอุตสาหกรรม เป็นเทคโนโลยีที่ทำให้เกิดการปรับปรุง

อย่างต่อเนื่อง ให้ประโยชน์อย่างมากมายทั้งภาคอุตสาหกรรม สังคม และสิ่งแวดล้อม พัฒนา มุลพฤษ(2545) ได้รายงานประโยชน์ของเทคโนโลยีสะอาดไว้ดังนี้

2.6.1 ช่วยให้ออกสาปฏิบัติตามกฎหมายสิ่งแวดล้อมดีขึ้น เพราะมาตรฐานการปล่อยของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม ไม่ว่าจะเป็นน้ำเสีย มูลฝอย ของเสียอันตรายและสารมลพิษอากาศต่างๆ การผลิตโดยใช้เทคโนโลยีสะอาดช่วยทำให้การบำบัดของเสียง่ายขึ้นและสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายน้อยลงไปอีก เป็นการลดความรับผิดชอบทางกฎหมายทั้งทางแพ่ง และทางอาญา

2.6.2 ช่วยประหยัดพลังงานและการใช้ทรัพยากรอำนวยความสะดวกอื่น ๆ เช่น น้ำ เป็นต้น เนื่องจากทรัพยากรต่างๆที่นำมาใช้ในกระบวนการผลิตอุตสาหกรรมนั้นเป็นทรัพยากรที่จำเป็นที่จะต้องให้เกิดการพัฒนาที่ยั่งยืน

2.6.3 ช่วยในการสร้างภาพลักษณ์ต่อสาธารณชน/ชุมชน ภาพลักษณ์ของอุตสาหกรรมในการรักษาและอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมที่ปรากฏออกสู่ชุมชน ทำให้เกิดความตระหนักทำให้มีการเฝ้าติดตามการดำเนินงาน หากพบว่าอุตสาหกรรมใดมีการดำเนินงานที่รักษา/ส่งเสริมและอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมให้อยู่ในสภาพดีจะทำให้เกิดความร่วมมือร่วมใจและส่งเสริมให้อุตสาหกรรมนั้นๆดำเนินกิจกรรมด้วยดี

2.6.4 ช่วยทำให้สภาพแวดล้อมในการทำงานดีขึ้น ส่งเสริมให้เกิดสุขนิสัยในการทำงานที่ดีทำให้เกิดความรักความสะอาดในบุคลากร/พนักงานในโรงงาน

2.6.5 ช่วยทำให้เกิดโอกาสในการตลาดดียิ่งขึ้น ทำให้ผู้บริโภคเลือกซื้อสินค้าที่มีความตระหนักในการอนุรักษ์หันมานิยม/เลือกซื้อสินค้าที่ผลิตจากแหล่งที่ได้รับมาตรฐานที่เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม เช่นซื้อสินค้าจากเขียวเพื่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

2.6.6 ช่วยในการหาแหล่งเงินทุนที่สะดวกขึ้น ธนาคารหรือสถาบันการเงินหรือแหล่งเงินทุนอื่นๆมักจะกำหนดมาตรการในการให้โรงงานอุตสาหกรรมกู้เงินไปเพื่อการลงทุนนั้นจะต้องเป็นโครงการที่ไม่ทำลายสิ่งแวดล้อมและอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ

2.7 บทบาทของเทคโนโลยีสะอาดต่ออุตสาหกรรมของประเทศ

หลักการของเทคโนโลยีสะอาดเป็นการแก้ไขและป้องกันปัญหามลภาวะจากอุตสาหกรรม และเป็นความหวังให้เกิดความกลมกลืนสมดุลระหว่างคุณภาพชีวิตของประชากร การพัฒนาอุตสาหกรรม และความเจริญเติบโตของประเทศ ตามแนวทางการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development) ขององค์การสหประชาชาติ (ธีรารัตน์ มุ่งเจริญ 2541 :66)รวมทั้งการก้าวสู่มาตรฐานสากลของอุตสาหกรรมไทยทั้งทางด้านคุณภาพสินค้าโดยระบบ ISO 9000 และมาตรฐานการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมโดยระบบ ISO 14000 ซึ่งกำลังเป็นมาตรฐานที่ผู้นำเข้าสินค้า

เน้นให้มีขึ้นในแหล่งผลิต ดังนั้นเทคโนโลยีสะอาดจึงเป็นกลยุทธ์สำคัญที่มีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาอุตสาหกรรมของประเทศ

2.8 ตัวอย่างกรณีศึกษาการใช้เทคโนโลยีสะอาดในอุตสาหกรรมต่างๆ

ประเทศไทยได้มีการนำเทคโนโลยีสะอาดมาใช้ในหลายภาคอุตสาหกรรมทั้งในโรงงานอาหาร โรงงานเซรามิก โรงงานปิโตรเคมี โรงงานโลหะและชุบโลหะ เป็นต้น โดยรายละเอียดกรณีศึกษาของอุตสาหกรรมต่างๆมีรายละเอียดตามตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างกรณีศึกษาการใช้แนวทางเทคโนโลยีสะอาดในอุตสาหกรรมต่างๆ

| ประเภทโรงงานและปัญหา | ข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาด | ประโยชน์ที่ได้รับและเงินที่ประหยัดได้ | เงินลงทุน/เวลาคืนทุน |
|---|---|---|--|
| ก. โรงงานอาหาร 1. บริษัท A จำกัด ปัญหา : 1.1 เกิดการสูญเสียแป้งในกระบวนการผลิต | 1.1 นำน้ำจาก Decanter 2 มาผสมกับน้ำแป้งจาก Decanter 1 ก่อนเข้าเครื่องสกัดแป้ง 1.2 เปลี่ยนถังรองรับน้ำแป้งจากเครื่อง Decanter 1 จากรูปทรงกรวยเป็นถังกลม | 1.1 ลดการสูญเสียแป้งไปกับกากละเอียด 1,220 ตัน/ปี 1.2 ลดการสูญเสียแป้ง 1,900 ตัน/ปี ประหยัดเป็นเงิน 13 ล้านบาท/ปี | ลงทุนทั้งสิ้น 43,700 บาท คืนทุนใน 2 วัน |
| 2. บริษัท B จำกัด ปัญหา : 2.1 มีน้ำซอสในกากทิ้งมาก 2.2 ปริมาณ TDS ในบ่อบำบัดสูง | 2.1 เปลี่ยนจุดยึดครองที่เหมาะสม 2.2 หาแหล่งที่เป็นต้นกำเนิดและนำกลับมาใช้ใหม่ด้วย Hydrolysis | 2.1 ลดการสูญเสียผลิตภัณฑ์ โดยประหยัดเป็นเงิน 0.5 ล้านบาท/ปี 2.2 ปริมาณ TDS ในบ่อลดลง | ไม่มีเงินลงทุน |

ตารางที่ 2.1(ต่อ)

| ประเภทโรงงานและ ปัญหา | ข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาด | ประโยชน์ที่ได้รับและเงิน ที่ประหยัดได้ | เงินลงทุน/ เวลาคืนทุน |
|---|---|--|--|
| 3. บริษัท C จำกัด ปัญหา : 3.1 ปริมาณน้ำ ทิ้งมากเนื่องจากเปิดน้ำ ทิ้งตลอดเวลาในห้อง ล้างเครื่องในไถ่ | 3.1 ติดตั้งวาล์วควบคุมการ เปิด-ปิดน้ำและนำน้ำทิ้งกรอง กลับมาใช้ใหม่ | ประหยัดค่าน้ำและค่า ไฟฟ้าได้รวม 0.83 ล้าน บาท/ปี | ลงทุนทั้งสิ้น 1.6 ล้าน บาท คืนทุน ใน 2 ปี |
| 3.2 การสูญเสียพลังงาน ในOverflow กระบวนการลวกไถ่ และ Chiller | 3.2 นำ Overflow มาใช้ทำ การอุ่น น้ำที่จะใช้ในการ ลวกไถ่ | | |
| 4. บริษัท D จำกัด ปัญหา : 4.1 สูญเสีย ปริมาณความร้อนตาม ระบบมากและBoiler ใช้เชื้อเพลิงสูง | <ul style="list-style-type: none"> วัดปริมาณน้ำเข้า-ออก Boiler และติดตั้งมิเตอร์ ควบคุมปริมาณน้ำเข้า จัดตารางการBlowdown ให้เหมาะสมกับปริมาณการ ใช้ไถ่ น้ำในกระบวนการผลิต | ยืดอายุการใช้งานและเพิ่ม ประสิทธิภาพ Boiler ขึ้น อีก1% และลดการใช้ พลังงานและเชื้อเพลิง 0.3 ล้านบาท/ปี | ลงทุนต่ำ |
| 5. บริษัท E จำกัด ปัญหา : 5.1 ปริมาณน้ำ ร้อนและน้ำเกลือใน Resin Tower ไม่ เหมาะสม | 5.1 ใช้เครื่องวัด % เกลือและ Colorimeter เป็นเกณฑ์ ควบคุมใหม่ | ระบบ Carbonation มี ประสิทธิภาพดีขึ้นโดย ประหยัดเป็นเงิน 1.1 ล้าน บาท/ปี | ลงทุนทั้งสิ้น 40,000 บาท คืนทุนใน 6 วัน |
| 5.2 ระบบCarbonation มีประสิทธิภาพต่ำ | 5.2 ศึกษาปัจจัยที่มีผล คือ pH%CO ₂ , อัตราการไหล ของน้ำเชื่อม, ปูนขาวและ อุณหภูมิ | | |

ตารางที่ 2.1(ต่อ)

| ประเภทโรงงานและ ปัญหา | ข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาด | ประโยชน์ที่ได้รับและเงิน ที่ประหยัดได้ | เงินลงทุน/ เวลาคืนทุน |
|---|--|---|---|
| ข. โรงงานเซรามิค 6. บริษัท F จำกัด ปัญหา : 6.1 ใช้ ปริมาณวัตถุดิบมาก เกินไป | 6.1 ใช้ถาดในการตรวจวัดบน ตาชั่ง | ประหยัดได้รวม 0.23 ล้าน บาท/ปี | ลงทุนทั้งสิ้น 33,000 บาท คืนทุนใน 2 เดือน |
| 6.2 ผลิตสินค้าไม่ได้ ตามเวลาและชิ้นแบบ เป็นรอย | 6.2 ปรับปรุงที่ปิดปลายถัง และจัดทำแบบหล่อเพิ่ม | | |
| ค. โรงงานชุบโลหะ 7. บริษัท G จำกัด ปัญหา : 7.1 ปริมาณ การใช้น้ำมากเกินไป | <ul style="list-style-type: none"> ● ปรับแผนการถ่ายน้ำทิ้งให้ เหมาะสม ● ใช้น้ำทิ้งจากบ่อเคลือบ ฟอสเฟสในบ่อล้างไขมัน | ประหยัดค่าน้ำได้ 32,000 บาท/ปี | ลงทุนทั้งสิ้น 8,000บาท คืนทุนใน 3เดือน |
| ง. โรงงานเครื่อง อุปโภค 8. บริษัท H จำกัด ปัญหา: 8.1 สูญเสีย วัตถุดิบของขบวนการ Reprocess Soap | <ul style="list-style-type: none"> ● คำนวณหาอัตราส่วนสาร ตั้งต้นในการทำปฏิกิริยาให้ เหมาะสม ● ปรับสภาพกระบวนการให้ เหมาะสม | ลดการใช้วัตถุดิบและ สารเติมแต่ง รวมถึงเพิ่ม ประสิทธิภาพให้ กระบวนการผลิตโดย ประหยัดได้ 0.4 ล้าน บาท/ปี | ลงทุนทั้งสิ้น 400,000 บาท |

2.9 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ถนนอม(2546) นำเทคโนโลยีสะอาดไปประยุกต์ใช้ในกระบวนการผลิตถ้วยเหลืองฝัก
สดแช่เยือกแข็งของบริษัท เชียงใหม่โฟรเซนฟู้ดส์ จำกัด (มหาชน) โดยพบว่า การใช้น้ำเป็นประเด็น
การสูญเสียที่สำคัญและควรปรับปรุงแก้ไข ซึ่งผู้วิจัยได้นำน้ำล้างสายพานแช่เยือกแข็งมาใช้ล้าง

วัตถุดิบเบื้องต้นซึ่งสามารถลดปริมาณการใช้น้ำลง 2,750 ลูกบาศก์เมตร/ปี คิดเป็นมูลค่าที่สามารถประหยัดได้ 720,000 บาท/ปี โดยมีระยะเวลาคืนทุน 2.5 ปี

สายรุ่ง (2547) ได้ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาดในกระบวนการผลิตของบริษัทเครื่องสุขภัณฑ์โดย ลดปริมาณน้ำใช้ ลดปริมาณน้ำเสีย และลดค่าใช้จ่ายจากการใช้น้ำ มีการเปรียบเทียบ ปริมาณน้ำใช้ ปริมาณน้ำเสีย ปริมาณค่าใช้จ่าย จากการใช้น้ำ ก่อนและหลังการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาดในกระบวนการผลิต ของบริษัทเครื่องสุขภัณฑ์พบว่าเทคโนโลยีสะอาดสามารถ ลดปริมาณน้ำใช้ได้ 40.79 % ของปริมาณน้ำใช้ทั้งหมด ลดปริมาณน้ำเสียได้ 55.04 % ของปริมาณน้ำเสียทั้งหมด และ ลดปริมาณค่าใช้จ่ายจากการใช้น้ำได้ 40.79 % ของปริมาณค่าใช้จ่ายจากการใช้น้ำทั้งหมด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

ฉพล (2547) ทำการศึกษาการส่งเสริมการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาดในวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม โดยใช้หลักและวิธีการตามคู่มือของการดำเนินงานด้านเทคโนโลยีสะอาดที่เป็นที่ยอมรับนำไปสู่การปฏิบัติจริงในวิสาหกิจ โรงงานขนาดกลางและขนาดย่อม จำนวน 1 โรงงาน ใช้ดัชนีชี้วัดการประเมินทางสิ่งแวดล้อมด้านวัตถุดิบและทรัพยากรต่าง ๆ ที่โรงงานใช้ต่อหน่วยวัตถุดิบ เป็นตัวชี้วัดเปรียบเทียบในช่วงก่อนดำเนินการศึกษาและหลังการศึกษา ผลการศึกษาวิจัยพบว่า หลังจากที่โรงงานได้รับการส่งเสริมการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาดแล้ว โรงงานมีการจัดการสภาพแวดล้อมในการทำงานที่ดีขึ้น ปรับปรุงแก้ไขของค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตได้ถูกต้องตามหลักการของเทคโนโลยีสะอาด ผลสำเร็จพิจารณาจากตัวเลขปริมาณทรัพยากรน้ำประปาและพลังงานไฟฟ้าที่โรงงานใช้เทียบต่อหน่วยวัตถุดิบลดลง รวมถึงเป็นการลด โอกาสที่จะก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและชุมชน อีกทั้งยังสามารถลดค่าใช้จ่ายของโรงงานได้เป็นอย่างดี

ฉรัฐสุดา (2548) ได้นำเอาเทคโนโลยีสะอาดไปประยุกต์ใช้ในกระบวนการผลิตแชมพูประคำดีควายของชมรมรักษ์สมุนไพรรำปาง โดยพบว่าการสูญเสียความร้อนในรูปของไอน้ำ ทำให้ทางโรงงานมีค่าใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงสูงจึงได้ศึกษาการนำน้ำ คอนเดนเสทกลับมาใช้เป็นน้ำป้อนเข้าสู่หม้อไอน้ำ เนื่องจากคอนเดนเสทนั้นมีความบริสุทธิ์และมีอุณหภูมิสูงผู้ศึกษาจึงได้เอาไอน้ำควบแน่นที่ไหลทิ้งในทุกสายการผลิตของ โรงงานกลับมาใช้ใหม่ โดยการนำกลับมาใช้เป็นน้ำ ป้อนเข้าหม้อไอน้ำทำให้ประหยัดเชื้อเพลิงลงไปได้ ประมาณ 5,325 ลิตร/ปี คิดเป็นเงิน 129,463 บาท/ปี มีมูลค่าการลงทุน 107,662 บาท ซึ่งมีระยะเวลาคืนทุน 9 เดือน

นนท์ (2549) ศึกษาการนำเทคโนโลยีสะอาดไปประยุกต์ใช้ในกระบวนการผลิตข้าวโพดหวานบรรจุกระป๋องโดยสามารถประเมินหาสาเหตุการสูญเสียได้ 2 สาเหตุ คือ การสูญเสียเมล็ดข้าวโพด และการสูญเสียน้ำมันเตาในรูปของความร้อนที่ผิวของท่อส่งไอน้ำ ทำการปรับปรุงการตัดแยกขนาดข้าวโพดก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิต และเพิ่มจำนวนครั้งของการลับใบมีดเป็น

2 ครั้งต่อกะการทำงาน สามารถลดการสูญเสียเมล็ดข้าวโพดคิดไปกับซังได้ปีละ 232,870 กิโลกรัม คิดเป็นมูลค่าความประหยัด 279,444.00 บาทต่อปี โดยไม่มีการลงทุน และ ทำโดยการหุ้มฉนวนท่อส่งไอน้ำ เพื่อลดการสูญเสียความร้อนสามารถลดการใช้น้ำมันเตาลงได้ร้อยละ 91.7 หรือ 2,791.0 ลิตรต่อปี คิดเป็นมูลค่า 41,870.43 บาท โดยมีค่าใช้จ่ายในการหุ้มฉนวน 16,000.00 บาท มีระยะเวลาการคืนทุน 4.58 เดือน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง เพื่อศึกษาการนำเทคโนโลยีสะอาดมาใช้ในองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการผลิตแป้งขนมจีน ซึ่งปัจจัยสำคัญที่จะทำให้ผู้ประกอบการเห็นความสำคัญของเทคโนโลยีสะอาดเพื่อนำไปใช้ในการลดของเสีย และให้มีการดำเนินงานอย่างต่อเนื่องยิ่งขึ้น คือ ปัจจัยที่สามารถตรวจวัดได้ในเชิงปริมาณ เพื่อให้สามารถนำมาใช้เปรียบเทียบเพื่อประเมินผลประสิทธิภาพการดำเนินงานได้อย่างชัดเจน ดังนั้น ผู้วิจัยจะมีการประเมินประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมสำคัญ (Significant Environmental Aspect) และกำหนดตัวชี้วัดประสิทธิภาพการดำเนินงานด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental Performance Indicators หรือ EPIs) ที่เหมาะสมสำหรับผู้ประกอบการ เพื่อนำมาใช้ในกิจกรรมการสำรวจโรงงานเพื่อรวบรวมข้อมูลในขั้นของการติดตามและการประเมินผลการดำเนินงาน

