

วิจารณ์ผลการทดลอง

การเก็บรวบรวมยางมะละกอจากผลมะละกอดิบพันธุ์ซันก และพันธุ์โกโก้ซึ่งเป็นมะละกอดิบพันธุ์พื้นเมืองที่นิยมปลูกเพื่อเก็บผลขายในจังหวัดนครปฐม นครนายก และ นครสวรรค์ โดยการกรีดผลมะละกอ 3-4 รอยได้ยางมะละกอรวม 591.79 กรัม

การกรีดยางมะละกอพบว่าจำนวนรอยกรีดที่มากขึ้นไม่ทำให้ได้ยางมะละกอเพิ่มขึ้น แสดงว่าปริมาณยางมะละกอในผลมะละกอมิมีจำนวนจำกัด และถ้ากรีดจากผลมะละกอที่เก็บจากต้นแล้ว ปริมาณยางที่ได้จะน้อยกว่าการกรีดผลมะละกอขณะที่ยังติดอยู่กับต้น ทั้งนี้เนื่องจากการเก็บผลมะละกอจากต้นจะมีการสูญเสียยางมะละกอตรงบริเวณข้อของผล รอยกรีดไม่ควรลึกกว่า 2 มิลลิเมตร เพื่อที่รอยกรีดนั้นจะสามารถปิดสนิทได้เองไม่เกิดรอยตำหนิ ทำให้ขายผลมะละกอนั้นไปสู่ผู้บริโภคได้โดยไม่เสียราคา ก่อนการกรีดผลมะละกอควรทำความสะอาดผิวของผลมะละกอโดยล้างด้วยน้ำและเช็ดให้แห้ง เพื่อล้างฝุ่นละออง ดิน ทราย ที่ติดอยู่กับผลมะละกอเสียก่อน

นำยางมะละกอที่กรีดได้มาเก็บไว้ในตู้เย็นอุณหภูมิประมาณศูนย์องศาเซลเซียส จะเก็บยางมะละกอไว้ได้นาน โดยเอนไซม์ไม่ถูกทำลาย (Reynolds, 1990) การเก็บยางมะละกอไว้ที่ 0 องศาเซลเซียสนี้เพื่อรอเวลาสำหรับการสกัดปาเปนต่อไป

จากคุณสมบัติของปาเปนดิบที่ไม่ละลายใน 95 เปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์ (Reynolds, 1990) จึงใช้ 95 เปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์เป็นตัวแยกปาเปนดิบจากสิ่งปนเปื้อนได้ปาเปนดิบ 13.61 เปอร์เซ็นต์ของยางมะละกอ และนำมาหาแอมัลทิวิตีโดยวิธีที่กำหนดไว้ในเกณฑ์มาตรฐานของสหรัฐอเมริกา (U.S.P.XXII, 1990)

จากปาเปนดิบนำมาทำให้บริสุทธิ์โดยวิธีของ Feinz และคณะ (1960) ซึ่งใช้น้ำเป็นตัวทำละลาย นำสารละลายที่ได้มาทำไดอะลิซิส (DIALYSIS) เพื่อแยกสารปนเปื้อนที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำกว่า ออกจากปาเปนแล้วจึงนำสารละลายไปหมუნเหวี่ยงแยกเอาส่วนที่ไม่ละลายน้ำออกไปโดยใช้เครื่องหมუნเหวี่ยงความเร็วสูง อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ความเร็ว 5000 เท่าของแรงดึงดูดของโลกนาน 15 นาที นำเอาส่วนของสารละลายใสขึ้นบนไปขจัดน้ำ

ออกโดยเครื่อง Freeze dryer ได้ปาเปน 32.4 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งปาเปนที่อยู่ในรูปของผงแห้งจะมีความคงตัวดีกว่าอยู่ในรูปของสารละลาย (Feinz et al. 1960) ในระหว่างที่เก็บเอนไซม์ปาเปนนี้ไว้รอเวลาในการทดลองต่อไป แอ็คติวิตีของปาเปนที่สกัดได้มากกว่าของปาเปนดิบ (ตารางที่ 3)

