เอกสารประกอบการฝึกอบรม

เรื่อง

เทคนิค
การหมักก๊าซชีวภาพจากน้ำทิ้งโรงงานอุตสาหกรรม

26-29 พฤษภาคม 2529

หน่วยวิจัยสภาวะแวดล้อม
ศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง
สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

หน่วยวิจัยสภาวะแวดล้อม

การฝึกอบรม "เทคนิคการหมักแก๊ซชีวภาพจากน้ำทิ้งของโรงงานอุตสาหกรรม"

ชื่อโครงการ "เทคนิคการหมักแก๊ซชีวภาพจากน้ำทิ้งของโรงงานอุตสาหกรรม"

เหตุผลและหลักการ ผลจากการพัฒนาและขยายอุตสาหกรรม ทำให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมเป็นพิษทางด้านน้ำเสีย สารเคมี กลิ่นเน่าเหม็น ฯลฯ น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม อาจทำให้แหล่งน้ำขาดออกซิเจน ซึ่งมีผลต่อเนื่องคือทำให้เกิดอันตรายต่อชีวิตสัตว์น้ำ การเกิดโรคระบาด ทำให้พื้นที่เพาะปลูกสูญเสียสภาพอุดมสมบูรณ์ไป วิธีการกำจัดของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมมีหลายวิธีด้วยกัน การแก้ปัญหาที่ดีที่สุดสำหรับโรงงานหนึ่งไม่จำเป็นเสมอไปว่าจะนำมาใช้กับโรงงานอื่นได้ผลดีเช่นเดียวกัน เนื่องจากมีปัญหาหลายประการที่จำเป็นต้องศึกษาก่อนการตัดสินใจเลือกใช้ วิธีการกำจัดน้ำทิ้งจากโรงงานที่ดีวิธีหนึ่ง คือการหมักในสภาวะไร้อากาศ โดยมีเชื้อจุลินทรีย์ ซึ่งมีประสิทธิภาพในการย่อยสลายสูงมาเกี่ยวข้อง นอกจากนั้นยังได้พลังงานทดแทนในรูปแก๊สชีวภาพหรือแก๊สมีเทนกลับคืนมา

บริเวณพื้นที่ครอบคลุม 4 จังหวัด อันได้แก่ นครปฐม ราชบุรี กาญจนบุรี และปทุมธานี เป็นแหล่งที่มีโรงงานน้ำตาลทราย โรงงานกลั่นสุรา และโรงงานผลิตผงชูรส โรงงานเหล่านี้ผลิตน้ำทิ้งที่มีอินทรีย์วัตถุสูง ซึ่งสามารถนำมาผลิตเป็นแก๊ซชีวภาพได้ ด้วยเหตุผลดังกล่าวหน่วยวิจัยสภาวะแวดล้อม ศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ได้เล็งเห็นว่าการเผยแพร่ความรู้ เทคนิค และวิธีการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับขบวนการหมักแก๊ซชีวภาพให้มีความเข้าใจในแนวทางการปฏิบัติไปยังนักเคมี อุตสาหกรรม นักจุลชีววิทยา และวิศวกรโรงงาน จึงเป็นสิ่งที่จำเป็นและสมควรสนับสนุนเป็นอย่างยิ่งทั้งนี้เพื่อจะได้นำไปแก้ปัญหาการขจัดน้ำทิ้งของโรงงานต่าง ๆ ในโอกาสต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้ผู้เข้ารับการอบรมมีความรู้ความเข้าใจทางชีวเคมี จุลชีววิทยา และเทคโนโลยีเกี่ยวกับพื้นฐานในงานการขจัดน้ำทิ้งโดยวิธีหมักเป็นแก๊ซชีวภาพ

2. เพื่อให้ผู้เข้ารับการอบรมทราบวิธีการใช้เครื่องมือ วิธีวิเคราะห์ที่จำเป็นสำหรับการควบคุมในขบวนการหมักและการปฏิบัติที่มีเหตุผลในการนำไปประยุกต์ใช้ในการระบบกำจัดน้ำทิ้ง

3. เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลและหาทางนำไปใช้ประโยชน์

4. เพื่อให้ผู้เข้ารับการอบรมได้แลกเปลี่ยนความรู้ ความคิด ตลอดจนปัญหาซึ่งน่าจะมีการศึกษา แก้ไขกันระหว่างภาครัฐบาลและภาคเอกชน

สารบัญ

หน้า

ตารางการฝึกอบรม

รายชื่อผู้เข้ารับการฝึกอบรม

ปัญหาและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม
จากโรงงานอุตสาหกรรม - 1

กฎหมายควบคุมปัญหาสิ่งแวดล้อมจากโรงงาน
อุตสาหกรรม - 8

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 22 (พ.ศ. 2528) - - - - - - - - - - 17

คุณสมบัติของน้ำทิ้ง - 29

จุลชีววิทยาและชีวเคมีของการหมักแก๊สชีวภาพ - - - - - - - - - - - - - - - 40

การตรวจวิเคราะห์คุณสมบัติน้ำทิ้งบางประการ - - - - - - - - - - - - - - - 50

การใช้กระบอกเข็มฉีดยาศึกษาการหมักแก๊สมีเทน - - - - - - - - - - - - - - 58

การใช้ประโยชน์น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและแหล่งชุมชน - - - - - - - - - - 61

ตารางการฝึกอบรมทางวิชาการเรื่อง

"เทคนิคการหมักแก๊สชีวภาพจากน้ำทิ้งของโรงงานอุตสาหกรรม"

ณ ศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง ม. เกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

โทร. 579013 ต่อ 324

จันทร์ ที่ 26 พฤษภาคม 2529		
8.30 - 9.15 น.	ลงทะเบียน	
9.15 - 9.30 น.	พิธีเปิด	
9.30 1 10.00 น.	พัก	
10.00 - 11.00 น.	หน้าที่และความรับผิดชอบของกรมโรงงานอุตสาหกรรม ที่มีต่อการจัดน้ำทิ้งจากโรงงาน	คุณสุดยงค์ โล่ห้วงค้วัฒนะ
11.00 - 12.00 น.	ปัญหาและโทษของมลพิษทางน้ำเนื่องจากน้ำทิ้งจาก อุตสาหกรรมและชุมชน	
13.00 - 15.00 น.	คุณสมบัติของน้ำทิ้งและการวิเคราะห์	คุณเพิ่มพงษ์ ศรีประเสริฐศักดิ์ และคุณรุ่งนภา ก่อประดิษฐ์สกุล
15.00 - 15.15 น.	พัก	
15.15 - 16.30 น.	อุปกรณ์และเครื่องมือที่เกี่ยวข้อง	
อังคารที่ 27 พฤษภาคม 2529		
8.30 - 10.30 น.	เทคโนโลยีการหมักแก๊สชีวภาพ	ดร.เกษร ทวีเศษ
10.30 - 10.45 น.	พัก	
10.45 - 12.00 น.	การใช้ประโยชน์น้ำทิ้งจากอุตสาหกรรมและชุมชน	ดร.อรุณวรรณ บุญก่อสร้าง
13.00 - 15.00 น.	การเก็บและการเตรียมตัวอย่างน้ำทิ้ง, การเตรียมสารละลายเพื่อการวิเคราะห์	คุณรุ่งนภา ก่อประดิษฐ์สกุล และคุณเพิ่มพงษ์ ศรีประเสริฐศักดิ์

15.00 - 16.30 น.	การหมักแก๊สชีวภาพโดย Syringe Method	ดร.เกษร ทวีเศษ

พุธที่ 28 พฤษภาคม 2529

8.30 - 17.00 น.	การวิเคราะห์ PARAMETER ที่จำเป็นในการควบคุมการหมัก (acidity, COD, pH, EEC, total solid, SVI, MLSS)	STAFF
	การใช้เครื่อง GAS CHROMATOGRAPH ในการวิเคราะห์หา volatile fatty acid และวิเคราะห์คุณภาพแก๊ส	

พฤหัสบดีที่ 29 พฤษภาคม 2529

8.30 - 12.00 น.	งานวิเคราะห์ (ต่อ)	
	วิธีเก็บแก๊สตัวอย่างและการวิเคราะห์ด้วย GAS CHROMATOGRAPH	
13.00 - 15.00 น.	วิเคราะห์ข้อมูล, อภิปราย	
15.00 - 15.15 น.	พัก	
15.15 - 15.30 น.	พิธีปิดการอบรม	

รายชื่อผู้เข้ารับการอบรมเรื่อง

"เทคนิคการหมักแก๊สชีวภาพจากน้ำทิ้งโรงงานอุตสาหกรรม"

26 - 29 พฤษภาคม 2529 ณ.ศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง มก.กพส.

ลำดับที่	ชื่อ สกุล	สถานที่ทำงาน	ตำแหน่ง
1	นางสาวกัลยา ทำนุพรพันธ์	กองเกษตรเคมี กรมวิชาการ	รับราชการ
2	นายเกษม บึงชวลิตโสภี	สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย	พนักงานรัฐวิสาหกิจ
3	นางสาวจารุวรรณ วิระวงษ์นุสร	กองสิ่งแวดล้อมโรงงานกรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม	รับราชการ
4	นางฐิติรัตน พรประยุทธ	ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ ม.ศิลปากร นครปฐม	รับราชการ
5	นางดาระณี ทับทิมหิน	ฝ่ายวิเคราะห์และพิสูจน์ของกลาง กองวิชาการ กรมสรรพสามิต	รับราชการ
6	นายธงชัย ภู่วชิรานนท์	ศูนย์สุขาภิบาล เขต 7 ราชบุรี	รับราชการ
7	นางธีรนุต โสตถิโภคา	โรงงานสุรา จ.พระนครศรีอยุธยา	รับราชการ
8	นางสาวบุญสม ลิ่วศรีวิไล	สำนักงานบริการและกำจัดกากอุตสาหกรรม กรมโรงงานอุตสาหกรรม	รับราชการ
9	นายบุญฤทธิ์ สำสกุล	ฝ่ายวิเคราะห์และพิสูจน์ของกลาง กองวิชาการ กรมสรรพสามิต	รับราชการ
10	นายพงษ์เฉลย พลอยวิเลิศ	ศูนย์สุขาภิบาล เขต 3 นครราชสีมา	รับราชการ
11	นาง~~เพชร~~ ~~สถิญญกุล~~	กองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร บางเขน	รับราชการ
12	นายไพฑูรย์ ปกกงไผ่	สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล บางแสน	รับราชการ
13	นางสาวพิสมัย เสถียรยานนท์	สำนักงานพลังงานแห่งชาติ กทม.	รับราชการ
14	นายยงยุทธ บุญชันท์	งานสุขาภิบาลสิ่งปฏิกูล ฝ่ายสุขาภิบาล 2 กองสุขาภิบาล กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข	รับราชการ
15	นายวิโรจน์ กนกศิลปธรรม	ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ ม.ศิลปากร	รับราชการ
16	นายสากล ฐินะกุล	สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ	รับราชการ
17	นายสุเทพ ใยสำลี	โรงงานสุรา จ.พระนครศรีอยุธยา	รับราชการ
18	นายสุเมธ สุวรรณรอด	คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ	รับราชการ
19	นางสมคิด ธรรมรัตน์	กองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร	รับราชการ
20	นายสมพงษ์ อำพาศ	ศูนย์สุขาภิบาล เขต 5 ลำปาง	รับราชการ
21	นางสาวสุพรรณี วิริยะปัญญา	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	นักศึกษา
22	นายไสว ทองคำ	ศูนย์สุขาภิบาล เขต 8 สุราษฎร์ธานี	รับราชการ
23	นายอนุพันธ์ อิฐรัตน์	สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ	รับราชการ

ปัญหาและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม
จาก
โรงงานอุตสาหกรรม

โดย บุญยง โล่ห้วงค้ำวัฒน

1. บทนำ

ผลจากการพัฒนาและขยายอุตสาหกรรม ย่อมส่งผลกระทบให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมเป็นพิษทั้งทางด้านน้ำเสีย สารเคมี และอากาศเสีย ฯลฯ ตามมา น้ำทิ้งนั้นอาจทำให้แหล่งน้ำขาดออกซิเจนและเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ หรืออาจทำให้ขาดแหล่งน้ำดิบที่ดีสำหรับทำน้ำประปา หากน้ำทิ้งนั้นมีสารพิษเจือปน ประเภทผงซักฟอก ยาฆ่าแมลง หรือโลหะหนัก ก็จะเกิดการสะสมในแหล่งน้ำ ในพืชและสัตว์ ซึ่งเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญของมนุษย์ หากมนุษย์ได้รับสารพิษเหล่านี้เข้าไปสะสมในร่างกายมากขึ้น ก็จะส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยได้ในที่สุด ส่วนผลกระทบจากปัญหาอากาศเสีย ซึ่งอาจเป็นฝุ่น ควัน ไอพิษ ฯลฯ ก็อาจส่งผลกระทบต่อระบบหายใจหรือผิวหนังของมนุษย์ได้

การขยายตัวของโรงงานอุตสาหกรรม ย่อมจะต้องเกิดควบคู่ไปกับการพัฒนาประเทศ ดังนั้น ปัญหามลพิษย่อมจะเกิดตามมา หากรัฐไม่วางมาตรการป้องกันควบคู่ไปด้วย ดังนั้นระบบป้องกันมลพิษ ไม่ว่าด้านน้ำเสีย อากาศพิษหรือการกำจัดกากสารพิษ และมาตรการลดการใช้สารพิษหรือลดปริมาณของทิ้งเสียจากขบวนการผลิตโดยการนำกลับไปใช้งานใหม่ให้มากที่สุด ซึ่งมาตรการเหล่านี้นับได้ว่ามีส่วนสำคัญที่จะช่วยลดปัญหาสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ จากการประกอบกิจการโรงงานได้อย่างสัมฤทธิ์ผล ซึ่งการก่อสร้าง ติดตั้ง หรือเดินระบบป้องกันมลพิษ และการกำหนดมาตรการลดสารพิษในขบวนการผลิต เป็นหน้าที่ของผู้ประกอบกิจการโดยตรงที่จะต้องรับผิดชอบ โดยทางราชการในฐานะผู้รักษากฎหมายเป็นผู้ควบคุมตรวจสอบดูแลให้คำแนะนำ ตลอดจนสั่งการให้โรงงานปฏิบัติตาม

จากผลการดำเนินงานที่ผ่าน ๆ มา พบว่าโรงงานมักขาดนักวิชาการ เงินทุน อุปกรณ์เครื่องมือตรวจวัด และรัฐก็มักจะขาดกำลังเจ้าหน้าที่และงบประมาณสำหรับออกตรวจสอบ ติดตามผลตลอดจนการบริการทางด้านวิชาการและเงินอุดหนุน เพื่อศึกษาค้นคว้าหรือพัฒนาระบบป้องกันมลพิษต่าง ๆ ของโรงงานที่ยังมีปัญหาให้เหมาะสม รัดกุมและประหยัดยิ่งขึ้น จึงนับได้ว่าเป็นหน้าที่ของทุกฝ่ายที่มีส่วนเกี่ยวข้องจะต้องช่วยกันคิด ช่วยกันสร้างสรร ผลักดันให้งานป้องกันปัญหามลพิษของชาติให้บรรลุเป้าหมายต่อไป

2. อะไรคือน้ำเสีย

ก่อนที่จะกล่าวถึงผลกระทบจากปัญหามลพิษโรงงาน เราควรมาพิจารณากันว่า อะไรคือน้ำเสียก่อน "น้ำเสีย" ก็คือ น้ำที่มีส่วนประกอบหรือลักษณะที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ทั้งทางตรงและทางอ้อม จนมีคุณภาพไม่เหมาะสำหรับการอุปโภคบริโภคดังเช่นน้ำตามธรรมชาติ ดังนั้น น้ำเสียจึงอาจเกิดจากโรงงาน บ้านเรือน โรงพยาบาล ร้านค้า การเกษตรหรือเกิดเองตามธรรมชาติ

น้ำเสียจากโรงงานจะเกิดจากขั้นตอนต่าง ๆ ในขบวนการผลิต โดยอาจเริ่มจากน้ำทิ้งเพียงเล็กน้อยจากห้องวิเคราะห์ จนถึงน้ำจำนวนมหาศาลของน้ำหล่อเย็น น้ำเสียจากอาคารบ้านเรือน ร้านค้า ก็จะเริ่มเกิดขึ้นตั้งแต่มนุษย์ตื่นขึ้นเพื่อทำกิจวัตรประจำวัน ตั้งแต่อาบน้ำ แปรงฟัน ทำครัวและรับประทานอาหาร ฯลฯ นอกจากนี้ น้ำทิ้งจากชุมชน โรงพยาบาล ซึ่งนอกจากจะประกอบไปด้วยอินทรียสาร บางครั้งอาจมีเชื้อโรคระบาดด้วย กิจกรรมทางเกษตรก็จะมีน้ำทิ้งอันเกิดจากฝนตกชะเอายาฆ่าแมลง ยาปราบศัตรูพืช ยาฆ่าวัชพืช หรือปุ๋ยส่วนเกิน รวมทั้งมูลสัตว์

ธรรมชาติก็มีส่วนทำให้เกิดปัญหาน้ำเสีย เช่น ลม ฝน ที่พัดพาฝุ่นผงลงสู่แหล่งน้ำหรือน้ำไหลผ่านแหล่งแร่ธรรมชาติ แล้วกัดเซาะละลายสารพิษไหลปนลงสู่สายน้ำ นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่มีขายกันสำหรับใช้ในชีวิตประจำวันของมนุษย์ อาทิเช่น เครื่องสำอางค์ ถ่านไฟฉาย เศษสี ยารักษาโรคที่เสื่อมคุณภาพ หลอดนีออน อุปกรณ์อิเลคโทรนิค ฯลฯ เมื่อทิ้งปนขยะหรือทิ้งโดยตรงสู่สิ่งแวดล้อม ก็จะผุแตกสลายตัว ทำให้สารเคมีหรือโลหะหนักที่บรรจุอยู่ไหลลงสู่แหล่งน้ำ หรือซึมลงดินกระจายไปสู่แหล่งน้ำบาดาลต่อไป

3. ผลกระทบจากปัญหาน้ำเสีย

น้ำเสียอาจประกอบไปด้วย สารอินทรีย์ สารอนินทรีย์ สารเคมีหรือโลหะหนัก ฯลฯ

น้ำเสียประเภทสารอินทรีย์ส่วนมากจะเกิดจากแหล่งชุมชน โรงงานหรือฟาร์มปศุสัตว์ เมื่อไหลลงสู่แหล่งน้ำ ย่อมเกิดผลกระทบต่อคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำ เพราะสารอินทรีย์ต้องใช้ออกซิเจนที่ละลายอยู่ในแหล่งน้ำ (DO) เพื่อช่วยในการสลายตัว ซึ่งในขณะเดียวกันแหล่งน้ำก็มีความสามารถในการรับออกซิเจนจากบรรยากาศเข้าสู่ตัวเองจำกัดค่าหนึ่ง เพื่อทำการฟอกตนเองตามธรรมชาติให้คุณภาพน้ำดีขึ้นกลับสู่ภาวะสมดุลย์ปกติ ซึ่งเราเรียกว่าเกิดขบวนการ Self-purification ของแหล่งน้ำ ดังนั้น เมื่อน้ำทิ้งถูกระบายลงสู่แหล่งน้ำก็ต้องการใช้ออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ เพื่อใช้ใน

การย่อยสลายสารอินทรีย์ หากน้ำเสียต้องการปริมาณออกซิเจนมากกว่าปริมาณที่จะได้รับทดแทนจากอากาศ ผ่านทางผิวน้ำและจากการสังเคราะห์แสงแล้ว คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำนั้นก็จะเสื่อมลง (DO ลดลง) หากมีการระบายของเสียลงสู่แหล่งน้ำเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ ค่าออกซิเจนละลายในน้ำก็จะลดลงเรื่อย ๆ หากค่า DO ลดลงเหลือประมาณ 2 มก./ล. (ปกติน้ำสะอาดจะมีค่า DO = 7.4 มก./ล.) นับว่าเป็นค่าต่ำสุดที่สัตว์น้ำจะสามารถอยู่ได้ หากค่า DO ยังลดต่ำลงอีกจนเป็นศูนย์ สัตว์น้ำทุกชนิดก็จะขาดออกซิเจนสำหรับหายใจ น้ำนั้นก็จะเริ่มเน่าเสียและหากเป็นการขาดออกซิเจนนาน ๆ น้ำนั้นก็จะเริ่มเปลี่ยนเป็นสีดำ จากการเกิดเหล็กซัลไฟด์ (FeS) และมีกลิ่นเหม็นของก๊าซไข่เน่า (H_2S)

น้ำทิ้งประเภทสารอนินทรีย์ประเภทดิน ทราย ซึ่งจะเห็นได้ชัดจากการประกอบกิจการเหมืองฉีด หรือโรงงานเซรามิค ทำเครื่องสุขภัณฑ์จะมีน้ำทิ้งที่ขุ่นข้น ก่อให้เกิดปัญหาแหล่งน้ำตื้นเขิน และป้องกันแสงอาทิตย์ที่จะส่องผ่านแหล่งน้ำ

น้ำทิ้งจากโรงพยาบาลหรือล้วม ซึ่งอาจมีเชื้อโรคปนอยู่ หากไม่มีมาตรการขจัดที่เหมาะสม ปล่อยให้แพร่กระจายสู่สิ่งแวดล้อมก็จะเป็นสาเหตุของการเกิดโรคระบาดได้ง่าย ส่วนน้ำทิ้งที่มีสารประกอบเคมี อาทิ ยาฆ่าแมลง ยาเบื่อหนู หรือยาปราบวัชพืช ฯลฯ จากกิจกรรมทางเกษตร หรือน้ำทิ้งจากโรงงานที่มีสารโลหะหนักเจือปน เช่น ปรอท โครเมียม นิเกิล ตะกั่ว ฯลฯ รวมถึงการทิ้งหลอดนีออน ถ่านไฟฉาย ถ่านเม็ดกระดุมที่หมดอายุการใช้งาน ในที่สุดสารพิษเหล่านี้ก็จะกระจายไหลลงสู่แหล่งน้ำจะเกิดการสะสมในน้ำและตะกอนดิน ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อสัตว์น้ำและพืชแล้วถึงมนุษย์ซึ่งต้องบริโภคอาหารนั้นต่อในที่สุด

น้ำทิ้งที่มีสารประกอบไนเตรทและฟอสเฟตจากการใช้ปุ๋ยของกสิกรและผงซักฟอกจะก่อให้เกิดปัญหาการเกิดตะไคร่น้ำ ทำให้ยุ่งยากต่อการนำน้ำนั้นไปผลิตน้ำประปา หรือเกิดปัญหา Algae bloom ทำให้แหล่งน้ำนั้นตื้นเขิน หรือเกิดภาวะน้ำขาดออกซิเจนในแหล่งน้ำ ณ จุดนั้นได้ นอกจากนี้ หากน้ำทิ้งมีสารประกอบไนเตรทมากจนเกินไปก็ยากที่จะขจัดออกได้ในระบบทำน้ำประปา หากมารดาดื่มน้ำเข้าไปเป็นจำนวนมาก ปัญหาการเกิดทารกลำตัวมีสีเขียว (blue baby) ก็จะตามมา

น้ำมันหรือไขมันที่ระบายลงสู่แหล่งน้ำก็จะสร้างปัญหาสิ่งแวดล้อม รวมทั้งสารกำมันตภาพรังสีที่ระบายจากห้องล้างฟิลม์เอกซ์เรย์ ซึ่งจะเป็นพิษต่อผู้บริโภคโดยตรง ส่วนน้ำมันหรือไขมันนอกจากเป็นพิษโดยตรงต่อคน สัตว์ และพืชแล้ว ยังจะไปปิดกั้นการถ่ายเทออกซิเจนจากอากาศลงสู่แหล่งน้ำด้วย

4. สภาวะน้ำเสียในปัจจุบัน

คุณภาพน้ำในแม่น้ำสายสำคัญ โดยเฉพาะที่ไหลผ่านภาคกลาง เช่น แม่น้ำบางปะกง เพชรบุรี ปราณบุรี รวมทั้งแม่กลองนับได้ว่ามีคุณภาพน้ำดีขึ้นมาก แต่แม่น้ำท่าจีนและเจ้าพระยา ยังมีค่าออกซิเจนละลายน้ำ โดยเฉพาะในฤดูแล้งต่ำมาก ในบางจุดยังมีค่าต่ำกว่า 1.0 มก./ล. เช่นที่สะพานโพธิ์แก้ว อำเภอสามพราน หรือช่วงท่าเรือคลองเตย-สะพานพุทธ สาเหตุที่ทำให้แม่น้ำท่าจีนมีคุณภาพน้ำต่ำ เข้าใจว่าเกิดจากปัญหาน้ำทิ้งจากชุมชน คอกสุกร บ่อปลาและน้ำทิ้งจากการทำไร่นา หญ้าเน่าด้วย นอกเหนือจากโรงงานอุตสาหกรรมซึ่งมีเจ้าหน้าที่ควบคุมดูแลตรวจสอบอย่างใกล้ชิด โดยเฉพาะตลอดช่วงฤดูแล้งของทุกปี ส่วนแม่น้ำเจ้าพระยาสาเหตุส่วนใหญ่เชื่อกันว่าเกิดจากน้ำทิ้ง ชุมชนของกรุงเทพมหานคร ที่อยู่กันอย่างหนาแน่นสองริมฝั่งน้ำ รวมทั้งโรงงานขนาดเล็กที่ยากต่อการควบคุมดูแลของทางราชการให้เต็มระบบตลอดเวลา ได้ระบายน้ำทิ้งแบบ nonpoint source load ลงสู่แม่น้ำเจ้าพระยา

นอกจากนี้ จากผลการสำรวจคุณภาพน้ำและตะกอนดินของแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่างและคลองต่าง ๆ เมื่อเดือนเมษายนถึงตุลาคม 2527 โดยสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ร่วมกับ JICA (ซึ่งปรากฏใน The NEB NEWSLETTER ฉบับที่ 18 ลงวันที่ มิถุนายน 2528) ซึ่งได้สรุปรายงานไว้ว่าคุณภาพน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาจะเริ่มเสื่อมลงตั้งแต่สะพานนนทบุรี (กม.82) โดยมีรายละเอียดดังนี้

สภาวะในฤดูแล้ง		สภาวะในฤดูฝน	
ค่าต่ำของ DO	ต่ำกว่า 1 มก./ล.	ค่าสูงของ DO	เกินกว่า 3 มก./ล.
ค่าสูงของ BOD	เกินกว่า 3 มก./ล.	ค่าต่ำของ BOD	ต่ำกว่า 2 มก./ล.
ค่าสูงของ COD	เกินกว่า 20 มก./ล.		
ค่าสูงของ NH_3-H	เกินกว่า 2 มก./ล.	ค่าต่ำของ NH_3-N	ต่ำกว่า 0.5 มก./ล.
ค่าสูงของ Total-p	เกินกว่า 2 มก./ล.	ค่าต่ำของ Total-p	ต่ำกว่า 0.02 มก./ล.
ค่าสูงของ Coliform	เกินกว่า 100,000 MPN/100 ml.	ค่าต่ำของ Coliform	ต่ำกว่า 20,000 MPN/100 ml.

