คู่มือการจัดการสิ่งแวดล้อมในโรงงานอุตสาหกรรม

นางสาวหฤทัย ยอดแก้ว

การศึกษาค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต
แขนงวิชาสาธารณสุขศาสตร์ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
พ.ศ. 2549

Manual on Industrial Environment Management in Pineapple Canned Factory

Miss Harutai Yodkeaw

An Independent Study Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for

the Degree of Master of Industrial Environment Management

School of Health Science

Sukhothai Thammathirat Open University

2006

หัวข้อการศึกษาค้นคว้าอิสระ คู่มือการจัดการสิ่งแวดล้อมในโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง

ชื่อและนามสกุล นางสาวหฤทัย ยอดแก้ว

แขนงวิชา สาธารณสุขศาสตร์

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์สุดาว เลิศวิสุทธิไพบูลย์

คณะกรรมการสอบการศึกษาค้นคว้าอิสระได้ให้ความเห็นชอบการศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้แล้ว

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์สุดาว เลิศสุทธิไพบูลย์)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. ศริศักดิ์ สุนทรไชย)

คณะกรรมการบัณฑิตศึกษา ประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ อนุมัติให้รับการศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต แขนงวิชาสาธารณสุขศาสตร์ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

.....
(รองศาสตราจารย์สราวุธ สุธรรมาสา)
ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ
วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. .....

ชื่อการศึกษาค้นคว้าอิสระ คู่มือการจัดการสิ่งแวดล้อมในโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง
ผู้ศึกษา นางสาวหฤทัย ยอดแก้ว **ปริญญา** สาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม)
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์สุดาว เลิศวิสุทธิไพบูลย์ **ปีการศึกษา** 2549

บทคัดย่อ

การจัดทำคู่มือกาการจัดการสิ่งแวดล้อมในโรงงานสับปะรดกระป๋อง ซึ่งมีกระบวนการผลิต สับปะรดกระป๋องและน้ำสับปะรดเข้มข้น ในกระบวนการผลิตมีการใช้น้ำเป็นจำนวนมาก รวมทั้งใช้พลังงานจากน้ำมันเตาผลิตไอน้ำ ซึ่งเกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมที่สำคัญคือ มลพิษทางน้ำและ มลภาวะทางอากาศ รวมถึงปริมาณขยะที่เหลือใช้ ซึ่งก่อให้เกิดผลกระทบต่อภาวะโลกร้อนที่ปรากฏ ดังนั้นจึงควรมีการเลือกใช้ระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมกับมลพิษที่เกิดจากน้ำและ มลสารที่เกิดในอากาศ โดยให้สอดคล้องกับกฎหมาย เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องให้ได้มาตรฐานตามความเหมาะสมของโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องในประเทศไทย

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 3 ประการ คือ 1) เพื่อสร้างคู่มือให้มีความรู้และเข้าใจกระบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องไทย 2) เพื่อให้ทราบถึงปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากกระบวนการผลิตสับปะรดกระป๋องและน้ำสับประรดกระป๋อง และ 3) เพื่อให้ผู้ดูระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมนำระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมเป็นแนวทางในการนำไปปฏิบัติได้อย่างเหมาะสม

การศึกษาครั้งนี้ เป็นการศึกษาเชิงพัฒนา โดยการศึกษาและรวบรวมข้อมูลกระบวนการผลิต ปัญหาการจัดการสิ่งแวดล้อมเพื่อนำมาเป็นแนวทางการจัดการสิ่งแวดล้อมในโรงงานสับปะรดกระป๋อง โดยมีการกำหนดระบบที่เหมาะสมในการจัดการสิ่งแวดล้อมที่ดีทั้ง ทางน้ำ อากาศ และการจัดการขยะซึ่งเกิดจากกระบวนการผลิต โดยมีการรวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์เชิงลึก(In-dept Interview) เพื่อนำผลมาปรับปรุงคู่มือ

คำสำคัญ การจัดการ สิ่งแวดล้อม โรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาค้นคว้าอิสระครั้งนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาเป็นอย่างยิ่งจาก รองศาสตราจารย์สุดาว เลิศวิสุทธิไพบูลย์ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและติดตามการศึกษาครั้งนี้อย่างใกล้ชิดตลอดมา นับตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งสำเร็จเรียบร้อยสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาของท่านเป็นอย่างยิ่ง

ขอขอบคุณธวัชชัย จิติวุฒิที่กรุณาให้คำแนะนำต่างๆในการค้นคว้าข้อมูล คุณปัญจะ จันทร์ชูกลิ่น เป็นผู้สัมภาษณ์แบบเจาะลึกเกี่ยวกับข้อมูลในโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง และคุณพินิตย์ ปิตุยะ ที่ให้คำแนะนำในการพัฒนาคู่มือและให้ความร่วมมือในการค้นคว้าข้อมูล

และขอขอบคุณบุคคลที่สำคัญที่สุดในการศึกษาครั้งนี้ คือ คุณพ่อ คุณแม่ พี่ น้องและลูกศิษย์ที่ คอยดูแล ช่วยเหลือ และให้กำลังใจเป็นอย่างดีตลอดมา

หฤทัย ยอดแก้ว

สิงหาคม 2550

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
กิตติกรรมประกาศ ..... จ
สารบัญตาราง ..... ซ
สารบัญภาพ ..... ญ
บทที่ 1 ข้อมูลทั่วไป 1
กระบวนการผลิต 5
การผลิตน้ำใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง 19
ผลพลอยได้จากกระบวนการผลิต 23
มลภาวะของเสีย 23
นโยบายการจัดการสิ่งแวดล้อม 28
บทที่ 2 การจัดการคุณภาพน้ำในโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง 33
ปัญหาน้ำเสียในโรงงานอุตสาหกรรม 33
ลักษณะน้ำเสีย 36
กฎหมายการจัดการคุณภาพน้ำในโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง 38
การบำบัดน้ำเสีย 39
แนวทางในการเลือกระบบบำบัดน้ำเสีย 44
กระบวนการบำบัดน้ำเสีย 45
ระบบบำบัดน้ำเสียแบบใช้ออกซิเจนในโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง 47
การนำน้ำเสียกลับมาใช้ใหม่ 54
การบำบัดกากตะกอนหรือสลัดจ์ 56
ข้อเสนอแนะการบำบัดน้ำเสียในโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง 58
บทที่ 3 การจัดการคุณภาพอากาศจากกระบวนการผลิตสับปะรดกระป๋อง 59
มลพิษทางอากาศในโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง 60
ประเภทสารมลพิษในอากาศและวิธีวิเคราะห์ 61
การป้องกันและควบคุมมลพิษทางอากาศ 62
กฎหมายในการจัดการคุณภาพอากาศจากกระบวนการผลิต 63
ระบบบำบัดอากาศในโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง 64

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ข้อเสนอแนะในการจัดการคุณภาพอากาศจากกระบวนการผลิต 66

บทที่ 4 การจัดการขยะมูลฝอยและกากของเสียที่เหลือจากกระบวนการผลิต 67

ขยะมูลฝอยในโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง 67

กฎหมายการจัดการขยะมูลฝอยในโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง 68

การจัดการขยะมูลฝอยในโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง 69

มาตรฐานในการควบคุมดูแลการฝังกลบขยะ 71

วิธีการฝังกลบ 72

ข้อเสนอแนะการจัดการของเสียในโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง 73

บทที่ 5 กรณีตัวอย่างการจัดการสิ่งแวดล้อมในโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง 74

ตัวอย่างการเลือกระบบบำบัดน้ำเสียปัญหาที่พบและแนวทางแก้ไข 75

แนวทางการจัดการสิ่งแวดล้อมในโรงงานอุตสาหกรรม 79

บรรณานุกรม 83

ประวัติผู้ศึกษา 84

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.1 รายชื่อโรงงานอุตสาหกรรมที่ประกอบการสับปะรดกระป๋อง 2
ตารางที่ 1.2 การใช้พลังงานและเชื้อเพลิง 8
ตารางที่ 1.3 ของเสียและผลพลอยได้จากการผลิตสับปะรดกระป๋อง 23
ตารางที่ 1.4 ประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมและแหล่งกำเนิดปัญหาสิ่งแวดล้อม 25
ตารางที่ 1.5 การเกิดของเสียทางอากาศ 27
ตารางที่ 2.1 ปัจจัยที่มีผลต่อระบบบำบัด 40
ตารางที่ 2.2 ประสิทธิภาพการบำบัดสารมลภาวะในน้ำ 43
ตารางที่ 3.1 ผลการตรวจวัดปริมาณสารมลพิษในอากาศที่ระบายออกจากปล่อง 61
ตารางที่ 3.2 มาตรฐานการปล่อยสารมลพิษทางอากาศ 64

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1.1 ประเทศที่ส่งออก 1
ภาพที่ 1.2 สับปะรดที่ใช้ในการผลิต 6
ภาพที่ 1.3 การเชื่อมกระป๋อง 6
ภาพที่ 1.4 แผนผังกระบวนการผลิตกระป๋องเปล่า 7
ภาพที่ 1.5 การหั่นสับปะรดบรรจุกระป๋อง 9
ภาพที่ 1.6 สับปะรดที่บรรจุในกระป๋อง 10
ภาพที่ 1.7 ผลิตภัณฑ์สับปะรดกระป๋อง 13
ภาพที่ 1.8 แผนผังกระบวนการผลิตสับปะรดกระป๋อง 14
ภาพที่ 1.9 ลักษณะหม้อต้มระเหยน้ำสับปะรด 17
ภาพที่ 1.10 น้ำสับปะรดเข้มข้น 17
ภาพที่ 1.11 แผนผังกระบวนการผลิตน้ำสับปะรดเข้มข้น 18
ภาพที่ 1.12 แผนผังการผลิตน้ำของโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดแห่งหนึ่ง 19
ภาพที่ 1.13 แผนภาพสิ่งที่ป้อนเข้าและสิ่งที่ได้จากกระบวนการผลิต 24
ภาพที่ 1.14 แผนภาพนโยบายการจัดการสิ่งแวดล้อม 30
ภาพที่ 2.1 กระบวนการผลิตและการเกิดมลภาวะทางน้ำ 34
ภาพที่ 2.2 ขั้นตอนการบำบัดน้ำเสีย 44
ภาพที่ 2.3 ระบบบำบัดน้ำเสียแอกติเวเต็ดสลัดจ์ 48
ภาพที่ 2.4 ระบบบำบัดน้ำเสียแอกติเวเต็ดสลัดจ์ แบบสมบูรณ์ 49
ภาพที่ 2.5 ระบบบำบัดน้ำเสียแอกติเวเต็ดสลัดจ์แบบปรับเสถียร 50
ภาพที่ 2.6 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบเอสบีอาร์ 51
ภาพที่ 2.7 ระบบบำบัดแบบคลองวนเวียน 52
ภาพที่ 2.8 ลักษณะทั่วไปของระบบแผ่นหมุนชีวภาพ 53
ภาพที่ 2.9 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบแผ่นหมุนชีวภาพ 54
ภาพที่ 2.10 ขั้นตอนการบำบัดตะกอน 57
ภาพที่ 3.1 ระบบภาวะมลพิษทางอากาศ 59
ภาพที่ 5.1 ระบบบำบัดน้ำเสีย 80

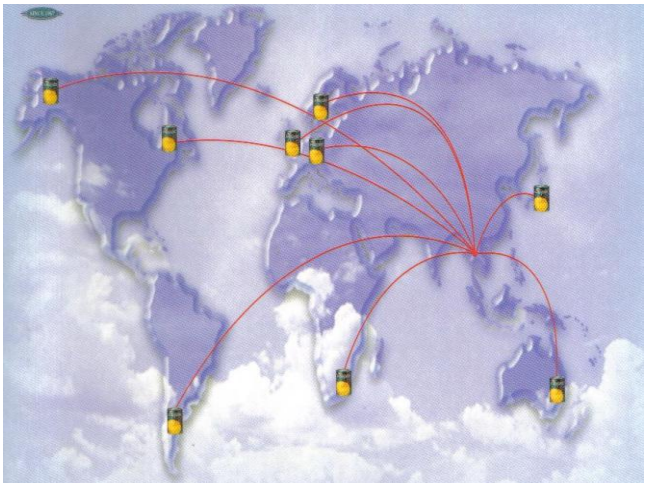
สารบัญภาพ(ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 5.2 ลำดับขั้นการจัดการของเสีย 81

บทที่ 1
ข้อมูลทั่วไปของโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง

สถานการณ์ปัจจุบันของสิ่งแวดล้อมที่กำลังประสบปัญหาขณะนี้ ซึ่งส่งผลทำให้เกิดภาวะโลกร้อนขึ้น เนื่องจากมีการก่อตั้งโรงงานอุตสาหกรรมจำนวนมาก โดยแต่ละโรงงานมีการปล่อยมลพิษที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทั่วทุกภาคของประเทศไทย โดยเฉพะการก่อตั้งโรงงานอุตสาหกรรมที่คิดว่าเป็นโรงงานอุตสาหกรรมที่ไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม หรือส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อย จึงเป็นสาเหตุให้ไม่คำนึงถึงปัญหาที่เกิดจากโรงงานอุตสาหกรรมนั้น อาทิเช่น โรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง เป็นโรงงานที่มีการผลิตสับปะรดกระป๋องและน้ำสับปะรดเข้มข้น ซึ่งมุ่งเน้นการส่งออกต่างประเทศ ซึ่งมีการผลิตทั่วทุกภาคของประเทศไทย จำนวน 50 โรงงาน ตามตารางที่ 1.1 ดังจะเห็นได้ว่า จังหวัดประจวบคีรีขันธ์เป็น จังหวัดหนึ่งที่มีการก่อตั้งโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง จำนวนมาก ซึ่งทางอุตสาหกรรมจังหวัด มีเป้าหมายที่จะให้โรงงานที่ยังไม่ได้รับการรับรองตามระบบมาตรฐานต่าง ๆ เข้ากระบวนการพัฒนา กอปรกับจำนวนประชากรที่มากขึ้น มีการใช้อุปกรณ์เครื่องใช้ต่างๆส่งผลให้เกิดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมใน ดังนั้น ทางกรมโรงงานอุตสาหกรรมจังหวัด จึงมุ่งจัดทำโครงการสนับสนุนการพัฒนาโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปสับปะรดสู่มาตรฐานสากลเพื่อให้โรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปสับปะรด ได้มีความรู้ความเข้าใจในระบบมาตรฐานสากลมากขึ้น รวมถึงสนับสนุนการพัฒนา การจัดการสิ่งแวดล้อมพร้อมยกระดับคุณภาพและประสิทธิภาพในการผลิตของโรงงานแปรรูปสับปะรด สู่การพัฒนาที่ยั่งยืนของบริษัท



ภาพที่ 1.1 ประเทศที่ส่งออก

โรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องที่ก่อตั้งขึ้นในประเทศไทย มีจุดมุ่งหมายในการส่งออกนอก ไม่เน้นการผลิตเพื่อจำหน่ายในประเทศ

สถานการณ์การส่งออก ประเทศไทยเป็นผู้ส่งออกรายใหญ่ของโลก ที่ยังสามารถรักษาอันดับแรกไว้ได้อย่างต่อเนื่อง ดังภาพที่ 1.1

การส่งออกสับประรดกระป๋อง ประเทศไทยเป็นผู้ส่งออกรายใหญ่ที่สุด มีประเทศคู่ค้าที่สำคัญ คือ สหรัฐอเมริกา เยอรมัน ญี่ปุ่น แคนนาดา และเนเธอร์แลนด์

การส่งออกน้ำสับปะรดไทย มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง

ตารางที่1.1 รายชื่อโรงงานอุตสาหกรรมที่ประกอบการสับปะรดกระป๋อง

ลำดับที่	ชื่อโรงงาน	จังหวัดที่ตั้ง
1	วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยี	ชลบุรี
2	บริษัท ภัทรภัณฑ์พัฒนา จำกัด	ชลบุรี
3	บริษัท ลัคกี้สวอน จำกัด	ชลบุรี
4	บริษัท อาหารสยาม จำกัด(มหาช)	ชลบุรี
5	บริษัทสับปะรดระยอง จำกัด	ระยอง
6	บริษัท สยามอุตสาหกรรมการเกษตร(สับปะรดและอื่นๆจำกัด (มหาชน)	ระยอง
7	บริษัท เวิลด์ฟู้ดส์ซัพพลาย จำกัด	กาญจนบุรี
8	บริษัท อินโดไชน่า คอมเมอร์เชียล จำกัด	กาญจนบุรี
9	ห้างหุ้นส่วนจำกัด บ่อพลอยฟูดส์	กาญจนบุรี
10	บริษัท กาญจนบุรีผลไม้กระป๋องจำกัด	กาญจนบุรี
11	บริษัท ไวต้าฟู้ดแคทอรี่(1989) จำกัด	กาญจนบุรี
12	บริษัท บีเอ็น เอ็ช แคนนิ่ง จำกัด	ราชบุรี
13	บริษัท ทรอปิคอลฟู้ดอินดัสตรีส์ จำกัด	สมุทรสาคร
14	บริษัท นิวแหลมทองฟูดส์อินดัสทรีส์ จำกัด	นครปฐม
15	บริษัท โรงงานมาลีสามพราน จำกัด	นครปฐม
16	บริษัท ออร์คิดฟูดส์ จำกัด	นครปฐม
17	บริษัท ศรีพูนทรัพย์การ์ดดิ้ง จำกัด	กำแพงเพชร
18	บริษัท เกษตรอุตสาหกรรมอิสาน จำกัด(มหาชน)	หนองคาย
19	บริษัทไทยซุนผลิตภัณฑ์อาหาร จำกัด	หนองคาย
20	บริษัท ชิโก้- ไทย แพลนเตชัน จำกัด	นครพนม

ตารางที่ 1.1 ต่อ

ลำดับที่	ชื่อโรงงาน	จังหวัดที่ตั้ง
21	บริษัท ซันเทคกรุ๊ป จำกัด	นครพนม
22	บริษัท ไทยยูเนี่ยนนำฮง จำกัด	ปราจีนบุรี
23	บริษัท บี.อาร์.วีโปรดักส์ จำกัด	พิษณุโลก
24	บริษัทอาหารสากล จำกัด(มหาชน)	ลำปาง
25	บริษัท ปาลแม็ก จำกัด	ลำพูน
26	นายวิรัช ปิยพร ไพบูลย์	ประจวบคีรีขันธ์
27	บริษัท สามร้อยยอด จำกัด	ประจวบคีรีขันธ์
28	บริษัทอุตสาหกรรมสับปะรดหัวหิน จำกัด	ประจวบคีรีขันธ์
29	บริษัท ผลไม้รวมมิตร จำกัด	ประจวบคีรีขันธ์
30	บริษัท องค์พฤกษา จำกัด	ประจวบคีรีขันธ์
31	บริษัท อุตสาหกรรมเทพินทร์ จำกัด	ประจวบคีรีขันธ์
32	ห้างหุ้นส่วนจำกัด อุตสาหกรรมผลไม้ปราณบุรี	ประจวบคีรีขันธ์
33	บริษัท สับประไทย จำกัด(มหาชน)	ประจวบคีรีขันธ์
34	ห้างหุ้นส่วนจำกัด มงคลกิจอุตสาหกรรม	ประจวบคีรีขันธ์
35	นายมงคล อุ่นอนุโลม	ประจวบคีรีขันธ์
36	สหกรณ์สับปะรดปราณบุรี จำกัด	ประจวบคีรีขันธ์
37	บริษัท เนเชอรัลฟรุต จำกัด	ประจวบคีรีขันธ์
38	บริษัท โดลไทยแลนด์ จำกัด(ประจวบคีรีขันธ์)	ประจวบคีรีขันธ์
39	บริษัท อุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง จำกัด	ประจวบคีรีขันธ์
40	บริษัท ผลไม้กระป๋องสยาม จำกัด	ประจวบคีรีขันธ์
41	บริษัท ปราณบุรีสับปะรดกระป๋อง จำกัด	ประจวบคีรีขันธ์
42	บริษัท ปราณบุรีโฮเตอิ จำกัด	ประจวบคีรีขันธ์
43	บริษัท ผลไม้กระป๋องประจวบ จำกัด	ประจวบคีรีขันธ์
44	บริษัท สับปะรดปราณบุรี(ประเทศไทย)จำกัด	ประจวบคีรีขันธ์
45	บริษัท กุยบุรีผลไม้กระป๋อง จำกัด	ประจวบคีรีขันธ์
46	บริษัท เจริญฟู้ดส์อุตสาหกิจ จำกัด	ประจวบคีรีขันธ์
47	บริษัท เถกิงอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องไทยจำกัด	ประจวบคีรีขันธ์

ตารางที่ 1.1 ต่อ

48	บริษัท ทิบโก้ จำกัด	ประจวบคีรีขันธ์
49	บริษัท โดลไทยแลนด์ จำกัด (ชุมพร)	ชุมพร
50	บริษัท หาดใหญ่แคนนิ่ง จำกัด	สงขลา

ที่มา : กรมโรงงานอุตสาหกรรม (2544)

โรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง เป็นโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ มีการผลิตสับปะรดกระป๋องเพื่อส่งออกและ ทำน้ำสับปะรดเข้มข้นควบคู่กันเพื่อเป็นการใช้ทรัพยากรให้คุ้มค่าทุกส่วน นอกจากนี้บางโรงงานมีการทำสับปะรดแช่แข็ง รวมถึงการทำผลไม้กระป๋องตามฤดูกาล

ส่วนมาตรฐานการจัดการสิ่งแวดล้อมของบริษัทอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องยังไม่ได้มาตรฐานเนื่องจาก ปัจจัยหลายด้านที่ไม่เอื้อต่อการพัฒนา เช่น งบประมาณในการจัดการระบบเป็นสาเหตุให้ บริษัทไม่ให้ความร่วมมือในการดำเนินการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมให้สู่การพัฒนาที่ยั่งยืน เทียบมาตรฐาน รวมถึงด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมให้ได้มาตรฐานอาทิเช่น ตัวอย่างการวางมาตรการของแต่ละโรงงาน

โรงงานอุตสาหกรรมสับประรดกระป๋อง มีกระบวนการผลิตที่เหมือนกัน คือการนำสับประรดมาผลิตเป็นสับปะรดกระป๋อง และนำส่วนที่เหลือ ผลิตเป็นน้ำสับปะรดเข้มข้นเพื่อมุ่งเน้นการนำวัตถุดิบมาใช้ให้เกิดการคุ้มทุนมากที่สุด ซึ่งทางโรงงานอุตสาหกรรมได้มีการกำหนดนโยบายและวิสัยทัศน์ของแต่ละบริษัทอาทิเช่น

มุ่งคุณภาพได้มาตรฐาน เน้นด้านอนามัย ใส่ใจเรื่องกฎหมาย ไม่เสื่อมคลายจริยธรรม เลิศล้ำความปลอดภัย ห่วงใยสิ่งแวดล้อม

นโยบายคุณภาพสิ่งแวดล้อม โดยให้พนักงานของบริษัททุกคนมีความมุ่งมั่นที่จะบรรลุผลตามเป้าหมายของบริษัทในด้านส่งมอบผลิตภัณฑ์อาหารที่มีคุณภาพสูงสุดปลอดภัยและตรงตามกำหนดรวมถึงการปรับปรุงการดำเนินการตามระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม เพื่อส่งเสริมและแปรรูปผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรเพื่อการส่งออก สร้างงาน สร้างคนได้ให้กับชุมชน

โรงงานจะป้องกันและรักษาสภาพแวดล้อมไว้เพื่อให้พนักงานได้ทำงานอย่างมีความสุขและจะปรับปรุงการปฏิบัติงานเพื่ออนุรักษ์สภาพแวดล้อมอยู่เสมอ

ดังนั้นพบว่าโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องบางโรงงานได้มีการวางนโยบายและวิสัยทัศน์มุ่งมั่นทีจะพัฒนาโรงงานอุตสาหกรรมให้ได้มาตรฐานรวมถึงการจัดการสิ่งแวดล้อมในบริษัทให้ได้มาตรฐานการจัดการสิ่งแวดล้อม โดยมีความห่วงใยในความปลอดภัยของพนักงานและส่งเสริมการจัดการสิ่งแวดล้อมที่ดี จากการศึกษาข้อมูลพบว่าโรงงานสับปะรดกระป๋อง บางโรงงานยังมีปัญหาด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมทั้งด้านการจัดการน้ำ การจัดการอากาศ และกลิ่นของกากของ

เสีย ซึ่งเกิดปัญหาร้องเรียน รวมถึงการจัดการขยะมูลฝอยในโรงงานไม่ถูกสุขลักษณะก่อให้เกิดผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมดังรายละเอียดในหัวข้อที่ 1. 4

1.1 กระบวนการผลิต

โรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง ส่วนใหญ่ มีพื้นที่มากพอ ในการดำเนินกิจการอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องและการจัดการสิ่งแวดล้อมภายในโรงงาน โดยแบ่งพื้นที่เป็น ที่ตั้งโรงงานอุตสาหกรรม พื้นที่ในการสร้างบ่อบำบัดน้ำเสีย รวมถึงพื้นที่ว่าง และพื้นที่สร้างบ้านพักของพนักงานตามความเหมาะสมของการประกอบกิจการของโรงงาน ดังนั้นการดำเนินการในโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องต้องมีการเตรียมความพร้อมในการดำเนินกระบวนการผลิตดังนี้

1.1.1 การจัดการผลิต

การปฏิบัติงานในส่วนการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง ทำการผลิตวันละ 8-10 ชั่วโมง สัปดาห์ละ 6 วัน จะทำการผลิต10 เดือน/ ปี ระหว่างเดือนตุลาคมของปลายปีพุทธศักราชเก่า จนถึงเดือนกรกฎาคมของปีพุทธศักราชใหม่ ที่เหลืออีก 2 เดือน ทางโรงงานอุตสาหกรรมได้ใช้ในการ จัดการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องจักรกลที่ใช้ในกระบวนการผลิตรวมถึงการปรับปรุงคุณภาพของเครื่องจักรกล และร่วมกันทำความสะอาดพื้นที่ในโรงงานอุตสาหกรรมเนื่องจากมีการปนเปื้อนของน้ำสับปะรด คราบน้ำมันเครื่องที่หกลงพื้นจากการดำเนินกิจการของโรงงานอุตสาหกรรม โดยจะทำการผลิตสับปะรดกระป๋องประมาณวันละ 37.38 และน้ำสับปะรดเข้มข้นร้อยละ 62.62 ผลิตภัณฑ์ทั้งหมดส่งออกจำหน่ายต่างประเทศ ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่เป็นสับปะรดกระป๋อง นั้นประกอบด้วยชิ้นแว่น (Slice) ชิ้นหนา (Chunk) และรูปลิ่ม (Tidbit) บรรจุในขนาดกระป๋องต่างๆ ดังนี้ 8,15,20,30,และ 107 ออนซ์ ซึ่งกระป๋องแต่ละขนาดจะบรรจุเนื้อสับปะรด 136,272,340,494,และ 1,842 กรัม ตามลำดับ ส่วนน้ำสับปะรดเข้มข้นนั้นมีขนาดบรรจุถังละ 55 Gallon / Drum และบางโรงงานอุตสาหกรรม มีการจัดการผลิตผลไม้กระป๋องตามฤดูการที่มีในท้องถิ่น และตามความต้องการของตลาด

1.1.2 วัตถุดิบในการผลิต

1) สับปะรด ที่นำมาผลิตสับปะรดกระป๋องได้แก่ สับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย ดังภาพที่ 1.2 ช่วงที่มีสับปะรดมากทางบริษัทรับเข้ามาทำการผลิต 700 – 800 ตัน ส่วนช่วงที่มีสับปะรดน้อย จะมีสับปะรดเข้ามาสู่โรงงาน 200 ตัน โดยทั่วไป สามารถผลิตสับปะรดกระป๋องและ น้ำสับปะรดได้ 60 เปอร์เซ็นต์ อีก 40 เปอร์เซ็นต์ เป็นส่วนที่เหลือจากการ

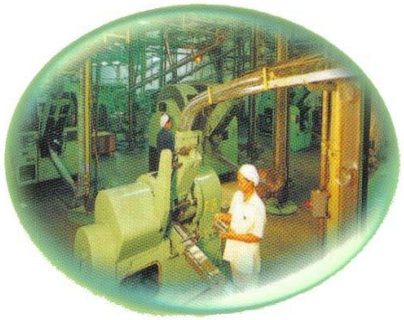
ผลิต ซึ่งบางโรงงานมีพื้นที่มากพอที่จะทำการปลูกเองเพื่อลดต้นทุนในการผลิต และมีการนำผลไม้ตามฤดูมาแปรรูป เช่น มะละกอ มะม่วง ว่านหางจระเข้ ตามความต้องการและกำลังผลิต ซึ่งทางโรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่ เน้นการผลิตสับปะรดกระป๋องส่งออก เพื่อลดปัญหาการจัดการสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากผลไม้หลากหลายชนิด ซึ่งส่งผลกระทบทางน้ำจากการปนเปื้อนของน้ำผลไม้ที่ไหลลงสู่ระบบบำบัด ต้องใช้ต้นทุนในการบำบัดสูง

ภาพที่ 1.2 สับปะรดที่ใช้ในการผลิต

2) น้ำตาล เป็นวัตถุดิบในการผลิตน้ำเชื่อม โดยเตรียมน้ำเชื่อม 2 ชนิด ได้แก่ ชนิดเข้มข้นและชนิดเจือจาง

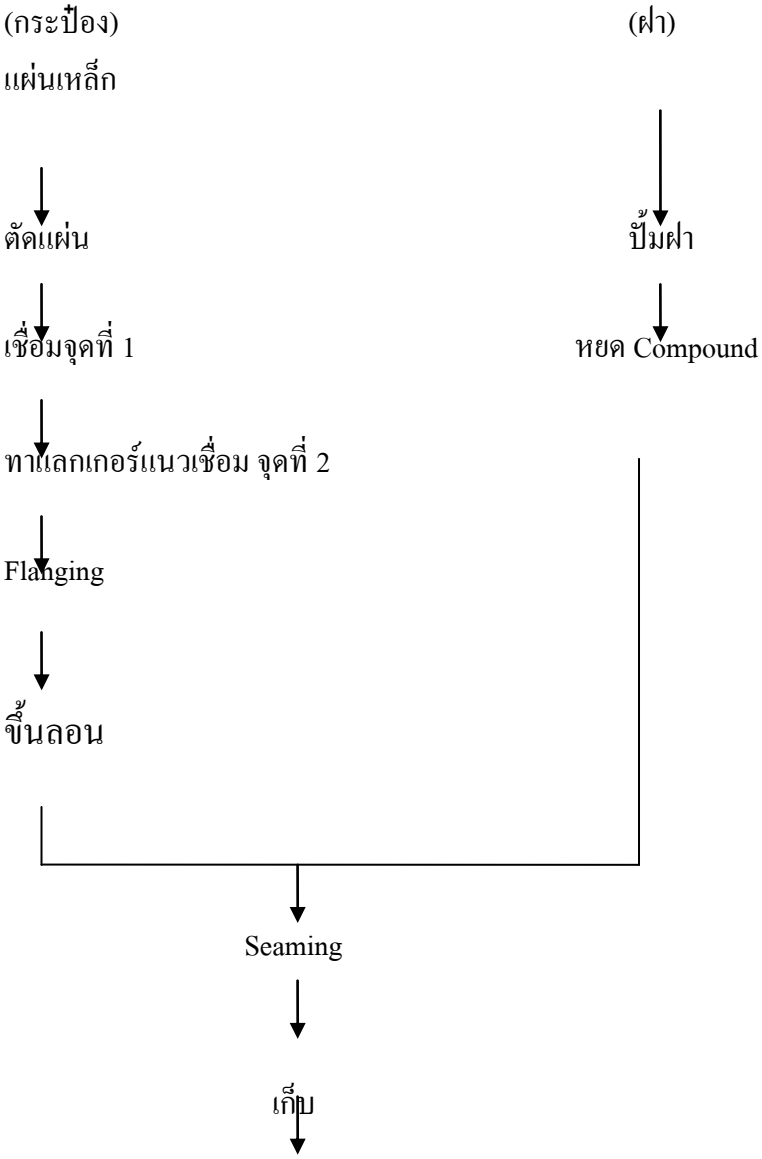
3) น้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิตแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ น้ำที่ใช้ในการผลิตโดยใช้ในการบรรจุวัตถุดิบ 100 ลบ.ม. และ น้ำหล่อเย็นประมาณ 2000 ลบ.ม. น้ำที่ใช้ในการผลิตตั้งแต่การล้างเปลือก ล้างเนื้อสับปะรด น้ำที่นำไปใช้ทำน้ำเชื่อมและล้างพื้น น้ำหล่อเย็นเป็นน้ำที่ใช้หล่อเย็นกระป๋องภายหลังจากกระบวนการฆ่าเชื้อ รวมถึงน้ำที่ใช้ในสำนักงาน บ้านพักพนักงาน แยกตามประเภทของน้ำ ส่วนน้ำที่ใช้แล้วทั้งหมดนี้จะไหลลงสู่ระบบบำบัดน้ำน้ำเสีย

4) กระป๋อง ทางบริษัทได้ทำการผลิตกระป๋องเอง โดยการรับซื้อแผ่นเหล็กและลวดทองแดงเพื่อมาทำการเชื่อมโดยขึ้นรูป ดังแผนภาที่ 1.3 และ 1.4 มีบางส่วนที่ทางบริษัททำการผลิตไม่ทันจะมีการสั่งซื้อกระป๋องเปล่าจากโรงงานผลิต ส่วนในการผลิตกระป๋องเศษกระป๋องที่เหลือ นำขายเป็นเศษเหล็ก ส่วนลวดทองแดงที่นำมาเชื่อมส่งคืนบริษัท



ภาพที่ 1.3 การเชื่อมกระป๋อง

5) กรดอะซิตริก (CH_3COOH) หรือกรดมะนาว ใช้เติมลงในกระป๋องที่บรรจุสับปะรดกระป๋องเพื่อควบคุม pH และยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อในกระป๋องตามความต้องการของลูกค้า เช่น ถ้าลูกค้าต้องการให้สับปะรดเปรี้ยว สามารถเติมกรดลงในกระป๋องให้มีค่า pH สูง หากเนื้อสับปะรดมีรสเปรี้ยวอาจไม่ต้องเติมกรดในกระป๋อง



กระบวนการผลิตสับปะรดกระป๋อง

ภาพที่ 1.4 แผนผังกระบวนการผลิตกระป๋องเปล่า

1.1.3 การใช้พลังงาน

พลังงานที่ใช้ในการผลิตสับปะรดกระป๋องและน้ำสับปะรดเข้มข้นนั้นสามารถแบ่งได้เป็น 2 ส่วนคือ พลังงานไฟฟ้า ซึ่งใช้ในการเดินเครื่องจักรต่างๆ โดยสับปะรด 1 ตัน ใช้พลังงานไฟฟ้าในการผลิตสับปะรดกระป๋องและ น้ำสับปะรดเข้มข้น ประมาณ 30-44.6 กิโลวัตต์-ชม. และพลังงานไอน้ำ ซึ่งจะใช้ในส่วนของการปิดฝา การไล่อากาศ การฆ่าเชื้อและการต้มระเหยน้ำสับปะรดแต่ไม่มีการเก็บข้อมูลการผลิตไอน้ำ ดังแสดงในตารางที่ 1.2 เป็นตัวอย่างของโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องของโรงงานหนึ่ง นอกจากนี้การใช้พลังงานจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับกำลังผลิตของโรงงานอุตสาหกรรม

ตารางที่ 1.2 การใช้พลังงาน และเชื้อเพลิง

พลังงานและเชื้อเพลิง	ปริมาณการใช้	
	ปริมาณ/ตันสับปะรดสด	ปริมาณ/ ตันสับปะรดกระป๋อง น้ำสับปะรดเข้มข้น
พลังงานไฟฟ้า*(กิโลวัตต์-ชม.)	30 – 44.6	60.8 – 84.3
พลังงานไอน้ำ*(ตันไอน้ำ)	-	-
น้ำมันเตาเกรดC (ลิตร)	59.78	279

หมายเหตุ * เป็นปริมาณที่ใช้ในโรงงาน

ที่มา: บริษัทอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง (2545)

1.1.4 กระบวนการผลิตสับปะรดกระป๋องและน้ำสับปะรดเข้มข้น

1.1.4.1 กระบวนการผลิตสับปะรดกระป๋อง

1. การเตรียมวัตถุดิบ (Raw Material) : เริ่มจากสับปะรดที่ส่งมายังโรงงานรถบรรทุกสับปะรดกระป๋องเหล่านี้จะถูกเทลงบนสายพาน และทำการตรวจสอบคุณภาพสับปะรดโดยจะทำการคัดสับปะรดที่อ่อนขนาดเล็กออกและมีการสุ่มตรวจปริมาณไนเตรตในสับปะรด
2. การล้างเปลือก (Washing) : เป็นการชะล้างเอาสิ่งสกปรกต่างๆเช่นดิน กรวด ทราย เศษใบที่ติดมาออกให้หมดและยังช่วยลดปริมาณของสารเคมีรวมทั้งปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่ติดมากับวัตถุดิบให้น้อยลงโดยการล้างด้วยน้ำบาดาลอุณหภูมิประมาน 55 องศาเซลเซียส พ่นฝอย (Spray Washing X) เป็นวิธีการล้างที่มีประสิทธิภาพสูง ซึ่งประสิทธิภาพของการล้างวิธีนี้

ขึ้นอยู่กับแรงดันของน้ำที่ใช้ ปริมาณน้ำใช้ อุณหภูมิของน้ำระหว่างหัวฉีดน้ำกับตัวสับปะรด ระยะเวลาที่สับปะรดสัมผัสกับน้ำพ่นฝอย การล้างด้วยน้ำปริมาณน้อยที่มีแรงดันสูงจะมีประสิทธิภาพมากกว่าการล้างด้วยน้ำปริมาณมากที่มีแรงดันต่ำ

3. การคัดขนาด (Size Grading) : สับปะรดที่ผ่านการล้างแล้วจะถูกส่งไปคัดขนาด ทั้งนี้ เพื่อให้มีขนาดสม่ำเสมอเหมาะกับการใช้งานของเครื่องจักร เป็นการลดเปอร์เซ็นต์การสูญเสียให้น้อยลง และเพื่อ ให้ผลิตภัณฑ์มีขนาด สม่ำเสมอตรงตามเกรดคุณภาพ
4. การปอกเปลือกและเจาะแกน (Peeling and Coring) : นำสับปะรดไปที่เครื่องปอกเปลือกและเจาะแกน (Ginaca Machine) ที่ได้ปรับตำแหน่งใบมีดอย่างเหมาะสมกับขนาดต่าง ๆ ของผลสับปะรดที่ได้คัดเลือกไว้เครื่อง (Ginaca) นี้จะทำการตัดหัวท้ายผลสับปะรด เอาเปลือกพร้อมตาและแกนกลางออก ส่วนเนื้อที่ติดเปลือกและแกนของสับปะรดจะถูกนำไปผลิตน้ำสับปะรดเข้มข้น
5. การจิกตาและตัดแต่ง (Trimming) : เป็นการตัดแต่งเอาเศษเปลือก เศษตาและตำหนิต่าง ๆ ที่ติดมากับเนื้อสับปะรดออกให้หมด ซึ่งอาจใช้มีดหรือปากคีบดึงออก
6. การหั่น (Cutting) : ทำการตัดสับปะรดเป็นชิ้นให้เป็นแว่นด้วยเครื่อง Slicer หรือ หั่นให้เป็นชิ้นด้วยเครื่องกระแทกชิ้นดังภาพที่ 1.5

ภาพที่ 1.5 การหั่นสับปะรดบรรจุกระป๋อง

7. การบรรจุ (Filling) : การนำสับปะรดบรรจุลงกระป๋องตามขนาดที่ต้องการ ดังภาพที่ 1.6 จากนั้นเติมส่วนผสมอื่น ๆ ลงไปเช่น น้ำสับปะรด น้ำเชื่อม โดยการบรรจุนั้นอาจใช้คนในการบรรจุ กระป๋องที่จะนำมา

บรรจุจะทำการล้างโดยใช้น้ำฉีดพ่นก่อน เพื่อทำความสะอาดกระป๋อง และข้อควรระวังในการบรรจุมี ดังนี้

ภาพที่ 1.6 สับปะรดที่ใช้บรรจุในกระป๋อง

- น้ำหนัก ต้องควบคุมน้ำหนักเนื้อสับปะรด และน้ำหนักส่วนผสมที่บรรจุในแต่ละกระป๋องให้คงที่ไม่ให้มีน้ำหนักเนื้อสับปะรดมากหรือน้อยเกินไป เพราะถ้าเนื้อสับปะรดมากเกินไป โอกาสที่ความร้อนที่ใช้ฆ่าเชื้ออาจไม่เพียงพอ เป็นผลทำให้อาหารเกิดการเสียได้ ถ้าเนื้อสับปะรด น้อยเกินไปก็จะทำให้มีคุณภาพไม่ได้ตามพระราชบัญญัติอาหาร
- ช่องว่างเหนือระดับอาหารภายในกระป๋อง (Headspace) ต้องควบคุมไม่ให้มีช่องว่างในกระป๋อง(Headspace) มากหรือน้อยเกินไป ปกติจะอยู่ได้ประมาณ 4/16 – 6/16 นิ้ว ถ้ามีช่องว่างในกระป๋องมากเกินไป จะมีผลทำให้น้ำหนักสุทธิของผลิตภัณฑ์นั้นต่ำกว่ามาตรฐาน
- การไล่อากาศไม่สามารถไล่อากาศออกจากกระป๋องได้หมด ทำให้มีอากาศหลงเหลืออยู่ซึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์เสื่อมคุณภาพเร็ว เกิดการกัดกร่อนภายในและมีอายุการเก็บสั้น ถ้ามีช่องว่างในกระป๋องน้อยเกินไป จะมีผลทำให้ฝากระป๋องบวมเกิดการขยายตัวของสับปะรดขณะนึ่งฆ่าเชื้อด้วยความร้อน และจากก๊าซไฮโดรเจน ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาของสับปะรดระหว่างการเก็บรักษา

- ความเข้มข้นและความข้นหนืดของส่วนผสมที่เติมลงในกระป๋องต้องคงที่ในขบวนการผลิตแต่ละครั้ง เนื่องจากส่วนผสมที่มีความเข้มข้นสูง หรือมีความเข้มข้นหนืดมากต้องการเวลาที่ใช้ในการนึ่งฆ่าเชื้อนานมากขึ้น

8. การไล่อากาศ (Exhausting): เป็นการนำเอากระป๋องที่บรรจุสับปะรดและส่วนผสมเรียบร้อยแล้วมาทำการไล่อากาศที่แทรกอยู่ในเนื้อสับปะรดและภายในกระป๋องออก โดยมีวัตถุประสงค์ คือ

8.1 เพื่อให้เกิดความเป็นสุญญากาศขึ้นภายในกระป๋อง

8.2 ช่วยลดการกัดกร่อนของกระป๋อง เนื่องจากในที่ไม่มีออกซิเจนปฏิกิริยาการกัดกร่อนจะเกิดได้ช้า

8.3 ช่วยรักษาคุณภาพสับปะรด โดยเฉพาะในการฆ่าเชื้อถ้ามีออกซิเจนปนอยู่ด้วยกระป๋องจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในด้านสี กลิ่น รส รวมทั้งการทำลายของวิตามินต่างๆ ได้มากขึ้น

- ความเป็นสุญญากาศภายในกระป๋อง เป็นค่าที่บอกถึงความแตกต่างระหว่างความดันภายนอกและภายในกระป๋อง โดยทั่วไปต้องการค่าความเป็นสุญญากาศในช่วง 10 – 20 นิ้วปรอท ความเป็นสุญญากาศภายในกระป๋องมีความสำคัญ ดังนี้

  1) สุญญากาศช่วยลดความดันที่เกิดขึ้นภายในกระป๋องระหว่างการนึ่งฆ่าเชื้อซึ่งเท่ากับเป็นการช่วยลดการดึงผิวของฝาและการคลายของตะเข็บ

  2) สุญญากาศช่วยให้สภาพของกระป๋องคืนตัวหลังจากการทำให้เย็นและมีลักษณะของฝาและก้นเว้าเข้าเล็กน้อย (Concave)

  3) สุญญากาศสามารถเป็นแอ่งสำหรับเป็นที่กักเก็บก๊าซไฮโดรเจนที่เกิดขึ้นหลังจากการกระทำของสับปะรดในระหว่างเก็บรักษาหรือเพื่อรอจำหน่าย ทำให้สับปะรดกระป๋องมีอายุการเก็บได้ยาวนานขึ้น

- วิธีการไล่อากาศ ใช้การไล่อากาศด้วยการใช้ไอน้ำร้อนพ่น (Steam Fowl Exhaust) เป็นการไล่อากาศโดยนำกระป๋องที่บรรจุสับปะรดมาผ่านเข้าเครื่องปิดผนึกแบบไอน้ำพ่น ซึ่งจะมีไอน้ำร้อนฉีดพ่นลงบนช่องว่างเหนือระดับอาหารในกระป๋องเพื่อให้อากาศเฉพาะตรงช่องว่างถูกแทนที่ด้วยไอน้ำร้อนแล้วปิดฝากระป๋องทันที

เมื่อไอน้ำเกิดการควบแน่นจะเกิดความเป็นสุญญากาศขึ้นภายในกระป๋อง การไล่อากาศวิธีนี้ต้องควบคุมขนาดของช่องว่างเหนือระดับอาหารในกระป๋องและความดันไอน้ำที่ใช้ให้เหมาะสม

9. การปิดฝา (Seaming) : สับปะรดกระป๋องที่ผ่านการไล่อากาศแล้วจะถูกนำมาปิดฝาด้วยเครื่องปิดฝาแบบตะเข็บซ้อน (Double Seamer) ซึ่งประกอบด้วยลูกกลิ้ง 2 ลูก ลูกกลิ้งตัวแรกจะม้วนขอบของฝาให้สอดเข้าไปที่ด้านในของขอบกระป๋องที่ถูกพับงอ ลูกกลิ้งตัวหลังจะทำการบีบ รีดตะเข็บให้แน่นสนิทติดกับตัวกระป๋องโดยจะต้องปรับเปอร์เซ็นต์ส่วนที่เกยกัน (Over Lap) ไม่ต่ำกว่า 45 %
10. การล้างกระป๋องหลังการบรรจุ (Washing) :
    - หลังการปิดฝากระป๋องจะต้องล้างด้วยน้ำสะอาดเพื่อชำระสิ่งสกปรก เช่น น้ำเชื่อมหรือน้ำสับปะรด ที่หกล้นระหว่างการปิดฝากระป๋อง และถ้าใช้น้ำร้อนจะล้างออกได้โดยง่ายทั้งยังรักษาระดับอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์ด้วย
    - สำหรับกระป๋องที่ฆ่าเชื้อในน้ำเดือด ถ้าไม่ล้างก่อนนำไปฆ่าเชื้อน้ำเดือดจะชะล้างสิ่งสกปรกที่ติดมาและสะสมอยู่ในน้ำนั้น เมื่อมีปริมาณเข้มข้นมากขึ้นก็จะทำให้กระป๋องถูกกัดกร่อนได้ก็จะทำให้กระป๋องเกิดการเป็นสนิมได้ระหว่างการเก็บรักษา
    - สำหรับกระป๋องที่ฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งฆ่าเชื้อ(ใช้ไอน้ำในการฆ่าเชื้อโดยตรง) ถ้าไม่ล้างสิ่งเปรอะ เปื้อนจะเกาะติดกระป๋องแน่นขึ้นและล้างออกยากมากในระหว่างการทำให้เย็น ทำให้กระป๋องเป็นสนิมระหว่างการเก็บรักษา
11. การนึ่งฆ่าเชื้อ (Cooker) : หลังจากการปิดฝากระป๋องเรียบร้อยแล้ว จะนำสับปะรดกระป๋องมาฆ่าเชื้อด้วยความร้อนจากน้ำเดือดสำหรับอุณหภูมิที่ใช้ในการฆ่าเชื้อประมาณ 97 – 100 องศาเซลเซียส สำหรับเวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อ จะขึ้นอยู่กับขนาดของชิ้นสับปะรด ปริมาณเนื้อสับปะรด ความเข้มข้นของของเหลวที่บรรจุ อุณหภูมิเริ่มต้น การเรียงตัวของกระป๋องภายในหม้อนึ่งฆ่าเชื้อ

    สับปะรดกระป๋องที่ปิดฝาแล้วควรถูกนำมาฆ่าเชื้อทันที ไม่ควรปล่อยไว้นานเกิน 30 นาทีเพราะอุณหภูมิเริ่มต้นจะต่ำลงเป็นเหตุให้การฆ่าเชื้อไม่

เพียงพอ ถ้าหม้อนึ่งมีขนาดใหญ่มากควรนำกระป๋องมาแช่ในน้ำร้อนที่มีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิเริ่มต้น จนได้ปริมาณครบถึงนำเข้าหม้อฆ่าเชื้อ

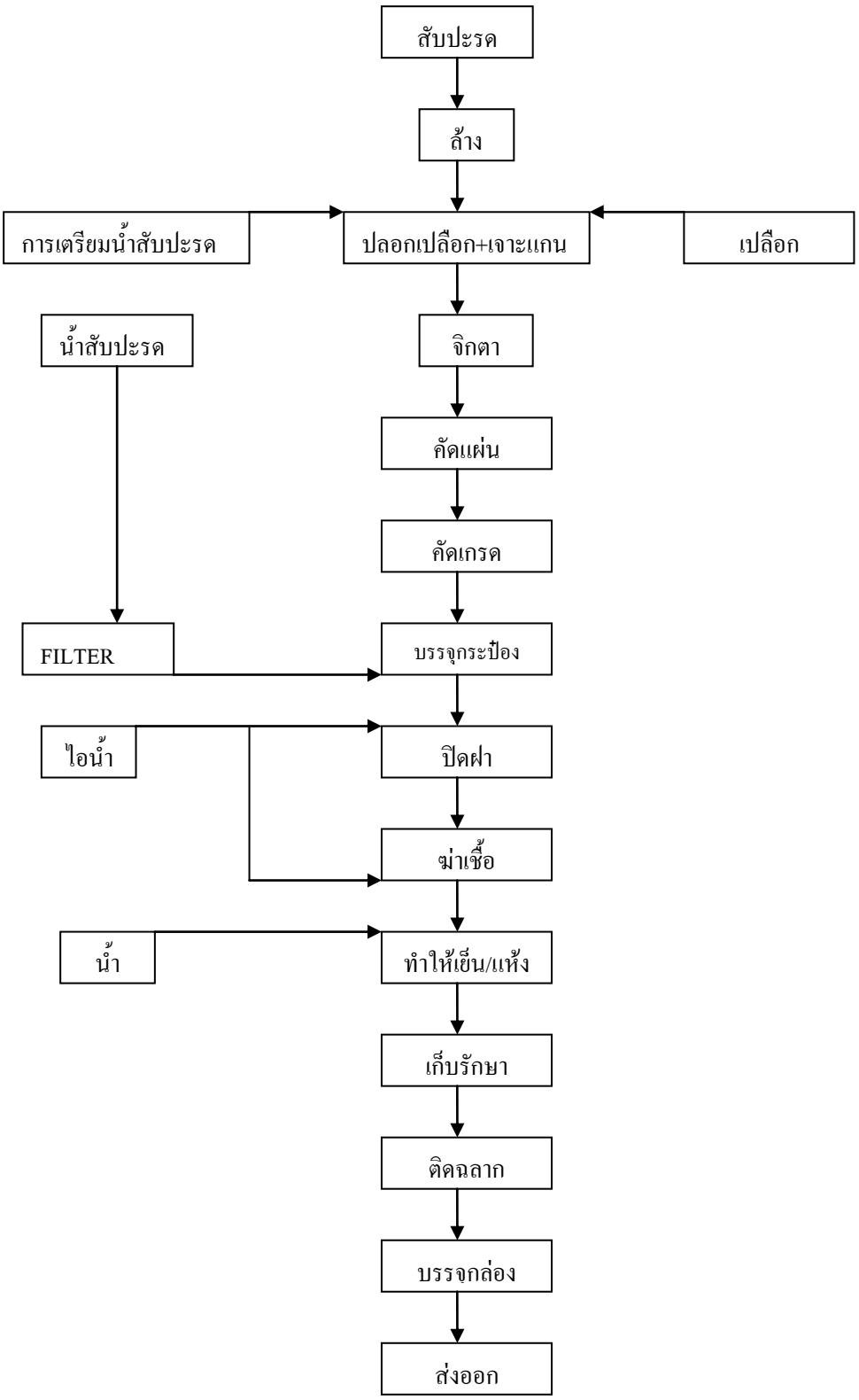
12. การลดอุณหภูมิ (Cooling)สับปะรดกระป๋องที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อด้วยความร้อนแล้วจะตัดมาทำให้เย็นอย่างรวดเร็ว เพื่อป้องกันไม่ให้เนื้อสับปะรดนิ่มหรือสุกเกินไปทั้งยังป้องกันการเจริญของ จุลินทรีย์พวก Thermophilic ที่อาจหลงเหลือจากการนึ่งฆ่าเชื้อ ในช่วงของการลดอุณหภูมินั้นจะเกิดภาวะสุญญากาศขึ้นภายในกระป๋องอาจทำให้มีการดูดน้ำปริมาณเล็กน้อยเข้าไปที่ตะเข็บของส่วนฝา ดังนั้น น้ำที่ใช้ในการลดอุณหภูมิจึงต้องเป็นน้ำที่สะอาดที่มีการเติมคลอรีนลงไปปริมาณ 2 -3 PPM ปริมาณของคลอรีนที่เติมถ้ามากเกินไปอาจทำให้กระป๋องเป็นสนิมได้ ถ้าทำการลดอุณหภูมิไม่เพียงพอจะก่อให้เกิดปัญหา ซึ่งทำให้สีของสับปะรดเปลี่ยนไปดังนั้นการลดอุณหภูมิควรทำให้กระป๋องเย็นจนอุณหภูมิวัดที่จุดกึ่งกลางของกระป๋องได้ประมาณ 35 องศาเซลเซียส ไม่ควรให้อุณหภูมิต่ำกว่านี้เพราะกระป๋องจะไม่แห้งทำให้เกิดสนิม โดยเฉพาะตรงบริเวณตะเข็บกระป๋องหลังจากทำการลดอุณหภูมิแล้วควรนำมาวางเรียงบนตะแกรงผึ่งให้แห้ง หรืออาจใช้พัดลมช่วยเป่าให้แห้งเร็วขึ้น

13. การปิดฉลากและบรรจุกล่อง (Labeling and Packing) : หลังจากสับปะรดกระป๋องที่ลดอุณหภูมิลงแล้วและแห้งสนิทแล้ว จะทำการปิดฉลากและบรรจุกล่องเพื่อส่งให้ลูกค้าต่อไปดังภาพ1.7

ภาพที่ 1.7 ภาพผลิตภัณฑ์สับปะรดกระป๋อง

ดังนั้นกระบวนการผลิตสับปะรดที่โรงงานรับซื้อจะถูกเทจากรถบรรทุกลงบนสายพานเพื่อทำการคัดแยกสับปะรดก่อนเข้ากระบวนการผลิต ต่อจากนั้นจะทำการฉีดน้ำล้างฝุ่นและสิ่งสกปรกที่ติดอยู่ที่เปลือกออก น้ำล้างจะตกลงสู่ถังเก็บซึ่งอยู่ด้านล่างนำไปตกตะกอนแล้วนำน้ำส่วนนี้กลับมาใช้อีก แต่จะต้องมีการเติมน้ำทดแทนกับน้ำส่วนที่ติดไปกับเปลือกสับปะรด เมื่อสับปะรดผ่านการล้างแล้วจะต่อไปยังสายพานคัดขนาด แล้วถูกส่งไปที่เครื่องปอกเปลือกและตัดหัว- ท้ายของลูกทิ้ง ต่อจากนั้นก็ทำการเจาะแกนสับปะรด เปลือกและส่วนหัว-ท้ายของลูกจะถูกขูดเอาเนื้อสับปะรดที่ติดอยู่ออก เนื้อส่วนนี้และแกนจะนำไปผลิตเป็นน้ำสับปะรด เปลือกและหัวท้ายที่ขูดเนื้อออกแล้วเป็นของเสียที่ต้องนำไปกำจัดต่อไป

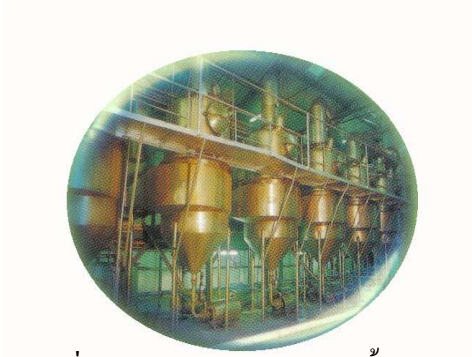
สับปะรดที่ปอกเปลือกแล้วจะถูกส่งไปตัดแต่งจิกตา โดยคนงานจะตัดเอาส่วนที่ช้ำออกและจิกตาที่ยังเหลืออยู่บนเนื้อออก ต่อจากนั้นจะทำการหั่นให้เป็นแว่นตามแนวขวางแล้วฉีดน้ำล้างให้สะอาด แว่นที่สมบูรณ์จะถูกนำไปบรรจุกระป๋อง ส่วนแว่นที่หักหรือไม่สมบูรณ์จะถูกคัดออกเพื่อนำไปหั่นเป็นสับปะรดชิ้น ต่อจากนั้นทำการบรรจุสับปะรดแว่นหรือชิ้นลงในกระป๋อ งและชั่งน้ำหนัก แล้วจึงเติมน้ำเชื่อมลงในกระป๋อง การเติมน้ำเชื่อมทำได้ 2 วิธีคือ การเติมโดยใช้คนงานตักน้ำเชื่อมลงในกระป๋องและการเติมโดยใช้เครื่องเติมน้ำเชื่อม ต่อจากนั้นทำการ ไล่อากาศออกจากกระป๋องแล้วปิดฝาแล้วนำไปผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อโรค
โดยใช้ความร้อนที่ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 22 นาที ขั้นตอนต่อไปเป็นการเป่ากระป๋องให้แห้งติดฉลาก และบรรจุกล่องเพื่อรอส่งให้ลูกค้า กระบวนการผลิตสับปะรดกระป๋องแสดงดังภาพที่ 1.8 และ 1.11



ภาพที่ 1.8 แผนผังกระบวนการผลิตสับปะรดกระป๋อง

1.1.4.2 กระบวนการผลิตน้ำสับปะรดเข้มข้น

1. การรับวัตถุดิบ : เริ่มจากสับปะรดที่ถูกคัดออกจากการผลิตสับปะรดกระป๋อง ทำการตรวจ สอบคุณภาพสับปะรดที่เสียที่มีไนเตรทสูงออก
2. การล้างเปลือก : ใช้น้ำชะล้างทำความสะอาดเปลือกสับปะรดเพื่อเอาสิ่งสกปรกต่างๆ เช่น ดิน กรวด ทราย เศษใบไม้ออกให้หมด โดยวิธีล้างนั้นคล้ายกับการผลิตสับปะรดกระป๋อง
3. การปอกเปลือก: ใช้แรงงานคนในการปอกเปลือก
4. การล้างน้ำ : ใช้น้ำอ่อนในการฉีดล้างผลสับปะรดที่ปอกเปลือกแล้ว
5. การคัดเลือกสิ่งแปลกปลอม: ขั้นตอนนี้จะมีการนำเอาแกนและเนื้อสับปะรดจากการผลิตสับปะรด กระป๋องเข้ามารวมเพื่อผลิตน้ำสับปะรดเข้มข้น การคัดเลือกสิ่งแปลกปลอม ในขั้นตอนนี้ จะใช้คนในการคัดเลือก
6. การสับหยาบ : นำเนื้อสับปะรดเข้าเครื่องสับเพื่อลดขนาดชิ้นสับปะรดให้เล็กลงพร้อมเข้าขั้นตอนการคั้นน้ำ
7. การคั้นน้ำ : จากนั้นนำเนื้อสับปะรดที่ผ่านการสับหยาบแล้วเข้าเครื่องคั้นน้ำเพื่อบีบเอาน้ำสับปะรดที่มีอยู่ในเนื้อออกมาให้ได้มากที่สุดดังภาพที่ 1.10
8. การเก็บน้ำสับปะรด: จากนั้นนำน้ำสับปะรดที่ได้เก็บรักษาไว้ในถังน้ำสับปะรดซึ่งมีการควบคุมอุณหภูมิ ที่เหมาะสม
9. การแยกกาก : ขั้นตอนนี้จะเป็นการนำน้ำสับปะรดที่เก็บไว้มาปรับกากให้เหมาะสมความต้องการของลูกค้า
10. การต้มระเหย: เมื่อได้นำน้ำสับปะรดที่มีการปรับกากที่ต้องการแล้วจะนำมาต้มระเหยโดยเครื่อง Evaporator โรงงานส่วนใหญ่จะใช้ 3 effect (มีหม้อต้มระเหย 3 หม้อ) ดังภาพที่ 1.9
11. การเก็บน้ำสับปะรดเข้มข้น: หลังจากที่ได้น้ำสับปะรดเข้มข้นแล้วจะนำมาพักไว้ที่ถังเก็บน้ำสับปะรดเพื่อรอการบรรจุ

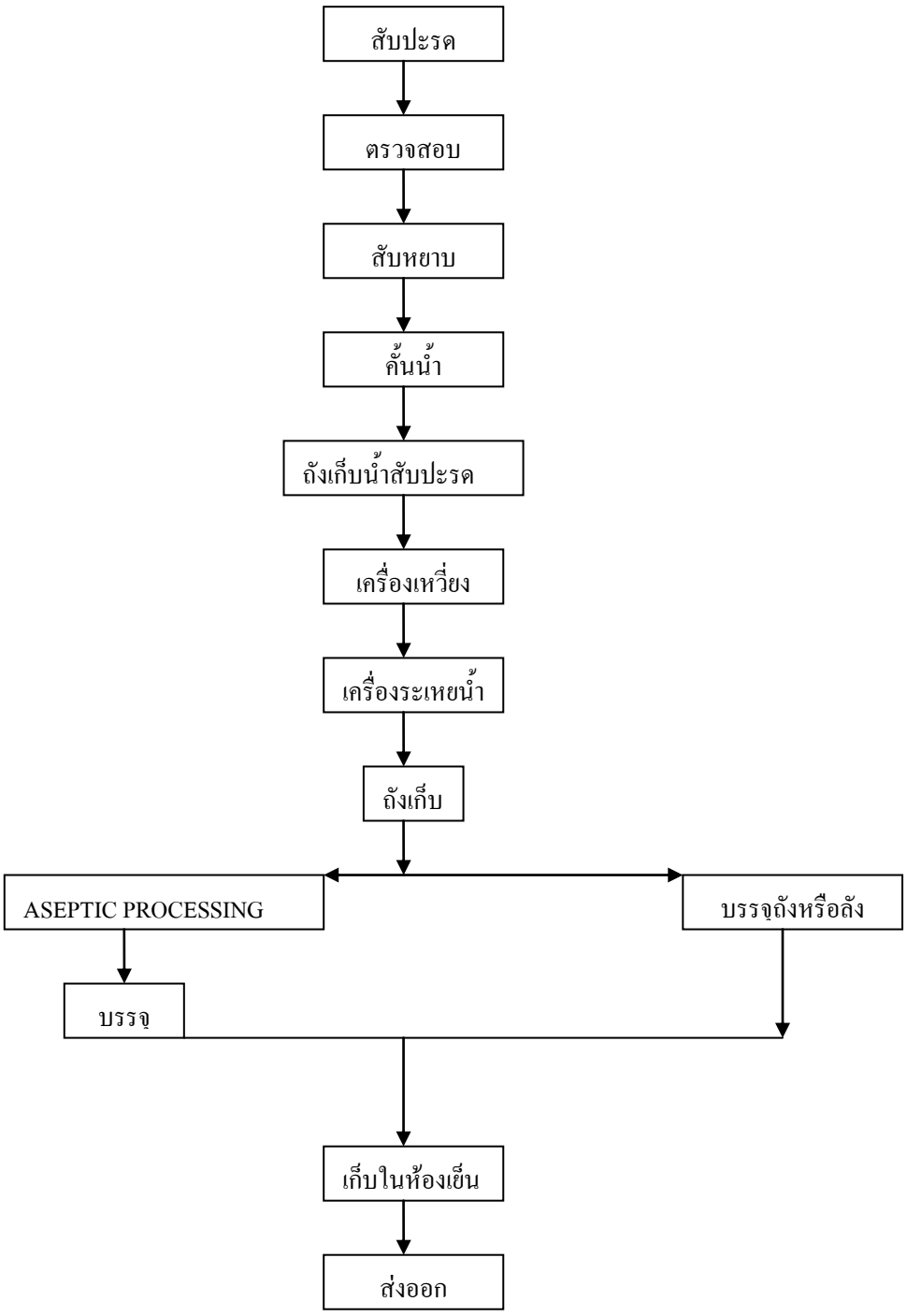


ภาพที่ 1.9 แสดงหม้อต้มระเหยน้ำสับปะรด

12. การบรรจุ: การบรรจุน้ำสับปะรดเข้มข้นนั้นมี 2 ลักษณะ คือ

- การบรรจุแบบธรรมดา จะทำการบรรจุน้ำสับปะรดเข้มข้นลงในถุงพลาสติกแล้วเก็บไว้ในถังเหล็ก จากนั้นจะนำไปเก็บในห้องเย็น
- การบรรจุแบบปลอดเชื้อ น้ำสับปะรดเข้มข้นที่จะทำการบรรจุจะมีการผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อ ก่อนที่จะบรรจุโดยใช้ระบบ UHT ในการบรรจุนั้น จะมีการใช้ไอน้ำพ่นบริเวณฝาของถุงพลาสติกที่จะทำการบรรจุ ขณะที่จะเริ่มบรรจุน้ำสับปะรดเข้มข้นเพื่อทำกาฆ่าเชื้อ หลังจากที่บรรจุ น้ำสับปะรดเข้มข้นเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะพ่นไอน้ำฆ่าเชื้อในการปิดผนึกฝาถุงพลาสติก และใส่ ในถังเหล็ก การบรรจุแบบนี้สามารถตั้งถังเหล็กทิ้งไว้ในที่แห้งโดยไม่ต้องเก็บไว้ในห้องเย็นก็ได้

ภาพที่ 1.10 ผลิตภัณฑ์น้ำสับปะรดเข้มข้น



ภาพที่ 1.11 แผนผังกระบวนการผลิตน้ำสับปะรดเข้มข้น

1.2 การผลิตน้ำใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง

โรงงานสับปะรดมีการผลิตน้ำเพื่อใช้ในกระบวนการผลิต ในการผลิตน้ำใช้มาจาก 2 แหล่ง คือ น้ำคลองหรือน้ำผิวดินและน้ำบาดาล โดยการนำน้ำเข้าสู่กระบวนการผลิตน้ำประปา ด้วยวิธีการสูบน้ำเข้าบ่อพักเป็นบ่อปูนซีเมนต์ เพื่อนำน้ำไปผ่านกระบวนการกรองด้วย ทรายและถ่านคาร์บอน จากนั้นนำไปกำจัดความกระด้างโดยผ่านกระบวนการเรซิน เพื่อให้เป็นน้ำอ่อน (Softener) ดังนี้

1.2.1 กระบวนการผลิตน้ำใช้

ระบบการผลิตน้ำใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องส่วนใหญ่มีกระบวนการผลิตน้ำประปามาใช้ในกระบวนการผลิตสับปะรดกระป๋องให้ได้มาตรฐานใกล้เคียงกับมาตรฐานการผลิต โดยแบ่งการผลิตออกเป็น 2 สาย การผลิตตามแหล่งน้ำดิบ คือ น้ำจากแม่น้ำหรือน้ำผิวดิน และน้ำจากบ่อบาดาลดังภาพที่1.12

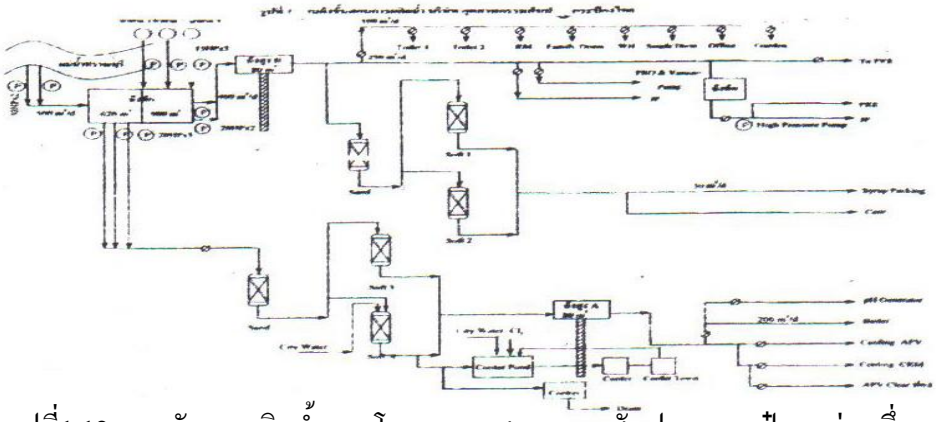
สายที่ 1 เริ่มจากการสูบ น้ำดิบจากแม่น้ำหรือน้ำผิวดินเข้าสู่ถังพัก จากนั้นจะ ถูกส่งเข้าสู่ถังกรองทรายและส่งไปยังถังน้ำอ่อน ที่ได้ส่วนหนึ่งนำไปพักไว้ที่ถังสูง เพื่อใช้ในหม้อต้มน้ำ ในน้ำหล่อเย็นอุปกรณ์ ต่างๆ น้ำอ่อน อีกส่วนใช้เป็นน้ำหมุนเวียนในการหล่อเย็นกระป๋องและใช้ในนึ่งฆ่าเชื้อ

สายที่ 2 เริ่มจากสูบน้ำดิบจากบ่อบาดาล เข้าสู่ถังพัก จากนั้นปั๊มน้ำเก็บไว้ใน ถังสูง น้ำดิบนำไปใช้ในบ้านพักและสำนักงาน นำไปใช้สำหรับล้างพื้นและอุปกรณ์ต่างๆ ที่เหลือ ผ่านเข้าสู่ถังกรองทรายและถังน้ำอ่อน เพื่อนำไปผลิตน้ำหวานใช้ในกระบวนการ

<u>หมายเหตุ</u>

1. บางครั้งน้ำแม่น้ำมีความขุ่นสูงจะมีการปั๊มน้ำบาดาลมาผสมในบ่อพักขนาด 620 cm^3 โดยไม่มีการวัดปริมาณการผสม

2. มีการใช้น้ำประปาเพื่อรองรับกรณีที่บ่อน้ำอื่นมีปัญหา



รูปที่1.12 แผนผังการผลิตน้ำของโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องแห่งหนึ่ง

1.2.2 การเตรียมน้ำใช้ในกระบวนการผลิต

แหล่งน้ำมาจาก 2 ทาง

1. น้ำจากแม่น้ำ ใช้กับCooker ,Cooler ,Cooling , Tover ,Boiler,ล้างสับปะรดและทำความสะอาด
2. น้ำบาดาลใช้กับ Syrup และ Slicer

1.2.2.1 การบำบัดน้ำจากแม่น้ำที่ใช้กับ Cooker ,Cooler ,Cooling , Tower ,Boiler

1.) ใช้ Centrifuge Pump สูบน้ำลงบ่อจากนั้น Centrifuge Pump อีกตัวหนึ่งสูบจากบ่อขึ้นถังสูง

2.) ผ่านถังกรองทราย (Sand Filer) เพื่อควบคุมค่าความขุ่นใส < 1 NTU

3.) ผ่านถัง Softener เพื่อลดค่า Hardness จากประมาณ 120 PPM ให้เหลือ < 10 PPM

1.2.2.2 การบำบัดน้ำจากแม่น้ำที่ใช้กับ Cooker

1.) ใช้ Centrifuge Pump สูบน้ำลงบ่อจากนั้น Centrifuge Pump อีกตัวหนึ่งสูบจากบ่อขึ้นถังสูง

2.) น้ำที่นำมาใช้ต้องใส่ Cl_2 35 % จำนวน 2 PPM

3.) ผ่านถังกรองทราย (Sand Filer) เพื่อควบคุมค่าความขุ่นใส < 1 NTU

4.) ผ่านถัง Softener เพื่อลดค่า Hardness จากประมาณ 120 PPM ให้เหลือ < 10 PPM

1.2.2.3 การบำบัดน้ำบาดาลที่ใช้ล้างทำความสะอาด

1.) ผ่านถังกรองทราย เพื่อควบคุมค่าความขุ่นใส 1 NTU

1.2.2.4 การบำบัดน้ำบาดาลที่ใช้กับขบวนการผลิต

1.)ใช้ Centrifuge Pump สูบน้ำลงบ่อ จากนั้น Centrifuge Pump อีกตัวหนึ่ง สูบจากบ่อขึ้นถังสูง 13 เมตร

2.) ผ่านถังกรองทราย เพื่อควบคุมค่าความขุ่นใส < 1 NTU

3.) ผ่านถัง Softener เพื่อลดค่า Hardness จากประมาณ 300 PPM ให้เหลือ < 10 PPM

1.2.2.5 การกำจัดเกลือแร่ทุกชนิดเพื่อผลิตน้ำบริสุทธิ์

เป็นการแลกเปลี่ยนประจุหรือเรซิน สามารถผลิตน้ำที่มีคุณภาพใกล้เคียงกับการกลั่น ซึ่งเหมาะสำหรับใช้เป็นน้ำป้อนหม้อไอน้ำที่ใช้แรงดันสูง

ขั้นตอนการทำงานของการแลกเปลี่ยนประจุหรือเรซิน

1.) การแลกเปลี่ยนประจุ (Service) เป็นขั้นตอนหลักของเรซิน น้ำที่ต้องการปรับปรุงคุณภาพไหลผ่านถังแรซิน และเกิดการแลกเปลี่ยนประจุระหว่างประจุอิสระในเรซินกับประจุที่ต้องการกำจัด

2.) การล้างย้อน (Backwash) เนื่องจากการแลกเปลี่ยนประจุอาจเกิดการอุดตันขึ้นที่ชั้นเรซิน จำเป็นต้องทำการฟื้นฟูสภาพ เพื่อกำจัดความขุ่นหรือสารแขวนลอยที่ติดอยู่ในชั้นเรซิน

3.) การฟื้นฟูสภาพ (Regeneration) เป็นขั้นตอนการทำให้เรซินที่หมดประสิทธิภาพไปแล้วกลับมามีประสิทธิภาพในการแลกเปลี่ยนไอออนใหม่ได้อีก

4.) การชะล้างสารเคมี (Rinse) หลังจากฟื้นฟูสภาพแล้ว จำเป็นต้องมีการล้างสารฟื้นฟูสภาพออกจากชั้นเรซิน ซึ่งจะทำการล้าง 2 ลักษณะ คือ การล้างช้า (Slow Rinse) และล้างเร็ว (Fast Rinse)

วิธีการล้างเรซิน

1.) นำเรซินจากถังกรองมาล้างทำความสะอาด ด้วยน้ำสะอาดหลายๆ ครั้ง จนไม่มีสิ่งเจือปนอย่างอื่นๆ เหลืออยู่นอกจากเรซินอย่างเดียว

2.) นำเรซินที่ผ่านการล้างทำความสะอาดมาแช่ใน HCl 6-8 เปอร์เซ็นต์ (100%) โดยให้ปริมาณของ HCl อยู่ท่วมเหนือระดับเรซินอย่างน้อย 5 ซม. ขึ้นไป แช่ทิ้งไว้ 12ชม.

3.) นำเรซินที่ผ่านการแช่ HCl 6-8 เปอร์เซ็นต์ (100%) 12 ชม. มาล้างความเป็นกรด ออกด้วยน้ำสะอาดหลายๆครั้ง จนแน่ใจว่า ไม่มีกรดเหลือค้างอยู่ จึงนำกลับมาเข้าถังกรองเช่นเดิม (ประมาณ 10 ครั้ง)ทำการเปิดน้ำใช้จากเครื่องกรองปกติ แต่ต้องเปิดน้ำทิ้งให้ประมาณ 10-15 นาที จากนั้นจึงเก็บตัวอย่างน้ำมาตรวจวิเคราะห์ตามต้องการ

1.2.3 การบำรุงรักษาและทำความสะอาด

1.) ตรวจสอบปั๊มและท่อน้ำทุกวัน

2.) ล้างถังกรองทราย (Back Wash) ล้างพร้อมกับ Softener 1 -3 วัน แล้วแต่ การผลิตมากหรือน้อย

3.) ล้างย้อนด้วยน้ำเกลือเมื่อพบว่า ความกระด้าง > 10 PPM

4.) ล้างท่อ

- ก่อนทำงานทุกวันต้องไล่น้ำออกเพื่อล้างสิ่งสกปรกจะได้ออกไป
- เวลาไล่น้ำทิ้งก็ถือว่าล้างท่อ
- ถ้ามีวันหยุด ไล่น้ำมากขึ้น
- ให้ QA เอาตัวอย่างน้ำมาตรวจ

5.) ล้างถังสูง

- ปล่อยน้ำออก
- เอาคนงานใช้แปรงขัดให้สะอาด
- ใช้ High Pressure Pump ฉีดน้ำให้ทั่ว
- ทิ้งตากแดด 1 วันครึ่ง
- ล้างปีละ 2 ครั้ง

6.) ล้างบ่อ

- สูบน้ำให้แห้ง
- เอาคนงานใช้แปรงขัดให้สะอาด
- ใช้ High Pressure Pump ฉีดน้ำให้ทั่ว
- ทิ้งตากแดด 1 วันครึ่ง
- ล้างทุก 3 เดือน

7.) ล้างบ่อ Sump ทุก 2 เดือน

ดังนั้นระบบการปรับปรุงคุณภาพน้ำใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องอาจเหมือนหรือต่างกันขึ้นอยู่กับลักษณะคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำ แต่มีการมุ่งเน้นการปรับปรุงคุณภาพน้ำให้มีความสะอาด ปลอดภัยและมีลักษณะน้ำใช้เพื่ออุปโภคและบริโภคของประชาชน ในการเลือกระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องนั้นต้องพิจารณาปัจจัยดังนี้

1.) คุณภาพน้ำของแหล่งน้ำดิบ

2.) คุณภาพน้ำใช้ที่ต้องการให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการใช้งาน

3.) ความน่าเชื่อถือและความยืดหยุ่นของระบบที่เลือกใช้

4.) ความต้องการพื้นที่ในการก่อสร้างระบบที่เลือกใช้

5.) ความต้องการประสบการณ์และทักษะของผู้ควบคุม

1.3 ผลพลอยได้จากกระบวนการผลิต

กระบวนการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องกากของเสียที่เหลือ ได้แก่ เปลือกและกากสับปะรดซึ่งมีปริมาณมากใน กระบวนการผลิต ของเสียเหล่านี้ได้นำไปเป็นอาหารสัตว์โดยการจำหน่ายออกสู่แหล่งชุมชนที่ต้องการ ดังแสดงในตารางที่ 1.3

ตารางที่ 1.3 ของเสียและผลพลอยได้จากการผลิตสับปะรดกระป๋อง

ขั้นตอนการผลิต	ของเสีย	ผลพลอยได้
1. ล้างเปลือก	น้ำล้าง	ไม่มี
2. ปอกเปลือกและเจาะแกน	น้ำล้าง เปลือก	แกนสับปะรด เนื้อติดสับปะรด
3. ตัดตกแต่งและจิกตา	ไม่มี	เศษสับปะรด
4. หั่นแว่น	น้ำล้าง	เศษสับปะรด
5. บรรจุกระป๋อง	ไม่มี	เศษสับปะรด
6. เติมน้ำเชื่อม	น้ำเชื่อมหก	ไม่มี
7. ปิดฝา	ไอน้ำที่กลั่น กระป๋องชำรุด	ไม่มี
8. ฆ่าเชื้อและทำให้เย็น	ไม่มี	ไม่มี

ที่มา : สมร มุตตามระ และ คณะ(2540)

ดังนั้นจากข้อมูลของโรงงานและผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการผลิต ในกระบวนการมีการใช้วัตถุดิบหลายชนิด อาทิเช่น สับปะรด น้ำ น้ำตาลแล ะกรดอะซิตริก รวมถึงการใช้พลังงานความร้อน ซึ่งก่อให้เกิดมลภาวะของเสีย ที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมหากมีการบำบัดที่ไม่ได้คุณภาพตามมาตรฐานกำหนด ปัญหาที่เกิดด้านสิ่งแวดล้อมเกี่ยวกับระบบที่ไม่ได้มาตรฐาน ตามที่กรมโรงงานกำหนด ดังนี้

1.4 มลภาวะของเสีย

ประเภทของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม

ในโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องจะต้องมีการป้อนวัตถุดิบต่างๆเข้าสู่กระบวนการผลิต ใช้แรงงานคน และพลังงานในการดำเนินการ เมื่อสิ่งเหล่านี้ ผ่านกระบวนการผลิตของโรงงานแล้วจะได้ผลผลิตเป็นสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ รวมทั้งก่อให้เกิดของเสียประเภทต่าง ได้แก่ น้ำ

เสีย อากาศเสีย ขยะมูลฝอย และกากของเสีย ดังภาพที่ 1.13 ทั้งนี้ จะเกิดของเสียประเภทใด มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับวัตถุดิบและกระบวนการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมแต่ละแห่ง ของเสียเหล่านี้หากมิได้ผ่านการจัดการที่ถูกต้องและเหมาะสมแล้วจะส่งผลให้สิ่งแวดล้อมภายนอกเสื่อมโทรม และเป็นอันตรายต่อสุขภาพประชาชนทั่วไป

ภาพที่ 1.13 แผนภาพสิ่งที่ป้อนเข้าและสิ่งที่ได้จากกระบวนการผลิต

ของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องสามารถจำแนกตามแหล่งกำเนิดในการะบวนการผลิตได้ดังนี้

1. วัตถุดิบที่ไม่ได้มาตรฐานหรือชำรุดเสียหาย เช่น สับปะรดที่เน่าเสียก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิต เป็นต้น
2. ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตไม่ได้มาตรฐานหรือชำรุดเสียหาย เช่น กระป๋องที่บรรจุมีรูปร่างบิดเบี้ยว เป็นต้น
3. ของเสียและผลพลอยได้ (By Product) จากกระบวนการผลิต เป็นของเสียที่มีปริมาณมากที่สุด เช่น เปลือกสับปะรด กากสับปะรด สามารถนำไปเป็นวัตถุดิบในการผลิตน้ำสับปะรดเข้มข้นได้ รวมถึงนำไปเลี้ยงสัตว์ เช่น วัว ดังนั้นจึงไม่เรียกเปลือกสับปะรดและกากสับปะรดว่าเป็นของเสีย แต่เป็นผลพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง
4. ของเสียจากกระบวนการปรับแต่งและบรรจุหีบห่อผลิตภัณฑ์ เช่น การติดฉลากกระป๋อง กล่องฉีกขาดและชำรุดเสียหายจากขั้นตอนการบรรจุ รวมทั้งเศษไม้ที่ใช้ในการบรรจุลงกล่องเกิดการหัก เป็นต้น
5. ของเสียอื่นๆ เช่นเศษกระดาษจากสำนักงาน ขยะมูลฝอยจากโรงอาหาร เป็นต้น

ดังนั้นการขยายตัวของโรงงานอุตสาหกรรมก่อให้เกิดของเสียมากขึ้นเนื่องจากการเพิ่มกำลังผลิตของโรงงานอุตสาหกรรม นอกจากจะเพิ่มให้มีผลิตภัณฑ์ออกสู่ท้องตลาดในรูปของสับปะรดกระป๋องขยายไปเรื่อยๆ ให้ได้มาตรฐานตามความต้องการของลูกค้า มากขึ้นแล้ว ยังส่งผลให้มีการปล่อยของเสียในรูปต่างๆ สู่สิ่งแวดล้อมเป็นปริมาณสูงทั้งซึ่งเกิดจากกระบวนการผลิต ในรูป อากาศเสีย น้ำเสีย และขยะมูลฝอย ดังตารางที่ 1.4 ของเสียเหล่านี้เป็นของเสียที่ไม่เป็นอันตราย

หากได้รับการจัดการอย่างเหมาะสมจะไม่ก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อม และยังสามารถพัฒนาคุณภาพของโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องให้ได้รับการพัฒนาที่ยั่งยืน และยังเป็นที่ยอมรับของชุมชนรอบๆอีกด้วย

ตารางที่1.4 ประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมและแหล่งกำเนิดปัญหาสิ่งแวดล้อม

ลำดับที่	ปัญหาสิ่งแวดล้อม	แหล่งกำเนิดปัญหาสิ่งแวดล้อม
1.	มลพิษจากปล่องหม้อไอน้ำ	หม้อไอน้ำ
2.	เสียงดังในสถานที่ทำงาน ซึ่งส่งผลกระทบต่อสุขภาพพนักงาน	บริเวณเครื่องคัดขนาด เครื่องปอกเปลือก เจาะแกน หม้อต้มระเหย หม้อฆ่าเชื้อ
3.	น้ำเสียที่มีบีโอดี ซีโอดี และของแข็งแขวนลอยสูง	น้ำสับปะรดหล่นตามพื้น ส่วนผสม (น้ำเชื่อม,น้ำสับปะรด)หกหล่น น้ำเสียจากการล้างสับปะรด น้ำเสียจากบริเวณกองเก็บกาก น้ำเสียจากการล้างทำความสะอาดสายการผลิตและ อุปกรณ์ต่างๆ
4.	คุณภาพน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้ว มีค่าเกินมาตรฐาน	ระบบบำบัดน้ำเสีย
5.	การใช้พลังงานไฟฟ้าสูง	การหล่อเย็น การล้างทำความสะอาดสายการผลิต
6.	การใช้น้ำสูง	การผลิตไอน้ำ การล้างสับปะรด

ที่มา: บริษัทอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง(2545)

1.4.1 มลภาวะของน้ำ

มลภาวะของน้ำ เกิดจากโรงงานอุตสาหกรรมใช้น้ำในกระบวนการผลิตสับปะรดกระป๋องและน้ำสับปะรดเข้มข้นมีการนำน้ำใช้จากบาดาลและน้ำประปา ในกระบวนการผลิตสับปะรดกระป๋องมีขั้นตอนดังนี้ การเตรียมวัตถุดิบ(Raw Material) การล้างเปลือก (Washing) การคัดขนาด (Size grading) การปอกเปลือกและเจาะแกน (Peeling and coring) การจิกตาและตัดแต่ง (Trimming) การหั่น (Cutting) การบรรจุ (Filling) การไล่อากาศ (Exhausting) การปิดฝา (Seaming) การล้างกระป๋องหลังการบรรจุ (Washing) การ

นึ่งฆ่าเชื้อ (Cooker) การลดอุณหภูมิ (Cooling) และ การปิดฉลากและบรรจุกล่อง (Labeling and Packing) ซึ่งขั้นตอนการล้างเปลือกเป็นกระบวนการที่มีการใช้น้ำบาดาลในการล้างสิ่งสกปรกภายนอกเป็น สาเหตุของการเกิดตะกอน หิน ทราย กรวด ขั้นตอนการปลอกเปลือกเจาะแกนจนถึงขั้นตอนการหันและการล้างกระป๋อง เป็นขั้นตอนที่เป็นสาเหตุของการเกิดสิ่งเจือปนในน้ำ และเปลี่ยนคุณภาพของน้ำ โดยมีเศษสับปะรด น้ำเชื่อม น้ำสับปะรด ทำให้น้ำมีคุณสมบัติเป็นกรด เกิดจากการทำปฏิกิริยากับสิ่งเจือปน โดยมีน้ำเชื่อมและจุลินทรีย์เป็นตัวเร่งการเพิ่มความเป็นกรด- เบส และค่า BOD ส่วนกระบวนการผลิตน้ำสับปะรดเข้มข้น มีการใช้น้ำอ่อนในกระบวนการผลิต ดังนี้ การรับวัตถุดิบ การล้างเปลือก การปอกเปลือก การล้างน้ำ การคัดเลือกสิ่งแปลกปลอม การสับหยาบ การคั้นน้ำ การเก็บสับปะรด การแยกกาก การต้มระเหย การเก็บน้ำสับปะรดเข้มข้น การบรรจุ กระบวนการผลิตน้ำสับปะรดมีความแตกต่างจากกระบวนการผลิตสับปะรดกระป๋อง ที่ขั้นตอนการล้างหลังปอกเปลือก ใช้น้ำอ่อนฉีดล้าง เป็นขั้นตอนเดียวที่ใช้น้ำล้างและน้ำจากเศษสับปะรดออกไปตามรางเป็นสาเหตุให้น้ำในบ่อมีค่า BOD เพิ่มขึ้น

<u>น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องจากกิจกรรมต่าง ได้แก่</u>

1. น้ำจากการเตรียมวัตถุดิบคือ น้ำล้างสับปะรดจากขั้นตอนนี้ จะมีความสกปรกจากดินทรายที่ติดมากับสับปะรด ดังนั้นน้ำเสียส่วนนี้จึงนำกลับมาใช้ใหม่ได้ หรือปล่อยทิ้งลงแหล่งรองรับน้ำได้ โดยจะต้องทำการตกตะกอนกำจัดดินทรายออกก่อน

2. น้ำเสียจากระบวนการผลิต เป็นน้ำเสียเกิดจากการปอกเปลือก เจาะแกน น้ำเสียจากการจิกตา ตัดแต่งและหั่น ซึ่งมีรางรับน้ำเสียมีการเก็บกวาดเศษสับปะรดที่ถูกดัก ไวอย่างสม่ำเสมอ

3. น้ำหล่อเย็นเป็นการหมุนเวียนน้ำจากการลดอุณหภูมิกระป๋อง มาล้างทำความสะอาดกระป๋องในกระบวนการนึ่งฆ่าเชื้อ

4. น้ำจากหม้อไอน้ำ (Boiler) โรงงานอุตสาหกรรมต้องมีการใช้ไอน้ำในกระบวนการผลิต จึงจำเป็นต้องมีหน่วยผลิตไอน้ำซึ่งเป็นหม้อต้มน้ำเพื่อให้เกิดไอน้ำ น้ำที่ป้อนเข้าสู่หม้อต้มน้ำจำเป็นต้องเติมสารเคมีต่างๆ เพื่อป้องกันการเกิดตระกรันในหม้อน้ำ และลดปริมาณแก๊สที่ละลายในน้ำเพื่อป้องกันมิให้แก๊สระเหยออกมาเมื่อน้ำมีการเพิ่มอุณหภูมิ อันจะทำให้ความดันในหม้อไอน้ำสูงขึ้นเสี่ยงต่อการเกิดการระเบิดของหม้อไอน้ำ ดังนั้นน้ำจากหม้อไอน้ำที่ผ่านการใช้งานแล้วจึงปนเปื้อนด้วยสารต่างๆ จำเป็นต้องผ่านกระบวนการบำบัดน้ำเสียก่อนปล่อยทิ้งไป

5. น้ำจากการปรับปรุงคุณภาพน้ำ (Water Treatment) โรงงานอุตสาหกรรมที่จำเป็นต้องมีการใช้น้ำเป็นวัตถุดิบกระบวนการผลิต อาจรับน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วมาจากแหล่งผลิตน้ำภายนอกหรืออาจนำน้ำดิบจากแหล่งธรรมชาติมาทำการบำบัดให้มีคุณภาพดีขึ้นเพื่อนำมาใช้เองในโรงงาน

ทั้งนี้อาจเนื่องจากอุตสาหกรรมชนิดนั้นๆ ต้องการน้ำที่มีความสะอาดเป็นพิเศษจึงจำเป็นต้องบำบัดน้ำเองด้วยวิธีการเฉพาะ การนำน้ำดิบมาบำบัดด้วยกระบวนการต่างๆ นอกจากจะได้น้ำที่มีคุณภาพดีขึ้นแล้ว ยังก่อให้เกิดน้ำเสียและ/ หรือตะกอนจากระบบบำบัดอีกด้วย เช่นตะกอนจากการบำบัดด้วยการรวมตะกอน(Chemical Coagulation and Flocculation) น้ำ backwash จากการล้างถังกรองทราย น้ำจากการล้างถังแลกเปลี่ยนประจุ

1.4.2 มลภาวะของอากาศ

โรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องส่วนใหญ่ใช้ไอน้ำในกระบวนการผลิต เกิดจากการใช้พลังงานความร้อนจาก กระบวนการผลิตซึ่งได้จากหม้อไอน้ำซึ่งใช้น้ำมันเตาเกรด C เป็นเชื้อเพลิง ดังนั้น จึงมีการปลดปล่อยมลสารต่างๆ จากปล่องไอเสียของหม้อน้ำ มลสารที่ปลดปล่อย เช่น ฝุ่นละออง ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ฯลฯ ซึ่งมลสารเหล่านี้ก่อให้เกิดผลกระทบทางด้านอากาศต่อสิ่งแวดล้อมและชุมชนดังตารางที่ 1.5 หากมีการปล่อยออกจากปล่องโดยไม่ผ่านกระบวนการบำบัดหรือกำจัดย่อมส่งผลกระทบต่อชุมชนที่อยู่รอบๆเนื่องจากก๊าซที่ปล่อยออกจากปล่องมีผลต่อสุภาพ เพราะสามารถเข้าไปทำลายระบบการหายใจ และก่อให้เกิดโรคทางเดินหายใจได้ รวมทั้งกลิ่นที่ปะปนไปในอากาศสร้างความรำคาญ ซึ่งเป็นผลให้เกิดปัญหาการร้องเรียนจากชุมชนที่ได้รับผลกระทบ

ตารางที่ 1.5 การเกิดของเสียทางอากาศ

พลังงานและเชื้อเพลิง	ปริมาณของเสีย	
	ปริมาณ/ตันสับปะรดสด	ปริมาณ/ ตันสับปะรดกระป๋อง น้ำสับปะรดเข้มข้น
ฝุ่นละออง	60.5	282
ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์	0.8	3.8
ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์	0.1	0.5
ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์	0.002	0.01

ที่มา: บริษัทอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องไทยจำกัด (2545)

ดังนั้นโรงงานจะต้องทำการบำบัดอากาศเสียให้ได้มาตรฐาน คุณภาพอากาศที่ระบายออกจากโรงงานซึ่งกำหนด โดยกรมโรงงานอุตสาหกรรม มลสารในอากาศแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ ได้แก่ ฝุ่นละอองและก๊าซชนิดต่าง ๆ ดังนั้นระบบควบคุมมลพิษทาง

อากาศจึงสามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มเช่นกันคือ ระบบกำจัดฝุ่นละออง และระบบกำจัดก๊าซเสีย ระบบกำจัดฝุ่นละอองได้แก่ ห้องตกตะกอนโดยแรงโน้มถ่วง (Gravity Setting Separator) เครื่องแยกด้วยแรงเหวี่ยง (Centrifugal Separator หรือ Cyclone) เครื่องสัมผัสแบบเปียก (Wet scrubber) เครื่องกรองด้วยถุงกรอง (Fabric Filter หรือ Bag House Filter) และเครื่อง ตกตะกอนด้วยไฟฟ้าสถิต(Electrostatic Precipitator) ระบบกำจัดก๊าซ ได้แก่ การดูดซับ (Adsorption) การดูดซึม (Absorption) การควบแน่น (Condensation) การสันดาป (Combustion) และการใช้ตัวCatalyst

1.4.3 ขยะและกากของเสีย

มีลักษณะเป็นของแข็งหรือกึ่งของแข็ง ที่เหลือจากกระบวนการผลิต ได้แก่ เปลือกบริษัทได้ทำการรวบรวมเศษกระดาษ เศษเหล็ก ทำการจำหน่ายออกนอกโรงงาน ส่วนขยะมูลฝอยที่เกิดจากพนักงานในโรงงาน จากโรงอาหาร ประเภทขยะน้อยต่างกัน ซึ่งในการฝังกลบบางโรงงานไม่ถูกหลักตามสุขาภิบาล ส่วนสารเคมีที่ออกจากห้องทดสอบของทางโรงงานกำจัดโดยการส่งบริษัทกำจัด โรงงานต้องมีการทำการจัดการอย่างมีระบบและเป็นขั้นตอนเริ่มตั้งแต่การเก็บรวบรวมที่แหล่งกำเนิด การเก็บขนมูลฝอย การขนส่งและการขนถ่าย การบำบัดและการกำจัดขั้นสุดท้าย ตามที่กระทรวงอุตสาหกรรมกำหนดไว้ วิธีการจัดการขึ้นอยู่กับปริมาณและคุณสมบัติของขยะมูลฝอย เช่น วิธีการบำบัดและกำจัด ได้แก่ การหมักทำปุ๋ย ฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล หรือเล็งเห็นความสำคัญของกากที่เหลือนำมาปรับปรุงเพื่อนำไปใช้ในกระบวนการผลิตหรือจัดจำหน่ายเป็นผลิตภัณฑ์แปรรูป จะโดยวิธีใดก็ตามทางโรงงานยังไม่มุ่งเน้นการจัดการสิ่งแวดล้อมสู่มาตรฐานสากลเพียงแต่จัดการสิ่งแวดล้อมในโรงงานได้ดีในระดับหนึ่ง เพื่อป้องกันปัญหาร้องเรียนจากชาวบ้านและจัดการคุณภาพให้ดีเมื่อมีเจ้าหน้าที่ทำการตรวจประเมิน ซึ่งทางโรงงานได้มีการวางแนวทางในการจัดการสิ่งแวดล้อมไว้อย่างดี และควรมีการวางนโยบายในการจัดการสิ่งแวดล้อมอย่างจริงจังเพื่อรวมด้วยช่วยกันในการจัดการสิ่งแวดล้อมที่ดีในอนาคต

1.5 นโยบายการจัดการสิ่งแวดล้อม

ทางโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องควรมีการวางมาตรการหรือโครงการในการจัดการสิ่งแวดล้อมคือ การดำเนินงาน กิจกรรมต่อสิ่งแวดล้อมอย่างมีประสิทธิภาพที่ไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม ดังจะเห็นได้ว่าบางโรงงานมีนโยบายในการจัดการสิ่งแวดล้อมไม่ชัดเจน และจากการสอบถามข้อมูลรวมถึงการสำรวจโรงงานพบว่า การจัดการสิ่งแวดล้อมด้านใดในโรงงานยังไม่มุ่งเน้นการจัดการสิ่งแวดล้อมอย่างเต็มที่ หรือพบข้อบกพร่องในระบบควรมีการวาง

นโยบายและหามาตรการแก้ไข ซึ่งจากการสอบถามข้อมูลภายในโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องพบว่า ปัญหาที่เกิดจากกระบวนการผลิต ทั้งทางด้านน้ำ อากาศ ขยะมูลฝอยที่มีการจัดการไม่ถูกต้องทำให้เกิดปัญหาและสิ้นเปลืองงบประมาณในการใช้จ่ายเพิ่มขึ้น นอกจากการเลือกระบบการบำบัด การจัดการกระบวนการผลิต การหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ให้เกิดประโยชน์แล้ว ดังนั้นทางบริษัทจึงควรมีการสร้างนโยบายการจัดการสิ่งแวดล้อมให้ชัดเจน ดังนี้

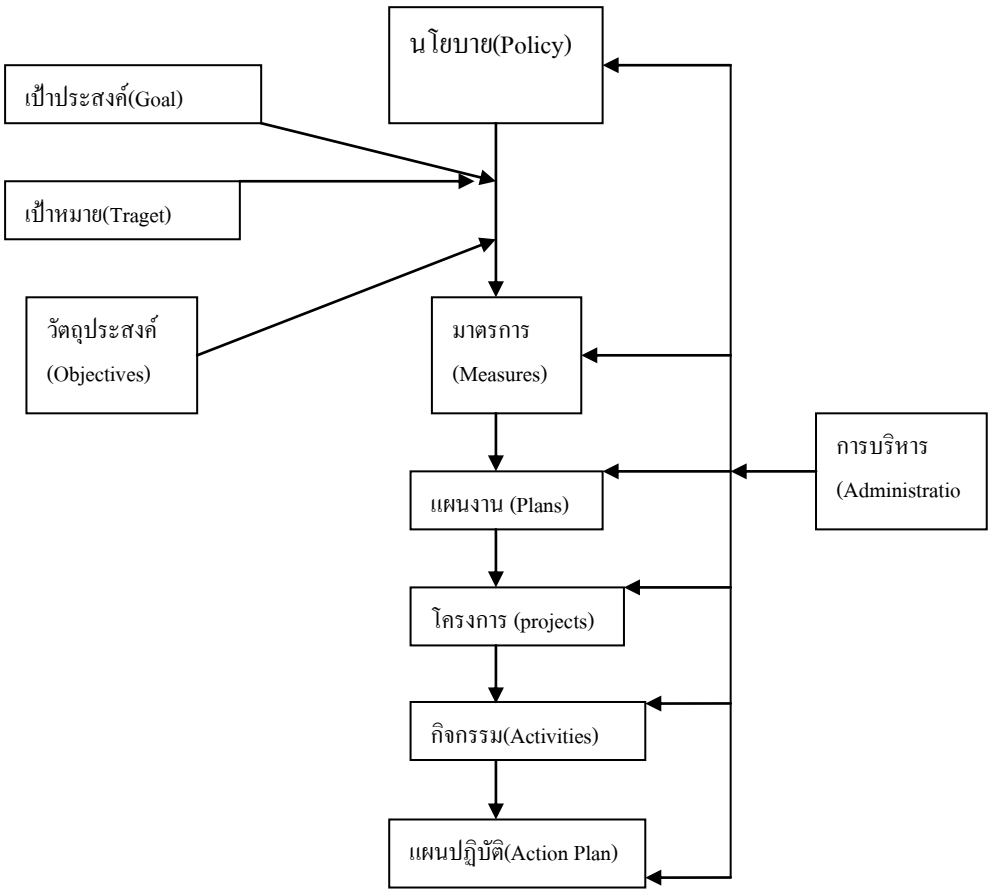
1.5.1 การสร้างนโยบายการจัดการสิ่งแวดล้อม

นโยบายการจัดการสิ่งแวดล้อม หมายถึง กระบวนการกำหนดรูปแบบดำเนินงานอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

รูปแบบการดำเนินการทางสิ่งแวดล้อมต้องมีขนาด ทิศทาง และเวลา รวมไปถึงทรัพยากรที่จะใช้ เช่น คน เงิน พื้นที่ และเครื่องมือ ส่วนทิศทางคือการกำหนดแนวทางดำเนินการว่าจะทำไปในทางใด ซึ่งอาจจะเป็นไปในทำนองเดียวกับวิธีการดำเนินการ เวลาคือเวลาที่ใช้ทั้งโครงการหรือทั้งแผนงาน หรือแต่ละงานนานเพียงใด ขึ้นอยู่กับการเลือกใช้มาตรการหรือกิจกรรมใด ร่วมกันจัดการสิ่งแวดล้อมภายในโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องให้ดี มีคุณภาพด้านสิ่งแวดล้อมควบคู่ไปกับกระบวนการผลิตที่ดีได้มาตรฐานตามความต้องการอย่างมีประสิทธิภาพ

1.5.2 โครงสร้างของนโยบายการจัดการ

1. นโยบาย (Policy) เป็นส่วนที่สำคัญของแผนการจัดการ ซึ่งทางโรงงานควรมีการกำหนดนโยบายของบริษัทโดยการมุ่งเน้นการปรับปรุงประสิทธิภาพการ ผลิตและรักษาคุณภาพสินค้าตามความต้องการของลูกค้า ขณะเดียวกันทางโรงงานจึงควรหาลู่ทางในการเพิ่มผลผลิตในสินค้าใหม่ เพื่อเรื่องธุรกิจของโรงงาน ในทางตรงกันข้ามทางโรงงานควรมีการกำหนดนโยบายที่เด่นชัดในด้านสิ่งแวดล้อมมากขึ้นและให้ความสนใจในสิ่งแวดล้อมของโรงงาน ที่ออกจากกระบวนการผลิตโดยให้มีความสอดคล้องกับมาตรฐานกรมโรงงานอุตสาหกรรม ถูกต้องตามกฎหมายกำหนด ตามที่บริษัทได้กำหนดนโยบายไว้ คือทางบริษัทจะป้องกันและรักษา สภาพแวดล้อมไว้เพื่อให้พนักงานได้ทำงานอย่างมีสุขภาพดีและปรับปรุงการปฏิบัติงานเพื่ออนุรักษ์สภาพแวดล้อมอยู่เสมอ จากนโยบายเห็นว่า นโยบายด้านสิ่งแวดล้อม ยังไม่ชัดเจนควรกำหนดให้ชัดเจนและเป็นแนวปฏิบัติได้อย่างเหมาะสมตามที่ได้กล่าวไว้



ภาพที่ 1.14 กระบวนการสร้างนโยบายการจัดการสิ่งแวดล้อมที่ดำเนินการต่อสิ่งแวดล้อมอย่างมีประสิทธิภาพ

2). มาตรการ (Measures) เป็นตัวควบคุมการดำเนินงานตามนโยบายที่กำหนดไว้ควรมีการวางมาตรการให้สอดคล้องกับสิ่งแวดล้อมที่เกิดปัญหาขึ้นในโรงงาน ดังนี้

- มาตรการการจัดการคุณภาพน้ำใช้ที่มาจากแหล่งน้ำผิวดินและน้ำใต้ดินในการนำมาใช้ในกระบวนการผลิต
- มาตรการการจัดการคุณภาพน้ำทิ้ง ให้สอดคล้องกับมาตรฐานกรมโรงงานอุตสาหกรรม
- มาตรการการจัดการคุณภาพอากาศที่ผ่านการเผาไหม้ ออกจากปล่อง
- มาตรการการจัดการคุณภาพการกำจัด/บำบัดขยะภายในโรงงานอุตสาหกรรม

3). แผนงาน(Work plan) หมายถึงการกำหนดงาน เป็นการกำหนดงานที่จะ ทำอะไรบ้างในแต่ละมาตรการ

- การจัดการคุณภาพน้ำใช้มีการวางแผนในการตรวจสอบคุณภาพน้ำก่อนและหลังผ่านกระบวนการโดยมีการติดตั้งเครื่องตรวจวัดคุณภาพอัตโนมัติ
- มีการวางแผนงานการติดตามตรวจสอบเป็นประจำเมื่อตรวจพบปัญหาคุณภาพน้ำใช้
- มีการวางแผนการตรวจสอบคุณภาพน้ำเสียที่ผ่านระบบบำบัดด้วยเครื่องอัตโนมัติ
- มีการวางแผนการจัดการขยะมูลฝอยในโรงงานอย่างถูกวิธีและเหมาะสม

4). โครงการ (Project) เป็นลักษณะงานที่ถูกกำหนดไว้ในแผนงาน ซึ่งโครงการหนึ่งๆ มีวัตถุประสงค์เฉพาะที่สามารถเอื้อให้การดำเนินงานตามแผนงานสัมฤทธิผล อาจมีหลายโครงการในแต่ละแผนงานได้ ซึ่งทางบริษัทมีการกำหนดโครงการรองรับการวางแผนการจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อมแต่ละด้าน อย่าง ครบถ้วน

5). กิจกรรม (Activities) เป็นงานที่ต้องดำเนินการในแต่ละโครงการและสามารถแสดงให้เห็นอย่างเด่นชัดได้ ซึ่งกิจกรรมที่กำหนดขึ้นมีความเหมาะสมกับพนักงานที่ทำงานในบริษัท ความสะดวกในการทำกิจกรรม ความเหมาะสมกับสถานที่และเวลาเช่น

- มีการจัดกิจกรรมส่งเสริมประกวด แข่งขัน ให้พนักงานมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรม
- มีการจัดกิจกรรมประกวดการจัดการสิ่งแวดล้อมในการทำงาน
- มีการจัดกิจกรรมรองรับการการปรับปรุงคุณภาพการจัดการสิ่งแวดล้อมในโรงงานทุกด้าน

6). แผนปฏิบัติการ (Action Plan) เป็นการกำหนดกิจกรรมของงานและขั้นตอนการดำเนินการ โดยระบุผู้รับผิดชอบงบประมาณและสถานที่ ทางบริษัทควรมี การวางแผนปฏิบัติงานให้ชัดเจนมีโครงสร้างกำหนดผู้รับผิดชอบแต่ละกิจกรรม และกำหนดระยะเวลาในการปฏิบัติงานเพื่อประสิทธิภาพในการจัดการสิ่งแวดล้อมที่ดีในโรงงานตามมา

ในการจัดการสิ่งแวดล้อมของโรงงานที่ผ่านมามีทั้งแนวทางการป้องกันมีมาตรการการจัดการที่ดี รวมถึงการสร้างนโยบายที่เด่นชัดควบคู่ไปกับการใช้วิธีการอนุรักษ์วิทยา พร้อมกับพิจารณากระบวนการทาง เทคโนโลยีที่ใช้ในการจัดการสิ่งแวดล้อมซึ่งส่งผลต่อการจัดการสิ่งแวดล้อมเช่นเดียวกันเป็นต้น

การจัดการทางเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม เป็นกระบวนการที่มีการเลือกรูปแบบเทคโนโลยีมาใช้กับหน่วย การจัดการ ให้สามารถทำให้กลไกสิ่งแวดล้อมมีบทบาท/หน้าที่ ของตนเองได้อย่างปกติ อันเป็นผลทำให้กระบวนการจัดการดำเนินไปสู่การสร้างความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อมได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นการสร้างกระบวนการจัดการสิ่งแวดล้อมจำเป็นต้องอาศัยพื้นฐานของกระบวนการเกิดปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม เพื่อวิเคราะห์/สงเคราะห์สถานภาพ อันจะนำไปสู่การค้นหาปัญหาและเหตุของปัญหา แล้วจึงกำหนดแนวทางแก้ไขก่อนการสร้างแผนการจัดการด้วยความร่วมมือร่วมใจของประชากรที่อยู่ในโรงงานทุกฝ่ายและชุมชนรอบๆโรงงานด้วยความยินดีในการจัดการสิ่งแวดล้อม

จากที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นเกี่ยวกับนโยบายการจัดการสิ่งแวดล้อมในโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง นอกจากมีโครงการในการจัดการสิ่งแวดล้อมทางด้านเทคโนโลยีแล้ว ควรมีการอาศัยหลักการและวิธีการอนุรักษ์วิทยาเข้ามาเกี่ยวข้องในการจัดการสิ่งแวดล้อมเพื่อให้เกิดความยั่งยืนต่อไปของระบบ การใช้แบบยั่งยืน การเก็บกักเก็บทรัพยากรและ/สิ่งแวดล้อมที่มีเหลือใช้(Surplus) เอาไว้ใช้ในคราวจำเป็นหรือเมื่อมีภาวะขาดแคลน บางกรณี อาจเก็บกักไว้เพื่อเป็นพันธุ์หรือ สต๊อกเช่น การเก็บน้ำไว้ในอ่าง การถนอมอาหาร การรักษา/ซ่อมแซม การฟื้นฟู การพัฒนา การป้องกัน การสงวน การแบ่งเขต โดยอาศัยหลักการอย่างใดอย่างหนึ่งมาร่วมในการจัดการสิ่งแวดล้อมในโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องให้มีคุณภาพดีขึ้นตามสภาพแวดล้อมที่กำลังเสื่อมโทรม ซึ่งมีสาเหตุมาจากโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น

บทที่ 2
การจัดการคุณภาพน้ำในโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง

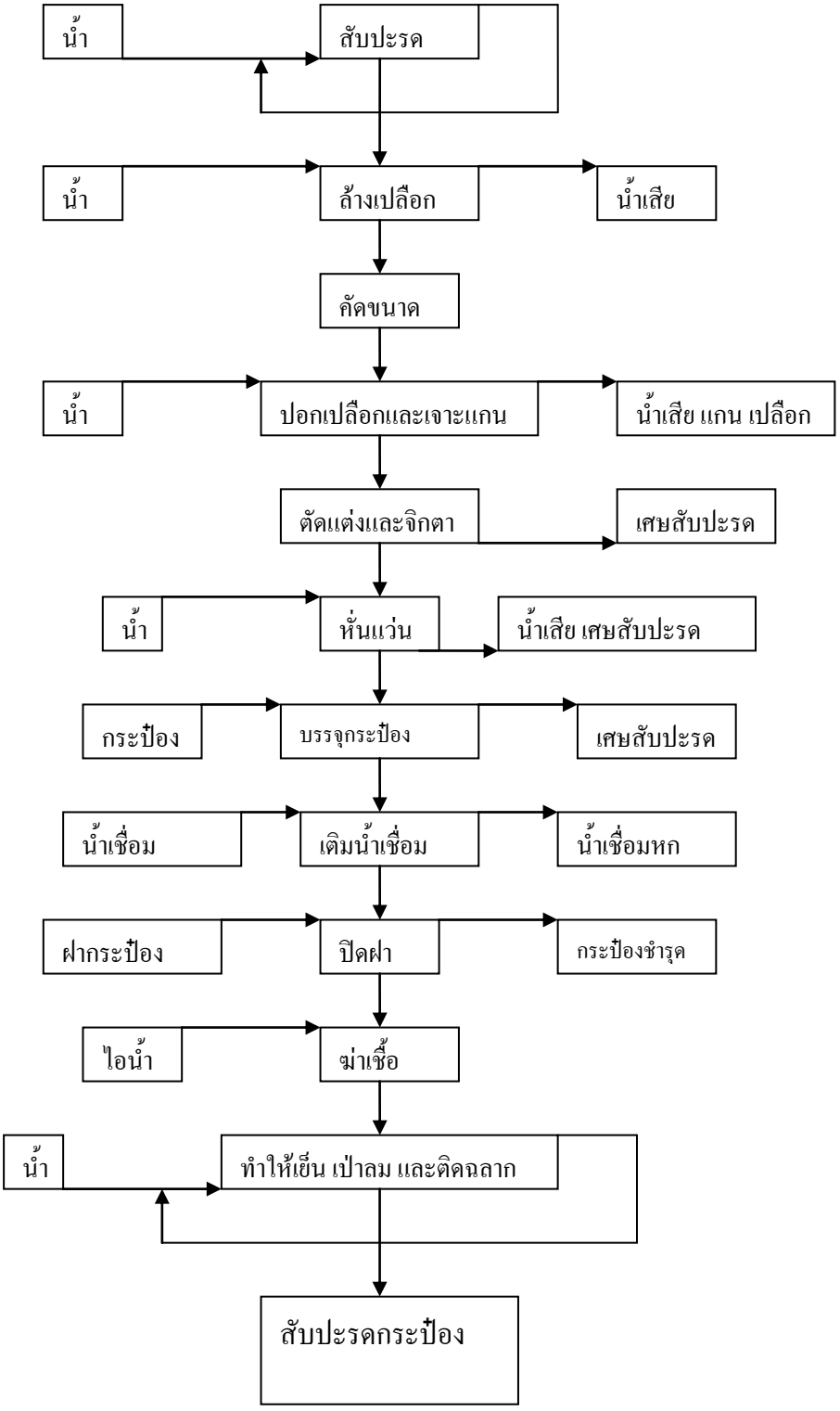
น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม ได้แก่น้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรมต่างๆ ของโรงงานอุตสาหกรรม โดยที่น้ำเสียส่วนใหญ่มักเป็นน้ำล้างจากกระบวนการผลิตต่างๆ ทำให้น้ำเสียมีสิ่งเจือปนจากวัตถุดิบด้วยเสมอ ซึ่งโรงงานแปรรูปอาหารประเภทสับปรดกระป๋องก็เป็นโรงงานอุตสาหกรรมที่มีน้ำเสียเกิดจากสารอินทรีย์ที่ตกค้างในน้ำ จากเนื้อสับปะรดและน้ำสับปะรดเช่นกัน

ดังนั้นโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องเป็นอุตสาหกรรมแปรรูปอาหาร จึงไม่ยากที่จะทำการบำบัดน้ำที่ออกจากกระบวนการผลิต ระบบที่จะเลือกบำบัดขึ้นอยู่กับขนาดพื้นที่ของโรงงานอุตสาหกรรม สามารถเลือกระบบให้เหมาะสมกับปริมาณน้ำที่ใช้พร้อมคุณภาพน้ำและความเหมาะสมของพื้นที่ของโรงงาน

2.1 ปัญหาการเกิดน้ำเสียในโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง

ปัญหาเรื่องน้ำเสีย เกิดจากการใช้น้ำในกระบวนการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรม ดังที่กล่าวในหัวข้อที่ 1.4.1 และจากการล้างทำความสะอาดพื้นในสายการผลิต มีการใช้น้ำประปาฉีดล้างน้ำสับปะรด และเศษเนื้อสับปะรดที่หกหล่นก่อน หลังจากนั้นทำการล้างพื้นด้วยน้ำยาล้างทำความสะอาดพื้นและน้ำยาฆ่าเชื้อโรคซึ่งมีปริมาณน้ำเสียเกิดขึ้นสูง

ปริมาณน้ำเสียรวมจากการผลิตสับปะรดกระป๋องและน้ำสับปะรดเข้มข้น มีความสกปรกในรูปของ BOD COD และความสกปรกในรูปของแข็งแขวนลอย ซึ่งเกิดจากกระบวนการผลิตดังรูปที่ 2.1 ก่อให้เกิดปัญหาในระบบบำบัดที่ไม่ได้มาตรฐานการบำบัดน้ำจากโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง ก่อนปล่อยน้ำทิ้งออกนอกโรงงาน



ภาพที่ 2.1 กระบวนการผลิตและการเกิดมลภาวะของน้ำ

2.1.1 ประเภทของมลสารในน้ำ

มลสารที่ปนเปื้อนในน้ำซึ่งเกิดจากการใช้น้ำในกระบวนการผลิตโดยมีวัตถุดิบเป็นสับปะรดซึ่งก่อให้เกิดมลสารปนเปื้อนในน้ำสามารถแบ่งประเภทได้ดังนี้

1). มลสารที่ต้องการใช้ออกซิเจน

มลสารกลุ่มนี้ส่วนใหญ่จะเป็นสารอินทรีย์ที่สามารถถูกย่อยสลายได้โดยจุลินทรีย์ ทั้งในสภาวะที่มีออกซิเจนและไร้ออกซิเจน ถ้ามลสารกลุ่มนี้ถูกปล่อยลงสู่แหล่งน้ำจะทำให้ปริมาณออกซิเจนในแหล่งน้ำลดลงเนื่องจากเกิดกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์แบบใช้ออกซิเจน ส่งผลกระทบต่อปลาและสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ซึ่งโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องมีคุณภาพน้ำเสียที่ปนเปื้อนด้วยสารอินทรีย์ที่ถูกย่อยสลายได้ง่าย และยังเป็นสาเหตุให้เกิดกลิ่น เกิดก๊าซที่เกิดขึ้นจากการย่อยสลายของสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ก๊าซส่วนใหญ่เป็นก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์(H_2S) เกิดจากการที่แบคทีเรียที่ไม่ใช่ออกซิเจนทำการเปลี่ยนสภาพของซัลเฟต เป็นซัลไฟต์ ส่วนสารอื่นๆ ที่ทำให้กิดกลิ่นในสภาพไร้ออกซิเจนของน้ำ

2). สารประกอบอินทรีย์ชนิดต่างๆ

สารอินทรีย์ทีปนเปื้อนในน้ำนอกจากจะมีผลให้ปริมาณออกซิเจนในน้ำลดลงดังที่ได้กล่าวในหัวข้อ (1) แล้ว ยังอาจเป็นสารที่ย่อยสลายยากหรือเป็นสารพิษ เช่นสารซักฟอกที่ใช้ในบ้านเรือนและอุตสาหกรรม สารเหล่านี้บางชนิดย่อยสลายทางชีวภาพได้ยากหรือช้ามาก ทำให้เกิดการสะสมในห่วงโซ่อาหารได้

3) สารอาหารของพืชน้ำทิ้งจากอุตสาหกรรมบางประเภทจะมีสารไนโตรเจนและฟอสฟอรัสปนเปื้อนอยู่ จะกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืชน้ำโดยเฉพาะสาหร่าย แหล่งน้ำที่มีพืชน้ำเจริญมากๆ จะมีปริมาณออกซิเจนละลายในช่วงกลางวันและกลางคืนแตกต่างกันมากทำให้ระบบนิเวศเกิดภาวะไม่สมดุล นอกจากนี้เมื่อพืชน้ำเหล่านี้ตายลงก็จะถูกย่อยสลายไปทำให้ปริมาณออกซิเจนในน้ำลดลง แหล่งน้ำที่พืชปะปนอยู่จะมีความขุ่นสูง มีสีและกลิ่นผิดจากธรรมชาติ เป็นอุปสรรคต่อการนำน้ำมาใช้อุปโภคบริโภค

4) ของแข็งแขวนลอย เป็นลักษณะสำคัญที่ใช้ในการบ่งบอกคุณภาพน้ำดีและน้ำเสีย

5) น้ำมันไขมัน น้ำมันไขมันเมื่อน้ำมันปล่อยลงสู่แหล่งน้ำก็จะปกคลุมผิวน้ำทำให้ไม่สามารถเกิดการถ่ายเทออกซิเจนลงสู่แหล่งน้ำ

6) สารที่ก่อให้เกิดฟอง น้ำทิ้งที่ก่อให้เกิดน้ำเสียที่ปนเปื้อนด้วยสารที่ก่อให้เกิดฟองสารเหล่านี้จะคลุมผิวน้ำทำให้ออกซิเจนจากอากาศไม่สามารถลงสู่น้ำได้

7) กรด-ด่าง น้ำที่มีความเป็นกรด – ด่างสูงจะก่อให้เกิดการกัดกร่อน

8) สีและความขุ่น น้ำที่มีสีผิดจากธรรมชาติ จะเป็นอุปสรรคในการนำน้ำไปใช้ประโยชน์

9) จุลินทร์และสิ่งมีชีวิตต่างๆที่ก่อให้เกิดโรค

10) ความร้อนน้ำหล่อเย็น (cooling water) และน้ำทิ้งจากหม้อไอน้ำ เป็นน้ำทิ้งที่มีอุณหภูมิสูง ถ้าปล่อยทิ้งลงสู่แหล่งน้ำโดยตรงจะทำให้แหล่งน้ำมีอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงไป อันจะส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศน์และปฏิกิริยาเคมีในแหล่งน้ำ อาทิ ทำให้ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำต่ำลง ทำให้อัตราการย่อยสลายอินทรีย์สูงขึ้น

ดังนั้น มลสารที่ปนเปื้อนในน้ำจากกระบวนการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องมีมลสารหลายชนิดปนเปื้อน อาทิ มลสารที่ต้องการใช้ออกซิเจน สารประกอบอินทรีย์ สารอาหารของพืช ของแข็งแขวนลอยและตะกอนที่เกิดขึ้นในกระบวนการเตรียมวัตถุดิบ กรด- ด่าง เกิดจากน้ำสับปะรดที่ไปทำปฏิกิริยาในน้ำ และการเติมกรดลงในกระป๋อง เพื่อปรับค่าความเป็นกรด - เบสของสับปะรดที่บรรจุตามความต้องการของลูกค้า รวมถึงความร้อนเกิดจากการใช้ไอน้ำจาก ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกินน้ำเสีย และเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง หลายแห่งที่ใช้ระบบบำบัดไม่ได้มาตรฐานตามคุณภาพสิ่งเจือปนในน้ำ เนื่องจากในกระบวนการผลิตมีการใช้น้ำปริมาณมาก ไปพร้อมกับวัตถุดิบที่ใช้ในกระบวนการผลิต ดังแสดง ภาพที่ 2.1

2.2 ลักษณะน้ำเสีย

ลักษณะของน้ำเป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพของน้ำเสีย สามารถบ่งบอกถึงความเหมาะสมของน้ำในการนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ บ่งบอกประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียด้วย

ลักษณะของน้ำสามารถแบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ ลักษณะทางกายภาพ ลักษณะทางเคมี และลักษณะทางชีวภาพ ซึ่งแต่ละกลุ่มมีรายละเอียดดังนี้

2.2.1 ลักษณะทางกายภาพ (Physical Characteristics)

- ความขุ่น (Turbidity) อนุภาคของแข็งขนาดเล็กแขวนลอยอยู่ในน้ำ เรียกว่า Colloidal solid อนุภาคเหล่านี้จะกระจายแสงทำให้น้ำมีลักษณะขุ่น ความขุ่นเป็นลักษณะหนึ่งที่ใช้ชี้บอกคุณภาพน้ำประปาที่จะนำมาใช้เพื่อการอุปโภคบริโภค และใช้บอกประสิทธิภาพของหน่วยบำบัดสารแขวนลอยในน้ำ ความขุ่นของน้ำสามารถวัดได้โดยเครื่อง Turbidimeter

โดยทำการเปรียบเทียบความขุ่นของน้ำตัวอย่างกับสารมาตรฐาน หน่วยของความขุ่นคือ NTU (Naphelometric Turbidity Unit)

- ความนำไฟฟ้า (Conductivity) ค่าความนำไฟฟ้าของสารละลายขึ้นกับปริมาณสารที่มีประจุซึ่งละลายอยู่ในน้ำ มีหน่วยเป็นMicromhos/cm (μmhos/cm)
- สี (Colour) สีของน้ำแบ่งได้ 2 กลุ่มคือ สีแท้(True Colour) และสีที่ปรากฏ (Apparent Colour) สีแท้คือสีที่เกิดขึ้นเนื่องจากการละลายของสารต่างๆ ส่วนสีปรากฏคือสีที่เกิดจากสารแขวนลอยขนาดเล็กในน้ำ สีของน้ำมีผลต่อการใช้น้ำเพื่อการอุปโภคและอุตสาหกรรม น้ำประปาที่มีสีอาจเป็นน้ำมีความปลอดภัยต่อการบริโภคแต่ก็เป็นน้ำที่ไม่น่าใช้
- กลิ่นและรส (Ordor and Taste) เกิดจากสารปนเปื้อนที่ละลายน้ำ กลิ่นและรสทำให้น้ำไม่น่านำมาใช้ในการอุปโภคบริโภค
- อุณหภูมิ(Temperature) อุณหภูมิของน้ำมีผลกระทบต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีในแหล่งน้ำ ความสามารถในการละลายของก๊าซต่างๆ โดยเฉพาะปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ
- ของแข็ง(Solids) เป็นลักษณะที่สำคัญที่ใช้ในการบ่งบอกคุณภาพน้ำดีและน้ำเสีย มีหน่วยเป็น มก./ล ของแข็งอยู่ในรูปต่างๆ ของแข็งแขวนลอย (Suspended Solids หรือSS) และของแข็งที่สามารถตกตะกอนได้ (Settleable Solids)

2.2.2 ลักษณะทางเคมี (Chemical Characteristics)

pH เป็นการวัดความเข้มข้นของ H^+ ในน้ำ pH มีผลต่อคุณภาพน้ำและน้ำเสีย ทั้งยังถูกกำหนดไว้ในมาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินด้วย นอกจากนั้นยังมีผลต่อประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำและน้ำเสียด้วย ความเป็นกรด ความเป็นด่าง น้ำมันแลไขมัน ออกซิเจนละลายน้ำ ความต้องการออกซิเจนได้แก่ BOD COD ค่าเปอร์แมงกาเนต สารอินทรีย์คาร์บอนทั้งหมด ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส

2.2.3 ลักษณะทางชีวภาพ (Biological Characteristics)

สิ่งมีชีวิตต่างๆทีอยู่ในน้ำ ชนิดและปริมาณสิ่งมีชีวิตจะสัมพันธ์กับคุณภาพน้ำและปัจจัยต่างๆทางสิ่งแวดล้อมจุลินทรีย์มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในการบำบัดน้ำเสียซึ่งปนเปื้อนด้วยสารอินทรีย์

สิ่งมีชีวิตในน้ำสามารถจัดแบ่งกลุ่มได้ดังนี้

1) แบ่งตามแหล่งสารอินทรีย์ที่นำมาใช้เป็นอาหาร สามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม ได้แก่

- สิ่งมีชีวิตที่สามารถสังเคราะห์สารอินทรีย์ที่ต้องการโดยกระบวนการสังเคราะห์แสง หรือกระบวนการสังเคราะห์ทางเคมี สิ่งมีชีวิตกลุ่มนี้เรียกว่า Auto tropic Organisms
- สิ่งมีชีวิตที่ต้องอาศัยสารอินทรีย์จากแหล่งภายนอก เรียกว่า Heterohropic Organism

2) แบ่งตามความต้องการออกซิเจน สามารถแบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม

- พวก Aerobes ต้องดำรงชีวิตในสิ่งแวดล้อมที่มีออกซิเจนอิสระ
- พวก Anaerobes สามารถดำรงชีวิตได้ในสิ่งแวดล้อมที่ไม่มีออกซิเจนอิสระ
- พวก Facultative สามารถดำรงชีวิตได้ทั้งในสภาพที่มีและไม่มีออกซิเจนอิสระ

3) แบ่งตามชนิดของสิ่งมีชีวิต สิ่งมีชีวิตที่สำคัญที่พบในน้ำและน้ำเสีย ได้แก่ แบคทีเรีย (Bacterial) รา (Fungi) โปรโตรซัว (Protozoa) หนอนและพยาธิต่างๆ (Worms) โรติเฟอร์ (Rotifers) ไวรัส (Virus) และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ เช่น ปลา กุ้ง หอย แหล่งน้ำที่มีคุณภาพต่างกันจะพบชนิด ปริมาณ และความหลากหลายของ สิ่งมีชีวิตเหล่านี้ต่างกัน ดังนั้นจึงมีการใช้สิ่งมีชีวิตเหล่านี้เป็นตัวชี้บอกคุณภาพน้ำ หรือเรียกว่าดัชนีชีวภาพ (Biological Indicators)

ดังนั้น จากกระบวนการผลิตสับปะรดกระป๋องลักษณะของน้ำมีลักษณะของน้ำ คือค่าBOD COD pH ของแข็งแขวนลอย และค่าฟอสฟอรัส ซึ่งเกิดจากกระบวนการผลิตเป็นสาเหตุของการเปลี่ยนคุณภาพของน้ำทางกายภาพที่มีน้ำจากการผลิตสับปะรดกระป๋องปะปนมาซึ่งเป็นการเพิ่มเชื้อจุลินทรีย์ในน้ำ เร่งการเจริญเติบโตของค่า BOD COD และเกิดการเปลี่ยนค่า pH ในน้ำ มากน้อยต่างกันขึ้นอยู่กับกำลังผลิต

2.3 กฎหมายการจัดการคุณภาพน้ำในโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง

การจัดการคุณภาพน้ำในโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องก่อนทิ้งลงสู่แหล่งน้ำต้องมีการควบคุมและตรวจสอบคุณภาพให้ได้มาตรฐานน้ำทิ้งดังนี้

2.3.1 พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535

หมวดที่ 4 การควบคุมมลพิษ

ส่วนที่ 5 การควบคุมมลพิษน้ำ

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม โดยคำแนะนำของคณะกรรมการควบคุมมลพิษ มีอำนาจประกาศในราชกิจจานุเบกษา กำหนดประเภทของแหล่งกำเนิดมลพิษน้ำที่จะต้องถูกควบคุมการระบายน้ำทิ้งลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ และเจ้าของแหล่งกำเนิดมลพิษน้ำนั้นๆ จะต้องจัดให้มีการติดตั้งระบบบำบัดน้ำเสียหรือรวมทั้งมีผู้ควบคุมดูแลระบบบำบัดน้ำเสีย ตามที่เจ้าพนักงานควบคุมมลพิษกำหนด

2.3.2 พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535

ค่ามาตรฐานน้ำทิ้งตามประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและ สิ่งแวดล้อม ฉบับที่ 3 (พ.ศ. 2539)

1. ค่า pH 5.5 – 9.0
2. สารแขวนลอย (SS) ไม่เกิน 50 มิลลิกรัมต่อลิตร
3. อุณหภูมิไม่เกิน 40 องศาเซลเซียส
4. สีหรือกลิ่นไม่เป็นที่พึงรังเกียจ
5. น้ำมันและไขมัน ไม่เกิน 50 มิลลิกรัมต่อลิตร
6. ค่า BOD ไม่เกิน 20 มิลลิกรัมต่อลิตร
7. ค่า COD ไม่เกิน 120 มิลลิกรัมต่อลิตร
8. น้ำมันและไขมัน ไม่เกิน 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร
9. ซัลไฟด์ไม่เกิน 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

2.4 การบำบัดน้ำเสีย (Wastewater treatment)

2.4.1 แนวคิด

กระบวนการบำบัดน้ำเสียเป็นการเลียนแบบกระบวนการฟอกตัวตามธรรมชาติของแหล่งน้ำ (Self Purification) คือมีการลดมลสารด้วยวิธีทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ น้ำทิ้งจะปนเปื้อนด้วยมลสารชนิดต่างๆ ดังนั้นการบำบัดน้ำเสียจึงไม่สามารถทำได้โดยวิธีการใดวิธีการหนึ่งเพียงอย่างเดียว แต่จะต้องทำเป็นระบบอย่างต่อเนื่องจึงสามารถลดปริมาณมลสารชนิดต่างๆในน้ำได้ การบำบัดจะต้องทำเป็นขั้นตอนเริ่มตั้งแต่การบำบัดขั้นเตรียมและขั้นต้น ขั้นที่สอง และขั้นที่ สามหรือขั้นสูง (ดังจะกล่าวในหัวข้อ 2.4.3) ในแต่ละขั้นตอนจะประกอบด้วยวิธีการบำบัดต่างๆต่อเนื่องกัน ซึ่งมีทั้งวิธีการทางกายภาพ เคมี กายภาพ-เคมี และชีวภาพ (ดังจะกล่าวรายละเอียดในหัวข้อ 2.6) การบำบัดเหล่านี้ก่อให้เกิดตะกอนซึ่งต้องทำการบำบัดอย่างถูกต้องเหมาะสมต่อไป

2.4.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสีย

ควบคุมการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียจะต้องทราบปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อที่จะได้เตรียมการป้องกันและแก้ไขเหตุขัดข้องต่างๆที่จะเกิดขึ้นและมีผลทำให้ระบบบำบัดน้ำเสียมีประสิทธิภาพในการบำบัดต่ำลง ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ปัจจัยที่มีผลต่อระบบบำบัด

ระบบบำบัดน้ำเสีย	ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการทำงาน
1. บ่อหมักไร้อากาศ (Anaerobic Tank)	1. ค่า pH เป็นกลางประมาณ 6.5 - 9.0 เพื่อให้เชื้อทำงานได้ 2. ปริมาณตะกอนที่สะสมอยู่เมื่อมีปริมาณมากจำเป็นต้องสูบทิ้งอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง
2. ระบบเติมอากาศ (Biofilm Tank)	1. ค่าความสกปรกของน้ำเสีย BOD ไม่ควรเกิน 250 มก./ล. 2. อุณหภูมิไม่ควรเกิน 40.0 องศาเซลเซียส 3. ค่า pH อยู่ในช่วง 6.5 - 9.0 4. BOD : N : P = 100 : 5 : 1 5. DO > 1.0 mg/I.

ที่มา : รวบรวมจากฝ่ายสุขาภิบาลทั่วไป กองอนามัยสิ่งแวดล้อม สำนักอนามัย กรุงเทพมหานคร

2.4.2.1 ความเข้มข้นของสารอินทรีย์ในน้ำเสีย

เนื่องจากสารอินทรีย์ในน้ำเสียเป็นอาหารของเชื้อจุลินทรีย์ในระบบบำบัด ดังนั้นหากความเข้มข้นของสารอินทรีย์เปลี่ยนแปลงมากจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของสารจุลินทรีย์ในระบบและอาจจะทำให้เชื้อจุลินทรีย์ตายได้ เนื่องจากทนค่าความสกปรกไม่ได้ ต้องอาศัยระยะเวลาในการปรับตัวนาน ทำให้น้ำทิ้งออกจากระบบขุ่น และมีกลิ่นเหม็นในช่วงระยะเวลาหนึ่ง จนกว่าระบบจะปรับตัวได้ โดยปกติจะ ประมาณ 1 - 2 สัปดาห์ ถ้าค่าความสกปรกไม่มากจนเกินไป แต่ถ้าค่าความสกปรก เกินกว่าที่ออกแบบไว้มากกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ และติดต่อกันเป็นระยะเวลามากกว่า 1 สัปดาห์ ระบบจะไม่สามารถทำงานได้

2.4.2.2 ค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH)

จุลินทรีย์จะเจริญเติบโตได้ดีที่ค่าความเป็นกรด-ด่าง อยู่ระหว่าง 6 - 9 ถ้าค่า pH ต่ำกว่า 4.5 ฟอสฟอรัสจะแยกตัวออกจากน้ำเสียและจุลินทรีย์ไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์

ได้ ทำให้ระบบทำงานได้ไม่ดีเช่นกันแต่ถ้า pH มีค่าสูงกว่า 9.0 จุลินทรีย์จะทำลาย บีโอดีได้น้อยลง

2.4.2.3 อาหารเสริมสร้าง (Nutrient)

ได้แก่ไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในอัตราส่วน BOD: N: P เท่ากับ 100: 5:1 ถ้าอาหารเสริมเสร้างไม่เพียงพอจะมีผลกระทบต่อประสิทธิภาพ ในการทำงานของระบบ เช่น ถ้าขาดไนโตรเจน รา จะเจริญเติบโตได้ดี ทำให้ประสิทธิภาพในการ บำบัดลดต่ำลง และถ้าขาดฟอสฟอรัส จะเกิดปัญหาเช่นเดียวกับการขาดไนโตรเจน เป็นต้น

2.4.2.4 ปริมาณออกซิเจนละลาย (Dissolved Oxygen)

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำจะต้องไม่ต่ำกว่า 1 - 2 มก./ล. เพื่อให้ เพียงพอกับความต้องการของเชื่อจุลินทรีย์ในการย่อยสลายสิ่งสกปรกในน้ำเสีย หรืออย่างน้อยที่สุดต้องไม่ต่ำกว่า 0.5 มก./ล.

2.4.2.5 อุณหภูมิ (Temperature)

อุณหภูมิที่เหมาะสมกับการทำงานของเชื้อจุลินทรีย์ไม่ควรเกิน 40 องศาเซลเซียส อัตราการทำลายบีโอดีจะเพิ่มขึ้น แต่จะลดลงถ้าอุณหภูมิสูงเกินไป นอกจากนั้น เมื่ออุณหภูมิสูงๆ จะทำให้ออกซิเจนละลายน้ำได้น้อยลง มีผลให้เชื้อจุลินทรีย์ตายได้

2.4.2.6 สารพิษ (Toxic Agent)

สารพิษแบ่งเป็น 2 พวกคือ แบบพิษเฉียบพลัน (Acute toxicity) เช่นน้ำยาฆ่า เชื้อต่างๆ ซึ่งเชื้อจุลินทรีย์จะตายหมด ภายในระยะเวลาไม่กี่ชั่วโมง และแบบพิษออกฤทธิ์ช้า (Chronic toxicity) เช่น โลหะหนักอื่นๆ ซึ่งจะใช้ระยะเวลาและจะค่อยๆตาย สังเกตได้ ฟิล์มที่เกาะบนตัวกลางพลาสติกจะไม่มี และเกิดฟองสีขาวลักษณะคล้าย ฟองผงซักฟอกขึ้น น้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วไม่ได้คุณภาพ มีกลิ่นเหม็น

2.4.3 ขั้นตอนการบำบัดน้ำเสีย

การบำบัดน้ำเสียแบ่งออกตามขั้นตอนได้ดังนี้

2.4.3.1 ระบบบำบัดขั้นเตรียมและขั้นต้น (Preliminary and Primary Treatment) เป็นการบำบัดเพื่อแยกทราย กรวด และของแข็งขนาดใหญ่ ออกจาก ของเหลวหรือน้ำเสีย โดยเครื่องจักรอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบด้วย ตะแกรงหยาบ (Coarse Screen) ตะแกรงละเอียด (Fine Screen) ถังดักกรวดทราย (Grit Chamber) ถังตกตะกอนเบื้องต้น (Primary Sedimentation Tank) และเครื่องกำจัดไขฝ้า (Skimming Devices) การบำบัด น้ำเสียขั้นนี้สามารถกำจัดของแข็งแขวนลอยได้ร้อย ละ 50 - 70 และกำจัดสารอินทรีย์ซึ่งวัดในรูป

ของ BOD ได้ ร้อยละ 25 – 40 เป็นขั้นตอนการเตรียมการเพื่อการบำบัดหลักในขั้นตอนที่สอง(Secondary Treatment) เป็นการแยกของแข็งขนาดใหญ่และมีน้ำหนักมากออกจากน้ำ เพื่อลดภาระมลสารที่จะเข้าสู่หน่วยบำบัดขั้นต่อไป ทั้งยังเป็นการป้องกันการอุดตันและความเสียหายที่อาจเกิดกับอุปกรณ์การบำบัดต่างๆ เช่น ปั๊มน้ำ เครื่องเติมอากาศ เป็นต้น ประสิทธิภาพการบำบัดมลสารโดยการบำบัดขั้นต้นแสดงในตารางที่ 3.3

2.4.3.2 ระบบบำบัดขั้นตอนที่สอง (Secondary Treatment)เป็นการบำบัดน้ำเสียที่ผ่านกระบวนการบำบัดขั้นต้นและการบำบัดเบื้องต้นมาแล้ว แต่ยังคง มีของแข็งแขวนลอยขนาดเล็กและสารอินทรีย์ทั้งที่ละลายและไม่ละลายใน น้ำเสียเหลือค้างอยู่ โดยทั่วไปการบำบัดขั้นที่สองหรือเรียกอีกอย่างว่าการบำบัดทางชีวภาพ (Biological Treatment) จะอาศัยหลักการเลี้ยงจุลินทรีย์ในระบบภายใต้สภาวะที่สามารถควบคุมได้ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการกินสารอินทรีย์ได้รวดเร็วกว่าที่เกิดขึ้นตาม ธรรมชาติ และแยกตะกอนจุลินทรีย์ออกจากน้ำทิ้งโดยใช้ถัง ตกตะกอน (Secondary Sedimentation Tank) ทำให้น้ำทิ้งมีคุณภาพดีขึ้น จากนั้นจึงผ่านเข้าระบบฆ่าเชื้อโรค (Disinfection) เพื่อให้แน่ใจว่าไม่มีจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคปนเปื้อน ก่อนจะระบายน้ำทิ้งลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ หรือนำกลับไป ใช้ประโยชน์ (Reuse) การบำบัดน้ำเสียในขั้นนี้สามารถกำจัดของแข็งแขวนลอยและสารอินทรีย์ซึ่งวัดในรูปของ บีโอดีได้มากกว่าร้อยละ 80

ตัวอย่างวิธีการบำบัดทางชีวภาพแบบใช้ออกซิเจน ได้แก่ บ่อผึ่ง (Stabilization Pond) บ่อเติมอากาศ (Aerated Lagoon) ระบบเลี้ยงตะกอน (Activated Sludge) ระบบลานโปรยกรอง (Tricking Filter)

ตัวอย่างวิธีการบำบัดแบบไม่ใช้ออกซิเจน ได้แก่ บ่อเกรอะ (Septic Tank) บ่อไร้อากาศ (Anaerobic Lagoon) ระบบกรองไร้อากาศ (Anaerobic Filter) ระบบ (Up flow Anaerobic Sludge Blanket; UASB)

2.4.3.3 ระบบบำบัดขั้นที่สาม (Tertiary Treatment) หรือการบำบัดขั้นสูง (Advanced Treatment) เป็นกระบวนการกำจัดสารอาหาร (ไนโตรเจนและฟอสฟอรัส) สี สารแขวนลอยที่ตกตะกอนยาก และอื่นๆ ซึ่งยังไม่ได้ถูกกำจัดโดยกระบวนการบำบัดขั้นที่สอง ทั้งนี้เพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำให้ดียิ่งขึ้นเพียงพอที่จะนำกลับมาใช้ใหม่ (Recycle) ได้ นอกจากนี้ยังช่วย ป้องกันการเติบโตผิดปกติของสาหร่ายที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดน้ำเน่า แก้ไขปัญหาความน่ารังเกียจของแหล่งน้ำอันเนื่องจากสี และแก้ไขปัญหาอื่นๆ ที่ระบบบำบัดขั้นที่สองไม่สามารถกำจัดได้ กระบวนการบำบัดขั้นสูง ได้แก่

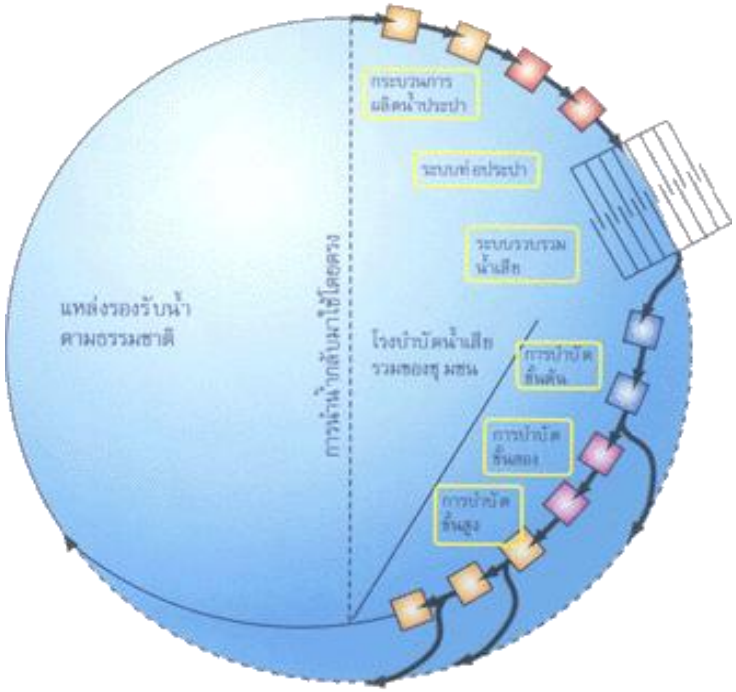
ตารางที่2.2 ประสิทธิภาพการบำบัดสารมลภาวะในน้ำ

ชนิดของมลสาร	ประสิทธิภาพการบำบัด%	
	การบำบัดขั้นต้น	การบำบัดขั้นที่สอง
BOD	25-40	65-95
ของแข็งแขวนลอย	35-65	70-90
ไนโตรเจนทั้งหมด	20-40	65-80
โคลิฟอร์มแบคทีเลีย	50	70-95

ที่มา : Metcalf &Eddy (1991)

- **การกำจัดฟอสฟอรัส** ซึ่งมีทั้งแบบใช้กระบวนการทางเคมีและแบบใช้กระบวนการทางชีวภาพ
- **การกำจัดไนโตรเจน** ซึ่งมีทั้งแบบใช้กระบวนการทางเคมีและแบบใช้กระบวนการทางชีวภาพ โดยวิธีการทางชีวภาพนั้นจะมี 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการเปลี่ยนแอมโมเนียไนโตรเจนให้เป็น ไนเตรต ที่เกิดขึ้นในสภาวะแบบใช้ออกซิเจน หรือที่เรียกว่า "กระบวนการไนตริฟิเคชัน (Nitrification)" และขั้นตอนการเปลี่ยนไนเตรตให้เป็นก๊าซไนโตรเจน ซึ่งเกิดขึ้นในสภาวะไร้ออกซิเจน หรือที่เรียกว่า "กระบวนการดีไนตริฟิเคชั่น (Denitrification)"
- **การกำจัดฟอสฟอรัสและไนโตรเจนร่วมกันโดยกระบวนการทางชีวภาพ** ซึ่งเป็นการใช้ทั้งกระบวนการแบบใช้อากาศและไม่ใช้อากาศในการกำจัดไนโตรเจนโดยกระบวนการไนตริฟิเคชันและกระบวนการดีไนตริฟิเคชันร่วมกับกระบวนการจับใช้ฟอสฟอรัสอย่างฟุ่มเฟือย (Phosphours Luxuty Uptake) ซึ่งต้องมีการใช้กระบวนการแบบไม่ใช้อากาศต่อด้วยกระบวนการใช้อากาศด้วยเช่นกัน ทั้งนี้จะต้องมีการประยุกต์ใช้โดยผู้มีความรู้ความเข้าใจในกระบวนการดังกล่าวเป็นอย่างดี
- **การกรอง (Filtration)** ซึ่งเป็นการกำจัดสารที่ไม่ต้องการโดยวิธีการทางกายภาพ ในสารแขวนลอยที่ตกตะกอนได้ยาก เป็นต้น
- **การดูดติดผิว (Adsorption)** ซึ่งเป็นการกำจัดสารอินทรีย์ที่มีในน้ำเสียโดยการดูดติดบนพื้นผิวของของแข็ง รวมถึงการกำจัดกลิ่นหรือก๊าซที่เกิดขึ้นด้วยวิธีการเดียวกัน

โดยปกติแล้วน้ำที่ผ่านการบำบัดขั้นตอนที่สองแล้วเป็นน้ำที่มีคุณภาพเหมาะสมที่จะปล่อยลงสู่แหล่งน้ำได้ แต่ในบางกรณีที่ต้องการให้น้ำที่ผ่านการบำบัดมีคุณภาพดีขึ้นเนื่องจากต้องการน้ำกลับมาใช้อีก หรือกรณีที่แหล่งรับน้ำทิ้งมีปัญหาเฉพาะ เช่น เป็นแหล่งที่การเจริญของพืชน้ำมากเกินไปจำเป็นต้องลดปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในน้ำทิ้งลงเป็นต้น การบำบัดเพิ่มเติมจากการบำบัดหลักในขั้นที่สองเรียกว่าการบำบัดขั้นที่สามหรือการบำบัดขั้นสูงดังแสดงในภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 แสดงขั้นตอนการบำบัดน้ำเสีย

2.5 แนวทางในการเลือกระบบบำบัดน้ำเสีย

เนื่องจากระบบบำบัดน้ำเสียมีหลายประเภท การเลือกระบบบำบัดที่เหมาะสมจะขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ คือลักษณะน้ำเสีย ระดับของการบำบัด สภาพของท้องถิ่น และความยากง่ายของการดูแลรักษาระบบ โดยระบบที่มีความเหมาะสมต้องเป็นระบบที่มีประสิทธิภาพและมีราคาประหยัด

ลักษณะของน้ำเสียและระดับของการบำบัดจะเป็นตัวกำหนดอย่างกว้างๆ ถึงระบบบำบัดน้ำเสียที่จะนำมาใช้ น้ำเสียที่มีสารอินทรีย์ควรเลือกใช้ระบบบำบัดแบบชีวภาพโดยความเข้มข้นของปริมาณสารอินทรีย์จะ เป็นปัจจัยที่สำคัญในการเลือกระบบที่เหมาะสม น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องเป็นน้ำเสียที่บำบัดได้ง่ายเนื่องจาก ส่วนประกอบส่วนใหญ่เป็น

สารอินทรีย์ที่ย่อยสลายทางชีวภาพ ได้ง่ายและมีความเข้มข้นต่ำ มีปริมาณอาหารเสริมและมีสภาพแวดล้อมอื่นๆ เช่น pH ที่เหมาะสม และ มีจุลินทรีย์อยู่ในน้ำเสีย ดังนั้นการบำบัดน้ำเสียในโรงงานสับปะรดกระป๋อง จึงใช้ระบบชีวภาพ เช่น ระบบเอเอส (Activated Sludge) หรือระบบบ่อผึ่ง (Oxidation Pond) เป็นต้น

สภาพของท้องถิ่นเป็นอีกปัจจัยที่สำคัญในการเลือกระบบที่เหมาะสม ในชุมชนที่มีประชากรหนาแน่น ที่ดินมีราคาสูง ผู้ออกแบบมีความจำเป็นต้องเลือกระบบที่ใช้พื้นที่น้อย แต่ใช้เครื่องจักรกลมาก ซึ่งจะเป็นระบบที่มีค่าก่อสร้างและค่าใช้จ่ายในการเดินระบบสูง และต้องการผู้ดูแลระบบที่มีความรู้ความสามารถ ในทางตรงข้ามกรณีพื้นที่ทีอยู่ห่างไกลที่ดินมีราคาถูกสามารถใช้ระบบบำบัดแบบที่ไม่ต้องใช้เครื่องจักรกลมากและไม่ต้องการผู้ดูแลที่มีความสามารถสูง เช่น ระบบต่างๆ จะเป็นระบบที่มีความเหมาะสม ดังนั้น การเลือกระบบบำบัดน้ำเสียขึ้นกับปัจจัยต่างๆ ได้แก่ ลักษณะของน้ำเสีย ระดับการบำบัดน้ำเสียที่ต้องการ สภาพทั่วไปของท้องถิ่น ค่าลงทุนก่อสร้างและค่าดำเนินการดูแลและบำรุงรักษา และขนาดของที่ดินที่ใช้ในการ ก่อสร้าง เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อให้ระบบบำบัดน้ำเสียที่เลือกมีความเหมาะสมกับแต่ละท้องถิ่น ซึ่งมีสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน โดยการบำบัดน้ำเสียสามารถแบ่งได้ตามกลไกที่ใช้ในการกำจัดสิ่งเจือปนในน้ำเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.6 กระบวน การบำบัดน้ำเสีย

กระบวนการบำบัดน้ำเสียสามารถแบ่งออกเป็นประเภทใหญ่ได้ 3 ประเภท คือ

2.6.1. กระบวนการทางกายภาพ (Physical Treatment) เป็นวิธีการแยกเอาสิ่งเจือปนออกจากน้ำเสีย เช่น ของแข็งขนาดใหญ่ กระดาษ พลาสติก เศษอาหาร กรวด ทราย ไขมันและน้ำมันเป็นต้น โดยใช้อุปกรณ์ในการบำบัดทางกายภาพ คือ ตะแกรงดักขยะ ถังดักกรวดทราย ถังดักไขมันและน้ำมัน และถังตกตะกอน ซึ่งจะเป็นการลดปริมาณของแข็งทั้งหมดที่มีในน้ำเสียเป็นหลัก

2.6.2 กระบวนการทางเคมี (Chemical Treatment) เป็นวิธีการบำบัดน้ำเสียโดยใช้กระบวนการทางเคมี เพื่อทำปฏิกิริยากับสิ่งเจือปนในน้ำเสีย วิธีการนี้จะใช้สำหรับน้ำเสียที่มีส่วนประกอบอย่างใดอย่างหนึ่งดังต่อไปนี้ คือ ค่าพีเอช สูงหรือต่ำเกินไป มีสารพิษ มีโลหะหนัก มีของแข็งแขวนลอยที่ตกตะกอนยาก มีไขมันและน้ำมันที่ละลายน้ำ มีไนโตรเจนหรือฟอสฟอรัสที่สูงเกินไป และมีเชื้อโรค ทั้งนี้อุปกรณ์ที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางเคมี ได้แก่ ถังกวนเร็ว ถังกวนช้า ถังตกตะกอน ถังกรอง และถังฆ่าเชื้อโรค

2.6.3 กระบวนการทางชีวภาพ (Biological Treatment)เป็นวิธีการบำบัดน้ำเสียโดยใช้กระบวนการทาง ชีวภาพหรือใช้จุลินทรีย์ ในการกำจัดสิ่งเจือปนในน้ำเสียโดยเฉพาะสารคาร์บอน

อินทรีย์ ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส โดยความสกปรกเหล่านี้จะถูกใช้เป็นอาหารและเป็นแหล่งพลังงานของจุลินทรีย์ในถังเลี้ยงเชื้อเพื่อการเจริญเติบโต ทำให้น้ำเสียมีค่าความสกปรกลดลง โดยจุลินทรีย์เหล่านี้อาจเป็นแบบใช้ออกซิเจน (Aerobic Organisms) หรือไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Organisms) ก็ได้ ระบบบำบัดน้ำเสียที่อาศัยหลักการทางชีวภาพ ได้แก่ ระบบ แอกทิเวเต็ดสลัดจ์ (Activate Sludge, AS) ระบบแผ่นจานหมุนชีวภาพ (Rotating Biological Contactor, RBC) ระบบคลอง วนเวียน (Oxidation Ditch, OD) ระบบบ่อเติมอากาศ (Aerated Lagoon, AL) ระบบโปรยกรอง(Trickling Filter) ระบบบ่อบำบัดน้ำเสีย (Stabilization Pond) ระบบยูเอเอสบี (Upflow Anaerobic Sludge Blanket, UASB) และ ระบบกรองไร้อากาศ (Anaerobic Filter, AF) เป็นต้น

แนวทางการเลือกระบบบำบัดน้ำเสียในโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องที่เหมาะสมควรเลือกการบำบัดโดยวิธีทางชีวภาพ โดยคำนึงถึงพื้นที่ของโรงงาน ปริมาณน้ำที่ใช้ และต้นทุนในการผลิต โรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องส่วนมากเลือกระบบบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีการทางชีวภาพ ระบบ แอกทิเวเต็ดสลัดจ์ (Activate Sludge; AS) และระบบบำบัดน้ำเสียฟิล์มตรึง โดยพิจารณาดังนี้

การบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางชีวภาพ (Biological Wastewater Treatment)

การบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางชีวภาพ เป็นการใช้สิ่งมีชีวิตเป็นตัวช่วยในการเปลี่ยนสภาพของของเสียในน้ำให้อยู่ในสภาพที่ไม่ก่อให้เกิดปัญหาภาวะมลพิษต่อแหล่งน้ำธรรมชาติ ได้แก่ เปลี่ยนให้กลายเป็นแก๊ส ทำให้มีกลิ่นเหม็น เป็นต้น ซึ่งสิ่งมีชีวิตที่มีบทบาทในการช่วยเปลี่ยนสภาพสิ่งสกปรกในน้ำเสีย คือพวกจุลินทรีย์ ได้แก่ พวกแบคทีเรีย โปรโตรซัว สาหร่าย รา และโรติเฟอร์ และจุลินทรีย์ที่มีบทบาทสำคัญที่สุดในการบำบัดน้ำเสีย คือ พวกแบคทีเรียการบำบัดทางชีวภาพแบ่งเป็น 2กลุ่มใหญ่ๆ คือ การบำบัดแบบใช้ออกซิเจนและการบำบัดแบบไม่ใช้ออกซิเจน

การย่อยสลายสารอินทรีย์ด้วยกระบวนการทางชีวภาพแบบใช้ออกซิเจน จะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีความคงตัวสูงก่อให้เกิดสีและกลิ่นในน้ำ ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ ไนเตรทซัลเฟต และฟอสเฟต ข้อเสียของการย่อยแบบใช้ออกซิเจนคือเกิดจุลินทรีย์เซลล์ใหม่นี้เมื่อตกตะกอนแยกออกจากน้ำแล้วก็ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการบำบัดต่อไป

การย่อยสลายด้วยกระบวนการแบบไม่ใช้ออกซิเจน แบ่งเป็น 2 ขั้นตอนคือ ตอนแรก เป็นการเปลี่ยนสารอินทรีย์ให้เป็นกรดอินทรีย์ ขั้นตอนที่ 2 เป็นการเปลี่ยนกรดอินทรีย์ให้เป็นก๊าซมีเทน ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการย่อยสลายเป็นสารที่มีกลิ่น และทำให้น้ำมีสี ได้แก่ กรดอินทรีย์ชนิดต่างๆ สารประกอบซัลไฟด์ชนิดต่างๆ ก๊าซมีเทน ก๊าซแอมโมเนีย **ข้อดี**ของกระบวนการนี้คือ มีการสร้างเซลล์ใหม่ของจะลินทรีย์ เพียง 1 ใน 3 ส่วนของปริมาณสารอินทรีย์ตั้งตนเท่านั้น ทำให้ลดภาระในการจัดการตะกอนลงได้มาก

2.7 ระบบบำบัดแบบใช้ออกซิเจนในโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง

2.7.1. ระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ (Activated Sludge; AS)

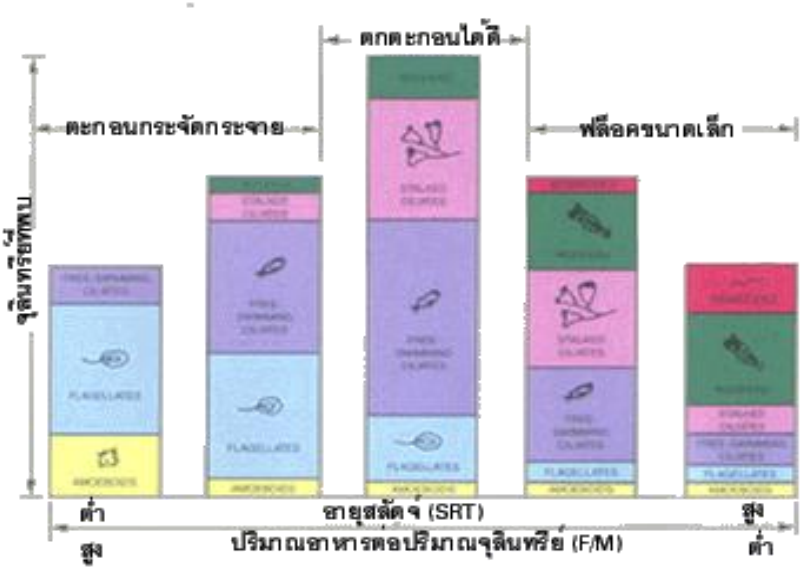
ระบบเอเอส เป็นระบบบำบัดน้ำเสียโดยวิธีชีวภาพ ที่อาศัยจุลินทรีย์ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย มีองค์ประกอบหลักคือ ถังเติมอากาศ และถังตกตะกอน จุลินทรีย์ในถังเติมอากาศจะอาศัยสารอินทรีย์ในน้ำเสียเป็นอาหาร และออกซิเจนจากการเติมอากาศในถังเติมอากาศเพื่อการเจริญเติบโตและเพิ่มปริมาณกลายเป็นสลัดจ์ จากนั้นน้ำเสียจะถูกส่งเข้าสู่ถังตกตะกอนเพื่อแยกน้ำใสให้ไหลล้นออกมาไปสู่ระบบบำบัดขั้นสุดท้าย และตะกอนบางส่วนจะถูกสูบย้อนกลับเข้าสู่ถังเติมอากาศ เพื่อควบคุมตะกอนจุลินทรีย์ แล้วถูกส่งเข้าถังตกตะกอนอีกครั้ง ซึ่งจะเป็นไปอย่างนี้เรื่อย ๆ จนกว่าน้ำจะสะอาด

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ (Activated Sludge) เป็นวิธีบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีการทางชีววิทยา โดยใช้แบคทีเรียพวกที่ใช้ออกซิเจน (Aerobic Bacteria) เป็นตัวหลักในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย สามารถบำบัดได้ทั้งน้ำเสียชุมชนและน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม แต่การเดินระบบประเภทนี้จะมีความยุ่งยากซับซ้อน เนื่องจากจำเป็นจะต้องมีการควบคุมสภาวะแวดล้อมและลักษณะทางกายภาพต่าง ๆ ให้เหมาะสมแก่การทำงานและการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ เพื่อให้ระบบมีประสิทธิภาพในการบำบัดสูงสุด

ในปัจจุบัน ระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์มีการพัฒนาใช้งานหลายรูปแบบ เช่น ระบบแบบกวนสมบูรณ์ (Completly Mix) กระบวนการปรับเสถียรสัมผัส (Contact Stabilization Process) ระบบคลองวนเวียน (Oxidation Ditch) หรือ ระบบบำบัดน้ำเสียแบบเอสบีอาร์ (Sequencing Batch Reactor) เป็นต้น

หลักการทำงาน

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอกติเวเต็ดสลัดจ์โดยทั่วไปจะประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน คือ ถังเติมอากาศ (Aeration Tank) และถังตกตะกอน (Sedimentation Tank) โดยน้ำเสียจะถูกส่งเข้าถังเติมอากาศ ซึ่งมีสลัดจ์อยู่เป็นจำนวนมากตามที่ออกแบบไว้ สภาวะภายในถังเติมอากาศจะมีสภาพที่เอื้ออำนวยต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์แบบ Aerobic จุลินทรีย์เหล่านี้จะทำการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียให้อยู่ในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำในที่สุด น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วจะไหลต่อไปยังถังตกตะกอนเพื่อแยกสลัดจ์ออกจากน้ำใส สลัดจ์ที่แยกตัวอยู่ที่ก้นถังตกตะกอนส่วนหนึ่งจะถูกสูบกลับเข้าไปในถังเติมอากาศใหม่เพื่อรักษาความเข้มข้นของสลัดจ์ในถังเติมอากาศให้ได้ตามที่กำหนด และอีกส่วนหนึ่งจะเป็นสลัดจ์ส่วนเกิน (Excess Sludge) ที่ต้องนำไปกำจัดต่อไป สำหรับน้ำใสส่วนบนจะเป็นน้ำทิ้งที่สามารถระบายออกสู่สิ่งแวดล้อมได้



ภาพที่ 2.3 ระบบบำบัดน้ำเสียAS

ปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของระบบ

1. ความเข้มข้นของสารอินทรีย์ในน้ำเสียสารอินทรีย์ในน้ำเสียเป็นอาหารของจุลินทรีย์ในระบบเอเอส ดังนั้นความเข้มจ้นของสารอินทรีย์ในน้ำเสียจึงมีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในระบบ

2. ธาตุอาหาร จุลิทรีย์ต้องการธาตุอาหาร ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และเหล็ก การขาดธาตุอาหารเหล่านี้ทำให้จุลินทรีย์สร้างฟล็อกเจริญเติบโตได้ไม่ดี จึงทำให้สลัดจ์ไม่จมตัวและอาจไหลปนออกมากับน้ำทิ้ง

3. ออกซิเจนละลาย เพื่อรักษาความเข้มข้นของออกซิเจนละลายนี้ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ

4. ระยะเวลาในการบำบัดน้ำเสียในถังเติมอากาศจะต้องมีมากพอที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายมลสารต่างๆ

5. พีเอช มีผลต่อการทำงานขอแบคทีเรีย โดยแบคทีเรียเจริญเติบโตได้ดีที่ค่าพีเอชระหว่าง 6.5 – 8.5 ถ้าต่ำกว่า ราจะเจริญเติบโตได้ดีกว่าแบคทีเรีย

6. สารพิษ

7. อุณหภูมิเป็นปัจจัยสำคัญในการทำงานและการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในกระบวนการโดยทั่วไปเพิ่มขึ้นทุก 10 องศาเซลเซียส จนกระทั้ง อุณหภูมิประมาณ 37 องศาเซลเซียส หากอุณหภูมิสูงเกินไปจุลินทรีย์จะเจริญเติบโตได้น้อยลง

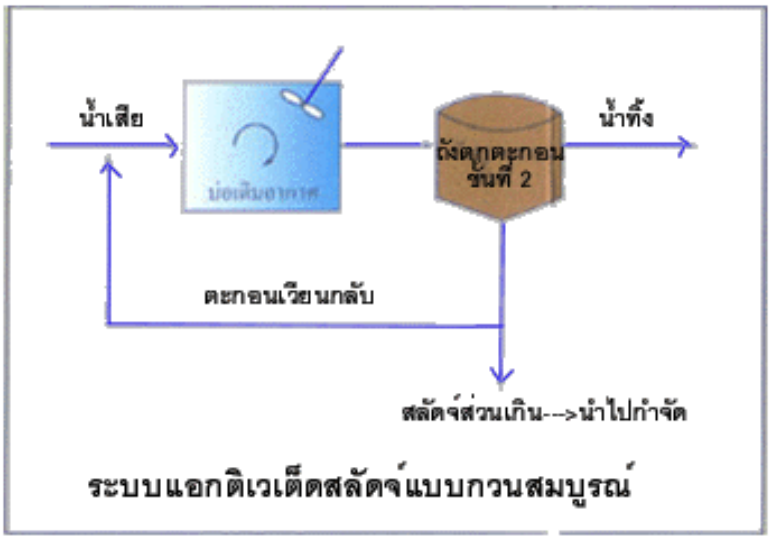
8. การกวนต้องมีการกวนอย่างทั่งถึง

9. อัตราการไหลของน้ำเสียการเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลของน้ำเสียที่ส่งมาเข้าระบบบำบัด มีผลโดยตรงต่อการทำงานของกระบวนการทางชีววิทยาและถังตกตะกอนหากน้ำเสียมีอัตรา

การไหลเพิ่มขึ้นมาก ระยะเวลาในการบำบัดน้อยลง ค่าสารอินทรีย์จะเพิ่มขึ้นและระยะเวลาในการตกตะกอนในถังตกตะกอนขั้นที่สองลดลง

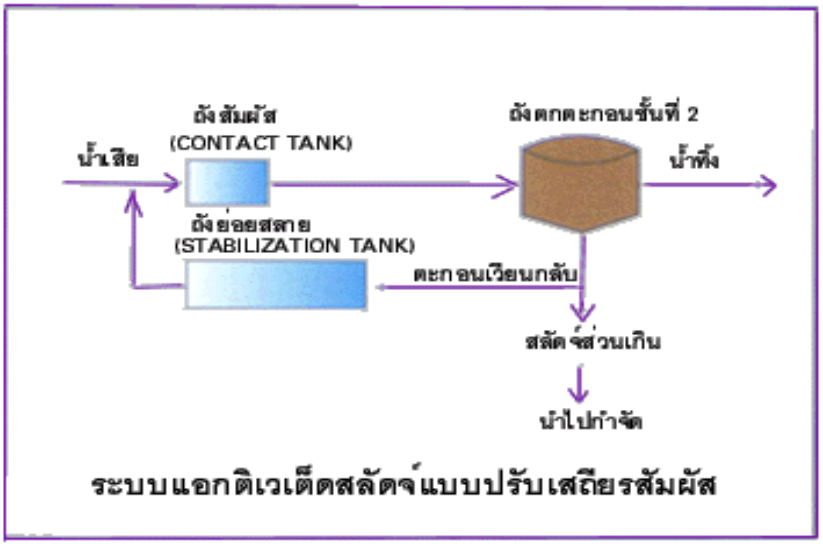
ระบบแอกติเวเต็ดสลัดจ์ที่เหมาะสมกับโรงงานอุตสหกรรมสับปะรดกระป๋อง

ระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์แบบกวนสมบูรณ์ (Completly Mixed Activated Sludge: CMAS) ลักษณะสำคัญของระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์แบบนี้คือ จะต้องมีถังเติมอากาศที่สามารถกวนให้น้ำและสลัดจ์ที่อยู่ในถังผสมเป็นเนื้อเดียวกันตลอดทั่วทั้งถัง ระบบแบบนี้สามารถรับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว (Shock Load) ได้ดี เนื่องจากน้ำเสียจะกระจายไปทั่วถึง และสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ในถังเติมอากาศก็มีค่าสม่ำเสมอทำให้จุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ที่มีอยู่มีลักษณะเดียวกันตลอดทั้งถัง (Uniform Population)



ภาพที่ 2.4 ระบบบำบัดน้ำเสียASแบบสมบูรณ์

ระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์แบบปรับเสถียรสัมผัส (Contact Stabilization Activated Sludge; CSAS) ลักษณะสำคัญของระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์แบบนี้ คือ จะแบ่งถังเติมอากาศออกเป็น 2 ถังอิสระจากกัน ได้แก่ ถังสัมผัส (Contact Tank) และถังย่อยสลาย (Stabilization Tank) โดยตะกอนที่สูบมาจากก้นถังตกตะกอนขั้นสองจะถูกส่งมาเติมอากาศใหม่ในถังย่อยสลาย จากนั้นตะกอนจะถูกส่งมาสัมผัสกับน้ำเสียในถังสัมผัส (Contact Tank) เพื่อย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ในถังสัมผัสนี้ความเข้มข้นของสลัดจ์จะลดลงตามปริมาณน้ำเสียที่ผสมเข้ามาใหม่ น้ำเสียที่ถูกบำบัดแล้วจะไหลไปยังถังตกตะกอนขั้นที่สองเพื่อแยกตะกอนกับส่วนน้ำใส โดยน้ำใสส่วนบนจะถูกระบายออกจากระบบ และตะกอนที่ก้นถังส่วนหนึ่งจะถูกสูบกลับไปเข้าถังย่อยสลาย และอีกส่วนหนึ่งจะนำไปทิ้ง ทำให้บ่อเติมอากาศมีขนาดเล็กกว่าบ่อเติมอากาศของระบบแอกติเวเต็ดสลัดจ์ทั่วไป



ภาพที่ 2.5 แสดงระบบแอกติเวเต็ดสลัดส์แบบปรับเสถียรสัมผัส

ข้อดี กระบวนการนี้สามารถรับอัตราภาระอินทรีย์ได้มากกว่าเมื่อเทียบกับปริมาตรของถังเติมอากาศที่เท่ากัน จุลชีพตกตะกอนได้ดี และสามารถรับสารเป็นพิษหรือการเปลี่ยนแปลงอัตราภาระอินทรีย์ที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วได้ดี

กระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบเอเอส ยังสามารถแยกย่อยต่าง ๆ ได้หลายประเภทขึ้นอยู่กับการจัดวาง และรูปแบบของถังเติมอากาศ ที่ใช้ในประเทศไทย

2.7.2 ระบบเอสบีอาร์ (Sequencing Batch Reactor; SBR) มีถังเติมอากาศและถังตกตะกอนรวมอยู่ในถังเดียวกัน โดยอาศัยการทำงานเป็นรอบ

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบSBR เป็น AS อย่างหนึ่งมีลักษณะสำคัญของระบบแอกติเวเต็ดสลัดจ์แบบนี้ คือ เป็นระบบแอกทิเวเต็ดจ์สลัดจ์ประเภทเติมเข้า-ถ่ายออก (Fill-and-Draw Activated Sludge) โดยมีขั้นตอนในการบำบัดน้ำเสียแตกต่างจากระบบตะกอนเร่งแบบอื่น ๆ คือ การเติมอากาศ (Aeration) และการตกตะกอน (Sedimentation) จะดำเนินการเป็นไปตามลำดับภายในถังปฏิกิริยาเดียวกัน โดยการเดินระบบระบบบำบัดน้ำเสียแบบเอสบีอาร์ 1 รอบการทำงาน (Cycle) จะมี 5 ช่วงตามลำดับ ดังนี้

1.) ช่วงเติมน้ำเสีย (Fill) นำน้ำเสียเข้าระบบ

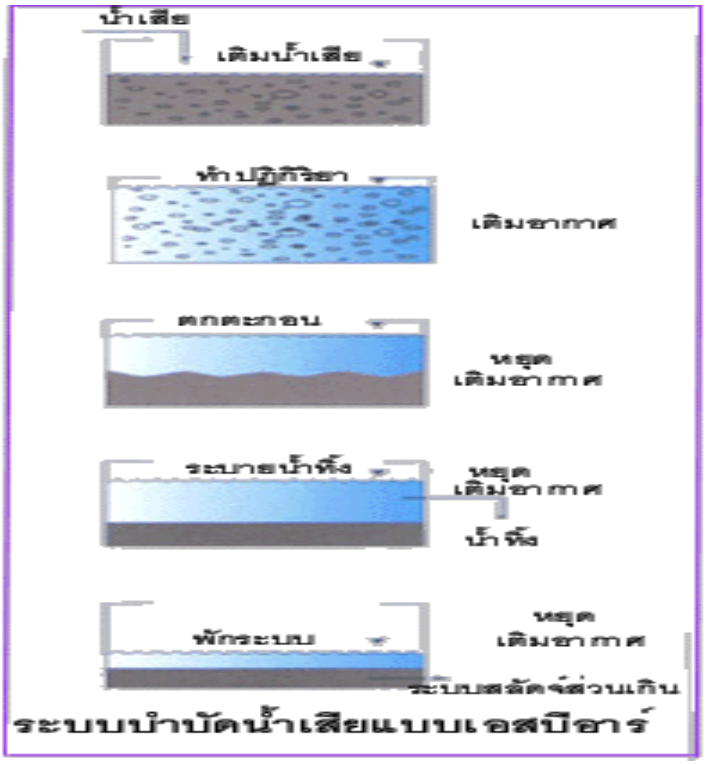
2.) ช่วงทำปฏิกิริยา (React) เป็นการลดสารอินทรีย์ในน้ำเสีย (BOD)

3.) ช่วงตกตะกอน (Settle) ทำให้ตะกอนจุลินทรีย์ตกลงก้นถังปฏิกิริยา

4.) ช่วงระบายน้ำทิ้ง (Draw) ระบายน้ำที่ผ่านการบำบัด

5.) ช่วงพักระบบ (Idle) เพื่อซ่อมแซมหรือรอรับน้ำเสียใหม่

โดยการเดินระบบสามารถเปลี่ยนแปลงระยะเวลาในแต่ละช่วงได้ง่ายขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการบำบัด ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความยืดหยุ่นของระบบบำบัดน้ำเสียแบบเอสบีอาร์



ภาพที่ 2.6 แสดงระบบบำบัดน้ำเสียแบบเอสบีอาร์

ข้อดี ระบบแบบเอสบีอาร์ มีความเหมาะสมกับโรงงานที่มีขนาดเล็กและมีปริมาณน้ำเสียน้อย ซึ่งในทางปฏิบัติอาจมีการใช้ถังบำบัดน้ำเสียมากกว่า 2 ถังขึ้นไป เพื่อให้การดำเนินการบำบัดน้ำเสียเป็นไปอย่างต่อเนื่อง

2.7.3 ระบบคลองวนเวียน (Oxidation Ditch Process) น้ำเสียและสลัดจ์จะถูกเก็บกักอยู่ในถังเติมอากาศที่มีลักษณะเป็นคลองวนเวียนวงรี ทำด้วยคอนกรีต มีหลักการทำงานคือ น้ำเสียจะไหลผ่านคลองวนเวียนไปยังถังตกตะกอนเพื่อแยกน้ำใสและตะกอน น้ำใสจะไหลไปยังระบบบำบัดขั้นสุดท้ายก่อนปล่อยทิ้ง ส่วนตะกอนก้นถังจะถูกสูบกลับไปยังคลองวนเวียนเพื่อทำการบำบัดใหม่

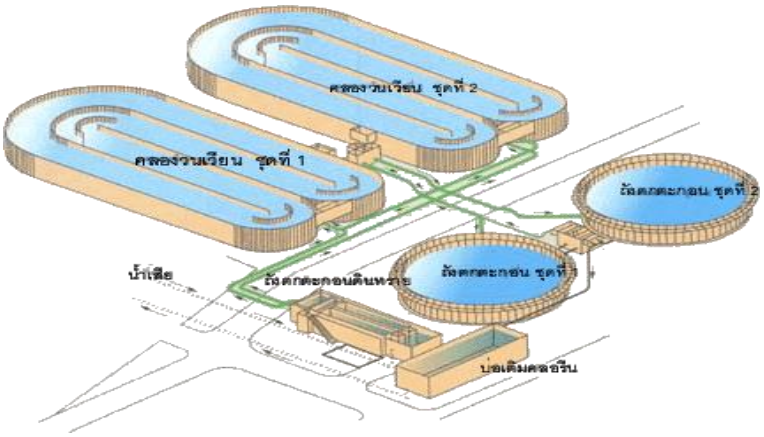
ระบบบำบัดน้ำเสียแบบคลองวนเวียน (Oxidation Ditch ; OD) เป็นระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ (Activated Sludge) ประเภทหนึ่ง ที่ใช้แบคทีเรียพวกที่ใช้ออกซิเจน (Aerobic Bacteria) เป็นตัวหลักในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย และเจริญเติบโตเพิ่มจำนวน ก่อนที่จะถูกแยกออกจากน้ำทิ้งโดยวิธีการตกตะกอน การเดินระบบบำบัดประเภทนี้จะมีความยุ่งยากซับซ้อน เนื่องจาก จำเป็นจะต้องมีการควบคุมสภาวะแวดล้อมและลักษณะทางกายภาพต่าง ๆ ให้เหมาะสมต่อการทำงานและการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ เพื่อให้ระบบมีประสิทธิภาพในการบำบัดสูงสุด

หลักการทำงาน

การทำงานของระบบคลองวนเวียนจะเหมือนกับระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์โดยทั่วไป คือ อาศัยจุลินทรีย์มากมายหลายชนิด โดยจุลินทรีย์ที่สำคัญได้แก่ แบคทีเรีย เชื้อรา และโปรโตซัว เป็นต้น ซึ่งสภาวะที่ใช้ในการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์จะเป็นสภาวะแอโรบิค โดยจุลินทรีย์จะใช้สารอินทรีย์ที่อยู่ในน้ำเสียเป็นแหล่งอาหารและพลังงาน เพื่อการเจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ในระบบ จากนั้นจึงแยกจุลินทรีย์ออกจากน้ำเสียที่ผ่านบำบัดแล้ว โดยวิธีการตกตะกอนในถังตกตะกอน (Sedimentation Tank) เพื่อให้ได้น้ำใส (Supernatant) อยู่ส่วนบนของถังตกตะกอน ซึ่งมีคุณภาพน้ำดีขึ้น และสามารถระบายออกสู่สิ่งแวดล้อมได้

ข้อดีระบบคลองวนเวียนเป็นระบบที่มีประสิทธิภาพในการบำบัดสูง และสามารถบำบัดไนโตรเจนได้ดี

ข้อเสีย ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างและการดำเนินการสูง ใช้พื้นที่มากกว่าระบบแอคติเวเต็ดจ์สลัดจ์ประเภทอื่น ผู้ควบคุมระบบจะต้องมีความรู้ความเข้าใจระบบเป็นอย่างดี หากไม่มีการดูแลที่ดีพอจะทำให้อุปกรณ์เช่น เครื่องเติมอากาศชำรุดได้ง่าย



ภาพที่ 2.7 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบคลองวนเวียน (Oxidation Ditch)
ของเทศบาลตำบลแสนสุข จังหวัดชลบุรี

2.7.4 ระบบบำบัดน้ำเสียฟิล์มตรึง เช่น ระบบแผ่นหมุนชีวภาพ

ระบบแผ่นหมุนชีวภาพ (Rotating Biological Contractor, RBC) เป็นระบบให้น้ำเสียไหลผ่านตัวกลางทรงกระบอกที่วางอยู่ในถังบำบัด จุลินทรีย์ที่ติดอยู่ที่ตัวกลางจะทำหน้าที่บำบัดโดยใช้ออกซิเจนในอากาศระบบแผ่นจานหมุนชีวภาพเป็นระบบบำบัดน้ำเสียทางชีววิทยาให้น้ำเสียไหลผ่านตัวกลางลักษณะทรงกระบอกซึ่งวางจุ่มอยู่ในถังบำบัด ตัวกลางทรงกระบอกนี้จะหมุนอย่างช้า ๆ เมื่อหมุนขึ้นพ้นน้ำและสัมผัสอากาศ จุลินทรีย์ที่อาศัยติดอยู่กับตัวกลางจะใช้

ออกซิเจนจากอากาศย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียที่สัมผัสติดตัวกลางขึ้นมา และเมื่อหมุนจมลงก็จะนำน้ำเสียขึ้นมาบำบัดใหม่สลับกันเช่นนี้ตลอดเวลา

หลักการทำงานของระบบ

กลไกการทำงานของระบบในการบำบัดน้ำเสียอาศัยจุลินทรีย์แบบใช้อากาศจำนวนมากที่ยึดเกาะติดบนแผ่นจานหมุนในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย โดยการหมุนแผ่นจานผ่านน้ำเสีย ซึ่งเมื่อแผ่นจานหมุนขึ้นมาสัมผัสกับอากาศก็จะพาเอาฟิล์มน้ำเสียขึ้นสู่อากาศด้วย ทำให้จุลินทรีย์ได้รับออกซิเจนจากอากาศ เพื่อใช้ในการย่อยสลายหรือเปลี่ยนรูปสารอินทรีย์เหล่านั้นให้เป็น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ และเซลล์จุลินทรีย์ ต่อจากนั้นแผ่นจานจะหมุนลงไปสัมผัสกับน้ำเสียในถังปฏิกิริยาอีกครั้ง ทำให้ออกซิเจนส่วนที่เหลือผสมกับน้ำเสีย ซึ่งเป็นการเติมออกซิเจนให้กับน้ำเสียอีกส่วนหนึ่ง สลับกันเช่นนี้ตลอดไปเป็นวัฏจักร แต่เมื่อมีจำนวนจุลินทรีย์ยึดเกาะแผ่นจานหมุนหนามากขึ้น จะทำให้มีตะกอนจุลินทรีย์บางส่วน หลุดลอกจากแผ่นจานเนื่องจากแรงเฉือนของการหมุน ซึ่งจะรักษาความหนาของแผ่นฟิล์มให้ค่อนข้างคงที่โดยอัตโนมัติ ทั้งนี้ตะกอนจุลินทรีย์แขวนลอยที่ไหลออกจากถังปฏิกิริยานี้ จะไหลเข้าสู่ถังตกตะกอนเพื่อแยกตะกอนจุลินทรีย์และน้ำทิ้ง ทำให้น้ำทิ้งที่ออกจากระบบนี้มีคุณภาพดีขึ้น

ระบบแผ่นหมุนชีวภาพประกอบด้วยหน่วยบำบัดดังนี้

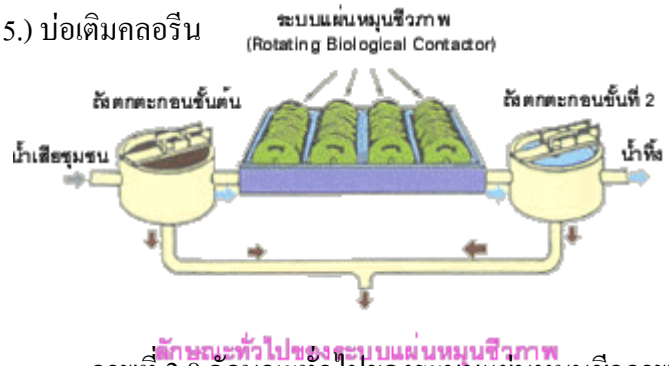
1.) บ่อปรับเสถียรการไหล (Equalizing Tank)

2.) ถังตกตะกอนขั้นต้น (Primary Sedimentation Tank)

3.) ระบบแผ่นหมุนชีวภาพ

4.) ถังตกตะกอนขั้นที่2 (Secondary Sedimentation Tank)

5.) บ่อเติมคลอรีน



ภาพที่ 2.8 ลักษณะทั่วไปของระบบแผ่นหมุนชีวภาพ

ข้อดี

1.) การเริ่มเดินระบบ(Start up) ไม่ยุ่งยากใช้เวลาเพียง 1- 2สัปดาก์

2.) การดูแลบำรุงรักษาง่ายทำให้ไม่จำเป็นต้องใช้บุคลากรที่มีความรู้ความชำนาญ

3.) ไม่ต้องมีการควบคุมการเวียนตะกอนกลับ

4.) ใช้พลังงานในการเดินระบบน้อยเนื่องจากใช้พลังงานไฟฟ้าสำหรับขับเคลื่อน

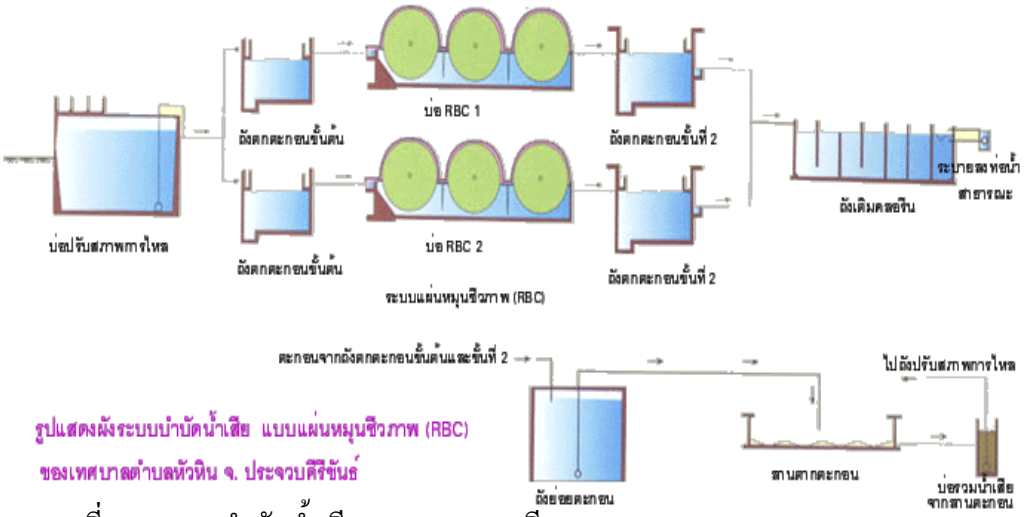
5.) มอเตอร์เท่านั้น ส่งผลให้ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการและบำรุงรักษาต่ำด้วย

ข้อเสีย

1.) ราคาเครื่องจักรอุปกรณ์มีราคาแพง เนื่องจากต้องใช้วัสดุอย่างดีเป็นส่วนประกอบ

2.) เพลาแกนหมุนที่ต้องรับทั้งแรงอัดและแรงบิดชำรุดบ่อยครั้ง

3.) แผ่นจานหมุนชีวภาพชำรุดเสียหายง่ายหากสัมผัสรังสีอุลตราไวโอเลตและสารพิษ เป็นเวลานานอย่างต่อเนื่อง



ภาพที่ 2.9 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบแผนหมุนชีวภาพ

การจำแนกระบบบำบัดน้ำเสียตามลักษณะการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ คือ ระบบบำบัดแบบเติบโตแขวนลอย(Suspended Growth System) ระบบเอเอส และระบบบำบัดแบบฟิล์มตรึง(Biofilm Systemหรือ Fixed Film System) ระบบโปรยกรอง (Trickling Filter) และระบบแผ่นหมุนชีวภาพ(Rotating Biological Contactor หรือ RBC) ระบบบำบัดน้ำเสียแบบฟิล์มตรึง เป็นระบบที่สามารถควบคุมการทำงานได้ง่าย และใช้พลังงานในการเดินระบบต่ำ อย่างไรก็ตามทั้งระบบโปรยกรองและระบบแผ่นหมุนชีวภาพไม่เป็นที่นิยมใช้ เนื่องจากระบบทั้งสองมีประวัติการใช้งานไม่ดีเท่ากับระบบเอเอส นอกจากนี้ระบบแผ่นหมุนชีวภาพจะมีค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างสูง

2.8 การนำน้ำเสียกลับมาใช้ใหม่

การนำน้ำเสียกลับมาใช้ประโยชน์ มีวัตถุประสงค์เพื่อลดปริมาณน้ำที่ใช้ดังนั้นก่อนที่จะพิจารณาน้ำกลับมาใช้ใหม่ ควรมีการตรวจสอบสภาพการใช้น้ำในปัจจุบัน และวางแผนการใช้น้ำให้ประหยัดและเหมาะสม โดยเริ่มต้นจากการสำรวจปริมาณน้ำที่ใช้และคุณภาพน้ำที่ใช้แล้ว พิจารณา

ถึงความเป็นไปได้ในการนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ หรือนำน้ำที่ใช้แล้วไปใช้ในขั้นตอนอื่นๆเลือกวิธีการบำบัดที่เหมาะสมทั้งหมด เช่นเรื่องการใช้พลังงานและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในส่วนอื่นๆ

2.8.1 การบำบัดน้ำเสียเพื่อรวบรวมน้ำกลับมาใช้ประโยชน์

แนวคิดของการนำน้ำเสียกลับมาใช้ประโยชน์เกิดขึ้นเนื่องจากปริมาณน้ำใช้ที่มีจำกัดและไม่เพียงพอ ในอนาคตการนำน้ำเสียกลับมาใช้ประโยชน์อาจมีความจำเป็นสูงขึ้นเนื่องจากมาตรการ ควบคุมการปล่อยน้ำทิ้งที่มีแนวโน้มที่จะเข้มงวดมากขึ้น และค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสียที่สูงขึ้น น้ำที่ได้จากการบำบัดน้ำเสียนั้นไม่จำเป็นต้องมีคุณภาพดีเท่ากับน้ำประปาหรือน้ำที่ยังไม่ได้ใช้ ดังนั้นจึงไม่จำเป็นต้องใช้การบำบัดขั้นสูง เพียงแต่บำบัดให้ได้คุณภาพตามวัตถุประสงค์ที่จะนำไปใช้บางครั้งน้ำที่ใช้แล้วสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้โดยไม่ต้องผ่านการบำบัด โดยปกติถ้าวัตถุประสงค์ของการนำน้ำกลับมาใช้และจำนวนครั้งการหมุนเวียนเพิ่มขึ้น วิธีการบำบัดจะซับซ้อนมากขึ้น ตามไปด้วยในรูปของแข็งโดยวิธีการตกตะกอนทางเคมี การบำบัดทางชีวภาพ การกรอง การกำจัดเกลืออินทรีย์และสารอินทรีย์ ที่ละลายน้ำได้จะเกิดขึ้นน้อยและจะเกิดการสะสมเพื่อนำน้ำมาใช้ซ้ำๆหลายๆครั้ง ทำให้คุณภาพของน้ำด้อยลงตามลำดับ จนในที่สุดจะไม่สามารถนำกลับมาใช้ได้อีก

2.8.2 ตัวอย่างการนำน้ำกลับมาหมุนเวียนใช้ใหม่

2.8.2.1 น้ำหล่อเย็น

ปริมาณน้ำใช้ส่วนใหญ่ในโรงงานอุตสาหกรรมหลายๆประเภท คือ น้ำหล่อเย็นโดยในระบบน้ำหล่อเย็นจะใช้น้ำในการระบายความร้อนจากอุปกรณ์เครื่องจักรต่างๆ หรือผลิตภัณฑ์ ทำให้น้ำหล่อเย็นมีอุณหภูมิสูงขึ้น จากนั้นน้ำหล่อเย็นที่มีอุณหภูมิสูงขึ้นจะถูกทิ้งให้เย็นลงโดยทิ้งให้สัมผัสอากาศภายในหอหล่อเย็น(Cooling Tower) และสามารถนำกลับไปใช้หล่อเย็นได้อีกในระบบหมุนเวียนน้ำหล่อเย็นที่ใช้หล่อเย็นนั้น น้ำส่วนใหญ่จะหมุนเวียนอยู่ภายในระบบ น้ำบางส่วนจะสูญเสียไปโดยการระเหยและการรั่วซึม การระเหยของน้ำในระบบทำให้ปริมาณ เกลือ อนินทรีย์เข้มข้นขึ้นเป็นผลให้โลหะสึกกร่อนและเกิดตระกรันได้ง่าย ดังนั้นจะจ้องมีการระบายน้ำที่หมุนเวียนส่วนหนึ่งทิ้งไปแล้วเติมน้ำใหม่ทดแทนเพื่อป้องกันปัญหา ดังกล่าว

2.8.2.2 น้ำล้าง

ในอุตสาหกรรมอาหาร น้ำเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตส่วนใหญ่จะเป็นน้ำล้าง โดยทั่วไปกระบวนการผลิตจะต้องการน้ำที่มีคุณภาพสูงขึ้นจากวัตถุดิบไปสู่ผลิตภัณฑ์ดังนั้นน้ำล้างสามารถใช้ได้ในหลายขั้นตอนโดยการใช้น้ำ

ในทิศตรงข้าม กับการผลิต ผลิตภัณฑ์ วิธีการล้างย้อนสามารถใช้ในการล้างผลิตภัณฑ์ในอุตสาหกรรมซึ่งทำให้สามารถปริมาณน้ำใช้ต่อ หน่วยผลิตภัณฑ์ได้ อุตสาหกรรมบางชนิด เช่น อุตสาหกรรมการผลิตสารกึ่งตัวนำจะใช้น้ำที่มีความบริสุทธิ์มากในการล้างในแต่ละขั้นตอน เป็นต้น น้ำทิ้งจากอุตสาหกรรมดังกล่าวจะมีความบริสุทธิ์มากเมื่อเทียบกับน้ำธรรมชาติ สามารถรวบรวมกลับมาปรับสภาพโดยกระบวนการแลกเปลี่ยนประจุเพื่อกำจัดสารอนินทรีย์ ดูดซับด้วยถ่านกัมมันต์ เพื่อกำจัดสารอินทรีย์และกลับมาใช้เป็นน้ำดิบในการผลิตน้ำเพื่อใช้กระบวนการผลิตต่อไป

2.9 การบำบัดกากตะกอนหรือสลัดจ์ (Sludge Treatment)

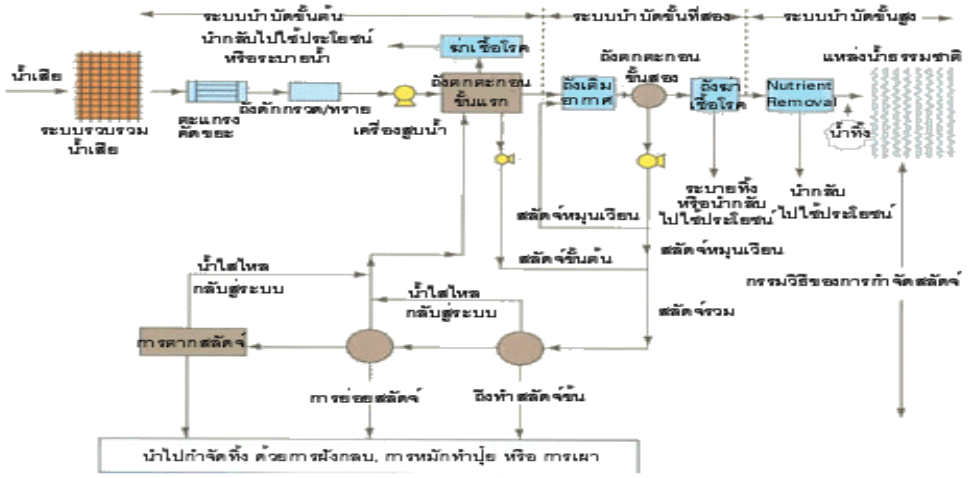
ระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้หลักการทางชีวภาพจะมีกากตะกอนจุลินทรีย์หรือสลัดจ์เป็นผลผลิตตามมาด้วยเสมอ ซึ่งเป็นผลจากการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในการกินสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ดังนั้นจึงจำเป็นต้องบำบัดสลัดจ์เหล่านั้น เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาการเน่าเหม็นของสลัดจ์ การเพิ่มภาวะมลพิษและเป็นการทำลายเชื้อโรคด้วย นอก จากนี้การลดปริมาตรของสลัดจ์โดยการกำจัดน้ำออกจากสลัดจ์ ช่วยให้เกิดความสะดวกในการเก็บขนไปกำจัดทิ้งหรือนำไปใช้ประโยชน์อื่นๆ ทั้งนี้ในการบำบัดสลัดประกอบด้วยกระบวนการหลักๆ ได้แก่

2.9.1 การทำข้น (Thickener) โดยใช้ถังทำข้นซึ่งมีทั้งที่ใช้กลไกการตกตะกอน (Sedimentation) และใช้กลไกการลอยตัว (Floatation) ทำหน้าที่ในการลดปริมาณสลัดจ์ก่อนส่งไปบำบัดโดยวิธีการอื่นต่อไป

2.9.2 การทำให้สลัดจ์คงตัว (Stabilization) โดยการย่อยสลัดจ์ด้วยกระบวนการใช้อากาศหรือ ใช้กระบวนการไร้อากาศ เพื่อทำหน้าที่ในการลดสารอินทรีย์ในสลัดจ์ ทำให้สลัดจ์คงตัวสามารถนำไปทิ้งได้โดยไม่เน่าเหม็น

2.9.3 การปรับสภาพสลัดจ์ (Conditioning) เพื่อทำให้สลัดจ์มีความเหมาะสมกับการนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป เช่น ทำปุ๋ย การใช้ปรับสภาพดินสำหรับใช้ทางการเกษตร เป็นต้น

2.9.4 การรีดน้ำ (Dewatering) เพื่อลดปริมาณสลัดจ์ที่จะนำไปทิ้งโดยการฝังกลบ การเผาหรือนำไปใช้ประโยชน์อื่น ซึ่งทำให้เกิดความสะดวกในการขนส่ง โดยอุปกรณ์ที่ใช้ในการรีดน้ำได้แก่ เครื่องกรองสูญญากาศ (Vacuum filter) เครื่องอัดกรอง (Filter press) หรือเครื่องกรองหมุนเหวี่ยง (Centrifuge) รวมถึงการลานตากสลัดจ์ (Sludge drying bed)



ภาพที่ 2.10 ขั้นตอนการบำบัดตะกอน

การกำจัดกากตะกอนหรือสลัดจ์ (Sludge Disposal)

หลังจากสลัดจ์ที่เกิดขึ้นจากการบำบัดน้ำเสียได้รับการบำบัดให้มีความคงตัว ไม่มีกลิ่นเหม็น และ มีปริมาตรลดลง เพื่อความสะดวกในการขนส่งแล้ว ในขั้นต่อมาก็คือ การนำสลัดจ์เหล่านั้นไปกำจัดทิ้งโดยวิธีการที่เหมาะสม ซึ่งวิธีการกำจัดทิ้งที่ใช้ในปัจจุบัน ได้แก่

การฝังกลบ (Landfill): เป็นการนำสลัดจ์มาฝังในสถานที่ที่จัดเตรียมไว้และกลบด้วยชั้นดินทับอีก ชั้นหนึ่ง

การหมักทำปุ๋ย (Composting) : เป็นการนำสลัดจ์มาหมักต่อเพื่อนำไปใช้เป็นปุ๋ย ซึ่งเป็นการนำสลัดจ์กลับมาใช้ประโยชน์ในการเป็นปุ๋ยสำหรับปลูกพืช เนื่องจากในสลัดจ์ประกอบด้วยธาตุอาหารที่จำเป็นในการเจริญเติบโตของพืช ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และแร่ธาตุต่างๆ

การเผา (Incineration) : เป็นการนำสลัดจ์ที่จวนแห้ง (ตั้งแต่ร้อยละ 40 ของของแข็งขึ้นไป) มาเผา เพราะเนื่องจากไม่สามารถนำไปใช้ทำปุ๋ยหรือฝังกลบได้ สลัดจ์ที่เกิดการบำบัดน้ำเสียของโรงงานสับปะรดกระป๋องส่วนใหญ่ไม่มีการนำ สลัดจ์ที่เกิดขึ้นไปใช้ประโยชน์ เพียงแต่รอเวลาว่าเมื่อมีจำนวนสลัดจ์มากทำให้บ่อบำบัดตื้นเขิน จะมีการขุดบ่อและสลัดจ์ที่ได้ถูกทิ้งบริเวณที่ทำการขุดหรือใช้เป็นการถมที่บริเวณใกล้เคียง ซึ่งสลัดจ์ที่เกิดขึ้นสามารถนำกลับไปใช้ประโยชน์ได้เช่น ใช้ทำ เป็นปุ๋ยใส่ต้นไม้เนื่องจากสลัดจ์ที่เกิดขึ้นไม่มีสารเคมีที่เป็นอันตรายปะปนมาใน ระบบบำบัด ดังนั้นทางบริษัทจึงควรเห็นความสำคัญและประโยชน์ในการเพิ่มผล พลอยได้จากกระบวนการผลิต กระบวนการบำบัดน้ำเสียต่างๆ ทั้งหน่วยบำบัดทาง กายภาพ เคมี และชีวภาพ มีสลัดจ์ เกิดขึ้นจากสารแขวนลอยที่มากับน้ำเสียจากตะกอนจุลินทรีย์ ที่ถ่ายทิ้งออกจากระบบบำบัดทางชีวภาพ และจากตะกอนเคมีที่ถ่ายออกจากระบบบำบัดทางเคมี ในการเลือกระบบกำจัดสลัดจ์ที่เหมาะสมต้อง

พิจารณาถึงลักษณะของสลัดจ์ ปริมาณของ สลัดจ์ที่เกิดขึ้น ทางเลือกของการนำสลัดจ์ไปทิ้ง และความเหมาะสมของระบบกำจัดกับสภาพพื้นที่ โดยทั่วไประบบกำจัดสลัดจ์จะ เริ่มด้วยระบบบำบัดให้สลัดจ์ข้นโดยการตกตะกอนหรือทำให้ตะกอนลอยขึ้น เพื่อลดปริมาณสลัดจ์จะเข้าสู่ระบบย่อยสลัดจ์ โดยอาจเป็นแบบใช้ออกซิเจน (Aerobic Digestion) หรือแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Digestion) ถังหมักจะทำหน้าที่ลด ปริมาณสารอินทรีย์ และป้องกันไม่ให้เกิดกลิ่นเหม็นขึ้นภายหลัง สลัดจ์ที่ผ่านกระบวนการย่อยแล้วจะยังมีปริมาณน้ำปนอยู่มาก จึงควรแยกน้ำออกจากสลัดจ์ก่อนด้วยวิธีต่างๆ เช่น การตากบนลานทราย การรีดน้ำ การเหวี่ยงน้ำออกด้วยเครื่องสลัดที่ผ่านกระบวนการปรับสภาพแล้วสามารถนำไปใช้ถมที่หรือทำเป็นปุ๋ยสำหรับปลูก ต้นไม้ได้ ดังแผนภาพที่ 2.1 การบำบัดไม่จำเป็นต้องครบทุกขั้นตอนแต่เลือกตามความจำเป็นตามลักษณะของตะกอนชนิดนั้นๆ โดยสรุปแล้วการบำบัดตะกอนมีจุดประสงค์เพื่อลดปริมาณตะกอน

2.10 ข้อเสนอแนะ

การบำบัดน้ำเสีย

การบำบัดน้ำเสีย น้ำจากการผลิตสับปะรดกระป๋องมีปริมาณ BOD สูง จำเป็นต้องผ่านการบำบัดด้วยกระบวนการบำบัดทางชีวภาพแบบไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic biological treatment) ตัวอย่างหน่วยบำบัดแบบไม่ใช่ออกซิเจนซิเจนชนิดต่างๆ ได้แก่ บ่อหมักไร้อากาศ ถังกรองไร้อากาศ บ่อ up flow anaerobic sludge blanket (UASB) ต่อจากนั้นจึงผ่านเข้าสู่กระบวนการบำบัดแบบใช้ออกซิเจน (aerobic biological treatment) ตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสียจะต้องผ่านกระบวนการบำบัดตะกอนที่เหมาะสมต่อไป

น้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำสับปะรดมี BOD ต่ำกว่าน้ำเสียในการผลิตสับปะรดกระป๋องอย่างมาก จึงไม่ควรนำน้ำเสียทั้ง 2 ส่วนมาทำการบำบัดร่วมกันตั้งแต่ต้นแต่ควรนำน้ำเสียจากการผลิตน้ำสับปะรดกระป๋องเข้าสู่กระบวนการบำบัดแบบใช้ออกซิเจนได้เลย

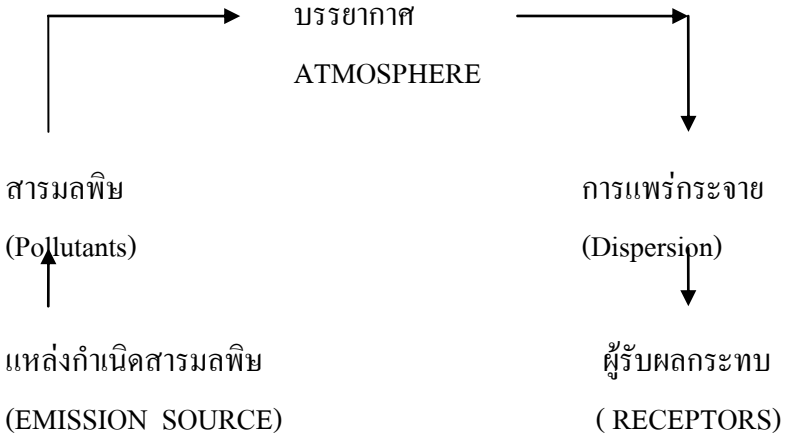
การบำบัดน้ำเสียในโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องที่มีพื้นที่ในการบำบัดน้ำเสียเป็นจำนวนมาก ควรเลือกใช้ระบบเอเอส เนื่องจากเป็นระบบใช้ต้นทุนในการจัดการระบบต่ำ แต่ต้องมีผู้ควบคุมระบบ หากโรงงานใดมีต้นทุนในการจัดระบบการจัดการคุณภาพน้ำทิ้งสูงสามารถเลือกใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบฟิล์มตรึง เนื่องจากไม่จำเป็นต้องมีผู้ควบคุมระบบ สำหรับโรงงานที่มีพื้นที่ไม่มาก สามารถเลือกใช้ระบบเอสบีอาร์ มีประสิทธิภาพสูงในการจัดการคุณภาพน้ำทิ้งอย่างเหมาะสมและใช้พื้นที่ไม่มาก เป็นต้น

บทที่ 3

การจัดการคุณภาพอากาศจากกระบวนการผลิต

มลพิษอากาศ(Air Pollution) หมายถึง ภาวะของอากาศที่มีสาร เจือปนอยู่ในปริมาณที่มากพอ และเป็นระยะเวลานานพอ ที่จะทำให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ สัตว์พืช และวัตถุต่างๆ สารดังกล่าวอาจเป็นธาตุหรือสารประกอบ ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ หรือเกิดจากการกระทำของมนุษย์ หรืออาจอยู่ในรูปของก๊าซ หยดของเหลว หรืออนุภาคของแข็งก็ได้ สารมลพิษอากาศหลักสำคัญคือ ฝุ่นละออง (SPM) ตะกั่ว (Pb) ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์(CO) ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์(SO_2) ก๊าซออกไซด์ของไนตรเจน(NO_x)
และก๊าซโอโซน(O_3)

ระบบมลพิษอากาศ(Air Pollution system) มีส่วนประกอบ 3 ส่วน ที่มีความสัมพันธ์กัน คือ แหล่งกำเนิดสารมลพิษอากาศ (Emission Sources) อากาศหรือบรรยากาศ (Atmosphere) และผู้รับผลเสียหรือผลกระทบ(Receptors) แสดงเป็นแผนภูมิความสัมพันธ์ดังรูป 3.1



แผนภูมิที่ 3.1 ระบบภาวะมลพิษอากาศ

3.1 มลพิษทางอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง

มลพิษทางอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรมสามารถแบ่งเป็น 2 กลุ่มตามลักษณะการเกิด ได้แก่ มลพิษที่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงในเตาเผา

มลพิษที่เกิดจากการเผาไหม้เป็นส่วนที่ทำการรวบรวมได้ง่ายและรวบรวมได้ทั้งหมด เนื่องจากท่อรวบรวมไอเสียทีเกิดขึ้นออกจากแหล่งกำเนิดไปสู่ระบบบำบัดอากาศเสียหรือออกสู่ปล่องควัน ส่วนมลพิษจากกระบวนการอื่นๆ จะทำการรวบรวมโดยการใช้เครื่องดูดหรือท่อดูด (hood) ซึ่งติดตั้งไว้บริเวณที่เกิดมลสารนั้นๆ วิธีการนี้ไม่สามารถรวบรวมมลสารได้ทั้งหมดแต่จะมีบางส่วนที่ฟุ้งกระจายอยู่ภายในบริเวณนั้นๆ เกิดจากกระบวนการเผาไหม้ของหม้อไอน้ำ เตาเผา ซึ่งมีวัตถุประสงค์ในการก่อให้เกิดพลังงานความร้อน เช่นเตาเผาเพิ่มความร้อน เป็นสาเหตุทำให้เกิดก๊าซ SO_2 ,NO_x ,CO เขม่าควันและฝุ่นละอองในอากาศอีกด้วย

มลพิษทางอากาศของโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องเกิดจากการใช้เชื้อเพลิง เป็นน้ำมันเตาเกรด C ซึ่งปล่อยออกไปตามปล่องหม้อไอน้ำ โดยไม่มีการติดตั้งระบบบำบัดก๊าซที่ปล่อยออกจากปล่อง ดังตารางที 3.1 พบว่าก๊าซบางชนิดผลการตรวจวัดเกินมาตรฐาน

จาก ผลการตรวจวัดปริมาณของสารเจือปนในอากาศที่ระบายออกจากโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องแห่งหนึ่ง ผลการตรวจวัดปริมาณของสารเจือปนในอากาศที่ระบายออกจากปล่องหม้อไอน้ำ พบว่าปริมาณฝุ่นละอองมีค่า859.96 มก/ลบ.ม ปริมาณก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนในรูปไนโตรเจนไดออกไซด์มีค่า 156.12 ส่วนในล้านส่วน และปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์มีค่า 6.49 ส่วนในล้านส่วน โดยผลการตรวจวัดคำนวณที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และความดัน 760 มิลลิเมตรปรอท เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน ปริมาณของสารเจือปนในอากาศที่ระบายออกจากโรงงานตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 2 (พ.ศ.2536) ที่กำหนดให้ปริมาณฝุ่นละอองมีค่าได้ไม่เกิน 400 มิลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ปริมาณก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนในรูปไนโตรเจนไดออกไซด์มีค่าได้ไม่เกิน 250 ส่วนในล้านส่วน และปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์มีค่าได้ไม่เกิน 870 ส่วนในล้านส่วน พบว่าปริมาณก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนในรูปไนโตรเจนไดออกไซด์ และปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ยกเว้นปริมาณฝุ่นละอองมีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดดังตารางที่ 3.1

ปริมาณฝุ่นละอองที่ตรวจวัดได้มีค่าสูงกว่ามาตรฐาน สาเหตุอาจเนื่องมาจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ ซึ่งอุณหภูมิในห้องเผาไหม้ต่ำปริมาณ 200 องศาเซลเซียส ควรเพิ่มอุณหภูมิในห้องเผาไหม้ให้สูงขึ้นเป็นปริมาณ 850 องศาเซลเซียส เพื่อให้มีการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ขึ้น และทางโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องควรหามาตรการในการลดและป้องกันฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นจากปล่อง Boiler เพื่อไม่ให้เป็นอันตรายต่อประชาชนที่อาศัยอยู่ใกล้เคียง การแก้ปัญหาในลำดับต่อไปควรจะ

พิจารณาติดตั้งระบบบำบัดอากาศเสียก่อนระบายออกจากปล่อง เพื่อช่วยลดปริมาณสารมลพิษทางอากาศจากการระบาย

ตารางที่ 3.1 ผลการตรวจวัดปริมาณของสารมลพิษในอากาศที่ระบายออกจากปล่อง

ดัชนีการตรวจวัด	หน่วย	ผลการตรวจวัด	มาตรฐาน
1.ปริมาณฝุ่นละออง(Particlate)	mg/m^3	859.96	400
2. ปริมาณก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน ในรูปไนโตนเจนไดออกไซด์ (NO as NO)	Ppm	156.12	250
3. ปริมาณก๊าซ คาร์บอนไดออกไซด์(CO)	Ppm	6.49	870
4. ปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์(SO_2)	Ppm	939.76	1,250

หมายเหตุ ผลการตรวจวัดคำนวณที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ความดัน 760 มิลลิเมตรปรอท และ ปริมาตรอากาศส่วนเกินในการเผาไหม้ร้อยละ 20

มาตรฐานปริมาณสารเจือปนในอากาศที่ระบายออกจากโรงงาน ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 2 เพิ่มเติม (พ.ศ. 2543)

ที่มา : บริษัทอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง(2545)

สำหรับปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์มีค่า 939.76 ส่วนในล้านส่วน โดยผลการตรวจวัดคำนวณที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ความดัน 760 มิลลิเมตรปรอท และปริมาตรอากาศส่วนเกินในการเผาไหม้ร้อยละ 20 เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานปริมาณสารเจือปนในอากาศที่ระบายออกจากโรงงาน ตามประกาศกระทรวง อุตสาหกรรม ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2543) พบว่ามีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ดังกล่าว ที่กำหนดให้ปริมาณ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ที่ระบายออกจากปล่องที่ใช้น้ำมันเตาเป็นเชื้อเพลิงมีค่าได้ไม่เกิน 1,250 ส่วนในล้านส่วน

3.2 **ประเภทมลพิษในอากาศและวิธีการวิเคราะห์**

3.2.1 ออกไซด์ของกำมะถัน (Oxide of Sulfur; SO_x)

ออกไซด์ของกำมะถันประกอบด้วยสารประกอบหลัก 2 ชนิด ได้แก่ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) และซัลเฟอร์ไตรออกไซด์ (SO_3) โดยส่วนใหญ่จะเป็นสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ออกไซด์ของกำมะถัน เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงที่มีกำมะถันเป็นองค์ประกอบ เช่น ถ่านไม้ ถ่านหินและน้ำมัน

เมื่อออกไซด์ของกำมะถัน 2 ชนิดรวมตัวกับน้ำจะเกิดเป็นกรดซัลฟุรัสและกรดซัลฟุริกทำให้เกิดฝนกรด

วิธีการวิเคราะห์ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกโดยวิธี “พาราโรซานิลีน (Pararosaniline) ทำโดยการเก็บตัวอย่างอากาศโดยดูดอากาศด้วยอัตราเร็วที่แน่นอนในช่วงเวลาที่กำหนด

3.2.2 ออกไซด์ของไนโตรเจน (Oxide of Nitrogen,NO_x)

ออกไซด์ของไนโตรเจนที่มีเจือปนอยู่ในอากาศ รูปของออกไซด์ของไนโตรเจนที่มนุษย์สร้างขึ้นได้แก่ NO NO_2 ซึ่งแสดงค่ารวมอยู่ในรูป NO_x

สารประกอบ NO_x เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง เช่น ถ่านหิน น้ำมันเชื้อเพลิง

การวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนไดออกไซด์(NO_2) ในอากาศโดยวิธี “Griess-Saltman” ทำโดยเก็บตัวอย่างอากาศโดยดูดอากาศด้วยอัตราเร็วที่แน่นอนในช่วงเวลาที่กำหนดเป่าผ่านสารละลายดักจับ (absorbing solution)

3.2.3 คาร์บอนมอนอกไซด์ (Carbonmonoxide,CO)

ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงที่เกิดการสันดาปที่ไม่สมบูรณ์ในสภาวะที่มีปริมาณออกซิเจนไม่เพียงพอ ปริมาณ CO ที่เกิดการเผาไหม้ขึ้นกับปริมาณอากาศส่วนเกิน (Excess Air) ในห้องเผาไหม้ ถ้ามีปริมาณอากาศส่วนเกินต่ำจะทำให้เกิดก๊าซ CO สูง ดังนั้นการควบคุมปริมาณ CO ทำได้โดยการควบคุมสภาวะการเผาไหม้ให้มีปริมาณ excess air พอเหมาะ คาร์บอนมอนนอกไซด์เป็นก๊าซที่มีอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตอย่างมากเนื่องจากสามารถจับตัวได้ดีกับฮีโมโกลบินในเม็ดเลือด ทำให้ขัดขวางการนำออกซิเจนไปเลี้ยงเนื้อเยื่อทั่วร่างกาย

การวิเคราะห์ปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ใช้วิธีการวิเคราะห์ทางกายภาพซึ่งเรียกว่า วิธีการดูดกลืนแสงแบบ(Non-dispersive infrared absorption method)

3.2.4 อนุภาคมลสาร (Particulate matter ; PM)

อนุภาคมลสาร หมายถึง อนุภาคในอากาศที่เป็นของแข็งและของเหลวขนาดต่างๆ ที่อุณหภูมิและความดันปกติทั้งนี้ยกเว้นไอน้ำ อนุภาคมลสารมีขนาดตังแต่ ต่ำกว่า 0.1 – 200 ไมคอน อนุภาคมลสารมีชื่อเรียกต่างๆกัน ได้แก่ ฝุ่น (Dust) ควัน (Smoke) ไอเสีย (Fume) เถ้าลอย (Fly Ash) ละออง (Mist) สเปรย์ (Spray) และ ละออง (Aerosol)

3.3 การป้องกันและควบคุมมลพิษทางอากาศ

วิธีการป้องกันและควบคุมมลพิษทางอากาศ ได้แก่ การเจือจางในบรรยากาศ การควบคุมที่แหล่งกำเนิด และการกำจัดมลพิษจากไอเสียก่อนปล่อยออกสู่บรรยากาศ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

3.3.1 การเจือจางในบรรยากาศ

การเจือจางในบรรยากาศทำโดยการสร้างปล่องควัน(Stack) สูงๆ เพื่อช่วยให้ไอเสียที่ปล่อยจากปล่องถูกเจือจางก่อนที่จะกระจายลงสู่พื้นดิน ทำให้ความเข้มข้นของสารต่างๆบริเวณพื้นดินลดต่ำลงมากจนไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตที่อยู่บนพื้นดิน ปล่องควันจะต้องสูงไม่น้อยกว่า 2.5 เท่าของความสูง ของอาคารที่สูงที่สุดบริเวณนั้นจะทำให้พลูม (plume) มีการกระจายทางด้านตามลมได้ประมาณ 5-10 เท่าของความสูงอาคารนั้น

3.3.2 การควบคุมที่แหล่งกำเนิด

หลักการจัดการของเสียในปัจจุบันมุ่งเน้นที่จะลดการกำเนิดของเสีย (Waste Minimization) มากกว่าที่จะทำการบำบัดของเสียที่เกิดขึ้นแล้ว (End-of-Pipe-Treatment) อากาศเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมมีแหล่งกำเนิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงและจากกระบวนการผลิต การลดการกำเนิดของเสียจากกระบวนการเผาไหม้ ได้แก่ การลดการเกิดออกไซด์ของไนโตรเจนทำได้โดยการปรับสภาพการสันดาป

3.4 กฎหมายในการจัดการคุณภาพอากาศจากกระบวนการผลิต

3.4.1 พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535

หมวดที่ 4 การควบคุมมลพิษ

ส่วนที่ 4 มลพิษทางอากาศและเสียง กำหนดให้รัฐมนตรีมีอำนาจในการกำหนดประเภทของแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศ ให้อำนาจเจ้าพนักงานควบคุมมลพิษในการควบคุมมลพิษจากยานยนต์และแหล่งกำเนิดอื่น ที่มีการปล่อยมลพิษทางอากาศ และควบคุมแหล่งกำเนิดที่ก่อให้เกิดเสียงหรือความสั่นสะเทือนด้วย นอกจากนั้นได้กำหนดหน้าที่ของผู้ครอบครองแหล่งกำเนิดนั้นที่จะต้องติดตั้งอุปกรณ์หรือระบบกำจัดอากาศเสีย

3.4.2 ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 10

เรื่องกำหนดมาตรฐาน คุณภาพอากาศในบรรยากาศทั่วไป โดยได้มีการกำหนดค่ามาตรฐานสำหรับ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ออกไซด์ของไนโตรเจน ซัลเฟอร์ออกไซด์ ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน และฝุ่นละอองรวม

3.4.3 มาตรฐานการระบายสารมลพิษจากโรงงานอุตสาหกรรมของกรมโรงงานอุตสาหกรรม (ที่สภาวะ 25 องศาเซลเซียส และความดัน 1 บรรยากาศ) ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 มาตรฐานการปล่อยสารมลพิษทางอากาศ

ประเภทสารมลพิษ	แหล่งที่มาของสารมลพิษ	ค่ามาตรฐาน(มก./ลบ.ม)
ฝุ่นละออง	หม้อไอน้ำ(น้ำมันเตา)	300
คาร์บอนมอนอกไซด์	การผลิตทั่วไป	1000(870 ppm)
ซัลเฟอร์ไดออกไซด์	การเผาไหม้เชื้อเพลิง(น้ำมันเตา)	1250 (ppm)
ออกไซด์ของไนโตรเจน	หม้อไอน้ำเชื้อเพลิง	470 (250 ppm)

ที่มาประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 2(พ.ศ. 2536)

3.5 ระบบบำบัดอากาศในโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง

มลภาวะอากาศเกิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงรวมถึงการใช้พลังงานไฟฟ้าส่งผล ให้เกิดมลพิษทางอากาศคือ ความร้อน ก๊าซพิษ รวมถึงฝุ่นละออง ซึ่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิต ของพนักงานส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

3.5.1 การกำจัดอนุภาคมลสารในอากาศ

อนุภาคมลสาร เกิดจากกิจกรรมด้านอุตสาหกรรม การเผาไหม้ อนุภาคมลสารขนาดใหญ่ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพนัก เพราะไม่สามารถเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจ อนุภาคมลสารที่มีผลต่อสุขภาพมากคือ อนุภาคมลสารขนาดเล็ก ซึ่งขนาดมากกว่า 10 ไมครอน(WHO,1979) เมื่ออนุภาคขนาดเล็กนี้ เข้าสู่ระบบหายใจ พบว่าอนุภาคมลสารที่มีขนาดเล็กมากจะเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจส่วนลึกได้ และอนุภาคมลสารที่สามารถละลายน้ำได้ ก็สามารถซึมเข้าสู่ระบบโลหิตได้เช่นกัน

การกำจัดอนุภาคมลสารใช้หลักทางกายภาพ เครื่องมือที่ใช้ในการกำจัดมี 5 ชนิด ได้แก่ ห้องตกตะกอนโดยแรงโน้มถ่วง เครื่องแยกด้วยแรงเหวี่ยง เครื่องสัมผัสแบบเปียก เครื่องกรองด้วยถุงกรอง เครื่องตกตะกอนด้วยไฟฟ้าสถิต ปัจจัยที่นำมาพิจารณาในการเลือกชนิดของเครื่องมือในการกำจัดอนุภาคของสาร ได้แก่ การกระจายขนาดของอนุภาคที่เกิดขึ้น รูปร่าง ความหนาแน่นและคุณสมบัติทางไฟฟ้าของอนุภาค อัตราการเกิดอากาศเสีย อุณหภูมิของอากาศเสีย ประสิทธิภาพการกำจัดที่ต้องการ ลักษณะของบริเวณที่ว่างที่จะทำการติดตั้งระบบนั้น (กว้าง ยาว สูง) ค่าใช้จ่ายในการลงทุนและค่าบำรุงรักษา

ระบบบำบัดอากาศที่เหมาะสมในโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง

1.) เครื่องแยกด้วนแรงเหวี่ยง (Centrifugal Separator หรือ Cyclone)

เป็นเครื่องทีแยกอนุภาคจากอากาศโดยการทำให้เกิดแรงเหวี่ยง เครื่องแยกด้วยแรงเหวี่ยงมีประสิทธิภาพสูงกว่าห้องตกตะกอนด้วยแรงโน้มถ่วงมาก เนื่องจาก สามารถทำให้

เกิดแรงเหวี่ยงซึ่งแรงกว่าแรงโน้มถ่วงหลายๆเท่าจึงสามารถกำจัดอนุภาคขนาดเล็ก ๆ ได้ เมื่ออากาศเข้าสู่เครื่องจะเคลื่อนที่เป็นเกลียวภายในเครื่องทำให้อนุภาคถูกเหวี่ยงแยกจากกระแสอากาศชนกับผนังเครื่องแล้วจึงตกตะกอนลงสู่ด้านล่าง ประสิทธิภาพการกำจัดขึ้นกับแรงเหวี่ยงที่เกิดขึ้น ถ้าเครื่องก่อให้เกิดแรงเหวี่ยงสูงก็สามารถกำจัดอนุภาคขนาดเล็กได้รวมทั้งประสิทธิภาพการกำจัดอนุภาคทุกขนาดสูงด้วย เครื่องแยกด้วยแรงเหวี่ยงมี 2 ชนิดได้แก่ เครื่องแยกด้วยแรงเหวี่ยงแบบไซโคลนเดียวและเครื่องแยกแบบหลายไซโคลน (Multiple Cyclone) เครื่องแยกด้วยแรงเหวี่ยงสามารถกำจัดอนุภาคขนาด 5 -25 ไมครอนได้

ข้อดีคือมีราคาเครื่องและค่าดูแลรักษาไม่แพง สามารถใช้ในการบำบัดอากาศปริมาณมากได้ สามารถบำบัดอากาศซึ่งมีอุณหภูมิสูงถึง 980 ^{0}ซ ได้

2.) เครื่องสัมผัสแบบเปียก (Wet Scrubber)

หลักการทำงานของเครื่องสัมผัสแบบเปียกคือการใช้น้ำหรือของเหลวดักจัดอนุภาคมลสารในอากาศ โดยพ่นน้ำหรือของเหลวเป็นละอองเพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวในการสัมผัส วิธีนี้สามารถกำจัดอนุภาค 0.5 -10 ไมครอนได้ทั้งยังสามารถกำจัดมลสารที่เป็นแก๊สได้อีกด้วย นอกจากนั้น ระบบนี้ยังช่วยให้อุณหภูมิของอากาศเสียลดลง **ข้อเสีย** คือทำให้เกิดน้ำเสียซึ่งต้องนำไปทำการบำบัดต่อไป กรณีที่อากาศเสียปนเปื้อนด้วยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์และไนโตรเจนออกไซด์จะทำให้น้ำเสียมีคุณสมบัติเป็นกรดอีกด้วย อากาศที่ผ่านการบำบัดด้วยวิธีนี้ไอน้ำปะปนอยู่มากทำให้มองเห็นเป็นฟลูม (plume) ของอากาศที่ลอยขึ้นจากปล่องได้ชัดเจน รูปแบบเครื่องสัมผัสแบบเปียก มี 3 ลักษณะ ได้แก่ หอสเปรย์น้ำ (Spray Tower Scrubber) ไซโคลนแบบเปียก (Wet cyclone Scrubber) และ เครื่อง Venturi Scrubber

- ไซโคลนแบบเปียก (Wet Cyclone Scrubber)

มีลักษณะเช่นเดียวกับไซโคลนแบบธรรมดา แต่มีการเพิ่มประสิทธิภาพการกำจัดฝุ่นโดยการติดตั้งหัวเสปรย์น้ำที่แกนกลางของไซโคลน อากาศเสียจะไหลเข้าไซโคลนทางด้านล่างและไหลออกทางด้านบน ไซโคลนแบบเปียกสามารถกำจัดอนุภาคซึ่งมีขนาดใหญ่กว่า 2.5 ไมครอนได้อย่างประสิทธิภาพ

- เครื่อง Venturi Scrubber เป็นเครื่องมือที่ให้อากาศเสียเคลื่อนเข้าสู่เครื่องทางด้านบนและไหลผ่านลงมาตามแนวดิ่ง โดยให้อากาศผ่านเข้าสู่คอคอดเพื่อเพิ่มความเร็วในการไหลของอากาศให้สูงขึ้น บริเวณคอคอดนี้มีการฉีดน้ำเป็นละอองให้สัมผัสกับอากาศที่ไหลเข้ามาด้วยความเร็วสูงทำให้อนุภาคมลสาร สัมผัสกับ

ละอองน้ำได้ดี เครื่องมือนี้สามารถกำจัดอนุภาคขนาดเล็กมากคือเส้นผ่านศูนย์กลางในช่วง 0.5 – 5 ไมครอน ประสิทธิภาพการกำจัดสูงถึง 90 %

3.6 ข้อเสนอแนะในการจัดการคุณภาพอากาศจากกระบวนการผลิต

การจัดการอากาศในโรงงานอุตสาหกรรม

ในโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องมีการใช้น้ำมันเตาเกรด C เป็นเชื้อเพลิง จะเกิดฝุ่นละอองต่ำแต่จะเกิดเขม่า ซึ่งเป็นอนุภาคของคาร์บอนขึ้น อนุภาพที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้น้ำมันเตา จะมีขนาดเล็ก โดยที่ร้อยละ 80 ของฝุ่นที่เกิดมีขนาดเล็กกว่า 5 ไมครอน ซึ่งจากการที่หัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงขาดการบำรุงรักษาอย่างละเอียด พอที่จะถูกการเผาไหม้ได้หมด การกำจัดฝุ่นขนาดเล็กๆ จากน้ำมันเตามีกำมะถันปะปนอยู่ประมาณ 0.5 -5% การแยกกำมะถันออกจากน้ำมันเตาและน้ำมันชนิดต่างๆ ทำโดยวิธี Catalytic hydrodesul furization ซึ่งเป็นปฏิกิริยาของน้ำมันกับก๊าซไฮโดรเจนที่มีความดันสูงในขณะที่ตัวคะตะลิสกำมะถันในน้ำมันจะเปลี่ยนรูปเป็นก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ ดังสมการ 3-1

$$\text{น้ำมันกำมะถันสูง} + H_2 \xrightarrow{\text{ตัวคะตะลิส}} \text{น้ำมันกำมะถันต่ำ} + H_2S \qquad (3\text{-}1)$$

การบำบัดอากาศ

การบำบัดอากาศในปล่อง (stack) พบว่าปริมาณฝุ่นละอองมีค่า 859.96 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งสูงกว่ามาตรฐาน สาเหตุเนื่องจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ อุณหภูมิในห้องเผาไหม้ต่ำ ปริมาณ 200 องศาเซลเซียส ดังนั้น

1.) ควรเพิ่มอุณหภูมิในห้องเผาไหม้ให้สูงขึ้นเป็นปริมาณ 850 องศาเซลเซียส เพื่อให้มีการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ขึ้น

2.) ควรเลือกใช้ระบบบำบัด ด้วยเครื่องแยกด้วยแรงเหวี่ยง และเครื่องสัมผัสแบบเปียก แบบไซโคลนแบบเปียกและเครื่อง Venturi Scrubber เพื่อประสิทธิภาพในการกำจัดอนุภาคฝุ่นละอองที่ออกจากกระบวนการผลิตสับปะรดกระป๋องและน้ำสับปะรดเข้มข้น

บทที่ 4
การจัดการขยะมูลฝอยและ กากของเสียที่เหลือจากกระบวนการผลิต

จากการเพิ่มจำนวนประชากร พัฒนาคุณภาพของโรงงานและขยายการผลิตให้ตรงความต้องการของตลาดโลกที่ส่งออก ส่งผลให้ปริมาณขยะ มูลฝอยเพิ่มมากขึ้น ถ้าของเสียเหล่านี้ไม่ได้รับการเก็บขนออกจากแหล่งกำเนิดเพื่อนำไปบำบัดและกำจัดอย่างถูกต้องแล้วก็จะส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ โดยเฉพาะขยะมูลฝอยอินทรีย์ซึ่งเป็นแหล่งเพาะพันธุ์และแพร่กระจายเชื้อโรคต่างๆ นอกจากนี้ยังก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมอื่นๆ ตามมาได้แก่ ปัญหามลพิษทางน้ำเนื่องจากการปนเปื้อนของน้ำชะล้างขยะมูลฝอย (leachate) มลพิษทางอากาศเนื่องจากมีกลิ่นรบกวน มีการแพร่กระจายของก๊าซต่างๆ ที่เกิดจากการย่อยสลายของมูลฝอย มลพิษทางดินเนื่องจากของเสียจากการกอง หรือฝังขยะซึ่งไม่ถูกหลักสุขาภิบาลซึมลงสู่ดินและแหล่งน้ำใต้ดิน อาจก่อให้เกิดปัญหาร้องเรียนจากชุมชนใกล้เคียงได้

4.1 ขยะมูลฝอยในโรงงานอุตสาหกรรม

แหล่งกำเนิดขยะมูลฝอยจากโรงงานอุตสาหกรรมสามารถแบ่งตามกิจกรรมในโรงงานได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่ ขยะมูลฝอยจากชีวิตประจำวัน และขยะมูลฝอยจากกระบวนการผลิต ขยะมูลฝอยจากชีวิตประจำวันมีองค์ประกอบเช่นเดียวกับขยะมูลฝอยชุมชน ขยะมูลฝอยส่วนนี้เกิดจากสำนักงานการดำรงชีวิตประจำวันของคนงาน การดำรงชีวิตประจำวันของคนในโรงงาน โรงอาหาร ที่พักอาศัยภายในโรงงาน ส่วนขยะมูลฝอยจากกระบวนการผลิต ได้แก่

- วัตถุดิบที่ไม่ได้มาตรฐานหรือชำรุดเสียหายไม่สามารถนำมาใช้ในการผลิต
- วัตถุดิบส่วนที่เหลือจากการผลิต
- บรรจุภัณฑ์สารเคมีหรือวัตถุดิบต่างๆ
- ของเสียและผลพลอยได้ (By Product) จากกระบวนการผลิต
- ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้มาตรฐานหรือชำรุดเสียหาย
- สินค้าหมออายุที่ถูกส่งคืนมายังโรงงาน
- ของเสียจากกระบวนการบรรจุหีบห่อ

4.1.1 การจำแนกขยะมูลฝอยตามลักษณะทางกายภาพ

การจำแนกมูลฝอยตามลักษณะทางกายภาพสามารถจำแนกได้ 6 ประเภท ดังนี้

(1) ขยะมูลฝอยเปียก (Garbage) เป็นมูลฝอยส่วนที่เป็นสารอินทรีย์ต่างๆ เป็นส่วนที่มีความชื้นสูง สามารถย่อยสลายด้วยกระบวนการทางชีวภาพได้ง่ายก่อให้เกิดกลิ่นเหม็น เป็นแหล่งเพาะพันธุ์เชื้อโรคชนิดต่างๆ รวมทั้งยังเป็นทีอยู่อาศัยของพาหะนำโรคต่างๆ เช่น หนู แมลงวัน ตัวอย่างขยะมูลฝอยเปียกได้แก่ เศษอาหาร เศษผลไม้

(2) ขยะมูลฝอยแห้ง (Rubbish) เป็นมูลฝอยที่มีความชื้นต่ำ อยู่ในรูป ของสารอินทรีย์และ สารอนินทรีย์ ย่อยสลายด้วยกระบวนการทางชีวภาพได้ยาก บางชนิดถูกเผาไหม้ได้ (Combustible solid wastes) เช่น เศษกระดาษ บางชนิดไม่สามารถเผาไหม้ได้ (Noncombustible solid wastes) เช่น เศษกระป๋อง

(3) เถ้า (Ashes) หมายถึงของแข็งที่เหลืออยู่หลังการเผาไหม้ เชื้อเพลิงหรือของเสียในรูปอื่นๆ

(4) เศษสิ่งก่อสร้าง(Construction Waster) ขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นได้แก่ เศษกระป๋อง เศษเหล็ก เศษไม้

(5) ซากพืชและซากสัตว์ (Agricultural Wastes) ได้แก่ ซากพืชซาก สัตว์ที่ทิ้งรวมในขยะมูลฝอย

(6) ตะกอนจากระบบบำบัดน้ำและน้ำเสีย (Water and Wastewater Treatment Sludge) เป็นส่วนที่แยกออกจากน้ำและน้ำเสียด้วยหน่วยบำบัดทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ เช่นตะแกรงกรอง ระบบเลี้ยงตะกอน ตะกอนมีลักษณะเป็นของแข็งหรือกึ่งของแข็งมีทั้งส่วนที่สามารถย่อยสลายได้และย่อยสลายไม่ได้ด้วยกระบวนการทางชีวภาพ

4.2 กฎหมายการจัดการขยะมูลฝอยในโรงงานอุตสาหกรรม

4.2.1 พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535

หมวดที่ 4 การควบคุมมลพิษ

ส่วนที่ 6 มลพิษอื่นและของเสียอันตราย กำหนดให้ทำการเก็บรวบรวม ขนส่ง และจัดการขยะมูลฝอยและของเสียอื่นที่อยู่ในสภาพของแข็งตามกฎหมายต่างๆ ที่มีอยู่ ถ้ายังไม่มีกฎหมายอื่นๆ กำหนดไว้โดยเฉพาะก็มีการให้อำนาจออกกฎกระทรวงกำหนดชนิดและประเภทของเสียอันตราย การเก็บรวบรวม การขนส่ง การบำบัดและกำจัดได้

4.2.2 กฎหมายกระทรวงอุตสาหกรรมฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2535) ได้กำหนดไว้ในหมวดที่ 4 ข้อที่ 13 ว่า โรงงานอุตสาหกรรมทุกประเภทต้องมีการเก็บรวบรวมสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วใส่ในภาชนะรองรับ ภายในบริเวณโรงงาน โดยต้องแยกประเภทสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วซึ่งมีวัตถุดิบมีพิษปะปนอยู่ด้วยไว้ในทีรองรับต่างหากที่เหมาะสมและมีฝาปิดมิดชิด โดยห้ามนำสิ่งปฏิกูลหรือวัตถุไม่ใช้แล้วออกนอกบริเวณโรงงาน เว้นแต่จะต้องได้รับอนุญาตจากอธิบดีกรมโรงงานอุตสาหกรรมหรือผู้ซึ่งอธิบดีกรมโรงงานอุตสาหกรรมมอบหมายให้นำออกไปเพื่อทำลายฤทธิ์ กำจัด ทิ้ง หรือฝังด้วยวิธีการและสถานที่ตามหลักเกณฑ์และวิธีการที่รัฐมนตรีกำหนดโดยประกาศในราชกิจจานุเบกษา

4.3 การจัดการขยะมูลฝอยจากโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง

ในการจัดการขยะมูลฝอยของบริษัทอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง ไม่มีระบบการจัดการที่ถูกหลัก เนื่องจากโรงงานมีพื้นที่ในการฝังกลบขยะมูลฝอยซึ่งไม่มีการวางแผนจัดการขยะมูลฝอยและการฝังกลบอาจไม่ถูกต้อง ซึ่งส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่อยู่รอบๆบริเวณที่มีการฝังกลบและอาจส่งผลต่อแหล่งน้ำซึ่งเกิดจากการซึมลงสู่น้ำใต้ดินบริเวณใกล้เคียง

ดังนั้นทางบริษัทจึงควรเล็งเห็นความสำคัญในการจัดการขยะมูลฝอยที่ไม่ได้จำหน่าย ปัจจุบันมีการตระหนักว่าการบำบัดและกำจัดของเสียเป็นกระบวนการที่สิ้นเปลืองและเป็นการแก้ปัญหาที่ปลายเหตุ ดังนั้นจึงมีการจัดการของเสียเป็นลำดับขั้นตั้งแต่การลดปริมาณของเสียที่เหล่งกำเนิด(Source Reduction) การนำของเสียกลับมาใช้ประโยชน์(Material Recovery ,Reuse and Recycling) การเปลี่ยนรูปของเสียเป็นพลังงาน(Energy Recovery) ท้ายที่สุดเมื่อไม่มีส่วนที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้แล้วจึงทำ การบำบัด(Treatment) และกำจัด(Final Disposal) ของเสีย

การจัดการขยะมูลฝอยอย่างมีประสิทธิภาพต้องเริ่มตั้งแต่การเก็บรวบรวมที่แหล่งกำเนิด (Storage) การเก็บขนขยะมูลฝอย(Collection) การขนส่งและการขนถ่าย(Transfer and Transport) การบำบัด(Treatment) และกำจัดขั้นสุดท้าย(final Disposal) ซึ่งแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังนี้

4.3.1 การเก็บรวบรวมที่แหล่งกำเนิด (Storage)

โรงงานอุตสาหกรรมจะต้องจัดหาภาชนะที่มีขนาด รูปร่าง และ ชนิดของวัสดุที่เหมาะสมสำหรับการเก็บรวบรวมขยะมูลฝอย ภาชนะนี้จะต้องทนทานต่อการกัดกร่อนและมีฝาปิดมิดชิด อาจมีการแยกเก็บขยะมูลฝอยต่างประเภทไว้ต่างภาชนะ เช่นแยกเศษกระดาษ แยกเศษโลหะ แยกเศษแก้ว และเศษอาหารออกจากกัน เพื่อให้สามารถนำขยะมูลฝอยบางส่วนหมุนเวียนมาใช้ใหม่ หรือความสะดวกในการนำไปกำจัดและการจำหน่าย รวมถึงการนำไปฝังกลบที่ถูกต้อง

4.3.2 การเก็บขนขยะมูลฝอย (Collection) การขนส่ง

และการขนถ่าย (Transfer and Transport)

การเก็บขยะมูลฝอยเป็นการรวบรวมขยะมูลฝอยจากจุดกำเนิดต่างๆ ใส่รถบรรทุก การขนส่งและการขนถ่าย เป็นการนำขยะมูลฝอยที่รวบรวมได้ไปยังสถานที่บำบัดและกำจัดขยะมูลฝอย พาหนะที่ใช้ในการเก็บขน เช่น รถบรรทุกคอนเทนเนอร์ ชนิดไม่มีเครื่องอัดขยะมูลฝอย รถบรรทุกเล็ก 4 ล้อ เป็นต้น พาหนะเหล่านี้ต้องมีฝาปิดมิดชิดเพื่อป้องกันการฟุ้งกระจายของขยะมูลฝอย สำหรับโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง เป็นโรงงานอุตสาหกรรมที่ตั้งอยู่ภายในนิคมอุตสาหกรรมและได้มีการเก็บรวบรวมและกำจัดขยะมูลฝอยในพื้นที่ของบริษัท

4.3.3 การบำบัดและกำจัด (Waste Treatment and Disposal)

การบำบัดของเสียคือการทำให้ของเสียอยู่ในสภาพที่ไม่ก่ออันตรายหรือก่ออันตรายน้อยที่สุด เพื่อนำไปกำจัดขั้นสุดท้าย (Final Disposal) วิธีการบำบัดและกำจัดขยะมูลฝอยอุตสาหกรรมที่ไม่เป็นอันตรายได้แก่ การหมักทำปุ๋ย (Composting) การเผา (Incineration) การฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล(Sanitary Landfill) และการถมบนที่ลุ่ม(Dumping)

การเลือกวิธีใดในการบำบัดขึ้นกับปัจจัยหลายประการ อาทิ ประเภทและลักษณะของขยะมูลฝอย ปริมาณ ค่าใช้จ่ายในการลงทุนและดำเนินงาน รวมถึงราคาที่ดิน ความยืดหยุ่นของระบบ ความซับซ้อนของวิธีการบำบัด

ดังนั้นโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง เป็นโรงงานอุตสาหกรรมที่มีพื้นทีในการกำจัดขยะมูลฝอยโดยการฝังกลบ และอยู่ในเขตเทศบาล ปัญหาที่เกิดขึ้นอาจเกิดการร้องเรียนได้ โดยเฉพาะช่วงฤดูฝนพื้นที่ชุ่มด้วยน้ำ ขยะเปียกที่เหลือจากการจำหน่ายอาจส่งผลต่อแหล่งน้ำและส่งกลิ่นรบกวน ชุมชนที่อาศัยอยู่ริเวรโรงงานอุตสาหกรรมได้ ดังนั้นบริษัทควรปรับปรุงวิธีการฝังกลบให้ถูกต้องตามหลักเกณฑ์ ดังนี้

1.) **หลักเกณฑ์ในการเลือกที่ตั้งของพื้นที่ที่ทำการฝังกลบ**

(1) มีพื้นที่เพียงพอที่จะฝังกลบของเสียตามปริมาณที่ประมาณการไว้ โดยทั่วไปแล้วพื้นที่นั้นควรจะสามารถรองรับขยะมูลฝอยได้ในระยะเวลา 15-20 ปี

(2) ต้องไม่ห่างไกลจากแหล่งกำเนิดมูลฝอยมากนัก เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการขนส่งขยะมูลฝอย ซึ่งทางบริษัทมีพื้นที่ในการฝังขยะอยู่ใกล้โรงงาน จัดไว้นอกโรงงานจึงมีความเหมาะสมกับการฝังกลบ

(3) เป็นบริเวณที่มีการคมนาคมสะดวก สามารถเข้าออกได้ทุกฤดูกา

(4) อยู่ห่างจากแหล่งน้ำผิวดินอย่างน้อย 30 เมตร

(5) อยู่ห่างจากบ่อบาดาล 160 เมตร

(6) เป็นบริเวณที่มีการระบายน้ำได้ดี ไม่เคยเป็นพื้นที่ที่มีน้ำท่วม

(7) เป็นบริเวณที่มีระดับน้ำใต้ดินต่ำ

(8) ดินในบริเวณนั้นควรเป็นดินเหนียวหรือดินร่วน ไม่ควรเลือกบริเวณที่เป็นดินทรายเพราะจะทำให้มีการซึมของน้ำชะขยะมูลฝอยออกสู่ภายนอกได้มาก

(9) สามารถจัดหาดินมาใช้ในการดำเนินการฝังกลบได้เพียงพอ

(10) พื้นที่ฝังกลบไม่ควรเป็นบริเวณที่มีความเร็วลมสูงเพราะลมจะพัดพาให้ขยะมูลฝอยกระจัดกระจายไปทั่ว ถ้าไม่สามารถเลือกได้บริเวณนั้นจะต้องทำแนวกันลม เช่นทำคันดินล้อมรอบและต้นไม้บนคันดินนั้น หรือทำรั้วตาข่ายสูงบริเวณท้ายลม

(11) ไม่เป็นบริเวณที่สมควรอนุรักษ์ เช่น พื้นที่ป่าสมบูรณ์ แหล่งประวัติศาสตร์ แหล่งท่องเที่ยว

ดังนั้นจากการกำหนดเกณฑ์ในการเลือกที่ตั้งของการฝังกลบ พบว่าโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องมีพื้นที่ในการทำการฝังกลบจำนวนมาก ลักษณะพื้นดินเป็นดินร่วน ไม่อยู่ในพื้นที่อนุรักษ์ แต่บางโรงงาน อยู่ใกล้แหล่งน้ำ ซึ่งสามารถทำการกำจัดขยะโดยวิธีการฝังกลบได้ และควรฝังกลบให้ถูกต้องตามมาตรฐานการควบคุมดูแลการฝังกลบ และเลือกใช้วิธีที่มีความเหมาะสมกับความต้องการของโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง โดยต้องมีการคำนึงถึงผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมที่อาจเกิดขึ้น ทั้งทางน้ำ อากาศที่เป็นสาเหตุทำให้สิ่งแวดล้อมเสื่อมโทรม

4.4 มาตรฐานในการควบคุมดูแลการฝังกลบ

4.4.1 ต้องควบคุมมิให้มีการนำของเสียอันตรายมาฝังกลบรวมกับขยะมูลฝอยทั่วไป

4.4.2 ต้องป้องกันดูแลมิให้เกิดความเดือดร้อนรำคาญต่อชุมชนโดยรอบอันเนื่องมาจากเสียงจากรถขนส่งขยะมูลฝอยและการทำงานของเครื่องจักรกล กลิ่น ควัน และฝุ่นละออง

4.4.3 ต้องควบคุมมิให้มีน้ำชะขยะมูลฝอย (Leach ate) ไหลปะปนสู่น้ำผิวดิน และต้องมีการตรวจสอบติดตามอย่างสม่ำเสมอทั้งในระหว่างทำการฝังกลบ และหลังปิดหลุมฝังกลบเรียบร้อยแล้ว

4.4.4 ต้องมีระบบระบายน้ำชะขยะมูลฝอยออกมาจากหลุมฝังกลบเพื่อนำมาบำบัดภายนอก

4.4.5 ต้องมีระบบระบายก๊าซชีวภาพออกจากหลุมฝังกลบ

4.5 วิธีการฝังกลบ

การดำเนินการฝังกลบทำได้ 2 วิธี คือ การฝังกลบแบพื้นที่ (area method) และ การฝังกลบแบบขุดร่อง (trench method) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

4.5.1 การฝังกลบแบพื้นที่ (Area Method)

การฝักลบแบบพื้นที่เป็นการฝังกลบในบริเวณพื้นที่ราบหรือลุ่มหรือพื้นที่ที่มีระดับน้ำใต้ดินสูงหรือมีระดับต่ำกว่าผิวดินน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 เมตร โดยทำการฝังกลบในระดับเดียวกับพื้นดินเดิม โดยไม่ต้องขุดลึกลงไปในดิน แต่จะสร้างคันดินรอบบริเวณที่จะฝังกลบให้สูงขึ้นตามความสูงที่ได้กำหนดไว้ ซึ่งคันดินนี้จะเป็นตัวช่วยยันของเสียเมื่อทำการบดอัดทั้งยังช่วยป้องกันน้ำเสียซึมสู่ภายนอก

ข้อจำกัดคือ จะต้องเสียค่าใช้จ่ายในการทำคันดิน และถ้าทำการฝังกลบให้มีจำนวนชั้นสูงเกินไปจะทำให้เกิดกองภูเขาสูงในบริเวณนั้น ทำให้ยากต่อการจัดการทัศนียภาพภายหลังการฝังกลบ

4.5.2 การฝังหลบแบบขุดร่อง (Trench Method)

การฝังกลบแบบขุดร่องเป็นการฝังกลบโดยการขุดบ่อให้ลึกลงไปในพื้นดินตามระดับที่กำหนดไว้ แล้วจึงเทขยะมูลฝอยลงไปและบดอัดแล้วกลบทับด้วยดินบดอัดทำเช่นนี้เป็นชั้นๆ จนถึงระดับดินเดิม ความลึกของการฝังกลบแบบนี้ถูกจำกัดด้วยระดับน้ำใต้ดินโดยต้องให้ระดับก้นร่องสูงกว่าระดับน้ำใต้ดินอย่างน้อย 1 เมตร

ข้อดีคือไม่จำเป็นต้องมีการทำคันดิน ทั้งยังสามารถใช้ดินที่ขุดออกจากหลุมมาใช้ระหว่างการฝังกลบอีกด้วย

ข้อจำกัดคือในช่วงฤดูฝนจะมีน้ำขังในร่องที่ขุดซึ่งจะต้องใช้เครื่องสูบน้ำระบายออกไป

ดังนั้นการเตรียมพื้นที่ในการกำจัดขยะในโรงงานโดยการฝังกลบแล้ว รูปแบบการฝังกลบที่เหมาะสมที่สุดควรเป็นวิธีผสมระหว่าง 2 วิธีที่กล่าวมาแล้ว เนื่องจากจะสามารถนำดินส่วนที่ได้จาการขุดร่องใช้ทำคันดินและใช้กลบทับขยะมูลฝอย อย่างไรก็ตามจะต้องมีการคำนวณหาความลึกของร่องและความสูงของคันดินที่เหมาะสม เพื่อทำให้ปริมาณดินเพียงพอต่อการกำจัดด้วยวิธีการผสมของทั้ง 2 แบบ

4.7 ข้อเสนอแนะการกำจัดของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม

การบำบัดและการกำจัดของเสียทางด้านอุตสาหกรรมต้องถูกพิสูจน์ว่าเป็นส่วนเนื้อหาในการจัดการของเสียรวม ในขณะนี้มีแรงกดดันทางการค้าอย่างรุนแรงต่อบริษัทต่างๆ เพื่อให้ลดปริมาณของเสียที่จะกำจัดออกมา เนื่องจากค่าใช้จ่ายในการกำจัดของเสียเพิ่มขึ้น ในหลายๆ กรณีจะต้องจ่ายในการกำจัดสารที่เป็นของเสียมากกว่าจะซื้อมาในตอนเริ่มต้น การจัดการลดของเสียและการนำกลับเอามาใช้ใหม่จึงมีความสำคัญเพิ่มขึ้น ถ้าหากการบำบัดของเสียสามารถทำได้ในแหล่งเดียวกัน ก็จะเป็นขั้นตอนการลดของเสียได้ในกระบวนการทั้งหมดของเสียจากอุตสาหกรรมอาจประกอบด้วยสารประกอบต่างๆ ที่เป็นอันตรายมากกว่าของเสียจากอาคารบ้านเรือน สิ่งหนึ่งที่สำคัญมากที่บริษัทจะต้องคำนึงคือการแยกเอาองค์ประกอบของเสียที่เป็นอันตรายออกจากของเสียที่ไม่เป็นอันตราย เพื่อลดปริมาณของเสียที่จะต้องถูกแยกว่าเป็นอันตราย ว่าจะมีค่าใช้จ่ายในการนำไปบำบัดและกำจัดที่แพงกว่า การคัดแยกของเสียจะ ง่ายกว่าและถูกกว่าที่จำกำจัดของเสียในรูปของผสมมาก ของเสียที่ไม่ได้ผ่านการคัดแยกอาจจะก่อให้เกิดปัญหาในการกำจัดอย่างรุนแรง เนื่องจากมีการเกี่ยวข้องเกี่ยวกับของเสียในปริมาณที่มาก

ของเสียในโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องส่วนมากเป็นของเสียและผลพลอยได้ เช่น เปลือกสับปะรด ตาที่ผ่านการจิกตา กากสับปะรด เศษกระป๋อง ซึ่งทางบริษัทได้จำหน่ายสู่ตลาดที่ต้องการนำไปเลี้ยงสัตว์ ส่งผลให้ของเสียที่เหลือในบริษัท มีปริมาณน้อย และเป็นการใช้หลักการนำของเสียกลับมาใช้ใหม่ ควบคู่ไปกับการจัดระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมให้เหมาะสม

บทที่ 5
กรณีตัวอย่างการจัดการสิ่งแวดล้อมในโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง

โรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง เป็นโรงงานที่ก่อให้เกิดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมที่ไม่เป็นอันตรายแต่ก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางสิ่งแวดล้อมที่มีระดับความรุนแรงมาก น้อยต่างกันขึ้นอยู่กับขนาดของโรงงานและกำลังผลิต วัตถุดิบที่ใช้ ปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นในโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุด คือน้ำเสียซึ่งมีระดับความรุนแรงมาก รองลงมาคือปัญหาควันที่ออกจากปล่อง และกลิ่นที่เกิดจากน้ำสับปะรด สร้างความรำคาญให้กับชุมชนที่อยู่ใกล้ ซึ่งต้องมีกระบวนการบำบัดให้เหมาะสมกับลักษณะการผลิต และพื้นที่ของโรงงาน ซึ่งโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องเป็นโรงงานสับปะรดกระป๋องที่มุ่งเน้นการผลิตเพื่อส่งออกสู่ตลาดต่างประเทศที่เป็นเครือข่ายให้ตรงตามความต้องการของลูกค้าและให้ได้มาตรฐานด้านการผลิต แต่การจัดการสิ่งแวดล้อมทางโรงงาน มุ่งให้พนักงานทำงานอย่างมีความสุขและมีการปรับปรุงการปฏิบัติงานเพื่อเป็นแนวทางในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม แต่จากการสำรวจและสอบถามข้อมูลของโรงงาน ดังข้อมูลในบทที่ 5 พบว่าบริษัทมีการจัดการสิ่งแวดล้อมทางด้านน้ำด้วยระบบAS ระบบเร่งตะกอนและระบบแผ่นหมุนชีวภาพ โดยผลการตรวจวัดคุณภาพน้ำที่ผ่านการบำบัดอาจไม่ได้มาตรฐานตรงตามที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมกำหนด เนื่องจากมีการจัดการในระบบไม่ได้มาตรฐานมีปัญหาจากกระบวนการผลิตซึ่งปล่อยน้ำเสียปริมาณไม่สม่ำเสมอทำให้ประสิทธิภาพการบำบัดควบคุมยาก จึงเป็นสาเหตุให้น้ำที่ออกมาเกินเกณฑ์มาตรฐานต้องมีการนำน้ำกลับสู่ระบบบำบัดใหม่อีกครั้ง สาเหตุที่ทางโรงงานต้อง มีการเลือกใช้ระบบAS และเร่งการตกตะกอนเนื่องจากโรงงานมีพื้นที่มากพอและใช้งบประมาณในการก่อสร้างต่ำ ส่วนการจัดการคุณภาพอากาศ ทางบริษัทใช้น้ำมันเตาเกรดC ในการต้มน้ำในหม้อไอน้ำ ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาคุณภาพอากาศที่ออกจากปล่องเกินเกณฑ์มาตรฐานเช่น ฝุ่นละอองที่เกิดจากการเผาไหม้ บางช่วงทางโรงงานเกิดปัญหาการร้องเรียนจากชาวบ้านที่อยู่ใกล้เคียงเนื่องจากมีกลิ่นและฝุ่นลอยต่ำลงส่งผลกระทบต่อชุมชนในช่วงฤดูหนาว และการฝังกลบขยะมูลฝอยที่เหลือจากการจำหน่าย ซึ่งทางบริษัทได้ทำการฝังกลบแต่ยังไม่ได้เกณฑ์มาตรฐานตามหลักสุขาภิบาลดังนั้นจึงควรมีแนวทางและแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตภายในโรงงานเพื่อพัฒนาคุณภาพด้านการจัดการสิ่งแวดล้อม

5.1 ตัวอย่างการเลือกระบบบำบัดน้ำเสีย ปัญหาที่พบ และแนวทางแก้ไข

โรงงานสับปะรดแห่งหนึ่งในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์

โรงงานที่ผลิตสับปะรดในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ส่วนใหญ่ นิยมใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเปิดต่อกันหลายๆ บ่อ และระบบตะกอนเร่ง (Activated Sludge) เหมาะกับโรงงานที่มีพื้นที่มากและใช้ต้นทุนในการบำบัดไม่สูง ซึ่งปัญหาของระบบบำบัดน้ำเสียทั้ง 2 ประเภทมีดังนี้

ระบบบ่อเปิด

ระบบบ่อเปิดต่อกันหลายๆ บ่อ โดยบ่อแรกมักจะเป็นบ่อไร้อากาศแบบเปิด (anaerobic pond) ซึ่ง

ปัญหาที่พบ

ในบ่อไร้อากาศแบบเปิด คือ การเกิดกลิ่นเหม็นจากก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์และกรดอินทรีย์ซึ่งเกิดจากการรับภาระบรรทุกสารอินทรีย์มากเกินไปทำให้ค่า pH ของระบบลดลง นอกจากนี้ยังเกิดการตื้นเขินของบ่ออย่างรวดเร็วเนื่องจากการตกตะกอนของแข็งแขวนลอย (Suspended Solids) และ ตะกอนของแข็งแขวนลอยที่มีอยู่ในน้ำเสียทำให้ระยะเวลาการกักเก็บลดลงทำให้ประสิทธิภาพในการบำบัดลดต่ำลง และเนื่องจากไม่มีการกระจายน้ำเสียเข้าบ่อทำได้เฉพาะในส่วนแรกของบ่อที่ต้องรองรับน้ำเสียนั้นต้องรองรับภาระบรรทุกสารอินทรีย์มากเกินไป

แนวทางการแก้ไขปัญหาดังนี้

1.) ปรับปรุงการกระจายภาระบรรทุกสารอินทรีย์ให้ทั่วทั้งบ่อ

- โดยการปรับปรุงระบบท่อของการนำน้ำเข้าและออกจากบ่อ
- โดยการติดตั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในการกระจายสารอินทรีย์ให้ทั่วบ่อ เช่น การติดตั้งเครื่องสูบน้ำเป็นต้น

2.) การแบ่งภาระบรรทุกอินทรีย์ในน้ำเสียลงสู่บ่อที่ 2 และ 3 เพื่อเป็นการลดภาระบรรทุกอินทรีย์ในบ่อแรก

ระบบตะกอนเร่ง

ปัญหาส่วนใหญ่ที่พบในระบบนี้ ได้แก่

1.) ตะกอนจมไม่ลง (Bulking Sludge)

สาเหตุ

- อายุของตะกอนต่ำ (ปริมาณอาหารต่อปริมาณจุลชีพสูง)
- มีจุลชีพที่เป็นเส้นใยในระบบ
- ในถังเติมอากาศมีความเข้มข้นของปริมาณออกซิเจนละลายน้ำต่ำ

- pH ในถังเติมอากาศต่ำกว่า 6.5
- ใช้เครื่องสูบตะกอนและอุปกรณ์ผิดประเภท

แนวทางการแก้ไข

- ควบคุมไม่ให้ pH ของระบบต่ำกว่า 6.5 และประมาณออกซิเจนละลายน้ำไม่ต่ำกว่า 2 มก./ล.
- อย่าให้มีไนโตรเจนฟอสฟอรัสและเหล็กน้อยเกินไป โดยทั่วไปจะกำหนดให้ปริมาณบีโอดี 100 ส่วน (มก./ล.)จะต้องมีไนโตรเจน 5 ส่วน (มก./ล.) ฟอสฟอรัส 1 ส่วน (มก./ล.) และเหล็ก 5 ส่วน (มก./ล.)
- ควบคุมการไหลของน้ำในถังเติมอากาศให้เป็นแบบ plug flow
- ควบคุมอายุของตะกอนให้มีค่าสูง
- ทดลองปิด แอเรเตอร์ เพื่อให้เกิดสภาพไร้ออกซิเจน ที่อาจทำลายแบคทีเรียแบบเส้นใยได้
- ถ้าไม่ได้ผลให้เติมคลอรีนเข้าที่ท่อรีไซเคิลในปริมาณ 10 – 20 มก./ล. เป็นเวลาหลายๆ วัน คลอรีนจะทำให้แบคทีเรียเส้นใยขาดเป็นท่อนสั้นๆ ทำให้การตกตะกอนเกิดขึ้นได้ดียิ่งขึ้น แต่การเติมคลอรีนจะต้องระมัดระวังในเรื่องปริมาณ เพราะถ้าเติมคลอรีนมากเกินไปจะเกิดอันตรายต่อแบคทีเรียชนิดอื่นด้วย
- ถ้ายังไม่ได้ผลอีก ควรสูบตะกอนทิ้งให้หมด และเริ่มเลี้ยงบ่อใหม่

2.) น้ำขุ่นในถังตกตะกอน

สาเหตุ

- มีค่าความเข้มข้นของจุลชีพในถังเติมอากาศต่ำ
- มีการเพิ่มปริมาณสารอินทรีย์เข้ามาในระบบอย่างรวดเร็ว
- มีสารเป็นพิษเข้ามาในระบบ
- เติมอากาศมากเกินไปทำให้ตะกอนแตก

การแก้ไข

- ควบคุมปริมาณออกซิเจนเพิ่มอายุตะกอนให้สูงไม่น้อยกว่า 5 วัน และรักษาสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย

โรงงานที่ผลิตสับปะรดส่วนใหญ่ นิยมใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเปิดต่อกันหลายๆ บ่อ และระบบตะกอนเร่ง (Activated Sludge) ซึ่งปัญหาของระบบบำบัดน้ำเสียทั้ง 2 ประเภทมีดังนี้

ระบบบ่อเปิด

ระบบบ่อเปิดต่อกันหลายๆ บ่อ โดยบ่อแรกมักจะเป็นบ่อไร้อากาศแบบเปิด (anaerobic pond) ซึ่งปัญหาที่มักพบในบ่อไร้อากาศแบบเปิด คือ การเกิดกลิ่นเหม็นจากก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์และกรดอินทรีย์ซึ่งเกิดจากการรับภาระบรรทุกสารอินทรีย์มากเกินไปทำให้ค่า pH ของระบบลดลง นอกจากนี้ยังเกิดการตื้นเขินของบ่ออย่างรวดเร็วเนื่องจากการตกตกกอนของแข็งแขวนลอย (Suspended Solids) และ Settle able Solids ที่มีอยู่ในน้ำเสียทำให้ระยะเวลาการกักเก็บลดลงทำให้ประสิทธิภาพในการบำบัดลดต่ำลง และเนื่องจากไม่มีการกระจายน้ำเสียเข้าบ่อทำให้เฉพาะในส่วนแรกของบ่อที่ต้องรองรับน้ำเสียนั้นต้องรองรับภาระบรรทุกสารอินทรีย์มากเกินไป ดังนั้นจึงขอเสนอแนวทางการแก้ไขปัญหาดังนี้

1. ปรับปรุงการกระจายภาระบรรทุกสารอินทรีย์ให้ทั่วทั้งบ่อ
   - โดยการปรับปรุงระบบท่อของการนำน้ำเข้าและออกจากบ่อ
   - โดยการติดตั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในการกระจายสารอินทรีย์ให้ทั่วบ่อ เช่น การติดตั้งเครื่องสูบน้ำ
2. การแบ่งภาระบรรทุกอินทรีย์ในน้ำเสียลงสู่บ่อที่ 2 และ 3 เพื่อเป็นการลดภาระบรรทุกอินทรีย์ในบ่อแรก

การจัดการของเสีย

การจัดการของเสียของโรงงานนี้มีทั้งการลดการกำเนิดของเสีย และการบำบัดที่ปลายท่อ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

การลดการกำเนิดของเสีย มีวิธีการต่างๆ ดังนี้

1. การับปรุงถังตกตะกอนน้ำที่ผ่านกระบวนการล้างเปลือกสับปะรด ดังที่กล่าวมาแล้วว่าน้ำที่ใช้ล้างเปลือกสับปะรดแล้วจะไหลลงสู่ถังตกตะกอนเพื่อแยกตะกอนออกแล้วนำน้ำใสกลับมาล้างเปลือกอีก แต่ถังตกตะกอนที่ใช้ ในปัจจุบันไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอจึงสามารถหมุนเวียนน้ำได้เพียงบางส่วน น้ำที่มีของแข็งลอยสูงก็ต้องปล่อยน้ำลงสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย ดังนั้นการปรับปรุงประสิทธิภาพถังตกตะกอนจะทำให้สามารถหมุนเวียนน้ำได้มากขึ้นและมีน้ำเสียเกิดขึ้นน้อยลง

2. การติดตั้งแผ่นปิดรางระบายน้ำบริเวณที่มีการปอกเปลือกและเจาะแกน ขั้นตอนการปอกเปลือกและเจาะแกนทำให้เกิดเศษสับปะรดชิ้นเล็กๆ ซึ่งมักจะตกลงสู่รางระบายน้ำทำให้น้ำเสียมีสิ่งปนเปื้อนสูงกว่าที่ควรเป็น ดังนั้นจึงควรทำแผ่นปิดรางระบายน้ำไว้เพื่อป้องกันเศษสับปะรดตกลงสู่รางน้ำ

3. การใช้หัวฉีดน้ำแรงดันสูงในการล้างในขั้นตอนการหั่นแว่น ขั้นตอนการหั่นแว่นต้องใช้น้ำในการล้างสับปะรดเป็นปริมาณมากทำให้เกิดน้ำเสียปริมาณมากด้วย การลดปริมาณน้ำล้างทำได้โดยการใช้หัวฉีดน้ำแรงดันสูงในการล้าง อย่างไรก็ตามหัวฉีดจะต้องไม่มีแรงดันสูงจนทำให้เนื้อสับปะรดช้ำ วิธีการนี้การนี้ประหยัดน้ำได้ประมาณร้อยละ 50

4. การสร้างถาดรองกระป๋องป้องกันในการเติมน้ำเชื่อม การเติมน้ำเชื่อมโดยการให้คนงานตักน้ำเชื่อมเติมลงในกระป๋องจะมีน้ำเชื่อมบางส่วนหกลงพื้นและไหลลงสู่รางระบายน้ำ จึงควรทำถาดรองกระป๋องในระหว่างการเติมน้ำเชื่อมทำให้สามารถรวบรวมน้ำเชื่อมที่หกนำกลับมาใช้ใหม่ได้

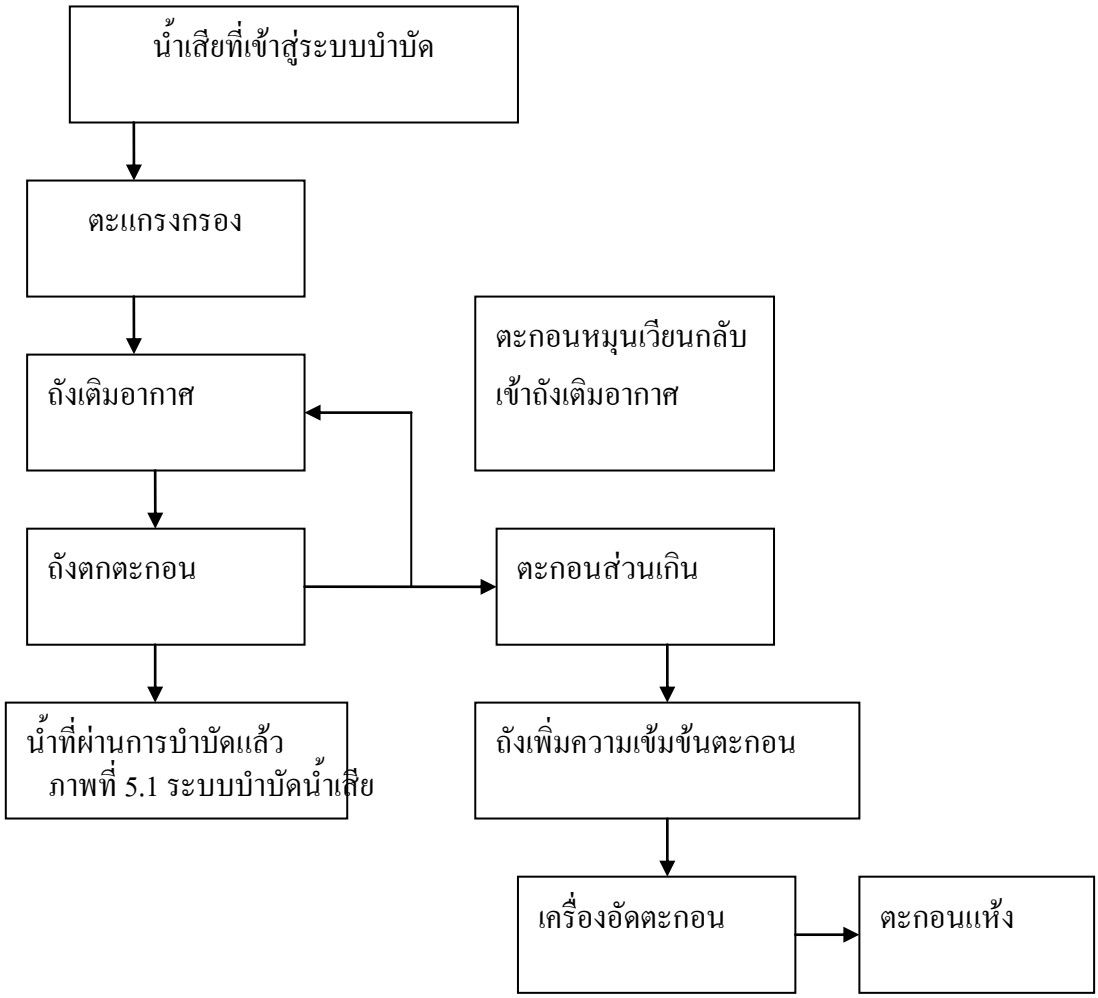
5. การใช้หัวฉีดน้ำแรงดันสูงในการล้างทำความสะอาดโรงงาน เพื่อลดปริมาณน้ำที่ใช้และเพิ่มประสิทธิภาพในการล้าง

6. การจัดตารางการผลิตให้เหมาะสม ในการผลิตสับปะรดกระป๋องมีการใช้น้ำเชื่อม 2 สูตรซึ่งมีความเข้มข้นต่างกัน ก่อนการเปลี่ยนสูตรน้ำเชื่อมจะต้องมีการล้างเครื่องภาชนะและอุปกรณ์ทำให้เกิดน้ำเสีย ดังนั้นจึงควรจัดตารางการผลิตให้เหมาะสมเพื่อไม่ให้มีการเปลี่ยนสูตรน้ำเชื่อมบ่อยๆ

การบำบัดน้ำเสีย

การบำบัดน้ำเสีย น้ำจากการผลิตสับปะรดกระป๋องมีปริมาณ BOD สูง จำเป็นต้องผ่านการบำบัดด้วยกระบวนการบำบัดทางชีวภาพแบบไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic biological treatment) ตัวอย่างหน่วยบำบัดแบบไม่ใช่ออกซิเจนซิเจนชนิดต่างๆ ได้แก่ บ่อหมักไร้อากาศ ถังกรองไร้อากาศ บ่อ up flow anaerobic sludge blanket (UASB) ต่อจากนั้นจึงผ่านเข้าสู่กระบวนการบำบัดแบบใช้ออกซิเจน (aerobic biological treatment) ตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสียจะต้องผ่านกระบวนการบำบัดตะกอนที่เหมาะสมต่อไป แผนภาพระบบบำบัดน้ำเสียแสดงดังภาพที่ 5.1

น้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำสับปะรดมี BOD ต่ำกว่าน้ำเสียในการผลิตสับปะรดกระป๋องอย่างมาก จึงไม่ควรนำน้ำเสียทั้ง 2 ส่วนมาทำการบำบัดร่วมกันตั้งแต่ต้นแต่ควรนำน้ำเสียจากการผลิตน้ำสับปะรดกระป๋องเข้าสู่กระบวนการบำบัดแบบใช้ออกซิเจนได้เลย



ที่มา : ซีเอ็มเอสเอ็นจิเนียริ่ง แอนด์ แมเนจเม้นท์ จำกัด

ภาพที่ 5.1 ระบบบำบัดน้ำเสีย

5.2 แนวทางการจัดการสิ่งแวดล้อมในโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องไทย

5.2.1 หลักการจัดการของเสีย

ก่อนค.ศ. 1960 “การเจือจาง(dilution)” เป็นวิธีการที่ใช้ในการสัดการของ เสีย ตัวอย่างเช่นการทิ้งน้ำเสียจากโรงงานสู่แม่น้ำเพื่อให้มลสารถูกน้ำในแม่น้ำเจือ จางและเกิดการฟอกตัวตามธรรมชาติของแหล่งน้ำ(self purification) การปล่อย อากาศเสียออกทางปล่องสูงของโรงงานเพื่อให้อากาศภายนอกเจือจางมลสารรวมทั้ง มีลมช่วยพัดพาให้มลสารกระจายไป

วิธีการเจือจางไม่ได้ผลดีจึงมีการคิดค้นวิธีการบำบัดของเสียให้มีความสกปรกต่ำลงก่อนปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อมภายนอกโรงงาน วิธีการนี้เรียกว่า “การ บำบัดของเสียที่ปลายท่อ (end-

of-pipe treatment)" หลักการคือรวบรวมของเสียที่เกิด ขึ้นมาทำการบำบัดด้วยวิธีการที่เหมาะสมเพื่อลดปริมาณมลสารให้ต่ำลง

ปัจจุบันมาตรการควบคุมการปล่อยของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมมีความเข้มงวดมากขึ้นเรื่อยๆ ทำให้โรงงานต่างๆ ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการบำบัดของเสียสูง มาก จึงเกิดแนวความคิดในการนำของเสียที่เกิดขึ้น "กลับมาใช้หมุนเวียน (recycle)" ทั้งภายในและภายนอกแหล่งกำเนิด การบำบัดของเสียที่ปลายท่อและการใช้หมุนเวียนเป็นการแก้ปัญหาที่ปลายเหตุเนื่องจากปล่อยให้เกิดของเสียขึ้นมาก่อน แล้วจึงดำเนินการบำบัดหรือนำมาใช้ประโยชน์ ต่อมาจึงเกิดแนวความคิดที่จะ จัดการปัญหาที่ต้นเหตุ โดย "การลดการกำเนิดของเสีย(waste minimization)" หรือ "การผลิตที่สะอาด(cleaner production)" ซึ่งเป็นวิธีการจัดการในกระบวนการผลิตเพื่อหลีกเลี่ยงหรือป้องกันมิให้เกิด ของเสียหรือเกิดของเสียปริมาณน้อยที่สุด

ภาพที่ 5.2 ลำดับขั้นของการจัดการของเสีย

5.2.2 การลดการกำเนิดของเสีย

การลดการกำเนิดของเสีย คือการะบวนการที่เกี่ยวข้องกับการเลือกใช้วัตถุดิบ กระบวนการผลิต การปฏิบัติงาน รวมทั้งการใช้วัตถุดิบ พลังงาน น้ำ และทรัพยากรธรรมชาติอื่นอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อให้เปลี่ยนรูปไปเป็นของเสียน้อยที่สุด

5.2.2.1 การลดของเสียที่แหล่งกำเนิด (Source Reduction) ประกอบด้วยแนวทางหลัก 2 แนวทาง ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงผลิตภัณฑ์และการควบคุมที่แหล่งกำเนิด

1. การเปลี่ยนแปลงผลิตภัณฑ์ (Product Changes)

ผลิตภัณฑ์ที่มีรูปแบบภายนอกคล้ายกันเมื่อนำมาใช้งานแล้วอาจก่อให้เกิดมลพิษจากการใช้งานได้แตกต่างกัน ดังนั้นควรออกแบบผลิตภัณฑ์ที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด

2. การควบคุมที่แหล่งกำเนิด (Source Control)

แนวทางการควบคุมที่แหล่งกำเนิดอาจทำได้โดยการเปลี่ยนแปลงชนิดของวัตถุดิบให้เป็นชนิดที่ก่อให้เกิดของเสียต่ำหรือใช้วัตถุดิบที่มีสารปนเปื้อนต่ำ การเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยี กระบวนการหรือขั้นตอนการผลิต การเปลี่ยนแปลงเครื่องจักรกล และการปฏิบัติงานอย่างมีประสิทธิภาพ

5.2.2.2 การหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ (Recycling)

การหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ เป็นแนวทางการจัดการของเสียที่นิยมนำกลับมาใช้อยู่ทั่วไปในโรงงานต่างๆ เพระนอกจากเป็นการลดภาระการกำจัดของเสียแล้วยังเป็นการเพิ่มประโยชน์ทางเศรษฐกิจจากวัสดุเหลือใช้เหล่านั้นด้วย ของเสียที่สามารถหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่อาจเป็นได้ทั้งของเสียอันตรายและไม่อันตราย ของเสียที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่อาจเป็นวัตถุดิบที่ไม่ได้มาตรฐานหรือชำรุดเสียหาย ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้มาตรฐาน ของเสียจากกระบวนการปรับแต่งและบรรจุหีบห่อ หรือผลพลอยได้จากการผลิต

ตัวอย่างการนำวัตถุดิบที่ไม่ได้มาตรฐานมาใช้ประโยชน์

ในการผลิตสับปะรดกระป๋อง จะมีขั้นตอนการหั่นแว่นสับปะรดเพื่อให้ได้มาตรฐานตามขนาดของกระป๋องที่บรรจุ แต่มีการหักของเนื้อสับปะรด แต่สามารถนำกลับมาใช้ผลิตเป็นสับปะรดชิ้น บรรจุกระป๋องได้ใหม่

ตัวอย่างการใช้ประโยชน์ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้มาตรฐานหรือชำรุดเสียหาย

โรงงานสับปะรด กระป๋องที่ไม่ได้มาตรฐานตามต้องการนำมาทุบแล้วนำผลิตใหม่ในโรงงาน

ตัวอย่างการใช้ประโยชน์ของเสียจากการกระบวนการผลิต การปรับแต่ง และบรรจุหีบห่อ

โรงงานสับปะรดกระป๋อง เปลือกสับปะรดและกากที่เหลือจากการคั้นน้ำสับปะรดแล้ว สามารถนำไปผลิตเป็นอาหารสัตว์สำเร็จรูปได้

ตัวอย่างการนำผลพลอยได้จากการผลิต(by product) มาใช้ประโยชน์ เช่น

โรงงานสับปะรดกระป๋อง มีเนื้อที่ติดเปลือก และแกนสับปะรด สามารถนำไปใช้ผิตเป็น น้ำสับปะรดเข้มข้นบรรจุกระป๋องได้

เปลือกสับปะรดที่เหลือจากการปอกเปลือกสามารถนำมาใช้ในการเลี้ยงสัตว์ได้แล้วยังสามารถนำมาแปรรูปใช้ในการผลิตเชื้อเพลิงได้ โดยการนำเปลือกสับปะรดมาตากให้แห้งแล้วนำไปอัดเป็นแท่ง ใช้เป็นวัตถุดิบในการเผาไหม้ หรือนำไปจำหน่ายให้กับประชาชนรอบๆ ได้การพัฒนาด้านการอุตสาหกรรม ย่อมส่งผลกระทบให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ ทั้งทางด้านน้ำเสีย อากาศเสีย เสียงดัง สิ่งปฏิกูล สารเคมีมีพิษ สารกัมมันตรังสีต่างๆ อันก่อให้เกิดอันตรายต่อมนุษย์ สัตว์ ด้านระบบหายใจ ผิวหนัง ระบบประสาท แหล่งน้ำเสียหาย และก่อให้เกิดความเดือดร้อนรำคาญต่างๆ จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่หน่วยงานต่างๆ และประชาชนต้องร่วมใจดำเนินการอย่างจริงจัง ในการวางมารตาการป้องกันแก้ไขและดำเนินการกำจัดของเสีย ที่เกิดขึ้น ซึ่งกรมโรงงานอุตสาหกรรมมีหน้าที่รับผิดชอบโดยตรง ในด้านการควบคุมดูแลและแก้ไขปัญหามลพิษที่เกิดจากโรงงานอุตสาหกรรม โดยปฏิบัติ ตามพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 มุ่งสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน นอกจากนี้การจัดการสิ่งแวดล้อมที่ดีโดยการใช้เทคโนโลยียังสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับการผสมผสานเช่นมีการทำโครงการร่วมใช้แบบจำลอง ซึ่งการสร้างแบบจำลองเป็นเครื่องมือสำคัญในการคาดคะเนสิ่งที่ยังไม่เกิดขึ้น เพื่อจะพิจารณาผลการดำเนินการตามแผนทีกำหนดไว้ตามหลักการและวิธีการ ทางเลือกแบบจำลองมีด้วยกันหลายวิธี ซึ่งเป็นการผสมผสานทางชีวภาพโดยการสร้างสิ่งเปรียบเทียบระหว่างสิ่งที่เป็นปัจจัยในการกำจัด ค่า BOD ด้วยพืชชนิดหนึ่งอาจเป็นต้นธูปฤาษี เปรียบเทียบกับสิ่งที่ช่วยในการดูดซับมลพิษทางอากาศที่ออกจากปล่อง หรือเป็นการกำหนดแบบจำลองคงที่ (Static model) เป็นการทำโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมอาจใช้พื้นที่เช่นป่าชายเลนเป็นตัวช่วยในการกำจัดมลพิษทางสิ่งแวดล้อม เช่นโครงการแหลมผักเบี้ย อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ตำบลแหลมผักเบี้ย อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี หรืออาจจัดทำโครงการโดยใช้แบบจำลองเคลื่อนตัว (Dynamic model)เป็นการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์กำกับให้เห็นเป็นภาพจริงเคลื่อนไหว สามารถตรวจสอบการดำเนินการจัดการสิ่งแวดล้อมให้มีคุณภาพที่ดีตรงตามมาตรฐานโดยการพัฒนาสิ่งแวดล้อมที่ดีต่อไป โดยการพิจารณาตามความเหมาะสม

บรรณานุกรม

มัลลิกา ปัญญาคะโป “การจัดการของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม” ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปกร 2544

เกษม จันทร์แก้ว “วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม” วิทยาลัยสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และคณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร 2543

เกษม จันทร์แก้ว “การจัดการสิ่งแวดล้อมแบบผสมผสาน” คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร 2543

กรมโรงงานอุตสาหกรรม “ตำราระบบบำบัดมลพิษน้ำ” สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย กรุงเทพมหานคร 2545

กองอนามัยสิ่งแวดล้อม “เอกสารน้ำเสียและการบำบัดน้ำเสีย” สุขาภิบาลโรงงาน สำนักอนามัย กรุงเทพมหานคร

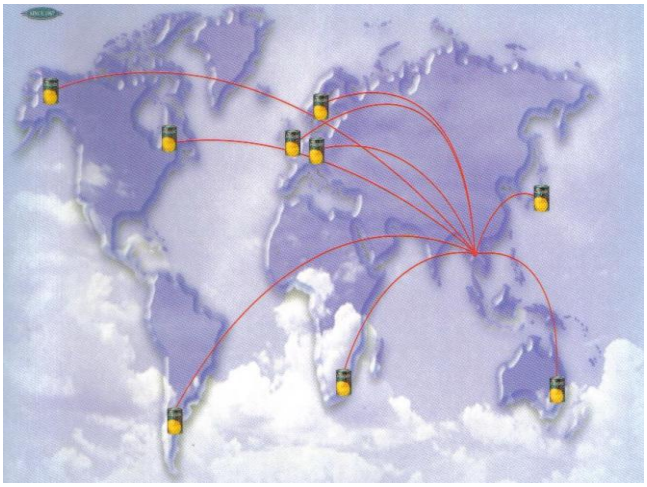
วงศ์พันธ์ ลิมปเสนีย์ ธีระเกรอต “มลภาวะอากาศ” จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร 2525

นภาพร พานิชและคณะ “ตำราระบบบำบัดมลพิษอากาศ” กรมโรงงานอุตสาหกรรม ศูนย์บริการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2547

เอกสารความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับกฎหมายสิ่งแวดล้อมของประเทศสหรัฐอเมริกา pr.disclosure@pcd.go.th

บทที่ 1
ข้อมูลทั่วไปของโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง

สถานการณ์ปัจจุบันของสิ่งแวดล้อมที่กำลังประสบปัญหาขณะนี้ ซึ่งส่งผลทำให้เกิดภาวะโลกร้อนขึ้น เนื่องจากมีการก่อตั้งโรงงานอุตสาหกรรมจำนวนมาก โดยแต่ละโรงงานมีการปล่อยมลพิษที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทั่วทุกภาคของประเทศไทย โดยเฉพะการก่อตั้งโรงงานอุตสาหกรรมที่คิดว่าเป็นโรงงานอุตสาหกรรมที่ไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม หรือส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อย จึงเป็นสาเหตุให้ไม่คำนึงถึงปัญหาที่เกิดจากโรงงานอุตสาหกรรมนั้น อาทิเช่น โรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง เป็นโรงงานที่มีการผลิตสับปะรดกระป๋องและน้ำสับปะรดเข้มข้น ซึ่งมุ่งเน้นการส่งออกต่างประเทศ ซึ่งมีการผลิตทั่วทุกภาคของประเทศไทย จำนวน 50 โรงงาน ตามตารางที่ 1.1 ดังจะเห็นได้ว่า จังหวัดประจวบคีรีขันธ์เป็น จังหวัดหนึ่งที่มีการก่อตั้งโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง จำนวนมาก ซึ่งทางอุตสาหกรรมจังหวัด มีเป้าหมายที่จะให้โรงงานที่ยังไม่ได้รับการรับรองตามระบบมาตรฐานต่าง ๆ เข้ากระบวนการพัฒนา กอปรกับจำนวนประชากรที่มากขึ้น มีการใช้อุปกรณ์เครื่องใช้ต่างๆส่งผลให้เกิดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมใน ดังนั้น ทางกรมโรงงานอุตสาหกรรมจังหวัด จึงมุ่งจัดทำโครงการสนับสนุนการพัฒนาโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปสับปะรดสู่มาตรฐานสากลเพื่อให้โรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปสับปะรด ได้มีความรู้ความเข้าใจในระบบมาตรฐานสากลมากขึ้น รวมถึงสนับสนุนการพัฒนา การจัดการสิ่งแวดล้อมพร้อมยกระดับคุณภาพและประสิทธิภาพในการผลิตของโรงงานแปรรูปสับปะรด สู่การพัฒนาที่ยั่งยืนของบริษัท



ภาพที่ 1.1 ประเทศที่ส่งออก

โรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องที่ก่อตั้งขึ้นในประเทศไทย มีจุดมุ่งหมายในการส่งออกนอก ไม่เน้นการผลิตเพื่อจำหน่ายในประเทศ

สถานการณ์การส่งออก ประเทศไทยเป็นผู้ส่งออกรายใหญ่ของโลก ที่ยังสามารถรักษาอันดับแรกไว้ได้อย่างต่อเนื่อง ดังภาพที่ 1.1

การส่งออกสับประรดกระป๋อง ประเทศไทยเป็นผู้ส่งออกรายใหญ่ที่สุด มีประเทศคู่ค้าที่สำคัญ คือ สหรัฐอเมริกา เยอรมัน ญี่ปุ่น แคนนาดา และเนเธอร์แลนด์

การส่งออกน้ำสับปะรดไทย มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง

ตารางที่1.1 รายชื่อโรงงานอุตสาหกรรมที่ประกอบการสับปะรดกระป๋อง

ลำดับที่	ชื่อโรงงาน	จังหวัดที่ตั้ง
1	วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยี	ชลบุรี
2	บริษัท ภัทรภัณฑ์พัฒนา จำกัด	ชลบุรี
3	บริษัท ลัคกี้สวอน จำกัด	ชลบุรี
4	บริษัท อาหารสยาม จำกัด(มหาช)	ชลบุรี
5	บริษัทสับปะรดระยอง จำกัด	ระยอง
6	บริษัท สยามอุตสาหกรรมการเกษตร(สับปะรดและอื่นๆจำกัด (มหาชน)	ระยอง
7	บริษัท เวิลด์ฟู้ดส์ซัพพลาย จำกัด	กาญจนบุรี
8	บริษัท อินโดไชน่า คอมเมอร์เชียล จำกัด	กาญจนบุรี
9	ห้างหุ้นส่วนจำกัด บ่อพลอยฟูดส์	กาญจนบุรี
10	บริษัท กาญจนบุรีผลไม้กระป๋องจำกัด	กาญจนบุรี
11	บริษัท ไวต้าฟู้ดแคทอรี่(1989) จำกัด	กาญจนบุรี
12	บริษัท บีเอ็น เอ็ช แคนนิ่ง จำกัด	ราชบุรี
13	บริษัท ทรอปิคอลฟู้ดอินดัสตรีส์ จำกัด	สมุทรสาคร
14	บริษัท นิวแหลมทองฟูดส์อินดัสทรีส์ จำกัด	นครปฐม
15	บริษัท โรงงานมาลีสามพราน จำกัด	นครปฐม
16	บริษัท ออร์คิดฟูดส์ จำกัด	นครปฐม
17	บริษัท ศรีพูนทรัพย์การ์ดดิ้ง จำกัด	กำแพงเพชร
18	บริษัท เกษตรอุตสาหกรรมอิสาน จำกัด(มหาชน)	หนองคาย
19	บริษัทไทยซุนผลิตภัณฑ์อาหาร จำกัด	หนองคาย
20	บริษัท ชิโก้- ไทย แพลนเตชัน จำกัด	นครพนม

ตารางที่ 1.1 ต่อ

ลำดับที่	ชื่อโรงงาน	จังหวัดที่ตั้ง
21	บริษัท ซันเทคกรุ๊ป จำกัด	นครพนม
22	บริษัท ไทยยูเนี่ยนนำฮง จำกัด	ปราจีนบุรี
23	บริษัท บี.อาร์.วีโปรดักส์ จำกัด	พิษณุโลก
24	บริษัทอาหารสากล จำกัด(มหาชน)	ลำปาง
25	บริษัท ปาลแม็ก จำกัด	ลำพูน
26	นายวิรัช ปิยพร ไพบูลย์	ประจวบคีรีขันธ์
27	บริษัท สามร้อยยอด จำกัด	ประจวบคีรีขันธ์
28	บริษัทอุตสาหกรรมสับปะรดหัวหิน จำกัด	ประจวบคีรีขันธ์
29	บริษัท ผลไม้รวมมิตร จำกัด	ประจวบคีรีขันธ์
30	บริษัท องค์พฤกษา จำกัด	ประจวบคีรีขันธ์
31	บริษัท อุตสาหกรรมเทพินทร์ จำกัด	ประจวบคีรีขันธ์
32	ห้างหุ้นส่วนจำกัด อุตสาหกรรมผลไม้ปราณบุรี	ประจวบคีรีขันธ์
33	บริษัท สับประไทย จำกัด(มหาชน)	ประจวบคีรีขันธ์
34	ห้างหุ้นส่วนจำกัด มงคลกิจอุตสาหกรรม	ประจวบคีรีขันธ์
35	นายมงคล อุ่นอนุโลม	ประจวบคีรีขันธ์
36	สหกรณ์สับปะรดปราณบุรี จำกัด	ประจวบคีรีขันธ์
37	บริษัท เนเชอรัลฟรุต จำกัด	ประจวบคีรีขันธ์
38	บริษัท โดลไทยแลนด์ จำกัด(ประจวบคีรีขันธ์)	ประจวบคีรีขันธ์
39	บริษัท อุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง จำกัด	ประจวบคีรีขันธ์
40	บริษัท ผลไม้กระป๋องสยาม จำกัด	ประจวบคีรีขันธ์
41	บริษัท ปราณบุรีสับปะรดกระป๋อง จำกัด	ประจวบคีรีขันธ์
42	บริษัท ปราณบุรีโฮเตอิ จำกัด	ประจวบคีรีขันธ์
43	บริษัท ผลไม้กระป๋องประจวบ จำกัด	ประจวบคีรีขันธ์
44	บริษัท สับปะรดปราณบุรี(ประเทศไทย)จำกัด	ประจวบคีรีขันธ์
45	บริษัท กุยบุรีผลไม้กระป๋อง จำกัด	ประจวบคีรีขันธ์
46	บริษัท เจริญฟู้ดส์อุตสาหกิจ จำกัด	ประจวบคีรีขันธ์
47	บริษัท เถกิงอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องไทยจำกัด	ประจวบคีรีขันธ์

ตารางที่ 1.1 ต่อ

48	บริษัท ทิบโก้ จำกัด	ประจวบคีรีขันธ์
49	บริษัท โดลไทยแลนด์ จำกัด (ชุมพร)	ชุมพร
50	บริษัท หาดใหญ่แคนนิ่ง จำกัด	สงขลา

ที่มา : กรมโรงงานอุตสาหกรรม (2544)

โรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง เป็นโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ มีการผลิตสับปะรดกระป๋องเพื่อส่งออกและ ทำน้ำสับปะรดเข้มข้นควบคู่กันเพื่อเป็นการใช้ทรัพยากรให้คุ้มค่าทุกส่วน นอกจากนี้บางโรงงานมีการทำสับปะรดแช่แข็ง รวมถึงการทำผลไม้กระป๋องตามฤดูกาล

ส่วนมาตรฐานการจัดการสิ่งแวดล้อมของบริษัทอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องยังไม่ได้มาตรฐานเนื่องจาก ปัจจัยหลายด้านที่ไม่เอื้อต่อการพัฒนา เช่น งบประมาณในการจัดการระบบเป็นสาเหตุให้ บริษัทไม่ให้ความร่วมมือในการดำเนินการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมให้สู่การพัฒนาที่ยั่งยืน เทียบมาตรฐาน รวมถึงด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมให้ได้มาตรฐานอาทิเช่น ตัวอย่างการวางมาตรการของแต่ละโรงงาน

โรงงานอุตสาหกรรมสับประรดกระป๋อง มีกระบวนการผลิตที่เหมือนกัน คือการนำสับประรดมาผลิตเป็นสับปะรดกระป๋อง และนำส่วนที่เหลือ ผลิตเป็นน้ำสับปะรดเข้มข้นเพื่อมุ่งเน้นการนำวัตถุดิบมาใช้ให้เกิดการคุ้มทุนมากที่สุด ซึ่งทางโรงงานอุตสาหกรรมได้มีการกำหนดนโยบายและวิสัยทัศน์ของแต่ละบริษัทอาทิเช่น

มุ่งคุณภาพได้มาตรฐาน เน้นด้านอนามัย ใส่ใจเรื่องกฎหมาย ไม่เสื่อมคลายจริยธรรม เลิศล้ำความปลอดภัย ห่วงใยสิ่งแวดล้อม

นโยบายคุณภาพสิ่งแวดล้อม โดยให้พนักงานของบริษัททุกคนมีความมุ่งมั่นที่จะบรรลุผลตามเป้าหมายของบริษัทในด้านส่งมอบผลิตภัณฑ์อาหารที่มีคุณภาพสูงสุดปลอดภัยและตรงตามกำหนดรวมถึงการปรับปรุงการดำเนินการตามระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม เพื่อส่งเสริมและแปรรูปผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรเพื่อการส่งออก สร้างงาน สร้างคนได้ให้กับชุมชน

โรงงานจะป้องกันและรักษาสภาพแวดล้อมไว้เพื่อให้พนักงานได้ทำงานอย่างมีความสุขและจะปรับปรุงการปฏิบัติงานเพื่ออนุรักษ์สภาพแวดล้อมอยู่เสมอ

ดังนั้นพบว่าโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องบางโรงงานได้มีการวางนโยบายและวิสัยทัศน์มุ่งมั่นทีจะพัฒนาโรงงานอุตสาหกรรมให้ได้มาตรฐานรวมถึงการจัดการสิ่งแวดล้อมในบริษัทให้ได้มาตรฐานการจัดการสิ่งแวดล้อม โดยมีความห่วงใยในความปลอดภัยของพนักงานและส่งเสริมการจัดการสิ่งแวดล้อมที่ดี จากการศึกษาข้อมูลพบว่าโรงงานสับปะรดกระป๋อง บางโรงงานยังมีปัญหาด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมทั้งด้านการจัดการน้ำ การจัดการอากาศ และกลิ่นของกากของ

เสีย ซึ่งเกิดปัญหาร้องเรียน รวมถึงการจัดการขยะมูลฝอยในโรงงานไม่ถูกสุขลักษณะก่อให้เกิดผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมดังรายละเอียดในหัวข้อที่ 1. 4

1.1 กระบวนการผลิต

โรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง ส่วนใหญ่ มีพื้นที่มากพอ ในการดำเนินกิจการอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องและการจัดการสิ่งแวดล้อมภายในโรงงาน โดยแบ่งพื้นที่เป็น ที่ตั้งโรงงานอุตสาหกรรม พื้นที่ในการสร้างบ่อบำบัดน้ำเสีย รวมถึงพื้นที่ว่าง และพื้นที่สร้างบ้านพักของพนักงานตามความเหมาะสมของการประกอบกิจการของโรงงาน ดังนั้นการดำเนินการในโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องต้องมีการเตรียมความพร้อมในการดำเนินกระบวนการผลิตดังนี้

1.1.1 การจัดการผลิต

การปฏิบัติงานในส่วนการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง ทำการผลิตวันละ 8-10 ชั่วโมง สัปดาห์ละ 6 วัน จะทำการผลิต10 เดือน/ ปี ระหว่างเดือนตุลาคมของปลายปีพุทธศักราชเก่า จนถึงเดือนกรกฎาคมของปีพุทธศักราชใหม่ ที่เหลืออีก 2 เดือน ทางโรงงานอุตสาหกรรมได้ใช้ในการ จัดการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องจักรกลที่ใช้ในกระบวนการผลิตรวมถึงการปรับปรุงคุณภาพของเครื่องจักรกล และร่วมกันทำความสะอาดพื้นที่ในโรงงานอุตสาหกรรมเนื่องจากมีการปนเปื้อนของน้ำสับปะรด คราบน้ำมันเครื่องที่หกลงพื้นจากการดำเนินกิจการของโรงงานอุตสาหกรรม โดยจะทำการผลิตสับปะรดกระป๋องประมาณวันละ 37.38 และน้ำสับปะรดเข้มข้นร้อยละ 62.62 ผลิตภัณฑ์ทั้งหมดส่งออกจำหน่ายต่างประเทศ ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่เป็นสับปะรดกระป๋อง นั้นประกอบด้วยชิ้นแว่น (Slice) ชิ้นหนา (Chunk) และรูปลิ่ม (Tidbit) บรรจุในขนาดกระป๋องต่างๆ ดังนี้ 8,15,20,30,และ 107 ออนซ์ ซึ่งกระป๋องแต่ละขนาดจะบรรจุเนื้อสับปะรด 136,272,340,494,และ 1,842 กรัม ตามลำดับ ส่วนน้ำสับปะรดเข้มข้นนั้นมีขนาดบรรจุถังละ 55 Gallon / Drum และบางโรงงานอุตสาหกรรม มีการจัดการผลิตผลไม้กระป๋องตามฤดูการที่มีในท้องถิ่น และตามความต้องการของตลาด

1.1.2 วัตถุดิบในการผลิต

1) สับปะรด ที่นำมาผลิตสับปะรดกระป๋องได้แก่ สับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย ดังภาพที่ 1.2 ช่วงที่มีสับปะรดมากทางบริษัทรับเข้ามาทำการผลิต 700 – 800 ตัน ส่วนช่วงที่มีสับปะรดน้อย จะมีสับปะรดเข้ามาสู่โรงงาน 200 ตัน โดยทั่วไป สามารถผลิตสับปะรดกระป๋องและ น้ำสับปะรดได้ 60 เปอร์เซ็นต์ อีก 40 เปอร์เซ็นต์ เป็นส่วนที่เหลือจากการ

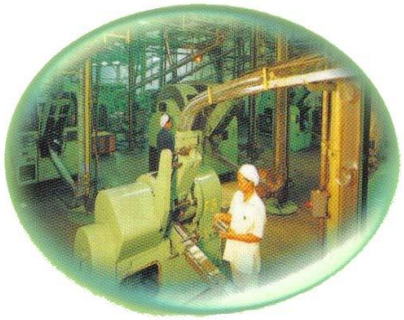
ผลิต ซึ่งบางโรงงานมีพื้นที่มากพอที่จะทำการปลูกเองเพื่อลดต้นทุนในการผลิต และมีการนำผลไม้ตามฤดูมาแปรรูป เช่น มะละกอ มะม่วง ว่านหางจระเข้ ตามความต้องการและกำลังผลิต ซึ่งทางโรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่ เน้นการผลิตสับปะรดกระป๋องส่งออก เพื่อลดปัญหาการจัดการสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากผลไม้หลากหลายชนิด ซึ่งส่งผลกระทบทางน้ำจากการปนเปื้อนของน้ำผลไม้ที่ไหลลงสู่ระบบบำบัด ต้องใช้ต้นทุนในการบำบัดสูง

ภาพที่ 1.2 สับปะรดที่ใช้ในการผลิต

2) น้ำตาล เป็นวัตถุดิบในการผลิตน้ำเชื่อม โดยเตรียมน้ำเชื่อม 2 ชนิด ได้แก่ ชนิดเข้มข้นและชนิดเจือจาง

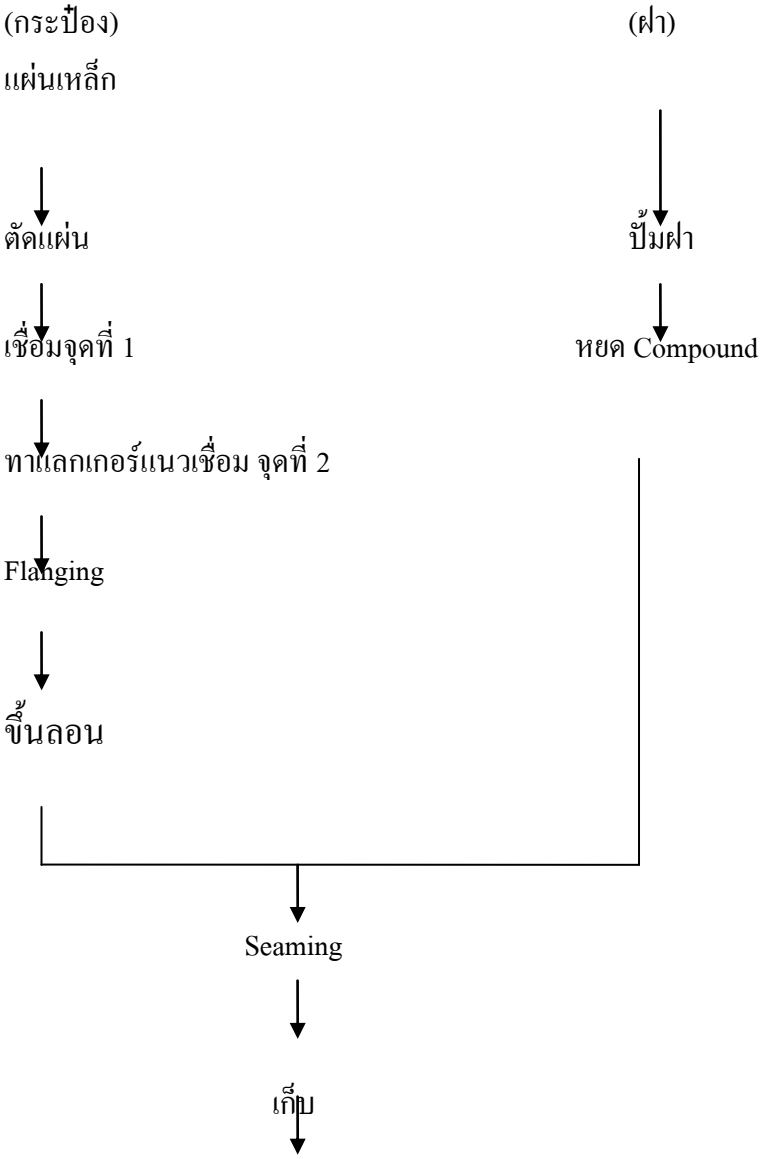
3) น้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิตแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ น้ำที่ใช้ในการผลิตโดยใช้ในการบรรจุวัตถุดิบ 100 ลบ.ม. และ น้ำหล่อเย็นประมาณ 2000 ลบ.ม. น้ำที่ใช้ในการผลิตตั้งแต่การล้างเปลือก ล้างเนื้อสับปะรด น้ำที่นำไปใช้ทำน้ำเชื่อมและล้างพื้น น้ำหล่อเย็นเป็นน้ำที่ใช้หล่อเย็นกระป๋องภายหลังจากกระบวนการฆ่าเชื้อ รวมถึงน้ำที่ใช้ในสำนักงาน บ้านพักพนักงาน แยกตามประเภทของน้ำ ส่วนน้ำที่ใช้แล้วทั้งหมดนี้จะไหลลงสู่ระบบบำบัดน้ำน้ำเสีย

4) กระป๋อง ทางบริษัทได้ทำการผลิตกระป๋องเอง โดยการรับซื้อแผ่นเหล็กและลวดทองแดงเพื่อมาทำการเชื่อมโดยขึ้นรูป ดังแผนภาที่ 1.3 และ 1.4 มีบางส่วนที่ทางบริษัททำการผลิตไม่ทันจะมีการสั่งซื้อกระป๋องเปล่าจากโรงงานผลิต ส่วนในการผลิตกระป๋องเศษกระป๋องที่เหลือ นำขายเป็นเศษเหล็ก ส่วนลวดทองแดงที่นำมาเชื่อมส่งคืนบริษัท



ภาพที่ 1.3 การเชื่อมกระป๋อง

5) กรดอะซิตริก (CH_3COOH) หรือกรดมะนาว ใช้เติมลงในกระป๋องที่บรรจุสับปะรดกระป๋องเพื่อควบคุม pH และยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อในกระป๋องตามความต้องการของลูกค้า เช่น ถ้าลูกค้าต้องการให้สับปะรดเปรี้ยว สามารถเติมกรดลงในกระป๋องให้มีค่า pH สูง หากเนื้อสับปะรดมีรสเปรี้ยวอาจไม่ต้องเติมกรดในกระป๋อง



กระบวนการผลิตสับปะรดกระป๋อง

ภาพที่ 1.4 แผนผังกระบวนการผลิตกระป๋องเปล่า

1.1.3 การใช้พลังงาน

พลังงานที่ใช้ในการผลิตสับปะรดกระป๋องและน้ำสับปะรดเข้มข้นนั้นสามารถแบ่งได้เป็น 2 ส่วนคือ พลังงานไฟฟ้า ซึ่งใช้ในการเดินเครื่องจักรต่างๆ โดยสับปะรด 1 ตัน ใช้พลังงานไฟฟ้าในการผลิตสับปะรดกระป๋องและ น้ำสับปะรดเข้มข้น ประมาณ 30-44.6 กิโลวัตต์-ชม. และพลังงานไอน้ำ ซึ่งจะใช้ในส่วนของการปิดฝา การไล่อากาศ การฆ่าเชื้อและการต้มระเหยน้ำสับปะรดแต่ไม่มีการเก็บข้อมูลการผลิตไอน้ำ ดังแสดงในตารางที่ 1.2 เป็นตัวอย่างของโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องของโรงงานหนึ่ง นอกจากนี้การใช้พลังงานจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับกำลังผลิตของโรงงานอุตสาหกรรม

ตารางที่ 1.2 การใช้พลังงาน และเชื้อเพลิง

พลังงานและเชื้อเพลิง	ปริมาณการใช้	
	ปริมาณ/ตันสับปะรดสด	ปริมาณ/ ตันสับปะรดกระป๋อง น้ำสับปะรดเข้มข้น
พลังงานไฟฟ้า*(กิโลวัตต์-ชม.)	30 – 44.6	60.8 – 84.3
พลังงานไอน้ำ*(ตันไอน้ำ)	-	-
น้ำมันเตาเกรดC (ลิตร)	59.78	279

หมายเหตุ * เป็นปริมาณที่ใช้ในโรงงาน

ที่มา: บริษัทอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง (2545)

1.1.4 กระบวนการผลิตสับปะรดกระป๋องและน้ำสับปะรดเข้มข้น

1.1.4.1 กระบวนการผลิตสับปะรดกระป๋อง

1. การเตรียมวัตถุดิบ (Raw Material) : เริ่มจากสับปะรดที่ส่งมายังโรงงานรถบรรทุกสับปะรดกระป๋องเหล่านี้จะถูกเทลงบนสายพาน และทำการตรวจสอบคุณภาพสับปะรดโดยจะทำการคัดสับปะรดที่อ่อนขนาดเล็กออกและมีการสุ่มตรวจปริมาณไนเตรตในสับปะรด
2. การล้างเปลือก (Washing) : เป็นการชะล้างเอาสิ่งสกปรกต่างๆเช่นดิน กรวด ทราย เศษใบที่ติดมาออกให้หมดและยังช่วยลดปริมาณของสารเคมีรวมทั้งปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่ติดมากับวัตถุดิบให้น้อยลงโดยการล้างด้วยน้ำบาดาลอุณหภูมิประมาน 55 องศาเซลเซียส พ่นฝอย (Spray Washing X) เป็นวิธีการล้างที่มีประสิทธิภาพสูง ซึ่งประสิทธิภาพของการล้างวิธีนี้

ขึ้นอยู่กับแรงดันของน้ำที่ใช้ ปริมาณน้ำใช้ อุณหภูมิของน้ำระหว่างหัวฉีดน้ำกับตัวสับปะรด ระยะเวลาที่สับปะรดสัมผัสกับน้ำพ่นฝอย การล้างด้วยน้ำปริมาณน้อยที่มีแรงดันสูงจะมีประสิทธิภาพมากกว่าการล้างด้วยน้ำปริมาณมากที่มีแรงดันต่ำ

3. การคัดขนาด (Size Grading) : สับปะรดที่ผ่านการล้างแล้วจะถูกส่งไปคัดขนาด ทั้งนี้ เพื่อให้มีขนาดสม่ำเสมอเหมาะกับการใช้งานของเครื่องจักร เป็นการลดเปอร์เซ็นต์การสูญเสียให้น้อยลง และเพื่อ ให้ผลิตภัณฑ์มีขนาด สม่ำเสมอตรงตามเกรดคุณภาพ
4. การปอกเปลือกและเจาะแกน (Peeling and Coring) : นำสับปะรดไปที่เครื่องปอกเปลือกและเจาะแกน (Ginaca Machine) ที่ได้ปรับตำแหน่งใบมีดอย่างเหมาะสมกับขนาดต่าง ๆ ของผลสับปะรดที่ได้คัดเลือกไว้เครื่อง (Ginaca) นี้จะทำการตัดหัวท้ายผลสับปะรด เอาเปลือกพร้อมตาและแกนกลางออก ส่วนเนื้อที่ติดเปลือกและแกนของสับปะรดจะถูกนำไปผลิตน้ำสับปะรดเข้มข้น
5. การจิกตาและตัดแต่ง (Trimming) : เป็นการตัดแต่งเอาเศษเปลือก เศษตาและตำหนิต่าง ๆ ที่ติดมากับเนื้อสับปะรดออกให้หมด ซึ่งอาจใช้มีดหรือปากคีบดึงออก
6. การหั่น (Cutting) : ทำการตัดสับปะรดเป็นชิ้นให้เป็นแว่นด้วยเครื่อง Slicer หรือ หั่นให้เป็นชิ้นด้วยเครื่องกระแทกชิ้นดังภาพที่ 1.5

ภาพที่ 1.5 การหั่นสับปะรดบรรจุกระป๋อง

7. การบรรจุ (Filling) : การนำสับปะรดบรรจุลงกระป๋องตามขนาดที่ต้องการ ดังภาพที่ 1.6 จากนั้นเติมส่วนผสมอื่น ๆ ลงไปเช่น น้ำสับปะรด น้ำเชื่อม โดยการบรรจุนั้นอาจใช้คนในการบรรจุ กระป๋องที่จะนำมา

บรรจุจะทำการล้างโดยใช้น้ำฉีดพ่นก่อน เพื่อทำความสะอาดกระป๋อง และข้อควรระวังในการบรรจุมี ดังนี้

ภาพที่ 1.6 สับปะรดที่ใช้บรรจุในกระป๋อง

- น้ำหนัก ต้องควบคุมน้ำหนักเนื้อสับปะรด และน้ำหนักส่วนผสมที่บรรจุในแต่ละกระป๋องให้คงที่ไม่ให้มีน้ำหนักเนื้อสับปะรดมากหรือน้อยเกินไป เพราะถ้าเนื้อสับปะรดมากเกินไป โอกาสที่ความร้อนที่ใช้ฆ่าเชื้ออาจไม่เพียงพอ เป็นผลทำให้อาหารเกิดการเสียได้ ถ้าเนื้อสับปะรด น้อยเกินไปก็จะทำให้มีคุณภาพไม่ได้ตามพระราชบัญญัติอาหาร
- ช่องว่างเหนือระดับอาหารภายในกระป๋อง (Headspace) ต้องควบคุมไม่ให้มีช่องว่างในกระป๋อง(Headspace) มากหรือน้อยเกินไป ปกติจะอยู่ได้ประมาณ 4/16 – 6/16 นิ้ว ถ้ามีช่องว่างในกระป๋องมากเกินไป จะมีผลทำให้น้ำหนักสุทธิของผลิตภัณฑ์นั้นต่ำกว่ามาตรฐาน
- การไล่อากาศไม่สามารถไล่อากาศออกจากกระป๋องได้หมด ทำให้มีอากาศหลงเหลืออยู่ซึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์เสื่อมคุณภาพเร็ว เกิดการกัดกร่อนภายในและมีอายุการเก็บสั้น ถ้ามีช่องว่างในกระป๋องน้อยเกินไป จะมีผลทำให้ฝากระป๋องบวมเกิดการขยายตัวของสับปะรดขณะนึ่งฆ่าเชื้อด้วยความร้อน และจากก๊าซไฮโดรเจน ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาของสับปะรดระหว่างการเก็บรักษา

- ความเข้มข้นและความข้นหนืดของส่วนผสมที่เติมลงในกระป๋องต้องคงที่ในขบวนการผลิตแต่ละครั้ง เนื่องจากส่วนผสมที่มีความเข้มข้นสูง หรือมีความเข้มข้นหนืดมากต้องการเวลาที่ใช้ในการนึ่งฆ่าเชื้อนานมากขึ้น

8. การไล่อากาศ (Exhausting): เป็นการนำเอากระป๋องที่บรรจุสับปะรดและส่วนผสมเรียบร้อยแล้วมาทำการไล่อากาศที่แทรกอยู่ในเนื้อสับปะรดและภายในกระป๋องออก โดยมีวัตถุประสงค์ คือ

8.1 เพื่อให้เกิดความเป็นสุญญากาศขึ้นภายในกระป๋อง

8.2 ช่วยลดการกัดกร่อนของกระป๋อง เนื่องจากในที่ไม่มีออกซิเจนปฏิกิริยาการกัดกร่อนจะเกิดได้ช้า

8.3 ช่วยรักษาคุณภาพสับปะรด โดยเฉพาะในการฆ่าเชื้อถ้ามีออกซิเจนปนอยู่ด้วยกระป๋องจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในด้านสี กลิ่น รส รวมทั้งการทำลายของวิตามินต่างๆ ได้มากขึ้น

- ความเป็นสุญญากาศภายในกระป๋อง เป็นค่าที่บอกถึงความแตกต่างระหว่างความดันภายนอกและภายในกระป๋อง โดยทั่วไปต้องการค่าความเป็นสุญญากาศในช่วง 10 – 20 นิ้วปรอท ความเป็นสุญญากาศภายในกระป๋องมีความสำคัญ ดังนี้

  1) สุญญากาศช่วยลดความดันที่เกิดขึ้นภายในกระป๋องระหว่างการนึ่งฆ่าเชื้อซึ่งเท่ากับเป็นการช่วยลดการดึงผิวของฝาและการคลายของตะเข็บ

  2) สุญญากาศช่วยให้สภาพของกระป๋องคืนตัวหลังจากการทำให้เย็นและมีลักษณะของฝาและก้นเว้าเข้าเล็กน้อย (Concave)

  3) สุญญากาศสามารถเป็นแอ่งสำหรับเป็นที่กักเก็บก๊าซไฮโดรเจนที่เกิดขึ้นหลังจากการกระทำของสับปะรดในระหว่างเก็บรักษาหรือเพื่อรอจำหน่าย ทำให้สับปะรดกระป๋องมีอายุการเก็บได้ยาวนานขึ้น

- วิธีการไล่อากาศ ใช้การไล่อากาศด้วยการใช้ไอน้ำร้อนพ่น (Steam Fowl Exhaust) เป็นการไล่อากาศโดยนำกระป๋องที่บรรจุสับปะรดมาผ่านเข้าเครื่องปิดผนึกแบบไอน้ำพ่น ซึ่งจะมีไอน้ำร้อนฉีดพ่นลงบนช่องว่างเหนือระดับอาหารในกระป๋องเพื่อให้อากาศเฉพาะตรงช่องว่างถูกแทนที่ด้วยไอน้ำร้อนแล้วปิดฝากระป๋องทันที

เมื่อไอน้ำเกิดการควบแน่นจะเกิดความเป็นสุญญากาศขึ้นภายในกระป๋อง การไล่อากาศวิธีนี้ต้องควบคุมขนาดของช่องว่างเหนือระดับอาหารในกระป๋องและความดันไอน้ำที่ใช้ให้เหมาะสม

9. การปิดฝา (Seaming) : สับปะรดกระป๋องที่ผ่านการไล่อากาศแล้วจะถูกนำมาปิดฝาด้วยเครื่องปิดฝาแบบตะเข็บซ้อน (Double Seamer) ซึ่งประกอบด้วยลูกกลิ้ง 2 ลูก ลูกกลิ้งตัวแรกจะม้วนขอบของฝาให้สอดเข้าไปที่ด้านในของขอบกระป๋องที่ถูกพับงอ ลูกกลิ้งตัวหลังจะทำการบีบ รีดตะเข็บให้แน่นสนิทติดกับตัวกระป๋องโดยจะต้องปรับเปอร์เซ็นต์ส่วนที่เกยกัน (Over Lap) ไม่ต่ำกว่า 45 %
10. การล้างกระป๋องหลังการบรรจุ (Washing) :
    - หลังการปิดฝากระป๋องจะต้องล้างด้วยน้ำสะอาดเพื่อชำระสิ่งสกปรก เช่น น้ำเชื่อมหรือน้ำสับปะรด ที่หกล้นระหว่างการปิดฝากระป๋อง และถ้าใช้น้ำร้อนจะล้างออกได้โดยง่ายทั้งยังรักษาระดับอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์ด้วย
    - สำหรับกระป๋องที่ฆ่าเชื้อในน้ำเดือด ถ้าไม่ล้างก่อนนำไปฆ่าเชื้อน้ำเดือดจะชะล้างสิ่งสกปรกที่ติดมาและสะสมอยู่ในน้ำนั้น เมื่อมีปริมาณเข้มข้นมากขึ้นก็จะทำให้กระป๋องถูกกัดกร่อนได้ก็จะทำให้กระป๋องเกิดการเป็นสนิมได้ระหว่างการเก็บรักษา
    - สำหรับกระป๋องที่ฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งฆ่าเชื้อ(ใช้ไอน้ำในการฆ่าเชื้อโดยตรง) ถ้าไม่ล้างสิ่งเปรอะ เปื้อนจะเกาะติดกระป๋องแน่นขึ้นและล้างออกยากมากในระหว่างการทำให้เย็น ทำให้กระป๋องเป็นสนิมระหว่างการเก็บรักษา
11. การนึ่งฆ่าเชื้อ (Cooker) : หลังจากการปิดฝากระป๋องเรียบร้อยแล้ว จะนำสับปะรดกระป๋องมาฆ่าเชื้อด้วยความร้อนจากน้ำเดือดสำหรับอุณหภูมิที่ใช้ในการฆ่าเชื้อประมาณ 97 – 100 องศาเซลเซียส สำหรับเวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อ จะขึ้นอยู่กับขนาดของชิ้นสับปะรด ปริมาณเนื้อสับปะรด ความเข้มข้นของของเหลวที่บรรจุ อุณหภูมิเริ่มต้น การเรียงตัวของกระป๋องภายในหม้อนึ่งฆ่าเชื้อ

    สับปะรดกระป๋องที่ปิดฝาแล้วควรถูกนำมาฆ่าเชื้อทันที ไม่ควรปล่อยไว้นานเกิน 30 นาทีเพราะอุณหภูมิเริ่มต้นจะต่ำลงเป็นเหตุให้การฆ่าเชื้อไม่

เพียงพอ ถ้าหม้อนึ่งมีขนาดใหญ่มากควรนำกระป๋องมาแช่ในน้ำร้อนที่มีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิเริ่มต้น จนได้ปริมาณครบถึงนำเข้าหม้อฆ่าเชื้อ

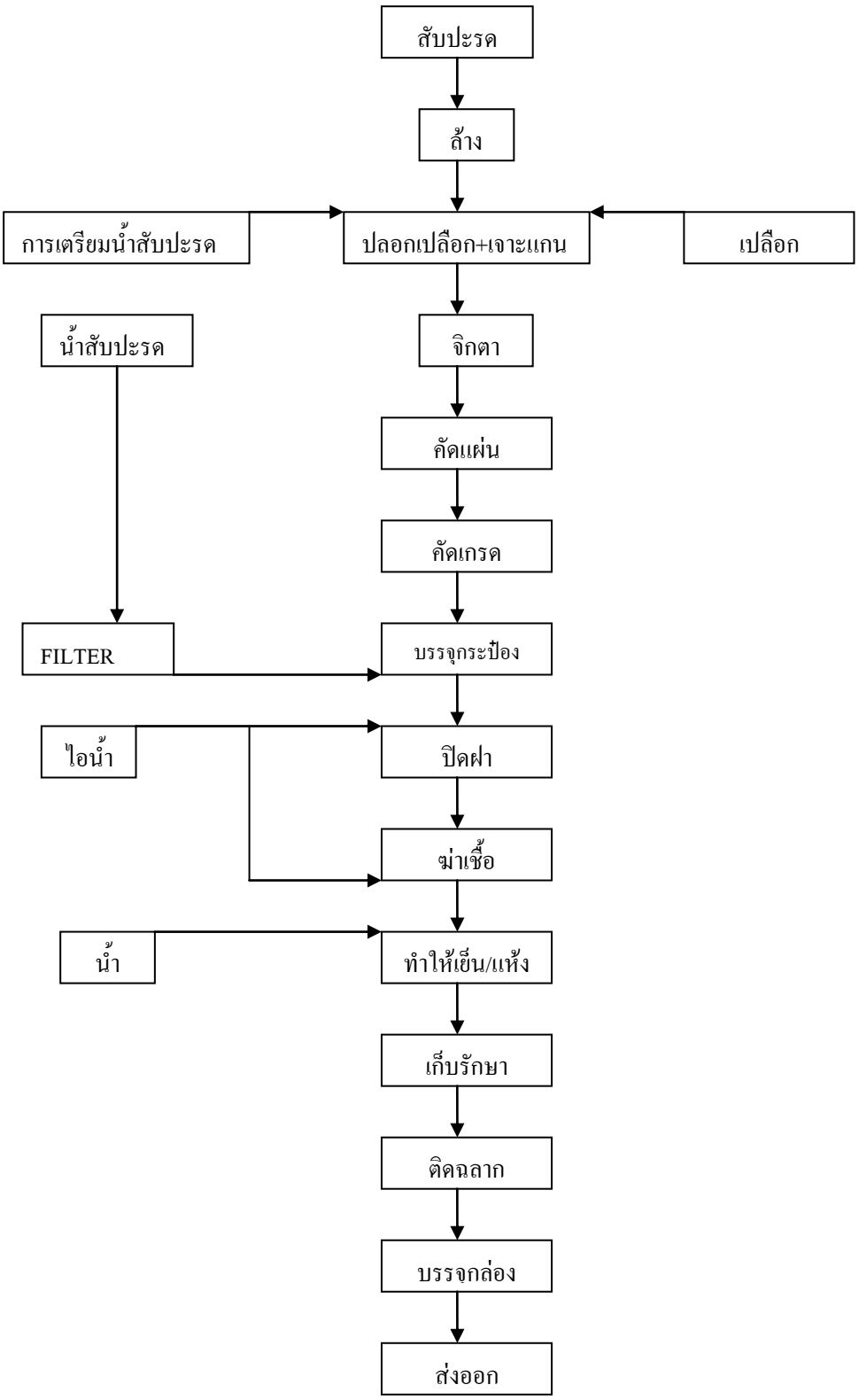
12. การลดอุณหภูมิ (Cooling)สับปะรดกระป๋องที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อด้วยความร้อนแล้วจะตัดมาทำให้เย็นอย่างรวดเร็ว เพื่อป้องกันไม่ให้เนื้อสับปะรดนิ่มหรือสุกเกินไปทั้งยังป้องกันการเจริญของ จุลินทรีย์พวก Thermophilic ที่อาจหลงเหลือจากการนึ่งฆ่าเชื้อ ในช่วงของการลดอุณหภูมินั้นจะเกิดภาวะสุญญากาศขึ้นภายในกระป๋องอาจทำให้มีการดูดน้ำปริมาณเล็กน้อยเข้าไปที่ตะเข็บของส่วนฝา ดังนั้น น้ำที่ใช้ในการลดอุณหภูมิจึงต้องเป็นน้ำที่สะอาดที่มีการเติมคลอรีนลงไปปริมาณ 2 -3 PPM ปริมาณของคลอรีนที่เติมถ้ามากเกินไปอาจทำให้กระป๋องเป็นสนิมได้ ถ้าทำการลดอุณหภูมิไม่เพียงพอจะก่อให้เกิดปัญหา ซึ่งทำให้สีของสับปะรดเปลี่ยนไปดังนั้นการลดอุณหภูมิควรทำให้กระป๋องเย็นจนอุณหภูมิวัดที่จุดกึ่งกลางของกระป๋องได้ประมาณ 35 องศาเซลเซียส ไม่ควรให้อุณหภูมิต่ำกว่านี้เพราะกระป๋องจะไม่แห้งทำให้เกิดสนิม โดยเฉพาะตรงบริเวณตะเข็บกระป๋องหลังจากทำการลดอุณหภูมิแล้วควรนำมาวางเรียงบนตะแกรงผึ่งให้แห้ง หรืออาจใช้พัดลมช่วยเป่าให้แห้งเร็วขึ้น

13. การปิดฉลากและบรรจุกล่อง (Labeling and Packing) : หลังจากสับปะรดกระป๋องที่ลดอุณหภูมิลงแล้วและแห้งสนิทแล้ว จะทำการปิดฉลากและบรรจุกล่องเพื่อส่งให้ลูกค้าต่อไปดังภาพ1.7

ภาพที่ 1.7 ภาพผลิตภัณฑ์สับปะรดกระป๋อง

ดังนั้นกระบวนการผลิตสับปะรดที่โรงงานรับซื้อจะถูกเทจากรถบรรทุกลงบนสายพานเพื่อทำการคัดแยกสับปะรดก่อนเข้ากระบวนการผลิต ต่อจากนั้นจะทำการฉีดน้ำล้างฝุ่นและสิ่งสกปรกที่ติดอยู่ที่เปลือกออก น้ำล้างจะตกลงสู่ถังเก็บซึ่งอยู่ด้านล่างนำไปตกตะกอนแล้วนำน้ำส่วนนี้กลับมาใช้อีก แต่จะต้องมีการเติมน้ำทดแทนกับน้ำส่วนที่ติดไปกับเปลือกสับปะรด เมื่อสับปะรดผ่านการล้างแล้วจะต่อไปยังสายพานคัดขนาด แล้วถูกส่งไปที่เครื่องปอกเปลือกและตัดหัว- ท้ายของลูกทิ้ง ต่อจากนั้นก็ทำการเจาะแกนสับปะรด เปลือกและส่วนหัว-ท้ายของลูกจะถูกขูดเอาเนื้อสับปะรดที่ติดอยู่ออก เนื้อส่วนนี้และแกนจะนำไปผลิตเป็นน้ำสับปะรด เปลือกและหัวท้ายที่ขูดเนื้อออกแล้วเป็นของเสียที่ต้องนำไปกำจัดต่อไป

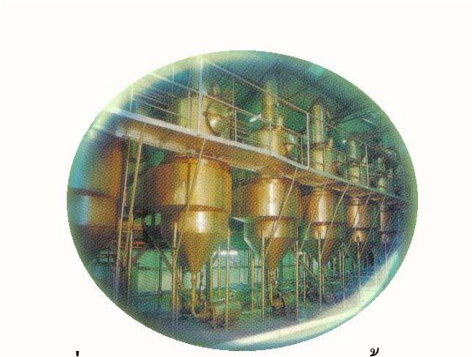
สับปะรดที่ปอกเปลือกแล้วจะถูกส่งไปตัดแต่งจิกตา โดยคนงานจะตัดเอาส่วนที่ช้ำออกและจิกตาที่ยังเหลืออยู่บนเนื้อออก ต่อจากนั้นจะทำการหั่นให้เป็นแว่นตามแนวขวางแล้วฉีดน้ำล้างให้สะอาด แว่นที่สมบูรณ์จะถูกนำไปบรรจุกระป๋อง ส่วนแว่นที่หักหรือไม่สมบูรณ์จะถูกคัดออกเพื่อนำไปหั่นเป็นสับปะรดชิ้น ต่อจากนั้นทำการบรรจุสับปะรดแว่นหรือชิ้นลงในกระป๋อ งและชั่งน้ำหนัก แล้วจึงเติมน้ำเชื่อมลงในกระป๋อง การเติมน้ำเชื่อมทำได้ 2 วิธีคือ การเติมโดยใช้คนงานตักน้ำเชื่อมลงในกระป๋องและการเติมโดยใช้เครื่องเติมน้ำเชื่อม ต่อจากนั้นทำการ ไล่อากาศออกจากกระป๋องแล้วปิดฝาแล้วนำไปผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อโรค
โดยใช้ความร้อนที่ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 22 นาที ขั้นตอนต่อไปเป็นการเป่ากระป๋องให้แห้งติดฉลาก และบรรจุกล่องเพื่อรอส่งให้ลูกค้า กระบวนการผลิตสับปะรดกระป๋องแสดงดังภาพที่ 1.8 และ 1.11



ภาพที่ 1.8 แผนผังกระบวนการผลิตสับปะรดกระป๋อง

1.1.4.2 กระบวนการผลิตน้ำสับปะรดเข้มข้น

1. การรับวัตถุดิบ : เริ่มจากสับปะรดที่ถูกคัดออกจากการผลิตสับปะรดกระป๋อง ทำการตรวจ สอบคุณภาพสับปะรดที่เสียที่มีไนเตรทสูงออก
2. การล้างเปลือก : ใช้น้ำชะล้างทำความสะอาดเปลือกสับปะรดเพื่อเอาสิ่งสกปรกต่างๆ เช่น ดิน กรวด ทราย เศษใบไม้ออกให้หมด โดยวิธีล้างนั้นคล้ายกับการผลิตสับปะรดกระป๋อง
3. การปอกเปลือก: ใช้แรงงานคนในการปอกเปลือก
4. การล้างน้ำ : ใช้น้ำอ่อนในการฉีดล้างผลสับปะรดที่ปอกเปลือกแล้ว
5. การคัดเลือกสิ่งแปลกปลอม: ขั้นตอนนี้จะมีการนำเอาแกนและเนื้อสับปะรดจากการผลิตสับปะรด กระป๋องเข้ามารวมเพื่อผลิตน้ำสับปะรดเข้มข้น การคัดเลือกสิ่งแปลกปลอม ในขั้นตอนนี้ จะใช้คนในการคัดเลือก
6. การสับหยาบ : นำเนื้อสับปะรดเข้าเครื่องสับเพื่อลดขนาดชิ้นสับปะรดให้เล็กลงพร้อมเข้าขั้นตอนการคั้นน้ำ
7. การคั้นน้ำ : จากนั้นนำเนื้อสับปะรดที่ผ่านการสับหยาบแล้วเข้าเครื่องคั้นน้ำเพื่อบีบเอาน้ำสับปะรดที่มีอยู่ในเนื้อออกมาให้ได้มากที่สุดดังภาพที่ 1.10
8. การเก็บน้ำสับปะรด: จากนั้นนำน้ำสับปะรดที่ได้เก็บรักษาไว้ในถังน้ำสับปะรดซึ่งมีการควบคุมอุณหภูมิ ที่เหมาะสม
9. การแยกกาก : ขั้นตอนนี้จะเป็นการนำน้ำสับปะรดที่เก็บไว้มาปรับกากให้เหมาะสมความต้องการของลูกค้า
10. การต้มระเหย: เมื่อได้นำน้ำสับปะรดที่มีการปรับกากที่ต้องการแล้วจะนำมาต้มระเหยโดยเครื่อง Evaporator โรงงานส่วนใหญ่จะใช้ 3 effect (มีหม้อต้มระเหย 3 หม้อ) ดังภาพที่ 1.9
11. การเก็บน้ำสับปะรดเข้มข้น: หลังจากที่ได้น้ำสับปะรดเข้มข้นแล้วจะนำมาพักไว้ที่ถังเก็บน้ำสับปะรดเพื่อรอการบรรจุ

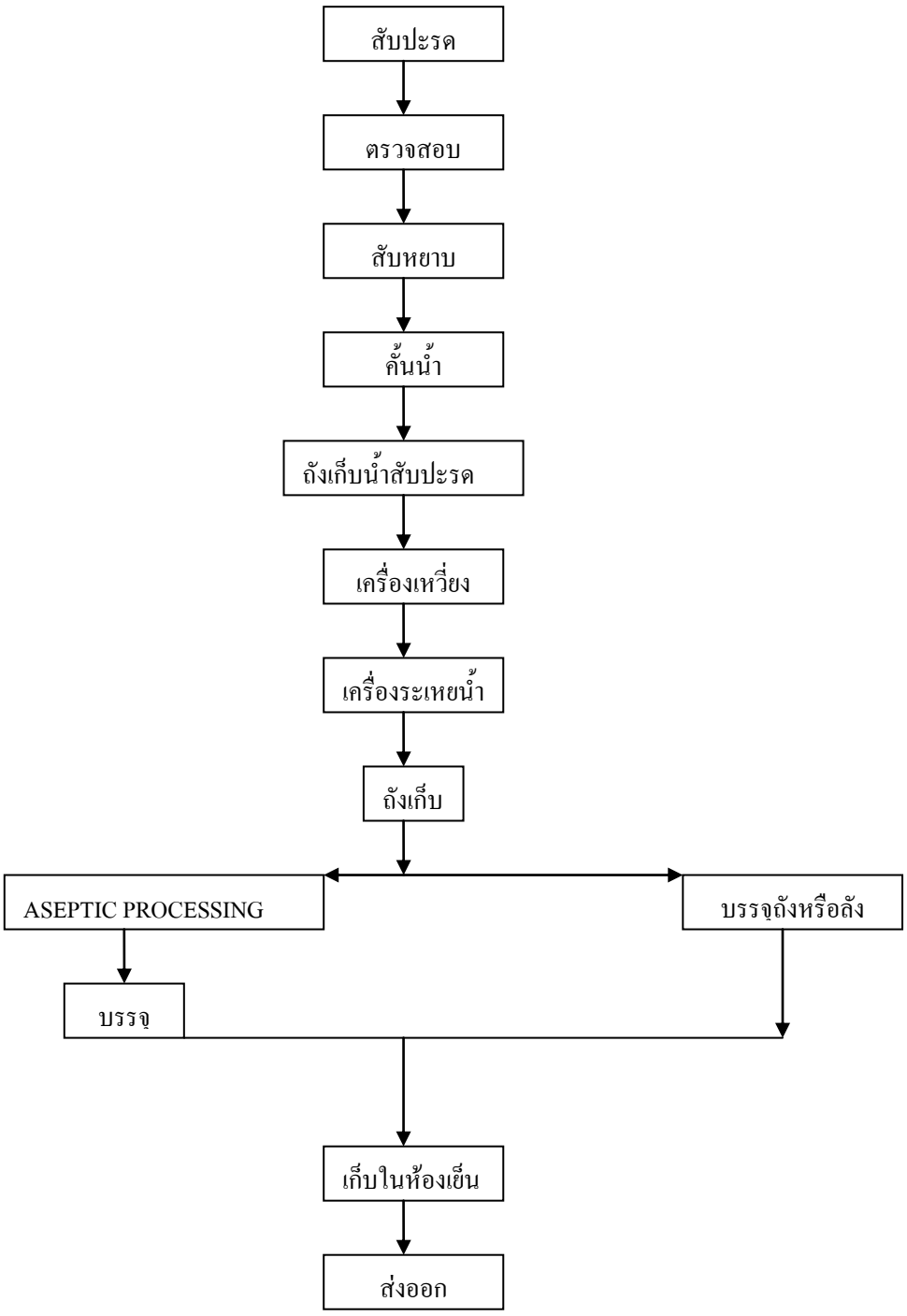


ภาพที่ 1.9 แสดงหม้อต้มระเหยน้ำสับปะรด

12. การบรรจุ: การบรรจุน้ำสับปะรดเข้มข้นนั้นมี 2 ลักษณะ คือ

- การบรรจุแบบธรรมดา จะทำการบรรจุน้ำสับปะรดเข้มข้นลงในถุงพลาสติกแล้วเก็บไว้ในถังเหล็ก จากนั้นจะนำไปเก็บในห้องเย็น
- การบรรจุแบบปลอดเชื้อ น้ำสับปะรดเข้มข้นที่จะทำการบรรจุจะมีการผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อ ก่อนที่จะบรรจุโดยใช้ระบบ UHT ในการบรรจุนั้น จะมีการใช้ไอน้ำพ่นบริเวณฝาของถุงพลาสติกที่จะทำการบรรจุ ขณะที่จะเริ่มบรรจุน้ำสับปะรดเข้มข้นเพื่อทำกาฆ่าเชื้อ หลังจากที่บรรจุ น้ำสับปะรดเข้มข้นเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะพ่นไอน้ำฆ่าเชื้อในการปิดผนึกฝาถุงพลาสติก และใส่ ในถังเหล็ก การบรรจุแบบนี้สามารถตั้งถังเหล็กทิ้งไว้ในที่แห้งโดยไม่ต้องเก็บไว้ในห้องเย็นก็ได้

ภาพที่ 1.10 ผลิตภัณฑ์น้ำสับปะรดเข้มข้น



ภาพที่ 1.11 แผนผังกระบวนการผลิตน้ำสับปะรดเข้มข้น

1.2 การผลิตน้ำใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง

โรงงานสับปะรดมีการผลิตน้ำเพื่อใช้ในกระบวนการผลิต ในการผลิตน้ำใช้มาจาก 2 แหล่ง คือ น้ำคลองหรือน้ำผิวดินและน้ำบาดาล โดยการนำน้ำเข้าสู่กระบวนการผลิตน้ำประปา ด้วยวิธีการสูบน้ำเข้าบ่อพักเป็นบ่อปูนซีเมนต์ เพื่อนำน้ำไปผ่านกระบวนการกรองด้วย ทรายและถ่านคาร์บอน จากนั้นนำไปกำจัดความกระด้างโดยผ่านกระบวนการเรซิน เพื่อให้เป็นน้ำอ่อน (Softener) ดังนี้

1.2.1 กระบวนการผลิตน้ำใช้

ระบบการผลิตน้ำใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องส่วนใหญ่มีกระบวนการผลิตน้ำประปามาใช้ในกระบวนการผลิตสับปะรดกระป๋องให้ได้มาตรฐานใกล้เคียงกับมาตรฐานการผลิต โดยแบ่งการผลิตออกเป็น 2 สาย การผลิตตามแหล่งน้ำดิบ คือ น้ำจากแม่น้ำหรือน้ำผิวดิน และน้ำจากบ่อบาดาลดังภาพที่1.12

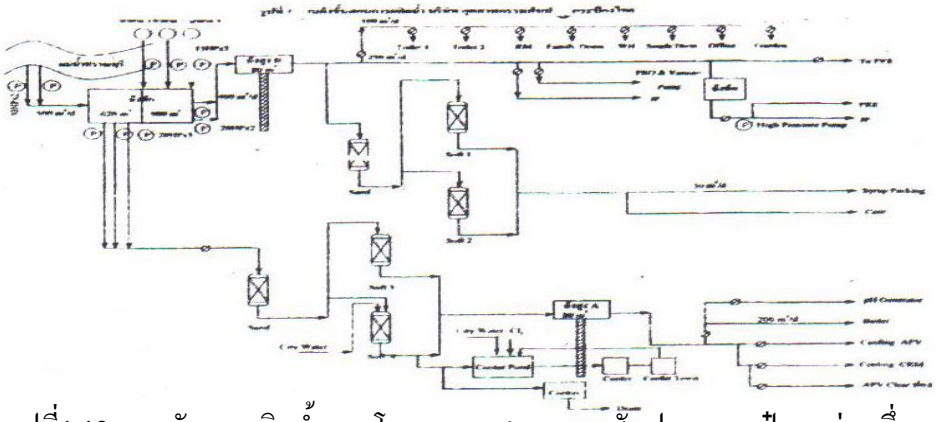
สายที่ 1 เริ่มจากการสูบ น้ำดิบจากแม่น้ำหรือน้ำผิวดินเข้าสู่ถังพัก จากนั้นจะ ถูกส่งเข้าสู่ถังกรองทรายและส่งไปยังถังน้ำอ่อน ที่ได้ส่วนหนึ่งนำไปพักไว้ที่ถังสูง เพื่อใช้ในหม้อต้มน้ำ ในน้ำหล่อเย็นอุปกรณ์ ต่างๆ น้ำอ่อน อีกส่วนใช้เป็นน้ำหมุนเวียนในการหล่อเย็นกระป๋องและใช้ในนึ่งฆ่าเชื้อ

สายที่ 2 เริ่มจากสูบน้ำดิบจากบ่อบาดาล เข้าสู่ถังพัก จากนั้นปั๊มน้ำเก็บไว้ใน ถังสูง น้ำดิบนำไปใช้ในบ้านพักและสำนักงาน นำไปใช้สำหรับล้างพื้นและอุปกรณ์ต่างๆ ที่เหลือ ผ่านเข้าสู่ถังกรองทรายและถังน้ำอ่อน เพื่อนำไปผลิตน้ำหวานใช้ในกระบวนการ

<u>หมายเหตุ</u>

1. บางครั้งน้ำแม่น้ำมีความขุ่นสูงจะมีการปั๊มน้ำบาดาลมาผสมในบ่อพักขนาด 620 cm^3 โดยไม่มีการวัดปริมาณการผสม

2. มีการใช้น้ำประปาเพื่อรองรับกรณีที่บ่อน้ำอื่นมีปัญหา



รูปที่1.12 แผนผังการผลิตน้ำของโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องแห่งหนึ่ง

1.2.2 การเตรียมน้ำใช้ในกระบวนการผลิต

แหล่งน้ำมาจาก 2 ทาง

1. น้ำจากแม่น้ำ ใช้กับCooker ,Cooler ,Cooling , Tover ,Boiler,ล้างสับปะรดและทำความสะอาด
2. น้ำบาดาลใช้กับ Syrup และ Slicer

1.2.2.1 การบำบัดน้ำจากแม่น้ำที่ใช้กับ Cooker ,Cooler ,Cooling , Tower ,Boiler

1.) ใช้ Centrifuge Pump สูบน้ำลงบ่อจากนั้น Centrifuge Pump อีกตัวหนึ่งสูบจากบ่อขึ้นถังสูง

2.) ผ่านถังกรองทราย (Sand Filer) เพื่อควบคุมค่าความขุ่นใส < 1 NTU

3.) ผ่านถัง Softener เพื่อลดค่า Hardness จากประมาณ 120 PPM ให้เหลือ < 10 PPM

1.2.2.2 การบำบัดน้ำจากแม่น้ำที่ใช้กับ Cooker

1.) ใช้ Centrifuge Pump สูบน้ำลงบ่อจากนั้น Centrifuge Pump อีกตัวหนึ่งสูบจากบ่อขึ้นถังสูง

2.) น้ำที่นำมาใช้ต้องใส่ Cl_2 35 % จำนวน 2 PPM

3.) ผ่านถังกรองทราย (Sand Filer) เพื่อควบคุมค่าความขุ่นใส < 1 NTU

4.) ผ่านถัง Softener เพื่อลดค่า Hardness จากประมาณ 120 PPM ให้เหลือ < 10 PPM

1.2.2.3 การบำบัดน้ำบาดาลที่ใช้ล้างทำความสะอาด

1.) ผ่านถังกรองทราย เพื่อควบคุมค่าความขุ่นใส 1 NTU

1.2.2.4 การบำบัดน้ำบาดาลที่ใช้กับขบวนการผลิต

1.)ใช้ Centrifuge Pump สูบน้ำลงบ่อ จากนั้น Centrifuge Pump อีกตัวหนึ่ง สูบจากบ่อขึ้นถังสูง 13 เมตร

2.) ผ่านถังกรองทราย เพื่อควบคุมค่าความขุ่นใส < 1 NTU

3.) ผ่านถัง Softener เพื่อลดค่า Hardness จากประมาณ 300 PPM ให้เหลือ < 10 PPM

1.2.2.5 การกำจัดเกลือแร่ทุกชนิดเพื่อผลิตน้ำบริสุทธิ์

เป็นการแลกเปลี่ยนประจุหรือเรซิน สามารถผลิตน้ำที่มีคุณภาพใกล้เคียงกับการกลั่น ซึ่งเหมาะสำหรับใช้เป็นน้ำป้อนหม้อไอน้ำที่ใช้แรงดันสูง

ขั้นตอนการทำงานของการแลกเปลี่ยนประจุหรือเรซิน

1.) การแลกเปลี่ยนประจุ (Service) เป็นขั้นตอนหลักของเรซิน น้ำที่ต้องการปรับปรุงคุณภาพไหลผ่านถังแรซิน และเกิดการแลกเปลี่ยนประจุระหว่างประจุอิสระในเรซินกับประจุที่ต้องการกำจัด

2.) การล้างย้อน (Backwash) เนื่องจากการแลกเปลี่ยนประจุอาจเกิดการอุดตันขึ้นที่ชั้นเรซิน จำเป็นต้องทำการฟื้นฟูสภาพ เพื่อกำจัดความขุ่นหรือสารแขวนลอยที่ติดอยู่ในชั้นเรซิน

3.) การฟื้นฟูสภาพ (Regeneration) เป็นขั้นตอนการทำให้เรซินที่หมดประสิทธิภาพไปแล้วกลับมามีประสิทธิภาพในการแลกเปลี่ยนไอออนใหม่ได้อีก

4.) การชะล้างสารเคมี (Rinse) หลังจากฟื้นฟูสภาพแล้ว จำเป็นต้องมีการล้างสารฟื้นฟูสภาพออกจากชั้นเรซิน ซึ่งจะทำการล้าง 2 ลักษณะ คือ การล้างช้า (Slow Rinse) และล้างเร็ว (Fast Rinse)

วิธีการล้างเรซิน

1.) นำเรซินจากถังกรองมาล้างทำความสะอาด ด้วยน้ำสะอาดหลายๆ ครั้ง จนไม่มีสิ่งเจือปนอย่างอื่นๆ เหลืออยู่นอกจากเรซินอย่างเดียว

2.) นำเรซินที่ผ่านการล้างทำความสะอาดมาแช่ใน HCl 6-8 เปอร์เซ็นต์ (100%) โดยให้ปริมาณของ HCl อยู่ท่วมเหนือระดับเรซินอย่างน้อย 5 ซม. ขึ้นไป แช่ทิ้งไว้ 12ชม.

3.) นำเรซินที่ผ่านการแช่ HCl 6-8 เปอร์เซ็นต์ (100%) 12 ชม. มาล้างความเป็นกรด ออกด้วยน้ำสะอาดหลายๆครั้ง จนแน่ใจว่า ไม่มีกรดเหลือค้างอยู่ จึงนำกลับมาเข้าถังกรองเช่นเดิม (ประมาณ 10 ครั้ง)ทำการเปิดน้ำใช้จากเครื่องกรองปกติ แต่ต้องเปิดน้ำทิ้งให้ประมาณ 10-15 นาที จากนั้นจึงเก็บตัวอย่างน้ำมาตรวจวิเคราะห์ตามต้องการ

1.2.3 การบำรุงรักษาและทำความสะอาด

1.) ตรวจสอบปั๊มและท่อน้ำทุกวัน

2.) ล้างถังกรองทราย (Back Wash) ล้างพร้อมกับ Softener 1 -3 วัน แล้วแต่ การผลิตมากหรือน้อย

3.) ล้างย้อนด้วยน้ำเกลือเมื่อพบว่า ความกระด้าง > 10 PPM

4.) ล้างท่อ

- ก่อนทำงานทุกวันต้องไล่น้ำออกเพื่อล้างสิ่งสกปรกจะได้ออกไป
- เวลาไล่น้ำทิ้งก็ถือว่าล้างท่อ
- ถ้ามีวันหยุด ไล่น้ำมากขึ้น
- ให้ QA เอาตัวอย่างน้ำมาตรวจ

5.) ล้างถังสูง

- ปล่อยน้ำออก
- เอาคนงานใช้แปรงขัดให้สะอาด
- ใช้ High Pressure Pump ฉีดน้ำให้ทั่ว
- ทิ้งตากแดด 1 วันครึ่ง
- ล้างปีละ 2 ครั้ง

6.) ล้างบ่อ

- สูบน้ำให้แห้ง
- เอาคนงานใช้แปรงขัดให้สะอาด
- ใช้ High Pressure Pump ฉีดน้ำให้ทั่ว
- ทิ้งตากแดด 1 วันครึ่ง
- ล้างทุก 3 เดือน

7.) ล้างบ่อ Sump ทุก 2 เดือน

ดังนั้นระบบการปรับปรุงคุณภาพน้ำใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องอาจเหมือนหรือต่างกันขึ้นอยู่กับลักษณะคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำ แต่มีการมุ่งเน้นการปรับปรุงคุณภาพน้ำให้มีความสะอาด ปลอดภัยและมีลักษณะน้ำใช้เพื่ออุปโภคและบริโภคของประชาชน ในการเลือกระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องนั้นต้องพิจารณาปัจจัยดังนี้

1.) คุณภาพน้ำของแหล่งน้ำดิบ

2.) คุณภาพน้ำใช้ที่ต้องการให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการใช้งาน

3.) ความน่าเชื่อถือและความยืดหยุ่นของระบบที่เลือกใช้

4.) ความต้องการพื้นที่ในการก่อสร้างระบบที่เลือกใช้

5.) ความต้องการประสบการณ์และทักษะของผู้ควบคุม

1.3 ผลพลอยได้จากกระบวนการผลิต

กระบวนการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องกากของเสียที่เหลือ ได้แก่ เปลือกและกากสับปะรดซึ่งมีปริมาณมากใน กระบวนการผลิต ของเสียเหล่านี้ได้นำไปเป็นอาหารสัตว์โดยการจำหน่ายออกสู่แหล่งชุมชนที่ต้องการ ดังแสดงในตารางที่ 1.3

ตารางที่ 1.3 ของเสียและผลพลอยได้จากการผลิตสับปะรดกระป๋อง

ขั้นตอนการผลิต	ของเสีย	ผลพลอยได้
1. ล้างเปลือก	น้ำล้าง	ไม่มี
2. ปอกเปลือกและเจาะแกน	น้ำล้าง เปลือก	แกนสับปะรด เนื้อติดสับปะรด
3. ตัดตกแต่งและจิกตา	ไม่มี	เศษสับปะรด
4. หั่นแว่น	น้ำล้าง	เศษสับปะรด
5. บรรจุกระป๋อง	ไม่มี	เศษสับปะรด
6. เติมน้ำเชื่อม	น้ำเชื่อมหก	ไม่มี
7. ปิดฝา	ไอน้ำที่กลั่น กระป๋องชำรุด	ไม่มี
8. ฆ่าเชื้อและทำให้เย็น	ไม่มี	ไม่มี

ที่มา : สมร มุตตามระ และ คณะ(2540)

ดังนั้นจากข้อมูลของโรงงานและผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการผลิต ในกระบวนการมีการใช้วัตถุดิบหลายชนิด อาทิเช่น สับปะรด น้ำ น้ำตาลแล ะกรดอะซิตริก รวมถึงการใช้พลังงานความร้อน ซึ่งก่อให้เกิดมลภาวะของเสีย ที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมหากมีการบำบัดที่ไม่ได้คุณภาพตามมาตรฐานกำหนด ปัญหาที่เกิดด้านสิ่งแวดล้อมเกี่ยวกับระบบที่ไม่ได้มาตรฐาน ตามที่กรมโรงงานกำหนด ดังนี้

1.4 มลภาวะของเสีย

ประเภทของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม

ในโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องจะต้องมีการป้อนวัตถุดิบต่างๆเข้าสู่กระบวนการผลิต ใช้แรงงานคน และพลังงานในการดำเนินการ เมื่อสิ่งเหล่านี้ ผ่านกระบวนการผลิตของโรงงานแล้วจะได้ผลผลิตเป็นสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ รวมทั้งก่อให้เกิดของเสียประเภทต่าง ได้แก่ น้ำ

เสีย อากาศเสีย ขยะมูลฝอย และกากของเสีย ดังภาพที่ 1.13 ทั้งนี้ จะเกิดของเสียประเภทใด มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับวัตถุดิบและกระบวนการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมแต่ละแห่ง ของเสียเหล่านี้หากมิได้ผ่านการจัดการที่ถูกต้องและเหมาะสมแล้วจะส่งผลให้สิ่งแวดล้อมภายนอกเสื่อมโทรม และเป็นอันตรายต่อสุขภาพประชาชนทั่วไป

ภาพที่ 1.13 แผนภาพสิ่งที่ป้อนเข้าและสิ่งที่ได้จากกระบวนการผลิต

ของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องสามารถจำแนกตามแหล่งกำเนิดในการะบวนการผลิตได้ดังนี้

1. วัตถุดิบที่ไม่ได้มาตรฐานหรือชำรุดเสียหาย เช่น สับปะรดที่เน่าเสียก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิต เป็นต้น
2. ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตไม่ได้มาตรฐานหรือชำรุดเสียหาย เช่น กระป๋องที่บรรจุมีรูปร่างบิดเบี้ยว เป็นต้น
3. ของเสียและผลพลอยได้ (By Product) จากกระบวนการผลิต เป็นของเสียที่มีปริมาณมากที่สุด เช่น เปลือกสับปะรด กากสับปะรด สามารถนำไปเป็นวัตถุดิบในการผลิตน้ำสับปะรดเข้มข้นได้ รวมถึงนำไปเลี้ยงสัตว์ เช่น วัว ดังนั้นจึงไม่เรียกเปลือกสับปะรดและกากสับปะรดว่าเป็นของเสีย แต่เป็นผลพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง
4. ของเสียจากกระบวนการปรับแต่งและบรรจุหีบห่อผลิตภัณฑ์ เช่น การติดฉลากกระป๋อง กล่องฉีกขาดและชำรุดเสียหายจากขั้นตอนการบรรจุ รวมทั้งเศษไม้ที่ใช้ในการบรรจุลงกล่องเกิดการหัก เป็นต้น
5. ของเสียอื่นๆ เช่นเศษกระดาษจากสำนักงาน ขยะมูลฝอยจากโรงอาหาร เป็นต้น

ดังนั้นการขยายตัวของโรงงานอุตสาหกรรมก่อให้เกิดของเสียมากขึ้นเนื่องจากการเพิ่มกำลังผลิตของโรงงานอุตสาหกรรม นอกจากจะเพิ่มให้มีผลิตภัณฑ์ออกสู่ท้องตลาดในรูปของสับปะรดกระป๋องขยายไปเรื่อยๆ ให้ได้มาตรฐานตามความต้องการของลูกค้า มากขึ้นแล้ว ยังส่งผลให้มีการปล่อยของเสียในรูปต่างๆ สู่สิ่งแวดล้อมเป็นปริมาณสูงทั้งซึ่งเกิดจากกระบวนการผลิต ในรูป อากาศเสีย น้ำเสีย และขยะมูลฝอย ดังตารางที่ 1.4 ของเสียเหล่านี้เป็นของเสียที่ไม่เป็นอันตราย

หากได้รับการจัดการอย่างเหมาะสมจะไม่ก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อม และยังสามารถพัฒนาคุณภาพของโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องให้ได้รับการพัฒนาที่ยั่งยืน และยังเป็นที่ยอมรับของชุมชนรอบๆอีกด้วย

ตารางที่1.4 ประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมและแหล่งกำเนิดปัญหาสิ่งแวดล้อม

ลำดับที่	ปัญหาสิ่งแวดล้อม	แหล่งกำเนิดปัญหาสิ่งแวดล้อม
1.	มลพิษจากปล่องหม้อไอน้ำ	หม้อไอน้ำ
2.	เสียงดังในสถานที่ทำงาน ซึ่งส่งผลกระทบต่อสุขภาพพนักงาน	บริเวณเครื่องคัดขนาด เครื่องปอกเปลือก เจาะแกน หม้อต้มระเหย หม้อฆ่าเชื้อ
3.	น้ำเสียที่มีบีโอดี ซีโอดี และของแข็งแขวนลอยสูง	น้ำสับปะรดหล่นตามพื้น ส่วนผสม (น้ำเชื่อม,น้ำสับปะรด)หกหล่น น้ำเสียจากการล้างสับปะรด น้ำเสียจากบริเวณกองเก็บกาก น้ำเสียจากการล้างทำความสะอาดสายการผลิตและ อุปกรณ์ต่างๆ
4.	คุณภาพน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้ว มีค่าเกินมาตรฐาน	ระบบบำบัดน้ำเสีย
5.	การใช้พลังงานไฟฟ้าสูง	การหล่อเย็น การล้างทำความสะอาดสายการผลิต
6.	การใช้น้ำสูง	การผลิตไอน้ำ การล้างสับปะรด

ที่มา: บริษัทอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง(2545)

1.4.1 มลภาวะของน้ำ

มลภาวะของน้ำ เกิดจากโรงงานอุตสาหกรรมใช้น้ำในกระบวนการผลิตสับปะรดกระป๋องและน้ำสับปะรดเข้มข้นมีการนำน้ำใช้จากบาดาลและน้ำประปา ในกระบวนการผลิตสับปะรดกระป๋องมีขั้นตอนดังนี้ การเตรียมวัตถุดิบ(Raw Material) การล้างเปลือก (Washing) การคัดขนาด (Size grading) การปอกเปลือกและเจาะแกน (Peeling and coring) การจิกตาและตัดแต่ง (Trimming) การหั่น (Cutting) การบรรจุ (Filling) การไล่อากาศ (Exhausting) การปิดฝา (Seaming) การล้างกระป๋องหลังการบรรจุ (Washing) การ

นึ่งฆ่าเชื้อ (Cooker) การลดอุณหภูมิ (Cooling) และ การปิดฉลากและบรรจุกล่อง (Labeling and Packing) ซึ่งขั้นตอนการล้างเปลือกเป็นกระบวนการที่มีการใช้น้ำบาดาลในการล้างสิ่งสกปรกภายนอกเป็น สาเหตุของการเกิดตะกอน หิน ทราย กรวด ขั้นตอนการปลอกเปลือกเจาะแกนจนถึงขั้นตอนการหันและการล้างกระป๋อง เป็นขั้นตอนที่เป็นสาเหตุของการเกิดสิ่งเจือปนในน้ำ และเปลี่ยนคุณภาพของน้ำ โดยมีเศษสับปะรด น้ำเชื่อม น้ำสับปะรด ทำให้น้ำมีคุณสมบัติเป็นกรด เกิดจากการทำปฏิกิริยากับสิ่งเจือปน โดยมีน้ำเชื่อมและจุลินทรีย์เป็นตัวเร่งการเพิ่มความเป็นกรด- เบส และค่า BOD ส่วนกระบวนการผลิตน้ำสับปะรดเข้มข้น มีการใช้น้ำอ่อนในกระบวนการผลิต ดังนี้ การรับวัตถุดิบ การล้างเปลือก การปอกเปลือก การล้างน้ำ การคัดเลือกสิ่งแปลกปลอม การสับหยาบ การคั้นน้ำ การเก็บสับปะรด การแยกกาก การต้มระเหย การเก็บน้ำสับปะรดเข้มข้น การบรรจุ กระบวนการผลิตน้ำสับปะรดมีความแตกต่างจากกระบวนการผลิตสับปะรดกระป๋อง ที่ขั้นตอนการล้างหลังปอกเปลือก ใช้น้ำอ่อนฉีดล้าง เป็นขั้นตอนเดียวที่ใช้น้ำล้างและน้ำจากเศษสับปะรดออกไปตามรางเป็นสาเหตุให้น้ำในบ่อมีค่า BOD เพิ่มขึ้น

<u>น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องจากกิจกรรมต่าง ได้แก่</u>

1. น้ำจากการเตรียมวัตถุดิบคือ น้ำล้างสับปะรดจากขั้นตอนนี้ จะมีความสกปรกจากดินทรายที่ติดมากับสับปะรด ดังนั้นน้ำเสียส่วนนี้จึงนำกลับมาใช้ใหม่ได้ หรือปล่อยทิ้งลงแหล่งรองรับน้ำได้ โดยจะต้องทำการตกตะกอนกำจัดดินทรายออกก่อน

2. น้ำเสียจากระบวนการผลิต เป็นน้ำเสียเกิดจากการปอกเปลือก เจาะแกน น้ำเสียจากการจิกตา ตัดแต่งและหั่น ซึ่งมีรางรับน้ำเสียมีการเก็บกวาดเศษสับปะรดที่ถูกดัก ไวอย่างสม่ำเสมอ

3. น้ำหล่อเย็นเป็นการหมุนเวียนน้ำจากการลดอุณหภูมิกระป๋อง มาล้างทำความสะอาดกระป๋องในกระบวนการนึ่งฆ่าเชื้อ

4. น้ำจากหม้อไอน้ำ (Boiler) โรงงานอุตสาหกรรมต้องมีการใช้ไอน้ำในกระบวนการผลิต จึงจำเป็นต้องมีหน่วยผลิตไอน้ำซึ่งเป็นหม้อต้มน้ำเพื่อให้เกิดไอน้ำ น้ำที่ป้อนเข้าสู่หม้อต้มน้ำจำเป็นต้องเติมสารเคมีต่างๆ เพื่อป้องกันการเกิดตระกรันในหม้อน้ำ และลดปริมาณแก๊สที่ละลายในน้ำเพื่อป้องกันมิให้แก๊สระเหยออกมาเมื่อน้ำมีการเพิ่มอุณหภูมิ อันจะทำให้ความดันในหม้อไอน้ำสูงขึ้นเสี่ยงต่อการเกิดการระเบิดของหม้อไอน้ำ ดังนั้นน้ำจากหม้อไอน้ำที่ผ่านการใช้งานแล้วจึงปนเปื้อนด้วยสารต่างๆ จำเป็นต้องผ่านกระบวนการบำบัดน้ำเสียก่อนปล่อยทิ้งไป

5. น้ำจากการปรับปรุงคุณภาพน้ำ (Water Treatment) โรงงานอุตสาหกรรมที่จำเป็นต้องมีการใช้น้ำเป็นวัตถุดิบกระบวนการผลิต อาจรับน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วมาจากแหล่งผลิตน้ำภายนอกหรืออาจนำน้ำดิบจากแหล่งธรรมชาติมาทำการบำบัดให้มีคุณภาพดีขึ้นเพื่อนำมาใช้เองในโรงงาน

ทั้งนี้อาจเนื่องจากอุตสาหกรรมชนิดนั้นๆ ต้องการน้ำที่มีความสะอาดเป็นพิเศษจึงจำเป็นต้องบำบัดน้ำเองด้วยวิธีการเฉพาะ การนำน้ำดิบมาบำบัดด้วยกระบวนการต่างๆ นอกจากจะได้น้ำที่มีคุณภาพดีขึ้นแล้ว ยังก่อให้เกิดน้ำเสียและ/ หรือตะกอนจากระบบบำบัดอีกด้วย เช่นตะกอนจากการบำบัดด้วยการรวมตะกอน(Chemical Coagulation and Flocculation) น้ำ backwash จากการล้างถังกรองทราย น้ำจากการล้างถังแลกเปลี่ยนประจุ

1.4.2 มลภาวะของอากาศ

โรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องส่วนใหญ่ใช้ไอน้ำในกระบวนการผลิต เกิดจากการใช้พลังงานความร้อนจาก กระบวนการผลิตซึ่งได้จากหม้อไอน้ำซึ่งใช้น้ำมันเตาเกรด C เป็นเชื้อเพลิง ดังนั้น จึงมีการปลดปล่อยมลสารต่างๆ จากปล่องไอเสียของหม้อน้ำ มลสารที่ปลดปล่อย เช่น ฝุ่นละออง ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ฯลฯ ซึ่งมลสารเหล่านี้ก่อให้เกิดผลกระทบทางด้านอากาศต่อสิ่งแวดล้อมและชุมชนดังตารางที่ 1.5 หากมีการปล่อยออกจากปล่องโดยไม่ผ่านกระบวนการบำบัดหรือกำจัดย่อมส่งผลกระทบต่อชุมชนที่อยู่รอบๆเนื่องจากก๊าซที่ปล่อยออกจากปล่องมีผลต่อสุภาพ เพราะสามารถเข้าไปทำลายระบบการหายใจ และก่อให้เกิดโรคทางเดินหายใจได้ รวมทั้งกลิ่นที่ปะปนไปในอากาศสร้างความรำคาญ ซึ่งเป็นผลให้เกิดปัญหาการร้องเรียนจากชุมชนที่ได้รับผลกระทบ

ตารางที่ 1.5 การเกิดของเสียทางอากาศ

พลังงานและเชื้อเพลิง	ปริมาณของเสีย	
	ปริมาณ/ตันสับปะรดสด	ปริมาณ/ ตันสับปะรดกระป๋อง น้ำสับปะรดเข้มข้น
ฝุ่นละออง	60.5	282
ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์	0.8	3.8
ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์	0.1	0.5
ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์	0.002	0.01

ที่มา: บริษัทอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องไทยจำกัด (2545)

ดังนั้นโรงงานจะต้องทำการบำบัดอากาศเสียให้ได้มาตรฐาน คุณภาพอากาศที่ระบายออกจากโรงงานซึ่งกำหนด โดยกรมโรงงานอุตสาหกรรม มลสารในอากาศแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ ได้แก่ ฝุ่นละอองและก๊าซชนิดต่าง ๆ ดังนั้นระบบควบคุมมลพิษทาง

อากาศจึงสามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มเช่นกันคือ ระบบกำจัดฝุ่นละออง และระบบกำจัดก๊าซเสีย ระบบกำจัดฝุ่นละอองได้แก่ ห้องตกตะกอนโดยแรงโน้มถ่วง (Gravity Setting Separator) เครื่องแยกด้วยแรงเหวี่ยง (Centrifugal Separator หรือ Cyclone) เครื่องสัมผัสแบบเปียก (Wet scrubber) เครื่องกรองด้วยถุงกรอง (Fabric Filter หรือ Bag House Filter) และเครื่อง ตกตะกอนด้วยไฟฟ้าสถิต(Electrostatic Precipitator) ระบบกำจัดก๊าซ ได้แก่ การดูดซับ (Adsorption) การดูดซึม (Absorption) การควบแน่น (Condensation) การสันดาป (Combustion) และการใช้ตัวCatalyst

1.4.3 ขยะและกากของเสีย

มีลักษณะเป็นของแข็งหรือกึ่งของแข็ง ที่เหลือจากกระบวนการผลิต ได้แก่ เปลือกบริษัทได้ทำการรวบรวมเศษกระดาษ เศษเหล็ก ทำการจำหน่ายออกนอกโรงงาน ส่วนขยะมูลฝอยที่เกิดจากพนักงานในโรงงาน จากโรงอาหาร ประเภทขยะน้อยต่างกัน ซึ่งในการฝังกลบบางโรงงานไม่ถูกหลักตามสุขาภิบาล ส่วนสารเคมีที่ออกจากห้องทดสอบของทางโรงงานกำจัดโดยการส่งบริษัทกำจัด โรงงานต้องมีการทำการจัดการอย่างมีระบบและเป็นขั้นตอนเริ่มตั้งแต่การเก็บรวบรวมที่แหล่งกำเนิด การเก็บขนมูลฝอย การขนส่งและการขนถ่าย การบำบัดและการกำจัดขั้นสุดท้าย ตามที่กระทรวงอุตสาหกรรมกำหนดไว้ วิธีการจัดการขึ้นอยู่กับปริมาณและคุณสมบัติของขยะมูลฝอย เช่น วิธีการบำบัดและกำจัด ได้แก่ การหมักทำปุ๋ย ฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล หรือเล็งเห็นความสำคัญของกากที่เหลือนำมาปรับปรุงเพื่อนำไปใช้ในกระบวนการผลิตหรือจัดจำหน่ายเป็นผลิตภัณฑ์แปรรูป จะโดยวิธีใดก็ตามทางโรงงานยังไม่มุ่งเน้นการจัดการสิ่งแวดล้อมสู่มาตรฐานสากลเพียงแต่จัดการสิ่งแวดล้อมในโรงงานได้ดีในระดับหนึ่ง เพื่อป้องกันปัญหาร้องเรียนจากชาวบ้านและจัดการคุณภาพให้ดีเมื่อมีเจ้าหน้าที่ทำการตรวจประเมิน ซึ่งทางโรงงานได้มีการวางแนวทางในการจัดการสิ่งแวดล้อมไว้อย่างดี และควรมีการวางนโยบายในการจัดการสิ่งแวดล้อมอย่างจริงจังเพื่อรวมด้วยช่วยกันในการจัดการสิ่งแวดล้อมที่ดีในอนาคต

1.5 นโยบายการจัดการสิ่งแวดล้อม

ทางโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องควรมีการวางมาตรการหรือโครงการในการจัดการสิ่งแวดล้อมคือ การดำเนินงาน กิจกรรมต่อสิ่งแวดล้อมอย่างมีประสิทธิภาพที่ไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม ดังจะเห็นได้ว่าบางโรงงานมีนโยบายในการจัดการสิ่งแวดล้อมไม่ชัดเจน และจากการสอบถามข้อมูลรวมถึงการสำรวจโรงงานพบว่า การจัดการสิ่งแวดล้อมด้านใดในโรงงานยังไม่มุ่งเน้นการจัดการสิ่งแวดล้อมอย่างเต็มที่ หรือพบข้อบกพร่องในระบบควรมีการวาง

นโยบายและหามาตรการแก้ไข ซึ่งจากการสอบถามข้อมูลภายในโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องพบว่า ปัญหาที่เกิดจากกระบวนการผลิต ทั้งทางด้านน้ำ อากาศ ขยะมูลฝอยที่มีการจัดการไม่ถูกต้องทำให้เกิดปัญหาและสิ้นเปลืองงบประมาณในการใช้จ่ายเพิ่มขึ้น นอกจากการเลือกระบบการบำบัด การจัดการกระบวนการผลิต การหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ให้เกิดประโยชน์แล้ว ดังนั้นทางบริษัทจึงควรมีการสร้างนโยบายการจัดการสิ่งแวดล้อมให้ชัดเจน ดังนี้

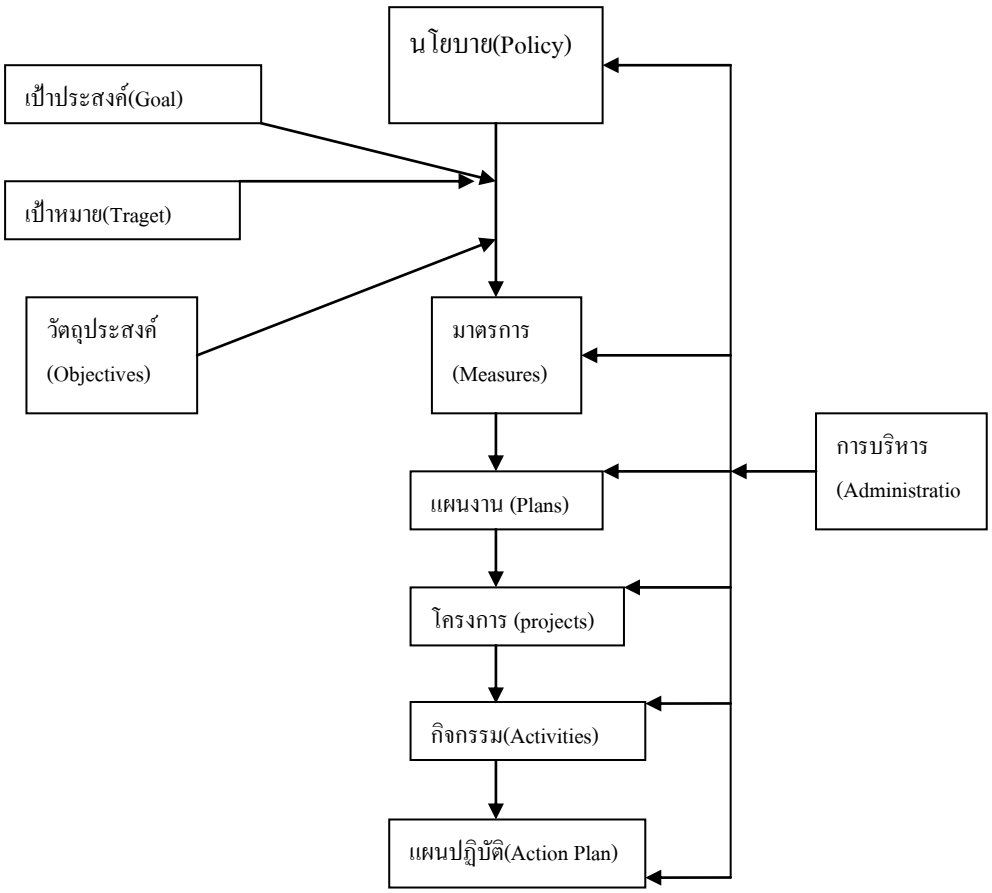
1.5.1 การสร้างนโยบายการจัดการสิ่งแวดล้อม

นโยบายการจัดการสิ่งแวดล้อม หมายถึง กระบวนการกำหนดรูปแบบดำเนินงานอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

รูปแบบการดำเนินการทางสิ่งแวดล้อมต้องมีขนาด ทิศทาง และเวลา รวมไปถึงทรัพยากรที่จะใช้ เช่น คน เงิน พื้นที่ และเครื่องมือ ส่วนทิศทางคือการกำหนดแนวทางดำเนินการว่าจะทำไปในทางใด ซึ่งอาจจะเป็นไปในทำนองเดียวกับวิธีการดำเนินการ เวลาคือเวลาที่ใช้ทั้งโครงการหรือทั้งแผนงาน หรือแต่ละงานนานเพียงใด ขึ้นอยู่กับการเลือกใช้มาตรการหรือกิจกรรมใด ร่วมกันจัดการสิ่งแวดล้อมภายในโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องให้ดี มีคุณภาพด้านสิ่งแวดล้อมควบคู่ไปกับกระบวนการผลิตที่ดีได้มาตรฐานตามความต้องการอย่างมีประสิทธิภาพ

1.5.2 โครงสร้างของนโยบายการจัดการ

1. นโยบาย (Policy) เป็นส่วนที่สำคัญของแผนการจัดการ ซึ่งทางโรงงานควรมีการกำหนดนโยบายของบริษัทโดยการมุ่งเน้นการปรับปรุงประสิทธิภาพการ ผลิตและรักษาคุณภาพสินค้าตามความต้องการของลูกค้า ขณะเดียวกันทางโรงงานจึงควรหาลู่ทางในการเพิ่มผลผลิตในสินค้าใหม่ เพื่อเรื่องธุรกิจของโรงงาน ในทางตรงกันข้ามทางโรงงานควรมีการกำหนดนโยบายที่เด่นชัดในด้านสิ่งแวดล้อมมากขึ้นและให้ความสนใจในสิ่งแวดล้อมของโรงงาน ที่ออกจากกระบวนการผลิตโดยให้มีความสอดคล้องกับมาตรฐานกรมโรงงานอุตสาหกรรม ถูกต้องตามกฎหมายกำหนด ตามที่บริษัทได้กำหนดนโยบายไว้ คือทางบริษัทจะป้องกันและรักษา สภาพแวดล้อมไว้เพื่อให้พนักงานได้ทำงานอย่างมีสุขภาพดีและปรับปรุงการปฏิบัติงานเพื่ออนุรักษ์สภาพแวดล้อมอยู่เสมอ จากนโยบายเห็นว่า นโยบายด้านสิ่งแวดล้อม ยังไม่ชัดเจนควรกำหนดให้ชัดเจนและเป็นแนวปฏิบัติได้อย่างเหมาะสมตามที่ได้กล่าวไว้



ภาพที่ 1.14 กระบวนการสร้างนโยบายการจัดการสิ่งแวดล้อมที่ดำเนินการต่อสิ่งแวดล้อมอย่างมีประสิทธิภาพ

2). มาตรการ (Measures) เป็นตัวควบคุมการดำเนินงานตามนโยบายที่กำหนดไว้ควรมีการวางมาตรการให้สอดคล้องกับสิ่งแวดล้อมที่เกิดปัญหาขึ้นในโรงงาน ดังนี้

- มาตรการการจัดการคุณภาพน้ำใช้ที่มาจากแหล่งน้ำผิวดินและน้ำใต้ดินในการนำมาใช้ในกระบวนการผลิต
- มาตรการการจัดการคุณภาพน้ำทิ้ง ให้สอดคล้องกับมาตรฐานกรมโรงงานอุตสาหกรรม
- มาตรการการจัดการคุณภาพอากาศที่ผ่านการเผาไหม้ ออกจากปล่อง
- มาตรการการจัดการคุณภาพการกำจัด/บำบัดขยะภายในโรงงานอุตสาหกรรม

3). แผนงาน(Work plan) หมายถึงการกำหนดงาน เป็นการกำหนดงานที่จะ ทำอะไรบ้างในแต่ละมาตรการ

- การจัดการคุณภาพน้ำใช้มีการวางแผนในการตรวจสอบคุณภาพน้ำก่อนและหลังผ่านกระบวนการโดยมีการติดตั้งเครื่องตรวจวัดคุณภาพอัตโนมัติ
- มีการวางแผนงานการติดตามตรวจสอบเป็นประจำเมื่อตรวจพบปัญหาคุณภาพน้ำใช้
- มีการวางแผนการตรวจสอบคุณภาพน้ำเสียที่ผ่านระบบบำบัดด้วยเครื่องอัตโนมัติ
- มีการวางแผนการจัดการขยะมูลฝอยในโรงงานอย่างถูกวิธีและเหมาะสม

4). โครงการ (Project) เป็นลักษณะงานที่ถูกกำหนดไว้ในแผนงาน ซึ่งโครงการหนึ่งๆ มีวัตถุประสงค์เฉพาะที่สามารถเอื้อให้การดำเนินงานตามแผนงานสัมฤทธิผล อาจมีหลายโครงการในแต่ละแผนงานได้ ซึ่งทางบริษัทมีการกำหนดโครงการรองรับการวางแผนการจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อมแต่ละด้าน อย่าง ครบถ้วน

5). กิจกรรม (Activities) เป็นงานที่ต้องดำเนินการในแต่ละโครงการและสามารถแสดงให้เห็นอย่างเด่นชัดได้ ซึ่งกิจกรรมที่กำหนดขึ้นมีความเหมาะสมกับพนักงานที่ทำงานในบริษัท ความสะดวกในการทำกิจกรรม ความเหมาะสมกับสถานที่และเวลาเช่น

- มีการจัดกิจกรรมส่งเสริมประกวด แข่งขัน ให้พนักงานมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรม
- มีการจัดกิจกรรมประกวดการจัดการสิ่งแวดล้อมในการทำงาน
- มีการจัดกิจกรรมรองรับการการปรับปรุงคุณภาพการจัดการสิ่งแวดล้อมในโรงงานทุกด้าน

6). แผนปฏิบัติการ (Action Plan) เป็นการกำหนดกิจกรรมของงานและขั้นตอนการดำเนินการ โดยระบุผู้รับผิดชอบงบประมาณและสถานที่ ทางบริษัทควรมี การวางแผนปฏิบัติงานให้ชัดเจนมีโครงสร้างกำหนดผู้รับผิดชอบแต่ละกิจกรรม และกำหนดระยะเวลาในการปฏิบัติงานเพื่อประสิทธิภาพในการจัดการสิ่งแวดล้อมที่ดีในโรงงานตามมา

ในการจัดการสิ่งแวดล้อมของโรงงานที่ผ่านมามีทั้งแนวทางการป้องกันมีมาตรการการจัดการที่ดี รวมถึงการสร้างนโยบายที่เด่นชัดควบคู่ไปกับการใช้วิธีการอนุรักษ์วิทยา พร้อมกับพิจารณากระบวนการทาง เทคโนโลยีที่ใช้ในการจัดการสิ่งแวดล้อมซึ่งส่งผลต่อการจัดการสิ่งแวดล้อมเช่นเดียวกันเป็นต้น

การจัดการทางเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม เป็นกระบวนการที่มีการเลือกรูปแบบเทคโนโลยีมาใช้กับหน่วย การจัดการ ให้สามารถทำให้กลไกสิ่งแวดล้อมมีบทบาท/หน้าที่ ของตนเองได้อย่างปกติ อันเป็นผลทำให้กระบวนการจัดการดำเนินไปสู่การสร้างความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อมได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นการสร้างกระบวนการจัดการสิ่งแวดล้อมจำเป็นต้องอาศัยพื้นฐานของกระบวนการเกิดปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม เพื่อวิเคราะห์/สงเคราะห์สถานภาพ อันจะนำไปสู่การค้นหาปัญหาและเหตุของปัญหา แล้วจึงกำหนดแนวทางแก้ไขก่อนการสร้างแผนการจัดการด้วยความร่วมมือร่วมใจของประชากรที่อยู่ในโรงงานทุกฝ่ายและชุมชนรอบๆโรงงานด้วยความยินดีในการจัดการสิ่งแวดล้อม

จากที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นเกี่ยวกับนโยบายการจัดการสิ่งแวดล้อมในโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง นอกจากมีโครงการในการจัดการสิ่งแวดล้อมทางด้านเทคโนโลยีแล้ว ควรมีการอาศัยหลักการและวิธีการอนุรักษ์วิทยาเข้ามาเกี่ยวข้องในการจัดการสิ่งแวดล้อมเพื่อให้เกิดความยั่งยืนต่อไปของระบบ การใช้แบบยั่งยืน การเก็บกักเก็บทรัพยากรและ/สิ่งแวดล้อมที่มีเหลือใช้(Surplus) เอาไว้ใช้ในคราวจำเป็นหรือเมื่อมีภาวะขาดแคลน บางกรณี อาจเก็บกักไว้เพื่อเป็นพันธุ์หรือ สต๊อกเช่น การเก็บน้ำไว้ในอ่าง การถนอมอาหาร การรักษา/ซ่อมแซม การฟื้นฟู การพัฒนา การป้องกัน การสงวน การแบ่งเขต โดยอาศัยหลักการอย่างใดอย่างหนึ่งมาร่วมในการจัดการสิ่งแวดล้อมในโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องให้มีคุณภาพดีขึ้นตามสภาพแวดล้อมที่กำลังเสื่อมโทรม ซึ่งมีสาเหตุมาจากโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น

บทที่ 2
การจัดการคุณภาพน้ำในโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง

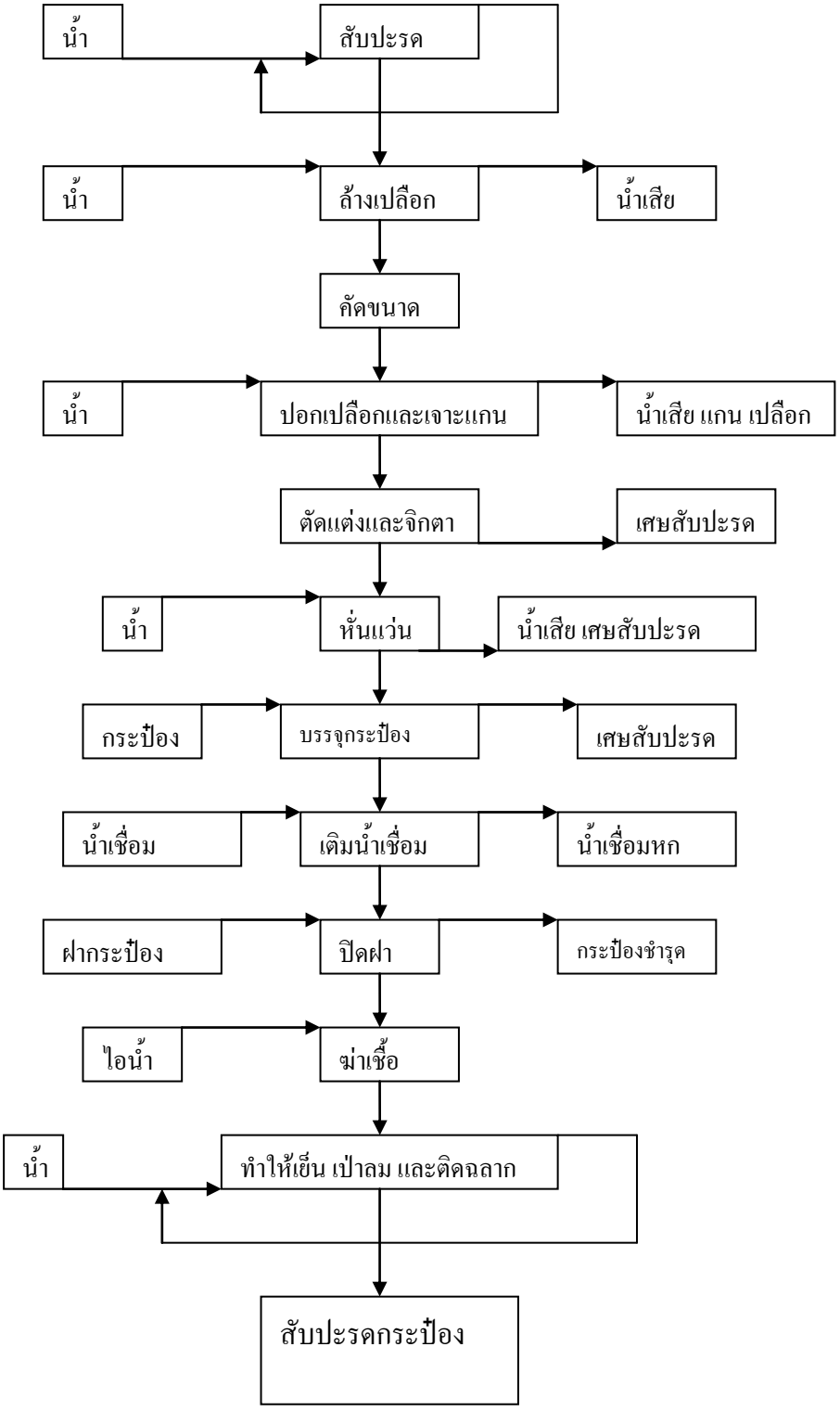
น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม ได้แก่น้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรมต่างๆ ของโรงงานอุตสาหกรรม โดยที่น้ำเสียส่วนใหญ่มักเป็นน้ำล้างจากกระบวนการผลิตต่างๆ ทำให้น้ำเสียมีสิ่งเจือปนจากวัตถุดิบด้วยเสมอ ซึ่งโรงงานแปรรูปอาหารประเภทสับปรดกระป๋องก็เป็นโรงงานอุตสาหกรรมที่มีน้ำเสียเกิดจากสารอินทรีย์ที่ตกค้างในน้ำ จากเนื้อสับปะรดและน้ำสับปะรดเช่นกัน

ดังนั้นโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องเป็นอุตสาหกรรมแปรรูปอาหาร จึงไม่ยากที่จะทำการบำบัดน้ำที่ออกจากกระบวนการผลิต ระบบที่จะเลือกบำบัดขึ้นอยู่กับขนาดพื้นที่ของโรงงานอุตสาหกรรม สามารถเลือกระบบให้เหมาะสมกับปริมาณน้ำที่ใช้พร้อมคุณภาพน้ำและความเหมาะสมของพื้นที่ของโรงงาน

2.1 ปัญหาการเกิดน้ำเสียในโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง

ปัญหาเรื่องน้ำเสีย เกิดจากการใช้น้ำในกระบวนการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรม ดังที่กล่าวในหัวข้อที่ 1.4.1 และจากการล้างทำความสะอาดพื้นในสายการผลิต มีการใช้น้ำประปาฉีดล้างน้ำสับปะรด และเศษเนื้อสับปะรดที่หกหล่นก่อน หลังจากนั้นทำการล้างพื้นด้วยน้ำยาล้างทำความสะอาดพื้นและน้ำยาฆ่าเชื้อโรคซึ่งมีปริมาณน้ำเสียเกิดขึ้นสูง

ปริมาณน้ำเสียรวมจากการผลิตสับปะรดกระป๋องและน้ำสับปะรดเข้มข้น มีความสกปรกในรูปของ BOD COD และความสกปรกในรูปของแข็งแขวนลอย ซึ่งเกิดจากกระบวนการผลิตดังรูปที่ 2.1 ก่อให้เกิดปัญหาในระบบบำบัดที่ไม่ได้มาตรฐานการบำบัดน้ำจากโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง ก่อนปล่อยน้ำทิ้งออกนอกโรงงาน



ภาพที่ 2.1 กระบวนการผลิตและการเกิดมลภาวะของน้ำ

2.1.1 ประเภทของมลสารในน้ำ

มลสารที่ปนเปื้อนในน้ำซึ่งเกิดจากการใช้น้ำในกระบวนการผลิตโดยมีวัตถุดิบเป็นสับปะรดซึ่งก่อให้เกิดมลสารปนเปื้อนในน้ำสามารถแบ่งประเภทได้ดังนี้

1). มลสารที่ต้องการใช้ออกซิเจน

มลสารกลุ่มนี้ส่วนใหญ่จะเป็นสารอินทรีย์ที่สามารถถูกย่อยสลายได้โดยจุลินทรีย์ ทั้งในสภาวะที่มีออกซิเจนและไร้ออกซิเจน ถ้ามลสารกลุ่มนี้ถูกปล่อยลงสู่แหล่งน้ำจะทำให้ปริมาณออกซิเจนในแหล่งน้ำลดลงเนื่องจากเกิดกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์แบบใช้ออกซิเจน ส่งผลกระทบต่อปลาและสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ซึ่งโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องมีคุณภาพน้ำเสียที่ปนเปื้อนด้วยสารอินทรีย์ที่ถูกย่อยสลายได้ง่าย และยังเป็นสาเหตุให้เกิดกลิ่น เกิดก๊าซที่เกิดขึ้นจากการย่อยสลายของสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ก๊าซส่วนใหญ่เป็นก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์(H_2S) เกิดจากการที่แบคทีเรียที่ไม่ใช่ออกซิเจนทำการเปลี่ยนสภาพของซัลเฟต เป็นซัลไฟต์ ส่วนสารอื่นๆ ที่ทำให้กิดกลิ่นในสภาพไร้ออกซิเจนของน้ำ

2). สารประกอบอินทรีย์ชนิดต่างๆ

สารอินทรีย์ทีปนเปื้อนในน้ำนอกจากจะมีผลให้ปริมาณออกซิเจนในน้ำลดลงดังที่ได้กล่าวในหัวข้อ (1) แล้ว ยังอาจเป็นสารที่ย่อยสลายยากหรือเป็นสารพิษ เช่นสารซักฟอกที่ใช้ในบ้านเรือนและอุตสาหกรรม สารเหล่านี้บางชนิดย่อยสลายทางชีวภาพได้ยากหรือช้ามาก ทำให้เกิดการสะสมในห่วงโซ่อาหารได้

3) สารอาหารของพืชน้ำทิ้งจากอุตสาหกรรมบางประเภทจะมีสารไนโตรเจนและฟอสฟอรัสปนเปื้อนอยู่ จะกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืชน้ำโดยเฉพาะสาหร่าย แหล่งน้ำที่มีพืชน้ำเจริญมากๆ จะมีปริมาณออกซิเจนละลายในช่วงกลางวันและกลางคืนแตกต่างกันมากทำให้ระบบนิเวศเกิดภาวะไม่สมดุล นอกจากนี้เมื่อพืชน้ำเหล่านี้ตายลงก็จะถูกย่อยสลายไปทำให้ปริมาณออกซิเจนในน้ำลดลง แหล่งน้ำที่พืชปะปนอยู่จะมีความขุ่นสูง มีสีและกลิ่นผิดจากธรรมชาติ เป็นอุปสรรคต่อการนำน้ำมาใช้อุปโภคบริโภค

4) ของแข็งแขวนลอย เป็นลักษณะสำคัญที่ใช้ในการบ่งบอกคุณภาพน้ำดีและน้ำเสีย

5) น้ำมันไขมัน น้ำมันไขมันเมื่อน้ำมันปล่อยลงสู่แหล่งน้ำก็จะปกคลุมผิวน้ำทำให้ไม่สามารถเกิดการถ่ายเทออกซิเจนลงสู่แหล่งน้ำ

6) สารที่ก่อให้เกิดฟอง น้ำทิ้งที่ก่อให้เกิดน้ำเสียที่ปนเปื้อนด้วยสารที่ก่อให้เกิดฟองสารเหล่านี้จะคลุมผิวน้ำทำให้ออกซิเจนจากอากาศไม่สามารถลงสู่น้ำได้

7) กรด-ด่าง น้ำที่มีความเป็นกรด – ด่างสูงจะก่อให้เกิดการกัดกร่อน

8) สีและความขุ่น น้ำที่มีสีผิดจากธรรมชาติ จะเป็นอุปสรรคในการนำน้ำไปใช้ประโยชน์

9) จุลินทร์และสิ่งมีชีวิตต่างๆที่ก่อให้เกิดโรค

10) ความร้อนน้ำหล่อเย็น (cooling water) และน้ำทิ้งจากหม้อไอน้ำ เป็นน้ำทิ้งที่มีอุณหภูมิสูง ถ้าปล่อยทิ้งลงสู่แหล่งน้ำโดยตรงจะทำให้แหล่งน้ำมีอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงไป อันจะส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศน์และปฏิกิริยาเคมีในแหล่งน้ำ อาทิ ทำให้ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำต่ำลง ทำให้อัตราการย่อยสลายอินทรีย์สูงขึ้น

ดังนั้น มลสารที่ปนเปื้อนในน้ำจากกระบวนการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องมีมลสารหลายชนิดปนเปื้อน อาทิ มลสารที่ต้องการใช้ออกซิเจน สารประกอบอินทรีย์ สารอาหารของพืช ของแข็งแขวนลอยและตะกอนที่เกิดขึ้นในกระบวนการเตรียมวัตถุดิบ กรด- ด่าง เกิดจากน้ำสับปะรดที่ไปทำปฏิกิริยาในน้ำ และการเติมกรดลงในกระป๋อง เพื่อปรับค่าความเป็นกรด - เบสของสับปะรดที่บรรจุตามความต้องการของลูกค้า รวมถึงความร้อนเกิดจากการใช้ไอน้ำจาก ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกินน้ำเสีย และเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง หลายแห่งที่ใช้ระบบบำบัดไม่ได้มาตรฐานตามคุณภาพสิ่งเจือปนในน้ำ เนื่องจากในกระบวนการผลิตมีการใช้น้ำปริมาณมาก ไปพร้อมกับวัตถุดิบที่ใช้ในกระบวนการผลิต ดังแสดง ภาพที่ 2.1

2.2 ลักษณะน้ำเสีย

ลักษณะของน้ำเป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพของน้ำเสีย สามารถบ่งบอกถึงความเหมาะสมของน้ำในการนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ บ่งบอกประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียด้วย

ลักษณะของน้ำสามารถแบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ ลักษณะทางกายภาพ ลักษณะทางเคมี และลักษณะทางชีวภาพ ซึ่งแต่ละกลุ่มมีรายละเอียดดังนี้

2.2.1 ลักษณะทางกายภาพ (Physical Characteristics)

- ความขุ่น (Turbidity) อนุภาคของแข็งขนาดเล็กแขวนลอยอยู่ในน้ำ เรียกว่า Colloidal solid อนุภาคเหล่านี้จะกระจายแสงทำให้น้ำมีลักษณะขุ่น ความขุ่นเป็นลักษณะหนึ่งที่ใช้ชี้บอกคุณภาพน้ำประปาที่จะนำมาใช้เพื่อการอุปโภคบริโภค และใช้บอกประสิทธิภาพของหน่วยบำบัดสารแขวนลอยในน้ำ ความขุ่นของน้ำสามารถวัดได้โดยเครื่อง Turbidimeter

โดยทำการเปรียบเทียบความขุ่นของน้ำตัวอย่างกับสารมาตรฐาน หน่วยของความขุ่นคือ NTU (Naphelometric Turbidity Unit)

- ความนำไฟฟ้า (Conductivity) ค่าความนำไฟฟ้าของสารละลายขึ้นกับปริมาณสารที่มีประจุซึ่งละลายอยู่ในน้ำ มีหน่วยเป็นMicromhos/cm (μmhos/cm)
- สี (Colour) สีของน้ำแบ่งได้ 2 กลุ่มคือ สีแท้(True Colour) และสีที่ปรากฏ (Apparent Colour) สีแท้คือสีที่เกิดขึ้นเนื่องจากการละลายของสารต่างๆ ส่วนสีปรากฏคือสีที่เกิดจากสารแขวนลอยขนาดเล็กในน้ำ สีของน้ำมีผลต่อการใช้น้ำเพื่อการอุปโภคและอุตสาหกรรม น้ำประปาที่มีสีอาจเป็นน้ำมีความปลอดภัยต่อการบริโภคแต่ก็เป็นน้ำที่ไม่น่าใช้
- กลิ่นและรส (Ordor and Taste) เกิดจากสารปนเปื้อนที่ละลายน้ำ กลิ่นและรสทำให้น้ำไม่น่านำมาใช้ในการอุปโภคบริโภค
- อุณหภูมิ(Temperature) อุณหภูมิของน้ำมีผลกระทบต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีในแหล่งน้ำ ความสามารถในการละลายของก๊าซต่างๆ โดยเฉพาะปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ
- ของแข็ง(Solids) เป็นลักษณะที่สำคัญที่ใช้ในการบ่งบอกคุณภาพน้ำดีและน้ำเสีย มีหน่วยเป็น มก./ล ของแข็งอยู่ในรูปต่างๆ ของแข็งแขวนลอย (Suspended Solids หรือSS) และของแข็งที่สามารถตกตะกอนได้ (Settleable Solids)

2.2.2 ลักษณะทางเคมี (Chemical Characteristics)

pH เป็นการวัดความเข้มข้นของ H^+ ในน้ำ pH มีผลต่อคุณภาพน้ำและน้ำเสีย ทั้งยังถูกกำหนดไว้ในมาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินด้วย นอกจากนั้นยังมีผลต่อประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำและน้ำเสียด้วย ความเป็นกรด ความเป็นด่าง น้ำมันแลไขมัน ออกซิเจนละลายน้ำ ความต้องการออกซิเจนได้แก่ BOD COD ค่าเปอร์แมงกาเนต สารอินทรีย์คาร์บอนทั้งหมด ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส

2.2.3 ลักษณะทางชีวภาพ (Biological Characteristics)

สิ่งมีชีวิตต่างๆทีอยู่ในน้ำ ชนิดและปริมาณสิ่งมีชีวิตจะสัมพันธ์กับคุณภาพน้ำและปัจจัยต่างๆทางสิ่งแวดล้อมจุลินทรีย์มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในการบำบัดน้ำเสียซึ่งปนเปื้อนด้วยสารอินทรีย์

สิ่งมีชีวิตในน้ำสามารถจัดแบ่งกลุ่มได้ดังนี้

1) แบ่งตามแหล่งสารอินทรีย์ที่นำมาใช้เป็นอาหาร สามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม ได้แก่

- สิ่งมีชีวิตที่สามารถสังเคราะห์สารอินทรีย์ที่ต้องการโดยกระบวนการสังเคราะห์แสง หรือกระบวนการสังเคราะห์ทางเคมี สิ่งมีชีวิตกลุ่มนี้เรียกว่า Auto tropic Organisms
- สิ่งมีชีวิตที่ต้องอาศัยสารอินทรีย์จากแหล่งภายนอก เรียกว่า Heterohropic Organism

2) แบ่งตามความต้องการออกซิเจน สามารถแบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม

- พวก Aerobes ต้องดำรงชีวิตในสิ่งแวดล้อมที่มีออกซิเจนอิสระ
- พวก Anaerobes สามารถดำรงชีวิตได้ในสิ่งแวดล้อมที่ไม่มีออกซิเจนอิสระ
- พวก Facultative สามารถดำรงชีวิตได้ทั้งในสภาพที่มีและไม่มีออกซิเจนอิสระ

3) แบ่งตามชนิดของสิ่งมีชีวิต สิ่งมีชีวิตที่สำคัญที่พบในน้ำและน้ำเสีย ได้แก่ แบคทีเรีย (Bacterial) รา (Fungi) โปรโตรซัว (Protozoa) หนอนและพยาธิต่างๆ (Worms) โรติเฟอร์ (Rotifers) ไวรัส (Virus) และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ เช่น ปลา กุ้ง หอย แหล่งน้ำที่มีคุณภาพต่างกันจะพบชนิด ปริมาณ และความหลากหลายของ สิ่งมีชีวิตเหล่านี้ต่างกัน ดังนั้นจึงมีการใช้สิ่งมีชีวิตเหล่านี้เป็นตัวชี้บอกคุณภาพน้ำ หรือเรียกว่าดัชนีชีวภาพ (Biological Indicators)

ดังนั้น จากกระบวนการผลิตสับปะรดกระป๋องลักษณะของน้ำมีลักษณะของน้ำ คือค่าBOD COD pH ของแข็งแขวนลอย และค่าฟอสฟอรัส ซึ่งเกิดจากกระบวนการผลิตเป็นสาเหตุของการเปลี่ยนคุณภาพของน้ำทางกายภาพที่มีน้ำจากการผลิตสับปะรดกระป๋องปะปนมาซึ่งเป็นการเพิ่มเชื้อจุลินทรีย์ในน้ำ เร่งการเจริญเติบโตของค่า BOD COD และเกิดการเปลี่ยนค่า pH ในน้ำ มากน้อยต่างกันขึ้นอยู่กับกำลังผลิต

2.3 กฎหมายการจัดการคุณภาพน้ำในโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง

การจัดการคุณภาพน้ำในโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องก่อนทิ้งลงสู่แหล่งน้ำต้องมีการควบคุมและตรวจสอบคุณภาพให้ได้มาตรฐานน้ำทิ้งดังนี้

2.3.1 พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535

หมวดที่ 4 การควบคุมมลพิษ

ส่วนที่ 5 การควบคุมมลพิษน้ำ

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม โดยคำแนะนำของคณะกรรมการควบคุมมลพิษ มีอำนาจประกาศในราชกิจจานุเบกษา กำหนดประเภทของแหล่งกำเนิดมลพิษน้ำที่จะต้องถูกควบคุมการระบายน้ำทิ้งลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ และเจ้าของแหล่งกำเนิดมลพิษน้ำนั้นๆ จะต้องจัดให้มีการติดตั้งระบบบำบัดน้ำเสียหรือรวมทั้งมีผู้ควบคุมดูแลระบบบำบัดน้ำเสีย ตามที่เจ้าพนักงานควบคุมมลพิษกำหนด

2.3.2 พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535

ค่ามาตรฐานน้ำทิ้งตามประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและ สิ่งแวดล้อม ฉบับที่ 3 (พ.ศ. 2539)

1. ค่า pH 5.5 – 9.0
2. สารแขวนลอย (SS) ไม่เกิน 50 มิลลิกรัมต่อลิตร
3. อุณหภูมิไม่เกิน 40 องศาเซลเซียส
4. สีหรือกลิ่นไม่เป็นที่พึงรังเกียจ
5. น้ำมันและไขมัน ไม่เกิน 50 มิลลิกรัมต่อลิตร
6. ค่า BOD ไม่เกิน 20 มิลลิกรัมต่อลิตร
7. ค่า COD ไม่เกิน 120 มิลลิกรัมต่อลิตร
8. น้ำมันและไขมัน ไม่เกิน 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร
9. ซัลไฟด์ไม่เกิน 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

2.4 การบำบัดน้ำเสีย (Wastewater treatment)

2.4.1 แนวคิด

กระบวนการบำบัดน้ำเสียเป็นการเลียนแบบกระบวนการฟอกตัวตามธรรมชาติของแหล่งน้ำ (Self Purification) คือมีการลดมลสารด้วยวิธีทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ น้ำทิ้งจะปนเปื้อนด้วยมลสารชนิดต่างๆ ดังนั้นการบำบัดน้ำเสียจึงไม่สามารถทำได้โดยวิธีการใดวิธีการหนึ่งเพียงอย่างเดียว แต่จะต้องทำเป็นระบบอย่างต่อเนื่องจึงสามารถลดปริมาณมลสารชนิดต่างๆในน้ำได้ การบำบัดจะต้องทำเป็นขั้นตอนเริ่มตั้งแต่การบำบัดขั้นเตรียมและขั้นต้น ขั้นที่สอง และขั้นที่ สามหรือขั้นสูง (ดังจะกล่าวในหัวข้อ 2.4.3) ในแต่ละขั้นตอนจะประกอบด้วยวิธีการบำบัดต่างๆต่อเนื่องกัน ซึ่งมีทั้งวิธีการทางกายภาพ เคมี กายภาพ-เคมี และชีวภาพ (ดังจะกล่าวรายละเอียดในหัวข้อ 2.6) การบำบัดเหล่านี้ก่อให้เกิดตะกอนซึ่งต้องทำการบำบัดอย่างถูกต้องเหมาะสมต่อไป

2.4.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสีย

ควบคุมการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียจะต้องทราบปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อที่จะได้เตรียมการป้องกันและแก้ไขเหตุขัดข้องต่างๆที่จะเกิดขึ้นและมีผลทำให้ระบบบำบัดน้ำเสียมีประสิทธิภาพในการบำบัดต่ำลง ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ปัจจัยที่มีผลต่อระบบบำบัด

ระบบบำบัดน้ำเสีย	ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการทำงาน
1. บ่อหมักไร้อากาศ (Anaerobic Tank)	1. ค่า pH เป็นกลางประมาณ 6.5 - 9.0 เพื่อให้เชื้อทำงานได้ 2. ปริมาณตะกอนที่สะสมอยู่เมื่อมีปริมาณมากจำเป็นต้องสูบทิ้งอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง
2. ระบบเติมอากาศ (Biofilm Tank)	1. ค่าความสกปรกของน้ำเสีย BOD ไม่ควรเกิน 250 มก./ล. 2. อุณหภูมิไม่ควรเกิน 40.0 องศาเซลเซียส 3. ค่า pH อยู่ในช่วง 6.5 - 9.0 4. BOD : N : P = 100 : 5 : 1 5. DO > 1.0 mg/I.

ที่มา : รวบรวมจากฝ่ายสุขาภิบาลทั่วไป กองอนามัยสิ่งแวดล้อม สำนักอนามัย กรุงเทพมหานคร

2.4.2.1 ความเข้มข้นของสารอินทรีย์ในน้ำเสีย

เนื่องจากสารอินทรีย์ในน้ำเสียเป็นอาหารของเชื้อจุลินทรีย์ในระบบบำบัด ดังนั้นหากความเข้มข้นของสารอินทรีย์เปลี่ยนแปลงมากจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของสารจุลินทรีย์ในระบบและอาจจะทำให้เชื้อจุลินทรีย์ตายได้ เนื่องจากทนค่าความสกปรกไม่ได้ ต้องอาศัยระยะเวลาในการปรับตัวนาน ทำให้น้ำทิ้งออกจากระบบขุ่น และมีกลิ่นเหม็นในช่วงระยะเวลาหนึ่ง จนกว่าระบบจะปรับตัวได้ โดยปกติจะ ประมาณ 1 - 2 สัปดาห์ ถ้าค่าความสกปรกไม่มากจนเกินไป แต่ถ้าค่าความสกปรก เกินกว่าที่ออกแบบไว้มากกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ และติดต่อกันเป็นระยะเวลามากกว่า 1 สัปดาห์ ระบบจะไม่สามารถทำงานได้

2.4.2.2 ค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH)

จุลินทรีย์จะเจริญเติบโตได้ดีที่ค่าความเป็นกรด-ด่าง อยู่ระหว่าง 6 - 9 ถ้าค่า pH ต่ำกว่า 4.5 ฟอสฟอรัสจะแยกตัวออกจากน้ำเสียและจุลินทรีย์ไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์

ได้ ทำให้ระบบทำงานได้ไม่ดีเช่นกันแต่ถ้า pH มีค่าสูงกว่า 9.0 จุลินทรีย์จะทำลาย บีโอดีได้น้อยลง

2.4.2.3 อาหารเสริมสร้าง (Nutrient)

ได้แก่ไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในอัตราส่วน BOD: N: P เท่ากับ 100: 5:1 ถ้าอาหารเสริมเสร้างไม่เพียงพอจะมีผลกระทบต่อประสิทธิภาพ ในการทำงานของระบบ เช่น ถ้าขาดไนโตรเจน รา จะเจริญเติบโตได้ดี ทำให้ประสิทธิภาพในการ บำบัดลดต่ำลง และถ้าขาดฟอสฟอรัส จะเกิดปัญหาเช่นเดียวกับการขาดไนโตรเจน เป็นต้น

2.4.2.4 ปริมาณออกซิเจนละลาย (Dissolved Oxygen)

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำจะต้องไม่ต่ำกว่า 1 - 2 มก./ล. เพื่อให้ เพียงพอกับความต้องการของเชื่อจุลินทรีย์ในการย่อยสลายสิ่งสกปรกในน้ำเสีย หรืออย่างน้อยที่สุดต้องไม่ต่ำกว่า 0.5 มก./ล.

2.4.2.5 อุณหภูมิ (Temperature)

อุณหภูมิที่เหมาะสมกับการทำงานของเชื้อจุลินทรีย์ไม่ควรเกิน 40 องศาเซลเซียส อัตราการทำลายบีโอดีจะเพิ่มขึ้น แต่จะลดลงถ้าอุณหภูมิสูงเกินไป นอกจากนั้น เมื่ออุณหภูมิสูงๆ จะทำให้ออกซิเจนละลายน้ำได้น้อยลง มีผลให้เชื้อจุลินทรีย์ตายได้

2.4.2.6 สารพิษ (Toxic Agent)

สารพิษแบ่งเป็น 2 พวกคือ แบบพิษเฉียบพลัน (Acute toxicity) เช่นน้ำยาฆ่า เชื้อต่างๆ ซึ่งเชื้อจุลินทรีย์จะตายหมด ภายในระยะเวลาไม่กี่ชั่วโมง และแบบพิษออกฤทธิ์ช้า (Chronic toxicity) เช่น โลหะหนักอื่นๆ ซึ่งจะใช้ระยะเวลาและจะค่อยๆตาย สังเกตได้ ฟิล์มที่เกาะบนตัวกลางพลาสติกจะไม่มี และเกิดฟองสีขาวลักษณะคล้าย ฟองผงซักฟอกขึ้น น้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วไม่ได้คุณภาพ มีกลิ่นเหม็น

2.4.3 ขั้นตอนการบำบัดน้ำเสีย

การบำบัดน้ำเสียแบ่งออกตามขั้นตอนได้ดังนี้

2.4.3.1 ระบบบำบัดขั้นเตรียมและขั้นต้น (Preliminary and Primary Treatment) เป็นการบำบัดเพื่อแยกทราย กรวด และของแข็งขนาดใหญ่ ออกจาก ของเหลวหรือน้ำเสีย โดยเครื่องจักรอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบด้วย ตะแกรงหยาบ (Coarse Screen) ตะแกรงละเอียด (Fine Screen) ถังดักกรวดทราย (Grit Chamber) ถังตกตะกอนเบื้องต้น (Primary Sedimentation Tank) และเครื่องกำจัดไขฝ้า (Skimming Devices) การบำบัด น้ำเสียขั้นนี้สามารถกำจัดของแข็งแขวนลอยได้ร้อย ละ 50 - 70 และกำจัดสารอินทรีย์ซึ่งวัดในรูป

ของ BOD ได้ ร้อยละ 25 – 40 เป็นขั้นตอนการเตรียมการเพื่อการบำบัดหลักในขั้นตอนที่สอง(Secondary Treatment) เป็นการแยกของแข็งขนาดใหญ่และมีน้ำหนักมากออกจากน้ำ เพื่อลดภาระมลสารที่จะเข้าสู่หน่วยบำบัดขั้นต่อไป ทั้งยังเป็นการป้องกันการอุดตันและความเสียหายที่อาจเกิดกับอุปกรณ์การบำบัดต่างๆ เช่น ปั๊มน้ำ เครื่องเติมอากาศ เป็นต้น ประสิทธิภาพการบำบัดมลสารโดยการบำบัดขั้นต้นแสดงในตารางที่ 3.3

2.4.3.2 ระบบบำบัดขั้นตอนที่สอง (Secondary Treatment)เป็นการบำบัดน้ำเสียที่ผ่านกระบวนการบำบัดขั้นต้นและการบำบัดเบื้องต้นมาแล้ว แต่ยังคง มีของแข็งแขวนลอยขนาดเล็กและสารอินทรีย์ทั้งที่ละลายและไม่ละลายใน น้ำเสียเหลือค้างอยู่ โดยทั่วไปการบำบัดขั้นที่สองหรือเรียกอีกอย่างว่าการบำบัดทางชีวภาพ (Biological Treatment) จะอาศัยหลักการเลี้ยงจุลินทรีย์ในระบบภายใต้สภาวะที่สามารถควบคุมได้ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการกินสารอินทรีย์ได้รวดเร็วกว่าที่เกิดขึ้นตาม ธรรมชาติ และแยกตะกอนจุลินทรีย์ออกจากน้ำทิ้งโดยใช้ถัง ตกตะกอน (Secondary Sedimentation Tank) ทำให้น้ำทิ้งมีคุณภาพดีขึ้น จากนั้นจึงผ่านเข้าระบบฆ่าเชื้อโรค (Disinfection) เพื่อให้แน่ใจว่าไม่มีจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคปนเปื้อน ก่อนจะระบายน้ำทิ้งลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ หรือนำกลับไป ใช้ประโยชน์ (Reuse) การบำบัดน้ำเสียในขั้นนี้สามารถกำจัดของแข็งแขวนลอยและสารอินทรีย์ซึ่งวัดในรูปของ บีโอดีได้มากกว่าร้อยละ 80

ตัวอย่างวิธีการบำบัดทางชีวภาพแบบใช้ออกซิเจน ได้แก่ บ่อผึ่ง (Stabilization Pond) บ่อเติมอากาศ (Aerated Lagoon) ระบบเลี้ยงตะกอน (Activated Sludge) ระบบลานโปรยกรอง (Tricking Filter)

ตัวอย่างวิธีการบำบัดแบบไม่ใช้ออกซิเจน ได้แก่ บ่อเกรอะ (Septic Tank) บ่อไร้อากาศ (Anaerobic Lagoon) ระบบกรองไร้อากาศ (Anaerobic Filter) ระบบ (Up flow Anaerobic Sludge Blanket; UASB)

2.4.3.3 ระบบบำบัดขั้นที่สาม (Tertiary Treatment) หรือการบำบัดขั้นสูง (Advanced Treatment) เป็นกระบวนการกำจัดสารอาหาร (ไนโตรเจนและฟอสฟอรัส) สี สารแขวนลอยที่ตกตะกอนยาก และอื่นๆ ซึ่งยังไม่ได้ถูกกำจัดโดยกระบวนการบำบัดขั้นที่สอง ทั้งนี้เพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำให้ดียิ่งขึ้นเพียงพอที่จะนำกลับมาใช้ใหม่ (Recycle) ได้ นอกจากนี้ยังช่วย ป้องกันการเติบโตผิดปกติของสาหร่ายที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดน้ำเน่า แก้ไขปัญหาความน่ารังเกียจของแหล่งน้ำอันเนื่องจากสี และแก้ไขปัญหาอื่นๆ ที่ระบบบำบัดขั้นที่สองไม่สามารถกำจัดได้ กระบวนการบำบัดขั้นสูง ได้แก่

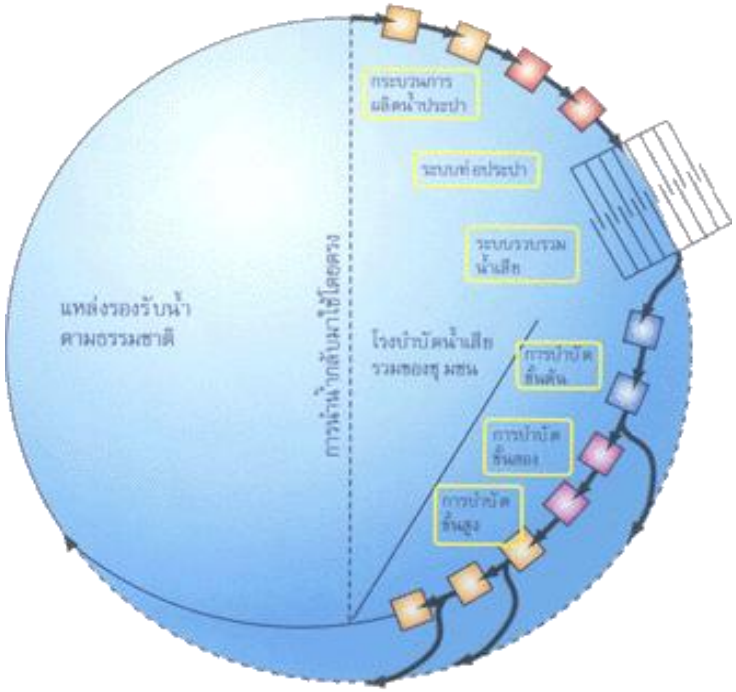
ตารางที่2.2 ประสิทธิภาพการบำบัดสารมลภาวะในน้ำ

ชนิดของมลสาร	ประสิทธิภาพการบำบัด%	
	การบำบัดขั้นต้น	การบำบัดขั้นที่สอง
BOD	25-40	65-95
ของแข็งแขวนลอย	35-65	70-90
ไนโตรเจนทั้งหมด	20-40	65-80
โคลิฟอร์มแบคทีเลีย	50	70-95

ที่มา : Metcalf &Eddy (1991)

- **การกำจัดฟอสฟอรัส** ซึ่งมีทั้งแบบใช้กระบวนการทางเคมีและแบบใช้กระบวนการทางชีวภาพ
- **การกำจัดไนโตรเจน** ซึ่งมีทั้งแบบใช้กระบวนการทางเคมีและแบบใช้กระบวนการทางชีวภาพ โดยวิธีการทางชีวภาพนั้นจะมี 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการเปลี่ยนแอมโมเนียไนโตรเจนให้เป็น ไนเตรต ที่เกิดขึ้นในสภาวะแบบใช้ออกซิเจน หรือที่เรียกว่า "กระบวนการไนตริฟิเคชัน (Nitrification)" และขั้นตอนการเปลี่ยนไนเตรตให้เป็นก๊าซไนโตรเจน ซึ่งเกิดขึ้นในสภาวะไร้ออกซิเจน หรือที่เรียกว่า "กระบวนการดีไนตริฟิเคชั่น (Denitrification)"
- **การกำจัดฟอสฟอรัสและไนโตรเจนร่วมกันโดยกระบวนการทางชีวภาพ** ซึ่งเป็นการใช้ทั้งกระบวนการแบบใช้อากาศและไม่ใช้อากาศในการกำจัดไนโตรเจนโดยกระบวนการไนตริฟิเคชันและกระบวนการดีไนตริฟิเคชันร่วมกับกระบวนการจับใช้ฟอสฟอรัสอย่างฟุ่มเฟือย (Phosphours Luxuty Uptake) ซึ่งต้องมีการใช้กระบวนการแบบไม่ใช้อากาศต่อด้วยกระบวนการใช้อากาศด้วยเช่นกัน ทั้งนี้จะต้องมีการประยุกต์ใช้โดยผู้มีความรู้ความเข้าใจในกระบวนการดังกล่าวเป็นอย่างดี
- **การกรอง (Filtration)** ซึ่งเป็นการกำจัดสารที่ไม่ต้องการโดยวิธีการทางกายภาพ ในสารแขวนลอยที่ตกตะกอนได้ยาก เป็นต้น
- **การดูดติดผิว (Adsorption)** ซึ่งเป็นการกำจัดสารอินทรีย์ที่มีในน้ำเสียโดยการดูดติดบนพื้นผิวของของแข็ง รวมถึงการกำจัดกลิ่นหรือก๊าซที่เกิดขึ้นด้วยวิธีการเดียวกัน

โดยปกติแล้วน้ำที่ผ่านการบำบัดขั้นตอนที่สองแล้วเป็นน้ำที่มีคุณภาพเหมาะสมที่จะปล่อยลงสู่แหล่งน้ำได้ แต่ในบางกรณีที่ต้องการให้น้ำที่ผ่านการบำบัดมีคุณภาพดีขึ้นเนื่องจากต้องการน้ำกลับมาใช้อีก หรือกรณีที่แหล่งรับน้ำทิ้งมีปัญหาเฉพาะ เช่น เป็นแหล่งที่การเจริญของพืชน้ำมากเกินไปจำเป็นต้องลดปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในน้ำทิ้งลงเป็นต้น การบำบัดเพิ่มเติมจากการบำบัดหลักในขั้นที่สองเรียกว่าการบำบัดขั้นที่สามหรือการบำบัดขั้นสูงดังแสดงในภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 แสดงขั้นตอนการบำบัดน้ำเสีย

2.5 แนวทางในการเลือกระบบบำบัดน้ำเสีย

เนื่องจากระบบบำบัดน้ำเสียมีหลายประเภท การเลือกระบบบำบัดที่เหมาะสมจะขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ คือลักษณะน้ำเสีย ระดับของการบำบัด สภาพของท้องถิ่น และความยากง่ายของการดูแลรักษาระบบ โดยระบบที่มีความเหมาะสมต้องเป็นระบบที่มีประสิทธิภาพและมีราคาประหยัด

ลักษณะของน้ำเสียและระดับของการบำบัดจะเป็นตัวกำหนดอย่างกว้างๆ ถึงระบบบำบัดน้ำเสียที่จะนำมาใช้ น้ำเสียที่มีสารอินทรีย์ควรเลือกใช้ระบบบำบัดแบบชีวภาพโดยความเข้มข้นของปริมาณสารอินทรีย์จะ เป็นปัจจัยที่สำคัญในการเลือกระบบที่เหมาะสม น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องเป็นน้ำเสียที่บำบัดได้ง่ายเนื่องจาก ส่วนประกอบส่วนใหญ่เป็น

สารอินทรีย์ที่ย่อยสลายทางชีวภาพ ได้ง่ายและมีความเข้มข้นต่ำ มีปริมาณอาหารเสริมและมีสภาพแวดล้อมอื่นๆ เช่น pH ที่เหมาะสม และ มีจุลินทรีย์อยู่ในน้ำเสีย ดังนั้นการบำบัดน้ำเสียในโรงงานสับปะรดกระป๋อง จึงใช้ระบบชีวภาพ เช่น ระบบเอเอส (Activated Sludge) หรือระบบบ่อผึ่ง (Oxidation Pond) เป็นต้น

สภาพของท้องถิ่นเป็นอีกปัจจัยที่สำคัญในการเลือกระบบที่เหมาะสม ในชุมชนที่มีประชากรหนาแน่น ที่ดินมีราคาสูง ผู้ออกแบบมีความจำเป็นต้องเลือกระบบที่ใช้พื้นที่น้อย แต่ใช้เครื่องจักรกลมาก ซึ่งจะเป็นระบบที่มีค่าก่อสร้างและค่าใช้จ่ายในการเดินระบบสูง และต้องการผู้ดูแลระบบที่มีความรู้ความสามารถ ในทางตรงข้ามกรณีพื้นที่ทีอยู่ห่างไกลที่ดินมีราคาถูกสามารถใช้ระบบบำบัดแบบที่ไม่ต้องใช้เครื่องจักรกลมากและไม่ต้องการผู้ดูแลที่มีความสามารถสูง เช่น ระบบต่างๆ จะเป็นระบบที่มีความเหมาะสม ดังนั้น การเลือกระบบบำบัดน้ำเสียขึ้นกับปัจจัยต่างๆ ได้แก่ ลักษณะของน้ำเสีย ระดับการบำบัดน้ำเสียที่ต้องการ สภาพทั่วไปของท้องถิ่น ค่าลงทุนก่อสร้างและค่าดำเนินการดูแลและบำรุงรักษา และขนาดของที่ดินที่ใช้ในการ ก่อสร้าง เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อให้ระบบบำบัดน้ำเสียที่เลือกมีความเหมาะสมกับแต่ละท้องถิ่น ซึ่งมีสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน โดยการบำบัดน้ำเสียสามารถแบ่งได้ตามกลไกที่ใช้ในการกำจัดสิ่งเจือปนในน้ำเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.6 กระบวน การบำบัดน้ำเสีย

กระบวนการบำบัดน้ำเสียสามารถแบ่งออกเป็นประเภทใหญ่ได้ 3 ประเภท คือ

2.6.1. กระบวนการทางกายภาพ (Physical Treatment) เป็นวิธีการแยกเอาสิ่งเจือปนออกจากน้ำเสีย เช่น ของแข็งขนาดใหญ่ กระดาษ พลาสติก เศษอาหาร กรวด ทราย ไขมันและน้ำมันเป็นต้น โดยใช้อุปกรณ์ในการบำบัดทางกายภาพ คือ ตะแกรงดักขยะ ถังดักกรวดทราย ถังดักไขมันและน้ำมัน และถังตกตะกอน ซึ่งจะเป็นการลดปริมาณของแข็งทั้งหมดที่มีในน้ำเสียเป็นหลัก

2.6.2 กระบวนการทางเคมี (Chemical Treatment) เป็นวิธีการบำบัดน้ำเสียโดยใช้กระบวนการทางเคมี เพื่อทำปฏิกิริยากับสิ่งเจือปนในน้ำเสีย วิธีการนี้จะใช้สำหรับน้ำเสียที่มีส่วนประกอบอย่างใดอย่างหนึ่งดังต่อไปนี้ คือ ค่าพีเอช สูงหรือต่ำเกินไป มีสารพิษ มีโลหะหนัก มีของแข็งแขวนลอยที่ตกตะกอนยาก มีไขมันและน้ำมันที่ละลายน้ำ มีไนโตรเจนหรือฟอสฟอรัสที่สูงเกินไป และมีเชื้อโรค ทั้งนี้อุปกรณ์ที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางเคมี ได้แก่ ถังกวนเร็ว ถังกวนช้า ถังตกตะกอน ถังกรอง และถังฆ่าเชื้อโรค

2.6.3 กระบวนการทางชีวภาพ (Biological Treatment)เป็นวิธีการบำบัดน้ำเสียโดยใช้กระบวนการทาง ชีวภาพหรือใช้จุลินทรีย์ ในการกำจัดสิ่งเจือปนในน้ำเสียโดยเฉพาะสารคาร์บอน

อินทรีย์ ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส โดยความสกปรกเหล่านี้จะถูกใช้เป็นอาหารและเป็นแหล่งพลังงานของจุลินทรีย์ในถังเลี้ยงเชื้อเพื่อการเจริญเติบโต ทำให้น้ำเสียมีค่าความสกปรกลดลง โดยจุลินทรีย์เหล่านี้อาจเป็นแบบใช้ออกซิเจน (Aerobic Organisms) หรือไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Organisms) ก็ได้ ระบบบำบัดน้ำเสียที่อาศัยหลักการทางชีวภาพ ได้แก่ ระบบ แอกทิเวเต็ดสลัดจ์ (Activate Sludge, AS) ระบบแผ่นจานหมุนชีวภาพ (Rotating Biological Contactor, RBC) ระบบคลอง วนเวียน (Oxidation Ditch, OD) ระบบบ่อเติมอากาศ (Aerated Lagoon, AL) ระบบโปรยกรอง(Trickling Filter) ระบบบ่อบำบัดน้ำเสีย (Stabilization Pond) ระบบยูเอเอสบี (Upflow Anaerobic Sludge Blanket, UASB) และ ระบบกรองไร้อากาศ (Anaerobic Filter, AF) เป็นต้น

แนวทางการเลือกระบบบำบัดน้ำเสียในโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องที่เหมาะสมควรเลือกการบำบัดโดยวิธีทางชีวภาพ โดยคำนึงถึงพื้นที่ของโรงงาน ปริมาณน้ำที่ใช้ และต้นทุนในการผลิต โรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องส่วนมากเลือกระบบบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีการทางชีวภาพ ระบบ แอกทิเวเต็ดสลัดจ์ (Activate Sludge; AS) และระบบบำบัดน้ำเสียฟิล์มตรึง โดยพิจารณาดังนี้

การบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางชีวภาพ (Biological Wastewater Treatment)

การบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางชีวภาพ เป็นการใช้สิ่งมีชีวิตเป็นตัวช่วยในการเปลี่ยนสภาพของของเสียในน้ำให้อยู่ในสภาพที่ไม่ก่อให้เกิดปัญหาภาวะมลพิษต่อแหล่งน้ำธรรมชาติ ได้แก่ เปลี่ยนให้กลายเป็นแก๊ส ทำให้มีกลิ่นเหม็น เป็นต้น ซึ่งสิ่งมีชีวิตที่มีบทบาทในการช่วยเปลี่ยนสภาพสิ่งสกปรกในน้ำเสีย คือพวกจุลินทรีย์ ได้แก่ พวกแบคทีเรีย โปรโตรซัว สาหร่าย รา และโรติเฟอร์ และจุลินทรีย์ที่มีบทบาทสำคัญที่สุดในการบำบัดน้ำเสีย คือ พวกแบคทีเรียการบำบัดทางชีวภาพแบ่งเป็น 2กลุ่มใหญ่ๆ คือ การบำบัดแบบใช้ออกซิเจนและการบำบัดแบบไม่ใช้ออกซิเจน

การย่อยสลายสารอินทรีย์ด้วยกระบวนการทางชีวภาพแบบใช้ออกซิเจน จะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีความคงตัวสูงก่อให้เกิดสีและกลิ่นในน้ำ ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ ไนเตรทซัลเฟต และฟอสเฟต ข้อเสียของการย่อยแบบใช้ออกซิเจนคือเกิดจุลินทรีย์เซลล์ใหม่นี้เมื่อตกตะกอนแยกออกจากน้ำแล้วก็ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการบำบัดต่อไป

การย่อยสลายด้วยกระบวนการแบบไม่ใช้ออกซิเจน แบ่งเป็น 2 ขั้นตอนคือ ตอนแรก เป็นการเปลี่ยนสารอินทรีย์ให้เป็นกรดอินทรีย์ ขั้นตอนที่ 2 เป็นการเปลี่ยนกรดอินทรีย์ให้เป็นก๊าซมีเทน ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการย่อยสลายเป็นสารที่มีกลิ่น และทำให้น้ำมีสี ได้แก่ กรดอินทรีย์ชนิดต่างๆ สารประกอบซัลไฟด์ชนิดต่างๆ ก๊าซมีเทน ก๊าซแอมโมเนีย **ข้อดี**ของกระบวนการนี้คือ มีการสร้างเซลล์ใหม่ของจะลินทรีย์ เพียง 1 ใน 3 ส่วนของปริมาณสารอินทรีย์ตั้งตนเท่านั้น ทำให้ลดภาระในการจัดการตะกอนลงได้มาก

2.7 ระบบบำบัดแบบใช้ออกซิเจนในโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง

2.7.1. ระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ (Activated Sludge; AS)

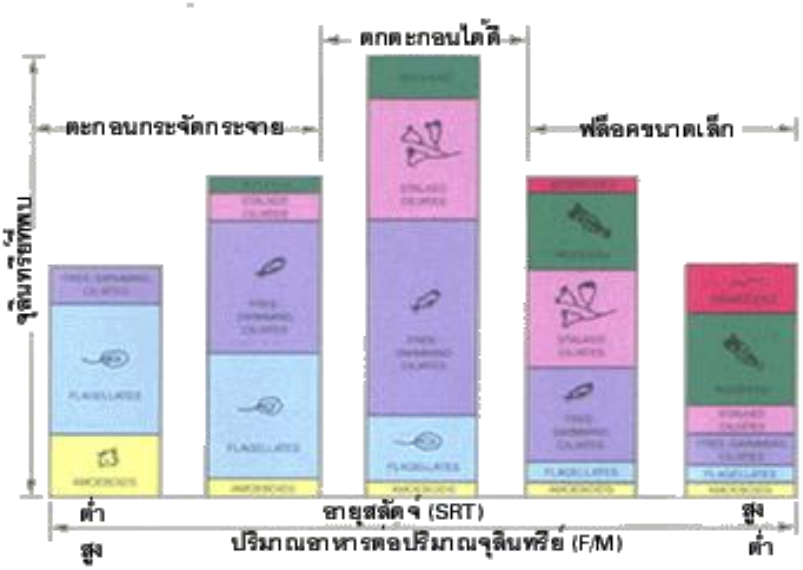
ระบบเอเอส เป็นระบบบำบัดน้ำเสียโดยวิธีชีวภาพ ที่อาศัยจุลินทรีย์ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย มีองค์ประกอบหลักคือ ถังเติมอากาศ และถังตกตะกอน จุลินทรีย์ในถังเติมอากาศจะอาศัยสารอินทรีย์ในน้ำเสียเป็นอาหาร และออกซิเจนจากการเติมอากาศในถังเติมอากาศเพื่อการเจริญเติบโตและเพิ่มปริมาณกลายเป็นสลัดจ์ จากนั้นน้ำเสียจะถูกส่งเข้าสู่ถังตกตะกอนเพื่อแยกน้ำใสให้ไหลล้นออกมาไปสู่ระบบบำบัดขั้นสุดท้าย และตะกอนบางส่วนจะถูกสูบย้อนกลับเข้าสู่ถังเติมอากาศ เพื่อควบคุมตะกอนจุลินทรีย์ แล้วถูกส่งเข้าถังตกตะกอนอีกครั้ง ซึ่งจะเป็นไปอย่างนี้เรื่อย ๆ จนกว่าน้ำจะสะอาด

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ (Activated Sludge) เป็นวิธีบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีการทางชีววิทยา โดยใช้แบคทีเรียพวกที่ใช้ออกซิเจน (Aerobic Bacteria) เป็นตัวหลักในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย สามารถบำบัดได้ทั้งน้ำเสียชุมชนและน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม แต่การเดินระบบประเภทนี้จะมีความยุ่งยากซับซ้อน เนื่องจากจำเป็นจะต้องมีการควบคุมสภาวะแวดล้อมและลักษณะทางกายภาพต่าง ๆ ให้เหมาะสมแก่การทำงานและการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ เพื่อให้ระบบมีประสิทธิภาพในการบำบัดสูงสุด

ในปัจจุบัน ระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์มีการพัฒนาใช้งานหลายรูปแบบ เช่น ระบบแบบกวนสมบูรณ์ (Completly Mix) กระบวนการปรับเสถียรสัมผัส (Contact Stabilization Process) ระบบคลองวนเวียน (Oxidation Ditch) หรือ ระบบบำบัดน้ำเสียแบบเอสบีอาร์ (Sequencing Batch Reactor) เป็นต้น

หลักการทำงาน

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอกติเวเต็ดสลัดจ์โดยทั่วไปจะประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน คือ ถังเติมอากาศ (Aeration Tank) และถังตกตะกอน (Sedimentation Tank) โดยน้ำเสียจะถูกส่งเข้าถังเติมอากาศ ซึ่งมีสลัดจ์อยู่เป็นจำนวนมากตามที่ออกแบบไว้ สภาวะภายในถังเติมอากาศจะมีสภาพที่เอื้ออำนวยต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์แบบ Aerobic จุลินทรีย์เหล่านี้จะทำการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียให้อยู่ในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำในที่สุด น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วจะไหลต่อไปยังถังตกตะกอนเพื่อแยกสลัดจ์ออกจากน้ำใส สลัดจ์ที่แยกตัวอยู่ที่ก้นถังตกตะกอนส่วนหนึ่งจะถูกสูบกลับเข้าไปในถังเติมอากาศใหม่เพื่อรักษาความเข้มข้นของสลัดจ์ในถังเติมอากาศให้ได้ตามที่กำหนด และอีกส่วนหนึ่งจะเป็นสลัดจ์ส่วนเกิน (Excess Sludge) ที่ต้องนำไปกำจัดต่อไป สำหรับน้ำใสส่วนบนจะเป็นน้ำทิ้งที่สามารถระบายออกสู่สิ่งแวดล้อมได้



ภาพที่ 2.3 ระบบบำบัดน้ำเสียAS

ปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของระบบ

1. ความเข้มข้นของสารอินทรีย์ในน้ำเสียสารอินทรีย์ในน้ำเสียเป็นอาหารของจุลินทรีย์ในระบบเอเอส ดังนั้นความเข้มจ้นของสารอินทรีย์ในน้ำเสียจึงมีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในระบบ

2. ธาตุอาหาร จุลิทรีย์ต้องการธาตุอาหาร ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และเหล็ก การขาดธาตุอาหารเหล่านี้ทำให้จุลินทรีย์สร้างฟล็อกเจริญเติบโตได้ไม่ดี จึงทำให้สลัดจ์ไม่จมตัวและอาจไหลปนออกมากับน้ำทิ้ง

3. ออกซิเจนละลาย เพื่อรักษาความเข้มข้นของออกซิเจนละลายนี้ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ

4. ระยะเวลาในการบำบัดน้ำเสียในถังเติมอากาศจะต้องมีมากพอที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายมลสารต่างๆ

5. พีเอช มีผลต่อการทำงานขอแบคทีเรีย โดยแบคทีเรียเจริญเติบโตได้ดีที่ค่าพีเอชระหว่าง 6.5 – 8.5 ถ้าต่ำกว่า ราจะเจริญเติบโตได้ดีกว่าแบคทีเรีย

6. สารพิษ

7. อุณหภูมิเป็นปัจจัยสำคัญในการทำงานและการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในกระบวนการโดยทั่วไปเพิ่มขึ้นทุก 10 องศาเซลเซียส จนกระทั้ง อุณหภูมิประมาณ 37 องศาเซลเซียส หากอุณหภูมิสูงเกินไปจุลินทรีย์จะเจริญเติบโตได้น้อยลง

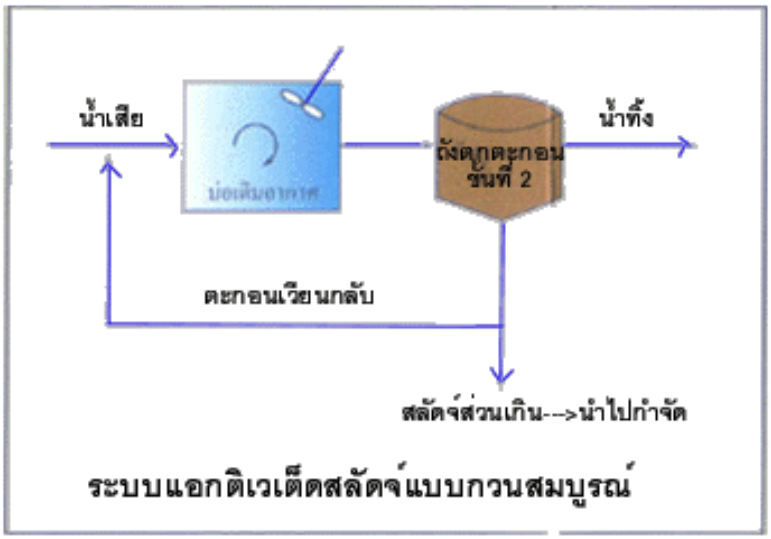
8. การกวนต้องมีการกวนอย่างทั่งถึง

9. อัตราการไหลของน้ำเสียการเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลของน้ำเสียที่ส่งมาเข้าระบบบำบัด มีผลโดยตรงต่อการทำงานของกระบวนการทางชีววิทยาและถังตกตะกอนหากน้ำเสียมีอัตรา

การไหลเพิ่มขึ้นมาก ระยะเวลาในการบำบัดน้อยลง ค่าสารอินทรีย์จะเพิ่มขึ้นและระยะเวลาในการตกตะกอนในถังตกตะกอนขั้นที่สองลดลง

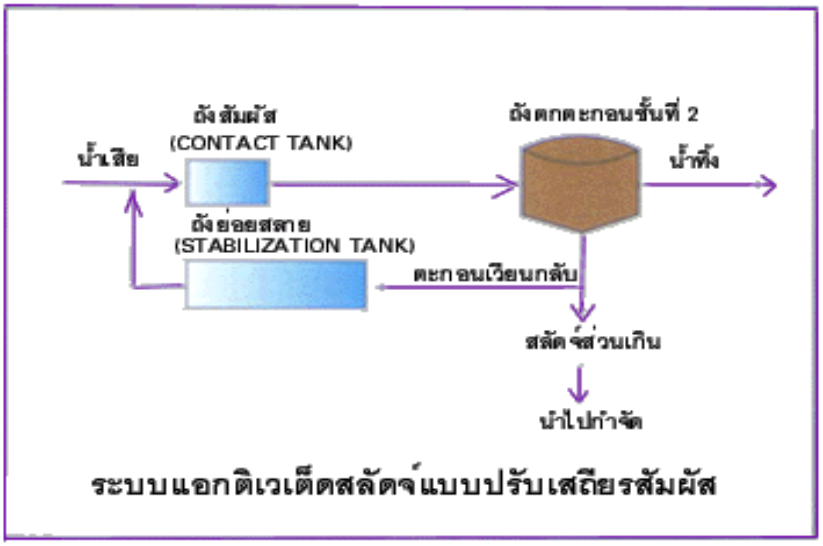
ระบบแอกติเวเต็ดสลัดจ์ที่เหมาะสมกับโรงงานอุตสหกรรมสับปะรดกระป๋อง

ระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์แบบกวนสมบูรณ์ (Completly Mixed Activated Sludge: CMAS) ลักษณะสำคัญของระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์แบบนี้คือ จะต้องมีถังเติมอากาศที่สามารถกวนให้น้ำและสลัดจ์ที่อยู่ในถังผสมเป็นเนื้อเดียวกันตลอดทั่วทั้งถัง ระบบแบบนี้สามารถรับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว (Shock Load) ได้ดี เนื่องจากน้ำเสียจะกระจายไปทั่วถึง และสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ในถังเติมอากาศก็มีค่าสม่ำเสมอทำให้จุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ที่มีอยู่มีลักษณะเดียวกันตลอดทั้งถัง (Uniform Population)



ภาพที่ 2.4 ระบบบำบัดน้ำเสียASแบบสมบูรณ์

ระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์แบบปรับเสถียรสัมผัส (Contact Stabilization Activated Sludge; CSAS) ลักษณะสำคัญของระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์แบบนี้ คือ จะแบ่งถังเติมอากาศออกเป็น 2 ถังอิสระจากกัน ได้แก่ ถังสัมผัส (Contact Tank) และถังย่อยสลาย (Stabilization Tank) โดยตะกอนที่สูบมาจากก้นถังตกตะกอนขั้นสองจะถูกส่งมาเติมอากาศใหม่ในถังย่อยสลาย จากนั้นตะกอนจะถูกส่งมาสัมผัสกับน้ำเสียในถังสัมผัส (Contact Tank) เพื่อย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ในถังสัมผัสนี้ความเข้มข้นของสลัดจ์จะลดลงตามปริมาณน้ำเสียที่ผสมเข้ามาใหม่ น้ำเสียที่ถูกบำบัดแล้วจะไหลไปยังถังตกตะกอนขั้นที่สองเพื่อแยกตะกอนกับส่วนน้ำใส โดยน้ำใสส่วนบนจะถูกระบายออกจากระบบ และตะกอนที่ก้นถังส่วนหนึ่งจะถูกสูบกลับไปเข้าถังย่อยสลาย และอีกส่วนหนึ่งจะนำไปทิ้ง ทำให้บ่อเติมอากาศมีขนาดเล็กกว่าบ่อเติมอากาศของระบบแอกติเวเต็ดสลัดจ์ทั่วไป



ภาพที่ 2.5 แสดงระบบแอกติเวเต็ดสลัดส์แบบปรับเสถียรสัมผัส

ข้อดี กระบวนการนี้สามารถรับอัตราภาระอินทรีย์ได้มากกว่าเมื่อเทียบกับปริมาตรของถังเติมอากาศที่เท่ากัน จุลชีพตกตะกอนได้ดี และสามารถรับสารเป็นพิษหรือการเปลี่ยนแปลงอัตราภาระอินทรีย์ที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วได้ดี

กระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบเอเอส ยังสามารถแยกย่อยต่าง ๆ ได้หลายประเภทขึ้นอยู่กับการจัดวาง และรูปแบบของถังเติมอากาศ ที่ใช้ในประเทศไทย

2.7.2 ระบบเอสบีอาร์ (Sequencing Batch Reactor; SBR) มีถังเติมอากาศและถังตกตะกอนรวมอยู่ในถังเดียวกัน โดยอาศัยการทำงานเป็นรอบ

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบSBR เป็น AS อย่างหนึ่งมีลักษณะสำคัญของระบบแอกติเวเต็ดสลัดจ์แบบนี้ คือ เป็นระบบแอกทิเวเต็ดจ์สลัดจ์ประเภทเติมเข้า-ถ่ายออก (Fill-and-Draw Activated Sludge) โดยมีขั้นตอนในการบำบัดน้ำเสียแตกต่างจากระบบตะกอนเร่งแบบอื่น ๆ คือ การเติมอากาศ (Aeration) และการตกตะกอน (Sedimentation) จะดำเนินการเป็นไปตามลำดับภายในถังปฏิกิริยาเดียวกัน โดยการเดินระบบระบบบำบัดน้ำเสียแบบเอสบีอาร์ 1 รอบการทำงาน (Cycle) จะมี 5 ช่วงตามลำดับ ดังนี้

1.) ช่วงเติมน้ำเสีย (Fill) นำน้ำเสียเข้าระบบ

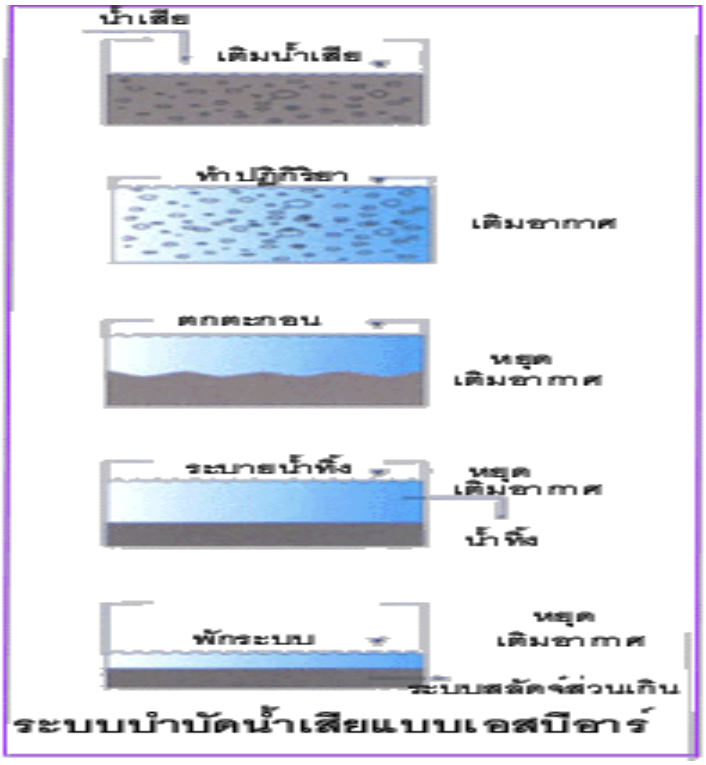
2.) ช่วงทำปฏิกิริยา (React) เป็นการลดสารอินทรีย์ในน้ำเสีย (BOD)

3.) ช่วงตกตะกอน (Settle) ทำให้ตะกอนจุลินทรีย์ตกลงก้นถังปฏิกิริยา

4.) ช่วงระบายน้ำทิ้ง (Draw) ระบายน้ำที่ผ่านการบำบัด

5.) ช่วงพักระบบ (Idle) เพื่อซ่อมแซมหรือรอรับน้ำเสียใหม่

โดยการเดินระบบสามารถเปลี่ยนแปลงระยะเวลาในแต่ละช่วงได้ง่ายขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการบำบัด ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความยืดหยุ่นของระบบบำบัดน้ำเสียแบบเอสบีอาร์



ภาพที่ 2.6 แสดงระบบบำบัดน้ำเสียแบบเอสบีอาร์

ข้อดี ระบบแบบเอสบีอาร์ มีความเหมาะสมกับโรงงานที่มีขนาดเล็กและมีปริมาณน้ำเสียน้อย ซึ่งในทางปฏิบัติอาจมีการใช้ถังบำบัดน้ำเสียมากกว่า 2 ถังขึ้นไป เพื่อให้การดำเนินการบำบัดน้ำเสียเป็นไปอย่างต่อเนื่อง

2.7.3 ระบบคลองวนเวียน (Oxidation Ditch Process) น้ำเสียและสลัดจ์จะถูกเก็บกักอยู่ในถังเติมอากาศที่มีลักษณะเป็นคลองวนเวียนวงรี ทำด้วยคอนกรีต มีหลักการทำงานคือ น้ำเสียจะไหลผ่านคลองวนเวียนไปยังถังตกตะกอนเพื่อแยกน้ำใสและตะกอน น้ำใสจะไหลไปยังระบบบำบัดขั้นสุดท้ายก่อนปล่อยทิ้ง ส่วนตะกอนก้นถังจะถูกสูบกลับไปยังคลองวนเวียนเพื่อทำการบำบัดใหม่

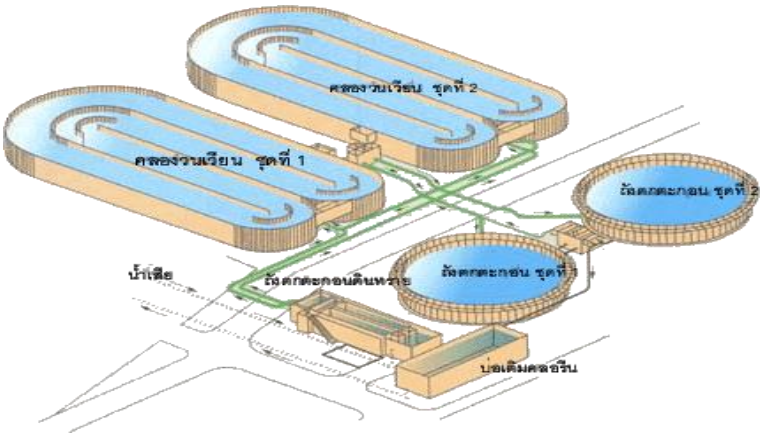
ระบบบำบัดน้ำเสียแบบคลองวนเวียน (Oxidation Ditch ; OD) เป็นระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ (Activated Sludge) ประเภทหนึ่ง ที่ใช้แบคทีเรียพวกที่ใช้ออกซิเจน (Aerobic Bacteria) เป็นตัวหลักในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย และเจริญเติบโตเพิ่มจำนวน ก่อนที่จะถูกแยกออกจากน้ำทิ้งโดยวิธีการตกตะกอน การเดินระบบบำบัดประเภทนี้จะมีความยุ่งยากซับซ้อน เนื่องจาก จำเป็นจะต้องมีการควบคุมสภาวะแวดล้อมและลักษณะทางกายภาพต่าง ๆ ให้เหมาะสมต่อการทำงานและการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ เพื่อให้ระบบมีประสิทธิภาพในการบำบัดสูงสุด

หลักการทำงาน

การทำงานของระบบคลองวนเวียนจะเหมือนกับระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์โดยทั่วไป คือ อาศัยจุลินทรีย์มากมายหลายชนิด โดยจุลินทรีย์ที่สำคัญได้แก่ แบคทีเรีย เชื้อรา และโปรโตซัว เป็นต้น ซึ่งสภาวะที่ใช้ในการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์จะเป็นสภาวะแอโรบิค โดยจุลินทรีย์จะใช้สารอินทรีย์ที่อยู่ในน้ำเสียเป็นแหล่งอาหารและพลังงาน เพื่อการเจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ในระบบ จากนั้นจึงแยกจุลินทรีย์ออกจากน้ำเสียที่ผ่านบำบัดแล้ว โดยวิธีการตกตะกอนในถังตกตะกอน (Sedimentation Tank) เพื่อให้ได้น้ำใส (Supernatant) อยู่ส่วนบนของถังตกตะกอน ซึ่งมีคุณภาพน้ำดีขึ้น และสามารถระบายออกสู่สิ่งแวดล้อมได้

ข้อดีระบบคลองวนเวียนเป็นระบบที่มีประสิทธิภาพในการบำบัดสูง และสามารถบำบัดไนโตรเจนได้ดี

ข้อเสีย ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างและการดำเนินการสูง ใช้พื้นที่มากกว่าระบบแอคติเวเต็ดจ์สลัดจ์ประเภทอื่น ผู้ควบคุมระบบจะต้องมีความรู้ความเข้าใจระบบเป็นอย่างดี หากไม่มีการดูแลที่ดีพอจะทำให้อุปกรณ์เช่น เครื่องเติมอากาศชำรุดได้ง่าย



ภาพที่ 2.7 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบคลองวนเวียน (Oxidation Ditch)
ของเทศบาลตำบลแสนสุข จังหวัดชลบุรี

2.7.4 ระบบบำบัดน้ำเสียฟิล์มตรึง เช่น ระบบแผ่นหมุนชีวภาพ

ระบบแผ่นหมุนชีวภาพ (Rotating Biological Contractor, RBC) เป็นระบบให้น้ำเสียไหลผ่านตัวกลางทรงกระบอกที่วางอยู่ในถังบำบัด จุลินทรีย์ที่ติดอยู่ที่ตัวกลางจะทำหน้าที่บำบัดโดยใช้ออกซิเจนในอากาศระบบแผ่นจานหมุนชีวภาพเป็นระบบบำบัดน้ำเสียทางชีววิทยาให้น้ำเสียไหลผ่านตัวกลางลักษณะทรงกระบอกซึ่งวางจุ่มอยู่ในถังบำบัด ตัวกลางทรงกระบอกนี้จะหมุนอย่างช้า ๆ เมื่อหมุนขึ้นพ้นน้ำและสัมผัสอากาศ จุลินทรีย์ที่อาศัยติดอยู่กับตัวกลางจะใช้

ออกซิเจนจากอากาศย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียที่สัมผัสติดตัวกลางขึ้นมา และเมื่อหมุนจมลงก็จะนำน้ำเสียขึ้นมาบำบัดใหม่สลับกันเช่นนี้ตลอดเวลา

หลักการทำงานของระบบ

กลไกการทำงานของระบบในการบำบัดน้ำเสียอาศัยจุลินทรีย์แบบใช้อากาศจำนวนมากที่ยึดเกาะติดบนแผ่นจานหมุนในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย โดยการหมุนแผ่นจานผ่านน้ำเสีย ซึ่งเมื่อแผ่นจานหมุนขึ้นมาสัมผัสกับอากาศก็จะพาเอาฟิล์มน้ำเสียขึ้นสู่อากาศด้วย ทำให้จุลินทรีย์ได้รับออกซิเจนจากอากาศ เพื่อใช้ในการย่อยสลายหรือเปลี่ยนรูปสารอินทรีย์เหล่านั้นให้เป็น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ และเซลล์จุลินทรีย์ ต่อจากนั้นแผ่นจานจะหมุนลงไปสัมผัสกับน้ำเสียในถังปฏิกิริยาอีกครั้ง ทำให้ออกซิเจนส่วนที่เหลือผสมกับน้ำเสีย ซึ่งเป็นการเติมออกซิเจนให้กับน้ำเสียอีกส่วนหนึ่ง สลับกันเช่นนี้ตลอดไปเป็นวัฏจักร แต่เมื่อมีจำนวนจุลินทรีย์ยึดเกาะแผ่นจานหมุนหนามากขึ้น จะทำให้มีตะกอนจุลินทรีย์บางส่วน หลุดลอกจากแผ่นจานเนื่องจากแรงเฉือนของการหมุน ซึ่งจะรักษาความหนาของแผ่นฟิล์มให้ค่อนข้างคงที่โดยอัตโนมัติ ทั้งนี้ตะกอนจุลินทรีย์แขวนลอยที่ไหลออกจากถังปฏิกิริยานี้ จะไหลเข้าสู่ถังตกตะกอนเพื่อแยกตะกอนจุลินทรีย์และน้ำทิ้ง ทำให้น้ำทิ้งที่ออกจากระบบนี้มีคุณภาพดีขึ้น

ระบบแผ่นหมุนชีวภาพประกอบด้วยหน่วยบำบัดดังนี้

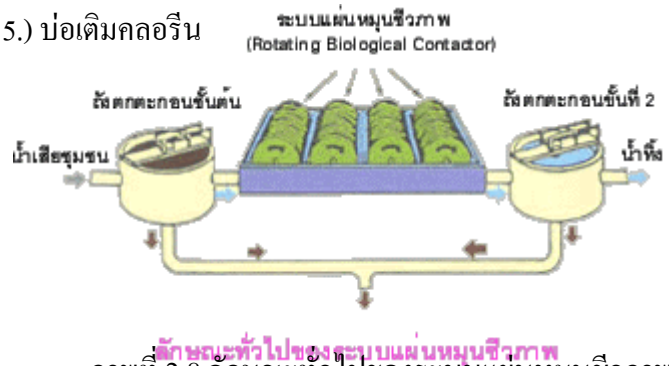
1.) บ่อปรับเสถียรการไหล (Equalizing Tank)

2.) ถังตกตะกอนขั้นต้น (Primary Sedimentation Tank)

3.) ระบบแผ่นหมุนชีวภาพ

4.) ถังตกตะกอนขั้นที่2 (Secondary Sedimentation Tank)

5.) บ่อเติมคลอรีน



ภาพที่ 2.8 ลักษณะทั่วไปของระบบแผ่นหมุนชีวภาพ

ข้อดี

1.) การเริ่มเดินระบบ(Start up) ไม่ยุ่งยากใช้เวลาเพียง 1- 2สัปดาก์

2.) การดูแลบำรุงรักษาง่ายทำให้ไม่จำเป็นต้องใช้บุคลากรที่มีความรู้ความชำนาญ

3.) ไม่ต้องมีการควบคุมการเวียนตะกอนกลับ

4.) ใช้พลังงานในการเดินระบบน้อยเนื่องจากใช้พลังงานไฟฟ้าสำหรับขับเคลื่อน

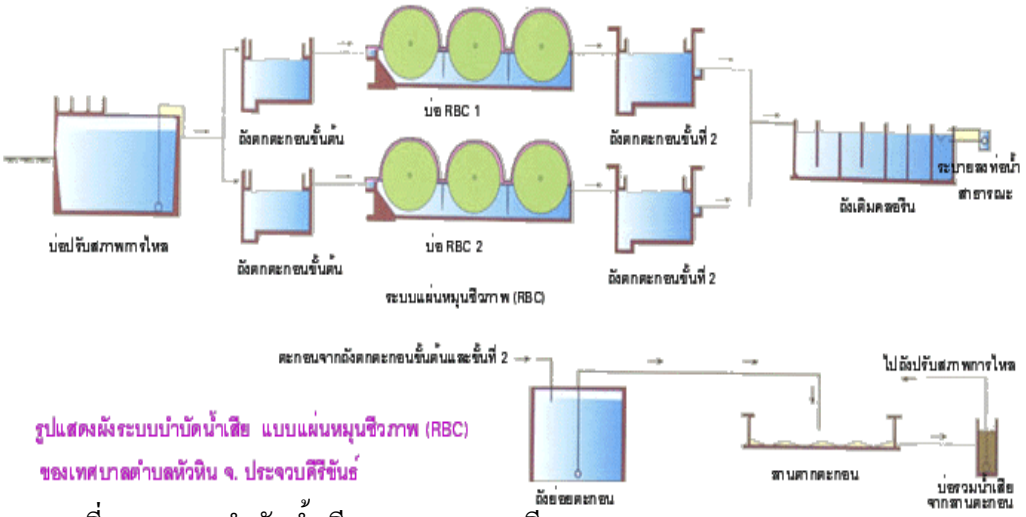
5.) มอเตอร์เท่านั้น ส่งผลให้ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการและบำรุงรักษาต่ำด้วย

ข้อเสีย

1.) ราคาเครื่องจักรอุปกรณ์มีราคาแพง เนื่องจากต้องใช้วัสดุอย่างดีเป็นส่วนประกอบ

2.) เพลาแกนหมุนที่ต้องรับทั้งแรงอัดและแรงบิดชำรุดบ่อยครั้ง

3.) แผ่นจานหมุนชีวภาพชำรุดเสียหายง่ายหากสัมผัสรังสีอุลตราไวโอเลตและสารพิษ เป็นเวลานานอย่างต่อเนื่อง



ภาพที่ 2.9 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบแผนหมุนชีวภาพ

การจำแนกระบบบำบัดน้ำเสียตามลักษณะการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ คือ ระบบบำบัดแบบเติบโตแขวนลอย(Suspended Growth System) ระบบเอเอส และระบบบำบัดแบบฟิล์มตรึง(Biofilm Systemหรือ Fixed Film System) ระบบโปรยกรอง (Trickling Filter) และระบบแผ่นหมุนชีวภาพ(Rotating Biological Contactor หรือ RBC) ระบบบำบัดน้ำเสียแบบฟิล์มตรึง เป็นระบบที่สามารถควบคุมการทำงานได้ง่าย และใช้พลังงานในการเดินระบบต่ำ อย่างไรก็ตามทั้งระบบโปรยกรองและระบบแผ่นหมุนชีวภาพไม่เป็นที่นิยมใช้ เนื่องจากระบบทั้งสองมีประวัติการใช้งานไม่ดีเท่ากับระบบเอเอส นอกจากนี้ระบบแผ่นหมุนชีวภาพจะมีค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างสูง

2.8 การนำน้ำเสียกลับมาใช้ใหม่

การนำน้ำเสียกลับมาใช้ประโยชน์ มีวัตถุประสงค์เพื่อลดปริมาณน้ำที่ใช้ดังนั้นก่อนที่จะพิจารณาน้ำกลับมาใช้ใหม่ ควรมีการตรวจสอบสภาพการใช้น้ำในปัจจุบัน และวางแผนการใช้น้ำให้ประหยัดและเหมาะสม โดยเริ่มต้นจากการสำรวจปริมาณน้ำที่ใช้และคุณภาพน้ำที่ใช้แล้ว พิจารณา

ถึงความเป็นไปได้ในการนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ หรือนำน้ำที่ใช้แล้วไปใช้ในขั้นตอนอื่นๆเลือกวิธีการบำบัดที่เหมาะสมทั้งหมด เช่นเรื่องการใช้พลังงานและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในส่วนอื่นๆ

2.8.1 การบำบัดน้ำเสียเพื่อรวบรวมน้ำกลับมาใช้ประโยชน์

แนวคิดของการนำน้ำเสียกลับมาใช้ประโยชน์เกิดขึ้นเนื่องจากปริมาณน้ำใช้ที่มีจำกัดและไม่เพียงพอ ในอนาคตการนำน้ำเสียกลับมาใช้ประโยชน์อาจมีความจำเป็นสูงขึ้นเนื่องจากมาตรการ ควบคุมการปล่อยน้ำทิ้งที่มีแนวโน้มที่จะเข้มงวดมากขึ้น และค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสียที่สูงขึ้น น้ำที่ได้จากการบำบัดน้ำเสียนั้นไม่จำเป็นต้องมีคุณภาพดีเท่ากับน้ำประปาหรือน้ำที่ยังไม่ได้ใช้ ดังนั้นจึงไม่จำเป็นต้องใช้การบำบัดขั้นสูง เพียงแต่บำบัดให้ได้คุณภาพตามวัตถุประสงค์ที่จะนำไปใช้บางครั้งน้ำที่ใช้แล้วสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้โดยไม่ต้องผ่านการบำบัด โดยปกติถ้าวัตถุประสงค์ของการนำน้ำกลับมาใช้และจำนวนครั้งการหมุนเวียนเพิ่มขึ้น วิธีการบำบัดจะซับซ้อนมากขึ้น ตามไปด้วยในรูปของแข็งโดยวิธีการตกตะกอนทางเคมี การบำบัดทางชีวภาพ การกรอง การกำจัดเกลืออินทรีย์และสารอินทรีย์ ที่ละลายน้ำได้จะเกิดขึ้นน้อยและจะเกิดการสะสมเพื่อนำน้ำมาใช้ซ้ำๆหลายๆครั้ง ทำให้คุณภาพของน้ำด้อยลงตามลำดับ จนในที่สุดจะไม่สามารถนำกลับมาใช้ได้อีก

2.8.2 ตัวอย่างการนำน้ำกลับมาหมุนเวียนใช้ใหม่

2.8.2.1 น้ำหล่อเย็น

ปริมาณน้ำใช้ส่วนใหญ่ในโรงงานอุตสาหกรรมหลายๆประเภท คือ น้ำหล่อเย็นโดยในระบบน้ำหล่อเย็นจะใช้น้ำในการระบายความร้อนจากอุปกรณ์เครื่องจักรต่างๆ หรือผลิตภัณฑ์ ทำให้น้ำหล่อเย็นมีอุณหภูมิสูงขึ้น จากนั้นน้ำหล่อเย็นที่มีอุณหภูมิสูงขึ้นจะถูกทิ้งให้เย็นลงโดยทิ้งให้สัมผัสอากาศภายในหอหล่อเย็น(Cooling Tower) และสามารถนำกลับไปใช้หล่อเย็นได้อีกในระบบหมุนเวียนน้ำหล่อเย็นที่ใช้หล่อเย็นนั้น น้ำส่วนใหญ่จะหมุนเวียนอยู่ภายในระบบ น้ำบางส่วนจะสูญเสียไปโดยการระเหยและการรั่วซึม การระเหยของน้ำในระบบทำให้ปริมาณ เกลือ อนินทรีย์เข้มข้นขึ้นเป็นผลให้โลหะสึกกร่อนและเกิดตระกรันได้ง่าย ดังนั้นจะจ้องมีการระบายน้ำที่หมุนเวียนส่วนหนึ่งทิ้งไปแล้วเติมน้ำใหม่ทดแทนเพื่อป้องกันปัญหา ดังกล่าว

2.8.2.2 น้ำล้าง

ในอุตสาหกรรมอาหาร น้ำเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตส่วนใหญ่จะเป็นน้ำล้าง โดยทั่วไปกระบวนการผลิตจะต้องการน้ำที่มีคุณภาพสูงขึ้นจากวัตถุดิบไปสู่ผลิตภัณฑ์ดังนั้นน้ำล้างสามารถใช้ได้ในหลายขั้นตอนโดยการใช้น้ำ

ในทิศตรงข้าม กับการผลิต ผลิตภัณฑ์ วิธีการล้างย้อนสามารถใช้ในการล้างผลิตภัณฑ์ในอุตสาหกรรมซึ่งทำให้สามารถปริมาณน้ำใช้ต่อ หน่วยผลิตภัณฑ์ได้ อุตสาหกรรมบางชนิด เช่น อุตสาหกรรมการผลิตสารกึ่งตัวนำจะใช้น้ำที่มีความบริสุทธิ์มากในการล้างในแต่ละขั้นตอน เป็นต้น น้ำทิ้งจากอุตสาหกรรมดังกล่าวจะมีความบริสุทธิ์มากเมื่อเทียบกับน้ำธรรมชาติ สามารถรวบรวมกลับมาปรับสภาพโดยกระบวนการแลกเปลี่ยนประจุเพื่อกำจัดสารอนินทรีย์ ดูดซับด้วยถ่านกัมมันต์ เพื่อกำจัดสารอินทรีย์และกลับมาใช้เป็นน้ำดิบในการผลิตน้ำเพื่อใช้กระบวนการผลิตต่อไป

2.9 การบำบัดกากตะกอนหรือสลัดจ์ (Sludge Treatment)

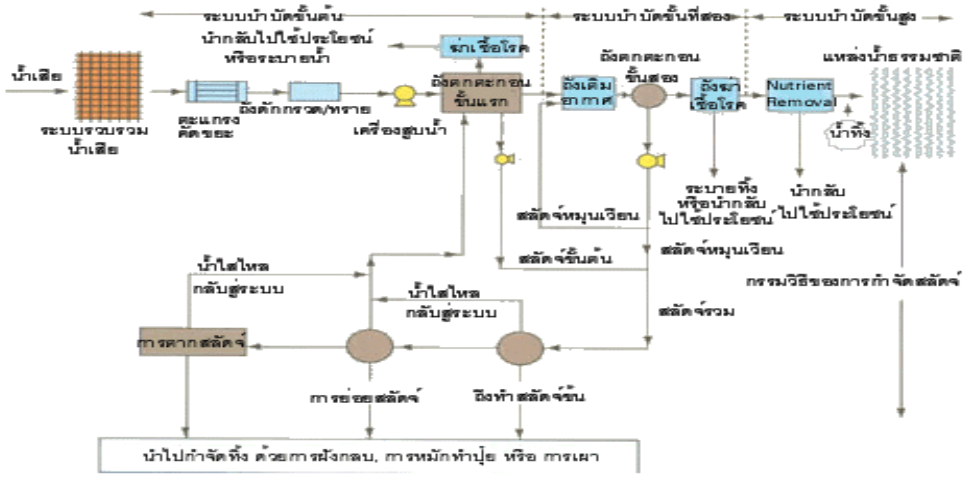
ระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้หลักการทางชีวภาพจะมีกากตะกอนจุลินทรีย์หรือสลัดจ์เป็นผลผลิตตามมาด้วยเสมอ ซึ่งเป็นผลจากการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในการกินสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ดังนั้นจึงจำเป็นต้องบำบัดสลัดจ์เหล่านั้น เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาการเน่าเหม็นของสลัดจ์ การเพิ่มภาวะมลพิษและเป็นการทำลายเชื้อโรคด้วย นอก จากนี้การลดปริมาตรของสลัดจ์โดยการกำจัดน้ำออกจากสลัดจ์ ช่วยให้เกิดความสะดวกในการเก็บขนไปกำจัดทิ้งหรือนำไปใช้ประโยชน์อื่นๆ ทั้งนี้ในการบำบัดสลัดประกอบด้วยกระบวนการหลักๆ ได้แก่

2.9.1 การทำข้น (Thickener) โดยใช้ถังทำข้นซึ่งมีทั้งที่ใช้กลไกการตกตะกอน (Sedimentation) และใช้กลไกการลอยตัว (Floatation) ทำหน้าที่ในการลดปริมาณสลัดจ์ก่อนส่งไปบำบัดโดยวิธีการอื่นต่อไป

2.9.2 การทำให้สลัดจ์คงตัว (Stabilization) โดยการย่อยสลัดจ์ด้วยกระบวนการใช้อากาศหรือ ใช้กระบวนการไร้อากาศ เพื่อทำหน้าที่ในการลดสารอินทรีย์ในสลัดจ์ ทำให้สลัดจ์คงตัวสามารถนำไปทิ้งได้โดยไม่เน่าเหม็น

2.9.3 การปรับสภาพสลัดจ์ (Conditioning) เพื่อทำให้สลัดจ์มีความเหมาะสมกับการนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป เช่น ทำปุ๋ย การใช้ปรับสภาพดินสำหรับใช้ทางการเกษตร เป็นต้น

2.9.4 การรีดน้ำ (Dewatering) เพื่อลดปริมาณสลัดจ์ที่จะนำไปทิ้งโดยการฝังกลบ การเผาหรือนำไปใช้ประโยชน์อื่น ซึ่งทำให้เกิดความสะดวกในการขนส่ง โดยอุปกรณ์ที่ใช้ในการรีดน้ำได้แก่ เครื่องกรองสูญญากาศ (Vacuum filter) เครื่องอัดกรอง (Filter press) หรือเครื่องกรองหมุนเหวี่ยง (Centrifuge) รวมถึงการลานตากสลัดจ์ (Sludge drying bed)



ภาพที่ 2.10 ขั้นตอนการบำบัดตะกอน

การกำจัดกากตะกอนหรือสลัดจ์ (Sludge Disposal)

หลังจากสลัดจ์ที่เกิดขึ้นจากการบำบัดน้ำเสียได้รับการบำบัดให้มีความคงตัว ไม่มีกลิ่นเหม็น และ มีปริมาตรลดลง เพื่อความสะดวกในการขนส่งแล้ว ในขั้นต่อมาก็คือ การนำสลัดจ์เหล่านั้นไปกำจัดทิ้งโดยวิธีการที่เหมาะสม ซึ่งวิธีการกำจัดทิ้งที่ใช้ในปัจจุบัน ได้แก่

การฝังกลบ (Landfill): เป็นการนำสลัดจ์มาฝังในสถานที่ที่จัดเตรียมไว้และกลบด้วยชั้นดินทับอีก ชั้นหนึ่ง

การหมักทำปุ๋ย (Composting) : เป็นการนำสลัดจ์มาหมักต่อเพื่อนำไปใช้เป็นปุ๋ย ซึ่งเป็นการนำสลัดจ์กลับมาใช้ประโยชน์ในการเป็นปุ๋ยสำหรับปลูกพืช เนื่องจากในสลัดจ์ประกอบด้วยธาตุอาหารที่จำเป็นในการเจริญเติบโตของพืช ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และแร่ธาตุต่างๆ

การเผา (Incineration) : เป็นการนำสลัดจ์ที่จวนแห้ง (ตั้งแต่ร้อยละ 40 ของของแข็งขึ้นไป) มาเผา เพราะเนื่องจากไม่สามารถนำไปใช้ทำปุ๋ยหรือฝังกลบได้ สลัดจ์ที่เกิดการบำบัดน้ำเสียของโรงงานสับปะรดกระป๋องส่วนใหญ่ไม่มีการนำ สลัดจ์ที่เกิดขึ้นไปใช้ประโยชน์ เพียงแต่รอเวลาว่าเมื่อมีจำนวนสลัดจ์มากทำให้บ่อบำบัดตื้นเขิน จะมีการขุดบ่อและสลัดจ์ที่ได้ถูกทิ้งบริเวณที่ทำการขุดหรือใช้เป็นการถมที่บริเวณใกล้เคียง ซึ่งสลัดจ์ที่เกิดขึ้นสามารถนำกลับไปใช้ประโยชน์ได้เช่น ใช้ทำ เป็นปุ๋ยใส่ต้นไม้เนื่องจากสลัดจ์ที่เกิดขึ้นไม่มีสารเคมีที่เป็นอันตรายปะปนมาใน ระบบบำบัด ดังนั้นทางบริษัทจึงควรเห็นความสำคัญและประโยชน์ในการเพิ่มผล พลอยได้จากกระบวนการผลิต กระบวนการบำบัดน้ำเสียต่างๆ ทั้งหน่วยบำบัดทาง กายภาพ เคมี และชีวภาพ มีสลัดจ์ เกิดขึ้นจากสารแขวนลอยที่มากับน้ำเสียจากตะกอนจุลินทรีย์ ที่ถ่ายทิ้งออกจากระบบบำบัดทางชีวภาพ และจากตะกอนเคมีที่ถ่ายออกจากระบบบำบัดทางเคมี ในการเลือกระบบกำจัดสลัดจ์ที่เหมาะสมต้อง

พิจารณาถึงลักษณะของสลัดจ์ ปริมาณของ สลัดจ์ที่เกิดขึ้น ทางเลือกของการนำสลัดจ์ไปทิ้ง และความเหมาะสมของระบบกำจัดกับสภาพพื้นที่ โดยทั่วไประบบกำจัดสลัดจ์จะ เริ่มด้วยระบบบำบัดให้สลัดจ์ข้นโดยการตกตะกอนหรือทำให้ตะกอนลอยขึ้น เพื่อลดปริมาณสลัดจ์จะเข้าสู่ระบบย่อยสลัดจ์ โดยอาจเป็นแบบใช้ออกซิเจน (Aerobic Digestion) หรือแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Digestion) ถังหมักจะทำหน้าที่ลด ปริมาณสารอินทรีย์ และป้องกันไม่ให้เกิดกลิ่นเหม็นขึ้นภายหลัง สลัดจ์ที่ผ่านกระบวนการย่อยแล้วจะยังมีปริมาณน้ำปนอยู่มาก จึงควรแยกน้ำออกจากสลัดจ์ก่อนด้วยวิธีต่างๆ เช่น การตากบนลานทราย การรีดน้ำ การเหวี่ยงน้ำออกด้วยเครื่องสลัดที่ผ่านกระบวนการปรับสภาพแล้วสามารถนำไปใช้ถมที่หรือทำเป็นปุ๋ยสำหรับปลูก ต้นไม้ได้ ดังแผนภาพที่ 2.1 การบำบัดไม่จำเป็นต้องครบทุกขั้นตอนแต่เลือกตามความจำเป็นตามลักษณะของตะกอนชนิดนั้นๆ โดยสรุปแล้วการบำบัดตะกอนมีจุดประสงค์เพื่อลดปริมาณตะกอน

2.10 ข้อเสนอแนะ

การบำบัดน้ำเสีย

การบำบัดน้ำเสีย น้ำจากการผลิตสับปะรดกระป๋องมีปริมาณ BOD สูง จำเป็นต้องผ่านการบำบัดด้วยกระบวนการบำบัดทางชีวภาพแบบไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic biological treatment) ตัวอย่างหน่วยบำบัดแบบไม่ใช่ออกซิเจนซิเจนชนิดต่างๆ ได้แก่ บ่อหมักไร้อากาศ ถังกรองไร้อากาศ บ่อ up flow anaerobic sludge blanket (UASB) ต่อจากนั้นจึงผ่านเข้าสู่กระบวนการบำบัดแบบใช้ออกซิเจน (aerobic biological treatment) ตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสียจะต้องผ่านกระบวนการบำบัดตะกอนที่เหมาะสมต่อไป

น้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำสับปะรดมี BOD ต่ำกว่าน้ำเสียในการผลิตสับปะรดกระป๋องอย่างมาก จึงไม่ควรนำน้ำเสียทั้ง 2 ส่วนมาทำการบำบัดร่วมกันตั้งแต่ต้นแต่ควรนำน้ำเสียจากการผลิตน้ำสับปะรดกระป๋องเข้าสู่กระบวนการบำบัดแบบใช้ออกซิเจนได้เลย

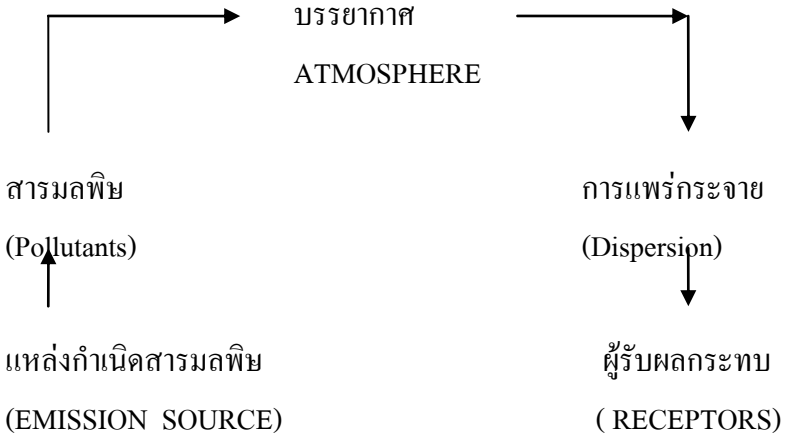
การบำบัดน้ำเสียในโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องที่มีพื้นที่ในการบำบัดน้ำเสียเป็นจำนวนมาก ควรเลือกใช้ระบบเอเอส เนื่องจากเป็นระบบใช้ต้นทุนในการจัดการระบบต่ำ แต่ต้องมีผู้ควบคุมระบบ หากโรงงานใดมีต้นทุนในการจัดระบบการจัดการคุณภาพน้ำทิ้งสูงสามารถเลือกใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบฟิล์มตรึง เนื่องจากไม่จำเป็นต้องมีผู้ควบคุมระบบ สำหรับโรงงานที่มีพื้นที่ไม่มาก สามารถเลือกใช้ระบบเอสบีอาร์ มีประสิทธิภาพสูงในการจัดการคุณภาพน้ำทิ้งอย่างเหมาะสมและใช้พื้นที่ไม่มาก เป็นต้น

บทที่ 3

การจัดการคุณภาพอากาศจากกระบวนการผลิต

มลพิษอากาศ(Air Pollution) หมายถึง ภาวะของอากาศที่มีสาร เจือปนอยู่ในปริมาณที่มากพอ และเป็นระยะเวลานานพอ ที่จะทำให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ สัตว์พืช และวัตถุต่างๆ สารดังกล่าวอาจเป็นธาตุหรือสารประกอบ ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ หรือเกิดจากการกระทำของมนุษย์ หรืออาจอยู่ในรูปของก๊าซ หยดของเหลว หรืออนุภาคของแข็งก็ได้ สารมลพิษอากาศหลักสำคัญคือ ฝุ่นละออง (SPM) ตะกั่ว (Pb) ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์(CO) ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์(SO_2) ก๊าซออกไซด์ของไนตรเจน(NO_x)
และก๊าซโอโซน(O_3)

ระบบมลพิษอากาศ(Air Pollution system) มีส่วนประกอบ 3 ส่วน ที่มีความสัมพันธ์กัน คือ แหล่งกำเนิดสารมลพิษอากาศ (Emission Sources) อากาศหรือบรรยากาศ (Atmosphere) และผู้รับผลเสียหรือผลกระทบ(Receptors) แสดงเป็นแผนภูมิความสัมพันธ์ดังรูป 3.1



แผนภูมิที่ 3.1 ระบบภาวะมลพิษอากาศ

3.1 มลพิษทางอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง

มลพิษทางอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรมสามารถแบ่งเป็น 2 กลุ่มตามลักษณะการเกิด ได้แก่ มลพิษที่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงในเตาเผา

มลพิษที่เกิดจากการเผาไหม้เป็นส่วนที่ทำการรวบรวมได้ง่ายและรวบรวมได้ทั้งหมด เนื่องจากท่อรวบรวมไอเสียทีเกิดขึ้นออกจากแหล่งกำเนิดไปสู่ระบบบำบัดอากาศเสียหรือออกสู่ปล่องควัน ส่วนมลพิษจากกระบวนการอื่นๆ จะทำการรวบรวมโดยการใช้เครื่องดูดหรือท่อดูด (hood) ซึ่งติดตั้งไว้บริเวณที่เกิดมลสารนั้นๆ วิธีการนี้ไม่สามารถรวบรวมมลสารได้ทั้งหมดแต่จะมีบางส่วนที่ฟุ้งกระจายอยู่ภายในบริเวณนั้นๆ เกิดจากกระบวนการเผาไหม้ของหม้อไอน้ำ เตาเผา ซึ่งมีวัตถุประสงค์ในการก่อให้เกิดพลังงานความร้อน เช่นเตาเผาเพิ่มความร้อน เป็นสาเหตุทำให้เกิดก๊าซ SO_2 ,NO_x ,CO เขม่าควันและฝุ่นละอองในอากาศอีกด้วย

มลพิษทางอากาศของโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องเกิดจากการใช้เชื้อเพลิง เป็นน้ำมันเตาเกรด C ซึ่งปล่อยออกไปตามปล่องหม้อไอน้ำ โดยไม่มีการติดตั้งระบบบำบัดก๊าซที่ปล่อยออกจากปล่อง ดังตารางที 3.1 พบว่าก๊าซบางชนิดผลการตรวจวัดเกินมาตรฐาน

จาก ผลการตรวจวัดปริมาณของสารเจือปนในอากาศที่ระบายออกจากโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องแห่งหนึ่ง ผลการตรวจวัดปริมาณของสารเจือปนในอากาศที่ระบายออกจากปล่องหม้อไอน้ำ พบว่าปริมาณฝุ่นละอองมีค่า859.96 มก/ลบ.ม ปริมาณก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนในรูปไนโตรเจนไดออกไซด์มีค่า 156.12 ส่วนในล้านส่วน และปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์มีค่า 6.49 ส่วนในล้านส่วน โดยผลการตรวจวัดคำนวณที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และความดัน 760 มิลลิเมตรปรอท เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน ปริมาณของสารเจือปนในอากาศที่ระบายออกจากโรงงานตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 2 (พ.ศ.2536) ที่กำหนดให้ปริมาณฝุ่นละอองมีค่าได้ไม่เกิน 400 มิลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ปริมาณก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนในรูปไนโตรเจนไดออกไซด์มีค่าได้ไม่เกิน 250 ส่วนในล้านส่วน และปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์มีค่าได้ไม่เกิน 870 ส่วนในล้านส่วน พบว่าปริมาณก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนในรูปไนโตรเจนไดออกไซด์ และปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ยกเว้นปริมาณฝุ่นละอองมีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดดังตารางที่ 3.1

ปริมาณฝุ่นละอองที่ตรวจวัดได้มีค่าสูงกว่ามาตรฐาน สาเหตุอาจเนื่องมาจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ ซึ่งอุณหภูมิในห้องเผาไหม้ต่ำปริมาณ 200 องศาเซลเซียส ควรเพิ่มอุณหภูมิในห้องเผาไหม้ให้สูงขึ้นเป็นปริมาณ 850 องศาเซลเซียส เพื่อให้มีการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ขึ้น และทางโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องควรหามาตรการในการลดและป้องกันฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นจากปล่อง Boiler เพื่อไม่ให้เป็นอันตรายต่อประชาชนที่อาศัยอยู่ใกล้เคียง การแก้ปัญหาในลำดับต่อไปควรจะ

พิจารณาติดตั้งระบบบำบัดอากาศเสียก่อนระบายออกจากปล่อง เพื่อช่วยลดปริมาณสารมลพิษทางอากาศจากการระบาย

ตารางที่ 3.1 ผลการตรวจวัดปริมาณของสารมลพิษในอากาศที่ระบายออกจากปล่อง

ดัชนีการตรวจวัด	หน่วย	ผลการตรวจวัด	มาตรฐาน
1.ปริมาณฝุ่นละออง(Particlate)	mg/m^3	859.96	400
2. ปริมาณก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน ในรูปไนโตนเจนไดออกไซด์ (NO as NO)	Ppm	156.12	250
3. ปริมาณก๊าซ คาร์บอนไดออกไซด์(CO)	Ppm	6.49	870
4. ปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์(SO_2)	Ppm	939.76	1,250

หมายเหตุ ผลการตรวจวัดคำนวณที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ความดัน 760 มิลลิเมตรปรอท และ ปริมาตรอากาศส่วนเกินในการเผาไหม้ร้อยละ 20

มาตรฐานปริมาณสารเจือปนในอากาศที่ระบายออกจากโรงงาน ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 2 เพิ่มเติม (พ.ศ. 2543)

ที่มา : บริษัทอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง(2545)

สำหรับปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์มีค่า 939.76 ส่วนในล้านส่วน โดยผลการตรวจวัดคำนวณที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ความดัน 760 มิลลิเมตรปรอท และปริมาตรอากาศส่วนเกินในการเผาไหม้ร้อยละ 20 เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานปริมาณสารเจือปนในอากาศที่ระบายออกจากโรงงาน ตามประกาศกระทรวง อุตสาหกรรม ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2543) พบว่ามีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ดังกล่าว ที่กำหนดให้ปริมาณ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ที่ระบายออกจากปล่องที่ใช้น้ำมันเตาเป็นเชื้อเพลิงมีค่าได้ไม่เกิน 1,250 ส่วนในล้านส่วน

3.2 **ประเภทมลพิษในอากาศและวิธีการวิเคราะห์**

3.2.1 ออกไซด์ของกำมะถัน (Oxide of Sulfur; SO_x)

ออกไซด์ของกำมะถันประกอบด้วยสารประกอบหลัก 2 ชนิด ได้แก่ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) และซัลเฟอร์ไตรออกไซด์ (SO_3) โดยส่วนใหญ่จะเป็นสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ออกไซด์ของกำมะถัน เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงที่มีกำมะถันเป็นองค์ประกอบ เช่น ถ่านไม้ ถ่านหินและน้ำมัน

เมื่อออกไซด์ของกำมะถัน 2 ชนิดรวมตัวกับน้ำจะเกิดเป็นกรดซัลฟุรัสและกรดซัลฟุริกทำให้เกิดฝนกรด

วิธีการวิเคราะห์ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกโดยวิธี “พาราโรซานิลีน (Pararosaniline) ทำโดยการเก็บตัวอย่างอากาศโดยดูดอากาศด้วยอัตราเร็วที่แน่นอนในช่วงเวลาที่กำหนด

3.2.2 ออกไซด์ของไนโตรเจน (Oxide of Nitrogen,NO_x)

ออกไซด์ของไนโตรเจนที่มีเจือปนอยู่ในอากาศ รูปของออกไซด์ของไนโตรเจนที่มนุษย์สร้างขึ้นได้แก่ NO NO_2 ซึ่งแสดงค่ารวมอยู่ในรูป NO_x

สารประกอบ NO_x เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง เช่น ถ่านหิน น้ำมันเชื้อเพลิง

การวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนไดออกไซด์(NO_2) ในอากาศโดยวิธี “Griess-Saltman” ทำโดยเก็บตัวอย่างอากาศโดยดูดอากาศด้วยอัตราเร็วที่แน่นอนในช่วงเวลาที่กำหนดเป่าผ่านสารละลายดักจับ (absorbing solution)

3.2.3 คาร์บอนมอนอกไซด์ (Carbonmonoxide,CO)

ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงที่เกิดการสันดาปที่ไม่สมบูรณ์ในสภาวะที่มีปริมาณออกซิเจนไม่เพียงพอ ปริมาณ CO ที่เกิดการเผาไหม้ขึ้นกับปริมาณอากาศส่วนเกิน (Excess Air) ในห้องเผาไหม้ ถ้ามีปริมาณอากาศส่วนเกินต่ำจะทำให้เกิดก๊าซ CO สูง ดังนั้นการควบคุมปริมาณ CO ทำได้โดยการควบคุมสภาวะการเผาไหม้ให้มีปริมาณ excess air พอเหมาะ คาร์บอนมอนนอกไซด์เป็นก๊าซที่มีอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตอย่างมากเนื่องจากสามารถจับตัวได้ดีกับฮีโมโกลบินในเม็ดเลือด ทำให้ขัดขวางการนำออกซิเจนไปเลี้ยงเนื้อเยื่อทั่วร่างกาย

การวิเคราะห์ปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ใช้วิธีการวิเคราะห์ทางกายภาพซึ่งเรียกว่า วิธีการดูดกลืนแสงแบบ(Non-dispersive infrared absorption method)

3.2.4 อนุภาคมลสาร (Particulate matter ; PM)

อนุภาคมลสาร หมายถึง อนุภาคในอากาศที่เป็นของแข็งและของเหลวขนาดต่างๆ ที่อุณหภูมิและความดันปกติทั้งนี้ยกเว้นไอน้ำ อนุภาคมลสารมีขนาดตังแต่ ต่ำกว่า 0.1 – 200 ไมคอน อนุภาคมลสารมีชื่อเรียกต่างๆกัน ได้แก่ ฝุ่น (Dust) ควัน (Smoke) ไอเสีย (Fume) เถ้าลอย (Fly Ash) ละออง (Mist) สเปรย์ (Spray) และ ละออง (Aerosol)

3.3 การป้องกันและควบคุมมลพิษทางอากาศ

วิธีการป้องกันและควบคุมมลพิษทางอากาศ ได้แก่ การเจือจางในบรรยากาศ การควบคุมที่แหล่งกำเนิด และการกำจัดมลพิษจากไอเสียก่อนปล่อยออกสู่บรรยากาศ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

3.3.1 การเจือจางในบรรยากาศ

การเจือจางในบรรยากาศทำโดยการสร้างปล่องควัน(Stack) สูงๆ เพื่อช่วยให้ไอเสียที่ปล่อยจากปล่องถูกเจือจางก่อนที่จะกระจายลงสู่พื้นดิน ทำให้ความเข้มข้นของสารต่างๆบริเวณพื้นดินลดต่ำลงมากจนไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตที่อยู่บนพื้นดิน ปล่องควันจะต้องสูงไม่น้อยกว่า 2.5 เท่าของความสูง ของอาคารที่สูงที่สุดบริเวณนั้นจะทำให้พลูม (plume) มีการกระจายทางด้านตามลมได้ประมาณ 5-10 เท่าของความสูงอาคารนั้น

3.3.2 การควบคุมที่แหล่งกำเนิด

หลักการจัดการของเสียในปัจจุบันมุ่งเน้นที่จะลดการกำเนิดของเสีย (Waste Minimization) มากกว่าที่จะทำการบำบัดของเสียที่เกิดขึ้นแล้ว (End-of-Pipe-Treatment) อากาศเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมมีแหล่งกำเนิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงและจากกระบวนการผลิต การลดการกำเนิดของเสียจากกระบวนการเผาไหม้ ได้แก่ การลดการเกิดออกไซด์ของไนโตรเจนทำได้โดยการปรับสภาพการสันดาป

3.4 กฎหมายในการจัดการคุณภาพอากาศจากกระบวนการผลิต

3.4.1 พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535

หมวดที่ 4 การควบคุมมลพิษ

ส่วนที่ 4 มลพิษทางอากาศและเสียง กำหนดให้รัฐมนตรีมีอำนาจในการกำหนดประเภทของแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศ ให้อำนาจเจ้าพนักงานควบคุมมลพิษในการควบคุมมลพิษจากยานยนต์และแหล่งกำเนิดอื่น ที่มีการปล่อยมลพิษทางอากาศ และควบคุมแหล่งกำเนิดที่ก่อให้เกิดเสียงหรือความสั่นสะเทือนด้วย นอกจากนั้นได้กำหนดหน้าที่ของผู้ครอบครองแหล่งกำเนิดนั้นที่จะต้องติดตั้งอุปกรณ์หรือระบบกำจัดอากาศเสีย

3.4.2 ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 10

เรื่องกำหนดมาตรฐาน คุณภาพอากาศในบรรยากาศทั่วไป โดยได้มีการกำหนดค่ามาตรฐานสำหรับ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ออกไซด์ของไนโตรเจน ซัลเฟอร์ออกไซด์ ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน และฝุ่นละอองรวม

3.4.3 มาตรฐานการระบายสารมลพิษจากโรงงานอุตสาหกรรมของกรมโรงงานอุตสาหกรรม (ที่สภาวะ 25 องศาเซลเซียส และความดัน 1 บรรยากาศ) ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 มาตรฐานการปล่อยสารมลพิษทางอากาศ

ประเภทสารมลพิษ	แหล่งที่มาของสารมลพิษ	ค่ามาตรฐาน(มก./ลบ.ม)
ฝุ่นละออง	หม้อไอน้ำ(น้ำมันเตา)	300
คาร์บอนมอนอกไซด์	การผลิตทั่วไป	1000(870 ppm)
ซัลเฟอร์ไดออกไซด์	การเผาไหม้เชื้อเพลิง(น้ำมันเตา)	1250 (ppm)
ออกไซด์ของไนโตรเจน	หม้อไอน้ำเชื้อเพลิง	470 (250 ppm)

ที่มาประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 2(พ.ศ. 2536)

3.5 ระบบบำบัดอากาศในโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง

มลภาวะอากาศเกิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงรวมถึงการใช้พลังงานไฟฟ้าส่งผล ให้เกิดมลพิษทางอากาศคือ ความร้อน ก๊าซพิษ รวมถึงฝุ่นละออง ซึ่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิต ของพนักงานส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

3.5.1 การกำจัดอนุภาคมลสารในอากาศ

อนุภาคมลสาร เกิดจากกิจกรรมด้านอุตสาหกรรม การเผาไหม้ อนุภาคมลสารขนาดใหญ่ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพนัก เพราะไม่สามารถเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจ อนุภาคมลสารที่มีผลต่อสุขภาพมากคือ อนุภาคมลสารขนาดเล็ก ซึ่งขนาดมากกว่า 10 ไมครอน(WHO,1979) เมื่ออนุภาคขนาดเล็กนี้ เข้าสู่ระบบหายใจ พบว่าอนุภาคมลสารที่มีขนาดเล็กมากจะเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจส่วนลึกได้ และอนุภาคมลสารที่สามารถละลายน้ำได้ ก็สามารถซึมเข้าสู่ระบบโลหิตได้เช่นกัน

การกำจัดอนุภาคมลสารใช้หลักทางกายภาพ เครื่องมือที่ใช้ในการกำจัดมี 5 ชนิด ได้แก่ ห้องตกตะกอนโดยแรงโน้มถ่วง เครื่องแยกด้วยแรงเหวี่ยง เครื่องสัมผัสแบบเปียก เครื่องกรองด้วยถุงกรอง เครื่องตกตะกอนด้วยไฟฟ้าสถิต ปัจจัยที่นำมาพิจารณาในการเลือกชนิดของเครื่องมือในการกำจัดอนุภาคของสาร ได้แก่ การกระจายขนาดของอนุภาคที่เกิดขึ้น รูปร่าง ความหนาแน่นและคุณสมบัติทางไฟฟ้าของอนุภาค อัตราการเกิดอากาศเสีย อุณหภูมิของอากาศเสีย ประสิทธิภาพการกำจัดที่ต้องการ ลักษณะของบริเวณที่ว่างที่จะทำการติดตั้งระบบนั้น (กว้าง ยาว สูง) ค่าใช้จ่ายในการลงทุนและค่าบำรุงรักษา

ระบบบำบัดอากาศที่เหมาะสมในโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง

1.) เครื่องแยกด้วนแรงเหวี่ยง (Centrifugal Separator หรือ Cyclone)

เป็นเครื่องทีแยกอนุภาคจากอากาศโดยการทำให้เกิดแรงเหวี่ยง เครื่องแยกด้วยแรงเหวี่ยงมีประสิทธิภาพสูงกว่าห้องตกตะกอนด้วยแรงโน้มถ่วงมาก เนื่องจาก สามารถทำให้

เกิดแรงเหวี่ยงซึ่งแรงกว่าแรงโน้มถ่วงหลายๆเท่าจึงสามารถกำจัดอนุภาคขนาดเล็ก ๆ ได้ เมื่ออากาศเข้าสู่เครื่องจะเคลื่อนที่เป็นเกลียวภายในเครื่องทำให้อนุภาคถูกเหวี่ยงแยกจากกระแสอากาศชนกับผนังเครื่องแล้วจึงตกตะกอนลงสู่ด้านล่าง ประสิทธิภาพการกำจัดขึ้นกับแรงเหวี่ยงที่เกิดขึ้น ถ้าเครื่องก่อให้เกิดแรงเหวี่ยงสูงก็สามารถกำจัดอนุภาคขนาดเล็กได้รวมทั้งประสิทธิภาพการกำจัดอนุภาคทุกขนาดสูงด้วย เครื่องแยกด้วยแรงเหวี่ยงมี 2 ชนิดได้แก่ เครื่องแยกด้วยแรงเหวี่ยงแบบไซโคลนเดียวและเครื่องแยกแบบหลายไซโคลน (Multiple Cyclone) เครื่องแยกด้วยแรงเหวี่ยงสามารถกำจัดอนุภาคขนาด 5 -25 ไมครอนได้

ข้อดีคือมีราคาเครื่องและค่าดูแลรักษาไม่แพง สามารถใช้ในการบำบัดอากาศปริมาณมากได้ สามารถบำบัดอากาศซึ่งมีอุณหภูมิสูงถึง 980 ^{0}ซ ได้

2.) เครื่องสัมผัสแบบเปียก (Wet Scrubber)

หลักการทำงานของเครื่องสัมผัสแบบเปียกคือการใช้น้ำหรือของเหลวดักจัดอนุภาคมลสารในอากาศ โดยพ่นน้ำหรือของเหลวเป็นละอองเพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวในการสัมผัส วิธีนี้สามารถกำจัดอนุภาค 0.5 -10 ไมครอนได้ทั้งยังสามารถกำจัดมลสารที่เป็นแก๊สได้อีกด้วย นอกจากนั้น ระบบนี้ยังช่วยให้อุณหภูมิของอากาศเสียลดลง **ข้อเสีย** คือทำให้เกิดน้ำเสียซึ่งต้องนำไปทำการบำบัดต่อไป กรณีที่อากาศเสียปนเปื้อนด้วยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์และไนโตรเจนออกไซด์จะทำให้น้ำเสียมีคุณสมบัติเป็นกรดอีกด้วย อากาศที่ผ่านการบำบัดด้วยวิธีนี้ไอน้ำปะปนอยู่มากทำให้มองเห็นเป็นฟลูม (plume) ของอากาศที่ลอยขึ้นจากปล่องได้ชัดเจน รูปแบบเครื่องสัมผัสแบบเปียก มี 3 ลักษณะ ได้แก่ หอสเปรย์น้ำ (Spray Tower Scrubber) ไซโคลนแบบเปียก (Wet cyclone Scrubber) และ เครื่อง Venturi Scrubber

- ไซโคลนแบบเปียก (Wet Cyclone Scrubber)

มีลักษณะเช่นเดียวกับไซโคลนแบบธรรมดา แต่มีการเพิ่มประสิทธิภาพการกำจัดฝุ่นโดยการติดตั้งหัวเสปรย์น้ำที่แกนกลางของไซโคลน อากาศเสียจะไหลเข้าไซโคลนทางด้านล่างและไหลออกทางด้านบน ไซโคลนแบบเปียกสามารถกำจัดอนุภาคซึ่งมีขนาดใหญ่กว่า 2.5 ไมครอนได้อย่างประสิทธิภาพ

- เครื่อง Venturi Scrubber เป็นเครื่องมือที่ให้อากาศเสียเคลื่อนเข้าสู่เครื่องทางด้านบนและไหลผ่านลงมาตามแนวดิ่ง โดยให้อากาศผ่านเข้าสู่คอคอดเพื่อเพิ่มความเร็วในการไหลของอากาศให้สูงขึ้น บริเวณคอคอดนี้มีการฉีดน้ำเป็นละอองให้สัมผัสกับอากาศที่ไหลเข้ามาด้วยความเร็วสูงทำให้อนุภาคมลสาร สัมผัสกับ

ละอองน้ำได้ดี เครื่องมือนี้สามารถกำจัดอนุภาคขนาดเล็กมากคือเส้นผ่านศูนย์กลางในช่วง 0.5 – 5 ไมครอน ประสิทธิภาพการกำจัดสูงถึง 90 %

3.6 ข้อเสนอแนะในการจัดการคุณภาพอากาศจากกระบวนการผลิต

การจัดการอากาศในโรงงานอุตสาหกรรม

ในโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องมีการใช้น้ำมันเตาเกรด C เป็นเชื้อเพลิง จะเกิดฝุ่นละอองต่ำแต่จะเกิดเขม่า ซึ่งเป็นอนุภาคของคาร์บอนขึ้น อนุภาพที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้น้ำมันเตา จะมีขนาดเล็ก โดยที่ร้อยละ 80 ของฝุ่นที่เกิดมีขนาดเล็กกว่า 5 ไมครอน ซึ่งจากการที่หัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงขาดการบำรุงรักษาอย่างละเอียด พอที่จะถูกการเผาไหม้ได้หมด การกำจัดฝุ่นขนาดเล็กๆ จากน้ำมันเตามีกำมะถันปะปนอยู่ประมาณ 0.5 -5% การแยกกำมะถันออกจากน้ำมันเตาและน้ำมันชนิดต่างๆ ทำโดยวิธี Catalytic hydrodesul furization ซึ่งเป็นปฏิกิริยาของน้ำมันกับก๊าซไฮโดรเจนที่มีความดันสูงในขณะที่ตัวคะตะลิสกำมะถันในน้ำมันจะเปลี่ยนรูปเป็นก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ ดังสมการ 3-1

$$\text{น้ำมันกำมะถันสูง} + H_2 \xrightarrow{\text{ตัวคะตะลิส}} \text{น้ำมันกำมะถันต่ำ} + H_2S \qquad (3\text{-}1)$$

การบำบัดอากาศ

การบำบัดอากาศในปล่อง (stack) พบว่าปริมาณฝุ่นละอองมีค่า 859.96 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งสูงกว่ามาตรฐาน สาเหตุเนื่องจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ อุณหภูมิในห้องเผาไหม้ต่ำ ปริมาณ 200 องศาเซลเซียส ดังนั้น

1.) ควรเพิ่มอุณหภูมิในห้องเผาไหม้ให้สูงขึ้นเป็นปริมาณ 850 องศาเซลเซียส เพื่อให้มีการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ขึ้น

2.) ควรเลือกใช้ระบบบำบัด ด้วยเครื่องแยกด้วยแรงเหวี่ยง และเครื่องสัมผัสแบบเปียก แบบไซโคลนแบบเปียกและเครื่อง Venturi Scrubber เพื่อประสิทธิภาพในการกำจัดอนุภาคฝุ่นละอองที่ออกจากกระบวนการผลิตสับปะรดกระป๋องและน้ำสับปะรดเข้มข้น

บทที่ 4
การจัดการขยะมูลฝอยและ กากของเสียที่เหลือจากกระบวนการผลิต

จากการเพิ่มจำนวนประชากร พัฒนาคุณภาพของโรงงานและขยายการผลิตให้ตรงความต้องการของตลาดโลกที่ส่งออก ส่งผลให้ปริมาณขยะ มูลฝอยเพิ่มมากขึ้น ถ้าของเสียเหล่านี้ไม่ได้รับการเก็บขนออกจากแหล่งกำเนิดเพื่อนำไปบำบัดและกำจัดอย่างถูกต้องแล้วก็จะส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ โดยเฉพาะขยะมูลฝอยอินทรีย์ซึ่งเป็นแหล่งเพาะพันธุ์และแพร่กระจายเชื้อโรคต่างๆ นอกจากนี้ยังก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมอื่นๆ ตามมาได้แก่ ปัญหามลพิษทางน้ำเนื่องจากการปนเปื้อนของน้ำชะล้างขยะมูลฝอย (leachate) มลพิษทางอากาศเนื่องจากมีกลิ่นรบกวน มีการแพร่กระจายของก๊าซต่างๆ ที่เกิดจากการย่อยสลายของมูลฝอย มลพิษทางดินเนื่องจากของเสียจากการกอง หรือฝังขยะซึ่งไม่ถูกหลักสุขาภิบาลซึมลงสู่ดินและแหล่งน้ำใต้ดิน อาจก่อให้เกิดปัญหาร้องเรียนจากชุมชนใกล้เคียงได้

4.1 ขยะมูลฝอยในโรงงานอุตสาหกรรม

แหล่งกำเนิดขยะมูลฝอยจากโรงงานอุตสาหกรรมสามารถแบ่งตามกิจกรรมในโรงงานได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่ ขยะมูลฝอยจากชีวิตประจำวัน และขยะมูลฝอยจากกระบวนการผลิต ขยะมูลฝอยจากชีวิตประจำวันมีองค์ประกอบเช่นเดียวกับขยะมูลฝอยชุมชน ขยะมูลฝอยส่วนนี้เกิดจากสำนักงานการดำรงชีวิตประจำวันของคนงาน การดำรงชีวิตประจำวันของคนในโรงงาน โรงอาหาร ที่พักอาศัยภายในโรงงาน ส่วนขยะมูลฝอยจากกระบวนการผลิต ได้แก่

- วัตถุดิบที่ไม่ได้มาตรฐานหรือชำรุดเสียหายไม่สามารถนำมาใช้ในการผลิต
- วัตถุดิบส่วนที่เหลือจากการผลิต
- บรรจุภัณฑ์สารเคมีหรือวัตถุดิบต่างๆ
- ของเสียและผลพลอยได้ (By Product) จากกระบวนการผลิต
- ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้มาตรฐานหรือชำรุดเสียหาย
- สินค้าหมออายุที่ถูกส่งคืนมายังโรงงาน
- ของเสียจากกระบวนการบรรจุหีบห่อ

4.1.1 การจำแนกขยะมูลฝอยตามลักษณะทางกายภาพ

การจำแนกมูลฝอยตามลักษณะทางกายภาพสามารถจำแนกได้ 6 ประเภท ดังนี้

(1) ขยะมูลฝอยเปียก (Garbage) เป็นมูลฝอยส่วนที่เป็นสารอินทรีย์ต่างๆ เป็นส่วนที่มีความชื้นสูง สามารถย่อยสลายด้วยกระบวนการทางชีวภาพได้ง่ายก่อให้เกิดกลิ่นเหม็น เป็นแหล่งเพาะพันธุ์เชื้อโรคชนิดต่างๆ รวมทั้งยังเป็นทีอยู่อาศัยของพาหะนำโรคต่างๆ เช่น หนู แมลงวัน ตัวอย่างขยะมูลฝอยเปียกได้แก่ เศษอาหาร เศษผลไม้

(2) ขยะมูลฝอยแห้ง (Rubbish) เป็นมูลฝอยที่มีความชื้นต่ำ อยู่ในรูป ของสารอินทรีย์และ สารอนินทรีย์ ย่อยสลายด้วยกระบวนการทางชีวภาพได้ยาก บางชนิดถูกเผาไหม้ได้ (Combustible solid wastes) เช่น เศษกระดาษ บางชนิดไม่สามารถเผาไหม้ได้ (Noncombustible solid wastes) เช่น เศษกระป๋อง

(3) เถ้า (Ashes) หมายถึงของแข็งที่เหลืออยู่หลังการเผาไหม้ เชื้อเพลิงหรือของเสียในรูปอื่นๆ

(4) เศษสิ่งก่อสร้าง(Construction Waster) ขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นได้แก่ เศษกระป๋อง เศษเหล็ก เศษไม้

(5) ซากพืชและซากสัตว์ (Agricultural Wastes) ได้แก่ ซากพืชซาก สัตว์ที่ทิ้งรวมในขยะมูลฝอย

(6) ตะกอนจากระบบบำบัดน้ำและน้ำเสีย (Water and Wastewater Treatment Sludge) เป็นส่วนที่แยกออกจากน้ำและน้ำเสียด้วยหน่วยบำบัดทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ เช่นตะแกรงกรอง ระบบเลี้ยงตะกอน ตะกอนมีลักษณะเป็นของแข็งหรือกึ่งของแข็งมีทั้งส่วนที่สามารถย่อยสลายได้และย่อยสลายไม่ได้ด้วยกระบวนการทางชีวภาพ

4.2 กฎหมายการจัดการขยะมูลฝอยในโรงงานอุตสาหกรรม

4.2.1 พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535

หมวดที่ 4 การควบคุมมลพิษ

ส่วนที่ 6 มลพิษอื่นและของเสียอันตราย กำหนดให้ทำการเก็บรวบรวม ขนส่ง และจัดการขยะมูลฝอยและของเสียอื่นที่อยู่ในสภาพของแข็งตามกฎหมายต่างๆ ที่มีอยู่ ถ้ายังไม่มีกฎหมายอื่นๆ กำหนดไว้โดยเฉพาะก็มีการให้อำนาจออกกฎกระทรวงกำหนดชนิดและประเภทของเสียอันตราย การเก็บรวบรวม การขนส่ง การบำบัดและกำจัดได้

4.2.2 กฎหมายกระทรวงอุตสาหกรรมฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2535) ได้กำหนดไว้ในหมวดที่ 4 ข้อที่ 13 ว่า โรงงานอุตสาหกรรมทุกประเภทต้องมีการเก็บรวบรวมสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วใส่ในภาชนะรองรับ ภายในบริเวณโรงงาน โดยต้องแยกประเภทสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วซึ่งมีวัตถุดิบมีพิษปะปนอยู่ด้วยไว้ในทีรองรับต่างหากที่เหมาะสมและมีฝาปิดมิดชิด โดยห้ามนำสิ่งปฏิกูลหรือวัตถุไม่ใช้แล้วออกนอกบริเวณโรงงาน เว้นแต่จะต้องได้รับอนุญาตจากอธิบดีกรมโรงงานอุตสาหกรรมหรือผู้ซึ่งอธิบดีกรมโรงงานอุตสาหกรรมมอบหมายให้นำออกไปเพื่อทำลายฤทธิ์ กำจัด ทิ้ง หรือฝังด้วยวิธีการและสถานที่ตามหลักเกณฑ์และวิธีการที่รัฐมนตรีกำหนดโดยประกาศในราชกิจจานุเบกษา

4.3 การจัดการขยะมูลฝอยจากโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง

ในการจัดการขยะมูลฝอยของบริษัทอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง ไม่มีระบบการจัดการที่ถูกหลัก เนื่องจากโรงงานมีพื้นที่ในการฝังกลบขยะมูลฝอยซึ่งไม่มีการวางแผนจัดการขยะมูลฝอยและการฝังกลบอาจไม่ถูกต้อง ซึ่งส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่อยู่รอบๆบริเวณที่มีการฝังกลบและอาจส่งผลต่อแหล่งน้ำซึ่งเกิดจากการซึมลงสู่น้ำใต้ดินบริเวณใกล้เคียง

ดังนั้นทางบริษัทจึงควรเล็งเห็นความสำคัญในการจัดการขยะมูลฝอยที่ไม่ได้จำหน่าย ปัจจุบันมีการตระหนักว่าการบำบัดและกำจัดของเสียเป็นกระบวนการที่สิ้นเปลืองและเป็นการแก้ปัญหาที่ปลายเหตุ ดังนั้นจึงมีการจัดการของเสียเป็นลำดับขั้นตั้งแต่การลดปริมาณของเสียที่เหล่งกำเนิด(Source Reduction) การนำของเสียกลับมาใช้ประโยชน์(Material Recovery ,Reuse and Recycling) การเปลี่ยนรูปของเสียเป็นพลังงาน(Energy Recovery) ท้ายที่สุดเมื่อไม่มีส่วนที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้แล้วจึงทำ การบำบัด(Treatment) และกำจัด(Final Disposal) ของเสีย

การจัดการขยะมูลฝอยอย่างมีประสิทธิภาพต้องเริ่มตั้งแต่การเก็บรวบรวมที่แหล่งกำเนิด (Storage) การเก็บขนขยะมูลฝอย(Collection) การขนส่งและการขนถ่าย(Transfer and Transport) การบำบัด(Treatment) และกำจัดขั้นสุดท้าย(final Disposal) ซึ่งแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังนี้

4.3.1 การเก็บรวบรวมที่แหล่งกำเนิด (Storage)

โรงงานอุตสาหกรรมจะต้องจัดหาภาชนะที่มีขนาด รูปร่าง และ ชนิดของวัสดุที่เหมาะสมสำหรับการเก็บรวบรวมขยะมูลฝอย ภาชนะนี้จะต้องทนทานต่อการกัดกร่อนและมีฝาปิดมิดชิด อาจมีการแยกเก็บขยะมูลฝอยต่างประเภทไว้ต่างภาชนะ เช่นแยกเศษกระดาษ แยกเศษโลหะ แยกเศษแก้ว และเศษอาหารออกจากกัน เพื่อให้สามารถนำขยะมูลฝอยบางส่วนหมุนเวียนมาใช้ใหม่ หรือความสะดวกในการนำไปกำจัดและการจำหน่าย รวมถึงการนำไปฝังกลบที่ถูกต้อง

4.3.2 การเก็บขนขยะมูลฝอย (Collection) การขนส่ง

และการขนถ่าย (Transfer and Transport)

การเก็บขยะมูลฝอยเป็นการรวบรวมขยะมูลฝอยจากจุดกำเนิดต่างๆ ใส่รถบรรทุก การขนส่งและการขนถ่าย เป็นการนำขยะมูลฝอยที่รวบรวมได้ไปยังสถานที่บำบัดและกำจัดขยะมูลฝอย พาหนะที่ใช้ในการเก็บขน เช่น รถบรรทุกคอนเทนเนอร์ ชนิดไม่มีเครื่องอัดขยะมูลฝอย รถบรรทุกเล็ก 4 ล้อ เป็นต้น พาหนะเหล่านี้ต้องมีฝาปิดมิดชิดเพื่อป้องกันการฟุ้งกระจายของขยะมูลฝอย สำหรับโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง เป็นโรงงานอุตสาหกรรมที่ตั้งอยู่ภายในนิคมอุตสาหกรรมและได้มีการเก็บรวบรวมและกำจัดขยะมูลฝอยในพื้นที่ของบริษัท

4.3.3 การบำบัดและกำจัด (Waste Treatment and Disposal)

การบำบัดของเสียคือการทำให้ของเสียอยู่ในสภาพที่ไม่ก่ออันตรายหรือก่ออันตรายน้อยที่สุด เพื่อนำไปกำจัดขั้นสุดท้าย (Final Disposal) วิธีการบำบัดและกำจัดขยะมูลฝอยอุตสาหกรรมที่ไม่เป็นอันตรายได้แก่ การหมักทำปุ๋ย (Composting) การเผา (Incineration) การฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล(Sanitary Landfill) และการถมบนที่ลุ่ม(Dumping)

การเลือกวิธีใดในการบำบัดขึ้นกับปัจจัยหลายประการ อาทิ ประเภทและลักษณะของขยะมูลฝอย ปริมาณ ค่าใช้จ่ายในการลงทุนและดำเนินงาน รวมถึงราคาที่ดิน ความยืดหยุ่นของระบบ ความซับซ้อนของวิธีการบำบัด

ดังนั้นโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง เป็นโรงงานอุตสาหกรรมที่มีพื้นทีในการกำจัดขยะมูลฝอยโดยการฝังกลบ และอยู่ในเขตเทศบาล ปัญหาที่เกิดขึ้นอาจเกิดการร้องเรียนได้ โดยเฉพาะช่วงฤดูฝนพื้นที่ชุ่มด้วยน้ำ ขยะเปียกที่เหลือจากการจำหน่ายอาจส่งผลต่อแหล่งน้ำและส่งกลิ่นรบกวน ชุมชนที่อาศัยอยู่ริเวรโรงงานอุตสาหกรรมได้ ดังนั้นบริษัทควรปรับปรุงวิธีการฝังกลบให้ถูกต้องตามหลักเกณฑ์ ดังนี้

1.) **หลักเกณฑ์ในการเลือกที่ตั้งของพื้นที่ที่ทำการฝังกลบ**

(1) มีพื้นที่เพียงพอที่จะฝังกลบของเสียตามปริมาณที่ประมาณการไว้ โดยทั่วไปแล้วพื้นที่นั้นควรจะสามารถรองรับขยะมูลฝอยได้ในระยะเวลา 15-20 ปี

(2) ต้องไม่ห่างไกลจากแหล่งกำเนิดมูลฝอยมากนัก เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการขนส่งขยะมูลฝอย ซึ่งทางบริษัทมีพื้นที่ในการฝังขยะอยู่ใกล้โรงงาน จัดไว้นอกโรงงานจึงมีความเหมาะสมกับการฝังกลบ

(3) เป็นบริเวณที่มีการคมนาคมสะดวก สามารถเข้าออกได้ทุกฤดูกา

(4) อยู่ห่างจากแหล่งน้ำผิวดินอย่างน้อย 30 เมตร

(5) อยู่ห่างจากบ่อบาดาล 160 เมตร

(6) เป็นบริเวณที่มีการระบายน้ำได้ดี ไม่เคยเป็นพื้นที่ที่มีน้ำท่วม

(7) เป็นบริเวณที่มีระดับน้ำใต้ดินต่ำ

(8) ดินในบริเวณนั้นควรเป็นดินเหนียวหรือดินร่วน ไม่ควรเลือกบริเวณที่เป็นดินทรายเพราะจะทำให้มีการซึมของน้ำชะขยะมูลฝอยออกสู่ภายนอกได้มาก

(9) สามารถจัดหาดินมาใช้ในการดำเนินการฝังกลบได้เพียงพอ

(10) พื้นที่ฝังกลบไม่ควรเป็นบริเวณที่มีความเร็วลมสูงเพราะลมจะพัดพาให้ขยะมูลฝอยกระจัดกระจายไปทั่ว ถ้าไม่สามารถเลือกได้บริเวณนั้นจะต้องทำแนวกันลม เช่นทำคันดินล้อมรอบและต้นไม้บนคันดินนั้น หรือทำรั้วตาข่ายสูงบริเวณท้ายลม

(11) ไม่เป็นบริเวณที่สมควรอนุรักษ์ เช่น พื้นที่ป่าสมบูรณ์ แหล่งประวัติศาสตร์ แหล่งท่องเที่ยว

ดังนั้นจากการกำหนดเกณฑ์ในการเลือกที่ตั้งของการฝังกลบ พบว่าโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องมีพื้นที่ในการทำการฝังกลบจำนวนมาก ลักษณะพื้นดินเป็นดินร่วน ไม่อยู่ในพื้นที่อนุรักษ์ แต่บางโรงงาน อยู่ใกล้แหล่งน้ำ ซึ่งสามารถทำการกำจัดขยะโดยวิธีการฝังกลบได้ และควรฝังกลบให้ถูกต้องตามมาตรฐานการควบคุมดูแลการฝังกลบ และเลือกใช้วิธีที่มีความเหมาะสมกับความต้องการของโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง โดยต้องมีการคำนึงถึงผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมที่อาจเกิดขึ้น ทั้งทางน้ำ อากาศที่เป็นสาเหตุทำให้สิ่งแวดล้อมเสื่อมโทรม

4.4 มาตรฐานในการควบคุมดูแลการฝังกลบ

4.4.1 ต้องควบคุมมิให้มีการนำของเสียอันตรายมาฝังกลบรวมกับขยะมูลฝอยทั่วไป

4.4.2 ต้องป้องกันดูแลมิให้เกิดความเดือดร้อนรำคาญต่อชุมชนโดยรอบอันเนื่องมาจากเสียงจากรถขนส่งขยะมูลฝอยและการทำงานของเครื่องจักรกล กลิ่น ควัน และฝุ่นละออง

4.4.3 ต้องควบคุมมิให้มีน้ำชะขยะมูลฝอย (Leach ate) ไหลปะปนสู่น้ำผิวดิน และต้องมีการตรวจสอบติดตามอย่างสม่ำเสมอทั้งในระหว่างทำการฝังกลบ และหลังปิดหลุมฝังกลบเรียบร้อยแล้ว

4.4.4 ต้องมีระบบระบายน้ำชะขยะมูลฝอยออกมาจากหลุมฝังกลบเพื่อนำมาบำบัดภายนอก

4.4.5 ต้องมีระบบระบายก๊าซชีวภาพออกจากหลุมฝังกลบ

4.5 วิธีการฝังกลบ

การดำเนินการฝังกลบทำได้ 2 วิธี คือ การฝังกลบแบพื้นที่ (area method) และ การฝังกลบแบบขุดร่อง (trench method) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

4.5.1 การฝังกลบแบพื้นที่ (Area Method)

การฝักลบแบบพื้นที่เป็นการฝังกลบในบริเวณพื้นที่ราบหรือลุ่มหรือพื้นที่ที่มีระดับน้ำใต้ดินสูงหรือมีระดับต่ำกว่าผิวดินน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 เมตร โดยทำการฝังกลบในระดับเดียวกับพื้นดินเดิม โดยไม่ต้องขุดลึกลงไปในดิน แต่จะสร้างคันดินรอบบริเวณที่จะฝังกลบให้สูงขึ้นตามความสูงที่ได้กำหนดไว้ ซึ่งคันดินนี้จะเป็นตัวช่วยยันของเสียเมื่อทำการบดอัดทั้งยังช่วยป้องกันน้ำเสียซึมสู่ภายนอก

ข้อจำกัดคือ จะต้องเสียค่าใช้จ่ายในการทำคันดิน และถ้าทำการฝังกลบให้มีจำนวนชั้นสูงเกินไปจะทำให้เกิดกองภูเขาสูงในบริเวณนั้น ทำให้ยากต่อการจัดการทัศนียภาพภายหลังการฝังกลบ

4.5.2 การฝังหลบแบบขุดร่อง (Trench Method)

การฝังกลบแบบขุดร่องเป็นการฝังกลบโดยการขุดบ่อให้ลึกลงไปในพื้นดินตามระดับที่กำหนดไว้ แล้วจึงเทขยะมูลฝอยลงไปและบดอัดแล้วกลบทับด้วยดินบดอัดทำเช่นนี้เป็นชั้นๆ จนถึงระดับดินเดิม ความลึกของการฝังกลบแบบนี้ถูกจำกัดด้วยระดับน้ำใต้ดินโดยต้องให้ระดับก้นร่องสูงกว่าระดับน้ำใต้ดินอย่างน้อย 1 เมตร

ข้อดีคือไม่จำเป็นต้องมีการทำคันดิน ทั้งยังสามารถใช้ดินที่ขุดออกจากหลุมมาใช้ระหว่างการฝังกลบอีกด้วย

ข้อจำกัดคือในช่วงฤดูฝนจะมีน้ำขังในร่องที่ขุดซึ่งจะต้องใช้เครื่องสูบน้ำระบายออกไป

ดังนั้นการเตรียมพื้นที่ในการกำจัดขยะในโรงงานโดยการฝังกลบแล้ว รูปแบบการฝังกลบที่เหมาะสมที่สุดควรเป็นวิธีผสมระหว่าง 2 วิธีที่กล่าวมาแล้ว เนื่องจากจะสามารถนำดินส่วนที่ได้จาการขุดร่องใช้ทำคันดินและใช้กลบทับขยะมูลฝอย อย่างไรก็ตามจะต้องมีการคำนวณหาความลึกของร่องและความสูงของคันดินที่เหมาะสม เพื่อทำให้ปริมาณดินเพียงพอต่อการกำจัดด้วยวิธีการผสมของทั้ง 2 แบบ

4.7 ข้อเสนอแนะการกำจัดของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม

การบำบัดและการกำจัดของเสียทางด้านอุตสาหกรรมต้องถูกพิสูจน์ว่าเป็นส่วนเนื้อหาในการจัดการของเสียรวม ในขณะนี้มีแรงกดดันทางการค้าอย่างรุนแรงต่อบริษัทต่างๆ เพื่อให้ลดปริมาณของเสียที่จะกำจัดออกมา เนื่องจากค่าใช้จ่ายในการกำจัดของเสียเพิ่มขึ้น ในหลายๆ กรณีจะต้องจ่ายในการกำจัดสารที่เป็นของเสียมากกว่าจะซื้อมาในตอนเริ่มต้น การจัดการลดของเสียและการนำกลับเอามาใช้ใหม่จึงมีความสำคัญเพิ่มขึ้น ถ้าหากการบำบัดของเสียสามารถทำได้ในแหล่งเดียวกัน ก็จะเป็นขั้นตอนการลดของเสียได้ในกระบวนการทั้งหมดของเสียจากอุตสาหกรรมอาจประกอบด้วยสารประกอบต่างๆ ที่เป็นอันตรายมากกว่าของเสียจากอาคารบ้านเรือน สิ่งหนึ่งที่สำคัญมากที่บริษัทจะต้องคำนึงคือการแยกเอาองค์ประกอบของเสียที่เป็นอันตรายออกจากของเสียที่ไม่เป็นอันตราย เพื่อลดปริมาณของเสียที่จะต้องถูกแยกว่าเป็นอันตราย ว่าจะมีค่าใช้จ่ายในการนำไปบำบัดและกำจัดที่แพงกว่า การคัดแยกของเสียจะ ง่ายกว่าและถูกกว่าที่จำกำจัดของเสียในรูปของผสมมาก ของเสียที่ไม่ได้ผ่านการคัดแยกอาจจะก่อให้เกิดปัญหาในการกำจัดอย่างรุนแรง เนื่องจากมีการเกี่ยวข้องเกี่ยวกับของเสียในปริมาณที่มาก

ของเสียในโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องส่วนมากเป็นของเสียและผลพลอยได้ เช่น เปลือกสับปะรด ตาที่ผ่านการจิกตา กากสับปะรด เศษกระป๋อง ซึ่งทางบริษัทได้จำหน่ายสู่ตลาดที่ต้องการนำไปเลี้ยงสัตว์ ส่งผลให้ของเสียที่เหลือในบริษัท มีปริมาณน้อย และเป็นการใช้หลักการนำของเสียกลับมาใช้ใหม่ ควบคู่ไปกับการจัดระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมให้เหมาะสม

บทที่ 5
กรณีตัวอย่างการจัดการสิ่งแวดล้อมในโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง

โรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง เป็นโรงงานที่ก่อให้เกิดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมที่ไม่เป็นอันตรายแต่ก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางสิ่งแวดล้อมที่มีระดับความรุนแรงมาก น้อยต่างกันขึ้นอยู่กับขนาดของโรงงานและกำลังผลิต วัตถุดิบที่ใช้ ปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นในโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุด คือน้ำเสียซึ่งมีระดับความรุนแรงมาก รองลงมาคือปัญหาควันที่ออกจากปล่อง และกลิ่นที่เกิดจากน้ำสับปะรด สร้างความรำคาญให้กับชุมชนที่อยู่ใกล้ ซึ่งต้องมีกระบวนการบำบัดให้เหมาะสมกับลักษณะการผลิต และพื้นที่ของโรงงาน ซึ่งโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องเป็นโรงงานสับปะรดกระป๋องที่มุ่งเน้นการผลิตเพื่อส่งออกสู่ตลาดต่างประเทศที่เป็นเครือข่ายให้ตรงตามความต้องการของลูกค้าและให้ได้มาตรฐานด้านการผลิต แต่การจัดการสิ่งแวดล้อมทางโรงงาน มุ่งให้พนักงานทำงานอย่างมีความสุขและมีการปรับปรุงการปฏิบัติงานเพื่อเป็นแนวทางในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม แต่จากการสำรวจและสอบถามข้อมูลของโรงงาน ดังข้อมูลในบทที่ 5 พบว่าบริษัทมีการจัดการสิ่งแวดล้อมทางด้านน้ำด้วยระบบAS ระบบเร่งตะกอนและระบบแผ่นหมุนชีวภาพ โดยผลการตรวจวัดคุณภาพน้ำที่ผ่านการบำบัดอาจไม่ได้มาตรฐานตรงตามที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมกำหนด เนื่องจากมีการจัดการในระบบไม่ได้มาตรฐานมีปัญหาจากกระบวนการผลิตซึ่งปล่อยน้ำเสียปริมาณไม่สม่ำเสมอทำให้ประสิทธิภาพการบำบัดควบคุมยาก จึงเป็นสาเหตุให้น้ำที่ออกมาเกินเกณฑ์มาตรฐานต้องมีการนำน้ำกลับสู่ระบบบำบัดใหม่อีกครั้ง สาเหตุที่ทางโรงงานต้อง มีการเลือกใช้ระบบAS และเร่งการตกตะกอนเนื่องจากโรงงานมีพื้นที่มากพอและใช้งบประมาณในการก่อสร้างต่ำ ส่วนการจัดการคุณภาพอากาศ ทางบริษัทใช้น้ำมันเตาเกรดC ในการต้มน้ำในหม้อไอน้ำ ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาคุณภาพอากาศที่ออกจากปล่องเกินเกณฑ์มาตรฐานเช่น ฝุ่นละอองที่เกิดจากการเผาไหม้ บางช่วงทางโรงงานเกิดปัญหาการร้องเรียนจากชาวบ้านที่อยู่ใกล้เคียงเนื่องจากมีกลิ่นและฝุ่นลอยต่ำลงส่งผลกระทบต่อชุมชนในช่วงฤดูหนาว และการฝังกลบขยะมูลฝอยที่เหลือจากการจำหน่าย ซึ่งทางบริษัทได้ทำการฝังกลบแต่ยังไม่ได้เกณฑ์มาตรฐานตามหลักสุขาภิบาลดังนั้นจึงควรมีแนวทางและแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตภายในโรงงานเพื่อพัฒนาคุณภาพด้านการจัดการสิ่งแวดล้อม

5.1 ตัวอย่างการเลือกระบบบำบัดน้ำเสีย ปัญหาที่พบ และแนวทางแก้ไข

โรงงานสับปะรดแห่งหนึ่งในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์

โรงงานที่ผลิตสับปะรดในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ส่วนใหญ่ นิยมใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเปิดต่อกันหลายๆ บ่อ และระบบตะกอนเร่ง (Activated Sludge) เหมาะกับโรงงานที่มีพื้นที่มากและใช้ต้นทุนในการบำบัดไม่สูง ซึ่งปัญหาของระบบบำบัดน้ำเสียทั้ง 2 ประเภทมีดังนี้

ระบบบ่อเปิด

ระบบบ่อเปิดต่อกันหลายๆ บ่อ โดยบ่อแรกมักจะเป็นบ่อไร้อากาศแบบเปิด (anaerobic pond) ซึ่ง

ปัญหาที่พบ

ในบ่อไร้อากาศแบบเปิด คือ การเกิดกลิ่นเหม็นจากก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์และกรดอินทรีย์ซึ่งเกิดจากการรับภาระบรรทุกสารอินทรีย์มากเกินไปทำให้ค่า pH ของระบบลดลง นอกจากนี้ยังเกิดการตื้นเขินของบ่ออย่างรวดเร็วเนื่องจากการตกตะกอนของแข็งแขวนลอย (Suspended Solids) และ ตะกอนของแข็งแขวนลอยที่มีอยู่ในน้ำเสียทำให้ระยะเวลาการกักเก็บลดลงทำให้ประสิทธิภาพในการบำบัดลดต่ำลง และเนื่องจากไม่มีการกระจายน้ำเสียเข้าบ่อทำได้เฉพาะในส่วนแรกของบ่อที่ต้องรองรับน้ำเสียนั้นต้องรองรับภาระบรรทุกสารอินทรีย์มากเกินไป

แนวทางการแก้ไขปัญหาดังนี้

1.) ปรับปรุงการกระจายภาระบรรทุกสารอินทรีย์ให้ทั่วทั้งบ่อ

- โดยการปรับปรุงระบบท่อของการนำน้ำเข้าและออกจากบ่อ
- โดยการติดตั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในการกระจายสารอินทรีย์ให้ทั่วบ่อ เช่น การติดตั้งเครื่องสูบน้ำเป็นต้น

2.) การแบ่งภาระบรรทุกอินทรีย์ในน้ำเสียลงสู่บ่อที่ 2 และ 3 เพื่อเป็นการลดภาระบรรทุกอินทรีย์ในบ่อแรก

ระบบตะกอนเร่ง

ปัญหาส่วนใหญ่ที่พบในระบบนี้ ได้แก่

1.) ตะกอนจมไม่ลง (Bulking Sludge)

สาเหตุ

- อายุของตะกอนต่ำ (ปริมาณอาหารต่อปริมาณจุลชีพสูง)
- มีจุลชีพที่เป็นเส้นใยในระบบ
- ในถังเติมอากาศมีความเข้มข้นของปริมาณออกซิเจนละลายน้ำต่ำ

- pH ในถังเติมอากาศต่ำกว่า 6.5
- ใช้เครื่องสูบตะกอนและอุปกรณ์ผิดประเภท

แนวทางการแก้ไข

- ควบคุมไม่ให้ pH ของระบบต่ำกว่า 6.5 และประมาณออกซิเจนละลายน้ำไม่ต่ำกว่า 2 มก./ล.
- อย่าให้มีไนโตรเจนฟอสฟอรัสและเหล็กน้อยเกินไป โดยทั่วไปจะกำหนดให้ปริมาณบีโอดี 100 ส่วน (มก./ล.)จะต้องมีไนโตรเจน 5 ส่วน (มก./ล.) ฟอสฟอรัส 1 ส่วน (มก./ล.) และเหล็ก 5 ส่วน (มก./ล.)
- ควบคุมการไหลของน้ำในถังเติมอากาศให้เป็นแบบ plug flow
- ควบคุมอายุของตะกอนให้มีค่าสูง
- ทดลองปิด แอเรเตอร์ เพื่อให้เกิดสภาพไร้ออกซิเจน ที่อาจทำลายแบคทีเรียแบบเส้นใยได้
- ถ้าไม่ได้ผลให้เติมคลอรีนเข้าที่ท่อรีไซเคิลในปริมาณ 10 – 20 มก./ล. เป็นเวลาหลายๆ วัน คลอรีนจะทำให้แบคทีเรียเส้นใยขาดเป็นท่อนสั้นๆ ทำให้การตกตะกอนเกิดขึ้นได้ดียิ่งขึ้น แต่การเติมคลอรีนจะต้องระมัดระวังในเรื่องปริมาณ เพราะถ้าเติมคลอรีนมากเกินไปจะเกิดอันตรายต่อแบคทีเรียชนิดอื่นด้วย
- ถ้ายังไม่ได้ผลอีก ควรสูบตะกอนทิ้งให้หมด และเริ่มเลี้ยงบ่อใหม่

2.) น้ำขุ่นในถังตกตะกอน

สาเหตุ

- มีค่าความเข้มข้นของจุลชีพในถังเติมอากาศต่ำ
- มีการเพิ่มปริมาณสารอินทรีย์เข้ามาในระบบอย่างรวดเร็ว
- มีสารเป็นพิษเข้ามาในระบบ
- เติมอากาศมากเกินไปทำให้ตะกอนแตก

การแก้ไข

- ควบคุมปริมาณออกซิเจนเพิ่มอายุตะกอนให้สูงไม่น้อยกว่า 5 วัน และรักษาสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย

โรงงานที่ผลิตสับปะรดส่วนใหญ่ นิยมใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเปิดต่อกันหลายๆ บ่อ และระบบตะกอนเร่ง (Activated Sludge) ซึ่งปัญหาของระบบบำบัดน้ำเสียทั้ง 2 ประเภทมีดังนี้

ระบบบ่อเปิด

ระบบบ่อเปิดต่อกันหลายๆ บ่อ โดยบ่อแรกมักจะเป็นบ่อไร้อากาศแบบเปิด (anaerobic pond) ซึ่งปัญหาที่มักพบในบ่อไร้อากาศแบบเปิด คือ การเกิดกลิ่นเหม็นจากก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์และกรดอินทรีย์ซึ่งเกิดจากการรับภาระบรรทุกสารอินทรีย์มากเกินไปทำให้ค่า pH ของระบบลดลง นอกจากนี้ยังเกิดการตื้นเขินของบ่ออย่างรวดเร็วเนื่องจากการตกตกกอนของแข็งแขวนลอย (Suspended Solids) และ Settle able Solids ที่มีอยู่ในน้ำเสียทำให้ระยะเวลาการกักเก็บลดลงทำให้ประสิทธิภาพในการบำบัดลดต่ำลง และเนื่องจากไม่มีการกระจายน้ำเสียเข้าบ่อทำให้เฉพาะในส่วนแรกของบ่อที่ต้องรองรับน้ำเสียนั้นต้องรองรับภาระบรรทุกสารอินทรีย์มากเกินไป ดังนั้นจึงขอเสนอแนวทางการแก้ไขปัญหาดังนี้

1. ปรับปรุงการกระจายภาระบรรทุกสารอินทรีย์ให้ทั่วทั้งบ่อ
   - โดยการปรับปรุงระบบท่อของการนำน้ำเข้าและออกจากบ่อ
   - โดยการติดตั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในการกระจายสารอินทรีย์ให้ทั่วบ่อ เช่น การติดตั้งเครื่องสูบน้ำ
2. การแบ่งภาระบรรทุกอินทรีย์ในน้ำเสียลงสู่บ่อที่ 2 และ 3 เพื่อเป็นการลดภาระบรรทุกอินทรีย์ในบ่อแรก

การจัดการของเสีย

การจัดการของเสียของโรงงานนี้มีทั้งการลดการกำเนิดของเสีย และการบำบัดที่ปลายท่อ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

การลดการกำเนิดของเสีย มีวิธีการต่างๆ ดังนี้

1. การับปรุงถังตกตะกอนน้ำที่ผ่านกระบวนการล้างเปลือกสับปะรด ดังที่กล่าวมาแล้วว่าน้ำที่ใช้ล้างเปลือกสับปะรดแล้วจะไหลลงสู่ถังตกตะกอนเพื่อแยกตะกอนออกแล้วนำน้ำใสกลับมาล้างเปลือกอีก แต่ถังตกตะกอนที่ใช้ ในปัจจุบันไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอจึงสามารถหมุนเวียนน้ำได้เพียงบางส่วน น้ำที่มีของแข็งลอยสูงก็ต้องปล่อยน้ำลงสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย ดังนั้นการปรับปรุงประสิทธิภาพถังตกตะกอนจะทำให้สามารถหมุนเวียนน้ำได้มากขึ้นและมีน้ำเสียเกิดขึ้นน้อยลง

2. การติดตั้งแผ่นปิดรางระบายน้ำบริเวณที่มีการปอกเปลือกและเจาะแกน ขั้นตอนการปอกเปลือกและเจาะแกนทำให้เกิดเศษสับปะรดชิ้นเล็กๆ ซึ่งมักจะตกลงสู่รางระบายน้ำทำให้น้ำเสียมีสิ่งปนเปื้อนสูงกว่าที่ควรเป็น ดังนั้นจึงควรทำแผ่นปิดรางระบายน้ำไว้เพื่อป้องกันเศษสับปะรดตกลงสู่รางน้ำ

3. การใช้หัวฉีดน้ำแรงดันสูงในการล้างในขั้นตอนการหั่นแว่น ขั้นตอนการหั่นแว่นต้องใช้น้ำในการล้างสับปะรดเป็นปริมาณมากทำให้เกิดน้ำเสียปริมาณมากด้วย การลดปริมาณน้ำล้างทำได้โดยการใช้หัวฉีดน้ำแรงดันสูงในการล้าง อย่างไรก็ตามหัวฉีดจะต้องไม่มีแรงดันสูงจนทำให้เนื้อสับปะรดช้ำ วิธีการนี้การนี้ประหยัดน้ำได้ประมาณร้อยละ 50

4. การสร้างถาดรองกระป๋องป้องกันในการเติมน้ำเชื่อม การเติมน้ำเชื่อมโดยการให้คนงานตักน้ำเชื่อมเติมลงในกระป๋องจะมีน้ำเชื่อมบางส่วนหกลงพื้นและไหลลงสู่รางระบายน้ำ จึงควรทำถาดรองกระป๋องในระหว่างการเติมน้ำเชื่อมทำให้สามารถรวบรวมน้ำเชื่อมที่หกนำกลับมาใช้ใหม่ได้

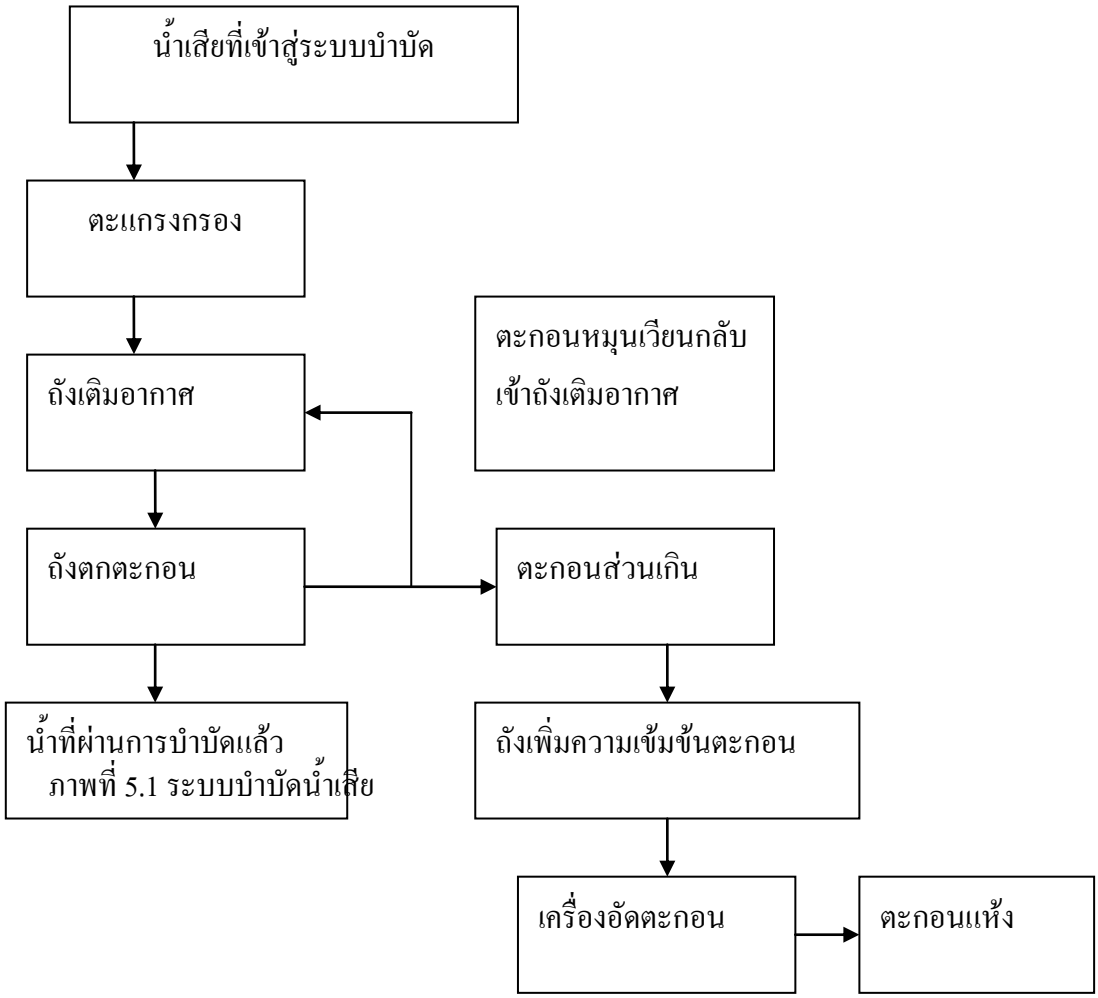
5. การใช้หัวฉีดน้ำแรงดันสูงในการล้างทำความสะอาดโรงงาน เพื่อลดปริมาณน้ำที่ใช้และเพิ่มประสิทธิภาพในการล้าง

6. การจัดตารางการผลิตให้เหมาะสม ในการผลิตสับปะรดกระป๋องมีการใช้น้ำเชื่อม 2 สูตรซึ่งมีความเข้มข้นต่างกัน ก่อนการเปลี่ยนสูตรน้ำเชื่อมจะต้องมีการล้างเครื่องภาชนะและอุปกรณ์ทำให้เกิดน้ำเสีย ดังนั้นจึงควรจัดตารางการผลิตให้เหมาะสมเพื่อไม่ให้มีการเปลี่ยนสูตรน้ำเชื่อมบ่อยๆ

การบำบัดน้ำเสีย

การบำบัดน้ำเสีย น้ำจากการผลิตสับปะรดกระป๋องมีปริมาณ BOD สูง จำเป็นต้องผ่านการบำบัดด้วยกระบวนการบำบัดทางชีวภาพแบบไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic biological treatment) ตัวอย่างหน่วยบำบัดแบบไม่ใช่ออกซิเจนซิเจนชนิดต่างๆ ได้แก่ บ่อหมักไร้อากาศ ถังกรองไร้อากาศ บ่อ up flow anaerobic sludge blanket (UASB) ต่อจากนั้นจึงผ่านเข้าสู่กระบวนการบำบัดแบบใช้ออกซิเจน (aerobic biological treatment) ตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสียจะต้องผ่านกระบวนการบำบัดตะกอนที่เหมาะสมต่อไป แผนภาพระบบบำบัดน้ำเสียแสดงดังภาพที่ 5.1

น้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำสับปะรดมี BOD ต่ำกว่าน้ำเสียในการผลิตสับปะรดกระป๋องอย่างมาก จึงไม่ควรนำน้ำเสียทั้ง 2 ส่วนมาทำการบำบัดร่วมกันตั้งแต่ต้นแต่ควรนำน้ำเสียจากการผลิตน้ำสับปะรดกระป๋องเข้าสู่กระบวนการบำบัดแบบใช้ออกซิเจนได้เลย



ที่มา : ซีเอ็มเอสเอ็นจิเนียริ่ง แอนด์ แมเนจเม้นท์ จำกัด

ภาพที่ 5.1 ระบบบำบัดน้ำเสีย

5.2 แนวทางการจัดการสิ่งแวดล้อมในโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องไทย

5.2.1 หลักการจัดการของเสีย

ก่อนค.ศ. 1960 “การเจือจาง(dilution)” เป็นวิธีการที่ใช้ในการสัดการของ เสีย ตัวอย่างเช่นการทิ้งน้ำเสียจากโรงงานสู่แม่น้ำเพื่อให้มลสารถูกน้ำในแม่น้ำเจือ จางและเกิดการฟอกตัวตามธรรมชาติของแหล่งน้ำ(self purification) การปล่อย อากาศเสียออกทางปล่องสูงของโรงงานเพื่อให้อากาศภายนอกเจือจางมลสารรวมทั้ง มีลมช่วยพัดพาให้มลสารกระจายไป

วิธีการเจือจางไม่ได้ผลดีจึงมีการคิดค้นวิธีการบำบัดของเสียให้มีความสกปรกต่ำลงก่อนปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อมภายนอกโรงงาน วิธีการนี้เรียกว่า “การ บำบัดของเสียที่ปลายท่อ (end-

of-pipe treatment)" หลักการคือรวบรวมของเสียที่เกิด ขึ้นมาทำการบำบัดด้วยวิธีการที่เหมาะสมเพื่อลดปริมาณมลสารให้ต่ำลง

ปัจจุบันมาตรการควบคุมการปล่อยของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมมีความเข้มงวดมากขึ้นเรื่อยๆ ทำให้โรงงานต่างๆ ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการบำบัดของเสียสูง มาก จึงเกิดแนวความคิดในการนำของเสียที่เกิดขึ้น "กลับมาใช้หมุนเวียน (recycle)" ทั้งภายในและภายนอกแหล่งกำเนิด การบำบัดของเสียที่ปลายท่อและการใช้หมุนเวียนเป็นการแก้ปัญหาที่ปลายเหตุเนื่องจากปล่อยให้เกิดของเสียขึ้นมาก่อน แล้วจึงดำเนินการบำบัดหรือนำมาใช้ประโยชน์ ต่อมาจึงเกิดแนวความคิดที่จะ จัดการปัญหาที่ต้นเหตุ โดย "การลดการกำเนิดของเสีย(waste minimization)" หรือ "การผลิตที่สะอาด(cleaner production)" ซึ่งเป็นวิธีการจัดการในกระบวนการผลิตเพื่อหลีกเลี่ยงหรือป้องกันมิให้เกิด ของเสียหรือเกิดของเสียปริมาณน้อยที่สุด

ภาพที่ 5.2 ลำดับขั้นของการจัดการของเสีย

5.2.2 การลดการกำเนิดของเสีย

การลดการกำเนิดของเสีย คือการะบวนการที่เกี่ยวข้องกับการเลือกใช้วัตถุดิบ กระบวนการผลิต การปฏิบัติงาน รวมทั้งการใช้วัตถุดิบ พลังงาน น้ำ และทรัพยากรธรรมชาติอื่นอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อให้เปลี่ยนรูปไปเป็นของเสียน้อยที่สุด

5.2.2.1 การลดของเสียที่แหล่งกำเนิด (Source Reduction) ประกอบด้วยแนวทางหลัก 2 แนวทาง ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงผลิตภัณฑ์และการควบคุมที่แหล่งกำเนิด

1. การเปลี่ยนแปลงผลิตภัณฑ์ (Product Changes)

ผลิตภัณฑ์ที่มีรูปแบบภายนอกคล้ายกันเมื่อนำมาใช้งานแล้วอาจก่อให้เกิดมลพิษจากการใช้งานได้แตกต่างกัน ดังนั้นควรออกแบบผลิตภัณฑ์ที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด

2. การควบคุมที่แหล่งกำเนิด (Source Control)

แนวทางการควบคุมที่แหล่งกำเนิดอาจทำได้โดยการเปลี่ยนแปลงชนิดของวัตถุดิบให้เป็นชนิดที่ก่อให้เกิดของเสียต่ำหรือใช้วัตถุดิบที่มีสารปนเปื้อนต่ำ การเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยี กระบวนการหรือขั้นตอนการผลิต การเปลี่ยนแปลงเครื่องจักรกล และการปฏิบัติงานอย่างมีประสิทธิภาพ

5.2.2.2 การหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ (Recycling)

การหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ เป็นแนวทางการจัดการของเสียที่นิยมนำกลับมาใช้อยู่ทั่วไปในโรงงานต่างๆ เพระนอกจากเป็นการลดภาระการกำจัดของเสียแล้วยังเป็นการเพิ่มประโยชน์ทางเศรษฐกิจจากวัสดุเหลือใช้เหล่านั้นด้วย ของเสียที่สามารถหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่อาจเป็นได้ทั้งของเสียอันตรายและไม่อันตราย ของเสียที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่อาจเป็นวัตถุดิบที่ไม่ได้มาตรฐานหรือชำรุดเสียหาย ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้มาตรฐาน ของเสียจากกระบวนการปรับแต่งและบรรจุหีบห่อ หรือผลพลอยได้จากการผลิต

ตัวอย่างการนำวัตถุดิบที่ไม่ได้มาตรฐานมาใช้ประโยชน์

ในการผลิตสับปะรดกระป๋อง จะมีขั้นตอนการหั่นแว่นสับปะรดเพื่อให้ได้มาตรฐานตามขนาดของกระป๋องที่บรรจุ แต่มีการหักของเนื้อสับปะรด แต่สามารถนำกลับมาใช้ผลิตเป็นสับปะรดชิ้น บรรจุกระป๋องได้ใหม่

ตัวอย่างการใช้ประโยชน์ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้มาตรฐานหรือชำรุดเสียหาย

โรงงานสับปะรด กระป๋องที่ไม่ได้มาตรฐานตามต้องการนำมาทุบแล้วนำผลิตใหม่ในโรงงาน

ตัวอย่างการใช้ประโยชน์ของเสียจากการกระบวนการผลิต การปรับแต่ง และบรรจุหีบห่อ

โรงงานสับปะรดกระป๋อง เปลือกสับปะรดและกากที่เหลือจากการคั้นน้ำสับปะรดแล้ว สามารถนำไปผลิตเป็นอาหารสัตว์สำเร็จรูปได้

ตัวอย่างการนำผลพลอยได้จากการผลิต(by product) มาใช้ประโยชน์ เช่น

โรงงานสับปะรดกระป๋อง มีเนื้อที่ติดเปลือก และแกนสับปะรด สามารถนำไปใช้ผิตเป็น น้ำสับปะรดเข้มข้นบรรจุกระป๋องได้

เปลือกสับปะรดที่เหลือจากการปอกเปลือกสามารถนำมาใช้ในการเลี้ยงสัตว์ได้แล้วยังสามารถนำมาแปรรูปใช้ในการผลิตเชื้อเพลิงได้ โดยการนำเปลือกสับปะรดมาตากให้แห้งแล้วนำไปอัดเป็นแท่ง ใช้เป็นวัตถุดิบในการเผาไหม้ หรือนำไปจำหน่ายให้กับประชาชนรอบๆ ได้การพัฒนาด้านการอุตสาหกรรม ย่อมส่งผลกระทบให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ ทั้งทางด้านน้ำเสีย อากาศเสีย เสียงดัง สิ่งปฏิกูล สารเคมีมีพิษ สารกัมมันตรังสีต่างๆ อันก่อให้เกิดอันตรายต่อมนุษย์ สัตว์ ด้านระบบหายใจ ผิวหนัง ระบบประสาท แหล่งน้ำเสียหาย และก่อให้เกิดความเดือดร้อนรำคาญต่างๆ จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่หน่วยงานต่างๆ และประชาชนต้องร่วมใจดำเนินการอย่างจริงจัง ในการวางมารตาการป้องกันแก้ไขและดำเนินการกำจัดของเสีย ที่เกิดขึ้น ซึ่งกรมโรงงานอุตสาหกรรมมีหน้าที่รับผิดชอบโดยตรง ในด้านการควบคุมดูแลและแก้ไขปัญหามลพิษที่เกิดจากโรงงานอุตสาหกรรม โดยปฏิบัติ ตามพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 มุ่งสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน นอกจากนี้การจัดการสิ่งแวดล้อมที่ดีโดยการใช้เทคโนโลยียังสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับการผสมผสานเช่นมีการทำโครงการร่วมใช้แบบจำลอง ซึ่งการสร้างแบบจำลองเป็นเครื่องมือสำคัญในการคาดคะเนสิ่งที่ยังไม่เกิดขึ้น เพื่อจะพิจารณาผลการดำเนินการตามแผนทีกำหนดไว้ตามหลักการและวิธีการ ทางเลือกแบบจำลองมีด้วยกันหลายวิธี ซึ่งเป็นการผสมผสานทางชีวภาพโดยการสร้างสิ่งเปรียบเทียบระหว่างสิ่งที่เป็นปัจจัยในการกำจัด ค่า BOD ด้วยพืชชนิดหนึ่งอาจเป็นต้นธูปฤาษี เปรียบเทียบกับสิ่งที่ช่วยในการดูดซับมลพิษทางอากาศที่ออกจากปล่อง หรือเป็นการกำหนดแบบจำลองคงที่ (Static model) เป็นการทำโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมอาจใช้พื้นที่เช่นป่าชายเลนเป็นตัวช่วยในการกำจัดมลพิษทางสิ่งแวดล้อม เช่นโครงการแหลมผักเบี้ย อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ตำบลแหลมผักเบี้ย อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี หรืออาจจัดทำโครงการโดยใช้แบบจำลองเคลื่อนตัว (Dynamic model)เป็นการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์กำกับให้เห็นเป็นภาพจริงเคลื่อนไหว สามารถตรวจสอบการดำเนินการจัดการสิ่งแวดล้อมให้มีคุณภาพที่ดีตรงตามมาตรฐานโดยการพัฒนาสิ่งแวดล้อมที่ดีต่อไป โดยการพิจารณาตามความเหมาะสม

บรรณานุกรม

มัลลิกา ปัญญาคะโป “การจัดการของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม” ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปกร 2544

เกษม จันทร์แก้ว “วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม” วิทยาลัยสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และคณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร 2543

เกษม จันทร์แก้ว “การจัดการสิ่งแวดล้อมแบบผสมผสาน” คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร 2543

กรมโรงงานอุตสาหกรรม “ตำราระบบบำบัดมลพิษน้ำ” สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย กรุงเทพมหานคร 2545

กองอนามัยสิ่งแวดล้อม “เอกสารน้ำเสียและการบำบัดน้ำเสีย” สุขาภิบาลโรงงาน สำนักอนามัย กรุงเทพมหานคร

วงศ์พันธ์ ลิมปเสนีย์ ธีระเกรอต “มลภาวะอากาศ” จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร 2525

นภาพร พานิชและคณะ “ตำราระบบบำบัดมลพิษอากาศ” กรมโรงงานอุตสาหกรรม ศูนย์บริการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2547

เอกสารความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับกฎหมายสิ่งแวดล้อมของประเทศสหรัฐอเมริกา pr.disclosure@pcd.go.th

ประวัติผู้ศึกษา

ชื่อ	นางสาวหฤทัย ยอดแก้ว
วัน เดือน ปีเกิด	26 ธันวาคม 2516
สถานที่เกิด	ตำบลเขาแดง อำเภอกุยบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์
ประวัติการศึกษา	ครุศาสตร์บัณฑิต เอกวิทยาศาสตร์ทั่วไป สถาบันราชภัฏจันทรเกษม กรุงเทพมหานคร ปี 2538
สถานที่ทำงาน	โรงเรียนรักษ์วิทยา จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ 2539-2548 โรงเรียนหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ 2548- ปัจจุบัน
ตำแหน่ง	ครู

ประวัติผู้ศึกษา

ชื่อ	นางสาวหฤทัย ยอดแก้ว
วัน เดือน ปีเกิด	26 ธันวาคม 2516
สถานที่เกิด	ตำบลเขาแดง อำเภอกุยบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์
ประวัติการศึกษา	ครุศาสตร์บัณฑิต เอกวิทยาศาสตร์ทั่วไป สถาบันราชภัฏจันทรเกษม กรุงเทพมหานคร ปี 2538
สถานที่ทำงาน	โรงเรียนรักษ์วิทยา จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ 2539-2548 โรงเรียนหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ 2548- ปัจจุบัน
ตำแหน่ง	ครู