



Comparative study on galacturonic acid and its antioxidant activity of pectin from fruit waste peels

¹Chuthamat Duangkamol, ²Khemmanat Phapattamas, ³Parichat Burikan,

⁴Siripakr Nisakorn, ⁵Yosita Akesakrulsab, ³Kanokrada Kongtawee & ^{1*}Natthaporn Manojai

¹Pathumthani University

²Rajinibon School

³Triamwit Pattana School

⁴Sainoi Secondary School

⁵Assumption College Thonburi

*Corresponding author: drnattha.m@gmail.com

Received	Reviewed	Revised	Accepted
03/03/2025	09/04/2025	20/04/2025	21/04/2024

Abstract

The objective of this research is to compare the galacturonic acid and antioxidant activity of pectin extracted from five waste fruit peels: pomelo, pomegranate, lemon, guava, and passion fruit. The pectin from the fruit peels was obtained by acid hydrolysis and then precipitated with 99% ethanol. Pectin from passion fruit peel had the highest levels of galacturonic acid, followed by guava, pomegranate, pomelo, and lemon, respectively. The galacturonic acid of pectin was determined, and the antioxidant activity was studied using 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) assay. According to the research, pectin from pomegranate peel has the highest antioxidant activity at all concentrations. These research findings not only enhance the value of waste fruit peels but also have the potential to be utilized in the food, medical, and pharmaceutical industries.

Keywords: Galacturonic acid; Pectin; Antioxidants; Fruit waste peels



การเปรียบเทียบปริมาณกรดกาแลคทูโรนิกและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ของเพคตินที่สกัดจากเปลือกผลไม้เหลือทิ้ง

¹จุฑามาศ ดวงกมล, ²เขมณัฐ ภาปัทมาสน์, ³ปาริชาติ บุรีชื่นธ์, ⁴ศิริภัคร นิศากร,

⁵โยชิตา เอกสกุลทรัพย์, ³กนกธาดา คงทวี และ^{1*}ณัฏพร มโนใจ

¹ มหาวิทยาลัยปทุมธานี

² โรงเรียนราชินีบน

³ โรงเรียนเตรียมวิทย์พัฒนา

⁴ โรงเรียนไทรน้อย

⁵ โรงเรียนอัสสัมชัญธนบุรี

*ผู้นิพนธ์หลัก: drnattha.m@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบปริมาณกรดกาแลคทูโรนิกและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของเพคตินที่สกัดจากเปลือกผลไม้เหลือทิ้ง 5 ชนิด ได้แก่ ส้มโอ ทับทิม มะนาว ฝรั่ง และเสาวรส เพคตินจากเปลือกผลไม้เหล่านี้ถูกสกัดด้วยกระบวนการไฮโดรไลซิสด้วยกรด และตกตะกอนด้วยเอทานอล 99% พบปริมาณกรดกาแลคทูโรนิกในเพคตินจากเปลือกเสาวรสมากที่สุด รองลงมา คือ ฝรั่ง ทับทิม ส้มโอและมะนาว ตามลำดับ จากนั้นนำไปหาปริมาณกรดกาแลคทูโรนิกในเพคตินและศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วย 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) พบว่าเพคตินจากเปลือกทับทิมมีฤทธิ์ในการยับยั้งอนุมูลอิสระมากที่สุดในทุกความเข้มข้น ผลการศึกษานี้นอกจากจะเป็นการสร้างมูลค่าให้กับเปลือกผลไม้เหลือทิ้งแล้ว ยังสามารถนำไปพัฒนาในอุตสาหกรรมอาหาร ทางด้านการแพทย์และเภสัชกรรมได้อีกด้วย

คำสำคัญ: กรดกาแลคทูโรนิก; เพคติน; สารต้านอนุมูลอิสระ; เปลือกผลไม้เหลือทิ้ง

บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม ทำให้ในแต่ละปีจะมีขยะจากการเกษตรจำนวนมาก ไม่ว่าจะเป็นพืชผักและผลไม้ที่ไม่ผ่านมาตรฐาน รวมถึงซากและเปลือกผลไม้ที่เหลือทิ้งจากการบริโภค (ณรงค์ สันโคกร, 2562) ซึ่งเปลือกของผลไม้เหล่านี้มีเพคติน (pectin) เป็นองค์ประกอบที่สามารถนำมาสกัดและพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้ประโยชน์ได้อีกมากมาย ไม่ว่าจะเป็นทางด้านการแพทย์ เภสัชกรรม และอุตสาหกรรมอาหาร เป็นต้น



เพคตินจากผักและผลไม้มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ เช่น เพคตินจากกากใยของไวน์ฮอว์ธอร์น (Hawthorn wine pomace) (Sun D., 2020) และเมล็ดขนุน (Kumar M., 2021) เพคตินจากเปลือกมังคุดที่ถูกนำมาพัฒนาเป็นพอลิเมอร์ในการแพทย์ที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (Chee-Yuen G., 2011) ซึ่งจากการศึกษาพบว่า การดัดแปลงโครงสร้างของเพคตินยังช่วยเพิ่มคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระให้ดีขึ้นได้อีกด้วย ซึ่งเป็นผลมาจากหมู่แทนที่กลุ่มไฮดรอกซิลในเพคติน (Takahiro F., 2011)

ในทางการแพทย์พบว่าเพคตินมีคุณสมบัติในการลดระดับน้ำตาลในเลือดที่จะช่วยเพิ่มความสามารถในการต้านทานต่ออินซูลินได้ดี (Yanming R., 2023) ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของยา (Cariny M., 2021; Welela M., 2022) และกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันในร่างกาย (Martin B., 2020) ช่วยต้านเซลล์มะเร็ง โดยป้องกันเซลล์จากการโจมตีของสารก่อมะเร็งและเป็นตัวช่วยในระบบนำส่งยาต้านมะเร็ง (LinShu L., 2003) นอกจากนี้ เพคตินถูกพัฒนาเป็นอาหารทดแทนไขมันที่ช่วยลดระดับไขมันชนิดแอลดีแอล (Low-density Lipoprotein; LDL) (Korawit S., 2020) ช่วยลดความเสี่ยงโรคหัวใจหรือโรคหลอดเลือด (Sun H.L., 2014) เป็นสารพรีไบโอติกในการกระตุ้นแบคทีเรียบีฟิโด (Bifidobacterium spp.) ในลำไส้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากเพคตินเป็นสารพรีไบโอติกที่ไม่สามารถย่อยได้ในระบบทางเดินอาหาร จึงช่วยรักษาสมาดุลของจุลินทรีย์ในระบบทางเดินอาหารเพื่อเพิ่มการดูดซึมแร่ธาตุ และป้องกันมะเร็งในลำไส้ใหญ่ (Frank B.-P., 2021; Rawisada P., 2024) รวมถึงการพัฒนาตัวรับในเครื่องสำอาง เพคตินถูกนำมาพัฒนาเป็นไลโปโซมของวิตามินซีที่ช่วยเก็บรักษาและช่วยในการซึมผ่านของสารสำคัญผ่านทางผิวหนัง (Wei Z., 2014)

เพคตินช่วยเพิ่มคุณภาพของอาหารให้ดียิ่งขึ้นจึงมักถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่มที่ช่วยทำให้เนื้ออาหารมีความคงตัว และมีรสสัมผัสตามที่ต้องการ (Analese R., 2023) นำมาใช้เป็นสารก่อเจลหรือสารเพิ่มความหนืดในเยลลี่ แยม น้ำเชื่อมและโยเกิร์ต (Swarup R., 2023; Wei Z., 2024; Xudong Y., 2023; Fatih A., 2017) อาหารเสริมเพิ่มเส้นใยที่ช่วยลดคอเลสเตอรอลและลดระดับน้ำตาลในเลือดได้ (Yanqing Z., 2023) นอกจากนี้ในทางอุตสาหกรรมการเกษตรเพคตินยังสามารถใช้เป็นสารเคลือบผิวที่กินได้ เพื่อรักษาเนื้อสัมผัส สี รส และคุณค่าทางโภชนาการของผักและผลไม้ (Mahardiani L., 2021) เช่น เพคตินในเปลือกโกโก้ที่มีคุณสมบัติที่เป็นสารเพิ่มความคงตัว (Joel Giron-H., 2021) รวมถึงเพคตินในเปลือกของมะเขือเทศที่เป็นสารเคลือบผิวเพื่อยืดอายุในการเก็บรักษาผลไม้เขือเทศได้ดี (E. Delina F., 2009)

เพคติน (pectin) เป็นเฮเทอโรพอลิแซ็กคาไรด์ (heteropolysaccharide) โดยมีหน่วยย่อย คือ กรดกาแลกทูโรนิก (galacturonic acid) และน้ำตาลหลายชนิด โดยทั่วไปเพคตินในเนื้อเยื่อพืชจะอยู่ในรูปไม่ละลายน้ำ ดังนั้นจึงต้องใช้กรดหรือเบสเพื่อทำปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส (hydrolysis) ให้เป็นเพคตินใน



รูปที่ละลายน้ำได้ จากนั้นจึงตกตะกอนด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ (องอาจ เด็ดดวง, 2553) นอกจากนี้การสกัดเพคตินด้วยปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสแล้วยังพบการสกัดเพคตินด้วยคลื่นไมโครเวฟได้ความดันการกลั่นด้วยไอน้ำ (steam distillation) การสกัดโดยการหมัก (maceration extraction) การใช้ตัวทำละลายสกัดแบบต่อเนื่อง (percolation extraction) การสกัดแบบเคาน์เตอร์เคอเรนซ์ (counter current extraction) เป็นต้น (Fishman M., 2000; Mariana S., 2022) อย่างไรก็ตาม การสกัดเพคตินด้วยกระบวนการไฮโดรไลซิสด้วยกรดยังคงเป็นวิธีที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรม เนื่องจากเป็นวิธีการสกัดเพคตินที่ง่ายและประหยัด (Mesbahi G., 2005; Fishman M., 1999) นอกจากนี้การสกัดเพคตินจากเปลือกผลไม้ยังเป็นการสร้างมูลค่าให้กับขยะเหลือทิ้ง โดยการนำเปลือกผลไม้ที่ต้องกลายเป็นขยะมาสกัดเพคตินเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ ทั้งในอุตสาหกรรมอาหารและทางการแพทย์ดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น (Vinay C., 2022; Analese R.-B., 2023; Dranca F., 2018) การวิจัยนี้จึงเป็นแนวทางที่น่าสนใจเพื่อจัดการกับขยะทางการเกษตรของประเทศไทยอย่างยั่งยืน และลดการนำเข้าเพคตินจากต่างประเทศที่มีราคาสูงอีกด้วย

วิธีการวิจัย

การสกัดเพคตินจากเปลือกผลไม้

เปลือกผลไม้ 5 ชนิด ได้แก่ เปลือกส้มโอพันธุ์ขาวทองดี เปลือกทับทิมสายพันธุ์พิลาขาว เปลือกมะนาวไข่สายพันธุ์โบราณ เปลือกฝรั่งกิมจู และเปลือกเสาวรสพันธุ์ไทหนูง จากตลาดไท อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี นำมาล้างทำความสะอาดด้วยน้ำกลั่นเพื่อล้างฝุ่นละออง อบให้แห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จากนั้นนำไปบดให้ละเอียดโดยใช้เครื่องบดหยาบและเครื่องบดละเอียด ซังผงเปลือกผลไม้ 30.0 g เติมน้ำกลั่น 800 ml เติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น (conc. H_2SO_4) 0.8 ml นำไปต้มที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 ชั่วโมง และนำไปกรองด้วยกระดาษกรองขณะร้อน นำส่วนที่เป็นสารละลายเติมเอทานอลร้อยละ 99 ในอัตราส่วน 1:1 จากนั้นนำสารละลายที่ได้ไปแช่เย็นเป็นเวลา 3 ชั่วโมง นำสารสกัดเพคตินที่ได้มาปั่นเหวี่ยง (centrifuge) เพื่อแยกเพคตินออกจากสารละลาย หลังจากนั้นนำมารองและอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จนแห้งสนิท (Riyamol, 2023; Elizabeth D., 2014)

การหาปริมาณกรดกาแลคทูโรนิก

ชั่งสารมาตรฐานกรดกาแลคทูโรนิก และเพคตินจากเปลือกผลไม้ อย่างละ 0.1 g ผสมกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 0.05 M จำนวน 100 ml ปิเปตสารละลายที่ได้อย่างละ 10.00



ml นำไปเจือจางด้วยน้ำกลั่นจนมีปริมาตร 100 ml จากนั้นปิเปตสารละลายที่ได้ 2.00 ml ลงในหลอดทดลอง เติมสารละลายคาร์บาซอล 1 ml และเติมสารละลายกรดซัลฟิวริกเข้มข้น (conc. H_2SO_4) ปริมาตร 12 ml เขย่าให้สารละลายทั้งหมดผสมกันแล้วตั้งทิ้งไว้ 30 นาที นำสารละลายที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 525 nm ด้วยเครื่อง Microplate reader ยี่ห้อ BioTek รุ่น Synergy H1 นำข้อมูลที่ได้ไปสร้างกราฟมาตรฐาน และคำนวณหาปริมาณกรดกาแลคทูโรนิกในพศดินตัวอย่างและเปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน (Ong-ard D., 2010; Amir H. A., 2009)

การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของพศดินจากเปลือกผลไม้

เตรียมสารละลาย 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) reagent ที่ความเข้มข้น 0.25 mM ในเอทานอลร้อยละ 80 และเตรียมสารละลายมาตรฐานกรดแอสคอร์บิก (ascorbic acid) ความเข้มข้น 0.125, 0.25, 0.50 และ 1.00 $\mu\text{g}/\text{ml}$ ตามลำดับ

เตรียมสารละลายพศดินที่สกัดได้ที่ค่าความเข้มข้น 0.125, 0.25, 0.50 และ 1.00 $\mu\text{g}/\text{ml}$ โดยเจือจางด้วยน้ำกลั่น จากนั้นปิเปตลงใน 96-well microplate ตั้งทิ้งไว้ 30 นาที ที่อุณหภูมิห้องในที่มืด นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 525 nm ด้วยเครื่อง Microplate reader ยี่ห้อ BioTek รุ่น Synergy H1 จากนั้นนำค่าการดูดกลืนแสงมาคำนวณหาการยับยั้งอนุมูลอิสระ ซึ่งค่าที่ได้จะหมายถึงการออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (free radical scavenging activity) หรือค่าที่แสดงถึงการจับกันระหว่างสารต้านอนุมูลอิสระกับอนุมูลอิสระ (% scavenging activity) โดยค่าที่ได้มาจากการพล็อตกราฟระหว่างค่าเปอร์เซ็นต์ของ scavenging activity และค่าความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่าง (Wathoni N., 2019)

ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

จากผลการทดลองและหาร้อยละของพศดินที่สกัดได้จากเปลือกผลไม้ทั้ง 5 ชนิด ดังตาราง 1 พบว่าส้มโอขาวพันธุ์ทองดีมีปริมาณพศดินมากที่สุด (7.01%) อาจเนื่องมาจากส้มโอมีความหนาและมีส่วนสีขาวใต้เปลือก (mesocarp) ที่หนา ซึ่งเป็นแหล่งสะสมพศดิน (Chinanat. W., 2023) รองลงมาคือ มะนาวไข่สายพันธุ์โบราณ (4.81%) เสาวรสพันธุ์ไทหนู (3.71%) ฝรั่งกิมจู (2.75%) และทับทิมพันธุ์พิลาขาว (2.53%) ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าลักษณะและสีของพศดินที่สกัดได้จากเปลือกผลไม้แต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน ได้แก่ พศดินที่สกัดได้จากทับทิมและเสาวรสมีสีเหลืองอ่อน พศดินที่สกัดได้จากส้มโอและมะนาวมีสีขาว พศดินที่สกัดได้จากฝรั่งมีสีน้ำตาล



Table 1 ร้อยละเพคตินที่สกัดได้จากเปลือกผลไม้ชนิดต่างๆ

ชนิดของเปลือกผลไม้	น้ำหนักเพคตินที่ได้ (g)	ร้อยละของเพคตินที่สกัดได้จากเปลือกผลไม้ (%)
ส้มโอพันธุ์ขาวทองดี	2.105	7.01
ทับทิมพันธุ์พิลาขาว	0.761	2.53
มะนาวไขสายพันธุ์โบราณ	1.443	4.81
ฝรั่งกิมจู	0.825	2.75
เสาวรสพันธุ์ไทนุง	1.113	3.71

การหาปริมาณกรดกาแลคทูโรนิกในเพคตินที่สกัดจากเปลือกผลไม้

จากการหาปริมาณกรดกาแลคทูโรนิกในเพคตินที่สกัดจากเปลือกผลไม้ทั้ง 5 ชนิด โดยนำเพคตินที่สกัดได้ไปทำปฏิกิริยากับสารละลายคาร์บาโซล นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 525 nm แล้วนำไปเทียบกับกราฟมาตรฐานเพื่อหาปริมาณกรดกาแลคทูโรนิกในเพคตินแต่ละชนิดได้ดังตาราง 2 พบว่าเพคตินจากเปลือกเสาวรสพันธุ์ไทนุงมีปริมาณกรดกาแลคทูโรนิกมากที่สุด รองลงมา คือ เพคตินจากเปลือกฝรั่งกิมจู ทับทิมพันธุ์พิลาขาว ส้มโอพันธุ์ขาวทองดีและมะนาวไขสายพันธุ์โบราณ ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบร้อยละของเพคตินที่สกัดได้จากเปลือกผลไม้กับปริมาณกรดกาแลคทูโรนิกพบว่าไม่สัมพันธ์กัน และพบว่าเพคตินจากเสาวรสพันธุ์ไทนุงมีปริมาณกรดกาแลคทูโรนิกมากที่สุด จากรายงานพบว่าเปลือกผลเสาวรสมีปริมาณกรดกาแลคทูโรนิกร้อยละ 76-78 เนื่องจากเปลือกผลเสาวรสมีโครงสร้างเนื้อผลและผนังเซลล์ที่อุดมไปด้วยเพคตินชนิดที่มีกรดกาแลคทูโรนิกเป็นองค์ประกอบหลัก อีกทั้งเพคตินในเปลือกผลเสาวรสอาจมีโครงสร้างที่เหมาะสมต่อการไฮโดรไลซิส จึงปลดปล่อยกรดกาแลคทูโรนิกได้มากที่สุด (กรมวิทยาศาสตร์บริการ, 2559) เมื่อเทียบกับปริมาณกรดกาแลคทูโรนิกในเพคตินจากทับทิม ฝรั่ง ส้มโอและมะนาว ตามลำดับ



Table 2 ปริมาณกรดกาแลคทูโรนิกในพืชดินที่สกัดจากได้เปลือกผลไม้

ชนิดของเปลือกผลไม้	ปริมาณกรดกาแลคทูโรนิก (mg/ml)
ส้มโอพันธุ์ขาวทองดี	0.014 $\pm$ 0.001
ทับทิมพันธุ์พิลาขาว	0.015 $\pm$ 0.001
มะนาวไข่สายพันธุ์โบราณ	0.013 $\pm$ 0.001
ฝรั่งกิมจู	0.015 $\pm$ 0.001
เสาวรสพันธุ์ไทนุง	0.023 $\pm$ 0.001

การทดสอบฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ

จากการศึกษาฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระของพืชดินที่สกัดจากเปลือกผลไม้ชนิดต่าง ๆ โดยวิธี DPPH Radical Scavenging Assay ดังภาพที่ 1 เมื่อเทียบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของพืชดินที่สกัดได้ทุกชนิดมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าพืชดินมาตรฐานจากส้ม และเมื่อเปรียบเทียบพืชดินที่สกัดได้จากเปลือกส้มโอ ทับทิม มะนาว ฝรั่ง และเสาวรส จะพบว่าพืชดินที่สกัดได้จากเปลือกทับทิมมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระมากที่สุดในทุกความเข้มข้น และมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเพิ่มมากขึ้นเมื่อความเข้มข้นเพิ่มมากขึ้นตามลำดับ ส่วนพืชดินจากพืชตระกูลส้ม ได้แก่ ส้มโอและมะนาวมีแนวโน้มที่จะมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้น เมื่อมีความเข้มข้นเพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน

พืชดินที่สกัดจากเปลือกทับทิมพันธุ์พิลาขาวมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระมากที่สุดเมื่อเทียบกับพืชดินจากเปลือกผลไม้ชนิดอื่น ๆ ในทุกความเข้มข้นที่ทดสอบ และสังเกตได้ว่าปริมาณกรดกาแลคทูโรนิกในพืชดินตัวอย่างไม่สัมพันธ์กับฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ เช่น พืชดินตัวอย่างจากเปลือกเสาวรสซึ่งมีปริมาณกรดกาแลคทูโรนิกสูงสุด แต่มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระต่ำกว่าพืชดินตัวอย่างจากเปลือกทับทิมซึ่งมีปริมาณกรดกาแลคทูโรนิกต่ำกว่า เนื่องจากองค์ประกอบของสารประกอบฟีนอลิกและสารต้านอนุมูลอิสระอื่น ๆ ที่ตกค้างอยู่ในโครงสร้างของพืชดินจากเปลือกทับทิมที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูง (Bachari. S., 2024) นอกจากนี้ยังพบว่าฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระของพืชดินจากเปลือกผลไม้ทั้ง 5 ชนิด มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของพืชดิน ทั้งนี้เนื่องมาจากปริมาณพืชดินที่สูงขึ้นจะพบสารโพลีฟีนอลซึ่งประกอบด้วยหมู่ไฮดรอกซิล ($-OH$) ที่สามารถกำจัดอนุมูลอิสระได้มากขึ้น



ในขณะที่เพคตินจากพืชตระกูลส้ม เช่น ส้มโอและมะนาวก็แสดงแนวโน้มลักษณะเดียวกัน แต่ฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระโดยรวมยังน้อยกว่าทับทิมพันธุ์พิลาขาว

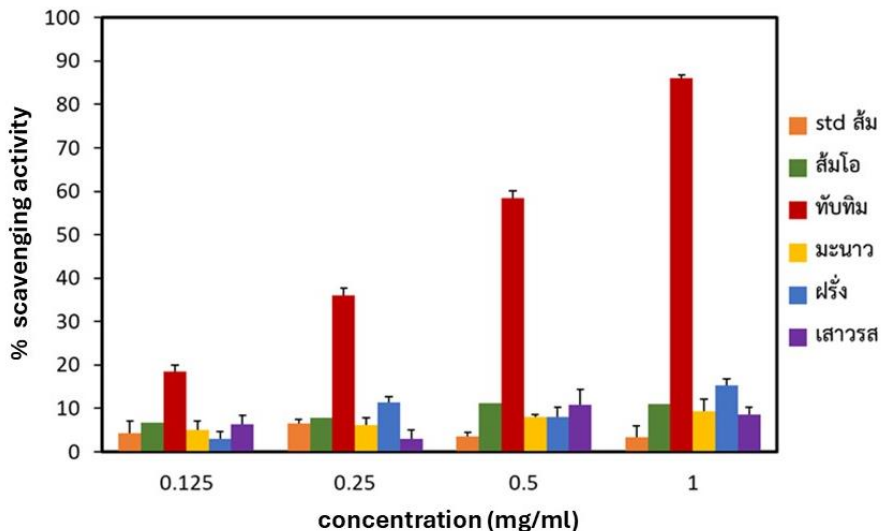


Figure 1 กราฟแสดงร้อยละการยับยั้งอนุมูลอิสระ (% scavenging activity) ของสารสกัดตัวอย่างเพคตินที่สกัดได้จากเปลือกผลไม้เทียบกับสารมาตรฐานส้ม (std ส้ม) ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ในหน่วย mg/ml

สรุปผลการวิจัย

การเปรียบเทียบเพคตินที่สกัดได้จากเปลือกผลไม้เหลือทิ้งทั้ง 5 ชนิด พบว่าผงเพคตินที่สกัดได้จากเปลือกส้มโอมีร้อยละของเพคตินที่สกัดได้มากที่สุด รองลงมาคือ มะนาว เสาวรส ฝรั่ง และทับทิม ตามลำดับ แต่เมื่อเปรียบเทียบปริมาณกรดกาแลคทูโรนิกในเพคตินตัวอย่าง พบปริมาณกรดกาแลคทูโรนิกในเสาวรสมากที่สุด รองลงมาคือ ฝรั่ง ทับทิม ส้มโอ และมะนาว ตามลำดับ ทั้งนี้จะเนื่องมาจากโครงสร้างและองค์ประกอบของเปลือกผลไม้แต่ละชนิดที่ส่งผลความสามารถในการไฮโดรไลซิสของกรดกาแลคทูโรนิกในเปลือกผลไม้แต่ละชนิด ผลการศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของเพคตินที่สกัดได้จากเปลือกผลไม้ด้วยวิธี 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) assay พบว่าเพคตินที่สกัดจากทับทิมมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระมากที่สุดในทุกความเข้มข้น เนื่องจากปริมาณขององค์ประกอบฟลาโวนอยด์ที่มีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระในเปลือกผลไม้แต่ละชนิดที่แตกต่างกัน จึงส่งผลให้มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระที่ต่างกัน ซึ่งเป็นสิ่งที่น่าสนใจในการศึกษาต่อไป



ผลการวิจัยสามารถนำไปพัฒนาในอุตสาหกรรมอาหาร เครื่องดื่ม และยา หรือใช้ในการทำแยม ผลิตภัณฑ์นมและโยเกิร์ต สารตั้งต้นของซอส เครื่องปรุง อีกทั้งยังสามารถช่วยในทางการแพทย์ เช่น ช่วยลดคอเลสเตอรอลและระดับน้ำตาลในเลือด รวมถึงการสร้างมูลค่าให้กับเปลือกผลไม้เหลือทิ้งได้ หรือนำผลการศึกษาไปพัฒนาคุณภาพของที่ดินเพื่อประโยชน์ในการศึกษาและในภาคอุตสาหกรรมต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ สาขาวิทยาศาสตร์พื้นฐานและวิทยาศาสตร์การแพทย์ คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยปทุมธานี คณาจารย์ผู้ร่วมงานวิจัย โครงการสานฝัน โดยคณาจารย์สาขาวิทยาศาสตร์พื้นฐานและวิทยาศาสตร์การแพทย์ คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยปทุมธานี ตลอดจนผู้เกี่ยวข้องทุกท่านที่ให้การสนับสนุนงานวิจัย

References

- Amir H.A. (2009). *Pectin and galacturonic acid from citrus wastes*, Master thesis, School of Engineering, University of Borås.
- Analese, R. (2023). *Pectin: An overview of sources, extraction and applications in food products, biomedical, pharmaceutical and environmental issues*. Food Chemistry Advances, 2, 100192.
- Bachari, S. (2024). Ultrasonic depolymerization of pomegranate peel pectin: Effect of sonication time on antioxidant, α -amylase inhibitory, and prebiotic properties. *Food Chemistry*: 21, 101901.
- Cariny, M. (2021). Structure and applications of pectin in food, biomedical, and pharmaceutical industry: A Review. *Coatings*, 11(8), 922.
- Chee-Yuen, G. (2011). Extraction of antioxidant pectic-polysaccharide from mangosteen (*Garcinia mangostana*) rind: Optimization using response surface methodology, *Carbohydrate Polymers*, 83(2), 600-607.
- Chinanat, W. (2023). The optimum conditions of extracting pectin from agricultural materials. *Proceedings of the 5th Rajamangala University of Technology National Conference*, 30 August–1 September 2023, Pattaya, Thailand.



- Dranca, F. (2018). Extraction, purification and characterization of pectin from alternative sources with potential technological applications. *Food Research International*, 113, 327-350.
- E. Delina, F. (2009). Active packaging of green mature tomatoes with pectin coating to extend the shelf life. *Journal of Science- EUSL*, 6(1), 1-9.
- Elizabeth, D. (2014). Extraction of pectin from citrus fruit peel and its utilization in preparation of jelly. *International Journal of Engineering Research & Technology*, 3(5), 1925-1928.
- Fatiha, A. (2017). Physicochemical and sensory quality of yogurt incorporated with pectin from peel of citrus sinensis. *Food Science and Nutrition*, 5(2), 358.
- Frank, B.-P. (2021). The dietary fiber pectin: health benefits and potential for the treatment of allergies by modulation of Gut Microbiota. *Curr Allergy Asthma Rep*, 21(10), 43.
- Fishman, M. (2000). Characterization of pectin, flash-extracted from orange albedo by microwave heating, under pressure. *Carbohydrate Research*, 323(1-4), 126-138.
- Joel, G.-H. (2023). Exploring the effect of utilizing organic acid solutions in ultrasound-assisted extraction of pectin from apple pomace, and its potential for biomedical purposes. *Heliyon*, 9(7), e17736.
- Korawit, S. (2020). Effects of fat replacement by pectin from dragon fruit peels on physicochemical properties of salad dressing. *Dusit Thani college Journal*, 14(3), 33. (in Thai)
- LinShu, L. (2003). Pectin-based systems for colon-specific drug delivery via oral route, *Biomaterials*, 24(19).
- Kumar, M. (2021). Jackfruit seed slimy sheath, a novel source of pectin: Studies on antioxidant activity, functional group, and structural morphology. *Carbohydrate Polymer Technologies and Applications*, 2, 100054.
- Mahardiani, L. (2021). Potential edible coating of pectin obtained from banana peel for fruit preservation, *Journal of Physics Conference Series*, 1912(1).



- Mariana, S. (2022). Microwave-assisted extraction of pectin from grape pomace. *Scientific Reports*, 12, 12722.
- Martin, B. (2020). The effects of different dietary fiber pectin structures on the gastrointestinal immune barrier: impact via gut microbiota and direct effects on immune cells. *PubMed Central*, 52(9), 1364.
- Mesbahi, G. (2005). A comparative study on functional properties of beet and citrus pectin in food systems. *Food Hydrocolloids*, 19(4), 731-738.
- Ongard, D. (2010). Comparison of extracted pectin from three kinds of guava (*Psidium Guajava* L.). *Master of Education Degree in Chemistry*, Srinakarinwirot University. (in Thai)
- Rawisada, P. (2024). Impact of pectin edible coating extracted from cacao shell powder on postharvest quality attributes of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) fruit during storage. *Food Control*, 155, 110023. (in Thai)
- Riyamol, (2023). Recent advances in the extraction of pectin from various sources and industrial applications. *ACS Omega*, 8, 46309-46324.
- Sun, D. (2020). Physicochemical properties and antioxidant activity of pectin from hawthorn wine pomace: A comparison of different extraction methods. *International Journal of Biological Macromolecules*, 158, 1239-1247.
- Sun, H.L. (2014). Apple pectin, a dietary fiber, ameliorates myocardial injury by inhibiting apoptosis in a rat model of ischemia/reperfusion. *PudMed Central*, 8(4), 395.
- Swarup, R. (2023). Recent progress in pectin extraction, characterization, and pectin-based films for active food packaging applications: A review. *International Journal of Biological Macromolecules*, 239, 124248.
- Takahiro, F. (2009). Structural modifications of sugar beet pectin and the relationship of structure to functionality, *Food Hydrocolloids*, 25(2), 221-229.
- Vinay, C. (2022). Current advancements in pectin: extraction, properties and multifunctional applications. *Foods*, 11(17), 2683.



- Wathoni, N. (2019). Characterization and antioxidant activity of pectin from Indonesian mangosteen (*Garcinia mangostana* L.) rind. *Heliyon*, 5(8), e02299.
- Wei, Z. (2024). Modification of pectin with high-pressure processing treatment of fresh orange peel before pectin extraction: Part II. The effects on gelling capacity and emulsifying properties. *Food Hydrocolloids*, 149, 109536.
- Welela, M. (2022). Pharmaceutical and drug delivery applications of pectin and its modified nanocomposites. *Heliyon*, 8(9), e10654.
- Xudong, Y. (2022). Gelation behaviors of some special plant-sourced pectins: A review inspired by examples from traditional gel foods in China. *Trends in Food Science & Technology*, 126, 26-40.
- Yanming, R. (2023). Pectin from citrus unshiu marc. alleviates glucose and lipid metabolism by regulating the gut microbiota and metabolites. *Food*, 12(22), 4094.
- Yanqing, Z. (2023). Anti-diabetic effect of modified 'Guanximiyu' pummelo peel pectin on type 2 diabetic mice via gut microbiota. *International Journal of Biological Macromolecules*, 242, 124865.