

เพกตินจากเศษผักกาดขาวและการประยุกต์ใช้ในการผลิตแผ่นฟิล์มย่อยสลายได้

Pectin Extraction from Chinese Cabbage Waste
and its Application for Biodegradable Film preparation

กนกพร สังขรักษ์^{1*} เจนจิรา โตแบะ² และจันตรา อรุณลิมสวัสดิ์²

Kanokphorn Sangkharak^{1*} Janjeera Tohbae² and Jantra Arunlimsawat²

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์ใช้วัสดุเศษเหลือทางการเกษตรมาผลิตเป็นวัสดุชีวภาพที่มีราคาสูง โดยทำการศึกษาดังกล่าวที่เหมาะสมของการสกัดเพกตินจากเศษผักกาดขาวที่เหลือทิ้ง รวมทั้งการนำเพกติน ที่สกัดได้ไปประยุกต์ใช้ในรูปแบบของฟิล์มที่ย่อยสลายได้ การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมต่อการสกัดเพกตินจาก เศษผักกาดขาว โดยศึกษาผลของความชื้น อุณหภูมิ พีเอช ชนิดและความเข้มข้นของกรดที่ใช้ในการสกัด ปริมาณโซเดียมเฮกซะเมตาฟอสเฟต และเวลาต่อปริมาณเพกตินที่สกัดได้ พบว่าสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดเพกติน และให้ปริมาณเพกตินสูงสุดคือ การใช้เศษผักกาดขาวสดสกัดกับกรดอะซิติกความเข้มข้น 1 โมลาร์ (พีเอช 3.0) อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ร่วมกับโซเดียมเฮกซะเมตาฟอสเฟต 8% (น้ำหนักต่อปริมาตร) เป็นเวลา 90 นาที จากสภาวะ ที่เหมาะสมนี้ได้ผลผลิตเพกติน 3.46 ± 0.002 กรัม% เมื่อตรวจสอบคุณสมบัติของเพกตินที่ได้พบว่าอยู่ในช่วงมาตรฐาน เพกตินตามที่ The Joint/WHO Expert Committee on Food Additive (JECFA) ได้กำหนด เมื่อนำเพกตินที่ได้ไปใช้ เตรียมแผ่นฟิล์มโดยนำไปผสมกับแป้ง และกลีเซอรอล แผ่นฟิล์มที่ได้มีความหนาอยู่ระหว่าง 0.123-0.232 ไมโครเมตร ดัชนีการละลายน้ำ 64.10-78.20 เปอร์เซ็นต์ การต้านแรงดึงขาด 1.46-5.53 นิวตัน และการย่อยสลายของแผ่นฟิล์ม 0-53.33 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีแนวโน้มที่จะสามารถนำฟิล์มดังกล่าวไปประยุกต์ใช้ทางการแพทย์และอุตสาหกรรมได้ต่อไปในอนาคต

คำสำคัญ : เพกติน ผักกาดขาว แผ่นฟิล์ม แผ่นฟิล์มย่อยสลายได้

¹ อาจารย์ ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ พัทลุง 93110

² วท.บ.(เคมี) ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ พัทลุง 93110

* Corresponding author : โทรศัพท์/โทรสาร 0 7460 9600 ต่อ 2355 Email-kanokphorn@tsu.ac.th

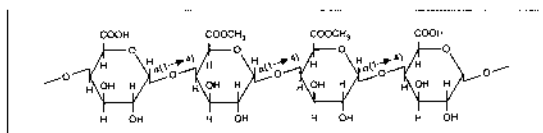
Abstract

The aim of this study was to produce valuable biomaterial by using agricultural waste. The production of pectin from Chinese cabbage waste and the application of isolated pectin were studied. The effects of moisture, temperature, pH, acid type and concentration, sodium hexa-metaphosphate concentration and extraction time were investigated by optimization method. The optimal extraction condition shown that fresh cabbages incubated with 1 M acetic acid (pH 3.0) at 100°C for 90 min in combined with 1 M sodium hexa-metaphosphate 8% (w/v). The highest amount of pectin (3.46 ± 0.002 g%) was obtained under optimal condition. The characteristic of isolated pectin were similar to commercial pectin specified by The Joint/WHO Expert Committee on Food Additive (JECFA). The isolated pectin was applied for biodegradable film by mixing with starch and glycerol. All films from this study had 0.123-0.232 μm of thickness, 64.10-78.20% of water solubility, 1.46-5.53 N of tensile strength and %degradable around 0-53.33% after 1 month.

Keywords : Pectin, Chinese cabbage, Film, Biodegradable film

คำนำ

เพคตินเป็นสารประกอบพอลิเมอร์ที่พบในพืช จัดเป็นสารประกอบคาร์โบไฮเดรตเช่นเดียวกับแป้งและเซลลูโลส และเป็นสับสเตรคของเอนไซม์เพคตินาส พบได้ทั้งในเซลล์ของพืชที่มีอายุยังน้อยในส่วนของชั้นระหว่างเส้นใยของผนังเซลล์ชั้นแรก ทำหน้าที่ในการยึดเหนี่ยวเซลล์เข้าด้วยกัน นอกจากนี้เพคตินยังเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของเนื้อเยื่อพารانشิม (parenchyma tissue) โดยจะพบมากในเซลล์เนื้อเยื่อที่มีการขยายขนาด สารประกอบเพคตินที่สกัดได้จากพืชเป็นเฮพเทอโรพอลิแซ็กคาไรด์ (ภาพที่ 1) ที่ประกอบด้วยน้ำตาลอะราบิโนส กาแลคโตส และกรดกาแลคทูโรนิก [1]



ภาพที่ 1 ลักษณะโครงสร้างของเพคติน

ที่มา : [1]

สารประกอบเพคตินจัดเป็นสารโมเลกุลใหญ่ ที่มีน้ำหนักโมเลกุลประมาณ 30,000 ถึง 300,000 คาลตัน เป็นสารผสมอาหารเพื่อสร้างให้เกิดเนื้อสัมผัสตาม

ต้องการ มีคุณสมบัติพิเศษคือ เมื่อละลายน้ำจะพองตัว เป็นเจล ทำหน้าที่ได้ทั้งการเป็นสารก่อสภาพเจล (gelling agent) สารเพิ่มความเข้มข้นของของเหลว (thickener) และสารให้ความคงตัว (stabilizer) จึงถูกนำไปประยุกต์ใช้อย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรมปริมาณเพคตินที่ผลิตได้ในประเทศยังไม่เพียงพอกับความต้องการ และยังคงต้องนำเข้าเพคตินจากต่างประเทศในราคาที่สูง โดยราคาของเพคตินขึ้นอยู่กับวัตถุดิบที่ผลิตและเกรดของเพคติน ในทางการค้าจะสกัดเพคตินจากเปลือกผลไม้ตระกูลส้มและกากแอปเปิ้ล การสกัดเพคตินทางการค้าเริ่มขึ้นในศตวรรษที่ 20 และพัฒนาเรื่อยมาจนถึงปัจจุบัน เพคตินที่นำเข้าเป็นเพคตินระดับอุตสาหกรรม ราคาประมาณ 500-1,000 บาท/กิโลกรัม และระดับเภสัชกรรม ราคา 6,650-10,161 บาท/กิโลกรัม [2]

ประเทศไทยจัดเป็นประเทศเกษตรกรรมขนาดใหญ่ และเป็นผู้ส่งออกผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรมากมาย อีกทั้งในปัจจุบันมีรายงานที่เกี่ยวข้องกับการสกัดเพคตินจากวัสดุเศษเหลือทางการเกษตรหลายชนิด เช่นเปลือกส้มแอปเปิ้ลกากเมล็ดทานตะวันกากมันฝรั่ง และเปลือกถั่วเหลือง [1-2] แต่ยังไม่มียารายงานใดที่รายงานเกี่ยวกับการผลิตเพคตินจากผักกาดขาว

