บทบาทของกลูตามีนต่อสมรรถนะการเจริญเติบโต การตอบสนองต่อภูมิคุ้มกัน และการพัฒนาระบบทางเดินอาหารสุกรหย่านม

Role of glutamine on growth performance, immune response and gastrointestinal tract development of weaned pigs

เอกพล พูนชัย[1], สุทิศา เข็มผะกา[1*], วิทธวัช โมพี[1] และจักร์ โนจากุล[1]

Ekkapon Poonchai[1], Sutisa Khempaka[1*], Wittawat Molee[1] and Jak Nojakule[1]

บทคัดย่อ: การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของกลูตามีนต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตการตอบสนองต่อภูมิคุ้มกันและการพัฒนาระบบทางเดินอาหารสุกรหย่านม โดยใช้สุกรลูกผสมสามสายพันธุ์ หย่านมที่อายุ 21 วัน น้ำหนักประมาณ 6.39±0.96 กิโลกรัม จำนวน 60 ตัว (เพศผู้ตอน 30 ตัว และเพศเมีย 30 ตัว) แบ่งสุกรออกเป็น 3 กลุ่มๆ ละ 4 ซ้ำๆ ละ 5 ตัว อาหารทดลองประกอบด้วย อาหารสูตรควบคุม อาหารเสริมกลูตามีน 0.5 และ 1% ให้สุกรได้รับอาหารและน้ำแบบเต็มที่ตลอดระยะเวลาการทดลอง (28 วันหลังหย่านม) ผลการทดลองพบว่า การเสริมกลูตามีนไม่มีผลในการปรับปรุงสมรรถนะการเจริญเติบโต (P>0.05) ของสุกรหย่านม ในขณะที่พบว่าการเสริมกลูตามีนในอาหารที่ระดับ 1% สามารถกระตุ้นการตอบสนองของอิมมูโนโกลบูลินที่อายุ 7 วันหลังหย่านม และยังสามารถเพิ่มพื้นที่ของวิลไลในลำไส้เล็กส่วนดูโอดีนัมได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

คำสำคัญ: กลูตามีน, สุกรหย่านม, ภูมิคุ้มกัน, ระบบทางเดินอาหาร

ABSTRACT: This study was aimed to investigate the effect of glutamine (Gln) on growth performance, immune response and gastrointestinal tract development of weaned pigs. A total of sixty 21 day-old weaned pigs (30 castrated male and 30 female), average body weight approximately 6.39±0.96 kg were divided into 3 treatments with 4 replicate pens each with 5 pigs. The experimental diets were as follows: control, supplemental Gln at 0.5 and 1.0%. All pigs were provided feed and water *ad libitum* throughout the experimental period (28 d). The results showed that Gln supplementation had no significantly improvement on growth performance of weaned pigs. While it was found that dietary Gln supplementation at 1% can improved total immunoglobulin of piglets at 7 days after weaning. In addition, supplemental Gln at 1% also significantly enhanced the villi area in duodenum (P<0.05).
Keywords: glutamine, weaned pig, immune, gastrointestinal tract

[1] สาขาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
School of Animal Production Technology, Institute of Agricultural Technology, Suranaree University of Technology

[*] Corresponding author: khampaka@sut.ac.th

บทนำ

ลูกสุกรหลังหย่านมนับว่าอยู่ในช่วงวิกฤต เนื่องจากได้รับความเครียดจากการเปลี่ยนแปลงปัจจัยหลายประการ เช่น การเปลี่ยนอาหาร สภาพแวดล้อม และสังคม อีกทั้งการพัฒนาของระบบการย่อยอาหารสุกรระยะนี้ยังพัฒนาไม่สมบูรณ์เต็มที่ ส่งผลให้ประสิทธิภาพการย่อย และการดูดซึมสารอาหารลดลง มีผลทำให้ระบบทางเดินอาหารมีสภาพความเป็นกรด - ด่างที่เหมาะสมต่อการเจริญของจุลินทรีย์ก่อโรค เช่น *E. coli* และ Salmonella โดยจุลินทรีย์เหล่านี้มีการหลั่งสารพิษไปทำลายผนังเซลล์ของลำไส้เล็ก ทำให้วิลไลซึ่งทำหน้าที่ดูดซึมสารอาหารมีขนาดหดสั้นลง เป็นสาเหตุร่วมที่ทำให้การดูดซึมสารอาหารด้อยประสิทธิภาพลง นอกจากนี้ความเครียดหลังการหย่านมมีผลกระทบต่อการเสื่อมสภาพของวิลไล (Villi atrophy) ทำให้เซลล์คริปมีการแบ่งตัวเพิ่มมากขึ้นเพื่อทดแทนการหลุดลอกของเซลล์เยื่อบุลำไส้เล็ก (Enterocytes) จึงทำให้เซลล์คริปในลำไส้เล็กมีความลึกเพิ่มมากขึ้น (Crypt hyperplasia) โดยจะพบความผิดปกติเหล่านี้ได้ชัดเจนเมื่อมีการหย่านมสุกรเร็วกว่าอายุ 14 วัน และการหย่านมสุกรที่อายุ 21 วัน พบว่ามีผลทำให้ความยาวของวิลไลลดลงถึง 25 % (Pluske et al., 1997) นอกจากนี้ยังมีผลกระทบต่อความยาวของไมโครวิลไล โดยหลังจากหย่านมแล้วประมาณ 5-8 วัน จะพบการหดสั้นของไมโครวิลไลด้วยเช่นกัน ในทางตรงกันข้ามสุกรที่ยังไม่หย่านมพบการหดสั้นลงของไมโครวิลไลเพียงเล็กน้อยเท่านั้น (Cera et al., 1988; Wolter and Ellis, 1997; Carstensen et al., 2005) สาเหตุดังกล่าวเป็นปัญหาสำคัญที่ทำให้เกิดอาการท้องเสีย และการชะงักการเจริญเติบโตในสุกรหลังหย่านมเนื่องจากระบบทางเดินอาหารมีสภาพที่เหมาะสมต่อการเจริญของจุลินทรีย์ก่อโทษ (Cera et al., 1988) สอดคล้องกับ Hampson (1986) รายงานว่าอาการท้องเสีย และการเสื่อมของเยื่อบุทางเดินอาหารเกิดจากความเครียดหลังการหย่านมที่เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้สุกรมีสุขภาพอ่อนแอ การเจริญเติบโตของลูกสุกรลดต่ำลง นอกจากนี้ยังมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของระบบภูมิคุ้มกัน ซึ่งภูมิคุ้มกันบางชนิดสามารถถ่ายทอดผ่านทางน้ำนมได้ โดยเฉพาะภูมิคุ้มกันชนิดอิมมูโนโกลบูลินชนิดเอที่เคยได้รับจากแม่สุกรต้องลดลงไป โดยทั่วไปแล้ว อิมมูโนโกลบูลินชนิดเอทำหน้าที่ช่วยปกป้องพื้นผิวลำไส้ (Villi surface) ไม่ให้เชื้อแบคทีเรียก่อโรคเกาะติดผนังลำไส้ แต่เมื่ออิมมูโนโกลบูลินชนิดเอมีปริมาณลดลง จะทำให้เกิดอันตรายต่อสัตว์ได้ง่าย และมีผลทำให้การดูดซึมสารอาหารด้อยประสิทธิภาพลง (Carstensen et al., 2005) เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ทำให้สุขภาพของลูกสุกรมีความอ่อนแอในช่วงหลังหย่านม

กลูตามีนเป็นกรดอะมิโนที่ไม่จำเป็น (Non-essential amino acid) พบอยู่ทั่วไปในพลาสมาของสัตว์ โดยพบประมาณ 50-80% ของกรดอะมิโนทั้งหมดที่สังเคราะห์ได้ในร่างกาย และพบได้ทั่วไปในน้ำนมแม่สุกรสร้างได้เป็นนปริมาณมากในกล้ามเนื้อ (Calder and Yaqoob, 1999) โดยปกติแล้วสุกรสามารถสังเคราะห์กลูตามีนได้เพียงพอกับความต้องการของร่างกาย แต่ในกรณีของลูกสุกรที่ได้รับผลกระทบจากความเครียดหลังหย่านม พบว่าระดับของ กลูตามีนในร่างกายจะลดลง (Miller, 1999) ซึ่งระดับที่ลดลงนั้นจะส่งผลให้เกิดการเสื่อมสภาพ และการพัฒนาของเซลล์ดูดซึมในระบบทางเดินอาหารช้าลง โดยเฉพาะวิลไลและเซลล์คริป ลูกสุกรระยะนี้จึงต้องการกลูตามีนเพิ่มขึ้น ซึ่งปกติแล้วร่างกายต้องการกลูตามีนเพื่อเป็นแหล่งพลังงานในการกระตุ้นการสร้างและสังเคราะห์เซลล์เยื่อบุลำไส้เล็กและใช้สังเคราะห์เซลล์ที่เกี่ยวข้องกับระบบภูมิคุ้มกัน เช่น ลิมโฟไซท์ แมคโครฟาจ และอิมมูโนโกลบูลิน (Pluske et al., 1997) ที่ผ่านมาการศึกษาเกี่ยวกับการเสริมกลูตามีนในอาหารสุกรยังมีการศึกษาน้อย และระดับต่างๆ ที่ทำการศึกษายังให้ผลที่ไม่แน่นอน โดยจากการศึกษาของ Wu et al. (1996) ที่ได้ทำการเสริมกลูตามีนที่ระดับ 0.2, 0.6 และ 1% ในอาหารสุกรหย่านมพบว่าการเสริมกลูตามีนที่ระดับ 1% สามารถเพิ่มอัตราการแลกเนื้อ ($P<0.05$) ได้ ซึ่งขัดแย้งกับการทดลองของ Yi et al. (2005) ที่ได้ทำการเสริมกลูตามีนที่ระดับ 2% ในอาหารสุกรหย่านม พบว่าไม่มีผลต่อสมรรถนะการเจริญเติบโต ดังนั้นการทดลองครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาระดับของ

การเสริมกลูตามีนที่เหมาะสมในอาหารสุกรหย่านม โดยได้ทำการศึกษาผลของการเสริมกลูตามีนต่อสมรรถนะการเจริญเติบโต การกระตุ้นการตอบสนองของระดับอิมมูโนโกลบูลิน และการพัฒนาเซลล์ในระบบทางเดินอาหาร

วิธีการศึกษา

สัตว์ทดลอง อาหาร และการวางแผนการทดลอง

ใช้สุกรลูกผสมสามสายพันธุ์ (ลาร์จไวท์Xแลนด์เรซXดูรอค) หย่านมที่อายุ 21 วัน น้ำหนักเฉลี่ยประมาณ 6.39±0.96 กิโลกรัม จำนวน 60 ตัว (เพศผู้ 30 ตัว และเพศเมีย 30 ตัว) แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มๆ ละ 4 ซ้ำ (เพศผู้ตอน 2 ซ้ำ และเพศเมีย 2 ซ้ำ) ใช้แผนการทดลองแบบบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) เริ่มเลี้ยงสุกรตั้งแต่อายุหย่านมที่ 21 วัน จนถึง 49 วัน (เป็นระยะเวลาการทดลอง 28 วัน) อาหารทดลองเป็นอาหารสุกรหย่านมโดยการใช้แป้งมันสำปะหลังทดแทนในสูตรอาหารที่ไม่มีการเสริมกลูตามีน ดังแสดงใน **Table 1** โดยคำนวณให้มีปริมาณโภชนะต่างๆ ตามคำแนะนำของ NRC (1998) ทำการวิเคราะห์หาองค์ประกอบของโภชนะต่างๆ โดยวิธี Proximate analysis ตามวิธีการของ AOAC (1995) สุกรทุกตัวได้รับอาหารและน้ำแบบเต็มที่ (*ad libitum*) ตลอดระยะเวลาการทดลอง อาหารทดลองที่ใช้แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ประกอบด้วย สูตรควบคุม สูตรเสริมกลูตามีนที่ระดับ 0.5% และ 1% ในสูตรอาหาร

การเก็บข้อมูล และตัวอย่างการทดลอง

บันทึกน้ำหนักสุกร และปริมาณอาหารที่กินทุกสัปดาห์ เพื่อคำนวณอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (ADG) ปริมาณอาหารที่กินต่อวัน (ADFI) และน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นต่อปริมาณอาหารที่กิน (G:F)

เก็บตัวอย่างเลือดสุกรทุกสัปดาห์ โดยการสุ่มสุกรกลุ่มการทดลองละ 8 ตัว (เพศผู้ตอน 4 ตัว และเพศเมีย 4 ตัว) จากนั้นเจาะเลือดที่บริเวณ Jugular vein โดยใช้เข็มฉีดยาเบอร์ 22 แล้วถ่ายเลือดจากกระบอกฉีดยาลงในหลอดเก็บตัวอย่างเลือดที่ไม่มีสารป้องกันการแข็งตัวของเลือด เก็บตัวอย่างเลือดในกระติกน้ำแข็งที่มีอุณหภูมิ 4 °C จากนั้นนำไปปั่นด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยง (Centrifuge) เพื่อเก็บซีรัมสำหรับใช้วิเคราะห์อิมมูโนโกลบูลิน

เมื่อสิ้นสุดการทดลอง สุ่มลูกสุกรที่มีน้ำหนักเฉลี่ยในแต่ละซ้ำให้ใกล้เคียงกับน้ำหนักเฉลี่ยของสุกรหย่านมทั้งหมดที่ใช้ในการทดลอง กลุ่มละ 4 ตัว ซึ่งแบ่งออกเป็นเพศผู้ตอน 2 ตัวและเพศเมีย 2 ตัว จากนั้นทำให้ลูกสุกรตายอย่างสงบเพื่อเก็บตัวอย่างที่บริเวณลำไส้เล็กส่วนกลาง (Jejunum) โดยเก็บให้มีความยาวประมาณ 10 ซ.ม. แล้วนำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ -20 °C เพื่อใช้สำหรับการวิเคราะห์อิมมูโนโกลบูลินในลำไส้ เมื่อต้องการวิเคราะห์นำตัวอย่างลำไส้มาทำให้ละลายที่อุณหภูมิห้อง ชั่งตัวอย่างประมาณ 2 กรัม เติมน้ำกลั่นประมาณ 20 มล. นำไปปั่นด้วยเครื่องปั่นสารละลาย (Homogenizer) เป็นเวลา 30 วินาที จากนั้นนำไปปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 20,000 x g เป็นเวลา 30 นาที ดูดสารละลายที่ได้เก็บไว้ที่อุณหภูมิ -20 °C ตามวิธีการของ Bartell and Batel (2007) เพื่อวิเคราะห์ปริมาณอิมมูโนโกลบูลินในลำไส้โดยใช้ Total protein test kit (Sigma-Aldrich Corp. St. Louis, MO, USA)

เก็บตัวอย่างจากบริเวณส่วนกลางของลำไส้เล็กส่วนดูโอดีนัม เจจูนัม และไอเลียม ทั้ง 3 กลุ่มการทดลอง โดยตัดลำไส้แต่ละส่วนให้มีขนาดประมาณ 2 ซม. แล้วนำตัวอย่างที่ได้ตรึงกับแผ่นโฟมด้วยเข็มหมุดที่ปลอดสนิมให้ตัวอย่างเนื้อเยื่อแผ่ออกทั้งสี่มุม แล้วเก็บในสารละลาย 10% Buffer formalin solution (สารละลาย 1 ลิตร ประกอบด้วย 37-40% Formaldehyde 100 มล., Sodium Dihydrogen Phosphate Monohydrate 1.683 กรัม และ Di-Sodium Hydrogen Phosphate Anhydrous 5.836 กรัม) นำเข้าสู่กระบวนการทางจุลกายวิภาคศาสตร์ (Histology) เพื่อศึกษาในส่วนของความสูงของวิลไล (Villi height) ความลึกของเซลล์คริป (Crypt depth) ความกว้างของวิลไล (Villi wide) พื้นที่ของวิลไล (Villi area) และสัดส่วนของวิลไลต่อความลึกของเซลล์คริป (Villi height: Crypt depth) ตามวิธีของ Touchette et al. (2002) โดยใช้กล้องจุลทรรศ์กำลังขยาย 10X ตามวิธีการของ Hartke et al. (2005)

การวิเคราะห์ทางสถิติ

นำข้อมูลการทดลองมาวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมโดยวิธี Analysis of Variance (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS version 13.0 (SPSS, 2004)

ระยะเวลาและสถานที่ทำการทดลอง

การศึกษาครั้งนี้ทำการทดลองในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงกรกฎาคม พ.ศ. 2552 ณ ฟาร์มมหาวิทยาลัยและศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา

Table 1 Composition of the experimental diets.

Ingredients (%)	Dietary treatment		
	Control	0.5% Gln	1% Gln
Broken rice	31.00	31.00	31.00
Cassava starch	15.50	15.00	14.50
Rice bran	5.50	5.50	5.50
Full fat soybean meal	17.00	17.00	17.00
Soybean meal	13.00	13.00	13.00
Fish meal	3.20	3.20	3.20
Skim milk	10.00	10.00	10.00
Soybean oil	0.30	0.30	0.30
Dicalcium phosphate (P16)	2.40	2.40	2.40
Calcium carbonate	0.30	0.30	0.30
DL-Methionine	0.30	0.30	0.30
L-Lysine HCl	0.10	0.10	0.10
Glutamine	0.00	0.50	1.00
Antibiotic[1/]	0.90	0.90	0.90
Premix[2/]	0.50	0.50	0.50
Calculated composition (%)			
ME (kcal/kg)	3,340	3,320	3,300
Calcium	1.14	1.14	1.14
Available phosphorus	0.70	0.70	0.70
Methionine	0.68	0.68	0.68
Lysine	1.37	1.37	1.37
Analyzed composition (%)			
Dry matter	92.68	92.76	92.85
Crude protein	22.59	23.24	23.89
Crude Fiber	2.80	2.89	2.96

[1/] Antibiotic (0.9%) provided the following per 100 kilogram of diet: chlortetracycline 300 g, lincomycin 200 g, colistin 150 g, amoxycillin 50 g, mycotoxin binder 100g, enzyme 100g.

[2/] Premixes provide per kilogram of diet: Vitamin A 2,500,000 IU, vitamin D_3 500,000 IU, vitamin E 4,400 IU, vitamin K_3 0.6 g., vitamin B_1 0.5 g., vitamin B_2 1 g., vitamin B_6 0.7 g., vitamin B_{12} 6 mg., pantotenic acid 2.94 g., nicotinic acid 5.6 g., choline chloride 40 g., Cu 40 g., Mn 14 g., Fe 30 g., Co 100 mg., I 0.2 g., Se 8 mg., Biotin 10 mg.

ผลการศึกษาและวิจารณ์

สมรรถนะการเจริญเติบโต

จากการทดลองพบว่าสุกรที่ได้รับอาหารเสริมกลูตามีนที่ระดับ 0.5 และ 1% มีอัตราการเจริญเติบโต ปริมาณอาหารที่กิน และน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นต่อปริมาณอาหารที่กิน (G:F) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) เมื่อเปรียบเทียบกับสุกรที่ได้รับอาหารสูตรควบคุม ดังแสดงใน **Table 2** ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Wu et al. (1996) ที่ได้ทำการเสริมกลูตามีนระดับ 1% ในอาหาร พบว่าไม่มีผลต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตของลูกสุกรที่อายุ 0 - 28 วันหลังหย่านม เช่นเดียวกับการทดลองของ Yi et al. (2005) รายงานว่าการเสริมกลูตามีนระดับ 2% ที่อายุ 0 - 14 วันหลังหย่านม พบว่าไม่มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโต และปริมาณอาหารที่กิน (P>0.05) อย่างไรก็ตามการทดลองนี้มีผลไม่สอดคล้องกับการทดลองของ Zou et al. (2006) ที่พบว่าการเสริมกลูตามีนที่ระดับ 1% ในสูตรอาหารสามารถเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตของสุกรที่อายุ 20 วันหลังจากหย่านมได้ แต่ไม่มีผลต่อปริมาณอาหารที่กินและน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่อปริมาณอาหารที่กิน อย่างไรก็ตามการที่กลูตามีนไม่แสดงผลต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตอาจมีผลมาจากการทดลองครั้งนี้ได้มีการควบคุมสภาพแวดล้อม มีการสุขาภิบาลที่ดี และสุกรแต่ละคอกถูกเลี้ยงให้มีความหนาแน่นน้อย สุกรในการทดลองนี้จึงได้รับผลกระทบจากปัจจัยต่างๆ หลังการหย่านมน้อยมาก เมื่อเปรียบเทียบกับการเลี้ยงในระบบการเลี้ยงทั่วไป

Table 2 Effect of supplemental glutamine on growth performance.

Item	Dietary treatment			Pooled	
	Control	0.5% Gln	1% Gln	SEM	P-value
Initial weight (Kg)	6.39	6.39	6.38	0.006	0.1678
BW (Kg)					
Day 7	6.56	6.64	6.71	0.125	0.7227
Day 14	7.43	7.65	7.64	0.138	0.4717
Day 21	9.55	9.76	9.82	0.203	0.6313
Day 28	11.97	12.16	12.20	0.258	0.8021
ADG (g/d)					
Day 0 to 7	28.07	35.71	47.85	6.439	0.1889
Day 0 to 14	74.29	90.36	90.36	9.741	0.4415
Day 0 to 21	150.48	160.48	164.05	9.560	0.6018
Day 0 to 28	199.29	206.07	208.04	9.180	0.7846
ADFI (g/d)					
Day 0 to 7	121.81	133.84	134.63	11.152	0.6736
Day 0 to 14	186.35	187.84	194.65	7.387	0.7091
Day 0 to 21	279.37	276.29	294.25	8.549	0.3340
Day 0 to 28	351.03	341.06	359.13	8.643	0.3793
G:F					
Day 0 to 7	0.25	0.27	0.37	0.053	0.3824
Day 0 to 14	0.39	0.48	0.46	0.038	0.2832
Day 0 to 21	0.53	0.58	0.56	0.021	0.3395
Day 0 to 28	0.56	0.60	0.58	0.016	0.2759

Table 3 Effect of supplemental glutamine on immunoglobulin (mg/dl) response of weaned pigs.

Item	Dietary treatment			Pooled	
	Control	0.5% Gln	1% Gln	SEM	P-value
Serum total immunoglobulin (mg/dl)					
Day 0	4.95	5.16	5.17	0.188	0.6549
Day 7	2.95[a]	4.04[ab]	4.88[b]	0.402	0.0281
Day 14	4.84	4.91	4.98	0.217	0.8956
Day 21	4.98	4.65	4.58	0.421	0.8231
Day 28	4.50	4.62	4.66	0.287	0.9182
Intestinal total Ig (mg/dl)[1/]	1.20	1.31	1.26	0.063	0.7550

[a,b] Means with different superscripts in a row are significantly different (P<0.05)

[1/] Samples were taken from jejunum at 28 days after weaning

การกระตุ้นการสร้างภูมิคุ้มกัน

จากการศึกษาผลของกลูตามีนต่อการกระตุ้นการตอบสนองของอิมมูโนโกลบูลิน พบว่าการเสริมกลูตามีนที่ระดับ 1% สามารถกระตุ้นการตอบสนองภูมิคุ้มกันในลูกสุกรอายุ 7 วันหลังการหย่านมได้ (P<0.05) แต่ไม่พบการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวในลูกสุกรอายุ 14, 21 และ 28 วันหลังการหย่านม (P>0.05) ดังแสดงใน **Table 3** ซึ่งปกติแล้วลูกสุกรในช่วงอายุสัปดาห์แรก (อายุ 7 วัน) หลังหย่านม เป็นช่วงที่ร่างกายมีการปรับตัวเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงหลายปัจจัย เช่น อาหาร สภาพแวดล้อม สังคม และที่สำคัญภูมิคุ้มกันที่เคยได้รับทางน้ำนมต้องหมดไป ดังนั้นในช่วงสัปดาห์แรกหลังหย่านมระดับภูมิคุ้มกันจึงลดลงมาก การเสริมกลูตามีนในช่วงสัปดาห์แรกจึงสามารถกระตุ้นต่อการตอบสนองของระดับอิมมูโนโกลบูลินในซีรัมได้ดีขึ้นโดยผลจากการเพิ่มขึ้นของอิมมูโนโกลบูลินนั้น Zou et al. (2006) ได้รายงานว่ากลูตามีนสามารถกระตุ้นการทำงานของ Lamina propria ซึ่งเป็นอวัยวะที่สำคัญในการสร้างภูมิคุ้มกัน จากการทดลองโดยวิธี Cell culture พบว่ากลูตามีนสามารถเพิ่มระดับของอิมมูโนโกลบูลินชนิดเอซึ่งมีผลในการยับยั้งการดูดซึม Endotoxin ที่ผลิตจากเชื้อจุลินทรีย์ E.coli เข้าสู่ลำไส้ได้ ซึ่งอิมมูโนโกลบูลินชนิดเอมีบทบาทสำคัญในการปกป้องพื้นผิวลำไส้ (Villi surface) ไม่ให้เชื้อแบคทีเรียในลำไส้เกาะติด และก่อให้เกิดโรค (Kitt et al., 2002) เช่นเดียวกับการทดลองของ Bartell and Batel (2007) ที่ได้ทำการศึกษาการเสริมกลูตามีนในอาหารไก่เนื้อ พบว่า กลูตามีนสามารถกระตุ้นการสร้างอิมมูโนโกลบูลินชนิดเอ และชนิดจี ในไก่อายุ 7 วันได้ (P<0.05) แต่อย่างไรก็ตาม ในการทดลองนี้ไม่พบความแตกต่างดังกล่าวของอิมมูโนโกลบูลินในลำไส้เล็ก

การพัฒนาของเซลล์ในระบบทางเดินอาหาร

ผลของการเสริมกลูตามีนต่อการพัฒนาเซลล์ของลำไส้เล็กได้แสดงไว้ใน **Table 4** จากการทดลองพบว่า การเสริมกลูตามีนที่ระดับ 0.5 และ 1% สามารถเพิ่มพื้นที่ผิวของวิลไลที่บริเวณลำไส้เล็กส่วนดูโอดีนัมได้มากกว่ากลุ่มควบคุม (P<0.05) นอกจากนี้การเสริมกลูตามีนทั้ง 2 ระดับ (0.5 และ 1%) ยังมีแนวโน้มต่อการเพิ่มความสูงของวิลไล (P=0.0790) และความกว้างของวิลไล (P=0.0700) ที่บริเวณลำไส้เล็กส่วนดูโอดีนัมได้ อย่างไรก็ตามจากการทดลองนี้พบว่าการเสริมกลูตามีนไม่มีผลต่อการพัฒนาเซลล์ลำไส้เล็กส่วนเจจูนัมและไอเลียมซึ่งเป็นลำไส้ส่วนสำคัญในการดูดซึมสารอาหาร ส่วนผลของการเสริมกลูตามีนต่อสัดส่วนของวิลไลและความลึกของเซลล์คริปของลำไส้เล็กทั้ง 3 ส่วน พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม

ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับการทดลองของ Domeneghini et al. (2006) ที่พบว่าการเสริมกลูตามีนระดับ 0.5% ในอาหารสุกรส่งผลให้เกิดการพัฒนาความสูงของวิลไล และความลึกของเซลล์คริปที่อายุ 28 วันหลังหย่านม อย่างไรก็ตามจากการทดลองยังพบว่ามีความขัดแย้งกับการทดลองของ Yi et al. (2005) ที่ได้ทำการศึกษาการเสริม กลูตามีนระดับ 2% และพบว่ากลูตามีนไม่มีผลต่อความสูงของวิลไล และความลึกของเซลล์คริป แต่พบว่ามีผลต่อสัดส่วนของวิลไลต่อความลึกของเซลล์คริปที่บริเวณลำไส้เล็กส่วนเจจูนัมอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าการเสริมกลูตามีนในอาหารมีผลต่อการพัฒนาเซลล์ดูดซึมในลำไส้เล็กของลูกสุกรได้ แต่อาจให้ผลแตกต่างกันออกไปในแต่ละส่วนของลำไส้เล็กเมื่อเปรียบเทียบกับการทดลองที่ผ่านมา ซึ่งจากผลการทดลองที่ได้ดังกล่าวเป็นผลมาจากกลูตามีนเป็นแหล่งพลังงานหลักของเซลล์บุผิว (Epithelial cell) ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาเซลล์ในระบบทางเดินอาหาร และมีความสำคัญมากในสุกรช่วงหลังหย่านม (Pluske et al., 1997) อย่างไรก็ตาม จากการศึกษาครั้งนี้สาเหตุที่การเสริมกลูตามีนมีผลเฉพาะลำไส้เล็กส่วนดูโอดีนัมเท่านั้นน่าจะเกิดมาจากการศึกษาครั้งนี้ได้มีการเก็บตัวอย่างเพื่อศึกษาลักษณะทางจุลกายวิภาคเมื่อสุกรมีอายุ 28 วันหลังการหย่านม ซึ่งมีรายงานว่าเป็นช่วงที่สุกรมีการพัฒนาระบบย่อยอาหารค่อนข้างสมบูรณ์เต็มที่เมื่อสุกรมีอายุ 7-8 สัปดาห์หลังการคลอด (Liu et al., 2001) ดังนั้นการศึกษาการเสริมกลูตามีนต่อการพัฒนาของเซลล์ในระบบทางเดินอาหารที่ระยะ 28 วันหลังหย่านมจึงเห็นผลได้ไม่ชัดเจน

Table 4 Effects of supplemental glutamine on intestinal morphology of weaned pigs.

Item	Dietary treatment			Pooled	
	Control	0.5% Gln	1% Gln	SEM	P-value
Villi height (μm)					
Duodenum	270.57	327.64	354.91	21.374	0.0790
Jejunum	296.25	298.33	304.33	21.540	0.9694
Ileum	238.87	260.67	260.97	12.586	0.5148
Crypt depth (μm)					
Duodenum	128.03	153.95	145.75	12.012	0.4388
Jejunum	157.00	130.23	142.67	9.695	0.2675
Ileum	121.33	121.00	122.50	3.595	0.9649
Villi wide (μm)					
Duodenum	84.58	98.09	95.00	3.094	0.0700
Jejunum	82.32	84.83	88.90	3.028	0.4197
Ileum	86.47	97.00	95.70	4.555	0.3772
Villi area ($x10^3 \mu m^2$)					
Duodenum	22.81[a]	32.14[b]	33.51[b]	1.753	0.0114
Jejunum	24.38	25.49	27.12	2.416	0.7678
Ileum	20.72	25.21	24.91	1.319	0.1583
Villi height: Crypt depth					
Duodenum	2.12	2.17	2.46	0.160	0.3535
Jejunum	1.90	2.30	2.17	0.199	0.4440
Ileum	1.99	2.15	2.13	0.088	0.5113

[a,b] Means with different superscripts in a row are significantly different (P<0.05).

สรุป

การเสริมกลูตามีนในอาหารสุกรหย่านมที่ระดับ 1% สามารถกระตุ้นการตอบสนองของภูมิคุ้มกันในส่วนของอิมมูโนโกลบูลินที่อายุ 7 วันหลังหย่านมได้ นอกจากนี้กลูตามีนสามารถกระตุ้นการพัฒนาเซลล์ดูดซึมภายในระบบทางเดินอาหาร โดยมีผลต่อการเพิ่มพื้นที่ของวิลไลที่บริเวณลำไส้เล็กส่วนดูโอดินัม ซึ่งจากการที่สุกรสามารถสร้างภูมิคุ้มกัน และพัฒนาเซลล์ดูดซึมภายในระบบทางเดินอาหารได้ดีขึ้นหลังจากได้รับกลูตามีน จึงมีความเป็นไปได้ที่จะใช้ในอาหารสุกรหลังหย่านมเนื่องจากเป็นช่วงอายุที่ลูกสุกรมีความเครียดสูง และภูมิคุ้มกันมีระดับลดลง ดังนั้นการเสริมกลูตามีนระดับ 1% ในช่วงอายุ 0 - 28 วันหลังหย่านมจึงน่าจะส่งผลที่ดีต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตของสุกรในช่วงอายุต่อไปได้

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีที่อุดหนุนทุนการทำวิทยานิพนธ์ระดับบัณฑิตศึกษาจากกองทุนวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และฟาร์มมหาวิทยาลัยที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการทดลองครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

AOAC. 1995. Official Methods of Analysis. 16th Edition. Assoc. Offic. Anal. Chem., Arlington, VA.

Bartell, S. M., and A. B. Batal. 2007. The effect of supplemental glutamine on growth performance, development of the gastrointestinal tract and humoral immune response of broiler. Poult. Sci. 86: 1940-1947.

Calder, P. C., and P. Yaqoob. 1999. Glutamine and the immune system. Amino Acids. 17: 227-241.

Carstensen, L., K. E. Annette, H. J. Karin, and P. N. Jens. 2005. *Escherichia coli* post-weaning diarrhea occurrence in piglets with monitored exposure to creep feed. Vet. Micro. 110: 113-123.

Cera, K. R., D. C. Mahan, R. F. Cross, G. A. Reinhart, and R. E. Whitmoyer. 1988. Effect of age weaning and postweaning diet on small intestinal growth and jejunal morphology in young swine. J. Anim. Sci. 66: 574-584.

Domeneghini, C., A. Di Giancamillo, G. Savoini, R. Paratte, V. Bontempo, and V. Dell'Orto. 2006. Structural patterns of swine ileal mucosa following L-glutamine and nucleotide administration during the weaning period. An histochemical and histometrical study. Histol. Histopathol. 19: 49-58.

Hampson, D. J. 1986. Attempts to modify changes in the piglet small intestine after weaning. Res. Vet. Sci. 40: 313-317.

Hartke, J. L., M. H. Monaco, M. B. Wheeler, and S. M. Donovan. 2005. Effect of a short-term fast on intestinal disaccharidase activity and villus morphology of piglets suckling insulin-like growth factor-I transgenic sows. J. Anim. Sci. 83: 2404-2413.

Kitt, S. J., P. S. Miller, A. J. Lewis, and R. L. Fischer. 2002. Effects of glutamine on growth performance and small intestine villus height in weanling pigs. P. 29-32. Nebraska Swine Rep. Univ. Nebraska, Lincoln.

Liu, F. C., Y. N. Jiang. and T. F. Shen. 2001. Development of lipase in nursing piglets. J. Proc. Natl. Sci. 25: 12-16.

Miller, A. L. 1999. Therapeutic considerations of L-glutamine: A review of the literature. Altern. Medic. Rev. 4: 239-248.

NRC. 1998. Nutrient Requirement of Swine. 10th Edition. National. Academy of Science. Washington, DC.

Pluske, J. R., D. J. Hampson, and I. H. Williums. 1997. Factors influencing the structure and function of the small intestine in the weaned pig: a review. Livest. Prod. Sci. 51: 215-236.

SPSS. 2004. User,s Guide, Version 13.0 SPSS Inc., Chicago, IL.

Touchette, K. J., J. A. Carroll, G. L. Allee, R. L. Matteri, C. J. Dyer, L. A. Beausang, and M. E. Zannelli. 2002. Effect of spray-dried plasma and lipopolysaccharide exposure on weaned pigs: I. Effects on the immune axis of weaned pigs. J. Anim. Sci. 80: 494-501.

Wolter, B.F. and M. Ellis. 1997. The effects of weaning weight and rate of growth immediately after weaning on subsequent pig growth performance and carcass characteristics. J. Anim. Sci. 81: 363-369.

Wu, G., A. Meier, and D. A. Knabe. 1996. Dietary glutamine supplementation prevents jejunal atrophy in weaned pigs. J. Nutr. 26: 2578-2584.

Yi, G. F., J. A. Carroll, G. L. Allee, A. M. Gaines, D. C. Kendall, J. L. Usry, Y. Toride and S. Izuru. 2005. Effect of glutamine and spray-dried plasma on growth performance, small intestinal morphology, and immune responses of Escherichia coli K88+. challenged weaned pigs. J. Anim Sci. 83: 634-643.

Zou, X. T., G. H. Zheng, X. J. Fang, and J. F. Jiang. 2006. Effects of glutamine on growth performance of weanling piglets. Czech. J. Anim. Sci. 51: 444-448.