ผลของการใช้ผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังโปรตีนสูงที่ผลิตโดยเทคโนโลยีชีวภาพในสูตรอาหารต่อสมรรถนะการผลิตนกกระทาญี่ปุ่น

Effect of dietary inclusion of protein-enriched cassava product using biotechnology on Japanese quail performance

ทรงศักดิ์ จำปาวะดี[1]*, อรวรรณ ชินราศรี[1], อาณัติ จันทร์ถิระติกุล[1], ขนิษฐา เรืองวิทยานุสรณ์[1], ทัศน์วรรณ สมจันทร์[1] และ สุวรรณี แสนทวีสุข[1]

Songsak Chumpawadee[1*], Orawan Chinrasri[1], Anut Chantiratikul[1], Khanita Ruangwittayanusorn[1], Tassawan Somchan[1] and Suwannee Santaweesuk[1]

บทคัดย่อ: ศึกษาการทำผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังโปรตีนสูงโดยใช้เทคโนโลยีชีวภาพโดยทำการหมักมันสำปะหลังกับ *Rhizopus oryzae*, *Lactobacillus acidophilus* และ *Saccharomyces cerevisiae* พบว่าสามารถเพิ่มคุณค่าทางโภชนะให้กับมันสำปะหลังโดยเฉพาะโปรตีนเพิ่มสูงขึ้นซึ่งมีค่าเท่ากับ 6.3, 5.5 และ 7.6 % และเมื่อนำมันสำปะหลังโปรตีนสูงที่ผลิตได้ไปเป็นวัตถุดิบในสูตรอาหารนกกระทาในระดับ 5 % ใช้ลูกนกกระทาคละเพศอายุ 4 วัน จำนวน 192 ตัวแบ่งออกเป็น 4 กลุ่มๆ ละ 8 ซ้ำๆ ละ 6 ตัว ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์โดยมีกลุ่มทดลองคือ ไม่มีการเสริมมันสำปะหลังโปรตีนสูง, อาหารสูตรมันสำปะหลังโปรตีนสูงที่หมักด้วย *R. oryzae*, อาหารสูตรมันสำปะหลังโปรตีนสูงที่หมักด้วย *L. acidophilus* และอาหารสูตรมันสำปะหลังโปรตีนสูงที่หมักด้วย *S. cerevisiae* ผลการทดลองพบว่าไม่ส่งผลกระทบต่อปริมาณการกินได้ และพบว่าในกลุ่มที่ใช้ *L. acidophilus* มีอัตราการแลกเนื้อเฉลี่ยดีที่สุด ซึ่งสามารถแนะนำได้ว่ามันสำปะหลังโปรตีนสูงที่ผลิตโดยเทคโนโลยีชีวภาพจากจุลินทรีย์ทั้งสามชนิดสามารถใช้เป็นวัตถุดิบในอาหารนกกระทาได้โดยไม่ส่งผลต่อสมรรถนะการให้ผลผลิต

คำสำคัญ: มันสำปะหลัง, นกกระทาญี่ปุ่น, *R. oryzae*, *L. acidophilus*, *S. cerevisiae*

ABSTRACT: This study was to produce protein-enriched cassava product using biotechnology. The cassava flour were fermented with *Rhizopus oryzae*, *Lactobacillus acidophilus* and *Saccharomyces cerevisiae*. The results reveal that nutritive value was increased particularly protein content (6.3, 5.5 and 7.6 % respectively). The protein-enriched cassava product was use as a feed ingredient in Japanese quail ration to study on growth performance. One hundred and ninety-two mixed sex Japanese quails (4 day of age), were used. The Japanese quails were randomly allocated to 32 pens containing 6 birds each with 8 replicates and assigned to receive one of 4 dietary treatments (1.control, 2. cassava fermented with *R. oryzae*, 3. cassava fermented with *L. acidophilus*, 4. cassava fermented with *S. cerevisiae*) in a completely randomized design. The results showed that feed intake, feed conversion ratio and average daily gain were not significantly different among treatments (P>0.05). However, significant differences were observed in average dairy gain at weeks 4 and overall means feed conversion ratio. The results of the present experiment indicated that protein-enriched cassava product using biotechnology can be used as a feed ingredient in Japanese quail diet.
Keywords: Cassava, Japanese quial, *R. oryzae*, *L. acidophilus*, *S.cerevisiae*

[1] ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะสัตวแพทยศาสตร์และสัตวศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
Department of Animal Science, Faculty of Veterinary Medicine and Animal Sciences, Mahasarakham University

* Corresponding author: songsak.c@msu.ac.th

บทนำ

วัตถุดิบอาหารสัตว์ประเภทโปรตีนเป็นวัตถุดิบที่มีราคาแพง โดยทั่วไปในสูตรอาหารสัตว์ใช้วัตถุดิบประเภทโปรตีน ประมาณ 20-30% ในสูตรอาหาร (ทรงศักดิ์, 2545) และปัจจุบันสูตรอาหารสัตว์กระเพาะเดี่ยวจะใช้กากถั่วเหลือง เป็นวัตถุดิบแหล่งโปรตีนหลัก อย่างไรก็ตามการผลิตกากถั่วเหลืองในประเทศไทยยังมีไม่เพียงพอต่อความต้องการในอุตสาหกรรมการผลิตอาหารสัตว์ โดยต้องนำเข้าจากต่างประเทศ ดังนั้นเพื่อเป็นการลดการนำเข้ากากถั่วเหลืองและลดการแก่งแย่งแหล่งวัตถุดิบที่เป็นอาหารมนุษย์ได้โดยตรง จึงจำเป็นที่ต้องหาแหล่งวัตถุดิบอื่นที่สามารถใช้แทนกากถั่วเหลือง โดยในปัจจุบันการผลิตโปรตีนเซลล์เดียว (single cell protein) กำลังได้รับความสนใจและน่าจะเป็นทางออกสำหรับอุตสาหกรรมการผลิตอาหารสัตว์ในอนาคต

แนวคิดในการใช้โปรตีนเซลล์เดียวจากจุลินทรีย์เพื่อใช้เป็นอาหารสัตว์ได้ผ่านการทดลองหาแนวทางและวิธีการที่เหมาะสมมานาน จากการทดลองของ Oboh (2006) ทดลองเพิ่มคุณค่าทางโภชนะให้กับเปลือกมันสำปะหลังโดยใช้เชื้อผสมระหว่าง เชื้อ *S. cerevisiae* กับ *Lactobacillus* spp. พบว่าสามารถเพิ่มโปรตีนและลดไซยาไนด์ การผลิตโปรตีนเซลล์เดียวสามารถใช้วัตถุดิบได้หลายชนิดแต่สำหรับประเทศไทยมันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบที่น่าสนใจมากที่สุดในการนำมาเป็นวัตถุดิบเพราะมันสำปะหลังเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีการผลิตได้จำนวนมากโดยแต่ละปีจะสามารถผลิตหัวมันสดได้ประมาณปีละ 18-22 ล้านตัน การใช้มันสำปะหลังในอาหารสัตว์โดยทั่วไปจะใช้เป็นแหล่งพลังงาน เนื่องจากมันสำปะหลังมีโปรตีนต่ำ ดังนั้นการนำมันสำปะหลังมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์อาหารสัตว์โดยเพิ่มคุณค่าทางโภชนะโปรตีนโดยใช้เทคโนโลยีชีวภาพจะเป็นการส่งเสริมการใช้วัตถุดิบภายในประเทศ โดยเมื่อนำมาทำเป็นผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังโปรตีนสูงแล้วจะสามารถ ลดการใช้แหล่งโปรตีนหลักโดยเฉพาะกากถั่วเหลืองดังนั้นการวิจัยครั้งนี้จึงมุ่งเน้นในการเพิ่มระดับโปรตีนให้มันสำปะหลังโดยใช้เทคโนโลยีชีวภาพ เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบทางเลือกในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ โดยใช้นกกระทาเป็นสัตว์ทดลองเพื่อศึกษาถึงผลต่อสมรรถนะการผลิต

วิธีการศึกษา

วิธีการเตรียมมันสำปะหลังโปรตีนสูง

กลุ่มที่ 1 ทำการหมักมันสำปะหลัง 1,000 กรัม ด้วยรา *R. oryzae* ที่มีเชื้อ $1x10^8$ CFU/ml จำนวน 50 ml และสารละลายโภชนะ 730 ml กลุ่มที่ 2 ทำการหมักมันสำปะหลัง 1,000 กรัมด้วยแบคทีเรีย *L. acidophilus* ที่มีเชื้อ $1x10^8$ CFU/ml จำนวน 50 ml และสารละลายโภชนะ 730 ml และ กลุ่มที่ 3 ทำการหมักมันสำปะหลัง 1,000 กรัมด้วยยีสต์ *S. cerevisiae* โดยใส่หัวเชื้อ 5 กรัม และสารละลายโภชนะ 730 ml ทั้งสามกลุ่มใช้สภาวะหมักที่ความเป็นกรดด่าง 7 ในอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 วัน และสารละลายโภชนะประกอบด้วย กากน้ำตาล 24 กรัม, ยูเรีย 20 กรัม, $MgSO_4 2H_2O$ 7 กรัม, KH_2PO_4 13 กรัม และกรดซิตริก 20 กรัม หลังจากครบกำหนดระยะเวลาแล้ว นำเอาผลผลิตที่ได้มาทำให้แห้งด้วยการตากที่อุณหภูมิห้องและนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี โดยวิเคราะห์หาวัตถุแห้ง เถ้า โปรตีน และเยื่อใยตามวิธีของ AOAC (1990)

การทดลองในนกกระทา

ใช้นกกระทาคละเพศอายุ 4 วัน จำนวน 192 ตัว มีกลุ่มทดลอง 4 กลุ่มทดลองคือ กลุ่มที่ 1 ไม่มีการเสริมมันสำปะหลังโปรตีนสูง, กลุ่มที่ 2 อาหารสูตรมันสำปะหลังโปรตีนสูงที่หมักด้วย *R. oryzae*, กลุ่มที่ 3 อาหารสูตรมันสำปะหลังโปรตีนสูงที่หมักด้วย *L. acidophilus* และกลุ่มที่ 4 อาหารสูตรมันสำปะหลังโปรตีนสูงที่หมักด้วย *S. cerevisiae* แล้วทำการสุ่มนกกระทาตามแผนการทดลองโดยวิธีการสุ่มแบบสมบูรณ์ (completely randomized design) กลุ่มการทดลอง กลุ่มละ 8 ซ้ำๆ ละ 6 ตัว โดยทำการศึกษาถึงสมรรถนะการผลิตของนกกระทา

ผลการศึกษาและวิจารณ์

การทดลองเพิ่มคุณค่าทางโภชนะให้กับมันสำปะหลังบด โดยหมักร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์ 3 ชนิดคือ *R. oryzae*, *L. acidophilus* และ *S. cerevisiae* พบว่าสามารถเพิ่มคุณค่าทางโภชนะให้กับมันสำปะหลังโดยเฉพาะโปรตีนเพิ่มสูงขึ้นซึ่งมีค่าเท่ากับ 6.3, 5.5 และ 7.6 % ตามลำดับแสดงดัง **Table 1** ซึ่งมีค่าสูงกว่ามันสำปะหลังที่ไม่ได้หมักที่มีโปรตีนอยู่ประมาณ 1-2 % เท่านั้น สอดคล้องกับการทดลองของ Adeyemi et al. (2007) พบว่าเมื่อหมักมันสำปะหลังร่วมกับมูลไก่และมูลสุกรโดยใช้น้ำจากกระเพาะหมักของโค พบว่าสามารถเพิ่มโปรตีนได้ประมาณ 9.99-10.26 % นอกจากนั้น Oboh (2006) ได้ทดลองเพิ่มคุณค่าทางโภชนะให้กับเปลือกมันสำปะหลังโดยใช้เชื้อผสมระหว่าง *S. cereviseae* และ *Lactobacillus spp.* พบว่าสามารถช่วยเพิ่มโปรตีนได้ 21.25 % และลดไซด์ยาไนด์ลงได้ 6.2 มก./กก. อย่างไรก็ตามการทดลองนี้สามารถเพิ่มโปรตีนได้ประมาณ 5.5-7.6 % ต่ำกว่าที่รายงานไว้โดย Oboh (2006) ดังนั้นจึงควรหาวิธีการเพิ่มโปรตีนให้กับมันสำปะหลัง และเศษเหลือใช้จากมันสำปะหลังโดยใช้จุลินทรีย์ตัวอื่นที่มีศักยภาพหรืออาจใช้ร่วมกับแหล่งโปรตีนชนิดอื่นเช่นกากถั่วเหลือง เป็นต้น

ผลของผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังโปรตีนสูงที่ผลิตโดยเทคโนโลยีชีวภาพในสูตรอาหารต่อสมรรถนะการผลิตนกกระทาญี่ปุ่น

องค์ประกอบทางเคมีของสูตรอาหารที่ใช้ในการทดลองพบว่ามีค่าองค์ประกอบทางเคมีใกล้เคียงกับค่าที่คำนวณไว้โดยเฉพาะโปรตีนอยู่ในระดับ 24.2-24.3 % และเยื่อใยไม่สูงเกินที่แนะนำในมาตรฐานการให้อาหารสัตว์ แสดงดัง **Table 2**

จากการทดลองศึกษาการใช้มันสำปะหลังโปรตีนสูงที่ผลิตโดยเทคโนโลยีชีวภาพในระดับ 5 % ในสูตรอาหาร ต่อปริมาณการกินได้ของนกกระทาญี่ปุ่น ผลการทดลองพบว่าการเสริมมันสำปะหลังโปรตีนสูงที่ระดับ 5 % สูตรอาหาร ปริมาณการกินได้ของนกกระทาญี่ปุ่นในช่วง สัปดาห์ที่ 1, 2, 3, 4 และ เฉลี่ยตลอดการทดลองไม่แตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) ซึ่งแสดงให้เห็นว่ามันสำปะหลังโปรตีนสูงที่ได้จากการหมักกับจุลินทรีย์ทั้งสามชนิดสามารถใช้เป็นแหล่งวัตถุดิบในอาหารนกกระทาได้โดยไม่กระทบต่อปริมาณการกินได้ และนอกจากนั้นพบว่าอัตราการเจริญเติบโต ในช่วงอายุ 1, 2 และ 3 สัปดาห์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แต่ในสัปดาห์ที่ 4 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และค่าเฉลี่ยตลอดการทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) ดัง **Table 3** โดยในกลุ่มที่ได้รับมันสำปะหลังโปรตีนสูงที่ผลิตจาก *R. oryzae* มีอัตราการเจริญเติบโตต่ำกว่ากลุ่มอื่น และเมื่อคิดค่าอัตราการแลกเนื้อของนกกระทาญี่ปุ่น พบว่าใน สัปดาห์ที่ 1, 2, 3 และ 4 ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม แต่เมื่อเฉลี่ยตลอดการทดลองพบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ซึ่งพบว่าในกลุ่มที่ได้รับมันสำปะหลังโปรตีนสูงที่ผลิตโดยใช้เชื้อ *L. acidophilus* มีอัตราการแลกเนื้อต่ำที่สุดสอดคล้องกับปริมาณการกินได้และอัตราการเจริญเติบโต

สรุป

จากการศึกษาการใช้ผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังโปรตีนสูงโดยใช้เทคโนโลยีชีวภาพในสูตรอาหารของนกกระทาเนื้อ พบว่าการหมักมันสำปะหลังกับ *R. oryzae*, *L. acidophilus* และ *S. cerevisiae* สามารถเพิ่มคุณค่าทางโภชนะให้กับมันสำปะหลังโดยเฉพาะโปรตีนเพิ่มสูงขึ้นซึ่งมีค่าเท่ากับ 6.3, 5.5 และ 7.6 % และเมื่อนำมันสำปะหลังโปรตีนสูงที่ผลิตได้ไปเป็นวัตถุดิบในสูตรอาหารนกกระทาในระดับ 5 % พบว่าไม่ส่งผลกระทบต่อปริมาณการกินได้ และพบว่าในกลุ่มที่ใช้ *L. acidophilus* มีอัตราการแลกเนื้อเฉลี่ยดีที่สุด ซึ่งสามารถแนะนำได้ว่ามันสำปะหลังโปรตีนสูงที่ผลิตโดยเทคโนโลยีชีวภาพจากจุลินทรีย์ทั้งสามชนิดสามารถใช้เป็นวัตถุดิบในอาหารนกกระทาได้โดยไม่ส่งผลต่อสมรรถนะการให้ผลผลิต

Table 1 Chemical composition of protein-enriched cassava using biotechnology (%DM basis).

Chemical composition	Fermented with *R.oryzae*	Fermented with *L.acidophilus*	Fermented with *S.cerevisae*
Dry matter	79.2	74.1	94.3
Crude protein	6.3	5.5	7.6
Ash	6.6	6.5	6.8
Crude fiber	2.3	2.3	2.6
Calcium	0.1	0.1	0.1
Phosphorus	0.9	0.9	0.9

Table 2 Ingredients and chemical composition (%) of Japanese quail diets.

Ingredients	Diets*			
	T1	T2	T3	T4
Rice bran	15.5	15.0	15.0	15.0
Yellow maize	40.0	35.0	35.2	35.0
Soybean oil	2.0	2.5	2.5	2.5
Soybean meal (42 %CP)	32.0	32.0	32.0	32.0
Fish meal (60 %CP)	8.0	8.0	8.0	8.0
Fermented cassava	-	5.0	5.0	5.0
Dicalcium phosphate	1.0	1.0	1.0	1.0
Oyster shell flour	1.0	1.0	1.0	1.0
Premix	0.25	0.25	0.25	0.25
L-lysine	0.15	0.15	0.15	0.15
DL-Methionine	0.1	0.1	0.1	0.1
Chemical composition				
Dry matter, %	92.5	92.1	93.7	92.9
Ash, %	6.7	6.9	6.7	6.9
Crude protein, %	24.2	24.2	24.1	24.3
Crude fiber, %	2.6	2.6	2.6	2.3
Calcium, %	1.0	0.9	1.0	1.0
Phosphorus, %	0.6	0.4	0.5	0.7
Metabolizable energy, kcal/kg[#]	2,901.1	2,924.9	2,927.3	2,918.5

* T1: Control, T2: cassava fermented with *R. oryzae*, T3: cassava fermented with *L. acidophilus*, T4: cassava fermented with *S. cerevisiae*) [#] calculated value

Table 3 Growth performances and carcass percentage of Japanese quail (4-30 days of age).

Items	Diets*				SEM
	T1	T2	T3	T4	
Feed intake, g/d					
4-10 d	6.9	7.1	7.0	6.8	0.1
11-17 d	13.5	12.1	12.4	11.5	0.4
18-24 d	16.2^{a}	13.8^{b}	15.0^{ab}	15.2^{ab}	0.3
25-30 d	20.0	18.0	19.0	19.3	0.3
4-30 d	14.1	12.8	13.4	13.4	0.2
Feed conversion ratio					
4-10 d	2.0^{ab}	2.3^{a}	2.1^{ab}	1.9^{b}	0.0
11-17 d	2.7	2.5	2.6	2.3	0.0
18-24 d	3.1	2.9	2.8	3.1	0.1
25-30 d	5.3	5.6	4.1	4.6	0.2
4-30 d	3.3^{ab}	3.6^{a}	2.9^{b}	3.0^{ab}	0.1
Average daily gain, g/d					
4-10 d	3.4	3.1	3.3	3.4	0.1
11-17 d	5.1^{a}	4.5^{b}	4.8^{ab}	4.9^{ab}	0.1
18-24 d	5.1	4.8	5.4	5.0	0.1
25-30 d	3.9^{ab}	3.4^{b}	4.6^{a}	4.3^{a}	0.1
4-30 d	4.3^{A}	3.9^{B}	4.5^{A}	4.4^{A}	0.0
Carcass percentage,%	76.1	77.3	75.7	74.2	0.4

* T1: Control, T2: cassava fermented with *R. oryzae*, T3: cassava fermented with *L. acidophilus*, T4: cassava fermented with *S. cerevisiae*).

$^{a, b,}$ Means within a row different superscripts differ ($P<0.05$), $^{A, B,}$ Means within a row different superscripts differ ($P<0.01$),

เอกสารอ้างอิง

ทรงศักดิ์ จำปาวะดี. 2545. โภชนศาสตร์สัตว์ประยุกต์. สาขาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

Adeyemi O.A., D. Eruvbetine, T. Oguntona, M. Dipedu, O.E. Fasina, H.A. Awujobi and J.A. Adefowora. 2007. Nutritional evolution of cassava root meal fermented with filtrate. Journal of food technology 5: 49-54.

AOAC. 1990. Official methods of Analysis, Vol.1, 15th Edition. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, Virginia, USA. 69-90.

Oboh, G. 2006. Nutrition enrichment of cassava peels using a mixed culture of *Saccharomyces cerevisae* and *Lactobacillus spp*. Solid media fermentation techniques. Electronic Journal of Biotechnology. 9: Accessed on http://www.ejbiotechnology.info/content/vol 9/issue 1/full/1/.

Oboh, G., and A. A. Akindahunsi. 2005. Nutrional and Toxicological Evaluation of *Saccharomyces cerevisiae* Fermented Cassava Flour. J. Food Compos. Anal. 18: 731-738.

Senez, I. C., M. Raimbauit, and F. Deschamp 1980. Protien enrichment of starchy substrates for animal feeds by solid state fermentation. Wld. Anim, Rev. 35: 36-39.