



## คุณค่าทางโภชนาการและความเป็นพิษระดับเซลล์ ของเส้นใยปาล์มซึ่งเป็นวัสดุเหลือใช้ จากการสกัดน้ำมันปาล์ม

### Nutritional values and cytotoxicity of palm press fiber from palm oil mills

■ วิกาภรณ์ ณ ถลาง      กุลวดี ทรงพานิชย์  
Vipaporn Na Thalang,      Kulvadee Trongpanich  
ศรุดา โลหณะ  
Saruda Lohana

#### ABSTRACT

Palm Press Fiber (PPF), which is residue from palm oil mills contained amount of protein (4.44 g/100g), carbohydrate (57.82 g/100g), crude fiber and dietary fiber (26.50 and 52.40 g/100g) higher than fresh oil palm fruit and grilled oil palm fruit, while the amount of fat was lower (6 g/100g). Moreover, it contained higher amount of vitamin E, phosphorus, iron, magnesium, and lower the amount of calcium than fresh oil palm fruit and grilled oil palm fruit. Cytotoxicity test showed that the concentration of PPF which killed 50% of Caco2 and HepG2 cell was higher than 2 mg/ml.

**Key Words :** Palm Press Fiber (PPF), pericarp, palm oil residues, proximate analysis, cytotoxicity

## บทคัดย่อ

**เส้นใยปาล์ม** (Palm Press Fiber, PPF) ซึ่งเป็นผลพลอยได้จากส่วน Pericarp ของผลปาล์มน้ำมันภายหลังจากการอบและบีบหรือสกัดเอาน้ำมันออกไปแล้ว มีปริมาณโปรตีน 4.44 กรัมต่อ 100 กรัม, คาร์โบไฮเดรต 57.82 กรัมต่อ 100 กรัม, ปริมาณเยื่อใยและใยอาหาร 26.50 และ 52.40 กรัมต่อ 100 กรัม ตามลำดับ ซึ่งมีปริมาณสูงกว่าผลปาล์มน้ำมันสดและผลปาล์มย่างก่อนบีบน้ำมัน ในขณะที่ปริมาณไขมันต่ำกว่าคือมีเพียง 6 กรัมต่อ 100 กรัม นอกจากนี้ ยังมีปริมาณวิตามินอี ฟอสฟอรัส ธาตุเหล็ก แมกนีเซียมสูงกว่า แต่เป็นที่น่าสังเกตว่าเส้นใยปาล์มมีปริมาณแคลเซียมค่อนข้างต่ำ เมื่อเทียบกับผลปาล์มสดและผลปาล์มย่างก่อนบีบน้ำมัน และเมื่อทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์ ความเข้มข้นของเส้นใยปาล์มที่ทำให้เซลล์ Caco2 และ HepG2 ตาย 50% (IC<sub>50</sub>) มีค่ามากกว่า 2 มก./มล. ซึ่งเป็นข้อมูลเบื้องต้นแสดงถึงความปลอดภัยของเส้นใยปาล์มซึ่งเป็นวัสดุ เหลือใช้จากการสกัดน้ำมันปาล์ม

## บทนำ

**ปาล์มน้ำมัน** มีชื่อสามัญว่า oil palm เป็นพืชตระกูลปาล์มที่ให้ผลผลิตน้ำมันต่อหน่วยพื้นที่สูงกว่าพืชน้ำมันทุกชนิดและเป็นพืชน้ำมันที่มีการผลิตทั่วโลกเป็นอันดับสอง รองจากน้ำมันถั่วเหลือง ประเทศที่ผลิตได้มากคือ มาเลเซีย อินโดนีเซีย ไนจีเรีย บราซิล ซาอุดี โคลัมเบีย ปาปัวนิวกินีและไทย ตามลำดับ ปาล์มน้ำมัน ชอบสภาพภูมิอากาศที่มีฝนตกชุกและสม่ำเสมอตลอดปี ความชื้นสูง แสงแดดจัด ด้วยเหตุนี้ พื้นที่ทางภาคใต้ของประเทศจึงมีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมแก่การปลูกปาล์มน้ำมันในปัจจุบัน สามารถปลูกปาล์มน้ำมันได้ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย แต่ผลผลิตที่ได้รับโดยเฉลี่ยยังต่ำกว่าประเทศมาเลเซีย ประเทศไทยมีแหล่งผลิตที่สำคัญคือ จังหวัดชุมพร ระนอง สุราษฎร์ธานี พังงา นครศรีธรรมราช กระบี่ ตรัง สตูล สงขลา นราธิวาส ประจวบคีรีขันธ์ ระยอง ชลบุรี และตราด

