คู่มือองค์ความรู้

การส่งเสริมการผลิตโคขาวลำพูนของเกษตรกรรายย่อยในเขตภาคเหนือตอนบนให้สามารถพึ่งพาตนเองได้ โดยใช้อาหารอัดก้อนโปรตีนสูงทำมือ

โดย

นายสุบรรณ ฝอยกลางและคณะ

คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ได้รับทุนอุดหนุนการทำกิจกรรมส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัยและนวัตกรรม
โครงการจัดการความรู้การวิจัยและถ่ายทอดเพื่อการใช้ประโยชน์
การพัฒนาชุมชนพึ่งพาตนเองตามแนวพระราชดำริ
จาก สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ประจำปีงบประมาณ 2566

คำนำ

คู่มือองค์ความรู้ เรื่อง **“การทำอาหารอัดก้อนโปรตีนสูง”** ได้รวบรวมเนื้อหางานวิจัย และความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการทำอาหารอัดก้อน เพื่อให้เกษตรกรสามารถนำไปปรับใช้ในการเลี้ยงโคขาวลำพูน หรือโคพื้นเมืองได้

คณะผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะเป็นประโยชน์แก่เกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อหรือผู้ที่สนใจ ขอขอบพระคุณสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ เป็นอย่างสูง ที่ให้การสนับสนุนทุนอุดหนุนการทำกิจกรรมส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัยและนวัตกรรม ประจำปีงบประมาณ 2566

คณะผู้จัดทำ

สารบัญ

	เรื่อง	หน้า
บทที่ 1	ชนิดของวัตถุดิบอาหารสัตว์	1
บทที่ 2	วัตถุดิบแหล่งโปรตีนท้องถิ่นทางเลือก	12
บทที่ 3	การทำอาหารอัดก้อนโปรตีนสูง	20

สารบัญภาพ

	เรื่อง	หน้า
ภาพที่ 2.1	ใบกระถินแห้งและป่น	13
ภาพที่ 2.2	ใบหม่อนป่น	14
ภาพที่ 2.3	ใบจามจุรีป่น	15
ภาพที่ 2.4	ใบชายาสดและป่น	15
ภาพที่ 2.5	ใบมะรุมป่น	16
ภาพที่ 2.6	ฝักกระถินแห้งและป่น	17
ภาพที่ 2.7	กากมะเขือเทศแห้ง	18
ภาพที่ 2.8	ผักตบชวาป่น	19
ภาพที่ 3.1	อาหารก้อนโปรตีนสูงที่ใช้พืชในท้องถิ่น	24
ภาพที่ 3.2	ใบมันบดละเอียด	27
ภาพที่ 3.3	คลุกเคล้าส่วนผสมทั้งหมดให้เข้ากัน	28
ภาพที่ 3.4	ส่วนผสมที่คลุกเคล้าเสร็จพร้อมอัดก้อน	28

ภาพที่ 3.5 เครื่องอัดก้อนอาหารแบบเคลื่อนย้ายได้ 29
ภาพที่ 3.6 เครื่องอัดก้อนอาหารแบบไฮโดรลิก 29
ภาพที่ 3.7 อาหารอัดก้อน 30
ภาพที่ 3.8 อาหารอัดก้อนในกล่องไม้ 30

สารบัญตาราง

	เรื่อง	หน้า
ตารางที่ 3.1	สูตรอาหารก้อนคุณภาพสูงที่ใช้พืชอาหารสัตว์เป็นแหล่งโปรตีน	25
ตารางที่ 3.2	เปรียบเทียบอาหารข้นกับอาหารอัดก้อน	26
ตารางที่ 3.3	ฐานข้อมูลวัตถุดิบอาหารสัตว์ทางเลือกในเขตภาคเหนือ	32
ตารางที่ 3.4	แหล่งวัตถุดิบอาหารสัตว์ทางเลือกในเขตภาคเหนือ	33

บทที่ 1
ชนิดของวัตถุดิบอาหารสัตว์

ชนิดของอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง

อาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทหลัก คือ **อาหารหยาบ**ซึ่งเป็นอาหารหลักของสัตว์เคี้ยวเอื้อง และ **อาหารข้น** ซึ่งเป็นแหล่งอาหารที่มีความเข้มข้นของโภชนะสูง ซึ่งจะขอกล่าวถึงเฉพาะอาหารข้น โดยชนิดของวัตถุดิบอาหารข้นสามารถแยกได้ดังนี้

1. วัตถุดิบแหล่งพลังงาน

วัตถุดิบที่เป็นพลังงานเป็นวัตถุดิบที่สำคัญมากในสูตรอาหารข้น โดยจะส่งผลทำให้โคเนื้อมีการสะสมพลังงานและให้ผลผลิต ซึ่งส่วนใหญ่เป็นวัตถุดิบที่ให้แป้ง น้ำตาล และไขมัน ทั้งนี้ตัวอย่างกลุ่มวัตถุดิบที่ใช้เป็นแหล่งพลังงานในสูตรอาหารข้นในประเทศไทย มีดังนี้

มันสด มีข้อจำกัดในการนำมาใช้ เนื่องจากมีปริมาณไซยาไนด์สูง การลดสารพิษไซยาไนด์สามารถดได้หลายวิธี เช่น การเสริมกำมะถันระดับ 2 เปอร์เซ็นต์ในอาหารร่วมกับการให้กินหัวมันสดที่ 1.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวช่วยเพิ่มการย่อยได้โดยไม่เป็นพิษต่อสัตว์

มันเส้น คือการแปรรูปหัวมันสำปะหลัง โดยการนำมันสดมาหั่นหรือบดเป็นชิ้น จากนั้นนำมาตากแดด 3 – 4 วัน เพื่อลดความชื้นและความเป็นพิษลง มันเส้นสามารถใช้ในสูตรอาหารข้นได้ถึง 80 เปอร์เซ็นต์

มันป่น คือส่วนที่แตกหักจากมันเส้น หรือมันเส้นที่นำไปบดให้ละเอียด มักมีความเป็นฝุ่นผงอยู่มาก การใช้ควรนำไปผสมกับวัตถุดิบที่มีความชื้นเพื่อลดความเป็นฝุ่นผง เช่น ใช้ผสมกับน้ำมันพืชหรือกากน้ำตาล

เปลือกมันสำปะหลัง เป็นผลพลอยได้จากการผลิตแป้งมันสำปะหลัง สามารถใช้เป็นแหล่งพลังงานผสมในสูตรอาหารเพื่อทดแทนมันเส้น เปลือกมันสำปะหลังมีโปรตีน 4.5 เปอร์เซ็นต์ และผนังเซลล์เท่ากับ 70.8 เปอร์เซ็นต์

กากมันสำปะหลัง คือผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตแป้งมันสำปะหลังและอยู่ในรูปเปียก แต่เมื่อมาทำให้แห้งจะสามารถเก็บได้นานขึ้น โดยมีความชื้นไม่เกิน 14 เปอร์เซ็นต์ มีแป้งประมาณ 50.2 เปอร์เซ็นต์ แต่มีโปรตีนต่ำประมาณ 2.4 เปอร์เซ็นต์

กากเอทานอล คือผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตเอทานอล ซึ่งมาจากมันสดที่ผ่านการหมักกับยีสต์และแยกส่วนที่เป็นแอลกอฮอล์ออกไป กากที่เหลืออยู่เมื่อทำให้แห้งจะเรียกว่ากากเอทานอล ซึ่งมีโปรตีนจากยีสต์และแป้งที่ไม่ถูกย่อยหลงเหลืออยู่ มีคาร์โบไฮเดรตที่ละลายได้ง่าย 41 เปอร์เซ็นต์ และโปรตีน 10.3 เปอร์เซ็นต์ สามารถใช้ในสูตรอาหารข้นได้ 16.5 เปอร์เซ็นต์

มันเทศ หัวมันเทศสามารถใช้เป็นวัตถุดิบแหล่งพลังงานได้ ให้พลังงานใกล้เคียงกับมันสำปะหลังโดยมันเทศมีวัตถุแห้ง 30-40 เปอร์เซ็นต์ แป้ง 23-30 เปอร์เซ็นต์ และโปรตีน 1.4 เปอร์เซ็นต์

ข้าวเปลือก มีโปรตีนประมาณ 7-8 เปอร์เซ็นต์ มีเยื่อใยและเถ้าสูงประมาณ 10 และ 6 เปอร์เซ็นต์

ตามลำดับ เนื่องจากมีส่วนของซิลิกาห่อหุ้มเปลือกข้าวอยู่ ทำให้ความสามารถในการย่อยได้และพลังงานต่ำ

ปลายข้าว เป็นส่วนที่แตกหักจากการสีข้าว มีโปรตีน 6.8 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 1.4 เปอร์เซ็นต์ และเยื่อใย 0.6 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งใกล้เคียงกับเมล็ดข้าวโพด ดังนั้นในช่วงฤดูกาลที่ข้าวโพดราคาสูงกว่าปลายข้าว สามารถใช้ปลายข้าวทดแทนข้าวโพดในสูตรอาหารได้

รำข้าว เป็นผลพลอยได้จากการสีข้าว และนิยมนำมาใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ รำข้าวสามารถจำแนกได้ 3 ประเภท ได้แก่

- **รำหยาบ** เป็นส่วนของการขัดสีข้าวในขั้นตอนแรกๆ จึงทำให้มีส่วนของแกลบ จมูกข้าว ปลายข้าว หรืออาจมีส่วนของข้าวหลุดออกมาด้วย มักมีโปรตีนต่ำราวๆ 5.1 เปอร์เซ็นต์ และมีเยื่อใยสูงถึง 31.3 เปอร์เซ็นต์ จึงทำให้มีราคาถูก การย่อยได้และการใช้ประโยชน์ได้ต่ำ
- **รำละเอียด** เป็นส่วนที่หลงเหลือจากการขัดข้าว เช่นเดียวกันกับรำหยาบ ได้มาจากการขัดข้าวกล้องให้ขาวขึ้น ซึ่งประกอบไปด้วยส่วนของเยื่อหุ้มเมล็ดข้าว

และคัพภะของเมล็ดข้าว และอาจมีบางส่วนของเมล็ดข้าวติดมาด้วยจึงทำให้มีแป้งอยู่พอสมควร สามารถใช้ในสูตรอาหารได้ถึง 10 เปอร์เซ็นต์

– **รำข้าวขาว** เป็นส่วนที่เกิดจากการขัดข้าวขาวที่มีผิวขรุขระให้เรียบขึ้น จึงมีส่วนของแป้งจากเมล็ดข้าวติดออกมาด้วย ทำให้มีสีขาวมากกว่ารำละเอียด มีแป้งมากกว่ารำละเอียด มีคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยง่าย 63.93 เปอร์เซ็นต์

– **รำสกัดน้ำมัน** เป็นผลพลอยได้จากการสกัดน้ำมันรำข้าว มีโปรตีนสูงกว่ารำละเอียด แต่มีไขมันและพลังงานใช้ประโยชน์ได้ต่ำกว่า รำสกัดน้ำมันมีความฟ่ามและเป็นฝุ่นสูง เมื่อใช้ในระดับที่สูงในสูตรอาหารจะทำให้อาหารเป็นฝุ่นมากขึ้น ดังนั้นหากใช้ในระดับสูงควรใช้กับอาหารอัดเม็ด หรือเติมกากน้ำตาลเพื่อลดความเป็นฝุ่นและเพิ่มความน่ากิน

เมล็ดข้าวโพด เป็นแหล่งวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีคุณภาพสูง เมล็ดข้าวโพดมีข้อจำกัดสำคัญคือต้องบด

ก่อนเพื่อให้ย่อยได้ง่ายขึ้น หากทำการเอ็กซ์ทรูดข้าวโพดจะสามารถนำไปผสมอาหารได้ถึง 70-80 เปอร์เซ็นต์

ฝุ่นข้าวโพด เป็นผลพลอยได้จากกระบวนการสีข้าวโพด มีส่วนประกอบของกลีบเลี้ยงและผิวด้านนอกที่หุ้มเมล็ดบริเวณปลายคัพภะของเมล็ด อาจมีเมล็ดแตกหักและซังข้าวโพดประมาณ 2 เปอร์เซ็นต์ ในการใช้ฝุ่นข้าวโพดสามารถใช้ได้ถึงระดับ 60 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหาร

ซังข้าวโพด คือส่วนของแกนฝักข้าวโพดหลังจากนำเปลือกและเมล็ดออกแล้ว ซึ่งมีเยื่อใยสูง ย่อยได้ต่ำ สามารถนำมาบดใช้เป็นอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง

รำข้าวโพด คือส่วนที่อยู่นอกสุดของเมล็ดข้าวโพด จะถูกขัด สีออกมาเป็นส่วนแรก ซึ่งเป็นส่วนที่ไม่มีแป้งและต้นอ่อน ในประเทศไทยมีการใช้รำข้าวโพดในอาหารสัตว์น้อยมากเมื่อเทียบกับต่างประเทศ

คอร์นกลูเตนมีล เป็นผลพลอยได้จากการทำแป้งข้าวโพดหรือไซรัป มีโปรตีนสูง 40-60 เปอร์เซ็นต์ โดยแป้งและรำจะถูกสกัดออกไป แต่ถ้าไม่มีการสกัดรำ

ออกมาจะเรียกว่าคอร์นกลูเต็นฟีด ซึ่งจะมีโปรตีน 20–25 เปอร์เซ็นต์

กากเยื่อใยปาล์ม เป็นส่วนที่ได้จากเปลือกของปาล์มน้ำมันที่ได้จากการหีบเอาน้ำมันออกแล้ว มีโปรตีน 12 เปอร์เซ็นต์ ส่วนใหญ่ใช้เป็นเชื้อเพลิงโรงงาน สามารถใช้กากเยื่อใยปาล์มในสูตรอาหารข้นได้ 10 – 20 เปอร์เซ็นต์

เนื้อในเมล็ดปาล์ม เป็นส่วนที่แยกเปลือกและกะลาออกแล้ว กากจะมีลักษณะแห้งแข็งหรืออาจเป็นผงละเอียด มีคุณค่าทางโภชนะสูง สามารถใช้ได้ในระดับ 15 – 30 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหารข้น

ไขมันหรือน้ำมัน ได้จากทั้งพืชและสัตว์ให้พลังงานเป็น 2.25 เท่าของคาร์โบไฮเดรต และโปรตีน การใช้ไขมันและน้ำมันในสูตรอาหารมีวัตถุประสงค์เพื่อปรับระดับพลังงานให้เพียงพอกับความต้องการของร่างกายสัตว์ นิยมใช้กับวัตถุดิบที่ให้พลังงานต่ำ มีเยื่อใยสูงและมีลักษณะที่เป็นฝุ่นมาก

กากน้ำตาล เป็นผลพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรมการผลิตน้ำตาลจากอ้อย ให้พลังงานสูง และเพิ่มความน่ากินในอาหาร

2. วัตถุดิบแหล่งโปรตีน

วัตถุดิบอาหารสัตว์ที่เป็นแหล่งของโปรตีนมักมีราคาสูง การนำมาใช้จึงส่งผลต่อต้นทุนค่าอาหารโดยตรง แหล่งของโปรตีนมี 4 แหล่ง ได้แก่ โปรตีนจากพืช โปรตีนจากสัตว์ กรดอะมิโนสังเคราะห์ และสารประกอบไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีน (Non–Protein Nitrogen; NPN) ตัวอย่างวัตถุดิบแหล่งโปรตีน ได้แก่

กากถั่วเหลือง เป็นผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมการผลิตน้ำมันถั่วเหลือง เป็นแหล่งโปรตีนคุณภาพสูง มีกรดอะมิโนจำเป็น มีโปรตีน 44 – 49 เปอร์เซ็นต์

ถั่วเหลืองเอ็กซ์ทรูดหรือถั่วเหลืองไขมันเต็ม ได้จากการนำเมล็ดถั่วไปทำให้สุก โดยไม่มีการสกัดไขมันออกแต่กรรมวิธีในการผลิตมีหลายวิธีจึงส่งผลทำ

ให้มีคุณค่าทางโภชนะแตกต่างกันออกไป โดยมีน้ำมันเป็นองค์ประกอบสูงถึง 17 – 20 เปอร์เซ็นต์

กากถั่วลิสง เป็นส่วนที่ได้จากกระบวนการอัดหรือสกัดน้ำมันถั่วลิสง มีโปรตีน 37–45 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 1–6 เปอร์เซ็นต์เยื่อใย 15 เปอร์เซ็นต์

กากเมล็ดทานตะวัน เป็นส่วนที่ได้จากการสกัดน้ำมันทานตะวัน กากเมล็ดทานตะวันชนิดสกัดน้ำมันทั้งเมล็ดมีโปรตีน 32.2 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใย 23.7 เปอร์เซ็นต์ ส่วนกากเมล็ดทานตะวันชนิดอัดน้ำมันจากเมล็ดที่กะเทาะเปลือกแล้วมีโปรตีน 41.1 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใย 13.3 เปอร์เซ็นต์

กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน เป็นผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม มีโปรตีน 15–18 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใย 14–15 เปอร์เซ็นต์

กากเมล็ดยางพารา เป็นผลพลอยได้จากการบีบหรือสกัดน้ำมันในเมล็ดยางพารา โดยกากเมล็ดยางพาราชนิดที่ไม่กะเทาะเปลือกมีโปรตีน 15–16 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใย 40–42 เปอร์เซ็นต์ ส่วนชนิดกะเทาะ

เปลือกมีโปรตีน 26-30 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใย 28-29 เปอร์เซ็นต์

กากมะพร้าว เป็นผลพลอยได้จากกระบวนการบีบอัดหรือสกัดน้ำมันมะพร้าว ซึ่งมีโปรตีนประมาณ 20-26 เปอร์เซ็นต์ และเยื่อใย 10 เปอร์เซ็นต์

เนื้อและกระดูกป่น ประกอบด้วยส่วนของเนื้อและกระดูกของสัตว์ที่ไม่เหมาะต่อการนำมาใช้เป็นอาหารมนุษย์ซึ่งอาจจะมีพยาธิหรือโรคบางอย่าง โดยเนื้อและกระดูกจะผ่านกระบวนการนึ่ง แล้วนำไปป่นและทำให้แห้ง เนื้อและกระดูกป่นมีโปรตีนประมาณ 55-60 เปอร์เซ็นต์

กากเบียร์ เป็นผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมการผลิตเบียร์ ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 85 เปอร์เซ็นต์ของเศษเหลือจากกระบวนการผลิตเบียร์ มีเยื่อใยสูง และมีโปรตีนร้อยละ 20 การใช้กากเบียร์ต้องคำนึงถึงระดับของเยื่อใย

ปลาป่น เป็นผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตน้ำปลา หรืออาจเป็นปลาทั้งตัว โดยจะนำมาทำให้แห้ง

แล้วบดเพื่อนำไปใช้เป็นอาหารสัตว์ เป็นแหล่งโปรตีนที่มีการไหลผ่านได้ดี นิยมใช้เป็นแหล่งโปรตีนเสริมมากกว่าเป็นแหล่งโปรตีนหลัก เนื่องจากมีราคาสูงมาก

ยูเรีย เป็นแหล่งวัตถุดิบโปรตีนแต่จัดอยู่ในกลุ่มของโปรตีนที่ไม่ใช่โปรตีนแท้ และหากมีการใช้ยูเรียควรมีการใช้ในระดับที่ต่ำและควรใช้ร่วมกับวัตถุดิบในกลุ่มของคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยสลายง่าย เช่น มันเส้น

บทที่ 2
วัตถุดิบแหล่งโปรตีนท้องถิ่นทางเลือก

พืชท้องถิ่นในประเทศไทย โดยเฉพาะพืชตระกูลถั่วมักมีโปรตีนสูงและมีการขยายพันธุ์เองตามธรรมชาติ สามารถนำมาใช้เป็นแหล่งโปรตีนในอาหารสัตว์ได้ ได้แก่

กระถินป่น เป็นวัตถุดิบที่หาได้ง่ายในท้องถิ่น ทนต่อทุกสภาพอากาศ สามารถใช้ในเป็นแหล่งของอาหารหยาบ หรือแหล่งโปรตีนสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้องได้ โดยสามารถใช้ได้ทั้งในรูปของสด ตากแห้ง และแบบหมัก แต่การนำมาใช้ควรคำนึงถึงสารพิษที่สำคัญคือ มิโมซิน แต่สารพิษนี้สามารถทำลายได้โดยให้ความร้อนด้วยการนำไปตากแดด ใบกระถินมีโปรตีนประมาณ 14-30 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณกิ่งหรือก้านที่ปะปนมา พบว่าใบกระถินมีไขมันประมาณ 3.5 เปอร์เซ็นต์เยื่อใย 16-25 เปอร์เซ็นต์ สามารถใช้กระถินในสูตรอาหารได้ถึง 30 เปอร์เซ็นต์

ใบมันสำปะหลังตากแห้ง เป็นเศษเหลือจากพืช ซึ่งปกติแล้วเกษตรไม่ได้ใช้ประโยชน์ถ้าหากใช้เลี้ยงสัตว์ในสภาพสดจะทำให้เกิดอันตรายอาจถึงตาย เนื่องจากมีกรดไฮโดรไซยานิคซึ่งเป็นสารพิษ การตากแห้งสามารถลดพิษได้ มีโปรตีนสูงประมาณ 25 เปอร์เซ็นต์ สามารถใช้มันเฮย์ทดแทนอาหารข้นในโคนมในระดับ 1.7 กิโลกรัม/ ตัว/ วัน โดยที่โคยังให้ผลผลิตและองค์ประกอบของน้ำนม ที่มีคุณภาพ โดยสามารถใช้มันเฮย์เป็นส่วนผสมในสูตรอาหารข้นได้ถึง 23.7 เปอร์เซ็นต์

ภาพที่ 2.1 ใบกระถินแห้งและป่น

ใบไมยราบยักษ์ เป็นพืชที่นำมาใช้เป็นแหล่งโปรตีนในสูตรอาหารสัตว์ได้ มีโปรตีน 29.19 เปอร์เซ็นต์ และผนังเซลล์ 50.02 เปอร์เซ็นต์

ใบหม่อน ใบหม่อนสามารถใช้เป็นแหล่งอาหารหยาบและโปรตีนในอาหารสัตว์ได้ มีโปรตีนประมาณ 17-20 และเยื่อใยหยาบ 30-42 เปอร์เซ็นต์

ภาพที่ 2.2 ใบหม่อนป่น

ใบจามจุรีแห้ง มีค่าโปรตีนสูง 27.8 เปอร์เซ็นต์ วัตถุแห้ง ใบอ่อนจามจุรีมีโปรตีนหยาบสูงถึง 30.9 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเยื่อใย NDF และ ADF 32.6 และ20.2 เปอร์เซ็นต์

ภาพที่ 2.3 ใบจามจุรีป่น

ใบชายา มีโปรตีนสูงถึง 27.4 เปอร์เซ็นต์ มีไขมัน 5.9 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเยื่อใย NDF 35.4 เยื่อใย ADF 23.8 เปอร์เซ็นต์

ภาพที่ 2.4 ใบชายาสดและป่น

ใบมะรุม มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ต้านมะเร็ง ป้องกันตับถูกทำลาย รักษาโรคหอบหืด ขาดสารอาหาร ต้านการอักเสบ รวมทั้งยังสามารถลดคอเลสเตอรอล อีกทั้งมีโปรตีนสูง 21.0–29.0 เปอร์เซ็นต์ มีสารพิษที่เป็นอันตรายต่อสัตว์ในระดับต่ำ แต่มีสารต้านอนุมูลอิสระสูง และใช้เป็นอาหารสัตว์ได้นอกจากนี้ใบมะรุมยังมี สารเบต้าแคโรทีน ซึ่งเป็นโปรวิตามินเอสูงอีกด้วย

ภาพที่ 2.5 ใบมะรุมป่น

ฝักกระถิน เป็นฝักแบน แห้ง แตก สีน้ำตาลเข้ม มีความกว้าง 1.5–2 เซนติเมตร ความยาว 10–20 เซนติเมตร ลักษณะโคนสอบ ปลายแหลม เมล็ดเรียง

ตามขวางภายในฝัก 15–20 เมล็ดมีสีน้ำตาลเป็นมันวาว ฝักกระถินบดมีปริมาณโปรตีนหยาบอยู่ที่ 21.90 เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง

ภาพที่ 2.6 ฝักกระถินแห้งและป่น

ปอเทือง ใบของปอเทือง มี โปรตีน 25 – 30% สามารถนำมาทำการตากแห้งแล้วนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการเลี้ยงสัตว์หรือใช้เสริมให้เป็นอาหารสัตว์ได้ เมล็ดของปอเทือง มีโปรตีนสูงถึง 30–35% นอกจากนี้ยังพบว่ามีไขมันถึง 12.6%

กากมะเขือเทศ มีคุณค่าทางโภชนะแตกต่างกัน โดยเฉลี่ยจะมีวัตถุแห้ง 92.39 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน 19.55 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 6.97 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใย NDF และ ADF เท่ากับ 18.28 และ 16.86 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง และมีค่า NFE 32.03 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง

ภาพที่ 2.7 กากมะเขือเทศแห้ง

ผักตบชวา เป็นวัชพืชที่ขึ้นอยู่ทั่วไปตามห้วย หนอง คลอง บึง มีความสามารถในการเจริญเติบโตและขยายพันธุ์อย่างรวดเร็ว จึงก่อปัญหาทำให้ลำน้ำตื้นขัดขวางการสัญจรทางน้ำ การใช้ประโยชน์จากผักตบชวาจึงเป็นแนวทางในการช่วยลดปัญหาและเป็น

แหล่งโภชนะต่อสัตว์ด้วย แต่การใช้ผักตบชวาสดมีข้อจำกัดคือ มีปริมาณน้ำมากทำให้สัตว์ได้รับสิ่งแห้งน้อยและมีอุจจาระเหลว การนำไปใช้ประโยชน์ควรทำให้แห้งหรือหมัก ผักตบชวามีโปรตีน 17 เปอร์เซ็นต์

ภาพที่ 2.8 ผักตบชวาป่น

บทที่ 3
การทำอาหารอัดก้อนโปรตีนสูง

อาหารก้อนคุณภาพสูงเป็นแนวทางหนึ่งในการเสริมโภชนะให้แก่สัตว์เคี้ยวเอื้องในช่วงหน้าแล้ง โดยใช้เสริมร่วมกับอาหารหยาบคุณภาพต่ำ ส่วนประกอบของอาหารก้อนคุณภาพสูงประกอบด้วยวัตถุดิบอาหารต่างๆ เพื่อเป็นแหล่งโภชนะที่เหมาะสมแก่สัตว์ (Foiklang et al., 2017) ซึ่งแหล่งโภชนะที่สำคัญในอาหารก้อนคุณภาพสูงได้แก่

1. แหล่งของพลังงานที่สามารถย่อยสลายได้เร็ว เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีนในกระเพาะรูเมน แหล่งของพลังงานที่สามารถในการย่อยสลายได้เร็วและเป็นแหล่งของจุลธาตุ รวมถึงมีราคาถูก ที่นิยมใช้คือ กากน้ำตาล (Wiedmeier et al., 1992)

2. แหล่งของไนโตรเจนที่สามารถย่อยสลายได้เร็ว โดยจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนความสามารถในการ

ใช้ไนโตรเจนที่มีโครงสร้างที่ไม่ซับซ้อนในการสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีน ซึ่งจะถูกย่อยและนำไปใช้ประโยชน์ที่ทางเดินอาหารส่วนถัดไป แหล่งไนโตรเจนที่มีคุณสมบัตินี้คือ ยูเรีย (Briggs, 1967)

3. แหล่งของโปรตีนที่มีความสามารถในการสลายในกระเพาะรูเมนต่ำ เป็นโปรตีนที่สัตว์สามารถนำไปใช้ได้โดยตรง เป็นโปรตีนที่ไม่ถูกย่อยสลายในกระเพาะรูเมน เมื่อผ่านลงไปสู่กระเพาะจริงก็จะมีการย่อยและดูดซึมไปใช้ประโยชน์โดยตรง ในสัตว์ที่กำลังเจริญเติบโต สัตว์ที่กำลังให้ผลผลิตหรือสัตว์ที่อุ้มท้องจะมีความต้องการโภชนะสูง การได้รับโปรตีนจากจุลินทรีย์โปรตีนอย่างเดียวอาจไม่เพียงพอ จำเป็นต้องได้รับอาหารโปรตีนที่ไม่ถูกย่อยสลายในกระเพาะรูเมนอีกด้วย แหล่งของโปรตีนชนิดนี้คือกากฝ้าย หรือมันเฮย์เป็นต้น (Wanapat et al., 1996)

4. แหล่งของไวตามินและแร่ธาตุที่สำคัญ ไวตามินบางตัวสัตว์เคี้ยวเอื้องสามารถสังเคราะห์ได้จากจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน แต่ไวตามินบางตัวโดยเฉพาะ

ไวตามินที่ละลายในไขมัน เช่น ไวตามินเอ ดี และอี สัตว์ไม่สามารถสังเคราะห์เองได้ จำเป็นต้องได้รับการเสริมเพื่อให้สัตว์ได้รับอย่างเพียงพอ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสัตว์ที่กำลังเจริญเติบโต และสัตว์ที่กำลังให้ผลผลิต ส่วนแร่ธาตุก็มีความสำคัญต่อระบบเมแทบอลิซึมของร่างกาย ซึ่งแร่ธาตุที่สำคัญได้แก่ แคลเซียม ฟอสฟอรัส แมงกานีส คลอไรด์ โคบอลล์ และซัลเฟอร์ เป็นต้น ซึ่งแร่ธาตุเหล่านี้ต้องมีในอาหารในสัดส่วนที่เหมาะสม เช่น สัดส่วนแคลเซียมต่อฟอสฟอรัสเท่ากับ 1 ต่อ 2 นอกจากนั้นแล้ว อัตราส่วนระหว่างไนโตรเจนต่อซัลเฟอร์ก็มีความสำคัญ เพราะจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนจะนำไปสังเคราะห์เป็นกรดอะมิโนที่มีซัลเฟอร์เป็นองค์ประกอบ ได้แก่ ซีสตีน และเมทไธโอนีน ซึ่งอัตราส่วนควรอยู่ในช่วง 12 ต่อ 1 ถึง 15 ต่อ 1 (Cherthong et al., 2014)

5. ตัวประสานยึด นอกจากจะมีกากน้ำตาลช่วยในการจับตัวแล้ว เพื่อให้ความแข็งในอาหารก้อนดียิ่งขึ้น จึงจำเป็นต้องใช้ซีเมนต์เพิ่มเข้ามาด้วย เพื่อเพิ่มความ

แข็งและป้องกันการกัดแทะของสัตว์ (เมธา และคณะ, 2535)

การเสริมอาหารก้อนคุณภาพสูงมีการใช้กันอย่างแพร่หลาย โดยในแง่ของปริมาณการกินได้และการย่อยได้ เมธาและคณะ (2535) ได้ทำการศึกษาการเสริมอาหารก้อนคุณภาพสูงในสัตว์เคี้ยวเอื้อง ประกอบด้วย กระบือ โคเนื้อ และโคนม ให้ฟางข้าวเป็นแหล่งอาหารหยาบ และเสริมด้วยอาหารก้อนคุณภาพสูงในปริมาณ 500 กรัม/ตัว/วัน พบว่าปริมาณการกินได้ของฟางข้าวเพิ่มขึ้น 22% ในกระบือ 20% ในโคเนื้อ และ 15% ในโคนม Preston and Leng (1987) พบว่าการเสริมอาหารก้อนคุณภาพสูงจะมีผลเชิงบวกกับปริมาณการกินได้อย่างอิสระ ความสามารถในการย่อยได้และสภาพร่างกาย รวมทั้งยังเพิ่มผลผลิตสุดท้ายจากกระบวนการหมักด้วย ในแง่ของผลต่อจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน Garg and Gupta (1992) รายงานว่าการเสริมอาหารก้อนคุณภาพสูง ส่งผลให้ปริมาณแอมโมเนีย–ไนโตรเจนและอัตราการเจริญเติบโตในกระเพาะรูเมนเพิ่มขึ้น

นอกจากนั้น Koakhunthod and Wanapat (2000) รายงานว่าการเสริมอาหารก้อนคุณภาพสูงในโคเนื้อมีผลเพิ่มจำนวนแบคทีเรียในกระเพาะรูเมน และการศึกษาในโคนม พบว่าการเสริมอาหารก้อนคุณภาพสูงมีผลเพิ่มปริมาณน้ำนม องค์ประกอบน้ำนม และเพิ่มผลตอบแทนรายรับจากน้ำนมเมื่อหักค่าใช้จ่าย สูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับการเสริม (Wanapat et al., 1999)

ภาพที่ 3.1 อาหารก้อนโปรตีนสูงที่ใช้พืชในท้องถิ่น
ที่มา: Foiklang et al. (2011)

ตารางที่ 3.1 สูตรอาหารก้อนคุณภาพสูงที่ใช้พืชอาหารสัตว์เป็นแหล่งโปรตีน

ส่วนประกอบ, %	สูตรอาหารอัดก้อน			
	CRB	CH	PCH	MH
รำหยาบ	30	–	–	–
ใบมันแห้ง	–	30	–	–
ถั่วมันแห้ง	–	–	31	–
ใบหม่อนแห้ง	–	–	–	32
กากน้ำตาล	40	42	40	40
ยูเรีย	13	11	12	11
ซีเมนต์	12	12	12	12
ซัลเฟอร์	1	1	1	1
แร่ธาตุรวม	1	1	1	1
เกลือ	1	1	1	1
ไขสัตว์	2	2	2	2
รวม	100	100	100	100
ต้นทุน, บาท/กิโลกรัม	6.27	5.20	5.22	5.20

CRB= รำหยาบ, CH= ใบมันแห้ง, PCH= ถั่วมันแห้ง, MH= ใบหม่อนแห้ง

ที่มา: ดัดแปลงจาก Foiklang et al. (2011)

ตารางที่ 3.2 เปรียบเทียบอาหารข้นกับอาหารอัดก้อน

อาหารข้น	อาหารอัดก้อน
ใช้วัตถุดิบหลายชนิด	ใช้วัตถุดิบน้อยกว่า
เกษตรกรไม่ต้องผลิตเอง	เกษตรกร หรือกลุ่มเกษตรกรต้องผลิตเอง
ให้กินได้เลย	ให้กินแบบ เลียกิน
โปรตีน 12–18 เปอร์เซ็นต์	โปรตีน 38–42 เปอร์เซ็นต์
พลังงาน TDN 70 เปอร์เซ็นต์	พลังงาน TDN 82 เปอร์เซ็นต์
ไม่ต้องหาวัตถุดิบอาหารสัตว์	เกษตรกร หรือกลุ่มเกษตรกรต้องหาวัตถุดิบเอง
ราคา 10–14 บาท/กิโลกรัม	ราคา 5–6 บาท/กิโลกรัม
ปริมาณที่โคเนื้อกิน ประมาณ 3 กิโลกรัม/ตัว/วัน	ปริมาณที่โคเนื้อกิน 200–300 กรัม/ตัว/วัน
เหมาะกับโคเนื้อทุกกลุ่ม	เหมาะกับโคเนื้อระยะรุ่น ถึงโตเต็มที่แล้ว
ทำให้ต้นทุนค่าอาหารสูง (เฉพาะค่าอาหารข้น 30–40 บาท/ตัว/วัน)	ลดต้นทุนค่าอาหาร (เฉพาะค่าอาหารอัดก้อน 2 บาท/ตัว/วัน) ไม่ต้องให้อาหารข้น
อัตราการเจริญเติบโตประมาณ 600 กรัม/ตัว/วัน	อัตราการเจริญเติบโตประมาณ 500 กรัม/ตัว/วัน

วัสดุอุปกรณ์สำหรับการผลิตอาหารก้อนโปรตีนสูง

1. เครื่องอัดก้อนอาหาร
2. เครื่องบดวัตถุดิบให้ละเอียด
3. วัตถุดิบที่ใช้ในสูตรอาหารอัดก้อน
4. ตาชั่ง
5. ภาชนะสำหรับใส่วัตถุดิบอาหาร

ขั้นตอนการทำอาหารอัดก้อน

1. วัตถุดิบทุกชนิดต้องทำการบดให้มีความละเอียด โดยอย่างน้อยต้องบดผ่านตระแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร โดยเฉพาะวัตถุดิบแหล่งโปรตีนจากพืชท้องถิ่น (สราวุธ, 2545)
2. เตรียมวัตถุดิบอย่างอื่น ซึ่งประกอบด้วย กากน้ำตาล ยูเรีย ซีเมนต์ขาว กำมะถัน แร่ธาตุรวม เกลือ ไขสัตว์ ผสมวัตถุดิบทั้งหมดเข้าด้วยกันด้วยมือ หรือเครื่องผสม
3. นำส่วนผสมทั้งหมดชั่งให้ได้ตามอัตราส่วนในแต่ละสูตร ผสมคลุกเคล้าให้เข้ากันในถังผสม โดยใช้

กากน้ำตาล และซีเมนต์ขาวเป็นตัวประสานในช่วงสุดท้าย นำวัตถุดิบที่ผสมเข้ากันแล้วเข้าเครื่องอัดก้อน (ใช้พลาสติกรองในแม่พิมพ์ก่อนอัดทุกครั้ง จะทำให้อาหารไม่ติดที่แม่พิมพ์)

4. เมื่ออัดก้อนเสร็จ นำมาผึ่งในร่ม 1–2 วัน และ ตากแดด 3–4 วัน ทั้งนี้อาหารก้อนมีอายุการเก็บรักษาประมาณ 2–3 เดือน จึงไม่ควรเตรียมไว้คราวละมากๆ

ภาพที่ 3.2 ใบมันบดละเอียด

ภาพที่ 3.3 คลุกเคล้าส่วนผสมทั้งหมดให้เข้ากัน

ภาพที่ 3.4 ส่วนผสมที่คลุกเคล้าเสร็จพร้อมอัดก้อน

ภาพที่ 3.5 เครื่องอัดก้อนอาหารแบบเคลื่อนย้ายได้

ภาพที่ 3.6 เครื่องอัดก้อนอาหารแบบไฮโดรลิก

ภาพที่ 3.7 อาหารอัดก้อน

ภาพที่ 3.8 อาหารอัดก้อนในกล่องไม้

ตารางที่ 3.3 ฐานข้อมูลวัตถุดิบอาหารสัตว์ทางเลือกในเขตภาคเหนือ

วัตถุดิบอาหารสัตว์	ความชื้น	DM	CP	CF	NDF	ADF	OM	Ash
แหล่งโปรตีนท้องถิ่นทางเลือก								
ใบมันสำปะหลัง	67.49	32.51	32.07	12.07	48.97	22.95	88.53	6.52
ใบกระถินป่น	12.04	87.96	21.28	25.20	27.92	19.21	92.10	7.89
ใบมันฝรั่ง	6.88	93.12	21.02	-	36.17	28.40	71.13	28.87
ฝักกระถิน	5.02	94.98	21.90	-	50.75	33.97	89.91	5.07
ปอเทือง	6.31	93.69	17.38	-	67.68	49.24	96.86	3.14
กากมะเขือเทศ	18.14	81.86	19.06	-	18.28	16.86	72.99	21.01
ผักตบชวา	3.77	96.23	15.63	-	46.82	32.35	71.53	28.47
แหล่งพลังงานท้องถิ่นทางเลือก								
มันเส้น	6.35	93.65	3.15	-	29.00	14.65	87.77	4.43
รำละเอียด	7.94	92.06	10.30	15.75	32.13	17.56	88.11	11.89
ข้าวโพดป่น	11.23	88.77	11.14	2.75	42.69	25.68	98.31	1.69
กากถั่วเหลือง	9.87	90.13	45.34	4.47	27.64	8.34	93.54	6.46
กากเต้าหู้ตากแห้ง	12.79	87.21	21.13	11.82	10.94	8.87	97.03	2.97
ถั่วเหลืองไขมันเต็ม	11.09	88.91	36.81	19.81	21.72	14.55	90.85	9.15
ฝุ่นข้าวโพด	5.35	94.65	11.83	-	43.49	24.44	89.90	9.10
เปลือกฟักทองตากแห้ง	9.96	90.04	16.98	-	30.75	19.20	83.02	16.98

DM (dry matter) = วัตถุแห้ง, CP (crude protein) = โปรตีนหยาบ, CF (crude fiber) = เยื่อใยหยาบ, NDF (neutral detergent fiber) = เยื่อใยที่ละลายในสารฟอกที่เป็นกลาง, ADF (acid detergent fiber) = เยื่อใยที่ละลายในสารฟอกที่เป็นกรด, OM (organic matter) = อินทรียวัตถุ, Ash = เถ้า

ตารางที่ 3.4 แหล่งวัตถุดิบอาหารสัตว์ทางเลือกในเขตภาคเหนือ

แหล่งวัตถุดิบ	วัตถุดิบอาหารสัตว์	
	แหล่งพลังงาน	แหล่งโปรตีน
อ.แม่สอด จ.ตาก	มันเส้น	ใบมันสำปะหลัง
อ.เวียงเชียงรุ้ง จ.เชียงราย	มันเส้น	กากปาล์มรวม
อ.เมือง จ.กำแพงเพชร	มันเส้น, รำละเอียด	ใบมันสำปะหลัง
อ.แม่ทะ จ.ลำปาง	มันเส้น, รำละเอียด	
บ.โคเอ นอร์ท อ.แม่ทา จ.ลำพูน	มันเส้น, รำละเอียด	กากถั่วเหลือง, กากแคโนล่า, กากปาล์มรวม
สหกรณ์การเกษตรวังชิ้น อ.วังชิ้น จ.แพร่	มันเส้น, ข้าวโพดบด, ฝุ่นข้าวโพด, รำละเอียด	
โรงงานเต้าหู้ อ.แม่วาง จ.เชียงใหม่		กากเต้าหู้ตากแห้ง
อ.พร้าว จ.เชียงใหม่	รำละเอียด,ข้าวโพดบด, ฝุ่นข้าวโพด	
หจก.รุ่งทองคำอกริเทรด ต.แม่แฝก อ.สันทราย จ.เชียงใหม่	รำละเอียด,ข้าวโพดบด	กากถั่วเหลือง
ต.แม่แฝก อ.สันทราย จ.เชียงใหม่	รำละเอียด	ใบมันฝรั่ง
อ.บ้านธิ จ.ลำพูน	รำละเอียด, แป้งเหง้าสับปะรด	กากถั่วเหลือง
พื้นที่ อ.เมือง จ.พะเยา	เปลือกฟักทองตากแห้ง	กากมะเขือเทศ

เอกสารอ้างอิง

เมธา วรรณพัฒน์, ปิ่น จันจุฬา, ฉลอง วชิราภากร, ศักดิ์สิทธิ์ จันทร์ไทย, และ นิโรจน์ ศรสูงเนิน. 2547. ผลของระดับยูเรียและมันเส้นในสูตรอาหารข้นสำหรับโคนม. น. 239-254. ใน: การประชุมสัมมนาวิชาการเกษตรแห่งชาติ ประจำปี 2547 “ปศุสัตว์อาหารมาตรฐานโลก” (สาขาสัตวศาสตร์/สัตวบาล), 27-28 มกราคม 2547, โรงแรมโซฟิเทลราชาออคิด,ขอนแก่น.

วริยา โกสุม, นารีรัตน์ เจริญวัฒนสกุล, ยุวเรศ เรืองพานิช, สุกัญญา รัตนทับทิมทอง, และเสกสม อาตมางกูร. 2552. คุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ ของกากมันสำปะหลัง. น. 117 – 124. ใน: การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 49 สาขาสัตว์ วันที่ 17-20 มีนาคม 2552, กรุงเทพฯ.

Cherdthong, A., B. Khonkhaeng, A. Seankamsorn, C. Supapong, M. Wanapat, N. Gunun, P. Gunun, P. Chanjula, and S, Polyorach. 2018. Effects of feeding fresh cassava root with high-sulfur feed block on feed utilization, rumen fermentation, and blood metabolites in Thai native cattle. Trop. Anim. Health Prod. 50:1365–1371.

สราวุธ เกาะขุนทด. 2545. ผลของมันสำปะหลังตากแห้งทั้งต้น(มันเฮย์)ในอาหารก้อนคุณภาพสูงต่อผลผลิตน้ำนมในโครีดนม. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.ขอนแก่น.

Foiklang, S., M. Wanapat and W. Toburan. 2011. Effects of various plant protein sources in high–quality feed block on feed intake, rumen fermentation, and microbial population in swamp buffalo. Tropical Animal Health and Production. 43:1517–1524.

Foiklang, S., M. Wanapat, B. Viennasay and T. Norrapoke. 2017. Effect of BAFLOP contained in High quality feed block (HQFB) and Roughage to Concentrate ratio on *In vitro* Gas production kinetics, Digestibility and Fermentation. In: Proceedings of the 2nd International Conference on Animal Nutrition and Environment (ANI–NUE 2017). November 1–4, 2017). Pullman Raja Orchid Hotel, Khon Kaen, Thailand. pp. 481–485.