ภาคผนวก ก

การคำนวณปริมาณสารสกัดที่ใช้เสริมลงในอาหารทดลอง

คำนวณจาก คนมีน้ำหนักเฉลี่ย 70 กก. น้ำหนักเฉลี่ยของลูกสุกรตลอดการทดลองเท่ากับ 16 กก. และปริมาณอาหารตลอดช่วงของการทดลองที่สุกรกินโดยเฉลี่ยเท่ากับ 700 กรัม/ตัว/วัน

1. การคำนวณปริมาณแกมมา-โอไรซานอลที่ใช้เสริมลงในอาหารทดลองสูตรที่ 2 อ้างอิงจากปริมาณที่แนะนำให้ใช้ในคน ในลักษณะให้ผล ช่วยลดโอกาสเกิดโรคมะเร็ง โรคหัวใจ และโรคความดัน ที่ระดับ 450 มก./วัน (cited by Teltathum, 2004)

คนมีน้ำหนักเฉลี่ย	70	กก. ได้รับแกมมา-โอไรซานอล	9,000	มก./วัน
ลูกสุกรน้ำหนักเฉลี่ย	16	กก. จะได้รับแกมมา-โอไรซานอล	2057.14	มก./วัน
ลูกสุกรกินอาหารโดยเฉลี่ย	700 ก.	ได้รับแกมมา-โอไรซานอล	2,057.14	มก.
ถ้าอาหาร	1,000 ก.	ได้รับแกมมา-โอไรซานอล	2,943	มก.
		ประมาณ	3,000	มก./อาหาร 1 กก.

2. การคำนวณปริมาณสารสกัดโดยรวมโปรแอนโธไซยานิดินที่ใช้เสริมลงในอาหารทดลองสูตรที่ 3 โดยอ้างอิงจากระดับที่แนะนำให้ใช้ในคน 250 มก./วัน (Hertog *et al.*, 1993)

คนมีน้ำหนักเฉลี่ย	70	กก. ได้รับโปรแอนโธไซยานิดิน	250	มก./วัน
ลูกสุกรน้ำหนักเฉลี่ย	16	กก. จะได้รับโปรแอนโธไซยานิดิน	57.14	มก./วัน
ลูกสุกรกินอาหารโดยเฉลี่ย	700 ก.	ได้รับโปรแอนโธไซยานิดิน	57.14	มก.
ถ้าอาหาร	1,000 ก.	ได้รับโปรแอนโธไซยานิดิน	81.6	มก.
		ประมาณ	82	มก./อาหาร 1 กก.

3. การคำนวณปริมาณสารสกัดโดยรวมโปรแอนโธไซยานิดินที่ใช้เสริมลงในอาหารทดลองสูตรที่ 4 โดยอ้างอิงจากระดับที่แนะนำให้ใช้ในคน 250 มก./วัน (Hertog *et al.*, 1993)

คนมีน้ำหนักเฉลี่ย	70	กก. ได้รับแกมมา-โอไรซานอล	300	มก./วัน
ลูกสุกรน้ำหนักเฉลี่ย	16	กก. จะได้รับแกมมา-โอไรซานอล	68.57	มก./วัน
ลูกสุกรกินอาหารโดยเฉลี่ย	700 ก.	ได้รับแกมมา-โอไรซานอล	68.57	มก.
ถ้าอาหาร	1,000 ก.	ได้รับแกมมา-โอไรซานอล	97.9	มก.
		ประมาณ	100	มก./อาหาร 1 กก.

คนมีน้ำหนักเฉลี่ย 70 กก. ได้รับโปรแอนโธไซยานิดิน 200 มก./วัน
ลูกสุกรน้ำหนักเฉลี่ย 16 กก. จะได้รับโปรแอนโธไซยานิดิน 45.46 มก./วัน
ลูกสุกรกินอาหารโดยเฉลี่ย 700 ก. ได้รับโปรแอนโธไซยานิดิน 45.46 มก.
ถ้าอาหาร 1,000 ก. ได้รับโปรแอนโธไซยานิดิน 64.3 มก.
ประมาณ 65 มก./อาหาร 1 กก.

4. รำข้าวขาวมีแกมมา-โอไรซานอลเป็นองค์ประกอบประมาณ 1.12% ดังนั้นในรำข้าวขาว 2% (ในอาหารสูตรที่ 1-4) ซึ่งใช้รำข้าวขาว 2% จะมีแกมมา-โอไรซานอล 224 มก./อาหาร 1 กก. ส่วนปริมาณแกมมา-โอไรซานอลและสารสกัดโปรแอนโธไซยานิดินที่มีในรำข้าวเหนียวก่ำในอาหารสูตรที่ 5-7 (รำข้าวเหนียวก่ำมีแกมมา-โอไรซานอล 2.69% และมีสารสกัดโปรแอนโธไซยานิดิน 1.02%) สามารถคำนวณได้ ดังนี้

รำข้าวเหนียวก่ำในอาหาร 1 กก.	แกมมา-โอไรซานอล (มก.)	โปรแอนโธไซยานิดิน (มก.)
2%	540	204
4%	1,080	408
6%	1,600	612

ภาคผนวก ข

ข.1 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหาร

1) การวิเคราะห์หาปริมาณวัตถุแห้ง (dry matter) (AOAC, 1998 และพันทิพา 2546)

วิธีการ

1. นำถ้วยชั่งน้ำหนัก (weighing bottle) ที่ล้างทำความสะอาดแล้วไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ $100-105^{\circ}C$ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดแล้วนำไปไว้ในโถดูดความชื้น ทิ้งไว้ให้เย็น แล้วนำมาชั่งน้ำหนัก (W_1)
2. ชั่งตัวอย่างอาหาร 3 กรัม (W_s) ใส่ในถ้วยชั่งน้ำหนัก
3. นำไปอบที่อุณหภูมิ $100-105^{\circ}C$ เป็นเวลา 8-10 ชั่วโมง โดยเปิดฝาถ้วย และปิดฝาถ้วยเมื่อครบกำหนด แล้วนำไปวางไว้ในโถดูดความชื้น ทิ้งไว้ให้เย็น แล้วนำมาชั่งน้ำหนัก (W_2)

วิธีคำนวณ

$$\text{dry matter (\%)} = \frac{(W_2 - W_1) \times 100}{Ws}$$

2) การวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนโดยรวม (crude protein) (AOAC, 1998 และพันทิพา 2546)

วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่างน้ำหนัก 1 กรัมใส่ในหลอดย่อย ใส่ selenium reagent mixture ลงไป แล้วเติม sulfuric acid 25 มล. พร้อมทำ blank ควบคู่ไปด้วย
2. นำไปใส่เครื่องย่อย แล้วย่อยจนได้สารละลายใส ใช้เวลาประมาณ 2-3 ชั่วโมง แล้วทิ้งไว้ให้เย็น ก่อนที่จะนำไปกลั่นต่อไป
3. เติมน้ำกลั่นลงไปประมาณ 200 มล.และหยด tashiro indicator ลงไป 2-3 หยด แล้วต่อเข้ากับเครื่องกลั่น โดยใช้ 4% boric acid 40 มล. ในขวดรูปชมพู่เป็นตัวจับแอมโมเนีย
4. เติม sodium hydroxide ลงในขวดย่อย แล้วต่อเข้ากับเครื่องกลั่นทันที
5. การไตเตรทใช้ 0.1N HCl เป็น titrant แล้วอ่านค่า titrant ที่ end point โดยดูจากจุดที่สารละลายสีเขียวเปลี่ยนเป็นสีม่วง (ควรไตเตรททันทีที่กลั่นเสร็จ หากไม่สามารถทำได้ต้องเก็บสารละลายที่กลั่นได้ไว้ภายใต้อุณหภูมิไม่เกิน $25^{\circ}C$ เพื่อป้องกันการระเหยของแอมโมเนีย)

วิธีคำนวณ

$$N(\%) = \frac{\{(\text{ml HCl (s)} - \text{ml HCl (b)} \times \text{N HCl} \times 0.014\} \times 100}{Ws}$$

$$CP = N(\%) \times 6.25$$

โดย N = ปริมาณไนโตรเจนคิดเป็นเปอร์เซนต์

HCl (s) = ปริมาณกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ไตเตรทสารละลายของตัวอย่าง

HCl (b) = ปริมาณกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ไตเตรทสารละลายของแบลงค์

N HCl = ความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ไตเตรท

Ws = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

CP = โปรตีนรวมคิดเป็นเปอร์เซนต์

3) การวิเคราะห์หาปริมาณเยื่อใยโดยรวม (Crude fiber) (AOAC, 1998 และพันทิพา 2546)

วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่างอาหาร 3 กรัม (Ws) ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 600 มล.
2. เติมกรดซัลฟูริก 1.25% ลงไป 200 มล. นำไปย่อยบนเตาที่มีเครื่องควบแน่น โดยต้มให้เดือด 30นาที ระวังอย่าให้ตัวอย่างติดข้างบีกเกอร์
3. นำไปกรองด้วยบูชเนอร์ฟันเนล (buchner funnel) โดยใส่กระดาษกรองซึ่งเคลือบด้วย keselgurtแล้ว แล้วล้างด้วยน้ำกลั่นร้อน 3 ครั้ง จนมั่นใจว่ากรดหมด ดูดจนตัวอย่างแห้ง
4. ถ่ายตะกอนทั้งหมดใส่บีกเกอร์ใบเดิม เติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1.25% ลงไป 200 มล. นำไปย่อยอีก 30 นาทีเช่นกัน แล้วทำซ้ำกับข้อ 3
5. ล้างตะกอนอีกครั้งด้วยอะซีโตน จากนั้นถ่ายตะกอนทั้งหมดลงถ้วยกระเบื้อง แล้วนำไปอบที่ 100 °C เป็นเวลา 8 ชั่วโมง
6. นำมาทำให้เย็นในโถอบแห้ง แล้วชั่งน้ำหนัก (W_1)
7. นำไปเผาที่ 600 °C เป็นเวลา 30 นาที ทั้งให้เย็นในโถอบแห้ง แล้วนำไปชั่ง (W_2)

การคำนวณ

$$\text{Crude fiber} = \frac{(W1-W2) \times 100}{Ws}$$

4) การวิเคราะห์หาปริมาณไขมันโดยรวม (ether extract) (AOAC, 1998 และพันทิพา 2546)

สารเคมี

วิธีการ

1. ใส่หินพัมมิช 2-3 เม็ด ลงในขวดก้นกลม (round bottom flask) นำไปอบที่อุณหภูมิ 100°C จนน้ำหนักคงที่ หรืออบเป็นเวลา 1 ชม

2. นำไปใส่ในโถดูดความชื้น ทิ้งไว้ให้เย็น ชั่งน้ำหนัก (W_1)

3. ชั่งน้ำหนักตัวอย่าง 3 กรัม (W_s) แล้วนำไปห่อด้วยกระดาษกรองหรือกระดาษที่ปราศจากไขมัน เสร็จแล้วนำไปใส่ในทิมเบิล (thimble)

4. นำทิมเบิลใส่ในซอคท์เล็ท (soxhlet)

5.นำซอคท์เลทต่อเข้ากับปลายคอนเดนเซอร์ (condenser) เสร็จแล้วนำขวดก้นกลมมาต่อเข้ากับปลายของซอคท์เล็ท โดยให้ขวดตั้งอยู่บนเตาให้ความร้อน

6.เติมไดคลอโรมีเทนลงในขวดก้นกลมจำนวน 2 ไซฟอน (siphon) โดยผ่านทางปลายคอนเดนเซอร์

7.เปิดเครื่องทำความเย็นของน้ำและเตาให้ความร้อน

8.ปรับตั้งความร้อนของเตา โดยให้จำนวนหยดของสารละลายที่กลั่นได้จากปลายคอนเดนเซอร์เท่ากับ 5-6 หยดต่อวินาที ใช้เวลากลั่นประมาณ 16 ชั่วโมง

9.เมื่อครบกำหนด นำทิมเบิลออกจากซอคท์เล็ท กลั่นต่อเพื่อเก็บไดคลอโรมีเทนไว้ใช้ต่อไป โดยเมื่อกลั่นได้สารละลายปริมาณ ½ ของซอคท์เล็ท เทสารละลายที่กลั่นได้ออก กลั่นต่อจนเหลือไดคลอโรมีเทนในก้นขวดเพียงเล็กน้อย (อย่าให้แห้ง) ปิดเครื่องทำความเย็นและเตาให้ความร้อน

10.นำขวดก้นกลมไปอบที่อุณหภูมิ 100°C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

11.นำขวดก้นกลมไปใส่ในโถดูดความชื้น ทิ้งไว้ให้เย็น แล้วนำมาชั่งน้ำหนัก (W_2)

การคำนวณ

$$\text{Ether extract (\%)} = \left(\frac{W_2 - W_1}{W_s}\right) \times 100$$

5) การวิเคราะห์หาปริมาณเถ้า (ash), AOAC (1998) และพันทิพา (2546)

วิธีการ

1. นำถ้วยกระเบื้องเคลือบ (porcelain crucible) เปล่าที่ล้างทำความสะอาดแล้วไปอบที่อุณหภูมิ 100°C หรือเผาที่อุณหภูมิ 600° C ประมาณ 1 ชั่วโมง แล้วทำให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักถ้วยเปล่า (W_1)

2. ชั่งน้ำหนักตัวอย่างอาหาร 2 กรัม (W_s) ใส่ในถ้วยกระเบื้องเคลือบ

3. นำไปเผาบนแผ่นให้ความร้อน (hot plate) หรือ ตะเกียงบุนเซน ในตู้ดูดควันจนหมดควัน

4. นำไปเผาต่อในเตาเผา (muffle furnace) ที่อุณหภูมิ 600°C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง

5. ปิดไฟ รอให้อุณหภูมิเตาเผาลดลงเหลือประมาณ 200°C จึงนำถ้วยออกมา และทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น แล้วนำมาชั่งน้ำหนัก (W_2)

วิธีคำนวณ

$$\textbf{Ash (\%)} = \left(\frac{W_2 - W_1}{W_s}\right) \times 100$$

ข.2 การวิเคราะห์ปริมาณธาตุเหล็กในอาหารทดลอง (AOAC, 1984)

สารเคมี

1. Hydrochloric acid
2. Standard solution of Fe (1,000 ppm)

วิธีการทดลอง

1. ชั่งตัวอย่างประมาณ 1-5 กรัม ลงใน crucible เผาไล่ควันก่อนนำเข้าเตาเผาที่อุณหภูมิ 550°C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง แล้วทิ้งไว้ให้เย็น
2. เติม 1:1 HCl 5 มล. ต้มให้เดือด สักพัก ทิ้งให้เย็น ถ่ายใส่ขวดวัดปริมาตรขนาด 100 มล. แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำปลอดอิออน
3. เขย่าแล้วทิ้งให้ตกตะกอน นำส่วนใสไปอ่านค่าโดยใช้เครื่อง atomic absorption spectrophotometer ตามคู่มือการใช้เครื่อง ซึ่งธาตุเหล็กจะใช้ความยาวคลื่น 248.3 นาโนเมตร
4. เตรียมกราฟมาตรฐานโดยใช้สารละลายมาตรฐานที่ความเข้มข้น 0 1.0 2.0 3.0 4.0 และ 5.0 ppm

ข.3 การวิเคราะห์ปริมาณแทนนินในอาหารทดลอง (AOAC, 1984)

สารเคมี

1. Potassium permanganate standard solution

ละลาย $KMnO_4$ 1.333 กรัมในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรให้ครบ 1 ลิตร

2. indigo solution

ละลาย sodium indigo disulfonate 6 กรัม ลงในน้ำกลั่น 500 มล. บน hot plate จากนั้นจึงเติม H_2SO_4 ลงไป 50 มล. ก่อนปรับปริมาตรให้ครบ 1 ลิตร แล้วนำมากรองเอนส่วนที่ไม่ละลายออกก่อนนำไปใช้งาน

วิธีการทดลอง

1. แช่ตัวอย่าง 2 กรัมใน ether ทิ้งไว้ 20 ชั่วโมง
2. นำส่วนที่เหลือไปต้มกับน้ำจำนวน 300 มล. เป็นเวลา 2 ชั่วโมง แล้วทิ้งให้เย็น ก่อนนำมาปรับปริมาตรเป็น 500 มล.
3. กรองเอาส่วนใสและแบ่งออกมา 25 มล. แล้วใส่ลงใน flask 1,000 มล
4. เติม indigo solution ลงไป 20 มล. แล้วปรับปริมาตรเป็น 750 มล.
5. จากนั้นนำมาไตเตรทกับ $KMnO_4$ standard solution ให้สารละลายเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเข้มเป็นสีเขียว และสีเหลืองทอง ตามลำดับ
6. ใช้น้ำกลั่นเป็น blank แล้วทำตามข้อ 3-5
7. นำค่าที่อ่านได้หลังจากหักลบกับ blank มาคูณด้วย 0.006235 ก็จะได้ค่าแทนนินในตัวอย่าง

ภาคผนวก ค

การเตรียมสารเคมี

ค.1 การเตรียมสารเพื่อใช้ทำ ELISA

1. Phosphate buffer solution (PBS)

ละลาย NaCl 8.0 g KH_2PO_4 0.2 g $Na_2HPO_4.12H_2O$ 2.8 g และ KCl 0.2 g ลงในน้ำกลั่น 1,000 มล. แล้วปรับค่าความเป็นกรด-ด่างเป็น 7.4

2. Ethylenediaminetetraacetic acid; EDTA ($C_6H_5Na_3O_7.2H_2O$) เข้มข้น 500 mM

ละลาย EDTA $2H_2O$ 186 g ลงในน้ำกลั่น 500 ml แล้วปรับค่าความเป็นกรด-ด่างเป็น 8.0 ด้วย 1N NaOH

3. Coating buffer

ละลาย $NaCO_3$ 4.29 g และ $NaHCO_3$ 2.93 g ลงในน้ำกลั่น 900 ml และปรับค่าความเป็นกรด-ด่างเป็น 9.6 ด้วย 1N NaOH แล้วปรับปริมาตรเป็น 1,000 ml เก็บไว้ที่ 4 °C

4. Washing buffer

ละลาย Tween 80 2.5 g และ NaCl 45 g ลงในน้ำกลั่น 4,500 ml แล้วปรับปริมาตรเป็น 5,000 ml

5. 2% gelatin

ละลาย gelatin 2 g ลงใน coating buffer 80 ml บน hot plate แล้วปรับปริมาตรให้เป็น 100 ml

6. citrate-phosphate buffer (substrate)

ละลาย citric acid (monohydrate) 10.30 g และ $NaHPO_4.2H_2O$ 18.12 g ลงในน้ำกลั่น 900 ml และปรับค่าความเป็นกรด-ด่างเป็น 5.0 ด้วย 1N NaOH หรือ 1N HCl แล้วปรับปริมาตรเป็น 1,000 ml เก็บไว้ที่ 4 °C

7. Stopping solution

เติม $98\%H_2SO_4$ 21.36 ml ลงในน้ำกลั่น 180 ml แล้วปรับปริมาตรเป็น 200 ml

8. OPD

ละลาย OPD 0.018 g ลงใน citrate-phosphate buffer 12 ml โดยทำในหลอดหุ้ม aluminium foil แล้วนำไปเขย่าโดยใช้ vortex mixer เมื่อละลายหมดแล้วเติม 30% H_2O_2 20 ไมโครลิตร (เตรียมเมื่อใช้)

ค.2 การเตรียมสารเคมี

1. Iron buffer (pH 2.2)

ละลาย KCl 13.868 g ลงใน HCl 0.008 mol/l จำนวน 1000 ml

2. Ascorbic acid

ละลาย ascorbic acid 0.3 g ลงใน iron buffer 10 ml. (เตรียมเมื่อใช้)

3. Iron binding buffer pH 9.0

ละลาย Tris 363.42 g ลงใน HCl 0.36 ml/l จำนวน 1000 ml แล้วปรับค่า pH 9.0

4. Stock iron standard (1 mg iron/ml)

ละลาย ferric ammonium sulfate 0.862 g ใน H_2SO_4 0.0025 mol/l จำนวน 100 ml

5. TPTZ

ละลาย 2,4,6-tripyridyl-s-triazine 2.998 g ใน HCl 0.333 mol/l จำนวน 1000 ml

6. สารละลายเหล็กคลอไรด์สำหรับเติมเหล็กเข้าไปในซีรัม

สารละลายนี้แบ่งออกได้เป็น 3 ส่วน คือ

- สารละลาย ก. ได้จากการละลายเฟอริคคลอไรด์เฮกซาไฮเดรท 10 กรัม ในกรดเกลือ 0.1N ปรับปริมาตรให้ได้ 100 มล.

- สารละลาย ข. ได้จากการเจือจางสารละลาย ก. 0.5 มล. ด้วยกรดเกลือ0.1N จนได้ปริมาตร 100 มล.

- สารละลาย ค. ได้จากการเจือจางสารละลาย ข. 5.0 มล. ด้วยกรดเกลือ0.1N จนได้ปริมาตร 100 มล.

7. สารละลายเหล็กมาตรฐานเข้มข้น 20 มก./ดล.

ละลายเฟอรัสแอมโมเนียมซัลเฟตเฮกซาไฮเดรต [$FeSO_4(NH_4)_2SO_4.H_2O$] 1.404 กรัม ในขวดวัดปริมาตรขนาด 1 ลิตร โดยละลายในน้ำปลอดอิออนประมาณ 800 มล. หลังจากเติม H_2SO_4 0.5 มล. เขย่าให้ละลายดี แล้วปรับปริมาตรให้ครบ 1 ลิตร

8. สารละลายเหล็กมาตรฐานใช้งาน 200 มคล./ดล.

เจือจางสารละลายมาตรฐานเข้มข้น 1 มล. ด้วยน้ำปลอดอิออนให้เป็น 100 มล.

ภาคผนวก ง

ผลการทดลอง

ค.1 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง

Appendix table 1. The comparison between calculated and analyzed nutrients in experimental diets (dry matter basis) (continued)

Treatment[a]		CONT	GON	PA	GON+PA	2%PRB	4%PRB	6%PRB
Phase 1								
%CP	calculate	23.24	23.24	23.24	23.24	23.28	23.43	23.58
	analyzed	22.92	22.76	22.35	22.32	23.55	23.60	23.77
%EE	calculate	10.07	10.06	10.06	10.06	10.10	10.37	10.64
	analyzed	11.07	11.02	9.87	10.19	11.20	11.21	11.22
%CF	calculate	3.13	3.13	3.13	3.13	3.02	3.13	3.24
	analyzed	2.38	2.60	2.86	2.71	2.79	2.81	3.22
Phase 2								
%CP	calculated	21.87	21.87	21.87	21.87	21.91	22.06	22.00
	analyzed	21.93	21.88	20.84	21.40	21.64	21.80	21.91
%EE	calculate	10.28	10.28	10.28	10.28	10.31	10.58	10.85
	analyzed	11.13	11.1	10.87	10.32	11.20	11.34	11.62
%CF	calculate	3.28	3.28	3.28	3.28	3.18	3.28	3.39
	analysed	2.91	3.09	2.84	3.05	3.05	2.69	3.84
Phase 3								
%CP	calculate	20.41	20.41	20.41	20.41	20.45	20.59	20.74
	analyzed	21.63	21.08	21.21	21.67	21.19	22.27	22.58
%EE	calculate	9.76	9.75	9.76	9.75	9.79	9.90	9.92
	analyzed	10.49	10.24	9.19	10.25	10.67	10.98	11.25
%CF	calculate	3.28	3.28	3.28	3.28	3.18	3.28	3.39
	analyzed	3.09	2.6	3.43	3.43	3.07	2.89	3.2

Appendix table 1. The comparison between calculated and analyzed nutrients in experimental diets

Treatment[a]		CONT	GON	PA	GON+PA	2%PRB	4%PRB	6%PRB
Phase 4								
%CP	calculate	19.60	19.59	19.60	19.59	19.64	19.68	19.73
	analyzed	21.51	21.95	20.71	20.23	20.61	20.52	20.81
%EE	calculate	6.46	6.46	6.46	6.46	6.49	6.56	6.67
	analyzed	6.97	7.09	6.99	7.05	7.06	7.12	7.60
%CF	calculate	3.73	3.73	3.73	3.62	3.62	3.73	3.83
	analyzed	2.72	3.01	3.73	3.05	3.26	3.10	3.12

[a] CONT : farm standard diet, GON : farm standard diet with 3,000 mg/kg gamma-oryzanol, PA : farm standard diet with 82 mg/kg proanthocyanidin, GON+PA : farm standard diet with 100 mg/kg gamma-oryzanol and 65 mg/kg proanthocyanidin; and 2, 4, 6% PRB were farm standard diet supplemented with 2, 4, 6 % purple rice bran, respectively.

Appendix table 2. Average daily gain, GON and PA intake per day, as a function of treatment

Parameter	Treatment[a]						
	CONT	GON	PA	GON+PA	2%PRB	4%PRB	6%PRB
Week 1							
ADFI, g/day	163.10	175.12	188.81	183.93	175.48	193.81	225.83
GON intake, g/day	36.53	564.59	42.29	59.59	94.41	209.31	364.49
PA intake, g/day	-	-	15.48	11.96	35.80	79.07	138.21
Week 2							
ADFI, g/day	413.57	456.75	449.74	475.37	449.74	458.96	571.82
GON intake, g/day	92.64	1472.56	100.74	154.02	241.96	495.68	922.92
PA intake, g/day	-	-	36.88	30.90	91.75	187.26	349.95
Week 3							
ADFI, g/day	531.77	593.43	588.07	643.91	632.57	628.57	767.33
GON intake, g/day	119.12	1913.22	131.73	208.63	340.32	678.86	1238.47
PA intake, g/day	-	-	48.22	41.85	129.04	256.46	469.61
Week 4							
ADFI, g/day	739.43	751.29	680.79	869.17	825.36	720.00	887.92
GON intake, g/day	165.63	2422.16	152.50	281.61	444.04	777.60	1433.10
PA intake, g/day	-	-	55.82	56.50	168.37	293.76	543.41
Week 5							
ADFI, g/day	862.43	918.00	847.57	945.64	935.29	927.43	1101.50
GON intake, g/day	193.18	2959.63	189.86	306.39	503.19	1001.62	1777.82
PA intake, g/day	-	-	69.50	61.47	190.80	378.39	674.12

[a] CONT : farm standard diet, GON : farm standard diet with 3,000 mg/kg gamma-oryzanol, PA : farm standard diet with 82 mg/kg proanthocyanidin, GON+PA : farm standard diet with 100 mg/kg gamma-oryzanol and 65 mg/kg proanthocyanidin; and 2, 4, 6% PRB were farm standard diet supplemented with 2, 4, 6 % purple rice bran, respectively.

Appendix table 3. Effect of treatments on Log_2 BSA IgG titer

Treatment^{a} (mg/kg diet)	Trial day (mean ± S.E)				
	14	21	28	35	42
T1: CONT	0.575^{bc} ±0.072	1.169^{abc} ±0.064	1.279^{ab} ±0.065	1.479^{a} ±0.057	1.342^{a} ±0.057
T2: GON 3,000 mg	1.234^{a} ±0.070	1.377^{a} ±0.058	1.358^{a} ±0.43	1.482^{a} ±0.044	1.405^{a} ±0.040
T3: PA 82 mg	0.653^{bc} ±0.083	0.966^{c} ±0.036	0.819^{c} ±0.069	1.040^{b} ±0.086	1.405^{a} ±0.040
T4: GON 100 mg +PA 65 mg	0.449^{c} ±0.061	1.213^{ab} ±0.037	1.245^{ab} ±0.076	1.369^{a} ±0.081	1.164^{b} ±0.066
T5: 2% PRB	0.546^{bc} ±0.241	1.136^{abc} ±.223	1.241^{ab} ±0.195	1.508^{a} ±0.104	1.472^{a} ±0.154
T6: 4% PRB	0.793^{b} ±0.155	0.908^{c} ±.185	1.045^{bc} ±0.167	0.993^{b} ±0.189	1.049^{b} ±0.158
T7: 6% PRB	0.632^{bc} ±0.163	1.102^{bc} ±0.068	1.133^{b} ±0.077	1.336^{a} ±0.037	1.337^{a} ±0.051

Means within column with different superscripts are significantly different ($P<0.05$) (n=12).

[a] CONT : farm standard diet, GON : farm standard diet with 3,000 mg/kg gamma-oryzanol, PA : farm standard diet with 82 mg/kg proanthocyanidin, GON+PA : farm standard diet with 100 mg/kg gamma-oryzanol and 65 mg/kg proanthocyanidin; and 2, 4, 6% PRB were farm standard diet supplemented with 2, 4, 6 % purple rice bran, respectively.

Appendix table 4. Effects of treatments on serum iron (μg/dl)

Treatment	Trial day (mean ± S.E.)				
	14	21	28	35	42
T1: CONT	16.933^{b} ±0.162	18.250 ±0.144	17.173^{b} ±0.120	21.828^{ab} ±0.213	12.709^{bc} ±0.168
T2: GON 3,000 mg	37.724^{a} ±0.167	12.766 ± 0.176	22.345^{ab} ± 0.130	21.077^{ab} ± 0.215	11.540^{bc} ± 0.216
T3: PA 82 mg	25.060^{ab} ±0.171	12.131 ±0.162	21.123^{ab} ±0.151	13.506^{b} ±0.220	9.716^{c} ±0.216
T4: GON 100 mg +PA 65 mg	32.467^{a} ±0.130	18.810 ±0.134	29.355^{a} ±0.132	18.037^{ab} ±0.155	15.171^{abc} ±0.135
T5: 2% PRB	19.378^{b} ±0.141	12.738 ±0.133	15.697^{b} ±0.120	27.531^{a} ±0.218	17.239^{abc} ±0.159
T6: 4% PRB	18.097^{b} ±0.139	17.969 ±0.133	19.838^{ab} ±0.109	21.298^{ab} ±0.180	11.323^{ab} ±0.144
T7: 6% PRB	20.088^{b} ±0.153	14.168 ±0.133	21.921^{ab} ±0.119	12.852^{b} ±0.216	23.922^{a} ±0.194

Means within column with different superscripts are significantly different ($P<0.05$) (n=12).

[a] CONT : farm standard diet, GON : farm standard diet with 3,000 mg/kg gamma-oryzanol, PA : farm standard diet with 82 mg/kg proanthocyanidin, GON+PA : farm standard diet with 100 mg/kg gamma-oryzanol and 65 mg/kg proanthocyanidin; and 2, 4, 6% PRB were farm standard diet supplemented with 2, 4, 6 % purple rice bran, respectively.

Appendix table 5. Effects of treatments on serum iron in percentage of iron intake (%)

Treatment	Trial day (mean ± S.E.)				
	14	21	28	35	42
T1: CONT	3.059^{c} ±0.532	3.285^{a} ±0.444	3.315^{ab} ±0.367	4.526^{ab} ±0.697	2.599^{ab} ±0.168
T2: GON 3,000 mg	7.137^{a} ±0.840	2.646^{ab} ± 0.700	4.076^{ab} ±0.365	4.438^{ab} ± 0.939	2.291^{ab} ± 0.599
T3: PA 82 mg	4.767^{bc} ±0.518	2.280^{ab} ±0.411	3.512^{ab} ±0.405	2.675^{ab} ±0.548	1.725^{b} ±0.313
T4: GON 100 mg +PA 65 mg	5.827^{ab} ±0.939	3.795^{a} ±0.404	4.922^{a} ±0.688	3.771^{ab} ±0.862	3.293^{ab} ±0.413
T5: 2% PRB	3.552^{c} ±0.788	2.090^{b} ±0.411	2.708^{b} ±0.1562	27.531^{a} ±0.218	3.507^{a} ±0.827
T6: 4% PRB	3.079^{c} ±0.391	2.776^{b} ±0.302	3.120^{b} ±0.149	4.838^{ab} ±0.743	3.133^{ab} ±0.377
T7: 6% PRB	3.339^{c} ±0.593	2.152^{ab} ±0.292	3.536^{ab} ±0.728	3.917^{b} ±0.426	3.738^{a} ±0.306

Means within column with different superscripts are significantly different ($P<0.05$) (n=12).

[a] CONT : farm standard diet, GON : farm standard diet with 3,000 mg/kg gamma-oryzanol, PA : farm standard diet with 82 mg/kg proanthocyanidin, GON+PA : farm standard diet with 100 mg/kg gamma-oryzanol and 65 mg/kg proanthocyanidin; and 2, 4, 6% PRB were farm standard diet supplemented with 2, 4, 6 % purple rice bran, respectively. (data from table 4.3)

Appendix table 7. Effects of GON group on immune response and average daily gain

IgG titer	ADG	IgG titer	ADG	IgG titer	ADG	IgG titer	ADG
1.304	350	1.451	343	1.45	514	1.428	657
1.164	286	1.37	430	1.462	400	1.472	657
1.495	200	1.418	371	1.15	329	1.851	175
1.083	200	1.307	157	1.414	486	1.353	571
1.578	140	1.218	186	1.568	343	1.265	686
1.535	357	1.554	357	1.596	457	1.38	325
1.123	329	1.289	657	1.304	514	1.321	486
1.337	143	1.379	243	1.613	600	1.325	629

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นางสาวกรรณิการ์ พวงเจริญ

วันเดือนปีเกิด 3 กรกฎาคม 2524

สถานที่เกิด เพชรบุรี

ประวัติการศึกษา
สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจาก
โรงเรียนเบญจมเทพอุทิศจังหวัดเพชรบุรี
อ. เมือง จ.เพชรบุรี ปีการศึกษา 2540
สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.)
สาขาเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัย ธรรมศาสตร์ จ.ปทุมธานี ปีการศึกษา 2544

ผลงานวิจัย

กรรณิการ์ พวงเจริญ. 2548. การเปรียบเทียบคุณภาพของเอนไซม์ที่ผลิตในประเทศ และเอนไซม์นำเข้า ด้วยค่าการย่อยได้ในห้องปฏิบัติการและอายุการเก็บรักษา. ปัญหาพิเศษ. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 33 หน้า.

ผลงานตีพิมพ์ทางวิชาการ

1. กรรณิการ์ พวงเจริญ พันทิพา พงษ์เพียจันทร์ เพทาย พงษ์เพียจันทร์ คำเนิน กาละดี. 2549. ผลของรำข้าวเหนียวก่ำต่อการผลิตแอนติบอดีและการดูดซึมธาตุเหล็กในลูกสุกรหย่านม. การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ (Grad-research) ครั้งที่ 6. วันที่ 13-14 ตุลาคม 2549. บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
2. กรรณิการ์ พวงเจริญ พันทิพา พงษ์เพียจันทร์ เพทาย พงษ์เพียจันทร์ คำเนิน กาละดี. 2549. ผลของรำข้าวเหนียวก่ำต่อการผลิตแอนติบอดีและการดูดซึมธาตุเหล็กในลูกสุกรหย่านม. รายงานการสัมมนาวิชาการบัณฑิตศึกษาเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 4 “บัณฑิตก้าวไกลด้วยแนวคิดเศรษฐกิจพอเพียง” วันที่ 25-26 ธันวาคม 2549 คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ผลงานนำเสนอภาคนิทัศน์

Kannika Puangcharoen, Kanjana Thongta, Puntipa Pongpiachan, Petai Pongpiachan and Damnern Karladee. 2006. Effects of Purple Rice Bran on Intestinal Villi, Immune Response, Cholesterol Level and Iron Absorption in Weaned Piglets. The 18th Annual Meeting of the Thai Society for Biotechnology "Biotechnology: Benefits & Bioethics" November 2-3, 2006. The Montien Riverside Hotel Bangkok, Thailand.