

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

4.1 ผลการศึกษาระยะเวลาในการหมักและปริมาณการใช้สารเสริมที่มีผลต่อองค์ประกอบทางเคมีของพืชอาหารหมักจากกระถิน

4.1.1 องค์ประกอบทางเคมีของกระถิน กากน้ำตาลและวินส์ก่อนหมัก

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของกระถินก่อนหมักแสดงดังตารางที่ 4.1 พบว่ามีปริมาณน้ำหนักร้อยละเท่ากับ 38.76 ± 0.57 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งปริมาณน้ำหนักร้อยละที่ได้จากการวิเคราะห์ครั้งนี้จัดได้ว่าอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับการนำมาทำเป็นพืชอาหารหมักเพราะมีค่าอยู่ในช่วง 30-40 เปอร์เซ็นต์ (Alberta Ag-Industries, 1986; Cobientz, 2003 และ Schroeder, 2004) ในขณะที่ปริมาณโปรตีนหยาบ Nutrient Detergent Fiber (NDF), Acid Detergent Fiber (ADF) และ Acid Detergent Lignin (ADL) มีค่าเท่ากับ 15.12 ± 0.28 , 57.05 ± 0.40 , 45.08 ± 0.44 และ 13.84 ± 0.38 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้งตามลำดับ

จากตารางที่ 4.1 จะเห็นได้ว่ากากน้ำตาลมีปริมาณน้ำหนักร้อยละเท่ากับ 71.48 ± 0.38 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับการรายงานของวรรณและคณะ (2547) ที่กล่าวว่ากากน้ำตาลมีปริมาณน้ำหนักร้อยละเท่ากับ 72.39 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังมีปริมาณโปรตีนหยาบเท่ากับ 2.54 ± 0.29 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักร้อยละ ซึ่งค่าที่ได้สอดคล้องกับการรายงานของพิพัฒน์ (2544) และ Allen (1990) ที่กล่าวว่ากากน้ำตาลมีปริมาณโปรตีนหยาบอยู่ในช่วง 2-2.90 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักร้อยละ ในขณะที่การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของวินส์ (ตารางที่ 4.1) พบว่ามีปริมาณน้ำหนักร้อยละเท่ากับ 30.76 ± 0.37 เปอร์เซ็นต์และปริมาณโปรตีนหยาบเท่ากับ 11.43 ± 0.32 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักร้อยละ โดยผลที่ได้จากการวิเคราะห์มีค่าใกล้เคียงกับการรายงานของพงศธร วัตถุติบ (2552) ที่กล่าวว่าวินส์มีปริมาณน้ำหนักร้อยละเท่ากับ 36 เปอร์เซ็นต์และมีปริมาณโปรตีนหยาบเท่ากับ 12.43 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักร้อยละ

ดังนั้นจากข้อมูลข้างต้นจึงกล่าวได้ว่ากากน้ำตาลและวินส์มีคุณค่าทางโภชนาการหรือองค์ประกอบทางเคมีที่เหมาะสมสำหรับนำไปใช้เป็นสารเสริมในการทำพืชอาหารหมักได้และยังเป็นทางเลือกใหม่ให้กับเกษตรกรได้ใช้สารเสริมที่มีคุณภาพดีเพื่อนำไปใช้ในการปรับปรุงคุณภาพของพืชอาหารหมักให้มีคุณภาพดีต่อไป

ตารางที่ 4.1 องค์ประกอบทางเคมีของกระถิน กากน้ำตาลและวินัสก่อนหมัก

องค์ประกอบทางเคมี (เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง)	กระถิน (leucaena)	กากน้ำตาล (Molasses)	วินัส (Vinasse)
น้ำหนักแห้ง (Dry Matter) (%)	38.76±0.57	71.48±0.38	30.76±0.37
ความชื้น (Moisture)	61.24±0.57	28.52±0.38	69.24±0.37
โปรตีนหยาบ (Crude Protein)	15.12±0.28	2.54±0.29	11.43±0.32
เถ้า (Ash)	6.81±0.14	10.53±0.70	24.82±0.78
อินทรีย์วัตถุ (Organic matter)	93.19±0.14	89.47±0.70	75.18±0.78
NH ₃ -N (% total N)	5.23±0.61	0.38±0.04	1.78±0.07
พีเอช (pH)	6.14±0.03	ND	ND
Neutral Detergent Fiber (NDF)	57.05±0.40	ND	ND
Acid Detergent Fiber (ADF)	45.08±0.44	ND	ND
Acid Detergent Lignin (ADL)	13.84±0.38	ND	ND
Neutral Detergent Soluble (NDS)	48.35±0.53	ND	ND
เฮมิเซลลูโลส (Hemicelluloses)	11.97±0.65	ND	ND
เซลลูโลส (Cellulose)	30.32±0.30	ND	ND

ค่าที่แสดงอยู่ในรูป Mean±SD

Not Determine (ND) ไม่มีการวิเคราะห์

4.1.2 ผลของระยะเวลาในการหมักและปริมาณการเสริมกากน้ำตาลที่มีผลต่อองค์ประกอบทางเคมีของพืชอาหารหมักจากกระถิน

4.1.2.1 ผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพ (Organoleptic test) คือ สี กลิ่นและโครงสร้างของพืชอาหารหมักจากกระถิน

การประเมินลักษณะทางกายภาพของพืชอาหารหมักซึ่งประกอบด้วย สี กลิ่น และโครงสร้างต้องอาศัยความชำนาญและประสบการณ์จากนักวิทยาศาสตร์และเจ้าหน้าที่วิเคราะห์อาหารสัตว์ในการจำแนกลักษณะที่มีอยู่เพื่อบ่งบอกถึงคุณภาพของพืชอาหารหมัก จากการศึกษาพืชอาหารหมักจากกระถินที่หมักร่วมกับกากน้ำตาล (ตารางที่ 4.2) พบว่าพืชอาหารหมักมีสีเขียวอมเหลืองและกลิ่นหอมของกรด ในขณะที่พืชอาหารหมักในกลุ่มที่ไม่ได้เสริมกากน้ำตาลจะมีกลิ่นหอมของกรดปนกลิ่นฉุนหรือกลิ่นแอมโมเนียเพิ่มสูงขึ้นตามระยะเวลาในการหมัก นอกจากนี้ยังพบว่าลักษณะโครงสร้างของพืชอาหารหมักในกลุ่มที่ไม่ได้เสริมกากน้ำตาลและเสริม

ตารางที่ 4.2 ลักษณะทางกายภาพ สี กลิ่นและโครงสร้างของพืชอาหารหมักจากกระถินที่หมักร่วมกับกากน้ำตาล

ระยะเวลาการหมัก (วัน)	7				14				21				30			
ปริมาณกากน้ำตาล (%)	0	4	6	8	0	4	6	8	0	4	6	8	0	4	6	8
สี	สีเขียว	สีเขียวอมเหลือง			สีเขียวปนน้ำตาล	สีเขียวอมเหลือง			สีเขียวปนน้ำตาล	สีเขียวอมเหลือง			สีเขียวปนน้ำตาล	สีเขียวอมเหลือง		
กลิ่น	ไม่มีกลิ่นหอมของกรด	กลิ่นหอมของน้ำตาล			กลิ่นหอมของกรด	กลิ่นหอมของกรด			กลิ่นหอมของกรด	กลิ่นหอมของกรด			กลิ่นหอมปนฉุน	กลิ่นหอมของกรด		
โครงสร้าง	ก้านและใบยังคงสภาพเดิมไม่ต่างจากกระถินก่อนหมัก															

เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการวิเคราะห์ดังนั้นจึงควรศึกษาผลจากห้องปฏิบัติการร่วมด้วย

ตารางที่ 4.3 คะแนนทางกายภาพของพืชอาหารหมักจากกระถินที่หมักร่วมกับกากน้ำตาล

	A				B				% CV	P-Value		
	ระยะเวลาการหมัก (วัน)				ปริมาณกากน้ำ้าตาล (%)					A	B	A*B
	7	14	21	30	0	4	6	8				
คะแนนทางกายภาพ	16.25 ^a	15.75 ^{ab}	15.50 ^b	15.92 ^{ab}	12.83 ^c	15.42 ^b	17.42 ^a	17.75 ^a	3.86	*	*	NS

^{a, b, c} อักษรที่แตกต่างกันในบรรทัดเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

คะแนน 20-16 ดีมาก-ดี, 15-10 เกือบดี, 9-5 ปานกลางและ 4-0 แย่เสีย

กากน้ำตาลนั้นไม่มีการเน่าเปื่อยและไม่พบเชื้อราด้านบนของพืชอาหารหมัก ซึ่งลักษณะดังกล่าวที่เกิดขึ้นเป็นไปตามการรายงานของชาญชัย (2521) ที่กล่าวว่าพืชอาหารหมักที่ดีควรมีสีเขียวแกมเหลืองหรือสีน้ำตาลอ่อนและมีกลิ่นหอมของกรด ไม่เน่าเหม็น กลิ่นไม่ฉุน ซึ่งพืชอาหารหมักที่มีกลิ่นฉุนนั้นสัตว์ไม่ชอบกิน

จากผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติของคะแนนทางกายภาพ (ตารางที่ 4.3) พบว่าระหว่างระยะเวลาในการหมักและปริมาณการเสริมกากน้ำตาลไม่มีอิทธิพลร่วมกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยจะเห็นได้ว่าระยะเวลาในการหมักที่ 7, 14, 21 และ 30 วันมีคะแนนโดยรวมเท่ากับ 16.25, 15.75, 15.50 และ 15.92 คะแนนตามลำดับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยจะเห็นได้ว่าในช่วงอายุการหมักที่ 7 วันจะมีคะแนนทางกายภาพสูงกว่าอายุการหมักอื่น ๆ ทั้งนี้เนื่องจากพืชอาหารหมักในช่วงแรกอาจมีสารอาหารประเภท WSC จำนวนมากจึงอาจทำให้จุลินทรีย์ใช้สารอาหารเหล่านั้นในการเจริญเติบโตส่งผลทำให้ลักษณะทางกายภาพคือสีและกลิ่นดีกว่าช่วงอายุการหมักอื่น ๆ อีกทั้งคะแนนที่ลดลงหลังจากการหมักนานขึ้นอาจเป็นเพราะปริมาณกากน้ำตาลที่เสริมอาจมีไม่เพียงพอต่อจุลินทรีย์ในกลุ่มที่ผลิตกรดแลคติกและคุณสมบัติของกระถินที่มีค่า BC สูง ด้วยเหตุนี้จึงอาจทำให้คะแนนทางกายภาพลดลง ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่าถ้าเพิ่มระยะเวลาในการหมักนานขึ้นอาจส่งผลทำให้พืชอาหารหมักจากกระถินเกิดการเน่าเสียได้ง่าย ซึ่งวิธีการลดปัญหาเหล่านี้ได้ก็คือการใช้สารเสริมในการผลิตพืชอาหารหมักนั่นเอง

และเมื่อพิจารณาจากปริมาณการเสริมกากน้ำตาลพบว่าการเสริมกากน้ำตาลในปริมาณ 4, 6 และ 8 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักกระถินสดมีคะแนนโดยรวมเท่ากับ 15.42, 17.42 และ 17.75 คะแนน ซึ่งมีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เสริมกากน้ำตาลที่มีค่าเท่ากับ 12.83 คะแนนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยคะแนนดังกล่าวอยู่ในช่วง 15.42-17.75 คะแนนซึ่งจัดอยู่ในเกณฑ์พืชอาหารหมักคุณภาพดี

4.1.2.2 ผลการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของพืชอาหารหมักจากกระถินตามระยะเวลาการหมักและปริมาณการเสริมกากน้ำตาล

จากผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติของปริมาณน้ำหนักรวม ความชื้น ADF $\text{NH}_3\text{-N}$ และค่าฟิเชซ (ตารางที่ 4.4) พบว่าระหว่างระยะเวลาในการหมักและปริมาณการเสริมกากน้ำตาลไม่มีอิทธิพลร่วมกันทางสถิติ ($P>0.05$) ในขณะที่ปริมาณของโปรตีนหยาบ NDF ADL NDS ปริมาณเฮมิเซลลูโลส และปริมาณเซลลูโลสพบว่าระหว่างระยะเวลาในการหมักและปริมาณการเสริมกากน้ำตาลมีอิทธิพลร่วมกันทางสถิติ ($P<0.05$) (ตารางที่ 4.5)

ผลการศึกษาปริมาณน้ำหนักร้างแสดงดังตารางที่ 4.4 พบว่ากลุ่มที่ทำการหมัก 7, 14, 21 และ 30 วันมีปริมาณน้ำหนักร้างเท่ากับ 38.28, 38.12, 38.06 และ 37.94 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ซึ่งค่าที่ได้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) อย่างไรก็ตามการลดลงของปริมาณน้ำหนักร้างในการวิเคราะห์ครั้งนี้สอดคล้องกับผลการทดลองของพิมลทิพย์ (2546) วีระพลและคณะ (2541), Lopez *et al.*, (1970) และพรชัยและคณะ (2540) ที่กล่าวว่าปริมาณน้ำหนักร้างจะลดลงตามระยะเวลาในการหมัก ซึ่งการลดลงของปริมาณน้ำหนักร้างอาจเกิดจากจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในพืชอาหารหมักจะไฮดรอลิเซตเป็นแหล่งพลังงานเพื่อการเจริญเติบโตและเป็นการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์จึงส่งผลทำให้ปริมาณของน้ำหนักร้างในการวิเคราะห์ครั้งนี้ลดลง

และเมื่อพิจารณาจากปริมาณการเสริมกากน้ำตาล (ตารางที่ 4.4) พบว่าการเสริมกากน้ำตาลในปริมาณ 4, 6 และ 8 เปอร์เซ็นต์มีปริมาณน้ำหนักร้างเท่ากับ 38.38, 38.45 และ 38.43 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ซึ่งมีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เสริมกากน้ำตาลที่มีค่าเท่ากับ 37.14 เปอร์เซ็นต์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) การที่พืชอาหารหมักในกลุ่มที่เสริมกากน้ำตาลมีปริมาณของน้ำหนักร้างเพิ่มสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เสริมกากน้ำตาลตลอดจนเกิดการสูญเสียน้ำหนักร้างไปในระหว่างกระบวนการหมักน้อยลงนั้น เนื่องจากกากน้ำตาลมีแหล่งของ WSC สูง ซึ่งส่วนใหญ่เป็นน้ำตาลซูโครสประมาณ 36 เปอร์เซ็นต์ (Napompeth, 1992) จึงทำให้จุลินทรีย์กลุ่มที่ผลิตกรดแลคติกสามารถใช้เป็นแหล่งพลังงานได้ทันทีส่งผลทำให้เกิดกรดแลคติกจำนวนมาก ยับยั้งจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการได้รวดเร็วและทำให้เกิดการสูญเสียน้ำหนักร้างน้อยลงอีกด้วย ซึ่งการเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำหนักร้างในการวิเคราะห์ครั้งนี้สอดคล้องกับผลการทดลองของ Yokota *et al.*, (1992), สมสุข (2544); Tjandraatmadja *et al.*, (1994) และแพรวพรรณและคณะ (2549) ที่ได้ใช้กากน้ำตาลเป็นสารเสริมในการทำพืชอาหารหมักตระกูลหญ้าพบว่าพืชอาหารหมักมีปริมาณน้ำหนักร้างเพิ่มสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เสริมกากน้ำตาลตลอดจนทำให้พืชอาหารหมักมีการสูญเสียน้ำหนักร้างไปในระหว่างกระบวนการหมักน้อยลงอีกด้วย

นอกจากนั้นพบว่ากลุ่มที่ทำการหมัก 7, 14, 21 และ 30 วันมีปริมาณความชื้นเท่ากับ 61.76, 61.88, 62.06 และ 61.94 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (ตารางที่ 4.4) ซึ่งค่าที่ได้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) และเมื่อพิจารณาจากปริมาณการเสริมกากน้ำตาลพบว่าการเสริมกากน้ำตาลในปริมาณ 4, 6 และ 8 เปอร์เซ็นต์มีปริมาณความชื้นเท่ากับ 61.67, 61.55 และ 61.57 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ซึ่งมีค่าต่ำกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เสริมกากน้ำตาลที่มีค่าเท่ากับ 62.86 เปอร์เซ็นต์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ซึ่งค่าที่ได้เป็นไปตามการรายงานของเมธา (2533) ที่กล่าวว่าพืชอาหารหมักควรมีปริมาณความชื้นอยู่ในช่วง 60-67 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักร้างพืชสด

ตารางที่ 4.4 องค์ประกอบทางเคมีของพืชอาหารหมักจากกระถินตามระยะเวลาการหมักและปริมาณการเสริมกากน้ำตาล

องค์ประกอบทางเคมี (เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง)	A				B				% CV	P-Value		
	ระยะเวลาการหมัก (วัน)				ปริมาณการเสริมกากน้ำตาล (%)					A	B	A*B
	7	14	21	30	0	4	6	8				
น้ำหนักแห้ง (เปอร์เซ็นต์)	38.28	38.12	38.06	37.94	37.14 ^b	38.38 ^a	38.45 ^a	38.43 ^a	1.03	NS	*	NS
ความชื้น (Moisture)	61.76	61.88	62.06	61.94	62.86 ^a	61.67 ^b	61.55 ^b	61.57 ^b	0.62	NS	*	NS
โปรตีนหยาบ (CP)	16.73	16.85	16.59	16.34	15.40 ^d	16.06 ^c	17.08 ^b	17.98 ^a	2.94	NS	*	*
เถ้า (Ash)	8.70 ^a	8.42 ^b	8.34 ^b	7.92 ^c	7.36 ^c	8.43 ^b	8.62 ^b	8.98 ^a	3.84	*	*	*
อินทรีย์วัตถุ (OM)	91.35 ^b	91.58 ^b	91.91 ^a	92.08 ^a	92.72 ^a	91.46 ^b	91.55 ^b	91.20 ^c	0.33	*	*	*
Neutral Detergent Fiber (NDF)	52.30 ^a	50.53 ^b	50.54 ^b	48.11 ^c	52.45 ^a	50.30 ^b	49.82 ^b	48.90 ^c	2.11	*	*	*
Acid Detergent Fiber (ADF)	42.21 ^a	40.65 ^b	39.89 ^c	38.25 ^d	41.26 ^a	40.07 ^b	40.35 ^b	39.33 ^c	2.11	*	*	NS
Acid Detergent Lignin (ADL)	12.69 ^a	11.46 ^b	11.82 ^b	11.34 ^b	12.60 ^a	12.48	11.48 ^b	10.76 ^c	5.51	*	*	*
Neutral Detergent Soluble (NDS)	51.00 ^c	52.28 ^b	52.36 ^b	54.81 ^a	50.37 ^c	52.83 ^b	52.96 ^b	54.29 ^a	1.88	*	*	*
เฮมิเซลลูโลส (Hemicellulose)	10.28	9.87	10.65	9.90	11.20 ^a	10.23 ^{ab}	9.65 ^b	9.62 ^b	11.94	NS	*	*
เซลลูโลส (Cellulose)	28.94 ^{ab}	29.20 ^a	28.09 ^b	26.82 ^c	28.41	27.61	28.54	28.49	3.78	*	NS	*
แอมโมเนียไนโตรเจน (% total N)	6.47	6.50	6.14	6.20	6.53	6.41	6.22	6.15	6.98	NS	NS	NS
พีเอช (pH)	4.56 ^a	4.55 ^a	4.50 ^{ab}	4.48 ^b	5.23 ^a	4.40 ^b	4.24 ^c	4.21 ^c	1.72	*	*	NS

^{a, b, c} อักษรที่ต่างกันในบรรทัดเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

*Significant level $P < 0.05$, Ns=Non-significant

จากตารางที่ 4.4 จะเห็นได้ว่าปริมาณ $\text{NH}_3\text{-N}$ ในกลุ่มที่ทำการหมัก 7, 14, 21 และ 30 วันมีค่าเท่ากับ 6.47, 6.50, 6.14 และ 6.20 เปอร์เซ็นต์ของไนโตรเจนทั้งหมดตามลำดับ ($P>0.05$) และเมื่อพิจารณาจากปริมาณการเสริมกากน้ำตาลพบว่าการเสริมกากน้ำตาลในปริมาณ 4, 6 และ 8 เปอร์เซ็นต์มีปริมาณ $\text{NH}_3\text{-N}$ เท่ากับ 6.41, 6.22 และ 6.15 เปอร์เซ็นต์ของไนโตรเจนทั้งหมดตามลำดับ ซึ่งมีค่าต่ำกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เสริมกากน้ำตาลที่มีค่าเท่ากับ 6.53 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักรวม (P>0.05) การที่พืชอาหารหมักจากกระถินในกลุ่มที่เสริมกากน้ำตาลมีปริมาณ $\text{NH}_3\text{-N}$ ต่ำกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เสริมกากน้ำตาลนั้นเนื่องจากกากน้ำตาลมีปริมาณของน้ำตาลสูงจึงทำให้จุลินทรีย์มีการนำสารอาหารเหล่านี้มาใช้ในการผลิตกรดแลคติกจึงทำให้สามารถยับยั้งการทำงานของจุลินทรีย์ในกลุ่ม *Proteolytic clostridium* ได้จึงทำให้มีการสลายโปรตีนหยุดไปเป็นแอมโมเนียในระหว่างกระบวนการหมักน้อย (สมสุข, 2546) อย่างไรก็ตามปริมาณ $\text{NH}_3\text{-N}$ ที่ต่ำนั้นแสดงว่าพืชอาหารหมักมีการสูญเสียโปรตีนหยุดน้อย (บุญล้อมและคณะ, 2543) เมื่อพืชอาหารหมักมีการสูญเสียโปรตีนหยุดไปในระหว่างกระบวนการหมักน้อยจึงทำให้มีโปรตีนหยุดเพียงพอต่อการนำไปใช้ประโยชน์ของสัตว์ได้เป็นอย่างดีอีกด้วย ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของณรงค์และอุดม (2546) ที่ได้ทำการศึกษาคูณภาพของถั่วท่าพระสไตโลหมักในถุงพลาสติกที่หมักร่วมกับกากน้ำตาลพบว่าถั่วท่าพระสไตโลที่หมักร่วมกับกากน้ำตาลมีปริมาณ $\text{NH}_3\text{-N}$ ต่ำกว่าถั่วท่าพระสไตโลที่ไม่ได้ใช้สารเสริม อย่างไรก็ตามปริมาณ $\text{NH}_3\text{-N}$ ของพืชอาหารหมักในงานวิจัยนี้มีค่าอยู่ในช่วง 6.14-6.53 เปอร์เซ็นต์ของไนโตรเจนทั้งหมด ซึ่งถือว่าเป็นปริมาณ $\text{NH}_3\text{-N}$ ที่เหมาะสมสำหรับพืชอาหารหมักคุณภาพดี (Bjorge, 1996 และ สายัณห์, 2522)

จากการวิเคราะห์ค่าพีเอช (ตารางที่ 4.4) พบว่าระยะเวลาในการหมักที่ 30 วันมีค่าพีเอชเท่ากับ 4.48 ซึ่งมีค่าต่ำกว่ากลุ่มที่ทำการหมัก 7, 14 และ 21 วันที่มีค่าพีเอชเท่ากับ 4.56, 4.55 และ 4.50 ตามลำดับ ($P<0.05$) และเมื่อพิจารณาจากปริมาณการเสริมกากน้ำตาลพบว่าการเสริมกากน้ำตาลในปริมาณ 4, 6 และ 8 เปอร์เซ็นต์มีค่าพีเอชเท่ากับ 4.40, 4.24 และ 4.21 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าต่ำกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เสริมกากน้ำตาลที่มีค่าเท่ากับ 5.23 ($P<0.05$) โดยค่าพีเอชของพืชอาหารหมักจากกระถินตามระยะเวลาในการหมักและปริมาณการเสริมกากน้ำตาลในงานทดลองนี้มีค่าอยู่ในช่วง 4.48-4.56 และ 4.21-4.40 ซึ่งผลที่ได้สอดคล้องกับ Kung and Shaver (2001) และ Ralph and Mary (1980) ที่กล่าวว่าพืชอาหารหมักจากพืชตระกูลถั่วจะมีค่าพีเอชอยู่ในช่วง 4.3-4.7 อย่างไรก็ตามการที่ค่าพีเอชลดลงได้น้อยเนื่องจากคุณสมบัติของพืชตระกูลถั่วที่มีค่า BC สูงคือ 350-600 มิลลิอีควิวาเลนต์ของด่างต่อกิโลกรัมแห้ง (meq.) (Muck, 1991) จึงอาจเป็นสาเหตุทำให้ค่าพีเอชลดลงได้ช้า

จากตารางที่ 4.5 แสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนหยาบพบว่ากลุ่มที่ทำการหมัก 21 วันและเสริมกากน้ำตาลในปริมาณ 8 เปอร์เซ็นต์จะมีปริมาณของโปรตีนหยาบเท่ากับ 18.31 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง ซึ่งมีค่าสูงกว่าทุกระยะเวลาในการหมักและทุกปริมาณการใช้สารเสริมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) การที่ปริมาณโปรตีนหยาบมีค่าลดลงสาเหตุอาจเป็นเพราะกิจกรรมของจุลินทรีย์ทำให้โปรตีนสลายตัวทำให้มีการปลดปล่อยแอมโมเนียออกมาในปริมาณมาก ดังนั้นการที่จะยับยั้งการใช้โปรตีนเป็นแหล่งพลังงานของแบคทีเรียในกลุ่มนี้จึงควรมีการหมักร่วมกับสารเสริมเพื่อเป็นการเพิ่มปริมาณของ WSC ในพืชอาหารหมักให้สูงขึ้น ซึ่งจะเห็นได้จากพืชอาหารหมักในกลุ่มที่เสริมกากน้ำตาลที่มีปริมาณโปรตีนหยาบเพิ่มสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เสริมกากน้ำตาลอีกด้วย อย่างไรก็ตามเพื่อเป็นการยืนยันผลดังกล่าวจะต้องมีการวิเคราะห์ชนิดของจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในพืชอาหารหมักในงานวิจัยต่อไปในอนาคต

ผลการวิเคราะห์ปริมาณ Neutral Detergent Fiber (NDF) แสดงดังตารางที่ 4.5 พบว่าการหมักนาน 30 วันและเสริมกากน้ำตาลในปริมาณ 4, 6 และ 8 เปอร์เซ็นต์มีปริมาณ NDF เท่ากับ 47.73, 47.71 และ 47.57 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้งตามลำดับ ซึ่งมีค่าต่ำกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เสริมกากน้ำตาลที่มีค่าเท่ากับ 49.44 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) การที่ปริมาณ NDF ลดลงอาจเนื่องจาก NDF เป็นส่วนประกอบของผนังเซลล์พืช ซึ่งในระหว่างกระบวนการหมักจุลินทรีย์จะใช้ NDF ส่วนหนึ่งในการเจริญเติบโตจึงทำให้เปอร์เซ็นต์ NDF ลดลง ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณ Acid Detergent Fiber (ADF) และปริมาณ Acid Detergent Lignin (ADL) ที่ลดลงตามปริมาณการเสริมกากน้ำตาลอีกด้วย นอกจากนี้การที่ปริมาณ NDF ADF และ ADL ลดลงนั้นจะทำให้สัตว์สามารถย่อยสารอาหารจำพวกเยื่อใยออกมาใช้ประโยชน์ได้มากยิ่งขึ้น

Neutral Detergent Soluble (NDS) เป็นส่วนที่ละลายได้ในสารละลายที่เป็นกลางโดยส่วนใหญ่ประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้าง (Non Structural Carbohydrates, NSC) เช่น น้ำตาล แป้ง โปรตีน ไขมัน วิตามิน และ แร่ธาตุ เป็นต้น ซึ่ง NSC เป็นส่วนที่สัตว์สามารถย่อยได้เกือบทั้งหมดและจัดได้ว่าเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญในอาหาร (Van Soest *et al.*, 1991) จากการศึกษาพบว่ากลุ่มที่ทำการหมักนาน 30 วันและเสริมกากน้ำตาลในปริมาณ 4, 6 และ 8 เปอร์เซ็นต์จะมีปริมาณของ NDS เท่ากับ 55.36, 54.74 และ 55.90 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้งตามลำดับ (ตารางที่ 4.5) ซึ่งมีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เสริมกากน้ำตาลที่มีค่าเท่ากับ 53.23 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) การเพิ่มขึ้นของปริมาณ NDS จะทำให้สัตว์สามารถนำสารอาหารที่มีอยู่ออกมาใช้ประโยชน์ได้มากยิ่งขึ้นอีกด้วย

ตารางที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์ปริมาณของโปรตีนหยาบ, เถ้า, อินทรียวตฤ, NDF, ADL, NDS, เฮมิเซลลูโลส และ เซลลูโลสของพืชอาหารหมักจากกระถินตามระยะเวลาการหมัก และปริมาณการเสริมกากน้ำตาล

ระยะเวลา การหมัก (วัน)	ปริมาณ สารเสริม (%)	เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักรวม							
		โปรตีน หยาบ	เถ้า	อินทรียวตฤ	NDF ¹	ADL ²	NDS ³	เฮมิ เซลลูโลส	เซลลูโลส
7	0	15.59 ^{ef}	7.78 ^{efg}	92.14 ^{bc}	54.75 ^a	12.24 ^a	48.25 ⁱ	11.60 ^{ab}	28.25 ^{abcd}
	4	16.19 ^{cde}	9.07 ^{abc}	91.31 ^{cdefg}	52.98 ^{abc}	11.76 ^{abc}	50.55 ^{gh}	11.03 ^{abc}	28.52 ^{abcd}
	6	17.41 ^{ab}	8.77 ^{abcd}	90.80 ^{fg}	52.34 ^{bc}	11.82 ^{abc}	51.24 ^{gh}	10.19 ^{abc}	29.04 ^{abc}
	8	17.84 ^{ab}	9.18 ^{abc}	90.72 ^{fg}	49.30 ^{de}	10.94 ^c	53.96 ^{bcd}	9.29 ^c	29.93 ^a
14	0	15.32 ^{ef}	7.56 ^{gh}	92.69 ^{ab}	53.40 ^{ab}	12.00 ^{ab}	49.28 ^{hi}	12.36 ^a	28.38 ^{abcd}
	4	16.51 ^{cd}	8.23 ^{def}	91.86 ^{cd}	49.37 ^{de}	11.60 ^{abc}	53.58 ^{bcd}	9.07 ^c	27.70 ^{bcd}
	6	17.73 ^{ab}	8.55 ^{bcd}	90.85 ^{efg}	49.63 ^{de}	18.86 ^c	53.13 ^{cde}	9.21 ^c	27.44 ^{cde}
	8	17.86 ^{ab}	9.23 ^{ab}	91.51 ^{cdef}	49.70 ^{de}	11.03 ^{bc}	53.12 ^{cde}	10.18 ^{abc}	28.40 ^{abcd}
21	0	15.07 ^f	7.21 ^{gh}	92.79 ^{ab}	52.23 ^{bc}	12.21 ^a	50.70 ^{gh}	11.32 ^{abc}	28.69 ^{abc}
	4	15.97 ^{de}	8.27 ^{def}	91.73 ^{cd}	51.12 ^{cd}	12.08 ^a	51.81 ^{efg}	11.30 ^{abc}	27.82 ^{abcd}
	6	17.01 ^{bc}	8.55 ^{bcd}	91.45 ^{cdefg}	49.62 ^{de}	11.55 ^{abc}	52.75 ^{def}	10.62 ^{abc}	27.44 ^{cde}
	8	18.31 ^a	9.33 ^a	90.67 ^d	49.19 ^{def}	11.43 ^{abc}	54.17 ^{abcd}	9.36 ^{bc}	28.40 ^{abcd}
30	0	15.61 ^{ef}	6.89 ^h	93.06 ^a	49.44 ^{def}	11.60 ^{abc}	53.23 ^{cde}	9.52 ^{bc}	28.33 ^{abcd}
	4	15.57 ^{ef}	8.16 ^{def}	91.19 ^{defg}	47.73 ^{ef}	11.08 ^{abc}	55.36 ^a	9.53 ^{bc}	26.40 ^{de}
	6	16.18 ^{cde}	8.48 ^{cde}	91.63 ^{cde}	47.71 ^{ef}	11.36 ^{abc}	54.74 ^{abc}	9.92 ^{bc}	26.43 ^{de}
	8	18.00 ^a	8.82 ^{abc}	91.37 ^{cdefg}	47.57 ^f	10.95 ^c	55.90 ^a	10.64 ^{abc}	26.12 ^e
% CV		0.88	4.71	0.81	2.11	4.37	1.88	11.23	3.96

a, b, c, d, e, f, g, h, i อักษรกำกับที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P< 0.05)

- ¹Neutral Detergent Fiber ส่วนที่เหลือจากการนำตัวอย่างไปย่อยด้วยสารละลายที่เป็นกลางประกอบด้วยเฮมิเซลลูโลส เซลลูโลสและลิกนิน ซึ่งส่วนนี้สัตว์ทั่วไปไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้ยกเว้นสัตว์เคี้ยวเอื้องที่สามารถใช้เยื่อใยพวกเฮมิเซลลูโลสและเซลลูโลสได้

- ²Acid Detergent Lignin ส่วนที่เหลือจากการนำตัวอย่างไปย่อยด้วยสารละลายที่เป็นกรดประกอบด้วยเซลลูโลสและลิกนิน

- ³Neutral Detergent Soluble ส่วนของสารต่าง ๆ ที่อยู่ภายในเซลล์พืชประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ แป้ง กรดอินทรีย์ต่าง ๆ โปรตีนและเพคติน ซึ่งส่วนนี้สัตว์กระเพาะเดียวและสัตว์เคี้ยวเอื้องสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ง่าย

4.1.2.3 ผลการวิเคราะห์ปริมาณกรดอินทรีย์ของพืชอาหารหมักจากกระถินตามระยะเวลาในการหมักและปริมาณการเสริมกากน้ำตาล

การวิเคราะห์ปริมาณกรดอินทรีย์แสดงดังตารางที่ 4.6 พบว่าพืชอาหารหมักของแต่ละช่วงอายุการหมักในกลุ่มที่เสริมกากน้ำตาลในปริมาณ 4, 6 และ 8 เปอร์เซ็นต์มีปริมาณกรดแลคติกอยู่ในช่วง 5.26-10.23 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง ซึ่งมีความสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เสริมกากน้ำตาลที่มีค่าอยู่ในช่วง 2.55-3.28 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง สาเหตุที่พืชอาหารหมักจากกระถินในกลุ่มที่เสริมกากน้ำตาลมีปริมาณของกรดแลคติกเพิ่มสูงขึ้นอาจเนื่องจากกากน้ำตาลมีปริมาณของ WSC สูงจึงทำให้จุลินทรีย์มีการนำสารอาหารไปใช้เป็นแหล่งพลังงานในการผลิตกรดแลคติกนั่นเอง (ปิยนุช, 2540) นอกจากนั้น Yokota *et al.*, (1992) และ Tjandraatmadja *et al.*, (1994) รายงานว่าพืชอาหารหมักที่เสริมกากน้ำตาลจะมีปริมาณของกรดแลคติกเพิ่มสูงขึ้น โดย Bjorge (1996) และ McDonald *et al.*, (1991) กล่าวว่าพืชอาหารหมักที่มีคุณภาพดีควรมีปริมาณกรดแลคติกอยู่ในช่วง 3-14 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณกรดแลคติกที่ได้จากการวิเคราะห์ในงานวิจัยครั้งนี้

ในขณะที่ปริมาณกรดอะซิติก (ตารางที่ 4.6) พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 4.25-15.30 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง ซึ่งมีความสูงกว่าปริมาณกรดแลคติกลักษณะดังกล่าวส่วนใหญ่มักพบในการผลิตพืชอาหารหมักจากหญ้า (Catchpole and Henzell, 1971) ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการเสริมกากน้ำตาลเพื่อทำการปรับปรุงคุณภาพของพืชอาหารหมัก (Yokota *et al.*, 1998) การที่พืชอาหารหมักมีปริมาณกรดอะซิติกสูงนั้นอาจส่งผลทำให้พืชอาหารหมักมีคุณภาพต่ำได้เนื่องจากกรดอะซิติกเกิดจากจุลินทรีย์กลุ่มเฮเทอโรเฟอร์เมนเทฟที่ผลิตได้ผลิตภัณฑ์อื่น ๆ นอกจากกรดแลคติกกล่าวคือเมื่อจุลินทรีย์กลุ่มนี้มีปริมาณมากจึงทำให้จุลินทรีย์ในกลุ่มที่ผลิตกรดแลคติกที่จำเป็นต่อกระบวนการหมักมีปริมาณน้อยและทำให้ไม่สามารถเก็บพืชอาหารหมักไว้ได้นานนั่นเอง ดังการรายงานของ Fraser *et al.*, (2001) ที่กล่าวว่าเมื่อพืชอาหารหมักมีปริมาณของกรดแลคติกเพิ่มสูงขึ้นจะทำให้ปริมาณของกรดอะซิติกและค่าพีเอชต่ำลง ในขณะที่ปริมาณของกรดแลคติกต่ำก็จะทำให้พืชอาหารหมักมีปริมาณของกรดอะซิติกและค่าพีเอชสูงขึ้นอีกด้วย นอกจากนั้นจากการวิเคราะห์ไม่พบกรดบิวทิริกในพืชอาหารหมักจากกระถินซึ่งถือว่าการดีเนื่องจากกรดบิวทิริกเกิดจากจุลินทรีย์ในกลุ่ม *Clostridium* ซึ่งเป็นจุลินทรีย์กลุ่มที่ไม่ต้องการเพราะมีการเปลี่ยนกลูโคสหรือกรดแลคติกไปเป็นกรดบิวทิริก ซึ่งเป็นสิ่งที่ไม่ต้องการในการผลิตพืชอาหารหมัก (McDonald *et al.*, 1991)

ตารางที่ 4.6 ปริมาณกรดอินทรีย์ของพืชอาหารหมักจากกระถินตามระยะเวลาการหมัก และปริมาณการเสริมกากน้ำตาล

ระยะเวลาการหมัก (วัน)	ปริมาณการเสริม กากน้ำตาล (%)	เปอร์เซ็นต์ของน้ำหมักแห้ง		
		กรดแลคติก	กรดอะซิติก	กรดบิวทีริก
		(Lactic acid)	(Acetic acid)	(Butyric acid)
7	0	3.26	9.04	0.00
	4	7.93	15.18	0.00
	6	8.04	4.49	0.00
	8	5.93	6.44	0.00
14	0	2.81	6.70	0.00
	4	6.30	8.77	0.00
	6	5.96	8.99	0.00
	8	6.25	9.65	0.00
21	0	2.53	12.30	0.00
	4	5.67	10.37	0.00
	6	5.89	11.32	0.00
	8	6.01	9.37	0.00
30	0	3.70	5.08	0.00
	4	5.22	10.08	0.00
	6	9.38	5.87	0.00
	8	10.15	8.68	0.00

4.1.3 ผลของระยะเวลาการหมักและปริมาณการเสริมวินัสที่มีผลต่อองค์ประกอบทางเคมีของพืชอาหารหมักจากกระถิน

4.1.3.1 ผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพ คือ สี กลิ่น และโครงสร้างของพืชอาหารหมักจากกระถิน

จากการศึกษาพืชอาหารหมักจากกระถินที่หมักร่วมกับวินัส (ตารางที่ 4.7) พบว่ามีสีเขียวอมเหลืองและมีกลิ่นหอมของกรด ในขณะที่พืชอาหารหมักจากกระถินในกลุ่มที่ไม่ได้เสริมวินัสนั้นมีสีเขียวออกน้ำตาลและมีกลิ่นหอมของกรดแต่เมื่อระยะเวลาในการหมักนานขึ้นจะมีกลิ่นหอมปนกลิ่นฉุน นอกจากนี้ยังพบว่าลักษณะโครงสร้างของพืชอาหารหมักในกลุ่มที่ไม่ได้เสริมวินัสและเสริมวินัสนั้นมีก้านและใบยังคงสภาพเดิม ไม่มีเมือก ไม่เปื่อยยุ่ยตลอดจนไม่พบเชื้อรา ด้านบนของถุงหมัก ซึ่งเป็นลักษณะที่ต้องการในการทำพืชอาหารหมัก (บุญล้อมและคณะ, 2543)

ตารางที่ 4.7 ลักษณะทางกายภาพ สี กลิ่นและโครงสร้างของพืชอาหารหมักจากกระถินที่หมักร่วมกับวินัส

ระยะเวลาการหมัก (วัน)	7				14				21				30			
ปริมาณการเสริมวินัส (%)	0	4	6	8	0	4	6	8	0	4	6	8	0	4	6	8
สี	สีเขียวปน น้ำตาล	สีเขียวอม เหลือง			สีเขียวปน น้ำตาล	สีเขียวอมเหลือง			สีเขียวปน น้ำตาล	สีเขียวอมเหลือง			สีเขียวปน น้ำตาล	สีเขียวอม เหลือง		
กลิ่น	ไม่มีกลิ่น หอมของ กรด	กลิ่นหอมของ กรด			กลิ่นหอม ของกรด	กลิ่นหอมของกรด			กลิ่นหอม ของกรด	กลิ่นหอมของกรด			กลิ่นหอม ของกรด	กลิ่นหอมของ กรด		
โครงสร้าง	ก้านและใบยังคงสภาพเดิมไม่ต่างจากกระถินก่อนหมัก															

เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการวิเคราะห์ดังนั้นก็ควรศึกษาผลจากห้องปฏิบัติการร่วมด้วย

ตารางที่ 4.8 คะแนนทางกายภาพของพืชอาหารหมักจากกระถินตามระยะเวลาการหมักและปริมาณการเสริมวินัส

	A				B				% CV	P-Value		
	ระยะเวลาการหมัก (วัน)				ปริมาณการเสริมวินัส (%)					A	B	A*B
	7	14	21	30	0	4	6	8				
คะแนนทางกายภาพ	15.50	15.50	15.08	15.42	12.42 ^d	15.00 ^c	16.67 ^b	17.42 ^a	3.98	NS	*	NS

^{a, b, c} อักษรที่แตกต่างกันในบรรทัดเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

คะแนน 20-16 ดีมาก-ดี, 15-10 เกือบดี, 9-5 ปานกลางและ 4-0 แย่เสีย

และเมื่อพิจารณาจากคะแนน (ตารางที่ 4.8) พบว่าระหว่างระยะเวลาในการหมักและปริมาณการเสริมวินัสไม่มีอิทธิพลร่วมกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยกลุ่มที่ทำการหมัก 7, 14, 21 และ 30 วันมีคะแนนโดยรวมเท่ากับ 15.50, 15.50, 15.08 และ 15.42 คะแนน ซึ่งค่าที่ได้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) และเมื่อพิจารณาจากปริมาณการเสริมวินัสพบว่าการเสริมวินัสในปริมาณ 4, 6 และ 8 เปอร์เซ็นต์มีคะแนนโดยรวมเท่ากับ 15.02, 16.67 และ 17.42 คะแนนตามลำดับ ซึ่งมีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เสริมวินัสที่มีค่าเท่ากับ 12.42 คะแนนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

4.1.3.2 องค์ประกอบทางเคมีของพืชอาหารหมักจากกระถินตามระยะเวลาการหมักและปริมาณการเสริมวินัส

ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติของปริมาณน้ำหนักรากแห้ง ความชื้น โปรตีน หยาด เถ้า อินทรีย์วัตถุ ADF ADL NDS ปริมาณเฮมิเซลลูโลส $\text{NH}_3\text{-N}$ และค่าพีเอชพบว่าระหว่างระยะเวลาในการหมักและปริมาณการเสริมวินัสไม่มีอิทธิพลร่วมกันทางสถิติ ($P>0.05$) (ตารางที่ 4.9) ในขณะที่ปริมาณ NDF และปริมาณเซลลูโลสพบว่ามีค่าแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) (ตารางที่ 4.10)

จากตารางที่ 4.9 จะเห็นได้ว่ากลุ่มที่ทำการหมัก 7, 14, 21 และ 30 วันมีปริมาณน้ำหนักรากแห้งเท่ากับ 37.84, 37.83, 37.83 และ 37.34 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ซึ่งค่าที่ได้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ทั้งนี้การลดลงของปริมาณน้ำหนักรากแห้งในการวิเคราะห์ครั้งนี้สอดคล้องกับรายงานของ MacDonald *et al.*, (1995), Gordon *et al.*, (1957), Gordon (1967) และ Lancaster and McNaughton (1961) ที่กล่าวว่า การลดลงของปริมาณน้ำหนักรากแห้งอาจเกิดจากการสูญเสียโภชนะไปบางส่วนซึ่งประกอบด้วย WSC แร่ธาตุและกรดที่เกิดจากกระบวนการหมักหรือเกิดจากการที่โภชนะบางส่วนถูกชะล้างไปกับน้ำที่ไหลออกมาจากกองหมักนั่นเอง โดยผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับผลการทดลองของจำไพและคณะ (2550) ที่ทำการศึกษาคุณภาพพืชอาหารหมักที่อายุการหมักต่าง ๆ กันของหญ้าขี้ฉู่ ถั่วท่าพระสไตโล หญ้าแพงโกล่าและถั่วควาล พบว่าปริมาณน้ำหนักรากแห้งค่อย ๆ ลดลงตามระยะเวลาในการหมัก และเมื่อพิจารณาจากปริมาณการเสริมวินัส (ตารางที่ 4.9) พบว่าการเสริมวินัสในปริมาณ 4, 6 และ 8 เปอร์เซ็นต์มีปริมาณน้ำหนักรากแห้งเท่ากับ 37.42, 38.14 และ 38.19 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ซึ่งมีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เสริมวินัสที่มีค่าเท่ากับ 37.05 เปอร์เซ็นต์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยจะเห็นได้ว่าพืชอาหารหมักในกลุ่มที่เสริมวินัสมีการสูญเสียน้ำหนักรากแห้งไปในระหว่างกระบวนการหมักน้อยกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เสริมวินัส ดังนั้นจึงสามารถนำวินัสมาใช้เป็นสารเสริมในการปรับปรุงคุณภาพได้

ตารางที่ 4.9 องค์ประกอบทางเคมีของพืชอาหารหมักจากกระถินตามระยะเวลาในการหมักและปริมาณการเสริมวินัส

องค์ประกอบทางเคมี (เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง)	A ระยะเวลาการหมัก (วัน)				B ปริมาณการเสริมวินัส (%)				% CV	P-Value		
	7	14	21	30	0	4	6	8		A	B	A*B
น้ำหนักแห้ง (เปอร์เซ็นต์)	37.84	37.83	37.83	37.34	37.05 ^b	37.42 ^b	38.14 ^a	38.19 ^a	1.43	NS	*	NS
ความชื้น (Moisture)	62.19	62.17	62.17	62.66	62.95 ^a	62.58 ^a	61.86 ^b	61.81 ^b	0.86	NS	*	NS
โปรตีนหยาบ (Crude Protein)	17.02	16.89	16.98	17.00	15.36 ^d	16.46 ^c	17.39 ^b	18.68 ^a	2.60	NS	*	NS
เถ้า (Ash)	8.76 ^a	8.27 ^b	7.92 ^b	8.19 ^b	7.25 ^b	8.45 ^a	8.80 ^a	8.64 ^a	5.00	*	*	NS
อินทรีย์วัตถุ (Organic matter)	91.24 ^b	91.73 ^a	91.66 ^a	91.81 ^a	92.67 ^a	91.53 ^{bc}	91.18 ^{bc}	91.07 ^c	0.47	*	*	NS
Neutral Detergent Fiber (NDF)	53.65 ^a	51.27 ^b	50.44 ^c	48.30 ^d	52.49 ^a	50.83 ^b	50.39 ^{bc}	49.95 ^c	1.89	*	*	*
Acid Detergent Fiber (ADF)	42.10 ^a	41.57 ^a	40.00 ^b	38.09 ^c	42.14 ^a	40.35 ^b	39.30 ^c	39.97 ^{bc}	2.92	*	*	NS
Acid Detergent Lignin (ADL)	13.10 ^a	11.81 ^{bc}	12.16 ^b	11.25 ^c	12.38	12.06	11.74	12.14	6.22	*	NS	NS
Neutral Detergent Soluble (NDS)	49.48 ^c	51.79 ^b	52.23 ^b	54.80 ^a	50.69 ^b	52.41 ^a	52.31 ^a	54.90 ^a	2.24	*	*	NS
เฮมิเซลลูโลส (Hemicelluloses)	11.55 ^a	9.70 ^b	10.69 ^{ab}	10.04 ^b	10.52	10.49	10.80	10.18	13.10	*	NS	NS
เซลลูโลส (Cellulose)	28.63 ^{ab}	28.93 ^a	27.84 ^b	26.68 ^c	28.55	28.14	27.56	27.84	4.37	*	NS	*
แอมโมเนียไนโตรเจน (% total N)	6.81	6.30	6.56	6.30	6.35	6.66	6.54	6.42	8.63	NS	NS	NS
พีเอช (pH)	5.03 ^b	5.10 ^a	5.13 ^a	5.13 ^a	5.22 ^a	5.04 ^c	5.11 ^b	5.02 ^c	1.41	*	*	NS

^{a, b, c} อักษรที่แตกต่างกันในบรรทัดเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

*Significant level $P < 0.05$, Ns=Non-significant

นอกจากนี้กลุ่มที่ทำการหมัก 7, 14, 21 และ 30 วันมีปริมาณความชื้นเท่ากับ 62.19, 62.17, 62.17 และ 62.66 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (ตารางที่ 4.9) ซึ่งค่าที่ได้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) และเมื่อพิจารณาจากปริมาณการเสริมวินัสพบว่าการเสริมวินัสในปริมาณ 4, 6 และ 8 เปอร์เซ็นต์จะมีปริมาณความชื้นเท่ากับ 62.58, 61.86 และ 61.81 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ซึ่งมีค่าต่ำกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เสริมวินัสที่มีค่าเท่ากับ 62.95 เปอร์เซ็นต์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยปริมาณความชื้นที่ได้จากการวิเคราะห์ครั้งนี้อยู่ในระดับที่เหมาะสมคือ 60-70 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักพืชสด (บุญเสริม, 2539)

จากตารางที่ 4.9 จะเห็นได้ว่าปริมาณโปรตีนหยาบในกลุ่มที่ทำการหมัก 7, 14, 21 และ 30 วันมีปริมาณโปรตีนหยาบเท่ากับ 17.02, 16.89, 16.98 และ 17.00 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้งตามลำดับ ซึ่งค่าที่ได้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) และเมื่อพิจารณาจากปริมาณการเสริมวินัสพบว่าการเสริมวินัสในปริมาณ 4, 6 และ 8 เปอร์เซ็นต์มีปริมาณของโปรตีนหยาบเท่ากับ 16.46, 17.39 และ 18.68 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้งตามลำดับ ซึ่งมีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เสริมวินัสที่มีค่าเท่ากับ 15.36 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อพืชอาหารหมักในกลุ่มที่เสริมวินัสมีปริมาณโปรตีนหยาบเพิ่มสูงขึ้นจึงทำให้สัตว์สามารถนำสารอาหารไปใช้ประโยชน์ในการเจริญเติบโตได้มากยิ่งขึ้น อีกทั้งยังเป็นการลดการสูญเสียโปรตีนหยาบไปในระหว่างกระบวนการหมักให้น้อยลงอีกด้วย

จากการวิเคราะห์ปริมาณ NDS (ตารางที่ 4.9) พบว่ากลุ่มที่ทำการหมัก 14, 21 และ 30 วันมีปริมาณของ NDS เท่ากับ 51.79, 52.23 และ 54.80 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ซึ่งมีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ทำการหมัก 7 วันที่มีค่าเท่ากับ 49.48 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง ($P<0.05$) และเมื่อพิจารณาจากปริมาณการเสริมวินัสพบว่าการเสริมวินัสในปริมาณ 4, 6 และ 8 เปอร์เซ็นต์ทำให้มีปริมาณ NDS เท่ากับ 52.41, 52.31 และ 54.90 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ซึ่งมีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เสริมวินัสที่มีค่าเท่ากับ 50.69 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง ($P<0.05$) โดยจะเห็นได้ว่าพืชอาหารหมักในกลุ่มที่เสริมวินัสมีปริมาณ NDS เพิ่มขึ้น ซึ่งการเพิ่มขึ้นของปริมาณ NDS อาจส่งผลทำให้จุลินทรีย์และสัตว์สามารถนำสารอาหารที่อยู่ภายในเซลล์พืชออกมาใช้ประโยชน์ในการผลิตกรด แลคติกและการเจริญเติบโตของสัตว์ได้มากยิ่งขึ้น

จากตารางที่ 4.9 จะเห็นได้ว่ากลุ่มที่ทำการหมัก 7, 14, 21 และ 30 วันมีปริมาณ $\text{NH}_3\text{-N}$ เท่ากับ 6.81, 6.30, 6.56 และ 6.30 เปอร์เซ็นต์ของไนโตรเจนทั้งหมด ($P>0.05$) และเมื่อพิจารณาจากปริมาณการเสริมวินัสพบว่ากลุ่มที่ไม่ได้เสริมวินัสมีปริมาณ $\text{NH}_3\text{-N}$ เท่ากับ 6.34 เปอร์เซ็นต์ของไนโตรเจนทั้งหมด ซึ่งมีค่าต่ำกว่ากลุ่มที่เสริมวินัสในปริมาณ 4, 6 และ 8 เปอร์เซ็นต์ที่มีค่าเท่ากับ 6.66, 6.54 และ 6.42 เปอร์เซ็นต์ของไนโตรเจนทั้งหมดตามลำดับ ($P>0.05$) การที่พืชอาหารหมักจากกระถินในกลุ่มที่เสริมวินัสมีปริมาณ $\text{NH}_3\text{-N}$ สูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เสริมวินัสนั้นอาจเนื่องจากกระถินที่นำมาหมักมีปริมาณของแป้งและน้ำตาลน้อยตลอดจนในวินัสมีปริมาณของโปรตีนหยาบสูง (ตารางที่ 4.1) จึงอาจทำให้จุลินทรีย์มีการนำโปรตีนหยาบมาใช้เป็นแหล่งพลังงานและมีการปลดปล่อยแอมโมเนียออกมา นอกจากนั้น

การที่ปริมาณ $\text{NH}_3\text{-N}$ ในการวิเคราะห์ครั้งนี้มีค่าต่ำถือว่าการดีเนื่องจากปริมาณ $\text{NH}_3\text{-N}$ ที่พบในพืชอาหารหมักเกิดจากแบคทีเรียในกลุ่ม *Proteolytic bacteria* ที่เปลี่ยนโปรตีนไปเป็นแอมโมเนียที่ระเหยได้เอมีน และ เอไมด์ (McDonald *et al.*, 1991) ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้พืชอาหารหมักมีคุณภาพต่ำ อย่างไรก็ตามปริมาณ $\text{NH}_3\text{-N}$ ในงานวิจัยครั้งนี้ยังจัดได้ว่าเป็นพืชอาหารหมักที่มีคุณภาพดีเนื่องจากมีปริมาณ $\text{NH}_3\text{-N}$ น้อยกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ของไนโตรเจนทั้งหมด (Haustein, 2003)

ผลการวิเคราะห์ค่าพีเอชแสดงดังตารางที่ 4.9 พบว่าระยะเวลาในการหมักที่ 7, 14, 21 และ 30 วันมีค่าพีเอชเท่ากับ 5.03, 5.10, 5.13 และ 5.13 ตามลำดับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และเมื่อพิจารณาจากปริมาณการเสริมวินัสพบว่าการเสริมวินัสในปริมาณ 4, 6 และ 8 เปอร์เซ็นต์มีค่าพีเอชเท่ากับ 5.04, 5.11 และ 5.02 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าต่ำกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เสริมวินัสที่มีค่าเท่ากับ 5.22 ($P<0.05$) การที่ค่าพีเอชในงานวิจัยนี้มีค่าสูงอาจเป็นเพราะวินัสที่ใช้เป็นสารเสริมในการศึกษาครั้งนี้มีปริมาณของน้ำตาลเป็นส่วนประกอบเพียง 37.20 เปอร์เซ็นต์ Brix (พงศธรวัตรฤดิบ, 2552) ซึ่งอาจไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่จำเป็นต่อกระบวนการหมักของพืชอาหารหมักโดยเฉพาะอย่างยิ่งแบคทีเรียกรดแลคติก (*Lactic Acid Bacteria*, LAB) ซึ่งเมื่อแบคทีเรียกลุ่มนี้มีการเจริญเติบโตจะทำให้เกิดการเมตาบอลิซึมสารจำพวกโพลีแซคคาไรด์ที่มีอยู่ในคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ให้กลายเป็นกรดอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ จึงทำให้พีเอชมีค่าลดลงทันที นอกจากนั้นจากข้อจำกัดของพืชตระกูลถั่วที่มีค่า BC สูง (ดังกล่าวข้างต้นในหัวข้อการใช้กากน้ำ ตาลเป็นสารเสริม) จึงอาจเป็นสาเหตุทำให้ค่าพีเอชลดลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ดังนั้นงานวิจัยในขั้นต่อไปจึงจำเป็นต้องการศึกษาถึงชนิดและปริมาณของจุลินทรีย์ที่พบในระหว่างกระบวนการผลิต พืชอาหารหมักเพื่อใช้ในการปรับปรุงปริมาณการใช้สารเสริมจำพวกวินัสให้เหมาะสมต่อไป

จากตารางที่ 4.10 แสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณ NDF พบว่ากลุ่มที่ทำการหมัก 30 วันและเสริมวินัสในปริมาณ 4, 6 และ 8 เปอร์เซ็นต์มีปริมาณ NDF เท่ากับ 47.95, 47.85 และ 47.75 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง ซึ่งมีค่าต่ำกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เสริมวินัสที่มีค่าเท่ากับ 49.73 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) อย่างไรก็ตาม McDonald *et al.*, (1991) กล่าวว่า การลดลงของเยื่อใยหลังจากการหมักเนื่องจากส่วนหนึ่งของเฮมิเซลลูโลสในพืชอาหารหมักสามารถถูกย่อยสลายได้ 3 ทาง ได้แก่ เอนไซม์เฮมิเซลลูเลสในพืชอาหารหมัก, เอนไซม์เฮมิเซลลูเลสของแบคทีเรียและการแยกสลายเฮมิเซลลูโลสด้วยกรดอินทรีย์จึงอาจเป็นสาเหตุทำให้ปริมาณ NDF ลดลง ซึ่งการลดลงของปริมาณ NDF สอดคล้องกับหลายงานการทดลองที่พบว่าปริมาณ NDF ในพืชอาหารหมักจากพืชตระกูลถั่วลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้ใช้สารเสริม (ศรัณยาและจันทกานต์, 2540; สดุดีและคณะ 2551, และศรัณยาและคณะ, 2536)

**ตารางที่ 4.10 ผลการวิเคราะห์ปริมาณ NDF และ เซลลูโลสของพืชอาหารหมักจาก
กระถินตามระยะเวลาในการหมักและปริมาณการเสริมวินัส**

ระยะเวลาการหมัก (วัน)	ปริมาณการเสริมวินัส (%)	เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง	
		NDF	เซลลูโลส
7	0	55.42 ^a	27.71 ^{abcd}
	4	54.57 ^{ab}	28.39 ^{abc}
	6	53.35 ^b	29.46 ^a
	8	51.25 ^c	28.97 ^{ab}
14	0	53.59 ^b	28.15 ^{abc}
	4	49.77 ^c	28.60 ^{ab}
	6	50.46 ^c	29.47 ^a
	8	51.25 ^c	29.49 ^a
21	0	51.20 ^c	29.16 ^{ab}
	4	50.94 ^c	28.60 ^{ab}
	6	49.90 ^c	26.25 ^{cde}
	8	49.71 ^a	27.36 ^{abcd}
30	0	49.73 ^c	29.18 ^{ab}
	4	47.95 ^d	26.97 ^{bode}
	6	47.85 ^d	25.04 ^e
	8	47.75 ^d	25.52 ^d
% CV		1.90	4.37

a, b, c, d อักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

Neutral Detergent Fiber (NDF) ส่วนที่เหลือจากการนำตัวอย่างไปย่อยด้วยสารละลายที่เป็นกลางประกอบด้วยเฮมิเซลลูโลส เซลลูโลสและลิกนิน ซึ่งส่วนนี้สัตว์ทั่วไปไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้ยกเว้นสัตว์เคี้ยวเอื้องที่สามารถใช้เยื่อใยพวกเฮมิเซลลูโลสและเซลลูโลสได้

นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับปริมาณ ADF และ ADL ที่ลดลงตามระยะเวลาการหมักและปริมาณการใช้สารเสริมอีกด้วย

4.1.3.3 ผลการวิเคราะห์ปริมาณกรดอินทรีย์ของพืชอาหารหมักจากกระถินตามระยะเวลาในการหมักและปริมาณการเสริมวินัส

จากการศึกษาปริมาณกรดแลคติก (ตารางที่ 4.11) ตามระยะเวลาในการหมักและการเสริมวินัสในปริมาณ 4, 6 และ 8 เปอร์เซ็นต์พบว่าปริมาณของกรดแลคติกอยู่ในช่วง 2.61-5.70 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง ซึ่งมีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เสริมวินัสที่มีค่าอยู่ในช่วง 2.58-3.82 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง โดย Breirem and Ulivesli (1960); วารูณีและคณะ (2547); Bjorge (1996); McDonald *et al.*, (1991) และสายัณห์ (2522) รายงานว่าพืชอาหารหมักที่มีคุณภาพดีควรมีปริมาณกรดแลคติกอยู่ในช่วง 2.5-14 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าพืชอาหารหมักในงานวิจัยนี้มีปริมาณของกรดแลคติกเป็นไปตามการรายงานข้างต้น

ในขณะที่ปริมาณกรดอะซิติก (ตารางที่ 4.11) พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 5.28-13.11 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง ซึ่งลักษณะดังกล่าวอาจพบได้ในการผลิตพืชอาหารหมักจากหญ้าที่มีปริมาณกรดอะซิติกสูงกว่าปริมาณกรดแลคติกนั่นเอง (Catchpole and Henzell, 1971) การที่ปริมาณกรดอะซิติกที่ได้จากการวิเคราะห์ครั้งนี้มีค่าสูงอาจเนื่องมาจากวินัสมีส่วนประกอบของน้ำตาลต่ำตลอดจนปริมาณการใช้สารเสริมอาจมีไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์โดยเฉพาะกลุ่มที่ผลิตกรดแลคติกจึงส่งผลทำให้การวิเคราะห์ครั้งนี้มีปริมาณกรดอะซิติกสูงกว่าปริมาณกรดแลคติก นอกจากนี้จากการวิเคราะห์ไม่พบกรดบิวทิริกในพืชอาหารหมักดังนั้นจึงเป็นการยืนยันได้ว่าพืชอาหารหมักจากกระถินในกลุ่มที่เสริมวินัสมีคุณภาพดี (Murdoch, 1962 และ Tames, 2003)

ตารางที่ 4.11 ปริมาณกรดอินทรีย์ของพืชอาหารหมักจากกระถินตามระยะเวลาในการหมักและปริมาณการเสริมวินัส

ระยะเวลาการหมัก (วัน)	ปริมาณการเสริมวินัส (%)	เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักรวม		
		กรดแลคติก(Lactic acid)	กรดอะซิติก (Acetic acid)	กรดบิวทีริก (Butyric acid)
7	0	3.07	5.39	0.00
	4	3.22	13.02	0.00
	6	3.42	10.31	0.00
	8	3.37	8.84	0.00
14	0	3.79	11.47	0.00
	4	3.32	6.83	0.00
	6	3.42	7.84	0.00
	8	5.65	6.56	0.00
21	0	2.68	5.24	0.00
	4	4.35	7.13	0.00
	6	3.66	8.80	0.00
	8	3.52	5.22	0.00
30	0	2.56	6.34	0.00
	4	2.59	6.57	0.00
	6	3.54	6.35	0.00
	8	3.63	6.98	0.00

จากองค์ประกอบทางเคมีของพืชอาหารหมักจากกระถินในกลุ่มที่เสริมกากน้ำตาลและวินัสจะเห็นได้ว่าการเสริมกากน้ำตาลและวินัสสามารถทำให้พืชอาหารหมักมีคุณภาพดีได้ ดังนั้นจึงอาจมีการนำกากน้ำตาลและวินัสไปใช้เป็นสารเสริมในการปรับปรุงคุณภาพของพืชอาหารหมักชนิดอื่น ๆ ให้มีคุณภาพดีต่อไป

4.2 การศึกษาด้านทุนการผลิตพืชอาหารหมักจากกระถิน

การศึกษาด้านทุนการผลิตพืชอาหารหมักในงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาถึงความเป็นไปได้และการยอมรับของเกษตรกรผู้ผลิตพืชอาหารสัตว์และผู้เลี้ยงสัตว์ที่จะมีการนำกากน้ำตาลและวีเนสในอัตราดังกล่าวไปใช้เป็นสารเสริมในการปรับปรุงคุณภาพของพืชอาหารหมักและยังเป็นทางเลือกใหม่สำหรับเกษตรกรที่จะช่วยลดต้นทุนการผลิตได้เป็นอย่างดีอีกด้วยโดยผลที่ได้จากการศึกษามีดังนี้

4.2.1 ผลการศึกษาด้านทุนการผลิตพืชอาหารหมักจากกระถินที่ใช้กากน้ำตาลเป็นสารเสริม

ต้นทุนการผลิตพืชอาหารหมักจากกระถินที่เสริมกากน้ำตาลในปริมาณ 4, 6 และ 8 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักกระถินสดจะมีต้นทุนการผลิตเท่ากับ 1.66, 1.86 และ 2.06 บาทต่อกิโลกรัมตามลำดับโดยมีรายละเอียดดังนี้

ต้นทุนพืชอาหารหมักจากกระถินที่เสริมกากน้ำตาล 4 เปอร์เซ็นต์มีต้นทุนการผลิตเท่ากับ 1.66 บาทต่อกิโลกรัม

กระถินสด 5 กิโลกรัม ๆ ละ 0.80 บาท	= 4 บาท
กากน้ำตาล 0.2 กิโลกรัม (4 เปอร์เซ็นต์) ๆ ละ 10 บาท	= 2 บาท
ถุงดำขนาด 18x28 นิ้ว ใบละ 1.30 บาท (2 ใบ)	= 2.30 บาท
ต้นทุนการผลิต	= 1.66 บาท / กิโลกรัม

ต้นทุนพืชอาหารหมักจากกระถินที่เสริมกากน้ำตาล 6 เปอร์เซ็นต์มีต้นทุนการผลิตเท่ากับ 1.86 บาทต่อกิโลกรัม

กระถินสด 5 กิโลกรัม ๆ ละ 0.80 บาท	= 4 บาท
กากน้ำตาล 0.3 กิโลกรัม (6 เปอร์เซ็นต์) ๆ ละ 10 บาท	= 3 บาท
ถุงดำขนาด 18x24 นิ้ว ใบละ 1.30 บาท (2 ใบ)	= 2.30 บาท
ต้นทุนการผลิต	= 1.86 บาท / กิโลกรัม

ต้นทุนพืชอาหารหมักจากกระถินที่เสริมกากน้ำตาล 8 เปอร์เซ็นต์มีต้นทุนการผลิตเท่ากับ 2.06 บาทต่อกิโลกรัม

กระถินสด 5 กิโลกรัม ๆ ละ 0.80 บาท	= 4 บาท
กากน้ำตาล 0.4 กิโลกรัม (8 เปอร์เซ็นต์) ๆ ละ 10 บาท	= 4 บาท
ถุงดำขนาด 18x24 นิ้ว ใบละ 1.30 บาท (2 ใบ)	= 2.30 บาท
ต้นทุนการผลิต	= 2.06 บาท / กิโลกรัม

4.2.2 ผลการศึกษาต้นทุนการผลิตพืชอาหารหมักจากกระถินที่ใช้วินัสเป็นสารเสริม

ในขณะที่ต้นทุนการผลิตพืชอาหารหมักจากกระถินที่เสริมวินัสในปริมาณ 4, 6 และ 8 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักกระถินสดจะมีต้นทุนการผลิตเป็น 0.92, 0.98 และ 1.06 บาทต่อกิโลกรัมตามลำดับ โดยมีรายละเอียดดังนี้

ต้นทุนพืชอาหารหมักจากกระถินที่เสริมวินัส 4 เปอร์เซ็นต์มีต้นทุนการผลิตเท่ากับ 1.42 บาทต่อกิโลกรัม

กระถินสด 5 กิโลกรัม $\times$ ละ 0.80 บาท = 4 บาท

วินัส 0.2 กิโลกรัม (4 เปอร์เซ็นต์) $\times$ ละ 4 บาท = 0.8 บาท

ถุงดำขนาด 18x24 นิ้ว ใบละ 1.30 บาท (2 ใบ) = 2.30 บาท

ต้นทุนการผลิต = 1.42 บาท / กิโลกรัม

ต้นทุนพืชอาหารหมักจากกระถินที่เสริมวินัส 6 เปอร์เซ็นต์มีต้นทุนการผลิตเท่ากับ 1.50 บาทต่อกิโลกรัม

กระถินสด 5 กิโลกรัม $\times$ ละ 0.80 บาท = 4 บาท

วินัส 0.3 กิโลกรัม (6 เปอร์เซ็นต์) $\times$ ละ 4 บาท = 1.2 บาท

ถุงดำขนาด 18x24 นิ้ว ใบละ 1.30 บาท (2 ใบ) = 2.30 บาท

ต้นทุนการผลิต = 1.50 บาท / กิโลกรัม

ต้นทุนพืชอาหารหมักจากกระถินที่เสริมวินัส 8 เปอร์เซ็นต์มีต้นทุนการผลิตเท่ากับ 1.58 บาทต่อกิโลกรัม

กระถินสด 5 กิโลกรัม $\times$ ละ 0.80 บาท = 4 บาท

วินัส 0.4 กิโลกรัม (8 เปอร์เซ็นต์) $\times$ ละ 4 บาท = 1.6 บาท

ถุงดำขนาด 18x24 นิ้ว ใบละ 1.30 บาท (2 ใบ) = 2.30 บาท

ต้นทุนการผลิต = 1.58 บาท / กิโลกรัม

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าต้นทุนการผลิตพืชอาหารหมักจากกระถินที่เสริมวินัสมีต้นทุนการผลิตต่ำกว่าการเสริมกากน้ำตาลเท่ากับ 0.24, 0.36 และ 0.48 บาทต่อกิโลกรัมตามลำดับ จากผลการศึกษาดังกล่าวจะเห็นว่าวินัสสามารถเป็นทางเลือกใหม่สำหรับเกษตรกรเนื่องจกช่วยในการลดต้นทุนการผลิตพืชอาหารหมักและเพิ่มคุณภาพของพืชอาหารหมักได้อีกด้วย

4.2.3 ผลการศึกษาต้นทุนการผลิตและลักษณะทางกายภาพของพืชอาหารหมักจากกระถินของเกษตรกร

4.2.3.1 ผลการศึกษาต้นทุนการผลิตพืชอาหารหมักจากกระถินของเกษตรกร

จากผลการสำรวจแสดงดังตารางที่ 4.12 พบว่าในการผลิตพืชอาหารหมักจากกระถินของเกษตรกรมี 6 กรณีพบว่ามีเพียง 1 กรณีที่มีการเสริมกากน้ำตาลในการทำพืชอาหารหมักเมื่อทำการคำนวณต้นทุนพบว่าเกษตรกรจะมีต้นทุนการผลิตเท่ากับ 0.88, 0.94, 1.46, 0.93 และ 1 บาทต่อกิโลกรัมตามลำดับ โดยขนาดบรรจุที่ 25 กิโลกรัมในกรณีที่ 1 ซึ่งเป็นกรณีที่ไม่มีกากน้ำตาลจะมีต้นทุนต่ำที่สุดในกลุ่มที่ไม่ใช้กากน้ำตาลเป็นสารเสริม

ตารางที่ 4.12 ต้นทุนการผลิตพืชอาหารหมักจากกระถินของเกษตรกร

เกษตรกร	เขตพื้นที่ (อำเภอ)	ราคาวัตถุดิบ (บาท/กิโลกรัม)		ขนาดบรรจุ (กิโลกรัม)	ราคา กระสอบ (บาท)	ต้นทุนการผลิต (บาท/กิโลกรัม)
		กระถิน	กากน้ำตาล			
กรณีที่ 1	ปากช่อง	0.70	-	25	4.60	0.88
กรณีที่ 2*	ปากช่อง	0.80	7.80	30	4.30	1.28
กรณีที่ 3	ปากช่อง	0.80	-	30	4.30	0.94
กรณีที่ 4	ปากช่อง	1.30	-	30	4.80	1.46
กรณีที่ 5	มวกเหล็ก	0.80	-	30	4	0.93
กรณีที่ 6	ปากช่อง	0.80	-	30	6	1

* ปริมาณกากน้ำตาลที่เกษตรกรรายที่ 2 ใช้คือ 5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักพืชสด

ในขณะที่ต้นทุนการผลิตพืชอาหารหมักจากกระถินที่หมักร่วมกับกากน้ำตาลในปริมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ของเกษตรกรกรณีที่ 2 พบว่ามีต้นทุนการผลิตเท่ากับ 1.28 บาทต่อกิโลกรัม อย่างไรก็ตามในงานวิจัยนี้จะได้เสริมกากน้ำตาลในปริมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ก็ตามแต่จากข้อมูลดังกล่าวจะเห็นได้ว่าต้นทุนในงานวิจัยนี้ไม่ต่างจากของเกษตรกรมากนักทั้งนี้เนื่องจากความต่างของต้นทุนขึ้นอยู่กับราคาของวัตถุดิบในแต่ละพื้นที่

จากการสำรวจครั้งนี้ไม่พบเกษตรกรที่ผลิตพืชอาหารหมักจากกระถินที่เสริมวินัส เนื่องจากเป็นวัตถุดิบชนิดใหม่และยังไม่มีกรรยงานการใช้วินัสเป็นสารเสริมในการผลิต พืชอาหารหมักแต่จากข้อมูลที่ได้กล่าวข้างต้นจึงอาจทำให้ทราบถึงต้นทุนการผลิตพืชอาหารหมักมากยิ่งขึ้นทั้งนี้จาก

การศึกษาต้นทุนการผลิตและคุณภาพอาหารนั้นจึงอาจเป็นการส่งเสริมให้เกษตรกรหันมาใช้สารเสริมมากยิ่งขึ้นอีกด้วย

4.2.3.2 ผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพของพืชอาหารหมักที่ได้จากการสำรวจ

จากตารางที่ 4.13 พบว่าพืชอาหารหมักของเกษตรกรในกรณี 1-6 มีสีเขียวออกน้ำตาลและกลิ่นไม่หอมตลอดจนมีกลิ่นฉุนร่วมด้วย ในขณะที่กรณี 2 พบว่าพืชอาหารหมักมีสีเขียวอมเหลืองและมีกลิ่นหอมของกรด นอกจากนั้นก้านและใบยังของพืชอาหารหมักของเกษตรกรทุกรายยังคงเดิมไม่ต่างจากกระดิก่อนหมักและยังพบเชื้อราด้านบนของถุงหมักอีกด้วย สาเหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากเกษตรกรไม่มีการใช้เครื่องดูดอากาศออกจึงทำให้อากาศยังคงเหลืออยู่ในถุงหมัก ซึ่งลักษณะดังกล่าวที่เกิดขึ้นถือว่าเป็นพืชอาหารหมักคุณภาพปานกลาง อย่างไรก็ตามพืชอาหารหมักของเกษตรกรไม่สามารถเก็บไว้ได้นานเพราะคุณสมบัติของกระดิกที่มีปริมาณ WSC ต่ำและมีค่า BC สูง ด้วยเหตุผลนี้จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีการใช้สารเสริมในการทำ พืชอาหารหมักเพื่อให้พืชอาหารหมักมีปริมาณ WSC เพียงพอต่อจุลินทรีย์ในกลุ่มที่ผลิตกรด แลคติกที่จะทำให้พืชอาหารหมักสามารถเก็บรักษาได้นานอีกด้วย

ตารางที่ 4.13 ลักษณะทางกายภาพ สี กลิ่นและโครงสร้างของพืชอาหารหมักจากกระดิก

รายการ	เกษตรกรกรณี 1,3-6	เกษตรกรกรณี 2
	พืชอาหารหมักจากกระดิกหมัก โดยไม่ใช้สารเสริม	พืชอาหารหมักจากกระดิกที่หมัก ร่วมกับกากน้ำตาล
สี	สีเขียวปนน้ำตาล	สีเขียวอมเหลือง
กลิ่น	ไม่มีกลิ่นหอมของกรด	กลิ่นหอมของกรด
โครงสร้าง	ก้านและใบยังคงสภาพเดิมไม่ต่างจากกระดิก่อนหมัก	

เมื่อเปรียบเทียบลักษณะทางกายภาพของพืชอาหารหมักในงานวิจัยนี้กับของเกษตรกรจึงกล่าวได้ว่าพืชอาหารหมักในงานวิจัยนี้มีลักษณะทางกายภาพดีกว่า (ดังผลการทดลองในตารางที่ 4.2 และ 4.7) เนื่องจากมีการหมักร่วมกับสารเสริม คือ กากน้ำตาลและวินัสจึงส่งผลทำให้พืชอาหารหมักมีลักษณะดังกล่าว คือ สีและกลิ่นดีกว่าพืชอาหารหมักจากกระดิกของเกษตรกรนั่นเอง

โดยสรุปแล้วจะเห็นได้ว่าต้นทุนการผลิตของเกษตรกรกับต้นทุนการผลิตในงานวิจัยนี้ต่างกันไม่มากแม้จะมีการใช้สารเสริมก็ตาม ส่วนลักษณะทางกายภาพจะเห็นได้ว่าพืชอาหารหมักจากกระดิกของเกษตรกรยังคงต้องมีการปรับปรุงคุณภาพให้มากยิ่งขึ้นและควรมีการใช้สารเสริมในการทำพืชอาหารหมักอีกด้วย ดังนั้นถ้ามีการเลือกใช้สารเสริมในปริมาณที่เหมาะสมก็สามารถทำให้ต้นทุนการผลิต

ลดต่ำลงได้ อีกทั้งยังทำให้เกษตรกรสามารถผลิตพืชอาหารหมักโดยใช้สารเสริมออกมาจำหน่ายในราคาที่เหมาะสมให้กับกลุ่มเกษตรกรที่เลี้ยงสัตว์ได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป