

บทนำ

ในประเทศไทย พบว่ามีการเลี้ยงสุกรกันมาเป็นเวลานาน และพัฒนาจนเป็นอุตสาหกรรมการผลิตสุกรที่มีกิจกรรมเกี่ยวเนื่องหลายด้าน ซึ่งในการเลี้ยงสุกรมีต้นทุนที่สูงและต้องอาศัยการดูแลอย่างใกล้ชิด ต้นทุนที่สำคัญก็คือต้นทุนด้านอาหารซึ่งเป็นสิ่งที่สำคัญในการเจริญเติบโตและการดำรงชีพของสุกร โดยเฉพาะอย่างยิ่งช่วงสุกรอนุบาลซึ่งเป็นระยะที่ต้องการสารอาหารเพื่อนำไปเสริมสร้างกล้ามเนื้อความต้องการอาหารจึงมากขึ้นตามไปด้วย ในปัจจุบันได้มีการหย่านมลูกสุกรเร็ว (Segregated early weanling : SEW) โดยจะทำการหย่านมในระยะ 3 – 4 สัปดาห์ หรือ 21 – 28 วัน (ภัทรพร, 2549) ซึ่งลูกสุกรในระยะนี้จะมีระบบของการย่อยเอนไซม์มีการพัฒนาไม่เต็มที่ ทำให้เกิดปัญหาต่อการผลิต เนื่องจากลูกสุกรไม่มีความสามารถย่อยโภชนะในอาหารและนำไปใช้ได้อย่างเต็มที่ จึงทำให้ลูกสุกรอ่อนแอ ไม่แข็งแรง การเจริญเติบโตไม่ดี และมักเกิดอาการท้องเสียเสมอ เนื่องจากอาหารที่ได้รับเข้าไปย่อยได้ไม่หมด ซึ่งแหล่งโปรตีนจากพืชในอาหารลูกสุกรที่นิยมใช้เป็นหลักในสูตรอาหาร คือ กากถั่วเหลือง แต่ก็ยังพบปัญหาเกี่ยวกับการใช้กากถั่วเหลืองของสุกรอนุบาล เนื่องจากสภาพทางเดินอาหารสุกรในช่วงนี้ใช้ประโยชน์จากกากถั่วเหลืองได้ไม่เต็มที่ ประกอบกับกากถั่วเหลืองที่อาจมีความสุกไม่เพียงพอ ทำให้มีสารยับยั้งการย่อยโปรตีนและในลูกสุกรจะมีการย่อยโปรตีนจากพืชไม่ดี จึงควรมีการปรับปรุงสภาพการย่อยได้ของโปรตีนในกากถั่วเหลือง (วราพันธุ์, 2546) และเนื่องจากในพื้นที่ที่มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตสารสนเทศเพชรบุรีตั้งอยู่พบว่า มีการเพาะปลูกและมีการผลิตสับปะรดจำนวนมาก ทำให้มีเศษเหลือทิ้งจากขบวนการแปรรูป การใช้น้ำคั้นจากเศษเหลือทิ้งสับปะรดในอาหารสัตว์จึงน่าจะเป็นแนวทางการใช้ประโยชน์ได้จากทรัพยากรในท้องถิ่นให้มีคุณค่าและหมดจดมากยิ่งขึ้น

คำสำคัญ

ภาษาไทย: น้ำคั้นสับปะรด เอนไซม์โบรมิเลน กากถั่วเหลือง การละลายได้ของโปรตีน, การย่อยได้แบบปรากฏของโภชนะ ประสิทธิภาพการผลิต และสุกรอนุบาล

Keywords: Pineapple Juice, Bromelain enzyme, Soybean Meal, Protein dispersibility index, Apparent total tract digestibility, Productive Performance, and Nursery Pigs

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของน้ำคั้นจากส่วนเหลือทิ้งของสับปะรด
2. เพื่อศึกษาการใช้น้ำคั้นสับปะรดหมักกากถั่วเหลืองที่ระดับต่างๆ ต่อการละลายได้ของโปรตีน
3. เพื่อศึกษาการใช้กากถั่วเหลืองที่ผ่านการหมักด้วยน้ำคั้นสับปะรดต่อการย่อยได้ของโภชนะในอาหารสุกรอนุบาล
4. เพื่อศึกษาการใช้กากถั่วเหลืองที่ผ่านการหมักด้วยน้ำคั้นสับปะรดต่อประสิทธิภาพการผลิตของสุกรอนุบาล

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ จากการวิจัย

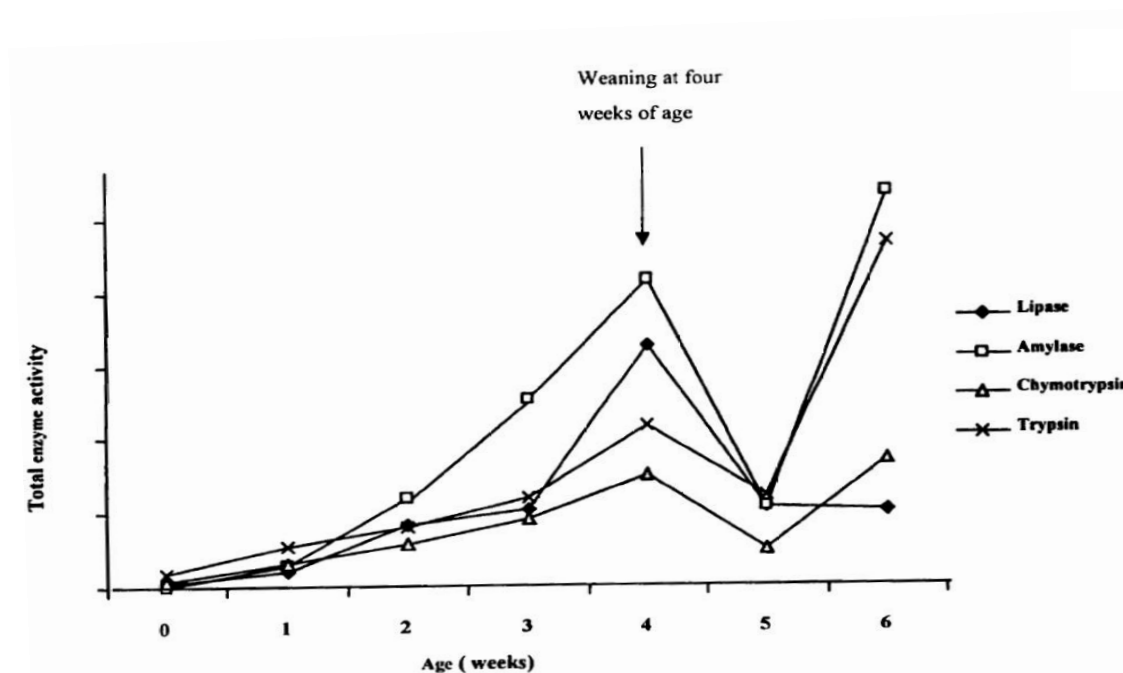
1. ทราบองค์ประกอบทางเคมีของน้ำคั้นจากส่วนเหลือทิ้งของสับประรด
2. ทราบผลการใช้ น้ำคั้นสับประรดหมักกากกล้วยเหลือทิ้งที่ระดับต่างๆ ต่อการละลายได้ของโปรตีน
3. ทราบผลการใช้กากกล้วยเหลือทิ้งที่ผ่านการหมักด้วยน้ำคั้นสับประรดต่อการย่อยได้ของโภชนะในอาหารสุกรอนุบาล
4. ทราบผลการใช้กากกล้วยเหลือทิ้งที่ผ่านการหมักด้วยน้ำคั้นสับประรดต่อประสิทธิภาพการผลิตของสุกรอนุบาล

การตรวจเอกสาร

1. การย่อยอาหารและความต้องการโภชนะของลูกสุกร

ความสามารถของการย่อยอาหารของสุกรจะแสดงได้เต็มที่เมื่อเป็นสุกรรุ่น (Starter pig) แต่ช่วงที่สุกรมีการเปลี่ยนแปลงและต้องการการปรับสภาพร่างกายมากที่สุดคือระยะสุกรอนุบาล (Nursery pig) หรือ สุกรหย่านม (Weanling pig) ซึ่งก่อนหน้านี้นี้ลูกสุกรหย่านมจากเคยได้รับนมแม่จะต้องเปลี่ยนมาได้รับอาหารแห้งเป็นประจำ โปรตีนจากพืชที่ได้รับในอาหารปกติ นั้น สุกรยังไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ไม่เต็มที่ การหย่านมสุกรจะต้องเปลี่ยนอาหารและสิ่งแวดล้อม ซึ่งทั้งหมดส่งผลเสียต่อการหลั่งเอนไซม์ในระบบย่อยอาหาร การทำงานของเอนไซม์ที่ลดลงทำให้ความสามารถในการย่อยอาหารลดลง ส่งผลให้การเจริญเติบโตลดลงและนำไปสู่การย่อยอาหารไม่ เป็นไปตามระดับที่ต้องการ เนื่องจากการดูดซึมที่ผิดปกติไป การเจริญเติบโตของลูกสุกรที่ลดลงนี้เป็นอันตรายต่อสุขภาพ จะส่งผลต่อประสิทธิภาพการผลิตตลอดชีวิต ส่วนประกอบของเยื่อใยที่ย่อยได้ยาก อาจขัดขวางการย่อยของโปรตีนและพลังงาน การย่อยที่ไม่สมบูรณ์ของสารอาหารในลำไส้เล็กอาจจะทำให้เพิ่มการหมักโดยแบคทีเรียของลำไส้ส่วนท้าย ส่งผลให้จุลินทรีย์เพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็ว (สารโซ, 2542) การเสริมเอนไซม์ลงในอาหารของสุกรหลังหย่านม จะไปเพิ่มเอนไซม์ที่ใช้ย่อยอาหารในตัวของลูกสุกรเอง ดังนั้นความสามารถในการย่อยสารอาหารจึงเพิ่มขึ้น

จากการศึกษาพบว่า ระดับของเอนไซม์ในตับอ่อนจะลดลงในช่วงที่ลูกสุกรกำลังหย่านม ระดับเอนไซม์ในตับอ่อน ได้แก่ lipase, amylase, chymotrypsin และ trypsin เพิ่มขึ้นตามอายุ อย่างไรก็ตาม การหย่านมที่อายุ 4 สัปดาห์ ระดับของเอนไซม์เหล่านี้จะลดลงอย่างกะทันหัน และจะกลับเพิ่มขึ้นอีกใน 3-4 สัปดาห์หลังจากนั้น ดังภาพที่ 1 (Yong Li, n.d. อ้างใน ภัทรพร, 2549) สุกรหย่านมต้องการโภชนะ (ตารางที่ 1) ประเภทโปรตีนในปริมาณสูง วัตถุดิบโปรตีนจากสัตว์ เช่น ปลาป่น หางนมผง เป็นต้น ซึ่งลูกสุกรสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างเต็มที่ แต่มีข้อจำกัดอยู่ที่มีราคาแพงทำให้ใช้ได้ปริมาณที่น้อย เพื่อลดต้นทุนการผลิต ด้วยเหตุนี้จึงมีการนำโปรตีนจากพืชมาทดแทน โดยพืชที่ใช้ส่วนใหญ่ ได้แก่ กากกล้วยเหลือทิ้ง ข้าวโพด ปลายข้าว เป็นต้น จากสูตรอาหารสุกรหย่านมข้างต้น ส่วนใหญ่เป็นเยื่อใยหรือกาก ซึ่งร่างกายสุกรหย่านมไม่สามารถย่อยได้ อีกทั้งหากมีระดับสูงจะทำให้การย่อยได้ของอาหารลดลง อาหารพลังงานต่ำลง อาหารมีลักษณะฟาม หรือฟูมากขึ้น ทำให้สุกรกินอาหารได้น้อยลง นอกจากนี้ พบว่าส่วนที่เป็นสารพิษหรือสารขัดขวางการใช้โภชนะ เช่น สารยับยั้งการใช้ทริปซิน (Trypsin inhibitor) ในกากกล้วยเหลือทิ้ง สารพิษอะฟลาทอกซิน ในข้าวโพด โดยสารเหล่านี้จะเป็นอันตรายต่อตัวสัตว์ หรือทำให้สัตว์มีการเจริญเติบโตลดลง ประสิทธิภาพการใช้อาหารลดลง หากสัตว์ได้รับในปริมาณมากเกินไป (สารโซ, 2542) ด้วยเหตุนี้จึงมีการนำเอนไซม์มาใช้เพื่อย่อยเยื่อใยหรือกาก เพื่อให้ประสิทธิภาพการผลิตในด้านต่าง ๆ ดีขึ้น



ภาพที่ 1 : ระดับเอนไซม์ในระบบย่อยอาหารลูกสุกร

ที่มา : Yong Li (n.d.) อ้างอิงใน ภัทรพร (2549)

ตารางที่ 1 แสดงความต้องการโภชนะของสุกรหย่านม น้ำหนัก 5-10 กิโลกรัม และ 10-20 กิโลกรัม

ความต้องการโภชนะในสูตรอาหาร	สุกรน้ำหนัก 5-10 กก.	สุกรน้ำหนัก 10-20 กก.
โปรตีน (%)	23.7	20.9
พลังงาน,ME(กิโลแคลอรี/กก.)	3,265	3,265
แคลเซียม (%)	0.80	0.70
ฟอสฟอรัสที่ใช้ได้ (%)	0.40	0.32
ฟอสฟอรัสรวม (%)	0.65	0.60
ไลซีน (%)	1.19	1.01
เมทไทโอนีน+ซิสทีน (%)	0.68	0.58

ที่มา : ดัดแปลงจาก NRC (1998)

2. กากถั่วเหลือง

กากถั่วเหลืองเป็นแหล่งโปรตีนจากพืชที่มีคุณภาพสูงที่สุดนอกจากนี้ในถั่วเหลืองยังมีสารเจนนิสทิน (genistein) ซึ่งมีคุณสมบัติคล้ายฮอร์โมนเอสโตรเจนที่สามารถกระตุ้นการเจริญเติบโตของสัตว์ได้ มีกรดอะมิโนจำเป็นหลายตัว แต่มีซิสทีนและเมทไทโอนีน ในระดับต่ำโดยเฉพาะ เมทไทโอนีนมีน้อยมากจึงถูกจัดเป็นกรดอะมิโนที่ขาดแคลนเป็นลำดับแรก เม็ดถั่วเหลืองมีโปรตีนประมาณ 38% ไขมัน 16 -21 % แต่เมื่อสกัดเอาน้ำมันออกแล้วจะมีโปรตีนเฉลี่ย 44%อาจถึง 50% ขึ้นอยู่กับวิธีสกัดน้ำมันและขนาดของเมล็ด ในทางการค้าได้แบ่งออกเป็น 2 เกรดคือกากถั่วเหลือง 44 % และ 48% กากถั่วเหลือง 44 % เป็นกากถั่วเหลืองที่มีเปลือกผสมอยู่ด้วย (ตารางที่ 2)

ส่วน กากถั่วเหลือง 48 % คือกากถั่วเหลืองที่กะเทาะเอาเปลือกออก ไม่มีส่วนของเปลือกปนมาเลย ถั่วเหลืองดิบมีสารพิษอยู่มาก มีทั้งสารที่เป็นตัวกระตุ้น และแก้แ่ง รวมทั้งสารที่ทำให้เกิด การแพ้ภูมิ (Allergenic) สาร Goitrogenic และสารต้านการจับตัวเป็นก้อน แต่ในถั่วเหลืองดิบจะมีสารยับยั้งการเติบโตของสัตว์อยู่หลายชนิด ที่สำคัญคือสารยับยั้งทริปซิน (Trypsin inhibitor) ซึ่งจะไปยังยังการทำงานของน้ำย่อยทริปซิน ทำให้ประสิทธิภาพในการย่อยโปรตีนลดลง สัตว์จึงเติบโตช้าลงและประสิทธิภาพการใช้อาหารเลวลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในลูกสัตว์หรือสัตว์ระยะเล็กซึ่งระบบการย่อยอาหารยังพัฒนาไม่เต็มที่ที่มีความไวต่อสารยับยั้งทริปซินนี้กว่าสัตว์ที่อายุมากขึ้น นอกจากนี้ในถั่วเหลืองดิบยังมีน้ำย่อย ยูรีเอส (Urease) ซึ่งจะไปขัดขวางการใช้ประโยชน์จากยูเรียในอาหารโคเนื้อ อย่างไรก็ตามขบวนการให้ความร้อนที่ทำให้ถั่วเหลืองสุกจะช่วยทำลายสารยับยั้งทริปซินและน้ำย่อยยูรีเอสได้ แต่ถั่วเหลืองที่โดนความร้อนจะมีคุณค่าของโภชนะสูงกว่าถั่วดิบ การให้ความร้อนนั้นจะต้องไม่มากเกินไป แต่หากได้ความร้อนที่สูงเกินไปจะทำให้คุณค่าของโภชนะเสียได้โดยเฉพาะการใช้ประโยชน์ได้ของไลซีนและอาร์จินีนลดลง และจะมีผลทำให้คุณภาพของโปรตีนลดลงเช่นกัน (ทีวีโอ ไฮโพรมิล, ม.ม.ป.)

