

การปรับสภาพเศษเหลือทางการเกษตรเพื่อใช้เป็นอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง
(Pretreatment of agricultural residues for use as ruminant feed)

วทัญญู สารพันธ์ุ

Wathunyu Saraphun

ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

บทคัดย่อ

สัมมนาฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและรวบรวมผลของการปรับสภาพเศษเหลือทางการเกษตรเพื่อเพิ่มการใช้ประโยชน์ได้ของเศษเหลือทางการเกษตรโดยวิธีการต่างๆ สำหรับใช้เป็นอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง ซึ่งได้ทำการรวบรวมและศึกษาข้อมูลจากเอกสารวิชาการและสื่ออิเล็กทรอนิกส์จำนวน 18 ฉบับ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2556 ถึงปี พ.ศ. 2564 โดยพบว่าการปรับสภาพเศษเหลือทางการเกษตรทำได้หลายวิธี ได้แก่ การปรับสภาพด้วยวิธีทางกายภาพทางเคมี ทางกายภาพร่วมกับทางเคมี และทางชีวภาพ ซึ่งทุกวิธีสามารถช่วยเพิ่มการย่อยเยื่อใย และปริมาณการกินได้ โดยวิธีทางกายภาพเพิ่มการย่อยได้ของเยื่อใย NDF เฉลี่ย 6.78% และ ADF เฉลี่ย 7.39% และปริมาณการกินได้เพิ่มขึ้นเฉลี่ย 35.28% วิธีทางเคมีเพิ่มการย่อยได้ของเยื่อใย NDF เฉลี่ย 13.99% และ ADF เฉลี่ย 9.54% และปริมาณการกินได้เพิ่มขึ้นเฉลี่ย 26.71% วิธีทางกายภาพร่วมกับทางเคมีสามารถเพิ่มการย่อยได้ของเยื่อใย NDF เฉลี่ย 13.93% และ ADF เฉลี่ย 14.41% และปริมาณการกินได้เพิ่มขึ้นเฉลี่ย 20.34% และวิธีทางชีวภาพเพิ่มการย่อยได้ของเยื่อใยรวมเฉลี่ย 21.34% และเพิ่มปริมาณการกินได้เฉลี่ย 9.57% อย่างไรก็ตามแม้ว่าทุกวิธีจะช่วยเพิ่มการย่อยได้ของเยื่อใย และปริมาณการกินได้ แต่ทุกวิธีล้วนมีข้อดีข้อเสียที่แตกต่างกัน ดังนั้นในการเลือกใช้วิธีการใดเพื่อปรับสภาพเศษเหลือทางการเกษตรควรพิจารณาข้อดีข้อเสียของแต่ละวิธีร่วมด้วย

คำสำคัญ : การปรับสภาพ เศษเหลือทางการเกษตร การย่อยเยื่อใย ปริมาณการกินได้

บทนำ

ปัจจุบันอุตสาหกรรมการเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้องในประเทศไทยได้มีการพัฒนาและได้รับการส่งเสริมจากทั้งภาครัฐและเอกชน ทำให้มีการเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้องกันอย่างแพร่หลายในทุกภูมิภาคของประเทศไทย และสัตว์เคี้ยวเอื้องที่นิยมเลี้ยงกันในประเทศไทย ได้แก่ โค กระบือ แพะ แกะ เป็นต้น จากการรายงานของกรมปศุสัตว์ (2564) รายงานว่าในปี 2563 ประเทศไทยมีจำนวนการเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้องโดยรวมประมาณ 9.24 ล้านตัว ซึ่งเป็นที่ทราบกันดีอยู่แล้วว่าอาหารหยาบนับเป็นปัจจัยหลักที่สำคัญในกระบวนการสร้างผลผลิต เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดทั้งปริมาณและคุณภาพของผลผลิตสัตว์จึงจำเป็นต้องได้รับอาหารอย่างเหมาะสม ทั้งอาหารหยาบและอาหารเสริมให้ตรงกับความต้องการและศักยภาพการผลิตของสัตว์แต่ละชนิดซึ่งอาหารหยาบส่วนใหญ่คือ พืชอาหารสัตว์แต่นับวันจะมีปัญหาและทวีความรุนแรงมากขึ้น โดยเฉพาะการขาดแคลนอาหารหยาบในช่วงฤดูแล้ง หากไม่ได้รับการแก้ไขให้เหมาะสมย่อมส่งผลกระทบต่อกระบวนการผลิตทั้งในระยะสั้นและระยะยาว ดังนั้นจึงได้มีการนำผลพลอยได้หรือเศษเหลือทางการเกษตรมาใช้ทดแทนพืชอาหารสัตว์ในช่วงฤดูแล้ง เช่น ฟางข้าว ชานอ้อย ตอซังข้าวโพด เปลือกมันสำปะหลัง เป็นต้น แต่จากการศึกษาพบว่าเศษเหลือทางการเกษตร จะมีส่วนของเยื่อใยอยู่ในปริมาณสูงคือ เป็นคาร์โบไฮเดรตที่ทำหน้าที่เป็นโครงสร้าง (Structural carbohydrate) ได้แก่ เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน เป็นต้น ซึ่งในสัตว์เคี้ยวเอื้องจะอาศัยเอนไซม์จากจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนเพื่อย่อยเยื่อใยให้เป็น VFA (Volatile fatty acid) ซึ่งเป็นพลังงานหลักของสัตว์เคี้ยวเอื้อง ลิกนินแม้จะอยู่รวมกับเยื่อใยแต่เป็น部分ที่ไม่สามารถย่อยได้ นอกจากจะย่อยไม่ได้แล้วยังไปขัดขวางการย่อยได้ของเซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลสอีกด้วย เพราะลิกนินจะไปห่อหุ้มหรือมีพันธะเชื่อมต่อกับโครงสร้างของเซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลส ส่งผลให้จุลินทรีย์เข้าไปย่อยเยื่อใยไม่ได้ ทำให้การย่อยได้หรือการนำไปใช้ประโยชน์ของเศษเหลือทางการเกษตรลดลง (อารีรัตน์, 2562) อย่างไรก็ตามเศษเหลือทางการเกษตรถึงจะมีคุณภาพต่ำ แต่มีปริมาณมากในประเทศหากมีการปรับปรุงสภาพเพื่อลดหรือสลายลิกนินก่อนนำไปใช้เลี้ยงสัตว์หรือใช้ประโยชน์ จะช่วยเพิ่มการย่อยได้ของเยื่อใยได้ดังนั้นสมาคมฉบับนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและรวบรวมผลของการปรับปรุงสภาพเศษเหลือทางการเกษตรเพื่อเพิ่มการใช้ประโยชน์ของเศษเหลือทางการเกษตรโดยวิธีการต่างๆ

เศษเหลือทางการเกษตร

เศษเหลือทางการเกษตรหมายถึง วัสดุที่เหลือจากการเก็บเกี่ยวของเกษตร หรือวัสดุที่เหลือจากกระบวนการผลิตจากอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น ชานอ้อย ฟางข้าว กากสับปะรด ตอซังข้าวโพด แกลบ ต้นถั่ว ทางใบ

มะพร้าว ทางใบปาล์ม เปลือกมันสำปะหลัง และเปลือกสับปะรด เป็นต้น (ปณฺท์, 2563) ซึ่งโดยทั่วไปเศษเหลือทางการเกษตรส่วนใหญ่ประกอบไปด้วย เซลลูโลส (Cellulose) เฮมิเซลลูโลส (Hemicellulose) และลิกนิน (Lignin)

เซลลูโลสเป็นคาร์โบไฮเดรตประเภทโพลีแซคคาไรด์ (Polysaccharide) มีโครงสร้างประกอบด้วยโมเลกุลที่ต่อกันเป็นโซ่ยาวของกลูโคสที่พบมากที่สุดในธรรมชาติ และเป็นองค์ประกอบหลักของผนังเซลล์พืช ที่ทำหน้าที่เสริมโครงสร้างของลำต้นและกิ่งก้านของพืชให้มีความแข็งแรงเซลลูโลสประกอบไปด้วย D-Glucose molecules มาเชื่อมต่อเป็นสายยาวด้วยพันธะ β -1,4 Glucosidic linkages อย่างมีระเบียบทำให้มีโครงสร้างซับซ้อนขึ้น โดยทั่วไปเซลลูโลสในธรรมชาติจะอยู่ในรูปของลิกโนเซลลูโลส (Lignocellulose) คือมีการรวมตัวกันกับลิกนินเนื่องจากเซลลูโลสประกอบด้วยกลูโคสเป็นจำนวนมากเชื่อมต่อกันเป็นเส้นตรงด้วยพันธะแบบ β -(1-4) linkages จึงมีคุณสมบัติไม่ละลายน้ำ และทนต่อการย่อยสลาย จึงไม่สามารถย่อยได้ด้วยเอนไซม์ของสัตว์แต่สามารถย่อยได้โดยจุลินทรีย์ที่มีเอนไซม์เซลลูเลส (Cellulase) ในกระเพาะรูเมน (Rumen) และในไส้ติ่ง (Caecum) ของสัตว์เคี้ยวเอื้อง (นิรารวรรณ, 2560)

เฮมิเซลลูโลสเป็นคาร์โบไฮเดรตประเภทโพลีแซคคาไรด์ (Polysaccharide) ที่เป็นส่วนประกอบของผนังเซลล์พืชเช่นเดียวกับเซลลูโลสแต่มีโครงสร้างเป็นเฮเทอโรโพลีแซคคาไรด์ (Heteropolysaccharide) ที่ประกอบด้วยน้ำตาลมากกว่า 2 ชนิด น้ำตาลที่พบมากคือ ไซโลส (D-Xylose) และอะราบิโนส (D-Arabinose) ซึ่งเป็นน้ำตาลที่มีคาร์บอน 5 อะตอมนอกจากนี้อาจมี กลูโคส (D-Glucose) แมนโนส (D-Mannose) กาแล็กโทส (D-Galactose) และกรดกลูคูโรนิก (D-Glucuronic acid) เชื่อมกันด้วยพันธะแบบ β -(1-4) linkages จึงมีคุณสมบัติไม่ละลายน้ำ และย่อยสลายยาก เฮมิเซลลูโลสจึงไม่สามารถย่อยด้วยเอนไซม์จากสัตว์ แต่ย่อยได้โดยจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนของสัตว์เคี้ยวเอื้องได้เช่นเดียวกับเซลลูโลส (ปิ่น และ วสันต์, 2559)

ลิกนินเป็นชั้นของโพลิเมอร์ธรรมชาติเชิงซ้อนที่ทำหน้าที่เสริมความแข็งแรงให้แก่ผนังเซลล์และท่อลำเลียงในพืชลิกนินยังเป็นส่วนประกอบของเปลือก ชั้ ราก และลำต้น โดยสร้างจากโค่นต้นไปสู่ปลายยอด และพืชอายุมากขึ้นจะมีปริมาณลิกนินมากขึ้นตามไปด้วย (ปณฺท์, 2563) ลิกนินมีโครงสร้างแบบอะโรมาติกประกอบด้วยโซ่โมเลกุลของออกซิเจนเตตฟีนิลโพรเพน (Oxygenated phenyl propane) ที่สังเคราะห์จากอนุพันธ์ของแอลกอฮอล์ชนิดต่างๆ ได้แก่ คูมาริล (Coumaryl alcohol) พบมากในพืชตระกูลหญ้า ส่วนโคนิเฟอร์ิล (Coniferyl alcohol) จะพบมากในพืชใบแคบ และไซนาปิล (Sinapyl alcohols) จะพบมากในพืชใบกว้าง (มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2561) ในธรรมชาติลิกนินจะจับอยู่รอบๆโมเลกุลของเซลลูโลส และมีการเกิดพันธะโคเวเลนต์ระหว่างลิกนินกับเซลลูโลสเป็นสารประกอบลิกโนเซลลูโลส (Lignocelluloses) ทำ

ให้โมเลกุลของลิกนินมีความแข็งแรง มีสมบัติไม่ละลายน้ำ ไม่ยืดหยุ่น ลิกนินจึงทำหน้าที่เป็นสารยึดหรือกาวประสานระหว่างเซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลส จึงเป็นตัวขัดขวางการย่อยได้ของเซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลส และลิกนินไม่สามารถย่อยได้ทั้งโดยเอนไซม์จากสัตว์ และจุลินทรีย์ (ปิ่น และ วสันต์, 2559) ดังนั้นจึงได้มีการศึกษาวิธีการต่างๆ เพื่อลดปริมาณลิกนินหรือปรับสภาพลิกนิน ซึ่งจะช่วยให้การใช้ประโยชน์จากเยื่อใยได้มากขึ้น

วิธีการปรับสภาพเศษเหลือทางการเกษตร

1) การปรับสภาพทางกายภาพ (Physical treatment)

การปรับสภาพทางกายภาพ เป็นวิธีการปรับสภาพของเศษเหลือทางการเกษตร โดยใช้เครื่องมือในการบด สับ หั่น เพื่อลดขนาดชิ้นอาหารช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวและลดอนุภาคอาหารให้มีขนาดเล็กลง ซึ่งเป็นวิธีที่ทำได้ง่ายและไม่ซับซ้อน (นิราวรรณ, 2560) จากการรายงานของ Balet al. (2017) พบว่าการสับต้นข้าวโพดก่อนนำไปหมักทำให้มีการย่อยได้ของเยื่อใย NDF (Neutral detergent fiber) และ ADF (Acid detergent fiber) เพิ่มขึ้น 8.25% และ 6.45% ตามลำดับ การกินได้เพิ่มขึ้น 46.20% และผลผลิตน้ำนมเพิ่มสูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับโคนมที่ได้รับต้นข้าวโพดที่ไม่สับ สอดคล้องกับ Gunun et al. (2013) ที่รายงานว่าโคนมที่ได้รับฟางข้าวสับ 4 เซนติเมตร มีการย่อยได้ของเยื่อใย NDF และ ADF เพิ่มขึ้น 5.79% และ 8.70% ตามลำดับ การกินได้เพิ่มขึ้น 37.46% และผลผลิตน้ำนมเพิ่มสูงกว่าโคนมที่ได้รับฟางข้าวที่ไม่สับ และ Nematı et al. (2015) อ้างโดย นิราวรรณ (2560) ที่รายงานว่า การใช้ถั่วอัลฟาฟาบาดในสูตรอาหารลูกโคนม ทำให้มีการย่อยได้ของเยื่อใย NDF และ ADF เพิ่มขึ้น 6.32% และ 7.03% ตามลำดับ และการกินได้เพิ่มขึ้น 22.17% เมื่อเปรียบเทียบกับที่ไม่บด (Table 1) ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากการลดขนาดของอาหารจะช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัสช่วยให้จุลินทรีย์โดยเฉพาะเชื้อราเข้ายึดเกาะและทำให้ผนังของอาหารแตกเปราะช่วยสนับสนุนให้แบคทีเรียเข้าทำปฏิกิริยาในการย่อยเยื่อใยส่วนลิกโนเซลลูโลสได้มากขึ้น (นิราวรรณ, 2560) นอกจากนี้ยังพบว่าการสับ การหั่น และการบด ยังมีผลต่อระดับค่า PH ในกระเพาะรูเมนด้วย กล่าวคือค่าความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะรูเมนจะแปรผันโดยตรงกับขนาดของอาหาร ถ้าขนาดชิ้นอาหารลดลง ค่าความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะรูเมนจะลดลงตามไปด้วย ทั้งนี้ขนาดของชิ้นอาหารที่เล็กลงทำให้กิจกรรมการเคี้ยวเอื้องของสัตว์ลดลง ซึ่งส่งผลให้การหลั่งน้ำลายซึ่งเป็นแหล่งของบัฟเฟอร์ไหลสู่กระเพาะสัตว์ลดลงไปด้วยเช่นกัน

Table 1 Effect of agricultural residue size on feed intake, digestibility and production.

Type and Food size	Animal type	Digestibility (%)		Feed intake (%)	Production	References
		NDF	ADF			
Corn plant 1.95 cm	Dairy	+8.25	+6.45	+46.20	+	Balet al. (2017)
Straw 4 cm	Dairy	+5.79	+8.70	+37.46	+	Gunun et al. (2013)
Alfalfa 1 mm	Dairy calf	+6.32	+7.03	+22.17	-	Nemati et al. (2015)

Explanation: + = increase and – = did not study

2) การปรับสภาพทางเคมี (Chemical treatment)

การปรับสภาพทางเคมีเป็นการนำสารเคมีที่มีฤทธิ์เป็นกรด-ด่าง มาประยุกต์ใช้เพื่อปรับสภาพเศษเหลือทางการเกษตร เช่น ยูเรีย โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) และแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) เป็นต้น จากการรายงานของ ธาตรี (2561) ที่ได้ทำการหมักฟางข้าวด้วยยูเรีย 6% เพื่อใช้เป็นแหล่งอาหารหยาบของโคเนื้อพบว่า การย่อยได้ของเยื่อใย NDF และ ADF เพิ่มขึ้น 5.33% และ 7.16% ตามลำดับ และปริมาณการกินได้เพิ่มขึ้น 50.18% เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่หมักด้วยยูเรีย สอดคล้องกับ Balgees et al. (2015) ที่ได้ทำการหมักขานอ้อยด้วยยูเรีย 5% เป็นอาหารของโคนมพบว่า การย่อยได้ของเยื่อใย NDF และ ADF เพิ่มขึ้น 11.94% และ 5.76% ตามลำดับ ปริมาณการกินได้เพิ่มขึ้น 17.03% และผลผลิตน้ำนมเพิ่มสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับที่ไม่หมักด้วยยูเรีย และ สุรเดช (2561) ได้ทำการปรับสภาพทางใบปาล์มน้ำมันด้วยยูเรีย 5% เพื่อใช้เป็นอาหารหยาบเลี้ยงแพะลูกผสม พบว่าการย่อยได้ของเยื่อใย NDF และ ADF เพิ่มสูงขึ้น 5.61% และ 5.01% ตามลำดับ แต่ปริมาณการกินได้เท่ากันกับกลุ่มที่ไม่ปรับสภาพ นอกจากการใช้ยูเรียในการปรับสภาพเศษเหลือทางการเกษตรแล้ว ยังมีการใช้สารเคมีชนิดอื่นๆ ได้แก่ โซเดียมไฮดรอกไซด์ และแคลเซียมไฮดรอกไซด์ จากการรายงานของ ณัฐพงษ์ และคณะ (2556) อ้างโดย ณรงค์ม และคณะ(2562) ได้ทำการปรับสภาพขานอ้อยด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ เพื่อใช้เป็นแหล่งอาหารหยาบในสูตรอาหารผสมสำเร็จของโคเนื้อ พบว่าขานอ้อยหมักด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ 4% ทำให้การย่อยได้ของเยื่อใย NDF และ ADF เพิ่มขึ้น 7.83% และ 6.12% ตามลำดับ ปริมาณการกินได้เพิ่มขึ้น 15.22% และ อัตราการเจริญเติบโตเพิ่มสูงกว่าโคเนื้อที่กินอาหารที่ไม่มีการปรับสภาพ และ นีราวรรณ (2560) รายงานว่าโคเนื้อ

ที่กินชานอ้อยหมักยูเรียร่วมกับแคลเซียมไฮดรอกไซด์เป็นอาหารหยาบมีการย่อยได้ของเยื่อใย NDF และ ADF เพิ่มขึ้น 39.27% และ 23.64% ตามลำดับ และปริมาณการกินได้เพิ่มขึ้น 24.39% เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่ใช้ยูเรียและแคลเซียมไฮดรอกไซด์ และใช้ยูเรียเพียงอย่างเดียว (Table 2) ทั้งนี้ที่ยูเรีย โซเดียมไฮดรอกไซด์ และแคลเซียมไฮดรอกไซด์ช่วยเพิ่มการย่อยเยื่อใยได้ อาจเป็นผลมาจากการย่อยสลายยูเรียของเอนไซม์ยูรีเอส ได้ผลิตเป็นแอมโมเนีย และแอมโมเนียซึ่งมีฤทธิ์เป็นด่างจะมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างผนังเซลล์หรือเยื่อใย เช่นเดียวกันกับ การใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ และแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่มีฤทธิ์เป็นด่างจะมีอิทธิพลต่อโครงสร้างของผนังเซลล์ ซึ่งทำให้ส่วนของลิกโนเซลลูโลสแยกออกจากกัน (สุรเดช, 2561) และ การใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ระดับต่างๆ ในการปรับสภาพเศษเหลือทางการเกษตรยังพบว่า ที่ระดับความเข้มข้นเพิ่มขึ้นจะทำให้เยื่อใยส่วนเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน แยกออกมาจากโครงสร้างของเยื่อใยมากขึ้นตามลำดับ (Figure 1) จึงส่งผลให้มีการย่อยได้ของเยื่อใยเพิ่มขึ้น และนอกจากนี้ คำรัส และคณะ (2559) ยังรายงานว่า การใช้ยูเรียไม่เป็นพิษต่อสัตว์ แต่การเป็นพิษจะเกิดขึ้นได้ในกรณีที่สัตว์ได้รับยูเรีย หรือสารประกอบที่ไม่ใช่โปรตีนแท้ (NPN, Non-protein nitrogen) มากเกินไป เมื่อยูเรียสลายตัวได้เป็นแอมโมเนียในกระเพาะรูเมนมากขึ้นอย่างรวดเร็ว และถูกดูดซึมเข้ากระแสเลือดเพื่อนำไปใช้ แต่เมื่อนำไปใช้ไม่ทัน จึงทำให้มีปริมาณที่มากในกระแสเลือดหรือที่เรียกว่ายูเรียเป็นพิษ ดังนั้นควรคำนึงถึงปริมาณและสัดส่วนที่เหมาะสมในการใช้ ซึ่งการใช้สารเคมีในการปรับสภาพเศษเหลือทางการเกษตรเป็นวิธีที่ปฏิบัติได้ง่ายและมีประสิทธิภาพ ไม่ต้องใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่มีราคาแพง แต่การใช้สารเคมีในการปรับสภาพเศษเหลือทางการเกษตร อาจมีข้อด้อยในเรื่องของการสะสมสารเคมีในสัตว์ หรือมีความกังวลในการตกค้างของสารเคมีในผลิตภัณฑ์สัตว์ (นิราวรรณ, 2560)

Table 2 Effect of chemical treatment for digestibility and feed intake.

Type and Level of chemical	Animal type	Digestibility (%)		Feed intake (%)	Production	References
		NDF	ADF			
Straw+6% urea	Cattle	+5.33	+7.16	+50.18	-	ธาดรี (2561)
Bagasse+5% urea	Dairy	+11.94	+5.76	+17.03	+	Balgees et al. (2015)
Palm leaf+5% urea	Goat	+5.61	+5.01	***	-	สุรเดช (2561)
Bagasse+4% NaOH	Cattle	+7.83	+6.12	+15.22	+	ณัฐพงษ์ และคณะ (2556)
Bagasse+2% urea + 2% Ca(OH) ₂	Cattle	+39.27	+23.64	+24.39	-	นิราวรรณ (2560)

Explanation: + = increase, *** = invariable and – = did not study

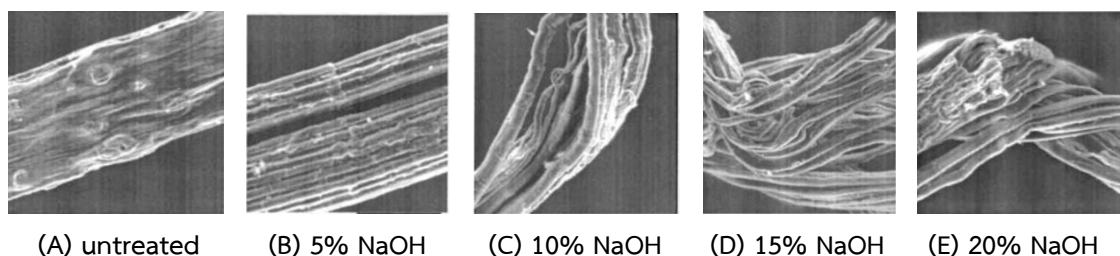


Figure 1 The structure of the bagasse has been treated at different levels of NaOH.

Source: Jahn (2555)

3) การปรับสภาพทางกายภาพร่วมกับเคมี (Physicochemical treatment)

วิธีนี้เป็นการปรับสภาพของเศษเหลือทางการเกษตรด้วยวิธีทางกายภาพร่วมกับทางเคมี โดยจากการรายงานของ Gunun et al. (2013) ที่ทำการหมักฟางข้าวสับร่วมกับยูเรีย 3% เพื่อใช้เป็นอาหารหยาบสำหรับโคนม พบว่าสามารถเพิ่มปริมาณการย่อยเยื่อใย NDF และ ADF เพิ่มขึ้น 17.74% และ 17.35% ตามลำดับ และการกินได้เพิ่มขึ้น 20.34% เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่ใช้ยูเรีย และ ณรกมล และคณะ (2562) ที่ทำการปรับสภาพฟางข้าวสับร่วมกับยูเรียในหลอดทดลอง พบว่าการใช้ยูเรีย 6% หมักร่วมกับฟางข้าวสับ 10 เซนติเมตร มีปริมาณ

การย่อยเยื่อใย NDF และ ADF เพิ่มขึ้น 10.12% และ 11.46% ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่สับ และไม่หมักด้วยยูเรีย (Table 3) ทั้งนี้การเพิ่มขึ้นของปริมาณการย่อยเยื่อใย NDF และ ADF อาจเป็นผลมาจากการที่ฟางข้าวมีขนาดสั้นลงทำให้มีปริมาณและพื้นที่เพิ่มขึ้นอีกทั้งยูเรียยังทำให้เกิดปฏิกิริยาในการเปลี่ยนยูเรียให้อยู่ในรูปแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ ส่งผลทำให้มีการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของฟางข้าวมีความอ่อนนุ่มลงและทำให้มีรูพรุนจึงทำให้เกิดการสลายพันธะเอสเทอร์ของเซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลส จึงทำให้มีการย่อยเยื่อใยได้มากขึ้น

Table 3 Effect of pretreatment of straw by physical method combined with chemical method.

Observation	Digestibility (%)		Feed intake (%)	References
	NDF	ADF		
Chopped straw+3% urea	+17.74	+17.35	+20.34	Gunun et al. (2013)
Chopped straw 10 cm +6% urea	+10.12	+11.46	-	ณรกรมล และคณะ (2562)

Explanation: + = increase and - = did not study

4) การปรับสภาพทางชีวภาพ (Biological treatment)

การปรับสภาพทางชีวภาพเป็นการนำจุลินทรีย์มาใช้ในการปรับสภาพเศษเหลือทางการเกษตร ซึ่งจุลินทรีย์ที่นิยมนำมาใช้ ได้แก่ กลุ่มของเชื้อราพวงราขาว (White rot fungi) โดยจุลินทรีย์จะเข้าทำปฏิกิริยากับอาหาร ซึ่งเป็นวิธีที่ประหยัดพลังงานและปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม อีกทั้งยังเป็นการหลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีที่อาจตกค้างในสัตว์ และผลิตภัณฑ์สัตว์ได้ จากการรายงานของ ปิ่น และ วสันต์ (2559) ที่ใช้เชื้อรา 6 ชนิด ร่วมกับทางไบโอปาล์มน้ำมันพบว่า เชื้อราในกลุ่ม *Lentinus sajor-caju*. และ *Schizophyllum commune*. ทำให้มีการย่อยสลายเยื่อใยในทางไบโอปาล์มน้ำมันได้สูงสุดคือ 23.41% และ 19.98% ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับเชื้อราในกลุ่มอื่นๆ และการย่อยสลายเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการบ่มในกระเพาะรูเมน และ Bento et al. (2014) อ้างโดย นริศรา และคณะ (2563) พบว่าการหมักขานอ้อยด้วยเชื้อรา *PL006 (Pleurotus Ostreatus)* และ *Lentinula edodes UFV73* สามารถลดเยื่อใยในขานอ้อย ส่งผลให้การย่อยได้เพิ่มขึ้น 19.87% และ 25.33% ตามลำดับ สอดคล้องกับ Ramli et al. (2016) ที่ทำการปรับปรุงขานอ้อยด้วยเชื้อราในกลุ่ม *Aspergillus* 3 ชนิด เพื่อใช้เป็น

แหล่งอาหารหยาบในสูตรอาหารผสมสำเร็จ พบว่าปริมาณการย่อยเยื่อใย และการกินได้ ของแพะเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่กินอาหารที่ไม่มีการปรับสภาพด้วยเชื้อรา *Aspergillus* (Table 4) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะเชื้อราใช้เอนไซม์ในการทำปฏิกิริยาระหว่างโครงสร้างของเยื่อใย ทำให้เยื่อใยส่วนลิกโนเซลลูโลสแยกออกจากกัน และจุลินทรีย์สามารถเข้าย่อยได้ง่ายขึ้น อย่างไรก็ตามแม้ว่าการใช้วิธีการปรับสภาพด้วยวิธีชีวภาพจะได้ผลดี แต่ส่วนใหญ่พบว่ายังอยู่ในระดับห้องปฏิบัติการ เนื่องจากสามารถควบคุมปัจจัยเรื่องสิ่งแวดล้อมได้ และยังมีการใช้งานในทางปฏิบัติไม่มากนัก ซึ่งวิธีการปรับสภาพทางชีวภาพเป็นวิธีที่น่าสนใจ เนื่องจากเป็นวิธีที่ปลอดภัย ลดการใช้สารเคมีที่ส่งผลให้เกิดการสะสมในสัตว์ แต่ด้วยข้อจำกัดหลายอย่างในทางปฏิบัติในระดับฟาร์ม จึงต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อลดข้อจำกัดต่างๆ และทำให้วิธีปรับสภาพทางชีวภาพสามารถใช้ได้จริงในระดับฟาร์มในอนาคต

Table 4 Effects of improving roughage quality with mold on feed intake and digestibility.

Type of fungi	Method	Digestibility fiber (%)	Feed intake (%)	References
<i>Lentinus sajor-caju</i>	In sacco (Cattle)	+23.41	-	ปิ่น และ วสันต์ (2559)
<i>Schizophyllum commune</i>		+19.98	-	
<i>Lentinula edodes</i>	In vitro	+19.87	-	Bento et al. (2014)
<i>Pleurotus Ostreatus</i>		+25.33	-	
<i>Aspergillus oryzae</i>	20% in	+18.35	+12.54	Ramli et al. (2016)
<i>A. sojae</i>	TMR (Goat)	+21.84	+7.02	
<i>A. awamori</i>		+20.59	+9.16	

Explanation: + = increase and - = did not study

สรุป

การปรับสภาพเศษเหลือทางการเกษตรเพื่อใช้เป็นอาหารสัตว์สามารถทำได้หลายวิธี ได้แก่ การปรับสภาพด้วยวิธีทางกายภาพ ทางเคมี ทางกายภาพร่วมกับทางเคมี และทางชีวภาพ ซึ่งทุกวิธีสามารถช่วยเพิ่มการย่อยเยื่อใย และปริมาณการกินได้ รวมทั้งผลผลิตเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามแต่ละวิธีจะมีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกัน โดยการปรับสภาพด้วยวิธีทางกายภาพเป็นวิธีที่ทำได้ง่ายไม่ซับซ้อน แต่ขนาดของชิ้นอาหารจะมีอิทธิพลต่อค่าความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะรูเมน ส่วนวิธีทางกายภาพร่วมกับทางเคมี เป็นการนำผลตอบสนองที่ดีจากทั้ง 2 วิธีการมาประยุกต์ใช้ร่วมกัน อาจเป็นการเพิ่มขึ้นตอนในทางปฏิบัติมากขึ้น การปรับสภาพด้วยวิธีทางเคมีเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพสูง แต่อาจมีข้อด้อยในเรื่องการสะสมสารเคมีในสัตว์ หรืออาจมีการตกค้างในผลิตภัณฑ์ และการปรับสภาพด้วยวิธีการทางชีวภาพเป็นวิธีที่ปลอดภัย แต่มีข้อด้อยในการประยุกต์ใช้ในระบบฟาร์ม ดังนั้นผู้เลี้ยงสัตว์ที่ต้องการปรับสภาพเศษเหลือทางการเกษตรเพื่อใช้เลี้ยงสัตว์สามารถเลือกใช้วิธีที่เหมาะสมสำหรับตนเองเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด

เอกสารอ้างอิง

กรมปศุสัตว์. 2564. **ปศุสัตว์ในประเทศไทย**. <https://sites.google.com/site/kasetonilnebangsai/satw-sersthkic> 4 มกราคม

คู่ขวัญ จุลละนันท์. 2561. **การปรับปรุงคุณภาพขานอ้อยโดยวิธีการทางเคมี เพื่อทดแทนการขาดแคลนอาหารหยาบ ในช่วงฤดูแล้งของโคนมในประเทศไทย**. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

คำรัส ขาตรีวงศ์, บุญเสริม ชีวะอิสระกุล, บุญล้อม ชีวะอิสระกุล และสมคิด พรหมมา. 2559. “ระดับยูเรีย และระยะเวลาที่เหมาะสมในการหมักฟางข้าวที่มีผลต่อปริมาณยูเรียตกค้างและคุณค่าทางอาหาร”. **การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 40**, หน้า 6-57.

ณรกรมล เล่าห์รอดพันธ์, วิโรจน์ ลิขิตตระกูลวงศ์, ประวิทย์ ห่านใต้, ทศพร อินเจริญ, บุญทริกา ปลั่งสูงเนิน และเสาวลักษณ์ แยมหมื่นอาจ. 2562. “การเปรียบเทียบวิธีการปรับสภาพฟางข้าวปรุงแต่งด้วยยูเรียที่ต่างต่างกันต่อองค์ประกอบทางเคมีและการย่อยได้ในหลอดทดลอง”. **วารสารวิชาการวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ประยุกต์**. 83-92.

- ทิพาพร ชาญปรีชา. 2559. ผลของการหมักเปลือกลูกตาลโดยใช้แบคทีเรียกรดแลคติกในน้ำมันพืชหมักต่อการ
ย่อยได้โภชนะและสมรรถนะการเจริญเติบโตในแพะลูกผสม. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต:
มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ธাত্রี จีราพันธุ์. 2561. “การเปรียบเทียบผลของการใช้ขานอ้อยหมัก ฟางหมัก หญ้าสด ต่อประสิทธิภาพการ
เปลี่ยนอาหารและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของโคเนื้อลูกผสม (บราห์มัน×พื้นเมือง) ในฤดูแล้ง”. วารสาร
เกษตร. 36(2): 117-125.
- นริศรา คงสุข, ศิวัช สังข์ศรีทวงษ์, เวทชัย เปล่งวิทยา, กิตติมา กองทอง และ เสาวลักษณ์ แยมหมื่นอาจ. 2563.
“ผลของการเสริม *Lactobacillus plantarum* BCC 65951 ในหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักโดยวิธีวัด
แก๊สในห้องปฏิบัติการและการย่อยสลายในกระเพาะรูเมน”. วารสารเกษตร. 36: 145-153.
- นิรารวรรณ กุณิน. 2560. อาหารและการให้อาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง. เอกสารประกอบการสอน ภาควิชาสัตวศาสตร์
คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี. 271 หน้า
- ปณัฏ สุขสร้อย. 2563. “การประเมินคุณภาพอาหารหยาบและเศษเหลือทางการเกษตรสำหรับผู้เลี้ยงโคนมใน
จังหวัดสระแก้ว”. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 38 (3): 376-381
- ปาริฉัตร บัวมูล และ นิตยา ผกามาศ. 2562. “ความสัมพันธ์ระหว่างการดูใช้ในโตรเจน ประสิทธิภาพการใช้
ไนโตรเจนกับผลผลิตและความเข้มข้นของโปรตีนของหญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด”. แก่นเกษตร. 47: 7-14.
- ปิ่น จันจุฬา และ วสันต์ เพชรรัตน์. 2559. “ผลของ fungal treatment ต่อองค์ประกอบทางเคมี และการย่อย
สลายในกระเพาะรูเมนโดยวิธี in sacco ของทางใบปาล์มน้ำมัน”. โครงการสนับสนุนการวิจัยเพื่อเพิ่ม
ศักยภาพ. หน้า 60-84
- มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. 2561. “รายละเอียดข้อมูลสารเคมีชีวภาพประเภทลิกนิน”. โครงการ
เพิ่มศักยภาพฐานข้อมูลอุตสาหกรรมฐานชีวภาพ. หน้า 3-16.
- สุรเดช เพชรอาวุธ. 2561. ผลการใช้ทางใบปาล์มน้ำมันหมักด้วยยูเรียและแคลเซียมไฮดรอกไซด์ในอาหาร
ผสมเสร็จต่อการย่อยได้ของโภชนะ นิเวศวิทยาในรูเมน และการใช้ประโยชน์ของไนโตรเจนในแพะ.
วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

อารีรัตน์ ลุนผา. 2562. **พืชอาหารสัตว์และการจัดการ**. เอกสารประกอบการสอน ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. 123 หน้า

Bal, M. A. , R. D. Shaver, A. G. Jirovec, K. J. Shinnors and J. G. Coors. (2017) . Cropprocessing and chop length of corn silage: Effects on intake, digestion, andmilk production by dairy cows. Journal of Dairy Science. 83: 1264-1273.

Balgees, A., A. Elmnan, A.A. Hemeedan and R.I. Ahmed. (2015). Influence of different treatments on nutritive vaues of sugarcane bagasse. Global Journal of Animal Scientific Research. 2(3): 295.

Gunun, P., M. Wanapat and N. Anantasook. (2013). Rumen fermentation and performance of lactating dairy cows affected by physical forms and urea treatment of rice straw. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences. 26(9): 1295-1303.

Ramli, M.N., M. Higashi, Y. Imura, K. Takayama and Y. Nakanishi. (2016). Growth, feed efficiency, behaviour, cacass characteristics and meat quality of goats feed fermented bagasse feed. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences. 18(11): 1594-1599.