ว. เกษตรศาสตร์ (วิทย.) 25 : 318—325 (2534)

การปรับปรุงคุณสมบัติของแป้งดิบ

Improving Characteristics of Native Starch

สายสนม ประดิษฐดวง[1]
Saisanom Praditdoung

ABSTRACT

The optimum conditions in producing pregelatinized starch were studied from four different native starches manufacturing in industrial scale namely, rice starch, glutinous rice starch, tapioca starch and mung bean starch. Physical and functional properties of these pregelatinized starch were investigated and utilized as an ingredient in batter making. It was found that the highest yield obtained from these optimum conditions : clearance of the double drum dryer adjusted at 0.01 inch ; speed of rotation, 12 rpm ; steam pressure 40 lb/in^2 feeding concentrations of starch solutions were 40% for rice and tapioca starches 45% for glutinous rice starch and mung bean starch. The dried pregelatinized starch flakes were glossy, white in color and contained moisture content 7.7-10.6% water activity 0.445-0.58, and bulk density 0.305-0.450 gm/ml. Each dry pregelatinized starch absorbed 9-22 ml of water per gram. Viscosity of prepared paste was dependent on concentrations and sources of pregelatinized starches. Batters prepared from the added pregelatinized starches were more viscous, better pick up and adhesive on vegetable than those prepared from the original starches.

บทคัดย่อ

ทำการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตแป้งพรีเจลลาติไนซ์จากแป้งดิบที่ได้ทำการผลิตในระดับอุตสาหกรรมแล้ว 4 ชนิด คือ แป้งข้าวเจ้า แป้งข้าวเหนียว แป้งมันสำปะหลัง และแป้งถั่วเขียว แล้วจึงนำแป้งที่ผลิตได้มาศึกษาสมบัติทางกายภาพที่มีผลต่อการนำไปใช้ประโยชน์ พร้อมทั้งการนำไปใช้ประโยชน์เป็นส่วนผสมของแป้งชุบทอด ปรากฏผลดังนี้

สภาวะที่เหมาะสมในการผลิตแป้งพรีเจลลาติไนซ์ด้วยเครื่องทำแป้งแบบลูกกลิ้งคู่ ต้องปรับระยะห่างระหว่างลูกกลิ้ง 0.01 นิ้ว ความดันไอน้ำ 40 ปอนด์/ตารางนิ้ว และความเร็วรอบของลูกกลิ้ง 12 รอบต่อนาที ความเข้มข้นของน้ำแป้งที่ป้อนเข้าเครื่องจะแตกต่างกันตามชนิดของแป้ง คือแป้งข้าวเจ้าและแป้งมันสำปะหลังเข้มข้นร้อยละ 40

ส่วนแป้งข้าวเหนียวและแป้งถั่วเขียวเข้มข้นร้อยละ 45 แป้งพรีเจลลาติไนซ์ชนิดต่าง ๆ ที่ผลิตได้จะมีลักษณะเป็นแผ่นผงแป้งและเลื่อมมันเป็นประกาย มีความชื้นร้อยละ 7.7-10.6

ค่า water activity 0.45-0.580

ค่า bulk density 0.305-0.450 กรัมต่อมิลลิลิตร สามารถดูดซับน้ำได้ 9-22 มิลลิลิตรต่อแป้ง 1 กรัม และมีความหนืดเมื่อนำไปผสมน้ำ และความหนืดแตกต่างไปตามชนิดของแป้งและความเข้มข้น ผลของการนำไปใช้ประโยชน์โดยผสมในแป้งชุบทอดพบว่า ช่วยเพิ่มความหนืดจะประหยัดการใช้แป้งชุบได้และมีการเกาะติดสม่ำเสมอทั่วถึงดี

[1]ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

[1]Dept. of Food Science and Technology, Faculty of Agro-Industry, Kasetsart University , Bangkok 10900, Thailand.

