

ระบบบำบัดน้ำเสียจากโรงงานผลิตนมและไอศกรีม (Waste treatment from dairy industries)

แปลและเรียบเรียงโดย วลัยรัตน์ จันทรวงศ์



บทนำ

จากการที่ผู้เขียนได้เข้าสัมมนาทางวิชาการที่จัดโดยมหาวิทยาลัยมหิดล เรื่อง การจัดการขยะมูลฝอยและกากของเสียอันตราย (Solid Waste and Hazardous Waste Management) โดยในหนึ่งของการสัมมนาได้กล่าวถึงระบบบำบัดน้ำเสียจากโรงงานผลิตนมและไอศกรีมซึ่งมีชื่อเสียงมากในประเทศสหรัฐอเมริกา ชื่อโรงงานเบนแอนด์เจอร์รี่ (Ben and Jerry's Homemade Ice cream) จากความรู้ในเรื่องเกี่ยวกับระบบบำบัดน้ำเสียและวิธีดำเนินการจากโรงงานเบนแอนด์เจอร์รี่ ผู้เขียนเห็นว่าจะมีประโยชน์กับโรงงานผลิตนมและไอศกรีมหลายแห่งในประเทศไทยเพื่อเป็นแนวทางในการนำมาประยุกต์ใช้ในระบบบำบัดน้ำเสียจากโรงงานผลิตนมและไอศกรีมของประเทศไทยต่อไป

ลักษณะของน้ำเสียจากโรงงานผลิตนมและไอศกรีม (Nature of dairy waste)

น้ำเสียจากโรงงานผลิตนมและไอศกรีมมีปัจจัยหลายอย่างซึ่งยากต่อการบำบัด ปัจจัยในการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานประเภทนี้ที่ต้องคำนึงมี 5 ประการ

1. อัตราการไหลที่ไม่คงที่ของน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบบำบัด (variable flow)
2. ปริมาณน้ำเสียในแต่ละวันจะไม่คงที่ (variable loads)
3. ค่าความเป็นกรดเป็นเบสของน้ำเสียจะไม่คงที่ (pH varies)
4. มีปริมาณสารอินทรีย์ที่ละลายได้สูง (Soluble BOD)
5. น้ำเสียจากโรงงานเหล่านี้มักขาดสารอาหารที่ทำให้จุลินทรีย์เติบโต

น้ำเสียจากโรงงานผลิตนมและไอศกรีมจะมีสารอินทรีย์อยู่ในปริมาณที่สูงมาก เพราะวัตถุดิบหลักที่ใช้ในกระบวนการผลิตไอศกรีม คือ นม และครีม สารอินทรีย์ ที่พบประกอบด้วย

คาร์โบไฮเดรต ได้แก่ พวกน้ำตาล และแป้ง ซึ่งเป็นองค์ประกอบของธาตุ คาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน คาร์โบไฮเดรตบางประเภทละลายน้ำได้ เช่น น้ำตาลบางชนิด บางประเภทละลายไม่ได้หรือได้น้อย เช่น แป้ง เป็นต้น ส่วนน้ำตาล ประเภทสามารถย่อยสลายตัวเองได้นั้น เมื่อมีแบคทีเรียก็จะเกิดการหมักเปลี่ยนน้ำตาล ให้เป็นแอลกอฮอล์และคาร์บอนไดออกไซด์ ในทางตรงกันข้ามแป้งค่อนข้างจะมี เสถียรภาพแต่สามารถถูกย่อยสลายให้เป็นน้ำตาลได้โดยจุลินทรีย์

โปรตีน บางชนิดละลายน้ำได้ บางชนิดไม่ละลายน้ำ โปรตีนจะมีธาตุ องค์ประกอบเป็นคาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน และยังมีปริมาณของธาตุไนโตรเจน ค่อนข้างสูง แต่น้ำเสียจากโรงงานผลิตนมและไอศกรีมมีปริมาณโปรตีนไม่สูงมากนัก ทำให้ขาดปริมาณธาตุไนโตรเจน ซึ่งเป็นอาหารของจุลินทรีย์ที่ใช้ในกระบวนการบำบัดทางชีววิทยา

ไขมันและน้ำมัน มีธาตุที่เป็นองค์ประกอบคล้ายกับโปรตีนและคาร์โบ ไฮเดรต ไขมัน และน้ำมัน เป็นสารประกอบที่มีเสถียรภาพสูง และถูกย่อยสลายโดยแบค ทีเรียได้ยาก เมื่อเข้าสู่ระบบบำบัดจะรบกวนการทำปฏิกิริยาของจุลินทรีย์ และขัดขวาง การถ่ายเทออกซิเจนจากน้ำ จึงจำเป็นจะต้องกำจัดออกไปเสียก่อน

ลักษณะน้ำเสียจากโรงงานเบนแอนด์เจอร์รี่

น้ำเสียจากโรงงานมีปริมาณสารอินทรีย์เป็นจำนวนมาก ทำให้ค่าบีโอดีและสารแขวนลอย มีค่าสูงตามไปด้วยลักษณะโดยเฉลี่ยของน้ำเสียจากโรงงานเบนแอนด์เจอร์รี่มีดังนี้

ประเภท	ปริมาณ (มิลลิกรัม/ลิตร)
บีโอดี (Biological Oxygen Demand)	5,000-10,000
สารแขวนลอย (Total Suspended Solid, TSS)	1,000-4,000
ความเป็นกรดต่าง (pH)	4 - 12
ปริมาณน้ำเสียต่อวัน (gpd)	23,000

(gpd = gallon per day)

ระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานเบนแอนด์เจอร์รี่

น้ำเสียจากโรงงานมีปริมาณสารแขวนลอยปนอยู่จำนวนมาก จึงจำเป็นต้องผ่านกระบวนการทางกายภาพโดยตกตะกอนสารแขวนลอยให้มีปริมาณลดลง หลังจากนั้นจึงเข้าสู่ระบบบำบัดทางชีววิทยาแบบใช้ออกซิเจนต่อไปหน่วยบำบัดหลักของระบบบำบัดน้ำเสียประกอบด้วย

1. บ่อพักน้ำเสีย (Wet Well) เพื่อรวบรวมน้ำเสียจากจุดต่างๆ ของโรงงานให้ มีปริมาณที่เพียงพอและมีระดับความสูงของน้ำตามความต้องการก่อนที่จะสูบเข้าระบบ ต่อไปโดยใช้ระบบปั๊ม (Pump) ซึ่งมีอยู่ 2 ตัว

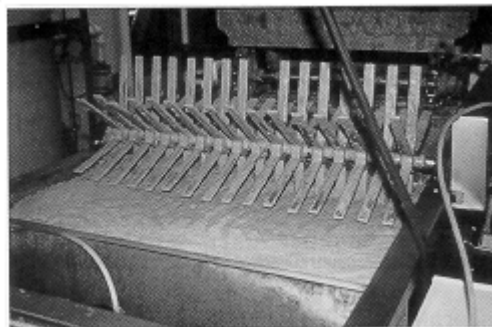
2. ถังปรับอัตราการไหล (Storage and Equalization Tank, EQ Tank) เพื่อ ปรับอัตราการไหลของน้ำเสียให้ไหลเข้าสู่ระบบการบำบัดน้ำเสียอย่างสม่ำเสมอถึงนี้ มีความจุ 22,000 แกลลอน และมีระบบกวนน้ำตลอดเวลา (Continuous Mixer)

3. ถังปรับพีเอช (pH Control Tank) เพื่อปรับ pH ของน้ำเสียให้ได้ตามความต้องการในที่นี้ น้ำเสียจากถังปรับอัตราการไหลจะมีค่า pH ปริมาณ 9-10 จะถูกปรับ pH ให้มีค่าเป็น 3.5-4.5 ถังปรับ pH นี้มีความจุ 1,300 แกลลอน

4. ถังเติมโพลิเมอร์ (Polymer Tank) เพื่อเติมสารโพลิเมอร์ ในที่นี้ใช้โซเดียม แอลเนท (Sodium Alginate) สารโพลิเมอร์ที่เติมเข้าไปจะทำหน้าที่เป็นสารช่วยตกตะกอน (Coagulant) ช่วยให้สารอินทรีย์ที่แขวนลอยอยู่ เช่น ไขมัน น้ำมันต่างๆ เกาะรวมตัวกันใหญ่ ขึ้น ถังเติมโพลิเมอร์นี้มีความจุ 550 แกลลอน

5. ถังตกตะกอน (Flocculation Tank) เป็นถังที่ทำให้สารแขวนลอยต่าง ๆ รวม ตัวกันมากขึ้นและมีขนาดใหญ่ขึ้น

6. ระบบลอยตะกอนเบา (Dissolved Air Flotation Unit, หน่วย DAF) เป็นระบบที่ อัดอากาศเข้าไปในน้ำที่มีสารแขวนลอยละลายอยู่ เช่น ไขมัน โปรตีน คาร์โบไฮเดรต การอัด อากาศภายใต้ความกดดันสูงกว่าบรรยากาศทำให้อากาศละลายน้ำได้มากยิ่งขึ้น หลังจากนั้นลด ความดันลงทำให้อากาศละลายน้ำได้น้อยลงอากาศส่วนเกินจะหนีออกมาเป็นฟองเล็กๆ พาสิ่ง ที่แขวนลอยอยู่ขึ้นสู่ผิวน้ำ



รูปที่ 1 แสดงการทำงานของหน่วย DAF

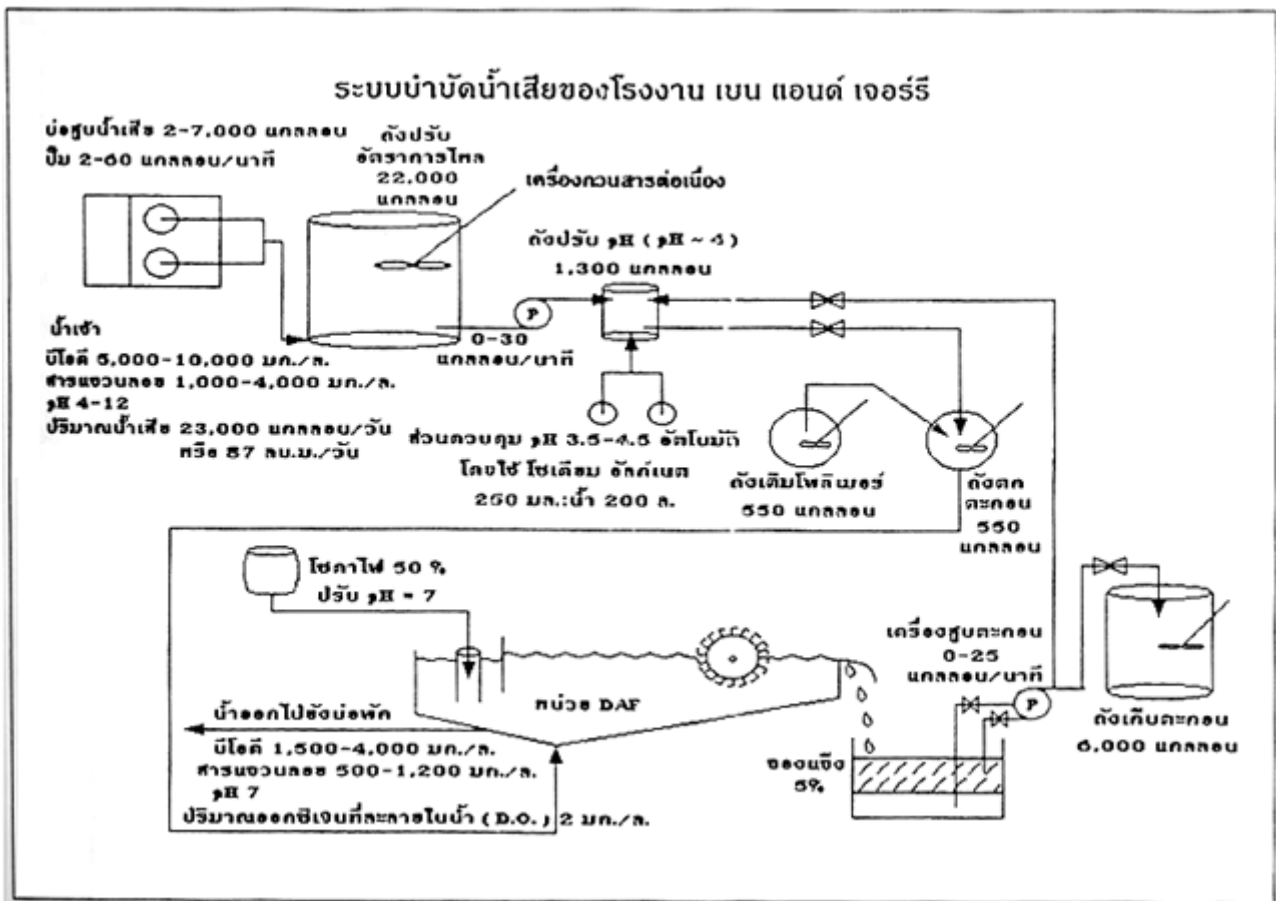
7. ถังเก็บตะกอนลอย (Float Storage Tank) กากตะกอนที่ลอยขึ้นมาข้างบนในระบบ ลอยตะกอนเบา (หน่วย DAF) จะถูกนำมาเก็บในถังนี้ ถังเก็บตะกอนลอยมีขนาดความจุ 6,000 แกลลอน

8. บ่อเติมอากาศ (Aerated Lagoon) เพื่อย่อยสลายสารอินทรีย์ที่เหลืออยู่ส่วนใหญ่นี้เป็น สารอินทรีย์ที่สามารถละลายได้ในน้ำ ซึ่งมี 2 บ่อ

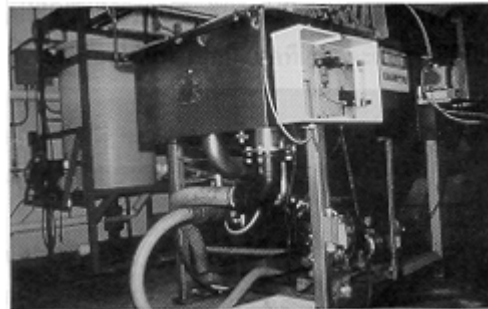
บ่อที่ 1 มีความจุ 50,000 แกลลอน แบ่งออกเป็น 2 เซลล์ แต่ละเซลล์มีแผ่นพลาสติกกัน วัฏแต่มีช่องเหมือนหน้าต่างให้น้ำผ่านเข้าไปได้

บ่อที่ 2 มีความจุ 1,000,000 แกลลอน แบ่งออกเป็น 3 เซลล์

9. เครื่องเติมอากาศ (Aerator)



รูปที่ 2 แผนผังแสดงระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานเบนแอนด์เจอร์รี่



รูปที่ 3 ระบบลอยตะกอนเบา (Dissolved Air Flotation Unit หน่วย DAF)

สารเคมีที่ใช้ในระบบบำบัดน้ำเสีย

น้ำทิ้งที่ออกจากโรงงานจะมีปริมาณโปรตีนมาก จึงจำเป็นต้องตกตะกอนโปรตีน นอกจากนี้ในการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย จะต้องมีความ pH ที่เหมาะสม จึงจำเป็นต้องใช้ สารเคมีในระบบบำบัดดังนี้

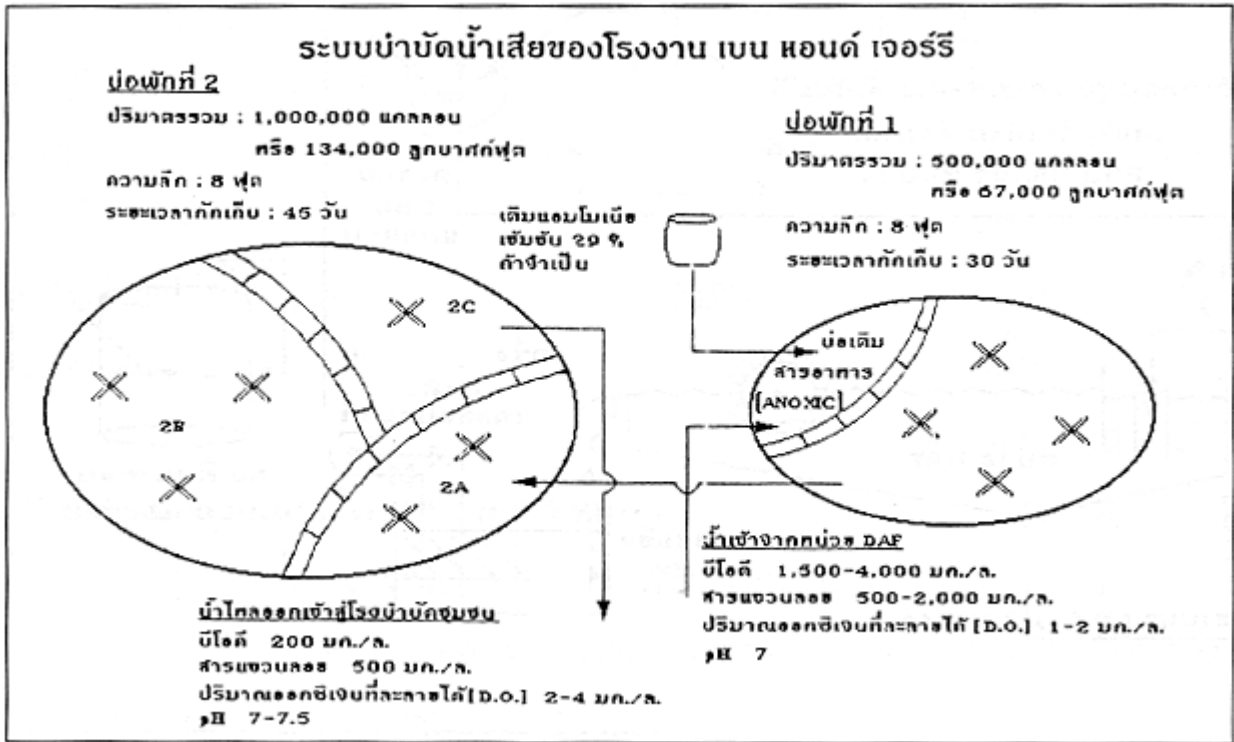
1. กรดซัลฟูริก (H_2SO_4)
2. สารโพลีเมอร์ (Sodium Alginate) 250 มล. : น้ำ 200 ลิตร
3. โซดาไฟ (NaOH) 50% สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์

การทำงานของระบบบำบัดน้ำเสีย

น้ำเสียจากโรงงานจะสูบน้ำเข้ามายังบ่อสูบน้ำเสีย ซึ่งมีปริมาณ 2-7,000 แกลลอน หลังจากนั้นน้ำเสียจะสูบน้ำไปยังถังปรับอัตราไหล (Equalization tank, E.Q. tank) เพื่อปรับ อัตราการไหลให้สม่ำเสมอ น้ำเสียในถังปรับอัตราไหล (EQ. tank) นี้มีค่า pH ประมาณ 9-10 น้ำเสียจากถังปรับอัตราไหลจะถูกสูบด้วยอัตราไหล 0-30 แกลลอนต่อ นาทีไปยังถังปรับ pH เพื่อปรับค่า pH ให้ได้ประมาณ 3.5-4.5 โดยใช้กรดซัลฟูริก (H_2SO_4) จุดประสงค์ของการลดค่า pH คือ เพื่อตก ตะกอนโปรตีนหรือแยกโปรตีนออกมา หลังจากนั้นน้ำเสียที่มีค่า pH ประมาณ 4 จะ ถ่ายไปยังถังตกตะกอน (Flocculation Tank) ในถังตกตะกอนนี้จะมีการเติมสารโพลีเมอร์เข้าไป เพื่อให้รวมตัวกันและมีขนาดใหญ่ขึ้นในถังตกตะกอน ทั้งนี้มีความจุ 550 แกลลอน จากนั้นน้ำเสียจะเข้าสู่ระบบลอยตะกอนเบา (Dissolved Air Flotation Unit, หน่วย DAF) ด้วยอัตราไหล 25 แกลลอน ต่อนาทีโดยการอัดอากาศเข้าไปแล้วให้อากาศเป็นตัวนำพาสารแขวนลอยต่างๆ ลอยสู่ด้านบนและมีเครื่องกรองตะกอน (Baffle) ทำหน้าที่กรองเอาตะกอนด้านบนไปยังถังเก็บกากตะกอนลอยต่อไประบบลอยตะกอน เบาจะทำงาน 16 ชั่วโมงต่อวัน ในขั้นตอนนี้จะสามารถลดค่าสารแขวนลอยได้ถึง 90% และลดค่าบีโอดี ได้ประมาณ 50% น้ำเสียหลังจากเอาตะกอนลอยออกไปแล้ว ก่อน

ที่จะ ปล่อยลงสู่บ่อเติมอากาศ (Aerated Lagoon) จำเป็นจะต้องปรับค่า pH ให้ได้ประมาณ 7 โดยใช้สารละลาย โซเดียมไฮดรอกไซด์ 50% น้ำเสียก่อนที่จะปล่อยลงสู่บ่อเติมอากาศ จะมีลักษณะดังนี้

บีโอดี (มก./ล.) (BOD)	=	1,500-4,000	มก./ล.
สารแขวนลอย (TSS)	=	500-2,000	มก./ล.
pH	=	7-7.5	มก./ล.
ปริมาณออกซิเจนที่ละลายได้ (DO.)	=	1-2	มก./ล.



รูปที่ 4 แสดงระบบบ่อเติมอากาศของโรงงานเบนแอนด์เจอร์รี่



รูปที่ 5 บ่อเติมอากาศบ่อที่ 1 (Aerated lagoon)



รูปที่ 6 บ่อเติมอากาศที่ 2 ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 เซลล์คือ 2A 2B และ 2C

น้ำเสียจะปล่อยเข้าสู่บ่อเติมอากาศที่ 1 (Aerated Lagoon) และเข้าไปในเซลล์ซึ่งเป็นบ่อเติม สารอาหารในเซลล์นี้จะไม่มีการเติมอากาศหรือออกซิเจนเข้าไป (Anoxic Cell) และมีการ เติมสารอาหารให้แก่แบคทีเรีย เรียกว่า แอมโมเนีย (NH_3 29%) ลงไปช่วยใน การเจริญเติบโตของแบคทีเรีย หลังจากนั้นน้ำเสียจะถูกปล่อยเข้าสู่เซลล์ ถัดไป ซึ่งเป็นบ่อ เติมอากาศมีเครื่องเติมอากาศติดตั้งอยู่ในเซลล์นี้ สารอินทรีย์จะถูกย่อยสลายแบบใช้ออกซิ เจน น้ำจะอยู่ในบ่อเติมอากาศที่ 1 ประมาณ 30 วัน หลังจากนั้นก็จะเข้าสู่บ่อเติมอากาศที่ 2 ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 เซลล์ คือ เซลล์ 2A 2B และ 2C ตามลำดับน้ำจากบ่อเติมอากาศที่ 1 จะเข้าสู่เซลล์ 2A ก่อนระยะเวลาหนึ่งและเข้าสู่เซลล์ 2B และ 2C ตามลำดับน้ำจะอยู่ในบ่อเติมอากา สที่ 2 รวมเวลา 45 วัน น้ำที่ออกจากเซลล์ 2C จะมีลักษณะดังนี้

บีโอดี (BOD)	200	มก./ล.
--------------	-----	--------

สารแขวนลอย (TSS)	500	มก./ล.
pH	7-7.5	มก./ล.
ปริมาณออกซิเจนที่ละลายได้ (DO.)	2-4	มก./ล.

น้ำที่ออกจากบ่อเติมอากาศที่ 2 จะส่งต่อไป ยังโรงบำบัดน้ำเสียชุมชนต่อไป

สรุป

ระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานเบนแอนด์เจอร์รี่ น้ำเสียที่ออกจากโรงงานมีค่าบีโอดี 5,000- 10,000 มก./ล. และสารแขวนลอย 1,000-4,000 มก./ล. การนำหน่วยลอยตะกอนเบา (Dissolved Air Flotation Unit) มาใช้จะช่วยลดค่าบีโอดีได้ถึง 50% และลดปริมาณสารแขวนลอยได้ 90% ก่อนที่จะนำน้ำเสียไปบำบัดโดยวิธีทางชีววิทยาต่อไป การบำบัด โดยวิธีทางชีววิทยาแบบบ่อเติมอากาศ (Aerated Lagoon) ในประเทศสหรัฐอเมริกาซึ่งมีราคาที่ดินสูงมาก ดังนั้นในแต่ละบ่อต้องพยายามใช้บ่ออย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด โดยแบ่งบ่อใหญ่ 2 บ่อ ออกเป็นบ่อย่อย ๆ ถึง 5 เซลล์ ทำให้การใช้ที่ดินมีประสิทธิภาพ สูงสุด และน้ำที่ผ่านเข้าไปในแต่ละเซลล์จะมีคุณภาพดีขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงเซลล์สุดท้าย ซึ่ง น้ำเสียจะมีค่าบีโอดีเหลือ 200 มก./ล. และสารแขวนลอยเหลือ 500 มก./ล. น้ำที่ออกจาก เซลล์สุดท้ายในบ่อที่ 2 พร้อมทั้งจะปล่อยเข้าสู่โรงบำบัดน้ำเสียชุมชนต่อไป

ในประเทศที่เจริญแล้วได้คำนึงถึงสภาพแวดล้อมมากมีการปลูกฝังจิตสำนึกที่รับผิดชอบ และมีกฎหมายรองรับ เพื่อให้โรงงานอุตสาหกรรมปฏิบัติตามกฎหมายโรงงานอุตสาหกรรมจำเป็นต้องรับผิดชอบต่อน้ำเสียที่ปล่อยออกมาต้องทำการบำบัดให้อยู่ในเกณฑ์ ตามมาตรฐานน้ำทิ้งของกระทรวงอุตสาหกรรมเสียก่อนโดยมีค่าบีโอดีไม่เกิน 200 มก./ล. และสารแขวนลอยไม่เกิน 500 มก./ล. จึงจะปล่อยไปยังโรงบำบัดชุมชนต่อไป สำหรับ ประเทศไทยมีการรณรงค์การรักษาสิ่งแวดล้อมมากขึ้น โรงงานขนาดใหญ่บางแห่งมี ระบบบำบัดน้ำเสียแล้วแต่บางโรงงานยังขาดอยู่จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่กระทรวงอุตสาหกรรม และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องจะต้องเข้าไปดูแลให้มีการบำบัดน้ำเสียก่อนที่จะปล่อย ลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ โดยเฉพาะโรงงานผลิตนมและไอศกรีม โรงงานฆ่าสัตว์ เป็นต้น ซึ่งน้ำทิ้งจะมีปริมาณสารอินทรีย์แขวนลอยอยู่มาก ถ้าเรานำหน่วยลอยตะกอนเบา มา ใช้ในระบบบำบัด จะช่วยในการลดปริมาณสารแขวนลอยลงได้มากและสำหรับหน่วย ลอยตะกอนเบา นี้ ระบบการทำงานไม่ยุ่งยาก สามารถผลิตได้ในประเทศไทยหลังจากนั้น จึงจะเข้าสู่การบำบัดขั้นที่ 2 ซึ่งส่วนใหญ่เป็นการบำบัดโดยใช้วิธีทางชีววิทยาต่อไป เพื่อให้ได้น้ำที่มีคุณภาพดีขึ้นทำให้สภาวะแวดล้อมดีขึ้นในอนาคต

แปลและเรียบเรียงจาก

Nopadon Sundarabhaya, P.E., Industrial Wastewater Pretreatment, Vermont Environmental Protection Agency, U.S.A.



This document was last modified on