เนื่องจากผักกาดขาวเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญอย่างหนึ่งของประเทศไทย เป็นผักที่ปลูกได้ตลอดปี และมีความต้องการบริโภคสูง ปัจจุบันเศษผักกาดขาวที่เหลือทิ้งจากการเก็บเกี่ยวมักถูกนำไปใช้ในการผลิตอาหารสัตว์ หรือปุ๋ยหมักซึ่งมีราคาถูก แต่หากนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการสกัดเพศดินซึ่งเป็นสารทางการค้าที่มีราคาสูงแล้วจะเป็นการช่วยเพิ่มมูลค่าให้ผลผลิตทางการเกษตร และเพิ่มรายได้ให้แก่เกษตรกรไทย นอกจากนี้ การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดยังทำให้สามารถสกัดเพศดินเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมเชิงพาณิชย์ ซึ่งจำเป็นต้องได้เพศดินที่มีปริมาณมากและมีความบริสุทธิ์สูง เพศดินที่สกัดได้จากการทดลองจะถูกนำไปศึกษาคุณสมบัติบางประการเทียบกับเพศดินทางการค้า และนำไปประยุกต์ใช้ในการผลิตเป็นแผ่นฟิล์มที่ย่อยสลายได้

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมต่อการสกัดเพศดินจากผักกาดขาว

ผักกาดขาวสดเหลือทิ้งจากตลาดสด และจากแปลงเก็บเกี่ยวในเขตจังหวัดพัทลุงจะถูกนำมาใช้เป็นแหล่งวัตถุดิบ เศษผักกาดขาวที่เก็บได้จะถูกล้างด้วยน้ำสะอาด จากนั้นนำไปหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ เก็บในถุงพลาสติกที่ปิดปากถุงอย่างมิดชิด สำหรับผักกาดขาวแห้งเตรียมได้โดยนำผักกาดขาวที่หั่นแล้ว อบด้วยตู้อบสูญญากาศ จนกระทั่งน้ำหนักคงที่

การสกัดเพศดินจากเศษผักกาดขาวจะใช้ตามวิธีของ Mollea et al. [3] การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมต่อการสกัดเพศดินจากเศษผักกาดขาว ทำได้โดยการปรับสภาวะที่ใช้ในการสกัดเพศดิน ได้แก่ ผลของความชื้น ผลของอุณหภูมิต่อการสกัด (35-100 องศาเซลเซียส) ผลของพีเอช (1-6) ชนิดของกรดที่เหมาะสมในการสกัดเพศดิน (กรดไฮโดรคลอริก กรดไนตริก และกรดอะซิติก) ความเข้มข้นของกรดที่เหมาะสมในการสกัด (0.001-1 M) ปริมาณโซเดียม

เฮกซะเมตาฟอสเฟตที่เหมาะสมต่อการสกัด (0-8%) และเวลาที่เหมาะสมต่อการสกัด (30-180 นาที) การศึกษาคุณสมบัติบางประการของเพศดินที่สกัดได้เปรียบเทียบกับมาตรฐานของเพศดินทางการค้า เพศดินที่สกัดได้จากเศษผักกาดขาวภายใต้สภาวะที่เหมาะสม จะถูกนำมาทดสอบหาความชื้น [4] เถ้า [5] ปริมาณเมธอกซิล [6] และกรดกาแลกทูโรนิก [7] ฟิล์มย่อยสลายได้จากเพศดินที่สกัดได้ และการศึกษาคุณสมบัติบางประการของแผ่นฟิล์มในการเตรียมฟิล์มจะใช้วิธีการขึ้นรูปของผสมระหว่างโครงสร้างหลักและพลาสติไซเซอร์ บนกระจกแผ่นเรียบที่หุ้มด้วยพลาสติคพอลิโพรพิลีนขนาด 20x30 ซม. ในอัตราส่วนของแป้งมันสำปะหลัง:กลีเซอรอล:เพศดินเท่ากับ 2.0:2.0:0.2 2.0:2.0:0.5 2.0:2.0:0.8 และ 2.0:2.0:1.1 (น้ำหนักต่อน้ำหนัก) นำส่วนผสมที่ได้มาเกลี่ยลงบนแผ่นกระจก แล้วใช้ลูกกลิ้งไม้รีดให้ส่วนผสมกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอ อบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ลอกแผ่นฟิล์มที่ได้ นำมาวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพบางประการ ได้แก่ ความหนา ความสามารถต้านทานการซึมผ่านของน้ำและไขมัน [7] คำนวณละลายน้ำของฟิล์ม [8] การต้านแรงดึงขาด และความสามารถในการย่อยสลายของแผ่นฟิล์ม

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมต่อการสกัดเพศดินจากผักกาดขาว

เพศดินจากเศษผักกาดขาว ที่สกัดได้ตามวิธีของ Mollea et al. [3] มีลักษณะตะกอนสีขาว จากการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมต่อการสกัดเพศดินด้วยเทคนิคการศึกษาสภาวะที่เหมาะสม (optimization) โดยศึกษาผลของความชื้น อุณหภูมิ พีเอช ชนิดและความเข้มข้นของกรดที่ใช้ในการสกัด ปริมาณโซเดียมเฮกซะเมตาฟอสเฟตและเวลาต่อปริมาณเพศดินที่สกัดได้ พบว่า เมื่อเปรียบเทียบผลของความชื้นโดยใช้วัตถุดิบเป็นผักกาดขาวสด และผักกาดขาวแห้ง พบว่า

ผักกาดขาวสดให้ปริมาณเพคตินสูงสุด (0.04 ± 0.001 กรัม%) ซึ่งมากกว่าเพคตินจากผักกาดขาวแห้งถึง 2 เท่า ดังนั้นผักกาดขาวสดจึงถูกเลือกเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการสกัดเพคติน เมื่อศึกษาผลของอุณหภูมิพบว่า ปริมาณของเพคตินจะเพิ่มขึ้น ($0-0.05 \pm 0.002$ กรัม%) ตามอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นในการสกัด ($35-100$ องศาเซลเซียส) (ตารางที่ 1) อุณหภูมิมีผลต่อการสกัดเพคติน เนื่องจากเมื่ออุณหภูมิสูงมากขึ้นก็จะทำให้ได้ปริมาณการสกัดสูงมากขึ้นด้วย เพราะสัมประสิทธิ์การแพร่กระจายเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามการใช้อุณหภูมิสูงมากเกินไป (สูงกว่า 100 องศาเซลเซียส) จะทำให้เพคตินสลายตัวไปบางส่วน [9]

ตารางที่ 1 แสดงผลของปริมาณเพคตินในเศษผักกาดขาวสดที่สกัดในช่วงอุณหภูมิ $35-100$ องศาเซลเซียส ด้วยกรดไฮโดรคลอริก

อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)	ปริมาณเพคติน (กรัม%)
35	0
70	0.03 ± 0.001
80	0.04 ± 0.002
100	0.05 ± 0.002

ผลของพีเอชที่มีต่อการสกัดเพคติน โดยเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชของกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ในการสกัดตั้งแต่ 1-6 พบว่าจะสามารถสกัดเพคตินจากผักกาดขาวสดได้สูงสุด 0.05 ± 0.002 กรัม% ที่พีเอชในการสกัดเท่ากับ 3 เมื่อทำการเปรียบเทียบชนิดและความเข้มข้นของกรดที่ใช้ในการสกัดโดยใช้กรดไฮโดรคลอริก (ชุดควบคุม) กรดไนตริก และกรดอะซิติกที่มีความเข้มข้นตั้งแต่ $0.01-1\text{M}$ พบว่าการใช้กรดอะซิติกที่มีความเข้มข้น 1M แทนที่กรดไฮโดรคลอริกในการสกัดเพคติน จะให้ปริมาณเพคตินสูงสุด (0.16 ± 0.005 กรัม%) นอกจากนี้เพื่อเป็นการเพิ่มปริมาณเพคติน ยังได้ศึกษาผลของปริมาณโซเดียมเฮกซะเมตาฟอสเฟต (SHMP) ที่มีต่อการสกัดเพคติน เนื่องจาก SHMP มีสมบัติเป็น