แม้ว่าการทำปาเปนให้บริสุทธิ์โดยวิธีใช้น้ำเป็นตัวทำละลายจะไม่ใช่วิธีที่ได้ปาเปนมากที่สุด เมื่อเทียบกับวิธีที่ใช้การตกตะกอนปาเปนโดยโลหะหนัก แต่ก็เป็วิธีที่ทำได้ง่าย สะดวก ราคาถูก และมีความปลอดภัยในการบริโภค (Feinz et al. 1960)

การเตรียมผงทำให้เนื้อนุ่มวิธีแรกทำโดยผสมเอนไซม์ปาเปนกับส่วนประกอบอื่น ๆ โดยจะละลายเอนไซม์ปาเปนด้วยน้ำแล้วจึงนำไปผสมกับส่วนประกอบอื่น ๆ ทำให้สามารถกระจายเอนไซม์ได้ทั่วทุกส่วนของผงทำให้เนื้อนุ่ม นำไปอบในตู้อบสุญญากาศอุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมงเพื่อไล่ความชื้น ผงทำให้เนื้อนุ่มที่ได้มีสีขาวไม่จับตัวกันเป็นก้อน และไม่เกาะติดภาชนะที่บรรจุเนื่องจากการใช้ไตรแคลเซียม เบสิค ฟอสเฟตจำนวน 1 เปอร์เซ็นต์ (Shirley et al. 1958)

การเตรียมผงทำให้เนื้อนุ่มวิธีที่สองทำโดยใช้ไมโครเอนแคปซูลขึ้นเทคนิคด้วยเครื่อง Spray dryer ในขั้นแรกจะต้องละลายเอนไซม์ปาเปนด้วยน้ำ ทำให้เกิดอิมัลชัน (Emulsion) ชนิดน้ำในน้ำมัน โดยใช้ไขมันหอมระเหยที่สกัดได้จากยี่หระา โดยมีทวิน 65 (Tween 65) เป็นตัวช่วยให้เกิดอิมัลชัน นำอิมัลชันที่ได้ไปผสมกับสารละลายที่มีส่วนประกอบอื่น ๆ เพื่อให้อิมัลชันที่ได้กระจายตัวในสารละลายดังกล่าว แล้วจึงนำไป Spray dry เพื่อขจัดน้ำออกจากส่วนประกอบทั้งหมดทำให้ส่วนประกอบที่ละลายในน้ำได้แก่ แป้ง โซเดียมคลอไรด์ มาห่อหุ้มส่วนของอิมัลชัน ผงทำให้เนื้อนุ่มที่ได้มีสีขาวไม่จับตัวกันเป็นก้อน และไม่เกาะติดภาชนะบรรจุ

การเตรียมผงทำให้เนื้อนุ่มโดยใช้เครื่อง Spray dryer มีบางส่วนของผงเกาะติดอยู่ในเครื่อง ทำให้มีการสูญเสียผงทำให้เนื้อนุ่มบางส่วนไป ผลที่ได้จึงได้น้อยกว่าการเตรียมโดยวิธีแรก

การแสดงผลของการใช้เอนไซม์ปาเปนปริมาณต่าง ๆ กันในการทำให้เนื้อนุ่ม แล้ววัดค่าแรงกดเคี้ยวที่กระทำต่อเนื้อหลังจากต้มให้สุกแล้ว ค่าแรงกดเคี้ยวที่ได้เมื่อนำมาเขียนกราฟจะเห็นว่าค่าแรงกดเคี้ยวจะลดลงเมื่อปริมาณของเอนไซม์ที่เติมลงในเนื้อเพิ่มขึ้น เมื่อ

พิจารณาลักษณะภายนอกของเนื้อพบว่าเนื้อชุดที่เติมเอนไซม์ปาเปนตั้งแต่ 90 มิลลิกรัมต่อเนื้อหนัก 100 กรัมขึ้นไปมีลักษณะและ (Mushy) จนไม่เหมาะที่จะบริโภค (ตารางที่ 4) แสดงให้เห็นว่าเอนไซม์ปาเปนที่สกัดได้มีค่าแอกติวิตีในการทำให้เนื้อนุ่มได้เป็นอย่างดี เมื่อเปรียบเทียบกับสารทดลองที่ใช้ยางมะละกอในการทำให้เนื้อนุ่ม จะใช้ยางมะละกอ 0.5 กรัมต่อเนื้อ 100 กรัม เนื้อจะมีลักษณะและจนไม่เหมาะที่จะบริโภค ดังนั้นการใช้ปาเปนที่สกัดได้ในการทำให้เนื้อนุ่มสามารถใช้ในปริมาณที่น้อยกว่าใช้ยางมะละกอในการทำให้เนื้อนุ่ม (สายสนม ประดิษฐ์ดวง, 2516)

จากข้อมูลข้างต้นสามารถนำมาพิจารณาหาปริมาณของผงทำให้เนื้อนุ่มในสูตรต่าง ๆ ที่เตรียมขึ้น ที่จะใช้ในการทดสอบด้วยประสาทสัมผัสและทดสอบวัดค่าแรงกดเฉือนของเนื้อโดยเครื่อง Tensile Test Intefrace (ตารางที่ 5) สำหรับผงทำให้เนื้อนุ่มที่ซื้อมาใช้ปริมาณ 15 กรัมต่อเนื้อ 100 กรัม (สายสนม ประดิษฐ์ดวง, 2516)

ในการทดสอบคุณภาพของเนื้อที่เติมผงทำให้เนื้อนุ่มชนิดต่าง ๆ แล้วนำไปปรุงเป็นอาหารโดยการอบ จากการพิจารณาคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบโดยใช้ประสาทสัมผัส 4 อย่างคือ ลักษณะภายนอกของเนื้อ กลิ่น รส และความนุ่ม (ตารางที่ 6) พบว่าคะแนนเฉลี่ยของลักษณะภายนอกของเนื้อ และกลิ่นมีค่าวิกฤต เอฟ เท่ากับ 1.58 และ 0.68 ตามลำดับ ดังนั้นคะแนนเฉลี่ยในกลุ่มการทดสอบโดยใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 2 กลุ่มนั้น มีความแตกต่างกันในแต่ละกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) (ตารางที่ 12 และ 13)

คะแนนเฉลี่ยของรสและความนุ่มของเนื้อมีค่าวิกฤต เอฟ เท่ากับ 2.56 และ 7.51 ตามลำดับ ดังนั้นคะแนนเฉลี่ยในกลุ่มการทดสอบโดยใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 2 กลุ่มนั้น มีความแตกต่างกันในแต่ละกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 14 และ 15)

จากการทดสอบด้วยประสาทสัมผัสพิจารณาที่รสของเนื้อโดยใช้ผู้ทดสอบ 16 คนพบว่า เนื้อทดสอบกลุ่มที่ผู้ทดสอบชอบมากที่สุด เป็นกลุ่มของเนื้อทดสอบที่เติมผงทำให้เนื้อนุ่มชนิดที่เตรียมขึ้นโดยใช้ Spray dryer ในเนื้อทดสอบที่เติมผงทำให้เนื้อนุ่ม 3 กรัมต่อเนื้อ 100 กรัม กลุ่มที่ผู้ทดสอบชอบรองลงมา เป็นกลุ่มของเนื้อทดสอบที่เติมผงทำให้เนื้อนุ่มชนิดที่เตรียมขึ้นโดยผสมปาเปนกับส่วนประกอบอื่น ๆ โดยตรง ในเนื้อทดสอบที่เติมผงทำให้เนื้อนุ่ม 3 กรัมต่อเนื้อ 100 กรัม กลุ่มที่ผู้ทดสอบชอบรองลงมาอีกจะเป็นเนื้อทดสอบที่เติมผงทำให้เนื้อนุ่มที่ซื้อมาใช้ และเนื้อทดสอบที่ไม่เติมผงทำให้เนื้อนุ่มใด ๆ เลยตามลำดับ (ตารางที่ 5 และ 6)

จากการทดสอบด้วยประสาทสัมผัสพิจารณาที่ความนุ่มของเนื้อโดยใช้ผู้ทดสอบ 16 คน พบว่า เนื้อทดสอบกลุ่มที่ผู้ทดสอบให้ผลว่ามีความนุ่มมากที่สุดอยู่ในกลุ่มของเนื้อทดสอบชุดที่เติมผง ทำให้เนื้อนุ่มที่เตรียมขึ้นโดยผสมมาเป็นกับส่วนประกอบอื่น ๆ โดยตรง ในเนื้อทดสอบชุดที่เติมผงทำให้เนื้อนุ่ม 5 กรัมต่อเนื้อ 100 กรัม กลุ่มที่ผู้ทดสอบให้ผลว่ามีความนุ่มรองลงมาอยู่ในกลุ่มของเนื้อทดสอบที่เติมผงทำให้เนื้อนุ่มที่เตรียมขึ้นโดยใช้ Spray dryer ในเนื้อทดสอบชุดนี้เติมผงทำให้เนื้อนุ่ม 3 กรัมต่อเนื้อ 100 กรัม กลุ่มที่ผู้ทดสอบให้ผลว่ามีความนุ่มรองถัดลงมาอีกจะอยู่ในกลุ่มของเนื้อทดสอบที่เติมผงทำให้เนื้อนุ่มที่ซื้อมาและเนื้อทดสอบที่ไม่ได้เติมผงทำให้เนื้อนุ่มใด ๆ เลยตามลำดับ (ตารางที่ 5 และ 6)

ผลการเรียงลำดับชุดเนื้อทดสอบจากชอบมากที่สุดไปยังชอบน้อยที่สุด พบว่าในส่วนของความชอบมากที่สุด มีความชอบในชุดเนื้อทดสอบชุดต่าง ๆ กระจัดกระจายกัน แต่ในส่วนของความชอบน้อยที่สุด พบว่ามีเนื้อทดสอบชุดที่ 1 จำนวน 6 คน และเนื้อทดสอบชุดที่ 8 จำนวน 7 คนจากผู้ทดสอบทั้งหมด 16 คน แสดงว่าเนื้อทดสอบที่เติมผงทำให้เนื้อนุ่มที่เตรียมขึ้นเองทั้ง 2 วิธี ผู้ทดสอบมีความชอบมากกว่าเนื้อทดสอบที่เติมผงทำให้เนื้อนุ่มที่ซื้อมา และเนื้อทดสอบชุดที่ไม่ได้เติมผงทำให้เนื้อนุ่มใด ๆ เลย (ตารางที่ 7)

การทดสอบคุณภาพของเนื้อที่เติมผงทำให้เนื้อนุ่มชนิดต่าง ๆ โดยประสาทสัมผัสจะต้องใช้ผู้ทดสอบที่ได้รับการฝึกฝนมาเป็นอย่างดี โดยใช้ผู้ทดสอบเพียง 2 - 3 คนก็เพียงพอ (Ruth, 1962) ในการวิจัยนี้ได้ใช้นิสิตปริญญาโทของคณะเภสัชศาสตร์เป็นผู้ทดสอบ จำนวน 16 คน เนื่องจากไม่สามารถหาผู้ที่ได้รับการฝึกฝนการใช้ประสาทสัมผัสในการทดสอบคุณภาพอาหารในระหว่างทำการทดลอง จึงอาจมีความคลาดเคลื่อนในผลการทดลองได้ เนื่องมาจากความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัส ทัศนคติ สุขภาพของปากและฟันของแต่ละคนมีความแตกต่างกัน

ค่าแรงกดเฉือนเฉลี่ยของเนื้อที่ใส่ผงทำให้เนื้อนุ่มชนิดต่าง ๆ เมื่อนำค่าแรงกดเฉือนเฉลี่ยไปทดสอบทางสถิติโดยการหาค่าวิกฤต เอฟ พบว่ามีค่าเท่ากับ 73.60 ดังนั้นค่าแรงกดเฉือนเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยที่เนื้อทดสอบชุดที่ 1 และชุดที่ 8 มีค่าแรงกดเฉือนสูงมาก แต่เนื้อทดสอบชุดที่ 1 มีค่าแรงกดเฉือนสูงกว่าเนื้อทดสอบชุดที่ 8 เล็กน้อย แสดงว่าเนื้อทดสอบที่ไม่ได้เติมผงทำให้เนื้อนุ่มมีความเหนียวมากที่สุด รองลงมาจะเป็นเนื้อทดสอบที่เติมผงทำให้เนื้อนุ่มที่ซื้อมาจากห้างสรรพสินค้า (ตารางที่ 8, 9, 10 และ 18)

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างเนื้อทดสอบชุดที่เติมผงทำให้เนื้อนุ่มที่เตรียมขึ้น ในแต่ละชุดในปริมาณที่เท่ากัน พบว่า เนื้อทดสอบชุดที่เติมผงทำให้เนื้อนุ่มที่เตรียมโดยผสมปา เป็นกับส่วนประกอบอื่น ๆ โดยตรงจะมีค่าแรงกดเฉือนน้อยกว่าเนื้อทดสอบชุดที่เติมผงทำให้เนื้อนุ่มที่เตรียมขึ้นโดย Spray dryer และผงทำให้เนื้อนุ่มที่เตรียมขึ้นโดยผสมปา เป็นกับส่วนประกอบอื่น ๆ โดยตรงเมื่อเติมผงทำให้เนื้อนุ่ม 5 กรัมต่อเนื้อ 100 กรัม จะทำให้เนื้อมีความเหนียวน้อยที่สุด ผงทำให้เนื้อนุ่มที่เตรียมขึ้นโดย Spray dryer เมื่อเติมผงทำให้เนื้อนุ่ม 5 กรัมต่อเนื้อ 100 กรัม จะทำให้เนื้อมีความเหนียวน้อยรองลงมา

การทดลองโดยใช้เครื่อง Tensile Test Interface ในการทดสอบคุณภาพของเนื้อที่เติมผงทำให้เนื้อนุ่มชนิดต่าง ๆ จะบอกได้แต่เพียงว่าเนื้อนั้นมีความเหนียวมากน้อยเท่าไรเท่านั้น การที่จะบอกได้ว่าผงทำให้เนื้อนุ่มชนิดใดจะทำให้ผู้บริโภคมีความพอใจได้มากที่สุด และจะต้องใช้ผงทำให้เนื้อนุ่มในปริมาณเท่าใดที่จะมีผลทำให้ผู้บริโภคยอมรับได้มากที่สุด จะต้องทดสอบคุณภาพของเนื้อโดยใช้ประสาทสัมผัส ซึ่งในการทดลองนี้ผงทำให้เนื้อนุ่มที่ผู้ทดสอบชอบมากที่สุดคือ ผงทำให้เนื้อนุ่มชนิดที่เตรียมขึ้นโดยใช้ Spray dryer ปริมาณที่เหมาะสมก็คือ 3 กรัมต่อเนื้อ 100 กรัม ถัดมาเป็นผงทำให้เนื้อนุ่มที่เตรียมขึ้นโดยผสมปา เป็นกับส่วนประกอบอื่น ๆ โดยตรง ปริมาณที่เหมาะสมคือ 3 กรัมต่อเนื้อ 100 กรัมเช่นกัน (ตารางที่ 6)

เมื่อเก็บผงทำให้เนื้อนุ่มทั้ง 3 ชนิดไว้ในอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 90 วัน และนำมาหาค่าแฉีกตัวตีในระยะเวลาต่าง ๆ กัน เมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์การลดลงของค่าแฉีกตัวตีจากค่าเริ่มต้นในวันที่ 15, 30, 45, 60, 75 และ 90 พบว่าในช่วงเวลาดังกล่าวค่าแฉีกตัวตีของผงทำให้เนื้อนุ่มทั้งหมดลดลงตามระยะเวลาที่เก็บ โดยผงทำให้เนื้อนุ่มที่เตรียมขึ้นโดยผสมปา เป็นกับส่วนประกอบอื่น ๆ โดยตรงมีเปอร์เซ็นต์การลดลงของค่าแฉีกตัวตีที่น้อยที่สุด รองลงมาเป็นผงทำให้เนื้อนุ่มที่เตรียมขึ้นโดยใช้ Spray dryer และผงทำให้เนื้อนุ่มที่ซื้อตามลำดับ อย่างไรก็ตามผลต่างของค่าเปอร์เซ็นต์การลดลงของค่าแฉีกตัวตีในวันที่ 90 กับวันที่ 60 ผงทำให้เนื้อนุ่มที่เตรียมขึ้นโดยใช้ Spray dryer มีค่าที่น้อยที่สุด ถัดมาเป็นของผงทำให้เนื้อนุ่มที่เตรียมขึ้นโดยผสมปา เป็นกับส่วนประกอบอื่น ๆ โดยตรง และผงทำให้เนื้อนุ่มที่ซื้อตามลำดับ (ตารางที่ 20) แสดงว่าผงทำให้เนื้อนุ่มที่เตรียมขึ้นโดยการผสมปา เป็นกับส่วนประกอบอื่น ๆ โดยตรงจะมีค่าแฉีกตัวตีในการทำให้เนื้อนุ่มได้มากกว่าผงทำให้เนื้อนุ่มที่เตรียมขึ้นโดยใช้ Spray dryer ซึ่งอาจเป็นเพราะการใช้ไขมันหอมระเหยจากยี่หร่าทำให้เกิดอิมัลชันกับสารละลายของปา เป็นในขั้นแรกของการเตรียม ทำให้เอนไซม์ปา เป็นถูกปลดปล่อยมาทำปฏิกิริยากับเนื้อได้ไม่มากเท่าที่ควรจะเป็น นอกจากนี้การทดลองนี้ใช้เวลาในการทดลองเพียงแค่ 90 วัน ผลของเปอร์เซ็นต์การลดลงของค่าแฉีกตัวตีของผงทำให้เนื้อนุ่มอาจจะมีน้อยเกินไป จะเห็นว่า

ผงทำให้เนื้อมันที่เตรียมขึ้นโดยใช้ Spray dryer มีแนวโน้มที่จะมีความคงตัวดีกว่า ผงทำให้เนื้อมันที่เตรียมขึ้นโดยวิธีผสมปาเปนกับส่วนประกอบอื่น ๆ โดยตรง

การเตรียมผงทำให้เนื้อมันโดยใช้ Spray dryer จะมีการใช้ความร้อนที่สูงมาก (140 องศาเซลเซียส) ในการกำจัดน้ำออกไป ซึ่งอาจจะมีผลต่อเอนไซม์ปาเปนจึงทำให้ค่าแอสติริตีของผงทำให้เนื้อมันที่เตรียมขึ้นโดยวิธีนี้มีค่าน้อยกว่าผงทำให้เนื้อมันที่เตรียมขึ้นโดยการผสมปาเปนกับส่วนประกอบอื่น ๆ โดยตรง (ตารางที่ 18 และตารางที่ 20)

ผงทำให้เนื้อมันที่ซื้อมา ผู้ทำการทดลองไม่มีข้อมูลว่าเตรียมขึ้นมาโดยวิธีใดแต่การที่มีค่าแอสติริตี้น้อยมาก อาจเป็นผลมาจากการที่ถูกเตรียมมาเป็นเวลานานแล้ว เอนไซม์ปาเปนที่มีอยู่จึงอาจมีการเปลี่ยนแปลงจากปัจจัยต่าง ๆ เช่น อากาศ อุณหภูมิ ความชื้น จนทำให้มีค่าแอสติริตีในการวิจัยน้อยและมีความคงตัวน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับผงทำให้เนื้อมันที่เตรียมขึ้นในการวิจัยนี้ (ตารางที่ 11)