1. การนำแนวทางเทคโนโลยีสะอาดไปประยุกต์ใช้ในโรงงานผลิตแป้งขนมจีน

แนวทางการดำเนินงานผู้วิจัยได้กำหนดแนวทางและวิธีการหลักตามคู่มือด้านเทคโนโลยีสะอาดที่เป็นที่ยอมรับที่สำคัญได้แก่ หลักปฏิบัติเทคโนโลยีที่สะอาด อุตสาหกรรมรายสาขาแป้งขนมจีน (กรมโรงงานอุตสาหกรรม 2549) คู่มือเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดสำหรับโรงงานอุตสาหกรรม (กรมโรงงานอุตสาหกรรม 2544) คู่มือการตรวจประเมินเทคโนโลยีสะอาด (สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย 2541) คู่มือเทคโนโลยีสะอาดสำหรับประชาชน(สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย 2541) ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินการ 5 ขั้นตอนหลัก โดยรายละเอียดของแต่ละขั้นตอนประกอบด้วย

1.1 ขั้นตอนที่ 1 : การวางแผนและจัดตั้งทีม CT (Planning & Organization)

ในขั้นตอนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อกำหนดนโยบาย สำหรับเป็นแนวทางในการปฏิบัติจัดเตรียมงานด้านบุคลากร ทรัพยากรที่จำเป็น และวางแผนโครงการ โดยผ่านการเห็นชอบโดยผู้บริหารระดับสูงของโรงงาน โดยการให้การสนับสนุน

- กำหนดนโยบายของโรงงานเป็นลายลักษณ์อักษรมีวัตถุประสงค์ที่ชัดเจนในการลดการใช้ทรัพยากรในการผลิต และลดปริมาณของเสียต่อหน่วยผลิตภัณฑ์โดยกำหนดเป้าหมายชัดเจนวัดผลได้ กำหนดกรอบเวลา

- การจัดตั้งทีมซึ่งประกอบไปด้วย สมาชิกที่เป็นตัวแทนจากฝ่ายต่าง ๆ เช่น ฝ่ายผลิต ฝ่ายวิศวกรรม ฝ่ายจัดซื้อ ฝ่ายควบคุมคุณภาพ เพื่อประชุมเสนอแนะแนวทางข้อคิดเห็น อันเป็นแนวคิดใหม่ ๆ มีมุมมองกว้างไกลปราศจากความลำเอียง เพื่อหาทางแก้ไขหรือป้องกันการสูญเสีย ทำให้ทรัพยากรถูกใช้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

1.2 ขั้นตอนที่ 2 : การตรวจประเมินเบื้องต้น (Pre-Assessment)

เป็นการประเมินหาความสูญเสียและบริเวณที่มีศักยภาพในการทำเทคโนโลยีสะอาดโดยรวม โดยอาศัยสามัญสำนึกเป็นส่วนใหญ่ ผลจากการขั้นตอนนี้จะเป็นประโยชน์ในการตรวจประเมินโดยละเอียดในขั้นตอนต่อไป การตรวจประเมินเบื้องต้นประกอบด้วย

- การจัดทำแผนภูมิการผลิต โดยมีการบันทึกข้อมูลของการใช้พลังงาน วัตถุดิบ น้ำ ผลิตภัณฑ์แต่ละขั้นตอน ของเสีย กิจกรรมที่ไม่อยู่ในแผนภูมิการผลิต การระบายน้ำ และการบำบัด

- การประมาณการ ปริมาณวัตถุดิบ ปริมาณน้ำ สารเคมี แสดงมวลเข้า และมวลออกในแต่ละหน่วยการผลิต ทีมผู้สำรวจทำการเดินสำรวจตั้งแต่หน่วยการผลิตหน่วยแรกจนถึงหน่วยผลิตสุดท้ายสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมจากพนักงานซึ่งอยู่ในแต่ละหน่วยการผลิตเพื่อให้ได้ข้อมูลจริงของลักษณะของเสีย ซึ่งจะนำไปสู่โอกาสในการลดของเสีย หรือการใช้ทรัพยากร

- การกำหนดพื้นที่ที่น่าสนใจเป็นประเด็นที่จะต้องมีการประเมินโดยละเอียด โดยพิจารณาจากข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการใช้ทรัพยากรและการสูญเสีย ที่มีปริมาณมากหรือเป็นปริมาณเงินที่สูญเสียสูง

1.3 ขั้นตอนที่ 3 : การตรวจประเมินโดยละเอียด (Detailed Audit)

เป็นการเก็บข้อมูลในเชิงปริมาณ โดยมุ่งเน้นเฉพาะหน่วยผลิตที่สนใจ ถูกกำหนดเป็นประเด็นในขั้นตอนของการประเมินเบื้องต้น มีขั้นตอนประกอบด้วย

- พิจารณามวลเข้าสู่การผลิต การเกิดปฏิกิริยาในหน่วยการผลิต มวลที่ออกจากกระบวนการผลิต และการหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ เพื่อจัดทำสมดุลมวลสาร (Mass Balance) บนพื้นฐานของ

$$\text{มวลเข้าทั้งหมด} = \text{มวลออกทั้งหมด}$$

- การสร้างทางเลือกเทคโนโลยีสะอาด(CT Option) ทางเลือกที่ได้จากการตรวจประเมินแล้วจะเกิดจากการประชุมระดมสมองของทีมงาน โดยอาศัยความรู้และประสบการณ์ และการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาโดยใช้สมดุลมวล ซึ่งโดยทั่วไปประเภทของทางเลือก CT ที่จะนำมาพิจารณาหลักคือ การปรับปรุงกระบวนการดำเนินการ การใช้ประโยชน์ของเสียใน

กระบวนการผลิตโดยการใช้ซ้ำ/นำกลับมาใช้ใหม่ การปรับปรุงเปลี่ยนแปลงวัตถุดิบหรือเทคโนโลยี การเปลี่ยนแปลงผลิตภัณฑ์

1.4 ขั้นตอนที่ 4 : การศึกษาความเป็นไปได้

เมื่อทางทีมงานเลือกวิธีการป้องกันมลพิษได้แล้ว ต้องมีการประเมินและศึกษาความเป็นไปได้ทั้งทางด้านเทคนิค เศรษฐศาสตร์และสิ่งแวดล้อมเพื่อเลือกเฉพาะวิธีที่มีความเหมาะสมมาใช้

- การประเมินเบื้องต้น โดยการประเมินร่วมกันระหว่างทีมงานและผู้บริหาร เพื่อศึกษาถึงความเป็นไปได้เบื้องต้นของแต่ละวิธี ซึ่งผลของการประเมินเบื้องต้นจะบอกได้ว่าวิธีไหนมีความเป็นไปได้และวิธีไหนต้องศึกษาข้อมูลเพิ่มเติม
- การประเมินความเป็นไปได้ทางเทคนิค โดยประเมินผลกระทบที่จะเกิดกับกระบวนการผลิต วิธีการทำงานของพนักงาน ความปลอดภัย และคุณภาพของผลิตภัณฑ์ว่าจะเกิดขึ้นหรือไม่อย่างไร ต้องมีการปรับปรุงหรืออบรมเพื่อป้องกันผลกระทบดังกล่าวหรือไม่
- การประเมินความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ เพื่อชี้ให้เห็นถึงความคุ้มค่าในการลงทุน โดยทางทีมงานและผู้ทำการวิจัยจะวิเคราะห์จาก ระยะเวลาคืนทุน
- การประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม การประเมินจะเป็นการดูจากปริมาณของเสีย ความเป็นพิษ ความรุนแรง อาจใช้การประเมินโดยการอิงกฎหมายที่เกี่ยวข้องที่มีการควบคุมอยู่เพื่อให้การประเมินมีความชัดเจนมากขึ้น

1.5 ขั้นตอนที่ 5 : การลงมือปฏิบัติและการติดตามผล (Implementation and Evaluation)

เมื่อมีการคัดเลือกทางเลือก CT ที่เหมาะสมแล้ว ด้วยข้อจำกัดของเวลาที่ใช้ในการดำเนินการศึกษา ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการไว้ถึงการวางแผนในการนำไปปฏิบัติเพื่อให้เป็นแผนงานในการลงมือปฏิบัติต่อไปได้ แต่ทั้งนี้ได้มีการคัดเลือกทางเลือกที่ไม่ต้องมีการลงทุนมาเป็นแนวทางต้นแบบให้กับผู้ประกอบการ ส่วนทางเลือกที่มีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ ต้องอยู่ในการนำเสนอของทีมงาน CT ต่อผู้บริหารเพื่ออนุมัติต่อไป

- จัดทำแผนงานสำหรับทางเลือกที่รอการอนุมัติซึ่งประกอบด้วย
 - วิธีการที่ต้องปฏิบัติ หรือกิจกรรมที่ต้องทำ
 - บุคลากร หรือหน่วยงานที่ต้องรับผิดชอบ
 - งบประมาณ
 - ระยะเวลาในการทำงาน

- นำวิธีที่ต้องมีการปรับเปลี่ยนเครื่องจักรไปใช้โดยอาจต้องมีการอบรมเพิ่มเติมในรายละเอียดที่เพิ่มเติมขึ้นมาเช่น วิธีการใช้เครื่องจักรใหม่
- ตรวจสอบและติดตามผลการดำเนินงาน เพื่อเป็นสิ่งบ่งชี้ผลการทำงาน เช่น ปริมาณของเสียที่ลดลง ปริมาณทรัพยากรที่ใช้ลดลง เป็นต้น
- การปรับปรุงและดำเนินกิจกรรมอย่างต่อเนื่อง โดยทีมงานมีการสื่อสารผลที่ได้รับไปยังพนักงานทุกคน มีการเผยแพร่แนวคิดของเทคโนโลยีสะอาดไปยังพนักงานระดับปฏิบัติการอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอโดยจัดเป็นการอบรม ให้ความรู้ และอาจจูงใจด้วยการจัดทำโครงการที่มีรางวัล เพื่อนำเสนอแนวคิดของ CT เพื่อการเพิ่มประสิทธิภาพในขั้นต่อไป

2. แผนการดำเนินงาน

เพื่อให้ระยะเวลาการดำเนินงานสัมพันธ์กับระยะเวลาการศึกษาตลอด โครงการศึกษาวิจัยค้นคว้าอิสระ ที่กำหนดไว้เป็นระยะเวลา 3 เดือน ทางผู้ศึกษาวิจัยจึงได้กำหนดกิจกรรมตามช่วงเวลาและขั้นตอนของการศึกษา โดยมีแผนการดำเนินงานการศึกษาค้นคว้าอิสระแสดงดังตารางที่ 3.1 และกิจกรรมหลักของการศึกษา 3 กิจกรรมหลักดังนี้

1. การวางแผนการศึกษาวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิทั้งหมด 2 สัปดาห์
2. การศึกษากระบวนการผลิตและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาด 7 สัปดาห์
3. การวิเคราะห์ข้อมูลและจัดทำรายงาน 3 สัปดาห์

ตารางที่ 3.1 แผนการดำเนินงานการค้นคว้าอิสระ

| ลำดับ | ขั้นตอนการดำเนินงาน | ระยะเวลา (สัปดาห์) | กพ. | มีค. | เมย. |
|--------------------|--|-----------------------|-----|------|------|
| 1 | การวางแผนการวิจัยและทบทวนข้อมูลที่เกี่ยวข้อง | 1 | ■ | | |
| | เก็บรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิทั้งหมด | 1 | ■ | | |
| 2 | การศึกษากระบวนการผลิตของโรงงาน | 2 | | ■ | |
| | อบรมพนักงานในองค์กร ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาด และประเมินผลสำเร็จ | 5 | | ■ | ■ |
| 3 | การวิเคราะห์ข้อมูลและจัดทำรายงาน | 3 | | | ■ |
| รวมระยะเวลาทั้งหมด | | 12 | | ■ | ■ |

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาดในโรงงานแป้งขนมจีน

1. ข้อมูลทั่วไปของโรงงาน

| | | |
|-----------------------|---|---|
| ที่ตั้ง | : | 109/3 หมู่ 14 ถ.มิตรภาพ กม.199 ต.ลาดบัวขาว อ.สีคิ้ว จ.นครราชสีมา |
| อายุโรงงาน | : | 2 ปี |
| พื้นที่โรงงาน | : | 900 ตารางเมตร |
| จำนวนบุคลากรทั้งหมด | : | 30 คน |
| เวลาทำงาน | : | 8 ชม./วัน 24-26 วัน/เดือน |
| ลักษณะของลูกค้า | : | ลูกค้าในประเทศ ร้อยละ 100 |
| ผลิตภัณฑ์ที่ทำการผลิต | : | แป้งข้าว แป้งขนมจีน |
| กำลังการผลิต | : | แป้งขนมจีน 1.8-3.6 ตัน/ปลายข้าว/วัน |



ภาพที่ 4.1 ผลิตภัณฑ์แป้งขนมจีนของโรงงาน

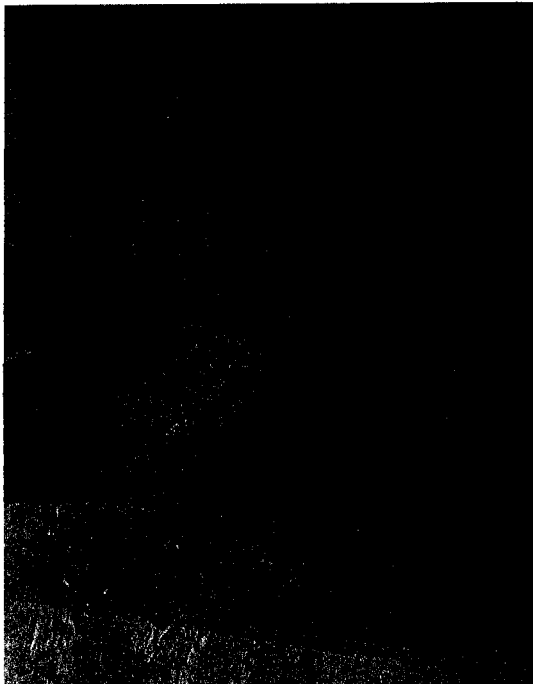
2. กระบวนการผลิต การใช้ทรัพยากรและการจัดการของเสีย

2.1 กระบวนการผลิต

ผลจากการสำรวจกระบวนการพบว่ากระบวนการผลิตแป้งขนมจีน จะคล้ายคลึงกับกระบวนการผลิตเส้นขนมจีนแต่จะมีขั้นตอนที่น้อยกว่า คือ จะตัดตอนกระบวนการเพียงแต่การนำแป้งที่ได้จากการตกตะกอนน้ำแป้ง ไปอัด หรือเรียกอีก อย่าง หนึ่งว่าการรีดเอาน้ำออก และทำการบรรจุกระสอบเพื่อจำหน่าย จึงไม่มีการใช้พลังงานไอน้ำเช่นกับกระบวนการผลิตเส้นขนมจีนสามารถอธิบายขั้นตอนการผลิตแป้งขนมจีนได้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ล้างปลายข้าว จะเป็นการนำปลายข้าวซึ่งเป็นวัตถุดิบมาทำการล้างเพื่อขจัดฝุ่นผง รำ สิ่งเจือปนอื่นๆ ที่ปะปนมากับปลายข้าวให้ออกไปกับน้ำแล้วทำการหมักปลายข้าวโดยทิ้งไว้ 3 วัน โดยมีการเปิดลมจากท่อลมในบ่อช่วยในการล้าง ประมาณ 20-25 นาที จึงทำการปล่อยน้ำทิ้งจากบ่อ ในทุกวันของการหมักจะมีการเปิดน้ำเข้าบ่อเพื่อล้างปลายข้าวทุกวัน วันละ 1 ครั้ง

ขั้นตอนที่ 2 หมักปลายข้าว 3 วัน ปลายข้าวที่ถูกล้างทำความสะอาดแล้วจะใช้เวลาหมักอยู่ในบ่อเป็นเวลา 3 วันโดยพนักงานจะทำการล้างปลายข้าวทุกวันระหว่างช่วงเวลาการหมัก



ภาพที่ 4.2 บ่อล้างและหมักปลายข้าว

ขั้นตอนที่ 3 สูบปลายข้าวขึ้นตะแกรงพักและม่ปลายข้าว ปลายข้าวที่ผ่านการหมักจนครบ 3 วัน จะมีการเติมน้ำลงไปนบ่อเพื่อลำเลียงเข้าสู่เครื่องม่โดยใช้การสูบน้ำขึ้นสู่ตะแกรงพักปลายข้าว น้ำบางส่วนจะแยกออกจากปลายข้าวและไหลลงท่อกลับสู่นบ่อหมักข้าวปลายข้าวที่สะอาดน้ำจะเข้าสู่เครื่องม่เพื่อทำการม่