คำนำ

จากผลการสำรวจการผลิตแป้งระดับอุตสาหกรรมในประเทศไทยของบรรษัทเงินทุนอุตสาหกรรมได้สรุปไว้ว่า มีกำลังผลิตประมาณ 700,000 ตันต่อปี แป้งมันสำปะหลังมีกำลังผลิตสูงสุดประมาณร้อยละ 60 รองลงไปคือแป้งสาลีมีกำลังผลิตประมาณร้อยละ 24 กำลังผลิตในลำดับสามคือแป้งข้าวเจ้าและแป้งข้าวเหนียวมีประมาณร้อยละ 9 ลำดับสุดท้ายคือกำลังการผลิตแป้งข้าวโพดมีประมาณร้อยละ 7 ความจริงแป้งถั่วเขียวเป็นอีกชนิดหนึ่งที่มีการผลิตแต่มักจะผลิตเพื่อใช้ทำวุ้นเส้นและก๋วยเตี๋ยวเซี่ยงไฮ้ ไม่มีจำหน่ายในรูปแป้งที่แพร่หลายนักจึงตกสำรวจไป แป้งที่กล่าวถึงนี้จัดเป็นแป้งดิบ (native starch) และเป็นผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมขั้นมูลฐานจากผลผลิตทางการเกษตร มีสมบัติเฉพาะตัวตามชนิดของแป้ง ทำให้การนำไปใช้ประโยชน์อยู่ในวงจำกัดและมีราคาต่ำ แป้งดังกล่าวสามารถนำมาปรับปรุงคุณสมบัติต่าง ๆ ให้มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ได้กว้างขวางขึ้นและสะดวกขึ้นทั้งในรูปที่จะนำไปใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร และอุตสาหกรรมอื่น ๆ อย่างเช่นประเทศสหรัฐอเมริกาที่มีการผลิตแป้งข้าวโพดเป็นหลักนั้น เขาจะจำหน่ายในรูปของแป้งดิบประมาณร้อยละ 65 ส่วนอีกร้อยละ 35 จะนำมาผลิตเป็นแป้งที่ปรับปรุงหรือดัดแปลงคุณสมบัติในรูปต่าง ๆ ที่เรียกรวม ๆ ว่า Modified starch โดยผลิตในรูปของ pregelatinized starch ถึงร้อยละ 1.8 (Jones, 1983) ประเทศไทยเราสามารถผลิตแป้งดิบได้มากมายและมีวัตถุดิบที่แตกต่างกันหลายชนิดดังที่กล่าวแล้ว จึงควรที่จะคิดดัดแปลงวัตถุดิบที่มีอยู่ให้อยู่ในรูปของผลิตภัณฑ์ขั้นทุติยภูมิให้มากขึ้นเพื่อสร้างสินค้าชนิดใหม่ และช่วยเพิ่มมูลค่าของวัตถุดิบทางการเกษตรให้สูงขึ้น และทำให้แป้งต่าง ๆ มีความเหมาะสมในการนำไปใช้สอยได้กว้างขึ้นและสะดวกขึ้น งานวิจัยชิ้นนี้จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตแป้งพรีเจลลาติไนซ์จากแป้งดิบชนิดต่าง ๆ ที่มีการผลิตในระดับอุตสาหกรรม แล้วศึกษาคุณสมบัติต่าง ๆ และการนำไปใช้ประโยชน์

การปรับปรุงคุณสมบัติของแป้งดิบ

การปรับปรุงคุณสมบัติของแป้งดิบให้เหมาะสมในการนำไปใช้ประโยชน์ได้มากขึ้นนั้นสามารถทำได้หลายวิธีดังนี้ (Glicksman, 1969)

1. อาศัยวิธีการปรับปรุงพันธุ์พืช เพื่อให้ได้พันธุ์พืชที่มีปริมาณอะไมโลสสูงขึ้นกว่าพันธุ์ที่มีอยู่ตามธรรมชาติและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างเหมาะสม

2. อาศัยวิธีการเปลี่ยนแปลงทางเคมี เป็นวิธีการปรับปรุงที่มีหลายรูปแบบขึ้นอยู่กับปฏิกิริยาเคมีที่นำมาใช้ และจากแต่ละปฏิกิริยานั้นจะให้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติเฉพาะให้ผู้ใช้สามารถเลือกได้ตามต้องการ รูปแบบของปฏิกิริยาเคมีที่นำมาใช้พอจะแบ่งได้เป็น 2 รูปแบบ คือ

2.1 อาศัยปฏิกิริยาที่ทำให้เกิดการแตกตัวของโมเลกุลของสารประกอบในเม็ดแป้ง (degradation) ในการทำให้โมเลกุลสารประกอบเม็ดแป้งแตกตัวนี้จะทำให้ต่างกันไป และให้ผลิตภัณฑ์ที่ต่างกันไป 3 แบบ ดังนี้

2.1.1 Thin-boiling starch คือแป้งที่ผ่านการปรับปรุงคุณสมบัติโดยอาศัยปฏิกิริยาการแตกตัวด้วยกรดหรือเอนไซม์ (enzyme) แป้งนี้จะมีความหนืดลดลงเมื่อนำมาผ่านความร้อน

2.1.2 Oxidised starch คือแป้งที่ปรับปรุงคุณสมบัติโดยอาศัยปฏิกิริยาการแตกตัวโดย oxidising agent

2.1.3 Dextrins เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการทำให้โมเลกุลสารประกอบในเม็ดแป้งแตกตัวโดยอาศัยความร้อนและตัวเร่งปฏิกิริยาในสภาพที่ค่อนข้างแห้ง ซึ่งจะให้ผลิตภัณฑ์ถึง 3 ชนิด ได้แก่ white dextrin, british gum, yellow dextrin หรือ canary dextrin

2.2 อาศัยปฏิกิริยาเคมีที่เรียกว่า derivatization กับสารประกอบต่าง ๆ จึงนิยมเรียกแป้งที่ปรับปรุงคุณสมบัติโดยวิธีนี้ว่า starch derivatives ซึ่งสามารถทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ได้ถึง 3 แบบ คือ starch ester, starch ether, crosslinked starch (Davidson, 1980)

3. อาศัยวิธีการแยกส่วน (fractionation) คือ การนำแป้งมาแยกเอาอะไมโลสและอะไมโลเพกตินออกจากกันเพื่อนำไปใช้ประโยชน์

4. อาศัยวิธีทางกายภาพ ผลิตภัณฑ์แป้งที่ปรับปรุงโดยวิธีนี้จะเรียกชื่อว่า pregelatinized starch หรือเรียกสั้น ๆ ว่า pregelled starch ทำได้โดยนำน้ำแป้งดิบที่มีความเข้มข้นเหมาะสมประมาณร้อยละ 40-50 ส่งเข้าเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง (drum dryer) ความร้อนจากผิวหน้าของลูกกลิ้งที่ได้จากไอน้ำจะทำให้น้ำแป้งดิบเกิดการเจลลาติไนซ์ขึ้นและขณะที่ลูกกลิ้งหมุนไปจะมีการระเหยน้ำพร้อมไปด้วย แป้งที่ได้จะมีลักษณะเป็นแผ่นบาง ๆ ฉาบอยู่บนผิวหน้าของลูกกลิ้งและถูกขูดออกโดยใบมีด แล้วจึงนำแผ่นแป้งที่ได้ไปบดเป็นผงร่อนผ่านตะแกรงตามขนาดที่ต้องการ แป้งพรีเจลลาติไนซ์ที่ได้จะมีคุณสมบัติต่างไปจากแป้งดิบ คือสามารถละลายกระจายตัวได้ในน้ำเย็น ดูดซับน้ำได้สูง ให้ความหนืดได้ทันที จึงทำให้การนำไปใช้กว้างขึ้น และสะดวกกว่าการใช้แป้งดิบ (Whistler and Paschall, 1967)

การใช้ประโยชน์แป้งพรีเจลลาติไนซ์ในอุตสาหกรรมอาหาร

การใช้แป้งพรีเจลลาติไนซ์ในอุตสาหกรรมอาหารที่นิยมสูงสุดคือเป็นส่วนผสมของอาหารที่ผลิตเพื่อง่ายต่อการรับประทาน เพียงแต่นำเอาผลิตภัณฑ์มาผสมกับน้ำหรือน้ำนมผสมให้เข้ากันโดยไม่ต้องใช้ความร้อนเลยก็นำมารับประทานได้ ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวได้แก่ instant pudding, instand soup, instant beverages นอกจากผลิตภัณฑ์ดังกล่าวยังมีการใช้แป้งพรีเจลลาติไนซ์ผสมกับเจลลาตินในขนมหวานชนิดที่ตีขึ้นฟู (whipped desserts) และสามารถใช้ในผลิตภัณฑ์เนื้อเพื่อช่วยทำหน้าที่เป็นสารเชื่อมประสาน (binder) เพื่ออุ้มน้ำและรักษาความชุ่มชื้น Graham (1977) ยังได้รายงานไว้ด้วยว่ามีการนำแป้งพรีเจลลาติไนซ์ไปใช้เป็นส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ขนมเค้กประเภท cake mixes เพื่อช่วยเพิ่มการดูดซับน้ำและอุ้มฟองอากาศได้ดีขึ้น ซึ่งมีผลทำให้เค้กนั้นมีความชุ่มชื้นดี ปริมาตรดี และยังช่วยเพิ่มความสดและลักษณะเนื้อเค้กที่สม่ำเสมอด้วย นอกจากนี้ Suderman and Cunningham (1983) ยังได้รายงานว่ามีการใช้แป้งพรีเจลลาติไนซ์ผสมลงไปในแป้งที่ใช้ชุบทอด (batter and breading) จะช่วยเพิ่มการเกาะติดกับอาหารสูงขึ้นอีกด้วย

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. ตัวอย่างแป้งต่าง ๆ ได้แก่ แป้งข้าวเจ้า แป้งข้าวเหนียว แป้งมันสำปะหลัง และแป้งถั่วเขียว

2. เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่ (double drum dryer) และเครื่องบดละเอียด

3. เครื่องวัดความหนืด (Brookfield Viscometer)

4. เครื่องวัด water activity

5. เครื่องทอดที่ควบคุมอุณหภูมิได้

6. น้ำมันที่ใช้ทอด และตัวอย่างอาหาร ได้แก่ มันเทศ ถั่วฝักยาว และกุ้ง

วิธีการ

1. ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตแป้งพรีเจลลาติไนซ์โดยใช้เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่

