

# การเสริมเปปไทด์สายสั้นจากการย่อยโปรตีนกากฝ้ายต่อการตอบสนองด้านการเจริญเติบโต อัตราการท้องเสีย และภาวะเครียดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันในสุกรระยะอนุบาล

The Supplementation of short peptide from hydrolyzed cottonseed protein on growth response diarrhea incidence and oxidative status of nursery pigs

วัชรภรณ์ ท่าน้ำตื้น<sup>1</sup>, เสกสม อาตมางกูร<sup>1</sup> และ ยุวเรศ เรืองพานิช<sup>1\*</sup>

Wacharaporn Tanumtuen<sup>1\*</sup>, Seksom Attamangul<sup>1</sup> and Yuwares Ruangpanit<sup>1\*</sup>

**บทคัดย่อ:** การทดลองครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเสริมโปรตีนที่ได้จากการย่อยกากฝ้าย (hydrolyzed cottonseed protein, HCP) เป็นแหล่งของเปปไทด์สายสั้นต่อการตอบสนองการเจริญเติบโต ปริมาณกลูตาไธโอนในเยื่อผนังลำไส้เล็กส่วนต้น ปริมาณแอมโมเนียในมูล และอัตราการท้องเสียในสุกรระยะอนุบาล โดยใช้สุกรสามสายพันธุ์ (ลาร์จไวท์ × แลนด์เรซ × ดุรอค) ที่อายุ 4 สัปดาห์ จำนวน 180 ตัว แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มทดลอง กลุ่มละ 6 ซ้ำ แต่ละซ้ำมี 10 ตัว (เพศผู้ตอน 5 ตัว และเพศเมีย 5 ตัว) การทดลองใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์โดยสุกรได้รับอาหารพื้นฐานที่ใช้ข้าวโพด-กากถั่วเหลืองที่มีการเสริม HCP ที่ระดับ 0, 1 และ 1.5 % ตามลำดับ ทำการทดลอง 5 สัปดาห์ ผลการทดลองพบว่าการเสริม HCP ที่ระดับ 1 และ 1.5 % ในอาหารสุกรระยะอนุบาลที่อายุ 5-9 สัปดาห์ ไม่มีผลต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น ปริมาณการกินเฉลี่ยต่อตัวต่อวัน อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก และปริมาณแอมโมเนียในมูล แต่สุกรอนุบาลกลุ่มที่ได้รับการเสริม HCP ที่ระดับ 1 และ 1.5 % ที่อายุ 5-7 สัปดาห์ มี อัตราการท้องเสียต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ( $P < 0.01$ ) อีกทั้งพบว่าสามารถเพิ่มปริมาณกลูตาไธโอนในเยื่อผนังลำไส้เล็กส่วนต้นให้สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ( $P < 0.01$ ) ผลการทดลองนี้ชี้ให้เห็นว่าการเสริม HCP ที่ระดับ 1 และ 1.5 % ช่วยเพิ่มระดับสารต้านอนุมูลอิสระและปรับปรุงสุขภาพทางเดินอาหารในสุกรระยะอนุบาลได้

**คำสำคัญ:** เปปไทด์สายสั้นจากโปรตีนกากฝ้าย, อัตราการท้องเสีย, ภาวะเครียดจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน, กลูตาไธโอนรวม

Received September 10, 2018

Accepted January 3, 2019

1ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

1Department of Animal Science, Faculty of Agriculture at Kamphaengsaen, Kasetsart University, Kamphaengsaen Campus, Nakhon Pathom 73140

\* Corresponding author: agryos@ku.ac.th

**ABSTRACT:** The objective of this study was to determine the effect of hydrolyzed cottonseed protein (HCP) supplementation as a source of short peptide on growth response, total glutathione content in duodenum epithelial, fecal ammonia content and diarrhea incidence. One hundred eighty, three-way crossbred pigs at 4 weeks of age were divided into 3 dietary treatments. Each treatment consisted of 6 replications with 10 pigs per replication (5 females and 5 castrates) in Completely Randomized Design. The experimental diets were corn-soy basal diet supplemented with 0, 1, 1.5 % HCP. The study was conducted for 5 weeks in evaporative cooling system house. The supplementation of 1 and 1.5 % HCP in nursery pigs diets had no effect on body weight gain, average daily feed intake, average daily gain, feed conversion ratio and fecal ammonia content of nursery pigs (5-9 weeks of age) ( $P>0.05$ ). But, the supplementation with 1 and 1.5 % HCP reduced diarrhea incidence of nursery pigs during 5-7 weeks of age and significantly increased total glutathione content in duodenum epithelial ( $P<0.01$ ). The result of this study indicated that the supplementation with 1 and 1.5 % HCP can increase antioxidative status and improved gut health of nursery pigs.