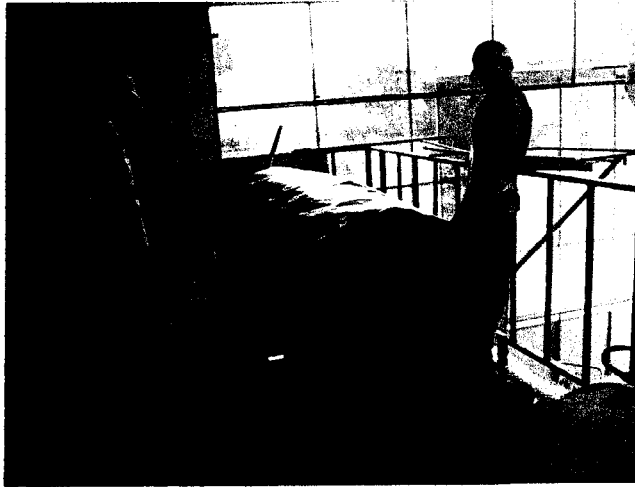


ภาพที่ 4.3 ตะแกรงพักข้าวและเครื่องม่ปลายข้าว

ขั้นตอนที่ 4 กรองน้ำแป้ง น้ำแป้งที่ได้จากกระบวนการม่จะไหลลงสู่ตะแกรงร้อนเพื่อทำการกรองแยกปลายข้าวที่อาจยังมีขนาดใหญ่ออก น้ำแป้งที่ละเอียดจนผ่านตะแกรงแล้วจะถูกปั๊มส่งไปยังบ่อดกตะกอน หลังจากจบขั้นตอนนี้จะมีการล้างทำความสะอาดเครื่องจักร

ขั้นตอนที่ 5 ตกตะกอนน้ำแป้ง น้ำแป้งที่ได้จากการม่จะถูกทิ้งไว้ให้ตกตะกอนและเกิดการหมักค่อในบ่อกักเป็นเวลา 3 วัน มีการเติมเกลือเข้าไปที่น้ำแป้งเพื่อรักษาสถานะให้เหมาะสมในการหมัก เพื่อให้ได้แป้งที่มีคุณภาพดีนำไปผลิตเป็นเส้นขนมจีนจะได้เส้นที่เหนียวนุ่มไม่ขาดยุ่ย

ขั้นตอนที่ 6 การอัดน้ำแป้ง น้ำแป้งที่ผ่านการตกตะกอนทิ้งไว้จะถูกกวนและปั๊มส่งมายังเครื่องอัดน้ำแป้ง เมื่อแยกน้ำออกแล้วแป้งจะถูกปล่อยลงไปที่เครื่องตีแป้งเพื่อลดขนาดของก้อนแป้งให้สามารถบรรจุลงถุงได้ซึ่งในขั้นตอนนี้มีการเติมสารละลายโซเดียมเบนโซเอท ความเข้มข้นสุดท้ายของแป้งก่อนการบรรจุลงถุงอยู่ที่ร้อยละ 47-53



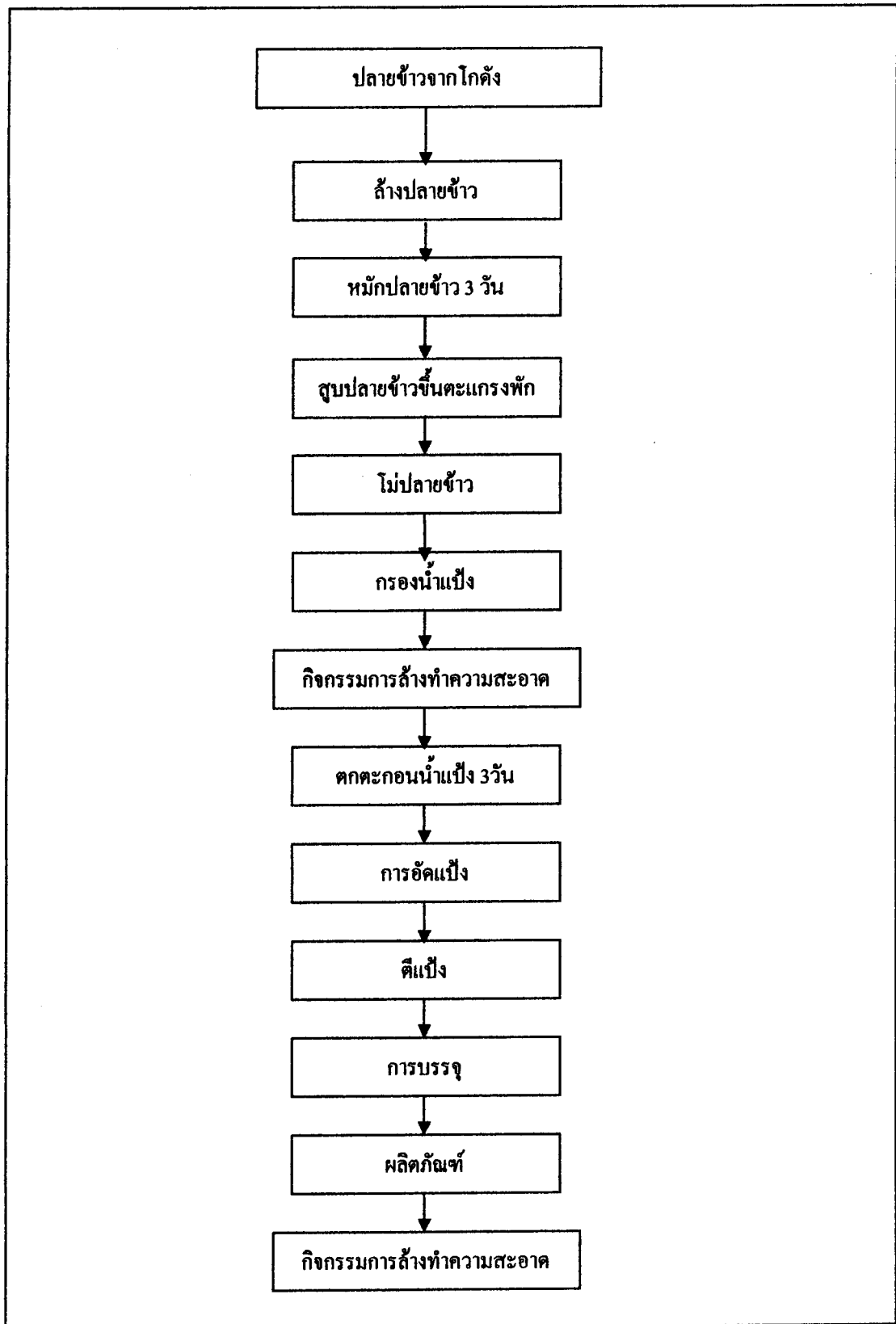
ภาพที่ 4.4 ขั้นตอนการอัดน้ำแข็ง

ขั้นตอนที่ 7 การบรรจุ ในขั้นตอนนี้จะทำการชั่งน้ำหนักผลิตภัณฑ์ที่ทำการบรรจุ
ทุกถุง ก่อนทำการเย็บปากถุงและจัดเรียงบนพาเลทเพื่อรอส่งจำหน่าย



ภาพที่ 4.5 การบรรจุแข็ง

ขั้นตอนการล้างทำความสะอาดเครื่องจักรจะมีการดำเนินกิจกรรมการล้าง หลังจาก
จบขั้นตอนการ โม่ และการบรรจุในแต่ละวัน แสดงดังภาพที่ 4.6



ภาพที่ 4.6 กระบวนการผลิตแป้งขนมจีนของโรงงาน

2.2 การใช้ทรัพยากร

2.2.1 การใช้วัตถุดิบ

วัตถุดิบที่ใช้ในกระบวนการผลิต มี 3 ส่วน ซึ่งเป็นวัตถุดิบหลักที่ใช้โดยทั่วไปในการผลิตแป้งขนมจีน คือ

- 1) *ปลายข้าว* โดยปลายข้าวที่นำมาใช้ในการผลิตทางโรงงานจะคัดเลือกปลายข้าวโดยมีการเลือกใช้พันธุ์ข้าวอะมิโลสสูงโดยมีปริมาณการใช้อยู่ที่ 1,800 – 3,600 กก./วัน
- 2) *เกลือ* ปัจจุบันโรงงานใช้เกลือสินเธาว์บริสุทธิ์ในขั้นตอนของการตกตะกอนน้ำแป้ง
- 3) *น้ำ* น้ำที่ใช้ในส่วนของการผลิตและล้างทำความสะอาดอุปกรณ์/เครื่องจักรเป็นน้ำผิวดินที่ผ่านระบบการปรับปรุงคุณภาพให้ปราศจากความขุ่น มีความกระด้างต่ำเหมาะกับการใช้ใน การผลิตซึ่งจะ ไม่มีผลกระทบต่อด้านคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้ ปริมาณการใช้น้ำคือ 23.8 ลูกบาศก์เมตร/ตันปลายข้าว โดยน้ำใช้ส่วนใหญ่จะกลายเป็นน้ำเสียที่มีความสกปรกในรูปของสารอินทรีย์สูง

2.2.2 การใช้พลังงาน

ปัจจุบันโรงงานใช้ไฟฟ้าในการดำเนินการผลิต มีปริมาณการใช้ 3,761 กิโลวัตต์/เดือน

2.3 การจัดการของเสียและน้ำเสีย

2.3.1 การจัดการของเสีย

ของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตของโรงงาน คือ เศษปลายข้าว และเศษแป้ง ที่ตกหล่นจากอุปกรณ์เครื่องจักร หรือมีการตกค้างอยู่ในเครื่องจักรหลังจากเสร็จสิ้นการผลิต มีปริมาณไม่แน่นอนในละวัน แต่โดยเฉลี่ยอยู่ในช่วง 2-10 กก./วัน การจัดการของเสียที่โรงงานดำเนินการอยู่จะเป็นการรวบรวมของเสียที่เป็นปลายข้าว ขายเป็นอาหารสัตว์ให้แก่ผู้เลี้ยงสุกรในพื้นที่ส่วนเศษแป้งและกากแป้งทิ้งตามทางระบายน้ำเข้าสู่ระบบบำบัด

2.3.2 การจัดการน้ำเสีย

น้ำเสียของโรงงาน แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือน้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิต แป้งข้าวเจ้า แป้งข้าวเหนียว ซึ่งมีกระบวนการผลิตอยู่ในพื้นที่เดียวกัน และน้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตแป้งขนมจีน ซึ่งหากเทียบปริมาณของน้ำเสียที่เกิดขึ้นแล้ว กระบวนการผลิตแป้งขนมจีนจะมี ปริมาณน้ำเสีย ปล่อยที่เข้าสู่ระบบบำบัดน้อยกว่า กระบวนการผลิตแป้งข้าวเจ้า/ข้าวเหนียว โดยน้ำเสียจะถูกรวบรวมจากกิจกรรมการผลิตของโรงงานสู่ทางรางระบายน้ำที่แยกออกจาก

รายนามและเข้าสู่กระบวนการบำบัด ซึ่งประกอบด้วยหน่วยบำบัด ได้แก่ บ่อดักไขมัน บ่อดักตะกอนแข็ง บ่อบำบัดแบบกึ่งใช้อากาศ บ่อบำบัดอากาศ และบ่อบำบัด

โดยตารางสรุปรายละเอียดปริมาณการใช้วัตถุดิบทรัพยากรและปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นของโรงงานต่อเดือนแสดงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 สรุปปริมาณการใช้วัตถุดิบ ทรัพยากรและของเสียของโรงงานต่อเดือน

| การใช้วัตถุดิบทรัพยากรและของเสีย | ปริมาณ* | หน่วยต่อเดือน |
|----------------------------------|---------|-------------------|
| ปลายข้าว | 24 | ตัน |
| เกลือ | 3.0 | ตัน |
| น้ำ | 571 | ลูกบาศก์เมตร |
| ไฟฟ้า | 3,761 | กิโลวัตต์-ชั่วโมง |
| น้ำเสีย | 428 | ลูกบาศก์เมตร |

หมายเหตุ: *ข้อมูลการผลิตของโรงงาน เดือนกุมภาพันธ์ 2552

2.4 ประเด็นปัญหาและนโยบายด้านสิ่งแวดล้อมของโรงงาน

ประเด็นปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมของโรงงานจะเป็นปัญหาในด้านการใช้ทรัพยากรน้ำในกระบวนการผลิตค่อนข้างสูง และปัญหาการสูญเสียแป่งไปกับน้ำทิ้งจากขั้นตอนต่าง ๆ ในกระบวนการผลิต รวมถึงขั้นตอนการล้างทำความสะอาดเครื่องจักร อุปกรณ์ ทำให้ทางโรงงานมีต้นทุนการผลิตที่สูงขึ้นและมีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นในการกำจัดของเสียที่เกิดขึ้น จากประเด็นปัญหาทั้ง 2 ส่วนดังกล่าว ผู้บริหารของโรงงานได้เห็นความสำคัญและสนใจที่จะบริหารการใช้ทรัพยากรน้ำให้มีประสิทธิภาพสูงสุดพร้อมกับการทำให้พนักงานตระหนักในความสำคัญของปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมซึ่งจะส่งผลให้การปฏิบัติงานเพื่อลดมลพิษที่แหล่งกำเนิดเป็นสิ่งที่พนักงานให้ความสำคัญในลำดับต้นๆ

3. การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาดในโรงงานแป่งขนมจีน

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาดในโรงงานผลิตแป่งขนมจีน แบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน ประกอบด้วย ขั้นตอนการวางแผนจัดตั้งทีมงาน การประเมินเบื้องต้น การประเมินโดยละเอียด การศึกษาความเป็นไปได้ของทางเลือก ขั้นตอนการนำทางเลือกเทคโนโลยีสะอาดไปปฏิบัติ โดยมีหลักการและแนวคิดการดำเนินการในแต่ละขั้นตอนเป็นดังนี้

- **การวางแผนและจัดตั้งทีมงาน** การวางแผนและจัดตั้งองค์กรมีวัตถุประสงค์เพื่อแสดงความมุ่งมั่นของผู้บริหาร โดยการกำหนดนโยบายและเป้าหมาย ที่ชัดเจนอันจะเป็นแนวทางในการทำเทคโนโลยีสะอาดของโรงงาน อีกทั้งยังเป็นการแสดงความมั่นใจให้กับพนักงานว่าผู้บริหารระดับสูงให้การสนับสนุนกิจกรรมต่าง ๆ ในการดำเนินการ ทีมงานที่จัดตั้งขึ้นจะมีการพิจารณาถึงอุปสรรคที่อาจเกิดขึ้นในการดำเนินงาน และเตรียมการป้องกันแก้ไขไว้ด้วย

- **การประเมินเบื้องต้น** คณะทำงานหรือทีม CT ทำการเดินสำรวจเพื่อจัดทำแผนภูมิกระบวนการผลิต ทำการจดบันทึกการเข้าออกของมวลและพลังงานในขั้นตอนการผลิตแต่ละขั้นตอน บันทึกจุดหรือบริเวณที่เกิดการสูญเสียในกระบวนการผลิตที่พบเห็นจากการเดินสำรวจ ผลจากการประเมินในขั้นตอนนี้จะเป็นแนวทางในการกำหนดจุดหรือบริเวณที่ทีมงานคาดว่าสามารถปรับปรุงให้ดีขึ้นได้ซึ่งจะทำการกำหนดเป็นพื้นที่ที่ต้องมีการประเมิน โดยละเอียดต่อไป

- **การประเมินโดยละเอียด** เป็นการประเมินขั้นตอนหรือบริเวณที่ได้กำหนดไว้ว่าเป็นพื้นที่ที่เกิดความสูญเสียสูงและต้องการปรับปรุงให้ดีขึ้น โดยการประเมินมวลพลังงานเข้าออกโดยละเอียดเพื่อหาสาเหตุและแหล่งกำเนิดของความสูญเสีย จากนั้นจึงทำรายการของโอกาสในการทำเทคโนโลยีสะอาด (CT option) โดยระบุถึงความเป็นไปได้ต่อไป

- **การประเมินและศึกษาความเหมาะสมของทางเลือกเทคโนโลยีสะอาด** มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและคัดเลือกทางเลือกที่มีความเหมาะสมที่สุดจากการประเมินด้านเทคนิค เศรษฐศาสตร์ ผลกระทบสิ่งแวดล้อม แล้วนำมาวางแผนการปฏิบัติงาน

- **การนำทางเลือก CT ไปปฏิบัติ** ในขั้นตอนนี้เพื่อให้เกิดผลสำเร็จสูงสุดในการนำไปลงมือปฏิบัติจึงต้องมีการกำหนดแผนงานในการทำงานโดยละเอียด โดยระบุเป้าหมาย ขั้นตอนการปฏิบัติ กรอบของเวลา ผู้รับผิดชอบ รวมถึงค่าใช้จ่ายเนื่องจากต้องมีการนำเสนอเพื่อผ่านความเห็นชอบและอนุมัติให้ดำเนินการจากผู้บริหารระดับสูงของโรงงาน

ในรายงานผลการศึกษาค้นคว้าอิสระ จะนำเสนอขั้นตอนการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาดในโรงงานแป้งขนมจีน บริษัทพุ่มไรชมิต แอนด์ แกรนารี จำกัด (มหาชน) ตามแผนการดำเนินงานการวิจัยซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนการวางแผนและการจัดตั้งทีมงานจนถึงขั้นตอนการนำทางเลือกของเทคโนโลยีสะอาดไปปฏิบัติโดยรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนมีดังนี้

3.1 การวางแผนและจัดตั้งทีมงาน

ผู้บริหารโรงงานได้มอบหมายให้บุคลากรของโรงงานจำนวน 5 ท่าน เป็นทีมงานเทคโนโลยีสะอาด ดังมีรายชื่อแสดงในตารางที่ 4.2 ทั้งนี้ ทีมงานเทคโนโลยีสะอาดจะเป็นผู้ทำหน้าที่ร่วมกับผู้ศึกษาวิจัยในการเก็บและรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ตรวจสอบประเมินกิจกรรมของโรงงานตามแนวทางเทคโนโลยีสะอาด การคัดเลือกทางเลือกเทคโนโลยีสะอาดที่เหมาะสมสำหรับโรงงาน

