

(บทความวิชาการ)

ความสำคัญของแอล-อาร์จินีน (L-Arginine) ต่อสุกรระยะอุ้มท้อง

The Importance of L-Arginine on Gestating Sows

วริยา โกสุม

Wariya Kosoom

ซีเจ ไบโอ, เอเปค 399 อาคารอินเตอร์เชนจ์ ชั้น 25 ถนนสุขุมวิท แขวงคลองเตยเหนือ เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110

CJ BIO, APEC 399 Interchange Building 25th Floor, Sukhumvit Road, Klongtoey-Nua, Wattana, Bangkok 10110

*Corresponding author: Wariya.kosoom@cj.net

บทคัดย่อ

แอล-อาร์จินีน เป็นกรดอะมิโนจำเป็น หรือบางตำราจัดเป็นกรดอะมิโนกึ่งจำเป็นในสุกร ในบทความนี้จึงรวบรวมความสำคัญของงานวิจัยหรือรวบรวมผลการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสำคัญของ แอล-อาร์จินีน ในสุกรระยะอุ้มท้อง จากข้อมูลพบว่า การเสริม แอล-อาร์จินีน มีส่วนสำคัญในการสร้างโปรตีน และช่วยในการสังเคราะห์ฮอร์โมนที่เกี่ยวข้องกับการสร้างหลอดเลือดและการเจริญเติบโตของรกและตัวอ่อน โดย การเสริม แอล-อาร์จินีน สามารถเสริมที่ระดับต่ำสุด คือ 0.25% ถึงระดับสูงสุด คือ 1% เพื่อช่วยเพิ่มสมรรถภาพการผลิตของแม่สุกร จำนวนลูกแรกคลอดมีชีวิต น้ำหนักลูกแรกคลอด ลดจำนวนการตายของลูกสุกร และลดเปอร์เซ็นต์ IUGR อย่างไรก็ดี ปริมาณการเสริม แอล-อาร์จินีน ในสูตรอาหารสุกร จึงควรคำนึงถึงความคุ้มค่าและความเหมาะสมของราคาในการประกอบสูตรอาหารเช่นกัน จะเห็นว่าบทบาทของ แอล-อาร์จินีน มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อโภชนาในแม่สุกรระยะอุ้มท้อง

คำสำคัญ: แอล-อาร์จินีน กรดอะมิโน สุกรระยะอุ้มท้อง เมตาบอลิซึม ความต้องการโภชนา

Abstract

L-Arginine is an essential amino acid or some textbooks are classified as semi-essential amino acid in swine. This article, research compiled “The importance of L-Arginine on gestating sows”. The data showed that L-Arginine supplementation is an important part in protein production and helps in the synthesis of hormones involved in vascular formation and growth of the placenta and embryo. L-arginine supplementation can be supplemented at the lowest level of 0.25% to the maximum level of 1% to increase sow production performance in terms of numbers and weight of piglets at birth and at weaning, reduce dead piglets and also IUGR%. However, the amount of L-arginine supplementation in swine feed have to consider the value and appropriateness of the price on feed formulation. Meanwhile, L-Arginine plays a significant role in the nutrition of gestating sows.

Keyword: L-arginine, Amino acid, Gestating sows, Metabolism, Nutrient requirement

บทนำ

แอล-อาร์จินีน (L-Arginine) คือ กรดอะมิโนจำเป็น (essential amino acid) ในสัตว์บางชนิดหรือบางระยะ แต่ในบางตำราแอล-อาร์จินีน จัดอยู่ในประเภทกรดอะมิโนกึ่งจำเป็น (semi-essential amino acid) และเป็นกรดอะมิโนที่ถูกจำกัด ลำดับที่ 7 ในสุกร (Figure 1) เนื่องจากพบว่าในอาหารมีปริมาณเพียงพอต่อความต้องการ พบในวัตถุดิบต่าง ๆ ได้แก่