sequestering agent จะช่วยกำจัดพวก polyvalent cation และป้องกันไม่ให้เกิดตะกอนของแคลเซียมแพคเตท ผลจากการเติม SHMP จะทำให้ผนังเซลล์เปราะบาง และช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการสกัดเพคติน [10] จากการสกัดเพคตินจากเศษผักกาดขาวพบว่า SHMP ที่ความเข้มข้น 8% จะให้ปริมาณเพคตินสูงสุดถึง 2.04 ± 0.007 กรัม% สภาวะสุดท้ายที่ทำการศึกษาได้แก่ผลของเวลาที่ใช้ในการสกัด ($30-180$ นาที) พบว่าปริมาณของเพคตินจะเพิ่มขึ้น ($2.04 \pm 0.007-3.46 \pm 0.002$ กรัม%) ตามเวลาที่เพิ่มขึ้นในการสกัด แต่เมื่อใช้เวลานานในการสกัดสูงกว่า 180 นาที จะทำให้ปริมาณเพคตินลดลง (3.22 ± 0.002 กรัม%)

จากผลการทดลองข้างต้น สรุปได้ว่าสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดเพคตินและให้ปริมาณเพคตินสูงสุดคือ การใช้เศษผักกาดขาวสดสกัดกับกรดอะซิติกความเข้มข้น 1 โมลาร์ (พีเอช 3.0) อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ร่วมกับโซเดียมเฮกซะเมตาฟอสเฟต 8% (น้ำหนักต่อปริมาตร) เป็นเวลา 90 นาที จากสภาวะที่เหมาะสมนี้ได้ผลผลิตเพคติน 3.46 ± 0.002 กรัม% ซึ่งมากกว่าเพคตินที่ได้จากการสกัดในตอนเริ่มต้นซึ่งสกัดได้เพียง 0.04 ± 0.001 กรัม% คิดเป็นค่าที่เพิ่มขึ้นถึง 86.5 เท่า

การศึกษาคูสมบัติบางประการของเพคตินที่สกัดได้เปรียบเทียบกับมาตรฐานของเพคตินทางการค้า

จากการตรวจสอบคุณภาพเพคตินที่ได้เปรียบเทียบกับเพคตินทางการค้า พบว่าเพคตินที่สกัดได้จากเศษผักกาดขาวมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับเพคตินทางการค้า และมีค่าอยู่ในช่วงมาตรฐานเพคตินตามที่ The Joint/WHO Expert Committee on Food Additive (JECFA) ได้กำหนด คุณสมบัติของเพคตินที่ได้จากการทดลองดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 คุณสมบัติของเพคตินที่สกัดได้เปรียบเทียบกับมาตรฐาน The Joint/WHO Expert Committee on Food Additive (JECFA) และเพคตินทางการค้า

Characteristics	Isolated pectin (This study)	Industrial grade pectin	Lab and pharmaceutical pectin	Standard pectin
1. % yield	3.46	-	-	-
2. % moisture	9.3	4.26	4.81	-
3. % ash	3.8	3.59	2.23	2.0
4. mg% galacturonic acid	75.12	69.89	78.54	> 65
5. % methoxy	3.72	5.08	6.29	> 2.5

**ฟิล์มย่อยสลายได้จากเพคตินที่สกัดได้ และการศึกษา
คุณลักษณะบางประการของแผ่นฟิล์ม**

การเตรียมฟิล์มทำได้โดยผสมแป้งมันสำปะหลัง: กลีเซอรอล:เพคตินในอัตราส่วน 2:2:0.20 2:2:0.50 2:2:0.80 และ 2:2:1.10 (น้ำหนักต่อน้ำหนัก) โดยมีแป้งมันสำปะหลังและเพคตินเป็นส่วนของโครงสร้างหลัก และกลีเซอรอลจะทำหน้าที่เป็นพลาสติกไซเซอร์ พบว่าแผ่นฟิล์มที่ได้จะมีลักษณะเรียบ และมีสีเหลืองอ่อน แผ่นฟิล์มที่ได้มีความหนาอยู่ระหว่าง 0.123-0.232 ไมโครเมตร ดัชนีการละลายน้ำ 64.10-78.20 เปอร์เซ็นต์ การต้านแรงดึงขาด 1.46-5.53 นิวตัน (ตารางที่ 3)

การศึกษาการย่อยสลายของแผ่นฟิล์ม

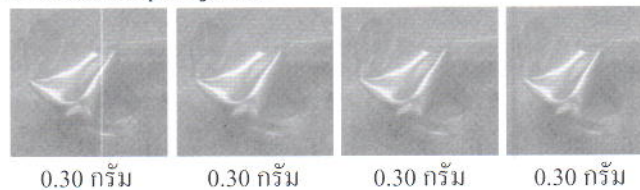
การย่อยสลายของแผ่นฟิล์มจะทำใน 3 สถานะ คือการวางแผ่นฟิล์มในสถานะอุณหภูมิห้อง การวางแผ่นฟิล์มบนดิน และการฝังแผ่นฟิล์มลงในดินลึก 2 เซนติเมตร พบว่า แผ่นฟิล์มทั้ง 4 อัตราส่วนที่วางในสถานะอุณหภูมิห้อง นาน 1 เดือน จะไม่สังเกตเห็นความแตกต่างของการย่อยสลาย การย่อยสลายเกิดขึ้นน้อยมาก น้ำหนักแผ่นฟิล์มไม่มีการเปลี่ยนแปลง (0.30 กรัม) ส่วนในสถานะที่ 2 แผ่นฟิล์มที่วางอยู่บนดินทั้ง 4 อัตราส่วนเมื่อเวลาผ่านไป 1 เดือน จะเห็นว่าแผ่นฟิล์มจะเริ่มย่อยสลายสึกกร่อนไปบ้างเล็กน้อย

ตารางที่ 3 ตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติบางประการของแผ่นฟิล์มที่ได้จากการเตรียมในอัตราส่วน 2:2:0.20 2:2:0.50 2:2:0.80 และ 2:2:1.10

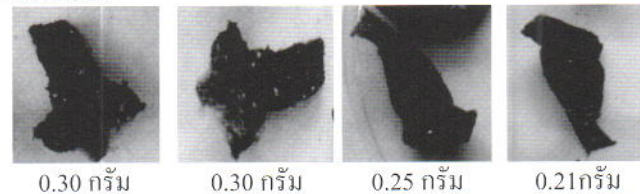
อัตราส่วน แป้งมันสำปะหลัง:กลีเซอรอล:เพคติน	ลักษณะแผ่นฟิล์ม	ความหนา (μm)	ดัชนีการละลายน้ำ (%)	การต้านแรงดึงขาด (นิวตัน)
2:2:0	ไม่สามารถขึ้นรูปได้	-	-	-
2:2:0.20	เรียบ สีเหลืองใส	0.123 $\pm$ 0.01	78.20 $\pm$ 0.01	1.46 $\pm$ 0.1
2:2:0.50	เรียบ สีเหลืองใส	0.208 $\pm$ 0.01	71.79 $\pm$ 0.01	3.16 $\pm$ 0.1
2:2:0.80	เรียบ สีเหลืองใส	0.222 $\pm$ 0.01	70.51 $\pm$ 0.01	6.43 $\pm$ 0.1
2:2:1.10	เรียบ สีเหลืองใส	0.232 $\pm$ 0.01	64.10 $\pm$ 0.01	5.53 $\pm$ 0.1

จากน้ำหนักเริ่มต้น 0.30 กรัม เหลือ 0.21 กรัม และในสภาวะที่ 3 แผ่นฟิล์มอยู่ใต้ดินพบว่าแผ่นฟิล์มนี้ทั้ง 4 อัตราส่วนจะเกิดการย่อยสลายอย่างชัดเจน โดยเฉพาะอัตราส่วนที่ 4 (2:2:1.10) จะย่อยได้เร็วที่สุดจากน้ำหนักแผ่นฟิล์มเริ่มต้น 0.30 กรัม เมื่อปล่อยให้เกิดการย่อยสลายเป็นเวลา 1 เดือน น้ำหนักแผ่นฟิล์มคงเหลือ 0.10 กรัม เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์การย่อยสลายของแผ่นฟิล์มในสภาวะที่ 1 (แผ่นฟิล์มที่วางในสภาวะอุณหภูมิห้อง) ได้ 0% ในสภาวะที่ 2 (แผ่นฟิล์มอยู่บนดิน) เกิดการย่อยสลายได้สูงสุด 30.00% และในสภาวะที่ 3 (แผ่นฟิล์มอยู่ในดิน) เกิดการย่อยสลายได้สูงสุด 66.67% (ภาพที่ 2) ผลจากการทดลองพบว่านอกจากความชื้นในดิน (29.08%) ที่มีผลต่อการย่อยสลายแผ่นฟิล์ม อีกปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพในการย่อยสลายคือจุลินทรีย์ในดินที่มีความสามารถในการผลิตเอนไซม์ย่อยสลายพอลิเมอร์ประเภทคาร์โบไฮเดรต เช่น *Aspergillus niger*

(ก) สภาวะที่ 1 แผ่นฟิล์มที่วางในสภาวะอุณหภูมิห้อง



(ข) สภาวะที่ 2 แผ่นฟิล์มที่วางบนดิน



(ค) สภาวะที่ 3 แผ่นฟิล์มที่ฝังในดิน



ภาพที่ 2 การย่อยสลายของแผ่นฟิล์มในสภาวะต่างๆ ได้แก่ สภาวะที่ 1 แผ่นฟิล์มที่วางในสภาวะอุณหภูมิห้อง (ก) สภาวะที่ 2 แผ่นฟิล์มที่วางบนดิน (ข) และสภาวะที่ 3 แผ่นฟิล์มที่ฝังในดิน (ค) ภายใน 4 สัปดาห์

สรุปผลการวิจัย

สภาวะที่เหมาะสมต่อการสกัดและให้ปริมาณเพคตินสูงสุดคือ การใช้เศษผักกาดขาวสดสกัดด้วยกรดอะซิติก ความเข้มข้น 1 โมลาร์ (พีเอช 3.0) อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ร่วมกับโซเดียมเฮกซะเมตาฟอสเฟต 8% (น้ำหนักต่อปริมาตร) เป็นเวลา 90 นาที จากสภาวะที่เหมาะสมนี้ได้ผลผลิตเพคติน 3.46 ± 0.002 กรัม% คุณสมบัติของเพคตินที่สกัดได้จากผักกาดขาวมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานเพคตินทางการค้าตามที่ The Joint/WHO Expert Committee on Food Additive (JECFA) ได้กำหนด การเตรียมฟิล์มจากเพคตินที่ได้ เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำเพคตินที่สกัดได้ไปประยุกต์ใช้ในทางอุตสาหกรรม พบว่าเมื่อเตรียมฟิล์มจากเพคติน แป้ง และกลีเซอรอล ฟิล์มที่ได้มีคุณสมบัติทางกายภาพโดยรวมดี จากการศึกษ้อัตราส่วนระหว่างแป้งมันสำปะหลัง: กลีเซอรอล: เพคติน ในอัตราส่วนต่างๆ (2.0:2.0:0

2.0:2.0:0.2 2.0:2.0:0.5 2.0:2.0:0.8 และ 2.0:2.0:1.10) พบว่าแผ่นฟิล์มที่ได้จะเรียบเนียนใส มีสีเหลืองอ่อน แผ่นฟิล์มจะลอกออกง่าย และเมื่อนำแผ่นฟิล์มที่ได้จากการเตรียมในแต่ละอัตราส่วนมาวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมี พบว่า แผ่นฟิล์มที่มีความหนายู่ระหว่าง 0.123-0.232 ไมโครเมตร มีดัชนีการละลายน้ำ และการต้านทานแรงดึงขาดของแผ่นฟิล์มอยู่ระหว่าง 64.10-78.20 เปอร์เซ็นต์ และ 1.46-5.53 นิวตัน ตามลำดับ ส่วนการย่อยสลายของแผ่นฟิล์มจะเกิดขึ้นดีในสถานะที่อุณหภูมิต่ำ และฝังใต้ดิน โดยมีเปอร์เซ็นต์การย่อยสลายเท่ากับ (30.00%) และ 66.67% ตามลำดับ แต่ฟิล์มที่วางในสถานะอุณหภูมิห้อง จะไม่เกิดการย่อยสลายเลยภายในเวลา 1 เดือนในการศึกษาอัตราส่วนในการเตรียมฟิล์มครั้งนี้ พบว่า ในอัตราส่วน 2.0:2.0:0.2 แผ่นฟิล์มมีความต้านแรงดึงขาดสูงกว่าอัตราส่วนอื่น แต่มีความหนาน้อย และละลายน้ำได้ดี สามารถที่จะนำไปใช้งานทางด้านต่างๆ ได้ เช่น นำไปห่อเครื่องปรุงรสแบบหมีสำเร็จรูป โดยที่สามารถละลายกับน้ำร้อนได้เลย และสามารถนำไปทำเป็นแคปซูลยา เป็นต้น ทั้งนี้ปัจจัยที่ทำให้คุณสมบัติของแผ่นฟิล์มมีความแตกต่างกัน เนื่องมาจากการใช้ปริมาณของเพคตินที่ต่างกัน

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากหน่วยวิจัยชีวโมเลกุลพืช และภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ

เอกสารอ้างอิง

- [1] ปรีชา สุขเกษม. (2549). การสกัดและคุณสมบัติของเพคตินจากเปลือกเสาวรส. โครงการวิจัย คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- [2] อองอาจ เต็ดดวง. (2553). การเปรียบเทียบเพคตินสกัดจากฝรั่งสามชนิดกับเพคตินมาตรฐาน.

- สารนิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- [3] Mollea, C., Chiampo, F. and Conti, R. (2008) Extraction and characterization of pectins from cocoa husks: A preliminary study. **Food Chemistry**. 107, 1353-1356.
- [4] AOAC, Official Method of Analysis. (1995). 16th edition, the Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.D.
- [5] McCready, R.M. (1970). Pectin. In M. A. Joslyn (Ed.). **Methods in food analysis: physical, chemical, and instrumental methods of analysis** (pp. 565-599). New York: Academic Press.
- [6] Blumenkrantz, N. and Asboe-Hansen, G. (1973). New Method for quantitative determination of uronic acids. **Analytical Biochemistry**. 54, 484-489.
- [7] TAPPI – t454. (2010) Available online <http://www.tappi.org/content/tag/sarg/t454.pdf>
- [8] Narkrugs, W. and Sirilert, T. (1998). Edible film production from isolated mungbean protein. **Journal of the National Research Council of Thailand**. 29(2), 133-152.
- [9] วาสนา อ่อนหวาน. (2534). การศึกษาองค์ความรู้ในการสกัดเพคตินจากเปลือกเสาวรศ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- [10] วรณงค์ ทองสมบัติ. (2546). การผลิตโยยอาหารและน้ำฝรั่งพร้อมดื่มเติมโยยอาหาร. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.