ภาคผนวก 1 ภาพกิจกรรม

ภาพผนวก 1 การทำปอสาหมักและกระถินหมักของกลุ่มผลิตอาหาร

ภาพผนวก 2 ฝึกอบรมการจัดการสุกรพันธุ์และศึกษาดูงาน

ลิขสิทธิ์ Copyright AI

ภาพผนวก 3 ฝึกอบรมเรื่องอาหารและการให้อาหารสุกร

ภาพผนวก 4 ให้คำปรึกษาเกษตรกรรายบุคคล

ภาพผนวก 5 ประชุมกิจกรรมกลุ่ม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพผนวก 6 ฝึกอบรมการใช้โปรแกรมคำนวณสูตรอาหารเอสอีฟีด

ภาพผนวก 7 ฝึกปฏิบัติการผสมอาหารสุกร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพผนวก 8 ให้บริการทำวัคซีนและวัดคุณภาพซากสุกร

ภาพผนวก 9 ให้บริการด้านการจัดการเลี้ยงดูสุกรขุนและสุ่มชั่งน้ำหนักหาประสิทธิภาพการผลิต

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพผนวก 10 สัมมนาเผยแพร่ผลการศึกษาของโครงการให้กับเกษตรกร จ. น่าน

ภาพผนวก 11 แจกโปรแกรมคำนวณสูตรอาหารสุกร ในวันสัมมนาเผยแพร่โครงการ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลน่าน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพผนวก 12 ลักษณะพุ่มและใบปอสา

ภาพผนวก 13 แปลงปลูกข้าวโพดของกลุ่มผลิตวัตถุดิบอาหารสุกร

ภาพผนวก 14 แปลงปลูกถั่วเหลืองของกลุ่มผลิตวัตถุดิบอาหารสุกร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพผนวก 15 สุกรพ่อพันธุ์ที่นำเข้ามาปรับปรุงพันธุ์

ภาพผนวก 16 สุกรแม่พันธุ์ลูกผสม 2 สาย Landrace x Large White ที่นำเข้ามาปรับปรุงพันธุ์

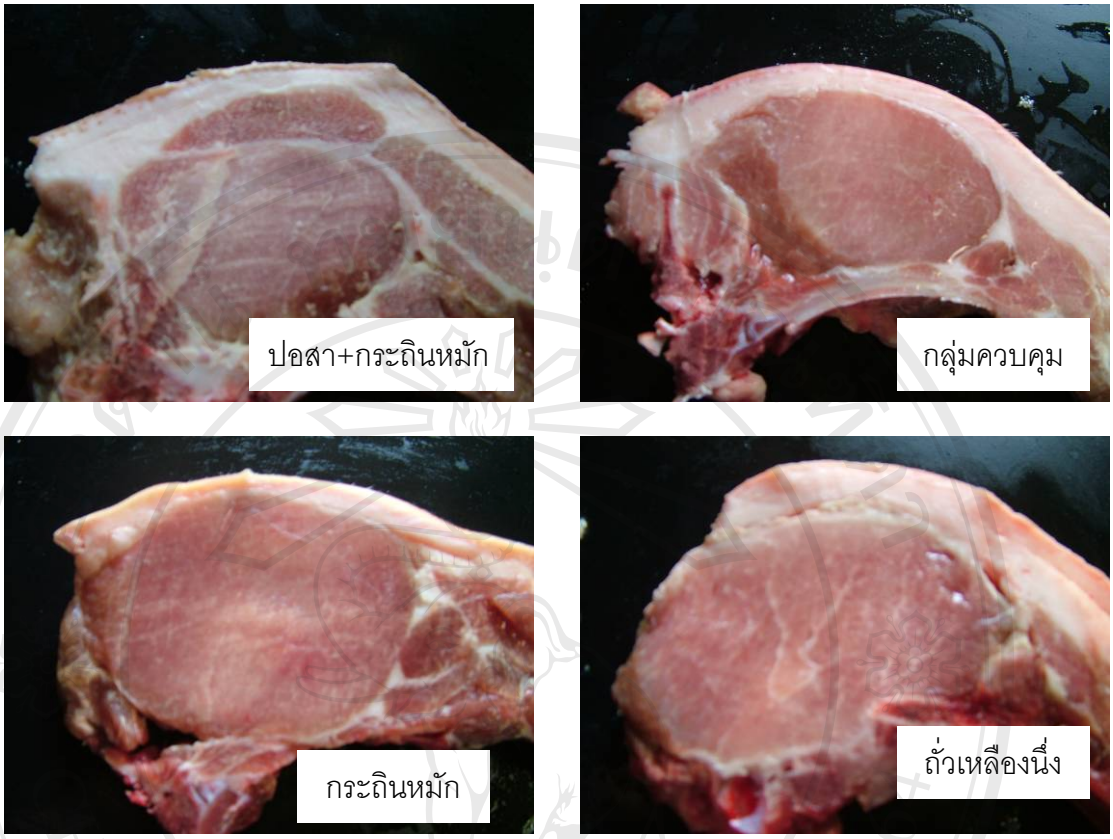
ภาพผนวก 17 โรงเรือนและสุกรทดลองการใช้ข้าวโพดนึ่งทดแทนปลายข้าวในอาหารสุกรเล็ก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพผนวก 18 สุกรทดลองการใช้กระถินและปอสาหมักทดแทนกากถั่วเหลืองในอาหารสุกร รุ่น-ขุน

ภาพผนวก 19 สุกรทดลองการใช้ถั่วเหลืองนึ่งทดแทนกากถั่วเหลืองและปลาป่นในอาหารสุกร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพผนวก 20 เนื้อสันและความหนามันสันหลังของสุกรทดลอง

ก ข

ภาพผนวก 21 ก. ถั่วเหลืองนึ่ง **ข.** ข้าวโพดนึ่ง บดผ่านตะแกรง 0.20 มม.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ก **ข**

ภาพผนวก 22 **ก.** กระถินหมักตากแห้ง **ข.** ปอสาหมักตากแห้ง บดผ่านตะแกรง 0.20 มม.

ภาพผนวก 23 ตัวอย่างเครื่องมือวิเคราะห์คุณภาพวัตถุดิบอาหารสัตว์
ณ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลน่าน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก 2 *In vitro* dry matter digestibility using pepsin and pancreatin

(Akeson and Stahman, 1964.)

Reagents:

A. Pepsin-HCl solution

1. Add 8.25 ml concentrated HCl to 800 ml distilled H_2O
2. Add 100 mg pepsin and stir gently to dissolve.
3. q.s. to 1 liter.

B. 0.2 N NaOH.

1. Add 10.3 g sodium hydroxide (NaOH) pellets to 1000 ml volumetric flask
2. Add a small amount of water to dissolve.
3. q.s. to 1 liter.

C. Pancreatin solution in 0.5 M phosphate buffer, pH 8.0.

1. Add 3.66 g sodium phosphate (NaH_2PO_4) (monobasic).
2. Add 126.94 g sodium phosphate (NaH_2PO_4. $7H_2O$)(dibasic)
3. Add ~ 800 ml distilled H_2O.
4. Stir until dissolved.
5. Add 0.5335 g pancreatin and stir gently to dissolve.
6. q.s. to 1 liter.

Procedure:

A. In 50 ml *in vitro* tube weigh out sample containing 15 mg N in triplicate.

B. Per tube add 15 ml of pepsin-HCl solution.

C. Incubate 3 hours at 30°C.

D. Neutralize with 7.5 ml 0.2 N NaOH per tube.

E. Add 7.5 ml pancreatin solution.

F. Incubate additional 24 hours at 39°C.

G . Dry Whatman #541 filter paper and weigh.

H. Filter through Whatman # 541 filter paper as soon as possible. Wash tube out thoroughly with hot distilled water.

I. Dry filter paper and residue at 60°C overnight. Cool in desiccator and weigh.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

Calculation:

$$\% \text{ IVDMD} = \frac{\text{Sample wt.(DM)- [(residue+filter paper)-filter paper]-blank}}{\text{Sample wt.(DM)}} \times 100$$

ภาคผนวก 3 การวิเคราะห์หาค่า urease activity ในถั่วเหลือง

(UDK 130A manual guide, No date)

ค่า urease activity ในถั่วเหลืองไม่ผ่านความร้อน > 5 meq/g ถั่วเหลืองที่สุกมากเกินไป (ไหม้) มีค่า < 0.2 ค่าที่เหมาะสมคือ 0.3 – 0.5 meq/g

วิธีการ

1. ชั่งถั่วเหลืองที่บดละเอียด จำนวน 1 กรัม ใส่ใน distillation tube เติมยูเรีย 0. 2 กรัม และน้ำกลั่น 150 ml ปิดหลอดด้วย parafilm หรือ จุกปิดหลอด
2. นำไปบ่มใน water bath ที่อุณหภูมิ 30 °c เป็นเวลา 1 ชั่วโมง
3. นำไปกลั่นด้วยเครื่อง UDK 130A โดยเติม MgO ที่มี pH 10.3 จำนวน 2 กรัม และ boric acid 4 % ใส่ใน flask ที่รองรับ จำนวน 30 ml พร้อม methyl red 5 หยด ในการกลั่นให้ปรับปริมาตรของ NaOH และ H_2O ให้เป็นเลข 0 กลั่นจนได้สารละลาย 100 ml
4. นำสารละลายที่ได้ ไปไตเตรทด้วย HCl 0.1 N
5. คำนวณ ค่า urease (Meq NH_3/g) จากสูตร

$$\text{Meq } NH_3/g = \frac{ml\ \ HCl\ \ 0.1\ \ N}{Grams\ \ of\ \ soybean\ *\ 10}$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก 4 วิธีการทำกระถินหมักและปอสาหมัก

1. คัดเลือกกระถินและปอสาที่ไม่แก่โดยสังเกตที่กิ่งหรือก้านยังมีสีเขียวอ่อน
2. นำมาหั่นด้วยเครื่องหรือสับด้วยมีดให้มีความยาวประมาณ 1 – 2 เซนติเมตร หากมีชิ้นใหญ่เกินไปจะทำให้อัดแน่นได้ยาก และเมื่อนำไปผสมกับอาหาร สุกรจะเลือกกิน
3. นำมาคลุกกับรำละเอียดในอัตราส่วน รำ 20 กิโลกรัม ต่อ ปอสาหรือกระถิน 100 กิโลกรัม ควรคลุกให้รำละเอียดกระจายทั่ว ถ้ารำละเอียดไม่จับกับกระถินหรือปอสา (เนื่องจากตัดมานานจนเหี่ยว) ให้พรมน้ำเล็กน้อย
4. นำไปบรรจุในถุงพลาสติก 2 ชั้นๆ ในเป็นถุงดำ มัดก้นถุงให้แน่นด้วยเชือก ส่วนชั้นนอกเป็นกระสอบฟาง อัดกระถินหรือปอสาในถุงให้แน่นจนเกือบเต็มถุง แล้วรวบปากถุงชั้นในใช้เครื่องดูดฝุ่นดูดเอาอากาศออกให้หมด มัดถุงชั้นในให้แน่นแล้วใช้เครื่องเย็บกระสอบเย็บถุงชั้นนอก หรือมัดถุงชั้นนอกด้วยเชือกแยกจากชั้นใน หรือนำไปบรรจุในถังพลาสติกที่มีฝาปิดแบบล็อกได้ อัดให้แน่นโดยการใช้คนขึ้นเหยียบตรงบริเวณปากถังเป็นระยะจนเต็มถัง ปิดฝาแล้วล็อก
5. เก็บไว้ประมาณ 21 วัน นำมาใช้ได้ การนำไปผสมกับอาหารทำได้ 2 รูปแบบ คือ 1. ใช้ในรูปหมักสดซึ่งมีวัตถุแห้งประมาณ 36 – 40 % สูตรอาหารที่คำนวณต้องเว้นไว้สำหรับกระถินหมักหรือปอสาหมักด้วย(ทำเหมือนหัวอาหาร) ควรผสมตอนให้อาหารไม่ควรผสมทิ้งไว้เพราะจะทำให้ความน่ากินลดลง 2. ใช้ในรูปแห้งโดยนำใบกระถินหมักหรือปอสาหมักมาตากแห้ง แล้วบดละเอียด สามารถใช้เป็นวัตถุดิบเหมือนกับชนิดอื่นๆ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก 5 วิธีการวิเคราะห์หาปริมาณมิโมซีนในใบกระถิน

(Brewbaker and Hylin, 1965)

หลักการ

สกัดสารมิโมซีนโดยใช้กรดอ่อนและฟอกสีให้จางด้วยผงถ่าน (activated charcoal) กรอง และนำสารละลายที่กรองได้ไปทำให้เกิดสีด้วยสารละลายเฟอร์ริกคลอไรด์ (ferric chloride) แล้ววัดค่าดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง UV-Vis spectrophotometer อ่านค่าปริมาณมิโมซีนโดยเทียบกับกราฟมาตรฐาน

สารเคมีที่ใช้

1. สารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 นอร์มอล (0.1 N HCl)

ตวงกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น (conc. HCl, AR) 8.3 มิลลิลิตร ใส่ในขวดวอลลูมเมตริก ขนาด 1 ลิตร ที่มีน้ำปราศจากไอออนอยู่พอประมาณ เขย่าให้เข้ากันแล้วปรับปริมาตรให้ได้ 1 ลิตร

2. สารละลายสกัด (Extractant)

ชั่งผงถ่าน (activated charcoal) 1 กรัม ใส่ลงในสารละลายกรดไฮโดรลิกเข้มข้น 0.1 นอร์มอล จำนวน 1 ลิตร ระหว่างนำไปใช้ ให้ใช้เครื่องคนสารละลายโดยแม่เหล็ก (magnetic stirrer) ให้อยู่ในลักษณะแขวนลอย (suspension) อยู่เสมอ

3. สารละลายเหล็ก (iron reagent)

ละลายเฟอร์ริกคลอไรด์ ($FeCl_3.6H_2O$, AR) 4 กรัม ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 นอร์มอล จำนวน 500 มิลลิลิตร

4. สารละลายไดลูเอนท์ (diluent solution)

ละลาย disodium ethylene diamine tetraacetate ($Na_2EDTA.2H_2O$, reagent grade) 1 กรัม ในน้ำปราศจากไอออน 1 ลิตร

5. สารละลายมาตรฐานมิโมซีน (mimosine standard solution)

ชั่งมิโมซีนบริสุทธิ์ 0.005, 0.010, 0.015, 0.020 และ 0.025 กรัม ใส่ในขวดวอลลูมเมตริก ขนาด 100 มิลลิลิตร เติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 นอร์มอล เขย่าให้ละลาย แล้วปรับให้ถึงขีดปริมาตร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

วิธีวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่างที่บดละเอียดขนาด 20 mesh แล้ว 1 กรัม ใส่ในขวดวอลลูมเมตริกขนาด 100 มิลลิลิตร เติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 นอร์มอล จนถึงขีดปริมาตร เขย่าให้เข้ากันทิ้งไว้ประมาณ 30 นาที

2. เขย่าให้เข้ากันอีกครั้งนาน 1 นาที ตวงสารขณะอยู่ในลักษณะแขวนลอยมา 10 มิลลิลิตร ใส่ในขวดเออร์เลนเมเยอร์ ขนาด 50 มิลลิลิตร

3. เติมสารละลายสกัด 15 มิลลิลิตร นำไปต้มใน water bath นาน 15 นาที แล้วกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 42

4. ปิเปตสารละลายที่กรองได้ 2 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดทดลอง เติมสารละลายไดลูเอนท์ 5 มิลลิลิตร และสารละลายเหล็ก 1 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน

5. ทิ้งไว้ในที่มืดนาน 15 นาทีเพื่อให้เกิดสีเต็มที่ แล้วนำไปอ่านค่าดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง UV-VIS spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 535 นาโนเมตร

6. ทำ blank คู่ไปทุกตัวอย่างโดยใช้น้ำปราศจากไอออน แทนสารละลายเหล็ก ดังนี้

หลอดตัวอย่าง		หลอด blank	
ตัวอย่างที่สกัดได้	2 มิลลิลิตร	ตัวอย่างที่สกัดได้	2 มิลลิลิตร
สารละลายไดลูเอนท์	5 มิลลิลิตร	สารละลายไดลูเอนท์	5 มิลลิลิตร
สารละลายเหล็ก	1 มิลลิลิตร	น้ำปราศจากไอออน	1 มิลลิลิตร

7. จากสารละลายมิโมซีนมาตรฐาน (ข้อ 5) ปิเปตจากแต่ละขวดมา 2 มิลลิลตร ใส่ในหลอดทดลอง เติมสารละลายไดลูเอนท์ 5 มิลลิลิตรและสารละลายเหล็ก 1 มิลลิลิตร จะได้ standard mimosine เท่ากับ 0.10, 0.20, 0.30, 0.40 และ 0.50 มิลลิกรัม เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ในที่มืด 15 นาที แล้วอ่านค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 535 นาโนเมตร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

การคำนวณ

จากค่าปริมาณมิโมซีนที่อ่านได้จากกราฟ นำมาคำนวณได้ดังนี้

$$\text{มิโมซีน (\%)} = \frac{\text{ค่าที่อ่านได้จากกราฟ (mg) x 25 (ml) x 100 (ml)}}{\text{2 (ml) x 10 (ml) x 1000 (mg) x นน.ตัวอย่าง (กรัม)}} \times 100$$

ภาคผนวก 6 การผลิตแก๊สชีวภาพแบบถุงหมักพี.อี.

การทำแก๊สชีวภาพแบบถุงหมักพี.อี. ขนาดความยาว 10 เมตร เส้นรอบวง 3 เมตร (ขนาดบ่อดินกว้าง 0. 85 เมตร ลึก 0.85 เมตร ยาว 10 เมตร) มีอุปกรณ์และวิธีการทำดังนี้

อุปกรณ์

1. แผ่นพีอี หนา 200 ไมครอน กว้าง 3 เมตร ยาว 11 เมตร 2 แผ่น
2. แผ่นพีอี หนา 200 ไมครอน กว้าง 3 เมตร ยาว 4 เมตร 1 แผ่น
3. ท่อ พีวีซี 4 นิ้ว ยาว 80 ซม. 2 ท่อน
4. เกลียวนอก-ใน ขนาด 6 หุน 1 ชุด
5. แผ่นยาง ขนาด 3 นิ้ว 2 แผ่น
6. แผ่นพลาสติกแข็ง ขนาด 3 นิ้ว 2 แผ่น
7. ท่อพีวีซี-ข้อต่อ จำนวนขึ้นอยู่กับความยาว
8. สามทางพีวีซี ขนาด 6 หุน 1 อัน
9. ขวดดักจับไอน้ำ 1 ใบ
10. วาล์ว 4 หุน 1 อัน
11. หัวแก๊ส 1 หัว
12. สายส่งแก๊ส 2 เมตร
13. ยางในรถมอเตอร์ไซด์

วิธีการ

1. ขุดหลุมขนาดกว้างด้านบน 85 ซม. ด้านล่าง 75ซม. ลึก 85 ซม. ยาว 10 เมตร
2. ซีลถุงพีอีด้วยเตารีดผ้าโดยใช้แผ่นฟอยล์วางด้านบนที่สัมผัสหน้าเตารีดตั้งระดับความร้อนของเตารีดที่ประมาณตรงกลางของปุ่มปรับความร้อนแล้วรีดไปมา 3 – 4 รอบ (สังเกตแผ่นพีอีจะมีสีใส ทิ้งให้ความร้อนลดลงพออุ่นๆ ดึงแผ่นฟอยล์ออกแล้วเลื่อนไปบริเวณถัดไปโดยให้แผ่นฟอยล์ทับซ้อนรอยรีดเดิมประมาณ 3 – 4 นิ้ว วิธีการนี้ให้ผลดีเทียบเท่าการใช้เครื่องรีดพีอีที่ผลิตเป็นการค้าและทำได้ทุกที่โดยใช้แรงงานน้อยกว่า อีกทั้งมีต้นทุนต่ำกว่าด้วย เพราะเครื่องรีดพีอีที่ผลิตเป็นการค้าหาซื้อได้ยาก มีราคาแพงและต้องใช้คนรีดอย่างน้อย 2 คน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3. ติดชุดต่อสายส่งแก๊สให้ห่างจากปลายถุง 4 เมตร
4. ติดท่อ 4 นิ้วที่ปลายทั้งสองข้างรัดด้วยยางในรถมอเตอร์ไซค์
5. ทดสอบการรั่วของถุงด้วยไอเสียจากรถยนต์
6. นำถุงหมักลงหลุม จัดวางถุงให้ดีแล้วเติมน้ำให้ท่วมปลายท่อด้านในถุงทั้งสองด้าน
7. เชื่อมต่อปลายท่อเข้าของถุงแก๊สกับรางระบายมูล
8. ประกอบสายส่งแก๊สติดตั้งขวดดักน้ำ
9. ติดตั้งถุงเก็บแก๊สและวาล์วควบคุมแก๊ส

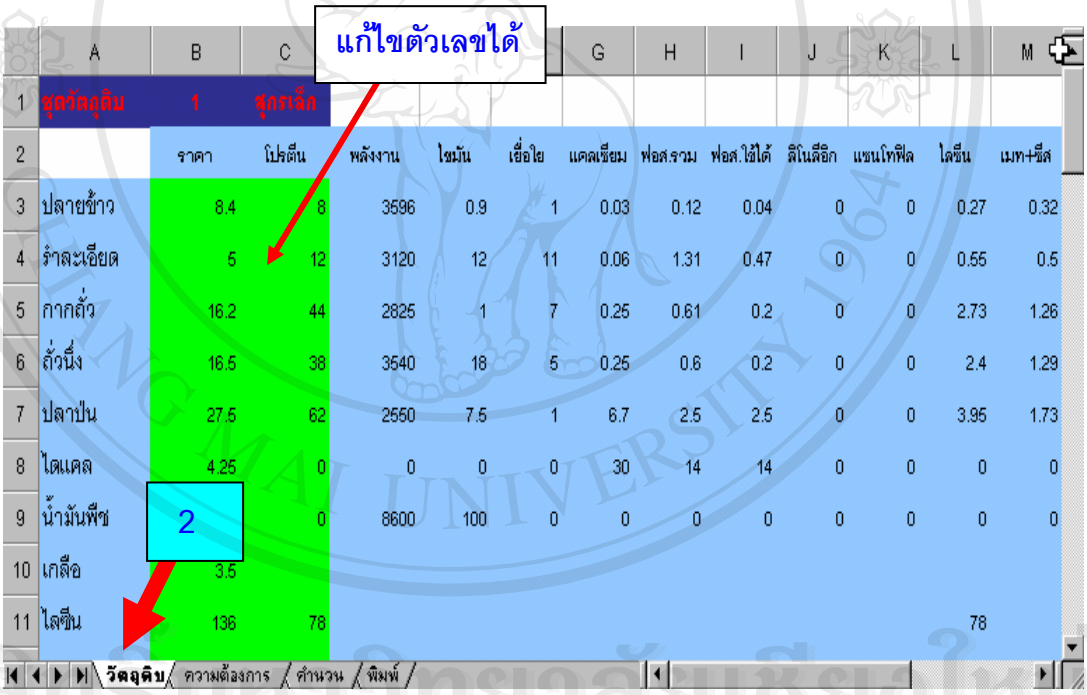
ถุงหมักขนาดดังกล่าวจะมีปริมาตรโดยรวม 7.2 ลบ.เมตร แยกเป็นส่วนของเหลว 5.17 ลบ.เมตร ส่วนของแก๊ส 1.9 ลบ.เมตร เกษตรกรต้องเลี้ยงสุกรน้ำหนัก 100 กก. จำนวน 4-6 ตัว เพื่อให้ได้มูลสดวันละประมาณ 22 กก. ซึ่งเมื่อนำมาผสมน้ำโดยใช้สัดส่วนของมูลต่อน้ำเท่ากับ 20:80 แล้วจะได้แก๊สวันละประมาณ 1.9 ลบ.เมตร (หรือประมาณ 35% ของส่วนของเหลว) แก๊สปริมาณดังกล่าวนี้เพียงพอสำหรับเตาหุงต้ม 2 เตา ในการใช้ทำอาหารได้ 12.7 ชั่วโมง (เตา 2 เตาใช้แก๊ส 0.15 ลบ.เมตร/ชั่วโมง)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก 7 คู่มือการใช้โปรแกรมการคำนวณสูตรอาหารเอสอีฟีด

1. **เปิดไดรว์ CD- ROM คลิกที่ไอคอน สูตรอาหารเอสอีฟีด** โปรแกรมจะประกอบด้วย 3 ส่วนคือ 1. วัตถุดิบ 2. ความต้องการ 3. การคำนวณ

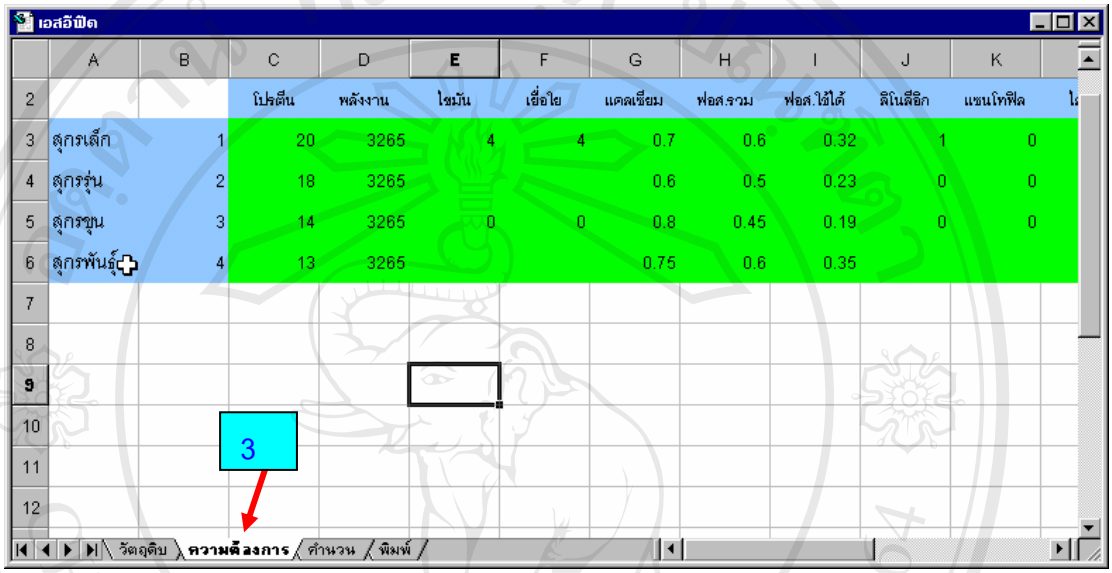
2. **คลิกที่วัตถุดิบ** (ลูกศรสีแดง) จะประกอบด้วยชุดวัตถุดิบ 3 ชุด คือ หมายเลข 1 สุกรเล็ก หมายเลข 2 สุกรรุ่น - ขุน หมายเลข 3 สุกรพันธุ์ ซึ่งจะมีวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดต่างๆที่จำเป็นในการประกอบสูตรอาหารและส่วนประกอบของโภชนะชนิดต่างๆพร้อมราคา การใช้งานก่อนคำนวณสูตรให้แก้ไขราคาวัตถุดิบเตามความเป็นจริงในขณะนั้นรวมทั้งเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์โปรตีนของวัตถุดิบ (ถ้าต้องการ) ในช่องสีเขียว



	A	B	C	G	H	I	J	K	L	M
1	ชุดวัตถุดิบ	1	สุกรเล็ก							
2		ราคา	โปรตีน	พลังงาน	ไขมัน	เยื่อใย	แคลเซียม	ฟอส.รวม	ฟอส.ใช้ได้	ลิโนลีอิก	แซนโทฟิล	ไลซีน	เมท+ซีส
3	ปลายข้าว	8.4	8	3596	0.9	1	0.03	0.12	0.04	0	0	0.27	0.32
4	รำละเอียด	5	12	3120	12	11	0.06	1.31	0.47	0	0	0.55	0.5
5	กากถั่ว	16.2	44	2825	1	7	0.25	0.61	0.2	0	0	2.73	1.26
6	ถั่วนึ่ง	16.5	38	3540	18	5	0.25	0.6	0.2	0	0	2.4	1.29
7	ปลาป่น	27.5	62	2550	7.5	1	6.7	2.5	2.5	0	0	3.95	1.73
8	ไดแคล	4.25	0	0	0	0	30	14	14	0	0	0	0
9	น้ำมันพืช		0	8600	100	0	0	0	0	0	0	0	0
10	เกลือ	3.5											
11	ไลซีน	136	78									78	

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

3. คลิกที่ความต้องการ จะเป็นส่วนของความต้องการโภชนะต่างๆในสุกรแต่ละระยะ คือ 1. สุกรเล็ก 2. สุกรรุ่น 3. สุกรขุน และ 4. สุกรพันธุ์ โดยผู้ใช้โปรแกรมสามารถเลือกตัวเลข ให้เหมาะสมกับประเภทของสุกรที่ต้องการคำนวณได้



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
2			โปรตีน	พลังงาน	ไขมัน	เยื่อใย	แคลเซียม	ฟอส.รวม	ฟอส.ใช้ได้	ลิโนลีอิก	แซนโทฟิล
3	สุกรเล็ก	1	20	3265	4	4	0.7	0.6	0.32	1	0
4	สุกรรุ่น	2	18	3265			0.6	0.5	0.23	0	0
5	สุกรขุน	3	14	3265	0	0	0.8	0.45	0.19	0	0
6	สุกรพันธุ์	4	13	3265			0.75	0.6	0.35		

4. คลิกที่คำนวณ

1. เลือกชุดวัตถุดิบ ช่องสีเขียว ตามชนิดของอาหารที่จะให้คำนวณ (ดูหมายเลขด้านข้าง)

2. กรอกปริมาณวัตถุดิบที่จะใช้แต่ละชนิดซึ่งขึ้นอยู่กับข้อจำกัดของการใช้วัตถุดิบชนิดนั้นๆสำหรับสุกรแต่ละระยะ ยกเว้นวัตถุดิบแหล่งพลังงานที่ใช้มากสุด 1 ชนิดที่ต้องการให้เครื่องคำนวณ ให้ใส่ เลข 0 และวัตถุดิบแหล่งโปรตีนที่ใช้มากสุด 1 ชนิด ที่จะให้เครื่องคำนวณ ให้ใส่ เลข 0 เช่นกัน

3. กรอกตัวเลขในช่องความต้องการ สีเขียวตามประเภทของสุกรที่ต้องการจะคิดสูตร

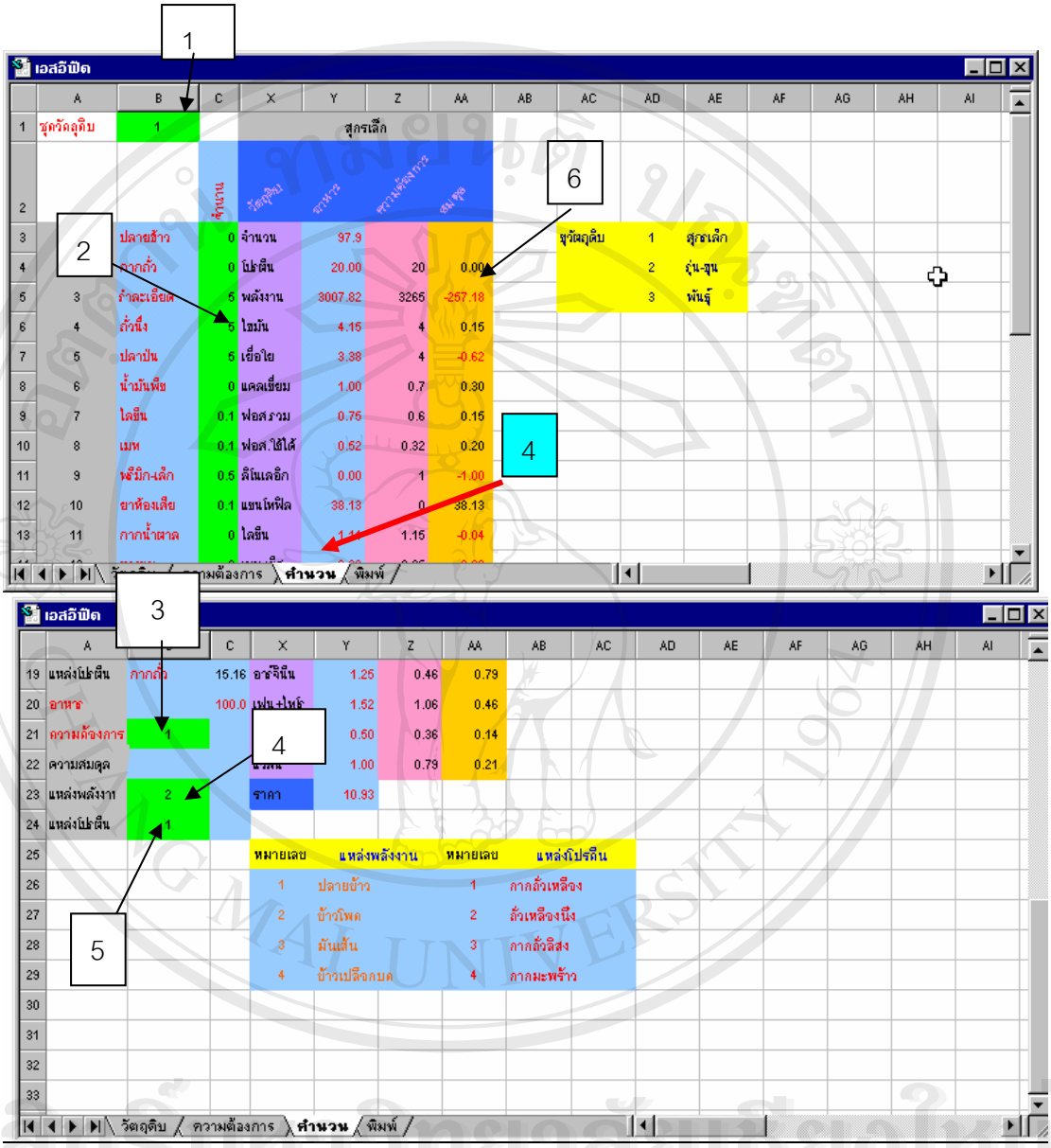
4. กรอกตัวเลขแหล่งพลังงาน ตามหมายเลขของแหล่งพลังงานด้านล่าง

5. กรอกตัวเลขแหล่งโปรตีน ตามหมายเลขของแหล่งโปรตีนด้านล่าง

6. ดูตัวเลขช่องสมดุลให้มีค่าเท่ากับ 0 หรือใกล้เคียงมากที่สุด แต่ต้องไม่ติดลบในโภชนะที่สำคัญโดยให้แก้ไขตัวเลขที่ข้อ 2 จนกว่า ตัวเลขในสมดุลจะพอดีและผู้คำนวณพอใจกับราคาที่คำนวณได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

7. บันทึกข้อมูล ตั้งชื่อตามสูตรอาหารที่คำนวณ จากนั้นสั่งพิมพ์



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก 8 รายชื่อกลุ่มเกษตรกรที่รับแผ่นโปรแกรมคำนวณสูตรอาหารเอสอีฟีดจากการเข้าร่วมสัมมนาเผยแพร่ผลการศึกษาของโครงการ ณ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลน่าน

ลำดับที่	รายชื่อกลุ่มเกษตรกร	จำนวนแผ่น
1	กลุ่มเกษตรกร อบต. ทุ่งช้าง อ. ทุ่งช้าง จ.น่าน	1
2	กลุ่มเกษตรกร อบต. และ อ. ทุ่งช้าง จ.น่าน	1
3	กลุ่มเกษตรกร อบต. ศิลาแลง อ. ปัว จ.น่าน	1
4	กลุ่มเกษตรกร บ้านศาลา ต. ศิลาแลง อ. ปัว จ.น่าน	1
5	กลุ่มเกษตรกร ต. เปือ อ. เชียงกลาง จ.น่าน	1
6	กลุ่มเกษตรกร ต. เชียงกลาง อ. เชียงกลาง จ.น่าน	1
7	กลุ่มเกษตรกร ต. เปือ อ. เชียงกลาง จ.น่าน	1
8	กลุ่มเกษตรกร ต. ศิลาเพชร อ. ปัว จ.น่าน	1
9	กลุ่มเกษตรกร ต. ปัว อ. ปัว จ.น่าน	1
10	กลุ่มเกษตรกร ต. ศิลาเพชร อ. ปัว จ.น่าน	1
11	กลุ่มเกษตรกร ต. แม่จริม อ. แม่จริม จ.น่าน	1
12	กลุ่มเกษตรกร ต. ตาลชุม อ. ท่าวังผา จ.น่าน	1
13	กลุ่มเกษตรกร ต. ศรีภูมิ อ. ท่าวังผา จ.น่าน	1
14	กลุ่มเกษตรกร ต. ตาลชุม อ. ท่าวังผา จ.น่าน	1
15	กลุ่มเกษตรกร ต. นาเหลือง อ. เวียงสา จ.น่าน	1
16	กลุ่มเกษตรกร ต. ดู่ใต้ อ. เมือง จ.น่าน	1
17	กลุ่มเกษตรกร ต. ท่าน้าว กิ่ง อ. ภูเพียง จ.น่าน	1
18	กลุ่มเกษตรกร อบต.ผาสิงห์ กิ่ง อ. ภูเพียง จ.น่าน	1

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก 9 แบบประเมิน

9. 1. การสัมมนาปิดโครงการวิจัย

i. **ข้อมูลผู้ตอบแบบสอบถาม**

1. อายุ.....เพศ.....
2. การศึกษาระดับ□ ประถม □ มัธยม □ ปริญญาตรี □ สูงกว่าปริญญาตรี □ อื่นๆ (ระบุ).....
3. อาชีพ.....ตำแหน่ง.....

ii. **ข้อมูลการสัมมนา**

ใส่เครื่องหมาย ✓ ในช่องคำตอบระดับความพอใจหรือการนำไปใช้ประโยชน์ได้

5 มากที่สุด 4 มาก 3 ปานกลาง 2 น้อย 1 ไม่ได้อะไรเลย

รายการ	5	4	3	2	1
1. เนื้อหาที่นำเสนอ • การแนะนำโครงการ • การให้อาหารสุกร • ผลการศึกษาของโครงการ • การจัดการสิ่งแวดล้อม • การสร้างสูตรอาหาร					
2. จำนวนวันที่นำเสนอ					
3. วิธีการนำเสนอ (การใช้สื่อ)					
4. สถานที่จัดสัมมนา					
5. อาหารและเครื่องดื่ม					
6. เอกสาร					

โดยสรุปหัวข้อที่ท่านจะนำไปใช้ประโยชน์ต่อไปให้เรียงลำดับจากมากไปหาน้อย

1.....

2.....

3.....

ถ้าเป็นไปได้ท่านต้องการให้ทีมงานวิจัยช่วยเหลือท่านในเรื่องใด.....

วิธีใด.....

iii. **ข้อเสนอแนะอื่นๆ**

1.……

2.……

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

9. 2. แบบประเมินการฝึกอบรมของวิทยากรประเมินโดยผู้เข้ารับการฝึกอบรม

1. ชื่อวิทยากร.....หัวข้อการฝึกอบรม อาหารและการปรับปรุงสูตรอาหารสุกร
สถานที่ สำนักงานไฮเฟอร์ วันที่ 16 มิถุนายน 2547

2. การประเมินการสอนของวิทยากร

เกณฑ์การประเมิน

5 หมายถึง ดีเยี่ยม 4 หมายถึง ดีมาก 3 หมายถึง ดี

2 หมายถึง พอใช้ 1 หมายถึง ไม่ได้ทำ/ไม่มี

โปรดเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดของท่าน

ลำดับที่	รายการประเมิน	ระดับการประเมิน				
		5	4	3	2	1
1	วิทยากรมีความรู้ต่อเนื้อหาที่ฝึกอบรม					
2	ตรงต่อเวลาในการฝึกอบรม					
3	วิทยากรสามารถบรรยายให้ตรงกับหัวข้อ					
4	มีวิธีการบรรยายที่ช่วยให้เข้าใจเนื้อหา					
5	มีวิธีสอนที่กระตุ้นการคิด การวิเคราะห์และการแก้ปัญหา					
6	มีการใช้สื่อประกอบการสอนที่น่าสนใจและเพิ่มความเข้าใจในเนื้อหาการฝึกอบรม					
7	เปิดโอกาสให้ซักถามแสดงความคิดเห็นและมีส่วนร่วมในการฝึกอบรม					

1. ข้อคิดเห็นอื่นๆ

.....

.....

.....

.....

.....

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก 10 เอกสารเผยแพร่

10. 1. แผ่นพับเผยแพร่วิธีทำแก๊สชีวภาพแบบถุงหมักในงานโลกของกว่างประจำปี2547 อำเภอปัว จังหวัดน่าน

10. วาวล์ 4 หุน 1 อัน
11. หัวแก๊ส 1 หัว
12. สายส่งแก๊ส 2 เมตร
13. ยางในรถมอเตอร์ไซด์

ขั้นตอนการทำ

1. ขุดหลุมขนาดกว้างด้านบน 85 ซม. ด้านล่าง 75ซม. ลึก 85ซม. ยาว 8 เมตร
2. ซิลถุงพีอี
3. ติดชุดต่อสายส่งแก๊สให้ห่างจากปลายถุง 4 เมตร
4. ติดท่อ 4 นิ้วที่ปลายทั้งสองข้างรัดด้วยยางในรถมอเตอร์ไซด์
5. ทดสอบการรั่วของถุงด้วยไอเสียจากรถยนต์
6. นำถุงหมักลงหลุมจัดวางถุงให้ดีแล้วเติมน้ำให้ท่วมปลายท่อด้านในถุงทั้งสองข้าง
7. เชื่อมต่อปลายท่อเข้าของถุงแก๊สกับรางระบายมูล
8. ประกอบสายส่งแก๊สติดตั้งขวดดักน้ำ
9. ติดตั้งถุงเก็บแก๊สและวาวล์ควบคุมแก๊ส

แก๊สชีวภาพแบบถุงหมัก
โครงการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตสุกรเชิงบูรณาการ ต.ศิลาแลง อ.ปัว จ.น่าน

คำเนินงานโดย
รศ.ดร.บุญล้อม ชีวะอิสระกุล
รศ.ดร.สุชน ดังกวีวัฒน์
อาจารย์องอาจ ส่องสี
นางลำแพน จอมเมือง
นายเรืองเดช จอมเมือง
ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ปัจจุบันการเลี้ยงสัตว์ภายในประเทศเจริญเติบโตและพัฒนาขึ้นอย่างรวดเร็วก่อให้เกิดปัญหาของเสียและน้ำเน่าโดยเฉพาะอย่างยิ่งจากฟาร์มสุกร เป็นเหตุให้เกิดสภาพแวดล้อมเสื่อมโทรม ซึ่งนับวันจะทวีความรุนแรงมากขึ้น

แก๊สชีวภาพเป็นเทคโนโลยีรูปแบบหนึ่งซึ่งเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์ ได้ประยุกต์ไปใช้ประโยชน์ในฟาร์มเลี้ยงสัตว์เป็นเวลานานมาแล้ว โดยได้รับการส่งเสริมจากหน่วยงานราชการ หลายแห่ง แต่การใช้ประโยชน์ดังกล่าวยังมีปัญหาและข้อจำกัดอยู่ ทั้งนี้เพราะขาดการศึกษาวิจัยและส่งเสริมกันอย่างจริงจังและต่อเนื่องอีกทั้งระบบแก๊สชีวภาพที่มีการก่อสร้างขนาดใหญ่และมีราคาแพงไม่เหมาะสมกับเกษตรกรรายย่อยซึ่งเลี้ยงสัตว์จำนวนน้อยดังนั้นทีมงานจึงได้ทำการประยุกต์เทคโนโลยีแก๊สชีวภาพไปใช้ในการเลี้ยงสุกรจำนวนน้อย 4 – 10 ตัว โดยเน้นการบำบัดของเสียจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์และการรักษาสภาพแวดล้อม นอกเหนือไปจากการใช้ประโยชน์ของ ของเสียและแก๊ส

ความหมายของแก๊สชีวภาพ

แก๊สชีวภาพ หรือไบโอแก๊ส คือ แก๊สที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ จากการย่อยสลายอินทรีย์โดยจุลินทรีย์ภายใต้สภาวะ ที่ปราศจากออกซิเจน แก๊สชีวภาพประกอบด้วยแก๊สหลายชนิด ส่วนใหญ่เป็นแก๊สมีเทน (CH_4) ประมาณ 50-70% และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ประมาณ 30-50% ส่วนที่เหลือเป็นแก๊สชนิดอื่น ๆ เช่น ไฮโดรเจน (H_2) ออกซิเจน (O_2) ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) ไนโตรเจน (N_2) และไอน้ำ

$C_6H_{12}O_2 + xH_2O \rightarrow COOH\text{-}(CH_2)_4\text{-}CH_3 \rightarrow 4CH_4 + 2CO_2$
Manure + water → mixture of volatile fatty acids → methane + carbon dioxide

แก๊สชีวภาพแบบถุงหมัก

ขนาด ปากกว้าง0. 85 เมตร ลึก 0.85 เมตร ยาว 8 เมตร สำหรับสุกร 4-6 ตัว สามารถใช้ทำอาหาร วันละ 3 มื้อ สำหรับ 4-6 คน ต้นทุนประมาณ 2,180 บาท

อุปกรณ์

1. แผ่นพีอี หนา 200 ไมครอน กว้าง 3 เมตร ยาว 10 เมตร 2 แผ่น
2. แผ่นพีอี หนา 200 ไมครอน กว้าง 3 เมตร ยาว 4 เมตร 1 แผ่น
3. ท่อ พีวีซี 4 นิ้วยาว 80 ซม. 2 อัน
4. เกลียวนอก-ใน 6 หุน 1 ชุด
5. แผ่นยาง ขนาด 3 นิ้ว 2 แผ่น
6. แผ่นพลาสติกแข็ง ขนาด 3 นิ้ว 2 แผ่น
7. ท่อพีวีซี-ข้อต่อจำนวนขึ้นกับความยาว
8. สามทางพีวีซี 6 หุน 1 อัน
9. ขวดดัดจับไอน้ำ 1 ใบ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

10. 2. โปสเตอร์เผยแพร่วิธีทำแก๊สชีวภาพแบบถุงหมัก ในงานโลกของ กว่าง ประจำปี 2547 อำเภอปัว จังหวัดน่าน

ปัจจุบันการเลี้ยงสัตว์ภายในประเทศเจริญเติบโตและพัฒนาขึ้นอย่างรวดเร็ว ผลจากการเลี้ยงสัตว์ได้ก่อให้เกิดปัญหาของเสียและน้ำเน่าจากฟาร์มโดยเฉพาะอย่างยิ่งจากฟาร์มสุกร กำลังเป็นปัญหาที่ทำให้สภาพแวดล้อมเสื่อมโทรม และปัญหานี้นับวันจะทวีความรุนแรงมากขึ้น แก๊สชีวภาพเป็นเทคโนโลยีรูปแบบหนึ่งซึ่งเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์ ได้ประยุกต์นำไปใช้ประโยชน์ในฟาร์มเลี้ยงสัตว์มาเป็นเวลานานแล้ว โดยได้รับการส่งเสริมจากหน่วยงานราชการหลายแห่ง แต่การใช้ประโยชน์ดังกล่าวยังมีปัญหาและข้อจำกัดอยู่ ทั้งนี้เพราะขาดการศึกษาวิจัยและส่งเสริมกันอย่างจริงจังและต่อเนื่อง อีกทั้งที่มีขนาดใหญ่เหมาะสำหรับการเลี้ยงสุกรจำนวนมากและมีราคาแพงไม่เหมาะสมกับเกษตรกรรายย่อยที่เลี้ยงสุกรจำนวนน้อย

ดังนั้นในทีมงานนี้จึงได้ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการผลิตแก๊สชีวภาพให้มีต้นทุนต่ำเหมาะสำหรับเกษตรกรรายย่อยที่เลี้ยงสุกรจำนวนน้อย (4-10 ตัว) ซึ่งนอกจากจะสามารถบำบัดของเสียจากฟาร์มเพื่อช่วยรักษาสภาพแวดล้อมแล้ว ยังสามารถใช้แก๊สซึ่งเป็นผลพลอยได้ในการใช้หุงต้มสำหรับครอบครัวขนาด 4-5 คน ด้วย

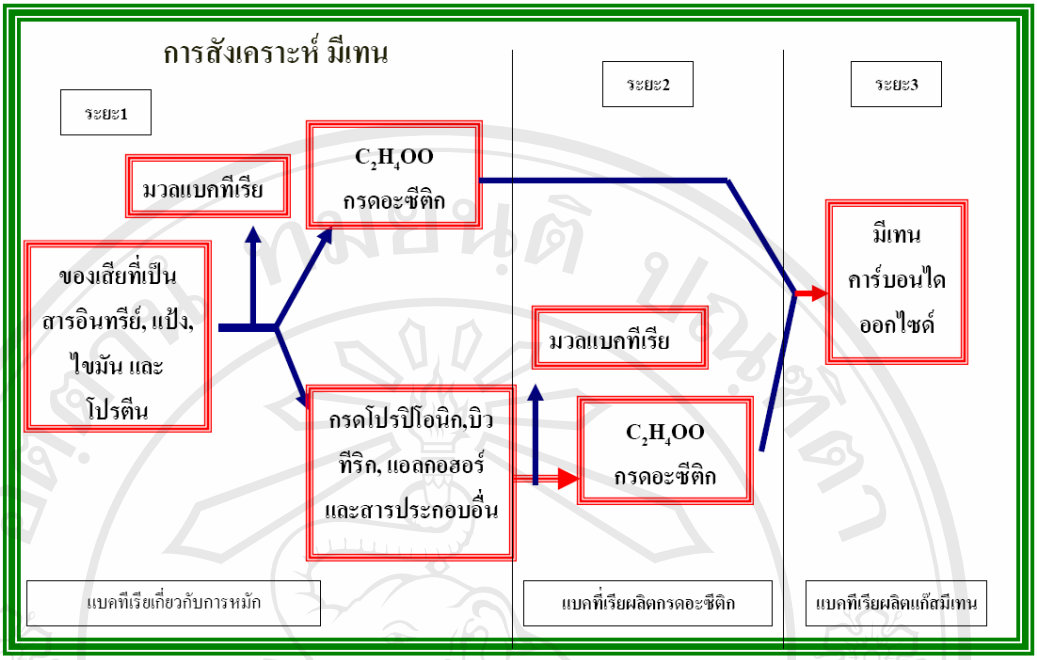
แก๊สชีวภาพหรือไบโอแก๊ส คือ แก๊สที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ จากการย่อยสลายสารอินทรีย์ โดยจุลินทรีย์ภายใต้สภาวะ ที่ปราศจากออกซิเจน แก๊สชีวภาพประกอบด้วยแก๊สหลายชนิด ส่วนใหญ่เป็น

$C_6H_{13}O_5 + xH_2O \rightarrow CH_3 - COOH-(CH_2)_n \rightarrow 4CH_4 + 2CO_2$

มูล,ปัสสาวะ + น้ำ → ส่วนผสมของกรดไขมันระเหยได้ → มีเทน + คาร์บอนไดออกไซด์

- **แก๊สมีเทน (CH_4)** **40-70%**
- **แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)** **30-60%**
- **แก๊สคาร์บอนมอนออกไซด์ (CO)** **0.1%**
- **ไฮโดรเจน (H_2)** **1.0%**
- **ออกซิเจน (O_2)** **0.1%**
- **ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S)** **0.1%**
- **ไนโตรเจน (N_2)** **0.5%**

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



ปริมาณมูลสดของสัตว์ชนิดต่างๆ

ชนิดสัตว์	มูลสด (กก./น้ำหนักตัว 100 กก.)	จำนวนตัว*
โค-กระบือ	8	1
แกะ	4	6
สุกร	4	6

* จำนวนมูลสดที่ต้องการ 22 กก.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ปริมาตรของถุงหมักยาว 10 เมตร เส้นรอบวง 3 เมตร

ปริมาตรรวม	7.20 ลบ.เมตร
ส่วนของเหลว	5.17 ลบ.เมตร
ส่วนของแก๊ส	1.80 ลบ.เมตร

แก๊สที่ผลิตได้ต่อวันประมาณ 35 % ของส่วนของเหลว	เท่ากับ	1.9	ลบ.เมตร
แก๊สเผาไหม้ต่อชั่วโมง (2 เตา)	เท่ากับ	150.0	ลิตร
จำนวนชั่วโมงในการทำอาหาร	เท่ากับ	12.7	ชั่วโมง

ปริมาณมูลที่ต้องการ

ปริมาณส่วนของเหลว ในเวลา 50 วัน	5400.0	ลิตร
ปริมาณที่ต้องเติมต่อวัน	108.0	ลิตร
* น้ำ (80 %)	86.4	ลิตร
* มูลสด (20%)	21.6	ลิตร

มูลมีวัตถุแห้ง 15 % คิดเป็นส่วนผสมมีของแข็ง 3 %

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ต้นทุน

1. พลาสติกพีอีหนา 200 ไมครอน กว้าง 3 เมตร ยาว 10 เมตร	1,000	บาท
2. พลาสติกพีอีหนา 200 ไมครอน กว้าง 3 เมตร ยาว 4 เมตร	200	บาท
3. ท่อพีวีซี 4 นิ้ว ยาว 80 ซม. จำนวน 2 อัน	160	บาท
4. เกลียวนอก-ใน 6 หุน จำนวน 1 ชุด	12	บาท
5. สามทาง 6 หุน จำนวน 1 อัน	7	บาท
6. วาวล์พีวีซี 6 หุน 1 อัน	45	บาท
7. วาวล์ปิดเปิดแก๊ส (ของปั๊มพ่นยา+ข้อต่อสาย)	115	บาท
8. ท่อพีวีซี 6 หุน+ต่อตรง 5 เส้น (ขึ้นกับระยะห่างจากถุงหมักถึงห้องครัว)	200	บาท
9. ค่าจ้างขุดหลุม ก.85 ซม. ล. 85 ซม. ย. 8 เมตร (3 คน)	450	บาท
รวม	**2,180**	**บาท**

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

การเชื่อมรอยต่อพีอีด้วยเตารีดผ้า

วางรอยต่อพีอีบนแผ่นไม้ที่เรียบ ปิดทับด้วยแผ่นฟอยล์ กว้างประมาณ 4 นิ้ว รีดด้วยเตารีดตั้งความร้อน1 ใน 3 รีดไปมา 4-5 รอบ ปล่อยไว้ ประมาณ1 นาที ดึงแผ่นฟอยล์ออก (พีอีจะมีลักษณะใส) แล้วเลื่อนไปรีดด้านถัดไป

หลุมรองรับถุงหมัก

ขนาดหลุมกว้างด้านบน 85 ซม.
ด้านล่าง 75 ซม. ลึก 85 ซม. ยาว 8 เมตร
ปากท่อทางออกต่ำกว่าทางเข้า ประมาณ 10ซม.

ชุดเชื่อมต่อถุงหมักกับท่อส่งแก๊ส

การทดสอบถุงหมัก

นำท่อพีวีซี 4 นิ้ว ยาว 80 ซม. ไปต่อกับถุงพีอี ทั้งสองข้างโดยให้เหลือส่วนปลายประมาณ 30 ซม. พันด้วยยางในรถมอเตอร์ไซค์เก่าให้แน่นและใช้ถุงพลาสติกปิดปลายท่อด้านหนึ่งให้แน่น ปิดวาวล์ท่อต่อแก๊ส ปลายท่อด้านหนึ่งต่อเข้ากับท่อไอเสียรถยนต์สตาร์ทเร่งเครื่องถุงหมักจะผองขึ้นจนแก๊สเต็ม ดึงท่อออกและปิดด้วยถุงพลาสติกให้แน่น ทดสอบโดยการใช้มือกดลงที่ถุงพีอีสังเกตการรั่วของแก๊สถ้ามีรอยรั่วให้เชื่อมต่อใหม่

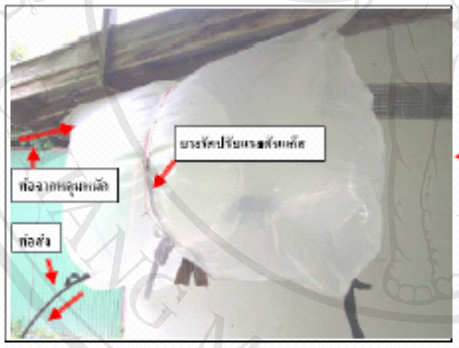
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ถุงหมักแก๊สที่ติดตั้งเสร็จ

การวางถุงหมักลงในหลุมต้องระวังไม่ให้ถุงฉีกขาดและจัดถุงให้ตรงเปิดน้ำเข้าตรงท่อส่งแก๊สพร้อมสับจัดถุงหมักด้วยป้องกันการบิดของถุงจนน้ำท่วมปากท่อด้านทั้งสอง

ขวดดักเก็บไอน้ำ

ระยะห่างหลุมหมัก- ถุงเก็บ 20 เมตร



การติดตั้งถุงเก็บแก๊ส

วาวล์ปิด-เปิดแก๊ส

เปลวไฟจากการจุดแก๊ส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

10. 3. เอกสารประกอบการสัมมนาเผยแพร่ผลการศึกษาของโครงการ

การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีกระบวนการ
ผลิตสุกรแบบครบวงจรเชิงบูรณาการ

รศ.ดร. บุญล้อม ชีวะอิสระกุล
รศ.ดร.สุชน ตั้งทวีวิพัฒน์
นายองอาจ ส่องสี
คณะเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

นางลำแพน จอมเมือง
นายเรืองเดช จอมเมือง
นักวิจัยท้องถิ่น จ.น่าน

ณ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลน่าน
28 พฤศจิกายน 2547

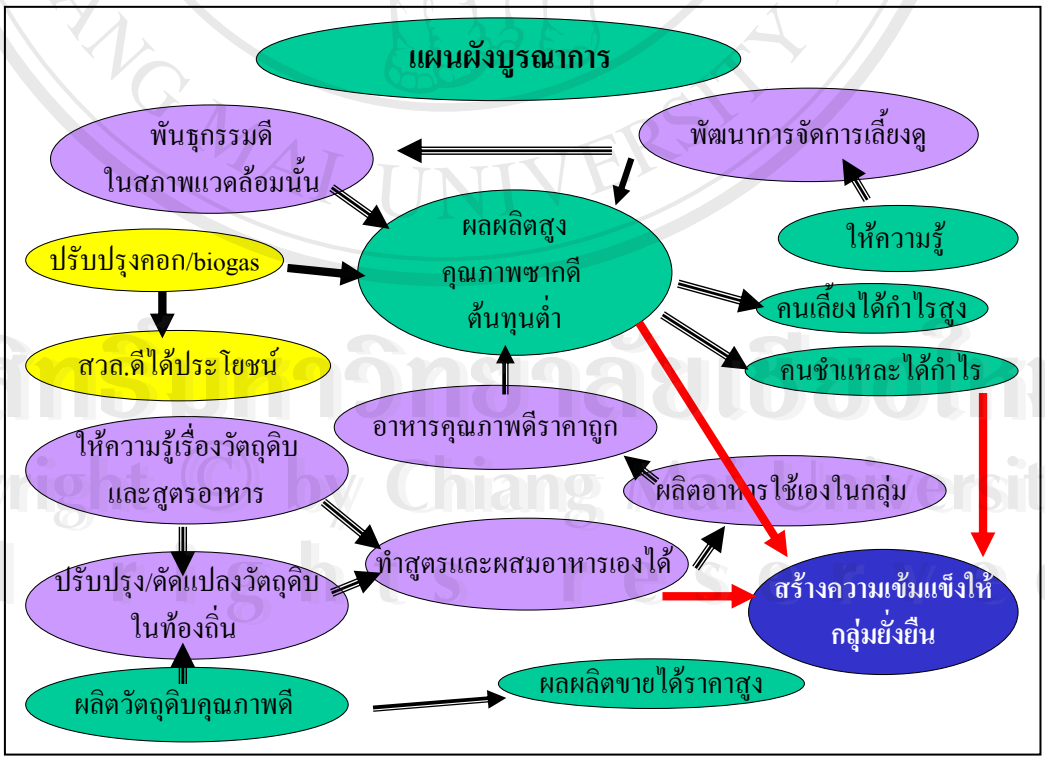
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ผู้เลี้ยงสุกรรายย่อยใน ต.ศิลาแลง อ.ปัว จ.น่าน ประสบปัญหาการขาดทุนจากราคาอาหารแพง สุกรมันหนา เลี้ยงโตช้า ในขณะที่การปลูกถั่วเหลืองและข้าวโพดขายได้ราคาต่ำ ซึ่งเกษตรกรกลุ่มนี้ได้เคยพยายามช่วยเหลือตนเองมาแล้วด้วยการของบประมาณจากโครงการวิจัยนำร่องฯ แต่ยังไม่สามารถแก้ปัญหาได้ จึงได้ขอให้ทีมวิจัยจากคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ มาช่วยแก้ปัญหา ในการแก้ปัญหาจำเป็นต้องพิจารณาถึงปัจจัยต่าง ๆ แล้วหาทางปรับปรุงไปพร้อม ๆ กัน ทั้งด้านพันธุกรรมสุกร การให้ความรู้ด้านการจัดการเลี้ยงดู ด้านอาหารสัตว์ การปรับใช้วัตถุดิบในท้องถิ่น การทำสูตรและผลิตอาหารผสมใช้เองในกลุ่ม การรักษาสภาพแวดล้อมและการมีเขียงหมูของกลุ่มเอง เพื่อชำแหละและจำหน่ายสุกรราคาถูก ซึ่งการปรับปรุงเหล่านี้จะช่วยลดต้นทุนการผลิต ช่วยให้ผู้บริโภคได้ซื้อผลิตผลในราคายุติธรรม ช่วยพัฒนาสภาพแวดล้อม อีกทั้งยังช่วยสร้างความเข้มแข็งและความยั่งยืนให้แก่กลุ่มด้วย

การศึกษาแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

ก. งานส่งเสริมโดย :

1. <u>จัดตั้งกลุ่มย่อยตามความสามารถ</u> เช่น กลุ่มเลี้ยงสุกรพันธุ์ กลุ่มผสมเทียม กลุ่มเลี้ยงสุกรขุน กลุ่มผลิตอาหาร กลุ่มชำแหละ และ กลุ่มปลูกพืชอาหารสัตว์

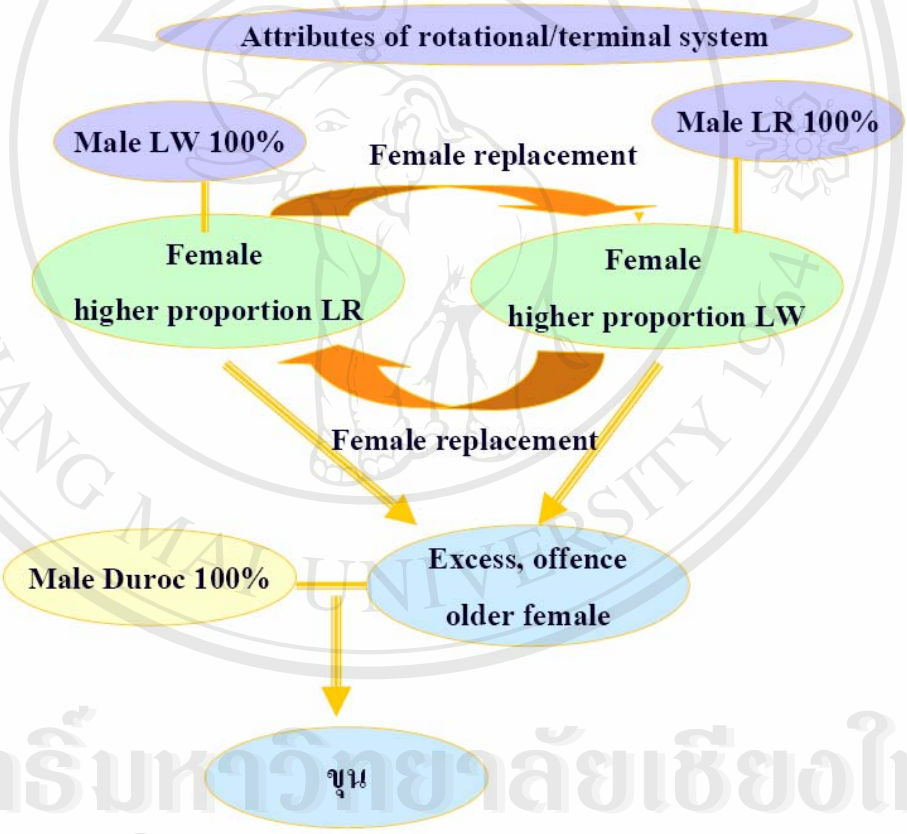


ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2. <u>ทำการปรับปรุงพันธุ์</u> โดยได้นำสุกรสาวลูกผสมแลนด์เรซกับลาร์จไวท์ (อายุพร้อมผสมพันธุ์) จำนวน 8 ตัว และพ่อพันธุ์พร้อมใช้งานจำนวน 2 ตัวคือ พันธุ์แลนด์เรซ และพันธุ์ดูร็อก ซึ่งเป็นสุกรสายพันธุ์ดีจากบริษัทซีพี (ได้รับการอนุเคราะห์โดยการซื้อในราคามิตรภาพ)

พ่อพันธุ์แลนด์เรซได้นำมาใช้ผสมกับแม่พันธุ์ที่มีอยู่เดิมเพื่อให้ได้แม่สองสายที่มีคุณภาพดีขึ้น และใช้ผสมกับแม่สองสายที่นำเข้ามาเพื่อผลิตเป็นแม่พันธุ์สองสาย

พ่อดูร็อก ใช้ผสมกับแม่พันธุ์ 2 สายเพื่อผลิตเป็นสุกรขุน



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

3. <u>ให้ความรู้ด้านอาหารสัตว์และการทำสูตรอาหาร</u>

ได้ฝึกอบรมการคำนวณสูตรอาหารสัตว์ด้วยโปรแกรมคำนวณจากคอมพิวเตอร์ ให้ความรู้เรื่องวัตถุดิบอาหารสัตว์พร้อมทั้งฝึกปฏิบัติการผสมอาหารที่ถูกขั้นตอนและ ดูแลการผสมอาหารของกลุ่มเพื่อรักษาคุณภาพและราคาที่ต่ำกว่าท้องตลาดตลอดช่วงการศึกษาวิจัย

ตัวอย่างสูตรอาหารสุกรเล็ก

ชนิดวัตถุดิบ	สูตร1	สูตร2	สูตร3
โปรตีน (%)	20	20	20
พลังงาน (kcal/กก.)	3265	3265	3265
ปลายข้าว	60.71	12.41	-
ข้าวโพดนึ่ง	-	45.6	62.51
รำละเอียด	6	6	6
กากถั่วเหลือง	21.4	18.96	18.51
ถั่วเหลืองนึ่ง	5	6	6
ปลาป่น60 %	5	5	5
ไดแคลเซี่ยม (พี18)	1.2	1.1	1
ไลซีน	0.1	0.13	0.16
เมทไธโอนีน	0.05	0.1	0.12
เกลือ	0.2	0.2	0.2
พรีมิกซ์	0.5	0.5	0.5
รวม	100	100	100

ตัวอย่างสูตรอาหารสุกรรุ่น

ชนิดวัตถุดิบ	สูตร1	สูตร2	สูตร3	สูตร4	สูตร5
โปรตีน	18	18	18	18	18
พลังงาน(kcal/กก.)	3265	3265	3265	3265	3265
ปลายข้าว	13.67	9.33	11.99	19.3	19.65
ข้าวโพดนึ่ง	30	30	30	20	20
ข้าวโพด	20	20	15	20	20
รำละเอียด	9.8	10	9	5	5
กากถั่วเหลือง	22.21-	-	-	9.65	9.30
ถั่วเหลืองนึ่ง	3	25.72	31.46	15	14
ปลาป่น 60 %	-	3	-	3	3
กระถินหมัก	-	-	-	6	3
ปอสาหมัก	1.2	-	-	-	3
ไดแคลเซียม (พี14)	-	1.1	1.7	1.1	1.1
ไลซีน	-	0.05	0.05	0.05	0.05

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตัวอย่างสูตรอาหารสุกรรุ่น ต่อ

ชนิดวัตถุดิบ	สูตร1	สูตร2	สูตร3	สูตร4	สูตร5
เมทไธโอนีน	0.35 / 0.5	-	-	0.05	0.05
เกลือ		0.35	0.35	0.35	0.35
พรีมิกซ์		0.5	0.5	0.5	0.5
รวม	100	100	100	100	100

ตัวอย่างอาหารสุกรระยะขุน

ชนิดวัตถุดิบ	สูตร1	สูตร2	สูตร3	สูตร4	สูตร5
โปรตีน	16	16	16	16	16
พลังงาน(kcal/กก.)	3265	3265	3265	3265	3265
ปลายข้าว	15	13	13	14	14
ข้าวโพดนึ่ง	32	21	19	34	34
ข้าวโพด	30.40	41.09	40.93	15.21	17.44
รำละเอียด	6	6	6	6	6
กากถั่วเหลือง	11.53	-	-	3.85	1.58
ถั่วเหลืองนึ่ง	-	13.91	17.62	10	10
ปลาป่น60 %	2	2	-	2	2
ไดแคลเซียม (พี14)	2.1	2.1	2.5	2	2
ไลซีน	0.1	0.17	0.17	0.17	0.2
เมทไธโอนีน	0.05	0.08	0.08	0.08	0.08
เกลือ	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
พรีมิกซ์	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
รวม	100	100	100	100	100

4. <u>การปรับปรุงสภาพคอก และทำแก๊สชีวภาพ</u>

ปัจจุบันการเลี้ยงสัตว์ภายในประเทศเจริญเติบโตและพัฒนาขึ้นอย่างรวดเร็ว ผลจากการเลี้ยงสัตว์ได้ก่อให้เกิดปัญหาของเสียและน้ำเน่าเสียจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์โดยเฉพาะอย่างยิ่งจากฟาร์มสุกร กำลังเป็นปัญหาที่ทำให้สภาพแวดล้อมเสื่อมโทรม และปัญหานี้นับวันจะทวีความรุนแรงมากขึ้น แก๊สชีวภาพเป็นเทคโนโลยีรูปแบบหนึ่งซึ่งเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์ได้ประยุกต์นำไปใช้ประโยชน์ใน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ฟาร์มเลี้ยงสัตว์เป็นเวลานานมาแล้ว โดยได้รับการส่งเสริมจากหน่วยงานราชการหลายแห่ง แต่การใช้ประโยชน์ดังกล่าวยังมีปัญหาและข้อจำกัดอยู่ ทั้งนี้เพราะขาดการศึกษา วิจัยและส่งเสริมกันอย่างจริงจังและต่อเนื่อง ประกอบกับระบบแก๊สชีวภาพที่มีการก่อสร้างขนาดใหญ่และมีราคาแพงไม่เหมาะสมกับพื้นที่ของเกษตรกรรายย่อย อีกทั้งยังต้องมีสัตว์เป็นจำนวนมากเพื่อให้ได้มูลมากพอ ดังนั้นทีมงานนี้จึงได้ทำการประยุกต์เทคโนโลยีแก๊สชีวภาพให้เหมาะสำหรับการเลี้ยงสุกรจำนวนน้อย 4 – 10 ตัว โดยเน้นการบำบัดของเสียจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์และการรักษาสภาพแวดล้อม นอกเหนือไปจากการใช้ประโยชน์ของ ของเสียและแก๊ส

แก๊สชีวภาพหรือไบโอแก๊ส คือ แก๊สที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ จากการย่อยสลายอินทรียวัตถุโดยจุลินทรีย์ภายใต้สภาวะที่ปราศจากออกซิเจน แก๊สชีวภาพประกอบด้วยแก๊สหลายชนิด ส่วนใหญ่เป็นแก๊สมีเทน (CH_4) ประมาณ 50-70% และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ประมาณ 30-50% ส่วนที่เหลือเป็นแก๊สชนิดอื่น ๆ เช่น ไฮโดรเจน (H_2) ออกซิเจน (O_2) ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) ไนโตรเจน (N_2) และไอน้ำ

แก๊สชีวภาพแบบถุงหมักพี.อี.

การทำแก๊สชีวภาพแบบถุงหมักพี.อี. ขนาดความยาว 10 เมตร เส้นรอบวง 3 เมตร (ขนาดบ่อดินกว้าง 0. 85 เมตร ลึก 0.85 เมตร ยาว 10 เมตร) ซึ่งมีอุปกรณ์และวิธีการทำดังนี้

อุปกรณ์

1. แผ่นพีอี หนา 200 ไมครอน กว้าง 3 เมตร ยาว 11 เมตร 2 แผ่น
2. แผ่นพีอี หนา 200 ไมครอน กว้าง 3 เมตร ยาว 4 เมตร 1 แผ่น
3. ท่อ พีวีซี 4 นิ้วยาว 80 ซม. 2 อัน
4. เกลียวนอก-ใน 6 หุน 1 ชุด
5. แผ่นยาง ขนาด 3 นิ้ว 2 แผ่น
6. แผ่นพลาสติกแข็ง ขนาด 3 นิ้ว 2 แผ่น
7. ท่อพีวีซี-ข้อต่อจำนวนขึ้นกับความยาว
8. สามทางพีวีซี 6 หุน 1 อัน
9. ขวดดักจับไอน้ำ 1 ใบ
10. วาล์ว 4 หุน 1 อัน
11. หัวแก๊ส 1 หัว
12. สายส่งแก๊ส 2 เมตร
13. ยางในรถมอเตอร์ไซด์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ขั้นตอนการทำ

1. ขุดหลุมขนาดกว้างด้านบน 85 ซม. ด้านล่าง 75 ซม. ลึก 85 ซม. ยาว 10 เมตร
2. ซีลถุงพีอีด้วยเตารีดผ้าโดยใช้แผ่นฟอยล์รองด้านบนที่สัมผัสหน้าเตารีด
3. ติดชุดต่อสายส่งแก๊สให้ห่างจากปลายถุง 4 เมตร

4. ติดท่อ 4 นิ้วที่ปลายทั้งสองข้างรัดด้วยยางในรถมอเตอร์ไซด์
5. ทดสอบการรั่วของถุงด้วยไอเสียจากรถยนต์
6. นำถุงหมักลงหลุม จัดวางถุงให้ดีแล้วเติมน้ำให้ท่วมปลายท่อด้านในถุงทั้งสองด้าน
7. เชื่อมต่อปลายท่อเข้าของถุงแก๊สกับรางระบายมูล
8. ต่อสายส่งแก๊สเข้ากับขวดดักน้ำ
9. ติดตั้งถุงเก็บแก๊สและวาวล์ควบคุมแก๊ส

การทำแก๊ส ชีวภาพแบบถุงหมัก

ถุงหมักขนาดดังกล่าวจะมีปริมาตรโดยรวม 7.2 ลบ.เมตร แยกเป็นส่วนของเหลว 5.17 ลบ.เมตร ส่วนของแก๊ส 1.9 ลบ.เมตร เกษตรกรต้องเลี้ยงสุกรน.น. 100 กก. จำนวน 4-6 ตัว เพื่อให้ได้มูลสดวันละประมาณ 22 กก. ซึ่งเมื่อนำมาผสมกับน้ำโดยใช้สัดส่วนของมูลต่อน้ำเท่ากับ 20:80 แล้วจะได้แก๊สวันละประมาณ 1.9 ลบ.เมตร (หรือประมาณ 35% ของส่วนของเหลว) แก๊สปริมาณดังกล่าวนี้เพียงพอสำหรับเตาหุงต้ม 2 เตา ในการใช้ทำอาหารได้ 12.7 ชั่วโมง (เตา 2 เตาใช้แก๊ส 0.15 ลบ.เมตร / ชั่วโมง)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ข. การศึกษาการแปรรูปอาหารสัตว์ในท้องถิ่น

การทำกระถินหมัก

กระถินเป็นพืชตระกูลถั่วที่มีมากในท้องถิ่น สามารถหาได้ง่ายตามริมทางและที่สาธารณะ ใบมีโปรตีนสูงประมาณ 24-26% ของวัตถุแห้ง แต่มีสารพิษที่เรียกว่า มิโมซิน ประมาณ 3 – 5% ของน้ำหนักแห้ง โดยใบอ่อนจะมีสารนี้มากกว่าใบแก่ 3 เท่า นอกจากนี้ยังมี procyanidines ซึ่งจะจับกับโปรตีนทำให้เกิดสารประกอบเชิงซ้อนที่ย่อยไม่ได้ อีกทั้งยังมีสารยับยั้งเอนไซม์ proteases และ galactomanan gum ซึ่งมีผลในการลดสมรรถภาพการผลิตของสัตว์

พิษของมิโมซีนในสัตว์กระเพาะเดี่ยวคือ ทำให้สัตว์กินอาหารลดลง โตช้า น้ำลายไหลมาก ต่อมไทรอยด์ขยายใหญ่ มีอาการทางประสาท มีปัญหาของระบบสืบพันธุ์ อีกทั้งยังเกิดอาการขนร่วง เพราะมิโมซีนไปยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ cystathionine synthetase และ cystathionase ทำให้เมทไธโอนีนเปลี่ยนเป็นซีสเตอีนไม่ได้ จึงเป็นสาเหตุทำให้ขนร่วงและขนไม่งอก

มีรายงานว่าการหมักเป็นวิธีที่สามารถลดมิโมซีนได้มากถึง 92.74% อีกทั้งยังสามารถทำได้ง่ายและทำได้ทุกฤดูกาลโดยเฉพาะฤดูฝนที่มีกระถินคุณภาพสูงในปริมาณมาก ซึ่งจะช่วยให้สามารถเก็บรักษาไว้ใช้ในฤดูกาลที่ขาดแคลนได้

ขั้นตอนการทำกระถินหมัก

1. นำใบกระถินรวมก้านที่ยังมีสีเขียวอ่อนมาสับให้ละเอียด นำกระถินที่สับละเอียด 100 กิโลกรัมไปผสมกับรำละเอียด 20 กิโลกรัม คลุกเคล้าให้เข้ากัน ถ้ารำไม่จับตัวกับใบกระถินอาจใช้น้ำพรมเล็กน้อย
2. นำไปบรรจุในถุงพลาสติกที่หุ้มด้วยกระสอบฟางอีกชั้น อัดให้แน่นและใช้เครื่องดูดฝุ่นดูดเอาอากาศออกให้หมด มัดปากถุงให้แน่น หรือนำไปบรรจุในถังพลาสติกที่มีฝาปิดแบบมีตัวล๊อก อัดให้แน่น
3. หมักทิ้งไว้ 21 วัน สามารถนำมาใช้ได้ กระถินหมักจะมีสีเขียว มีกลิ่นหอม ไม่มีรา

คุณค่าของกระถินหมัก

กระถินหมักมีวัตถุแห้งประมาณ 38.2% โปรตีน 20.26% เยื่อใย 12.10% เถ้า 10.30% พลังงานใช้ประโยชน์ได้ (ME) 2,578 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม สามารถนำไปผสมอาหารสุกรรุ่นได้ประมาณ 6% และในสุกรขุน 12% ของน้ำหนักแห้งโดยอาจใช้ในรูปของกระถินหมักสด หรือตากแห้งบดแล้วผสมในอาหารก็ได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ปอสาหมัก

ปอสาเป็นพืชที่มีมากในท้องถิ่น มีสรรพคุณทางสมุนไพรคือ ใช้ขับปัสสาวะ แก้พิษแมลงกัดต่อย และกลากเกลื้อน ผลสุก ใช้บำรุงไต แก้อ่อนเพลีย ราก ใช้แก้ไข้ แก้อาเจียน น้ำยางจากลำต้น ใช้แก้การบวมน้ำ เปลือกลำต้น ใช้ห้ามเลือด

ส่วนประกอบทางโภชนะของใบปอสา

ส่วนประกอบ	ใบปอสาสด	ใบปอสาแห้ง*	ใบปอสาหมัก
วัตถุแห้ง (%)	36.60	91.34	36.34
โปรตีน (%)	24.92	23.20	20.39
ไขมัน (%)	-	2.62	8.05
เยื่อใย (%)	-	12.75	11.67
เถ้า (%)	-	14.39	12.50
พลังงานรวม (GE) kcal/กก.วัตถุแห้ง	3,814.46	-	-
พลังงานใช้ประโยชน์ (ME) kcal/กก.วัตถุแห้ง	-	-	2,752

* แคลเซียม 2.83%, ฟอสฟอรัส 0.38%, แซนโทฟิล 488.50%

ปอสามีคุณสมบัติแตกกอได้ดีเมื่อถูกตัดและจะเจริญเติบโตเร็วในช่วงฤดูฝน การนำปอสามาหมักจะช่วยถนอมอาหารไว้ใช้ในฤดูที่ขาดแคลนได้ และยังเป็นการลดกลิ่นเหม็นเขียวลง อีกทั้งยังเพิ่มความน่ากินได้ด้วย ทำให้สุกรกินได้ดีกว่าตากแห้ง ในการหมักใช้วิธีการเช่นเดียวกับการหมักใบกระถิน สามารถใช้ผสมในอาหารสุกรรุ่นได้ถึง 6% และในสุกรขุน 12% ของวัตถุแห้ง โดยใช้ได้ทั้งในรูปปอสาหมักสด และตากแห้งบดผสมในสูตรอาหาร

การเพิ่มประสิทธิภาพข้าวโพดเลี้ยงสัตว์โดยใช้ความร้อนชื้น (นึ่ง)

ข้าวโพดเป็นธัญพืชอาหารพลังงานที่สำคัญที่สุดในวงการอาหารสัตว์ไทยมีส่วนประกอบในสภาพที่ใช้เลี้ยง (as fed basis) ดังนี้คือ มีความชื้นประมาณ 13%, โปรตีน 8%, แป้ง 62%, ไขมัน 7% (Schoeder,1997) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับปลายข้าวแล้วพบว่า มีโปรตีนสูงกว่าเล็กน้อย (8.3 vs 7.9%) แต่เนื่องจากมีเยื่อใยมากกว่า (2.5 vs 1.0%) จึงทำให้มีพลังงานใช้ประโยชน์ได้ต่ำกว่า (3,350 vs 3,420 kcal/kg) (NRC, 1998)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

การให้ความร้อนแก่วัตถุดิบอาหารสัตว์หากกระทำอย่างถูกต้องเหมาะสมทั้งอุณหภูมิ ความชื้น เวลา และชนิดของอาหาร จะมีผลในการเพิ่มการย่อยได้ของคาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมันได้ โดยความร้อนชื้นสามารถเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของอาหารสัตว์ได้ดีกว่าความร้อนแห้ง (Ponds และ Maner ,1984) ในกรณีของข้าวโพดการนึ่งจะทำให้คุณค่าทางโภชนะสูงขึ้น เพราะเมื่อเม็ดแป้งได้รับความร้อนชื้นที่อุณหภูมิ 60 – 70°ซ จะพองตัวและสุก (Greenwood, 1970) ทำให้สัตว์ย่อยได้ง่าย การให้ความร้อนร่วมกับการแปรรูปทางกายภาพ เช่น การบดละเอียด จะทำให้ polysaccharides ในผนังเซลล์สลายตัว ปลดปล่อยแป้งและโภชนะภายในเซลล์ออกมาประกอบกับเมื่อแป้งได้รับความร้อนชื้น และเกิดการพองตัวแปรสภาพเป็นแป้งเปียก (gelatinized starch) ดังได้กล่าวมาแล้ว จะช่วยเพิ่มการละลายในน้ำ ทำให้เอนไซม์ของน้ำย่อยเข้าย่อยสลายได้ดีขึ้น

ความร้อนมีผลทำให้โปรตีนสลายตัวและตกตะกอน ทำให้การละลายได้ของโปรตีนลดลงและมีอัตราการย่อยได้สูงขึ้น โปรตีนบางกลุ่มที่มีฤทธิ์ยับยั้งการใช้โภชนะในอาหาร เช่น lectins, trypsin inhibitors และ thiaminase จะถูกทำให้เสียสภาพ (denature) ทำให้โภชนะที่ถูกยับยั้งด้วยโปรตีนเหล่านี้ใช้ประโยชน์ได้สูงขึ้นเช่น การทำลาย trypsin inhibitors ทำให้กรดอะมิโนที่มีซัลเฟอร์เป็นองค์ประกอบสามารถใช้ประโยชน์ได้ดีขึ้น

ในโครงการวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาการนึ่งข้าวโพดด้วยถังเหล็กขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง 45 ซม. สูง 70 ซม. ใส่น้ำสูงประมาณ 3-4 นิ้ว รองพื้นด้วยตะแกรงสูงจากผิวน้ำประมาณ 4 นิ้ว ตรงกลางถังใส่ท่อที่ทำด้วยตาข่ายอลูมิเนียมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 นิ้วและมีความสูงต่ำกว่าปากถัง 3 นิ้ว เพื่อระบายไอน้ำ ใส่ข้าวโพดให้เต็มถัง (ประมาณ 50 กก.) ทำการนึ่งเป็นเวลา 30 นาที โดยเริ่มนับเวลาเมื่อมีไอน้ำลอยออกด้านบน พบว่าได้ข้าวโพดนึ่งที่มีคุณภาพดี เมื่อนำไปตากให้แห้งแล้วบด จะมีกลิ่นหอม มีการย่อยได้สูง สามารถนำไปผสมอาหารสุกรเล็กเพื่อทดแทนปลายข้าวในฤดูที่ขาดแคลนและมีราคาแพง ได้ถึง 100%

ถั่วเหลืองนึ่งหรือถั่วเหลืองไขมันเต็ม (steamed full fat soybean, FFSB)

เมล็ดถั่วเหลืองมีโปรตีน 38%, คาร์โบไฮเดรต 30%, น้ำมัน 18% และมีความชื้น เถ้า และเปลือกหุ้มเมล็ด (hull) รวม 14% (Hollis, 1998)

ถั่วเหลืองดิบไม่นิยมนำมาใช้เลี้ยงสัตว์เนื่องจากมีสารยับยั้งการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะ (anti-nutritional factors) อยู่หลายชนิด ที่สำคัญมี 2 ชนิด คือ protease inhibitors และสารกระตุ้นการจับตัวเป็นก้อนของเม็ดเลือดแดง (hemagglutinins หรือ lectin) โดย protease inhibitors เป็นโปรตีน globulin กลุ่มหนึ่งที่ออกฤทธิ์โดยการจับและยับยั้งการทำงานของ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

เอนไซม์ทริปซินและไคโมทริปซินที่หลั่งจากตับอ่อนทำให้โปรตีนในอาหารย่อยไม่ได้ ส่งผลให้การเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้อาหารลดลง

สารยับยั้งทั้งสองชนิดถูกทำลายได้ด้วยความร้อน ดังนั้นการให้ความร้อนที่เหมาะสมจึงมีความสำคัญในการใช้เมล็ดถั่วเหลืองเป็นอาหารสุกร เพราะการทำให้สุกไม่พอหรือสุกเกินไปจะทำให้การย่อยได้ของกรดอะมิโนลดลง

ถั่วเหลืองนึ่งมีส่วนประกอบของกรดอะมิโนเหมือนกับกากถั่วเหลืองแต่มีปริมาณน้อยกว่า เพราะมีไขมันสูง (18% เทียบกับโปรตีน 36%) และมีพลังงานใช้ประโยชน์ได้ในสุกร 3,514 kcal/kg

ในโครงการวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาการนึ่งถั่วเหลืองด้วยถังเหล็กเช่นเดียวกับการนึ่งข้าวโพด โดยใช้เวลานึ่งประมาณ 45 นาที จากนั้นนำไปตากให้แห้งแล้วบด พบว่าได้ถั่วเหลืองไขมันเต็มคุณภาพดีสามารถใช้ทดแทนกากถั่วเหลืองและปลาป่นในสูตรอาหารสุกรรุ่นและขุน (น.น ไม่เกิน 90 กก.) ได้โดยไม่มีผลแตกต่างถ้ามีการปรับสูตรอาหารให้ดีและมีการเสริมกรดอะมิโนไลซีนให้เพียงพอกับความต้องการของสุกร

ถังนึ่งข้าวโพด-ถั่วเหลือง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก 11 ตารางผนวก

ตารางภาคผนวก 1 ANOVA : ผลของระยะเวลาในการนึ่งข้าวโพดต่อการย่อยได้ของวัตถุแห้งด้วยเอนไซม์ pepsin – pancreatin

SOV	DF	SS	MS	F Value	Pr > F	C.V.(%)
Treatment	4	305.6512500	76.41281250	46.74	0.0001	1.462255
Error	15	24.52352500	1.63490167			
Total	19	330.17477500				

ตารางภาคผนวก 2 ANOVA : ผลการวิเคราะห์ ยูรีเอส ในถั่วเหลืองที่นึ่งเป็นเวลาต่างๆกัน

SOV	DF	SS	MS	F Value	Pr > F	C.V.(%)
Treatment	5	351.99692500	70.39938500	11971.96	0.0001	3.579159
Error	42	0.24697500	0.00588.36			
Total	47	352.24390000				

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวก 3 ANOVA : ผลการใช้ข้าวโพดนึ่งทดแทนปลายข้าวในสูตรอาหารสุกรเล็ก

SOV	DF	SS	MS	F Value	Pr > F	C.V.(%)
น้ำหนักเพิ่ม (กิโลกรัม / ตัว)						
Treatment	2	2.88015000	1.44007500	0.61	0.5621	8.897976
Error	9	21.08667500	2.34296389			
Total	11	23.96682500				
อัตราการเจริญเติบโต (กิโลกรัม / ตัว/ วัน)						
Treatment	2	3674.09121667	1837.04560833	0.62	0.5619	8.896036
Error	9	26883.15407500	2987.01711944			
Total	11	30557.24529167				
ปริมาณอาหารที่กิน (กิโลกรัม / ตัว)						
Treatment	2	20.96605417	10.48302708	1.17	0.3544	9.941238
Error	9	80.88241875	8.98693542			
Total	11	101.84847292				
ปริมาณอาหารที่กิน (กิโลกรัม /ตัว / วัน)						
Treatment	2	0.02670117	0.01335058	1.17	0.3544	9.932537
Error	9	0.10300575	0.01144508			
Total	11	0.12970692				
อัตราแลกน้ำหนัก						
Treatment	2	0.03761667	0.01880833	1.61	0.2529	6.165531
Error	9	0.10527500	0.01169722			
Total	11	0.14289167				
ต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักเพิ่ม (บาท / กิโลกรัม)						
Treatment	2	0.27431667	0.13715833	0.04	0.9574	11.21910
Error	9	28.20205000	3.13356111			
Total	11	28.47636667				

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวก 4 ANOVA : ผลการใช้ปอสาหมักและกระถินหมักทดแทนกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารสุกรรุ่น (33.8 – 54.7 กิโลกรัม)

SOV	DF	SS	MS	F Value	Pr > F	C.V.(%)
น้ำหนักเพิ่ม (กิโลกรัม / ตัว)						
Treatment	2	19.57041667	9.78520833	1.35	0.3080	12.88826
Error	9	65.43187500	7.27020833			
Total	11	85.00229167				
อัตราการเจริญเติบโต (กิโลกรัม / ตัว/ วัน)						
Treatment	2	0.02496227	0.01248113	1.35	0.3080	12.88826
Error	9	0.08345902	0.00927322			
Total	11	0.10842129				
ปริมาณอาหารที่กิน (กิโลกรัม / ตัว)						
Treatment	2	1.91245417	0.95622708	0.05	0.9480	8.722165
Error	9	160.12391875	17.79154653			
Total	11	162.03637292				
ปริมาณอาหารที่กิน (กิโลกรัม /ตัว / วัน)						
Treatment	2	0.00238550	0.00119275	0.05	0.9490	8.716830
Error	9	0.20401875	0.02266875			
Total	11	0.20640425				
อัตราแลกน้ำหนัก						
Treatment	2	0.20671667	0.10335833	1.50	0.2743	11.22754
Error	9	0.62077500	0.06897500			
Total	11	0.82749167				

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวก 5 ANOVA : ผลการใช้ปอสาหมักและกระถินหมักทดแทนกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารสุกรรุ่น – ขุน (33.8 – 78.6 กิโลกรัม)

SOV	DF	SS	MS	F Value	Pr > F	C.V.(%)
น้ำหนักเพิ่ม (กิโลกรัม / ตัว)						
Treatment	2	36.14541667	18.07270833	1.55	0.2632	7.457278
Error	9	104.68125000	11.63125000			
Total	11	140.82666667				
อัตราการเจริญเติบโต (กิโลกรัม / ตัว/ วัน)						
Treatment	2	0.01239440	0.00619720	1.55	0.2632	7.457146
Error	9	0.03589770	0.00398863			
Total	11	0.04829210				
ปริมาณอาหารที่กิน (กิโลกรัม / ตัว)						
Treatment	2	69.91076517	34.95538258	2.60	0.1288	3.285499
Error	9	121.19935	13.46659508			
Total	11	191.11012092				
ปริมาณอาหารที่กิน (กิโลกรัม/ตัว / วัน)						
Treatment	2	0.02409050	0.01204525	2.62	0.1271	3.279676
Error	9	0.04142050	0.00460228			
Total	11	0.06551100				
อัตราแลกน้ำหนัก						
Treatment	2	0.11780000	0.05890000	3.51	0.0749	5.285445
Error	9	0.15122500	0.01680278			
Total	11	0.26902500				
ต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักตัวเพิ่ม (บาท / กิโลกรัม)						
Treatment	2	8.62681667	4.31340833	1.69	0.2385	9.330335
Error	9	22.99515000	2.55501667			
Total	11	31.62196667				

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวก 6 ANOVA : ผลการใช้ปอสาหมักและกระถินหมักทดแทนกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารสุกรรุ่น – ขุนต่อคุณภาพซากของสุกรที่ปรับให้เป็น นน. 203 ปอนด์ (นน.ฆ่าเฉลี่ย 96.7 กิโลกรัม)

SOV	DF	SS	MS	F Value	Pr > F	C.V.(%)
			อายุปรับ			
Treatment	2	137.22695000	68.61347500	1.04	0.3913	7.423154
Error	9	591.86495000	65.76277222			
Total	11	729.09190000				
			ความหนามันสันหลังตำแหน่ง P2 (นิ้ว)			
Treatment	2	0.02581667	0.01290833	1.56	0.2620	18.91862
Error	9	0.07447500	0.00827500			
Total	11	0.10029167				
			พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน (ตารางนิ้ว)			
Treatment	2	0.00231667	0.00115833	0.22	0.8044	16.89199
Error	9	0.04675000	0.00519444			
Total	11	0.04906667				

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวก 7 ANOVA : ผลการใช้ถั่วเหลืองนึ่งทดแทนกากถั่วเหลืองและปลาป่นในสูตรอาหารสุกรรุ่น (22.5 – 55.6 กิโลกรัม)

SOV	DF	SS	MS	F Value	Pr >	C.V.(%)
น้ำหนักเพิ่ม (กิโลกรัม / ตัว)						
Treatment	2	1.33041667	0.66520833	0.06	0.9457	10.40042
Error	9	106.47187500	11.83020833			
Total	11	107.80229167				
อัตราการเจริญเติบโต (กิโลกรัม / ตัว/ วัน)						
Treatment	2	0.00055396	0.00027698	0.06	0.9457	10.40036
Error	9	0.04434428	0.00492714			
Total	11	0.04489824				
ปริมาณอาหารที่กิน (กิโลกรัม / ตัว)						
Treatment	2	13.60500000	6.80250000	0.12	0.8886	10.24457
Error	9	511.66500000	56.85166667			
Total	11	525.27000000				
ปริมาณอาหารที่กิน (กิโลกรัม /ตัว/ วัน)						
Treatment	2	0.00566117	0.00283058	0.12	0.8887	10.24130
Error	9	0.21300450	0.02366717			
Total	11	0.21866567				
อัตราแลกน้ำหนัก						
Treatment	2	0.00735000	0.00367500	0.22	0.8060	5.789428
Error	9	0.14967500	0.01663056			
Total	11	0.15702500				

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวก 8 ANOVA : ผลการใช้ถั่วเหลืองนึ่งทดแทนกากถั่วเหลืองและปลาป่นใน สูตรอาหารสุกรรุ่น – ขุน (22.5 – 76.6 กิโลกรัม)

SOV	DF	SS	MS	F Value	Pr > F	C.V.(%)
น้ำหนักเพิ่ม (กิโลกรัม / ตัว)						
Treatment	2	6.84500000	3.42250000	0.10	0.9084	11.05336
Error	9	317.23562500	35.24840278			
Total	11	324.08062500				
อัตราการเจริญเติบโต (กิโลกรัม / ตัว/ วัน)						
Treatment	2	0.00128442	0.00064221	0.10	0.9084	11.05321
Error	9	0.05952844	0.00661427			
Total	11	0.06081285				
ปริมาณอาหารที่กิน (กิโลกรัม / ตัว)						
Treatment	2	14.56291667	7.28145833	0.04	0.9573	9.57899
Error	9	1493.17875000	165.90875000			
Total	11	1507.74166667				
ปริมาณอาหารที่กิน (กิโลกรัม /ตัว / วัน)						
Treatment	2	0.00276717	0.00138358	0.04	0.9567	9.57224
Error	9	0.27977575	0.03108619			
Total	11	0.28254292				
อัตราแลกน้ำหนัก						
Treatment	2	0.03555000	0.01777500	2.04	0.1855	3.71919
Error	9	0.07827500	0.00869722			
Total	11	0.11382500				
ต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักตัวเพิ่ม (บาท / กิโลกรัม)						
Treatment	2	3.33246667	1.66623333	1.54	0.2654	5.540935
Error	9	9.72120000	1.08013333			
Total	11	13.05366667				

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวก 9 ANOVA : ผลการใช้ถั่วเหลืองนึ่งทดแทนกากถั่วเหลืองและปลาป่นใน สูตรอาหารสุกรรุ่น – ขุนต่อคุณภาพซากของสุกรที่ปรับให้เป็น นน. 203 ปอนด์ (นน.ฆ่าเฉลี่ย 96.4 กิโลกรัม)

SOV	DF	SS	MS	F Value	Pr > F	C.V.(%)
			อายุปรับ			
Treatment	2	137.22695000	68.61347500	1.04	0.3913	7.423154
Error	9	591.86495000	65.76277222			
Total	11	729.09190000				
			ความหนามันสันหลังตำแหน่ง P2 (นิ้ว)			
Treatment	2	0.02581667	0.01290833	1.56	0.2620	18.91862
Error	9	0.07447500	0.00827500			
Total	11	0.10029167				
			พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน (ตารางนิ้ว)			
Treatment	2	4.10561667	2.05280833	3.30	0.0841	9.57193
Error	9	5.59655000	0.62183889			
Total	11	9.70216667				

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved