

การศึกษาการเพิ่มระดับโปรตีนของกากมะพร้าวสดและแห้ง โดยกระบวนการหมักยีสต์และยูเรีย

Study of increasing protein level of dry and fresh coconut meal by urea-yeast fermentation process

นฤมล สมคุณา^{1*}, จรัส สว่างทัพ¹, จิรประภา รอดจากเชิญ¹ และ สุรศักดิ์ อุตรวีเชียร¹

Narumon Somkuna^{1*}, Jarous Sawangtap¹, Jiraprapa Rodjarkken¹

and Surasak Uttarawichian¹

บทคัดย่อ: การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบการเพิ่มระดับโปรตีนในกากมะพร้าวสดและแห้ง โดยกระบวนการหมักยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* และยูเรีย ใช้แผนการทดลองแบบ 2 X 8 แฟกทอเรียล ประกอบด้วย 2 ปัจจัย คือ ปัจจัยที่ 1 เป็นกากมะพร้าวสดและกากมะพร้าวแห้ง และปัจจัยที่ 2 เป็นระยะเวลาที่เบด 8 ระยะ ได้แก่ 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 และ 40 วัน และศึกษาระดับโปรตีนในกากมะพร้าวหมักตามระยะเวลาในการหมัก ด้วยวิธีการวิเคราะห์โปรตีนหยาบ พบว่าระดับโปรตีนที่ได้จากการหมักกากมะพร้าวสดที่เวลา 10 วัน มีปริมาณโปรตีนเพิ่มขึ้นสูงที่สุด คือ ร้อยละ 34.40 และสูงกว่ากลุ่มอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนกากมะพร้าวแห้งที่หมักที่ระยะเวลา 40 วัน มีปริมาณโปรตีนร้อยละ 18.87 จากการวิจัยสรุปได้ว่าการหมักกากมะพร้าวสดด้วยกระบวนการหมักยีสต์และยูเรียทำให้มีระดับโปรตีนสูงกว่าการหมักกากมะพร้าวแห้งที่ระยะเวลาการหมักเดียวกัน

คำสำคัญ: ระดับโปรตีน กากมะพร้าว กระบวนการหมักด้วยยีสต์และยูเรีย

ABSTRACT: The objective of this study was to compare the increasing protein level of fresh and dry coconut meal by urea-yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) fermentation process. The design was 2 X 8 factorial in CRD : factor A composed of 2 factors (dry and fresh coconut meal) and factor B composed of 8 factors (day of fermentation: 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 and 40 days). The samples of each day of fermentation were collected for crude protein analysis. The data was analyzed by using Analysis of Variance (ANOVA). The results were shown that the protein level at the different days of fermentation was different in fresh and dry coconut meal ($P < 0.05$) which protein level of fresh coconut meal at day 10 was highest (34.40 %). While protein level in dry coconut meal was highest at day 40 of fermentation (18.87%) by there were not different among group ($P > 0.05$). In conclusion, fermented fresh coconut meal could increase protein level higher than fermented dry coconut meal at the same day of fermentation.

Keywords: Crude Protein Level, Coconut Meal, Urea-yeast Fermentation Process

¹ สาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

Animal Science Program, Faculty of Agricultural Technology, Buriram Rajabhat University

* Corresponding author: nanjamin@yahoo.com

บทนำ

มะพร้าว (*Cocos nucifera* L.) เป็นพืชเศรษฐกิจที่มีการปลูกอย่างแพร่หลาย นอกจากจะมีการกินสดหรือการคั้นกะทิแล้ว ยังมีการนำมะพร้าวมาสกัดน้ำมันซึ่งผลพลอยได้ คือ กากมะพร้าว (coconut copra หรือ kernel meal) ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 12 ของน้ำหนักสด 1 ผล กากมะพร้าวจากโรงงานสกัดน้ำมันมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 43-45 ที่อยู่ในรูปของแมนโนสโพลีแซคคาไรด์ (mannose polysaccharide) (Khujitjaru et al., 2012) นอกจากนี้ยังได้รายงานว่ากากมะพร้าวมีปริมาณกรดอะมิโน lysine cysteine histidine arginine, methionine และกรดอะมิโนที่จำเป็นอื่นๆ (Mepba and Achinewhu, 2003) ปัจจุบันได้มีการศึกษาถึงการใช้กากมะพร้าวจากการสกัดน้ำมันทั้งในสัตว์ไม่เคี้ยวเอื้องและสัตว์เคี้ยวเอื้อง การศึกษาของ Narumon (2008) ที่รายงานถึงการใช้กากมะพร้าวคั้นกะทิแห้ง (coconut meal) ในอาหารไก่กระທ พบว่าการใช้ที่ระดับร้อยละ 15 ทำให้ไก่กระທมีสมรรถภาพการผลิตดีกว่ากลุ่มควบคุม อย่างไรก็ตามเนื่องจากกากมะพร้าวคั้นกะทิตากแห้งมีปริมาณโปรตีนน้อยมาก ขณะที่ปริมาณเยื่อใย และไขมันสูง ดังนั้นการศึกษากการเพิ่มปริมาณโปรตีนของกากมะพร้าวคั้นกะทิทั้งในรูปสดและแห้งเพื่อนำใช้เป็นอาหารสัตว์

ยีสต์ (*Saccharomyces cerevisiae*) จัดเป็นโปรตีนเซลล์เดี่ยว (Single cell protein) ที่ประกอบไปด้วยโปรตีนร้อยละ 40-44 พลังงาน 1,465.57 กิโลแคลลอรี่ต่อกิโลกรัม คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 34 และมีไขมันร้อยละ 4 โดยน้ำหนักแห้ง และมีวิตามินบี (สุชาติ, 2556: Moonsan and Moonsan, 2012) ซึ่งยีสต์สามารถใช้เป็นแหล่งโปรตีนทดแทน หรืออาหารเสริมสำหรับการเจริญเติบโตของมนุษย์และสัตว์ ทั้งในรูปของยีสต์สกัด (yeast extract) และผนังเซลล์ยีสต์ (yeast cell wall) ยีสต์สกัดสามารถนำมาใช้ประโยชน์สำหรับอาหารสัตว์ โดยจัดเป็นสารเสริมอาหารสัตว์ (feed additive) ที่มีคุณภาพสูง สามารถใช้เป็นสารปรุง

แต่งกลิ่นในอาหารสัตว์ได้เป็นอย่างดี เนื่องจากมีกลิ่นคล้ายกลืนเนื้อสัตว์ ส่วนผนังเซลล์ยีสต์มีองค์ประกอบของเบต้า 1,3 และ 1,6 กลูแคน (1,3-1,6 beta glucan) ที่มีคุณสมบัติช่วยกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันของสัตว์ สามารถทดแทนการใช้ยาปฏิชีวนะได้ (สุชาติ, 2556) ดังนั้นจึงมีการศึกษาการนำยีสต์มาใช้ประโยชน์ในอาหารสัตว์อย่างแพร่หลาย เช่น การปรับปรุงหรือเพิ่มคุณค่าทางอาหารในวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีคุณค่าทางอาหารต่ำ เช่น มันสำปะหลัง กากมันสำปะหลัง กากแอปเปิ้ล และลำต้นปาล์ม และได้มีการพัฒนามาอย่างต่อเนื่อง จนสามารถนำไปใช้ในการเลี้ยงสัตว์เศรษฐกิจ เพื่อช่วยในการลดต้นทุนค่าอาหาร ดังเช่น ยิ่งลักษณ์ และปรีชา (2555) ที่ศึกษาการย่อยได้ของโภชนะในสูตรอาหารลูกสุกรระยะหลังหย่านมที่ใช้เศษกล้วยเตี้ยวมักด้วยยีสต์ทดแทนปลายข้าวในระดับต่างๆ พบว่าสามารถใช้ทดแทนได้ที่ระดับร้อยละ 75 โดยไม่มีผลกระทบต่อสุขภาพของสุกร นอกจากนี้ สุภกิจ และคณะ (2555) พบว่าการหมักเอทานอลจากมันสำปะหลังด้วยยีสต์ร่วมกับยูเรียร้อยละ 2.0 และน้ำตาลร้อยละ 6.0 โดยน้ำหนักเป็นเวลา 15 วัน ทำให้โปรตีนเพิ่มขึ้นร้อยละ 27 (จากร้อยละ 20.0 เป็น 25.4) จากการศึกษาแสดงให้เห็นว่าการใช้ยีสต์ร่วมกับยูเรียสามารถเพิ่มระดับโปรตีนในวัตถุดิบอาหารสัตว์กลุ่มพลังงานได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของสินีนางู และคณะ (2555) ที่รายงานผลการศึกษาการเจริญเติบโตของยีสต์ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่แตกต่างกัน และการเพิ่มปริมาณโภชนะในมันเส้นโดยการหมักกับยีสต์ พบว่าการเจริญเติบโตของยีสต์ในสัดส่วนการหมักร่วมกับยูเรีย: กากน้ำตาล: น้ำ ในสัดส่วน 56:16:100 ทำให้มีปริมาณยีสต์สูงสุด เท่ากับ 30×10^{11} cell/ml ที่ 66 ชั่วโมงของการเลี้ยงเชื้อ และเมื่อนำไปหมักร่วมกับมันเส้น พบว่ามันเส้นมีปริมาณโปรตีนหยาบสูงสุดที่ร้อยละ 47.5 และจากการศึกษาของอนณม และคณะ (2556) ถึงการเพิ่มระดับโปรตีนในกากมะพร้าวคั้นกะทิตากแห้งร่วมกับมันสำปะหลังด้วยกระบวนการหมักยีสต์และยูเรีย พบว่าการหมักที่ระยะเวลา ระดับโปรตีนจะเพิ่มขึ้นตามวันที่หมัก และสรุปว่ากระบวนการหมัก

กากมะพร้าวเพียงอย่างเดียวด้วยยีสต์และยูเรียเป็นระยะเวลา 30 วัน สามารถเพิ่มระดับโปรตีนได้สูงสุดคือ ร้อยละ 24.12 เมื่อเทียบกับกากมะพร้าวที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการหมัก (ร้อยละ 1.02) จะเห็นได้ว่าการใช้กระบวนการหมักยีสต์ในการปรับปรุงคุณภาพวัตถุดิบอาหารสัตว์จะช่วยให้วัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีคุณค่าทางโภชนาการต่ำมีคุณค่าทางโภชนาการเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นการวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบการเพิ่มระดับโปรตีนในกากมะพร้าวสดและแห้ง โดยกระบวนการหมักยีสต์ (*Saccharomyces cerevisiae*) และยูเรีย

วิธีการศึกษา

แผนการทดลอง ในการศึกษานี้ใช้แผนการทดลองแบบ 2 X 8 Factorial in CRD ประกอบด้วย 2 ปัจจัย ได้แก่ ปัจจัย A เป็นกากมะพร้าวสดและกากมะพร้าวตากแห้ง และปัจจัย B เป็น ระยะเวลาการหมัก 8 ระยะ คือ 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 และ 40 วัน ตามลำดับ โดยมีขั้นตอนการเตรียมการหมัก ดังนี้

1. กากมะพร้าวที่ใช้ในการศึกษาเป็นกากมะพร้าวที่ได้มาจากการคั้นกะทิ ทั้งในรูปกากมะพร้าวสด และกากมะพร้าวแห้งหลังจากนำไปตากแดด 2-3 วัน ให้แห้งจนเหลือความชื้นประมาณร้อยละ 14-16
2. สำหรับกากมะพร้าวแห้ง ก่อนนำมาหมักจะนำไปผสมกับน้ำในอัตราส่วน 1 ต่อ 4 กิโลกรัม ส่วนกากมะพร้าวสดที่ไม่ผ่านการตากแห้งจะนำมาหมักกับน้ำหมักยีสต์ที่เตรียมไว้
3. การทำน้ำหมัก ทำโดยชั่งยีสต์ขนมปังผงสำเร็จรูป (baker yeast) ที่ประกอบด้วย *Saccharomyces cerevisiae* 0.5 กิโลกรัม น้ำตาลทรายแดง 1 กิโลกรัม น้ำ 10 ลิตร ยูเรีย 4 กิโลกรัม และกากน้ำตาล 5 ลิตร ผสมเข้าด้วยกันให้เป็นเนื้อเดียวกันด้วยการคนด้วยไม้พาย ร่วมกับการใช้ปั๊มออกซิเจนเป่าลมทิ้งไว้เป็นเวลา 1 ชั่วโมง
4. บรรจุกากมะพร้าวในถุงพลาสติกสีดำซ้อน 2 ชั้น ถุงละ 0.5 กิโลกรัม โดยแบ่งระยะเวลาในการหมัก

เป็นระยะละ 4 ชั่วโมง จากนั้นเติมน้ำหมักที่เตรียมไว้ 0.1 ลิตร คลุกเคล้าวัตถุดิบที่เตรียมไว้ ให้เป็นเนื้อเดียวกัน แล้วใช้เครื่องดูดอากาศออก ใช้เชือกฟางมัดปากถุงหมักให้แน่นและหมักไว้เป็นเวลา 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 และ 40 วัน

5. เมื่อหมักครบกำหนดวันเปิดแต่ละครั้ง จะเปิดถุงตรวจสอบคุณลักษณะทางกายภาพ และนำไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสข้ามคืน และนำไปบดให้ละเอียด ก่อนนำไปวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนหยาบ ตามวิธีการของ AOAC (2000)

การวิเคราะห์ทางสถิติ ข้อมูลจากการวิเคราะห์ทั้งหมดนำมาหาค่าความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) (Steel and Torries, 1980)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

จากการวิจัยพบว่าระดับโปรตีนที่ได้จากการหมักกากมะพร้าวสดที่เวลา 10 วัน มีปริมาณโปรตีนเพิ่มขึ้นสูงสุดคือ ร้อยละ 34.40 และสูงกว่ากลุ่มอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ส่วนระดับโปรตีนของกากมะพร้าวแห้งที่หมัก 40 วัน มีระดับสูงสุด โดยไม่ต่างจากกลุ่มอื่น ดังแสดงใน Table 1 นอกจากนี้ยังพบว่าระดับโปรตีนของกากมะพร้าวไม่ว่าจะเป็นสดหรือแห้งจะลดลงตามระยะเวลาของการหมัก ทั้งนี้เนื่องจากกระบวนการหมักกากมะพร้าวมีการใช้ส่วนผสมของน้ำหมักที่มีกากน้ำตาล น้ำตาลทรายแดง ซึ่งเป็นแหล่งของน้ำตาลกลูโคสที่เกิดจากกระบวนการไฮโดรไลซิส (Hydrolysis) ของน้ำตาลซูโครสกลายเป็นคาร์โบไฮเดรตที่ใช้เป็นแหล่งพลังงานของยีสต์ และเพิ่มจำนวนระหว่างกระบวนการหมัก ซึ่งจำเป็นสำหรับระยะแรกของกระบวนการหมัก (D' Amore et al., 1989) นอกจากนี้ยังมียูเรียซึ่งเป็นแหล่งของไนโตรเจนที่จำเป็นในการเจริญเติบโตของยีสต์อีกด้วย (Obboh and Akindahunsi, 2003) และเมื่อพิจารณาที่ระยะเวลาการหมักเดียวกัน ระดับโปรตีนในกากมะพร้าวสดหมักด้วย

กระบวนการหมักยีสต์และยูเรียมีระดับโปรตีนสูงกว่ากากมะพร้าวแห้ง ทั้งนี้เนื่องมาจากในกากมะพร้าวสดจะมีปริมาณของโปรตีน (ร้อยละ 19.10) ที่สูงกว่ากากมะพร้าวตากแห้ง คือ ร้อยละ 1.02 (นฤมล และคณะ, 2556) ทำให้ระดับโปรตีนในกากมะพร้าวสดหมักมีค่าสูงกว่ากากมะพร้าวตากแห้ง สอดคล้องกับการศึกษาของนฤมล และคณะ (2556) ที่รายงานถึงการเพิ่มระดับโปรตีนในกากมะพร้าวคั้นกะทิตากแห้งด้วยกระบวนการหมักยีสต์และยูเรีย พบว่าระดับโปรตีนในกากมะพร้าวที่หมัก 30 วัน มีปริมาณสูงที่สุด คือ ร้อยละ 24.12 เมื่อเทียบกับระดับโปรตีนในกากมะพร้าวที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการหมัก คือ ร้อยละ 1.02 ที่เป็นเช่นนี้เนื่องมาจากการเสริมแหล่งไนโตรเจนและ

คาร์โบไฮเดรตลงในกระบวนการหมักเพื่อเป็นแหล่งของโภชนะของยีสต์ ทำให้ยีสต์เจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนในระหว่างการหมัก โดยในเซลล์ยีสต์จะประกอบด้วยโปรตีนร้อยละ 40-44 พลังงาน 1,465.57 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 34 และมีไขมันร้อยละ 4 โดยน้ำหนักแห้ง (สุชาดา, 2556: Moonsan and Moonsan, 2012) เมื่อนำยีสต์มาใช้ในกระบวนการหมักกับวัตถุดิบ เช่น กากมะพร้าวที่เป็นแหล่งของคาร์โบไฮเดรต เยื่อใย และไขมันสูง ยีสต์จึงสามารถใช้โภชนะที่มีอยู่ในวัตถุดิบนั้นเพื่อการเจริญเติบโตภายใต้สภาวะที่ไม่ใช้ออกซิเจน ข้อสังเกตที่พบในการศึกษานี้คือ ระดับโปรตีนในกากมะพร้าวสดหมักที่ระยะเวลา 10 วัน มีระดับสูง

Table 1 Crude protein level (%) in dry and fresh coconut meal by urea-yeast fermentation process

		Day of fermentation								
	Factor	5	10	15	20	25	30	35	40	Total
B										
Factor										
A	1	13.35 a	15.00 a	11.98 a	14.99 a	13.13 a	17.69 a	13.10 a	18.87 ^a	118.30
	2	29.20 b	34.40 b	31.42	29.90 b	27.32 b	25.93 b	20.35 b	16.35 b	215.41
	Total	42.55	49.40	43.40	44.80	40.45	43.62	33.45	35.22	335.83

^{ab} Mean within row with common superscript differ significant (P<0.05)

สรุป

จากการศึกษาสรุปได้ว่าการหมักกากมะพร้าวสดด้วยกระบวนการหมักยีสต์ทำให้มีระดับโปรตีนสูงกว่าการหมักกากมะพร้าวแห้งด้วยกระบวนการหมักยีสต์ที่ระยะเวลาการหมักเดียวกันโดยการหมักกากมะพร้าวสดที่ระยะเวลา 10 วัน ทำให้มีปริมาณโปรตีนเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 34.40 ส่วนการหมักกากมะพร้าวแห้งต้องใช้เวลาในการหมักนานถึง 40 วันจึงจะทำให้มีระดับโปรตีนร้อยละ 18.87

เอกสารอ้างอิง

นฤมล สมคุณา, จรัส สว่างทัพ, เอกสิทธิ์ สมคุณา, นิตยา พุ่มอำภา, นิพรรษา อินทร์แสง และ ยุภาพร นนเสนา. 2556. การเพิ่มระดับโปรตีนของกากมะพร้าวและมันสำปะหลังโดยกระบวนการหมักยีสต์และยูเรีย. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 44(1 พิเศษ): 267-270.
ยิ่งลักษณ์ มูลสาร และปรีชา มูลสาร. 2555. การย่อยได้ของเศษกล้วยเตี๋ยหมักยีสต์ทดแทนปลายข้าวในสูตรอาหารสุกรหลังหย่านม. วารสารสัตวแพทยศาสตร์มข. 22(1): 62-70.
ศุภกิจ สุนาโท, วิโรจน์ ภัทรจินดา, พรชัย ล้อวิลัย และ งามนิจ นนทโส. 2555. การศึกษาการเพิ่มโปรตีนกากเอทานอลจากมันสำปะหลังด้วยการหมักยีสต์. แก่นเกษตร. 40 (ฉบับพิเศษ 2): 183-186.

- สินีนัญ พลโยธา, เมธา วรรณพัฒน์ และสฤติ วรรณพัฒน์. 2555. การเพิ่มระดับของโปรตีนของมันสำปะหลังโดยใช้ยีสต์ในกระบวนการหมัก. แก๊นเกษตร. 40 (ฉบับพิเศษ 2): 178-182.
- สุชาติ สักรพงษ์พนา. 2556. การใช้ประโยชน์จากผลพลอยได้ของกระบวนการผลิตเอทานอล. สำนักจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ.
- AOAC. 2000. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists. 17th edn. AOAC International, Maryland.
- D' Amore, T., Russel, I. and Stewart, G.G. 1989. Sugar utilization by yeast during fermentation. J. Inds Microb. 4: 315-324.
- Khuwijtjaru, P., K. Watsanit, and S. Adachi. 2012. Carbohydrate content and composition of product from subcritical water treatment of coconut meal. J. Ind. Eng. Chem. 18: 225-229.
- Mepba, H.D. and S.C. Achinewhu. 2003. Effects of processing on protein nutritive quality of coconut *Cocos nucifera* products. Plant Foods Hum Nutr. 58: 15-25.
- Mushtaq, T., M. Sarwar, G. Ahmad, M.A. Mirza, T. Ahmad, Moonsan, Y. and Moonsan, P. 2012. Digestibility of Yeast Treated Noodle Fragments to Replace Broken Rice in Weaning Pig Diet. KKV Vet J. 22: 62-70.
- Narumon, S. 2008. Effects of dried coconut meal in the diet on growth performance of broilers. In: Proceeding 5th Symposium in Animal Science, January 31, 2008. Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University. Pp 284-287.
- Obob, G. and Akindahunsi, A.A. 2003. Biochemical changes in cassava products (flour & gari) subjected to *Saccharomyces cerevisiae* solid media fermentation. Food Chem. 82: 599-602.
- Steel, R.G.D. and Torries, J.H. 1980. Principles and Procedures of Statistics. A Biomaterials Approach. (2nd edition), McGraw-Hill. New York, U.S.A.