

บทที่ 1

บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

อุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลังเป็นอุตสาหกรรมที่สำคัญประเภทหนึ่งของประเทศ โดยปัจจุบันจำนวน โรงงาน อุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลังของประเทศไทย ตั้งกระจายอยู่ในภูมิภาคต่าง ๆ ของประเทศโดยเฉพาะภาค ตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งมีจำนวนโรงงานอุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลังมากที่สุด มันสำปะหลังเป็นพืชล้มลุกชนิดหนึ่ง มัน สำปะหลังแบ่งออกเป็น 2 ชนิดด้วยกัน คือ ชนิดขมและชนิดหวาน โดยชนิดขมนั้นไม่เหมาะสำหรับนำมาบริโภคโดยตรง เนื่องจากมีกรดไฮโดรไซยานิคสูง เป็นพิษต่อร่างกาย แต่เหมาะสำหรับนำมาแปรรูปเป็นมันอัดเม็ด มันเส้นเพื่อเลี้ยงสัตว์ และแป้งมันเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร ส่วนชนิดหวานนั้นส่วนใหญ่ปลูกไว้รอบบ้านเพื่อการบริโภค แป้งมันสำปะหลัง นั้นนอกจากจะนำมาใช้ในการบริโภคแล้ว ยังใช้เป็นวัตถุดิบในหลายๆอุตสาหกรรมได้อีก เช่น อุตสาหกรรมสิ่งทอ อุตสาหกรรมกระดาษ เป็นต้น ในประเทศไทยสามารถผลิตแป้งมันสำปะหลังได้ประมาณ 2 ล้านตันต่อปี หากมัน สำปะหลัง 1 ตัน (น้ำหนักเปียก) สามารถผลิตก๊าซชีวภาพได้ประมาณ 70-100 ลบ.ม. โดยสามารถนำไปใช้ทดแทนน้ำมัน เตา หรือใช้ในการอบกากมันสำปะหลัง และผลิตกระแสไฟฟ้าได้ [14]

สำหรับระบบบำบัดน้ำเสียจากกระบวนการผลิตนั้นมีทั้งเทคโนโลยีแบบใช้ออกซิเจนและไม่ใช้ออกซิเจน ปัจจุบันมี หลายโรงงานที่เริ่มนำระบบบำบัดแบบไร้ออกซิเจนมาใช้ เช่น โรงงานสวอนวงษ์อุตสาหกรรม ซึ่งเป็นโรงงานผลิตและ ส่งออกแป้งมันรายใหญ่ของประเทศไทย ใช้ระบบABR (Anaerobic Baffled Reactor) โรงงานชลเจริญและโรงงานชัยภูมิ พืชผล ใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบตรึงฟิล์มจุลินทรีย์แบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Fixed Film Reactor: AFFR) และ โรงงานแป้งมันเอี่ยมเฮงอุตสาหกรรม ใช้ระบบUASB (Up flow Anaerobic Sludge Blanket) เป็นต้น ผลพลอยได้ที่ได้ จากการจัดการน้ำเสียด้วยระบบบำบัดแบบไร้ออกซิเจนคือก๊าซชีวภาพ ซึ่งสามารถนำก๊าซชีวภาพที่ได้นี้ไปทดแทนการใช้ เชื้อเพลิงหรือใช้ในการผลิตไฟฟ้าเพื่อนำมาใช้ภายในโรงงานได้อีกด้วย [6]

1.1 กระบวนการผลิตแป้งมันสำปะหลังดิบ (Native Tapioca Starch) มีดังนี้

- เครื่องร่อนทราย (Sieving and Washing): เป็นการชำระล้างทรายและหินที่ติดมากับมันสำปะหลัง ก่อนที่จะ นำเข้าสู่กระบวนการผลิต โดยใช้รถแทรกเตอร์ขนถ่ายมันสำปะหลังลงบนสายพาน เพื่อเข้าสู่เครื่องร่อนทราย ในระหว่าง ขนถ่ายบนสายพาน จะมีพนักงานของบริษัท ทำการสับเหง้าของหัวมันสำปะหลัง เนื่องจากเหง้าของหัวมันสำปะหลังเป็น อุปสรรคในการไม่หัวมัน หลังจากนั้นหัวมันสำปะหลังดังกล่าว จะถูกส่งผ่านกระบวนการร่อนเปลือก และล้างทำความสะอาด นอกจากนี้ น้ำเสียจากกระบวนการผลิตจะถูกส่งไปยังระบบบำบัดน้ำเสียของบริษัท

- เครื่องไม่หัวมัน (Rasp): หลังจากมันสำปะหลังผ่านกระบวนการทำความสะอาดแล้ว หัวมันสำปะหลัง จะถูกนำเข้าสู่เครื่องไม่หัวมัน โดยมันสำปะหลังจะถูกสับเป็นชิ้นเล็ก ๆ ผสมรวมกับน้ำที่ใช้ใน กระบวนการผลิตก่อนที่จะถูก ส่งไปยังเครื่องแยกกาก

- เครื่องแยกกากหยาบ (Coarse Extractor): เครื่องแยกกากจะทำการแยกกากมันสำปะหลังที่ไม่ได้ใช้ใน กระบวนการผลิตออกจากน้ำแป้ง โดยน้ำแป้งที่ได้จากเครื่องไม่หัวมัน จะมาผ่านเครื่องแยกกากหยาบ 2 ครั้ง กากหยาบที่ ได้จากกระบวนการผลิตนี้จะถูกส่งต่อไปยังโรงอัดกาก หรือนำไปเป็นอาหารสัตว์และกากมันสำปะหลังในส่วนนี้ที่นำไป ผลิตเป็นก๊าซชีวภาพ

- เครื่องแยกกากละเอียด (Fine Extractor): น้ำแป้งภายหลังจากผ่านเครื่องแยกกากหยาบ มาแล้วนั้น ยังมี เยื่อของมันสำปะหลังหรือกากอ่อนรวมอยู่ในน้ำแป้ง ซึ่งจะทำให้ น้ำแป้งที่ได้มีคุณภาพไม่ดี ดังนั้นน้ำแป้งภายหลังจากผ่าน เครื่องแยกกากหยาบมาแล้ว จะถูกนำมาผ่านเครื่องแยกกากละเอียดอีกครั้งหนึ่ง

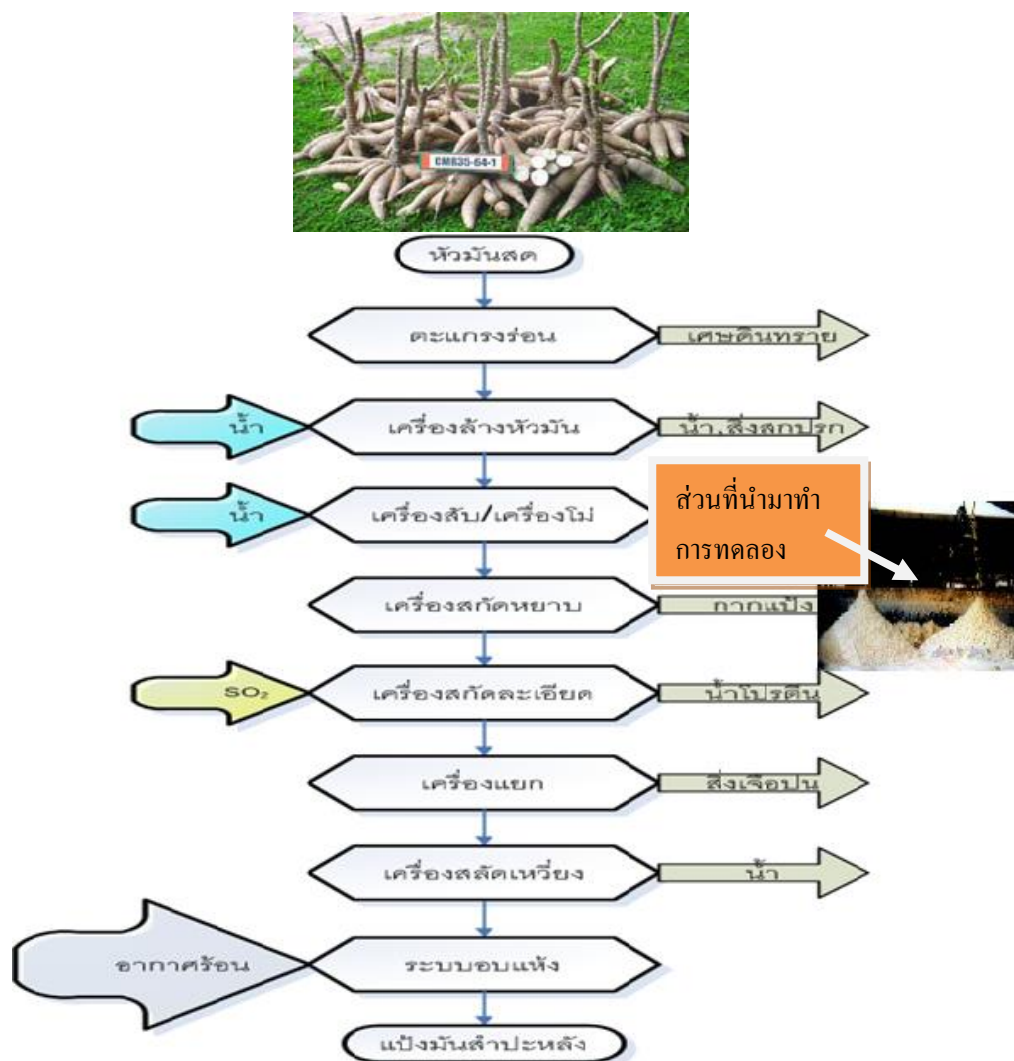
- น้ำแป้ง 20 โบเม: น้ำแป้งที่ผ่านกระบวนการแยกกากละเอียด จะถูกนำมาปรับความเข้มข้น และความบริสุทธิ์ โดยการผ่านเครื่องแยกน้ำ (Separator) 2 ครั้ง ซึ่งจะทำให้น้ำแป้งที่ผ่านกระบวนการนี้ จะมีความเข้มข้นประมาณ 20 โบเม

- เครื่องสไลต์แป้ง (Centrifugal): น้ำแป้งที่ได้จะไหลเข้าสู่เครื่องสไลต์แป้ง ซึ่งจะทำให้การแปรสภาพน้ำแป้งเป็นแป้งหมด โดยแป้งหมดจะถูกส่งเข้าไปใน 2 กระบวนการผลิตคือ การผลิตแป้งมันสำปะหลังดิบ (Native Tapioca Starch)

- เครื่องอบแห้ง (Flash Drying): แป้งหมดจะถูกลำเลียงตามสายพานเข้าสู่เครื่องอบแห้ง เพื่อผ่านลมร้อน ทำให้แป้งหมดมีความชื้นลดลง จากนั้นก็จะทำให้เย็นลง แล้วส่งผ่านไปตามไซโลไปยังเครื่องร่อนแป้ง ซึ่งปัจจุบันเครื่องอบแห้งใช้น้ำมันเตาเป็นเชื้อเพลิงในการอบแห้ง

- เครื่องร่อนแป้ง (Siever): แป้งที่ผ่านเครื่องอบแห้งมานั้น จะถูกนำมาผ่านเครื่องร่อนแป้ง เพื่อคัดขนาดเม็ดแป้ง ให้ได้ขนาดตามที่ต้องการ

- เครื่องบรรจุแป้ง: แป้งที่ผลิตได้จะถูกนำมาบรรจุใส่ถุงขนาด 25, 50, 500 หรือ 1000 กิโลกรัม แล้วแต่คำสั่งของลูกค้า ซึ่งขนาดบรรจุปัจจุบันส่วนใหญ่ที่บริษัทใช้ ได้แก่ ขนาด 500 กิโลกรัมต่อถุง



รูปที่ 1 กระบวนการผลิตแป้งมันสำปะหลังดิบ Native Tapioca Starch (ที่มา: Copyright 2006 Sahamitr Tapioca Chonburi Ltd.,)

1.2 ปัญหาจากกากมันสำปะหลังที่ส่งผลโดยตรงต่อโรงงานและสภาพแวดล้อมดังนี้

ปัจจุบันกากมันสำปะหลังที่เหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตจะขายเพื่อไปผสมกับอาหารสัตว์และนำไปใช้ในการผลิตปุ๋ยหมัก แต่เนื่องจากองค์ประกอบของกากมันสำปะหลังนั้นมีโปรตีนต่ำจึงมักขายได้ในราคาถูก และเนื่องจากความต้องการของผู้เลี้ยงสัตว์ไม่แน่นอน จึงเกิดภาระต่อโรงงานและสภาพแวดล้อมดังนี้

- วัสดุเสียจากกองกากมันสำปะหลังที่ทิ้งไว้ในโรงงานจำนวนมาก ๆ
- การที่กากมันสำปะหลังมีความชื้นสูงมากทำให้เกิดการเน่าเหม็นอย่างรุนแรง
- ภาระด้านค่าใช้จ่ายของโรงงานด้านการจำหน่ายกากมันสำปะหลังออกไปจากโรงงานจะต้อง ทำให้กากตะกอนมีความชื้นลดลง โดยการตากแห้งเพื่อลดความชื้นซึ่งก่อให้เกิดความยุ่งยากโรงงานหลายๆแห่ง จึงนำกากมันสำปะหลังไปฝังกลบแทน

- การสูญเสียแหล่งพลังงานทดแทนที่สำคัญของประเทศ เนื่องจากมีศักยภาพสูง

1.3 ความต้องการด้านพลังงานของประเทศ

ภายใต้สภาวะพลังงานที่แพงขึ้นเช่นปัจจุบันการเปลี่ยนของเสียให้เป็นพลังงานทดแทนได้รับความสำคัญและเป็นที่ยอมรับมากสำหรับอุตสาหกรรม ทั้งนี้เพื่อพยายามลดเงินตราของประเทศในการนำเข้าพลังงานเชื้อเพลิงจากฟอสซิลที่แพงมากขึ้น กากมันสำปะหลังเป็นส่วนหนึ่งของผู้ประกอบการเริ่มให้ความสำคัญในการนำมาพัฒนาให้เป็นพลังงานทดแทน ได้แก่ การนำไปเผาโดยตรง (ต้องลดความชื้นก่อน) หรือการนำไปผลิตก๊าซชีวภาพ

1.4 ความต้องการด้านเทคโนโลยีประยุกต์ใช้ลักษณะบูรณาการ

การพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตก๊าซชีวภาพจากกากมันสำปะหลังในประเทศไทยนั้น ยังอยู่ในระดับที่เริ่มต้นและไม่ได้มีการประยุกต์ใช้ในระดับอุตสาหกรรม ขณะที่เทคโนโลยีผลิตก๊าซชีวภาพจากน้ำเสียและมูลสัตว์นั้นเป็นที่แพร่หลายมากกว่าและมีการประยุกต์ใช้อย่างต่อเนื่อง ประกอบกับกระบวนการนำกากมันสำปะหลังมาผลิตเป็นก๊าซชีวภาพนั้นมีความยากกว่า และส่วนใหญ่เทคโนโลยีที่ใช้ในระดับอุตสาหกรรมนั้นได้รับการพัฒนาจากต่างประเทศและประเทศไทยยังขาดการบูรณาการด้านนี้ในการวิจัยศึกษาการเปลี่ยนน้ำตาลและเอทานอลเป็นก๊าซชีวภาพ แต่ยังคงขาดการนำความรู้และการวิจัย การนำกากมันสำปะหลังมาใช้ในการผลิตก๊าซชีวภาพอย่างเต็มระบบ ดังนั้นหากมีการศึกษาวิจัยพัฒนาองค์ความรู้แบบบูรณาการ และจัดทำต้นแบบเพื่อพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตก๊าซชีวภาพจากกากมันสำปะหลังในระดับอุตสาหกรรมได้ ย่อมเกิดประโยชน์ในระดับอุตสาหกรรม ทำให้ภาคอุตสาหกรรมการผลิตแป้งมันสำปะหลังมีต้นทุนการผลิตที่ต่ำลง ลดปัญหากลิ่นเหม็น และไม่ต้องเสียเงินตราออกนอกประเทศอันเนื่องมาจากการนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศ

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อศึกษาศักยภาพการนำกากมันสำปะหลังหลังจากกระบวนการผลิตแป้งมัน มาผลิตก๊าซชีวภาพแบบไร้อากาศชนิดกวนผสมสมบูรณ์สองขั้นตอน

2.2 เพื่อศึกษาสภาวะของอุณหภูมิและค่า pH ที่เหมาะสมต่อการผลิตก๊าซชีวภาพโดยใช้กากมันสำปะหลัง

2.3 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของถังหมักกากมันสำปะหลังแบบ ไร้อากาศชนิดกวนผสมสมบูรณ์สองขั้นตอนโดยดูจากปริมาณก๊าซชีวภาพ, ระยะเวลาในการเกิดก๊าซชีวภาพ และคุณภาพของก๊าซชีวภาพ

2.4 ศึกษาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของระบบผลิตก๊าซชีวภาพ

3. ขอบเขตของงาน

3.1 ทบทวนเอกสารงานวิจัยและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการนำกากมันสำปะหลังไปผลิตก๊าซชีวภาพ

3.2 ศึกษาและออกแบบการสร้างถังหมักก๊าซชีวภาพจากกากมันสำปะหลัง

3.3 ใช้กากมันสำปะหลังหลังกระบวนการผลิตแป้งมันมาผลิตเป็นก๊าซชีวภาพ โดยควบคุมอุณหภูมิที่ช่วง 25, 30, 35, 40, 50 องศาเซลเซียส และค่า pH 5, 6, 7, 8, 9 และ 10 ในระดับห้องปฏิบัติการ

3.4 ใช้กากมันสำปะหลังหลังกระบวนการผลิตแป้งมันมาผลิตเป็นก๊าซชีวภาพโดยทดลองในเครื่องต้นแบบที่ใช้ถังหมักขนาด 500 ลิตร โดยนำเอาอุณหภูมิและค่า pH ที่เหมาะสมที่สุดที่ได้จาก ข้อ 3 มาทำการทดลอง

3.5 ประเมินประสิทธิภาพเครื่องต้นแบบที่ใช้ในการทดลองในการผลิตก๊าซชีวภาพจากกากมันสำปะหลัง

4. วิธีการดำเนินงาน

4.1 ขั้นตอนการเตรียมโครงการ

- ศึกษาค้นคว้ารวบรวมข้อมูล และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการผลิตก๊าซชีวภาพจากกากมันสำปะหลัง ทฤษฎีการเกิดก๊าซชีวภาพและเทคโนโลยีที่ใช้ในการผลิตก๊าซชีวภาพ
- จัดหาสถานที่ที่จะใช้ในการทดลองและโรงงานที่เข้าร่วมในงานวิจัยเพื่อที่จะนำกากมันสำปะหลังจากโรงงานมาทำการผลิตก๊าซชีวภาพ ในงานวิจัยจะใช้สถานที่ในการสร้างถังหมักก๊าซชีวภาพที่ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกลโดยใช้กากมันสำปะหลังจาก บริษัท เนชั่นแนลสตาร์ทเอนด์เคมีเคิล (ประเทศไทย) จ.กาฬสินธุ์
- ออกแบบและเขียนแบบถังหมักก๊าซชีวภาพจากกากมันสำปะหลังโดยพิจารณาคุณสมบัติถึงข้อดีและความเหมาะสมกับวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตก๊าซชีวภาพแต่ละระบบในงานวิจัยนี้จะพิจารณาระบบการผลิตก๊าซชีวภาพจากถังหมักแบบกวนผสมสมบูรณ์สองขั้นตอน
- แก้ไขปรับปรุงแบบในส่วนที่ยังไม่สมบูรณ์ในการออกแบบและเขียนแบบถังหมัก
- ทำการจัดหาวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างระบบถังหมัก เช่น ชุด ถังหมักใช้สแตนเลส, ท่อ, ปั๊ม, Heater, มอเตอร์, และชุดควบคุมอุณหภูมิ เป็นต้น
- ดำเนินการทดลองเพื่อตรวจวิเคราะห์สมบัติของกากมันสำปะหลังด้านพารามิเตอร์ดังนี้ pH, COD ความชื้น, ปริมาณคาร์โบไฮเดรต, ใยอาหาร (crude fiber), โปรตีน
- ดำเนินการสร้างระบบถังหมักที่ได้ออกแบบไว้ซึ่งใช้ระยะเวลาในการก่อสร้างประมาณ 2 เดือน และทำการทดลองหาหัวเชื้อจุลินทรีย์ อุณหภูมิและสภาพความเป็นกรด-เบส ต่ออัตราการเกิดก๊าซชีวภาพโดยทำการทดลองในระดับห้องปฏิบัติการ
- เมื่อได้ชนิดหัวเชื้อจุลินทรีย์ อุณหภูมิและสภาพความเป็นกรด-เบส ต่ออัตราการเกิดก๊าซชีวภาพที่เหมาะสมแล้วก็ทำการทดสอบและเก็บข้อมูลในระบบใหญ่ที่สร้างเสร็จแล้วโดยจะเลือกเอาหัวเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นอุณหภูมิและค่าสภาพความเป็นกรด-เบสที่ดีที่สุดที่ได้จากการทดลองในระดับห้องปฏิบัติการมาทดลองโดยมีการควบคุมอุณหภูมิด้วย Temcontent และให้พลังงานความร้อนด้วย Heater ในถังหมัก
- ทำการปรับปรุงและแก้ไขในการทดสอบระบบจากเริ่มแรก โดยการวิเคราะห์ถึงปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการผลิตก๊าซชีวภาพจากกากมันสำปะหลัง จากนั้นทำการทดสอบระบบตามเงื่อนไขโดยเก็บข้อมูลการเกิดก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นใน แต่ละวัน เมื่อทำการทดลองเสร็จสิ้น จากนั้นนำข้อมูลที่ได้ประเมินประสิทธิภาพการเกิดก๊าซและปัญหาที่เกิดขึ้นจากการทดสอบ
- สรุปผลการวิจัยและเขียนรายงาน

4.2 ขั้นตอนการทดสอบ

ในโครงการนี้จะแบ่งงานออกเป็น 2 ส่วนหลักๆ คือ

ส่วนที่1 ศึกษาและทดสอบผลของหัวเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้น อุณหภูมิ และสภาพความเป็นกรด-ด่าง ที่มีผลต่ออัตราการเกิดก๊าซชีวภาพที่ผลิตจากกากมันสำปะหลังในระดับห้องปฏิบัติการ โดยนำค่าที่เหมาะสมที่สุดจากการทดลองในระดับห้องปฏิบัติการมาใช้ในระบบผลิตก๊าซชีวภาพขนาดเครื่องต้นแบบต่อไป

ส่วนที่2 ออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบผลิตก๊าซชีวภาพ เพื่อใช้เป็นเครื่องในการผลิตก๊าซชีวภาพระบบกวนผสมสมบูรณ์ที่ใช้กากมันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบเมื่อได้วางแผนงานและออกแบบการทดลองไว้ชัดเจน แล้วจึงได้ดำเนินการทดลองและสร้างเครื่องควบคู่กันไป ตลอดจนขั้นตอนการจัดซื้อจัดหาวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองและการสร้างเครื่องด้วย

5. แผนการดำเนินงานวิจัย

กิจกรรม/ขั้นตอนการดำเนินงาน	ระยะเวลา											
	เดือน											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. รวบรวมเอกสาร หรือวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับก๊าซชีวภาพและเทคโนโลยีที่ใช้ในการผลิตก๊าซชีวภาพ												
2. จัดหาสถานที่ในการทดลอง												
3. ออกแบบและเขียนแบบถังหมักระดับห้องปฏิบัติการ												
4. จัดหาวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างถังหมักก๊าซชีวภาพ												
5. ทดลองในระดับห้องปฏิบัติการ												
6. ดำเนินการสร้าง												
7. ทำการทดสอบระบบและแก้ไขข้อบกพร่องของชุดถังหมักก๊าซชีวภาพก่อนทำการทดลองจริง												
8. ทดสอบระบบจากการ ปรับปรุง แก้ไขและบันทึกผลการทดสอบตามเงื่อนไขที่ได้กำหนดไว้ในตอนต้น												
9. สรุปผลการวิจัยและเขียนรายงาน												

6. ผลที่คาดว่าจะได้รับ

6.1 ทราบสถานะที่เหมาะสมสำหรับการผลิตก๊าซชีวภาพจากกากมันสำปะหลัง และกระบวนการผลิตแอมโมเนียอย่างมีประสิทธิภาพโดยใช้ถังหมักไร้อากาศชนิดกวนผสมสมบูรณ์สองขั้นตอน

6.2 ทราบปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของกลุ่จุลินทรีย์ในกระบวนการหมักและระบบในการหมักก๊าซ ชีวภาพอย่างมีประสิทธิภาพ ตลอดจนปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้นขณะดำเนินการทดลอง

6.3 เพิ่มมูลค่าของกากมันสำปะหลังจากกระบวนการผลิตแอมโมเนีย

6.4 สามารถลดกลิ่นเน่าเหม็นจากกากมันสำปะหลัง จากกระบวนการผลิตแอมโมเนียทำให้สภาพแวดล้อมของโรงงานหรือสถานที่ที่ใช้ในการกักเก็บดีขึ้น

6.5 ลดการสิ้นเปลืองเนื้อที่ที่ใช้ในการจัดเก็บกากมันสำปะหลัง จากกระบวนการผลิตแอมโมเนีย