

พัฒนาแป้งพืชศักยภาพให้เป็น modified starch

จากรุวรรณ บางแวก

กลุ่มวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว

กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร

กรมวิชาการเกษตร

Abstract

Flour from plant are diversified in Thailand but different in chemical compositions such as starch protein oil fiber etc. These differences resulted to make many kinds of product. Each product required specific materials. Nowadays, the shortage of raw material was serious in industries such as lack of high amylose rice and mungbean for making noodles. Modified starch is essential to overcome this problem. The objective of this study was to find out the methods to make modified starch for industrial food products. During the year, 2015-16, flour of rice, raw banana, mungbean and tamarind grains were modified by various methods such as pregelatinization, chemicals (hydrochloric acid, acetic acid, enzyme protease etc.) accelerated aging. They were found that all method could change the qualities of flour, are removed protein by chemicals, reduced viscosity by aging and pregelatinization. New modified starch could be used for making many products are instant noodles, glass noodle, etc. Short processes (510 min.) for making noodles were success by using pregel in processes.

Key words: modified starch, starch, pregel, chemical, accelerated aging

บทคัดย่อ

ผลผลิตพืชที่ให้แป้งมีหลายชนิด แต่คุณสมบัติแป้งต่างกันเพราะองค์ประกอบทางเคมี เช่น แป้ง อมิโลส โปรตีน ไขมัน เส้นใย ที่ต่างกัน ซึ่งผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดต้องใช้แป้งที่มีคุณสมบัติหรือองค์ประกอบทางเคมีเฉพาะ ปัจจุบัน การขาดแคลนแป้งบางชนิดเกิดขึ้นในการผลิตระดับอุตสาหกรรม เช่น ขาดแคลนแป้งข้าวในการทำผลิตภัณฑ์เส้น ขาดแคลนสตาร์ชถั่วเขียวในการทำวุ้นเส้น ดังนั้นถ้าสามารถปรับปรุงคุณภาพแป้งพืชอื่นที่มีผลผลิตมากหรือแป้งที่ไม่มีการใช้ประโยชน์ มาเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติเพื่อให้เหมาะสมต่อการทำผลิตภัณฑ์ในระดับอุตสาหกรรม หรือทำให้ขั้นตอนในกระบวนการผลิตให้สั้นลง ก็จะได้ประโยชน์สูงสุด การทดลองนี้ จึงศึกษาหาวิธีที่จะเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติแป้งให้เหมาะสมต่อการทำผลิตภัณฑ์ในระดับอุตสาหกรรม ทำการทดลองที่ กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร ในปี 2556-57 โดยนำแป้ง

พืช คือ แป้งข้าว ถั่วเขียว ถั่วเขียว แป้งมะขาม ทำแป้งตัดแปรโดยวิธีการต่างๆ เช่น การทำให้สุกด้วยเครื่อง ต้มทราย ที่เรียกว่า ฟรีเจล การใช้สารเคมี เช่น กรดไฮโดรคลอริก โซเดียมไฮดรอกไซด์ กรดอะซิติก เอนไซม์ โปรติเอส ที่ความเข้มข้นต่างๆ เปรียบเทียบกับการล้างน้ำ และการเร่งอายุแป้งด้วยการเอาแป้งแช่น้ำ 1 ชั่วโมง แล้วเก็บในสภาพความชื้นสัมพัทธ์ 100 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 2 4 และ 6 ชั่วโมง พบว่า ทุกวิธีสามารถทำให้ แป้งเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติ คือ การใช้สารเคมีทำให้โปรตีนลดลง การเร่งอายุทำให้แป้งมีความหนืดลดลง เหมาะที่จะทำผลิตภัณฑ์เส้น และ แป้งทอดกรอบ เป็นต้น แป้งฟรีเจล จะทำให้แป้งละลายในน้ำเย็นได้โดยมี ความหนืดสูง สามารถลดขั้นตอนการแปรรูปให้สั้นขึ้น เช่น ทำผลิตภัณฑ์กึ่งสำเร็จรูป เช่น วุ้นเส้นกึ่งสำเร็จรูป ทำให้เวลาการผลิตเหลือเพียง 5-10 นาที หรือการทำผลิตภัณฑ์อาหารประเภทอื่น เช่น ซอส โจ๊กสำเร็จรูป เป็นต้น

คำหลัก: แป้งตัดแปร แป้งพืช ฟรีเจล สารเคมี เร่งอายุ

คำนำ

แป้งสามารถได้จากพืชหลายชนิด เพราะผลผลิตพืช จากส่วนเมล็ด เช่น ข้าว เดือย ข้าวโพด ถั่ว ต่างๆ จากรากสะสมอาหาร ลำต้นใต้ดิน เช่น มันสำปะหลัง มันเทศ กลอย สาคุ หรือจากผล เช่น ถั่ว จากลำ ต้น เช่น สาคุปาล์ม เป็นต้น ผลผลิตเหล่านี้จะมีส่วนประกอบหลักคือแป้ง แต่คุณสมบัติของแป้งแต่ละพืชจะ ต่างกัน เช่น ร่วน เหนียว แข็ง นุ่มและง่าย เป็นต้น ผลผลิตเหล่านี้ขณะเก็บเกี่ยวจะมีความชื้นสูงมากกว่า 25 เปอร์เซ็นต์ โดยเฉพาะประเภทมันจะมีความชื้นสูงมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ต้องรีบแปรรูปหรือนำไปใช้ ประโยชน์ เช่น มันเทศ เก็บรักษานานมากกว่า 4 วันก็จะเน่าเสียหาย ถ้าสามารถนำแป้งเหล่านี้มาทำแป้งฟลาว โดยการหันให้เป็นชิ้นเล็กๆ แล้วลดความชื้นให้เหลือประมาณ 14 เปอร์เซ็นต์แล้วนำมาบดเป็นแป้ง ก็จะทำให้ สามารถเก็บรักษาได้นานและใช้พื้นที่ในการเก็บรักษาน้อยและดูแลง่ายกว่า เหมาะสำหรับนำไปใช้ประโยชน์ใน รูปแบบต่างๆได้ต่อไป

คุณสมบัติของแป้งในการทำผลิตภัณฑ์ต่างๆ

ผลิตภัณฑ์เส้น เช่น ก๋วยเตี๋ยว ขนมจีน ต้องการแป้งที่มีปริมาณอมิโลสสูงกว่า 25% มีค่า set back หรือค่าความหนืดเมื่อแป้งเย็นตัวสูง (จากรูวรรณ, 2545)

ผลิตภัณฑ์ประเภทซอส ต้องการ แป้งที่ข้น ไม่เหนียว ไม่ตกตะกอน

ผลิตภัณฑ์ทอดกรอบ ต้องการแป้งที่เหนียว พองตัว อมิโลสต่ำ

เป็นต้น

แป้งพืชมีมากมายหลายชนิด มีผลผลิตมากในแต่ละฤดู เช่น มันสำปะหลัง มันเทศ ถั่วดิบ เผือก เดือย เป็นต้น แต่แป้งพืชเหล่านี้มีลักษณะบางอย่างที่ยังไม่สามารถทำผลิตภัณฑ์ในอุตสาหกรรมได้ เช่น ผลิตภัณฑ์เส้น ประเภท ก๋วยเตี๋ยว ขนมจีน เส้นหมี ผลิตภัณฑ์เหล่านี้ต้องการแป้งที่มีอมิโลสสูง แป้งแข็ง ร่วน แต่จะมีความเหนียวเมื่อแป้งเย็นตัว ซึ่งโดยทั่วไปจะใช้แป้งข้าวเจ้าที่มีความแข็งร่วน ซึ่งเป็นพันธุ์พื้นเมืองนาปี แต่ปัจจุบันข้าวประเภทยี่มีพื้นที่ปลูกน้อยมาก แต่มันสำปะหลังจะมีผลผลิตมาก ราคาต่ำ แต่ไม่มีคุณสมบัติที่จะ

ทำผลิตภัณฑ์เส้นดังกล่าวได้ ถ้าสามารถหาวิธีการที่จะเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติแป้งมันสำปะหลังที่มีความหนืดสูง ให้เป็นแป้งที่มีความแข็งมากขึ้น ก็จะสามารถนำแป้งมันสำปะหลังที่มีอยู่มาใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น

ผลิตภัณฑ์ในระดับอุตสาหกรรมที่น่าสนใจ เช่น ขนมอบกรอบ ซอสปรุงรส (seasoning) สารที่ให้ ความข้น เป็นต้น

สตาร์ชดัดแปร (modified starch) หมายถึงสตาร์ช (starch) ที่ได้จากการนำสตาร์ชธรรมชาติ (native starch) มาผ่านกรรมวิธีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้าง ทำให้มีสมบัติเปลี่ยนไปตามที่ต้องการ เช่น ความหนืด (viscosity) ลดลง คงตัวต่อความร้อน กรด และแรงเฉือน กรรมวิธีการผลิตสตาร์ชดัดแปรโดยวิธีทางเคมี กายภาพ เอนไซม์ หรือโดยจุลินทรีย์

สตาร์ชที่นำมาใช้แปรรูปเป็นสตาร์ชดัดแปร ได้แก่ สตาร์ชจากมันสำปะหลัง (tapioca starch) สตาร์ช ข้าวโพด สตาร์ชข้าวเจ้า

ชนิดของสตาร์ชดัดแปร

1. สตาร์ชดัดแปรด้วยกระบวนการทางเคมี เป็นสตาร์ชดัดแปรส่วนใหญ่ที่มีการผลิตและใช้ในระดับอุตสาหกรรมเป็นสตาร์ชที่ผ่านการดัดแปรโครงสร้างด้วยกระบวนการทางเคมีมีหลายชนิด ขึ้นกับชนิดของ สารเคมีที่ใช้ และระดับการดัดแปร (degree of substitution, DS) เช่น

- สตาร์ชไฮดรอกซีโพรพิล (hydroxypropyl starch)
- สตาร์ชครอสลิง (cross-linked starch)
- สตาร์ชแอซีเตต (acetate starch)
- สตาร์ชคาร์บอกซีเมทิล (carboxymethyl starch) เป็นต้น

2. สตาร์ชดัดแปรทางกายภาพ (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และ นิธิยา รัตนพานนท์ (สืบค้นเมื่อ 24 มกราคม 2558) เป็นการทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโดยทำให้โครงสร้างโมเลกุลภายในเม็ดสตาร์ช เกิดการเปลี่ยนแปลง แต่ใช้พลังงานความร้อน หรือพลังงานจลน์หรือทั้ง สองอย่างประกอบกัน เมื่อโครงสร้างโมเลกุล ภายในเม็ดสตาร์ชได้ถูกเปลี่ยนแปลงไป สมบัติของสตาร์ชก็เปลี่ยนไปเช่นกัน สตาร์ชในกลุ่มนี้ ได้แก่

- สตาร์ชพรีเจลาติไนซ์ (pregelatinized starch)
- Granular cold water soluble starch
- Annealing starch
- Heat treatment starch
- Mechanical milling starch

แป้งของพืชต่างชนิดกันจะมีองค์ประกอบทางเคมี เช่น คาร์โบไฮเดรท โปรตีน ไขมัน เส้นใย และ คุณภาพของแป้ง เช่น ปริมาณอมิโลส ความหนืด การพองตัว อัตราการดูดน้ำต่างกัน คุณสมบัติดังกล่าวมีผล ต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์ เช่น ความนุ่ม ความแข็ง การพองฟู ของผลิตภัณฑ์ เป็นต้น

การทดลองนี้ มีวัตถุประสงค์ เพื่อหาวิธีทำแป้งตัดแปรจากแป้งพืชชนิดต่างๆ เพื่อเพิ่มศักยภาพในการนำแป้งพืชที่มีมาใช้ประโยชน์ได้หลากหลายขึ้น

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

- แป้งพืชชนิดต่างๆ คือ ข้าว ข้าวโพด เต๋อย ถั่วเหลือง ถั่วเขียว เป็นต้น
- สารเคมี เช่น กรดน้ำส้ม กรดอะซิติก กรดไฮโดรคลอริก โซเดียมไฮดรอกไซด์ เป็นต้น
- เครื่องชั่งตวงวัด 4 ตำแหน่ง
- เครื่องตรึงทราย
- ปีกเกอร์
- ตัวกรองสารละลาย
- อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิได้ (water bath)
- แท่งแก้วคน
- เต้าไฟฟ้า
- centrifuge

วิธีการ

นำแป้งพืชชนิดต่างๆ เช่น มันเทศ มันสำปะหลัง เผือก ถั่วเหลือง ถั่วเขียว ถั่วลิสง เป็นต้น มาพัฒนาเป็นแป้งตัดแปร ด้วยวิธีต่างๆ คือ

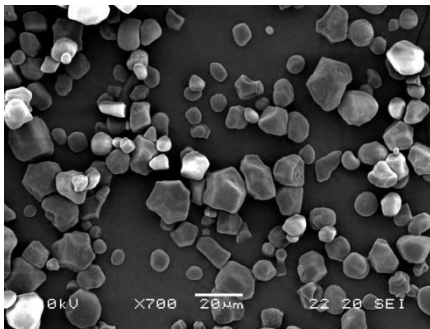
1. ใช้ความร้อน ทำให้แป้งสุกด้วยเครื่องตรึงทราย โดยนำแป้งผสมน้ำในสัดส่วน 30:100 กรัมแป้ง:น้ำ นำแป้งที่ได้บดให้ละเอียดขนาดผ่านรูตะแกรงขนาด 120 mesh
2. โดยการใช้สารเคมี ปี 2555 นำแป้งใส่น้ำกวนให้สุกแล้วนำสารเคมี 4 ชนิด คือ 0.2M กรดอะซิติก 35% กรดไฮโดรคลอริก 50 mM โซเดียมไฮดรอกไซด์ และ เอนไซม์แอลฟาอะไมเลส
3. โดยการใช้ วิธีเร่งอายุ (accelerated aging) นำแป้งถั่วลิสงน้ำว่าใส่ในภาชนะที่มีความชื้นสัมพัทธ์ 100 เปอร์เซ็นต์ นำไปอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลาต่างๆ คือ 2 4 และ 6 ชั่วโมง แล้วนำแป้งที่ได้ลดความชื้นที่ 50 องศาเซลเซียส จนแป้งแห้งความชื้นประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์

นำแป้งที่ได้ในทุกรวิธี ไปทดสอบคุณสมบัติ เช่น ความหนืดแป้ง ปริมาณอมิโลส เป็นต้น เมื่อได้แป้งที่มีคุณภาพเปลี่ยนแปลงไป นำไปทำผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมกับคุณภาพแป้ง

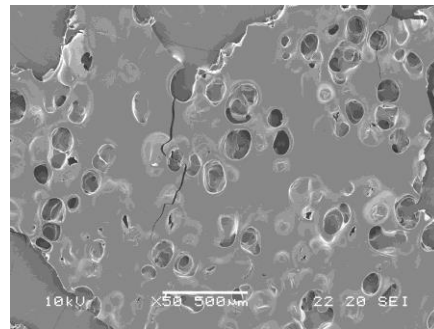
ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

แป้งตัดแปรจากการใช้ความร้อนทำให้แป้งสุก (gelatinization)

แป้งสุกจากเครื่องดรัมมร่าย ทำให้แป้งสุก เกิด pregelatinized เรียก แป้งตัดแปร หรือ แป้งพรีเจล แป้งที่ได้จะมีคุณสมบัติต่างจากแป้งเดิม คือ แป้งเดิมจะไม่ค่อยละลายในน้ำ เนื้อแป้งจะแขวนลอยในน้ำ ทำให้สุก โดยการกวนและให้ความร้อน จะเกิดเป็นแป้งเจล ส่วนแป้งพรีเจลจะสามารถละลายในน้ำที่อุณหภูมิห้องทำให้ แป้งละลายได้มีลักษณะเป็นเจล จากการนำแป้งพรีเจลไปส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน (Scanning Electron Microscope: SEM) เม็ดแป้งปกติจะเห็นเป็นเม็ดๆ ส่วนแป้งพรีเจลเม็ดแป้งถูกทำลายด้วยความร้อน ดังภาพที่ 1



ก.



ข.

ภาพที่ 1 ภาพถ่ายเม็ดแป้งจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน ก. เม็ดแป้งข้าวโพดปกติ ข. เม็ดแป้งข้าวโพดพรีเจล

แป้งตัดแปรจากการเร่งอายุ (Accelerated aging)

การเร่งอายุโดยการนำแป้งมาอยู่ในสภาพเร่งอายุ (aging) คือ ความชื้นแป้งสูงหรืออิมตัวด้วยน้ำด้วยการแช่น้ำเป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วให้อยู่ในสภาพความชื้นสัมพัทธ์ 100 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลานานต่างกัน คือ 2 4 และ 6 ชั่วโมง พบว่า วิธีการเร่งอายุไม่ได้ทำให้ปริมาณโปรตีนเปลี่ยนแปลง แต่มีผลต่อปริมาณอมิโลส ถ้าใช้เวลานานในการเร่งอายุนานขึ้น จะทำให้แป้งมีปริมาณอมิโลสต่ำลง (ตารางที่ 1) อาจเป็นเพราะวิธีการเร่งอายุ สภาพความชื้นของแป้งและความชื้นสัมพัทธ์จะกระตุ้นให้เอนไซม์อมิโลสในแป้งช่วยย่อยสายของโมเลกุลแป้ง ทำให้สายโมเลกุลแป้งเปลี่ยนแป้งสั้นขึ้น จึงทำให้ปริมาณอมิโลสสูงขึ้น ทำให้แป้งมีความแข็งขึ้นเมื่อนำไปทำผลิตภัณฑ์ เช่นเดียวกับ ข้าวเก่าจะมีความแข็งและร่วนมากกว่าข้าวที่เก็บเกี่ยวใหม่ๆ แต่เมื่อเร่งอายุเป็นเวลานานขึ้น แป้งจะถูกย่อยเป็นน้ำตาลมากขึ้น ปริมาณแป้งหรืออมิโลสจะลดลง ดังนั้น การเร่งอายุจะทำให้คุณภาพแป้งเปลี่ยนแปลง แป้งจะมีความแข็งมากขึ้น แต่ต้องคำนึงถึงระยะเวลาการเร่งอายุที่เหมาะสมด้วย

ตารางที่ 1 องค์ประกอบทางเคมีของแป้งดัดแปร (modified starch) เมื่อทำการเร่งอายุ

ชนิดแป้ง	กรรมวิธี	โปรตีน (%)	อมิโลส (%)
กล้วยน้ำว้าดิบ	Aging 2 ชั่วโมง	2.51	35.86
	Aging 4 ชั่วโมง	2.51	34.23
	Aging 6 ชั่วโมง	2.75	32.87
	ไม่ได้เร่งอายุ	2.75	30.07

การเร่งอายุ จะทำให้คุณภาพความหนืดแป้งเปลี่ยนแปลง เช่นทำให้แป้งมันเทศมีความหนืดเพิ่มขึ้น (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ความหนืดแป้งมันเทศที่ผ่านการเร่งอายุ

พืช	ความหนืดสูงสุด (BU)	ค่า set back
แป้งสตาร์ชมันเทศ	144.33	67.33
แป้งสตาร์ชมันเทศ AA	165.00	81.67

ความร้อนจะทำให้คุณภาพแป้งเปลี่ยนไป เช่น แป้งมะขามสด (แป้งมะขามปกติ1) จะมีความหนืดสูงสุดสูงมาก (1275 BU) และมีเมือก ทำให้แป้งมีความหนืดสูงเกินไป เมื่อนำไปคั่ว (ให้ความร้อน) จะทำให้ความหนืดสูงสุดลดลง (610 BU) และเมื่อนำไปเร่งอายุ จะทำให้ความหนืดสูงสุดลดลงมากขึ้น (510 และ 493 BU) (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 คุณภาพที่เปลี่ยนแปลงเมื่อแป้งมะขามผ่านการคั่ว และเร่งอายุ

ชนิดแป้ง	ความหนืดสูงสุด (BU)	ค่า set back
แป้งมะขามปกติ #1 ไม่ได้คั่ว	1275	498
แป้งมะขามปกติ #1 เร่งอายุ 2 ชม.	510	542
แป้งมะขามปกติ#2คั่ว 160 องศาเซลเซียส	610	542
แป้งมะขาม# 2 เร่งอายุ 2 ชม.	493	511
แป้งมะขามปกติ #3 คั่ว 150 องศาเซลเซียส	955	648
แป้งมะขามปกติ #3 เร่งอายุ 2 ชม.	720	637
แป้งมะขามปกติ #4 คั่ว 140 องศาเซลเซียส	841	571
แป้งมะขามปกติ#4 เร่งอายุ 2 ชม.	509	590

แป้งตัดแปรจากการใช้สารเคมี

พบว่า แป้งกล้วยเมื่อใส่สารต่างๆ คือ กรดซัลฟูริก มีฤทธิ์เป็นกรดแก่ กรดอะซิติก มีฤทธิ์เป็นกรดอ่อน สารโซเดียมไฮดรอกไซด์ มีฤทธิ์เป็นด่าง ใสในแป้งกล้วย แล้วแป้งจะมีคุณสมบัติต่างไปจากแป้งเดิม เช่น ปริมาณอมิโลส ความหนืดสูงสุด ค่า set back หรือค่าความต่างระหว่างค่าความหนืดสูงสุดและความหนืดที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ลดลง

เมื่อนำกรดใสในน้ำแป้งสุก กรดจะย่อยแป้งทำให้เซลเม็ดแป้งได้รับความเสียหาย มีผลทำให้คุณภาพแป้ง เช่น ความหนืดลดลง

เมื่อนำแป้งพลาเว 20 กรัม เติมน้ำ 100 มล. เติมสารต่างๆ ตามกรรมวิธี 400 μ l พบว่า วิธีการใช้สารต่างๆ ทำให้ปริมาณโปรตีนลดลงเหมือนกับวิธีกำจัดโปรตีนโดยการล้างน้ำแป้งหลายๆ ครั้ง เช่นเดียวกับที่ใช้ในวิธีการทำแป้งสตาร์ชโดยทั่วไป แต่การใช้สารเคมีจะใช้เวลาสั้นกว่า การล้างน้ำเพื่อเอาโปรตีนที่เกาะอยู่ที่ผิวเม็ดแป้งให้หลุดออก แล้วล้างออกด้วยน้ำทำให้ปริมาณโปรตีนลดลง (ตารางที่ 4)

การใช้สารเคมี เช่น โซเดียมไฮดรอกไซด์ กรดอะซิติก ความเป็นกรดแก่และด่างแก่ อาจย่อยส่วนต่างๆของเม็ดแป้งจนหมด ส่วนเอนไซม์โปรตีเอส ย่อยโปรตีนทำให้ปริมาณโปรตีนลดลงได้ จึงทำให้คุณภาพแป้งเปลี่ยนไป

กรดไฮโดรคลอริก ไม่ทำให้โปรตีนลดลง อาจเป็นเพราะกรดไฮโดรคลอริก มีฤทธิ์แรงมากในการย่อยแป้ง แต่ไม่ย่อยโปรตีน

ตารางที่ 4 กรรมวิธีต่างๆ เพื่อกำจัดโปรตีนจากแป้งพลาเวกล้วยเขียว

กรรมวิธี	โปรตีน
ล้างน้ำ	5.07
HCl 35% 400 μ l	11.37
50mM NaOH	5.86
0.2 M CH ₃ COOH	8.22
เอนไซม์ protease	7.28

การใช้กรดอะซิติก ที่ความเข้มข้นต่างๆ คือ 0.1 0.2 0.3 และ 0.4% ไม่ทำให้ความหนืดแป้งสูงสุดและค่า set back ของแป้งกล้วยเขียว และแป้งกล้วยน้ำว้า แตกต่างจากแป้งปกติ (ตารางที่ 5)

การใช้น้ำส้มสายชูที่ความเข้มข้นต่างๆ ซึ่งมีฤทธิ์เป็นกรดอ่อนก็ไม่สามารถกำจัดโปรตีนได้ (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 5 คุณภาพแป้งข้าวเขียว และ กล้วยน้ำว่า เมื่อใช้กรดอะซิติกที่ความเข้มข้นต่างๆ

พืช	กรรมวิธี	ความหนืด สูงสุด (BU)	ค่า break down (BU)	ค่า set back (BU)
แป้งข้าวเขียว	กรดอะซิติก 0.1%	214.0	32.0	105.5
	กรดอะซิติก 0.2%	209.0	32.5	100.5
	กรดอะซิติก 0.3%	212.5	37.0	98.5
	กรดอะซิติก 0.4%	208.5	37.0	98.0
	แป้งปกติ	215.5	32.5	106.5
กล้วยน้ำว่า	กรดอะซิติก 0.1%	1102	144.5	491.5
	กรดอะซิติก 0.2%	1102.5	164.0	516.0
	กรดอะซิติก 0.3%	1105.5	186.5	524.0
	กรดอะซิติก 0.4%	1143.0	192.0	473.5
	แป้งปกติ	1125.5	196.0	519.5

ตารางที่ 6 คุณภาพแป้งข้าวเขียว เมื่อใช้น้ำส้มสายชูที่ความเข้มข้นต่างๆ

พืช	กรรมวิธี	ปริมาณโปรตีน (%)
ข้าวเขียว	น้ำส้มสายชู 5 มล./น้ำ 495 มล.	9.62
	น้ำส้มสายชู 10 มล./น้ำ 490 มล.	12.00
	น้ำส้มสายชู 15 มล./น้ำ 485 มล.	13.17
	น้ำกลั่น	5.36

การนำแป้งตัดแปรไปใช้ประโยชน์

แป้งพรีเจล จากลักษณะแป้งพรีเจลที่ละลายได้ในน้ำเย็น มีความหนืดสูงจึงสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ เช่น

1.ลดขั้นตอนการปรุงอาหาร เช่น การทำวุ้นเส้นสำเร็จรูป ขนมจีนสำเร็จรูป สามารถนำแป้งพรีเจลผสมสตาร์ชข้าวเขียว แล้วนำไปนวดในเครื่องนวดแป้ง จนแป้งเป็นก้อนกลมไม่ติดภาชนะ นำไปละลายน้ำ แล้วนำไปทอดในตะแกรง กดให้เป็นเส้นลงในน้ำร้อน เส้นสุกถอยนำไปแช่ในน้ำเย็น 2-3 ครั้ง จะได้วุ้นเส้นสด โดยใช้เวลา เพียง 5-10 นาที เท่านั้น เทียบกับวิธีการเดิมใช้เวลา ประมาณ 4-5 ชั่วโมง เช่นเดียวกับการนำ

แป้งพรีเจลไปทำขนมจีน (จารุวรรณ, 2550) เปรียบเทียบขั้นตอนในภาพที่ 1 หรืออาหารประเภทกวน เช่น ลอดช่อง ขนมชั้น เป็นต้น ซึ่งเดิมต้องใช้เวลาานมากกว่า 3 ชั่วโมง ขนมสามารถเก็บได้นานกว่าการทำแบบกวน

2. สามารถทำอาหารประเภทอาหารสำเร็จรูป เช่น โจ๊ก เครื่องดื่มขงละลายทันที สามารถใส่น้ำร้อนและต้มได้เลย เช่น น้ำขิงผง เป็นต้น สามารถชงด้วยน้ำร้อน

3. สามารถทำเป็นอาหารสำเร็จรูป เช่น เฟลค ซึ่งเป็นอาหารที่กรอบรับประทานกับนม ได้ทันที แป้งที่มีโปรตีนลดลง

การเร่งอายุแป้ง จะทำให้เนื้อแป้งมีความแข็งมากขึ้น จึงสามารถนำไปทำผลิตภัณฑ์เส้นได้ เช่น เส้นก๋วยเตี๋ยว แป้งทอดกรอบ ทำขนมเช่น แป้งทอดกรอบ เป็นต้น

สรุปผลการทดลอง

วิธีการที่จะทำให้คุณภาพแป้งเปลี่ยนแปลงไป หรือเป็นแป้งดัดแปร (modified starch) สามารถทำได้โดยใช้ความร้อนทำให้แป้งสุก การเร่งอายุ หรือการใช้สารเคมี เช่น กรดแก่ กรดอ่อน ด่าง เอนไซม์ การใช้สารชนิดใดขึ้นอยู่กับคุณภาพแป้งที่ต้องการ

การใช้น้ำส้มสายชูซึ่งเป็นสารประเภทกรดอ่อนที่ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ แต่มีฤทธิ์อ่อนมากที่จะเปลี่ยนคุณภาพแป้ง

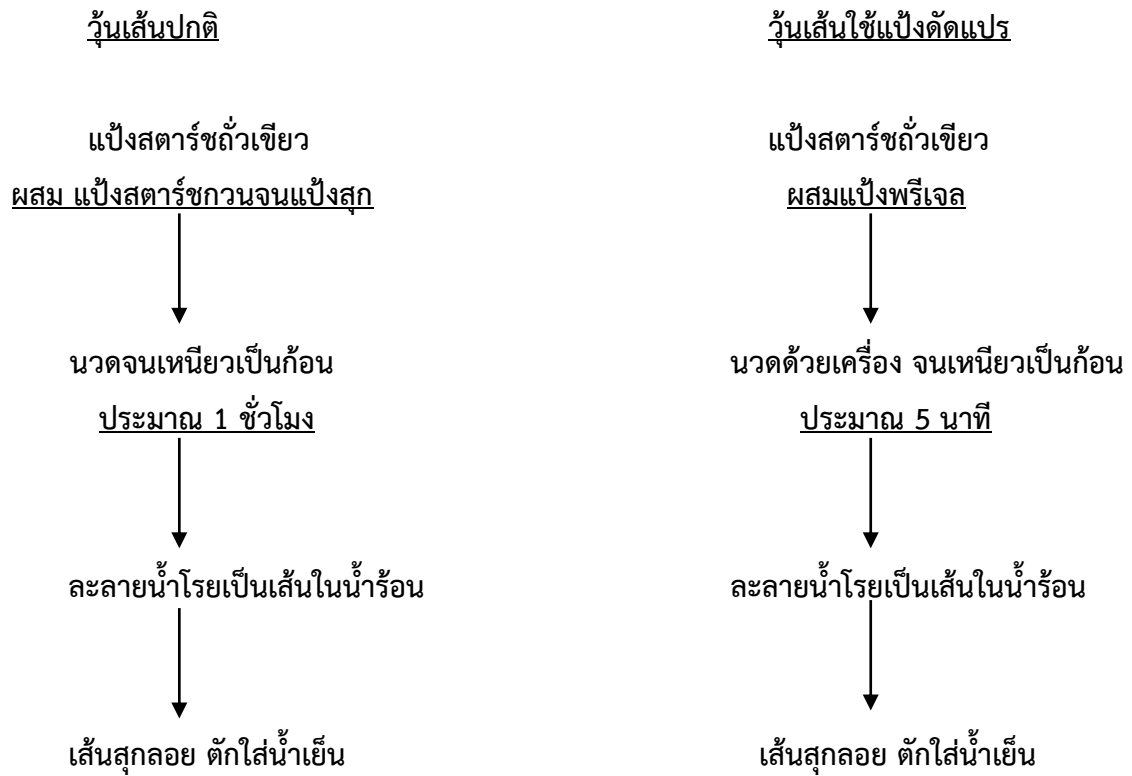
เอกสารอ้างอิง

จารุวรรณ บางแวก. 2547. แป้งขนมจีนกึ่งสำเร็จรูป. กสิกร กรมวิชาการเกษตร. 77(4): 94-95.

จารุวรรณ บางแวก. 2545. ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพขนมจีน. การประชุมวิชาการ ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี. 28 กุมภาพันธ์ -1 มีนาคม 2545. ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี รังสิต นครนายก. หน้า 336-346.

ผศ. ดร. พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และ ดร. นิธิยา รัตนานนท์. Modified starch/สตาร์ชดัดแปร. Food Network Solution. <http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/502/modified-starch->

<http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/502/modified-starch-%E0%B9%81%E0%B8%9B%E0%B9%89%E0%B8%87%E0%B8%94%E0%B8%B1%E0%B8%94%E0%B9%81%E0%B8%9B%E0%B8%A3> สืบค้นเมื่อ 24 มกราคม 2558.



ภาพผนวก 1 เปรียบเทียบขั้นตอนการทำวุ้นเส้นแบบปกติ และแบบใช้แบ่งตัดแปรรูป