บทที่ 2
การตรวจเอกสาร

2.1 สถานการณ์การเลี้ยงโคนมในประเทศไทย

การเลี้ยงโคนมนับว่าเป็นอาชีพที่มีความสำคัญอีกอาชีพหนึ่งคนไทย ทั้งนี้เพราะว่าการเลี้ยงโคนมสามารถสร้างรายได้ให้แก่เกษตรกรผู้เลี้ยงได้เป็นอย่างดี แต่การที่จะประสบผลสำเร็จในการเลี้ยงโคนมจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมี ความขยัน ความอดทน การเปิดใจรับสิ่งใหม่ๆ เพื่อพัฒนาการเลี้ยงโคนมให้ดียิ่งขึ้น เพราะว่าอาชีพการเลี้ยงโคนมจำเป็นที่เกษตรกรจะต้องเอาใจใส่ดูแลโคนมอย่างใกล้ชิดและต้องหมั่นสังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับโคอยู่ตลอดเวลา เพื่อที่จะทำให้การเลี้ยงโคนมประสบความสำเร็จ

จากปี พ.ศ. 2540 ถึงปี พ.ศ. 2550 จำนวนโคนมได้เพิ่มจาก 302,872 ตัว เป็น 495,236 ตัว และมีปริมาณน้ำนมที่ผลิตได้ในปี พ.ศ. 2540 จำนวน 410,433 ตัน และเพิ่มขึ้นเป็น 822,211 ตันในปี พ.ศ. 2550 (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2550) จะเห็นได้ว่าจำนวนโคที่เพิ่มขึ้นสอดคล้องกับปริมาณผลผลิตน้ำนมที่เพิ่มขึ้น การเพิ่มขึ้นของจำนวนโคนม ย่อมส่งผลต่อจำนวนประชากรของลูกโคนมที่เกิดใหม่เพิ่มขึ้นตามด้วย ซึ่งการจัดการเลี้ยงดูลูกโคนม มีความสำคัญเป็นอย่างมาก ทั้งนี้เพราะว่าการเลี้ยงลูกโคที่ประสบความสำเร็จย่อมส่งผลต่อการคงอยู่ของฝูงโคนม แต่อย่างไรก็ตาม การเลี้ยงลูกโคนมได้รับความสนใจที่ค่อนข้างน้อย ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเกษตรกรคิดว่าการเลี้ยงลูกโคนมไม่ใช่เรื่องยาก แต่ถึงกระนั้นก็ตาม จากรายงานในประเทศสหรัฐอเมริกาพบว่าอัตราการตายของลูกโคนมค่อนข้างสูง คิดเป็น 10 เปอร์เซ็นต์ของลูกโคแรกเกิดทั้งหมด (Davis and Drackley, 1998) จากรายงานดังกล่าว แสดงให้เห็นว่าการเลี้ยงลูกโคนม ยังไดรับการเอาใจใส่ดูแลน้อยเกินไป ทำให้มีการสูญเสียลูกโคค่อนข้างสูง ดังนั้นการเลี้ยงลูกโคนมให้มีอัตราการสูญเสียลดลง ย่อมเป็นอีกแนวทางหนึ่งในช่วยเพิ่มรายได้และลดต้นทุนให้แก่เกษตรกรได้

2.2 การเลี้ยงลูกโคนม

การเลี้ยงลูกโคนม นับว่าเป็นอีกหนึ่งศาสตร์ของการเลี้ยงโคนม ที่นับว่ามีความสำคัญเป็นอย่างมากต่อการคงอยู่ของฟาร์มโคนม ทั้งนี้เนื่องจากความสำเร็จของการเลี้ยงลูกโคนมเป็นการแสดงถึงความสามารถในการเป็นโคทดแทนในอนาคตของฟาร์ม ดังนั้นการเลี้ยงลูกโคตั้งแต่แรกคลอดจนถึงหย่านม หย่านมจนอายุหนึ่งปี และจากอายุหนึ่งปีถึงโคสาวที่ผสมติด นับว่ามีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งที่นักโภชนศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้อง จำเป็นที่ต้องให้ความสนใจในการศึกษาวิจัยเพื่อให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

2.3 การเจริญและพัฒนาการของกระเพาะสัตว์เคี้ยวเอื้อง

สัตว์เคี้ยวเอื้องมีการพัฒนาการอย่างต่อเนื่องตั้งแต่เกิด (Birth) จนกระทั่งโตเต็มวัย (Mature) ซึ่งการพัฒนาของระบบทางเดินอาหาร โดยเฉพาะในส่วนของกระเพาะอาหารนั้นมีความสำคัญสอดคล้องกับชนิดของอาหารที่สัตว์ได้รับ ตารางที่ 1 แสดงการเปรียบเทียบขนาดของกระเพาะอาหารโคเมื่ออายุต่างกัน

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบขนาดของกระเพาะอาหารโคเมื่ออายุต่างกัน

	อายุหลังคลอด (สัปดาห์)						
	0	4	8	12	16	20-26	34-48
reticulo-rumen	38	52	60	64	67	64	64
Omasum	13	12	13	14	18	22	25
abomasum	49	36	27	22	15	14	11

ที่มา: ฉลอง (2541)

ลูกโคเกิดใหม่ในส่วนของ reticulum, rumen และ omasum ยังไม่มีการพัฒนา การทำงาน และยังมีขนาดเล็กอยู่ เมื่อเทียบกับ abomasums (Tamate et al., 1962) rumen จะมีการพัฒนาอย่างรวดเร็วเมื่อมีอาหารตกลงสู่กระเพาะรูเมนและมีการเปลี่ยนรูปแบบอาหารที่ให้ (Brownlee, 1956) นอกจากนั้น อาหารยังมีอิทธิพลต่อการพัฒนาของกระเพาะรูเมนที่หลากหลาย และยังเกี่ยวเนื่องถึงการพัฒนาของชั้น epithelium และ muscular ของกระเพาะรูเมน อีกทั้งขนาดของกระเพาะรูเมนยังมีการขยายขนาดด้วยตัวของมันเองอีกด้วย (Flatt et al., 1958) สิ่งที่เกิดขึ้นแสดงให้เห็นว่าอาหารมีอิทธิพลต่อการเจริญของ papillae และการพัฒนานี้อาจจะไม่มีผลกระทบต่อ muscular หรือขนาดของกระเพารูเมน

การเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็วและการเจริญของชั้น squamous epithelium เป็นสาเหตุให้ papillae มีความยาว ความกว้าง และความหนาเพิ่มขึ้น (Church, 1988) การเปลี่ยนแปลงจาก prior-ruminant ไปเป็น ruminant นั้น การเจริญและการพัฒนาของพื้นที่ผิวในการดูดซึมของกระเพาะรูเมน (papillae) จำเป็นเพื่อที่จะให้สามารถที่จะดูดซึมและย่อยผลผลิตที่ได้จากกระบวนการย่อยของ จุลินทรีย์ โดยเฉพาะกรดไขมันที่ระเหยได้ (volatile fatty acids, VFAs) (Church, 1988) การมีและการดูดซึมกรดไขมันระเหยได้เป็นตัวชี้ให้เห็นถึงการกระตุ้นกระบวนการเมตาโบลิซึมของ rumen epithelium และอาจเป็นกุญแจในการพัฒนา rumen epithelium เริ่มต้น (Baldwin and McLeod, 2000) มีงานทดลองมากมายที่แสดงให้เห็นถึงการย่อยได้ของอาหารแห้ง

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

และผลผลิตของจุลนทรีย์นั้นเพียงพอต่อการกระตุ้นให้มีการพัฒนาของ rumen epithelium (Nocek et al., 1984) การพัฒนาตัวของกระเพาะรูเมนจะขึ้นอยู่กับอาหารเยื่อใยและจุลินทรีย์ที่เข้าไปอยู่ในกระเพาะรูเมน โดยเฉพาะการพัฒนาของผนังและ pappilae จะถูกกระตุ้นจากกรดไขมันระเหยได้ (volatile fatty acids, VFA) ซึ่งเป็นผลผลิตจากการหมักอาหารคาร์โบไฮเดรตของแบคทีเรีย โดยกรดไขมันที่ระเหยได้ที่กระตุ้นให้มีการพัฒนาและสร้าง papillae สูงสุด คือ butyric acid ตามด้วย propionic acid และ acetic acid ในการทำงานของเอนไซม์ acetyl-CoA synthetase ที่ต่ำ จะทำจำกัดกระบวนการเมตาโบลิซึมของ acetate ที่ epithelium ด้วยเหตุนี้จึงเป็นข้อจำกัดความสามารถในการกระตุ้นการพัฒนาของ epithelium ของ acetate (Harmon et al., 1991) ที่ขณะเดียวกัน Baldwin and McLeod (2000) ได้แสดงให้การเปรียบเทียบกระบวนการเมตาโบลิซึมของ butyrate กับ acetate ในแกะ พบว่า ระดับพลังงานที่มีอยู่ในตัวสัตว์อาจจะมีอิทธิพลที่จำเพาะของอัตราการเมตาโบลิซึมของกรดไขมันระเหยง่ายตัวนั้นๆ อย่างไรก็ตาม ในการศึกษานี้ปริมาณของ acetate นั้นสูงกว่าปริมาณของ butyrate ซึ่งแสดงว่าอาจเป็นไปได้ว่าภายใต้สภาวะเช่นนี้ butyrate จะถูกทำให้มีการใช้ประโยชน์ได้ลดลง นอกจากนั้น เมื่อค่า pH ภายในกระเพาะรูเมนลดลงทำให้กระบนการเมตาโบลิซึมที่ epithelium และปริมาณของ butyrate ในกระเพาะรูเมนเพิ่มขึ้น (Baldwin and McLeod, 2000) ต่อจากนั้นกรดไขมันระเหยได้จะทำให้ rumen papillae มีการเจริญเติบโต มีขนาดใหญ่ขึ้น และมีการทำงานได้ (Warner et al., 1956) นอกจากนี้ ก็เหมือนว่าองค์ประกอบของอาหาร เช่น น้ำนม อาหารข้น หรืออาหารหยาบ มีผลต่ออัตราและการเปลี่ยนแปลงของการเจริญเติบโตของ epithelium ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Harrison et al. (1960)

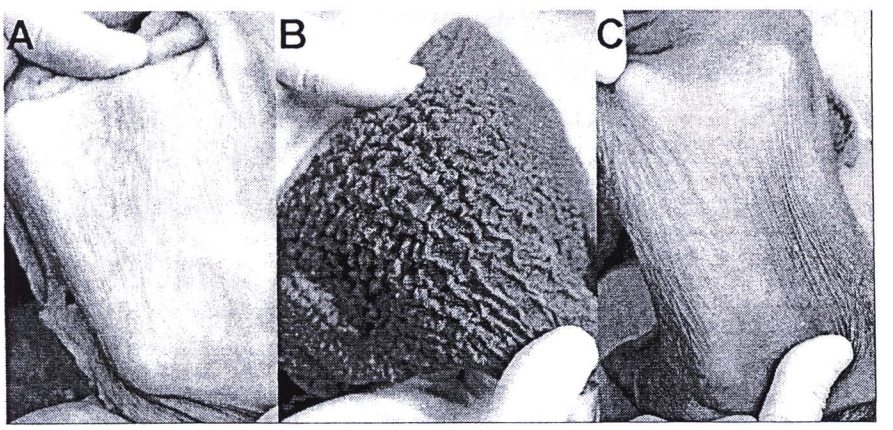
ตารางที่ 2.2 สัดส่วนเปรียบเทียบการพัฒนาของกระเพาะส่วนต่างๆ ของโคและแกะ

ชนิดสัตว์	อายุ	Reticulum	Rumen	Omasum	Abomasum
โค	แรกเกิด		38	13	49
	3 เดือน		64	14	22
	โตเต็มที่		85	12	4
แกะ	แรกเกิด	8	24	8	60
	2 เดือน	11	61	6	22
	โตเต็มที่	11	62	5	22

ที่มา: เมธา (2533); ฉลอง (2541)

ลูกโคที่ได้รับนมหรือนมทดแทน

การพัฒนาของกระเพาะรูเมน มีการพัฒนาน้อยมากหรือแทบจะไม่มีการพัฒนาเลย เนื่องจากน้ำนมที่ลงไปในกระเพาะรูเมนจะเกิดการหมักทำให้เกิดกรดแลกติก (lactic acid) มากกว่ากรดไขมันที่ระเหยได้ โดยปกติการกินน้ำนมหรือนมทดแทนของลูกโค น้ำนมหรือนมทดแทนจะไม่ผ่านกระเพาะรูเมน แต่จะไหลผ่านบริเวณหลอดอาหารที่ห่อตัวไปยังกระเพาะอโบมาซัม โดยผ่านทางท่อที่เรียกว่า esophageal groove แต่เมื่อโตเต็มที่แล้วลักษณะนี้จะหายไป แต่อย่างไรก็ตาม Orskov (1972) กล่าวว่าลักษณะการเกิดดังกล่าวยังสามารถคงอยู่ถ้าหากมีการให้น้ำนมแก่ลูกโคตลอดเวลาตั้งแต่เล็กจนโต หากพิจารณาถึงขนาดของกระเพาะรูเมนของโคที่ได้รับน้ำนมหรืออาหารเหลวโดยที่ไม่คำนึงถึงการพัฒนาของกระเพาะรูเมนแสดงให้เห็นว่า กระเพาะรูเมนมีขนาดใหญ่ขึ้นตามขนาดของร่างกาย (Tamate et al., 1962; Vazquez-Anon et al., 1993) ด้วยเหตุนี้ ในขณะที่ยังมีการให้อาหารที่เป็นน้ำนมหรือของเหลวสามารถที่จะทำให้มีการเจริญเติบโตได้เร็วและมีประสิทธิภาพ แต่อย่างไรก็ตามพบว่าการพัฒนาของกระเพาะรูเมนจะพัฒนาน้อยเมื่อลูกโคได้รับน้ำนมหรือนมผงทดแทนเพียงอย่างเดียว เมื่อเปรียบเทียบกับการให้ได้รับเมล็ดธัญพืชหรืออาหารหยาบคุณภาพดีร่วมด้วย



A. น้ำนมอย่างเดียว
B. น้ำนมร่วมกับเมล็ดธัญพืช
C. น้ำนมร่วมกับหญ้าแห้ง

รูปที่ 2.1 การพัฒนาของกระเพาะรูเมน

ลูกโคที่ได้รับอาหารแข็ง

ลูกโคที่ได้รับอาหารแข็ง ซึ่งมีลักษณะทางกายภาพที่ไม่เหมือนกับการให้น้ำนมหรืออาหารเหลว อาหารแข็งจะถูกย่อยบริเวณ reticulo-rumen (Church, 1988; Van Soest, 1994) การกินอาหารชนิดแข็งจะกระตุ้นให้มีจำนวนของจุนทรีย์ในกระเพาะรูเมนเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว อีกทั้งมีผลผลิตที่ได้จากจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นตามไปด้วย กรดไขมันที่ระเหยได้เป็นตัวที่ทำให้เริ่มมีการพัฒนาของ rumen epithelium อย่างไรก็ตาม อาหารแข็งต่างชนิดกันก็มีประสิทธิภาพในการกระตุ้นการพัฒนาของกระเพาะรูเมนที่ต่างกันเช่นกัน องค์ประกอบทางเคมีของอาหารและผลิตภัณฑ์ที่ได้มาจากจุลินทรีย์นั้นมีผลต่อการพัฒนาของกระเพาะรูเมน (Pounden and Hibbs, 1948; Harrison et al., 1960; Warner et al., 1956) ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ที่ต่ำในกระเพาะรูเมนมีผลต่อการดูดซึมกรดไขมันระเหยได้ ซึ่งอาจจะเป็นตัวเร่งให้เกิดการพัฒนาการเจริญเติบโตของกระเพาะรูเมนก็ได้ อย่างไรก็ตาม ชนิดของอาหารก็มีผลต่อประชากรจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน และผลผลิตกรดไขมันระเหยได้ด้วย (Hibbs et al., 1956) การเพิ่มการดูดซึมและการใช้ประโยชน์ของ butyrate และ propionate ให้สูงกว่า acetate นั้นจะทำให้มีการพัฒนาของกระเพาะรูเมนได้ดีตามไปด้วย (Baldwin and McLeod, 2000) แม้ว่าจะมีการกระตุ้นหรือไม่มีการกระตุ้นให้มีการพัฒนาขดงกระเพาะรูเมนก็ตามการผลิต butyrate และ propionate ก็ยังคงเพิ่มขึ้น (Tamate et al., 1962) การลดลงของค่า pH ในกระเพาะรูเมนเกิดขึ้นพร้อมกับการผลิตกรดที่แรงขึ้น หรือเกิดร่วมกัน ปริมาณการพัฒนาของ rumen epithelium จะมีการพัฒนาที่ดีกว่าสัตว์ที่ไดรับพืชอาหารสัตว์ (Warner et al., 1956; Zitnan et al., 1998)

จากการศึกษาในการนำใช้อาหารทางเลือก (dietary alternative) หรือสารเสริม ว่ามีผลต่อการพัฒนาของ rumen epithelium และจะมีผลต่อผลผลิตของจุลินทรีย์อย่างไร พบว่า ความยาวของ papillae และความหนาของผนังรูเมนหนาขึ้นในลูกโคที่มีอายุ 4 สัปดาห์ เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ได้รับ steam-flaked corn, dry-rolled and whole corn เมื่อมีการเสริมข้าวโพดสูงกว่า 33% ในสูตรอาหาร starter (Lesmeister and Heinrichs, 2004) จากการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่า ชนิดของเมล็ดธัญพืชมีอิทธิพลต่อการพัฒนาของกระเพาะรูเมนของลูกโค

ลักษณะทางกายภาพของอาหารก็มีอิทธิพลต่อการพัฒนาตัวของ rumen muscular และขนาดของกระเพาะรูเมนอย่างมากเช่นกัน การกระตุ้นการเคลื่อนตัวของกระเพาะรูเมนนั้นควบคุมหลายปัจจัย เช่น ขนาดของชินอาหาน และความเป็นเยื่อใยที่มีประสิทธิภาพ (effective fiber) ในลูกโคที่เกิดใหม่ก็เกิดเช่นเดียวกันกับในโคที่โตเต็มวัย (Van Soest, 1994) ในทางตรงกันข้ามแต่จะมีความได้เปรียบในการพัฒนากระเพาะรูเมน (Nocek et al., 1984, Warner et al., 1956) อาหารหยาบจะเป็นสิ่งแรกที่จะกระตุ้นการพัฒนาของ rumen muscular และเพิ่มขนาดของกระเพาะรูเมน (Zitnan et al., 1998) อาหารที่มีขนาดใหญ่ มีความเป็น effective fiber สูง เพิ่ม

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

ปริมาณของอาหารหยาบ หรือเป็นแหล่งเยื่อใยทางกายภาพ จะเพิ่มการกระตุ้นผนังของกระเพาะรูเมน และยังเพิ่มการเคลื่อนไหว การเพิ่มการแบ่งเซลล์ และขนาดของกระเพาะรูเมนได้ตามลำดับ (Vazquez-Anon et al., 1993) การเพิ่มขึ้นของขนาดและปริมาณของ rumen muscular นั้นจะขึ้นอยู่กับการพัฒนาของกระเพาะรูเมน

2.4 อาหารสำหรับลูกโคนม

การให้อาหารลูกโคจากระยะแรกเกิดถึงหย่านม

ลูกโคที่เกิดใหม่จะไม่สามารถกินอาหารแข็งได้นอกจากอาหารเหลว คือ น้ำนมเท่านั้น จนกว่ากระเพาะจะมีการพัฒนาให้สามารถย่อยอาหารแข็งได้ วิธีการให้อาหารลูกโคแบ่งออกเป็น 4 ระยะ ตามอายุ คือ

แรกเกิดถึง 2 วัน

หลังจากคลอดแล้ว 2 – 3 ชม. ให้ลูกโคดูดนมจากแม่โคนมจากแม่โค ซึ่งนมช่วงนี้จะเป็นนมน้ำเหลือง (Colostrum) เพื่อให้ลูกโคได้รับภูมิต้านทานโรค หลังจากนั้นแยกลูกโคต่างหากแล้วจูงลูกโคมาดูดนมแม่ทุก ๆ 3 – 4 ชม. และแยกลูกโคหลังจากกินนมทุกครั้ง หรือโดยการรีดนมน้ำเหลืองมาให้กิน

อายุ 3 ถึง 7 วัน

ลูกโคในระยะนี้ยังต้องอาศัยน้ำนมจากแม่ ดังนั้น ควรรีดนมจากแม่ในตอนเช้าและตอนเย็นเก็บไว้ให้ลูกโคกินในตอนเที่ยงและตอนค่ำ แต่ละครั้งไม่ควรให้เกิน 1 กก.ครึ่ง หรือคิดเป็นน้ำหนักที่ให้ประมาณ 10% ของน้ำหนักตัวต่อ กล่าวคือ ลูกโคน้ำหนัก 30 กก. ให้น้ำนมสด 3 กก.ต่อวัน โดยแบ่งให้วันละ 2 – 3 ครั้ง

อายุ 1 ถึง 3 สัปดาห์

ปริมาณน้ำนมที่นำมาเลี้ยงลูกโคอยู่ในช่วงประมาณ 10% ของน้ำหนักตัว เมื่อถึงระยะนี้กระเพาะมีการพัฒนาขึ้นมาบ้าง ลูกโคอาจจะกินอาหารเยื่อใยได้บ้าง ดังนั้น ในระยะนี้ควรมีหญ้าสดอ่อน ๆ ทิ้งไว้ในรางอาหารบ้าง บางครั้งอาจจะมีอาหารข้นเสริมให้ลูกโคบ้างแล้วแต่ความจำเป็นประมาณ 1 – 2 กำมือ (100 – 200 กรัม)

อายุ 3 ถึง 8 สัปดาห์

ลูกโคในช่วงนี้ควรมีการเจริญเติบโตประมาณ 0.4 – 0.5 กก./วัน ในช่วง 2 เดือนแรกเพื่อจะทำให้ลูกโคมีน้ำหนักถึงเวลาในการหย่านมที่ 8 ถึง 10 สัปดาห์ ตามต้องการ ดังนั้น ในช่วงนี้

ลูกโคควรได้รับน้ำนมหรือกรณีใช้นมผง (Milk replacer) เลี้ยงตามปริมาณที่แสดงตามตารางข้างล่างนี้

ตารางที่ 2.3 แสดงปริมาณน้ำนมที่ให้และนมผงที่ใช้

น้ำหนักลูกโค (กก.)	น้ำนมที่ให้ (กก.)	นมผง (กก.)
30	4.1	0.55
40	4.6	0.62
50	4.9	0.66
60	5.3	0.72

ระยะนี้ควรจะมีหญ้าแห้งคุณภาพดี หรือหญ้าสดคุณภาพดีหรือฟางข้าวอยู่ในรางอาหาร และมีการให้อาหารข้นสำหรับลูกโคเสริมประมาณ 0.5 – 1.0 กิโลกรัม เมื่อลูกโคถึงน้ำหนักที่จะหย่านม คือ ประมาณ 55 กิโลกรัม ก็ทำการหย่านมลูกโคแต่อย่างไรก็ตาม จะต้องดูว่าลูกโคกินหญ้าหรือฟางได้แล้ว และอาหารข้นสำหรับลูกโคที่ให้ควรกินได้อย่างน้อย 1.0 กิโลกรัม/ตัว/วัน

สำหรับอาหารข้นสำหรับลูกโคที่ให้เสริมในช่วงนี้ ควรเป็นอาหารที่มีความหนาแน่นและพลังงานที่สูง ส่วนมากอาหารข้นสำหรับลูกโคจะเป็นพวกเมล็ดธัญพืช เช่น เมล็ดข้าวโพด เมล็ดข้าวสาลี ประมาณ 40 – 60 ส่วนใน 100 ส่วน รวมกับพวกอาหารโปรตีน เช่น กากถั่วเหลือง ประมาณ 20 –30 ส่วนใน 100 ส่วน และอาจจะมีรำละเอียดบ้างแต่ควรจะผสมในปริมาณที่จำกัด รวมทั้งแร่ธาตุที่จำเป็น เช่น แคลเซียม ฟอสฟอรัส ซึ่งอาหารสำหรับลูกโคควรมีพลังงานประมาณ 2.75 – 2.99 Mcal ME/kgDM (76-82% TDN) และโปรตีนหยาบประมาณ 17 – 19% นอกจากนี้เพื่อเป็นการช่วยในการปรับความเป็นกรด – ด่างในรูเมนให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม และควรมีโซเดียมไบคาร์บอนเนตด้วยในปริมาณที่พอเหมาะ

การให้อาหารลูกโคหลังหย่านมจนถึงผสมติด

ระยะนี้ลูกโคสามารถกินอาหารเยื่อใยได้อย่างเต็มที่ พยายามให้ลูกโคมีเวลาในการกินอาหรเยื่อใยนานที่สุด และอาจจะมีการเสริมอาหารข้น (Creep Feeds) ให้ตัวละ 2 – 3 กก./วัน โดยแบ่งให้วันละ 2 ครั้ง เช้า – เย็น ในปริมาณที่เท่ากัน ลูกโคควรมีการเจริญเติบโตอยู่ในระดับที่เหมาะสม

โดยน้ำหนักแต่ละช่วงอายุควรจะเป็น ดังนี้

น้ำหนักต่ำสุดของลูกโคสาวสำหรับไว้ทดแทนแม่โคที่ควรจะเป็นในแต่ละช่วงอายุ

อายุ	น้ำหนัก (กก.)
เมื่อแรกเกิด	25
หย่านมที่ 8 – 10 สัปดาห์	55
6 เดือน	90
12 เดือน	170
15 เดือน	210
18 เดือน	240
24 เดือน (ก่อนคลอดลูกครั้งแรก)	320

สำหรับอาหารข้นที่ให้อาจจะใช้อาหารข้นสำหรับโครีดนม โดยมีโปรตีนไม่ต่ำกว่า 14% และพลังงานไม่ต่ำกว่า 2.35 Mcal ME/kgDM (65% TDN) โดยให้อาหารข้นเสริมประมาณ 2 – 3 กิโลกรัม/ตัว /วัน พยายามสังเกตลักษณะของโคไม่ให้อ้วนหรือผอมเกินไป พยายามให้โคมีน้ำหนักอยู่ในช่วงมาตรฐาน

การให้อาหารเสริมลูกโค (Creep feeding)

การให้อาหารเสริมลูกโคนี้ขึ้นอยู่กับสภาพอาหารโดยทั่วไป สุขภาพของแม่โคเป็นต้น ซึ่งการให้อาหารเสริมลูกโคจะมีข้อดี คือ ทำให้ลูกเมื่อหย่านมมีน้ำหนักสูง และสุขภาพแม่โคไม่ทรุดโทรม เป็นต้น ส่วนประกอบของอาหารเสริมลูกโคโดยทั่วไปจะมีเมล็ดธัญพืชประมาณ 80 – 90% อาจมีกากน้ำตาล (Molasses) 3 – 5% และมีกากเมล็ดพืชน้ำมันต่าง ๆ ประมาณ 10%

ตัวอย่างอาหารเสริมลูกโค

(สูตร 1)	ข้าวโพดบด	60%
	ข้าวโอ๊ตบด	30%
	กากเมล็ดฝ้ายหรือกากถั่วเหลือง	10%
(สูตร 2)	ข้าวโพดบด	55%
	ข้าวโอ๊ตบด	30%
	กากน้ำตาล	5%
	กากเมล็ดฝ้ายหรือกากถั่วเหลือง	10%

2.5 แร่ธาตุสำหรับลูกโคนม

แร่ธาตุที่สำคัญสำหรับลูกโค เพื่อช่วยในการดำรงชีพและการเจริญเติบ สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทคือ แร่ธาตุหลัก (macro minerals) และแร่ธาตุรอง (micro or trace minerals) ซึ่งแร่ธาตุที่เติมลงไปในอาหารหรือมีอยู่ในอาหารมีความสำคัญเป็นอย่างมากต่อตัวสัตว์

2.5.1 หน้าที่หลักที่สำคัญของแร่ธาตุ

1. เป็นส่วนประกอบโครงร่างและเนื้อเยื่อของสัตว์ และเป็นส่วนประกอบของสารประกอบพวกโปรตีนและไขมันในเนื้อเยื่อที่เป็นอวัยวะ กล้ามเนื้อและเซลล์เม็ดเลือด เป็นต้น เช่นแคลเซียม ฟอสฟอรัส และแมกนีเซียม ทำหน้าที่ในการให้ความแข็งแรงแก่โครงร่าง ส่วนฟอสฟอรัส ยังทำหน้าที่เป็นองค์ประกอบที่สำคัญในฟอสโฟลิปิด (phospholipid), นิวคลีอิก (nucleic acid) adenosine triphosphate (ATP) และกำมะถัน เป็นองค์ประกอบของโปรตีน ไลโพโปรตีน (Lipoprotein) และไกลโคโปรตีน (Glycoprotein) เป็นต้น
2. ควบคุมแรงดันออสโมซีส (osmotic pressure) ในของเหลวในร่างกายและควบคุมสมดุลย์กรด-ด่าง เช่นโซเดียม โปแตสเซียม คลอไรด์ ช่วยรักษาแรงดันออสโมซีสและสมดุลย์กรด-ด่าง
3. เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา (catatysts) ในเอนไซม์และระบบฮอร์โมน

ตารางที่ 2.4 แสดงเมตาโลเอนไซม์ (metallo-enzymes) บางตัวในสัตว์

Metal	Enzyme	Function
Fe	Ferredoxine	Photosynthesis
	Succinate dehydrogenase	Aerobic oxidation
	Cytochromes	Electron transfer
	Catalase	Protection against H_2O_2
Cu	Cytochrome oxidase	Terminal oxidase
	Lysyl oxidase	Lysine oxidation
	Ceruloplasmin	Iron utilization
	Superoxide dismutase	Elimination of free radicals
Zn	Carbonic anhydrase	CO_2 formation
	Carboxypeptidase	Protein digestion
	RNA and DNA polymerase	Formation of nucleic acids
Mn	Pyruvate carboxylase	Pyruvate metabolism
	Superoxide dismutase	Elimination of free radicals

Mo	Xanthine oxidase Sulphite oxidase	Purine metabolism Sulphite oxidation
Se	Glutathion peroxidase	Removal of H_2O_2

ที่มา: Underwood (1981)

2.5.2 แร่ธาตุหลัก (macro minerals)

แคลเซียม (Calcium, Ca)

แคลเซียมเป็นแร่ธาตุที่พบมากที่สุดและมีความสำคัญในร่างกาย เมื่อรวมแคลเซียมกับฟอสฟอรัสแล้วพบว่าคิดเป็น 70% ของปริมาณแร่ธาตุทั้งหมดในสัตว์ ประมาณ 90% ของแคลเซียมพบที่กระดูกและฟัน ซึ่งจะอยู่ในรูปของ hydroxyappatite crystals ($Ca_{10}(PO_4)_6(HO)_2$) โดยทำหน้าที่เป็นแหล่งสะสมของแคลเซียม

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

หน้าที่ของแคลเซียม

1. เป็นส่วนประกอบของกระดูกและฟัน ร่วมกับฟอสฟอรัส
2. เป็นสารสื่อประสาท การยึดและการหดตัวของกล้ามเนื้อ
3. เป็นสารที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการแข็งตัวของเลือด
4. เป็นสารกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ เช่น กระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ actomyosin-adenosine triphosphatase เป็นต้น

แหล่งของแคลเซียม

แคลเซียมจะพบได้ในเปลือกหอยป่น เนื้อป่น ปลาป่น น้ำนม ผลิตภัณฑ์จากนม กากน้ำตาล กากถั่วเหลือง ไดแคลเซียมฟอสเฟตและปูนขาว เป็นต้น

การดูดซึมแคลเซียม

การดูดซึมแคลเซียมนั้น พบว่ามีการดูดซึมในส่วนของลำไส้เล็ก ซึ่งมีหลายปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการดูดซึมของแคลเซียม เช่น อายุ ถ้าสัตว์มีอายุน้อยการดูดซึมแคลเซียมก็จะสูง หรือชนิดของแคลเซียม ถ้าแคลเซียมอยู่ในรูปของสารอนินทรีย์ (inorganic calcium) ก็จะมีการดูดซึมได้ต่ำกว่าแคลเซียมที่อยู่ในรูปของอินทรีย์ (organic calcium) และอาหารบางชนิดก็มีผลต่อการดูดซึมของแคลเซียมเช่น การเติมไขมันในอาหารก็จะลดการดูดซึมของแคลเซียม เพราะว่าจะมีการจับตัวระหว่างแคลเซียมกับไขมันเกิดเป็นสบู่ (calcium soap) ซึ่งจะลดการดูดซึมของแคลเซียมลง เป็นต้น

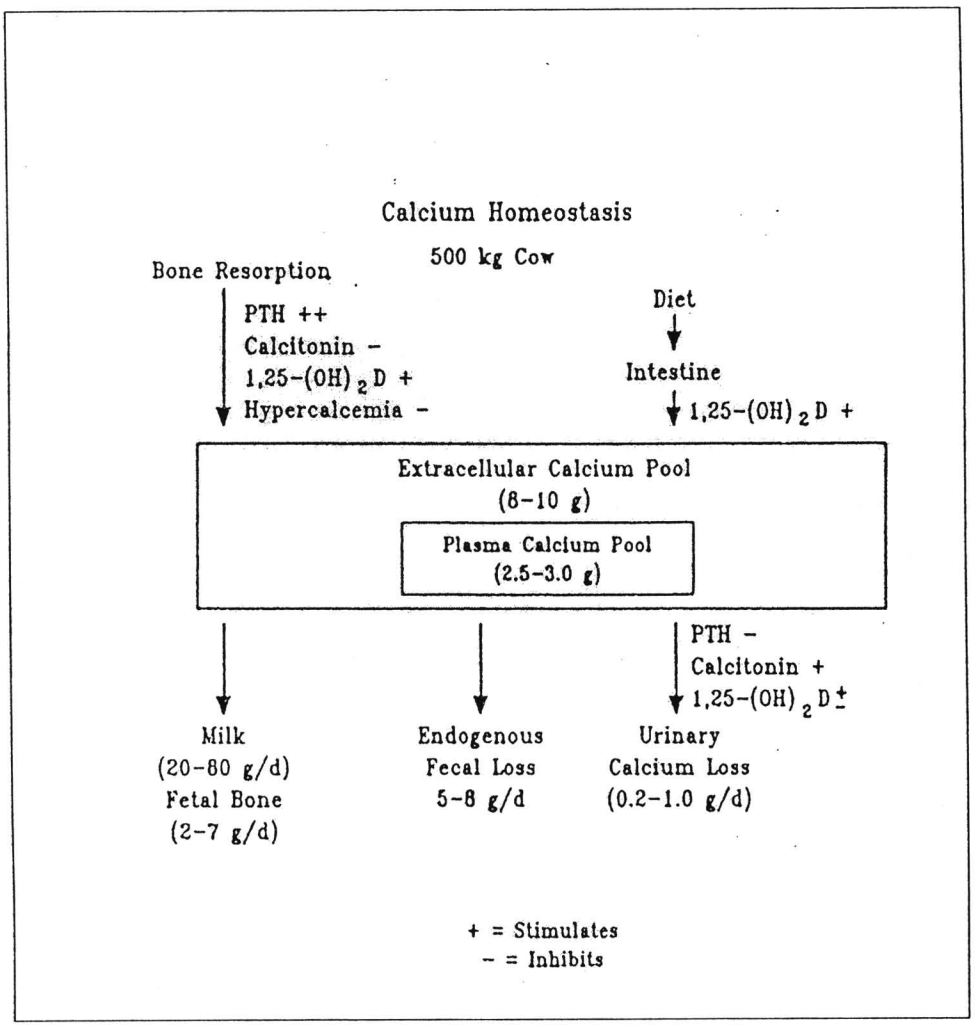
สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ห้องสมุดงานวิจัย
วันที่ 22 มี.ค. 2555
เลขทะเบียน 246166
เลขเรียกหนังสือ

การขับออกแคลเซียม

ส่วนใหญ่แคลเซียมจะถูกขับออกมากับมูล แต่ก็มีบางส่วนที่ขับออกมากับปัสสาวะ และในโคนมแคลเซียมก็จะขับออกมาในน้ำนมเช่นเดียวกัน ซึ่งถ้าโคมีการนำเอาแคลเซียมมาใช้เป็นองค์ประกอบของน้ำนมมากๆ และเกิดเสียสมดุลย์ของแคลเซียม อาจทำให้เกิดโรคไข้นม (milk fever) ได้ ซึ่งสามารถจัดการป้องกันได้โดยในช่วงโคพักรีด ให้ปรับสูตรอาหารให้มีแคลเซียมต่ำ เพื่อให้สัตว์ปรับตัวกับอาหารที่มีแคลเซียมต่ำ หลังจากนั้นก็ค่อยให้แคลเซียมเพิ่มขึ้นหลังคลอด หรือถ้าไม่มีการจัดการในช่วงดังกล่าว เมื่อเกิดโรคไข้นม ก็สามารถรักษาโดยการกรอกแคลเซียมโบโรกลูโคเนต (calcium borogluconate) ในโคที่เป็นโรคดังกล่าว

ในการควบคุมการใช้ประโยชน์ของแคลเซียมนั้น มีฮอร์โมนเข้ามาเกี่ยวข้อง นั่นคือฮอร์โมนพาราไทรอย์ (parathyroid hormone) แคลซิโตนิน (calcitonin) และ 1,25-$(OH)_2D$ ซึ่งมีกลไกการทำงานตามที่ได้แสดงไว้ในรูปที่ 2.2

สัดส่วนของแคลเซียมต่อฟอสฟอรัส จะอยู่ที่ประมาณ 1:1 ถึง 1:2 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสัดส่วนของแคลเซียมกับฟอสฟอรัสที่อยู่ในกระดูกเป็นปัจจัยที่ทำให้สัดส่วนของแคลเซียมต่อฟอสฟอรัสอยู่ในระดับดังกล่าว สัตว์เคี้ยวเอื้องในช่วงหน้าแล้งสัดส่วนของแคลเซียมต่อฟอสฟอรัสอาจจะมีค่าสูงถึง 7:1



รูปที่ 2.2 แสดงกลไกการทำงานในการควบคุมสมดุลย์แคลเซียม

ที่มา: Underwood and Suttle (1999)

ฟอสฟอรัส (Phosphorus, P)

ฟอสฟอรัสเป็นแร่ธาตุที่จะมาคู่กับแคลเซียมอยู่เสมอ ทั้งนี้เพราะว่าจะเกี่ยวข้องกับการมีอยู่ของแคลเซียมและฟอสฟอรัสในกระดูกและฟัน นอกจากนั้นแล้ว ฟอสฟอรัสจะเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในร่างกายอีกหลายอย่างเช่น เป็นองค์ประกอบของสารให้พลังงานคือ adenosine triphosphate (ATP) หรือเป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์คือฟอสฟอลิปิด (phospholipids) เป็นต้น

หน้าที่ของฟอสฟอรัส

1. เป็นส่วนประกอบของกระดูกและฟัน ร่วมกับแคลเซียม
2. เป็นองค์ประกอบที่สำคัญในผนังเซลล์

3. เป็นองค์ประกอบของโคเอนไซม์ (coenzymes) ซึ่งอยู่ในรูปของ phosphoric acid เช่น coenzyme A (acetylation cofactor) เป็นต้น

4. เป็นตัวกลางที่เกี่ยวข้องกับฮอร์โมนต่างๆ คือ cyclic adenosine monophosphate (c-AMP) ที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของ adrenocorticotropin hormone (ACTH) และ Lutinizing hormone (LH) เป็นต้น

แหล่งของฟอสฟอรัส

ฟอสฟอรัสพบมากในธัญพืช ปลาป่น รำละเอียด ไดแคลเซียมฟอสเฟต แต่อย่างไรก็ตาม ฟอสฟอรัสที่อยู่ในธัญพืชจะอยู่ในรูป inositol hexaphosphate หรือ phytate ซึ่งใช้ประโยชน์ได้ต่ำในสัตว์กระเดี่ยว แต่ในสัตว์เคี้ยวเอื้องจะมีจุลินทรีย์ที่สามารถใช้ประโยชน์ได้

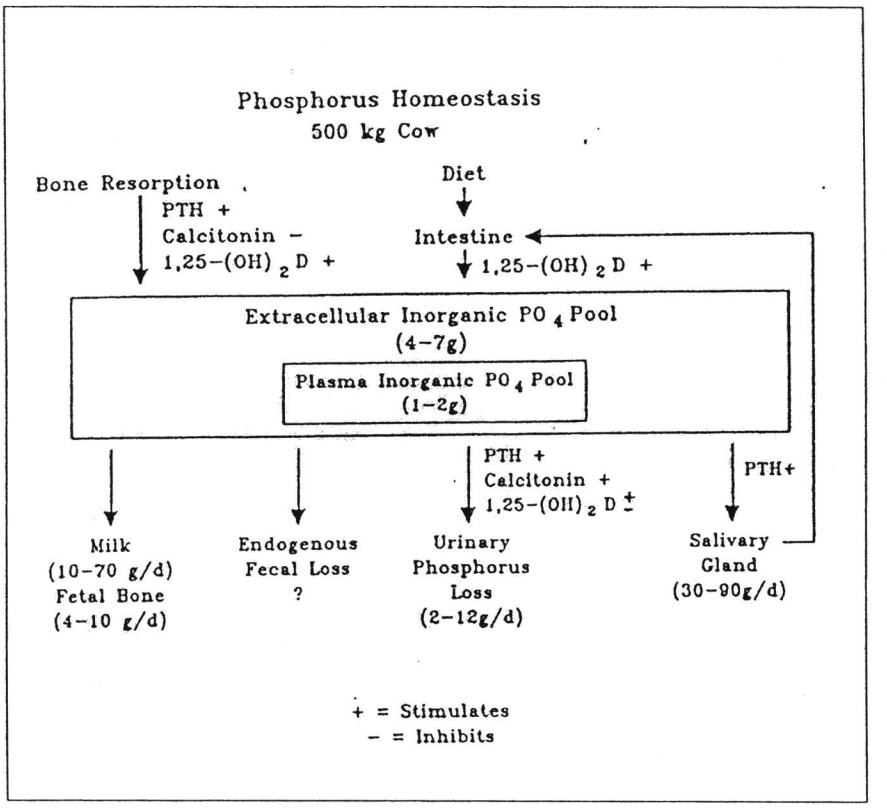
การดูดซึมฟอสฟอรัส

ฟอสฟอรัสจะมีการดูดซึมที่ส่วนของลำไส้เล็ก โดยอาศัยการทำงานของไวตามินดี ช่วยในการกระตุ้นการดูดซึมของฟอสฟอรัส ซึ่งการดูดซึมของฟอสฟอรัสจะเป็นไปพร้อมกับการดูดซึมของแคลเซียม

การขับออกฟอสฟอรัส

ฟอสฟอรัสจะถูกขับออกมากับมูล แต่ก็มีบางส่วนที่ขับออกมากับปัสสาวะแต่ก็น้อย ในกรณีที่มีการเพิ่มการไหลผ่านของโปรตีนโดยการทรีทด้วยฟอร์มัลดีไฮด์นั้น จะทำให้มีการเพิ่มการไหลผ่านของฟอสฟอรัสในรูปของไฟเตทเพิ่มขึ้น อาจทำให้มีการขับออกของฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้นด้วย

ในกรณีที่มีการขาดฟอสฟอรัส จะพบว่าสัตว์ไม่กินอาหารหรือกินลดลง แทะหรือกัดกินสิ่งของที่อยู่รอบๆ เช่นคอก ไม้กั้นคอก ซึ่งอาการแบบนี้เรียกว่าพิคา (pica) รวมทั้งจะมีอาการอย่างอื่นประกอบ เช่น น้ำหนักลด ให้ผลผลิตลดลงและอาจมีปัญหาเกี่ยวกับระบบสืบพันธุ์



รูปที่ 2.3 แสดงแบบจำลองการควบคุมสมดุลย์ของฟอสฟอรัสในโคนม

ที่มา: ฉลอง (2543)

2.6 การศึกษาผลของอาหารต่อการใช้ประโยชน์ของแคลเซียมในลูกโคนม

Fielding et al. (1985) ได้ทำการศึกษาผลของปริมาณการกินแคลเซียมและไขมันต่อเมตาโลลิซึมของแคลเซียมในลูกโคนม อายุประมาณ 8 สัปดาห์ โดยมีทรีทเมนต์งานทดลองคือ ไขมันต่ำ แคลเซียมต่ำ (low fat-low Ca), ไขมันต่ำ แคลเซียม สูง (low fat-high Ca), ไขมันสูง แคลเซียมต่ำ (high fat-low Ca) และไขมันสูง แคลเซียมสูง (high fat-high Ca) จากการศึกษาพบว่าลูกโคที่ได้รับแคลเซียมสูงมีการดูดซึมแคลเซียมลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับแคลเซียมต่ำ ความเข้มข้นของแคลเซียมในเลือดต่ำเมื่อได้รับแคลเซียมสูง นอกจากนั้นแล้ว ลูกโคจะมีการสะสมของแคลเซียมสูงตามระดับของแคลเซียมที่ได้รับ

.Bush et al. (1958) ศึกษาการเสริม chlortetracycline ในลูกโคนม พบว่าการเสริม chlortetracycline ช่วยเพิ่มการสะสมของแคลเซียมเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (44.7 และ 35.5% Ca retention)

Jenkins et al. (1985) ศึกษาอิทธิพลของชนิดของไขมันในสูตรอาหารลูกโคนมต่อการดูดซึมของแคลเซียม จากการศึกษาพบว่าการดูดซึมแคลเซียม ในอาหารที่มีไขสัตว์, free fatty acid

จากไขสัตว์, น้ำมันมะพร้าว, free fatty acid จากน้ำมันมะพร้าว, น้ำมันข้าวโพด และ free fatty acid จากน้ำมันมะพร้าว มีค่าเท่ากับ 89.4, 84.0, 94.5, 92.1, 93.9 และ 91.5 % ตามลำดับ

Jackson and Hemken (1994) ศึกษา dietary cation-anion balance (DCAB) และระดับของแคลเซียมในอาหารลูกโคนม โดยมีทรีทเมนต์คือ 0.42Ca -18DCAB, 0.52Ca -18DCAB, 0.42Ca +13DCAB และ 0.52Ca +13DCAB จากการทดลองพบว่า การขับออกของแคลเซียมในปัสสาวะเพิ่มขึ้น เมื่อ DCAB เป็นลบ ในขณะที่ระดับของแคลเซียมไม่มีผลต่อการขับออกของแคลเซียมในปัสสาวะ สอดคล้องกับรายงานของ Jackson et al. (2001) ศึกษาระดับของแคลเซียม 3 ระดับคือ 0.35, 0.50 และ 0.65% ร่วมกับ dietary cation-anion difference (DCAD) 2 ระดับคือ 0 และ 200 meq/kg จากการทดลองพบว่า ระดับของแคลเซียมและระดับของ DCAD ไม่มีผลต่อพลาสมาแคลเซียมและฟอสฟอรัส แต่พบว่าระดับของแคลเซียมมีผลต่อการขับออกของแคลเซียมในปัสสาวะ รวมถึงระดับของ DCAD ที่เพิ่มขึ้น จะลดการขับออกของแคลเซียมในปัสสาวะเมื่อเปรียบเทียบกับระดับของ DCAD ที่ต่ำกว่า

Bunting et al. (1999) ศึกษาการเสริม Cr-propionate และ Ca-propionate ในอาหารของลูกโคนม พบว่า Ca-propionate ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของลูกโคนม และการเสริม Cr ช่วยเพิ่มระดับของกลูโคสเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้เสริม Cr ซึ่ง propionate ที่เสริมเป็นแหล่งของพลังงานที่สำคัญของลูกโคนมผ่านกระบวนการ gluconeogenesis

Kegley et al. (1996) ศึกษาการเสริม Cr-nicotinic acid complex หรือ Cr-chloride ในอาหารลูกโคนม จากการศึกษาพบว่าการเสริม Cr ในรูปต่างๆ ไม่มีผลต่อความเข้มข้นของกลูโคส, ยูเรียไนโตรเจนและคลอเรสเตอรอลในเลือด

Nonnecke et al. (2009) ศึกษาเปรียบเทียบอุณหภูมิ 2 อุณหภูมิคือ อุณหภูมิต่ำ (1.7 °C; 35 °F) และอุณหภูมิสูง (15.6 °C; 60 °F) จากการทดลองพบว่าอัตราการเจริญเติบโตของลูกโคทั้งสองอุณหภูมิไม่แตกต่างกัน ความเข้มข้นของกลูโคสของลูกโคที่เลี้ยงที่อุณหภูมิสูงมีค่าเฉลี่ย 103 mg/dl สูงกว่าลูกโคที่เลี้ยงที่อุณหภูมิต่ำ ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 89 mg/dl ความเข้มข้นของกลูโคสเพิ่มขึ้นตามอายุของลูกโค ส่วนค่า non-esterified fatty acid (NEFA) มีแนวโน้มตรงกันข้ามกับความเข้มข้นของกลูโคสคือลูกโคที่เลี้ยงที่อุณหภูมิสูงมีค่า NEFA ต่ำกว่าลูกโคที่เลี้ยงที่อุณหภูมิต่ำ นอกจากนี้ยังพบว่าลูกโคที่เลี้ยงที่อุณหภูมิสูงมีค่าของ 25-hydroxyvitamin D_3 (ng/mg) มีค่าสูงกว่าลูกโคที่เลี้ยงที่อุณหภูมิต่ำ

Hayashi et al. (2006) ศึกษาอิทธิพลของช่วงอายุลูกโคต่อจลศาสตร์ของกลูโคสและยูเรีย จากการศึกษาพบว่าระดับของ NEFA และ urea-N เพิ่มขึ้นเมื่ออายุเพิ่มขึ้น ส่วนความเข้มข้นของกลูโคสเพิ่มขึ้นเมื่ออายุเพิ่มขึ้นจนถึงหย่านม แต่หลังหย่านมความเข้มข้นของกลูโคสมีค่าลดลง

Spanski et al. (1997) ศึกษาการเสริม Triglyceride (TG) หรือ free fatty acid (FFA) ในอาหารลูกโคนม โดยใช้ลูกโคที่มีอายุ 4 ถึง 10 สัปดาห์ โดยมีทรีเมนต์งานทดลองคือ ทรีทเมนต์ที่ 1 กลุ่มควบคุม ทรีทเมนต์ที่ 2 กลุ่มควบคุม + 120g/d lard TG ทรีทเมนต์ที่ 3 กลุ่มควบคุม + 90g/d lard TG + 30 g/d lard FFA ทรีทเมนต์ที่ 4 กลุ่มควบคุม + 60g/d lard TG + 60 g/d lard FFA จากการศึกษาพบว่าการย่อยได้ทั้งหมดของ C12:0, C16:0, C18:0 และ C18:1 ในกลุ่มควบคุมมีค่าต่ำกว่ากลุ่มที่ได้รับการเสริมด้วยไขมัน โดยปกติการย่อยได้ของกรดไขมันจากกรดไขมันอิสระ (free fatty acid) มีค่าสูงกว่าการย่อยได้ของกรดไขมันจากไตรกลีเซอไรด์ (Triglyceride)

Yuangklang et al. (2004) พบว่าในลูกโคนมที่ได้รับนมผงทดแทนร่วมกับแคลเซียมสูง มีอัตราการเจริญเติบโตดีกว่าลูกโคนมที่ได้รับนมผงทดแทนร่วมกับแคลเซี่ยมต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับ Xu et al. (1998) รายงานว่าการเสริมแคลเซียมสูงในนมผงทดแทนที่มีส่วนประกอบเป็นโปรตีนจากถั่วเหลือง ทำให้ลูกโคนมมีน้ำหนักตัวมากกว่าลูกโคนมที่ได้รับแคลเซียมต่ำ ทั้งนี้เพราะว่าในช่วงแรกของการเจริญเติบโต ลูกโคมีความจำเป็นต้องได้รับโภชนะทุกตัวในปริมาณสูง เพื่อใช้สำหรับการเจริญเติบโต จากงานทดลองของ เฉลิมพล และคณะ (2548) พบว่าการเสริมแคลเซียมระดับสูงในอาหารข้นสำหรับลูกโคนม พบว่าทำให้อัตราการเจริญเติบโตสูงกว่าการให้แคลเซียมระดับต่ำ รวมทั้งพบว่าการเสริมแคลเซียมในระดับสูง ทำให้จุลินทรีย์ในมูลมีค่าต่ำกว่าการเสริมแคลเซียมระดับต่ำ นอกจากนั้นแล้ว Bovee-Oudenhoven et al. (1999) พบว่าการเสริมแคลเซียมฟอสเฟตในระดับสูงช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์กลุ่ม Lactobacillus ในส่วนของระบบทางเดินอาหารส่วนท้าย ซึ่งสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของ Lactobacillus จะต้องอยู่ในสภาวะที่เป็นกรดอ่อนๆ ซึ่งทำให้จุลินทรีย์ในกลุ่ม Salmonella ลดลง ซึ่งช่วยลดความรุนแรงของการติดเชื้อจากจุลินทรีย์กลุ่ม Salmonella ทำให้อัตราการเกิดท้องเสียเนื่องจากการติดเชื้อจาก Salmonella ลดลง และจากการศึกษาของ Xu et al. (1998); Yuangklang et al. (2004) พบว่าการเสริมแคลเซียมในระดับสูง ทำให้เกิดการจับตัวของแคลเซียมและฟอสฟอรัส และอยู่ในรูปที่ไม่ละลาย (insoluble calcium phosphate) ซึ่งจะไปจับกับกรดไขมันและกรดน้ำดีในลำไส้เล็ก ซึ่งทำให้เกิดสภาพที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์กลุ่ม Lactobacillus แต่พบว่ามีผลกระทบต่อการใช้ประโยชน์ของไขมันในอาหาร ทั้งนี้เพราะว่าเมื่อ insoluble calcium phosphate จับกับกรดไขมันและกรดน้ำดี จะทำให้อยู่ในสภาพที่ไม่ย่อยสลาย และถูกขับออกทางมูล