

ผลของการดัดแปรกากมะพร้าวด้วยวิธีทางกายภาพต่อสมบัติทางเคมีกายภาพและประสิทธิภาพการย่อยคาร์โบไฮเดรตในหลอดทดลองของปลาเศรษฐกิจ

Effects of Physical Modification of Coconut Meal on Physicochemical Property and *In Vitro* Carbohydrate Digestibility in Economic Fish

สุนัตรา ชุมแวงวาปี¹ ศรีศักดิ์ สุนทรไชย^{2*} และการณ ทองประจุแก้ว³

Sunetra Chumwaengwapee¹ Sarisak Soontornchai^{2*} and Karun Thongprajukeaw³

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาผลของการแช่น้ำ การใช้คลื่นไมโครเวฟ การฉายรังสีแกมมา และการฉายลำแสงอิเล็กตรอนต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีกายภาพของกากมะพร้าว และศึกษาประสิทธิภาพการย่อยคาร์โบไฮเดรตในหลอดทดลองโดยใช้เอนไซม์ที่สกัดจากปลานิล (*Oreochromis niloticus*) จากการศึกษาพบว่า การดัดแปรมีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อการลดลงของเชื้อใย ในขณะที่ปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยได้มีค่าเพิ่มขึ้น ($P < 0.05$) สมบัติทางเคมีกายภาพ ได้แก่ โครงสร้างทางจุลภาค และความเป็นผลึก มีการเปลี่ยนแปลงหลังจากผ่านการดัดแปร เมื่อทดสอบประสิทธิภาพการย่อยคาร์โบไฮเดรตในหลอดทดลองพบว่า กากมะพร้าวที่ผ่านการดัดแปรโดยวิธีแช่น้ำและใช้คลื่นไมโครเวฟมีประสิทธิภาพการย่อยในหลอดทดลองสูงสุด รองลงมาคือ การฉายลำแสงอิเล็กตรอนและรังสีแกมมาตามลำดับ ดังนั้น การดัดแปรกากมะพร้าวด้วยการแช่น้ำหรือใช้คลื่นไมโครเวฟจึงสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์จากคาร์โบไฮเดรตของปลาเศรษฐกิจได้

คำสำคัญ: กากมะพร้าว การดัดแปร สมบัติทางเคมีกายภาพ คาร์โบไฮเดรต ปลาเศรษฐกิจ

¹นักศึกษานิพนธ์โท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ วิชาเอกการจัดการสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช นนทบุรี 11120

²รศ.ดร., แผนกวิชาสาธารณสุขศาสตร์ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช นนทบุรี 11120

³อ.ดร., ภาควิชาวิทยาศาสตร์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สงขลา 90112

*Corresponding author: e-mail: hsasosar@hotmail.com Tel. 0-2504-8032

จากงานประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยทักษิณ ครั้งที่ 23 ปี 2556

Abstract

This research aimed to study effects of water soaking, microwave irradiation, gamma irradiation and electron beam on physicochemical property of coconut meal and *in vitro* carbohydrate digestibility by using digestive enzymes from Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). The result showed that modified methods had significant effects by decreasing crude fiber and increasing available carbohydrates ($P < 0.05$). Physicochemical properties including microstructure and crystallinity were altered after modification. The highest *in vitro* carbohydrate digestibility values were observed in soaked and microwave-irradiated coconut meals, followed by electron beam and gamma irradiation, respectively. Therefore, soaking or microwave irradiation could be used for increasing efficiency of carbohydrate digestibility in economic fish.

Keywords: Coconut meal, Modification, Physicochemical property, Carbohydrate, Economic Fish

บทนำ

กามะพร้าวเป็นผลพลอยได้ที่เกิดขึ้นปริมาณมากจากอุตสาหกรรมผลิตน้ำกะทิ และน้ำมันมะพร้าว ผลพลอยได้ดังกล่าวมีราคาถูกและเหมาะที่จะนำมาผลิตเป็นวัตถุดิบอาหารให้กับสัตว์เลี้ยง การศึกษาเกี่ยวกับวัตถุดิบอาหารสัตว์พบว่า กามะพร้าวสามารถใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์กับได้หลายชนิด สำหรับการใช้อกามะพร้าวในสัตว์น้ำยังไม่เป็นที่แพร่หลายและมีข้อจำกัดหลายอย่าง โดยมีการใช้บ้างในปลาลูก [1] ปลาดู [2] ปลานิล [3] เป็นต้น อย่างไรก็ตาม การใช้อกามะพร้าวในปริมาณที่ไม่เหมาะสมอาจทำให้สัตว์เกิดอาการท้องเสีย เนื่องจากกามะพร้าวมีองค์ประกอบของเยื่อใยที่ยากต่อการย่อย ซึ่งเยื่อใยดังกล่าวจะห่อหุ้มสารอาหารและเพิ่มความหนืดในท้องทางเดินอาหาร ทำให้ประสิทธิภาพการย่อยและการใช้ประโยชน์จากวัตถุดิบเกิดขึ้นได้น้อย [4] นอกจากนี้ กามะพร้าวยังมีองค์ประกอบทางโภชนาการที่ไม่เหมาะสม โดยมีปริมาณกรดอะมิโนที่จำเป็นบางชนิดในปริมาณน้อย มีการสูญเสียคุณค่าทางโภชนาการเนื่องจากกระบวนการผลิตที่ต้องใช้ความร้อน และมีองค์ประกอบที่สัตว์ไม่สามารถย่อยได้เป็นจำนวนมาก ได้แก่ แมนแนน กาแลกโตแมนแนน และเซลลูโลส เมื่อนำไปใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์จะทำให้ประสิทธิภาพการย่อยอาหารต่ำซึ่งอาจส่งผลกระทบต่ออัตราการรอด การเจริญเติบโต และการเจริญพันธุ์ได้

จากการศึกษาการคัดแปรโครงสร้างวัตถุดิบอาหารหรือผลพลอยได้ทางการเกษตรหลายชนิดพบว่าสามารถทำให้วัตถุดิบมีประสิทธิภาพการย่อยที่ดีขึ้น สำหรับการศึกษาในกามะพร้าวพบว่าการคัดแปรโดยวิธีการแช่น้ำ [3] นยรังสีแกมมา [5] หรือการเสริมเอนไซม์สังเคราะห์ [6] สามารถปรับปรุงประสิทธิภาพการย่อยและการใช้ประโยชน์จากวัตถุดิบอาหารได้ เนื่องจากการคัดแปรจะทำให้วัตถุดิบเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีกายภาพให้เหมาะสมต่อการไฮโดรไลสของเอนไซม์ย่อยอาหาร เช่น โครงสร้างพื้นผิว [7] ความเป็นผลึก [8] เป็นต้น การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงคุณภาพคาร์โบไฮเดรตจากกามะพร้าวเพื่อใช้เป็นแหล่งวัตถุดิบอาหารที่มีคุณภาพของสัตว์น้ำ ซึ่งอาจช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยและการใช้ประโยชน์จากวัตถุดิบ รวมทั้งเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่ลดต้นทุนในกระบวนการผลิต และช่วยส่งเสริมให้มีการใช้ผลพลอยได้ดังกล่าวอย่างมีประสิทธิภาพ

วิธีการวิจัย

1. การตัดแปรงกมะพร้าว

ตัดแปรงกมะพร้าวด้วยวิธีทางกายภาพ ได้แก่ 1) การแช่น้ำ โดยชั่งกมะพร้าวน้ำหนัก 100 กรัม แล้วนำมาแช่ในน้ำกลั่นในอัตราส่วน 1:10 (มวลต่อปริมาตร) ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 12 ชั่วโมง 2) การใช้คลื่นไมโครเวฟ โดยนำกมะพร้าวมาผสมให้เข้ากับน้ำในอัตราส่วน 1:9 (มวลต่อปริมาตร) และนำไปไมโครเวฟโดยใช้กำลังไฟฟ้า 700 วัตต์ ความถี่ 2,450 กิโลเฮิร์ตซ์ เป็นเวลา 5 นาที 3) การใช้รังสีแกมมา โดยนำกมะพร้าวไปฉายรังสีแกมมาที่ระดับ 60 กิโลเกรย์ [5] โดยแหล่งกำเนิดของรังสีมาจากโคบอลต์-60 และ 4) การใช้ลำแสงอิเล็กตรอน โดยนำกมะพร้าวไปผ่านลำแสงอิเล็กตรอนที่ระดับ 30 กิโลเกรย์ และ 10 เมกะอิเล็กตรอนโวลต์ [9]

2. การเตรียมตัวอย่าง

นำกมะพร้าวที่ผ่านการตัดแปรงและบดให้ละเอียดมาอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง เพื่อใช้สำหรับวิเคราะห์หองค์ประกอบทางเคมี การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีกายภาพและการประเมินประสิทธิภาพการย่อยในหลอดทดลองจะใช้กมะพร้าวที่ผ่านการทำให้แห้งโดยใช้เครื่องทำแห้งภายใต้ความดันและอุณหภูมิต่ำ (Delta 2-24 LSC, Germany)

3. การวิเคราะห์หองค์ประกอบทางเคมี

วิเคราะห์หองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ปริมาณโปรตีน ไขมัน เยื่อใย และเถ้าตามวิธีการของ AOAC [10] สำหรับปริมาณของคาร์โบไฮเดรตใช้วิธีการคำนวณจากผลต่างของค่าโภชนาการ

4. การศึกษาสมบัติทางเคมีกายภาพ

4.1 การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างระดับจุลภาค

ศึกษาการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของกมะพร้าวในระดับจุลภาคโดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Quanta 400, FEI, Czech Republic) โดยเตรียมตัวอย่างด้วยเทคนิคการติดบนกาวสองหน้าบนแท่งอะลูมิเนียม (Aluminium stub) และเคลือบตัวอย่างด้วยทอง ความต่างศักย์ไฟฟ้าที่ใช้เท่ากับ 15 กิโลโวลต์

4.2 การเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์

พิสูจน์เอกลักษณ์ในการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์และคำนวณปริมาณผลึกของกมะพร้าวที่ผ่านการตัดแปรงโดยใช้เครื่องเอกซเรย์ดิฟแฟร็กโทมิเตอร์ (X' Pert MPD, Philips, Netherlands) ที่ความต่างศักย์ 40 กิโลโวลต์ กำลังไฟฟ้า 40 มิลลิแอมแปร์ ความเร็วของการสแกน 1 องศาต่อนาที

จากงานประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยทักษิณ ครั้งที่ 23 ปี 2556

5. การประเมินประสิทธิภาพการย่อยในหลอดทดลอง (*In vitro* digestibility)

5.1 การเก็บตัวอย่างปลาและการเตรียมเอนไซม์

ลุ่มเก็บตัวอย่างปลานิล (น้ำหนัก 800–900 กรัม ความยาวเหยียด 33–36 เซนติเมตร) จำนวน 4 ตัว ($n = 4$) จากฟาร์มในอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา หลังจากนั้น สลบลปลาในน้ำแข็ง เก็บตัวอย่างลำไส้ และนำมาสกัดเอนไซม์ย่อยอาหารโดยบดตัวอย่างให้ละเอียดด้วยเครื่องปั่นละเอียดใน 50 มิลลิโมลาร์ Tris-HCl pH 8 ที่ประกอบด้วย 200 มิลลิโมลาร์ NaCl ในอัตราส่วน 1:2 (มวลต่อปริมาตร) หลังจากนั้นนำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว $15,000 \times g$ นาน 30 นาที ที่ 4 องศาเซลเซียส และเก็บตัวอย่างส่วนใสเพื่อใช้เป็นแหล่งของเอนไซม์เพื่อประเมินประสิทธิภาพการย่อยในหลอดทดลอง

5.2 การศึกษาประสิทธิภาพการย่อยคาร์โบไฮเดรต

ศึกษาประสิทธิภาพการย่อยคาร์โบไฮเดรตของกากมะพร้าวตามวิธีการของ Thongprajukeaw [11] โดยผสมกากมะพร้าวที่คัดแปรงแล้ว 5 มิลลิกรัม กับ 50 มิลลิโมลาร์ ฟอสเฟตบัฟเฟอร์ pH 8 ปริมาตร 10 มิลลิลิตร คลอแรมเฟนิคอล ความเข้มข้น 0.5% ปริมาตร 50 ไมโครลิตร และเอนไซม์สกัดปริมาตร 125 ไมโครลิตร ให้เข้ากัน หลังจากนั้นนำไปบ่มต่อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และหยุดปฏิกิริยาโดยการนำสารละลายไปต้มในน้ำเดือด 10 นาที แล้วตั้งทิ้งไว้ให้เย็น จากนั้นดูดสารละลายส่วนใสที่ผ่านการย่อยปริมาตร 1 มิลลิลิตร ผสมกับสารละลายกรดไดโนโตรซาลิไซลิกความเข้มข้น 1% ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร ต้มในน้ำเดือดนาน 5 นาที ทิ้งไว้ให้เย็นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 540 นาโนเมตร และเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานของน้ำตาลมอลโทส

6. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

แสดงผลข้อมูลในรูปของค่าเฉลี่ย $\pm$ ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของข้อมูลด้วยวิธี Duncan's multiple range test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

1. ปริมาณของคาร์โบไฮเดรต

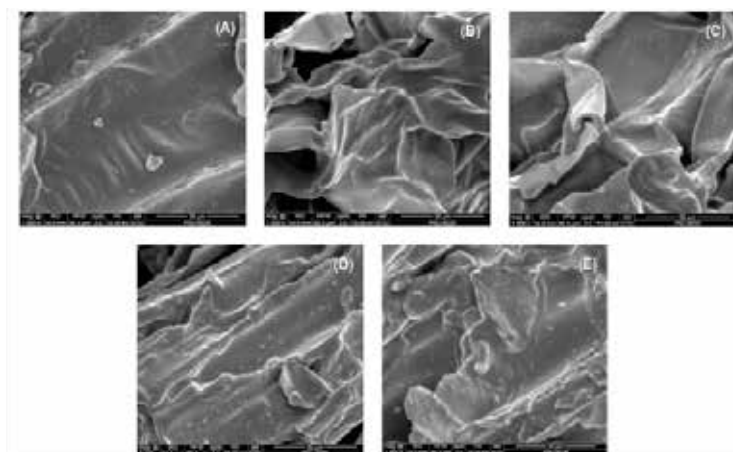
ปริมาณเชื้อไขของกากมะพร้าวที่ผ่านการคัดแปรงมีการลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยเชื้อไขของกากมะพร้าวที่ผ่านการแช่น้ำ การใช้คลื่นไมโครเวฟ การฉายรังสีแกมมา และลำแสงอิเล็กตรอน มีค่าเท่ากับ 33.02 ± 0.41 , 28.74 ± 0.10 , 24.38 ± 0.61 และ $25.49 \pm 0.34\%$ (น้ำหนักแห้ง) ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับกากมะพร้าวที่ไม่ผ่านการคัดแปรง ($36.89 \pm 0.05\%$) ผลการศึกษาที่ได้สอดคล้องกับการศึกษาในวัตถุดิบหลายชนิดที่ผ่านการคัดแปรง เช่น เปลือกถั่วเหลือง เปลือกถั่วลิสง เมล็ดทานตะวัน [12] และฟางข้าวสาลี [13] การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวสัมพันธ์กับปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยได้ที่เพิ่มขึ้นจาก 26.45% (กากมะพร้าวชุดควบคุม) เป็น 31.04, 35.39, 37.63 และ 37.44% ในกากมะพร้าวที่ผ่านการแช่น้ำ การใช้คลื่นไมโครเวฟ การฉายรังสีแกมมา และลำแสงอิเล็กตรอน ตามลำดับ การเพิ่มขึ้นของ

คาร์โบไฮเดรตที่ย่อยได้นี้อาจเกิดขึ้นเนื่องจากโครงสร้างผลึกของคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยได้ยากถูกทำลายหลังจากการดัดแปร ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาในแป้งข้าวโพดและแป้งมันฝรั่งที่พบว่า ประสิทธิภาพการย่อยของคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยได้เร็ว (Rapidly digestible starch) มีค่าเพิ่มขึ้นหลังจากการดัดแปร [14,15]

2. สมบัติทางเคมีกายภาพ

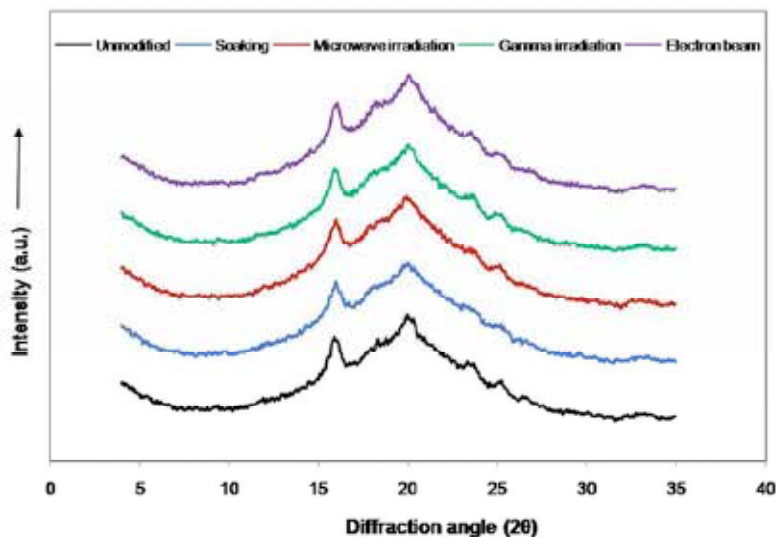
2.1 โครงสร้างระดับจุลภาค

โครงสร้างของกากมะพร้าวที่ผ่านการดัดแปรมีความแตกต่างจากกากมะพร้าวชุดควบคุม (รูปที่ 1A) โดยการแช่น้ำ (รูปที่ 1B) และการใช้คลื่นไมโครเวฟ (รูปที่ 1C) ทำให้โครงสร้างของกากมะพร้าวมีลักษณะโค้งงอและม้วนพับมากขึ้น ผลที่ได้ใกล้เคียงกับการศึกษาในแป้งข้าวโพด [4] ซึ่งการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวอาจช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวเพื่อใหเอนไซม์สามารถไฮโดรไลสวัตถุดิบอาหารได้ดี ขณะที่กากมะพร้าวที่ผ่านการดัดแปรโดยใช้รังสีแกมมา (รูปที่ 1D) และลำแสงอิเล็กตรอน (รูปที่ 1E) จะมีการม้วนพับของโครงสร้างเพียงเล็กน้อย พื้นผิวบางส่วนถูกทำลายและมีการแตกหัก ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาในแป้งมันฝรั่งและแป้งจากถั่ว [15] ที่ผ่านการฉายรังสีแกมมา เมื่อเปรียบเทียบกับแป้งที่ไม่ผ่านกระบวนการ ดังนั้นการดัดแปรเพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวของกากมะพร้าวจึงอาจช่วยให้สัตว์มีประสิทธิภาพการย่อยในท่อทางเดินอาหารดียิ่งขึ้น



รูปที่ 1 โครงสร้างระดับจุลภาคของกากมะพร้าวที่ไม่ผ่านการดัดแปร (A) และกากมะพร้าวที่ดัดแปรโดยการแช่น้ำ (B) การใช้คลื่นไมโครเวฟ (C) การฉายรังสีแกมมา (D) และลำแสงอิเล็กตรอน (E) ที่กำลังขยาย 1,500 เท่า

จากงานประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยทักษิณ ครั้งที่ 23 ปี 2556



รูปที่ 2 ดิฟแฟร็กโทแกรมแสดงการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ของกากมะพร้าวที่ไม่ผ่านการตัดแปรง และกากมะพร้าวที่ผ่านการตัดแปรงด้วยวิธีการแช่น้ำ การใช้คลื่นไมโครเวฟ การฉายรังสีแกมมา และการฉายลำแสงอิเล็กตรอน

2.2 การเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์

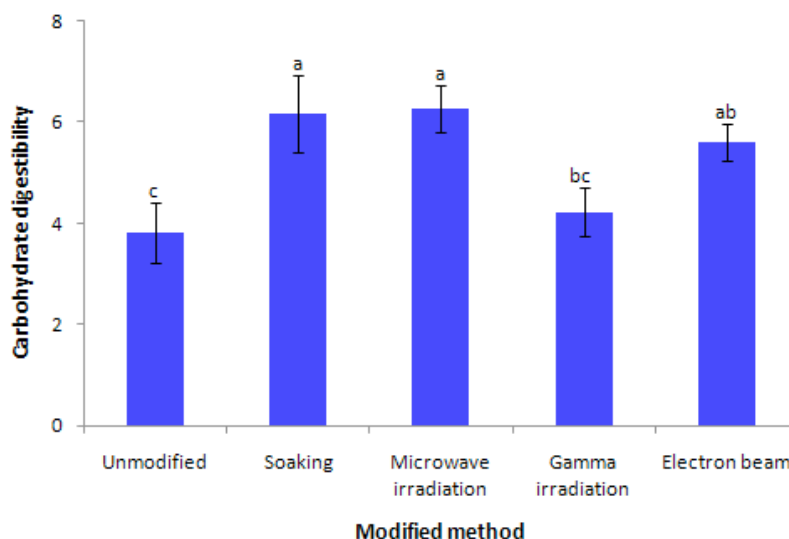
รูปแบบการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ของกากมะพร้าวก่อนและหลังการตัดแปรงมีความคล้ายคลึงกัน (รูปที่ 2) โดยพบพีคหลักที่มุมเลี้ยวเบน (2θ) 15.9° , 20.1° , 23.6° และ 25.2° ผลการคำนวณความเป็นผลึกสัมพัทธ์พบว่ากากมะพร้าวที่ผ่านการตัดแปรงมีค่าความเป็นผลึกลดลง โดยการตัดแปรงด้วยวิธีแช่น้ำ การใช้คลื่นไมโครเวฟ ฉายรังสีแกมมา และลำแสงอิเล็กตรอน มีค่าความเป็นผลึกสัมพัทธ์เท่ากับ 3.93, 4.40, 5.16 และ 5.63% ตามลำดับ เมื่อเทียบกับกากมะพร้าวที่ไม่ผ่านการตัดแปรง (5.66%) การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวอาจเกิดขึ้นจากการที่โครงสร้างของผลึกบางส่วนถูกทำลายหลังจากได้รับการตัดแปรง ซึ่งทำให้โครงสร้างส่วนอสัณฐาน (Amorphous) ของกากมะพร้าวมีค่าสูงขึ้น และอาจทำให้การไฮโดรไลสของเอนไซม์ย่อยอาหารสูงขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาในแป้งที่พบว่าประสิทธิภาพการย่อยจะสูงขึ้นเมื่อแป้งมีความเป็นผลึกสัมพัทธ์ต่ำ [15,16]

3. ประสิทธิภาพการย่อยคาร์โบไฮเดรตในหลอดทดลอง

การตัดแปรงกากมะพร้าวมีผลต่อประสิทธิภาพการย่อยคาร์โบไฮเดรตของปลานิลอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$, รูปที่ 3) โดยการใช้คลื่นไมโครเวฟและการแช่น้ำทำให้ประสิทธิภาพการย่อยมีค่าสูงสุด รองลงมาคือการใช้ลำแสงอิเล็กตรอน ขณะที่การใช้รังสีแกมมาพบว่าค่าที่ได้ไม่แตกต่างจากกากมะพร้าวในชุดควบคุม ($P > 0.05$) การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวสอดคล้องกับการเพิ่มขึ้นของปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยได้ และสมบัติทางเคมีกายภาพที่เหมาะสมต่อการไฮโดรไลสของวัตถุดิบ ผลการศึกษาที่ได้สอดคล้องกับการศึกษาประสิทธิภาพการย่อยคาร์โบไฮเดรตใน Switch

grass [17] ที่พบว่า มีค่าสูงขึ้นเมื่อผ่านการตัดแปรรโดยใช้คลื่นไมโครเวฟ เนื่องจากกระบวนการดังกล่าวมีผลต่อการสลายตัวของเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน รวมทั้งสอดคล้องกับผลการเจริญเติบโตของปลานิลวัยอ่อนที่เลี้ยงด้วยกากมะพร้าวที่ผ่านการแช่น้ำ [3] หรือปลาคาร์พที่เลี้ยงด้วยเมล็ด Sesbania ที่ผ่านการแช่น้ำ [8]

กากมะพร้าวที่ผ่านการตัดแปรรโดยใช้คลื่นไมโครเวฟและการแช่น้ำมีประสิทธิภาพการย่อยคาร์โบไฮเดรตไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) แต่หากพิจารณาขั้นตอนและวิธีการในการตัดแปรรแล้ว วิธีการแช่น้ำสามารถทำได้ง่าย ประหยัดค่าใช้จ่าย และมีรายงานในวัตถุดิบหลายชนิดว่า สามารถช่วยลดปริมาณสารต้านโภชนาการได้หลายชนิด เช่น แทนนิน สารประกอบฟีนอล กรดไฟติก สารยับยั้งการทำงานของอะไมเลส สารยับยั้งการทำงานของทริปซิน [19,20,21] เป็นต้น ซึ่งจะช่วยให้ประสิทธิภาพการย่อยในหลอดให้สูงขึ้นได้ ดังนั้น การตัดแปรรากมะพร้าวโดยการแช่น้ำหรือผ่านการไมโครเวฟอาจเป็นแนวทางเลือกหนึ่งที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการย่อย และการใช้ประโยชน์จากกากมะพร้าวได้ดียิ่งขึ้น



รูปที่ 3 ประสิทธิภาพการย่อยคาร์โบไฮเดรตในหลอดทดลอง ($\mu\text{mol maltose g feedstuff}^{-1}$) โดยใช้เอนไซม์ที่สกัดจากปลานิล (อะไมเลส 1,000 ยูนิต) ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) แสดงด้วยตัวอักษรต่างกัน

จากงานประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยทักษิณ ครั้งที่ 23 ปี 2556

สรุปผลการวิจัย

การคัดแปรกมะพร้าวด้วยวิธีการแช่น้ำเป็นวิธีที่เหมาะสมในการผลิตอาหารสัตว์น้ำมากที่สุด เนื่องจากทำให้เชื้อราของกากมะพร้าวมีค่าลดลง ในขณะที่ปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยได้มีค่าเพิ่มขึ้น และมีการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีกายภาพให้เหมาะสม ได้แก่ โครงสร้างทางจุลภาค และความเป็นผลึก ทำให้ประสิทธิภาพการย่อยในหลอดทดลองมีค่าสูงขึ้น นอกจากนี้ วิธีการแช่น้ำยังสามารถทำได้ง่าย สะดวก และประหยัดค่าใช้จ่าย ดังนั้น การแช่น้ำจึงเป็นทางเลือกที่เหมาะสมในการเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ประโยชน์จากวัตถุดิบอาหารสำหรับสัตว์น้ำ

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนในการทำวิทยานิพนธ์จากสำนักบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ขอขอบคุณภาควิชาวิทยาศาสตร์ประยุกต์ และอาจารย์เพ็ญพูน คำรงค์ฤทธิสมาตย์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ในการวิจัยและให้ความช่วยเหลือในการวิเคราะห์ข้อมูลการเลี้ยงเบร้งสีเอกซ์

เอกสารอ้างอิง

- [1] ณัฐพงศ์ เมืองสุวรรณ (2550) “ผลของกากมะพร้าวและกากมันสำปะหลังต่อการเจริญเติบโต การย่อยได้ และการใช้ประโยชน์ของอาหารในปลาดุกอุกผสม (*Clarias macrocephalus* x *C. gariepinus*).” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- [2] เกษม เซตะวัน และพิจิตร พันธุ์ศรี (2536) “เปรียบเทียบการใช้ประโยชน์จากกากมะพร้าวและใบกระถินป่นเพื่อเป็นแหล่งอาหารเสริมโปรตีนในการเลี้ยงปลาดะเพียนขาวในกระชัง.” ใน: การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ครั้งที่ 31, สาขาประมง, กรุงเทพฯ.
- [3] Olude, O.O., Alegbeleye, W.O.A. and Obasa, S.O. (2008) “The use of soaked copra meal as a partial substitute for soybean meal in the diet of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerlings.” **Livest. Res. Rural Dev.** 20(10), Article 169.
- [4] Choct, M. and Annison, G. (1992) “Anti-nutritive effect of wheat pentosans in broiler chickens: roles of viscosity and gut microflora.” **British Poult. Sci.** 33(1), 821–834.
- [5] Sunthornchot, J., Engkagul, A., Kovitvadhi, U., Pakkong, P. and Choowongkamon, K. (2009) “Development of radiation feed for commercial product of adult Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*.” In: The 35th Congress on Science and Technology of Thailand, Chonburi, Thailand.

- [6] Sundu, B., Kumar, A. and Dingle, J. (2006) "Response of broiler chicks fed increasing levels of copra meal and enzymes." **Int. J. Poult. Sci.** 5(1), 13–18.
- [7] Bak, J.S., Ko, J.K., Han, Y.H., Lee, B.C., Choi, I.G. and Kim, K.H. (2009) "Improved enzymatic hydrolysis yield of rice straw using electron beam irradiation pretreatment." **Biores. Technol.** 100(3), 1285–1290.
- [8] Chung, H.J., Lee, S.Y., Kim, J.H., Lee, J.W., Byun, M.W. and Lim, S.T. (2010) "Pasting characteristics and *in vitro* digestibility of γ -irradiated RS₄ waxy maize starches." **J. Cereal Sci.** 52(1), 53–58.