

การเปรียบเทียบคุณลักษณะและผลผลิตของเพกตินจากเปลือกตาลดิบที่ใช้แอลกอฮอล์นำกลับมาใช้ใหม่ทดแทนเอทิลแอลกอฮอล์ 95% ในขั้นตอนการตกตะกอนและการล้าง

Comparison of Characteristics and Yield of Young Sugar Palm Peel from Recovered Ethyl Alcohol Substitution from Ethylalcohol 95% in The Precipitation and Washing Process

ศิวะเทพ เรืองพรหม¹และกิตติชัย บรรจง²

บทคัดย่อ

ในงานวิจัยนี้ เป็นการใช้อีทิลแอลกอฮอล์นำกลับมาใช้ใหม่โดยการกลั่น เพื่อทดแทนการใช้เอทิลแอลกอฮอล์ 95% ในขั้นตอนการตกตะกอนและขั้นตอนการล้างเพกตินในกระบวนการสกัดเพกตินจากเปลือกชั้นนอกและชั้นในของตาลดิบ โดยการเปรียบเทียบคุณลักษณะและผลผลิตของเพกตินจากการใช้อีทิลแอลกอฮอล์นำกลับมาใช้ใหม่ทดแทนในขั้นตอนการตกตะกอน (P), การใช้อีทิลแอลกอฮอล์นำกลับมาใช้ใหม่ทดแทนในขั้นตอนการตกตะกอนและการล้าง (PW) และการใช้อีทิลแอลกอฮอล์ 95% โดยไม่ใช้อีทิลแอลกอฮอล์นำกลับมาใช้ใหม่ (C) พบว่าค่าระดับการเกิดเอสเทอร์ของเพกตินที่ได้จากทั้ง 3 กระบวนการสกัด (P, PW และ C) ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) โดยมีค่าระดับการเกิดเอสเทอร์เท่ากับ 43.39%, 43.23% และ 43.42% ตามลำดับ แสดงว่าเพกตินที่ได้ทั้ง 3 กระบวนการเป็นเพกตินประเภทเมทอกซิลต่ำ ส่วนปริมาณของกรดกาแลคทูโรนิกพบว่าเพกตินที่ได้จากทั้ง 3 กระบวนการ (P, PW และ C) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P\leq 0.05$) โดยมีปริมาณกรดกาแลคทูโรนิกเท่ากับ 75.62%, 64.16% และ 83.36% ตามลำดับ ผลผลิตของเพกตินที่ได้ทั้ง 3 กระบวนการ พบว่าเพกตินจากการใช้อีทิลแอลกอฮอล์นำกลับมาใช้ใหม่ทดแทนในขั้นตอนการตกตะกอน (P) และจากการใช้อีทิลแอลกอฮอล์นำกลับมาใช้ใหม่ทดแทนในขั้นตอนการตกตะกอนและการล้าง (PW) ผลผลิตไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) เมื่อเปรียบเทียบผลผลิตของเพกตินทั้งสอง (P และ PW) กับผลผลิตเพกตินที่ได้จากการใช้อีทิลแอลกอฮอล์ 95% (C) พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P\leq 0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 9.33%, 9.35% และ 13.65% ตามลำดับ

คำสำคัญ: แอลกอฮอล์นำกลับมาใช้ใหม่, ระดับการเกิดเอสเทอร์, การตกตะกอนเพกติน, เปลือกตาลดิบ

Abstract

In this research, recovered ethyl alcohol from distillation was substituted for 95% ethyl alcohol in precipitation and washing process during pectin extraction from young sugar palm mesocarp and exsocarp. The comparison of pectin from recovered ethyl alcohol substituted in precipitation (P), pectin from recovered ethyl alcohol substituted in precipitation and washing (PW) and pectin from conventional process using 95% ethyl alcohol (C). It was found that the degree of esterification (DE) three pectin (P, PW and C) was not significantly different ($P>0.05$) and was 43.39%, 43.23% and 43.42% respectively. The result indicates that the extracted young sugar palm pectin was low methoxyl type. The galacturonic acid contents of P, PW and C was significantly different ($P\leq 0.05$) and was 75.62%, 64.16% and 83.36% w/w respectively. In term of yield, there was no significantly different between yield of P and PW ($P>0.05$)

¹ นักศึกษาปริญญาโท คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ ๑. 10520

² อาจารย์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ ๑. 10520

but both were significantly different from yield of pectin from convention process (C) and the yield was 9.33%, 9.35% and 13.65% respectively.

Keywords: alcohol recovery, degree of esterification, pectin precipitation, young sugar palm peel

คำนำ

สารประกอบเพกตินเป็นสารที่พบมากในผักและผลไม้ที่กำลังเจริญเติบโตโดยเกาะกับผนังเซลล์เรียกว่า middle lamella และ สะสมเพิ่มขึ้นเมื่ออายุมากขึ้น เพกตินบางส่วนจะเกาะอยู่กับเซลล์ลูโลส โดยทำหน้าที่เชื่อมเข้าด้วยกันและควบคุมการซึมผ่านของน้ำ (ณรงค์, 2548) อัตราส่วนของกลุ่มคาร์บอกซิลที่ถูกเอสเทอร์ไฟต์ แสดงในรูปของระดับการเกิดเอสเทอร์ (degree of esterification, DE) เพกตินในสภาวะที่เหมาะสมสามารถเกิดเจลกับน้ำตาลและกรดได้ เช่น เพกตินที่มีหมู่เมทอกซิลสูง หรือถ้าปริมาณของหมู่เมทอกซิลค่อนข้างต่ำจะสามารถเกิดเจลกับโลหะไอออนได้ เช่น แคลเซียมไอออน เพกตินชนิดนี้เรียกว่า เพกตินที่มีกลุ่มเมทอกซิลต่ำ (รัชนี, 2544) สารประกอบเพกตินที่สกัดได้จากพืชเป็น Heteropolysaccharide มีน้ำหนักโมเลกุลประมาณ 30,000 ถึง 300,000 ดาลตัน (Rombouts and Pilnik, 1972) สารประกอบเพกตินจัดเป็น High-molecular weight pectinic acids เป็นสารผสมอาหารเพื่อสร้างให้เกิดเนื้อสัมผัสตามต้องการ มีคุณสมบัติพิเศษ คือ เมื่อละลายน้ำจะพองตัวเป็นเจล ทำหน้าที่ได้ทั้งเป็นสารทำให้เกิดเจล (gelling agent), สารเพิ่มความข้น (thickener) และสารเพิ่มความคงตัว (stabilizer) ในผลิตภัณฑ์อาหารหลายประเภท โดยเฉพาะในอุตสาหกรรมอาหาร เช่น เครื่องดื่ม แยม เยลลี่ ใช้เป็นสารเพิ่มความคงตัว (stabilizer) ในผลิตภัณฑ์นมและโยเกิร์ต ใช้เป็นสารเพิ่มความข้นของซอส เครื่องปรุงร น้ำเชื่อมเข้มข้น น้ำสลัด เป็นต้น และคุณสมบัติพิเศษอีกอย่างหนึ่งคือสามารถเกิดเจลที่คงรูปได้ ถ้านำเพกตินผสมกับน้ำร้อน 0.3-0.4% แล้วปล่อยให้เย็นลงที่อุณหภูมิห้องไม่เกิดเจล แต่ถ้าปรับความเป็นกรดต่าง 2.0-3.5 แล้วเติมน้ำตาลซูโครสลงไป 50-60% จะเกิดเจลได้เมื่อปล่อยให้เย็นลงที่อุณหภูมิห้อง ลักษณะของเจลที่ได้มีความคงรูป แม้ว่าเพิ่มอุณหภูมิขึ้นเป็น 100 องศาเซลเซียส (Braden *et al.*, 1990) นอกจากนี้เพกตินใช้ในอุตสาหกรรมเป็นสารผสมอาหารโดยตรงแล้วยังนำมาใช้เป็นใยอาหารในรูปของอาหารเสริมสุขภาพเช่น ช่วยลดคอเลสเตอรอลและระดับน้ำตาลในเลือด ใช้เป็นใยอาหารป้องกันโรกระบบทางเดินอาหาร เป็นต้น (Voragen *et al.*, 1995) ปัจจุบันอุตสาหกรรมการสกัดเพกตินในแถบยุโรปและอเมริกา ใช้กากที่เหลือจากอุตสาหกรรมการทำน้ำผลไม้ เช่น อุตสาหกรรมน้ำแอปเปิ้ลและน้ำส้ม เป็นต้นขณะที่ประเทศในแถบเอเชียอุดมไปด้วยผลไม้ที่มีปริมาณเพกตินสูงใกล้เคียงกับแอปเปิ้ล แต่กลับพบว่ามีการผลิตเพกตินน้อยมาก นอกจากนี้ข้อมูลการใช้เพกตินในประเทศไทยมีการนำเข้าเพกตินจากต่างประเทศเมื่อปี 2548 มีการนำเข้าเพกติน 1,115,266 กิโลกรัม มีมูลค่าถึง 335,043,855 บาท (กรมศุลกากร, 2545)

ในประเทศไทยมีการปลูกผักและผลไม้หลายชนิดในปริมาณที่มากทำให้มีวัสดุเหลือทิ้ง ลูกตาลหรือตาลโตนด มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Borassus flabellifer* L. เป็นผลผลิตทางการเกษตรที่พบโดยทั่วไปในประเทศไทย เมื่อเจาะส่วนที่เป็นเนื้อ (endocarp) นำไปใช้ประโยชน์แล้วจะทิ้งส่วนที่เป็นเปลือก ซึ่งสามารถนำมาใช้สกัดเพกตินได้ ส่วนเปลือกของลูกตาลดิบด้านนอกมีสีดำ (exsocarp) และส่วนเนื้อเยื่อด้านในมีสีขาว (mesocarp) มีเพกตินอยู่ 13.3% (Rungronmitchai, 2011) อย่างไรก็ตามในกระบวนการสกัดเพกตินจากเปลือกตาลดิบต้องใช้อีธิลแอลกอฮอล์ในกระบวนการตกตะกอนและการล้าง (Rungronmitchai, 2011) โดยที่อีธิลแอลกอฮอล์ที่ใช้แล้วอาจจะสามารถกลับมาบำบัดและนำกลับมาใช้ในกระบวนการสกัดทดแทนการใช้อีธิลแอลกอฮอล์เพื่อลดปริมาณและต้นทุนการใช้อีธิลแอลกอฮอล์ในกระบวนการผลิตเพกตินจากเปลือกตาลดิบได้

ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อนำอีธิลแอลกอฮอล์ที่ผ่านการใช้ในกระบวนการสกัดเพกตินแล้วนำกลับมาบำบัดแบบธรรมดาเพื่อเพิ่มความเข้มข้นเพิ่มมากขึ้นแล้วนำกลับไปใช้ในกระบวนการสกัดเพกตินอีกครั้งหนึ่ง

โดยเปรียบเทียบคุณลักษณะและผลผลิตของเพกตินที่สกัดได้ทั้ง 3 กระบวนการสกัด คือ เพกตินจากการใช้เอธิลแอลกอฮอล์นำกลับมาใช้ใหม่ทดแทนในขั้นตอนการตกตะกอน (precipitation, P), เพกตินจากการใช้เอธิลแอลกอฮอล์นำกลับมาใช้ใหม่ทดแทนในขั้นตอนการตกตะกอนและการล้าง (precipitation และ washing, PW) และเพกตินจากการใช้เอธิลแอลกอฮอล์ 95% โดยไม่ใช้แอลกอฮอล์นำกลับมาใช้ใหม่ (conventional process, C) นอกจากนี้ในงานวิจัยค่านึงถึงการลดปริมาณการใช้เอธิลแอลกอฮอล์ในกระบวนการสกัดเพกตินเพื่อลดต้นทุนการใช้เอธิลแอลกอฮอล์ในการผลิตเพกติน

อุปกรณ์และวิธีการ

1. วัสดุและอุปกรณ์

เปลือกตาลดิบ จากอำเภอบ้านลาด จังหวัดเพชรบูรณ์มาจากเปลือกตาลดิบที่ผู้ขายลูกตาลอ่อนปอกทิ้งเอธิลแอลกอฮอล์ 95% (commercial grade)

2. ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิจัย

2.1 วิธีเตรียมวัตถุดิบ

รวบรวมส่วนของเปลือกชั้นใน (mesocarp) และเปลือกชั้นนอก (exsocarp) ของเปลือกตาลดิบที่ผู้ขายลูกตาลอ่อนแกะทิ้งไว้ นำมาล้างด้วยน้ำให้สะอาด สับให้มีขนาด 2 เซนติเมตร นำมาวางบนถาดตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 ชั่วโมง เมื่อเปลือกตาลดิบแห้งนำไปปดด้วยเครื่องปด (Philip-Cucina, Indonesia) ให้มีขนาด 0.5 มิลลิเมตร จากนั้นนำไปบรรจุในภาชนะปิดสนิทเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4-5 องศาเซลเซียส

2.2 วิธีการสกัดเพกติน

การสกัดเพกตินต้องคำนึงถึงปัจจัยทั้ง 3 ประการ ได้แก่ อุณหภูมิ เวลา และ pH เพื่อให้ได้ปริมาณผลผลิตของเพกตินมากที่สุด พิเชษฐ (2546) ได้ศึกษาการหาปริมาณและคุณภาพของเพกตินจากใบหมาน้อยที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ได้ปริมาณเพกติน 29.02%, Pagan และ Ibarz (1999) ได้ศึกษาการสกัดและคุณสมบัติการไหลของเพกตินจากกากลูกพีชสดในการสกัดเพกตินใช้อุณหภูมิที่ 80 องศาเซลเซียส ได้ปริมาณเพกตินมากที่สุดและ Rungrodnimitchai (2011) ได้ศึกษาเกี่ยวกับแหล่งที่มาของเพกตินจากเนื้อตาลโตนดโดยใช้ไมโครเวฟเป็นตัวช่วยในการสกัดได้ใช้อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ในการสกัดได้ปริมาณเพกติน 13.3% ซึ่งเป็นปริมาณที่มากที่สุด

ระยะเวลาเป็นปัจจัยที่ต้องคำนึงถึง Pagan *et al.* (2001) พบว่าเวลาที่มีผลต่อปริมาณเพกตินที่สกัดได้เพิ่มสูงขึ้น เมื่อเวลาในการสกัดที่เพิ่มขึ้นปริมาณเพกตินปริมาณเพกตินที่สกัดได้เพิ่มสูงขึ้น นอกจากนี้เวลาในการสกัดที่นานขึ้นทำให้เกิดปฏิกิริยาเกิดได้มากขึ้นจึงทำให้สามารถสกัดเพกตินได้มากขึ้น (Kratchanov *et al.*, 1986) ซึ่งในงานวิจัยที่ได้ทำการสกัดเพกตินจากเปลือกตาลดิบจึงใช้เวลาในการสกัดที่ 120 นาที

pH มีผลต่อปริมาณเพกตินที่ใช้ในการสกัด เมื่อสกัดที่ pH ต่ำ ปริมาณไฮโดรเจนไอออน (H^+) มีอยู่ในระบบสูงเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสมากขึ้น เป็นผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสารประกอบเพกตินที่ไม่ละลายน้ำ เช่น โปรโตเพกตอนและแคลเซียมเพกตินให้อยู่ในรูปที่ละลายน้ำได้เป็นผลทำให้ปริมาณเพกตินที่สกัดได้มีปริมาณสูง แต่เมื่อ pH เพิ่มขึ้นไฮโดรเจนไอออนในระบบการสกัดลดลงปริมาณเพกตินที่สกัดได้ลดลง (ธานี, 2533) ในงานวิจัยของ Rungrodnimitchai (2011) ได้ศึกษาแหล่งที่มาของเพกตินจากเนื้อตาลโตนดโดยใช้ไมโครเวฟเป็นตัวช่วยในการสกัดได้ใช้ pH 2 ในการสกัดได้ปริมาณเพกตินมากที่สุด Pagan และ Ibarz (1999) ได้ศึกษาการสกัดและคุณสมบัติการไหลของเพกตินจากกากลูกพีชสดในการสกัดเพกตินใช้ pH 2 ในการสกัดได้ปริมาณเพกตินมากที่สุดเช่นกัน

ในงานวิจัยนี้จึงใช้สภาวะในการสกัดที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ระยะเวลาที่สกัด 120 นาที และ pH 2 โดยดัดแปลงจากวิธีการสกัดเพกตินจากเนื้อตาลอ่อนของ Rungrodnimitchai (2011) ดัง Figure 1

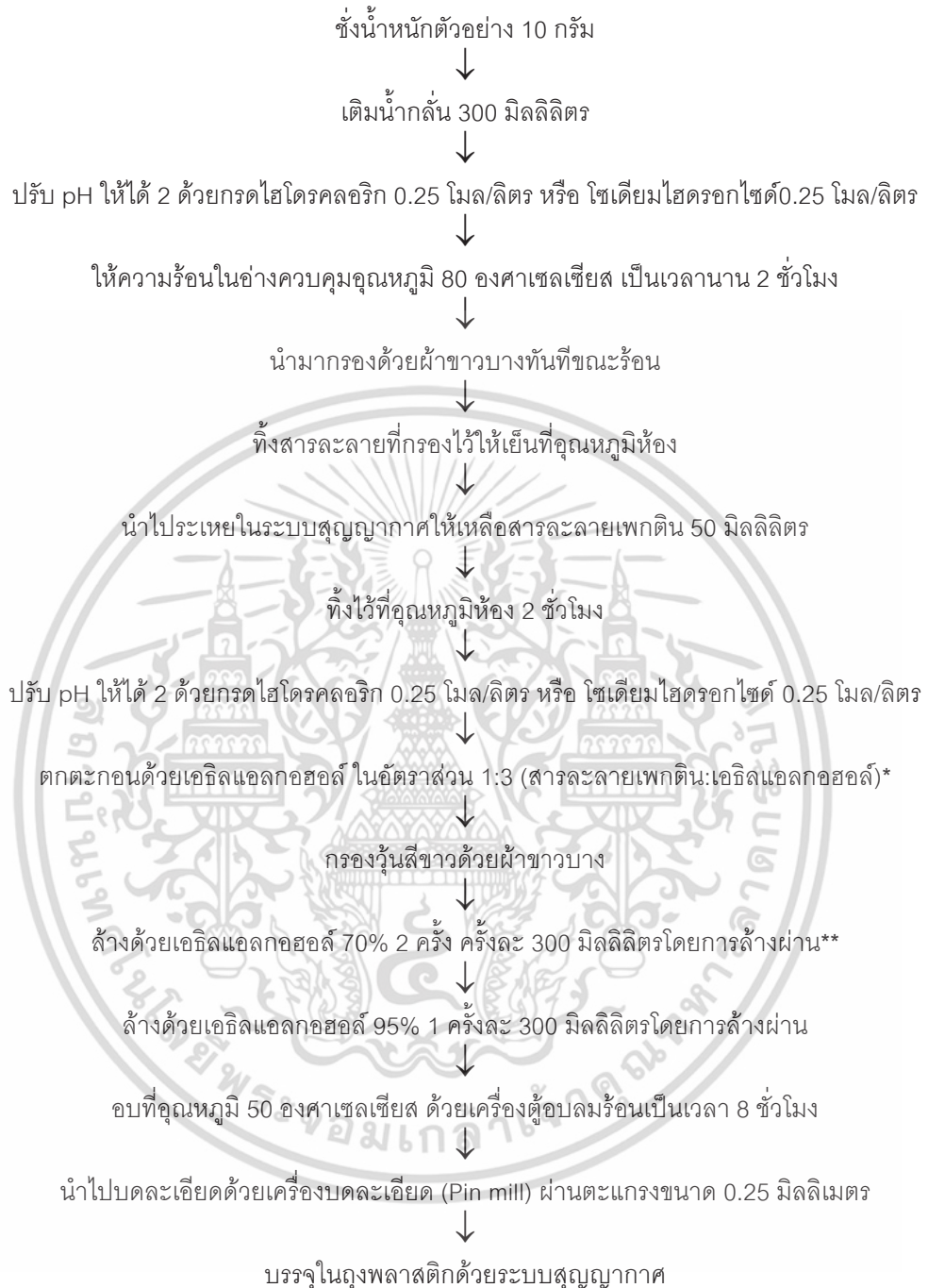


Figure1 Process of extraction pectin.

หมายเหตุ* สำหรับกระบวนการแบบ C ใช้เอซิลแอลกอฮอล์ 95% ส่วนกระบวนการทั้ง P และ PW ใช้เอซิลแอลกอฮอล์ กลั่นนำกลับมาใช้ใหม่

**สำหรับกระบวนการแบบ C และ P ใช้เอซิลแอลกอฮอล์ 95% นำมาเจือจาง(70%) ส่วนกระบวนการแบบ PW ใช้เอซิลแอลกอฮอล์กลั่นนำกลับมาใช้ใหม่ (87%) นำมาเจือจาง(70%)

2.3 วิธีการกลั่นเอธิลแอลกอฮอล์นำกลับมาใช้ใหม่

เอธิลแอลกอฮอล์ที่นำมาใช้ทดแทนในกระบวนการสกัดเพกติน ขั้นตอนการตกตะกอนและการล้างในข้อ 2.2 ได้มาจากการรวบรวมเอธิลแอลกอฮอล์ที่ใช้ในกระบวนการสกัดเพกตินจากเปลือกตาลดิบ นำไปกลั่นในห้องปฏิบัติการด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ความดัน 75 มิลลิบาร์

2.4 การวิเคราะห์หาระดับการเกิดเอสเทอร์

การวิเคราะห์หาระดับการเกิดเอสเทอร์ (degree of esterification, DE) ใช้วิธีของ Rangana (1977) ซึ่งเพกติน 0.5 กรัม เติมน้ำตาล 2 มิลลิกรัม ละลายด้วยน้ำปราศจากคาร์บอนไดออกไซด์ 100 มิลลิกรัม คนให้เข้ากัน หยดฟีนอล์ฟทาลีน 5 หยด ไทเทรตด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.5 โมลาร์ บันทึกผลครั้งที่ 1 เติมน้ำตาลละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.5 โมลาร์ ปริมาตร 10 มิลลิกรัม เขย่าทิ้งไว้ 15 นาที จากนั้นเติมน้ำกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.5 โมลาร์ ปริมาตร 10 มิลลิกรัม เขย่าจนสีชมพูหายไป เติมน้ำฟีนอล์ฟทาลีน 5 หยด ไทเทรตด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.5 โมลาร์ จนสีชมพูเริ่มปรากฏ บันทึกผลครั้งที่ 2 นำมาคำนวณหาค่าระดับการเกิดเอสเทอร์(DE) จากสูตร

$$\%DE = \frac{\text{NaOH volume 2}}{\text{NaOH volume 1} + \text{NaOH volume 2}} \times 100 \quad (1)$$

2.5 การวิเคราะห์หาปริมาณกรดกาแลคทูโรนิก

การวิเคราะห์หาปริมาณกรดกาแลคทูโรนิกจะใช้วิธีของ Rangana (1977) ซึ่งเพกติน 0.01 กรัม นำมาละลายด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.05 นอร์มอล(N) ในปิเปตเตอร์ 100 มิลลิกรัม ตั้งทิ้งไว้ 25 นาที ปิเปตสารละลาย 2 มิลลิกรัม เจือจางด้วยน้ำกลั่น 100 มิลลิกรัม ปิเปตสารละลายที่เตรียมไว้ 2 มิลลิกรัม ใส่ในหลอดทดลองและเติมคาร์บาซอล (carbazole) ความเข้มข้น 0.1% จำนวน 1 มิลลิกรัม หลังจากนั้นเติมน้ำกรดกำมะถันเข้มข้น 98% ปริมาตร 12 มิลลิกรัม เขย่าให้เข้ากันตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 25 นาที นำไปวัดค่าดูดกลืนแสง โดยใช้เครื่องวัดค่าดูดกลืนแสง (UV/VIS spectrometer Shimadzu UV-1601, Japan) ที่ความยาวคลื่น 525 นาโนเมตร แล้วเปรียบเทียบกับปริมาณกรดกาแลคทูโรนิกกับกราฟมาตรฐาน

2.6 การวิเคราะห์ปริมาณความชื้นและปริมาณเถ้า

วิธีการวิเคราะห์หาความชื้นและเถ้าใช้วิธีของ AOAC (1990) วิธีการวิเคราะห์หาเถ้า ซึ่งน้ำหนักตัวอย่าง เพกติน 2 กรัม ใส่ในภาชนะที่อบแห้งแล้ว (น้ำหนักคงที่) นำไปอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่นำไปใส่ในโถดูดความชื้น ซึ่งน้ำหนักที่เหลือ นำค่าที่ได้ไปคำนวณปริมาณความชื้น วิธีการวิเคราะห์ หาเถ้า เผาครุชชีเบิล ที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็น ในโถดูดความชื้น ซึ่งน้ำหนักครุชชีเบิล ซึ่งตัวอย่างใส่ในครุชชีเบิล 3 กรัม เผาตัวอย่างจนหมดควันนำเถ้าที่ได้มาเผาต่อในเตาเผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส จนกระทั่งได้เถ้าสีขาว นำไปทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้นแล้วซึ่งน้ำหนักเถ้า นำไปคำนวณหาปริมาณเถ้า

2.7 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของเพกตินทั้ง 3 กระบวนการสกัดตามแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์สถิติสำเร็จรูปเพื่อหาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติ 95%

ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการศึกษา การนำแอลกอฮอล์ที่ผ่านกระบวนการสกัดแล้วนำมาใช้ใหม่ในขั้นตอนการตกตะกอนและการล้างเพื่อทดแทนการใช้เอธิลแอลกอฮอล์ 95% ผลการวิจัยปริมาณผลผลิต (yield) และคุณลักษณะของเพกตินที่สกัดได้แสดงใน Table 1 เพกตินที่ได้จากทั้ง 3 กระบวนการ คือ เพกตินจากการใช้เอธิลแอลกอฮอล์ 95% โดยไม่ใช้แอลกอฮอล์นำกลับมาใช้ใหม่ (conventional process, C) เพกตินจากการใช้เอธิลแอลกอฮอล์นำกลับมาใช้ใหม่

ทดแทนในขั้นตอนการตกตะกอน (precipitation, P) และเพกตินจากการใช้เอทิลแอลกอฮอล์นำกลับมาใช้ใหม่ทดแทนในขั้นตอนการตกตะกอนและการล้าง (precipitation และ washing, PW) พบว่าปริมาณผลผลิตที่ได้มีค่าเท่ากับ 13.65%, 9.33% และ 9.35% ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าเอทิลแอลกอฮอล์ที่นำกลับมาใช้ใหม่ในกระบวนการสกัดมีผลต่อปริมาณเพกตินที่สกัดได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ซึ่งเมื่อวัดความเข้มข้นของเอทิลแอลกอฮอล์ที่ได้จากการใช้แล้วนำกลับไปกลั่นใหม่ พบว่ามีความเข้มข้น 87% เปรียบเทียบกับเอทิลแอลกอฮอล์ 95% ซึ่งมีความเข้มข้น 95% อาจส่งผลทำให้ความสามารถในการตกตะกอนสารละลายเพกตินลดลงการกลั่นเอทิลแอลกอฮอล์นำกลับมาใช้ใหม่ที่ใช้ในการทดลองนี้ เป็นการกลั่นแบบธรรมดาไม่ใช่การกลั่นแบบลำดับส่วน เนื่องจากต้องการให้สามารถดำเนินการได้ในห้องปฏิบัติการทั่วไป การกลั่นแบบธรรมดาครั้งนี้ มีข้อจำกัดที่ไม่แยกสารออกมาให้บริสุทธิ์ต้องกลั่นหลายครั้งจึงแยกสารทั้ง 2 ชนิดให้บริสุทธิ์ได้ (เอกนัย, 2550) การกลั่นน้ำผสมแอลกอฮอล์ ต้องกลั่นหลายครั้งจึงทำให้แอลกอฮอล์มีความเข้มข้นเพิ่มขึ้น (มนตรี, 2549)

ส่วนคุณลักษณะของเพกตินที่ได้จากกระบวนการทั้ง 3 แบบดังกล่าว (C, P และ PW) ซึ่งประกอบด้วยคุณสมบัติสำคัญ ได้แก่ ระดับการเกิดเอสเทอร์ (DE), ปริมาณความชื้น (moisture), เถ้า (ash) และปริมาณกรดกาแลคทูโรนิก (GA) ผลการทดลองแสดงใน Table 1

ซึ่งจากการทดลองพบว่า ระดับการเกิดเอสเทอร์ของเพกตินจากกระบวนการทั้ง 3 แบบ (C, P และ PW) มีค่าเท่ากับ 43.42%, 43.39% และ 43.23% ตามลำดับ โดยกระบวนการทั้ง 3 แบบไม่มีผลต่อระดับการเกิดเอสเทอร์ของเพกตินที่สกัดได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) และจากค่าระดับการเกิดเอสเทอร์ที่ต่ำกว่า 50% เพกตินจากเปลือกตาลดดิบ จึงจัดอยู่ในกลุ่มของเพกตินหมู่เมทอกซิลต่ำ (low methoxly pectin) คือ มีระดับการเกิดเอสเทอร์น้อยกว่า 50% (Sharma *et. al.*, 2006) สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Rungrodnimitchai (2011) ซึ่งสกัดเพกตินจากเนื้อตาลดดิบได้เพกตินชนิดที่มีระดับการเกิดเอสเทอร์ 29.3 - 41.1% และ สุริดาและพูนศิริ (2555) สกัดเพกตินจากจาวตาลได้เพกตินชนิดที่มีระดับการเกิดเอสเทอร์ 27.90% จัดเป็นเพกตินประเภทที่มีหมู่เมทอกซิลต่ำเช่นเดียวกัน

Table 1 Characteristic and yield of pectin extracted from 3 processes.

Characteristic	Conventional Process (C)	Alcohol Substitute in Precipitation (P)	Alcohol Substitute in Precipitation and Washing (PW)
Yield(% w/w)	13.65±0.21 ^a	9.33±0.17 ^b	9.35±0.21 ^b
DE(%)	43.42±0.33 ^a	43.39±0.25 ^a	43.23±0.26 ^a
Moisture(% wb)	10.47±0.03 ^a	10.39±0.02 ^b	10.49±0.04 ^a
Ash(% wb)	4.33±0.10 ^b	4.72±0.01 ^a	4.71±0.11 ^a
GA(% w/w)	83.36 ^c ±0.44 ^a	75.62±0.53 ^b	64.16±0.96 ^c

*mean value followed by different superscript in the same row differs significantly by Duncan's new multiple range test ($P \leq 0.05$).

Table 2 The consumption and cost of 95% ethyl alcohol used in extracted 3 processes.

Consumption/Cost	Conventional Process (C)	Alcohol Substitute in Precipitation (P)	Alcohol Substitute in Precipitation and Washing (PW)
95% Ethyl alcohol Consumption			
- In precipitation (mL)	150	0	0
- In 1 st washing (mL)	442	442	0
- In 2 nd washing (mL)	300	300	300
Total consumption (mL)	892	742	300
95% ethyl alcohol cost (Baht)	53.52	45.72	18.00
cost per g pectin (Baht)	3.52	4.90	1.71

นอกจากปริมาณผลผลิตแล้ว การสกัดเพกตินต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของเพกตินที่สกัดได้ สิ่งที่ต้องถึงความปลอดภัยของเพกติน คือ ปริมาณกรดกลูโคสในเพกติน โดยการหาปริมาณกรดกลูโคสในเพกตินต้องเปลี่ยนหมู่เมทอกซิลกลูโคสให้เป็นกาแลคทูโรนิกก่อนโดยการทำปฏิกิริยากับโซเดียมไฮดรอกไซด์จึงจะได้ปริมาณกรดกลูโคสในเพกตินทั้งหมด เพกตินจากเปลือกตาลดดิบที่ได้จากทั้ง 3 กระบวนการ ได้แก่ เพกตินจากการใช้เอธิลแอลกอฮอล์ 95% โดยไม่ใช้เอธิลแอลกอฮอล์นำกลับมาใช้ใหม่ (conventional process, C) เพกตินจากการใช้เอธิลแอลกอฮอล์นำกลับมาใช้ใหม่ทดแทนในขั้นตอนการตกตะกอน (precipitation, P) และเพกตินจากการใช้เอธิลแอลกอฮอล์นำกลับมาใช้ใหม่ทดแทนในขั้นตอนการตกตะกอนและการล้าง (precipitation และ washing, PW) พบว่าปริมาณกรดกลูโคสในเพกตินมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 83.33%, 75.62% และ 64.16% ตามลำดับ ในการทดลองนี้จะเห็นได้ว่าคุณภาพของเอธิลแอลกอฮอล์ที่ใช้ในขั้นตอนการตกตะกอนและขั้นตอนการล้าง มีผลต่อความปลอดภัยของเพกตินเปลือกตาลดดิบที่สกัดได้ มีรายงานวิจัยผลการล้างตะกอนของเพกตินจากส้มด้วยแอลกอฮอล์ 10% พบว่ามีกรดกลูโคส 77.50% ซึ่งต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการล้างด้วยแอลกอฮอล์ 53% ซึ่งมีกรดกลูโคส 92.50% (มาริษา, 2549)

ปริมาณความชื้นและเถ้าของเพกตินที่ได้ทั้ง 3 กระบวนการ (C, P และ PW) มีปริมาณแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยความชื้นมีค่าแตกต่างกันเล็กน้อยอยู่ที่ 10.47%, 10.39% และ 10.49% ตามลำดับ เพกตินที่สกัดได้โดยทั่วไปมีความชื้นตั้งแต่ประมาณ 10% เช่นในงานวิจัยของ ณรงค์ (2546) สกัดเพกตินจากกากฝรั่ง มีปริมาณความชื้น 10.06% และในงานวิจัยของ สุจิตาและพูนศิริ (2555) สกัดเพกตินจากจาวตาล มีปริมาณความชื้น 12.13% ส่วนปริมาณเถ้าในเพกตินที่ได้จากทั้ง 3 กระบวนการนี้ มีค่าแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยโดยมีปริมาณ 4.33%, 4.72% และ 4.71% ตามลำดับ แสดงว่ามีแร่ธาตุเจือปนอยู่ในระดับต่ำกว่าของ ชวนิภูริ (2548) 5.42% ซึ่งได้ผลิตเพกตินจากเปลือกและกากส้มเหลือง

ในกระบวนการสกัดเพกตินโดยวิธีทั่วไป (conventional process, C) มีการใช้เอธิลแอลกอฮอล์ 95% ในขั้นตอนการตกตะกอน (precipitation) และการล้าง (1st and 2nd washing) ดังแสดงใน Table 2 การสกัดด้วยวัตถุดิบ 10 กรัม ใช้เอธิลแอลกอฮอล์ 95% :รวม 892 มิลลิลิตร คิดเป็นเงิน 53.52 บาท (60 บาท/ลิตร) ซึ่งทำให้ได้ผลผลิตเพกติน 1.37 กรัม ดังนั้นต้นทุนค่าเอธิลแอลกอฮอล์ 95% ต่อกรัมเพกติน เท่ากับ 3.52 บาท

สำหรับกระบวนการสกัดเพกตินที่มีการทดแทนเอธิลแอลกอฮอล์ 95% ในขั้นตอนการตกตะกอน (precipitation, P) ใช้ปริมาณเอธิลแอลกอฮอล์ 95% รวม 742 มิลลิลิตร คิดเป็นเงิน 45.78 บาท กระบวนการนี้

จึงประหยัดค่าเอซิลแอลกอฮอล์ลงได้ 7.74 บาทต่อการสกัดวัตถุดิบ 10 กรัม ทำให้ได้ผลผลิต 0.93 กรัม เมื่อคิดต้นทุนค่าเอซิลแอลกอฮอล์ 95% ต่อกรัมเพกตินจึงอยู่ที่ 4.90 บาท ซึ่งสูงกว่ากระบวนการแรก (conventional process, C) เล็กน้อย อย่างไรก็ตามเมื่อเอซิลแอลกอฮอล์กลั่นนำกลับมาใช้ ถูกลงไปใช้ทดแทนในกระบวนการสกัดทั้งสองขั้นตอน (precipitation และ washing, PW) จะพบว่าสามารถลดต้นทุนการใช้เอซิลแอลกอฮอล์ 95% ต่อการสกัดวัตถุดิบ 10 กรัมเหลือเพียง 18.00 บาท หรือเมื่อเทียบกับกระบวนการโดยทั่วไป (conventional process, C) จะประหยัดได้ถึง 35.52 บาท ซึ่งเมื่อคิดเป็นต้นทุนค่าเอซิลแอลกอฮอล์ 95% ต่อกรัมเพกตินแล้ว พบว่าต่ำกว่ามาก โดยอยู่ที่เพียง 1.71 บาทต่อกรัมเท่านั้น

สรุปผลการทดลอง

การนำเอซิลแอลกอฮอล์ที่ผ่านการใช้ในกระบวนการสกัดเพกตินจากเปลือกตาลดทับชั้นนอกและชั้นใน นำไปกลั่นแบบธรรมดา แล้วนำกลับไปใช้ทดแทนการใช้เอซิลแอลกอฮอล์ 95% ในขั้นตอนการตกตะกอนและขั้นตอนการล้าง ได้ผลผลิตเพกตินชนิดเมธอกซิลต่ำ น้อยกว่ากระบวนการสกัดโดยทั่วไป และมีผลต่อคุณลักษณะของเพกตินที่ได้โดยเฉพาะปริมาณกรดกาแลคทูโรนิก อย่างไรก็ตามแนวทางทดแทนการใช้เอซิลแอลกอฮอล์ 95% ด้วยแอลกอฮอล์กลั่นนำกลับมาใช้ สามารถช่วยประหยัดการใช้เอซิลแอลกอฮอล์และลดต้นทุนค่าเอซิลแอลกอฮอล์ลงได้ค่อนข้างมาก

เอกสารอ้างอิง

- กรมศุลกากร กระทรวงการคลัง. 2545. สถิติการนำเข้า-ส่งออกสินค้า. [online] Available from <http://www.customs.go.th> (Accessed on 20 August 2012).
- ชวณิกูฐ สติติลภรณ์พิลาณี ไฉนอมสัจด์ จีราพร เชื้อกุล และปริศนา สิริอาษา. 2548. การผลิตเพกตินจากเปลือกและกากส้มเหลืองทั้ง. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 43: 469-480.
- ณรงค์ ศิริรัมย์. 2548. การสกัดและสมบัติของเพกตินจากกากฝรั่งพันธุ์กลมสวย. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต วิทยาศาสตรและเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- ณรงค์ ศิริรัมย์. 2546. การสกัดและการหาลักษณะเฉพาะของเพกตินที่ได้จากกากฝรั่ง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต วิทยาศาสตรและเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- พิเชษฐ เทบารุง. 2546. การหาปริมาณและคุณภาพของเพกตินจากใบหมาน้อย. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาสารคาม, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.
- มาริษา ไชยโอสถ. 2549. การสกัดเพกตินจากของเหลือทิ้งของขนุน. วิทยานิพนธ์ สาขาวิทยาศาสตรสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยบูรพา.
- มนตรี เรืองสิงห์. 2549. การกลั่นแอลกอฮอล์. รายงานการวิจัย ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะเกษตรศาสตร์บางพระ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก, ชลบุรี.
- ธานี ตระกูลอินทร์. 2533. ผลของโซเดียมเฮกซะเมตาฟอสเฟตและเอทิลินไดเอมีนเทตรา อะซิติกแอซิดต่อการสกัดเพกตินจากเปลือกส้มโอ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตรอาหาร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ
- รัชณี ดันตะพานิชกุล. 2544. เคมีอาหาร. สำนักงานมหาวิทยาลัยรามคำแหง, กรุงเทพฯ
- สุธิดา ทองคำ และ พูนศิริ. 2555. การสกัดเพกตินจากจาวตาล. วารสารวิทยาศาสตรแห่งมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี. 9: 3-11.
- เอกดนัย กอกิมพงษ์. 2550. การทำน้ำบริสุทธิ์. [online] Available from <http://www.thaimahal.com/index.aspx?ContentID=ContentID-070628140807656> (Accessed on 8 February 2013). Association of Official Analytical Chemist (AOAC). 1990. Official method of analysis (15thed.) Arlington Virginia. Association of official Analytical Chemist.
- Association of Official Analytical Chemist (AOAC). 1990. Official method of analysis (15thed.) Arlington Virginia. Association of official Analytical Chemist.
- Braden, A.R., Davidson, P.M. and Salminen, S. 1990. Food Additive. Marcel Dekker, Inc. New York.
- Sharma, B.R., Naresh L., Dhuldhoya N.C., Merchant and S.U. U.C. Merchant. 2006. An overview on pectin. Time Food Processing Journal., Pg. 44-51.
- Kratchanov, C., Marev, C., Kirchev, V. and Bratanoff, A. 1986. Improving pectin technology: Extraction using pulsating hydrodynamic action. Journal of Food Technology, 21:751-761.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Pagan, J. and Ibarz, A. 1999. Extraction and rheological properties of pectin from peach pomace. *Journal of Food Engineering*, 39: 193-201.
- Pagan, J., Ibarz, A. Lorca, M., Pagan, A. and Barboza-Canovas, G.V. 2001. Extraction and characterization of pectin from stored peach pomace. *Food Research International*, 24: 605-612.
- Rangana S. 1977. *Manual of Analysis of Fruit and Vegetable Products*. Tata Mc.Graw Hill-Publishing Company Limited.
- Rombouts, F.M. and W. Pilnik. 1972. Research on pectin depolymerase in the sixties. A. Literature Review. *CRC Crit. Rev. Food. Technol.* (3), 1-26.
- Rungrodmitchai S. 2011. Novel source of pectin from young sugar palm by microwave assisted extraction. *Procedia Food Science* (1), 1553-1559.
- Voragen, A.G.J., W. Pilnik, J.F. Thibault, M.A.V. Axelos and C.M.G.C. Renard. 1995. *Pectin in Food Polysaccharides and Their Application*. A.M. Stephen (ed.). Marcel Dekker, Inc., New York. PP. 287-339.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้