การเสริมกรดอินทรีย์ในอาหารต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตของลูกสุกรหย่านม
Dietary Supplementation with Organic Acids on Growth Performance of Weanling Pigs

สุวิทย์ ธีรพันธุวัฒน์, ชัยพฤกษ์ หงษ์ลัดดาพร, และ สมหมาย เกลอกระโทก

S. Terapuntuwat, C. Hongladdaporn and S. Glerkratok[1]

Abstract

This experiment was conducted to determine the effect of supplemented dietary various organic acids on growth performance in weanling pigs. The experiment treatment diets organic acids supplement is A, B, C and D. Five crossbred (Large white x Landrace x Duroc) pigs (8.24 kg average body weight) were used as experimental animal. Pigs were kept in metabolism cage. The pigs were assigned to 7 days of preliminary period and and 28 days of collected data period. Daily weight gain was similar for pigs fed supplement organic acid A, organic acid B, in organic acid D and organic acid C in diet and showed highly but non significant (P > 0.05) greater than control were 311, 300, 296, 282 and 282 g/h/d respectively. Similarly, pigs fed supplement organic acid A, organic acid B, organic acid D and organic acid C in diet showed higher gain/feed (P > 0.05) than pigs fed control were 690, 658, 652, 603 and 610 g/kg respectively. Furthermore, pigs fed supplement organic acid A, organic acid B, organic acid D and organic acid C in diet showed higher protein efficiency ratio (P > 0.05) than pigs fed control were 3.46, 3.33, 3.29, 3.13 and 3.13 respectively. In conclusion, supplemented dietary various organic acid in weanling pigs seemed to have the higher growth performance value than did non supplemented.

Keywords: Growth performance, organic acid, weanling pigs

ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น 40002

Deparment of Animal Science, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002

บทคัดย่อ

การศึกษาการเสริมกรดอินทรีย์ในอาหารต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตของลูกสุกรหลังหย่านม (อายุ 2 สัปดาห์) โดยการเสริมกรดอินทรีย์ทางการค้า 4 ชนิด คือ A, B, C และ D ใช้สุกรลูกผสม (ลาร์จไวท์ x แลนเรซ x ดูรอค) จำนวน 5 ตัว น้ำหนักเฉลี่ย 8.24 กิโลกรัม เลี้ยงลูกสุกรบนกรงขังเดี่ยวทดสอบการย่อยได้ (metabolism cage) ใช้ระยะเวลาในการปรับสัตว์ทดลอง 7 วัน และเก็บข้อมูลเป็นเวลา 28 วัน พบว่าอัตราการเจริญเติบโตของลูกสุกรที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ชนิด A, ชนิด B, ชนิด D และชนิด C ในสูตรอาหาร มีค่าสูงกว่าสูตรควบคุม แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (P > 0.05) โดยมีค่าเป็น 311, 300, 296, 282 และ 282 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ เช่นเดียวกับน้ำหนักตัวที่เพิ่มต่อปริมาณอาหารที่กิน พบว่า ลูกสุกรที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ชนิด A, ชนิด B, ชนิด D และชนิด C ในสูตรอาหาร มีค่าสูงกว่าอาหารสูตรควบคุม แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (P > 0.05) โดยมีค่าเป็น 690, 658, 652, 603 และ 610 กรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ นอกจากนี้พบว่าลูกสุกรที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ชนิด A, ชนิด B, ชนิด D และชนิด C ในสูตรอาหาร มีประสิทธิภาพการใช้โปรตีนสูงกว่าอาหารสูตรควบคุม แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (P > 0.05) โดยมีค่าเป็น 3.46, 3.33, 3.29, 3.13 และ 3.13 ตามลำดับ ผลการทดลองสรุปได้ว่า การเสริมกรดอินทรีย์ในอาหารลูกสุกรหย่านมมีแนวโน้มที่จะทำให้ลูกสุกรมีสมรรถนะการเจริญเติบโต ที่ดีกว่าไม่เสริม

คำสำคัญ: กรดอินทรีย์ ลูกสุกรหย่านม สมรรถนะการเจริญเติบโต

บทนำ

ในการเลี้ยงสุกรผู้เลี้ยงมักจะประสบปัญหา ลูกสุกรที่เพิ่งได้รับการหย่านมใหม่นั้น ความสามารถในการย่อยได้ของวัตถุดิบอาหารทั้งที่ได้มาจากพืช หรือแหล่งโปรตีนอื่น ๆ ที่ไม่ใช่นมมักจะมีอย่างจำกัด (Swenson, 1970) เนื่องจากระบบการสร้างน้ำย่อยในระบบทางเดินอาหารของลูกสุกรยังพัฒนาไม่เต็มที่ (Hardy, 1975 อ้างถึงใน Harker, 1991) กล่าวคือ ลูกสุกรแรกเกิดจนถึงอายุ 5 สัปดาห์ มีความแตกต่างกับสุกรที่โตเต็มวัยแล้ว โดยลูกสุกรมีระบบการย่อยอาหาร และการผลิตน้ำย่อยหรือเอ็นไซม์ยังไม่สมบูรณ์ ลูกสุกรในช่วงนี้ยังอยู่ในระยะ กินนมของแม่ ในระยะ 1-2 วันแรกหลังจากคลอด ลำไส้จะยอมให้มีการดูดซึมโปรตีนสูง หลังจากนั้นความสามารถในการดูดซึมจะลดลงหลังคลอดภายในเวลา 24 ชั่วโมง ในช่วงหลังคลอดกระเพาะอาหารของลูกสุกรจะมีการสร้างกรดเกลือ (hydrochloric acid) และเปปซิน (pepsin) ออกมาน้อย แต่มีเรนนิน (rennin) ทำหน้าที่ย่อยเคซีน (casein) ซึ่งเป็นโปรตีนในนม โดยทำให้นมจับตัวเป็นก้อน ไหลผ่านทางเดินอาหารช้าลง (ARC, 1981) เมื่อลูกสุกรโตขึ้น จึงจะสามารถสร้างกรดเกลือ เปปซิน และทริปซินเพิ่มขึ้น Kirchgessner (1984); Corring และคณะ (1978); Owsley และคณะ (1986) และ Lindermann และคณะ (1986) รายงานว่า ปริมาณของทริปซิน จะเพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 6 สำหรับน้ำย่อยคาร์โบไฮเดรตมีการพัฒนาโดยลำไส้เล็ก ผลิตน้ำย่อยแลคเตส ที่อยู่ในน้ำนมของแม่ (lactase) ได้มาก ตั้งแต่แรกเกิดจนถึงอายุประมาณ 3 สัปดาห์ เพื่อย่อยน้ำตาลแลตโตส ที่อยู่ในน้ำนมของแม่ จากนั้นลดลงอย่างรวดเร็ว แต่มีน้ำย่อยมอลเตส (maltase) และอะไมเลส (amylase) ปริมาณต่ำในช่วงที่ลูกสุกรยังดูดนมแล้วจึงค่อย ๆ เพิ่มขึ้น ปริมาณของเอ็นไซม์อะไมเลสเพิ่มขึ้นเมื่อเข้าสู่สัปดาห์ที่ 5 (Kirchgessner, 1984) ซึ่งสอดคล้องกับ Corring และคณะ (1978); Owsley และคณะ (1986) และ Lindermann และคณะ (1986) ซึ่งอธิบายว่า เอ็นไซม์อะไมเลสจะเพิ่มขึ้นเมื่อสุกรอายุ 6 สัปดาห์ น้ำย่อยไขมัน คือ ไลเปส (lypase) จะมีอยู่น้อยในช่วงลูกสุกร

ดูดนม แล้วค่อย ๆ เพิ่มขึ้น การพัฒนาการสร้าง และการหลั่งมีลักษณะเช่นเดียวกับน้ำย่อยโปรตีน แต่เมื่อแรกเกิดลูกสุกร มีปริมาณของไลเปสสูงกว่าเปปซิน ทริปซิน และอะไมเลส ที่ทำการศึกษาโดย Corring และคณะ (1978); Owsley และคณะ (1986) และ Lindermann และคณะ (1986) พบว่าไลเปสเพิ่มขึ้นสูงสุดเมื่ออายุได้ 6 สัปดาห์ เช่นเดียวกับน้ำย่อยโปรตีนและน้ำย่อยคาร์โบไฮเดรต น้ำย่อยเหล่านี้มีความสำคัญอย่างมากในการย่อยโภชนะในอาหารที่ลูกสุกรกินเข้าไป เพื่อการเจริญเติบโต

ความเป็นกรดและด่าง (pH) เฉลี่ยในกระเพาะอาหารของลูกสุกรช่วงหลังหย่านมอยู่ที่ระดับ 2.84-4.29 (Polivoda และคณะ, 1973 อ้างโดย Kidder and Manners, 1978) ซึ่งถือว่า pH สูงกว่าสุกรโต ไม่เหมาะสมสำหรับการทำงานของเอนไซม์ในกระเพาะ โดยเฉพาะเอ็นไซม์ เปปซิน (pepsin) จึงทำให้การย่อยอาหารมีประสิทธิภาพต่ำ (Manners and Stevens, 1972 ; Cranwell, 1985)

ในการเสริมกรด ช่วยให้เพิ่มอัตราการเจริญเติบโต และประสิทธิภาพการใช้อาหาร ได้ดียิ่งขึ้น เนื่องจากกรดมีการแตกตัวของไฮโดรเจน ส่งผลต่อการเพิ่มกรดไฮโดรคลอริก (HCl) ในกระเพาะอาหาร โดยกรดไฮโดร-คลอริกทำหน้าที่เปลี่ยนเปปซิโนเจนไปเป็น เปปซิน (Manners and Stevens, 1972 ; Cranwell, 1985) ซึ่งจะช่วยเพิ่มการย่อยได้ของอาหารโปรตีนในกระเพาะ และการดูดซึมของกรดอะมิโนในลำไส้เล็ก (Kirchgessner and Roth, 1982 อ้างโดย Ravindran and Kornegay, 1993)

การทดลองครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมรรถนะการเจริญเติบโตของลูกสุกร ที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ทางการค้า ได้แก่ กรดอินทรีย์ชนิด A, กรดอินทรีย์ชนิด B, กรดอินทรีย์ชนิด C, และกรดอินทรีย์ชนิด D, ในสูตรอาหารโดยลูกสุกรที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้มีน้ำหนักเฉลี่ย 8.24 กิโลกรัม

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

ในการทดลองนี้ใช้สุกรลูกผสม (ลาร์จไวท์ x แลนเรซ x ดูรอค) เพศผู้ จำนวน 5 ตัว น้ำหนักเฉลี่ย 8.24 กิโลกรัม เลี้ยงในกรงขังเดี่ยวทดสอบการย่อยได้ (metabolism cage) ที่มีภาชนะรองรับที่สามารถแยกมูลและปัสสาวะได้ ภายในโรงเรือนมีการให้แสงตลอดเวลา ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) โดยมีปัจจัยในการศึกษาคืออาหารที่เสริมกรดอินทรีย์ที่แตกต่างกันจำนวน 5 ปัจจัย ปัจจัยละ 4 ซ้ำ (ทดลอง 4 สัปดาห์) ซ้ำละ 1 ตัว และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Dancan's New Multiple Range Test (Steel and Torrie, 1980) ใช้เวลาในการปรับสัตว์ทดลองเป็นเวลา 7 วัน และใช้เวลาในการทำการทดลองเป็นเวลา 28 วัน (4 สัปดาห์) โดยบันทึกน้ำหนักตัวเริ่มต้น และน้ำหนักสุดท้ายของลูกสุกรในแต่ละสัปดาห์ของการทดลองและบันทึกปริมาณอาหารที่สุกรได้รับในแต่ละวันตลอดระยะเวลาทำการทดลอง

อาหารที่ใช้ในการทดลองมีทั้งหมด 5 สูตรอาหาร เป็นอาหารที่มีระดับโปรตีน ร้อยละ 20 มีการเสริมกรดอินทรีย์ดังนี้คือ อาหารสูตรที่ 1 เป็นอาหารสูตรควบคุม อาหารสูตรที่ 2 เป็นอาหารเสริมกรดอินทรีย์ ชนิด A อาหารสูตรที่ 3 เป็นอาหารเสริมกรดอินทรีย์ชนิด B อาหารสูตรที่ 4 เป็นอาหารเสริมกรดอินทรีย์ชนิด C อาหารสูตรที่ 5 เป็นอาหารเสริมกรดอินทรีย์ชนิด D อาหารที่ใช้ในการทดลองในแต่ละสูตรอาหารมีโภชนะครบถ้วนตาม

คำแนะนำของ NRC (1998) ดังแสดงใน Table 1 ลูกสุกรทุกตัวจะได้รับอาหารในแต่ละวันปริมาณเท่ากัน (ประมาณร้อยละ 3 ของน้ำหนักตัว) ให้อาหารลูกสุกรวันละ 2 ครั้ง ในเวลา 06.00 และ 17.00 นาฬิกา ให้ลูกสุกรได้รับน้ำดื่มอย่างเต็มที่ตามความต้องการ

ผลการทดลอง

ผลการศึกษาสมรรถนะการเจริญเติบโตของลูกสุกรที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมกรดอินทรีย์ที่แตกต่างกันพบว่า สุกรที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ชนิด A, B, D และ C ในสูตรอาหาร มีน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นสูงกว่าอาหารสูตรควบคุม

อัตราการเจริญเติบโต (Average Daily Gain, ADG) พบว่าลูกสุกรที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ชนิด A, ชนิด B, ชนิด D และชนิด C ในสูตรอาหารมีอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่าอาหารสูตรควบคุม แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยมีค่าเป็น 311, 300, 296, 282 และ 282 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ ดังแสดงใน Table 2

น้ำหนักตัวที่เพิ่มต่อปริมาณอาหารที่กิน (Gain Per Feed, G/F) พบว่าลูกสุกรที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ชนิด A, ชนิด B, ชนิด D และชนิด C ในสูตรอาหาร มีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นต่อปริมาณอาหารที่กินสูงกว่าอาหารสูตรควบคุม แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยมีค่าเป็น 690, 658,

Table 1 Compositions of experimental diets

	Diet (%)				
	control	A	B	C	D
Full-fat soybean	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
Soybean meal	19.10	19.10	19.10	19.10	19.10
Corn	48.90	48.90	48.90	48.90	48.90
Broken rice	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Soybean oil	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Dicalcium phosphate	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Calcium carbonate	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
Salt	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
DL-methionine	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
L-lysine	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Premix	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Organic acid	0.00	0.50	0.50	0.50	0.50
Total	100.00	100.50	100.50	100.50	100.50

Table 2 Growth performance of weanling pigs

	Diets					F-test	CV (%)
	control	A	B	C	D		
Initial body weight (kg)	11.00	7.80	6.40	7.20	8.00	-	-
Final body weight (kg)	18.90	16.50	14.80	15.10	16.30	-	-
Average daily gain (g/h/d)	282	311	300	282	296	ns	44.98
Average daily feed intake (g/h/d)	450	450	450	450	450	-	-
Average daily protein intake (g/h/d)	90	90	90	90	90	-	-
Gain per feed (g/kg)	610	690	658	603	652	ns	15.32

ns : non significan

652, 603 และ 610 กรัมต่อกิโลกรัมตามลำดับ ดังแสดงใน Table 2 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการตอบสนองต่อกรดซิตริกจะเกิดขึ้นมากที่สุดช่วงแรกหลังหย่านม แต่ในระยะเวลา 4 สัปดาห์หลังหย่านม ลูกสุกรจะมีระดับเอนไซม์ที่สมบูรณ์ ส่งผลให้การใช้ประโยชน์ของกรดที่ผลิตขึ้นเองในร่างกายมากขึ้น ทำให้การตอบสนองต่อการเสริมกรดลดลง (Cranwell, 1985 ; Lindermann และคณะ, 1986) รวมทั้งชนิดของวัตถุดิบอาหาร โดยเฉพาะบัฟเฟอร์ (buffer) ของอาหารที่เกิดจากการแตกตัวของไอออน จะเป็นปัจจัยสำคัญของ pH ในกระเพาะอาหารลูกสุกร (Bolduan และคณะ, 1988) ซึ่งจากผลการทดลองนี้ได้สอดคล้องกับการรายงานของ Risley และคณะ (1991) พบว่าการเสริมกรดซิตริกระดับ 1.5 % ในอาหารลูกสุกรอายุเริ่มแรก 35 วัน ที่มีข้าวโพด กากถั่วเหลือง ข้าวสาลี และปลาป่น ทำให้อัตราการเพิ่มน้ำหนักตัวไม่แตกต่างทางสถิติ (P > 0.05) จากไม่เสริมกรดซิตริก รายงานของ Edmonds และคณะ (1988) พบว่าการเสริมกรดซิตริกระดับ 1.5 % ในอาหารลูกสุกรอายุเริ่มทดลอง 30 วัน ที่มีข้าวโพด กากถั่วเหลือง ข้าวสาลี และปลาป่น มีอัตราการเพิ่มน้ำหนักตัวไม่แตกต่างทางสถิติ (P > 0.05) จากไม่เสริมกรดซิตริก

ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน (Protein Efficiency Ratio, PER) พบว่าลูกสุกรที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ชนิด A, ชนิด B, ชนิด D และชนิด C ในสูตรอาหาร มีประสิทธิภาพการใช้โปรตีนสูงกว่าอาหารสูตรควบคุม แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (P > 0.05) โดยมีค่าเป็น 3.46, 3.33, 3.29, 3.13 และ 3.13 ตามลำดับ ดังแสดงใน Fig. 1 สอดคล้องกับรายงานของ Johnson (1992) อ้างถึงใน Ravindran และ Kornegay (1993) พบว่า การเสริมกรดซิตริกระดับ 3.0 % ในอาหารลูกสุกรอายุเริ่มการทดลอง 21 วัน ที่มีข้าวสาลี กากถั่วเหลือง ปลาป่น และเนื้อป่น เป็นหลัก ไม่ทำให้อัตราการเพิ่มน้ำหนักต่ออาหารที่กินได้เปลี่ยนแปลง เมื่อเปรียบเทียบกับไม่เสริมกรดซิตริก นอกจากนั้นรายงานของ Kornegay และคณะ (1976) ; Sciopioni และคณะ (1978) ; Clark และ Batterham (1989) ที่เสริมกรดซิตริกระดับ 1.0 % พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (P > 0.05) จากที่ไม่เสริมกรดซิตริก แต่การเสริมกรดซิตริกที่ระดับ 1.0 % จากรายงานของ

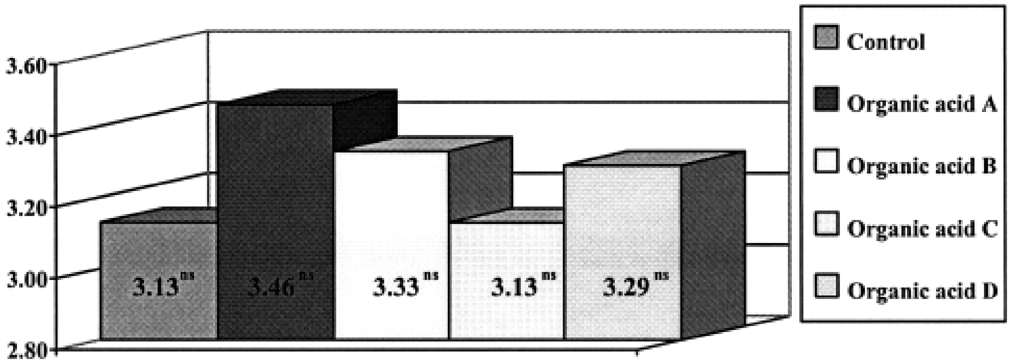

Fig. 1 Protein efficiency ratio (PER)

Falkowski และ Aherne (1984) พบว่า อัตราการเพิ่มน้ำหนักตัวต่ออาหารที่กินเพิ่มมากขึ้น 6.5 % เมื่อเปรียบเทียบกับลูกสุกรที่ไม่เสริม กรดซิตริก การเสริมกรดซิตริกที่ระดับ 1.5 % จากรายงานของ Edmonds และคณะ (1985) ; Risley และคณะ (1991) พบว่าลูกสุกรอายุเริ่มการทดลอง 25 วัน และ 30 วัน มีอัตราการเพิ่มน้ำหนักตัวต่ออาหารที่กินเพิ่มมากขึ้น 6.2 % และ 4.8 % เมื่อเปรียบเทียบกับไม่เสริมกรดซิตริก ตามลำดับ และการเสริมกรดซิตริกที่ระดับ 2.0 % ในสูตรอาหาร จากรายงานของ Giesting และ Easter (1985) ; Falkowski และ Aherne (1984) พบว่า อัตราการเพิ่มน้ำหนักตัวต่ออาหารที่กินของลูกสุกรเพิ่มขึ้น 11.1 % และ 7.8 % เมื่อเปรียบเทียบกับไม่เสริมกรดซิตริก

สรุป

การศึกษาผลของการเสริมกรดอินทรีย์ในอาหารต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตของลูกสุกรหย่านม ซึ่งจากการศึกษาพบว่าลูกสุกรที่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ทางการค้าแต่ละชนิดในอาหารมีอัตราการเจริญเติบโต น้ำหนักตัวที่เพิ่มต่อปริมาณอาหารที่กิน และประสิทธิภาพการใช้โปรตีน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับลูกสุกรที่ไม่ได้รับการเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร ชี้ให้เห็นว่าในการทดลองครั้งนี้การเสริมกรดอินทรีย์ในอาหารไม่มีผลในการส่งเสริมสมรรถนะการเจริญเติบโตของลูกสุกรหลังหย่านม แต่จากผลการทดลองนี้ การเสริมกรดอินทรีย์มีแนวโน้มที่จะทำให้สุกรมีสมรรถนะการเจริญเติบโตดีขึ้น อาจเป็นผลเนื่องจากการเสริมกรดอินทรีย์ในอาหาร ทำให้สภาวะความเป็นกรด - ด่างในทางเดินอาหารของสุกรดีขึ้น ส่งผลให้การย่อยอาหารของสุกรดีขึ้น

เอกสารอ้างอิง

ARC. 1981. The Nutrition Reqiurement of Pigs. Page Bros (Norwich) Ltd., London.

Bolduan, G., H. Jung, E. Schnabel, and R. Schneider. 1988. Recent advances in the nutrition of weaner pigs. Pig News Inf. 9 : 383-385.

Clark, W.A., and E.S. Butterham. 1987. Citric acid supplementation of creep-weaner diets. In Barnett, S.L. and L. Hennessy (Eds.) Manipulating Pig Production 2. (Abs.). Australasian Pig Science Association, Australia. 137 p.

Corring, T., A. Aumaitre, and G. Durand. 1978. Devel-opment of digestive enzyme in the piglet form

birth to 8 weeks. I. Pancreas and pancreatic enzyme. Nutrition and Metabolism. 22:231- 243.

Cranwell, P. D. 1985. The development of acid and pepsin (EC 3.4.23.1) secretory capacity in the pig : The effect of age and weaning 1. Study in anaesthetized pigs. Br. J. Nutr. 54 : 305-320.

Edmonds, M.S., O.A. Izquierdo, and D.H. Baker. 1985. Feed additive studies wish newly weaned pigs : Efficiency of supplemental copper, antibiotics and organic acids. J. Anim. Sci. 60 : 462-469.

Falkowski, J.F., and F.X. Aherne. 1984. Fumaric and citric acid as feed additives in starter pig nutrition. J. Anim. Sci. 58(4) : 935-938.

Giesting, D.W., and R.A. Easter. 1985. Response of starter pigs to supplementation of corn-soybean meal diets with organic acid. J. Anim. Sci. 60(5) : 1288-1294.

Harker, A. 1991. The young pig and Feed enzyme. Feeds and Feding. January/February.

Kidder, D. E. and M. J. Manners. 1978. Digestion in the pig. Kingston Press, Briston. 201 p.

Kirchgessner, M. 1984. Tieremahrung (6th Ed.). DLG Veriag, Frankfurt.

Kornegay, E.T., S.N. Haye , and J.D. Blaha. 1976. Comparison of one two and three pigs per age and dietary citric acid for seven days old weaned pigs. J. Anim. Sci. 43 : 254-255. (Abs.).

Lindermann, M. D., S. G. Cornelius, S. M. E Kandelgy, R. L. Moser, and J. E. Pettigrew. 1986. Effect of age, weaning and diet on digestive enzyme levels in the piglet. J. Anim. Sci. 62: 1298-1307.

Manners, M. J. and J. A. Stevens. 1972. Changes from birth to maturity in the pattern of distribution of lactase and sucrase activity in the mucosa of the small intestine of pigs. Br. J. Nutr. 28 : 113-127.

NRC. 1998. Nutrition Requirementes of Swine (9th Ed.). National Academy Press, Washington D.C.

Owesley, W. F., D. E. Orr, and L. R. Tribble. 1986. Effect of age and diet on the development of the pancreas and the synthesis and secretion of pancreatic enzymes in the young pig. J. Anim. Sci. 63 : 497-504.

Ravindran, V. and E. T. Kornegay. 1993. Acidification of weaner pig diets : A Review. J. Sci. Food Agric. 62 : 313-322.

Risley, C.R., E.T. Kornegay, M.D. Lindermann, and S.M. Weakland. 1991. Effect of organic acids wish and without a microbial culture on perfor-mance and gastrointestinal tract measure-ment of weanling of pigs. Anim. Feed Sci. Technol. 35 : 259-270.

Sciopioni, R., G. Zaghini and B. Biavati. 1978. Researches on the use of acidified diets for early weaning of piglets. Zootechnol Nutr. Anim. 4 : 201-215.

Steel, R. G. D. and J. H. Torrie. 1980, Principles and Procedures of Statistics : A Biometrical Approach (2nd Ed.). McGraw - Hill, New York.

Swenson, M.J. 1970. Dukes' Physiology of Domestic Animals (8th Ed.). Ithaca, New York.