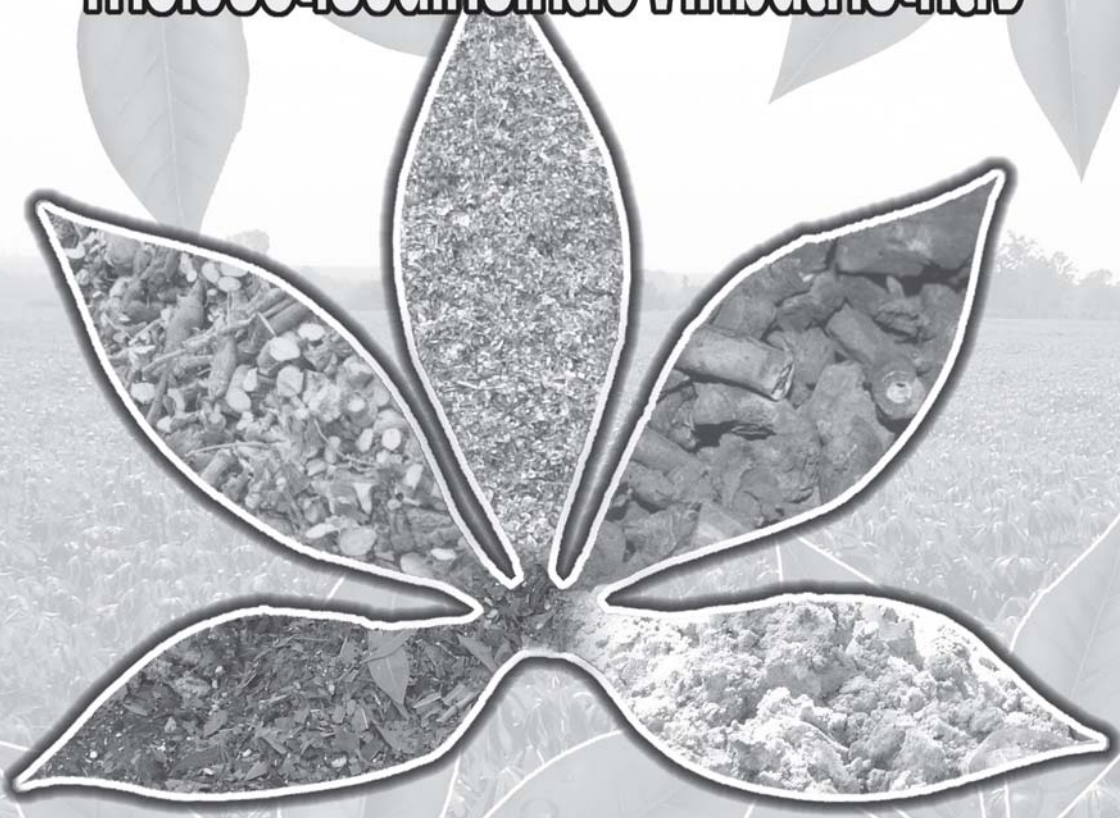


การใช้ประโยชน์เศษเหลือจากบับสำหรับปลูก



สุกัญญา จัตตุพรพงษ์

วราพันธ์ จินตณวิษญ์

ศูนย์คั้นคว่ำและพัฒนาวิชาการอาหารสัตว์

สถาบันสุวรรณวจากกสิกิจฯ

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม



คำนำ

การปลูกมันสำปะหลังเป็นอาชีพที่เกษตรกรในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง และภาคเหนือบางจังหวัด ทำกันมาเป็นเวลานาน โดยมีพื้นที่ปลูกรวมกว่า 7 ล้านไร่ ส่งผลให้มันสำปะหลังเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งของประเทศไทย แต่เกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังส่วนใหญ่กลับมีรายได้ค่อนข้างต่ำ มีฐานะยากจนและมีหนี้สินจำนวนมาก ทั้งนี้อาจจะเนื่องจากการปลูกมันสำปะหลังที่ผ่านมาให้ผลผลิตต่ำ หัวมันสดมีราคาถูก แม้ในระยะหลังหัวมันสดมีราคาสูงขึ้น แต่ต้นทุนในการปลูก ค่าน้ำมัน ปุ๋ยเคมีและสารกำจัดวัชพืชรวมทั้งค่าแรงงานที่สูงขึ้น ทำให้รายได้สุทธิของเกษตรกรส่วนใหญ่ไม่ได้เพิ่มขึ้นมากนัก

แนวทางในการช่วยเหลือเกษตรกรให้สามารถยึดการปลูกมันสำปะหลังเป็นอาชีพได้อย่างยั่งยืน คือ การลดต้นทุนและเพิ่มผลผลิตเช่นเดียวกับที่ทำในพืชอื่นๆ แต่สำหรับมันสำปะหลังนั้นยังมีผลพลอยได้จากแปลงปลูกและการแปรรูปมันสำปะหลังเป็นมันเส้นและแป้งมันสำปะหลัง ซึ่งจะทำให้เกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังและผู้ประกอบการที่ใช้มันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบมีรายได้เพิ่มขึ้นจากการนำเศษเหลือเหล่านั้นมาใช้ให้เกิดประโยชน์และมูลค่าเพิ่มได้มากมายหลายชนิด อาทิ การใช้ใบและยอดมันสำปะหลังมาตากให้แห้งหรือหมักเพื่อใช้เป็นอาหารสัตว์ การนำเหง้ามาเผาเป็นถ่านแทนไม้ ซึ่งจะได้น้ำส้มควันไม้เป็นผลพลอยได้เพิ่มเติมมาอีก นอกจากนี้ยังมีกากมันและเปลือกมันสำปะหลังจากโรงงานแป้งที่สามารถนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์ในรูปแบบต่างๆ กัน

เอกสารเล่มนี้ได้รวบรวมข้อมูลจากการศึกษาวิจัยและพัฒนาการใช้ประโยชน์วัสดุเหลือใช้ดังกล่าว โดยสถาบันสุวรรณวาทกสิกิจเพื่อการค้นคว้าและพัฒนาปศุสัตว์และผลิตภัณฑ์สัตว์และภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน โดยการสนับสนุนเป็นอย่างดีจากมูลนิธิสถาบันพัฒนามันสำปะหลังแห่งประเทศไทยในพระราชมณเฑียรสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ซึ่งมุ่งหวังจะช่วยให้เกษตรกรมีรายได้จากการปลูกมันสำปะหลังมากขึ้น ขณะที่ผู้เลี้ยงสัตว์จะมีวัตถุดิบอาหารสัตว์ใช้มากขึ้น และผู้ประกอบการหรือผู้สนใจยังสามารถพัฒนาการผลิตเป็นเชิงธุรกิจได้อีกด้วย



สารบัญ

	หน้า
ไขมันสำปะหลัง	6
การใช้ไขมันสำปะหลังเป็นอาหาร	7
- การผลิตไขมันสำปะหลังแห้งเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์	10
- มูลค่าของไขมันสำปะหลัง	12
- คุณค่าทางอาหารเมื่อเทียบกับราคาไขมันแห้ง	12
คำแนะนำในการใช้ไขมันสำปะหลังเป็นอาหารสัตว์	14
อาหารหมักไขมันสำปะหลัง	16
การผลิตอาหารหมักจากไขมันสำปะหลัง	17
การใช้ไขมันสำปะหลังหมักในอาหารสัตว์	19
การใช้ประโยชน์เปลือกมันสำปะหลัง	29
การใช้ประโยชน์เปลือกมันสำปะหลัง (เปลือกดิน)	30
การใช้ประโยชน์เปลือกมันสำปะหลัง (เปลือกล้าง)	35
กากเอทานอลจากมันสำปะหลัง	36
องค์ประกอบทางเคมีของกากเอทานอลที่ผลิตจากมันสำปะหลัง	39
การใช้ประโยชน์กากเอทานอลที่ผลิตจากมันสำปะหลัง	41
เหล้ามันสำปะหลัง	42
ลักษณะและสมบัติของเหล้ามันสำปะหลัง	42
การผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง	43
ลักษณะและสมบัติของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเหล้ามันสำปะหลัง	46
ประสิทธิภาพการใช้งานเชื้อเพลิงอัดแท่ง	47



ใบมันสำปะหลัง

ปัจจุบัน ผู้เลี้ยงสัตว์ได้หันมาใช้มันสำปะหลังเป็นแหล่งพลังงานหลักในสูตรอาหารกันอย่างแพร่หลายเพื่อลดต้นทุนการผลิตสัตว์ให้ต่ำลง และยังทำให้สัตว์มีสุขภาพดีขึ้นด้วย จึงอาจกล่าวได้ว่า ณ เวลานี้เกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์รวมทั้งผู้ผลิตอาหารสัตว์จำนวนมากใหญ่รู้จักการใช้มันสำปะหลังเป็นอาหารสัตว์แล้ว แต่ท่านทราบหรือไม่ว่าพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง 1 ไร่ นอกจากจะได้หัวมันสำปะหลังแล้ว ยังมีใบมันสำปะหลังเป็นจำนวนมาก ซึ่งเป็นผลพลอยได้หลังจากการเก็บเกี่ยวหัวมันสด ซึ่งปกติใบมันสำปะหลังเหล่านี้จะถูกทิ้งไว้ในแปลงประมาณ 300-500 กิโลกรัม/ไร่ (น้ำหนักสด) หรืออาจมากถึง 1 ตันต่อไร่ ขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์ของต้นมันสำปะหลัง จึงเป็นที่น่าเสียดายอย่างยิ่งถ้าใบมันสำปะหลังเหล่านี้ไม่ได้นำมาใช้ประโยชน์ ทั้งนี้เพราะประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังถึงประมาณ 7 ล้านไร่ ดังนั้นในแต่ละปีจึงมีใบมันสำปะหลังสดเป็นจำนวนมากไม่น้อยกว่า 2 ล้านตันที่ไม่ได้นำมาใช้ประโยชน์หรือทำให้เกิดมูลค่าขึ้นมา ทั้งที่ใบมันเหล่านี้มีคุณค่าและมูลค่าอีกมากถ้ารู้จักนำมาใช้ประโยชน์ โดยนำใบมันสำปะหลัง มาตากแห้งหรือหมักเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์



การใช้ใบมันสำปะหลังเป็นอาหารสัตว์

ใบมันสำปะหลังเป็นผลพลอยได้หลังจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตหัวมันสำปะหลัง ใบมันสำปะหลังสดทั่วไปมีความชื้นอยู่สูงประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ และมีระดับไซยาไนด์อยู่สูง ไม่ควรนำมาใช้เลี้ยงสัตว์ในสภาพยังสดอยู่ อย่างไรก็ตาม ใบมันสำปะหลังแห้ง โดยผ่านการผึ่งแดด 2–3 แดด หรือทำการอบแห้งให้มีความชื้นไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์ สามารถใช้เป็นวัตถุดิบที่ดีในสูตรอาหารได้ โดยไม่เพียงแต่เป็นแหล่งของโปรตีนและเยื่อใยในสูตรอาหารเท่านั้น แต่ยังเป็นแหล่งให้สารสีหรือสารแซนโทฟิลล์ในอาหารสัตว์อีกด้วย คุณค่าทางโภชนาและองค์ประกอบทางเคมีของใบมันสำปะหลังตากแห้งแสดงในตารางที่ 1 ใบมันสำปะหลังอาจจัดเป็นวัตถุดิบอาหารให้โปรตีน สารสี หรือเยื่อใย เจริญศักดิ์ (2531) ได้รายงานถึงระดับโปรตีนในใบมันสำปะหลังที่ปลูกในประเทศไทย 13 สายพันธุ์ พบว่ามีโปรตีนในช่วง 21.6–25.3 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเฉลี่ยอยู่ที่ 23.7 เปอร์เซ็นต์ โดยค่าโปรตีนในใบมันสำปะหลังขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ของมันสำปะหลัง ความอุดมสมบูรณ์ของดิน การใส่ปุ๋ย และอายุการเก็บเกี่ยว สำหรับโปรตีนในใบมันสำปะหลังมีกรดอะมิโนไลซีนเป็นองค์ประกอบอยู่สูง แต่ขาดกรดอะมิโนเมทไธโอนีนเมื่อเทียบกับคำแนะนำจาก FAO แม้ว่าใบมันสำปะหลังมีระดับของความเป็นพิษของไซยาไนด์อยู่ แต่เมื่อนำใบมันสำปะหลังผ่านกระบวนการทำให้แห้งโดยการผึ่งแดด จะสามารถลดระดับสารไซยาไนด์ลงเหลือประมาณ 30 ส่วนในหนึ่งล้านส่วน (ppm) ซึ่งเป็นระดับที่ไม่ทำให้เป็นพิษกับตัวสัตว์

โปรตีนในใบมันสำปะหลังสามารถใช้ทดแทนโปรตีนจากถั่วเหลืองในอาหารสัตว์ได้ ส่วนระดับการใช้ใบมันสำปะหลังในสูตรอาหารสัตว์จะขึ้นอยู่กับระดับเยื่อใยในใบมันสำปะหลังแห้งด้วย หากใบมันสำปะหลังมีระดับเยื่อใยสูงมากขึ้น เช่น ใบมันสำปะหลังที่มีส่วนดิน และก้านใบปนมากก็จะมีผลทำให้ใช้ใบมันสำปะหลังนั้นได้ต่ำกว่าขีดจำกัดสูงสุดที่แนะนำไว้ในสูตรอาหาร คือ ในสูตรอาหารสุกรระยะรุ่น-ขุน ใช้ได้ไม่เกิน 15 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารสุกรหย่านมใช้ได้ไม่เกิน

ระดับ 5 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหาร นอกจากนี้การใช้ใบมันสำปะหลังส่งผลให้ปริมาณ กลูตาไธโอนโดยรวมในเมล็ดเลือดแดงของสุกรเพิ่มสูงขึ้น ปริมาณกลูตาไธโอนที่เพิ่มขึ้นนี้จะส่งผลให้ร่างกายสัตว์มีความต้านทานต่อการเกิดอนุมูลอิสระมากขึ้น และ ทำให้สัตว์มีสุขภาพที่ดีขึ้นด้วย

ตารางที่ 1 แสดงโภชนะและกรดอะมิโนของใบมันสำปะหลัง

โภชนะ	เปอร์เซ็นต์	กรดอะมิโน	เปอร์เซ็นต์ ^{1/}
ความชื้น	8.90	ไลซีน	1.46
โปรตีนรวม	21.39	เมทไธโอนีน	0.47
เยื่อใย	22.19	เมทไธโอนีน+ซีลตีิน	0.50
ไขมัน	3.85	ทรีปโตเฟน	**
เถ้า	8.11	ทรีโอนีน	1.38
คาร์โบไฮเดรต	35.56	ลิวซีน	2.86
แคลเซียม	1.61	ไอโซลิวซีน	1.51
ฟอสฟอรัส	0.19	อาร์จินีน	2.08
กรดไฮโดร ไซยานิก (พีพีเอ็ม)	36.92	เฟนิลอลานีน	2.20
พลังงานใช้ประโยชน์ได้*	2,744.07	ฮิสติดีน	5.66
(กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม)		แวลีน	2.69

*พลังงานใช้ประโยชน์ได้จากการคำนวณ

**ไม่ได้ทำการวิเคราะห์

^{1/}จากตัวอย่างใบมันสำปะหลังโปรตีน 13.89 เปอร์เซ็นต์

การใช้ไขมันสำปะหลังเป็นแหล่งสารสีแซนโทฟิลล์ในอาหารสัตว์ปีก เช่น ในอาหารไก่ไข่ พบว่าการเพิ่มระดับไขมันสำปะหลังในสูตรอาหารทำให้คะแนนสีไข่แดงสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ไก่ไข่ที่กินอาหารสูตรที่ใช้มันสำปะหลังเสริมด้วยไขมันสำปะหลัง เพื่อเป็นแหล่งสารสี มีคุณภาพไข่ที่ผลิตได้ไม่แตกต่างจากไข่ของไก่ที่กินอาหารสูตรข้าวโพด แต่การใช้ไขมันสำปะหลังในระดับสูงอาจทำให้อาหารมีเชื้อไขสูงและมีความฟามมาก ทำให้ปริมาณการกินอาหารของสัตว์ไม่เพียงพอ ระดับไขมันสำปะหลังที่ใช้ในอาหารไก่ไข่จึงไม่ควรเกิน 5-7 เปอร์เซ็นต์

แม่ไก่ที่กินอาหารสูตรที่ใช้ไขมันสำปะหลังมีสีของไข่แดงเข้มกว่าสูตรอาหารที่มีการใช้ใบกระถิน เนื่องจากไขมันสำปะหลังมีแคโรทีนและแซนโทฟิลล์ปริมาณสูงกว่าในใบกระถิน

การใช้ไขมันสำปะหลังในอาหารไก่ไข่ นอกจากจะทำให้สีของไข่แดงดีขึ้นแล้ว ยังช่วยเพิ่มภูมิคุ้มกันโรคของไก่ให้สูงขึ้น แม่ไก่มีสุขภาพดี คุณภาพของไข่ดีขึ้น และสามารถเก็บรักษาไข่ได้ระยะเวลานานขึ้นด้วย

การใช้ไขมันสำปะหลังในอาหารโคนม เอนไซม์ของจุลินทรีย์ในรูเมนและของพืชที่โคกินเข้าไปจะเร่งปฏิกิริยาการสลายสารไซยาโนจีนิก กลูโคไซด์เป็นไซยาไนด์ และถูกดูดซึมได้อย่างรวดเร็ว สารไซยาไนด์ที่ดูดซึมเข้าสู่ร่างกายโคนนั้นจะถูกลดความเป็นพิษโดยรวมกับสารไซโอซิสเตอีน หรือไซโอซัลเฟตได้สารไซโอไซยานेट ซึ่งปริมาณไซโอไซยานेटในน้ำนม 10-15 พีพีเอ็ม (ส่วนในล้านส่วน) เหมาะสมและเพียงพอต่อการกระตุ้นการทำงานของระบบแลคโตเปอร์ออกซิเดสที่ใช้ในการต่อต้านและยับยั้งจุลินทรีย์ในน้ำนมดิบ จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด และโคโลฟอร์มในน้ำนมดิบของแม่โคที่กินไขมันสำปะหลังแห้งให้ลดลงกว่าน้ำนมดิบของแม่โคที่กินอาหารปกติ ส่งผลให้น้ำนมดิบมีคุณภาพดีขึ้น

เนื่องจากในใบมันสำปะหลังยังมีสารไซยาไนด์เหลืออยู่ในระดับต่ำๆ และร่างกายจะเปลี่ยนสารไซยาไนด์เป็นสารไซโอไซยาเนต ซึ่งสามารถทำปฏิกิริยากับไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ในกระบวนการต้านอนุมูลอิสระให้เปลี่ยนเป็นน้ำ ซึ่งเป็น การช่วยกำจัดอนุมูลอิสระอีกทางหนึ่ง รวมทั้ง กระตุ้นการสังเคราะห์กลูตาไธโอนด้วย ดังนั้นใบมันสำปะหลังจึงมีศักยภาพในการใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่นอกจากเป็นแหล่งให้โปรตีนและสารให้สีแล้ว ยังเป็นวัตถุดิบอาหารที่มีสารต่อต้านอนุมูลอิสระซึ่งช่วยเพิ่มภูมิคุ้มกันทานโรครให้แก่สัตว์ได้อีกด้วย

การผลิตใบมันสำปะหลังแห้งเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์

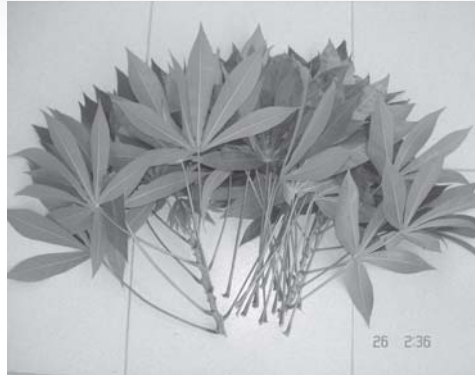
ในปัจจุบันการปลูกมันสำปะหลังเพื่อเก็บใบสดนั้นยังมีทำกันน้อยมาก ส่วนใหญ่ทำในพื้นที่ที่มีการเลี้ยงโคนมทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เช่น ขอนแก่น อุดรธานี และในภาคกลาง เช่น ลพบุรี สระบุรี อย่างไรก็ตาม การปลูกมันสำปะหลังของเกษตรกรในหลายพื้นที่มีการปลูกตลอดทั้งปีและมีการขุดหัวมันไปขายเกือบตลอดทั้งปีเช่นกัน ดังนั้น จึงแนะนำให้เก็บใบมันสำปะหลังก่อนที่จะขุดหัวมัน โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. การเก็บใบมันสำปะหลัง ควรเก็บใบมันสำปะหลังจากต้นก่อนการเก็บเกี่ยวหัวมันสด เนื่องจากการเก็บใบมันสำปะหลังหลังการเกี่ยวแล้วนั้น อาจทำได้ไม่สะดวก และไม่



สามารถเก็บใบมันสำปะหลังในแปลงได้หมด แต่ควรเก็บใบมันก่อนการขุดหัวมันไม่เกิน 12–24 ชั่วโมง เพื่อไม่ให้มีผลกระทบต่อเปอร์เซ็นต์แป้งในหัวมันสำปะหลัง

2. การเก็บใบมันนั้นควรเด็ดส่วนยอดบริเวณที่มีสีเขียวยาวลงมาประมาณ 20 เซนติเมตร ส่วนที่เหลือเด็ดเฉพาะใบกับก้านใบเท่านั้น ไม่ควรเก็บส่วนของลำต้นติดมาด้วย เนื่องจากจะทำให้ใบมันสำปะหลังที่ได้มีคุณภาพต่ำ คือโปรตีนต่ำเยื่อใยสูง และส่วนก้านกับลำต้นยังทำให้แห้งได้ช้าอีกด้วย



3. เมื่อเก็บใบมันมาแล้วควร ตาก/ผึ่งแดดให้เร็วที่สุด เนื่องจากการเก็บไว้ในกระสอบหรือกองไว้ ทำให้เกิดความร้อนขึ้น ใบมันสำปะหลังจะมีลักษณะตายหนึ่ง ทำให้ใบมันสำปะหลังที่ได้เป็นสีน้ำตาลไม่เป็นสีเขียว ไม่น่าใช้ อีกทั้งทำให้มีการสูญเสียวิตามินเอและสารสีในใบมันไปด้วย

4. นำใบมันสำปะหลังที่เก็บได้มาตาก/ผึ่งแดด ให้แห้ง โดยอาจสับเป็นชิ้น ซึ่งจะทำให้ตากแห้งเร็วขึ้น ระหว่างการตากทำการกลับใบมันสำปะหลังไปมาให้ส่วนใบและก้านแห้งได้ทั่วถึงโดยตาก/ผึ่งแดด นาน 2–3 แดด ซึ่งใบมันแห้งที่ได้นี้สามารถนำไปใช้เป็นวัตถุดิบอาหารโค-กระบือ ได้ทันทีโดยไม่ต้องทำการบดสำหรับในสัตว์กระเพาะเดี่ยว เช่น สุกรและสัตว์ปีก ต้องนำไปบดให้ละเอียดก่อนนำไปใช้ผสมกับวัตถุดิบชนิดอื่น

มูลค่าของใบมันสำปะหลัง

การทำใบมันสำปะหลังแห้ง เพื่อเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์นั้น มีความคุ้มค่าต่อการลงทุนทั้งในแง่ของเกษตรกร, ผู้แปรรูป และยังทำให้ผู้เลี้ยงสัตว์ได้วัตถุดิบที่มีคุณภาพดีราคาถูก ใบมันสำปะหลังสด 3 กิโลกรัม เมื่อตากแห้งเป็นใบมันสำปะหลังแห้งประมาณ 1 กิโลกรัม ที่ความชื้นประมาณ 13 เปอร์เซ็นต์ ส่วนราคาใบมันสำปะหลังแห้งที่จะขายได้ขึ้นกับคุณภาพ คือถ้าใบมาก กิ่งก้านลำต้นน้อย โปรตีนสูงประมาณ 20–24 เปอร์เซ็นต์ มูลค่าอยู่ที่ประมาณ 5 บาทต่อกิโลกรัม ดังนั้นเมื่อเทียบกับใบมันสำปะหลังสดจะมีมูลค่าไม่น้อยกว่ากิโลกรัมละ 1–1.50 บาท นั้นหมายความว่าเกษตรกรที่เก็บใบมันสำปะหลังสดขายจะมีรายได้เพิ่มขึ้น 400–500 บาทต่อไร่ หรือมากกว่านั้น

คุณค่าทางอาหารเมื่อเทียบกับราคาใบมันแห้ง

ใบมันสำปะหลังแห้งที่มีโปรตีน 20 – 24 เปอร์เซ็นต์ ราคาประมาณ 5–5.50 บาท เป็นราคาที่สามารถยอมรับได้เมื่อเทียบกับกากถั่วเหลือง แม้ว่าใบมันสำปะหลังจะมีสารพิษสำคัญ 2 ชนิด คือกรดไฮโดรไซยานิกและสารแทนนิน แต่ในใบมันแห้งจะมีกรดไฮโดรไซยานิกเหลืออยู่ในระดับต่ำมากไม่เกิน 30 ส่วนในล้านส่วน เช่นเดียวกับในมันเส้นที่สารพิษระเหยออกไประหว่างผึ่งแดด จนเหลือระดับปลอดภัยสำหรับสัตว์ และในระดับต่ำดังกล่าวนี้จะช่วยกระตุ้นให้เกิดระบบที่ทำให้สัตว์มีความต้านทานโรคเพิ่มขึ้นด้วย ส่วนปริมาณแทนนินที่มีอยู่ในระดับต่ำก็ยังมีประโยชน์สามารถควบคุมพยาธิในตัวสัตว์ได้ด้วย

นอกจากนี้ ใบมันสำปะหลังแห้งยังสามารถใช้เป็นแหล่งของวิตามินเอ (แคโรทีน) และสารสีแซนโทฟิลล์ให้กับสัตว์โดยมีปริมาณสูงกว่าคือประมาณ 660 มก./กก. เทียบกับ 318 มก./กก. ที่มีอยู่ในใบกระถิน

ข้อดี/ประโยชน์ของการใช้ใบมันสำปะหลังเป็นอาหารสัตว์

1. ลดต้นทุนค่าอาหาร เนื่องจากมีราคาถูก
2. สามารถใช้ทดแทนแหล่งโปรตีนอื่น ๆ ได้
3. ให้สารสีธรรมชาติ
4. สัตว์ที่กินอาหารสูตรใบมันสำปะหลังมีสุขภาพดี ไม่ป่วยง่าย
5. สัตว์ให้ผลผลิตเนื้อ นม ไข่ที่มีคุณภาพดี

ข้อจำกัดใช้ในสูตรอาหารสัตว์

ข้อจำกัดในการใช้ใบมันสำปะหลัง คือ ระดับเชื้อยหรือความฟาม ดังนั้นในการผลิตใบมันสำปะหลังแห้งจึงต้องพยายามให้มีส่วนของก้านใบและลำต้นติดมาน้อยที่สุด เพื่อให้เชื้อยไม่มากเกินไป ขณะที่โปรตีนก็สูงขึ้นซึ่งจะทำให้สามารถใช้ในสูตรอาหารสัตว์ได้ในระดับที่สูงขึ้นด้วย สำหรับกรดไฮโดรไซยานิกในใบมันแห้งไม่ได้เป็นข้อจำกัดเนื่องจากมีในระดับต่ำมาก ส่วนสารแทนนินนั้นหากใช้ใบมันสำปะหลังในสูตรอาหารในระดับสูงมากๆ อาจมีผลกระทบทำให้สุกรและสัตว์ปีกมีการย่อยได้ของอาหารลดลงบ้าง แต่จะไม่มีผลกระทบกับสัตว์กระเพาะรวม (โค กระบือ ฯลฯ)



คำแนะนำในการใช้ไขมันสำปะหลังเป็นอาหารสัตว์

สุกร

การใช้ไขมันสำปะหลังเป็นอาหารสุกรนั้น ควรนำมาบดให้ละเอียดเสียก่อน สำหรับระยะของสุกรที่แนะนำให้ใช้คือ สุกรระยะรุ่น-ขุนและแม่สุกรอุ้มท้อง เนื่องจากไขมันสำปะหลังมีเยื่อใยค่อนข้างสูงซึ่งทำให้เยื่อใยในสุตรอาหารสูงขึ้น



ด้วย จึงแนะนำให้ใช้ในสุตรอาหารในระดับไม่เกิน 10-15 เปอร์เซ็นต์ การใช้ไขมันสำปะหลังระดับนี้ไม่ส่งผลกระทบต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพซากด้วย ส่วนสุกรหย่านม-สุกรเล็กควรใช้ในระดับไม่เกิน 5 เปอร์เซ็นต์ในสุตรอาหาร

สัตว์ปีก

การใช้ไขมันสำปะหลังในอาหารสัตว์ปีกนั้นสามารถนำมาใช้ได้เช่นเดียวกับในสุกรที่ต้องทำการบดให้ละเอียดเสียก่อน โดยเฉพาะในไก่ไข่และเป็ดไข่ ไขมันสำปะหลังนอกจากเป็นแหล่งโปรตีนแล้วยังเป็นแหล่งสารสีในไข่แดง แต่อย่างไรก็ตามการใช้ไขมันสำปะหลังระดับสูงอาจทำให้อาหารมีเยื่อใยสูงและฟ้าม ทำให้สัตว์กินอาหารได้น้อยลงส่งผลให้ปริมาณสารอาหารที่สัตว์ได้รับไม่เพียงพอ ดังนั้นระดับไขมันสำปะหลังในอาหารสัตว์ปีกจึงไม่ควรเกิน 5-7 เปอร์เซ็นต์



โคเนื้อ, โคนม - กระบือ

การใช้ใบมันสำปะหลัง เป็นอาหารโค-กระบือนั้นทำได้ค่อนข้างสะดวก เนื่องจากไม่จำเป็นต้องบดให้ละเอียดเหมือนในอาหารสุกร และสัตว์ปีก เพียงแค่สับแล้วตากให้แห้งก็นำมาใช้ได้เลย โดยใช้ผสมอาหารข้นหรืออาหารสูตรสมบูรณ์



(TMR) ในระดับ 10-30 เปอร์เซ็นต์ หรือให้กินเสริมโปรตีน แม้ว่าการใช้ใบมันสำปะหลังในอาหารโค-กระบือสามารถใช้ได้ในระดับสูงกว่าในสุกรและสัตว์ปีก แต่ก็ควรคำนึงถึงความน่ากินของอาหารด้วย เพราะการใช้ใบมันสำปะหลังระดับสูง จะทำให้อาหารฟามและมีความน่ากินต่ำลงเล็กน้อย

อาหารหมักไบโमันสำปะหลัง

การทำไบโमันสำปะหลังตากแห้งนั้นในหลายพื้นที่อาจพบปัญหาในการตากไบโमัน ไม่ว่าจะเป็พื้นที่ที่ใช้ในการตากไบโमัน ปัญหาในการตาก เนื่องจากไบโमันที่แห้งแล้วมักโดนลมพัดปลิวได้ง่าย ต้องทำตาข่ายกันเพื่อไม่ให้ไบโမันปลิว ซึ่งเกิดความยุ่งยาก หรือในบางช่วงฝนตกไม่สามารถตากไบโမันได้ ดังนั้นจึงขอแนะนำวิธีการใช้ไบโမันสำปะหลังสำหรับอาหารสัตว์ในรูปแบบอื่น นั่นคือ “ไบโမันสำปะหลังหมัก”

สำหรับการทำไบโမันสำปะหลังหมักก็ใช้หลักการเหมือนการผลิตอาหารหมักจากพืชทั่วไป คือการเก็บรักษาพืชที่ต้องการหมักไว้ในภาชนะซึ่งอาจเป็นไซโล หลุม ถังหรือลงในสภาพไร้อากาศหรือโล่อากาศ (ออกซิเจน) ออกให้เหลือน้อยที่สุด หลังจากภายในภาชนะมีสภาพไร้ออกซิเจน จุลินทรีย์ที่ไม่ใช้ออกซิเจนก็เริ่มเจริญและเพิ่มปริมาณมากขึ้น แล้วทำการเปลี่ยนน้ำตาลเป็นกรดแลคติก กรดอะซิติกเอทานอลและคาร์บอนไดออกไซด์ กรดที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่เป็นกรดแลคติก ซึ่งทำให้เกิดสภาพความเป็นกรด-เบส (pH) ลดลง ทำให้สามารถเก็บถนอมอาหารไว้ได้ไม่เปลี่ยนแปลง ไม่น่าเสียดราบไคที่ยังอยู่ในสภาพไร้ออกซิเจน แต่ถ้ามีการเปิดภาชนะออก มีออกซิเจนเข้าไปสัมผัสกับพืชหมักอีก จุลินทรีย์ที่ใช้ออกซิเจนจะเริ่มเจริญและทำงานอีกครั้ง ทำให้พืชหมักเน่าเสียได้



การผลิตอาหารหมักจากใบมันสำปะหลัง

ใบมันสำปะหลังที่นำมาเป็นอาหารหมักนั้น หากจะให้ใบมันที่หมักมีคุณภาพดี โปรตีนสูง ควรเก็บใบมันสำปะหลังส่วนยอดบริเวณที่มีสีเขียว ยาวลงมาประมาณ 20 เซนติเมตร ส่วนที่เหลือเด็ดเฉพาะใบกับก้านใบ ไม่ควรเก็บส่วนของลำต้นติดมาด้วย จากนั้นนำไปสับเป็นชิ้นๆ เพื่อทำการหมักต่อไป ซึ่งรูปแบบการทำใบมันสำปะหลังมีหลายรูปแบบดังนี้

1. การใช้ใบมันสำปะหลังสดหมักเพียงอย่างเดียว

สำหรับการใช้ใบมันสำปะหลังสดหมักเพียงอย่างเดียว จะได้คุณค่าทางอาหารค่อนข้างสูง โดยเฉพาะโปรตีน เนื่องจากในใบมันสำปะหลังที่มีสภาพสดมีโปรตีน



ประมาณ 5-6 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อคิดเป็นน้ำหนักแห้งจะมีโปรตีนประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ สำหรับการหมักใบมันสำปะหลังเพียงอย่างเดียวต้องใช้เวลาในการหมักอย่างน้อย 21 วัน เพื่อให้เกิดกรดเพียงพอที่จะรักษาสภาพใบมันไว้และทำให้สารพิษในใบมันสำปะหลังมีปริมาณลดลงจนไม่เป็นอันตรายต่อตัวสัตว์ด้วย

2. การใช้ใบมันสำปะหลังสดร่วมกับการใช้หัวมันสด

การใช้ใบมันสำปะหลังสด ร่วมกับการใช้หัวมันสด สามารถนำมาใช้ได้โดยสับหัวมันสำปะหลังสด ให้เป็นชิ้นขนาดเล็ก ในอัตราส่วน



หัวมันสดต่อไบมัน 1 ต่อ 2 ถึง 1 ต่อ 5 แล้วแต่วัตถุประสงค์และความต้องการว่าจะใช้เป็นแหล่งเสริมพลังงานหรือโปรตีน ถ้าต้องการโปรตีนสูงก็ใช้ไบมันสำปะหลังมากขึ้นและใช้หัวมันสดสับน้อยลง ซึ่งไบมันสำปะหลังหมักที่ได้จะมีสภาพพอเหมาะ ความชื้นไม่สูงเกินไป กลิ่นหอม สัตว์ชอบกิน



3. การใช้ไบมันสำปะหลังสดร่วมกับกากมันสำปะหลัง (สภาพเปียก) จากโรงงานผลิตแป้งหรือสารให้ความหวาน

ข้อดีของการใช้กากมันสำปะหลังร่วมกับการหมักไบมันสำปะหลังคือ ในกากมันสำปะหลังที่เก็บกองไว้ 5 – 7 วัน จะมีปริมาณจุลินทรีย์กลุ่มที่ผลิตกรดแลกติกจำนวนมากประมาณ 10^6 - 10^7 โคโลนี/กรัม ในขณะที่วัตถุดิบอาหารสัตว์โดยทั่วไปมีจุลินทรีย์กลุ่มนี้ประมาณ 10^2 - 10^3 โคโลนี/กรัม เท่านั้น ดังนั้นการที่มีจุลินทรีย์ที่ผลิตกรดแลกติกจำนวนมากนั้น



จะเป็นตัวช่วยกระตุ้นหรือเร่งให้มีการหมัก และสามารถผลิตกรดแลกติกได้ปริมาณสูง ความเป็นกรดเพิ่มขึ้นได้อย่างรวดเร็ว ดังนั้นการหมักไบมันสำปะหลังร่วมกับ

กากมันสำปะหลังจึงใช้ระยะเวลาในการหมักน้อยลง จาก 21 วัน เหลือเพียง 10-14 วัน เท่านั้น ซึ่งกรดไฮโดรไซยานิกในใบมันสำปะหลังจะเหลืออยู่ในระดับที่ไม่เป็นอันตรายต่อตัวสัตว์ โดยแนะนำให้ใช้กากมันสำปะหลังสดไม่เกิน 10-20 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับใบมันในการทำใบมันหมัก หากใช้กากมันสำปะหลังระดับที่มากกว่านี้จะทำให้อาหารหมักที่ได้มีความชื้นสูง อาหารหมักมีคุณภาพไม่ดี อีกทั้งยังทำให้ระดับโปรตีนในอาหารหมักลดลงด้วย

ข้อควรระวัง สำหรับการใช้ใบมันหมักเป็นอาหารสัตว์ คือ สารไฮโดรไซยานิกในใบมันสำปะหลัง ถ้าใบมันสำปะหลังหมักยังมีสีเขียวของใบอยู่ แสดงว่ายังทำการหมักไม่สมบูรณ์ กรดไฮโดรไซยานิกยังคงมีระดับสูง หากนำไปเลี้ยงสัตว์ อาจเกิดอันตรายได้ ดังนั้นให้สังเกตสีของใบมันสำปะหลังหมักถ้ามีสีเขียวอมเหลือง และมีกลิ่นเปรี้ยวเหมือนของคองทั่วไป แสดงว่าได้ผ่านการหมักที่สมบูรณ์แล้วสามารถนำไปเลี้ยงสัตว์ได้ และเมื่อเทียบคุณค่าทางโภชนาการกับหญ้าหมักแล้วพบว่าใบมันสำปะหลังหมักจะมีคุณค่าทางอาหารมากกว่า โดยมีโปรตีนสูงถึงประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ เมื่อคิดเป็นน้ำหนักแห้ง ในขณะที่หญ้าหมักมีโปรตีนประมาณ 12-14 เปอร์เซ็นต์ เมื่อคิดเป็นน้ำหนักแห้ง

การใช้ใบมันสำปะหลังหมักในอาหารสัตว์

การใช้ใบมันสำปะหลังหมักเป็นแหล่งอาหารหยาบสำหรับโคเนื้อ-โคนม และกระบือ สามารถทำได้เช่นเดียวกับหญ้าหมัก โดยให้กินได้อย่างเต็มที่ ซึ่งวิธีการให้ใบมันสำปะหลังหมักนั้นควรค่อย ๆ ให้ทีละน้อย เพื่อที่สัตว์จะได้มีการปรับสภาพของกระเพาะรูเมน (กระเพาะผ้าชีวรีว) ที่ไม่เคยได้รับใบมันสำปะหลังหมักนี้มาก่อน และเมื่อสัตว์มีการปรับสภาพของกระเพาะรูเมนกับใบมันสำปะหลังหมักแล้ว สัตว์จะสามารถกินได้อย่างเต็มที่ ไม่มีปัญหาภาวะความเป็นกรดในกระเพาะรูเมน สำหรับหลายคนอาจสงสัยว่ากลิ่นเปรี้ยวที่มีในใบมันสำปะหลังหมักจะมีผลต่อกลิ่นในน้ำนมหรือไม่ ดังนั้นการใช้ใบมันสำปะหลังหมักในอาหารโคนม จึงขอ

แนะนำว่าไม่ควรให้ใบมันสำปะหลังหมักกับโคในขณะรีดนม เนื่องจากใบมันสำปะหลังมีคุณสมบัติในการดูดซับกลิ่นต่างๆ จากสิ่งแวดล้อมได้อย่างรวดเร็ว การที่ให้ใบมันสำปะหลังหมักกับโคขณะรีดนมจึงมีผลให้กลิ่นของใบมันหมักติดไปกับน้ำนมได้

อย่างไรก็ตามการใช้ใบมันหมักเป็นอาหารเสริมโปรตีนหรือปรับปรุงคุณภาพอาหารหยาบนั้น ไม่สมควรไปลดอาหารประเภทแป้งซึ่งเป็นแหล่งพลังงานของโค เพราะหากพลังงานไม่เพียงพอก็จะมีผลกระทบต่อทำให้การผลิตน้ำนมลดลงได้ การเสริมใบมันหมักก็จะไม่ก่อให้เกิดประโยชน์แต่อย่างใด

นอกจากนี้ใบมันสำปะหลังหมักยังสามารถนำไปใช้เป็นอาหารสำหรับสุกรได้อีกด้วย ซึ่งในบางประเทศก็ได้มีการปฏิบัติกัน แต่ในบ้านเราไม่ค่อยนิยมนัก เนื่องจากใบมันสำปะหลังหมักมีเชื้อโรคและความชื้นค่อนข้างสูง ถ้าใช้ในปริมาณมากจะทำให้สุกรมีปริมาณการกินอาหารลดลง สุกรอาจได้รับโรคนั้นไม่เพียงพอกับความ ต้องการ ดังนั้นหากนำมาใช้เป็นอาหารสุกรควรใช้ในลักษณะการเสริมจากอาหารที่กินปกติ ซึ่งแนะนำให้ใช้กับแม่สุกรอุ้มท้องและสุกรขุน เนื่องจากสุกรระยะนี้ไม่ต้องการพลังงานมากนัก และสามารถกินอาหารที่มีระดับเชื้อโรคสูงได้โดยไม่กระทบต่อสมรรถภาพการผลิต



การผลิตไบมันสำปะหลังตากแห้ง



เด็ดยอดและไบมันสำปะหลัง
ก่อนการขูดหัวสด 12-24 ชั่วโมง



เด็ดยอดและไบมันสำปะหลังสด
ความยาวประมาณ 20-30 เซนติเมตร



สับยอดและไบมันสำปะหลังด้วยเครื่องสับ



ตากไบมันสำปะหลังที่สับแล้วบนลาน
คอนกรีต และกลับวันละ 3-4 ครั้ง



ตากยอดและไบมันสำปะหลังบนมุ้งเขียว
และกลับวันละ 1-2 ครั้ง



เคาะส่วนไบซึ่งแห้งกรอบ และแยกส่วนกิ่ง
ก้านและยอดอ่อนออกไป

การผลิตไบโอมันสำปะหลังตากแห้ง (ต่อ)



สภาพไบโอมันที่โดนฝนในระหว่างการตาก จะมีสีค่อนข้างคล้ำ



ไบโอมันที่ตากโดยไม่มีการกลับเลยทำให้เกิดสภาพตายนิ่ง



ไบโอมันที่ตากกลางแจ้งแล้วย้ายมาฝั่งในร่มจนแห้งสนิท ทำให้ไบโอมันสีเขียวสด



นำไบโอมันมาผ่านเครื่องร่อนขนาดเล็กเพื่อแยกส่วนกึ่งก้านและไบส่วนหยาบออก



ไบโอมันแห้งคุณภาพดี



ไบโอมันแห้งบรรจุถุงพร้อมจำหน่าย

การผลิตไบมันสำปะหลังหมัก



ยอดและไบมันสดที่เกษตรกรเก็บมาขาย



กากจากโรงงานผลิตแป้งมันหรือสาร
ความหวานใช้เป็นส่วนผสม



บดยอดและไบมันสดพร้อมกับการใส่
กากมันสดไปด้วย



นำยอดและไบมันสำปะหลังที่ผสมกากมัน
สดบรรจุถุงพลาสติกแล้วซั้งน้ำหนัก



ยอดและไบมันหมักที่บรรจุถุงพลาสติก
ดูดอกอากาศออกให้มากที่สุด



ยอดและไบมันที่ผ่านขบวนการหมัก
สมบูรณ์พร้อมที่จะใช้เลี้ยงสัตว์

การใช้เปลือกมันสำปะหลัง (เปลือกดิน) ในการเพาะเห็ด



เปลือกดินที่ได้จากการร่อนทำความสะอาด
สะอาดหิวมันสด



เปลือกดินประกอบด้วยดินทราย
เยื่อชั้นนอก และเศษหิวมันสด



มูลโคแห้งที่ใช้โรยรองพื้น



พื้นดินที่ซูดเขาจะเป็นร่องตื้นๆ



บล็อกไม้ที่จะใช้อัดเปลือกดิน



เปลือกดินชุบน้ำให้เปียกแล้วอัดในบล็อกไม้
พร้อมโรยเชื้อเห็ดเป็นชั้นๆ 3-4 ชั้น

การใช้เปลือกมันสำปะหลัง (เปลือกดิน) ในการเพาะเห็ด (ต่อ)



ใช้พลาสติกคลุมบนโครงไม้ที่ครอบ
ก้อนกองเห็ด



ใช้ฟางแห้งคลุมทับพลาสติกที่คลุมก้อน
กองเห็ดอีกชั้น



รดน้ำให้ฟางเปียกชุ่มวันละ 3-4 ครั้ง



ดอกเห็ดเริ่มเจริญ และเก็บจำหน่ายได้
ภายใน 9 วัน



เกษตรกรสามารถเก็บดอกเห็ดจำหน่าย
ได้ทุกวัน



เกษตรกรสามารถจำหน่ายดอกเห็ดสร้าง
รายได้เป็นอย่างดี

การผลิตเปลือกมันสำปะหลังหมัก (เปลือก้าง)



เปลือก้างจากโรงงานแป้งมันสำปะหลัง



เปลือก้างประกอบด้วยเปลือกชั้นใน และเศษหัวมันเป็นส่วนใหญ่



นำเปลือก้างบรรจุใส่ถุงหรือถังพลาสติก
อัดให้แน่น ปิดปากถุงหรือถังไม่ให้
อากาศเข้า



ถังบรรจุเปลือก้างเก็บไว้ 2-3 สัปดาห์
สามารถนำมาใช้เลี้ยงสัตว์ได้ หรือจะเก็บ
ไว้ใช้นานๆ ก็ได้

การผลิตถ่านอัดแท่งจากเหง้ามันสำปะหลัง



เตาเผาถ่านที่ทำจากถังน้ำมัน ขนาด 200 ลิตร



กระบอกไม้ไผ่ที่ทะลวงทำเป็นปล่องควัน และเจาะรูให้น้ำส้มออก



ถ่านเหง้ามันที่เผาแล้ว



เชื้อเพลิงอัดแท่งที่ผลิตจากเหง้ามันสำปะหลัง

การผลิตน้ำส้มควันไม้จากเหง้ามันสำปะหลัง



เหง้ามันสำปะหลังจากแปลงปลูก



เตาเผาถ่านขนาดใหญ่



ปล่องควันที่ต่อมาจากเตาเผาถ่านหุ้มด้วย
กระสอบชุบน้ำเย็น



ท่อน้ำนำน้ำส้มควันไม้ลงสู่ถังเก็บ



น้ำส้มได้จากการควบแน่นควันไม้



ถ่านไม้ที่ได้จากการเผาเหง้ามันสำปะหลัง

การใช้ประโยชน์จากเปลือกมันสำปะหลัง

หัวมันสำปะหลังสดก่อนนำเข้าสู่กระบวนการผลิตแป้งมันสำปะหลัง จะต้องถูกนำไปทำความสะอาดหลายขั้นตอน เริ่มตั้งแต่การตัดเหง้าที่ติดมากับหัวมัน ออกให้มากที่สุด ซึ่งจะมีผลทำให้เศษดินทรายที่ติดอยู่หลุดออกไปด้วย จากนั้นนำมา ร่อนด้วยถังหมุนหรือเครื่องเขย่าเพื่อให้ดินทรายรวมทั้งผิวเปลือกนอกของหัวมัน เศษรากและสิ่งเจือปนอื่น ๆ ถูกแยกออกไป ซึ่งส่วนทั้งหมดที่แยกออกมาได้นี้รวม เรียกว่า **เปลือกดิน** ปัจจุบันมีลานมันที่ผลิตมันเส้นสะอาดหลายแห่งที่มีขั้นตอนแยก ดินทรายและเปลือกนอกนี้เช่นกัน ดังนั้นปริมาณเปลือกดินนี้ในวันจะมีเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ แต่การนำไปใช้ประโยชน์ยังไม่แพร่หลายนัก เนื่องจากคนส่วนใหญ่ยังไม่รู้คุณค่าและการนำไปประยุกต์ใช้ นอกจากนี้ในขบวนการแปรรูปหัวมันสด เป็นแป้งมันยังต้องมีขั้นตอนการปอกเปลือกชั้นในที่ติดกับส่วนแป้งออกก่อนที่จะนำ หัวมัน ไปสับให้ละเอียด เปลือกในของหัวมันที่ถูกลอกและแยกออกมา มัก เรียกว่า **เปลือกล้าง** ซึ่งเปลือกส่วนนี้จะค่อนข้างสะอาด มีเศษดินทรายติดมาน้อยมาก ส่วนใหญ่เป็นเปลือกชั้นในและส่วนหัวมันที่หักเป็นชิ้นเล็ก ๆ แต่อาจมีรากเส้น เล็ก ๆ ติดปนมาบ้าง เปลือกล้างจึงมีคุณภาพดีกว่าเปลือกดินและสามารถนำไปใช้ เลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้องประเภท โค กระบือ แพะ แกะ ได้ดีพอสมควร



เปลือกดิน



เปลือกล้าง

การใช้ประโยชน์เปลือกมันสำปะหลัง “เปลือกดิน”

1. การใช้เป็นปุ๋ย

เนื่องจากเปลือกดิน ส่วนใหญ่เป็นเปลือกชั้นนอกของหัวมันสำปะหลังซึ่งมีดินทรายติดปนมาค่อนข้างมากและมีส่วนรากลอาหารที่มีลักษณะเป็นเส้นยาว รวมทั้งมีเศษใบไม้ใบหญ้าติดปนมาด้วย นอกจากนี้



อาจมีเศษหัวมันที่หักเป็นชิ้นเล็กติดมาด้วย จึงมีคุณภาพโดยรวมค่อนข้างต่ำไม่เหมาะสมที่จะใช้เป็นอาหารสัตว์ได้ การใช้ส่วนใหญ่จะนำไปหมักรวมกับมูลสัตว์ชนิดต่างๆ เพื่อนำไปทำเป็นปุ๋ยให้กับพืช โดยเปลือกดินจะสามารถให้อินทรีย์วัตถุได้มากพอสมควร และจากการนำเปลือกดินไปวิเคราะห์หาธาตุอาหารพืชพบว่า ถึงแม้เปลือกดินมีปริมาณธาตุอาหารหลักคือไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ไม่มากนักเมื่อเทียบกับปุ๋ยเคมี แต่ก็นับว่าไม่น้อยเมื่อเทียบกับเศษพืชชนิดอื่น นอกจากนี้เปลือกดินยังมีธาตุอาหารรองและธาตุอาหารปลีกย่อยครบทั้ง 10 ชนิด (ตารางที่ 2) ดังนั้นเปลือกมันสำปะหลัง “เปลือกดิน” จึงสามารถใช้เป็นทั้งแหล่งให้อินทรีย์วัตถุและธาตุอาหารทั้ง 13 ชนิดกับพืชได้ แต่การจะนำไปใช้ให้ได้ผลดีควรปฏิบัติดังนี้

1.1 นำเปลือกดินที่ร้อนแฉกใหม่มาหมักร่วมกับมูลสัตว์ อาทิ มูลสุกร มูลโค เนื้อ-โคนม มูลไก่ มูลเป็ด มูลนก หรือมูลแพะแกะ ก็ได้ตามความต้องการ โดยใช้มูลสัตว์ไม่น้อยกว่าร้อยละ 10 เพื่อให้จุลินทรีย์มีธาตุไนโตรเจนพอเหมาะกับปริมาณแป้งหรือคาร์บอนที่มีอยู่ หรือให้มีสัดส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C:N Ratio) พอเหมาะกับการเจริญของจุลินทรีย์ซึ่งจะทำให้เกิดการย่อยสลายที่สมบูรณ์และรวดเร็ว

ตารางที่ 2 ปริมาณธาตุอาหารชนิดต่างๆ ในเปลือกมันสำปะหลังใหม่และเปลือกมันสำปะหลังเก่า

ปริมาณธาตุอาหารทั้งหมด	เปลือกมันสำปะหลังใหม่	เปลือกมันสำปะหลังเก่า
ไนโตรเจน (เปอร์เซ็นต์)	0.58	0.71
ฟอสฟอรัส (เปอร์เซ็นต์)	0.05	0.08
โพแทสเซียม (เปอร์เซ็นต์)	0.56	0.59
แคลเซียม (เปอร์เซ็นต์)	0.45	0.24
แมกนีเซียม (เปอร์เซ็นต์)	0.12	0.16
โซเดียม (มก./กก.)	83.27	42.27
ทองแดง (มก./กก.)	2.91	2.65
เหล็ก (มก./กก.)	5956.75	2350.65
แมงกานีส (มก./กก.)	840.45	234.54
สังกะสี (มก./กก.)	13.22	15.47

ที่มา : ศูนย์ค้นคว้าและพัฒนาวิชาการอาหารสัตว์ (2548)

1.2 ปรับความชื้นในกองเปลือกมันที่ผสมมูลสัตว์แล้วให้พอเหมาะไม่แห้งหรือเปียกและมากเกินไป ความชื้นที่เหมาะสมอยู่ที่ประมาณร้อยละ 65-70 หากกองมันแห้งเกินไปจุลินทรีย์ก็จะไม่เจริญ แต่ถ้าความชื้นมากเกินไปจะทำให้สูญเสียธาตุอาหารและอาจเกิดการเน่าเสียได้ จึงแนะนำให้ฉีดพรมน้ำกองเปลือกมันให้มีความชื้นสม่ำเสมอ สังเกตโดยการใช้มือบีบทำให้เปลือกมันมีความชื้นพอหมาดๆ ไม่มีความชื้นมากจนบีบออกมาเป็นน้ำได้

1.3 กองเปลือกมันให้มีขนาดพอสมควร อย่ากองใหญ่หรือหนาจนเกินไป เนื่องจากขณะที่จุลินทรีย์ย่อยสลายเปลือกมันจะมีความร้อนเกิดขึ้นภายในกอง หากไม่สามารถระบายออกภายนอกได้ หรือไม่มีการพลิกกลับของกองเปลือกมันบ้าง จะทำให้ความร้อนที่เกิดขึ้นมากจนเกิดการไหม้ของเปลือกมันภายในกอง ซึ่งมีผลให้จุลินทรีย์ที่ไม่ทนความร้อนตายไป การย่อยสลายก็จะหยุดหรือช้าลง ปุ๋ยที่ได้ไม่มีคุณภาพ

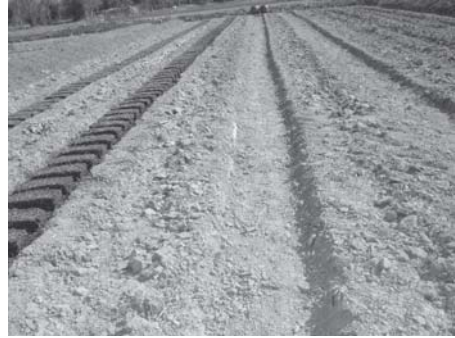
1.4 หากต้องการให้มีการย่อยสลายเร็วขึ้น ให้ใช้จุลินทรีย์พ.ค. (1 หรือ 2) ของกรมการพัฒนาที่ดินที่ขยายเชื้อด้วยกากน้ำตาลร่วมกับเศษพืชหรือผักเป็นน้ำหมักแล้วเจือจางด้วยน้ำตามสัดส่วนที่แนะนำราดกองเปลือกมันเป็นระยะๆ จะทำให้การย่อยสลายเร็วและดีขึ้น

1.5 หมักเปลือกมันไว้ประมาณ 2 เดือนหรือมากกว่านั้น โดยก่อนนำมาใช้ให้สังเกต หรือใช้มือล้วงภายในกองมัน ถ้าไม่มีความร้อนแล้วสามารถนำไปใช้ได้

2. การใช้เป็นวัสดุในการเพาะเห็ดฟาง

จากการที่เปลือกคินมักมีเศษหัวมันสดชิ้นเล็ก ๆ และมีเศษพืชติดมา เมื่อนำมากองจึงเกิดความร้อนขึ้นภายในได้ จึงได้นำหลักการนี้มาใช้ในการเพาะเห็ดฟาง ซึ่งสามารถทำได้ดังนี้

2.1 ปรับพื้นที่ดินให้เรียบและเซาะดินออกเป็นร่องลึกประมาณ 3-5 เซนติเมตร กว้างประมาณ 40-50 เซนติเมตร ความยาวตามต้องการ (ดังรูป)



2.2 ใช้มูลโคแห้งที่ป่นเป็นผงหรือชิ้นเล็กๆ โรยบางๆ ในร่องให้ทั่วตลอดแนว



2.3 นำบล็อกลู่ม้าขนาดประมาณ 15 x 30 ตารางเซนติเมตร วางในร่องแล้วนำเปลือกมันหุบหรือราดด้วยน้ำให้เปียกก่อนนำมาใส่ในบล็อกลู่ม้า อัดให้แน่นหนาประมาณ 3-4 เซนติเมตร



2.4 นำเชื้อเห็ดฟางโรยตามแนวรอบก้อน ใส่เปลือกมันทับด้านบนแล้วอัดสลับกับการโรยเชื้อเห็ดฟางประมาณ 3-4 ชั้น โดยใช้เชื้อเห็ดฟาง 1 ห่อ ต่อก้อนเปลือกมันที่อัด 1 ก้อน จากนั้นถอบบล็อกลู่ม้าออกแล้วอัดก้อนต่อไปเรื่อยๆ



2.5 ใช้ปุ๋ยยูเรีย ประมาณ 1 ช้อนชาโรยบางๆ บนก้อนเปลือกมันอัดทุกก้อน ตลอดแนวก้อนเปลือกมัน

2.6 ใช้บัวรดน้ำให้ก้อนเปลือกมันอัด มีความชื้นเปียกชุ่ม

2.7 ใช้ไม้ไผ่ทำเป็น โครงโค้งครอบก้อนเปลือกมันอัด แล้วใช้พลาสติกปิดทับโครงไม้เป็นแนวยาวไปตามร่องจนสุดแนว ปิดทับแผ่นพลาสติกด้วยฟางข้าว ตลอดแนวเช่นกัน แล้วใช้บัวรดน้ำให้เปียกชุ่มเป็นระยะๆ วันละ 2-3 รอบ



2.8 เชื้อเห็ดจะค่อยๆ เจริญเป็นดอกเห็ด เก็บได้ภายใน 9 วัน



การใช้ประโยชน์เปลือกมันสำปะหลัง “เปลือกล้าง”

การใช้เป็นอาหารสัตว์

เปลือกมันสำปะหลังล้างในสภาพสดใหม่มีกรดไฮโดรไซยานิกสูงมาก (346-815 ส่วนในล้านส่วน, พีพีเอ็ม) ดังนั้นจึงไม่ควรนำไปใช้ในการเลี้ยงสัตว์ทุกชนิดเพราะอาจทำให้เป็นพิษถึงตายได้ การนำเปลือกล้างมาตากให้แห้งโดยใช้แสงแดดสามารถลดสารพิษได้ดี แต่เปลือกมันแห้งที่ได้มักมีลักษณะแห้งแข็งไม่ค่อยน่ากิน มีโปรตีนระหว่าง 5-11 เปอร์เซ็นต์ เกลือประมาณ 7.5 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใยและเถ้าค่อนข้างสูง

การนำเปลือกมันล้างมาหมักในถุงพลาสติกหรือภาชนะปิดที่ไม่มีอากาศจะทำให้เกิดการหมักในลักษณะไร้ออกซิเจนเหมือนอาหารหมักอื่นๆ สามารถลดปริมาณกรดไฮโดรไซยานิกลงได้จนเหลือในระดับที่ปลอดภัยไม่เป็นพิษกับสัตว์ เปลือกมันหมักที่ได้มีกลิ่นหอม สัตว์ชอบกิน การย่อยได้ดีกว่าเปลือกมันแห้ง สามารถใช้เป็นอาหารเสริมพลังงานและทำให้สัตว์ได้รับเยื่อใยในปริมาณที่พอเพียงเหมาะสำหรับสัตว์กระเพาะรวมได้แก่ โคเนื้อ โคนม กระบือ แพะ และ โดยสามารถใช้ได้ถึงระดับ 30 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการให้ฟาง หญ้าหรืออาหารหยาบอื่นๆ



กากเอทานอลจากมันสำปะหลัง

กากเอทานอล เป็นผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมการผลิตแอลกอฮอล์ ที่ใช้เป็นพลังงานเชื้อเพลิง (fuel) สามารถนำมาใช้ทดแทนน้ำมันเบนซินได้บางส่วน โดยเอทานอลสามารถผลิตได้จากพืชหลายชนิด ได้แก่

- 1) วัตถุดิบประเภทแป้ง เช่น มันสำปะหลัง ข้าวโพด ข้าว ข้าวบาเลย์
- 2) วัตถุดิบประเภทน้ำตาล เช่น อ้อย กากน้ำตาล
- 3) วัตถุดิบประเภทเยื่อใย เช่น ฟางข้าว กากอ้อย ชังข้าวโพด



วัตถุดิบประเภทแป้ง

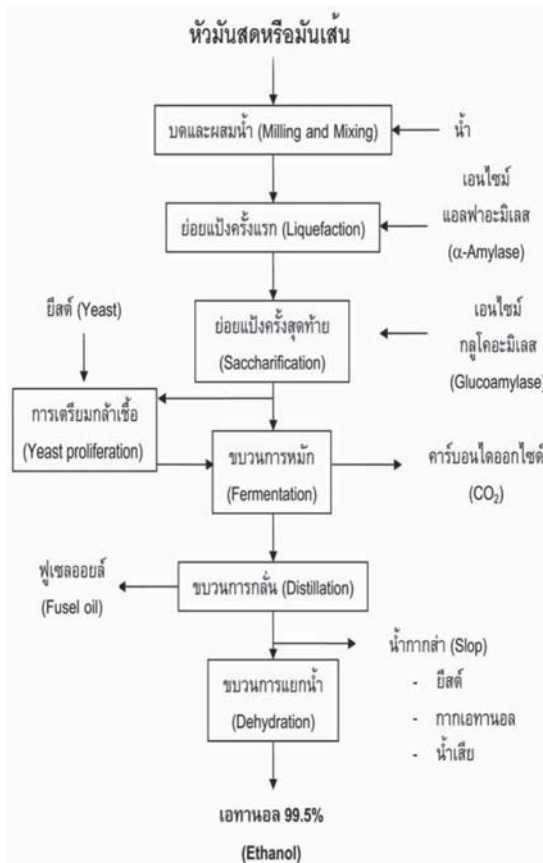


วัตถุดิบประเภทน้ำตาล



วัตถุดิบประเภทเยื่อใย

ขั้นตอนการผลิตเอทานอล โดยทั่วไปประกอบด้วย การเตรียมวัตถุดิบ, การหมัก, การกลั่น, และการกำจัดน้ำ ซึ่งกรรมที่ใช้วัตถุดิบเป็นแป้งหรือประเภทเยื่อใย (ลิกโนเซลลูโลส) ต้องมีขั้นตอนการย่อยเพื่อเปลี่ยนเป็นน้ำตาลก่อนนำไปหมักกับยีสต์ สำหรับการผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังมีขั้นตอนการผลิต ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กระบวนการผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลัง

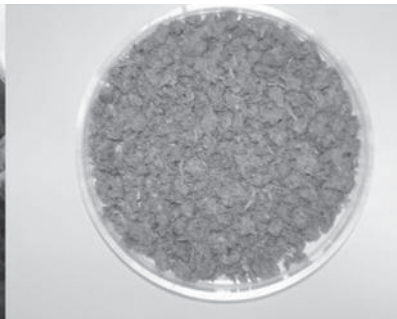
ที่มา : สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรม (2549)

ปริมาณกากเอทานอลที่ผลิตจากมันสำปะหลัง

- ✘ ปัจจุบันประเทศไทยมีโรงงานที่ได้รับอนุญาตให้ก่อสร้างโรงงานผลิตเอทานอลเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงแล้ว 44 ราย
- ✘ มีการผลิตเอทานอลแล้วจำนวน 10 โรงงาน ส่วนใหญ่ยังใช้กากน้ำตาลเป็นวัตถุดิบในการผลิต
- ✘ มีเพียง 2 โรงงานที่ดำเนินการผลิตเอทานอลโดยใช้มันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบทั้งในรูปแบบหัวมันสดและมันเส้น
- ✘ เอทานอล 1 ลิตร ใช้หัวมันสดประมาณ 6.1 กิโลกรัม
- ✘ ปริมาณการใช้หัวมันสดปีละ 90,000-120,000 ตัน
- ✘ หัวมันสำปะหลังสดที่ใช้ในการผลิตเอทานอลปริมาณ 3,000 ตัน จะได้กากเอทานอลประมาณ 600 ตัน (ความชื้น 70%)
- ✘ กากเอทานอลออกจากกระบวนการผลิตในแต่ละปี มีปริมาณ 18,000-24,000 ตัน
- ✘ ข้อมูลเมื่อ มิ.ย.51 มีโรงงานที่อยู่ในระหว่างการก่อสร้างจำนวน 11 ราย
- ✘ โรงงานจำนวน 9 ราย จะใช้มันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบในการผลิตเอทานอล
- ✘ โรงงานอีก 2 ราย จะใช้มันสำปะหลังและ/หรือกากน้ำตาลเป็นวัตถุดิบ
- ✘ ในอนาคตจะมีกำลังการผลิตเอทานอลทั้ง 11 ราย ปริมาณ 2.4 ล้านลิตร/วัน ต้องใช้หัวมันสำปะหลังสด ปีละประมาณ 4.75 ล้านตัน
- ✘ อนาคตจะมีกากเอทานอลที่ออกจากกระบวนการผลิตประมาณ 950,000 ตัน/ปี



สภาพสด



สภาพแห้ง

กากเอทานอลที่ผลิตจากมันสำปะหลัง

องค์ประกอบทางเคมีของกากเอทานอลที่ผลิตจากมันสำปะหลัง

กากเอทานอลจากโรงงานผลิตเอทานอลที่ผลิตจากมันสำปะหลัง มีอยู่ 2 ชนิด คือ

- 1) กากที่ออกจากกระบวนการผลิตเอทานอลโดยตรง
- 2) กากเอทานอลชนิดที่ผ่านกระบวนการหมักแบบไร้อากาศเพื่อการผลิตก๊าซชีวภาพ

โดยองค์ประกอบทางโภชนะของกากเอทานอลที่ผลิตจากมันสำปะหลัง แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงองค์ประกอบทางโภชนะสำหรับอาหารสัตว์

คุณค่าทางโภชนะ *	กากที่ออกจากกระบวนการผลิตเอทานอลโดยตรง ¹	กากเอทานอลชนิดที่ผ่านกระบวนการหมักแบบไร้อากาศเพื่อการผลิตก๊าซชีวภาพ ²
โปรตีน (%)	7.27 (6.28-8.45)	23.94 (23.12-24.75)
ไขมัน (%)	1.07 (0.53-2.17)	1.59 (1.28-1.90)
เยื่อใย (%)	35.72 (30.28-40.27)	14.32 (11.26-17.38)
เถ้า (%)	11.89 (6.17-26.95)	27.78 (26.00-29.55)
ทราย (%)	7.27 (2.58-21.10)	11.79 (11.62-11.96)
แร่ธาตุ (%)	4.62 (3.59-5.85)	15.99 (14.38-17.59)
ความเป็น กรด-เบส (pH)	4.17 (3.89-4.42)	6.64 (6.48-6.80)

¹จำนวน 8 ตัวอย่าง, ²จำนวน 2 ตัวอย่าง

*วิเคราะห์ในรูปของวัตถุแห้ง

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนาจะเห็นได้ว่ากากเอทานอลมีค่าที่ไม่ละลายในกรด (ทราย) 7.27 และ 11.79 เปอร์เซ็นต์ และค่าที่ละลายในกรด ซึ่งเป็นส่วนของแร่ธาตุ มีอยู่ 4.62 และ 15.99 เปอร์เซ็นต์ ในกากที่ออกจากกระบวนการผลิตเอทานอล โดยตรงและกากเอทานอลชนิดที่ผ่านกระบวนการหมักแบบไร้อากาศเพื่อการผลิตก๊าซชีวภาพ ตามลำดับ สำหรับแร่ธาตุที่พบในกากเอทานอลแสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ปริมาณธาตุอาหารที่พบในกากเอทานอลที่ผลิตจากมันสำปะหลัง

ปริมาณแร่ธาตุ (%)	กากที่ออกจากกระบวนการผลิตเอทานอลโดยตรง	กากเอทานอลชนิดที่ผ่านกระบวนการหมักแบบไร้อากาศเพื่อการผลิตก๊าซชีวภาพ
ไนโตรเจน	1.16 (1.00-1.35)	3.83 (3.70-3.96)
ฟอสฟอรัส	0.26 (0.01-0.72)	1.51 (0.97-2.04)
โพแทสเซียม	0.57 (0.30-0.93)	0.60 (0.14-1.05)
แคลเซียม	1.48 (1.29-2.53)	3.00 (2.58-3.43)
ซัลเฟอร์	0.13 (0.005-0.29)	1.70 (1.63-1.77)
โซเดียม	0.16 (0.04-0.35)	0.05 (0.01-0.09)
คลอไรด์	0.135 (0.03-0.36)	0.15 (0.09-0.21)
แมกนีเซียม ^{1/}	1,322.58 (1,000-2,008.23)	2,200 (1,400-3,000)
เหล็ก ^{1/}	2,427.86 (1,708.47-3,488.93)	21,906 (16,001.67-27,810)
ทองแดง ^{1/}	15.32 (7.40-33.54)	213.37 (115.16-311.58)
แมงกานีส ^{1/}	101.51 (70.22-156.18)	649.79 (558.77-734.80)
สังกะสี ^{1/}	44.13 (28.42-63.68)	1,582 (873.35-2,291)
โบรอน ^{1/}	13.06 (5.61-26.05)	53.81 (50.80-56.82)
อินทรีย์วัตถุ	79.81 (64.89-86.32)	61.87 (51.15-72.59)
คาร์บอนต่อไนโตรเจน (C:N ratio)	44.17 (32.52-67.26)	9.35 (8.04-10.65)
ค่าที่ละลายในกรด	4.62 (3.59-5.85)	15.99 (14.38-17.59)
ค่านำไฟฟ้า	ต่ำกว่า 3 เดซิซีเมนต์/เมตร	

^{1/}หน่วยเป็นมิลลิกรัม/กิโลกรัม

การใช้ประโยชน์กากเอทานอลที่ผลิตจากมันสำปะหลัง

กากเอทานอลที่ออกจากขบวนการหมักเพื่อผลิตเอทานอลโดยตรง มีค่าความเป็นกรด-เบส และสัดส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C:N ration) สูง ไม่เหมาะสำหรับนำมาใช้เป็นปุ๋ยให้กับพืช ส่วนการนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์นั้น พบว่ากากเอทานอลชนิดนี้มีโปรตีนต่ำและเยื่อใยสูง และมีส่วนของคาร์โบไฮเดรตอยู่ 40-45 เปอร์เซ็นต์ อีกทั้งยังมีความเป็นกรดสูงจึงไม่สามารถใช้เป็นอาหารโคได้มากนัก ส่วนการใช้เป็นอาหารสุกรสามารถใช้ในสูตรอาหารสุกรระยะขุน และสุกรแม่อุ้มท้องซึ่งมีความทนต่อระดับเยื่อใยที่สูงได้ อย่างไรก็ตามการใช้กากเอทานอลชนิดนี้เป็นอาหารสัตว์ควรคำนึงถึงปริมาณเยื่อใยในสูตรอาหารด้วย ดังนั้นระดับเยื่อใยในกากเอทานอลชนิดนี้จึงเป็นข้อจำกัดในการใช้ในสูตรอาหารสำหรับการเลี้ยงสัตว์ ส่วนกากเอทานอลแบบที่สอง คือ กากเอทานอลที่ออกจากขบวนการหมักเอทานอลแล้วเข้าสู่กระบวนการหมักเพื่อการผลิตก๊าซชีวภาพ ซึ่งกากเอทานอลส่วนนี้มีค่าความเป็นกรด-เบสค่อนข้างเป็นกลาง มีโปรตีนสูงขึ้น เยื่อใยและคาร์โบไฮเดรตลดลง มีศักยภาพสูงที่จะนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์ โดยใช้เป็นวัตถุดิบอาหารโปรตีน ทั้งโค-กระบือ และสุกร แต่กากเอทานอลชนิดนี้ยังมีข้อจำกัด คือ มีปริมาณทรายเป็นส่วนประกอบอยู่สูง จึงเป็นสาเหตุที่ไม่เอื้ออำนวยในการนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์ หากทางโรงงานสามารถลดเปอร์เซ็นต์ทรายเป็นอยู่ในกากเอทานอลชนิดนี้ไม่ให้เกิน 3 เปอร์เซ็นต์ ก็น่าจะเป็นวัตถุดิบอาหารแหล่งโปรตีนทางเลือกชนิดหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ในอาหารสัตว์ได้

ส่วนการนำมาใช้เป็นปุ๋ยสำหรับพืชนั้น พบว่ากากเอทานอลหลังการผ่านขบวนการผลิตก๊าซชีวภาพ มีศักยภาพที่นำมาใช้เป็นปุ๋ยสำหรับพืชได้ เนื่องจากมีค่าความเป็นกรด-เบสค่อนข้างเป็นกลางและมีสัดส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C:N ration) เหมาะสม คือ มีไนโตรเจนสูงเกินกว่ากากเอทานอลปกติ 3 เท่า รวมทั้งแร่ธาตุอื่น ๆ ก็มีความเข้มข้นมากขึ้นด้วยเช่นกัน

เหง้ามันสำปะหลัง

ในการเก็บหรือขุดหัวมันสำปะหลังสดนั้น พบว่ามีส่วนของลำต้นที่ติดกับหัวมันสดหรือส่วนที่เรียกว่าเหง้ามันสำปะหลังเป็นส่วนที่แข็งคล้ายไม้ ซึ่งปัจจุบันมีการรณรงค์ให้เกษตรกรตัดออกจากหัวมันสดให้เกลี้ยง เพื่อที่จะได้หัวมันที่มีคุณภาพดีก่อนส่งให้ลานมันหรือโรงงานผลิตแป้ง ซึ่งทำให้ลดปัญหาของเกษตรกรที่จะถูกตัดราคาหรือนำหนักจากผู้ประกอบการดังกล่าว โดยปกติเกษตรกรส่วนใหญ่จะตัดเหง้ามันสำปะหลังทิ้งไว้ในไร่ แล้วปล่อยให้ย่อยสลายเองตามธรรมชาติ แต่บางสวนตัดไม่หมดคงปล่อยให้ติดมากับหัวมันสดทำให้เป็นภาระกับโรงงานผลิตแป้งที่ต้องเสียเวลาและค่าใช้จ่ายในการตัดออก ซึ่งเหง้ามันสำปะหลังเหล่านี้ยังไม่ได้นำมาใช้ประโยชน์เท่าที่ควร ทางสถาบันสุวรรณวาทกสิกิจฯ จึงได้ร่วมกับคณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ทำการวิจัยและพัฒนา นำเหง้ามันสำปะหลังมาเผาแล้วอัดแท่งใช้เป็นวัสดุเชื้อเพลิงแทนฟืนและถ่าน เนื่องจากการวิเคราะห์ค่าความร้อนของเหง้ามันสำปะหลังแห้ง พบว่ามีความร้อนสูง 3,500-4,058 แคลอรีต่อกรัม พอจะเทียบได้จากค่าความร้อนของไม้ฟืน ซึ่งเมื่อนำมาอัดแท่งก็ยิ่งจะให้ค่าความร้อนที่สูงขึ้นและคุณสมบัติการเป็นเชื้อเพลิงที่ดีขึ้นด้วย

ลักษณะและสมบัติของเหง้ามันสำปะหลัง

เหง้ามันสำปะหลังแบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. เหง้าส่วนที่ติดกับลำต้น ซึ่งเกษตรกรตัดทิ้งไว้ในแปลงปลูกเหง้าส่วนที่ติดกับลำต้นมักมีความแกร่งหรือความเป็นเนื้อไม้ไม่น้อยกว่าส่วนที่ติดกับหัวมันสด ดังนั้นเมื่อนำมาเผาจึงให้ค่าความร้อนที่ต่ำกว่าเล็กน้อย แต่เหง้าส่วนนี้จะมีปริมาณค่อนข้างมาก



จากพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง 6-7 ล้านไร่ ประมาณการว่าจะมีเหง้ามันสำปะหลังส่วนนี้ประมาณ 2.3 ล้านตัน ซึ่งหากมีการเก็บรวบรวมมาใช้ประโยชน์เป็นวัสดุเชื้อเพลิงก็น่าจะสามารถประหยัดทรัพยากรป่าไม้ได้มหาศาล รวมทั้งช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้าและพลังงานจากน้ำมันเชื้อเพลิงที่ต้องนำเข้าอีกด้วย

2. เหง้าส่วนที่ติดกับหัวมันมาถึงผู้ประกอบการลานมัน โรงงานแป้งมัน รวมทั้งโรงงานผลิตสารให้ความหวาน โรงงานผลิตเอทานอลที่มีการใช้หัวมันสำปะหลังสดเป็นวัตถุดิบในการผลิต เหง้ามันส่วนนี้มักมีความแข็งแรงหรือความเป็นเนื้อไม้มากกว่า จึงให้ค่าที่มีความร้อนสูงกว่า อาทิ เหง้าที่แห้งก่อนเผาเป็นถ่านให้ค่าความร้อนได้ถึงประมาณ 3,800-4,400 แคลอรีต่อกรัม แต่เหง้ามันสำปะหลังส่วนนี้จะมีปริมาณรวมไม่มากนักและนับวันจะน้อยลงโดยจะกลับไปรวมอยู่กับเหง้าที่ติดกับลำต้น เนื่องจากการรณรงค์ให้มีการตัดเหง้ามันให้เกลี้ยงดังกล่าวข้างต้น



การผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง

จากการที่เหง้ามันสำปะหลังที่ผ่านมาการเผาจนเป็นถ่านดำแล้ว ยังมีลักษณะรูปร่างไม่แน่นอน มีน้ำหนักเบา ความหนาแน่นน้อย ค่าความร้อนยังต่ำเมื่อเทียบกับถ่านไม้บางประเภทหรือถ่านจากกะลาและถ่านหิน ดังนั้นจึงได้มีการพัฒนาให้เป็นเชื้อเพลิงอัดแท่งเพื่อเพิ่มความหนาแน่นของเนื้อผงถ่าน ซึ่งจะทำให้ค่าความร้อนสูงขึ้นจนใกล้เคียงกับถ่านไม้ทั่วไป

ขั้นตอนการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเหง้ามันสำปะหลัง

1. นำเหง้ามาเผาจนเป็นถ่านดำในถังเหล็ก ขนาด 200 ลิตร หรือจะใช้อิฐประสานก่อเป็นอุโมงค์ ขนาดใหญ่เท่าที่ต้องการ หรือจะใช้ดินก่อเป็น อุโมงค์ขนาดเล็กที่ชาวบ้านนิยมทำกันก็ได้



ปริมาณถ่านเหง้ามันที่ได้จะขึ้นกับความ แข็งแกร่งของเนื้อไม้ และความชื้นในเหง้ามัน ก่อนเผา ถ้าเหง้ามันมีความแข็งแรงของเนื้อไม้ มาก ความชื้นต่ำจะได้เปอร์เซ็นต์ถ่านค่อนข้างสูง ประมาณ 25-30 เปอร์เซ็นต์ แต่ถ้าเหง้ามันมีความ แข็งแกร่งน้อย เป็นเหง้าสดความชื้นสูงจะให้ เปอร์เซ็นต์ถ่านออกมามาก่อนข้างต่ำเพียงประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตามในขบวนการเผาถ่าน นี้จะมีควันที่เกิดขึ้นค่อนข้างมาก ซึ่งหากมีการดัก เก็บและใช้ความเย็นในการควบแน่นควันเหล่านี้ จะทำให้ได้น้ำส้มควันไม้ในปริมาณมากพอสมควร โดยเฉพาะหากใช้เหง้ามันที่ค่อนข้างสดในการเผา



2. นำถ่านเหง้ามันมาบดโดยใช้เครื่องบดแบบตี (แฮมเมอร์มิล) ความละเอียด ประมาณ 10 มิลลิเมตร



รูปถ่านที่เผาแล้ว



เครื่องผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง

3. เตรียมตัวประสาน เพื่อให้ผงถ่านจับตัวกันแน่นไม่แตกร่วงเมื่อแห้งโดยการใส่แป้งมันหรือมันเส้นคุณภาพดีบดละเอียด 1 ส่วนต่อน้ำ 9 ส่วน

4. นำผงถ่านที่บดละเอียดแล้วผสมให้เข้ากับตัวประสานในอัตราส่วนถ่านแห้งมันบด 1 ส่วนต่อตัวประสาน 1 ส่วน

5. นำผงถ่านที่ผสมตัวประสานแล้วมาเข้าเครื่องอัดรูปแบบสกรูเกลียวหมุนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า บีบส่วนผสมของผงถ่านเข้าไปยังกระบอกอัดซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 เซนติเมตรมีกริป 5 กริป (ช่วยให้การติดไฟง่ายขึ้นเมื่อนำไปใช้) แล้วใช้ใบมีดตัดแท่งถ่านออกเป็นท่อนตามขนาดความยาวที่ต้องการ



6. นำเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ได้ไปตากในที่โล่งหรือกลางแจ้ง เพื่อให้เชื้อเพลิงอัดแท่งแห้งสนิท สามารถเก็บไว้ใช้หรือจำหน่ายได้

ลักษณะและสมบัติของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเหง้ามันสำปะหลัง

เชื้อเพลิงอัดแท่งที่ผลิตจากเหง้ามันสำปะหลังมีลักษณะเป็นแท่งเหลี่ยมเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 เซนติเมตร มีครีบ 5 ครีบ มีรูตรงกลางแท่ง ความยาว 10 เซนติเมตร รูปแบบเชื้อเพลิงอัดแท่งนี้เป็นแบบที่นิยมผลิตกันทั่วไป แต่สามารถดัดแปลงเป็นรูปแบบอื่น ๆ ได้ตามความต้องการ

สมบัติของเชื้อเพลิงอัดแท่ง มีดังนี้

- ความชื้นร้อยละ	7-8	โดยมีน้ำหนัก (ความชื้นไม่ควรเกินร้อยละ 12)
- ความร้อนประมาณ	6,000-6,300	แคลอรีต่อกรัม
- ค่าคาร์บอนคงตัว	25-27	
- สารระเหย ร้อยละ	55-57	โดยน้ำหนัก
- เถ้า ร้อยละ	10-11	โดยน้ำหนัก
- ความหนาแน่น	0.9-1.0	กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร
- ค่าการทนแรงอัดแนวตั้ง	4.1-4.2	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
- ค่าการทนแรงอัดแนวอน	1.5-1.7	กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร
- ค่าดัชนีการแตกร่วน	1-1.3	
- ค่าประสิทธิภาพการใช้งานความร้อน ร้อยละ	33-34	โดยน้ำหนัก

ประสิทธิภาพการใช้งาน

เชื้อเพลิงอัดแท่งที่ผลิตจากเหง้ามันสำปะหลังซึ่งเป็นเศษเหลือค้ดทิ้งจากลานมันเส้น ใช้อัตราส่วนตัวประสานแป้งต่อน้ำเท่ากับ 1 ต่อ 9 สามารถติดไฟได้ภายในเวลา 2 นาที มีควันและกลิ่นน้อย ถ่าน 0.5 กิโลกรัม สามารถต้มน้ำให้เดือดได้ 2 หม้อ (หม้อเบอร์ 24 ใส่ น้ำ 4 ลิตร) แต่ละหม้อใช้เวลา 15 นาที ส่วนหม้อที่ 3 อุณหภูมิได้ 84 องศาเซลเซียส รวมระยะเวลาติดไฟ 78 นาที ประสิทธิภาพการใช้งานความร้อนประมาณร้อยละ 33



เอกสารประกอบการเรียบเรียง

จุฑามาศ บุษราคัมวดี. 2547. สมบัติของถ่านอัดแท่งจากเหง้ามันสำปะหลัง โดยอ้างอิงถึงแหล่งวัตถุดิบ ขนาดผง และอัตราส่วนตัวประสาน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เจริญศักดิ์ โรจนฤทธิพิเชษฐ์, จงรักษ์ แก้วประสิทธิ์, พัฒนา อนุรักษ์พงศธร และ สมยศ พุทธเจริญ. 2531. ปริมาณ โปรตีน ในใบมันสำปะหลัง 13 พันธุ์. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 21(3): 176-181.

วราพันธุ์ จินตณวิษณุ, สุกัญญา จัตตุพรพงษ์ และอุทัย คันโช. 2551. การศึกษา องค์ประกอบเศษเหลือจากการผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังเพื่อใช้เป็น อาหารสัตว์และเป็นปุ๋ยสำหรับพืช ใน การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 5. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศูนย์คั้นคว่ำและพัฒนาวิชาการอาหารสัตว์. 2548. รายงานผลการดำเนินงาน โครงการส่งเสริมการใช้มันสำปะหลังเป็นอาหารสัตว์ในประเทศไทย ปี 2548

สถาบันคั้นคว่ำและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร. 2549. การนำของเสียจากการผลิตเอทานอลมาใช้ประโยชน์เพื่อเพิ่มมูลค่า ใน รายงานบทสรุปผู้บริหาร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อุทัย คันโช และสุกัญญา จัตตุพรพงษ์. 2547. การใช้มันสำปะหลังเป็นอาหารสัตว์: ผลการใช้และข้อมูลการวิจัยในประเทศไทย. ศูนย์คั้นคว่ำและพัฒนา วิชาการอาหารสัตว์ สถาบันสุวรรณวจากกสิกิจฯ และภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ นครปฐม. 99 น.