ข้าวโพด กากถั่วเหลือง ข้าวสาลี ปลาป่น (Figure 2) แต่ทั้งนี้ การผลิตสุกรมีการปรับปรุงสายพันธุ์อย่างต่อเนื่อง ประกอบกับ วัตถุประสงค์อาหารสัตว์ มีการปรับปรุงผลผลิตต่อไร่สูงขึ้น แต่ผลผลิตที่ได้กลับมีคุณภาพลดลง ดังนั้น การใช้กรดอะมิโนสังเคราะห์ในอาหารสัตว์ จึงมีบทบาทมากยิ่งขึ้น ซึ่งจะเห็นว่าปริมาณความต้องการใช้อาร์จินีนในสูตรอาหารมีความต้องการเพิ่มขึ้นในการประกอบสูตรอาหารสุกร (Table 1) เพื่อเพิ่มสมรรถภาพการผลิตและการสืบพันธุ์ของแม่สุกรอุ้มท้อง ระหว่างวันที่ 22 ถึง 114 (Table 2) (Saremi, 2020)

แอล-อาร์จินีน (L-Arginine) ในอาหารสุกรระยะอุ้มท้อง

อาร์จินีนถูกสังเคราะห์จาก Proline Glutamine และ Glutamate ผ่านแกน intestinal-kidney ของมนุษย์และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม รวมถึงสุกรและแกะ การเสริมแอล-อาร์จินีนในสุกรแม่พันธุ์ มีบทบาทสำคัญต่อกระบวนการสืบพันธุ์ ซึ่งช่วยสร้างโปรตีน และมีส่วนในการสังเคราะห์ฮอร์โมนที่เกี่ยวข้องกับการสร้างหลอดเลือดและการเจริญเติบโตของรกและตัวอ่อน เป็นต้น



Figure 1 The Order of Limiting Amino Acid in Diet

Source: National Research Council. (2012).

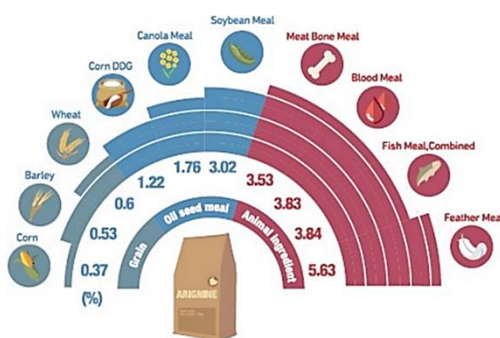


Figure 2 Content of L-Arginine in Main Feed Ingredients

Source: National Research Council. (2012)

Table 1 Arginine recommendation for pigs (values are % arginine in total diet)

Body weight	Gestating pigs	Lactating sows
	(140 kg. at breeding)	
NRC (2012)	0.36 (days 0-90)	0.60 (parity 1)
	0.47 (days 90-114)	0.54 (parity 2)
Wu (2013)	1.03 (days 0-90)	1.37
	1.03 (days 90-114)	

Source: Adapted from Wu, Bazer, Johnson & Yongqing. (2018).

Table 2 Arginine requirements in gestating sows– comparison of NRC (2012) recommendations and recent trials

Source	Parity	g/day		%	Arg/Lys ration
		D 22-90	D 91-114	D 22-114	
NRC (2012)	1	6.5	10	0.32/0.42	0.52
NRC (2012)	4	4	6.8	0.21/0.29	0.52
Trial 1	1.6	34	51	1.7	2.62
Trial 2	1	14.2	21.3	0.71	1.01
Trial 3	4.5	22	26.4	0.88	1.1

Source: Saremi. (2020).

ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อแม่สุกรระยะอุ้มท้อง

ปัจจัยของอาร์จินีนที่ส่งผลกระทบต่อแม่สุกรระยะอุ้มท้อง ได้แก่

1. **ตัวอ่อนในครรภ์เจริญเติบโตช้า (Intrauterine growth retardation, IUGR)** พบประมาณ 5-10 เปอร์เซ็นต์ (Wu, Bazer, Wallace & Spencer, 2006) ซึ่งนับว่าเป็นปัญหาสำคัญ (Mateo *et al.*, 2007) เนื่องจากทำให้มีโอกาสเกิดการตายของลูกสุกรในท้องและการตายของลูกสุกรแรกคลอดเพิ่มขึ้น
2. **ความแตกต่างของน้ำหนักแรกคลอด (Large intra-litter variation)** การพัฒนาได้ไม่พร้อมกันของตัวอ่อนที่ฝังตัวอยู่ในมดลูก ทำให้น้ำหนักแรกคลอดแตกต่างกันภายในครอกเดียวกัน เป็นเพราะ size lengths และ surface areas ของรก ของแต่ละตัวมีความแตกต่างกัน (Yuan *et al.*, 2015)
3. **โปรแกรมการให้อาหารจำกัด (Restricted feeding program)** ทำให้แม่พันธุ์ขาดกรดอะมิโน (functional amino acid) เกิด suboptimal placental growth (Chen *et al.*, 2015) ไม่ส่งเสริมการเจริญของตัวอ่อน ในระหว่างการตั้งท้อง (Wu, 2010)
4. **เซลล์ของรกไม่สามารถเปลี่ยนจาก Glutamine, Glutamate และ Proline ไปเป็น Arginine ได้** เพราะขาดเอนไซม์อาร์จินเนส (Wu, 2013)

