บทที่ 4

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

4.1 การทดลองที่ 1 สำรวจพืชอาหารสัตว์และวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรบนพื้นที่สูง

สำรวจข้อมูลด้านศักยภาพเชิงปริมาณ

จากการสำรวจและรวบรวมข้อมูลด้านศักยภาพเชิงปริมาณของแหล่งอาหารหยาบและวัสดุเศษเหลือในพื้นที่สถานีเกษตรหลวงอินทนนท์จากโรงคัดบรรจุ (ภาพที่ 4.1) ซึ่งโดยปกติแล้วทางสถานีเกษตรหลวงอินทนนท์จะใช้อาหารหยาบหลัก ได้แก่ หญ้า โดยการปล่อยให้แกะแทะเล็ม ซึ่งจะมีมากในช่วงฤดูฝน แต่อย่างไรก็ตามในช่วงฤดูแล้ง หญ้ามีปริมาณลดน้อยลง จึงมีการนำเศษผักจากโรงคัดบรรจุ (ภาพที่ 4.2) มาใช้เพื่อเป็นอาหารในการเลี้ยงแกะร่วมด้วย โดยปริมาณวัสดุเศษเหลือในพื้นที่สถานีเกษตรหลวงอินทนนท์ ในปี 2561 ระหว่างเดือนมกราคม –ธันวาคม ได้ผลดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ปริมาณวัสดุเศษเหลือในพื้นที่สถานีเกษตรหลวงอินทนนท์ในปี พ.ศ. 2561 (หน่วยกก.)

ชนิด	กะหล่ำปลี	เซเลอรี่	เฟนเนล	หอมหัว	ฟิลเลย์	คอสสลัด	โอ๊คลิฟแดง
มกราคม	23,033	3,691	952	1,639	86	1,091	-
กุมภาพันธ์	20,208	3,587	1,288	1,224	398	327	42
มีนาคม	19,436	6,949	1,474	1,378	289	860	660
เมษายน	13,580	10,503	3,158	943	488	480	67
พฤษภาคม	3,452	8,860	2,226	1,623	83	1,366	38
มิถุนายน	-	2,633	549	1,585	-	790	-
กรกฎาคม	7,623	1,343	104	1,697	-	1,454	-
สิงหาคม	8,105	3,297	370	1,433	366	86	-
กันยายน	9,276	1,200	300	1,741	279	1,531	-
ตุลาคม	12,787	836	284	1,260	165	377	-
พฤศจิกายน	11,287	1,857	108	983	177	659	-
ธันวาคม	15,388	2,369	1,921	1,066	77	497	8

จากตารางที่ 4.1 แสดงให้เห็นว่ากะหล่ำปลีเป็นวัสดุเศษเหลือที่มีปริมาณมากที่สุดและมีตลอดทั้งปีโดยเฉพาะในช่วงมกราคมถึงเมษายน และตุลาคมถึงธันวาคม ถึงแม้ปริมาณกะหล่ำปลีจะลดลงในช่วงเมษายน - กันยายน แต่ช่วงดังกล่าวเป็นช่วงฤดูฝนซึ่งทางสถานีมีแปลงหญ้าที่ให้ผลผลิตเพียงพอ จึงไม่ขาดแคลนอาหารหยาบ จากข้อมูลดังกล่าวสามารถแนะนำทางสถานีให้มีการจัดการอาหารหยาบที่เหมาะสมคือเตรียมอาหารหยาบหมักจากกะหล่ำปลีเพื่อใช้เลี้ยงสัตว์ในช่วงมกราคมถึงเมษายน และตุลาคมถึงธันวาคม

ภาพที่ 4.1 โรงคัดบรรจุสถานีเกษตรหลวงอินทนนท์

สำรวจข้อมูลด้านศักยภาพเชิงคุณภาพ

จากนั้นผู้วิจัยได้นำวัสดุเศษเหลือจากโรงคัดบรรจุอินทนนท์ ซึ่งได้แก่ กะหล่ำปลี เซเลอรี่ เฟนเนล หอมท่อ ฟิลเลย์ คอสสลัด และ โอ๊คลิฟแดง มาวิเคราะห์ข้อมูลด้านศักยภาพเชิงคุณภาพโดยการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.2 โดยพบว่า เซเลอรี่และเฟนเนลมีปริมาณวัตถุแห้งสูง (ความชื้นต่ำ) กว่าวัสดุเศษเหลือชนิดอื่นๆ ส่วนโปรตีนหยาบ (CP) พบว่ามีปริมาณสูงในกะหล่ำปลี ฟิลเลย์ คอสสลัด และโอ๊คลิฟแดง แสดงว่าวัสดุเศษเหลือในกลุ่มดังกล่าวยังคงมีคุณค่าทางโภชนะที่สัตว์สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้อยู่สูง นอกจากนี้ยังพบว่าเฟนเนลมีปริมาณเยื่อไยหยาบ (CF) ผนังเซลล์ (NDF) และลิกโนเซลลูโลส (ADF) สูงที่สุด องค์ประกอบทางเคมีในส่วนของเยื่อใยที่แตกต่างกันนั้นมีผลต่อการกินได้และการย่อยได้ของสัตว์ โดยผนังเซลล์ (NDF) จะมีส่วนประกอบเป็นเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน ซึ่งเฮมิเซลลูโลสสามารถบ่งบอกความฟ่ามในอาหาร เมื่อสัตว์ได้รับอาหารที่มีองค์ประกอบของผนังเซลล์ (NDF) อยู่สูงจะส่งผลให้สัตว์กินอาหารได้น้อยลง ในขณะที่ลิกโนเซลลูโลส (ADF) มีส่วนประกอบของเซลลูโลส และลิกนิน ซึ่งเซลลูโลสมีผลต่อการย่อยได้ของสัตว์ เมื่อสัตว์ได้รับอาหารที่มีองค์ประกอบของลิกโนเซลลูโลส (ADF) อยู่สูงจะส่งผลให้สัตว์มีการย่อยได้ต่ำ ส่วนลิกนิน (ADL) นั้นเป็นส่วนที่สัตว์ไม่สามารถย่อยและนำไปใช้ประโยชน์ได้ แสดงให้เห็นว่าเฟนเนลจัดเป็นวัสดุเศษเหลือที่มีเยื่อใยค่อนข้างสูง ซึ่งอาจจะทำให้สัตว์กินอาหารได้ลดลง และมีการย่อยได้ที่ต่ำ ในขณะที่กะหล่ำปลีมีองค์ประกอบของเยื่อใยต่ำ และยังคงมีโภชนะที่เป็นประโยชน์ เช่น โปรตีนค่อนข้างสูง แสดงว่ากะหล่ำปลีมีศักยภาพที่จะนำมาเป็นอาหารหยาบสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้องได้

ตารางที่ 4.2 องค์ประกอบทางเคมีของวัสดุเศษเหลือในพื้นที่สถานีเกษตรหลวงอินทนนท์

รายการ	ชนิดของวัสดุเศษเหลือ						
	กะหล่ำปลี	เซเลอรี่	เฟนเนล	หอมหัวใหญ่	ฟิลเลย์	คอสสลัด	โอ๊คลิฟแดง
วัตถุแห้ง (DM), %	4.82	7.96	8.46	3.25	4.59	3.59	4.15
องค์ประกอบทางเคมี, %วัตถุแห้ง							
อินทรียวัตถุ (OM)	89.98	80.58	78.63	89.52	76.69	85.23	78.47
โปรตีนหยาบ (CP)	23.33	19.81	7.88	15.84	25.80	25.86	26.41
ไขมัน (EE)	4.86	5.09	2.33	4.63	8.55	7.86	7.35
เยื่อใยหยาบ (CF)	15.14	12.50	17.26	12.73	14.75	12.42	12.26
ผนังเซลล์ (NDF)	20.18	19.60	28.23	20.55	20.62	25.59	24.22
ลิกโนเซลลูโลส (ADF)	22.30	18.38	32.19	21.42	24.00	25.53	24.82
ลิกนิน (ADL)	2.53	1.86	3.61	3.04	5.31	3.62	6.48

ราคาต้นทุนของแหล่งอาหารหยาบและวัสดุเศษเหลือในพื้นที่สถานีเกษตรหลวงอินทนนท์

เนื่องจากอาหารหยาบในพื้นที่ ได้แก่ หญ้า โดยทั่วไปแล้วในการหมักจะใช้หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ซึ่งมีคุณภาพเหมาะสมต่อการทำหญ้าหมัก มีการซื้อขายในราคากิโลกรัมละ 1 บาท ในขณะที่ไม่มีค่าใช้จ่ายในส่วนของวัสดุเศษเหลือที่ทางโรงคัดบรรจุของสถานีเกษตรหลวงอินทนนท์ส่งให้แก่ฟาร์มแกะมาตั้ง เนื่องจากวัสดุเศษเหลือนั้นเป็นเศษผักที่ ถูกคัดทิ้งจากโรงคัดบรรจุ แต่หากมีการซื้อขายวัสดุเศษเหลือ ราคาจะอยู่ที่ประมาณ 0.5 - 1 บาทต่อกิโลกรัม จากราคาผักที่ขายทั่วไปตามร้านค้าของโครงการหลวงในกิโลกรัมละ 20 – 30 บาท

อย่างไรก็ตาม ในการเลือกชนิดพืชอาหารหยาบที่จะสามารถนำมาหมักได้นั้น ยังต้องคำนึงถึงปริมาณวัตถุแห้ง หรือความชื้นที่มีในองค์ประกอบของพืชชนิดนั้นๆ ด้วย โดยคุณสมบัติของพืชที่เหมาะสมในการนำมาทำการหมักนั้นควรมีปริมาณวัตถุแห้ง ประมาณ 25-35% (สายัณห์, 2540) ในขณะที่วัสดุเศษเหลือในพื้นที่สถานีเกษตรหลวงอินทนนท์ที่มักจะมีการนำไปเลี้ยงสัตว์ ได้แก่ กะหล่ำปลี และเซเลอรี่ นั้น มีวัตถุแห้ง (DM) ในปริมาณที่ต่ำ (4.82 และ 7.96% ตามลำดับ) หรือมีความชื้นสูง หากนำพืชที่มีความชื้นสูงไปทำการหมัก อาจส่งผลให้พืชหมักเกิดการเน่าเสียได้ง่าย อีกทั้งยังส่งผลเสียต่อสัตว์ โดยพบว่าจากการที่ทางฟาร์มแกะดอยผาตั้ง เคยให้เศษผักเป็นอาหารหยาบแก่แกะในปริมาณมากนั้น ทำให้แกะมีอาการท้องอืด และตายในที่สุด ดังนั้นการนำเศษผักจากโรงคัดบรรจุไปใช้เป็นอาหารสำหรับแกะจึงไม่สามารถใช้เป็นแหล่งอาหารหยาบโดยให้กินอย่างเต็มที่ได้ ในขณะที่การใช้หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 นั้น สามารถนำมาเป็นแหล่งอาหารหยาบที่มีคุณภาพได้ใน

ปริมาณที่ไม่จำกัด หรือสามารถให้สัตว์กินได้อย่างเต็มที่ รวมทั้งการนำมาหมักอย่างมีประสิทธิภาพจะทำให้สามารถเก็บรักษาพืชอาหารสัตว์ไว้เพื่อเลี้ยงในยามที่คลาดแคลนพืชสดได้เป็นอย่างดี

ภาพที่ 4.2 เศษผักจากโรงคัดบรรจุ

4.2 การทดลองที่ 2 การศึกษาการเพิ่มคุณค่าทางอาหารและเก็บถนอมอาหารไว้ใช้ในช่วงที่ขาดแคลนพืชอาหารสัตว์

อาหารหยาบที่ทางผู้วิจัยได้ทำการเลือกใช้ ได้แก่ หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 เนื่องจากเป็นหญ้าที่ให้ผลผลิตต่อไร่สูง โดยให้ผลผลิตตลอดทั้งปี มีปริมาณน้ำตาลในใบและลำต้นสูง ปลูกครั้งเดียวเก็บเกี่ยวต่อเนื่องได้นาน 8-9 ปี ปรับตัวได้ดีในดินหลายสภาพ มีการเจริญเติบโตเร็ว แตกกอดี ทนแล้ง ไม่มีระยะพักตัว อีกทั้งยังตอบสนองต่อน้ำและปุ๋ยได้ดี นอกจากนี้ในช่วงที่ดำเนินการเตรียมอาหารหมักวัสดุเศษเหลือจากโรงคัดบรรจุมีปริมาณน้อย และค่อนข้างขาดแคลน ไม่เพียงพอที่จะนำมาทำการหมักในปริมาณมากเพื่อที่จะเก็บไว้เลี้ยงสัตว์เพื่อทดลอง (ในช่วง สิงหาคม – พฤศจิกายน) จากการที่ผู้วิจัยได้ปรึกษาถึงความต้องการของเจ้าหน้าที่สถานีเกษตรหลวงอินทนนท์ พบว่ามีความต้องการให้นำหญ้าเนเปียร์มาเป็นแหล่งอาหารหยาบในการทดสอบสูตรอาหาร ด้วยเหตุผลที่ว่ามีคุณสมบัติที่ดีดังกล่าวไว้ข้างต้น และอาจเป็นหนึ่งในแนวทางที่เจ้าหน้าที่จะส่งเสริมเกษตรกรให้ปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 เพื่อใช้เลี้ยงสัตว์ต่อไปในอนาคต

สำหรับการทดลองที่ 2 นั้นจะทำการศึกษาและคัดเลือกเทคโนโลยีการถนอมแหล่งอาหารหยาบและวัสดุเศษเหลือในพื้นที่สถานีเกษตรหลวงอินทนนท์ โดยการเติมต้นเชื้อ *L. plantarum* ที่คัดเลือกได้จากศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ ที่ได้ทดสอบก่อนหน้านี้ว่ามีคุณสมบัติที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพสูงสุดสำหรับการผลิตหญ้าหมัก โดยการทดลองแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ๆ ละ 3 ซ้ำ ได้แก่

กลุ่มที่ 1 อาหารหยาบสด (Fresh)
กลุ่มที่ 2 อาหารหยาบหมักไม่เติมต้นเชื้อ (Control)
กลุ่มที่ 3 อาหารหยาบหมักเติมต้นเชื้อ *L. plantalum J39* (LAB)

การวิเคราะห์คุณภาพการหมัก

ตารางที่ 4.3 คุณภาพการหมักของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1

รายการ	กลุ่มการทดลอง			SEM	P-value
	พืชสด	พืชหมัก (Control)	พืชหมักเสริมเชื้อ (LAB)		
ความเป็นกรดด่าง	5.04[a]	3.91[b]	3.85[c]	0.163	<0.01
กรดแลคติก, %	0.88[c]	6.54[b]	8.51[a]	0.817	<0.01
แอมโมเนียไนโตรเจน, % total N	4.49[b]	8.35[a]	7.74[a]	0.626	0.001

[a, b, c] : หมายถึงภายในแถวเดียวกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

เมื่อพิจารณาผลของความเป็นกรดด่าง (pH) พบว่าพืชหมักในกลุ่ม LAB มีความเป็นกรดด่างต่ำที่สุด (3.85) รองลงมาคือพืชหมักในกลุ่ม Control (3.91) และพืชสดมีความเป็นกรดด่างสูงที่สุด (5.04) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) ดังแสดงในตารางที่ 4.3 ทั้งนี้เนื่องมาจากการเติม *L. plantalum J39* ส่งผลให้เกิดการผลิตกรดแลคติกในปริมาณมากพอที่จะทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ลดลง ซึ่งจะไปมีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ชนิดอื่น ทำให้สามารถเก็บรักษาคุณภาพของหญ้าหมักไว้ได้ (McDonald *et al*., 1991; Weinberg *et al.,* 2003)

พืชหมักในกลุ่ม LAB มีปริมาณของกรดแลคติกสูงกว่าเมื่อเทียบกับพืชหมักในกลุ่ม Control แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) คือ 8.51% เทียบกับ 6.54% ทั้งนี้เนื่องมาจากการเสริม *L. plantarum* จะกระตุ้นให้เกิดกระบวนการหมัก และจะเร่งการผลิต Lactic acid ซึ่งจะทำให้ค่า pH ลดลงอย่างรวดเร็ว (Muck, 2010) สอดคล้องกับค่าความเป็นกรดด่างที่ลดต่ำลง

เมื่อพิจารณาปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนพบว่าพืชสดมีปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจน ต่ำที่สุด (4.49% total N) ส่วนพืชหมักในกลุ่ม Control กับพืชหมักในกลุ่ม LAB มีปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนไม่แตกต่างกัน (8.35 เทียบกับ 7.74% total N) ทั้งนี้เนื่องมาจากในกระบวนการหมักจะมีแบคทีเรียพวก *Clostridia* ที่เป็นกลุ่ม Proteolytic bacteria ซึ่งแบคทีเรียกลุ่มนี้จะใช้โปรตีนที่มีอยู่ในหญ้าให้ได้เป็นแอมโมเนีย ดังนั้นพืชหมักจึงมีปริมาณของแอมโมเนียไนโตรเจนสูงกว่าพืชสด (McDonald *et al*., 1991)

การศึกษาองค์ประกอบทางเคมี

ตารางที่ 4.4 องค์ประกอบทางเคมีของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1

รายการ	กลุ่มการทดลอง			SEM	P-value
	พืชสด	พืชหมัก (Control)	พืชหมักเสริมเชื้อ (LAB)		
วัตถุแห้ง, %	17.08	16.51	16.87	0.153	0.323
องค์ประกอบทางเคมี, %วัตถุแห้ง					
อินทรียวัตถุ (OM)	90.78	90.83	91.12	0.069	0.090
โปรตีนหยาบ (CP)	6.51[a]	5.98[b]	6.29[a]	0.079	0.004
ไขมัน (EE)	3.82	4.40	4.50	0.165	0.173
เยื่อใยหยาบ (CF)	32.90[b]	35.28[a]	35.53[a]	0.462	0.006
ผนังเซลล์ (NDF)	72.57[a]	70.37[b]	71.12[b]	0.275	0.009
ลิกโนเซลลูโลส (ADF)	41.03[b]	41.63[b]	43.25[a]	0.340	0.012
ลิกนิน (ADL)	5.00	4.74	4.79	0.167	0.815

[a, b]: หมายถึงภายในแถวเดียวกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ปริมาณวัตถุแห้ง (DM) และอินทรียวัตถุ (OM) ในกลุ่มของพืชสด (17.08% และ 90.78%) พืชหมักในกลุ่ม Control (16.51% และ 90.83%) และพืชหมักในกลุ่ม LAB (16.18% และ 91.12%) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ในขณะที่พืชหมักในกลุ่ม LAB มีปริมาณโปรตีน (CP) สูงกว่าพืชหมักกลุ่ม Control คือ 6.29% เทียบกับ 5.98% เนื่องมาจาก เมื่อมีการเติม *L. plantalum* J3จะช่วยให้ระบบเกิดสภาวะที่เป็นกรดได้เร็วจึงช่วยยับยั้งการย่อยสลายโปรตีน (Proteolysis) ซึ่งจะทำให้สูญเสียโปรตีนลดลง นอกจากนี้เมื่อค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ลดลง จะช่วยลดหรือยับยั้งการทำงานของเอนไซม์โปรติเอส (Protease) ซึ่งทำให้ลดการย่อยสลาย True protein และเปปไทด์ได้ (Guo *et al*., 2008; Francisco *et al*., 2013) ส่วนปริมาณไขมัน (EE) ทั้งสามกลุ่มไม่แตกต่างกัน

พืชสดมีปริมาณเยื่อใยที่เป็นผนังเซลล์ (NDF) สูงกว่าพืชหมักทั้งสองกลุ่ม (72.57% เทียบกับ 70.37% และ 71.12%) เนื่องจากผนังเซลล์มีส่วนประกอบของเฮมิเซลลูโลส ซึ่งมีน้ำตาล Xylose เป็นองค์ประกอบหลัก โดยแบคทีเรียผลิตกรดแลคติกสามารถเปลี่ยนน้ำตาลดังกล่าวให้เป็นกรดแลคติกได้ง่าย จึงทำให้ปริมาณ NDF ในพืชหมักลดลง (วัชราภรณ์, 2550) ในขณะที่พืชสดมีปริมาณเยื่อใย (CF) และปริมาณลิกโนเซลลูโลส (ADF) ต่ำกว่าพืชหมักทั้งสองกลุ่ม (32.90% เทียบกับ 35.28% และ 35.53% และ 41.03% เทียบกับ 41.63% และ 43.25%) เนื่องจากในกระบวนการหมักจะมีการดึงคาร์โบไฮเดรตที่ละลายได้ง่ายมาใช้ประโยชน์จึงทำให้ปริมาณลดลง ส่งผลให้สัดส่วนของเยื่อใยมีค่าเพิ่มขึ้น ส่วนปริมาณลิกนิน (ADL) พบว่าทั้งพืชสด พืชหมักในกลุ่ม Control และพืชหมักในกลุ่ม LAB ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ (P>0.05)

4.3 การทดลองที่ 3 การศึกษาสูตรอาหารที่เหมาะสมสำหรับแกะพันธุ์ขุนและแพะนมเพศผู้บนพื้นที่สูง

สำหรับการทดลองที่ 3 การศึกษาสูตรอาหารที่เหมาะสมสำหรับแกะพันธุ์ขุนและแพะนมเพศผู้บนพื้นที่สูง แบ่งกลุ่มการทดลองออกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่

กลุ่มที่ 1 (Control) ให้อาหารหยาบหมักอย่างเต็มที่ เสริมอาหารข้นที่ขายในท้องตลาด (โปรตีนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 12) ร้อยละ 1.5 ของน้ำหนักตัว

กลุ่มที่ 2 (TMR 1) ให้อาหารผสมครบส่วน ในสูตรอาหาร โปรตีนร้อยละ 14

กลุ่มที่ 3 (TMR 2) ให้อาหารผสมครบส่วน ในสูตรอาหาร โปรตีนร้อยละ 16

กลุ่มที่ 4 (TMR 3) ให้อาหารผสมครบส่วน ในสูตรอาหาร โปรตีนร้อยละ 18

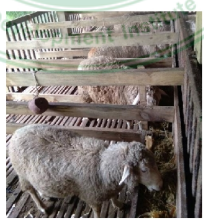
ทำการผลิตอาหารผสมครบส่วน (TMR) (ภาพที่ 4.3) ที่มีระดับโปรตีนแตกต่างกัน 3 ระดับ เพื่อใช้เลี้ยงแกะขุนและแพะนมเพศผู้เป็นเวลา 3 เดือน อาหารผสมครบส่วนจะมีสัดส่วนของอาหารหยาบและอาหารข้น คือ 70:30 โดยใช้หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 และเปลือกข้างโพดเป็นแหล่งอาหารหยาบ ดังตารางที่ 4.5

ภาพที่ 4.3 การผลิตอาหารผสมครบส่วน (TMR)

ตารางที่ 4.5 สูตรอาหารแกะพันธุ์ขนและแพะนมเพศผู้ที่มีระดับโปรตีนแตกต่างกัน

วัตถุดิบ	ราคาต่อกิโลกรัม	กลุ่มควบคุม (Control)	อาหารผสมครบส่วนโปรตีน 14%	อาหารผสมครบส่วนโปรตีน 16%	อาหารผสมครบส่วนโปรตีน 18%
รำละเอียด	9.60		3.33	2.00	3.33
ข้าวโพดบด	10.00		10.00	10.00	6.67
กากถั่วเหลือง	16.70		5.47	12.13	15.93
กากปาล์ม	6.10		10.27	5.13	3.33
ยูเรีย	11.20		0.53	0.33	0.33
ไดแคลเซียมฟอสเฟต	11.00		0.20	0.20	0.20
พรีมิกซ์	35.00		0.20	0.20	0.20
เปลือกขิงข้าวโพด	2.00		3.33	3.33	3.33
หญ้าเนเปียร์	1.00		66.67	66.67	66.67
รวม (กิโลกรัม)			100	100	100
ราคา (บาท/กิโลกรัม)		**2.25**	**3.74**	**4.39**	**4.71**

ทำการทดสอบสูตรอาหารที่เหมาะสมสำหรับแกะพันธุ์ขนในพื้นที่สถานีเกษตรหลวงอินทนนท์ (ภาพที่ 4.4) หน่วยย่อยผาตั้ง ใช้แกะพันธุ์ขนทั้งหมด 32 ตัว แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 8 ตัว สมรรถภาพการผลิตของแกะขน แสดงดังตารางที่ 4.6



ภาพที่ 4.4 ทดสอบสูตรอาหารแกะพันธุ์ขนในพื้นที่สถานีเกษตรหลวงอินทนนท์

ตารางที่ 4.6 สมรรถภาพการผลิตของแกะขุน

รายการ	กลุ่มการทดลอง				SEM	P-value
	ควบคุม (Control)	อาหารผสมครบส่วน โปรตีน14%	อาหารผสมครบส่วน โปรตีน16%	อาหารผสมครบส่วน โปรตีน18%		
ปริมาณการกินได้วัตถุแห้ง (DMI)						
(g/d)	890.96[b]	1378.82[a]	1388.10[a]	1432.01[a]	43.59	<0.01
(%BW)	2.74	2.99	2.84	2.92	0.04	0.23
น้ำหนักเริ่มต้น (กก.)	25.58	25.87	26.30	26.50	0.61	0.960
น้ำหนักสุดท้าย (กก.)	32.60[b]	46.38[a]	48.86[a]	49.05[a]	1.38	<0.01
น้ำหนักที่เพิ่ม (กก.)	7.01[b]	20.51[a]	22.56[a]	22.55[a]	1.25	<0.01
อัตราการเจริญเติบโต, ADG (กรัม/วัน)	83.50[b]	244.19[a]	268.60[a]	268.45[a]	14.95	<0.01
อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว, FCR	11.14[a]	5.87[b]	5.19[b]	5.47[b]	0.52	<0.01
ราคาอาหาร (บาท/กก.)	2.25	3.74	4.39	4.71		
ต้นทุนค่าอาหารต่อการเปลี่ยนเป็นน้ำหนัก, FCG (บาท/กิโลกรัม)	25.06	21.95	22.78	25.76	0.91	0.412

[a, b]: หมายถึงในแถวเดียวกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

สมรรถภาพการผลิตของแกะขุนที่ได้รับอาหารทั้ง 4 กลุ่ม พบว่าแกะขุนที่ได้รับอาหารผสมครบส่วนมีปริมาณวัตถุแห้งที่กินได้ (DMI) สูงกว่ากลุ่ม control อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) ได้แก่ 1378.82, 1388.10 และ 1432.01 เทียบกับ 890.96 กรัมต่อวัน อีกทั้งแกะขุนที่ได้รับอาหารผสมครบส่วนยังมีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (BWG) และอัตราการเจริญเติบโต (ADG) สูงกว่ากลุ่ม control แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) คือ 20.51, 22.56, 22.55 เทียบกับ 7.01 กิโลกรัม และ 244.19, 268.60, 268.45 เทียบกับ 83.50 กรัมต่อวัน เนื่องจากแกะขุนในกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมครบส่วนมีปริมาณการกินได้มากกว่ากลุ่ม Control จึงส่งผลให้มีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นมากกว่า อีกทั้งในการให้อาหารผสมครบส่วนทำให้สัตว์ไม่สามารถเลือกกินอาหารได้ ส่งผลให้สัตว์ได้รับสัดส่วนของอาหารข้นและอาหารหยาบในปริมาณที่เพียงพอและเหมาะสมจึงส่งผลให้แกะขุนในกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมครบส่วนมีอัตราการเจริญเติบโต (ADG) สูงกว่าเมื่อเทียบกับกลุ่ม Control แต่อย่างไรก็ตามการให้อาหารผสมครบส่วนทั้ง 3 สูตร ให้ผลไม่แตกต่างกันในทางสถิติ นอกเหนือจากนี้อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (FCR) ในแกะขุนกลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมครบส่วนยังมีค่าต่ำกว่ากลุ่ม

control (5.87, 5.19 และ 5.47 เทียบกับ 11.14) หมายถึงแกะขนกลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมครบส่วนกินอาหารน้อยกว่าเพื่อเปลี่ยนไปเป็นน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการให้อาหารผสมครบส่วนนั้นส่งผลให้แกะขนมีประสิทธิภาพการใช้อาหารดีกว่าเมื่อเทียบกับกลุ่ม Control และเมื่อพิจารณาต้นทุนค่าอาหารต่อการเปลี่ยนเป็นน้ำหนักตัว (บาทต่อกิโลกรัม) พบว่า แกะขนกลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมครบส่วนที่ระดับโปรตีน 14% มีต้นทุนต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับกลุ่มอื่น ๆ (21.95 เทียบกับ 25.06, 22.78 และ 25.76 บาทต่อกิโลกรัม) แต่ไม่แตกต่างกันในทางสถิติ (P>0.05) ดังนั้นอาหารผสมครบส่วนที่ระดับโปรตีน 14% จึงมีความเหมาะสมที่สุดต่อสมรรถภาพการผลิตแกะขน

ในการทดสอบสูตรอาหารที่เหมาะสมสำหรับแพะนมเพศผู้ในพื้นที่โครงการหลวงแม่ทาเหนือ (ภาพที่ 4.5) โดยใช้แพะนมเพศผู้ ทั้งหมด 12 ตัว แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 3 ตัว สมรรถภาพการผลิตของแพะนมเพศผู้ แสดงดังตารางที่ 4.7

ภาพที่ 4.5 ทดสอบสูตรอาหารแพะนมเพศผู้ในพื้นที่โครงการหลวงแม่ทาเหนือ

สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) Highland Research and Development Institute (Public Organization)

ตารางที่ 4.7 สมรรถภาพการผลิตของแพะนมเพศผู้

รายการ	กลุ่มการทดลอง				SEM	P-value
	ควบคุม	อาหารผสมครบส่วนโปรตีน14%	อาหารผสมครบส่วนโปรตีน16%	อาหารผสมครบส่วนโปรตีน18%		
ปริมาณการกินได้วัตถุแห้ง						
(g/d)	654.39	933.07	748.49	722.02	40.81	0.062
(%BW)	3.80	4.82	3.66	3.02	0.33	0.309
น้ำหนักเริ่มต้น (กก.)	13.53	12.78	12.20	13.98	1.12	0.962
น้ำหนักสุดท้าย (กก.)	17.66	20.20	20.86	24.73	1.31	0.321
น้ำหนักที่เพิ่ม (กก.)	4.13^{c}	7.41^{b}	8.66^{b}	10.75^{a}	0.76	<0.01
อัตราการเจริญเติบโต, ADG (กรัม/วัน)	45.42^{c}	81.46^{b}	95.16^{b}	118.17^{a}	8.43	<0.01
อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว, FCR	15.73^{a}	11.61^{ab}	7.91^{b}	6.15^{b}	1.41	0.045
ราคาอาหาร (บาท/กก.)	2.25	3.74	4.39	4.71		
ต้นทุนค่าอาหารต่อการเปลี่ยนเป็นน้ำหนัก, FCG (บาท/กิโลกรัม)	35.39	43.42	34.72	28.96	2.82	0.388

$^{a, b}$: หมายถึงในแถวเดียวกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

สมรรถภาพการผลิตของแพะนมเพศผู้ที่ได้รับอาหารทั้ง 4 กลุ่ม พบว่าแพะนมเพศผู้ที่ได้รับอาหารผสมครบส่วนที่ระดับโปรตีน 18% มีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นและอัตราการเจริญเติบโตสูงที่สุดเมื่อเทียบกับกลุ่มอื่นๆ คือ 10.75 เทียบกับ 4.13, 7.41 และ 8.66 กิโลกรัม และ 118.17 เทียบกับ 45.42, 81.46 และ 95.16 กรัมต่อวัน เนื่องด้วยระดับโปรตีนมีผลต่อการเจริญเติบโต (NRC, 2001) ดังนั้นแพะที่ได้รับอาหารผสมครบส่วนที่ระดับโปรตีน 18% จึงมีอัตราการเจริญเติบโตที่สูง สอดคล้องกับ Chobtang *et al*. (2009) ที่ศึกษาระดับของโปรตีนที่ 8, 10, 12 และ14% ในอาหารผสมครบส่วนต่อการเจริญเติบโตในแพะ พบว่าการเพิ่มขึ้นของระดับโปรตีนในอาหารผสมครบส่วน ทำให้น้ำหนักตัวที่เพิ่ม และอัตราการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น นอกจากนี้แพะนมเพศผู้กลุ่มที่ได้รับอาหารผสมครบส่วนยังมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (FCR) ต่ำกว่าเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม อีกทั้งแพะนมเพศผู้กลุ่มที่ได้รับอาหารผสมครบส่วนที่ระดับโปรตีน 18% มีต้นทุนค่าอาหารต่อการเปลี่ยนเป็นน้ำหนักตัวต่ำที่สุด (28.96 เทียบกับ 35.39, 43.42 และ 34.72 บาท/กก.) (P>0.05) ดังนั้น อาหารผสมครบส่วนที่ระดับโปรตีน 18% จึงมีความเหมาะสมที่สุดต่อสมรรถภาพการผลิตแพะนมเพศผู้

4.4 การทดลองที่ 4 การศึกษาวิธีการขุนแพะนมเพศผู้ที่เหมาะสมบนพื้นที่สูง

สำหรับการทดลองที่ 4 การศึกษาวิธีการขุนแพะนมเพศผู้ที่เหมาะสมบนพื้นที่สูงจะแบ่งกลุ่มการทดลองออกเป็น 6 กลุ่ม ได้แก่

กลุ่มที่ 1 กลุ่มที่ไม่ตอน และได้รับอาหารผสมครบส่วน ที่มีโปรตีนร้อยละ 14
กลุ่มที่ 2 กลุ่มที่ไม่ตอน และได้รับอาหารผสมครบส่วน ที่มีโปรตีนร้อยละ 16
กลุ่มที่ 3 กลุ่มที่ไม่ตอน และได้รับอาหารผสมครบส่วน ที่มีโปรตีนร้อยละ 18
กลุ่มที่ 4 กลุ่มที่ตอน และได้รับอาหารผสมครบส่วน ที่มีโปรตีนร้อยละ 14
กลุ่มที่ 5 กลุ่มที่ตอน และได้รับอาหารผสมครบส่วน ที่มีโปรตีนร้อยละ 16
กลุ่มที่ 6 กลุ่มที่ตอน และได้รับอาหารผสมครบส่วน ที่มีโปรตีนร้อยละ 18

ทำการศึกษาวิธีการขุนแพะนมเพศผู้ที่เหมาะสมบนพื้นที่สูง ในพื้นที่โครงการหลวงแม่ทาเหนือและในพื้นที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง โดยใช้สูตรอาหาร 3 สูตรที่มีระดับโปรตีนแตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 4.8 และใช้แพะนมเพศผู้ ทั้งหมด 18 ตัว แบ่งออกเป็น 6 กลุ่ม กลุ่มละ 3 ตัว สมรรถภาพการผลิตของแพะนมเพศผู้ที่ศึกษาวิธีการขุนแพะนมเพศผู้ที่เหมาะสมบนพื้นที่สูง ให้ผลแสดงดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.8 สูตรอาหารแพะนมเพศผู้ที่ศึกษาวิธีการขุนที่มีระดับโปรตีนแตกต่างกัน

วัตถุดิบ	ราคาต่อกิโลกรัม	อาหารผสมครบส่วน โปรตีน 14 %	อาหารผสมครบส่วน โปรตีน 16 %	อาหารผสมครบส่วน โปรตีน 18 %
รำละเอียด	9.60	3.33	2.00	3.33
ข้าวโพดบด	10.00	10.00	10.00	6.67
กากถั่วเหลือง	16.7	5.47	12.13	15.93
กากปาล์ม	6.10	10.27	5.13	3.33
ยูเรีย	11.2	0.53	0.33	0.33
ไดแคลเซียมฟอสเฟต	11.00	0.20	0.20	0.20
พรีมิกซ์	35.00	0.20	0.20	0.20
เปลือกชังข้าวโพด	2.00	3.33	3.33	3.33
หญ้าเนเปียร์	1.00	66.67	66.67	66.67
รวม (กิโลกรัม)		100	100	100
ราคา (บาท/กิโลกรัม)		**3.74**	**4.39**	**4.71**

ตารางที่ 4.9 สมรรถภาพการผลิตของแพะนมเพศผู้

รายการ	อาหารผสมครบส่วน			SEM	วิธีขุน		SEM	P-value		
	โปรตีน 14%	โปรตีน 16%	โปรตีน 18%		ไม่ตอน	ตอน		อาหาร	วิธีขุน	อาหาร × วิธีขุน
ปริมาณการกินได้วัตถุแห้ง										
- g/d	969.25	910.51	897.59	53.66	809.69^{b}	1099.92^{a}	53.66	0.934	0.003	0.110
- %BW	4.15	3.82	3.20	0.29	3.87	3.49	0.29	0.602	0.541	0.238
น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (กิโลกรัม)	8.46^{b}	10.03^{ab}	12.09^{a}	0.60	8.94^{b}	12.08^{a}	0.60	0.001	<0.01	0.787
อัตราการเจริญเติบโต, ADG (กรัม/วัน)	134.41^{b}	159.30^{ab}	191.93^{a}	9.64	141.94^{b}	191.80^{a}	9.64	0.001	<0.01	0.787
อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว, FCR	7.45^{a}	5.70^{ab}	4.62^{b}	0.43	5.99	5.81	0.43	0.033	0.780	0.228
ราคาอาหาร (บาท/กก.)	3.74	4.39	4.71							
ต้นทุนค่าอาหารต่อการเปลี่ยนเป็นน้ำหนักตัว, FCG	27.86	25.02	21.76	1.37	25.01	24.68	1.37	0.333	0.904	0.221

สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) Highland Research and Development Institute (Public Organization)

(บาท/กิโลกรัม)

[a, b, c] : Means within the same row carrying different superscripts are significantly different (P < 0.05)

ผลการทดลองพบว่าแพะนมเพศผู้ที่ได้รับวิธีการขุนแบบการตอนมีปริมาณวัตถุแห้งที่กินได้ (DMI) สูงกว่ากลุ่มที่ไม่ตอน (1099.92 เทียบกับ 809.69 กรัมต่อวัน) ในขณะที่ระดับโปรตีนในสูตรอาหารไม่มีผลต่อการกินได้ นอกจากนี้ยังพบว่าแพะนมเพศผู้ตอนและได้รับระดับโปรตีนในสูตรอาหาร 16 และ 18% มีหนักตัวที่เพิ่มขึ้นและอัตราการเจริญเติบโตสูงที่สุด (10.03, 12.09 เทียบกับ 8.46 กิโลกรัม และ 159.30, 191.93 เทียบกับ 134.41 กรัมต่อวัน) ในขณะที่วิธีการขุนไม่มีผลต่ออัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว เนื่องด้วยระดับโปรตีนมีผลต่อการเจริญเติบโต (NRC, 2001) ดังนั้นแพะที่ได้รับอาหารผสมครบส่วนที่ระดับโปรตีน 18% จึงมีอัตราการเจริญเติบโตที่สูง สอดคล้องกับ Chobtang *et al*. (2009) ที่ศึกษาระดับของโปรตีนที่ 8, 10, 12 และ14% ในอาหารผสมครบส่วนต่อการเจริญเติบโตในแพะ พบว่าการเพิ่มขึ้นของระดับโปรตีนในอาหารผสมครบส่วน ทำให้น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าอาหารที่มีระดับโปรตีนต่ำจะส่งผลให้มีอัตราการเจริญเติบโตต่ำตามไปด้วยทั้งในแพะพันธุ์ซาแนน (Negesse *et al*., 2001) และแพะพันธุ์ลูกผสมพื้นเมือง (Pralomkarn *et al*., 1995)

แพะนมเพศผู้ที่ได้รับระดับโปรตีนในสูตรอาหาร 16 และ 18% มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวต่ำที่สุด (5.70 และ 4.62 เทียบกับ 7.45) อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาต้นทุนค่าอาหารต่อการเปลี่ยนเป็นน้ำหนักตัว (บาทต่อกิโลกรัม) พบว่า แพะนมเพศผู้ที่ได้รับอาหารผสมครบส่วนที่ระดับโปรตีน 18% มีต้นทุนค่าอาหารต่อการเปลี่ยนเป็นน้ำหนักตัวต่ำที่สุด (21.76 เทียบกับ 27.86 และ 25.02 บาทต่อกิโลกรัม) แต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ดังนั้นแพะนมเพศผู้ตอนและได้รับอาหารผสมครบส่วนที่ระดับโปรตีน 18% จึงมีความเหมาะสมที่สุดต่อสมรรถภาพการผลิตแพะนมเพศผู้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย

จากการสำรวจวัสดุเศษเหลือในพื้นที่จากโรงคัดบรรจุของสถานีเกษตรหลวงอินทนท์ พบวัสดุเศษเหลือในพื้นที่ ได้แก่ กะหล่ำปลี เซเลอรี่ เฟนเนล หอมห่อ ฟิลเลย์ คอสสลัด และโอ๊คลิฟแดง โดยวัสดุเศษเหลือที่มีปริมาณมากที่สุด คือ กะหล่ำปลี ซึ่งจะมีปริมาณมากในช่วงต้นปี (มกราคมถึงเมษายน) และปลายปี (ตุลาคมถึงธันวาคม) จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี พบว่าโปรตีนหยาบ (CP) ในกะหล่ำปลี ฟิลเลย์ คอสสลัด และโอ๊คลิฟแดง มีปริมาณสูงกว่าวัสดุเศษเหลือชนิดอื่น ในขณะที่เฟนเนลมีปริมาณเยื่อใยหยาบ (CF) ผนังเซลล์ (NDF) และลิกโนเซลลูโลส (ADF) สูงที่สุด ซึ่งอาจจะมีผลให้สัตว์ที่ได้รับเฟนเนลมีการกินได้และการย่อยได้ลดลง ในขณะที่กะหล่ำปลีมีเยื่อใยต่ำ แสดงว่ากะหล่ำปลีจึงมีศักยภาพที่จะนำมาใช้เลี้ยงสัตว์ได้ ดังนั้นควรมีการเก็บถนอมอาหารหยาบเพื่อใช้เลี้ยงสัตว์จากกะหล่ำปลีในช่วงต้นปีและปลายปี ถึงแม้ว่าในช่วงพฤษภาคมถึงกันยายนปริมาณวัสดุเศษเหลือจะลดลง แต่อย่างไรก็ตามในช่วงนี้ทางสถานีสามารถจัดการให้อาหารหยาบจากแปลงหญ้าได้เนื่องจากเป็นช่วงฤดูฝนซึ่งมีหญ้าสดในปริมาณที่มากพอ

การเติมต้นเชื้อ *L. plantarum* J39 ทำให้พืชหมักที่ได้มีคุณภาพดีกว่าการหมักแบบธรรมชาติ เนื่องจาก *L. plantarum* J39 จะกระตุ้นให้เกิดกระบวนการหมักและเร่งการผลิตกรดแลคติก ซึ่งทำให้ค่า pH ลดลงอย่างรวดเร็ว มีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ชนิดอื่น ทำให้สามารถเก็บรักษาคุณภาพของหญ้าหมักไว้ได้ ส่วนองค์ประกอบทางเคมี พบว่าพืชหมักที่เสริม *L. plantarum* J39 มีปริมาณโปรตีน (CP) สูงกว่าพืชหมักกลุ่ม Control ส่วนปริมาณเยื่อใยหยาบ (CF) และผนังเซลล์ (NDF) ในพืชหมักทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันในทางสถิติ ในขณะที่ปริมาณลิกโนเซลลูโลส (ADF) ในพืชหมักเสริม *L. plantarum* J39 สูงกว่าพืชหมักกลุ่ม Control แสดงว่า *L. plantarum* J39 สามารถรักษาคุณภาพของพืชหมักได้ดีกว่ากลุ่ม Control

แกะขนที่ได้รับอาหารผสมครบส่วนที่ระดับโปรตีน 14% และแพะนมเพศผู้ที่ได้รับอาหารผสมครบส่วนที่ระดับโปรตีน 18% มีอัตราการเจริญเติบโตที่สูง และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่ต่ำ อีกทั้งยังมีต้นทุนค่าอาหารต่อการเปลี่ยนเป็นน้ำหนักตัวต่ำที่สุด สรุปได้ว่าอาหารผสมครบส่วนที่ระดับโปรตีน 14% มีความเหมาะสมต่อสมรรถภาพการผลิตแกะขนมากที่สุด และอาหารผสมครบส่วนที่ระดับโปรตีน 18% มีความเหมาะสมต่อสมรรถภาพการผลิตแพะนมเพศผู้มากที่สุด

ในขณะที่วิธีการขุนที่เหมาะสมพบว่าแพะนมเพศผู้ที่ตอนและได้รับอาหารผสมครบส่วนที่ระดับโปรตีน 18% มีน้ำหนักตัวที่เพิ่ม และอัตราการเจริญเติบโตที่สูง นอกจากนี้ยังมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวต่ำ อีกทั้งยังมีต้นทุนค่าอาหารต่อการเปลี่ยนเป็นน้ำหนักตัวต่ำที่สุด สรุปได้ว่าการตอนและการให้อาหารผสมครบส่วนที่ระดับโปรตีน 18% เป็นวิธีการขุนที่เหมาะสมที่สุด