1.1 หาสภาวะที่เหมาะสมของช่องว่างระหว่างลูกกลิ้ง (clearance) ที่ .006, .01, 0.1 นิ้ว และอัตราเร็วที่เหมาะสมของการหมุนลูกกลิ้ง 2-14 รอบต่อนาที

1.2 หาระดับความเข้มข้นของน้ำแป้งดิบชนิดต่าง ๆ ที่เหมาะสมที่ให้ผลผลิตสูงสุด โดยนำ

แป้งตัวอย่างมาละลายน้ำที่ความเข้มข้นร้อยละ 25, 30, 35, 40, 45 (น้ำหนักต่อปริมาตร) นำเข้าเครื่องทำแห้งที่ปรับประดับแรงดันไอน้ำ 40 ปอนด์/ตารางนิ้ว ช่องว่างระหว่างลูกกลิ้งและความเร็วรอบที่เหมาะสมจากที่ศึกษาแล้ว นำไปบดร่อนผ่านตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร หาปริมาณผลผลิต

2. ศึกษาคุณสมบัติของแป้งพรีเจลลาติไนซ์ชนิดต่าง ๆ ที่ได้จากการผลิต

2.1 ลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์

2.2 หาค่าความชื้นของแป้งพรีเจลลาติไนซ์เพื่อเปรียบเทียบกับแป้งดิบ การวัดความชื้นใช้วิธีของ AOAC 14, 004 (1984)

2.3 หาค่า water activity โดยใช้เครื่อง Thermoconstanter ของ Novasina ที่ 25°ซ

2.4 หาค่า bulk density โดยใช้วิธีของ Wollermann and Makstell (1958)

2.5 หาค่าการดูดซับน้ำ (water absorption) ใช้วิธีเดียวกับการหาการดูดซับน้ำของวุ้นซึ่งปรับปรุงจากวิธีของ U.S. Pharmacopeia XVIII

2.6 หาค่าความหนืดของน้ำแป้งพรีเจลลาติไนซ์ที่ผลิตได้ระดับความเข้มข้นร้อยละ 1, 3, 5, 7, 10 โดยใช้เครื่อง Brookfield viscometer ตามวิธีของ Waldt (1960)

2.7 ศึกษาลักษณะปรากฏของน้ำแป้งพรีเจลลาติไนซ์ ทำการละลายแป้งพรีเจลลาติไนซ์ที่เข้มข้นร้อยละ 5 แล้วดูลักษณะความใสและลักษณะเนื้อสัมผัส

3. การนำไปใช้ประโยชน์

นำแป้งพรีเจลลาติไนซ์ไปผสมในสูตรแป้งชุบทอดตามสูตรมาตรฐาน (1) ประกอบด้วยแป้งข้าวเจ้า 25 กรัม แป้งมันสำปะหลัง 5 กรัม เกลือ 1.5 กรัม ไข่แดงผสมไข่ขาว 15 มิลลิลิตร น้ำปูนใส 25 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันดี วัดความหนืดด้วย Znhn Viscometer แล้วจึงนำแป้งพรีเจลลาติไนซ์จากแป้งมันสำปะหลัง (2) แป้งข้าวเหนียว (3) และแป้งถั่วเขียว (4) แทนในส่วนของแป้งมันสำปะหลังดิบ 5 กรัม แล้วเติมน้ำ ปรับให้มีความหนืดเท่ากับสูตร (1) แล้วนำไปชุบมันเทศ เผือก ถั่วฝักขาว และกุ้ง ทอดแบบ deep fry ที่อุณหภูมิ 190°ซ เพื่อศึกษาลักษณะการเกาะติดสีและเนื้อสัมผัสหลังการทอด

ผลและวิจารณ์

1. สภาวะที่เหมาะสมในการผลิตแป้งพรีเจลลาติไนซ์ด้วยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่

1.1 พบว่าจากการปรับระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งที่ 0.006 นิ้ว ในอัตราเร็วลูกกลิ้งทุกระดับจะเกิดแผ่นฟิล์มแป้งบางเกินไปร่อนเป็นผงฟุ้งกระจายเมื่อถูกใบมีดขูดส่งผลให้ได้ปริมาณผลผลิตต่ำมาก ในกรณีที่ปรับห่างเกินไปที่ 0.1 นิ้ว พบว่าเมื่อเทน้ำแป้งลงไปจะไหลผ่านช่องว่างลงไปมีส่วนที่ฉาบติดผิวลูกกลิ้งเล็กน้อย ได้ปริมาณผลผลิตต่ำเช่นกัน ส่วนอัตราเร็วการหมุนลูกกลิ้งนั้น ถ้าหากหมุนเร็วไปแผ่นแป้งจะยังชื้นมาก ถ้าหมุนช้าไปจะได้แป้งสีน้ำตาลเพราะได้รับความร้อนมากไป สภาวะเหมาะสมจากการทดลองนี้คือ

ควรปรับช่องว่างระหว่างลูกกลิ้งที่ 0.01 นิ้ว

ความเร็วรอบของการหมุนลูกกลิ้งคือ 12 รอบต่อนาที

ระดับความดันไอน้ำภายในลูกกลิ้ง 40 ปอนด์/ตารางนิ้ว

1.2 ระดับความเข้มข้นของน้ำแป้งดิบที่เหมาะสมและให้ผลผลิตสูง ปรากฏผลดังแสดงใน Table 1

จาก Table 1 จะเห็นได้ว่าการผลิตแป้งพรีเจลลาติไนซ์ภายใต้สภาวะดังกล่าวสำหรับแป้งข้าวเจ้าควรใช้น้ำแป้งที่มีความเข้มข้นร้อยละ 40 จะให้ผลผลิตสูงสุดคือร้อยละ 98.1 แป้งข้าวเหนียวควรใช้น้ำแป้งที่มีความเข้มข้นร้อยละ 35 จะให้ผลผลิตสูงสุดคือร้อยละ 96.9 แป้งมันสำปะหลังควรใช้น้ำแป้งเข้มข้นร้อยละ 40 จึงจะให้ผลผลิตสูงสุดคือร้อยละ 88.2 ส่วนแป้งถั่วเขียวควรใช้น้ำแป้งเข้มข้นร้อยละ

Table 1 The yield of pregelatinized starches at various concentrations.

Concentration of starch solution (% wt./Vol.)	Yield of pregelatinized starch (%)			
	Rice starch	Glutinous rice starch	Tapioca	Mung bean starch
25	82.0	84.2	67.2	84.0
30	87.5	93.0	73.6	87.0
35	94.7	96.9	80.2	92.1
40	98.1	93.5	88.2	85.7
45	96.0	93.0	85.0	82.6

สภาวะการผลิต : ระยะห่างระหว่างลูกกลิ้ง 0.01 นิ้ว ความดันไอน้ำ 40 ปอนด์/ตารางนิ้ว ความเร็วลูกกลิ้ง 12/รอบ/นาที

Table 2 Appearances of pregelatinized starches.

Type of Pregelatinized starch	Appearance	Color	Odor	Hand feel
rice starch	glossy flake	ivory	cooked starch	coarseness
glutinous rice starch	glossy flake	ivory	cooked starch	coarseness
tapioca	glossy flake	white	none	coarseness
mung bean starch	glossy flake	pale green	none	coarseness

35 จึงจะให้ผลผลิตสูงสุดคือร้อยละ 92.1 ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะแป้งดิบเป็นสำคัญ ที่ระดับความเข้มข้นขั้นต่ำจะให้แผ่นแป้งที่บางมากพอถูกใบมีดขูดจะปลิวเป็นละอองไม่เกาะเป็นแผ่นจึงทำให้สูญเสียไปมาก ในขณะที่น้ำแป้งมีความเข้มข้นสูงก็จะให้แผ่นแป้งที่หนาเกินไปและแห้งไม่ทันจะเกาะติดกันเป็นก้อนตรงใบมีดทำให้สูญเสียได้มาก

การผลิตแป้งพรีเจลลาติไนซ์พอจะสรุปเป็นขั้นตอนได้ดังนี้คือ

เตรียมน้ำแป้งดิบที่มีความเข้มข้นเหมาะสม
↓
เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง
↓
เครื่องบดเป็นผง
↓
เครื่องร่อนตามขนาดต้องการ
↓
บรรจุ

2. สมบัติต่าง ๆ ของแป้งพรีเจลลาติไนซ์ที่ผลิตได้

2.1 ลักษณะปรากฏของแป้งพรีเจลลาติไนซ์ชนิดต่าง ๆ ดังแสดงใน Table 2

2.2 ค่าความหนืดของแป้งพรีเจลลาติไนซ์ดังแสดงใน Table 3

จากผลการศึกษา Table 3 จะเห็นว่าแป้งพรีเจลลาติไนซ์จากข้าวเหนียวจะให้ความหนืดสูงที่สุดและที่ระดับความเข้มข้น 10% จะหนืดข้นจนเป็นแป้งเปียกจึงไม่วัดค่า ส่วนแป้งพรีเจลลาติไนซ์จากมันสำปะหลังจะมีความหนืดรองลงไป แต่ที่ระดับความเข้มข้น 3% จะมีความหนืดสูงสุด ซึ่งเหมาะสมที่จะเลือกไปใช้กับผลิตภัณฑ์ที่ต้องการความหนืดสูงแต่ใช้ปริมาณแป้งต่ำ ส่วนแป้งข้าวเจ้าจะมีความหนืดต่ำสุด ซึ่งต่างจากแป้งข้าวเหนียวที่ได้จากธัญพืชเหมือนกัน ซึ่งอาจเป็นผลมาจากความแตกต่างขององค์ประกอบของแป้งซึ่งในแป้งข้าวเหนียวจะมีส่วนของอะมิโลเพกตินสูงมาก พอจะสรุปได้ว่าความหนืดของแป้งพรีเจลลาติไนซ์จะแตกต่างกันเนื่องจากองค์ประกอบของแป้งและแหล่งที่มาของแป้งดังกล่าว

Table 3 Viscosity of pregelatinized starches at various concentrations.

Concentration of pregelatinized starch % (wt/vol)	Viscosity in centipoise			
	Rice starch	Glutinous rice starch	Tapioca	Mung bean starch
1	13.5	13.5	13	8
3	19	28	107	22
5	32	1,070	1,100	191
7	180	40,000	10,000	950
10	1,350	-	-	7,200

Table 4 Characteristics of pregelatinized and native starches.

Characteristic	Rice starch		Glutinous rice starch		Tapioca		Mung bean starch	
	Native	Pregelatinize	Native	Pregelatinize	Native	Pregelatinize	Native	Pregelatinize
moisture (%)	11.9	10.6	11.3	10.2	11.7	8.9	10.3	7.7
bulk density (gm/ml)	0.540	0.305	0.510	0.400	0.520	0.317	0.680	0.450
water absorption (gm/ml)	2.04	9.00	2.17	21.0	1.65	22.0	1.92	2.5
A_w at 25°C	-	0.536	-	0.580	-	0.537	-	0.445

Table 5 Appearances of pregelatinized starch suspension at 5% concentration.

Type of starch	Appearance	Texture
rice starch	cloudy	low viscous and colloidal fluid
glutinous rice starch	cloudy	high viscous and colloidal fluid
tapioca	clear	smooth homogenous and viscous fluid
mungbean starch	slightly cloudy	rather smooth and slightly homogenous

และจากผลความสัมพันธ์ระหว่างความหนืดและความเข้มข้นของแป้งแต่ละชนิดทำให้สามารถเลือกใช้ได้อย่างเหมาะสมตามลักษณะของผลิตภัณฑ์

จากสมบัติต่าง ๆ ดัง Table 4 จะเห็นว่าปริมาณความชื้นของแป้งพรีเจลทุกชนิดจะมีค่าความชื้นต่ำกว่าแป้งดิบเนื่องจากได้ผ่านกระบวนการทำแห้งอีกครั้งหนึ่ง ค่า bulk density ของแป้งพีเจลทุกตัวอย่างมีค่าต่ำกว่าแป้งดิบ ซึ่งค่านี้จะมีผลต่อการบรรจุ ถ้ามีค่าต่ำจะเปลืองที่บรรจุมากกว่าและมีผลต่อการลอยตัวในน้ำทำให้ยากต่อการนำมาละลายน้ำต้องอาศัยการคนเข้าช่วยจึงจะไม่จับเป็นก้อนและต้องเติมลงไปทีละน้อย สมบัติในการดูดซับน้ำของแป้งพรีเจลทุกชนิดสูงกว่าแป้งดิบมาก แป้งมันสำปะหลังจะดูดซับได้สูงสุดประมาณ 20 เท่าของแป้งดิบ ส่วนที่ดูดซับต่ำสุดคือแป้งข้าวเจ้า ซึ่งผลของการดูดซับน้ำได้ต่างไปจากแป้งดิบ นับว่าเป็นสมบัติในการนำไปใช้ประโยชน์มาก ส่วนค่า water activity (A_w) นั้นพบว่าอยู่ในระดับต่ำพอที่จะนำไปผสมอาหารที่พร้อมรับประทานได้ค่อนข้างปลอดภัยจากจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค (Troller and Christian, 1978)

2.3 ลักษณะปรากฏของน้ำแป้งพรีเจลลาติไนซ์ที่ความเข้มข้น 5% แสดงใน Table 5

3. การใช้ประโยชน์แป้งพรีเจลลาติไนซ์

จากการผสมแป้งพรีเจลลาติไนซ์ลงในแป้งชุบทอดบางส่วน พบว่าทุกสูตรต้องการปริมาณน้ำเพิ่มขึ้น เมื่อทำให้ความหนืดเท่ากันกับสูตร (1) โดยปริมาณน้ำที่เพิ่มจะแตกต่างไปตามชนิดของแป้งดังต่อไปนี้

สูตร (2) ที่ใช้แป้งมันสำปะหลังพรีเจลลาติไนซ์แทนต้องเพิ่มน้ำอีก 30 มิลลิลิตร

สูตร (3) ที่ใช้แป้งข้าวเหนียวพรีเจลลาติไนซ์แทนต้องเพิ่มน้ำอีก 22 มิลลิลิตร

สูตร (4) ที่ใช้แป้งถั่วเขียวพรีเจลลาติไนซ์แทนต้องเพิ่มได้อีก 33 มิลลิลิตร

ผลการตรวจสอบลักษณะแป้งหลังการทอดพบว่า

สูตร (1) การเกาะติดของแป้งดี สีนวลชีดขุ่นแห้ง ขาดความเลื่อมมัน ไม่พองตัว เนื้อสัมผัสนิ่ม กลิ่นรสดี

สูตร (2) การเกาะติดของแป้งน้อยกว่า (1) สีนวลใสโปร่งแสงมองเห็นสีของอาหารได้ มีความเลื่อมมัน พองตัวบ้างเล็กน้อย เนื้อสัมผัสนิ่ม กลิ่นรสดี

สูตร (3) การเกาะติดของแป้งดี สีนวลชีดใสโปร่งแสงน้อยกว่า (2) เลื่อมมัน พองตัว เนื้อสัมผัสนิ่ม กลิ่นรสมีกลิ่นแป้งสุก

สูตร (4) การเกาะติดของแป้งดี สีนวลขุ่นทึบ ผิวหนาเรียบแห้งขาดความเลื่อมมัน พองตัวดี เนื้อสัมผัสค่อนข้างนิ่ม กลิ่นรสดี

ผลของการใช้แป้งพรีเจลลาติไนซ์ในการทำแป้งชุบทอดนี้เป็นเพียงข้อมูลขั้นต้นเพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาต่อไปโดยละเอียดได้อีกมาก แต่อย่างไรก็ตามการใช้แป้งพรีเจลลาติไนซ์ผสมลงไปจำเป็นต้องเติมน้ำ ปรับความหนืดสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับที่ Dale (1983) ได้กล่าวไว้ว่า แป้งชุบทอดที่ต้องการน้ำผสมมากจะช่วยประหยัดขึ้น และปริมาณแป้งที่เกาะติดกับชิ้นอาหารก็จะต่ำกว่า ซึ่งกฎหมายบางประเทศ เช่น ในสหรัฐอเมริกาจะกำหนดไว้ชัดเจนว่าปริมาณแป้งที่ชุบหุ้มทอดในรูปแบบประต้องมีแป้งได้ไม่เกินร้อยละ 35 ส่วนในการชุบอาหารอื่น ๆ เช่น ไก่ ผักต่าง ๆ เนื้อหรือหมูจะต้องมีแป้งติดอยู่ในผลิตภัณฑ์ได้ไม่เกินร้อยละ 30 แต่บ้านเรายังไม่ได้กำหนดในเรื่องนี้ ซึ่งอาจจะทำให้ผู้บริโภคต้องบริโภคแป้งชุบมากกว่าตัวอาหารที่ชุบทอดได้

สรุป

จากผลการศึกษาพบว่าสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตแป้งพรีเจลลาติไนซ์ด้วยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่คือ ต้องปรับระยะห่างระหว่างลูกกลิ้ง 0.01 นิ้ว ความดันไอน้ำ 40 ปอนด์/ตารางนิ้ว และความเร็วรอบของลูกกลิ้ง 12 รอบต่อนาที ส่วนความเข้มข้นของน้ำแป้งชนิดต่าง ๆ ให้ผลผลิตสูงสุดนั้นแตกต่างกันบ้าง ตามลักษณะธรรมชาติของแป้ง คือ แป้งข้าวเจ้าควรใช้ความเข้มข้นของน้ำแป้งร้อยละ 40 แป้งข้าวเหนียวควรใช้น้ำแป้งที่มีความเข้มข้นร้อยละ 35 แป้งมันสำปะหลังควรใช้ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 40 และแป้งถั่วเขียวควรใช้ความเข้มข้นร้อยละ 35

สมบัติของแป้งพรีเจลลาติไนซ์ชนิดต่าง ๆ ที่ผลิตได้นั้น พบว่าเมื่อบดเป็นผงละเอียดจะมีลักษณะต่างไปจากแป้งดิบ คือมีลักษณะเป็นแผ่นผงละเอียด มีความเลื่อมมันเป็นประกายสีขาวจนถึงเหลืองอ่อน และสีเขียวอ่อนสำหรับแป้งพรีเจลลาติไนซ์จากแป้งถั่วเขียว เมื่อสัมผัสดูจะมีความนิ่มและสากมือไม่ลื่นเหมือนแป้งดิบ บางชนิดมีกลิ่นแป้งต้มสุกชัดเจน ความชื้นของแป้งพรีเจลลาติไนซ์จะลดลงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับความชื้นของแป้งดิบ พบว่าแป้งดิบจะมีความชื้นอยู่ระหว่างร้อยละ 10.3-11.9 ส่วนแป้งพรีเจลลาติไนซ์จะมีความชื้นอยู่ระหว่างร้อยละ 7.7-10.6 สำหรับค่า water activity (A_w) จะมีค่าระหว่าง 0.455-0.580 ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ค่า bluk density ของแป้งพรีเจลลาติไนซ์จะต่ำกว่าแป้งดิบ ซึ่งจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0.305-0.450 กรัมต่อมิลลิลิตร และแป้งพรีเจลลาติไนซ์จะมีความสามารถดูดซับน้ำได้สูงกว่าแป้งดิบมากถึง 10-20 เท่าตัวขึ้นกับ

ชนิดของแป้ง โดยจะสามารถดูดซับน้ำไว้ได้ระหว่าง 9-22 มิลลิลิตร ต่อแป้ง 1 กรัม แป้งมันสำปะหลังพรีเจลลาติไนซ์แล้วจะดูดซับน้ำได้สูงสุด

แป้งพรีเจลลาติไนซ์ชนิดต่าง ๆ ที่ผลิตได้สามารถกระจายตัวและพองตัวได้ในน้ำเย็นที่อุณหภูมิห้อง และให้สมบัติความหนืดข้นแตกต่างกันไปตามชนิดของแป้งและความเข้มข้น แป้งพรีเจลลาติไนซ์ทุกชนิดจะหนืดข้นมากขึ้นตามระดับความเข้นข้นของน้ำแป้ง แต่ที่ระดับความเข้มข้นต่ำความหนืดจะใกล้เคียงกันในแป้งทุกชนิด แต่แป้งมันสำปะหลังจะมีความหนืดสูงที่สุดในระดับความเข้มข้นร้อยละ 3 แต่ที่ระดับความเข้มสูงแป้งข้าวเหนียวจะให้ความหนืดข้นสูงที่สุด ซึ่งมีประโยชน์ในการเลือกนำไปใช้ ลักษณะของน้ำแป้งพรีเจลลาติไนซ์จะมีลักษณะขุ่นขาวในแป้งที่ได้จากธัญพืช ส่วนแป้งมันสำปะหลังจะมีลักษณะใสที่สุด การกระจายตัวในน้ำจะให้ลักษณะที่แตกต่างไปตั้งแต่กลืนเป็นเนื้อเดียวกัน และแยกตัวออกอย่างชัดเจนขณะที่วางทิ้งไว้

การนำแป้งพรีเจลลาติไนซ์ที่ผลิตได้ไปใช้เป็นส่วนผสมในแป้งชุบทอดนั้นพบว่าจะช่วยเพิ่มความหนืด ซึ่งจะช่วยประหยัดและลดปริมาณแป้งที่จะเกาะติดกับอาหารได้ รวมถึงทำให้การเกาะติดของแป้งสม่ำเสมอและทั่วถึงดี แต่สมบัติด้านอื่น ๆ ยังไม่ดีพอจำเป็นต้องศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมเพื่อปรับปรุงให้ดีขึ้น

อย่างไรก็ตามผลงานวิจัยเรื่องนี้พอจะสรุปได้ว่า แป้งดิบชนิดต่าง ๆ ที่ผลิตได้ในระดับอุตสาหกรรมซึ่งมีราคาถูกนั้นสามารถนำมาพัฒนาหรือปรับปรุงคุณสมบัติให้สามารถนำไปใช้ได้กว้างขึ้น โดยกระบวนการไม่ยุ่งยากนัก เปิดโอกาสให้เกิดอุตสาหกรรมขนาดย่อมขึ้นได้ เพราะเพียงแต่ใช้เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่และเครื่องบดละเอียด อีกทั้งเป็นแนวทางสร้างผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มีมูลค่าสูงขึ้น และแป้งพรีเจลลาติไนซ์แต่ละชนิดจะให้คุณสมบัติที่แตกต่างกันไปตามชนิดของแป้งดิบ สามารถเลือกนำไปใช้ได้ตามความต้องการ

เอกสารอ้างอิง

A.O.A.C. 1984. Official methods of analysis of association of official analytical chemists. 13th ed. Washington DC.

Dale, Y. 1983. Application of batters and breadings to red meats and vegetables. Batter and breading. AVI. Publishing Company, Inc. Westport, Connecticut. 223 p.

Davidson, R.L. 1980. Hand book of water-soluble gums and resins. McGraw-Hill Book Company. New York.

Glicksman, M. 1969. Gum Technology in the Food Industry. Acadamic Press. New York and London. 590 p.

Graham, H.D., 1977. Food Colloids. AVI Publishing Company, Inc. Westport, Connecticut.

Jones, S.F., 1983. The world market for starch and starch products with particular reference to tapioca starch. (TDRI)

Suderman, D.R. and Cunningham, F.E. 1983. Batter and Breading. AVI. Publishing Company Inc. Westport, Connecticut.

Troller, J. and J.H.B. Christian. 1978. Water activity and Food. Acadamic Press New York. 235 p.

Waldt, L.M. 1960. Pregelatinized starches for the food processor. J. Food Technology. 14 (1) : 50-52.

Whistler, R.E., and Paschall, E.F. 1697. Starch : Chemistry and technology. vol. II. Industrial aspects. Academic Press, New York.

Wollermann, L.A. and Makstell, E.W. 1958. Properties of pregelatinized starches. Cereal Science Today. 3 (9) : 244-246.