**Keywords:** short peptide of hydrolyzed cottonseed protein, diarrhea incidence, oxidative status, total glutathione

## บทนำ

การเปลี่ยนแปลงด้านการจัดการและสิ่งแวดล้อมของสุกรอนุบาล เกิดจากหลายปัจจัยได้แก่ การหย่านม ความหนาแน่นของพื้นที่ในการเลี้ยง การติดเชื้อ และการเปลี่ยนอาหาร จากอาหารเหลวมาเป็นอาหารแข็ง ส่งผลให้สุกรระยะอนุบาลมีภาวะเครียดจากการเกิดออกซิเดชัน มีการเพิ่มขึ้นของอนุมูลอิสระ ทำให้เซลล์ของระบบทางเดินอาหารถูกทำลาย มีพัฒนาการของระบบการย่อยอาหาร การหลั่งเอนไซม์ในกระเพาะอาหารไม่สมบูรณ์ อีกทั้งยังส่งผลให้ระบบภูมิคุ้มกันลดลง ภาวะดังกล่าวส่งผลให้เกิดการเสื่อมสภาพของเนื้อเยื่อในทางเดินอาหารโดยเฉพาะวิลโลส ส่งผลให้ประสิทธิภาพในการย่อยและการดูดซึมสารอาหารลดลง โดยปกติสุกรระยะอนุบาลจะมีการสร้างกรดไฮโดรคลอริก (HCl) และหลังเอนไซม์ที่ใช้ย่อยอาหาร สมบูรณ์หลังจากอายุ 5 สัปดาห์ขึ้นไป (Kidder, 1982) ทำให้การย่อยได้ของสารอาหารในสุกรระยะอนุบาลก่อนหน้านี้เกิดขึ้นได้ไม่สมบูรณ์ เกิดอาการท้องเสีย อีกทั้งส่งผลให้พื้นฐานวิทยาของลำไส้เล็กเปลี่ยนไป โดยพบว่าความสูงของวิลโลสลดลง (Hampson and

Kidder, 1986) และความลึกของครีปท์เพิ่มขึ้น (Cera et al, 1988) ทำให้พื้นที่ผิวของวิลโลสลดลง ส่งผลให้การดูดซึมสารอาหารที่บริเวณลำไส้เล็กและปริมาณการกินอาหารของสุกรระยะอนุบาลลดลง (Pluske et al., 1996) เป็นเหตุให้การเจริญเติบโตของสุกรถดถอย ซึ่งสารอาหารโปรตีนที่ไม่ได้รับการย่อยและดูดซึมในระบบทางเดินอาหาร จะถูกจุลินทรีย์ในระบบทางเดินอาหารส่วนปลายของสัตว์หมักย่อย เกิดแอมโมเนียในโตรเจนในมูล (Jensen, 2002) จึงได้มีการศึกษาเพื่อปรับปรุงสมรรถภาพการเจริญเติบโตและสุขภาพของสุกรหลังหย่านม โดยนำโปรตีนจากฝ้ายที่ผ่านกระบวนการย่อยด้วยเอนไซม์ (hydrolyzed cottonseed protein; HCP) ได้เป็น เปปไทด์สายสั้นที่มีกรดอะมิโน 2-3 โมเลกุล จับต่อกันด้วยพันธะเปปไทด์ มีน้ำหนักโมเลกุลน้อยกว่าหรือเท่ากับ 2000 ดาลตัน (Wang et al., 2014) ซึ่งสามารถถูกดูดซึมได้โดยไม่ต้องผ่านการย่อยด้วยเอนไซม์ในกระเพาะอาหารและลำไส้เล็ก (Menninen, 2009) ลูกสุกรจึงสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ง่าย

HCP มีส่วนประกอบเป็นเปปไทด์สายสั้นอยู่ถึง 70 % อีกทั้งประกอบไปด้วยกรดอะมิโนกรด

มิก (glutamic acid) 8.89 % และกลูตาไธโอน ( $\gamma$ -glutamyl-cysteinyl-glycine; GSH ) เป็นส่วนประกอบ 0.98 g/kg (Mytech biotech Co, Ltd., 2013) ซึ่งกลูตาไธโอนมีโครงสร้างเป็นไตรเปปไทด์ที่ประกอบด้วยกรดอะมิโน 3 โมเลกุล คือ กรดกลูตามิก ซิสเทอีน และไกลซีน โดยกลูตาไธโอนสามารถถูกดูดซึมในระบบทางเดินอาหารผ่าน 3 ช่องทาง คือ ถูกดูดซึมผ่านทางตัวขนส่งเปปไทด์ทรานสปอร์ต (peptide transporter, PepT1) ถูกดูดซึมแบบการแพร่ผ่านช่องว่างระหว่างเซลล์ paracellular (tight junction) หรือถูกดูดซึมโดย ไม้อาศัยสื่อในการขนส่ง (endocytosis และ diffusion) (Gilbert et al., 2008) แล้วเอาไปใช้เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ โดยทำหน้าที่ในการจับหรือทำลายสารอนุมูลอิสระที่เกิดจากภาวะเครียดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันหรือเกิดจากการอักเสบที่เกิดขึ้นในร่างกาย (โอบา, 2550) เสริมสร้างและซ่อมแซมเยื่อผนังลำไส้ให้แก่สุกร (Miller, 1999) รวมทั้งมีส่วนช่วยกำจัดแอมโมเนียส่วนเกินในร่างกาย (Cooper, 1988) ซึ่งคาดว่าจะช่วยลดการท้องเสีย ส่งเสริมสุขภาพระบบทางเดินอาหาร ช่วยให้สุกรระยะอนุบาลมีสมรรถภาพการผลิตที่ดีขึ้นได้ ดังนั้นในการทดลองครั้งนี้ จึงได้ทำการศึกษาผลของการเสริมเปปไทด์สายสั้นจากการย่อยโปรตีนกากฝ้ายต่อการตอบสนองด้านการเจริญเติบโต อัตราการท้องเสีย และภาวะเครียดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันในสุกรระยะอนุบาล

### วิธีการศึกษา

#### อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

การทดลองครั้งนี้จัดทำขึ้น ณ ฟาร์มเลี้ยงสุกรของเอกชน โดยมีระยะเวลาการทดลองทั้งหมด

5 สัปดาห์ ใช้ลูกสุกรสามสายพันธุ์ (ลาร์จไวท์ × แลนด์เรซ × ดุรอค) ที่อายุ 4 สัปดาห์ จำนวน 180 ตัว มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 7.74 กก. ทำการสุ่มแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มการทดลอง กลุ่มการทดลองละ 6 ซ้ำ ซ้ำละ 10 ตัว (เพศผู้ตอน 5 ตัว และเพศเมีย 5 ตัว) เลี้ยงสุกร ในโรงเรือนปิดที่มีระบบการระบายอากาศด้วยระบบระเหยไอน้ำ มีระบบการให้น้ำอัตโนมัติ ให้อาหารตามความต้องการในแต่ละช่วงอายุและการให้ผลผลิตของสุกร โดยให้ตามคำแนะนำของสายพันธุ์ อาหารทดลองประกอบด้วยอาหารพื้นฐานที่ใช้ข้าวโพด-กากถั่วเหลืองเป็นอาหารควบคุม (ชนิดผง) ร่วมกับการเสริมหรือไม่เสริมเปปไทด์สายสั้นจากการย่อยโปรตีนกากฝ้าย (hydrolyzed cottonseed protein, HCP) ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) ดังนี้ 1) อาหารพื้นฐานที่ใช้ข้าวโพด-กากถั่วเหลือง (ไม่เสริม HCP เป็นอาหารควบคุม) 2) อาหารควบคุมที่เสริม HCP 1 % และ 3) อาหารควบคุมที่เสริมด้วย HCP 1.5 % โดยประกอบสูตรอาหารให้มียอดโปรตีนรวมทางโภชนา ไม่น้อยกว่าความต้องการพื้นฐานของสุกรในแต่ละช่วงอายุ (NRC, 2012) อาหารทดลองแบ่งออกเป็น 2 ระยะ ได้แก่ อาหารสุกรระยะเล็ก 1 (pre-starter diet 1) สำหรับสุกรอายุ 5-7 สัปดาห์ ซึ่งมีระดับโปรตีนรวมและพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (ME) ให้เท่ากับทุกสูตร คือ 21 % และ 3,250 kcal/kg ตามลำดับ และอาหารสุกรระยะเล็ก 2 (pre-starter diet 2) สำหรับสุกรอายุ 8-9 สัปดาห์ ซึ่งมีระดับโปรตีนรวมและพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ ให้เท่ากับทุกสูตร คือ 20 % และ 3,180 kcal/kg ตามลำดับ (Table 1)

Table 1 Ingredient composition of experimental diets per 100 kg diet (5-9 weeks of age)

| Ingredient              | 5-7 weeks of age            |          |          | 8-9 weeks of age |          |          |
|-------------------------|-----------------------------|----------|----------|------------------|----------|----------|
|                         | HCP <sup>1/</sup> level (%) |          |          |                  |          |          |
|                         | 0                           | 1        | 1.5      | 0                | 1        | 1.5      |
| Broken Rice             | 10.00                       | 10.00    | 10.00    | 12.00            | 12.00    | 12.00    |
| Corn                    | 33.64                       | 33.89    | 34.02    | 38.89            | 39.14    | 39.26    |
| Rice bran               | 5.00                        | 5.00     | 5.00     | 5.00             | 5.00     | 5.00     |
| Whey                    | 8.00                        | 8.00     | 8.00     | 4.00             | 4.00     | 4.00     |
| Rice bran oil           | 2.56                        | 2.41     | 2.33     | 1.78             | 1.63     | 1.55     |
| SBM (46 %)              | 23.51                       | 22.46    | 21.93    | 23.99            | 22.94    | 22.41    |
| Full fat soybean        | 10.00                       | 10.00    | 10.00    | 8.00             | 8.00     | 8.00     |
| Fish meal (60% CP)      | 3.00                        | 3.00     | 3.00     | 1.50             | 1.50     | 1.50     |
| L-lysine 50% liquid     | 0.34                        | 0.36     | 0.37     | 0.39             | 0.42     | 0.43     |
| DL-methionine           | 0.25                        | 0.26     | 0.26     | 0.18             | 0.19     | 0.19     |
| L-threonine             | 0.13                        | 0.14     | 0.14     | 0.12             | 0.12     | 0.12     |
| Choline chloride 50%    | 0.01                        | 0.01     | 0.01     | 0.01             | 0.01     | 0.01     |
| MDCP                    | 1.38                        | 1.39     | 1.40     | 1.60             | 1.61     | 1.61     |
| Calcium carbonate       | 0.77                        | 0.69     | 0.65     | 1.02             | 0.93     | 0.89     |
| Salt                    | 0.14                        | 0.14     | 0.14     | 0.27             | 0.27     | 0.27     |
| Feed additive           | 0.85                        | 0.85     | 0.85     | 0.85             | 0.85     | 0.85     |
| Premix                  | 0.40                        | 0.40     | 0.40     | 0.40             | 0.40     | 0.40     |
| HCP <sup>1/</sup>       | -                           | 1.00     | 1.50     | -                | 1.00     | 1.50     |
| Calculated analysis (%) |                             |          |          |                  |          |          |
| ME (Kcal/kg)            | 3,250.00                    | 3,250.00 | 3,250.00 | 3,180.00         | 3,180.00 | 3,180.00 |
| Protein (%)             | 21.00                       | 21.00    | 21.00    | 20.00            | 20.00    | 20.00    |
| Fat (%)                 | 6.94                        | 6.80     | 6.74     | 5.89             | 5.76     | 5.69     |
| Fiber (%)               | 3.45                        | 3.47     | 3.48     | 3.51             | 3.53     | 3.54     |
| Calcium (%)             | 0.90                        | 0.90     | 0.90     | 0.90             | 0.90     | 0.90     |
| Phosphorus (%)          | 0.82                        | 0.83     | 0.83     | 0.81             | 0.82     | 0.82     |