ตารางที่ 2 ส่วนประกอบทางเคมีของกากถั่วเหลือง

ส่วนประกอบ (%)	กรมปศุสัตว์ ¹	ทีวีโอ ไฮโพรมิล ²
ความชื้น	10	13
โปรตีน	44	44-46
ไขมัน	1	1
เยื่อใย	7	7
เถ้า	6	6
แคลเซียม	0.25	0.25
ฟอสฟอรัสใช้ประโยชน์ได้	0.20	0.20
พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ในสุกร	*2,825	*3,284
ไลซีน	2.73	2.73
เมทไธโอนีน	0.59	0.59
เมทไธโอนีน+ซิสตีน	1.26	1.26
ทรีโตนีน	0.59	0.59
ทรีโอนีน	1.72	1.72
ไอโซลูซีน	2.17	1.72
อาร์จินีน	3.18	3.18
ลูซีน	3.39	3.39
เฟนิลอะลานีน+ไทโรซีน	3.82	3.82
ไกลซีน	1.83	1.83

หมายเหตุ * กิโลแคลอรี / กิโลกรัม

ที่มา : ¹กรมปศุสัตว์ (2549)

²ทีวีโอ ไฮโพรมิล (2549)

2.1 สารยับยั้งการใช้โภชนะในกากั่วเหลือง

ถั่วเหลืองดิบมีสารยับยั้งการใช้โภชนะอยู่หลายชนิดที่สำคัญ ๆ มี 2 ชนิดคือ สารยับยั้งเอนไซม์ย่อยโปรตีน (Protease inhibitors) ซึ่งมี Kunitz factor มีอยู่ประมาณ 1.4% ของถั่วเหลืองดิบ (ยับยั้งการทำงานของทริปซิน) และ Bowman-Birk factor ทนต่อความร้อน กรด ต่างได้ดีกว่า Kunitz factor มีอยู่ประมาณ 0.6% (ยับยั้งการทำงานของทริปซินและคัยโมทริปซิน) ซึ่งจะเป็นสารยับยั้งหลักและเป็นสารกระตุ้นการจับตัวให้เป็นก้อนของเม็ดเลือดแดง (Hemagglutinins or lectins) นอกจากนี้ยังมีสารยับยั้งที่ไม่มีความสำคัญมากในการใช้กากั่วเหลืองในทางปฏิบัติอีกหลายชนิด เช่น สารทำให้เกิดอาการแพ้ (Allergens) คอหอยพอก (Goitrins) ชัดขวางการใช้แร่ธาตุ (Phytic-mineral chelates) โอลิโกแซคคาไรด์ (Oligosaccharides) และสารที่เกิดจาก Maillard reaction เป็นต้น ซึ่งออกฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของระบบต่าง ๆ ในร่างกายดังนี้

(1) Protease inhibitors ออกฤทธิ์โดยการจับและยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ทริปซินและคัยโมทริปซิน หลังจากดื่บอ่อนทำให้ย่อยโปรตีนในอาหารไม่ได้ ซึ่งจะทำให้การเจริญเติบโตของสัตว์และประสิทธิภาพการใช้อาหารลดลง และมีเอนไซม์ที่หลั่งออกมาเพิ่มจะถูกจับโดยสารยับยั้งและถูกกำจัดออกจากร่างกาย เนื่องจากมีเอนไซม์ทริปซินและคัยโมทริปซินมีกรดอะมิโนซิสไนด์อยู่สูง จึงทำให้การสูญเสียซิสไนด์และกรดอะมิโนอื่น ๆ สูงกว่าปกติ จึงจำเป็นต้องเปลี่ยนเมทไธโอนีนให้เป็นซิสไนด์เพิ่มขึ้น จึงทำให้ขาดเมทไธโอนีนทำให้เกิดการชะงักการเจริญเติบโตอย่างรุนแรง ซึ่งแก้ไขได้โดยการเสริมเมทไธโอนีน ทรีโอนีน และเวเลินลงในอาหาร ในสูตรสารยับยั้งเอนไซม์ย่อยโปรตีนไม่มีผลในการกระตุ้นการทำงานของดื่บอ่อนหรือทำให้ดื่บอ่อนโตผิดปกติ

(2) Hemagglutinins หรือ Lectins มีอยู่ประมาณ 1-3% ของถั่วเหลือง เมื่อสัตว์กินเข้าไป Lectins จะเข้าไปเกาะกับกลัยโคโปรตีนบนผนังของเซลล์เยื่อพ่นงลำไส้ถูกทำลายดูดซึมโภชนะไม่ได้ ชัดขวางการสังเคราะห์และหลั่งเอนไซม์ เกิดการตั้งถิ่นฐานของจุลินทรีย์ที่เป็นโทษ Lectins อาจถูกดูดซึมเข้ากระแสโลหิตและทำให้เม็ดเลือดแดงเป็นก้อน แต่ในถั่วเหลืองจะมีความเป็นพิษน้อยและถูกทำลายโดยความร้อนหรือเอนไซม์เปปซินในกระเพาะได้

3. สับปะรด

3.1 ลักษณะทั่วไป

ชื่อวิทยาศาสตร์: *Ananas comosus* Merr.

สับปะรดเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวจำพวกไม้เนื้ออ่อน ที่มีอายุหลายปี สามารถทนต่อสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ได้ดี ปลูกได้ในดินแทบทุกแห่ง ในประเทศไทย มีช่อดอกที่ส่วนยอดของลำต้น ซึ่งเมื่อเจริญเป็นผลแล้วจะเจริญต่อไป โดยตาที่ลำต้น จะเติบโตเป็นต้นใหม่ได้อีก สับปะรดแบ่งออกตามลักษณะความเป็นอยู่ได้ 3 ประเภทใหญ่ ๆ คือ พวกที่มีระบบราก หายอาหารอยู่ในดิน หรือ เรียกว่าไม้ดิน พวกอาศัยอยู่ตามคาบไม้หรือลำต้นไม้ใหญ่ ได้แก่ ไม้อากาศต่าง ๆ ที่ไม่แย่งอาหารจากต้นไม้ที่มันเกาะอาศัยอยู่ พวกนี้ส่วนใหญ่จะเป็นไม้ประดับ และพวกที่เจริญเติบโตบนผาหินหรือโขดหิน ส่วนสับปะรดที่เราใช้บริโภคจัดเป็นไม้ดิน แต่ยังมีลักษณะบางประการของไม้อากาศเอาไว้ คือ สามารถเก็บน้ำไว้ตามซอกใบได้เล็กน้อย มีเซลล์พิเศษสำหรับเก็บน้ำเอาไว้ในใบ ทำให้ทนทานในช่วงแล้งได้ ความสำคัญของสับปะรดในด้านผลไม้ เป็นอุตสาหกรรมที่ทำรายได้ให้กับประเทศสูงในอันดับหนึ่ง นอกจากจะปลูกเพื่อจำหน่ายผลสดภายในประเทศแล้ว ยังสามารถนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์สับปะรดกระป๋องแบบต่างเพื่อเป็นสินค้าส่งออก ซึ่งในปัจจุบันมีการปลูกสับปะรดเพื่อการนี้มากโดยเฉพาะในเขตจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ (พิจิตร, 2545) สับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียหรือที่เรียกกันว่าสับปะรดศรีราชาเป็นพันธุ์ที่นิยมปลูกกันแพร่หลายและใช้ประโยชน์มากที่สุด เนื่องจากมี

ลักษณะประจำพันธุ์เหมาะสมที่จะใช้ในด้านอุตสาหกรรมแปรรูปได้หรือจะรับประทานผลสดได้อีกแหล่งปลูกที่สำคัญแบ่งออกเป็น 3 เขต คือ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ และเพชรบุรี มีพื้นที่ปลูกประมาณร้อยละ 57-60 ของพื้นที่ปลูกทั้งประเทศ จังหวัดชลบุรี ระยอง และลำปาง ซึ่งเขตเหล่านี้จะปลูกสับปะรดปัตตาเวียเป็นหลัก กลุ่ม Spanish ซึ่งมีรสเปรี้ยว คือพันธุ์อินทรีชิดแดงและอินทรีชิดขาวปลูกที่อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา พันธุ์อื่นๆ ใช้ประกอบอาหารและรับประทานผลสด คือ พันธุ์ภูเก็ต หรือสวี ปลูกมากที่จังหวัดชุมพร พันธุ์นางแล และพันธุ์น้ำผึ้งปลูกที่ตำบลนางแล อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย (พิพัฒน์, 2539) สับปะรดเป็นพืชที่ปลูกข้ามฤดู ตั้งแต่เริ่มปลูกจนถึงระยะบังคับให้ออกดอกนาน 8-12 เดือน หลังจากนั้นจะเก็บเกี่ยวได้รวมอายุประมาณ 12-14 เดือน (เกลียวพันธุ์และคณะ, 2539) โดยศูนย์สารสนเทศการเกษตร (2545) รายงานว่า พื้นที่ปลูกสับปะรด 552,456 ไร่ ให้ผลผลิตสับปะรดประมาณ 3,582 กิโลกรัม / ไร่ โรงงานสับปะรดตั้งขึ้นครั้งแรกที่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ซึ่งทำให้เกษตรกรโดยรอบขยายพื้นที่ปลูกสับปะรดมาโดยตลอด ทำให้ประเทศไทยได้ขึ้นชื่อว่าเป็นผู้ผลิตและส่งออกสับปะรดกระป๋องในรูปผลิตภัณฑ์มากเป็นอันดับต้นๆ ของโลก ผลิตภัณฑ์หลักที่ไทยส่งออก ได้แก่ สับปะรดกระป๋อง น้ำสับปะรด สับปะรดแช่แข็ง สับปะรดแห้ง และเงาะสอดไส้สับปะรด

3.2 ปริมาณผลพลอยได้และเศษเหลือ

จากการศึกษาของสมบัติและคณะ (2539) รายงานว่า สับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียมีส่วนของผลสับปะรดคิดเป็น 37.35 เปอร์เซ็นต์ ส่วนใบ 38.78 เปอร์เซ็นต์ ส่วนจุก 7.77 เปอร์เซ็นต์ ส่วนต้น ก้านผลและหน่อ เท่ากับ 12.86, 3.08 และ 0.18 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มาลี และคณะ (2521) รายงานว่า ผลสับปะรดเมื่อเข้าโรงงานจะทำการปอกจุกและก้านออกคิดเป็นน้ำหนัก 30 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักทั้งผล สับปะรดหนึ่งผลหนักประมาณ 1,754.4 กรัม / ผล เมื่อแปรรูปเข้าโรงงานจะมีเศษเหลือจากการทำสับปะรดกระป๋อง 1,228.1 กรัม/ผล ในพื้นที่ 1 ไร่ จะได้เปลือกสับปะรดเฉลี่ย 2,700.55 กิโลกรัม หรือคิดเป็นปริมาณเปลือกทั้งประเทศประมาณ 2.8 ล้านตัน ส่วนของใบสับปะรดประมาณ 4.0 ล้านตันและจุกประมาณ 0.370 ล้านตัน ซึ่งเศษเหลือเหล่านี้จะออกมาทุกปีช่วงเดือนเมษายน ถึง มิถุนายน และ พฤศจิกายน ถึง มีนาคม

3.3 ส่วนประกอบทางเคมีและคุณค่าทางอาหาร

เศษเหลือของสับปะรดโรงงานจะมีองค์ประกอบทางเคมีแตกต่างกันออกไป โดยทั่วไปจะเป็นส่วนของเปลือกสับปะรด โดยทั่วไปเปลือกสับปะรดสดจะมีน้ำค่อนข้างสูง มีวัตถุแห้งประมาณ 10-12 เปอร์เซ็นต์ปริมาณกรดในสับปะรดซึ่งกรดส่วนใหญ่ที่พบ คือ กรดซิตริก (Perez et al., 1973) โดยสับปะรดจะมีการสะสมกรดเมื่อสับปะรดมีอายุมากขึ้น โดยสับปะรดที่มีอายุ 30 วันหลังจากออกดอกจะมีปริมาณกรด 0.1 % แต่เมื่อสับปะรดมีอายุมากขึ้นปริมาณกรดจะเพิ่มขึ้นจนเมื่อสับปะรดมีการสุกเต็มที่แล้วจะมีปริมาณกรดสูงถึง 0.75 % ส่วนค่า pH พบว่าสับปะรดจะมีค่า pH ลดลงเมื่ออายุของสับปะรดเพิ่มขึ้น โดยพบว่าค่า pH จะเท่ากับ 4.6 เมื่อสับปะรดมีอายุที่ 30 วันหลังจากออกดอก และมีค่า pH เท่ากับ 3.6 เมื่อสับปะรดมีการสุกเต็มที่ประมาณ 160 วันหลังจากออกดอก (Chadha et al. 1972) มีเยื่อโภชนะ (TDN) 65 – 74 เปอร์เซ็นต์ มีโปรตีน แร่ธาตุ วิตามินต่างๆ ต่ำ (Muller, 1975) ปริมาณน้ำตาลที่พบส่วนใหญ่เป็นพวกซูโครส ประมาณ 70 เปอร์เซ็นต์ กลูโคส 20 เปอร์เซ็นต์ และฟรุคโตส 10 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณน้ำตาลจะมีปริมาณสูงขึ้นเมื่อสับปะรดมีการสุกเต็มที่

4. เอนไซม์โบรมิเลน

เอนไซม์โบรมิเลนเป็นเอนไซม์ที่เร่งปฏิกิริยาการย่อยโมเลกุลของสารประกอบโปรตีน (Proteolytic enzyme) จัดอยู่ในกลุ่มซัลไฮดริล โปรตีเอส เช่นเดียวกับ ปาเปน ฟิซิน และจาก *Streptococcus protease* เป็นเอนไซม์ที่อยู่ภายในเซลล์ (สุปราณี, 2543) สามารถเร่งปฏิกิริยาการย่อยโปรตีน เปปไทด์ เอมีด และเอสเตอร์ของ กรดอะมิโนและเปปไทด์ เช่น Benzoyl-L-arginine ethyl ester (ณัฐวุฒิ, 2007) โดยโบรมิเลนมีชื่อเรียกทั่วไปว่า โบรมิเลน หรือ Stem bromelain และมีชื่อที่สมบูรณ์ว่า Ananas comosus var cayenne stem bromelain (E.C.3.4.4.24) ดังที่กล่าวไว้ตอนต้นว่าเอนไซม์นี้สามารถย่อยโปรตีนได้เช่นเดียวกับปาเปนจากยางมะละกอ และฟิรินจากมะเดื่อ แต่แตกต่างกันเฉพาะที่จะเข้าย่อย โบรมิเลนจะเข้าย่อยพันธะที่เชื่อมระหว่าง Arg-Ala และ Ala-Glu ของ Glucagon แต่ไม่ย่อยพันธะเชื่อมระหว่าง Arg-Arg และ Lys-Tyr เป็นเอนไซม์ที่เข้าย่อยเคซีนและเฮโมโกลบินได้ง่าย

เอนไซม์โบรมิเลนพบได้ในพืชพวกสับปะรด ปริมาณเอนไซม์โบรมิเลนในผลสับปะรด จะมีปริมาณที่แตกต่างกันตามอายุของผลสับปะรด ซึ่งในสับปะรดที่สุกจะมีการทำงานของเอนไซม์เพียงครั้งหนึ่งของสับปะรดที่ยังไม่สุก และจะกระจายอยู่ในส่วนต่าง ๆ ของผล ซึ่งในแต่ละส่วนจะมีปริมาณของเอนไซม์ที่แตกต่างกัน โดยพบว่า ปริมาณของเอนไซม์โบรมิเลนมีอยู่มากที่สุดของเนื้อ เปลือก แกน และจุกตามลำดับ (Iara et al., 2014) และพบว่าสับปะรดที่ยังไม่สุกเต็มที่จะมีปริมาณของเอนไซม์สูงกว่าสับปะรดที่สุกเต็มที่แล้ว ซึ่ง Lodh et al., (1972) รายงานว่าสับปะรดจะมีปริมาณของเอนไซม์โบรมิเลนสูงในช่วง 30 วันหลังจากออกดอกซึ่งยังเป็นสับปะรดที่ยังอ่อนอยู่ และเมื่อสับปะรดมีการโตเต็มที่ปริมาณเอนไซม์จะลดลงและจะลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อสับปะรดมีอายุ 150 วันหลังออกดอก นอกจากอายุของผลสับปะรดที่มีผลต่อปริมาณของเอนไซม์แล้ว ยังพบว่าพันธุ์มีส่วนต่อปริมาณของเอนไซม์ เอนไซม์โบรมิเลนจะมีปฏิกิริยาสูงในสับปะรดผลดิบ

ดังนั้น เอนไซม์โบรมิเลนเป็นเอนไซม์ที่อยู่ในกลุ่ม Proteolysis สามารถย่อยโครงสร้างของโปรตีนให้แตกย่อยลงได้ ในส่วนของระบบเอนไซม์ในทางเดินอาหารสุกรอนุบาลที่ยังมีการย่อยโปรตีนได้ไม่เต็มที่ (ภาพที่ 1) เพื่อช่วยให้สุกรอนุบาลมีการย่อยอาหารที่ดีขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งที่ต้องใช้วัตถุดิบจากพืชในสูตรอาหาร เช่น กากถั่วเหลืองนั้น ถ้ามีการช่วยให้เกิดการย่อยโปรตีนในกากถั่วเหลืองให้ดีขึ้นก่อนที่สุกรอนุบาลจะมีการย่อยโปรตีนต่อในร่างกาย น่าจะช่วยให้ประสิทธิภาพการย่อยได้และประสิทธิภาพการผลิตของสุกรในวัยนี้ดีขึ้นด้วย

วิธีดำเนินการทดลอง

แบ่งการทดลองออกเป็น 3 การทดลอง

การทดลองที่ 1 การวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีของน้ำคั้นจากส่วนเหลือทิ้งของสับปะรด (เปลือกสับปะรด) และการนำน้ำคั้นสับปะรดหมักร่วมกับกากถั่วเหลืองเพื่อศึกษาโปรตีนที่ละลายได้

1.1 การวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีของน้ำคั้นจากส่วนเหลือทิ้งของสับปะรด

จากการติดต่อขอขึ้นส่วนจากการแปรรูปของโรงงานผลิตสับปะรดกระป๋อง พบว่า ส่วนของเปลือกสับปะรดยังไม่ได้ถูกนำไปใช้ในอุตสาหกรรมอาหารมนุษย์ ดังนั้น จึงเลือกใช้เปลือกสับปะรดในการทดลองครั้งนี้

1. อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ

1.1 การวิเคราะห์โปรตีนในกากถั่วเหลืองที่ผ่านการหมักน้ำคั้นสับปะรด

1. Kjeldahl flask ขนาด 800 ml
2. เครื่องสำหรับการย่อย
3. เครื่องสำหรับการกลั่น
4. Erlenmeyer flask ขนาด 250 ml
5. Pipette ขนาด 25 ml
6. Burette
7. สารเร่งปฏิกิริยา
8. Screened methyl red indicator
9. 4% Boric acid
10. 35% Sodium hydroxide
11. ลูกแก้ว (glass bead)

1.2 การวิเคราะห์โปรตีนในน้ำคั้นสับปะรด (Lowry's Methods)

1. เครื่อง spectrophotometer
2. เครื่องปั่น
3. เครื่อง centrifuge
4. หลอด centrifuge
5. Water Bath
6. Complex Reagent ในอัตราส่วน 100 : 1 : 1 ตามลำดับ
 - 2% (w/v) Na_2CO_3
 - 1% (w/v) $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$
 - 2% Sodium Potassium Tritate
7. 2N NaOH
8. 1N Folin Reagent
9. Standard Protein conc. (BSA)

1.3 การวิเคราะห์ Enzyme Activity ในน้ำคั้นสับปะรด (CDU/ml)

1. หลอดทดลอง
2. pipette ขนาด 1, 5, 10, 25 ml
3. Rack ใส่หลอดทดลอง
4. Water Bath
5. EDTA
6. Cysteine
7. Casein
8. Standard Tyrosine

1.4 การวิเคราะห์ปริมาณกรดซิตริก

1. Burette
2. Erlenmeyer flask ขนาด 250 ml
3. NaOH
4. น้ำคั้นสับปะรด
5. Indicator
 - Bromthymol blue
 - Methyl red

1.5 การวิเคราะห์ความหวานในน้ำคั้นสับปะรด (% Brix)

1. Hand Refractometer

1.6 การวัด pH ในน้ำคั้นสับปะรด

1. pH meter

2. การวางแผนการทดลอง

2.1 แผนการทดลอง

ใช้แผนการทดลองแบบ 5x4 Factorial in CRD

โดย ปัจจัย A : a_1, a_2, a_3, a_4, a_5 คืออัตราส่วนของกากแก้วเหลือง ต่อ น้ำคั้นสับปะรด คือ อัตราส่วน 1:1, 1:2, 1:3, 1:4 และ 1:5 ตามลำดับ

ปัจจัย B : b_1, b_2, b_3, b_4 คือ ระยะเวลาที่ใช้ในการหมักที่แตกต่างกัน คือ 60, 90, 120 และ 150 นาที ตามลำดับ

ซึ่งมีแบบพหุทางคณิตศาสตร์ (Statistical model) ดังนี้

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + AB_{jk} + \varepsilon_{ijk}$$

$$i = 1, 2, \dots, a$$

$$j = 1, 2, \dots, b$$

$$k = 1, 2, \dots, r$$

Y_{ijk} = ค่าสังเกตของหน่วยทดลองที่ k ที่ได้รับพรีทรีเมนต์คอมบินเนชันของระดับที่ i ของปัจจัย A และระดับที่ j

μ = ค่าเฉลี่ยรวม

A_i = อิทธิพลของปัจจัย A

B_j = อิทธิพลของปัจจัย B

AB_{ij} = อิทธิพลร่วม AB

ε_{ijk} = ความคาดเคลื่อนของการทดลอง

3.วิธีการดำเนินการทดลอง

วิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีของน้ำคั้นสับปะรดได้แก่ pH ปริมาณกรดซิตริก ค่าความหวาน (% Brix) ปริมาณโปรตีนในน้ำคั้นสับปะรด โดยวิธี Lowry's Methods และศึกษาการใช้กากแก้วเหลืองหมักน้ำคั้นสับปะรด ตามอัตราส่วนการหมักของกากแก้วเหลืองและน้ำคั้นสับปะรด 5 ระดับและระยะเวลา 4 ระดับ โดยวางแผนการทดลอง 5×4 Factorial in CRD ซึ่งมีการเก็บข้อมูลค่าโปรตีนที่ละลายได้ (Protein dispersibility index, PDI)

มีการทำ Control ควบคู่กันโดยใช้น้ำกลั่นหมักร่วมกับกากแก้วเหลือง จากนั้นนำน้ำจากกากแก้วเหลือง มาทำการวิเคราะห์ปริมาณของโปรตีนที่ละลายได้และนำมาคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์โปรตีนที่ถูกย่อยโดยเอนไซม์โบรมิเลนจากน้ำสับปะรด และนำค่าโปรตีนที่ละลายได้หลังจากที่ถูกย่อยโดยเอนไซม์โบรมิเลนจากน้ำคั้นสับปะรดถูกหักลบด้วยค่าโปรตีนที่ละลายได้ของกลุ่ม Control ที่ทำควบคู่กันและคำนวณค่าโปรตีนที่ละลายได้ของกลุ่มการทดลองที่ 1 ได้ดังนี้ (ดังแสดงในตารางที่ 3)

4. การเก็บข้อมูล

- วิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมี
- หาค่าเปอร์เซ็นต์โปรตีนที่ละลายได้ (Protein dispersibility index, PDI) เพื่อคัดเลือกตัวอย่างที่เหมาะสมไปใช้ในการทดลองที่ 2 ต่อไป

$$PDI (\%) = \frac{\{ (A-B) \times 0.014 \times 0.1 \times 100 \}}{\{ \text{ปริมาตรตัวอย่าง (ml)} \}} \times 6.25$$

A = ปริมาตรของสารละลาย 0.1 N. H_2SO_4 ที่ใช้ไตเตรทตัวอย่าง

B = ปริมาตรของสารละลาย 0.1 N. H_2SO_4 ที่ใช้ไตเตรท Blank

ที่มา : AACC (1980)

ตารางที่ 3 แสดงอัตราส่วนของกากถั่วเหลือง : น้ำคั้นสับปะรดที่ระยะเวลาในการหมักต่างๆ กัน

ตัวอย่างที่	ระยะเวลาการหมัก (นาท)	อัตราส่วนกากถั่วเหลือง : น้ำคั้นสับปะรด
1	60	1 : 1
2	90	1: 1
3	120	1 : 1
4	150	1: 1
5	60	1: 2
6	90	1: 2
7	120	1: 2
8	150	1: 2
9	60	1: 3
10	90	1: 3
11	120	1: 3
12	150	1: 3
13	60	1:4
14	90	1:4
15	120	1:4
16	150	1:4
17	60	1:5
18	90	1:5
19	120	1:5
20	150	1:5

5. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำค่าเฉลี่ย PDI มาวิเคราะห์หาความแปรปรวน (analysis of variance: ANOVA) ตามแผนการทดลอง 5x4 Factorial in CRD และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SAS (SAS, 1988)

6. สถานที่ทำการวิจัย

ห้องปฏิบัติการทางโภชนาศาสตร์ คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตสารสนเทศเพชรบุรี

ฟาร์มคณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตสารสนเทศเพชรบุรี

การทดลองที่ 2 การใช้กากถั่วเหลืองที่ผ่านการหมักน้ำคั้นสับปะรดในอาหารสุรอนูบาลต่อประสิทธิภาพการย่อยได้ของโภชนะ

1. อุปกรณ์

1.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1.1.1 กรงสัตว์ทดลอง

กรงการย่อยได้ที่มีอุปกรณ์ให้น้ำ และอาหาร จำนวน 12 กรง

1.1.2 สัตว์ทดลอง

ใช้ลูกสุกรลูกผสมสาร์จไวท์ X แลนด์เรซ X ดุรีค (LRD) เพศผู้ตอนหย่านมมีอายุที่ 6 สัปดาห์ น้ำหนักประมาณ 12 กิโลกรัม จำนวน 12 ตัวแบ่งเป็น 4 กลุ่มการทดลอง กลุ่มละ 3 ซ้ำ ซ้ำละ 1 ตัว

1.1.3 อุปกรณ์และสารเคมีสำหรับการวิเคราะห์ Proximate

1.1.4 อาหารทดลอง

มีการนำผลจากการหมักกากถั่วเหลืองที่ให้ค่า PDI ที่เหมาะสมจากการทดลองที่ 1 (มีค่า PDI สูง และสามารถผลิตเป็นกากถั่วเหลืองอบได้สะดวก) มาใช้ผลิตกากถั่วเหลืองเพื่อเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์โดยมีการคำนวณสูตรอาหารที่ใช้เลี้ยงสัตว์ทดลองให้มีคุณค่าทางโภชนาการตามความต้องการของสุกร (NRC, 1998) โดยส่วนประกอบอาหารของลูกสุกรและองค์ประกอบโดยวิธีการคำนวณดังแสดงในตารางที่ 4

สูตรอาหารทั้ง 4 สูตรมีดังนี้

1. สูตร positive control (PC) คืออาหารที่มีระดับโภชนาการครบตามความต้องการของสุกรและใช้กากถั่วเหลืองหมัก 0% ในสูตรอาหาร
2. สูตร Negative control (NC) คืออาหารที่มีการลดระดับโปรตีนลงและใช้กากถั่วเหลืองหมัก 0% ในสูตรอาหาร
3. สูตร Negative control 25% (NC-25) คืออาหารที่มีการลดระดับโปรตีนลงและใช้กากถั่วเหลืองหมักแทนกากถั่วเหลืองปกติ 25% ในสูตรอาหาร
4. สูตร Negative control 50% (NC-50) คืออาหารที่มีการลดระดับโปรตีนลงและใช้กากถั่วเหลืองหมักแทนกากถั่วเหลืองปกติ 50% ในสูตรอาหาร

2. แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) ซึ่งมีแบบแผนทางคณิตศาสตร์ (Statistical model) ดังนี้

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

$i = 1, 2, 3, \dots, t$ เมื่อ t แทนจำนวนสิ่งทดลอง

$j = 1, 2, 3, \dots, r$ เมื่อ r แทนจำนวนซ้ำ

เมื่อ Y_{ij} เป็นค่าสังเกตจากการหน่วยทดลองที่ j ซึ่งได้รับสิ่งทดลองที่ i

μ ค่าเฉลี่ยรวม

τ_i อิทธิพลของสิ่งทดลอง

ε_{ij} เป็นค่าความคลาดเคลื่อนของการทดลองของหน่วยทดลองที่ j ซึ่งได้รับสิ่งทดลองที่ i

ตารางที่ 4 แสดงส่วนประกอบของอาหารทดลอง

ชนิดอาหาร (กิโลกรัม)	PC	NC	NC- 25	NC- 50
กากถั่วเหลือง	27.9	21.8	16.3	10.9
กากถั่วเหลือง-หมัก	0.0	0.0	5.4	10.9
นมผง	10.0	10.0	10.0	10.0
ปลาป่น	3.5	3.5	3.5	3.5
เมทไธโอนีน	0.01	0.02	0.02	0.02
ไลซีน	0.00	0.15	0.15	0.15
ทรีโอนีน	0.01	0.08	0.08	0.08
DCP21%	1.2	1.4	1.4	1.4
หินฟู่	0.6	0.6	0.6	0.6
ปลายข้าว	52.5	59.0	59.0	59.0
น้ำตาลเด็กโตรส	2.0	2.0	2.0	2.0
ไขมันผง	1.8	1.1	1.1	1.1
พรีมิกซ์*	0.4	0.4	0.4	0.4
เกลือ	0.2	0.2	0.2	0.2
รวม	100	100	100	100
ราคา, บาท/กก.	17.19	16.69	17.00	17.30
ส่วนประกอบทางโภชนาการจากการคำนวณ				
โปรตีน, %	22.09	20.14	20.11	20.15
เยื่อใย, %	2.51	2.15	2.14	2.51
พลังงานรวม (Kcal/kg)	2954.77	2970.99	3127.16	3032.59
เถ้า %	21.52	21.31	21.39	22.57
แคลเซียม, %	1.001	1.03	0.91	0.98
ฟอสฟอรัสรวม, %	0.56	0.59	0.56	0.56
Lysine, %	1.47	1.44	1.56	1.51
Methionine, %	0.52	0.57	0.50	0.50

*Premix: Vitamix ST® consist of vitamin A 2 MIU; D3 0.4 MIU; E 4,000 IU;K3 0.30 g; B1 0.20 g; B2 1.00 g; B6 0.40 g;B12 0.004 g; Pantothenic acid 1.80 g; Nicotinic acid 3.0 g; Biotin 0.02 g; Copper 30 g; Manganese 10 g;Zinc 20 g; Iron 30 g; Iodine 0.1 g; Cobalt 0.04 g; Selenium 0.06 g; Flavour 0.5 g; Feed preservative 0.15 g and carrier added to 1.00 kg premix

หมายเหตุ : เป็นราคาวัตถุดิบอาหารสัตว์ เดือนสิงหาคม 2552

3. วิธีดำเนินการทดลอง

ดำเนินการทดลองเป็นเวลา 10 วัน โดยแบ่งออกเป็น ช่วงปรับสัตว์ 5 วัน ให้อาหาร 5% ของน้ำหนักตัว และอีก 5 วันเก็บข้อมูลโดยให้อาหารลูกสุกรแบบจำกัดหรือประมาณ 4% ของน้ำหนัก แบ่งการให้อาหารลูกสุกรเป็น

วันละ 2 ครั้ง เพื่อกระตุ้นการกินอาหารของลูกสุกร ในช่วงเวลา 07.00 น. และ 16.00 น. ลูกสุกรได้รับน้ำสะอาดกินตลอดเวลา

4. การเก็บตัวอย่างและข้อมูล

4.1 เก็บตัวอย่างอาหารทดลองทุกสูตรๆ ละประมาณ 500 กรัม แล้วนำมาอบความร้อนที่อุณหภูมิ 60 C จากนั้นบดละเอียดเพื่อเก็บไว้ใช้วิเคราะห์ทางเคมีต่อไป (AOAC, 1990)

4.2 ทำการบันทึกปริมาณอาหารที่สุกรกินได้ในแต่ละวัน

4.3 ทำการเก็บบันทึกปริมาณมูลทั้งหมดที่ขับออกมา (ตรึงไนโตรเจนโดยใช้ 10% กรดซัลฟิวริก ปริมาณ 5 มิลลิตรในมูล) ซึ่งมูลทั้งหมดแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ 10% ของน้ำหนักมูลทั้งหมดนำไปวิเคราะห์หาความชื้นอบความร้อนที่อุณหภูมิ 100°C ทุกวัน และปริมาณ 50% ของน้ำหนักมูลทั้งหมดนำไปอบความร้อนที่อุณหภูมิ 60 C จนแห้งแล้วปั่นให้ละเอียดเพื่อเก็บไปวิเคราะห์หาปริมาณการย่อยของโภชนะต่างๆ ต่อไป

$$\text{ประสิทธิภาพการย่อยได้ (\%)} = \frac{(\text{ปริมาณโภชนะที่กิน} - \text{ปริมาณโภชนะในมูล}) \times 100}{(\text{ปริมาณโภชนะที่กิน})}$$

5. วิเคราะห์ทางเคมี

วิเคราะห์ทางเคมี คือการวิเคราะห์โดยประมาณ (Proximate analysis) ตาม AOAC (1990) และค่าทางเคมีอื่นๆ ในอาหารและมูลสุกรที่ได้จากการเก็บ ได้แก่ การวิเคราะห์หาสิ่งแห้ง, เถ้า, โปรตีนรวม, เยื่อใยรวม, ไขมัน, แคลเซียม และ ฟอสฟอรัส

6. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลทั้งหมดมาวิเคราะห์ความแปรปรวน Analysis of variance (ANOVA) ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดย DMRT โดยใช้โปรแกรม SAS Version 6.12 (SAS, 1989)

7. สถานที่ทำการวิจัย ทดลอง หรือเก็บข้อมูล

ห้องปฏิบัติการทางโภชนาศาสตร์ คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตรในการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีต่างๆ

ฟาร์มคณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตสารสนเทศเพชรบุรี สำหรับการเลี้ยงสัตว์และเก็บตัวอย่างอาหารและมูลสุกร

การทดลองที่ 3 การใช้กากถั่วเหลืองหมักน้ำคั้นสับประต้อประสิทธิภาพการผลิตของสุกรอนุบาล

1. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1.1 สัตว์ทดลอง ใช้ลูกสุกรลูกผสมลาต์ไวท์ X แลนด์เรซ X ดุริอค (LRD) เพศผู้ตอนและเพศเมียหย่านม น้ำหนักตัว 7.40 – 8.06 กิโลกรัม จำนวน 72 ตัว แบ่งเป็นเพศผู้ 36 ตัว และเพศเมีย 36 ตัว โดยมีการให้อาหารและน้ำตลอดเวลา

1.2 อาหารทดลองมีการนำผลจากการหมักกากถั่วเหลืองที่ให้ผล PDI ที่เหมาะสมจากการทดลองที่ 1 มาใช้ผลิตกากถั่วเหลืองเพื่อเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์โดยมีการคำนวณสูตรอาหารที่ใช้เลี้ยงสัตว์ทดลองให้มีคุณค่าทางโภชนาการตามความต้องการของสุกร (NRC, 1998) โดยส่วนประกอบอาหารของลูกสุกรและองค์ประกอบทางโภชนาการโดยวิธีการคำนวณ (สูตรอาหารทดลองเดียวกับการทดลองที่ 2) ของสูตรอาหารทั้ง 4 สูตรมีดังนี้

1. สูตร positive control (PC) คืออาหารที่มีระดับโภชนาการตามความต้องการของสุกรและใช้กากถั่วเหลืองหมัก 0% ในสูตรอาหาร
2. สูตร Negative control (NC) คืออาหารที่มีการลดระดับโปรตีนลงและใช้กากถั่วเหลืองหมัก 0% ในสูตรอาหาร
3. สูตร Negative control 25% (NC-25) คืออาหารที่มีการลดระดับโปรตีนลงและใช้กากถั่วเหลืองหมักแทนกากถั่วเหลืองปกติ 25% ในสูตรอาหาร
4. สูตร Negative control 50% (NC-50) คืออาหารที่มีการลดระดับโปรตีนลงและใช้กากถั่วเหลืองหมักแทนกากถั่วเหลืองปกติ 50% ในสูตรอาหาร

2.แผนการทดลอง

ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design : RCBD) ซึ่งมีแบบหันทนทางคณิตศาสตร์ (Statistical model) ดังนี้

$$Y_{ij} = \mu + T_i + R_j + E_{ij}, i = 1, 2, \dots, r, j = 1, 2, \dots, t$$

โดย

Y_{ij} = ค่าสังเกตจากสิ่งทดลอง

μ = ค่าเฉลี่ยทั้งหมดในการทดลอง

T_i = อิทธิพลของสิ่งทดลองที่ i

R_j = อิทธิพลของบล็อกหรือซ้ำที่ j

E_{ij} = ความคลาดเคลื่อนสุ่ม

3. วิธีดำเนินการทดลอง

จัดแยกสุกรเพศผู้และเมียออกจากกัน ชั่งน้ำหนักเพื่อหาค่าเฉลี่ย จากนั้นจัดให้สุกรที่มีน้ำหนักใกล้เคียงกันเพศเดียวกัน อยู่ด้วยกันใน 1 คอก โดยคอกมีขนาด 1.5x1.5 m จัดการให้อาหารและน้ำแบบเต็มที่ ดำเนินการทดลองเป็นเวลา 28 วัน

4. การเก็บผล

เก็บข้อมูลน้ำหนักตัวและอาหารที่กินทุกสัปดาห์ นำไปวิเคราะห์หาประสิทธิภาพการเจริญเติบโต โดยวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น (Body weight gain: BWG)

$$BWG = \text{น้ำหนักสุดท้าย} - \text{น้ำหนักเริ่มต้น (กก.)}$$

2. ปริมาณอาหารที่สัตว์กินได้ (Feed Intake; FI) การเก็บข้อมูลชั่งน้ำหนักอาหารทุกสัปดาห์เพื่อหาปริมาณอาหารที่กินได้ ดังสูตร

$$FI = \text{ปริมาณอาหารที่กินในช่วงการทดลอง} - \text{ปริมาณอาหารที่เหลือ (กก.)}$$

3. ปริมาณอาหารที่สัตว์กินได้ต่อวัน (Average Daily Feed Intake; ADFI)

$$ADFI = \frac{\text{น้ำหนักอาหารที่กินตลอดการทดลอง (กก.)}}{\text{จำนวนวันที่ทดลอง (วัน)}}$$

4. ปริมาณโปรตีนที่กินได้

$$\text{โปรตีนที่กิน} = \text{ปริมาณอาหารที่กินได้} \times \% \text{โปรตีน (กก.)}$$

5. อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (Average Daily Gain; ADG) โดยชั่งน้ำหนักสุกรเมื่อเริ่มต้นเลี้ยง และ น้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดลอง แล้วนำมาคำนวณหาอัตราการเจริญเติบโต ดังสูตร

$$ADG = \frac{\text{น้ำหนักสุดท้าย} - \text{น้ำหนักเมื่อเริ่มต้นเลี้ยง}}{\text{จำนวนวันที่ทำการทดลอง}} \quad (\text{กก./ตัว/วัน})$$

6. ประสิทธิภาพการใช้อาหาร (Feed Conversion Ratio, FCR)

$$FCR = \frac{\text{น้ำหนักอาหารที่สัตว์กินตลอดการทดลอง (กก.)}}{\text{น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นตลอดการทดลอง (กก.)}}$$

7. ประสิทธิภาพการเพิ่มน้ำหนักตัว (Gain:feed) การเก็บข้อมูลเพื่อหาน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นต่อการกินอาหาร 1 กิโลกรัม ดังสูตร

$$\text{Gain:feed} = \frac{\text{น้ำหนักตัวที่เพิ่มตลอดการทดลอง (กก.)}}{\text{น้ำหนักอาหารที่กินตลอดการทดลอง (กก.)}}$$

8. ผลของต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว (Feed Cost per Gain ; FCG) การเก็บข้อมูลเพื่อหา ราคาอาหารต่อน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น ดังสูตร

$$FCG = \text{ประสิทธิภาพการใช้อาหาร} \times \text{ราคาอาหารต่อ 1 กิโลกรัม (บาท/กก.)}$$

9. ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน (Protein efficiency ratio:PER)

$$PER = \frac{\text{น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (กก.)}}{\text{ปริมาณโปรตีนที่กิน (กก.)}}$$

5.การวิเคราะห์ทางสถิติ

โดยนำข้อมูลของน้ำหนักตัวสุกรที่ชั่งได้ในแต่ละสัปดาห์ และปริมาณอาหารที่กินในแต่ละสัปดาห์มาทำการวิเคราะห์หาค่าน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น, อัตราการเจริญเติบโต,ปริมาณอาหารที่กินได้, ปริมาณการกินได้ต่อวัน, ปริมาณโปรตีนที่กินได้, ประสิทธิภาพการใช้อาหาร, ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน, ประสิทธิภาพการเพิ่มน้ำหนักตัว และต้นทุนค่าอาหารที่ใช้ในแต่ละกลุ่มการทดลองมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ตามแผนการทดลองแบบ สุ่มสมบูรณ์ในบล็อก (RCBD) ชนิดที่มีซ้ำในบล็อก (sub-sampling) เปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) DMRT และใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SAS (SAS, 1988) ช่วยในการวิเคราะห์ทางสถิติ

6. สถานที่ดำเนินการทดลอง

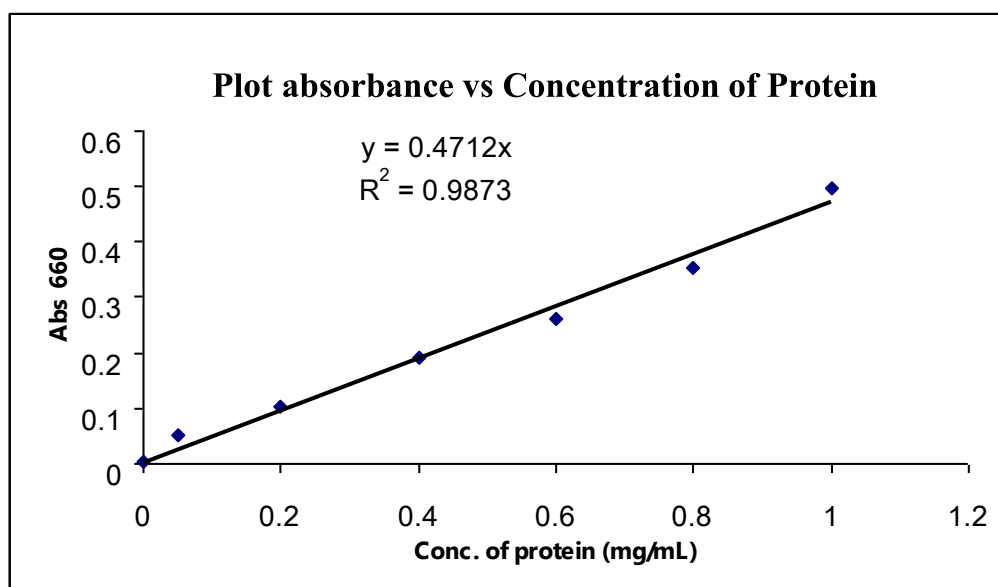
- วิเคราะห์โภชนะต่างๆ ของอาหารทดลอง ที่ห้องปฏิบัติการทางโภชนศาสตร์ คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตสารสนเทศเพชรบุรี
- ทำการทดลองและบันทึกผลการทดลองประสิทธิภาพการผลิตสุกร ณ ฟาร์มทรัพย์รุ่งเรือง จ. ราชบุรี

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของน้ำคั้นสับปะรดจากเปลือกสับปะรด และการใช้น้ำคั้นสับปะรดหมักกากกล้วยเหลืองต่อการละลายได้ของโปรตีนในกากกล้วยเหลือง

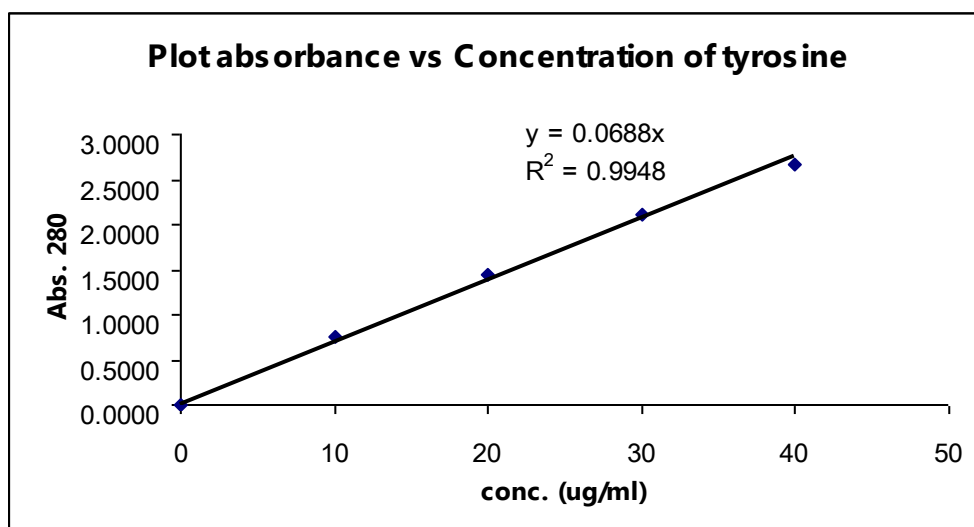
1.1 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของน้ำคั้นสับปะรดจากเปลือกสับปะรด

1. การวัดค่า pH ในน้ำคั้นสับปะรด มีค่าเท่ากับ 3.93
2. ปริมาณกรดซิตริกในน้ำคั้นสับปะรด มีค่าเท่ากับ 0.0463 mol/L
3. ค่าความหวานของน้ำคั้นสับปะรด (% Brix) มีค่าเท่ากับ 7%
4. ผลการวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน โดยวิธี Lowry's Methods ในหน่วย mg protein/ml ได้ค่าโปรตีนเท่ากับ 87.55 mg protein/ml กราฟสารละลายโปรตีนมาตรฐานแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 กราฟแสดงค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 660 nm กับปริมาณสารละลายโปรตีนมาตรฐานที่ความเข้มข้นต่างๆ

5. ผลการวิเคราะห์หาปริมาณเอนไซม์โบรมิเลน โดยใช้วิธี Casein Digestion Unit ในหน่วย CDU/ml ได้ค่าเท่ากับ 542 CDU/ml กราฟมาตรฐานการหาปริมาณเอนไซม์โบรมิเลน แสดงดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 กราฟแสดงค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 280 nm กับปริมาณสารละลายโปรตีนมาตรฐานที่ความเข้มข้นต่างๆ

ค่าทางเคมีที่วิเคราะห์ได้ของสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย มีค่า pH ในน้ำคั้นสับปะรด เท่ากับ 3.93 และปริมาณกรดซิตริกในน้ำคั้นสับปะรด มีค่าเท่ากับ 0.0463 mol/L ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ วราพันธ์ (2546) รายงานว่า น้ำสับปะรดมีค่า pH 3 – 4 ผลการวิเคราะห์ค่าความหวานของน้ำคั้นสับปะรด (% Brix) มีค่าเท่ากับ 7% และปริมาณโปรตีนในน้ำคั้นสับปะรด มีค่าโปรตีน เท่ากับ 87.55 mg protein/ml อรวินทร์ (2527) ได้รายงานว่า ปริมาณเอนไซม์โบรมิเลนโดยเฉลี่ยในส่วนต่างๆ ของสับปะรด มีดังนี้ ลำต้น 7256 CDU/กรัมของชิ้นส่วน เนื้อ 3242 CDU/กรัมของชิ้นส่วน เปลือกของผล 2396 CDU/กรัมของชิ้นส่วน แกน 1432 CDU/กรัมของชิ้นส่วน และจุก 914 CDU/กรัมของชิ้นส่วน ตามลำดับ และปริมาณโปรตีนโดยเฉลี่ยตามวิธีของ Lowry et al (1951) เท่ากับ 7.35, 7.28, 5.70, 4.01 และ 3.23 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักชิ้นส่วน ตามลำดับ สำหรับ วราพันธ์ (2547) ได้สรุปการทดลองวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีของน้ำคั้นสับปะรดจากส่วนต่างๆ ซึ่งในส่วนของการเลือกในสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย พบว่ามี เอนไซม์โบรมิเลน 5393.00 CDU/ml มีค่า pH เท่ากับ 3.54 ปริมาณกรดซิตริกเท่ากับ 0.41% ค่าองค์ประกอบทางเคมีเหล่านี้สามารถผันแปรไปตามอายุ ซึ่งในการทดลองของ อรวินทร์ (2527) พบว่า ลำต้นสับปะรดที่อายุ 3 ปี มีปริมาณเอนไซม์โบรมิเลนและปริมาณโปรตีนสูงกว่าที่อายุ 1 ปี นอกจากนี้แหล่งที่ทำการเพาะปลูกและลักษณะการเกษตรกรรมล้วนแล้วแต่มีผลให้องค์ประกอบทางเคมีเหล่านี้แตกต่างกันได้ทั้งสิ้น

1.2 การหาค่าโปรตีนที่ละลายได้จากการหมักกากกล้วยเหลืองร่วมกับน้ำคั้นสับปะรด

ผลการวิเคราะห์ค่าโปรตีนละลายได้ของกากกล้วยเหลืองที่ผ่านการหมักด้วยน้ำคั้นสับปะรด โดยใช้วิธีมาตรฐานของ American Association of Cereal Chemists; AACC (2008) ได้ค่าโปรตีนละลายได้ในแต่ละอัตราส่วน ดังตารางที่ 9 จากการนำน้ำคั้นสับปะรดมาหมักกากกล้วยเหลืองในอัตราส่วนของกากกล้วยเหลืองต่อน้ำคั้นสับปะรดคือ 1 : 1 , 1 : 2 , 1 : 3 , 1 : 4 และ 1 : 5 ที่ช่วงเวลาดังนี้คือ 60, 90, 120 และ 150 นาทีตามลำดับ พบว่ากากกล้วยเหลืองหมักที่อัตราส่วน 1 : 1 ระยะเวลาดการหมักที่ 60, 90, 120 และ 150 นาที มีปริมาณโปรตีนที่

ละลายได้เท่ากับ 2.25, 3.73, 4.70 และ 3.71% ตามลำดับ ที่อัตราส่วน 1 : 1 ระยะเวลาการหมักที่ 120 นาทีให้โปรตีนที่ละลายได้สูงสุดคือ 4.70 % แต่ไม่แตกต่าง ($P>0.05$) จากช่วงเวลาการหมักที่ 90 และ 120 นาที ที่อัตราส่วน 1 : 2 ระยะเวลาการหมักที่ 60, 90, 120 และ 150 นาที มีปริมาณโปรตีนที่ละลายได้เท่ากับ 2.57, 1.87, 3.65 และ 3.50% ตามลำดับ ที่อัตราส่วน 1 : 2 ระยะเวลาการหมักที่ 120 นาทีให้โปรตีนที่ละลายได้สูงสุดคือ 3.65 % ไม่แตกต่าง ($P>0.05$) จากช่วงเวลา 150 นาที ที่อัตราส่วนการหมัก 1 : 3 ร่วมกับระยะเวลาการหมักที่ 60, 90, 120 และ 150 นาที มีปริมาณโปรตีนที่ละลายได้เท่ากับ 2.77, 2.22 , 4.37 และ 5.84% ตามลำดับ ที่อัตราส่วน 1 : 3 ระยะเวลาการหมักที่ 150 นาทีให้โปรตีนที่ละลายได้สูงสุดคือ 5.84% ($P<0.05$) ที่อัตราส่วน 1 : 4 ร่วมกับระยะเวลาการหมักที่ 60, 90, 120 และ 150 นาที มีปริมาณโปรตีนที่ละลายได้เท่ากับ 15.34 , 14.91, 17.27 และ 17.03% ตามลำดับ ที่อัตราส่วน 1 : 4 ระยะเวลาการหมักที่ 120 นาทีให้โปรตีนที่ละลายได้สูงสุดคือ 17.27% ซึ่งไม่แตกต่าง ($P>0.05$) จากช่วงเวลา 150 นาที และที่อัตราส่วน 1 : 5 ระยะเวลาการหมักที่ 60, 90, 120 และ 150 นาที มีปริมาณโปรตีนที่ละลายได้เท่ากับ 15.81, 16.37, 17.70 และ 17.71% ตามลำดับ ส่วนที่อัตราส่วน 1 : 5 ระยะเวลาการหมักที่ 150 นาทีให้โปรตีนที่ละลายได้สูงสุดคือ 17.71% ไม่แตกต่าง ($P>0.05$) จากช่วงเวลา 120 นาที ดังแสดงในตารางที่ 5 ซึ่งจะแสดงให้เห็นว่าที่ระดับอัตราส่วน 1 : 5 ที่ช่วงเวลา 120 และ 150 นาที มีปริมาณโปรตีนที่ละลายได้มากโดยไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) จากอัตราส่วนการหมักที่ 1 : 4 ระยะเวลาการหมักที่ 120 นาที และ 150 นาที พบว่ามีปฏิกริยาร่วมระหว่างอัตราส่วนและระยะเวลาการหมัก จึงคัดเลือกกลุ่มที่ใช้เวลาน้อยที่สุดและใช้อัตราส่วนการหมักต่ำสุดแต่ให้ผลต่อค่าโปรตีนที่ละลายได้ดี (1 : 4 ระยะเวลาการหมักที่ 120 นาที) เพื่อใช้ในการผลิตกากถั่วเหลืองหมักน้ำคั้นสับปะรดใช้ในการทดลองที่ 2 ต่อไป

ตารางที่ 5 แสดงปริมาณโปรตีนละลายได้ (Protein Dispersibility Index : PDI) ของถั่วเหลืองหมักที่อัตราส่วนและระยะเวลาหมักต่าง ๆ

ระยะเวลาการหมัก (นาที)	โปรตีนที่ละลายได้ของกากถั่วเหลืองหมักน้ำคั้นสับปะรด (%)				
	อัตราส่วนกากถั่วเหลือง : น้ำคั้นสับปะรด (w/w)				
	1 : 1	1 : 2	1 : 3	1 : 4	1 : 5
60	2.25 ^{ij}	2.57 ^{hij}	2.77 ^{hij}	15.34 ^{de}	15.81 ^{cde}
90	3.73 ^{gh}	1.87 ^j	2.22 ^{ij}	14.91 ^e	16.37 ^{bcd}
120	4.70 ^{fg}	3.65 ^{gh}	4.37 ^g	17.27 ^{ab}	17.70 ^a
150	3.71 ^{gh}	3.50 ^{ghi}	5.84 ^f	17.03 ^{abc}	17.71 ^a
C.V. (%)	8.24				

หมายเหตุ : ^{a, b, c, ..., i, j} ตัวอักษรที่แตกต่างกัน แสดงค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

น้ำคั้นจากสับปะรดเป็นผลิตภัณฑ์ชนิดหนึ่งที่น่าสนใจในการนำมาใช้ในการปรับปรุงสภาพการย่อยได้ของโปรตีนในกากถั่วเหลือง ทั้งนี้เพราะในน้ำสับปะรดมีเอนไซม์ที่ย่อยโปรตีนคือเอนไซม์โบรมิเลน (Bromelain) ซึ่งเป็นเอนไซม์ย่อยโปรตีนและนิยมใช้กันมากในทางอุตสาหกรรมอาหาร เพื่อช่วยย่อยสลายโปรตีนให้เป็นเปปไทด์สายสั้น ๆ และกรดอะมิโนบางส่วน จากคุณสมบัตินี้จึงนำมาใช้ในการปรับปรุงการย่อยได้ของโปรตีนในกากถั่วเหลือง ในการนำไปใช้ประกอบสูตรอาหารลูกสัตว์วัยอ่อน เช่น อาหารลูกสุกรหย่านม เพื่อที่ลูกสุกรสามารถดูดซึมโภชนาโปรตีนได้

เพิ่มขึ้น ซึ่งจะส่งผลให้มีการเติบโตที่ดี และจะช่วยลดอาการท้องเสียในลูกสุกรอันเนื่องจากอาหารย่อยได้ไม่หมดทางหนึ่ง โดยลักษณะของกากถั่วเหลืองที่หมักร่วมกับน้ำคั้นสับประรดนั้นจะพองตัวมากขึ้นกว่าที่แช่ในน้ำกลั่น เมื่อยังแช่ที่ระยะเวลานานขึ้นกากถั่วเหลืองยังมีลักษณะพองตัวมากกว่าที่ระยะเวลานั้นกว่า เมื่อใช้ปริมาณน้ำสับประรดเพิ่มมากขึ้น ระยะเวลานานขึ้นทำให้การละลายได้ของโปรตีนเพิ่มมากขึ้นไปด้วย (วราพันธุ์, 2546) นอกจากนี้ในน้ำสับประรดนั้นยังเป็นแหล่งของกรดซิตริกด้วย (citric acid) โดยบทบาทของกรดซิตริกในอาหารสุกรนั้นจะทำให้ความเป็นกรดต่างในกระเพาะลดลง ซึ่งน้ำสับประรดมีค่า pH 3 – 4 โดยมีความสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงไปเป็น เปปซิน และมีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่เป็นโทษ โดยเฉพาะ *E.Coli* และยังช่วยการดูดซึมแร่ธาตุบางชนิด

การทดลองที่ 2 การใช้กากถั่วเหลืองที่ผ่านการหมักในอาหารสุกรอนุบาลต่อประสิทธิภาพการย่อยได้ของโภชนะ

2.1 องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลองทั้ง 4 สูตร

หลังจากการคัดเลือกอัตราส่วน : ระยะเวลาในการหมักกากถั่วเหลืองที่เหมาะสม (อัตราส่วน 1 : 4 ที่ 120 นาที) แล้วนำกากถั่วเหลืองหมักที่ผ่านการอบแห้งแล้วมาเป็นวัตถุดิบในสูตรอาหาร ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของโภชนะมีดังแสดงในตารางที่ 6 พบว่า อาหารทดลองทั้ง 4 สูตร มีองค์ประกอบทางเคมีโดยเฉพาะระดับโปรตีนรวมแตกต่างกัน ทั้งนี้เกิดจากการกำหนดสูตรอาหารให้มีองค์ประกอบทางเคมีแตกต่างกันโดยลดโปรตีนลง และใช้ปริมาณกากถั่วเหลืองหมักน้ำคั้นสับประรดที่คาดว่าจะมีโปรตีนที่ละลายได้ดีกว่าทดแทนกากถั่วเหลืองปกติ ดังนั้น ในสูตรอาหารที่ 2 (NC), สูตรที่ 3 (NC-25) และ สูตรที่ 4 (NC-50) จึงมีระดับโปรตีนน้อยกว่า PC

ตารางที่ 6 แสดงค่าวิเคราะห์ทางเคมีของโภชนะในอาหารทดลอง (DM basis)

องค์ประกอบทางเคมี	PC	NC	NC-25	NC-50
โปรตีนรวม, N x 6.25, (%)	24.64	22.48	22.24	22.81
วัตถุแห้ง (%)	78.49	78.69	78.61	77.43
พลังงานรวม (Kcal/kg)	4,609.20	4,670.60	4,706.39	4,795.04
เยื่อใยรวม (%)	2.98	3.14	4.06	4.14
แคลเซียม (%)	0.96	0.94	0.93	0.96
ฟอสฟอรัสรวม (%)	0.43	0.44	0.45	0.43

หมายเหตุ: PC หรือ Positive control คืออาหารที่มีระดับโภชนะครบตามความต้องการของสุกรและใช้กากถั่วเหลืองหมัก 0% ในสูตรอาหาร

NC หรือ Negative control คืออาหารที่มีการลดระดับโปรตีนลงและใช้กากถั่วเหลืองหมัก 0% ในสูตรอาหาร

NC-25 หรือ Negative control 25% คืออาหารที่มีการลดระดับโปรตีนลงและใช้กากถั่วเหลืองหมักแทนกากถั่วเหลืองปกติ 25% ในสูตรอาหาร

NC-50 หรือ Negative control 50% คืออาหารที่มีการลดระดับโปรตีนลงและใช้กากถั่วเหลืองหมักแทนกากถั่วเหลืองปกติ 50% ในสูตรอาหาร

2.2 ประสิทธิภาพการย่อยได้แบบปรากฏของโภชนะต่างๆ

การย่อยได้แบบปรากฏของโภชนะต่างๆ ของอาหารทดลองทั้ง 4 สูตร แสดงในตารางที่ 7 ผลการทดลองพบว่า อาหารสูตร Positive control (PC) มีประสิทธิภาพการย่อยได้ของวัตถุดิบ โปรตีน และพลังงาน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) กับสูตร Negative control (NC), Negative control 25% (NC-25) และสูตร Negative control 50% (NC-50) แต่มีประสิทธิภาพการย่อยได้ของเยื่อใย แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 72.12, 79.34, 87.08 และ 83.81% ของอาหารทดลองทั้ง 4 สูตร ตามลำดับ

ตารางที่ 7 แสดงผลของการใช้กากถั่วเหลืองหมักน้ำคั้นสับปรดในอาหารทดลองต่อประสิทธิภาพการย่อยได้ของโภชนะต่างๆในสุกรอนุบาล

ประสิทธิภาพการย่อยได้ (%)	PC	NC	NC-25	NC-50	% C.V.	P-value
สิ่งแห้ง	93.20	94.30	94.51	93.78	1.41	0.6426
โปรตีน	93.30	94.02	93.15	91.83	1.32	0.2529
พลังงาน	94.12	94.87	94.39	94.12	1.27	0.4927
เยื่อใย	72.12 ^b	79.34 ^{ab}	87.08 ^a	83.81 ^a	6.33	0.0334

หมายเหตุ : ^{a, b} ตัวอักษรในแนวนอนที่แตกต่างกัน แสดงค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

PC หรือ Positive control คืออาหารที่มีระดับโภชนะครบตามความต้องการของสุกรและใช้กากถั่วเหลืองหมัก 0% ในสูตรอาหาร

NC หรือ Negative control คืออาหารที่มีการลดระดับโปรตีนลงและใช้กากถั่วเหลืองหมัก 0% ในสูตรอาหาร

NC-25 หรือ Negative control 25% คืออาหารที่มีการลดระดับโปรตีนลงและใช้กากถั่วเหลืองหมักแทนกากถั่วเหลืองปกติ 25% ในสูตรอาหาร

NC-50 หรือ Negative control 50% คืออาหารที่มีการลดระดับโปรตีนลงและใช้กากถั่วเหลืองหมักแทนกากถั่วเหลืองปกติ 50% ในสูตรอาหาร

สำหรับผลการย่อยได้ของโภชนะต่างๆจากการลดโปรตีนลงมาที่ 22% ของอาหารกลุ่ม NC, NC-25 และ NC-50 ให้ผลไม่แตกต่างจากสูตรอาหาร PC ที่มีโปรตีนรวมที่ 24% เพราะความต้องการโปรตีนของสุกรอนุบาลที่มีน้ำหนักตัว 10-20 กิโลกรัม อยู่ในระดับ 20.9% (NRC, 1998) การลดระดับโปรตีนลงของอาหารสูตร NC, NC-25 และ NC-50 จึงยังอยู่ในช่วงของความต้องการของสุกรในระยะนี้อยู่ ดังนั้นการลดโปรตีนลงในระดับนี้จึงยังไม่ส่งผลให้เห็นถึงความแตกต่างของการย่อยได้ของโภชนะต่างๆจากการลดโปรตีนลงที่ระดับ 2 % เนื่องจากสูตรอาหารที่มีโปรตีน 22% เป็นระดับโปรตีนที่เกินความต้องการของสุกรจึงไม่ส่งผลทำให้สุกรมีประสิทธิภาพการย่อยได้ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่ถ้าหากในสูตรอาหารมีปริมาณโปรตีนที่ไม่เพียงพอกับความต้องการของสุกรนั้น Aarnink et al. (1993) รายงานว่าการลดโปรตีนลงมากจนไม่เพียงพอกับความต้องการของร่างกาย โดยเฉพาะในระยะสุกรเล็ก

จะส่งผลเสียต่อการพัฒนาการเติบโตของร่างกายในระยะยาวและการลดระดับโปรตีนในอาหารลงทำให้ความต้องการน้ำในสุกรลดลงตามไปด้วย

นอกเหนือจากการใช้เอนไซม์โบรมิเลนในการปรับปรุงคุณภาพของกากถั่วเหลืองในอาหารสุกรแล้วยังมีการเสริมเอนไซม์ไฟเตสต่อการใช้ประโยชน์ของโภชนะในสุกรอนุบาลซึ่งพบว่า การย่อยได้ของโปรตีน ค่าพลังงานและพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้เพิ่มขึ้นตามระดับการเสริมเอนไซม์ไฟเตสในอาหาร ส่วนการย่อยได้ เยื่อใยและวัตถุดิบไม่แตกต่างกัน (สมชาติ 2538) และจากผลการเสริมเอนไซม์หลายชนิดและกรดซิตริกต่อการย่อยได้ของโภชนะต่างๆ พบว่าลูกสุกรได้รับเอนไซม์หลายชนิด ระดับ 0.1 เปอร์เซ็นต์ มีผลทำให้ประสิทธิภาพการย่อยได้ วัตถุดิบ อีเทอร์ แอ็กแทรกซ์ เยื่อใย โปรตีน พลังงาน และไนโตรเจนฟรีแอ็กแทรกซ์ เพิ่มขึ้น ในส่วนของอาหารสุกรที่มีกรดซิตริก ระดับ 1.5 เปอร์เซ็นต์ และ 3.0 เปอร์เซ็นต์พบว่า ลูกสุกรที่ได้รับกรดซิตริก ระดับ 3.0 เปอร์เซ็นต์ มีประสิทธิภาพการย่อยได้ของ วัตถุดิบ อีเทอร์แอ็กแทรกซ์ เพิ่มขึ้น และประสิทธิภาพการย่อยได้ของเยื่อใย โปรตีน และพลังงาน พบว่า ไม่มีความแตกต่างกัน (ศักดิ์ศิลป์, 2539) จากผลการทดลองในครั้งนี้สูตรที่ใช้น้ำคั้นสับปะรดในสูตรอาหาร NC-25 และ NC-50 ให้ผลต่อค่าการย่อยได้แบบปรากฏของเยื่อใยรวมสูงสุดแตกต่างจากกลุ่ม PC และ NC ซึ่งไม่มีการใช้กากถั่วเหลืองหมักน้ำคั้นสับปะรดในสูตรอาหาร สอดคล้องกับรายงานวิจัยข้างต้นของการใช้กรดซิตริก สามารถช่วยปรับปรุงการย่อยได้โภชนะเนื่องจากน้ำคั้นสับปะรดในการทดลองครั้งนี้มีปริมาณกรดซิตริก 0.0463 mol/L

การทดลองที่ 3 การใช้กากถั่วเหลืองที่ผ่านการหมักในอาหารสุกรอนุบาลต่อประสิทธิภาพการผลิตของสุกรอนุบาล

จากอาหารทั้ง 4 สูตรที่ใช้ในการทดลองที่ 2 คือ PC, NC, NC-25 และ NC-50 เมื่อใช้เลี้ยงสุกรอนุบาลในระยะเวลา 28 วัน พบว่า

3.1 น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น (Body Weight Gain : BWG)

จากการทดลองพบว่าสุกรอนุบาลที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร NC มีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นมากที่สุดเท่ากับ 10.19 กก.และอาหารสูตร NC-50 มีน้ำหนักตัวน้อยที่สุดเท่ากับ 9.01 กก.แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) เมื่อเทียบกับกลุ่มการทดลองอื่น (ดังแสดงในตารางที่ 8)

3.2 ปริมาณอาหารที่กิน (Feed Intake, FI)

จากการทดลองพบว่า สุกรอนุบาลที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร NC มีปริมาณการกินอาหารมากที่สุดเท่ากับ 19.98 กก./ตัว และอาหารสูตร PC มีปริมาณการกินอาหารน้อยที่สุดเท่ากับ 17.65 กก./ตัว แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) เมื่อเทียบกับกลุ่มการทดลองอื่น (ดังแสดงในตารางที่ 12)

3.3 ปริมาณอาหารที่กินได้เฉลี่ยต่อวัน (Average Daily Feed Intake; ADFI)

จากการทดลองพบว่า ลูกสุกรอนุบาลที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร NC มีปริมาณการกินอาหารต่อวันมากที่สุดเท่ากับ 0.71 กก./ตัว/วัน และอาหารสูตร PC มีปริมาณการกินอาหารน้อยที่สุดเท่ากับ 0.64กก./ตัว/วัน แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) เมื่อเทียบกับกลุ่มการทดลองอื่น (ดังแสดงในตารางที่ 8)

3.4 ปริมาณโปรตีนที่กินได้ (Protein intake)

จากการทดลองรวม 28 วัน พบว่า สุกรอนุบาลที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร NC มีปริมาณโปรตีนที่กินได้มากที่สุดเท่ากับ 4.49 กิโลกรัม และอาหารสูตร NC-50 มีปริมาณโปรตีนที่กินได้น้อยที่สุดเท่ากับ 4.20 กก. แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) เมื่อเทียบกับกลุ่มการทดลองอื่น (ดังแสดงในตารางที่ 8)

3.5 อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (Average Daily Gain, ADG)

จากการทดลองพบว่า สุกรอนุบาลที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร PC และอาหารสูตร NC มีอัตราการเจริญเติบโตมากที่สุดเท่ากับ 0.36 กก./ตัว/วัน และอาหารสูตร NC-50 มีอัตราการเจริญเติบโตน้อยที่สุดเท่ากับ 0.32 กก./ตัว/วัน แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) เมื่อเทียบกับกลุ่มการทดลองอื่น (ดังแสดงในตารางที่ 8)

3.6 ประสิทธิภาพการใช้อาหาร (Feed Conversion Ratio, FCR)

จากการทดลองพบว่า สุกรอนุบาลที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร PC มีประสิทธิภาพการใช้อาหารได้ดีที่สุดเท่ากับ 1.77 และอาหารสูตร NC 50 ประสิทธิภาพการใช้อาหารได้น้อยที่สุดเท่ากับ 2.04 แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) เมื่อเทียบกับกลุ่มการทดลองอื่น (ดังแสดงในตารางที่ 8)

3.7 ประสิทธิภาพการเพิ่มน้ำหนักตัว (Gain:feed)

จากการทดลองพบว่า สุกรอนุบาลที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร PC ให้ประสิทธิภาพการเพิ่มน้ำหนักตัวมากที่สุดเท่ากับ 0.57 และอาหารสูตร NC-50 มีประสิทธิภาพการเพิ่มน้ำหนักตัวน้อยที่สุดเท่ากับ 0.49 แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) เมื่อเทียบกับกลุ่มทดลองอื่น (ดังแสดงในตารางที่ 8)

3.8 ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน (Protein efficiency Ratio: PER)

จากการทดลองพบว่า สุกรอนุบาลที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร NC-25 มีประสิทธิภาพการใช้โปรตีนในสูตรอาหารได้ดีมากที่สุดเท่ากับ 2.34 กก. และอาหารสูตร NC-50 มีประสิทธิภาพการใช้โปรตีนน้อยที่สุดเท่ากับ 2.17 แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) เมื่อเทียบกับกลุ่มการทดลองอื่น (ดังแสดงในตารางที่ 8)

3.9 ผลของต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว (Feed Cost per Gain : FCG)

จากการทดลองพบว่า สุกรอนุบาลที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร PC ใช้ต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัวน้อยที่สุดเท่ากับ 30.39 บาท/กิโลกรัม และ อาหารสูตร NC-50 ใช้ต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัวมากที่สุดเท่ากับ 35.32 เมื่อเทียบกับกลุ่มการทดลองอื่น (ดังแสดงในตารางที่ 8)

ตารางที่ 8 แสดงผลของการใช้กากถั่วเหลืองหมักน้ำคั้นสับปะรดในอาหารทดลองต่อประสิทธิภาพการผลิต
สุกรอนุบาล

สูตรอาหาร	PC	NC	NC-25	NC-50	SEM	P-Value
จำนวนลูกสุกรเริ่มต้น(ตัว)	18	18	18	18		
จำนวนลูกสุกรสิ้นสุด(ตัว)	18	18	18	18		
น้ำหนักเริ่มต้น(กก.)	8.06	7.82	7.52	7.40	0.48	0.3808
น้ำหนักสิ้นสุด(กก.)	18.25	18.07	17.47	16.42	1.67	0.0991
น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น (กก.)	10.19	10.24	9.94	9.01	0.90	0.1312
ปริมาณอาหารที่กิน (กก./ ตัว)	17.65	19.98	19.95	18.74	13.30	0.6997
ปริมาณอาหารที่กินต่อวัน (กก./ตัว/วัน)	0.64	0.71	0.69	0.66	0.02	0.7432
ปริมาณโปรตีนที่กิน (กก./ ตัว)	4.42	4.49	4.35	4.20	0.68	0.9406
อัตราการเจริญเติบโต (กก./ตัว/วัน)	0.36	0.36	0.35	0.32	0.001	0.1353
ประสิทธิภาพการใช้อาหาร	1.77	1.95	1.94	2.04	0.003	0.1802
ประสิทธิภาพการเพิ่มน้ำหนักตัว	0.57	0.51	0.52	0.49	0.06	0.3161
ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน	2.33	2.29	2.34	2.17	0.07	0.6613
ต้นทุนการเพิ่มน้ำหนักตัว (บาท/กก.)	30.39	32.53	33.13	35.32		

หมายเหตุ: PC หรือ Positive control คืออาหารที่มีระดับโภชนะครบตามความต้องการของสุกรและใช้กากถั่วเหลืองหมัก 0% ในสูตรอาหาร

NC หรือ Negative control คืออาหารที่มีการลดระดับโปรตีนลงและใช้กากถั่วเหลืองหมัก 0% ในสูตรอาหาร

NC-25 หรือ Negative control 25% คืออาหารที่มีการลดระดับโปรตีนลงและใช้กากถั่วเหลืองหมักแทนกากถั่วเหลืองปกติ 25% ในสูตรอาหาร

NC-50 หรือ Negative control 50% คืออาหารที่มีการลดระดับโปรตีนลงและใช้กากถั่วเหลืองหมักแทนกากถั่วเหลืองปกติ 50% ในสูตรอาหาร

จากการทดลอง อาหารสูตร PC ให้ค่าประสิทธิภาพการใช้อาหารและประสิทธิภาพการเพิ่มน้ำหนักตัวดีที่สุดเท่ากับ 1.77 กก. และ 0.57 ตามลำดับ และใช้ต้นทุนการน้ำหนักตัวน้อยที่สุด เท่ากับ 30.39 บาท/น.ตัวเพิ่ม 1 กก. และมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันเท่ากับกับอาหารสูตร NC คือ 0.36 กก./วัน ซึ่งอาหารสูตร NC มีปริมาณอาหารที่กินได้ต่อวัน, ปริมาณโปรตีนที่กินได้และน้ำหนักตัวที่เพิ่ม เท่ากับ 0.71 กก./ตัว/วัน., 4.49 กก., 10.24 กก.ตามลำดับ มีค่าสูงกว่ากลุ่มการทดลองอื่น ส่วนประสิทธิภาพการใช้โปรตีน อาหารสูตร NC-25 ให้ค่ามากที่สุดเท่ากับ 2.34 ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$) สาเหตุที่มีค่าอัตราการเจริญเติบโตเท่ากัน เพราะสูตรอาหาร NC มีการลดโปรตีนลงไม่มากนัก จึงส่งผลต่อสมรรถนะการผลิตได้ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม (PC) (นิรนาม, 2546) รายงานการศึกษาผลของระดับโปรตีนในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกรระยะรุ่นถึงขุนมีโปรตีนเท่ากับ 16.20, 14.10 และ 11.80 % ตามลำดับ ซึ่งผลการทดลองพบว่า อัตราการเจริญเติบโต (ADG) ปริมาณอาหารที่กิน (FI) และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก (FCR) ของสุกรระยะรุ่น ระยะขุน และระยะรุ่นถึงขุนไม่มีผล ($P > 0.05$)

เนื่องจากระดับโปรตีนในอาหาร เช่นเดียวกับ ปริชัย (2534) การใช้โปรตีนระดับต่างๆกันในสูตรอาหารสุกรลูกผสม ดุริย-เหมยขานว่า ระดับโปรตีนในอาหารต่ำที่สุดที่สามารถเลี้ยงสุกรขุนเท่ากับ 14% ในระยะแรกและ 12% ในระยะหลัง โดยที่สุกรยังคงมีอัตราการเจริญเติบโตประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ไม่แตกต่างไปจากการใช้อาหารที่มีระดับโปรตีนสูงกว่า ทั้งนี้ ประเสริฐ (2539) ที่สรุปไว้ในงานวิจัยเรื่องระดับโภชนาที่เหมาะสม ในอาหารสำหรับสุกรเล็ก (น้ำหนัก 10-20 กิโลกรัม) ว่าอาหารที่ใช้เลี้ยงสุกรควรมีระดับโปรตีนไม่ต่ำกว่า 18% และมีระดับพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ในอาหารเท่ากับ 3,250 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม จึงจะทำให้สุกรมีอัตราการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารที่ดีที่สุด

สรุปผลการทดลอง

1. องค์ประกอบทางเคมีของน้ำคั้นจากเปลือกสับปะรด และการใช้น้ำคั้นสับปะรดหมักกากถั่วเหลืองต่อการละลายได้ของโปรตีนในกากถั่วเหลือง

1. ค่า pH ในน้ำคั้นสับปะรด มีค่าเท่ากับ 3.93
2. ปริมาณกรดซิตริกในน้ำคั้นสับปะรด มีค่าเท่ากับ 0.0463 mol/L
3. ค่าความหวานของน้ำคั้นสับปะรด (% Brix) มีค่าเท่ากับ 7%
4. โปรตีน เท่ากับ 87.55 mg protein/ml
5. ปริมาณเอนไซม์โบรมิเลน 542 CDU/ml

จากการทดลองวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์โปรตีนที่ละลายได้ในการหมักกากถั่วเหลืองด้วยน้ำคั้นสับปะรด พบว่า ที่อัตราส่วน 1 : 4 ที่ระยะเวลาการหมัก 120 นาทีนั้น มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนที่ละลายได้เหมาะสมที่สุดคือ 17.27%

2. การใช้กากถั่วเหลืองที่ผ่านการหมักด้วยน้ำคั้นสับปะรดในอาหารสุกรอนุบาลต่อประสิทธิภาพการย่อยได้ของโภชนะ

จากการศึกษาการใช้กากถั่วเหลืองที่ผ่านการหมักด้วยน้ำคั้นสับปะรดในอาหารสุกรอนุบาลต่อประสิทธิภาพการย่อยได้ของโภชนะโดยการลดปริมาณโปรตีนลง และมีการเสริมกากถั่วเหลืองหมักแทนกากถั่วเหลืองปกติ 25% และ 50% พบว่าการย่อยได้ของโภชนะต่างๆ ของสุกรอนุบาลในอาหารทดลองทั้ง 4 สูตรมีประสิทธิภาพการย่อยได้ของ วัตถุแห้ง โปรตีน พลังงาน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) แต่มีประสิทธิภาพการย่อยได้ของ เยื่อใย แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 72.12, 79.34, 87.08 และ 83.81% ตามลำดับของอาหารทดลองทั้ง 4 สูตร

3. การใช้กากถั่วเหลืองที่ผ่านการหมักด้วยน้ำคั้นสับปะรดในอาหารสุกรอนุบาลต่อประสิทธิภาพการผลิตสุกรอนุบาล

อาหารสูตร PC มีค่า FCR และ Gain:feed มากที่สุดเท่ากับ 1.77, 0.57 ตามลำดับ ใช้ต้นทุนการผลิตน้อยที่สุดเท่ากับ 30.39 บาท/กก. และมีค่า ADG เท่ากันกับอาหารสูตร NC คือ 0.36 กก./ตัว เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มการทดลองอื่นแล้วอาหารสูตร NC มีค่า FI, ADFI และ ปริมาณโปรตีนที่กินได้มากที่สุดเท่ากับ 19.98 กก., 0.71 กก./ตัว/วัน และ 4.49 กก.ตามลำดับ ซึ่งอาหารสูตร NC-25 มีค่า PER มากที่สุดเท่ากับ 2.34 กก. ทำให้ประสิทธิภาพการผลิตสุกรอนุบาลไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)

บรรณานุกรม

- กรมปศุสัตว์. 2549. ส่วนประกอบทางเคมีของกากถั่วเหลือง. แหล่งที่มา : http://www.dld.go.th/nutrition/exhibition/soybean_meal.htm. 8 ธันวาคม 2549.
- กรมปศุสัตว์. 2552. ข้าวกรมปศุสัตว์. สถานการณ์การเลี้ยงสุกร. กรมปศุสัตว์.
- เกลียวพันธ์ สุวรรณรักษ์ และเสริมศิริ คงแสงตาล. 2539. วิจัยการควบคุมวัชพืชในไร่สับปะรด: รายงานสัมมนาวิชาการสัปดาห์ครั้งที่ 2 ประจำปี 2539 กรมวิชาการ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 46-60.
- จารุพันธุ์ ทองแถม. 2526. สับปะรด และอุตสาหกรรมสับปะรดในประเทศไทย. อักษรวิทยา กรุงเทพฯ. 158 หน้า.
- ณัฐวุฒิ ส่งแสง. 2007. คุณลักษณะทางเคมีของเอนไซม์-โปรตีนไฮโดรไลเซทกากถั่วเขียวที่ย่อยสลายด้วยโบรมิเลน. คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. Agricultural Sci. J. 38(6) (Suppl.): 259-262
- ทีวีไอ ไฮโปรมิล. 2549. กากถั่วเหลือง. แหล่งที่มา : <http://www.tvothai.com/feed/hipro.html>. 20 ธันวาคม 2549.
- นิรนาม. 2546. ผลของระดับโปรตีนในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกรระยะรุ่นถึงขุน, วารสารเกษตร ฉบับพิเศษ . 2 : 75-84
- ปรัชญา ปรัชญลักษณ์ วิโรจน์ วนาสิทธิชัยวัฒน์ และเกลิงศักดิ์ โนนทวงศ์. 2534. การใช้ โปรตีนระดับต่างกันในสูตรอาหารสุกรลูกผสมคูร์รี-ค-เหมยขาน ศูนย์วิจัยอาหารสัตว์เพชบุรี.
- ประเสริฐ โพธิ์จันทร์ วิโรจน์ วนาสิทธิชัยวัฒน์ และเสาวคนธ์ โรจน์สถิตย์. 2539. ระดับโภชนะที่เหมาะสม ในอาหารสำหรับ 4. สุกรเล็ก (น้ำหนัก 10-20 กิโลกรัม) ศูนย์วิจัยอาหารสัตว์สระแก้ว.
- พิจิตร โชคพัฒนา. 2539. การปลูกไม้ผล. โครงการหนังสือเกษตรชุมชน, กรุงเทพฯ 360 น.
- พิพัฒน์ เชี่ยวทิว. 2539. โรคและความผิดปกติในสับปะรด การสัมมนาวิชาการสัปดาห์ครั้งที่ 2 หน้า 206- 227.
- ภัทรพร ภูมิรินทร์. 2549. การจัดการสุกรอนุบาล ในเอกสารประกอบการสอนรายวิชา 710 352 (การผลิตสุกร). คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตสารสนเทศ เพชรบุรี. เพชรบุรี.
- มาลี วราหกิจ. 2521. การใช้ประโยชน์ของเศษเหลือจากบวนการแปรรูปสับปะรด. ข้าวสารเกษตรศาสตร์ 23(6) : 44.
- รุจิรา ศรีจันทร์. 2547. คุณภาพกากถั่วเหลืองที่ผลิตโดยวิธีแตกต่างกันและจากแหล่งต่างๆกัน. สำนักพัฒนาระบบและรับรองมาตรฐานสินค้าปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์ วิทยาไท กรุงเทพมหานคร. หน้า 1-14.
- วราพันธ์ จินตณวิทย์. 2546. การศึกษาปริมาณเอนไซม์โบรมิเลน องค์ประกอบทางเคมีจากน้ำคั้นสับปะรด และการนำไปใช้ประโยชน์ย่อยโปรตีนในกากถั่วเหลือง. ปัญหาพิเศษปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- วราพันธ์ จินตณวิทย์. 2547. การศึกษาปริมาณเอนไซม์โบรมิเลนองค์ประกอบทางเคมีจากน้ำคั้นสับปะรด และการนำไปใช้ประโยชน์ย่อยโปรตีนในกากถั่วเหลือง. ภาควิชาสัตวบาล คณะ เกษตรมหาวิทาลัยเกษตรศาสตร์.
- ศักดิ์ศิลป์ นุกิจรังสรรค์. 2539. ผลการเสริมเอ็นไซม์หลายชนิดและกรดซิตริก ต่อการย่อยได้ของ โภชนะและสมรรถนะการเจริญเติบโตของลูกสุกรหลังหย่านม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท คณะเกษตรศาสตร์ สาขาสัตวศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- ศูนย์สารสนเทศการเกษตร. 2545. สถิติการเกษตรของประเทศไทยที่มีการเพาะปลูก 2544 / 2545.

- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. น. 117 – 131.
- สมชาติ ศิริสื้อสุวรรณ. 2538. ผลของการเสริมเอ็นไซม์ไฟเตสต่อการใช้ประโยชน์ของโภชนะและสมรรถภาพในการผลิตในลูกสุกรหลังหย่านมและไก่อเนื้อ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท คณะเกษตรศาสตร์ สาขาสัตวศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- สมบัติ ตงเต้า สมเกียรติ นวลละออง ทวีศักดิ์ แสงอุดม ศศิธร วสุนันท์ อานูภาพ ชีร์กุล และนราดล นภา พร้อมจิต. 2539. การรวบรวมพันธุ์และศึกษาพันธุ์สับปะรด รายงานสัมมนาวิชาการ สับปะรดครั้งที่2 ประจำปี 2539 กรมวิชาการ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 176-205.
- สาโรช คำเจริญ. 2542. การศึกษาการใช้วัสดุผลพลอยได้ในท้องถิ่นเป็นแหล่งอาหารทดแทนใน อาหารสุกร และสัตว์ปีก ของเกษตรกรรายย่อย. มหาวิทยาลัยขอนแก่น ภาควิชาสัตวศาสตร์ 43 หน้า.
- สุปราณี อานเปื้อง. 2543. เอนไซม์ทางอาหาร. ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 439 น.
- อรวิทย์ วงศ์มีเกียรติ. 2527. การผลิตเอนไซม์โบรมิเลนจากส่วนเหลือทิ้งสับปะรด วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- อิสรี สายรวมญาติ และกฤษณพงศ์ จินดาเงิน. 2551. การใช้กากกล้วยเหลือหมักน้ำคั้นสับปะรด ต่อการละลายได้ของโปรตีน และประสิทธิภาพการผลิตของสุกรอนุบาล. สาขาวิชาสัตวศาสตร์และ เทคโนโลยีการเกษตร คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขต สารสนเทศเพชรบุรี. แก่นเกษตร 36 : 11 – 22
- AACC. 2008. American Association for Clinical Chemistry 1850 K Street, NW Suite 625 Washington, DC 20006.
- Aarnink A.J.A and M.W.A. Verstegen. 2007. Nutrition, key factor to reduce environmental load from pig production. Livestock science. 109, 194-203
- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis, 15th ed. Association of Official Analytical Chemists. Verginia, USA.
- Chadha, K. L., K.R. Melanta, S. B. Lodh, and Y. Selvaraj. 1972. Biochemical changes associated with growth and development of pineapple variety Kew. I. changes in physico-chemical constituents Indian. J. Hort. 29:54 –57.
- Iara Rocha Antunes Pereira Bresolin, Igor Tadeu Lazzarotto Bresolin, Edgar Silveira, Elias Basile Tambourg, and Priscila Gava Mazzola. 2014. Isolation and purification of bromelain from waste peel of pineapple for therapeutic application. Braz. arch. biol. technol. 56 (6)
- Lodh, S. B., N. G. Divakar., K.L. Chadha., R. Melanta and Y. Selvaraj. 1972. Biochemical changes associated with growth and development of pineapple fruit variety changes in plant pigments and enzyme activity. Indian J. Hort. 29 : 381 – 383.
- Moore, D. J. and J.C. Caygill. 1979. Proteolytic activity of Malaysian pineapples. Trop. Sci.21(2):97–103.
- Muller, Z. O. 1975. Feed resources of weed Malaysia with special reference to cattle ration on Majuterna cattle farms. Berlin. Mimeographed report.
- Muller, Z. O. 1978. Feeding potential of pineapple waste for cattle. World animal review 25 : 25.

- NRC. 1998. National research council, Nutrient requirement of swine 1th edition. National academy press, Washington DC.
- SAS. 1989. User's guide : Statistic version 5 edition. SAS. Inst Cary, NC., USA
- William V. Glider¹ and Mark S. Hargrove.2002. Using Bromelain in Pineapple Juice to Investigate Enzyme Function. Investigating Enzyme Function in Pineapple Juice. 275-295.

ภาคผนวก

ตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณโปรตีนละลายได้ของกากถั่วเหลืองหมักโดยมีปัจจัยด้านระยะเวลา (Timing) ปัจจัยด้านอัตราส่วนสาร (Ratio) และปัจจัยร่วม (Timing*Ratio)

Source of Variance	DF	Sum of Squares	Mean squares	F-Value	PR > F
Treatment	19	2535.217593	133.432505	51419.1	<.0001
Error	40	0.103800	0.002595	-	-
Total	59	2535.321393	-	-	-
Source of Variance	DF	Sum of Squares	Mean squares	F-Value	PR > F
Timing	3	46.714620	15.571540	6000.59	<.0001
Ratio	4	2474.694677	618.673669	238410	<.0001
Timing*Ratio	12	13.808297	1.150691	443.43	0.0271

ตารางภาคผนวกที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าการย่อยได้ของโปรตีน

Source of Variance	DF	Sum of Squares	Mean squares	F-Value	PR > F
Treatment	3	7.54176667	2.51392222	1.65	0.2529
Error	8	12.15940000	1.51992500	-	-
Total	11	19.70116667	-	-	-

ตารางภาคผนวกที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของประสิทธิภาพการย่อยได้ของโภชนะพลังงาน

Source of Variance	DF	Sum of Squares	Mean squares	F-Value	PR > F
Treatment	3	3.81466667	1.27155556	0.88	0.4927
Error	8	11.60780000	1.45097500	-	-
Total	11	15.42246667	-	-	-

ตารางภาคผนวกที่ 4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าการย่อยได้ของเยื่อใย

Source of Variance	DF	Sum of Squares	Mean squares	F-Value	PR > F
Treatment	3	377.6998667	125.8999556	4.82	0.0334
Error	8	208.8159333	26.1019917	-	-
Total	11	586.5158000	-	-	-

ตารางภาคผนวกที่ 5 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าการย่อยได้ของสิ่งแห้ง

Source of Variance	DF	Sum of Squares	Mean squares	F-Value	PR > F
Treatment	3	3.09409167	1.03136389	0.58	0.6426
Error	8	14.14680000	1.76835000	-	-
Total	11	17.24089167	-	-	-

ตารางภาคผนวกที่ 6 ผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนน้ำหนักตัวเริ่มต้นของสุกร

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr> F
sex	1	0.07935000	0.07935000	0.16	0.6907
treat	3	1.58428333	0.52809444	1.09	0.3808
sex*treat	3	1.61875000	0.53958333	1.12	0.3717
Error	16	7.73360000	0.48335000		
Corrected Total	23	11.01598333			

ตารางภาคผนวกที่ 7 ผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนน้ำหนักตัวสุดท้ายของสุกร

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr> F
sex	1	2.70681667	2.70681667	1.63	0.2205
treat	3	12.34928333	4.11642778	2.47	0.0991
sex*treat	3	1.40801667	0.46933889	0.28	0.8377
Error	16	26.64213333	1.66513333		
Corrected Total	23	43.10625000			

ตารางภาคผนวกที่ 8 ผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนน้ำหนักตัวที่เพิ่มของสุกร

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr> F
sex	1	1.85926667	1.85926667	2.06	0.1707
treat	3	5.88993333	1.96331111	2.17	0.1312
sex*treat	3	0.56433333	0.18811111	0.21	0.8893
Error	16	14.46080000	0.90380000		
Corrected Total	23	22.77433333			

ตารางภาคผนวกที่ 9. ผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนปริมาณอาหารที่สุกรกินได้

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr> F
sex	1	0.18026667	0.18026667	0.01	0.9088
treat	3	19.20898333	6.40299444	0.48	0.6997
sex*treat	3	33.71426667	11.23808889	0.85	0.4891
Error	16	212.7517333	13.2969833		
Corrected Total	23	265.8552500			

ตารางภาคผนวกที่ 10. ผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนปริมาณอาหารที่กินต่อวันของสุกร

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr> F
sex	1	0.00015000	0.00015000	0.01	0.9264
treat	3	0.02130000	0.00710000	0.42	0.7432
sex*treat	3	0.04688333	0.01562778	0.92	0.4545
Error	16	0.27240000	0.01702500		
Corrected Total	23	0.34073333			

ตารางภาคผนวกที่ 11 ผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนปริมาณโปรตีนที่กินได้ของสุกร

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr> F
sex	1	0.02160000	0.02160000	0.03	0.8605
treat	3	0.26516667	0.08838889	0.13	0.9406
sex*treat	3	1.98270000	0.66090000	0.98	0.4288
Error	16	10.84126667	0.67757917		
Corrected Total	23	13.11073333			

ตารางภาคผนวกที่ 12. ผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนอัตราการเจริญเติบโตต่อวันของสุกร

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr> F
sex	1	0.00220417	0.00220417	2.07	0.1698
treat	3	0.00684583	0.00228194	2.14	0.1353
sex*treat	3	0.00087917	0.00029306	0.27	0.8427
Error	16	0.01706667	0.00106667		
Corrected Total	23	0.02699583			

ตารางภาคผนวกที่ 13. ผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนประสิทธิภาพการใช้อาหารของสุกร

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr> F
sex	1	0.01000417	0.01000417	2.62	0.1252
treat	3	0.02111250	0.00703750	1.84	0.1802
sex*treat	3	0.01174583	0.00391528	1.02	0.4079
Error	16	0.06113333	0.00382083		
Corrected Total	23	0.10399583			

ตารางภาคผนวกที่ 14. ผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนประสิทธิภาพการเพิ่มน้ำหนักตัวของสุกร

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr> F
sex	1	0.11206667	0.11206667	1.84	0.1933
treat	3	0.23268333	0.07756111	1.28	0.3161
sex*treat	3	0.20136667	0.06712222	1.10	0.3761
Error	16	0.97213333	0.06075833		
Corrected Total	23	1.51825000			

ตารางภาคผนวกที่ 15. ผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนประสิทธิภาพการใช้โปรตีนของสุกร

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr> F
sex	1	0.17170417	0.17170417	2.35	0.1447
treat	3	0.11841250	0.03947083	0.54	0.6613
sex*treat	3	0.21561250	0.07187083	0.98	0.4249
Error	16	1.16806667	0.073004167		
Corrected Total	23	1.67379583			

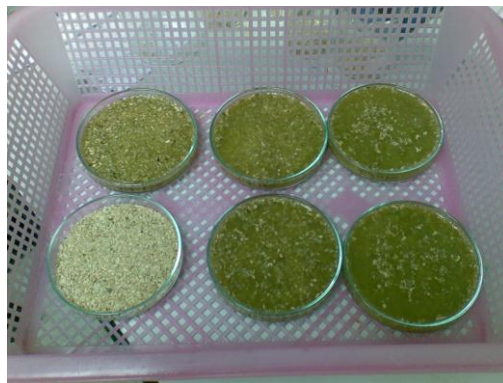
ตารางภาคผนวกที่ 16. ผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนต้นทุนอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัวของสุกร

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr> F
sex	1	33.58300417	33.58300417	1.89	0.1882
treat	3	74.04854583	24.68284861	1.39	0.2824
sex*treat	3	58.12741250	19.37580417	1.09	0.3818
Error	16	17.7763500	1.11102187		
Corrected Total	23	450.1805625			

ภาพภาคผนวก



ภาพภาคผนวกที่ 1 การเตรียมน้ำคั้นสับปะรดสำหรับการทดลองหมักกากกล้วยเหลือง



ภาพภาคผนวกที่ 2 กากกล้วยเหลืองหมักที่น้ำคั้นสับปะรด



ภาพภาคผนวกที่ 3 กากกล้วยเหลืองหมักน้ำคั้นสับปะรดหลังอบ



ภาพภาคผนวกที่ 4 การคั้นน้ำสับปะรด



ภาพภาคผนวกที่ 5 การกักตัวเชื้อหมักน้ำคั้นสับปะรด



ภาพภาคผนวกที่ 6 การนำกากตัวเชื้อหมักน้ำคั้นสับปะรดเข้าตู้อบ



ภาพภาคผนวกที่ 7 ตู้บกกักตัวเหลืองหมักน้ำคั้นสับปะรด



ภาพภาคผนวกที่ 8 กากตัวเหลืองหมักน้ำคั้นสับปะรดที่ผ่านการอบ



ภาพภาคผนวกที่ 9 กากตัวเหลืองได้หลังการอบ



ภาพภาคผนวกที่ 10 ขั้นตอนในการผสมอาหารทดลอง



ภาพภาคผนวกที่ 11 ลูกสุกรเพศผู้ที่ใช้ในการทดลองที่ 2



ภาพภาคผนวกที่ 12 กรงการย่อยได้ที่ใช้ในการทดลอง



ภาพภาคผนวกที่ 13 การย้ายสุกรขึ้นกรงการย่อยได้



ภาพภาคผนวกที่ 14 การเก็บตัวอย่างมูลสุกร



ภาพภาคผนวกที่ 15 การเก็บตัวอย่างปัสสาวะสุกร



ภาพภาคผนวกที่ 16 สุกกรหลังเสร็จสิ้นการทดลอง



ภาพภาคผนวกที่ 17 ลูกสุกรในแต่ละกลุ่มการทดลองที่ 3



ภาพภาคผนวกที่ 18 เครื่องผสมอาหาร



ภาพภาคผนวกที่ 19 ภาพขณะให้อาหารลูกสุกร



ภาพภาคผนวกที่ 20 เครื่องชั่งน้ำหนักลูกสุกร



ภาพภาคผนวกที่ 21 การเก็บน้ำนมลูกสุกร



ภาพภาคผนวกที่ 22 การเก็บน้ำหนักรอาหาร



ภาพภาคผนวกที่ 23 ลูกสุกรหลังการทดลอง

ประวัตินักวิจัย

1. หัวหน้าโครงการ นางสาวภัทราพร ภูมิรินทร์

(1) ประวัติส่วนตัว

- 1.1 เกิดวันที่ 21 เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2519
- 1.2 อายุ 34 ปี
- 1.3 การศึกษาระดับอุดมศึกษา
 - 1.3.1 วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สัตวศาสตร์)
ปี 2541-2544 ภาคสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
 - 1.3.2 วิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)
ปี 2537-2540 ภาคสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

(2) ประวัติการทำงาน

- 2.1 ปี 2546 – ปัจจุบัน
คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตสารสนเทศเพชรบุรี
ปัจจุบันดำรงตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์
- 2.2 ปี 2545 – 2546
อาจารย์ สังกัดโปรแกรมเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์

(3) ผลงานทางวิชาการ

3.1 เอกสารคำสอน

- พรพรรณ แสนภูมิ **ภัทราพร ภูมิรินทร์** พิเชษฐ ศรีบุญยงค์ และศิวพร แพงคำ. 2549. **คู่มือปฏิบัติการรายวิชาอาหารสัตว์ (710 322)**. คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร. 89 น.
- ภัทราพร ภูมิรินทร์**. 2549. **บทนำและภาพรวมการผลิตสัตว์ในประเทศไทย**. เอกสารประกอบการสอนรายวิชา 710 101 หลักการผลิตสัตว์เบื้องต้น คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร. 12 น.
- ภัทราพร ภูมิรินทร์**. 2549. **น้ำ**. เอกสารประกอบการสอน วิชา 700 310 และ 710 321 โภชนศาสตร์สัตว์ คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร. 17 น.
- ภัทราพร ภูมิรินทร์**. 2549. **การประกอบสูตรอาหารสัตว์ (Feed Formulation)**. เอกสารประกอบการสอน วิชา 700 311 และ 710 322 อาหารสัตว์ คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร. 29 น.
- ภัทราพร ภูมิรินทร์**. 2549. **พระราชบัญญัติควบคุมคุณภาพอาหารสัตว์**. เอกสารประกอบการสอน วิชา 700 311 และ 710 322 อาหารสัตว์ คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร. 21 น.

ภัทรพร ภูมิรินทร์. 2549. *Swine Management*. เอกสารประกอบการสอน วิชา 700 411 (การเลี้ยงสุกร) และ 710 352 (การผลิตสุกร). คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร.

3.2 เอกสารประกอบการสอน

ภัทรพร ภูมิรินทร์ พิเชษฐ ศรีบุญยงค์ และพรพรรณ แสนภูมิ. 2550. *คู่มือสหกิจศึกษา 2550 (Co-operative Education Handbook 2007)* คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตสารสนเทศเพชรบุรี, 54 น.

3.3 งานแต่งเรียบเรียง แปลหนังสือหรือบทความทางวิชาการ

ภัทรพร ภูมิรินทร์. 2549. *ไซโอเมก้า*. วารสารสัตว์เศรษฐกิจ. ปีที่ 24 ฉบับที่ 538 หน้า 49-51.

ภัทรพร ภูมิรินทร์. 2549. *บทบาทหน้าที่ของผู้ประกอบการ*. บทความวิชาการในหนังสือการจัดการสุขภาพโคนมในระบบมาตรฐานฟาร์มโคนม. คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตสารสนเทศเพชรบุรี, น. 16-20.

ภัทรพร ภูมิรินทร์. 2549. *พระราชบัญญัติควบคุมคุณภาพอาหารสัตว์*. บทความวิชาการในหนังสือการจัดการสุขภาพโคนมในระบบมาตรฐานฟาร์มโคนม. คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตสารสนเทศเพชรบุรี, น. 38-43.

3.4 งานวิจัย

ภัทรพร ภูมิรินทร์, ชัชพงษ์ เชาว์สวัสดิ์ และถิรายุ สอ้านวงศ์. 2551. *การศึกษาการเสริมสมุนไพรรัง, ฟาทะลายโจรและกระเทียม) ในอาหารต่อสมรรถนะการผลิตไก่เนื้อ*. วารสารวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก, ปีที่ 1 ฉบับที่ 1 มกราคม –มิถุนายน: น.74-78.

Kongcharoen, A., S. Chujaroen, P. Nilprapruck, P. *Pummarin* and P. Na Chiangmai. 2006. *Comparison of Nutritional Values in Various Species of Vigna spp.* Kamphaengsaen Academic Journal, 4: 733-739.

Poommarin, P., K. Lauoroongroj, T. Soodying, M. Naktung, T. Chawaut and J. Srimonlert. 2007. *The use of tumeric (Curcumin longa Linn.) as antioxidant in high density reared broilers (effects on heterophil, lymphocyte, H/L ratio and MDA)*. In. Proc. First international conference on sustainable animal agriculture in developing countries. September 27-29, 2007, Kunming, China. 272-274.

P. Saenphoom, S. Paengkoum and P. *Poommarin*. 2007. *Effect of Leucaena leucocephala and purple guinea grass (Panicum maximum TD 58) on digestibility, milk yield and milk compositions of dairy goat*. In. Proc. First international conference on sustainable animal agriculture in developing countries. September 27-29, 2007, Kunming, China. 207 – 209.

อิสรี สายรวมญาติ, กฤษณพงศ์ จินดาเงิน และ ภัทรพร ภูมิรินทร์. 2552. *ผลของกากถั่วเหลืองหมักน้ำคั้นสับประรด ต่อการละลายได้ของโปรตีนและประสิทธิภาพการผลิตของสุกรอนุบาล*. วารสารแก่นเกษตร ปีที่ 37 ฉบับที่ 1 มกราคม – มีนาคม: น. 31-36

Poommarin, P. and S. Seubsai. 2009. Analysis of chemical and bromelain activity in pineapple

นางสาวสุภาวดี สืบสาย

(1) ชื่อ-สกุล นางสาวสุภาวดี สืบสาย
Miss Supawadee Suebsai

- (5) สถานที่ทำงาน

E-mail address: cat_catcute@hotmail.com

- (6) ประวัติการศึกษา

ชื่อสถานที่ศึกษาและประเทศ

มหาวิทยาลัยศิลปากร ประเทศไทย

- (7) วิทยานิพนธ์ระดับบัณฑิตศึกษา (ชื่อเรื่อง/ปีที่ดำเนินการ ทั้งระดับปริญญาโท)

- (8) สาขาวิชาที่เกี่ยวข้อง

- วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม