รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการการใช้ประโยชน์จากเศษเหลือจากการผลิตลำไยเพื่อเป็นอาหารโค

THE USE OF RESIDUES FROM LONGAN PRODUCTION AS CATTLE FEED

โดย

รองศาสตราจารย์ ดร. สมปอง สรวมศิริ และคณะ

พฤษภาคม 2555

สัญญาเลขที่ RDG5320015

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการการใช้ประโยชน์จากเศษเหลือจากการผลิตลำไยเพื่อเป็นอาหารโค

THE USE OF RESIDUES FROM LONGAN PRODUCTION AS CATTLE FEED

คณะผู้วิจัย	สังกัด
รศ. ดร. สมปอง สรวมศิริ	คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยแม่โจ้
อาจารย์ไพโรจน์ ศิลมั่น	คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยแม่โจ้
อาจารย์ ดร. ทองเลียน บัวจูม	คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยแม่โจ้

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกว.ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทสรุปผู้บริหาร	ข
บทคัดย่อ	ฉ
Abstract	ช
บทที่ 1 ศักยภาพและความสำคัญของอาหารโค	1
1.1 ความสำคัญทางเศรษฐกิจและศักยภาพในการพัฒนา	1
1.2 ข้อจำกัดของการเลี้ยงโคเนื้อ	2
1.3 ความสำคัญในการใช้เศษเหลือจากการผลิตลำไยเพื่อเป็นอาหารโค	3
บทที่ 2 รายละเอียดการศึกษา	4
2.1 วัตถุประสงค์ของโครงการ	4
2.2 เป้าหมายของการศึกษา	4
2.3 ข้อมูลพื้นฐานของเศษเหลือจากการผลิตลำไยเพื่อใช้เป็นอาหารโค	4
2.4 ขั้นตอนในการศึกษาวิจัย	6
2.5 ระยะเวลาในการศึกษาวิจัย	10
2.6 สถานที่ในการดำเนินการวิจัย	10
บทที่ 3 การเก็บรักษาและคุณค่าทางอาหารของเศษเหลือจากการผลิตลำไย	12
- การสำรวจข้อมูลเศษเหลือในสวนลำไย	12
- การสำรวจข้อมูลเศษเหลือจากโรงงานแปรรูป	14
- ประเภทของเศษเหลือจากการผลิตลำไยทั้งระบบ และการใช้ประโยชน์ในอาหารโค	16
- คุณค่าทางอาหารในเศษเหลือจากการผลิตลำไย	25
- วิธีการเก็บรักษาเศษเหลือจากการผลิตลำไย	26
- ส่วนประกอบของลำไยเกรด C ลำไยใต้ตะแกรงร่อน และการย่อยได้ของโภชนะ	28
- การศึกษาประเภทของจุลินทรีย์ในเศษเหลือจากการผลิตลำไยอบแห้ง	30
- ประเภทของกรดไขมันในเปลือก และเมล็ดลำไยหมัก	32
- การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของพืชหมักจากเปลือกและเมล็ดลำไยร่วมกับฟางข้าว	35
- การศึกษาการเก็บรักษาใบลำไยโดยการทำพืชหมัก	37

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 สมรรถนะในการเจริญเติบโตและผลตอบแทน 42

- องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง 42

บทที่ 5 ส่วนประกอบของซากและคุณภาพเนื้อ 63

เอกสารอ้างอิง 72

ภาคผนวก

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ข้อมูลจากการสำรวจเกษตรกรชาวสวนในระหว่างการเก็บเกี่ยวลำไย	14
2	การแปรรูปลำไยและเศษเหลือจากการแปรรูปลำไยอบแห้ง	15
3	องค์ประกอบทางเคมีของเศษเหลือจากการผลิตลำไย	25
4	องค์ประกอบทางเคมีของลำไย	29
5	ค่าเฉลี่ยการสลายตัวของโภชนะในส่วนประกอบของลำไยที่ 24 ชั่วโมง	29
6	ค่าเฉลี่ยการสลายตัวของโภชนะในส่วนประกอบของลำไยที่ 48 ชั่วโมง	29
7	ค่า pH ประเภทของเชื้อจุลินทรีย์ในเปลือกและเมล็ดลำไยหมักหมักในระยะเวลาต่าง ๆ	31
8	ผลของระดับใบกระถินในพืชหมักจากเปลือกและเมล็ดลำไยต่อปริมาณกรดแลคติก และกรดอะซิติก (%)	32
9	องค์ประกอบทางเคมีของเปลือกและเมล็ดลำไยหมักร่วมกับใบกระถินแห้งบดหยาบ	33
10	องค์ประกอบทางเคมีของพืชหมักจากเปลือกและเมล็ดลำไยร่วมกับฟางข้าว	35
11	ความเข้มข้นของกรดแลคติกและกรดอะซิติกในพืชหมัก	36
12	องค์ประกอบทางเคมีของพืชหมักจากใบลำไย	37
13	ค่าเฉลี่ยการสลายตัวของโภชนะในส่วนประกอบของลำไยที่ 24 ชั่วโมง	38
14	ค่าเฉลี่ยการสลายตัวของโภชนะในส่วนประกอบของลำไยที่ 48 ชั่วโมง	38
15	ส่วนประกอบทางเคมีของอาหารหยาบ (เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง)	43
16	องค์ประกอบทางเคมีของอาหารข้น ใบกระถินแห้งบด กากน้ำตาล ลำไยเกรด C และ เปลือกและเมล็ดลำไยหมัก	44
17	สมรรถนะการผลิตและปริมาณอาหารที่กินในระยะที่ 1 (mean±SE)	47
18	ปริมาณโภชนะที่กิน และสัมประสิทธ์การย่อยได้ของวัตถุแห้งในระยะที่ 1 (mean±SE)	48
19	สมรรถนะการผลิตและปริมาณอาหารที่กินในระยะที่ 2 (mean±SE)	51
20	ปริมาณโภชนะที่กินและสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้งในระยะที่ 2 (mean±SE)	52
21	สมรรถนะการผลิตและปริมาณอาหารที่กินในระยะที่ 3 (mean±SE))	53

ตารางที่		หน้า
22	ปริมาณโภชนะที่กิน และสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้งในระยะที่ 3 (mean±SE)	54
23	ผลของอาหารต่อสมรรถภาพในการเจริญเติบโตของโคทดลองที่ได้รับอาหารต่างกัน (mean±SE)	59
24	ต้นทุนการผลิตและผลตอบแทนจากการเลี้ยงโค	62
25	ส่วนประกอบของซากและผลพลอยได้จากการชำแหละโคทดลองที่ได้กินอาหารต่างกัน (mean±SE)	64
26	ชิ้นส่วนที่ได้จากการตัดแต่งซากโคทดลองที่ได้กินอาหารต่างกัน (mean±SE)	65
26	องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อโคทดลองที่ได้รับอาหารต่างกัน (mean±SE)	67
27	ผลของอาหารต่อคุณภาพเนื้อโคทดลองที่ได้รับอาหารต่างกัน (mean±SE)	68
28	กรดไขมันในเนื้อโคทดลองที่ได้รับอาหารต่างกัน (mean±SE)	68

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แผนภูมิแสดงเศษเหลือจากการผลิตลำไยทั้งระบบ	17
2	แผนภูมิที่มาของเศษเหลือในสวนลำไย	22
3	แผนภูมิเศษเหลือจากจุดรับซื้อลำไยสด	23
4	แผนภูมิแสดงเศษเหลือจากโรงงานแปรรูป	24
5	เปลือกและเมล็ดลำไยหมักร่วมกับใบกระถิน	34
6	พืชหมักจากเปลือกและเมล็ดลำไยร่วมกับฟางข้าว	36
7	พืชหมักจากหญ้ากินนีสดและใบลำไย	39
8	เศษเหลือจากการผลิตลำไย	40
9	การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัวของโคทดลองตลอดระยะทดลอง 189 วัน	60
10	อัตราการเจริญเติบโตของโคทดลองในระยะที่ 3 (105วัน)	60
11	โคมีชีวิตก่อนฆ่ากลุ่มที่ 1	69
12	โคมีชีวิตก่อนฆ่ากลุ่มที่ 2	70
13	ขั้นตอนในการฆ่าและชำแหละซากโคทดลอง	71

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยเรื่อง การศึกษาการใช้ประโยชน์จากเศษเหลือจากการผลิตลำไยเพื่อเป็นอาหารโค เป็นโครงการที่ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจาก สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

ตลอดเวลาที่ได้ดำเนินการวิจัยตามโครงการนี้ คณะผู้วิจัยได้รับความสะดวกในการติดต่อกับ สกว. โดยผ่านทาง รศ.ดร.ญาณิน โอภาสพัฒนกิจ พร้อมทั้งได้รับคำแนะนำและให้ข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิที่ สกว. ได้แต่งตั้งขึ้น เพื่อติดตามประเมินผลโครงการ คณะผู้วิจัยจึงขอขอบคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

การดำเนินการในโครงการนี้ได้รับความร่วมมืออย่างดีจากผู้วิจัยร่วมทุกท่าน ตลอดจนเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการอาหารสัตว์ เจ้าหน้าที่ฟาร์มโคนมและโคเนื้อทุกท่าน ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการดำเนินการวิจัย ขอขอบคุณเกษตรอำเภอบ้านโฮ่ง เกษตรกรชาวสวนลำไย เจ้าของโรงงานแปรรูปลำไยอบแห้ง และผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกคน ซึ่งมีผลให้ได้ผลงานวิจัยเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้

คณะผู้วิจัย

กรกฎาคม 2554

บทสรุปผู้บริหาร

แม้ว่าการเลี้ยงโคในประเทศไทยจะมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง จนทำให้เกิดการสร้างอาชีพสำหรับเกษตรกร และผู้ประกอบการธุรกิจต่อเนื่องที่สร้างรายได้คิดเป็นมูลค่ามากมายในแต่ละปี แต่การเลี้ยงโคของเกษตรกรก็ยังคงประสบปัญหาการขาดแคลนอาหารหยาบ ที่เป็นอาหารหลักสำหรับการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิต รวมทั้งมีปัญหาอาหารหยาบคุณภาพต่ำ เนื่องจากเกษตรกรผู้เลี้ยงโคส่วนใหญ่เป็นเกษตรกรรายย่อยที่ไม่มีพื้นที่เพาะปลูกพืชอาหารสัตว์ในฟาร์ม และไม่สนใจในการถนอมอาหารหยาบที่มีอย่างมากมายในฤดูฝนไว้เลี้ยงโคในฤดูแล้ง ประกอบกับในปัจจุบันมีการขยายตัวของพื้นที่ชุมชนเมือง จึงทำให้พื้นที่การเกษตรที่เป็นแหล่งอาหารหยาบหลักของโคลดลงอย่างมาก เกษตรกรจึงจำเป็นต้องหาแหล่งอาหารใหม่สำหรับใช้เลี้ยงโค โดยแหล่งอาหารใหม่นั้นควรเป็นอาหารที่มีอยู่อย่างมากมายในท้องถิ่น มีคุณค่าทางอาหารเพียงพอ และมีราคาถูก เพื่อใช้เลี้ยงโคซึ่งเป็นสัตว์เคี้ยวเอื้องที่สามารถใช้ประโยชน์จากอาหารที่มีคุณภาพต่ำได้ โดยอาศัยจุลินทรีย์ที่อยู่ในกระเพาะ-หมัก การนำเศษเหลือจากการเกษตรและเศษเหลือจากโรงงานอุตสาหกรรมเกษตรมาใช้เป็นอาหารโคจึงเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ ในปัจจุบันจึงเกิดธุรกิจในการซื้อ-ขายเศษเหลือจากการเกษตร และเศษเหลือจากโรงงานอุตสาหกรรมเกษตรเพื่อใช้เป็นอาหารโค เกษตรกรรายย่อยที่ไม่มีพื้นที่แปลงหญ้าเป็นของตนเอง จึงจำเป็นต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มในการซื้อเศษเหลือดังกล่าวเลี้ยงโค แม้ว่าเศษเหลือบางชนิดจะมีคุณค่าทางอาหารต่ำ และต้องมีการปรับปรุงคุณภาพก่อนนำมาใช้เลี้ยงโคก็ตาม

ลำไยเป็นไม้ผลเศรษฐกิจที่นิยมปลูกกันมากในภาคเหนือของประเทศ โดยเฉพาะในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่และลำพูน การผลิตลำไยในแต่ละฤดูกาลผลิตยังมีเศษเหลือทิ้งจากการผลิตอยู่มากมาย เช่น ใบลำไย เปลือกลำไยและเมล็ดลำไย ที่ยังไม่ได้นำมาใช้ประโยชน์เพื่อเป็นอาหารสัตว์ โดยเฉพาะการนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องเช่นโค-กระบือ ซึ่งเป็นสัตว์กระเพาะรวมที่มีจุลินทรีย์ในกระเพาะหมักที่สามารถใช้อาหารที่มีคุณภาพต่ำให้เป็นประโยชน์ต่อตัวสัตว์ได้ การศึกษาการใช้ประโยชน์จากเศษเหลือจากการผลิตลำไยเพื่อเป็นอาหารโคจึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจ เนื่องจากเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับเศษเหลือทิ้งดังกล่าวและเป็นการลดมลพิษที่เกิดขึ้นกับสิ่งแวดล้อมด้วย การศึกษาในครั้งนี้จึงเป็นการศึกษาถึงแหล่งของเศษเหลือจากการผลิตลำไย การวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของเศษเหลือจากการผลิตลำไย วิธีการเก็บรักษา และการนำเศษเหลือจากการผลิตลำไยเพื่อใช้เป็นอาหารโคที่อยู่ในระยะเจริญเติบโต

จากผลการศึกษา พบว่า ในการผลิตลำไยมีเศษเหลือจาก 3 แหล่ง คือ เศษเหลือจากในสวน เศษเหลือจากจุดรับซื้อผลลำไยสด และเศษเหลือจากโรงงานแปรรูปผลิตภัณฑ์ลำไย

1. เศษเหลือจากในสวน เกิดขึ้นในขั้นตอนการเก็บเกี่ยว และการตัดแต่งทรงพุ่ม ประกอบด้วย ใบลำไย กิ่งลำไย ก้านช่อผล ผลลำไยที่ยังเจริญเติบโตไม่เต็มที่ ผลลีบและผลเน่า

2. เศษเหลือ ณ จุดรับซื้อผลลำไยสด ได้แก่ ผลลำไยตกเกรด (ลำไยเกรด C) และ ลำไยใต้ตะแกรงร่อน

3. เศษเหลือที่โรงงานแปรรูป ณ จุดรับซื้อผลลำไยหน้าโรงงานคือ ลำไยเกรด C และลำไยใต้ตะแกรงร่อน และเศษเหลือในขั้นตอนการแปรรูปผลิตภัณฑ์ คือ เปลือกลำไย และเมล็ดลำไย

เศษเหลือจากการผลิตลำไยถูกนำไปใช้ประโยชน์เพียงบางส่วน เช่นใบลำไยใช้รองพื้นในตะกร้าบรรจุช่อผลลำไยสด เพื่อจำหน่ายเป็นลำไยบริโภคผลสด และกิ่งลำไยขนาดใหญ่ที่ตัดออกจากต้นขณะตัดแต่งทรงพุ่ม นิยมขายออกจากสวนเพื่อผลิตเป็นถ่านไม้ลำไยสำหรับใช้เป็นแหล่งเชื้อเพลิง ส่วนเศษเหลืออื่นมักถูกนำไปกองรวมกันที่โคนต้นลำไยเพื่อให้สลายตัวเป็นปุ๋ย หรือกองรวมกันแล้วเผาทิ้ง สำหรับเปลือกลำไยและเมล็ดลำไยถูกนำไปทิ้งในพื้นที่รกร้าง และในพื้นที่ป่าชุมชน การนำเศษเหลือจากการผลิตลำไยมาใช้ประโยชน์เพื่อเป็นอาหารสัตว์ เช่นใช้เป็นอาหารโคยังมีเป็นส่วนน้อย

จากการวิเคราะห์คุณค่าทางอาหาร พบว่าเศษเหลือจากการผลิตลำไยเช่น ใบลำไย ลำไยเกรด C ลำไยใต้ตะแกรงร่อน ใบลำไย เปลือกลำไย และเมล็ดลำไย มีคุณค่าทางอาหารเพียงพอที่จะใช้เป็นอาหารโคได้ โดยมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์โปรตีนในวัตถุแห้งระหว่าง 6.52-11.69 % เศษเหลือดังกล่าวมีคุณค่าทางอาหาร (โปรตีน) สูงกว่าฟางข้าว และใกล้เคียงฟางข้าวอบยูเรีย 6% โดยลำไยใต้ตะแกรงร่อน และ ใบลำไยมีเปอร์เซ็นต์โปรตีนในวัตถุแห้งสูงกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ (11.69 และ 10.93) แต่มีผนังเซล และ มีลิกโนเซลลูโลสสูงพอควร โดยใบลำไยมีลิกโนเซลลูโลสสูงที่สุดเท่ากับ 51.37 เปอร์เซ็นต์ จึงมีค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้งและโปรตีนต่ำที่สุด เนื่องจากเศษเหลือจากการผลิตลำไยดังกล่าวมีเยื่อใยรวมสูงกว่า 18 เปอร์เซ็นต์ จึงมีวัตถุแห้งเพียงพอที่จะใช้เลี้ยงโคได้ และ ควรจัดไว้ในกลุ่มอาหารหยาบ ด้านการเก็บรักษาเศษเหลือจากการผลิตลำไย พบว่า วิธีการหมักเป็นวิธีการเก็บรักษาที่เหมาะสมที่สุด เพราะเสียค่าใช้จ่ายน้อยกว่าการทำให้แห้ง การแช่เย็นหรือการแช่แข็ง

ด้านการใช้ประโยชน์จากเศษเหลือจากการผลิตลำไยเพื่อเป็นอาหารโค พบว่า ใบลำไย เปลือกและเมล็ดลำไย ลำไยเกรด C และลำไยใต้ตะแกรงร่อนสามารถให้โคกินสดได้ ในลักษณะการเสริมอาหารหยาบ โดยเฉพาะการเสริมอาหารหยาบในช่วงฤดูแล้ง ใบลำไย ลำไยเกรด C และลำไยใต้ตะแกรงร่อนสามารถนำมาทำพืชหมัก โดยนำมาหมักร่วมกับหญ้าสดชนิดต่าง ๆ ได้ การเก็บรักษาเปลือกและเมล็ดลำไยควรใช้วิธีการหมักเช่นกัน เนื่องจากมีความชื้นสูง อาจใช้สารเสริมช่วยหมักเช่น กากน้ำตาล หรือใบกระถินร่วมด้วยเพื่อช่วยในการหมัก หรือไม่ใช้สารเสริมก็ได้ การหมักยูเรีย หรืออบยูเรียเปลือกและเมล็ดลำไยอบยูเรียร่วมกับฟางข้าวก็สามารถทำได้เช่นกัน นอกจากนี้การหมักยังมีส่วนช่วยให้ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์โปรตีนสูงขึ้นได้

ด้านการใช้เศษเหลือจากการผลิตลำไย คือ เปลือกและเมล็ดลำไยหมัก และลำไยเกรด C เพื่อเสริมอาหารหยาบต่อสมรรถภาพในการผลิตของโคลูกผสม (บราห์มัน x พื้นเมือง) เพศผู้ไม่ตอน อายุ 1 ปีครึ่ง เปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้เสริม โดยโคทดลองได้กินอาหารหยาบอย่างเต็มที่ และอาหารข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว/วัน แบ่งการให้อาหารเป็น 3 ระยะ คือ ระยะที่ 1 ทดลองเลี้ยงนาน 56 วัน

กลุ่มที่ 1 กินฟางข้าวเป็นอาหารหยาบหลัก เปรียบเทียบกับกลุ่มที่ 2 กินฟางข้าวอบยูเรีย 6% ระยะที่ 2 ทดลองนาน 28 วัน กลุ่มที่ 1 กินฟางข้าวเป็นอาหารหยาบหลักเสริมหญ้ากินนีสด 10 กิโลกรัม กลุ่มที่ 2 กินฟางข้าวอบยูเรีย 6% และหญ้ากินนีสด 10 กิโลกรัม ระยะที่ 3 ทดลอง 105 วัน ทั้งสองกลุ่มกินหญ้ากินนีสดเป็นอาหารหยาบหลัก กลุ่มที่ 1 เสริมด้วยลำไยเกรด C และ กลุ่มที่ 2 เสริมด้วยกากน้ำตาล รวมระยะการทดลองทั้งสิ้น 189 วัน พบว่า โคทดลองมีน้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (314.17 และ 319.83 กิโลกรัม) และ อัตราการเจริญเติบโต (0.476 และ 0.488 กิโลกรัม/วัน)ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยกลุ่มที่ 1 มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวด้อยกว่า (12.79 และ 11.94) และมีราคาต้นทุนค่าอาหาร/วัน (38.71 และ 28.36) รวมทั้งต้นทุนค่าอาหารในการเปลี่ยนเป็นน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม (82.02 และ 59.24) สูงกว่ากลุ่มที่ 2 แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05)

ในระยะที่ 1 (56 วัน) โคกลุ่มที่ 1 มีการสูญเสียน้ำหนักตัวเล็กน้อย 57 กรัม/ตัว/วัน (กินฟางข้าวเสริมเปลือกและเมล็ดลำไยหมัก) แต่โคกลุ่มที่ 2 มีการเพิ่มน้ำหนักตัว (193กรัม/ตัว/วัน) เนื่องจากกินฟางข้าวอบยูเรีย 6% เป็นอาหารหยาบ ระยะที่ 2 (28 วัน) เมื่อโคทั้งสองกลุ่มกินหญ้ากินนีสด 10 กิโลกรัมเสริมอาหารหยาบหลัก คือ ฟางข้าว หรือ ฟางข้าวอบยูเรีย 6% โคกลุ่มที่ 1 เริ่มมีการเจริญเติบโตและเพิ่มน้ำหนักได้ แต่อัตราการเจริญเติบโตยังต่ำกว่ากลุ่มที่ 2 (190 และ 339 กรัม/วัน) เป็นผลจากลักษณะการเจริญเติบโตชดเชย (Compensatory growth) และการได้รับโภชนะเพิ่มจากหญ้ากินนี ในระยะที่ 3 เมื่อให้โคกินหญ้ากินนีเป็นอาหารหยาบหลัก เปรียบเทียบการเสริมผลลำไยเกรด C และการใช้กากน้ำตาล (105วัน) พบว่าโคกลุ่มที่ 1 มีอัตราการเจริญเติบโต/ตัว/วันสูงกว่ากลุ่มที่ 2 (0.863 และ 0.686 กิโลกรัม) และมีค่าการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวดีกว่า (8.87 และ 10.03) ไม่แตกต่างทางสถิติ (P>0.05) แต่มีต้นทุนค่าอาหาร/วัน (53.99 และ 40.12 บาท) และ ต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว (บาท/กิโลกรัม) สูงกว่ากลุ่มที่ 2 (65.22 และ 46.20) ราคาอาหารที่สูงกว่าในกลุ่มที่ 1 เป็นผลจากราคาผลลำไยเกรด C ที่ใช้ทดลองมีราคาแพงกว่าปกติมาก ราคาเฉลี่ยขณะทำการทดลอง 5.50 บาท (ในฤดูกาลผลิตปกติที่ไม่มีปัญหาความแห้งแล้ง เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศ ราคาผลลำไยเกรด C มีค่าระหว่าง 0 - 2.00 บาท)

ผลจากการทดลองใช้เศษเหลือจากการผลิตลำไยคือเปลือกและเมล็ดลำไยหมัก และลำไยเกรด C เสริมอาหารหยาบตลอดระยะทดลอง 189 วัน พบว่ากลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยอัตราการเจริญเติบโต/วัน (0.476 และ 0.488 กก./วัน) ปริมาณอาหารที่กินในรูปวัตถุแห้ง (6.40 และ 5.73 กก./วัน) อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม (12.79 และ 11.94) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) แต่กลุ่มที่ 1 มีค่าเฉลี่ยต้นทุนค่าอาหาร (38.71 และ 28.36 บาท)/วัน) และต้นทุนค่าอาหารในการเปลี่ยนเป็นน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม (82.02 และ 59.24) สูงกว่ากลุ่มที่ 2 อย่างเห็นได้ชัด แต่ไม่แตกต่างทางสถิติ (P>0.05) เนื่องจากต้นทุนลำไยเกรด C ในปีที่ทำการทดลองมีราคาสูงผิดปกติ

ด้านส่วนประกอบของซากและคุณภาพเนื้อ พบว่า โคทดลองมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักก่อนฆ่า (307.00 และ 312.17 กิโลกรัม) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) แต่โคกลุ่มที่ 1 มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักซากอุ่นต่ำกว่ากลุ่มที่ 2 (153.83 และ 156.67 กิโลกรัม) ค่าเฉลี่ยแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05) ผลพลอยได้จากการชำแหละซาก มีค่าใกล้เคียงกัน และไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) แต่ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์เครื่องในรวมของกลุ่มที่ 1 มีค่าเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มที่ 2 เล็กน้อย (8.24 เปรียบเทียบกับ 8.05%) ชิ้นส่วนที่ได้จากการตัดแต่งซากโคทดลอง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) เช่นเดียวกับค่าเฉลี่ยพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน โดยกลุ่มที่ 2 มีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ 1 เล็กน้อย (57.16 และ 59.08 ตารางเซนติเมตร) องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อสันนอก (โปรตีน เถ้า ไขมัน และความชื้น) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) เช่นเดียวกับค่าสีของเนื้อ (ค่า L*, a* และ b*) ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ การสูญเสียน้ำของเนื้อ และ ผลการวิเคราะห์ปริมาณกรดไขมันในเนื้อ

แสดงให้เห็นว่าสามารถใช้เศษเหลือจากการผลิตลำไย คือ เปลือกและเมล็ดลำไย และผลลำไยเกรด C เป็นอาหารโค โดยใช้เสริมอาหารหยาบได้ โดยเฉพาะลำไยเกรด C จัดเป็นแหล่งของพลังงานที่ดีสำหรับจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน เนื่องจากในผลลำไยเกรด C มีเนื้อลำไยร้อยละ 60-70 และในเนื้อมีน้ำตาลสูง จุลินทรีย์ในกระเพาะหมักสามารถใช้แทนกากน้ำตาลเพื่อเป็นแหล่งพลังงานได้ สำหรับการใช้เปลือกและเมล็ดลำไยเสริมอาหารหยาบควรใช้เสริมอาหารหยาบที่มีคุณภาพเพียงพอ หรือใช้เปลือกและเมล็ดลำไยที่มีการปรับปรุงคุณภาพแล้ว ในขณะการหมักโดยมีการเสริมกากน้ำตาลหรือใบกระถินเพื่อเพิ่มคุณค่าทางอาหาร

ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาแสดงให้เห็นว่า เกษตรกรส่วนใหญ่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์จากเศษเหลือจากการผลิตลำไยเพื่อเป็นอาหารโค ทั้งๆ ที่เศษเหลือดังกล่าวเป็นเศษเหลือที่มีในท้องถิ่น หาได้ง่าย มีปริมาณมาก และมีคุณค่าเพียงพอที่จะใช้เลี้ยงโคได้ โดยเฉพาะผลลำไยเกรด C เปลือกและเมล็ดลำไย รวมทั้งใบลำไย ดังนั้นจึงควรมีการประชาสัมพันธ์ในรูปแบบต่างๆ เพื่อให้เกษตรกรที่เลี้ยงโค-กระบือในท้องถิ่นที่มีการผลิตลำไย เช่นในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ และลำพูน เห็นความสำคัญของเศษเหลือจากการผลิตลำไยเพื่อนำมาใช้เป็นอาหารโค ซึ่งนอกจากจะเป็นการเพิ่มมูลค่าให้แก่เศษเหลือทิ้งดังกล่าว โดยเกษตรกรมีแหล่งอาหารแหล่งใหม่ในท้องถิ่น ที่มีราคาถูก และมีปริมาณมากมายแล้ว ยังช่วยให้ต้นทุนการผลิตของเกษตรกรลดลง และยังเป็นการลดมลพิษที่จะเกิดขึ้นในโรงงานและสภาพแวดล้อมได้อีกวิธีหนึ่ง

บทคัดย่อ

การศึกษาการใช้ประโยชน์จากเศษเหลือจากการผลิตลำไยเพื่อเป็นอาหารโค มีวัตถุประสงค์เพื่อจำแนกประเภทของเศษเหลือจากการผลิตลำไยทั้งระบบ และโอกาสในการนำมาใช้เป็นอาหารโค รวมถึงศึกษาสมรรถภาพในการเจริญเติบโต และ ผลตอบแทน ส่วนประกอบของซาก คุณภาพซากและคุณภาพเนื้อจากการเลี้ยงโคเสริมด้วยเศษเหลือจากการผลิตลำไย ผลการศึกษาพบว่า เศษเหลือจากการผลิตลำไยแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ (1) เศษเหลือจากในสวน ขณะเก็บเกี่ยว และตัดแต่งทรงพุ่ม ประกอบด้วย ใบ ก้านช่อผล กิ่ง ผลลีบ และ ผลเน่า (2) เศษเหลือที่จุดรับซื้อลำไยสด คือ ลำไยเกรด C และลำไยใต้ตะแกรงร่อน และ (3) เศษเหลือจากโรงงานแปรรูป ได้แก่ เศษเหลือที่จุดรับซื้อผลลำไยหน้าโรงงาน (ลำไยเกรด C และลำไยใต้ตะแกรงร่อน) และเศษเหลือจากการแปรรูป คือ เปลือก และเมล็ดลำไย

เศษเหลือจากการผลิตลำไยทุกชนิดมีคุณค่าทางอาหารเพียงพอ ที่จะนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องได้ โดยมีโปรตีนระหว่าง 6.52-11.69 % ของวัตถุแห้ง มีเยื่อใยสูงกว่า 18% เศษเหลือที่มีปริมาณมากเพียงพอที่จะนำมาใช้เป็นอาหารโคคือ ลำไยเกรด C เปลือกและเมล็ดลำไย และใบลำไย รวมถึงลำไยใต้ตะแกรงร่อน การเก็บรักษาควรใช้วิธีการหมัก การทำให้แห้ง หรือการแช่เย็น การใช้เป็นอาหารโคสามารถใช้แบบให้กินสดเสริมอาหารหยาบ หรือ ทำเป็นพืชหมัก โดยเฉพาะอย่างยิ่งเปลือกและเมล็ดลำไยเป็นเศษเหลือที่มีความชื้นสูง

ด้านการศึกษาผลของการใช้เศษเหลือจากการผลิตลำไยเพื่อเป็นอาหารโค ต่อสมรรถภาพในการผลิต ส่วนประกอบของซาก คุณภาพซากและคุณภาพเนื้อ ใช้โคเนื้อลูกผสม (บราห์มัน x พื้นเมือง) เพศผู้ ไม่ตอน อายุ 1 ปีครึ่ง จำนวน 12 ตัว โดยวางแผนการทดลองแบบการเปรียบเทียบแบบกลุ่ม (group comparison) โคทดลองทั้งสองกลุ่มได้กินอาหารหยาบอย่างเต็มที่ และอาหารข้นสำเร็จรูป 0.5% ของน้ำหนักตัวระยะเวลาการทดลอง 189 วัน กลุ่มที่ 1 เสริมอาหารหยาบด้วยเปลือกและเมล็ดลำไยหมัก และ ลำไยเกรด C กลุ่มที่ 2 เสริมด้วยกากน้ำตาล โดยโคทดลองทั้งสองกลุ่มได้กินอาหารหยาบอย่างเต็มที่ และอาหารข้นสำเร็จรูป 0.5% ของน้ำหนักตัว แบ่งระยะทดลองออกเป็น 3 ระยะ คือ ระยะที่ 1 (56 วัน) กลุ่มที่ 1 กินฟางข้าว กลุ่มที่ 2 กินฟางอบยูเรีย 6% ระยะที่ 2 (28วัน) กลุ่มที่ 1 กินฟางข้าว และหญ้ากินนีสด 10 กิโลกรัม กลุ่มที่ 2 กินฟางอบยูเรีย 6% และหญ้ากินนีสด 10 กิโลกรัม ระยะที่ 3 (105วัน) ให้หญ้ากินนีสดเป็นอาหารหยาบ โดยกลุ่มที่ 1 เสริมลำไยเกรด C และ กลุ่มที่ 2 เสริมกากน้ำตาล 1 กิโลกรัม ผลจากการทดลองพบว่า กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยอัตราการเจริญเติบโต/วัน (0.476 และ 0.488 กก./วัน) ปริมาณอาหารที่กินในรูปวัตถุแห้ง (6.40 และ 5.73 กก./วัน) อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม (12.79 และ 11.94) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แต่กลุ่มที่ 1 มีค่าเฉลี่ยต้นทุนค่าอาหาร (38.71 และ 28.36 บาท)/วัน) และต้นทุนค่าอาหารในการเปลี่ยนเป็นน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม (82.02 และ 59.24) สูงกว่ากลุ่มที่ 2 อย่างเห็นได้ชัด แต่ไม่แตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$)

เนื่องจากต้นทุนลำไยเกรด C ในปีที่ทำการทดลองมีราคาสูงผิดปกติ น้ำหนักก่อนฆ่า ส่วนประกอบของซาก และ คุณภาพซาก ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) แต่โคกลุ่มที่ 1 มีน้ำหนักซากอุ่นต่ำกว่ากลุ่มที่ 2 (153.83 และ 156.67 กก.) ค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

ชิ้นส่วนที่ได้จากการตัดแต่งซากโคทดลอง องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อ (โปรตีน เถ้า ไขมัน และความชื้น) ค่าสีของเนื้อสันนอก (ค่า L*, a* และ b*) ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ และ ค่าการสูญเสียน้ำจากเนื้อ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) เช่นเดียวกับผลการวิเคราะห์ปริมาณคลอเลสเตอรอล ปริมาณคลอลาเจน และปริมาณกรดไขมันในเนื้อ

ผลจากการศึกษาแสดงให้เห็นว่าสามารถใช้เศษเหลือจากการผลิตลำไย (เปลือกและเมล็ดลำไย และลำไยเกรด C) เป็นอาหารเสริมเลี้ยงโคได้ โดยไม่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโต ส่วนประกอบของซาก คุณภาพซากและคุณภาพเนื้อของโคทดลอง

Abstract

The objectives of the study, on the use of residues from longan production as cattle feed, were to classify types of residues from the entire longan production system, to find the ways to preserve those residues and opportunity to be used as cattle feed, as well as to investigate performance, growth and returns, carcass composition and carcass quality from cattle fed with longan residues.

From the results, longan residues were able to classified into 3 different types; (1) longan orchard residues, these comprising of leaves, branch, fruit branch and wilted or rotten fruits derived from harvesting and canopy management; (2) residues at fruit buying and sizing center consising of grade C longan and under-grade longan (those that passed through sieve mesh) and (3) residues from processing procedures were residues from a point of perchase located at the front gate of the processing plant (grade C and under-grade longan) and those derived from processing procedures, namely fruit peel and seed.

For the chemical composition, longan residues had enough nutritive value and so are able to be used as ruminant feed with protein content ranging from 6.52- 11.69 %DM and had average total crude fiber higher than 18%. The volume of grade C, longan peel, seed and leaf of longan was high enough to be used as animal feed. Those residues could be easily preserved by ensiling, drying or chilling.The high moisture content in peel and seed suggest that to enhance the nutritive value these residues could be ensiled either with silage additives such as molasses or leucaena leaves.

The effect of longan residues on growth performance, carcass composition, carcass quality and meat quality in twelve 1 ½ year old crossbred (Brahman x Native) male was conducted according to group comparison. In the 189-day experimental period roughage was fed *ad libitum* to all animals but they were received concentrate feed only 0.5% BW. Group I was supplemented with longan residues (longan pell and seed silage) or longan fruit (grade C) and group II supplemented with molasses. The experiment was divided into 3 periods. In the first period of the experiment (56 days), cattle in group I were fed with rice straw while those in group II were fed with urea treated rice straw 6%. In the second period (28 days), animals in group I received rice straw and 10 kg of fresh guinea grass, while urea–treated rice straw (6%) and fresh guinea grass at 10 kg were fed to animals in groups II. In the last period of the experiment (105 days), all of them were fed fresh guinea grass as roughage but animals in group I received grade C longan while molasses were given to those in group II.

The results revealed that average daily gain (0.476 and 0.488 kg/h/d), dry matter feed intake (6.40 and 5.73 kg/d), feed per 1 kg gain (12.79 and 11.94), feed cost/day (38.71 and 28.36 baht/d) and feed cost/1 kg gain (82.02 and 59.24) were not significantly affected by the type of diet ($P>0.05$). Since dramatic climate changes had a substantial impact on price of grade C longan used in this experiment, the average feed cost/1 kg gain consumed by animals in group I was much higher ($P>0.05$) than those in group II.

There were no significant difference ($P>0.05$) on slaughter weight, carcass composition, carcass quality and meat quality but cattle in group I had lower (153.83 and 156.67 kg.) in hot carcass weight ($P>0.05$). Animals in both groups had no significant differences in retail cuts, chemical composition in meat (protein, ash, fat and moisture content), meat color (L*, a* and b*), shear force value and water holding capacity ($P>0.05$). Moreover, the analysis of cholesterol and collagen and fatty acid in meat were not significant difference ($P>0.05$). The results suggested that longan residues (longan peel and seed or grade C longan) can be used as supplemented feed in cattle, without any adverse effect on growth performance, carcass composition, carcass quality and meat quality of the animals.

บทที่ 1
ศักยภาพและความสำคัญของอาหารโค

1.1 ความสำคัญทางเศรษฐกิจ และศักยภาพในการพัฒนา

โค-กระบือเป็นสัตว์เศรษฐกิจที่สำคัญ ซึ่งสามารถทำรายได้ให้แก่เกษตรกรได้ เนื่องจากมีตลาดรองรับที่แน่นอน และมีความต้องการบริโภคสูง นอกจากนี้ยังเป็นสัตว์ที่สามารถใช้ประโยชน์จากอาหารหยาบ เช่น พืชตระกูลหญ้าและถั่ว เพื่อเปลี่ยนให้เป็นผลผลิต เช่น เนื้อ และน้ำนมได้ โดยอาศัยการทำงานร่วมกันของจุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ในกระเพาะหมัก ที่ย่อยเยื่อใยในอาหารหยาบให้เป็นโภชนะที่เป็นประโยชน์แก่สัตว์ได้ นอกจากเนื้อ และน้ำนมจะเป็นผลิตผลโดยตรงของการเลี้ยงโคแล้ว การเลี้ยงโค-กระบือยังทำให้ธุรกิจที่เกี่ยวข้องอีกหลายประเภท เช่น ธุรกิจโรงงานอาหารสัตว์ ธุรกิจโรงฟอกหนัง โรงงานผลิตภัณฑ์หนังแปรรูป และในปัจจุบันมูลโค-กระบือก็เป็นแหล่งรายได้ที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งสำหรับเกษตรกร

สำหรับแหล่งเนื้อโคที่บริโภคกันอยู่ทั่วไปในประเทศ ส่วนใหญ่ได้มาจากเนื้อจากโคพื้นเมือง เนื้อจากโคเนื้อลูกผสม เนื้อจากกระบือ และเนื้อจากโคนมเพศเมียที่ปลดจากการให้นมหรือมีปัญหาด้านสุขภาพและด้านการสืบพันธุ์ จากปัญหาการขาดแคลนเนื้อโคเพื่อบริโภค ด้วยสาเหตุต่างๆ เช่น ระบบการเลี้ยง การจัดการให้อาหาร และปริมาณประชากรในประเทศที่เพิ่มมากขึ้นโดยไม่ได้สัดส่วนกับการผลิตโค และพื้นที่การเกษตรที่ลดลงจากการขยายชุมชนเมือง และไม่มีการจัดพื้นที่ใช้ประโยชน์ที่ถูกต้อง ทำให้ปริมาณความต้องการเนื้อโคเพิ่มมากขึ้น จึงมีการนำเข้าเนื้อโคทั้งในรูปแบบโคมีชีวิต เนื้อโคแช่เย็น และเนื้อโคแช่แข็ง โดยการนำเข้าโคมีชีวิตร้อยละ 70 จะถูกนำไปฆ่าชำแหละ ที่เหลือถูกนำไปเลี้ยงต่อในระยะเวลาหนึ่งก่อนนำกลับมาขายเพื่อฆ่าชำแหละเนื้อส่งตลาดพื้นบ้านอีกครั้งหนึ่ง สำหรับเนื้อโคแช่เย็นที่นำเข้าเกือบทั้งหมดใช้สำหรับการบริโภคในตลาดพื้นบ้าน แต่เนื้อโคแช่แข็งทั้งหมดเป็นเนื้อโคคุณภาพที่นำเข้าจากต่างประเทศเพื่อขายในตลาดเนื้อชั้นสูง คือเนื้อจากโคขุนและเนื้อจากลูกโควัยอ่อน เพื่อเป็นการลดการนำเข้าเนื้อโคคุณภาพจากต่างประเทศ จึงได้มีการส่งเสริมให้เกษตรกรเลี้ยงโคขุนซึ่งส่วนใหญ่ผลิตจากโคเนื้อลูกผสม เช่นเนื้อ KU beef และเนื้อจากโคขุนโพนยางคำ หรือเนื้อโคพันธุ์ตาก ซึ่งมีผู้บริโภคในประเทศอยู่ในวงจำกัด เช่นผู้มีฐานะดี นักธุรกิจ ผู้ที่สำเร็จการศึกษาจากต่างประเทศ ชาวต่างชาติ และนักท่องเที่ยว เป็นต้น ซึ่งต่างก็ยอมรับในคุณภาพและราคาขาย แต่ปัญหาของธุรกิจโคขุน นอกจากปัญหาเรื่องการจัดจำหน่าย โดยมีเนื้อบางส่วนของซากเท่านั้นที่ขายได้ราคาสูง แต่เนื้อชิ้นส่วนรองก็ยังขายไม่ได้ราคาเท่าที่ควรแล้ว ยังมีปัญหาในการจัดหาโคเข้าขุนที่ปัจจุบันกำลังขาดแคลนโคเข้าขุนอย่างมาก เนื่องจากพ่อค้านำโคมีชีวิตออกขายในตลาดโคมีชีวิตของประเทศเพื่อนบ้าน เช่นประเทศเวียตนามที่ให้ราคาโคมีชีวิตสูงกว่าในประเทศไทย ดังนั้นการผลิตโคมีชีวิตในทุกประเภทการผลิต เพื่อส่งตลาดจึงมีความจำเป็น

1.2 ข้อจำกัดของการเลี้ยงโค-กระบือ

มีสาเหตุหลายประการที่ทำให้เกษตรกรไม่สามารถผลิตเนื้อโคให้เพียงพอต่อการบริโภคของประชากรภายในประเทศได้ แต่ปัญหาที่สำคัญ คือ การจัดการด้านอาหาร เนื่องจากสัตว์จะต้องกินอาหารเพื่อให้ร่างกายสามารถมีชีวิตอยู่รอดได้ โดยโภชนะจากอาหารที่กินเกินความต้องการสำหรับการดำรงชีพจะถูกเปลี่ยนให้เป็นผลผลิต เช่น เนื้อ และ น้ำนม เป็นต้น สำหรับโค-กระบือแล้วอาหารหยาบ จัดเป็นอาหารหลักที่สำคัญ เนื่องจากโค-กระบือเป็นสัตว์เคี้ยวเอื้องที่สามารถใช้ประโยชน์จากอาหารที่มีเยื่อใยสูงได้ โดยอาศัยการทำงานอย่างเป็นระบบของจุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ในกระเพาะรูเมน นอกจากนี้อาหารหยาบก็จัดเป็นอาหารที่มีราคาต้นทุนต่ำที่สุดด้วย นอกจากอาหารหยาบจะมีความสำคัญในการเลี้ยงโคแล้ว อาหารข้นก็มีความสำคัญไม่น้อย เนื่องจากอาหารข้นเป็นอาหารที่ย่อยได้ง่าย และเป็นแหล่งพลังงานที่ดี สำหรับการเพิ่มจำนวนประชากรจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับการย่อยเยื่อใยจากอาหารหยาบ สาเหตุจากพืชอาหารสัตว์เขตร้อนเป็นอาหารหยาบที่มีคุณค่าทางอาหารต่ำ การเสริมอาหารข้นให้โคกินจึงเป็นสิ่งจำเป็น และทำให้มีต้นทุนค่าอาหารเพิ่มสูงขึ้นตามมา

เนื่องจากเกษตรกรส่วนใหญ่ยังนิยมการเลี้ยงโคเนื้อแบบปล่อยแปลงหญ้าสาธารณะตลอดทั้งวัน ในช่วงฤดูฝนที่มีหญ้าอย่างอุดมสมบูรณ์โคจึงมีอาหารหยาบกินอย่างเพียงพอ แต่ในฤดูแล้งที่ไม่มีฝนและเกิดการขาดแคลนหญ้าสด โคจึงมีการสูญเสียน้ำหนักตามมา ด้านการเลี้ยงโคนมสำหรับเกษตรกรที่ไม่มีพื้นที่ปลูกหญ้า จึงจำเป็นต้องจัดหาอาหารหยาบด้วยวิธีการต่างๆ เช่นการตัดหญ้าจากพื้นที่สาธารณะ ตามข้างถนน ในป่า หรือการซื้อวัสดุเศษเหลือที่พอเป็นอาหารโคได้มาเลี้ยงโค จากปัญหาอาหารหยาบมีปริมาณไม่เพียงพอ และมีคุณภาพต่ำ จึงทำให้เกษตรกรไม่ประสบความสำเร็จในการเลี้ยงโค ดังนั้นเกษตรกรจึงจำเป็นต้องหาแหล่งอาหารใหม่ๆ ที่มีราคาถูก มีปริมาณมาก ให้โคกินตลอดเวลา ดังจะเห็นได้จากการนำเศษเหลือทางการเกษตรทั้งที่มีคุณค่าทางอาหารเพียงพอและคุณค่าทางอาหารต่ำมาใช้เป็นอาหารโค เช่น ฟางข้าว เปลือกฝักถั่วเหลือง ต้นข้าวโพด ซังข้าวโพดเปลือก และซังข้าวโพดหวาน เป็นต้น

ในปัจจุบันจะเห็นได้ว่าเศษเหลือจากโรงงานอุตสาหกรรมเกษตรที่ได้จากการแปรรูปผักและผลไม้ตามฤดูกาล เช่น กากน้ำตาล เปลือกสับปะรด เปลือกเสาวรส และอื่นๆ ถูกนำมาซื้อ-ขายเพื่อใช้เป็นอาหารโคเช่นกัน เนื่องจากลำไยเป็นไม้ผลเศรษฐกิจที่สำคัญในเขตภาคเหนือ โดยเฉพาะในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่และลำพูน ในการผลิตลำไยเพื่อบริโภคผลสดและเพื่อการแปรรูป ยังมีเศษเหลือเกิดขึ้นมากมาย เช่น เปลือกและเมล็ดลำไย และใบลำไย โดยเศษเหลือดังกล่าวยังมีคุณค่าทางอาหารเพียงพอที่จะใช้เป็นอาหารโคได้ เศษเหลือดังกล่าวจึงน่าจะเป็นแหล่งอาหารสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้องที่สามารถใช้ประโยชน์จากส่วนประกอบของผนังเซลล์พืช โดยอาศัยกระบวนการหมักอาหารโดยจุลินทรีย์ ในกระเพาะหมักได้ ดังนั้นการนำเศษเหลือจากการผลิตลำไยมาเพิ่มมูลค่าเพื่อใช้เป็นอาหารโคจึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจศึกษา นอกจากจะเป็นการเพิ่มมูลค่าให้แก่เศษเหลือทิ้งดังกล่าวแล้ว ยังเป็นการลดต้นทุนค่าอาหาร รวมทั้งการลดมลพิษที่จะเกิดขึ้นในโรงงานและ รักษาสภาพแวดล้อมได้อีกวิธีหนึ่ง

1.3 ความสำคัญในการใช้เศษเหลือจากการผลิตลำไยเพื่อเป็นอาหารโค

ลำไยจัดเป็นไม้ผลเศรษฐกิจที่สำคัญของจังหวัดเชียงใหม่ และจังหวัดลำพูน โดยทั่วไปผลผลิตลำไยจะออกสู่ตลาดมากระหว่างเดือนกรกฎาคมถึงกันยายนของทุกปี (ลำไยในฤดู) ลำไยเป็นผลไม้ที่ผู้บริโภคทั้งในประเทศและนอกประเทศนิยมบริโภคมาก สามารถนำมาบริโภคได้ทั้งผลสด หรือแปรรูปทำผลิตภัณฑ์ เช่น ลำไยกระป๋อง และ เนื้อลำไยอบแห้ง เป็นต้น (นพดล และคณะ, 2543) ในขั้นตอนการผลผลิตลำไยยังมีเศษเหลือ เช่น ใบลำไยบางส่วน รวมทั้งเศษกิ่งก้าน และ ผลลีบ ที่มักถูกทิ้งให้เป็นปุ๋ยพืชสด หรือเผาทิ้ง ในสวน หรือ จุดรับซื้อลำไยผลสด จากการสัมภาษณ์เกษตรกรผู้เลี้ยงโคในอำเภอสันทรายพบว่า ในช่วงฤดูแล้งใบลำไยจะเป็นอาหารอย่างหนึ่งของโคที่เลี้ยงแบบปล่อยให้แทะเล็มหญ้าในสวน เนื่องจากยังมีใบสีเขียวสดอยู่ ดังนั้นใบลำไยจึงน่าจะเป็นเศษเหลือจากการผลิตลำไยอย่างหนึ่งที่น่าจะนำมาเป็นอาหารโคได้

สำหรับโรงงานแปรรูปผลิตภัณฑ์จากผลลำไย เช่น ลำไยอบแห้ง ลำไยกระป๋องหรือลำไยแช่แข็ง มีเศษเหลือที่สำคัญได้แก่ ลำไยเกรด C (ร้อยละ 5 ของลำไยร่วงที่นำเข้าโรงงาน) ลำไยใต้ตะแกรง รวมทั้งเปลือกและเมล็ดลำไย (โดยเฉลี่ยแล้วในการผลิตลำไยสด 1 ผล จะมีเศษเหลือทิ้ง คือ เปลือกและเมล็ดเฉลี่ยประมาณร้อยละ 30-40 ของลำไยร่วงที่ใช้ในการแปรรูป) ส่วนเปลือกและเมล็ดลำไยจากการแปรรูปส่วนใหญ่ถูกนำไปทิ้งในพื้นที่รกร้างว่างเปล่า หรือในพื้นที่ป่า โดยไม่ได้นำมาใช้ประโยชน์ทางอาหารสัตว์จะเห็นได้ว่าเศษเหลือทิ้งจากโรงงานแปรรูปมีปริมาณมากมาย โดยเฉพาะในช่วงฤดูกาลที่ผลผลิตลำไยออกสู่ตลาดมากๆ

เมื่อนำเศษเหลือจากการผลิตลำไยมาวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารในห้องปฏิบัติการอาหารสัตว์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ (2552) พบว่า ยังมีคุณค่าทางอาหารเพียงพอที่จะใช้เป็นอาหารโคได้ (เปลือกลำไยมีเปอร์เซ็นต์โปรตีน เยื่อใย และไขมันเท่ากับ 6.41, 37.04 และ 0.93 เปอร์เซ็นต์ในวัตถุแห้ง และเมล็ดลำไยมี 6.50, 8.33 และ 1.94 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เนื่องจากโคเป็นสัตว์เคี้ยวเอื้องที่สามารถใช้ประโยชน์จากส่วนประกอบของผนังเซลล์พืชได้ โดยอาศัยกระบวนการหมักอาหารในกระเพาะหมักโดยจุลินทรีย์ในทางเดินอาหาร (เทอดชัย, 2548) จะเห็นได้ว่าทั้งลำไยเกรด C เปลือกและเมล็ดลำไย และใบลำไย เป็นเศษเหลือทิ้งที่มีอยู่อย่างมากมาย และยังไม่ได้นำมาใช้เป็นอาหารโค จึงน่าจะเป็นแหล่งอาหารใหม่ที่น่าสนใจ สำหรับการนำมาเลี้ยงโค แต่ปัจจุบันยังไม่มีข้อมูลด้านคุณค่าทางอาหารและการใช้ประโยชน์ของเศษเหลือเป็นอาหารโค การศึกษาการใช้ประโยชน์จากเศษเหลือจากการผลิตลำไยเพื่อเป็นอาหารโคจึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจ นอกจากจะเป็นการเพิ่มมูลค่าให้แก่เศษเหลือทิ้งโดยนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์แล้ว ยังเป็นการลดมลพิษที่จะเกิดขึ้นในโรงงานและสภาพแวดล้อมได้อีกวิธีหนึ่ง

บทที่ 2
รายละเอียดการศึกษา

2.1 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1) ศึกษาวิธีการเก็บรักษาและทราบคุณค่าทางอาหารของเศษเหลือจากการผลิตลำไย เปลือกและเมล็ดลำไยจากโรงงานผลิตลำไยอบแห้งที่เก็บรักษาด้วยวิธีการต่างๆ
2) ศึกษาสมรรถภาพในการผลิต การเจริญเติบโต และผลตอบแทนจากการเลี้ยงโคด้วยเศษเหลือจากการผลิตลำไย
3) เพื่อศึกษาส่วนประกอบของซาก เปอร์เซ็นต์ซากและคุณภาพเนื้อโคที่เลี้ยงด้วยเศษเหลือจากการผลิตลำไยอบแห้ง

2.2 เป้าหมายของการศึกษา

1) ทราบถึงคุณค่าทางอาหารและวิธีการถนอมเศษเหลือจากการผลิตลำไยเพื่อใช้เป็นอาหารโค
2) ทราบถึงสมรรถภาพในการผลิต ผลตอบแทนที่ได้รับจากการใช้เศษเหลือจากการผลิตลำไยเพื่อใช้เป็นอาหารโค
3) ทราบถึงคุณภาพซาก คุณภาพเนื้อและคุณค่าทางโภชนะในเนื้อโคที่ได้รับเศษเหลือจากการผลิตลำไยเพื่อใช้เป็นอาหารเปรียบเทียบกับอาหารปกติ
4) ได้แนวทางในการใช้ประโยชน์จากเศษเหลือจากการผลิตลำไยและการเพิ่มมูลค่าเพิ่มให้แก่เศษเหลือจากการผลิตลำไยเพื่อใช้เป็นอาหารโค

2.3 ข้อมูลพื้นฐานของเศษเหลือจากการผลิตลำไยเพื่อใช้เป็นอาหารโค

ลำไยเป็นไม้ผลเศรษฐกิจที่สำคัญของจังหวัดเชียงใหม่ และจังหวัดลำพูน มีผลผลิตออกสู่ตลาดมากระหว่างเดือนกรกฎาคมถึงสิงหาคมของทุกปี (ลำไยในฤดู) แต่ในปัจจุบันมีการใช้เทคโนโลยีต่างๆ เช่นการใช้สารโพแตสเซียมคลอเรต หรือ การตัดแต่งกิ่ง สามารถทำให้ลำไยออกดอกและติดผลได้ (ลำไยนอกฤดู) ผู้บริโภคจึงมีลำไยกินตลอดทั้งปี ลำไยสามารถบริโภคได้ทั้งผลสด หรือแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ เช่น ลำไยกระป๋อง ลำไยแช่แข็ง ลำไยอบแห้ง และ ลำไยกวน (นพดล และคณะ, 2543) สำหรับตลาดรับซื้อลำไยผลสดและผลิตภัณฑ์ลำไยได้แก่ ฮ่องกง สิงคโปร์ มาเลเซีย อินโดนีเซีย จีน และญี่ปุ่น โดยมีปริมาณการส่งออกลำไยในปี 2552 ปริมาณ 409.98พันตันคิดเป็นมูลค่าประมาณ 6.82 พันล้านบาท ในจำนวนนี้เป็นลำไยผลสดประมาณ 917.30 พันตัน ลำไยแห้ง144.15 พันตัน และลำไยกระป๋อง 45.78 พันตันตามลำดับ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2553)

การเก็บเกี่ยวลำไยเพื่อจำหน่ายแบ่งเป็นลำไยบริโภคผลสด (ช่อหรือกำ) และเพื่อแปรรูปผลิตภัณฑ์ (ลำไยร่วง) การเก็บเกี่ยวลำไยในสวนพบว่ามีเศษเหลือ คือ ผลขนาดเล็กที่ยังพัฒนาไม่เต็มที่ ช่อดอก กิ่งก้านและใบลำไย ส่วนใหญ่เศษเหลือดังกล่าวมักถูกทิ้งให้เป็นปุ๋ยพืชสด หรือเผาทิ้ง จากการสัมภาษณ์เกษตรกรในอำเภอสันทราย พบว่าในช่วงฤดูแล้งใบลำไยจะเป็นอาหารโคที่ปล่อยแทะเล็มหญ้าในสวน เนื่องจากยังมีใบสีเขียวสดอยู่ ใบลำไยจึงน่าจะเป็นเศษเหลือจากการผลิตลำไยอย่างหนึ่งที่น่าจะนำมาเป็นอาหารโคได้

ลำไยสดจากสวนจะถูกขายให้แก่พ่อค้าที่รวบรวมผลลำไยสด ณ จุดรับซื้อลำไยชั่วคราว หรือที่โรงงานงานแปรรูป ผลลำไยสดจะถูกคัดเกรดแยกตามขนาดผล คือ AA, A, B, C และ ลำไยใต้ตะแกรงร่อน ลำไยเกรด AA, A, B , C ถูกใช้เป็นวัตถุดิบในการแปรรูปลำไยอบแห้งและลำไยกระป๋องได้ แต่ลำไยเกรด C จะไม่นำไปแปรรูปโดยเฉพาะในฤดูกาลที่มีผลผลิตล้นตลาด พ่อค้าบางรายจะไม่รับซื้อเลย หรือ ซื้อในราคาต่ำมากเช่น 50 สตางค์/ กิโลกรัมโดยเฉลี่ยลำไยเกรด C มีประมาณร้อยละ 5-8 ของผลผลิตลำไยร่วงที่นำส่งจำหน่าย เกษตรกรบางรายจึงนำลำไยเกรด C ไปเลี้ยงโค เนื่องจากผลยังมีเนื้อลำไยติดอยู่มากจึงมีความหวานสังเกตว่าโคชอบกิน ลำไยเกรด C จึงจัดเป็นเศษเหลือจากการผลิตลำไยที่น่าสนใจในการนำมาเพิ่มมูลค่า เพื่อใช้เป็นอาหารโค โดยเฉพาะการนำมาใช้เป็นแหล่งพลังงาน ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ พาวิน และ คณะ (2547) รายงานว่า ลำไย 1 ผล ประกอบด้วย เนื้อ เปลือก และเมล็ด ในสัดส่วนประมาณ 70:17:13 โดยสัดส่วนจะแตกต่างกันไปตามชนิดพันธุ์ของลำไย

สำหรับโรงงานแปรรูปเนื้อลำไยอบแห้ง ลำไยกระป๋อง หรือลำไยแช่แข็ง ทั้งขนาดใหญ่ ขนาดกลางและขนาดเล็กตามชุมชนหรือกลุ่มแม่บ้านต่างๆ ในขั้นตอนการแปรรูปต้องแยกเนื้อลำไยออกจากเปลือกและเมล็ด จึงมีเศษเหลือคือ เปลือก และเมล็ดลำไยที่มีลักษณะชื้นจากน้ำที่ได้ในระหว่างการแยกเนื้อจากเปลือกและเมล็ด แต่เศษเหลือดังกล่าวมีโอกาสเน่าเสียได้ง่าย เนื่องจากมีความหวาน และมีความชื้นเหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ นอกจากนี้ยังเป็นแหล่งเพาะและขยายพันธุ์ของที่ดีของแมลงวันและแมลงอื่นๆ เพื่อลดมลภาวะที่เป็นพิษของโรงงาน เจ้าของโรงงานจึงนำเศษเหลือดังกล่าวไปทิ้งในพื้นที่รกร้าง ในเขตพื้นที่ป่า หรือใช้เป็นปุ๋ยพืชสด แต่นำมาใช้เป็นอาหารสัตว์น้อยมาก จากผลการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการอาหารสัตว์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ (2552) พบว่า เปลือกลำไยมีเปอร์เซ็นต์โปรตีน เยื่อใย และไขมันเท่ากับ 6.41, 37.04 และ 0.93 เปอร์เซ็นต์ในวัตถุแห้ง และเมล็ดลำไยมี 6.50, 8.33 และ 1.94 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังนั้นเปลือกและเมล็ดลำไยจึงยังมีคุณค่าทางอาหารเพียงพอที่จะใช้เป็นอาหารโคได้ เนื่องจากเป็นสัตว์เคี้ยวเอื้องที่สามารถใช้ประโยชน์จากส่วนประกอบของผนังเซลล์พืชได้ โดยอาศัยกระบวนการหมักอาหารในกระเพาะหมักโดยจุลินทรีย์ในทางเดินอาหาร (เทอดชัย, 2548) นอกจากนี้จากรายงานของ พาวิน และคณะ (2547) ยังพบว่า โดยเฉลี่ยผลลำไย1 ผล จะมีปริมาณเนื้อ เปลือก และเมล็ดในสัดส่วนระหว่าง 68.91:17.42: 13.67 ตามลำดับ หรือโดยเฉลี่ยแล้วในการผลิตลำไยสด 1 ผล จะมีเศษเหลือทิ้ง คือ เปลือกและเมล็ดเฉลี่ยประมาณร้อยละ 30-40 ของผลลำไย

จากปัญหาการขาดแคลนอาหารหยาบ และอาหารหยาบมีคุณภาพต่ำ จึงทำให้เกษตรกรที่มีพื้นที่อย่างจำกัด และไม่สนใจการถนอมอาหารหยาบไว้ใช้ในฤดูแล้ง จำเป็นต้องหาแหล่งอาหารหยาบให้โคกินตลอดเวลา จึงมีการนำเศษเหลือทางการเกษตร และเศษเหลือจากโรงงานอุตสาหกรรมเกษตร เช่น กากน้ำตาล เปลือกสับปะรด เปลือกเสาวรส และอื่นๆ มาใช้เป็นอาหารโค ดังนั้น ลำไยเกรด C เปลือกลำไย เมล็ดลำไย และใบลำไย ซึ่งเป็นเศษเหลือทิ้งจากการผลิตลำไยที่มีอยู่อย่างมากมาย และยังไม่ได้นำมาใช้อย่างมีประสิทธิภาพทางอาหารสัตว์ จึงน่าจะเป็นแหล่งอาหารที่น่าสนใจสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้องที่สามารถใช้ประโยชน์จากส่วนประกอบของผนังเซลล์พืชได้ โดยอาศัยกระบวนการหมักอาหารโดยจุลินทรีย์ ในกระเพาะหมัก ดังนั้นการนำเศษเหลือดังกล่าวมาเพิ่มมูลค่าเพื่อใช้เป็นอาหารโค จึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจศึกษา นอกจากจะเป็นการเพิ่มมูลค่าให้แก่เศษเหลือทิ้งดังกล่าวโดยนำไปใช้เป็นอาหารโคแล้ว ยังเป็นการลดมลพิษที่จะเกิดขึ้นในโรงงานและสภาพแวดล้อมได้อีกวิธีหนึ่ง

2.4 ขั้นตอนในการศึกษาวิจัย

การศึกษาประเภทของเศษเหลือจากการผลิตลำไย และคุณค่าทางอาหาร

การศึกษาข้อมูลเศษเหลือในขั้นตอนการผลิตลำไยในสวน และเศษเหลือจากการแปรรูปลำไย ใช้วิธีการสำรวจข้อมูลโดยจัดทำแบบสอบถามเพื่อสัมภาษณ์เกษตรกรเจ้าของสวนลำไย และเจ้าของกิจการโรงงานแปรรูปที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ อำเภอบ้านโฮ่ง จังหวัดลำพูน การสำรวจข้อมูลเศษเหลือจากการผลิตลำไยในสวนใช้พื้นที่สวนลำไยของเกษตรกรจำนวน 25 ราย ซึ่งทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตลำไยในฤดูกาลเก็บเกี่ยวลำไย (ลำไยในฤดู) ปี พ.ศ. 2553 สำหรับโรงงานแปรรูปผลิตภัณฑ์ลำไยใช้โรงงานแปรรูปลำไยอบแห้งจำนวน 15 โรง ที่เป็นโรงงานแปรรูปลำไยอบแห้งในแบบวิสาหกิจชุมชน โดยรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับเกษตรกรชาวสวนลำไย และเจ้าของกิจการโรงงานแปรรูปที่ได้รับจากเกษตรอำเภอบ้านโฮ่ง นำข้อมูลที่ได้มาจัดทำแบบสอบถามและทดสอบแบบสอบถาม จากนั้นจึงนำแบบสอบถามไปใช้สัมภาษณ์ข้อมูลจากเกษตรกรหรือเจ้าของกิจการโดยตรงที่สวนลำไยและโรงงานแปรรูป ในระหว่างทำการสำรวจข้อมูลและสัมภาษณ์เกษตรกรหรือเจ้าของโรงงาน ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างเศษเหลือที่พบชนิดละ 500 กรัม แล้วรวบรวมเพื่อใช้เป็นตัวอย่างในการวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารในห้องปฏิบัติการต่อไป ตัวอย่างเศษเหลือจากการผลิตลำไยที่นำมาวิเคราะห์คุณค่าทางอาหาร คือ ใบลำไย ลำไยตกเกรด (เกรด C) ลำไยใต้ตะแกรงร่อน เปลือกลำไย และเมล็ดลำไย

นำเศษเหลือจากการผลิตลำไยแต่ละชนิดมาชั่งน้ำหนัก ก่อนนำมาอบในตู้อบลมร้อน(Hot air oven) ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง เมื่อตัวอย่างแห้งนำมาชั่งน้ำหนักแล้วทำการบดตัวอย่างผ่านตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร เก็บรักษาตัวอย่างไว้เพื่อวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารต่อไป ตัวอย่างใบลำไยนำมาสับให้มีขนาดเล็กลงประมาณ 1 นิ้วก่อนนำไปอบในตู้อบลมร้อนให้แห้ง การวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของอาหารทดลองใช้วิธีการวิเคราะห์แบบประมาณ (Proximate analysis)

ตาม AOAC (1998) ได้แก่ ความชื้น โปรตีนหยาบ ไขมัน เถ้า พลังงานรวม และวิเคราะห์เยื่อใยผนังเซลล์ (NDF) และลิกโนเซลลูโลส (ADF) ใช้วิธี Detergent method ตามวิธีการของ Goering and Van Soest (1970)

การศึกษาปริมาณกรดอินทรีย์และคุณค่าทางอาหารของเปลือกและเมล็ดลำไยหมัก

เปลือกและเมล็ดลำไยเป็นเศษเหลือหลักที่ได้จากโรงงานแปรรูป ซึ่งยังไม่ได้ถูกนำมาใช้ประโยชน์ทางอาหารสัตว์ โดยทั่วไปถูกนำไปทิ้งในพื้นที่รกร้าง และป่าชุมชน เนื่องจากเปลือกและเมล็ดลำไยมีความชื้นสูงและมีความหวานจากน้ำตาลที่ได้จากเนื้อลำไยในขั้นตอนการแยกเนื้อออกจากเปลือกและเมล็ด วิธีการหมักจึงน่าจะเป็นวิธีดีที่วิธีการหนึ่งในการเก็บรักษาเศษเหลือดังกล่าว เพื่อใช้เป็นอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง ในการศึกษาการเก็บรักษาเปลือกและเมล็ดลำไยโดยการหมักร่วมกับสารช่วยหมัก เพื่อเพิ่มคุณค่าทางอาหารหรือช่วยดูดซับความชื้น โดยใช้สารช่วยหมักที่หาได้ง่ายในท้องถิ่น เช่นใบกระถิน และฟางข้าว

การศึกษาปริมาณกรดอินทรีย์และคุณค่าทางอาหารในเปลือกและเมล็ดลำไยหมักร่วมกับใบกระถิน ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely randomized design, CRD) แบ่งออกเป็น 4 กลุ่มทดลองตามระดับใบกระถิน คือ 0, 5.0, 7.5 และ 10.0 เปอร์เซ็นต์ แต่ละกลุ่มทดลองมี 5 ซ้ำๆละ 5 กิโลกรัม โดยนำเปลือกและเมล็ดลำไยสดที่ได้จากการแปรรูปลำไยอบแห้งจากอำเภอบ้านโฮ่ง จังหวัดลำพูน มาแยกสิ่งแปลกปลอมออกให้หมด ก่อนนำไปหมักร่วมกับใบกระถินแห้งบดหยาบตามอัตราส่วนที่กำหนด ส่วนผสมทุกส่วนให้เข้ากันดี ก่อนบรรจุลงในถุงพลาสติกชนิดหนาสีดำขนาดบรรจุ 25x30 นิ้ว บรรจุถุงละ 5 กิโลกรัม อัดพืชหมักให้แน่นแล้วใช้เครื่องดูดอากาศออกจากถุงให้มากที่สุดก่อนมัดด้วยยางรัดปากถุงให้แน่น แล้วสวมถุงดำทับอีกชั้นหนึ่ง แล้วมัดด้วยยางรัดปากถุงให้แน่นก่อนนำไปเก็บรักษาไว้ในที่ร่มเป็นเวลา 21 วัน เมื่อครบกำหนดเวลาทำการเปิดถุงเพื่อประเมินลักษณะทางกายภาพตามหลักเกณฑ์การประเมินมาตรฐานพืชอาหารสัตว์หมักตาม วารุณี และคณะ (2547) และสุ่มตัวอย่างพืชหมัก 5 จุดในแต่ละถุง (ส่วนบน 1 จุด ส่วนล่าง 1 จุด และส่วนกลางถุง 3 จุด) เพื่อใช้เป็นตัวอย่างในการวัดค่า pH ของพืชหมัก โดยใช้เครื่องวัด pH แบบ Hand pH meter รุ่น HI 98107 สุ่มตัวอย่างพืชหมักประมาณ 500 กรัมเพื่อวิเคราะห์คุณค่าทางอาหาร โดยใช้วิธีการวิเคราะห์แบบประมาณ (Proximate analysis) ตาม AOAC (1998) และสุ่มตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ปริมาณกรดอินทรีย์ตามวิธีของ Ishler *et al.* (1996) การวิเคราะห์กรดแลคติค และกรดอะซิติคใช้เครื่อง High Performance Liquid Chromatography (HPLC) การวิเคราะห์กรดบิวทิริคใช้เครื่อง Gas Chromatography (GC)

การศึกษาปริมาณกรดอินทรีย์และคุณค่าทางอาหารของเปลือกและเมล็ดลำไยหมักร่วมกับฟางข้าว ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely randomized design, CRD) กลุ่มทดลองคือเปลือกและเมล็ดลำไยหมักร่วมกับฟางข้าว 4 ระดับ คือ 0, 5.0, 7.5 และ 10.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่ละกลุ่มทดลองมี 5 ซ้ำๆ ละ 5 กิโลกรัม ใช้ระยะเวลาในการหมัก 21 วัน เมื่อครบกำหนดเวลาเปิดถุงพืชหมัก

เพื่อประเมินลักษณะทางกายภาพ และสุ่มตัวอย่างพืชหมัก เพื่อตรวจวัดค่า pH ปริมาณกรดอินทรีย์ และวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารต่อไป

การศึกษาประเภทของจุลินทรีย์ในเปลือกและเมล็ดลำไยหมัก ใช้เปลือกและเมล็ดลำไยที่ได้จากโรงงานแปรรูปลำไยอบแห้งจากอำเภอบ้านโฮ่ง จังหวัดลำพูน นำมาแยกสิ่งปลอมปนออกจากเปลือกและเมล็ด แล้วนำมาหมักในถุงพลาสติกสีดำชนิดหนาขนาดบรรจุ 25x30 นิ้ว บรรจุถุงละ 10 กิโลกรัม อัดเปลือกและเมล็ดลำไยในถุงให้แน่นแล้วใช้เครื่องดูดอากาศออกจากถุงให้มากที่สุดก่อนมัดด้วยยางรัดปากถุงให้แน่น แล้วสวมถุงดำทับอีกชั้นหนึ่ง ก่อนนำไปเก็บรักษาไว้ในที่ร่มตามเวลาที่กำหนดคือ 0, 7 และ 14 วัน ตามแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely randomized design, CRD) เมื่อครบกำหนดเวลาเปิดถุงแล้วสุ่มตัวอย่างเพื่อตรวจวัดค่า pH และศึกษาการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์รวม และ *Salmonella spp*. ตามวิธีของนงคราญ (มปป.) และศึกษา *Escherichia coli* ตามวิธีของไพโรจน์ (2545) ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely randomized design, CRD) กลุ่มทดลองคือระยะเวลาศึกษาประเภทและปริมาณประชากรของเชื้อจุลินทรีย์ คือ 0, 7 และ 14 วัน ตามลำดับ

การศึกษาการสลายตัวของโภชนะในส่วนประกอบของลำไย (เนื้อ เปลือก เมล็ด และใบลำไย) และการสลายตัวของโภชนะในพืชหมักจากใบลำไยหมักร่วมกับหญ้ากินนี วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely randomized design, CRD) กลุ่มทดลองสำหรับการศึกษาการสลายตัวของโภชนะในส่วนประกอบของลำไย คือ เนื้อลำไย เปลือกลำไย เมล็ดลำไยและใบลำไย ด้านการศึกษาการสลายตัวของโภชนะในพืชหมักจากใบลำไยหมักร่วมกับหญ้ากินนี กลุ่มทดลองคือ หญ้ากินนีหมักร่วมกับใบลำไยในระดับต่างๆ คือ 0, 10, 20, 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การศึกษาใช้ชุดกระเพาะหมักเทียม *In Vitro* True Digestibility (IVTD) DAISY[11] (ANKOM Technology Corp., Fairpot, NY) โดยบรรจุตัวอย่างอาหารในถุง filter bags แช่ถุงที่มีตัวอย่างอาหารในโถที่มีสารละลายที่ทำการปรับสภาพให้เหมือนกับสภาพในกระเพาะรูเมน แช่ถุงไว้นาน 24 และ 48 ชั่วโมงตามลำดับ นำตัวอย่างอาหารและอาหารที่เหลือในถุงมาวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารคือ วัตถุแห้ง อินทรียวัตถุ และโปรตีน ใช้วิธีการวิเคราะห์แบบประมาณ (Proximate analysis) ตาม AOAC (1998) เพื่อคำนวณค่าการสลายตัวของโภชนะต่อไป

สมรรถนะในการเจริญเติบโต

ใช้โคทดลองเป็นโคเนื้อลูกผสม (พื้นเมือง x บราห์มัน) เพศผู้ไม่ตอน อายุประมาณ 1 ปีครึ่ง มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 215- 240 กิโลกรัม จำนวน 12 ตัว แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มๆละ 6 ตัว โดยสุ่มให้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักโคทดลองแต่ละกลุ่มใกล้เคียงกันมากที่สุด ตามแผนการทดลองแบบการเปรียบเทียบแบบกลุ่ม (Group comparison) โคทดลองทุกตัวได้กินอาหารหยาบอย่างเต็มที่ (*ad libitum*) และให้กินอาหารข้นสำเร็จรูป 0.5% ของน้ำหนักตัวตลอดระยะทดลอง 189 วัน เนื่องจากในปี 2553 เป็นปีที่มีฤดู

แล้งที่ยาวนานมาก อีกทั้งฝนก็ไม่ตกตามเวลา และระยะที่เริ่มการทดลองในโคเป็นช่วงที่ไม่มีหญ้าสดเพียงพอ คือเดือนพฤษภาคม ผู้วิจัยจึงต้องใช้ฟางข้าวเป็นอาหารหยาบในระยะแรก เมื่อเริ่มมีหญ้าสดเพียงพอจึงมีการเปลี่ยนแหล่งของอาหารหยาบที่ใช้ในการทดลอง โดยโคกลุ่มที่ 1 ได้รับฟางข้าว หรือหญ้ากินนีสดเป็นแหล่งอาหารหยาบ เสริมด้วยเศษเหลือจากการผลิตลำไย คือเปลือกและเมล็ดลำไยหมัก หรือผลลำไยเกรด C โคกลุ่มที่ 2 ได้รับฟางอบยูเรีย 6% หรือหญ้ากินนีสดเป็นแหล่งอาหารหยาบเสริมด้วยกากน้ำตาล โคทุกตัวถูกเลี้ยงแบบผูกยืนโรงในคอกขังเดี่ยวที่มีบริเวณให้อาหารและน้ำแยกออกจากกันอย่างอิสระ มีก้อนแร่ธาตุผูกแยกให้โคกินเฉพาะเป็นรายตัว ชั่งน้ำหนักอาหารที่ให้และเหลือทุกวัน การให้อาหารแบ่งออกเป็น 3 ระยะคือ

ระยะที่ 1 ทำการทดลองให้อาหาร 56 วัน โดยโคกลุ่มที่ 1 กินฟางข้าวเป็นอาหารหยาบเสริมเปลือกและเมล็ดลำไยหมัก กลุ่มที่ 2 กินฟางข้าวอบยูเรีย 6% (อาหารหยาบให้กินอย่างเต็มที่)

ระยะที่ 2 ทดลอง 28 วัน กลุ่มที่ 1 กินหญ้ากินนีสด 10 กิโลกรัม และฟางข้าวให้กินเต็มที่ เสริมเปลือกและเมล็ดลำไยหมัก กลุ่มที่ 2 กินหญ้ากินนีสด 10 กิโลกรัม และฟางข้าวอบยูเรีย 6% ให้กินเต็มที่

ระยะที่ 3 ทดลอง 105 วัน กลุ่มที่ 1 กินหญ้ากินนีสดอย่างเต็มที่ เสริมด้วยลำไยเกรด C กลุ่มที่ 2 กินหญ้ากินนีสดอย่างเต็มที่ เสริมด้วยกากน้ำตาล 1 กิโลกรัม

การบันทึกข้อมูล ทำการชั่งน้ำหนักโคทดลองทุก 2 สัปดาห์ ทำการอดอาหารโคก่อนชั่งน้ำหนักประมาณ 16 ชั่วโมง โดยใช้เครื่องชั่งน้ำหนักแบบดิจิตอล และสุ่มตัวอย่างอาหารทดลองทุก 1 เดือน เพื่อวิเคราะห์คุณค่าทางอาหาร ก่อนชั่งน้ำหนักโคทดลองทุกครั้ง ทำการอดอาหารโคแต่ให้น้ำสะอาดนาน บันทึกปริมาณอาหารที่กินและบันทึกสุขภาพโคทุกวัน การศึกษาการย่อยได้ของโภชนะในแต่ละระยะการทดลอง ใช้วิธีศึกษาการย่อยได้ของโภชนะแบบ total collection method ตามทรงศักดิ์ และยุทธชัย (2542) โดยในแต่ละระยะการทดลองมีระยะเวลาให้โคปรับตัวให้เข้ากับอาหารทดลอง 14 วัน และระยะเวลาเก็บตัวอย่างอาหารและมูล 7 วัน วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีในตัวอย่างอาหารและมูลตามวิธีการวิเคราะห์แบบประมาณ (proximate analysis) AOAC (1998) และวิเคราะห์เยื่อใยในพืชอาหารสัตว์ (detergent method) ตามวิธีของ Goering and Van Soest (1970) นำโคเข้าฆ่าเมื่อครบกำหนดเวลาโดยบันทึกน้ำหนักตัวที่ฟาร์มและน้ำหนักตัวเมื่อถึงโรงฆ่า โดยทำการอดอาหารโคก่อนนำโคเข้าฆ่า 18 ชั่วโมง หลังจากนำมาโคมาพักที่คอกพักโคก่อนฆ่าเป็นเวลานาน 3 ชั่วโมงจึงฆ่าและชำแหละซาก โดยใช้ขั้นตอนในการฆ่าและชำแหละตามมาตรฐานสากล เพื่อเก็บข้อมูลส่วนประกอบซากและผลพลอยได้จากการฆ่า หลังจากการฆ่าและแบ่งซากโคทำการวัดค่า pH ในกล้ามเนื้อบนซาก ที่เนื้อสันนอกระหว่างซี่โครงที่ 12-13 ด้วยเครื่อง pH meter (Model 191,knick, D-Berlin) โดยสอดแทง electrode เข้าไปในเนื้อสันนอกบนซากให้ลึกประมาณ 1.0 นิ้ว

ชำแหละซากและเก็บตัวอย่างเนื้อสันนอก (*longissimus dorsi*) ความยาวประมาณ 30 นิ้ว แบ่งชิ้นย่อยๆ สำหรับวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนะในเนื้อสันนอก โดยนำตัวอย่างเนื้อมาบดละเอียดด้วย

เครื่องปั่น (blender) เพื่อวิเคราะห์ค่าโปรตีน เถ้า ความชื้น และ ไขมัน โดยวิธีวิเคราะห์แบบประมาณ (proximate analysis) ของ AOAC (1995) การวัดสีเนื้อ L* a* b* ใช้เครื่อง Colorimeter Model JC 801 วัดสีจากชิ้นเนื้อสันนอกจำนวน 5-6 ตำแหน่งและทำการบันทึกค่าเฉลี่ย L* (ความสว่าง) a*(แดง-เขียว) b* (เหลือง-น้ำเงิน) ตามวิธีการ Honikel (1998) การวิเคราะห์ cholesterol ในเนื้อสันนอกใช้วิธีของ Jung *et al*. (1975) และวิเคราะห์ collagen ในเนื้อตามวิธีของ Hill (1966) และ AOAC (1996) แบ่งตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ โดยการวัดค่าการสูญเสียน้ำจากการแช่เย็น(drip loss) การสูญเสียน้ำจากการปรุงสุก (cooking loss) ตามวิธีของ สัญชัย (2551) การหาค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (shear value) ใช้เครื่อง Texture Profile Analysis (LLOYD Instrument Ltd.)

การวิเคราะห์ปริมาณกรดไขมันในเนื้อ ใช้เครื่อง Gas Chromatography (GC) โดยใช้วิธีการสกัดไขมันจากตัวอย่างเนื้อตาม Folch *et al*. (1957) และการเตรียม Fatty acid methyl ester (FAME) ตามวิธีของ Morrison and Smith (1964)

ข้อมูลที่ได้จากการทดลองนำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

2.5 ระยะเวลาในการศึกษาวิจัย

ระยะเวลาในการศึกษาทั้งสิ้น 1 ปี ระหว่างเดือนพฤษภาคม 2553 ถึงเดือนเมษายน 2554

2.6 สถานที่ในการดำเนินการวิจัย

1) การสำรวจข้อมูลเศษเหลือจากการเก็บเกี่ยวลำไย และ เศษเหลือจากการแปรรูปผลิตภัณฑ์ลำไย พื้นที่ที่ใช้ศึกษา คือ สวนลำไยของเกษตรกรในพื้นที่อำเภอบ้านโฮ่ง จังหวัดลำพูน สำหรับการวิเคราะห์คุณค่าทางอาหาร ตามวิธีการวิเคราะห์แบบประมาณ (proximate analysis) และการวิเคราะห์เยื่อใยในพืชอาหารสัตว์ (detergent method) ใช้ห้องปฏิบัติการอาหารสัตว์ คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยแม่โจ้

การวิเคราะห์ปริมาณกรดอินทรีย์ในเปลือกและเมล็ดลำไยหมัก ใช้ห้องปฏิบัติการกลาง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

การศึกษาการสลายตัวของโภชนะในส่วนประกอบของลำไย และการศึกษาการสลายตัวของโภชนะในพืชหมักจากใบลำไยหมักร่วมกับหญ้ากินนี โดยใช้ชุดกระเพาะหมักเทียม In vitro True Digestibility (IVTD) DATSYII (ANKOM Technology Corp., Fairport, NY) ศึกษาในห้องปฏิบัติการอาหารสัตว์ คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยแม่โจ้

2) การทดลองสมรรถนะการผลิตในโค

ใช้คอกทดลองของสาขาโคนมและโคเนื้อ ฟาร์มโคนม คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เป็นคอกยืนโรงแบบขังเดี่ยวที่มีบริเวณให้อาหารและน้ำแยกออกจากกันอย่างอิสระ

อาหารข้นเป็นอาหารสำเร็จรูปแบบอัดเม็ด เปลือกและเมล็ดลำไยหมักที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ ได้จากเปลือกและเมล็ดลำไยจากโรงงานผลิตลำไยอบแห้งเนื้อสีทอง อำเภอบ้านโฮ่ง จังหวัดลำพูน นำมาแยกสิ่งเจือปนเช่นเศษกระดาษ กล่อง และอื่นๆ ออกจากเปลือกและเมล็ดก่อน จากนั้นนำไปหมักในถุงพลาสติก 2 ชั้น บรรจุถุงละ 10 กิโลกรัม โดยใช้เครื่องดูดอากาศออกและไม่ใส่สารช่วยหมัก มัดปากถุงให้แน่นเก็บไว้นาน 21 วันก่อนนำออกมาใช้เลี้ยงโค การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลองใช้ห้องปฏิบัติการอาหารสัตว์ คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยแม่โจ้

3) การศึกษาส่วนประกอบของซาก และ คุณภาพเนื้อ ใช้โรงฆ่าโคที่ได้มาตรฐานของศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์เชียงใหม่ ถนนห้วยแก้ว อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ นำโคเข้าฆ่าเมื่อครบกำหนดเวลาโดยบันทึกน้ำหนักตัวที่ฟาร์มและน้ำหนักตัวเมื่อถึงโรงฆ่า ทำการอดอาหารโคก่อนนำโคเข้าฆ่า 18 ชั่วโมง หลังจากนำมาโคมาพักที่คอกพักโคก่อนฆ่าเป็นเวลานาน 3 ชั่วโมง ฆ่าและชำแหละซาก โดยใช้ขั้นตอนในการฆ่าและชำแหละตามมาตรฐานสากล เพื่อเก็บข้อมูลส่วนประกอบซากและผลพลอยได้จากการฆ่า

สำหรับการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนะในเนื้อสันนอกจากโคทดลอง ใช้วิธีวิเคราะห์แบบประมาณ (proximate analysis) การวิเคราะห์ cholesterol วิเคราะห์ collagen การวัดค่าการสูญเสียน้ำจากการแช่เย็น (drip loss) การสูญเสียน้ำจากการปรุงสุก (cooking loss) ใช้สถานที่วิเคราะห์ห้องปฏิบัติการอาหารสัตว์ คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยแม่โจ้

การวัดค่าแรงตัดผ่านของเนื้อสันนอก ใช้เครื่อง Texture Profile Analysis (LLOYD Instrument Ltd.) ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิศวะและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัย-แม่โจ้

การวิเคราะห์ปริมาณกรดไขมันในเนื้อ ใช้เครื่อง Gas Chromatography (GC) ที่ห้องปฏิบัติการกลาง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ นำมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย คิดเป็นร้อยละ ข้อมูลสมรรถภาพในการผลิต ต้นทุนค่าอาหาร ส่วนประกอบของซาก คุณภาพเนื้อ และคุณภาพซาก นำมาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยและเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มทดลองด้วยวิธี T-test โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

บทที่ 3

การเก็บรักษาและคุณค่าทางอาหารของเศษเหลือจากการผลิตลำไย

เนื่องจากในขั้นตอนของการผลิตและแปรรูปลำไยมีเศษเหลือประเภทต่างๆเกิดขึ้น และยังไม่ได้ถูกนำมาใช้ประโยชน์อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะการนำเศษเหลือจากลำไยมาใช้เป็นอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องที่สามารถใช้ประโยชน์จากอาหารที่มีคุณค่าทางอาหารต่ำและมีเยื่อใยสูง ซึ่งสัตว์กระเพาะเดี่ยว เช่น สุกร และสัตว์ปีกไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้ เพราะมีจุลินทรีย์ในกระเพาะหมักที่ผลิตเอ็นไซม์ย่อยเยื่อใยในอาหาร และเปลี่ยนให้เป็นสารที่มีประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตได้ คณะผู้วิจัยจึงได้มีการวางแผนเพื่อศึกษาหาข้อมูลเศษเหลือจากการผลิตลำไยในขั้นตอนต่างๆ โดยเริ่มจากขั้นตอนในการเก็บเกี่ยวผลลำไยสดในสวน ขั้นตอนการจำหน่ายผลลำไยสด และขั้นตอนการแปรรูป โดยใช้วิธีการสำรวจข้อมูลเศษเหลือจากการสัมภาษณ์ชาวสวนลำไย และเจ้าของโรงงานแปรรูปผลิตภัณฑ์ลำไยอบแห้ง รวมทั้งการสุ่มตัวอย่างเศษเหลือจากการผลิตลำไยและการแปรรูปผลิตภัณฑ์ เพื่อวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารในเศษเหลือ และศึกษาหาวิธีการที่เหมาะสมในการเก็บรักษาเศษเหลือที่มีศักยภาพเพียงพอที่จะนำมาเพื่อใช้เป็นอาหารสัตว์ได้ โดยมีขั้นตอนการศึกษาดังนี้

การสำรวจข้อมูลเศษเหลือในสวนลำไย

จากข้อมูลการสัมภาษณ์เกษตรกรชาวสวนลำไยในเขตอำเภอบ้านโฮ่ง จังหวัดลำพูน ที่เก็บเกี่ยวผลผลิตลำไยในช่วงฤดูกาลเก็บเกี่ยวปี พ.ศ. 2553 ระหว่างเดือนสิงหาคม-กันยายน โดยใช้พื้นที่สวนลำไยจำนวน 25 สวน พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่ (ร้อยละ 36) มีพื้นที่สวนเฉลี่ย 9-14ไร่ เนื่องจากส่วนใหญ่มีอาชีพเกษตรกรรม และทำสวนลำไยเป็นอาชีพหลัก แต่ละสวนมีต้นลำไยเฉลี่ยประมาณ 60-180 ต้น (ร้อยละ 76.00) และอายุของต้นเฉลี่ย 18-23 ปี (ร้อยละ 68.00) ในฤดูผลิตลำไยปี พ.ศ. 2553 ต้องใช้เวลาในการเก็บเกี่ยวประมาณ 5-16 วัน โดยมีลักษณะการจำหน่ายผลลำไยสด 2 แบบคือ ลำไยเพื่อการบริโภคผลสดทั้งแบบบรรจุลงตะกร้าหรือบรรจุกล่อง(ส่งขายต่างจังหวัด หรือส่งออกต่างประเทศ) หรือ แบบมัดเป็นช่อ/กำ (ส่งขายในตลาดสด) และขายเป็นลำไยร่วง โดยส่งขายให้แก่พ่อค้า ณ จุดรับซื้อลำไยชั่วคราว หรือส่งขายเองโดยตรง (เป็นส่วนน้อย) ที่โรงงานแปรรูป เช่นโรงงานแปรรูปลำไยอบแห้ง หรือโรงงานอุตสาหกรรมเกษตร (ผลไม้กระป๋อง)

เศษเหลือจากการผลิตลำไยในสวนประกอบด้วยเศษเหลือระหว่างการเก็บเกี่ยว และ เศษเหลือจากการตัดแต่งกิ่งหรือทรงพุ่มหลังจากเก็บเกี่ยวผล ประกอบด้วย กิ่งลำไย ใบลำไย ก้านช่อผล ผลลำไยที่ยังไม่สุกผลขนาดต่างๆ ผลลีบ และผลเน่า เศษเหลือในระหว่างการเก็บเกี่ยวคิดเป็นร้อยละ 23.65 ของส่วนที่เก็บเกี่ยวจากต้นทั้งหมด เป็นผลจากผู้เก็บเกี่ยวมักตัดกิ่งที่มีช่อผลพร้อมใบลำไยออกจากต้น แล้วรวบรวมไว้ก่อนตัดแต่งและเตรียมผลลำไยเพื่อส่งตลาด ส่วนของเศษเหลือที่ถูกนำไปใช้ประโยชน์คือ

ใบลำไย ถูกนำไปใส่รองพื้นตะกร้า และใช้ปกคลุมช่อผลที่บรรจุในตะกร้าเพื่อป้องกันการกระแทกและการสูญเสียความชื้นจากผลลำไยในระหว่างการขนส่ง ใบลำไยที่นำไปใช้ประโยชน์คิดเป็นร้อยละ 8.39 ของเศษเหลือทั้งหมดในสวน เศษเหลืออื่นๆที่ไม่ได้ถูกใช้ประโยชน์เกษตรกรมักนำไปกองรวมกันที่บริเวณรอบๆโคนต้นลำไย เพื่อให้เกิดการเน่าเปื่อยเป็นปุ๋ยสำหรับต้นลำไย บางส่วนนำไปกองรวมกันแล้วเผาทิ้ง กิ่งขนาดใหญ่ที่ได้จากการตัดแต่งถูกขายออกจากสวนเพื่อนำไปใช้เป็นถ่านจากไม้ลำไย จากการสังเกตของเกษตรกรบางรายที่เลี้ยงโคในสวนลำไย พบว่าโคกินใบลำไยจากต้นขณะที่ปล่อยเข้าแทะเล็มหญ้าในสวน โดยเฉพาะการเลี้ยงปล่อยในช่วงฤดูแล้งที่ขาดแคลนพืชอาหารหยาบสด

ตารางที่ 1 ข้อมูลจากการสำรวจเกษตรกรชาวสวนในระหว่างการเก็บเกี่ยวลำไย

รายการ	จำนวนสวน	ร้อยละ
พื้นที่สวน		
-3-8 ไร่	15	60.00
-9-14 ไร่	9	36.00
-มากกว่า15 ไร่	1	4.00
จำนวนต้น		
-60-180 ต้น	19	76.00
-180 -240 ต้น	5	20.00
-มากกว่า 240 ต้น	1	4.00
อายุต้นลำไย		
-12-17 ปี	8	32.00
-18- 23 ปี	17	68.00
ระยะเวลาเก็บเกี่ยว		
-5-10 วัน	10	40.00
-11-16 วัน	10	40.00
-17 วันขึ้นไป	5	20.00
วิธีการขายผลผลิต		
-ลำไยร่วง	3	12.00
-บริโภคสดบรรจุตะกร้าหรือกล่อง	5	20.00
-ลำไยร่วงและตะกร้าหรือกล่อง	17	68.00
เศษเหลือ		
-กิ่ง ใบ และ ก้าน	25	100.00
การใช้ประโยชน์เศษเหลือ		
-ทำปุ๋ย(คลุมโคนต้น)	24	96.00
-อาหารสัตว์	1	4.00

การสำรวจข้อมูลเศษเหลือจากโรงงานแปรรูป

ข้อมูลจากการสำรวจเศษเหลือจากโรงงานแปรรูปลำไยอบแห้งจากการศึกษาครั้งนี้ ใช้พื้นที่อำเภอบ้านโฮ่ง จังหวัดลำพูน ทำการศึกษาระหว่างเดือน กรกฎาคม –สิงหาคม 2553 พบว่า ส่วนใหญ่เจ้าของกิจการจะผลิตเนื้อลำไยอบแห้งเฉพาะในฤดูกาลผลิตลำไยหรือแปรรูปลำไยสดเฉพาะช่วงที่มีลำไยในฤดูเท่านั้น โดยทำเป็นเพียงอาชีพเสริม (ร้อยละ 93.33) มีบางโรงงานเท่านั้นที่เจ้าของกิจการยึดเป็นอาชีพหลัก จึงมีการแปรรูปผลิตภัณฑ์ลำไยตลอดทั้งปี (ร้อยละ 6.67) โดยซื้อลำไยร่วงบางส่วนจากพ่อค้าที่รวบรวมผลผลิตจากเกษตรกรทางภาคตะวันออก เช่นจังหวัดจันทบุรี และตราด ทุกโรงงานมีเตาอบลำไยเป็นของตนเอง โดยโรงงานส่วนใหญ่ (ร้อยละ 53.33) ผลิตเฉพาะเนื้อลำไยอบแห้งหรือลำไยเนื้อสีทองเพียงอย่างเดียว เนื่องจากเนื้อลำไยอบแห้งมีราคาสูงกว่าและลำไยอบแห้งทั้งเปลือกต้องใช้พื้นที่ในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์มากกว่า สำหรับโรงงานที่ผลิตทั้งเนื้อลำไยอบแห้ง และลำไยอบแห้งทั้งเปลือกมีจำนวนโรงงานน้อยกว่า คิดเป็นร้อยละ 47.67

ลำไยสดที่นำเข้าโรงงานแปรรูปเป็นลำไยร่วงที่รับซื้อจากจุดรับซื้อลำไยชั่วคราวในเขตภาคเหนือ และบางส่วนรับซื้อผลลำไยร่วงจากพ่อค้าคนกลางที่รวบรวมผลลำไยสดจากเกษตรกรที่ปลูกลำไยในพื้นที่ภาคตะวันออกของประเทศ เช่น จังหวัดจันทบุรีและตราด ลำไยร่วงที่นำมาแปรรูปส่วนใหญ่ (ร้อยละ 86.67) รับซื้อจากพ่อค้าคนกลางที่รับซื้อลำไยร่วงจากเกษตรกร ณ จุดรับซื้อลำไยชั่วคราว เนื่องจากเกษตรกรส่วนใหญ่นิยมขายผลผลิตที่จุดรับซื้อลำไยชั่วคราวที่จัดตั้งขึ้นเฉพาะในฤดูกาลผลิต ซึ่งมักเป็นจุดรับซื้อที่ไม่ห่างไกลจากสวนของเกษตรกรมากนัก มีเพียงบางส่วนเท่านั้น (ร้อยละ 13.33) ที่รับซื้อโดยตรงจากเกษตรกรชาวสวนที่นำผลผลิตมาขายโดยตรงที่หน้าโรงงานแปรรูป ซึ่งเป็นเกษตรกรที่มีพื้นที่สวนอยู่ใกล้กับโรงงานแปรรูป

จากการศึกษาพบว่าเศษเหลือจากโรงงานแปรรูปมี 2 ลักษณะ คือ เปลือกและเมล็ดลำไย ร้อยละ 86.67 และเปลือกและเมล็ดลำไย ร่วมกับลำไยใต้ตะแกรงร่อน ร้อยละ 13.33 สาเหตุที่เศษเหลือจากโรงงานส่วนใหญ่ คือ เปลือกและเมล็ด เนื่องจากในการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากลำไย ส่วนใหญ่ใช้เนื้อลำไยเป็นวัตถุดิบ จึงต้องนำผลลำไยสดมาแยกเนื้อออกจากเปลือกและเมล็ดก่อน แล้วจึงใช้เฉพาะเนื้อเป็นวัตถุดิบในการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ ส่วนลำไยใต้ตะแกรงร่อนเป็นเศษเหลือที่ได้จากขั้นตอนการคัดเกรดลำไยร่วง ณ จุดรับซื้อผลลำไยร่วงที่หน้าโรงงาน สาเหตุที่มีเศษเหลือใต้ตะแกรงร่อนน้อยเนื่องจากเกษตรกรและพ่อค้าที่นำผลลำไยร่วงมาขายที่โรงงาน มักแยกเกรดผลลำไยร่วงมาก่อนที่จะนำมาส่งขายที่โรงงาน และมีเกษตรกรเพียงไม่กี่รายเท่านั้นขายผลลำไยร่วงแบบคละขนาดผล สำหรับวิธีการกำจัดเศษเหลือจากโรงงานแปรรูปพบว่า ทุกโรงงานนิยมนำเศษเหลือไปทิ้งในพื้นที่สาธารณะ เช่นป่าชุมชน และแปลงนา เป็นต้น ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การแปรรูปลำไย และเศษเหลือจากการแปรรูปลำไยอบแห้ง

ข้อมูล	จำนวนเจ้าของกิจการ	ร้อยละ
การประกอบกิจการ		
-อาชีพหลัก	1	6.67
-อาชีพเสริม	14	93.33
ระยะเวลาที่ผลิต		
-ตลอดทั้งปี	1	6.67
-เฉพาะฤดูกาล	14	93.33
ลักษณะการผลิต		
-ลำไยอบแห้งทั้งเปลือกและเนื้อลำไยอบแห้ง	7	46.67
-เนื้อลำไยอบแห้ง	8	53.33
ผลลำไยที่รับซื้อ		
-คัดเกรด	13	86.67
-คละเกรด	2	13.33
เศษเหลือ		
-เปลือกและเมล็ด	13	86.67
-ลำไยใต้ตะแกรง เปลือกและเมล็ด	2	13.33
การใช้ประโยชน์เศษเหลือ		
-ทิ้ง	15	100.00
-ทำปุ๋ยหมัก	0	0.00

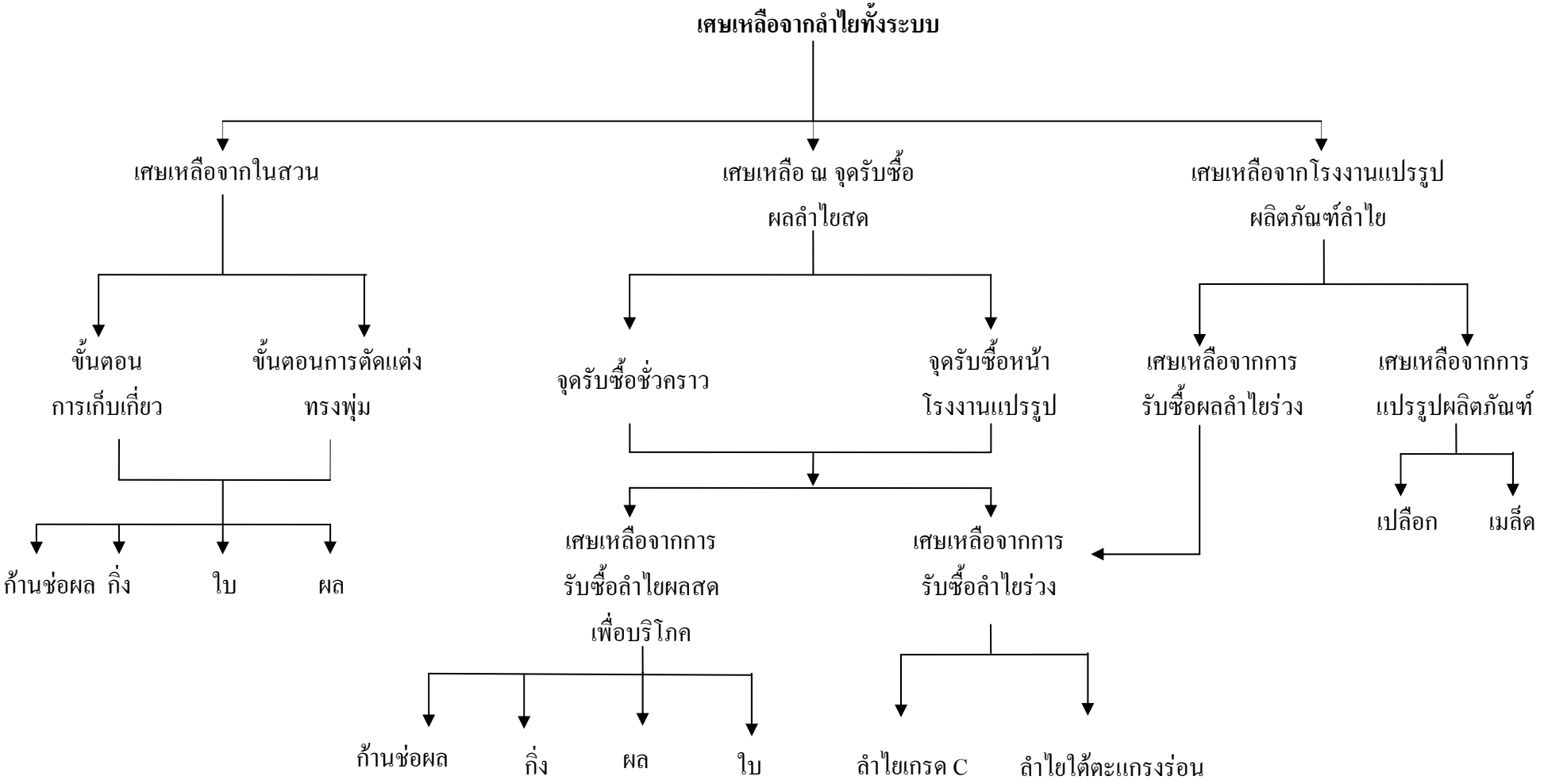
ประเภทของเศษเหลือจากการผลิตลำไยทั้งระบบ และการใช้ประโยชน์ในอาหารโค

เมื่อถึงช่วงฤดูกาลเก็บเกี่ยวผลผลิตลำไยสดประจำปี ระหว่าง เดือนกรกฎาคม - เดือนสิงหาคม เกษตรกรชาวสวนลำไยทุกสวนจะมีการเตรียมพื้นที่ร่มในสวนสำหรับคัดแยกผลลำไย และจ้างแรงงานชั่วคราวเพื่อการเก็บเกี่ยว การตัดแต่งคัดแยกผล และการบรรจุ ในการเก็บเกี่ยวผลลำไยสดผู้เก็บเกี่ยวจะใช้มือหักกิ่งลำไยที่มีช่อผล หรือใช้กรรไกรตัดช่อผลจากต้นซึ่งมักมีส่วนของใบติดช่อผลมาด้วย แล้วรวมรวมช่อผลใส่เข่งไม้ไผ่หรือตะกร้าพลาสติกที่มีใบลำไยที่ถูกริดออกจากกิ่ง และช่อผล สำหรับรองก้นเข่งเพื่อป้องกันไม่ให้ผลช้ำ จากนั้นจึงขนมากองรวมกันในพื้นที่ร่มของสวนที่ได้จัดเตรียมไว้ เพื่อเตรียมผลลำไยสำหรับส่งตลาด ทำการริดกิ่ง ก้าน และใบออกจากช่อผล ผลลำไยสดที่เตรียมส่งจำหน่ายแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1.ขายเป็นลำไยสดเพื่อบริโภค การเตรียมลำไยบริโภคผลสดนั้นช่อผลลำไยจะถูกตัดแต่งให้ก้านช่อยาวประมาณ 15 เซนติเมตร พร้อมตัดผลที่มีขนาดเล็กหรือใหญ่เกินกว่าขนาดผลเฉลี่ยในช่อนั้นออก (รวบรวมขายเป็นลำไยร่วง) แล้วบรรจุช่อผลลงในกล่องกระดาษ หรือตะกร้าพลาสติก ขนาดบรรจุต่างๆกัน (ตะกร้าพลาสติกบรรจุได้ 11-11.5 กิโลกรัม กล่องกระดาษบรรจุ 10-15 กิโลกรัม) โดยใช้ใบลำไยบางส่วนที่ถูกริดออกจากกิ่ง และช่อผล รองพื้นกล่องหรือตะกร้า หรือใช้กระดาษลูกฟูกที่มีแผ่นฟองน้ำบุอยู่ หลังจากที่บรรจุช่อผลลำไยตามน้ำหนักที่ต้องการแล้ว ก่อนที่จะปิดกล่องหรือตะกร้าจะปิดช่อผลด้วยใบลำไยอีกครั้งหนึ่ง ใบลำไยจะเป็นส่วนที่ช่วยป้องกันการกระแทกไม่ให้ผลลำไยช้ำ รวมทั้งช่วยป้องกันการระเหยน้ำจากผลลำไยในระหว่างการขนส่ง ลำไยในกล่องหรือตะกร้ามักเป็นลำไยที่ส่งขายตามต่างจังหวัด หรือส่งออกต่างประเทศ ช่อผลลำไยที่ไม่สามารถขายเป็นลำไยเพื่อบริโภคผลสดได้ เนื่องจากในช่อมีผลน้อยหรือขนาดไม่ได้มาตรฐาน อาจนำมาขายลำไยผลสดในลักษณะการมัดลำไยเป็นช่อหรือมัดเป็นกำๆ ขนาดน้ำหนักประมาณ 1 กิโลกรัม/กำ ช่อลำไยสดประเภทนี้มักนิยมขายกันตามตลาดสด หรือตามท้องถิ่น ผลลำไยประเภทนี้จะมีทั้งขั้วผลและก้านช่อผลลำไย

2.ขายเป็นลำไยร่วง โดยบรรจุใส่กระสอบปุ๋ย ขายคละขนาด หรือ แยกขนาดผล ผลลำไยบางผลจะไม่มีขั้วผล ด้านบนของผลจึงมีช่องเปิดที่เนื้อลำไยจะสัมผัสอากาศได้ เนื่องจากผลสดถูกริดออกจากก้านช่อผลด้วยมือ ลำไยร่วงส่วนใหญ่ คือ ผลลำไยที่ร่วงจากก้านช่อผลระหว่างทำการเก็บเกี่ยว และผลลำไยสดที่ไม่สามารถบรรจุใส่ตะกร้าเพื่อจำหน่ายเป็นลำไยเพื่อบริโภคได้ มีขนาดผลต่างๆ กัน

สามารถแยกเศษเหลือที่เกิดขึ้นจากการผลิตลำไยเป็น 3 แหล่งคือ เศษเหลือจากในสวนได้แก่ เศษเหลือในขั้นตอนการเก็บเกี่ยวและตัดแต่งทรงพุ่ม เศษเหลือ ณ จุดรับซื้อลำไยผลสดที่จุดรับซื้อลำไยชั่วคราว/ที่หน้าโรงงานแปรรูป และเศษเหลือที่โรงงานแปรรูปทั้งจากขั้นตอนการรับซื้อผลลำไยสดและเศษเหลือจากขั้นตอนการแปรรูป ดังนั้นเศษเหลือจากการผลิตลำไยทั้งระบบ ได้แก่ ใบลำไย กิ่ง ก้านช่อผล ผลลำไยขนาดต่างๆ เปลือกลำไยและเมล็ดลำไย เป็นต้น ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 : แผนภูมิแสดงเศษเหลือจากการผลิตลำไยทั้งระบบ

เศษเหลือจากการผลิตลำไยในสวน สามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

- เศษเหลือในขั้นตอนการเก็บเกี่ยว คือ กิ่งลำไย ก้านช่อดอก ใบลำไย ผลลำไยที่เน่าเสีย ผลลำไยขนาดต่างๆที่ไม่สามารถส่งขายได้และ ผลลำไยลีบ
- เศษเหลือในขั้นตอนการตัดแต่งกิ่งหรือทำทรงพุ่ม หลังจากเก็บเกี่ยวผลสดแล้วคือ กิ่งลำไยขนาดต่างๆ ช่อผลขนาดเล็ก ที่ไม่ได้เก็บเกี่ยว และใบลำไย

การนำเศษเหลือไปใช้ประโยชน์

- เศษเหลือในขั้นตอนการเก็บเกี่ยว คือ ใบลำไย ใช้รองพื้นตะกร้า หรือกล่องบรรจุผลลำไยสด (ใช้ใบลำไย 300 กรัมต่อลำไยสด 1 กล่องหรือตะกร้า) เพื่อป้องกันการกระแทกของผลลำไยขณะขนส่งและลดการสูญเสียน้ำจากผลลำไย
- เศษเหลือในขั้นตอนการตัดแต่งทรงพุ่ม คือ กิ่ง และใบลำไยพร้อมก้าน ใช้ประโยชน์ คือ กิ่งขนาดใหญ่ใช้เป็นเชื้อเพลิง (ถ่านไม้ลำไย) กิ่งขนาดเล็กพร้อมใบลำไยใช้คลุมโคนต้นลำไยหลังการตัดแต่ง หรือใช้ทำปุ๋ยพืชสดและน้ำหมักชีวภาพจาก ผล ก้านและใบลำไย

การใช้ประโยชน์ในทางอาหารสัตว์ มีน้อยมาก เนื่องจากเป็นช่วงฤดูฝน เกษตรกรมีพืชอาหารสัตว์อย่างพอเพียง

: ก้านพร้อมใบลำไย นำมาให้โคกินสดเป็นอาหารเสริมได้ ซึ่งพบว่าโคบางตัวชอบกินใบลำไยสดเป็นอาหาร โดยเฉพาะในช่วงที่ขาดแคลนอาหารหยาบสด หรือในช่วงฤดูแล้ง สำหรับใบลำไยสดพร้อมก้านสามารถนำมาสับแล้วผสมกับหญ้าสดเพื่อใช้ทำพืชหมักได้

: ลำไยร่วง หรือ ผลลำไยที่เสีย ลีบ สามารถให้โคกินสดได้ โดยถูกจุลินทรีย์ใช้เป็นแหล่งพลังงานได้ดี เนื่องจากน้ำตาลในเนื้อลำไยเป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยง่าย (น้ำตาลในเนื้อ) ในผลลำไยมีเนื้อประมาณร้อยละ 60-70 และในเนื้อลำไยมีน้ำตาลเป็นองค์ประกอบสูงและมีความหวาน

การจำหน่ายผลลำไยสด

โดยทั่วไปเกษตรกรสามารถนำผลผลิตลำไยสดไปจำหน่ายได้ 2 ทาง คือ

1.จุดรับซื้อผลลำไยชั่วคราว จุดรับซื้อเหล่านี้จะเกิดขึ้นเฉพาะในช่วงที่มีผลผลิตลำไยสดออกสู่ตลาดมากๆ เท่านั้น พ่อค้าที่รับซื้อผลผลิตที่จุดรับซื้อลำไยชั่วคราว จะทำการรวบรวมลำไยสดที่บรรจุในกล่องหรือตะกร้า ที่รับซื้อจากเกษตรกร เพื่อนำไปส่งขายโดยตรง พ่อค้ารับซื้อที่เป็นรายย่อยจะรวบรวมลำไยเพื่อบริโภคส่งขายให้แก่พ่อค้ารวบรวมต่างจังหวัดอีกทอดหนึ่ง เพื่อส่งขายต่างจังหวัด

หรือส่งออก สำหรับผลลำไยร่วงที่รับซื้อไว้จะส่งขายตามโรงงานแปรรูปผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น โรงงานผลิตผลไม้กระป๋อง และโรงงานแปรรูปลำไยอบแห้ง

ณ จุดรับซื้อผลลำไยชั่วคราวนี้ พ่อค้าจะรับซื้อทั้งลำไยบริโภคผลสด และผลลำไยร่วง โดยจะมีเครื่องแยกเกรดผลใช้แยกขนาดผลลำไยร่วง สามารถแยกขนาดผลออกตามความกว้างของเส้นผ่านศูนย์กลางของผลแยกได้เป็น

- เกรด AA หรือลำไยจัมโบ้ (เส้นผ่านศูนย์กลาง > 27 มิลลิเมตร)
- เกรด A (เส้นผ่านศูนย์กลาง = 25 มิลลิเมตร)
- เกรด B (เส้นผ่านศูนย์กลาง = 23 มิลลิเมตร)
- ลำไย เกรด C (เส้นผ่านศูนย์กลาง < 21 มิลลิเมตร)
- ลำไยใต้ตะแกรงร่อน

ลำไยเกรด AA เกรด A เกรด B และ/หรือ เกรด C คือ ผลลำไยสดที่นิยมนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ลำไย เช่นลำไยอบแห้ง และลำไยกระป๋อง พ่อค้าที่ซื้อจะรวบรวมนำส่งขายเองโดยตรงที่โรงงานแปรรูป ในปีที่มีผลผลิตลำไยออกสู่ตลาดมาก ราคาลำไยสดจะตกต่ำ ผลลำไยเกรด C ก็จะมีราคาถูก และไม่นิยมนำมาแปรรูปผลิตภัณฑ์

เศษเหลือ ณ จุดรับซื้อผลลำไยสดชั่วคราว คือ ลำไย C และลำไยใต้ตะแกรง อาจมีเศษใบลำไยและกิ่งก้าน ที่เหลือจากการแต่งตะกร้าบ้าง

การใช้ประโยชน์จากเศษเหลือ : ใช้เป็นปุ๋ยโดยนำไปคลุมโคนต้นลำไย หรือต้นไม้อื่นๆ

การใช้ประโยชน์จากเศษเหลือในทางอาหารสัตว์ : กรณีที่ราคาลำไยเกรด C มีราคาต่ำมากเช่น ราคาที่โรงงาน 0.50 บาท พ่อค้าที่จุดรับซื้อลำไยชั่วคราวหรือเกษตรกรจะไม่นำไปขายต่อ โดยมากจะกองทิ้งไว้ในสวนหรือที่จุดรับซื้อ และอาจให้เปล่า หรือขายต่อทันทีที่มีผู้ต้องการขอซื้อ ในทางอาหารสัตว์สามารถนำไปให้โคกินสดเป็นอาหารเสริมพลังงานได้ เนื่องจากผลลำไยยังมีเนื้อลำไย ซึ่งมีรสหวานโคชอบกิน แต่ยังมีการนำไปใช้น้อยมาก

2. ที่หน้าโรงงานแปรรูป (โรงงานทำลำไยกระป๋อง และโรงงานผลิตลำไยอบแห้ง)

ที่หน้าโรงงานจะมีจุดรับซื้อวัตถุดิบ คือผลลำไยสด ซึ่งจะมีเครื่องร่อนเพื่อแยกขนาดผลลำไย แยกขนาดผลลำไยออกเป็นเกรด AA เกรด A เกรด B เกรด C และ ลำไยใต้ตะแกรงร่อน

สำหรับผลลำไยที่นำมาทำผลิตภัณฑ์ จะถูกนำมาแยกเนื้อออกจากผล แยกได้เป็นส่วนเนื้อ ส่วนเปลือกและเมล็ด นอกจากนี้ระหว่างการแยกเนื้อจากเปลือกและเมล็ดจะมีส่วนน้ำจากเนื้อลำไย เศษเหลือ คือ ลำไย C และ ลำไยใต้ตะแกรงร่อน เปลือกและเมล็ดลำไย และน้ำที่ได้จากการแยกเนื้อจากผลลำไย

เศษเหลือที่โรงงานแปรรูป ประกอบด้วยเศษเหลือที่จุดรับซื้อผลลำไยสดหรือที่เครื่องแยกเกรดผลลำไย และเศษเหลือในกระบวนการผลิต

- เศษเหลือที่จุดรับซื้อผลลำไยสดหรือที่ตะแกรงร่อน คือ ลำไย C และลำไยใต้ตะแกรง
- เศษเหลือในกระบวนการแปรรูป คือ เปลือกลำไย เมล็ดลำไย และน้ำลำไยที่เป็นผลพลอยได้ในระหว่างการแยกเนื้อออกจากเปลือกและเมล็ด

ด้านรูปแบบในการแปรรูปลำไยอบแห้งสามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภทได้แก่ ผลลำไยอบแห้งทั้งเปลือก เนื้อลำไยอบแห้งที่แกะเนื้อออกจากผลลำไยที่อบแห้งทั้งเปลือก หรือเรียกว่าเนื้อลำไยคุณภาพปานกลาง และเนื้อลำไยอบแห้ง หรือเนื้อลำไยสีทอง

- ผลลำไยอบแห้งทั้งเปลือกขั้นตอนการอบจะใช้เตาอบแยกออกจากเตาอบที่ใช้อบเนื้อลำไยอบแห้ง การทำลำไยอบแห้งทั้งเปลือกมีต้นทุนการผลิตต่ำ แบ่งเกรดตามขนาดของผล คือ AA, A, B, C และคละเกรด ผลลำไยอบแห้งทั้งเปลือกที่ได้คิดเป็นร้อยละ 30 ของน้ำหนักผลลำไยสด
- เนื้อลำไยอบแห้งที่แกะเนื้อออกจากผลลำไยที่อบแห้งทั้งเปลือก จัดเป็นเนื้อลำไยอบแห้งเกรดคุณภาพปานกลาง เนื้อลำไยที่ได้มีสีคล้ำ โดยทั่วไปจะนำไปใช้เป็นส่วนประกอบในเครื่องยาจีน และนำไปทำน้ำลำไย
- เนื้อลำไยอบแห้งหรือเนื้อลำไยอบแห้งสีทอง เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแยกเนื้อลำไยสดออกจากเปลือกและเมล็ด แล้วนำเอาเฉพาะเนื้อลำไยเข้าเตาอบ เนื้อลำไยที่ได้จะมีสีเหลืองทอง มีกลิ่นหอม นิยมใช้ผลลำไยสดเกรด AA, A และ B เป็นวัตถุดิบในการผลิต เนื้อลำไยอบแห้งนิยมนำมาบริโภคเป็นผลไม้อบแห้ง โดยทั่วไปเนื้อลำไยที่ได้จากการแปรรูปในลักษณะนี้คิดเป็นประมาณร้อยละ 10 ของน้ำหนักผลลำไยสด

เศษเหลือจากการแปรรูป (ลำไยอบแห้ง) มี 2 ประเภท คือ

- เศษเหลือจากขั้นตอนการคัดแยกเกรดด้วยตะแกรงร่อนหรือเครื่องร่อน เพื่อคัดแยกประเภทตามขนาดผล หรือเรียกว่า ผลลำไยใต้ตะแกรงร่อนประกอบด้วย ผลลำไยลีบ ลำไยเน่า ก้านช่อดอก เปลือกและ เมล็ด ส่วนใหญ่เศษเหลือที่ตะแกรงร่อนจะพบได้น้อย เนื่องจากเจ้าของเตาอบลำไยส่วนใหญ่จะรับซื้อลำไยร่วงตามเกรดที่ต้องการจะนำไปแปรรูป โดยรับซื้อจากพ่อค้าคนกลางที่รับซื้อผลลำไยร่วงจากเกษตรกรซึ่งทำการแยกเกรดผลมาแล้วอีกทอดหนึ่ง ณ จุดรับซื้อลำไยสด มีส่วนน้อยที่รับซื้อผลลำไยแบบคละเกรด ที่เกษตรกรชาวสวนมาขายที่โรงงานโดยตรง
- เศษเหลือในกระบวนการแปรรูป ได้แก่ เปลือกลำไย เมล็ดลำไย และน้ำลำไยที่เป็นผลพลอยได้ในระหว่างการแยกเนื้อออกจากเปลือกและเมล็ด

การใช้ประโยชน์จากเศษเหลือที่โรงงานแปรรูป เศษเหลือจากขั้นตอนการคัดแยกผลลำไยที่ถูกนำมาใช้ประโยชน์ คือ ผลลำไยเกรด C เกษตรกรบางรายใช้ในการผลิตลำไยอบแห้งทั้งเปลือก สำหรับ

ลำไยใต้ตะแกรง และเศษเหลือในกระบวนการผลิตคือ เปลือกและเมล็ดลำไย มีการนำไปใช้ประโยชน์น้อยมาก ส่วนใหญ่เจ้าของโรงงานจะนำใส่รถบรรทุกหรือรถเข็นแล้วนำไปทิ้งในบริเวณพื้นที่รกร้างไม่ได้ใช้ประโยชน์ และป่าชุมชนที่อยู่ในบริเวณใกล้เคียง

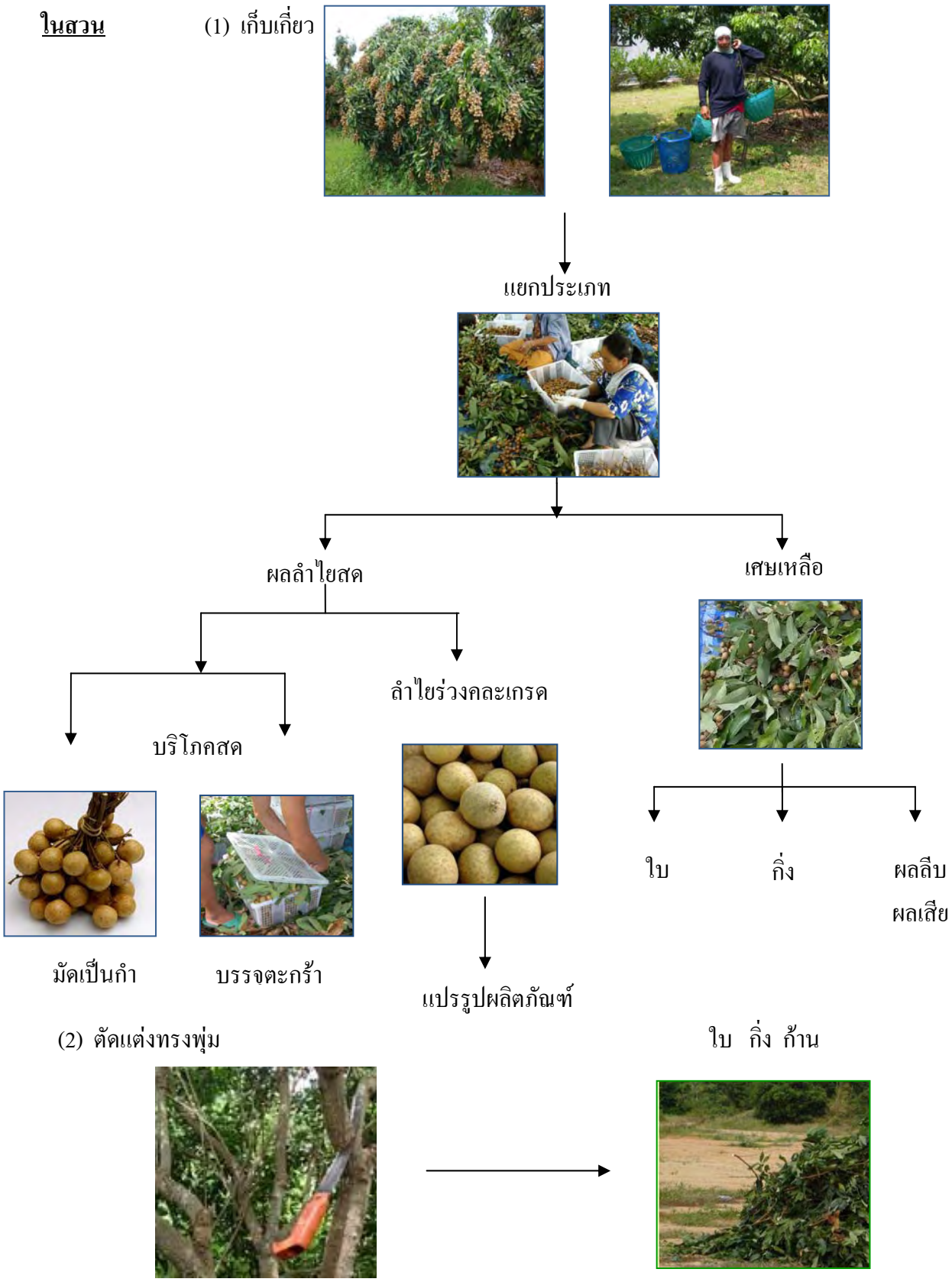
การใช้ประโยชน์จากเศษเหลือในทางอาหารสัตว์

: ลำไย C และ ลำไยใต้ตะแกรง ให้โคกินสดเสริมอาหารหยาบ ใช้เป็นแหล่งพลังงานที่ย่อยง่ายสำหรับจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน

: เปลือก และเมล็ดลำไย ให้โค-กระบือกินสดเป็นอาหารเสริม หรือ ตากแห้งผสมอาหารข้น หรือผสมในพืชหมัก

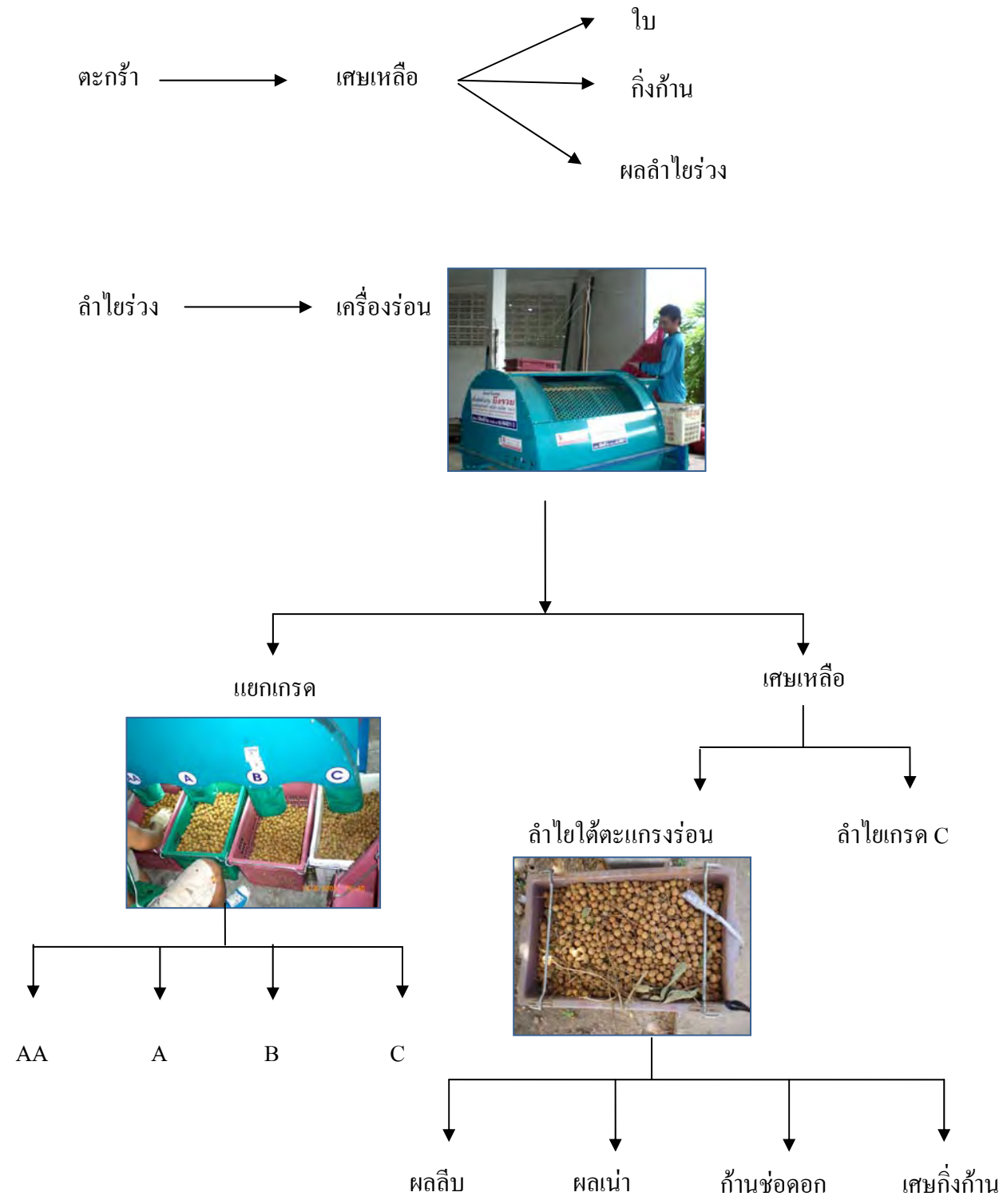
: น้ำที่ได้จากการแยกเนื้อออกจากผลลำไย หากมีการเก็บน้ำจากเนื้อที่ได้ใส่ภาชนะบรรจุไว้ สามารถนำไปให้สัตว์กินสด หรือใช้น้ำจากการแยกเนื้อลำไยราดบนอาหารหยาบคุณภาพต่ำ เช่น ฟางข้าว หรืออาหารหยาบแห้งอื่น เพื่อเพิ่มความน่ากิน และเป็นแหล่งพลังงานของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน นอกจากนี้พบว่ามีเกษตรกรบางรายนำไปเป็นอาหารสุกรที่เลี้ยงโดยใช้เศษอาหารในการขุนที่เลี้ยงด้วยเศษอาหารได้

ในฤดูกาลลำไยผลิตปี พ.ศ.2553 พบว่า ผลลำไยสดที่ผลิตได้ในฤดูกาลผลิตมีปริมาณน้อยกว่าปกติมาก เนื่องจากจากฤดูแล้งที่ยาวนานและมีปริมาณน้ำฝนน้อยมาก ราคาซื้อผลลำไยสดที่ซื้อ-ขายกันจึงมีราคาแพงกว่าปกติมาก โดยราคาลำไยสดเพื่อบริโภคที่พ่อค้ารับซื้อจากเกษตรกรในแบบตะกร้าคิดราคาตามขนาดผล ที่พ่อค้ารับซื้อจากเกษตรกรในอำเภอบ้านโฮ่ง จังหวัดลำพูน มีราคาดังนี้ คือ ลำไยเกรด A ราคา 29 เกรด B ราคา 21บาท และลำไยเกรด C ราคา 11บาท สอดคล้องกับรายงานสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2553) ที่รายงานข้อมูลพื้นฐานเศรษฐกิจการเกษตรปี พ.ศ. 2553 พบว่า ผลผลิตต่อไร่ (กิโลกรัม) ของลำไยที่ออกสู่ตลาดในปี 2553 ต่ำกว่า (550 กิโลกรัม/ไร่) ในปี 2552 (643 กิโลกรัม/ไร่) เป็นผลจากความแห้งแล้งที่เกิดขึ้น ทำให้ราคาลำไยที่เกษตรกรขายได้เพิ่มสูงขึ้น คือลำไยคละเกรดราคา 31.79 บาท/กิโลกรัม เปรียบเทียบกับปี 2552 ขายได้ราคา 12.84 บาท/กิโลกรัม ส่วนลำไยเกรด A ราคา 29.35 บาท/กิโลกรัม เปรียบเทียบกับปี 2552 ขายได้เพียง 22.26 บาท/กิโลกรัม สำหรับผลลำไยร่วงที่พ่อค้ารับซื้อมีราคาดังนี้ คือ ลำไยเกรด AA รับซื้อราคา 17.00 บาท เกรด A ราคา 14.00 -22.00 บาท ลำไยเกรด B ราคา 9.00-16.00 บาท และ ลำไยเกรด C ราคา 3.00-12.00 บาท เนื่องจากผลลำไยร่วงเกรด A และ B มีปริมาณน้อยกว่าปีการผลิตอื่นๆ และมีราคาสูงมากผู้ประกอบการโรงงานแปรรูปลำไยอบแห้งจึงหันมาซื้อลำไยเกรด C เพื่อใช้ในการแปรรูปแทน จึงทำให้ราคาของลำไยเกรด C มีราคาสูงขึ้น โดยทั่วไปพ่อค้าที่รับซื้อลำไยร่วงจะขายลำไยในราคาที่สูงกว่าราคาที่รับซื้อมาประมาณ 1.00-2.00 บาท /กิโลกรัม



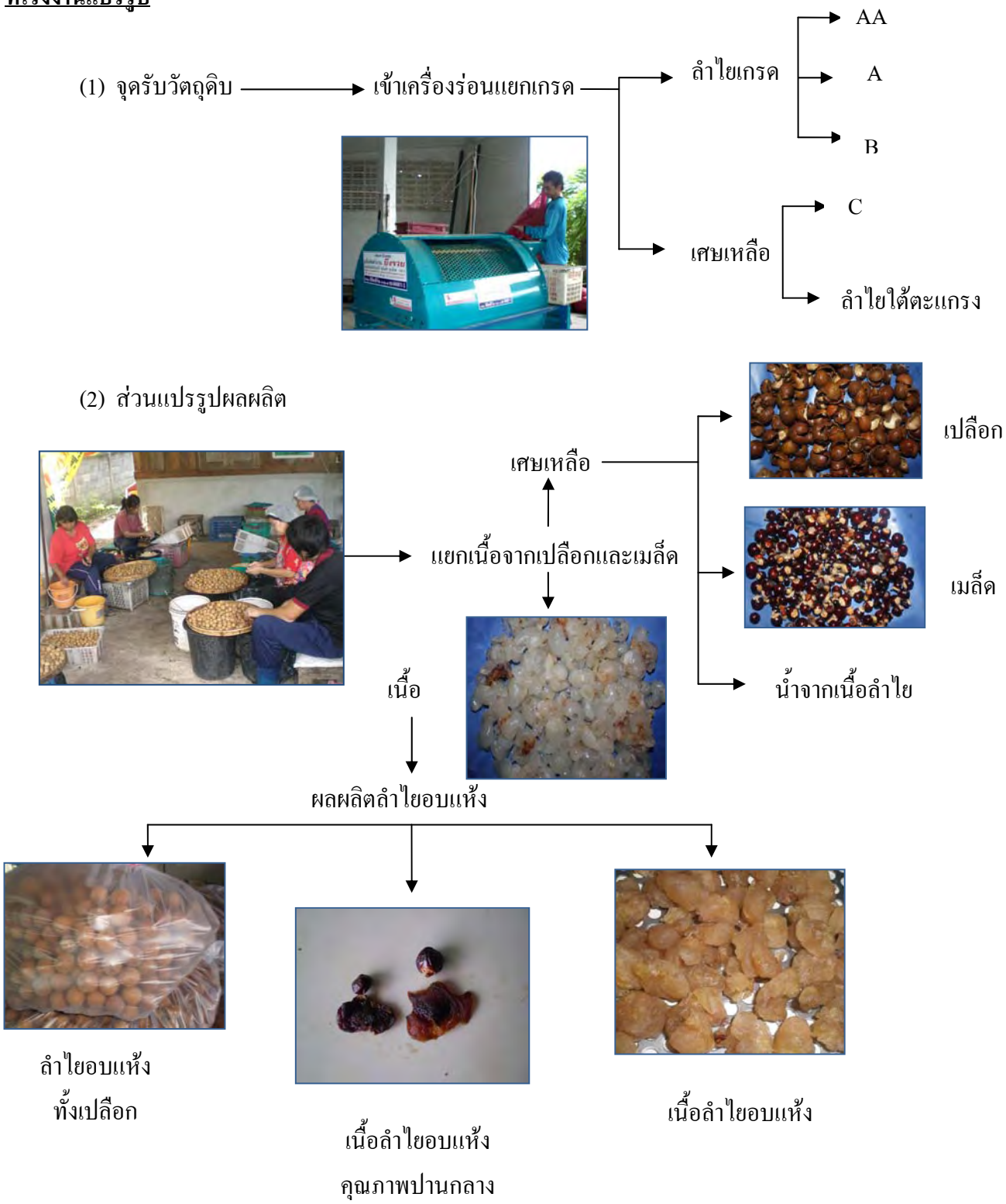
ภาพที่ 2 แผนภูมิที่มาของเศษเหลือในสวนลำไย

<u>จุดรับซื้อลำไยสด</u>



ภาพที่ 3 แผนภูมิเศษเหลือจากจุดรับซื้อลำไยสด

ที่โรงงานแปรรูป



ภาพที่ 4 แผนภูมิแสดงเศษเหลือจากโรงงานแปรรูป

คุณค่าทางอาหารในเศษเหลือจากการผลิตลำไย

ผลจากการวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารในเศษเหลือจากการผลิตลำไย คือ ใบลำไย เปลือกลำไย เมล็ดลำไย ลำไยเกรด C ลำไยใต้ตะแกรงร่อน เปลือกและเมล็ดลำไย และเปลือกและเมล็ดลำไยหมัก พบว่า เศษเหลือจากการผลิตลำไยทุกชนิดมีคุณค่าทางอาหารเพียงพอที่จะนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องได้ โดยเฉลี่ยมีโปรตีนระหว่าง 6.52-11.69 % ในวัตถุแห้ง ดังแสดงในตารางที่ 3 เศษเหลือจากการผลิตลำไยส่วนใหญ่น่าจะจัดไว้ในกลุ่มอาหารหยาบ เนื่องจากมีเยื่อใยสูงกว่า 18% แต่เศษเหลือจากลำไยทุกชนิด เช่น ใบลำไย เปลือกลำไย ลำไยเกรด C ลำไยใต้ตะแกรงร่อน เปลือกลำไย เมล็ดลำไย และเปลือกและเมล็ดลำไยหมัก มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนโดยเฉลี่ยสูงกว่าฟางข้าว แต่มีเยื่อใยต่ำกว่า โดยเฉพาะค่าลิกโนเซลลูโลส ส่วนเมล็ดลำไยมีเปอร์เซ็นต์เยื่อใยเป็นส่วนประกอบต่ำกว่าเศษเหลือจากการผลิตลำไยชนิดอื่น และมีเปอร์เซ็นต์แป้งและน้ำตาล (NFE) สูง สำหรับผลลำไยเกรด C มีส่วนประกอบต่างๆ เช่นเดียวกับผลลำไยสดที่ใช้รับประทานสด คือ เนื้อ เปลือก และเมล็ด โดยส่วนเนื้อลำไยมีน้ำตาลเป็นส่วนประกอบสูง จึงมีความหวานและพลังงานที่สามารถนำมาใช้เป็นแหล่งพลังงานสำหรับจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนได้ โดยใช้เสริมอาหารหยาบ เศษเหลือที่มีปริมาณมากเพียงพอที่จะนำมาใช้เป็นอาหารโคคือ ลำไยเกรด C เปลือกและเมล็ดลำไย และใบลำไย รวมถึงลำไยใต้ตะแกรงร่อน นอกจากจะเป็นการนำเศษเหลือจากการผลิตลำไยมาใช้ประโยชน์อย่างมีประสิทธิภาพเพื่อเป็นอาหารสัตว์แล้ว ยังเป็นการลดมลภาวะที่จะเกิดกับสิ่งแวดล้อมด้วย

ตารางที่ 3 องค์ประกอบทางเคมีของเศษเหลือจากการผลิตลำไย

ตัวอย่าง	%วัตถุแห้ง	%วัตถุแห้ง					
		โปรตีน	เยื่อใย	ไขมัน	NFE	NDF	ADF
ใบลำไย	40.72	10.93	37.85	3.92	38.30	59.81	51.37
ลำไยเกรด C	41.21	9.07	29.38	1.40	54.74	54.02	32.43
ลำไยใต้ตะแกรงร่อน	38.03	11.69	43.57	3.01	30.91	60.35	45.67
เปลือกลำไย	57.36	6.98	37.04	0.93	45.84	52.14	43.54
เมล็ดลำไย+เปลือกหุ้ม	92.77	6.52	8.35	3.26	80.01	40.05	9.01
เมล็ดลำไยไม่มีเปลือกหุ้ม	93.64	9.34	3.58	2.44	83.65	-	-
เปลือก+เมล็ดลำไย	48.87	8.76	28.12	1.64	52.39	48.86	39.68
เปลือก+เมล็ดลำไยหมัก	46.04	9.54	26.66	1.47	51.36	50.87	38.42

วิธีการเก็บรักษาเศษเหลือจากการผลิตลำไย

โดยทั่วไปการเก็บรักษาเศษเหลือจากการผลิตลำไยทั้งระบบมี 3 วิธี คือ การหมัก การทำให้แห้ง และการแช่เย็น หรือแช่แข็ง แต่วิธีที่เหมาะสมที่สุดควรเป็นการหมัก เนื่องจากใช้ต้นทุนต่ำที่สุด โดยเฉพาะเศษเหลือที่มีความชื้นสูง เช่น เปลือก และเมล็ด ที่มีแหล่งคาร์โบไฮเดรตเพียงพอสำหรับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับการหมัก การทำให้แห้งด้วยวิธีการต่างๆ ต้องใช้พลังงานสูง และต้นทุนสูง เช่นเดียวกับการเก็บรักษาด้วยการแช่เย็นหรือแช่แข็ง สอดคล้องกับรายงานจากการสำรวจปริมาณเศษเหลือจากการแปรรูปผลไม้ในภาคเหนือของประเทศไทย เพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงานทดแทน ที่รายงานโดย Nagle *et al.* (2011) พบว่าเศษเหลือที่ได้จากการแปรรูปผลไม้ เช่น ลำไย ลิ้นจี่ และ มะม่วงสุกส่วนใหญ่ คือ ส่วนของเปลือก และเมล็ด เศษเหลือดังกล่าวมีปริมาณมากมายในแต่ละฤดูกาลผลิต เนื่องจากเศษเหลือจากการแปรรูปผลไม้มีความชื้นสูง 35-75 % จึงไม่ได้ถูกนำไปใช้ประโยชน์ ไม่ว่าจะเป็นการนำไปใช้เป็นแหล่งพลังงานทดแทน หรือทางอาหารสัตว์ นอกจากนี้ยังพบว่ามากกว่าร้อยละ 90 ของเศษเหลือจากโรงงานแปรรูปขนาดใหญ่จะถูกนำไปทิ้งเป็นขยะตามบ่อขยะของชุมชนต่างๆ หรือในป่า หรือในพื้นที่สาธารณะ แต่มีรายงานว่าเศษเหลือจากโรงงานขนาดเล็กเพียงส่วนน้อยเท่านั้นที่ถูกนำไปเป็นปุ๋ยพืชสด

สำหรับเศษเหลือจากสวนลำไยทั้งระหว่างการเก็บเกี่ยว และตัดแต่งทรงพุ่ม คือ ใบลำไย +ก้าน + กิ่ง ใบลำไย และกิ่งขนาดเล็ก สามารถตัดให้โคกินสดได้ โดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้ง เนื่องจากเป็นช่วงที่ขาดแคลนหญ้าสด โคที่เข้าแทะเล็มหญ้าในพื้นที่จะกินใบลำไยสดจากต้นลำไยเป็นอาหารได้เองเช่นกัน

วิธีการเก็บรักษา: ใช้วิธีการหมักร่วมกับหญ้าสด โดยนำใบลำไยพร้อมก้าน และกิ่งขนาดเล็กมาสับ หรือบดให้มีขนาดเล็กลงก่อนนำไปหมักร่วมกับหญ้าสดชนิดต่างๆ

เศษเหลือจากจุดรับซื้อลำไยชั่วคราว คือ ลำไย C ลำไยใต้ตะแกรงร่อน และ ใบ+กิ่ง+ก้าน สามารถนำมาให้โคกินสดเสริมอาหารหยาบได้

วิธีการเก็บรักษา : ลำไย C และ เศษเหลือลำไยใต้ตะแกรง ได้แก่ การแช่เย็นโดยการเช่าพื้นที่แช่เย็นในห้องเย็นเก็บผลผลิตเกษตร อาจใช้วิธีการทำให้แห้งด้วยการอบแห้งในเตาอบหรือใช้แสงแดดและวิธีการหมักร่วมกับหญ้าสดในลักษณะพืชหมัก

เศษเหลือจากโรงแปรรูปลำไยอบแห้ง หรือโรงงานผลไม้บรรจุกระป๋อง คือ ลำไย C เศษเหลือลำไยใต้ตะแกรงร่อน เปลือก และเมล็ดลำไย สามารถนำมาให้โคกินสดได้โดยตรงหรือเก็บรักษาไว้ใช้ในช่วงที่ขาดแคลนอาหารได้

การเก็บรักษา : ลำไย C และ เศษเหลือลำไยใต้ตะแกรง ได้แก่ การแช่เย็น ทำให้แห้ง และหมักร่วมกับหญ้าในลักษณะพืชหมัก

: เปลือกและเมล็ดลำไย สามารถให้กินสดเสริมอาหารหยาบได้

การเก็บรักษา : ควรการเก็บรักษาโดยใช้วิธีการหมัก (หมักร่วมกับสารเสริมช่วยหมัก เช่น กากน้ำตาล ใบกระถิน หรือ หมักร่วมกับหญ้าสดหรือฟางข้าว) การทำให้แห้ง และบดหยาบสำหรับผสมในอาหารข้น

ส่วนประกอบของลำไยเกรด C ลำไยใต้ตะแกรงร่อน และการย่อยได้ของโภชนะ

จากการศึกษาส่วนประกอบของผลลำไยเกรด C พบว่า ผลลำไยเกรด C 1 ผล มีเนื้อลำไยเป็นส่วนประกอบส่วนใหญ่คิดเป็นร้อยละ 67.95 เช่นเดียวกับผลลำไยที่ใช้บริโภคสด หรือผลที่ใช้ในการแปรรูปผลิตภัณฑ์ ส่วนที่เหลือคือเปลือกและเมล็ดคิดเป็นร้อยละ 19.58 และ 12.47 ตามลำดับ ส่วนประกอบของผลลำไยจากการศึกษาพบว่ามีค่าใกล้เคียงกับรายงานส่วนประกอบของผลลำไยที่ใช้บริโภคที่รายงานโดย ธวัชชัย และ ศิวาพร (2542) และ Jiang *et al*. (2002) ที่รายงานว่าโดยเฉลี่ยลำไย1 ผล ประกอบด้วยเนื้อ เปลือก และเมล็ด คิดเป็นร้อยละ 72.9, 12.4 และ 14.7 ตามลำดับ ซึ่ง พาวิน และคณะ (2547) รายงานสอดคล้องกันว่า เนื้อลำไยคือส่วนประกอบส่วนใหญ่ของผล รองลงมา คือ เปลือก และเมล็ด (ร้อยละ 63.34, 15.53 และ 21.11) โดยส่วนประกอบของผลจะมีสัดส่วนที่แตกต่างกันไปขึ้นกับสายพันธุ์ และขนาดของผล

สำหรับการศึกษาส่วนประกอบของลำไยใต้ตะแกรงร่อน พบว่า ประกอบด้วยผลลำไยขนาดต่างๆ ก้านช่อดอก ใบลำไย และขั้วผล เมื่อศึกษาส่วนประกอบของผลลำไยในส่วนลำไยใต้ตะแกรงร่อน พบว่ามีส่วนประกอบคือ เนื้อ เปลือก และเมล็ดในสัดส่วนร้อยละ 64.45, 22.64 และ 12.91 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าส่วนประกอบของผลลำไยสดทั้งผลลำไยเกรด C และผลลำไยใต้ตะแกรงร่อนยังมีส่วนเนื้อลำไยเป็นส่วนประกอบสูงกว่าส่วนอื่น เนื่องจากส่วนเนื้อลำไยมีน้ำตาลสูงจึงมีความเป็นไปได้ที่จะนำลำไยใต้ตะแกรงร่อนมาใช้เป็นอาหารโคเช่นกัน

องค์ประกอบทางเคมีและการย่อยได้ของโภชนะ

จากผลวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของส่วนต่างๆของผลลำไย คือ เนื้อ เปลือก เมล็ด และใบลำไย พบว่า เนื้อลำไยมีวัตถุแห้งต่ำที่สุด (17.01 เปอร์เซ็นต์) และใบลำไยมีค่าเฉลี่ยวัตถุแห้งสูงที่สุด (37.35 เปอร์เซ็นต์) ดังตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยอินทรียวัตถุของเนื้อ เปลือก เมล็ด และใบมีค่าไม่แตกต่างกันมากนักเท่ากับ 88.65, 88.34, 91.05 และ 86.12 เปอร์เซ็นต์ในวัตถุแห้ง ตามลำดับ ใบลำไยมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์โปรตีนในวัตถุแห้งสูงกว่าส่วนประกอบอื่นคือ เนื้อ เปลือกและเมล็ด มีค่าเท่ากับ 12.28, 6.06, 6.98 และ 7.69 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับเยื่อใยส่วนผนังเซล (NDF) และลิกโนเซลลูโลส (ADF) ในส่วนประกอบของลำไย พบว่า เปลือกลำไยมีค่าเยื่อใยส่วนผนังเซลสูงกว่า (56.24 และ 51.67) แต่มีลิกโนเซลลูโลสต่ำกว่าใบลำไย (41.86 และ 54.97) ตามลำดับ

เมื่อนำส่วนประกอบของลำไยไปศึกษาค่าการย่อยได้ของโภชนะโดยใช้ชุดกระเพาะหมักเทียม *In vitro* true digestibility (IVTD) แบบ batch type พบว่าค่าการสลายตัวของวัตถุแห้ง อินทรียวัตถุและโปรตีนของส่วนประกอบต่างๆ คือ เนื้อ เปลือก เมล็ด และใบลำไย มีค่าสูงขึ้นเมื่อระยะเวลาในการบ่มนานขึ้น (24 และ 48 ชั่วโมง) ค่าการสลายตัวของโภชนะต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P>0.01$) โดยเนื้อลำไยมีค่าการสลายตัวของวัตถุแห้ง อินทรียวัตถุและโปรตีนสูงที่สุด และใบลำไยมีค่าการ

สลายตัวของโภชนะต่ำที่สุด สอดคล้องกับคุณค่าทางอาหารพบว่าใบลำไยมีเยื่อใยส่วนผนังเซลล์ และลิกโนเซลลูโลสสูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับส่วนประกอบของลำไยทั้งหมด ดังตารางที่ 4

ตารางที่ **4** องค์ประกอบทางเคมีของลำไย

ส่วนประกอบ	%วัตถุแห้ง	%วัตถุแห้ง			
		อินทรีย์วัตถุ	โปรตีน	NDF	ADF
เนื้อ	17.01	88.65	6.06	-	-
เปลือก	36.72	88.34	6.98	56.24	41.86
เมล็ด	31.69	91.05	7.69	-	-
ใบ	37.35	86.12	12.28	51.67	54.97

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยการสลายตัวของโภชนะในส่วนประกอบของลำไยที่ 24 ชั่วโมง

ส่วนประกอบ	การสลายตัวของโภชนะ (%)		
ของผลลำไย	วัตถุแห้ง	อินทรีย์วัตถุ	โปรตีน
เนื้อ	88.40^{A}	87.12^{A}	82.56^{A}
เปลือก	32.09^{C}	30.37^{C}	31.29^{C}
เมล็ด	51.88^{B}	52.75^{B}	46.68^{B}
ใบ	24.31^{D}	25.97^{D}	19.63^{D}

ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$)

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ยการสลายตัวของโภชนะในส่วนประกอบของลำไยที่ 48 ชั่วโมง

ส่วนประกอบ	การสลายตัวของโภชนะ (%)		
ของลำไย	วัตถุแห้ง	อินทรีย์วัตถุ	โปรตีน
เนื้อ	93.65^{A}	95.32^{A}	90.27^{A}
เปลือก	37.75^{C}	39.13^{C}	39.89^{C}
เมล็ด	56.28^{B}	58.92^{B}	55.21^{B}
ใบ	34.19^{C}	29.47^{D}	23.12^{D}

ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$)

การศึกษาประเภทของจุลินทรีย์ในเศษเหลือจากการผลิตลำไยอบแห้ง

ผลจากศึกษาการเก็บรักษาเปลือกและเมล็ดลำไยด้วยวิธีการหมัก โดยไม่มีการใช้เสริมสารช่วยหมัก โดยใช้ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างๆ กัน คือ 0, 7 และ 14 วัน พบว่า ค่า pH ในพืชหมักจากเปลือกและเมล็ดลำไย มีแนวโน้มลดลงตามอายุการหมักที่นานขึ้น ดังตารางที่ 7 แสดงให้เห็นว่าเปลือกและเมล็ดลำไยยังมีปริมาณน้ำตาล หรือแหล่งคาร์โบไฮเดรตเหลือเพียงพอ สำหรับจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับการหมัก สามารถนำไปใช้เป็นแหล่งพลังงานในการสร้างกรดอินทรีย์ชนิดต่างๆ โดยเฉพาะจุลินทรีย์กลุ่มแบคทีเรียกรดแลคติก (lactic acid bacteria) ที่นำคาร์โบไฮเดรตไปใช้สร้างกรดแลคติก ซึ่งเป็นกรดอินทรีย์ที่ต้องการให้เกิดขึ้นในขบวนการทำพืชหมักได้ และเกี่ยวข้องกับการเก็บรักษาพืชหมักสอดคล้องกับรายงานของพิพัฒน์ (2544) ที่กล่าวว่า เศษเหลือจากโรงงานอุตสาหกรรมเกษตร เช่น พืชผัก และผลไม้จากการแปรรูป ได้แก่ เปลือกสับปะรด เศษแอปเปิล ลูกแพร์ และอื่นๆ มีแหล่งพลังงานที่ดีของจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับการหมัก คือแบคทีเรียกรดแลคติก แต่การทำพืชหมักที่ดีจากเศษเหลือดังกล่าว ควรมีการเสริมสารช่วยหมัก เช่น การเสริมแหล่งโปรตีน หรือเสริมแหล่งคาร์โบไฮเดรตเพิ่มด้วย โดยสายัณห์ (2540) และปราโมช (2543) รายงานสอดคล้องกันว่าการเก็บถนอมอาหารหยาบในลักษณะการทำพืชหมัก เป็นการเก็บถนอมอาหารในรูปการหมักดอง โดยกรดแลคติก และกรดอินทรีย์ที่เกิดจากการเปลี่ยนคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้หรือย่อยง่ายในพืชให้เป็นกรดแลคติก จะส่งผลให้ค่า pH ในพืชหมักลดลง ค่า pH ที่ลดลงถึงจุดๆหนึ่งจะมีผลทำให้จุลินทรีย์ชะงักการเจริญเติบโต โดยที่ pH 3.8-4.0 กิจกรรมของจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับการหมักทั้งหมดจะหยุดลง และสามารถเก็บถนอมพืชหมักในสภาพหมักดองได้เป็นเวลานาน โดยไม่เปลี่ยนแปลงคุณค่าทางอาหาร

สำหรับจุลินทรีย์ที่ตรวจพบในเปลือกและเมล็ดลำไยหมักที่เป็นเศษเหลือจากการทำลำไยอบแห้งระดับชุมชนโดยตรวจนับจุลินทรีย์ที่ เวลา 0, 7 และ 14 วันหลังจากการหมัก (ตารางที่ 7)พบว่ามีจุลินทรีย์ที่สำคัญ คือ กลุ่มแบคทีเรียกรดแลคติก (lactic acid bacteria), ยีสต์ (yeast) และ อีโคไล (E.coli) เมื่อระยะเวลาการหมักนานขึ้นจุลินทรีย์ทั้ง 3 ชนิด มีปริมาณลดลงอย่างเห็นได้ชัดและแตกต่างทางสถิติ ($P<0.05$) โดยเฉพาะปริมาณ E.coli ซึ่งตรวจพบได้ในวันแรก จะไม่สามารถตรวจพบได้ในระยะการหมักที่ 7 และ 14 วัน นอกจากนี้ยังไม่พบจุลินทรีย์ในกลุ่ม Salmonella *spp.* ซึ่งเป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดอาการอาหารเป็นพิษได้ในเปลือกและเมล็ดลำไยหมัก แสดงให้เห็นว่าวิธีการหมักเปลือกและเมล็ดลำไยเป็นวิธีการเก็บรักษาเปลือกและเมล็ดลำไยเพื่อใช้เป็นอาหารโคได้วิธีการหนึ่ง ปริมาณจุลินทรีย์ เช่น ยีสต์ และอีโคไล ที่ลดลงในการตรวจนับวันที่ 7 และ 14 เป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงค่า pH ที่เกิดจากการผลิตกรดอินทรีย์โดยจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับการหมัก สอดคล้องกับรายงานของ วราพันธุ์ และคณะ (2547) รายงานจากการหมักกากมันสำปะหลังเพื่อใช้เป็นอาหารสัตว์พบว่า ยีสต์ และแบคทีเรียกรดแลคติก จะมีการเพิ่มจำนวนมากขึ้นหลังจากการหมักกากมันสำปะหลัง

เป็นเวลา 3-7 วัน แต่หลังจากนั้นยีสต์และแบคทีเรียกรดแลคติกจะลดจำนวนลงอย่างเห็นได้ชัด เนื่องจากค่า pH ที่ลดลงในขบวนการหมักมีผลไปยับยั้งกิจกรรมของยีสต์ และแบคทีเรียกรดแลคติก และค่า pH จะเป็นส่วนสำคัญในการเก็บรักษาคุณค่าทางอาหารของอาหารหมัก

ตารางที่ 7 ค่า pH ประเภทของเชื้อจุลินทรีย์ในเปลือกและเมล็ดลำไยหมักหมักในระยะเวลาต่าง ๆ

ระยะเวลาที่เก็บรักษา (วัน)	pH	ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่พบ (log.CFU/ml^{-1})		
		Lactic acid bacteria	yeast	E.coli
0	4.92±0.13 [a]	7.27±0.05 [a]	4.93±0.09 [a]	4.76±0.01 [a]
7	3.97±0.14 [b]	6.91±0.02 [a]	3.88±0.04 [b]	0 [b]
14	3.61±0.31 [b]	5.57±0.30 [b]	2.14±0.02 [b]	0 [b]

ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ประเภทของกรดไขมันในเปลือกและเมล็ดลำไยหมัก

จากการศึกษาการหมักเปลือกและเมล็ดลำไยโดยใช้ใบกระถินในระดับต่างๆ (0, 5.0, 7.5 และ 10.0%) เป็นสารช่วยหมัก พบว่า ลักษณะทางกายภาพของพืชหมักจากเปลือกและเมล็ดลำไยในทุกกลุ่มทดลอง มีคะแนนผลการประเมินคุณภาพของพืชหมักอยู่ในระดับดีมาก (คะแนน 20-21) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ วารุณี และคณะ (2547) ที่รายงานว่าพืชหมักที่ดีควรมีเกณฑ์คะแนนผลการประเมินที่ 20-25 คะแนน

ด้านผลวิเคราะห์ปริมาณกรดไขมันในเปลือกและเมล็ดลำไยหมักโดยเสริมใบกระถินในระดับต่างๆ (0, 5.0, 7.5 และ 10.0%) โดยใช้ระยะเวลาการหมักนาน 21 วัน พบว่า ระดับใบกระถินที่เพิ่มขึ้นมีผลให้ปริมาณกรดแลคติกเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) แต่กรดอะซิติกมีแนวโน้มลดลงแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) การเพิ่มปริมาณกรดแลคติกในพืชหมักแสดงให้เห็นว่าการหมักเปลือกและเมล็ดลำไยในสภาพไม่มีอากาศ สามารถเก็บรักษาคุณค่าทางอาหารของเปลือกและเมล็ดลำไยได้ซึ่งแสดงให้เห็นว่าน้ำตาลหรือแหล่งคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยง่ายที่มีหลงเหลืออยู่ในเศษเหลือคือเปลือกและเมล็ดลำไย สามารถถูกจุลินทรีย์นำไปใช้เป็นแหล่งพลังงานร่วมกับการนำไนโตรเจนที่มีอยู่ในใบกระถินไปใช้ในการเพิ่มประชากรได้ พืชหมักจึงมีค่า pH ลดลงอยู่ในเกณฑ์พืชหมักที่ดี คือ 3.95-4.02 (Kung *et al*. 2000) ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ผลของระดับใบกระถินในพืชหมักจากเปลือกและเมล็ดลำไยต่อปริมาณกรดแลคติก และกรดอะซิติก (%)

พืชหมัก	pH	ความเข้มข้นของกรดอินทรีย์ (%)	
		กรดแลคติก	กรดอะซิติก
เปลือกและเมล็ดลำไยหมัก	3.95	1.36 ± 0.00^{b}	0.35 ± 0.04
เปลือกและเมล็ดลำไยหมัก+ใบกระถิน 5.0%	3.96	1.85 ± 0.21^{a}	0.35 ± 0.07
เปลือกและเมล็ดลำไยหมัก+ใบกระถิน 7.5%	4.00	2.23 ± 0.38^{a}	0.29 ± 0.11
เปลือกและเมล็ดลำไยหมัก+ใบกระถิน 10.0%	4.02	2.07 ± 0.94^{a}	0.21 ± 0.05

ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ผลวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี พบว่า เมื่อระดับใบกระถินเพิ่มสูงขึ้นพืชหมักจากเปลือกและเมล็ดลำไยจะมีเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง เปอร์เซ็นต์โปรตีน และเปอร์เซ็นต์เยื่อใยเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะปริมาณลิกโนเซลลูโลส ดังตารางที่ 9 เป็นผลจากใบกระถินที่ใช้หมักเป็นใบกระถินแห้งบดหยาบที่ซื้อจากชาวบ้านที่ผลิตใบกระถินแห้งขาย ในจังหวัดสระบุรี โดยมีขั้นตอนในการทำคือ ตัดกิ่งกระถินสดขนาดต่างๆพร้อมใบและก้านใบมาสับด้วยมีดให้มีขนาดประมาณ 1-2 เซนติเมตร หรือใช้เครื่องบด

อาหารแบบบดหยาบเพื่อทำให้กิ่งกระถินพร้อมใบและก้านมีขนาดเล็กลง แล้วนำไปตากแดดให้แห้ง ใบกระถินที่ใช้จึงมีวัตถุแห้งสูงกว่าการนำใบกระถินล้วนหรือใบพร้อมก้านใบมาทำให้แห้งเพื่อนำมาใช้เลี้ยงสัตว์ สอดคล้องกับรายงานการวิเคราะห์ผลการใช้ใบกระถินหมักร่วมกับเปลือกและซังข้าวโพดหวานโดย มนตรี (2551) และ วารุณี และคณะ (2551) พบว่า ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง เปอร์เซ็นต์โปรตีน เยื่อใย NDF และเยื่อใย ADF ของพืชหมักจากเปลือกและซังข้าวโพดหวานร่วมกับใบกระถินจะมีค่าสูงขึ้นเมื่อเพิ่มระดับใบกระถิน

ตารางที่ 9 องค์ประกอบทางเคมีของเปลือกและเมล็ดลำไยหมักร่วมกับใบกระถินแห้งบดหยาบ

พืชหมัก	วัตถุแห้ง	ความเข้มข้นของกรดแลคติก (%)			
		โปรตีน	ผนังเซล	ลิกโน-เซลลูโลส	พลังงาน (Mcal/kg)
เปลือกและเมล็ดลำไยหมัก	39.38	8.41	53.15	34.52	4.31
เปลือกและเมล็ดลำไยหมัก+ใบกระถิน 5.0%	42.12	9.62	54.21	37.65	4.41
เปลือกและเมล็ดลำไยหมัก+ใบกระถิน 7.5%	43.88	9.81	57.15	38.44	4.42
เปลือกและเมล็ดลำไยหมัก+ใบกระถิน 10.0%	44.65	10.14	58.65	38.95	4.32

เปลือกลำไยหมัก

เปลือกลำไยหมัก + ใบกระถิน 5.0%

เปลือกลำไยหมัก + ใบกระถิน 7.5%

เปลือกลำไยหมัก + ใบกระถิน 10.0%

ภาพที่ 5 เปลือกและเมล็ดลำไยหมักร่วมกับใบกระถิน

การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของพืชหมักจากเปลือกและเมล็ดลำไยร่วมกับฟางข้าว

ลักษณะทางกายภาพของพืชหมักจากเปลือกและเมล็ดลำไยหมักร่วมกับฟางข้าว โดยใช้กากน้ำตาลเป็นสารเสริมช่วยในการหมัก พบว่า พืชหมักมีกลิ่นหอมคล้ายผลไม้ดอง ฟางข้าวมีความนุ่มมากขึ้น สีของเปลือกลำไยและฟางข้าวเข้มขึ้นกว่าเดิมเล็กน้อยมีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ประมาณ 3.96 ค่าคะแนนการประเมินคุณภาพจากลักษณะภายนอกคือ ส่วนประกอบ สี ค่า pH และกลิ่น อยู่ในเกณฑ์พืชหมักที่ดีมาก (23 คะแนน) สอดคล้องกับ วารุณี และคณะ (2547) รายงานว่าพืชหมักที่ดีมากควรมีคะแนนการประเมินระหว่าง 20-25 คะแนน

องค์ประกอบทางเคมีของพืชหมักจากเปลือกและเมล็ดลำไยหมักร่วมกับฟางข้าว พบว่า ค่าเฉลี่ยวัตถุแห้ง ผนังเซล (NDF) ลิกโนเซลลูโลส (ADF) และ เถ้า ในพืชหมักมีค่าสูงขึ้นตามระดับฟางข้าว และไม่แตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) แต่ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์โปรตีนลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเพิ่มระดับฟางข้าว ($P<0.05$) เป็นผลจากฟางข้าวมีปริมาณวัตถุแห้งและเถ้าสูงกว่า แต่มีปริมาณโปรตีนต่ำ (Al-mamum *et al.* 2002) นอกจากนี้การเสริมกากน้ำตาลในพืชหมักก็มีส่วนช่วยให้พืชหมักมีเปอร์เซ็นต์โปรตีนสูงขึ้น เนื่องจากกากน้ำตาลมีคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยง่ายสูง จุลินทรีย์ในกลุ่มที่ผลิตกรดแลคติกสามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนเซลได้ดี จึงผลิตกรดแลคติกเพิ่มขึ้น ทำให้ค่า pH ของพืชหมักลดลง สอดคล้องกับรายงานของสายชิม และคณะ (2553) ที่รายงานการหมักยอดอ้อยร่วมกับกากน้ำตาลและใบกระถินในระดับต่างๆ พบว่าพืชหมักที่เสริมกากน้ำตาลมีโปรตีนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P>0.01$) สำหรับกรดอินทรีย์ที่ตรวจพบในพืชหมัก คือ กรดแลคติก และกรดอะซิติก ปริมาณกรดอินทรีย์ในพืชหมักจะเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มระดับฟางข้าว โดยปริมาณกรดอะซิติกจะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) แต่ปริมาณกรดอินทรีย์ในพืชหมักจากการทดลองยังอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับพืชหมักที่ดี คือมีปริมาณกรดแลคติก 0.5-2.0 % และปริมาณกรดอะซิติกน้อยกว่า 0.5% และไม่ควรพบกรดบิวทีริกในพืชหมัก (Kung *et al.* 2000) ทั้งนี้การเพิ่มระดับฟางข้าวไม่มีผลต่อค่า pH ในพืชหมัก โดยค่า pH ยังอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับพืชหมักที่ดี ดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 องค์ประกอบทางเคมีของพืชหมักจากเปลือกและเมล็ดลำไยร่วมกับฟางข้าว

ระดับฟางข้าวในพืชหมัก	pH	วัตถุแห้ง	% วัตถุแห้ง			
			โปรตีน	ผนังเซล	ลิกโน-เซลลูโลส	เถ้า
ฟางข้าว 0%	3.95	45.35	8.76[c]	45.46	31.56	4.65
ฟางข้าว 5.0%	3.95	46.72	8.54[b]	47.25	33.68	5.43
ฟางข้าว 7.5%	3.95	48.67	8.43[a]	48.69	35.96	5.78
ฟางข้าว 10%	3.96	52.43	8.30[a]	51.12	37.04	6.23

ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ตารางที่ 11 ความเข้มข้นของกรดแลคติกและกรดอะซิติกในพืชหมัก

ระดับฟางข้าวในพืชหมัก	ความเข้มข้นของกรดอินทรีย์ (%)	
	กรดแลคติก	กรดอะซิติก
ฟางข้าว 0%	1.47±0.19	0.27±0.68[c]
ฟางข้าว 5.0%	1.52±0.16	0.26±0.51[c]
ฟางข้าว 7.5%	1.51±0.29	0.37±0.15[b]
ฟางข้าว 10%	1.54±0.29	0.49±0.12[a]

ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

เปลือกและเมล็ดลำไยหมัก | เปลือกและเมล็ดลำไยหมัก+ฟางข้าว 5.0%

เปลือกและเมล็ดลำไยหมัก+ฟางข้าว 7.5% | เปลือกและเมล็ดลำไยหมัก+ฟางข้าว 10.0%

ภาพที่ 6 พืชหมักจากเปลือกและเมล็ดลำไยร่วมกับฟางข้าว

การศึกษาการเก็บรักษาใบลำไยโดยการทำพืชหมัก

ลักษณะทางกายภาพของพืชหมักจากใบลำไย พบว่าสามารถหมักใบลำไยร่วมกับหญ้ากินนีได้ เมื่อมีการเสริมกากน้ำตาลเป็นสารช่วยหมัก เมื่อประเมินพืชหมักตามเกณฑ์ประเมินคุณภาพพืชหมักทางกายภาพ ที่กองอาหารสัตว์ตามวิธีของวารุณี และคณะ (2547) พบว่าพืชหมักมีกลิ่นคล้ายผลไม้ดอง โดยมีลักษณะทางกายภาพไม่เปลี่ยนแปลง และสีเข้มกว่าเดิมเล็กน้อย ได้คะแนนการประเมินอยู่ในระดับดี (คะแนน 15-19) เป็นผลจากค่า pH ของพืชหมักจากใบลำไยมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ที่เหมาะสมของการเป็นพืชหมักที่รายงานโดย Kung *et al.* (2000) คือ ค่า pH ระหว่าง 3.95-4.02 หรือ Skerman และ Riveros (1990) ที่รายงานว่าพืชหมักที่ดีควรมีค่า pH ไม่เกิน 4.2 นอกจากนี้อาจมีผลจากพืชหมักมีการเน่าเสียมากกว่าร้อยละ 10 โดยส่วนที่เสียเกิดขึ้นเนื่องจากกิ่งและก้านใบแทงถุงหมักแตก ทำให้มีอากาศเข้าภายในถุงหมัก จึงเกิดเชื้อราบนพืชหมัก เมื่อประเมินลักษณะทางกายภาพของพืชหมักด้วยการสังเกตจากเนื้อของพืชหมัก กลิ่น สี และค่า pH จึงมีผลให้ได้ค่าคะแนนประเมินลดต่ำลง

ผลวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของพืชหมักจากใบลำไยพร้อมก้านใบในระดับต่างๆหมักร่วมกับหญ้ากินนีสด พบว่า การเพิ่มระดับใบลำไยในพืชหมักมีผลให้พืชหมักมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งสูงขึ้น เช่นเดียวกับค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุ และเปอร์เซ็นต์โปรตีนในวัตถุแห้ง ดังตารางที่ 12 ทั้งนี้การเพิ่มขึ้นของค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุ และค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์โปรตีนในพืชหมักที่มีใบลำไยเป็นส่วนผสม เป็นผลจากใบลำไยมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง อินทรียวัตถุ และโปรตีน ที่สูงกว่าหญ้ากินนี ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ นันทรัตน์ และคมจันทร์ (มปป) รายงานจากการวิเคราะห์ธาตุไนโตรเจนในใบลำไย พบว่า ใบลำไยมีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบประมาณร้อยละ 2.11 หรือคิดเป็นโปรตีนเท่ากับ 13.19 เปอร์เซ็นต์ และจากรายงานของกรมปศุสัตว์ (2547) พบว่าหญ้ากินนีที่ตัดที่อายุ 45-60 วัน มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนระหว่าง 6.97-7.56 เปอร์เซ็นต์ ดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 องค์ประกอบทางเคมีของพืชหมักจากใบลำไย

พืชหมัก	pH	วัตถุแห้ง	%วัตถุแห้ง			
			อินทรีย์วัตถุ	โปรตีน	ผนังเซล	ลิกโนเซลลูโลส
หญ้ากินนี+ใบลำไย (100:0)	3.98	29.59	88.65	6.46	66.12	32.11
หญ้ากินนี+ใบลำไย (90:10)	4.23	30.98	88.65	6.89	64.84	34.89
หญ้ากินนี+ใบลำไย (80:20)	4.35	32.65	88.65	7.77	64.09	35.16
หญ้ากินนี+ใบลำไย (70:30)	4.58	33.76	88.65	7.98	62.45	36.62
หญ้ากินนี+ใบลำไย (60:40)	4.76	34.13	88.65	8.58	60.15	38.65

การศึกษาค่าการสลายตัวของโภชนะคือวัตถุแห้ง อินทรียวัตถุ และโปรตีนในพืชหมักจากใบลำไยร่วมกับหญ้ากินนีในห้องปฏิบัติการ โดยใช้ชุดกระเพาะหมักเทียม *In vitro* true digestibility (IVTD) แบบ batch type พบว่า ค่าการสลายตัวของวัตถุแห้ง อินทรียวัตถุและโปรตีนของพืชหมักมีค่าสูงขึ้นเมื่อระยะเวลาในการบ่มนานขึ้น (24 และ 48 ชั่วโมง) พืชหมักที่มีใบลำไยมีค่าการสลายตัวของวัตถุแห้ง และอินทรียวัตถุสูงขึ้น แต่การสลายตัวของโปรตีนลดลง ที่ชั่วโมงแช่บ่ง 24 ชั่วโมงค่าการสลายตัวของวัตถุแห้ง อินทรียวัตถุ และโปรตีนต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ที่ชั่วโมงแช่บ่ม 48 ชั่วโมงการสลายตัวของวัตถุแห้ง อินทรียวัตถุและโปรตีนของพืชหมักที่มีใบลำไยมีค่าต่ำลงอย่างเห็นได้ชัด ค่าเฉลี่ยการสลายตัวของวัตถุแห้งและโปรตีนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ($P>0.05$) สอดคล้องกับค่าองค์ประกอบทางเคมีที่แสดงว่าใบลำไยมีเยื่อใยลิกโนเซลลูโลสสูงซึ่งมีผลต่อการย่อยได้ของโภชนะ

ตารางที่ 13 ค่าเฉลี่ยการสลายตัวของโภชนะในส่วนประกอบของลำไยที่ 24 ชั่วโมง

ระดับใบลำไย	การสลายตัวของโภชนะ (%)		
พืชหมัก (%)	วัตถุแห้ง	อินทรีย์วัตถุ	โปรตีน
0	24.14[a]	19.33[a]	37.67[a]
10.0	24.56[a]	20.68[a]	30.65[a]
20.0	24.97[ab]	21.78[b]	29.87[b]
30.0	25.34[b]	22.15[b]	28.05[c]
40.0	26.28[b]	22.58[b]	26.82[c]

[ab] ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ตารางที่ 14 ค่าเฉลี่ยการสลายตัวของโภชนะในส่วนประกอบของลำไยที่ 48 ชั่วโมง

ระดับใบลำไย	การสลายตัวของโภชนะ (%)		
พืชหมัก (%)	วัตถุแห้ง	อินทรีย์วัตถุ	โปรตีน
0	38.91[a]	33.85	48.93[a]
10.0	37.28[a]	32.44	41.84[a]
20.0	36.34[ab]	32.08	40.07[b]
30.0	35.66[b]	31.75	38.26[c]
40.0	35.08[b]	31.01	36.17[c]

[ab] ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

หญ้ากินนี + ใบลำไย 10.0%

หญ้ากินนี + ใบลำไย 20.0%

หญ้ากินนี + ใบลำไย 30%

หญ้ากินนี + ใบลำไย 40%

ภาพที่ 7 พืชหมักจากหญ้ากินนีสดและใบลำไย

เปลือกและเมล็ดลำไย

ลำไยเกรด C

เปลือกและเมล็ดลำไยหมัก

เปลือกและเมล็ดลำไยแห้ง

เศษเหลือลำไยใต้ตะแกรงร่อน

ใบ กิ่ง และก้านลำไย

ภาพที่ 8 เศษเหลือจากการผลิตลำไย

จากการศึกษาเศษเหลือจากการผลิตลำไยทั้งระบบ จะเห็นได้ว่า เศษเหลือที่มีศักยภาพเพียงพอและสามารถนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องได้แก่ ลำไยตกเกรดเช่นลำไยเกรด C เปลือกลำไย เมล็ดลำไย และลำไยใต้ตะแกรงร่อน เนื่องจากมีปริมาณมากเพียงพอ เมื่อวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารพบว่ามีคุณค่าไม่แตกต่างกันมากนัก โดยเฉพาะค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์โปรตีน

เปลือกลำไยและเมล็ดลำไย จัดเป็นเศษเหลือจากโรงงานแปรรูปที่มีปริมาณมาก และยังไม่ได้มีการใช้ประโยชน์ในทางอาหารสัตว์ เมื่อวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารพบว่ามีคุณค่าเพียงพอที่จะใช้เป็นอาหารโคได้ แต่เปลือกและเมล็ดลำไยมีความชื้นสูง การเก็บรักษาเพื่อใช้เป็นอาหารโค จึงควรใช้วิธีการหมัก เนื่องจากในขบวนการหมักจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องโดยเฉพาะกลุ่มแบคทีเรียแลคติก (lactic acid bacteria) จะใช้น้ำตาลในเปลือกและเมล็ดที่เหลือจากการแยกเนื้อลำไยออกจากเมล็ด ซึ่งเป็นแหล่งของคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยง่ายเป็นแหล่งพลังงานในการเจริญเติบโตและผลิตกรดแลคติก มีผลให้ค่า pH ของพืชหมักลดลง ทำให้เก็บรักษาพืชหมักได้นาน โดยพืชหมักมีเปอร์เซ็นต์โปรตีนสูงขึ้นเล็กน้อยได้ การหมักเปลือกและเมล็ดลำไยสามารถทำได้โดยไม่ต้องใช้สารช่วยหมัก เช่นกากน้ำตาลหรือใบกระถินได้ เนื่องจากในเศาเหลือจากเปลือกและเมล็ดลำไยมีน้ำตาลหลงเหลือจากการแยกเนื้อจากเปลือกและเมล็ด ซึ่งจุลินทรีย์สามารถนำไปใช้เป็นแหล่งพลังงานได้ นอกจากนี้ยังอาจเก็บรักษาโดยการหมักยูเรียร่วมกับฟางข้าว

สำหรับลำไยเกรด C สามารถใช้เป็นแหล่งพลังงานในอาหารได้โยตรง เนื่องจากผลลำไยมีส่วนประกอบ คือ เปลือก เนื้อ และเมล็ดลำไย ในเนื้อลำไยมีน้ำตาลที่ย่อยง่ายเป็นส่วนประกอบสูงและมีโปรตีนเพียงพอ การเก็บรักษาควรใช้วิธีแช่เย็น การแช่แข็ง หรือการหมักร่วมกับหญ้าสด สำหรับลำไยเกรด C ควรนำมาใช้ประโยชน์ทางอาหารสัตว์ เมื่อผลผลิตลำไยล้นตลาดหรือผลไยออกสู่ตลาดมาก และลำไยเกรด C มีราคาไม่เกิน 2.00 บาท

ใบลำไยแม้จะเป็นเศษเหลือจากการเก็บเกี่ยวและตัดแต่งกิ่งที่มีมากมาย และมีคุณค่าทางอาหารเพียงพอที่จะใช้เป็นอาหารโค โดยมีโปรตีนสูงที่สุดในเศษเหลือจากการผลิตลำไยทั้งหมด แต่มีลิกโน-เซลลูโลสสูง จึงอาจเป็นปัจจัยที่สำคัญในการใช้ประโยชน์จากโภชนะที่มีอยู่ในใบลำไย การใช้ประโยชน์สามารถนำมาใช้เป็นอาหารเสริมฟางข้าวหรืออาหารหยาบอื่นในช่วงฤดูแล้งได้ วิธีเก็บรักษาที่เหมาะสม คือ ทำพืชหมักโดยหมักใบลำไยร่วมกับหญ้าสดที่อวบน้ำชนิดต่างๆ

บทที่ 4
สมรรถนะในการเจริญเติบโต และผลตอบแทน

องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง

ผลวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหารหยาบ (ตารางที่ 15) พบว่า ฟางข้าวเป็นอาหารหยาบที่มีคุณค่าทางอาหารต่ำ มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์โปรตีนในวัตถุแห้งเท่ากับ 3.59 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งต่ำกว่าฟางอบยูเรีย 6 % (7.57 เปอร์เซ็นต์) นอกจากนี้ในวัตถุแห้งของฟางข้าวยังมีปริมาณผนังเซลล์ (NDF) ต่ำกว่า (70.17 เปรียบเทียบกับ 73.65 เปอร์เซ็นต์) แต่มีปริมาณลิกโนเซลลูโลส (ADF) สูงกว่าฟางอบยูเรีย 6 % (50.75 เปรียบเทียบกับ 48.65 เปอร์เซ็นต์) คุณค่าทางอาหารของฟางข้าวอบยูเรีย 6 % ที่สูงขึ้น เป็นผลจากปุ๋ยยูเรียที่ใช้ในการทำฟางข้าวอบยูเรียเมื่อถูกย่อยโดยเอนไซม์ยูรีเอส (urease) จะสลายตัวเป็นก๊าซแอมโมเนีย เมื่อก๊าซแอมโมเนียทำปฏิกิริยากับน้ำได้แอมโมเนียไฮดร๊อกไซด์ (NH_4OH) ที่มีฤทธิ์เป็นด่าง ซึ่งมีผลทำให้พันธะที่เกิดขึ้นระหว่างลิกนินและเซลลูโลส (ลิกโนเซลลูโลส) ที่ผนังเซลล์ของฟางข้าวคลายตัวออกจากกัน จุลินทรีย์ภายในกระเพาะรูเมนจึงสามารถเข้าไปใช้ประโยชน์จากเซลลูโลสที่ผนังเซลล์ได้มากขึ้น สอดคล้องกับรายงานของ Wanapat *et al*. (1985,1986), Orskov (1994), Getachew *et al*. (1998), Yulistini *et al.* (2003) และ กรมปศุสัตว์ (2550) ที่รายงานสอดคล้องกันว่า ฟางข้าวเป็นแหล่งอาหารหยาบมีลักษณะฟ่าม มีคุณค่าทางอาหารต่ำ โดยเฉพาะมีเปอร์เซ็นต์โปรตีนต่ำ รวมทั้งมีลิกนิน ลิกโนเซลลูโลส และซิลลิก้า เป็นส่วนประกอบ จึงมีผลให้จุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ในกระเพาะรูเมน ไม่สามารถนำโภชนะที่มีอยู่ในฟางข้าวไปใช้ประโยชน์เพื่อเพิ่มจำนวนประชากรได้ ฟางข้าวจึงมีค่าการย่อยได้ของโภชนะต่ำ การทำฟางข้าวอบยูเรียนับเป็นวิธีการใช้สารเคมีวิธีการหนึ่ง ที่นิยมใช้ในการปรับปรุงคุณค่าทางอาหารของฟางข้าวให้สูงขึ้น ทำให้ลักษณะภายนอกของฟางข้าวมีความอ่อนนุ่มขึ้น และทำให้มีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างภายในที่ผนังเซลล์ของฟางข้าวตรงพันธะระหว่างลิกนินและเซลลูโลส ซึ่งมีผลทำให้ค่าลิกโนเซลลูโลส (ADF) ลดลงได้ นอกจากนี้การปรับปรุงคุณภาพของฟางข้าวด้วยวิธีการอบยูเรียหรือหมักยูเรีย ยังทำให้เปอร์เซ็นต์โปรตีนของฟางข้าวอบยูเรียสูงขึ้นจากไนโตรเจนที่เป็นองค์ประกอบของยูเรีย สัตว์จึงมีปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้ง และการย่อยได้ของโภชนะสูงขึ้นตามไปด้วย

สำหรับผลวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของหญ้ากินนีที่ใช้ในการทดลอง พบว่า มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์โปรตีนสูงกว่า (มีค่าเท่ากับ 8.57 เปรียบเทียบกับ 7.57 และ 3.59 เปอร์เซ็นต์ในวัตถุแห้ง) ฟางข้าวอบยูเรีย 6% และฟางข้าว แต่มีค่าปริมาณผนังเซล (NDF) สูงกว่า (มีค่าเท่ากับ 75.23 เปรียบเทียบกับ 73.65 และ 70.17 เปอร์เซ็นต์ในวัตถุแห้ง) และปริมาณลิกโนเซลลูโลส (ADF) ต่ำกว่าฟางข้าวอบยูเรีย 6% และฟางข้าว (มีค่าเท่ากับ 40.87 เปรียบเทียบกับ 48.65 และ 50.75 เปอร์เซ็นต์ในวัตถุแห้ง) ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง และค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์โปรตีน ค่า NDF และค่า ADF คิดจาก

เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งในหญ้ากินนีจากการทดลองครั้งนี้ แสดงให้เห็นว่า หญ้ากินนีที่ใช้ในการทดลองเป็นอาหารหยาบที่มีคุณค่าทางอาหารดีพอสมควร เนื่องจากมีวัตถุแห้ง 23.38 % และมีเปอร์เซ็นต์โปรตีนเท่ากับ 8.57 เปอร์เซ็นต์ในวัตถุแห้ง ค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกับรายงานของ Jaturasitha *et al. (*2009) ที่กล่าวว่าเปอร์เซ็นต์โปรตีนของหญ้ากินนีมีค่าเท่ากับ 8.30 % และรายงานของกรมปศุสัตว์ (2544) ที่รายงานว่าหญ้ากินนีมีเปอร์เซ็นต์โปรตีนระหว่าง 4-14% ขึ้นอยู่กับอายุของการตัด

ตารางที่ 15 ส่วนประกอบทางเคมีของอาหารหยาบ (เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง)

โภชนะ	หญ้ากินนี	ฟางข้าว	ฟางข้าวอบยูเรีย 6%
วัตถุแห้ง(DM),%	23.38	92.52	46.02
	ร้อยละของวัตถุแห้ง		
โปรตีน(CP)	8.57	3.59	7.57
ไขมัน(EE)	1.34	1.88	2.05
เถ้า(Ash)	6.18	14.35	14.06
ผนังเซลล์(NDF)	75.23	70.17	73.65
ลิกโนเซลลูโลส(ADF)	40.87	50.75	48.65
Ca	2.45	0.85	0.62
P	0.99	0.16	0.14
พลังงาน (GE,kcal./g.)	4,010	3,426	3,878
ราคา (บาท/กิโลกรัม)	1.00	1.00	1.65

องค์ประกอบทางเคมีของอาหารข้นสำเร็จรูปที่ใช้ในการทดลองพบว่า มีเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งเท่ากับ 89.28 และ เปอร์เซ็นต์โปรตีนในวัตถุแห้งเท่ากับ 15.52 เปอร์เซ็นต์ สำหรับใบกระถินที่ใช้ในการทดลองมีเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งเท่ากับ 89.65 และเปอร์เซ็นต์โปรตีนในวัตถุแห้งเท่ากับ 17.26 เปอร์เซ็นต์ โดยมีเยื่อใย (CF)ในวัตถุแห้งเท่ากับ 24.68 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณผนังเซล และลิกโนเซลลูโลสเท่ากับ 56.46 และ 38.25 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์โปรตีนของใบกระถินสับหยาบที่ใช้ในการทดลองนี้ มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์โปรตีนในใบกระถินที่รายงานโดย Njarui *et al.* (2003) และ Sruamsiri *et al.* (2007) และ มนตรี และคณะ (2553) รายงานว่าใบกระถินมีโปรตีนเท่ากับ 23.73, 19.91 และ 20.22 เปอร์เซ็นต์ในวัตถุแห้ง ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์โปรตีนที่แตกต่างกันน่าจะเป็นผลจากความแตกต่างจากอายุของการตัด สภาพพื้นที่ปลูก และวิธีการเตรียมใบกระถิน โดยเฉพาะการปนกิ่งและก้านของกระถินในปริมาณที่สูงขึ้นจะมีผลให้เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งและเยื่อใยของใบกระถินสูงขึ้นตามไปด้วย ในขณะที่เปอร์เซ็นต์โปรตีนจะมีค่าต่ำลง สำหรับใบกระถินที่

ใช้ในการทดลองนี้เป็นใบกระถินแห้งที่ซื้อจากเกษตรกรโดยตรง จึงน่าจะมีการปนกิ่งก้านที่มีขนาดต่างๆกันด้วย ซึ่งมีผลต่อเปอร์เซ็นต์โปรตีนโดยตรง

ผลวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีในกากน้ำตาลพบว่ามีวัตถุแห้งเท่ากับ 79.68 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์โปรตีน และมีไขมันเท่ากับ 4.86 และ 0.52 เปอร์เซ็นต์ในวัตถุแห้ง ตามลำดับ สอดคล้องกับรายงานของ วรินธร และคณะ (2552) ที่รายงานผลวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของกากน้ำตาลพบว่ามีค่าเฉลี่ยวัตถุแห้งเท่ากับ 78.98% ด้านผลวิเคราะห์ลำไยเกรด C ที่ใช้ในการทดลอง พบว่ามีวัตถุแห้งเท่ากับ 36.06 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์โปรตีน ไขมัน และ เยื่อใย เท่ากับ 8.01, 1.38 และ 6.08 เปอร์เซ็นต์ในวัตถุแห้ง ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยพลังงานรวม (GE) เท่ากับ 4,213 kcal./g. ด้านองค์ประกอบทางเคมีในเปลือกและเมล็ดลำไยหมักพบว่ามีวัตถุแห้ง 49.77 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์โปรตีน ไขมัน และ เยื่อใย เท่ากับ 8.89, 1.45, 20.13 เปอร์เซ็นต์ในวัตถุแห้งตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยพลังงานรวม (GE) เท่ากับ 4,082 kcal/g ดังตารางที่ 16

ตารางที่ 16 องค์ประกอบทางเคมีของอาหารข้น ใบกระถินแห้งบด กากน้ำตาล ลำไยเกรด C และเปลือกและเมล็ดลำไยหมัก

โภชนะ	อาหารข้น	ใบกระถินแห้ง	กากน้ำตาล	ลำไยเกรด C	เปลือกและเมล็ดลำไยหมัก
วัตถุแห้ง (DM), %	89.28	89.65	79.68	36.06	49.77
		ร้อยละของวัตถุแห้ง			
โปรตีน(CP)	15.52	17.26	4.86	8.01	8.89
ไขมัน(EE)	4.32	3.68	0.52	1.38	1.45
เยื่อใย (CF)	11.04	24.68	0.01	6.08	20.13
ผนังเซลล์ (NDF)	56.72	56.46	-	52.11	50.12
ลิกโนเซลลูโลส (ADF)	19.06	38.25	-	33.75	38.18
เถ้า (Ash)	10.06	9.37	8.43	6.19	5.41
Ca	1.59	2.12	-	0.90	1.54
P	0.71	0.03	0.06	0.19	0.23
GE (kcal/g)	4,139	3,857	3,732	4,213	4,082
ราคา (บาท/กิโลกรัม)	8.00	4.50	8.00	5.50	0.15

ด้านสมรรถนะการเจริญเติบโตของโคลูกผสม (บราห์มันxพื้นเมือง) ที่ให้อาหารหยาบกินอย่างเต็มที่ (*ad libitum*) และอาหารข้น 0.5 % ของน้ำหนักตัวตลอดระยะทดลอง 189 วัน โดยในระยะแรก (กลุ่มที่ 1) เลี้ยงโคทดลองด้วยฟางข้าวเป็นอาหารหยาบหลัก เสริมด้วยเปลือกและเมล็ดลำไยหมัก เปรียบเทียบกับการเลี้ยงด้วยฟางข้าวอบยูเรีย 6% เป็นอาหารหยาบ (กลุ่มที่ 2) เป็นเวลา 56 วัน ในระยะที่ 2 ระยะทดลอง 28 วัน กลุ่มที่ 1 เลี้ยงด้วยฟางข้าว (ให้กินอย่างเต็มที่) ร่วมกับหญ้ากินนีสด 10 กิโลกรัมเป็นอาหารหยาบ เสริมด้วยเปลือกและเมล็ดลำไยหมัก และใบกระถินแห้ง 100 กรัม/ตัว/วัน เปรียบเทียบกับกลุ่มที่ 2 ให้กินฟางข้าวอบยูเรีย 6% อย่างเต็มที่ ร่วมกับหญ้ากินนีสด 10 กิโลกรัม และในระยะที่ 3 โคทดลองทุกตัวได้กินหญ้ากินนีสดอย่างเต็มที่เป็นอาหารหยาบหลัก โดยกลุ่มที่ 1 เสริมด้วยลำไยเกรด C เปรียบเทียบกับกลุ่มที่ 2 ให้กินหญ้ากินนีสดเสริมด้วยกากน้ำตาล ใช้เวลาทดลอง 105 วัน เมื่อเปรียบเทียบสมรรถนะการเจริญเติบโตในระยะที่ 1 (56 วัน) ระหว่างกลุ่มโคที่กินฟางข้าวเป็นอาหารหยาบหลักเสริมด้วยเปลือกและเมล็ดลำไยหมัก (กลุ่มที่ 1) และกลุ่มโคที่กินฟางข้าวอบยูเรีย 6 % เป็นอาหารหยาบ (กลุ่มที่ 2) โดยโคทั้งสองกลุ่มได้กินอาหารข้นโปรตีน 15.52 เปอร์เซ็นต์ในวัตถุแห้ง อัตรา 0.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว/วัน (ตารางที่ 17) พบว่า โคที่กินฟางข้าวเป็นอาหารหยาบ เสริมด้วยเปลือกและเมล็ดลำไยหมัก (กลุ่มที่ 1) มีการสูญเสียน้ำหนักเฉลี่ย 57 กรัม/ตัว/วัน ในขณะที่กลุ่มที่กินฟางข้าวอบยูเรีย 6 % มีการเพิ่มน้ำหนักตัวเพียงเล็กน้อย (193 กรัม/วัน) อัตราการเจริญเติบโตที่เพิ่มขึ้นในกลุ่มที่ 2 เป็นผลจากการปรับปรุงคุณค่าทางอาหารของฟางข้าวด้วยการอบยูเรีย 6 % ทำให้โคในกลุ่มที่ 2 มีปริมาณการกินได้ของโภชนะเพิ่มขึ้น คือ ปริมาณการกินได้ของโปรตีน มีค่าสูงขึ้น (0.27 และ 0.35 กก.วัตถุแห้ง/วัน) และ ปริมาณการกินได้ของพลังงานรวม (Mcal/วัน) เพิ่มสูงขึ้น (14.22 และ 14.70) ในขณะที่ปริมาณการกินได้ของลิกโนเซลลูโลสมีค่าลดต่ำลง (1.64 และ 1.59 กก.วัตถุแห้ง/วัน) มีผลให้สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้งมีค่าเพิ่มสูงขึ้น (55.08 เปรียบเทียบกับ 59.29 เปอร์เซ็นต์) สอดคล้องกับการศึกษาของ Liu *et al.(*1995), Wanapat (1999) และ Wanapat *et al.*(2009) ที่รายงานว่าการใช้สารเคมีเป็นวิธีการหนึ่งที่ใช้ในปรับปรุงคุณภาพของฟางข้าว ทำให้โภชนะในฟางข้าวมีการใช้ประโยชน์ได้สูงขึ้น และ Wang *et al.* (2007) รายงานจากการศึกษาลักษณะโครงสร้างของฟางข้าวที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพด้วยยูเรียด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน พบว่าการปรับปรุงคุณภาพของฟางข้าวด้วยสารเคมีทำให้ฟางข้าวมีการเปลี่ยนแปลงลักษณะโครงสร้างดีขึ้น จึงทำให้แบคทีเรียและเชื้อรามีจำนวนเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ Khejornsart และ Wanapat (2010) ยังได้รายงานสอดคล้องกันว่า การใช้ฟางข้าวที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพด้วยสารละลายที่มีคุณสมบัติเป็นด่าง (NaOH หรือ ยูเรีย 3-5%) เป็นแหล่งอาหารหยาบสามารถทำให้สัตว์เคี้ยวเอื้องมีการเพิ่มผลผลิตได้ เนื่องจากจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนมีแหล่งโภชนะเพียงพอในการเพิ่มจำนวนประชากร ทำให้มีการเพิ่มผลผลิตที่เกิดจากการหมัก คือ แอมโมเนียไนโตรเจน (NH_3-N) และ ปริมาณกรดไขมันระเหยง่าย (VFA) ซึ่งร่างกายของสัตว์สามารถดูดซึม และนำไปใช้ประโยชน์ต่อร่างกายได้โดยตรงผ่านผนังกระเพาะรูเมน นอกจากนี้ยังรายงานเพิ่มเติมว่า การใช้ฟางข้าวที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพ ยังสามารถเพิ่มประชากรเชื้อราได้หลาย

ชนิดในกระเพาะรูเมน ซึ่งเป็นกลุ่มเชื้อราที่มีความสำคัญกับการย่อยสลายเยื่อใยในอาหารหยาบ จึงเป็นผลให้มีการย่อยได้ของโภชนะในฟางข้าวเพิ่มขึ้นได้

ด้านปริมาณการกินอาหาร พบว่า โคทั้งสองกลุ่มมีปริมาณการกินอาหารในรูปวัตถุแห้งไม่แตกต่างกัน (P>0.05) โดยโคกลุ่มที่ 1 มีปริมาณการกินได้ในรูปวัตถุแห้ง (กิโลกรัม/วัน) สูงกว่ากลุ่มที่ 2 เล็กน้อย (3.88 และ 3.82 กิโลกรัมวัตถุแห้ง/วัน) ปริมาณการกินได้คิดเป็นร้อยละของน้ำหนักตัวมีค่าเท่ากับ 1.73 และ 1.63 และ มีค่าเท่ากับ 67.32 และ 64.07 กรัม/กิโลกรัมเมแทบอลิก ตามลำดับ ปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้งที่เพิ่มขึ้นในโคกลุ่มที่ 1 ส่วนหนึ่งเป็นผลจากการได้กินเปลือกและเมล็ดลำไยหมักที่มีความนุ่มน่ากินมากกว่าฟางข้าว และมีกลิ่นหอมของอาหารหมัก ปริมาณการกินเปลือกและเมล็ดลำไยหมักคิดเป็นวัตถุแห้งมีค่าเท่ากับ 0.53 กิโลกรัม/วัน หรือคิดเป็นน้ำหนักตัวร้อยละ 0.24 และเท่ากับ 9.20 กรัม/กิโลกรัมเมแทบอลิก ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบปริมาณการกินอาหารแยกเป็นอาหารหยาบและอาหารข้นจะเห็นได้ว่าโคกลุ่มที่ 2 มีปริมาณวัตถุแห้งที่กินได้จากอาหารหยาบสูงกว่ากลุ่มที่ 1 (2.47 และ 2.93 กก./วัน) เช่นเดียวกับเมื่อคิดปริมาณการกินอาหารเป็นร้อยละของน้ำหนักตัว (1.11 และ 1.26) หรือ กรัม/กิโลกรัมเมแทบอลิก (42.86 และ 49.14) แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) เป็นผลจากการปรับปรุงคุณภาพฟางข้าวด้วยยูเรีย 6% ที่ทำให้ฟางข้าวอบยูเรียมีลักษณะอ่อนนุ่ม มีความน่ากินมากกว่าฟางข้าวที่ไม่ได้ผ่านการปรับปรุง นอกจากนี้ยังทำให้มีการย่อยได้ของโภชนะเพิ่มสูงขึ้น ตารางที่ 18 สำหรับปริมาณอาหารข้นที่กินพบว่า โคกลุ่มที่ 1 กินได้มากกว่ากลุ่มที่ 2 เล็กน้อย เมื่อคิดเป็นร้อยละของน้ำหนักตัว (0.40 และ 0.38) หรือ กรัม/กิโลกรัมเมแทบอลิก (15.44 และ 14.93) แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05)

เมื่อพิจารณาปริมาณการกินได้ของโภชนะ (กิโลกรัมวัตถุแห้ง/วัน) จากองค์ประกอบทางเคมีและปริมาณอาหารที่กิน จะเห็นได้ว่า โคกลุ่มที่ 1 ได้กินอินทรียวัตถุ (3.42 และ 3.33) และลิกโน-เซลลูโลสสูงกว่า (1.64 และ 1.59) โคกลุ่มที่ 2 แต่ได้กินโปรตีนต่ำกว่า (0.27 และ 0.35) จึงเป็นผลให้โคได้รับพลังงานและโปรตีนไม่เพียงพอต่อความต้องการในการเจริญเติบโต ซึ่งแสดงออกในรูปของการสูญเสียน้ำหนักตัวตามมา แม้ว่าจะเป็นการสูญเสียน้ำหนักตัวเพียงเล็กน้อยต่อวัน (57 กรัม/วัน) ก็ตาม นอกจากนี้ยังแสดงให้เห็นว่า จุลินทรีย์ที่อาศัยในกระเพาะรูเมนสามารถใช้ประโยชน์จากโภชนะในเปลือกและเมล็ดลำไยหมักได้ เนื่องจากตลอดเวลาทดลอง 56 วัน โดยเฉลี่ยแล้วโคกลุ่มที่ 1 มีการสูญเสียน้ำหนักเพียงเล็กน้อย แม้ว่าจะเป็นช่วงเวลาที่โคได้กินฟางข้าวเป็นอาหารหยาบหลักเพียงอย่างเดียวแต่มีการเสริมเปลือกและเมล็ดลำไยหมัก โภชนะที่ได้จากเปลือกและเมล็ดลำไยหมักจึงน่าจะถูกนำมาใช้ชดเชยโภชนะที่ได้รับอย่างไม่เพียงพอจากฟางข้าวได้ สำหรับต้นทุนค่าอาหารต่อวัน พบว่ากลุ่มที่ 2 มีต้นทุนค่าอาหารสูงกว่ากลุ่มที่ 1 อย่างชัดเจน (10.62 และ 18.43 บาท/วัน) ค่าเฉลี่ยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) เป็นผลจากมีปริมาณการกินอาหารหยาบ (ฟางข้าวอบยูเรีย 6%) สูงกว่า และต้นทุนราคาฟางข้าวอบยูเรีย 6% มีค่าสูงกว่าฟางข้าวที่ไม่ผ่านการปรับปรุง ตารางที่ 17

ตารางที่ 17 สมรรถนะการผลิตและปริมาณอาหารที่กินในระยะที่ 1 (mean±SE)

ลักษณะที่ศึกษา	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	Pr>T
จำนวนโคทดลอง	6	6	
น้ำหนักเริ่มต้น (กิโลกรัม)	224.17±6.92	227.50±9.11	0.718
น้ำหนักสิ้นสุด (กิโลกรัม)	221.00±4.83	238.33±8.62	0.168
ตลอดระยะเวลาทดลอง (วัน)	56	56	
อัตราการเจริญเติบโต			
-กิโลกรัม/วัน	-0.057±31.85	0.193±43.73	0.288
-กรัม/กิโลกรัมเมแทบอลิก ($BW^{0.75}$)	-0.98±0.06	3.24±0.66	0.578
ต้นทุนค่าอาหาร/วัน (บาท)	$10.62±0.12^{A}$	$18.43±0.36^{B}$	0.014
อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว 1 กก.	NA	25.09±10.79	
ต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว (บาท/กิโลกรัม)	NA	103.57±51.90	
ปริมาณการกินได้ทั้งหมด (วัตถุแห้ง)			
-กิโลกรัม/วัน	3.88±0.13	3.82±0.09	0.255
-ร้อยละของน้ำหนักตัว	1.73±0.05	1.63±0.05	0.370
- กรัม/กิโลกรัมเมแทบอลิก ($BW^{0.75}$)	67.32±1.91	64.07±1.46	0.113
ปริมาณการกินได้ของอาหารหยาบ (วัตถุแห้ง)			
-กิโลกรัม/วัน	2.47±0.12	2.93±0.09	0.558
-ร้อยละของน้ำหนักตัว	1.11±0.05	1.26±0.04	0.337
- กรัม/กิโลกรัมเมแทบอลิก ($BW^{0.75}$)	42.86±1.77	49.14±1.28	0.241
ปริมาณการกินได้ของอาหารข้น (วัตถุแห้ง)			
-กิโลกรัม/วัน	0.89±0.00	0.89±0.00	
-ร้อยละของน้ำหนักตัว	0.40±0.02	0.38±0.01	0.757
- กรัม/กิโลกรัมเมแทบอลิก ($BW^{0.75}$)	15.44±0.31	14.93±0.40	0.527
ปริมาณการกินได้ของเปลือกและเมล็ดลำไยหมัก (วัตถุแห้ง)			
-กิโลกรัม/วัน	0.53±0.31	-	
-ร้อยละของน้ำหนักตัว	0.24±0.04	-	
- กรัม/กิโลกรัมเมแทบอลิก ($BW^{0.75}$)	9.20±1.40	-	

หมายเหตุ : NA= ไม่วิเคราะห์

ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

ตารางที่ 18 ปริมาณโภชนะที่กิน และสัมประสิทธ์การย่อยได้ของวัตถุแห้งในระยะที่ 1 (mean±SE)

ลักษณะที่ศึกษา	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	Pr>T
จำนวนโคทดลอง	6	6	
น้ำหนักเริ่มต้น (กิโลกรัม)	224.17±6.92	227.50±9.11	0.718
น้ำหนักสิ้นสุด (กิโลกรัม)	221.00±4.83	238.33±8.62	0.168
ตลอดระยะเวลาทดลอง (วัน)	56	56	
ปริมาณการกินได้ของโภชนะ (กก.วัตถุแห้ง/วัน)			
ตลอดระยะการทดลอง (56 วัน)			
อินทรียวัตถุ (OM)	3.42±0.11	3.33±0.07	0.230
โปรตีน (CP)	0.27±0.01	0.35±0.01	0.557
ไขมัน (EE)	0.09±0.00	0.10±0.00	0.462
เยื่อใยหยาบ (CF)	1.24±0.05	1.23±0.03	0.436
ผนังเซล (NDF)	2.51±0.09	2.66±0.06	0.347
ลิกโนเซลลูโลส (ADF)	1.64±0.06	1.59±0.04	0.113
ปริมาณการกินได้ของพลังงานเฉลี่ย (Mcal/วัน)	14.22±0.44	14.70±0.33	0.275
สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของของวัตถุแห้ง	55.08±1.66	59.29±1.85	0.790

ในระยะที่ 2 เมื่อเริ่มเข้าฤดูฝนและโคทดลองได้กินหญ้ากินนีสด 10 กิโลกรัมเป็นแหล่งอาหารหยาบเพิ่มเติมจากการได้กินอาหารหยาบหลัก คือ ฟางข้าว (กลุ่มที่ 1) หรือ ฟางข้าวอบยูเรีย 6% (กลุ่มที่ 2) ที่ให้กินอย่างเต็มที่ โดยเฉพาะในโคกลุ่มที่ 1 เสริมด้วยเปลือกและเมล็ดลำไยหมัก และใบกระถินแห้งบดหยาบ 100 กรัม/วัน โคทดลองทุกตัวได้กินอาหารข้นในอัตรา 0.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว/วัน ระยะทดลอง 28 วัน พบว่า โคกลุ่มที่ 1 เริ่มมีการเพิ่มน้ำหนักตัวได้เล็กน้อย แต่ยังคงมีอัตราการเจริญเติบโตเป็นกิโลกรัมต่อวันต่ำกว่ากลุ่มที่ 2 (0.190 และ 0.339 กิโลกรัมต่อวัน) เช่นเดียวกับค่าอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน คิดเป็นกรัม/กิโลกรัมเมแทบอลิก (3.29 และ 5.51) ต่ำกว่าโคกลุ่มที่ 2 ซึ่งกินฟางข้าวอบยูเรีย 6% เป็นอาหารหยาบหลัก แต่ค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ดังตารางที่ 19 การเพิ่มน้ำหนักตัวของกลุ่มที่ 1 เป็นผลจากมีปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้งทั้งหมดเพิ่มสูงขึ้น จากการได้กินวัตถุแห้งเพิ่มจากหญ้ากินนีสด 10 กิโลกรัม/วัน และวัตถุแห้งจากใบกระถินแห้งบดหยาบ 100 กรัม/วัน จึงทำให้เกิดปรากฏการณ์การเจริญเติบโตชดเชย (compensatory growth) ขึ้นในร่างกาย เพื่อชดเชยการสูญเสียน้ำหนักที่เกิดขึ้นในช่วงระยะเวลาที่โคทดลองได้กินฟางข้าว ที่มีคุณค่าทางอาหารต่ำเป็นอาหารหยาบหลักเพียงอย่างเดียวเป็นระยะเวลา 56 วัน เนื่องจากฟางข้าวเป็นอาหารหยาบที่มีเปอร์เซนต์ลิกโนเซลลูโลสสูง แต่มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนต่ำ จึงมีค่าการย่อยได้ของโภชนะต่ำ ประกอบกับฟางข้าวมีลักษณะฟ่าม มีผลให้โคมีปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้งไม่เพียงพอต่อความต้องการของร่างกาย ซึ่งอยู่ในระยะที่กำลังเจริญเติบโต จึงทำให้เกิดการสูญเสียน้ำหนักตัวตามมา นอกจากนี้โค

ทดลองยังเป็นโคที่อยู่ในระยะที่กำลังเจริญเติบโต (มีอายุไม่ถึง 2 ปี) จึงมีความต้องการโภชนะในการเจริญเติบโตสูง โภชนะที่ได้รับเพิ่มขึ้นจากหญ้ากินนีและใบกระถินบดหยาบ จึงมีผลให้จุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนมีการเพิ่มจำนวนมากขึ้นกว่าเดิม และทำให้เกิดผลผลิตจากการหมักในกระเพาะรูเมนที่ร่างกายสัตว์สามารถนำไปใช้ประโยชน์เพิ่มขึ้น เช่น ปริมาณกรดไขมันระเหยง่าย และแอมโมเนียไนโตรเจน ซึ่งร่างกายสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้โดยตรงเพื่อการเจริญเติบโตและให้ผลผลิต

ในระยะนี้ (28 วัน)โคทดลองทั้งสองกลุ่มมีปริมาณการกินได้ทั้งหมด (วัตถุแห้ง) สูงขึ้น แต่โคกลุ่มที่ 1 มีปริมาณการกินได้ (วัตถุแห้ง) ทั้งหมดสูงกว่าโคกลุ่มที่ 2 เล็กน้อย (5.46 และ 5.45 กิโลกรัมวัตถุแห้งต่อวัน) เช่นเดียวกับเมื่อคิดปริมาณการกินได้ (วัตถุแห้ง) เป็นร้อยละของน้ำหนักตัว (2.44 และ 2.24) และกรัม/กิโลกรัมเมแทบอลิก (94.40 และ 88.53) กลุ่มที่ 1 มีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ 2 เล็กน้อย แต่ไม่แตกต่างทางสถิติ (P>0.05) ปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้งทั้งหมดที่เพิ่มขึ้นในกลุ่มที่ 1 เป็นผลจากการได้กินหญ้ากินนี การเสริมเปลือกและเมล็ดลำไยหมัก และการกินใบกระถินแห้งบดหยาบ 100 กรัม/วัน ซึ่งไนโตรเจนในใบกระถินสามารถถูกใช้เป็นแหล่งไนโตรเจนสำหรับการเพิ่มประชากรจุลินทรีย์ได้ สอดคล้องกับรายงานของบุญเสริมและบุญล้อม (2529) และ Akingbade *et al.(*2001) รายงานว่าใบกระถินเป็นแหล่งโปรตีนจากพืชที่มีคุณค่าทางอาหารสูง เมื่อใช้เสริมอาหารหยาบที่มีคุณภาพต่ำจะช่วยให้คุณค่าทางอาหารโดยรวมดีขึ้น ทำให้สัตว์สามารถใช้ประโยชน์จากอาหารได้สูงขึ้น และรายงานของปราโมทย์และคณะ (2543) พบว่าโปรตีนของใบกระถินมีค่าการย่อยได้ในลำไส้เล็กสูงกว่าใบปอ แสดงว่าใบกระถินมีโปรตีนไหลผ่านสูงกว่าใบปอ โปรตีนในใบกระถินจึงสามารถถูกย่อยโดยเอนไซม์จากลำไส้และตับอ่อนได้เป็นกรดอะมิโนอิสระ ที่ร่างกายสามารถดูดซึมผ่านผนังลำไส้ไปใช้ประโยชน์ได้โดยตรง

เมื่อคิดปริมาณการกินอาหารในรูปวัตถุแห้งแยกออกเป็นอาหารหยาบ และอาหารข้นคิดเป็นกิโลกรัมวัตถุแห้งต่อวัน จะเห็นได้ว่าโคกลุ่มที่ 1 มีค่าปริมาณการกินอาหารหยาบเป็นกิโลกรัมวัตถุแห้ง/วัน ต่ำกว่า กลุ่มที่ 2 (3.88 และ 4.56) เช่นเดียวกับค่าปริมาณการกินได้ของอาหารข้นเป็นกิโลกรัมวัตถุแห้งต่อวัน (0.81 และ 0.89) สอดคล้องกับเมื่อเปรียบเทียบปริมาณการกินอาหารหยาบเป็นร้อยละของน้ำหนักตัว (1.73 และ 1.88) หรือกรัม/กิโลกรัมเมแทบอลิก (67.08 และ 74.07) กลุ่มที่ 1 มีค่าต่ำกว่ากลุ่มที่ 2 แต่ปริมาณการกินอาหารข้นเป็นร้อยละของน้ำหนักตัวทั้งสองกลุ่มมีค่าใกล้เคียงกัน คือ ร้อยละ 0.36 และ 0.37 แต่ไม่แตกต่างทางสถิติ (P>0.05) ปริมาณการกินอาหารในรูปวัตถุแห้งที่ได้จากเปลือกและเมล็ดลำไยหมักมีค่าเท่ากับ 0.67 กก.วัตถุแห้งต่อวัน คิดเป็นร้อยละของน้ำหนักตัวเท่ากับ 0.30 และกรัม/กิโลกรัมเมแทบอลิกเท่ากับ 11.58 สำหรับปริมาณการกินใบกระถินบดหยาบคิดเป็นวัตถุแห้งต่อวันมีค่าเท่ากับ 0.09 กิโลกรัมวัตถุแห้งต่อวัน หรือ ร้อยละต่อน้ำหนักตัวเท่ากับ 0.04 และคิดเป็นกรัม/กิโลกรัมเมแทบอลิกเท่ากับ 1.56 ดังตารางที่ 19

เมื่อพิจารณาปริมาณโภชนะที่กินได้ทั้งหมดจากองค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง และปริมาณอาหารในรูปวัตถุแห้งทั้งหมดที่กิน จะเห็นได้ว่า โคทั้งสองกลุ่มทดลองกินอินทรียวัตถุ (4.85

กิโลกรัมวัตถุแห้ง/วัน) โปรตีน (0.546 กิโลกรัมวัตถุแห้ง/วัน) และเยื่อใยหยาบ (0.11กิโลกรัมวัตถุแห้ง/วัน) ได้เท่ากัน แต่โคกลุ่มที่ 1 ได้กินลิกโนเซลลูโลสต่อวันในปริมาณที่สูงกว่าโคกลุ่มที่ 2 (2.55 และ 2.22 กิโลกรัมวัตถุแห้ง/วัน) ผลจากค่าปริมาณโภชนะที่กินได้ในรูปวัตถุแห้งต่อวัน จึงมีผลให้ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้งของอาหาร มีค่าสูงขึ้นจากระยะที่กินฟางข้าวเป็นอาหารหยาบหลัก แต่โคกลุ่มที่ 1 มีค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะยังต่ำกว่าโคกลุ่มที่ 2 เล็กน้อย (65.79 และ 67.97 เปอร์เซ็นต์) ค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างทางสถิติ (P>0.05) เมื่อเปรียบเทียบปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้งที่กินได้ (กิโลกรัม/วัน) ระหว่างการให้อาหารในระยะที่ 1 และระยะที่ 2 จะเห็นได้ว่าในระยะที่ 2 โคทดลองทั้งสองกลุ่มได้กินปริมาณวัตถุแห้งสูงกว่าในระยะที่ 1 (5.46 และ 5.45 เปรียบเทียบกับ 3.88 และ 3.82) ดังตารางที่ 17 และตารางที่ 19 ทั้งนี้ปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้งเป็นกิโลกรัม/วัน จากการศึกษาในระยะที่ 2 ใกล้เคียงกับค่าที่คำนวณได้โดยใช้สมการทำนายน้ำหนักจากน้ำหนักตัวโคเนื้อลูกผสมบราห์มันน้ำหนักตัว 200 กิโลกรัม (5.20 กิโลกรัมวัตถุแห้ง/วัน) และที่น้ำหนักตัว 250 กิโลกรัม (6.64 กิโลกรัมวัตถุแห้ง/วัน) ที่รายงานโดยคณะทำงานจัดทำมาตรฐานอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องของประเทศไทย (2551) การได้รับปริมาณวัตถุแห้งเพียงพอต่อความต้องการจึงมีผลให้โคทดลองสามารถเพิ่มน้ำหนักตัวได้ โดยปริมาณโปรตีนที่โคได้รับต่อวันก็มีค่าเพียงพอ (0.546 กิโลกรัม/วัน) และอยู่ในเกณฑ์ที่สามารถทำให้มีการเพิ่มน้ำหนักได้ระหว่าง 0.25-0.50 กิโลกรัม/วัน ซึ่งคณะทำงานจัดทำมาตรฐานอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องของประเทศไทย (2551) รายงานว่าโคที่มีน้ำหนักตัวระหว่าง 200-250 กิโลกรัมและมีอัตราการเจริญเติบโตระหว่าง 0.25-0.50 กิโลกรัม/วัน มีความต้องการโปรตีนเฉลี่ยต่อวันเท่ากับ 0.438-0.491 และ 0.583-0.639 กิโลกรัม/วัน ตามลำดับ

ด้านต้นทุนค่าอาหารต่อวัน (บาท) พบว่า กลุ่มที่ 1 มีต้นทุนค่าอาหารต่ำกว่ากลุ่มที่ 2 เล็กน้อย (37.59 และ 38.87 บาทต่อวัน) เนื่องจากกลุ่มที่ 2 กินฟางข้าวอบยูเรีย 6% ที่มีราคาต้นทุนสูงกว่าฟางข้าวที่ไม่ได้ผ่านการปรับปรุงคุณภาพ และสามารถกินอาหารหยาบในรูปวัตถุแห้งได้มากกว่า เมื่อคิดอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว จะเห็นได้ว่ากลุ่มที่ 1 ใช้อาหารมากกว่าเล็กน้อยในการเปลี่ยนเป็นน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม (19.93 และ 18.39) เนื่องจากปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้งในโคทดลองทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน แต่โคกลุ่มที่ 1 มีการเจริญเติบโตชดเชยจากการสูญเสียน้ำหนักตัวในระยะที่ 1 เมื่อได้รับวัตถุแห้งและโภชนะเพิ่มขึ้นและเพียงพอต่อความต้องการร่างกายจึงใช้อาหารได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้นกว่าเดิม แม้ว่าค่าอัตราการเจริญเติบโต (เป็นกิโลกรัม/วัน)โคกลุ่มที่ 1 มีค่า (0.190 และ 0.339) ต่ำกว่ากลุ่มที่ 2 ก็ตาม สำหรับต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัวพบว่าโคกลุ่มที่ 1 มีค่าต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัวสูงกว่า กลุ่มที่ 2 เป็นผลจากมีอัตราการเจริญเติบโตต่ำกว่าและใช้อาหารมากกว่า (137.61 และ 124.99 บาทต่อกิโลกรัม)

ตารางที่ 19 สมรรถนะการผลิตและปริมาณอาหารที่กินในระยะที่ 2 (mean±SE)

ลักษณะที่ศึกษา	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	Pr>T
จำนวนโคทดลอง	6	6	
น้ำหนักเริ่มต้น (กิโลกรัม)	221.00±4.83	238.33±8.62	0.168
น้ำหนักสิ้นสุด (กิโลกรัม)	226.33±4.47	247.83±8.18	0.216
ตลอดระยะเวลาทดลอง (วัน)	28	28	
อัตราการเจริญเติบโต			
-กิโลกรัม/วัน	0.190±0.09	0.339±0.06	0.488
-กรัม/กิโลกรัมเมแทบอลิก ($BW^{0.75}$)	3.29±1.52	5.51±0.98	0.435
ต้นทุนค่าอาหาร/วัน (บาท)	37.59±0.19	38.87±0.23	0.794
อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว	19.93±5.43	18.39±2.66	0.164
ต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว (บาท/กิโลกรัม)	137.61±37.86	124.99±18.99	0.190
ปริมาณการกินได้ทั้งหมด (วัตถุแห้ง)			
-กิโลกรัม/วัน	5.46±0.17	5.45±0.11	0.164
-ร้อยละของน้ำหนักตัว	2.44±0.05	2.24±0.07	0.404
- กรัม/กิโลกรัมเมแทบอลิก ($BW^{0.75}$)	94.40±0.10	88.53±2.17	0.801
ปริมาณการกินได้ของอาหารหยาบ (วัตถุแห้ง)			
-กิโลกรัม/วัน	3.88±0.15	4.56±0.10	0.250
-ร้อยละของน้ำหนักตัว	1.73±0.05	1.88±0.04	0.337
- กรัม/กิโลกรัมเมแทบอลิก ($BW^{0.75}$)	67.08±2.01	74.07±1.93	0.959
ปริมาณการกินได้ของอาหารข้น (วัตถุแห้ง)			
-กิโลกรัม/วัน	0.81±0.00	0.89±0.00	0.100
-ร้อยละของน้ำหนักตัว	0.36±0.02	0.37±0.01	0.342
- กรัม/กิโลกรัมเมแทบอลิก ($BW^{0.75}$)	14.00±0.20	14.46±0.35	0.231
ปริมาณการกินได้ของเปลือกและเมล็ดลำไยหมัก (วัตถุแห้ง)			
-กิโลกรัม/วัน	0.67±0.18	-	-
-ร้อยละของน้ำหนักตัว	0.30±0.08	-	-
- กรัม/กิโลกรัมเมแทบอลิก ($BW^{0.75}$)	11.58±3.01	-	-
ปริมาณการกินได้ของใบกระถิน (วัตถุแห้ง)			
-กิโลกรัม/วัน	0.09±0.00	-	-
-ร้อยละของน้ำหนักตัว	0.04±0.00	-	-
- กรัม/กิโลกรัมเมแทบอลิก ($BW^{0.75}$)	1.56±0.05	-	-

ตารางที่ 20 ปริมาณโภชนะที่กินและสัมประสิทธิการย่อยได้ของวัตถุแห้งในระยะที่ 2 (mean±SE)

ลักษณะที่ศึกษา	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	Pr>T
จำนวนโคทดลอง	6	6	
น้ำหนักเริ่มต้น (กิโลกรัม)	221.00±4.83	238.33±8.62	0.168
น้ำหนักสิ้นสุด (กิโลกรัม)	226.33±4.47	247.83±8.18	0.216
ตลอดระยะเวลาทดลอง (วัน)	28	28	
ปริมาณการกินได้ของโภชนะ (กก.วัตถุแห้ง/วัน)			
เฉลี่ยตลอดระยะการทดลอง (28 วัน)			
อินทรีย์วัตถุ (OM)	4.85±0.15	4.85±0.07	0.066
โปรตีน (CP)	0.546±0.02	0.546±0.01	0.161
ไขมัน (EE)	1.51±0.67	1.49±0.07	0.985
เยื่อใยหยาบ (CF)	0.11±0.00	0.11±0.00	0.163
ผนังเซล (NDF)	3.66±0.10	3.98±0.07	0.300
ลิกโนเซลลูโลส (ADF)	2.55±0.10	2.22±0.05	0.113
ปริมาณการกินได้ของพลังงานเฉลี่ย (Mcal/วัน)	20.84±0.63	21.21±0.35	0.073
สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง	65.79±0.47	67.97±0.44	0.999

สมรรถนะการผลิตในระยะที่ 3 (105วัน) เมื่อโคทดลองทั้งสองกลุ่มได้กินหญ้ากินนีสดอย่างเต็มที่เป็นอาหารหยาบหลัก โคกลุ่มที่ 1 ได้กินลำไยเกรด C เป็นอาหารเสริม และกลุ่มที่ 2 ได้กินกากน้ำตาลเสริม โดยโคทั้งสองกลุ่มกินอาหารข้นในอัตรา 0.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว/วัน พบว่ากลุ่มที่ 1 มีค่าอัตราการเจริญเติบโตเป็นกิโลกรัมต่อวัน (0.836 และ 0.686 กิโลกรัมต่อวัน) และ อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน คิดเป็นกรัม/กิโลกรัมเมแทบอลิก (12.55 และ 9.92) สูงกว่ากลุ่มที่ 2 แต่ค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) จากการทดลองจะเห็นว่าลำไยเกรด C ที่ใช้เสริมอาหารหยาบหลัก (หญ้ากินนีสด) น่าจะถูกใช้เป็นแหล่งของพลังงานที่ดีสำหรับจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนได้ เนื่องจากส่วนประกอบส่วนใหญ่ของผลลำไยเกรด C คือส่วนของเนื้อลำไยที่มีคาร์โบไฮเดรทที่ย่อยง่ายสูง โดยเฉพาะน้ำตาล C6 (น้ำตาลกลูโคส น้ำตาลแลคโตส และน้ำตาลซูโครส) ที่จุลินทรีย์สามารถเปลี่ยนเป็นกรดไขมันระเหยง่ายที่เป็นแหล่งพลังงานสำคัญในการเจริญเติบโต และให้ผลผลิตได้ทันที ซึ่ง เทอดชัย (2548) รายงานว่า การย่อยได้ของคาร์โบไฮเดรตในกระเพาะรูเมนมี 3 ขั้นตอนคือ การเปลี่ยนคาร์โบไฮเดรตเชิงซ้อนให้เป็นน้ำตาล C6 จากนั้นน้ำตาลจะถูกเปลี่ยนเป็นไพรูเวท และกรดไขมันระเหยง่าย คือ กรดอะซิติก กรดโปรไปรโอนิก และกรดบิวทีริก ซึ่งจะถูกดูดซึมผ่านผนังกระเพาะรูเมนไปใช้ประโยชน์ต่อร่างกายของสัตว์ได้โดยตรง และพาวิน และคณะ (2547) รายงานสอดคล้องว่าผลลำไยมีส่วนประกอบหลักที่สำคัญคือ เนื้อ เปลือก และเมล็ด ในอัตรา 70.44, 13.69 และ

15.87 ตามลำดับ โดยเนื้อลำไยเป็นแหล่งของคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยง่ายที่สำคัญ คือ น้ำตาล 3 ชนิด ได้แก่ น้ำตาลกลูโคส น้ำตาลแลคโตส และน้ำตาลซูโครส เป็นต้น

ตารางที่ 21 สมรรถนะการผลิตและปริมาณอาหารที่กินในระยะที่ 3 (mean±SE)

ลักษณะที่ศึกษา	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	Pr>T
จำนวนโคทดลอง	6	6	
น้ำหนักเริ่มต้น (กิโลกรัม)	226.33±4.47	247.83±8.18	0.216
น้ำหนักสิ้นสุด (กิโลกรัม)	314.17±5.24	319.83±7.89	0.303
ตลอดระยะเวลาทดลอง (วัน)	105	105	
อัตราการเจริญเติบโต			
-กิโลกรัม/วัน	0.836±0.04	0.686±0.03	0.395
-กรัม/กิโลกรัมเมแทบอลิก ($BW^{0.75}$)	12.55±0.51	9.92±0.46	0.411
ต้นทุนค่าอาหาร/วัน (บาท)	53.99±0.52	40.12±0.44	0.197
อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว	8.87±0.37	10.03±0.38	0.729
ต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว (บาท/กิโลกรัม)	65.22±2.68	46.20±2.09	0.315
ปริมาณการกินได้ทั้งหมด (วัตถุแห้ง)			
-กิโลกรัม/วัน	7.34±0.11	6.82±0.08	0.308
-ร้อยละของน้ำหนักตัว	2.70±0.03	2.40±0.07	0.114
- กรัม/กิโลกรัมเมแทบอลิก ($BW^{0.75}$)	112.53±2.47	98.35±2.25	0.856
ปริมาณการกินได้ของอาหารหยาบ (วัตถุแห้ง)			
-กิโลกรัม/วัน	4.51±0.10	4.66±0.01	0.256
-ร้อยละของน้ำหนักตัว	1.67±0.03	1.64±0.05	0.256
- กรัม/กิโลกรัมเมแทบอลิก ($BW^{0.75}$)	67.67±1.35	67.28±1.73	0.387
ปริมาณการกินได้ของอาหารข้น (วัตถุแห้ง)			
-กิโลกรัม/วัน	1.35±0.00	1.36±0.00	0.441
-ร้อยละของน้ำหนักตัว	0.50±0.01	0.48±0.01	0.469
- กรัม/กิโลกรัมเมแทบอลิก ($BW^{0.75}$)	20.26±0.70	19.67±0.41	0.359
ปริมาณการกินได้ของลำไยเกรด C (วัตถุแห้ง)			
-กิโลกรัม/วัน	1.48±0.02	-	-
-ร้อยละของน้ำหนักตัว	0.55±0.02	-	-
- กรัม/กิโลกรัมเมแทบอลิก ($BW^{0.75}$)	22.20±1.56	-	-
ปริมาณการกินได้ของกากน้ำตาล (วัตถุแห้ง)			
-กิโลกรัม/วัน	-	0.79±0.00	-
-ร้อยละของน้ำหนักตัว	-	0.28±0.00	-
- กรัม/กิโลกรัมเมแทบอลิก ($BW^{0.75}$)	-	4.03±0.51	-

ตารางที่ 22 ปริมาณโภชนะที่กิน และสัมประสิทธิการย่อยได้ของวัตถุแห้งในระยะที่ 3 (mean±SE)

ลักษณะที่ศึกษา	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	Pr>T
จำนวนโคทดลอง	6	6	
น้ำหนักเริ่มต้น (กิโลกรัม)	226.33±4.47	247.83±8.18	0.216
น้ำหนักสิ้นสุด (กิโลกรัม)	314.17±5.24	319.83±7.89	0.303
ตลอดระยะเวลาทดลอง (วัน)	105	105	
ปริมาณการกินได้ของโภชนะ (กก.วัตถุแห้ง/วัน)			
เฉลี่ยตลอดระยะการทดลอง(105 วัน)			
อินทรีย์วัตถุ (OM)	6.84±0.09	5.74±0.07	0.981
โปรตีน (CP)	0.69±0.01	0.65±0.10	0.448
ไขมัน (EE)	0.14±0.00	0.13±0.00	0.418
เยื่อใยหยาบ (CF)	1.63±0.03	1.28±0.02	0.657
ผนังเซล (NDF)	4.93±0.08	4.28±0.06	0.310
ลิกโนเซลลูโลส (ADF)	2.62±0.03	2.17±0.03	0.295
ปริมาณการกินได้ของพลังงานเฉลี่ย (Mcal/วัน)	29.40±0.43	26.04±0.34	0.658
สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง	72.04±0.74	75.30±0.73	0.895

จากตารางที่ 21 จะเห็นได้ว่าในระยะที่ 3 โคกลุ่มที่ 1 มีปริมาณการกินได้ทั้งหมด (วัตถุแห้ง) เป็นกิโลกรัม/วัน สูงกว่ากลุ่มที่ 2 เล็กน้อย (7.34 และ 6.82 กิโลกรัมวัตถุแห้ง/วัน) แต่ไม่แตกต่างทางสถิติ (P>0.05) เช่นเดียวกับเมื่อคิดเป็นร้อยละของน้ำหนักตัว (2.72 และ 2.40) และเป็นกรัม/กิโลกรัมเมแทบอลิก (112.53 และ 98.35) ปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้งทั้งหมดที่เพิ่มขึ้นในกลุ่มที่ 1 เป็นผลจากการเสริมลำไยเกรด C ที่มีความน่ากินและมีกลิ่นหอมของน้ำตาลในเนื้อลำไย เมื่อคิดปริมาณอาหารที่กินแยกเป็นอาหารหยาบและอาหารข้น พบว่า กลุ่มที่ 1 มีปริมาณการกินวัตถุแห้งคิดเป็นกิโลกรัมต่อวันจากอาหารหยาบ (4.51 และ 4.66) และอาหารข้น (1.35 และ 1.36) ต่ำกว่ากลุ่มที่ 2 เล็กน้อย แต่ปริมาณการกินอาหารของกลุ่มที่ 1 จะมีค่าสูงกว่า เมื่อคิดเป็นปริมาณอาหารที่กิน(วัตถุแห้ง)ได้จากอาหารหยาบ (1.67 และ 1.64) และอาหารข้น (0.50 และ 0.48) เป็นร้อยละของน้ำหนักตัว และกรัม/กิโลกรัมเมแทบอลิกของอาหารหยาบ (67.67 และ 67.28) และ อาหารข้น (20.26 และ 19.67) ค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) สำหรับปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้งจากลำไยเกรด C พบว่า มีค่าเท่ากับ 1.48 กิโลกรัมวัตถุแห้ง/วัน หรือ ร้อยละ 0.55 ของน้ำหนักตัวต่อวัน และ 22.20 กรัม/กิโลกรัมเมแทบอลิก และปริมาณการกินวัตถุแห้งจากกากน้ำตาลของกลุ่มที่ 2 มีค่าเท่ากับ 0.79 กิโลกรัมวัตถุแห้งต่อวัน หรือคิดเป็นร้อยละ 0.28 ของน้ำหนักตัว และ 4.03 กรัม/กิโลกรัมเมแทบอลิก

จากองค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง และปริมาณอาหารที่กินได้(วัตถุแห้ง)ทั้งหมด/วัน จะเห็นได้ว่าในระยะที่ 3 โคกลุ่มที่ 1 มีปริมาณการกินได้ของโภชนะเป็นกิโลกรัมวัตถุแห้ง/วันสูงกว่าโคกลุ่มที่ 2 คือ กินอินทรียวัตถุ (6.84 และ 5.74) โปรตีน (0.69 และ 0.65) ไขมัน (0.14 และ 0.13) เยื่อใยหยาบ (1.63 และ 1.28) ผนังเซล (4.93 และ 4.28) ลิกโนเซลลูโลส (2.62 และ 2.17) และพลังงานรวม (29.40 และ 24.69 Mcal/วัน) แต่ไม่แตกต่างทางสถิติ (P>0.05) ปริมาณโปรตีนที่กินได้สูงขึ้นในกลุ่มที่ 1 ส่วนหนึ่งเป็นผลจากการกินผลลำไยเกรด C ที่มีโปรตีนสูงกว่ากากน้ำตาล (8.01 และ 4.86) และมีพลังงานรวมสูงกว่า (4,213 และ 3,732 Mcal/กก.) ผลจากการกินโปรตีนและพลังงานที่สูงกว่าในแต่ละวันของโคกลุ่มที่ 1 จึงน่าจะมีผลต่อการเพิ่มประชากรจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับการย่อยอาหารซึ่งมีผลต่อผลผลิตที่เกิดขึ้นในกระเพาะรูเมนตามมา นอกจากนี้ยังอาจมีผลเกี่ยวเนื่องจากการเจริญเติบโตชดเชยที่เกิดขึ้นด้วย อัตราการเจริญเติบโตต่อวันของโคกลุ่มที่ 1 จึงมีค่าสูงกว่าโคกลุ่มที่ 2 เล็กน้อย นอกจากนี้ Tran *et al.* (2001) รายงานว่า เมล็ดลำไยมีส่วนประกอบของแทนนินสูง (4.4% ของวัตถุแห้ง) แต่การมีแทนนินในระดับที่เหมาะสม ก็มีส่วนช่วยให้เกิดโปรตีนไหลผ่านที่ทำให้โปรตีนถูกย่อยได้เป็นกรดอะมิโนอิสระที่สามารถดูดซึมที่ผนังลำไส้ และถูกร่างกายนำไปใช้ประโยชน์ได้ และ Klinhom *et al.*(2006) รายงานจากการศึกษาผลของการเจริญเติบโตชดเชย ในโคลูกผสม (บราห์มันx ชาร์โรเล่ย์) เพศเมีย อายุ 24 เดือน น้ำหนักตัวเฉลี่ย 263 กิโลกรัม จำนวน 5 ตัว โดยแบ่งระยะทดลองเป็น 3 ระยะในระยะที่ 1 ให้โคกินอาหารเต็มที่ (180% ME for maintenance) นาน 32 วัน ระยะที่ 2 ให้อาหารในระดับต่ำกว่าความต้องการ (85% ME for maintenance) เป็นเวลา 20 วัน หลังจากนั้นในระยะที่ 3 ให้อาหารในระดับปกติ (180% ME for maintenance) เป็นเวลา 30 วัน พบว่า โคที่ผ่านการสูญเสียน้ำหนักมาเป็นระยะเวลาหนึ่ง เมื่อได้กินอาหารเพิ่มขึ้นจะมีการเจริญเติบโตชดเชยเกิดขึ้น อัตราการเจริญเติบโต/วันในระยะที่มีการเจริญเติบโตชดเชยมีค่าเท่ากับ 720 กรัม/วัน ไม่แตกต่างกับในระยะที่ได้กินอาหารเต็มที่ นอกจากนี้ยังมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น โดยขณะที่ได้กินอาหารไม่เพียงพอต่อความต้องการ ร่างกายจะมีการนำไขมันที่สะสมออกมาใช้เป็นแหล่งพลังงาน และลดการย่อยสลายโปรตีนในร่างกาย

สำหรับต้นทุนค่าอาหารต่อวันของกลุ่มทดลองพบว่า กลุ่มที่ 1 มีต้นทุนค่าอาหารต่อวันสูงกว่ากลุ่มที่ 2 (53.99 และ 40.12บาท/กิโลกรัม) เป็นผลจากราคาต้นทุนค่าลำไยเกรด C ที่ใช้ในการทดลองมีค่าสูงกว่าปกติมาก เฉลี่ยราคาลำไยเกรด C ขณะทำการทดลองมีราคา 5.50 บาทต่อกิโลกรัมในขณะที่กากน้ำตาลมีราคา 8.00 บาทต่อกิโลกรัม คิดเป็นต้นทุนต่อกิโลกรัมวัตถุแห้งเท่ากับ 15.25 และ 10.04 บาทต่อกิโลกรัม หรือคิดเป็นต้นทุนค่าลำไยเกรด C ประมาณ 22.53 บาท/วัน หากลำไยเกรด C มีราคาปกติคือ 0-2.00 บาท ต้นทุนค่าลำไยเกรด C ที่ใช้เลี้ยงโคจะลดลงกว่าในระยะทดลองมาก เช่นราคาลำไยเกรด C ที่ 2.00 บาท ต้นทุนลำไยเกรด C จะคงเหลือประมาณ 8.15 บาท/วัน เท่านั้น ด้านอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวพบว่า กลุ่มที่ 1 ใช้อาหารน้อยกว่าในการเปลี่ยนเป็นน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ 2 (8.87 และ 10.03) ค่าไม่แตกต่างทางสถิติ (P>0.05) เป็นผลจากโคกลุ่มที่ 1

ได้กินวัตถุแห้งมากกว่า และโภชนะที่กินได้ถูกใช้ประโยชน์ได้ดีกว่าในระยะที่ 2 โดยเฉพาะโภชนะในลำไยเกรด C ที่มีโปรตีนสูงกว่ากากน้ำตาล รวมทั้งมีแหล่งคาร์โบไฮเดรทที่ย่อยง่ายจากเนื้อลำไยที่มีน้ำตาลเป็นองค์ประกอบสูง จุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนจึงน่าจะนำมาใช้ประโยชน์ในการเพิ่มประชากรและใช้สร้างผลผลิตจากการหมักเช่นกรดไขมันระเหยง่ายได้โดยตรง นอกจากนี้น่าจะมีผลจากการเจริญเติบโตชดเชยที่เกิดขึ้นต่อเนื่องหลังจากที่เกิดการสูญเสียน้ำหนักตัวในระยะที่ 1 และ เริ่มมีการเจริญเติบโตชดเชยมาเพียงบางส่วนในระยะที่ 2 เมื่อโคได้กินวัตถุแห้งจากอาหารเพิ่มขึ้นรวมทั้งอาหารมีโภชนะที่ใช้ประโยชน์ได้สูงกว่าที่ได้รับในระยะที่ 2 โคกลุ่มที่ 1 จึงมีอัตราการเจริญเติบโตที่สูงกว่าโคกลุ่มที่ 2 ที่ไม่มีการสูญเสียน้ำหนักตัวมากก่อน สอดคล้องกับค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้งของอาหารทดลองทั้งสองกลุ่มทดลอง ที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (72.04 และ 75.30 เปอร์เซ็นต์) โดยสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้งของอาหารทดลองในระยะที่ 3 จะมีค่าสูงกว่าในระยะที่ 2 สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้งของอาหารทดลองในกลุ่มที่ 1 มีค่าต่ำกว่ากลุ่มที่ 2 น่าจะมีผลจากปริมาณเยื่อใยที่ได้รับ โดยเฉพาะปริมาณผนังเซลส่วนลิกโนเซลลูโลสที่โคกลุ่มที่ 1 กินได้มากกว่ากลุ่มที่ 2 ซึ่งจากรายงานของ McDonald *et al*. (1995) รายงานว่าปริมาณเยื่อใยในอาหารและปริมาณลิกนินเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการย่อยได้ของโภชนะ อาหารที่มีเยื่อใยสูงและมีลิกนินเป็นส่วนประกอบสูงจะมีการย่อยได้น้อยกว่าอาหารที่มีเยื่อใย และมีลิกนินต่ำกว่า

ผลจากการทดลองในระยะที่ 3 แสดงให้เห็นว่า สามารถใช้ลำไยเกรด C เป็นอาหารโคได้โดยไม่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโต เนื่องจากในผลลำไยเกรด C มีเนื้อลำไยที่ถูกใช้แหล่งพลังงานที่ดีให้แก่จุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนได้และยังมีโปรตีนเพียงพอ เมื่อเปรียบเทียบกับการเจริญเติบโตในกลุ่มโคทดลองที่ใช้ลำไยเกรด C และ กากน้ำตาลเสริมอาหารหยาบ พบว่าสามารถใช้ได้ในอัตราส่วนเป็นกิโลกรัมประมาณ 4:1 (ลำไยสดเกรด C : กากน้ำตาล) โดยมีข้อแม้ว่าราคาลำไยเกรด C ไม่ควรเกิน 2.00 บาท/กิโลกรัม เพราะจะมีผลต่อต้นทุนค่าอาหารตามมา เมื่อคำนวณต้นทุนค่าอาหารที่ใช้/วันจะเห็นได้ว่าหากคิดราคาลำไยเกรด C ที่ 2.00 บาท/กิโลกรัม ราคาต้นทุนค่าอาหาร/วันที่ใช้สำหรับโคกลุ่มที่ 1 จะลดลงใกล้เคียงกับราคาการเลี้ยงด้วยกากน้ำตาล คือ 39.60 และ 40.13 บาท/กิโลกรัม (กลุ่มที่ 2)

ด้านสมรรถนะการผลิตของโคลูกผสม (บราห์มันxพื้นเมือง) จากการทดลองให้อาหารเป็นเวลา 189 วัน โดยให้อาหารหยาบกินอย่างเต็มที่ (*ad libitum*) และให้อาหารข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวตลอดการทดลอง ในระยะแรก (กลุ่มที่ 1) เลี้ยงโคทดลองด้วยฟางข้าวเป็นอาหารหยาบหลักเสริมด้วยเปลือกและเมล็ดลำไยหมัก เปรียบเทียบกับการเลี้ยงด้วยฟางข้าวอบยูเรีย 6% เป็นอาหารหยาบ (กลุ่มที่ 2) ใช้เวลาเลี้ยง 56 วัน จากนั้นเลี้ยงด้วยหญ้ากินนี 10 กิโลกรัมร่วมกับฟางข้าว (ให้กินอย่างเต็มที่) เสริมด้วยเปลือกและเมล็ดลำไยหมัก และใบกระถินแห้ง 100 กรัม/ตัว/วัน เปรียบเทียบกับการให้กินหญ้ากินนี 10 กิโลกรัมร่วมกับฟางข้าวอบยูเรีย 6% ให้กินอย่างเต็มที่ เป็นเวลา 28 วัน และระยะเวลาที่เหลืออีก 105 วัน ให้หญ้ากินนีสดเป็นอาหารหยาบหลักกินอย่างเต็มที่ทั้ง 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 เสริมด้วยลำไยเกรด C เปรียบเทียบกับกลุ่มที่ 2 ให้กินหญ้ากินนีสดเสริมด้วยกากน้ำตาล พบว่า เมื่อ

สิ้นสุดการทดลองโคกลุ่มที่ 1 มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักตัวเป็นกิโลกรัม (314.17) ต่ำกว่ากลุ่มที่ 2 (319.83) เล็กน้อย แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (P>0.05) เป็นผลจากโคทั้ง 2 กลุ่มทดลอง มีค่าเฉลี่ยอัตราการเจริญเติบโตต่อวันตลอดระยะเวลาการทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยมีค่าเท่ากับ 0.476 และ 0.488 กิโลกรัม/วัน ตามลำดับ ซึ่งมีค่าสอดคล้องกับค่าเฉลี่ยอัตราการเจริญเติบโตคิดเป็น กรัม/กิโลกรัมเมแทบอลิก มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) เท่ากับ 7.17 และ 7.25 กรัม/กิโลกรัม-เมแทบอลิก โดยโคกลุ่มที่ 1 มีค่าต่ำกว่าเล็กน้อย

ค่าเฉลี่ยอัตราการเจริญเติบโตเป็นกิโลกรัม/วันที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ของกลุ่มทดลองตลอดระยะเวลา 189 วัน ส่วนหนึ่งน่าจะเป็นผลจากลักษณะการเจริญเติบโตชดเชย (compensatory growth) ที่เกิดขึ้นในโคทดลองโดยเฉพาะในกลุ่มที่ 1 ที่ได้กินฟางข้าวเป็นอาหารหยาบหลักเสริมเปลือกและเมล็ดลำไยหมัก และอาหารข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว เป็นเวลา 56 วัน เนื่องจากโคทดลองเป็นโครุ่นที่กำลังการเจริญเติบโต เมื่อได้รับอาหารไม่เพียงพอต่อความต้องการ จึงทำให้โคกลุ่มที่ 1 มีการสูญเสียน้ำหนักตัว ในขณะที่โคกลุ่มที่ 2 (ได้กินฟางข้าวอบยูเรีย 6% และอาหารข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว) มีการเจริญเติบโตเล็กน้อย เมื่อโคทดลองได้กินหญ้ากินนีสดเสริม 10 กิโลกรัม/วันเป็นระยะเวลา 28 วัน ร่างกายจึงปรับตัวและมีประสิทธิภาพในการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นที่เห็นได้ชัดเจน คือการเจริญเติบโตในระยะ 105 วัน ซึ่งโคทดลองทั้ง 2 กลุ่มได้กินหญ้ากินนีสดเป็นอาหารหยาบหลัก โดยโคกลุ่มที่ 1 ได้กินลำไยเกรด C ซึ่งมีแหล่งพลังงานที่ย่อยง่ายจากน้ำตาลชนิดต่างๆในเนื้อลำไยแทนการเสริมเปลือกและเมล็ดลำไยหมัก

ซึ่ง Read and Tudor (2004) อธิบายเรื่องปรากฏการณ์การเจริญเติบโตชดเชยในโคเนื้อว่า การเจริญเติบโตชดเชยเป็นการเจริญเติบโตที่มีอัตราสูงกว่าการเจริญเติบโตตามปกติ ซึ่งจะเกิดขึ้นหลังจากที่สัตว์ (โคและแกะ) มีการเจริญเติบโตอย่างช้าๆ หรือมีการสูญเสียน้ำหนักตัวในระยะเวลาหนึ่ง อันเนื่องจากการขาดอาหารทั้งในรูปของปริมาณอาหารที่กินได้ไม่เพียงพอต่อความต้องการ หรือได้รับโภชนะจากอาหารไม่เพียงพอต่อความต้องการ ดังนั้นเพื่อการมีชีวิตอยู่รอดสัตว์จึงแสดงออกโดยการสูญเสียน้ำหนักตัว หรือไม่มีการเพิ่มน้ำหนักตัวหรือมีการเพิ่มน้ำหนักตัวเพียงเล็กน้อย แต่ถ้าการได้รับอาหารไม่เพียงพอต่อความต้องการเป็นระยะเวลายาวนานกว่า 6 เดือน สัตว์บางตัวอาจมีการปรับตัวกับการขาดอาหารได้ หลังจากที่สัตว์ถูกจำกัดอาหารมาระยะเวลาหนึ่ง แล้วได้รับอาหารที่มีคุณภาพดีขึ้นกว่าเดิม สัตว์จะปรับตัวและทำให้เกิดปรากฏการณ์การเจริญเติบโตชดเชยเกิดขึ้น ระยะเวลาการเกิดการเจริญเติบโตชดเชยจะขึ้นกับคุณภาพของอาหารที่ได้รับ โดยทั่วไปมีระยะเวลาการเจริญเติบโตชดเชยประมาณ 2-3 เดือน ผลจากการศึกษาแสดงให้เห็นว่า เศษเหลือจากการแปรรูปลำไย คือ เปลือกและเมล็ดลำไยหมัก และลำไยเกรด C มีคุณค่าทางอาหารเพียงพอ สามารถนำมาใช้เป็นอาหารโคในลักษณะการใช้เสริมอาหารหยาบได้ โดยไม่มีผลเสียต่อสมรรถภาพในการผลิต แม้ว่าอัตราการเจริญเติบโต/วันของโคทดลองกลุ่มที่ 1 จะมีค่าต่ำกว่าโคกลุ่มที่ 2 เล็กน้อยก็ตาม แต่การใช้เปลือกและเมล็ดลำไยเป็นอาหารเสริม ควรใช้เสริมอาหารหยาบที่มีคุณค่าทางอาหารเพียงพอ ดังผลการทดลองใน

ระยะที่ 2 ที่มีการใช้หญ้ากินนีสด 10 กิโลกรัมร่วมกับฟางข้าว (28 วัน) ซึ่งสามารถทำให้โคมีการเพิ่มน้ำหนักได้ ในขณะที่ระยะที่เลี้ยงด้วยฟางข้าวเพียงอย่างเดียวเป็นหลัก (56 วัน) มีผลให้เกิดการสูญเสียน้ำหนักเพียงเล็กน้อยเมื่อมีการเสริมเปลือกและเมล็ดลำไยหมัก

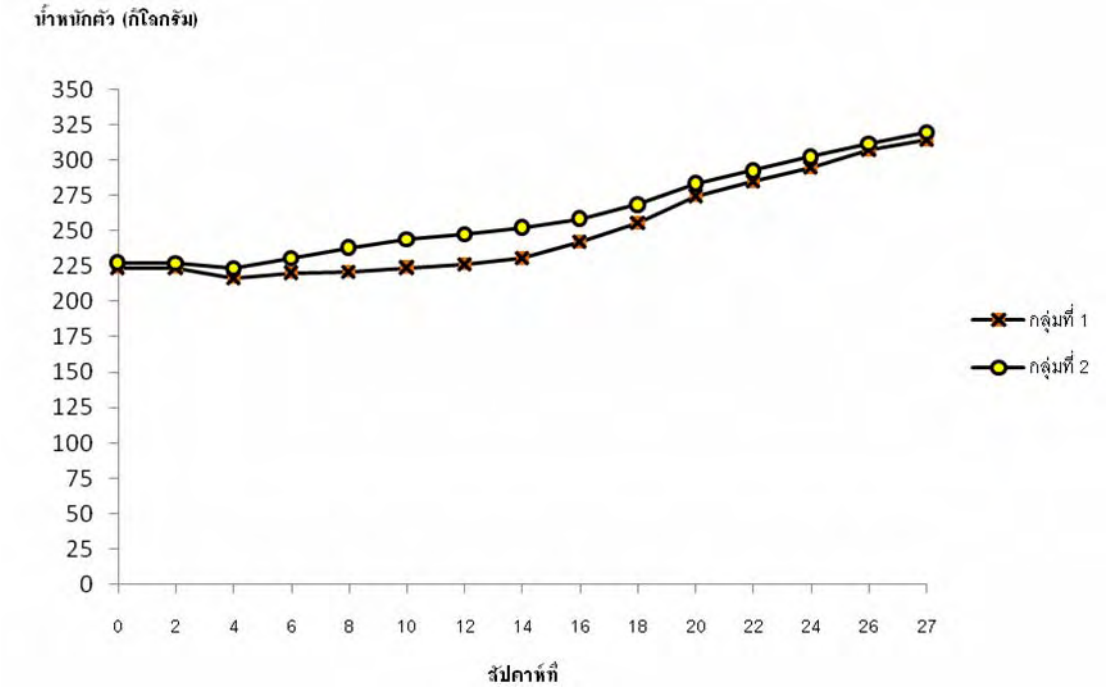
จากการเปรียบเทียบอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว พบว่า กลุ่มที่ 1 มีการใช้อาหารมากกว่ากลุ่มที่ 2 ในการเปลี่ยนเป็นน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม (12.79 เปรียบเทียบกับ 11.94) เป็นผลจากโคกลุ่มที่ 1 มีค่าปริมาณการกินอาหารในรูปวัตถุแห้งเป็นกิโลกรัม/วัน สูงกว่ากลุ่มที่ 2 (6.04 และ 5.73) แต่มีค่าอัตราการเจริญเติบโตเป็นกิโลกรัม/วันต่ำกว่า (0.476 และ 0.488) ดังแสดงในตารางที่ 23 เช่นเดียวกับเมื่อคิดค่าเฉลี่ยปริมาณอาหารที่กินในรูปวัตถุแห้งเป็นร้อยละของน้ำหนักตัว (2.24 และ 2.12) หรือ คิดเป็น กรัมต่อกิโลกรัมเมแทบอลิก (90.90 และ 85.37) แต่ค่าเฉลี่ยปริมาณการกินอาหารของโคทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)

จากผลวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง (ตารางที่ 15 และตารางที่ 16) และปริมาณวัตถุแห้งที่กิน/วันตลอดการทดลอง มีผลให้โคกลุ่มที่ 1 มีปริมาณการกินได้ของโภชนะคิดจากกิโลกรัมวัตถุแห้ง/วัน โดยเฉลี่ยสูงกว่าโคกลุ่มที่ 2 เล็กน้อย แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) คือ มีปริมาณการกินได้ของอินทรีย์วัตถุ (5.71และ 5.14)โปรตีน (0.56 และ 0.54) เยื่อใย (1.54 และ 1.34) ผนังเซล (4.20 และ 3.95) ลิกโนเซลลูโลส (2.45 และ 2.10) ไขมัน (0.13 และ 0.12) และ มีพลังงานรวมที่กินได้ (24.32 และ 22.58) Mcal/kgDM/วัน ตามลำดับ ปริมาณการกินได้ของโภชนะโดยรวมในโคกลุ่มที่ 1 สูงกว่ากลุ่มที่ 2 แต่มีอัตราการเจริญเติบโตต่ำกว่าเล็กน้อย แสดงให้เห็นว่าโคกลุ่มที่ 1 มีค่าการใช้ประโยชน์ของโภชนะที่กินได้ต่ำกว่าเล็กน้อย หรืออาหารที่กินมีค่าการย่อยได้ของโภชนะต่ำกว่ากลุ่มที่ 2 ซึ่งน่าจะเป็นผลจากโคกลุ่มที่ 1 มีปริมาณการกินได้ของเยื่อใยหยาบสูงกว่า โดยเฉพาะปริมาณลิกโนเซลลูโลสที่กิน/วันมีค่าสูงกว่า ซึ่งลิกโนเซลลูโลสที่กินได้ส่วนหนึ่ง คือ ลิกโนเซลลูโลสที่เป็นส่วนประกอบของเปลือกและเมล็ดลำไยหมัก และ เปลือกของผลลำไยเกรด C เนื่องจากจุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ในกระเพาะรูเมนไม่สามารถย่อย และใช้ประโยชน์จากลิกนิน และเซลลูโลสที่มีพันธะอยู่ในรูปของลิกโนเซลลูโลสที่ผนังเซลล์ของอาหารได้ จึงมีผลให้จุลินทรีย์ใช้ประโยชน์จากโภชนะในอาหารที่กินได้น้อยกว่า อัตราการเจริญเติบโตของโคกลุ่มที่ 1 จึงมีค่าต่ำกว่าโคกลุ่มที่ 2 เล็กน้อย

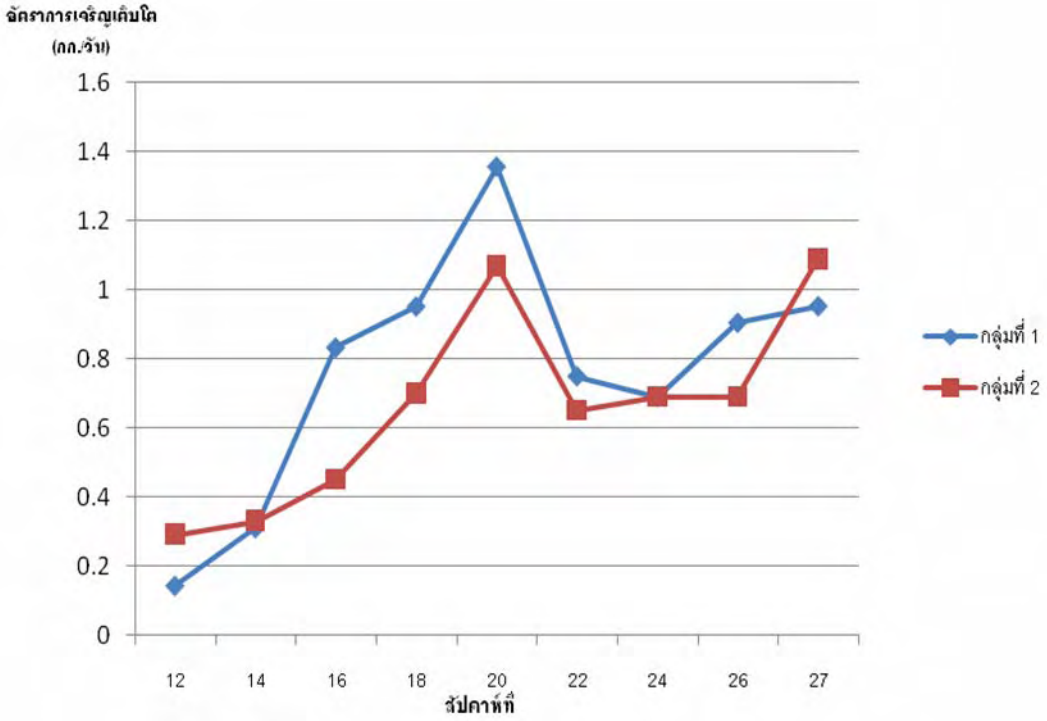
ตารางที่ 23 ผลของอาหารต่อสมรรถภาพในการเจริญเติบโตของโคทดลองที่ได้รับอาหารต่างกัน (mean±SE)

ลักษณะที่ศึกษา	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	Pr>T
จำนวนโคทดลอง	6	6	
น้ำหนักเริ่มต้น (กิโลกรัม)	224.17±6.92	227.50±9.11	0.718
น้ำหนักสิ้นสุด (กิโลกรัม)	314.17±5.24	319.83±7.89	0.303
ตลอดระยะเวลาทดลอง (วัน)	189	189	
อัตราการเจริญเติบโต			
-กิโลกรัม/วัน	0.476±0.19	0.488±0.19	0.238
-กรัม/กิโลกรัมเมแทบอลิก ($BW^{0.75}$)	7.17±0.13	7.25±0.38	0.062
ต้นทุนค่าอาหาร/วัน (บาท)	38.71±0.34	28.36±0.26	0.636
อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว	12.79±0.50	11.94±0.66	0.402
ต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว (บาท/กิโลกรัม)	82.02±3.39	59.24±3.98	0.649
ปริมาณการกินได้ทั้งหมด (วัตถุแห้ง)			
-กิโลกรัม/วัน	6.04±0.11	5.73±0.08	0.206
-ร้อยละของน้ำหนักตัว	2.24±0.04	2.12±0.06	0.486
- กรัม/กิโลกรัมเมแทบอลิก ($BW^{0.75}$)	90.90±1.21	85.37±1.90	0.636
ปริมาณการกินได้ของอาหารหยาบ (วัตถุแห้ง)			
-กิโลกรัม/วัน	3.81±0.23	4.13±0.07	0.575
-ร้อยละของน้ำหนักตัว	1.42±0.03	1.51±0.03	0.585
- กรัม/กิโลกรัมเมแทบอลิก ($BW^{0.75}$)	57.32±0.08	61.42±1.03	0.548
ปริมาณการกินได้ของอาหารข้น (วัตถุแห้ง)			
-กิโลกรัม/วัน	1.13±0.01	1.15±0.01	0.587
-ร้อยละของน้ำหนักตัว	0.42±0.01	0.42±0.01	0.757
- กรัม/กิโลกรัมเมแทบอลิก ($BW^{0.75}$)	17.06±0.22	17.11±0.37	0.341
ปริมาณการกินได้ของโภชนะ (กก.วัตถุแห้ง/วัน) ตลอดระยะการทดลอง (189 วัน)			
อินทรียวัตถุ (OM)	5.71±0.11	5.14±0.07	0.331
โปรตีน (CP)	0.56±0.01	0.54±0.01	0.480
ไขมัน (EE)	0.13±0.00	0.12±0.00	0.228
เยื่อใยหยาบ (CF)	1.54±0.04	1.34±0.02	0.136
ผนังเซล (NDF)	4.20±0.08	3.95±0.06	0.216
ลิกโนเซลลูโลส (ADF)	2.45±0.06	2.10±0.03	0.113
ปริมาณการกินได้ของพลังงานรวมเฉลี่ย (Mcal/วัน)	24.32±0.51	22.58±0.30	0.433

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$)



ภาพที่ 9 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัวของโคทดลองตลอดระยะทดลอง 189 วัน



ภาพที่ 10 อัตราการเจริญเติบโตของโคทดลองในระยะที่ 3 (105วัน)

จากการเปรียบเทียบต้นทุนค่าอาหารต่อวัน พบว่า กลุ่มที่ 1 มีต้นทุนค่าอาหารสูงกว่าอย่างเห็นได้ชัด (38.75 และ 28.36 บาท/กิโลกรัม) แต่ไม่แตกต่างทางสถิติ (P>0.05) ต้นทุนที่สูงขึ้นในกลุ่มที่ 1 เป็นผลจากราคาต้นทุนของลำไยเกรด C ที่ใช้ในการทดลองมีราคาสูงขึ้นจากเดิมมาก เนื่องจากเกิดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของฤดูกาลอย่างรุนแรง ทำให้มีช่วงฤดูแล้งที่ยาวนาน และเกิดความแห้งแล้งมาก ลำไยในฤดูจึงติดผลน้อยกว่าปกติ ในขณะที่ความต้องการลำไยสดมีมาก ประกอบกับในปีที่ทำการทดลอง (พ.ศ. 2553) พื้นที่ปลูกลำไยทั้งประเทศประสบกับความแห้งแล้งมาก ทำให้ปริมาณผลผลิตลำไยในฤดูมีน้อยกว่าที่คาดการณ์มาก ผู้ประกอบกิจการลำไยอบแห้งจึงจำเป็นต้องนำผลลำไยเกรด C ซึ่งตามปกติจะไม่นิยมใช้ในการแปรรูปเนื้อลำไยอบแห้งถูกนำมาใช้ในการแปรรูปเพิ่มขึ้น เพื่อผลิตเนื้อลำไยอบแห้งให้เพียงพอกับความต้องการของตลาด เนื่องจากช่วงเวลาดังกล่าวผลลำไยสดเกรด AA, A และ B มีราคาสูงขึ้นมาก (30-40 บาท/กก.) ไม่คุ้มค่ากับการซื้อเพื่อแปรรูปเป็นลำไยอบแห้ง จึงทำให้ระหว่างทำการทดลองราคาของลำไยสด เกรด C ที่ซื้อ-ขายกันตามท้องตลาด มีราคาสูง ระหว่าง 4.00-9.00 บาท (เฉลี่ย 5.50 บาท) ทั้งที่ในฤดูกาลปกติมีราคาเพียง 0.50-2.00 บาท/กก. หรือไม่มีราคาเลย (ให้ฟรี) ราคาต้นทุนค่าอาหารที่สูงกว่าในกลุ่มที่ 1 และอัตราการเจริญเติบโตต่อวันที่ต่ำกว่ากลุ่มที่ 2 เล็กน้อย จึงมีผลให้โคกลุ่มที่ 1 มีต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัวสูงกว่ากลุ่มที่ 2 (62.17 และ 43.10) แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) หากราคาผลลำไยเกรด C ที่ใช้ในการทดลองมีราคาใกล้เคียงกับราคาในฤดูกาลปกติ เช่น 0.5 – 2.00 บาท ราคาต้นทุนค่าอาหาร และต้นทุนในกาเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวจากการใช้เศษเหลือจากการผลิตลำไยคือ ลำไยเกรด C จะลดลงมากกว่าการใช้กากน้ำตาลหรือใกล้เคียงกัน ซึ่งจะคุ้มค่ากับการนำมาใช้เป็นแหล่งพลังงานที่เป็นแหล่งอาหารใหม่ที่มีในท้องถิ่นได้

เมื่อเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตและผลตอบแทนที่ได้รับจากการขายโคทดลอง ในรูปแบบการขายโคมีชีวิตตามน้ำหนักตัว (ราคาขายคิดตามน้ำหนักมีชีวิต 48 บาท/กิโลกรัม) พบว่า ผลตอบแทนที่ได้รับจากการขายโคมีชีวิตจากการทดลองครั้งนี้จะไม่คุ้มค่ากับการเลี้ยง ทั้งการเลี้ยงโดยให้อาหารปกติและการเลี้ยงโดยใช้เศษเหลือจากการผลิตลำไย (ตารางที่ 24) โดยราคาต้นทุนซื้อพันธุ์โคในการทดลองซึ่งซื้อแบบเหมาจ่ายในราคาเฉลี่ย 9,000 บาท/ตัว แต่ขายโคมีชีวิตได้ 15,080 และ 15,250.29 บาท โดยโคกลุ่มที่กินเศษเหลือจากลำไยจะขาดทุนเฉลี่ยตัวละ 2,831.51 บาท ในขณะที่โคกลุ่มที่กินกากน้ำตาลขาดทุนตัวละ 851.44 บาท ดังนั้นวิธีการที่เหมาะสมในการขายโคเพื่อให้ได้ผลตอบแทนคุ้มค่าน่าจะเป็นการขายโคโดยการฆ่าและชำแหละขายเนื้อ เนื่องจากราคาเนื้อโคที่ซื้อ-ขายในตลาดสดราคาประมาณ 150 บาท/กิโลกรัม สาเหตุหนึ่งที่มีผลต่อราคาขายโคมีชีวิตอาจเป็นผลจากโคทดลองยังเจริญเติบโตไม่เต็มที่และยังมีโอกาสเจริญเติบโตได้อีก (ขณะเริ่มทดลองโคมีอายุเฉลี่ยประมาณ 1 ปีครึ่ง และใช้ระยะเวลาทดลองประมาณ 6 เดือน) นอกจากนี้อาจจะเป็นผลกระทบที่เกิดขึ้นจากระยะแรกที่โคทดลองได้กินฟางข้าว หรือฟางอบยูเรีย 6% เป็นอาหารหยาบหลักนาน 84 วัน มีผลให้โคทดลองได้กินโภชนะ/วันต่ำกว่าความต้องการในการเจริญเติบโต จึงมีการเพิ่มน้ำหนักน้อยกว่าที่ควรจะเป็น

โดยในระยะแรก (56 วัน) กลุ่มที่เลี้ยงด้วยฟางข้าวเสริมด้วยเปลือกและเมล็ดลำไยหมัก มีการสูญเสียน้ำหนักตัว ในขณะที่กลุ่มที่เลี้ยงด้วยฟางข้าวอบยูเรีย 6% เป็นอาหารหยาบมีการเพิ่มน้ำหนักตัวเพียงเล็กน้อย ในระยะที่ 2 (28 วัน) เมื่อมีการเสริมหญ้ากินนีสด 10 กิโลกรัม/ตัว/วัน โคทดลองทั้งสองกลุ่มเริ่มมีการเพิ่มน้ำหนักตัวสูงขึ้น และในระยะที่ 3 ของการทดลอง (105 วัน) เมื่อใช้หญ้ากินนีสดเป็นแหล่งอาหารหยาบหลัก โคกลุ่มที่ 1 ซึ่งกินลำไยเกรด C มีการเพิ่มน้ำหนักตัวสูงกว่ากลุ่มที่กินกากน้ำตาลก็ตาม จากค่าเฉลี่ยอัตราการเจริญเติบโต/วันในระยะที่ 3 จะเห็นได้ว่าหากทดลองเลี้ยงโคต่อไปโดยใช้หญ้ากินนีสดเป็นอาหารหยาบเสริมด้วยลำไยเกรด C และกากน้ำตาล ยังมีแนวโน้มว่าโคทดลองน่าจะมีการเพิ่มน้ำหนักตัวได้ในอัตราประมาณ 0.5 กิโลกรัม/ตัว/วัน แต่ราคาผลลำไยเกรด C ที่ใช้ในขณะทดลองครั้งนี้มีราคาเฉลี่ยสูงกว่าปกติมาก (ราคา 5.50 บาท/กิโลกรัม เปรียบเทียบกับในฤดูกาลปกติมีราคา 0.50-2.00 บาท/กิโลกรัมเท่านั้น) จึงส่งผลกระทบต่อราคาต้นทุนค่าอาหาร ต้นทุนในการผลิตจึงสูงขึ้นตามไปด้วย

ตารางที่ 24 ต้นทุนการผลิตและผลตอบแทนจากการเลี้ยงโค

ข้อมูล	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	Pr>T
ต้นทุนค่าโคแบบเหมาจ่ายเป็นตัว (บาท)	9,000.00	9,000.00	
ค่าอาหาร (บาท)	7,317.36	5,360.76	0.357
ค่าแร่ธาตุก้อน	48.00	48.00	
ค่าเวชภัณฑ์	46.25	46.25	
ค่าแรงงาน	1,500	1,500	
รวมต้นทุน (บาท)	17, 911.51	15,955.01	0.402
ราคาขายโคมีชีวิตตามน้ำหนักตัว (บาท)	15,080.00	15,250.29	0.162
ขาดทุน (บาท)	2,831.51	851.44	0.737

บทที่ 5

ส่วนประกอบของซาก และคุณภาพของเนื้อ

ผลการใช้เศษเหลือจากการผลิตลำไยอบแห้งเป็นเวลา 189 วัน ต่อส่วนประกอบและคุณภาพซาก พบว่า โคลูกผสม (พื้นเมืองx บราห์มัน) อายุ 1.5 ปี โดยให้กินอาหารข้น 0.5% ของน้ำหนักตัว และกินอาหารหยาบ คือ ฟางข้าว หรือหญ้ากินนีสดเป็นแหล่งอาหารหยาบให้กินอย่างเต็มที่ เสริมด้วยเปลือกและเมล็ดลำไยหมัก หรือเสริมด้วยลำไยเกรด C (กลุ่มที่ 1) มีน้ำหนักก่อนฆ่าเฉลี่ยต่ำกว่าโคที่กินอาหารข้น 0.5% ของน้ำหนักตัว และได้กินอาหารหยาบ คือ ฟางข้าวอบยูเรีย 6% หรือหญ้ากินนีสดอย่างเต็มที่ เสริมด้วยกากน้ำตาล (กลุ่มที่ 2) เล็กน้อย ค่าเฉลี่ยน้ำหนักก่อนฆ่าในทั้งสองกลุ่มทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) มีค่าเท่ากับ 307.00 และ 312.17 กิโลกรัม ตามลำดับ ดังตารางที่ 24

แต่โคกลุ่มที่ 1 มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักซากอุ่นต่ำกว่ากลุ่มที่ 2 (153.83 และ 156.67 กิโลกรัม) ค่าเฉลี่ยแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05) ความแตกต่างกันน่าจะเป็นผลจากโคทดลองเป็นโครุ่นยังเจริญเติบโตไม่เต็มที่ (1.5-2ปี) การเจริญเติบโตของร่างกายจึงขึ้นกับปริมาณของโภชนะที่ได้รับ โดยเฉพาะโปรตีนที่จำเป็นต่อการพัฒนาโครงร่างโดยเฉพาะกล้ามเนื้อ หากสัดส่วนของโปรตีนและพลังงานที่ได้รับไม่เหมาะสม จะมีผลต่อการเจริญเติบโตได้ จากการทดลองพบว่ากลุ่มที่ 1 กินเยื่อใยสูงกว่ากลุ่มที่ 2 โดยเฉพาะลิกโนเซลลูโลส ซึ่งอาจมีผลกระทบต่อการย่อยได้ของโภชนะโดยรวมได้เช่นกัน (McDonald *et al.,*1995) แต่ค่าเปอร์เซ็นต์ซากและความยาวซากของโคทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) เปอร์เซ็นต์ซากเท่ากับ 49.25 และ 50.71 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยความยาวซากมีค่าเท่ากับ 112.15 และ 112.43 เซนติเมตร ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ซาก และความยาวซากที่ได้จากการทดลองนี้ มีค่าไม่แตกต่างจากรายงานการทดลองของ นิราภรณ์ และคณะ(2554) ที่รายงานจากการทดลองเลี้ยงโคลูกผสมบราห์มันลูกผสมสายเลือด 50% อายุ 1 ปี 3 เดือน เปรียบเทียบกับโคขาวลำพูนอายุ 1 ปี 4 เดือน ให้กินหญ้าแพนโกล่าสดตัดเมื่ออายุ 40-50 วัน โดยไม่มีการเสริมอาหารข้น และเลี้ยงจนได้น้ำหนัก 275-320 กิโลกรัม พบว่า โคทดลองทั้งสองกลุ่มมีเปอร์เซ็นต์ซากไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05)โคลูกผสมบราห์มันมีเปอร์เซ็นต์ซากเท่ากับ 51.9 และโคขาวลำพูนมีเปอร์เซ็นต์ซากเท่ากับ 53.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยโคลูกผสมบราห์มันมีค่าเฉลี่ยความยาวซาก 112 เซนติเมตร และโคขาวลำพูนมีค่าเฉลี่ยความยาวซาก 108 เซนติเมตร

ตารางที่ 25 ส่วนประกอบของซากและผลพลอยได้จากการชำแหละโคทดลองที่ได้กินอาหารต่างกัน (mean±SE)

ลักษณะที่ศึกษา	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	Pr>T
น้ำหนักมีชีวิตก่อนฆ่า (กิโลกรัม)	307.00±5.03	312.17±6.93	0.317
น้ำหนักซากอุ่น (กิโลกรัม)	153.83±1.85	156.67±3.72	0.037
ความยาวซาก (เซนติเมตร)	112.15±0.85	112.43±0.09	0.398
เปอร์เซ็นต์ซากอุ่น (ร้อยละ)	49.25±1.06	50.71±1.46	0.272
-เนื้อแดง	66.87±0.55	67.53±0.97	0.184
-กระดูก	18.60±0.44	17.90±0.62	0.316
-ไขมัน	9.84±0.07	9.62±0.28	0.090
-เอ็นและพังผืด	2.76±0.18	2.59±0.60	0.478
-เศษเนื้อ	1.43±0.20	1.88±0.30	0.369
ผลพลอยได้จากการชำแหละซาก (ร้อยละของน้ำหนักมีชีวิต)			
-เลือด	2.20±0.07	1.99±0.07	0.969
-หนังรวมหู	10.03±0.67	9.91±0.46	0.561
-เครื่องในรวม	8.24±046	8.05±046	0.141
-หัว แข้ง เท้า	5.50±0.73	5.47±041	0.103
-ลิ้น หาง อวัยวะเพศ	1.11±0.05	1.07±0.05	0.974

ด้านผลพลอยได้จากการชำแหละซาก พบว่า ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์เลือด หนังรวมหู เครื่องในรวม หัวแข้งเท้า และลิ้น หางอวัยวะเพศ คิดเป็นเปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว มีค่าใกล้เคียงกัน และไม่แตกต่างกัน (P>0.05) ระหว่างกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ดังตารางที่ แต่ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์เครื่องในรวมของกลุ่มที่ 1 มีค่าเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มที่ 2 เล็กน้อย (8.24 เปรียบเทียบกับ 8.05%) ซึ่ง Baker *et al.* (1992) และ Carstens *et al.* (1991) รายงานสอดคล้องกันว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการแสดงปรากฏการณ์การเจริญเติบโตชดเชยที่เกิดในโคและแกะ อาจเป็นผลจากการเพิ่มปริมาณอาหารที่กิน ที่อาจมีผลจากร่างกายของสัตว์มีการปรับตัวโดยการเพิ่มน้ำหนักของท่อทางเดินอาหาร หรือเพิ่มประสิทธิภาพการใช้อาหารให้สูงขึ้นเพื่อชดเชยการเจริญเติบโตที่ลดลง

ชิ้นส่วนที่ได้จากการตัดแต่งซากโคทดลองทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างกัน (P>0.05) ดังแสดงในตารางที่ 25 เช่นเดียวกับค่าเฉลี่ยพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน โดยกลุ่มที่ 2 มีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ 1 เล็กน้อย (57.16 และ 59.08 ตารางเซนติเมตร) พื้นที่หน้าตัดเนื้อสันจากการทดลองนี้มีค่าสอดคล้องกับการ

เจริญเติบโตของสัตว์ เนื่องจากโคทดลองยังเจริญเติบโตไม่เต็มที่ (อายุประมาณ 2 ปี) และมีน้ำหนักส่งฆ่าไม่เกิน 330 กิโลกรัม ค่าพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันจึงมีค่าต่ำกว่าจากรายงานของ Waritthitham *et al.* (2010) ที่รายงานว่าโคขุนลูกผสมบราห์มันที่มีน้ำหนักส่งฆ่าที่ 500 กิโลกรัมมีค่าพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันต่ำกว่าโคขุนที่ส่งฆ่าที่น้ำหนัก 600 กิโลกรัม เท่ากับ 77.5 และ 86.4 ตารางเซ็นติเมตร โดยขนาดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันมีความสัมพันธ์กับน้ำหนักที่เข้าโรงฆ่าและอายุโคที่เพิ่มขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของ Jaturasitha *et al.* (2009) ที่รายงานว่าเมื่อน้ำหนักโคพื้นเมืองสูงขึ้น พื้นที่หน้าตัดเนื้อสันจะมีค่าเพิ่มขึ้นด้วย โคทั้งสองกลุ่มมีค่าเฉลี่ยชิ้นส่วนซากเสี้ยวหน้าสูงกว่าชิ้นส่วนซากเสี้ยวหลัง เป็นผลจากโคทดลองเป็นโคสายพันธุ์โคอินเดียที่มีส่วนของร่างกายส่วนหน้าใหญ่กว่าร่างกายส่วนท้าย ซึ่ง วราภรณ์ (2552) รายงานสอดคล้องกันว่าโคลูกผสมบราห์มันมีเปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนไหล่ (chuck) สูงกว่าโคลูกผสมชาโรเล่ส์เนื่องจากเป็นลักษณะประจำสายพันธุ์โคอินเดียที่มีโหนกที่บริเวณหัวไหล่

ตารางที่ 26 ชิ้นส่วนที่ได้จากการตัดแต่งซากโคทดลองที่ได้กินอาหารต่างกัน (mean±SE)

ชิ้นส่วน(ร้อยละของน้ำหนักซาก)	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	Pr>T
พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน (loin eye area,cm^2)	57.16±0.16	59.08±0.94	0.303
เสี้ยวหน้า (fore quarter)	54.63±0.33	54.42±0.56	0.119
-สันนอกส่วนหน้าอก (rib)	2.10±0.05	2.17±0.07	0.254
-ต้นขาตอนบน (clod)	8.63±0.14	8.09±0.22	0.202
-ไหล่บนและโหนก (chuck+hump)	5.35±0.21	6.01±0.35	0.507
-คอ (neck)	5.73±0.18	5.08±0.16	0.672
-เสือร้องไห้ (brisket)	5.40±0.19	5.97±0.30	0.188
-สีข้าง (plate)	4.92±0.06	5.05±0.13	0.276
-น่องขาหน้า (fore shank)	2.74±0.11	2.70±0.08	0.157
เสี้ยวหลัง (hind quarter)	44.70±0.25	45.48±0.68	0.003
-สันนอก (loin)	3.03±0.19	2.98±0.06	0.083
-สันใน (filet)	1.92±0.03	1.82±0.07	0.263
-สันสะโพก (rump)	4.53±0.13	4.25±0.09	0.659
-ลูกมะพร้าว (knuckle)	4.17±0.03	3.91±0.09	0.362
-พับนอก (buttom round)	6.44±0.14	6.91±0.23	0.750
-พับใน (top round)	6.13±0.10	5.89±0.15	0.201
-พื้นท้อง flank)	4.13±0.14	4.53±0.17	0.412
-น่องขาหลัง (hind shank)	3.16±0.03	3.07±0.10	0.081

ผลวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีในเนื้อสันนอกของโคลูกผสมบราห์มัน เพศผู้ ไม่ตอน ที่ได้กินอาหารแตกต่างกัน แสดงในตารางที่ 26 พบว่า เนื้อสันนอกจากโคทั้งสองกลุ่มมีปริมาณโปรตีน เถ้า ไขมัน และความชื้น ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยเนื้อสันนอกจากโคที่กินอาหารข้นและฟางข้าว หรือหญ้ากินนีสด เสริมด้วยเศษเหลือจากการผลิตลำไย (กลุ่มที่ 1) มีค่าเปอร์เซ็นต์เถ้า และเปอร์เซ็นต์โปรตีนต่ำกว่าเนื้อสันนอกจากโค (กลุ่มที่ 2) ที่กินอาหารข้น และฟางข้าวอบยูเรีย 6% หรือหญ้ากินนีสด และ เสริมกากน้ำตาล (ก่อนฆ่า 105 วัน) เล็กน้อย แต่มีค่าเปอร์เซ็นต์ไขมัน และเปอร์เซ็นต์ความชื้นสูงกว่าเล็กน้อย ด้านเปอร์เซ็นต์โปรตีนในเนื้อสันนอกสำหรับการทดลองครั้งนี้ พบว่า มีค่าเฉลี่ยระหว่าง 22.11-22.43 % สอดคล้องกับรายงานของ Feiner (2006) ที่กรายงานว่าเนื้อโคมีโปรตีนเฉลี่ยประมาณ 21.7% หรือ กลุ่มวิจัยและพัฒนาโคเนื้อ (2550) ที่รายงานว่า เนื้อโคมีโปรตีนเฉลี่ยระหว่าง 15-25% และใกล้เคียงกับรายงานของ สุกัญญา และคณะ (2551) ที่รายงานว่า เนื้อจากโคลูกผสมบราห์มันที่ฆ่าเมื่ออายุ 2-3 ปี มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์โปรตีน (22.33 %) ซึ่งมีค่าสูงกว่าเปอร์เซ็นต์โปรตีนจากเนื้อโคที่ฆ่าเมื่ออายุ 4-5 ปี (21.09 %)

ด้านเปอร์เซ็นต์ไขมันในการทดลองครั้งนี้พบว่า มีค่าใกล้เคียงกันทั้ง 2 กลุ่มทดลองเท่ากับ 1.85 และ 1.96 % ตามลำดับ เปอร์เซ็นต์ไขมันในเนื้อโคจากการทดลองครั้งนี้มีค่าใกล้เคียงกับรายงานของ ธนนันท์ (2547) ที่รายงานว่าเปอร์เซ็นต์ไขมันของเนื้อสันนอกของโคลูกผสมบราห์มันที่มีระดับสายเลือดบราห์มันไม่ต่ำกว่า 75% มีค่าเท่ากับ 1.66% แต่มีค่าสูงกว่ารายงานของ สุกัญญา และคณะ (2551) รายงานว่าเปอร์เซ็นต์ไขมันในเนื้อสันนอกของโคลูกผสมบราห์มัน เพศผู้ ไม่ตอน อายุ 2-3 ปี ซึ่งเลี้ยงแบบพื้นบ้านโดยการปล่อยให้หากินในแปลงหญ้า และไม่มีการเสริมอาหารข้นมีเปอร์เซ็นต์ไขมันในเนื้อเท่ากับ 0.53 % ความแตกต่างเป็นผลจากการทดลองครั้งนี้เป็นการเลี้ยงโคในโรงเรือนแบบผูกขังเดี่ยวมีอาหารหยาบให้กินอย่างเต็มที่ โดยเฉพาะในระยะ 105 วันก่อนฆ่าเป็นระยะเวลาที่โคกินหญ้ากินนีสดอย่างเต็มที่ เสริมอาหารข้น 0.5% น้ำหนักตัว และเสริมผลลำไยเกรด C เปรียบเทียบกับโคที่กินหญ้ากินนีสดอย่างเต็มที่ เสริมอาหารข้น 0.5% น้ำหนักตัว และกากน้ำตาล 1 กิโลกรัม โคทดลองทั้งหมดจึงน่าจะได้รับคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยง่ายอย่างเพียงพอ การได้กินคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยง่ายจะส่งผลให้สัดส่วนของกรดโปรปิโอนิกเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งมีผลต่อการสะสมไขมันในซาก เมื่อพลังงานที่กินเข้าไปในร่างกายมีค่าสูงกว่าพลังงานที่ต้องการใช้ในการดำรงชีพและการเจริญเติบโตต่อวัน (Crouse *et al*., 1986 ; เทอดชัย, 2548 และ Francis, 2007)

ค่าคลอเรสเตอรอล (mg/100g) ที่ตรวจพบในเนื้อสันนอกของโคทดลองทั้งสองกลุ่มมีค่าใกล้เคียงกัน (45.33 และ 45.57, mg/100g) และไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05) เช่นเดียวกับค่าคลอลาเจนในเนื้อโค (1.43 และ 1.56, mg/g) ค่าคลอเรสเตอรอลที่ตรวจพบจากการทดลองนี้มีค่าสูงกว่าค่าคลอเรสเตอรอลในเนื้อโคจากรายงานของ สุกัญญา และคณะ (2552) พบว่าเนื้อโคเพศผู้ไม่ตอนอายุระหว่าง 2-3 ปี มีค่าคลอเรสเตอรอลต่ำกว่าเนื้อโคเพศเมียที่มีอายุฆ่าเท่ากัน มีค่าเท่ากับ 40.77 และ 66.19 mg/100g (P<0.01) โดยเนื้อโคเพศผู้มีค่าคลอลาเจนสูงกว่าโคเพศเมีย มีค่าเท่ากับ 4.24 และ 4.13 mg/g

ตามลำดับ ความแตกต่างที่เกิดขึ้นน่าจะเป็นผลจากรูปแบบของการเลี้ยงที่แตกต่างกัน เนื่องจากการทดลองนี้เป็นการเลี้ยงแบบขังคอก โคทดลองจึงมีโอกาสสะสมไขมันหรือมีคลอเรสเตอรอลสูงกว่าแต่มีคลอลาเจนต่ำกว่าแบบปล่อยให้หากินในแปลงหญ้า

ตารางที่ 26 องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อโคทดลองที่ได้รับอาหารต่างกัน (mean±SE)

ลักษณะที่ศึกษา	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	Pr>T
เถ้า (%)	1.06±0.01	1.10±0.01	0.309
โปรตีน	22.11±0.44	22.43±0.23	0.133
ไขมัน	1.95±0.11	1.86±0.11	0.665
ความชื้น	75.40±0.43	75.03±0.20	0.080
คลอลาเจน (mg/g)	1.43±0.05	1.56±0.09	0.079
คลอเรสเตอรอล (mg/100g)	45.33±0.58	45.57±0.75	0.926

จากตารางที่ 27 พบว่า การให้อาหารที่ต่างกันไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำในระหว่างการเก็บรักษา และเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำระหว่างการปรุงให้สุก รวมทั้งค่าแรงตัดผ่านเนื้อ ($P>0.05$) ค่าแรงตัดผ่านเนื้อของโคทดลองพบว่า มีค่าใกล้เคียงกัน (13.15 และ 13.08 กิโลกรัม) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ค่าแรงตัดผ่านเนื้อที่มีค่าสูงจากการศึกษาครั้งนี้ส่วนหนึ่งน่าจะเป็นผลจากโคทดลองเป็นโคลูกผสมบราห์มัน ซึ่ง Koohmaraie (1996) รายงานสอดคล้องกันว่า โคในกลุ่มโคอินเดีย (*Bos indicus*) เช่นโคพันธุ์บราห์มันเป็นกลุ่มโคที่มีเส้นใยกล้าเนื้อชนิดเส้นใยสีแดง (red fiber) ในมัดกล้ามเนื้อสูง จึงมีเอ็นไซม์ calpastatin สูง ซึ่งทำให้เอ็นไซม์ calpain ที่เกี่ยวข้องกับความนุ่มของเนื้อทำงานได้น้อย เนื้อจึงมีค่าแรงตัดผ่านสูง เมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อโคในกลุ่มโคสายเลือดยุโรป (*Bos taurus*) เช่น โคพันธุ์ชาร์โรเล่ส์ และรายงานของ Koohmaraie *et al.* (2002) รายงานสอดคล้องกันว่า โคสายเลือดโคอินเดีย (*Bos indicus*) มีปริมาณคลอลาเจนชนิดไม่ละลายน้ำ (insoluble collagen) ในปริมาณสูงกว่าโคสายเลือดยุโรป (*Bos taurus*) เนื้อจากโคสายเลือดโคอินเดียจึงมีความเหนียวมากกว่า หรือมีค่าแรงตัดผ่านเนื้อสูงกว่า

จากการทดลองครั้งนี้ไม่พบความแตกต่างระหว่างสีของเนื้อสันนอกของโคทดลอง ค่า L*, a* และ b* ของเนื้อสันนอกจากโคทดลองทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) ดังตารางที่ 27 ค่าสีของเนื้อโดยเฉพาะค่าสีแดง a* และสีเหลือง b* มีค่าสูงกว่ารายงานของ สุกัญญา (2550) ที่ศึกษาสีของเนื้อสันนอกในโคพื้นเมืองเพศผู้ไม่ตอน อายุ 2-3 ปี ที่เลี้ยงแบบปล่อยแปลงหญ้าเล็กน้อย (a* เท่ากับ 17.84 และ ค่า b* เท่ากับ 1.93) ความแตกต่างส่วนหนึ่งน่าจะเป็นผลจากความแตกต่างของระบบการเลี้ยง และ อิทธิพลจากการเจริญเติบโตชดเชยที่เกิดขึ้นจากการทดลองให้อาหาร ซึ่ง Vestergaard *et al. (*2000) รายงานว่าระบบการเลี้ยงโคแบบขังคอกโดยให้อาหารที่มีพลังงานสูง มีส่วนทำให้ค่าสีแดงและสีเหลือง

ในเนื้อสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับการเลี้ยงแบบปล่อยแปลงหญ้า และ Hornick *et al.* (1997) รายงานว่า การเจริญเติบโตชดเชยที่เกิดขึ้นในโคจะส่งผลให้เนื้อมีค่าสีแดง และสีเหลืองสูงขึ้น รวมทั้งค่าการสูญเสียน้ำระหว่างการปรุงสุกและการสูญเสียน้ำระหว่างการเก็บรักษา

ตารางที่ 27 ผลของอาหารต่อคุณภาพเนื้อโคทดลองที่ได้รับอาหารต่างกัน (mean±SE)

คุณลักษณะ	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	Pr>T
ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH ที่ 45 นาทีหลังฆ่า)	6.43±0.02	6.50±0.03	0.335
ค่า pH_0	6.35±0.14	6.37±0.12	0.453
ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ(กิโลกรัม)	13.15±0.86	13.08±1.00	0.266
ค่าสีของเนื้อ			
L * (lightness)	39.32±0.44	38.66±0.58	0.712
a * (redness)	18.59±0.20	18.66±0.44	0.558
b * (yellowness)	3.44±0.17	3.27±0.24	0.375
การสูญเสียน้ำหนักในระหว่างการเก็บรักษา (%)	2.05±0.15	1.67±0.15	0.861
การสูญเสียน้ำหนักในระหว่างการปรุงสุก (%)	22.29±1.51	23.60±0.82	0.418

ตารางที่ 28 กรดไขมันในเนื้อโคทดลองที่ได้รับอาหารต่างกัน (mean±SE)

ปริมาณกรดไขมันในเนื้อ(%)	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	Pr>T
Myristic acid (C14:0)	4.18±0.91	4.41±0.66	0.800
Palmitic acid (C16:0)	16.68±2.02	21.71±1.55	0.840
Palmitoleic acid (C16:1)	4.59±0.85	5.17±0.82	0.819
Steric acid (C18:0)	19.18±1.51	17.94±1.27	0.420
Oleic acid (C18:1 n-9c)	28.59±1.14	31.98±2.37	0.340
Linoleic acid (C18 : 2 n-6c)	0.41±0.35	0.28±0.70	0.185

ประเภทของกรดไขมันที่ตรวจพบในเนื้อสันนอก คือ Myristic acid, Palmitic acid, Palmitoleic acid, Steric acid, Oleic acid และ Linoleic acid โดยปริมาณกรดไขมันที่ตรวจพบมีปริมาณใกล้เคียงกันและไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แสดงให้เห็นว่า การให้อาหารโคโดยให้อาหารหยาบอย่างเต็มที่เสริมเศษเหลือจากการผลิตลำไย (เปลือกและเมล็ดลำไยหมัก หรือลำไยเกรด C) ไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์กรดไขมันในเนื้อสันนอก เมื่อเปรียบเทียบกับการให้กินอาหารหยาบอย่างเต็มที่และเสริมกากน้ำตาล

ภาพที่ 11 โคมีชีวิตก่อนฆ่ากลุ่มที่ 1

ภาพที่ 12 โคมีชีวิตก่อนฆ่ากลุ่มที่ 2

ชั่งน้ำหนักก่อนฆ่า

แขวนซากออกเลือดออก

เอาเครื่องในออกจากซาก

ชั่งน้ำหนักซากอุ่น

แช่ซากในห้องเย็น

ภาพที่ 13 ขั้นตอนในการฆ่าและชำแหละซากโคทดลอง

เอกสารอ้างอิง

กรมปศุสัตว์. 2547. ตารางคุณค่าทางโภชนะของวัตถุดิบอาหารสัตว์. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ พิมพ์ครั้งที่ 1. ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย. กรุงเทพฯ. 38 น.

กรมปศุสัตว์. 2550. การปรุงแต่งคุณภาพฟางข้าวเพื่อการเลี้ยงโคนม วารสารสัตว์บก.7:94-97.

กลุ่มวิจัยและพัฒนาโคเนื้อ. 2550. การผลิตโคเนื้อคุณภาพ. กองบำรุงพันธุ์สัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 74 น.

คณะทำงานจัดทำมาตรฐานอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องของประเทศไทย. 1551. ความต้องการโภชนะของโคเนื้อในประเทศไทย. โรงพิมพ์คลังนานาวิทยา.193 น.

จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2552. การใช้ประโยชน์จากเนื้อโคไทย. ใน คุณค่าเนื้อโคไทย โดย จุฑารัตน์ เศรษฐกุล และ พรรณิภา ศิวะพิรุฬห์เทพ. กรุงเทพฯ : อัมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พลับลิชชิงค์.

จุฑารัตน์ เศรษฐกุล และ ญาณิน โอภาสพัฒนกิจ. 2548. คุณภาพเนื้อโคภายใต้ระบบการผลิตของประเทศไทย. สถาบันเทคโนโลยีเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ. 84 น.

ทรงศักดิ์ จำปาวดี และ ยุทธชัย อุทัยพิมพ์. 2542. คู่มือปฏิบัติการการวิเคราะห์อาหารสัตว์และประเมินคุณภาพอาหารสัตว์. ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. 124 น.

เทอดชัย เวียรศิลป์. 2548. โภชนศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้อง. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 383 น.

ธนนันท์ ศุภกิจจานนท์. 2547. คุณภาพซากและผลตอบแทนในการผลิตเนื้อคุณภาพสูงจากโคลูกผสมเลือดบราห์มัน. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ

ธวัชชัย รัตน์ชเลศ และ ศิวาพร ธรรมดี. 2542. พันธุ์ไม้ผลการค้าในประเทศไทย. คู่มือเลือกพันธุ์สำหรับผู้ปลูก. สำนักพิมพ์รั้วขียว. กรุงเทพฯ. 292 น.

นงคราญ เรืองประพัน. ม.ป.ป. คู่มือปฏิบัติการการตรวจวิเคราะห์อาหารและน้ำทางจุลชีววิทยา. เชียงใหม่: ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์. 87 น.

นพดล จรัสสัมฤทธ์ พาวิน มะโนชัย นพมณี โทปุญญานนท์ ธีรนุช จันทรชิต วินัย วิริยะอลงกรณ์ และพิชัย สมบูรณ์วงศ์. 2543. การผลิตลำไย. โครงการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตลำไยและลิ้นจี่ ศูนย์วิจัยและพัฒนาลำไยและลิ้นจี่ มหาวิทยาลัยแม่โจ้. เชียงใหม่. 128 น.

นันทรัตน์ ศุภกำเนิด และคมจันทร์ อุทัยแพน. มปป. ศึกษาความต้องการธาตุอาหารของลำไยพันธุ์ดอ โดยการวิเคราะห์พืช. ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย สถาบันวิจัยพืชสวน [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา :http://doachiangrai.com/V.11tadlamyai.htm (10 พฤษภาคม 2554)

นิราภรณ์ ชัยวัง ทัศนีย์ อภิชาติสรางกูล นภวรรณ ชมชัย เดโช ปรากฏรัตน์ คัมภีร์ ภักดีไทย วิวัฒน์ ไชยชอุ่ม มิชาเอล วิคเค และสัญชัย จตุรสิทธา.2554. คุณภาพซากและเนื้อของโคขาวลำพูนและโคลูกผสมบราห์มันที่เลี้ยงด้วยหญ้าแพงโกล่า. วารสารเกษตร 27(1) : 69-76

บุญเสริม ชีวอิสระกุล และบุญล้อม ชีวะอิสระกุล. 2529. สมรรถภาพในการผลิตของโครุ่นที่ได้รับฟางข้าวเสริมใบกระถินเสริมใบกระถินและรำละเอียดเปรียบเทียบกับฟางปรุงแต่งและรำ. วารสารเกษตร. 2(1) :1-16.

ปราโมช ศีตะโกเศศ. 2543. การผลิตโคนมและโคเนื้อ. ภาควิชาเทคโนโลยีทางสัตว์ คณะผลิตกรรมการ-เกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 246 หน้า.

ปราโมทย์ คำแพง เจ บี เหลียง และเอ แซด จีแลน. 2543. ความสามารถในการย่อยได้ในกระเพาะรูเมนและลำไส้ของใบกระถิน (*Leucaena leucocephala*) และใบปอ (*Habiscus cannabinas*) โดยเทคนิค Nylon bag และ Mobile bag. วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี. 8(2):29-35.

พาวิน มะโนชัย ยุทธนา เขาสุเมร ชิติ ศรีทิพย์ และ สันติ ช่างเจรจา. 2547. เทคโนโลยีการผลิตลำไย. หจก. สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์. กรุงเทพฯ. 128 น.

พิพัฒน์ เหลืองลาวัลย์. 2544. การศึกษาการนำผลพลอยได้ทางการเกษตรมาผลิตเป็นอาหารสำเร็จรูปหมักสำหรับเลี้ยงโคนมในช่วงฤดูแล้งในประเทศไทย. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต สาขาวิชา-เทคโนโลยีการผลิตสัตว์ มหาวิทยาลัยสุรนารี. 145 หน้า.

ไพโรจน์ วิริยจารี. 2545. หลักการวิเคราะห์จุลินทรีย์. กรุงเทพฯ: ภาควิชาเทคโนโลยีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 241 น.

มนตรี จำปาดี สมปอง สรวมศิริ และไพโรจน์ ศิลมั่น. 2553. ผลของเปลือกและซังข้าวโพดหวานหมักร่วมกับใบกระถินต่อผลผลิตจากการหมักในกระเพาะรูเมนของโคนม. วารสารเกษตรราชภัฏ. (2) : 45-55.

วารุณี พานิชผล ฉายแสง ไผ่แก้ว สมคิด พรหมมา โสภณ ชินเวโรจน์ จันทกานต์ อรณนันท์ และวิโรจน์ ฤทธิ์ฤาชัย. 2547. มาตรฐานพืชอาหารสัตว์หมัก. พิมพ์ครั้งที่ 1. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การ-เกษตรแห่งประเทศไทย. กรุงเทพฯ. 28 น.

วารุณี ศรีนุช. 2552. การย่อยได้ของโภชนะและการเปลี่ยนแปลงของผลผลิตในกระเพาะรูเมนของโคนมที่ได้รับอาหารผสมเสร็จที่มีเศษข้าวโพดหวานหมักเป็นแหล่งอาหารหยาบ.วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาการผลิตสัตว์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 149 น.

วราพันธุ์ จินตณวิชญ์ สุกัญญา จัตตุพรพงษ์ ฤทัยชนก มากระนิตย์ สุกัญญา ศรีมงคลงาม และ ณัฐฐา วิวัฒน์วงศ์วนา. 2547. การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของปริมาณจุลินทรีย์กลุ่มแลคติกแอซิด-แบคทีเรีย และยีสต์ในระหว่างการหมักกากมันสำปะหลัง. รายงานผลงานวิจัยปี. 2547. ศูนย์-ค้นคว้าและพัฒนาวิชาการอาหารสัตว์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน นครปฐม.

วราภรณ์ บุญมี. 2552. การศึกษาการผลิตโคขุนในจังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาการผลิตสัตว์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 159 น.

วรินธร มณีรัตน์ สมเกียรติ ประสานพานิช จุฑารัตน์ เศรษฐกุล สายัณห์ ทัดศรี และศรเทพ ธัมวาศร. 2552. อิทธิพลของพันธุ์ต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพเนื้อของโคลูกผสมบราห์มันและโคลูกผสมชาร์โรเล่ส์. รายงานการประชุมวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีเนื้อสัตว์ ครั้งที่ 1. 17-18 ธันวาคม 2552.โรงแรมรามาการ์เดนส์ กรุงเทพฯ น. 77-84

สัญชัย จุตรสิทธา. 2551. เทคโนโลยีเนื้อสัตว์. พิมพ์ครั้งที่ 2. โรงพิมพ์มิ่งเมือง. เชียงใหม่. 335 น.

สายัณห์ ทัดศรี.2540. พืชอาหารสัตว์เขตร้อน: การผลิตและการจัดการ.โรงพิมพ์ลินคอล์น. กรุงเทพฯ. 376 หน้า

สุกัญญา พลเรือง สมปอง สรวมศิริ ไพโรจน์ ศิลมั่น และณัณญรัตน์ คุ้มครอง. 2551. ผลของเพศและอายุฆ่าต่อส่วนประกอบของซากและปริมาณโภชนะในเนื้อโคลูกผสม (พื้นเมือง x บราห์มัน)ในรายงานการประชุมวิชาการประจำปี 2551. วันที่ 4-5 ธันวาคม 2551 ศูนย์การศึกษาและฝึกอบรมนานาชาติ สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร. มหาวิทยาลัยแม่โจ้. หน้า 54-61.

สำนักงานส่งเสริมสินค้าเกษตร. 2553. รายงานภาวะสินค้าลำไย.[ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา :http://www.dit.go.th/agriculture/produc/agri_6/agri_60650.htm. (18 มิถุนายน 2553)

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2553. ข้อมูลพื้นฐานเศรษฐกิจการเกษตร ปี 2553. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพฯ. เอกสารสถิติการเกษตรเลขที่ 416.

สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร. 2552. “สถานการณ์ลำไยปี 2552” (ระบบออนไลน์). แหล่งที่มา http://www.oae.go.th/ewtadmin/ewt/oae{baer/ewt_news.php?nid=311&filename=index(12 สิงหาคม 2553)

สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร. 2554. สถานการณ์และแนวโน้ม สินค้าเกษตรที่สำคัญ. ศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพฯ. 164 น.

Akingbade, A. A., I. V. Nsahlai, M. L. K. Bonsi, C. D. morris and L. P. du Toit. 2001.Reproductive performance of South African indigenous goats inoculated with DHP-degrading rumen bacteria and maintained on Leucaena leucocepphala grass mixture and natural pasture. Small Rum. Res. 39(1):73-85.

Al-Mamun, M., M. Ali Akbar and M. Shahjalal. 2002. Rice straw, It’s quality and quatity as affected by storage systems in Bangladesh. Pak. J. Nutri. 1:153-155.

AOAC. 1995. Official method of analysis. Association of official analytical chemists, Arlington, VA, USA.

AOAC. 1996. Official method of analysis. Association of official analytical chemists, Arlington, VA, USA.

AOAC.1998. Official Method of Analysis. 16th ed. Association of Official Analysis Chemists. gaithergurg. Maryland. USA.

Baker, R.D., N. E. Young and J. A. Laws. 1992. The effect of diet in winter on the body composition of young steers and subsequent performance during the grazing season. Anim. Prod. 54:211-219.

Carstens. G. E., D. E. Johnson, M. A. Ellenberger and J. D. Tatum. 1991. Physical and chemical components of the empty body during compensatory growth in beef steers. J. Anim. Sci. 69: 3251-3264.

Crouse, J. D., C. R. Calkins and S. C. Seidemn.1986. The effects of rate of change in body weight on tissue development and meat quality of young bulls. J. Anim. Sci. 63: 1824-1829.

Feiner, G. 2006. Meat products handbook, Practical science and technology. Woodhead Publishing Limited. Cambridge. England. 627p.

Francis, L. F. 2007. Interactions of management and diets on final meat characteristics of beef animal. Department of animal science, The Ohio State University. http://beef.osu.edu/library/mgtdiet.html, Jan 14, 2010.

Goering, H. K. and P. N. Van Soest. 1970. Forage Fiber Analysis. Washington, D.C. US. Department of Agriculture, Handbook No. 379.

Getachew, G., M. Blummel, H. P. S. Makkar and K. Becker.1998. In vitro gas measuring techniques for assessment of nutritional quality of feeds: A review. Anim. Feed Sci. Techno. 72:261-281.

Hill, F. 1966. The solubility of intramuscular collagen in meat animals of various ages. Journal of Food Science. 31: 161-166.

Honikel, K. O. 1998. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. Meat Sci. 49:447-457.

Hornick, J. L., C. Van Eenaema, A. Clinquart, M. Diez and L. Istasse. 1998. Different periods of restriction before compensatory growth in Belgain Blue bulls: I. Animal performance, nitrogen balance, meat characteristics, and fat composition. J. Animal. Sci.76:249-259.

Ishler, V., Heinrichs and G. Verga. 1996. From feed to milk.: Understanding rumen function. Pennsylvania state University. 27 p.

Jaturasitha, S., R. Norkeaw, T. Vearsilp, M. Wicke and M. Kreuzer. 2009. Carcass and meat quality of Thai native cattle fattened on Guinea grass (*Panicum maxima*) or Guinea grass-legume (*Stylosanthes guianensis*) pastures. Meat Sci. 81: 155-162.

Jiang, Y., Z. Zhang, D. C. Joyer and S. Ketsa. 2002. Postharvest biology and handling of longan fruit (*Dimocarpus longan* Lour.). Postharvest. Biol. Tech. 26: 241=252.

Jung, H., G. Biggs and R. Moorehead. 1975. Colorimetry 0f serum cholesterol with use of ferric acetate/uranyl acetate and ferrous sulfate/sulfuric acid reagents. Clinical Chemistry. 21: 1526-1530.

Khejornsart, P., and M. Wanapat. 2010. Effect of chemical treatment of rice straw on rumen fermentation characteristic, anaerobic fungal diversity *in vitro*. J. Anim. and Vet. Advan. 24: 3070-3076.

Klinkom, P., K. Markvichitr, P. Vijchulata, S. Tumwasorn, C. Bunchasak and A. Choothesa. 2006. Effects of refeeding on lipid metabolism in Kamphengsaen beef heifer. Kasetsart. J. (Nat.Sci) 40:420-429.

Koohmaraie. M. 1996. Biochemical factors regulating the toughening and tenderization process of meat. Meat Sci. 43: 193-201.

Koohmaraie. M., M. P. Kent, S. D. Shackelford, E. Veiseth and T. L. Wheeler. 2002. Meat tenderness and growth: Is there any relationship?. Meat. Sci. 26::345-352.

Kung, J., L. J. R. Robinson and J. D. Pesek. 2000. Microbial populations, fermentation endproducts and aerobic stability of corn silage treated with ammonia or propionic acid based preservation. J. Dairy. Sci. 83:1479-1486.

Liu, J. X., Y. M. Wu and N. Y. Xu. 1995. Effect of ammonia bicarbonate treatment on kinetics of fibre digestion, nutrient digestibility and nitrogen utilization of rice straw by sheep. Anim. Feed. Sci. Technol. 52:131-139.

McDonald, P., R. A. Edward and C.A. Morgan. 1995. Animal Nutrition. 5th ed . New York, Longman Science and Technical. 607 p.

Morrison, W. R. and L. M. Smith. 1964. Preparation of fatty acid methyl esters and dimethylacetals from lipid with boron fluoride-methanol. J. Lipid. Res. 5: 600-608.

Nagle, M., H. Kennedy, M. Busarakorn, H. Methinee, J. Serm and J. Mueller.2011. Fruit processing residues as alternative fuel for drying in northern Thailand. Fuel: 818-823.

Njarui,D. M. G., J. G. Mureithi, F. P. Wandera and R. W. Muinga. 2003. Evalution of four legumes as supplementary feed for Kenya dual-purpose goat in the semi-arid region of eastern Kenya. Trop. and Subtrop. Agroeco. 3:65-71.

Orskov, E. R. 1994. Recent advances in understanding of microbial transformation in ruminants. Livest. Product. Sci. 39:53-60.

Read, D. and G. Tudor. 2004. Compensatory growth in beef cattle. (Online). (Accessed 8th July 2011). Available from World Wide Web :<http://www.agric.wa.gov.au.

Skermen, P. L. and F. Riveros. 1990. Tropical Grasses. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations. 832p.

Sruamsiri, S., P. Silman and W. Srinuch. 2007. Agro-industrial by-products as roughage source for beef cattle: Chemical composition, nutrient digestibility and energy values of ensiled sweet corn cob and husk with different levels of Ipil – Ipil leaves. Maejo International Journal of Science and Technology ISSN 1905-7873 Vol 1.

Tran, Q. V., X. H. Tran and V. H. Le. 2005. Utilization of longan seed meal (bt-products of dried longan pulp processing) as local and available feed resources for dairy goats in winter season of Vietnam. (On line). Available from http://www.mekarn. Org/proctu/viet23.

Vestergaard, M., N. T. Madsen, H. B. Bligaard, L. Bredah, P. T. Rasmussen and H. R. Andersen. 2007. Consequences of two or four months of finishing feeding of culled dry dairy cows on carcass characteristics and technological and sensory meat quality. Meat Sci. 76: 635-543.

Wanapat, M. 1999. Feeding of ruminants in tropics based on local feed resources. Khon Kaen publishing Company Ltd, Thailand, ISBN-10:9746766198. 236p.

Wanapat, M., F. Sunstol and J.M.R. Hall.1986. A comparison of alkali treatment method to improve the nutritive value of straw II. In sacco and *in vitro* degradation relative to *in vivo* digestibility. Anim. Feed Sci.Tech. 14: 215-220.

Wanapat, M., F. Sunstol and T. H., Germo.1985. A comparison of alkali treatment method to improve the nutritive value of straw I. Digestibility and metabolizability. Anim. Feed Sci.Tech.12:259-309.

Wanapat, M., S. Polyorach, K. Boonnop, C Mapato and A. Cherdthong. 2009. Effect of treating rice straw with urea or urea and calcium hydroxide upon intake, digestibility, rumen fermentation and yield of dairy cows. Livest. Sci. 125:238-243.

Wang, J. K., J. X. Liu, J. Y. Li, Y. M. Wu and J. A. Ye. 2007. Histology and rumen degradation changes of rice straw stem epidermis as influenced by chemical pretreatment. Anim. Feed Sci. Technol. 136 : 51-62.

Waritthitham, A., C, Lambertz, H.-J. Langholz., M. Wicke and M. Gauly. 2010. Assessment of beef production from Brahman x Thai native and Charolais x Thai natine crossbred bulls slaughtered at different weights. I: Growth performance and carcass quality. Meat. Sci. 85:191-195.

เศษเหลือจากลำไย: ทางเลือกใหม่อาหารโค

รศ.ดร.สมปอง สรวมศิริ
คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ลำไยเป็นผลไม้ที่เรารู้จักกันดี นิยมปลูกกันมากในภาคเหนือของประเทศ โดยเฉพาะจังหวัดเชียงใหม่ และจังหวัดลำพูน มีช่วงฤดูกาลเก็บเกี่ยวผลผลิตระหว่างเดือนกรกฎาคม-สิงหาคมของทุกปี โดยทั่วไปผลลำไยที่เก็บเกี่ยวในช่วงนี้มักเรียกกันว่าลำไยในฤดู ส่วนลำไยนอกฤดูนั้นจะหมายถึง ผลลำไยที่ถูกทำให้ออกดอก และติดผลในช่วงเวลาอื่นๆของปี โดยใช้วิธีการตัดแต่งกิ่งร่วมกับการใช้สารโพแตสเซียมคลอเรต เพื่อแก้ปัญหาราคาลำไยตกต่ำ และลดปัญหาแรงงานในช่วงเก็บเกี่ยวผลลำไยในฤดู ในปัจจุบันนี้เราจึงมีผลลำไยสดบริโภคกันได้ตลอดทั้งปี

สำหรับเนื้อลำไยที่เรานำมาบริโภคคือส่วนที่อยู่ระหว่างเปลือกและเมล็ด เนื้อลำไยมีสีขาวขุ่นหรือสีชมพูเรื่อๆ มีรสชาติหวานหอม เพราะมีน้ำตาลหลายชนิด เช่น น้ำตาลกลูโคส น้ำตาลซูโครส และน้ำตาลฟรุกโตส นอกจากนี้ยังมีไวตามินหลายชนิด เช่นไวตามินซี ไวตามินบี 1 และไวตามินบี 2 เป็นต้น(พาวิน,2545)

ลักษณะของเนื้ออาจจะแฉะ แห้ง กรอบ อ่อนนุ่มหรือเหนียวแตกต่างกันไปตามสายพันธุ์ของลำไย เราสามารถนำเนื้อลำไยมาบริโภคได้ทั้งในรูปเนื้อลำไยสด และเนื้อลำไยแปรรูป เช่นเนื้อลำไยอบแห้ง(เนื้อลำไยสีทอง) เนื้อลำไยอบแห้งทั้งเปลือก เนื้อลำไยกระป๋อง และ เนื้อลำไยกวน เป็นต้น โดยทั่วไปผลลำไยสดที่เก็บเกี่ยวในแต่ละปี มีเพียงร้อยละ 30 เท่านั้นที่ถูกนำมาใช้บริโภคภายในประเทศ แต่ส่วนใหญ่ของผลผลิตจะถูกนำมาทำเป็นสินค้าส่งออกขายต่างประเทศ ทั้งในรูปลำไยผลสดและผลิตภัณฑ์ลำไย โดยมีตลาดรองรับซื้อที่สำคัญได้แก่ ฮ่องกง สิงคโปร์ มาเลเซีย อินโดนีเซีย จีน และญี่ปุ่น เป็นต้น(นพดล และคณะ,2545)

เศษเหลือจากการผลิตลำไย

หากพูดถึงเศษเหลือจากการผลิตลำไยที่สามารถนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง เช่น โค กระบือ แพะ และ แกะ ซึ่งเป็นสัตว์ที่สามารถใช้ประโยชน์จากเยื่อใยในอาหารโดยอาศัยการทำงานของจุลินทรีย์ในกระเพาะหมักได้นั้น จากผลการศึกษาในโครงการ “การใช้ประโยชน์จากเศษเหลือจากการผลิตลำไยเพื่อเป็นอาหารโค” ที่ได้รับทุนสนับสนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) และ ดำเนินการระหว่างเดือนพฤษภาคม 2553 ถึงเดือนเมษายน 2554 พบว่า ในการผลิตลำไยทั้งระบบมีเศษเหลือจากการผลิต 3 ส่วนด้วยกัน คือ เศษเหลือจากในสวน เศษเหลือ ณ จุดรับซื้อผลลำไยสด และเศษเหลือ ณ โรงงานแปรรูปผลิตภัณฑ์ เศษเหลือดังกล่าวน่าจะนำมาใช้เป็นอาหารโคได้เพราะมีคุณค่าทางอาหารเพียงพอ

1. เศษเหลือจากในสวน หมายถึง เศษเหลือจากขั้นตอนการเก็บเกี่ยว และการตัดแต่งทรงพุ่ม ประกอบด้วย ใบลำไย กิ่งลำไย ก้านใบ ก้านช่อดอก ผลขนาดเล็กที่ยังเจริญเติบโตไม่เต็มที่ ผลลีบ และผลเน่า ในการเก็บเกี่ยวผลลำไยสดผู้เก็บเกี่ยวจะใช้มือหักกิ่งลำไยที่มีช่อผล หรือใช้กรรไกรตัดช่อผลจากต้นซึ่งมักมีส่วนของใบติดช่อผลมาด้วย แล้วรวมรวมช่อผลใส่เข่งไม้ไผ่หรือตะกร้าพลาสติกที่มีใบลำไยรองก้นเพื่อป้องกันไม่ให้ผลช้ำ จากนั้นจึงขนมากองรวมกันในพื้นที่ร่มของสวนซึ่งได้จัดเตรียมไว้เพื่อเตรียมผลลำไยเพื่อส่งตลาด โดยทั่วไปลักษณะของผลลำไยสดที่เตรียมส่งตลาดมี 2 แบบ คือ ขายเป็นลำไยเพื่อบริโภคผลสด และขายเป็นลำไยร่วง การเตรียมลำไยบริโภคผลสดนั้นช่อผลลำไยจะถูกตัดแต่งให้ก้านช่อยาวประมาณ 15 เซนติเมตร พร้อมตัดผลที่มีขนาดเล็กหรือใหญ่เกินกว่าขนาดผลเฉลี่ยในช่อนั้นออก (รวบรวมขายเป็นลำไยร่วง) แล้วบรรจุช่อผลลงในกล่องกระดาษ หรือตะกร้าพลาสติก ขนาดบรรจุต่างๆกัน(ตะกร้าพลาสติกบรรจุได้ 11-11.5 กิโลกรัม กล่องกระดาษบรรจุ 10-15 กิโลกรัม) โดยใช้ใบลำไยบางส่วนรองพื้นกล่องหรือตะกร้า หรือใช้กระดาษลูกฟูกที่มีแผ่นฟองน้ำบุอยู่ หลังจากที่บรรจุช่อผลลำไยตามน้ำหนักที่ต้องการแล้ว ก่อนที่จะปิดกล่องหรือตะกร้า จะปิดช่อผลด้วยใบลำไยอีกครั้งหนึ่ง ใบลำไยจะเป็นส่วนที่ช่วยป้องกันการกระแทกไม่ให้ผลลำไยช้ำ รวมทั้งช่วยป้องกันการระเหยน้ำจากผลลำไยในระหว่างการขนส่ง ลำไยในกล่องหรือตะกร้ามักเป็นลำไยที่ส่งขายตามต่างจังหวัด หรือส่งออกต่างประเทศ ช่อผลลำไยที่ไม่สามารถขายเป็นลำไยเพื่อบริโภคผลสดเนื่องจากในช่อมีผลน้อยหรือขนาดไม่ได้มาตรฐานอาจนำมาขายลำไยผลสดในลักษณะการมัดลำไยเป็นช่อหรือมัดเป็นกำๆ ขนาดน้ำหนักประมาณ 1 กิโลกรัม/กำ ช่อลำไยสดประเภทนี้มักนิยมขายกันตามตลาดสด หรือตามท้องถิ่น สำหรับการขายเป็นลำไยผลร่วง หรือขายลำไยร่วง เพื่อนำไปเป็นวัตถุดิบในการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ลำไยชนิดต่างๆ ซึ่งใช้เนื้อลำไยเป็นวัตถุดิบในการผลิต ผลลำไยจะถูกริด หรือเด็ดออกจากช่อผลที่ไม่สามารถใส่ตะกร้าหรือขายเป็นกำได้แล้ว ทำให้เป็นลำไยผลเดี่ยวๆ หรือผลลำไยร่วงแล้วบรรจุใส่ในกระสอบปุ๋ย ส่งขายตามขนาดผล ณ จุดรับซื้อลำไยผลสดที่จัดตั้งขึ้นชั่วคราวตามฤดูกาลเก็บลำไยปี หรือขายตรงที่หน้าโรงงานแปรรูปผลิตภัณฑ์ลำไย สำหรับเศษเหลือจากการเก็บเกี่ยวลำไยที่กองอยู่ ณ จุดรวบรวมลำไยในสวน เช่นใบลำไย กิ่งลำไย ก้านใบ ก้านช่อดอก ผลขนาดเล็กที่ยังเจริญเติบโตไม่เต็มที่ ผลลีบ และผลเน่า มักถูกทิ้งใต้โคนต้นลำไยให้เป็นปุ๋ยพืชสดหรือนำไปเผาทิ้งภายในพื้นที่สวน ทั้งนี้รวมถึงเศษเหลือที่เกิดขึ้น ณ จุดรับซื้อลำไยผลสดด้วย

สำหรับเศษเหลือจากขั้นตอนการตัดแต่งทรงพุ่มนั้น เป็นเศษเหลือที่เกิดขึ้นหลังจากที่เกษตรกรเก็บเกี่ยวผลผลิตลำไยหมดแล้ว เกษตรกรจะทำการตัดแต่งทรงพุ่มของต้นลำไย เพื่อให้ลำต้นโปร่งขึ้น เป็นการเตรียมต้นลำไยให้พร้อมสำหรับการให้ผลผลิตในฤดูกาลต่อไป เศษเหลือจากลำไยในขั้นตอนนี้ ประกอบด้วยกิ่งลำไยขนาดต่างๆ ใบลำไย และผลลำไยขนาดเล็กที่ไม่ได้ถูกเก็บเกี่ยวรวมทั้งผลลีบและผลเน่า กิ่งลำไยขนาดใหญ่ๆ มักถูกนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงโดยขายออกจากสวนเพื่อนำไปเผาเป็นถ่านไม้ลำไย แต่กิ่งขนาดเล็ก ใบลำไยและผลลำไยที่เหลือจะถูกนำมากองไว้ใต้โคนต้นปล่อยให้ย่อยสลายไปเอง หรือนำไปกองรวมกันในพื้นที่โล่งบริเวณสวน แล้วจุดไฟเผาทิ้ง จึงก่อให้เกิดผลเสีย

ต่อสิ่งแวดล้อมตามมาได้ แต่จากการสัมภาษณ์เกษตรกรผู้เลี้ยงโคในอำเภอสันทรายพบว่า ในช่วงฤดูแล้งใบลำไยจัดเป็นอาหารที่สำคัญอย่างหนึ่งของโคที่เลี้ยงแบบปล่อยให้แทะเล็มหญ้าในสวนลำไย เนื่องจากใบลำไยยังมีใบสีเขียวสดอยู่ ดังนั้นใบลำไยจึงน่าจะเป็นเศษเหลือจากการผลิตลำไยอย่างหนึ่งที่นำมาเป็นอาหารโคได้เช่นกัน สำหรับวิธีการใช้ประโยชน์เพื่อใช้เป็นอาหารโคได้แก่ การตัดใบลำไยมาให้โคกินสด หรือการตัดมาบดหรือสับให้เล็กลงก่อนนำไปผสมกับหญ้าเพื่อทำเป็นหญ้าหมักเลี้ยงโคต่อไป

2. เศษเหลือ ณ จุดรับซื้อผลลำไยสด สำหรับจุดรับซื้อลำไยผลสดอาจแบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะคือ จุดรับซื้อลำไยชั่วคราวที่พ่อค้าจัดตั้งขึ้นตามริมถนนที่มีพื้นที่เพียงพอในการเก็บผลผลิต ที่จุดรับซื้อนี้จะมีการซื้อ-ขายลำไยสดเป็นช่วงเวลาประมาณ 2-3 เดือนเท่านั้น(เฉพาะช่วงผลผลิตลำไยในฤดูออกสู่ตลาด) จุดรับซื้อชั่วคราวนี้มักรับซื้อทั้งลำไยผลสดบรรจุกล่องหรือตะกร้าพลาสติกเพื่อบริโภคผลสด และผลลำไยร่วง ลำไยบริโภคผลสดที่บรรจุในตะกร้าจะส่งขายต่างจังหวัด แต่ลำไยผลร่วงจะนำไปส่งขายที่โรงงานแปรรูปอีกทีหนึ่ง สำหรับจุดรับซื้อบริเวณหน้าโรงงานแปรรูปผลิตภัณฑ์ลำไยชนิดต่างๆ เช่นโรงงานผลไม้กระป๋อง และโรงงานผลิตลำไยอบแห้ง ส่วนใหญ่มักนิยมซื้อผลลำไยร่วงเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการแปรรูปผลิตภัณฑ์ ผลลำไยร่วงที่บรรจุกระสอบจะถูกคัดเกรดแยกตามขนาดผลโดยใช้เครื่องคัดเกรดลำไยซึ่งจะคัดเกรดผลลำไยร่วงออกเป็นเกรด AA, A, B, C และส่วนที่เหลือใต้ตะแกรงร่อนคือ ลำไยใต้ตะแกรงร่อน

เศษเหลือ ณ จุดรับซื้อลำไย จึงประกอบด้วย ลำไยเกรด C ลำไยใต้ตะแกรงร่อน และใบลำไยและกิ่งย่อยๆ ลำไยเกรด AA, A และ B จะเป็นวัตถุดิบที่ดีในการนำไปแปรรูปผลิตภัณฑ์ เช่น เนื้อลำไยอบแห้งและลำไยกระป๋อง เนื่องจากได้เนื้อผลที่มีชิ้นใหญ่ สำหรับลำไยเกรด C อาจนำมาเป็นวัตถุดิบในการแปรรูปเป็นลำไยอบแห้งทั้งเปลือก และลำไยกระป๋องได้ แต่ได้ผลิตภัณฑ์แปรรูปที่มีคุณภาพด้อยกว่าลำไยเกรด AA, A และ B ในฤดูกาลที่มีลำไยในฤดูล้นตลาดหรือลำไยออกผลมากมาย เจ้าของโรงงานแปรรูปมักไม่นิยมนำลำไยเกรด C ไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ เนื่องจากผลลำไยเกรด C แยกได้เนื้อลำไยน้อยกว่า เมื่อนำไปแปรรูปจะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพต่ำ พ่อค้าบางรายจึงไม่รับซื้อลำไยเกรด C เลย หรือ ซื้อในราคาต่ำมาก เช่น 50 สตางค์/ กิโลกรัม โดยเฉลี่ยผลลำไยเกรด C มีประมาณร้อยละ 5-8 ของผลผลิตลำไยร่วงที่นำส่งจำหน่ายทั้งหมด เกษตรกรบางรายจึงนำได้ลำไยเกรด C ไปเลี้ยงโค เนื่องจากในผลยังมีเนื้อลำไยอยู่ จึงมีความหวานของน้ำตาลในเนื้อ และสังเกตว่าโคชอบกินลำไยเกรด C มาก ลำไยเกรด C จึงน่าจะเป็นเศษเหลือจากการผลิตลำไยที่น่าสนใจในการนำมาเพิ่มมูลค่า เพื่อใช้เป็นอาหารโค โดยเฉพาะการนำมาใช้เป็นแหล่งพลังงานสำหรับจุลินทรีย์ในกระเพาะหมัก เมื่อราคาลำไยเกรด C มีราคาต่ำมากหรือเมื่อพ่อค้าไม่ยอมรับซื้อลำไยเกรด C ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ พาวิน และ คณะ (2547) กล่าวว่า ลำไย 1 ผล ประกอบด้วย เนื้อ เปลือก และเมล็ด ในสัดส่วนประมาณ 70:17:13 โดยสัดส่วนของเนื้อ เปลือก และเมล็ด จะแตกต่างกันไปตามชนิดพันธุ์ของลำไย สำหรับลำไยใต้ตะแกรงร่อนซึ่งประกอบด้วยผลลำไยขนาดต่างๆ และกิ่งลำไยขนาดเล็ก ก็

สามารถนำมาใช้เป็นอาหารเสริมพลังงานให้แก่โคได้เช่นกัน โดยใช้เป็นผลลำไยสดเสริมอาหารหยาบ เพราะมีน้ำตาลในเนื้อที่มีความหอมและหวาน การเก็บรักษาผลลำไยเกรด C สามารถทำได้ด้วยการนำมาแช่เย็นหรือแช่แข็งก่อนนำมาใช้เป็นอาหารโค อาจนำผลลำไยมาหมักร่วมกับหญ้าสด หรือหมักร่วมกับฟางข้าว โดยน้ำตาลจากเนื้อลำไยจะเป็นแหล่งพลังงานที่ดีสำหรับจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับการทำหญ้าหมัก หญ้าหมักที่มีผลลำไยสามารถเก็บรักษาคุณภาพได้นานเช่นเดียวกับการทำหญ้าหมักจากหญ้าโดยทั่วไป

3. เศษเหลือ ณ โรงงานแปรรูป อาจแยกออกได้เป็น 2 ส่วนคือ เศษเหลือที่จุดรับซื้อผลลำไยร่วงที่หน้าโรงงาน และเศษเหลือจากการแปรรูป เศษเหลือที่จุดรับซื้อผลลำไยสดหน้าโรงงานประกอบด้วยลำไยเกรด C ลำไยใต้ตะแกรงร่อน และกิ่งลำไยขนาดเล็กและใบลำไย ในโรงงานแปรรูปเนื้อลำไยอบแห้ง ลำไยกระป๋อง หรือลำไยแช่แข็ง ไม่ว่าจะเป็นโรงงานขนาดใหญ่ ขนาดกลางและขนาดเล็ก โรงงานตามชุมชนหรือกลุ่มแม่บ้านต่างๆ วัตถุดิบที่ใช้ในการแปรรูปคือเนื้อลำไยเท่านั้น ดังนั้นในขั้นตอนการแปรรูปจึงต้องมีขั้นตอนแยกเนื้อลำไยออกจากเปลือกและเมล็ด เศษเหลือที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการแปรรูป จึงเป็นส่วนของเปลือก และเมล็ด ที่มีลักษณะฉ่ำน้ำ ได้จากน้ำหวานของเนื้อลำไยที่ได้ในระหว่างการแยกเนื้อออกจากเปลือกและเมล็ด เศษเหลือดังกล่าวจึงมีโอกาสเน่าเสียได้ง่าย เนื่องจากมีความหวาน และความชื้นเหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ นอกจากนี้ยังเป็นแหล่งเพาะและขยายพันธุ์ของที่ดีของแมลงวันและแมลงอื่นๆ เพื่อลดมลภาวะที่เป็นพิษของโรงงาน เจ้าของโรงงานจึงมักนำเศษเหลือดังกล่าวไปทิ้งในพื้นที่รกร้างว่างเปล่า ในเขตพื้นที่ป่าชุมชน หรือใช้หมักเป็นปุ๋ยพืชสดบ้าง แต่ไม่มีการนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์ จากผลการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการอาหารสัตว์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ (2552) พบว่า เปลือกลำไยมีเปอร์เซ็นต์โปรตีน เยื่อใย และไขมันเท่ากับ 6.41, 37.04 และ 0.93 เปอร์เซ็นต์ในวัตถุแห้ง และเมล็ดลำไยมี 6.50, 8.33 และ 1.94 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ดังนั้นเปลือกและเมล็ดลำไยจึงยังมีคุณค่าทางอาหารเพียงพอที่จะใช้เป็นอาหารโคได้ เนื่องจากโคเป็นสัตว์เคี้ยวเอื้องที่สามารถใช้ประโยชน์จากส่วนประกอบของผนังเซลล์พืชได้ โดยอาศัยจุลินทรีย์ในกระเพาะหมัก (เทอดชัย, 2548) เนื่องจากในลำไย 1 ผลจะมีส่วนของเปลือกและเมล็ดเฉลี่ยประมาณร้อยละ 30 ของผลลำไยสด จึงนับได้ว่าเปลือกและเมล็ดลำไยเป็นเศษเหลือที่มีปริมาณมากพอที่จะนำมาใช้เป็นแหล่งอาหารใหม่สำหรับเลี้ยงโคได้ สำหรับการใช้ประโยชน์จากเปลือกและเมล็ดลำไยเพื่อเป็นอาหารโค สามารถทำได้โดยให้โคกินเปลือกและเมล็ดลำไยสดเสริมอาหารหยาบ หรือเก็บรักษาด้วยการนำมาเป็นส่วนประกอบในหญ้าหมัก หรือทำพืชหมักจากเปลือกลำไยหมักเพียงอย่างเดียว หากต้องการให้หญ้าหมักมีโปรตีนสูงขึ้น อาจหมักเปลือกลำไยร่วมกับใบกระถิน หรือทำเปลือกลำไยอบยูเรียร่วมกับฟางข้าว ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นแหล่งอาหารหยาบเลี้ยงโคได้โดยตรงเช่นเดียวกับฟางอบยูเรีย นอกจากนี้เปลือกลำไยเพียงอย่างเดียว อาจนำไปทำให้แห้งแล้วบดเพื่อนำไปเป็นส่วนประกอบในอาหารข้นได้เช่นกัน

จากปัญหาการขาดแคลนอาหารหยาบสำหรับเลี้ยงโค และปัญหาอาหารหยาบที่เกษตรกรใช้มีคุณภาพต่ำ เกษตรกรที่เลี้ยงโคโดยมีพื้นที่อย่างจำกัด โดยเฉพาะเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่และลำพูน จึงจำเป็นต้องออกหาแหล่งอาหารใหม่ๆให้โคกินตลอดเวลา เพื่อให้โคที่เลี้ยงมีอาหารกินอย่างเพียงพอกับการให้ผลผลิต ดังนั้นเกษตรกรจึงได้นำเศษเหลือทางการเกษตรที่มีคุณค่าทางอาหารต่ำ เช่น ฟางข้าว เปลือกฝักถั่วเหลือง และต้นข้าวโพด รวมทั้งซื้อเศษเหลือจากโรงงานอุตสาหกรรมเกษตร เปลือกสับปะรด เปลือกเสาวรส และกากน้ำตาลมาใช้เลี้ยงโค ซึ่งมีผลให้ต้นทุนในการผลิตเพิ่มสูงขึ้นด้วย สำหรับเกษตรกรที่เลี้ยงโคในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่และลำพูน ซึ่งเป็นพื้นที่ผลิตลำไยที่สำคัญของประเทศ เศษเหลือจากการผลิตลำไยทั้งระบบ เช่น ลำไยเกรด C เปลือกลำไย เมล็ดลำไย และใบลำไย จึงจัดเป็นเศษเหลือทิ้งที่น่าสนใจในการนำมาใช้เป็นอาหารโค หรือสัตว์เคี้ยวเอื้องชนิดอื่นๆที่สามารถใช้ประโยชน์จากอาหารที่มีเยื่อใยสูงและมีคุณภาพต่ำได้ โดยอาศัยการทำงานของจุลินทรีย์ในกระเพาะหมัก เนื่องจากเป็นเศษเหลือทิ้งจากการผลิตลำไยมีปริมาณมากมายในแต่ละฤดูกาลผลิต นอกจากนี้ยังมีคุณค่าทางอาหารเพียงพอที่นำมาใช้เป็นอาหารโคได้ แต่ยังไม่ได้นำมาใช้ประโยชน์ การนำเศษเหลือจากการผลิตลำไยซึ่งเป็นเศษเหลือทิ้งในท้องถิ่นกลับมาใช้ประโยชน์ โดยการเพิ่มมูลค่าเพื่อใช้เป็นอาหารโค จะช่วยลดต้นทุนค่าอาหารโคลงได้ และยังเป็นการลดมลพิษที่จะเกิดขึ้นในโรงงาน และช่วยลดมลพิษที่จะเกิดขึ้นกับสิ่งแวดล้อมได้อีกวิธีหนึ่งด้วย

เอกสารอ้างอิง

เทอดชัย เวียรศิลป์.2548. โภชนศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้อง. พิมพ์ครั้งที่ 5. ทรีโอ แอดเวอร์ไทซิ่ง แอนด์ มีเดีย. เชียงใหม่. 357น.

นภดล จรัสสัมฤทธิ์ พาวิน มะโนชัย นะมณี โทปุญญานนท์ ธีรนุช จันทรชิต วินัย วิริยะอลงกรณ์ และพิชัย สมบูรณ์วงศ์. 2543. การผลิตลำไย โครงการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตลำไยและลิ้นจี่ ศูนย์วิจัยและพัฒนาลำไยและลิ้นจี่. มหาวิทยาลัยแม่โจ้. เชียงใหม่.128 น.

พาวิน มะโนชัย. 2545. ไม้ผลกึ่งร้อน. ภาควิชาพืชสวน. คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้. เชียงใหม่. 120 น.

พาวิน มะโนชัย ยุทธนา เขาสุเมรุ ชิติ ศรีตนทิพย์ และสันติ ช่างเจรจา. 2547.เทคโนโลยีการผลิตลำไย. ห้างหุ้นส่วนจำกัดมิตรเกษตรการตลาดและโฆษณา.กรุงเทพฯ.128 น.

ผลวิเคราะห์คุณค่าทางอาหาร. 2552. เปลือกและเมล็ดลำไย สาขาอาหารสัตว์ คณะสัตวศาตร์ และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยแม่โจ้

การเผากิ่งและใบลำไยหลังจากการตัดแต่งกิ่ง

เปลือกและเมล็ดลำไย

ผลลำไยใต้ตะแกรงร่อน

ผลลำไยเกรด C

เปลือกและเมล็ดลำไยหมัก

เปลือกและเมล็ดลำไยหมักร่วมกับฟางข้าว

ช่อผลลำไยที่พร้อมเก็บเกี่ยว

โคกินเปลือกลำไยหมัก

เปลือกและเมล็ดลำไยหมักร่วมกับใบกระถิน

การแกะเนื้อลำไยออกจากผลในขั้นตอนการแปรรูปลำไยอบแห้ง