

## บทที่ 2

### แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 เทคโนโลยีสะอาด

##### 2.1.1 คำจำกัดความของเทคโนโลยีสะอาด

พัชรี หอวิจิตร (2544) ได้ให้คำจำกัดความของเทคโนโลยีสะอาดไว้ว่า หมายถึง กิจกรรมใด ๆ ที่ลดการก่อให้เกิดของเสียที่แหล่งกำเนิด เพื่อมิให้ทรัพยากรที่มีคุณค่าต้องสูญเสียไปอย่างเปล่าประโยชน์ หรือกลายเป็นมลพิษในที่สุด ส่วนอมรินทร์ เทวตา (2544) ได้อธิบายว่า เทคโนโลยีสะอาด คือ การปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิตหรือผลิตภัณฑ์ เพื่อให้การใช้วัตถุดิบ พลังงาน และทรัพยากรธรรมชาติเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ โดยให้เกิดของเสียน้อยที่สุดหรือไม่มีเลย โดยมีแนวคิดคือทำให้ของเสียลดลง หรือเปลี่ยนเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีค่า ลดการใช้วัตถุดิบหรือสารเคมี ลดการใช้พลังงาน ลดค่าใช้จ่ายในการกำจัดของเสีย และลดอันตรายหรือความเสี่ยงที่เกิดจากกระบวนการผลิต และชุมพล ขวงไข (2546) สรุปความหมายของเทคโนโลยีสะอาดไว้ว่า หมายถึง การพัฒนาเปลี่ยนแปลงปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้วัตถุดิบ และพลังงานในกระบวนการผลิตหรือการบริการ โดยก่อให้เกิดของเสียที่แหล่งกำเนิดน้อยที่สุด

การจัดการสิ่งแวดล้อมทางด้านอุตสาหกรรมในอดีต มักจะเน้นไปที่ระบบการจัดการที่ปลายทาง ซึ่งเป็นการเพิ่มภาระให้กับผู้ประกอบการ ขณะเดียวกันทำให้รัฐบาลต้องสูญเสียงบประมาณในการตรวจสอบเพื่อให้ได้ตามมาตรฐานที่กำหนด ปัจจุบันแนวโน้มของการจัดการสิ่งแวดล้อมได้มีการพิจารณาที่ต้นทาง หรือแหล่งที่ก่อให้เกิดมลพิษ โดยพยายามที่จะลดมลพิษเหล่านั้นให้ได้มากที่สุด ดังนั้น การใช้แนวทางการลดมลพิษที่แหล่งกำเนิด หรือเทคโนโลยีสะอาด จึงเป็นแนวทางที่ได้รับการยอมรับในระดับสากล ว่าเป็นแนวทางที่เหมาะสมในการจัดการกับปัญหาสิ่งแวดล้อมเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน (ชุมพล ขวงไข, 2546)

## 2.1.2 หลักการและแนวคิดของเทคโนโลยีสะอาด

หลักการเทคโนโลยีสะอาดสรุปได้ ดังนี้ (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2546)

1. การลดมลพิษที่แหล่งกำเนิด แบ่งได้เป็น 2 แนวทาง คือ การเปลี่ยนแปลงผลิตภัณฑ์ และการเปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิต

1.1 การเปลี่ยนแปลงผลิตภัณฑ์ อาจทำได้โดยการออกแบบให้มีผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมน้อยที่สุด หรือให้มีอายุการใช้งานยาวนาน เช่น ปรับเปลี่ยนสูตรของผลิตภัณฑ์ เพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ยกเลิกการใช้ชิ้นส่วน หรือองค์ประกอบในผลิตภัณฑ์ที่ไม่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ และยกเลิกหีบห่อบรรจุภัณฑ์ที่ไม่จำเป็น เป็นต้น

1.2 การเปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิต แบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม คือ

1.2.1 การเปลี่ยนแปลงวัตถุดิบ โดยการเลือกใช้วัตถุดิบที่มีคุณภาพ หรือมีความบริสุทธิ์สูง รวมทั้งลดหรือยกเลิกการใช้วัตถุดิบที่เป็นอันตราย เพื่อหลีกเลี่ยงการเติมสิ่งเจือปนเข้าไปในกระบวนการผลิต และพยายามใช้วัตถุดิบที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้

1.2.2 การเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยี ทำได้โดยการออกแบบใหม่ เพิ่มระบบอัตโนมัติเข้าช่วยปรับปรุงคุณภาพของอุปกรณ์ และแสวงหาเทคโนโลยีใหม่มาใช้

1.2.3 การปรับปรุงกระบวนการดำเนินงาน เป็นขั้นตอนที่ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์มากขึ้น และทำให้เกิดของเสียที่ต้องกำจัดลดน้อยลง โดยกำหนดให้มีขั้นตอนการผลิต กระบวนการทำงาน และขั้นตอนการบำรุงรักษาที่ชัดเจน รวมถึงการจัดระบบการจัดการในโรงงาน

2. การนำกลับมาใช้ใหม่ แบ่งออกได้เป็น 2 แนวทาง คือ การนำผลิตภัณฑ์มาใช้ใหม่ หรือการใช้ผลิตภัณฑ์หมุนเวียน และใช้เทคโนโลยีหมุนเวียน

2.1. การใช้ผลิตภัณฑ์หมุนเวียน โดยหาทางนำวัตถุดิบที่ไม่ได้คุณภาพมาใช้ประโยชน์ หรือหาทางใช้ประโยชน์จากสารหรือวัสดุที่ปนอยู่ในของเสีย โดยนำมาใช้ในกระบวนการผลิตเดิม หรือกระบวนการผลิตอื่นๆ

2.2. การใช้เทคโนโลยีหมุนเวียน เป็นการนำของเสียผ่านกระบวนการต่างๆ เพื่อนำเอาทรัพยากรกลับมาใช้อีก หรือเพื่อทำให้เป็นผลพลอยได้ เช่น การนำพลังงานความร้อนส่วนเกิน หรือเหลือใช้กลับมาใช้ใหม่

เทคโนโลยีสะอาดเน้นการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่แหล่งกำเนิด โดยการคำนึงถึงมวลที่เข้าสู่กระบวนการผลิต (Inputs) มากกว่ามวลที่ออกจากกระบวนการผลิต (Outputs) เพื่อหาวิธีเพิ่มผลผลิต ประสิทธิภาพการผลิต และมีของเสียหรือมลพิษน้อยลง ได้แก่ วัตถุดิบ พลังงาน ทรัพยากรธรรมชาติ และทรัพยากรมนุษย์ให้มีประสิทธิภาพได้ประโยชน์สูงสุด โดยให้มี

การจัดการภายในโรงงานที่ดีขึ้น เทคโนโลยีสะอาด จะช่วยบ่งชี้ให้ทราบถึงกระบวนการผลิตที่เหมาะสม และทำให้การจัดการภายในโรงงานดีขึ้น (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2544)

การส่งเสริมให้เกิดกิจกรรมเทคโนโลยีสะอาดในองค์กรจำเป็นต้องเปลี่ยนมุมมองของพนักงานทั้งในระดับผู้บริหารและพนักงานทั่วไปให้เห็นว่า ของเสียเหล่านี้เป็นทรัพยากรที่มีค่า ต้องไม่ทิ้งให้เปล่าประโยชน์ในระหว่างขั้นตอนการผลิตหรือบริการ ซึ่งหลักการนี้ควรจะนำไปใช้กับของเสียทุกชนิดไม่จำกัดว่าต้องเป็นของเสียอันตรายและของเสียที่กำหนดโดยกฎหมายเท่านั้น นอกจากนี้ การประหยัดน้ำ พลังงาน และวัตถุดิบควรรวมอยู่ในเป้าหมายของการดำเนินกิจกรรมเทคโนโลยีสะอาดด้วย

### 2.1.3 ขั้นตอนในการทำเทคโนโลยีสะอาด

การทำเทคโนโลยีสะอาดมี 6 ขั้นตอน (วิภาเพ็ญ เกียรติกุล, 2547) ดังนี้

#### 1. การวางแผนและจัดองค์กร (Planning and organization)

การวางแผนและการจัดองค์กร เป็นขั้นตอนแรกที่ผู้บริหารจะต้องกำหนดนโยบาย อันเป็นยุทธศาสตร์ขององค์กร เพื่อแสดงถึงวิสัยทัศน์ของผู้บริหาร ซึ่งจะเป็นแนวทางในการทำเทคโนโลยีสะอาดขององค์กร นอกจากนั้นผู้บริหารยังต้องให้การสนับสนุนกิจกรรมต่าง ๆ โดยการจัดตั้งคณะทำงานหรือทีมเทคโนโลยีสะอาด และในขั้นตอนนี้อาจมีการพิจารณาถึงอุปสรรคซึ่งอาจมีผลต่อการดำเนินงาน และควรเตรียมการเพื่อการแก้ไขไว้ด้วย

#### 2. การตรวจประเมินเบื้องต้น (Pre-assessment)

คณะทำงานหรือทีมเทคโนโลยีสะอาด ต้องทำการประเมินเบื้องต้นว่ามีบริเวณหรือจุดใดบ้าง ที่เกิดการสูญเสียและสามารถปรับปรุงให้ดีขึ้นได้ และเลือกบริเวณที่จะทำการประเมินโดยละเอียดต่อไป การประเมินเบื้องต้นคณะทำงานต้องอาศัยการสังเกตแต่ละจุดผลิต โดยยังไม่ลงลึกในรายละเอียด

#### 3. การตรวจประเมินโดยละเอียด (Assessment)

เมื่อทราบบริเวณที่เกิดความสูญเสีย และต้องการจะปรับปรุงให้ดีขึ้นแล้ว จึงทำการประเมินโดยละเอียด จัดทำสมดุลมวลและพลังงานที่เข้าออก เพื่อให้ทราบถึงสาเหตุและแหล่งกำเนิดของมลพิษ การเกิดของเสีย การสูญเสียพลังงาน รวมถึงความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้น และสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมในการทำงาน จากนั้นจึงทำรายการและจัดลำดับความสำคัญของรายการทางเลือกในการจัดทำเทคโนโลยีสะอาด เพื่อการปรับปรุงแก้ไขต่อไป

#### 4. การศึกษาความเป็นไปได้ (Feasibility studies)

การศึกษาความเป็นไปได้ มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ทราบถึงรายละเอียดที่ต้องทำในแต่ละทางเลือก และความพร้อมของข้อมูล นอกจากนี้ในแต่ละทางเลือกต้องประเมินความคุ้มค่าในการลงทุน และนำทางเลือกที่เป็นไปได้มาปฏิบัติ

#### 5. การนำไปปฏิบัติ (Implementation)

ความสำเร็จในการปฏิบัติตามทางเลือกนั้น ต้องมีการวางแผนการทำงานอย่างละเอียด โดยในแผนงานควรประกอบด้วยเรื่องที่จะปฏิบัติ บริเวณเป้าหมาย ขั้นตอนการปฏิบัติงาน ระยะเวลาดำเนินงาน และผู้รับผิดชอบในแต่ละขั้นตอนอย่างชัดเจน เพื่อให้การปฏิบัติดำเนินไปอย่างเป็นระบบ

#### 6. การติดตามประเมินผล (Evaluation)

เมื่อดำเนินงานไประยะหนึ่งควรมีการติดตามประเมินผล เพื่อตรวจสอบว่าการปฏิบัติเป็นไปตามแผนงานที่กำหนดไว้หรือไม่ เมื่อพบข้อบกพร่องจะต้องแก้ไข เพื่อมิให้เกิดปัญหาในการทำงาน การติดตามประเมินผลจะช่วยให้บริษัทดำเนินการทำเทคโนโลยีสะอาดได้อย่างมีประสิทธิภาพ

### 2.1.4 ปัจจัยสำคัญสู่ความสำเร็จในการทำเทคโนโลยีสะอาด

ปัจจัยที่จะนำไปสู่ความสำเร็จในการทำเทคโนโลยีสะอาด ได้แก่ ความมุ่งมั่นของผู้บริหาร โดยผู้บริหารระดับสูงจะต้องมีความตั้งใจนำความสำเร็จมาสู่องค์กร โดยมุ่งมั่นในการพัฒนาตามนโยบายอย่างมั่นคงและสม่ำเสมอ ให้ความสำคัญสนับสนุนอย่างเต็มที่ มีการให้รางวัลหรือสิ่งจูงใจ เพื่อเป็นขวัญและกำลังใจแก่พนักงานในองค์กรที่ตั้งใจทำงานอย่างเต็มกำลังความสามารถ พนักงานจะต้องเข้ามามีส่วนร่วม มีความศรัทธาและเห็นคุณค่าของเทคโนโลยีสะอาดอย่างแท้จริง นอกจากนี้ พนักงานควรได้รับการสนับสนุนด้านการศึกษาและการฝึกอบรมเพิ่มเติม (วิภาเพ็ญ เกียรติกุล, 2547)

### 2.1.5 ปัญหาและอุปสรรคของการนำเทคโนโลยีสะอาดไปใช้

วิภาเพ็ญ เกียรติกุล (2547) ได้เสนอสาเหตุของอุปสรรคในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาด ดังนี้ อุปสรรคเกิดขึ้นจากความไม่เข้าใจแนวคิดเทคโนโลยีสะอาด การไม่มีส่วนร่วมของบุคลากรในองค์กร การขาดข้อมูลและความรู้ความเข้าใจของบุคลากร และการขาดความรู้ทางเทคโนโลยีด้านการพัฒนาวัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือเครื่องจักรที่คำนึงถึงสิ่งแวดล้อม ตัวอย่างความ

สำเร็จของเทคโนโลยีสะอาดในเชิงรูปธรรมยังมีจำนวนน้อย ทั้งนี้มีสาเหตุมาจากการไม่ยอมเปิดเผยข้อมูลความสำเร็จของการนำเทคโนโลยีสะอาดมาใช้

### 2.1.6 ประโยชน์ที่ได้รับจากการนำเทคโนโลยีสะอาดมาใช้

ประโยชน์ที่ได้รับจากการใช้เทคโนโลยีสะอาด มีดังนี้ (พัชรี หอวิจิตร, 2544)

1. ลดต้นทุนการผลิต เพราะสามารถลดการสูญเสียวัตถุดิบ และลดการใช้สารเคมี ช่วยให้ประหยัดน้ำ พลังงาน ลดภาระค่าใช้จ่ายในการบำบัดของเสีย การประหยัดวัตถุดิบและพลังงาน นำไปสู่การลดต้นทุนการผลิต ซึ่งเป็นการเพิ่มกำไรและขีดความสามารถในการแข่งขัน
2. ประสิทธิภาพการผลิตดีขึ้น เทคโนโลยีสะอาดจะทำให้การทำงานมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น เนื่องจากจะทำให้มีสุขอนามัยดีขึ้นและก่อให้เกิดอันตรายต่าง ๆ น้อยลง
3. คุณภาพผลิตภัณฑ์ดีขึ้น คุณภาพของสินค้าเป็นสิ่งสำคัญของผู้ผลิตภาคอุตสาหกรรม เนื่องจากต้องแข่งขันกับนานาประเทศ การลดมลพิษ ณ แหล่งกำเนิดจะทำให้คุณภาพของกระบวนการผลิตดีขึ้น
4. ช่วยลดค่าใช้จ่ายในการขนส่ง จัดเก็บ และกำจัดของเสีย การลดมลพิษที่แหล่งกำเนิดทำให้มลพิษมีปริมาณลดลง ซึ่งมีผลทำให้ต้นทุนในการบำบัดมลพิษลดลง
5. เพิ่มรายได้จากการแยกของเสียที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่
6. เสริมภาพพจน์ที่ดีต่อสังคมในการลดปัญหาของเสียในชุมชน เทคโนโลยีสะอาดทำให้โรงงานสามารถปฏิบัติตามกฎหมายสิ่งแวดล้อมได้เป็นอย่างดี มีโรงงานหรือสถานประกอบการที่สะอาด เป็นเพื่อนบ้านที่ดีกับชุมชนรอบข้าง
7. เปิดดูู่ทางการค้าใหม่ๆ ู่ตลาดโลก โดยเฉพาะสินค้าที่รักษาสิ่งแวดล้อม
8. สร้างทรัพยากรบุคคลในภาคอุตสาหกรรมที่มีความรู้ความสามารถในการวินิจฉัยปัญหา และสร้างสรรค์แนวทางแก้ไข
9. สร้างศักยภาพการแข่งขันในระยะยาว

## 2.2 สมุนไพรส้มแขก

### 2.2.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ส้มแขกเป็นไม้ยืนต้น สูง 1-12 เมตร ใบเดี่ยวเรียงตรงข้าม รูปขอบขนานแคบ กว้าง 3-5 เซนติเมตร ยาว 12-20 เซนติเมตร ปลายใบเรียวแหลม โคนใบรูปลิ้ม สีเขียวเข้ม ใบอ่อนสีแดง ก้านใบยาว 1.5-2 เซนติเมตร ดอกแยกเพศ ดอกตัวผู้เป็นกระจุก 2-3 ดอก เส้นผ่านศูนย์กลาง 3 เซนติเมตร กลีบเลี้ยงชั้นนอกรูปขอบขนานหรือโล่ ชั้นในขอบกลีบบาง ขนาดใหญ่กว่า กลีบดอกรูปไข่กลับแกมรูปโล่ ดอกขนาดใหญ่สีแดงเลือดนก ก้านชูอับเรณูเรียวยาว เรียงเป็นวงติดอยู่บนฐานรองดอกมีเนื้ออับเรณูรูปขอบขนานแคบ ดอกตัวเมียเป็นดอกเดี่ยวที่ปลายกิ่ง กลีบเลี้ยงและกลีบดอก ลักษณะคล้ายในดอกตัวผู้ แต่กลีบดอกมีขนาดเล็กกว่า เกสรตัวผู้ที่เป็นหมันติดอยู่บนแอนนูลัส รังไข่รูปทรงกระบอก มีสันผลรูปกลมแป้น มีสันและร่องจำนวนมาก สีเหลืองแกมส้มสด ฉ่ำน้ำ รสเปรี้ยวจัด (สถาบันการแพทย์แผนไทย, 2546)

### 2.2.2 แหล่งกำเนิด

พบมากทางตอนเหนือของประเทศพม่า และมาเลเซีย ในประเทศไทยพบในพื้นที่ทางภาคใต้ เช่น ยะลา ปัตตานี สตูล นราธิวาส พังงา ภูเก็ต กระบี่ ชุมพร และระนอง

### 2.2.3 คุณสมบัติของส้มแขก

การผลิตผลิตภัณฑ์จากสมุนไพร คือการสกัดเอาสารออกฤทธิ์ด้วยความร้อน ซึ่งเป็นการสกัดสารในเวลาจำกัด เพื่อไม่ให้สารที่ไม่ต้องการออกมามากเกินไป

ส้มแขกมีกรดไฮดรอกซีซิตริก (Hydroxycitric acid) หรือ สาร HCA ซึ่งมีคุณสมบัติในการยับยั้งเอนไซม์ในกระบวนการสร้างไขมันจากการบริโภคอาหารที่มีคาร์โบไฮเดรตสูง และยังมีกรดอินทรีย์อื่น ๆ อีก ได้แก่ กรดซิตริก (Citric acid) กรดเพนตาดีคาโนอิก (Pentadecanoic acid) กรดออกตาดีคาโนอิก (Octadecanoic acid) และกรดโดเดคาโนอิก (Dodecanoic) (สถาบันการแพทย์แผนไทย, 2546)

จากการศึกษาในสัตว์ทดลอง พบว่า สารสกัดหรือสารสำคัญของผลส้มแขกมีฤทธิ์ทางยาหลายประการ ดังนี้

1. จากการศึกษาในหนูขาวหรือหนูถีบจักร พบว่า HCA ในส้มแขกช่วยลดการกินอาหาร ลดน้ำหนักตัว หรือลดการเพิ่มของน้ำหนักตัวได้

2. การศึกษาฤทธิ์ต้านเชื้อจุลินทรีย์ของส้มแขก พบว่า มีอนุพันธ์ของ HCA 2 ชนิดที่แสดงฤทธิ์ยับยั้งเชื้อรา *Cladosporium herbarum* ซึ่งเป็นเชื้อราชนิดหนึ่งที่ทำให้เกิดอาการภูมิแพ้ โดยมีความแรงเทียบเท่า cycloheximide แต่ไม่มีฤทธิ์ต่อเชื้อราชนิดอื่นหรือยีสต์

3. การศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) ซึ่งการสกัดสารต้านอนุมูลอิสระในผลส้มแขกด้วยน้ำและเอทานอล โดยทดสอบด้วยวิธี DPPH radical scavenging assay ที่ระดับความเข้มข้นสูงสุด 2,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ไม่แสดงฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ แต่สารสกัดที่ได้จากราก ใบ และเปลือกต้นของ ส้มแขกแสดงฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระที่แรงกว่าวิตามินอี ในขณะที่การสกัดด้วยเมทานอลของผลส้มแขกก็ไม่แสดงฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ (สถาบันการแพทย์แผนไทย, 2546)

#### 2.2.4 กระบวนการผลิตส้มแขกบรรจุแคปซูล

กระบวนการผลิตส้มแขกบรรจุแคปซูล ทำได้โดยการนำผลส้มแขกแห้งที่สั่งซื้อจากเกษตรกร มาคัดเลือกวัตถุดิบที่มีคุณภาพดี ปราสจากสิ่งแปลกปลอม นำมาล้างทำความสะอาดด้วยน้ำสะอาด 3 ครั้งเพื่อล้างฝุ่นละอองออกจากส้มแขก แล้วตากในโรงตากซึ่งปราศจากฝุ่นละอองและสัตว์ต่าง ๆ ใช้เวลาในการตากแห้ง 3 วัน เมื่อวัตถุดิบแห้งจะมีน้ำหนักของผลผลิตสดต่อผลผลิตแห้งเท่ากับ 4 : 1 หลังจากนั้นนำส้มแขกแห้งมาเก็บในภาชนะที่กันความชื้นเพื่อเตรียมอบไล่ความชื้น นำผลส้มแขกอบแห้งในเครื่องอบ โดยใช้อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 45 นาที นำส้มแขกที่อบแล้วมาบดด้วยเครื่องบด แล้วนำผงส้มแขกที่บดแล้วมาร้อนผ่านรูตะแกรงเบอร์ 40 (ขนาดรูตะแกรง 0.4 มิลลิเมตร) เพื่อให้ได้ผงที่มีขนาดที่เป็นมาตรฐานเท่ากัน นำวัตถุดิบที่ใหญ่เกินขนาดของรูตะแกรงมาบดซ้ำอีกครั้ง หลังจากทำการร่อนแล้ว นำมาอบแห้งเพื่อไล่ความชื้น โดยอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที หลังจากนั้นนำส้มแขกมาร้อนอีกครั้งเพื่อให้ผงส้มแขกกระจายตัว แล้วนำผงส้มแขกมาบรรจุแคปซูลด้วยเครื่องบรรจุแคปซูล หลังจากนั้นบรรจุใส่ขวดที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว ปิดผนึก และจัดเก็บสินค้าเพื่อเตรียมส่งขาย (สุชาติ บำรุงกาญจน์, 2547)

#### 2.3 สรุปสาระสำคัญของวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

หลักการของเทคโนโลยีสะอาดนั้นเป็นปฏิบัติการเชิงรุก ซึ่งเริ่มมีการดำเนินงานมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2515 โดยทาง United Nation Environment Programme (UNEP) ได้เริ่มศึกษาปัญหาสิ่งแวดล้อมกับอุตสาหกรรมต่าง ๆ ซึ่งต่อมา UNEP ได้จัดตั้ง Industry and Environment Programme Activity Centre (IE/PAC) ขึ้นในปี พ.ศ. 2528 เพื่อเป็นศูนย์กลางในการแก้ปัญหาทาง