รวมทั้งให้ข้อมูลสนับสนุนแก่ผู้บริหารในการตัดสินใจคัดเลือกนำเอาทางเลือกเทคโนโลยีสะอาดไปปฏิบัติใช้ในโรงงานตลอดจนผลักดันให้โรงงานดำเนินงานกิจกรรมเทคโนโลยีสะอาดต่อไป และในขั้นตอนการวางแผน และจัดตั้งทีมงาน ผู้ทำการศึกษาวิจัยได้มีการจัดอบรมให้ความรู้แก่บุคลากรและทีมงานเทคโนโลยีสะอาดของโรงงาน เพื่อสร้างความเข้าใจตลอดจนแนวทางปฏิบัติงานและประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาดในโรงงาน ในวันที่ 26 กุมภาพันธ์ 2552 ณ อาคารเอนกประสงค์ของโรงงาน

ตารางที่ 4.2 รายชื่อทีมงานเทคโนโลยีสะอาดของโรงงาน

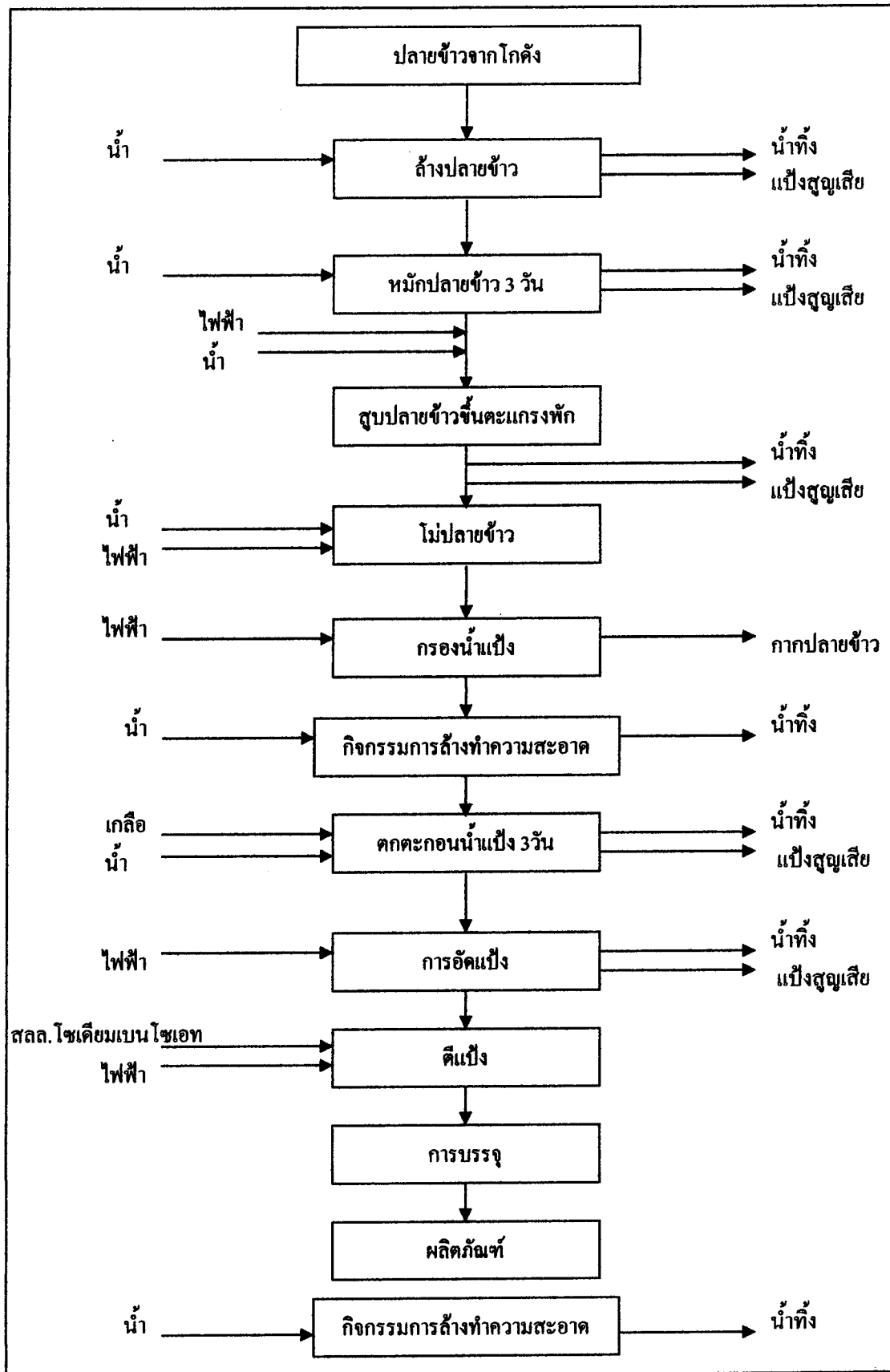
| ชื่อ-สกุล | หน้าที่ |
|--------------------------|--------------------------|
| 1. คุณวุฒิไกร ไชยกุล | หัวหน้าทีมเทคโนโลยีสะอาด |
| 2. คุณนาวา แหยมจันทิก | คณะทำงาน |
| 3. คุณพิชิต เทีชรไทย | คณะทำงาน |
| 4. คุณประภิต รวมนใหม่ | คณะทำงาน |
| 5. คุณบุญชู ศรีพนม | คณะทำงาน |
| 6. คุณกนกรัตน์ อินจันทิก | คณะทำงาน |

3.2 การประเมินเบื้องต้น

ทีมงานเทคโนโลยีสะอาดของโรงงานและผู้ศึกษาวิจัยเข้าตรวจประเมินกิจกรรมและการปฏิบัติงานของโรงงานในเบื้องต้น โดยสามารถประเมินมวลเข้า ออกในแต่ละกระบวนการผลิตรวมถึงยังสามารถประเมินจุดและบริเวณที่เกิดการสูญเสียในกระบวนการผลิตแสดงดังภาพที่ 4.7 โดยสามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

3.2.1 กระบวนการผลิตและหน่วยการผลิตที่มีการใช้ทรัพยากร และก่อให้เกิดของเสีย

1) การล้างและหมักข้าว เนื่องจากเป็นขั้นตอนการล้างเพื่อขจัดสิ่งสกปรกออกจากปลายข้าวก่อนเริ่มการผลิตจึงมีการใช้ทรัพยากรน้ำค่อนข้างมาก และการหมักปลายข้าวซึ่งต้องทิ้งไว้ 3 วัน โดยในทุกวันจะมีการล้างปลายข้าววันละ 1 ครั้งจะมีแป้งที่เกิดจากปลายข้าวเปียกปะปนออกมากับน้ำที่ล้างในแต่ละวันลักษณะน้ำทิ้งมีสีขาวขุ่นเล็กน้อย



ภาพที่ 4.7 กระบวนการผลิตแป้งหมัก จุดที่มีการใช้ทรัพยากร และก่อให้เกิดของเสีย

2) **สูญปลายข้าวขึ้นตะแกรงพัก** ทรัพยากรหลักที่ใช้คือน้ำ มีการใช้ไฟฟ้า ในส่วนของบ่มที่ใช้สูญปลายข้าว การสูญเสียที่เกิดขึ้นคือแป้งที่ปะปนไปกับน้ำที่ใช้เป็นตัวพาข้าวซึ่ง หลังจากสูญข้าวขึ้นไปไม่หมดบ่อน้ำที่ไหลกลับมาจากตะแกรงพักลงท่อจะถูกปล่อยเป็นน้ำทิ้งซึ่ง พบว่ามีสีขาวขุ่น คือมีแป้งปะปนค่อนข้างมาก

3) **การไม่ปลายข้าวและกรองน้ำแป้ง** ทรัพยากรที่ใช้คือน้ำ โดยใช้ที่ เครื่องไม่ มีการใช้ไฟฟ้าสำหรับเครื่องไม่และตะแกรงกรอง การสูญเสียที่เกิดขึ้นคือกากปลายข้าว ที่ค้างบนตะแกรงร้อนที่ถูกทิ้งไปตามรางระบายน้ำ

4) **ตกตะกอนน้ำแป้ง** น้ำแป้งที่ได้จากการไม่จะถูกทิ้งไว้ให้ตกตะกอนและ เกิดการหมักค่อในบ่อพักเป็นเวลา 3 วัน โดยจะมีการถ่ายน้ำส่วนบนที่เป็นฝ้าทิ้ง และเติมน้ำเข้าไป ในปริมาณเดิมทุกวันทรัพยากรที่ใช้มีน้ำ มีการสูญเสียแป้งปะปนไปกับน้ำทิ้งเล็กน้อย โดยลักษณะ น้ำทิ้งขาวใสมีความขุ่นเพียงเล็กน้อย

5) **การอัดแป้งและตีแป้ง** มีการเติมสารละลายโซเดียมเบนโซเอท และใช้ ไฟฟ้าสำหรับเครื่องอัดแป้งและตีแป้ง ในขั้นตอนอัดแป้งพบการสูญเสียแป้งปะปนไปกับน้ำทิ้งโดย ลักษณะน้ำทิ้งขาวขุ่น และไม่พบการสูญเสียเกิดขึ้นในขั้นตอนการตีแป้ง

6) **การบรรจุแป้ง** ไม่พบการสูญเสียเกิดขึ้นในขั้นตอนการบรรจุ

3.2.2 จุดหรือบริเวณที่ทำให้เกิดการสูญเสีย

จากการตรวจประเมินเบื้องต้น พบจุดที่มีการสูญเสียทรัพยากรต่าง ๆ ของโรงงานที่เกิดจากการกระบวนการดำเนินงานสรุปได้ ดังแสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ตารางแสดงการสูญเสียสำคัญ

| จุด/กระบวนการที่มีการสูญเสีย | รายการการสูญเสีย |
|--------------------------------|------------------|
| 1. การสูญปลายข้าวขึ้นตะแกรงพัก | แป้งในน้ำทิ้ง |
| 2. การกรองน้ำแป้ง | แป้งในกากข้าว |
| 3. การอัดหมัก | แป้งในน้ำทิ้ง |
| 4. กระบวนการล้างทำความสะอาด | น้ำประปา |

3.2.3 คำนีชีวัดการประเมิน

คำนีชีวัดการประเมินด้านประสิทธิภาพการใช้วัตถุดิบและทรัพยากรต่าง ๆ รวมถึงด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental Performance Indicators หรือ EPIS) ของโรงงานในปัจจุบันก่อนดำเนินการส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีสะอาดของโรงงานในปัจจุบันก่อนดำเนินการส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีสะอาด (เดือนกุมภาพันธ์ 2552) แสดงดังตารางที่ 4.4 ซึ่งจะนำไปเปรียบเทียบกับผลหลังจากที่ได้รับการส่งเสริมอีกครั้งหนึ่ง

ตารางที่ 4.4 แสดงคำนีชีวัดการประเมิน

| วัตถุดิบและทรัพยากรที่ใช้ | ปริมาณ |
|---|------------------------------|
| 1. วัตถุดิบสูญเสียไปกับน้ำทิ้งจากกระบวนการ สูบลายขาวขึ้นตะแกรงพัก การ ไม้ และอัดแป้ง | 62 กิโลกรัม/ตันปลายขาว |
| 2. น้ำประปา | 23.8 ลูกบาศก์เมตร/ตันปลายขาว |

หมายเหตุ ปริมาณวัตถุดิบสูญเสียไปกับน้ำทิ้งแสดงดังภาคผนวก ก

3.2.4 การประเมินสาเหตุที่อาจทำให้สูญเสีย

จากการประเมินของผู้ศึกษาวิจัยและทีมงานเทคโนโลยีสะอาดของโรงงานสามารถสรุปและประเมินสาเหตุของการสูญเสียต่าง ๆ ที่ส่งผลกระทบต่อต้นทุนการผลิตจาก 5 สาเหตุหลักคือ วัตถุดิบ การปฏิบัติงาน เทคโนโลยี ของเสีย และผลิตภัณฑ์ ได้ดังตารางที่ 4.5

3.2.5 ประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่มีความสำคัญ

ประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมสำคัญของโรงงาน (Significant Environmental Aspect) พบว่ามีประเด็นที่ต้องให้ความสำคัญ 2 ประเด็น คือ

- 1) ประเด็นในด้านปริมาณกากของเสียที่ปะปนมากับน้ำทิ้ง ซึ่งประกอบไปด้วยเศษปลายขาว เศษแป้ง ทำให้บ่อดักตะกอนแป้งของโรงงานตื่นเงินเร็วและเกิดต้นทุนเพิ่มขึ้นในการจัดการ
- 2) ประเด็นในด้านการใช้ทรัพยากรน้ำประปาอย่างคุ้มค่า และมีประสิทธิภาพเนื่องจากพบว่าในกระบวนการผลิต และกิจกรรมของโรงงาน มีการใช้น้ำในทุกขั้นตอนของการผลิต ก่อให้เกิดน้ำเสียปริมาณถึง 17.83 ลูกบาศก์เมตร/ตันปลายขาว โดยการใช้ยังไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร

ผู้บริหารของโรงงาน ได้ตระหนักถึงปัญหาความสำคัญดังกล่าว และมีความมุ่งมั่นที่จะดำเนินการจัดการให้ถูกต้องเหมาะสม โดยมีเป้าหมายลดปริมาณการใช้น้ำลงให้ได้ร้อยละ 10 ภายในเดือนมิถุนายน ปี2552

ตารางที่ 4.5 แสดงการประเมินสาเหตุของการสูญเสีย

| ส่วนการผลิต | การสูญเสีย | ประเมินสาเหตุการสูญเสีย |
|---------------------------------------|---|-------------------------|
| การล้าง | 1. น้ำประปา | |
| | 1.1 วิธีการล้างและเวลาที่ใช้ล้างยังไม่เหมาะสม ใช้แรงดันน้ำ เป็นตัวดันปลายข้าวจึงต้องเปิดน้ำแรง | เทคโนโลยี |
| | 1.2 เปิดน้ำไหลทิ้งในปริมาณมากตลอดเวลา | วิธีการปฏิบัติ |
| | 1.3 ปิดน้ำไหลทิ้งในปริมาณมากตลอดเวลา | วิธีการปฏิบัติ |
| สูบลายข้าวขึ้นตะแกรง | 1. วัตถุดิบสูญเสีย | |
| | 1.1 มีแป้งปะปนไปกับน้ำทิ้ง | เทคโนโลยี |
| | 1.2 ปริมาณข้าวที่ดูดขึ้นตะแกรงพักมากเกินไป | วิธีการปฏิบัติ |
| | 2. น้ำประปา | |
| 2.1 ใช้น้ำในการเติมเพื่อสูบลายข้าวมาก | วิธีการปฏิบัติ | |
| ไม่ปลายข้าว | 1. วัตถุดิบสูญเสีย | |
| | 1.1 ซิลเครื่องไม่และดึงรับน้ำแป้งชำรุด | วิธีการปฏิบัติ |
| | 1.2 ช่องว่างระหว่างรางพักข้าวก่อนไม่กับเครื่องไม่กว้างมากเกินไป | เทคโนโลยี |
| | 1.3 กากแป้งที่ทิ้งมีแป้งผสม | วิธีการปฏิบัติ |
| | 2. น้ำประปา | |
| | 2.1 น้ำที่ตีปลายข้าวที่ตะแกรงพักเปิดตลอดเวลา | เทคโนโลยี |
| ตกตะกอนแป้ง | 1. วัตถุดิบสูญเสีย | |
| | 1.1 แป้งปะปนกับน้ำที่ปล่อยทิ้ง | วิธีการปฏิบัติ |
| | 2. น้ำประปา | |
| | 2.1 ปริมาณน้ำที่ปล่อยออกและเติมเข้าไม่แน่นอน | วิธีการปฏิบัติ |

ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

| ส่วนการผลิต | การสูญเสีย | ประเมินสาเหตุการสูญเสีย |
|--------------------------------------|---|-------------------------|
| ตีแป้ง | 1. วัตถุดิบสูญเสีย | |
| | 1.1 กะบะตีปากไม่กว้างพอ แป้งปล้อยจากอัดกระเด็นตกพื้น | เทคโนโลยี |
| | 2. น้ำประปา | |
| | 2.1 ปริมาณน้ำใช้ผสมโซเดียมเบนโซเอท มากเกินไป | วิธีการปฏิบัติ |
| บรรจุ | 1. วัตถุดิบสูญเสีย | |
| | 1.1 ประตูปล้อยแป้งที่จุดบรรจุปิดไม่สนิท | เทคโนโลยี |
| การล้างทำความสะอาดเครื่องจักร | 1. วัตถุดิบสูญเสีย | |
| | 1.1 มีแป้งตกค้างในเครื่องจักรต้องฉีดน้ำมาก | วิธีการปฏิบัติ |
| | 2. น้ำประปา | |
| | 2.1 เปิดน้ำไหลทิ้งขณะปฏิบัติงาน | เทคโนโลยี |
| | 2.2 การล้างเครื่องจักรและพื้นใช้น้ำมาก | วิธีการปฏิบัติ |
| | 2.3 ไม่มีการเก็บรวบรวมเศษแป้ง ก่อนการล้างพื้นทำให้ต้องใช้น้ำมากในการฉีด | วิธีการปฏิบัติ |
| 2.4 ก้อนน้ำชำระเสียหาย น้ำหยดสูญเสีย | วิธีการปฏิบัติ | |

3.3 การประเมินละเอียด

ผู้วิจัย และทีมงานเทคโนโลยีสะอาดของโรงงาน ได้ร่วมกันเก็บข้อมูลปริมาณ วัตถุดิบ การใช้ทรัพยากร และปริมาณการสูญเสียของการผลิตแป้งขนมจีนของโรงงาน อย่างไรก็ตามด้วยข้อจำกัดในด้านข้อมูลต่างๆ จึงทำให้การวิเคราะห์สมมูลมวลดำเนินการได้เพียง การวิเคราะห์จุดที่มีการใช้วัตถุดิบ ทรัพยากรต่าง ๆ รวมถึงจุดที่ก่อให้เกิดการสูญเสีย และน้ำเสีย เท่านั้น ซึ่งทางทีมงานและผู้วิจัยได้ใช้พิจารณาจัดลำดับความสำคัญของประเด็นปัญหา และจุดสูญเสียที่ตรวจพบจากการตรวจประเมินเบื้องต้น เพื่อคัดเลือกประเด็นที่มีความสำคัญเร่งด่วน และสามารถนำมาปฏิบัติใช้หรือปรับปรุงระบบ / การปฏิบัติงาน / เครื่องจักรและอุปกรณ์ ได้อย่างสอดคล้องกับนโยบายด้านสิ่งแวดล้อมของโรงงาน โดยในการประเมินละเอียดจะดำเนินการแบ่ง

กิจกรรมต่าง ๆ ออกเป็นกิจกรรมย่อยและประเมิน โอกาสของการทำเทคโนโลยีสะอาดในโรงงาน ในกิจกรรมย่อยนั้น รวมถึงประเมิน โอกาสของการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาดในโรงงานแบ่งตาม ความเป็นไปได้ในการทำ รายละเอียดแสดงดังต่อไปนี้

3.3.1 ทางเลือกของเทคโนโลยีสะอาด (CT-Option)

จากการประเมินหน่วยการผลิตต่าง ๆ ในโรงงาน พบโอกาสหรือทางเลือก (CT-Option) ในการทำเทคโนโลยีสะอาดในด้านต่าง ๆ ดังตารางที่ 4.6

3.3.2 โอกาสของเทคโนโลยีสะอาดแบ่งตามความเป็นไปได้ของการกระทำ

ทีมงานเทคโนโลยีสะอาดทำการแบ่งโอกาสของทางเลือกตามความเป็นไปได้ ตามความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ปฏิบัติในโรงงาน โดยแบ่งเป็นทางเลือกที่สามารถดำเนินการ ได้ทันที ทางเลือกที่ต้องศึกษาเพิ่มเติม ทางเลือกที่เป็นไปไม่ได้ในทางปฏิบัติ รายละเอียดแสดงดัง ตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.6 แสดงโอกาสของการทำเทคโนโลยีสะอาดในโรงงาน

| โอกาสของการทำเทคโนโลยีสะอาด | วิธีการของเทคโนโลยีสะอาด | อิทธิพลที่เกิดขึ้นจากเทคโนโลยีสะอาด |
|--|--------------------------|-------------------------------------|
| 1. ใช้ลมในการล้างปลายข้าวเพื่อลดปริมาณน้ำ และระยะเวลาในการล้าง | เทคนิคปรับปรุงอุปกรณ์ | ลดปริมาณสูญเสียน้ำประปา |
| 2. กำหนดปริมาณน้ำที่ใช้ล้างข้าว ให้เหมาะสม | การจัดการ | ลดปริมาณสูญเสียน้ำประปา |
| 3. กำหนดเวลาและวิธีการล้างปลายข้าว โดยใช้เวลาล้างประมาณ 20-25 นาที | การจัดการ | ลดปริมาณสูญเสียน้ำประปา |
| 4. ติดตั้งหัวฉีดที่ปลายสายยางที่ใช้ฉีดปลายข้าวที่ติดค้าง บนตะแกรงพักข้าวขณะไม่ | เทคนิคปรับปรุงอุปกรณ์ | ลดปริมาณสูญเสียน้ำประปา |
| 5. ต่อเติมตะแกรงพักปลายข้าวกับเครื่องไม่ให้มีช่องว่างลดลง | เทคนิคปรับปรุงอุปกรณ์ | ลดปริมาณสูญเสียปลาย/แบ่ง |
| 6. นำน้ำจากกระบวนการสูบน้ำขึ้น ตะแกรงพักกลับมาใช้ โดยผ่านตะแกรงกรองน้ำแบ่ง | การใช้ซ้ำ | ลดปริมาณสูญเสียปลาย/แบ่ง |
| 7. นำกากแบ่งบนตะแกรงกรองกลับเข้าไปใหม่และกรองซ้ำ | การใช้ซ้ำ | ลดปริมาณสูญเสียปลาย/แบ่ง |
| 8. ซ่อมแซมซีลและถังรับน้ำแบ่งที่ชุดไม่ให้ใช้งาน ได้คืออยู่เสมอไม่รั่วไหล | การจัดการ | ลดปริมาณสูญเสียปลาย/แบ่ง |
| 9. ติดตั้ง timer ที่ปั๊มสูบน้ำขึ้น ไปบนรางพักปลายข้าวให้มีปริมาณที่เหมาะสม | เทคนิคปรับปรุงอุปกรณ์ | ลดปริมาณสูญเสียปลาย/แบ่ง |
| 10. ใช้ฟองน้ำเช็ดแบ่งที่เครื่องจักรออก ก่อนการล้างทำความสะอาด | การจัดการ | ลดปริมาณสูญเสียน้ำประปา |
| 11. เก็บรวบรวมเศษปลาย/แบ่งบริเวณพื้นออกก่อนที่จะใช้น้ำฉีดล้างโดยตรง | การจัดการ | ลดปริมาณสูญเสียน้ำประปา |
| 12. การติดตั้งหัวฉีดที่ปลายสายยางแต่ละเส้น | เทคนิคปรับปรุงอุปกรณ์ | ลดปริมาณสูญเสียน้ำประปา |
| 13. เชื่อมช่องปล่อยแบ่งกับประตูที่เครื่องตีแบ่งให้ติดกัน | เทคนิคปรับปรุงอุปกรณ์ | ลดปริมาณสูญเสียปลาย/แบ่ง |

ตารางที่ 4.7 แสดง โอกาสในการทำเทคโนโลยีสะอาดแบ่งตามความเป็นไปได้ในการทำ

| โอกาสของการทำเทคโนโลยีสะอาด | หน่วยการผลิต | ดำเนินการได้ | ทันที | ต้องศึกษาเพิ่มเติม | เป็นไปได้ | ในทางปฏิบัติ |
|--|-------------------------|--------------|-------|--------------------|-----------|--------------|
| 1. ใช้ลมในการล้างปลายข้าวครั้งที่ 1 เพื่อลดปริมาณน้ำ และระยะเวลาในการล้าง | ล้าง/หมักข้าว | √ | | | | |
| 2. กำหนดปริมาณน้ำที่ใช้ล้างข้าวให้เหมาะสม | ล้าง/หมักข้าว | √ | | | | |
| 3. กำหนดเวลาและวิธีการล้างปลายข้าวโดยใช้เวลาล้างประมาณ 20-25 นาที | ล้าง/หมักข้าว | √ | | | | |
| 4. คิดตั้งหัวฉีดที่ปลายสายยางที่ใช้ฉีดปลายข้าวที่ติดค้าง บนตะแกรงพักข้าวขณะไม่ | ไม่ | | | √ | | |
| 5. ต่อเติมตะแกรงพักปลายข้าวกับเครื่องไม่ให้มีช่องว่างลดลง | ไม่ | | | | | √ |
| 6. นำน้ำจากกระบวนการสูบน้ำขึ้น ตะแกรงพักกลับมาใช้ โดยผ่านตะแกรงกรองน้ำแข็ง | สูบน้ำขึ้น ตะแกรงพัก | | | √ | | |
| 7. นำกากแข็งบนตะแกรงกรองกลับเข้าไปใหม่และกรองซ้ำ | ไม่ | √ | | | | |
| 8. ซ่อมแซมซีลและถังรับน้ำแข็งที่ชุดไม่ให้ใช้งานได้ดีอยู่เสมอไม่รั่วไหล | ไม่ | √ | | | | |
| 9. คิดตั้ง timer ที่ปั๊มสูบน้ำขึ้น ไปบนรางพักปลายข้าว ให้มีปริมาณที่เหมาะสม | สูบน้ำขึ้น ตะแกรงพัก | | | | | √ |
| 10. ใช้ฟองน้ำเช็ดแปรงที่เครื่องจักรออก ก่อนการล้างทำความสะอาด | การล้างรวม | √ | | | | |
| 11. เก็บรวบรวมเศษปลาย/แข็งบริเวณพื้นออก ก่อนที่จะใช้น้ำฉีดล้างโดยตรง | การล้างรวม | √ | | | | |
| 12. การติดตั้งหัวฉีดที่ปลายสายยางแต่ละเส้น | การล้างรวม | | | √ | | |
| 13. เชื่อมช่องปล่อยแปรงกับประตูที่เครื่องตีแป้งให้ติดกัน | บรรจุ | | | | | √ |

3.4 การประเมินและศึกษาความเหมาะสมของทางเลือกเทคโนโลยีสะอาด

สำหรับทางเลือกที่ไม่ต้องลงทุนเลขหรือลงทุนค่า อันได้แก่ การกำหนดวิธีการทำงานที่เหมาะสม อันเป็นการจัดการขั้นพื้นฐานของโรงงาน ได้มีการนำเสนอผู้บริหารเพื่อดำเนินการได้ทันที ส่วนทางเลือกที่ต้องมีการลงทุนเพิ่มเติม ผู้วิจัยและทีมงานจะทำการประเมินเพิ่มเติมโดยประเด็นปัญหาสำคัญที่มีการสูญเสียที่ทางทีมงานได้พิจารณาคัดเลือก เพื่อศึกษาในขั้นตอนการประเมินและศึกษาความเหมาะสมของทางเลือกเทคโนโลยีสะอาด ได้แก่ ประเด็นในด้านการสูญเสียทรัพยากรน้ำ และการสูญเสียแป้ง เนื่องจากเป็นสิ่งที่มีความสำคัญอย่างมากต่อกระบวนการผลิตและต้นทุนการผลิตของโรงงาน ดังนั้น ทีมงานเทคโนโลยีสะอาดและผู้วิจัยจึงได้ร่วมกัน ประเมินและศึกษาความเหมาะสมของทางเลือกเทคโนโลยีสะอาดในกิจกรรมที่ได้คัดเลือกคือกิจกรรมที่ 4 กิจกรรมที่ 12 และกิจกรรมที่ 6

3.4.1 ทางเลือกที่ 4 และ 12 : คิดคั่งหัวฉีดที่ปลายสายยางที่ใช้ฉีดปลายข้าวบนรางพักข้าวและสายยางที่ใช้ในการล้างทำความสะอาด

โรงงานมีเป้าหมายในการลดปริมาณการใช้น้ำประปา ซึ่งเป็นวัตถุประสงค์หลักที่โรงงานใช้ใน ทุกหน่วยการผลิต เพื่อเป็นการประหยัดทรัพยากรและลดการเกิดมลพิษที่เกิดขึ้นในรูปของน้ำเสีย ทีมงาน เทคโนโลยีสะอาดจึงพิจารณาเกิดคั่งหัวฉีดที่ปลายสายยางที่ใช้ฉีดปลายข้าวบนรางพักข้าวและสายยางที่ใช้ในการล้างทำความสะอาด

1) การประเมินทางด้านเทคนิค

น้ำที่ใช้ฉีดปลายข้าวบนรางพักข้าว และน้ำที่ใช้ในการทำความสะอาดเครื่องจักร ล้างพื้น จะมีอัตราไหลโดยเฉลี่ย 19.80 ลิตร/นาที ในจุดของการใช้น้ำฉีดปลายข้าวบนรางพัก พบว่า

- น้ำที่ใช้ฉีดปลายข้าวบนรางพักข้าว พนักงานจะมีการเปิดน้ำไว้ตลอดเวลาแม้จะไม่มีปลายข้าวที่ต้องฉีดบนรางพัก สาเหตุเนื่องจาก วาล์วของสายยางอยู่ในตำแหน่งที่ เปิด - ปิด ได้ยาก
- สำหรับสายยางอีกหนึ่งเส้นในกระบวนการผลิตจะใช้เพื่อการฉีดล้างเครื่องจักรและพื้นในกระบวนการผลิต คณะผู้ประเมินเทคโนโลยีสะอาดพบว่าเครื่องจักรและพื้นที่จุดหมายที่ใช้งานอยู่ห่างจากวาล์วของสายยางทำให้ผู้ปฏิบัติงานไม่สะดวกในการเดินมาปิดเมื่อไม่ใช้งานอีกทั้งมีการสูญเสียน้ำโดยไม่ได้ใช้ประโยชน์ในช่วงของการเดินไปปิดน้ำที่ตำแหน่งวาล์ว

หากทำการติดตั้งหัวฉีดที่ปลายสายยางพนักงานจะสามารถกดเปิด-ปิด น้ำที่ตำแหน่งหรือพื้นที่จุดหมายได้ทันที

2) การประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

สำหรับแนวทางการติดตั้งหัวฉีดที่ปลายสายยางที่ใช้กิจกรรมที่วางพัก ข้างและสายยางในกระบวนการผลิตนี้เป็นวิธีการอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำจากเดิมที่มีการใช้สายยาง แบบปลายเปิดที่มีการ เปิดน้ำทิ้งไว้ในขณะที่ไม่มีกิจกรรม โดยจะทำให้ประหยัดน้ำที่ใช้ใน กระบวนการต่าง ๆ ลดปริมาณและ เวลาที่เปิดน้ำโดยไม่มีกิจกรรมทำให้ใช้น้ำได้อย่างคุ้มค่าส่งผล ให้ปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการ ผลิตมีปริมาณลดลง ลดภาระของระบบบำบัดน้ำเสีย ของโรงงานให้น้อยลง

3) ประเมินทางเศรษฐศาสตร์

สำหรับแนวทางการติดตั้งหัวฉีดที่ปลายสายยางนี้เป็นการใช้หลักการ ของเทคโนโลยีสะอาดในเรื่องของการปรับปรุงอุปกรณ์ เป็นการ ใช้ทรัพยากรน้ำอย่างรู้คุณค่าและ ก่อให้เกิด ประโยชน์สูงสุดซึ่งตามแนวทางการดำเนินการนี้จะสามารถลดปริมาณน้ำประปาได้ 82.02 ลบ.ม./เดือน ลดรายจ่ายด้านน้ำประปาได้ 738 บาท/เดือน ลงทุนค่าอุปกรณ์ 400 บาท ระยะเวลาคุ้มทุนภายใน 0.5 เดือน รายละเอียดดังภาคผนวก ข

3.4.2 ทางเลือกที่ 6 : นำน้ำจากกระบวนการสูบน้ำขึ้นตะแกรงพักกลับมาใช้โดย ผ่านตะแกรงกรองน้ำแข็ง

จากการประเมินละเอียดที่ได้รวบรวมข้อมูลในการประเมินเบื้องต้นทำให้ ผู้วิจัยและทีมเทคโนโลยีสะอาดเล็งเห็นว่าในน้ำทิ้งจากกระบวนการสูบน้ำขึ้นตะแกรงพักมีปริมาณ แปะงูเสียเกิดขึ้นมากที่สุด รองลงไปคือเกิดจากกระบวนการ โม่ ดังแสดงในภาคผนวก ก ซึ่งน้ำทิ้ง ที่มีตะกอนแปะงูปนไปน้นอกจากเป็นการสูญเสียวัตถุดิบ ซึ่งส่งผลให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้นแล้ว ยัง เป็นการเพิ่มภาระบำบัดให้กับระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานอีก ด้วยดังนั้นหากดำเนินการตาม ทางเลือกนี้จะสามารถป้องกันตะกอนแปะงูมิให้สูญเสียไปกับน้ำทิ้งโดย สามารถเก็บแปะงูกลับเข้าสู่ กระบวนการผลิตเพื่อเพิ่มปริมาณผลิตภัณฑ์ได้

1) การประเมินทางด้านเทคนิค

การนำน้ำจากกระบวนการสูบน้ำขึ้นตะแกรงพักกลับมาใช้โดยให้ผ่าน ตะแกรงกรองน้ำแข็งเพื่อแยกปลายข้าวออกก่อนน้นทางทีมงานเทคโนโลยีสะอาด และผู้ศึกษาได้ ทำการศึกษาแนวทางการนำไปปฏิบัติพบว่าหากมีการนำน้ำที่ต้องปล่อยทิ้งในจุดดังกล่าวที่มีปริมาณ ประมาณ 1 ลบ.ม./ ครั้ง กลับเข้าสู่กระบวนการผลิตในขั้นตอนถัดไปคือการตกตะกอนน้ำแปะงูนั้น จะไม่เกิดการกระทบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์แต่อย่างใด เนื่องจากน้ำดังกล่าวเป็นน้ำประปาที่เดิม

เข้าไปเพื่อใช้ในการพลาสมาเข้าสู่อุปกรณ์โมมิได้มีความสกปรกและมีกลิ่นเหม็นแต่อย่างไร
สำหรับการปฏิบัติงานของพนักงานนั้นพบว่าอาจมีกิจกรรมที่ต้องปฏิบัติเพิ่มเติมคือ

- การต่อสายยางกับท่อเพื่อนำน้ำแข็งกลับไปผ่านตะแกรงร่อนก่อนลง
บ่อตกตะกอน
- การเพิ่มเวลาในการปฏิบัติงานโดยต้องใช้เวลาในการสูบน้ำที่อยู่ใน
บ่อล้างข้าวให้ผ่านท่อมาสู่ตะแกรงร่อนแทนการปล่อยทิ้งซึ่งจะใช้เวลา
ประมาณ 10-15 นาที

2) การประเมินด้านสิ่งแวดล้อม

สำหรับแนวทางการนำน้ำจากกระบวนการสูบน้ำขึ้นตะแกรงพัก
กลับมาผ่าน ตะแกรงร่อนเพื่อให้สามารถเก็บตะกอนแข็งให้ไปสู่กระบวนการผลิตถัดไปโดยไม่
ปล่อยออกเป็นน้ำทิ้งใน ขณะที่มีตะกอนแข็งอยู่ถึง 67 กก./ลบ.ม. นั้น เป็นการลดของเสียคือ
ตะกอนแข็งซึ่งจะเข้าสู่ระบบบำบัดมีปริมาณลดลงส่งผลให้บ่อตกตะกอนไม่เต็มเร็วและเป็นการ
ลดภาระบำบัดของระบบบำบัดน้ำเสีย ของโรงงานโดยตรง