ปาล์มน้ำมันมีถิ่นกำเนิดอยู่ที่บริเวณตะวันตกของแอฟริกา ระหว่างเส้นรุ้งที่ 10-12 องศาเหนือและใต้ ดังนั้นในภาษาอังกฤษจึงเรียกปาล์มน้ำมันว่า African oil palm ชาวยุโรปรู้จักปาล์มน้ำมันเป็นครั้งแรกเมื่อ พ.ศ. 2009 - 2013 โดยนักสำรวจชาวโปรตุเกส ซึ่งในขณะนั้น ชาวแอฟริกันใช้น้ำมันในการปรุงอาหารและทำเครื่องสำอาง หลังจากนั้นประมาณ 450 ปี จึงได้มีการนำน้ำมันปาล์มไปจำหน่ายในยุโรป ต่อมาในศตวรรษที่ 17 ชาวโปรตุเกสได้นำน้ำมันจากปาล์มน้ำมันไปยังประเทศบราซิลเพื่อใช้เป็นอาหารสำหรับชาวแอฟริกันที่ทำงานอยู่ตามไร่่อ้อย ต่อมาได้มีการนำเข้ามาสู่ทวีปเอเชียครั้งแรก เมื่อ พ.ศ. 2379 โดยนำมาปลูกที่สวนพฤกษชาติสิงคโปร์ชาวฮอลันดาได้นำปาล์มน้ำมันไปปลูกในประเทศอินโดนีเซียเป็นครั้งแรกที่บอร์เนียว เมื่อ พ.ศ. 2391 ที่เกาะสุมาตรา ในประเทศไทยพระยาประดิพัทธ์ภูบาล ได้นำปาล์มน้ำมันมาปลูกเพื่อเป็นไม้ประดับเมื่อ พ.ศ.

2460 ซึ่งปัจจุบันก็ยังอยู่ที่ศูนย์วิจัยการยาง จังหวัดสงขลาและสถานีทดลองพืชสวนพลู จังหวัดจันทบุรี สำหรับการปลูกเพื่อเป็นการค้า นั้น หม่อมเจ้าอมรสมานลักษณะ ได้ปลูกครั้งแรกประมาณ 1,900 ต้น ในช่วงก่อนสงครามโลกครั้งที่ 2 ที่อำเภอสะเดา จังหวัดสงขลา แต่ในปัจจุบันได้ยุติไปแล้ว เมื่อ พ.ศ. 2509 มีการสร้างสวนสาธิตที่นิคมสร้างตนเอง ควนกาหลง จังหวัดสตูล ต่อมาปาล์มน้ำมันได้รับการส่งเสริมให้ปลูกเป็นการค้าอย่างจริงจังเมื่อ พ.ศ. 2511 โดยในขณะนั้นมีโครงการปลูกปาล์มน้ำมัน 2 โครงการ คือ โครงการพัฒนาตนเองภาคใต้ จังหวัดสตูล เนื้อที่ปลูก 20,000 ไร่ และโครงการของบริษัทอุตสาหกรรมน้ำมันและสวนปาล์มน้ำมัน ตำบลปลายพระยา อำเภออ่าวลึก จังหวัดกระบี่ เนื้อที่ปลูก 20,000 ไร่เช่นกัน ภายหลังจากที่ทั้งสองโครงการ ได้รับความสำเร็จ จึงมีบริษัทปลูกปาล์มน้ำมันเกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก

**ปาล์มน้ำมัน** มีชื่อวิทยาศาสตร์ คือ *Elaeis guineensis* Jacq. ซึ่งการจำแนกทางพฤกษศาสตร์จัดอยู่ใน Class Angiospermae, Subclass Dicotyledonae, Family Palmae, Genus *Elaeis*, Species *guineensis* ผลปาล์มน้ำมันเกิดเป็นช่อ เรียกว่า ทะลาย (bunch) เป็นแบบ drupe เหมือนมะพร้าว ส่วนของ pericarp ซึ่งเป็นส่วนเปลือกของผลแบ่งออกเป็น 3 ส่วนอย่างชัดเจนคือ exocarp อยู่ด้านนอกสุด ผิวเป็นมันและแข็ง mesocarp (pulp) เป็นส่วนที่อยู่ถัดไปที่เป็นเส้นใย เป็นส่วนที่มีน้ำมันสูงนำไปสกัดเป็นน้ำมันปาล์ม (Palm oil) และ endocarp (กะลา, shell) เป็นเปลือกแข็งสีดำ เมื่อสกัดน้ำมันจาก mesocarp ออกไปจะเหลือส่วนนี้ซึ่งห่อหุ้มเมล็ดอยู่ส่งไปขายหรือสกัดที่โรงงานต่อไปเพื่อสกัดเอาน้ำมันปาล์มจากเมล็ด (Palm kernel oil)

พันธุ์ปาล์มน้ำมันที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจในปัจจุบัน แบ่งได้เป็น 3 ชนิด โดยพิจารณาความหนาของผลปาล์ม เป็นสำคัญ คือ พันธุ์ดูรา (Dura) พันธุ์พิสิเฟอร์รา (Pisifera) และ พันธุ์เทเนอร์รา (Tenera) ซึ่งปาล์มน้ำมันพันธุ์ดี คือ ปาล์มน้ำมัน ลูกผสมพันธุ์เทเนอร์รา (DXP) ซึ่งเป็นลูกผสมชั่วที่ 1 จากการผสม ระหว่างแม่พันธุ์ดูรา (Dura) และพ่อพันธุ์พิสิเฟอร์รา (Pisifera) ที่ผ่านกระบวนการคัดเลือกสายพันธุ์ที่ถูกต้องตามหลักวิชาการ จากแหล่งผลิตเมล็ดพันธุ์ที่เชื่อถือได้ มีประวัติพันธุ์ (Breeding program) อย่างชัดเจน สามารถตรวจสอบประวัติได้ มีการเจริญเติบโตดีให้ผลผลิตสูงและนาน ผลปาล์มน้ำมันมีลักษณะเนื้อนอกและเนื้อในหนา กะลาบาง ให้น้ำมัน 22-25 เปอร์เซ็นต์ ต่อ น้ำหนักทะลาย

ปาล์มน้ำมัน เป็นพืชน้ำมันยืนต้นขนาดใหญ่ ที่สามารถนำ ผลผลิตไปใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวางในชีวิตประจำวันของมนุษย์ ทั้งด้านการบริโภคและอุปโภค ปริมาณการใช้น้ำมันปาล์ม ของประเทศไทยในแต่ละปีสูงมาก น้ำมันที่ได้จากผลปาล์มน้ำมัน นอกจากจะมีคุณภาพดีแล้ว ยังถือได้ว่า ปาล์มน้ำมันจะเริ่มให้ ผลผลิตหลังปลูกลงในแปลงไปแล้วประมาณ 3 ปี ซึ่งจะให้ผลผลิตตลอดไปจนถึงอายุประมาณ 25 ปี จึงจัดเป็นพืชที่ให้ผลผลิต ยาวนาน เมื่อปาล์มน้ำมันมีอายุมากขึ้น มีศัตรูพืชน้อยลง การดูแลรักษาไม่ยุ่งยากและต้นทุนที่ใช้ก็น้อยลง

ผลปาล์มน้ำมันให้ผลผลิตน้ำมัน 2 ชนิด คือ น้ำมันปาล์ม (Palm oil) ได้จากการสกัดเปลือกผลปาล์ม และน้ำมันเมล็ดใน ปาล์ม (Palm kernel oil) สกัดจากเมล็ดปาล์ม ผลปาล์ม 1 ผลจะมีน้ำมันปาล์ม 9 ส่วน และน้ำมันเมล็ดในปาล์ม 1 ส่วน โดยน้ำมัน ปาล์มจากเปลือกผลปาล์ม จะมีปริมาณน้ำมันประมาณ 22% ของน้ำหนักทะลาย

น้ำมันที่สกัดจากผลปาล์มสดมีเบต้าแคโรทีน (Beta-carotene) โปรวิตามินเอ (Pro vitamin A) และวิตามินอี (Vitamin E) ในปริมาณสูง น้ำมันปาล์ม ประกอบด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัว

และกรดไขมันที่อิ่มตัวในสัดส่วนที่สมดุล และด้วยเหตุที่มี วิตามินอีสูง จึงทำให้น้ำมันปาล์มมีเสถียรภาพสูง กรดไขมันไม่อิ่มตัว ส่วนใหญ่ประกอบด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัวพันธะเดี่ยว โอลิอิก (Mono-unsaturated oleic acid) 40% ขณะที่กรดไขมัน อิ่มตัวประกอบด้วย กรดปาล์มมิติก (Palmitic acid) 44% และ กรดสเตียริก (Stearic acid) 5% ด้วยสัดส่วนของส่วนผสม ดังกล่าว ทำให้น้ำมันปาล์มมีคุณสมบัติพิเศษ เหมาะสมสำหรับใช้ ในอุตสาหกรรมแปรรูปอาหารหลายประเภทคุณสมบัติอีก ประการหนึ่งของน้ำมันปาล์มคือ สามารถใช้ผลิตเป็นไขมันพืชที่มี สภาพเป็นของแข็ง (Solid-fat) โดยไม่ต้องผ่านกระบวนการ ไฮโดรจีเนชัน (Hydrogenation process) เป็นการหลีกเลี่ยงการ ก่อตัวของกรดไขมันทรานส์ (Trans fatty acids) ที่เกิดจากกระบวนการ ซึ่งเป็นอันตรายต่อสุขภาพ

น้ำมันปาล์มสามารถแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ได้อย่างหลากหลาย เช่น สบู่ นมข้นหวาน บะหมี่สำเร็จรูป น้ำมันพืช อาหารสัตว์ กรดไขมันต่างๆ สารตั้งต้นในอุตสาหกรรมต่างๆ ไม่ต่ำกว่า 200 ผลิตภัณฑ์ และอุตสาหกรรมโอโรโอเคมิคอล รวมทั้งสามารถผลิต เป็นพลังงานทดแทน คือ ไบโอดีเซล (เมทิลเอสเตอริ์)

จากการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ มีวัสดุเหลือใช้จากการสกัดที่สามารถ นำมาใช้ประโยชน์ได้แทบทุกชนิด โดยเฉพาะ กากเนื้อ เมล็ดในปาล์ม น้ำมัน ใบปาล์มและเส้นใยปาล์ม นำมาเป็นอาหาร สัตว์ได้เป็นอย่างดี จากการสืบค้นข้อมูลทางวิชาการ ยังไม่เคย พบรายงานความเป็นพิษของเส้นใยปาล์มที่นำมาใช้เป็นอาหาร สัตว์ งานวิจัยนี้ได้ทำการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการและ ทดสอบความเป็นพิษระดับเซลล์ของเส้นใยปาล์ม (Palm Press Fiber, PPF) ซึ่งเป็นผลพลอยได้จากส่วน Pericarp ของผลปาล์ม ภายหลังจากอบและบีบ หรือสกัดเอาน้ำมันออกไปแล้ว เพื่อเป็น ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์พื้นฐานประกอบการพิจารณาหากจะมีการ นำเส้นใยปาล์มมาใช้เป็นส่วนประกอบของอาหารสำหรับ มนุษย์เพื่อการบริโภคในอนาคต

## อุปกรณ์และวิธีการ

1. เก็บตัวอย่างผลปาล์มน้ำมันสด ผลปาล์มอย่างก่อนบีบน้ำมัน และเส้นใยปาล์ม จากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม จังหวัดกระบี่ ทำการสุ่มตัวอย่างจากจำนวนตัวอย่างทั้งหมด บดตัวอย่างให้ ละเอียดและสุ่มตัวอย่างเพื่อมาทำการวิเคราะห์ต่อไป

### 2. วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ

วิเคราะห์ปริมาณ โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน เยื่อใย โยอาหาร วิตามินอี และแร่ธาตุ ได้แก่ แคลเซียม เหล็ก แมกนีเซียมและฟอสฟอรัส โดยวิธีวิเคราะห์ AOAC (2000) และ ทำสองซ้ำ (Duplicate)

### 3. การทดสอบความเป็นพิษ (Cytotoxicity test)

ทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์ Caco2 (Human colon adenocarcinoma) และ HepG2 (Human liver hepatocarcinoma) โดยวิธี 3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyltetrazolium bromide (MTT) assay ซึ่งเป็นการวัดจำนวนเซลล์ที่มีชีวิตหลังจากได้รับสารทดสอบ โดยที่เซลล์มีชีวิตสามารถเปลี่ยน tetrazolium (สีเหลือง) ในสารสี ให้เป็น formazan (สีน้ำเงิน)

เตรียมตัวอย่างโดยการบดตัวอย่างให้ละเอียด ละลายด้วย dimethylsulfoxide เพื่อให้ได้ความเข้มข้น 200 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร หลังจากนั้นเจือจางด้วยอาหารเลี้ยงเชื้อให้มีความเข้มข้น 2, 1, 0.5, 0.25, 0.125 และ 0.0625 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ตามลำดับ ทำการทดสอบโดยใช้เซลล์ใน 96-well plate ด้วยปริมาณ 3,000 เซลล์ต่อหลุม นำเซลล์ไปเลี้ยงที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ในสภาวะที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ร้อยละ 5 เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ใส่ตัวอย่างที่ทดสอบในระดับความเข้มข้น 2, 1, 0.5, 0.25, 0.125 และ 0.0625 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร และเลี้ยงเซลล์เป็นระยะเวลา 24 ชม. ภายใต้สภาวะเดิม หลังจากนั้นเอาตัวอย่าง

ทดสอบออกไปและเลี้ยงเซลล์ต่อเป็นระยะเวลา 24 ชม. ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่เปลี่ยนใหม่ แล้วทดสอบด้วย MTT assay โดยการใส่ MTT 50 ไมโครลิตรในอาหารเลี้ยงเซลล์แต่ละหลุมเลี้ยงเซลล์เป็นระยะเวลา 4 ชม. ดูค่าอาหารเลี้ยงเซลล์และสารสี MTT ออกจากหลุม หลังจากนั้นใส่ DMSO 100% ปริมาณ 200 ไมโครลิตร และ Sorensen' Glycine buffer pH 10.5 ปริมาณ 25 ไมโครลิตร แล้วนำไปอ่านด้วยเครื่อง plate reader ที่ความยาวคลื่น 570 nm

ผลที่แสดงความเป็นพิษของเส้นใยปาล์มน้ำมัน แสดงเป็นความเข้มข้นของตัวอย่างทดสอบที่ทำให้เซลล์ตาย 50% (IC<sub>50</sub>)

### ผลการทดลองและวิจารณ์

#### ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ

จากผลการวิเคราะห์ พบว่าเส้นใยปาล์ม (Palm Press Fiber, PPF) ซึ่งเป็นผลพลอยได้จากส่วน Pericarp ของผลปาล์ม ภายหลัง การอบและบีบหรือสกัดเอาน้ำมันออกไปแล้วมีปริมาณโปรตีน คาร์โบไฮเดรต เยื่อใย และใยอาหาร สูงกว่าผลปาล์มน้ำมันสด ในขณะที่ปริมาณไขมันต่ำกว่าคือมีเพียง 6 กรัม

ต่อ 100 กรัม นอกจากนี้ ยังมีปริมาณวิตามินอี ฟอสฟอรัส ธาตุเหล็ก แมกนีเซียม ธาตุเหล็ก สูงกว่า แต่เป็นที่น่าสังเกตว่าเส้นใยปาล์มมีปริมาณแคลเซียมค่อนข้างต่ำ เมื่อเทียบกับผลปาล์มสด (ตารางที่ 1)

Table 1 Nutritional values of fresh oil palm fruit, grilled oil palm fruit and Palm Press Fiber (PPF)

Nutrients	Unit	Fresh oil palm fruit	Grilled oil palm fruit	Palm Press Fiber (PPF)
Protein	g/100 g	2.63	2.94	4.44
Carbohydrate	g/100 g	28.02	13.56	57.82
Fat	g/100 g	43.43	42.58	6.00
Moisture	g/100 g	24.80	8.67	28.01
Ash	g/100 g	1.12	2.25	3.73
Crude fiber	g/100 g	15.63	4.60	26.50
Dietary fiber	g/100 g	24.49	10.27	52.40
Vitamin E	mg/100 g	2.53	5.22	7.72
Phosphorus	mg/100 g	41.04	57.95	112.65
Calcium	mg/100 g	206.921	587.573	0.107
Magnesium	mg/100 g	203.041	455.839	521.159
Iron	mg/100 g	24.863	155.393	371.026

เส้นใยปาล์ม (Palm Press Fiber; PPF) เป็นผลพลอยได้จากส่วน Pericarp ของผลปาล์ม ภายหลังการอบและบีบหรือสกัดเอาน้ำมันออกไปแล้ว ผลพลอยได้ส่วนนี้คิดเป็น 12-13 เปอร์เซ็นต์ของปาล์มทั้งทะลาย ในจำนวนนี้มีปริมาณสูงถึง 70 เปอร์เซ็นต์ที่ถูกทิ้งให้เป็นของเสีย (Prasertsan and Prasertsan, 1996) ปัจจุบันได้มีความพยายามที่จะนำส่วนเหลือทิ้งดังกล่าวมาปรับปรุงเพื่อให้เกิดประโยชน์ในด้านต่างๆ เช่น ใช้ทำปุ๋ยหมักถ่าน

สำหรับการหุงต้ม วัสดุเพาะปลูกและการใช้เป็นแหล่งอาหารเยื่อใยสำหรับสัตว์กระเพาะรวม เส้นใยปาล์มมีความฟามสูงมีคุณค่าทางโภชนาการต่ำมีโปรตีนรวม เยื่อใย และลิกนินประมาณ 4, 36 และ 26 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (ดวงสมร และคณะ, 2549) เส้นใยปาล์มมีค่าการย่อยได้เพียง 24-30 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น (Abu Hassan, 1996) จากรายงานการศึกษา พบว่าการปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการของเส้นใยปาล์มทั้งในด้านเคมี (Alkali) และ

กายภาพ (High pressure steaming) ได้ผลการทดลองทั้งทำให้การย่อยได้ดีขึ้นชัดเจน และดีขึ้นเล็กน้อย

โดยทั่วไป เส้นใยปาล์มเป็นแหล่งอาหารหยาบสำหรับโค-กระบือหรือสัตว์กระเพาะรวมอื่นๆ โดยที่เส้นใยปาล์มมีองค์ประกอบทางโภชนาการที่สัตว์ดังกล่าวสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้สูง เช่น ปริมาณผนังเซลล์ และลิกโนเซลลูโลส ไม่ต่างไปจากเศษเหลือทางการเกษตรอื่นๆ ที่เกษตรกรนิยมนำไปเลี้ยงโค-กระบือ เช่น ฟางข้าวเปลือก และไหมข้าวโพดฝักอ่อน ต้นข้าวโพดฝักอ่อน และฟางข้าว

ผลจากการวิจัยครั้งนี้ พบว่า เส้นใยปาล์มมีปริมาณโปรตีน 4.44 กรัมต่อ 100 กรัม ในขณะที่มีปริมาณเยื่อใยและใยอาหาร 26.50 และ 52.40 กรัมต่อ 100 กรัมตามลำดับ ในปี ค.ศ. 1999 Emperatriz Pacheco-Delahaye พบว่า ใยอาหารชนิดที่ไม่

ละลายน้ำ (Insoluble dietary fiber) ของผงแป้งปาล์มน้ำมันปราศจากไขมัน (Oil palm fat-free flour) มีผลทำให้จุลภาวะของหนูขาวทดลองมีปริมาณสาร น้ำ และใยอาหารชนิดที่ไม่ละลายน้ำ เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ดังนั้น ปริมาณใยอาหารของผลปาล์มน้ำมัน โดยเฉพาะในส่วนเส้นใยปาล์มน่าจะมีประโยชน์เกี่ยวกับระบบย่อยอาหารในร่างกายของสัตว์และมนุษย์

### ผลการทดสอบความเป็นพิษของเส้นใยปาล์มต่อเซลล์ Caco2 และ HepG2

ค่า IC<sub>50</sub> ของเส้นใยปาล์ม ผลปาล์มสดและผลปาล์มย่างก่อนบีบน้ำมัน<sup>50</sup> ที่ได้จากการทดสอบ แสดงไว้ในตารางที่ 2

Table 2 IC<sub>50</sub> of fresh oil palm fruit, grilled oil palm fruit and Palm Press Fiber (PPF)

Sample	Scientific name	IC <sub>50</sub> (mg/ml)	
		Caco2	HepG2
Fresh oil palm fruit	<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.	> 2	> 2
Grilled oil palm fruit		> 2	> 2
Palm Press Fiber (PPF)		> 2	> 2

เซลล์ Caco2 เป็นเซลล์ที่ Fogh และคณะ เป็นผู้ริเริ่มนำมาจากลำไส้ผู้ป่วยที่เป็นมะเร็ง (Fogh *et al.*, 1977) ด้วยเหตุผลที่เซลล์ Caco2 เป็นเซลล์มะเร็งที่สามารถแบ่งตัวและเปลี่ยนแปลงตัวเองได้ (differentiate) ทั้งในด้านรูปร่างและการทำงาน (Pinto *et al.*, 1983) จึงนิยมใช้เซลล์นี้ในการศึกษาผลของสารธรรมชาติและสารสังเคราะห์ต่อเซลล์ลำไส้ (Carriere *et al.*, 2001) เช่นเดียวกัน เซลล์ HepG2 เป็นเซลล์ที่ได้มาจากตับผู้ป่วยที่เป็นมะเร็ง มีคุณสมบัติเปลี่ยนแปลงตัวเองได้สูง (highly differentiated) มีลักษณะของเซลล์ตับปกติ (Sassa *et al.*, 1987) และมีหน้าที่การทำงานคล้ายเซลล์ตับปกติ

ความเข้มข้นของผลปาล์มสด ผลปาล์มย่างก่อนบีบน้ำมัน และเส้นใยปาล์มที่ทำให้เกิดความเป็นพิษต่อเซลล์ Caco2 และ HepG2 โดยทำให้เซลล์ตายจำนวน 50% มีปริมาณความเข้มข้นสูงกว่า 2 มก./มล. ผลการทดสอบจึงเป็นข้อมูลเบื้องต้นที่แสดงถึงความปลอดภัยของผลปาล์มสด ผลปาล์มย่างก่อนบีบน้ำมัน และเส้นใยปาล์ม แต่อย่างไรก็ตาม หากจะนำมาใช้เป็นส่วนประกอบของอาหารสำหรับการบริโภค ต้องคำนึงถึงความสะอาดของวัสดุเหลือใช้จากการสกัดปาล์มน้ำมัน และต้องมีกระบวนการแปรรูปอาหารที่ถูกต้อง เพื่อให้อาหารที่เกิดจากวัสดุเหลือใช้จากการสกัดปาล์มน้ำมันมีคุณค่าทางโภชนาการที่ดีและปลอดภัยต่อผู้บริโภค

## สรุป

เส้นใยปาล์ม (Palm Press Fiber, PPF) ซึ่งเป็นผลพลอยได้จากส่วน Pericarp ของผลปาล์มภายหลังการอบและบีบหรือสกัดเอาน้ำมันออกไปแล้ว มีปริมาณโปรตีน คาร์โบไฮเดรต เยื่อใย วิตามินอี ฟอสฟอรัส แมกนีเซียม ธาตุเหล็ก ค่อนข้างสูง และสูงกว่าผลปาล์มสด และเมื่อทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์ Caco2 และ HepG2 ได้ข้อมูลเบื้องต้นแสดงถึงความปลอดภัย

ของเส้นใยปาล์ม แต่ถ้าจะนำเส้นใยปาล์มซึ่งเป็นส่วนของเปลือกผลปาล์ม และเป็นวัสดุเหลือใช้จากการสกัดน้ำมันปาล์มมาใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับการบริโภค และเพื่อให้ได้หลักฐานที่แสดงถึงความปลอดภัยอย่างแท้จริง ควรทำการทดสอบความปลอดภัยของเส้นใยปาล์ม โดยวิธีการทดสอบความเป็นพิษในหนูทดลองในลำดับต่อไป

โครงการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนอุดหนุนวิจัยจากสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน

### เอกสารอ้างอิง

ดวงสมร สีนเจิมสิริ; อังคณา หาญบรรจง; รักบุญญ์ ถนอมวงศ์วัฒน์. 2549.

การปรับปรุงคุณภาพของเส้นใยปาล์มโดยวิธีเคมีและชีวภาพ. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 44 : สาขาสัตวแพทยศาสตร์. กรุงเทพมหานคร, หน้า 307 – 315.

Abu Hassan, O. 1996. Oil palm as feed resource. Proc. 8th AAAP Anim. Sci. cong., Tokyo, Japan.

AOAC. 2000. Official Method of Analysis. 17th ed. AOAC International Suit 500 Maryland, USA.

Carriere, V., Chambaz, J. and Rousset, M. 2001. Intestinal response to xenobiotics.

Toxicology in vitro 15:373-378.

Pacheco-Delahaye, E. 1999. Effect of the insoluble dietary fibre from oil palm fat-free flour on digestibility in rats.

**Food Chemistry** 65 : 433 - 437.

Fogh, J., Fogh, J.M. and Orfeo, T. 1977. One hundred and twenty-seven cultured human tumor cell lines producing tumors in nude mice. **Journal of the National Cancer Institute** 59, 221-225.

Hartley. C.W.S. 1977. The Oil Palm. Longman Group Ltd., London.

Pinto, M., Robine-Leon, S., Appay, M.D., Keding, M., Triadou, N., Dussaulx, E., Lacroix, E., Simon-Assmann, P., Haffen, K., Fogh, J. and Zweibaum, A.. 1983. Enterocyte-like differentiation and polarization of the human colon carcinoma cell line Caco-2 in culture. **Biology of the Cell** 47, 323-330.

Plumb, J.A., Milroy, R. and Kaye, S.B. 1989. Effect of the pH dependence of 3-(4-5-Dimethylthiazol -2yl)-2, 5-diphenyltetrazolium Bromide-Formazan absorption on chemosensitivity determined by a aovel Tetrazolium-based assay. **Cancer Res.** 49 : 4435 - 4440.

Prasertsan, S. and Prasertsan, P. 1996. Biomass residues from palm oil mills in Thailand: an overview on quantity and potential usage. **Biomass and Bioenergy.** 11( 5): 387-395.

Purseglove, J.W. 1975. Tropical Crops Monocotyledons. Volumes 1 and 2 combined. Longman Group Ltd., London.

Sassa, S., Sugita, O., Galbraith, R. A. and Kappas, A. 1987. Drug metabolism by the human hepatoma cell, Hep G2. **Biochemical and Biophysical Research Communications** 143, 52-57.

Skehan, P., Storeng, R., Scudiero, D., Monks, A., McMahon, J., Vistica, D., Warren, J.T., Bokesch, H., Kenney, S. and Boyd, M.R. 1990. New colorimetric cytotoxicity assay for anticancer-drug screening. **Journal of the National Cancer Institute** 82 : 1107 - 1112.

Williams, C.N. 1975. The Agronomy of the Major Tropical Crops. Oxford University Press, Kuala Lumpur.

