

นิพนธ์ต้นฉบับ

การผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลโคและเปลือกสับปะรดโดยกระบวนการย่อยสลาย ภายใต้สภาวะไร้ออกซิเจน

พงษ์ศักดิ์ โพธิ์ศรีทอง*, ประทุมพร เลาห์ประเสริฐ* และประยูร ฟองสกลิตย์กุล**

* คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ** คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้ศึกษาเกี่ยวกับการผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลโคและเปลือกสับปะรด โดยกระบวนการย่อยสลายภายใต้สภาวะไร้ออกซิเจน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบ อัตราส่วนของมูลโคกับเปลือกสับปะรด ต่อปริมาณการเกิดก๊าซชีวภาพ เปรียบเทียบระยะเวลาเก็บกักต่อปริมาณการเกิดก๊าซชีวภาพ และวิเคราะห์ร้อยละของก๊าซมีเทนที่เกิดจากการหมัก การทดลองนี้ ทำการหมักทั้งหมด 5 อัตราส่วนคือ มูลโค : เปลือกสับปะรด : น้ำกลั่น เท่ากับ 1:0:1, 2:1:3, 1:1:2, 1:2:3 และ 0:1:1 วัดปริมาณก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นโดยใช้หลักการแทนที่ของน้ำในการวัดปริมาตรน้ำที่ไหลออกมาจากถังปฏิกรณ์ (3 ซ้ำ) และวิเคราะห์ร้อยละของก๊าซมีเทนด้วยเครื่อง GC-MS

จากผลการทดลองพบว่า ปริมาณการเกิดก๊าซชีวภาพสูงสุดของอัตราส่วน 1:0:1 เท่ากับ 133.57 ± 0 ลบ.ซม./วัน และอัตราส่วน 2:1:3, 1:1:2, 1:2:3, 0:1:1 เท่ากับ 125.71 ± 0 ลบ.ซม./วัน, 117.86 ± 0 ลบ.ซม./วัน, 110 ± 0 ลบ.ซม./วัน, และ 110 ± 0 ลบ.ซม./วัน (ตามลำดับ) เมื่อเปรียบเทียบปริมาณการเกิดก๊าซชีวภาพของแต่ละอัตราส่วนด้วยสถิติ One-way ANOVA พบว่า แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} = 0.119$) นำอัตราส่วน ที่ทำให้เกิดก๊าซชีวภาพมากที่สุดคืออัตราส่วน 1:0:1 มาวิเคราะห์หาปริมาณการเกิดก๊าซชีวภาพที่ระยะเวลาเก็บกัก 10 วัน, 20 วัน, 30 วัน, 40 วัน และ 50 วัน ได้ปริมาณการเกิดก๊าซ เท่ากับ 0 ลบ.ซม./วัน, 68.1 ± 9.07 ลบ.ซม./วัน, 130.95 ± 4.54 ลบ.ซม./วัน, 36.07 ± 4.54 ลบ.ซม./วัน และ 0 ลบ.ซม./วัน ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบปริมาณการเกิดก๊าซของแต่ละระยะเวลาเก็บกัก ด้วยสถิติ Kruskal-Wallis test พบว่า แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} < 0.05$) โดยระยะเวลาเก็บกักที่ทำให้เกิดก๊าซชีวภาพมากที่สุดจะอยู่ในช่วง 30 วัน ก๊าซชีวภาพที่ได้จากการหมักในอัตราส่วน 1:0:1 มีปริมาณก๊าซมีเทน 46.19 %v/v

คำสำคัญ: ก๊าซชีวภาพ, มูลโค, เปลือกสับปะรด, การย่อยสลายภายใต้สภาวะไร้ออกซิเจน

Original Article

Biogas Production from Cow Manure and Pineapple Peels by Anaerobic Digestion Process

Pongsak Phoesrithong*, Prachumporn Lauprasert* and Prayoon Fongsatitkul**

* Faculty of Public Health, Mahasarakham University, ** Faculty of Public Health, Mahidol University

Abstract

This research study on biogas production from cow manure and pineapple peels by anaerobic digestion process. The objectives of this research were to compare the ratio of cow manure : pineapple peels, to compare the hydraulic retention time for the volume of biogas and to examine percentage of methane generated by the fermentation. This research use 5 ratios; cow manure:pineapple peels:water were 1:0:1, 2:1:3, 1:1:2, 1:2:3 and 0:1:1. The biogas measured by the overflow siphon from the reaction tank (3 replications) and GC-MS was used for measuring the percentage of methane gas.

The results showed the highest volume of biogas from 1:0:1 ratio was $133.57 \pm 0 \text{ cm}^3/\text{day}$, 2:1:3 ratio, 1:1:2 ratio, 1:2:3 ratio, 0:1:1 ratio was $125.71 \pm 0 \text{ cm}^3/\text{day}$, $117.86 \pm 0 \text{ cm}^3/\text{day}$, $110 \pm 0 \text{ cm}^3/\text{day}$, and $110 \pm 0 \text{ cm}^3/\text{day}$, respectively. The volume of biogas from 5 ratios were not significantly difference at 0.05 (p-value = 0.119). Then, the biogas from 1:0:1 was analyzed at 10 days, 20 day, 30 day, 40 day and 50 day retention time. The biogas volume were $0 \text{ cm}^3/\text{day}$, $68.1 \pm 9.07 \text{ cm}^3/\text{day}$, $130.95 \pm 4.54 \text{ cm}^3/\text{day}$, $36.07 \pm 4.54 \text{ cm}^3/\text{day}$ and $0 \text{ cm}^3/\text{day}$, respectively, The volume of biogas from 5 retention time were significantly difference at $p < 0.05$. The highest volume showed at 30 days of the fermentation. The biogas fermentation in a 1:0:1 ratio had methane gas 46.19% v / v.

Keywords: Biogas, Cow manure, Pineapple peels, Anaerobic digestion

บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม ส่วนใหญ่เป็นสังคมชนบทที่มีการทำการเกษตรควบคู่กับการปศุสัตว์ทั่วทุกภาค การปลูกสับปะรด นิยมปลูกในพื้นที่ที่ไม่ต้องการน้ำมาก จังหวัดสุพรรณบุรี มีการปลูกสับปะรดทั้งหมด 4,122 ไร่ ได้ผลผลิต 14,140 ตันต่อปี ซึ่งพื้นที่เพาะปลูกเกือบทั้งหมด อยู่ในเขตอำเภอด่านช้าง จังหวัดสุพรรณบุรี (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2550) การปลูกสับปะรดในครัวเรือนเพื่อส่งเข้าโรงงานนั้น เปลือกสับปะรดที่ได้ยังไม่มีการนำไปใช้ประโยชน์เท่าที่ควร นอกจากนี้ยังเกิดกลิ่นเนื่องจากการสะสมของเปลือกสับปะรดที่มีปริมาณมาก ส่วนการปศุสัตว์นั้น โค กระบือเป็นสัตว์เลี้ยงที่คู่กับการทำการเกษตร มีการเลี้ยงที่แพร่หลายในหลายภาคของประเทศ ทั้งที่เลี้ยงเป็นอาชีพหลักและอาชีพรอง โดยเฉพาะการเลี้ยงโค ส่วนกระบือมีจำนวนการเลี้ยงที่น้อยกว่าโคในอัตราส่วน 1:6 (กรมปศุสัตว์, 2550) ในประเทศไทยมีโคนมและโคเนื้อรวมทั้งสิ้น 9,337,985 ตัว เกษตรกรทั้งหมด 1,397,352 ครัวเรือน ภาคกลางมีจำนวนโค 1,856,093 ตัว เกษตรกร 116,860 ครัวเรือน และระดับจังหวัด สุพรรณบุรีมีจำนวนโคทั้งสิ้น 178,000 ตัว เกษตรกร 6,622 ครัวเรือน (กรมปศุสัตว์, 2550) แต่ผลที่ตามมานอกเหนือจากการเลี้ยงนั้นคือมูลของสัตว์เหล่านี้ และเปลือกสับปะรดที่เหลือจากการปอกสับปะรด โดยไม่มีการนำมาใช้ประโยชน์ ซึ่งหากไม่มีการกำจัดที่ดีแล้ว ก็จะส่งผลเสียต่อสภาวะแวดล้อมได้ โดยเฉพาะมลพิษทางน้ำและการก่อเหตุรำคาญให้กับละแวกใกล้เคียง (สำนักจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ, 2551) จากแผนการจัดการสิ่งแวดล้อมฉบับที่ 10 (ปี 2550-2554) กำหนดไว้ว่า ผู้ก่อมลพิษเป็นผู้จ่าย (Polluters pay principle : PPP) เป็นหลักของความรับผิดชอบที่ให้ผู้ก่อมลพิษ ไม่ผลัดภาระในการกำจัดมลพิษที่เกิดจากการกระทำของตน ไปสู่สังคมและสิ่งแวดล้อมโดยจะเน้นการบังคับใช้กฎหมายอย่างจริงจัง และผลักดันให้มีการใช้เครื่องมือทางเศรษฐศาสตร์มาช่วยสนับสนุนการจัดการให้มากขึ้น (สำนักนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2551) ทำให้เกษตรกรที่มีการเลี้ยงสัตว์จำเป็นต้องมีการกำจัดมูลสัตว์ ทำให้เกิดภาวะต้นทุนที่สูงขึ้น แต่ถ้ามีการนำสิ่งเหลือใช้มาทำให้มีคุณค่าขึ้น

นำมาใช้ประโยชน์ต่อไปได้ ก็จะลดภาระของผู้เลี้ยงลง การหมักก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์ โดยใช้การย่อยสลายในสภาวะไร้ออกซิเจนนั้นจะทำให้เกิดก๊าซชีวภาพ ที่สามารถนำไปใช้เป็นก๊าซหุงต้ม หรือเป็นพลังงานเบื้องต้นในการผลิตกระแสไฟฟ้าได้ (สถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงาน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2552) อีกทั้งมูลสัตว์ที่เหลือจากการหมักก๊าซชีวภาพนั้น ยังนำมาทำปุ๋ยอินทรีย์ได้อีก ทำให้ได้ผลประโยชน์ที่หลากหลายหลายด้าน ทั้งก๊าซชีวภาพและปุ๋ยอินทรีย์ (สถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงาน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2552)

ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาถึงแนวทางการใช้ก๊าซชีวภาพจากมูลโคและเปลือกสับปะรดโดยการย่อยสลายในสภาวะไร้ออกซิเจน โดยศึกษาเปรียบเทียบ อัตราส่วนของมูลโคกับเปลือกสับปะรด ต่อปริมาณการเกิดก๊าซชีวภาพ เปรียบเทียบระยะเวลาเก็บกัก ต่อปริมาณการเกิดก๊าซชีวภาพ และปริมาณของก๊าซมีเทน ที่เกิดจากการหมัก ในที่นี้จะใช้มูลโคและเปลือกสับปะรดมาทำการวิจัย เพื่อลดปัญหาสาธารณสุข ทางด้านของสิ่งแวดล้อม ที่เป็นสาเหตุของการเกิดมลพิษหรือเหตุรำคาญ ซึ่งอาจจะส่งผลทางด้านสุขภาพแก่ผู้ที่อยู่ใกล้ชิดได้ ผู้วิจัยจึงศึกษาข้อมูลในการกำจัดมูลสัตว์ และเปลือกสับปะรด ให้แก่เกษตรกรและผู้ที่เกี่ยวข้องไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อเปรียบเทียบอัตราส่วนของอินทรีย์วัตถุต่อปริมาณการเกิดก๊าซชีวภาพ ที่เกิดจากการหมักก๊าซชีวภาพโดยการย่อยสลายภายใต้สภาวะไร้ออกซิเจน
2. เพื่อเปรียบเทียบระยะเวลาเก็บกักต่อปริมาณการเกิดก๊าซชีวภาพที่เกิดจากการหมักก๊าซชีวภาพโดยการย่อยสลายภายใต้สภาวะไร้ออกซิเจน
3. เพื่อศึกษาปริมาณร้อยละของก๊าซมีเทนที่เกิดจากการหมักอินทรีย์วัตถุ โดยกระบวนการย่อยสลายภายใต้สภาวะไร้ออกซิเจน

ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการทดลอง โดยการจำลองถึงหมักก๊าซชีวภาพ โดยการย่อยสลายภายใต้สภาวะไร้ออกซิเจน ในการเปรียบเทียบอัตราส่วนระหว่างมูลโคกับเปลือกสับปะรด ระยะเวลาเก็บกักต่อปริมาณการเกิดก๊าซชีวภาพที่เกิดจากการหมักก๊าซชีวภาพโดยการย่อยสลายภายใต้สภาวะไร้ออกซิเจน

และปริมาณของก๊าซมีเทน โดยใช้มูลโคสดที่เก็บได้จากฟาร์มเลี้ยงโคภายใน 3 ชั่วโมงและเปลือกสับประรดสดจากการปอกในครัวเรือนภายใน 1 วันในพื้นที่ อ.ด่านช้าง จ.สุพรรณบุรี

วิธีการ

(1) ศึกษาเปรียบเทียบอัตราส่วนของอินทรีย์วัตถุต่อปริมาณการเกิดก๊าซชีวภาพที่เกิดจากการหมักก๊าซชีวภาพโดยกระบวนการย่อยสลายภายใต้สภาวะไร้ออกซิเจน

- เตรียมสารอินทรีย์วัตถุที่ป้อนเข้าสู่ถังหมัก เตรียมขึ้นจากมูลโค และเปลือกสับประรดปั่นละเอียดในอัตราส่วนมูลโคต่อเปลือกสับประรดต่อน้ำกลั่น เท่ากับ 1:0:1, 2:1:3, 1:1:2, 1:2:3 และ 0:1:1 ตามลำดับกวนผสมให้เข้ากัน

- เติมน้ำอินทรีย์วัตถุในแต่ละอัตราส่วนลงในถังหมักจนเต็มปริมาตรการหมักในอัตราส่วนละ 3 ถัง (3 ซ้ำ)

- วัดปริมาณก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นอาศัยหลักการแทนที่โดยก๊าซที่ไหลเข้าสู่ถังเก็บก๊าซจะดันน้ำที่อยู่ในถังเก็บออกมาเท่ากับปริมาตรที่ก๊าซเข้าไปโดยการวัดปริมาตรน้ำที่ไหลออกมาจากถังเก็บก๊าซลงมาที่บีกเกอร์ (จุดวัดปริมาตรน้ำ) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร ใช้ไม้บรรทัดวัดความสูงของน้ำโดยวัดด้านนอกของบีกเกอร์จากกันบีกเกอร์ถึงขอบน้ำด้านบนวัดปริมาตรน้ำวันละ 1 ครั้งในเวลา 12.00 น. แล้วเทน้ำในบีกเกอร์ออกเพื่อรองรับน้ำไหลออกมาแล้วทำการวัดในวันต่อไป

- นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาเปรียบเทียบปริมาณการเกิดก๊าซชีวภาพในแต่ละอัตราส่วน โดยใช้สถิติ One-way ANOVA

(2) ศึกษาเปรียบเทียบระยะเวลาเก็บกักอัตราส่วนของอินทรีย์วัตถุต่อปริมาณการเกิดก๊าซชีวภาพ ที่เกิดจากการหมักก๊าซชีวภาพโดยกระบวนการย่อยสลายภายใต้สภาวะไร้ออกซิเจน

- นำอินทรีย์วัตถุในอัตราส่วน ที่ทำให้เกิดปริมาณก๊าซชีวภาพสูงที่สุด จากข้อมูลการทดลองที่ผ่านมา มาเติมลงในถังหมักก๊าซชีวภาพจนเต็มปริมาตรการหมักของถังหมัก ทั้งหมด 3 ถัง

- วัดปริมาณก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้น อาศัยหลักการแทนที่โดยก๊าซที่ไหลเข้าสู่ถังเก็บก๊าซจะดันน้ำที่อยู่ในถังเก็บออกมาเท่ากับปริมาตรที่ก๊าซเข้าไป โดยการวัดปริมาตรน้ำที่ไหล

ออกมาจากถังเก็บก๊าซลงมาที่บีกเกอร์ (จุดวัดปริมาตรน้ำ) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร ใช้ไม้บรรทัดวัดความสูงของน้ำโดยวัดด้านนอกของบีกเกอร์จากกันบีกเกอร์ถึงขอบน้ำด้านบน นำมาคำนวณปริมาตรน้ำ (แสดงการคำนวณดังภาคผนวก) วัดในเวลา 12.00 น. ของวันที่ 10, 20, 30, 40 และ 50 ของการหมัก ทั้งหมด 3 ถัง

- เปรียบเทียบปริมาณการเกิดก๊าซชีวภาพของแต่ละระยะเวลาเก็บกักที่ 10, 20, 30, 40 และ 50 วัน

- นำข้อมูลจากการทดลองมาเปรียบเทียบปริมาณการเกิดก๊าซชีวภาพในแต่ละระยะเวลาเก็บกัก โดยใช้สถิติ Kruskal-Wallis test

(3) ศึกษาปริมาณของก๊าซมีเทน ที่เกิดจากการหมักอินทรีย์วัตถุ โดยกระบวนการย่อยสลายภายใต้สภาวะไร้ออกซิเจน

- เก็บตัวอย่างก๊าซในการทดลองเปรียบเทียบอัตราส่วนของอินทรีย์วัตถุต่อปริมาณการเกิดก๊าซชีวภาพ โดยเก็บก๊าซในถังหมักที่มีอัตราส่วนที่ทำให้เกิดปริมาณก๊าซมากที่สุดไปตรวจหาร้อยละของก๊าซมีเทน โดยใช้เครื่อง GC-MS โดยเก็บที่จุดเก็บก๊าซ (T-way) ต่อปลายด้านหนึ่งเข้ากับเข็มฉีดยา แล้วแทงเข้าหลอดสูญญากาศ แล้วตรวจทางห้องปฏิบัติการ

ผลการวิจัย

(1) การเปรียบเทียบอัตราส่วนอินทรีย์วัตถุต่อปริมาณการเกิดก๊าซชีวภาพ โดยกระบวนการย่อยสลายภายใต้สภาวะไร้ออกซิเจน พบว่า

อัตราส่วนอินทรีย์วัตถุ มูลโค:เปลือกสับประรด:น้ำกลั่น เท่ากับ 1:0:1 อัตราการเกิดก๊าซชีวภาพจะเริ่มเกิดในวันที่ 12 ของการหมัก และจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นสูงสุดในวันที่ 31 ของการหมักเท่ากับ 133.57 ± 0 ลบ.ซม./วันและจากนั้นจะ ค่อย ๆ ลดลงจนไม่เกิดก๊าซชีวภาพในวันที่ 45 ของการหมักมีค่าเฉลี่ยของการเกิดก๊าซทั้งหมดเท่ากับ 47.61 ± 44.71 ลบ.ซม./วัน

อัตราส่วนอินทรีย์วัตถุ มูลโค:เปลือกสับประรด:น้ำกลั่น เท่ากับ 2:1:3 อัตราการเกิดก๊าซชีวภาพจะเริ่มเกิดในวันที่ 9 ของการหมัก และจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นสูงสุดในวันที่ 30 ของการหมักเท่ากับ 125.71 ± 0 ลบ.ซม./วัน จากนั้นจะค่อย ๆ ลดลงจนไม่เกิด

ก๊าซชีวภาพในวันที่ 41 ของการหมัก มีค่าเฉลี่ยของการเกิดก๊าซทั้งหมด เท่ากับ 46.14 ± 43.51 ลบ.ซม./วัน

อัตราส่วนสารอินทรีย์วัตถุ มูลโค:เปลือกสับปะรด:น้ำกลั่น เท่ากับ 1:1:2 อัตราการเกิดก๊าซชีวภาพจะเริ่มเกิดขึ้นในวันที่ 9 ของการหมัก และจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นสูงสุดในวันที่ 29 ของการหมัก เท่ากับ 117.86 ± 0 ลบ.ซม./วัน จากนั้นจะค่อย ๆ ลดลงจนไม่เกิดก๊าซชีวภาพในวันที่ 40 ของการหมัก มีค่าเฉลี่ยของการเกิดก๊าซทั้งหมด เท่ากับ 45.83 ± 42.71 ลบ.ซม./วัน

อัตราส่วนสารอินทรีย์วัตถุ มูลโค:เปลือกสับปะรด:น้ำกลั่น เท่ากับ 1:2:3 นั้นอัตราการเกิดก๊าซชีวภาพจะเริ่มเกิดในวันที่ 9 ของการหมัก และจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นสูงสุดในวันที่ 24 ของการหมัก เท่ากับ 110 ± 0 ลบ.ซม./วัน จากนั้นจะค่อย ๆ ลดลงจนไม่เกิดก๊าซชีวภาพในวันที่ 38 ของการหมัก มีค่าเฉลี่ยของการเกิดก๊าซทั้งหมด เท่ากับ 38.14 ± 36.78 ลบ.ซม./วัน

อัตราส่วนสารอินทรีย์วัตถุ มูลโค:เปลือกสับปะรด:น้ำกลั่น เท่ากับ 0:1:1 นั้นอัตราการเกิดก๊าซชีวภาพจะเริ่มเกิดในวันที่ 9 ของการหมัก และจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นสูงสุดในวันที่ 23 ของการหมัก เท่ากับ 110 ± 0 ลบ.ซม./วัน จากนั้นจะ ค่อย ๆ ลดลงจนไม่เกิดก๊าซชีวภาพในวันที่ 38 ของการหมักมีค่าเฉลี่ยของการเกิดก๊าซทั้งหมด เท่ากับ 38.23 ± 36.54 ลบ.ซม./วัน

การเปรียบเทียบปริมาณก๊าซชีวภาพในแต่ละอัตราส่วน มูลโค:เปลือกสับปะรด:น้ำกลั่น พบว่า อัตราส่วน 1:0:1 มีปริมาณก๊าซชีวภาพ เท่ากับ 47.61 ± 44.71 ลบ.ซม./วัน, อัตราส่วน 2:1:3 เท่ากับ 46.14 ± 43.51 ลบ.ซม./วัน, อัตราส่วน 1:1:2 เท่ากับ 45.83 ± 42.71 ลบ.ซม./วัน, อัตราส่วน 1:2:3 เท่ากับ 38.14 ± 38.78 ลบ.ซม./วัน และอัตราส่วน 0:1:1 เท่ากับ 38.23 ± 38.54 ลบ.ซม./วัน เปรียบเทียบทางสถิติด้วย One-way ANOVA พบว่า ปริมาณเกิดก๊าซที่เกิดขึ้นแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (ตารางที่ 5.1)

(2) การเปรียบเทียบระยะเวลาเก็บกักของสารอินทรีย์วัตถุต่อปริมาณการเกิดก๊าซชีวภาพ พบว่า การนำอัตราส่วนที่ทำให้เกิดก๊าซชีวภาพมากที่สุดคือ 1:0:1 จากการทดลองข้างต้น ซึ่งมีค่าเฉลี่ยของการเกิดก๊าซทั้งหมด เท่ากับ 47.61 ± 44.60 ลบ.ซม./วัน มาหาปริมาณการเกิดก๊าซชีวภาพที่ระยะเวลาเก็บกัก 10 วัน, 20 วัน, 30 วัน, 40 วัน และ 50 วัน ได้

ปริมาณการเกิดก๊าซเฉลี่ยในวันที่ 10 ของการหมัก เท่ากับ 0 ลบ.ซม./วัน, วันที่ 20 ของการหมัก เท่ากับ 68.10 ± 9.07 ลบ.ซม./วัน, วันที่ 30 ของการหมัก เท่ากับ 130.95 ± 4.54 ลบ.ซม./วัน, วันที่ 40 ของการหมัก เท่ากับ 36.67 ± 4.54 ลบ.ซม./วัน และ วันที่ 50 ของการหมัก เท่ากับ 0 ลบ.ซม./วัน และได้นำมาทดสอบทางสถิติ non-parametric โดยเลือกใช้สถิติ Kruskal-Wallis test เนื่องจากข้อมูลมีการกระจายแบบไม่ปกติ จากการทดสอบพบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$ จะเห็นได้ว่า อัตราส่วนที่มีเปลือกสับปะรดเป็นส่วนประกอบจะทำให้เกิดก๊าซชีวภาพเร็วขึ้น แต่อัตราส่วนที่มีมูลโคเป็นส่วนประกอบถึงแม้จะเกิดช้า แต่ก็มีระยะเวลาในการเกิดก๊าซชีวภาพนานขึ้น โดยระยะเวลาเก็บกักที่ทำให้เกิดก๊าซชีวภาพมากที่สุดจะอยู่ในช่วง 30 วัน (ตารางที่ 5.2)

(3) ปริมาณร้อยละของก๊าซมีเทนที่เกิดจากการหมักก๊าซชีวภาพ โดยกระบวนการย่อยสลายภายใต้สภาวะไร้ออกซิเจน พบว่า จากการเก็บตัวอย่างก๊าซที่เกิดจากการหมักสารอินทรีย์วัตถุในอัตราส่วนที่ทำให้เกิดก๊าซชีวภาพมากที่สุด คือ อัตราส่วนมูลโค:เปลือกสับปะรด:น้ำกลั่น เท่ากับ 1:0:1 มาตรวจหาร้อยละของก๊าซมีเทนโดยการใช้เครื่องตรวจ GC-MS เพื่อทราบปริมาณก๊าซมีเทนที่ติดไฟได้ พบว่า มีปริมาณมีเทน 46.19% v/v

บทวิจารณ์

การหมักก๊าซชีวภาพ จากมูลโคและเปลือกสับปะรด โดยกระบวนการย่อยสลายภายใต้สภาวะไร้ออกซิเจน ลักษณะของเสียที่เหลือจากการหมักมีปริมาณที่ลดลงประมาณ 50% ของปริมาณการหมัก มีกลิ่นน้อยลงจนแทบไม่มีกลิ่น มีสีคล้ำจนถึงดำ และมีลักษณะเปียกขึ้น

การเปรียบเทียบอัตราส่วนอินทรีย์วัตถุต่อปริมาณการเกิดก๊าซชีวภาพ ที่เกิดจากการหมักก๊าซชีวภาพ โดยกระบวนการย่อยสลายภายใต้สภาวะไร้ออกซิเจน โดยปริมาณการเกิดก๊าซชีวภาพแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งผลการวิจัยครั้งนี้ต่างกับงานวิจัยของชลิตา แก้วบุตรดี และคณะ(2548) ที่ศึกษาการผลิตก๊าซชีวภาพจากการหมักเปลือกสับปะรด จากผลการทดลองพบว่า ปริมาณก๊าซที่เกิดขึ้นจากการหมักมูลโคมากที่สุด รองลงมาคือ ปริมาณก๊าซที่ได้จากการหมัก

มูลโคผสมเปลือกสับปะรดที่อัตราส่วน 1:1, 1:2 และ 1:3 ตามลำดับ เนื่องจากมีความแตกต่างกันในด้านของขนาดของถังหมักที่ใช้ในการหมัก การเติมอินทรีย์วัตถุเริ่มต้นในการเดินระบบ และอัตราการป้อน ซึ่งในวิจัยนี้จะเติมในตอนเดินระบบเพียงครั้งเดียว (batch)

การเปรียบเทียบระยะเวลาเก็บกักอัตราส่วนอินทรีย์วัตถุ ต่อปริมาณการเกิดก๊าซชีวภาพ ที่เกิดจากการหมักก๊าซชีวภาพโดยการย่อยสลายภายใต้สภาวะไร้ออกซิเจน พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และระยะเวลาเก็บกักที่ทำให้เกิดก๊าซชีวภาพมากที่สุดจะอยู่ในช่วง 30 วัน ซึ่งใกล้เคียงกับงานวิจัยของอารียา วิรัชวรกุล(2546) ศึกษาการผลิตก๊าซชีวภาพจากเศษอาหารโดยการย่อยสลายภายใต้สภาวะไร้ออกซิเจนแบบสองขั้นตอนในระดับห้องปฏิบัติการ ระบบประกอบด้วยถังหมักกรด ซึ่งถังปฏิกริยาทั้งสองใบนี้มีการกวนผสมกันอย่างสมบูรณ์ โดยระยะเวลาเก็บกัก 35 วัน จะให้ปริมาณก๊าซทั้งหมดมากที่สุด ทั้งนี้ตามทฤษฎี S-Curve เนื่องจากกระบวนการหมักก๊าซชีวภาพจะเกิดจากกระบวนการย่อยสลายของจุลินทรีย์ในระบบ ในระยะแรกของการหมักจุลินทรีย์ยังมีน้อยและกำลังปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อมภายในระบบ(Lag phase) ก๊าซที่เกิดขึ้นจึงมีน้อย และในช่วงของวันที่ 20 ของการหมักจุลินทรีย์เริ่มคุ้นเคยกับสิ่งแวดล้อมภายในระบบและเจริญเติบโตในปริมาณที่รวดเร็ว(Log phase) และมีการเจริญเติบโตมีปริมาณมากที่สุดในช่วง 30 วันของการหมัก(stationary phase) จึงทำให้มีกระบวนการย่อยสลายในระบบปริมาณมากตามไปด้วย ส่งผลให้เกิดปริมาณก๊าซชีวภาพที่ได้มีปริมาณมากที่สุดในวันที่ 30 ของการหมัก

การศึกษาปริมาณของก๊าซมีเทนที่เกิดจากหมักอินทรีย์วัตถุโดยการย่อยสลายภายใต้สภาวะไร้ออกซิเจน มาเก็บตัวอย่างไปตรวจหาปริมาณของก๊าซมีเทน พบว่า มีปริมาณก๊าซมีเทนเท่ากับ 46.19 %v/v ซึ่งแตกต่างจากงานวิจัยของอวิศดา ฉลาณวัฒน์(2545) ที่รายงานว่าการผลิตก๊าซชีวภาพจากเศษอาหารมีองค์ประกอบของก๊าซมีเทนเท่ากับ 60.65 เปอร์เซ็นต์ และอารียา วิรัชวรกุล(2546) การผลิตก๊าซชีวภาพจากเศษอาหารโดยการย่อยสลายภายใต้สภาวะไร้ออกซิเจน แบบสองขั้นตอนในระดับห้องปฏิบัติการ ซึ่งถังปฏิกริยาทั้งสองใบนี้มี

การกวนผสมกันอย่างสมบูรณ์ มีองค์ประกอบของก๊าซมีเทนเท่ากับ 61.26 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งทั้งสองมีปริมาณก๊าซมีเทนมากกว่าเนื่องจากการใช้วัตถุดิบที่ต่างกันในการหมัก คือเศษอาหารจะมีจุลินทรีย์ที่ใช้ในการย่อยสลายและทำให้เกิดก๊าซมีเทนที่มากกว่ามูลโค และยังมีการเติมอินทรีย์วัตถุ และมีการกวนในกระบวนการหมัก ซึ่งในงานวิจัยชิ้นนี้จะเติมอินทรีย์วัตถุในตอนเดินระบบเพียงครั้งเดียว (batch)

บทสรุป

การเปรียบเทียบอัตราส่วนอินทรีย์วัตถุต่อปริมาณการเกิดก๊าซชีวภาพ ที่เกิดจากการหมักก๊าซชีวภาพโดยกระบวนการย่อยสลายภายใต้สภาวะไร้ออกซิเจน พบว่า มีปริมาณการเกิดก๊าซชีวภาพ ในอัตราส่วน มูลโค:เปลือกสับปะรด:น้ำกลั่น คือ 1:0:1 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 47.61±44.71 ลบ.ชม./วัน, อัตราส่วน 2:1:3, 1:1:2, 1:2:3 และ 0:1:1 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 46.14±43.51 ลบ.ชม./วัน, 45.83±42.71 ลบ.ชม./วัน, 38.14±36.78 ลบ.ชม./วัน และ 38.23±36.54 ลบ.ชม./วัน ตามลำดับ โดยปริมาณการเกิดก๊าซชีวภาพมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 การเปรียบเทียบระยะเวลาเก็บกักอินทรีย์วัตถุต่อปริมาณการเกิดก๊าซชีวภาพที่เกิดจากการหมักก๊าซชีวภาพโดยการย่อยสลายภายใต้สภาวะไร้ออกซิเจน พบว่า ปริมาณการเกิดก๊าซเฉลี่ยในวันที่ 10 ของการหมักเท่ากับ 0 ลบ.ชม./วัน, วันที่ 20 ของการหมัก เท่ากับ 68.10±9.07 ลบ.ชม./วัน, วันที่ 30 ของการหมักเท่ากับ 130.95±4.54 ลบ.ชม./วัน, วันที่ 40 ของการหมักเท่ากับ 36.67±4.54 ลบ.ชม./วัน และ วันที่ 50 ของการหมักเท่ากับ 0 ลบ.ชม./วัน โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และระยะเวลาเก็บกักที่ทำให้เกิดก๊าซชีวภาพมากที่สุดจะอยู่ในช่วง 30 วัน และการศึกษาปริมาณของก๊าซมีเทน ที่เกิดจากหมักอินทรีย์วัตถุโดยการย่อยสลายภายใต้สภาวะไร้ออกซิเจน โดยนำก๊าซชีวภาพที่เกิดจากหมักในอัตราส่วนที่ทำให้เกิดก๊าซชีวภาพมากที่สุด มูลโค:เปลือกสับปะรด:น้ำกลั่น คือ อัตราส่วน 1:0:1 มาเก็บตัวอย่างไปตรวจหาปริมาณของก๊าซมีเทน พบว่า มีปริมาณก๊าซมีเทนเท่ากับ 46.19 %v/v

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจากอาจารย์ ดร. ประชุมพร เลาห์ประเสริฐ ประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำแนะนำต่างๆ ในการทดลอง ตรวจสอบแก้ไขวิทยานิพนธ์ และข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์จนประสบความสำเร็จได้ และขอขอบพระคุณกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ รศ.ดร.

ประยูร ฟองสดีกุล ที่ให้คำแนะนำต่างๆ ในการทดลองและตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์การควบคุมวิทยานิพนธ์ เจ้าของฟาร์มเลี้ยงโคและเจ้าของไร่สับปะรดที่ช่วยเหลืออำนวยความสะดวกในเรื่องของวัตถุดิบที่นำมาใช้ในงานวิจัย พี่ๆ สาธารณสุขอำเภอด่านช้างและเพื่อนๆ นักศึกษาที่คอยให้กำลังใจในการทำวิจัยครั้งนี้ รวมทั้งประธานกรรมการสอบ และกรรมการสอบงานวิจัยชั้นนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรมปศุสัตว์.(2550). ข้อมูลจำนวนสัตว์ในประเทศไทย ปี 2550. nd. ค้นเมื่อวันที่ 2 กรกฎาคม 2551, จาก www.dld.go.th/ict/yearly/yearly50/tock50.html.
- กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมมลพิษ สำนักงานจัดการคุณภาพน้ำ. (2551). PCD:Water Pollution. nd. ค้นเมื่อวันที่ 2 กรกฎาคม 2551, จาก www.pcd.go.th/info.serv/waterswine.html.
- ชลิตา แก้วบุตรดีและคณะ. (2548). การศึกษาการผลิตก๊าซชีวภาพจากการหมักเปลือกสับปะรด. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- พิศาล จังศิริพรกรณ์. (2550). การศึกษาการถ่ายมูลของโค. บทความวิจัย. สุราษฎร์ธานี: ศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์อำเภอพุนพิน
- สถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงาน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. (2551). สารานุกรมเกี่ยวกับพลังงาน. nd. ค้นเมื่อวันที่ 4 สิงหาคม 2552, จาก www.erd.or.th/knowledge3.php.
- สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2551). แผนจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อมปี 2550-2544.nd. ค้นเมื่อวันที่ 2 กรกฎาคม 2551, จาก www.onep.go.th/envplan50-54/index.asp.
- อริยา วิริขกุล. (2546). การผลิตก๊าซชีวภาพจากเศษอาหารโดยกระบวนการย่อยสลายภายใต้สภาวะไร้ออกซิเจนแบบสองขั้นตอน. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อวิธดา ฉลนวิวัฒน์. (2546). อิทธิพลของระยะเวลาเก็บกักและอัตราการป้อนอินทรีย์สารต่อการผลิตก๊าซชีวภาพจากเศษอาหาร. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ตารางที่ 5.1 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการเกิดก๊าซชีวภาพในแต่ละอัตราส่วนสารอินทรีย์วัตถุโดยใช้สถิติ One-Way ANOVA

ประเด็น	อัตราส่วน (มูลโค:เปลือกสับประรด:น้ำกลั่น)					F-test	p-value
	1:0:1 (ค่าเฉลี่ย±SD)	2:1:3 (ค่าเฉลี่ย±SD)	1:1:2 (ค่าเฉลี่ย±SD)	1:2:3 (ค่าเฉลี่ย±SD)	0:1:1 (ค่าเฉลี่ย±SD)		
ปริมาณการเกิดก๊าซชีวภาพ	47.61±44.71	46.14±43.51	45.83±42.71	38.14±38.78	38.23±38.54	1.840	0.119

ตารางที่ 5.2 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระยะเวลาเก็บต่อปริมาณการเกิดก๊าซชีวภาพ โดยใช้สถิติ Kruskal-Wallis test

ระยะเวลาเก็บกัก (วัน)	ค่าเฉลี่ย ± SD	ค่าต่ำสุด (Minimum)	ค่าสูงสุด (Maximum)	p-value
10	0	0	0	0.08
20	68.01±9.07	62.86	78.57	
30	130.95±4.54	125.71	133.57	
40	36.67±4.54	31.43	39.29	
50	0	0	0	