3) การประเมินด้านเศรษฐศาสตร์

ในหลักการของเทคโนโลยีสะอาดแนวทางการนำน้ำจากกระบวนการ
สูบน้ำ กลับมาใช้โดยผ่านตะแกรงกรองน้ำแข็งจะทำให้ปริมาณแข็งทั้งหมดที่อยู่ในน้ำซึ่งจากเดิม
ปล่อยเป็นน้ำทิ้งที่มีปริมาณแข็ง 67 กก./ลบ.ม. กลับเข้ามาสู่ขั้นตอนการตกตะกอนน้ำแข็งได้หมด
เป็นการลดความสูญเสีย วัสดุคืบได้เป็นอย่างดีซึ่งตามแนวทางนี้จะสามารถลดปริมาณการสูญเสีย
ไปกับน้ำทิ้งได้คิดเป็นมูลค่า 11,675 บาท/เดือน ลงทุนค่าอุปกรณ์ 250 บาท ระยะเวลาคุ้มทุน
ทันที รายละเอียดดังภาคผนวก ค

สรุปผลการศึกษาความเหมาะสมของทางเลือกเทคโนโลยีสะอาด กิจกรรมการ
ติดตั้งหัวฉีดที่ปลายสายยางที่ใช้ฉีดปลายข้าวบนรางพักข้าวและสายยางที่ใช้ในการล้างทำความสะอาด
สะอาด และกิจกรรมการนำน้ำจากกระบวนการสูบน้ำขึ้นตะแกรงพักกลับมาใช้โดยผ่านตะแกรง
กรองน้ำแข็ง ในประเด็นค่าใช้จ่ายที่ต้องลงทุนเพิ่มเติม เงินที่สามารถประหยัดได้ ระยะเวลาคุ้มทุน
รวมถึงประโยชน์ที่เกิดขึ้นกับสิ่งแวดล้อม แสดงดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 สรุปผลการศึกษาความเหมาะสมของทางเลือกเทคโนโลยีสะอาด

| ลำดับ | รายการเทคโนโลยีสะอาด | เงินลงทุน (บาท) | ประหยัดได้ (บาท/เดือน) | ระยะเวลาคุ้มทุน (เดือน) | ประโยชน์ที่เกิดแก่สิ่งแวดล้อมและโรงงาน |
|-------|--|-----------------|------------------------|-------------------------|---|
| 1 | การติดตั้งหัวฉีดที่ปลายสายยาง | 400 | 738 | 0.5 | - ลดปริมาณการใช้ทรัพยากรน้ำ - ลดปริมาณน้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตและการล้าง |
| 2 | การนำน้ำจากกระบวนการสูบน้ำขึ้นตะแกรงพักกลับมาใช้ | 250 | 11,675 | ทันที | - ลดปริมาณแป่งสูญเสียดังกล่าว - ลดปริมาณกากของเสียในน้ำทิ้ง |

3.5 การนำทางเลือกเทคโนโลยีสะอาดไปปฏิบัติ

3.5.1 แผนปฏิบัติงานเทคโนโลยีสะอาด

การนำทางเลือกของเทคโนโลยีสะอาดไปปฏิบัติในโรงงาน ทีมงานเทคโนโลยีสะอาดได้จัดทำแผนปฏิบัติงานเทคโนโลยีสะอาดในแต่ละทางเลือก เพื่อเป็นกรอบในการดำเนินการได้อย่างเหมาะสมซึ่งแผนการปฏิบัติจะประกอบไปด้วย วิธีการปฏิบัติ/กิจกรรมที่ต้องทำ บุคลากรหรือหน่วยงานที่ต้องรับผิดชอบ งบประมาณ ระยะเวลาในการทำงาน โดยแผนเทคโนโลยีสะอาดของโรงงานมีทั้งหมด 2 แผนกิจกรรม คือ

- 1) แผนกิจกรรมการติดตั้งหัวฉีดที่ปลายสายยางที่ใช้ฉีดปลายขั้วบนรางพักข้าวและสายยางที่ใช้ในการล้างทำความสะอาด
- 2) แผนกิจกรรมการนำน้ำจากกระบวนการสูบน้ำขึ้นตะแกรงพักกลับมาใช้โดยผ่าน ตะแกรงกรองน้ำแป่ง

รายละเอียดของแผนกิจกรรมแต่ละทางเลือก แสดงดังตารางที่ 4.9 และตารางที่ 4.10 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.9 แผนกิจกรรมการติดตั้งหัวฉีดที่ปลายสายยางที่ใช้ฉีดปลายข้าวบนรางพักข้าวและสายยางที่ใช้ในการล้างทำความสะอาด

วัตถุประสงค์ : การให้นำประปาในกระบวนการผลิตและกิจกรรมการล้างทำความสะอาดอย่างมีประสิทธิภาพ

เป้าหมาย : ลดปริมาณการใช้น้ำลง ร้อยละ 10

| ทางเลือก ที่ | กิจกรรม/วิธีการดำเนินงาน | ระยะเวลาดำเนินการ (2552) | ผู้รับผิดชอบ | งบประมาณ |
|-----------------|--|----------------------------|------------------------|----------|
| 4 และ 12 | การติดตั้งหัวฉีดน้ำแรงดันที่ปลายสายยางที่ใช้ฉีดปลายข้าวบนรางพักข้าวและการล้างทำความสะอาด | มีค. เมย. พค. มิย. กค. สค. | | 400 บาท |
| | 1) ศึกษาความเหมาะสมของทางเลือกเทคโนโลยีสะอาด | ■■■■■ | ทีมงาน CT | |
| | 2) ดำเนินการและกำหนดจุดที่จะติดตั้ง | ■■■■■ | ทีมงาน CT | |
| | 3) ทำงบประมาณเสนอผู้บริหารเพื่อพิจารณา | ■■■■■ | ทีมงาน CT | |
| | 4) ทำการสั่งซื้ออุปกรณ์และติดตั้ง | ■■■■■ | ฝ่ายจัดซื้อ | |
| | 5) ทดสอบการใช้งานจริง | ■■■■■ | พนักงานประจำจุด งาน | |
| | 6) สรุปผลการใช้งานและติดตามผลการปฏิบัติงานใน | ■■■■■ | ทีมงาน CT | |

ตารางที่ 4.10 แผนกิจกรรมการนำน้ำจากกระบวนการสูบน้ำขึ้นตะแกรงฟกกลับมาใช้โดยผ่านตะแกรงกรองน้ำเป็ง

วัตถุประสงค์ : การลดการสูญเสียวัตถุดิบไปกับน้ำทิ้ง

เป้าหมาย : ลดปริมาณการสูญเสียวัตถุดิบไปกับน้ำทิ้งได้ทั้งหมด

| ทางเลือก ที่ | กิจกรรม/วิธีการดำเนินงาน | ระยะเวลาดำเนินการ (2552) | ผู้รับผิดชอบ | งบประมาณ |
|-----------------|--|----------------------------|---|----------|
| 6 | การนำน้ำจากกระบวนการสูบน้ำขึ้นตะแกรงฟกกลับมาใช้โดยผ่านตะแกรงกรองน้ำเป็ง 1) ศึกษาความเหมาะสมของทางเลือกเทคโนโลยีสะอาด 2) สำรวจและศึกษาพื้นที่ที่ต้องติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเติม 3) ทำงบประมาณเสนอผู้บริหารเพื่อพิจารณา 4) ทำการสั่งซื้ออุปกรณ์และติดตั้ง 5) ทดสอบการใช้งานจริง 6) สรุปผลการใช้งานและติดตามผลการปฏิบัติงานใน | มีค. เมย. พค. มิย. กค. สค. | ทีมงาน CT ทีมงาน CT ทีมงาน CT ฝ่ายจัดซื้อ พนักงานประจำจุด งาน ทีมงาน CT | 250 บาท |

3.4.3 การติดตามและประเมินผลการดำเนินงาน

หลังจากที่ผู้วิจัยได้เข้าไปดำเนินการส่งเสริมการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาดในโรงงาน ทีมงานเทคโนโลยีสะอาดของโรงงานได้รับความรู้ ความเข้าใจ ตลอดจนคำแนะนำในการแก้ไขปรับปรุงองค์ประกอบต่าง ๆ ในโรงงาน ให้เป็นไปตามวิธีการของเทคโนโลยีสะอาด ตั้งแต่การจัดตั้งทีมงาน การตรวจประเมินเบื้องต้น ตรวจประเมินโดยละเอียด จนสามารถสร้างและคัดเลือกทางเลือกของเทคโนโลยีสะอาดที่เหมาะสมกับโรงงานได้ จากนั้นโรงงานได้พิจารณำทางเลือกของเทคโนโลยีสะอาดไปปฏิบัติภายใต้การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ซึ่งมีทั้งทางเลือกทางด้านเทคนิค และทางเลือกด้านการปรับปรุงการปฏิบัติงานภายในโรงงาน ที่สามารถปฏิบัติได้ทันทีโดยไม่มีค่าใช้จ่ายเกิดขึ้น

สรุปประเด็นกิจกรรมได้ดังนี้

- 1) การปรับปรุงวิธีการดำเนินการในหน่วยการผลิตล้างและหมักข้าว เป็นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาดในด้านการปรับปรุงกระบวนการดำเนินการ ซึ่งประกอบไปด้วยการใช้ลมในการล้างข้าวครั้งที่ 1 การกำหนดปริมาณน้ำและกำหนดเวลาที่ใช้ในการล้างที่เหมาะสมในการล้างครั้งที่ 2 และ 3 ซึ่งจะสามารถลดปริมาณการใช้น้ำและปริมาณน้ำเสียลงได้
- 2) การติดตั้งหัวฉีดที่ปลายสายยาง สำหรับกิจกรรมการสูบน้ำเข้าพักบนตะแกรงและการล้างทำความสะอาด เป็นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาดในด้านเทคนิคปรับปรุงอุปกรณ์ นำไปปฏิบัติในโรงงานบริเวณกระบวนการผลิตและการล้างรวม ซึ่งจะสามารถลดปริมาณการใช้น้ำที่หยดลงได้ ร้อยละ 48
- 3) การนำน้ำจากกระบวนการสูบน้ำขึ้นตะแกรงพักกลับมาใช้โดยผ่านตะแกรงกรองน้ำแข็ง เป็นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาดในด้านการใช้ซ้ำ โดยนำไปใช้ในกระบวนการผลิตอื่น กิจกรรมนี้สามารถปริมาณน้ำที่โรงงานเคยสูญเสียไปกับน้ำทิ้ง 67 กก./ลบ.ม. และยังเป็น การลดปริมาณความสกปรกที่จะเข้าสู่ระบบบำบัดของโรงงานลงได้อีกด้วย
- 4) การซ่อมแซมซีลและถังรับน้ำแข็งที่ชุดโมให้ใช้งานได้ดีอยู่เสมอไม่รั่วซึมเป็นการนำ ทางเลือกเทคโนโลยีสะอาดในด้านการปรับปรุงกระบวนการดำเนินการ ไปใช้ในการป้องกันการสูญเสียน้ำ แข็งจากการรั่วซึมของเครื่องจักร โดยกิจกรรมนี้โรงงานได้มอบหมายให้ช่างซ่อมบำรุงเป็นผู้ดูแลรับผิดชอบ
- 5) การปรับปรุงการปฏิบัติงานในการล้างเครื่องจักรอุปกรณ์ โดยการทำความสะอาดเครื่องจักรด้วยฟองน้ำเพื่อขจัดเศษแข็งออกก่อน กิจกรรมนี้เป็นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาด ในการปรับปรุงกระบวนการดำเนินการ สามารถลดปริมาณการใช้น้ำในการล้างของโรงงานลงได้

6) การเก็บรวบรวมเศษปลายข้าวเศษแป้งบริเวณพื้นออกก่อนทำการฉีดล้างพื้น กิจกรรมนี้เป็นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาด ในการปรับปรุงกระบวนการดำเนินการสามารถลดปริมาณการใช้น้ำในการล้างของโรงงานลงได้

ผลสำเร็จจากการดำเนินงานของโรงงาน ในการนำหลักการของเทคโนโลยีสะอาดไปสร้างทางเลือกในการปรับปรุงงานด้านการผลิต การจัดการ และนำไปใช้ในโรงงาน โดยได้รับความร่วมมือจากพนักงานระดับปฏิบัติการทุกคนในองค์กร ทางโรงงานสามารถนำข้อมูลมาเปรียบเทียบโดยใช้ดัชนีวัดการประเมินด้านประสิทธิภาพการใช่วัตถุดิบและทรัพยากรต่าง ๆ รวมถึงด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental Performance Indicators) ของโรงงานระหว่างก่อนและหลังการดำเนินการการใช้เทคโนโลยีสะอาด พบว่าปริมาณการใช้น้ำประปา ต่อตันวัตถุดิบมีการเปลี่ยนแปลงจาก 23.8 ลบ.ม./ตันปลายข้าว ลดลงเหลือ 13.0 ลบ.ม./ตันปลายข้าว ลดลง 10.8 ลบ.ม./ตันปลายข้าว นั้นหมายความว่า ทุกการผลิต 1 ตันปลายข้าว โรงงานสามารถประหยัดค่าน้ำประปาได้ 97.20 บาท หากโรงงานผลิตโดยใช้ปลายข้าว 24 ตัน/เดือน จะสามารถประหยัดค่าน้ำประปาได้ 2,332.80 บาท/เดือน ในทำนองเดียวกันปริมาณแป้งสูญเสียไปกับน้ำทิ้ง จากเดิม 62 กิโลกรัม/ตันปลายข้าว ลดลงเหลือ 43 กิโลกรัม/ตันปลายข้าว ดังนั้นทุกการผลิต 1 ตันปลายข้าว จะสามารถลดมูลค่าการสูญเสียได้ 237.50 บาท หากโรงงานผลิตโดยใช้ปลายข้าว 24 ตัน/เดือน จะสามารถลดมูลค่าการสูญเสียได้ 5,700.00 บาท/เดือน รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 4.11 และ 4.12

ตารางที่ 4.11 ตารางแสดงการเปรียบเทียบดัชนีชี้วัดการประเมินก่อนและหลังดำเนินโครงการ

| เดือน | ช่วงเวลาโครงการ | วัตถุประสงค์/ทรัพยากร | | | ดัชนีวัดการประเมิน(EPIs) | | |
|------------|-----------------|------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| | | ปลายข้อ (ต้น/เดือน) | นำประจำ (ลบ.ม./เดือน) | เป้าสูงเสีย (กก./เดือน) | นำประจำ (ลบ.ม./ต้นปลายข้าว) | เป้าสูงเสีย (กก./ต้นปลายข้าว) | เป้าสูงเสีย (กก./ต้นปลายข้าว) |
| กุมภาพันธ์ | ก่อน | 24.0 | 571.0 | 1,488 | 23.8 | 62 | |
| | เฉลี่ย | 24.0 | 571.0 | 1,488 | 23.8 | 62 | |
| มีนาคม | หลัง | 36.0 | 502.0 | 2,232 | 13.9 | 62 | |
| เมษายน | | 22.5 | 271.0 | 1,013 | 12.0 | 23 | |
| | เฉลี่ย | 29.3 | 387.0 | 1,623 | 13.0 | 43 | |

56

ตารางที่ 4.12 ตารางแสดงผลสำเร็จโดยใช้ส่วนต่างของดัชนีวัดการประเมิน (EPIs)

| รายการ | ดัชนีวัดการประเมิน(EPIs) | | | เฉลี่ยเป็นเงินที่ประหยัดได้ ¹⁾ | | |
|-------------|--------------------------------------|-----------------|--------------------------|---|-------------------|-------------|
| | ปริมาณก่อนที่CT ปรับก่อนหลังที่CT | ปริมาณหลังที่CT | ส่วนต่าง(Δ EPIs) | หน่วย | (บาท/ต้นปลายข้าว) | (บาท/เดือน) |
| นำประจำ | 23.8 | 13.0 | 10.8 | (ลบ.ม./ต้นปลายข้าว) | 97.20 | 2,332.80 |
| เป้าสูงเสีย | 62 | 43 | 19 | (กก./ต้นปลายข้าว) | 237.50 | 5,700.00 |

หมายเหตุ¹⁾ จำนวนเงินที่ประหยัดได้ต่อเดือนคิดเทียบโดยยึดกำลังผลิตของเดือน กุมภาพันธ์ เป็นฐาน คำนวณประจำ 9.0 บาท/ลบ.ม. ราคาปลายข้าว 12.50 บาท/กก.