เมตาบอลิซึมของแอล-อาร์จินีน

เมตาบอลิซึมของแอล-อาร์จินีน (Figure 3) มีดังนี้

1. **สารตั้งต้นในการผลิต Nitric Oxide (NO)** ช่วยสร้างเซลล์บุผนังหลอดเลือดของรก (placental)
 - 1.1 NO ที่ถูกสร้างขึ้น มีคุณสมบัติทำให้หลอดเลือดขยายตัว (endothelium-relaxing factor) เป็นการช่วยเพิ่ม blood flow ช่วยเพิ่มการขนส่งสารอาหารและออกซิเจนระหว่างแม่กับตัวอ่อน
 - 1.2 NO ช่วยกระตุ้นให้มีการสร้างหลอดเลือดใหม่ทั้งที่รกและที่ตัวอ่อน (angiogenesis) หลอดเลือดจะถูกสร้างขึ้นมากในระยะการพัฒนาร่างกายของตัวอ่อน (embryonic formation)
2. **สารตั้งต้นในการผลิต polyamine (spermidine, spermine)** มีหมู่ amine จำเป็นสำหรับการสังเคราะห์ DNA และ protein ใน animal cell ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการเจริญของเซลล์และการแบ่งเซลล์เพิ่มจำนวนได้อย่างรวดเร็ว
3. **Inducer of mTOR Pathway** ควบคุม protein synthesis, cell growth, cell proliferation มีผลให้ตัวอ่อนพัฒนาและรอดชีวิต
4. **สารตั้งต้นในการผลิต glutamate และ glutamine** เป็นแหล่งพลังงานของเซลล์ โดย glutamine สามารถถูกเปลี่ยนเป็น α -ketoglutarate ซึ่งเป็น intermediate ของ TCA cycle ซึ่งจะถูกออกซิไดซ์ต่อจนได้ ATP

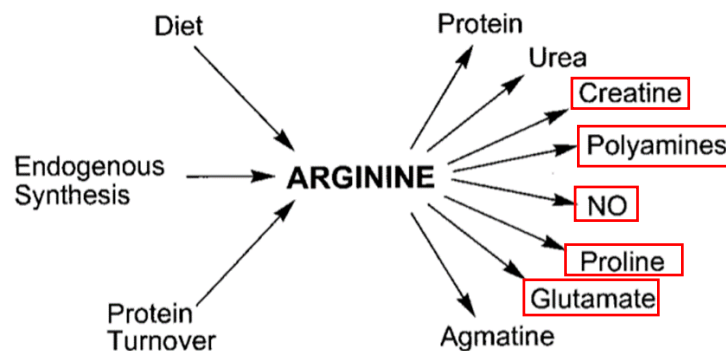


FIGURE 3. Sources and metabolic fates of arginine. Putrescine, spermine and spermidine are the polyamines referred to in this figure. NO, nitric oxide.

Source: Morris. (2006).

Wu *et al.* (2018) รายงานว่า จากหลายๆ บทความทางวิชาการ (Table 3) การเสริมแอล-อาร์จินีน 0.80-1.0% ในสูตรอาหาร ให้ผลเชิงบวกในแม่สุกรระยะอุ้มท้อง ได้แก่ ขนาดลูกแรกคลอด น้ำหนักลูกแรกคลอด ในขณะที่ Gao *et al.* (2012) รายงานว่า การเสริมแอล-อาร์จินีนระดับ 1% ในวันที่ 2 จนกระทั่งวันที่ 114 ในสุกรระยะอุ้มท้องช่วยเพิ่มจำนวนลูกสุกรแรกคลอด (1.31 ตัว) และลูกแรกคลอดมีชีวิต (1.1 และ 2.03 ตัว) ซึ่งให้ผลการทดลองสอดคล้องกับ Luise. *et al.* (2020) ที่กล่าวมา การเสริม แอล-อาร์จินีน ในอาหารที่ระดับ 0.25% มีแนวโน้มปรับปรุงจำนวนลูกแรกคลอดมีชีวิตของแม่สุกร และลด IUGR% ตลอดจนลดจำนวนการตายของลูกสุกรใน 3 วันแรกของการคลอด ดังนั้น การเสริมแอล-อาร์จินีน มีอิทธิพลต่อการผลิต nitric oxide และ polyamines ซึ่งเป็นสารตั้งต้นในกระบวนการต่างๆ มีความสำคัญต่อการพัฒนาหลอดเลือดที่รก (placenta vascularization)

Table 3 Effects of maternal dietary arginine supplementation during pregnancy on litter size and birth weights of piglets in swine

Authors	Parity of sow	Supple-mental arginine (% of diet or g/sow per day)	Period of arginine supplementation	Feed intake per day (kg)	CP content in diet (%)	Energy content in diet (ME; MJ/kg)	Arginine content in basal diet (%)	Lysine content in basal diet (%)	Placental weight during early-to mid-gestation ^a or at birth ^b	Litter size of viable fetuses or live-born piglets	Litter weight of viable fetuses or live-born piglets
Bérard & Bee (2010)	1	0.87% 21.7 g	d 14–28	3	14.3	11.5	1.07	0.88	No effect ^a	↑ by 3.7 per litter	↑ by 32% per litter
Campbell (2009)	1 and MP	1% 25 g	d 14–28	ND	ND	ND	ND	ND	ND	↑ by 1 per litter	↑ by 6.4% per litter
De Blasio <i>et al.</i> (2009)	1	1% 25 g	d 17–33	2.5	ND	ND	ND	ND	ND	↑ by 1.2 per litter	ND
Gao <i>et al.</i> (2012)	1 and MP	0.83% 16.6 g	d 22–114	2.0 (d 22–90) 3.0 (d 90–114)	13.2	13	0.88	0.65	↑ by 16% ^b	↑ by 1.1 per litter	↑ by 11% per litter
Li (2004)	1	0.4% 8.0 g	d 14–25	2	12	12.9	0.7	0.57	↑ by 34% ^b	↑ by 2.2 per litter	No effect
Li (2014)	1	0.8% 16 g	d 14–25	2	12	12.9	0.7	0.57	↑ by 21% ^b	↑ by 1.7 per litter	No effect
Mateo <i>et al.</i> (2007)	1	0.83% 16.6 g	d 30–114	2	12.2	13	0.7	0.58	ND	↑ by 2.0 per litter	↑ by 24% per litter
Ramaekers (2006)	1 and MP	1% 25 g	d 14–28	ND	ND	ND	ND	ND	ND	↑ by 1 per litter	ND
Wu <i>et al.</i> (2012)	MP	0.83% 16.6 g	d 90–114	2	14.7	13.5	0.8	0.78	ND	No effect	↑ by 16% per litter

ME = metabolizable energy; ND = not determined; MP = multiparous; ↑ = increase.

Source: Wu, Bazer, Johnson & Yongqing. (2018).

บทสรุป

การเสริมแอล-อาร์จินีน ในสุกรระยะอู้มักถูกมองข้าม เนื่องจาก แอล-อาร์จินีนเป็นกรดอะมิโนจำเป็น หรือ กรดอะมิโนกึ่งจำเป็น ที่ถูกจำกัดลำดับที่ 7 ในสุกร ดังนั้น การประกอบสูตรอาหาร จึงต้องเพิ่มกรดอะมิโนแอล-อาร์จินีน สักระยะหลังไปในสูตรอาหาร เพื่อให้ครอบคลุมตามความต้องการและ/หรือเพื่อลดผลกระทบที่เกิดจากปัญหาต่างๆ ในช่วง ให้ผลผลิตของแม่สุกรระยะอู้มท้อง จากการรวบรวมผลงานวิจัย พบว่า แม่สุกรอู้มท้อง ควรเสริมแอล-อาร์จินีนในระดับ 0.25-1% เพื่อช่วยเพิ่มสมรรถภาพการผลิตของแม่สุกร จำนวนลูกแรกคลอดมีชีวิต น้ำหนักลูกแรกคลอด ลดจำนวนการตาย ของลูกสุกร และลด IUGR% นอกจากนี้ ในปัจจุบันแอล-อาร์จินีน (feed grade) มีราคาที่เหมาะสมผลและมีปริมาณการผลิตที่เพียงพอต่อการเสริมในสูตรอาหารสุกรมากยิ่งขึ้น เพื่อให้ก้าวทันกับสถานการณ์การเลี้ยงสุกรและอัตราการเจริญเติบโตในแม่สุกรอู้มท้องปัจจุบัน

