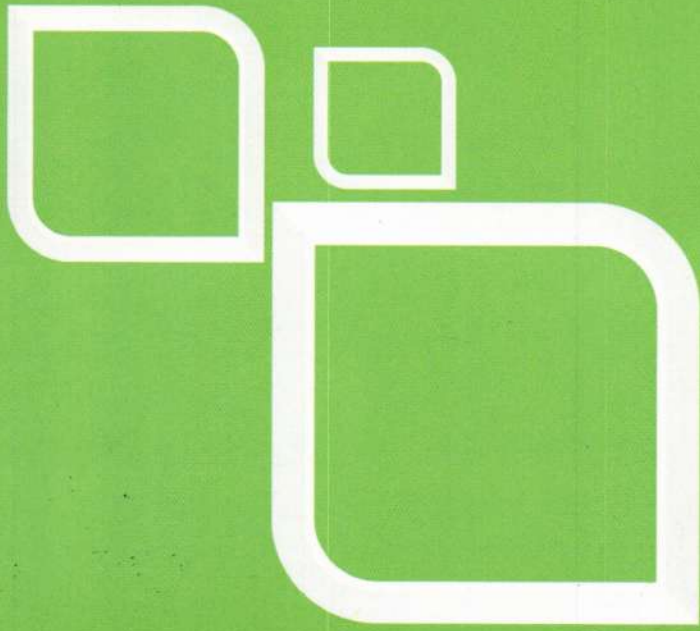




สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

การใช้ผสมลอยได้จากมันสำปะหลังเป็นอาหาร

โค-กระบือ



กากมันสำปะหลัง



สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

การใช้พลพลอยได้จากมันสำปะหลังเป็นอาหาร

โค-กระบือ



กากมันสำปะหลัง

สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์



การใช้ผลพลอยได้จากมันสำปะหลังเป็นอาหาร โค-กระบือ

เลขทะเบียนผลงาน : 58(2)-0214-047

ผู้เรียบเรียง : นายศุภชัย อุดชาชน

นักวิชาการสัตวบาล ชำนาญการพิเศษ

ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ขอนแก่น

สำนักพัฒนาอาหารสัตว์

กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

จัดพิมพ์โดย สำนักพัฒนาอาหารสัตว์

พิมพ์ครั้งที่ 1 เมษายน 2558

จำนวน 1,000 เล่ม

คำนำ

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ นอกจากจะเป็นพื้นที่ซึ่งมีการเลี้ยงโค-กระบือมากที่สุดของประเทศแล้ว ยังเป็นพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังมากที่สุดของประเทศด้วย ลานมันสำปะหลังและโรงงานแป่งมันสำปะหลังจึงตั้งอยู่ในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นส่วนใหญ่ ผลพลอยได้สิ่งแรกจากแป่งมันสำปะหลังคือ ใบมันสำปะหลัง และผลพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรมแป่งมันสำปะหลัง คือ กากมันสำปะหลังและเปลือกมันสำปะหลัง ตลอดระยะเวลากว่า 30 ปีที่ผ่านมา นักวิจัยด้านอาหารสัตว์จากหลายสถาบัน ได้มีการศึกษาในการนำเอา หัว ลำต้น ใบ เปลือก และกากมันสำปะหลัง มาปรับปรุงสภาพให้สามารถนำไปใช้เป็นอาหาร สุนัข สัตว์ปีก และโค-กระบือ

เอกสารเล่มนี้ เป็นการรวบรวมผลงานวิจัยรวมถึงคำแนะนำ ทั้งจากมหาวิทยาลัยต่างๆ กรมปศุสัตว์ และประสบการณ์ของผู้เขียน ที่เกี่ยวข้องกับการนำผลพลอยได้จากมันสำปะหลัง โดยเฉพาะใบมันสำปะหลัง กากมันสำปะหลัง และเปลือกมันสำปะหลัง มาผ่านกรรมวิธีต่างๆปรับปรุงสภาพ ให้มีคุณภาพดีขึ้นเพื่อนำไปใช้เลี้ยงโค-กระบือ ซึ่งคาดหวังว่าจะเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรในการนำไปประยุกต์ใช้ เพื่อแก้ไขปัญหาการขาดแคลนอาหารสัตว์ ตลอดจนการลดต้นทุนการผลิตสัตว์ ทำอาชีพการเลี้ยงสัตว์มีผลกำไรและเกษตรกรสามารถยึดเป็นอาชีพหลักได้

ศุภชัย อุดชาชน

เมษายน 2558

สารบัญ

คำนำ

บทที่ 1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับมันสำปะหลัง	1
ผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตมันสำปะหลังและผลิตภัณฑ์	2
องค์ประกอบทางเคมีของใบ เปลือกและกากมันสำปะหลัง	4
สารพิษในมันสำปะหลัง	4
ลักษณะการเป็นพิษของกรดไฮโดรไซยานิก	6
การจัดสรรพิษออกจากร่างกายของสัตว์	7
การลดสารพิษก่อนนำไปใช้เลี้ยงโค-กระบือ	8
- การตากใบมันสำปะหลัง	8
- การหมักใบมันสำปะหลัง	9
บทที่ 2 การใช้ใบมันสำปะหลังเป็นอาหารโค - กระบือ	11
การเก็บถนอมใบมันสำปะหลังโดยการตากแห้ง	11
องค์ประกอบทางโภชนะของใบมันสำปะหลังแห้ง	13
การนำใบมันสำปะหลังแห้งไปใช้เลี้ยงโค-กระบือ	14
การใช้ใบมันสำปะหลังแห้งประกอบในสูตรอาหารข้นหรือ	16
อาหารผสมเสร็จ	
การเก็บถนอมใบมันสำปะหลังโดยการหมัก	18
ต้นทุนการหมักใบมันสำปะหลัง	19
ข้อแนะนำในการใช้ใบมันสำปะหลังเป็นอาหารโค-กระบือ	25

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ 3 การใช้กากมันสำปะหลังเป็นอาหารโค-กระบือ	27
การนำกากมันสำปะหลังไปใช้เลี้ยงโค-กระบือ	28
- การใช้กากมันสำปะหลังแห้งเป็นอาหารโค - กระบือ	29
- การใช้กากมันสำปะหลังสดเป็นอาหารโค - กระบือ	33
* กากมันสำปะหลังหมักยีสต์	33
* กากมันสำปะหลังหมักร่วมกับถั่วพืชอาหารสัตว์	44
ข้อแนะนำในการใช้กากมันสำปะหลังเป็นอาหารโค-กระบือ	48
บทที่ 4 การใช้เปลือกมันสำปะหลังเป็นอาหารโค - กระบือ	51
องค์ประกอบทางเคมีของเปลือกมันสำปะหลัง	51
การนำเปลือกมันสำปะหลังไปใช้เลี้ยงโค-กระบือ	51
ข้อแนะนำการใช้เปลือกมันสำปะหลังเป็นอาหารโค-กระบือ	54
สรุปข้อแนะนำการใช้ผลพลอยได้จากมันสำปะหลัง เป็นอาหารโค-กระบือ	54
บรรณานุกรม	56

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1.1	ส่วนประกอบของหัวมันสำปะหลัง	1
ตารางที่ 1.2	องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์มันสำปะหลัง	2
ตารางที่ 1.3	องค์ประกอบทางเคมีของใบ เปลือก และกาก มันสำปะหลัง	4
ตารางที่ 1.4	ปริมาณกรดไฮโดรไซยานิก ในมันสำปะหลัง	5
ตารางที่ 1.5	ระดับความเป็นพิษโดยทั่วไปของกรดไฮโดรไซยานิก (HCN)	7
ตารางที่ 1.6	การเปลี่ยนแปลงความชื้น กรดไฮโดรไซยานิก และ โปรตีนในใบมันสำปะหลัง (รวมลำต้นอ่อน) เมื่อสับและ ตากแดด	8
ตารางที่ 1.7	คุณสมบัติทางเคมี และปริมาณกรดไฮโดรไซยานิก ของใบมันสำปะหลังหมักโดยเติมสารเสริมสารต่างๆ ที่ระดับ 5 เปอร์เซ็นต์ หลังการหมัก 1 เดือน	9
ตารางที่ 2.1	ต้นทุนการผลิตใบมันสำปะหลังตากแห้ง	12
ตารางที่ 2.2	ความชื้นและคุณภาพทางกายภาพของใบมันสำปะหลัง ตากแห้ง	13
ตารางที่ 2.3	ค่าโภชนะและกรดอะมิโนของใบมันสำปะหลังตากแห้ง	14
ตารางที่ 2.4	ผลของการเสริมใบมันสำปะหลังที่มีต่อการเจริญเติบโต ของโคพื้นเมือง	15
ตารางที่ 2.5	สูตรอาหารผสมเสร็จที่ใช้ยอดและใบมันสำปะหลัง ที่ระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหาร	16
ตารางที่ 2.6	สูตรอาหารชั้นที่ใช้ใบมันสำปะหลังเป็นแหล่งอาหาร โปรตีน	17

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ 2.7	ลักษณะทางกายภาพของไขมันสำปะหลังหมัก ร่วมกับ สารเสริมชนิดต่างๆ	19
ตารางที่ 2.8	ต้นทุนในการทำไขมันสำปะหลังหมัก	19
ตารางที่ 2.9	องค์ประกอบทางเคมีของไขมันสำปะหลังหมัก (%วัตถุแห้ง)	21
ตารางที่ 3.1	องค์ประกอบทางโภชนาของกากมันสำปะหลังและ วัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดต่างๆ	28
ตารางที่ 3.2	สูตรอาหารทดลองที่ใช้กากมันสำปะหลังที่ระดับ 25 และ 46.4 เปอร์เซ็นต์ในสูตร และองค์ประกอบทางเคมี	30
ตารางที่ 3.3	สูตรอาหารโคนมและองค์ประกอบทางเคมี ที่ใช้กาก มันสำปะหลังที่ระดับ 35, 40 และ 45 เปอร์เซ็นต์ ในสูตร	31
ตารางที่ 3.4	สูตรอาหารผสมเสร็จระดับโปรตีน 15 เปอร์เซ็นต์ที่ใช้ กากมันสำปะหลังที่ระดับ 20, 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ ในสูตร	32
ตารางที่ 3.5	องค์ประกอบทางโภชนาของกากมันสำปะหลังหมัก	34
ตารางที่ 3.6	องค์ประกอบทางโภชนาของกากมันสำปะหลัง หมักยีสต์และอาหารที่ใช้ในการทดลอง	40
ตารางที่ 3.7	ส่วนประกอบทางเคมีของอาหารที่ใช้เลี้ยงโคนมเพศผู้	41
ตารางที่ 3.8	ปริมาณอาหารที่กินและสมรรถนะการเจริญเติบโต ของโคนมเพศผู้	42
ตารางที่ 3.9	ส่วนประกอบทางเคมีและค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ ของอาหารที่ใช้เลี้ยงโคเนื้อพันธุ์กบินทร์บุรี	43

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ 3.10 ส่วนประกอบทางเคมีของอาหารที่ใช้เลี้ยงโคเนื้อภูพาน ลูกผสมพื้นเมืองเพศผู้	47
ตารางที่ 3.11 การเจริญเติบโตของโคเนื้อภูพานลูกผสมพื้นเมืองเพศผู้	48
ตารางที่ 4.1 องค์ประกอบทางเคมีของเปลือกและกากมันสำปะหลัง	52
ตารางที่ 4.2 องค์ประกอบทางเคมีของเปลือกข้าวโพดหมัก ร่วมกับเปลือกมันสำปะหลัง	53

บทที่ 1

ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับมันสำปะหลัง

มันสำปะหลังมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Manihot esculenta* Crantz. และมีชื่อสามัญว่า Cassava เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย ในปี 2555 มีการเพาะปลูก 8.36 ล้านไร่ ผลผลิตทั้งหมดประมาณ 26.60 ล้านตัน นำไปใช้ผลิตแป้งมันสำปะหลังสำหรับการบริโภค 13.9 ล้านตัน ผลิตมันเส้น/มันอัดเม็ด สำหรับเป็นอาหารสัตว์ 12.2 ล้านตัน ผลิตเอทานอล 0.5 ล้านตัน ส่วนที่เหลือนำไปใช้ในอุตสาหกรรม ผงชูรส กระดาษ สารให้ความหวาน แป้งดัดแปร สาคุ และการผลิตกรดซิตริก (รัตนและคณะ 2556) ประเทศไทยส่งผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังไปจำหน่ายต่างประเทศในปี 2556 จำนวน 9.2 ล้านตัน มูลค่าส่งออก 95,695.4 ล้านบาท (ธนาคารแห่งประเทศไทย, 2556)

ส่วนของมันสำปะหลัง ที่มีการนำไปใช้ประโยชน์มากที่สุดคือ ส่วนหัวมันสำปะหลัง ซึ่งเป็นส่วนที่สะสมอาหารอยู่ใต้ดิน มีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นน้ำ 66.21 – 75.32 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1) รองลงมา ได้แก่ แป้ง 25.87 – 41.88 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่เหลือ 4.08 - 14.08 เปอร์เซ็นต์ เป็นเปลือก

ตารางที่ 1.1 ส่วนประกอบของหัวมันสำปะหลัง

ส่วนประกอบ	ปริมาณ (ต่อ 100 กรัมน้ำหนักหัวมัน)
น้ำ	66.21 - 75.32
แป้ง	25.87 - 41.88
เปลือก	4.08 - 14.08

ที่มา: กล้าณรงค์ (2558)

ขณะที่มันเส้น และมันอัดเม็ด มีองค์ประกอบที่สำคัญ คือ คาร์โบไฮเดรต ซึ่งมีมากถึง 91.1 และ 92.9 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 1.2) แต่มีปริมาณโปรตีนมีค่อนข้างต่ำเพียง 1.4 และ 2.1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การนำไปใช้เลี้ยง

สัตว์จึงต้องใช้วัตถุดิบอาหารสัตว์ที่เป็นแหล่งอาหารโปรตีนอื่นร่วมด้วย เช่น กากถั่วเหลือง กากปาล์มน้ำมัน กากเมล็ดฝ้าย เป็นต้น เพื่อให้มีโภชนะเพียงพอต่อการให้ผลผลิตของสัตว์

ตารางที่ 1.2 องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์มันสำปะหลัง

	วัตถุดิบ	โปรตีน	เถ้า	คาร์โบไฮเดรต	เยื่อใย
	เปอร์เซ็นต์ วัตถุดิบ				
หัวมันสำปะหลัง	32.6	2.4	2.4	94.1	4.2
มันเส้น	88.3	1.4	2.4	91.1	3.4
มันอัดเม็ด	90.3	2.1	5.2	92.9	3.6

ที่มา: เมธาและคณะ (2538)

ผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตมันสำปะหลังและผลิตภัณฑ์

ผลพลอยได้สิ่งแรกที่เกิดขึ้นจากการเก็บเกี่ยวหัวมันสำปะหลัง ได้แก่ ใบมันสำปะหลัง ขณะที่กระบวนการผลิตแป้งมันสำปะหลัง จะมีผลพลอยได้สองอย่างคือ เปลือกมันสำปะหลัง และกากมันสำปะหลัง โดยกระบวนการผลิตเริ่มต้นด้วยหัวมันสำปะหลังจะถูกส่งไปที่ตะแกรงร่อน ดิน หวาย (Sand removal drum) เพื่อขจัดดินที่ติดมากับหัวมันสำปะหลังออกไป หลังจากนั้นจะถูกลำเลียงไปยังรางล้างหัวมันสำปะหลัง ซึ่งมีใบพัดหมุนให้เกิดการคลุกเคล้าของหัวมันสำปะหลังเกิดการเสียดสีกันเอง ส่งผลให้หัวมันถูกปอกเปลือก จากนั้นจะถูกส่งไปยังเครื่องสับและขูดเปลือกออก ให้เป็นชิ้นเล็กๆขนาดประมาณ 1-2 นิ้ว แล้วแยกเปลือกออก ก่อนเข้าสู่เครื่องโม้ (Rasper) ขั้นตอนนี้จะได้ของเหลวชั้นที่มีส่วนของแป้ง น้ำ กากมันสำปะหลัง และสิ่งเจือปนต่างๆ ของเหลวชั้นจากเครื่องขูดจะถูกปั๊มเข้าสู่เครื่องตีแคน (decanter) ซึ่งเป็นเครื่องแยกน้ำทั้งที่มีโปรตีนและไขมันออกจากเนื้อแป้ง ดังนั้นส่วนของแข็งที่เป็นแป้งรวมทั้งเส้นใย

และกากจะถูกแยกออกจากน้ำแป้งที่มีความเข้มข้นสูง แล้วเข้าสู่หน่วยสกัดแป้งต่อไป เครื่องสกัดแป้งมี 2 ชุด ชุดสกัดหยาบและละเอียด กากอ่อนที่ได้ผ่านเข้าสู่เครื่องสกัดชุดสกัดกาก (pulp extractor) จากนั้นจะได้กากมันสำปะหลังออกมา (อุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลังแห่งประเทศไทย, 2558)



ใบมันสำปะหลัง



กากมันสำปะหลัง



เปลือกมันสำปะหลัง

องค์ประกอบทางเคมีของใบ เปลือกและกากมันสำปะหลัง

ใบมันสำปะหลังมีโปรตีนค่อนข้างสูง 24.7 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1.3) จึงเหมาะที่นำมาใช้เป็นแหล่งอาหารโปรตีนสำหรับสัตว์ ขณะที่กากและเปลือกมันสำปะหลัง ยังมีส่วนของคาร์โบไฮเดรตเหลืออยู่มากคือ 66.9 เปอร์เซ็นต์ และ 78 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จึงสามารถนำมาใช้เป็นอาหารพลังงานได้เป็นอย่างดี เพราะประกอบไปด้วยแป้งอ่อนที่มีคุณสมบัติในการดูดซับน้ำไว้ในโมเลกุล และจะถูกย่อยโดยเอนไซม์อะไมเลส ที่อยู่ในทางเดินอาหารของสัตว์ได้อย่างรวดเร็ว ทำให้สัตว์ไม่เครียดอันเนื่องมาจากการย่อยอาหาร แป้งที่ถูกย่อย จะช่วยให้ประชากรของจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายเพิ่มจำนวนขึ้นอย่างรวดเร็ว ซึ่งเป็นผลดีต่อสุขภาพสัตว์

ตารางที่ 1.3 องค์ประกอบทางเคมีของใบ เปลือก และกากมันสำปะหลัง

	วัตถุแห้ง	โปรตีน	เถ้า	คาร์โบไฮเดรต	เยื่อใย
	----- เปอร์เซ็นต์ วัตถุแห้ง-----				
ใบมันสำปะหลังแห้ง	90.0	24.7	7.9	44.2	17.3
เปลือกมันสำปะหลัง	27.9	1.7	4.3	78.0	10.3
กากมันสำปะหลังแห้ง	83.5	1.8	7.9	66.9	14.1

ที่มา: เมธาและคณะ (2538)

สารพิษในมันสำปะหลัง

แม้ว่าหลายส่วนของมันสำปะหลัง จะมีสารพิษที่เป็นอันตรายต่อโค-กระบือ แต่การลดปริมาณสารพิษให้อยู่ในระดับที่ไม่เป็นพิษ สามารถทำได้ไม่ยุ่งยาก คือ อาจจะทำโดยการตากให้แห้ง หรือการหมัก ซึ่งจะกล่าวในรายละเอียดต่อไป สารพิษที่มีอยู่ในมันสำปะหลังเรียกว่า กรดไฮโดรไซยานิก (hydrocyanic,

HCN) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า กรดปรัสซิก (prussic) ซึ่งมีลักษณะเป็นของเหลวสีขาวคล้ายน้ำมัน อยู่ตามส่วนต่างๆ ของมันสำปะหลัง เป็นสารพวก ไสยาโนจินิก ไกลโคไซด์ (cyanogenic glycoside) ซึ่งมี 2 ชนิด คือ ลินามาริน (linamarin) และโลทอสตราลิน (lotaustralin) แต่ 93 เปอร์เซ็นต์ เป็นพวก ลินามาริน ซึ่งสารนี้สลายเคราะห์มาจาก กรดอะมิโนวาลีน (valine) เมื่อเซลล์พืชถูกทำลายหรือถูกบดขยี้ สารดังกล่าวจะถูกไฮโดรไลซ์ (hydrolyse) โดยเอนไซม์ลินามารเอส ได้เป็นสารไฮโดรเจนไซยาไนด์ (hydrogen cyanide) ซึ่งเป็นพิษต่อสัตว์ (วัชรพงษ์, 2531) ปริมาณสารพิษจะผันแปรไปตามสายพันธุ์ของมันสำปะหลังและส่วนของมันสำปะหลัง โดยส่วนเปลือกจะมีกรดไฮโดรไซยานิกมากที่สุด คือ 364.2 - 814.7 ppm รองลงมาคือส่วนของใบ 673-679 ppm (ตารางที่ 1.4) ซึ่งเป็นปริมาณที่เป็นอันตรายต่อสัตว์ นอกจากนี้ปริมาณกรดไฮโดรไซยานิก ยังผันแปรตามสภาพแวดล้อมต่างๆ เช่น การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนสูงจะเพิ่มปริมาณของไซยาโนจินิก ไกลโคไซด์มากขึ้น ต้นมันสำปะหลังที่ปลูกในพื้นที่สภาพแห้งแล้ง จะมีปริมาณไซยาโนจินิก ไกลโคไซด์ สูงกว่าในเขตที่มีความชื้นสูง ต้นอ่อนที่เกิดในที่ร่มไม่ถูกแสงแดดจะมีสารพิษสูงกว่าต้นอ่อนที่ได้รับแสงแดดมาก ในขณะที่การใส่ปุ๋ยโปแตสเซียม และปุ๋ยคอก จะทำให้มีสารไฮโดรจินิก ไกลโคไซด์ ลดลง

ตารางที่ 1.4 ปริมาณกรดไฮโดรไซยานิก ในมันสำปะหลัง

	กรดไฮโดรไซยานิก (ppm)
หัวมันสำปะหลัง ^{1/}	88.3 - 416.3
มันเส้น ^{1/}	23.1 - 41.3
ใบมันสำปะหลังสด ^{2/}	673 - 679
กากมันสำปะหลังสด ^{1/}	34.3 - 301.3
เปลือกสด ^{1/}	364.2 - 814.7

ที่มา: ^{1/}Tewe and Lyayi (2001, อ้างอิงโดย ปิตุนาถ, 2547)

^{2/}นิลบลและคณะ (2551)

ลักษณะการเป็นพิษของกรดไฮโดรไซยานิก

ความเป็นพิษของกรดไฮโดรไซยานิก จะเกิดที่ระดับเซลล์ของสัตว์ โดยไซยาไนด์ไอออน จะรวมตัวกับธาตุเหล็กที่อยู่ในรูปของเฟอร์ริก (ferric) ของไซโตโครม ออกซีเดส (cytochrome oxidase) ได้สารประกอบไซยาโนโครม ออกซีเดส (cyanotochrome oxidase) ทำให้ไม่สามารถขนส่งอิเล็กตรอนในไมโตรคอนเดรียได้ มีผลทำให้การหายใจของเซลล์หรือการเคลื่อนย้ายออกซิเจนให้กับขบวนการใช้ออกซิเจนของเซลล์ถูกขัดขวาง ผลจากปฏิกิริยานี้ทำให้ฮีโมโกลบิน ไม่สามารถส่งออกซิเจนให้กับขบวนการส่งอิเล็กตรอนได้ เลือดจะมีออกซิเจนสูง มีสีชมพู จะทำให้ระบบหายใจขัดข้อง และสมองขาดออกซิเจนกะทันหัน สัตว์จะตายภายใน 2-3 นาทีหลังจากรับพิษ ถ้าสัตว์ได้รับกรดไฮโดรไซยานิก ที่ระดับ 2.0 - 2.3 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม โดยสัตว์จะมีอาการกระวนกระวาย กล้ามเนื้อสั่นทั่วร่างกาย หายใจเร็ว สัตว์บางตัวมีน้ำตาน้ำลายไหล มีอุจจาระและปัสสาวะออกมา ชักกระตุก และตายในที่สุด ถ้าสัตว์ได้รับสารพิษในระดับที่ต่ำ อาการจะเกิดแบบเรื้อรังโดยจะแสดงอาการทางประสาท ระบบประสาทส่วนกลางเสื่อม แสดงอาการคอหอยพอก (goiter) เนื่องจากการทำลายพิษที่ตับ จะได้สารไธโอไซยาเนต (thiocyanate) ซึ่งจะไปขัดขวางการใช้ประโยชน์ของไอโอดีนของต่อมไทรอยด์ (วัชรพงษ์, 2531) ระดับความเป็นพิษ ขึ้นอยู่กับปริมาณไซยาไนด์ที่สัตว์ได้รับจากวัตถุดิบอาหารสัตว์ (ตารางที่ 1.5)

ตารางที่ 1.5 ระดับความเป็นพิษโดยทั่วไปของกรดไฮโดรไซยานิก (HCN)

ปริมาณกรดไฮโดรไซยานิก (ppm)	ระดับความเป็นพิษ
0 – 250	ต่ำมาก
250 – 500	ต่ำ
500 – 750	ระดับกลาง การแสดงอาการของสัตว์ไม่แน่ชัด
750 – 1,000	ความเป็นพิษสูง เป็นอันตรายต่อตัวสัตว์
>1,000	ความเป็นพิษสูงมาก เป็นอันตรายอย่างมากต่อตัวสัตว์

ที่มา : Scandage and Davis (1964, อ้างอิงโดย ปิตุนาถ, 2547)

การจัดสรรพิษออกจากร่างกายของสัตว์

เอนไซม์โรนาเดส (rhonadase) ที่มีอยู่ในเนื้อเยื่อต่างๆ โดยเฉพาะในตับ จะเข้าทำปฏิกิริยาเคลื่อนย้ายกำมะถัน (sulfetransferase) จากไรโอซิลเฟต ($S_2O_3^{2-}$) ไปให้ HCN และภายใต้สภาพ Aerobic condition จะเปลี่ยน HCN เป็นไรโอไซยาเนต (thiocyanate) แล้วถูกขับออกจากร่างกายทางปัสสาวะ (ปิตุนาถ, 2547) การเสริมกรดอะมิโนที่มีซัลเฟอร์เป็นองค์ประกอบ เช่น เมทไธโอนีน และซีสทีน ร่วมกับวิตามินบี 12 ในอาหารให้กับสัตว์อย่างเพียงพอ จะช่วยให้การจัดสรรพิษออกจากร่างกายสัตว์ได้ดีขึ้น โดยกรดไฮโดรไซยานิก จะทำปฏิกิริยากับวิตามินบี 12 และ sulphydryl group ได้เป็นไซยาโนโคบาลามีน (cyanocobalamine) และ ไรโอไซยาเนต (thiocyanate) ตามลำดับ แล้วถูกขับออกจากร่างกายสัตว์ นอกจากนี้สัตว์ยังสามารถขับสารพิษออกได้ โดยอาศัยการ ทรานสามิเนชัน (transamination) จากแอลซีสเทอีน (L-cysteine) ไปเป็นเมอร์แคปโทไพรูเวต (mercaptopyruvate) ซึ่งจะให้ซัลเฟอร์ เพื่อจับกับไซยาไนด์ไอออน แล้วถูกขับออกทางปัสสาวะ (วัชรพงษ์, 2531)

การลดสารพิษก่อนนำไปใช้เลี้ยงโค-กระบือ

สารพิษในใบมันสำปะหลัง เปลือกมันสำปะหลัง และ กากมันสำปะหลัง สามารถทำให้ลดลงได้ด้วยวิธีการง่ายๆ คือ การตากให้แห้งหรือโดยการหมัก

การตากใบมันสำปะหลัง

ใบมันสำปะหลังสด ประกอบด้วยกรดไฮโดรไซยานิก ในระดับที่เป็นพิษต่อสัตว์ (673-679 ppm) การสับแล้วตากผึ่งใบมันสำปะหลังในที่ร่มหรือทิ้งไว้ค้างคืน แล้วนำไปตากแดด 48 ชั่วโมง จะทำให้มีกรดไฮโดรไซยานิกเหลืออยู่ในใบมันสำปะหลังเพียง 23 – 38 ppm. (ตารางที่ 1.6) ซึ่งอยู่ในระดับที่ไม่เป็นพิษต่อสัตว์ สามารถนำไปใช้เลี้ยงสัตว์ได้

ตารางที่ 1.6 การเปลี่ยนแปลงความชื้น กรดไฮโดรไซยานิก และโปรตีน
ในใบมันสำปะหลัง (รวมลำต้นอ่อน) เมื่อสับและตากแดด

จำนวน ชั่วโมง	ความชื้น (%)		กรดไฮโดรไซยานิก (ppm. นน.แห้ง)		โปรตีน(%)	
	ระยะยง	เกษตรกร	ระยะยง	เกษตรกร	ระยะยง	เกษตรกร
	72	ศาสตร์ 50	72	ศาสตร์ 50	72	ศาสตร์ 50
หลังเก็บ เกี่ยวทันที	80.5	80.3	679	673	20.0	20.8
17-18	76	74	208	125	20.0	20.0
24	46.8	63.6	94	89	22.0	21.9
48	14.0	13.9	38	23	21.9	22
72	6.6	9.5	19	22	20.6	21.6

ที่มา : นิลุบล และคณะ (2551)

การฝังในร่ม หรือในอุณหภูมิไม่เกิน 70 องศาเซลเซียส จะช่วยลดปริมาณกรดไฮโดรไซยานิคได้เร็วกว่าการนำไปตากแดดที่มีอุณหภูมิสูงกว่า 70 องศาเซลเซียส (นิลุบลและคณะ, 2551) เพราะการฝังในที่ร่ม ทำให้เอ็นไซม์ลินามาเรส (linamarase) ไม่ถูกทำลาย จึงทำปฏิกิริยากับไฮโดรไซยานิค ไกลโคไซด์ ได้นานมากกว่า แล้วปลดปล่อยกรดไฮโดรไซยานิคออกมาได้มากกว่าการนำไปตากแดดในที่ (ปิตุนาถ, 2547)

การหมักใบมันสำปะหลัง

การหมักใบมันสำปะหลังโดยหมักร่วมกับสารอื่น เช่น เกลือ กากน้ำตาล มันเส้นบด และรำข้าว ที่ระดับ 5 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้ได้ใบมันสำปะหลังหมักที่มีคุณภาพดี หากหมักใบมันสำปะหลังเพียงอย่างเดียวจะทำให้เกิดการเน่าเสียง่าย หลังจากการหมัก 1 เดือน ใบมันสำปะหลังหมักมีกรดไฮโดรไซยานิคเหลืออยู่ในระดับไม่เป็นพิษต่อสัตว์คือ 25-60 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักสด มีความเป็นกรด-ด่าง(pH) 3.9 – 4.3 ซึ่งอยู่ในระดับที่เหมาะสมของการเป็นพืชหมักที่ดี และมีความชื้น 74.4-77.0 เปอร์เซ็นต์ โดยมีโปรตีน อยู่ในช่วง 16.5-18.2 เปอร์เซ็นต์ ของวัตถุดิบ (ตารางที่ 1.7)

ตารางที่ 1.7 คุณสมบัติทางเคมี และปริมาณกรดไฮโดรไซยานิคของใบมันสำปะหลังหมักโดยเติมสารเสริมชนิดต่างๆ ที่ระดับ 5 เปอร์เซ็นต์ หลังการหมัก 1 เดือน

ชนิดสารเสริม	ความชื้น (%)	โปรตีน (%วัตถุดิบ)	pH	HCN (ppm. นน.สด)
เกลือ	77.0	16.5	4.2	25-60
กากน้ำตาล	75.2	18.2	3.9	25-60
มันเส้นบด	75.1	18.1	4.3	25-60
รำข้าว	74.4	16.6	4.3	25-60

ที่มา : นิลุบล และคณะ (2551)

ในกรณีของกากมันสำปะหลัง ซึ่งมีกรดไฮโดรไซยานิก อยู่ในระดับที่เป็นพิษต่อสัตว์ต่ำ (34.3 - 301.3 ppm.) การตากแห้งก็จะทำให้มีกรดไฮโดรไซยานิก ลดต่ำลงจนอยู่ในระดับที่ไม่เป็นพิษต่อโค-กระบือ (17.3-26.7 ppm) ขณะที่การหมักกากมันสำปะหลัง แบบที่เรียที่มีอยู่ในธรรมชาติ จะย่อยสลาย แบ่งทำให้ความเป็นกรดเป็นด่างของกากมันสำปะหลังลดลง จนมีสภาพเป็นกรด ทำให้การไฮโดรไลซ์สารไซยาโนจินิค ไกลโคไซด์ เป็นกรดไฮโดรไซยานิก ได้มากขึ้น แล้วระเหยออกไป (วัชรพงษ์, 2531) จนอยู่ในระดับที่ไม่เป็นอันตรายต่อสัตว์

สำหรับเปลือกมันสำปะหลังซึ่งมีปริมาณกรดไฮโดรไซยานิกสูงกว่าส่วนอื่นๆของมันสำปะหลัง การหมักเปลือกมันสำปะหลัง 72 ชั่วโมง ทำให้ปริมาณไฮโดรไซยานิก ลดลงถึง 85 % (Achinewhu et al. 1998, อ้างอิงโดย กฤตพล และ สุภัญญา, 2544) ทำให้ไม่เป็นอันตรายต่อสัตว์

บทที่ 2

การใช้ใบมันสำปะหลังเป็นอาหารโค-กระบือ

เกษตรกรควรเก็บรวบรวมใบมันสำปะหลังก่อนการขุดหัวมันสำปะหลังไม่เกิน 12-24 ชั่วโมง เพื่อไม่ให้กระทบต่อเปอร์เซ็นต์แป้งในหัวมันสำปะหลัง โดยเด็ดส่วนยอดบริเวณที่มีสีเขียวยาวลงมาประมาณ 20 เซนติเมตร ส่วนที่อยู่ต่ำลงมามากกว่านั้น ควรเด็ดเฉพาะใบกับก้านเท่านั้น ซึ่งอาจได้ผลผลิตใบสดประมาณ 300 – 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ ขึ้นอยู่กับความอุดมสมบูรณ์และสภาพความชื้นในดินในขณะเวลาที่เก็บเกี่ยว

การเก็บถนอมใบมันสำปะหลังโดยการตากแห้ง

Supachai et al. (1993) ได้ศึกษาการเก็บใบมันสำปะหลังก่อนการขุดหัวมันสำปะหลัง ในช่วงเดือน ธันวาคม 2533 - กุมภาพันธ์ 2534 ในจังหวัดชัยภูมิ ซึ่งสภาพภูมิอากาศค่อนข้างแห้งแล้ง และดินมีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างต่ำ มันสำปะหลังให้ผลผลิตหัวมันสดเฉลี่ยเพียง 1,539.4 กิโลกรัม/ไร่ ได้ผลผลิตใบคิดเป็นน้ำหนักแห้ง 35 กิโลกรัม/ไร่ และพบว่า เด็กอายุ 10-12 ปี ผู้หญิงอายุ 40-45 ปี และผู้ชายอายุ 22-52 ปี สามารถเก็บใบมันสำปะหลังคิดเป็นน้ำหนักแห้ง (โดยการตากแดด) ได้ 5.2, 9.7 และ 18.51 กิโลกรัม/ชั่วโมง ตามลำดับ ดังนั้นหากผู้ชายเก็บวันละ 6 ชั่วโมง จะเก็บใบมันสำปะหลังคิดเป็นน้ำหนักแห้งได้ วันละ ประมาณ 111 กิโลกรัม (น้ำหนักสด ประมาณ 444 กิโลกรัม./วัน) การสับใบมันสำปะหลังสด 1,000 กิโลกรัม โดยใช้เครื่องสับและใช้แรงงาน 1 คน จะใช้เวลาประมาณครึ่งวัน และการตากใบมันสำปะหลังให้มีความชื้นต่ำกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ จะใช้เวลาประมาณ 3 วัน ใบมันสำปะหลังสด 1,000 กิโลกรัมเมื่อกากแดดจนแห้ง จะเหลือน้ำหนักประมาณ 250 กิโลกรัม

ซึ่งหากคิดรวมค่าไบน้ำมันสำปะหลังสด ค่าวัสดุ และค่าจ้างเหมาแรงงานสับ และตากแล้ว ไบน้ำมันสำปะหลังแห้งจะมีต้นทุนในการผลิต ประมาณ 6.08 บาท

ตารางที่ 2.1 ต้นทุนการผลิตไบน้ำมันสำปะหลังตากแห้ง

รายการ	บาท
1. ค่าไบน้ำมันสด จำนวน 1,000 กก. ละคร 1.00 บาท	1,000
2 ค่าสับ	
- แรงงาน 0.5 แรงละคร 300 บาท	150
- ไฟฟ้า 6.3 หน่วยละคร 3.26 บาท	20
- ค่าเช่าเครื่องสับ	50
3 ค่าตาก	
- แรงงานในการตาก 3 วันละคร 2 ชั่วโมง	300
ไบน้ำมันสำปะหลังสด 1,000 กก. จะได้ไบน้ำมันแห้ง 250 กก.	
ต้นทุนในการทำไบน้ำมันสำปะหลังตากแห้งต่อกิโลกรัม	6.08

ที่มา: ดัดแปลงจาก นิลุบล และคณะ (2551)

การตากไบน้ำมันสำปะหลังเพื่อเก็บไว้ใช้เป็นเวลานานๆจะต้องตากไม่น้อยกว่า 72 ชั่วโมง เพื่อให้มีความชื้นในไบน้ำมันสำปะหลังเหลืออยู่ต่ำกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1.6) ไบน้ำมันสำปะหลังที่ตากแห้งแล้วจะมีกลิ่นหอมคล้ายใบไม้แห้งอ่อนๆ มีสีเขียวอมเหลือง แต่เมื่อเก็บไว้นานสีจะออกน้ำตาลคล้ำ หากเก็บในถุงพลาสติกที่ปิดมิดชิด อากาศผ่านเข้าออกไม่ได้ ความชื้นจะเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย และไม่มีการเหม็นหืน (ตารางที่ 2.2)

ตารางที่ 2.2 ความชื้นและคุณภาพทางกายภาพของใบมันสำปะหลังตากแห้ง

ผลิตภัณฑ์	2 เดือนหลังเก็บรักษา		7 เดือนหลังเก็บรักษา	
	ความชื้น (%)	ลักษณะทางกายภาพ	ความชื้น (%)	ลักษณะทางกายภาพ
- ใบแห้งบด	8.4	หอมใบไม้แห้งอ่อนๆ ลักษณะคล้ายรำข้าว สีเขียวอมเหลือง	8.5	ไม่มีกลิ่นเหม็น สีคล้ำขึ้น
- ใบแห้ง	8.2	หอมใบไม้แห้งอ่อนๆ สีเขียวอมเหลือง	8.2	ไม่มีกลิ่นเหม็น มีสีคล้ำขึ้น

ที่มา : นิลุบล และคณะ (2551)

องค์ประกอบทางโภชนาของใบมันสำปะหลังแห้ง

ใบมันสำปะหลังนอกจากจะมีโปรตีนสูงแล้ว ยังเป็นแหล่งของ เบต้าแคโรทีน (ซึ่งเป็นสารตั้งต้นของวิตามินเอ) วิตามินเอ และสารสีแซนโทฟิลล์ ที่มีอยู่ประมาณ 660 มิลลิกรัม/กิโลกรัม สูงกว่าในใบกระถินที่มี 318 มิลลิกรัม/กิโลกรัม

ใบมันสำปะหลังประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรต 35.56 เปอร์เซ็นต์ พลังงานใช้ประโยชน์ได้ 2,744.07 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม มีกรดอะมิโนที่สำคัญ เช่น ไลซีน 1.46 เปอร์เซ็นต์ เมทไธโอนีน 0.47 เปอร์เซ็นต์ ลิวซีน 2.86 เปอร์เซ็นต์ อาร์จินีน 2.08 เปอร์เซ็นต์ เฟนิลอลานีน 2.20 เปอร์เซ็นต์ ฮีสติดีน 5.66 เปอร์เซ็นต์ และ แวลีน 2.69 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 2.3)

ตารางที่ 2.3 ค่าโภชนะและกรดอะมิโนของใบมันสำปะหลังตากแห้ง

	เปอร์เซ็นต์	กรดอะมิโน	เปอร์เซ็นต์
ความชื้น	8.9	ไลซีน	1.46
โปรตีนรวม	21.39	เมทไธโอนีน	0.47
เยื่อใยหยาบ	22.19	เมทไธโอนีน+ซิสทีน	0.50
ไขมัน	3.85	ทรีโอนีน	1.38
เถ้า	8.11	ลิวซีน	2.86
คาร์โบไฮเดรต	35.56	ไอโซลิวซีน	1.51
แคลเซียม	1.61	อาร์จินีน	2.08
ฟอสฟอรัส	0.19	เฟนิลอลานีน	2.20
กรดไฮโดรไซยานิก (พีพีเอ็ม)	36.92	ฮีสติดีน	5.66
พลังงานใช้ประโยชน์ได้ (กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม)	2,744.07	แวลีน	2.69

ที่มา: สุกัญญา และ วราพันธุ์ (2558)

การนำใบมันสำปะหลังแห้งไปใช้เลี้ยงโค-กระบือ

ใบมันสำปะหลังแห้งสามารถนำไปใช้เลี้ยงสัตว์ได้ใน 2 รูปแบบคือ เป็นการให้เสริม และใช้เป็นวัตถุดิบแหล่งอาหารโปรตีนในสูตรอาหารข้นหรืออาหารผสมสำเร็จ วิธีที่ง่ายที่สุดในการใช้ใบมันสำปะหลังแห้งเป็นแหล่งอาหารโปรตีนสำหรับสัตว์ คือการเสริมให้กินร่วมกับอาหารหยาบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งให้ร่วมกับฟางข้าวในช่วงที่ขาดแคลนหญ้าสด การเสริมใบมันสำปะหลังแห้ง ซึ่งมีโปรตีน 24.5 เปอร์เซ็นต์ TDN 64.3 เปอร์เซ็นต์ วันละ 1 กิโลกรัม ให้แก่กระบือปลัก น้ำหนักตัว 200 ± 10 กิโลกรัม ทำให้กระบือ

มีอัตราการเจริญเติบโต 221.7 กรัม/วัน ไกล่เคียงกับการเสริมด้วยอาหารชั้น 14.2 เปอร์เซ็นต์ TDN 79.6 เปอร์เซ็นต์ วันละ 1 กิโลกรัม ทำให้กระบือมีอัตราการเจริญเติบโต 209.1 กรัม/วัน (สิทธิศักดิ์ และคณะ, 2551)

ในช่วงฤดูแล้ง การเสริมใบมันสำปะหลังแห้งให้แก่โคพื้นเมืองของเกษตรกรที่ปล่อยเลี้ยงตามทำเลเลี้ยงสัตว์สาธารณะ ที่ระดับ 0.5 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักตัว ทำให้โคมีการเจริญเติบโต 53.3 กรัม/วัน ขณะที่กลุ่มไม่เสริมมี น้ำหนักตัวลดลง 53.3 กรัม/วัน (ตารางที่ 2.4) หรือทำนองเดียวกันการเสริม ใบมันสำปะหลังแห้งที่ระดับ 0.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว ให้แก่โคพื้นเมืองที่ เลี้ยงด้วยฟางข้าว ช่วยให้โคยังคงน้ำหนักตัวอยู่ได้ ขณะที่โคที่ไม่ได้รับการเสริม ใบมันสำปะหลังแห้งจะมีน้ำหนักลดลงมากกว่าวันละ 100 กรัม (ปรัชญา, 2531) ดังนั้นถ้าต้องการให้สัตว์มีน้ำหนักเพิ่มขึ้นมากกว่า นี้จะต้องเสริมใบมันสำปะหลัง แห้งให้แก่โคในแต่ละวัน มากกว่า 0.5 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักตัว

ตาราง ที่ 2.4 ผลของการเสริมใบมันสำปะหลังที่มีต่อการเจริญเติบโต ของโคพื้นเมือง

	ไม่เสริมใบมัน สำปะหลัง	เสริมใบมันสำปะหลัง
จำนวนโค (ตัว)	5	5
อายุ (เดือน)	19	20.2
น้ำหนักตัวเริ่มต้น (กก.)	267.8	260.2
น้ำหนักตัวสุดท้าย(กก.)	266.2	261.8
น้ำหนักตัวที่เปลี่ยนแปลง (กรัม/ตัว/วัน)	-53.3	53.3

ที่มา: Supachai et al (1993)

การใช้ใบมันสำปะหลังแห้งประกอบในสูตรอาหารข้นหรืออาหารผสมเสร็จ

เนื่องจากใบมันสำปะหลังแห้งจะมีน้ำหนักรวมและความฟามสูง ทำให้การผสมคลุกเคล้ากับวัตถุดิบอาหารสัตว์อื่นๆทำได้ยาก จึงเป็นข้อจำกัดปริมาณการใช้ในสูตรอาหาร สัดส่วนที่เหมาะสมจึงไม่ควรเกิน 20 เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่างสูตรอาหารผสมเสร็จ ที่ระดับโปรตีนประมาณ 14 เปอร์เซ็นต์ ได้แสดงในตารางที่ 2.5 สำหรับเลี้ยงโคนมที่ให้น้ำนมประมาณ 15 กิโลกรัมต่อวัน โคนมที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมเสร็จสูตรนี้ให้น้ำนมที่มีองค์ประกอบของ โปรตีน ไขมัน ของแข็งที่ไม่ใช่ไขมันและของแข็งทั้งหมด 3.61, 4.57, 9.40 และ 14.11 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งเป็นคุณภาพน้ำนมที่ดีและสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานการรับซื้อน้ำนมดิบของประเทศไทยในปัจจุบัน

ตารางที่ 2.5 สูตรอาหารผสมเสร็จที่ใช้ยอดและใบมันสำปะหลังที่ระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหาร

วัตถุดิบอาหารสัตว์	จำนวน (กก.)
มันเส้น	38.00
ยอดและใบมันสำปะหลังแห้ง	20.00
กากปาล์มเนื้อใน	16.00
กากถั่วเขียว	13.00
หญ้ารูซี่แห้ง	5.00
กากน้ำตาล	3.00
ยูเรีย	1.00
ฟอสฟอรัส	4.00
รวม	100
ส่วนประกอบทางเคมี (% วัตถุแห้ง)	
โปรตีน	13.94
ยอดโภชนะย่อยได้	69.17
แคลเซียม	1.29
ฟอสฟอรัส	0.26
เยื่อใยหยาบ	17.00

ที่มา: สุมน และคณะ (2547)

ตัวอย่างสูตรอาหารชั้นที่ระดับโปรตีน ประมาณ 14-16 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้ใบมันสำปะหลังแห้งเป็นแหล่งอาหารโปรตีน (ตารางที่ 2.6)

ตารางที่ 2.6 สูตรอาหารชั้นที่ใช้ใบมันสำปะหลังเป็นแหล่งอาหารโปรตีน

วัตถุดิบอาหารสัตว์	สูตร 1	สูตร 2
	จำนวน (กก)	จำนวน (กก)
มันเส้น	46.6	36.0
ใบมันสำปะหลังแห้ง	15	13.0
รำ	12	12.0
ข้าวโพดบด	12	14.0
กากถั่วเหลือง	-	10.0
กากเนื้อในปาล์ม	-	13.0
กากน้ำตาล	8	-
ยูเรีย	1.9	1.0
ซีโอไลท์	2	-
เกลือ	1	0.5
โดแคลเซียมฟอสเฟต	1	0.25
พรีมิกซ์	0.4	0.25
กำมะถันผง	0.1	-
รวม	100	100
โปรตีน	14.25	16.4
TDN	79.43	76.2
ไขมัน	3.56	4.9
NDF	-	25.2
ADF	-	16

TDN = Total digestible nutrient., NDF = Neutral detergent fiber,

ADF = Acid detergent fiber.

การเก็บถนอมไขมันสำปะหลังโดยการหมัก

เนื่องจากไขมันสำปะหลังมีไนโตรเจนสูง ดังนั้นจึงควรหมักร่วมกับวัตถุดิบอาหารสัตว์อื่นที่มีคาร์โบไฮเดรตสูง เช่น หัวมันสำปะหลังสด เป็นต้น โดยล้างหัวมันสำปะหลังให้สะอาดแล้วสับหัวมันสำปะหลังให้เป็นชิ้นบางๆ ผึ่งเพื่อลดความชื้นพร้อมกับสับไขมันสำปะหลังและลำต้นอ่อนให้เป็นชิ้นขนาด 2-3 เซนติเมตร ผึ่งในร่ม 2-3 ชั่วโมงหรือทิ้งไว้ค้างคืน ให้ใบเหี่ยวหรือมีความชื้นประมาณ 70-75 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำมาผสมคลุกเคล้ากัน โดยใช้สัดส่วนหัวมัน:ใบ 1:1 หรือ 3:7 จากนั้นบรรจุในภาชนะ ไล่อากาศออกให้หมดแล้วปิดให้สนิท หลังจากหมักแล้วประมาณ 1 เดือน ก็สามารถนำมาใช้เลี้ยงสัตว์ได้ (นิลุบลและคณะ, 2551) สัดส่วนหัวมันและไขมันสำปะหลังอาจปรับเปลี่ยนได้แล้วแต่วัตถุประสงค์ ถ้าต้องการใช้เป็นแหล่งอาหารโปรตีนก็ใช้ไขมันสำปะหลังมากขึ้น แต่ถ้าต้องการใช้เป็นแหล่งพลังงานก็ใช้ไขมันสำปะหลังในสัดส่วนที่ลดลง นอกจากนี้อาจหมักไขมันสำปะหลังร่วมกับกากมันสำปะหลัง โดยใช้กากมันสำปะหลังประมาณ 10-20 เปอร์เซ็นต์ หากใช้กากมันสำปะหลังมากกว่านี้จะทำให้มีน้ำมาก และปริมาณโปรตีนจะลดลง สภาพความเป็นกรดของกากมันสำปะหลัง จะทำให้ใช้ระยะเวลาในการหมัก 10-14 วันก็เพียงพอ อย่างไรก็ตามหากสังเกตเห็นว่าไขมันสำปะหลังยังมีสีเขียวอยู่แสดงว่า การหมักยังไม่สมบูรณ์ ทำให้ยังมีสารไซยาไนด์อยู่มาก ควรหมักต่อไปจนสังเกตเห็นไขมันสำปะหลังเปลี่ยนเป็นสีเขียวมเหลือง จึงนำไปใช้เลี้ยงสัตว์ (สุกัญญา และ วราพันธ์, 2558)

วัตถุดิบอาหารสัตว์อื่นที่เหมาะสมในการนำมาผสมเพื่อหมักไขมันสำปะหลัง ได้แก่ เปลือก กากน้ำตาล มันเส้นบด หรือรำข้าว เป็นต้น ไขมันสำปะหลังหมักควรนำมาใช้เลี้ยงสัตว์ภายใน 5 เดือนเพื่อไม่ให้เกิดการเน่าเสีย เพราะหากเก็บไว้เกินกว่า 5 เดือน ไขมันสำปะหลังที่เติมสารเสริมทุกชนิดจะเน่าเสียมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 2.7 ลักษณะทางกายภาพของไขมันสำปะหลังหมักร่วมกับสารเสริมชนิดต่างๆ

ชนิด ของสารเสริม	คุณภาพที่อายุ 1-5 เดือน			คุณภาพที่อายุ 6 เดือน
	กลิ่น	เนื้อไขมันหมัก	สี	
ทุกชนิด สารเสริม	พืชมัก	เนื้อแน่น คงรูป ไม่เปรี้ยว ไม่มีเชื้อรา	น้ำตาล	เน่าเสีย >50 %

ที่มา: ดัดแปลงจาก นิลุบล และคณะ (2551)

ต้นทุนการหมักไขมันสำปะหลัง

ต้นทุนการหมักไขมันสำปะหลังร่วมกับสารเสริมต่างๆ ประกอบด้วย ค่าไขมันสำปะหลัง ค่าพลาสติกสาน ค่าถุงพลาสติก ค่าสารเสริม และ ค่าแรงงาน จะมีต้นทุนประมาณ 3.60-3.76 บาท/กิโลกรัม โดยเป็นค่าไขมันสำปะหลัง 1 บาท/กิโลกรัม ค่าวัสดุอุปกรณ์ 0.65 บาท/กิโลกรัม ค่าสารเสริม 0.35 – 0.50 บาท/กิโลกรัม และ ค่าแรงงาน 1.8 บาท/กิโลกรัม (ตารางที่ 2.8)

ตารางที่ 2.8 ต้นทุนในการทำไขมันสำปะหลังหมัก

รายการ	บาท
1. ค่าไขมันสำปะหลังสด 1,000 กก.	1,000
2. ค่าแรงงานในการหมัก 6 แรงๆละ 300 บาท	1,800
3. ค่าถุงพลาสติกสานพร้อมถุงพลาสติกกรองด้านใน ขนาด 20x40 นิ้ว บรรจุถุงละ 20 กก.ชุดละ 13 บาท จำนวน 50 ชุด	650

รายการ	บาท
4. ค่าสารเสริมการหมักต่อ 1,000 กก.	
- มันเส้น ใช้ 5 % จำนวนที่ใช้ 50 กก.ๆ ละ 7.80 บาท	390
- กากน้ำตาล ใช้ 5 % จำนวนที่ใช้ 50 กก.ๆ ละ 7 บาท	350
- รำข้าว ใช้ 5 % จำนวนที่ใช้ 50 กก.ๆ ละ 10 บาท	500
5. ต้นทุนต่อ กก. ในแต่ละกรณีการใช้สารเสริม	
- กรณีการใช้มันเส้น	3.60
- กรณีการใช้กากน้ำตาล	3.61
- กรณีการใช้รำข้าว	3.76

ที่มา: ดัดแปลงจาก นิลุบล และคณะ (2551)

บุญล้อม และคณะ (2548) ได้ศึกษาการหมักไบโมันสำปะหลัง โดยการตัดส่วนยอดลงมายาวประมาณ 30-50 เซนติเมตร ของต้นมันสำปะหลังที่มีอายุประมาณ 3 เดือนหลังปลูก และเก็บไบโมันสำปะหลังครั้งต่อไปทุกๆ 2 เดือน นำส่วนใบและก้านใบมาหั่นแล้วนำไปหมัก 4 วิธีคือ (1) ไม่มีการเติมสารเสริม (2) ใช้ไบโมันสำปะหลังสด 1 กิโลกรัม.ร่วมกับมันเส้นบด 200 กรัม และน้ำ 200 กรัม (3) ใช้ไบโมันสำปะหลังสด 1 กิโลกรัม.ร่วมกับรำละเอียด 200 กรัมและน้ำ 200 กรัม (4) ใช้ไบโมันสำปะหลังสด 1 กิโลกรัม ร่วมกับกากน้ำตาล 50 กรัม และน้ำ 200 กรัม (ตารางที่ 2.9) หลังจากการหมัก 1 เดือน พบว่ามีการสูญเสียน้ำหนักแห้งใกล้เคียงกันคือ 5.9 – 9.1 เปอร์เซ็นต์ คุณภาพโดยรวมไม่แตกต่างกัน โดยมีคะแนนระดับคุณภาพ 89 – 98 คะแนน ระดับ ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในกลุ่มควบคุมมีค่า 4.53 สูงกว่ากลุ่มที่มีการเติมสารเสริม ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 4.01-4.12 และพอสรุปได้ว่า การหมักร่วมกับรำละเอียดมีความเหมาะสมมากที่สุดเนื่องจากมีค่าโปรตีนใกล้เคียงกับกลุ่มควบคุมแต่มีไขมันสูง (9.77 %) ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อสัตว์ในการใช้เป็นแหล่งพลังงาน

ตารางที่ 2.9 องค์ประกอบทางเคมีของใบมันสำปะหลังหมัก (% วัตถุแห้ง)

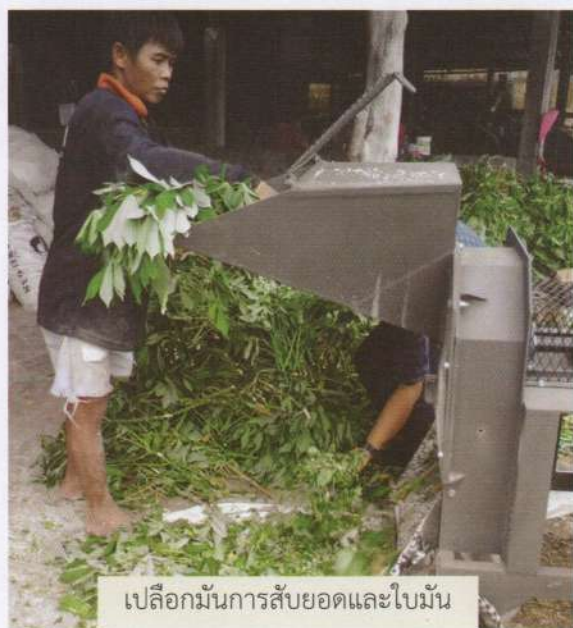
องค์ประกอบ	ใบมันสำปะหลังสด	ใบมันสำปะหลังหมัก				
		ไม่เติมสารเสริม	เสริมด้วยน้ำมันเส้นบด	เสริมด้วยรำละเอียด	เสริมด้วยกากน้ำตาล	SEM
วัตถุแห้ง	23.92	21.95	28.47	28.52	23.86	0.50
โปรตีน	18.98	18.91	12.56	18.45	17.93	0.29
ไขมัน	5.43	6.42	3.68	9.77	6.20	0.81
เถา	6.28	6.85	5.04	7.32	7.86	0.14
NDF	42.55	44.79	28.79	33.86	36.59	0.77
ADF	26.61	37.25	25.14	20.26	28.67	0.57
ADL	7.11	9.70	5.73	5.58	8.66	0.26
NFE	37.17	44.18	55.50	44.27	41.55	0.93
คาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่เยื่อใย	19.18	23.04	49.94	30.61	31.43	1.10

ที่มา : บุญล้อม และคณะ (2548) ; NDF = Neutral detergent fiber, ADF = Acid detergent fiber, ADL = Acid detergent lignin.

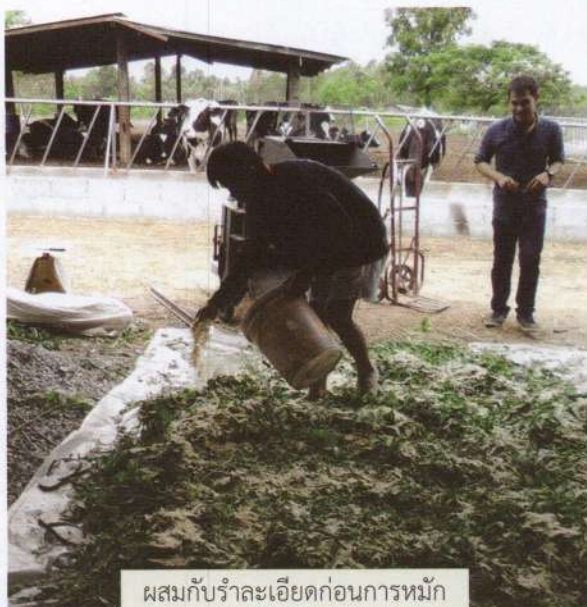
ภาพแสดงขั้นตอนการหมักใบมันสำปะหลัง



ส่วนยอดและใบมัน



เปลือกมันการสับยอดและใบมัน



ผสมกับรำละเอียดก่อนการหมัก



ส่วนยอ บรรจุและอัดลงในถังพลาสติกให้แน่นเพื่อไล่อากาศ

กรดไฮโดรไซยานิกที่มีในใบมันปะหลังหากมีปริมาณไม่มากเกินไป ก็เป็นประโยชน์ โดยเอนไซม์ของจุลินทรีย์ในกระเพาะหมักและของพืชที่โคกิน เข้าไป จะเร่งปฏิกิริยาการสลายสาร ไฮยาโนจีนิก ไกลโคไซด์ ให้เป็นไฮยาไนต์ และถูกดูดซึมได้อย่างรวดเร็ว สารไฮยาไนต์ที่ถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกายโคนั้นจะถูกลดความเป็นพิษโดยรวมกับสารไฮโอซิสเตอินหรือไฮโอซัลเฟต ได้สารไฮโอไฮยาเนต ซึ่งปริมาณไฮโอไฮยาเนต 10-15 ppm เหมาะสมและเพียงพอต่อการกระตุ้นการทำงานของระบบ แลคโตเปอร์ออกซิเดส ที่ใช้ในการต่อต้านและยับยั้งจุลินทรีย์ในน้ำนมดิบ ส่งผลให้น้ำนมดิบมีคุณภาพดีขึ้น (สุกัญญา และ วราพันธุ์, 2558) นอกจากนี้ในกระบวนการต้านอนุมูลอิสระ สารไฮโอไฮยาเนตสามารถทำปฏิกิริยากับไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ให้เปลี่ยนเป็นน้ำ ซึ่งเป็นการช่วยกำจัดอนุมูลอิสระอีกทางหนึ่ง เป็นการเพิ่มภูมิคุ้มกันต้านทานโรคให้แก่สัตว์

ในใบมันสำปะหลังยังมีสารประกอบแทนนิน (tannins) ซึ่งเป็นสารประเภท โพลีฟีนอลส์ (polyphenols) ที่มีในธรรมชาติในพืชเขตร้อน ถ้ามีระดับของแทนนินสในระดับสูงมากกว่า 4 เปอร์เซ็นต์ จะมีผลทำให้ปริมาณกินได้ ความสามารถในการย่อยได้ของโปรตีน คาร์โบไฮเดรต และสมรรถนะการเจริญเติบโตลดลง แต่ถ้ามีแทนนินสระดับต่ำถึงปานกลาง (2-4 เปอร์เซ็นต์) จะป้องกันการเกิดท้องอืดในสัตว์เคี้ยวเอื้อง เพิ่มการไหลผ่านของ non-ammonia nitrogen และกรดแอมโมเนียที่สำคัญ ตลอดจนเป็นการเพิ่มการสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีนที่ไหลผ่านมายังตำแหน่งของลำไส้เล็ก เพิ่มประสิทธิภาพการไหลเวียนของไนโตรเจนสู่รูเมน และเพิ่มอัตราการหลั่งน้ำลาย เป็นการเพิ่มปริมาณ glycoprotein และยูเรีย ซึ่งส่งผลดีต่อสภาพ รูเมนต่อไป (เมธา, 2540) นอกจากนี้ สิทธิศักดิ์ และคณะ (2551) ยังพบว่าทำให้ใบมันสำปะหลังแห้งแก่ กระบือที่ปล่อยแทะเล็มในแปลงหญ้ารัฐ ทำให้แบคทีเรีย และซูโอสปอร์ของเชื้อราที่กระเพาะของสัตว์มีเพิ่มขึ้นเพิ่มขึ้นขณะที่จำนวนโปรโตซัว กลุ่ม Holotrich และ Entodiniomorph ลดลง ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อสัตว์ นอกเหนือจากนั้นยัง

พบว่ากระบือที่ได้รับการเสริมไขมันสำปะหลังมีไขพยางิไม่แตกต่างจากกลุ่มที่มีการฉีดยาถ่ายพยางิไฮเวอร์เมกซ์ติน ทั้งนี้ น่าจะเนื่องมาจาก คอนเดนซ์แทนนินส์ ที่มีในไขมันสำปะหลัง อาจไปเคลือบผิวของไขพยางิ ทำให้การเจริญเติบโตและการพัฒนาของไขพยางิ เป็นไปได้ยากและการใช้ประโยชน์ได้ของสารอาหารลดลง จึงทำให้ปริมาณไขพยางิมีจำนวนลดลง ในไขมันสำปะหลังแห้งมีแทนนินประมาณ 0.31 – 0.34 เปอร์เซ็นต์ (Onwuka, 1992 อ้างอิงโดย สราวุธ, 2545)

ข้อแนะนำในการใช้ไขมันสำปะหลังเป็นอาหารโค-กระบือ

1. ควรฝึงหรือตากแดดไม่น้อยกว่า 48 ชั่วโมง หรือหมักไม่น้อยกว่า 1 เดือนก่อนนำไปใช้เลี้ยงสัตว์
2. หากต้องการเก็บไขมันสำปะหลังไว้เป็นเวลานาน ควรตากแดดไม่น้อยกว่า 72 ชั่วโมง เพื่อให้แห้งสนิท มีความชื้นต่ำกว่า 10 เปอร์เซ็นต์
3. ไขมันสำปะหลังแห้งนำไปใช้เลี้ยงโค-กระบือ ในรูปของการให้เสริมให้กินได้เต็มที่
4. การใช้เป็นแหล่งโปรตีนในสูตรอาหารข้นหรืออาหารผสมเสร็จไม่ควรใช้เกิน 20 เปอร์เซ็นต์ (โดยน้ำหนักแห้ง) ในสูตรอาหาร
5. ไขมันสำปะหลังหมักควรนำไปใช้เลี้ยงสัตว์ภายในระยะเวลา 5 เดือน

บทที่ 3

การใช้กากมันสำปะหลังเป็นอาหารโค-กระบือ

กากมันสำปะหลังเป็นผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมผลิตแป้งมันสำปะหลัง มีความชื้นประมาณ 82.84 เปอร์เซ็นต์ (วราพันธุ์ และคณะ, 2549) มีแป้ง 47.97–68.89 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3.1) ซึ่งโค-กระบือ สามารถที่จะนำไปใช้เป็นแหล่งพลังงานได้เป็นอย่างดี โดยแป้งที่มีอยู่ในกากมันสำปะหลังมีโครงสร้างที่ประกอบด้วยพอลิเมอร์ของกลูโคส 2 ชนิด คือ (1) อะไมโลส (amylose) และ อะไมโลเพคติน (amylopectin) ซึ่งจะถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์และน้ำย่อยในระบบทางเดินอาหารของสัตว์ได้สูงกว่าธัญพืช และจากรายงานการศึกษาพบว่า การเลี้ยงโคด้วยอาหารชั้นที่มีมันสำปะหลังเป็นแหล่งพลังงานเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ธัญพืชเป็นแหล่งพลังงาน ทำให้การผลิตกรดไขมันที่ระเหยได้ง่ายในกระเพาะมีค่าใกล้เคียงกัน ดังนั้นแป้งจากมันสำปะหลังจึงใช้เป็นแหล่งพลังงานทดแทนพลังงานจากธัญพืชได้เป็นอย่างดี (กฤตพล, 2540) อย่างไรก็ตามกากมันสำปะหลังมีโปรตีน 1.55 – 3.39 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 0.12 – 0.53 เปอร์เซ็นต์ ค่อนข้างต่ำ (ตารางที่ 3.1) เมื่อเปรียบเทียบกับแหล่งพลังงานอื่นๆ เช่น ข้าวโพด และ รำข้าว ขณะที่ค่าเยื่อใยต่างๆมีค่าค่อนข้างสูงซึ่งจะเป็นข้อจำกัด สำหรับสัตว์ที่จะนำไปใช้ประโยชน์ได้ ดังนั้นก่อนการนำกากมันสำปะหลังไปใช้เลี้ยงสัตว์ จำเป็นจะต้องมีการปรับปรุงสภาพเพื่อให้มีโปรตีนสูงขึ้น เพื่อให้สัตว์สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น

ตารางที่ 3.1 องค์ประกอบทางโภชนาของกากมันสำปะหลังและวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดต่างๆ

	กากมันสำปะหลัง แห้ง ^{1/}	กากมัน สำปะหลัง แห้ง ^{2/}	ข้าวโพด ^{2/}	รำข้าว ^{2/}
	----- % วัตถุแห้ง -----			
วัตถุแห้ง	82.84 - 97.79	92.6±0.06	92.5±0.15	93.0±0.10
แป้ง	47.97 - 68.89			
โปรตีน	1.55 - 3.39	2.6±0.06	8.8±0.09	12.1±0.04
ไขมัน	0.12 - 0.53	0.2±0.04	4.7±0.04	19.2±0.02
เถ้า	1.70 - 5.73	3.8±0.01	2.5±0.01	13.9±0.05
เยื่อใย	6.6 - 27.75	6.6±0.04	2.7±0.02	14.6±0.09
NDF		37.6±0.18	9.7±0.04	30.7±0.03
ADF		9.8±0.12	3.5±0.04	21.7±0.05
ADL		3.9±0.04	1.3±0.01	9.6±0.19
ME		2.36±0.01	2.89±0.01	2.67±0.01
(Mcal/kg)				

ที่มา: ^{1/}สุทิศาและคณะ (2555) ^{2/}ปิณฑาถ (2547); NDF = Neutral detergent fiber, ADF = Acid detergent fiber, ADL = Acid detergent lignin, ME = Metabolisable energy

การนำกากมันสำปะหลังไปใช้เลี้ยงโค-กระบือ

การนำกากมันสำปะหลังไปใช้เลี้ยงสัตว์ สามารถใช้ได้ทั้งในรูปสดและแห้ง หากอยู่ใกล้โรงงานแป้งมันก็ควรใช้ในรูปกากมันสด แต่หากอยู่ห่างไกลโรงงาน การใช้ในรูปกากมันสำปะหลังแห้งน่าจะมีความสะดวกมากกว่าและมีความคุ้มค่ามากกว่า เพราะกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ของกากมันสำปะหลังสดเป็นน้ำ จะทำให้เสียค่าใช้จ่ายในการขนส่งมาก และสูญเสียน้ำหนักระหว่างการขนส่งค่อนข้างมากด้วย

1. การใช้กากมันสำปะหลังแห้งเป็นอาหารโค-กระบือ

กากมันสำปะหลังแห้งสามารถใช้เป็นแหล่งพลังงานสำหรับโคเนื้อ โคนม หรือกระบือได้เป็นอย่างดี ใช้เป็นวัตถุดิบในสูตรอาหารข้นและในสูตรอาหารผสมเสร็จได้ถึง ประมาณ 45 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตสำหรับโคเนื้อ และการให้ผลผลิตน้ำนมในกรณีของโคนม ดังตัวอย่างผลงานทดลองที่จะแสดงให้เห็นในลำดับต่อไป ดังนั้นการตัดสินใจถึงระดับการใช้กากมันสำปะหลังในสูตรจะมากขึ้นน้อยเพียงใด จึงขึ้นอยู่กับต้นทุนค่าอาหารสัตว์ในแต่ละสูตร ซึ่งค่าวัตถุดิบอาหารสัตว์แต่ละชนิดจะแตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่หรือในแต่ละช่วงฤดูกาล ซึ่งเกษตรกรจะต้องคิดคำนวณ

ตัวอย่างการใช้กากมันสำปะหลังแห้งในสูตรอาหารข้น ที่ระดับ 25 และ 46.4 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3.2) ขุนโคลูกผสม บราห์มัน x พันเมือง ร่วมกับการให้หญ้าขนสดตัดให้กิน 3 กิโลกรัม./ตัว/วัน และโคทุกตัวได้รับอาหารข้นอย่างเต็มที่ ใช้เวลาทดลอง 5 เดือน พบว่า การใช้กากมันสำปะหลังที่ระดับ 0, 25 เปอร์เซ็นต์ และ 46.4 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหารข้นทำให้โคมีอัตราการเจริญเติบโต 780, 680 และ 700 กรัม/ตัว/วัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่เมื่อพิจารณาในด้านประสิทธิภาพของการใช้อาหารพบว่า การใช้กากมันสำปะหลังที่ระดับ 25 เปอร์เซ็นต์ จะมีอัตราการแลกเนื้อ ดีที่สุดและมีต้นทุนต่อการเพิ่มน้ำหนัก 1 กิโลกรัม ต่ำที่สุด

ตารางที่ 3.2 สูตรอาหารทดลองที่ใช้กากมันสำปะหลังที่ระดับ 25 และ 46.4 เปอร์เซ็นต์ในสูตร และองค์ประกอบทางเคมี

วัตถุดิบอาหารสัตว์	อาหารสูตร ควบคุม	ระดับกากมัน 25 %	ระดับกากมัน 46.4 %
มันเส้น	46.6	25.4	-
กากมันสำปะหลัง	-	25	46.4
ใบมันสำปะหลัง	15	15	15
รำ	12	10	12
ข้าวโพดบด	12	10	12
กากน้ำตาล	8	8	8
ยูเรีย	1.9	2.1	2.1
ซีโอไลท์	2	2	2
เกลือ	1	1	1
ไดแคลเซียมฟอสเฟต	1	1	1
พรีมิกซ์	0.4	0.4	0.4
กำมะถันผง	0.1	0.1	0.1
รวม	100	100	100
องค์ประกอบทางเคมี ----- % วัตถุแห้ง -----			
โปรตีน	14.25	14.40	14.50
TDN	79.43	75.5	71.46
เยื่อใย	7.47	6.70	7.60
ไขมัน	3.56	3.30	3.63
ราคา (บาท/กก.)	4.84	4.40	4.14

ที่มา : สมิตและคณะ (2550) ; TDN = Total digestible nutrient.

ตัวอย่างผลการใช้กากมันสำปะหลังเป็นแหล่งพลังงานในสูตรอาหารชั้นเลี้ยงโคนมที่ให้น้ำนมเฉลี่ย 14-15 กิโลกรัม/ตัว/วัน ที่ระดับ 30, 40 และ 45 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหารชั้น ที่มีโปรตีนประมาณ 21 เปอร์เซ็นต์ พบว่าโคนมมีการกินอาหารได้ ผลผลิตและคุณภาพน้ำนม ไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 3.3)

ตารางที่ 3.3 สูตรอาหารโคนมและองค์ประกอบทางเคมีที่ใช้

กากมันสำปะหลังที่ระดับ 35, 40 และ 45 เปอร์เซ็นต์ ในสูตร

	หญ้าหมัก	ระดับการใช้กากมันสำปะหลังในสูตรอาหารชั้น		
		35 %	40 %	45 %
กากมันสำปะหลังแห้ง		35	40	45
ข้าวโพดบด		30	25	20
กากถั่วเหลือง		34	34	34
พรีมิกซ์		0.5	0.5	0.5
แร่ธาตุรวม		0.5	0.5	0.5
รวม		100	100	100
ส่วนประกอบทางเคมี		% วัตถุแห้ง		
วัตถุแห้ง	92.64	86.91	87.92	87.19
โปรตีน	7.28	21.68	21.44	21.34
ไขมัน	2.50	3.54	2.93	2.40
เถ้า	14.40	6.42	6.70	6.97
NDF	53.81	31.67	35.68	42.53
ADF	33.95	13.10	14.61	13.90
ADL	5.93	2.29	2.37	2.40
NDIN	0.72	1.41	1.39	1.29
ADIN	0.47	1.21	1.17	0.97

ที่มา : ปิตุนาถ (2547)

NDF = Neutral detergent fiber, ADF = Acid detergent fiber, ADL = Acid detergent lignin,

ตัวอย่างการใช้กากมันสำปะหลังแห้งในสูตรอาหารผสมครบส่วนหรืออาหารผสมเสร็จ เลี้ยงโคลูกผสมเทาจิมาะ พันเมือง เพศผู้ตอน โดยใช้กากมันสำปะหลังในสูตรอาหารผสมเสร็จ 4 สูตร คือ ที่ระดับ 0, 20, 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3.4) ทำการขุนระยะแรก 1-9 เดือน ใช้อาหารมีระดับโปรตีน 15 เปอร์เซ็นต์ ใช้หญ้าแพงโกล่าแห้งเป็นอาหารหยาบขุน

ตารางที่ 3.4 สูตรอาหารผสมเสร็จระดับโปรตีน 15 เปอร์เซ็นต์ ที่ใช้กากมันสำปะหลังที่ระดับ 20, 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ ในสูตร

รายการ	ระดับกากมันสำปะหลัง			
	0%	20%	30%	40%
มันเส้น	37.00	17.00	7.00	0
กากมันสำปะหลัง	0.00	20.00	30.00	40.00
รำละเอียด	18.00	15.50	13.90	8.80
กากถั่วเหลือง	11.30	12.30	12.90	14.50
ยูเรีย	1.70	1.70	1.70	1.70
ไดแคลเซียมฟอสเฟต	0.50	0.50	0.50	0.50
แร่ธาตุรวม	0.25	0.25	0.25	0.25
เกลือ	0.50	0.50	0.50	0.50
กำมะถัน	0.25	0.25	0.25	0.25
โซเดียมไบคาร์บอเนต	0.50	0.50	0.50	0.50
ไขมันพืช	0.00	1.50	2.50	3.00
หญ้าแพงโกล่าแห้ง	30.00	30.00	30.00	30.00
รวม	100	100	100	100
โปรตีน	15.02	15.02	15.01	15.00
TDN	72.05	71.75	71.83	71.38

ที่มา : วิทยาและคณะ (ข้อมูลยังไม่มีการเผยแพร่)

TDN= Total digestible nutrient.

ระยะที่สองในช่วงเดือนที่ 10-18 มีระดับโปรตีน 12 เปอร์เซ็นต์ ใช้ฟางข้าว เป็นอาหารหยาบ มี TDN ประมาณ 70 เปอร์เซ็นต์ ผลจากการศึกษาพบว่า โคมีอัตราการเจริญเติบโตตลอดการทดลองไม่แตกต่างกันคือ 540, 560, 560 และ 560 กรัม/วัน ตามลำดับ

2. การใช้กากมันสำปะหลังสดเป็นอาหารโค-กระบือ

2.1 กากมันสำปะหลังหมักยีสต์

สภาพภูมิอากาศของประเทศไทยเป็นแบบร้อนชื้น จึงมีความหลากหลายทางชีวภาพของเชื้อจุลินทรีย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งแลคติกแอซิดแบคทีเรีย และยีสต์ ที่มีอยู่ในธรรมชาติ เมื่อทำการหมักกากมันสำปะหลัง ทั้งแลคติกแอซิดแบคทีเรียและยีสต์จะมีปริมาณเพิ่มขึ้น โดยแลคติกแอซิดแบคทีเรียมีปริมาณสูงสุดที่การหมัก 3 วัน จากนั้นจะมีปริมาณลดลงเล็กน้อยจนถึงวันที่ 7 และหลังจากนั้นมีปริมาณลดลง ตามระยะเวลาการหมักที่นานขึ้น ส่วนยีสต์พบว่า มีปริมาณเพิ่มขึ้นสูงสุดที่การหมัก 5 วัน และมีปริมาณลดลงเล็กน้อยถึงวันที่ 7 จากนั้นมีปริมาณลดลงเมื่อมีระยะเวลาการหมักนานขึ้น สำหรับค่า pH พบว่ามีค่าลดลงมากขึ้น เมื่อมีการเพิ่มระยะเวลาหมัก ส่วนปริมาณเยื่อใยพบว่า มีเปอร์เซ็นต์เพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อมีระยะเวลาการหมักนานขึ้น ส่วนปริมาณโภชนาอื่นๆ ไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก (วราพันธุ์ และคณะ, 2549)

ในช่วงเวลาหลายสิบปีที่ผ่านมา นักวิจัยได้ศึกษาเพื่อหาแนวทางในการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาของกากมันสำปะหลัง ด้วยเชื้อจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ ซึ่งได้แก่ แลคติกแอซิดแบคทีเรีย ยีสต์ และเชื้อรา โดยได้มีการคัดเลือกสายพันธุ์ของเชื้อจุลินทรีย์ดังกล่าว เพื่อนำมาใช้หมักวัตถุดิบอาหารสัตว์ตลอดจนศึกษาเทคนิคในการหมัก เพื่อให้มีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต ของจุลินทรีย์ เช่น การหมักกากมันสำปะหลังด้วยยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* หรือ เชื้อราในกลุ่ม *Aspergillus niger* หรือ *Rhizopus oryzae* เป็นต้น (สุทิศา และ

คณะ, 2555) อย่างไรก็ตามการหมักด้วยเชื้อรา มีขั้นตอนที่ยุ่งยาก โดยเฉพาะการเตรียมเชื้อราที่บริสุทธิ์ และมีต้นทุนสูงอาจมีความคุ้มค่าในการนำไปใช้เลี้ยงสุกรและสัตว์ปีก แต่อาจมีต้นทุนที่สูงเกินไปสำหรับนำมาเป็นอาหารโค-กระบือ ในสภาพปัจจุบันเทคโนโลยีการหมักด้วยยีสต์ไม่ยุ่งยากซับซ้อนมากนักเกษตรกรรายย่อยสามารถหาซื้อเชื้อยีสต์ได้จากท้องตลาดทั่วไป มาใช้ในการหมักกากมันสำปะหลังได้ การหมักกากมันสำปะหลังด้วยยีสต์ทำขนมปัง ทำให้มีโปรตีนและไขมันเพิ่มขึ้น (ตารางที่ 3.5) ซึ่งจากปริมาณโปรตีนและไขมันที่เพิ่มขึ้นนับว่าเป็นประโยชน์ต่ออุตสาหกรรมการเลี้ยงสัตว์

ตารางที่ 3.5 องค์ประกอบทางโภชนาของกากมันสำปะหลังหมัก

องค์ประกอบทางเคมี	ก่อนหมัก	หลังหมัก
	----- % น้ำหนักแห้ง -----	
โปรตีน	4.4	10.9
ไขมัน	3.6	4.5
เยื่อใย	3.8	3.2
คาร์โบไฮเดรต	85.7	77.9
เถ้า	2.1	3.5

ที่มา : Oboh and Akindahunsi (2003, อ้างอิงโดยสุทิศาและคณะ, 2555)

ปัจจัยที่สำคัญต่อกระบวนการหมักกากมันสำปะหลังด้วยยีสต์

การหมักกากมันสำปะหลัง มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มปริมาณโปรตีนในกากมันสำปะหลังให้สูงขึ้น โดยการเพิ่มจำนวนเซลล์ของยีสต์ให้มีจำนวนมากขึ้น เพราะตัวเซลล์ยีสต์มีโปรตีนเป็นองค์ประกอบอยู่ประมาณ 40 เปอร์เซ็นต์ การเจริญเติบโตของยีสต์ ต้องการสภาวะที่มีความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) 4-5 อุณหภูมิ 30-35 องศาเซลเซียส การเจริญเติบโตของยีสต์ต้องการสารอาหารซึ่งทำหน้าที่เป็นแหล่งพลังงาน แหล่งคาร์บอน รวมทั้งธาตุอาหารหลัก อื่นๆ

ได้แก่ ไฮโดรเจน ออกซิเจน ไนโตรเจน ซัลเฟอร์ และฟอสฟอรัส ยีสต์ยังต้องการ แมกนีเซียม โพแทสเซียม และแร่ธาตุปลีกย่อยอื่นๆอีก นอกจากนี้ยังต้องการ สารอื่น เพื่อทำหน้าที่เป็น growth factor เช่น ไวตามิน พิวรีน ไพริมิดีน และ นิวคลีโอไทด์ สารอินทรีย์ที่ใช้เป็นแหล่งพลังงานและคาร์บอนในการเจริญเติบโตของยีสต์ คือน้ำตาลกลูโคส และแหล่งไนโตรเจน ที่มีราคาถูกได้แก่ ยูเรีย แอมโมเนียมซัลเฟต หรือแอมโมเนียมฟอสเฟต (สาวิตรี, 2549) จากการ ศึกษาโดยสุทิสฯ และคณะ (2555) พบว่า การหมักกากมันสำปะหลังด้วยยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* โดยใช้ยูเรียเป็นแหล่ง ไนโตรเจนที่ระดับ 0.5 % พบว่า ได้อะมิโนไนโตรเจน 7.58 % หลังจากหมัก 6 วัน

การทำกากมันสำปะหลังหมักยีสต์สำหรับเกษตรกรรายย่อย

ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ขอนแก่น ได้ศึกษาการทำกากมันสำปะหลังหมักยีสต์และปรับปรุงวิธีการที่ได้มีการศึกษามาก่อนหน้านี้เพื่อสรุปวิธีการที่เกษตรกรสามารถนำไปปฏิบัติโดยไม่ยากดังนี้

การหมักกากมันสำปะหลัง 1,000 กิโลกรัม ต้องเตรียมวัสดุและอุปกรณ์ต่อไปนี้

- | | |
|-----------------------------|-----------|
| 1. ปัมออกซิเจน | 1 เครื่อง |
| 2. ถังพลาสติก ขนาด 100 ลิตร | 4 ใบ |
| 3. ถังพลาสติกขนาด 120 ลิตร | 13 ใบ |

ส่วนประกอบที่ใช้ในการเตรียมน้ำหมักยีสต์

- | | |
|---|---------------------|
| 1. ยีสต์ทำขนมปัง (bakery yeast) | 0.5 กก. |
| 2. น้ำตาลทรายแดง | 1.0 กก. |
| 3. กากน้ำตาล | 10.0 กก. |
| 4. ปุ๋ยยูเรีย
หรือปุ๋ยแอมโมเนียมฟอสเฟต | 8.0 กก.
16.0 กก. |
| 5. เกลือ | 2.0 กก. |
| 6. น้ำ | 200.0 ลิตร |

ขั้นตอนในการทำกากมันหมักยีสต์

ขั้นตอนที่ 1



น้ำสะอาด 20 ลิตร



ยีสต์ 0.5 กิโลกรัม



น้ำคาสหยาบ 1 กิโลกรัม

คนให้เข้ากัน
แล้วเติมฟองอากาศ
10 - 15 นาที

ขั้นตอนที่ 2



น้ำสะอาด 180 ลิตร



ยูเรีย 8 กิโลกรัม



กากน้ำตาล 10 กิโลกรัม



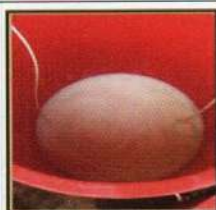
เกล็ด 2 กิโลกรัม



คนให้เข้ากัน

ขั้นตอนที่ 3

นำส่วนผสมจากขั้นตอน
ที่ 1 และขั้นตอนที่ 2
ผสมรวมกัน
แล้วเติมฟองอากาศ
ไม่น้อยกว่า 1 ชั่วโมง



ขั้นตอนที่ 1



ขั้นตอนที่ 2



ขั้นตอนที่ 4

ผสมให้เข้ากันในภาชนะ
แล้วปิดให้มิดชิด
หมักไว้ 10 วัน
จึงนำไปเลี้ยงสัตว์



กากมันสำปะหลัง 6 ส่วน



น้ำยีสต์ (ขั้นตอนที่ 3) 1 ส่วน



การนำกากมันหมักยีสต์ไปใช้เลี้ยงโค-กระบือ

เกษตรกรควรให้หญ้าสด หญ้าหมัก หรือหญ้าแห้งให้โคกินก่อน ไม่เช่นนั้นสัตว์จะเลือกกินเฉพาะอาหารข้นและกากมันสำปะหลังหมักยีสต์ หลังจากนั้นจึงนำกากมันหมักยีสต์และอาหารข้น (ถ้ามี) ผสมคลุกเคล้ากัน เพื่อไม่ให้สัตว์เลือกกิน



การนำกากมันหมักยีสต์ไปเลี้ยงโคเนื้อ หรือโคขุน ควรให้อาหารหยาบ อาหารข้น และกากมันหมักยีสต์ ในสัดส่วน 15:45:40 ซึ่งเป็นระดับที่พอเหมาะ โคมีการเจริญเติบโตดีพอสมควร และมีต้นทุนที่ต่ำ มีผลตอบแทนที่ดี ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ขอนแก่น ได้ศึกษาการใช้กากมันหมักยีสต์ทดแทน ในอาหารข้น ที่ระดับ 25 และ 50 เปอร์เซ็นต์ หรือที่ระดับ 15 และ 30 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณอาหารที่ให้ทั้งหมด โดยใช้หญ้าหูกวางเป็นอาหารหยาบหลัก นำไปใช้ เลี้ยงโคพื้นเมือง เป็นเวลาประมาณ 168 วัน พบว่า โคมีอัตราการเจริญเติบโต 740 และ 580 กรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามการใช้กากมันสำปะหลังหมักยีสต์ที่ระดับ 30 เปอร์เซ็นต์ แม้ว่าอัตราการเจริญเติบโตจะมีแนวโน้มลดน้อยลง แต่มีผลตอบแทนที่สูงกว่าการใช้กากมันสำปะหลังที่ระดับ 15 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณอาหารที่ให้กินทั้งหมด

ศุภชัย และคณะ (2557ก) ได้เลี้ยงขุนโคเนื้อภูพาน ลูกผสมพื้นเมือง เพศผู้ตอน จำนวน 5 ตัว มีน้ำหนักตัวเริ่มต้นเฉลี่ย 169 ± 18.5 กิโลกรัม อายุ ประมาณ 20 เดือน โดยให้กินหญ้าหูกวางคุณภาพต่ำ อาหารข้น และ กากมันสำปะหลังหมักยีสต์ ในสัดส่วน 20 : 50 : 30 ของวัตถุดิบ วัตถุดิบอาหารสัตว์ ที่ใช้ในการทดลองมีคุณค่าทางโภชนาการดังแสดงในตารางที่ 3.6 อาหารโคที่ใช้ในการทดลองรวมมีวัตถุดิบ 41.6 เปอร์เซ็นต์ มีโปรตีน 10.5 เปอร์เซ็นต์ พลังงาน ที่ใช้ประโยชน์ได้ 10.9 เมกกะจูล/กิโลกรัม เลี้ยงโคเป็นเวลา 252 วัน พบว่า โคกินอาหารได้ประมาณ 2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว โคได้รับโปรตีน 548 กรัม ต่อวันและพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 57 เมกกะจูลต่อวัน มีอัตราการเจริญเติบโต เฉลี่ย 735 กรัมต่อวัน มีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร เท่ากับ 7.2

ตารางที่ 3.6 องค์ประกอบทางโภชนาของกากมันสำปะหลังหมักยีสต์และอาหารที่ใช้ในการทดลอง

	กาก มันสำปะหลัง หมักยีสต์	อาหารชั้น	หญ้ารูซี่แห้ง	อาหารทดลอง
	----- % วัตถุแห้ง -----			
วัตถุแห้ง	18.9	90.3	91.2	41.6
โปรตีน	9.1	15.5	2.3	10.5
ไขมัน	0.2	4.6	0.7	2.3
เถา	3.3	5.2	3.8	4.3
NDF	27.7	21.5	70.9	34.8
ADF	17.9	11.5	50.4	22.4
ADL	3.1	2.8	8.4	4.2
ME	10.8	13.0	6.6	10.9
(MJ/kgDM)				

ที่มา: ศุภชัย และคณะ (2557ก); NDF = Neutral detergent fiber,
ADF= Acid detergent fiber, ADL = Acid detergent lignin.
ME = Metabolisable energy

นอกจากนี้ ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ขอนแก่น ได้ศึกษาเพิ่มเติม ในปี 2557-2558 (ยังไม่พิมพ์เผยแพร่) โดยใช้วิธีการจัดการการให้อาหาร เช่นเดียวกับ ศุภชัยและคณะ (2557ก) โดยทดลองในโคนมเพศผู้ จำนวน 4 ตัว อายุประมาณ 3 เดือน เลี้ยงด้วยหญ้ารูซี่แห้ง อาหารชั้น และกากมันสำปะหลังหมักร่วมกับยีสต์ ในอัตราส่วนโดยประมาณ เท่ากับ 20 : 50 : 30 ในรูปของ วัตถุแห้ง โดยอาหารที่ใช้มีส่วนประกอบทางเคมีดังตารางที่ 3.7 โคมิน้ำหนัก

เริ่มต้นเฉลี่ย 76.2 กิโลกรัม ใช้ระยะเวลาทดลอง 490 วัน มีน้ำหนักเมื่อเสร็จสิ้นการทดลองเฉลี่ย 450.1 กิโลกรัม มีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย 763.1 กรัม/วัน ซึ่งเป็นอัตราการเจริญเติบโตที่น่าพอใจสำหรับโคนมตัวผู้ และมีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร เฉลี่ย 9.0 กิโลกรัม อาหารต่อการเพิ่มน้ำหนัก 1 กิโลกรัม (ตารางที่ 3.8)

ตารางที่ 3.7 ส่วนประกอบทางเคมีของอาหารที่ใช้เลี้ยงโคนมเพศผู้

	กากมันหมักยีสต์	อาหารข้น	หยัารูชี้แห้ง
	----- % วัตถุแห้ง -----		
วัตถุแห้ง	19.7	87.0	89.3
โปรตีน	9.4	14.7	2.8
ไขมัน	0.5	4.0	0.8
เถ้า	3.5	4.0	5.8
NDF	24.1	16.87	81.7
ADF	18.9	7.82	55.0
ADL	3.2	1.7	9.6
NFC	62.4	60.4	8.9
pH	3.4	-	

ที่มา : ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ขอนแก่น

NDF = Neutral detergent fiber, ADF= Acid detergent fiber,

ADL = Acid detergent lignin., NFC = Non fiber carbohydrate.

pH = ความเป็นกรดเป็นด่าง

ตารางที่ 3.8 ปริมาณอาหารที่กินและสมรรถนะการเจริญเติบโตของโคนมเพศผู้

	เฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน
จำนวนโค (ตัว)	4	-
ระยะเวลาการเลี้ยง (วัน)	490	-
น้ำหนักตัวเริ่มต้น (กก.)	76.2	13.5
น้ำหนักตัวสิ้นสุดการทดลอง (กก.)	450.1	18.1
น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น (กก.)	373.9	13.0
อัตราการเจริญเติบโต (กรัม/วัน)	763.1	26.6
ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร (กก.อาหาร/กก.น้ำหนักที่เพิ่ม)	9.0	0.9
ปริมาณวัตถุดิบที่กิน (กก./วัน)	6.9	0.8
หญ้าแห้ง (กก./วัน)	1.4	0.2
อาหารข้น (กก./วัน)	3.1	0.4
กากมันหมัก (กก./วัน)	2.3	0.2

ที่มา : ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ขอนแก่น

นอกจากการใช้หญ้าแห้งเป็นอาหารหยาบหลักแล้ว ศุภชัยและคณะ(2557ข) ได้ศึกษาการใช้กากมันสำปะหลังหมักยีสต์และใช้หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมัก เป็นอาหารหยาบ เลี้ยงโคพันธุ์ภูบรินทร์บุรีเทศผู้ไม่ตอน จำนวน 10 ตัวมีน้ำหนักตัวเริ่มต้นเฉลี่ย 340.8 กิโลกรัม เป็นเวลา 146 วันโดยให้หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมัก อาหารข้น (14.4 เปอร์เซ็นต์โปรตีน, ตารางที่ 3.9) และกากมันหมักยีสต์ ในสัดส่วน 20:50:30 ของน้ำหนักแห้ง (แต่โคกินอาหารจริงในสัดส่วน 13.0, 46.3 และ 40.7 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุดิบ) โคมีอัตราการเจริญเติบโต 1,182.9 กรัม/ตัว/วัน ไม่แตกต่างกับโคที่เลี้ยงด้วย หญ้าเนเปียร์ปากช่อง

1 หมัก ร่วมกับอาหารชั้น ในสัดส่วน 20:80 (โคกินอาหารจริง 15.4:84.6 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุดิบ) ที่มีอัตราการเจริญเติบโต 1,279.9 กรัม/ตัว/วัน

ตารางที่ 3.9 ส่วนประกอบทางเคมี และค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ของอาหารที่ใช้เลี้ยงโคเนื้อพันธุ์กบินทร์บุรี

	อาหารชั้น	หญ้าเนเปียร์ ปากช่อง 1 หมัก	กากมันฯ หมักยีสต์	อาหารโค กลุ่ม ควบคุม*	อาหารโค กลุ่ม ทดสอบ*
----- % วัตถุดิบ -----					
วัตถุดิบ	90.7	22.3	19.7	80.2	53.0
โปรตีน	14.4	8.47	7.78	12.6	10.5
ไขมัน	6.16	0.20	0.22	5.20	3.00
เถา	5.29	8.69	4.01	5.00	4.70
NDF	26.5	72.1	26.2	29.5	30.1
ADF	15.9	40.3	16.6	17.4	18.2
ADL	3.30	4.40	2.60	3.40	3.10
ME (MJ/kg DM)	12.2	6.18	11.9	11.3	11.3

ที่มา : ศุภชัยและคณะ(2557ข)

* คำนวณตามสัดส่วนของหญ้าหมัก อาหารชั้น และกากมันสำปะหลังหมักยีสต์ ที่กินได้

NDF =Neutral detergent fiber, ADF = Acid detergent fiber,

ADL = Acid detergent lignin. ME = Metabolisable energy.

จากผลการศึกษาดังตัวอย่างข้างต้น พอสรุปได้ว่า กากมันสำปะหลังหมักยีสต์สามารถใช้ในสูตรอาหารเลี้ยงโคขุนได้ถึงระดับ 40 % (วัตถุแห้ง) โดยไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของสัตว์ แต่ในสูตรอาหารรวมที่โคได้รับควรมีโปรตีนประมาณ 11 % และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ ประมาณ 12 เมกะจูล/กิโลกรัม

2.2 กากมันสำปะหลังหมักร่วมกับถั่วพืชอาหารสัตว์

ถั่วท่าพระสไตโล เป็นถั่วพืชอาหารสัตว์ที่กรมปศุสัตว์ส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกเพื่อนำไปใช้เลี้ยงสัตว์ เป็นถั่วพืชอาหารสัตว์ที่ให้ผลผลิตสูงตอบสนองต่อการให้น้ำในช่วงฤดูแล้งได้ดี เหมาะสำหรับปลูกเพื่อปล่อยสัตว์แทะเล็มหรือตัดให้กินสด มีคุณค่าทางโภชนาสูง ตัดที่อายุ 60 วัน มีโปรตีนประมาณ 14.4-15.0 เปอร์เซ็นต์ (ศุภชัย และคณะ, 2553) การเก็บถนอมโดยการทำถั่วแห้งกระทำได้ยากมีปัญหาเรื่องการอัดฟ่อนและการร่วงของใบ และในช่วงฤดูฝนก็มีปัญหาเรื่องฝนตก ทำถั่วแห้งได้ยาก นอกจากนี้เมื่อตากถั่วจนแห้งแล้ว สีใบของถั่วจะมีสีออกน้ำตาล สีไม่สวย การเก็บถนอมโดยการหมักจึงเป็นทางเลือกที่ดี แต่การหมักถั่วพืชอาหารสัตว์โดยไม่มีสารเติมมักจะเน่าเสียง่าย เพราะมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบอยู่น้อย ดังนั้นการหมักร่วมกับกากมันสำปะหลัง และมีการเติมกากน้ำตาล จึงเป็นทางเลือกที่ดีที่สุดที่จะได้ถั่วหมักคุณภาพดี ไม่เน่าเสียง่าย เพราะอาศัยความเป็นกรดของกากมันสำปะหลังช่วยในการรักษาสภาพไม่ให้เน่าเสียนอกจากนี้การเติมกากน้ำตาลนอกจากจะเป็นแหล่งพลังงานสำหรับแบคทีเรียที่ช่วยในการหมักแล้วยังช่วยเพิ่มความน่ากินของถั่วหมักสำหรับสัตว์ด้วย

ขั้นตอนการดำเนินการ

เตรียมกากมันสำปะหลังสด ประมาณ 100 กิโลกรัม

1. นำถั่วท่าพระสไตโล มาสับเป็นชิ้นเล็กๆ ขนาดความยาวประมาณ 1-3 นิ้ว

2. ชั่งถั่วท่าพระสไตโล จำนวนประมาณ 75 กิโลกรัม

3. เตรียมสารละลาย โดยนำยูเรียประมาณ 1.5 กิโลกรัม และเกลือ 0.2 กิโลกรัม ละลายในน้ำเปล่า 50 – 60 กก. เมื่อเกลือและยูเรียละลายดีแล้ว จึงเติมกากน้ำตาลจำนวน 1 กิโลกรัม คนให้เข้ากัน



1. สับถั่วให้ยี่ขนาดชิ้น



2. ชั่งถั่วตามปริมาณที่ใช้

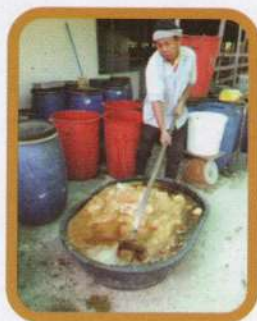


3. สารละลายน้ำ กากน้ำตาล

4. นำส่วนผสมของสารละลายในขั้นตอนที่ 3 และกากมันสำปะหลัง มาผสมคลุกเคล้าให้เข้ากัน

5. เกลี่ยถั่วท่าพระสไตโลที่สับแล้วกระจายออกให้เป็นวงกว้าง เพื่อให้ง่ายต่อการผสมกับกากมันสำปะหลัง

6. นำส่วนผสมของกากมันสำปะหลังในขั้นตอนที่ 4 มาเทราดลงบน กองถั่วท่าพระสไตโล แล้วผสมคลุกเคล้าให้เข้ากัน



4. ผสมสารละลายกับ
กากมันสำปะหลัง



5. เกี่ยกกัวให้เป็นกอง
สี่เหลี่ยม



6. ราดส่วนผสมชั้นตอนที่ 4.
ให้กระจายทั่วกองกัว

7. บรรจุ ถั่วท่าพระสไตโลและกากมันสำปะหลังที่คลุกเคล้าเข้ากันดีแล้ว
ในชั้นตอนที่ 6 ลงในถังซีเมนต์ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 เมตร ที่วางซ้อนกัน
2 ท่อน หรือบรรจุในถังพลาสติก

8. ขึ้นย่ำลงให้แน่นเพื่อไล่อากาศออกให้มากที่สุด

9. ปิดฝาภาชนะให้สนิทเพื่อไม่ให้เกิดการเน่าเสีย



7. ผสมให้เข้ากัน
บรรจุลงในภาชนะ



8. อัดให้แน่นเพื่อไล่
อากาศออก



9. ปิดปากภาชนะให้แน่น
เพื่อไม่ให้ก๊าซมีผลอากาศ
สามารถเก็บได้นาน

ในปี 2557-2558 ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ขอนแก่น ได้ศึกษาการใช้ถั่วทำพระสโตโล หมักร่วมกับกากมันสำปะหลังหมักยีสต์เพื่อนำไปเลี้ยงขุนโคเนื้อภูพาน ลูกผสมพื้นเมือง เพศผู้อายุประมาณ 1 ปี เลี้ยงด้วยอาหารซึ่งมีส่วนประกอบทางเคมีดังแสดงในตารางที่ 3.10 (ยังไม่พิมพ์เผยแพร่)

ตารางที่ 3.10. ส่วนประกอบทางเคมีของอาหารที่ใช้เลี้ยงโคเนื้อภูพานลูกผสมพื้นเมืองเพศผู้

	ถั่วทำพระสโตโล หมักร่วมกับกากมัน สำปะหลังหมักยีสต์	อาหารชั้น
วัตถุแห้ง	24.1	87.2
โปรตีน	11.2	15.0
ไขมัน	1.2	5.5
เถ้า	6.1	4.3
NDF	47.8	22.6
ADF	39.2	11.6
ADL	8.1	2.5
NFC	33.7	53.1
ค่าความเป็น กรด-ด่าง (pH)	3.7	

ที่มา : ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ขอนแก่น (2558)

NDF= Neutral detergent fiber, ADF = Acid detergent fiber,

ADL= Acid detergent lignin, NFC = Non fiber carbohydrate

ในช่วงแรกให้โคกินถั่วท่าพระสโตโลหมักร่วมกับ กากมันสำปะหลังหมักยีสต์และอาหารข้น ในสัดส่วน 50 : 50 ของวัตถุดิบ และเมื่อโคมีน้ำหนักประมาณ 120 กิโลกรัม ปรับให้โคกินอาหารในสัดส่วน 30 : 70 ของวัตถุดิบ จนสิ้นสุดการทดลอง พบว่า โคมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย 800 กรัมต่อวัน (ตารางที่ 3.11) ซึ่งนับว่าเป็นอัตราการเจริญเติบโตที่สูงสำหรับโคลูกผสมพื้นเมืองที่มีระยะเวลาการขุน 350 วัน

ตารางที่ 3.11 การเจริญเติบโตของโคเนื้อภูพานลูกผสมพื้นเมืองเพศผู้

	เฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน
จำนวนโค (ตัว)	6	-
ระยะเวลาการเลี้ยง (วัน)	350	-
น้ำหนักตัวเริ่มต้น (กก.)	94.9	18.3
น้ำหนักตัวสิ้นสุดการทดลอง (กก.)	362.1	40.0
น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น (กก.)	267.2	24.6
อัตราการเจริญเติบโต (กก./วัน)	0.8	0.1

ที่มา : ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ขอนแก่น (2558)

ข้อเสนอแนะในการใช้กากมันสำปะหลังเป็นอาหารโค-กระบือ

1. ให้นำไปเป็นอาหารโค-กระบือได้ทั้งในรูปกากมันสำปะหลังแห้งหรือกากมันสำปะหลังสด (เปียก)
2. ลดปริมาณสารพิษจากกรดไฮโดรไซยานิก ในกากมันสำปะหลังให้อยู่ในระดับไม่เป็นพิษต่อสัตว์โดยการตากแห้ง หรือหมัก
3. การใช้กากมันสำปะหลังแห้งเป็นแหล่งพลังงาน สามารถใช้ได้ถึง 45 เปอร์เซ็นต์ ของวัตถุดิบในสูตรอาหารข้นหรือในสูตรอาหารผสมเสร็จ

4. กากมันสำปะหลังสด ปรับปรุงสภาพให้มีคุณภาพดีขึ้นได้โดยการหมัก ใช้กากน้ำตาลเป็นแหล่งพลังงาน และยูเรียหรือแอมโมเนียมซัลเฟตเป็นแหล่งไนโตรเจน สำหรับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์.

5. กากมันสำปะหลังสดมีสภาพเป็นกรด จึงเหมาะที่ใช้สำหรับการเก็บถนอมพืชอาหารสัตว์ที่มีคาร์โบไฮเดรตต่ำ เช่น พืชตระกูลถั่ว การหมักกากมันสำปะหลังร่วมกับพืชอาหารสัตว์ตระกูลถั่วจะช่วยทำให้พืชหมักไม่เน่าเสียง่ายและเก็บรักษาเพื่อใช้ประโยชน์ได้นานขึ้น

บทที่ 4

การใช้เปลือกมันสำปะหลังเป็นอาหารโค-กระบือ

เปลือกหัวมันสำปะหลัง เป็นเศษเหลือจากการผลิตแป้งมันสำปะหลัง ซึ่งจะมีประมาณ 3 % ของหัวมันสดที่ใช้ผลิต (เยาวมาลย์ และสาโรช, 2543) ดังนั้นในแต่ละปี จึงมีผลผลิตเปลือกมันสำปะหลังจากโรงงานแป้งมันหลายแสนตัน

องค์ประกอบทางเคมีของเปลือกมันสำปะหลัง

เมฆ (2552) ได้ศึกษาการนำเปลือกมันสำปะหลังมาใช้ประโยชน์เป็นอาหารสัตว์ และพบว่า เปลือกมันสำปะหลัง มีค่าวัตถุแห้ง สูงกว่ากากมันสำปะหลัง แต่มีโปรตีนต่ำกว่า สิ่งที่เป็นข้อจำกัดในการนำไปใช้ประโยชน์จากเปลือกมันสำปะหลังคือ มีปริมาณเถ้าค่อนข้างสูง คือ 17.66 % เมื่อเปรียบเทียบกับกากมันสำปะหลังที่มีเพียง 7.38 % (ตารางที่ 4.1)

การนำเปลือกมันสำปะหลังไปใช้เลี้ยงโค-กระบือ

การเก็บถนอมและการนำไปใช้เลี้ยงโค-กระบือ อาจทำได้ด้วยการนำไปหมักร่วมกับเศษวัสดุเหลือใช้จากการเกษตรอื่นๆ เช่น หมักร่วมกับเปลือกข้าวโพด และกากมันสำปะหลัง เป็นต้น การหมักเปลือกมันสำปะหลังร่วมกับเปลือกข้าวโพด นับเป็นวิธีการหนึ่ง ที่จะช่วยให้การเก็บรักษาเปลือกข้าวโพดไว้ใช้ประโยชน์ได้ยาวนานขึ้น และเนื่องจากค่าพลังงานโภชนะที่ย่อยได้ทั้งหมด ของกากเปลือกมันสำปะหลังค่อนข้างต่ำคือ 42.05 % ดังนั้นในกระบวนการหมักควรเติมสารอื่นเข้าไปด้วย เพื่อให้พืชหมักมีคุณค่าทางโภชนะเพิ่มสูงขึ้น เช่น การเติมกากเปียร์และยูเรียเป็นแหล่งไนโตรเจน พร้อมกับการเติมกากน้ำตาล เพื่อเป็นแหล่งพลังงานสำหรับจุลินทรีย์ และช่วยให้เพิ่มความน่ากินของอาหารหมักด้วย

ตารางที่ 4.1 องค์ประกอบทางเคมีของเปลือกและกากมันสำปะหลัง

องค์ประกอบทางเคมี	เปลือกมันสำปะหลัง	กากมันสำปะหลัง
	----- % วัตถุแห้ง-----	
วัตถุแห้ง	25.19±0.36	22.97±0.82
โปรตีน	1.04±0.18	2.03±0.16
ไขมัน	1.92±0.82	0.13±0.10
เถ้า	17.66±1.76	7.38±0.62
เยื่อใย	10.79±0.48	12.28±0.98
NDF	70.97±0.04	60.36±0.01
ADF	18.73±1.62	14.68±0.14
ADL	7.15±0.24	5.16±1.28
NFC	3.41±0.44	24.81±1.72
TDN	42.05±2.94	52.17±2.60
ME	1.69±0.08	1.72±0.10
(Mcal/kg)		

ที่มา : เมฆ (2552), NDF = Neutral detergent fiber,
 ADF = Acid detergent fiber. NFC = Non fiber carbohydrate,
 TDN = Total digestible nutrient.;
 ME = Metabolisable energy

จากการศึกษาของ เมฆ (2552) พบว่าการหมักเปลือกมันสำปะหลัง 30 กิโลกรัม ร่วมกับเปลือกข้าวโพด 42 กิโลกรัม กากเปียร์ 14 กิโลกรัม กากมันสำปะหลัง 10 กิโลกรัม กากน้ำตาล 3 กิโลกรัม และยูเรีย 1 กิโลกรัม หลังจากการหมัก 14 วัน อาหารหยาบหมัก มีวัตถุแห้ง 41 % โปรตีน 12.2 % ไขมัน 1.7 % ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่ดีเหมาะสมสำหรับการนำไปใช้เลี้ยงสัตว์ โดยได้นำเปลือกข้าวโพดหมักไปเลี้ยงโคนมที่ให้น้ำนมเฉลี่ยประมาณ 14 กิโลกรัมต่อวัน

และให้อาหารชั้น 21 % CP วันละ 8 กิโลกรัม เปรียบเทียบกับการใช้ข้าวโพดหมักเป็นอาหารหยาบ พบว่า ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัวของโคนม ผลผลิตน้ำนม เปอร์เซ็นต์โปรตีน แล็คโตส ของแข็งพร้อมไขมัน และของแข็งรวมในน้ำนม แต่ทำให้เปอร์เซ็นต์ไขมันในน้ำนมลดลง ระดับโปรตีนที่ย่อยสลายได้ในกระเพาะหมักเกินความต้องการ ขณะที่ระดับโปรตีนที่ไม่ย่อยสลายในกระเพาะหมักไม่เพียงพอต่อความต้องการ

ตารางที่ 4.2 องค์ประกอบทางเคมีของเปลือกข้าวโพดหมักร่วมกับเปลือกมันสำปะหลัง

องค์ประกอบทางเคมี	ระยะเวลาหมัก (วัน)		
	14	21	28
	-----% วัตถุแห้ง -----		
วัตถุแห้ง	41	42.6	43.5
โปรตีน	12.2	12.4	13.0
ไขมัน	1.7	1.4	1.2
เถ้า	6.9	8.6	7.7
เยื่อใย	25.5	25.3	25.0
NDF	72.9	68.9	74.2
ADF	32.6	32.4	32.8
กรดไฮโดรไลซายิก	24	20.1	14.6
pH	4.1	4.0	4.0

ที่มา: เมฆ (2552) ; NDF = Neutral detergent fiber, ADF = Acid detergent fiber.

รายงานการศึกษาการใช้ประโยชน์เปลือกมันสำปะหลังเป็นอาหารโค-กระบือ ยังมีอยู่น้อยมาก อนันต์ (2549) ได้ศึกษาการใช้เปลือกมันสำปะหลังในอาหารผสมสำเร็จ ในอาหารแพะ ที่ใช้ฟางข้าวเป็นแหล่งอาหารหยาบหลักพบว่า เปลือกมันสำปะหลังสามารถใช้ทดแทนมันเส้นได้ถึง 62.9 เปอร์เซ็นต์ (26.7 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหาร) โดยไม่มีผลต่อการเจริญเติบโต และปริมาณการกินอาหารได้ซึ่งสูตร อาหารประกอบด้วย มันเส้น 40 เปอร์เซ็นต์ เปลือกมันสำปะหลัง 26.7 เปอร์เซ็นต์ กากถั่วเหลือง 13.5 ฟางข้าว 30 เปอร์เซ็นต์ รำละเอียด 7.15 เปอร์เซ็นต์ กากน้ำตาล 5 เปอร์เซ็นต์ ยูเรีย 1.85 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 1 เปอร์เซ็นต์ ไคคลเซียมฟอสเฟต 1 เปอร์เซ็นต์ และเกลือ 0.5 เปอร์เซ็นต์

ข้อเสนอแนะในการใช้เปลือกมันสำปะหลังเป็นอาหารโค-กระบือ

โดยภาพรวมแล้วเปลือกมันสำปะหลังมีคุณค่าทางโภชนาการ ต่ำกว่ากากมันสำปะหลัง แต่โดยข้อเท็จจริงจากการสำรวจพบว่า เกษตรกรซื้อเปลือกและกากมันสำปะหลัง ในราคาเดียวกัน นอกจากนี้ยังพบเศษหินปนมากับเปลือกมันสำปะหลังด้วย ดังนั้นเกษตรกร ควรเลือกใช้กากมันสำปะหลังมากกว่าการเลือกใช้เปลือกมันสำปะหลังไปเลี้ยงสัตว์

สรุปข้อเสนอแนะ

การใช้ผลพลอยได้จากมันสำปะหลังเป็นอาหารโค-กระบือ

1. ผลพลอยได้จากมันสำปะหลังที่เหมาะสมในการนำมาใช้เป็นอาหารโค-กระบือ ได้แก่ ใบมันสำปะหลังและกากมันสำปะหลัง
2. แม้ในใบมันสำปะหลังและกากมันสำปะหลังจะมีสารพิษที่เป็นอันตรายต่อโค-กระบือ แต่สามารถทำให้มีปริมาณลดลงจนไม่เป็นอันตรายต่อสัตว์ได้โดยการตากให้แห้งหรือโดยการหมัก

3. การตากใบมันสำปะหลังและกากมันสำปะหลังเพื่อเก็บไว้ใช้ได้เป็นเวลานานๆ ควรตากไม่น้อยกว่า 72 ชั่วโมง หรือจนมีความชื้นน้อยกว่า 10 เปอร์เซ็นต์

4. การหมักใบมันสำปะหลังร่วมกับสารอื่น เช่น รำละเอียด กากมันสำปะหลัง หรือ กากน้ำตาล ควรหมักไม่น้อยกว่า 2 สัปดาห์ ก่อนนำไปเลี้ยงโค-กระบือ และไม่ควรเก็บไว้นานเกิน 5 เดือน

5. การหมักกากมันสำปะหลังร่วมกับน้ำตาลและยูเรีย ควรหมักไม่น้อยกว่า 10 ก่อนนำไปใช้เลี้ยงโค-กระบือ

6. การใช้กากมันสำปะหลังแห้งเป็นแหล่งพลังงานสามารถใช้ได้ถึง 45 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุดิบในสูตรอาหารข้นหรือในสูตรอาหารผสมเสร็จ

บรรณานุกรม

- ธนาคารแห่งประเทศไทย 2557. สถานการณ์สินค้าเกษตรสำคัญ ปี 2556 และแนวโน้มปี 2557. ส่วนเศรษฐกิจภาค สำนักงานภาคตะวันออก เชียงเหนือ. 28 หน้า.
- อุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลังแห่งประเทศไทย 2558. กระบวนการผลิต แป้งมันสำปะหลัง แหล่งที่มา : www.thailandtapioca starch.net/technology-detail/4/3/. 10 กุมภาพันธ์ 2558.
- กฤตพล สมมาตย์. 2540. ศักยภาพการใช้น้ำมันสำปะหลังเป็นอาหารโคนม. แก่นเกษตร 25(4): 188-198.
- กฤตพล สมมาตย์ และ สุภิญญา บุญกาญจน์. 2544. เปลือกมันสำปะหลัง ผลพลอยได้จากโรงงานแป้งมันวัตถุดิบอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์วิจัยและพัฒนการใช้ประโยชน์จาก หัวมันสำปะหลัง เป็นอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องเพื่อลดต้นทุนการผลิต คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
- กล้าณรงค์ ศรีรอด. 2558. การแปรรูปและการใช้ประโยชน์มัน สำปะหลัง. แหล่งที่มา : www.thailandtapiocastarch.net/download/download-th-17.pdf. 10 กุมภาพันธ์ 2558.
- นิลุบล ทวีกุล, เพียงเพ็ญ ศรวัฑ, แฉล้ม มาศวรรณ, ศรีสุดา ทิพย์รักษ์, บุญช่วย สงฆนาม, เทวา เมลาพันธ์, อัจฉรา ลิ้มศิลา และ สมศักดิ์ ทองศรี. 2551. การตอบสนองของพันธุ์ต่อเทคโนโลยีการแปรรูป ใบมันสำปะหลังเพื่อเป็นอาหารสัตว์. น. 176-196. ใน รายงานผลงานวิจัยปี 2551.ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 3 กรมวิชาการเกษตร.
- บุญล้อม ชีวะอิสระกุล, สมคิด พรหมมา และบุญเสริม ชีวะอิสระกุล 2548. รายงานฉบับสมบูรณ์ การเพิ่มประสิทธิภาพการ ผลิตน้ำนมโค

โดยใช้อาหารผสมครบส่วนและอาหารชั้นคุณภาพดี. สำนักงานกองทุนสนับสนุนงานวิจัย.

ปรัชญา สรรพานิช. 2531. การเสริมใบมันสำปะหลังแห้งในสูตรอาหารที่ให้ฟางข้าวเป็นอาหารหยาบหลัก เพื่อใช้เลี้ยงโคพื้นเมือง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสัตวศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ปิตุนาถ หนูเสน. 2547. การใช้กากมันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบแหล่งพลังงานในอาหารชั้นต่อการให้ผลผลิต ของโคนมลูกผสม โฮลส์ไตน์ฟriesian. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

เมฆ ขวัญแก้ว. 2552. การศึกษาการใช้เปลือกมันสำปะหลังเป็นแหล่งพลังงานในการผลิตอาหารหยาบหมัก สำหรับโคนม วิทยานิพนธ์หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

เมธา วรรณพัฒน์. 2540. มันสำปะหลังเฮย์ (มันเฮย์) อาหารโปรตีนพิเศษสำหรับโคนม เอกสารวิชาการเสนอในการบรรยายพิเศษ ในการประชุมสัมมนาวิชาการเรื่อง การปรับปรุงฟาร์มเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตน้ำนมและองค์ประกอบน้ำนม. วันที่ 8 สิงหาคม 2540. โรงแรมโฆษะ จ.ขอนแก่น ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 10 หน้า

เมธา วรรณพัฒน์, ฉลอง วชิราภากร, กฤตพล สมมาตย์, สุทธิพงศ์ อริยะพงศ์สรรค์, โอภาส พิมพา และ เวชสิทธิ์ โทบุราณ. 2538. การใช้มันสำปะหลังเป็นอาหารสัตว์. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

เยาวมาลย์ คำเจริญ และสาโรช คำเจริญ. 2543. คุณสมบัติทางกายภาพ และทางเคมีของข้าวโพด เทียบกับการผลิตข้าวโพด วิทยาศาสตร์จากมันสำปะหลัง. สารสนเทศและการเกษตร. 48(8): 44-51.

- รัตนา ดันตเทติธรรม, ปฐมา จาตกานนท์ และยุพา ปานแก้ว. 2556. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ การวิเคราะห์ความต้องการของตลาดและการใช้ประโยชน์ จากมันสำปะหลังในประเทศจีน. โดยสถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 92 หน้า
- วราพันธ์ จินตณวิชัย, สุกัญญา จัตตุพรพงษ์, ฤทัยชนก มากระนิตย์, สุกัญญา ศรีมงคลงาม และ ณัฐฐา วิวัฒน์วงศ์นา. 2549. การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของปริมาณจุลินทรีย์กลุ่มแลคติก แอซิดแบคทีเรียและยีสต์ในระหว่างการหมักกากมันสำปะหลัง. การประชุมทางวิชาการ สาขาสัตวแพทยศาสตร์ ครั้งที่ 44. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. 30 มกราคม – 2 กุมภาพันธ์ 2549.
- วัชรพงษ์ วัฒนกุล. 2531. การศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของใบมันสำปะหลังป่นในอาหารมันสำปะหลัง สำหรับสุกรวิทยา นิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ศุภชัย อุดชาชน, สุกัญญา คำพะแย และ วิรัช สุขสำราญ. 2553. ผลของอัตราปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม ที่มีต่อผลผลิตและส่วนประกอบทางเคมีของถั่วท่าพระสไตโล. น. 97-101. ใน ประชุมวิชาการเกษตร ครั้งที่ 11 คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. วันที่ 25-26 มกราคม 2553.
- ศุภชัย อุดชาชน, วรณา อ่างทอง, อธิศักดิ์ ศิริบุรี และราไพร นามสีลี. 2557ก. การศึกษาเบื้องต้นสมรรถนะการเจริญเติบโตและลักษณะซาก ของโคภูพานลูกผสมพื้นเมือง. น. 141-152. ใน รายงานผลงานวิจัย ประจำปี 2557. สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพฯ

- ศุภชัย อุดชาชน, วรรณมา อ่างทอง, พิสมัย วงศ์พาณิชย์, อุดม ชัยนนท์. 2557ข. ผลของการใช้กากมันสำปะหลังหมักยีสต์ทดแทนอาหารชั้นในสูตรอาหารโคขุนพันธุ์กบินทร์บุรีที่มีต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตและลักษณะซาก. น. 180 – 191 ใน รายงานผลงานวิจัย ประจำปี 2557. สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพฯ
- สรารัฐ เกาะขุนทด 2545. ผลของมันสำปะหลังตากแห้งทั้งต้น (มันเฮย์) ในอาหารก่อก่อนคุณภาพสูงต่อผลผลิตน้ำนมในโคนมวิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น
- สมิต ยัมมงคล, เลอชาติ บุญเอก, สมเกียรติ ประสานพานิช, ปรีชา อินนุรักษ์ และ สุกัญญา จิตตพรพงษ์. 2550. ผลการใช้กากแป้งมันสำปะหลังแห้งในอาหารผสมรวม ต่อสมรรถภาพการผลิต คุณภาพซาก และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจในโคขุน. น. 279 – 286. ใน การประชุมวิชาการสัตวศาสตร์ ครั้งที่ 3. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ร่วมกับ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ และสมาคมสัตวบาลแห่งประเทศไทย.
- สาวตรี ลิ้มทอง. 2549. ยีสต์: ความหลากหลายและเทคโนโลยีชีวภาพ สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. 611 หน้า
- สิทธิศักดิ์ คำผา, พละ เขาวรัตน์, รังสรรค์ สิงห์เลิศ และ เมธา วรรณพัฒน์. 2551. ผลของการเสริมไบโมันสำปะหลังแห้ง (มันเฮย์) ทดแทนยาปฏิชีวนะต่อไขพยาธิในมูลนิเวศวิทยา รูเมนและอัตราการเจริญเติบโต ในกระบือปลักที่ปล่อยเลี้ยงและเล็มในแปลงหญ้ารัฐ. วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม. ปีที่ 2 ฉบับที่ 2: 29-38.
- สุนน โพธิ์จันทร์, อานุภาพ เสี่ยงสาย และประเสริฐ โพธิ์จันทร์. 2547. การใช้ยอดและไบโมันสำปะหลังแห้งในอาหารผสมเสร็จสำหรับโครีดนม.

น. 300 - 311. ใน รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2547. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ

สุกัญญา จัดตุพรพงษ์ และ วราพันธ์ จินตณวิชัย. 2558. การใช้ประโยชน์เศษเหลือจากมันสำปะหลัง. ศูนย์ค้นคว้าและ พัฒนาวិชาการอาหารสัตว์ สถาบันสุวรรณวจากกสิกิจฯ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม. แหล่งที่มา : [www.tapiocathai.org/Brochure/ c_2.pdf](http://www.tapiocathai.org/Brochure/c_2.pdf). 10 กุมภาพันธ์ 2558.

สุทิดา เข้มผะกา, วิทวัช โมฬี, สุรินทร์ บุญนันทนสาร และ เฉลิมชัย หอมตา. 2555. การปรับปรุงคุณภาพของกากมันสำปะหลังเพื่อเป็นแหล่งพลังงานทางเลือกใหม่สำหรับไก่เนื้อ. สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยสุรนารี.

อนันต์ ขวัญศิริกุล. 2549. ผลของการทดแทนมันเส้นด้วยเปลือกมันสำปะหลังในสูตรอาหารผสมสำเร็จ ที่มีฟางข้าวเป็นแหล่งอาหารเยื่อใยต่อปริมาณการกินได้ การย่อยได้ และสมรรถนะการเจริญเติบโตของแพะรุ่น. วิทยานิพนธ์ปริญญา วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

Supachai Udchachon, Somchai Tongpoonpol, Jaruwat Bhumithi and Sunantha Poeynok. 1993. Crop-Animal farming system research project phase II. Final report. Thailand. pp. : 27-52.



พิมพ์ที่ : กองโรงพิมพ์กลางมหาวิทยาลัย 232/199 ถ.ศรีจันทร์ ต.โนนเมือง อ.เมือง จ.ขอนแก่น 40000
Tel. 0-4332-8589-91 Fax. 0-4332-8592 E-mail : klungpress@hotmail.com 2558 สัปดาห์ 09