บทที่ 4
ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1 การทดลองที่ 1 : ผลของยูเรียละลายช้าที่ได้จากกรรมวิธีการผลิตแบบต่างๆ ต่อประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ของยูเรียในสูตรอาหาร ด้วยวิธี *in vitro* digestion (Effect of slow release urea from different processing techniques to enhance feed utilization by *in vitro* digestion.)

4.1.1 ผลของการเคลือบยูเรียแบบต่างๆ ต่อระดับโปรตีนของผลิตภัณฑ์

ยูเรียที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการพบว่า ยูเรียธรรมดา (T urea) มีระดับ CP เท่ากับ 270.5 เปอร์เซ็นต์ และผลของการเคลือบยูเรียในแบบต่างๆ เพื่อลดการละลายของยูเรีย คือการเคลือบยูเรียด้วยแคลเซี่ยมคลอไรด์ที่ระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักยูเรีย (T cal20) ทำให้มี CP เท่ากับ 210.5 เปอร์เซ็นต์ การเคลือบยูเรียด้วยแคลเซี่ยมคลอไรด์ที่ระดับ 30 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักยูเรีย (T cal30) ทำให้มี CP เท่ากับ 203.9 เปอร์เซ็นต์ การเคลือบยูเรียด้วยฟอร์มัลดีไฮด์ที่ระดับ 5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักยูเรีย (T for5) ทำให้มี CP เท่ากับ 252.9 เปอร์เซ็นต์ การเคลือบยูเรียด้วยฟอร์มัลดีไฮด์ที่ระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักยูเรีย (T for10) ทำให้มี CP เท่ากับ 241.5 เปอร์เซ็นต์ การเคลือบยูเรียด้วยกรดแทนนิคที่ระดับ 1 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักยูเรีย (T tan1) ทำให้มี CP เท่ากับ 243.1 เปอร์เซ็นต์ การเคลือบยูเรียด้วยกรดแทนนิคที่ระดับ 5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักยูเรีย (T tan5) ทำให้มี CP เท่ากับ 235 เปอร์เซ็นต์ และการใช้เมล็ดข้าวฟ่างในการลดการละลายของยูเรีย (T sor) ทำให้ได้ CP เท่ากับ 72.1 จะเห็นได้ว่า เมื่อมีการเคลือบยูเรียด้วยวิธีการต่างๆทำให้ระดับ CP ต่างกัน โดยมีสาเหตุมาจาก ปริมาณสารเคมีที่ใช้ในการเคลือบรวมไปถึงการใช้น้ำเพื่อช่วยให้สารเคลือบเข้ากับยูเรียได้อย่างทั่วถึงในระดับที่แตกต่างกัน การมีสัดส่วนของยูเรียที่ต่างกันนี้ทำให้ปริมาณไนโตรเจนของยูเรียเคลือบแบบต่างๆ แตกต่างกัน (ตารางที่ 4-1)

ตารางที่ 4-1 ผลของการเคลือบยูเรียแบบต่างๆ ต่อระดับโปรตีนของผลิตภัณฑ์ (% DM)

Items	T urea	T cal20	T cal30	T for5	T for10	T tan1	T tan5	T sor
DM	97.7	83.4	80.6	79.8	70.4	74.4	71.1	74.3
N	43.3	33.7	32.6	40.5	38.6	38.9	37.6	11.5
CP	270.5	210.5	203.9	252.9	241.5	243.1	235.0	72.1

4.1.2 ผลของการเคลือบยูเรียแบบต่างๆ ต่อการละลายของยูเรียละลายช้า

การศึกษากรรมวิธีการผลิตยูเรียละลายช้าต่อระดับแอมโมเนียที่ตรวจพบในแต่ละช่วงเวลา พบว่า การปลดปล่อยแอมโมเนียของ T urea, T cal20, T cal30, T for5, T for10, T tan1, T tan5 และ T sor ก่อนการเติมยูเรีย (ชั่วโมงที่ 0) และหลังเติมยูเรียแบบต่างๆ ในชั่วโมงที่ 0.30, 1.00, 1.30, 2.00, 2.30, 3.00, 3.30 และ 4.00 พบว่า ค่าของระดับแอมโมเนียของทุกช่วงเวลา ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) แต่ระดับของแอมโมเนียที่ตรวจพบเมื่อผ่านไป 30 นาที หลังการเติมยูเรียแบบต่างๆ ของ T cal20 และ T cal30 มีแนวโน้มต่ำกว่า T urea 45.8 และ 51.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ($P < 0.10$) (ตารางที่ 4-2) เมื่อพิจารณาถึงค่าเฉลี่ยของปริมาณแอมโมเนียที่ปลดปล่อยออกมาตั้งแต่ชั่วโมงที่ 0.30 จนถึงชั่วโมงที่ 4.0 หลังเติมยูเรีย พบว่า T sor มีการปลดปล่อยแอมโมเนียออกมาสูงสุด รองลงมาคือ T urea, T tan5, T for10, T tan1, T for5, T cal30 และ T cal20 มีการปลดปล่อยแอมโมเนียน้อยที่สุด โดยมีค่าเท่ากับ 50.3, 50.2, 48.7, 46.2, 44.9, 39.0, 33.1 และ 31.3 ไมโครกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ซึ่งผลของการที่มีการปลดปล่อยแอมโมเนียออกมาอย่างช้าๆ นี้ในช่วงครึ่งชั่วโมงแรกนี้ สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ในการใช้แอมโมเนียจากยูเรียได้ยาวนานขึ้น Cass and Richardson (1994) ที่ได้ศึกษาการละลายแอมโมเนียใน *in vitro* เปรียบเทียบแหล่งโปรตีนที่แตกต่างกัน 4 แหล่งคือ แหล่งที่ 1 ยูเรียเคลือบด้วยแคลเซียมคลอไรด์ในสัดส่วนไนโตรเจน 3.3 ส่วน ต่อแคลเซียมคลอไรด์ 1 ส่วนแหล่งที่ 2 ยูเรียเคลือบด้วยแคลเซียมคลอไรด์ในสัดส่วนไนโตรเจน 1 ส่วน ต่อแคลเซียมคลอไรด์ 1.1 ส่วน แหล่งที่ 3 ยูเรียธรรมดา และแหล่งที่ 4 กากเมล็ดฝ้าย พบว่า ค่าเฉลี่ยระดับความเข้มข้นของแอมโมเนียหลังการบ่ม 24 ชั่วโมงของกากเมล็ดฝ้ายน้อยที่สุดคือ 0 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ส่วนยูเรียจะมีระดับความเข้มข้นของแอมโมเนียมากที่สุดคือ 79.99 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร โดยยูเรียที่มีการทำให้ละลายช้าลงด้วยการเคลือบด้วยแคลเซียมคลอไรด์จะอยู่กึ่งกลางระหว่างยูเรียกับกากเมล็ดฝ้าย จากการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า สูตรที่มีการใช้ T cal20 และ T cal30 ทำให้การละลายของยูเรียให้ช้าลง ซึ่งการชะลอ

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

การละลายได้นี้ ทำให้ลดการสูญเสียของแอมโมเนียที่เกินความต้องการในการใช้ประโยชน์ของจุลินทรีย์ในกระเพาะหมักได้

ตารางที่ 4-2 ระดับของแอมโมเนียที่ตรวจพบในช่วงเวลาต่างๆ (µg/L)

Times	T urea	T cal20	T cal30	T for5	T for10	T tan1	T tan5	T sor	SEM	P-value
	µg/L									
0.00 h	10.3	10.1	9.5	12.8	9.2	12.4	13.9	9.8	0.60	0.47
0.30 h	40.8	22.1	19.8	36.0	33.1	39.1	35.3	34.0	1.42	0.09
1.00 h	59.1	30.5	27.3	47.3	45.2	52.2	54.6	49.3	2.82	0.19
1.30 h	51.0	32.1	30.8	44.8	48.0	45.9	50.9	51.4	2.68	0.40
2.00 h	40.0	36.6	36.3	44.4	47.4	43.7	48.3	59.0	2.81	0.57
2.30 h	39.3	27.4	36.1	43.3	45.3	42.2	49.9	42.3	2.20	0.43
3.00 h	45.6	28.3	32.5	31.3	48.8	44.2	50.5	50.9	3.56	0.58
3.30 h	49.6	29.7	33.4	34.2	48.1	44.2	49.7	61.0	3.52	0.44
4.00 h	76.5	43.5	49.1	30.6	54.3	48.1	50.3	78.4	5.92	0.54
Average 0.30-4.00 h	50.2	31.3	33.1	39.0	46.2	44.9	48.7	50.3	4.72	0.09

4.1.3 ผลของกรรมวิธีการเคลือบยูเรียต่อการย่อยได้ของวัตถุแห้ง

การศึกษากรรมวิธีการเคลือบยูเรียที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ของยูเรียในการใช้ T urea, T cal20, T cal30, T for5, T for10, T tan1, T tan5 และ T sor ในสูตรอาหาร TMR ต่อการย่อยได้ของอาหารในรูปวัตถุแห้งเมื่อผ่านไป 48 ชั่วโมง พบว่า สูตรอาหารที่ใช้ T urea, T cal20, T cal30, T for5, T for10, T tan1, T tan5 และ T sor มีการย่อยได้ของวัตถุแห้งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 68.1, 69.8, 66.4, 69.4, 70.1, 65.7, 65.7 และ 67.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 4-3 และภาพที่ 4-1) ซึ่งการลดการละลายของยูเรียทำให้เพิ่มเวลาการใช้แหล่งของไนโตรเจนให้ยาวนานขึ้น ทำให้มีระดับเพียงพอกับความต้องการในการเจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนประชากรของจุลินทรีย์ส่งผลให้สามารถย่อยสลายอาหารได้มากขึ้น ในการศึกษาครั้งนี้ การลดการละลายของยูเรียด้วยกรรมวิธีต่างๆ เมื่อนำใช้ในสูตรอาหารมีการย่อยได้ของอาหารในรูปวัตถุแห้งไม่แตกต่างกับสูตรที่ใช้ยูเรียธรรมดาในสูตรอาหาร แต่สามารถใช้ยูเรียละลายช้าในสูตรอาหารในระดับที่สูงขึ้น โดยพบว่าสูตรที่ใช้ T cal20, T cal30,

T for5, T for10, T tan1 และ T tan5 สามารถใช้แหล่งไนโตรเจนจากยูเรียได้มากกว่าสูตร T urea เท่ากับ 20, 22, 29, 27, 21 และ 24 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ Talor-Edwards et al. (2009) กล่าวว่า การลดการละลายของยูเรียในกระเพาะหมักช่วยให้จุลินทรีย์ในกระเพาะหมักมีประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์จากแอมโมเนียร่วมกับแหล่งคาร์โบไฮเดรตในอาหารได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น การเพิ่มระดับการใช้ยูเรียในสูตรอาหารนี้สามารถทดแทนการใช้กากถั่วเหลืองซึ่งมีราคาแพงกว่าเมื่อเทียบราคาต่อหน่วยโปรตีน อาจเป็นแนวทางหนึ่งที่ทำให้ต้นทุนค่าอาหารลดลง โดยพบว่าต้นทุนค่าอาหารของสูตรที่ใช้ T cal20, T cal30 และ T for5 มีต้นทุนค่าอาหารถูกกว่าสูตรที่ใช้ T urea (ตารางที่ 3-1) แสดงให้เห็นว่า การใช้ T cal20, T cal30 และ T for5 ทำให้สามารถเพิ่มการใช้ยูเรียในสูตรอาหารได้มากขึ้น ส่งผลให้ต้นทุนค่าอาหารถูกลงโดยไม่มีผลต่อการย่อยได้ของอาหารในรูปวัตถุแห้ง

ตารางที่ 4-3 ผลของกรรมวิธีการเคลือบยูเรียต่อการย่อยได้ของวัตถุแห้ง เยื่อใย NDF และเยื่อใย ADF ใน *in vitro* (%)

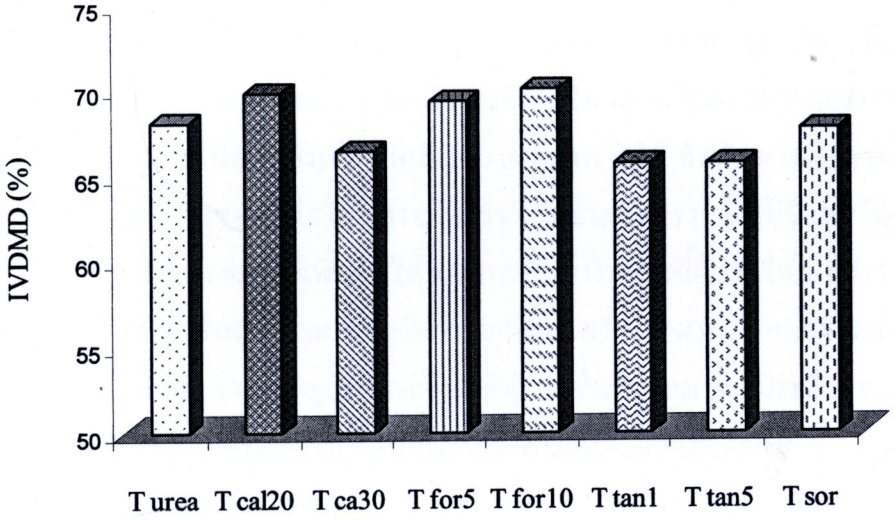
Items	T urea	T cal20	T cal30	T for5	T for10	T tan1	T tan5	T sor	SEM	P-value
IVDMD[1]	68.1	69.8	66.4	69.4	70.1	65.7	65.7	67.7	0.49	0.13
IVNDFD[2]	50.8[a]	36.5[bc]	31.4[c]	36.3[bc]	33.3[c]	40.4[abc]	37.6[bc]	48.1[ab]	1.05	0.003
IVADFD[3]	42.0	40.8	33.5	40.8	32.6	33.7	33.1	42.8	1.11	0.15

[a, b, c] ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแถวเดียวกัน แสดงค่าเฉลี่ยแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$)

[1]IVDMD (*in vitro* dry matter digestibility) = ค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้งที่ 48 ชั่วโมง

[2]IVNDFD (*in vitro* NDF digestibility) = ค่าการย่อยได้ของเยื่อใย NDF ที่ 48 ชั่วโมง

[3]IVADFD (*in vitro* ADF digestibility) = ค่าการย่อยได้ของเยื่อใย ADF ที่ 48 ชั่วโมง



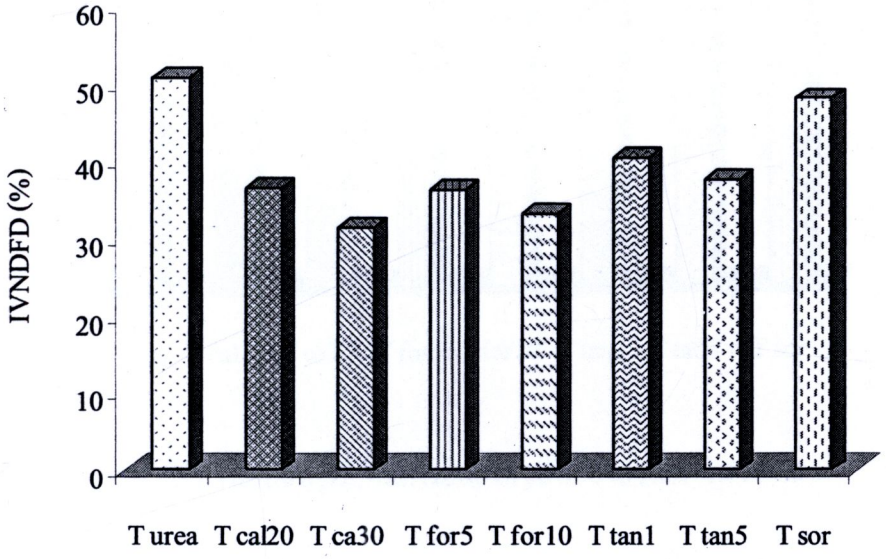
ภาพที่ 4-1 ผลของกรรมวิธีการเคลือบยูเรียต่อการย่อยได้ของวัตถุแห้งใน *in vitro*

4.1.4 ผลของกรรมวิธีการเคลือบยูเรียต่อการย่อยได้ของเยื่อใย NDF

การศึกษากรรมวิธีการเคลือบยูเรียที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ของยูเรียในการใช้ T urea, T cal20, T cal30, T for5, T for10, T tan1, T tan5 และ T sor ในสูตรอาหาร TMR ต่อการย่อยได้ของเยื่อใยในรูป NDF พบว่า การย่อยได้ของเยื่อใยในรูป NDF มีความแตกต่าง อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 50.8, 36.5, 31.4, 36.3, 33.3, 40.4, 37.6 และ 48.1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 4-3 และภาพที่ 4-2) โดยสูตรอาหารที่มีการใช้ T urea มีค่า การย่อยได้ของเยื่อใยในรูป NDF สูงกว่าสูตรที่ใช้ T cal20, T cal30, T for5, T for10 และ T tan5 แต่การย่อยได้ของเยื่อใย NDF ของสูตรที่ใช้ T urea ไม่แตกต่างจากสูตรที่ใช้ T tan1 และ T sor

การเคลือบยูเรียด้วยแคลเซียมคลอไรด์หรือฟอร์มัลดีไฮด์ในระดับที่สูงขึ้น มีผลทำให้ค่าการย่อยได้ของเยื่อใย NDF ลดลง เนื่องมากจากระดับการเคลือบที่สูงขึ้นทำให้จำกัดการนำไปใช้ไนโตรเจนในสูตรอาหารโดยจุลินทรีย์ นอกจากนี้ สูตรที่ใช้ยูเรียเคลือบด้วยกรรมวิธีต่างๆ จะมีค่าการย่อยได้ของเยื่อใยในรูป NDF ช้ากว่าสูตรที่ใช้ยูเรียธรรมดาสาเหตุเพราะสูตรที่ใช้ยูเรียเคลือบมีการใช้ยูเรียในระดับสูงกว่าสูตรที่ใช้ยูเรียธรรมดาส่งผลให้การย่อยได้ของเยื่อใยในรูป NDF ของสูตร T urea มีค่าสูงที่สุด ในรายงานของ Mizwicki et al. (1980) กล่าวว่า การใช้ยูเรียในสูตรอาหารช่วยให้ฟางข้าวถูกย่อยได้มากขึ้น ถึงแม้ว่าจุลินทรีย์ในกระเพาะหมักจะได้รับโปรตีนและพลังงานเท่ากัน แต่ถ้าหากมีระดับของแอมโมเนียละลายออกมาอย่างช้าๆ ทำให้จุลินทรีย์มีเวลา

ในการใช้แอมโมเนียยาวนานขึ้น ส่งผลให้ประสิทธิภาพการย่อยเยื่อใยเพิ่มมากขึ้น การศึกษาในหลอดทดลองการใช้ยูเรียในระดับที่สูงเกินไปทำให้การย่อยได้ของเยื่อใย NDF มีระดับลดลง เพราะการศึกษาการย่อยได้ในระบบ *in vitro* ในการศึกษาในครั้งนี้เป็นระบบปิด ทำให้แอมโมเนียไม่สามารถขจัดแอมโมเนียสะสมส่วนที่เกินความต้องการได้ ดังนั้นการศึกษาการย่อยได้ในระบบปิดควรใช้ระดับของยูเรียในสูตรอาหารระดับต่ำลง เพราะถ้าไม่มีแอมโมเนียสะสมที่มากเกินไปอาจทำให้การย่อยได้เพิ่มขึ้นได้ จากการศึกษาในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า การใช้ยูเรียเคลือบด้วยกรรมวิธีต่างๆ ในสูตรอาหารเมื่อมีการย่อยได้ของเยื่อใย NDF ในหลอดทดลองน้อยกว่าสูตร T urea ที่มีการใช้สัดส่วนของยูเรียในระดับที่ต่ำกว่า ซึ่งเป็นผลมาจากมีระดับของแอมโมเนียสะสมจากการใช้ยูเรียระดับที่สูงเกินไป ทำให้การย่อยได้ของเยื่อใย NDF ลดลง

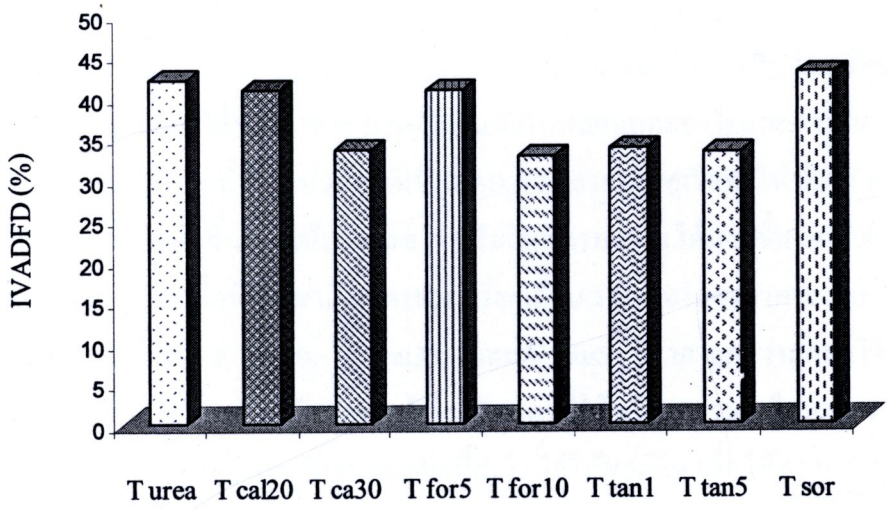


ภาพที่ 4-2 ผลของกรรมวิธีการเคลือบยูเรียต่อการย่อยได้ของเยื่อใย NDF ใน *in vitro*

4.1.5 ผลของกรรมวิธีการเคลือบยูเรียต่อการย่อยได้ของเยื่อใย ADF

การศึกษากรรมวิธีการเคลือบยูเรียที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ของยูเรียในการใช้ T urea, T cal20, T cal30, T for5, T for10, T tan1, T tan5 และ T sor ในสูตรอาหาร TMR ต่อการย่อยได้ของเยื่อใยในรูป ADF พบว่า การย่อยได้ของเยื่อใยในรูป NDF ไม่มีความแตกต่างกันสถิติ ($P > 0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 42.0, 40.8, 33.5, 40.8, 32.6, 33.7 33.1 และ 42 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 4-3 และภาพที่ 4-3)

วิโรจน์ (2546) กล่าวว่า ค่าเยื่อใยในรูป ADF ที่สูงนั้นแสดงว่ามีสัดส่วนของลิกนินสูง ถ้าในสูตรอาหารมีในระดับสูงจะทำให้การย่อยต่ำลง ในงานทดลองนี้สูตรอาหารมีระดับของ ADF ในอาหารมีค่าใกล้เคียงกัน ค่าการย่อยได้ของเยื่อใยในรูป ADF จึงไม่แตกต่างกัน ดังนั้น เมื่อเปรียบเทียบการใช้ยูเรียธรรมดากับการทำให้ยูเรียเคลือบแบบต่างๆ ในสูตรอาหาร พบว่าไม่มีผลต่อการย่อยได้ของเยื่อใยในรูป ADF ในอาหาร แสดงให้เห็นว่า การใช้ยูเรียเคลือบด้วยกรรมวิธีต่างๆ ทำให้สามารถเพิ่มระดับการใช้ยูเรียในสูตรอาหารได้มากขึ้นโดยไม่มีผลต่อการย่อยได้ของเยื่อใยในรูป ADF ในระบบ *in vitro*



ภาพที่ 4-3 ผลของกรรมวิธีการเคลือบยูเรียต่อการย่อยได้ของเยื่อใย ADF ใน *in vitro*

4.1.6 ผลของการใช้ยูเรียละลายช้าต่อต้นทุนค่าอาหารทดลอง

เมื่อเปรียบเทียบราคาของการเคลือบยูเรียทั้ง 7 แบบ พบว่า T cal30 มีราคาต่ำสุดคือ 17.6 บาทต่อกิโลกรัม รองลงมาคือ T cal20 มีราคา 18.0 บาทต่อกิโลกรัม T sor มีราคา 18.2 บาทต่อกิโลกรัม T for5 มีราคา 19.5 บาทต่อกิโลกรัม T for10 มีราคา 22.9 บาทต่อกิโลกรัม T tan1 มีราคา 47.1 บาทต่อกิโลกรัม โดยการเคลือบยูเรียที่มีราคาสูงสุด T tan5 มีราคาเท่ากับ 164.1 บาทต่อกิโลกรัม เมื่อนำมาใช้ในสูตรอาหารทดลองพบว่าสูตรที่มีราคาถูกที่สุดคือ สูตร T for5 เนื่องมาจากมีระดับการใช้ยูเรียสูงกว่าสูตร T urea เมื่อพิจารณาถึงราคาต่อหน่วยโปรตีนต่อ 1 เปอร์เซ็นต์ พบว่า T for5 มีราคาต่อ CP 1 เปอร์เซ็นต์ต่ำที่สุด รองลงมาคือ T cal20, T cal30, T for10, T tan1, T sor และ T tan5 (0.06, 0.07, 0.07, 0.10, 0.21, 0.23 และ 0.81 บาทต่อ CP 1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) (ตารางที่ 4-4) การเคลือบยูเรียด้วยวิธีต่างๆ นี้ มีวัตถุประสงค์ เพื่อการลดการละลายของยูเรียเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ของยูเรีย เพื่อให้สามารถใช้ยูเรียในสูตรอาหารได้มากขึ้น

โดยไม่เกิดผลเสียต่อประสิทธิภาพการผลิต จะเห็นได้ว่า T cal20, T cal30, T for5 และ T for10 มีราคาต่อ CP 1 เปอร์เซ็นต์ใกล้เคียงกับยูเรีย ซึ่งถ้ามีการใช้ยูเรียในรูปแบบเคลือบในสูตรอาหารในระดับที่สูงขึ้น ทำให้ต้นทุนค่าอาหารถูกลง โดยสูตรอาหารที่มีราคาเมื่อคิดเป็นน้ำหนักสดถูกที่สุดคือสูตรที่ใช้ T for5 รองลงมาคือ T cal20, T cal30, T urea, T fo10, T tan1, T sor และ T tan5 โดยมีราคาเท่ากับ 4.49, 4.50, 4.50, 4.58, 4.67, 5.34, 5.98 และ 9.16 ตามลำดับ สาเหตุที่ราคาของสูตรที่ใช้ T cal20, T cal30 และ T for5 มีราคาถูกกว่าสูตรที่ใช้ยูเรียเนื่องมาจากมีระดับการใช้แหล่งของ NPN จากยูเรียสูงว่าสูตร T urea เท่ากับ 20, 22 และ 29 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การใช้ยูเรียในสูตรอาหารในระดับ ที่สูงขึ้นนี้เป็นอีกแนวทางหนึ่งที่ทำให้ต้นทุนค่าอาหาร TMR ถูกลง

ดังนั้นจากการทดลองในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าเมื่อมีการใช้ยูเรียเคลือบในระดับสูงในสูตรอาหารมีการย่อยได้ของอาหารในรูปวัตถุแห้งในหลอดทดลองไม่แตกต่างกัน ซึ่งการเคลือบยูเรียด้วยกรรมวิธีต่างๆ นี้ มีจุดประสงค์เพื่อลดการละลายของยูเรียทำให้ประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ของยูเรียเพิ่มขึ้น ทำให้สามารถใช้ยูเรียในสูตรอาหารได้มากขึ้นโดยไม่เกิดผลเสียต่อประสิทธิภาพการผลิต เมื่อพิจารณาถึงราคาของยูเรียเคลือบ ราคาของสูตรอาหาร และราคาต่อหน่วยโปรตีน พบว่า สูตรที่ใช้ T cal20, T cal30, และ T for5 มีราคาถูกกว่าสูตรที่ใช้ยูเรียธรรมดา นอกจากนี้สูตรที่ใช้ T for10 มีราคาใกล้เคียงกับสูตรที่ใช้ยูเรียธรรรมดาในอาหาร TMR จึงควรนำไปศึกษาการใช้ประโยชน์ในโครุ่นเพศเมียที่ยังไม่ได้ให้ผลผลิต เพื่อให้ทราบถึงผลของการใช้ยูเรียเคลือบแบบต่างๆ ในระดับสูงในสูตรอาหารต่อประสิทธิภาพการใช้อาหารและการให้ผลผลิตของโคต่อไป

ตารางที่ 4-4 ผลของยูเรียละลายช้าต่อราคาของสูตรอาหาร TMR (as fed)

Items	T urea	T cal20	T cal30	T for5	T for10	T tan1	T tan5	T sor
Urea cost, baht/kg	18.4	18.0	17.6	19.5	22.9	47.1	164.1	18.2
Feed cost, baht/kg.[1]	4.58	4.50	4.50	4.49	4.67	5.34	9.16	5.98
Cost per protein unit, baht/ 1 % CP	0.07	0.07	0.07	0.06	0.10	0.21	0.81	0.23

[1] ราคาวัตถุดิบอาหาร อ้างอิงเดือนมีนาคม 2551

4.2 การทดลองที่ 2: การศึกษาการใช้ยูเรียละลายช้าต่อประสิทธิภาพการใช้อาหารและการให้ผลผลิตในโครุ่นเพศเมีย (Study of using slow release urea to enhance feed efficiency and performance in dairy heifer)

4.2.1 ผลของยูเรียละลายช้าต่อการกินได้ของวัตถุแห้ง

การใช้ยูเรียละลายช้าในสูตรอาหาร TMR พบว่า การกินได้ในรูปวัตถุแห้งของสูตรที่ใช้ T urea, T cal20, T cal30, T for5 และ T for10 พบว่า สูตรที่ใช้ T urea มีการกินได้ในรูปวัตถุแห้ง มากกว่าการใช้ T cal30, T for5 และ T for10 ในสูตรอาหาร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (8.2 เปรียบเทียบกับ 6.9, 7.2, 7.2 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ) แต่ไม่แตกต่างกับการใช้ T cal30 (7.2 กิโลกรัมต่อวัน) ส่วนการกินได้เมื่อพิจารณาการกินได้ของวัตถุแห้งคิดเป็นเปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว (DMI, %BW) พบว่า การใช้ยูเรียละลายช้าในสูตรอาหารมีปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้ง (%BW) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 2.90, 2.74, 2.67, 2.75 และ 2.66 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว ตามลำดับ เช่นเดียวกับ ปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้งคิดเป็นเปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว$^{0.75}$ (DMI, $\%BW^{0.75}$) พบว่า การใช้ยูเรียละลายช้าในสูตรอาหารมีปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้ง ($\%BW^{0.75}$) ไม่แตกต่างกันสถิติ โดยมีค่าเท่ากับ 1.96, 1.87, 1.68, 1.75 และ 1.75 ตามลำดับ ($P > 0.05$) (ตารางที่ 4-5 และภาพที่ 4-4)

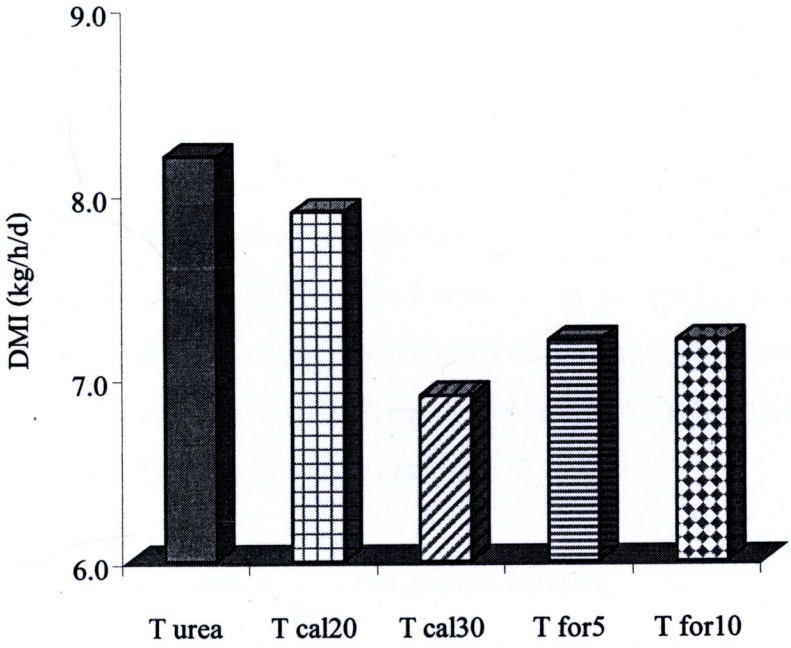
วิโรจน์ (2546) รายงานว่า โคพันธุ์โฮสไตน์ฟรีเชียนน้ำหนัก 272 กิโลกรัม ควรมีการกินได้อย่างน้อย 6.0 กิโลกรัมต่อวัน หรือประมาณ 2.2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว ในการศึกษาครั้งนี้พบว่า โคมีการกินได้ของวัตถุแห้งอยู่ในระดับที่ปกติ เมื่อพิจารณาระดับการใช้ยูเรียในสูตรอาหารพบว่า สูตรที่ใช้ T cal20, T cal30, T for5 และ T for10 มีระดับการใช้แหล่งของ NPN จากยูเรียสูงว่าสูตรที่ใช้ T urea เท่ากับ 20, 22, 29 และ 27 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การใช้ยูเรียระดับสูงมีผลต่อรสชาติของอาหาร โดยทำให้อาหารมีความน่ากินลดลง ส่งผลให้การกินได้ของกลุ่มที่ใช้ยูเรียเคลือบที่ใช้ยูเรียในระดับสูงลดลง นอกจากนี้การใช้ยูเรียในระดับสูงทำให้มีระดับของแอมโมเนียมากเกินความต้องการของจุลินทรีย์ใช้แอมโมเนียในกระเพาะหมัก ทำให้เกิดการสูญเสียของแอมโมเนียโดยจะมีการดูดซึมผ่านผนังกระเพาะหมักเข้าสู่กระแสเลือดและขับออกทางปัสสาวะต่อไป Broderick and Reynal (2009) ได้ทำการศึกษาการใช้ยูเรียในสูตรอาหารที่ระดับ 0, 0.4, 0.8 และ 1.3 เปอร์เซ็นต์ มีระดับของ RDP เท่ากันคือ 10.5 เปอร์เซ็นต์ ใช้ยูเรียในสูตรอาหาร 4 ระดับ คือ 0, 1.2, 2.4 และ 3.7 เปอร์เซ็นต์ของ RDP พบว่า การใช้ยูเรียระดับสูงขึ้นในสูตรอาหารทำให้ปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้งลดลงแบบเส้นตรงโดยมีค่าเท่ากับ 23.6, 23.2, 23.0 และ 22.3 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ ในการศึกษาของ Cass et al. (1995) ได้ทำการศึกษาการใช้วัตถุดิบอาหารโปรตีนที่มีการละลายแตกต่างกัน คือ การใช้กากเมล็ดฝ้าย 7.98 เปอร์เซ็นต์ ยูเรียที่เคลือบด้วย

แคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับ 30 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักยูเรีย 2.1 เปอร์เซ็นต์ และยูเรียธรรมดา 1.0 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหาร TMR ในโคขุนเพศผู้ตอน โดยมีระดับ CP เท่ากันทุกสูตร คือ 13 เปอร์เซ็นต์ พบว่า สูตรที่ใช้ยูเรียมีปริมาณมีการกินได้ของวัตถุแห้งมากที่สุด รองลงมาคือสูตรที่ใช้กากเมล็ดฝ้าย และสูตรที่ใช้ยูเรียเคลือบด้วยแคลเซียมคลอไรด์ในอาหาร TMR มีปริมาณมีการกินได้ของวัตถุแห้งน้อยที่สุด (9.33, 8.98 และ 8.69 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ) แต่มีอัตราการเจริญเติบโต (average daily gain, ADG) ไม่แตกต่างกัน (1.43, 1.32 และ 1.39 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ) การใช้ยูเรียละลายช้าสามารถลดการสูญเสียของแอมโมเนียส่วนที่เกินความต้องการใช้ของจุลินทรีย์ในกระเพาะหมักได้ดีกว่าการใช้ยูเรียธรรมดา ทำให้ลดการสูญเสียของ ส่งผลให้สูตรที่มีการใช้ยูเรียเคลือบมีการกินได้น้อยกว่าสูตรที่ใช้ยูเรียธรรมดา นอกจากนี้ Golombeski et al. (2006) ได้ศึกษาการใช้การใช้ยูเรียเคลือบด้วยแคลเซียมคลอไรด์ 30 เปอร์เซ็นต์ พบว่า กลุ่มที่มีการเสริมยูเรียละลายช้ามีการกินได้ของวัตถุแห้งน้อยกว่ากลุ่มที่ไม่มีการเสริมยูเรียละลายช้า (19.9 เปรียบเทียบกับ 21.3 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ) ซึ่งการกินได้ที่น้อยลงจากการใช้ยูเรียละลายช้า อาจมีสาเหตุมาจากการที่มีอัตราการละลายของไนโตรเจนในกระเพาะหมักที่ช้าลง และมีประสิทธิภาพการใช้แอมโมเนียมากกว่ายูเรียธรรมดา ดังนั้นจะเห็นได้ว่า การใช้ T urea ในสูตรอาหารมีการกินได้สูงที่สุด ส่วนสูตรที่ใช้ยูเรียเคลือบระดับสูงทำให้การกินได้ของวัตถุแห้งลดลง เนื่องมาจากการใช้ยูเรียในสูตรอาหารในระดับสูง ทำให้มีความความน่ากินต่ำ ส่งผลให้การกินได้ของวัตถุแห้งลดลง

ตารางที่ 4-5 ผลของยูเรียละลายช้าในอาหาร TMR ต่อปริมาณการกินได้

Items	T urea	T cal20	T cal30	T for5	T for10	SEM	P-value
DMI, kg/d	8.2[a]	7.9[ab]	6.9[c]	7.2[bc]	7.2[bc]	0.12	0.04
DMI, %BW	2.90	2.74	2.67	2.75	2.66	0.08	0.90
DMI,%BW$^{0.75}$	1.96	1.87	1.68	1.75	1.75	0.03	0.10

[a, b, c] ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแถวเดียวกัน แสดงค่าเฉลี่ยแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$)



ภาพที่ 4-4 ผลของยูเรียละลายช้าในอาหาร TMR ต่อปริมาณการกินได้

4.2.2 ผลของยูเรียละลายช้าต่ออัตราการเจริญเติบโต

การใช้ยูเรียละลายช้าในสูตรอาหาร TMR ต่อการเจริญเติบโตของโค พบว่า น้ำหนักตัวโคเมื่อเริ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 252.1 กิโลกรัม และน้ำหนักสุดท้ายของโคทดลองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 280.0 กิโลกรัม ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักตัวโคในระหว่างทำการทดลองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 28.7 กิโลกรัม การใช้ T urea, T cal20, T cal30, T for5 และ T for10 ในสูตรอาหาร มีระดับของ ADG (0.73, 0.76, 0.66, 0.68 และ 0.59 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ) และค่า FCR (10.6, 10.0, 12.1, 10.0 และ 11.8 ตามลำดับ) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) (ตารางที่ 4-6)

จากรายงานของ วิโรจน์ (2546) รายงานว่า ลูกโครุ่นลูกผสมอายุ 1 ถึง 2 ปี ควรมีอัตราการเจริญเติบโตประมาณ 0.5-0.8 กิโลกรัมต่อวัน แสดงให้เห็นว่า การเจริญเติบโตของโครุ่นในงานทดลองนี้มีการเจริญเติบโตในระดับปกติ การที่ระดับของ ADG ไม่แตกต่างกันนี้แสดงให้เห็นว่า การใช้ยูเรียละลายช้าในสูตรอาหารระดับสูงไม่ทำให้การเจริญเติบโตของโครุ่นลดลง ค่า FCR ซึ่งสามารถบ่งบอกประสิทธิภาพการใช้อาหารของโคได้ การใช้ยูเรียละลายช้าในสูตรอาหารในระดับสูงไม่ทำให้ ค่า FCR สูงกว่ากว่าการใช้ยูเรียธรรมดาในสูตรอาหาร เมื่อพิจารณาทางตัวเลขพบว่า สูตรที่ใช้ T cal20 และ T for5 มีค่า FCR ดีกว่าสูตรที่ใช้ T urea เท่ากับ 6 เปอร์เซ็นต์ แต่จะเห็นได้ว่า สูตรอาหารที่ใช้ T cal20 ไม่มีผลทำให้อัตราการเจริญเติบโตลดลง และยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้อาหารให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นกว่าสูตรที่ใช้ยูเรียธรรมดา การใช้

ยูเรียละลายช้าในสูตรอาหารไม่ส่งผลเสียต่อการเจริญเติบโตของโค การลดการละลายของโปรตีนด้วยกรรมวิธีต่าง ๆ นี้ ทำให้มีแหล่งไนโตรเจนมีระดับเพียงพอกับความต้องการในการเจริญเติบโต และเพิ่มจำนวนประชากรของจุลินทรีย์นกระเพาะหมัก ทำให้สามารถย่อยสลายอาหารได้มากขึ้น Galina et al. (2003) ที่ได้ทำการศึกษาผลของการเสริมยูเรียละลายช้าในโคขุนโดยใช้อาหารเสริมในอาหาร 3 สูตร คือ 1) การให้ยอดอ้อยเพียงอย่างเดียว 2) การให้ยอดอ้อยร่วมกับยูเรียละลายช้าในรูปการค้า 1.8 กิโลกรัม และ 3) การให้ยอดอ้อย ข้าวโพด และยูเรียละลายช้า 1.8 กิโลกรัม พบว่าโคที่ได้รับยอดอ้อยและข้าวโพดร่วมกับเสริมยูเรียละลายช้า มีค่า ADG สูงที่สุด รองลงมาคือโคที่ได้รับยอดอ้อยร่วมกับการเสริมยูเรียละลายช้า และโคที่ได้รับยอดอ้อยเพียงอย่างเดียวมีค่า ADG ต่ำที่สุด (0.7, 0.6 และ 0.3 กิโลกรัมกรัมต่อวัน ตามลำดับ)

ตารางที่ 4-6 ผลของยูเรียละลายช้าในอาหาร TMR ต่อการเจริญเติบโต

Items	T urea	T cal20	T cal30	T for5	T for10	SEM	P-value
Initial BW, kg	258.3	261.8	248.3	245.4	247.0	4.92	0.77
Final BW, kg	289.8	294.6	272.7	274.6	272.3	4.77	0.45
BW change, kg	31.6	32.8	24.4	29.3	25.3	2.13	0.67
ADG, kg/d	0.73	0.76	0.66	0.68	0.59	0.05	0.63
FCR, feed/gain	10.6	10.0	12.1	10.0	11.3	0.71	0.81

4.2.3 ผลของยูเรียละลายช้าต่อการย่อยได้ของโภชนะ

การใช้ยูเรียละลายช้าในสูตรอาหาร TMR ต่อการย่อยได้ของโภชนะ การย่อยได้ของ DM, TDN, fat, CP, ash, NDF และ ADF โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 85.9, 86.0, 87.1, 85.8, 66.9, 81.1 และ 76.4 เปอร์เซ็นต์ จากการศึกษาในครั้งนี้ พบว่า มีการย่อยได้ของโภชนะคือ DM, TDN, fat, CP, ash, เยื่อใย NDF และเยื่อใย ADF ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) (ตารางที่ 4-7) แสดงเห็นได้ว่าการใช้ยูเรียละลายช้าในสูตรอาหารในระดับสูง สามารถเพิ่มสัดส่วนการใช้ยูเรียในสูตรอาหารได้ มากขึ้น โดยไม่มีผลกระทบต่อการย่อยได้ของโภชนะต่างๆ ตลอดทางเดินอาหาร Brito and Broderick (2007) ได้ทำการศึกษาการใช้โปรตีนแหล่งต่างๆ ในสูตรอาหาร TMR คือยูเรีย กากถั่วเหลือง กากเมล็ดฝ้าย และกากแคโนล่า พบว่า การใช้ยูเรียในสูตรอาหารจะทำให้การย่อยได้ของวัตถุแห้งและการย่อยได้ของโปรตีนมีค่าสูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรอื่นๆ โดยการย่อยได้ของ

วัตถุแห้งมีค่าเท่ากับ 71.9, 70.0, 68.9 และ 69.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และการย่อยได้ของโปรตีนมีค่าเท่ากับ 72.8, 70.1, 66.2 และ 69.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า การใช้ยูเรียในสูตรอาหารจะทำให้การย่อยได้เพิ่มขึ้น การที่ใช้ยูเรียในระดับสูงร่วมกับแหล่งคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยสลายได้สูง ทำให้ประสิทธิภาพการสังเคราะห์โปรตีนของจุลินทรีย์สูงขึ้น ประชากรจุลินทรีย์กลุ่มย่อยเยื่อใยเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ประสิทธิภาพการย่อย เยื่อใยในอาหารเพิ่มมากขึ้น Broderick and Reynal (2009) ได้ทำการศึกษาการใช้ยูเรียในสูตรอาหาร 4 ระดับ คือ 0, 1.2, 2.4 และ 3.7 เปอร์เซ็นต์ของ RDP โดยใช้ยูเรียในสูตรอาหารที่ระดับ 0, 0.41, 0.84 และ 1.31 เปอร์เซ็นต์ พบว่า การย่อยได้ของเยื่อใย NDF มีค่าเท่ากับ 47.2, 49.5, 52.3 และ 52.2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การใช้ยูเรียระดับสูงขึ้น การย่อยได้ของเยื่อใย NDF เพิ่มขึ้นแบบเส้นตรง เนื่องมาจากการจุลินทรีย์กลุ่มย่อยเยื่อใยมีการเพิ่มจำนวนประชากรมากขึ้นในกระเพาะหมัก ส่งผลให้การย่อยได้ของเยื่อใย NDF สูงขึ้น

ตารางที่ 4-7 ผลของยูเรียละลายช้าในอาหาร TMR ต่อการย่อยได้

Items	T urea	T cal20	T cal30	T for5	T for10	SEM	P-value
Digestibility (%)							
DM	84.8	86.2	85.3	86.2	84.8	0.57	0.69
TDN	84.0	86.2	84.6	89.2	85.9	1.48	0.82
fat	83.8	87.0	85.4	84.0	88.9	0.50	0.12
CP	85.4	87.8	87.5	86.9	88.0	0.81	0.85
ash	60.7	67.4	65.9	68.1	72.5	1.91	0.51
NDF	77.9	79.6	80.9	79.9	83.1	0.78	0.45
ADF	74.9	75.8	77.2	77.5	78.8	1.12	0.81

4.2.4 ผลของยูเรียละลายช้าต่อเมทาบอไลท์ในเลือด

4.2.4.1 ระดับของกลูโคสในเลือด (blood glucose)

การใช้ยูเรียละลายช้าในสูตรอาหาร TMR ต่อการเปลี่ยนแปลงระดับกลูโคสในเลือด ซึ่งมีการเก็บตัวอย่างเลือดในชั่วโมงที่ 0 ก่อนให้อาหารและในชั่วโมงที่ 0.30, 1.00, 1.30, 2.00, 2.30 และ 3.00 หลังจากให้อาหารเปรียบเทียบแต่ละสูตรอาหาร พบว่า สูตรที่ใช้ T urea, T cal20, T cal30, T for5, และ T for10 มีระดับของกลูโคสในเลือดชั่วโมงที่ 0.30 ไปจนถึงชั่วโมงที่ 3.00 หลังจากให้อาหาร ในแต่ละสูตรอาหารไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) (ตารางที่ 4-8

และภาพที่ 4-5) แต่เมื่อพิจารณาถึงค่าเฉลี่ยของระดับกลูโคสในเลือดเฉลี่ยของ ชั่วโมงที่ 0.30 ถึง 3.00 หลังจากให้อาหาร พบว่าระดับกลูโคสในเลือดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในสูตรที่มีการใช้ T urea และ T cal20 (57.2 และ 51.6 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ตามลำดับ) ($P < 0.1$)

เมื่อพิจารณาถึงการเปลี่ยนแปลงระดับกลูโคสในเลือดของแต่ละช่วงเวลาในชั่วโมงที่ 0 ก่อนให้อาหารและในชั่วโมงที่ 0.30, 1.00, 1.30, 2.00, 2.30 และ 3.00 หลังจากให้อาหาร พบว่า ทุกสูตรอาหารมีระดับการเปลี่ยนแปลงของกลูโคสในกระแสเลือดในชั่วโมงที่ 0 ถึง 3 หลังจากให้อาหาร ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) (ตารางที่ 4-9) ปริมาณการกินได้เป็นอีกปัจจัยที่มีผลต่อระดับของกลูโคสในเลือด เมื่อพิจารณาระดับกลูโคสในเลือดของสูตรที่ใช้ T urea เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรที่ใช้ T cal30, T for5 และ T for10 ที่มีระดับกลูโคสในเลือดต่ำ พบว่ามีการกินได้ของสูตรที่ใช้ T urea ที่มีการกินได้สูงกว่าสูตรที่ใช้ T cal30, T for5 และ T for10 (8.2 เปรียบเทียบกับ 6.9, 7.2 และ 7.2 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ) (ตารางที่ 4-5) ระดับของกลูโคสในการศึกษาในครั้งนี้ ต่ำกว่ารายงานของ Mudron et al. (2005) ได้รายงานว่า ระดับของกลูโคสในเลือดโคในระดับปกติ ควรอยู่ที่ระดับ 43.2-68.4 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร การที่ระดับกลูโคสในงานทดลองนี้มีระดับต่ำกว่าปกติเนื่องมาจาก โคมีการรักษาระดับของกลูโคสในเลือดในระดับต่ำตั้งแต่ก่อนให้อาหาร แต่หลังจากให้อาหารระดับของกลูโคสในเลือดมีระดับสูงขึ้นเรื่อยๆ และจะสูงที่สุดในชั่วโมงที่ 3 หลังจากให้อาหาร โดยเฉพาะระดับกลูโคสในเลือดของโคในกลุ่มที่ใช้ T cal30, T for5 และ T for10 มีระดับต่ำตั้งแต่ก่อนการให้อาหาร

การใช้แหล่งโปรตีนที่มีการละลายได้ในกระเพาะหมักได้เร็ว ควรมีแหล่งคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยได้ง่ายอย่างเพียงพอ เพื่อให้จุลินทรีย์สามารถใช้ประโยชน์โดยการสังเคราะห์เป็นจุลินทรีย์โปรตีนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้จุลินทรีย์มีการเจริญเติบโตและมีจำนวนประชากรเพิ่มขึ้น ส่งผลให้มีการหมักย่อยอาหารในกระเพาะหมักเปลี่ยนเป็น C_3 มากขึ้น และดูดซึมผ่านผนังกระเพาะหมักเข้าสู่กระแสเลือดเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป วิโรจน์ (2548) กล่าวว่า การที่สูตรอาหารมีแหล่งของแป้งไม่สมดุลกับการใช้ประโยชน์ร่วมกับแอมโมเนียของจุลินทรีย์ในกระเพาะหมัก รวมไปถึงมีการหมักย่อย C_3 ลดลง ส่งผลให้มีดูดซึมเข้าสู่กระแสเลือดได้ไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของโค ในการศึกษาในครั้งนี้เมื่อพิจารณาถึงระดับของกลูโคสในเลือดหลังจากให้อาหาร เป็นตัวบ่งชี้ ในการใช้ประโยชน์ได้จากอาหาร การที่ค่า ADG ของสูตรที่ใช้ T urea และ T cal20 มีระดับ ADG สูง อาจเนื่องมาจากมีระดับกลูโคสในกระแสเลือดในระดับที่พอเพียงต่อการเจริญเติบโตในระดับที่ดี ส่วนสูตรที่ใช้ T cal30, T for5 และ T for10 มีระดับกลูโคสในกระแสเลือดในระดับต่ำอาจเนื่องมาจากไม่มีประสิทธิภาพในการย่อยสลายอาหารและมีสัดส่วนของคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยสลายง่าย และโปรตีนที่ย่อยสลายได้เร็วในกระเพาะหมัก

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

ไม่ได้สัดส่วนกัน เนื่องจากมีระดับการใช้ยูเรียในสูตรอาหารที่แตกต่างกัน (ตารางที่ 3-3) จะเห็นได้ว่า ระดับกลูโคสในกระแสเลือดเฉลี่ยเมื่อผ่านไป 3 ชั่วโมงหลังจากให้อาหารควรสูงกว่า 51.6 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ทำให้โคมีการเจริญเติบโตในระดับที่ดี

4.2.4.2 ระดับของยูเรียไนโตรเจนในเลือด (BUN)

การใช้ยูเรียละลายช้าในสูตรอาหาร TMR ต่อการเปลี่ยนแปลงระดับ BUN ซึ่งมีการเก็บตัวอย่างเลือดเพื่อนำมาวิเคราะห์หาการเปลี่ยนแปลงของระดับ BUN ในช่วงอาหาร และหลังจากอาหารในชั่วโมงที่ 0.30, 1.00, 1.30, 2.00, 2.30 และ 3.00 เปรียบเทียบแต่ละสูตรอาหาร พบว่า สูตรที่ใช้ T urea, T cal20, T cal30, T for5, และ T for10 มีระดับของ BUN เมื่อผ่านไป 0.30 ชั่วโมงหลังจากให้อาหารไปจนถึงชั่วโมงที่ 3.00 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกช่วงเวลา ($P > 0.05$) เช่นเดียวกับค่าเฉลี่ย BUN เฉลี่ยตั้งแต่ ชั่วโมงที่ 0.30 ถึง 3.0 หลังจากให้อาหาร ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.2, 15.3, 13.6, 14.8 และ 14.8 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ตามลำดับ (ตารางที่ 4-8 และภาพที่ 4-6)

เมื่อพิจารณาถึงการเปลี่ยนแปลงระดับ BUN ของแต่ละช่วงเวลา ในชั่วโมงที่ 0 ก่อนให้อาหารและในชั่วโมงที่ 0.30, 1.00, 1.30, 2.00, 2.30 และ 3.00 หลังจากให้อาหาร พบว่าทุกสูตร มีระดับ BUN สูงขึ้นหลังจากให้อาหารอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยพบว่าสูตรที่ใช้ T urea มีระดับของ BUN สูงขึ้นเมื่อผ่านไป 1 ชั่วโมงหลังจากให้อาหาร ไปจนถึงชั่วโมงที่ 3 หลังจากให้อาหาร ($P < 0.01$) ซึ่งเป็นไปในทางเดียวกันกับสูตรที่ใช้ T cal20, T for5 และ T for10 มีระดับของ BUN สูงขึ้นเมื่อผ่านไป 1 ชั่วโมงหลังจากให้อาหาร และสูงขึ้นเรื่อยๆ ไปจนถึงชั่วโมงที่ 3 หลังจากให้อาหาร ($P < 0.01$) แต่สูตรที่มีการใช้ T cal30 มีระดับของ BUN เพิ่มขึ้นในอัตราคงที่กว่าสูตรอื่นโดยมีระดับของ BUN สูงขึ้นกว่าช่วงก่อนให้อาหารเมื่อผ่านไป 2 ชั่วโมงหลังจากให้อาหาร ($P < 0.01$) (ตารางที่ 4-9) แสดงให้เห็นว่า สูตรที่ใช้ T cal30 มีการใช้ประโยชน์ของโปรตีนร่วมกับคาร์โบไฮเดรตในช่วงแรกหลังจากกินอาหารได้ดีกว่าสูตรอื่น ทำให้ระดับของ BUN หลังจากให้อาหารค่อนข้างคงที่ในช่วงแรก (ตารางที่ 4-8) ในการศึกษาในครั้งนี้มีการใช้แหล่งของคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยได้ง่ายคือ มันสำปะหลังเส้นบดในระดับสูง (43 ถึง 49 เปอร์เซ็นต์) การใช้ยูเรียระดับสูงในสูตรอาหารควรพิจารณาถึงสมดุลของโปรตีนที่ละลายง่ายและแหล่งของคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยง่ายให้มีระดับที่เพียงพอกับความต้องการของจุลินทรีย์เพื่อนำไปสร้างจุลินทรีย์โปรตีนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้สามารถใช้ประโยชน์จากยูเรียได้สูงขึ้น

ค่า BUN ในการศึกษาครั้งนี้ มีค่าเฉลี่ยหลังจากให้อาหารของทุกสูตรเท่ากับ 13.9 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ซึ่งใกล้เคียงกับ เมธา (2533) ได้รายงานว่า ค่าเฉลี่ยของระดับ BUN ของโคควรมีระดับ 13.4 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร และอยู่ในช่วงระหว่าง 6.3 ถึง 25.5 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร

ระดับของ BUN จุลินทรีย์ในกระเพาะหมักต้องการโภชนะหลักเป็นคาร์โบไฮเดรตและโปรตีนที่สมดุล เมื่อเกิดการย่อยโปรตีนแล้วได้ผลผลิตเป็นเปปไทด์ กรดอะมิโนและแอมโมเนียสะสมในกระเพาะหมัก จุลินทรีย์จะมีการใช้แอมโมเนียร่วมกับคาร์โบไฮเดรตเพื่อสังเคราะห์เป็นโปรตีนในตัวจุลินทรีย์ ถ้าคาร์โบไฮเดรตในอาหารมีไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ อาจทำให้มีความเข้มข้นของแอมโมเนียที่ได้จากกระบวนการย่อยสารอาหารโปรตีนที่ไม่ถูกใช้มีมากเกินกว่าจำนวนจุลินทรีย์ที่จะนำมาใช้ไม่ทัน ทำให้ความเข้มข้นของแอมโมเนีย สูงจึงดูดซึมผ่านผนังกระเพาะหมักเข้าสู่กระแสเลือดมากขึ้น Huntington et al. (2001) กล่าวว่า หากระดับ CP ในอาหารสูงก็จะส่งผลให้ระดับ BUN สูงขึ้น และเมื่อระดับของโปรตีนที่ถูกย่อยสลายในกระเพาะหมักมีสูงระดับของ BUN สูงขึ้นตามไปด้วย

ระดับของ BUN สะสมอาจไม่พบเด่นชัด เพราะมีการหมุนเวียนของยูเรียในระบบเลือด จึงให้ระดับ BUN ไม่แตกต่างกัน ทำให้ไม่มีผลต่อการนำแอมโมเนียไปใช้ของจุลินทรีย์ในกระเพาะหมัก เมื่อพิจารณาจากค่าการเมทาบอไลซ์ในเลือด พบว่า ระดับของ BUN สูงเกินกว่า 15 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ทำให้เกิดผลเสียต่อประสิทธิภาพการผลิต โดยระดับของ BUN ในชั่วโมงที่ 0.30 หลังจากให้อาหารจนถึงชั่วโมงที่ 3.00 หลังจากให้อาหาร ควรมีค่าเฉลี่ยประมาณ 13.9 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร และระดับกลูโคสในกระแสเลือดในชั่วโมงที่ 0.30 หลังจากให้อาหารจนถึงชั่วโมงที่ 3.00 หลังจากให้อาหาร ควรมีค่าเฉลี่ยประมาณ 51.6 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร จะมีผลทำให้การตอบสนองต่อ การเจริญเติบโตที่ดี

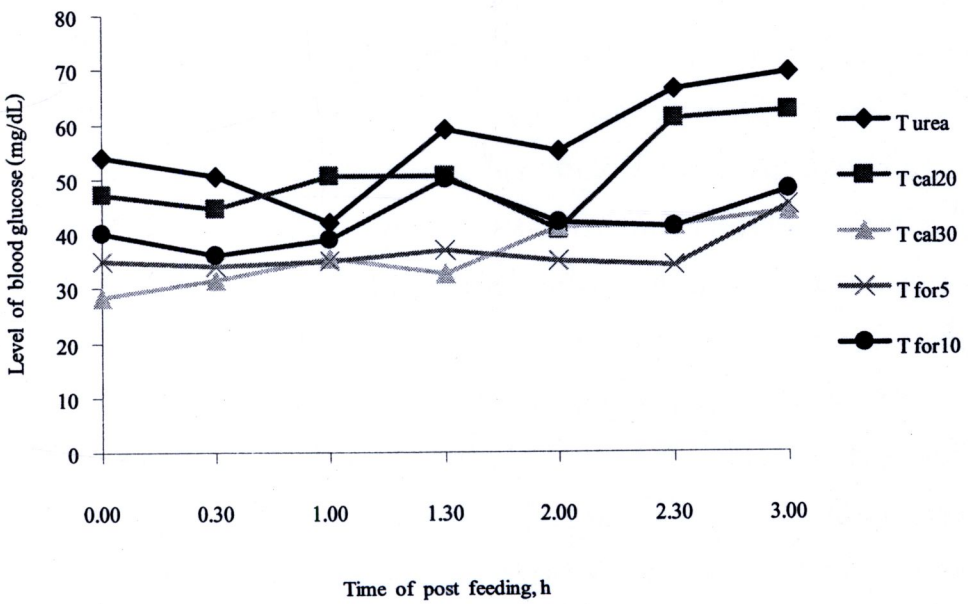
ตารางที่ 4-8 ผลของยูเรียละลายช้าต่อระดับของ Blood glucose และ BUN ในแต่ละสูตรอาหาร

Items	T urea	T cal20	T cal30	T for5	T for10	SEM	P-value
Blood glucose (mg/dL)							
0.00 h	54.0	47.0	28.5	35.0	40.0	2.52	0.22
0.30 h	50.5	44.5	31.5	34.0	34.0	1.63	0.14
1.00 h	42.0	50.5	35.5	35.0	40.0	3.17	0.79
1.30 h	59.5	50.5	35.5	37.0	37.5	1.54	0.73
2.00 h	55.0	54.5	41.0	35.0	42.0	4.83	0.89
2.30 h	66.5	61.0	41.5	40.0	36.5	0.75	0.21
3.00 h	69.5	62.5	44.0	50.0	43.5	6.41	0.98
Average 0.30-3.00 h	57.2	51.6	38.2	39.4	36.6	1.70	0.06
BUN(mg/dL)							
0.00 h	8.9	11.2	11.0	12.3	11.8	0.66	0.59
0.30 h	10.0	12.6	11.5	13.0	12.9	0.15	0.19
1.00 h	11.1	14.7	12.6	14.4	13.4	0.25	0.24
1.30 h	10.9	14.9	12.9	14.5	14.4	0.36	0.67
2.00 h	11.2	15.9	13.9	15.5	15.7	0.39	0.52
2.30 h	11.7	16.7	15.1	15.8	16.0	0.47	0.58
3.00 h	12.1	16.8	15.5	15.5	16.5	0.52	0.59
Average 0.30-3.00 h	11.2	15.3	13.6	14.8	14.8	0.79	0.54

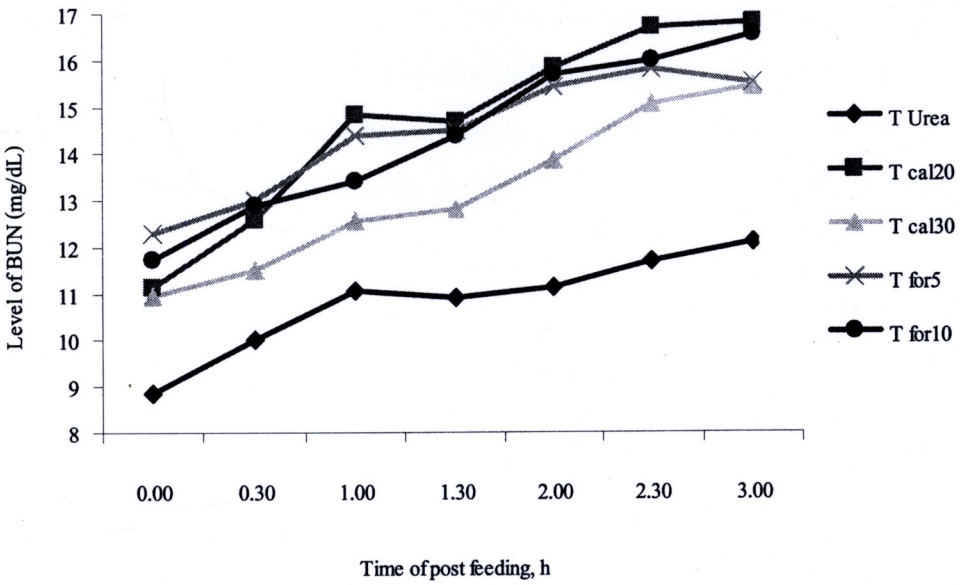
ตารางที่ 4-9 ผลของยูเรียละลายช้าต่อระดับของ Blood glucose และ BUN ในแต่ละช่วงเวลา

Items	0.00 h	0.30 h	1.00 h	1.30 h	2.00 h	2.30 h	3.00 h	SEM	P-value
Blood glucose (mg/dL)									
T urea	54.0	50.5	42.0	59.5	55.0	66.5	69.5	7.19	0.26
T cal20	47.0	44.5	50.5	50.5	40.5	61.0	62.5	6.06	0.24
T cal30	28.5	31.5	35.5	35.5	41.0	41.5	44.0	4.17	0.24
T for5	35.0	34.0	35.0	37.0	35.0	40.0	50.0	3.81	0.38
T for10	40.0	34.0	40.0	37.5	42.0	36.5	43.5	5.01	0.87
BUN (mg/dL)									
T urea	8.9^{c}	10.0^{c}	11.1^{ab}	10.9^{ab}	11.2^{ab}	11.7^{a}	12.1^{a}	0.38	0.01
T cal20	11.2^{c}	12.6^{bc}	14.7^{ab}	14.9^{ab}	15.9^{a}	16.7^{a}	16.8^{a}	0.72	0.01
T cal30	11.0^{c}	11.5^{c}	12.6^{bc}	12.8^{bc}	13.9^{ab}	15.1^{a}	15.5^{a}	0.57	0.009
T for5	12.3^{c}	13.0^{bc}	14.4^{ab}	14.5^{ab}	15.5^{a}	15.5^{a}	15.8^{a}	0.43	0.008
T for10	11.8^{d}	12.9^{cd}	13.4^{c}	14.4^{bc}	15.7^{ab}	16.0^{a}	16.5^{a}	0.44	0.002

^{a,b,c,d} ตัวอักษรที่ต่างกันในแถวเดียวกัน แสดงค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)



ภาพที่ 4-5 ผลของยูเรียละลายช้าต่อระดับของกลูโคสในเลือดหลังการให้อาหาร



ภาพที่ 4-6 ผลของยูเรียละลายช้าต่อระดับของของยูเรียไนโตรเจนในเลือดหลังการให้อาหาร

4.2.5 ค่าดัชนีอุณหภูมิความชื้นสัมพัทธ์ต่อการกินได้และอุณหภูมิทวารหนัก

ในระหว่างการทดลอง วันที่ 9 มิถุนายน ถึง 9 สิงหาคม ภายในโรงเรือนมีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุด 25.4 องศาเซลเซียส และสูงสุด 34.7 องศาเซลเซียส, ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุด 51.5 เปอร์เซ็นต์ และสูงสุด 94.6 เปอร์เซ็นต์ และมีค่า THI เฉลี่ย 81.9 (ตารางที่ 4-10) จากอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนทดลองมีค่าค่อนข้างสูงเนื่องจากมีการทดลองในช่วงฤดูฝน (26 มิถุนายน ถึง 9 สิงหาคม 2551) เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง THI กับการกินได้ แสดงว่า THI ไม่มีสหสัมพันธ์การกินได้ ($r = 0.25$, $P > 0.05$) ในการศึกษาในโครุ่นเพศเมียในครั้งนี้มีค่า THI เฉลี่ยไม่เกิน 81.9 ไม่ส่งผลทำให้โคเกิดความเครียดเนื่องจากความร้อนภายนอกและความเครียดเนื่องจากการกินอาหาร ในการศึกษาของ สมฤทัย (2547) ทำการทดลองในโครระยะให้นมที่อุณหภูมิเฉลี่ย 25.5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 40.1 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าเฉลี่ย THI เท่ากับ 71.6 พบว่าค่า THI มีสหสัมพันธ์ในเชิงบวกกับการกินได้ ($r = 0.64$, $P < 0.01$) ซึ่งถ้า THI มีระดับสูงขึ้นการกินได้จะสูงขึ้นตามไปด้วย แสดงให้เห็นว่า ถ้ามีค่า THI ไม่เกิน 71.4 มีสหสัมพันธ์เชิงบวกกับการกินได้ แต่ อานนท์ (2551) ทำการทดลองในโครระยะให้นมที่อุณหภูมิเฉลี่ย 30.7 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 71.3 เปอร์เซ็นต์ THI ที่ระดับ 82.2 พบว่าไม่มีสหสัมพันธ์กับการกินได้ ($r = -0.04$; $P > 0.05$) นอกจากนี้ วาสนา (2547) ได้ทำการทดลองในโครระยะนมที่อุณหภูมิเฉลี่ย 26.5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 32.7 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าเฉลี่ย THI เท่ากับ 72.6 พบว่า

THI มีสหสัมพันธ์เชิงลบกับการกินได้ ($r = -0.63$, $P < 0.01$) แสดงให้เห็นว่าถ้า THI เพิ่มขึ้นจาก 72.6 การกินได้ของโคจะลดลงตามไปด้วย การศึกษาในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า การใช้ยูเรียละลายช้าระดับสูงในสูตรอาหาร TMR ของโครุ่นเพศเมีย ในสภาพแวดล้อมที่มีระดับ THI ที่สูง ไม่มีผลต่อการกินได้แตกต่างจากโครระยะให้นม อาจเนื่องมาจากโครระยะให้นมมีความเครียดจากการให้นมและการหมักย่อยอาหารเพื่อให้ผลผลิต ทำให้เกิดความเครียดจากความร้อนได้ง่ายกว่าโครุ่นที่ยังไม่ให้ผลผลิต

การวัดอุณหภูมิทวารหนักของโคเพื่อวิเคราะห์หาความเครียดเนื่องจากความร้อนจากการทดลอง และความเครียดจากการย่อยอาหารในการใช้ยูเรียละลายช้าในสูตรอาหาร เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิทวารหนักในช่วงก่อนให้อาหาร (ชั่วโมงที่ 0) และหลังจากให้อาหารในชั่วโมงที่ 1, 2 และ 3 พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) เช่นเดียวกับอุณหภูมิทวารหนักในช่วงก่อน ให้อาหารและหลังจากการให้อาหารในชั่วโมงที่ 1, 2 และ 3 พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) เช่นเดียวกับอุณหภูมิทวารหนัก หลังจากการให้อาหารเฉลี่ยในชั่วโมงที่ 1 ถึงชั่วโมงที่ 3 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) (38.7, 38.6, 38.5, 39.0 และ 38.6 องศาเซลเซียส ตามลำดับ) (ตารางที่ 4-11) Baumgard et al. (2006) ได้รายงานว่า ปัจจัยที่สามารถบ่งบอกได้ว่าโคเกิดความเครียดปัจจัยหนึ่งคือ อุณหภูมิทวารหนัก โดยพบว่า อุณหภูมิทวารหนักที่สูงกว่า 39.4 องศาเซลเซียส โคจะเกิดอาการเครียด แต่อุณหภูมิทวารหนักของงานทดลองนี้ต่ำกว่าอุณหภูมิที่แนะนำไว้ แสดงให้เห็นว่า การใช้ยูเรียละลายช้าในระดับสูงในอาหาร TMR ในการทดลองในครั้งนี้ไม่ทำให้เกิดความเครียดจากการหมักย่อยอาหารในโครุ่น การใช้ยูเรียเคลือบแบบต่างๆ ในอาหาร TMR ในสภาพที่มี THI ในระดับสูงคือ 81.9 ไม่มีผลทำให้อุณหภูมิทวารหนักสูงกว่าค่าระดับปกติของโค อาจเนื่องมาจากสูตรอาหารที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ มีการใช้มันเส้นซึ่งเป็นแหล่งของ NSC ในสูตรอาหารระดับสูงคือ 43-49 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการใช้ยูเรียเคลือบแบบต่างๆ ในระดับสูงในอาหาร TMR ทำให้การมีการย่อยได้เร็วและย่อยได้สูง ทำให้ไม่เกิดความเครียดจากการหมักย่อยอาหาร

ตารางที่ 4-10 ค่าอุณหภูมิ, RH และ THI ในการทดลอง

Parameters	
Temperature minimum,°C	25.4
Temperature maximum,°C	34.7
Average temperature,°C	30.1
Relative humidity minimum, %	51.5
Relative humidity maximum, %	94.6
Average relative humidity, %	73.1
Average temperature-humidity index	81.9

ตารางที่ 4-11 ผลของยูเรียละลายช้าในอาหาร TMR ต่ออุณหภูมิทวารหนัก

Items	**T urea**	**T cal20**	**T cal30**	**T for5**	**T for10**	**SEM**	**P-value**
Rectum temperature,°C							
0 h	38.6	38.3	38.3	38.7	38.3	0.08	0.08
1 h	38.6	38.4	38.4	38.9	38.4	0.04	0.19
2 h	38.6	38.7	38.5	39.0	38.6	0.10	0.09
3 h	38.8	38.8	38.6	39.1	38.9	0.07	0.15
Average 1-3 h	38.7	38.6	38.5	39.0	38.6	0.11	0.15

4.2.6 ต้นทุนค่าอาหาร TMR ต่อประสิทธิภาพการผลิตของโคนมรุ่นเพศเมีย

ต้นทุนในการทำยูเรียเคลือบรูปแบบต่างๆ 4 แบบเมื่อคิดเป็นน้ำหนักสด พบว่า T cal30 มีราคาถูกที่สุด รองลงมาคือ T cal20, T for5 และ T for10 ซึ่งมีราคาต่อหน่วย 1 กิโลกรัมน้ำหนักแห้ง ถูกว่ายูเรียธรรมดาโดยมีค่าเท่ากับ 17.6, 18.0, 19.5 และ 22.9 บาทต่อกิโลกรัมตามลำดับ ต้นทุนค่าอาหารเมื่อมีการใช้ยูเรียละลายช้ารูปแบบต่างๆ เมื่อเปรียบเทียบราคาของสูตรอาหาร TMR ทั้ง 5 สูตร พบว่า สูตรที่ใช้ T cal20, T cal30 และ T for5 มีราคาต่ำที่สุดคือ 4.5 บาท รองลงมาคือสูตรที่ใช้ T urea มีราคาเท่ากับ 4.6 บาท ส่วนสูตรที่มีราคาแพงที่สุดคือ สูตรที่ใช้ T for10 มีราคาเท่ากับ 4.70 บาท เมื่อพิจารณาถึงต้นทุนค่าอาหารต่อปริมาณการกินได้ต่อวัน พบว่าเมื่อใช้ T cal30 ในสูตรอาหาร ทำให้ต้นทุนค่าอาหารต่อตัวต่อวันถูกที่สุด ($P < 0.05$) แต่ไม่แตกต่างกับสูตรที่ใช้ T cal30 และ T for 10 รองลงมาคือ สูตรที่ใช้ T cal20 และสูตรที่มีราคาต้นทุนค่าอาหาร

ต่อปริมาณการกินได้ต่อวันแพงที่สุดคือ สูตร T urea โดยมีค่าเท่ากับ 31.1, 32.3, 33.5, 35.5 และ 37.6 บาทต่อวัน ตามลำดับ ส่วนต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม พบว่า ต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม ของการใช้ T urea, T cal20, T cal30, T for 5 และ T for10 ในสูตรอาหารไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 52.7, 47.1, 53.8, 49.2 และ 58.5 บาทต่อ 1 กิโลกรัมน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น ตามลำดับ (ตารางที่ 4-12) แสดงให้เห็นว่าสูตรที่ใช้ T cal30, T for5 และ T for10 ในสูตรอาหารมีต้นทุนค่าอาหารต่อวันถูกกว่าสูตรที่ใช้ T urea แต่มีการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกัน การใช้ยูเรียละลายช้าในสูตรอาหารในระดับสูงนี้ทำให้สามารถลดต้นทุนค่าอาหารให้ถูกลงได้

ตารางที่ 4-12 ต้นทุนการผลิตของอาหาร TMR (as fed)

Items	T urea	T cal20	T cal30	T for5	T for10	SEM	P-value
Urea cost, baht/kg of DM	18.4	18.0	17.6	19.5	22.9		
Feed cost, baht/kg.[1]	4.6	4.5	4.5	4.5	4.7		
Intake feed cost, baht/day	37.6[a]	35.5[ab]	31.1[c]	32.3[bc]	33.5[bc]	1.18	0.03
Gain cost, baht/kg.BW	52.7	47.1	53.8	49.2	58.5	2.98	0.95

[a, b]ตัวอักษรที่ต่างกันในแถวเดียวกันแสดงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ($P < 0.05$)

[1] ราคาวัตถุดิบอาหาร อ้างอิงเดือนมีนาคม 2551