บทที่ 5

การศึกษาผลการใช้เปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองเป็นแหล่งวัตถุดิบพลังงานทดแทนข้าวโพดในอาหารข้นต่อการเปลี่ยนแปลงของนิเวศวิทยาในกระเพาะหมัก

5.1 บทนำ

การใช้เปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองเป็นแหล่งวัตถุดิบพลังงานทดแทนข้าวโพดในอาหารข้นของโคนมอาจมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของนิเวศวิทยาในกระเพาะหมัก ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของนิเวศวิทยาในกระเพาะหมักเนื่องจากการใช้เปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองในอาหารโคนม

5.2 วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาผลการใช้เปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองเป็นแหล่งวัตถุดิบพลังงานทดแทนข้าวโพดในอาหารข้นต่อการเปลี่ยนแปลงของนิเวศวิทยาในกระเพาะหมัก

5.3 วิธีดำเนินการทดลอง

5.3.1 สัตว์ทดลอง

จัดแผนการทดลองแบบ 3x3 Latin square โดยใช้โคเจาะกระเพาะ (fistulated non-lactating dairy cows) ลูกผสมพันธุ์โฮสไตน์ฟรีเชียน จำนวน 3 ตัว เพื่อศึกษาการใช้เปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองเป็นแหล่งวัตถุดิบพลังงานทดแทนข้าวโพดบดในอาหารข้น ต่อการเปลี่ยนแปลงของนิเวศวิทยาในกระเพาะหมัก ที่ระดับทดแทน 3 ระดับ คือ 0, 10 และ 20% ในสูตรอาหาร โคจะได้รับหญ้าหมักเป็นอาหารหยาบ

5.3.2 อาหารทดลอง

อาหารทดลองที่ 1 (T1) เปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลือง 0%SH ในสูตรอาหารข้น

อาหารทดลองที่ 2 (T2) เปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลือง 10%SH ในสูตรอาหารข้น

อาหารทดลองที่ 3 (T3) เปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลือง 20%SH ในสูตรอาหารข้น

5.3.3 เก็บข้อมูล และวิเคราะห์ตัวอย่าง

โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 3 ช่วงการทดลอง ๆ ละ 14 วัน และสุ่มเก็บตัวอย่างในช่วง 2 วันสุดท้ายของแต่ละช่วงการทดลอง โดยทำการบันทึกและเก็บข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้

5.3.3.1 ความเป็นกรด - ด่าง (Rumen pH)

สุ่มเก็บตัวอย่าง Rumen fluid 50 ml บีกเกอร์ขนาด 100 ml วัดการเปลี่ยนแปลงระดับ pH ของกระเพาะหมักทันทีหลังจากเก็บตัวอย่างโดยใช้เครื่อง pH/Temperature meter

5.3.3.2 แอมโมเนีย – ไนโตรเจน (NH_3N)

สุ่มเก็บตัวอย่าง rumen fluid ปริมาตร 20 ml ใส่หลอดทดลองชนิดมีฝาจุกขนาด 25 ml บรรจุด้วย 6 N HCl ปริมาตร 5 ml จากนั้นนำหลอดตัวอย่างไปปั่นเหวี่ยง (Centrifuge) ที่ 3000 รอบ/เวลา เป็นเวลา 15 นาที เก็บเอาเฉพาะส่วนของเหลวใส (Supernatant) ลงในขวดขนาด 25 ml ปิดด้วยฝาจุกเกลียวเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ –20°C เพื่อนำไปวิเคราะห์หาแอมโมเนีย – ไนโตรเจน

5.3.3.3 กรดไขมันระเหยได้ Volatile fatty acids (VFA_s)

สุ่มเก็บตัวอย่าง rumen fluid ปริมาตร 20 ml ใส่หลอดทดลองชนิดมีฝาจุกขนาด 25 ml บรรจุด้วย 6 N HCl ปริมาตร 5 ml จากนั้นนำหลอดตัวอย่างไปปั่นเหวี่ยง (Centrifuge) ที่ 3000 รอบ/เวลา เป็นเวลา 15 นาที เก็บเอาเฉพาะส่วนของเหลวใส (Supernatant) ลงในขวดขนาด 25 ml ปิดด้วยฝาจุกเกลียว เก็บรักษาไว้ที่ อุณหภูมิ –20°C จนกว่าจะนำไปวิเคราะห์หาปริมาณกรดไขมันระเหยได้ ที่สำคัญ ได้แก่ กรดอะซิติก กรดโพรพิออนิก และกรดบิวทีริก ด้วยเครื่อง Gas Chromatographic (GC)

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองไปวิเคราะห์ทางสถิติ โดยวิธี F-test เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Orthogonal polynomial วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SAS (SAS, 1988)

5.4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

5.4.1 ค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ของของเหลวในกระเพาะหมัก

การใช้เปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองเป็นแหล่งพลังงานทดแทนข้าวโพดที่ระดับ 0, 10 และ 20% ในสูตรอาหาร มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า pH ของของเหลวในกระเพาะหมัก ที่เวลาต่าง ๆ หลังให้อาหาร 0, 2, 4 และ 6 ชั่วโมง ในกลุ่มการทดลองที่ 1 มีค่าเท่ากับ 6.99, 6.92, 6.76 และ 6.71 ตามลำดับ กลุ่มการทดลองที่ 2 มีค่าเท่ากับ 7.01, 6.94, 6.82 และ 6.77 ตามลำดับ และในกลุ่มการทดลองที่ 3 มีค่าเท่ากับ 6.94, 6.99, 6.79 และ 6.77 ที่เวลา 0, 2, 4 และ 6 ชั่วโมงหลังให้อาหาร ตามลำดับ แต่เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบการใช้เปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองเป็นแหล่งพลังงานทดแทนข้าวโพดทั้ง 3 ระดับ พบว่าการเปลี่ยนแปลงในระดับค่าเฉลี่ยของ pH ภายในกระเพาะหมักที่เวลา 0, 2, 4 และ 6 ชั่วโมงหลังให้อาหาร พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 5.1

ปัจจัยหนึ่งที่สำคัญซึ่งมีผลต่อระบบนิเวศวิทยาในกระเพาะหมัก คือ ค่า pH (Power of H^+ gradient; pH) โดยค่า pH จะมีผลกระทบต่อทั้งสปีชีส์ และจำนวนประชากรของจุลินทรีย์ เนื่องจากมีความสัมพันธ์ต่อการทำงานของเอนไซม์ภายในเซลล์ของแบคทีเรีย (Moat and Foster, 1995) และมีผลต่อการดูดซึมโภชนะต่าง ๆ ผ่านผนังกระเพาะหมักด้วย (Church, 1979) สภาพภายในกระเพาะหมักที่มีความเหมาะสมกับการเจริญเติบโตมากของจุลินทรีย์มาก คือ มี pH อยู่ระหว่าง 5.5 – 7.0 อุณหภูมิเฉลี่ย 39 – 40°C (ฉลอง, 2544) จากการทดลองใช้เปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองเป็นแหล่งพลังงานทดแทนข้าวโพด ที่ระดับ 0, 10 และ 20% พบว่าค่าเฉลี่ยของ pH ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับ Pantoja et al. (1994) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการใช้เปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลือง

เป็นแหล่งพลังงานทดแทนข้าวโพด พบว่าค่าเฉลี่ยของ pH มีค่าเท่ากับ 6.05 และ 5.96 ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) สอดคล้องกับ Mansfield and Stern (1994) และเช่นเดียวกับ Elliott et al. (1995) พบว่าการใช้เปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองเป็นแหล่งพลังงานทดแทนข้าวโพด มีค่า pH ไม่แตกต่างกัน และจากการทดลองเมื่อพิจารณาความเป็นกรด-ด่างตามเวลาหลังการให้อาหารที่ 0, 2, 4 และ 6 ชั่วโมง พบว่าค่า pH มีแนวโน้มลดลง เนื่องจากมีการผลิตกรดไขมันระเหยได้ เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ และเนื่องจากกรดไขมันระเหยได้เป็นกรดไขมันที่ละลายในน้ำได้ (lipid soluble compounds) มีคุณสมบัติในการจับปล่อยโปรตอน (H^+) ได้ (Forbes and France, 1993) ดังนั้นเมื่อกรดไขมันระเหยได้ทั้งหมดมีค่าเพิ่มสูงขึ้น ระดับ pH จึงค่อย ๆ ลดลงด้วย ซึ่ง Russell (1991) และ Russell and Dombrowski (1980) ได้สรุปว่า pH เป็นปัจจัยแรกในการเปลี่ยนแปลงสปีชีส์ และจำนวนประชากรของจุลินทรีย์ในกระเพาะหมัก กล่าวคือ ถ้า pH ต่ำจะทำให้มี amylolytic และ acid tolerant bacteria เพิ่มขึ้นแต่ถ้า pH สูงกว่า 6 จะทำให้จำนวน Cellulolytic bacteria เพิ่มขึ้นโดยให้เหตุผลว่า pH มีความสัมพันธ์กับ proton motive force ในปฏิกิริยา Uncoupler action ที่เซลล์เมมเบรนของแบคทีเรีย (Moat and Foster, 1995) ซึ่งมีผลต่อการแลกเปลี่ยนประจุ cation และ anion compounds ภายนอกและภายในเซลล์แบคทีเรีย ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและการสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีน แต่อย่างไรก็ตามจากการทดลองค่าเฉลี่ยของความเป็นกรดด่างของของเหลวในกระพาะหมักก็อยู่ในระดับที่ปกติและเหมาะสมต่อการทำกิจกรรมของจุลินทรีย์ในกระเพาะหมัก

5.4.2 ความเข้มข้นของแอมโมเนียไนโตรเจน (NH_3-N) ของของเหลวในกระเพาะหมัก

จากการศึกษาทดลองการเปลี่ยนแปลงระดับแอมโมเนียไนโตรเจน (NH_3-N) ภายในกระเพาะหมักในโคเจาะกระเพาะที่ได้รับอาหารสูตรทดลองโดยใช้เปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองเป็นแหล่งพลังงานทดแทนข้าวโพดที่ระดับ 0, 10 และ 20%ในสูตรอาหาร เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบการใช้เปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองเป็นแหล่งพลังงานทดแทนข้าวโพดทั้ง 3 กลุ่มการทดลอง พบว่าปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนภายในกระเพาะหมักที่เวลา 0, 2 และ 6 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) แต่พบว่าที่เวลา 4 ชั่วโมงหลังการให้อาหาร มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อระดับการทดแทนด้วยเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองเพิ่มขึ้น ซึ่งค่าความแตกต่างดังกล่าวมีความสัมพันธ์แบบเส้นโค้งกำลังสอง (Quadratic contrast) และชั่วโมงที่ 6 หลังการให้อาหาร พบว่าปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนภายในกระเพาะหมัก มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 5.1

ความเข้มข้นของสารประกอบไนโตรเจน ที่สามารถวิเคราะห์ในกระเพาะหมักนั้นมีความผันแปรมาก ซึ่งอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เมธา (2533) รายงานความเข้มข้นไว้ดังนี้ กรดอะมิโนอิสระ 0.1 – 1.5 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ (mg%) แอมโมเนียไนโตรเจน (NH_3-N) อยู่ระหว่าง 0-13 mg% และมีโปรตีนไนโตรเจน (protein-N) อยู่ระหว่าง 100-400 mg% จากการทดลองใช้เปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองเป็นแหล่งพลังงานทดแทนข้าวโพด ที่ระดับ 0, 10 และ 20% พบว่าเข้มข้นของแอมโมเนียไนโตรเจนของของเหลว

ในกระเพาะหมัก ที่เวลา 0 และ 4 ชั่วโมงหลังการให้อาหาร มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) กลุ่มการทดลองที่มีการทดแทนเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองที่ระดับ 30% มีความเข้มข้นของสารประกอบไนโตรเจนมากที่สุด ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก กลุ่มการทดลองที่มีการทดแทนเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองที่ระดับ 30% มีอัตราการย่อยสลาย (ค่า c) หรือความเร็วในการย่อยสลายอาหารส่วนที่ไม่ละลายน้ำแต่สามารถถูกหมักย่อยได้ ซึ่งคิดเป็นส่วนต่อชั่วโมง (fraction/hour) สูงกว่า กลุ่มการทดลองที่มีการทดแทนเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองที่ระดับ 0% และ 10% โดยสรุปแล้วมีความเข้มข้นสูงขึ้น ณ เวลา 2 ชั่วโมง หลังการให้อาหาร แล้วลดลง ณ เวลา 4 และ 6 ชั่วโมงหลังการให้อาหาร ทั้งนี้เนื่องจากถูกใช้โดยจุลินทรีย์และยังถูกดูดซึมผ่านผนังรูเมน ซึ่งการดูดซึมแอมโมเนียไนโตรเจนในกระเพาะหมักนั้น อัตราการเกิดจะเกิดได้เร็วเมื่อระดับความเป็นกรด-ด่าง ในกระเพาะหมักมากกว่า 7.5 และเมื่อระดับความเป็นกรด-ด่าง อยู่ระหว่าง 6.5 –7.5 นั้นอัตราการดูดซึมแอมโมเนียจะช้าลง และแอมโมเนียจะถูกนำไปใช้สังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีนมากกว่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจนที่ถูกดูดซึมจากกระเพาะหมักเข้าสู่กระแสเลือด และผ่านเข้าสู่ตับสู่วัฏจักรยูเรีย

อย่างไรก็ตามระดับแอมโมเนียไนโตรเจนที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ โดย Satter and Slyter (1974) รายงานระดับที่เหมะสมคือ 5-8 mg/dl ส่วน Windschitl (1991) รายงานระดับแอมโมเนียไนโตรเจนที่เหมาะสมต่อการสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีน คือ 11.8-18.3 mg/dl ขณะที่ Mehrez et al. (1977) รายงานระดับเหมาะสมอยู่ระหว่าง 15-20 mg/dl ซึ่งค่าความเข้มข้นของแอมโมเนียไนโตรเจน จากการทดลองในครั้งนี้ก็อยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตหรือการสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีน (7.98 – 13.96 mg/dl) แต่อย่างไรก็ตาม เมธา (2533) กล่าวว่าความเข้มข้นของแอมโมเนียไนโตรเจนต่อการสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีน ขึ้นอยู่กับชนิดของอาหารโดยเฉพาะแหล่งคาร์โบไฮเดรต ความสามารถในการละลายได้ของโปรตีนและคาร์โบไฮเดรต และสภาพนิเวศวิทยาในกระเพาะหมักที่เหมาะสม

ตารางที่ 5.1 แสดงผลการทดแทนข้าวโพดด้วยเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองต่อการเปลี่ยนแปลงระดับความเป็นกรด-ด่าง (pH) และแอมโมเนียไนโตรเจน (NH_3-N) ภายในกระเพาะหมักที่เวลาต่าง ๆ หลังการให้อาหาร

ที่เวลาหลังการให้อาหาร (ชั่วโมง)	ระดับเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลือง			SEM	P value	Contrast[a]	
	0%	10%	20%			L	Q
pH							
Hour 0	6.99	7.01	6.94	0.07	0.2593	0.7600	0.6550
Hour 2	6.92	6.94	6.99	0.05	0.1676	0.4523	0.3970
Hour 4	6.76	6.82	6.79	0.15	0.6575	0.8818	0.8456
Hour 6	6.71	6.77	6.77	0.10	0.2249	0.8293	0.9005
NH_3N	----------(mg/dl)----------						
Hour 0	7.98	8.14	10.16	0.58	0.3192	0.1178	0.3119
Hour 2	13.47	12.56	13.96	0.87	0.6356	0.7243	0.3941
Hour 4	11.82	9.13	12.71	0.43	0.0971	0.2675	0.0276
Hour 6	8.93	8.16	9.24	0.18	0.0188	0.2934	0.0552

หมายเหตุ : [a/]เปรียบเทียบความแตกต่างตามความสัมพันธ์แบบ Orthogonal contrast; L = linear; Q = quadratic; SEM = standard error of the mean

4.3.3 ความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยได้ (Volatile fatty acid; VFA_s) ของของเหลวในกระเพาะหมัก

ระดับความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยได้ของของเหลวในกระเพาะหมัก ซึ่งจะแสดงถึงปริมาณของกรดอะซิติก กรดโพรพิออนิก กรดบิวทีริก และอัตราส่วนอะซิติกต่อโพรพิออนิก ที่เวลาต่าง ๆ เมื่อใช้เปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองเป็นแหล่งพลังงานทดแทนข้าวโพดในระดับ 0, 10 และ 20% แสดงไว้ในตารางที่ 5.2 พบว่าระดับความเข้มข้นของกรดอะซิติก กรดโพรพิออนิก กรดบิวทีริก และอัตราส่วนอะซิติกต่อโพรพิออนิก ที่เวลา 0, 2, 4 และ 6 ชั่วโมง หลังการให้อาหาร ของทั้ง 3 กลุ่มการทดลอง พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

แต่ระดับความเข้มข้นของกรดโพรพิโอนิก และอัตราส่วนของกรดอะซิติกต่อโพรพิออนิก ที่ชั่วโมงที่ 6 หลังการให้อาหาร มีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อระดับการทดแทนด้วยเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองเพิ่มขึ้น ซึ่งค่าความแตกต่างดังกล่าวมีความสัมพันธ์แบบเส้นตรง (Linear contrast)

จากการทดลองพบว่าความเข้มข้นของกรดไขมันระเหย คือ กรดอะซิติก กรดโพรพิโอนิก กรดบิวทีริก และอัตราส่วนกรดอะซิติกต่อโพรพิโอนิก เมื่อใช้เปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองเป็นแหล่งพลังงาน

ทดแทนข้าวโพด ที่ชั่วโมง 0, 2, 4 และ 6 หลังการให้อาหาร ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) โดยมีรูปแบบที่มีความเข้มข้นสูงขึ้น ณ เวลา 4 ชั่วโมง หลังการให้อาหาร แล้วลดลง ณ เวลา 6 ชั่วโมง หลังการให้อาหาร ทั้งนี้เนื่องจากถูกดูดซึมผ่านผนังรูเมน Forbes and France (1993) รายงานว่า ความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยได้ขึ้นอยู่กับปริมาณการกินได้ทั้งหมด นอกจากนี้ยังขึ้นยู่กับปริมาณจุลินทรีย์โปรตีนที่ผลิตได้ กล่าวคือถ้ามีการเจริญของจุลินทรีย์ในกระเพาะหมักสูงก็จะสามารถผลิตกรดไขมันที่ระเหยได้ในสัดส่วนที่สูง (Preston and Lean, 1987) ทั้งนี้เนื่องจากมีกระบวนการหมักที่มีประสิทธิภาพ และความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยได้นั้นมีความสัมพันธ์กับปริมาณการกินได้ของอาหารหยาบ ซึ่งสัดส่วนของกรดอะซิติกต่อกรดโพรพิออนิกจะมีอิทธิพลมาจากอาหารที่สัตว์ได้รับ โดยสัตว์ที่กินอาหารหยาบได้มากก็จะผลิตกรดอะซิติกสูง และสัตว์ที่กินอาหารข้นที่มีแป้งเป็นส่วนประกอบสูงก็จะมีการผลิตกรดโพรพิออนิกได้สูงเช่นกัน (Dado and Allen, 1995) อย่างไรก็ตามความเข้มข้นของกรดไขมันที่ระเหยได้ในกระเพาะหมักขึ้นอยู่กับอัตราในการผลิต และการดูดซึมผ่านผนังกระเพาะหมัก ซึ่งหากอัตราในการผลิตมีมากกว่าอัตราการดูดซึมก็จะมีการสะสมอยู่ในกระเพาะหมักมากขึ้น

โดยปกติแล้วกรดไขมันระเหยได้ถือเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญในสัตว์เคี้ยวเอื้อง โดยเฉพาะกรดโพรพิออนิก จะมีผลต่อการให้ผลผลิต (Aiello et al., 1989) และสัดส่วนของกรดอะซิติกต่อกรดโพรพิออนิกที่เพิ่มขึ้นจะมีผลกระทบต่อการให้ผลผลิตน้ำนมเป็นอย่างมาก ซึ่งสัดส่วนของกรดอะซิติกต่อกรดโพรพิออนิกจะมีอิทธิพลจากอาหารที่สัตว์กิน โดยสัตว์ที่กินอาหารหยาบสูงจะผลิตกรดอะซิติกสูง ส่วนสัตว์ที่กินอาหารข้นที่มีแป้งเป็นองค์ประกอบสูงก็จะมีผลผลิตของกรดโพรพิออนิกสูง (Dado and Allen, 1995) จึงมีความสัมพันธ์กับการให้ผลผลิตน้ำนม นอกจากนี้กรดไขมันระเหยได้ยังมีผลต่อองค์ประกอบในน้ำนมด้วย ซึ่งกรดอะซิติกและกรดบิวทีริก จะเป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์ไขมันในน้ำนม (Gransworthy, 1988) โดยไขมันในน้ำนมจะมีส่วนประกอบเป็นกรดไขมันสายยาว ซึ่งได้จากการสังเคราะห์ในเยื่อบุไขมันของต่อมน้ำนม และจากอาหารโคความยาวของกรดไขมันสายยาวในน้ำนม ได้จากกรดไขมันระเหยได้ ที่เป็น primer ได้แก่ เบต้าไฮดรอกซิบิวทิเรท และอะซิเตท โดยกรดบิวทีริก จะเพิ่มความยาวโดยการเพิ่มคาร์บอนทีละสองตัว (elongation) ทำให้ได้กรดไขมันสายยาวในน้ำนม (เมธา, 2533; ฉลอง, 2541)

ตารางที่ 5.2 แสดงผลการทดแทนข้าวโพดด้วยเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองต่อความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยได้ (volatile fatty acid; VFA_s) ของของเหลวในกระเพาะหมักที่เวลาต่าง ๆ หลังการให้อาหาร

ที่เวลาหลังการให้อาหาร (ชั่วโมง)	ระดับเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลือง			SEM	P value	Contrast[a]	
	0%	10%	20%			L	Q
Acetate; C_2	--------(mol/100mol)--------						
Hour 0	76.17	76.62	77.45	0.67	0.1331	0.3112	0.8420
Hour 2	75.19	74.87	76.40	0.56	0.2114	0.2635	0.4376
Hour 4	76.16	73.75	75.39	0.74	0.1935	0.5408	0.6008
Hour 6	77.23	75.55	76.07	0.48	0.1706	0.2258	0.3957
Propionate; C_3	--------(mol/100mol)---------						
Hour 0	15.14	16.01	15.61	0.59	0.6086	0.6300	0.4720
Hour 2	16.77	16.59	16.98	0.12	0.0548	0.7073	0.5602
Hour 4	15.13	16.61	16.26	0.61	0.4589	0.3229	0.3433
Hour 6	13.76	15.30	15.09	0.19	0.0928	0.0377	0.0633
Butyrate; C_4	--------(mol/100mol)---------						
Hour 0	8.94	8.51	7.36	0.61	0.1749	0.2104	0.0872
Hour 2	9.43	9.19	8.07	0.55	0.2420	0.2254	0.3882
Hour 4	9.17	9.52	8.55	0.12	0.6595	0.7313	0.6817
Hour 6	8.70	8.34	9.09	0.29	0.0507	0.4376	0.2568
C_2:C_3							
Hour 0	5.04	4.99	5.27	0.39	0.7024	0.7063	0.5406
Hour 2	4.54	4.95	4.53	0.14	0.117	0.9863	0.6785
Hour 4	5.07	4.48	4.64	0.24	0.4908	0.3394	0.4042
Hour 6	5.63	5.00	5.04	0.06	0.0609	0.0222	0.0412

หมายเหตุ : [a]/เปรียบเทียบความแตกต่างตามความสัมพันธ์แบบ Orthogonal contrast; L = linear; Q = quadratic; SEM = standard error of the mean

4.3.4 การกินได้วัตถุแห้งของโคทดลอง

โคทดลองทั้ง 3 กลุ่มการทดลองมีการกินได้วัตถุแห้งอาหารข้น อาหารหยาบ และอาหารรวมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 5.3) ทั้งนี้เนื่องจากการให้อาหารโคทดลองเจาะกระเพาะนี้ให้ในระดับดำรงชีพ ซึ่งโดยปกติแล้วโคจะกินอาหารหมด อย่างไรก็ตาม ได้จัดสัดส่วนอาหารหยาบต่ออาหารข้นในสัดส่วนเดียวกันกับที่โครีดนมในการทดลองก่อนหน้าได้รับ กล่าวคือ อาหารหยาบต่ออาหารข้น เท่ากับ 45:55

ตารางที่ 5.3 ผลการทดแทนข้าวโพดด้วยเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองต่อการกินได้วัตถุแห้ง

การกินได้วัตถุแห้ง	ระดับเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลือง					Contrast[/a]	
(กิโลกรัม/ตัว/วัน)	0%	10%	20%	SEM	P value	L	Q
อาหารข้น	2.70	2.70	2.70	0.07	-	-	-
อาหารหยาบ	2.23	2.18	2.21	0.05	0.9564	0.8532	0.7903
รวม	4.93	4.88	4.91	0.05	0.9387	0.8911	0.8645

5.5 สรุปผลการทดลอง

1. การทดแทนพลังงานจากข้าวโพดด้วยเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองในระดับ 0, 10 และ 20% ในสูตรอาหารต่อผลผลิตน้ำนมและผลผลิตองค์ประกอบของน้ำนม พบว่าปริมาณน้ำนม และปริมาณน้ำนมปรับไขมันที่ 4% (4 %FCM) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) และเมื่อพิจารณาผลผลิตไขมันในน้ำนม ผลผลิตโปรตีนในน้ำนม และผลผลิตของแข็งรวมในน้ำนม มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ส่วนผลผลิตแล็คโตสในน้ำนม และผลผลิตของแข็งพร่องไขมันในน้ำนม มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) เมื่อระดับการทดแทนด้วยเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองเพิ่มขึ้น ซึ่งค่าความแตกต่างดังกล่าวมีแนวโน้มลดลงโดยมีความสัมพันธ์แบบเส้นตรง (Linear contrast)

2. การทดแทนพลังงานจากข้าวโพดด้วยเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองในระดับ 0, 10 และ 20% ในสูตรอาหารต่อองค์ประกอบของน้ำนมพบว่าเปอร์เซ็นต์ไขมันในน้ำนม เปอร์เซ็นต์โปรตีนในน้ำนม เปอร์เซ็นต์ของแข็งพร่องไขมัน และเปอร์เซ็นต์ของแข็งรวมในไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P> 0.05) ทั้ง 3 กลุ่มการทดลอง ส่วนเปอร์เซ็นต์แล็คโตมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) เมื่อระดับการทดแทนด้วยเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองเพิ่มขึ้น ซึ่งค่าความแตกต่างดังกล่าวมีแนวโน้มลดลงโดยมีความสัมพันธ์แบบเส้นตรง (Linear contrast)

3. การทดแทนพลังงานจากข้าวโพดด้วยเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองในระดับ 0, 10 และ20 เปอร์เซ็นต์ต่อการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัว ซึ่งจากการทดลองพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ของโคนมทั้ง 3 กลุ่มการทดลอง

4. การทดแทนพลังงานจากข้าวโพดด้วยเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองในระดับ 0, 10 และ20 เปอร์เซ็นต์ต่อการเปลี่ยนแปลงระดับ pH ภายในกระเพาะหมักที่เวลาต่างๆ หลังการให้อาหารพบว่า pH ในกระเพาะหมักไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) และอยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อกระบวนการหมัก

5. การทดแทนพลังงานจากข้าวโพดด้วยเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองในระดับ 0, 10 และ20 เปอร์เซ็นต์ต่อระดับแอมโมเนียไนโตรเจนภายในกระเพาะหมักที่เวลาต่างๆ หลังการให้อาหารพบว่า ระดับแอมโมเนียไนโตรเจนภายในกระเพาะหมัก ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) แต่พบว่าที่ชั่วโมงที่ 6 หลังการให้อาหาร ระดับแอมโมเนียไนโตรเจนภายในกระเพาะหมัก มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

6. การทดแทนพลังงานจากข้าวโพดด้วยเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองในระดับ 0, 10 และ20 เปอร์เซ็นต์ต่อระดับความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยได้ภายในกระเพาะหมัก คือ กรดอะซิติก กรดโพรพิโอนิก กรดบิวทีริก และสัดส่วนกรดอะซิติกต่อกรดโพรพิโอนิก ที่เวลา 0, 2, 4 และ 6 หลังการให้อาหาร พบว่ามีระดับความเข้มข้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) แต่พบว่าที่ชั่วโมงที่ 6 หลังการให้อาหารระดับความเข้มข้นของกรด โพรพิโอนิก และสัดส่วนกรดอะซิติกต่อกรดโพรพิโอนิก มีแนวโน้มลดลง ซึ่งค่าความแตกต่างดังกล่าวมีความสัมพันธ์แบบเส้นตรง (Linear contrast) เมื่อระดับการทดแทนด้วยเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองในสูตรอาหารเพิ่มสูงขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากองค์ประกอบส่วนใหญ่ของเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองเป็นส่วนของเยื่อใย

ดังนั้นจากการทดลองในครั้งนี้สามารถสรุปได้ว่าสามารถใช้เปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองเป็นแหล่งพลังงานทดแทนข้าวโพดในสูตรอาหารโคนมโดยไม่มีผลกระทบต่อปริมาณการกินได้ สมรรถนะภาพการผลิตน้ำนมในโคนม และกระบวนการหมักในกระเพาะหมัก แต่การใช้เปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองเป็นองค์ประกอบในสูตรอาหารนั้นพบว่าเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองมีโภชนะที่ย่อยได้ทั้งหมดต่ำกว่าข้าวโพดมันสำปะหลัง เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ประเภทพลังงานเช่นเดียวกัน ดังนั้นในสูตรอาหารจึงควรใช้ข้าวโพด หรือ มันสำปะหลัง เป็นแหล่งของพลังงานในสูตรอาหารร่วมด้วยซึ่งน่าจะมีส่วนช่วยให้โคนมได้รับพลังงานที่ย่อยได้ทั้งหมดสูงกว่าจะใช้เปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองเพียงอย่างเดียวในสูตรอาหาร โดยเฉพาะโคนมที่อยู่ในช่วงต้นของการให้ผลผลิลและโคนมที่ให้ผลผลิตสูง เนื่องจากโคนมกลุ่มดังกล่าวต้องการพลังงานงานสูงเพื่อใช้ในการสร้างน้ำนม ถ้าโคนมได้รับพลังงานไม่เพียงพอต่อความต้องการ อาจส่งผลกระทบต่อผลผลิตและองค์ประกอบของน้ำนมได้