เอกสารอ้างอิง

- Chen, F., Wang, T. Feng., C. Lin, G., Zhu, Y., Wu, G. & Wang, J. (2015). Proteome differences in placenta and endometrium between normal and intrauterine growth restricted pig fetuses. *PLoS ONE*, (November 10, 2015). Retrieved from <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0142396>
- CJ CheiUedang Corp. (2018). *L-Arginine*. in *L-Arginine Handbook*. pp. 18-25.
- Gao, K., Jiang, Z., Lin, Y., Zheng, C., Zhou, G., Chen, F., Yang, L. & Wu, G. (2012). Dietary L-arginine supplementation enhances placental growth and reproductive performance in sows. *Amino Acids*, 42, 2207–2214.
- Luise, D., Bertocchi, M., Bosi, P., Correa, F., Spinelli, E., & Trevisi, P. (2020). Contribution of L-Arginine supplementation during gestation on sow productive performance and on sow microbial faecal profile. *Ital. J. Anim. Sci.* 19(1), 330–340. doi:10.1080/1828051x.2020.1743210
- Ma, X., Han, M., Li, D., Hu, S., Gilbreath, K. R., Bazer, F. W., & Wu, G. (2017). L-Arginine promotes protein synthesis and cell growth in brown adipocyte precursor cells via the mTOR signal pathway. *Amino Acids*, 49(5), 957–964. doi:10.1007/s00726-017-2399-0
- Mateo, R.D., Wu, G., Bazer, F.W., Park, J.C., Shinzato, I. & Kim, S.W. (2007). Dietary L-arginine supplementation enhances the reproductive performance of gilts. *J. Nutr.* 137: 652–656. doi:10.1093/jn/137.3.652
- Morris, S.M. Jr. (2006). Arginine: beyond protein. *Am J Clin Nutr*, 83(2): 508S–512S. doi.org/10.1093/ajcn/83.2.508S
- National Research Council. (2012). *Nutrient Requirements of Swine: Eleventh Revised Edition*. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/13298>.
- Saremi, B. (2020). The importance of updating arginine requirements for swine. *International Pig Topics*, 35(1): 1-2. Retrieved from http://www.positiveaction.info/pdfs/articles/pt35_1p11.pdf
- Wu, G. (2010). Functional amino acids in growth, reproduction and health. *Adv. Nutr.*, 1(1):31-37. [https://doi:10.3945/an.110.1008](https://doi.org/10.3945/an.110.1008)
- Wu, G. (2013). Functional amino acids in nutrition and health. *Amino Acids*, 45:407–411
- Wu, G. & Morris, S.M. Jr. (1998). Arginine metabolism: nitric oxide and beyond. *Biochem J.*, 336 (Pt 1): 1–17. [https://doi: 10.1042/bj3360001](https://doi.org/10.1042/bj3360001)

- Wu, G., Bazer, F.W., Johnson G.A. & Yongqing, H. (2018). BOARD-INVITED REVIEW: Arginine nutrition and metabolism in growing, gestating, and lactating swine. *J. Anim. Sci.* 96: 5035–5051. [https://doi: 10.1093/jas/sky377](https://doi.org/10.1093/jas/sky377).
- Wu, G., Bazer, F.W., Wallace, J.M., & Spencer, T.E. (2006). Board-invited review: intrauterine growth retardation: implications for the animal sciences. *J. Anim. Sci.*, 84(9): 2316–2337. [https://doi: 10.2527/jas.2006-156](https://doi.org/10.2527/jas.2006-156).
- Wu, Z., Hou, Y., Hu, S., Bazer, F.W., Meininger, C.J., McNeal, C.J. & Wu, G. (2016). Catabolism and safety of supplemental L-arginine in animals. *Amino Acids*, 48: 1541–1552. doi.org/10.1007/s00726-016-2245-9
- Yuan, T.L., Zhu, Y.H., Shi, M., Li, T.T., Li, N., Wu, G., & Wang, J. (2015). Within-litter variation in birth weight: impact of nutritional status in the sow. *J. Zhejiang Univ. Sci. B.* 16(6): 417–435. doi: 10.1631/jzus.B1500010.