บทที่ 5

สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การดำเนินการศึกษาค้นคว้าอิสระในหัวข้อเรื่อง การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาดในโรงงานผลิตแป้งขนมจีน (Implementation of Clean Technology for Vermicelli Factory) มีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมให้ผู้ประกอบการเกิดความรู้ มีการพัฒนา และปรับปรุงองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการผลิตแป้งขนมจีนโดยไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และมีการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่าตามหลัก และวิธีการของเทคโนโลยีสะอาดซึ่งมีวิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้าอิสระแบบการศึกษาวิจัยเชิงกึ่งทดลอง (Quasi Experimental Research) โดยเป็นการศึกษาและให้คำแนะนำเกี่ยวกับวิธีการและขั้นตอนการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาดในโรงงานแป้งขนมจีนที่ตั้งอยู่ที่อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 1 แห่ง คือ บริษัท ปทุมไรชมิลแอนด์ แกรนารี จำกัด(มหาชน) ดำเนินการประยุกต์ใช้หลักและวิธีการทางเทคโนโลยีสะอาดในกระบวนการผลิตและบริหารจัดการตามคู่มือของการดำเนินงานด้านการผลิตที่สะอาดหรือเทคโนโลยีสะอาดที่เป็นที่ยอมรับนำไปสู่การปฏิบัติจริง การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ดัชนีชี้วัดการประเมินทางสิ่งแวดล้อม (Environmental Performance Indicators ; EPIs) ด้านวัตถุดิบและทรัพยากรต่าง ๆ ที่โรงงานใช้ต่อหน่วยวัตถุดิบ เช่น น้ำประปา ปริมาณวัตถุดิบที่สูญเสียเป็นของเสีย เป็นต้น เปรียบเทียบข้อมูลในช่วงก่อนดำเนินการศึกษาและหลังการศึกษา ที่ได้รับการให้คำแนะนำเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาดในโรงงาน

1. สรุปผลการวิจัย

โรงงานแป้ง บริษัท ปทุมไรชมิลแอนด์ แกรนารี จำกัด(มหาชน) ได้เข้าร่วมการศึกษาค้นคว้าอิสระในหัวข้อเรื่อง ในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาดในโรงงานผลิตแป้งขนมจีนระหว่างวันที่ 2 กุมภาพันธ์ 2552 ถึงวันที่ 30 เมษายน 2552 ภายในระยะเวลาดังกล่าวผู้วิจัยได้เข้าไปให้คำปรึกษาทางวิชาการตลอดจนการอบรมเชิงปฏิบัติการเรื่องเทคโนโลยีสะอาด แก่ทีมงานเทคโนโลยีสะอาดและพนักงานของโรงงาน ในวันที่ 26 กุมภาพันธ์ 2552 หลังจากที่โรงงานได้รับเรื่องที่จะต้องดำเนินการแล้ว ผู้วิจัยและทีมงานเทคโนโลยีสะอาดของโรงงานได้เก็บข้อมูลความก้าวหน้าที่เกิดขึ้นตลอดช่วงระยะเวลาของการศึกษาผลการประเมินและสรุปข้อมูล พบว่า

1.1 จากการตรวจประเมินเบื้องต้นเพื่อหาสาเหตุการสูญเสียทรัพยากรในโรงงานผลิตแป้งขนมจีน จากส่วนการผลิตทั้งหมด พบจุดที่เกิดการสูญเสียในกระบวนการผลิต

ทั้งสิ้น 19 จุดที่ โดยเมื่อประเมินจาก 5 สาเหตุหลักตามหลักการของเทคโนโลยีสะอาด พบว่า สาเหตุของการสูญเสียที่เกิดขึ้นมาจาก 2 สาเหตุคือ

- สาเหตุที่เกิดจากวิธีการปฏิบัติงาน 12 จุด
- สาเหตุที่เกิดจากเทคโนโลยี 7 จุด

1.2 จากการนำหลักการเทคโนโลยีสะอาดไปประยุกต์ใช้ในการดำเนินการสามารถลดค่าใช้จ่ายของโรงงานตัวอย่างในด้านค่าน้ำประปาได้ดังนี้

- การติดตั้งหัวฉีดที่ปลายสายยางลดปริมาณน้ำประปาได้ 82.02 ลบ.ม./เดือน คิดเป็นค่าน้ำประปาที่ลดลงได้ 738 บาท/เดือน ลงทุนค่าอุปกรณ์ 400 บาท ระยะเวลาคุ้มทุนภายใน 0.5 เดือน
- ปริมาณการใช้น้ำประปา ต่อตันวัตถุดิบของโรงงานมีการเปลี่ยนแปลงจาก 23.8 ลบ.ม./ตันปลายข้าว ลดลงเหลือ 13.0 ลบ.ม./ตันปลายข้าว ลดลง 10.8 ลบ.ม./ตันปลายข้าว หมายถึง ทุกการผลิต 1 ตันปลายข้าว โรงงานสามารถประหยัดค่าน้ำประปาได้ 97.20 บาท
- หากโรงงานผลิตโดยใช้ปลายข้าว 24 ตัน/เดือน จะสามารถประหยัดค่าน้ำประปาได้ 2,332.80 บาท/เดือน

1.3 จากการนำหลักการเทคโนโลยีสะอาดไปประยุกต์ใช้ในการดำเนินการสามารถลดค่าใช้จ่ายของโรงงานตัวอย่างด้านการสูญเสียวัตถุดิบ และผลิตภัณฑ์ในกระบวนการผลิตได้ดังนี้

- การนำน้ำจากกระบวนการสุบข้าวขึ้นตะแกรงพักกลับมาใช้ใหม่สามารถลดปริมาณแป้งที่สูญเสียไปกับน้ำทิ้งลงได้ 67 กก./น้ำทิ้ง 1 ลบ.ม. คิดเป็นมูลค่า 11,675 บาท/เดือน ลงทุนค่าอุปกรณ์ 250 บาท ระยะเวลาคุ้มทุนทันที
- ปริมาณแป้งสูญเสียไปกับน้ำทิ้ง จากเดิม 62 กิโลกรัม/ตันปลายข้าว ลดลงเหลือ 43 กิโลกรัม/ตันปลายข้าว หมายถึง ทุกการผลิต 1 ตันปลายข้าวจะสามารถลดมูลค่าการสูญเสียลงได้ 237.50 บาท
- หากโรงงานผลิตโดยใช้ปลายข้าว 24 ตัน/เดือน จะสามารถลดมูลค่าการสูญเสียลงได้ 5,700 บาท/เดือน

1.4 จากการนำหลักการเทคโนโลยีสะอาดไปประยุกต์ใช้ในการดำเนินการคิดเป็นยอดรวมค่าใช้จ่ายที่ลดลงได้ ทุกการผลิต 1 ตันปลายข้าวเท่ากับ 334.7 บาท หากโรงงานผลิตโดยใช้ปลายข้าว 24 ตัน/เดือน จะสามารถลดมูลค่าการสูญเสียลงได้ 8,032.4 บาท/เดือน

1.5 โรงงานสามารถปรับปรุงแก้ไขของค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิต การบริหารจัดการให้ถูกต้องตามมาตรฐานและข้อกำหนดสำหรับเทคโนโลยีสะอาด ซึ่ง ประกอบด้วยกิจกรรมต่างๆ คือ

- การปรับปรุงวิธีการดำเนินการ ในหน่วยการผลิตการล้างและหมักข้าว
- การติดตั้งหัวฉีดน้ำที่ปลายสายยางสำหรับกิจกรรมการฉีดปลายข้าวบนรางพักข้าวและสายยางที่ใช้ในการล้างทำความสะอาด
- การนำน้ำจากกระบวนการสูบน้ำขึ้นตะแกรงพักกลับมาใช้โดยผ่านตะแกรงกรองน้ำแป้ง
- การซ่อมแซมซีลและถังรับน้ำแป้ง ที่ซุก โมไม่รั่วซึม
- การทำความสะอาดเครื่องจักรด้วยฟองน้ำเพื่อขจัดเศษแป้งออกก่อนการล้าง
- การเก็บรวบรวมเศษปลายข้าวเศษแป้งบริเวณพื้นออกก่อนทำการฉีดล้างพื้น

2. อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาดในการโรงงานผลิตแป้งขนมจีน การดำเนินการดังกล่าวเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ คือต้องการหาสาเหตุการสูญเสียทรัพยากร และเพื่อลดค่าใช้จ่ายของโรงงานหลังการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาด

ในขั้นตอนของการประเมินละเอียดต้องมีการจัดทำสมมูลมวลแต่ด้วยข้อจำกัดในด้านข้อมูลต่างๆ จึงทำให้การวิเคราะห์สมมูลมวลดำเนินการได้เพียงการวิเคราะห์จุดที่มีการใช้วัตถุดิบ ทรัพยากรต่าง ๆ รวมถึงจุดที่ก่อให้เกิดการสูญเสีย และน้ำเสียเท่านั้น

จากผลการประเมินของสาเหตุของการสูญเสีย วิธีการปฏิบัติงานเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดการสูญเสียในการผลิตมากที่สุด โดยพบว่า จาก 19 จุดการสูญเสีย มี 12 จุดที่เกิดการสูญเสียจากวิธีการปฏิบัติงานที่ยังไม่เหมาะสม

การเปรียบเทียบผลการดำเนินการ โดยดัชนีชี้วัดการประเมินสำหรับน้ำประปามีปริมาณการใช้ต่อตันปลายข้าวลดลงอย่างชัดเจนในเดือนมีนาคมซึ่งเป็นเดือนที่ได้รับการเริ่มมีการให้คำแนะนำเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาดในโรงงาน และลดลงต่อเนื่องในเดือนเมษายน ส่วนของดัชนีวัดการประเมินแป้งสูญเสียในเดือนมีนาคม ปริมาณมิได้ลดลงเนื่องมาจากอยู่ในช่วงการนำเก็บข้อมูลเพื่อศึกษาความเหมาะสมของทางเลือกการนำน้ำจากกระบวนการสูบน้ำขึ้นตะแกรงพักกลับมาใช้ใหม่ การนำเสนอแผนรวมถึงกระบวนการจัดซื้ออุปกรณ์ ซึ่งแล้วเสร็จและเริ่มดำเนินการได้ในเดือนเมษายนจึงทำให้ดัชนีวัดการประเมินแป้งสูญเสียลดลงเพียง 1 เดือนเท่านั้น อีก

ทั้งในการดำเนินกิจกรรมเพื่อลดปริมาณแปงสูญเสี่ยังเป็นเพียงการลดปริมาณการสูญเสี่ยจากกระบวนการเดียว คือการสูญปลายข้าวขึ้นตะแกรงพักแค่จุดการสูญเสี่ยที่ การ โม่ และอัดแป้งยังมีได้ ทำการสร้างทางเลือกเพื่อศึกษาและดำเนินการ

ข้อจำกัดของงานวิจัย

การศึกษาค้นคว้าอิสระในครั้งนี้เป็นการศึกษาวิจัยเชิงกึ่งทดลอง (Quasi Experimental Research) ไม่สามารถควบคุมตัวแปรที่เกี่ยวข้องได้สมบูรณ์ เช่น ขั้นตอนการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาดในการผลิต ถึงแม้ทางผู้วิจัยจะเลือกวิธีการป้องกันมลพิษที่เหมาะสมนำเสนอผู้บริหารไปแล้วหากแต่ในการลงมือปฏิบัติตามทางเลือกที่เสนอ จะต้องขึ้นอยู่กับ การตัดสินใจของผู้บริหาร โรงงานด้วยว่าจะนำไปปฏิบัติหรือไม่ ดังนั้นจึงอาจเป็นข้อจำกัดในการสรุปผลของการวิจัยอธิบายความสัมพันธ์เชิงเหตุและผลของตัวแปรต่าง ๆ

ปัญหาและอุปสรรค

หลังจากการที่ผู้วิจัยเข้าใจความรู้ ความเข้าใจ คำแนะนำ ตลอดจนสร้างแนวคิดเกี่ยวกับเทคโนโลยีสะอาดที่จะนำไปประยุกต์ใช้ในโรงงานแก่ทีมงานเทคโนโลยีสะอาด ได้พบประเด็นปัญหาที่เป็นอุปสรรคในการดำเนินการศึกษา สรุปได้ดังนี้

- 1) ระยะเวลาในการดำเนินการศึกษามีความจำกัด จึงทำให้แผนการดำเนินกิจกรรมเทคโนโลยีสะอาดมีความกระชั้นชิด ทางเลือกเทคโนโลยีสะอาดที่ต้องใช้ระยะเวลาในการติดตามผลจึงไม่สามารถเก็บข้อมูลได้อย่างครอบคลุมทันตามระยะเวลาที่มี อีกทั้งในช่วงเดือน เมษายนทางโรงงานมีวันหยุดมาก กำลังการผลิตลดลง ทำให้การติดตามการประเมินรายละเอียดในแต่ละประเด็นปัญหาของกิจกรรมต่างๆ ในเชิงลึก ไม่สามารถกระทำได้อย่างครบถ้วนสมบูรณ์
- 2) พนักงานมีการหมุนเวียนกันเข้าปฏิบัติหน้าที่ในกระบวนการผลิตแข่งขันมเงิน ซึ่งบางคนในโรงงาน ยังไม่เข้าใจในหลักและกระบวนการของเทคโนโลยีสะอาด การรณรงค์กิจกรรมด้านต่างๆ เช่น การประหยัดน้ำ การลดการสูญเสี่ยวัตถุดิบจากกระบวนการผลิต จึงมีความไม่ต่อเนื่องส่งผลให้การปฏิบัติตามทางเลือกที่เสนอไว้ไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร
- 3) ทางเลือกของเทคโนโลยีสะอาด (CT Options) บางทางเลือกไม่สามารถประเมินออกมาเป็นค่าใช้จ่ายที่ลดลงได้ เช่น การซ่อมแซมซีลและถังรับน้ำแป้ง รวมถึงการปรับเปลี่ยน วิธีการล้างทำความสะอาดโดยการทำความสะอาดเบื้องต้น ส่งผลให้ไม่สามารถวัดประสิทธิภาพการประหยัดค่าใช้จ่ายออกมาเป็นตัวเลขของแต่ละกิจกรรมที่ดำเนินการได้
- 4) ทางโรงงานมีการเก็บรวบรวมและบันทึกข้อมูลเฉพาะในส่วนของวัตถุดิบ และทรัพยากร ซึ่งประกอบด้วย ปริมาณกำลังการผลิต ปริมาณวัตถุดิบ ปริมาณน้ำประปาที่ใช้

รวมถึงปริมาณไฟฟ้าที่โรงงานใช้ แต่มิได้มีการศึกษาหรือเก็บข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต เช่นปริมาณของเสีย คุณสมบัติของน้ำเสีย จึงทำให้การประเมินปริมาณการสูญเสียในกระบวนการผลิตไม่สามารถนำข้อมูลก่อนและหลังดำเนินการศึกษามาเปรียบเทียบได้อย่างชัดเจน รวมถึงการนำข้อมูลมาวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์เพื่อการประเมินค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ อาจไม่สามารถกระทำได้อย่างแม่นยำ

2. ข้อเสนอแนะ

2.1 ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

การดำเนินการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาดในโรงงานอุตสาหกรรม จะไม่เกิดประโยชน์อย่างแท้จริงหากโรงงานไม่ดำเนินกิจกรรมอย่างต่อเนื่องหลังจากจบการดำเนินการศึกษาดังนั้นการพัฒนาและรักษาโครงการเทคโนโลยีสะอาดไว้จึงมีความสำคัญ และทางโรงงานควรมีการดำเนินการเก็บข้อมูลที่สำคัญต่างๆ เพิ่มเติม ได้แก่ ปริมาณของเสีย คุณสมบัติของน้ำเสีย ซึ่งจะช่วยให้โรงงานสามารถวิเคราะห์ผลและใช้เป็นข้อมูลในการประเมินต่างๆ ได้แม่นยำมากขึ้น นอกจากนี้ควรมีการให้ความสำคัญกับการส่งเสริมให้พนักงานทุกคนในโรงงาน มีความรู้ความเข้าใจในหลักและกระบวนการของเทคโนโลยีสะอาด ส่งเสริมให้เกิดการมีส่วนร่วมโดยใช้กิจกรรมที่โรงงานได้ดำเนินการอยู่แล้วเช่นกิจกรรมข้อเสนอแนะเป็นแรงจูงใจซึ่งจะส่งผลให้ได้รับความร่วมมือและประสบความสำเร็จในการรณรงค์กิจกรรมด้านต่างๆ เช่น การประหยัดน้ำ การลดของเสีย รวมถึงการได้รับข้อมูลทางเลือกของเทคโนโลยีสะอาดใหม่ๆ ที่มีประโยชน์ต่อโรงงานและสิ่งแวดล้อม

2.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ผู้ศึกษาวิจัยมีข้อเสนอแนะในการทำการศึกษาวิจัยครั้งต่อไป เพื่อให้การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาดของโรงงานในอนาคตมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ได้แก่

2.2.1 ควรมีการเพิ่มเติมการประเมินรายละเอียดในแต่ละกิจกรรมต่างๆ ในเชิงลึกให้ครบถ้วนทุกกิจกรรมซึ่งจะทำให้โรงงานรับทราบถึงสาเหตุการการสูญเสีย ปัญหาที่เกิดในกิจกรรมต่างๆ ที่ครบถ้วนทุกประเด็น และสามารถวางแผนการจัดการ ได้อย่างครบถ้วนถูกต้องสมบูรณ์

2.2.2 พิจารณาเพิ่มเติมดัชนีชี้วัดการประเมินด้านประสิทธิภาพการใช้น้ำวัดคุณภาพและทรัพยากรต่างๆ รวมถึงด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental Performance Indicators ; EPIs) เช่น ปริมาณน้ำเสีย (ลูกบาศก์เมตร/ตันวัตถุดิบ) ปริมาณของเสีย (กิโลกรัม/ตันวัตถุดิบ) เป็นต้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กรมโรงงานอุตสาหกรรม (2544) เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดสำหรับโรงงานอุตสาหกรรม
กรุงเทพมหานคร สำนักเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมโรงงาน
- _____ (2549) หลักปฏิบัติเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด(การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการ
ป้องกันมลพิษ) สำหรับอุตสาหกรรมรายสาขาแปง์ชนมจีน กรุงเทพมหานคร
กลุ่มความร่วมมือระหว่างองค์กรพัฒนาเอกชน และกลุ่มอุตสาหกรรมไทยเพื่อสิ่งแวดล้อม
(IN GROUP) (2541) คู่มือเทคโนโลยีสะอาดสำหรับประชาชน สถาบันสิ่งแวดล้อม
อุตสาหกรรมสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย
- _____ (2543) คู่มือเทคโนโลยีสะอาดสำหรับประชาชน เล่มที่ 2 สถาบันสิ่งแวดล้อม
อุตสาหกรรม สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย
- ฉัฐสุดา สิงหนณี (2548) “การประเมินโอกาสทางเทคโนโลยีสะอาดในการผลิตแชมพูสมุนไพร
ประจำคึกควาย : กรณีศึกษาชมรมรักษ์สมุนไพรลำปาง” การค้นคว้าแบบอิสระ ปริญญา
บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- ฉพล คงเจริญ (2547) "การส่งเสริมการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาดในวิสาหกิจขนาดกลางและ
ขนาดย่อม" การศึกษาค้นคว้าอิสระปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา
วิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
- ถนอม ไชยวงศ์ (2546) “การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาดในการผลิตถั่วเหลืองฝักสดแช่แข็ง”
การค้นคว้าแบบอิสระปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- ชเนศ ศรีสถิตย์ (2549) เทคโนโลยีสะอาดและการนำไปใช้เพื่อลดต้นทุนการผลิต
กรุงเทพมหานคร สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- ชำระรัตน์ มุ่งเจริญ (2541) "เทคโนโลยีสะอาด เครื่องมือสู่การพัฒนาที่ยั่งยืนของอุตสาหกรรม"
วารสารส่งเสริมเทคโนโลยี 25, 138 (เมษายน-พฤษภาคม) : 65-70
- นนท์ สำราญทรัพย์ (2549) “การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาดในกระบวนการผลิตข้าวโพด
หวานบรรจุกระป๋อง” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา วิทยา
ศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

- เนตรนภิส ตันเต็มทรัพย์ (2547) "การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาดเพื่อลดการใช้น้ำใน
อุตสาหกรรมอาหาร" วารสารศูนย์บริการวิชาการ 12, 3-4 (กรกฎาคม-ธันวาคม) :
21-25
- พัฒนา มุลพฤกษ์ (2545) การป้องกันและควบคุมมลพิษ กรุงเทพมหานคร ชิกม่า ดีไซน์ กราฟฟิค
ลาวิณย์ ไกรเดช (2546) "ขนมจีน อาหารไทย-ภูมิปัญญาพื้นบ้านกับเศรษฐกิจและอุตสาหกรรม
ไทย" ใน ภูมิปัญญาพื้นบ้านสืบสานพัฒนาไทย:ที่ระลึกงานส่งเสริมศิลปวัฒนธรรม
ทบวงมหาวิทยาลัยครั้งที่ 5 วันที่ 24-26 มกราคม 2546 หน้า 84-86
มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
- สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย (2541) คู่มือการตรวจประเมินเทคโนโลยีสะอาด กรุงเทพมหานคร ฝ่าย
ธุรกิจและสิ่งแวดล้อม
- สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย (2541) คู่มือเทคโนโลยีสะอาดสำหรับประชาชน
กรุงเทพมหานคร สถาบันสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม
- สมทรง อินสว่าง (2544) การป้องกันมลพิษและการผลิตที่สะอาดเพื่อลดของเสียและลดการใช้น้ำ
ในโรงงานอุตสาหกรรม" ใน ประมวลสาระชุดวิชาการจัดการคุณภาพน้ำในโรงงาน
อุตสาหกรรมหน่วยที่ 13 หน้า 121-173 นนทบุรี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ
- สายรุ้ง จินดนา (2547) "การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาดในการจัดการน้ำเสียและหมุนเวียน
กลับมาใช้ใหม่ในกระบวนการผลิตของบริษัทเครื่องสุขภัณฑ์" วิทยานิพนธ์ปริญญา
ศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
- อรอนงค์ นัยวิกุล (2547) ชั่ว : วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กรุงเทพมหานคร สำนักพิมพ์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ปริมาณวัตถุบิสซูญเสียไปกับน้ำทิ้ง

การคำนวณปริมาณวัตถุดิบสูญเสียไปกับน้ำทิ้ง จาก 3 จุด คือ กระบวนการสูบลายข้าวขึ้นตะแกรงพัก การ โม่ และอัดแป้ง

แสดงรายละเอียดได้ดังนี้

กระบวนการสูบลายข้าวขึ้นตะแกรงพัก จากการทดลองภาคสนามและห้องปฏิบัติการ

1. โรงงานมีปริมาณน้ำทิ้งจากกระบวนการสูบลายข้าวขึ้นตะแกรงพัก 1.045 ลบ.ม. / 1.8 ตัน
ปลายข้าว

2. น้ำทิ้งปริมาตร 1 ลิตรจากกระบวนการสูบลายข้าวขึ้นตะแกรงพักเมื่อนำมาปั่นเหวี่ยงเท
ส่วนใสทิ้งและนำแป้งที่ตกตะกอนมาชั่งน้ำหนัก

พบว่าแป้งมีน้ำหนัก 176 กรัม (น้ำหนักแป้งรวมความชื้น)

เมื่อนำแป้งที่ได้ไปหาค่าความชื้น พบว่าแป้งมีค่าความชื้น ร้อยละ 61.9

ดังนั้นในแป้ง 100 กรัม มีน้ำหนักแป้ง(แห้ง) = 100-61.9

= 38 กรัม

คิดเป็นน้ำหนักแป้ง(แห้ง)/น้ำทิ้ง 1 ลิตร = $\frac{176 \times 38}{100}$
= 67 กรัม

หรือ น้ำหนักแป้ง(แห้ง) 67 กิโลกรัม/น้ำทิ้ง 1 ลบ.ม.

3. จำนวนหาน้ำหนักแห้งของแป้งที่สูญเสียไปกับน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตขั้นตอน
ดังกล่าว / 1.8 ตันปลายข้าว

= 1.045 ลบ.ม. x 67 กิโลกรัม/น้ำทิ้ง 1 ลบ.ม. = 70.02 กิโลกรัม/1.8 ตันปลายข้าว

∴ น้ำหนักแห้งของแป้งสูญเสียจากกระบวนการสูบลายข้าวขึ้นตะแกรงพัก(กิโลกรัม)/1.8 ตันปลาย
ข้าว = 70 กิโลกรัม

การโม่

1. การเก็บข้อมูลจากภาคสนามพบว่า กากปลายข้าวที่ค้างบนตะแกรงร้อนและทิ้งเป็นของ
เสียจากกระบวนการโม่ มีน้ำหนัก 54 กิโลกรัม/การ โม่ปลายข้าว 1.8 ตัน(น้ำหนักกากรวมความชื้น)

2. นำกากที่ได้ มาทำการอบโดยตู้อบเพื่อหาความชื้น

พบว่าในกากปลายข้าว มีความชื้น ร้อยละ 49.8

ดังนั้นในกากปลายข้าว 100 กรัม มีน้ำหนักปลายข้าว(แห้ง) = 100-49.8

= 50.2 กรัม

3. จำนวนหาน้ำหนักแห้งของปลายข้าวที่สูญเสียจากน้ำหนักกากปลายข้าว 54 กิโลกรัม/
การ โม่ปลายข้าว 1.8 ตัน

กากปลายข้าว 100 กรัม มีน้ำหนักปลายข้าว(แห้ง) = 50.2 กรัม

$$\begin{aligned} \text{จาก 54,000 กรัม (54 กิโลกรัม) มีน้ำหนักปลาข้าว(แห้ง)} &= \frac{50.2 \times 54,000}{100} = 27,108 \text{ กรัม} \\ \text{ปรับเป็นหน่วยกิโลกรัม} &= 27,108/1,000 \\ &= 27.1 \text{ กิโลกรัม} \end{aligned}$$

∴ น้ำหนักแห้งของปลาข้าวสูญเสียจากการไม่(กิโลกรัม)/1.8 ตันปลาข้าว = 27 กิโลกรัม
การอัดแข็ง

1. โรงงานมีปริมาณน้ำทิ้งจากกระบวนการอัดแข็ง 1.565 ลบ.ม. / 1.8 ตันปลาข้าว
2. น้ำทิ้งปริมาตร 1 ลิตรจากกระบวนการอัดแข็งเมื่อนำมาปั่นเหวี่ยงเพื่อส่วนใสทิ้งและ

นำแข็งที่ตกตะกอนมาชั่งน้ำหนัก

พบว่าได้น้ำหนักแข็ง 19.50 กรัม (น้ำหนักแข็งรวมความชื้น)

เมื่อนำแข็งที่ได้ไปหาค่าความชื้น พบว่าแข็งมีค่าความชื้น ร้อยละ 49.4

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้นในแข็ง 100 กรัม มีน้ำหนักแข็ง(แห้ง)} &= 100 - 49.4 \\ &= 50.6 \text{ กรัม} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{คิดเป็นน้ำหนักแข็ง(แห้ง)/น้ำทิ้ง 1 ลิตร} &= \frac{19.5 \times 50.6}{100} \\ &= 9.87 \text{ กรัม} \end{aligned}$$

หรือ น้ำหนักแข็ง(แห้ง) 9.87 กิโลกรัม/น้ำทิ้ง 1 ลบ.ม.

3. จำนวนหาน้ำหนักแห้งของแข็งที่สูญเสียไปกับน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตขั้นตอนนี้
ดังกล่าว / 1.8 ตันปลาข้าว

$$= 1.565 \text{ ลบ.ม.} \times 9.87 \text{ กิโลกรัม/น้ำทิ้ง 1 ลบ.ม.} = 15.4 \text{ กิโลกรัม/1.8 ตันปลาข้าว}$$

∴ น้ำหนักแห้งของแข็งสูญเสียจากกระบวนการอัดแข็ง (กิโลกรัม)/1.8 ตันปลาข้าว
= 15 กิโลกรัม

สรุป ปริมาณวัตถุดิบสูญเสียจาก 3 กระบวนการ

1. การสูบน้ำขึ้นตะแกรงพัก(กิโลกรัม)/1.8 ตันปลาข้าว = 70 กิโลกรัม
2. การไม่(กิโลกรัม)/1.8 ตันปลาข้าว = 27 กิโลกรัม
3. การอัดแข็ง (กิโลกรัม)/1.8 ตันปลาข้าว = 15 กิโลกรัม

รวมปริมาณวัตถุดิบสูญเสีย เมื่อกับ 112 กิโลกรัม / 1.8 ตันปลาข้าว

∴ ปริมาณวัตถุดิบสูญเสีย(กิโลกรัม)/ ตันปลาข้าว = 112/1.8 = 62 กิโลกรัม

ภาคผนวก ข

การประเมินและศึกษาความเหมาะสมของทางเลือกเทคโนโลยีสะอาดทางเลือกที่ 4 และ 12

การประเมินและศึกษาความเหมาะสมของทางเลือกเทคโนโลยีสะอาด

ทางเลือก : การติดตั้งหัวฉีดน้ำที่ปลายสายสำหรับกิจกรรมการสูบน้ำขึ้นตะแกรงและสายยาง
ล้างทำความสะอาด

แนวทางแก้ไข กิจกรรมการใช้น้ำเปิดบนตะแกรงพักข้าวและการล้างทำความสะอาด

ประเมินได้ดังนี้ จากการทดลองภาคสนาม

ก๊อกรักรรดา (สายยางขนาด 3/4) มีปริมาณน้ำ 19.8 ลิตร/นาที

ก๊อกรักรรดาเมื่อสวมหัวฉีด มีปริมาณน้ำ 9.6 ลิตร/นาที

สามารถลดปริมาณการใช้น้ำลงได้ร้อยละ 48

ดังนั้นในการประเมินการลดปริมาณน้ำใช้ในครั้งนี้ จะประเมินจากประสิทธิภาพการลดปริมาณน้ำใช้ที่ร้อยละ 48 เพื่อหาจุดคุ้มทุนที่ใช้เวลานานที่สุด ที่จะคืนทุนเป็นตัวเลขอ้างอิง

1. จากข้อมูลเวลาในการเปิดน้ำที่ตะแกรงพักข้าว = 3 ชม. = 180 นาที

•• ใช้น้ำที่รางพักข้าว = 180 นาที x 19.8 ลิตร
= 3,564 ลิตร = 3.56 ลบ.ม./วัน

2. เวลาการล้างทำความสะอาดเครื่องจักรของโรงงาน = 1.5 ชั่วโมง = 90 นาที

โรงงานมีสายยางฉีดน้ำเพื่อล้างทำความสะอาด 2 เส้น

•• ใช้น้ำในกระบวนการล้าง /วัน = 90 นาที x 19.8 ลิตร x 2 (เส้น)
= 3,564 ลิตร = 3.56 ลบ.ม./วัน

โรงงานทำงาน 24 วัน ปริมาณน้ำใช้ต่อเดือนเท่ากับ 170.88 ลบ.ม./เดือน

หากติดตั้งหัวฉีดน้ำในกิจกรรมการเปิดน้ำบนตะแกรงพักข้าวและการล้างทำความสะอาด
เครื่องจักร อุปกรณ์ จะสามารถลดปริมาณการใช้น้ำได้ร้อยละ 48

ปริมาณการใช้น้ำ ลดลงเหลือ 88.86 ลบ.ม./เดือน

ประหยัดน้ำได้ 82.02 ลบ.ม./เดือน

เมื่อประเมินเป็นค่าน้ำประปาต่อเดือน โรงงานซึ่งมีค่าใช้จ่ายของน้ำประปาที่ 9 บ./ลบ.ม.

จะประหยัดค่าน้ำลงได้ = 82.02 ลบ.ม. X 9 บ. = 738 บาท/เดือน

ราคาหัวฉีดที่จำหน่ายในท้องตลาดอยู่ในช่วง 150-200 บาท/หัว

ถ้าโรงงานนำหัวฉีดมาติดตั้งที่สายยางที่ใช้ในกิจกรรมการเปิดน้ำที่ตะแกรงพักข้าวและการ
ล้างทำความสะอาดอุปกรณ์เครื่องจักร ซึ่งมีอยู่ 2 จุด ค้ำยกกัน

ค่าลงทุนในการซื้อหัวฉีด 400 บาท

ลดค่าน้ำประปาได้ 738 บาท/เดือน

ระยะเวลาในการคืนทุน = $400 / 738 = 0.5$ เดือน

ภาคผนวก ค

การประเมินและศึกษาความเหมาะสมของทางเลือกเทคโนโลยีสะอาดทางเลือกที่ 6

การประเมินและศึกษาความเหมาะสมของทางเลือกเทคโนโลยีสะอาด

ทางเลือก : นำน้ำจากกระบวนการสูบน้ำขึ้นตะแกรงพักกลับมาใช้โดยผ่านตะแกรงกรองน้ำแข็ง
แนวทางแก้ไข กิจกรรมการนำน้ำจากกระบวนการสูบน้ำขึ้นตะแกรงพักกลับมาใช้

ประเมินได้ดังนี้ จากการทดลองภาคสนามและห้องปฏิบัติการ

1. โรงงานมีปริมาณน้ำทิ้งจากกระบวนการสูบน้ำขึ้นตะแกรงพัก 1.045 ลบ.ม. / 1.8 ต้น
ปลายข้าว
2. น้ำทิ้งปริมาตร 1 ลิตรจากกระบวนการสูบน้ำขึ้นตะแกรงพักมีแข็งสูญเสียน้ำหนัก 176
กรัม (น้ำหนักแข็งรวมความชื้น)

$$\begin{aligned} \text{เมื่อนำแข็งที่ได้ไปหาความชื้น พบว่าแข็งมีค่าความชื้น ร้อยละ} & 61.9 \\ \text{ดังนั้นในแข็ง 100 กรัม มีน้ำหนักแข็ง(แห้ง)} & = 100-61.9 \\ & = 38 \text{ กรัม} \end{aligned}$$

$$\text{คิดเป็นน้ำหนักแข็ง(แห้ง)ในแข็ง 176 กรัมจากน้ำทิ้ง 1 ลิตร} = \frac{176 \times 38}{100}$$

$$\therefore \text{น้ำหนักแข็ง(แห้ง)ในน้ำทิ้ง 1 ลิตร} = 67 \text{ กรัม}$$

$$\text{หรือ น้ำหนักแข็ง(แห้ง) 67 กิโลกรัม/น้ำทิ้ง 1 ลบ.ม.}$$

3. น้ำหนักแห้งของแข็งที่สูญเสียไปกับน้ำทิ้ง / 1.8 ต้นปลายข้าว
= 1.045 ลบ.ม. x 67 กิโลกรัม/น้ำทิ้ง 1 ลบ.ม.
= 70.02 กิโลกรัม

$$\begin{aligned} \therefore \text{น้ำหนักแห้งของแข็งสูญเสีย(กิโลกรัม)/ ต้นปลายข้าว} & = 70.02 \text{ กก. / 1.8 ต้น} \\ & = 38.9 \text{ กิโลกรัม/ต้น} \end{aligned}$$

$$\text{หากโรงงานใช้ปลายข้าวผลิต} = 24 \text{ ต้น/เดือน}$$

$$\text{ดังนั้นน้ำหนักแข็ง(แห้ง)ที่สูญเสียไปกับน้ำทิ้ง} = 934 \text{ กิโลกรัม/เดือน}$$

เมื่อประเมินเป็นค่าวัตถุดิบต่อเดือน ที่ราคาปลายข้าว 12.50 บาท/กิโลกรัม

$$\text{คิดเป็นมูลค่า} = 934 \text{ กก.} \times 12.50 \text{ บาท}$$

$$= 11,675 \text{ บาท/เดือน}$$

เมื่อใช้สายยางต่อจากท่อน้ำแข็งเพื่อนำน้ำแข็งกลับเข้าสู่บ่อพักโดยใช้สายยางความยาว 3 เมตร
ราคาสายยางที่ใช้ต่อจากท่อน้ำแข็งกลับมายังถังพักอยู่ที่ 250 บาท

โรงงานจะสามารถนำแข็งสูญเสียกลับมาเป็นผลิตภัณฑ์ได้ โดยมีระยะเวลาในการคืนทุน

$$= 250/11,675 = 0.02 \text{ เดือน หรือ ทันที}$$

ประวัติผู้ศึกษา

| | |
|------------------------|---|
| ชื่อ | นางสาววรรษยา พุทธิรัตน์ |
| วัน เดือน ปี | 31 สิงหาคม 2519 |
| สถานที่เกิด | อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา |
| ประวัติการศึกษา | วท.บ.(วิทยาศาสตร์ชีวเคมี) มหาวิทยาลัยขอนแก่น พ.ศ. 2541 |
| สถานที่ทำงาน | บริษัทปทุมโรชมิต แอนด์ แกรนารี จำกัด (มหาชน) อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา |
| ตำแหน่ง | ผู้จัดการแผนกประกันและควบคุมคุณภาพ |