<sup>1/</sup> HCP = Hydrolyzed Cottonseed Protein

Table 2 Composition of short peptide from hydrolyzed cottonseed protein

| Composition            | Specification                       |
|------------------------|-------------------------------------|
| Crude protein (%)      | ≥45 % (protein digestibility: 96 %) |
| DE for swine (kcal/kg) | 3600                                |
| Glutathione (g/kg)     | 0.98                                |
| Glutamic acid (%)      | 8.89                                |
| Glycine (%)            | 2.03                                |
| Cysteine (%)           | 0.65                                |
| Methionine (%)         | 0.51                                |
| Lysine (%)             | 1.82                                |

ที่มา: Mytech Biotech Co, Ltd. (2013)

Table 3 Molecular weight range of short peptide from hydrolyzed cottonseed protein (%)

| Molecular weight (Da) | Molar percentage |
|-----------------------|------------------|
| <1000                 | 48.90            |
| 1000-2000             | 21.10            |
| 2000-5000             | 17.50            |
| >5000                 | 12.50            |

### ลักษณะที่ศึกษาและวิธีการเก็บข้อมูล

การทดลองครั้งนี้ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) ทำการวิเคราะห์สมรรถภาพการผลิต จัดทำโดยบันทึกข้อมูลน้ำหนักตัวลูกสุกรรายตัว และน้ำหนักอาหารที่เหลือ ที่อายุ 7 และ 9 สัปดาห์ รวมทั้งบันทึกจำนวนสุกรตายและคัดทิ้งทุกวัน นำข้อมูลที่ได้มาคำนวณหาค่าน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย (average weight gain; AWG) ปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยต่อตัวต่อวัน (average daily feed intake; ADFI) อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (average daily gain; ADG) ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (feed conversion ratio, FCR) และอัตราการตาย (mortality rate) โดยแยกตามช่วงอายุที่ทำการศึกษา ได้แก่ ช่วงอายุ 5-7 และ 8-9 สัปดาห์

การวิเคราะห์อัตราการท้องเสีย (diarrhea incidence) ดำเนินการโดยการบันทึกจำนวนสุกรท้องเสียทุกวันตลอดการทดลอง โดยใช้เกณฑ์การบันทึกข้อมูลการท้องเสียจากการให้คะแนนมูล ดังนี้ 0 = ปกติ (อุจจาระมีลักษณะเป็นก้อนดีมาก), 1 = นุ่มและคงตัว (มูลมีลักษณะนุ่ม เป็นก้อนคงรูป), 2 = ท้องเสียเล็กน้อย (มูลมีลักษณะเหลว และมีสีเหลืองปกติ), 3 = ท้องเสียรุนแรง (มูลมีลักษณะเหลว และเป็นน้ำ) (Sherman et al., 1983) โดยนำข้อมูลจำนวนสุกรที่ได้คะแนนมูล 3 และ 4 ซึ่งเป็นลักษณะอาการท้องเสียที่เกิดขึ้นกับลูกสุกร มาคำนวณอัตราการท้องเสีย ตามวิธีของ Xiong et al. (2014) ได้ดังนี้

$$\text{อัตราการท้องเสีย (\%)} = \frac{\text{จำนวนสุกรท้องเสีย} \times 100}{(\text{จำนวนสุกรทั้งหมด} \times \text{จำนวนวันทดลอง})}$$

เมื่อสุกรอายุครบ 7 และ 9 สัปดาห์ ทำการวิเคราะห์ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนในมูล (fecal ammonia-N content) โดยการสุ่มเก็บมูลสุกรแต่ละซ้ำ ซ้ำละ 200 กรัม ทำการตรึงไนโตรเจนโดยหยดกรด H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 6 N เพื่อปรับ pH ของมูลให้มีค่าเท่ากับ 4 จากนั้นนำไปวิเคราะห์ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนตามวิธีของ Faithfull (2002)

การวิเคราะห์ปริมาณกลูตาไธโอนในเยื่อบุผนังลำไส้เล็กส่วนต้น (duodenum epithelial) ดำเนินการโดยการสุ่มลูกสุกร 3 ตัว ในแต่ละซ้ำ เมื่อสุกรอายุครบ 9 สัปดาห์ โดยวัดห่างจากส่วนของ pylorus ไป 10 เซนติเมตร จนความยาวถึง 30 เซนติเมตร จากนั้นใช้กระบอกฉีดยาเจาะเยื่อบุผนังลำไส้ ใส่หลอดเก็บตัวอย่างชนิดทนความเย็น (cryogenic tube) แล้วแช่ลงในไนโตรเจนเหลว และเก็บตัวอย่างที่อุณหภูมิ -80 องศาเซลเซียส เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณกลูตาไธโอนรวมด้วยชุดทดสอบสำเร็จรูป ApoGSH™ Glutathione Colorimetric Detection Kit (K261-100) ของบริษัท Bio-vision ประเทศสหรัฐอเมริกา

### การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

เมื่อสิ้นสุดการทดลองนำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดที่บันทึกได้ในแต่ละช่วงอายุมาคำนวณหาค่าเฉลี่ย และนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ความแปรปรวนตามแผนการทดลองด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป และทำการเปรียบเทียบ

ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test

### ผลการศึกษา

#### สมรรถภาพการผลิต

ผลจากการทดลองพบว่าที่อายุ 5-7 สัปดาห์ สุกรที่ได้รับการเสริม HCP ที่ระดับ 1 และ 1.5 % มีอัตราการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น 11.85 และ 4.25 % ตามลำดับ เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม อีกทั้งที่อายุ 5-9 สัปดาห์ สุกรที่ได้รับการเสริม HCP ที่ระดับ 1 และ 1.5 % มีอัตราการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น 10.21 และ 8.17 % ตามลำดับ เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ( $P>0.05$ ) ในสุกรที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 3 กลุ่มตลอดระยะเวลาการทดลอง (Table 4) เพราะในการทดลองนี้ มีการคำนวณสูตรอาหารให้มีระดับโปรตีน พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ และสารอาหารอื่นๆ เท่ากันทุกกลุ่ม ซึ่งการเสริม HCP ไม่ส่งผลกระทบต่อปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยต่อตัวต่อวันของสุกรระยะอนุบาล แต่ละกลุ่มแตกต่างกัน ลูกสุกรจึงได้รับสารอาหารในปริมาณใกล้เคียงกัน นอกจากนี้ในการทดลองจัดการให้ลูกสุกรได้รับการจัดการเลี้ยงดู ในสภาพแวดล้อมเดียวกัน ภายใต้ระบบโรงเรือนที่มีการระบายอากาศด้วยระบบระเหยไอน้ำ ซึ่งอุณหภูมิและความชื้นภายในโรงเรือนถูกควบคุมไว้อย่างเหมาะสม จึงส่งผลให้สมรรถภาพการผลิตโดยรวมของสุกรระยะอนุบาล แต่ละกลุ่มทดลองไม่แตกต่างกัน สอดคล้องกับงานทดลองของ Wang et al.

(2011) ซึ่งได้ทำการศึกษาการเสริมเปปไทด์จากกลูเตนข้าวสาลี (hydrolyzed wheat gluten) ที่ระดับ 3 และ 5 % ในสุกรหย่านม พบว่าไม่มีผลต่อปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยต่อตัวต่อวัน อัตราการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการใช้อาหาร และเช่นเดียวกับ Kim et al (2010) ที่พบว่าการเสริมเปปไทด์จากกากถั่วเหลืองหมักที่ระดับ 3 และ 6 % ในอาหารลูกสุกรหย่านมไม่มีผลกระทบต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต

#### ปริมาณกลูตาไธโอนรวมในเยื่อผนังลำไส้เล็กส่วนต้น

ผลจากการทดลองพบว่าในเยื่อผนังลำไส้เล็กส่วนต้นของสุกรระยะอนุบาลที่ได้รับอาหารที่เสริมด้วย HCP ที่ระดับ 1 และ 1.5 % มีปริมาณกลูตาไธโอนสูงกว่าสุกรกลุ่มที่ได้รับอาหารที่ไม่เสริม HCP อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.01$ ) (Table 5) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก HCP มีกลูตาไธโอนเป็นส่วนประกอบอยู่มากถึง 0.98 g/kg และยังมีส่วนประกอบเป็นกรดอะมิโน ได้แก่ กรดกลูตามิก ไกลซีน และซีสเทอีน (Table 2) ซึ่งเป็นส่วนประกอบในการสังเคราะห์ กลูตาไธโอน (Jones, 2000) ส่งผลให้สุกรที่ได้รับการเสริม HCP ได้รับทั้งกลูตาไธโอนและสารตั้งต้นในการสังเคราะห์ กลูตาไธโอนในร่างกายเพิ่มมากขึ้น ซึ่งมีประโยชน์ในการช่วยต่อต้านการเกิดอนุมูลอิสระ ลดความเสียหายของเซลล์ เยื่อผนังลำไส้ของสุกรระยะอนุบาลที่มีภาวะเครียดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันได้มากยิ่งขึ้น

Table 4 Effect of HCP supplementation on growth response of nursery pigs during 5-9 weeks of age

| Item <sup>2/</sup>  | HCP <sup>1/</sup> level (%) |        |        | SEM   | P-value |
|---------------------|-----------------------------|--------|--------|-------|---------|
|                     | 0                           | 1      | 1.5    |       |         |
| Initial weight (kg) | 7.57                        | 7.73   | 7.93   | 0.25  | 0.859   |
| Final weight (kg)   | 21.1                        | 22.68  | 22.56  | 0.75  | 0.670   |
| Weight gain (kg)    | 13.53                       | 14.94  | 14.63  | 0.53  | 0.555   |
| 5-7 weeks of age    |                             |        |        |       |         |
| FI (kg)             | 8.60                        | 9.21   | 9.91   | 0.28  | 0.680   |
| ADFI (g/d)          | 409.65                      | 438.40 | 432.89 | 13.50 | 0.680   |
| ADG (g/d)           | 298.54                      | 333.91 | 311.24 | 13.37 | 0.578   |
| FCR                 | 1.38                        | 1.33   | 1.42   | 0.03  | 0.544   |
| Mortality rate (%)  | 0.00                        | 0.00   | 0.00   | 0.00  | 0.000   |
| 8-9 weeks of age    |                             |        |        |       |         |
| FI (kg)             | 11.80                       | 12.52  | 12.56  | 0.47  | 0.781   |
| ADFI (g/d)          | 842.83                      | 894.18 | 896.99 | 33.54 | 0.781   |
| ADG (g/d)           | 518.39                      | 564.02 | 578.24 | 20.62 | 0.492   |
| FCR                 | 1.63                        | 1.59   | 1.55   | 0.03  | 0.505   |
| Mortality rate (%)  | 0.00                        | 0.00   | 1.85   | 0.62  | 0.391   |
| 5-9 weeks of age    |                             |        |        |       |         |
| FI (kg)             | 20.40                       | 21.73  | 21.83  | 0.73  | 0.700   |
| ADFI (g/d)          | 582.92                      | 620.71 | 623.59 | 20.87 | 0.701   |
| ADG (g/d)           | 386.48                      | 425.95 | 418.04 | 15.04 | 0.555   |
| FCR                 | 1.51                        | 1.46   | 1.50   | 0.01  | 0.434   |
| Mortality rate (%)  | 0.00                        | 0.00   | 1.67   | 0.56  | 0.391   |

### อัตราการท้องเสีย

ผลจากการทดลองพบว่าการเสริม HCP ที่ระดับ 1 และ 1.5 % ในอาหารสุกรอนุบาล ส่งผลให้อัตราการท้องเสียของสุกร ที่อายุ 5-7 สัปดาห์ ลดลงอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ( $P < 0.01$ ) เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ได้รับอาหารที่ไม่เสริม HCP โดยมีอัตราการท้องเสียเท่ากับ 2.86 และ 1.51 % ตามลำดับ เทียบกับ 4.48 % (Table 5) สอดคล้องกับ Wang et al., (2011) ที่พบว่าการเสริมกลูเตนข้าวสาลีที่ระดับ 3 และ 5 % ในสุกรหย่านมที่อายุ 4-7 สัปดาห์ สามารถลดอัตราการท้องเสียลงได้ เนื่องจาก HCP มีกลูตาไธโอน และกรดอะมิโนกลูตามิกเป็นองค์ประกอบ ซึ่งเป็นที่ทราบดีว่าการหย่านมลูกสุกร ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งสภาพแวดล้อมและอาหาร ลูก

สุกรเกิดภาวะเครียดจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน มีการสร้างสารอนุมูลอิสระ ส่งผลให้เกิดความเสียหายของเซลล์เยื่อผนังลำไส้ ความสูงของวิลโลลดลง (Hampson and Kidder, 1986) และความลึกของครีปที่เพิ่มขึ้น (Cera et al, 1988) ทำให้การดูดซึมสารอาหารที่บริเวณลำไส้เล็กลดลง (Pluske et al., 1996) อีกทั้งส่งผลให้การทำงานของระบบทางอาหาร ผิดปกติ ทางเดินอาหารมีการบีบตัวและรุนแรง ซึ่งเป็นภาวะที่เชื้อ E. coli และ Salmonella สามารถแพร่ขยายได้อย่างรวดเร็ว และสร้างสารพิษ โดยจะกระตุ้นให้มีการขับหลังน้ำออกสู่ลำไส้ใหญ่สูงขึ้น ระบบการดูดซึมน้ำกลับของลำไส้เล็กส่วนปลายทำงานไม่ทัน บริเวณลำไส้ใหญ่มีน้ำคั่งมากเกิดความ ไม่สมดุลของจุลินทรีย์ในระบบทางเดิน

อาหาร ซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดอาการท้องเสียในลูกสุกรระยะอนุบาล (สาโรช, 2547) โดยกลูตาไธโอนมีคุณสมบัติจับหรือทำลายสารอนุมูลอิสระ ช่วยลดความเสียหายของเซลล์ที่เกิดจากภาวะเครียดจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Jiyang et al., 2003) อีกทั้งกรดกลูตามิกที่เป็นส่วนประกอบของ HCP นั้นสามารถใช้เป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์กลูตามีนในร่างกาย (Miller, 1999) ซึ่งสามารถใช้แหล่งพลังงานในการกระตุ้นการสร้างเซลล์เยื่อเมือกในลำไส้เล็ก โดยส่งเสริมและซ่อมแซมระบบทางเดินอาหารของสุกรระยะอนุบาลให้สมบูรณ์ ช่วยลดการเกิดท้องเสียในสุกร อย่างไรก็ตามจากการทดลองครั้งนี้พบว่าผลการทดลองที่อายุ 8-9 สัปดาห์ ไม่พบ

ความแตกต่างของอัตราการท้องเสียของสุกรระยะอนุบาลทั้ง 3 กลุ่มการทดลอง ทั้งนี้เนื่องจากสุกรระยะอนุบาลที่อายุ 8-9 สัปดาห์ ผ่านพ้นช่วงวิกฤตจากภาวะเครียดจากปฏิกิริยาเกิดออกซิเดชันในช่วงของการหย่านม ประกอบกับระบบทางเดินอาหารนั้นโดยปกติจะมีการซ่อมแซมและพัฒนาสมบูรณ์เมื่อสุกรมีอายุ 7-8 สัปดาห์ (Liu et al., 2001) ส่งผลให้การย่อยการดูดซึมสารอาหารและการทำงานของระบบภูมิคุ้มกันในการต้านการติดเชื้อจากจุลินทรีย์ทำงานได้อย่างปกติ และส่งผลให้เกิดการท้องเสียลดลงในทุกกลุ่มการทดลองเมื่อเทียบกับช่วงอายุ 5-7 สัปดาห์

Table 5 Effect of HCP on total glutathione content in duodenum epithelial, fecal ammonia content and diarrhea incidence of nursery pigs during 5-9 weeks of age

| Item                      | HCP <sup>1/</sup> level (%) |                    |                     | SEM    | P-value |
|---------------------------|-----------------------------|--------------------|---------------------|--------|---------|
|                           | 0                           | 1                  | 1.5                 |        |         |
| 9 weeks of age            |                             |                    |                     |        |         |
| Intestinal parameter      |                             |                    |                     |        |         |
| Total glutathione (ng/μl) | 119.6 <sup>b</sup>          | 958.1 <sup>a</sup> | 1293.7 <sup>a</sup> | 142.36 | <0.001  |
| 5-7 weeks of age          |                             |                    |                     |        |         |
| Fecal                     |                             |                    |                     |        |         |
| Ammonia-N (ppm)           | 851.03                      | 804.97             | 809.26              | 56.23  | 0.939   |
| Diarrhea incidence (%)    | 4.84 <sup>a</sup>           | 2.86 <sup>b</sup>  | 1.51 <sup>b</sup>   | 0.44   | 0.002   |
| 8-9 weeks of age          |                             |                    |                     |        |         |
| Fecal                     |                             |                    |                     |        |         |
| Ammonia-N (ppm)           | 834.93                      | 741.99             | 715.38              | 42.69  | 0.539   |
| Diarrhea incidence (%)    | 3.04                        | 2.51               | 1.19                | 0.38   | 0.112   |

<sup>1/</sup> HCP = Hydrolyzed Cottonseed Protein

<sup>2/</sup> a, b Means in the same row with different superscripts are significantly different (P<0.05).

<sup>3/</sup> SEM = Standard Error of the Mean



## ปริมาณแอมโมเนียในโตรเจนในมูล

แอมโมเนียในโตรเจนในมูล เกิดจากโปรตีนที่ไม่ได้รับการย่อยและดูดซึมในระบบทางเดินอาหาร ถูกหมักย่อยโดยจุลินทรีย์ในทางเดินอาหารส่วนปลาย (Jensen, 2002) ปริมาณแอมโมเนียในโตรเจนในมูลจึงสามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้การย่อยและการใช้ประโยชน์ได้ของโปรตีนในอาหารสุกรอนุบาล โดยจากผลการทดลองพบว่า การเสริม HCP ที่ระดับ 1 และ 1.5 % ในอาหารสุกรระยะอนุบาล ไม่มีผลต่อปริมาณแอมโมเนียในมูลของสุกร ที่อายุ 5- 9 สัปดาห์ เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้เสริม HCP แต่มีแนวโน้มลดลง (Table 5) ซึ่งอาจเนื่องมาจากสุกรระยะอนุบาลทั้ง 3 กลุ่ม ได้รับอาหารพื้นฐานที่ใช้ข้าวโพด – กากถั่วเหลืองเป็นวัตถุดิบหลัก ซึ่งมีค่าการย่อยได้ต่ำในลูกสุกร (Fan et al., 1995) อีกทั้งอาหารที่ใช้ในการทดลองเป็นชนิดผง ซึ่งประสิทธิภาพในการการย่อยได้ของสารอาหารโปรตีนต่ำ เมื่อเทียบกับอาหารที่ได้รับการอัดเม็ด (ณัฐชนก, 2548) เมื่อเสริม HCP ที่ระดับ 1 และ 1.5 % จึงลดการเกิดแอมโมเนียในโตรเจนในมูลได้เพียงเล็กน้อย ส่งผลให้แต่ละกลุ่มการทดลองมีปริมาณแอมโมเนียในโตรเจนในมูลไม่แตกต่างกัน ( $P>0.05$ )

## สรุป

การเสริม HCP ที่ระดับ 1 และ 1.5 % ในอาหารสุกรระยะอนุบาล สามารถเพิ่มปริมาณกลูตาไธโอนในเยื่อผนังลำไส้เล็กส่วนต้นของสุกรที่อายุ 9 สัปดาห์ ให้สูงขึ้นได้ ( $P<0.01$ ) อีกทั้งสามารถช่วยลดอัตราการท้องเสียของสุกรที่อายุ 5-7 สัปดาห์ ได้อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ( $P<0.01$ ) โดยการเสริม HCP ที่ระดับ 1.5 % สามารถเพิ่มปริมาณกลูตาไธโอนในเยื่อผนังลำไส้เล็กส่วนต้นและลดอัตราการท้องเสียของสุกรที่อายุ 5-7 สัปดาห์ ได้ดีกว่าการเสริม HCP ที่ระดับ 1 % ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าการเสริม HCP ในอาหารสุกรช่วยปรับปรุงสุขภาพทางเดินอาหาร และลดการเกิดอณุมูลอิสระซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญในการส่งเสริมการเจริญเติบโตและสุขภาพในสุกรระยะอนุบาลได้

## เอกสารอ้างอิง

- ณัฐชนก อมรเทวภัทร. 2548. เทคโนโลยีการผลิตอาหารสัตว์. คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- สาโรช คำเจริญ, 2547. อาหารและการให้อาหารสัตว์ไม่เคี้ยวเอื้อง. ฉบับปรับปรุง ครั้งที่ 1. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. โรงพิมพ์คลังนานาวิทยา. ขอนแก่น.
- โสภา วัชรคุปต์, ปรีชา บุญจุง, จันทนา บุญะรัตน์, และมาลีรักษ์ อัดตสินทอง. 2550. สารต้านอนุมูลอิสระ. นิเวศไทยมีตรการพิมพ์. กรุงเทพฯ.
- 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.
- Cooper, A. J. L. 1998. Glutamine synthetase. P. 7-31. In: E. Kramme (ed.). *Glutamine and glutamate in mammals*. V. I. CRC Press Inc, FL.
- Faithfull, N.T., 2002. *Methods in Agricultural chemical analysis. A Practical Handbook*. Method Chapter Determination of Extractable Nitrate-N. CABI Publishing, NY.
- Fan, M. Z., W. C. Sauer, and C. F. M. de Lange. 1995. Amino acid digestibility in soybean meal, extruded soybean and full-fat canola for early-weaned pigs. *Anim. Feed Sci. Technol.* 52: 189-203.
- Gilbert, E. R., E. A. Wong, and K. E. Webb Jr. 2008. Peptide absorption and utilization: Implications for animal nutrition and health. *J. Anim. Sci.* 86: 2135-2155.
- Hampson, D. J. and D. E. Kidder. 1986. Influence of creep feeding and weaning on brush border enzyme activities in the piglet small intestine. *Res. Vet. Sci.*

- 40: 24-31.
- Jensen, A. Ø. 2002. Changing the environment in swine buildings using sulfuric acid. *Trans. ASAE*. 45: 223-227.
- Jiyang, C., C. Yan, S., Shaguna, F., Satoru, R.W., Compansand, and D.P. Jones. 2003. Inhibition of influenza infection by glutathione. *Free Radic. Biol. Med.* 34: 928-936.
- Jones, D.P. 2000. Redox potential of GSH/GSSG couple: assay and biological significance. *Methods Enzymol.* 348: 93-112.
- Kidder, D. E. 1982. Nutrition of the early pig compared with the sow-reared pig. *Pig New Inf.* 3: 25
- Kim, S. W., E. van Heugten, F. Ji, C. H. Lee, and R. D. Mateo. 2010. Fermented soybean meal as a vegetable protein source for nursery pigs: I. Effects on growth performance of nursery pigs. *J. Anim. Sci.* 88: 214-224.
- Liu, F. C., Y. N. Jiang, and T. F. Shen. 2001. Development of lipase in nursing piglets. *J. Proc. Natl. Sci.* 25: 12-16.
- Manninen, H. A. 2009. Review protein hydrolysates in sports nutrition. *Nutrition & Metabolism*. doi: 10.1186/1743-7075-6-38.
- Miller, A. L. 1999. Therapeutic considerations of L-glutamine: a review of the literature. *Altern. Med. Rev.*
- Mytech biotech Co Ltd, Animal nutrition department. 2013. Product manual fortide series. Chungdu, China.
- National Research Council (NRC). 2012. Nutrient Requirements of Swine. National Academy Press, Washington, D. C.
- Pluske, J. R, I. H. Williams, and F. X. Aheme. 1996. Maintenance of villous height and crypt depth in piglets by providing continuous nutrition after weaning. *Anim. Sci.* 62: 131-144.
- Sherman, D. M., S. D. Acres, P. L. Sadowski, J. A. Springer, B. Bray, T. J. L. Raybould, and C. C. Muscoplat. 1983. Protection of calves against fatal enteric colibacillosis by orally administered *Escherichia coli* K99-specific monoclonal antibody. *Infect. Immun.* 42: 656-658.
- Wang, X. Q., Y. Feng., G. Shu., Q. Y. Jiang., J. P. Yang, and Z. F. Zhang. 2011. Effect of dietary supplementation with hydrolyzed wheat gluten on growth performance, cell immunity and serum biochemical indices of weaned piglets (*Sus scrofa*). *Agr. Sci. China.* 10: 938-945.
- Wang, Y., W. Q. Liu., D. F. Lu., X. T. Li., H. L. Wang., S. Niu, and X. S. Piao. 2014. Energy and ileal digestible amino acid concentrations for growing pigs and performance of weanling pigs fed fermented or conventional soybean meal. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 5: 706-716.
- Xiong, X., H. S. Yang., L. Li., Y. F. Wang., R. L. Huang., F. N. Li., S. P. Wang, and W. Qiu. 2014. Effects of antimicrobial peptides in nursery diets on growth performance of pigs reared on five different farms. *Lives Sci.* 167: 206-210