# ก๊าซชีวภาพเพื่อกำจัดของเสีย

# จากกระบวนการผลิตสุราพื้นบ้าน

# คู่มือการจัดอบรม

---

**โครงการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีก๊าซชีวภาพเพื่อกำจัดของเสียจากกระบวนการผลิตสุราพื้นบ้าน**

Application of biogas technology for treatment of wastes

From local-liquor making process

**เสนอ**

**สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ**

**จัดทำโดย**

**สถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงานนครพิงค์**

**มหาวิทยาลัยเชียงใหม่**

# คำนำ

คู่มือเล่มนี้สามารถใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติของผู้ใช้ก๊าซชีวภาพและผู้ที่สนใจ โดยการสนับสนุนของสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติให้ทางสถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงานนครพิงค์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ได้จัดทำคู่มือปฏิบัติงานเกี่ยวกับระบบก๊าซชีวภาพเพื่อกำจัดของเสียจากกระบวนการผลิตสุราพื้นบ้านขึ้นมา โดยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าคู่มือนี้จะเป็นประโยชน์และแก้ไขปัญหาแก่ผู้ที่สนใจได้เป็นอย่างดี เพื่อดูแลการทำงานและรักษาระบบต่างๆ ให้เป็นไปได้อย่างถูกต้องเหมาะสม อีกทั้งจะช่วยให้ผู้ดูแลระบบมีความเข้าใจระบบต่างๆ และสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลดังที่คาดหวังไว้ หากผู้ใดมีข้อคิดเห็นเสนอแนะ ขอได้โปรดแจ้งให้คณะผู้จัดทำทราบด้วย จักขอบคุณยิ่ง เพื่อจะได้นำมาแก้ไขปรับปรุงในโอกาสต่อไป

# สารบัญ

**บทที่ 1 บทนำ ..... 1**

1.1) ความเป็นมาของโครงการ ..... 1

1.2) ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ ..... 2

**บทที่ 2 สุราแช่พื้นบ้าน ..... 3**

2.1) การผลิตสุราแช่พื้นบ้านของไทย ..... 3

2.2) การผลิตสุราแช่พื้นบ้านของวิสาหกิจชุมชนหมู่ 5 แม่ปูคา ..... 6

2.3) สถานภาพการพัฒนาพลังงานทดแทน ..... 11

2.3.1) เป้าหมายการพัฒนาพลังงานทดแทน ..... 12

2.4) ภาวะโลกร้อน ..... 12

2.4.1) ผลกระทบจากภาวะโลกร้อน ..... 13

2.4.2) วิธีการแก้ไขและป้องกันภาวะโลกร้อน ..... 15

บทที่ 3 ความรู้พื้นฐานทางด้านก๊าซชีวภาพ ..... 17

3.1) ก๊าซชีวภาพคืออะไร ..... 17

3.2) ขบวนการเกิดก๊าซชีวภาพ ..... 18

3.3) ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการผลิตก๊าซชีวภาพ ..... 19

3.4) ประโยชน์ของก๊าซชีวภาพ ..... 19

3.5) ข้อดี ข้อจำกัด เทคโนโลยีการผลิตก๊าซชีวภาพสำหรับชุมชนที่มีในปัจจุบัน ..... 20

**บทที่ 4 การออกแบบถังหมักก๊าซชีวภาพ ..... 21**

4.1) ขั้นตอนในการพิจารณาออกแบบ ..... 21

4.2) การวางแผนการสำรวจและเก็บข้อมูล ..... 22

4.3) ออกแบบและติดตั้งระบบก๊าซชีวภาพ ..... 23

4.4) การประเมินโครงการลงทุนทางด้านเศรษฐศาสตร์ ..... 25

4.4.1) การคำนวณความคุ้มทุน ..... 25

**บทที่ 5 ประโยชน์จากก๊าซชีวภาพ ..... 27**

5.1) ด้านพลังงานทดแทน ..... 27

5.1.1) การใช้ก๊าซชีวภาพเป็นแหล่งเชื้อเพลิงเพื่อผลิตพลังงานความร้อน ..... 27

5.1.2) การใช้ก๊าซชีวภาพในการผลิตพลังงานกล/ไฟฟ้า ..... 29

5.1.3) การผลิตพลังงานร่วม (Cogeneration System) ..... 29

5.2) ด้านการเกษตร ..... 31

# สารบัญ (ต่อ)


5.3) ด้านการปรับปรุงสภาพแวดล้อม....32

**บทที่ 6 ระบบผลิตก๊าซชีวภาพแบบ CMU-Micro Hybrid Digester....33**

6.1) บ่อรวบรวมของเสีย....33

6.2) ถังหมักกรด (Acid Tank)....34

6.3) ถังหมักก๊าซชีวภาพแบบ CMU-Micro Hybrid Digester....35

6.4) ถังรับน้ำออก....36

6.5) ถุงเก็บก๊าซชีวภาพ และชุดควบคุมแรงดัน....37

6.6) เครื่องดูดก๊าซชีวภาพและถังลดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์....38

6.7) ชุดควบคุมการทำงานของปั๊มน้ำเสียและชุดกวน....39

6.8) ชุดควบคุมการทำงานของเครื่องดูดก๊าซชีวภาพ....40

**บทที่ 7 การเดินระบบและการติดตามผลการทำงานของระบบผลิตก๊าซชีวภาพ....41**

7.1) การเดินระบบ....41

7.2) ขั้นตอนการเดินระบบ....42

7.3) การติดตามผลการเดินระบบ....42

7.4) ประสิทธิภาพการทำงานของระบบ....44

7.5) การวิเคราะห์เศรษฐศาสตร์....45

7.6) การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีก๊าซชีวภาพ....46

**บทที่ 8 การบำรุงดูแลรักษาระบบผลิตก๊าซชีวภาพ....48**

8.1) การใช้งานและบำรุงรักษาบ่อรวบรวมน้ำเสีย....48

8.2) การใช้งานและบำรุงรักษาถังหมักกรดและถังหมักก๊าซชีวภาพ....49

8.3) การใช้งานและบำรุงรักษาถุงเก็บก๊าซชีวภาพและถังควบคุมแรงดัน....49

8.4) การใช้งานและบำรุงรักษาระบบท่อส่งก๊าซ....49

8.5) การใช้งานและบำรุงรักษาถังลดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์....50

8.6) การใช้งานและดูแลรักษาลานตากตะกอนและบ่อรับน้ำใส....50

8.7) การใช้งานและดูแลรักษาเตาหุงต้ม....50

**บทที่ 9 บรรณานุกรม....51**

# สารบัญตาราง

**ตารางที่ 2.1** ผลการดำเนินงานด้านพลังงานทดแทนปี 2555-2557 ..... 11
**ตารางที่ 2.2** เป้าหมายการพัฒนาพลังงานทดแทนภายใต้แผน AEDP ในปี 2579 ..... 12
**ตารางที่ 3.1** คุณสมบัติของก๊าซชีวภาพ (ที่ 0°C ความดัน 1 บรรยากาศ) ..... 18
**ตารางที่ 4.1** ลักษณะสมบัติเบื้องต้นทางเคมีของกากส่า ..... 23
**ตารางที่ 4.2** การวิเคราะห์ทางการเงิน ..... 26
**ตารางที่ 7.1** ลักษณะสมบัติทางเคมีของกากส่า ..... 41
**ตารางที่ 7.2** แสดงการเก็บตัวอย่างของระบบก๊าซชีวภาพ ..... 43
**ตารางที่ 7.3** การวิเคราะห์ทางการเงิน ..... 45

# สารบัญรูป

**รูปที่ 2.1** การจัดการน้ำเสียและผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากวิสาหกิจสุราแช่พื้นบ้าน....10
**รูปที่ 2.2** ภาวะโลกร้อน....13
**รูปที่ 3.1** สภาพแวดล้อมของถังหมักก๊าซชีวภาพ....17
**รูปที่ 3.2** ประโยชน์จากก๊าซชีวภาพ....19
**รูปที่ 5.1** การนำก๊าซชีวภาพไปใช้กับเตาหุงต้ม....27
**รูปที่ 5.2** การนำก๊าซชีวภาพไปใช้กับตะเกียง....28
**รูปที่ 5.3** เครื่องยนต์ดีเซลดัดแปลงให้ใช้ก๊าซชีวภาพร่วมกับน้ำมันดีเซล....30
**รูปที่ 5.4** เครื่องยนต์เบนซินดัดแปลงให้สามารถใช้ก๊าซชีวภาพได้ 100%....30
**รูปที่ 5.5** เครื่องยนต์ดีเซลดัดแปลงให้สามารถใช้ก๊าซชีวภาพได้ 100%....31
**รูปที่ 5.6** การปล่อยกากจากบ่อล้นไหลไปตามท่อ....32
**รูปที่ 6.1** ระบบ CMU-Micro Hybrid Digester....33
**รูปที่ 6.2** บ่อรวบรวมน้ำเสีย....34
**รูปที่ 6.3** ปั๊มน้ำเสีย....34
**รูปที่ 6.4** ถังหมักกรดขนาด 2000 ลิตร....35
**รูปที่ 6.5** ถังหมักก๊าซชีวภาพขนาด 10 ลูกบาศก์เมตร และชุดกวนอัตโนมัติ....36
**รูปที่ 6.6** ถังรับน้ำออกขนาด 500 ลิตร....36
**รูปที่ 6.7** ถุงเก็บก๊าซชีวภาพ....37
**รูปที่ 6.8** ชุดควบคุมแรงดัน....37
**รูปที่ 6.9** เครื่องดูดก๊าซชีวภาพ....38
**รูปที่ 6.10** ถังลดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์....38
**รูปที่ 6.11** เตาหุงต้มพร้อมขาตั้งจำนวน 2 ชุด....39
**รูปที่ 6.12** ชุดควบคุมการทำงานของปั๊มน้ำเสียและชุดกวน....39
**รูปที่ 6.13** ชุดควบคุมการทำงานของเครื่องดูดก๊าซชีวภาพ....40
**รูปที่ 8.1** การใช้งานบ่อรวบรวมน้ำเสีย....48
**รูปที่ 8.2** การบำรุงรักษาบ่อรวบรวมน้ำเสีย....48
**รูปที่ 8.3** การบำรุงรักษาชุดควบคุมแรงดัน....49
**รูปที่ 8.4** การบำรุงรักษาถังรับน้ำออก....50

# บทที่ 1

# บทนำ

## 1.1) ความเป็นมาของโครงการ

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) มีบทบาทหน้าที่สำคัญในการบริหารจัดการแบบบูรณาการ เพื่อส่งเสริมและสนับสนุนการนำผลงานวิจัย สิ่งประดิษฐ์ และนวัตกรรมที่มีคุณภาพทั้งในประเทศและต่างประเทศไปใช้ประโยชน์ให้ตรงตามความต้องการของกลุ่มเป้าหมายของประเทศให้มากยิ่งขึ้น โดยเน้นผลงานที่สามารถนำไปสู่การปฏิบัติได้อย่างยั่งยืน และมุ่งสร้างคุณประโยชน์ พัฒนาและแก้ไขปัญหาให้แก่สังคม ชุมชน และประชาชนกลุ่มเป้าหมาย พื้นที่ ได้อย่างเป็นรูปธรรม

จากการดำเนินงานที่ผ่านมา วช. ได้มีการส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัยตามแนวพระราชดำริ โดยยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงเพื่อการต่อยอดและขยายผลไปสู่การพัฒนาพื้นที่ต่างๆ ตามหลักวิชาการที่ได้จากการวิจัย ประกอบกับแนวพระราชดำริของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ที่มีความหลากหลายและครอบคลุมในการแก้ปัญหาด้านต่างๆ ของประเทศ ทำให้องค์ความรู้เกี่ยวกับแนวพระราชดำริ ที่มีอยู่หลายเรื่องหลายประเด็นต้องมีการจัดการความรู้เพื่อการให้ประโยชน์ในพื้นที่ต่างๆ ของประเทศ

ในจังหวัดเชียงใหม่มีชุมชนที่ผลิตสุราพื้นบ้านหลายแห่งหนึ่งในชุมชนที่มีความสนใจในการนำของเสียมาผลิตเป็นพลังงานทดแทน และรักษาระบบนิเวศน์ที่ดีให้กับชุมชน และพร้อมที่จะเป็นวิสาหกิจชุมชนสุราพื้นบ้านต้นแบบ เพื่อเป็นแบบอย่างและแหล่งอ้างอิงถึงความสำเร็จของการนำของเสียมาผลิตเป็นพลังงานทดแทน คือ วิสาหกิจชุมชนสุราแช่พื้นเมือง หมู่ 5 ตำบลแม่ปูคา ซึ่งตั้งอยู่อำเภอสันกำแพง จังหวัดเชียงใหม่ โดยวิสาหกิจชุมชนแห่งนี้มีกากส่าเหล้า จากกระบวนผลิตมากกว่า 50 กิโลกรัมต่อวัน ซึ่งในปัจจุบันมีวิธีการกำจัดกากส่าโดยการฝังกลบอย่างง่าย จึงเป็นเหตุให้ส่งกลิ่นเหม็นและมีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของผู้คนในชุมชน อีกทั้งยังมีโอกาสก่อให้เกิดการในเปื้อนไปยังแหล่งน้ำใกล้เคียง ดังนั้นสมาชิกวิสาหกิจชุมชนสุราแช่พื้นเมือง หมู่ 5 ตำบลแม่ปูคา จึงมีความเห็นพ้องกันให้การจัดการของเสียอย่างเป็นรูปธรรม โดยมีความประสงค์ในการนำกากส่าเหล้ามาผลิตเป็นพลังงานทดแทน ซึ่งนอกเหนือจะสามารถรักษาระบบนิเวศน์ที่สะอาดของชุมชนได้แล้ว ยังช่วยลดต้นทุนด้านพลังงานให้กับวิสาหกิจชุมชนอีกด้วย แต่เนื่องจากชุมชนยังขาดองค์ความรู้ด้านเทคโนโลยีในการจัดการของเสีย และบุคลากรในการพัฒนาระบบก๊าซชีวภาพ รวมถึงเงินลงทุนในการก่อสร้างและติดตั้งระบบ จึงต้องการความช่วยเหลือจากหน่วยงานภาครัฐเข้ามาสนับสนุนในการดำเนินการครั้งนี้

สถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงานนครพิงค์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ มีความพร้อมในการให้ความช่วยเหลือด้านบุคลากร และองค์ความรู้ในการก่อสร้างเทคโนโลยีระบบก๊าซชีวภาพ เพื่อสนับสนุนการการกำจัด

ของเสียในกระบวนการผลิตสุราพื้นบ้าน ด้วยระบบหมักย่อยแบบไร้อากาศ (Anaerobic) โดยอาศัยจุลินทรีย์ชนิดที่ไม่ต้องการอากาศทำหน้าที่ย่อยสลายสารอินทรีย์ในของเสียให้เปลี่ยนรูปไปเป็นก๊าซชีวภาพ เพื่อยกระดับวิสาหกิจผลิตสุราพื้นบ้านให้มีมาตรฐานในการกำจัดของเสีย และการนำของเสียมาเปลี่ยนรูปให้เป็นพลังงานทดแทนอย่างคุ้มค่า เพื่อให้เกิดการพัฒนาอย่างยั่งยืน ตามแนวพระราชดำริหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ โดยเฉพาะการพึ่งพาตนเองด้านพลังงานได้อย่างยั่งยืน ลดต้นทุนค่าใช้จ่ายในการซื้อก๊าซหุงต้ม (LPG) ที่นับวันจะยิ่งประสบกับปัญหาสภาวะการขาดแคลน และความผันผวนทางด้านราคา เสริมสร้างภูมิคุ้มกันในการพึ่งพาตนเองให้แก่สมาชิกวิสาหกิจชุมชน และเป็นแบบอย่างให้กับวิสาหกิจผลิตสุราพื้นบ้านในชุมชนอื่น ได้เห็นความสำคัญในการผลิตพลังงานทดแทนจากของเสียจากกระบวนการผลิต และการรักษาสิ่งแวดล้อมภายในชุมชน และพร้อมที่จะนำไปปรับใช้ต่อไป

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ได้มีมติเห็นชอบให้มีการจัดสรรทุนกิจกรรมส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัย “ตามแนวพระราชดำริ” ด้านพลังงานเพื่อให้มีการศึกษา วิเคราะห์ สังเคราะห์ องค์ความรู้จากการวิจัยเพื่อการขยายผลตามแนวพระราชดำริ โดยยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเดียงเพื่อนำส่งองค์ความรู้การวิจัยไปสู่เป้าหมายเพื่อการใช้ประโยชน์อย่างเป็นรูปธรรมได้อย่างยั่งยืน

**1.2) ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ**

- ได้องค์ความรู้ในการจัดการน้ำเสียจากการผลิตสุรา โดยมีผลตอบแทนเป็นพลังงานทดแทน
- สามารถนำข้อมูลงานวิจัยไปต่อยอดในการทำระบบก๊าซชีวภาพแบบอื่นๆ
- สามารถแก้ปัญหาด้านมลภาวะจากน้ำเสียที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้
- ได้เผยแพร่องค์ความรู้จากงานวิจัยสู่ชุมชน ผู้ประกอบการ หน่วยงานราชการ ซึ่งทำให้เกิดการแก้ปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อม และพลังงานอย่างยั่งยืน
- สามารถกระตุ้น และจูงใจให้วิสาหกิจชุมชนอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องหันมาให้ความสำคัญในการผลิตพลังงานทดแทนจากของเสียที่ได้จากกระบวนการผลิต

# บทที่ 2

# สุราแช่พื้นบ้าน

## 2.1) การผลิตสุราแช่พื้นบ้านของไทย

ในอดีตคนไทยมีการผลิตและดื่มสุราแช่พื้นบ้านมาหลายร้อยปีแล้ว โดยเป็นการผลิตเพื่อวัตถุประสงค์บริโภคกันเองไม่ใช่เพื่อการค้า โดยการผลิตสุราได้จากการหมักข้าวเหนียวในโอ่งหรือไหดินเผา ขั้นตอนการผลิตหรือส่วนผสมแตกต่างกันไปนับตั้งแต่การทำ “ลูกแป้ง” ซึ่งในลูกแป้งจะประกอบด้วยเชื้อจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ ที่แตกต่างกันไปในแต่ละท้องถิ่นของประเทศ จนกระทั่งถึงกระบวนการหมักโดยใช้ข้าวเหนียวนึ่งผสมกับลูกแป้งและน้ำ นิยมทำและดื่มในเทศกาลงานบุญหรืองานฉลอง เช่น งานบวช งานแต่งงาน ขึ้นบ้านใหม่ วันสงกรานต์ส่งท้ายปีเก่าต้อนรับปีใหม่ เป็นต้น

ในช่วงระยะเวลา 5 ปีที่ผ่านมานี้ การผลิตสุราของไทยได้มีการเปลี่ยนรูปแบบจากการผูกขาดไปเป็นการผลิตสุราเสรี โดยในประกาศกระทรวงการคลัง เรื่อง วิธีการบริหารงานสุรา พ.ศ. 2544 (ฉบับที่ 3) ลงวันที่ 12 ธันวาคม 2544 ตามนโยบายสนับสนุนเศรษฐกิจชุมชน ได้อนุญาตให้ทำและขายสุราแช่ (ยกเว้นเบียร์) ทำให้ชาวบ้านรวมกลุ่มกันจัดตั้งเป็นสหกรณ์ หรือห้างหุ้นส่วนจำกัด เพื่อผลิตสุราแช่พื้นบ้านชนิดต่างๆ ออกวางขายกัน ในความเป็นจริงแล้วเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ในประเทศไทยมีมูลค่าทางการตลาดสูงกว่า 100,000 ล้านบาท ในปี พ.ศ. 2540 ประกอบด้วยสุรา 60,000 ล้านบาท (เป็นสุราที่ผลิตในประเทศ 50,000 ล้านบาท) เบียร์ 46,000-48,000 ล้านบาท และไวน์ 1,500-2,000 ล้านบาท นับได้ว่าธุรกิจสุราเป็นแหล่งรายได้ที่สำคัญของรัฐในการจัดเก็บภาษี ในปัจจุบันสุราพื้นบ้านของไทยที่ผลิตโดยกลุ่มสหกรณ์ภาคต่างๆ และผู้ประกอบการรายย่อยได้รับการตอบรับจากผู้บริโภคเป็นอย่างดี เพราะเกิดจากภูมิปัญญาชาวบ้าน รายได้จากการขายสินค้าเป็นรายได้ของชาวบ้านจริงๆ นอกจากนี้ยังเป็นการส่งเสริมให้ชาวบ้านมีงานทำ มีรายได้เพิ่มขึ้นนอกเหนือจากการทำอาชีพเกษตรกร ที่สำคัญช่วยแก้ปัญหาผลผลิตทางการเกษตรล้นตลาด ด้วยการแปรรูปเพื่อเพิ่มมูลค่าให้แก่สินค้าเกษตร

### 1. ประเภทของสุรา

ตามกฎหมายสุราของประเทศไทย (พระราชบัญญัติสุรา, 2493) “สุรา” หมายความรวมถึง วัตถุทั้งหลายหรือของผสมที่มีแอลกอฮอล์ซึ่งสามารถดื่มกินได้เช่นเดียวกับน้ำสุรา หรือซึ่งดื่มกิน ไม่ได้แต่เมื่อได้ผสมกับน้ำหรือของเหลวอย่างอื่นแล้วสามารถดื่มกินได้เช่นเดียวกับสุรา ตามพระราชบัญญัติสุรา 2493 ได้แบ่งสุราเป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ สุราแช่และสุรากลั่น

*1) สุราแช่* หมายถึง สุราที่ไม่ได้กลั่น และให้หมายความรวมถึงสุราแช่ที่ไม่ได้ผสมกับสุรากลั่นแล้ว แต่ยังมีแรงแอลกอฮอล์ไม่เกินสิบห้าดีกรีด้วย

*2) สุรากลั่น* หมายถึง สุราที่ได้กลั่นแล้ว และให้หมายความรวมถึงสุรากลั่นที่ได้ผสมกับสุราแช่แล้ว แต่มีแรงแอลกอฮอล์เกินกว่าสิบห้าดีกรีด้วย

ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก. 2088-2544) ได้นิยามไว้ว่า “สุรา” หมายถึง เครื่องดื่มที่มีความแรงแอลกอฮอร์เกิน 0.5 ดีกรี แต่ไม่เกิน 80 ดีกรี

อาจารย์ประดิษฐ์ (2544) ได้อธิบายไว้ว่า สุราแช่และผลิตภัณฑ์ มีหลายชนิดทั้งที่เป็นสุราแช่ชนิดสุราผลไม้ สุราแช่พื้นเมือง อุ สาเก กระแช่ น้ำตาลเมา ผลิตภัณฑ์จากผลผลิตทางการเกษตรที่มีแรงแอลกอฮอล์ไม่เกินสิบห้าดีกรีก็จัดรวมอยู่ในกลุ่มนี้ด้วย ทั้งนี้ไม่รวมเบียร์ ตัวอย่างของสุราแช่พื้นบ้านไทย ได้แก่

*1) สาโท หรือ เหล้าโท* ทำจากการหมักข้าวเหนียวขาวหรือข้าวเหนียวดำ (สาโทที่ได้เรียกว่า น้ำขาว และ น้ำแดง ตามลำดับ) นำมานึ่งให้สุกแล้วคลุกกับลูกแป้งเหล้า ช่วง 3 วันแรกจะหมักแบบไม่เติมน้ำ จะเติมน้ำในวันที่ 4 ของการผลิต ใช้เวลาในการหมัก 1-3 สัปดาห์ แล้วกรองผ่านผ้าขาวบาง มีสีขุ่น รสหวาน หอม เฝื่อนเล็กน้อย

*2) อุ* ทำจากการหมักข้าวเหนียวผสมแกลบที่นึ่งให้สุกด้วยลูกแป้งเหล้า หมัก ชั้นๆ ไม่เติมน้ำ ในโอ่งหรือไหที่ปิดฝาค่อนข้างสนิทเป็นเวลา 2-3 สัปดาห์ เวลาจะดื่มให้เปิดฝาโอ่งหรือไหเติมน้ำสะอาด 1-2 ครั้ง ใช้หลอดไม้ไผ่หรือไม้ซางดูด น้ำอุมีสีออกสีชาหรือสีน้ำตาลอ่อน รสหวาน หอม เฝื่อนเล็กน้อย

*3) น้ำตาลเมา* ทำจากการหมักน้ำตาลสด น้ำตาลสดที่ใช้อาจได้จากต้นตาลหรือต้นมะพร้าว ใช้เวลาหมักไม่เกิน 7 วัน ก็ใช้ดื่มได้ มีลักษณะขุ่น มีฟอง ดื่มแล้วซ่าลิ้นเล็กน้อย รสหอมหวานมีรสเฝื่อนเล็กน้อย เนื่องจากเติมเศษไม้มะเกลือเผาหรือไม้บางชนิดลงไปหมักด้วย บางท้องที่เรียกน้ำตาลเมาว่ากะแช่ บางแห่งเรียกกะแช่ว่าสาโทหรือน้ำขาว น้ำตาลเมามักนิยมดื่มแบบสด

ตัวอย่างของสุรากลั่น เช่น วิสกี้ บรั่นดี วอดก้า รัม แม่โขง แสงโสม สุราขาว เป็นต้น

**2. วิธีการผลิตสุราแช่พื้นบ้านของไทย**

ในการทำสุราแช่พื้นบ้าน สามารถใช้วัตถุดิบได้หลายชนิดซึ่งสามารถแบ่งชนิดของวัตถุดิบตามเทคโนโลยีที่ใช้ได้เป็น 2 กลุ่ม คือ

*1) วัตถุดิบที่เป็นน้ำตาล* ได้แก่ น้ำตาล น้ำผลไม้ น้ำผึ้ง น้ำตาลสด เป็นต้น การผลิตสุราจากวัตถุดิบประเภทนี้จะได้จากการหมักด้วยจุลินทรีย์พวกยีสต์ซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนน้ำตาลเป็นแอลกอฮอล์ และเนื่องจากวัตถุดิบประเภทนี้มีน้ำตาลอยู่แล้ว การทำสุราจึงมีการปรับปริมาณ น้ำตาลให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม แล้วหมัก

ได้เลยโดยการหมักจะใช้เวลาสั้นกว่าการหมักวัตถุดิบที่เป็นแป้ง เพราะจุลินทรีย์พวกยีสต์สามารถเปลี่ยนน้ำตาลที่มีอยู่ให้เป็นแอลกอฮอล์ได้ทันที

*2) วัตถุดิบที่เป็นแป้ง* ได้แก่ ธัญชาติชนิดต่างๆ เช่น ข้าวเหนียว ข้าวเจ้า ข้าวโพด ข้าวสาลี ข้าวบาเลย์ เป็นต้น ซึ่งในกระบวนการหมักจำเป็นต้องใช้การทำงานร่วมกันของจุลินทรีย์ในลูกแป้งทั้ง 2 ชนิด คือ จุลินทรีย์พวกที่เปลี่ยนแป้งเป็นน้ำตาลและพวกที่เปลี่ยนน้ำตาลเป็นแอลกอฮอล์

**3. วัตถุดิบที่สำคัญในการผลิตสุราแช่พื้นบ้าน**

การผลิตสุราแช่พื้นบ้านจำเป็นต้องใช้วัตถุดิบที่สำคัญ 2 ชนิด ได้แก่ แหล่งของน้ำตาลและเชื้อจุลินทรีย์

โดยแหล่งของน้ำตาลที่นิยมใช้มากที่สุดในการผลิตสุราพื้นบ้านของไทย คือ ข้าวเหนียว โดยปรกตินิยมใช้ข้าวเหนียวขาวมากกว่าข้าวเหนียวดำ และนิยมใช้ปลายข้าวเหนียวมาทำเพราะราคาถูกและการแช่น้ำใช้เวลาไม่ถึง 30 นาที และสามารถคลุกกับลูกแป้งเหล้าได้ง่ายกว่า

ส่วนแหล่งของเชื้อจุลินทรีย์จะได้จากลูกแป้ง ลูกแป้งเป็นหัวใจของการผลิตสุราพื้นบ้านของไทยมานานแล้ว ใช้เป็นส่าในการทำข้าวหมาก น้ำส้มสายชูและสุราพื้นบ้าน โดยใช้ข้าวเหนียวเป็นวัตถุดิบ การทำลูกแป้งมักถือเป็นความลับและเป็นมรดกตกทอดกันมา แต่ละแหล่งมีสูตรการทำและลักษณะเชื้อส่าต่างๆ กัน และในแต่ละครั้งของการหมักคุณภาพของสุรา ที่ได้ก็ไม่สม่ำเสมอ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลูกแป้งที่ใช้ในการหมักแต่ละครั้ง หรือพูดอีกนัยหนึ่งก็คือขึ้นอยู่กับชนิดของเชื้อส่าหรือเชื้อจุลินทรีย์ที่อยู่ในลูกแป้งนั่นเอง

สาเหตุที่ทำให้ลูกแป้งเหล้าของแต่ละท้องถิ่นและแต่ละคนที่ทำแตกต่างกันเนื่องจากปัจจัยต่างๆ ดังนี้ (ประดิษฐ์, 2544)

- ความแตกต่างของชนิด ปริมาณและสัดส่วนของสมุนไพรและเครื่องเทศต่าง ๆ
- ความแตกต่างของฤดูเก็บและแหล่งปลูกสมุนไพรเครื่องเทศ
- ความแห้งหรือความชื้นของสมุนไพรเครื่องเทศ
- คุณภาพของลูกแป้งเหล้าที่ใช้ต่อเชื้อทำลูกแป้งเหล้าครั้งต่อไป
- ความเก่าหรือใหม่ของลูกแป้งเหล้า

สมุนไพรและเครื่องเทศในลูกแป้งเหล้าทำหน้าที่คัดเลือกและยับยั้งจุลินทรีย์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในการหมักสุราจากข้าว สมุนไพรจะยอมให้จุลินทรีย์ที่จำเป็นในการหมักสุราเจริญเติบโตได้ และยับยั้งจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการ ที่ทำให้สุราที่ผลิตได้เสียหรือเปรี้ยวในขณะหมัก สูตรในการทำลูกแป้งเหล้ารวมทั้งลูกแป้งข้าวหมากนับเป็นภูมิปัญญาชาวบ้านที่เก่าแก่และควรยกย่องยิ่งเป็นสิ่งที่ควรส่งเสริมและอนุรักษ์ไว้ก่อนที่จะสูญหายไปจากประเทศไทย

จุลินทรีย์ที่มีบทบาทสำคัญในลูกแป้ง มี 2 กลุ่ม คือ

ก) จุลินทรีย์กลุ่มที่เปลี่ยนแป้งในข้าวเป็นน้ำตาล

จุลินทรีย์ในกลุ่มนี้ที่พบในลูกแป้งส่วนใหญ่เป็นเชื้อรา เมื่อย่อยแป้งแล้วจะได้น้ำตาล มีรสหวาน จิราภรณ์ (2518) ได้คัดเลือกสายพันธุ์จุลินทรีย์จากลูกแป้งรวม 10 แหล่ง แยกเชื้อจุลินทรีย์ได้ 26 ชนิด พบว่าเชื้อจุลินทรีย์ที่มีความสามารถผลิตเอนไซม์ย่อยแป้งเป็นน้ำตาลได้มี 23 ชนิด ได้แก่ เชื้อรา 15 ชนิด เชื้อยีสต์ 7 ชนิด และแบคทีเรีย 1 ชนิด

ข) จุลินทรีย์กลุ่มที่เปลี่ยนน้ำตาลเป็นแอลกอฮอล์ ที่สำคัญคือเชื้อยีสต์ *Saccharomyces cerivisiae* สุราพื้นบ้านที่ได้มีแอลกอฮอล์อยู่ระหว่าง 3-15 ดีกรี

**4. ข้อจำกัดในเรื่องคุณภาพของสุราพื้นบ้าน**

การผลิตสุราพื้นบ้านของไทยยังมีข้อจำกัดในเรื่องของคุณภาพ โดยในการทำสุราพื้นบ้านนอกจากการหมักข้าวเหนียวแล้วยังมีการหมักสุราแช่พื้นบ้านจากข้าวชนิดต่างๆ และผลไม้ เพื่อใช้เป็นเครื่องดื่มและบริโภคกันทั่วไปอยู่แล้ว นับเป็นภูมิปัญญาชาวบ้านที่มีการถ่ายทอดกันภายใน ชุมชนและมีการดัดแปลงเรื่อยมาโดยใช้วัตถุดิบที่เปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาล ทำให้เทคโนโลยีการผลิตมีความแตกต่างไปตามลักษณะการถ่ายทอดและไม่มีระบบการผลิตที่ชัดเจน กระบวนการผลิตและอุปกรณ์ในการผลิตไม่มีการพัฒนาหรือพัฒนาน้อยมาก วิธีการผลิตได้ถ่ายทอดจาก บรรพบุรุษหรือผู้มีประสบการณ์ในการทำเหล้าพื้นบ้าน หรือจากพ่อแม่ญาติพี่น้อง เพื่อนฝูงในบ้านหรือในชุมชน เนื่องจากขาดองค์ความรู้พื้นฐานและมาตรฐานการควบคุมการผลิต รวมทั้งขาดการส่งเสริมการผลิตที่มีประสิทธิภาพ คุณภาพของผลิตภัณฑ์จึงไม่สม่ำเสมอ นอกจากนี้การลักลอบผลิตสุราในอดีต ทำให้ผู้บริโภคเกิดความไม่มั่นใจและหันไปบริโภคสุราจากผู้ผลิตรายใหญ่และต่างประเทศเป็นหลัก

การผลิตสุราพื้นบ้านของไทยมีความแตกต่างกันไปขึ้นกับชนิดของสุรา วัตถุดิบ ลูกแป้ง สมุนไพร เครื่องเทศ และภูมิปัญญาของแต่ละท้องถิ่น โดยปรกติเมื่อสิ้นสุดการหมักจะคั้นและกรองด้วยผ้าขาวบาง ได้น้ำสีขาวขุ่น แต่มักไม่ปล่อยให้สิ้นสุดการหมัก นิยมดื่มในขณะยังหมักอยู่ ดังนั้นจึงไม่มีการทำลายจุลินทรีย์ก่อนนำไปบริโภค บางครั้งจึงอาจเกิดอาการท้องเสียได้หลังการดื่ม และหากทิ้งระยะเวลาหลังการหมักจะเกิดรสเปรี้ยวขึ้นเนื่องจากการเจริญของจุลินทรีย์กลุ่มอื่นที่ไม่ต้องการ (ประดิษฐ์, 2525)

## 2.2) การผลิตสุราแช่พื้นบ้านของวิสาหกิจชุมชนหมู่ 5 แม่ปูคา

**1. วัตถุดิบ**

สุราแช่พื้นบ้านของวิสาหกิจแห่งนี้ ผลิตจากข้าวเหนียวที่ไม่มีการขัดสี การขัดสีข้าวอาจมีผลต่อคุณภาพและการหมัก หากใช้ข้าวที่ยังมีรำข้าวเหลืออยู่บ้าง อาจช่วยให้การหมักดีขึ้น เนื่องจากมีสารอาหารให้จุลินทรีย์มากกว่าข้าวขัดขาว หรือทำให้สุราแช่มีกลิ่นหืนเนื่องจากไขมัน แต่ก็ยังไม่มีผลการวิจัยเพื่อยืนยัน

**2. การผลิตแบบพื้นบ้าน**

กระบวนการผลิตเริ่มจากการนำข้าวเหนียวไปนึ่ง นำมาล้างให้เย็น แล้วนำไปคลุกกับลูกแป้งที่บดให้เป็นผงแล้ว โดยผสมน้ำลงไปเพื่อให้คลุกเคล้าได้ดี และช่วยให้จุลินทรีย์เจริญได้ จึงนำไปใส่ถุงก่อนภาชนะปากกว้าง ทั้งนี้เพื่อให้ข้าวและเชื้อ ได้รับอากาศเพียงพอ โดยใส่ข้าวลงเพียงประมาณ 1 ใน 3 หรือ 1 ใน 4 ของปริมาตรถัง ปิดฝาหลวมๆ และหมักไว้ 3 วัน เมื่อเวลาการหมักผ่านไปประมาณ 3 วัน เชื้อราจากลูกแป้งจะเจริญ และย่อยแป้งให้กลายเป็นน้ำตาล และเกิดน้ำซึมออกมา เรียกว่า “น้ำต้อย” แล้วจึงเติมน้ำลงไปเพื่อละลายน้ำตาลที่เกิดขึ้น และสร้างสภาพที่ไม่มีอากาศ ซึ่งเหมาะสมกับยีสต์ และยีสต์ที่อยู่ในลูกแป้งก็จะหมักน้ำตาลให้กลายเป็นแอลกอฮอล์และกลิ่นรส ต่างๆ ต่อไป การเติมน้ำนี้เรียกว่าการ “ผ่าน้ำ” โดยปกติจะเติมเฉพาะน้ำตามสูตรของแต่ละวิสาหกิจที่แตกต่างกันไป แต่บางรายอาจเติมน้ำตาลลงไปด้วย เพื่อเร่งการหมักแอลกอฮอล์ ให้ได้ดีกรีแรงๆ เมื่อผ่าน้ำแล้ว จึงหมักต่อไปในภาชนะเดิม จนกว่าจะได้ความแรงแอลกอฮอล์ตามต้องการ จากนั้นหมักต่อไปอีก 1 เดือน แล้วจึงนำไปกรอง และบรรจุขวดจำหน่าย

**3. การทำลูกแป้ง**

ลูกแป้ง เป็นกล้าเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ในการหมัก ข้าวหมาก อุ และสาโท และแม้แต่น้ำส้มสายชูและขนมถ้วยฟู ในลูกแป้งสำหรับการหมักสาโท จะมีเชื้อราและเชื้อยีสต์ผสมกันอยู่ ทำหน้าที่ในการหมักข้าวให้เป็นน้ำตาลและเกิดแอลกอฮอล์ขึ้นตามลำดับ สูตรการทำลูกแป้ง เป็นสูตรที่ถ่ายทอดกันมาในครอบครัว และมักปิดเป็นความลับ

สมุนไพรที่ใช้ทำลูกแป้งเหล่านี้ สามารถยับยั้งแบคทีเรียที่ทำให้แป้งบูดเสีย แต่ไม่ทำลายยีสต์และราที่ใช้ในการหมัก สมุนไพรในสูตรนี้ เพียงพอแล้วในการยับยั้งแบคทีเรีย ไม่จำเป็นต้องใช้สูตรสมุนไพรหลายชนิดเกินไป การทำลูกแป้งโดยผสมแป้งกับสมุนไพรให้เข้ากัน เติมน้ำให้ปั้นเป็นก้อนได้ (ประมาณ 80 มิลลิลิตรต่อน้ำ 100 กรัม) คือให้แป้งที่นวดมีความชื้นประมาณ 45 % เรียงลูกแป้งบนกระด้งหรือภาชนะก้นโปร่ง โรยผงลูกแป้ง 15 กรัมต่อแป้ง 1 กิโลกรัม คลุมด้วยผ้าขาวบาง บ่มประมาณ 48 ชั่วโมง นำไปตากแดดให้แห้ง

**4. การทำกล้าเชื้อบริสุทธิ์**

ในการผลิตสุราแช่พื้นบ้านระดับอุตสาหกรรม จำเป็นต้องมีการใช้กล้าเชื้อจุลินทรีย์บริสุทธิ์ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีความสม่ำเสมอ ลดความสูญเสียจากการปนเปื้อนจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการ และช่วยให้สามารถผลิตในปริมาณมากได้ ในปัจจุบันยังไม่มีผู้ผลิตกล้าเชื้อสาโทจำหน่าย แต่เราสามารถเตรียมกล้าเชื้อบริสุทธิ์ได้จากเชื้อรา และยีสต์ ที่แยกได้จากลูกแป้ง นำมาทำให้เป็นเชื้อบริสุทธิ์ และเพาะเลี้ยงตามหลักการเลี้ยงยีสต์และราและเติมลงในข้าว เพื่อให้เกิดการหมักได้

**5. การผ่าน้ำ**

ในการผ่าน้ำ เป็นการเติมน้ำลงไปในข้าวที่หมักกับลูกแป้งจนเกิดน้ำซึมออกมาแล้ว เพื่อไปละลายน้ำตาลออกจากข้าว ทำให้ยีสต์สามารถนำไปใช้หมักแอลกอฮอล์ได้ น้ำที่ใช้ควรเป็นน้ำสะอาด ปราศจากเชื้อจุลินทรีย์ โดยอาจใช้น้ำต้ม หรือน้ำกรอง หากใช้น้ำที่ไม่สะอาด จะมีโอกาสที่จะทำให้สุราเปรี้ยวได้ การผ่า

น้ำมีจุดประสงค์เพื่อเจือจางความเข้มข้นของน้ำตาลที่เกิดจากการหมัก ให้เหมาะสมกับการเจริญของยีสต์ โดยปรับให้มีความเข้มข้นประมาณ 20 องศาบริกซ์

**6. การเตรียมน้ำสุราแช่พื้นบ้านเพื่อบรรจุ**

สุราแช่พื้นบ้าน มีความแตกต่างจากไวน์ผลไม้ทั่วไป เนื่องจากมีเศษตะกอนข้าว และเชื้อยีสต์ปะปนจนทำให้สาโท มีลักษณะขุ่นขาว และเนื่องจากการผ่าน้ำ แต่งน้ำตาล ทำให้มีรสหวาน มีปริมาณน้ำตาลมาก ซึ่งจะเป็นอาหารของจุลินทรีย์ ทำให้มีโอกาสเกิดการหมักขึ้นใหม่ในขวด แต่ในการผลิตในระดับอุตสาหกรรม ตามประกาศกระทรวงการคลัง ผลิตภัณฑ์สุราแช่พื้นบ้านต้องบรรจุในภาชนะปิดสนิท ดังนั้น เราจึงไม่สามารถให้มีการหมักอยู่ในขวดได้ เพราะก๊าซที่เกิดขึ้นจะทำให้ขวดระเบิดได้ ดังนั้นจึงต้องมีการทำให้สุราแช่พื้นบ้านมีความคงตัว ไม่มีตะกอน ไม่มียีสต์และจุลินทรีย์อื่นหลงเหลืออยู่ โดยการบ่ม การตกตะกอน การกรอง และการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน (การพาสเจอไรส์)

**7. การปรุงแต่งรสชาติ**

– การปรับปริมาณน้ำตาล

เมื่อหมักได้ที่แล้ว ยีสต์จะใช้น้ำตาลเปลี่ยนเป็นแอลกอฮอล์จนหมด ทำให้สุราแช่พื้นบ้านไม่มีรสหวาน แต่รสนิยมของผู้บริโภคอาจต้องการสุราแช่พื้นบ้านที่มีรสหวาน จึงสามารถเติมน้ำตาลลงในสุราแช่พื้นบ้านเพื่อปรับรสชาติได้ การปรับปริมาณน้ำตาลในน้ำสุราแช่พื้นบ้าน ไม่สามารถใช้เครื่องรีแฟรกโตมิเตอร์วัดปริมาณน้ำตาลได้ เนื่องจากเครื่องนี้ วัดของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ซึ่งจะรวมกรด และแอลกอฮอล์ด้วย ทำให้ค่าที่อ่านได้ ไม่ใช่ปริมาณน้ำตาล จึงอาจใช้วิธีการชิมและปรับปริมาณตามต้องการ หรือหากต้องการวิเคราะห์อย่างแน่ชัด ต้องใช้วิธีวิเคราะห์ทางเคมี

– การเติมสี กลิ่น

กรมสรรพสามิตอนุญาตให้มีการปรับสีและกลิ่นของสุราแช่ได้ แต่ในการผลิต จะต้องระบุส่วนผสมในการขออนุญาตกับกรมสรรพสามิต แต่การเติมสีกลิ่นที่ไม่เป็นธรรมชาติ ทำให้สูญเสียเอกลักษณ์ของสาโทแบบดั้งเดิมไป

– การเติมสุรากลั่น

หากต้องการให้แรงแอลกอฮอล์สูงกว่าที่หมักได้ ตามประกาศกระทรวงการคลัง อนุญาตให้นำสุรากลั่นมาผสมได้ แต่เมื่อผสมแล้ว ต้องมีแรงแอลกอฮอล์ไม่เกิน 15 ดีกรี แต่ไม่อนุญาตให้ใช้สุราสามทับ (แอลกอฮอล์กลั่น) มาผสม

**8. การกรอง**

หากผู้ผลิตต้องการสุราแช่พื้นบ้านที่มีลักษณะใส เพื่อให้เป็นผลิตภัณฑ์ระดับเดียวกับเครื่องดื่มทางตะวันตก เช่น ไวน์ เบียร์ สาเก จะต้องนำมากรองให้ใส ทั้งนี้เนื่องจาก แม้จะมีการตกตะกอนแล้ว แต่ยังมียีสต์

และละอองสารแขวนลอยหลงเหลืออยู่ ทำให้น้ำสุราแช่พื้นบ้านไม่ใส และถ้าตั้งทิ้งไว้นานๆ จะตกตะกอนลงสู่ก้นขวด นอกจากนั้นยีสต์ที่เหลืออยู่ แม้เพียงเล็กน้อย ก็สามารถเจริญเติบโตต่อไป ทำให้เกิดการหมักภายในขวด และสร้างก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ทำให้ขวดระเบิดได้

การกรองสุราแช่พื้นบ้านมีหลายระดับ แต่สุราแช่พื้นบ้านที่ผ่านการตกตะกอนมาดีแล้ว สามารถนำมากรองเพียงขั้นตอนเดียว คือการกรองผ่านเครื่องกรองแบบฟิวเตอร์เพรส (Filter Press) ซึ่งทางวิสาหกิจชุมชนแห่งนี้เลือกวิธีการกรองแบบฟิวเตอร์เพรส

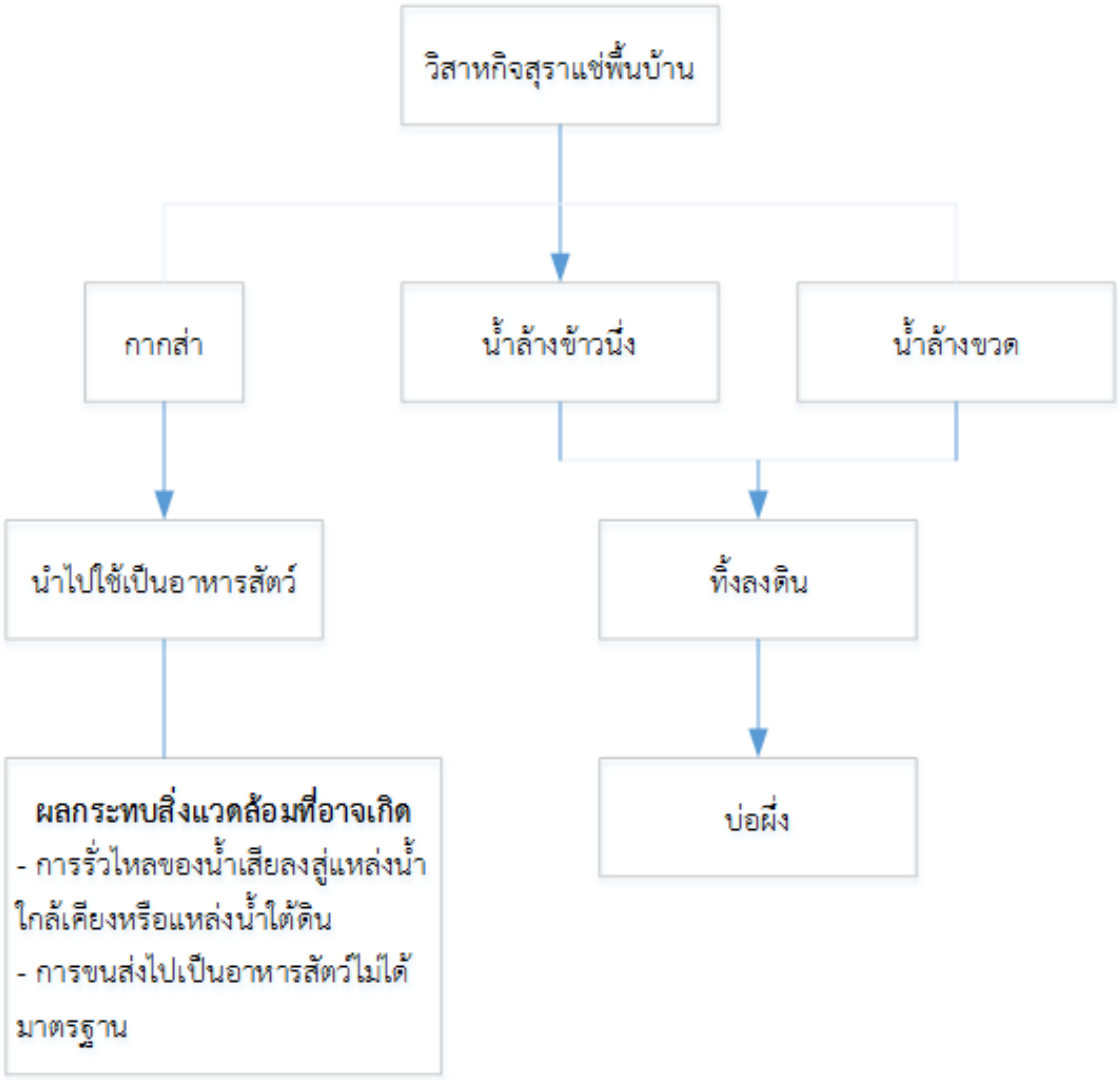
**9. น้ำเสียจากกระบวนการผลิต**

น้ำเสียจากกระบวนการผลิต คือ น้ำเสียที่เกิดจากการล้างข้าวนึ่ง น้ำเสียที่เกิดจากการล้างขวด เป็นต้น ในอดีตทางวิสาหกิจชุมชนใช้วิธีการบำบัดแบบธรรมชาติ เช่น ปล่อยให้ซึมลงดินก่อนไหลไปรวมกันในบ่อเปิดที่มีการปลูกพืชน้ำช่วยในการบำบัด โดยไม่มีการปล่อยน้ำออกสู่คลองสาธารณะ

**10. กากส่า**

กากส่า คือ ของเสียที่เหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตสุราแช่พื้นบ้าน หลังจากแยกน้ำตาลและแอลกอฮอล์ออกแล้ว ในการบำบัดน้ำกากส่าต้องเสียค่าใช้จ่ายสูง เนื่องจากเป็นของเสียอินทรีย์เข้มข้นสูง ที่มีสารประกอบ N, P, และ K จึงสามารถนำไปใช้ประโยชน์ด้านพลังงานได้เป็นอย่างดี การบำบัดน้ำเสียโดยใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัย เช่น เครื่องเติมอากาศที่ใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อไปทำลายอินทรีย์สารต่างๆ ให้ลดลงจนได้ค่า $BOD_5$ ตามมาตรฐานน้ำทิ้งของกระทรวงอุตสาหกรรมที่กำหนดให้ $BOD_5$ ไม่เกิน 20 มก./ลิตร อีกทั้งสีเข้มข้นของน้ำกากส่าเอง ก็ไม่สามารถกำจัดให้หมดไปได้ ทุกอย่างต้องใช้เงินลงทุนมาก ผลสุดท้ายก็ไม่สามารถบำบัดน้ำเสียประเภทนี้ให้ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ นับเป็นการสูญเปล่าของพลังงานและการลงทุน ฉะนั้นการนำแนวความคิดในการนำกลับมาใช้ประโยชน์ของกากส่าด้วยวิธีต่างๆ ที่จะกล่าวต่อไปนี้ นอกจากจะเป็นวิธีการแก้ปัญหามลภาวะสิ่งแวดล้อมแล้ว ยังเป็นการใช้ทรัพยากรของประเทศให้เกิดประโยชน์สูงสุดอีกด้วย ในอดีตทางวิสาหกิจชุมชนได้กำจัดกากส่า โดยให้เกษตรกรผู้เลี้ยงสุกรนำไปใช้ผสมเป็นอาหารสัตว์

จากกระบวนการผลิตสุราแช่พื้นบ้าน จะเห็นได้ว่ามีน้ำเสียและกากส่าที่เกิดจากกระบวนการผลิ เป็นของเสียที่อาจเกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้ เช่น การรั่วไหลของน้ำเสียสู่แหล่งน้ำใกล้เคียงหรือแหล่งน้ำใต้ดิน การขนส่งไม่ได้มาตรฐาน เช่น ระหว่างทางที่ขนกากส่าไปให้สัตว์เกิดการหกเลอะเทอะบริเวณพื้นที่สาธารณะ อาจส่งกลิ่นเหม็นรบกวนชาวบ้านที่อยู่บริเวณใกล้เคียงได้ (รูปที่ 2.1) ซึ่งปริมาณของเสียเหล่านี้จะมีปริมาณมากหรือน้อยเพียงไร ขึ้นอยู่กับปริมาณการสั่งซื้อของลูกค้าในแต่ละเดือน โดยอาจมีปริมาณกากส่าตั้งแต่ 10-50 กิโลกรัมต่อวัน ส่วนน้ำเสียมีประมาณ 200-1,000 ลิตรต่อวัน




**รูปที่ 2.1** การจัดการน้ำเสียและผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากวิสาหกิจสุราแช่พื้นบ้าน

เมื่อเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของการบำบัดน้ำเสียแบบใช้อากาศและไม่ใช้อากาศ จะเห็นได้ว่าต้นทุนในการบำบัดน้ำเสียแบบใช้อากาศมีค่าใช้จ่ายสูง และต้องการพลังงานสูง การลงทุนไม่คุ้มค่า แต่เมื่อพิจารณาการบำบัดน้ำเสียแบบไม่ใช้อากาศ ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่ใช้พลังงานต่ำ การลงทุนปานกลาง แต่สามารถลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้อย่างยั่งยืน น่าจะเป็นการลงทุนที่คุ้มค่ามากที่สุดสำหรับวิสาหกิจสุราแช่พื้นบ้าน ประกอบกับสามารถเปลี่ยนของเสียต่างๆ ที่เหลือทิ้งกลับมาเป็นพลังงานใช้สำหรับธุรกิจได้อีกด้วย หากวิสาหกิจชุมชนแต่ละแห่งสามารถช่วยลดการใช้พลังงานลงได้ หรือสร้างพลังงานจากของเสียต่างๆ ได้เอง จะสามารถช่วยให้ประเทศชาติลดการปลดปล่อยมลพิษสู่สิ่งแวดล้อม อันเนื่องมาจากการผลิตพลังงานในรูปแบบต่างๆ เพื่อใช้ภายในประเทศได้ ซึ่งในปัจจุบันรัฐบาลมีการส่งเสริมการผลิตการใช้พลังงานในรูปแบบต่างๆ โดยให้เงินสนับสนุนเพียงบางส่วน เพื่อให้ผู้ประกอบการตระหนักเห็นความสำคัญของการใช้พลังงานทดแทนที่สามารถช่วยลดต้นทุนในการผลิตของธุรกิจได้อย่างยั่งยืน

**2.3) สถานภาพการพัฒนาพลังงานทดแทน**

การพัฒนาพลังงานทดแทนในประเทศไทยเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง เป็นผลมาจากนโยบายส่งเสริมการผลิตการใช้พลังงานทดแทน โดยการใช้งานจะอยู่ในรูปของพลังงานไฟฟ้า พลังงานความร้อน และเชื้อเพลิงชีวภาพ โดยในปี 2557 ประเทศไทยมีการใช้พลังงานทดแทนทั้งสิ้น 9,025 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ (ktoe) เพิ่มขึ้นจากปีก่อนร้อยละ 9.6 หรือคิดเป็นร้อยละ 11.9 ของการใช้พลังงานขั้นสุดท้าย

**ตารางที่ 2.1** ผลการดำเนินงานด้านพลังงานทดแทนปี 2555-2557

| พลังงานทดแทน | หน่วย | ผลการดำเนินงาน | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 2555 | 2556 | 2557 |
| **ไฟฟ้า*** | **เมกะวัตต์** | **2,786** | **3,788** | **4,494** |
| | **พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ** | **1,138** | **1,341** | **1,467** |
| 1. แสงอาทิตย์ | เมกะวัตต์ | 376.72 | 823.46 | 1298.51 |
| 2. พลังงานลม | เมกะวัตต์ | 111.73 | 222.71 | 224.47 |
| 3. พลังงานน้ำขนาดเล็ก | เมกะวัตต์ | 101.75 | 108.80 | 142.01 |
| 4. ชีวมวล | เมกะวัตต์ | 1959.95 | 2320.78 | 2451.82 |
| 5. ก๊าซชีวภาพ | เมกะวัตต์ | 193.40 | 265.23 | 311.50 |
| 6. ขยะชุมชน | เมกะวัตต์ | 42.72 | 47.48 | 65.72 |
| **ความร้อน** | **พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ** | **4,886** | **5,279** | **5,775** |
| 1. แสงอาทิตย์ | พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ | 3.50 | 4.50 | 5.10 |
| 2. ชีวมวล | พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ | 4,346.00 | 4,694.00 | 5,144.00 |
| 3. ก๊าซชีวภาพ | พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ | 458.00 | 495.00 | 528.00 |
| 4. พลังงานขยะ | พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ | 78.20 | 85.00 | 98.10 |
| **เชื้อเพลิงชีวภาพ** | **ล้านลิตร/วัน** | **4.20** | **5.50** | **6.10** |
| | **พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ** | **1,270** | **1,612** | **1,783** |
| 1. เอทานอล | ล้านลิตร/วัน | 1.40 | 2.60 | 321 |
| 2. ไบโอดีเซล | ล้านลิตร/วัน | 2.80 | 2.90 | 2.89 |
| **การใช้พลังงานทดแทน (พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ)** | | 7,294 | 8,232 | 9,025 |
| **การใช้พลังงานขั้นสุดท้าย (พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ)** | | 73,316 | 75,214 | 75,804 |
| **สัดส่วนพลังงานทดแทนต่อการใช้พลังงานขั้นสุดท้าย (%)** | | 9.95 | 10.94 | 11.91 |

* รวมการผลิตไฟฟ้านอกระบบ (Including off grid power generation) และไม่รวมการผลิตไฟฟ้าจากพลังน้ำขนาดใหญ่

การใช้พลังงานทดแทนจะอยู่ในรูปของพลังงานความร้อนมากที่สุด คิดเป็นสัดส่วนมากกว่าร้อยละ 60 ของการใช้พลังงานทดแทนทั้งหมด รองลงมา ได้แก่ เชื้อเพลิงชีวภาพ และไฟฟ้า โดยในปี 2557 การใช้พลังงานความร้อนคิดเป็นร้อยละ 64 เชื้อเพลิงชีวภาพ และไฟฟ้า คิดเป็นร้อยละ 19.7 และ 16.3 ตามลำดับ

### 2.3.1) เป้าหมายการพัฒนาพลังงานทดแทน

การพัฒนาพลังงานทดแทนเป็นส่วนหนึ่งของการกำหนดนโยบายพลังงานในภาพรวมที่จำเป็นต้องบูรณาการร่วมกับแผนพลังงานอื่นๆ เพื่อให้การขับเคลื่อนสอดคล้องกัน ในการจัดทำแผน AEDP 2015 ได้นำค่าพยากรณ์ความต้องการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายตามแผนอนุรักษ์พลังงาน (Energy Efficiency Plan : EEP 2015) กรณีที่สามารถบรรลุเป้าหมายลดความเข้มการใช้พลังงาน (Energy Intensity) ลงร้อยละ 30 ในปี 2579 เมื่อเทียบกับปี 2553 แล้ว คาดการณ์ความต้องการใช้พลังงานขั้นสุดท้าย ณ ปี 2579 จะอยู่ที่ระดับ 131,000 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ (ktoe) ค่าพยากรณ์ความต้องการพลังงานไฟฟ้าสุทธิของประเทศจากแผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย (Power Development Plan : PDP2015) ในปี 2579 มีค่า 326,119 ล้านหน่วยหรือเทียบเท่า 27,789 ktoe ค่าพยากรณ์ความต้องการใช้พลังงานความร้อน ในปี 2579 เท่ากับ 68,413 ktoe และค่าพยากรณ์ความต้องการใช้เชื้อเพลิงในภาคขนส่งจากแผนบริหารจัดการน้ำมันเชื้อเพลิงในปี 2579 มีค่า 34,798 ktoe มาเป็นกรอบในการกำหนดเป้าหมายเพิ่มสัดส่วนการใช้พลังงานทดแทน รวมทั้งพิจารณาถึงศักยภาพแหล่งพลังงานทดแทนที่สามารถนำมาพัฒนาได้ ทั้งในรูปของพลังงานไฟฟ้า ความร้อน และเชื้อเพลิงชีวภาพภายใต้แผน AEDP 2015 เป็นร้อยละ 30 ของการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายในปี 2579

**ตารางที่ 2.2** เป้าหมายการพัฒนาพลังงานทดแทนภายใต้แผน AEDP ในปี 2579

| พลังงาน | สัดส่วนพลังงานทดแทน (ร้อยละ) | | การใช้พลังงานขั้นสุดท้าย ณ ปี 2579 |
|---|---|---|---|
| | สถานภาพ ณ ปี 2557 | เป้าหมาย ณ ปี 2579 | |
| ไฟฟ้า : ไฟฟ้า | 9 | 15-20 | 27,789 |
| ความร้อน : ความร้อน | 17 | 30-35 | 68,413 |
| เชื้อเพลิงชีวภาพ : เชื้อเพลิง | 7 | 20-25 | 34,798 |
| พลังงานทดแทน : การใช้พลังงานขั้นสุดท้าย | 12 | 30 | 131,000 |

## 2.4) ภาวะโลกร้อน

ภาวะโลกร้อน คือ การที่อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกเพิ่มขึ้นจากภาวะเรือนกระจก หรือที่เรารู้จักกันดีในชื่อว่า Green house effect ซึ่งมีต้นเหตุจากการที่มนุษย์ ได้เพิ่มปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงต่างๆ การขนส่ง และการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม นอกจากนั้นมนุษย์เรายังได้เพิ่มก๊าซกลุ่มไน

ตรัสออกไซด์ และคลอโรฟลูโรคาร์บอน ( CFC) เข้าไปอีกด้วย พร้อมๆ กับการที่เราตัดและทำลายป่าไม้จำนวนมหาศาลเพื่อสร้างสิ่งอำนวยความสะดวกให้แก่มนุษย์ ทำให้กลไกในการดึงเอาก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกไปจากระบบบรรยากาศถูกลดทอนประสิทธิภาพลง และในที่สุดสิ่งต่างๆ ที่เราได้กระทำต่อโลกได้หวนกลับมาสู่เราในลักษณะของภาวะโลกร้อน

**รูปที่ 2.2** ภาวะโลกร้อน

จากสถานการณ์ในปัจจุบัน ทั่วโลกมีปริมาณการใช้พลังงานเพิ่มมากขึ้นทุกปี ซึ่งกว่าเชื้อเพลิงแต่ละชนิดจะเปลี่ยนแปลงสภาพมาเป็นพลังงานได้ จะต้องผ่านกระบวนการผลิตต่างๆ ล้วนแต่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมไม่มากก็น้อย ซึ่งปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมที่มีการกล่าวถึงและให้ความสนใจคือสภาวะโลกร้อน ที่มีสาเหตุมาจากก๊าซเรือนกระจก ทั้งนี้ก๊าซเรือนกระจกเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์เป็นหลัก ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ที่เกิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง, ก๊าซมีเทน ที่เกิดจากการปศุสัตว์ นาข้าว ขยะ, ก๊าซไนตรัสออกไซด์ ที่เกิดจากการเกษตร ปุ๋ย อุตสาหกรรม และก๊าซคลอโรฟลูออโรคาร์บอนหรือ CFC ที่เกิดจากโฟม พลาสติก สารทำความเย็น เมื่อก๊าซเหล่านี้เพิ่มมากขึ้นก็จะทำให้โลกมีอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งส่งผลให้สภาพภูมิอากาศแปรปรวนและรุนแรงขึ้น น้ำแข็งขั้วโลกเกิดการหลอมละลายและระดับน้ำทะเลเพิ่มสูงขึ้น เป็นต้น

### 2.4.1) ผลกระทบจากภาวะโลกร้อน

#### 1. ผลกระทบด้านนิเวศวิทยา

แถบขั้วโลกได้รับผลกระทบมากสุดและก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงมากมาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งภูเขาน้ำแข็ง ก้อนน้ำแข็งจะละลายอย่างรวดเร็ว ทำให้ระดับน้ำทะเลทางขั้วโลกเพิ่มขึ้น และไหลลงสู่ทั่วโลกทำให้เกิดน้ำท่วมได้ทุกทวีป นอกจากนี้จะพลอยทำให้สัตว์ทางทะเลเสียชีวิตเพราะระบบนิเวศเปลี่ยนแปลง ส่วนทวีปยุโรป ยุโรปใต้ภูมิประเทศจะกลายเป็นพื้นที่ลาดเอียงเกิดความแห้งแล้ง ในหลายพื้นที่ปัญหาอุทกภัยจะเพิ่มขึ้น

เนื่องจากธารน้ำแข็งบนบริเวณยอดเขาสูง ที่ปกคลุมด้วยหิมะจะละลายจนหมด ขณะที่เอเชียอุณหภูมิจะสูงขึ้น เกิดฤดูกาลที่แห้งแล้ง มีน้ำท่วม ผลิตผลทางอาหารลดลง ระดับน้ำทะเลสูงขึ้นสภาวะอากาศแปรปรวน อาจทำให้เกิดพายุต่างๆ มากมายเข้าไปทำลายบ้านเรือนที่อยู่อาศัยของประชาชน ซึ่งปัจจุบันก็เห็นผลกระทบได้ชัดเจน เช่น ไต้ฝุ่น แต่แถบทวีปอเมริกาเหนืออุตสาหกรรมการผลิตอาหารจะได้รับผลประโยชน์เนื่อง จากอากาศที่อุ่นขึ้น พร้อมๆ กับทุ่งหญ้าใหญ่ของแคนาดาและทุ่งราบใหญ่สหรัฐอเมริกา

นักวิจัยได้มีการคาดประมาณอุณหภูมิผิวโลกในอีก 100 ปีข้างหน้า หรือประมาณปี 2643 ว่าอุณหภูมิจะสูงขึ้นจากปัจจุบันราว 4.5 องศาเซลเซียส เนื่องจากคาดการณ์ว่า จะมีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ถึงร้อยละ 63 และก๊าซมีเทนร้อยละ 27 ของก๊าซเรือนกระจก สำหรับประเทศไทยมีอุณหภูมิสูงขึ้นประมาณ 1 องศาเซลเซียส ในช่วง 40 ปี อย่างไรก็ตาม หากอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น 2- 4 องศาเซลเซียส จะทำให้พายุไต้ฝุ่นเปลี่ยนทิศทาง เกิดความรุนแรงและมีจำนวนเพิ่มขึ้นร้อยละ 10-20 ในอนาคต นอกจากนี้ฤดูร้อนจะขยายเวลายาวนานขึ้น ในขณะที่ฤดูหนาวจะสั้นลง

**2. ผลกระทบด้านเศรษฐกิจ**

รัฐที่เป็นเกาะเล็กๆ ของทวีปอเมริกาจะได้รับผลจากระดับน้ำทะเลที่สูงขึ้นกัดกร่อนชายฝั่ง จะสร้างความเสียหายแก่ระบบนิเวศ แนวปะการังจะถูกทำลาย ปลาทะเลประสบปัญหา เนื่องจากระบบนิเวศที่แปรเปลี่ยนไป ธุรกิจท่องเที่ยวทางทะเลที่สำคัญจะสูญเสียรายได้มหาศาล นอกจากนี้ ในเอเชียยังมีโอกาสร้อยละ 66-90 ที่อาจเกิดฝนกระหน่ำและมรสุมอย่างรุนแรง รวมถึงเกิดความแห้งแล้งในฤดูร้อนที่ยาวนาน ทั้งนี้ในปี 2532-2545 ประเทศไทยเกิดความเสียหาย จากอุทกภัย พายุ และภัยแล้ง คิดเป็นมูลค่าเสียหายทางเศรษฐกิจมากกว่า 70,000 ล้านบาท

รายงาน ” Global Deserts Outlook” ของโครงการสิ่งแวดล้อมแห่งสหประชาชาติ เนื่องในวันสิ่งแวดล้อมโลก 5 มิถุนายน ชี้ว่า ภายใน 50 ปีข้างหน้า ระบบนิเวศวิทยาทะเลทราย จะเปลี่ยนแปลงไปทั้งด้านชีววิทยา เศรษฐกิจและวัฒนธรรม ปัจจุบันพืชและสัตว์ทะเลทราย คือแหล่งทรัพยากรมีคุณค่าสำหรับผลิตยาและธัญญาหารใหม่ๆ ที่ทำให้ไม่ต้องสิ้นเปลืองน้ำและยังมีช่องทางเศรษฐกิจใหม่ๆ ที่เป็นมิตรกับธรรมชาติ เช่น การทำฟาร์มกุ้งและบ่อปลาในทะเลทรายรัฐอาริโซนาและทะเลทรายเนเจฟในอิสราเอล อย่างไรก็ตาม ทะเลทรายที่มีอยู่ 12 แห่งทั่วโลก กำลังเผชิญปัญหาใหญ่ ไม่ใช่เรื่องการขยายตัว แต่เป็นความแห้งแล้งเนื่องจากโลกร้อน ธารน้ำแข็งซึ่งส่งน้ำมาหล่อเลี้ยงทะเลทรายในอเมริกาใต้กำลังละลายน้ำใต้ดินเค็มขึ้น รวมทั้งผลกระทบที่เกิดจากน้ำมือมนุษย์ ซึ่งหากไม่มีการลงมือป้องกันอย่างทันท่วงที ระบบนิเวศวิทยาและสัตว์ป่าในทะเลทรายจะสูญหายไปภายใน 50 ปีข้างหน้า ในอนาคตประชากร 500 ล้านคนที่อาศัยอยู่ในเขตทะเลทรายทั่วโลกจะอยู่ไม่ได้อีกต่อไป เพราะอุณหภูมิสูงขึ้นและน้ำถูกใช้จนหมดหรือเค็มจนดื่มไม่ได้

**3. ผลกระทบด้านสุขภาพ**

ภาวะโลกร้อนไม่เพียง ทำให้ระบบนิเวศเปลี่ยนแปลงไป แต่มีสิ่งซ่อนเร้นที่แอบแฝงมาพร้อมปรากฏการณ์นี้ด้วยว่าโลกร้อนขึ้นจะสร้างสภาวะที่พอเหมาะพอควรให้เชื้อโรค เจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว โลกร้อนขึ้นจะก่อให้เกิด สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมแก่การฟักตัวของเชื้อโรคและศัตรูพืช ที่เป็นอาหารของมนุษย์บางชนิด โรคที่ฟักตัวได้ดีในสภาพร้อนชื้นของโลก จะสามารถเพิ่มขึ้นมากในอีก 20 ปีข้างหน้า ทั้งจะมีการติดเชื้อเพิ่มมากขึ้นในโรคมาลาเรีย ไข้ส่า อหิวาตกโรค และอาหารเป็นพิษนักวิทยาศาสตร์ในที่ประชุมองค์การอนามัยโลก และ London School of Hygiene and Tropical Medicine วิทยาลัยศึกษาด้านสุขอนามัยและเวชศาสตร์เขตร้อนของอังกฤษ แถลงว่า ในแต่ละปีประชาชนราว 160,000 คนเสียชีวิตเพราะได้รับผลกระทบจากภาวะโลกร้อน ตั้งแต่โรคมาลาเรีย ไปจนถึงการขาดแคลนสุขอนามัยที่ดี และตัวเลขผู้เสียชีวิตนี้อาจเพิ่มขึ้นเกือบสองเท่าตัวในอีก 17 ปีข้างหน้า แถลงการณ์ของคณะแพทย์ระดับโลกระบุว่า เด็กในประเทศกำลังพัฒนาจัดอยู่ในกลุ่มเสี่ยงมากที่สุด เช่นในประเทศแถบแอฟริกา ละตินอเมริกา และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ที่จะต้องเผชิญกับการแพร่ขยายของการขาดแคลนสุขอนามัยโรคท้องร่วง และโรคมาเลเรีย ท่ามกลางอุณหภูมิโลกร้อนขึ้น น้ำท่วม และภัยแล้ง เป็นต้น

**2.4.2) วิธีการแก้ไขและป้องกันภาวะโลกร้อน**

1. ลดการใช้พลังงานที่ไม่จำเป็นจากเครื่องใช้ไฟฟ้า เช่น แอร์ เครื่องปรับอากาศพัดลมลม หากเป็นไปได้ ใช้วิธีเปิดหน้าต่าง ซึ่งบางช่วงที่อากาศดีๆ สามารถทำได้เช่นหลังฝนตก หรือช่วงอากาศเย็น เป็นการลดค่าไฟ และลดความร้อน เนื่องจากหลักการทำความเย็นนั้นคือ การถ่ายเทความร้อนออก ดังนั้นเวลาเราใช้แอร์จะเกิดปริมาณความร้อนบริเวณหลังเครื่องระบายความร้อน

2. เลือกใช้ระบบขนส่งมวลชน ในกรณีที่สามารถทำได้ ได้แก่ รถไฟฟ้า รถตู้รถเมล์ เนื่องจากพาหนะแต่ละคัน จะเกิดการเผาผลาญเชื้อเพลิง ซึ่งจะเกิดความร้อนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ดังนั้นเมื่อลดปริมาณจำนวนรถ ก็จะลดจำนวนการเผาไหม้บนท้องถนนในแต่ละวันลงได้

3. เวลาเดินเข้าห้างสรรพสินค้า หากมีใครเปิดประตูทิ้งไว้ ให้ช่วยปิดด้วยเนื่องจากห้างสรรพสินค้าแต่ละห้างนั้น มีพื้นที่มาก กว่าจะทำให้เกิดความเย็นได้ ก็จะก่อให้เกิดความร้อนปริมาณมาก ดังนั้นเมื่อมีคนเปิดประตูทิ้งไว้ แอร์ก็จะยิ่งทำงานมากขึ้นเพื่อให้ได้ความเย็นตามที่ระบุไว้ในเครื่อง ซึ่งประตูที่เปิดอยู่จะนำความร้อนมาสู่ตัวห้างเครื่องก็จะทำงานวนอยู่อย่างนั้น ซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดความร้อนอีกปริมาณมากต่อสภาพภายนอก

4. พยายามรับประทานอาหารให้หมด เศษอาหารที่เหลือทิ้งไว้จะก่อให้เกิดก๊าซมีเทนซึ่งก่อให้เกิดปริมาณความร้อนต่อโลก เมื่อหลายคนรวมๆ กันก็เป็นปริมาณความร้อนที่มาก

5. ช่วยกันปลูกต้นไม้ เพราะต้นไม้จะคายความชุ่มชื้นให้กับโลก และช่วยดูดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งเป็นสาเหตุภาวะเรือนกระจก

6. การชวนกันออกไปเที่ยวธรรมชาติภายนอก ก็ช่วยลดการใช้ปริมาณไฟฟ้าได้

7. เวลาซื้อของพยายามไม่รับภาชนะที่เป็นโฟม หรือกรณีที่เป็นพลาสติก เช่น ขวดน้ำพยายามนำกลับมาใช้อีก เนื่องจากพลาสติกเหล่านี้ทำการย่อยสลายยาก ต้องใช้ปริมาณความร้อน เหมือนกับตอนที่ผลิตมันมา ซึ่งจะก่อให้เกิดความร้อนกับโลกของเราเราสามารถนำกลับมาใช้เป็นภาชนะใส่น้ำแทนกระติกน้ำได้ หรือใช้ปลูกต้นไม้ก็ได้

8. ไม่รับประทานเนื้อสัตว์ที่เคี้ยวเอื้อง เนื่องจากสัตว์เหล่านี้ อุจจาระจะปล่อยก๊าซมีเทนออกมา ดังนี้อุตสาหกรรมเลี้ยงสัตว์ประเภทนี้ เมื่อมีจำนวนมากก็จะก่อให้เกิดความร้อนกับโลกเรามาก

9. ใช้กระดาษด้วยความประหยัด กระดาษแต่ละแผ่น ทำมาจากการตัดต้นไม้ ซึ่งเป็นเสมือนปราการสำคัญของโลกเรา ดังนั้นการใช้กระดาษแต่ละแผ่นควรใช้ให้ประหยัดทั้งด้านหน้าหลัง ใช้เสร็จควรนำมาเป็นวัสดุ รองหรือนำมาเช็ดกระจกก็ได้นอกจากนี้การนำกระดาษไปเผาก็จะเกิดความร้อนต่อโลกเราเช่นกัน

10. ไม่สนับสนุนกิจการใดๆ ที่สิ้นเปลืองทรัพยากรของโลกเรา และควรสนับสนุนกิจการที่มีการคำนึงถึงการรักษาสิ่งแวดล้อม

# บทที่ 3

## ความรู้พื้นฐานทางด้านก๊าซชีวภาพ

ก๊าซชีวภาพ เป็นพลังงานที่เกิดจากการหมักย่อยของสารอินทรีย์ เช่น กากส่า มูลสัตว์ เศษอาหารหรือวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่หาได้ง่ายและลงทุนไม่สูงมากนัก ก๊าซชีวภาพนี้มีคุณสมบัติที่สามารถใช้ทดแทนพลังงานอื่นๆ ได้ เช่น ถ่าน ฟืน ไฟฟ้า ก๊าซหุงต้ม น้ำมัน ฯลฯ กากตะกอนที่ได้หลังจากผ่านการหมักในบ่อก๊าซแล้ว จะกลายเป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่มีคุณภาพดีและไม่มีกลิ่นเหม็น สามารถนำไปใช้ปรับปรุงบำรุงดินเพื่อการเกษตรได้ดียิ่งกว่ามูลสัตว์สดอีกด้วย นอกจากนั้นยังเป็นการป้องกันการบุกรุกทำลายป่าเนื่องจากการขาดแคลนพลังงานเชื้อเพลิง และช่วยรักษาสภาพแวดล้อมไม่ให้เสียไปเนื่องจากมูลสัตว์ที่เลี้ยงไว้ ซึ่งก่อให้เกิดปัญหามลภาวะกับชุมชนในเรื่องกลิ่น แมลงวันและน้ำเสีย

**รูปที่ 3.1** สภาพแวดล้อมของถังหมักก๊าซชีวภาพ

ในปัจจุบันได้มีการใช้ก๊าซชีวภาพอย่างแพร่หลาย ตั้งแต่บ้านของเกษตรกรที่มีสัตว์เลี้ยงไปจนถึงฟาร์มที่มีการเลี้ยงสัตว์ขนาดใหญ่ หรือแม้กระทั่งโรงงานอุตสาหกรรม และวิสาหกิจชุมชนต่างๆ จึงคาดว่าต่อไปในอนาคต ก๊าซชีวภาพจะเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญ อีกทั้งยังช่วยในการรักษาสภาพแวดล้อมให้ถูกสุขลักษณะ แก้ปัญหามลภาวะเป็นพิษ รวมทั้งเป็นการส่งเสริมให้เกษตรกรและชุมชนมีสุขภาพอนามัยที่ดีขึ้น

### 3.1) ก๊าซชีวภาพคืออะไร

ก๊าซชีวภาพ คือก๊าซที่เกิดจากการนำกากส่า หรือสารอินทรีย์ชนิดต่างๆ ไปหมักในสภาพไม่มีอากาศหรือสภาพที่ปราศจากออกซิเจน โดยจุลินทรีย์จะทำการย่อยสลายกากส่า หรือสารอินทรีย์ต่างๆ และทำให้เกิดก๊าซชีวภาพขึ้นมา ก๊าซชีวภาพเป็นก๊าซที่ผสมระหว่างก๊าซชนิดต่างๆ เช่น ก๊าซมีเทน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

ก๊าซไนโตรเจน ก๊าซไฮโดรเจน และก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ แต่ส่วนใหญ่จะประกอบด้วยก๊าซมีเทนเป็นหลัก ซึ่งถ้ามีปริมาณก๊าซมีเทน 65-70 เปอร์เซ็นต์ ก๊าซชีวภาพที่ได้นี้จะสามารถจุดติดไฟได้ โดยมีคุณสมบัติของก๊าซชีวภาพดังตารางที่ 3.1

**ตารางที่ 3.1** คุณสมบัติของก๊าซชีวภาพ (ที่ 0°C ความดัน 1 บรรยากาศ)

| | | |
|---|---|---|
| ปริมาณ $CH_4$ | 65 – 70 | % |
| ปริมาณ $CO_2$ | 30 – 35 | % |
| ปริมาณ $H_2S$ | 1,000 | ppm |
| ค่าความร้อนทางต่ำ | 24.48 | $MJ/m^3$ |
| ความเร็วเปลวไฟ | 25 | cm/s |
| อัตรา A/F ในทางทฤษฎี | 6.19 | $m^3$ a/$m^3$g |
| อุณหภูมิเผาไหม้ในอากาศ | 650 | °C |
| อุณหภูมิจุดติดไฟของ $CH_4$ | 600 | °C |
| ค่าความจุความร้อน ($C_P$) | 1.6 | $kJ/m^3$- °C |
| ค่าความหนาแน่น ($\rho$) | 1.15 | $kg/m^3$ |

### 3.2) ขบวนการเกิดก๊าซชีวภาพ

**ขั้นตอนที่ 1** จุลินทรีย์กลุ่มที่ 1 (HYDROLYTIC) ย่อยสลายส่วนผสมของกากส่าหรือสารอินทรีย์ที่อยู่ในบ่อหมัก ให้กลายเป็นกรดอินทรีย์ เช่น กลูโคส กรดอะมิโน กลีเซอรอล

**ขั้นตอนที่ 2** จุลินทรีย์กลุ่มที่ 2 (ACIDOGENIC) จะย่อยกรดอินทรีย์ต่างๆ ให้เป็นกรดน้ำส้ม

**ขั้นตอนที่ 3** จุลินทรีย์กลุ่มที่ 3 (METHANOGENIC) จะย่อยกรดน้ำส้มให้เกิดเป็นก๊าซชีวภาพหรือก๊าซที่ใช้หุงต้ม คือก๊าซมีเทนนั่นเอง

โดยจุลินทรีย์ทั้ง 3 กลุ่ม จะต้องมีปริมาณสัมพันธ์กัน เพราะหากสารอินทรีย์ (กากส่า) มากเกินไป จุลินทรีย์กลุ่มที่ 1 และ 2 จะผลิตกรดออกมามากจนกระทั่งจุลินทรีย์กลุ่มที่ 3 หยุดทำงาน ทำให้ก๊าซไม่เกิด หากสารอาหารมีน้อยเกินไปจุลินทรีย์จะเจริญเติบโตช้า ผลิตก๊าซได้น้อย หากมีการกวนสารอาหารพอสมควรจะทำให้จุลินทรีย์ทั้ง 3 กลุ่มทำงานสัมพันธ์กันได้ดี แต่ถ้าหากกวนมากเกินไป กลับจะทำให้การผลิตก๊าซลดลง เพราะไม่มีเวลาย่อยสลาย

### 3.3) ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการผลิตก๊าซชีวภาพ

1. ของเสียต้องมีปริมาณเพียงพอ การเติมต่อวันต้องเหมาะสม ไม่มากหรือน้อยเกินไป เพราะจะทำให้ก๊าซเกิดน้อยหรือไม่เกิดเลย เนื่องจากแบคทีเรียต้องการเวลาในการย่อยสลาย

2. เวลา ระยะเวลาการหมักและย่อยสลายของเสียที่เหมาะสม

3. การกวน ควรจะทำเป็นครั้งคราวเพื่อช่วยให้ของเสียผสมกันได้ดีขึ้นและสม่ำเสมอ จะทำให้เกิดก๊าซมากขึ้นและป้องกันการเกิดฝ้าแข็ง (สกรัม) หรือการตกตะกอนในบ่อหมัก

4. สารเคมี เช่น ยาฆ่าเชื้อ ยาปฏิชีวนะ ยาฆ่าแมลง ปุ๋ยเคมี หรือสารเคมีอื่นๆ ที่อาจเป็นพิษต่อแบคทีเรียที่ย่อยสลายของเสียในบ่อ ทำให้แบคทีเรียหยุดทำงานและไม่มีก๊าซเกิดขึ้น จึงไม่ควรปล่อยให้สารเคมีเหล่านั้นลงไปในบ่อก๊าซชีวภาพ

5. อุณหภูมิ ต้องพอเหมาะ แบคทีเรียจะเจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิ 37°C ถ้าอุณหภูมิสูงหรือต่ำกว่านี้แบคทีเรียจะเติบโตได้ไม่ดีนัก

6. ความเป็นกรดเป็นด่าง ค่าที่เหมาะสมควรอยู่ระหว่าง 6.5-7.5 ถ้าสูงหรือต่ำกว่าค่าในช่วงที่เหมาะสม จะทำให้การผลิตก๊าซชีวภาพลดลง

### 3.4) ประโยชน์ของก๊าซชีวภาพ

การใช้พลังงานจากก๊าซชีวภาพที่สามารถผลิตขึ้นเองได้อย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอ จะสามารถชดเชยหรือทดแทนการใช้เชื้อเพลิงจากแหล่งต่างๆ เช่น ทดแทนก๊าซหุงต้มในครัวเรือน เครื่องอบแห้ง หม้อต้มไอน้ำ ระบบทำความเย็นแบบดูดซึม ฯลฯ รวมถึงการใช้พลังงานในรูปของแสงสว่างกับตะเกียง และทดแทนน้ำมันเชื้อเพลิงเพื่อใช้กับเครื่องยนต์สำหรับสูบน้ำหรือผลิตพลังงานไฟฟ้าเพื่อใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ โดยที่ก๊าซชีวภาพ 1 ลูกบาศก์เมตร มีค่าความร้อนเทียบเท่า/ทดแทน ก๊าซหุงต้ม 0.46 กิโลกรัม, น้ำมันเบนซิน 0.67 ลิตร, น้ำมันดีเซล 0.60 ลิตร, น้ำมันเตา 0.55 ลิตร, ไฟฟ้า 1.0 – 1.2 กิโลวัตต์-ชั่วโมง และฟืนไม้ 1.5 กิโลกรัม

**รูปที่ 3.2** ประโยชน์จากก๊าซชีวภาพ

### 3.5) ข้อดี ข้อจำกัด เทคโนโลยีการผลิตก๊าซชีวภาพสำหรับชุมชนที่มีในปัจจุบัน

มลภาวะทางน้ำเป็นปัญหาหนึ่งที่จำเป็นต้องดำเนินการแก้ไข การบำบัดน้ำเสียจึงจำเป็นในการแก้ไขมลภาวะทางน้ำ แต่การบำบัดน้ำเสียก่อให้เกิดค่าใช้จ่าย ดังนั้นการนำเทคโนโลยีการผลิตก๊าซชีวภาพ นอกจากผลิตก๊าซชีวภาพซึ่งใช้เป็นพลังงานทดแทนแล้ว ยังลดค่าใช้จ่ายจากการบำบัดน้ำเสียด้วยกระบวนการอื่นอีกด้วย

**1. ข้อดีของการกำจัดของเสียโดยใช้ถังหมักก๊าซชีวภาพ**

- ก๊าซมีเทนที่ผลิตได้ สามารถเก็บไว้ในอุณหภูมิปกติได้
- ตะกอนที่ได้สามารถใช้เป็นปุ๋ยบำรุงดินที่ดีและเป็นการรักษาสภาพดิน
- ช่วยลดปริมาณสารอินทรีย์ที่เน่าเสีย
- ลดปริมาณพยาธิ เชื้อโรคต่างๆ และวัชพืช
- ลดปัญหาเรื่องการปล่อยก๊าซมีเทนซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดสภาวะโลกร้อน
- ช่วยอนุรักษ์ทรัพยากรทางพลังงานของท้องถิ่น เช่น ไม้

**2. ข้อดีของการกำจัดของเสียโดยใช้ถังหมักก๊าซชีวภาพ**

- ใช้เวลาเริ่มต้นเดินระบบนานและต้องมีความรู้ความเชี่ยวชาญในการเดินระบบ
- ต้องการระบบบำบัดขั้นหลัง
- ต้องการความเป็นด่าง
- กำจัดสารอินทรีย์ประเภทไนโตรเจนและฟอสฟอรัสได้น้อย
- จุลินทรีย์อ่อนแอต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม
- ก๊าซชีวภาพที่ได้มีกลิ่นและมีฤทธิ์กัดกร่อน

# บทที่ 4

## การออกแบบถังหมักก๊าซชีวภาพ

ในการออกแบบเพื่อสร้างถังหมักก๊าซชีวภาพ จำเป็นต้องมีการสำรวจข้อมูลเบื้องต้นของสถานที่ที่จะทำการสร้าง เช่น การสำรวจพื้นที่ที่จะทำการติดตั้งถังหมักก๊าซชีวภาพ ปริมาณของเสีย ประเภทของเสีย และข้อมูลความต้องการทางด้านพลังงาน เป็นต้น โดยที่ยังมีองค์ประกอบอีกหลายประการ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

### 4.1) ขั้นตอนในการพิจารณาออกแบบ

ขั้นตอนในการพิจารณาการออกแบบ มีขั้นตอนดังนี้ต่อไปนี้

1. การสำรวจเพื่อรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับน้ำเสีย ได้แก่ ปริมาณ คุณสมบัติ แหล่งกำเนิดน้ำเสีย พื้นที่ว่างสำหรับก่อสร้าง เป็นต้น

2. พิจารณาความเหมาะสมของระบบจากปริมาณน้ำเสีย ความเข้มข้นสารอินทรีย์ สารเคมีที่ต้องเติม ความเหมาะสมกับพื้นที่ แนวท่อรวบรวมน้ำเสีย ค่าก่อสร้างและเงินลงทุน รวมถึงค่าดำเนินการ ค่าซ่อมบำรุง และความพร้อมของบุคลากร

3. การวางผังระบบบำบัดน้ำเสีย จะทำหลังจากการออกแบบขนาดระบบ โดยพิจารณาองค์ประกอบของระบบ การเชื่อมต่อของท่อน้ำเสีย ท่ออากาศ อุปกรณ์ ปั๊มสูบน้ำเสีย เป็นต้น

4. การออกแบบรายละเอียดของหน่วยบำบัดเพื่อการก่อสร้างหรือติดตั้ง จะต้องพิจารณามาตรฐานและข้อกำหนดต่างๆ อย่างเคร่งครัด

5. การเขียนแบบรายละเอียด เพื่อแสดงรายละเอียดของระบบที่ได้ออกแบบไว้ โดยจะต้องตรวจสอบรายละเอียดขององค์ประกอบ ค่าระดับน้ำ และแบบขยายต่างๆ ว่ามีความถูกต้องตามที่ได้ออกแบบไว้ พร้อมทั้งจัดเตรียมเอกสารมาตรฐานงานก่อสร้าง การกำหนดคุณสมบัติเฉพาะอุปกรณ์

**4.2) การวางแผนการสำรวจและเก็บข้อมูล**

เป็นขั้นตอนที่สำคัญยิ่ง ซึ่งข้อมูลที่ทำการสำรวจและเก็บบันทึก จะต้องถูกนำมาเป็นข้อมูลในการออกแบบถังหมักก๊าซชีวภาพ เพราะของเสียต่างชนิดกัน ย่อมมีการจัดการที่ไม่เหมือนกัน และรวมถึงความต้องการในการใช้ก๊าซชีวภาพ บริเวณที่จะใช้ และมีผลถึงการควบคุมดูแลถังหมักก๊าซชีวภาพอีกด้วย

***- การเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลภาคสนาม***

ข้อมูลที่สำคัญในการจะนำมาใช้ออกแบบถังหมักก๊าซชีวภาพ มีดังนี้

1. ปริมาณของเสีย เช่น ควรจะทราบว่าในวิสาหกิจสุราแช่พื้นบ้านแต่ละแห่งมีของเสียปริมาณเท่าใด ซึ่งอาจจะเก็บข้อมูลเป็นวันละกี่กิโลกรัมเพื่อง่ายต่อการเก็บข้อมูล อาจจะให้วิสาหกิจสุราแช่พื้นบ้านแต่ละที่ลองชั่งปริมาณของเสียในแต่ละวัน

2. ความต้องการการใช้ก๊าซชีวภาพและผลพลอยได้จากระบบผลิตก๊าซชีวภาพ ในแต่ละวิสาหกิจชุมชนอาจมีกิจกรรมที่ต้องใช้ก๊าซชีวภาพไม่เหมือนกัน เช่น นึ่งข้าว ต้มน้ำ หรือผลิตกระแสไฟฟ้า เป็นต้น ดังนั้น ควรต้องมีการสำรวจความต้องการการใช้ก๊าซชีวภาพด้วย เพื่อจะได้นำมาออกแบบระบบส่งก๊าซชีวภาพไปใช้งาน และควรสำรวจด้วยว่าวิสาหกิจชุมชนมีความต้องการน้ำที่ผ่านการหมักและกากตะกอนไปใช้ในการเพาะปลูกหรือไม่ ถ้ามีควรจะจัดการอย่างไร

3. พื้นที่ที่จะก่อสร้าง การที่จะตั้งถังหมักก๊าซชีวภาพ พื้นที่ที่เหมาะสมมีข้อควรพิจารณาดังนี้ คือ

- ใกล้แหล่งของเสียที่จะนำมาเข้าสู่ถังหมักก๊าซชีวภาพ เพื่อให้ขนย้ายได้สะดวก
- ใกล้แหล่งที่จะนำก๊าซชีวภาพไปใช้งาน หรือใกล้กับบริเวณบ้านที่จะนำก๊าซชีวภาพไปใช้
- เป็นพื้นที่ที่น้ำไม่สามารถท่วมถึงได้ เนื่องจากถ้าน้ำท่วมถึงอาจทำให้ถังหมักก๊าซชีวภาพเกิดความเสียหายได้
- ถ้าจะมีการนำน้ำที่ออกจากถังหมักก๊าซชีวภาพหรือกากตะกอนไปใช้ในการเกษตร อาจจะต้องตั้งถังหมักก๊าซชีวภาพใกล้ๆ กับแปลงเกษตรที่จะนำไปใช้

4. สภาพพื้นดินบริเวณที่จะตั้งถังหมักก๊าซชีวภาพ ควรจะมีความแข็งแรง, แน่นสามารถรับน้ำหนักได้พอสมควร และไม่ควรอยู่ใกล้บริเวณบ่อน้ำบาดาล เพราะอาจจะมีการปนเปื้อนของของเสียได้

จากข้อพิจารณาที่กล่าวมา คงไม่สามารถจะตั้งถังหมักก๊าซชีวภาพให้เหมาะสมกับทุกข้อได้ ดังนั้นการพิจารณาที่ตั้ง อาจจะตั้งในบริเวณที่เสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด เช่น อาจตั้งใกล้แหล่งใช้พลังงาน เนื่องจากค่าท่อส่งก๊าซมีราคาแพง ถ้าตั้งอยู่ไกลแหล่งใช้พลังงาน และการขนย้ายของเสีย อาจจะไม่สะดวก เป็นต้น

### 4.3) ออกแบบและติดตั้งระบบก๊าซชีวภาพ

ลักษณะสมบัติเบื้องต้นทางเคมีของกากส่าแสดงดังตารางที่ 1 จึงกำหนดค่าที่จะนำมาออกแบบ เพื่อหาขนาดระบบผลิตก๊าซชีวภาพที่เหมาะสม ตลอดจนประเมินปริมาณก๊าซชีวภาพที่จะสามารถผลิตได้ และประสิทธิภาพในการบำบัดสารอินทรีย์ในรูปซีโอดี โดยอ้างอิงค่าในการออกแบบดังในภาคผนวก ก. ซึ่งได้ทำการออกแบบดังรายการคำนวณต่อไปนี้

**ตารางที่ 4.1** ลักษณะสมบัติเบื้องต้นทางเคมีของกากส่า

| ลักษณะสมบัติของเสียกากส่า | หน่วย | ช่วงค่าจากข้อมูลของเสีย | ค่าที่ใช้ออกแบบ |
|---|---|---|---|
| CODt | มก./กก. | 140,000-190,000 | 160,000 |
| TSS | มก./กก. | 45,000-50,000 | 47,500 |
| VSS | มก./กก. | 40,000-50,000 | 45,000 |
| TS | มก./กก. | 70,000-90,000 | 80,000 |
| VS | มก./กก. | 76,000-78,000 | 77,000 |
| TKN | มก./ล. | 800-1,000 | 900 |
| TP | มก./ล. | 400-500 | 450 |
| pH | - | 3.0-3.2 | 3.1 |

**<u>รายการคำนวณ</u>**

| <u>รายการ</u> | | <u>ปริมาณ</u> | <u>หน่วย</u> |
|---|---|---|---|
| อัตราปริมาณของเสีย | = | 100 | กก./วัน |
| ปริมาณสารอินทรีย์ในรูป COD | = | 160,000 x 100 / 1,000 | |
| | = | 16,000 | กก.COD/วัน |
| ออกแบบให้น้ำออกเหลือสารอินทรีย์ (COD) | = | 8,000 | มก./ล. |
| คิดเป็นประสิทธิภาพการบำบัด | = | 95 | % |
| ความเข้มข้นของแข็งระเหยง่าย VS | = | 77,000 | มก./กก. |
| ของแข็งระเหยง่าย VS คิดเป็นร้อยละ | ~ | 70 | ของของแข็งทั้งหมด |
| ความเข้มข้นของของแข็งทั้งหมด TS | = | 77,000/ 70 x 100 | |
| | = | 110,000 | มก./กก. |
| น้ำหนักของของแข็งทั้งหมด | = | 110 | กรัม/กก. |

<u>ออกแบบถังหมัก</u>

| | | | |
|---|---|---|---|
| ถังหมักที่ 1 | = | 10 | ลบ.ม. |
| HRT | = | 10 / 100 x 1000 | 1 กก. เท่ากับ 1 ลิตร |
| | = | 100 | วัน |
| safety factor | = | 1 | |

<u>หาปริมาตรของแข็ง</u>

| | | | |
|---|---|---|---|
| ของแข็งระเหยง่าย VS คิดเป็นร้อยละ | ~ | 70 | ของของแข็งทั้งหมด |
| ดังนั้น FS | ~ | 30 | % |
| ความถ่วงจำเพาะของ VS | ~ | 1.0 | ~ ถพ.ของน้ำ |
| ความถ่วงจำเพาะของ FS | ~ | 2.65 | ~ ถพ.ของทราย |
| ดังนั้นความถ่วงจำเพาะของ TS | = | 100 / (30/2.65 + 70/1.0 ) | |
| | = | 1.23 | |
| จากน้ำหนักของของแข็งทั้งหมด | = | 110.0 | กรัม/กก. |
| น้ำหนักของของแข็งทั้งหมดรวม | = | 11,000 | กรัม/วัน |
| ปริมาตรของแข็งทั้งหมด | = | 8,945 | กรัม |
| | = | 0.7 | % ของปริมาตรน้ำเสีย |

<u>Mass Balance</u>

| | | | |
|---|---|---|---|
| SRT | = | 10/11000 x 1000 | |
| | = | 1,118 | วัน |
| ปริมาณสารอินทรีย์ในรูป COD | = | 16,000 | กก.COD/วัน |
| Yield Coefficient | = | 0.08 | ก.เซลล์/ก.BODกำจัด |
| Decay Coefficient | = | 0.03 | 1/วัน |
| Observed Yield | = | 0.08 / (1+0.03 x 1,118) | |
| | = | 0.0023 | 1/วัน |
| มวลตะกอนแบคทีเรียที่เกิดขึ้น | = | 0.0023 x100 x (160000-8000) / 1,000,000 | |
| | = | 0.035 | กก.VSS/วัน |
| ปริมาณมีเทนที่เกิดขึ้น | = | (0.29 x (160000-8,000) x 100 - 1.42 x0.035) / 1,000,000 | |
| | = | 4.41 | ลบ.ม./วัน |
| ปริมาณก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นเฉลี่ย | = | 6.78 | ลบ.ม./วัน |
| VLR | = | 16 | กิโลกรัม COD/ลบ.ม./วัน |
| OLR | = | 1.500 | กิโลกรัม COD/กรัม VSS/วัน |

| | | | |
|---|---|---|---|
| VSS ของชีวมวลในถังขณะเดินระบบ | = | 1,067 | มก./ล. |

**<u>สรุป</u>**

| | | | |
|---|---|---|---|
| บำบัดน้ำเสียได้สูงสุด | = | 100 | กก./วัน |
| สามารถกำจัดสารอินทรีย์ที่เป็นของแข็ง (TSS) | = | 98 | % |
| สามารถกำจัดสารอินทรีย์ในรูป COD | = | 95 | % |
| ปริมาณก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นเฉลี่ยที่ 35°C | = | 6.78 | ลบ.ม./วัน |
| ปริมาณก๊าซชีวภาพสำหรับของเสีย 1 กก. | = | 0.07 | ลบ.ม./กก. |
| ตะกอนที่เหลือจากระบบ | = | 0.20 | กก./วัน ที่ความชื้น 85 % |
| หรือปริมาตรตะกอน | = | 0.00019 | กก./วัน ที่ความเข้มข้น 2.5 % |

### 4.4) การประเมินโครงการลงทุนทางด้านเศรษฐศาสตร์

เมื่อมีข้อจำกัดของงบประมาณในการสร้างถังหมักก๊าซชีวภาพ การวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ จะบอกถึงตัวเลขต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับถังหมักก๊าซชีวภาพ เช่น เงินลงทุน ระยะเวลาคืนทุน ตัวเลขการทดแทนพลังงาน เป็นต้น ซึ่งเหล่านี้เป็นตัวชี้ว่า ควรจะมีการสร้างถังหมักก๊าซชีวภาพหรือไม่

#### 4.4.1) การคำนวณความคุ้มทุน

ความคุ้มทุน ไม่ได้มีความหมายว่าเมื่อผลิตถังหมักก๊าซชีวภาพขึ้นมาแล้ว จะต้องได้รายได้เท่าใด แต่หมายถึง มูลค่าของพลังงานที่ใช้ลดลงเมื่อมีถังหมักก๊าซชีวภาพ และผลพลอยได้อื่นๆ ที่ตามมาจากการมีถังหมักก๊าซชีวภาพ ทั้งที่เห็นเป็นรูปธรรมและนามธรรม ยกตัวอย่างเช่น ชุมชนที่มีเตาอบลำใย ก่อนจะมีถังหมักก๊าซชีวภาพ ต้องใช้ก๊าซหุงต้ม (LPG) วันละประมาณ 4 ถังในการอบลำใย แต่เมื่อมีถังหมักก๊าซชีวภาพ และนำก๊าซชีวภาพที่ได้มาใช้ร่วมกับก๊าซหุงต้ม ทำให้ใช้ก๊าซหุงต้มเหลือแค่วันละ 3 ถัง ดังนั้น มูลค่าของก๊าซหุงต้มที่ใช้ลดลงก็นำมา คำนวณความคุ้มทุน เพื่อดูว่า เงินที่ลงทุนในการสร้างถังหมักก๊าซชีวภาพ จะได้คืนภายในกี่ปี เพื่อให้เห็นความคุ้มค่าในการสร้างถังหมักก๊าซชีวภาพ

**ตัวอย่างการคำนวณความคุ้มทุนของถังหมักก๊าซชีวภาพ ขนาด 300 ลบ.ม**

**ตารางที่ 4.2** การวิเคราะห์ทางการเงิน

| *รายการ* | *จำนวนเงิน (บาท)* | *รายการ* | *จำนวนเงิน (บาท)* |
|---|---|---|---|
| เงินลงทุน | | รายได้/ปี | |
| • ค่าก่อสร้างระบบ | -500,000 | • ทดแทนการใช้ไฟฟ้าได้ | 190,000 |
| • ชุดผลิตพลังงาน | -200,000 | • ค่าขายปุ๋ยอินทรีย์ | 72,360 |
| | | ค่าใช้จ่ายในการเดินระบบ | |
| เงินสนับสนุนจาก สนพ. | | • ค่าจ้างเจ้าหน้าที่เดินระบบ | -48,000 |
| • ค่าก่อสร้างระบบ | 289,500 | • ค่าซ่อมบำรุง | -20,000 |
| **เงินลงทุนสุทธิ** | **-411,000** | **รายได้สุทธิ/ปี** | **194,360** |

ระยะเวลาคืนทุน = เงินลงทุนสุทธิ / รายได้สุทธิต่อปี

= 411,000/194,360 ปี

= 2.1 ปี

# บทที่ 5

## ประโยชน์จากก๊าซชีวภาพ

การนำก๊าซชีวภาพมาใช้งาน ส่วนใหญ่จะนำมาใช้ในรูปของพลังงานความร้อนและใช้เป็นเชื้อเพลิงให้แก่เครื่องจักรเพื่อเปลี่ยนให้เป็นพลังงานไฟฟ้าหรือพลังงานกล เป็นต้น ในระดับวิสาหกิจชุมชนส่วนใหญ่จะนำมาก๊าซมาใช้ประโยชน์เพื่อการหุงต้มอาหารในครัว หากปริมาณพลังงานที่ได้จากก๊าซชีวภาพมากเกินความต้องการก็สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าเพื่อจำหน่ายให้กับการไฟฟ้าต่อไปได้อีก และยังเกิดผลพลอยได้อื่นๆ จากระบบก๊าซชีวภาพ เช่น ด้านการเกษตร และด้านการปรับปรุงสภาพแวดล้อม เป็นต้น

### 5.1) ด้านพลังงานทดแทน

#### 5.1.1) การใช้ก๊าซชีวภาพเป็นแหล่งเชื้อเพลิงเพื่อผลิตพลังงานความร้อน

การนำก๊าซชีวภาพไปเผาไหม้ให้ความร้อนโดยตรงนั้น จะได้ประสิทธิภาพเชิงความร้อนสูง เช่น ใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับหม้อต้มไอน้ำในโรงงานผลิตอาหารสัตว์ ใช้เป็นเชื้อเพลิงในการอบแห้ง ใช้กับหัวกกลูกสุกร ใช้กับเตาหุงต้ม ฯลฯ อย่างไรก็ตามการนำก๊าซชีวภาพไปใช้นั้นควรคำนึงถึงวิธีการส่งลำเลียงก๊าซชีวภาพด้วย โดยปกติจะส่งลำเลียงก๊าซชีวภาพไปตามท่อโดยอาศัยเครื่องดูดก๊าซ (Blower) ช่วยเพิ่มแรงดันโดยระยะทางไม่ควรไกลจนเกินไป นอกจากนี้ก๊าซชีวภาพยังนำไปเป็นพลังงานความร้อน หรือให้แสงสว่างได้โดยตรง ดังนี้

**1. การใช้งานก๊าซชีวภาพกับเตาหุงต้ม**

**รูปที่ 5.1** การนำก๊าซชีวภาพไปใช้กับเตาหุงต้ม

- การทำความสะอาดอุปกรณ์ที่ใช้ก๊าซชีวภาพทุกชนิดทุกครั้ง โดยปิดวาล์วก๊าซชีวภาพต้นทางก่อนเสมอ เพื่อความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน

- ทำความสะอาดหัวเตาอยู่เสมอ โดยถอดหัวเตาออกมาแล้วใช้ไม้แหลม ลวดหรือตะปูทะลวงรูหัวเตาเพื่อป้องกันการอุดตันและเพื่อให้ก๊าซเดินได้สะดวก แล้วใช้แปรงลวดขัดทำความสะอาดเพื่อให้ตะกรันหมดไป หลังจากนั้นเคาะเอาสนิมหรือเศษสกปรกต่างๆ ออกทิ้ง

- สังเกตดูเปลวไฟว่าออกได้ดีทุกรูหรือไม่ ถ้าเปลวไฟเป็นสีเขียว แสดงว่าหัวเตาสะอาดแต่ถ้าเป็นสีแดงแสดงว่ามีตะกรันที่หัวเตา

- เมื่อใช้เตาเสร็จแล้ว ต้องปิดวาล์วก๊าซและปิดสวิทซ์ที่เตาด้วย เพราะถ้าปิดวาล์วก๊าซอย่างเดียวแต่ไม่ปิดสวิทซ์ที่เตา จะทำให้สวิทซ์เสียเกิดสนิมเกาะได้ ควรถอดสวิทซ์ออกมาหยอดน้ำมันเครื่องบ้าง อย่าปล่อยให้แห้ง ถ้าสวิทซ์ใช้การไม่ได้เมื่อใช้เตาไปเป็นเวลานาน จะต้องเปลี่ยนสวิทซ์ใหม่

- ทุกครั้งที่ต้องการใช้เตา ให้เปิดวาล์วที่ห้องครัวก่อน จากนั้นจุดไฟจ่อไว้ที่หัวเตา แล้วจึงเปิดสวิทซ์ที่เตา

**2. การใช้งานก๊าซชีวภาพกับตะเกียง**

**รูปที่ 5.2** การนำก๊าซชีวภาพไปใช้กับตะเกียง

- การทำความสะอาดหรือเปลี่ยนไส้ตะเกียง ให้ปลดสายยางก๊าซออกแล้วถอดหมวกและหัวตะเกียงออกก่อน หลังจากทำความสะอาดหรือเปลี่ยนไส้แล้วให้ใส่ทุกอย่างกลับเข้าที่เดิม ขันน็อตให้แน่น แล้วจึงใส่สายยางก๊าซที่ข้อต่อและใส่ปลอกรัดให้แน่น

- ทำความสะอาดตะกรันที่เกิดขึ้นกับอุปกรณ์ต่างๆ ของตะเกียง โดยการถอดออกมาแล้วนำไปล้างน้ำ ตะกรันก็จะหลุดออกหมด หลังจากนั้นเช็ดให้แห้งโดยเร็ว

- ทำความสะอาดหมวกและกระจกครอบ โดยล้างน้ำและใช้ผ้าสะอาดเช็ด รวมทั้งปัดเช็ดและเทเศษแมลงหรือเศษผงต่างๆ ออกจากตัวตะเกียง หากไส้ตะเกียงแตก ให้เปลี่ยนไส้ใหม่แล้วผูกให้แน่น

- การจุดตะเกียง ควรใช้เทียนไขจุดไฟตะเกียง เนื่องจากไม้ขีดไฟขนาดสั้นเกินไป ไฟอาจจะไหม้มือหรือเกิดอันตรายได้เวลาจุด

- กรณีที่ตะเกียงไม่สว่างและมีไฟลุกที่ไส้ตะเกียง ให้ทำการปรับที่นมหนูโดยใช้คีมจับบิดหมุนไปทางซ้ายหรือปรับขึ้นหรือลงจนตะเกียงสว่างจึงหยุดหมุน

**5.1.2) การใช้ก๊าซชีวภาพในการผลิตพลังงานกล/ไฟฟ้า**

การออกแบบและเลือกใช้อุปกรณ์สำหรับผลิตพลังงานกล/ไฟฟ้า โดยใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงนั้นมีอยู่หลายรูปแบบ เช่นการใช้ชุดเครื่องยนต์สันดาปภายใน (Internal Combustion Engine) จะมีอยู่ 4 รูปแบบด้วยกันคือ เครื่องยนต์ดีเซลดัดแปลงให้สามารถใช้ก๊าซชีวภาพร่วมกับน้ำมันดีเซลโดยการทดแทนการใช้น้ำมันดีเซลได้ประมาณ 50-60%, เครื่องยนต์ดีเซลดัดแปลงให้สามารถใช้ก๊าซชีวภาพได้ 100%, เครื่องยนต์เบนซินนำมาดัดแปลงให้สามารถใช้ก๊าซชีวภาพได้ 100%, เครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซโดยเฉพาะ (เครื่องนำเข้าจากต่างประเทศ) เครื่องยนต์ทั้ง 4 แบบนี้สามารถต่อร่วมกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator) หรือมอเตอร์เหนี่ยวนำ (Induction Motor) ในการผลิตพลังงานไฟฟ้า ส่งออกทางสายส่งไฟฟ้าหลักเพื่อใช้สำหรับกิจกรรมการเลี้ยงสัตว์ภายในฟาร์ม หรือนำไปใช้ในโรงงาน

**5.1.3) การผลิตพลังงานร่วม (Cogeneration System)**

การผลิตพลังงานร่วม หมายถึง การผลิตพลังงานกล/ไฟฟ้า และความร้อนร่วมกันซึ่งเป็นระบบที่จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพเชิงความร้อนของการใช้เชื้อเพลิงให้มีค่าสูงขึ้นมากกว่าการใช้ผลิตพลังงานไฟฟ้าอย่างเดียว ซึ่งรูปแบบการผลิตพลังงานไฟฟ้าร่วมกับความร้อนนี้อาศัยหลักการนำความร้อนทิ้งที่เกิดขึ้นจากระบบการผลิตพลังงานกล/ไฟฟ้ากลับมาผลิตเป็นพลังงานความร้อนเพื่อใช้ประโยชน์ต่อไป เช่น การใช้เครื่องยนต์สันดาปภายใน เป็นเครื่องต้นกำลังสำหรับผลิตพลังงานกล/ไฟฟ้า จะเกิดความร้อนในน้ำหล่อเย็นและส่วนของไอเสียเครื่องยนต์ โดยปกติประสิทธิเชิงความร้อนของเครื่องยนต์สันดาปภายในจะอยู่ในช่วงประมาณร้อยละ 30-40 และความร้อนที่อยู่ในรูปของไอเสียและน้ำหล่อเย็นโดยรวมประมาณร้อยละ 50-60 ของพลังงานความร้อนจากเชื้อเพลิงที่ใช้ทั้งหมด การนำเอาความร้อนทิ้งเหล่านี้กับมาใช้ให้เกิดประโยชน์ได้ จะมีผลทำให้ประสิทธิภาพโดยรวมของการใช้พลังงานจากก๊าซชีวภาพดังกล่าวเพิ่มขึ้น

อย่างไรก็ตามการออกแบบระบบการใช้ก๊าซชีวภาพเพื่อเป็นพลังงานทดแทนทั้งในรูปของผลิตพลังงานความร้อนและ/หรือผลิตพลังงานไฟฟ้านั้น จำเป็นต้องพิจารณาทั้งอัตราและปริมาณการผลิตก๊าซชีวภาพที่สามารถนำไปใช้งานได้ควบคู่ไปกับความเหมาะสมของกิจกรรมที่จะนำมาประยุกต์เพื่อใช้ประโยชน์จากก๊าซชีวภาพรวมถึงเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการใช้งานด้วย

**1. การใช้งานก๊าซชีวภาพกับเครื่องยนต์**

เครื่องยนต์ทุกประเภทที่ติดตั้งคงที่ สามารถใช้กับก๊าซชีวภาพได้โดยการติดตั้งท่อส่งก๊าซเข้าที่ท่อไอดีของเครื่องยนต์ เช่น ใช้กับเครื่องสูบน้ำ เครื่องสีข้าว เครื่องผลิตไฟฟ้า เครื่องผสมอาหารสัตว์ เครื่องรีดนมวัว ฯลฯ

**รูปที่ 5.3** เครื่องยนต์ดีเซลดัดแปลงให้ใช้ก๊าซชีวภาพร่วมกับน้ำมันดีเซล

**รูปที่ 5.4** เครื่องยนต์เบนซินดัดแปลงให้สามารถใช้ก๊าซชีวภาพได้ 100%

**รูปที่ 5.5** เครื่องยนต์ดีเซลดัดแปลงให้สามารถใช้ก๊าซชีวภาพได้ 100%

**5.2) ด้านการเกษตร**

กากตะกอนที่ได้จากการหมักของเสียในบ่อก๊าซชีวภาพ สามารถนำไปใช้เป็นปุ๋ยเพื่อการปรับปรุงบำรุงดินได้ทั้งในส่วนของกากเหลว และน้ำส่วนใส จึงสามารถทดแทนปุ๋ยเคมีได้บางส่วน นอกจากนั้นกากของเสียที่ผ่านการหมักแล้วนี้ สามารถนำมาตากให้แห้งแล้วเก็บไว้ใช้ได้ตลอดทั้งปี

**การใช้ประโยชน์จากกากตะกอนถังหมักก๊าซชีวภาพ**

ของเสียกากส่า เมื่อผสมน้ำในอัตราส่วนพอเหมาะจนเป็นของเหลว แล้วเติมเป็นวัตถุดิบลงไปย่อยสลายในถังหมักก๊าซชีวภาพในสภาพที่ไม่มีอากาศ ส่วนที่ย่อยสลายไม่ได้แล้ว จะกลายเป็นกากตะกอน และส่วนประกอบที่อยู่ในกากตะกอนจากถังหมักก๊าซชีวภาพนั้น จะมีสารอาหารและแบคทีเรีย สามารถใช้เป็นปุ๋ยในการเพาะปลูกพืชได้ดี

1. การปล่อยไปตามร่องระบายน้ำ ถ้าพื้นที่มีความลาดเอียง และตำแหน่งของบ่อก๊าซอยู่ในที่สูงกว่าแปลงเพาะปลูก การปล่อยกากจากบ่อล้นให้ไหลไปตามท่อไปยังลานตากตะกอนเพื่อตากตะกอนให้แห้งสนิทก่อนนำไปใช้งาน หรืออาจจะใช้ในรูปของกากเหลว

2. การใช้ปั๊มสูบ ถ้าพื้นที่อาศัยความลาดเอียงไม่ได้ หรืออยู่ห่างไกลออกไป อาจจะใช้ปั๊มสูบจ่ายจากบ่อรับกาก (ที่ผ่านการกรองจากกระบะทราย) โดยตรงแล้วส่งไปตามรางหรือท่อไปยังแปลงเพาะปลูก

3. การขนย้ายด้วยภาชนะ การขนย้ายกากจากบ่อล้นไปยังที่ไกลออกไป ต้องใช้อุปกรณ์ช่วยในการขนย้ายเป็นพิเศษ เช่น รถเข็นล้อเลื่อน เหมาะสมสำหรับการใช้แรงคนลากจูงระยะใกล้ ส่วนในระยะไกล อาจใช้แรงงานสัตว์หรือเครื่องยนต์เข้ามาช่วย

**รูปที่ 5.6** การปล่อยกากจากบ่อล้นไหลไปตามท่อ

### 5.3) ด้านการปรับปรุงสภาพแวดล้อม

การนำของเสียมาหมักด้วยระบบผลิตก๊าซชีวภาพ เป็นการช่วยกำจัดสิ่งปฏิกูลเหลือทิ้งของวิสาหกิจสุราแช่พื้นบ้านให้ไม่มีกลิ่นเหม็นและแมลงวันในบริเวณนั้นลดลง ช่วยให้ผู้ที่อาศัยอยู่ในบริเวณนั้นมีสุขภาพอนามัยดีขึ้น รวมทั้งยังเป็นการป้องกันไม่ให้ของเสียถูกชะล้างลงไปในแหล่งน้ำสาธารณะตามธรรมชาติ ซึ่งจะทำให้น้ำเน่าเสียได้ จึงเป็นการลดปัญหามลภาวะทางน้ำด้วย และยังช่วยลดปัญหาทางด้านมลพิษทางอากาศด้วย เนื่องจากก๊าซมีเทน และคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นสาเหตุที่ทำให้โลกร้อน

# บทที่ 6

## ระบบผลิตก๊าซชีวภาพแบบ CMU-Micro Hybrid Digester

ระบบ CMU-Micro Hybrid Digester (CMU-MHD) สามารถรองรับกากส่าได้วันละ 100 กิโลกรัม โดยถูกออกแบบเพื่อใช้สำหรับโรงงานขนาดเล็กและวิสาหกิจชุมชนที่ประกอบกิจการหมักและกลั่นสุรา ซึ่งมีเงินทุนไม่สูงมาก โดยตัวถังหมักทั้งหมดทำจากถังสำเร็จรูป PE (Poly Ethylene) ที่มีขายตามท้องตลาดทั่วไป และมีราคาไม่สูงมาก และตัวถังมีความทนทานต่อน้ำเสียและก๊าซชีวภาพ จึงสามารถนำมาใช้สำหรับระบบก๊าซชีวภาพได้ (รูปที่ 5.1) และแสดงรายละเอียดดังภาคผนวก ข.

**รูปที่ 6.1** ระบบ CMU-Micro Hybrid Digester

โดยมีองค์ประกอบของระบบ CMU-Micro Hybrid Digester ดังนี้

### 6.1) บ่อรวบรวมของเสีย

ทำหน้าที่รองรับกากส่า โดยอาจผสมกากส่าเข้ากับน้ำที่ผ่านจากระบบหมักก๊าซชีวภาพแล้ว หรือน้ำทิ้งจากการล้างข้าว (รูปที่ 6.2) เพื่อเป็นการทำให้กากส่าอยู่ในรูปของของเหลวที่สามารถสูบด้วยปั๊มส่งไปยังถังหมกกรด (รูปที่ 6.3) และลดความเป็นกรดของกากส่าให้ pH อยู่ในช่วง 6.0-6.5 ซึ่งมีความเหมาะสมสำหรับ

การดำรงชีวิตของจุลินทรีย์กลุ่มผลิตกรด (Acidogenesis Bacteria) ซึ่งทำหน้าที่ย่อยสลายของเสียอินทรีย์โมเลกุลใหญ่ให้กลายเป็นกรดอินทรีย์

**รูปที่ 6.2** บ่อรวบรวมน้ำเสีย

**รูปที่ 6.3** ปั๊มน้ำเสีย

### 6.2) ถังหมักกรด (Acid Tank)

ถังหมักกรด จะใช้ถังพลาสติกสำเร็จรูปขนาด 2,000 ลิตร ซึ่งมีขายทั่วไปตามท้องตลาด (รูปที่ 6.4) โดยทำหน้าที่สำหรับย่อยสลายของเสียอินทรีย์โมเลกุลใหญ่ (Hydrolysis) ให้กลายเป็นกรดอินทรีย์ซึ่งเป็นสารตั้งต้นสำหรับจุลินทรีย์กลุ่มที่ผลิตก๊าซชีวภาพ (Methanogenesis Bacteria) นำไปใช้ในกระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพ

**รูปที่ 6.4** ถังหมักกรดขนาด 2000 ลิตร

### 6.3) ถังหมักก๊าซชีวภาพแบบ CMU-Micro Hybrid Digester

ถังหมักก๊าซชีวภาพ ถูกออกแบบขึ้นโดยใช้ถังพลาสติกสำเร็จรูปขนาด 10,000 ลิตร (รูปที่ 6.5) เพื่อรองรับกรดอินทรีย์จากถังหมักกรดมาย่อยสลายให้กลายเป็นก๊าซมีเทน ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักที่อยู่ในก๊าซชีวภาพ โดยจุลินทรีย์กลุ่มที่ผลิตก๊าซชีวภาพ ซึ่งจะมีการไหลจากหัวถังไปยังท้ายถัง (Plug Flow) และมีการกวนผสม (Mixing) ด้วยใบกวนที่สามารถควบคุมการทำงานแบบอัตโนมัติ ทำให้เพิ่มโอกาสและระยะเวลาของการสัมผัสกันระหว่างเชื้อจุลินทรีย์กับของเสียอินทรีย์ที่อยู่ในน้ำเสีย เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของถังหมักให้สูงขึ้น สามารถลดความสกปรกและผลิตก๊าซชีวภาพได้มากขึ้น รวมถึงภายในถังหมักจะติดตั้งแผ่นกั้นตะกอนเพื่อป้องกันไม่ให้จุลินทรีย์หลุดออกจากถังหมักก๊าซชีวภาพ

**รูปที่ 6.5** ถังหมักก๊าซชีวภาพขนาด 10 ลูกบาศก์เมตร และชุดกวนอัตโนมัติ

### 6.4) ถังรับน้ำออก

ทำหน้าที่รองรับน้ำเสียที่ผ่านการหมักย่อยด้วยระบบก๊าซชีวภาพเรียบร้อยแล้ว โดยสามารถนำน้ำที่ผ่านการหมักย่อยนี้ไปใช้เป็นสารปรับปรุงดิน หรือนำกลับมาผสมกากส่าเพื่อปรับ pH และเพิ่มความเป็นด่างให้กับกากส่าให้อยู่ในช่วงค่าที่เหมาะสมสำหรับการผลิตก๊าซชีวภาพได้อีกด้วย

**รูปที่ 6.6** ถังรับน้ำออกขนาด 500 ลิตร

### 6.5) ถุงเก็บก๊าซชีวภาพ และชุดควบคุมแรงดัน

ทำหน้าที่สำหรับกักเก็บก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้ทั้งหมด โดยใช้แผ่นพลาสติก PVC (Polyvinyl chloride) ขนาดความหนา 1.2 มิลลิเมตร (รูปที่ 6.7) เชื่อมด้วยความร้อนซึ่งจะมีความคงทนและยืดหยุ่นสูงสามารถทนต่อแรงดันของก๊าซชีวภาพได้ โดยการเก็บกักก๊าซชีวภาพในถุงเก็บก๊าซชีวภาพที่ทำจากพลาสติกนั้น จะเก็บกักได้ที่ความดันเท่ากับ 2.0 มิลลิบาร์ ซึ่งเป็นความดันของก๊าซชีวีภาพที่หากเกิดการรั่วซึมแล้ว จะไม่ลุกติดไฟ หากถุงเก็บก๊าซชีวภาพมีแรงดันมากกว่า 2.0 มิลลิบาร์ ชุดควบคุมแรงดันก็จะทำงานทันที โดยการปล่อยก๊าซชีวภาพที่อยู่ในถุงออกทิ้งเพื่อรักษาระดับแรงดันให้เท่ากับ 2.0 มิลลิบาร์ เพื่อป้องกันการฉีกขาดของถุงเก็บก๊าซชีวภาพ แสดงดังรูปที่ 6.8

**รูปที่ 6.7** ถุงเก็บก๊าซชีวภาพ

**รูปที่ 6.8** ชุดควบคุมแรงดัน

**6.6) เครื่องดูดก๊าซชีวภาพและถังลดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์**

เครื่องดูดก๊าซชีวภาพใช้เป็นแบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์ (Centrifugal Type) แรงดัน 120 mbar ใช้มอเตอร์เป็นต้นกำลัง ขนาด 0.40 KW (0.5 HP) 220 VAC/50 Hz แสดงดังรูปที่ 6.9 โดยทำหน้าที่ดูดก๊าซชีวภาพจากถุงเก็บก๊าซชีวภาพผ่านถังลดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (รูปที่ 6.10) เพื่อความเข้มข้นของก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ก่อนนำไปใช้กับเตาหุงต้ม ดังแสดงในรูปที่ 6.11

**รูปที่ 6.9** เครื่องดูดก๊าซชีวภาพ

**รูปที่ 6.10** ถังลดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์

**รูปที่ 6.11** เตาหุงต้มพร้อมขาตั้งจำนวน 2 ชุด

### 6.7) ชุดควบคุมการทำงานของปั๊มน้ำเสียและชุดกวน

ตู้ควบคุมปั๊มสูบน้ำเสียได้ถูกออกแบบให้ทำงานแบบควบคุมด้วยผู้เดินระบบ (MANUAL) โดยมีเบรกเกอร์ (Circuit Breaker) ตัวเมนเป็นอุปกรณ์ตรวจสอบและควบคุม การลัดวงจรในระบบควบคุมและกำลัง อุปกรณ์ตรวจสอบและควบคุมค่าไฟฟ้า (Phase Protective Relay ) ควบคุมค่าโดยตลอดถ้ามีปัญหาค่าทางไฟฟ้า อุปกรณ์จะทำการตัดการจ่ายไฟในวงจรควบคุมทั้งหมดเพื่อป้องกันอุปกรณ์ควบคุมทั้งหมด และปั๊มสูบน้ำเสีย หากระหว่างทำงานมอเตอร์ทำงานเกินกำลัง อุปกรณ์ตรวจสอบและควบคุมการใช้กระแสของมอเตอร์ (OVERLOAD) จะทำการตัดการจ่ายไฟให้ปั๊มสูบน้ำเสียทันที ดังแสดงในรูปที่ 6.12

**รูปที่ 6.12** ชุดควบคุมการทำงานของปั๊มน้ำเสียและชุดกวน

**6.8) ชุดควบคุมการทำงานของเครื่องดูดก๊าซชีวภาพ**

ตู้ควบคุมเครื่องดูดก๊าซชีวภาพได้ถูกออกแบบให้ทำงานแบบควบคุมด้วยผู้เดินระบบ (MANUAL) โดยมีเบรกเกอร์ (Circuit Breaker) ตัวเมนเป็นอุปกรณ์ตรวจสอบและควบคุม การลัดวงจรในระบบควบคุมและกำลัง อุปกรณ์ตรวจสอบและควบคุมค่าไฟฟ้า (Phase Protective Relay) ดังแสดงในรูปที่ 6.13

**รูปที่ 6.13** ชุดควบคุมการทำงานของเครื่องดูดก๊าซชีวภาพ

# บทที่ 7

## การเดินระบบและการติดตามผลการทำงานของระบบผลิตก๊าซชีวภาพ

### 7.1) การเดินระบบ

เมื่อติดตั้งระบบ CMU-MHD ขนาด 10,000 ลิตร (ปริมาตรใช้งาน 8,500 ลิตร) แล้วเสร็จ จะต้องทำการทดสอบการรั่วซึมของถังหมักต่างๆ พร้อมระบบท่อ เพื่อเตรียมความพร้อมก่อนเดินระบบผลิตก๊าซชีวภาพ จากนั้นทำการเตรียมกากส่าและเชื้อตั้งต้นที่จะใช้สำหรับการเดินระบบ ได้นำตัวอย่างกากส่าที่ใช้ในการเดินระบบมาวิเคราะห์หาลักษณะสมบัติทางเคมี แสดงดังตารางที่ 7.1 โดยพิจารณาประสิทธิภาพการทำงานของระบบ และอัตราการผลิตก๊าซมีเทน

**ตารางที่ 7.1** ลักษณะสมบัติทางเคมีของกากส่า

| รายการ | กากส่า | เชื้อตั้งต้น* |
|---|---|---|
| pH | 3.9 | 7.6 |
| $COD_t$ (mg/kg) | 374,274 | 57,157 |
| TKN (mg/kg) | 10,932 | - |
| $NH_3$(mg/kg) | 110 | - |
| TS (mg/kg) | 173,337 | 76,194 |
| VS (mg/kg) | 130,102 | 35,949 |
| SS (mg/kg) | 112,380 | 73,308 |
| VSS (mg/kg) | 105,316 | 33,688 |

หมายเหตุ : * ค่าที่แสดงมีหน่วยเป็น mg/l

การเริ่มต้นเดินระบบจะทำการขนเชื้อตั้งต้นจากฟาร์มปศุสัตว์ที่อยู่ใกล้เคียงมาเติมปริมาตร 30% ของปริมาตรถังหมัก เพื่อให้เชื้อตะกอนเคยชินกับกากส่า จึงได้ทำการเติมกากส่าทิ้งไว้ในถังหมักเป็นเวลา 7 วัน ก่อนที่จะเริ่มเติมกากส่าเข้าทุกวัน โดยสัปดาห์แรกจะเริ่มทำการเติมกากส่าปริมาณวันละ 25 กิโลกรัม สัปดาห์ที่สองจะเพิ่มโหลดกากส่าเป็นปริมาณวันละ 50 กิโลกรัม สัปดาห์ที่สามจะทำการเติมกากส่าปริมาณวันละ 75 กิโลกรัม และสัปดาห์ที่ 4 เป็นต้นไปจะเติมกากส่าปริมาณวันละ 100 กิโลกรัม โดยใช้อัตราส่วนกากส่าต่อน้ำ 1:4 (w/v) เมื่อเติมกากส่าตามค่าที่ออกแบบไว้จะเริ่มเก็บข้อมูลการเดินระบบเพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพการทำงานของระบบต่อไป ปัจจุบันอยู่ระหว่างการเริ่มต้นเดินระบบที่กากส่าวันละ 25 กิโลกรัม

ถังหมักก๊าซชีวภาพเปรียบเสมือนรถยนต์ คือต้องมีการเริ่มเดินเครื่อง, มีระยะ Run in, มีการดูแลบำรุงรักษา และมีการซ่อมบำรุง ซึ่งถังหมักก๊าซชีวภาพก็เช่นกัน ในการใช้งาน ต้องมีการเตรียมความพร้อมก่อนใช้งาน มีการบำรุงรักษา และต้องมีคนดูแลระบบผลิตก๊าซชีวภาพ และแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น เพื่อให้ถังหมักก๊าซชีวภาพทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน

**7.2) ขั้นตอนการเดินระบบ**

ขั้นตอนที่ 1 ตรวจสอบความพร้อมของอุปกรณ์ต่างๆ ของระบบ เช่น ถังหมัก ถุงเก็บก๊าซชีวภาพ ปั๊มน้ำเสีย ระบบท่อ ข้อต่อต่างๆ วาล์วน้ำ และสายส่งก๊าซ ว่ามีรอยแตกและรอยร้าว รั่วซึม หรือชำรุดหรือไม่ ซึ่งอุปกรณ์ทุกอย่างควรอยู่ในสภาพเรียบร้อยและพร้อมใช้งาน

ขั้นตอนที่ 2 เติมกากส่าตามที่กำหนดไว้ และผสมกับน้ำล้างข้าว หรือน้ำที่ผ่านระบบผลิตก๊าซชีวภาพ จากนั้นเปิดสวิทซ์ปั๊มน้ำเสียที่ตู้ควบคุม จนกระทั่งน้ำเสียหมดจึงปิดสวิทซ์ปั๊มน้ำเสียทันที

ขั้นตอนที่ 3 เปิดสวิทซ์ใบกวนให้ทำงานแบบอัตโนมัติ คือ กวนเป็นเวลา 5 นาที ทุกๆ 6 ชั่วโมง

ขั้นตอนที่ 4 นำน้ำที่ผ่านการหมักย่อยแล้วในถังรับน้ำออกไปใช้ประโยชน์ เช่น รดต้นไม้ หรือพืชผักสวนครัว หรือหากไม่มีการนำไปใช้ประโยชน์สามารถหมุนเวียนกลับมาผสมกากส่าได้ในวันถัดไป

ขั้นตอนที่ 5 เมื่อสังเกตเห็นว่าน้ำออกเริ่มมีตะกอนหลุดปนออกมา ให้ทำการดึงตะกอนออกมาตากแห้งที่บริเวณลานตาก เพื่อสามารถนำกากตะกอนที่แห้งสนิทแล้วไปใช้ประโยชน์เป็นปุ๋ยได้ ซึ่งจะมีการระบายตะกอนเดือนละครั้ง ครั้งละประมาณ 10% ของน้ำเสียที่เข้าระบบ

**7.3) การติดตามผลการเดินระบบ**

ในดูแลระบบผลิตก๊าซชีวภาพ จำเป็นต้องการเก็บวิเคราะห์ข้อมูลที่ทำให้เห็นประสิทธิภาพหรือปัญหาที่เกิดขึ้นกับถังหมักก๊าซชีวภาพ และข้อมูลที่สำคัญในการตรวจสอบถังหมักก๊าซชีวภาพคือ ผลการวิเคราะห์น้ำที่ผ่านจากถังหมักก๊าซชีวภาพ และวิเคราะห์ส่วนประกอบของตะกอนที่มีในระบบ การเก็บตัวอย่างจะเก็บแบบครั้งเดียว และควรเก็บตัวอย่างที่เป็นตัวแทนน้ำเสียจริง และนำมาวิเคราะห์เพื่อเป็นการตรวจเช็คประสิทธิภาพในการทำงานของระบบได้กำหนดจุดเก็บตัวอย่างดังนี้

| | |
|---|---|
| จุดที่ 1 น้ำเสียก่อนเข้าระบบ | - เก็บน้ำเสียก่อนเข้าบ่อหมัก บริเวณบ่อรวบรวมน้ำเสีย |
| จุดที่ 2 น้ำออกจากถังหมักก๊าซชีวภาพ | - เก็บจากทางน้ำออก บริเวณถังรับน้ำออก |
| จุดที่ 3 ตะกอนจากท่อดึงกาก | - เก็บจากท่อดึงกาก |
| จุดที่ 4 ก๊าซชีวภาพ | - เก็บจากท่อก๊าซชีวภาพก่อนเข้ามิเตอร์ก๊าซ |

จากนั้นนำมาทำการวิเคราะห์จะเก็บทั้งหมด 6 ครั้ง ดังนี้

ครั้งที่ 1 จะเก็บน้ำตัวอย่างมาวิเคราะห์เมื่อเดินระบบครบ 2 สัปดาห์ จะทำการวิเคราะห์น้ำเข้า น้ำออก ตะกอน และก๊าซชีวภาพ

ครั้งที่ 2 จะเก็บน้ำตัวอย่างมาวิเคราะห์เมื่อเดินระบบครบ 4 สัปดาห์ จะทำการวิเคราะห์น้ำเข้า น้ำออก และก๊าซชีวภาพ

ครั้งที่ 3 จะเก็บน้ำตัวอย่างมาวิเคราะห์เมื่อเดินระบบครบ 6 สัปดาห์ จะทำการวิเคราะห์น้ำเข้า น้ำออก ตะกอน และก๊าซชีวภาพ

ครั้งที่ 4 จะเก็บน้ำตัวอย่างมาวิเคราะห์เมื่อเดินระบบครบ 8 สัปดาห์ จะทำการวิเคราะห์น้ำเข้า น้ำออก และก๊าซชีวภาพ

ครั้งที่ 5 จะเก็บน้ำตัวอย่างมาวิเคราะห์เมื่อเดินระบบครบ 10 สัปดาห์ จะทำการวิเคราะห์น้ำเข้า น้ำออก ตะกอน และก๊าซชีวภาพ

ครั้งที่ 6 จะเก็บน้ำตัวอย่างมาวิเคราะห์เมื่อเดินระบบครบ 12 สัปดาห์ จะทำการวิเคราะห์น้ำเข้า น้ำออก และก๊าซชีวภาพ

**ตารางที่ 7.2** แสดงการเก็บตัวอย่างของระบบก๊าซชีวภาพ

| **ครั้งที่** | **ระยะเวลาการเก็บตัวอย่าง หลังจากเริ่มเดินระบบ (สัปดาห์)** | **จุดที่ 1** | **จุดที่ 2** | **จุดที่ 3** | **จุดที่ 4** |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | pH, TCOD, TS, VS, TKN, TP | pH, TCOD, TS, VS, VFA, Alk | pH, TSS, VSS, | $\%CH_4$, $\%CO_2$, $\%O_2$, $H_2S$ |
| 2 | 4 | pH, TCOD, TS, VS, TKN, TP | pH, TCOD, TS, VS, VFA, Alk | - | $\%CH_4$, $\%CO_2$, $\%O_2$, $H_2S$ |

| ครั้งที่ | ระยะเวลาการเก็บตัวอย่าง หลังจากเริ่มเดินระบบ (สัปดาห์) | จุดที่ 1 | จุดที่ 2 | จุดที่ 3 | จุดที่ 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| 3 | 6 | pH, TCOD, TS, VS, TKN, TP | pH, TCOD, TS, VS, VFA, Alk | pH, TSS, VSS, | $\%CH_4$, $\%CO_2$, $\%O_2$, $H_2S$ |
| 4 | 8 | pH, TCOD, TS, VS, TKN, TP | pH, TCOD, TS, VS, VFA, Alk | - | $\%CH_4$, $\%CO_2$, $\%O_2$, $H_2S$ |
| 5 | 10 | pH, TCOD, TS, VS, TKN, TP | pH, TCOD, TS, VS, VFA, Alk | pH, TSS, VSS, | $\%CH_4$, $\%CO_2$, $\%O_2$, $H_2S$ |
| 6 | 12 | pH, TCOD, TS, VS, TKN, TP | pH, TCOD, TS, VS, VFA, Alk | - | $\%CH_4$, $\%CO_2$, $\%O_2$, $H_2S$ |

**7.4) ประสิทธิภาพการทำงานของระบบ**

จากการติดตามผลการเดินระบบก๊าซชีวภาพ CMU-Micro Hybrid Digester ของกลุ่มวิสาหกิจสุราแช่พื้นเมืองในครั้งนี้พบว่า ระบบสามารถผลิตก๊าซชีวภาพอยู่ในช่วง 100-150 ลิตรต่อกิโลกรัมกากส่า (ความชื้นประมาณ 70-89%) โดยมีสัดส่วนก๊าซมีเทนอยู่ในช่วง 65-75 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตามในการเดินระบบควรควบคุมปริมาณการป้อนให้คงที่ เพื่อรักษาสภาวะของการทำงานของจุลินทรีย์ผลิตก๊าซชีวภาพ

**7.5) การวิเคราะห์เศรษฐศาสตร์**

ระบบผลิตก๊าซชีวภาพ CMU-Micro Hybrid Digester ขนาด 10 ลูกบาศก์เมตร สามารถรองรับของเสียจากกระบวนการผลิตสุราแช่พื้นบ้านได้วันละ 100 กิโลกรัม ใช้เงินลงทุนของระบบผลิตก๊าซชีวภาพทั้งสิ้น 250,000 บาท โดยมีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 7.3 ซึ่งเป็นข้อมูลราคาจริงที่ได้จากการสร้างต้นแบบระบบผลิตก๊าซชีวภาพโดยได้รวมภาษีมูลค่าเพิ่มร้อยละ 7

สมมติฐานของระบบผลิตก๊าซชีวภาพมีรายละเอียดดังนี้

1) เทคโนโลยีระบบผลิตก๊าซชีวภาพเป็นแบบ CMU-Micro Hybrid Digester โดยมีการไหลตามทางยาวจากหัวถังไปยังท้ายถัง และมีการกวนผสมด้วยใบกวน ซึ่งพัฒนาโดยสถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงานนครพิงค์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เป็นระบบที่ออกแบบเฉพาะสำหรับวิสาหกิจสุราแช่พื้นบ้าน
2) กำหนดให้ระบบผลิตก๊าซชีวภาพมีอายุการใช้งานทั้งหมด 15 ปี
3) ต้นทุนของระบบผลิตก๊าซชีวภาพอ้างอิงราคาที่ได้ดำเนินการก่อสร้างจริง โดยไม่คิดค่าที่ปรึกษาในการควบคุมการก่อสร้าง
4) ค่าบำรุงรักษาระบบก๊าซชีวภาพในส่วนโครงสร้างคิดเป็น 2% ต่อปีของราคาโครงสร้าง
5) ไม่คิดค่าแรงงานในการดูแลระบบ
6) ค่าพลังงานไฟฟ้าเดือนละ 127 บาท (คิดที่ปริมาณกากส่า 100 กิโลกรัมต่อวัน)
7) กำหนดให้มีการเปลี่ยนพลาสติกคลุมบ่อเก็บก๊าซทุก 10 ปี
8) ค่าไฟฟ้าคิดตามอัตรา TOU (Time of Use) คือ 3.52 บาท/kW
9) ราคาก๊าซหุงต้มคิดที่อัตรา 24 บาทต่อกิโลกรัม
10) ระบบผลิตก๊าซชีวภาพทำงาน 24 ชั่วโมงต่อวันและ 365 วันต่อปี

โดยสมมติฐานระบบผลิตก๊าซชีวภาพทั้งหมดนี้อ้างอิงจาก สถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงานนครพิงค์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

**การคำนวณความคุ้มทุนของถังหมักก๊าซชีวภาพ ขนาด 10 ลบ.ม (รองรับกากส่า 100 กิโลกรัมต่อวัน)**

**ตารางที่ 7.3** การวิเคราะห์ทางการเงิน

| ***รายการ*** | ***จำนวนเงิน (บาท)*** | ***รายการ*** | ***จำนวนเงิน (บาท)*** |
|---|---|---|---|
| เงินลงทุน | | รายได้/ปี | |
| • ค่าก่อสร้างระบบ | -250,000 | • ทดแทนการใช้ก๊าซหุงต้มได้ | 40,296 |
| | | • ค่าขายปุ๋ยอินทรีย์ | 120 |
| | | ค่าใช้จ่ายในการเดินระบบ | |

| *รายการ* | *จำนวนเงิน (บาท)* | *รายการ* | *จำนวนเงิน (บาท)* |
|---|---|---|---|
| เงินสนับสนุนจาก วช. | | • ค่าซ่อมบำรุง | -5,000 |
| • ค่าก่อสร้างระบบ | 160,000 | • ค่าไฟฟ้า | -1,542 |
| **เงินลงทุนสุทธิ** | **-90,000** | **รายได้สุทธิ/ปี** | **33,874** |

ระยะเวลาคืนทุน = เงินลงทุนสุทธิ / รายได้สุทธิต่อปี

= 90,000/33,874 ปี

= 2.7 ปี

จากการวิเคราะห์ระยะเวลาการคืนทุนของการลงทุนก่อสร้างระบบผลิตก๊าซชีวภาพสำหรับวิสาหกิจสุราแช่พื้นบ้านหมู่ 5 ตำบลแม่ปูคา พบว่ามีระยะเวลาคืนทุน 2.7 ปี หากได้รับเงินสนับสนุนจากทางภาครัฐในการก่อสร้างระบบฯ และมีระยะเวลาคืนทุน 7.4 ปี หากไม่ได้รับเงินสนับสนุน

**7.6) การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีก๊าซชีวภาพ**

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีระบบผลิตก๊าซชีวภาพ CMU-Micro Hybrid Digester กับน้ำเสียอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น โรงงานสุราขนาดใหญ่ โรงงานสุรากลั่นชุมชน วิสาหกิจชุมชนต่างๆ ที่มีของเสียเกิดขึ้นจากกระบวนการผลิต สามารถเลือกใช้เทคโนโลยีก๊าซชีวภาพในการบำบัดของเสียให้กลายเป็นพลังงานได้ หากเป็นโรงงานสุราขนาดใหญ่ อาจพิจารณาการนำก๊าซชีวภาพไปใช้ประโยชน์ในรูปความร้อนของเครื่องกำเนิดไอน้ำ (Boiler) เพื่อลดค่าใช้จ่ายการบำบัด ปัจจุบันการบำบัดน้ำเสียแบบไม่ใช้อากาศจากระบวนการผลิตสุราแช่พื้นบ้าน เพื่อนำก๊าซชีวภาพมาใช้ประโยชน์นั้น เกิดขึ้นเพียงไม่กี่ชุมชม ดังนั้นวิสาหกิจชุมชนสุราแช่พื้นบ้าน หมู่ 5 ตำบลแม่ปูคา เป็นวิสาหกิจกลุ่มแรกที่มีการนำเทคโนโลยีผลิตก๊าซชีวภาพเข้ามาใช้อย่างจริงจัง โดยน้ำเสียของวิสาหกิจสุราแช่พื้นบ้าน ซึ่งเรียกว่ากากส่ามีความเข้มข้นสารอินทรีย์สูงมาก โดยวัดในรูปบีโอดี (BOD) เท่ากับ 153,180 - 265,669 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และซีโอดี (COD) เท่ากับ 362,670 - 376,502 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยอดีตวิสาหกิจไม่มีระบบบำบัดน้ำเสีย จึงได้แจกจ่ายให้เกษตรกรเลี้ยงสุกรนำไปใช้เป็นอาหารสัตว์ ถึงแม้ว่าวิธีการจัดการด้วยวิธีนี้จะเป็นวิธีที่สะดวกสบายที่สุด แต่พบว่าบางครั้งไม่มีเกษตรกรมาขนไป ทำให้ต้องเก็บสะสมไว้ค่อนข้างมากส่งกลิ่นเหม็นรบกวนบริเวณใกล้เคียง เพื่อการแก้ไขปัญหาระยะยาวของวิสาหกิจแห่งนี้จึงหันมาใช้เทคโนโลยีผลิตก๊าซชีวภาพแทน โดยน้ำเสียและของเสียจากกระบวนการผลิตคือ กากส่าจากกระบวนกรอง น้ำล้างข้าวนึ่ง และน้ำล้างขวด จะไหลรวมกันเข้าสู่ระบบผลิตก๊าซชีวภาพแบบ CMU-Micro Hybrid Digester โดยถังหมักกรดมีขนาดจุ 2 ลูกบาศก์เมตร และถังหมักมีเทนขนาดจุ 10 ลูกบาศก์เมตร ก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นจะถูกนำไปใช้ผลิตความร้อน น้ำเสียที่ผ่านระบบผลิตก๊าซชีวภาพแล้วจะไหลลงถังรับน้ำออกขนาด 0.5 ลูกบาศก์เมตร จากนั้นน้ำเสียจากถังรับน้ำออกจะถูกสูบไปใช้เป็นปุ๋ยน้ำ ระบบผลิตก๊าซชีวภาพ

สามารถผลิตก๊าซชีวภาพได้ประมาณ 10 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ซึ่งสามารถช่วยลดการใช้ก๊าซหุงต้มในการผลิตความร้อนประมาณ 30% คิดเป็นเงินประมาณ 40,296 บาทต่อปี

ประโยชน์ที่ได้จากระบบผลิตก๊าซชีวภาพ คือ ทำให้ค่าใช้จ่ายการบำบัดน้ำเสียลดต่ำลง และช่วยลดการใช้พลังงานอีกด้วย ในส่วนการลดค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสียมาจากก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้ ช่วยลดการใช้พลังงาน เนื่องจากสามารถเปลี่ยนก๊าซชีวภาพมาเป็นพลังงานไฟฟ้าหมุนเวียนใช้ในระบบบำบัดน้ำเสียได้ ดังนั้น การพิจารณาความเหมาะสมการประยุกต์ใช้ระบบผลิตก๊าซชีวภาพ CMU-Micro Hybrid Digester ควรจะเปรียบเทียบกับวิธีการบำบัดอื่นๆ ถ้าการนำระบบผลิตก๊าซชีวภาพมาประยุกต์ใช้ร่วมในระบบบำบัดน้ำเสียและสามารถลดค่าใช้จ่าย เมื่อเปรียบเทียบกับระบบบำบัดอื่นๆ ที่ไม่มีระบบผลิตก๊าซชีวภาพ ก็สรุปได้ว่าการประยุกต์ใช้ระบบผลิตก๊าซชีวภาพกับน้ำเสียนั้นมีความเหมาะสม ซึ่งน้ำเสียที่มีความเข้มข้นสารอินทรีย์สูงไม่เหมาะสมที่จะใช้ระบบบำบัดแบบใช้อากาศ จะทำให้ค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสียสูงมากขึ้น เพราะน้ำเสียที่มีความเข้มข้นสารอินทรีย์สูง จะให้ปริมาณก๊าซชีวภาพสูง

นอกจากการพิจารณาว่าค่าบีโอดีของน้ำเสียสูงจะเหมาะสมในการผลิตก๊าซชีวภาพแล้วยังจำเป็นจะต้องพิจารณาว่าวิสาหกิจชุมชนมีความต้องการพลังงานในกระบวนการผลิตมากน้อยอย่างไร ก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้สามารถนำไปทดแทนพลังงานได้หรือไม่ ถ้าได้ก็จะทำให้ระบบผลิตก๊าซชีวภาพมีความเหมาะสมมากขึ้น การนำก๊าซชีวภาพไปใช้ประโยชน์โดยตรงและง่ายที่สุด คือ การนำไปทดแทนก๊าซหุงต้ม นอกจากนี้ ยังสามารถนำไปใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า และขับเคลื่อนเครื่องจักรกลแต่จะยุ่งยากและมีประสิทธิภาพต่ำกว่า หากวิสาหกิจแห่งใดต้องปล่อยน้ำทิ้งลงสู่สิ่งแวดล้อม จำเป็นต้องคำนึงถึงการบำบัดขั้นสองด้วย เพื่อให้ได้น้ำเสียที่บำบัดแล้วได้ตามมาตรฐานน้ำทิ้ง

เทคโนโลยีผลิตก๊าซชีวภาพ หรือระบบบำบัดชีวภาพไม่ใช้ออกซิเจนจะมีความเหมาะสมประยุกต์ใช้กับน้ำเสียอุตสาหกรรมที่มีปริมาณความเข้มข้นสารอินทรีย์สูง และนำก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้สามารถนำไปใช้ทดแทนพลังงานเชื้อเพลิงในกระบวนการผลิต ซึ่งทำให้สามารถลดค่าใช้จ่ายการบำบัดให้ต่ำลงและสามารถช่วยลดการใช้พลังงานเชื้อเพลิงอีกด้วย

# บทที่ 8

## การบำรุงดูแลรักษาระบบผลิตก๊าซชีวภาพ

ในการดูแลรักษาระบบผลิตก๊าซชีวภาพ จำเป็นจะต้องมีผู้คอยดูแลควบคุม เพื่อให้ระบบผลิตก๊าซชีวภาพสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและสามารถใช้งานได้อย่างยั่งยืน โดยจะมีจุดเฝ้าระวังและจุดสังเกตต่างๆ ในการดูแลควบคุมถังหมักก๊าซชีวภาพให้ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ

### 8.1) การใช้งานและบำรุงรักษาบ่อรวบรวมน้ำเสีย

**รูปที่ 8.1** การใช้งานบ่อรวบรวมน้ำเสีย

- หลังจากผสมกากส่าเรียบร้อยแล้ว จะต้องเปิดปั๊มกวนผสมของเสียให้เป็นเนื้อเดียวกันก่อนที่จะเปิดวาล์วให้ไหลเข้าถังหมักกรด

- ขณะที่มีการกวนของเสีย หากพบเศษวัสดุที่ไม่สามารถย่อยสลายได้ หรือใบไม้อยู่ในบ่อรวบรวมน้ำเสีย ให้เก็บออกจากของเสียทุกครั้ง เพราะสิ่งเหล่านั้นจะทำให้พื้นบ่อหมักตื้นเขิน และเกิดการอุดตันภายในท่อได้

**รูปที่ 8.2** การบำรุงรักษาบ่อรวบรวมน้ำเสีย

- ทำความสะอาดบ่อรวบรวมน้ำเสีย และปั๊มทุกครั้ง หลังจากเติมของเสียลงถังหมักกรดแล้ว

**8.2) การใช้งานและบำรุงรักษาถังหมักกรดและถังหมักก๊าซชีวภาพ**

- ตรวจสอบและดูแลรักษาระบบท่อต่างๆ ให้อยู่ในสภาพที่ดี และใช้งานได้เป็นปกติทุกวัน และหมั่นเปิดวาล์วดักน้ำ เพื่อปล่อยน้ำทิ้งเป็นประจำทุกวัน

**8.3) การใช้งานและบำรุงรักษาถุงเก็บก๊าซชีวภาพและถังควบคุมแรงดัน**

- ควรจะระบายก๊าซชีวภาพบางส่วนทิ้งเพื่อไม่ให้พลาสติกเสียรูป และควรตรวจสอบชุดควบคุมแรงดันด้วย ว่าทำงานได้ปกติหรือไม่

- ตรวจดูชุดควบคุมแรงดัน ควรมีน้ำเต็มตลอด เพื่อให้ก๊าซชีวภาพมีแรงดันตามที่กำหนดไว้

**รูปที่ 8.3** การบำรุงรักษาชุดควบคุมแรงดัน

**8.4) การใช้งานและบำรุงรักษาระบบท่อส่งก๊าซ**

- ตรวจสอบรอยรั่วของท่อส่งก๊าซทุกแนว รวมทั้งปล่อยน้ำในจุดระบายน้ำทิ้ง ออกจากท่อส่งก๊าซทุกจุดก่อนการใช้งานกับอุปกรณ์ที่ใช้ก๊าซชีวภาพ

- ท่อก๊าซที่เดินไว้ใต้ดิน ควรกลบดินฝังท่อให้มิดชิด เพื่อป้องกันการแตกหักจากสัตว์เลี้ยง, คน หรือยานพาหนะ

- ทุกเดือนต้องตรวจดูสายยางอ่อนที่ต่อเข้ากับอุปกรณ์ว่ามีน้ำขังอยู่หรือไม่ ถ้ามีน้ำขังให้ปิดวาล์วก๊าซ และถอดสายยางอ่อนออก เทน้ำที่ขังอยู่ทิ้งไป แล้วต่อสายยางกลับเข้าที่เดิม ใส่ปลอกรัดให้เรียบร้อย

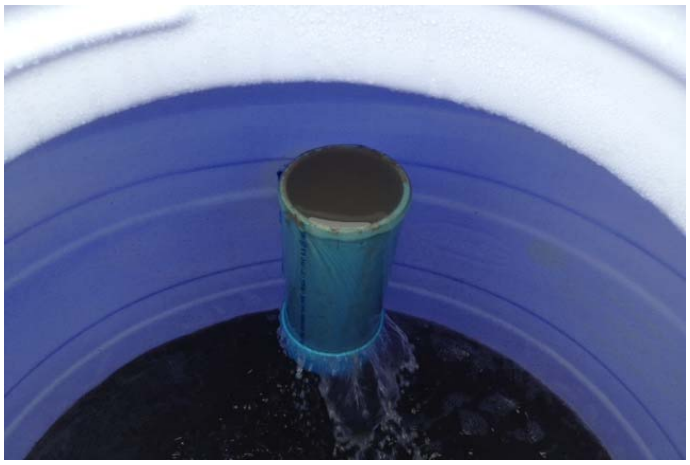
**8.5) การใช้งานและบำรุงรักษาถังลดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์**

- เมื่อสังเกตได้ว่าก๊าซที่จุดติดไฟเริ่มมีกลิ่นก๊าซไข่เน่า ให้ทำความสะอาดถังลดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ โดยนำฝอยเหล็กด้านในออกมาล้างด้วยสบู่ และตากแดดให้แห้ง แล้วนำใส่กลับเข้าไปใหม่

**8.6) การใช้งานและดูแลรักษาลานตากตะกอนและบ่อรับน้ำใส**

- ไม่ควรปล่อยให้กากตะกอนล้นออกมาจากลานตากตะกอน เพราะจะทำให้ดูไม่สบายตา และยังก่อให้เกิดความสกปรกแก่สถานที่ด้วย

- ควรรักษาระดับน้ำในบ่อรับน้ำใสไม่ให้เกินระดับปากท่อน้ำล้น โดยอาจเวียนกลับมาผสมกากส่า หรือสูบไปใช้ในสวน ไร่ หรือนา ทั้งนี้เพื่อไม่ให้ถังรับน้ำออกเต็มและไหลย้อนกลับเข้าถังหมักก๊าซชีวภาพ



**รูปที่ 8.4** การบำรุงรักษาถังรับน้ำออก

**8.7) การใช้งานและดูแลรักษาเตาหุงต้ม**

- หมั่นทำความสะอาดรังผึ้งของเตาไม่ให้อุดตันบริเวณรู เพราะอาจทำให้เปลวไฟไม่แรง

- หากเตาหุงต้มมีสภาพการใช้งานไม่เหมาะสมแล้ว ควรทำการเปลี่ยนเตาทันที เพื่อป้องกันอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นได้

# บทที่ 9

## บรรณานุกรม


จิราภรณ์ สุขุมาวาสี (2518). การศึกษาทางชีววิทยาของลูกแป้งข้าวหมาก. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ประดิษฐ์ ครุวัณณา (2544). วิทยาศาสตร์กับภูมิปัญญาไทย : เมรัยผลไม้. อาหารปีที่ 32 ฉบับที่ 1 (2545) : 12-16.

พระราชบัญญัติ สุรา พ.ศ. 2493. สำนักงานคณะกรรมการกฤษฎีกา. (ออนไลน์). สืบค้นจาก : www.senate.go.th/w3c/.../พรบ.สุรา%20พ.ศ.2493.pdf (สืบค้นมกราคม, 2559)

แผนพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก พ.ศ. 2558-2579. (ออนไลน์). สืบค้นจาก : http://www.dede.go.th (สืบค้นธันวาคม, 2558)

สถานการณ์พลังงานไทย ช่วง 3 เดือนแรกของปี 2558. (ออนไลน์). สืบค้นจาก