ส่วนความเข้มข้นของผงซักฟอก -MBAS (Methylene Blue Active Substances) ที่พบในน้ำคลองและน้ำแม่น้ำจะต่ำกว่า 0.1 มก./ล. ส่วนในตะกอนดินบริเวณใกล้ปากแม่น้ำจะพบว่าบางจุดมีค่า MBAS สูงระหว่าง 6-20 มก./ล.

สำหรับความเข้มข้นของโลหะหนักในน้ำและในตะกอนดิน ณ บริเวณปากแม่น้ำหรือคลอง จะมีค่าดังต่อไปนี้

	น้ำในแม่น้ำ/ลำคลอง		ในตะกอนดิน	
Cu	มีค่าระหว่าง 4.81-66.87 µg/l	(16.0);	มีค่าระหว่าง 10.4-41.7 mg/kg	(22.2)
Ni	มีค่าระหว่าง 2.75-137.5 µg/l	(18.0);	มีค่าระหว่าง 13.8-32.9 mg/kg	(21.8)
Pb	มีค่าระหว่าง ND -4.05 µg/l	(2.07);	มีค่าระหว่าง 8.9-92.0 mg/kg	(22.6)
Cd	มีค่าระหว่าง ND -3.88 µg/l	(2.62);	มีค่าระหว่าง ND -0.92 mg/kg	(0.4)
Hg(Total)	มีค่าระหว่าง ND -0.43 µg/l	(0.2)	มีค่าระหว่าง ND -2.18 ug/kg	(1.16)
Hg(alkyl)	มีค่าระหว่าง -ND-		-ND-	

หมายเหตุ 1) ค่าในวงเล็กทั้งหมดเป็นค่าเฉลี่ย (mean value)

2) ค่าโลหะหนักในตะกอนดินของคลองต่าง ๆ โดยทั่วไปจะสูงกว่าค่าในตะกอนดินบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา

ส่วนปัญหาในอ่าวไทย ก็มีการสำรวจพบปัญหาน้ำทะเลมีสีเขียว (Algae) ซึ่งเกิดจากสารประกอบ N,P และปัญหาโลหะหนักในน้ำทะเล ตะกอนดินและปลาทะเล ซึ่งข้อมูลที่ค้นพบยังมีปัญหาที่น่าถกเถียงกันอยู่ แต่ก็มีแนวโน้มแจ้งว่าลดลง และอยู่ในเกณฑ์ค่าที่ยังปลอดภัย ยกเว้นค่าตะกั่ว (Pb) ซึ่งพบว่ามีแนวโน้มสูงขึ้นอย่างเห็นได้ชัด ตั้งแต่ปี 2516 ซึ่งเชื่อว่าเกิดจากสารกันน็อคในน้ำมันเบนซินที่ใช้ในกิจการขนส่ง

5. ปัญหากากสารพิษโรงงาน

ในปัจจุบันยังมีโรงงานอีกบางกลุ่มที่กำลังเผชิญกับปัญหาการทำลายพิษ หรือกำจัดสารพิษจากขบวนการผลิต อาทิ การทำลายสารเคมีที่เสื่อมคุณภาพหลังจากการใช้งาน ตะกอนโลหะหนัก กากขยะที่มีสารพิษเปื้อนเจือปน ฯลฯ จากผลการสำรวจพบว่า ในแต่ละปีโรงชุบโลหะในเขตกรุงเทพมหานครจะระบายสารโลหะหนัก เช่น โครเมี่ยม นิเกิล ทองแดง ฯลฯ ทิ้งจากขบวนการผลิตปีละประมาณ 12 ตัน น้ำทิ้งเหล่านี้หลังจากผ่านระบบขจัดแล้ว โลหะหนักก็จะเกิดรวมในรูปของตะกอน ซึ่งจำเป็นต้องนำไปฝังดินให้ถูกต้องตามหลักวิชาการต่อไป ส่วนกากตะกอนโลหะหนัก กากขยะที่มีสารพิษเจือปนซึ่งไม่เหมาะสมอย่างยิ่งที่จะนำไปทิ้งรวมกับขยะจากบ้านเรือน รวมทั้งน้ำยาเคมีที่เสื่อม

คุณภาพจากขบวนการผลิตของโรงงานต่าง ๆ ในเขตกรุงเทพมหานครและจังหวัดใกล้เคียง คาดว่ามีอีกประมาณ 4-6 หมื่นตันต่อปี ที่โรงงานจะต้องนำมาทำลายพิษ และจัดการหาที่ฝังดินเอง ดังนั้น หากไม่มีการควบคุมหรือจัดการที่ดีแล้ว สารพิษเหล่านี้อาจสร้างปัญหาสิ่งแวดล้อมเป็นพิษได้ในอนาคต

ในขณะนี้ แม้กฎหมายจะระบุเป็นหน้าที่ของโรงงานที่จะต้องรับผิดชอบและออกค่าใช้จ่ายในการกำจัดกากสารพิษนั้น ๆ ของโรงงาน โรงงานต่าง ๆ จึงดำเนินการขจัดตามมาตรการที่ทางราชการเห็นชอบ โดยมีระบบกำจัดของตนเองและจัดหาที่ฝังดินของตนเองกระจัดกระจายกันทั่วไปในเขตกรุงเทพมหานคร และจังหวัดใกล้เคียง ซึ่งนอกจากจะไม่เป็นการประหยัด ยังยากต่อการควบคุมดูแลและเมื่อเวลาผ่านไปอาจสร้างปัญหาใหญ่หลวงต่อสิ่งแวดล้อมได้ ดังเช่นปัญหาที่เกิดขึ้นในหลายประเทศที่พัฒนาแล้ว เพราะจุดที่ฝังเมื่อเต็มแล้วก็จะถูกถมดินทับปรับให้มองเห็นเหมือนที่ว่างทั่วไป เมื่อกาลเวลาผ่านไปสารพิษที่ฝังไว้ก็จะถูกลืม ประกอบกับความเจริญจะคืบคานไปถึง ทำให้ที่ดินแปลงนั้นมีคุณค่าขึ้นมา จะมีการสร้างอาคาร บ้านเรือน ปลูกพืชผลไม้ทับจุดนั้น ปัญหาสารพิษก็จะปรากฏผลให้เห็นได้ดังเช่นในสหรัฐ-อเมริกา ซึ่งถึงกับรัฐบาลต้องหางบประมาณจำนวนมหาศาล (Super funds) มาขุดย้ายสารพิษไปฝังที่อื่น เพราะฝังกันกระจายทั่วไปและฝังกันมานานจนลืมกันไปหมดแล้วว่าฝัง ณ จุดไหน

เมื่อเรามีตัวอย่างที่ปรากฏให้เห็นเช่นนี้ จึงถึงเวลาแล้วที่เราจะต้องหาทางป้องกันร่วมกัน ประกอบกับนับวันปัญหาสารพิษจากกิจการอุตสาหกรรมจะเพิ่มมากขึ้น เพราะเรากำลังมุ่งพัฒนาอุตสาหกรรมด้านใช้สารเคมีควบคู่ไปกับด้านผลผลิตทางเกษตรกรรม ดังนั้นการจัดตั้งศูนย์บริการกำจัดกากสารพิษขึ้นจึงเป็นสิ่งจำเป็น ดังเช่นที่ในหลายประเทศกำลังดำเนินการอยู่ คาดว่ามาตรการดังกล่าวจะช่วยลดปัญหาสารพิษจากโรงงานกระจายสู่ภาวะแวดล้อมที่ได้ผลดีทางหนึ่ง และระบบขจัดก็ควรมุ่งใช้ระบบที่สามารถใช้บุคลากรและอุปกรณ์ที่ผลิตในประเทศให้มากที่สุด โดยในระยะแรกเริ่มควรเลือกใช้วิธีทำลายพิษด้วยระบบบขจัดน้ำทิ้ง หรือลดพิษของตะกอนด้วยระบบที่ง่ายต่อการควบคุมและบำรุงรักษา ซึ่งหากต่อไปเมื่อมีปริมาณของเสียที่ต้องทำลายพิษมากขึ้น โดยเฉพาะประเภทสารเคมีที่เสื่อมคุณภาพ เราอาจเลือกใช้ระบบเผา (Incineration) เพื่อทำลายพิษ

โดยที่สารโลหะหนักหรือกากของเสียอุตสาหกรรมบางประเภท อาจมีคุณค่าคุ้มกับการนำกลับไปใช้งานอีก อันจะเป็นการช่วยประหยัดทรัพยากรของชาติ จึงควรสนับสนุนให้ส่วนราชการที่เกี่ยวข้อง ศึกษาวิจัยหาทางส่งเสริมให้มีการนำของเสียกลับมาใช้ให้เป็นประโยชน์มากที่สุด เพราะกากของเสียจากโรงงานหนึ่ง อาจใช้ประโยชน์ได้กับอีกโรงงานหนึ่ง

6. ปัญหาที่ฝังกากสารพิษโรงงาน

การจัดหาที่ฝังดิน (Sanitary landfill) สำหรับกากสารพิษ ตามหลักวิชาการ จุดที่ฝังจะต้องไม่ก่อให้เกิดปัญหาผลกระทบต่อคุณภาพน้ำใต้ดิน หรือเป็นจุดที่น้ำจะท่วม ทำให้น้ำสามารถชะกากสารพิษออกสู่สิ่งแวดล้อมได้ ดังนั้น ในบริเวณเขตกรุงเทพมหานครซึ่งเป็นที่ลุ่ม จึงมีลักษณะไม่เหมาะสม จึงจำเป็นต้องเลือกบริเวณที่สูง ใกล้ภูเขาและไม่ห่างไกลมากนัก เช่น ราชบุรี สระบุรี หรือชลบุรี เป็นจุดฝังกากของเสียขั้นสุดท้าย แน่ละ เมื่อระบุจุดที่ทิ้งสารพิษเช่นนี้ หากมีผู้ที่ไม่เข้าใจในปัญหาเหล่านี้ดี และไม่ยอมหันหน้าเข้าหากัน เพื่อพูดคุยหาข้อสรุปเพื่อยุติปัญหานั้นเสีย โอกาสที่จะเลือกจุดทิ้งขั้นสุดท้ายจึงกระทำได้ยากมาก แม้ทางราชการจะเห็นว่าเหมาะสมและวางมาตรการ ตรวจติดตามผล (Monitoring) ไว้อย่างรัดกุมก็ตาม ดังนั้น จึงเป็นหน้าที่ของนักอนุรักษ์ฯ นักวิชาการและประชาชนที่จะต้องเข้าใจในปัญหาและมีข้อสรุปร่วมกันที่เหมาะที่ควร เพื่ออนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของเราให้บรรลุผลดีที่สุด

7. บทสรุป การพัฒนาด้านอุตสาหกรรมย่อมจะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและโรงงานซึ่งเป็นผู้ผลิตและได้ประโยชน์จากการขายผลิตภัณฑ์ จักต้องรับผิดชอบในการกำจัดของเสียที่เกิดจากขบวนการผลิตด้วยตนเอง โดยมีทางราชการเป็นผู้กำหนดหลักเกณฑ์และเป้าหมายเพื่ออนุรักษ์สิ่งแวดล้อมให้ ซึ่งหากเป้าหมายนั้นต่ำเกินไปย่อมส่งผลกระทบต่อมลภาวะมากขึ้น หรือหากกำหนดสูงเกินไป โดยไม่คำนึงถึงความเป็นไปได้ตามหลักวิชาการและหลักการที่ประหยัด ก็ย่อมจะกระทบกระเทือนต่อการลงทุนและมีผู้พยายามหลีกเลี่ยงมากขึ้น และแน่นอนประเทศชาติย่อมเป็นผู้รับภาระในค่าใช้จ่ายนั้นในที่สุด

ดังนั้น การนำเทคโนโลยีใหม่ ๆ มาใช้ในขบวนการผลิตของโรงงานย่อมเกิดประโยชน์ต่อผู้ลงทุน และอาจสร้างปัญหาต่อผู้อื่น หรือต่อมลภาวะอันเป็นสมบัติของส่วนรวมได้ และย่อมเป็นหน้าที่ของรัฐที่จะต้องกำหนดแนวนโยบาย และมาตรการในการป้องกันและแก้ไขเพื่อลดปัญหาต่าง ๆ ให้เหลือน้อยที่สุด หรือไม่ให้เกิดปัญหาเลย ซึ่งมาตรการต่าง ๆ จะได้ผลดีบรรลุเป้าหมายร่วมกันได้ จำเป็นจะต้องได้รับความร่วมมือจากทุกฝ่าย เมื่อทุกฝ่ายคิดควรอย่างรอบคอบ มีเหตุมีผล สร้างความเข้าใจต่อปัญหาร่วมกัน การพัฒนาประเทศไทยก็จะบรรลุผล โดยมีผลกระทบต่อมลภาวะน้อยที่สุด

กฎหมายควบคุมปัญหาสิ่งแวดล้อม

จาก

โรงงานอุตสาหกรรม

โดย บุญยง โล่ห้วงค้วัฒน

1. คำนำ

ในปัจจุบัน ประเทศไทยมีกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมปัญหาสิ่งแวดล้อมอยู่หลายฉบับและอยู่ในการควบคุมดูแลและปฏิบัติการของหลายกระทรวงฯ ซึ่งพอสรุปพระราชบัญญัติที่สำคัญ ๆ ซึ่งได้แก่ พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2521 และ 2522 พระราชบัญญัติเดินเรือในน่านน้ำไทย พ.ศ.2456 พระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ.2512, 2518 และ 2522 พระราชบัญญัติสาธารณสุข พ.ศ.2484, 2495, 2497 และ 2505 พระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ.2522 และประมวลกฎหมายอาญา พ.ศ.2499 ซึ่งในที่นี้จะขอกล่าวเฉพาะในรายละเอียดที่เกี่ยวกับการประกอบกิจการโรงงานอุตสาหกรรมโดยตรงเท่านั้น คือ พระราชบัญญัติโรงงาน และพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ

2. พระราชบัญญัติโรงงาน

ตามความในมาตรา 5 ระบุ "โรงงาน" หมายความถึง อาคารสถานที่หรือยานพาหนะที่ใช้เครื่องจักรรวมตั้งแต่สองแรงม้า หรือกำลังเทียบเท่าตั้งแต่สองแรงม้าขึ้นไป หรือใช้คนงาน (ไม่รวมผู้บริหารหรือธุรการ) ตั้งแต่ 7 คนขึ้นไป และอยู่ใน 99 ประเภท ตามที่ประกาศในกฎกระทรวง

หมายเหตุ : พระราชบัญญัตินี้ไม่ใช้บังคับแก่โรงงานของทางราชการ บรรดาที่ดำเนินการโดยทางราชการ เพื่อประโยชน์แห่งความมั่นคงหรือความปลอดภัยของประเทศ แต่โรงงานดังกล่าวต้องดำเนินการต่าง ๆ เพื่ออนุรักษ์สิ่งแวดล้อมตามที่มีประกาศในกฎกระทรวง

$$\left.\begin{array}{l}\text{อาคารสถานที่}\\ \text{ยานพาหนะ}\end{array}\right\} + \left.\begin{array}{l}2 \text{ แรงม้า}\\ 7 \text{ คน}\end{array}\right\} + 99 \text{ ประเภท} = \text{โรงงาน}$$

ความหมายของคำว่า "โรงงาน" ตามพระราชบัญญัติโรงงาน 2512

2.1 <u>การตั้งโรงงาน</u> ก่อนลงมือก่อสร้างอาคารโรงงานหรือติดตั้งเครื่องจักรจะต้องได้รับใบอนุญาตตั้งโรงงานก่อน และก่อนยื่นขออนุญาตตั้งโรงงานควรศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับข้อห้ามต่าง ๆ เพราะมีโรงงานบางประเภท ซึ่งรัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม มีอำนาจประกาศห้ามตั้งหรือขยายโรงงานนโยบายบางประเภท เช่น อุตสาหกรรมลิ่งทอ น้ำตาล ประกอบรถยนต์ น้ำแข็ง หรือผลิตภัณฑ์มันสำปะหลัง เป็นต้น นอกจากนี้ในเขตหวงห้ามบางแห่งก็มีประกาศห้ามตั้งโรงงานไว้ เช่น ห้ามตั้งโรงงานสุรา เบียร์ ในเขตกรุงเทพมหานคร หรือห้ามตั้งโรงงานทุกประเภทในย่านพักอาศัยบางแห่ง เช่น เพลินจิต ริมถนนพระราม 6 บางซ่วง หรือห้ามตั้งโรงงานบางประเภท เช่น ซ่อมเครื่องยนต์ริมถนนพหลโยธินจากอนุสาวรีย์ชัยสมรภูมิถึงสะพานควาย หรือห้ามตั้งโรงงานที่มีน้ำทิ้งมาก หรือโรงงานที่ใช้สารโลหะหนักในขบวนผลิตบริเวณริมแม่น้ำเจ้าพระยา เพื่อการอนุรักษ์แหล่งน้ำดิบของการประปานครหลวงบางตำบลตั้งแต่ปทุมธานีถึงอยุธยา เป็นต้น

การขออนุญาตตั้งโรงงานในเขตกรุงเทพมหานคร จะต้องได้รับอนุญาติจากกรุงเทพมหานครด้วย ส่วนในต่างจังหวัดผู้ว่าราชการจังหวัดจะเป็นผู้พิจารณากลั่นกรองก่อนพร้อมทั้งสรุปความเห็นให้กรมโรงงานอุตสาหกรรมพิจารณา ในกรณีที่เป็นโรงงานประเภทอาหารและยาก็ต้องได้รับอนุญาตจากกระทรวงสาธารณสุข หรือโรงงานแปรรูปไม้ก็ต้องได้รับอนุญาตจากกรมป่าไม้อีก เป็นต้น

จะเห็นได้ว่า การขออนุญาตประกอบกิจการโรงงาน จะต้องได้รับใบอนุญาตจากหลายกระทรวงฯ จนอาจเป็นปัญหาต่อผู้ลงทุน ดังนั้น กรมโรงงานอุตสาหกรรมจึงได้จัดตั้ง "ศูนย์บริการเพื่อการลงทุน" (One Stop Services) ขึ้น เพื่อบริการขออนุญาตจากส่วนราชการที่เกี่ยวข้องให้จนแล้วเสร็จ โดยผู้ลงทุนมายื่นรายละเอียดเพียงที่เดียวในปัจจุบัน ศูนย์บริการฯจะให้บริการโรงงานรวม 6 ประเภท คือ 1) ผลิตภัณฑ์ไม้ 2) อาหาร 3) ยา 4) เครื่องสำอางค์ 5) วัตถุมีพิษ และ 6) อาหารสัตว์ ตลอดจนการให้บริการขออนุญาตก่อสร้างอาคาร ขุดเจาะบ่อน้ำบาดาลและการเก็บรักษาน้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับโรงงาน 6 ประเภทดังกล่าวด้วย

ในขั้นตอนขออนุญาตตั้งโรงงาน หากการประกอบกิจการอาจมีปัญหาสิ่งแวดล้อม ผู้ขอตั้งโรงงานจะต้องแสดงรายละเอียดมาตรฐานในการป้องกันหรือขจัดปัญหามลพิษทั้งทางน้ำและอากาศด้วย หากเป็นการขออนุญาตตั้งโรงงานขนาดใหญ่ เช่น 1) โรงงานผลิตเยื่อกระดาษ 2) คลอ-แอลคาไลด์ 3) เปโตรเคมี 4) กลั่นน้ำมันปิโตรเลี่ยม 5) ซีเมนต์ 6) ถลุงเหล็ก 7) แปรสภาพก๊าซธรรมชาติ

และ 8) ถลุงแร่ จะต้องทำรายงานผลกระทบฯ โดยบริษัทที่ปรึกษาที่ลงทะเบียนกับสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (สวล.) แนบเล่มเสนอให้กรมโรงงานอุตสาหกรรมเพื่อส่งให้สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมพิจารณาต่อไป เมื่อ สวล.ให้ความเห็นชอบแล้ว กรมโรงงานอุตสาหกรรมจึงจะออกใบอนุญาตตั้งให้ได้

2.2 <u>การขอเปิดประกอบกิจการ</u> เมื่อโรงงานก่อสร้างอาคาร ติดตั้งเครื่องจักรและเครื่องมือรักษาสิ่งแวดล้อมตามแบบที่เสนอไว้แล้วเสร็จ โรงงานจะต้องยื่นคำร้องขอเปิดประกอบกิจการ จากนั้นเจ้าหน้าที่จะออกตรวจสอบรายละเอียดเครื่องจักรและเครื่องมือรักษาสิ่งแวดล้อม หากเป็นไปตามรายละเอียดที่ได้รับอนุมัติไว้ตอนขอตั้งก็จะได้รับใบอนุญาตให้ประกอบกิจการ

2.3 <u>การต่ออายุ</u> ใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงาน มีอายุใช้ได้ 3 ปีปฏิทิน (นับถึง 31 ธันวาคม ของปีที่สาม) ดังนั้น เมื่อใบอนุญาตประกอบกิจการฯจะหมดอายุและถ้าประสงค์จะประกอบกิจการโรงงานต่อไป จะต้องยื่นคำร้องขอต่ออายุใบอนุญาตประกอบกิจการ ก่อนที่ใบอนุญาตเดิมจะหมดอายุ เมื่อได้ยื่นคำร้องแล้วก็สามารถดำเนินกิจการต่อไปได้จนกว่าจะมีคำสั่งถึงที่สุดไม่อนุญาตให้ต่ออายุ โดยไม่คำนึงถึงว่า เจ้าหน้าที่จะใช้เวลาพิจารณาการต่ออายุนานสักเท่าใด สำหรับการต่ออายุใบอนุญาตประกอบกิจการของโรงงานขนาดใหญ่ 7 ประเภท กระทรวงอุตสาหกรรมก็ได้มีประกาศฉบับที่ 15 (พ.ศ.2527) กำหนดให้ผู้ขอต่ออายุ จัดทำรายงานผลกระทบฯ แนบมาพร้อมกับคำขอด้วย เพื่อที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมจะได้จัดส่งต่อให้ สวล.พิจารณาให้ความเห็นชอบก่อน ก่อนที่จะออกใบอนุญาตต่ออายุให้ ส่วนรายละเอียดโปรดดูในประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 15 ในภาคผนวก

โรงงานต้องแสดงใบอนุญาตประกอบกิจการไว้ ณ ที่เปิดเผยเห็นได้ง่าย ในกรณีสูญหายหรือมีการเปลี่ยนชื่อโรงงาน ต้องแจ้งให้เจ้าหน้าที่ทราบภายใน 15 วัน

2.4 <u>การขยายโรงงาน</u> หมายถึง การเพิ่มกำลังเครื่องจักรมากขึ้นจากเดิมเกินกว่า 50 % สำหรับโรงงานที่เล็กกว่า 20 แรงม้า <u>หรือ</u>เพิ่มตั้งแต่ 10 แรงม้าขึ้นไป สำหรับโรงงานที่มีแรงม้าเกินกว่า 20 แรงม้าขึ้นไป <u>หรือ</u>เปลี่ยนแปลงอาคารทำให้ฐานรากต้องรับน้ำหนักเพิ่มตั้งแต่ 500 กก.ต่อฐานรากขึ้นไป <u>หรือ</u>ก่อสร้างเพิ่มเนื้อที่อาคารเกินกว่าร้อยละ 50 ของพื้นที่เดิม สำหรับโรงงานที่เล็กกว่า 200 ตารางเมตร <u>หรือ</u>เพิ่มเนื้อที่ตั้งแต่ 100 ตารางเมตรขึ้นไปสำหรับอาคารที่ใหญ่กว่า 200 ตารางเมตร

เจ้าของโรงงานที่เข้าข่ายขยายโรงงานดังกล่าวข้างต้น จะต้องแจ้งขออนุญาตขยาย และเมื่อขยายเสร็จแล้วจะต้องแจ้งขอประกอบกิจการส่วนขยาย ซึ่งลักษณะการดำเนินการ จะคล้ายกับการขอตั้งโรงงานและขออนุญาตประกอบกิจการโรงงาน โดยใบอนุญาตให้ประกอบกิจการส่วนขยายจะหมดอายุพร้อม ๆ กับใบอนุญาตประกอบกิจการส่วนเดิม

สำหรับโรงงานที่ขอขยาย หากเป็นโรงงานขนาดใหญ่ 7 ประเภท ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว จะต้องทำรายงานผลกระทบฯ ให้ ส่วล.พิจารณาให้ความเห็นชอบก่อนเช่นเดียวกัน

2.5 <u>การอุทธรณ์</u> หากโรงงานได้รับคำสั่งไม่อนุญาตให้ตั้งหรือขยายโรงงานหรือคำสั่งไม่ออกใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงานให้โรงงานมีสิทธิที่จะอุทธรณ์ต่อรัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม ภายใน 15 วัน นับตั้งแต่วันที่ได้ทราบคำสั่ง และคำวินิจฉัยคำสั่งต่าง ๆ ของรัฐมนตรีฯ ดังกล่าวให้ถือเป็นที่สิ้นสุด

3. <u>การควบคุมปัญหาสิ่งแวดล้อมโรงงาน</u>

กรมโรงงานอุตสาหกรรม มีขั้นตอนต่าง ๆ ในการควบคุม ป้องกัน และแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมทั้งทางด้านน้ำเสียและอากาศเสีย ดังนี้

3.1 <u>ขั้นตอนขออนุญาต</u> ตามที่ได้กล่าวมาแล้ว ก่อนที่ผู้ลงทุนจะได้รับในอนุญาตตั้งหรือขยาย จะต้องแสดงรายละเอียดมาตรการป้องกันสิ่งแวดล้อมจากขบวนการผลิตของตน (นอกเหนือจากการทำรายงานผลกระทบฯ ของ ส่วล.) แนบเสนอมาด้วย และเมื่อได้รับอนุญาตให้ตั้งโรงงานแล้วจะต้องก่อสร้างระบบต่าง ๆ ตามที่ได้เสนอไว้ จึงจะได้รับการพิจารณาอนุญาตให้เปิดประกอบกิจการ

ดังนั้น โรงงานที่มีปัญหามลพิษ จึงจำเป็นต้องมีระบบป้องกันที่เหมาะสมแล้ว จึงจะได้รับอนุญาตให้เปิดดำเนินกิจการได้

3.2 <u>การตรวจติดตามผล</u> ในระหว่างเปิดประกอบกิจการโรงงาน จะมีเจ้าหน้าที่ออกตรวจสอบ ติดตามผล ตลอดจนให้คำแนะนำในการเดินระบบป้องกันมลพิษเป็นระยะ ๆ หากเป็นช่วงฤดูแล้ง กรมโรงงานอุตสาหกรรมจะมีเจ้าหน้าที่ออกไปประจำตามลุ่มน้ำต่าง ๆ ตลอด 24 ชั่วโมง โดยเฉพาะ ณ จุดที่กลุ่มโรงงานอาจก่อปัญหาน้ำเน่าเสียขึ้น ทั้งนี้เพื่อเร่งตรวจสอบและป้องกันมิให้ปัญหาต่าง ๆ เกิดขึ้น

เพื่อให้มีหลักในการตรวจสอบ โดยเฉพาะทางด้านคุณภาพน้ำทิ้งที่จะระบายออกนอกโรงงาน ทางกรมโรงงานอุตสาหกรรมก็ได้ประกาศเป็นประกาศกระทรวงฯ ระบุค่าต่าง ๆ ไว้อย่างชัดเจน ดังปรากฏรายละเอียดตามประกาศ ฉบับที่ 12 (พ.ศ.2525) ในภาคผนวก

อนึ่ง ในขณะนี้ กรมโรงงานอุตสาหกรรมมีประกาศลักษณะนี้เฉพาะทางด้านน้ำทิ้ง ส่วนด้านอากาศเสียกำลังอยู่ในระหว่างหารือกับสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ซึ่งยังไม่มีข้อสรุปในรายละเอียดทางด้านนี้

3.3 <u>การตรวจร้องเรียน</u> ในระหว่างที่ประกอบกิจการในโรงงาน หากโรงงานละเลย ไม่เอาใจใส่ควบคุมดูแลระบบของตนจนทำให้ประชาชนเดือดร้อนและร้องเรียนขึ้น กรมโรงงานอุตสาหกรรมก็มีเจ้าหน้าที่พร้อมที่จะออกไปตรวจสอบข้อเท็จจริง และให้ความเป็นธรรมต่อทุกฝ่าย ซึ่งการร้องเรียนอาจกระทำได้ทั้งผ่านสื่อมวลชน ทางจดหมายหรือโทรศัพท์ ส่วนทางจดหมายนั้นก็สามารถทำหนังสือถึงอธิบดีกรมโรงงานอุตสาหกรรมโดยตรง พร้อมทั้งระบุสถานที่ที่ก่อปัญหาให้ชัดเจน เพื่อที่เจ้าหน้าที่จะได้ไปตรวจสอบได้ถูกต้องและรวดเร็ว

หากพบว่าโรงงานรายใดฝ่าฝืน ก็จะสั่งลงโทษหรือสั่งการให้ปรับปรุงให้แล้วเสร็จภายในกำหนด เมื่อครบกำหนดแล้วก็จะมีเจ้าหน้าที่ออกตรวจและติดตามผลเป็นระยะ ๆ อีก

3.4 <u>จัดให้มีผู้ควบคุมดูแล (Supervisor) และผู้ปฏิบัติงานประจำเครื่อง (Operator)</u> ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 13 และ 22 ดังรายละเอียดในภาคผนวก กำหนดให้โรงงานขนาดใหญ่ดังต่อไปนี้

3.4.1 ที่มีปริมาณน้ำทิ้งตั้งแต่ 60 ลบ.ม./ชั่วโมง (ยกเว้นน้ำหล่อเย็น)

หรือ 3.4.2 ที่มีปริมาณความสกปรกก่อนเข้าระบบบำบัดตั้งแต่ 100 กก./วัน

หรือ 3.4.3 ที่ใช้โลหะหนักในขบวนการผลิต ซึ่งมีน้ำทิ้งตั้งแต่ 50 ลบ.ม./วัน

หรือ 3.4.4 โรงงานขนาดใหญ่ที่เข้าข่ายต้องทำรายงานผลกระทบฯ 8 ประเภท

โรงงานขนาดใหญ่ที่เข้าข่าย 4 ข้อ ดังกล่าวข้างต้น จะต้องมีผู้ควบคุมดูแล และผู้ปฏิบัติงานประจำเครื่อง ที่ขึ้นทะเบียนไว้กับกรมโรงงานอุตสาหกรรม เป็นผู้รับผิดชอบระบบป้องกันสิ่งแวดล้อมเป็นพิษของโรงงาน และทำรายงานรับรองผลวิเคราะห์ปริมาณสารมลพิษยื่นต่อกรมโรงงานอุตสาหกรรมทุก ๆ 3 เดือน

อนึ่ง การวิเคราะห์ปริมาณสารมลพิษ ต้องกระทำโดยห้องวิเคราะห์ของทางราชการ หรือของเอกชนที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมเห็นชอบ (โดยขอขึ้นทะเบียนไว้กับกรมโรงงานอุตสาหกรรม) หากโรงงานมีห้องวิเคราะห์ของตนเองก็สามารถยื่นขอจดทะเบียนได้ ส่วนห้องวิเคราะห์ของเอกชนนั้น จะขอขึ้นทะเบียนได้เฉพาะที่ได้จดทะเบียนเป็นนิติบุคคลแล้วเท่านั้น

ทั้งผู้ควบคุมดูแล ผู้ปฏิบัติงานประจำเครื่อง และห้องวิเคราะห์ที่จดทะเบียนไว้กับกรมโรงงานอุตสาหกรรมจะต้องแจ้งขอต่ออายุทุก ๆ 3 ปี

สำหรับคุณสมบัติของผู้ควบคุมดูแลนั้น จะต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

ก) จบวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาสุขาภิบาล สิ่งแวดล้อม หรือวิศวกรรมเคมี

หรือ ข) จบวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาสุขาภิบาล สิ่งแวดล้อม เคมี หรือเคมีเทคนิค

หรือ ค) จบวิศวกรรมศาสตร์หรือวิทยาศาสตร์สาขาอื่น ต้องมีวิชาเรียนทางด้านสิ่งแวดล้อม 9 หน่วยกิต และมีประสบการณ์ 1 ปีขึ้นไป

หรือ ง) นอกเหนือจากบุคคลในข้อ ก, ข และ ค ผู้จบวิศวกรรมศาสตร์ สาขาเครื่องกลหรือไฟฟ้า สามารถขอขึ้นทะเบียนเป็นผู้ควบคุมดูแลระบบป้องกันอากาศเป็นพิษ เช่น EP, Cyclone, Filter และ Scrubber ได้

หรือ จ) บุคคลที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมเห็นสมควรเป็นราย ๆ ไป

4. <u>การให้บริการด้านสิ่งแวดล้อม</u>

นอกเหนือจากมาตรการควบคุมต่าง ๆ ดังได้กล่าวมาแล้ว กรมโรงงานอุตสาหกรรมก็ตระหนักในมาตรการป้องกันปัญหาต่าง ๆ ควบคู่ไปด้วย จึงได้จัดให้มีการบริการต่าง ๆ ทางด้านสิ่งแวดล้อม ดังนี้

4.1 <u>บริการข้อมูลและบทความทางด้านสิ่งแวดล้อม</u> รวมทั้งฟิล์มภาพยนตร์ และวีดีโอเทป ไว้สำหรับให้ผู้สนใจยืมไปศึกษาและเผยแพร่ฟรี

4.2 <u>ให้คำปรึกษาและออกแบบบริการฟรี</u> นอกเหนือจากการให้คำปรึกษาแก่โรงงานและผู้สนใจทั่วไปเกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อมโรงงานแล้ว กรมโรงงานอุตสาหกรรมยังจัดให้มีการออกแบบระบบขจัดน้ำทิ้งและป้องกันมลพิษทางอากาศไว้บริการแก่โรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็กฟรี เช่น แบบบริการสำหรับโรงก๋วยเตี๋ยว, ลูกชิ้น, หรือโรงงานที่มีสารอินทรีย์อื่นที่คล้ายกัน ขนาด 1, 2 และ

5 ลบ.ม.ต่อวัน โรงฟอกย้อม ขนาด 3.5 ลบ.ม.ต่อชั่วโมง โรงชุบโลหะ ขนาด 2 ลบ.ม.ต่อวัน ระบบบ่อเกรอะที่ระบายน้ำทิ้งลงท่อสาธารณะหรือทะเล หรือระบบขจัดไอกรดและระบบขจัดไอละอองสีของห้องพ่นสี เป็นต้น

4.3 จัดสัมมนาและฝึกอบรม ผู้ประกอบกิจการโรงงาน ผู้ควบคุมดูแลและผู้ปฏิบัติงานประจำเครื่อง เพื่อเพิ่มพูนความรู้และกระตุ้นให้เกิดความรับผิดชอบในปัญหาสิ่งแวดล้อมของชาติ โดยกรมโรงงานอุตสาหกรรมจะจัดขึ้นเป็นระยะ ๆ ทุกปี และในบางโอกาสก็จะจัดร่วมกับสถาบันการศึกษาหรือสถาบันของเอกชน

4.4 ก่อสร้างระบบรวม เพื่อให้บริการแก่กลุ่มโรงงานอันจะเป็นการช่วยประหยัดบุคลากร ค่าไฟฟ้า สารเคมี ฯลฯ ซึ่งระบบรวมจะบริการได้ประหยัดและมีประสิทธิภาพสูงกว่า โดยกรมโรงงานอุตสาหกรรมมีระบบรวมที่ริเริ่มดำเนินการอยู่ในขณะนี้ คือ

4.4.1 ระบบบริการกำจัดกากสารพิษอุตสาหกรรม เพื่อให้บริการในการขจัดน้ำเสียที่มีสารพิษเจือปนจากโรงชุบโลหะ โรงฟอกย้อมขนาดเล็ก และกากสารพิษจากโรงงานทุกประเภทที่เกิดขึ้นจากขบวนการผลิตของโรงงานที่ไม่เหมาะสมที่จะทิ้งปนรวมกับขยะทั้งในรูปของของเหลว ของข้นหนืด หรือของแข็ง โดยทางราชการจะได้จัดตั้งศูนย์บริการขึ้น เพื่อรับกากสารพิษดังกล่าวมาทำลายพิษและจัดการฝังดินอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ ต่อไป ทั้งนี้ กรมโรงงานอุตสาหกรรมจะเป็นผู้จัดหางบประมาณสำหรับการก่อสร้างระบบทำลายพิษต่าง ๆ แล้วให้เอกชนประมูลเข้าเหมาเข้าดำเนินการ ตั้งแต่การขนถ่าย การทำลายพิษ และการขนไปฝัง โดยโรงงานซึ่งเป็นผู้ใช้บริการต้องเป็นผู้จ่ายค่าบริการ

ศูนย์บริการกำจัดกากสารพิษแห่งแรกของประเทศไทย กรมโรงงานอุตสาหกรรมมีแผนที่จะจัดสร้างขึ้นในเขตบางขุนเทียนเพื่อให้บริการแก่โรงงานในย่านธนบุรีและพระประแดง ซึ่งคาดว่าจะแล้วเสร็จและเปิดดำเนินการให้บริการได้ ตั้งแต่ปลายปี 2530 เป็นต้นไป หากบรรลุผลดี กรมโรงงานอุตสาหกรรมก็มีแผนที่จะขยายไปสร้างศูนย์บริการฯที่รังสิต สมุทรปราการ และที่ระยองหรือชลบุรี ต่อไป

4.4.2 ระบบบริการขจัดน้ำเสียรวม โดยที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมพิจารณาเห็นว่า ในบริเวณที่มีโรงงานรวมกลุ่มกันอยู่อย่างหนาแน่นหากสร้างระบบรวมขึ้นบริการดังเช่นระบบรวมของกลุ่มโรงงานน้ำตาล จังหวัดกาญจนบุรี หรือกลุ่มโรงงานฟอกหนัง จังหวัดสมุทรปราการ

จะลันค่าใช้จ่ายในการควบคุมดูแล ค่าไฟฟ้า สารเคมี น้อยกว่า ต่างโรงงานต่างแยกกันทำ ซึ่งยากต่อการควบคุมดูแลและสิ้นเปลืองทรัพยากรของชาติ

กรมโรงงานอุตสาหกรรม จึงมีโครงการที่จะริเริ่มส่งเสริมให้เอกชนเข้ามาลงทุนจัดสร้างระบบรวมขึ้น แล้วเรียกเก็บค่าบริการคืนจากกลุ่มโรงงานหรือลูกค้าอื่นผู้ใช้บริการ โดยกรมโรงงานอุตสาหกรรมจะช่วยสนับสนุนและมอบหมายสิทธิให้เอกชนเข้าดำเนินการในรูปคล้าย ๆ กับการให้สัมปทาน โดยในระยะแรกเริ่มนี้ ได้มีประกาศเชิญชวนเอกชนให้มาลงทุนสร้างระบบรวมเพื่อบริการแก่โรงงานตลาด ร้านค้า และบ้านพักอาศัยในบริเวณถนนสุขสวัสดิ์ พระประแดง จังหวัดสมุทรปราการ นับจากคลองขุนเจ้าเมืองไปจดคลองบางปลากด

4.4.3 <u>การบริการน้ำเพื่อการอุตสาหกรรม</u> น้ำเพื่อการอุตสาหกรรมเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาอุตสาหกรรมของประเทศที่ใดมีน้ำพร้อมควบคู่ไปกับปัจจัยอื่น โรงงานอุตสาหกรรมย่อมจะเลือกทำเลสถานที่นั้นเป็นที่ตั้งโรงงาน ในขณะเดียวกันหากมีโรงงานอุตสาหกรรมตั้งอยู่กันอย่างหนาแน่น ดูดน้ำบาดาลกันจนเกินขีดความสามารถของธรรมชาติที่จะไหลมาทดแทน น้ำใต้ดินนั้นก็จะลดระดับต่ำลง ทำให้ต้องสิ้นค่าสูบน้ำแพงขึ้น และแผ่นดินทรุด เป็นต้น ดังนั้น การจัดหาน้ำผิวดินเพื่อจ่ายทดแทนน้ำบาดาลหรือการจัดหาน้ำดิบเพื่อจูงใจให้โรงงานขยายตัวไปสู่ภูมิภาคตามนโยบายขั้นรัฐบาล จึงอยู่ในระหว่างที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมกำลังดำเนินการอย่างรีบด่วน

4.5 <u>การศึกษาวิจัยและพัฒนามาตรการป้องกันสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ</u> นอกจากการให้บริการในรูปแบบต่าง ๆ ตามที่ได้กล่าวมาแล้ว กรมโรงงานอุตสาหกรรมยังดำเนินการศึกษา ค้นคว้าและวิจัย ตลอดจนหาลู่ทางที่จะพัฒนา ระบบป้องกันสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ การนำของเสียกลับมาใช้ประโยชน์ การตรวจสอบและควบคุม ตลอดจนแนวทางจัดการที่เหมาะสม อาทิการพัฒนาระบบป้องกันขจัดกลิ่นจากโรงงานปลาป่น การประหยัดน้ำในโรงงาน การนำน้ำเสียไปเลี้ยงไร่นา การนำตะกอนจุลินทรีย์ไปเลี้ยงสัตว์หรือการย้ายกลุ่มโรงงานที่มีปัญหามลพิษไปตั้งรวมกัน (Relocation) หรือกำหนดนโยบายจูงใจให้โรงงานไปรวมกลุ่มกันโดยสมัครใจ ณ ตำบลใดตำบลหนึ่ง (Industrial Parks) โดยรัฐจะสนับสนุนทางด้านสาธารณูปโภคทุกอย่าง รวมทั้งการสร้างระบบขจัดน้ำทิ้งรวมให้อย่างจริงจัง

อย่างไรก็ตามแผนการดังกล่าวยังอยู่ในขั้นเพียงเตรียมการ จำเป็นจะต้องรองบประมาณ บุคลากร และการส่งเสริมจากกลุ่มโรงงานผู้ซึ่งจะได้รับผลประโยชน์โดยตรง ทั้งนี้โดยยึดหลักการที่ว่าโรงงานเป็นผู้ทราบปัญหาของตนเองดี หากรวมกลุ่มกันและยอมเฉลี่ยค่าใช้จ่ายในการศึกษาค้นคว้า และพัฒนาเพื่อนำกลับมาใช้เพื่อประโยชน์ของตน โดยมีรัฐเป็นผู้นำและให้เงินอุดหนุน ผลงานที่พัฒนาได้ย่อมจะมีการนำกลับไปใช้งานได้ทันที

5. <u>บทสรุป</u>

การพัฒนาอุตสาหกรรมย่อมจะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมตามมา กรมโรงงานอุตสาหกรรมซึ่งอาศัยอำนาจตามพระราชบัญญัติโรงงาน ได้ทำหน้าที่เป็นผู้ควบคุมดูแลปัญหาสิ่งแวดล้อมเป็นพิษตลอดมา โดยมีมาตรการควบคุมกันตั้งแต่ขั้นเตรียมการขออนุญาตตั้งโรงงาน การตรวจติดตามผล การให้บริการทางด้านสิ่งแวดล้อม ตลอดจนมีแผนงานที่จะดำเนินการ เพื่อลดปัญหาสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ โดยเฉพาะที่เกิดจากโรงงานอุตสาหกรรมให้บรรลุเป้าหมายโดยเร็วและมีประสิทธิภาพสูงสุด เพื่อช่วยกันอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและทรัพยากรของชาติให้เกิดประโยชน์สูงสุดในปัจจุบันกาลและอนาคต

(สำเนา)

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

ฉบับที่ 22 (พ.ศ.2528)

ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ.2512

เรื่อง หน้าที่ของผู้รับใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงาน

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 39 (16) แห่งพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ.2512 รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม ออกประกาศกำหนดหลักเกณฑ์และวิธีการที่ผู้รับใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงานมีหน้าที่ต้องกระทำการดังต่อไปนี้

ข้อ 1 ให้ยกเลิกความในข้อ 1.1 แห่งประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 13 (พ.ศ.2525) ลงวันที่ 4 มิถุนายน 2525 และให้ใช้ความต่อไปนี้แทน

"1.1 โรงงานที่มีปริมาณน้ำทิ้งตั้งแต่ 60 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง (ยกเว้นน้ำหล่อเย็น) หรือมีปริมาณความสกปรกก่อนเข้าระบบบำจัด (B.O.D. Load of Influent) ตั้งแต่ 100 กิโลกรัมต่อวันขึ้นไป"

ข้อ 2 ให้ยกเลิกความในข้อ 2.1 แห่งประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 13 (พ.ศ.2525) ลงวันที่ 4 มิถุนายน 2525 และให้ใช้ความต่อไปนี้แทน

"2.1 ผู้ควบคุมดูแลต้องเป็นผู้มีคุณวุฒิวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต หรือวิทยาศาสตรบัณฑิต ที่มีประสบการณ์ทางด้านสิ่งแวดล้อมซึ่งได้รับความเห็นชอบจากกรมโรงงานอุตสาหกรรม สำหรับกรณีที่เป็นบริษัทวิศวกรที่ปรึกษา (Engineering Consultant Firm) ต้องประกอบด้วยผู้มีคุณวุฒิดังกล่าวข้างต้น"

ข้อ 3 ให้เพิ่มความดังต่อไปนี้เป็นข้อ 4 แห่งประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 13 (พ.ศ.2525) ลงวันที่ 4 มิถุนายน 2525

ข้อ 4 โรงงานที่กล่าวในข้อ 1.1 ถึง 1.10 ต้องจัดทำรายงานผลวิเคราะห์ปริมาณสารมลพิษยื่นต่อกรมโรงงานอุตสาหกรรมทุก ๆ 3 เดือน ตามแบบและวิธีการที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมกำหนด การวิเคราะห์ปริมาณสารมลพิษต้องกระทำโดยห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ของทางราชการ หรือ

ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ของเอกชนที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมเห็นชอบตามระเบียบและวิธีการที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมกำหนด"

ทั้งนี้ ให้มีผลบังคับใช้เมื่อพ้นกำหนดเก้าสิบวันนับแต่วันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป.

ประกาศ ณ วันที่ 31 พฤษภาคม 2528

(ลงนาม) อบ วสุรัตน์

(นายอบ วสุรัตน์)

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

ลำเนา

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

ฉบับที่ 15 (พ.ศ.2527)

ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ.2512

เรื่อง หน้าที่ของผู้รับใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงาน

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 39 (16) แห่งพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ.2512 รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม ออกประกาศกำหนดหลักเกณฑ์และวิธีการที่ผู้รับใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงานมีหน้าที่ต้องกระทำการดังต่อไปนี้

ข้อ 1 ให้ผู้รับใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงานประเภท หรือชนิดตามบัญชีท้ายกฎกระทรวง ฉบับที่ 1 (พ.ศ.2512) ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ.2512 ลำดับที่จะกล่าวต่อไปนี้ ต้องกระทำการตาม ข้อ 2

1.1 โรงงานผลิตเยื่อกระดาษจากไม้ เศษผ้า หรือเส้นใย ตามประเภทหรือชนิดโรงงาน ลำดับที่ 38 (1) ที่มีกำลังผลิตตั้งแต่ 50 ตันต่อวันขึ้นไป

1.2 โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับการผลิตเคมีภัณฑ์ สารเคมี หรือวัสดุเคมีซึ่งมิใช่ปุ๋ย ตามประเภทหรือชนิดโรงงาน ลำดับที่ 42 ดังต่อไปนี้

1.2.1 โรงงานอุตสาหกรรมคลอ-แอลคาไลน์ (chlor-alkaline Industry) ที่ใช้โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) เป็นวัตถุดิบในการผลิตโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) กรดไฮโดรคลอริก (HCl) คลอรีน (Cl_2) โซเดียมไฮโดรคลอไรต์ (NaOCl) และปูนคลอรีน (Bleaching Powder) ที่มีกำลังผลิตสารดังกล่าวแต่ละชนิด หรือรวมกันตั้งแต่ 100 ตันต่อวันขึ้นไป

1.2.2 โรงงานอุตสาหกรรมเปโตรเคมิคัล ที่ใช้วัตถุดิบซึ่งได้จากการกลั่นน้ำมันปิโตรเลียมและหรือการแยกก๊าซธรรมชาติในกระบวนการผลิตตั้งแต่ 100 ตันต่อวันขึ้นไป

1.3 โรงงานกลั่นน้ำมันปิโตรเลียม ตามประเภทหรือชนิดโรงงาน ลำดับที่ 49

1.4 โรงงานผลิตซีเมนต์ ตามประเภทหรือชนิดโรงงาน ลำดับที่ 57

1.5 โรงงานประกอบกิจการอุตสาหกรรมเกี่ยวกับการถลุง หลอมหรือผลิตเหล็กหรือเหล็กกล้า ในขั้นต้น (Iron and Steel Basic Industries) ตามประเภทหรือชนิดโรงงาน ลำดับที่ 59 ที่ใช้แร่เหล็กและหรือเศษเหล็กเป็นวัตถุดิบ โดยมีกำลังผลิตตั้งแต่ 100 ตันต่อวันขึ้นไป หรือที่มีเตาอบหรือเตาหลอมมีปริมาณรวมกันทั้งสิ้นตั้งแต่ 5 ตันต่อครั้งขึ้นไป

1.6 โรงงานประกอบกิจการอุตสาหกรรมเกี่ยวกับการถลุง และหลอมโลหะในขั้นต้นซึ่งมิใช่เหล็กกล้า (Non-ferrous Metal Basic Industries) ตามประเภทหรือชนิดโรงงาน ลำดับที่ 60 ที่มีกำลังผลิตตั้งแต่ 50 ตันต่อวันขึ้นไป

ข้อ 2 เมื่อยื่นคำขอต่ออายุใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงาน ต้องทำรายงานเกี่ยวกับการศึกษาและมาตรการป้องกันและแก้ไขผลกระทบกระเทือนต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อมตามข้อ 3 แนบมาพร้อมกับคำขอด้วย

ข้อ 3 รายงานเกี่ยวกับการศึกษาและมาตรการป้องกันและแก้ไขผลกระทบกระเทือนต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อม ต้องประกอบด้วยรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 รายละเอียดโครงการและการเลือกสถานที่ตั้ง เช่น กระบวนการผลิต ปริมาณวัตถุดิบ ผลิตภัณฑ์ที่ได้ ปริมาณเชื้อเพลิง ตลอดจนวิธีพิจารณาเลือกสถานที่ตั้งโรงงาน

3.2 สภาพแวดล้อมในปัจจุบัน เช่น คุณภาพและปริมาณของแหล่งน้ำใต้ดินและผิวดิน คุณภาพอากาศ ตลอดจนการประมง สัตว์ป่า ป่าไม้ การขนส่ง เกษตรกรรม น้ำใช้ ไฟฟ้า และการใช้ที่ดิน

3.3 การวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม เช่น วิเคราะห์ระดับความรุนแรงของผลกระทบของโครงการที่มีต่อสภาพแวดล้อมในปัจจุบัน ตามรายละเอียดในข้อ 3.2

3.4 มาตรการควบคุม ป้องกัน และหรือแก้ไขเพื่อลดผลกระทบที่ได้จากการวิเคราะห์ในข้อ 3.3 ซึ่งมีระดับความรุนแรงสูง

3.5 การหมุนเวียนใช้ประโยชน์จากของเสีย เช่น วิธีการที่จะนำของเสียในโรงงานมาใช้ประโยชน์ใหม่ เพื่อเป็นการประหยัดวัตถุดิบและลดปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นจากโรงงาน

3.6 การติดตามตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อม เช่น แสดงแผนงานที่โรงงานจะดำเนินการเก็บตัวอย่างน้ำและอากาศในบริเวณแหล่งที่จะได้รับผลจากโครงการโดยรอบบริเวณโรงงาน โดยกำหนดจุดเก็บตัวอย่าง เวลาที่เก็บตัวอย่าง จำนวนตัวอย่าง ตลอดจนวิธีการวิเคราะห์ตัวอย่างเหล่านั้น

ประกาศ ณ วันที่ 27 มกราคม 2527

อบ วสุรัตน์

(นายอบ วสุรัตน์)

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

(ล้าเนา)

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

ฉบับที่ 12 (พ.ศ.2525)

ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ.2512

เรื่อง หน้าที่ของผู้รับใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงาน

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 39(6) แห่งพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ.2512 รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม ออกประกาศกำหนดหลักเกณฑ์และวิธีการที่ผู้รับใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงานทุกประเภทหรือชนิดที่มีหน้าที่กระทำการเกี่ยวกับการระบายน้ำทิ้งดังต่อไปนี้

ให้ยกเลิกความในข้อ 22 แห่งประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 2 (พ.ศ.2513) ลงวันที่ 24 กรกฎาคม 2513 และให้ใช้ความต่อไปนี้แทน

"ข้อ 22 ห้ามมิให้ระบายน้ำทิ้งออกจากโรงงาน เว้นแต่ได้ทำการอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง แต่ต้องไม่ใช้วิธีทำให้เจือจาง (Dilution) โดยให้น้ำทิ้งมีลักษณะดังต่อไปนี้

(1) ค่าของความเป็นกรดด่าง (pH value) ระหว่าง 5 ถึง 9

(2) ค่าของเปอร์มังกาเนต (Permanganate value) ไม่มากกว่า 60 มิลลิกรัมต่อลิตร

(3) สารที่ละลายได้ (Dissolved Solids) ต้องมีค่าดังนี้

3.1 สารที่ละลายได้ (Dissolved Solids) ต้องไม่มากกว่า 2,000 มิลลิกรัมต่อลิตร หรืออาจแตกต่างจากที่กำหนดไว้ได้ แล้วแต่ภูมิประเทศหรือลักษณะการระบายตามที่พนักงานเจ้าหน้าที่เห็นสมควร แต่ต้องไม่มากกว่า 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

3.2 น้ำทิ้งซึ่งจะระบายออกจากโรงงานลงสู่แหล่งน้ำกร่อยที่มีค่าความเค็ม (Salinity) เกิน 2,000 มิลลิกรัมต่อลิตร หรือลงสู่ทะเล ค่าสารที่ละลายได้ในน้ำทิ้งจะมีค่ามากกว่าค่าสารที่ละลายได้ที่มีอยู่ในแหล่งน้ำกร่อยหรือทะเลได้ไม่เกิน 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

(4) ซัลไฟด์ (Sulphide) คิดเทียบเป็นไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) ไม่มากกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร

(5) ไซยาไนด์ (Cyanide) คิดเทียบเป็นไฮโดรเจนไซยาไนด์ (HCN) ไม่มากกว่า 0.2 มิลลิกรัมต่อลิตร

(6) โลหะหนักมีค่าดังนี้

6.1 สังกะสี (Zinc) ไม่มากกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตร

6.2 โครเมียม (Chromium) ไม่มากกว่า 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร

6.3 อาร์เซนิค (Arsenic) ไม่มากกว่า 0.25 มิลลิกรัมต่อลิตร

6.4 ทองแดง (Copper) ไม่มากกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร

6.5 ปรอท (Mercury) ไม่มากกว่า 0.005 มิลลิกรัมต่อลิตร

6.6 แคดเมียม (Cadmium) ไม่มากกว่า 0.03 มิลลิกรัมต่อลิตร

6.7 บาเรียม (Barium) ไม่มากกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร

6.8 เซเลเนียม (Selenium) ไม่มากกว่า 0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร

6.9 ตะกั่ว (Lead) ไม่มากกว่า 0.2 มิลลิกรัมต่อลิตร

6.10 นิเกิล (Nickel) ไม่มากกว่า 0.2 มิลลิกรัมต่อลิตร

6.11 แมงกานีส (Manganese) ไม่มากกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตร

(7) น้ำมันทาร์ (Tar) ไม่มีเลย

(8) น้ำมันและไขมัน (Oil & Grease) ไม่มากกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตร ยกเว้นโรงงานกลั่นน้ำมัน และโรงงานประกอบกิจการผลิตน้ำมันหล่อลื่น จาระบี ตามประเภทหรือชนิดโรงงาน ลำดับที่ 49, 50(4) แห่งกฎกระทรวง ฉบับที่ 1 (พ.ศ.2512) ให้มีน้ำมันไม่มากกว่า 15 มิลลิกรัมต่อลิตร

(9) ฟอร์มันดีไฮด์ (Formaldehyde) ไม่มากกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร

(10) ฟีนอลและหรือครีโซลส์ (Phenols & Cresols) ไม่มากกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร

(11) คลอรีนอิสระ (Free chlorine) ไม่มากกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร

(12) ยาฆ่าแมลง (Insecticide) สารกัมมันตรังสี ไม่มีเลย

(13) ถ้าอัตราส่วนผสมระหว่างน้ำทิ้งกับน้ำในลำน้ำสาธารณะอยู่ระหว่าง 1 ต่อ 8 ถึง 1 ต่อ 150 สารที่ลอยเจือปนอยู่ต้องไม่มากกว่า 30 ส่วนใน 1,000,000 ส่วน ถ้าอัตราส่วนผสมระหว่างน้ำทิ้งกับน้ำในลำน้ำสาธารณะอยู่ระหว่าง 1 ต่อ 151 ถึง 1 ต่อ 300 สารที่ลอยเจือปนอยู่ต้องไม่มากกว่า 60 ส่วนใน 1,000,000 ส่วน ถ้าอัตราส่วนผสมระหว่างน้ำทิ้งกับน้ำในลำน้ำสาธารณะอยู่ระหว่าง 1 ต่อ 301 ถึง 1 ต่อ 400 สารที่ลอยเจือปนอยู่ต้องไม่มากกว่า 150 ส่วนใน 1,000,000 ส่วน

(14) ค่าของ บี.โอ.ดี. (B.O.D.) (5 วันที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส) ไม่มากกว่า 30 มิลลิกรัมต่อลิตรหรืออาจแตกต่างจากที่กำหนดไว้ได้ แล้วแต่ภูมิประเทศ หรือลักษณะการระบายตามที่พนักงานเจ้าหน้าที่เห็นสมควร แต่ต้องไม่มากกว่า 60 มิลลิกรัมต่อลิตร (บี.โอ.ดี. หรือ B.O.D. ย่อมาจาก Biochemical Oxygen Demand) ยกเว้นเฉพาะโรงงานประเภทหรือชนิดดังต่อไปนี้

14.1 โรงงานประกอบกิจการทำอาหารจากสัตว์น้ำ และบรรจุในภาชนะที่ผนึกและอากาศเข้าไม่ได้ ตามประเภทหรือชนิดโรงงานลำดับที่ 3 (1) แห่งกฎกระทรวง ฉบับที่ 1 (พ.ศ.2512) ต้องมีค่า บี.โอ.ดี. (B.O.D.) ไม่มากกว่า 200 มิลลิกรัมต่อลิตร และนับตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2526 เป็นต้นไป ต้องมีค่า บี.โอ.ดี. (B.O.D.) ไม่มากกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

14.2 โรงงานผลิตแป้งมันสำปะหลัง ตามประเภทหรือชนิดโรงงานลำดับที่ 9 (3) แห่งกฎกระทรวง ฉบับที่ 1 (พ.ศ.2512) ซึ่งมีกรรมวิธีผลิตดังนี้

14.2.1 เหวี่ยงแยกแป้งแล้วทำให้แห้งด้วยลมร้อน ต้องมีค่า บี.โอ.ดี. (B.O.D.) ไม่มากกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร และนับแต่วันที่ 1 มกราคม 2526 เป็นต้นไปต้องมีค่า บี.โอ.ดี.(B.O.D.) ไม่มากกว่า 20 มิลลิกรัมต่อลิตร หรืออาจแตกต่างจากที่กำหนดไว้ได้ แล้วแต่ภูมิประเทศหรือลักษณะการระบายตามที่พนักงานเจ้าหน้าที่เห็นสมควร แต่ต้องไม่มากกว่า 60 มิลลิกรัมต่อลิตร

14.2.2 แยกแป้งด้วยการตกตะกอนแล้วทำให้แห้งบนพื้นอังไฟ ต้องมีค่า บี.โอ.ดี.(B.O.D.) ไม่มากกว่า 200 มิลลิกรัมต่อลิตร และตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2526 เป็นต้นไป ต้องมีค่า บี.โอ.ดี.(B.O.D.) ไม่มากกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

14.3 โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับทำผลิตภัณฑ์อาหารจากแป้ง เป็นเส้นหรือชิ้น ตามประเภทหรือชนิดโรงงาน ลำดับที่ 10(3) แห่งกฎกระทรวง ฉบับที่ 1 (พ.ศ.2512) ชนิดทำก๋วยเตี๋ยว ขนมจีน และเส้นหมี่ที่ใช้ข้าวเป็นวัตถุดิบไม่เกิน 500 กิโลกรัมต่อวัน ต้องมีค่า บี.โอ.ดี. (B.O.D.) ไม่มากกว่า 150 มิลลิกรัมต่อลิตร และนับตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2526 เป็นต้นไป ต้องมีค่า บี.โอ.ดี.ไม่มากกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

14.4 โรงงานหมัก ฟอก หนังสัตว์ ตามประเภทหรือชนิดโรงงาน ลำดับที่ 29 แห่งกฎกระทรวง ฉบับที่ 1 (พ.ศ.2512) ที่ใช้หนังสัตว์สดเป็นวัตถุดิบต้องมีค่า บี.โอ.ดี.(B.O.D.) ไม่มากกว่า 300 มิลลิกรัมต่อลิตร และนับตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2526 เป็นต้นไป ต้องมีค่า บี.โอ.ดี (B.O.D.) ไม่มากกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

14.5 โรงงานผลิตเยื่อกระดาษจากไม้ ชานอ้อย หญ้า เศษผ้า ฯลฯ ตามประเภทหรือชนิดโรงงาน ลำดับที่ 38 (1) แห่งกฎกระทรวง ฉบับที่ 1 (พ.ศ.2512) ต้องมีค่า บี.โอ.ดี. (B.O.D.) ไม่มากกว่า 150 มิลลิกรัมต่อลิตร และตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2526 เป็นต้นไปต้องมีค่า บี.โอ.ดี.(B.O.D.) ไม่มากกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

14.6 โรงงานห้องเย็น ตามประเภทหรือชนิดโรงงาน ลำดับที่ 92 แห่งกฎกระทรวง ฉบับที่ 1 (พ.ศ.2512) ชนิดที่มีการแกะล้างแล้วแช่แข็งสัตว์น้ำ ต้องมีค่า บี.โอ.ดี.(B.O.D.) ไม่มากกว่า 300 มิลลิกรัมต่อลิตร และนับตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2526 เป็นต้นไป ต้องมีค่า บี.โอ.ดี (B.O.D.) ไม่มากกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

(15) อุณหภูมิของน้ำทิ้งที่จะระบายลงสู่น้ำสาธารณะไม่มากกว่า 40 องศาเซลเซียส

(16) สีหรือกลิ่นของน้ำทิ้ง เมื่อระบายลงสู่ลำน้ำสาธารณะแล้ว ไม่เป็นที่พึงรังเกียจ

ประกาศ ณ วันที่ 18 กุมภาพันธ์ 2525

พลตรี ชาติชาย ชุณหะวัณ

(ชาติชาย ชุณหะวัณ)

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

(ล้าเนา)

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

ฉบับที่ 13 (พ.ศ.2525)

ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ.2512

เรื่อง หน้าที่ของผู้รับใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงาน

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 39 (16) แห่งพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ.2512 รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม ออกประกาศกำหนดหลักเกณฑ์และวิธีการที่ผู้รับใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงานมีหน้าที่ต้องกระทำการดังต่อไปนี้

ข้อ 1 ให้โรงงานดังระกล่าวต่อไปนี้มีผู้ควบคุมดูแลและผู้ปฏิบัติงานประจำเครื่องรับผิดชอบระบบป้องกันสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ ซึ่งมีคุณวุฒิตามที่กำหนดไว้ในข้อ 2

1.1 โรงงานที่มีปริมาณน้ำทิ้งตั้งแต่ 125 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง (ยกเว้นน้ำหล่อเย็น) หรือมีปริมาณความสกปรกก่อนเข้าระบบบำจัด (B.O.D. Load of Influent) ตั้งแต่ 200 กิโลกรัมต่อวันขึ้นไป

1.2 โรงงานที่ใช้โลหะหนักในขบวนการผลิต ซึ่งมีปริมาณน้ำทิ้งตั้งแต่ 50 ลูกบาศก์เมตรต่อวันขึ้นไป และมีปริมาณของโลหะหนักในน้ำทิ้งออกจากโรงงาน มีค่าดังนี้

1.2.1 สังกะสี (Zinc) ตั้งแต่ 250,000 มิลลิกรัมต่อวันขึ้นไป

1.2.2 โครเมียม (Chromium) ตั้งแต่ 25,000 มิลลิกรัมต่อวันขึ้นไป

1.2.3 อาร์เซนิค (Arsenic) ตั้งแต่ 12,500 มิลลิกรัมต่อวันขึ้นไป

1.2.4 ทองแดง (Copper) ตั้งแต่ 50,000 มิลลิกรัมต่อวันขึ้นไป

1.2.5 ปรอท (Mercury) ตั้งแต่ 250 มิลลิกรัมต่อวันขึ้นไป

1.2.6 แคดเมียม (Cadmium) ตั้งแต่ 1,500 มิลลิกรัมต่อวันขึ้นไป

1.2.7 บาเรียม (Barium) ตั้งแต่ 50,000 มิลลิกรัมต่อวันขึ้นไป

1.2.8 เซเลเนียม (Selenium) ตั้งแต่ 1,000 มิลลิกรัมต่อวันขึ้นไป

1.2.9 ตะกั่ว (Lead) ตั้งแต่ 10,000 มิลลิกรัมต่อวันขึ้นไป

1.2.10 นิเกิล (Nickel) ตั้งแต่ 10,000 มิลลิกรัมต่อวันขึ้นไป

1.2.11 แมงกานีส (Manganese) ตั้งแต่ 250,000 มิลลิกรัมต่อวันขึ้นไป

1.3 โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับเหล็กและเหล็กกล้าดังต่อไปนี้

1.3.1 โรงงานที่มีเตาอบหรือใช้น้ำกรดหรือใช้ล่ารที่อาจจะเป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมในขบวนการผลิตและมีกำลังผลิตตั้งแต่ 100 ตันต่อวันขึ้นไป

1.3.2 โรงงานที่มีขนาดเตาหลอมเหล็กมีปริมาตรรวมทั้งสิ้น (Total Capac) ตั้งแต่ 5 ตันต่อครั้ง (Batch) ขึ้นไป

1.4 โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับปิโตรเคมิกอล ที่นำวัตถุดิบซึ่งเป็นผลพลอยได้จากโรงกลั่นน้ำมันมาใช้ในขบวนการผลิตด้วยปริมาณวัตถุดิบตั้งแต่ 100 ตันต่อวันขึ้นไป

1.5 โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับก๊าซธรรมชาติทุกขนาดที่แยกหรือแปรสภาพก๊าซธรรมชาติ (Natural Gas)

1.6 โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับคลอ-แอลคาไล ที่ใช้เกลือแกง (NaCl) เป็นวัตถุดิบในการผลิตโซดาแอ๊ช (Na_2CO_3) โซดาไฟ (NaOH) กรดเกลือ (HCl) คลอรีน (Cl_2) และผงฟอกขาว (HaOCl) ที่มีกำลังผลิตแต่ละตัวหรือรวมกันตั้งแต่ 100 ตันต่อวันขึ้นไป

1.7 โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับการผลิตปูนซีเมนต์ทุกขนาด

1.8 โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับการถลุงแร่หรือหลอมโลหะที่มีกำลังผลิตตั้งแต่ 50 ตันต่อวันขึ้นไป

1.9 โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับการผลิตเยื่อกระดาษได้ตั้งแต่ 50 ตันต่อวันขึ้นไป

1.10 โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับการกลั่นน้ำมันดิบ (Crude Oil Refinery) ทุกขนาด

ข้อ 2 ผู้ควบคุมดูแล, ผู้ปฏิบัติงานประจำเครื่อง ซึ่งรับผิดชอบระบบป้องกันสิ่งแวดล้อมเป็นพิษต้องมีคุณวุฒิดังต่อไปนี้

2.1 ผู้ควบคุมดูแลต้องเป็นผู้มีคุณวุฒิวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต หรือวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเคมีหรือสาขาเคมีเทคนิค หรือสาขาอื่นที่มีประสบการณ์ทางด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งได้รับความเห็นชอบจากกรมโรงงานอุตสาหกรรม สำหรับกรณีที่เป็นบริษัทวิศวกรที่ปรึกษา (Engineering Consultant Firm) ต้องประกอบด้วยผู้มีคุณวุฒิดังกล่าวข้างต้น

2.2 ผู้ปฏิบัติงานประจำเครื่อง (Operator) ต้องมีคุณวุฒิจบมัธยมศึกษาขั้นต้นและได้รับการรับรองจากบุคคลในข้อ 2.1

2.3 บุคคลในข้อ 2.1 และ 2.2 ต้องขึ้นทะเบียนต่อกรมโรงงานอุตสาหกรรมตามระเบียบและวิธีการที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมกำหนด

ข้อ 3 ประกาศฉบับนี้ให้ใช้บังคับเมื่อพ้นกำหนดเก้าสิบวัน นับแต่วันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ 4 มิถุนายน 2525

พลตรี ชาติชาย ชุณหะวัณ

(ชาติชาย ชุณหะวัณ)

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

คุณสมบัติของน้ำทิ้ง

โดย รุ่งนภา ก่อประดิษฐ์สกุล

การขยายตัวของโรงงานอุตสาหกรรม ถ้าไม่ได้สัดส่วนกับการขยายตัวในด้านการบำบัดน้ำเสียแล้ว ย่อมทำให้เกิดภาวะมืดมนของระบบสิ่งแวดล้อมในอนาคตอันใกล้ วัตถุประสงค์ของการศึกษาคุณลักษณะ และปริมาณน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเน้นให้ทุกคนได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของทรัพยากรน้ำ และชี้ให้เห็นปริมาณน้ำทิ้งที่ผลิตได้ต่อวัน และสิ่งเจือปนในน้ำทิ้งนั้นมีอะไรบ้าง และให้ความสนใจในการศึกษาข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับปริมาณและคุณลักษณะน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมอย่างจริงจัง เพื่อประโยชน์ในการวางแผนจัดการป้องกันและแก้ไขสิ่งอันอาจจะเกิดขึ้นเนื่องจากน้ำทิ้งของโรงงานอุตสาหกรรมอย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

การนำไปใช้ประโยชน์

น้ำทิ้ง หมายถึงน้ำที่ได้ผ่านกิจกรรมต่าง ๆ มาแล้ว จึงทำให้ลักษณะของน้ำเปลี่ยนไปขึ้นอยู่กับกิจกรรมนั้น ๆ และสารที่แปลกปนอยู่ในน้ำ มลสารนี้ถ้ามีมากเกินกว่าค่ากำหนดมาตรฐานแล้วจะเป็นสาเหตุเกิดมลภาวะทางน้ำขึ้น

ประเภทของน้ำทิ้ง น้ำทิ้งแบ่งได้เป็น 3 ประเภท ตามแหล่งการเกิด คือ

1. น้ำทิ้งจากชุมชน (Sewage or domestic wastewater) ได้แก่ น้ำทิ้งจากที่พักอาศัย อาคารร้านค้า ตลาด โรงแรม สถานที่ราชการ ฯลฯ อันเกิดจากมนุษย์และสัตว์ น้ำทิ้งประเภทนี้จะมีสารอินทรีย์ต่าง ๆ ปะปนมาก

2. น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม (Industrial wastewater) ได้แก่ น้ำทิ้งที่เกิดจากขบวนการต่าง ๆ ในโรงงานอุตสาหกรรม สิ่งสกปรกในน้ำทิ้งอาจจะมีทั้งอินทรีย์สารและอนินทรีย์สารขึ้นอยู่กับประเภทและชนิดของโรงงานอุตสาหกรรม

3. น้ำทิ้งจากพื้นที่เกษตรกรรม (Agriculture wastewater) ได้แก่น้ำทิ้งจากคอกสัตว์จากพื้นที่ที่เพาะปลูก ส่วนมากจะประกอบด้วยปุ๋ย, อินทรีย์สาร ยาปราบศัตรูพืช เชื้อโรค เป็นต้น

น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม

ในขบวนการอุตสาหกรรมสามารถจำแนกน้ำทิ้งได้ 4 ประเภท คือ

1. น้ำทิ้งที่เกิดจากขบวนการหล่อเย็น (cooling water) เกิดจากการระบายความร้อนในเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่าง ๆ น้ำทิ้งประเภทนี้มักไม่มีสิ่งเจือปนมาก น้ำหล่อเย็นจะมีอุณหภูมิ 40-60 องศาเซลเซียส ซึ่งถือว่าเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตบางชนิด

2. น้ำทิ้งจากขบวนการชะล้าง (wash water) เกิดจากการล้างวัตถุดิบต่าง ๆ ล้างเครื่องจักร ล้างทำความสะอาดพื้นโรงงาน น้ำพวกนี้อาจมีสารอินทรีย์ สารเคมี สารแขวนลอยปนอยู่มาก

3. น้ำทิ้งจากขบวนการผลิต (Process wastewater) เช่น ขบวนการผลิตกระดาษของโรงงานกระดาษ, โรงงานมันสำปะหลัง น้ำทิ้งจากขบวนการผลิต จะมีความสกปรกมาก

4. น้ำทิ้งจากกิจกรรมอื่น ๆ (Miscellaneous wastewater) เช่น น้ำจากหม้อน้ำ, น้ำจากคอนเดนเซอร์ ฯลฯ

ปริมาณน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม

ปริมาณน้ำทิ้งของโรงงานอุตสาหกรรมขึ้นกับชนิดและขนาดของโรงงาน ขึ้นกับขบวนการผลิต และการควบคุมขั้นตอนการผลิต ในประเทศไทยมีโรงงานประเภทต่าง ๆ มากมาย เช่น โรงงานแป้งมันเอสอาร์ จังหวัดชลบุรี ต้องการใช้น้ำในโรงงานถึง 1,785,000 $ม^3$/ปี โรงกลั่นน้ำมันไทย จังหวัดชลบุรี ใช้น้ำ 2,600,000 $ม^3$/ปี เมื่อโรงงานอุตสาหกรรมใช้น้ำในขบวนการต่าง ๆ ปริมาณเท่าใด ปริมาณน้ำทิ้งย่อมมีเพิ่มขึ้นในสัดส่วนนั้น ๆ

การวัดปริมาณน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมให้ถูกต้องแน่นอน ประหยัดและสะดวกที่สุดนั้น ขึ้นอยู่กับการเลือกวิธีการวัด และเครื่องมือวัดให้เหมาะสม

การทิ้งน้ำจากโรงงานมี 2 วิธี

1. น้ำทิ้งไหลตามท่าด้วยแรงดัน (Pressure flow) การวัดสามารถใช้มิเตอร์วัดได้

2. น้ำทิ้งไหลตามท่อตามธรรมชาติ (open channel flow) การวัดน้ำทิ้งประเภทนี้ อาจใช้ (current meter) หรือการใช้ฝายน้ำล้น (weir)

Current meter เป็นเครื่องมือวัดความเร็วของน้ำไหล โดยหลักการเมื่อเราทราบความเร็วเฉลี่ยของน้ำ และทราบพื้นที่ภาคตัดขวางของท่อส่วนที่มีน้ำไหล เราสามารถคำนวนปริมาณน้ำทิ้งได้ตามสูตร

ปริมาณน้ำทิ้ง = ความเร็วเฉลี่ย x พื้นที่หน้าตัดของของน้ำในท่อหรืออาจใช้ทุ่นลอยแล้วจับเวลาในระยะทางที่แน่นอน ความเร็วที่วัดได้โดยทุ่นลอยจะเท่ากับ 0.8 เท่าของความเร็วเฉลี่ยแล้วคำนวนหาปริมาณการไหลของน้ำได้ในทำนองเดียวกัน

weir เป็นวิธีที่นิยมใช้ในกรณีที่น้ำไหลตามทางระบายน้ำ ฝายน้ำล้นเป็นแผ่นกั้นขวางทางน้ำไหล เมื่อน้ำเต็มจะไหลล้นแผ่นกั้น ปริมาณการไหลจะสัมพันธ์กับระดับเหนือฝายน้ำล้น แต่วิธีนี้ไม่เหมาะกับน้ำทิ้งที่มีตะกอนมาก ตะกอนที่ตกค้างหลังฝายทำให้กำหนดปริมาณน้ำทิ้งคลาดเคลื่อนได้

<u>สิ่งสกปรกหรือสิ่งแปลกปลอมในน้ำทิ้งประกอบด้วย</u>

1. จุลินทรีย์ จะพบมีปริมาณมากและหลายชนิดในน้ำทิ้งจากแหล่งชุมชน จุลินทรีย์ส่วนใหญ่จะเป็นพวกแบคทีเรียและเชื้อโรคต่าง ๆ

2. สารอินทรีย์ เช่น แป้ง น้ำตาล โปรตีน

3. ตะกอนแขวนลอย คือสิ่งสกปรกที่อยู่ในรูปของแข็งที่ไม่ละลายน้ำ ซึ่งแขวนลอยอยู่ เช่น ตะกอนดินทราย ตะกอนแป้ง เศษเยื่อกระดาษ

4. สารพิษ เช่น โลหะหนัก ปรอท แคดเมียม ไซยาไนด์ ยาฆ่าแมลง ยาปราบวัชพืช ยาฆ่าเชื้อรา

5. trace organics สารอินทรีย์ซึ่งแม้จะมีอยู่ในปริมาณน้อยแต่ก็ทำให้เกิดกลิ่นและรส เช่น ฟีนอล และคลอรีน

6. สารประกอบไนโตรเจน และฟอสฟอรัส สารพวกนี้ถ้ามีมากจะทำให้สาหร่ายพวก algae เจริญอย่างรวดเร็ว ทำให้สำน้ำมีสีเขียวขุ่น

ตัดตอนจาก วิทยาสารสิ่งแวดล้อม ฉบับที่ 1 สิงหาคม 2522

ตารางที่ 1 แสดงคุณลักษณะที่สำคัญของน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมประเภทต่าง ๆ

กรุฟที่ 1 เป็นสิ่งเจือปนในน้ำทิ้งที่มีปริมาณสูงของโรงงานแต่ละประเภท จำเป็นต้องตรวจควบคุมปริมาณให้ได้มาตรฐาน ก่อนทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม

กรุฟที่ 2 เป็นสิ่งเจือปนในน้ำทิ้งที่โรงงานจำเป็นต้องตรวจเพิ่มเติมในโรงงานแต่ละประเภทเพื่อเป็นข้อมูลคุณภาพน้ำทิ้งแต่ละโรงงาน

กรุฟที่ 1	กรุปที่ 2
<u>โรงงานผลิตภัณฑ์อลูมิเนียม</u>	
สารแขวนลอยในน้ำ	สารละลายน้ำได้ทั้งหมด
คลอรีนอิสระ	ฟีนอล
ฟลูออไรด์	อลูมิเนียม
ฟอสฟอรัส	
น้ำมันและไขมัน	
พีเอช	
<u>โรงงานผลิตรถยนต์</u>	
สารแขวนลอยในน้ำ	ซีโอดี
น้ำมันและไขมัน	คลอไรด์
บีโอดี	ไนเตรต
โครเมียม	อัมโมเนีย
ฟอสฟอรัส	ซัลเฟต
ไซยาไนด์	ตีบุก
ทองแดง	
นิเกิล	
เหล็ก	
สังกะสี	
ฟีนอล	

กรุปที่ 1	กรุฟที่ 2
<u>โรงงานปุ๋ยไนโตรเจน</u>	
แอมโมเนีย	แคลเซียม
คลอไรด์	ซีโอดี
โครเมียม	แกล่ยีวภาพ
ล่ารที่ละลายน้ำ	เหล็ก
ไนเตรต	ไขมันและน้ำมัน
ซัลเฟต	พีเอช
ล่ารแขวนลอย	ฟอล่เฟต
ยูเรียและล่ารประกอบอนินทรีย์อื่น	โซเดียม
ลังกะลี	อุณหภูมิ
<u>โรงงานปุ๋ยฟอล่เฟต</u>	
แคลเซียม	แอซิดดีตี้
ล่ารที่ละลายน้ำได้	อลูมิเนียม
ฟลูออไรด์	อาเซนิก
พีเอช	ซัลเฟต
ฟอล่ฟอรัล่	เหล็ก
ล่ารแขวนลอยในน้ำ	ยูเรีย
อุณหภูมิ	ปรอท
<u>โรงงานแก้วและกระจก</u>	
ซีโอดี	บีโอดี
พีเอช	โครเมต
ฟอล่ฟอรัล่	ลังกะลี
ซัลเฟต	ทองแดง
ล่ารที่แขวนลอยในน้ำ	โครเมียม
อุณหภูมิ	เหล็ก

กรุฟที่ 1	กรุฟที่ 2
<u>โรงงานน้ำตาล</u>	
บีโอดี	ไนโตรเจน
พีเอช	ฟอสฟอรัส
สารแขวนลอยในน้ำ	อุณหภูมิ
โคลิฟอร์ม	สี
ไขมันและน้ำมัน	ความขุ่น
สารพิษ	วัสดุที่ลอยน้ำ
<u>โรงงานผักและผลไม้กระป๋อง</u>	
บีโอดี	สี
ซีโอดี	ฟีคอล โคลิฟอร์ม
พีเอช	ฟอสฟอรัส
สารแขวนลอยในน้ำ	อุณหภูมิ
	ทีโอดี
	ของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด
<u>ฟาร์มสัตว์เลี้ยง</u> (คอกสัตว์)	
บีโอดี	ฟีคอล โคลิฟอร์ม
ซีโอดี	ไนโตรเจน
ปริมาณของแข็งทั้งหมด	ฟอสเฟต
พีเอช	ทีโอดี
	สารที่ละลายน้ำทั้งหมด
<u>โรงงานผลิตภัณฑ์นม</u>	
บีโอดี	คลอไรด์ อุณหภูมิ
ซีโอดี	สี สารพิษ
พีเอช	ไนโตรเจน ความขุ่น
	ฟอสฟอรัส

กรุฟที่ 1	กรุฟที่ 2
<u>โรงงานผลิตแอล่เบล่ตอล่</u>	
บีโอดี	โครเมต
ซีโอดี	ฟอล่เฟต
พีเอช่	ลังกะลี
ล่ารแขวนลอยในน้ำ	ซัลเฟต
	ล่ารที่ละลายน้ำทั้งหมด
<u>โรงงานซีเมนต์คอนกรีต ปูน และยิปซั่ม</u>	
ซีโอดี	อัลคาไลนิตี้
พีเอช่	โครเมต
ล่ารแขวนลอยในน้ำ	ฟอล่เฟต
อุณหภูมิ	ลังกะลี
	ซัลเฟต
	ล่ารที่ละลายน้ำทั้งหมด
<u>โรงงานผลิตอาหารจากเมล็ดพืช</u>	
บีโอดี	ซีโอดี
ล่ารแขวนลอยในน้ำ	พีเอช่
อุณหภูมิ	ทีโอดี
	ล่ารที่ละลายน้ำทั้งหมด
<u>โรงงานผลิตภัณฑ์ล่ารเคมี</u>	
แอลิตดิตี้	บีโอดี ไซยาไนต์ ฟอล่ฟอรัล่
อัลคาไลนิตี้	ซีโอดี ปรอท อาเซนิค
ปริมาณของแข็งในน้ำทั้งหมด	ทีโอดี โครเมียม อุณหภูมิ
ล่ารแขวนลอยทั้งหมด	ฟีนอล ตะกั่ว อะลูมิเนียม
ล่ารที่ละลายน้ำทั้งหมด	ฟลูออไรด์ ติตาเนียม
คลอไรด์	ซีลิเกต โบรอน

กรุฟที่ 1	กรุฟที่ 2
<u>โรงงานฟอกหนังและผลิตภัณฑ์จากหนังสัตว์</u>	
บีโอดี	อัลคาไลนิตี้
พีเอช	สี
สารแขวนลอยในน้ำ	ความกระด้าง
ซีโอดี	ไนโตรเจน
โครเมียม	เกลือแกง
ไขมัน	อุณหภูมิ
ของแข็งทั้งหมดในน้ำ	สารพิษ
<u>โรงฆ่าสัตว์</u>	
บีโอดี	แอมโมเนีย
พีเอช	ความขุ่น
สารแขวนลอยในน้ำ	สารที่ละลายน้ำทั้งหมด
น้ำมันและไขมัน	ฟอสเฟต
โคลิฟอร์ม	สี
สารพิษ	
<u>โรงงานชุบโลหะ</u>	
ซีโอดี	
ไขมันและน้ำมัน	
โลหะหนัก	
สารแขวนลอยในน้ำ	
ไซยาไนด์	
<u>โรงงานสารอินทรีย์เคมี</u>	
บีโอดี	ทีโอดี
ซีโอดี	ออแกนิกคลอไรด์

กรุฟที่ 1	กรุฟที่ 2
โรงงานสารอินทรีย์เคมี (ต่อ)	
พีเอช	ฟอสฟอรัส
สารแขวนลอยในน้ำทั้งหมด	ไนโตรเจน
สารละลายน้ำทั้งหมด	ไซยาไนด์
	โลหะหนัก
	ฟีนอล
โรงงานกลั่นน้ำมัน	
แอมโมเนีย	คลอไรด์
ซีโอดี	สี
โครเมียม	ทองแดง
บีโอดี	ไซยาไนด์ ทีโอดี
น้ำมันดิบ	เหล็ก สารพิษ
พีเอช	ตะกั่ว ความขุ่น
ฟีนอล	เมอแคปแตน สังกะสี
ซัลไฟด์	ไนโตรเจน
สารแขวนลอยในน้ำ	กลิ่น
อุณหภูมิ	ฟอสเฟต
สารละลายน้ำทั้งหมด	
โรงงานพลาสติก	
บีโอดี	สารละลายน้ำทั้งหมด
ซีโอดี	ซัลเฟต
พีเอช	ฟอสฟอรัส
สารแขวนลอยในน้ำทั้งหมด	ออร์แกนิกไนโตรเจน
น้ำมันและไขมัน	แอมโมเนีย สารพิษ
ฟีนอล	ไซยาไนด์ สังกะสี
	เมอแคปแตน

กรุฟที่ 1	กรุฟที่ 2
<u>โรงงานกระดาษ</u>	
บีโอดี	
ซีโอดี	
ทีโอดี	
พีเอช	นิวเตรียน
สารแขวนลอยในน้ำทั้งหมด	สารละลายน้ำทั้งหมด
โคลิฟอร์ม	
สี	
โลหะหนัก	
สารพิษ	
ความขุ่น	
แอมโมเนีย	
ไขมันและน้ำมัน	
ฟีนอล	
ซัลไฟด์	
<u>โรงงานไฟฟ้ากังหันแกส</u>	
บีโอดี	โบรอน
คลอรีน	ทองแดง
โครเมต	เหล็ก
น้ำมัน	สารอินทรียที่สลายยาก
พีเอช	สังกะสี
ฟอสเฟต	
สารแขวนลอยในน้ำ	
อุณหภูมิ	

กรุฟที่ 1	กรุฟที่ 2
<u>โรงงานอุตสาหกรรมสิ่งทอ</u>	
บีโอดี	โลหะหนัก
ซีโอดี	สี
พีเอช	น้ำมันและไขมัน
สารแขวนลอยในน้ำ	สารพิษ
โครเมียม	ซัลไฟด์
ฟีนอลิก	อุณหภูมิ
อัลคาไลนิตี้	

(เสริมพล รัตสุข และไชยยุทธ กลิ่นสุคนธ์, 2518)

เอกสารอ้างอิง

เสริมพล รัตสุข และไชยยุทธ กลิ่นสุคนธ์, 2518 การกำจัดน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและแหล่งชุมชน สถาบันวิจัยสิ่งแวดล้อมประยุกต์แห่งประเทศไทย.

นงนุช จักรสิรินนท์ การตรวจลักษณะน้ำทิ้งทางเคมี เอกสารประกอบการอบรมทางวิชาการเรื่องเทคนิคใหม่ในการบำบัดน้ำเสีย 17-19 ธันวาคม 2528 โดยสมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)

จุลชีววิทยาและชีวเคมีของการหมักแก๊สชีวภาพ

โดย

เกษร ทวีเศษ

คำนำ

การหมักแก๊สชีวภาพ เป็นขบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ในสภาวะรีดิวส์ (สภาพที่ไม่มีออกซิเจน) ที่ทำให้ธาตุคาร์บอนในสารประกอบอินทรีย์เหล่านี้กลายเป็นธาตุคาร์บอนของแก๊สมีเทนและคาร์บอนไดออกไซด์ หรือกล่าวอีกอย่างหนึ่งว่า การหมักแก๊สชีวภาพ เป็นการย่อยสลายสารอินทรีย์ที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ภายใต้สภาวะรีดิวส์เป็นแก๊สมีเทน ดังนั้นการหมักแก๊สชีวภาพก็คือการหมักมีเทน

การหมักแก๊สชีวภาพหรือการหมักมีเทน เกิดขึ้นได้ในธรรมชาติตามสภาพแวดล้อมที่มีการทับถมของอินทรีย์วัตถุ มนุษย์เราได้นำความรู้เกี่ยวกับการหมักมีเทนมาใช้ประโยชน์อย่างน้อยสองประการด้วยกันคือ (1) การใช้อินทรีย์วัตถุเหลือทิ้งจากกิจกรรมการเกษตรและอุตสาหกรรมมาผลิตแก๊สชีวภาพเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับการหุงต้มโดยเรียกกันว่าเป็นพลังงานทดแทน ซึ่งประเทศจีนและประเทศอินเดียประสพความสำเร็จในการส่งเสริมให้เกษตรกรรู้จักใช้ (2) ใช้ทำ anaerobic digestion ของสิ่งปฏิกูล ตะกอนที่เกิดจากการปรับคุณภาพน้ำทิ้งโดยระบบเติมอากาศ และของเสียที่เป็นของแข็ง ของชุมชนเมืองขนาดใหญ่ของประเทศที่พัฒนาแล้ว (เช่น เมืองโอซากา ประเทศญี่ปุ่น และกรุงลอนดอนกับเมืองเรดดิ้งในประเทศอังกฤษ ซึ่งผู้รายงานได้เคยไปเห็นเมื่อไปศึกษาที่ประเทศทั้งสอง) โดยใช้ anaerobic digestion เป็นขั้นตอนหนึ่งที่จำเป็นของการกำจัดน้ำทิ้ง และสิ่งปฏิกูลเพื่อป้องกันภาวะมลพิษของชุมชน

ในประเทศไทย กองสุขาภิบาล กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข ได้เริ่มส่งเสริมให้เกษตรกรรายย่อยตามชนบททั่วประเทศหมักมูลสัตว์เลี้ยงเป็นแก๊สชีวภาพเพื่อใช้หุงต้มในครัวเรือน เพื่อรักษาสุขลักษณะของชุมชนมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2503 และจากรายงานสรุปผลการดำเนินงาน (1) เมื่อสิ้นเดือนมีนาคม 2525 แสดงว่า ทั่วประเทศไทยมีบ่อแก๊สชีวภาพขนาดครอบครัวภายใต้การดำเนินงานของกองสุขาภิบาลเป็นจำนวน 1555 บ่อ อย่างไรก็ตามจำนวนบ่อแก๊สชีวภาพที่ใช้งานได้ดีมีเพียง 1258 บ่อ ในปัจจุบันนี้ โรงงานอุตสาหกรรมโดยเฉพาะโรงงานผลิตเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ และ

โรงงานผลิตแอลกอฮอล์ซึ่งใช้กากน้ำตาล (molass) เป็นวัตถุดิบหลักส่นใจติดตั้งระบบ anaerobic digestion กำจัดน้ำกากส่า เพื่อป้องกันภาวะมลพิษของชุมชนกับเพื่อผลิตแก๊สชีวภาพ เพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับขบวนการผลิตแอลกอฮอล์ ทั้งนี้บริษัทได้ตกลงซื้อเทคโนโลยีของการผลิตแก๊สชีวภาพจากต่างประเทศเป็นที่เรียบร้อย นอกจากนี้ในประเทศไทยยังมีชีวมวลที่อยู่ในรูปของอินทรียวัตถุเหลือทิ้งจากการเกษตรกิจ เช่น ฟางข้าว ซังข้าวฟ่าง ซังข้าวโพด และวัชพืช เช่น ผักตบชะวา ในปริมาณมากน่าจะได้มีการจัดการให้มีการนำชีวมวลเหล่านี้มาใช้เป็นวัตถุดิบผลิตแก๊สชีวภาพเพื่อเป็นพลังงานทดแทน เพราะอาจลดภาระการนำเข้าน้ำมันเชื้อเพลิงได้ส่วนหนึ่ง

<u>แก๊สชีวภาพคืออะไร</u>

แก๊สชีวภาพ หรือชีวแก๊ส คือ มีเทนที่เกิดจากการหมักอินทรียวัตถุภายใต้สภาวะไร้อากาศหรือสภาวะรีดิวส์ (reduce) โดยมีจุลินทรีย์หลายชนิดเป็นตัวการให้เกิดการย่อยสลายสารประกอบอินทรีย์ ตามปกติแก๊สที่เกิดจากการหมักอินทรียวัตถุในสภาวะรีดิวส์เป็นแก๊สผสมที่มีมีเทนเป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่ มีคาร์บอนไดออกไซด์และแก๊สอื่นเป็นองค์ประกอบอยู่ด้วย ซึ่งอาจมีสัดส่วนที่อาจเปลี่ยนแปลงได้ตามการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม (เช่น อุณหภูมิ ความเป็นกรด เป็นด่าง และชนิดของวัตถุดิบ) ดังนี้

มีเทน	55 - 65
คาร์บอนไดออกไซด์	35 - 45
ไฮโดรเจน	0 - 8
ไฮโดรเจนซัลไฟด์	0 - 1
ไนโตรเจน	0 - 1

มีเทน เป็นแก๊สที่มีองค์ประกอบทางเคมีที่ง่ายที่สุดในบรรดาแก๊สที่เป็นไฮโดรคาร์บอน (hydrocarbon) ทั้งหลาย เป็นแก๊สที่ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น หนักเป็นครึ่งหนึ่งของน้ำหนักของอากาศ มีอุณหภูมิและความดันวิกฤติ -82^{0}ซ และ 45.8 บรรยากาศตามลำดับ นั่นคือ มีเทนเป็นของเหลวที่อุณหภูมิ -82^{0}ซ หรือต่ำกว่าและต้องใช้ความดัน 45.8 บรรยากาศ ในขณะที่แก๊สอื่น เช่น บิวเทน (butane) เป็นของเหลวที่อุณหภูมิห้องที่ความดันสูงกว่าความดันบรรยากาศเล็กน้อย การใช้แรงอัดเพียงอย่างเดียวไม่สามารถทำให้มีเทนเป็นของเหลวได้ แต่อาจอัดให้มีปริมาตรน้อยได้โดยใช้ถังบรรจุที่แข็งแรง หนา หนัก เป็นพิเศษ เมื่อติดไฟในอากาศมีเทนให้เปลวไฟที่มีสีฟ้าจาง ให้ร้อน 978 B.T.U./ลูกบาศก์ฟุต ที่อุณหภูมิ 650^{0}ซ มีเทนลุกเป็นไฟได้เอง

ชีวเคมีของการหมักแก๊สชีวภาพ

แก๊สชีวภาพ เป็นผลพลอยได้จากการทำเมตาบอลิสมเพื่อการสร้างพลังงานเคมีเพื่อการมีชีวิตอยู่และการเจริญของจุลินทรีย์หลายชนิดที่สามารถย่อยสลายสารอินทรีย์อันได้แก่ คาร์โบไฮเดรท ไขมัน และโปรตีนได้ การย่อยสลายสารอินทรีย์เหล่านี้เป็นมีเทนและคาร์บอนไดออกไซด์อาจเขียนเป็นแผนผังคร่าว ๆ ได้ดังรูปที่ 1 และ 2

รูปที่ 1 ขั้นตอนของการย่อยสลายสารอินทรีย์เป็นแก๊สชีวภาพ

Carbohydrates
(cellulose,
starch)

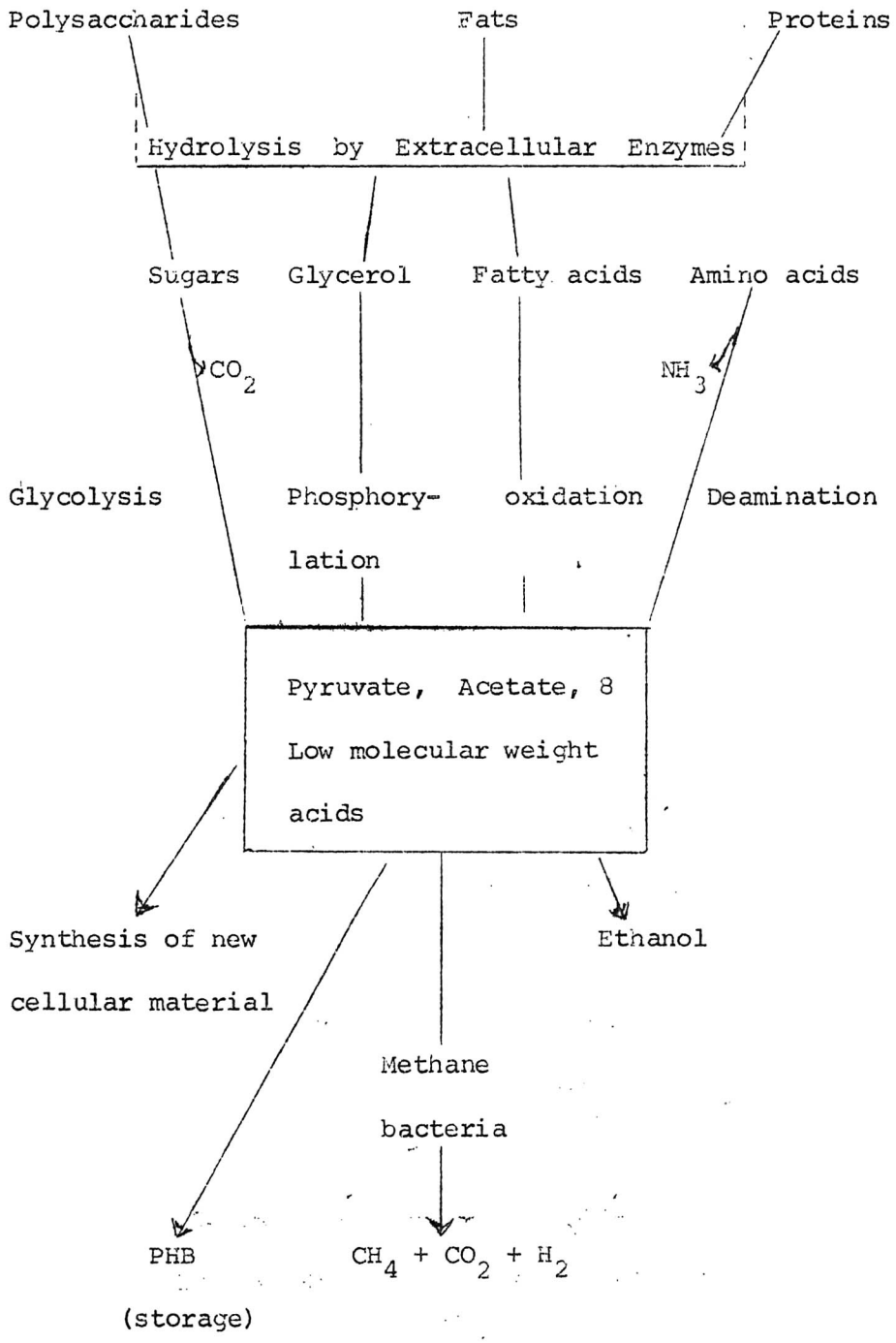
Protein → 1 → Monomers (sugars, amino acids, fatty acids, glycerol) → 2 → Alcohols + CO_2 + H_2 → 3 → Methanol Organic acids Acetate formate CO_2 + H_2 → 4 → CH_4 + CO_2

Lipid → 1 → Monomers (sugars, amino acids, fatty acids, glycerol) → 2 → Alcohols + CO_2 + H_2 → 3 → Methanol Organic acids Acetate formate CO_2 + H_2 → 4 → CH_4 + CO_2

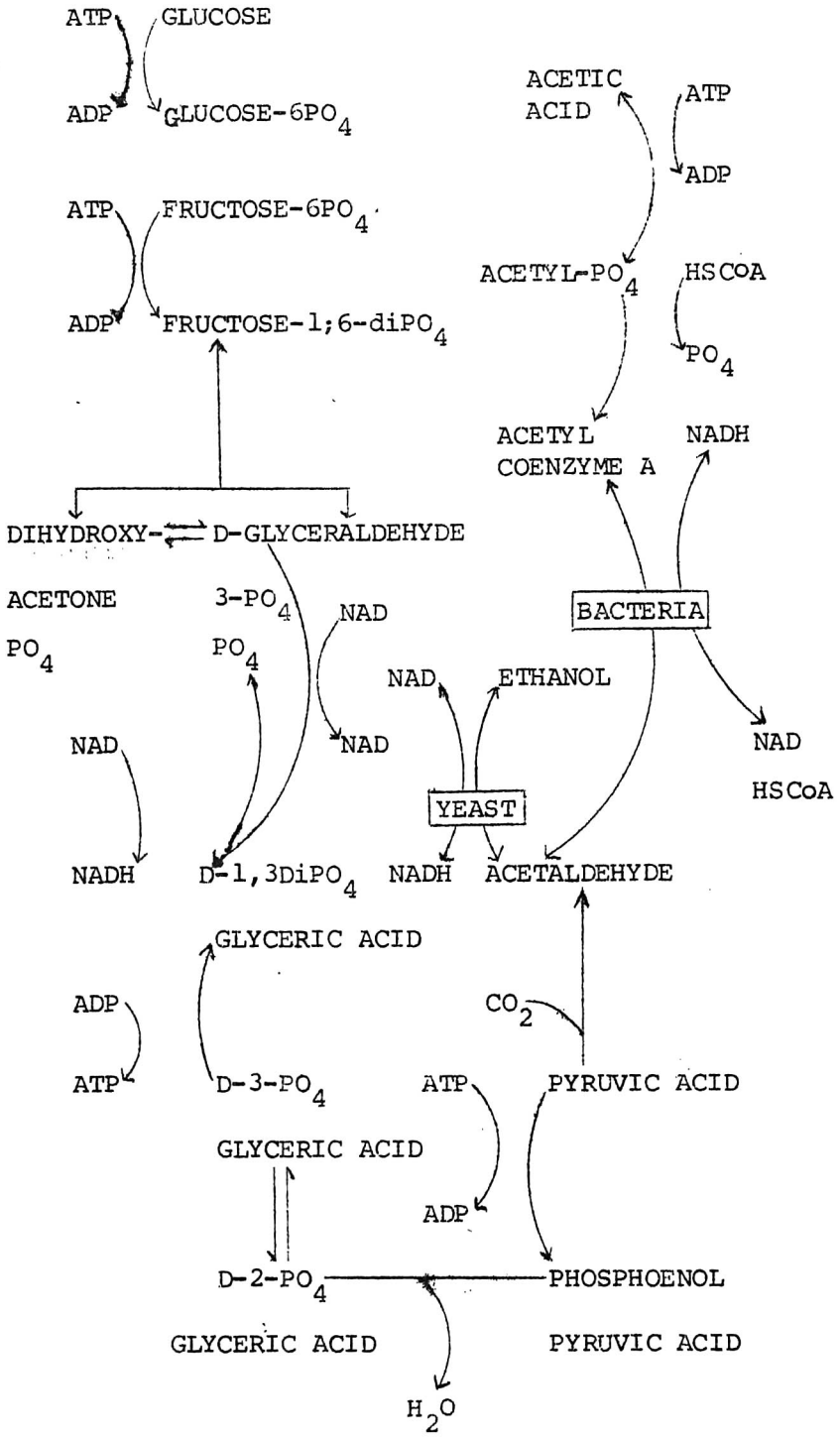
ในขั้นที่ 1 และ 2 สารประกอบอินทรีย์ที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ถูกย่อยสลายเป็นสารประกอบที่เป็นหน่วยย่อยของมัน กล่าวคือ คาร์โบไฮเดรท เช่น เซลลูโลสและแป้งถูกย่อยเป็นกลูโคส โปรตีนถูกเปลี่ยนเป็นกรดอะมิโน และไขมันถูกเปลี่ยนเป็นกรดไขมัน และกลีเซอรีน แล้วสารเหล่านี้จะถูกเฟอร์เมนต์ (ferment) เป็นกรดอินทรีย์หลายชนิด และแอลกอฮอล์ เช่น กรดแลคติก (lactic) กรดบิวทิริค (butyric) และกรดโปรปิโอนิค (propionic) และ ethanol กรดอินทรีย์ ethanol และกรดอะมิโนที่เกิดขึ้นอาจจะถูกเฟอร์เมนต์เป็นกรดอะซิติค (ขั้นที่ 3) ดังรายละเอียดตามรูปที่ 3, 4 และ 5 ซึ่งเป็นตัวอย่างของการย่อยสลายกลูโคส กรดไขมัน และกรดอะมิโนเป็นกรดอะซิติคตามลำดับ ในขั้นที่ 4 เมทานอล (methanol) กรดอะซิติค กรดฟอมิค (formate) และคาร์บอนไดออกไซด์กับไฮโดรเจนที่เกิดขึ้นจากการเฟอร์เมนต์สารอินทรีย์ในขั้น 2 และ 3 จะเป็นอาหารสำหรับบักเตรีกลุ่มที่เรียกว่า methanogens หรือ methanogenic bacteria ใช้และทำให้เกิดมีเทนเป็นสารสุดท้าย (end product)

รูปที่ 2

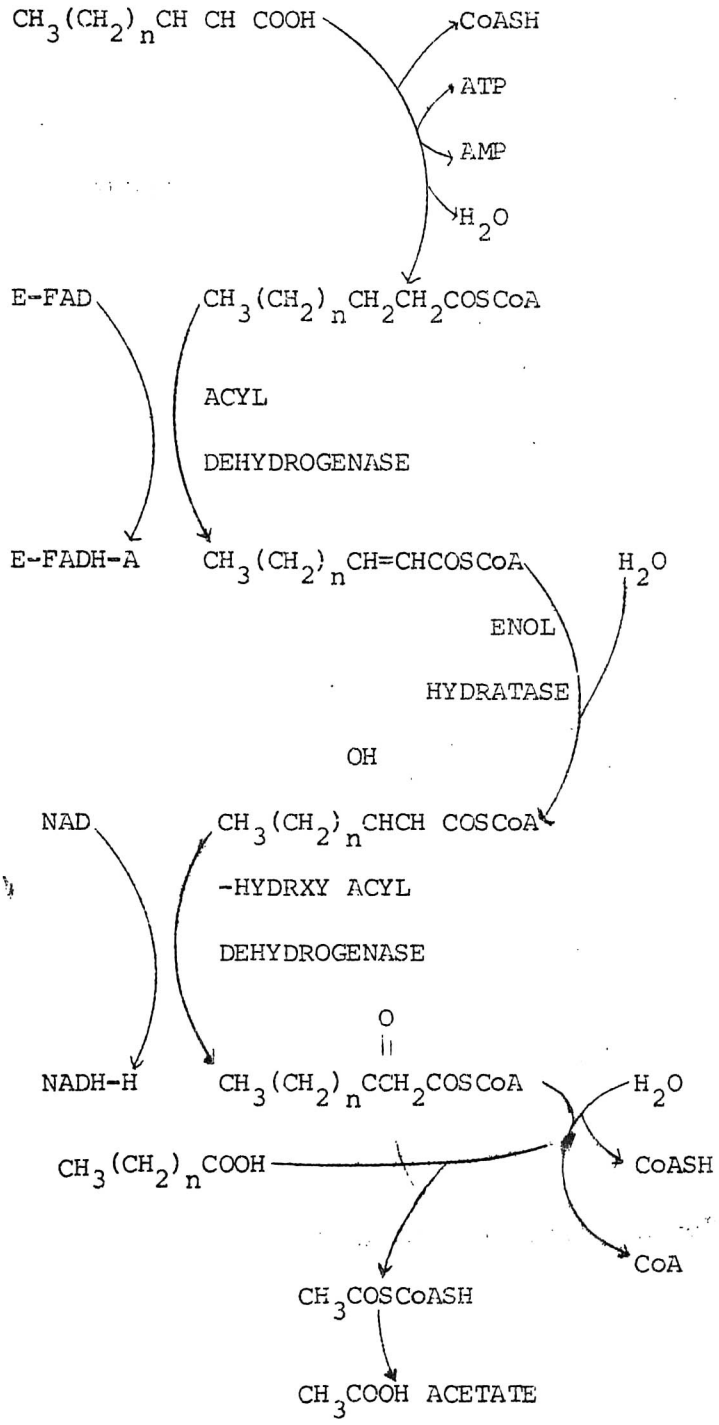
Pathway หลักในการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยจุลินทรีย์ในสภาวะไร้ออกซิเจน



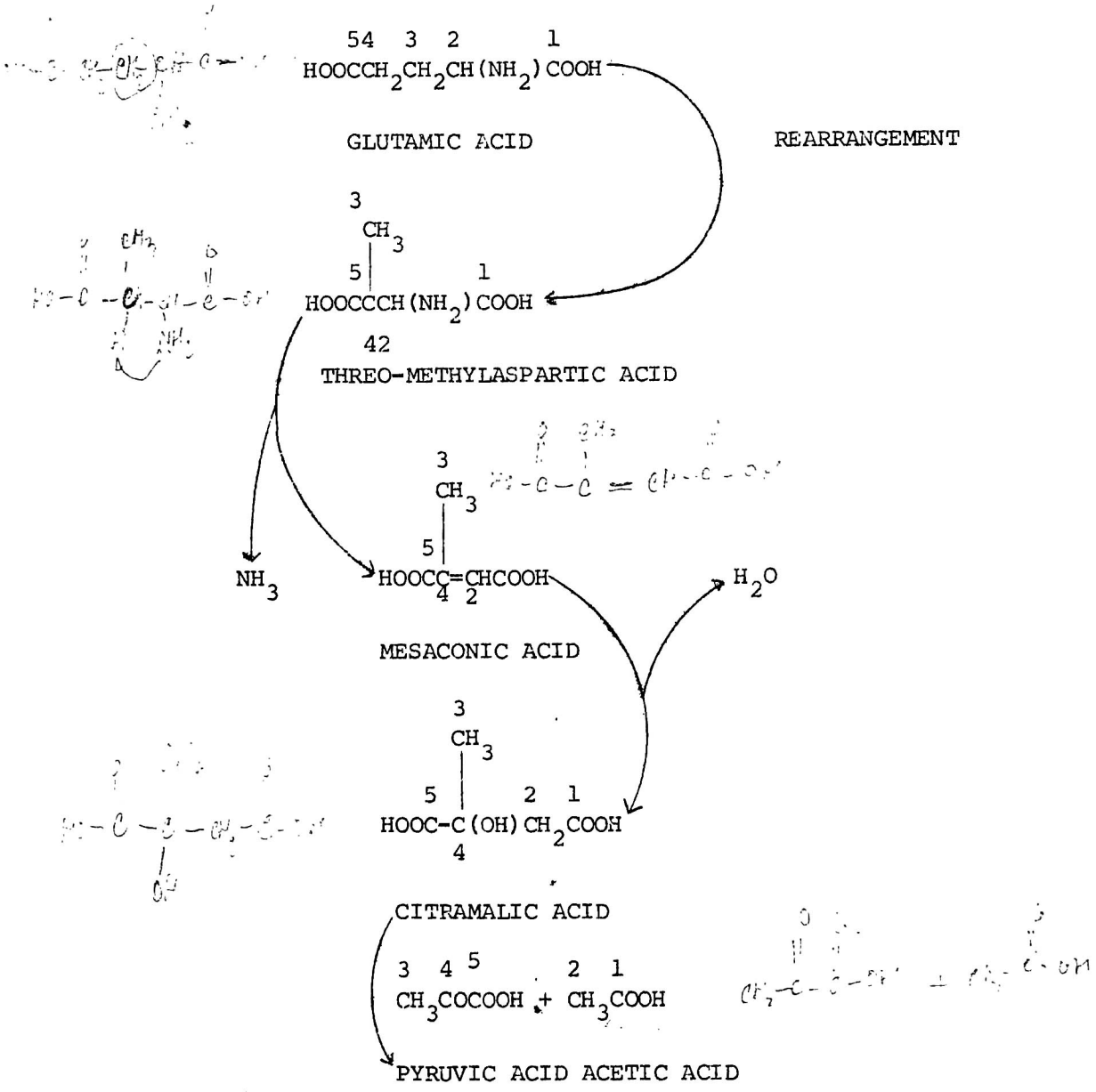
รูปที่ 3 การย่อยสลายกลูโคสผ่านทาง Embden-Meyerhof-Parnas pathway



รูปที่ 4 Beta oxidation ของ fatty acids



รูปที่ 5 การเปลี่ยน glutamic acid เป็น acetic acid



จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับการหมักแก๊สชีวภาพ

ได้เห็นแล้วว่า การเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีของการหมักอินทรีย์วัตถุเป็นมีเทนสลับซับซ้อนมีปฏิกริยามากมายเกี่ยวข้อง ในธรรมชาติไม่มีจุลินทรีย์ชนิดใดชนิดหนึ่งเพียงชนิดเดียวสามารถทำทุกปฏิกริยาได้ และได้มีรายงานว่าในการหมักอินทรีย์วัตถุเป็นมีเทน มีจุลินทรีย์เข้ามาเกี่ยวข้องอย่างน้อย 3 พวกด้วยกัน ดังต่อไปนี้

1. Hydrolytic bacteria ได้แก่ บักเตรีที่มีความสามารถย่อยอินทรีย์วัตถุที่มีโมเลกุลสลับซับซ้อน (แป้ง เซลลูโลส ลิกโนเซลลูโลส โปรตีน ไขมัน ฯลฯ) ให้เป็นสารหน่วยย่อย (กลูโคส กรดอะมิโน กรดไขมัน ฯลฯ) แล้วเฟอร์เมนต์หรือย่อยสลายสารเหล่านี้ในสภาวะที่ไม่มีออกซิเจนให้เป็นกรดอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ จุลินทรีย์เหล่านี้รับผิดชอบการเปลี่ยนแปลงในข้อที่ 1 และ 2 ตามรูปที่ 1 บักเตรีในกลุ่มนี้อาจเรียกว่า Acidogenic (Acido=Acid กรด genic = ทำให้เกิด) หรือพวกที่รับผิดชอบการทำให้เกิดกรดอินทรีย์ อย่างไรก็ตามโดยธรรมชาติบักเตรีเหล่านี้บางชนิดและยีสต์ทำให้เกิดแอลกอฮอล์และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และแก๊สไฮโดรเจนกับไฮโดรเจนซัลไฟด์ด้วย บักเตรีในกลุ่มนี้ได้แก่ยีนัส Clostridium, Lactic acid bacteria, Propionibacterium, Bacteroids และอื่น ๆ ตามตารางที่ 6

2. Acetogenic bacteriaบักเตรีในกลุ่มนี้รับผิดชอบการเปลี่ยนกรดอินทรีย์ เช่น กรดแลคติก กรดโปรมิโอนิก และแอลกอฮอล์ให้เป็นกรดอินทรีย์ชนิดที่บักเตรี methanogens ใช้ได้คือ กรดอะซิติก บักเตรีในกลุ่มนี้มี 2 พวกย่อยด้วยกัน พวกหนึ่งมีความสามารถในการเปลี่ยนกรดอินทรีย์อื่นเป็นกรดอะซิติกเพียงอย่างเดียว กับอีกพวกหนึ่งทำให้เกิดแก๊สไฮโดรเจนด้วย บักเตรีในกลุ่มนี้มีนักวิทยาศาสตร์ให้ความสนใจน้อยกว่าบักเตรี methanogen ที่จะได้กล่าวต่อไปยังไม่มีรายงานถึงยีนัสหรือสปีชีส์ ชนิดเดียวที่ศึกษากันมากเรียกว่า S.organism ตามรูปที่ 1 บักเตรีในกลุ่มนี้รับผิดชอบการเปลี่ยนแปลงขั้นที่ 3

3. Methanogenic bacteria บักเตรีในกลุ่มนี้คือพวกที่รับผิดชอบการทำให้เกิดมีเทนเป็นกลุ่มที่ได้รับความสนใจมากที่สุดในระยะสิบกว่าปีที่ผ่านมาอันเป็นยุครื้อฟื้นความสนใจในการหมักแก๊สชีวภาพ เพื่อผลิตพลังงานทดแทนน้ำมันที่โดยภาวะการเมืองทำให้เกิดภาวะวิกฤติ บักเตรีในกลุ่มนี้น่าสนใจเพราะเป็นตัวรับผิดชอบการสร้างมีเทน อย่างไรก็ตามอาหารของมันเท่าที่ทราบกันพบว่าทุกสปีชีส์ที่รู้จักใช้แก๊สไฮโดรเจนกับคาร์บอนไดออกไซด์ น้อยชนิดสามารถใช้ acetate และ

methanol และบางชนิดใช้ formate เป็นแหล่งพลังงานแล้วทำให้เกิด methane โดยทฤษฎี ได้ดังสมการง่าย ๆ ดังต่อไปนี้

1. $CO_2 + 4H_2 \longrightarrow CH_4 + 2H_2O$

2. $CH_3COOH \longrightarrow CO_2 + CH_4$

3. $4HCOOH \longrightarrow CH_4 + 3CO_2 + 2H_2O$

4. $4CH_3OH \longrightarrow 3CH_4 + CO_2 + 2H_2O$

ต้องเข้าใจว่าตามความเป็นจริงชีวเคมีของการเปลี่ยนคาร์บอนไดออกไซด์ไฮโดรเจน, เมธานอล, กรดอะซิติก และกรดฟอร์มิกเป็นมีเทนมีปฏิกริยาเคมีสลับซับซ้อนมีเอนไซม์เข้ามาเกี่ยวข้องมากมาย ซึ่งควรที่จะได้ศึกษาให้แจ่มแจ้ง เพื่อให้สามารถใช้ประโยชน์บักเตรี methanogen ได้ดีที่สุด

ดังได้กล่าวในตอนต้นว่า การหมักแก๊สมีเทนเกิดในสภาวะไร้ออกซิเจน ดังนั้น บักเตรีทั้ง 3 ชนิดที่กล่าวมาเป็นบักเตรี anaerobic โดยเฉพาะอย่างยิ่งบักเตรี methanogen เป็นชนิดที่กล่าวกันว่าทนการสัมผัสกับออกซิเจนไม่ได้ โดยธรรมชาติในการหมักมีเทนจากอินทรียวัตถุ บักเตรี 3 พวกนี้มีความสัมพันธ์กัน พึ่งพาอาศัยกันในการรักษาสภาวะแวดล้อมให้เหมาะสม กล่าวคือ บักเตรี hydrolytic สร้างกรดทำให้สภาวะเป็นกรดซึ่งเป็นสภาวะที่ตัวมันเองก็ทนอยู่ไม่ได้ บักเตรี methanogen ซึ่งได้อาหารจากบักเตรีเหล่านี้ทำหน้าที่ปรับ pH ด้วยการใช้ไฮโดรเจน อย่างไรก็ตามบักเตรี acidogenic และ methanogenic มีอัตราการเจริญแตกต่างกันมาก กล่าวคือพวก acidogenic เจริญเร็วกว่าพวก methanogenic หลายเท่า ในทางปฏิบัติจึงต้องมีความสามารถควบคุมให้บักเตรีเหล่านี้ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีอย่างสมดุลย์ เช่นโดยการควบคุมปริมาณอาหารของบักเตรีหรือวัตถุดิบให้พอเหมาะ ทำให้มีปริมาณบักเตรี methanogen มากเป็นหลายเท่าของบักเตรี acidogen เป็นต้น

ตารางที่ 6 จำนวนบักเตรีชนิดต่าง ๆ ที่เจริญในระหว่างการหมักกลูโคสที่อุณหภูมิ 37^0ซ และ 45^0ซ

บักเตรี	จำนวนที่นับได้ (viable)/1 กรัมของโคลน 37^0ซ	45^0ซ
Methanogenic bacteria	4.8×10^7	1.9×10^7
Clostridia	1.0×10^7	1.2×10^7
Clostridia (thermophilic)	0.64×10^7	1.2×10^7
Propinibacter	0.93	0.00
Lactobacilli	(7.3×10^2)	
Enterobacter	(3.2×10^5)	
Bifidobacter	(6.0×10^4)	(6.0×10^2)
Staphylococci	(1.0×10^3)	(1.0×10^4)
Bacteriodaccae	(5.0×10^2)	
Methonogenic : Acidgenic	48:26	19:24

การตรวจวิเคราะห์คุณสมบัติน้ำทิ้งบางประการ

การวิเคราะห์คุณสมบัติน้ำทิ้งในบทนี้มีความหมายเพื่อที่จะสามารถทราบค่าบางประการของน้ำทิ้งเพื่อนำไปพิจารณาเป็นข้อมูลการนำไปใช้ประโยชน์ เพื่อการหมักก๊าซชีวภาพ และหลังจากนำไปผ่านขบวนการหมักแล้ว น้ำทิ้งนี้มีคุณสมบัติอะไรเปลี่ยนแปลงไปบ้าง

ในทางปฏิบัติ ค่าพีเอชแสดงถึงความเป็นกรดหรือด่างของน้ำทิ้ง น้ำทิ้งที่มีสมบัติเป็นกรดจะมีค่าพีเอชน้อยกว่า 7 เป็นด่างจะมีค่าพีเอชมากกว่า 7 และเป็นกลางจะมีพีเอชเท่ากับ 7 ค่าพีเอชของน้ำทิ้งมีความสำคัญในการกำจัดด้วยวิธีการทางเคมี ฟิสิกส์และชีววิทยา ซึ่งจำเป็นต้องควบคุมค่าพีเอชของน้ำทิ้งให้คงที่หรือควบคุมให้อยู่ในช่วงที่จำกัดไว้

การวัดพีเอชทำได้หลายวิธี คือ

1. ใช้กระดาษพีเอชซึ่งจะมีสีเปลี่ยนไปตามค่าพีเอชของน้ำทิ้ง เมื่อนำมาเทียบกับแถบสีมาตรฐานจะได้ค่าพีเอชโดยประมาณ

2. ใช้เทียบสีกับสารละลายมาตรฐานที่ทราบค่าพีเอช โดยการเติมอินดิเคเตอร์ (indicator) ปริมาณเท่า ๆ กัน วิธีนี้จะวัดค่าพีเอชได้ละเอียดกว่าใช้กระดาษ และสีจะคงทนอยู่นานกว่า แต่อาจเกิดข้อผิดพลาดได้ในกรณีที่น้ำตัวอย่างมีสี

3. ใช้เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH meter) ซึ่งมีหลายแบบขึ้นอยู่กับความละเอียดของค่าพีเอชที่ต้องการ ที่ใช้โดยทั่วไปเป็นแบบใช้ไฟสลับและไฟตรง เช่น รูปที่ 4.1.1 เป็นแบบราคาถูกที่ใช้ในห้องทดลองและในงานสนาม รูปที่ 4.1.2 เป็นแบบวัดค่าได้ละเอียด ใช้ในห้องปฏิบัติการ

วิธีการหาค่าพีเอชโดยใช้เครื่องวัด

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH meter)

2. บีกเกอร์ (beaker)

วิธีการวัด

หลักการหาค่าพีเอชด้วยเครื่องวัดความเป็นกรด-ด่างโดยทั่ว ๆ ไป

1. ใช้น้ำกลั่นฉีดล้างแท่งแก้วอีเล็กโทรดและคาโลเมลอีเล็กโทรดให้สะอาด ใช้กระดาษทิชชูซับน้ำให้แห้ง

2. ปรับเครื่องมือให้ได้ค่ามาตรฐานตามคำแนะนำในคู่มือของเครื่องมือนั้น ๆ ด้วยสารละลายมาตรฐานที่มีค่าพีเอชใกล้เคียงกับค่าของน้ำทิ้งตัวอย่างที่จะวัด

3. ใช้น้ำกลั่นฉีดล้างอีเล็กโทรดอีกครั้ง ซับน้ำให้แห้ง

4. วัดค่าพีเอชของน้ำตัวอย่าง (น้ำตัวอย่างที่จะนำมาหาค่า ต้องมีอุณหภูมิใกล้เคียงหรือเท่ากับอุณหภูมิของสารละลายมาตรฐานในข้อ 2)

<u>หมายเหตุ</u> รายละเอียดนอกเหนือจากที่กล่าวมาแล้วนี้ จะอ่านได้ในคู่มือประจำเครื่อง

Total Solids หมายถึงปริมาณสารที่เหลืออยู่ในภาชนะหลังจากระเหยน้ำออกจากน้ำตัวอย่างจนหมด แล้วนำไปอบในตู้ที่อุณหภูมิ 103-105^{0}ซ. จนน้ำหนักคงที่ ปล่อยให้เย็นลงในเดสิกเกเตอร์ แล้วชั่งหาน้ำหนักของของแข็งในภาชนะนั้น จะได้ปริมาณของของแข็งทั้งหมดมีหน่วยเป็น มก./ลบ.ดม.

เครื่องมือและอุปกรณ์

เช่นเดียวกับการหาปริมาณของสารละลาย

วิธีการวิเคราะห์

1. การเตรียมจานระเหย จานที่ใช้ต้องอบให้แห้งในตู้อบที่อุณหภูมิ 103-105^{0}ซ. ประมาณ 1 ชั่วโมง ปล่อยให้เย็นในเดสิกเกเตอร์แล้วชั่งหาน้ำหนัก

2. เลือกใช้ปริมาตรของน้ำตัวอย่างให้เหมาะสม โดยปกติใช้ 50 หรือ 100 ลบ.ซม.

3. ค่อย ๆ รินน้ำตัวอย่างที่ต้องการหาลงในถ้วยระเหยที่ตั้งบนเครื่องอังไอน้ำ เมื่อไอน้ำระเหยออกหมด นำจานระเหยไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 103-105^{0}ซ. จนน้ำหนักคงที่ปล่อยให้เย็นในเดสิกเกเตอร์

4. ชั่งจานระเหยทันทีที่เย็นลงเท่าอุณหภูมิห้อง น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นคือน้ำหนักของปริมาณสารทั้งหมด ซึ่งคำนวนเป็น มก./ลบ.ดม.

การคำนวน

$$\text{มก./ลบ.ดม. ปริมาณสารทั้งหมด} = \frac{\text{ปริมาณสารทั้งหมด (มก.)} \times 1000}{\text{ลบ.ซม. ของน้ำตัวอย่าง}}$$

หมายเหตุ

มก./ลบ.ดม. ปริมาณสารทั้งหมดอาจคำนวนได้จาก

มก./ลบ.ดม. ปริมาณสารทั้งหมด-มก./ลบ.ดม. ปริมาณสารละลาย มก./ลบ.ดม.

ปริมาณสารแขวนลอย

ปริมาณสารระเหยและปริมาณสารคงตัว (Volatile Solids and Fixed Solids)

ปริมาณสารระเหย (Volatile solids) หมายถึงปริมาณของสารที่สลายไปได้ที่อุณหภูมิ 550^{0}ซ. ส่วนใหญ่จะเป็นสารอินทรีย์ ส่วนตะกอนที่เหลืออยู่ไม่สลายไปเรียกว่าปริมาณสารคงตัว ส่วนใหญ่จะเป็นสารอนินทรีย์

เครื่องมือและอุปกรณ์

เตาเผา (Muffle furnace) ใช้ได้ที่อุณหภูมิ 550^{0}ซ.

วิธีการวิเคราะห์

1. นำจานระเหยที่ชั่งหาปริมาณสารทั้งหมดหรือที่หาปริมาณสารแขวนลอยแล้วนำไปเผาในเตาเผาที่อุณหภูมิ 550^{0}ซ. จนกระทั่งน้ำหนักคงที่ (ประมาณ 15-20 นาที)

2. ปล่อยให้เย็นลงเท่าอุณหภูมิห้องในเดสิกเคเตอร์ ชั่งหาน้ำหนักสารที่เหลืออยู่ (ปริมาณสารคงตัว)

การคำนวน

$$\text{ปริมาณสารคงตัว (มก./ลบ.ดม.)} = \frac{\text{ปริมาณสารคงตัว (มก.)} \times 1000}{\text{ลบ.ซม. ของน้ำตัวอย่าง}}$$

$$\text{ปริมาณสารระเหยทั้งหมด (มก./ลบ.ดม.)} = \text{ปริมาณสารทั้งหมด (มก./ลบ.ดม.)} - \text{ปริมาณสารคงตัว (มก./ลบ.ดม.)}$$

$$\text{ปริมาณสารแขวนลอยระเหย (มก./ลบ.ดม.)} = \text{ปริมาณสารแขวนลอย (มก./ลบ.ดม.)} - \text{ปริมาณสารคงตัว (มก./ลบ.ดม.)}$$

ส่สัดจ้วอลุมอินเด็กซ์ (Sludge Volume Index, SVI)

หมายถึงปริมาตรของเอกทิเวเต็ดส่สัดจ์ (activated sludge) จำนวน 1 กรัม (น้ำหนักแห้ง) เมื่อตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอนเป็นเวลา 30 นาที มีหน่วยเป็น ลบ.ซม./กรัม

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. กระบอกตวงหรือกรวยอิมฮอฟฟ์ขนาด 1,000 ลบ.ซม.

2. เครื่องมือหาปริมาณส่ารแขวนลอย

วิธีการวิเคราะห์

1. ใช้กระบอกตวงหรือกรวยอิมฮอฟฟ์รับน้ำตัวอย่างที่ไหลออกจากถังเติมอากาศให้ได้ปริมาตร 1,000 ลบ.ซม.

2. ตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอนเป็นเวลา 20 นาที ระหว่างนี้ให้เคาะข้างภาชนะเป็นครั้งคราว

3. บันทึกปริมาตรของตะกอนเลน (Sludge) เป็นร้อยละหรือ ลบ.ซม.

4. กวนน้ำตัวอย่างในกระบอกตวงหรือกรวยอิมฮอฟฟ์ให้ทั่ว แบ่งเอาไปหาปริมาณส่ารแขวนลอยคำนวนออกมาเป็นร้อยละโดยน้ำหนักหรือ มก./ลบ.ดม.

การคำนวน

$$\text{เอส์วีไอ (SVI)} = \frac{\text{ปริมาตรของตะกอนคิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนัก}}{\text{ปริมาณส่ารแขวนลอยคิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนัก}}$$

$$\text{เอส์วีไอ (SVI)} = \frac{\text{ลบ.ซม.ของตะกอน} \times 1000}{\text{มก./ลบ.ดม.ปริมาณส่ารแขวนลอย}}$$

หมายเหตุ ค่าเอส์วีไอ เป็นค่าที่แส่ดงให้เห็นประสิทธิภาพของถังเติมอากาศได้ดังนี้ คือ

ค่าเอส์วีไอ ประมาณ 50 ดีมาก

ค่าเอส์วีไอ ประมาณ 100 ดี

ค่าเอส์วีไอ ประมาณ 200 พอใช้

ค่าเอส์วีไอ ประมาณ 300 เลว

เอมแอลเอส์เอส์ (Mixed Liqour Suspended Solids, MLSS)

หมายถึงปริมาณหรือความเข้มข้นของจุลชีพ (Microorganisms) ในถังเติมอากาศในระบบเอกทิเวเตดส่สัดจ์ คิดเป็นปริมาณส่ารแขวนลอยของมิกซ์ลิเคอร์ (Mixed Liqour) ซึ่งหมายถึงของผส่มระหว่างน้ำทิ้งกับตะกอนจุลชีพในถังเติมอากาศ

ประโยชน์ของการหาค่าเอมแอลเอส์เอส์ ก็เพื่อนำไปคำนวนหาอัตราส่วนของอาหารต่อมวลจุลชีพ (Food to Mass ratio, F/M) ซึ่งคิดจากอัตราส่วนระหว่างบีโอดีที่เข้าสู่ถังเติมอากาศกับปริมาณเอมแอลเอส์เอส์ที่อยู่ในถังเติมอากาศนั้น อัตราส่วนดังกล่าวนี้เป็นตัวกำหนดและควบคุมระบบบำบัดที่สำคัญ เพราะเป็นค่าที่ใช้คุมขนาดของถังเติมอากาศ เวลาในการเติมอากาศปริมาณตะกอนจุลชีพและประสิทธิภาพของระบบบำบัด ระบบบำบัดแบบแอกทิเวเตดส์ลัดจ์ที่มีประสิทธิภาพในการลดบีโอดีได้สูงกว่าร้อยละ 90 มีอัตราส่วนอาหารต่อมวลจุลชีพปกติไม่เกิน 0.4 และมีเอมแอลเอส์เอส์ประมาณ 4,000-5,000 มก./ลบ.ดม.

วิธีการวิเคราะห์หาปริมาณเอมแอลเอส์เอส์

ใช้วิธีการหาเช่นเดียวกับการหาปริมาณส่ารแขวนลอยโดยใช้มิกซ์ลิเคอร์แทนตัวอย่างน้ำทิ้งเอมแอลวีเอส์เอส์ (Mixed Liquor Volatile Suspended Solids, MLVSS)

หมายถึงอินทรีย์ส่ารที่เป็นของแข็ง และใช้เป็นตัวแทนมวลของจุลชีพได้ดีกว่าเอมแอลเอส์เอส์ (ซึ่งจะรวมของแข็งทั้งที่เป็นอินทรีย์ส่ารและอนินทรีย์ส่าร) มักจะมีค่าเป็นประมาณร้อยละ 50-80 ของค่าเอมแอลเอส์เอส์ ประโยชน์ของการหาเอมแอลวีเอส์เอส์ก็เช่นเดียวกับเอมแอลเอส์เอส์ คือใช้เป็นเครื่องชี้ปริมาณจุลชีพในระบบบำบัด และใช้เป็นค่ากำหนดในการออกแบบหรือควบคุมการทำงานของระบบบำบัดได้ถูกต้องกว่าเอมแอลเอส์เอส์

วิธีการวิเคราะห์หาปริมาณเอมแอลวีเอส์เอส์

ใช้วิธีการหาเช่นเดียวกับการหาปริมาณส่ารแขวนลอยระเหย โดยใช้มิกซ์ลิเคอร์แทนตัวอย่างน้ำทิ้ง

<u>การหาค่าไนโตรเจน</u> (Organic Nitrogen)

เครื่องมือ

1. Digestion apparatus ประกอบด้วย Kjeldahl flask ขนาด 250-300 ml มี heating device
2. Distillation apparatus

น้ำยาเคมี

1. สารละลายสต็อกแอมโมเนีย ละลาย anhydrous NH_4Cl 3.819 กรัม (อบให้แห้งที่ 100 °ซ.) ในน้ำกลั่นแล้วเติมจนครบ 1 ลิตร สารละลายนี้ 1 ml = 1 mg Nitrogen = 1.22 mg แอมโมเนีย

2. Digestion reagent ละลาย K_2SO_4 134 g. ในน้ำกลั่น 650 ml และ H_2SO_4 (conc.) 200 ml. เติมพร้อมกับคนสารละลายของ HgO(red) 2 g. ในกรดกำมะถัน (H_2SO_4) 6 N. 25 ml ทำให้สารละลายที่ได้เจือจางด้วยน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1000 ml เก็บที่อุณหภูมิสูงกว่า 14^0C เพื่อป้องกันการตกผลึก

2. ฟีนอลัฟทาลีนอินดิเคเตอร์

3. Sodium hydroxide-sodium thiosulfate reagent ละลาย NaOH 500 g. และ $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$ 25 g ในน้ำกลั่นทำให้เจือจางเป็น 1 ลิตร

4. Mixed indicator solution ละลายเมทธิลเรดอินดิเคเตอร์ 200 mg ใน 95 % เอทธิลอัลกอฮอล์ หรือไอโซโพรพิลอัลกอฮอล 100 ml และละลายเมทธิลีนบลูใน 95 % เอทธิลอัลกอฮอล์ หรือไอโซโพรพิลอัลกอฮอล์ 50 ml รวมสารละลายทั้งสองเข้าด้วยกัน เตรียมใช้แต่ละเดือน

5. Indicating boric acid solution ละลายกรดบอริค 20 g. ในน้ำกลั่นเติม 10 ml mixed indicator solution และเติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1 ลิตร เตรียมใช้แต่ละเดือน

6. Standard sulfuric acid titrant 0.02 N โดยทำการ standardize กับ Na_2CO_3 ซึ่งทราบจำนวนและใส่ปนกับ indicating boric acid solution

1 ml ของ 0.02 N H_2SO_4 = 280 µg. Nitrogen

วิธีการ

1. ปิเปตน้ำทิ้งจากโรงงานผงชูรส 1 ml. ลงใน Kjeldahl flask

2. เติม digestion reagent 30 ml แล้วเข้าเครื่อง digest ซึ่งอยู่ในตู้ควัน ต้มจนกระทั่งได้สารละลายใส แล้ว digest ต่ออีก 30 นาที ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 100 ดูดสารละลายนี้มาใส่ในขวดกลั่น 10 ml เติมฟีนอลัฟทาลีน และ Sodium hydroxide-sodium thiosulfate reagent 10 ml นำไปกลั่นเก็บในบอริกแอซิด 10 ml ให้ได้ปริมาตรสุดท้าย 60 ml.

4. titration ไตเตรทหาค่าแอมโมเนียในส่วนที่กลั่นได้ด้วย 0.02 N กรดกำมะถัน จนกระทั่งสีเปลี่ยนไปเป็นสีม่วงอ่อน หรือน้ำเงิน

5. ทำ blank โดยใช้น้ำกลั่นและทำทุกขั้นตอนเหมือนใช้ตัวอย่าง

สูตร ml sample - ml blank x 0.28 g/l.

ml sample = ml ของ titrant ที่สมดุลย์กับตัวอย่าง

ml blank = ml ของ titrant ที่สมดุลย์กับ blank

การหาค่าคาร์บอน

การเตรียม Standard solution สำหรับวิเคราะห์ TOC

ชั่ง 1.00 กรัม กรด อะซิติค หรือ 0.85 กรัม โปแตสเซียมฟทาเลท ละลายในน้ำ 1 ลิตร Standard solution นี้จะมีค่า = 0.4 mg C/ml. = 400 ppm C.

การขจัด Inoganic Carbon (IC) ออกจากตัวอย่าง

เติม 1 N HCl ลงในตัวอย่างเพื่อปรับ pH ให้ได้ ~ 3 แต่ไม่ต่ำกว่า 2 Inonganic Carbon จะถูกเปลี่ยนเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ตามสมการ

$$Me_2CO_3 + 2HCl \longrightarrow CO_2\uparrow + Me_2Cl_2 + H_2O$$

$$MeHCO_3 + HCl \longrightarrow CO_2\uparrow + MeCl + H_2O$$

ไล่ก๊าซ CO_2 ออกโดยการผ่านไนโตรเจนก๊าซ หรืออากาศที่ปราศจาก CO_2 ลงไปในสารละลายตัวอย่าง นานประมาณ 5-10 นาที (Flow rate ~ 150 ml/min)

การเตรียม Caliboration Curue

วัด Standard solution ที่ความเข้มข้น 0, 20, 40, 60, 80 และ 100 ppm โดยฉีดครั้งละ 20 µl.

วัดความสูงของ peak ของแต่ละความเข้มข้น นำไปพล็อตกราฟหาความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของ peak กับความเข้มข้น จะได้ความสัมพันธ์เป็นเส้นตรง นำกราฟที่ได้ไปใช้เพื่อเปรียบเทียบหาความเข้มข้นของ C ในตัวอย่าง

การวิเคราะห์ volatile fatly acid

1. ปิเปตของเหลว 1 ml ลงใน test tube ขนาด 10 ml
2. หยดกรดซัลฟูริกเข้มข้น (H_2SO_4) ลงไป 2-3 หยด
3. เติม Diethyl ether ($C_4H_{10}O$) ลงไป 2.5 ml
4. เขย่าโดยtest tube mixer ประมาณ 30 วินาที
5. แช่ test tube ในน้ำแข็งเพื่อป้องกันการระเหยของ VFA และ diethyl ether
6. ดูดของเหลวชั้นบน เพื่อนำไปวิเคราะห์โดยเครื่องมือ Gas Chromatograph ต่อไป

G.C.Condition

Column : PEG 6000, 80/100 mesh, 2 m

Col Temp : 160°C

Inj Temp : 180°C

N_2, Flow rate : 50 ml/min

การวิเคราะห์คุณภาพก๊าซ

1. เก็บก๊าซที่ผลิตจากขบวนการหมักด้วยวิธีแทนที่น้ำด้วยน้ำเกลือเข้มข้นลงในขวดดักก๊าซขนาด 50 ml
2. ปิดฝาด้วยจุกซินิด double cap
3. นำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Gas Chromatograph

G.C.condition

Column : Siliga gel Reference : Molecular sieve 60-80

Col Temp 90°C

Inj Temp 120°C

He 50 ml/min

air 0.5 kg/cm^2

H_2 0.5 kg/cm^2

current 50 mA

การใช้กระบอกเข็มฉีดยาศึกษาการหมักแก๊สมีเทน

เกษร ทวีเศษ

ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์

วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

คำนำ

การใช้กระบอกเข็มฉีดยาสำหรับการหมักแก๊สมีเทนหรือแก๊สชีวภาพที่จะได้เขียนบรรยาย ณ ที่นี้ เป็นการดัดแปลงวิธีการของ Ilkka Viitasalo (นักวิทยาศาสตร์ชาวฟินแลนด์-ติดต่อส่วนตัว) ให้ง่ายขึ้น และ Professor Susumu Oi แนะนำให้ข้าพเจ้าใช้เมื่อข้าพเจ้าได้ไปปฏิบัติงานวิจัยที่คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยโอซากาซิตี้ วิธีใช้กระบอกเข็มฉีดยาหมักแก๊สมีเทนนี้มีประโยชน์มาก โดยเฉพาะเมื่อต้องการทดลองศึกษาความต้องการสารอาหารต่าง ๆ (เช่น แหล่งธาตุไนโตรเจนและวิตามิน) ศึกษาอิทธิพลของสารพิษบางชนิด เช่น สารปฏิชีวนะ เพราะได้ผลการทดลองภายในเวลาอันสั้น และในการทดลองใช้ของทุกอย่างในปริมาณน้อย จึงเป็นการประหยัด

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

กระบอกเข็มฉีดยาขนาด 100 หรือ 200 มิลลิลิตร ที่ทำด้วยแก้วซึ่งจะให้ผลการทดลองเกี่ยวกับปริมาตรของแก๊สได้ดีกว่าชนิดที่ทำด้วยพลาสติก

อินทรียวัตถุที่ใช้เป็นวัตถุดิบ จะเป็นของแข็งหรือของเหลวก็ได้

แผ่นพลาสติกที่มีคุณสมบัติบาง เหนียว และอ่อนตัว สำหรับปิดช่องเปิดของกระบอกเข็มฉีดยาที่ปกติเป็นที่รับเข็มฉีดยาด้วยยางรัด

น้ำที่ต้มไล่ออกซิเจนแล้วที่มีอุณหภูมิไม่สูงกว่า 45^{0}ซ.

Acclimatized sludge เป็นโคลนที่มีบักเตรีเยื้อผสมที่มีความสามารถในการหมักสารอินทรียเป็นแก๊สมีเทนที่ได้เก็บรักษาไว้ในห้องปฏิบัติการ (เกษร ทวีเศษ และ

Susumu Oi, 2526) ถ้าไม่มี acclimatized sludge อาจใช้ตะกอนจากถังหมักแก๊สชีวภาพที่กำลังผลิตแก๊สมีเทนที่มีคุณภาพดีก็ได้

ไปเปตต์ขนาด 10 มิลลิลิตร ที่ตัดปลายทิ้งไปเพื่อให้เป็นไปเปตต์ที่มีปากกว้างเหมาะสมสำหรับการตวง

วิธีการ

1. บรรจุน้ำที่ต้มไล่ออกซิเจนแล้วปริมาณที่ต้องการลงในกระบอกเข็มฉีดยา เติมอินทรียวัตถุที่เป็นวัตถุดิบในปริมาณที่ถ้าเป็นการโบไฮเดรทจะให้กลูโคสประมาณ 100-200 มิลลิกรัม แล้วใช้ไปเปตต์ปากกว้างตัก acclimatized sludge 20 มิลลิลิตร เติมลงไป ทำปริมาตรทั้งหมดให้เป็น 60 มิลลิลิตร แล้วใช้ลูกสูบไล่อากาศออกจนหมด เพื่อให้สภาวะในกระบอกเข็มฉีดยาเป็นสภาพที่ไร้ออกซิเจน เสร็จแล้วปิดข่องเปิดที่เป็นที่เสียบเข็มฉีดยาของตัวกระบอกด้วยแผ่นพลาสติกและยางรัดที่เตรียมไว้

โดยวิธีนี้กระบอกเข็มฉีดยาทำหน้าที่เป็นทั้งถังหมักและถังเก็บแก๊ส กล่าวคือ เมื่อมีแก๊สเกิดขึ้นแรงดันแก๊สจะดันลูกสูบให้ถอยหลัง และแก๊สจะถูกจับไว้ในกระบอก ปริมาตรของแก๊สที่ถูกสร้างขึ้นก็สามารถอ่านได้จากขีดบอกปริมาตรของกระบอกเข็มฉีดยา และการเก็บตัวอย่างแก๊สไปวิเคราะห์ก็ทำได้ง่ายดาย

2. การเก็บเพื่อให้เกิดการหมัก (incubation) ควรเก็บกระบอกเข็มฉีดยาที่เตรียมดังข้อ 1 ในอ่างน้ำ อาจจะใช้ถังใส่น้ำในระดับที่พอเหมาะแล้วปิดปากถัง และนำถังไปเก็บในตู้บ่มเชื้อที่อุณหภูมิที่ต้องการ หรือเก็บกระบอกเข็มฉีดยาในอ่างน้ำที่ปรับอุณหภูมิที่ต้องการก็ได้ ความจำเป็นที่จะต้องเก็บกระบอกเข็มฉีดยาในน้ำก็เพื่อป้องกันการระเหยของน้ำในกระบอกเข็มฉีดยา โดยเฉพาะเมื่อศึกษาที่อุณหภูมิสูง

ระยะเวลาของการหมักโดยวิธีใช้กระบอกเข็มฉีดยานี้แตกต่างกันไปตามวัตถุประสงค์ของการทดลอง ถ้าเป็นการหมักเพื่อดูประสิทธิภาพของการเปลี่ยนวัตถุดิบชนิดใดชนิดหนึ่ง (เช่น กลูโคสเป็นมีเทน) นิยมหมักเป็นเวลา 14 วัน แต่ถ้าเป็นการทดสอบอิทธิพลของสารพิษอาจจะได้คำตอบภายใน 4 วัน เป็นต้น

3. การดูแลทำความสะอาดเครื่องมือ ปฏิบัติเช่นเดียวกันกับการล้างเครื่องแก้วอื่น ๆ แต่ที่สะดวกกว่าคือ การใช้ acclimatized sludge ซึ่งมีบักเตรีเชื้อผสมไม่จำเป็นที่จะต้องเป็นกังวลถึงปัญหาการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ (contamination) ดังนั้น จึงไม่จำเป็นต้องนึ่งหรืออบฆ่าเชื้อ (sterilization)

เอกสารอ้างอิง

1. เกษร ทวีเศษ และ Susumu Oi. 2526. การคัดเลือกและการเก็บรักษาบักเตรีเชื้อผสมที่มีความสามารถในการหมักแก๊สมีเทน. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2526 ของศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

การใช้ประโยชน์น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม และแหล่งชุมชน

อรุณวรรณ บุญก่อสร้าง

การใช้ประโยชน์น้ำทิ้ง (wastewater utilization) มีประโยชน์ในด้านสิ่งแวดล้อมมาก คือช่วยลดปัญหาทางมลภาวะ และยิ่งไปกว่านั้นยังได้พลังงาน และวัตถุดิบบางส่วนกลับคืนมาใช้ได้อีก นอกจากนั้นยังสามารถเกิดผลิตผลใหม่ ๆ ซึ่งอาจสามารถขายได้เป็นการลดค่าใช้จ่ายในการจัดหาพลังงานและวัตถุดิบ หรือเพิ่มรายได้ให้กับโรงงานไป น้ำทิ้งจะถูกนำกลับมาใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างไร ด้วยวิธีใด ขึ้นกับสาเหตุและปัจจัยหลายอย่าง เช่น ชนิดและความเข้มข้นของสิ่งที่ปะปนอยู่ในน้ำทิ้ง มาตราฐานคุณภาพน้ำ ซึ่งมาตราฐานคุณภาพของน้ำแต่ละชนิดก็แตกต่างกันออกไป ทั้งนี้ขึ้นกับวัตถุประสงค์ของการใช้น้ำด้วย

ชนิดและลักษณะของน้ำทิ้ง

ตารางที่ 1 **Summary of Industrial Waste: Its Origin, Character, and Treatment**

Industries producing wastes	Origin of major wastes	Major characteristics	Major treatment and disposal methods
Apparel			
Textiles	Cooking of fibers; desizing of fabric	Highly alkaline, colored, high BOD and temperature, high suspended solids	Neutralization, chemical precipitation, biological treatment, aeration and/or trickling filtration
Leather goods	Unhairing, soaking, deliming, and bating of hides	High total solids, hardness, salt, sulfides, chromium, pH, precipitated lime, and BOD	Equalization, sedimentation, and biological treatment
Laundry trades	Washing of fabrics	High turbidity, alkalinity, and organic solids	Screening, chemical precipitation, flotation, and adsorption
Food and Drugs			
Canned goods	Trimming, culling, juicing, and blanching of fruits and vegetables	High in suspended solids, colloidal and dissolved organic matter	Screening, lagooning, soil absorption or spray irrigation
Dairy products	Dilutions of whole milk, separated milk, buttermilk, and whey	High in dissolved organic matter, mainly protein, fat, and lactose	Biological treatment, aeration, trickling filtration, activated sludge
Brewed and distilled beverages	Steeping and pressing of grain; residue from distillation of alcohol; condensate from stillage evaporation	High in dissolved organic solids, containing nitrogen and fermented starches or their products	Recovery, concentration by centrifugation and evaporation, trickling filtration; use in feeds; digestion of slops

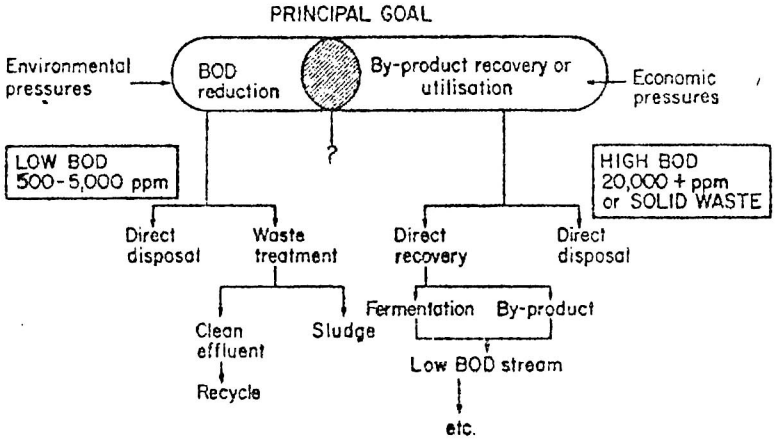
Meat and poultry products	Stockyards; slaughtering of animals; rendering of bones and fats; residues in condensates; grease and wash water; picking of chickens	High in dissolved and suspended organic matter, blood, other proteins, and fats	Screening, settling and/or flotation, trickling filtration
Animal feedlots	Excreta from animals	High in organic suspended solids and BOD	Land disposal and anaerobic lagoons
Beet sugar	Transfer, screening, and juicing waters; drainings from lime sludge; condensates after evaporator; juice and extracted sugar	High in dissolved and suspended organic matter, containing sugar and protein	Reuse of wastes, coagulation, and lagooning
Pharmaceutical products	Mycelium, spent filtrate, and wash waters	High in suspended and dissolved organic matter, including vitamins	Evaporation and drying; feeds
Yeast	Residue from yeast filtration	High in solids (mainly organic) and BOD	Anaerobic digestion, trickling filtration
Pickles	Lime water; brine, alum and turmeric, syrup, seeds and pieces of cucumber	Variable pH, high suspended solids, color, and organic matter	Good housekeeping, screening, equalization
Coffee	Pulping and fermenting of coffee bean	High BOD and suspended solids	Screening, settling, and trickling filtration
Fish	Rejects from centrifuge; pressed fish, evaporator and other wash water wastes	Very high BOD, total organic solids, and odor	Evaporation of total waste; barge remainder to sea
Rice	Soaking, cooking, and washing of rice	High BOD, total and suspended solids (mainly starch)	Lime coagulation, digestion
Soft drinks	Bottle washing; floor and equipment cleaning; syrup-storage-tank drains	High pH, suspended solids, and BOD	Screening, plus discharge to municipal sewer
Bakeries	Washing and greasing of pans; floor washings	High BOD, grease, floor washings, sugars, flour, detergents	Amenable to biological oxidation
Water production	Filter backwash; lime-soda sludge; brine; alum sludge	Minerals and suspended solids	Direct discharge to streams or indirectly through holding lagoons
Materials			
Pulp and paper	Cooking, refining, washing of fibers, screening of paper pulp	High or low pH, color, high suspended, colloidal, and dissolved solids, inorganic fillers	Settling, lagooning, biological treatment, aeration, recovery of by-products
Photographic products	Spent solutions of developer and fixer	Alkaline, containing various organic and inorganic reducing agents	Recovery of silver; discharge of wastes into municipal sewer
Steel	Coking of coal, washing of blast-furnace flue gases, and	Low pH, acids, cyanogen, phenol, ore, coke, limestone,	Neutralization, recovery and reuse, chemical coagulation

ตารางที่ 2 Approximate Composition of Average Sanitary Waste Water (mg/l) Based on 400 litres per person per day

Parameter	Raw	After Settling	Biologically Treated
Total solids	800	680	530
Total volatile solids	440	340	220
Suspended solids	240	120	30
Volatile suspended solids	180	100	20
Biochemical oxygen demand	200	130	30
Inorganic nitrogen as N	15	15	20
Total nitrogen as N	35	25	20
Soluble phosphorus as P	7	7	7
Total phosphorus as P	10	8	7

การแยกประเภทของน้ำทิ้ง

แยกประเภทของน้ำทิ้งโดยอาศัยความมากหรือน้อยของค่าบีโอดี (biological oxygen demand) หรือค่า soluble และ suspended solid ที่อยู่ในน้ำ ซึ่งแสดงดังภาพข้างล่าง



ภาพที่ 1 Utilisation and treatment of waste streams.

น้ำทิ้งที่มีค่าบีโอดีต่ำกว่า 5000 มก/ล โดยปกติแล้วจะเข้าสู่ระบบกำจัดน้ำทิ้งก่อนปล่อยลงสู่ลำน้ำสาธารณะ สำหรับน้ำทิ้งที่มีค่าบีโอดีสูงตั้งแต่ 20,000 มก/ล ขึ้นไป (หรือเป็น solid waste) มีความจำเป็นต้องกำจัดสิ่งสกปรกออกจากน้ำทิ้ง เพราะเป็นปัญหาต่อสิ่งแวดล้อมมาก นอกจากจะมีวิธีการทำให้สิ่งที่ปะปนอยู่ในน้ำหมุนเวียนกลับมาใช้ได้อีก หรือแปรรูปไปเป็นอย่างอื่นโดยวิธีการใดก็ได้ เช่น fermentation เพื่อทำให้ค่าบีโอดีลดลง และยังได้ by-product ที่มีประโยชน์

ตัวอย่างแนวทางการใช้ประโยชน์จากน้ำทิ้ง

- การผลิตโปรตีนจุลินทรีย์ (scp)
- การผลิตแอลกอฮอร์
- การผลิตแก๊สชีวภาพ
- การผลิตปุ๋ยหมัก
- การผลิตสารคุณภาพสูง เช่น วิตามินบี 12
- การผลิตกรดอินทรีย์ เช่น กรดมะนาว น้ำส้มสายชู เป็นต้น
- การผลิตพืชน้ำ
- การหมุนเวียนน้ำกลับมาใช้อีก

ฯลฯ

ทั้งนี้เป้าหมายเพื่อใช้เป็นพลังงาน , อาหารมนุษย์ และสัตว์ เป็นปุ๋ย การชลประทาน และอื่น ๆ ตลอดจนการหมุนเวียนน้ำกลับมาใช้ประโยชน์อีก

ตัวอย่างงานวิจัยในประเทศไทยที่ใช้ประโยชน์จากน้ำทิ้ง

น้ำทิ้งจากโรงงานสุรา

น้ำกากส่า - ผลิตแก๊สชีวภาพ

- ทำปุ๋ยอินทรีย์

น้ำทิ้งจากโรงงานกระดาษ

- ผลิตอาหารโปรตีน (scp) ใช้ยีส Candida tropicalis เพื่อใช้เป็นอาหารเลี้ยงสัตว์

น้ำทิ้งจากโรงงานผงชูรส

- ปุ๋ยหมัก (โดยผสมกับขานอ้อย)

น้ำทิ้งจากโรงงานน้ำตาล (molasses)

- ผลิตแอลกอฮอร์
- น้ำชูรส

- ผงชูรส
- วิตามินบี 12

น้ำทิ้งจากโรงงานแป้งมันสำปะหลัง

- ผลิตโปรตีนจุลินทรีย์

ฯลฯ

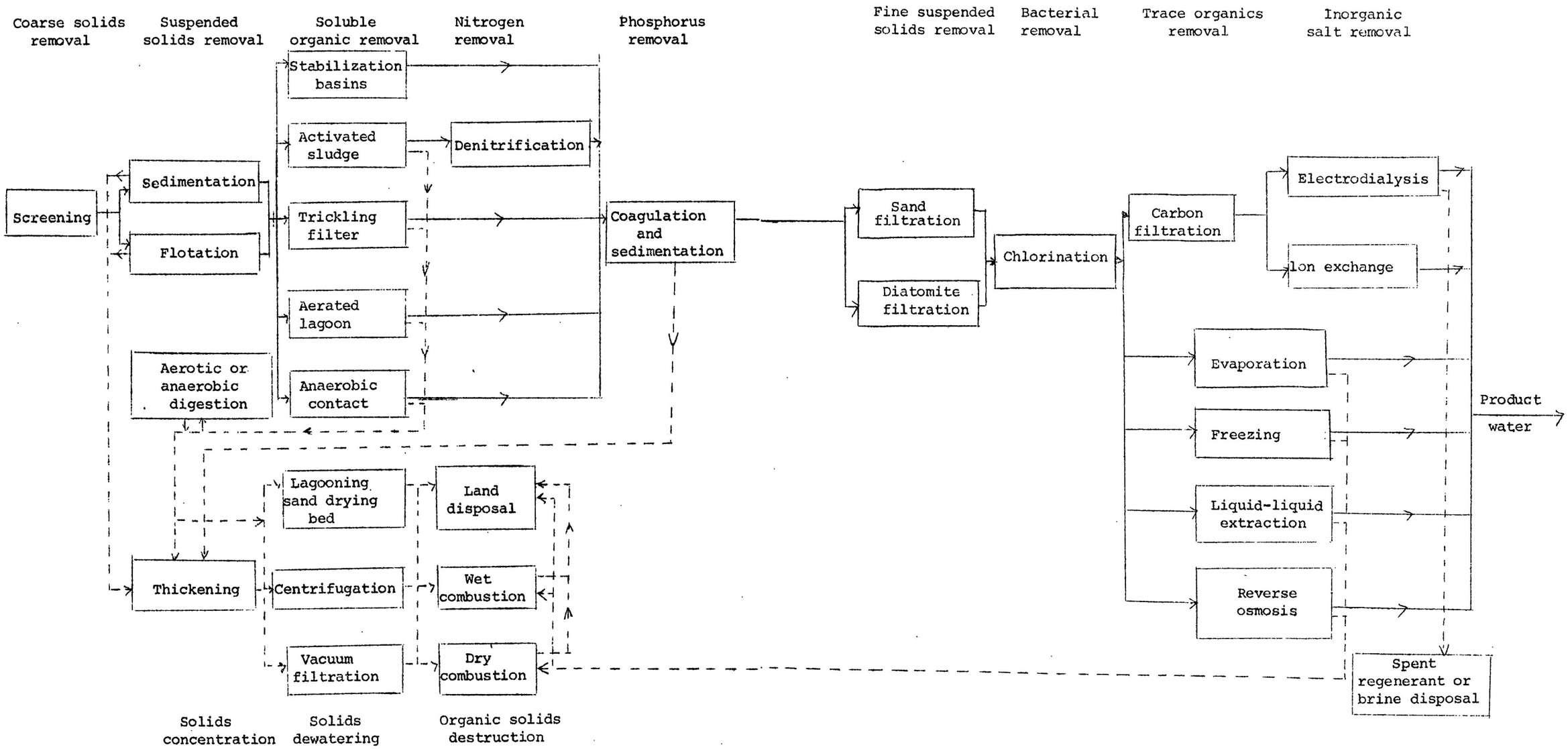
การกำจัดน้ำทิ้งหรือจะแปรรูปน้ำทิ้งไปใช้ประโยชน์ด้วยวิธีใดก็ตาม นอกจากช่วยแก้ปัญหามลภาวะแล้ว ต้องคิดในแง่เศรษฐกิจด้วยว่าวิธีใดเสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด คุ้มต่อการลงทุน หรือได้กำไร เช่น ในกรณีที่น้ำทิ้งมีค่าบีโอดีต่ำ ต้องคำนึงว่า

1. การลดค่าบีโอดี ต้องใช้ระบบกำจัดขนาดไหน แบบใด เช่น ใช้ระบบกำจัดแบบ lagoons หรือ aeration เป็นต้น

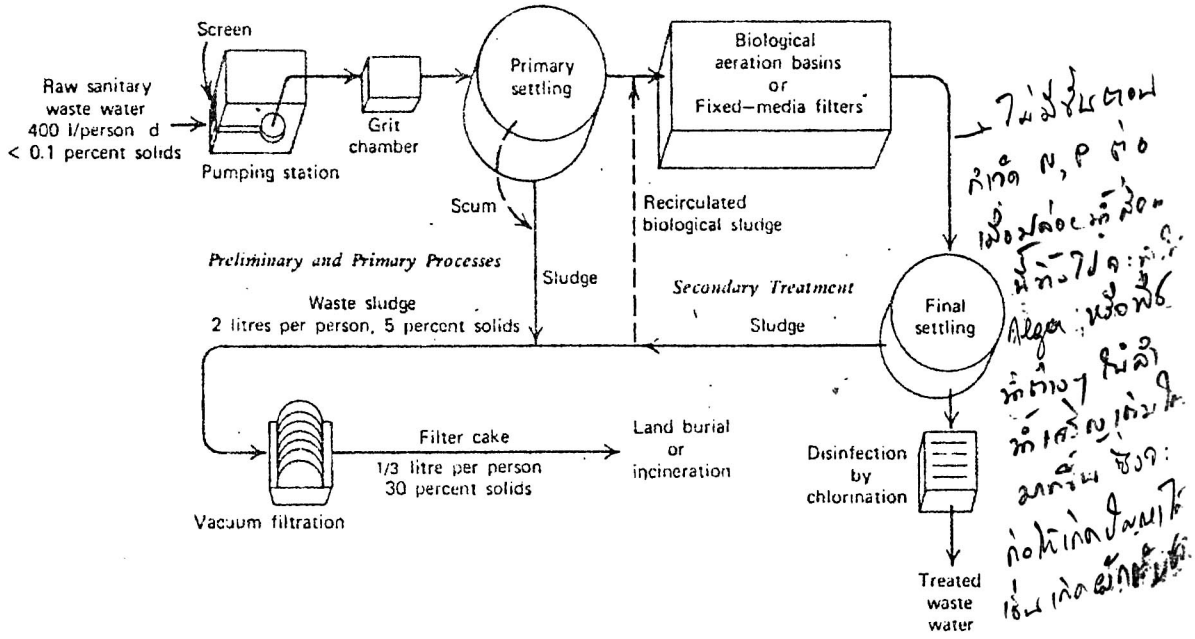
2. ควรเลือกการกำจัดภายในโรงงานเอง หรือส่งน้ำทิ้งให้เทศบาลกำจัด (ประเทศไทยยังไม่มีระบบนี้)

3. ใช้ในการชลประทาน

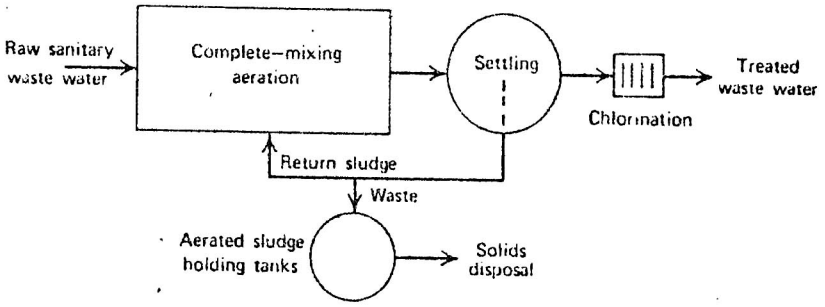
4. แปรไปเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ เช่น CH_4 , SCP , ปุ๋ย , วิตามินB_{12} etc. ในกรณีที่น้ำทิ้งมีค่าบีโอดีสูงมีศักยภาพในการนำกลับคืนมาใช้ประโยชน์ใหม่ก็จริงอยู่ ต้องคำนึงถึงว่าน้ำทิ้งจากแหล่งนั้นมีปริมาณมากน้อยเพียงใด มีความเข้มข้นขนาดไหน หาได้ง่ายทุกฤดูกาลหรือไม่ สถานที่ใกล้ใกล้เพียงใด ตลาดมีความต้องการหรือไม่ สามารถขายได้ไหม ขบวนการและเทคโนโลยีที่จะได้ผลิตภัณฑ์ใหม่นี้ต้องใช้ค่าใช้จ่ายสูงเพียงใด และค่าใช้จ่ายที่แฝงอยู่ (เช่น น้ำทิ้งซึ่งมีค่าบีโอดีต่ำจากขบวนการ wastewater utilization นั้น) หรือปัญหาใด ๆ ในด้านเศรษฐกิจต้องนำมาวิเคราะห์ด้วย



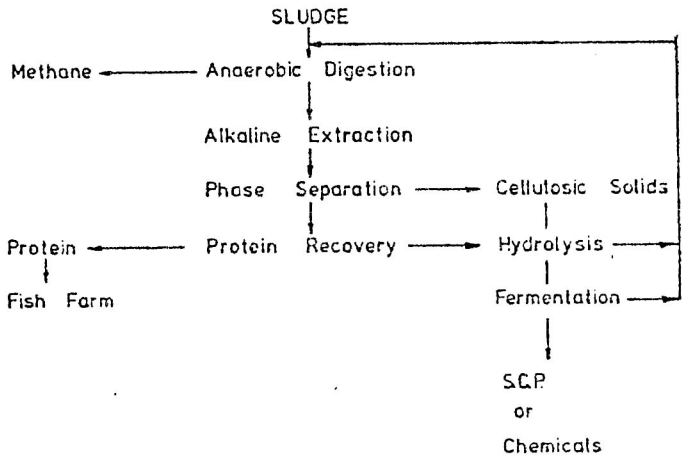
Treatment of waste waters to effect various degrees of contaminant removal



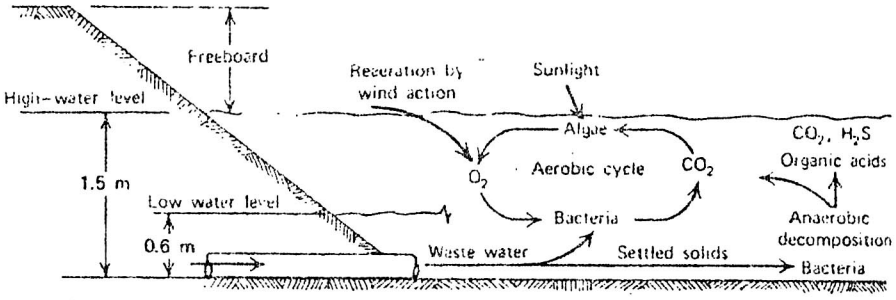
ภาพที่ 3 Schematic of a conventional, municipal, waste-water treatment plant. Floating, settleable, and biologically flocculated waste solids are removed from the water and thickened for ease of disposal.



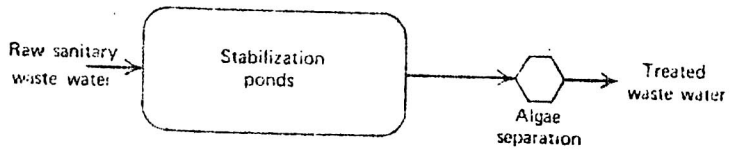
ภาพที่ 4 กรรมวิธีกำจัดน้ำทิ้งเพื่อชุมชนเล็ก ๆ



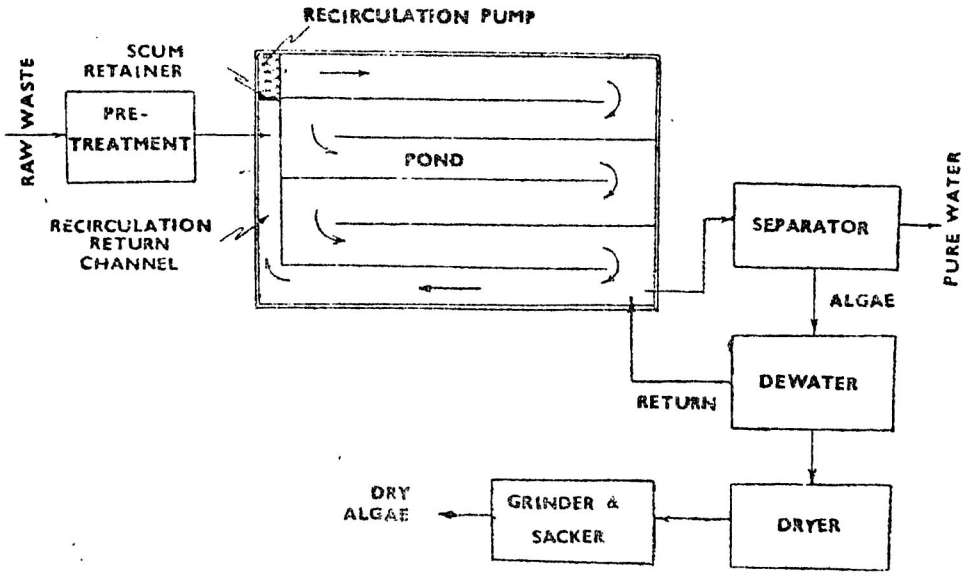
ภาพที่ 5 The potential for productivity from sewage sludge.



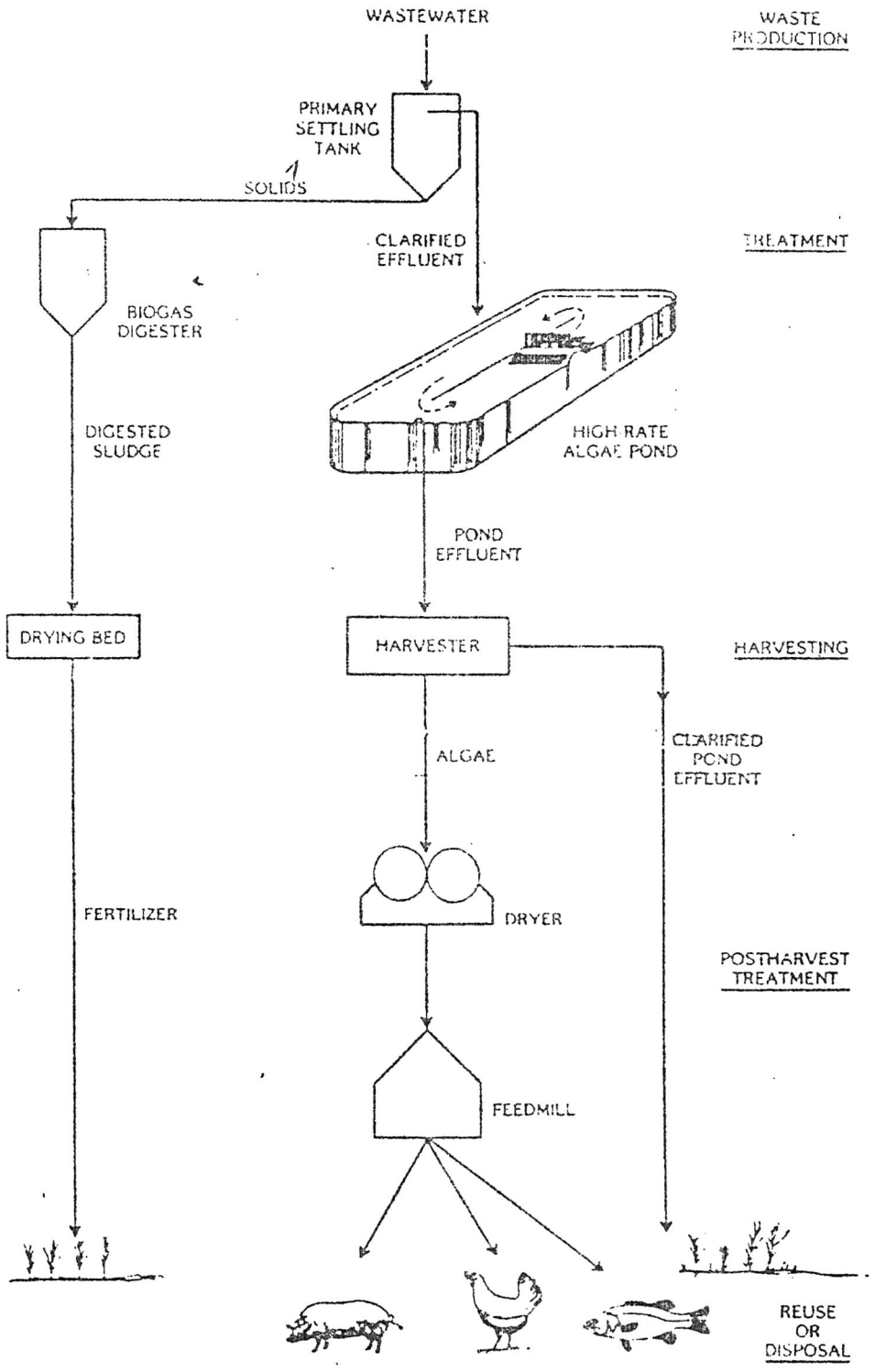
ภาพที่ 6 Schematic of a facultative stabilization pond showing the basic biological reactions of bacteria and algae.



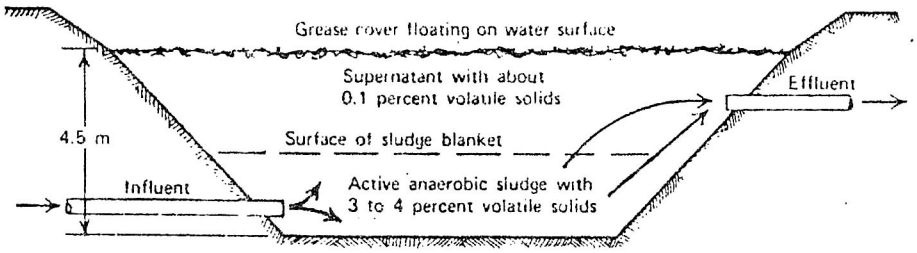
ภาพที่ 7 กรรมวิธีกำจัดน้ำทิ้งของชุมชนเล็ก ๆ โดยใช้ stabilization ponds



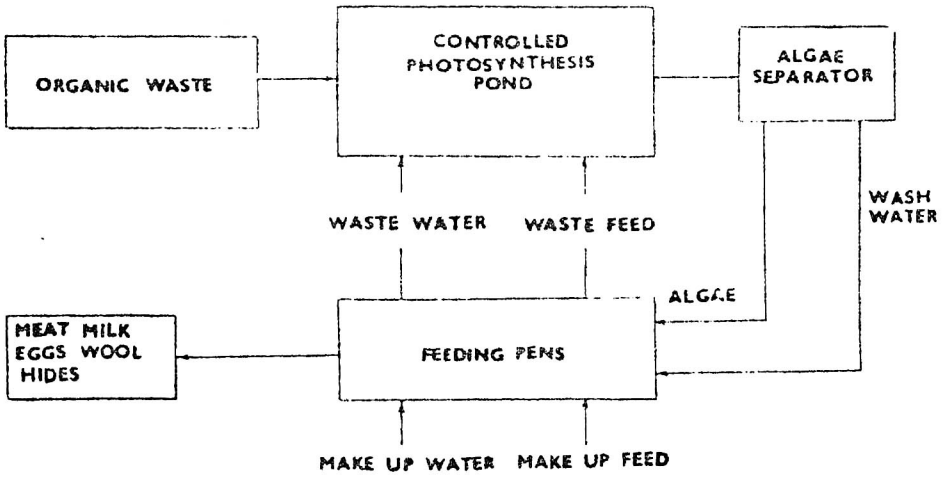
ภาพที่ 8Controlled photosynthesis plant. (*From* Oswald, 1962; *Courtesy* Dr. W. J. Oswald).



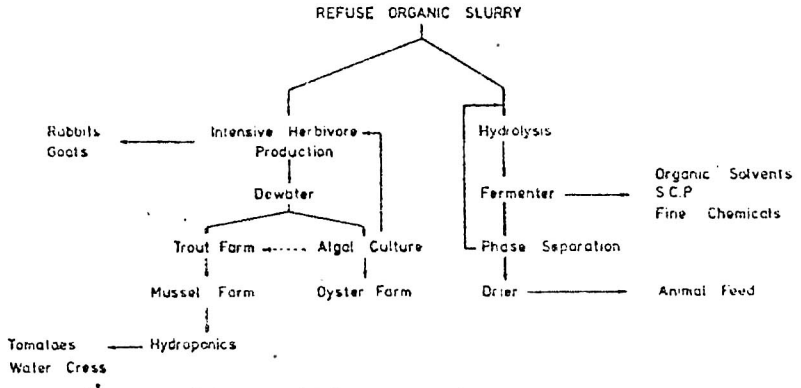
ภาพที่ 9 Scheme for Wastewater Treatment and Resource Recovery through Algae Production in the High-Rate Pond.



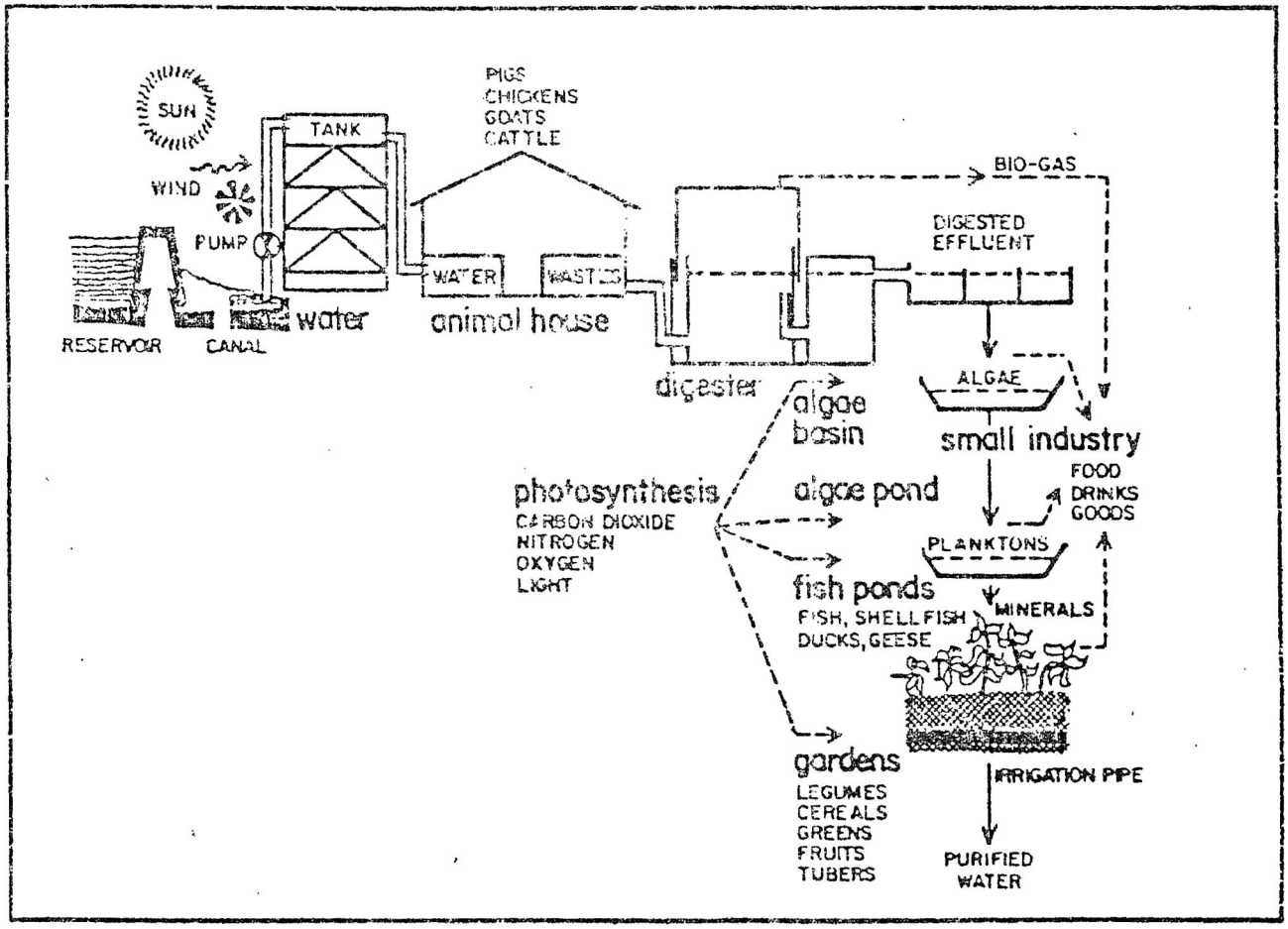
ภาพที่ 10 Schematic of an anaerobic lagoon for treating meat-processing waste water.



ภาพที่ 11 Animal product reduction complex using controlled photosynthesis and closed cycle conversion of organic wastes (*From* Oswald, 1962; *Courtesy* Dr. W. J. Oswald).



ภาพที่ 12 The potential for productivity from refuse organics.



ภาพที่ 13 Integrated Biogas System (ESCAP, 1975)

รายนามผู้บรรยาย

1. คุณบุญยงค์ โลห้วงศ์วัฒน์
2. ดร.เกษร ทวีเศษ ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กพส.
3. ดร.อรุณวรรณ บุญก่อสร้าง ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน
4. นายเพิ่มพงษ์ ศรีประเสริฐศักดิ์ หน่วยชีวเคมีและห้องปฏิบัติการกลาง ศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กพส.
5. นางรุ่งนภา ก่อประดิษฐ์สกุล หน่วยวิจัยสภาวะแวดล้อม ศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กพส.

คณะทำงาน

1. นางรุ่งนภา ก่อประดิษฐ์สกุล ผู้ช่วยหัวหน้าหน่วยวิจัยสภาวะแวดล้อม ศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง
2. นางสาวสุรัตน์วดี จิระจิรดา เจ้าหน้าที่วิจัย หน่วยวิจัยสภาวะแวดล้อม ศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง
3. นายไพโรจน์ เหลืองวิลัย พนักงานวิทยาศาสตร์ หน่วยวิจัยสภาวะแวดล้อม ศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง