ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (โภชนศาสตร์และเทคโนโลยีอาหารสัตว์)
ปริญญา

โภชนศาสตร์และเทคโนโลยีอาหารสัตว์ สาขา | สัตวบาล ภาควิชา

เรื่อง ผลของขนาดเม็ดอาหารต่อสมรรถภาพการผลิต คุณภาพซาก และลักษณะของกระเพาะอาหารในสุกรระยะเล็ก รุ่น และขุน

Effect of Pellet Size on Growth Performance, Carcass Characteristics, and Stomach Morphology in Starting, Growing, and Finishing Pigs

นามผู้วิจัย นายโกสินทร์ สุขมณี

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการ (ผู้ช่วยศาสตราจารย์เสกสม อาตมางกูร, Ph.D.)

กรรมการ (ผู้ช่วยศาสตราจารย์อรประพันธ์ ส่งเสริม, Ph.D.)

กรรมการ (อาจารย์ยุวเรศ เรืองพานิช, Ph.D.)

กรรมการ (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ณัฐชนก อมรเทวภัทร, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา (ผู้ช่วยศาสตราจารย์นวลจันทร์ พารักษา, D.Agr.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์วินัย อาจคงหาญ, M.A.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ 24 เดือน เมษายน พ.ศ. 2549

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ผลของขนาดเม็ดอาหารต่อสมรรถภาพการผลิต คุณภาพซาก และลักษณะของกระเพาะอาหาร ในสุกรระยะเล็ก รุ่น และขุน

Effect of Pellet Size on Growth Performance, Carcass Characteristics, and Stomach Morphology in Starting, Growing, and Finishing Pigs

โดย

นายโกสินทร์ สุขมณี

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (โภชนศาสตร์และเทคโนโลยีอาหารสัตว์)
พ.ศ. 2549

ISBN 974-16-1533-7

โกสินทร์ สุขมณี 2549: ผลของขนาดเม็ดอาหารต่อสมรรถภาพการผลิต คุณภาพซาก และลักษณะของกระเพาะอาหารในสุกรระยะเล็ก รุ่น และขุน ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (โภชนศาสตร์และเทคโนโลยีอาหารสัตว์) สาขาโภชนศาสตร์และเทคโนโลยีอาหารสัตว์ ภาควิชาสัตวบาล ประธานกรรมการที่ปรึกษา: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เสกสม อาตมางกูร, Ph.D. 53 หน้า
ISBN 974-16-1533-7

การศึกษาผลของขนาดเม็ดอาหารต่อสมรรถภาพการผลิต คุณภาพซาก และลักษณะของกระเพาะอาหารในสุกรระยะเล็ก รุ่น และขุน โดยใช้สุกรลูกผสม 3 สายพันธุ์ (D x LW x LR) น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 21.9 กิโลกรัม จำนวน 80 ตัว (เพศผู้ตอน 40 ตัว และเพศเมีย 40 ตัว) แบ่งออกเป็น 4 กลุ่มๆ ละ 5 ซ้ำๆ ละ 4 ตัว แต่ละซ้ำมีตัวเมียและตัวผู้จำนวนเท่ากัน สุกรได้รับอาหารทดลองโดยสุ่มดังนี้ กลุ่มที่ 1 อาหารผง กลุ่มที่ 2 อาหารอัดเม็ดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร กลุ่มที่ 3 อาหารอัดเม็ดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มิลลิเมตร และกลุ่มที่ 4 อาหารอัดเม็ดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตรในระยะเล็ก ส่วนระยะรุ่น-ขุนให้อาหารอัดเม็ดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มิลลิเมตร

ผลการทดลองพบว่า สุกรที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดทั้ง 3 กลุ่มมีประสิทธิภาพการใช้อาหารที่ดีกว่าสุกรที่เลี้ยงด้วยอาหารผง ($P<0.01$) แต่มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P>0.05$) ในระหว่างกลุ่มที่ใช้อาหารเม็ดด้วยกัน ทั้งนี้พบว่ากลุ่มที่ 3 จะมีแนวโน้มการกินอาหาร ($P=0.28$) และอัตราการเจริญเติบโต ($P=0.30$) ที่ดีกว่ากลุ่มอื่น ในด้านคุณภาพซากพบว่าความหนาไขมันสันหลัง ณ ตำแหน่ง P2 แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P>0.05$) แต่พื้นที่หน้าตัดเนื้อสันในกลุ่มที่ 2 จะมีค่าน้อยกว่ากลุ่มอื่น ($P<0.05$) ซึ่งส่งผลทำให้เปอร์เซ็นต์เนื้อแดงมีค่าต่ำลงด้วย ($P=0.12$) ส่วนลักษณะของกระเพาะอาหารพบว่า กลุ่มที่ 2 3 และ 4 มีการเกิดแผลในกระเพาะอาหารส่วนต้น ทั้งในส่วนของการเกิดคีราตีนปกคลุม (keratinization) และการเกิดแผลหลุม (ulceration) แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) แต่จะมีวิการความรุนแรงของการเกิดแผลหลุม (ulceration) ที่มากกว่ากลุ่มที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$)

โกสินทร์ สุขมณี
ลายมือชื่อนิสิต

ลายมือชื่อประธานกรรมการ

17 / มี.ค. / 2549

Kosin Sookmanee 2006: Effect of Pellet Size on Growth Performance, Carcass Characteristics, and Stomach Morphology in Starting, Growing, and Finishing Pigs. Master of Science (Animal Nutrition and Feed Technology), Major Field: Animal Nutrition and Feed Technology, Department of Animal Science. Thesis Advisor: Assistant Professor Seksom Attamangkune, Ph.D. 53 pages.
ISBN 974-16-1533-7

An experiment was conducted in order to determine the effect of pellet size on growth performance, carcass characteristic and stomach morphology in starting, growing and finishing pigs. Eighty DxLxY crossbred pigs (forty gilts and forty barrows) with approximately 21.9 kgs body weight were arranged in 4 dietary treatments. Each treatment consisted of 5 replications with 2 barrows and 2 gilts per replication. The pigs were randomly assigned to the experimental diets as following: Group 1 diets in mash form, Group 2 diets in pellet form with 3 mm in diameter, Group 3 diets in pellet form with 4 mm in diameter, and Group 4 diets in pellet form with 3 mm in diameter during starting period, and diets in pellet form with 4 mm in diameter during growing and finishing periods.

Pigs subjected to pelletized diets with different diameters were significantly different ($P<0.01$) in FCR compared to the pigs subjected to mash feed. No significant difference ($P>0.05$) in FCR was found among the pigs fed pelletized diets, however, pigs in group 3 tended to improve ADFI ($P=0.28$) and ADG ($P=0.30$) when compared to the other groups. There was no significant difference on backfat dept among the treatment groups but pigs in group 2 showed less loin muscle area ($P<0.05$) and lean percentage ($P=0.12$) than the other groups. In stomach morphology study, pigs fed different size of pelletized diets demonstrated no difference in the severity of keratinization and ulceration ($P>0.05$), however, pigs fed mash feed had lower ($P<0.01$) incident of stomach ulceration compared to the pigs fed pelletized diets.

Kosin Sookmanee — Student's signature

Seksom Attamangkune — Thesis Advisor's signature

17, April, 2006

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เสกสม อาตมางกูร ประธานกรรมการที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อรประพันธ์ ส่งเสริม ดร. ยุวเรศ เรืองพานิช และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ณัฐชนก อมรเทวภัทร กรรมการวิชาเอก ที่ได้อบรมสั่งสอนให้ความรู้ในทุกๆ ด้าน และให้คำปรึกษาในด้านการทดลองทั้งหมด รวมทั้งการเรียบเรียงตลอดจนตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์จนสมบูรณ์ และกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ น.สพ. ธเนศร ทิพยรักษ์ ผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัย ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำและตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณศูนย์วิจัยและฝึกอบรมการเลี้ยงสุกรแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม ที่อนุเคราะห์สถานที่และอุปกรณ์ต่างๆ ในการทำงานวิจัย ขอขอบคุณโรงงานอาหารสัตว์ท็อปฟีดมิลล์ จำกัด ลาดหลุมแก้ว จ. ปทุมธานี ที่เอื้อเฟื้อในส่วนของการผลิตอาหารสัตว์ รวมถึงเจ้าหน้าที่ต่างๆ ที่ช่วยเหลือและให้คำแนะนำเป็นอย่างดี ขอขอบคุณวีรชัยฟาร์ม ปากท่อ จ.ราชบุรี ที่ช่วยเหลือในส่วนของพันธุ์สุกรที่นำมาใช้ในงานทดลอง ขอขอบคุณสาขาวิชาเทคโนโลยีกระบวนการทางเคมีและฟิสิกส์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพฯ และเจ้าหน้าที่ประจำห้องวิเคราะห์อาหารสัตว์ที่ช่วยเหลือในทุกๆ ด้าน ขอขอบคุณโรงชำแหละสุกรกาญจนาเฟรชพอร์ค ปากท่อ จ.ราชบุรี ที่อนุเคราะห์ในส่วนของการพิจารณาลักษณะของกระเพาะอาหาร และขอขอบคุณ สพ.ญ. สุวิชา เกษมสุวรรณ ภาควิชาสัตวแพทยสาธารณสุขศาสตร์และการบริการวินิจฉัย คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม ที่เอื้อเฟื้อและให้ข้อแนะนำในการวินิจฉัยลักษณะของกระเพาะอาหารสุกร ขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่น้องทุกท่านที่คอยเป็นกำลังใจและให้การช่วยเหลือเสมอมา

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ และ คุณแม่ ที่ให้การอบรมสั่งสอนและเป็นกำลังใจอันสำคัญยิ่ง ตลอดจนให้การสนับสนุนทางด้านการศึกษามาโดยตลอด รวมทั้งพี่สาวและน้องสาว รวมถึง คุณปู่ คุณย่า คุณตา คุณยาย และญาติพี่น้อง ที่เป็นกำลังใจสำคัญจนทำให้วิทยานิพนธ์สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

โกสินทร์ สุขมณี

เมษายน 2549

สารบัญ

หน้า

สารบัญ ..... (1)
สารบัญตาราง ..... (2)
สารบัญภาพ ..... (3)
คำนำ 1
วัตถุประสงค์ 2
การตรวจเอกสาร 3
อุปกรณ์และวิธีการ 16
ผลการทดลองและวิจารณ์ 22
สรุป 35
ข้อเสนอแนะ 36
เอกสารและสิ่งอ้างอิง 37
ภาคผนวก 44

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1 ผลของอาหารอัดเม็ดต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกร 9
2 ผลของขนาดเม็ดอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกรขุน 14
3 ผลของขนาดเม็ดอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพซาก..... 15
4 ส่วนประกอบของสูตรอาหารสุกร 18
5 ระบบการให้คะแนนแผลในกระเพาะอาหารส่วนต้น 19
6 ผลของขนาดเม็ดอาหารต่อกระบวนการผลิตและคุณภาพอาหารอัดเม็ด
สำหรับสุกรระยะเล็ก (20-50 กิโลกรัม) 24
7 ผลของขนาดเม็ดอาหารต่อกระบวนการผลิตและคุณภาพอาหารอัดเม็ด
สำหรับสุกรระยะรุ่น (50-80 กิโลกรัม) 25
8 ผลของขนาดเม็ดอาหารต่อกระบวนการผลิตและคุณภาพอาหารอัดเม็ด
สำหรับสุกรระยะขุน (80-100 กิโลกรัม) 26
9 ผลของขนาดเม็ดอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกรระยะเล็ก
(20-50 กิโลกรัม) 28
10 ผลของขนาดเม็ดอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกรระยะรุ่น
(50-80 กิโลกรัม) 29
11 ผลของขนาดเม็ดอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกรระยะขุน
(80-100 กิโลกรัม) 29
12 ผลของขนาดเม็ดอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกรระยะเล็ก รุ่น และขุน
(20-100 กิโลกรัม) 30
13 ผลของขนาดเม็ดอาหารต่อคุณภาพซาก 32
14 ผลของขนาดเม็ดอาหารต่อลักษณะของกระเพาะอาหารส่วนต้น 34

สารบัญภาพ

ภาพผนวกที่ **หน้า**

1 ลักษณะภาพที่ได้จากเครื่องรีลไทม์อัลตร้าซาวด์ 47

2 ลักษณะกระเพาะอาหารส่วนต้นของสุกรที่ปกติและเกิดวิการแผลในกระเพาะอาหาร 48

3 ผลของขนาดเม็ดอาหารต่ออัตราการผลิตอาหาร 53

4 ผลของขนาดเม็ดอาหารต่อพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการผลิตอาหาร 53

ผลของขนาดเม็ดอาหารต่อสมรรถภาพการผลิต คุณภาพซาก และลักษณะของกระเพาะอาหารในสุกรระยะเล็ก รุ่น และขุน

Effect of Pellet Size on Growth Performance, Carcass Characteristics, and Stomach Morphology in Starting, Growing, and Finishing Pigs

คำนำ

ปัจจุบันสุกรที่เลี้ยงในประเทศไทย ได้ถูกพัฒนาสายพันธุ์ขึ้นมาให้มีสมรรถภาพการผลิตที่สูงขึ้นอย่างมากเมื่อเทียบกับอดีต และด้วยสาเหตุนี้จึงทำให้สุกรในปัจจุบันตอบสนองต่อสิ่งกระทบต่างๆ ได้อย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องโภชนาการ ทำให้มีความจำเป็นต้องมีการพัฒนาทางด้านโภชนาการเพื่อให้สอดคล้องกับพันธุ์ที่พัฒนาขึ้น ดังนั้นเทคโนโลยีการผลิตอาหารจึงเข้ามามีบทบาทในการช่วยปรับปรุงในด้านโภชนาการของสุกรเพื่อรองรับพันธุ์ของสุกรที่พัฒนาขึ้นอย่างต่อเนื่อง และส่งผลทำให้สุกรมีสมรรถภาพการผลิตในด้านต่างๆ เป็นไปตามศักยภาพทางพันธุกรรมของสุกรนั้นๆ และที่สำคัญจะเป็นการลดต้นทุนการผลิตในส่วนต่างๆ หรือถ้ามีการเพิ่มต้นทุนการผลิตเพียงเล็กน้อย แต่เมื่อเทียบกับสมรรถภาพการผลิตที่ดีขึ้นก็เป็นการคุ้มค่ากับการนำเทคโนโลยีมาช่วยปรับปรุงการผลิตอาหารสัตว์

การใช้กระบวนการอัดเม็ดอาหารเข้ามาช่วยในการปรับปรุงในด้านต่างๆ โดยเฉพาะการใช้ประโยชน์ได้ของสารอาหารเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่สามารถรองรับกับพันธุ์สุกรที่พัฒนาอย่างต่อเนื่องได้ โดยประเทศต่างๆ ในแถบยุโรปมากกว่า 80% ได้ใช้อาหารอัดเม็ดสำหรับเลี้ยงสุกร (Schoeff, 1994) และประเทศไทยในปัจจุบันก็ได้มีการนำเอาเทคโนโลยีนี้เข้ามาใช้อย่างแพร่หลาย อนึ่งได้มีงานทดลองต่างๆ ในด้านนี้ออกมาอย่างต่อเนื่อง โดยถ้าพิจารณาเปรียบเทียบสมรรถภาพการผลิตของสุกรที่เลี้ยงด้วยอาหารอัดเม็ดกับอาหารผงนั้น มีงานทดลองที่บ่งชี้ชัดเจนว่าการเลี้ยงสุกรด้วยอาหารอัดเม็ดส่งผลให้มีสมรรถภาพการผลิตที่ดีกว่า แต่ปัจจุบันงานทดลองในส่วนของขนาดของเม็ดอาหารที่เหมาะสมกับสุกรระยะต่างๆ นั้นยังมีไม่มากนัก โดยเฉพาะในประเทศไทยยังไม่พบว่ามีการศึกษา ทั้งนี้รวมถึงการศึกษาถึงผลต่อคุณภาพซากสุกร และการเกิดรอยแผลที่กระเพาะอาหารเมื่อเลี้ยงด้วยอาหารอัดเม็ด ดังนั้นการทดลองนี้จึงมุ่งศึกษาถึงขนาดของเม็ดอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกรระยะเล็ก รุ่น และขุน คุณภาพซาก และการเกิดรอยแผลในกระเพาะอาหารส่วนต้น

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาถึงขนาดของเม็ดอาหาร ต่อกระบวนการผลิตและคุณภาพของเม็ดอาหาร
2. เพื่อศึกษาถึงสมรรถภาพการผลิตของสุกรระยะเล็ก รุ่น และขุนที่ได้รับอาหารอัดเม็ดขนาดต่างๆ กัน
3. เพื่อศึกษาถึงคุณภาพซากของสุกรที่ได้รับอาหารอัดเม็ดขนาดต่างๆ กัน
4. เพื่อศึกษาถึงลักษณะของกระเพาะส่วนต้น (esophageal region) ของสุกรที่ได้รับอาหารอัดเม็ดขนาดต่างๆ กัน

การตรวจเอกสาร

โดยปกติแล้วสัตว์เกือบทุกชนิดสามารถกินอาหารสำเร็จรูปหรืออาหารผสมที่มีลักษณะเป็นผงได้ โดยเฉพาะอาหารผงที่ผสมด้วยวัตถุดิบอาหารสัตว์คุณภาพสูง มีคุณค่าทางอาหารครบตามความต้องการ มีการย่อยได้ดี ไม่มีสารพิษหรือสารขัดขวางการใช้โภชนะในตัวสัตว์ ก็จะสามารถให้สมรรถภาพการผลิตแก่สัตว์ได้ตามศักยภาพทางพันธุกรรมของสัตว์ อย่างไรก็ตามอาหารผงที่ใช้เลี้ยงสัตว์ทั่วไปอาจก่อให้เกิดปัญหาต่างๆ ดังต่อไปนี้ ซึ่งจะมีผลทำให้ประสิทธิภาพการใช้อาหารผงลดลง ได้แก่

1. การผลิตอาหารผงหากต้องมีการขนย้ายหรือมีการเคลื่อนไหวมากๆ หรือบ่อยครั้ง อาหารจะเกิดการแยกตัวได้ โดยเฉพาะการขนย้ายอาหารจากที่หนึ่งหรือจากฟาร์ม ส่งไปเลี้ยงอีกที่หนึ่งหรืออีกฟาร์มหนึ่ง ระบบการขนย้ายอาหารจะทำให้อาหารเกิดการเคลื่อนไหว และมีโอกาสทำให้อาหารผงเกิดการแยกตัวได้ (Schoeff, 1994)

2. วัตถุดิบอาหารสัตว์บางชนิดมีฝุ่นมาก หากเลี้ยงสัตว์ในรูปอาหารผงจะต้องเสริมกากน้ำตาลหรือไขมันมากเพื่อลดความเป็นฝุ่น ทำให้เก็บได้ไม่นาน หากไม่เสริมวัตถุดิบอาหารสัตว์ในรูปของเหลวข้างต้น จะทำให้สัตว์กินอาหารได้น้อย เพราะฝุ่นอาหารจะระคายเคืองระบบทางเดินหายใจของสัตว์ ทำให้สัตว์ต้องกินน้ำมาก (Schoeff, 1994)

3. โดยทั่วไปในปัจจุบันฟาร์มในประเทศไทยมีการใช้เครื่องให้อาหารอัตโนมัติในการเลี้ยงสัตว์เป็นจำนวนมากขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งเครื่องให้อาหารอัตโนมัตินี้ได้รับการพัฒนามาจากต่างประเทศ และมักจะถูกออกแบบมาให้ใช้งานกับอาหารอัดเม็ด การใช้เครื่องให้อาหารอัตโนมัติกับอาหารผงมักจะประสบปัญหามีอาหารตกค้างในเครื่องให้อาหารและเกิดเชื้อราขึ้นในอาหารดังกล่าว (อุทัย, 2529)

อาหารอัดเม็ดได้เริ่มพัฒนาขึ้นมาในยุโรปตั้งแต่ก่อนปี 1959 (Schoeff, 1994) ส่วนในประเทศไทยไม่มีบันทึกว่าเข้ามาเมื่อใด แต่ในปัจจุบันนี้ขบวนการอัดเม็ดได้ถูกใช้กันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากทั้งลักษณะทางกายภาพภายนอกและความได้เปรียบเรื่องสารอาหารที่มีอยู่ในอาหารอัดเม็ด ส่วนความได้เปรียบทางกายภาพคือ สะดวกต่อการขนย้าย ลดการแยกชั้นของวัตถุดิบ ลดการตกหล่นเสียหายของอาหาร และลดความฟ่าม ส่วนความได้เปรียบด้านสารอาหารคือ ทำให้สัตว์มีการย่อยได้ดีขึ้น และสามารถประมาณการให้อาหารเพื่อให้สัตว์ได้รับสารอาหารอย่างเพียงพอได้

(Falk, 1985) โดยในปัจจุบันหลักการอัดเม็ดอาหารสัตว์นี้ได้ถูกนำไปปรับปรุงประดิษฐ์คิดค้นวิธีการใหม่อย่างมากมาย ซึ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตอาหารและช่วยเพิ่มสมรรถภาพการผลิตสัตว์ โดย McEllhiney (1989) ได้แยกคุณประโยชน์ และข้อเสียในด้านต่างๆ ของอาหารอัดเม็ดไว้ดังนี้

ข้อดีทางด้านคุณค่าทางอาหาร

1. ปรับปรุงประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร (feed conversion) เพราะอาหารย่อยได้ง่ายขึ้น
2. ทำให้สัตว์กินอาหารได้มากขึ้น เพราะความหนาแน่นของอาหารสูงขึ้น สัตว์จึงสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น

3. การประกอบสูตรอาหารสามารถนำเอาวัตถุดิบหรืออาหารที่มีความน่ากินต่ำหรือสัตว์ไม่ชอบกิน มาทำอาหารเลี้ยงสัตว์ได้

4. สามารถลดการสูญเสียอาหารจากการตกหล่นหรือฟุ้งกระจาย
5. สัตว์ไม่มีโอกาสเลือกกินอาหาร เพราะอาหารรวมเป็นเนื้อเดียวกัน ไม่แยกตัวออกจากกัน แม้จะมีการเคลื่อนย้ายหรือได้รับการกระทบกระเทือนต่างๆ

6. เมื่อต้องการเสริมโภชนะใดๆ เป็นพิเศษ สามารถกระทำได้สะดวก
7. การเก็บอาหาร อาหารไม่เสียง่าย เก็บได้นานกว่า (McEllhiney, 1989)

ข้อดีทางด้านการจัดการ

1. ทำให้ประหยัดพื้นที่ในการเก็บ การขนส่งสะดวกขึ้น การบรรจุมีประสิทธิภาพขึ้น
2. การไหลของอาหารสม่ำเสมอขึ้น ในส่วนของการให้อาหารโดยใช้ที่ให้อาหารอัตโนมัติ
3. ลดความเป็นฝุ่น เป็นผลดีต่อสุขภาพสัตว์และผู้เกี่ยวข้อง
4. การเติมอาหารเหลวทำได้ง่ายขึ้น
5. การให้อาหารสะดวกขึ้น การทำความสะอาดคอกง่ายขึ้น (McEllhiney, 1989)

ข้อเสีย

1. เพิ่มต้นทุนในการผลิต ทั้งการลงทุน อุปกรณ์ในการผลิต และขบวนการผลิต โดยต้องจ่ายค่าไฟฟ้าเพิ่มในแง่ของการต้มน้ำเพื่อให้ความดันไอ และต้องจ่ายค่าไฟฟ้าให้กับอาหารผสมชุดเดิมถึง 3 ขั้นตอน คือ การเตรียมวัตถุดิบ (การบด) การผสม และการอัดเม็ด

2. ต้องการแรงงานเพิ่มขึ้น

3. เสียค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาเครื่องจักรเพิ่มขึ้น (McEllhiney, 1989)

วิธีการทำให้อาหารเป็นเม็ดหรือการอัดเม็ดโดยทั่วไปสามารถทำได้ 3 วิธีด้วยกันดังนี้ คือ

1. การอัดเม็ดแข็ง (hard-type pelleting) เป็นวิธีการอัดเม็ดอาหารที่มีความชื้นไม่สูงมาก (ร้อยละ 16-18) อาหารที่ออกมามีลักษณะแข็ง เม็ดอาหารแน่น และมีการจับตัวกันดีพอสมควร โดยปกติใช้สำหรับการอัดเม็ดอาหารสัตว์ ได้แก่ อาหารสุกร สัตว์ปีก โค สัตว์เลี้ยงต่างๆ รวมทั้งอาหารสัตว์น้ำที่กินอาหารจมน้ำ อุปกรณ์ที่ใช้คือ เครื่องอัดเม็ดแข็ง (hard-type pelleting machine)

2. การอัดเม็ดนิ่ม (soft-type pelleting) เป็นวิธีการอัดเม็ดอาหารที่มีความชื้นสูง (ร้อยละ 30-35) ขณะทำการอัดเม็ด อาหารที่เข้าเครื่องอัดมีลักษณะนิ่มและอาหารเม็ดที่ออกมาก็ยังมีลักษณะนิ่มและชื้นมาก อาหารมีการจับตัวกันเป็นก้อนหรือเป็นแท่ง นอกจากนี้แป้งในเม็ดอาหารยังสุกมากกว่าการอัดเม็ดแข็งด้วย โดยปกติการอัดเม็ดนิ่มมักใช้สำหรับการอัดเม็ดอาหารปลาหรืออาหารกุ้งเพื่อใช้เองที่ฟาร์ม อาหารที่ได้จะเป็นอาหารจมน้ำ อุปกรณ์ที่ใช้คือเครื่องอัดเม็ดนิ่ม (soft-type pelleting machine)

3. การเอ็กซทรูด (extrusion) เป็นวิธีการอัดเม็ดอาหารที่มีความชื้น อุณหภูมิและความดันสูงมาก (ความชื้นร้อยละ 30-35 อุณหภูมิ 120-150 องศาเซลเซียส) เม็ดอาหารที่ออกมาจะมีลักษณะเนื้อละเอียดมาก แป้งสุกเกือบ 100 เปอร์เซ็นต์ และมีลักษณะพองตัวหรือมีรูพรุนมีโพรงอากาศข้างในเม็ดอาหารมีการจับตัวกันดี อีกทั้งยังสามารถแต่งรูปร่างเม็ดอาหารได้ตามความต้องการโดยทั่วไปใช้ในการผลิตอาหารเม็ดที่มีลักษณะพองตัวได้แก่ อาหารปลาลอยน้ำ อาหารสัตว์เลี้ยงที่มีรูปร่างต่างๆ กัน อุปกรณ์ที่ใช้กระบวนการเอ็กซทรูด คือ เครื่องเอ็กซทรูเดอร์ (extruder) (อุทัย, 2529)

ส่วนคุณภาพอาหารอัดเม็ดนั้นมีหลายปัจจัยที่เข้ามาเกี่ยวข้อง โดย Behnke (1994) ได้แบ่งปัจจัยที่มีผลกระทบต่อคุณภาพอาหารอัดเม็ดเป็นหัวข้อหลักๆ ดังนี้

1. ส่วนประกอบของโภชนะในวัตถุดิบอาหารสัตว์
2. ลักษณะเนื้อของวัตถุดิบ
3. รูปร่างของเม็ดอาหารป่น
4. ความละเอียดหรือขนาดของวัตถุดิบ
5. อุณหภูมิและแรงดันไอน้ำ
6. อัตราการพ่นไอน้ำ
7. สภาวะสิ่งแวดล้อม เช่น ความชื้นของบรรยากาศมีผลกระทบต่อความชื้นในเมล็ดพืช
8. แรงอัดขณะผ่าน die
9. อุณหภูมิขณะอัด
10. ระยะเวลาที่ผ่าน die
11. รูปแบบของ die
12. ขนาดของรู die
13. เปอร์เซ็นต์การนำกลับมาผลิตซ้ำ กรณีที่เป็นเศษอาหารที่อัดไม่ได้ หากจะนำมาใช้ใหม่ต้องคำนึงถึงการสูญเสียของโภชนะบางส่วน (Behnke, 1994)

<u>การทดสอบคุณภาพอาหารอัดเม็ด</u>

คุณภาพของอาหารอัดเม็ดมีความสำคัญ โดยอาจจะส่งผลบางอย่างต่อสมรรถภาพการผลิตของสัตว์ได้ ดังนั้นความแน่นอน ถูกต้อง และการตรวจสอบเป็นสิ่งที่จำเป็นเพื่อเป็นการสนับสนุนด้านต่างๆ ที่จะส่งผลกระทบ การตรวจสอบคุณภาพอาหารอัดเม็ดสามารถใช้ได้หลายวิธี โดยวิธีแรกเริ่มที่ใช้ในการตรวจสอบ ซึ่งเป็นวิธีโดยทางอ้อม เรียกว่า การทดสอบของ Stoke's Tablet Hardness (Britsol, PA) ถูกพัฒนาขึ้นใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตยา แต่นำมาประยุกต์ใช้ในโรงงานอาหารสัตว์ (McCormick and Shellenberger, 1960) โดยการทดสอบนี้อนุญาติให้ใช้ในโรงงานอาหารสัตว์ เพื่อประเมินคุณภาพอาหารอัดเม็ดหลังจากผ่านกระบวนการอัดเม็ดแล้ว และสามารถใช้วิธีนี้ในการพิจารณาปรับปรุงและบันทึกเป็นข้อมูลเพื่อใช้ในการพัฒนาในส่วนต่างๆ ต่อไปได้อีกด้วย

Young (1970) ได้พัฒนาการทดสอบโดยใช้ tumbling box ซึ่งนำมาเพื่อช่วยในการจัดการมาตรฐานโรงงานอาหารสัตว์ในส่วนคุณภาพเม็ดอาหาร โดยวัดออกมาเป็นค่า Pellet Durability Index (PDI) (ASAES 269.3) และได้ถูกพัฒนาเพื่อใช้ประมาณการเกิดฝุ่นระหว่างขั้นตอนการผลิต โดย Young ได้รายงานความสัมพันธ์ของค่า PDI กับความเป็นฝุ่น ซึ่งค่า PDI จะมีความสัมพันธ์กับความเป็นฝุ่น (R=0.967) ในส่วนของอาหารอัดเม็ดที่ยังร้อนอยู่ โดยกล่าวได้ว่าถ้ารู้ค่า PDI จะสามารถประมาณการความเป็นฝุ่นได้ถูกต้อง 96.7% และถ้าเป็นอาหารอัดเม็ดที่เย็นแล้วจะมีความสัมพันธ์กับความเป็นฝุ่น (R= 0.949) โดยมีความสัมพันธ์กันดังข้างต้นที่กล่าวมา

การทดสอบแบบ Holman Pellet Tester (Holman Chemical Ltd, United Kingdom) เป็นอีกวิธีหนึ่งในการตรวจสอบคุณภาพอาหารอัดเม็ด ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้หลักการของลมเข้ามาช่วยในการวัดความคงทนของอาหารอัดเม็ด มากกว่าการใช้กลไกเครื่องจักรในแบบวิธีการอื่นๆ อาหารอัดเม็ดจะถูกส่งเข้าไปยังหลอดที่มีลมความเร็วสูง จำลองตามแบบขั้นตอนการปฏิบัติจริงในโรงงานอาหารสัตว์ (MacMahon and Payne, 1981) McEllhiney (1988) ได้รายงานว่า การทดสอบโดยวิธี Holman Pellet Tester ให้ผลที่เหมือนกันกับวิธีที่ใช้ tumbling box แต่อย่างไรก็ตามความคงทนของอาหารอัดเม็ดที่ได้จากการตรวจสอบด้วยวิธีนี้จะมีค่าที่ต่ำกว่าที่ได้จากวิธีการ tumbling เล็กน้อย

การใช้วิธีการต่างๆ เลียนแบบวิธีการเคลื่อนย้ายอาหารอัดเม็ดเพื่อใช้สำหรับประมาณค่าคุณภาพอาหารอัดเม็ดดังกล่าว อาจจะเป็นประโยชน์สำหรับโรงงานอาหารสัตว์เพื่อใช้ในการปรับปรุงคุณภาพอาหารอัดเม็ด แต่ในส่วนของผู้เลี้ยงสัตว์จำเป็นต้องพิจารณาปัจจัยด้านอื่นๆ ที่จะเข้ามามีผลกระทบต่อคุณภาพอาหารอัดเม็ดร่วมด้วย

ผลของการใช้อาหารอัดเม็ดเปรียบเทียบกับอาหารผงต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกร

การศึกษาจากงานทดลองต่างๆ ในต่างประเทศดังแสดงในตารางที่ 1 พบว่า การใช้อาหารอัดเม็ดเพื่อนำมาเลี้ยงสุกรส่งผลให้สมรรถภาพการผลิตดีขึ้นค่อนข้างที่จะชัดเจน โดยในสุกรอนุบาลจะช่วยเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารประมาณ 9-10% ในสุกรระยะรุ่น-ขุนจะเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตประมาณ 3-5% และประสิทธิภาพการใช้อาหารประมาณ 7-10% ซึ่ง Hanke *et al.* (1972), Baird (1973) และ Wondra *et al.* (1995d) ได้รายงานไว้ว่าการให้อาหารอัดเม็ดแก่สุกรนั้นจะทำให้มีอัตราการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้อาหารที่ดีขึ้นอย่างชัดเจน และถึงแม้ว่างานวิจัยอื่นๆ จะมีผลการทดลองออกมาแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติก็ตาม แต่ก็ยังมีแนวโน้มที่ดีขึ้นในทุกงานทดลอง โดยสมรรถภาพการผลิตของสุกรที่ดีขึ้นนั้นอาจมาจาก

อีกหลายสาเหตุ ซึ่ง Skoch *et al.* (1983) ได้แนะนำว่าการอัดเม็ดของอาหารจะลดความฟ่ามและลดความเป็นฝุ่น จึงทำให้อาหารมีความน่ากินยิ่งขึ้น ส่งผลให้สุกรกลุ่มที่ได้รับอาหารอัดเม็ดมีสมรรถภาพการผลิตที่ดีกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารผง Wondra *et al.* (1995d) ได้รายงานผลการทดลองที่ให้อาหารอัดเม็ดแก่สุกร พบว่า ทำให้มีค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้ง การย่อยได้ของไนโตรเจน และค่าการย่อยได้ของพลังงานที่เพิ่มขึ้น ส่วน Jensen and Becker (1965) ได้แนะนำว่าอาหารอัดเม็ดที่ส่งผลให้สุกรมีสมรรถภาพการผลิตที่ดีขึ้นนั้น อาจเนื่องมาจากแป้งเกิดเจลาติไนซ์จึงทำให้เอนไซม์มีประสิทธิภาพในการย่อยอาหารเพิ่มมากขึ้น ถึงแม้ว่าในระหว่างกระบวนการอัดเม็ดอาหารจะมีปัจจัยต่างๆ เช่น ความร้อน ความชื้น และการเสียดสีต่างๆ ไม่พอเพียงในการทำให้แป้งเกิดเจลาติไนซ์ แต่เมื่ออาหารอัดเม็ดนั้นเพียงถูกทำให้โครงสร้างเสียรูปในส่วนของแป้งและโมเลกุลของโปรตีนเท่านั้นก็จะทำให้น้ำย่อยสามารถเข้าไปย่อยได้มากและง่ายขึ้น อีกด้านหนึ่งได้มีงานวิจัยหลายแหล่ง (Hanke *et al.*, 1972; Baird, 1973; Wondra *et al.,* 1995d; Jensen and Becker, 1965) เชื่อว่าการให้อาหารอัดเม็ดที่จะทำให้สมรรถภาพการผลิตของสุกรดีขึ้นนั้น อาจเนื่องมาจากการมีแนวโน้มการตกหล่นสูญเสียที่น้อยลง โดยเป็นสมมุติฐานที่อาจเป็นไปได้

งานทดลองด้านอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น ความเป็นฝุ่นในอาหารซึ่งจะถูกตั้งระดับไว้ระดับหนึ่ง เพื่อป้องกันข้อผิดพลาดบางประการของอาหารอัดเม็ดที่จะส่งผลต่อสมรรถภาพการผลิตของตัวสัตว์ Gill and Oldfield (1965) และ Tribble *et al.*(1979) ได้รายงานด้านสมรรถภาพการผลิตสัตว์ที่ต่ำลงเมื่ออาหารมีความเป็นฝุ่นมากขึ้นในระดับหนึ่ง แต่เมื่อมีการปรับปรุงคุณภาพอาหารอัดเม็ดโดยการเปลี่ยนขบวนการผลิตบางขั้นตอนในการผลิตอาหารอัดเม็ด เช่น การเปลี่ยนความหนาของวง die ให้หนาขึ้น จะส่งผลให้ประสิทธิภาพของสัตว์ดีขึ้น ส่วนในด้านความคงตัวของอาหารอัดเม็ด Hanrahan (1984) รายงานว่าสมรรถภาพการผลิตของสุกรในระยะขุนแทบจะไม่แตกต่างกันเลยระหว่างกลุ่มที่ได้รับอาหารอัดเม็ดที่มีค่า PDI เท่ากับ 69% หรือ 62% Stark (1994) ได้ทดลองอาหารอัดเม็ดที่มีคุณภาพสูง (ไม่มีฝุ่นเลย) พบว่า สุกรที่ได้รับนั้นมีประสิทธิภาพการเพิ่มน้ำหนักตัวที่ดีกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารอัดเม็ดที่ประกอบด้วยฝุ่น 30% แต่ในงานทดลองนี้มีข้อเสนอแนะว่าควรระวังอาหารที่อาจจะมีความแข็งมากเกินไปด้วย จากงานทดลองต่างๆ ดังกล่าวข้างต้นแสดงให้เห็นประสิทธิภาพของอาหารอัดเม็ดที่ดีกว่าอาหารผงในหลายๆ ด้าน

ตารางที่ 1 ผลของอาหารอัดเม็ดต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกร

แหล่งอ้างอิง	ระยะสุกร	จำนวนสุกร (ตัว)	อาหารผง			อาหารอัดเม็ด			หมายเหตุ
			อัตราการเจริญเติบโต (กก./วัน)	ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม/วัน)	ประสิทธิภาพการใช้อาหาร	อัตราการเจริญเติบโต (กก./วัน)	ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม/วัน)	ประสิทธิภาพการใช้อาหาร	
Gill and Oldfield (1965)	รุ่น-ขุน	32	0.98	3.13	3.23	1.02	2.92	2.86	เป็นอาหารอัดเม็ดที่ไม่มีฝุ่น
Jensen and Becker (1965)	อนุบาล	96	0.27	0.44	1.61	0.24	0.37	1.54	อาหารอัดเม็ด
						0.22	0.37	1.67	อาหารขบ
NCR-42 Committee on Swine Nutrition (1969)	รุ่น-ขุน	556	0.77	-	3.23	0.78	-	3.13	ปรับปรุง FCR 3%
Hanke *et al.* (1972)	รุ่น-ขุน	379	0.75	-	3.45	0.80	-	3.23	ปรับปรุง ADG และ FCR 6%
Baird (1973)	อนุบาล-ขุน	120	0.69	2.52	3.70	0.72	2.43	3.33	ปรับปรุง ADG 4% และ FCR 7%
Tribble *et al.* (1979)	รุ่น-ขุน	192	0.66	-	3.70	0.68	-	3.45	ปรับปรุง ADG 3% และ FCR 7%
Tribble *et al.* (1980)	รุ่น-ขุน	144	0.62	2.54	4.17	0.70	2.60	3.70	ปรับปรุง ADG และ FCR 12%
Harris *et al.* (1979)	รุ่น-ขุน	95	0.61	2.35	3.85	0.66	2.18	3.33	ปรับปรุง ADG 8% และ FCR 15%
Tribble *et al.* (1980)	รุ่น-ขุน	120	0.67	2.28	3.45	0.71	2.10	2.94	ปรับปรุง ADG 6% และ FCR 17%
						0.73	2.16	2.94	อัดเม็ดเสริมสารเหนียว
Skoch *et al.* (1983)	อนุบาล	48	0.61	1.35	2.22	0.67	1.36	2.04	ปรับปรุง ADG และ FCR 9%
	รุ่น-ขุน	48	0.75	2.79	3.70	0.79	2.89	3.70	ปรับปรุง ADG 5%
Hanrahan (1984)	รุ่น-ขุน	680	-	-		0.49	1.94	4.00	ดรรชนีความแข็ง; PDI 69%
						0.49	1.94	4.00	ดรรชนีความแข็ง; PDI 62%
Walker *et al.* (1989)	อนุบาล	-	-	0.31	1.52	-	0.55	1.37	ปรับปรุง FCR 11%
Wondra *et al.* (1995a)	ขุน	160	0.96	3.22	3.33	1.00	3.16	3.13	ปรับปรุง ADG 4% และ FCR 6%

หมายเหตุ: ทุกงานทดลองใช้ข้าวโพดเป็นแหล่งพลังงานหลัก

ยกเว้น งานทดลองของ Tribble *et al.* (1979, 1980) และ Harris *et al.* (1979) ที่ใช้ข้าวฟ่างเป็นแหล่งพลังงานหลัก

ผลของอาหารสัตว์ต่อแผลในกระเพาะอาหารส่วนต้น

ลักษณะความผิดปกติของกระเพาะอาหารส่วนต้นได้เข้ามามีบทบาทกับอุตสาหกรรมการผลิตสุกร เมื่อ Bullard (1951) ได้มีข้อมูลเกี่ยวกับแผลในกระเพาะอาหารส่วนต้น (oesophageal region) หรือบางครั้งเรียกว่า gastric ulcer ที่เป็นสาเหตุของการตายในสุกร โดยที่ผ่านมาได้เกิดขึ้นอย่างแพร่หลายในวงกว้าง ซึ่งอาจเกิดจากการใช้สายพันธุ์ที่มีพันธุกรรมมาจากยุโรปและมีกระบวนการผลิตอาหารสัตว์วิธีใหม่ๆ ขึ้นมา หรือแม้กระทั่งสภาวะแวดล้อมต่างๆ ก็ตาม แผลในกระเพาะอาหารจึงได้ปรากฏออกมาโดยเป็นสาเหตุทำให้เกิดความผิดปกติของสุขภาพสุกรในประเทศแถบยุโรป ส่วนในประเทศไทยมีข้อมูลในเรื่องนี้ที่น้อยมาก

จากการศึกษาทั่วๆ ไปในเรื่องของลักษณะของกระเพาะอาหารนี้ ส่วนใหญ่จะศึกษาเกี่ยวกับขนาดอนุภาคของข้าวโพดหรืออาหารสัตว์ที่ส่งผลต่อการเกิดแผลในกระเพาะอาหาร โดยถ้าพิจารณาในเรื่องของขนาดอนุภาคถึงแม้ว่าอนุภาคที่เล็กลงจะส่งผลต่อสมรรถภาพทางด้านต่างๆ ที่ดีกว่าอนุภาคที่ใหญ่กว่าก็ตาม แต่อนุภาคอาหารที่เล็กกว่ากลับทำให้เกิดความผิดปกติของกระเพาะอาหารทั้งในส่วนของการเกิดแผลหลุม (ulceration) และการเกิดคีราตินปกคลุม (keratinization) ที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามมาด้วยในสุกรระยะอนุบาล (Healy *et al.*, 1994) สุกรระยะรุ่น-ขุน (Cabrera *et al.*, 1994; Wondra *et al.*, 1999d, e) และในสุกรระยะให้นมลูก (Wondra *et al.*, 1995a, b) Reimann *et al.* (1968), Maxwell *et al.* (1970, 1972) และ Regina *et al.* (1999) ได้รายงานว่า ขนาดอนุภาคของอาหารที่มีขนาดเล็กนั้นจะเพิ่มการคลุกเคล้าอาหารที่สุกรกินเข้าไปกับน้ำย่อยได้มากกว่า ดังนั้นเมื่อน้ำย่อยต่างๆ ที่หลั่งออกมาในส่วนของ gastric gland region หรือ fundus gland region สามารถคลุกเคล้าได้ดีกว่าจึงทำให้มีโอกาสสัมผัสกับ mucosa ในส่วนของ esophageal region ที่มีเซลล์ป้องกันการย่อยที่น้อยและสามารถสัมผัสกับกระเพาะอาหารบ่อยครั้ง แล้วส่งผลให้เกิด gastric ulcer ตามมา ซึ่งโดยทางตรงกันข้ามถ้าได้รับอาหารที่มีขนาดอนุภาคที่ใหญ่กว่า จะเกิดการแยกชั้นกันทำให้มีโอกาสในการสัมผัสในส่วนของ esophageal region ได้น้อย และอีกสาเหตุหนึ่งอาจเกิดจากจุลินทรีย์ที่อยู่ในกระเพาะสามารถผลิตแอมโมเนียปริมาณมากถ้าหากได้รับอาหารอัดเม็ดขนาดเล็กหรืออาหารที่มีความละเอียด ซึ่งแอมโมเนียนี้จะยับยั้งกระบวนการหายใจของไมโตคอนเดรียทำให้เซลล์เยื่อบุผิวของกระเพาะอาหารส่วนต้นอ่อนแอ เมื่อสัมผัสกับน้ำย่อยบ่อยครั้งจะทำให้เกิดแผลในกระเพาะขึ้นได้ (Tsujii *et al.*, 1992) ดังนั้นในการทำอาหารให้มีความละเอียดมากเกินไปสำหรับอาหารสุกรหรือการทำอาหารอัดเม็ด โดยเฉพาะอาหารอัดเม็ดขนาดเล็กจะทำให้เสียค่าใช้จ่ายในกระบวนการต่างๆ ที่ต้องเพิ่มมากขึ้น และถึงแม้ว่าจะทำให้ประสิทธิภาพการผลิตสุกรดีขึ้น แต่น่าจะต้องพิจารณาร่วมกับลักษณะความผิดปกติของกระเพาะอาหารที่เกิดขึ้นมาร่วมด้วย

เทคโนโลยีกระบวนการผลิตอาหารสัตว์ โดยเฉพาะการอัดเม็ดอาหาร ถึงแม้ว่าจะทำให้อาหารมีคุณภาพดี เพิ่มสมรรถภาพการผลิตของสุกรเมื่อเทียบกับอาหารผง หรือมีข้อดีต่างๆ ค่อนข้างมาก แต่อย่างไรก็ตามก็ยังมีข้อสังเกตว่าการให้อาหารอัดเม็ดจะมีแนวโน้มในการเพิ่มความผิดปกติของกระเพาะอาหารทั้ง keratinization หรือ ulceration ในสุกร (Wondra *et al.*, 1995d, e; Amornthewaphat *et al.*, 1999) ด้วยเหตุนี้การตัดสินใจที่จะเลือกใช้วัตถุดิบที่บดเป็นผงละเอียดหรือใช้อาหารอัดเม็ดสำหรับเป็นอาหารสุกรน่าจะต้องพิจารณาจากหลายๆ ปัจจัยเข้าร่วมด้วย แต่การเกิดลักษณะที่ผิดปกติของกระเพาะอาหารหรือ gastric ulcer นั้นก็ไม่ได้มาจากปัจจัยด้านกระบวนการผลิตอาหารเพียงอย่างเดียว ยังคงมีปัจจัยอื่นๆ ร่วมด้วย โดยอาจจะมีผลมาจากทั้งชนิดของวัตถุดิบและความเครียดจากโรงเรือนหรือแม้กระทั่งการเปลี่ยนสภาวะแวดล้อมต่างๆ (Ricker *et al.*, 1967; Pickett *et al.*, 1969; Lawrence *et al.*, 1998) ส่วนของพันธุกรรมและการจัดการด้านอื่นๆ ที่หลีกเลี่ยงได้ยากกับการเกิด gastric ulcerในส่วนของกระเพาะอาหารนั้น จะยิ่งมีการจัดการที่ลำบากและต้องใช้เงินทุนที่สูง ดังนั้นการผลิตสุกรจึงต้องพยายามศึกษา ค้นคว้าหาวิธีการใหม่ๆ เพื่อเตรียมรับมือหรือใช้เป็นทางเลือกใหม่สำหรับผลิตสุกรให้มีประสิทธิภาพดีที่สุด

ผลกระทบของการเลี้ยงสุกรด้วยอาหารอัดเม็ดต่อลักษณะของกระเพาะนี้ถ้าเปรียบเทียบกับอาหารผงนั้นจะมีการเกิดขึ้นของ gastric ulcer (keratinization และ ulceration) ในระดับที่รุนแรงมากกว่าสุกรที่ให้อาหารผง และถ้าพิจารณาในส่วนของขนาดเม็ดอาหารต่อความรุนแรงในการเกิดแผลในกระเพาะนี้ Traylor *et al.* (1996) รายงานว่าเมื่อเพิ่มขนาดของอาหารอัดเม็ดจากขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 ถึง 12 มิลลิเมตรจะสามารถช่วยลดความรุนแรงของการเกิด keratinization และ ulceration ได้ ซึ่ง Vanschoubroek *et al.* (1971) ได้สรุปรวมในงานทดลองเกี่ยวกับเรื่องนี้โดยได้รายงานว่าแผลในกระเพาะอาหารนี้จะไม่ส่งผลกระทบต่อน้ำหนักที่เพิ่มหรือการใช้ประโยชน์ได้ของสารอาหาร และนานๆ ครั้งถึงมีผลเพิ่มอัตราการตาย โดยงานทดลองทั่วๆ ไปเห็นพ้องกันในเรื่องที่อาหารอัดเม็ดจะเพิ่มการเกิด keratinization และ ulceration จะส่งผลต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตเพียงเล็กน้อยเท่านั้น และขนาดอาหารที่เล็กกว่าจะเพิ่มวิการความรุนแรงในส่วนนี้ด้วย แต่อย่างไรก็ตามอาหารอัดเม็ดโดยเฉพาะอาหารอัดเม็ดที่มีขนาดเล็กจะช่วยปรับปรุงในส่วนของสมรรถภาพการเจริญเติบโต ซึ่งมีความสำคัญมากกว่าลักษณะการเปลี่ยนแปลงในกระเพาะอาหาร แต่ถ้ามีวิธีการที่ลดความสูญเสียในส่วนนี้ลงได้บ้างจะส่งผลให้สุกรแสดงสมรรถภาพการผลิตได้เต็มศักยภาพทางพันธุกรรมที่มีอยู่เพิ่มขึ้นได้อีก

ปัจจุบันได้มีวิธีการหรือแนวทางในการป้องกันการเกิดแผลในกระเพาะอาหารออกมาหลายวิธี Ayles *et al.* (1996) แนะนำให้มีการเปลี่ยนแปลงอาหารบ้างในบางครั้ง (ยกตัวอย่างเช่นเมื่อสุกรถูกเคลื่อนย้ายเข้ามารวมชุดกัน) โดยการเปลี่ยนนั้นจะเปลี่ยนจากอาหารบดละเอียดเป็นบดหยาบและเมื่อกลับมาสู่อาหารบดละเอียดจะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันการเกิดแผลในกระเพาะ ซึ่งจะไม่ส่งผลต่อการเจริญเติบโต อีกวิธีหนึ่งเป็นของ Maxwell *et al.* (1970) ซึ่งสังเกตการลดลงของความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะที่น่าจะมีความสัมพันธ์กับการเกิด ulceration ซึ่ง Patience *et al.* (1986) ได้แนะนำการรักษาสมดุลย์ความเป็นกรด-ด่างของระบบทางเดินอาหารขึ้นโดยการเพิ่มบัฟเฟอร์เข้าไปในอาหารสัตว์ นอกจากนี้แล้ว Maxwell *et al.* (1970) ได้เสนอแนะว่ามีความเป็นไปได้ที่เกลือที่เป็นด่าง (buffers) สามารถช่วยลบล้างกรดในกระเพาะอาหารและปรับปรุงลักษณะของ mucosa ของกระเพาะ ซึ่งการใช้บัฟเฟอร์เป็นอีกหนึ่งหนทางที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้ โดย Wondra *et al.* (1995c) ได้ทดลองให้อาหารสุกรที่ใช้ข้าวโพดและกากถั่วเหลืองเป็นหลักแล้วเติม $NaHCO_3$ 1% หรือ KCO_3 1% แล้วสังเกตเห็นว่าระดับการเกิดแผลในกระเพาะอาหารนั้นลดลง ซึ่งสอดคล้องกับผลที่ทดลองโดย Sorrell *et al.* (1996) ที่เติม $NaHCO_3$ ในอาหารสำหรับสุกรขุน ซึ่งพบว่า ระดับคะแนนของความรุนแรงการเกิดแผลในกระเพาะอาหารลดน้อยลงและเกิดขึ้นเป็นเพียงกลุ่มน้อยเท่านั้น อย่างไรก็ตามก็ยังต้องการงานทดลองต่างๆ เพื่อพิสูจน์ผลในเรื่องนี้และประเมินในส่วนของสิ่งที่จะมาต่อต้านการเกิดแผลในกระเพาะอาหาร อาจจะเป็นสารเสริมต่างๆ ที่สามารถใช้ได้ในราคาที่ไม่แพงมากนักและมีประสิทธิภาพในการใช้ที่ดีเหมาะในอุตสาหกรรมการผลิตสุกร หรือวิธีการต่างๆ ทั้งในด้านกระบวนการผลิตอาหารหรือแม้กระทั่งการจัดการก็ตาม โดยเฉพาะขนาดของเม็ดอาหารที่มีความน่าสนใจในการศึกษาเพื่อหาหนทางแก้ไขปัญหาในจุดนี้

<u>ขนาดอาหารอัดเม็ดต่อสมรรถภาพการผลิต</u>

การผลิตขนาดอาหารอัดเม็ดที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่จะสามารถใช้ die ที่บาง ใช้เวลาในการอัดเม็ดที่น้อยและใช้พลังงานไฟฟ้าในการผลิตที่ต่ำกว่าการใช้รู die ที่เล็กกว่า ซึ่งจะส่งผลต่างๆ ต่อสมรรถภาพการผลิต โดย Lavorel *et al.* (1984) ได้ทดลองใช้อาหารอัดเม็ดที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 3 และ 5 มิลลิเมตรในสุกรอนุบาล พบว่า สุกรในช่วงสัปดาห์แรกหลังหย่านมที่ให้อาหารอัดเม็ดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 มิลลิเมตร จะมีอัตราการเจริญเติบโตที่ดีกว่าสุกรกลุ่มที่ได้รับอาหารอัดเม็ดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ 5 มิลลิเมตร และระหว่างสัปดาห์ที่ 2 หลังหย่านมสุกรที่ได้รับอาหารอัดเม็ดขนาดต่างกันนั้นจะมีสมรรถภาพการผลิตแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ส่วนข้อมูลในเรื่องผลของขนาดเม็ดอาหารในสุกรระยะรุ่น-ขุนนั้นได้สรุปรวมไว้

ในตารางที่ 2 ซึ่ง Luce *et al.* (1973) ได้ทดลองให้อาหารอัดเม็ดที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4.8 6.4 และ 9.6 มิลลิเมตร แก่สุกรขุนระยะสุดท้ายที่ใช้ข้าวฟ่างเป็นหลักในการประกอบสูตร พบว่ามีผลต่อสมรรถภาพการผลิตเพียงเล็กน้อยเท่านั้น แต่อย่างไรก็ตามสุกรที่ได้รับอาหารอัดเม็ดที่เส้นผ่านศูนย์กลาง 4.8 มิลลิเมตร จะมีแนวโน้มของอัตราการเจริญเติบโตที่มากกว่าสุกรที่ได้รับอาหารเส้นผ่านศูนย์กลาง 9.6 มิลลิเมตร และมีประสิทธิภาพการใช้อาหารดีกว่าสุกรที่ได้รับอาหารอัดเม็ดที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางทั้ง 6.4 และ 9.6 มิลลิเมตร ซึ่งสอดคล้องกับ Harris *et al.* (1979) ที่ได้แนะนำให้ใช้อาหารอัดเม็ดที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4.8 มิลลิเมตร โดยได้พบว่าจะมีประสิทธิภาพการใช้อาหารที่มากกว่าสุกรกลุ่มที่ได้รับอาหารอัดเม็ดที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 6.4 มิลลิเมตร

อย่างไรก็ตามยังมีบางงานทดลองที่พบว่าขนาดเม็ดอาหารไม่มีผลต่อสมรรถภาพการผลิต Tribble *et al.* (1979) รายงานว่าการให้อาหารอัดเม็ดเส้นผ่านศูนย์กลางจาก 4.8 ถึง 12.7 มิลลิเมตร ในสุกรขุนจะส่งผลให้มีอัตราการเจริญเติบโตหรือประสิทธิภาพการใช้อาหารไม่แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ Hanrahan (1984) ที่พบว่าขนาดอาหารอัดเม็ดที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 5 และ 10 มิลลิเมตร นั้นทำให้สมรรถภาพการผลิตของสุกรไม่แตกต่างกันเช่นเดียวกัน ดังนั้นจากรายงานผลการทดลองต่างๆ ในเรื่องขนาดของเม็ดอาหารยังมีข้อสรุปที่ไม่ชัดเจนมากนัก แต่จากงานทดลองหรือแนวความคิดต่างๆ นั้น ยังคงเชื่อว่าในสุกรช่วงระยะเล็กชอบที่จะกินอาหารอัดเม็ดขนาดเล็กและสุกรที่โตแล้วจะชอบอาหารที่ขนาดใหญ่กว่า เพราะฉะนั้นในกระบวนการผลิตอาหารสุกรจึงต้องพิจารณาเลือกใช้ขนาดของรู die เพื่อผลิตอาหารอัดเม็ดขนาดต่างๆ เพื่อให้เหมาะสมกับความต้องการของสุกรมากที่สุด

ตารางที่ 2 ผลของขนาดเม็ดอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกรขุน

แหล่งอ้างอิง	จำนวนสุกร (ตัว)	ขนาดเม็ดอาหาร (มิลลิเมตร)	อัตราการเจริญเติบโต (กิโลกรัม/วัน)	ปริมาณอาหารที่กิน (กิโลกรัม/วัน)	ประสิทธิภาพการใช้อาหาร
Luce *et al.* (1973)	208	4.8	0.82	2.49	3.03
		6.4	0.85	2.59	3.03
		9.5	0.82	2.49	3.03
Luce *et al.* (1973)	144	4.8	0.75	2.14	2.86
		6.4	0.72	2.14	2.94
		9.5	0.71	2.15	3.03
Harris *et al.* (1979)	66	4.8	0.66	2.17	3.33
		6.4	0.66	2.50	3.85
Tribble *et al.* (1979)	108	4.8	0.71	2.42	3.45
		6.4	0.71	2.83	4.00
		12.7	0.68	2.44	3.57
Hanrahan (1984)	1360	5.0	0.49	1.94	4.00
		10.0	0.49	1.99	4.00

Traylor *et al.* (1996) ได้ทำการทดลองหาผลของขนาดอาหารอัดเม็ดต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตในสุกรอนุบาลและสุกรขุน โดยสำหรับสุกรอนุบาลนั้น ใช้สุกรหย่านม (น้ำหนักประมาณ 5.4 กิโลกรัม) จนถึง 29 วันหลังหย่านม ให้อาหารที่ใช้ข้าวโพดเป็นแหล่งพลังงานหลักมาประกอบเป็นอาหารผง และอาหารอัดเม็ดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 4 8 และ 12 มิลลิเมตร พบว่าถ้าพิจารณาลูกสุกรจากหย่านมจนถึงวันที่ 5 หลังหย่านม สุกรที่ได้รับอาหารอัดเม็ดจะเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตประมาณ 25% และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารประมาณ 36% เมื่อเปรียบเทียบกับอาหารผง แต่อย่างไรก็ตามในส่วนของขนาดของเม็ดอาหารที่ต่างกันนั้น จะไม่ส่งผลถึงสมรรถภาพการผลิต และถ้าคิดรวมตั้งแต่หย่านมจนถึงวันที่ 29 หลังหย่านมการให้อาหารอัดเม็ดจะมีประสิทธิภาพการใช้อาหารที่ดีกว่าประมาณ 4% เมื่อเปรียบเทียบกับอาหารผง โดยถ้าพิจารณาในส่วนของขนาดเม็ดอาหารจะพบว่า สุกรกลุ่มที่ได้รับอาหารอัดเม็ดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มิลลิเมตรจะมีประสิทธิภาพการใช้อาหารดีที่สุดในงานทดลองนี้ ส่วนในสุกรขุน ซึ่งใช้สุกรจำนวน 80 ตัว (น้ำหนักเริ่มทดลองเฉลี่ย 58 กิโลกรัม) ประกอบสูตรอาหารโดยใช้ข้าวโพด และกากถั่วเหลืองเป็นหลัก โดยการแบ่งขนาดของเม็ดอาหารเหมือนกับในสุกรระยะอนุบาล พบว่า ระหว่างสุกรกลุ่มที่ได้รับอาหารอัดเม็ดและอาหารผงจะมีอัตราการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกัน แต่สุกรกลุ่ม

ที่ได้รับอาหารอัดเม็ดจะมีแนวโน้มของประสิทธิภาพการใช้อาหารที่ดีกว่า ดังตารางที่ 3 และถ้ามีขนาดเม็ดอาหารที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลทำให้สุกรมีอัตราการเจริญเติบโตที่ดีขึ้น โดยขนาดอาหารอัดเม็ดที่เส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 4 มิลลิเมตร ทำให้สุกรมีประสิทธิภาพการใช้อาหารดีกว่าขนาดอื่นๆ อนึ่งงานทดลองนี้แนะนำให้ใช้รู die ขนาด 4-5 มิลลิเมตรในการผลิตอาหาร ซึ่งน่าจะเหมาะสมสำหรับทั้งในสุกรอนุบาลและสุกรขุน โดยจากการศึกษานี้ได้ค้นพบอีกว่าการผลิตสุกรตั้งแต่หลังหย่านมจนถึงส่งขายตลาดการใช้รู die เพียงขนาดเดียวในการผลิตอาหารอัดเม็ดจะช่วยประหยัดเวลาและต้นทุนการผลิตอีกด้วย

คุณภาพซากเป็นอีกปัจจัยที่มีความสำคัญในปัจจุบัน โดยถ้าเปรียบเทียบอาหารผงและอาหารอัดเม็ดจะส่งผลต่อคุณภาพซากที่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) (Baird, 1973; Wondra *et al.*, 1995d; Stark, 1994) ส่วนขนาดเม็ดอาหารที่แตกต่างกันนั้น Traylor *et al.* (1996) ได้ศึกษาในเรื่องนี้ด้วย โดยรายงานว่าขนาดของเม็ดอาหารที่ต่างกันจะส่งผลถึงเปอร์เซ็นต์ซาก และความหนาไขมันสันหลัง ณ ตำแหน่ง P2 ที่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ซึ่งสอดคล้องกับ Luce *et al.* (1973) ที่พบว่า อาหารอัดเม็ดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4.8 6.4 และ 9.5 มิลลิเมตรที่ให้แก่สุกรนั้น จะส่งผลให้เปอร์เซ็นต์เนื้อแดง และความหนาไขมันสันหลังไม่แตกต่างกัน แต่งานทดลองเรื่องนี้ยังมีปัจจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องอีกหลายปัจจัย อนึ่งในปัจจุบันประเทศไทยให้ความสนใจในเรื่องนี้ และยังไม่พบว่ามีการศึกษา ดังนั้นถ้ามีการศึกษาในเรื่องนี้ด้วยจะเป็นแนวทางในการปฏิบัติที่สามารถทำให้สุกรนั้นมีคุณภาพซากที่ดีขึ้น

ตารางที่ 3 ผลของขนาดเม็ดอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพซาก

		ขนาดเม็ดอาหาร (มิลลิเมตร)				
	อาหารผง	2	4	8	12	SE
อัตราการเจริญเติบโต (กรัม/วัน)	1,031	944	1,009	1,018	1,046	22.0
ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม/วัน)	3,013	2,617	2,763	2,854	3,050	69.0
ประสิทธิภาพการใช้อาหาร	2.92	2.77	2.74	2.80	2.92	0.2
เปอร์เซ็นต์ซาก (เปอร์เซ็นต์)	72.4	72.4	72.5	72.5	72.1	0.4
ความหนาไขมันสันหลัง (มิลลิเมตร)	24.6	23.2	23.1	23.6	23.4	1.0

ที่มา: Traylor *et al.* (1996)

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

1. สัตว์ทดลอง

สุกรสามสายพันธุ์ (ดูร็อค x ลาร์จไวท์ x แลนด์เรซ) จำนวน 80 ตัว แบ่งออกเป็น 4 กลุ่มๆ ละ 5 ซ้ำ จำนวนซ้ำละ 4 ตัว โดยจะประกอบด้วยเพศผู้ตอน 2 ตัว และเพศเมีย 2 ตัว การทดลองแบ่งออกเป็น 3 ช่วงน้ำหนัก คือ ช่วง 20-50 กิโลกรัม 50-80 กิโลกรัม และ 80-100 กิโลกรัม

2. อาหาร

อาหารที่ผลิตแบ่งออกเป็น 3 ระยะ โดยแบ่งออกเป็นอาหารสำหรับสุกรระยะเล็ก รุ่น และขุน ซึ่งแต่ละครั้งในการผลิตใช้เครื่องอัดเม็ดเครื่องเดียวกัน อุปกรณ์ต่างๆ ชนิดเดียวกัน ส่วนของอาหารผงก่อนนำมาผลิตอาหารอัดเม็ดเป็นอาหารผงชุดเดียวกัน ซึ่งมีขนาดของรูตะแกรงที่ใช้ในการบดข้าวโพดเท่ากับ 2.4 มิลลิเมตร โดยมีขนาดอนุภาคของอาหารผงเท่ากับ 548 415 และ 412 ไมครอน ซึ่งมีจำนวนอนุภาคต่อกรัม (N) เท่ากับ 59,279 176,690 และ 143,321 อนุภาค และพื้นที่ผิวสัมผัส (A) เท่ากับ 6.57 9.98 และ 9.85 ตารางเซนติเมตร/ซีซี ตามลำดับชุดอาหารที่ผลิต

กระบวนการผลิตอาหารอัดเม็ดใช้เครื่องอัดเม็ด Vanaarsen type C600. ขนาด 250 แรงม้า ควบคุมอุณหภูมิที่ 80 องศาเซลเซียส โดยมีความหนาของ die 50 มม. มีการปรับไอน้ำเพื่อควบคุมคุณภาพของเม็ดอาหาร ใช้เครื่องดูดลมเย็นแบบเคาเตอร์โฟล์ (counter-flow cooler) เพื่อทำให้อาหารอัดเม็ดเย็น เมื่อสภาวะการผลิตคงที่ เก็บข้อมูลความสามารถในการผลิตอาหารต่อชั่วโมง และพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ ซึ่งได้จากการบันทึกมิเตอร์แอมป์-โวลท์จากกระแสไฟที่ขับเคลื่อนมอเตอร์ (Model DMI, Amprobe Instrument, Lynbrook, NY) ส่วนคุณภาพอาหารอัดเม็ดที่เย็นแล้ว ตรวจสอบคุณภาพโดยใช้ความแข็ง ความเป็นฝุ่น ความคงทนมาตรฐาน (Standard Pellet Durability Index, PDI) และความคงทนดัดแปร (modified PDI) (ASAE, 1987)

อาหารทดลองจะแบ่งออกเป็น 3 ระยะ ตามน้ำหนักของสัตว์ทดลอง โดยแบ่งอาหารออกเป็นช่วงน้ำหนักประมาณ 20-50 กิโลกรัม 50-80 กิโลกรัม และ 80-100 กิโลกรัม ดังตารางที่ 4 โดยอาหารแต่ละระยะแบ่งอาหารที่ให้เป็น 4 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1: ให้อาหารผงตลอดการทดลอง

กลุ่มที่ 2: ให้อาหารอัดเม็ดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร ตลอดการทดลอง

กลุ่มที่ 3: ให้อาหารอัดเม็ดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มิลลิเมตร ตลอดการทดลอง

กลุ่มที่ 4: ช่วงสุกรน้ำหนัก 20-50 กิโลกรัม ให้อาหารอัดเม็ดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร
ช่วงสุกรน้ำหนัก 50-100 กิโลกรัม ให้อาหารอัดเม็ดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มิลลิเมตร

3. <u>การจัดการเลี้ยงดู</u>

เลี้ยงสุกรบนพื้นคอนกรีตในโรงเรือนแบบเปิดที่มีส้วมน้ำ โดยสุกรทดลองได้รับอาหารเต็มที่ตลอดการทดลอง (*ad libitum*) และได้รับน้ำกินตลอดเวลา

ตารางที่ 4 ส่วนประกอบของสูตรอาหารสุกร

วัตถุดิบอาหาร	ปริมาณ (เปอร์เซ็นต์)		
	20-50 กิโลกรัม	50-80 กิโลกรัม	80-100 กิโลกรัม
ข้าวโพด	48.3	52.3	40.4
กากถั่วเหลือง	22.2	23.6	15.5
ถั่วเหลืองไขมันเต็ม	10.0	-	-
รำข้าว	12.4	20.0	25.0
รำข้าวสกัดไขมัน	-	-	15.4
น้ำมันรำข้าว	2.8	0.2	-
โมโนไดแคลเซียมฟอสเฟต	2.0	1.8	1.4
แคลเซียมคาร์บอเนต	1.2	1.2	1.2
เกลือ	0.4	0.4	0.4
วิตามินและแร่ธาตุพรีมิกซ์ *	0.2	0.2	0.2
แอล-ไลซีน	0.28	0.19	0.21
ดีแอล-เมทไธโอนีน	0.12	0.08	0.07
แอล-ทรีโอนีน	0.08	0.03	0.06
ส่วนประกอบของโภชนะจากการคำนวณ (เปอร์เซ็นต์)			
โปรตีน	19.00	17.00	15.50
พลังงานใช้ประโยชน์ (กิโลแคลอรี่ต่อกิโลกรัม)	3,200	3,000	2,850
ไขมัน	8.45	5.38	5.64
เยื่อใย	4.50	4.96	6.44
แคลเซียม	0.90	0.85	0.80
ฟอสฟอรัสใช้ประโยชน์ได้	0.45	0.42	0.40
ไลซีน	1.20	1.00	0.90
เมทไธโอนีน	0.42	0.35	0.33
เมทไธโอนีน + ซีสตีน	0.70	0.36	0.55
ทรีโอนีน	0.79	0.66	0.60
ทริปโตเฟน	0.23	0.20	0.16

หมายเหตุ: * วิตามินและแร่ธาตุพรีมิกซ์ 1 กิโลกรัม ประกอบด้วย วิตามินเอ 5,000,000 IU; วิตามินD_3 1,000,000 IU; วิตามินอี 7,500 มิลลิกรัม; วิตามินK_3 1,250 มิลลิกรัม; วิตามินB_1 500 มิลลิกรัม; วิตามินB_2 1,500 มิลลิกรัม; วิตามินB_5 6,625 มิลลิกรัม; วิตามินB_6 750 มิลลิกรัม; วิตามินB_{12} 8 มิลลิกรัม; วิตามินซี 10,000 มิลลิกรัม; กรดโฟลิค 250 มิลลิกรัม; ไบโอติน 40 มิลลิกรัม; โคลีนคลอไรด์ 200,000 มิลลิกรัม; แมงกานีส 17.5 กรัม; สังกะสี 50 กรัม; เหล็ก 40 กรัม; คอปเปอร์ 60 กรัม; ไอโอดีน 0.63 กรัม; โคบอลต์ 0.35 กรัม; ซีลีเนียม 0.05 กรัม

4. <u>แผนการทดลอง</u>

ใช้สุกรลูกผสมสามสายพันธุ์ (ดูร็อค x ลาร์จไวท์ x แลนด์เรซ) จำนวน 80 ตัว (เพศผู้ตอน จำนวน 40 ตัว และเพศเมีย 40 ตัว) น้ำหนักเฉลี่ยประมาณ 20 กิโลกรัม แบ่งออกเป็น 4 กลุ่มๆ ละ 5 ซ้ำ จำนวนซ้ำละ 4 ตัว แบ่งเป็นเพศผู้ตอน 2 ตัว และเพศเมีย 2 ตัว และจัดกลุ่มทดลองโดยสุ่มให้สุกรถูกเลี้ยงในคอกคอนกรีตที่มีส้วมน้ำ มีที่ให้อาหารและน้ำกินตลอดเวลา การทดลองแบ่งออกเป็น 3 ช่วงน้ำหนัก คือ ช่วง 20-50 กิโลกรัม (ระยะเล็ก) 50-80 กิโลกรัม (ระยะรุ่น) และ 80-100 กิโลกรัม (ระยะขุน) เมื่อสิ้นสุดการทดลองในแต่ละระยะนำข้อมูลปริมาณอาหารที่กิน อัตราการเจริญเติบโต และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารในแต่ละช่วงเพื่อนำมาคำนวณสมรรถภาพการผลิต และเมื่อสิ้นสุดการทดลองในระยะสุดท้าย นำสุกรทุกตัวมาวัดคุณภาพซากโดยใช้เครื่องรีลไทม์อัลตร้าซาวด์ แล้วบันทึกในส่วนของเปอร์เซ็นต์เนื้อแดง พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน และความหนาไขมันสันหลัง ณ ตำแหน่ง P2 (ซี่โครงซี่สุดท้าย) และนำสุกรมาผ่าซากชำแหละนำส่วนของกระเพาะส่วนต้น (esophageal region) เพื่อสำรวจความรุนแรงในการเกิดแผลในกระเพาะอาหาร ซึ่งระบบการให้คะแนนของทั้ง keratinization และ ulceration ที่เกิดขึ้น ดังแสดงไว้ในตารางที่ 5

<u>ตารางที่ 5</u> ระบบการให้คะแนนแผลในกระเพาะอาหารส่วนต้น

ระดับการเกิด	คะแนน	หมายเหตุ
<u>Keratinization</u>		
Normal	0	กระเพาะอาหารส่วนต้นปกติ
Mild keratosis	1	คีราตินปกคลุมน้อยกว่า 1/8 ของกระเพาะอาหารส่วนต้น
Moderate keratosis	2	คีราตินปกคลุมมากกว่า 1/8 แต่น้อยกว่า 1/2 ของกระเพาะอาหารส่วนต้น
Severe keratosis	3	คีราตินปกคลุมมากกว่า 1/2 ของกระเพาะอาหารส่วนต้น
<u>Ulceration</u>		
Normal	0	กระเพาะอาหารส่วนต้นปกติ
Slight erosion	1	แผลหลุมน้อยกว่า 1/8 ของกระเพาะอาหารส่วนต้น
Ulcers	2	แผลหลุมมากกว่า 1/8 แต่น้อยกว่า 1/2 ของกระเพาะอาหารส่วนต้น
Severe ulcers	3	แผลหลุมมากกว่า 1/2 ของกระเพาะอาหารส่วนต้น

ที่มา: Muggenburg *et al.* (1964); Chamberlain *et al.* (1966)

5. <u>การบันทึกข้อมูล</u>

5.1 บันทึกข้อมูลกระบวนการผลิตอาหาร ในส่วนของความสามารถการผลิตอาหารต่อชั่วโมง และพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ รวมทั้งบันทึกข้อมูลคุณภาพอาหารอัดเม็ดในส่วนของความแข็ง ความเป็นฝุ่น ความคงทนมาตรฐาน (Standard Pellet Durability Index, PDI) และความคงทนดัดแปร (modified PDI)

5.2 น้ำหนักตัวสุกร ทำการชั่งน้ำหนักทั้งหมด 4 ครั้ง ได้แก่ ครั้งแรกเมื่อนำสุกรเริ่มเข้าทำการทดลองเมื่อสุกรน้ำหนักประมาณ 20 กิโลกรัม ครั้งที่สองเมื่อเปลี่ยนอาหารจากสุกรระยะเล็กเป็นระยะรุ่นเมื่อมีน้ำหนักเฉลี่ยประมาณ 50 กิโลกรัม ครั้งที่สามเมื่อเปลี่ยนอาหารจากสุกรระยะรุ่นเป็นระยะขุนเมื่อมีน้ำหนักเฉลี่ยประมาณ 80 กิโลกรัม และครั้งสุดท้ายเมื่อสิ้นสุดการทดลองในระยะขุนเมื่อมีน้ำหนักเฉลี่ยประมาณ 100 กิโลกรัม แล้วนำน้ำหนักตัวสุกรที่ได้ไปใช้ในการคำนวณหาน้ำหนักตัวสุกรที่เพิ่มขึ้น

5.3 บันทึกปริมาณอาหารทั้งหมดที่กิน และอาหารที่เหลือในแต่ละระยะน้ำหนักการเจริญเติบโตของสุกร เพื่อนำมาหาประสิทธิภาพการใช้อาหาร

5.4 เมื่อสิ้นสุดการทดลองที่น้ำหนักเฉลี่ยประมาณ 100 กิโลกรัม นำสุกรทุกตัวมาวัดคุณภาพซากในส่วนของเปอร์เซ็นต์เนื้อแดง พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน และความหนาไขมันสันหลัง ณ ตำแหน่ง P2 โดยใช้เครื่องรีลไทม์ อัลตร้าซาวด์

5.5 นำซากสุกรทุกตัวในส่วนของกระเพาะอาหารส่วนต้น (esophageal region) มาตรวจวัดและบันทึกผลวิการการเกิดรอยแผลในกระเพาะอาหาร (ulceration และ keratinization) ในระดับต่างๆ

6. <u>การวิเคราะห์ทางสถิติ</u>

การทดลองนี้ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) ข้อมูลที่ได้จากการทดลองจะนำมาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SAS (SAS, 1998) โดยใช้ Proc GLM และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มการทดลองแต่ละกลุ่มด้วย Orthogonal contrasts และใช้วิธี Cochran-Mantel-Haenszel ของ SAS ในการประเมินค่ารอยแผลในกระเพาะอาหาร

7. <u>สถานที่ทำการทดลอง</u>

7.1 ศึกษาในส่วนของกระบวนการผลิตอาหารสุกรในโรงงานอาหารสัตว์ท็อปฟีดมิลล์ จำกัด ลาดหลุมแก้ว จ.ปทุมธานี

7.2 ศึกษาคุณภาพอาหารที่ใช้เลี้ยงสุกร ณ สาขาวิชาเทคโนโลยีกระบวนการทางเคมีและฟิสิกส์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพฯ

7.3 ศึกษาสมรรถภาพการผลิตภายในฟาร์มสุกรศูนย์วิจัยและฝึกอบรมการเลี้ยงสุกรแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม

7.4 ศึกษาประเมินลักษณะของกระเพาะอาหาร ณ โรงชำแหละสุกรกาญจนาเฟรชพอร์ค ปากท่อ จ.ราชบุรี

8. <u>ระยะเวลาในการทดลอง</u>

เริ่มต้นการทดลอง: ธันวาคม 2548
สิ้นสุดการทดลอง: มีนาคม 2549

ผลการทดลองและวิจารณ์

<u>กระบวนการผลิต และคุณภาพของเม็ดอาหาร</u>

ข้อมูลกระบวนการผลิตอาหารอัดเม็ด ณ สภาวะการผลิตคงที่ ซึ่งประกอบด้วยพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ อัตราการผลิตอาหาร อุณหภูมิที่ผลิต รวมถึงคุณภาพของอาหารอัดเม็ด ดังแสดงไว้ในตารางที่ 6 7 และ 8 พบว่าการผลิตอาหารอัดเม็ดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มิลลิเมตร จะสามารถลดพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ลงจาก 3.56 เป็น 3.50 กิโลวัตต์/ตัน และเพิ่มอัตราการผลิตอาหารจาก 12.12 เป็น 12.69 ตัน/ชั่วโมง (ตารางที่ 6) ในอาหารสำหรับสุกรระยะเล็ก ส่วนในอาหารสำหรับสุกรรุ่น จะสามารถลดพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ลงจาก 7.27 เป็น 5.88 กิโลวัตต์/ตัน และเพิ่มอัตราการผลิตอาหารจาก 7.23 เป็น 9.76 ตัน/ชั่วโมง (ตารางที่ 7) และจะสามารถลดพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ลงจาก 6.19 เป็น 5.57 กิโลวัตต์/ตัน และเพิ่มอัตราการผลิตอาหารจาก 8.00 เป็น 10.61 ตัน/ชั่วโมง ในอาหารสำหรับสุกรระยะขุน (ตารางที่ 8) โดยสรุปจะสามารถลดระดับพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ลงคิดเป็น 2% 19% และ10% และเพิ่มอัตราการผลิตอาหาร 5% 35% และ33% ในอาหารทั้งสามระยะตามลำดับเมื่อเปรียบเทียบกับอาหารอัดเม็ดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร แต่อย่างไรก็ตามการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของปัจจัยทั้งสองที่กล่าวมานั้นยังขึ้นอยู่กับการให้ไอน้ำ ซึ่งมีส่วนถึง 28% ของปัจจัยทั้งหมด (Skoch *et al.*, 1983) ส่วนสาเหตุที่อัตราการผลิตอาหารสำหรับสุกรระยะรุ่นและขุนที่ต่ำกว่าในระยะเล็กเนื่องจากข้อจำกัดในด้านปริมาณในการผลิต ซึ่งการผลิตอาหารในงานทดลองนี้ผลิตจำนวนไม่มากนัก ในการผลิตจะใช้ช่วงเวลาที่สั้นมาก ดังนั้นทำให้เกิดปัญหาในการเก็บข้อมูล โดยเมื่อพบปัญหาในช่วงผลิตอาหารสำหรับสุกรระยะเล็กแล้วจึงมีการแก้ปัญหาให้มีการผลิตที่ไม่เต็มตามศักยภาพ อนึ่งถ้าจะพิจารณาค่าอัตราการผลิตอาหารที่เต็มตามศักยภาพของเครื่องจักร ควรจะเน้นข้อมูลในส่วนของอาหารสำหรับสุกรระยะเล็ก

ทางด้านคุณภาพเม็ดอาหาร พบว่า ถ้าพิจารณาอาหารอัดเม็ดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร จะมีความแข็งของเม็ดอาหารหรือที่แสดงออกมาเป็นค่าดรรชนีความแข็งของอาหารอัดเม็ด (PDI) และเปอร์เซ็นต์ความแข็งของอาหารอัดเม็ด (% Hardness) มีแนวโน้มที่แข็งกว่า และส่งผลในทางกลับกันทำให้มีความเป็นฝุ่น (% Fine) น้อยกว่าอาหารอัดเม็ดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มิลลิเมตร ซึ่งแสดงว่ารู die ที่ผลิตอาหารอัดเม็ดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดที่เล็กกว่าจะทำให้มีแรงบีบอัดมากกว่า จึงส่งผลให้อาหารอัดเม็ดนั้นมีคุณภาพตามที่กล่าวมา ซึ่ง Behnke (1994) รายงานว่า ควรที่จะพิจารณาการให้ไอน้ำด้วย ซึ่งอาจส่งผลต่อคุณภาพอาหารอัดเม็ดนี้ได้เช่นกัน แต่อย่างไรก็ตาม คุณภาพเม็ดอาหารก็มีส่วนสำคัญที่น้อยกว่าสมรรถภาพการผลิตของสุกร

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ หรือความสามารถของอัตราการผลิตอาหาร และที่สำคัญขนาดของเม็ดอาหารต่อคุณภาพของเม็ดอาหารนี้ยังมีปัจจัยอื่นๆ อีกมากที่เกี่ยวข้อง และควรนำมาพิจารณาร่วมด้วย

คุณภาพของอาหารอัดเม็ดด้านความสามารถในการละลายได้ทั้งในส่วนของไนโตรเจน (NSI) และการละลายได้ใน 0.2% KOH (KOH-PS) พบว่า อาหารอัดเม็ดสำหรับสุกรระยะเล็ก และขุน ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มิลลิเมตรจะมีค่าทั้งสองมากกว่าอาหารอัดเม็ดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร แต่จะมีค่าน้อยกว่าในระยะรุ่น แสดงว่าอาหารอัดเม็ดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร สำหรับสุกรระยะเล็ก และขุน หรืออาหารอัดเม็ดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มิลลิเมตร สำหรับสุกรระยะรุ่น อาจจะมีปัญหาในเรื่องการได้รับความร้อน รวมถึงความชื้น หรือแรงเสียดสี จนทำให้มีความสามารถในการละลายได้ที่ต่ำลงได้ (Parsons *et al.,* 1988) ซึ่งอาจจะมีผลต่อสมรรถภาพการผลิต หรือคุณภาพซากในท้ายที่สุด

ค่าการละลายได้ในสารละลาย 0.2% KOH หรือค่าที่บ่งบอกการผลิตอาหารที่อาจจะได้รับความร้อนมากเกินไป ซึ่งจะส่งผลต่อสมรรถภาพการผลิตหรือคุณภาพซากนั้น โดยถึงแม้ว่าในอาหารสำหรับสุกรระยะเล็กและขุน จะมีค่านี้สอดคล้องกันชัดเจนทั้งในส่วนของอุณหภูมิอาหารผงและอาหารอัดเม็ด แต่ในส่วนของอาหารสำหรับสุกรระยะรุ่น ที่มีอุณหภูมิอาหารผงหรืออาหารอัดเม็ดต่างกันค่อนข้างชัดเจน แต่ค่าการละลายได้ในสารละลาย 0.2% KOH นั้นแตกต่างกันน้อยมาก ซึ่งจากงานทดลองนี้ถ้าพิจารณาจะพบว่า สูตรอาหารของสุกรระยะรุ่นจะมีการเสริมไลซีนสังเคราะห์ ในรูปแอล-ไลซีน ระดับที่ต่ำกว่าสูตรอาหารสำหรับสุกรระยะอื่น โดยตรงประเด็นนี้น่าจะเกี่ยวข้องกับแอล-ไลซีนในรูปสังเคราะห์ที่อาจจะมีโอกาสถูกทำลายได้โดยความร้อนมากกว่าไลซีนที่อยู่ในวัตถุดิบ จึงทำให้ไลซีนสังเคราะห์ที่เสริมเข้าไปในสูตรอาหารสำหรับสุกรระยะรุ่นนี้มีโอกาสถูกทำลายได้โดยความร้อนน้อยกว่าสูตรอาหารสำหรับสุกรระยะอื่น ทำให้ค่าการละลายได้ใน 0.2% KOH แตกต่างกันน้อยมาก และในทางกลับกันอาหารสำหรับสุกรระยะเล็กและขุนที่มีการเสริมไลซีนสังเคราะห์ที่มากกว่าอาจจะมีโอกาสถูกทำลายด้วยความร้อนได้มากกว่า แล้วจึงทำให้ค่าการละลายได้ใน 0.2% KOH แตกต่างกันค่อนข้างชัดเจน

ตารางที่ 6 ผลของขนาดเม็ดอาหารต่อกระบวนการผลิตและคุณภาพอาหารอัดเม็ดสำหรับสุกรระยะเล็ก (20-50 กิโลกรัม)

ข้อมูล	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเม็ดอาหาร	
	3 มิลลิเมตร	4 มิลลิเมตร
อัตราการผลิตอาหาร (ตัน/ชั่วโมง)	12.12	12.69
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (กิโลวัตต์/ตัน)	3.56	3.50
อุณหภูมิอาหารผง (องศาเซลเซียส)	80.00	73.50
อุณหภูมิอาหารอัดเม็ด (องศาเซลเซียส)	79.13	74.25
ความคงทนของเม็ดอาหาร (เปอร์เซ็นต์)		
ความคงทนมาตรฐาน [a]	96.30	93.65
ความคงทนดัดแปร [b]	82.95	78.98
ความแข็ง (เปอร์เซ็นต์)	1.99	1.92
ความเป็นฝุ่น (เปอร์เซ็นต์)	5.20	5.40
คุณภาพโปรตีน		
ความสามารถการละลายได้ใน 0.2% KOH; KOH-PS (เปอร์เซ็นต์) [c]	69.57	73.06
ดรรชนีการละลายได้ของไนโตรเจน; NSI (เปอร์เซ็นต์) [d]	10.26	10.54

หมายเหตุ: [a] ASAE (1987)

[b] ASAE (1987) ดัดแปลงโดยใส่น็อตหกเหลี่ยมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 13 มิลลิเมตร จำนวน 5 ตัว

[c] Araba and Dale (1990)

[d] AOCS (1973)

ตารางที่ 7 ผลของขนาดเม็ดอาหารต่อกระบวนการผลิตและคุณภาพอาหารอัดเม็ดสำหรับสุกรระยะรุ่น (50-80 กิโลกรัม)

ข้อมูล	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเม็ดอาหาร	
	3 มิลลิเมตร	4 มิลลิเมตร
อัตราการผลิตอาหาร (ตัน/ชั่วโมง)	7.23	9.76
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (กิโลวัตต์/ตัน)	7.27	5.88
อุณหภูมิอาหารผง (องศาเซลเซียส)	80.97	87.67
อุณหภูมิอาหารอัดเม็ด (องศาเซลเซียส)	80.90	88.20
ความคงทนของเม็ดอาหาร (เปอร์เซ็นต์)		
ความคงทนมาตรฐาน [a]	98.10	97.11
ความคงทนดัดแปร [b]	91.93	90.98
ความแข็ง (เปอร์เซ็นต์)	2.90	2.94
ความเป็นฝุ่น (เปอร์เซ็นต์)	2.34	2.03
คุณภาพโปรตีน		
ความสามารถการละลายได้ใน 0.2% KOH; KOH-PS (เปอร์เซ็นต์) [c]	72.20	71.62
ดรรชนีการละลายได้ของไนโตรเจน; NSI (เปอร์เซ็นต์) [d]	12.30	10.61

หมายเหตุ: [a] ASAE (1987)

[b] ASAE (1987) ดัดแปลงโดยใส่น็อตหกเหลี่ยมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 13 มิลลิเมตร จำนวน 5 ตัว

[c] Araba and Dale (1990)

[d] AOCS (1973)

ตารางที่ 8 ผลของขนาดเม็ดอาหารต่อกระบวนการผลิตและคุณภาพอาหารอัดเม็ดสำหรับสุกรระยะขุน (80-100 กิโลกรัม)

ข้อมูล	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเม็ดอาหาร	
	3 มิลลิเมตร	4 มิลลิเมตร
อัตราการผลิตอาหาร (ตัน/ชั่วโมง)	8.00	10.61
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (กิโลวัตต์/ตัน)	6.19	5.57
อุณหภูมิอาหารผง (องศาเซลเซียส)	77.15	74.94
อุณหภูมิอาหารอัดเม็ด (องศาเซลเซียส)	78.15	75.83
ความคงทนของเม็ดอาหาร (เปอร์เซ็นต์)		
ความคงทนมาตรฐาน [a]	98.46	97.73
ความคงทนดัดแปร [b]	94.71	93.99
ความแข็ง (เปอร์เซ็นต์)	3.07	3.02
ความเป็นฝุ่น (เปอร์เซ็นต์)	2.10	2.33
คุณภาพโปรตีน		
ความสามารถการละลายได้ใน 0.2% KOH; KOH-PS (เปอร์เซ็นต์) [c]	68.50	71.01
ดรรชนีการละลายได้ของไนโตรเจน; NSI (เปอร์เซ็นต์) [d]	12.50	12.81

หมายเหตุ: [a] ASAE (1987)

[b] ASAE (1987) ดัดแปลงโดยใส่น็อตหกเหลี่ยมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 13 มิลลิเมตร จำนวน 5 ตัว

[c] Araba and Dale (1990)

[d] AOCS (1973)

สมรรถภาพการผลิต

ผลของขนาดเม็ดอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกรระยะเล็ก (น้ำหนัก 20-50 กิโลกรัม) ระยะรุ่น (น้ำหนัก 50-80 กิโลกรัม) ระยะขุน (น้ำหนัก 80-100 กิโลกรัม) และตลอดการทดลอง (น้ำหนัก 20-100 กิโลกรัม) ได้แสดงไว้ในตารางที่ 9 10 11 และ 12 ตามลำดับ

สุกรที่เข้าทำการทดลองทั้ง 4 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ได้รับอาหารผง กลุ่มที่ได้รับอาหารอัดเม็ดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร กลุ่มที่ได้รับอาหารอัดเม็ดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มิลลิเมตร และกลุ่มที่ได้รับอาหารอัดเม็ดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร ในช่วงระยะเล็ก และได้รับอาหารอัดเม็ดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มิลลิเมตร ในช่วงระยะรุ่น-ขุน มีน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ยเท่ากับ 21.9 22.0 22.0 และ 21.8 กิโลกรัม ตามลำดับ และน้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ยเท่ากับ 102.8 105.7 107.8 และ 104.2 กิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

สมรรถภาพการผลิตของสุกรที่แบ่งตามช่วงน้ำหนัก พบว่าในช่วงระยะเล็ก (20-50 กิโลกรัม) สุกรที่เลี้ยงด้วยอาหารอัดเม็ดทั้ง 3 กลุ่มมีสมรรถภาพการผลิตแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P>0.05$) และจะมีเพียงประสิทธิภาพการใช้อาหารที่ดีกว่าสุกรที่เลี้ยงด้วยอาหารผง ($P<0.05$) (ตารางที่ 9) ส่วนในช่วงระยะรุ่น (50-80 กิโลกรัม) พบว่าสุกรที่เลี้ยงด้วยอาหารอัดเม็ดทั้ง 3 กลุ่มมีประสิทธิภาพการใช้อาหารดีกว่า ($P<0.01$) สุกรที่เลี้ยงด้วยอาหารผง และยังมีแนวโน้มของอัตราการเจริญเติบโตที่ดีกว่าด้วย ($P=0.14$) แต่จะแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ในระหว่างกลุ่มที่ใช้อาหารเม็ดด้วยกัน อย่างไรก็ตามพบว่าสุกรกลุ่มที่ 3 จะมีแนวโน้มการกินอาหาร ($P=0.20$) และอัตราการเจริญเติบโต ($P=0.25$) ที่ดีกว่ากลุ่มอื่น (ตารางที่ 10) และในช่วงระยะขุน (80-100 กิโลกรัม) พบว่าสุกรที่เลี้ยงด้วยอาหารอัดเม็ดทั้ง 3 กลุ่มจะมีแนวโน้มของประสิทธิภาพการใช้อาหารดีกว่าสุกรที่เลี้ยงด้วยอาหารผง ($P=0.09$) แต่มีสมรรถภาพการผลิตแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P>0.05$) ในระหว่างกลุ่มที่ใช้อาหารเม็ดด้วยกัน (ตารางที่ 11) และเมื่อพิจารณาโดยรวมทั้งในสุกรระยะเล็ก รุ่น และขุน (20-100 กิโลกรัม) ดังแสดงไว้ในตารางที่ 12 พบว่าสุกรที่เลี้ยงด้วยอาหารอัดเม็ดทั้ง 3 กลุ่มมีประสิทธิภาพการใช้อาหารเท่ากับ 2.43 2.42 และ 2.42 ซึ่งแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P>0.05$) โดยสอดคล้องกับ Tribble *et al.* (1979) ที่พบว่าสุกรขุนที่ได้รับอาหารอัดเม็ดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4.8, 6.4 หรือ 12.7 มิลลิเมตรจะมีประสิทธิภาพการใช้อาหารแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P>0.05$) นอกจากนี้ Hanrahan (1984) ได้ศึกษาขนาดอาหารอัดเม็ดที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 5 และ 10 มิลลิเมตรต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกรขุน พบว่าขนาดของอาหารอัดเม็ดที่ต่างกันทั้งสองขนาดนั้นไม่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการใช้อาหารเช่นเดียวกัน

อย่างไรก็ตามจากการทดลองนี้ยังพบว่าสุกรกลุ่มที่ 3 จะมีแนวโน้มการกินอาหาร (P=0.28) และอัตราการเจริญเติบโต (P=0.30) ดีกว่ากลุ่มอื่น ซึ่งสอดคล้องกับ Traylor *et al.* (1996) ที่พบว่าขนาดของอาหารอัดเม็ดที่ใหญ่ขึ้น จะทำให้ปริมาณการกินอาหารและอัตราการเจริญเติบโตของสุกรขุนสูงขึ้น อนึ่งถ้าเปรียบเทียบกับอาหารผง สุกรกลุ่มที่ได้รับอาหารอัดเม็ดจะมีประสิทธิภาพการใช้อาหารที่ดีกว่า (P<0.01) ซึ่งสอดคล้องกับ Hanke *et al.* (1972), Baird (1973) และ Wondra *et al.* (1995d) ที่แนะนำว่า การให้อาหารอัดเม็ดในสุกรระยะรุ่น-ขุน จะมีประสิทธิภาพการใช้อาหารที่ดีกว่าอาหารผงประมาณ 7-10%

อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าความแตกต่างของขนาดเม็ดอาหารที่ส่งผลต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกรอาจจะไม่ชัดเจนมากนัก แต่ถ้าพิจารณาในส่วนของความสามารถในด้านอัตราการผลิตอาหารและต้นทุนการผลิต อาหารอัดเม็ดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มิลลิเมตร จะมีความได้เปรียบในส่วนนี้ แถมยังมีแนวโน้มของสมรรถภาพการผลิตที่ดีกว่าอีกด้วย และจากการศึกษานี้ยังได้ค้นพบอีกว่าการผลิตสุกรขุนตั้งแต่ระยะเล็กจนถึงส่งขายตลาดการใช้รู die เพียงขนาดเดียวในการผลิตอาหารอัดเม็ดจะช่วยประหยัดเวลาและต้นทุนในการผลิต ซึ่งการใช้อาหารอัดเม็ดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มิลลิเมตร ตลอดการเลี้ยงจึงมีความเหมาะสมสำหรับการเลี้ยงสุกรขุน

ตารางที่ 9 ผลของขนาดเม็ดอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกรระยะเล็ก (20-50 กิโลกรัม)

	ขนาดเม็ดอาหาร (มิลลิเมตร)					Contrasts[a] (Probability, P<)		
	อาหารผง	3	4	3,4*	SE	1	2	3
น้ำหนักเริ่มต้น (กิโลกรัม)	21.9	22.0	22.0	21.8	0.2165	0.83	0.97	0.78
น้ำหนักสิ้นสุด (กิโลกรัม)	51.6	52.1	52.9	50.9	0.5189	0.74	0.57	0.27
อัตราการเจริญเติบโต (กรัม/วัน)	827	836	859	810	9.9846	0.86	0.69	0.47
ปริมาณอาหารที่กินต่อวัน (กรัม/วัน)	1,589	1,539	1,561	1,453	0.0170	0.38	0.84	0.45
ประสิทธิภาพการใช้อาหาร	1.92	1.84	1.77	1.80	0.1100	0.03	0.29	0.39

หมายเหตุ: * ระยะเล็กใช้อาหารอัดเม็ดเส้น ∅ 3 มม. ระยะรุ่น-ขุนใช้อาหารอัดเม็ด ∅ 4 มม.

[a] เปรียบเทียบระหว่าง (1) อาหารผง กับ อาหารอัดเม็ด (2) 3 มม. กับ 4 มม.
(3) 3 มม. และ 3, 4 มม. กับ 4 มม.

ตารางที่ 10 ผลของขนาดเม็ดอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกรระยะรุ่น (50-80 กิโลกรัม)

		ขนาดเม็ดอาหาร (มิลลิเมตร)				Contrasts[a] (Probability, P<)		
	อาหารผง	3	4	3,4[*]	SE	1	2	3
น้ำหนักเริ่มต้น (กิโลกรัม)	51.6	52.1	52.9	50.9	0.5189	0.74	0.57	0.27
น้ำหนักสิ้นสุด (กิโลกรัม)	83.9	86.0	88.0	84.4	0.8751	0.26	0.42	0.20
อัตราการเจริญเติบโต (กรัม/วัน)	921	968	1,009	956	7.9491	0.14	0.38	0.25
ปริมาณอาหารที่กินต่อวัน (กรัม/วัน)	2,578	2,446	2,556	2,416	0.0190	0.25	0.32	0.20
ประสิทธิภาพการใช้อาหาร	2.81	2.53	2.54	2.53	0.0122	0.001	0.84	0.82

หมายเหตุ: [*] ระยะเล็กใช้อาหารอัดเม็ดเส้น ∅ 3 มม. ระยะรุ่น-ขุนใช้อาหารอัดเม็ด ∅ 4 มม.

[a] เปรียบเทียบระหว่าง (1) อาหารผง กับ อาหารอัดเม็ด (2) 3 มม. กับ 4 มม. (3) 3 มม. และ 3, 4 มม. กับ 4 มม.

ตารางที่ 11 ผลของขนาดเม็ดอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกรระยะขุน (80-100 กิโลกรัม)

		ขนาดเม็ดอาหาร (มิลลิเมตร)				Contrasts[a] (Probability, P<)		
	อาหารผง	3	4	3,4[*]	SE	1	2	3
น้ำหนักเริ่มต้น (กิโลกรัม)	83.9	86.0	88.0	84.4	0.8751	0.26	0.42	0.20
น้ำหนักสิ้นสุด (กิโลกรัม)	102.8	105.7	107.8	104.2	0.9709	0.17	0.45	0.24
อัตราการเจริญเติบโต (กรัม/วัน)	822	857	862	859	10.7267	0.45	0.92	0.92
ปริมาณอาหารที่กินต่อวัน (กรัม/วัน)	2,794	2,715	2,734	2,705	0.0214	0.46	0.86	0.80
ประสิทธิภาพการใช้อาหาร	3.44	3.19	3.18	3.17	0.0321	0.09	0.97	0.97

หมายเหตุ: [*] ระยะเล็กใช้อาหารอัดเม็ดเส้น ∅ 3 มม. ระยะรุ่น-ขุนใช้อาหารอัดเม็ด ∅ 4 มม.

[a] เปรียบเทียบระหว่าง (1) อาหารผง กับ อาหารอัดเม็ด (2) 3 มม. กับ 4 มม. (3) 3 มม. และ 3, 4 มม. กับ 4 มม.

ตารางที่ 12 ผลของขนาดเม็ดอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกรระยะเล็ก รุ่น และขุน (20-100 กิโลกรัม)

		ขนาดเม็ดอาหาร (มิลลิเมตร)				Contrasts[a] (Probability, P<)		
	อาหารผง	3	4	3,4 *	SE	1	2	3
น้ำหนักเริ่มต้น (กิโลกรัม)	21.9	22.0	22.0	21.8	0.2165	0.83	0.97	0.78
น้ำหนักสิ้นสุด (กิโลกรัม)	102.8	105.7	107.8	104.2	0.9709	0.17	0.45	0.24
อัตราการเจริญเติบโต (กรัม/วัน)	857	887	910	875	5.5778	0.20	0.47	0.30
ปริมาณอาหารที่กินต่อวัน (กรัม/วัน)	2,252	2,165	2,212	2,118	0.0129	0.15	0.52	0.28
ประสิทธิภาพการใช้อาหาร	2.62	2.43	2.42	2.42	0.0081	0.001	0.73	0.86

หมายเหตุ: * ระยะเล็กใช้อาหารอัดเม็ดเส้น ∅ 3 มม. ระยะรุ่น-ขุนใช้อาหารอัดเม็ด ∅ 4 มม.

[a] เปรียบเทียบระหว่าง (1) อาหารผง กับ อาหารอัดเม็ด (2) 3 มม. กับ 4 มม.
(3) 3 มม. และ 3, 4 มม. กับ 4 มม.

คุณภาพซาก

ผลของขนาดเม็ดอาหารต่อคุณภาพซาก ได้แก่ เปอร์เซ็นต์เนื้อแดง พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน ความหนาไขมันสันหลัง ณ ตำแหน่ง P2 ได้แสดงไว้ในตารางที่ 13

คุณภาพซากของสุกร 4 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ได้รับอาหารผง กลุ่มที่ได้รับอาหารอัดเม็ดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร กลุ่มที่ได้รับอาหารอัดเม็ดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มิลลิเมตร และกลุ่มที่ได้รับอาหารอัดเม็ดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร ในช่วงระยะเล็ก และได้รับอาหารอัดเม็ดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มิลลิเมตร ในช่วงระยะรุ่น-ขุน ซึ่งประกอบด้วย เปอร์เซ็นต์เนื้อแดงที่มีค่าเท่ากับ 54.71 54.38 54.91 และ 54.97 ตามลำดับ พื้นที่หน้าตัดเนื้อสันเท่ากับ 36.02 35.44 37.10 และ 36.80 ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ และความหนาไขมันสันหลัง ณ ตำแหน่ง P2 เท่ากับ 11.37 11.44 11.94 และ 11.60 มิลลิเมตร ตามลำดับ พบว่า ความแตกต่างของขนาดเม็ดอาหารและรูปแบบอาหารผงไม่มีผลต่อความหนาของไขมันสันหลังของสุกร ($P>0.05$) แต่พื้นที่หน้าตัดเนื้อสันในกลุ่มที่ได้รับอาหารอัดเม็ดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มิลลิเมตร ตลอดการทดลองจะมีสูงกว่ากลุ่มอื่น ($P<0.05$) และส่งผลให้เปอร์เซ็นต์เนื้อแดงมีแนวโน้มสูงกว่ากลุ่มอื่นด้วย ($P=0.12$) ซึ่งขัดแย้งกับ Traylor *et al.* (1996) ที่ศึกษาการใช้อาหารอัดเม็ดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 4 8 และ 12 มิลลิเมตร

และ Luce *et al.* (1973) ที่รายงานว่าอาหารอัดเม็ดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4.8 6.4 และ 9.6 มิลลิเมตร ที่ให้แก่สุกรนั้นไม่มีผลต่อคุณภาพซาก

อย่างไรก็ตามในการศึกษาครั้งนี้ผลที่แตกต่างจากการใช้อาหารอัดเม็ดขนาด 3 มิลลิเมตร อาจมีสาเหตุจากการใช้ประโยชน์ได้ของสารอาหารที่ต่ำลงหรืออาจเกิดปฏิกิริยา maillard reaction ซึ่งจะเกิดการไหม้ของน้ำตาลในกลุ่ม reducing sugar แล้วทำปฏิกิริยากับกรดอะมิโนโดยเฉพาะไลซีนเกิดเป็นสารประกอบที่สุกรย่อยไม่ได้ (Hancock *et al.*, 1990) จึงทำให้มีการนำสารอาหารไปสร้างเป็นเนื้อที่ต่ำกว่าปกติ โดยจากตารางที่ 6 7 และ 8 ถ้าพิจารณาค่าความสามารถการละลายได้ใน 0.2 % KOH ซึ่งเป็นค่าที่บ่งบอกคุณภาพของโปรตีนที่อาจจะลดลงถ้าหากได้รับความร้อนจากกระบวนการผลิตที่มากเกินไป หรือเกิดปฏิกิริยา maillard reaction และค่าดรรชนีการละลายได้ของไนโตรเจน (NSI) พบว่าอาหารอัดเม็ดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มิลลิเมตรสำหรับสุกรช่วงระยะเล็กและขุน จะมีความสามารถในการละลายได้ทั้งในส่วนของ KOH และ NSI ที่ดีกว่าอาหารอัดเม็ดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร สำหรับสุกรช่วงระยะรุ่น อาหารอัดเม็ดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร จะมีความสามารถในการละลายได้ที่ดีกว่า แต่ถ้าพิจารณาค่า KOH และ NSI ของอาหารอัดเม็ดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มิลลิเมตรสำหรับสุกรช่วงระยะเล็กที่สูงกว่าอาหารอัดเม็ดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร ทั้งสองค่าที่สูงกว่านี้อาจจะส่งผลต่อการเจริญเติบโตหรือเนื้อแดงที่สร้างขึ้นในระยะแรกได้ (Parsons *et al.,* 1988) ส่วนในระยะขุนที่มีการสร้างเนื้อแดงในอัตราที่สูงในระยะท้ายของการเลี้ยง ซึ่งสามารถพิจารณาได้จากซากของสุกรเมื่อสิ้นสุดการเลี้ยงยังคงมีเนื้อแดงที่มาก และมีไขมันที่น้อยอยู่ โดยจากกลุ่มที่ 3 ซึ่งได้รับอาหารอัดเม็ดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มิลลิเมตร ตลอดการทดลอง ที่มีค่าทั้งสองสูงกว่ากลุ่มอื่นจึงส่งผลให้มีแนวโน้มคุณภาพซากที่ดีกว่ากลุ่มอื่น และถึงแม้ว่าในกลุ่มที่ 4 จะได้รับอาหารอัดเม็ดขนาด 4 มิลลิเมตร ในช่วงระยะรุ่นและขุนก็ตาม แต่ก็ไม่สามารถสร้างเนื้อได้ชดเชยกับสมรรถภาพการผลิตที่เสียไปในช่วงระยะเล็ก

ตารางที่ 13 ผลของขนาดเม็ดอาหารต่อคุณภาพซาก[a]

ลักษณะซาก	ขนาดเม็ดอาหาร (มิลลิเมตร)					Contrasts[b] (Probability, P<)		
	อาหารผง	3	4	3,4[*]	SE	1	2	3
เปอร์เซ็นต์เนื้อแดง (%)	54.71	54.38	54.91	54.97	0.1707	0.87	0.12	0.42
พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน (ตร.ซม.)	36.02	35.44	37.10	36.80	0.3276	0.43	0.02	0.08
ความหนาไขมันสันหลัง (มม.)	11.37	11.44	11.94	11.60	0.0254	0.48	0.33	0.34

หมายเหตุ: [*] ระยะเล็กใช้อาหารอัดเม็ดเส้น ∅ 3 มม. ระยะรุ่น-ขุนใช้อาหารอัดเม็ด ∅ 4 มม.

[a] ตรวจวัดสุกรทั้งหมด 80 ตัว (4 ตัว/คอก และ 5 คอก/ทรีตเมนท์) น้ำหนักเฉลี่ย 105.1 กก.

[b] เปรียบเทียบระหว่าง (1) อาหารผง กับ อาหารอัดเม็ด (2) 3 มม. กับ 4 มม.
(3) 3 มม. และ 3, 4 มม. กับ 4 มม.

ลักษณะของกระเพาะอาหารส่วนต้น

ผลของขนาดเม็ดอาหารต่อลักษณะของกระเพาะอาหารส่วนต้น (esophageal region) ได้แก่ การเกิดคีราตินปกคลุม (keratinization) และการเกิดแผลหลุม (ulceration) ได้แสดงไว้ในตารางที่ 14

ลักษณะของกระเพาะอาหารส่วนต้นของสุกรทั้ง 4 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ได้รับอาหารผง กลุ่มที่ได้รับอาหารอัดเม็ดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร กลุ่มที่ได้รับอาหารอัดเม็ดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มิลลิเมตร และกลุ่มที่ได้รับอาหารอัดเม็ดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร ในช่วงระยะเล็ก และได้รับอาหารอัดเม็ดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มิลลิเมตร ในช่วงระยะรุ่น-ขุน ซึ่งประกอบด้วย การเกิดคีราตินปกคลุม โดยมีค่าความรุนแรงของการเกิดวิการเท่ากับ 2.55 2.40 2.45 และ 2.50 ตามลำดับ ส่วนค่าความรุนแรงของการเกิดวิการของแผลหลุม ที่มีค่าเท่ากับ 0.80 1.90 1.75 และ 1.50 ตามลำดับ จากการทดลองพบว่า ขนาดของเม็ดอาหารนั้นไม่มีผลต่อการเกิดคีราตินปกคลุมในส่วนกระเพาะอาหารส่วนต้น (P>0.05) และเมื่อเปรียบเทียบกับอาหารผงก็ไม่แตกต่างเช่นเดียวกัน แต่ในส่วนวิการของการเกิดแผลหลุม กลุ่มที่ได้รับอาหารอัดเม็ดจะมีความรุนแรงในการเกิดที่มากกว่าอาหารผง (P<0.01) ซึ่งสอดคล้องกับอีกหลายงานทดลองที่พบว่าอาหารผงช่วยลดความรุนแรงในการเกิดแผลในกระเพาะอาหารส่วนต้น (Gamble *et al.*, 1967; Pickett *et al.*, 1969; Traylor *et al.,*1996) แต่ในระหว่างกลุ่มที่ได้รับอาหารอัดเม็ด 3 หรือ 4 มิลลิเมตร จะแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) Vanschoubroek *et al.*, (1971) แนะนำว่าการเกิดแผลใน

กระเพาะอาหารส่วนต้นนี้จะส่งผลต่อสมรรถภาพการผลิตและการใช้ประโยชน์ได้ของอาหารไม่มากนัก หรือในบางครั้งอาจจะเพิ่มอัตราการตายได้ โดยจากงานทดลองนี้เห็นพ้องด้วยที่ว่าอาหารอัดเม็ดนั้นมีผลในการเพิ่มความรุนแรงในการเกิดแผลในกระเพาะอาหารส่วนต้น ซึ่งส่งผลต่อสมรรถภาพการผลิตเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ส่วนขนาดของอาหารอัดเม็ดที่ต่างกันผลที่ออกมายังไม่ชัดเจนมากนัก อย่างไรก็ตามการใช้ประโยชน์ได้จากอาหารอัดเม็ดที่ดีกว่านั้น สมควรที่จะนำมาพิจารณามากกว่าแผลในกระเพาะอาหารที่เกิดขึ้น

ตารางที่ 14 ผลของขนาดเม็ดอาหารต่อลักษณะของกระเพาะอาหารส่วนต้น[a]

ลักษณะซาก	ขนาดเม็ดอาหาร (มิลลิเมตร)					Contrasts[b] (Probability, P<)		
	อาหารผง	3	4	3,4*	SE	1	2	3
การเกิดคีราตินปกคลุม (Stomach keratinizations)[c]								
จำนวนกระเพาะอาหาร	20	20	20	20				
Normal	1	0	0	1				
Mild	3	3	2	2				
Moderate	0	6	7	3				
Severe	16	11	11	14				
ระดับคะแนนเฉลี่ย	2.55	2.40	2.45	2.50	0.0928	0.64	0.85	1.00
การเกิดแผลหลุม (Stomach ulcerations)[d]								
จำนวนกระเพาะอาหาร	20	20	20	20				
Normal	11	4	4	7				
Erosion	3	3	5	2				
Ulcerations	5	4	3	5				
Severe ulcers	1	9	8	6				
ระดับคะแนนเฉลี่ย	0.80	1.90	1.75	1.50	0.1327	0.004	0.69	0.88

หมายเหตุ: * ระยะเล็กใช้อาหารอัดเม็ดเส้น ∅ 3 มม. ระยะรุ่น-ขุนใช้อาหารอัดเม็ด ∅ 4 มม.

[a] ตรวจวัดสุกรทั้งหมด 80 ตัว (4 ตัว/คอก และ 5 คอก/ทรีตเมนท์) น้ำหนักเฉลี่ย 105.1 กก.

[b] เปรียบเทียบระหว่าง (1) อาหารผง กับ อาหารอัดเม็ด (2) 3 มม. กับ 4 มม.
(3) 3 มม. และ 3, 4 มม. กับ 4 มม.

[c] ระบบการให้คะแนน: 0 - 0.5 = normal; 1 - 1.5 = mild keratosis; 2 - 2.5 = moderate keratosis และ 3 = severe keratosis

[d] ระบบการให้คะแนน: 0 - 0.5 = normal; 1 - 1.5 = slight erosions; 2 - 2.5 = ulcers; และ 3 = severe ulcers

สรุปผลการทดลอง

1. กระบวนการผลิตในส่วนของอาหารอัดเม็ดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มิลลิเมตรมีความได้เปรียบทั้งในส่วนของอัตราการผลิตอาหาร และพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ แต่มีคุณภาพของเม็ดอาหารที่ด้อยกว่าอาหารอัดเม็ดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร

2. ขนาดของอาหารอัดเม็ดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 และ 4 มิลลิเมตรนั้นจะไม่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการใช้อาหาร แต่อย่างไรก็ตามกลุ่มที่ได้รับอาหารอัดเม็ดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มิลลิเมตรตลอดการทดลอง มีแนวโน้มที่มีอัตราการเจริญเติบโต (P=0.30) และปริมาณอาหารที่กิน (P=0.28) มากกว่ากลุ่มอื่น

3. คุณภาพซากในส่วนของความหนาไขมันสันหลังของสุกรไม่มีผลจากขนาดของเม็ดอาหารที่ต่างกัน แต่พื้นที่หน้าตัดเนื้อสันของสุกรกลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารอัดเม็ดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร ตลอดการทดลองที่มีน้อยกว่าสุกรที่เลี้ยงด้วยอาหารอัดเม็ดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มิลลิเมตร จึงส่งผลให้มีแนวโน้มทำให้มีเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงที่ต่ำกว่าด้วย (P=0.12)

4. รอยแผลในกระเพาะอาหารส่วนต้นของสุกร ทั้งในส่วนของการเกิดคีราตินปกคลุม (keratinization) และการเกิดแผลหลุม (ulceration) ไม่มีผลจากขนาดของเม็ดอาหารที่ต่างกัน แต่วิการการเกิดแผลหลุมของอาหารอัดเม็ด จะมีวิการที่รุนแรงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับสุกรที่ได้รับอาหารผง

ข้อเสนอแนะ

จากการทดลองผลของขนาดเม็ดอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตนั้น พบว่า ในส่วนของสุกรกลุ่มที่ได้รับอาหารอัดเม็ดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 4 มิลลิเมตร จะมีแนวโน้มของอัตราการเจริญเติบโต หรือปริมาณอาหารที่กินมากกว่าสุกร กลุ่มที่ได้รับอาหารอัดเม็ดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 3 มิลลิเมตร ไม่ชัดเจนมากนักโดยผลที่ได้อาจนำไปศึกษาต่อไปในเรื่องของการเกิดเจลาติไนซ์ ความสุกหรือระดับของคุณภาพเม็ดอาหาร เพื่อหาระดับที่เหมาะสมสำหรับใช้ในสุกรขุน หรืออาจจะมีการศึกษาขนาดของเม็ดอาหารที่เหมาะสมสำหรับสุกรอนุบาลที่ปัจจุบันมีการแข่งขันให้ขนาดเม็ดอาหารที่เล็กลงเรื่อยๆ เพราะเชื่อว่ายิ่งมีขนาดเล็กจะทำให้สุกรมีสมรรถภาพการผลิตที่ดี ซึ่งจากงานทดลองนี้ชี้ให้เห็นได้ว่าความเชื่อนั้นไม่จริงเสมอไป ถ้ามีการศึกษาเพิ่มเติมในสุกรอนุบาล และมีการเผยแพร่ข้อมูลที่ถูกต้องทางวิชาการจะทำให้การผลิตสุกรมีประสิทธิภาพขึ้น

ในส่วนของการทดลองเกี่ยวกับขนาดเม็ดอาหารต่อลักษณะของกระเพาะอาหารส่วนต้นของสุกรนั้น เป็นอีกเรื่องหนึ่งที่น่าจะมีการศึกษาอย่างต่อเนื่อง เพราะในต่างประเทศได้พบความเสียหายจากสาเหตุนี้มากพอสมควร โดยเฉพาะในประเทศไทยนั้นการเกิดความเครียดเนื่องจากความร้อน และอิทธิพลอื่นร่วมด้วย ยิ่งจะทำให้ปัญหานี้เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งผลที่ได้จากงานทดลองนี้อาจนำไปศึกษาต่อในเรื่องของวิการความรุนแรงที่เกิดต่อสมรรถภาพการผลิต ความสามารถในการดูดซึมสารอาหารของสุกร หรืองานทดลองลักษณะต่างๆ ของอาหารสุกรที่ส่งผลต่อแผลในกระเพาะอาหารส่วนต้นนี้ และจะทำให้สามารถค้นพบวิธีการลดความเสียหายในส่วนนี้ลงได้ในท้ายที่สุด

ปัจจุบันนี้ประเทศไทยมีข้อจำกัดในเรื่องของพลังงานต่างๆ ดังนั้นการที่จะปรับเปลี่ยนบางสิ่งในกระบวนการผลิตอาหารสำหรับเลี้ยงสุกรเพื่อลดพลังงานที่ใช้ เป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่ทำให้สามารถลดการใช้พลังงานลงได้ ซึ่งจากงานทดลองนี้ถ้าพิจารณาจะพบว่าหากมีการเปลี่ยนแปลงขนาดของเม็ดอาหารให้ใหญ่ขึ้น โดยไม่ส่งผลกระทบต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกร จะสามารถทำให้ลดการใช้พลังงานลงได้ ซึ่งถ้าหากมีการศึกษา วิจัย และเผยแพร่ในส่วนอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติม จะสามารถลดการสูญเสียพลังงานในส่วนของกระบวนการผลิตนี้ลงได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในอาหารสุกร หรือสัตว์เศรษฐกิจชนิดอื่นๆ ที่มีปริมาณการผลิตในแต่ละปีมากพอสมควร ถ้าสามารถลดพลังงานที่ใช้เพียงเล็กน้อย ก็จะทำให้ประเทศชาติลดพลังงานที่ต้องใช้ลงได้อย่างมหาศาล

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

อุทัย คันโธ. 2529. **อาหารและการผลิตอาหารเลี้ยงสุกรและสัตว์ปีก**. ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมการเลี้ยงสุกรแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม. 297 น.

Amornthewaphat, N., J.D. Hancock, K.C. Behnke, R.H. Hines, G.A. Kennedy, H. Cao, J.S. Park, C.S. Maloney, D.W. Dean, J.M. Derouchey and D.J. Lee. 1999. Effects of feeder design and pellet quality on growth performance, nutrient digestibility, carcass characteristics, and water usage in finishing pigs. **J. Anim. Sci. (Suppl. 1).** 77: 55 (Abstr.).

Araba, M. and N.M. Dale. 1990. Evaluation of protein solubility as an indicator of overprocessing of soybean meal. **Poult. Sci.** 69: 76-83.

AOAC. 1980. **Official Methods of Analysis. 13th ed.** Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.

AOCS. 1973. **Official and Tentative Methods. 3rd ed.** Method Ac4-4L, American Oil Chemists Society, Champaign, IL.

ASAE. 1987. **Wafers, pellets, crumbles-definitions and methods for determining density, durability, and moisture content.** ASAE Standard S269.3, Agricultural Engineers Yearbook of Standards. 318 p. American Societyof Agricultural Engineers, St. Joseph, MI.

Ayles, H.L., R.M. Friendship and R.O. Ball. 1996. Effect of dietary particle size on gastric ulcers, assessed by endoscopic examination, and relationship between ulcer severity and growth performance of individually fed pigs. **Swine Health Prod.** 4: 211-216.

Baird, D.M. 1973. Influence of pelleting swine diets on metabolizable energy, growth, and carcass characteristics. **J. Anim. Sci.** 36: 516-521.

Behnke, K.C. 1994. **Factors affecting pellet quality.** pp. 56-69. Proceeding of Maryland Nutrition Conference. Dept. of Poultry and Animal Science, College of Agriculture, Univ. of Maryland, College Park.

Bullard, J.J. 1951. Gastric ulcers in a large boar. **J. Am. Vet. Med. Assn.** 119: 120-127.

Cabrera, M.R., J.D. Hancock, R.H. Hines, K.C. Behnke and P.J. Bramel-Cox. 1994. Sorghum genotype and particle size affect milling characteristics, growth performance, nutrient digestibility, and stomach morphology in finishing pigs. **J. Anim. Sci. (Suppl. 1)** 72: 55 (Abstr.).

Chamberlain, C.C., G.M. Merriman, E.R. Lidvall and C.T. Gamble. 1966. Effects of feed processing method and diet form on the incidence of esophagogastric ulcers in swine. **J. Anim. Sci.** 26: 72-75.

Falk, D. 1985. Pelleting cost center. pp. 19-27. *In* R.R. McEllhiney, ed. **Feed Manufacturing Technology III**. Ed. American Feed Industry Assn. Arlington, VA.

Gamble, C.T., C.C. Chamberlain, G.M. Merriman and E.R. Lidvall. 1967. Effects of pelleting, pasture and selected diet ingredients on the incidence of esophagogastric ulcers in swine. **J. Anim. Sci.** 27: 1054-1058.

Gill, D.R. and J.E. Oldfield. 1965. Effect of pelleting and addition of fat to high barley rations on rate and efficiency of gains of swine. **J. Anim. Sci.** 24: 599 (Abstr.).

Hancock, J.D., A.J. Lewis, D.B. Jones, M.A. Giesemann and B.J. Healy. 1990. **Processing method affects the nutritional value of low-inhibitor soybeans for nursery pigs**. 52 p. Kansas State Univ. Swine Day, Agric. Exp. Sta. Rep. of Prog. No. 610.

Hanke, H.E., J.W. Rust, R.J. Meade and L.E. Hanson. 1972. Influence of source of soybean protein and of pelleting on rate of gain and gain/feed of growing swine. **J. Anim. Sci.** 25: 958-963.

Hanrahan, T.J. 1984. Effect of pellet size and pellet quality on pig performance. **Anim. Feed Sci. Technol.** 10: 277-283.

Harris, D.D., L.F. Tribble and D.E. Orr, Jr. 1979. The effect of meal versus different size pelleted forms of sorghum-soybean meal diets for finishing swine. **Proceedings of the 27th Annual Swine Short Course**. 57 p. Texas Tech University.

Headly, V. and R. Kershner. 1968. Adding animal fat to pelleted feeds. **Feedstuffs** 40(30).

Healy, B.J., J.D. Hancock, G.A. Kennedy, P.J. Bramel-Cox, K.C. Behnke and R.H. Hines. 1994. Optimum particle size of corn and hard and soft sorghum for nursery pigs. **J. Anim. Sci.** 72: 2227.

Jensen, A.H. and D.E. Becker. 1965. Effect of pelleting diets and dietary components on the performance of young pigs. **J. Anim. Sci.** 24: 392-397.

Lavorel, O., J. Fekete and M. Leuillet. 1984. A comparative study concerning the utilization of pellets of different diameters by the weaned piglet. **14th French Swine Research Day.** 36 p. Institut National de la Recherche Agronomique. Paris.

Lawrence, B.V., D.B. Anderson, O. Adeola and T.R. Cline. 1998. Changes in pars esophageal tissue appearance of the porcine stomach in response to transportation, feed deprivation, and diet composition. **J. Anim. Sci.** 76: 788-795.

Luce, W.G., I.T. Omtvedt and C.V. Maxwell. 1973. Effect of pellet size on pig performance. **J. Anim. Sci.** 36: 204 (Abstr.).

MacMahon, M.J. and J.D. Payne. 1981. **The Holmen Pelleting Handbook.** Bradley and Sons Ltd. Berkshire, England.

Maxwell, C.V., E.M. Reimann, W.G. Hoekstra, T. Kowalczyk, N.J. Benevenga and R.H. Grummer. 1970. Effect of dietary particle size on lesion development and on the contents of various regions of the swine stomach. **J. Anim. Sci.** 30: 911-922.

_____, _____, _____, _____, _____ and _____. 1972. Use of tritiated water to assess, *in vivo*, the effect of dietary particle size on the mixing of stomach contents of swine. **J. Anim. Sci.** 34: 212-216.

McCormick, F.J. and J.A. Shellenberger. 1960. Test to determine pellet hardness. **Feedstuffs** 32(11): 32-36.

McEllhiney, R.R. 1988. Mill management feedback. **Feed Management**. 39(6): 37-41.

_____. 1989. Perspective on pelletion. **Feed International.** 10 (5): 24-32.

Muggenburg, B.A., N. Reese, T. Kowalczyk, R.H. Grummer and W.G. Hoekstra. 1964. Survey of the prevalence of gastric ulcers in swine. **Am. J. Vet. Res.** 25: 1673-1677.

NCR-42 Committee on Swine Nutrition. 1969. Cooperative regional studies with growing swine: Effect of source of ingredient, form of diet and location on rate and efficiency of gain in growing swine. **J. Anim. Sci.** 29: 927-931.

Parsons, C.M., K. Hashimoto, K.J. Wedekind and D.H. Baker. 1988. Soybean protein solubility in KOH as an in vitro test of in vivo protein quality: Effects of particle size and overprocessing. **Poult. Sci.** 68 (Suppl. 1): 110 (Abstr.).

Patience, J.f., R.E. Austic and R.D. Boyd. 1986. The effect of sodium bicarbonate or potassium bicarbonate on acid-base status and protein and energy digestibility in swine. **Nutr. Res.** 6: 263-267.

Pickett, R.A., W.H. Fugate, R.B. Harrington, T.W. Perry and T.M. Curtin. 1969. Influence of feed preparation and number of pigs per pen on performance and occurrence of esophagogastric ulcers in swine. **J. Anim. Sci.** 28: 837-842.

Ragland, K.D., L.L. Christian and T.J. Baas. n.d. **Evaluation of Real-time Ultrasound and Carcass Characteristics for Assessing Carcass Composition in Swine.** Iowa State University, Ames, Iowa.

Regina, D.C., J.H. Eisemann, J.A. Lang and R.A. Argenzio. 1999. Changes in gastric contents in pigs fed a finely ground and pelleted or coarsely ground meal diet. **J. Anim. Sci.** 77: 2721-2729.

Reimann, E.M., C.V. Maxwell, T. Kowalczyk, N.J. Benevenga, R.H. Grummer and G. Hoekstra. 1968. Effect of fineness of grind of corn on gastric lesions and contents of swine. **J. Anim. Sci.** 27: 992-999.

Ricker, J.T., T.W. Perry, R.A. Pickett and T.M. Curtin. 1967. Influence of various grains on the incidence of esophagogastric ulcers in swine. **J. Anim. Sci.** 26: 736-741.

SAS. 1998. **SAS user's guide**: statistics. SAS institute Inc. North Carolina. 584 p.

Schoeff, R.W. 1994. History of the formula feed industry. *In* R.R. McEllhiney, ed. **Feed Manufacturing Technology IV.** American Feed Industry Association. Arlington, Virginia.

Skoch, E.R., S.F. Binder, C.W. Deyoe, G.L. Allee and K.C. Behnke. 1983. Effects of pelleting conditions on performance of pigs fed a corn-soybean meal diet. **J. Anim. Sci.** 57: 922-928.

Sorrell, P., J.D. Hancock, I.H. Kim, R.H. Hines, G.A. Kennedy and L.L. Burnham. 1996. Effects of fat and sodium bicarbonate on growth performance and stomach morphology in finishing pigs. **J. Anim. Sci.** 74 (Suppl.1): 178 (Abstr.)

Stark, C.R. 1994. **Pellet Quality. I. Pellet quality and its effect on swine performance. II. Funtional characteristics of ingredients in the formulation of quality pellets.** Ph.D. Dissertation. Kansas State University. Manhattan.

Traylor, S.L., K.C. Behnke, J.D. Hancock, P. Sorrell and R.H. Hines. 1996. Effects of pellet size on growth performance in nursery and finishing pigs. **J. Anim. Sci.** 74 (Suppl. 1): 67.

Tribble, L.F., D.D. Harris and D.E. Orr, Jr. 1979. Effect of pellet size (diameter) on performance of finishing swine. **Proceedings of the 27th Annual Swine Short Course**. Texas Tech University, Lubbock.

_____ , D.E. Orr, Jr., C.R. Richardson and D. Tunmire. 1980. Value of a pellet binder for growing-finishing swine. **Proceedings of the 28th Annual Swine Short Course.** Texas Tech University, Lubbock.

Tsujii, M., S. Kawano, S. Tsuji, H. Fusamoto, T. Kamada and N. Sato. 1992. Mechanism of gastric mucosal damage induced by ammonia. **Gastroenterology** 102: 1881-1888.

Vanschoubroek, F., L. Coucke and R. Van Spaendonck. 1971. The quantitative effects of pelleting feed on the performance of piglets and fattening pigs. **Nutr. Abstr. Rev.** 41(1): 1-5.

Walker, W.R., R.O. Myer, J.H. Brendemuhl and R.M. DeGregorio. 1989. The use of pelleted or meal type prestarter diets for sow or milk replacer rearer pigs. **University of Florida Swine Field Day.** Dept. Anim. Sci. Res. Rep. MA-1989-5.

Wondra, K.J., J.D. Hancock, G.A. Kennedy, K.C. Behnke and R.H. Hines. 1995a. Reducing particle size of corn in lactation diets from 1,200 to 400 micrometers improves sow and litter performance. **J. Anim. Sci.** 73: 421-426.

_____ , _____ , _____ , _____ and K.R. Wondra. 1995b. Effects of reducing particle size of corn in lactation diets on energy and nitrogen metabolism in second-parity sows. **J. Anim. Sci.** 73: 427-432.

_____ , _____ , K.C. Behnke and R.H. Hines. 1995c. Effects of dietary buffers on growth performance, nutrient digestibility, and stomach morphology in finishing pigs. **J. Anim. Sci.** 73: 414-420.

_____ , _____ , _____ , _____ and C.R. Stark. 1995d. Effects of particle size and pelleting on growth performance, nutrient digestibility, and stomach morphology in finishing pigs. **J. Anim. Sci.** 73: 757-763.

_____ , _____ , _____ , _____ and _____ . 1995e. Effects of mill type and particle size uniformity on growth performance, nutrient digestibility, and stomach morphology in finishing pigs. **J. Anim. Sci.** 73: 2564-2573.

Young, L.R. 1970. **Mechanical Durability of Feed Pellets**. M.S. Thesis. Kansas State University, Manhattan.

ภาคผนวก

การประเมินลักษณะซากของสุกรมีชีวิตโดยใช้เครื่องรีลไทม์ อัลตร้าซาวด์

การประเมินคุณภาพซากของสุกรนั้นอาจกระทำได้ โดยการสุ่มสุกรมาฆ่าและทำการวัดความหนาไขมันสันหลัง การวัดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน การชำแหละเนื้อแดงเพื่อหาเปอร์เซ็นต์เนื้อแดง ซึ่งค่าที่ได้อาจมีความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการชำแหละซากสุกร นอกจากนี้จำเป็นต้องฆ่าสุกรจำนวนหนึ่งทำให้มีการสูญเสียมากถ้าหากสุกรที่ถูกฆ่านั้นมีลักษณะซากดี ในปัจจุบันได้มีการนำเอาเครื่องรีลไทม์ อัลตร้าซาวด์มาใช้ในการประเมินคุณภาพซากสุกรได้โดยไม่ต้องฆ่าสุกร ซึ่งเครื่องรีลไทม์ อัลตร้าซาวด์นี้ได้ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อทำให้การประเมินคุณภาพซากสุกรมีชีวิตที่แม่นยำขึ้น และยิ่งในปัจจุบันได้มีการนำโปรแกรมออสคี (auskey) ซึ่งเป็นซอฟแวร์ (software) ที่นำมาประยุกต์จับภาพจากเครื่องรีลไทม์ อัลตร้าซาวด์แล้ววิเคราะห์และแปลผล ทำให้การใช้มีความสะดวกและแม่นยำมากยิ่งขึ้น

หลักการทำงานของเครื่องรีลไทม์ อัลตร้าซาวด์

หลักการทำงานของเครื่องรีลไทม์ อัลตร้าซาวด์ คือการส่งคลื่นเสียงไปกระทบชั้นต่างๆ ของเนื้อเยื่อที่แตกต่างกัน เช่น เนื้อแดง ไขมันและกระดูก คลื่นเสียงนี้จะมีความถี่สูงมาก ส่วนที่ทำให้เกิดคลื่นเสียง คือ ทรานสดิวเซอร์ (transducer) ซึ่งภายในประกอบด้วยคริสตัล (crystal) เรียงเป็นเส้นตรงจำนวน 46-100 อัน ตัวคริสตัลนี้จะผลิตและรับสัญญาณคลื่นเสียงได้ 15-30 ครั้งต่อวินาที พลังงานไฟฟ้าที่ถูกเปลี่ยนไปเป็นคลื่นเสียงจะเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้าและปรากฏขึ้นบนจอภาพ

อุปกรณ์และเครื่องมือ

เครื่องรีลไทม์ อัลตร้าซาวด์ ประกอบด้วย

1. ตัวเครื่องที่ทำหน้าที่ส่งคลื่นเสียงและแปลงสัญญาณเป็นภาพ (aloka and transducer)
2. เครื่องบันทึกภาพ
3. ซอฟแวร์ (software) ที่ใช้สำหรับวิเคราะห์และแปลผลของภาพที่ได้จากเครื่องรีลไทม์ อัลตร้าซาวด์

<u>วิธีการประเมินลักษณะซากของสุกรมีชีวิตโดยใช้เครื่องรีลไทม์ อัลตร้าซาวด์</u>

1. ชั่งน้ำหนักสุกร
2. จัดสุกรให้ยืนอยู่ในท่าที่นิ่ง
3. บันทึกข้อมูลของสุกรที่จะประเมินลักษณะซาก เช่น เบอร์ เพศ และน้ำหนักของสุกรลงในเครื่องก่อนที่จะบันทึกภาพพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันลงในเครื่องบันทึกภาพ

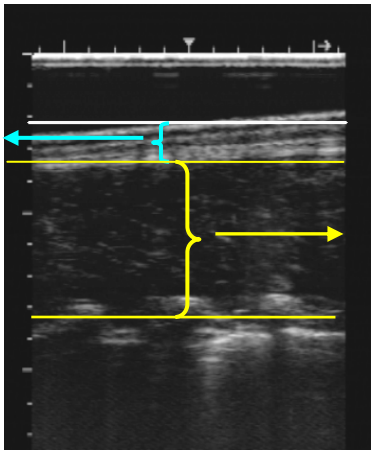
4. ใช้น้ำมันพืชทาลงบนหลังของสุกรบริเวณกระดูกซี่โครงซี่ที่ 11 12 และ 13
5. ใช้ทรานสดิวเซอร์กดทับลงบนหลังของสุกรบริเวณที่ทาน้ำมันพืช
6. เมื่อภาพของพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันปรากฏให้เห็นอย่างชัดเจน ให้หยุดภาพให้นิ่งเพื่อบันทึกภาพเก็บไว้ในเครื่องบันทึกภาพ

7. ดึงภาพพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันที่บันทึกภาพเก็บไว้ในเครื่องบันทึกภาพ เข้าสู่คอมพิวเตอร์เพื่อคำนวณหาความหนาไขมันสันหลัง พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน และเปอร์เซ็นต์เนื้อแดง โดยโปรแกรมออสคี (auskey) ซึ่งเป็นซอฟแวร์ที่ใช้กับเครื่องรีลไทม์อัลตร้าซาวด์

<u>ประโยชน์ที่ได้จากการใช้เครื่องรีลไทม์ อัลตร้าซาวด์</u>

ทำให้เกษตรกรผู้เลี้ยงสุกร สามารถทราบความหนาไขมันสันหลัง พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน และเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงของสุกรโดยไม่ต้องฆ่าสุกร และสามารถคัดเลือกสุกรไว้ทำพันธุ์ได้ สำหรับในกรณีของโรงฆ่าสัตว์ที่มีการซื้อขายสุกรโดยใช้เปอร์เซ็นต์เนื้อแดงเป็นตัวกำหนดราคาก็สามารถใช้เครื่องรีลไทม์ อัลตร้าซาวด์ได้ เพื่อความสะดวกรวดเร็วและยุติธรรมต่อเกษตรกรผู้เลี้ยงสุกร

ความหนาไขมัน
สันหลัง (BF; FD)



ความลึกหน้าตัด
เนื้อสัน (MD)

ภาพผนวกที่ 1 ลักษณะภาพที่ได้จากเครื่องรีลไทม์ อัลตร้าซาวด์

สมการถดถอยสำหรับประเมินคุณภาพซากเมื่อปรับน้ำหนักที่ 104 กิโลกรัม (Ragland *et al.*, n.d.)

น้ำหนักที่ปรับ (aWT) = 104 กิโลกรัม

$$\text{ความหนาไขมันสันหลัง (aFD)} = \frac{FD*(1+(104-WT)}{WT-25*0.45}$$

$$\text{ความลึกหน้าตัดเนื้อสัน (aMD)} = \frac{\frac{aLMA}{6.45-0.7647}}{2.3571*2.54}$$

$$\text{พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน (aLMA)} = \frac{LMA*(1+(104-WT)}{WT-155*0.45}$$

เปอร์เซ็นต์เนื้อแดง (aLean)

$$aLean = 100 * \frac{(3.95 + 81.05 * 104) + (0.308 - 0.35 * 104) * \frac{WT}{0.45} - (16.44 - 0.114 * 104) * \frac{FD}{2.54} + (4.692 - 0.11 * 104) * \frac{LMA}{6.45}}{0.74 * \frac{104}{0.45}}$$

<u>วิธีการประเมินลักษณะวิการความรุนแรงของแผลในกระเพาะอาหารส่วนต้น</u>

1. ทำการหยุดอาหารที่ให้แก่สุกรทุกตัวพร้อมกัน ก่อนส่งเข้าโรงเชือดเพื่อประเมินความผิดปกติของกระเพาะอาหารประมาณ 24 ชั่วโมง แต่ให้น้ำดื่มแก่สุกรตลอดเวลา

2. เมื่อถึงโรงเชือดนำสุกรทุกตัวมาอยู่คอกเดียวกัน ให้สุกรทุกตัวได้รับน้ำดื่ม และสเปรย์น้ำเพื่อลดความเครียดตลอดเวลา

3. นำสุกรเข้าเชือดแบบสุ่ม จดเรียงเบอร์ตามลำดับการเชือด แล้วนำเบอร์ที่บันทึกนั้นตามไปเพื่อบันทึกการให้คะแนนวิการความรุนแรงของการเกิดแผลในกระเพาะทั้งในส่วนของการเกิดแผลหลุม (ulceration) และการเกิดคีราตินปกคลุม (keratinization) ของกระเพาะอาหารส่วนต้น

4. ทำการผ่ากระเพาะอาหารทั้งหมด แล้วพิจารณาเฉพาะในส่วนต้นของกระเพาะอาหาร (esophageal region) โดยไม่ต้องล้างน้ำ หรือทำความสะอาดใดๆ แล้วให้ผู้ตรวจพิจารณา และให้คะแนนตามความรุนแรง ซึ่งระดับการเกิดนั้นสามารถแบ่งได้ตามตารางที่ 5 แล้วบันทึก โดยผู้ตรวจจะไม่สามารถรู้ว่ากระเพาะอาหารส่วนต้นที่ตรวจนั้นเป็นของทรีตเมนต์ใด

<u>ภาพผนวกที่ 2</u> ลักษณะกระเพาะอาหารส่วนต้นของสุกรที่ปกติและเกิดวิการแผลในกระเพาะอาหาร

<u>วิธีการวิเคราะห์ดรรชนีการละลายได้ของไนโตรเจน (NSI)</u> (AOCS, 1973)

<u>อุปกรณ์</u>

1. บีกเกอร์ (beakers) ขนาด 100 มิลลิลิตร และ 400 มิลลิลิตร
2. กระบอกตวง (cylinder) ขนาด 200 มิลลิลิตร
3. แท่งแก้ว
4. ขวดวัดปริมาตร (volumetric flask) ขนาด 250 มิลลิลิตร
5. water bath ที่รักษาอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส
6. แท่งแม่เหล็ก (magnetic bar) ยาว 3.6 เซนติเมตร
7. เครื่อง stirrer ที่ปรับความเร็วรอบ 120 รอบ/นาที
8. เครื่องปั่นเหวี่ยง และหลอดสำหรับปั่นเหวี่ยง (centrifuge tubes) ขนาด 50 มิลลิลิตร
9. กระบอกใส่น้ำกลั่น (washing bottle)
10. ไปเปต (pipet) ขนาด 25 มิลลิลิตร
11. กรวยกรอง (funnel)
12. อุปกรณ์ในการวิเคราะห์โปรตีน (Kjedahl Gunning Method)

<u>ขั้นตอนการวิเคราะห์</u>

1. บดตัวอย่างให้ละเอียดแล้วร่อนผ่านตะแกรงร่อนที่มีรูเปิดขนาด 100 Mesh (150 ไมโครเมตร) โดยร่อนให้ผ่านตะแกรงอย่างน้อย 95 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่าง จากนั้นชั่งตัวอย่างอาหาร 5 กรัมใส่ลงในบีกเกอร์ขนาด 400 มิลลิลิตร

2. เติมน้ำกลั่นที่มีอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ปริมาตร 200 มิลลิลิตร แล้วใช้แท่งแก้วคนให้ละลายทั่ว

3. นำบีกเกอร์ที่มีตัวอย่างอาหาร น้ำกลั่น และแท่งแม่เหล็ก ลงไปใน water bath ที่ปรับอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส โดยมีเครื่อง stirrer ซึ่งปรับความเร็วรอบที่ 120 รอบ/นาที แล้วตั้งทิ้งไว้นาน 120 นาที

4. เมื่อครบตามเวลานำมาปรับปริมาตรในขวดวัดปริมาตร (volumetric flask) ขนาด 250 มิลลิลิตร โดยล้างด้วยน้ำกลั่น 3-4 ครั้ง และเติม antifoam 1-2 หยด แล้วเขย่าให้เข้ากัน

5. ตั้งทิ้งไว้สักพัก แล้วเทสารละลายที่ได้ลงในหลอดสำหรับปั่นเหวี่ยง (centrifuge tubes) ขนาด 50 มิลลิลิตร แล้วนำเข้าเครื่องปั่นเหวี่ยงที่ปรับความเร็วที่ 1,500 รอบ/นาที เป็นเวลา 10 นาที

6. นำส่วนใสมากรอง โดยใช้ใยกรองทนสารเคมี (glass wool)

7. ไปเปตสารละลายที่กรองได้มา 25 มิลลิลิตร แล้วนำไปใส่หลอด Kjeldahl flask เพื่อวิเคราะห์หาโปรตีนตามวิธี AOAC (1980) ต่อไป

<u>ขั้นตอนการคำนวณ</u>

จากวิธีการดังกล่าวสามารถคำนวณหาดรรชนีการละลายได้ของไนโตรเจน (Nitrigen Solubility Index; NSI) จากการทดลองได้ดังสมการ

$$\% \text{ Water-soluble N} = \frac{(B-S) \times N \times 1.4007}{W}$$

$$\% \text{ Nitrogen Solubility Index (NSI)} = \frac{\% \text{ water-soluble N} \times 100}{\% \text{ Total N}}$$

N : ความเข้มข้นของ Std. NaOH

B : ปริมาตร Std. NaOH ที่ใช้ในการไตเตรทแบลงค์

S : ปริมาตร Std. NaOH ที่ใช้ในการไตเตรทตัวอย่าง

W : น้ำหนักของตัวอย่าง

% Total N : ไนโตรเจนที่ได้จากการวิเคราะห์โปรตีนจากตัวอย่างอาหาร

วิธีการวิเคราะห์ความสามารถการละลายได้ใน 0.2% KOH (KOH-PS)

(Araba and Dale, 1990)

อุปกรณ์ และสารเคมี

อุปกรณ์และสารเคมีจะเหมือนกับวิธีการวิเคราะห์ดรรชนีการละลายได้ของไนโตรเจน จะมีเพียงสารละลาย 0.2 % KOH ที่ต้องใช้เพิ่มเติมจากวิธีการข้างต้น

ขั้นตอนการวิเคราะห์

1. บดตัวอย่างให้ละเอียดแล้วร่อนผ่านตะแกรงร่อนที่มีรูเปิดขนาด 100 Mesh (150 ไมโครเมตร) โดยร่อนให้ผ่านตะแกรงอย่างน้อย 95 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่าง จากนั้นชั่งตัวอย่าง 1.5 กรัม ใส่ลงในบีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร

2. เติมสารละลาย 0.2 % KOH ลงในบีกเกอร์ที่มีตัวอย่างอาหารอยู่ปริมาณ 75 มิลลิลิตร แล้วใส่แท่งแม่เหล็กลงไป

3. นำบีกเกอร์ที่มีตัวอย่างอาหาร สารละลาย 0.2 % KOH และแท่งแม่เหล็ก ลงไปใน water bath ที่ปรับอุณหภูมิ 22 องศาเซลเซียส โดยมีเครื่อง stirrer ซึ่งปรับความเร็วรอบที่ 120 รอบ/นาที แล้วตั้งทิ้งไว้นาน 20 นาที

5. เทสารละลายที่ได้ลงในหลอดสำหรับปั่นเหวี่ยง (centrifuge tubes) ประมาณ 50 มิลลิลิตร แล้วนำเข้าเครื่องปั่นเหวี่ยงที่ปรับความเร็วที่ 1,250 รอบ/นาที เป็นเวลา 10 นาที

6. ไปเปตสารละลายส่วนใสที่ได้มา 15 มิลลิลิตร แล้วนำไปใส่หลอด Kjeldahl flask เพื่อวิเคราะห์หาโปรตีนตามวิธี AOAC (1980) ต่อไป

ขั้นตอนการคำนวณ

จากวิธีการดังกล่าวสามารถคำนวณหาความสามารถการละลายได้ใน 0.2% KOH (KOH-PS) จากการทดลองได้ดังสมการ

$$\% \text{ Water-soluble N} = \frac{(B-S) \times N \times 1.4007}{W}$$

$$\% \text{ KOH Protein Solubility (KOH-PS)} = \frac{\% \text{ water-soluble N} \times 100}{\% \text{ Total N}}$$

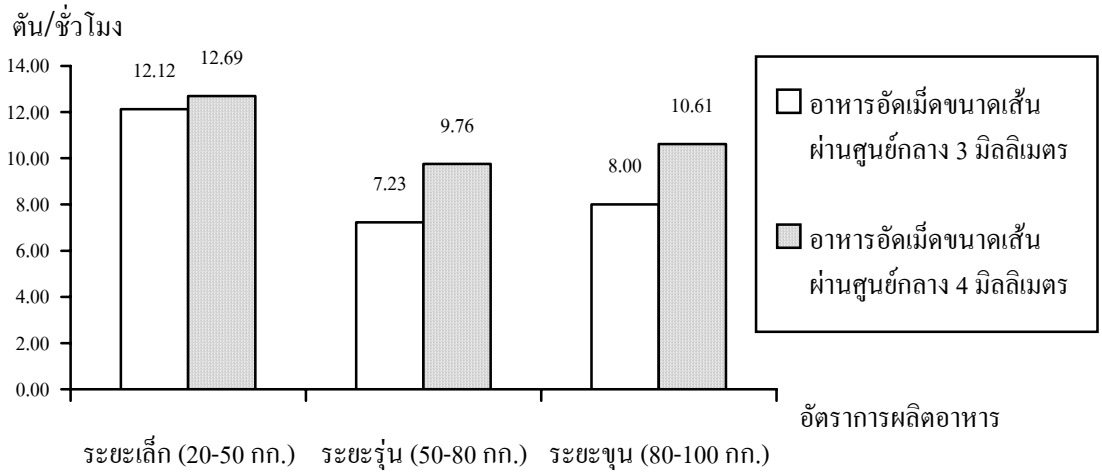
N : ความเข้มข้นของ Std. NaOH

B : ปริมาตร Std. NaOH ที่ใช้ในการไตเตรทแบลงค์

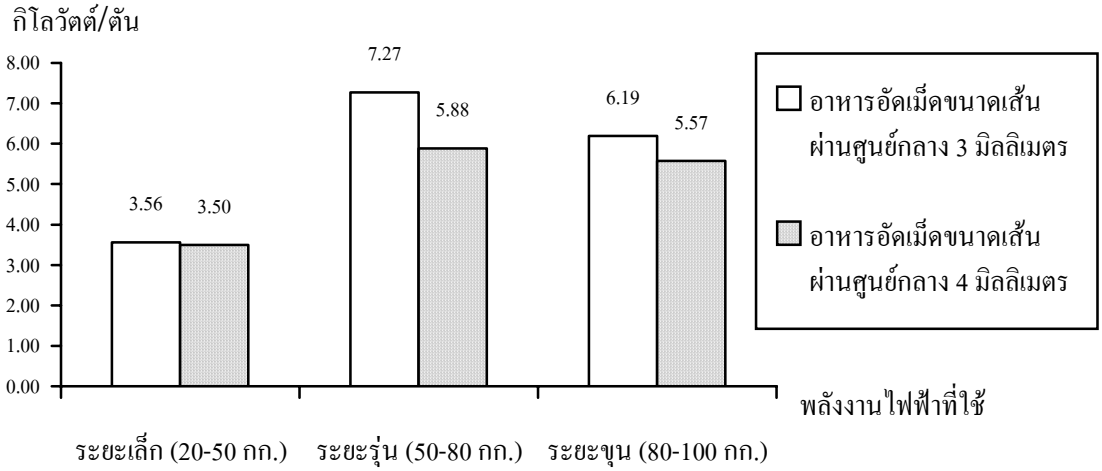
S : ปริมาตร Std. NaOH ที่ใช้ในการไตเตรทตัวอย่าง

W : น้ำหนักของตัวอย่าง

% Total N : ไนโตรเจนที่ได้จากการวิเคราะห์โปรตีนจากตัวอย่างอาหาร



ภาพผนวกที่ 3 ผลของขนาดเม็ดอาหารต่ออัตราการผลิตอาหาร



ภาพผนวกที่ 4 ผลของขนาดเม็ดอาหารต่อพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการผลิตอาหาร