บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลการทดลองที่ 1 การศึกษาหาระดับความเข้มข้นของยูเรียและระยะเวลาที่เหมาะสมในการหมักฟางข้าว

องค์ประกอบทางเคมีของฟางข้าว

ฟางข้าวก่อนหมักมีองค์ประกอบทางเคมี ดังตารางที่ 25

Table 25 Chemical composition of untreated rice straw (DM basis).

Composition	%	Composition	%
Dry matter	89.02	Ash	14.07
Organic matter	85.92	Neutral Detergent Fiber	72.15
Crude protein	3.34	Acid Detergent Fiber	45.23
Ether Extract	2.20	Acid Detergent Lignin	3.90

ฟางข้าวที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้มีวัตถุแห้งและคุณค่าทางอาหารใกล้เคียงกับที่มีผู้รายงานไว้ คือ DM 89 - 90 %, CP 2.2 - 4.6 %, OM 80.9 - 82.7 %, NDF 73.8 - 85.6 %, ADF 52.4 - 63.1 %, ADL 3.12 - 5.24 % และเถ้า 14 - 18 % (Cheva-Isarakul, 1991; บุญเสริม และบุญล้อม, 2529; Promma *et.al.*, 1985; เสาวลักษณ์ 2542 และ Wanapat 1985)ซึ่งการที่ค่าต่าง ๆ ผันแปรไปในแต่ละรายงานอาจเนื่องมาจากพันธุ์ข้าว สภาพแวดล้อม การให้ปุ๋ย และการเก็บเกี่ยว เป็นต้น อย่างไรก็ดีการที่ฟางข้าวในการทดลองนี้มีอินทรียวัตถุ 85.92 % ซึ่งสูงกว่ารายงานทั่วไปที่รายงานว่าอยู่ระหว่าง 81.7 - 82.6 % (เสาวลักษณ์, 2542; Cheva-Isarakul, 1991; Cheva-Isarakul and Potikanond, 1986; Cheva-Isarakul and Cheva-Isarakul, 1984; บุญเสริมและบุญล้อม, 2529 และ Wanapat, 1985) ทั้งนี้เนื่องจากฟางในการทดลองนี้มีเถ้าต่ำ ซึ่งเถ้ามีแร่ธาตุเป็นองค์ประกอบแต่ก็อาจมีส่วนของดินและทรายปนมาด้วย ดังนั้นการที่ฟางข้าวในงานทดลองนี้มีอินทรียวัตถุสูงอาจเนื่องมาจากการเก็บเกี่ยวฟางที่ค่อนข้างสูงจากพื้นดินจึงมีส่วนของดินทรายปนมาไม่มากนัก ค่า OM ในการทดลองนี้สอดคล้องกับปริมาณองค์ประกอบของผนังเซลล์ (NDF, ADF และ ADL) ซึ่งมีค่าค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับ Cheva-Isarakul (1991), Cheva-Isarakul and Potikanond (1986), Cheva-

Isarakul and Cheva-Isarakul (1984), บุญเสริม และบุญล้อม (2529) และ Wanapat (1985) แสดงว่ามีส่วนของโคนต้นข้าวติดมาไม่มากนัก

ผลการหมักฟางข้าวด้วยยูเรีย

1.โปรตีนรวม ในฟางหมักยูเรีย

ผลของระดับยูเรีย และระยะเวลาการหมักที่มีต่อเปอร์เซ็นต์โปรตีนรวมของฟางแสดงในตารางที่ 26 ข้อมูลในตารางเป็นค่าโปรตีนรวมที่ได้จากการวิเคราะห์ตัวอย่างสดโดยคิดเป็นร้อยละของน้ำหนักแห้งของฟางหมักที่ไม่ได้ตากแดดและที่ตากแดดแห้งแล้ว

Table 26 Crude protein percentage of fresh and sun-dry urea – treated rice straw (UTS) being treated with different levels of urea and different duration(% DM basis).

Urea	Duration	Fresh UTS				Sun dry UTS			
(%)	(days)	7	14	21	Avg.	7	14	21	Avg.
4		17.48	18.15	15.60	17.20^{a}	9.94	8.42	6.75	8.40^{a}
5		18.32	18.61	17.58	18.17^{a}	12.14	10.44	8.06	10.22^{b}
6		23.04	20.16	20.87	21.36^{b}	11.21	9.69	10.35	10.42^{b}
	Avg.	19.73^{ns}	18.97^{ns}	18.02^{ns}	18.91	11.10^{x}	9.55^{y}	8.39^{y}	9.68

Interaction (Urea level X Duration) Fresh UTS P = 0.208, Sun dry UTS P = 0.150.

^{ab} *Means with different superscript in the same column differ significantly. (P < 0.05)* .

^{xy} *Means with different superscript in the same row differ significantly. (P < 0.05)*

จากตารางจะเห็นได้ว่าระดับของยูเรียมีผลต่อเปอร์เซ็นต์โปรตีนรวมในฟางข้าวหลังหมัก โดยการใช้ยูเรียระดับสูงขึ้นคือ 6 % ทำให้ฟางหลังหมักมีโปรตีนรวมสูงกว่าการใช้ยูเรีย 4% อย่างมีนัยสำคัญ ผลอันนี้พบทั้งในฟางหมักที่ไม่ได้ตากแดดและที่ตากแดดโดยมีค่าดังกล่าวคิดเป็นร้อยละของวัตถุแห้ง 21.36 เทียบกับ 17.20 % ในฟางข้าวหมักที่ไม่ได้ตากแดด และ 10.42 % เทียบกับ 8.40 % ในฟางหมักที่ตากแห้งแล้วตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากยูเรียเป็นสารประกอบไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีนซึ่งถึงแม้ว่าจะถูกย่อยสลายให้เป็นแอมโมเนียหรือเปลี่ยนไปอยู่ในรูปของแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ก็ยังมีไนโตรเจนอยู่ ดังนั้นเมื่อวิเคราะห์ค่าโปรตีนรวมจึงทำให้ได้ค่าสูงขึ้นเมื่อใช้ยูเรียเพิ่มขึ้น

แต่การใช้ระยะเวลาในการหมักที่เพิ่มขึ้นกลับมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์โปรตีนรวมในฟางหมักลดลงตามลำดับ โดยกลุ่มที่ไม่ได้ตากแดดและทำการหมัก 21 วัน มีโปรตีนรวม 18.02% ของวัตถุแห้ง ลดลงจากกลุ่มที่หมักเพียง 7 วัน (19.73 % CP) 1.7 % สำหรับกลุ่มที่ตากแห้งมีโปรตีนรวม

ลดลงถึง 2.71 % (8.39 เทียบกับ 11.10 %) ซึ่งความแตกต่างนี้มีนัยสำคัญทางสถิติ การที่เมื่อหมักฟางนานขึ้นแล้วทำให้โปรตีนรวมลดลงยังไม่มีผู้รายงานไว้แต่สันนิษฐานว่าการหมักในระยะสั้นอาจมียูเรียบางส่วนที่ไม่สลายเป็นแอมโมเนีย ยังคงเหลืออยู่ในฟางหมักในรูปของยูเรียอยู่บ้าง ดังนั้นเมื่อนำมาวิเคราะห์จึงมีการสูญเสียแอมโมเนียน้อย ในขณะที่กลุ่มซึ่งใช้การหมักนาน มีการสลายตัวของยูเรียเป็นแอมโมเนียมากกว่า ทำให้เมื่อทำการเปิดถุงเพื่อเก็บตัวอย่างหรือขณะเตรียมตัวอย่างสำหรับวิเคราะห์มีการสูญเสียไนโตรเจนในรูปของแอมโมเนียมากกว่า ดังนั้นจึงมีค่าโปรตีนรวมต่ำกว่า นอกจากนี้การที่ตัวอย่างฟางตากแห้งซึ่งมีค่าโปรตีนรวมของกลุ่มที่ทำการหมัก 14 และ 21 วัน ลดลงต่ำกว่ากลุ่มที่หมักเพียง 7 วัน อย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่พวกไม่ตากแดดความแตกต่างนี้ไม่มีนัยสำคัญนั้น ก็อาจเป็นข้อสนับสนุนสมมติฐานที่กล่าวข้างต้นได้ชัดเจนขึ้น เพราะการตากแดดทำให้แอมโมเนียระเหยได้มากขึ้น

เมื่อเปรียบเทียบผลของการนำฟางหมักไปตากแดดกับการไม่ตากแดดพบว่า กลุ่มที่ตากแดดมีโปรตีนรวมต่ำกว่ากลุ่มที่ไม่ตากเฉลี่ย 9.23 % (9.68 เทียบกับ 18.91 %) ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากการตากทำให้มีการสูญเสียไนโตรเจนในรูปของแอมโมเนียดังได้กล่าวมาแล้ว ด้วยเหตุนี้ในทางปฏิบัติจึงมักแนะนำว่า การนำฟางหมักไปใช้ไม่จำเป็นต้องตากแดด แต่อาจเปิดกองฟางหมักทิ้งไว้สัก 1 – 2 ชั่วโมงหรือนำฟางหมักออกจากกองมาทิ้งไว้สักครู่ก่อนนำไปใช้เลี้ยงสัตว์ ทั้งนี้เพื่อลดกลิ่นฉุนหรือความระคายเคืองของแอมโมเนียที่อาจมีต่อผู้ใช้และต่อตัวสัตว์ ค่าโปรตีนรวมของฟางข้าวที่หมักด้วยยูเรีย 5 % เป็นเวลา 21 วันโดยไม่ตากแดดในการทดลองนี้ มีค่า 18.17 % ของวัตถุแห้ง ใกล้เคียงกับ Wanapat (1990) ที่รายงานว่าฟางข้าวที่หมักด้วยยูเรียระดับเดียวกันมีโปรตีนรวม 17.7 % เพิ่มสูงกว่าฟางธรรมดาถึง 13.5 % แต่ Wanapat *et al.* (1983) รายงานว่าฟางหมักยูเรียมีโปรตีนรวมสูงกว่าฟางธรรมดาเพียง 3.5 % ทั้งนี้เนื่องจากการเก็บตัวอย่างหลังจากผึ่งแห้งแล้วจึงทำให้ไนโตรเจนระเหยไปในรูปของแอมโมเนียจึงมีค่าโปรตีนรวมต่ำ สอดคล้องกับ Cheva–Isarakul and Potikanond (1986) รายงานว่าฟางข้าวหมักยูเรีย 6 % เป็นเวลา 3 สัปดาห์แล้วนำไปตากให้แห้งก่อนเก็บไว้ใช้เลี้ยงสัตว์มีโปรตีนรวม 7.57 % ในขณะที่ฟางธรรมดามีโปรตีนรวม 4.11 % นอกจากนี้ Cheva–Isarakul (1988) ยังรายงานว่าฟางหมัก ยูเรีย 4 % เป็นเวลา 3 สัปดาห์มีโปรตีนรวมซึ่งเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 29 ตัวอย่างเท่ากับ 9.2 ± 1.0% การที่ค่าโปรตีนของฟางหมักในรายงานต่างๆ มีค่าต่างกันอาจเนื่องมาจากการปิดกองหรือภาชนะที่ใช้หมัก ระยะเวลาในการหมัก ความละเอียดในการสุ่มเก็บและการเตรียมตัวอย่าง ตลอดจนการผึ่งหรือไม่ผึ่งฟางก่อนนำมาใช้เลี้ยงสัตว์ด้วย

2. ปริมาณยูเรียตกค้างในฟางข้าวหลังหมัก

ปริมาณยูเรียที่เหลืออยู่ในฟางหมัก เมื่อทำการหมักฟางด้วยยูเรียระดับต่างๆ กัน 3 ระดับเป็นเวลาต่างกัน แสดงผลในตารางที่ 27

Table 27 Percentage of urea remaining after drying of rice straw being treated with different levels of urea and different duration (DM - basis).

Urea level (%)	Duration (days)			Avg.
	7	14	21	
4	1.21	0.25	0.54	0.67[a]
5	1.72	1.28	0.76	1.25[b]
6	1.77	1.32	1.11	1.40[c]
Avg.	1.57[x]	0.95[y]	0.80[z]	1.10

Interaction (Urea level X Duration) P = 0.100

[abc] *Means with different superscript in the same column differ significantly. (P < 0.05)*

[xyz] *Means with different superscript in the same row differ significantly. (P < 0.05)*

จะเห็นได้ว่าการหมักฟางเป็นเวลานานขึ้นทำให้มียูเรียหลงเหลืออยู่ในฟางน้อยลง โดยการหมักเป็นเวลา 21 วัน มียูเรียเหลือน้อยกว่าการหมักเป็นเวลา 7 วัน อย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) ผลอันนี้สอดคล้องกับข้อสันนิษฐานที่ได้กล่าวไว้ข้างต้นว่า การหมักเป็นเวลานานขึ้นทำให้ยูเรียสลายตัวเป็นแอมโมเนียได้ดีขึ้นและมีแอมโมเนียสูญหายไปเมื่อทำการเก็บและเตรียมตัวอย่างมากขึ้น จึงทำให้ฟางหมักมีโปรตีนรวมลดลง

สำหรับระดับของยูเรียที่ใช้หมักฟาง ก็มีผลต่อระดับยูเรียที่เหลืออยู่ในกองฟาง เช่นกัน โดยการใช้ยูเรียในระดับสูงขึ้น คือ 5 และ 6 % ทำให้มียูเรียเหลืออยู่ในกองฟางมากกว่าการใช้ยูเรีย 4% อย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) เมื่อพิจารณาเฉพาะยูเรียตกค้าง การหมักฟางอาจไม่จำเป็นต้องใช้ยูเรียในระดับสูงเพราะไม่สามารถถูกย่อยสลายให้เป็นแอมโมเนียได้หมดแม้ว่าจะหมักนานเป็นเวลา 21 วันก็ตาม การใช้ยูเรีย 4 % และหมักเป็นเวลา 21 วัน น่าจะเหมาะสม เพราะมียูเรียเหลืออยู่เพียง 0.54 % เท่านั้น ในขณะที่การหมักด้วยยูเรีย 4 % และใช้เวลาหมัก 7 วัน ทำให้มียูเรียเหลืออยู่ถึง 1.21% อย่างไรก็ดี ค่าเหล่านี้อาจผันแปรตามอุณหภูมิด้วย คือในสภาพอากาศร้อนหรืออุณหภูมิของ

กองฟางหมักสูงย่อมเร่งให้เกิดปฏิกิริยาการย่อยสลายเร็วขึ้น อีกทั้งยังต้องอาศัยการประเมินคุณภาพด้วยวิธีอื่นประกอบในการตัดสินใจว่าระดับยูเรียกี่เปอร์เซ็นต์และใช้เวลาหมักกี่สัปดาห์จึงจะให้ผลดีที่สุด

เมื่อนำปริมาณยูเรียที่ตกค้างจากการหมักฟางด้วยยูเรีย 6 % เป็นเวลานาน 14 วัน มาคำนวณเป็นปริมาณยูเรียที่โคได้รับเพื่อพิจารณาถึงความปลอดภัยของโคที่กินฟางหมักในกรณีนี้ ถ้าประมาณว่าโคกินฟางหมักคิดเป็นวัตถุแห้งเท่ากับ 2 % ของน้ำหนักตัว โดยโคมีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 500 กก. ปริมาณวัตถุแห้งที่กินได้จะเท่ากับ 10 กก.ปริมาณยูเรียตกค้างเท่ากับ 1.32 % (ตารางที่ 27) ดังนั้นปริมาณยูเรียที่โคได้รับจะเท่ากับ 0.132 กก. หรือ 132 กรัม/วัน ซึ่งเมื่อคิดเทียบเป็นน้ำหนักตัวของโคแล้วจะเท่ากับ 26.4 กรัม/100 กก.น้ำหนักตัวซึ่งต่ำกว่าปริมาณ 30 กรัม/ 100 กก. น้ำหนักตัวที่ถือว่าเป็นระดับปลอดภัยตามที่มีผู้แนะนำไว้เล็กน้อย (อ้างโดย บุญล้อม,2541)

อย่างไรก็ตาม ระดับยูเรียที่เหลืออยู่นี้นับว่าค่อนข้างเสี่ยงในสภาพที่สัตว์กินฟางดังกล่าวในระดับสูง เช่น 2.52 % ในตารางที่ 18 หรือในกรณีของโคที่ให้นมสูงซึ่งร่างกายต้องทำงานหนักเพื่อผลิตน้ำนม ดังนั้นจึงควรคำนึงถึงประเด็นเหล่านี้ด้วย

3. ผลที่มีต่อองค์ประกอบของผนังเซลล์

ฟางข้าวที่ไม่ผ่านการหมักยูเรียมี NDF, ADF และ ADL ใกล้เคียงกับฟางที่หมักยูเรียแล้ว ระดับของยูเรียที่ใช้หมักฟางไม่มีผลต่อองค์ประกอบของ ADF และ ADL แต่การใช้ยูเรีย 6 % มีผลให้ NDF ต่ำกว่าการใช้ยูเรีย 4 และ 5 % อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) สำหรับระยะเวลาการหมักไม่มีผลต่อ NDF และ ADL แต่การหมักที่ 21 วัน ทำให้ ADF สูงกว่าการหมัก 7 และ 14 วัน อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) (ตารางที่ 28) สอดคล้องกับรายงานของ Wanapat *et al.* (1983)

Table 28 Percentage of neutral detergent fiber, acid detergent fiber and acid detergent lignin after drying of rice-straw being treated with different levels of urea and different duration (DM - basis).

Urea (%)	NDF (%)				ADF (%)				ADL (%)			
Day	7	14	21	Avg.	7	14	21	Avg.	7	14	21	Avg.
4	72.93	71.99	73.70	72.87^{a}	45.00	45.16	47.29	45.82	3.60	3.53	3.64	3.59
5	73.28	73.02	73.27	73.19^{a}	46.30	45.53	46.33	46.05	3.44	3.90	3.27	3.54
6	72.04	71.55	71.60	71.73^{b}	44.70	45.05	46.32	45.36	3.52	3.35	3.87	3.58
Avg.	72.75	72.19	72.86	72.60	45.33^{x}	45.25^{x}	46.65^{y}	45.74	3.52	3.59	3.59	3.57

Interaction (Urea level X Duration) NDF P = 0.581, ADF P = 0.441, ADL P= 0.027.

^{ab} *Means with different superscript in the same column differ significantly. ($P < 0.05$)*

^{xy} *Means with different superscript in the same row differ significantly. ($P < 0.05$)*

4. ผลที่มีต่อการย่อยสลายของวัตถุแห้งในกระเพาะรูเมนโดยวิธี *in situ*

หลังจากแช่ถุงไนล่อนที่บรรจุตัวอย่างฟางหมักในกระเพาะรูเมนที่เวลาต่างๆ คือ 4, 12, 24, 48, 72 และ 96 ชั่วโมง ตามวิธีที่แนะนำโดย Orskov (1985) รายละเอียดดังภาคผนวก ข หน้า 105 ได้ข้อมูลดังแสดงในตารางที่ 29, 30 เมื่อนำค่าการย่อยได้สูงสุด (A + B) มาพิจารณา ดังแสดงในตารางที่ 31 แล้ว จะเห็นได้ว่าระยะเวลาการหมักให้ผลไม่แตกต่างกัน แต่การใช้ยูเรียระดับสูงขึ้น (5 - 6 %) ทำให้การย่อยสลายดีขึ้นกว่าที่ระดับ 4 % อย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากระดับยูเรียที่สูงกว่านั้นสามารถแตกตัวให้แอมโมเนียและแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ได้มากกว่า และมีฤทธิ์ความเป็นด่างที่มากกว่า ซึ่งสามารถทำลายพันธะ lignocellulose ได้ดีกว่า แต่เมื่อเปรียบเทียบระหว่าง 4 กับ 5% และ 5 กับ 6 % พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน จึงสรุปได้ว่า การหมักฟางข้าวควรใช้ยูเรีย 5 - 6 % และหมักนาน 14 วัน

Table 29 Percentage of dry matter disappearance of urea-treated rice straw at various incubation time.

Sample		Incubation time (hours)						
		0	4	12	24	48	72	96
Untreated	0	14.22	16.11	28.76	42.08	61.51	59.07	69.92
4 % Urea for	7 days	15.09	15.58	28.68	46.91	62.97	69.46	72.33
	14 days	15.21	17.30	33.86	46.27	67.81	70.87	73.98
	21 days	15.09	15.92	31.40	43.08	66.92	73.76	73.65
5 % Urea for	7 days	14.58	15.82	25.71	43.03	65.05	68.94	72.11
	14 days	14.50	16.26	32.20	47.67	64.88	72.91	75.03
	21 days	14.71	16.50	30.45	37.68	69.36	72.56	75.65
6 % Urea for	7 days	16.81	17.47	31.96	41.17	67.80	68.60	74.66
	14 days	15.85	18.03	35.78	50.76	68.71	72.39	76.23
	21 days	17.51	18.02	32.89	48.96	68.68	71.58	76.39

Table 30 Degradation characteristic of urea-treated rice straw incubated *in situ*.

Sample		a	B	c	L	A	B	A + B
		(-----%----)		(fraction/hr)	(hr.)	(----------%---------)		
4 % Urea for	7 days	1.97	68.63	0.050	4.13	14.87	55.73	70.60
	14 days	.80	68.80	0.051	4.30	14.40	55.20	69.60
	21 days	.80	68.80	0.051	4.30	14.40	55.20	69.60
5 % Urea for	7 days	.80	68.80	0.051	4.30	14.40	55.20	69.60
	14 days	1.93	71.60	0.044	4.10	13.93	59.67	73.60
	21 days	2.6	72.30	0.052	3.60	14.80	60.10	74.90
6 % Urea for	7 days	2.6	72.30	0.052	3.60	14.80	60.10	74.90
	14 days	4.47	69.77	0.049	3.67	15.67	58.50	74.17
	21 days	5.4	68.50	0.047	3.70	16.10	57.70	73.80

Table 31 Potential degradability (A + B) of urea-treated rice straw (%).

Urea level	Duration (days)			Avg.
(%)	7	14	21	
4	70.60	69.60	69.60	69.84^{a}
5	69.60	73.60	74.90	72.60^{ab}
6	74.90	74.17	73.80	74.24^{b}
Avg.	71.61^{ns}	72.38^{ns}	72.70^{ns}	72.23
Interaction (Urea level X Duration) P = .200				

^{abc} *Means with different superscript in the same column differ significantly. (P<0.05)*

^{xyz} *Means with different superscript in the same row differ significantly. (P<0.05)*

จากการศึกษาหาระดับยูเรียและระยะเวลาที่เหมาะสมในการหมักฟางข้าวในครั้งนี้จึงพอสรุปได้ว่า การทำฟางหมักในประเทศไทยอาจใช้เวลาเพียง 14 วัน ก็สามารถเปิดออกใช้ได้ และถ้ายิ่งอุณหภูมิของสภาพแวดล้อมสูงขึ้น เช่น ในฤดูร้อน หรือช่วงวันที่มีอากาศร้อน ปฏิกิริยาการสลายของยูเรียเป็นแอมโมเนียและแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ ตลอดจนการที่แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ไปย่อยสลายพันธะของผนังเซลล์ก็จะยิ่งเพิ่มขึ้น ทำให้สามารถเปิดกองฟางมาใช้ประโยชน์ได้เร็วกว่านี้ เช่น 7 - 10 วัน เป็นต้น ข้อมูลนี้นับว่าเป็นประโยชน์ในการนำไปใช้ในทางปฏิบัติ สำหรับระดับยูเรียที่

เหมาะสมนั้นคือ 5 % แต่ในทางปฏิบัติอาจใช้ 6 % ก็ได้ เผื่อการ สูญหายของแอมโมเนียที่เกิดขึ้นเนื่องจากการปิดกองที่อาจจะไม่มิดชิดนัก เพราะเกษตรกรส่วนมากใช้พลาสติกซ้ำ ซึ่งอาจมีรูรั่วบ้างเล็กน้อย และระดับยูเรียตกค้างในฟางหมัก 6 % ยูเรียนานเพียง 14 วัน ก็อยู่ในระดับที่ปลอดภัย และไม่เคยมีรายงานว่าสัตว์เคี้ยวเอื้องที่กินฟางหมักเกิดอาการเป็นพิษเนื่องจากยูเรีย ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการที่โคกินฟางหมักเป็นการได้รับยูเรียเข้าไปอย่างช้าๆ ซึ่งจุลินทรีย์ในกระเพาะหมักสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และร่างกายสามารถกำจัดแอมโมเนียส่วนเกินได้ดีกว่าการกินอย่างรวดเร็วในอาหารข้น นอกจากนี้จากการศึกษาของดำรัส (2544) ซึ่งหมักฟางข้าวด้วยวิธีเดียวกันนี้พบว่า การหมักฟางข้าวด้วยยูเรีย 6 % มีคุณค่าทางอาหารสูงที่สุด

ผลการทดลองที่ 2 การศึกษาระยะเวลาที่สามารถเก็บรักษาอาหารผสมครบส่วน ที่ใช้ฟางหมักและไม่หมักยูเรียเป็นส่วนผสม

หลังจากเตรียมอาหารผสมครบส่วนที่ได้จากการคำนวณโดยโปรแกรมสำเร็จรูป XRATION โดยคำนึงถึงสัดส่วนและปริมาณโภชนะตามความต้องการของโคที่มีน้ำหนักตัว 450 กก. ให้นมวันละ 15 กก. ดังรายละเอียดตารางภาคผนวก ข 52 หน้า 129 แต่ใช้อาหารหยาบต่างกัน 3 ชนิด คือ ฟางไม่หมักยูเรีย (อาหารผสมครบส่วนชนิดที่ 1) ฟางหมักยูเรีย 4 % (ชนิดที่ 2)และฟางหมักยูเรีย 6 % (ชนิดที่ 3) แล้วได้ทำการศึกษาถึงองค์ประกอบทางเคมี คุณค่าทางอาหารและการเปลี่ยนแปลงดังต่อไปนี้

การเกิดปฏิกิริยาเกี่ยวกับการหมักในระหว่างการเก็บรักษา

จากการสังเกตุเบื้องต้นโดยการวัดอุณหภูมิไม่พบว่ามีการหมักอย่างรวดเร็วจากทุกกลุ่มตลอด 10 วันแรกของการเก็บรักษา ดังจะเห็นได้จากอุณหภูมิที่ไม่เพิ่มขึ้นมากนัก ดังตารางที่ 32

Table 32 Temperature inside total mixed ration bags during storage (^{o}C).

Time (hrs.)		Room Temperature	TMR1	TMR2	TMR3
0		27.5	24	24	24
4		22	26.7	28.1	27
8		22	27.3	28	29
12		22	28	26	29
16		25	29	25.4	27
24		27.5	28.8	27	26
36		21	26.1	25	26
48		22	26	25.5	24
60		21	25	24	24
72	(3 days)	22.5	26.1	24	24
96	(4 days)	27.5	27	24.2	25
120	(5 days)	26	27	26.2	26.1
144	(6 days)	30	27.5	27	26.6
168	(7 days)	28	28	27.5	27
192	(8 days)	30	28	28	24.5
216	(9 days)	31	26	24.5	25
240	(10 days)	32	27	27	26.5

จากตารางที่ 32 พบว่าในระยะ 5 วันแรกของการเก็บรักษาอาหารผสมครบส่วนทุกกลุ่มมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิห้องเล็กน้อย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระยะ 24 ชั่วโมงแรกหลังบรรจุ แสดงว่าอาจมีการหมักบ้างแต่ไม่รุนแรง แต่หลังจากวันที่ 5 อุณหภูมิก็เริ่มคงที่ และอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าอุณหภูมิของสภาพแวดล้อมเล็กน้อย ซึ่งต่างกับการทดลองการเก็บข้าวโพดหมักที่ ฉันทนา (2543) ได้ศึกษาการหมักขั้นที่ 2 ของข้าวโพดหมักหลังจากนำออกจากไซโลแล้วบรรจุถุงใยสังเคราะห์โดยไม่เติมสารยับยั้งการหมักพบว่ามีอุณภูมิสูงขึ้นถึง 44^{o}C หลังจากเก็บไว้ 3 วัน แสดงว่าด่างที่เกิดจากการสลายตัวของยูเรียสามารถยับยั้งการเจริญและการทำงานของจุลินทรีย์ได้ในระดับหนึ่ง แต่ไม่สมบูรณ์นักเพราะเมื่อเก็บไว้ครบ 1 สัปดาห์แล้วสุ่มมากลุ่มละ 3 ถุง เพื่อตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพพบว่ามีกลิ่นหมักของแป้งโดยเฉพาะอย่างยิ่งในอาหารผสมครบส่วนชนิดที่ 1 จะมีกลิ่นเปรี้ยวจากการหมักของแป้งค่อนข้างรุนแรงแต่ไม่พบว่ามีเชื้อราขึ้น และจากการให้คะแนนทางกายภาพโดยใช้แบบฟอร์มตามภาคผนวก ข 5 หน้า 111 พบว่าอาหารผสมครบส่วนชนิดที่ 1 ที่เก็บไว้นาน 3 สัปดาห์ มีคะแนนคุณภาพต่ำที่สุด ในขณะที่อาหารผสมครบส่วนทั้ง 3 ชนิดที่เก็บรักษาไว้ 1 – 2 สัปดาห์ ให้ผลคะแนน

คุณภาพไม่แตกต่างกัน แต่ต่ำกว่าอาหารผสมครบส่วนที่ผสมใหม่อย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.01$) แสดงให้เห็นว่ามีการหมักและมีการเปลี่ยนแปลงเนื่องมาจากการหมักเกิดขึ้นระหว่างการเก็บที่ 1, 2 และ 3 สัปดาห์ ดังตารางที่ 33

Table 33 Organoleptic test score and acidity of total mixed ration composed of different roughages and being kept at different duration.

Duration (wk.)	Organoleptic test score				Acidity (pH)			
	TMR 1	TMR 2	TMR 3	Avg.	TMR 1	TMR 2	TMR 3	Avg.
0	20.00^{1}	20.00^{1}	20.00^{1}	20.00^{a}	7.97	8.24	8.53	8.25^{a}
1	13.83^{23}	15.77^{23}	15.57^{23}	15.06^{b}	5.50	5.55	5.82	5.62^{b}
2	14.33^{23}	15.83^{23}	15.83^{23}	15.33^{b}	5.53	5.54	5.69	5.58^{b}
3	13.50^{3}	15.13^{23}	16.57^{2}	15.07^{b}	4.93	5.41	5.51	5.28^{c}
Avg.	15.42^{ns}	16.68^{ns}	16.99^{ns}	16.36	6.00^{x}	6.18^{xy}	6.39^{y}	6.18

Interaction (Urea level X Duration) organoleptic test score ($P = 0.01$), acidity ($P = 0.45$)

^{abc} *Means with different superscript in the same column differ significantly. ($P<0.01$)*

^{xyz} *Means with different superscript in the same row differ significantly. ($P<0.01$)*

^{123} *Means with different superscript among treatment-combination differ significantly. ($P<0.01$)*

ที่ระยะเวลาการเก็บไว้ 2 สัปดาห์นั้น จะพบกลิ่นเหม็นเปรี้ยวเฉพาะอาหารผสมครบส่วนชนิดที่ 1 แต่อาหารผสมครบส่วนชนิดที่ 2 และ 3 จะไม่มีกลิ่นเปรี้ยว จึงสามารถยืนยันได้ชัดเจนว่าการใช้ฟางหมักยูเรียสามารถช่วยยับยั้งการหมักได้ในระดับหนึ่ง อย่างไรก็ดีเมื่อเก็บอาหารผสมครบส่วนทั้ง 3 กลุ่มไว้จนถึงสัปดาห์ที่ 3 จะไม่พบว่ามีกลิ่นเปรี้ยวอีก แต่จะเริ่มมีราบ้างเล็กน้อย เมื่อนำมาวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH) พบว่าอาหารผสมครบส่วนชนิดที่ 1 มี pH ต่ำกว่า ชนิดที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญ ($P< 0.01$) และระยะเวลาการเก็บรักษาที่ 3 สัปดาห์จะมี pH ต่ำที่สุดแตกต่างจากที่เก็บไว้ 1 และ 2 สัปดาห์อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการผลิตกรดของจุลินทรีย์จากการหมักในระหว่างการเก็บรักษาที่นานกว่า สำหรับที่ระยะเวลาการเก็บ 1 และ 2 สัปดาห์ มีค่า pH แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P>0.05$) แต่มี pH ต่ำกว่าที่เตรียมใหม่อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$) ดังตารางที่ 33 และจะมีการเพิ่มขึ้นของปริมาณกรด acetic จากการหมักอย่างชัดเจนในสัปดาห์ที่ 2 (ตารางที่ 35) ซึ่งแสดงให้เห็นว่ามีการหมักเกิดขึ้นในระหว่างการเก็บรักษา แต่เกิดขึ้นช้ากว่าในกรณีของพืชหมักที่จะมี pH ลดลงมาอยู่ที่ประมาณ 4 ภายใน 1 สัปดาห์ (Ishler *et al.*, 1991 และ Harris, 1993) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากความเป็นด่างช่วยยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ให้ช้าลงดังได้กล่าวมาแล้ว อย่างไรก็ดีเมื่อเวลาผ่านไปปริมาณด่างก็จะค่อยๆ ลดลง ขณะเดียวกันปริมาณกรดก็เพิ่มขึ้นเนื่องจากการทำงานของ

จุลินทรีย์ที่เจริญมากขึ้น จึงทำให้อาหารมีสภาพเป็นกรดในที่สุดแม้จะไม่มากเท่ากรณีของพืชหมักก็ตาม จากการพิจารณาคะแนนคุณภาพทางกายภาพแสดงให้เห็นว่าระยะเวลาการเก็บที่นานขึ้นทำให้คุณภาพของของอาหารเสื่อมไป หากนำค่าการสูญเสียวัตถุแห้งที่เกิดขึ้นจากการหมักในระหว่างการเก็บรักษา ดังตารางที่ 34 มาพิจารณาร่วมก็พบว่าอาหารผสมครบส่วนชนิดที่ 1 เกิดกระบวนการหมักในระหว่างการเก็บรักษามากกว่า และระยะเวลาการเก็บที่นานขึ้นก็ทำให้มีการหมักและเกิดการสูญเสียวัตถุแห้งมากขึ้นสอดคล้องกับการหมักกระถินของ วรรณา (2545) ที่พบว่าระยะเวลาการหมักนานขึ้นทำให้มีการสูญเสียของวัตถุแห้งมากขึ้น โดยที่อาหารผสมครบส่วนชนิดที่ 1 มีการสูญเสียของวัตถุแห้งสูงกว่าชนิดที่ 2 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$) แต่กลับไม่พบความแตกต่างดังกล่าวระหว่างชนิดที่ 2 กับ 3 ($P>0.05$) สำหรับระยะการเก็บรักษาที่ 1 สัปดาห์มีการสูญเสียของวัตถุแห้งไม่มากนัก แต่น้อยกว่าที่ 2 และ 3 สัปดาห์อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$) แต่ไม่พบความแตกต่างระหว่างระยะเวลาการเก็บ 2 และ 3 สัปดาห์ ($P>0.05$) สาเหตุที่มีการสูญเสียวัตถุแห้งน้อยลงหลังจากสัปดาห์ที่ 2 นั้นอาจเนื่องมาจากสภาพแวดล้อมภายในถุงเก็บที่ไม่เหมาะสม มีออกซิเจนไม่เพียงพอและจุลินทรีย์ในกลุ่มที่ผลิตกรดเริ่มมีกิจกรรมเพิ่มขึ้น

Table 34 Dry matter loss of total mixed ration composed of different roughages and being kept at different duration (%).

Duration (wk.)	TMR 1	TMR 2	TMR 3	Avg.
1	1.95^{2}	0.0061^{3}	0.0078^{3}	0.6546^{a}
2	4.64^{1}	0.0046^{3}	0.0055^{3}	1.5500^{b}
3	4.67^{1}	0.0079^{3}	0.0069^{3}	1.5616^{b}
Avg.	3.75^{x}	0.0062^{y}	0.0067^{y}	1.2554
Interaction (Urea level x Duration) P = 0.0001				

^{abc} *Means with different superscript in the same column differ significantly. (P<0.01)*

^{xyz} *Means with different superscript in the same row differ significantly. (P<0.01)*

^{123} *Means with different superscript among treatment-combination differ significantly. (P<0.01)*

ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณกรดที่เกิดขึ้น พบว่าอาหารผสมครบส่วนชนิดที่ 1 มีกรด acetic สูงกว่าชนิดที่ 2 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) และการใช้เวลาหมักนานขึ้นก็จะทำให้มีกรด acetic มากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$) แต่จะเริ่มลดลงหลังจากสัปดาห์ที่ 2 อาหารผสมครบส่วนชนิดที่ 1 ที่เก็บไว้ 2 สัปดาห์มีปริมาณกรด acetic สูงที่สุด ดังตารางที่ 35 แต่ในสัปดาห์ที่ 3 กรด acetic ก็จะลดลงสอดคล้องกับอัตราการสูญเสียวัตถุแห้งที่ลดลงในสัปดาห์ที่ 3 (ตารางที่ 34) และการเพิ่มขึ้นของกรด

lactic ในสัปดาห์ที่ 3 ก็เป็นข้อสนับสนุนข้อสันนิษฐานที่ว่าการหมักโดย aerobic bacteria ซึ่งผลิตกรด acetic จะเกิดขึ้นในช่วง 2 สัปดาห์แรกของการเก็บรักษา จากนั้นจะเป็นการทำงานของ anaerobic bacteria ซึ่งได้กรด lactic ทำให้ pH ลดลง ดังตารางที่ 33 อาหารผสมครบส่วนชนิดที่ 2 และ 3 จะเกิดกรด lactic เร็วกว่า ในขณะที่ชนิดที่ 1 จะเกิดกรด lactic สูงสุดที่ 3 สัปดาห์ แต่ชนิดที่ 2 และ 3 จะมีกรด lactic สูงตั้งแต่สัปดาห์แรก และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ (ตารางที่ 35) ซึ่งจะช่วยรักษาคุณภาพของอาหารให้คงที่ต่อไป แต่อย่างไรก็ตามหลังจากสัปดาห์ที่ 2 ก็จะเริ่มมีเชื้อราเกิดขึ้นเช่นเดียวกัน แต่ถ้ามีการจัดเก็บที่ดีในสภาพไร้อากาศก็อาจจะเก็บได้นานขึ้น จึงน่าจะมีการศึกษาในเรื่องนี้ต่อไป อย่างไรก็ตามปริมาณกรด acetic ที่เกิดขึ้นนับว่าไม่มากนักเมื่อเปรียบเทียบกับ ฉันทนา (2543) ที่ศึกษาการเกิดการหมักขั้นที่สองของข้าวโพดหมัก ที่พบว่ามีกรด acetic 0.9 และ 1.24 % หลังจากนำข้าวโพดหมักมาบรรจุถุงใหม่ เก็บไว้ที่ 7 และ 14 วันตามลำดับ วรรณา (2545) และนฤมล (2544) ก็พบว่ามี acetic acid ในกระถินหมัก หญ้ารูซี่หมัก และข้าวโพดหมัก เท่ากับ 0.41, 1.23 และ 1.50 % ตามลำดับ แต่ต่ำกว่า สมสุข (2544) ที่พบว่ามี acetic acid ในหญ้ารูซี่หมักสูงถึง 3.73 %

Table 35 Content of organic acid in total mixed ration composed of different roughages and being kept at different duration (% fresh basis).

Treatment		Duration (wk.)				Avg.
		0	1	2	3	
Acetic acid						
TMR 1		0.93^{12}	0.95^{12}	1.85^{1}	1.00^{12}	1.18^{A}
TMR 2		0.55^{2}	0.62^{2}	0.51^{2}	0.94^{12}	0.66^{B}
TMR 3		0.90^{12}	0.94^{12}	1.30^{12}	0.91^{12}	1.01^{A}
	Avg.	0.79^{a}	0.84^{a}	1.22^{b}	0.95^{ab}	0.95
Lactic acid						
TMR 1		0.23^{2}	0.53^{2}	0.22^{2}	2.80^{1}	0.94^{x}
TMR 2		0.38^{2}	1.82^{1}	2.06^{1}	2.57^{1}	1.71^{y}
TMR 3		0.46^{2}	1.83^{1}	1.90^{1}	2.46^{1}	1.66^{y}
	Avg.	0.36^{a}	1.39^{b}	1.39^{b}	2.61^{c}	1.44
Butyric acid						
TMR 1		0.00^{4}	0.23^{3}	1.16^{1}	0.42^{2}	0.45^{x}
TMR 2		0.02^{4}	0.06^{4}	0.33^{23}	0.06^{4}	0.12^{y}
TMR 3		0.00^{4}	0.00^{4}	0.00^{4}	0.00^{4}	0.00^{z}
	Avg.	0.008^{a}	0.099^{b}	0.497^{c}	0.160^{b}	0.191

Interaction (Urea level X Duration) Acetic acid (P = 0.02), Lactic acid (P = 0.001), Butyric acid (P = 0.001)

^{abc} *Means with different superscript in the same row differ significantly. (P<0.01)*

^{xyz} *Means with different superscript in the same column differ significantly. (P<0.01)*

^{ABC} *Means with different superscript in the same column differ significantly. (P<0.05)*

^{1234} *Means with different superscript among treatment-combination differ significantly. (P<0.01)*

ปริมาณแอมโมเนียที่คงอยู่ในอาหารผสมครบส่วนอันเนื่องมาจากการหมักฟางข้าวด้วยยูเรีย ก็มีผลต่อการเปลี่ยนแปลง pH ของอาหารผสมครบส่วนในระยะต้นๆ ของการเก็บรักษา ดังจะเห็นได้ว่าอาหารผสมครบส่วนชนิดที่ 3 มีปริมาณแอมโมเนียสูงกว่า 1 และ 2 (ตารางที่ 36) อีกทั้ง pH ก็สูงกว่าด้วย (ตารางที่ 33) ทำให้อาหารผสมครบส่วนมีปฏิกริยาการหมัก และการสูญเสียวัตถุแห้งน้อยกว่า อีกทั้งมีคะแนนคุณภาพทางกายภาพดีกว่า จึงทำให้คุณภาพโดยทั่วไปของอาหารผสมครบส่วนชนิดที่ 2 และ 3 ดีกว่า

Table 36 Ammonia content in total mixed ration composed of different roughages that being kept at different duration (% fresh basis).

Duration (wk.)	TMR 1	TMR 2	TMR 3	Avg.
0	0.0930^{34}	0.1599^{2}	0.2459^{1}	0.1662^{a}
1	0.1430^{23}	0.0830^{34}	0.2360^{1}	0.1540^{a}
2	0.0656^{4}	0.0730^{4}	0.1929^{12}	0.1105^{b}
3	0.0922^{34}	0.0638^{4}	0.0630^{4}	0.0730^{c}
Avg.	0.0984^{x}	0.0949^{x}	0.1844^{y}	0.1259
Interaction (Urea level x Duration) P<0.0001				

^{abc} *Means with different superscript in the same column differ significantly. (P<0.01)*

^{xyz} *Means with different superscript in the same row differ significantly. (P<0.01)*

^{1234} *Means with different superscript among treatment-combination differ significantly. (P<0.01)*

จากตารางที่ 36 จะเห็นได้ว่าอิทธิพลร่วมระหว่างระยะเวลาและชนิดของวัสดุอาหารหยาบมีผลต่อปริมาณแอมโมเนีย ดังจะเห็นได้ว่าอาหารผสมครบส่วนชนิดที่ 1 นั้นมีเปอร์เซ็นต์แอมโมเนียเมื่อผสมเสร็จใหม่ๆ ต่ำ แต่จะสูงขึ้นหลังจากเก็บไว้ 1 สัปดาห์ ทั้งนี้อาจเกิดจากการสลายโปรตีนจากวัสดุอาหารข้นโดยจุลินทรีย์และจากการย่อยสลายยูเรียในระหว่างการเก็บ แต่ในอาหารผสมครบส่วนชนิดที่ 2 และ 3 เมื่อผสมเสร็จใหม่ๆ จะมีแอมโมเนียสูงกว่าชนิดที่ 1 ปริมาณแอมโมเนียจะสูงที่สุดในอาหารผสมครบส่วนชนิดที่ 3 และอยู่ในสภาพสดหรือที่เก็บไว้ไม่เกิน 1 สัปดาห์ ทั้งนี้ในฟางหมักยูเรีย 4 และ 6 % ก่อนผสมเป็นอาหารผสมครบส่วนนั้นมีแอมโมเนียอยู่ 0.3228 และ 0.3989 % ของสภาพสด ตามลำดับ และแอมโมเนียจะลดลงไปเรื่อยๆ เมื่อผสมและเก็บไว้ 1, 2 และ 3 สัปดาห์ในทุกกลุ่ม โดยเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการเก็บพบว่าอาหารผสมครบส่วนชนิดที่ 3 มีแอมโมเนียสูงกว่าชนิดที่ 1 และ 2 อย่างมีนัยสำคัญ (P<0.01) สอดคล้องกับค่า pH ของชนิดที่ 3 ที่สูงกว่า 2 กลุ่มแรก (ตารางที่ 33) อาหารผสมครบส่วนชนิดที่ 2 และ 3 มีการสูญเสียของวัตถุแห้งและการเกิดกรด acetic และ butyric น้อยกว่าชนิดที่ 1 (ตารางที่ 34 และ 35) การใช้ฟางหมักยูเรีย 6 % จึงน่าจะทำให้สามารถเก็บรักษาอาหารได้นานและมีคุณภาพดีกว่า ทั้งนี้ต้องพิจารณาปัจจัยอื่น เช่น องค์ประกอบทางเคมี และคุณค่าทางอาหารประกอบด้วย

องค์ประกอบของโภชนะในอาหารผสมครบส่วน

อาหารผสมครบส่วนทุกกลุ่มมีเปอร์เซ็นต์ไขมันเฉลี่ย 3.44 % ของวัตถุแห้ง ต่ำกว่าสมสุข (2544) วรรณา (2545) และนฤมล (2544) ที่เตรียมอาหารผสมครบส่วนสำหรับโคให้นมประมาณ 15, 16 และ 17 กก.ต่อวัน ซึ่งเป็นโคที่ให้นมสูงกว่าการทดลองในครั้งนี้จึงต้องการโภชนะที่ให้พลังงานสูง

กว่า ที่ระยะเวลาการเก็บนานขึ้นจะมีเปอร์เซ็นต์ไขมันเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากปริมาณวัตถุแห้งที่ลดลงเนื่องจากปฏิกิริยาในระหว่างการหมักแต่ปริมาณไขมันยังคงที่จึงทำให้เปอร์เซนต์ไขมันเมื่อเทียบกับวัตถุแห้งทั้งหมดเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งในอาหารผสมครบส่วนชนิดที่ 1

ระยะเวลาการเก็บไม่มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์โปรตีนเปลี่ยนแปลง (P>0.05) แต่ชนิดของอาหารหยาบที่ใช้ในส่วนผสมของอาหารผสมครบส่วนมีผลให้โปรตีนต่างกัน โดยการใช้ฟางหมักยูเรีย 6 % จะมีโปรตีนรวมสูงกว่าการใช้ฟางหมักยูเรีย 4 % และฟางธรรมดา อย่างมีนัยสำคัญ (P< 0.01) ดังตารางที่ 37 ทั้งนี้เนื่องจากในฟางหมักยูเรียจะมีปริมาณไนโตรเจนอันเนื่องมาจากยูเรียที่สูงกว่า ค่า NDF และ ADF เฉลี่ยของอาหารผสมครบส่วนที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้เท่ากับ 49.62 และ 27.98% ตามลำดับ สูงกว่าวรรณา (2545) ที่เตรียมอาหารผสมครบส่วนเพื่อเลี้ยงโคนมที่ให้นมสูง (16 กก./วัน) ที่มี NDF และ ADF 41.89 – 43.09 และ 23 % ตามลำดับ และยังสูงกว่า นฤมล (2544) ที่เตรียมอาหารผสมครบส่วนเพื่อใช้เลี้ยงโคให้นมสูงเช่นเดียวกับวรรณา (2545) ที่มี NDF 36.28 – 37.67 % และ ADF 21.06 – 22.05 % ทั้งนี้เนื่องจากโคที่ให้นมสูงต้องการอาหารที่มีการย่อยได้สูงจึงมีเยื่อใยต่ำกว่า ระยะเวลาการเก็บทำให้เยื่อใยในรูปของ NDF ลดลงจากอาหารที่ผสมใหม่อย่างมีนัยสำคัญ (P<0.01) แต่ที่ระยะเวลาการเก็บ 1, 2 และ 3 สัปดาห์ทำให้ NDF แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ (P>0.05) ทั้งนี้แสดงให้เห็นว่ากระบวนการหมักมีผลทำให้ NDF ลดลง โดยจะมีผลมากในระยะ 1 สัปดาห์แรกของการเก็บรักษา (ตารางที่ 37)

Table 37 Nutrient content of total mixed ration composed of different roughages that being kept at different duration.

Duration (wk.)	Protein (%)				* Neutral detergent fiber (%)				* Acid detergent fiber (%)			
	TMR 1	TMR 2	TMR 3	Avg.	TMR 1	TMR 2	TMR 3	Avg.	TMR 1	TMR 2	TMR 3	Avg.
0	16.61	15.72	16.98	16.44^{ns}	46.19	58.30	57.52	54.00^{a}	24.00	29.44	31.70	28.38^{ns}
1	16.39	15.74	17.64	16.59^{ns}	46.03	50.36	51.99	49.46^{b}	25.62	28.77	31.39	28.59^{ns}
2	16.28	16.06	16.86	16.40^{ns}	48.07	48.76	48.99	48.61^{b}	26.33	27.96	28.73	27.67^{ns}
3	16.17	16.09	16.97	16.41^{ns}	44.57	47.08	47.58	46.41^{b}	24.79	27.74	28.16	26.90^{ns}
Avg.	16.36^{x}	15.90^{x}	17.11^{y}	16.46	46.22^{x}	51.12^{y}	51.52^{y}	49.62	25.18^{x}	28.48^{y}	29.99^{y}	27.89

Interaction (Urea level X Duration) Protein (P = 0.469), NDF (P = 0.043), ADF (P = 0.606)

^{abc} *Means with different superscript in the same column differ significantly. (P<0.01)*

^{xyz} *Means with different superscript in the same row differ significantly. (P<0.01)*

*NDF and ADF are ash free.

คุณค่าทางอาหาร

อาหารทดลองมีค่าการย่อยได้ของอินทรียวัตถุ (IVOMD) เมื่อผสมเสร็จใหม่ๆ เท่ากับ 55.88, 61.50 และ 67.59 % สำหรับชนิดที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าการใช้ฟางข้าวหมักยูเรียมีค่า IVOMD สูงกว่ามาก แต่เมื่อเก็บรักษาไว้ 1, 2 และ 3 สัปดาห์ พบว่า IVOMD ลดลงในทุกกลุ่มและยังพบว่ามีอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดของอาหารครบส่วนกับระยะเวลา มีผลต่อค่า IVOMD และค่าพลังงาน เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น ค่าดังกล่าวค่อนข้างคงที่ในกลุ่มที่ 2 และ 3 แต่ค่าดังกล่าวกลับลดลงสำหรับกลุ่มที่ 1 โดยที่ระยะเวลาการเก็บ 1, 2 และ 3 สัปดาห์ มีค่า IVOMD ต่ำกว่าตอนเตรียมใหม่อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) และอาหารชนิดที่ 3 มีค่า IVOMD สูงกว่า ชนิดที่ 2 และ 1 อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$) ดังตารางที่ 38 สอดคล้องกับการศึกษาค่าการย่อยได้โดยวิธีเดียวกัน ของ ดำรัส และ คณะ (2545) ที่พบว่าฟางหมักยูเรีย 6 %มีค่า IVOMD สูงกว่าฟางหมัก 5 และ 4 % ตามลำดับ ค่าการย่อยได้ของอินทรียวัตถุจากการทดลองในครั้งนี้สูงกว่าที่รายงานจากการศึกษาในอาหารหยาบชนิดต่างๆ เช่น สตางค์ (2543) ที่ศึกษาในเปลือกและซังข้าวโพดหวานหมักร่วมกับรำข้าว พบว่ามี IVOMD เพียง 52.38 % สมสุข (2544) พบว่าหญ้ารูซี่หมักร่วมกับกากน้ำตาลมี IVOMD 55.55 % และนฤมล (2544) ที่พบว่าข้าวโพดหมักมี IVOMD เพียง 53.82 % เท่านั้น แต่ใกล้เคียงกับใบกระถินหมักร่วมกับรำข้าวที่ศึกษาโดย วรรณา (2545) ที่มี IVOMD สูงถึง 62.30 % ทั้งนี้เนื่องจากในการศึกษาอื่นๆ ดังกล่าวเป็นเพียงอาหารหยาบเพียงอย่างเดียว ค่าพลังงาน ME และ NEL ในอาหารผสมครบส่วนที่ผสมใหม่ก็มีแนวโน้มสูงกว่าที่เก็บไว้ 1, 2 และ 3 สัปดาห์ และอาหารชนิดที่ 2 และ 3 มีพลังงาน ME และ NEL สูงกว่าชนิดที่ 1 โดยชนิดที่ 3 มีค่าพลังงาน ME และ NEL สูงกว่าชนิดที่ 2 และ 1 ($P<0.01$) และเมื่อเทียบกับรายงานอื่นที่ศึกษาในอาหารหยาบชนิดต่างๆ ดังกล่าวข้างต้นพบว่าอาหารผสมครบส่วนที่มีฟางหมักยูเรียมีค่า ME และ NEL ใกล้เคียงกับ สตางค์ (2543) ซึ่งมี ME และ NEL 2.48 และ 1.42 Mcal/kgDM วรรณา (2545) 2.67 และ 1.55 Mcal/kgDM นฤมล (2544) ที่มีค่าเท่ากับ 2.22 และ 1.28 Mcal/kgDM สำหรับ ME และ NEL ตามลำดับ แต่สูงกว่าสมสุข (2544) ที่พบว่าหญ้ารูซี่หมักร่วมกับกาก น้ำตาลมี ME และ NEL เพียง 1.92 และ 1.10 Mcal/kgDM เท่านั้น

Table 38 *In vitro* organic matter digestibility, (IVOMD) metabolizable energy (ME) and net energy for lactation (NEL) of total mixed ration composed of different roughages that being kept at different duration.

Treatment		Duration (wk.)				Avg.
		0	1	2	3	
IVOMD (%)						
TMR 1		55.88^{123}	53.49^{23}	47.23^{3}	46.65^{3}	50.81^{x}
TMR 2		61.53^{12}	62.34^{12}	62.46^{12}	63.41^{12}	62.43^{y}
TMR 3		67.59^{1}	66.79^{1}	65.87^{1}	66.41^{1}	66.66^{z}
	Avg.	61.66^{a}	60.87^{ab}	58.52^{b}	58.82^{b}	59.97
ME (Mcal/kgDM)						
TMR 1		2.07^{123}	1.98^{23}	1.76^{3}	1.75^{3}	1.89^{x}
TMR 2		2.20^{123}	2.26^{12}	2.27^{12}	2.32^{12}	2.26^{y}
TMR 3		2.46^{1}	2.43^{12}	2.42^{12}	2.46^{1}	2.44^{z}
	Avg.	2.24^{ns}	2.22^{ns}	2.15^{ns}	2.18^{ns}	2.20
NEL (Mcal/kgDM)						
TMR 1		1.20^{123}	1.13^{23}	0.97^{3}	0.96^{3}	1.06^{x}
TMR 2		1.30^{123}	1.34^{12}	1.35^{12}	1.38^{12}	1.34^{y}
TMR 3		1.49^{1}	1.46^{12}	1.45^{12}	1.48^{1}	1.47^{z}
	Avg.	1.33^{ns}	1.31^{ns}	1.26^{ns}	1.27^{ns}	1.29

Interaction (Urea X Duration) IVOMD (P = 0.01), ME (P = 0.01), NEL (P = 0.01)

^{abc} *Means with different superscript in the same column differ significantly. (P<0.05)*

^{xyz} *Means with different superscript in the same row differ significantly. (P<0.01)*

^{123} *Means with different superscript among treatment-combination differ significantly. (P<0.01)*

จากการทดลองที่ 2 นี้สามารถสรุปได้ว่าการใช้ฟางข้าวหมักยูเรีย 6 % ในส่วนผสมของอาหารผสมครบส่วนทำให้ลักษณะทางกายภาพดีที่สุด มีปฏิกิริยาการหมักเกิดขึ้นระหว่างการเก็บรักษาน้อยที่สุด มีค่าโปรตีนรวมสูง มีค่าการย่อยได้และพลังงาน ME และ NEL สูงที่สุด และยังพบว่าอาหารผสมครบส่วนที่ผสมใหม่มีคุณภาพดีกว่าที่เก็บไว้ 1, 2 และ 3 สัปดาห์ วิธีการเก็บจะต้องอยู่ภายใต้สภาพอับอากาศ สอดคล้องกับ Owen (1981) ที่ศึกษาในอาหารผสมครบส่วนที่ประกอบด้วย หญ้าหมัก ข้าวบาร์เลย์ และส่วนผสมปลีกย่อยอื่นๆ เช่น ข้าวโพดบด ถั่วเหลือง แล้วเก็บไว้ในสภาพสดภายใต้สภาพที่ไม่มีอากาศพบว่าสามารถเก็บไว้ได้ถึง 7 วัน โดยที่มีการเน่าเสียเพียงเล็กน้อย องค์ประกอบทางเคมีค่อนข้างคงที่และไม่มีสารพิษเกิดขึ้น แต่อย่างไรก็ตามการศึกษาดังกล่าวได้ทำในฤดูหนาวที่มีอุณหภูมิ 4.1 – 8.1 °C ทั้งนี้จากการสังเกตุจากการทดลองในครั้งนี้พบว่าอาหารผสม

ครบส่วนที่เตรียมโดยวิธีเดียวกันนี้และเก็บโดยวิธีกองไว้กับพื้นอย่างหลวมๆ โดยไม่บดอัดมีความร้อนเกิดขึ้นถึง 40 – 60 องศาเซลเซียส ภายในระยะเวลา 6 - 8 ชั่วโมง อย่างไรก็ตามการเก็บไว้ที่ 1, 2 และ 3 สัปดาห์ ก็ทำให้คุณภาพลดลงเพียงเล็กน้อย ทั้งนี้ถึงแม้ว่าคุณภาพไม่แตกต่างกันในสัปดาห์ที่ 2 และ 3 แต่ก็เริ่มมีราเกิดขึ้นในสัปดาห์ที่ 3 จึงแนะนำให้เก็บอาหารผสมครบส่วนไว้ได้ไม่เกิน 2 สัปดาห์ในกรณีที่มีความจำเป็น

ผลการทดลองที่ 3 การหาการย่อยได้และค่าพลังงาน โดยวิธี *in vivo* ของฟางข้าวหมักยูเรียและอาหารผสมครบส่วน

3.1 ผลการหาการย่อยได้และค่าพลังงานของฟางหมักยูเรีย 6 %

1. องค์ประกอบทางเคมีของฟางหมักยูเรีย 6 %

ฟางหมักยูเรีย 6 % นาน 21 วันในการทดลองครั้งนี้มีองค์ประกอบทางเคมีดังแสดงในตารางที่ 39

Table 39 Chemical composition of 6 % urea-treated rice straw (DM-basis).

DM	OM	EE	Nitrogen	CP	NDF	ADF	NFC*	Ash	GE
	---------- % DM-basis ----------								(Mcal/kgDM)
57.38	84.60	2.60	2.89	12.24	68.17	46.13	1.59	15.40	3.56

Note : CP was analyzed from wet sample; NDF and ADF are ash free.

* NFC (%) = 100 - % EE - % CP - % NDF - % Ash

จากตารางที่ 39 พบว่าฟางหมักยูเรียในการทดลองนี้มีคุณค่าทางอาหารใกล้เคียงกับที่มีผู้รายงานไว้ คือ DM 44 - 58 %, OM 82 - 84.3 %, NDF 60.6 - 83.38 % และ เถ้า 11 - 20 % แต่ค่า CP และ NDF อาจแตกต่างกันบ้างเนื่องมาจากบางการทดลองอาจวิเคราะห์ CP จากตัวอย่างในสภาพสด แต่บางการทดลองอาจวิเคราะห์หลังจากตากแห้งซึ่งไนโตรเจนบางส่วนได้ระเหยไปในรูปของ NH_3 ทำให้ค่า CP ลดลง (ดำรัส และคณะ, 2545) ส่วนค่า NDF อาจแตกต่างกันเนื่องจากส่วนของต้นข้าวที่ถูกเกี่ยวมา หากเก็บเกี่ยวโดยเอาส่วนของโคนต้นมามากก็จะทำให้ ADF และ NDF สูง แต่ OM ต่ำ (Wanapat and Kongpiroon, 1988)

2. ปริมาณวัตถุแห้งที่กินได้

โคสามารถกินฟางหมักคิดเป็นวัตถุแห้งได้ 3.82 – 7.01 กก./วัน หรือคิดเป็น 0.89 – 1.46 % (เฉลี่ย 1.07 %) ของน้ำหนักตัว (ตารางที่ 40) ซึ่งเป็นปริมาณที่ค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับการทดลองอื่น เช่น Wongsrikaeo and Wanapat (1985) พบว่ากระบือรุ่นสามารถกินฟางหมักยูเรีย 6 % ได้ถึง 2.03% ของน้ำหนักตัว หรือ Wanapat *et al.* (1986, อ้างโดย Wanapat, 1990) ที่รายงานว่าโคงานพันธุ์พื้นเมืองไทยสามารถกินฟางหมักยูเรีย 5 % คิดเป็นวัตถุแห้งได้ 2.6 % ของน้ำหนักตัว ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าโดยธรรมชาติของกระบือ และโคพันธุ์พื้นเมืองสามารถกินอาหารหยาบคุณภาพต่ำได้ดีกว่าโคนมซึ่งเป็นสายพันธุ์จากเขตอบอุ่นที่คุ้นเคยกับอาหารหยาบคุณภาพดี นอกจากนี้ยังอาจเนื่องมาจากโคที่ใช้ในการศึกษานี้เป็นโคนมแห้งที่ไม่อุ้มท้องซึ่งต้องการโภชนะเพียงเพื่อการดำรงชีพเท่านั้น ดังนั้นจึงกินอาหารได้ไม่มากนัก และจากการศึกษากับวัตถุดิบชนิดอื่นโดยใช้โคทดลองชุดนี้ก็พบว่าปริมาณอาหารที่กินได้คิดเป็นวัตถุแห้ง เท่ากับ 0.91 - 1.13 % ของน้ำหนักตัวเช่นกัน (ไกรสิทธิ์, 2543 ; สตางค์, 2543 ; และนฤมล, 2544) ประกอบกับเมื่อพิจารณาน้ำหนักตัวของสัตว์ในการทดลองครั้งนี้ก็พบว่าไม่ได้ลดลงแต่อย่างใด แสดงว่าโคที่กินฟางข้าวหมักยูเรียในปริมาณดังกล่าวได้รับโภชนะเพียงพอต่อการดำรงชีพ และยังมีสมดุลไนโตรเจนเป็นบวก ซึ่งอยู่ระหว่าง 6.78 – 12.35 กรัม/วัน ด้วย

Table 40 Live weight, nitrogen balance and voluntary feed intake of urea-treated rice straw by dry cow.

Cow No.	Initial weight (kg)	Final weight (kg)	Body wt. (BW) (kg)	N-balance (g/day)	Voluntary feed intake (DM-basis)		
					(KgDM/day)	(% BW)	(g/kgW$^{0.75}$)
1	506.83	508.00	507.42	6.78	5.10	1.01	47.70
2	474.33	485.50	479.92	12.35	7.01	1.46	68.36
3	434.67	420.50	427.58	8.75	3.82	.89	40.62
4	453.67	463.17	458.42	8.59	4.23	.92	42.70
Mean	467.38	469.29	468.34	9.12	5.04	1.07	49.84
SD	± 26.75	± 32.32	± 29.24	± 2.02	± 1.23	± 0.23	± 10.99

3. สัมประสิทธิ์การย่อยได้

พบว่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของ วัตถุแห้ง อินทรียวัตถุ ไขมัน โปรตีน และเยื่อใย (NDF) ของฟางหมักยูเรีย 6 % ในครั้งนี้ เท่ากับ 58.63, 66.08, 60.69, 54.82 และ 77.96 % ตามลำดับ (ตารางที่ 41) สูงกว่าฟางไม่หมักยูเรียที่ Wanapat and Kongpiron (1988) รายงานว่าวัตถุแห้ง

อินทรียวัตถุ, NDF และ ADF ย่อยได้เพียง 44.8 – 45.9, 51.3 – 54.0, 51.1 – 59.2 และ 46.2 – 50.50% ตามลำดับ และสูงกว่าการย่อยได้ของฟางไม่หมักยูเรียในรายงานอื่นๆ ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อหมักฟางด้วยยูเรียจะทำให้พันธะ lignocellulose ถูกทำลายไป การย่อยได้จึงเพิ่มขึ้น อีกทั้งยังสูงกว่ารายงานของ Wongsrikeao and Wanapat (1985) ที่ให้กระบือสาวกินฟางหมักยูเรีย 6 % แล้วพบว่ามี DMD เพียง 55.4 % และ Wanapat (1987) พบว่าในโคงานพันธุ์พื้นเมือง มีการย่อยได้ของวัตถุแห้ง อินทรียวัตถุ และ NDF 53.3, 64.0 และ 66.3 % ตามลำดับ การที่รายงานต่างๆ ได้ค่าต่างกันอาจเนื่องมาจากระดับยูเรีย และชนิดของสัตว์ที่ใช้ทดลอง

Table 41 Digestion coefficient of 6% urea-treated rice straw studied in dry cow.

Cow No.	DM	OM	EE	CP	NDF	ADF	TDN
	% DM-basis						
1	57.38	65.09	67.71	49.97	78.23	71.51	63.41
2	55.04	63.15	65.59	52.90	75.50	68.78	61.79
3	64.98	71.52	59.59	61.23	80.86	76.62	66.10
4	57.12	64.54	49.86	55.19	77.27	72.11	62.35
Mean	58.63	66.08	60.69	54.82	77.96	72.26	63.41
SD	±3.78	±3.22	±6.92	±4.14	±1.94	±2.82	±1.66

การย่อยได้ของอินทรียวัตถุจากการทดลองโดยวิธี *in vivo* ในครั้งนี้สูงกว่าที่หาได้โดย *in vitro* gas production (ดำรัส และคณะ, 2545) เล็กน้อย (66.08 เทียบกับ 63.32 %) ซึ่ง สอดคล้องกับ สตางค์ (2543), เสาวลักษณ์ (2542), นฤมล (2544), สมสุข (2544) และ ไกรสิทธิ์ (2543) ที่ศึกษาในเปลือกและซังข้าวโพดหวานหมัก, ฟางข้าว, ข้าวโพดหมัก, หญ้ารูซี่หมัก และต้นอ้อยแห้ง ตามลำดับ

4. พลังงานในรูป TDN

ค่าโภชนะย่อยได้ทั้งหมด (TDN) ของฟางหมักยูเรียในการทดลองครั้งนี้เท่ากับ 63.41 % (ตารางที่ 41) ซึ่งสูงกว่าฟางข้าวที่ไม่ได้หมักยูเรีย ที่มี TDN เพียง 40.2 และ 49.92 % (Promma *et al.*,1985 และเสาวลักษณ์ ,2542 ตามลำดับ) ทั้งนี้เนื่องจากการหมักฟางด้วยยูเรียทำให้การย่อยได้ของโภชนะต่างๆ สูงขึ้นดังได้กล่าวมาแล้วจึงทำให้มีค่าพลังงานเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังสูงกว่า Promma *et al.* (1992) ที่รายงานว่าฟางข้าวหมักด้วย 6 % ยูเรีย มี TDN เพียง 54.1 % อาจเนื่องมาจากวิธีการปิดกองฟางหมักที่มิดชิดกว่า Promma *et al.* (1992) ซึ่งใช้แผ่นพลาสติกใสบางขนาดกว้าง 1.2 เมตร ปูซ้อนเหลื่อมทับกัน ในขณะที่การทดลองครั้งนี้ใช้แผ่นพลาสติก PVC ต่อเชื่อมด้วยกาวอย่างสนิทปิดอย่างมิดชิดซึ่งป้องกันการรั่วซึมของแก๊สแอมโมเนียได้ดีกว่า ทำให้ได้ฟางหมักที่มีคุณภาพดีกว่า

สอดคล้องกับ Ibrahim *et al.* (1984) และอีกเหตุผลหนึ่งอาจเนื่องมาจากปริมาณการกินได้ที่น้อย จึงทำให้ ประสิทธิภาพการย่อยได้ค่อนข้างสูง ดังจะเห็นได้ว่าฟางข้าวหมักยูเรีย 6 % ในการทดลองครั้งนี้สามารถทำให้โภชนะย่อยได้ทั้งหมดเพิ่มขึ้นถึง 13.49 หน่วยเปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบกับเสาวลักษณ์ (2542) ซึ่งทดลองในฟางข้าวไม่ได้หมักยูเรีย (49.92 % เทียบกับ 63.41 %) และอาศัยสมการ regression ทำนายค่าการย่อยได้ของฟาง อย่างไรก็ดีพบว่า TDN ที่ค่อนข้างสูงจากการทดลองในครั้งนี้ส่วนใหญ่ได้มาจากการย่อยได้ของเยื่อใย จึงเป็นที่น่าสังเกตุว่าอาจเนื่องมาจากเยื่อใยมีอัตราการไหลผ่านในทางเดินอาหารช้า และระยะเวลาการเก็บสิ่งขับถ่ายหลังอาหารมื้อสุดท้ายอาจสั้นเกินไป ไม่ได้เก็บมูลทั้งหมดที่เหลือจากการย่อยได้ของอาหารมื้อสุดท้าย ทำให้ค่าการย่อยได้สูง จึงควรคำนึงถึงเรื่องนี้ในการทดลองครั้งต่อไป

5. การคำนวณค่าพลังงานจากการย่อยได้ที่ทดลองกับตัวสัตว์ (*in vivo*)

เมื่อนำค่า TDN ของฟางข้าวหมักยูเรีย 6 % มาคำนวณหาค่า DE, ME และ NEL โดยใช้สมการ NRC (2001) และนำค่า DE ที่ทดลองได้จากตัวสัตว์ซึ่งวิเคราะห์โดยตรงด้วย bomb calorimeter มาคำนวณเป็นค่า ME และ NEL พบว่าค่า DE ที่วัดได้จากตัวสัตว์มีค่าต่ำกว่าที่คำนวณโดยใช้ค่า TDN ในกรณีของ ME และ NEL ที่คำนวณโดยใช้ DE ก็มีค่าน้อยกว่าที่คำนวณจากค่า TDN เช่นเดียวกัน (ตารางที่ 42) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาในวัตถุดิบชนิดอื่นๆ ของ เสาวลักษณ์ (2542) นฤมล (2544) และ สตางค์ (2543) อย่างไรก็ตาม ME และ NEL เฉลี่ยที่คำนวณได้ในครั้งนี้ใกล้เคียงกับรายงานของ ดำรัส และคณะ (2545) ที่ทำการทดลองโดยวิธี *in vitro* gas production technique แสดงว่าการหาค่าพลังงานโดยวิธี *in vitro* gas production technique เป็นวิธีที่มีความแม่นยำค่อนข้างสูง สอดคล้องกับรายงานของบุญเสริม (2544) ที่นำค่าซึ่งวัดจาก 2 วิธี โดยศึกษาในอาหารหยาบ 10 ชนิด ไปหาสหสัมพันธ์พบว่าในกรณีของ ME และ NEL มีสหสัมพันธ์ค่อนข้างสูง (r = 0.9064 และ 0.8780 ตามลำดับ)

Table 42 Digestible energy (DE), metabolizable energy (ME) and net energy for lactation (NEL) of 6 % urea-treated rice straw fed to cows.

Energy	*In vivo*	Calculated from		Avg.
		TDN	DE	
TDN (%)	63.41	-	-	63.41
DE (Mcal/kgDM)	2.02	2.79	-	2.41 ± .38
ME (Mcal/kgDM)	-	2.37	1.59	1.98 ± .39
NEL (Mcal/kgDM)	-	1.43	1.00	1.22 ± .22

6. ค่าพลังงานเฉลี่ย

เมื่อนำค่าจากทั้งวิธี *in vivo* และ *in vitro* (ดำรัส และคณะ, 2545) มาหาค่าเฉลี่ยพบว่าฟางข้าวหมักยูเรียมีค่าการย่อยได้ของอินทรียวัตถุ 64.70 %, TDN 63.41 %, DE 2.41 Mcal/kgDM, ME 1.94 Mcal/kgDM และ NEL 1.16 Mcal/kgDM ดังตารางที่ 43

Table 43 Organic matter digestibility and energy value of 6 % urea-treated rice straw determined by *in vivo* and *in vitro* gas production technique.

OMD (%)			TDN	DE[1]	ME (Mcal/kgDM)			NEL (Mcal/kgDM)		
in vivo[2]	Gas[3]	avg.	(%)	(Mcal/kgDM)	*In vivo*[2]	gas[3]	Avg.	*in vivo*[2]	Gas[3]	Avg.
66.08	63.32	64.7± 1.38	63.41	2.41	1.98	1.91	1.94± .04	1.22	1.10	1.16± .06

[1] เฉลี่ยจาก *in vivo* และคำนวณจาก TDN (NRC, 1988)

[2] เฉลี่ยจาก DE และ TDN (NRC, 1988)

[3] เฉลี่ยจาก *in vitro* gas production technique. (ดำรัสและคณะ, 2545)

จากผลการหาค่าการย่อยได้ โดยวิธี *in vivo* ในครั้งนี้พอสรุปได้ว่า การหมักฟางข้าวด้วยยูเรียไม่ทำให้องค์ประกอบทางเคมีเปลี่ยนแปลงมากนัก เว้นแต่ CP ซึ่งเพิ่มขึ้นเนื่องจากไนโตรเจนของยูเรีย แต่การย่อยได้ของโภชนะจะสูงขึ้นเมื่อเทียบกับฟางไม่หมัก จึงทำให้โคได้รับโภชนะเพียงพอต่อการดำรงชีพ ซึ่งจะเห็นได้จากการที่ให้โคกินฟางหมักเพียงอย่างเดียวก็ไม่ทำให้น้ำหนักตัวลดลงแต่อย่างใด สำหรับการย่อยได้ของโภชนะต่างๆ ในฟางหมักเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับฟางไม่หมักยูเรียทำให้ TDN เพิ่มขึ้นตามไปด้วย ถึงแม้การย่อยได้จะสูงขึ้นมากแต่ก็เป็นการเพิ่มการย่อยได้ของเยื่อใยเป็นส่วนใหญ่ นอกจากนี้ยังพบว่าค่าการย่อยได้ของ อินทรียวัตถุ และพลังงานที่ประเมินโดยวิธี *in vivo* ใกล้เคียงกับวิธี *in vitro* gas production (ดำรัส และคณะ, 2545) แสดงว่าวิธีหลังนี้ก็มีความแม่นยำค่อนข้างมากเช่นกัน

3.2 ผลการหาการย่อยได้และค่าพลังงานของอาหารผสมครบส่วนที่มีฟางข้าวหมักยูเรีย 6%เป็นส่วนผสม

1. องค์ประกอบทางเคมีของอาหารผสมครบส่วนที่มีฟางข้าวหมักยูเรียเป็นส่วนผสม

อาหารผสมครบส่วนที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ประกอบด้วยฟางข้าวหมักยูเรีย 6 % และส่วนผสมอาหารข้น ดังแสดงไว้ในตารางที่ 21 หน้า 41 และพบว่าอาหารผสมครบส่วนที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้มีอินทรียวัตถุ โปรตีน NDF และไขมัน 87.35, 18.34, 51.11 และ 3.31 % ตามลำดับ ดังตารางที่ 44

Table 44 Chemical composition of total mixed ration used in the experiment. (DM-basis).

DM	OM	EE	Nitrogen	CP	NDF	ADF	NFC	Ash	GE
	← % DM-basis →								(Mcal/kgDM)
55.8	87.35	3.31	2.93	18.34	51.11	28.35	14.59	12.65	4.15

Note : CP was analyzed from wet sample ; NDF and ADF are ash free.

อาหารผสมครบส่วนที่ประกอบขึ้นในครั้งนี้คำนวณให้มีสัดส่วนของน้ำหนักวัตถุแห้งระหว่างอาหารหยาบ ต่ออาหารข้น 45 : 55 และมีองค์ประกอบของโภชนะต่างๆ ใกล้เคียงกับ ของสมสุข (2544) ที่ใช้สำหรับโคให้นม 15 กก. เช่นกัน คือมี CP 12.45 - 18.14 % และ EE 5.82 - 6.25 แต่ต่ำกว่าของนฤมล (2544) ที่ใช้สำหรับโคให้นมสูง 17 - 18 กก. คือมี CP 15.11 - 22.43 % และ EE 10.09 - 10.60 % การที่คุณภาพของอาหารผสมครบส่วนแตกต่างกันขึ้นอยู่กับว่าจะนำไปใช้เลี้ยงสัตว์ประเภทใด มีการให้ผลผลิตอยู่ในระดับใดด้วย

2. ปริมาณวัตถุแห้งที่กินได้

โคสามารถกินอาหารผสมครบส่วนคิดเป็นวัตถุแห้งได้ 7.75 - 9.21 กก./วัน หรือคิดเป็น 1.54 - 2.06 % ของน้ำหนักตัว (ตารางที่ 45) ซึ่งต่ำกว่า นฤมล (2544) และสมสุข (2544) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากโคที่อยู่ในระยะให้ผลผลิตมีความต้องการอาหารและสามารถกินได้สูงกว่าโคที่อยู่ในระยะนมแห้งที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้

Table 45 Live weight, nitrogen balance and voluntary feed intake of dry cow fed urea-treated rice straw total mixed ration.

Cow	Initial weight	Final weight	Body wt.	N-balance	Voluntary feed intake (DM-basis)		
No.	(kg)	(kg)	(kg)	(g/day)	kgDM/day	% BW	g/kgW$^{0.75}$
1	489.83	517.00	503.42	6.39	7.75	1.54	72.92
2	463.83	485.33	474.58	9.10	9.21	1.94	90.58
3	429.66	452.00	440.83	2.08	9.09	2.06	94.48
4	446.17	457.17	451.67	4.36	8.70	1.93	88.79
Mean	457.37	477.88	467.62	5.48	8.69	1.87	86.69
SD	± 22.30	± 25.91	± 23.99	± 2.99	± 0.57	± 0.19	± 8.21

3. สัมประสิทธิ์การย่อยได้

พบว่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง อินทรียวัตถุ ไขมัน โปรตีน และ NDF ของอาหารผสมครบส่วนที่ประกอบด้วยฟางหมักนี้ เท่ากับ 72.49, 76.12, 69.53, 76.16 และ 77.28 %

ตามลำดับ (ตารางที่ 46) สูงกว่าการย่อยได้ของฟางหมักยูเรีย จากการทดลองที่ 3.1 (ตารางที่ 41) สูงกว่าการย่อยได้ของอาหารหยาบ เช่น ข้าวโพดหมักที่ศึกษาโดย ฉันทนา (2543) และนฤมล (2544) เปลือกและซังข้าวโพดหวานหมัก (สตางค์, 2543) และ หญ้ารูซี่หมัก (สมสุข, 2544) ทั้งนี้เนื่องมาจากอาหารที่ใช้ในการทดลองที่ 3.2 นี้มีส่วนผสมของอาหารข้น จึงทำให้จุลินทรีย์ได้รับพลังงานและโภชนะต่างๆ สูงกว่าจึงสามารถย่อยสลายอาหารได้ดีกว่า (บุญล้อม, 2541) อีกทั้งโดยธรรมชาติของวัตถุดิบอาหารข้นที่นำมาผสมก็มีการย่อยได้สูงอยู่แล้ว

Table 46 Digestion coefficient of urea-treated rice straw total mixed ration studied in non-pregnant dry cows.

Cow No.	DM	OM	EE	CP	NDF	ADF	NFC	TDN
		◄			% DM – basis			►
1	71.52	75.29	68.94	75.34	76.38	71.23	78.14	69.39
2	77.65	80.41	73.53	80.59	81.14	77.39	85.28	74.17
3	74.28	77.97	71.17	78.47	79.81	74.96	77.19	71.74
4	66.52	70.83	64.49	70.24	71.80	62.81	76.59	65.56
Mean	72.49	76.12	69.53	76.16	77.28	71.60	79.30	70.21
SD	±4.71	±4.10	±3.85	±4.50	±4.17	±6.38	±4.04	±3.67

4. พลังงานในรูป TDN

ค่าโภชนะย่อยได้ทั้งหมด (TDN) ของอาหารผสมครบส่วนฟางหมักยูเรียในการทดลองครั้งนี้เท่ากับ 70.21 % (ตารางที่ 46) ซึ่งสูงกว่าอาหารหยาบทั่วๆ ไป (ฉันทนา, 2543; สตางค์, 2543; สมสุข, 2544; นฤมล, 2544) และใกล้เคียงกับอาหารข้นคุณภาพดีที่ใช้เลี้ยงโคนมทั่วไป ทั้งนี้เนื่องจากมีอาหารข้นเป็นส่วนประกอบดังได้กล่าวมาแล้ว

5. การคำนวณค่าพลังงาน

เมื่อนำค่า TDN ของอาหารผสมครบส่วนมาคำนวณหาค่า DE, ME และ NEL โดยใช้สมการ NRC (2001) และนำค่า DE ที่ทดลองได้จากตัวสัตว์ซึ่งวิเคราะห์โดยตรงด้วย bomb calorimeter มาคำนวณเป็นค่า ME และ NEL พบว่าค่า DE ที่วัดได้จากตัวสัตว์มีค่าสูงกว่าที่คำนวณโดยใช้ค่า TDN เช่นเดียวกันกับค่า ME และ NEL ที่คำนวณโดยใช้ค่า DE ก็มีค่าสูงกว่าที่คำนวณจากค่า TDN ดังตารางที่ 47 ซึ่งแตกต่างกับการศึกษาในอาหารหยาบอื่นๆ ของสมสุข (2544), นฤมล (2544) สตางค์ (2543), เสาวลักษณ์ (2542) และการทดลองที่ 3.1 ของการศึกษาครั้งนี้ ทั้งนี้เนื่องจากการทดลองที่ 3.2 นี้อาหารที่ใช้ทดลองเป็นอาหารผสมครบส่วนซึ่งประกอบด้วยวัสดุอาหารข้นและ

อาหารหยาบในสัดส่วนที่เหมาะสม มีคุณค่าทางโภชนะสูงกว่าอาหารหยาบ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาในใบกระถินหมักร่วมกับรำซึ่งเป็นอาหารคุณภาพดีที่ใช้แทนอาหารข้นของวรรณา (2545)

Table 47 Digestible energy (DE), metabolizable energy (ME) and net energy for lactation (NEL) of total mixed ration fed to cows.

Energy	*In vivo*	Calculated from		Avg.
		TDN	DE	
TDN (%)	70.21	-	-	70.21
DE (Mcal/kgDM)	3.16	3.10	-	3.13
ME (Mcal/kgDM)	-	2.68	2.74	2.71
NEL (Mcal/kgDM)	-	1.60	1.64	1.62

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

ผลการทดลองที่ 4 การให้ผลผลิตของโคที่ได้รับอาหารผสมครบส่วนที่มีฟางหมักยูเรียเป็นส่วนผสม

องค์ประกอบทางเคมีของอาหารผสมครบส่วน

อาหารผสมครบส่วนที่เตรียมขึ้นเพื่อใช้เลี้ยงโคนมในการทดลองนี้ (ส่วนผสมแสดงในตารางที่ 22 หน้า 43) มีโภชนะดังตารางที่ 48

Table 48 Chemical composition of 3 different total mixed rations (% DM basis).

Composition (%)	UTS TMR	UTS-Ruzi TMR	Ruzi TMR
Dry matter	43.36	44.01	41.12
Organic matter	87.53	88.11	88.61
Crude protein	17.32	12.6	10.49
Ether extract	3.44	4.43	4.45
Ash	12.47	11.89	11.39
Neutral Detergent Fiber [1]	50.52	47.41	46.26
Acid Detergent Fiber [1]	28.39	27.97	28.34
NFC	20.51	23.67	23.15
TDN [2]	70.40	70.78	72.92
PH	8.52	6.50	4.82

[1] NDF and ADF are ash free.

[2] TDN คำนวณจากสมการของ Kearl (1982)

จะเห็นได้ว่าในอาหารผสมครบส่วนสูตรที่ 1 ซึ่งประกอบด้วยแหล่งอาหารหยาบที่มาจากฟางหมักยูเรีย มีโปรตีนรวมสูงที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากฟางหมักมีโปรตีนรวมเมื่อคิดเป็นร้อยละของวัตถุแห้งสูงกว่าหญ้ารูซี่หมัก และรูซี่แห้ง (ตารางที่ 23) เนื่องจากฟางหมักมีสารประกอบ NPN เช่น แอมโมเนียและยูเรียที่ยังสลายไม่หมด และการที่อาหารสูตรนี้มีค่า pH ที่สูงกว่าสูตรที่ 2 และ 3 มาก (มีความเป็นกรดต่ำ) เพราะมีแอมโมเนีย และแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ซึ่งมีความเป็นด่างอยู่ สำหรับ NFC พบว่ามีต่ำกว่า ของนฤมล (2544) และวรรณา (2545) ที่เตรียมอาหารผสมครบส่วนสำหรับโคให้นม 17 – 18 กก. ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากอาหารผสมครบส่วนในการทดลองนี้มีค่า NDF สูงกว่า (46.26 – 50.52 เทียบกับ 23.88 – 29.63 % และ 29.74 – 30.62 % ตามลำดับ)

ผลการใช้อาหารผสมครบส่วนเลี้ยงโคนม

1. ปริมาณการกินอาหารและโภชนะที่โคได้รับ

ในการทดลองที่ 4 นี้โคสามารถกินอาหารผสมครบส่วนทุกสูตรเมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งของอาหารต่อน้ำหนักตัวได้มากกว่าการทดลองที่ 3.2 ทั้งนี้เนื่องจากในการทดลองที่ 4 นี้ใช้โคที่อยู่ในระยะการให้นม และโคจะกินอาหารผสมครบส่วนที่ประกอบขึ้นจากฟางหมักยูเรียได้มากกว่าอาหารผสมครบส่วนที่ประกอบด้วยหญ้ารูซี่หมัก ($P<0.05$) ดังตารางที่ 49 ทั้งนี้เนื่องจากอาหารผสมครบส่วนที่ประกอบขึ้นจากฟางหมักยูเรียมีความเป็นกรดต่ำ จุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนสามารถเจริญเติบโตได้ดีและย่อยอาหารได้ดีกว่า จึงทำให้กินอาหารได้มากกว่า แต่การใช้หญ้ารูซี่แทนฟางหมักเพียงครึ่งเดียวในสูตรอาหารผสมครบส่วนไม่ทำให้ปริมาณวัตถุแห้งที่โคกินได้แตกต่างจากกลุ่มที่ใช้ฟางหมักเป็นอาหารหยาบ 100% ($P>0.05$) อีกทั้งเปอร์เซ็นต์ EE ในสูตรที่ 3 ที่สูงกว่าก็มีผลทำให้การกินได้ลดลง (NRC.,2001) สอดคล้องกับ Erdman (1988) และ Shaver *et al.* (1994) ที่พบว่า pH ที่โคกินอาหารได้สูงสุด เท่ากับ 5.6 – 5.7 ซึ่งอาหารในสูตรที่ 2 ของการทดลองครั้งนี้ใกล้เคียงกับ Shaver *et al.* (1994) มากกว่า สูตรที่ 1 และ 3 จึงทำให้มีแนวโน้มการกินได้สูงที่สุด

Table 49 Dry matter intake of 3 different total mixed rations.

Intake	Treatment		
	UTS TMR	UTS-Ruzi TMR	Ruzi-TMR
Kg/cow/day	14.02[a]	14.07[a]	11.56[b]
Percentage of BW/day	2.85[a]	2.92[a]	2.38[b]

[ab] *Means with different superscript in the same row differ significantly ($P<0.05$).*

เมื่อพิจารณาถึงปริมาณโภชนะที่โคได้รับพบว่าโคได้รับโภชนะจากอาหารผสมครบส่วนที่ใช้ฟางหมักสูงกว่าอาหารผสมครบส่วนที่ใช้รูซี่หมัก (ตารางที่ 50) และมีน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นในระหว่างการทดลอง 60 วัน เฉลี่ย 20.5 ก.ก. ในขณะที่โคที่ได้รับอาหารผสมครบส่วน สูตรที่ 2 และ 3 มีน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้น 11.50 และ 2.33 กก. ตามลำดับ

Table 50 Nutrient intake of cows from 3 different total mixed rations (kg/day).

Nutrient	UTS TMR (kg/day)	UTS-Ruzi TMR (kg/day)	Ruzi TMR (kg/day)
Dry matter intake	14.02	14.07	11.56
Organic matter intake	12.27	12.40	10.24
Crude protein intake	2.43	1.77	1.21
Ether extract intake	0.48	0.62	0.51
NDF intake	6.48	6.67	5.84
ADF intake	3.98	3.65	3.28
TDN intake	9.87	9.96	8.43

2. ปริมาณผลผลิตและองค์ประกอบทางเคมีของน้ำนม

โคที่ได้รับอาหารผสมครบส่วนทั้ง 3 สูตร สามารถให้ปริมาณน้ำนม ได้แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (13.14, 13.10 และ 12.90 กก./ตัว/วัน สำหรับสูตรที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ) แต่มีแนวโน้มว่าโคที่ได้รับ UTS-TMR จะให้นมมากกว่าทั้งนี้เนื่องจากได้รับโภชนะบางชนิดมากกว่า และเมื่อคิดเป็นปริมาณน้ำนมเมื่อปรับให้มีไขมัน 4 % แล้วก็ไม่แตกต่างกัน (P>0.05) แต่โคที่ได้รับอาหารผสมครบส่วนที่มีฟางหมักให้นมที่มีเปอร์เซ็นต์ไขมันและโปรตีนสูงกว่าการใช้ฟางหมักร่วมกับหญ้ารูซี่หมัก และหญ้ารูซี่หมักเพียงอย่างเดียว (P< 0.05) ดังตารางที่ 51 ทั้งนี้เนื่องจากอาหารที่ใช้ฟางหมักยูเรียล้วน มีเปอร์เซ็นต์โปรตีน และเยื่อใยสูงกว่า

Table 51 Milk yield and milk component of cows fed on different diet.

Composition	Treatment		
	UTS TMR	UTS-Ruzi TMR	Ruzi TMR
Actual milk yield (kg/cow/day)	13.14^{ns}	13.10^{ns}	12.90^{ns}
4% fat corrected milk yield (kg/cow/day)	12.80^{ns}	11.32^{ns}	12.00^{ns}
Fat percentage (%)	3.82^{a}	3.15^{b}	3.25^{b}
Total solid percentage (%)	12.59^{ns}	11.76^{ns}	12.04^{ns}
Total solid yield (kg/cow/day)	1.65^{ns}	1.54^{ns}	1.55^{ns}
Solid non fat percentage (%)	8.77^{ns}	8.66^{ns}	8.49^{ns}
Solid non fat yield (kg/cow/day)	1.15^{ns}	1.14^{ns}	1.09^{ns}
Protein percentage (%)	3.52^{a}	3.24^{b}	3.28^{ab}
Protein yield (kg/cow/day)	0.46^{a}	0.42^{b}	0.42^{b}
FCR (kg milk/1 kgDM of feed)	0.94	0.93	1.12

^{abc} *Means with different superscript in the same row differ significantly (P < 0.05)*

3. ต้นทุนค่าอาหาร และกำไร

ค่าอาหารต่อวันของโคที่ได้รับอาหารผสมครบส่วนที่มีฟางหมัก ฟางหมักร่วมกับหญ้ารูซี่หมัก และหญ้ารูซี่หมักเป็นส่วนผสม เท่ากับ 78.27, 75.79 และ 66.47 บาทต่อวัน ตามลำดับ (รายละเอียดภาคผนวก ข หน้า 127 – 128) ในขณะที่รายได้จากการขายน้ำนมของโคกลุ่มที่ 1, 2 และ 3 ดังกล่าว เท่ากับ 160, 141.50 และ 150 บาท ตามลำดับ จึงมีกำไรหลังหักลบค่าอาหารเท่ากับ 81.73, 65.71 และ 83.53 บาท/ตัว/วัน หรือ 6.38, 5.80 และ 6.96 บาท/กก.น้ำนม ตามลำดับ ดังตารางที่ 52 ต่ำกว่าสมสุข (2544) ทั้งนี้เนื่องจากศักยภาพทางพันธุกรรมของโคที่ใช้ทดลองในครั้งนี้ได้คัดเลือกโคที่มีความสามารถในการให้นมต่ำกว่า เนื่องจากในการคำนวณสูตรอาหารผสมครบส่วนโดยใช้ฟางข้าวหมักยูเรียสำหรับโคที่ให้นมมากกว่า 15 กก. นั้น ไม่สามารถทำให้โคได้รับโภชนะต่างๆ ให้ครบถ้วนอย่างเพียงพอได้ ในขณะที่โคต้องการอาหารเพื่อดำรงชีพที่ใกล้เคียงกัน โคที่ให้นมน้อยจึงสามารถทำกำไรได้น้อยกว่าโคที่ให้นมมาก

Table 52 Feed cost and income on milk yield of cows fed on different rations.

Item	Cow fed on		
	UTS TMR	UTS-Ruzi TMR	Ruzi TMR
Feed cost* (Baht/cow/day)	78.27	75.79	66.47
Income from milk yield (Baht/cow/day)	160.00	141.50	150.00
Income over feed (Baht/cow/day)	81.73	65.71	83.53
Income over feed (Baht/kg. milk)	6.38	5.80	6.96

- คิดราคาน้ำนม = 12.50 บาทต่อ กก.
- นำ 4 % FCM มาคิดรายได้ ทั้งนี้เนื่องจากในทางปฏิบัติก็ใช้เปอร์เซ็นต์ไขมันนมเป็นตัวร่วมในการกำหนดราคาน้ำนม

* ดูรายละเอียดการคำนวณต้นทุนค่าอาหาร ภาคผนวก ข. หน้า 127-128

อาหารผสมครบส่วนที่เตรียมโดยใช้ฟางหมักยูเรียมี pH และโปรตีนรวม สูงกว่าอาหารที่เตรียมจากหญ้ารูซี่ จึงทำให้โคกินได้มากว่า และให้นมที่มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนสูงกว่า แต่มี NFC และ EE ต่ำกว่าเล็กน้อย อย่างไรก็ตามโคก็ยังได้รับโภชนะต่างๆ ใกล้เคียงกัน ให้ผลผลิตนม และมีองค์ประกอบทางเคมีของน้ำนมไม่แตกต่างกันมากนัก และการเลี้ยงโคด้วยอาหารผสมครบส่วนที่เตรียมจากฟางหมักยูเรียจะมีกำไรต่อการผลิตนม 1 กก. สูงกว่าการใช้ฟางหมักร่วมกับหญ้าหมัก แต่ยังต่ำกว่าการใช้หญ้าหมัก 100%