ด้านสิ่งแวดล้อม UNEP ได้นำแนวคิดเกี่ยวกับเทคโนโลยีสะอาดมาใช้ในโครงการเทคโนโลยีสะอาด (Cleaner programme) ปี พ.ศ. 2533 โดยจัดขึ้นครั้งแรกที่กรุงแคนเทอร์เบอรี ประเทศนิวซีแลนด์ การประชุมนานาชาติว่าด้วยเทคโนโลยีสะอาด (CP conference) จะจัดขึ้นทุก ๆ 2 ปี ในเดือนตุลาคม เพื่อเป็นการเผยแพร่หลักการของ CP และจัดตั้งเครือข่ายทั่วโลก กิจกรรมต่าง ๆ ที่ทาง UNEPIE/PAC ดำเนินการมีมากมาย เช่น การจัดทำเอกสารข้อมูลข่าวสาร การจัดสัมมนาฝึกอบรม การสร้างโครงการสาธิตในประเทศต่าง ๆ และจัดตั้งศูนย์เทคโนโลยีสะอาดเครือข่ายในประเทศต่าง ๆ เป็นต้น (เอกพงษ์ มุสิกะเจริญ, 2543)

### 2.3.1 งานวิจัยด้านเทคโนโลยีสะอาดภายในประเทศไทย

ศิริอร ศักดิ์วิไลสกุล (2542) ศึกษาเรื่องการใช้เทคโนโลยีสะอาดในโรงงานอุตสาหกรรมของ บริษัท อาหารสากล จำกัด (มหาชน) อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง พบว่าการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาดในโรงงานประสบความสำเร็จอย่างสูง โดยปัจจัยภายในที่มีความสัมพันธ์กับระดับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาด ได้แก่ ความพึงพอใจที่มีต่อการปฏิบัติงาน ความต้องการในการเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต การมีส่วนร่วมของผู้บริหารและพนักงาน สำหรับปัจจัยภายนอก ได้แก่ การเป็นสมาชิกของสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย การกระจายผลประโยชน์ต่อชุมชนในด้านการรักษาสิ่งแวดล้อมทางอากาศ น้ำ ขยะ และกากของเสีย และมาตรฐานการจัดการสิ่งแวดล้อม ISO14000 ส่วนปัญหาและอุปสรรคในการใช้เทคโนโลยีสะอาด คือ การไม่ให้ความร่วมมือในการปฏิบัติงานที่ถูกวิธีของพนักงาน ซึ่งเกิดจากความเคยชิน และมีงบประมาณในการจัดซื้อเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ปานกลาง

เจริญชัย เข้มแขไข (2543) ได้ทำการศึกษาถึงผลประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์จากการใช้เทคโนโลยีสะอาดในโรงงานผลิตอาหารส่งจำหน่ายต่างประเทศของบริษัท จวี เควียน ฟู้ดส์ จำกัด โดยใช้กลยุทธ์การสร้างความตระหนักในเรื่องสิ่งแวดล้อม และกลยุทธ์การสร้างแรงจูงใจทางเศรษฐศาสตร์กับผู้ส่งวัตถุดิบ เพื่อลดการปนเปื้อนของดินในวัตถุดิบ ณ แหล่งกำเนิด คือ “จุดเก็บเกี่ยว” โดยมีการจัดองค์กรและฝึกอบรมบุคลากร และการปรับปรุงเครื่องจักรอุปกรณ์การผลิตด้วย ผลการศึกษาพบว่า ถ้าใช้กลยุทธ์สร้างความตระหนัก มีการลงทุน 49,033 บาท สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายดำเนินการผลิตลง 77,342 บาท มีระยะเวลาคืนทุนเท่ากับ 0.63 ปี ถ้าใช้กลยุทธ์สร้างแรงจูงใจทางเศรษฐศาสตร์ มีการลงทุน 231,923 บาท สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายดำเนินการผลิตลง 107,790 บาท มีระยะเวลาคืนทุนเท่ากับ 2.15 ปี คุณภาพน้ำทิ้งมีแนวโน้มดีขึ้น ค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (BOD) ค่าความต้องการออกซิเจนทางเคมี (COD) และสารแขวนลอย



(SS) มีอัตราที่ลดลง และมีการใช้ทรัพยากรน้ำลดลง ร้อยละ 22.46 ถึง ร้อยละ 35.76 ลดปริมาณดินที่จะลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติได้ 90.4 ตัน ถึง 303.1 ตันต่อปี

คัทลียา นิมสุวรรณ (2544) รายงานการประเมินข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาดในกระบวนการฟอกข้อมวน เพื่อลดการใช้พลังงาน ทรัพยากรน้ำ และสารเคมี โดยศึกษาถึงผลของการติดสีของอวน อันเนื่องมาจากค่าพีเอชและอุณหภูมิของน้ำข้อม ผลการศึกษาพบว่า ค่าพีเอชและอุณหภูมิที่เหมาะสมในการฟอกข้อมด้วยน้ำรีไซเคิลและน้ำบาดาล คือ พีเอช 5.5 อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส สามารถช่วยลดเวลาและการใช้น้ำลงได้ คือ ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส ลดเวลาในการฟอกข้อม 1 ครั้ง จาก 20 นาที เป็น 10 นาที และการใช้น้ำรีไซเคิลจากเดิมอัตราส่วน 1:20 เป็น 1:10 และยังสามารถลดอัตราส่วนน้ำหนักอวน (กรัม) ต่อปริมาณน้ำข้อม (มิลลิลิตร) ได้ สำหรับการฟอกข้อมด้วยน้ำรีไซเคิลคิดเป็นเงิน 352.44 บาทต่อตันอวนดิบ (อวนที่ไม่ได้ข้อม) และการฟอกข้อมด้วยน้ำบาดาลคิดเป็นเงิน 263.03 บาทต่อตันอวนดิบ ดังนั้นการฟอกข้อมในสภาวะที่เหมาะสมจึงสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายลงได้

สุพัตรา ตั้งจิตต์พรชัย (2547) รายงานการศึกษาการผลิตฝักคองบรรจุกระป๋อง โดยการประเมินโอกาสทางเทคโนโลยีสะอาด ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงสาเหตุและบริเวณที่เกิดการสูญเสียอันเนื่องมาจากการผลิต พร้อมทั้งเสนอแนวทางในการลดการสูญเสียโดยใช้หลักการของเทคโนโลยีสะอาด จากผลการประเมินโดยละเอียดพบข้อเสนอแนวทางในการปรับปรุงดังนี้ ควรมีการติดตั้งขอบโต๊ะที่ใช้ในการตรวจคัดฝักคองให้สูงขึ้น เพื่อลดปัญหาฝักคองหล่นลงพื้น ซึ่งสามารถลดค่าใช้จ่ายได้ 36,265 บาทต่อปี นอกจากนี้ควรจัดให้มีเขียง และโต๊ะสำหรับหั่นข่า สามารถลดค่าใช้จ่ายได้ 1,500 บาทต่อปี การปรับปรุงขอบช่องรับข่าเข้าเครื่องบดให้กว้างกว่าเดิม สามารถลดค่าใช้จ่ายได้ 1,890 บาทต่อปี การจัดหาอุปกรณ์ตัดข่าให้พนักงานใช้ สามารถลดค่าใช้จ่ายได้ 1,190 บาทต่อปี การเปลี่ยนตะแกรงสำหรับรองรับแดงคองให้มีขอบสูงขึ้น สามารถลดค่าใช้จ่ายได้ 1,890 บาทต่อปี ส่วนการจัดหาอุปกรณ์วางตะแกรงรองรับแดงคองให้สูงขึ้น สามารถลดค่าใช้จ่าย 1,890 บาทต่อปี คิดเป็นมูลค่าที่สามารถประหยัดได้รวมทั้งสิ้น 44,665 บาทต่อปี

ชาญวิทย์ ตรีเดช (2547) ได้ศึกษาเรื่องการนำน้ำล้างเรซินกลับมาใช้โดยผ่านกระบวนการกำจัดอนุภาคสีออกด้วยเยื่อแผ่นสังเคราะห์ ซึ่งในการฟอกข้อมของน้ำเชื่อมที่ผ่านการกรองในขั้นตอนสุดท้ายก่อนการตกผลึกในกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายขาว โดยทั่วไปจะใช้เรซินเป็นตัวดูดซับสีของน้ำเชื่อม หลังจากนั้นจะมีการรีเจนเนอเรท (Regenerate) เรซินโดยการใช้น้ำเกลือเรซินที่ถูกรีเจนเนอเรทจะถูกนำกลับไปใช้ใหม่ ส่วนน้ำเกลือที่ใช้แล้วจะถูกทิ้งไปกับน้ำเสีย ซึ่งมีปริมาณร้อยละ 60 ของน้ำเสียที่เกิดขึ้นทั้งหมด เพราะฉะนั้นจะช่วยลดปริมาณน้ำเกลือที่ต้องกำจัดทิ้งไป และเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสียด้วย วิธีดังกล่าวก็คือ นำน้ำเสียที่ผ่าน

กระบวนการรีเจนเนอเรชันแล้ว มาทำการกำจัดอนุภาคที่ออกด้วยแผ่นสังเคราะห์ (Membrane) โดยกระบวนการ Ultrafiltration เพื่อนำน้ำเกลือมาใช้ในการรีเจนเนอเรชันใหม่

### 2.3.2. งานวิจัยด้านเทคโนโลยีสะอาดในต่างประเทศ

Chiu *et al.* (1989) ได้ศึกษาและวิเคราะห์โรงฟอกย้อมของฮ่องกง จำนวน 436 แห่ง พบว่าเป็นโรงงานวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดเล็กร้อยละ 80 มีการใช้น้ำในกระบวนการผลิตมากที่สุด เมื่อเทียบกับโรงงานอุตสาหกรรมชนิดอื่น ๆ แต่เมื่อนำเทคโนโลยีสะอาดเข้าไปประยุกต์ใช้สามารถลดต้นทุนในการบำบัดน้ำเสียและของเสีย โดยใช้แนวทางของเทคโนโลยีสะอาด เช่น ตรวจตราระบบอุปกรณ์ให้มีประสิทธิภาพ (Good housekeeping) ปรับเปลี่ยนระบบการผลิต (Process modification) การใช้สารเคมีที่ก่อให้เกิดมลพิษลดลง การนำทรัพยากรกลับมาใช้ซ้ำ (Reuse) และการนำไปแปรรูปเพื่อใช้ประโยชน์ต่อไป (Recycle)

Li and Verink (1992) ได้ศึกษาการลดปริมาณการใช้น้ำ ลดการสูญเสียวัตถุดิบ และปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียในอุตสาหกรรมการผลิตถ้วยเตี้ยขนาดเล็ก พบว่า อุตสาหกรรมการผลิตถ้วยเตี้ยมีปริมาณการใช้น้ำ 90 ลิตรต่อข้าว 1 กิโลกรัม ซึ่งน้ำส่วนใหญ่จะถูกใช้ในกระบวนการให้ความเย็นถ้วยเตี้ย จากการศึกษาพบว่า การใช้ภาชนะในการหมักข้าวขนาดเล็กและการใช้เวลาในการล้างข้าวอย่างน้อย 15 นาที จะสามารถลดปริมาณการใช้น้ำได้ นอกจากนี้ การหมุนเวียนน้ำหล่อเย็นก็เป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่ควรพิจารณา สำหรับการสูญเสียวัตถุดิบมักเกิดจากกระบวนการล้าง ซึ่งสามารถลดปริมาณการสูญเสียได้ด้วยการลดระยะเวลาในการล้างข้าวให้น้อยลง

Roedel and Aspe (1996) ได้ทำการศึกษาและทดลองใช้เทคโนโลยีสะอาดกับกระบวนการผลิตอาหารแปรรูป ซึ่งมีปลาทะเลเป็นวัตถุดิบ โดยการปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิตและมีการควบคุมการใช้น้ำและการนำน้ำมาบำบัด แล้วนำกลับมาใช้ใหม่จากวิธีการให้น้ำผ่านตะแกรงแยกชิ้นส่วนกากหยาบขององค์ประกอบอินทรีย์วัตถุ ทำให้ค่าของ COD (Chemical Oxygen Demand) ลดลงถึงร้อยละ 91.6 และมูลค่าของผลผลิตต่อตันเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 7 และค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสียลดลงถึงร้อยละ 5.6 ซึ่งเป็นผลที่เกิดขึ้นจากการปรับเปลี่ยนการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมทำให้มีระยะเวลาคืนทุนภายใน 5 ปี

Boyle (1999) ได้ศึกษาการใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีสะอาดเพื่อสิ่งแวดล้อมและ วัฏจักรของชีวิต พบว่า แม้บริษัทต่าง ๆ จะได้รับประโยชน์จากการใช้เทคโนโลยีสะอาด แต่ก็ยังไม่ได้มีการนำเทคโนโลยีสะอาดมาใช้อย่างกว้างขวาง เช่น การประกอบธุรกิจขนาดเล็กในประเทศนิวซีแลนด์ การศึกษาในครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อสำรวจหาเหตุผลที่ไม่มีการใช้เทคโนโลยี

สะอาดและเสนอแนะวิธีแก้ไข พบว่า บุคลากรระดับผู้บริหาร ยังไม่ค่อยมีความรู้เกี่ยวกับการดูแลสิ่งแวดล้อม หรือความสูญเสียที่เกิดจากการสร้างมลภาวะหรือขยะ ในด้านการกำจัดของเสียหรือขยะยังเน้นที่การแปรรูปนำกลับมาใช้ใหม่ แทนที่จะเน้นการลดปริมาณการสร้างของเสีย ดังนั้นจึงจำเป็นต้องหาวิธีที่จะเปลี่ยนวิสัยทัศน์ของผู้บริหารเหล่านี้ จากความคิดเรื่องการแปรรูปนำกลับมาใช้ใหม่ไปสู่การพยายามลดปริมาณขยะของเสีย รวมทั้งมุ่งเน้นการปรับเปลี่ยนแนวความคิดนี้ไปสู่ผู้ผลิตและผู้บริโภคด้วย



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
Copyright © by Chiang Mai University  
All rights reserved