

ผลของการหมักยีสต์ (*Saccharomyces cerevisiae*) ต่อการปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการของผลพลอยได้และวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เพื่อเป็นอาหารสำหรับโคเนื้อ

EFFECT OF YEAST (*SACCHAROMYCES CEREVISIAE*) FERMENTATION FOR NUTRITIVE VALUE IMPROVEMENT BY-PRODUCTS AND AGRICULTURAL WASTE FOR FEEDING BEFF CATTLE

วันที่รับ: 28 มีนาคม 2564

วันที่แก้ไข: 22 เมษายน 2564

วันตอบรับ: 26 เมษายน 2564

สิริวดี พรหมน้อย^{1*}, เจษฎา มิ่งฉาย², สุรพิชญ์ มาน้อย²,
ณัฐพล คงเลิศ² และ พลากร อภัยกาวิ²

Siriwadee Phromnoi^{1*}, Chedsada Mingchai²,

Surapitch Manoi², Natthpon Kongloes² and Palakorn Aphaikawee²

¹คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ จังหวัดอุดรดิตถ์ 53000

¹Faculty of Science and Technology, Uttaradit Rajabhat University, Uttaradit 53000

²คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ จังหวัดอุดรดิตถ์ 53000

²Faculty of Agriculture, Uttaradit Rajabhat University, Uttaradit 53000

*Corresponding author e-mail: siriwadee@uru.ac.th



บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการหมักยีสต์ (*Saccharomyces cerevisiae*) ต่อการปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการของผลพลอยได้และวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ประกอบด้วย เปลือกทุเรียน สับปะรด และฟักทอง เพื่อใช้เป็นอาหารสำหรับโคเนื้อ โดยการปรับปรุงคุณภาพ เปลือกทุเรียน สับปะรด และฟักทอง แล้วนำมาวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการเปอร์เซ็นต์ โปรตีนหยาบ และศึกษาปัจจัย 2 ปัจจัย ได้แก่ ปัจจัยด้านรูปแบบการหมัก และปัจจัยด้านเวลา ในการหมัก (0, 7 และ 14 วัน) วางแผนการทดลองแบบ 2 × 3 Factorial บนการสุ่มแบบสมบูรณ์ ผลการทดลองพบว่า เปลือกทุเรียน สับปะรด และฟักทอง กลุ่มที่ใช้ยีสต์ ในกระบวนการหมักให้ค่าโปรตีนหยาบสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้ใช้ยีสต์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) และระยะเวลาที่เริ่มพบว่าเปอร์เซ็นต์โปรตีนหยาบที่แตกต่างกันคือ ในวันที่ 7 โดยมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) นอกจากนี้ยังพบว่า อิทธิพลร่วมของ ทั้งสองปัจจัยมีผลต่อโภชนาการโปรตีนหยาบเช่นกัน แสดงให้เห็นว่าการนำผลพลอยได้และ วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรทั้งเปลือกทุเรียน สับปะรด และฟักทองหมักด้วยยีสต์ สามารถ

ใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงคุณภาพวัตถุดิบเหล่านี้ให้ดีขึ้นเพื่อนำไปใช้ในการเลี้ยงโคเนื้อ
และยังสามารถช่วยลดต้นทุนค่าอาหารสัตว์ได้อีกทางหนึ่ง

คำสำคัญ: ปรับปรุงคุณค่า, ผลพลอยได้, วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร, ยีสต์, โคเนื้อ



Abstract

The objective of this study was to investigate the effect of yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) fermentation for nutritive value improvement by-products and agricultural waste that composed of durian peel, pineapple and pumpkin for feeding beef cattle. Factors related to the method of improving durian peel, pineapple and pumpkin quality by using yeast fermentation and factors of the duration of fermentation (0, 7 and 14 days). The fermented durian peel, pineapple and pumpkin were used in a factorial (2×3) based on a completely randomized design. The results demonstrated that the average percentage of crude protein fermentation with yeast was higher than non-yeast fermentation with statistical significance ($P < 0.01$). The time duration for finding the different percentage of crude protein was found on the 7th which increases significantly ($P < 0.01$). In addition, it was found that the interaction of these two factors affected the nutritive value of crude protein as well. The experiment revealed that using by-products and agricultural waste yeast fermented is another option to increase the utilization of by-products and agricultural waste. That also reduces the cost of beef cattle diets.

Keywords: Nutritive Value Improvement, By-Products, Agriculture Waste, Yeast, Beef Cattle



บทนำ

ปัญหาในการเลี้ยงโคเนื้อส่วนใหญ่เป็นเรื่องของอาหารและพืชอาหารสัตว์ เนื่องจากจำนวนพื้นที่ทำการเกษตรลดลง จึงถูกนำไปใช้ประโยชน์ในด้านอื่นมากขึ้น ส่งผลให้พืชอาหารสัตว์และจำนวนพื้นที่ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ลดน้อยลง จนทำให้การเลี้ยงโคเนื้อขาดแคลนพืชอาหารสัตว์ที่มีคุณภาพดี เป็นผลทำให้โคเนื้อมียัฏธการเพิ่มของน้ำหนักรตัวต่ำ ผลผลิตลดลง ในปัจจุบัน

การแก้ปัญหาเหล่านี้จึงได้มีการนำเอาวัตถุดิบจากไร่นา และผลพลอยได้ทางการเกษตรที่มีจำนวนมากและราคาถูกในท้องถิ่นมาทำการศึกษา เพื่อช่วยลดปัญหาการขาดแคลนอาหารสัตว์ที่ใช้เป็นแหล่งอาหารหยาก อาหารพลังงาน และเป็นแหล่งเสริมโปรตีน รวมทั้งยังเป็นการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและธรรมชาติ โดยนำวัตถุดิบใช้กลับมาใช้ใหม่ (วีระพล แจ่มสวัสดิ์, สุรศักดิ์ สาสีพิชราภรณ์, และ จารุวัฒน์ ชินสุวรรณ, 2558) แต่อย่างไรก็ตาม ผลพลอยได้และวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรส่วนใหญ่มีคุณค่าทางโภชนาโปรตีนต่ำ จึงจำเป็นต้องมีการปรับปรุงเพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาก่อนการนำไปใช้ ในปัจจุบันจึงมีการใช้เทคโนโลยีชีวภาพโดยใช้โปรไบโอติกช่วยเพิ่มคุณค่าทางโภชนาของวัตถุดิบอาหารสัตว์ เช่น จุลินทรีย์พวกยีสต์ (*Saccharomyces cerevisiae*) หมักร่วมกับผลพลอยได้ทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาให้มีโปรตีนสูงขึ้น เมื่อนำอาหารดังกล่าวไปใช้เลี้ยงสัตว์จะช่วยเพิ่มอัตราการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร ปริมาณการกินได้เพิ่มขึ้น และช่วยเพิ่มภูมิคุ้มกันในสัตว์ ส่งผลต่อประสิทธิภาพการผลิตสัตว์เพิ่มขึ้น ตลอดจนทำให้ต้นทุนการผลิตทางด้านอาหารสัตว์มีราคาถูกลง (ชุดิมา แก้วประชุม, 2561; นพรัตน์ ผกาเขต, ทิพย์สุดา บุญมาทัน, ธนิตพันธ์ พงษ์จงมิตร, และฐิติมา นรโภค, 2562)

นอกจากนี้ เกษตรกรยังขาดข้อมูลที่ชัดเจนว่า ผลพลอยได้หรือวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่มีในท้องถิ่นในแต่ละฤดูกาลนั้น สามารถนำมาเพิ่มมูลค่าในการเลี้ยงสัตว์เพื่อให้โคเนื้อของเกษตรกรมีอาหารกินที่เพียงพอกับการให้ผลผลิตตลอดทั้งปีได้อย่างไร จังหวัดอุดรธานีมีผลพลอยได้และวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่น่าสนใจหลายชนิด ได้แก่ 1) เปลือกทุเรียนอำเภอลับแลที่เหลือทิ้งในช่วงเดือนเมษายนถึงสิงหาคมจากผู้จำหน่ายทุเรียนในจังหวัดอุดรธานี 2) สับปะรดอำเภอน้ำปาด ในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงมกราคม และเดือนเมษายนถึงกรกฎาคม ที่มีผลผลิตออกมาสู่ตลาดในปริมาณมาก ทำให้ราคาตกต่ำและถูกปล่อยทิ้งให้เน่าเสียจำนวนมาก และ 3) ฟักทองอำเภอฟากท่า ที่ปลูกเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์ในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงกุมภาพันธ์ ทำให้มีเนื้อฟักทองเหลือทิ้งซึ่งเป็นปัญหาต่อสิ่งแวดล้อมและขาดการใช้ประโยชน์ให้คุ้มค่า

อย่างไรก็ตาม การนำผลพลอยได้และวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาประยุกต์เป็นอาหารสัตว์ ก็ยังมีข้อจำกัดเนื่องจากว่ามีปริมาณโปรตีนไม่เพียงพอต่อสัตว์เคี้ยวเอื้อง เนื่องจากสัตว์จะต้องใช้โปรตีนเป็นตัวสำคัญในการสร้างกล้ามเนื้อ จึงต้องหาวิธีปรับปรุงคุณภาพจากงานวิจัยที่ผ่านมาได้มีการนำ Baker's yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) มาหมักเพื่อช่วยเพิ่มโปรตีนของวัตถุดิบ เช่น การนำเปลือกกากมันสำปะหลังหมักโดยใช้ยีสต์ 5 เปอร์เซ็นต์พบว่า ระยะเวลาการหมักที่เหมาะสมคือ 5 วัน และทำให้กากมันสำปะหลังหมักมีคุณค่าทางโปรตีนหยากเพิ่มขึ้นเป็น 31.6 เปอร์เซ็นต์ (วลัยลักษณ์ แก้ววงษา, 2554)

ดังนั้นการศึกษาค้างนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของยีสต์ต่อคุณค่าทางโปรตีนของ
ผลพลอยได้และวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรของจังหวัดอุดรธานี ทั้งเปลือกทุเรียน สับปะรด
และฟักทอง เพื่อเป็นแนวทางส่งเสริมเกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อนำไปใช้ปฏิบัติหรือประยุกต์ใช้ใ
การดำเนินกิจการ ประสบความสำเร็จในการลดต้นทุนและก่อให้เกิดกำไรในการประกอบอาชีพ
เลี้ยงโคเนื้อต่อไปในอนาคตอย่างยั่งยืน ตลอดจนช่วยแก้ปัญหาการขาดแคลนพืชอาหารสัตว์
และยังเป็นการอนุรักษ์ธรรมชาติสิ่งแวดล้อมจากการนำผลพลอยได้และวัสดุเหลือใช้ทางการ
เกษตรกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่



วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาผลของการหมักยีสต์ (*S. cerevisiae*) ต่อการปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาของ
ผลพลอยได้และวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร



วิธีดำเนินการวิจัย

การเตรียมเชื้อยีสต์

เชื้อที่ใช้ในการศึกษาค้างนี้ใช้ยีสต์ขนมปัง (Baker's Yeast; *S. cerevisiae*) มีขั้นตอน
ดังนี้ (ดัดแปลงจาก สิริวดี พรหมน้อย, 2560) การเตรียมเชื้อ *S. cerevisiae* โดยชั่งยีสต์
1 กิโลกรัม น้ำตาลทรายแดง 2 กิโลกรัม น้ำกลั่น 15 ลิตร ผสมจนเป็นเนื้อเดียวกัน จากนั้นผสมน้ำ
9 ลิตร ปุ๋ยยูเรีย 7.5 กิโลกรัม กากน้ำตาล 10 กิโลกรัม ในถังที่ 2 ให้เป็นเนื้อเดียวกัน แล้วนำ
ส่วนผสมในถังที่ 2 เทลงไปในถังแรกแล้วใช้ปั๊มออกซิเจนเป่าลมเพื่อเติมออกซิเจนและให้ยีสต์
กระจายตัว เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

กระบวนการผลิต

ผลพลอยได้และวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาจากแหล่งผลิตหลักพืชเศรษฐกิจต่าง ๆ
ของจังหวัดอุดรธานี ประกอบด้วย เปลือกทุเรียน สับปะรด และฟักทอง โดยแต่ละวัตถุดิบที่
นำมาทดลองใช้แผนการทดลองแบบ 2×3 Factorial บนการสุ่มแบบสมบูรณ์ (2×3 Factorial
Completely Randomized Design: CRD) เตรียมกลุ่มทดลองดังนี้ 1) เปลือกทุเรียน
แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ หมักโดยไม่ใช้ยีสต์และโดยใช้ยีสต์ 16% 2) สับปะรด แบ่งเป็น
หมักโดยไม่ใช้ยีสต์และใช้ยีสต์ 16% และ 3) ฟักทอง แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ หมักโดยไม่ใช้ยีสต์
และใช้ยีสต์ 16% โดยการการนำวัตถุดิบทั้ง 3 ชนิด มาหั่นเป็นชิ้นเล็ก มาผสมกับหัวเชื้อ
S. cerevisiae ที่เตรียมไว้ในอัตราส่วนความเข้มข้นต่าง ๆ คลุกเคล้าให้เข้ากัน (รูปที่ 1-4)

แล้วใส่ถุง เมื่อดำเนินการกระบวนการหมักเรียบร้อยแล้ว หมักกลุ่มทดลองไว้ 0, 7 และ 14 วัน
ช่วงเวลาละ 3 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง

การเก็บตัวอย่าง

เมื่อครบกำหนดตามระยะเวลาที่หมักวันที่ 0, 7 และ 14 วัน นำกลุ่มทดลองใส่ถาดแล้ว
นำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส 72 ชั่วโมง จนแห้ง หลังจากนั้นนำตัวอย่างไปบด
เก็บไว้เพื่อวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์โปรตีนหยาบ (Crude protein) ทำเช่นเดิมจนครบทั้ง 3 ช่วงเวลา



รูปที่ 1-4 กระบวนการดำเนินการวิจัยในการหมักผลพลอยได้และวัสดุเหลือใช้ทางการ
เกษตรมาจากแหล่งผลิตหลักพืชเศรษฐกิจต่าง ๆ ของจังหวัดอุดรธานี
ประกอบด้วย เปลือกทุเรียน สับปะรด และฟักทอง

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลทั้งหมดที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวน (Analysis
of Variance: ANOVA) ตามแบบ Factorial in CRD และเปรียบเทียบความแตกต่างของ
ค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์

ผลการวิจัย

จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติ ปัจจัยที่ศึกษา 2 ปัจจัย คือ รูปแบบการหมักแบบไม่ใช้และใช้ยีสต์ และปัจจัยระยะเวลาในการหมักที่ 0, 7 และ 14 วัน ผลของการใช้ยีสต์ในการหมักเปลือกทุเรียนต่อคุณค่าทางโปรตีน ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 1 พบว่า เปลือกทุเรียนที่หมักโดยไม่ใช้ยีสต์ มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนหยาบเท่ากับ 8.92 และที่หมักด้วยยีสต์มีโปรตีนหยาบเท่ากับ 22.92 และที่ระยะเวลาการหมัก 0, 7 และ 14 วัน ค่าโปรตีนหยาบเท่ากับ 14.27, 17.13 และ 16.35 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า ในการปรับปรุงคุณภาพเปลือกทุเรียนด้วยกระบวนการหมักยีสต์ ปัจจัยด้านรูปแบบการหมักมีผลต่อค่าโปรตีนหยาบเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) และปัจจัยด้านระยะเวลาในการหมักมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของโปรตีนหยาบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$)

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์โปรตีนหยาบจากเปลือกทุเรียน

ค่าโภชนา	รูปแบบการหมัก		ระยะเวลาการหมัก (วัน)			อิทธิพลรวม
	หมักไม่ใช้ยีสต์	หมักใช้ยีสต์	0	7	14	
โปรตีนหยาบ	8.92 ^b	22.92 ^a	14.27 ^c	17.13 ^a	16.35 ^b	**

a,b,c ตัวอักษรที่ต่างกันในกลุ่มเดียวกันของแต่ละลักษณะแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

NS = Not significant, * = $P < 0.05$, ** = $P < 0.01$

เมื่อมีการใช้ยีสต์ *S. cerevisiae* หมักกับสับปะรดทั้งผลเพื่อปรับปรุงคุณภาพ ผลการทดลองพบว่า สับปะรดที่หมักโดยไม่ใช้ยีสต์ มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนหยาบเท่ากับ 6.86 และที่หมักด้วยยีสต์มีโปรตีนหยาบเท่ากับ 25.11 และที่ระยะเวลาการหมัก 0, 7 และ 14 วัน ค่าโปรตีนหยาบเท่ากับ 13.06, 16.41 และ 18.48 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงให้เห็นว่า ปัจจัยด้านรูปแบบการหมักสับปะรดด้วยยีสต์มีผลต่อค่าโปรตีนหยาบเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) และปัจจัยด้านระยะเวลาในการหมักมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของโปรตีนหยาบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์โปรตีนหายาจากสับปะรด

ค่าโภชนะ	รูปแบบการหมัก		ระยะเวลาการหมัก (วัน)			อิทธิพลรวม
	หมักไม่ใช้ยีสต์	หมักใช้ยีสต์	0	7	14	
โปรตีนหายา	6.86 ^b	25.11 ^a	13.06 ^c	16.41 ^b	18.48 ^a	**

a,b,c ตัวอักษรที่ต่างกันในกลุ่มเดียวกันของแต่ละลักษณะแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

NS = Not significant, * = $P < 0.05$, ** = $P < 0.01$

การใช้เนื้อฟักทองที่เป็นผลพลอยได้ทางการเกษตรจากการแกะเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์เมื่อนำมาปรับปรุงคุณภาพด้วยกระบวนการหมักร่วมกับยีสต์ โดยการศึกษา 2 ปีวิจัย คือรูปแบบการหมักแบบไม่ใช้และใช้ยีสต์ และปัจจัยระยะเวลาในการหมักที่ 0, 7 และ 14 วัน ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 3 พบว่า ฟักทองที่หมักโดยไม่ใช้ยีสต์ มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนหายาเท่ากับ 16.19 และที่หมักด้วยยีสต์มีโปรตีนหายาเท่ากับ 21.56 และที่ระยะเวลาการหมัก 0, 7 และ 14 วัน ค่าโปรตีนหายาเท่ากับ 17.03, 19.48 และ 20.12 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า ในการปรับปรุงคุณภาพฟักทองเหลือทิ้ง ปัจจัยด้านรูปแบบการหมักมีผลต่อค่าโปรตีนหายาเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) และปัจจัยด้านระยะเวลาในการหมักมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของโปรตีนหายาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$)

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์โปรตีนหายาจากฟักทอง

ค่าโภชนะ	รูปแบบการหมัก		ระยะเวลาการหมัก (วัน)			อิทธิพลรวม
	หมักไม่ใช้ยีสต์	หมักใช้ยีสต์	0	7	14	
โปรตีนหายา	16.19 ^b	21.56 ^a	17.03 ^c	19.48 ^b	20.12 ^a	**

a,b,c ตัวอักษรที่ต่างกันในกลุ่มเดียวกันของแต่ละลักษณะแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

NS = Not significant, * = $P < 0.05$, ** = $P < 0.01$

สำหรับอิทธิพลร่วมระหว่างรูปแบบการหมักและระยะเวลาในการหมัก ทั้งเปลือกทุเรียนสับปะรด และฟักทอง พบว่ามีผลต่อการเพิ่มขึ้นของค่าโปรตีนหายาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) (ตารางที่ 1, 2 และ 3) โดยการหมักผลพลอยได้และวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรทั้ง 3 ชนิด ด้วยยีสต์ในช่วงเริ่มตั้งแต่วันที่ 7 ทำให้ยีสต์เจริญเติบโตเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่าโปรตีนเพิ่มขึ้น



อภิปรายผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนาของผลพลอยได้และวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ได้แก่ เปลือกทุเรียน สับปะรด และฟักทอง ที่ทำการหมักด้วยยีสต์เป็นระยะเวลา 0, 7 และ 14 วัน พบว่า ข้อมูลที่ระยะเวลาการหมัก 7 วัน เปอร์เซ็นต์โปรตีนหยาบมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ทั้งเปลือกทุเรียนหมักยีสต์ จาก 14.22 เป็น 17.13 สับปะรดหมักยีสต์ จาก 13.06 เป็น 16.74 และฟักทองหมักยีสต์ จาก 17.03 เป็น 19.48 และโดยภาพรวมกลุ่มทดลองที่ใช้ยีสต์ *S. cerevisiae* ช่วยในการหมัก ได้แก่ เปลือกทุเรียนหมักยีสต์ สับปะรดหมักยีสต์ และฟักทองหมักยีสต์ มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนมากกว่ากลุ่มทดลองที่ไม่ได้ใช้ยีสต์ช่วยในการหมักอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ทั้งนี้เนื่องมาจากการใช้ยีสต์ช่วยในกระบวนการหมัก ส่งผลให้เชื้อสามารถเจริญเติบโตและเกิดการย่อยสลายได้มากขึ้น โดยตัวเซลล์ยีสต์ที่เพิ่มขึ้นเมื่อถูกย่อยสลายจะได้เป็นโปรตีนเพิ่มขึ้นมา อีกทั้งยีสต์มีการใช้คาร์บอนจากน้ำตาลในกระบวนการเจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนเซลล์ แล้วขับถ่ายอาหารที่ประกอบด้วยทั้งโปรตีน วิตามิน และแร่ธาตุออกมา จึงทำให้ได้โปรตีนเพิ่มขึ้นด้วย (มนัสนันท์ นพรัตน์ไมตรี, พรพรรณ แสนภูมิ, วรางคณา กิจพิพิธ, และ กฤติยา เลิศขุนหะเกียรติ, 2556) ซึ่งจากตัวเลขโปรตีนที่เพิ่มขึ้นแสดงให้เห็นความเป็นไปได้ และแนวโน้มในการใช้ยีสต์ในการปรับปรุงคุณภาพของผลพลอยได้และวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร สอดคล้องกับการทดลองของธนรรชมลวรรณ พลมัน, ถาวรณ สุบรรณรัตน์, และ ทรงศักดิ์ จำปาอะดี. (2558) ที่พบว่า ปกติค่าโปรตีนของเปลือกสับปะรดอยู่ที่ 5.63 เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่อนำมาหมักกับยีสต์สามารถทำให้ค่าโปรตีนเพิ่มสูงขึ้น และอยู่ในระดับที่สามารถนำไปเลี้ยงโคเนื้อได้ รายงานของ Udin (1979), McDowell (1972), มนัสนันท์ นพรัตน์ไมตรี, พรพรรณ แสนภูมิ, วรางคณา กิจพิพิธ, และ กฤติยา เลิศขุนหะเกียรติ (2556), รุ่งกานต์ กล้าหาญ, บัณฑิต ยวงสร้อย, และ จิตตรา วีระกุล (2557) และอนันท์ เชาว์เครือ, ญาณิกา ไหละครบุรี, โชติรส คุณมี, ชวนรัส สันทอง, และ สุภาวดี ฉิมทอง (2557) ว่าในต่างประเทศ เช่น มาเลเซีย ฟิลิปปินส์ และสหรัฐอเมริกา หรือในประเทศไทยเอง ได้นำเฉพาะเปลือกสับปะรดและฟักทอง ไปหมักแล้วนำไปเป็นส่วนประกอบในอาหารสัตว์ ส่งผลให้อาหารหมักมีทั้งความน่ากินและคุณค่าทางโภชนา โคนื้อมีการเจริญเติบโตอยู่ในระดับที่น่าพอใจ อีกทั้งยังสามารถช่วยลดต้นทุนการผลิตได้อีกด้วย

จากการศึกษาในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า การใช้เปลือกทุเรียน สับปะรด และฟักทอง มาปรับปรุงคุณภาพด้วยการหมักยีสต์ สามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นทางเลือกสำหรับการเลี้ยงโคเนื้อ เพื่อช่วยแก้ปัญหาการขาดแคลนอาหารสัตว์ในบางฤดูกาล การลดปัญหาผลผลิตทางการเกษตรล้นตลาด ลดปัญหาสิ่งแวดล้อม จากการใช้ทรัพยากรเหล่านี้ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดได้ เกษตรกรสามารถใช้เป็นข้อมูลในการพิจารณาการใช้ผลพลอยได้และวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

แต่ละชนิดในแต่ละฤดูกาลไปช่วยในการวางแผนในการจัดการนำวัสดุเหล่านั้นมาใช้เลี้ยงสัตว์ได้อย่างคุ้มค่า ก่อให้เกิดความสมดุลของอุปสงค์และอุปทานของวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร และยังทำให้โคเนื้อที่เกษตรกรเลี้ยงมีอาหารกินอย่างเพียงพอกับการให้ผลผลิตตลอดทั้งปี

นอกจากนั้น จากผลการวิจัยมีการขยายผลนำเอาองค์ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปถ่ายทอดเทคโนโลยีให้ชุมชนนำไปประยุกต์ใช้ตามยุทธศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏ เพื่อการพัฒนาท้องถิ่น กับกลุ่มเป้าหมายในหมู่บ้านวังทอง ตำบลสองคอน อำเภอฟากท่า จังหวัดอุตรดิตถ์ จำนวน 30 คน เมื่อวันที่ 21 เมษายน 2562 (รูปที่ 5-6) โดยการนำฟักทองที่เหลือจากการผลิตเมล็ดพันธุ์ทำเป็นอาหารสัตว์หมัก เพื่อแก้ปัญหาวัสดุเหลือใช้จำนวนมากในชุมชน และลดต้นทุนการเลี้ยงโคเนื้อให้กับเกษตรกรในพื้นที่ อีกทั้งยังเป็นแนวทางในการเพิ่มรายได้จากการผลิตฟักทองหมักเพื่อขายให้กับเกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อได้อีกด้วย

การวิเคราะห์ข้อมูลร่วมกับพื้นที่พบว่า ถ้าเกษตรกรผู้ผลิตฟักทองผลิตอาหารฟักทองหมักยีสต์ 22.65 เปอร์เซ็นต์โปรตีน จะใช้ต้นทุนการผลิต 10 บาทต่อกิโลกรัม สามารถจำหน่ายได้ในราคา 13 บาทต่อกิโลกรัม จะได้กำไร 3 บาท กรณีที่เกษตรกรมีฟักทองเหลือทิ้ง 1,000 กิโลกรัม จะเป็นเนื้อ 700 กิโลกรัม ถ้านำมาผลิตเป็นอาหารสัตว์หมักยีสต์ เกษตรกรจะมีกำไรเท่ากับ 2,100 บาท ต่อรอบการผลิต (7 วัน) ต่อครัวเรือน นอกจากนี้ถ้าผู้เลี้ยงโคเนื้อนำไปใช้ในการเลี้ยงสัตว์ จะสามารถช่วยลดต้นทุนจากการใช้อาหารสำเร็จรูป 13 บาทต่อกิโลกรัม แต่ถ้าใช้ฟักทองหมักยีสต์ 10 บาทต่อกิโลกรัม ประหยัดไปได้ 23 เปอร์เซ็นต์ ทำให้เกษตรกรผู้ปลูกฟักทองที่เข้าร่วมโครงการได้แนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารสัตว์เพื่อต่อยอดเชิงพาณิชย์เพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกรและชุมชน



รูปที่ 5-6 การถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับเกษตรกรเรื่องการผลิตฟักทองหมักยีสต์
เพื่อใช้ในการเลี้ยงสัตว์

การนำผลการวิจัยที่เป็นข้อมูลคุณค่าทางโภชนาของสับปะรดหมักไปถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับเกษตรกรที่สนใจ เมื่อวันที่ 18 กรกฎาคม 2563 ณ บ้านห้วยมุ่น ตำบลห้วยมุ่น อำเภอน้ำปาด จังหวัดอุตรดิตถ์ (รูปที่ 7-9) จากการวิเคราะห์ข้อมูลร่วมกับพื้นที่พบว่า ถ้าเกษตรกร

มีผลพลอยได้และวัสดุเหลือใช้จากการผลิตสับปะรดและนำมาหมักยีสต์ให้ได้ 26.44 เปอร์เซ็นต์โปรตีน เพื่อนำไปใช้เป็นอาหารโคเนื้อ จะใช้ต้นทุนการผลิต 9 บาท เมื่อนำไปจำหน่ายในราคา 13 บาทต่อกิโลกรัม จะได้กำไร 4 บาท กรณีที่เกษตรกรมีสับปะรดคั้ทิ้ง 1,000 กิโลกรัม ถ้านำมาผลิตเป็นอาหารสัตว์หมักยีสต์ เกษตรกรจะมีกำไรเท่ากับ 4,000 บาท ต่อรอบการผลิต (7 วัน) ต่อครัวเรือน และถ้าเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนำนนำไปใช้ในการเลี้ยงสัตว์ จะสามารถช่วยลดต้นทุนจากการใช้อาหารสำเร็จรูป 13 บาทต่อกิโลกรัม แต่ถ้าใช้สับปะรดหมักยีสต์ 9 บาทต่อกิโลกรัม ประหยัดไปได้ประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเกษตรกรทั้งผู้ปลูกสับปะรดและผู้เลี้ยงโคนเนื้อ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการบริหารจัดการด้านอาหารสัตว์ได้ เพื่อเป็นแนวทางลดต้นทุนการผลิตแก้ปัญหาการขาดแคลนพืชอาหารสัตว์ นอกจากนี้เป็นการอนุรักษ์ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอีกด้วย



รูปที่ 7-9 การถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับเกษตรกรเรื่องการผลิตสับปะรดหมักยีสต์
เพื่อใช้ในการเลี้ยงสัตว์



สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาการปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการผลพลอยได้และวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรด้วยการใช้ยีสต์ *S. cerevisiae* เพื่อใช้เป็นอาหารสำหรับโคเนื้อ โดยมีผลพลอยได้และวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร 3 ชนิด ได้แก่ เปลือกทุเรียน สับปะรด และฟักทอง มาทำการหมักด้วยยีสต์ 16 เปอร์เซ็นต์ โดยศึกษา 2 ปัจจัย คือ ปัจจัยแรกรูปแบบการหมักแบบไม่ใช้ยีสต์และใช้ยีสต์ พบว่า เปลือกทุเรียนที่หมักโดยไม่ใช้ยีสต์และใช้ยีสต์ มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนหยาบเท่ากับ 8.92 และ 22.92 สับปะรดที่ไม่ใช้ยีสต์และใช้ยีสต์ในการหมักมีโปรตีนหยาบเท่ากับ 6.86 และ 25.11 เปอร์เซ็นต์ และฟักทองที่หมักแบบไม่ใช้ยีสต์และใช้ยีสต์ มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนหยาบเท่ากับ 16.19 และ 21.56 ตามลำดับ

ปัจจัยที่สอง คือ ระยะเวลาในการหมักที่ 0, 7 และ 14 วัน พบว่า เปลือกทุเรียนที่ระยะเวลาการหมัก 0, 7 และ 14 วัน ค่าโปรตีนหยาบเท่ากับ 14.27, 17.13 และ 16.35

เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สับปะรดมีเปอร์เซ็นต์โปรตีนหยาบเท่ากับ 13.06, 16.41 และ 18.48 และฟักทองมีค่าโปรตีนหยาบเท่ากับ 17.03, 19.48 และ 20.12 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

สำหรับอิทธิพลร่วมระหว่างรูปแบบการหมักและระยะเวลาในการหมัก ทั้งเปลือกทุเรียน สับปะรด และฟักทอง พบว่ามีการหมักผลพลอยได้และวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ทั้ง 3 ชนิด ด้วยการหมักโดยใช้ยีสต์ร่วมกับช่วงเวลาที่เหมาะสมที่ระยะเวลา 7 วัน ทำให้ยีสต์เจริญเติบโตเพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่าโภชนาการโปรตีนเพิ่มสูงขึ้น

ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า การใช้ยีสต์ในการปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการผลพลอยได้และวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ทำให้ระดับโปรตีนหยาบสูงขึ้น เกษตรกรสามารถนำไปประยุกต์ใช้ทดแทนอาหารสัตว์ได้ และนำไปสู่การต่อยอดงานวิจัยในอนาคตเพื่อพัฒนาและสร้างนวัตกรรมการผลิตโปรตีนดัดแปลงจากผลพลอยได้และวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรอื่น ๆ เพื่อใช้เป็นแหล่งวัตถุดิบอาหารสัตว์โปรตีนทางเลือก และลดปัญหาการขาดแคลนวัตถุดิบโปรตีนอาหารสัตว์ในอนาคตต่อไป



กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยในครั้งนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยพันธกิจสัมพันธ์ จากคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ ประจำปีงบประมาณ 2561 งบประมาณ 2562 และการถ่ายทอดเทคโนโลยีภายใต้โครงการการพัฒนาและส่งเสริมผลิตภัณฑ์ผลไม้ของจังหวัดอุดรดิตถ์: การผลิตสับปะรดครบวงจร ประจำปีงบประมาณ 2563 ขอขอบคุณนายลือ เกิดสาย เกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อบ้านห้วยบง ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการทำการทดลอง ขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ ที่ให้ใช้ห้องปฏิบัติการในการเตรียมตัวอย่างก่อนการส่งวิเคราะห์ และขอขอบคุณคณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ที่อนุเคราะห์ห้องปฏิบัติการในการวิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนาการในการวิจัยในครั้งนี้



เอกสารอ้างอิง

ชุตินา แก้วประชุม. (2561). ผลของการพัฒนาสูตรอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตไก่วงว. *วารสารวิชาการสถาบันอาชีวศึกษาเกษตร*, 2(1), 58–65.

ธนรรษมลวรรณ พลมัน, ถาวรณ สุบรรณรัตน์, และ ทรงศักดิ์ จำปาอะดี. (2558). การประเมินค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้และการย่อยได้ของเศษเหลือจากอุตสาหกรรมเกษตรเพื่อเป็นอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง. *วารสารแก่นเกษตร*, 43 (ฉบับพิเศษ 1), 491–499.

- นพรัตน์ ผกาเขต, ทิพย์สุตา บุญมาทัน, ธนิตพันธ์ พงษ์จงมิตร, และ ฐิติมา นรโภค. (2562). ผลของการเสริมยีสต์ (*Saccharomyces cerevisiae*) และลูกแป้งข้าวหมากต่อคุณค่าทางโภชนาของเปลือกมันสำปะหลัง. *วารสารแก่นเกษตร*, 47 (ฉบับพิเศษ 2), 819–824.
- มนัสนันท์ นพรัตน์ไมตรี, พรพรรณ แสนภูมิ, วรางคณา กิจพิพิธ, และ กฤติยา เลิศชุมพะเกียรติ. (2556). การศึกษาการผลิตโปรตีนเซลล์เดียวจากเปลือกสับปะรดโดยใช้ยีสต์และบาซิลลัสซับติลิสเพื่อพัฒนาเป็นอาหารสัตว์. *วารสารแก่นเกษตร*, 41 (ฉบับพิเศษ 1), 80–86.
- รุ่งกานต์ กล้าหาญ, บัณฑิต ยวงสร้อย, และ จิตตรา วีระกุล. (2557). การเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการใช้อาหารและคุณภาพเนื้อของปลาตุ๊กถูกผสมที่ได้รับอาหารผสมฟักทอง. *วารสารแก่นเกษตร*, 42 (ฉบับพิเศษ 1), 785–791.
- วลัยลักษณ์ แก้ววงษา. (2554). *ศึกษาการใช้กากมันสำปะหลังหมักยีสต์ Saccharomyces cerevisiae เป็นแหล่งโปรตีนสำหรับแพะเนื้อ*. สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์. นครราชสีมา: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- วีระพล แจ่มสวัสดิ์, สุรศักดิ์ สาลีพัชราภรณ์, และ จารุวัฒน์ ชินสุวรรณ. (2558). การวิจัยประสิทธิภาพการใช้เปลือกสับปะรดเป็นอาหารหยาบ ผลพลอยได้ของมันสำปะหลังจากการผลิตเอทานอลเป็นแหล่งอาหารพลังงาน และพืชตระกูลถั่วท้องถิ่นเป็นแหล่งอาหารเสริมโปรตีนในการเลี้ยงโคเนื้อ. *วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก*, 8(1), 91–99.
- สิริวดี พรหมน้อย. (2560). การปรับปรุงคุณภาพกากมันสำปะหลังด้วยยีสต์เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องในพื้นที่จังหวัดอุดรดิตถ์. *วารสารวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์*, 2, 97–107.
- อนันท์ เชาว์เครือ, ญาณิกา ไหละครบุรี, โชติรส คุณมี, ชวันรัส สันทอง, และ สุภาวดี ฉิมทอง. (2557). การประเมินคุณค่าทางโภชนาและคาร์โบไฮเดรตในน้ำตาลที่ละลายได้ของเศษเหลือจากสับปะรด. *วารสารแก่นเกษตร*, 42 (ฉบับพิเศษ 1), 301–306.
- McDowell, R. E. (1972). *Improvement of Livestock Production in Warm Climate*. San Francisco: W.H. Freeman and Company.
- Udin, B. E. (1979). *Background to the Feed Lot*. Majuternak TLP Feed Lot SDU. BHD. Malaysia.