**การใช้แป้งข้าวเจ้าทดแทนแป้งสาลีในการผลิตแป้งชุบทอด** Substitution of Wheat Flour by Rice Flour in Tempura Mixes

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ละอองวรรณ ศรีจันทร์1

Received: October, 2007; Accepted: March, 2008

บทคิดย่อ

ได้พัฒนาสูตรแป้งซุบทอดโดยนำแป้งข้าวเจ้าและแป้งมันสำปะหลังมาทดแทนแป้งสาลี วางแผน การทดลองแบบ Mixture Design ศึกษาตัวแปร 3 ตัวแปร ได้แก่ แป้งข้าวเจ้า แป้งสาลีและแป้งมันสำปะหลัง ในลัดส่วนที่ต่างกัน พัฒนาสูตรจำนวน 3 ครั้ง พบว่าการเพํ่มปริมาณแป้งมันสำปะหลังจะมีผลทำให้การพองตัว และความกรอบของแป้งลดลงและมีการดูดซึมนํ้ามันมากขึ้น แป้งข้าวเจ้ามีผลต่อการให้ความกรอบ เมื่อพัฒนา ครั้งที่ 3 พบว่าสามารถใช้แป้งข้าวเจ้าได้ในลัดส่วนที่สูงกว่าแป้งสาลีโดยใช้แป้งข้าวเจ้าได้ถึงร้อยละ 58 ของแป้ง ทั้งหมด อย่างไรก็ตามการใช้แป้งข้าวเจ้าในปริมาณที่สูงขึ้นจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีความแข็งมากขึ้น ดังนั้นจึง ได้ทดลองเสริมโปรตีนไข่ขาวผงและโปรตีนถั่วเหลืองลงไป เพี่อเพิ่มความอ่อนนุ่มและเพิ่มคุณค่าทางอาหาร แก่ผลิตภัณฑ์ โดยเติมในปริมาณร้อยละ 2-5 จากผลการทดลองพบว่าการเติมโปรตีนถั่วเหลืองให้การพองตัว ที่ดีกว่าโปรตีนไข่ขาว และระดับโปรตีนถั่วเหลืองในผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับทางประสาท สัมผัสสูงที่สุดคือ ร้อยละ 4 นอกจากนี้ได้มีการทดลองใช้แป้งข้าวเจ้าดัดแปร โดยวิธีพรีเจลาติไนซ์ (Pregelatinization) และแบบเชื่อมข้าม (Cross-link) เพี่อช่วยเพิ่มคุณลักษณะด้านการเกาะตัวของแป้งกับ วัตถุดิบที่ใช้ซุบทอด โดยใช้ทดแทนแป้งข้าวเจ้าธรรมดา 4 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 25,50,75 และ 100 พบว่า แป้งข้าวเจ้าดัดแปรแบบพรีเจลาติไนซ์จะมีการยึดเกาะที่ดีกว่าและสามารถดูดนํ้าได้ดีกว่าแป้งเชื่อมข้าม และการทดแทนในระดับร้อยละ 25 จะให้คุณลักษณะด้านการยึดเกาะที่ดีกว่าการทดแทนในระดับที่สูงกว่า

คำสำคัญ : แป้งซุบทอด แป้งข้าวเจ้า แป้งพรีเจลาติไน8ร’ แป้งเชื่อมข้าม โปรตีนไข่ขาวผง โปรตีนถั่วเหลือง ABSTRACT

Substitution of wheat flour by rice flour and cassava flour in tempura mixes was studied by Mixture Design. There were 3 factors in this study : The ratio of rice flour, wheat flour and cassava flour. After 3 studied by Mixture Design, it showed that cassava flour decreased product expansion and crispiness, but increased oil absorption. Rice flour increased crispiness and texture. The maximum amount of rice flour in the mixture was 58%, but the more rice flour was added the more hardness occurred. Addition of soy protein and egg albumen in the mixture was studied at the level of 2-5% to improve hardness. The results showed that soy protein and egg albumen can improve texture of the battered products but soy protein is better than egg albumen. The substitution of modified rice flour: pre-gelatinized and cross-linked flour to rice flour in the mixture was also studied at the level of 25,50,75

1. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตนครศรีธรรมราช



and 100% to improve batter and meat adhesion. It revealed that pre-gel starch was better than cross­linked starch in water absorption, adhesion to the pieces of chicken and more viscous. The best level of substitution was 25%

Keywords: tempura mixes, rice flour, pre-gelatinized starch, cross-linked starch, egg albumen, Soy protein

บทนำ

ข้าวเจ้าเป็นพืชเศรษฐกิจของประเทศไทยมาเป็นเวลานานแล้ว แป้งข้าวเจ้าเป็นผลผลิตจาก การแปรรูปข้าวประเภทหนึ่ง ซึ่งมีการนำมาใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ มาเป็นเวลานานแล้วเซ่นเดียวก้น อย่างไร ก็ตาม พบว่าการนำแป้งข้าวเจ้าไปใช้ประโยชน์ยังขาดการพัฒนาให้เกิดประโยชน์สูงสุดหรือเพํ่มมูลค่าให้มากขึ้น ในขณะเดียวก้นในแต่ละปีประเทศไทยยังนำเข้าแป้งสาลีจากต่างประเทศเข้ามาใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆจำนวนมาก เมี่อเปรียบเทียบราคาแป้งข้าวเจ้ากับแป้งข้าวสาลีแล้ว พบว่าแป้งสาลีมีราคาแพงกว่าแป้งข้าวเจ้า 2­

1. เท่าตัว หากมีการนำแป้งข้าวเจ้ามาพัฒนาใช้ในอุตสาหกรรมอาหารของประเทศไทยให้มากขึ้น ก็จะเป็น การลดต้นทุนการผลิต ใช้ผลผลิตในประเทศให้เกิดประโยชน์สูงสุด และลดการนำเข้าแป้งสาลีจากต่างประเทศลง ในปัจจุบันพบว่าผลิตกัณฑ์ที่มีการบริโภคค่อนข้างมากและใช้แป้งเป็นองค์ประกอบหลักที่น่าสนใจ คือ ผลิตกัณฑ์แป้งผสมซุบทอด เซ่น ไก่ กุ้ง ปลาหรือเนื้อสัตว์ประเภทต่างๆซุบแป้งทอด ซึ่งมักมีการใช้แป้งสาลี เป็นส่วนผสมหลัก หากมีการนำแป้งข้าวเจ้าไปทดแทนแป้งสาลีให้มากขึ้น ก็จะเป็นการเพํ่มมูลค่าผลผลิตข้าวเจ้า ซึ่งมีผลต่อเนึ่องถึงเกษตรกรผู้ผลิตข้าวเจ้าในประเทศ และส่งเสริมอุตสาหกรรมการผลิตแป้งข้าวเจ้า ในประเทศให้ขยายตัวได้ดีขึ้น ซึ่งก็จะส่งผลต่อการพัฒนาความเป็นอยู่ของเกษตรกรอีกทางหนึ่ง

สูตรของแป้งผสมซุบทอดจะไม่มีการกำหนดไว้อย่างแน่ซัด แต่จะขึ้นอยู่กับอาหารที่ใช้ซุบ และลักษณะของผลิตกัณฑ์ที่ต้องการ ดังนั้นการกำหนดสูตรจึงเป็นเรื่องที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ แต่ได้มีการกำหนดช่วงปริมาณส่วนผสมชนิดต่างๆที่ใช้ในแป้งผสมซุบทอดสูตรทั่วไป ซึ่งจะมีแป้งสาลีร้อยละ SO­SO แป้งข้าวโพดร้อยละ 30-50 โซดาไบคาร์บอเนตไม่เกินร้อยละ 3 และมีส่วนผสมรองอี่นๆ เช่น แป้งข้าวเจ้า แป้งถั่วเหลือง นมผง กัม ตัวกระทำอิมัลซั่น (Emulsifier) เกลือ นํ้าตาล สารปรุงรส เป็นต้น แป้งผสมซุบทอด บางสูตรอาจไม่เป็นไปตามนื้ก็ได้ (Loewe , 1993)

Suderman and Cunningham (1983) กล่าวว่า ส่วนผสมของแป้งผสมซุบทอด มักจะแบ่งได้เป็น

1. กลุ่ม กลุ่มแรกคือ กลุ่มที่ทำหน้าที่ให้ปริมาตรและขนาด ได้แก่ แป้ง ซึ่งจัดได้ว่าเป็นส่วนผสมหลัก เพราะให้คุณสมปติพื้นฐานของแป้งผสมซุบทอด กลุ่มที่สอง คือกลุ่มที่ทำหน้าที่ให้คุณสมปติพิเศษแก่ผลิตกัณฑ์ ได้แก่ สารประเภทกัม เครื่องเทศ และอี่นๆ ที่จัดอยู่ในประเภทส่วนผสมรอง ซึ่งจะช่วยปรับปรุงคุณสมปติ ที่มีอยู่ให้ดีขึ้น เช่น ความหนืด การยึดเกาะ ลักษณะเนื้อสัมผัส รสชาติ และสี ส่วนผสมเหล่านี้มัก จะใช้ปริมาณน้อย

บทบาททางเคมีของโปรตีนในแป้งซุบทอดไม่ได้มีการพิสูจ'นให้เห็นซัดเจน แต่คาดว่าโปรตีน จะมีบทบาทคล้ายคลึงกับในผลิตกัณฑ์อาหารอี่นๆที่เป็นลักษณะเช่นเดียวกันกับแป้งซุบทอด เช่น Non Fat Dry Milk (NFDM) มีบทบาทในการดูดซับนํ้าของแป้งซึ่งจะทำให้เพื้มความหนืดของระบบ ช่วยเพมคุณภาพ การอบของแป้งที่มีโปรตีนตํ่า ทำให้มีโครงสร้างและเนื้อสัมผัสที่แข็งแรง ช่วยชะลอการสูญเสียความชื้น ช่วยเพื้มสีและพัฒนารสชาติ

โปรตีนไข่จะช่วยให้โครงสร้างคงรูปและมีคุณสมปติเช่นเดียวกับสารให้ความหนืด แป้งจากธัญพืชจะ ช่วยส่งเสริมคุณสมปติของความหนืด ส่วนของโปรตีนถั่วเหลืองจะมีคุณสมปติการเกิดอิมัลซั่นรวมทั้งการดูดซึมนํ้า และไขมัน มีการใช้โปรตีนถั่วเหลืองในแป้งซุบทอดเพี่อที่จะเพี่มการยืดเกาะ (Fennema,1996) โปรตีนถั่วเหลือง ประกอบด้วยกรดอะมิโนที่จำเป็นครบถ้วน เป็นโปรตีนที่ย่อยง่าย มีคุณสมบัติจับกับนํ้าและไขมันได้ดี สามารถเกิดเจลได้ดีเมี่อให้ความร้อน(สุทธวัฒน์,2549) นอกจากนี้ยังสามารถให้ความหนืดและเกิดฟิล์มได้ดี จึงนิยมใช้โปรตีนถั่วเหลืองเพี่อเป็นสารเชื่อม (Binder) หรือให้ความหนืดในผลิตกัณฑ์ต่างๆ โดยเฉพาะ ผลิตกัณฑ์เนื้อ (ละอองวรรณ,2549)

แป้งพรืเจลาติไนซ์หรือแป้งพรืเจล เป็นแป้งดัดแปรทางฟิลิกล์ที่สามารถกระจายตัวได้ดีในนํ้าเย็น ให้ ความหนืดได้ทันทีและไม่เกิดเจล สามารถดูดซับนํ้าได้มากกว่าแป้งดิบ นิยมใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร ที่สามารถละลายแล้วให้ความหนืดทันทีโดยไม่ต้องผ่านความร้อน เช่น ซอส ส่วนผสมของซุปผง ใช้ในผลิตกัณฑ์เค้กเพี่อช่วยดูดซับนํ้าและเก็บฟองอากาศได้ดีขึ้นทำให้เค้กมีความซุ่มชื้นและมีปริมาตรเพี่มขึ้น นอกจากนี้ยังใช้สำหรับเพี่มความคงตัวในอาหารแช่เยือกแข็ง (กล้าณรงค์และเกื้อกูล,2543) ส่วนสตาร์ซเซี่อม ข้ามหรือที่มีการเรืยกซี่ออี่นๆว่าCrossbonded starch หรือ Inhibit starch เป็นสตาร์ซดัดแปรที่ได้จาก ปฏิกิริยาเอสเทอริฟิเคซั่น (Esterification) หรืออีเทอริฟิเคซั่น (Etherification) พันธะโคเวเลนต์จะช่วย เสริมให้พันธะไฮโดรเจนที่ยืดโครงสร้างของเม็ดแป้งไว้มีความแข็งแรงมากขึ้น ช่วยลดการพองตัวของเม็ดแป้ง เพี่มความแข็งแรงแก่เม็ดแป้ง โดยเพี่มความต้านทานต่อสภาวะความเป็นกรด ความร้อนและสภาวะที่มีแรงเฉือน เพิ่มความหนืดของแป้งเปียกที่ร้อน ทำให้แป้งเปียกมีลักษณะคล้ายขี้ผึ้ง เพิ่มความเหนียวแก่เม็ดสตาร์ซที่พองตัว ทำให้เม็ดสตาร์ซมีลักษณะเป็นหนึ่งเดียวกัน ไม่แตกออก มีคุณสมบัติเป็นสารเพิ่มความข้นหนืด ช่วยปรับปรุงคุณสมบัติของแป้งให้เหมาะแก่การหุงต้ม เมี่อเพิ่มระดับการเชื่อมข้ามจะเพิ่มความแข็งแรง ให้แก่เม็ดสตาร์ซ (กล้าณรงค์ และเกื้อกูล,2543)

งานวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงคํในการศึกษาเพี่อพัฒนาสูตรแป้งซุบทอดโดยใช้แป้งข้าวเจ้าทดแทนแป้ง สาลี นอกจากนี้ยังศึกษาการใช้โปรตีนไข่และโปรตีนถั่วเหลืองในการปรับปรุงคุณภาพแป้งซุบทอด เนื่องจาก แป้งข้าวเจ้าจะมีคุณสมบัติให้ความกรอบเมี่อทอด ดังนั้นหากใช้มากเกินไปจะให้ลักษณะเนื้อสัมผัสที่แข็ง นอกจากนื้ยังสนใจที่จะใช้แป้งข้าวเจ้าดัดแปรเพี่อพัฒนาสูตรแป้งซุบทอดให้ดียํ่งขึ้น

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

ใช้วัตถุดิบจากแหล่งต่างๆ ดังนี้ ได้แก่

* แป้งสาลี ตราพัดโบก ผลิตโดย บริษัท ยูไนเด็ดฟลาวมิลล์ จำกัด
* แป้งข้าวเจ้า ตราช้างสามเศียร ผลิตโดย บริษัท โรงเล้นหมี่ซอเฮง จำกัด
* แป้งมันสำปะหลัง ตราปลามังกร ผลิตโดย ห้างหุ้นส่วนสามัญนิติบุคคลตงจั่น
* แป้งข้าวเจ้าดัดแปรแบบเชื่อมข้าม ได้รับความอนุเคราะห์จาก บริษัท ซันฟลาว จำกัด
* กระเทียมผง ได้รับความอนุเคราะห์จาก บริษัท เจ.ดี. ฟ้ดโปรดักล์ จำกัด
* โปรตีนถั่วเหลืองชื้อ1จากบริษัท ฟ้ดอีคิวจำกัด
* ไข่ขาวผง ชื้อจาก บริษัท กรุงเทพผลิตผลอุตสาหกรรมการเกษตร จำกัด (มหาซน)
* ผงฟู ยี่ห้อ เบสท์ฟ้ด ผลิตโดย บริษัท ยูนิลืเวอร์ เบสท์ฟ้ด (ประเทศไทย) จำกัด
* เนื้อไก่ นํ้าตาล เกลือ พริกไทย ผงซูรส ชื้อจากร้านค้าในตลาด อ.ทุ่งสง จ.นครศรีธรรมราช วิธีการทดลอง

แบงเป็นขั้นตอนดังนี้

1. การพัฒนาสูตรของแป้งผสมชุบทอด

วางแผนการทดลองแบบ Mixture Design (ไพโรจน์,2545) โดยศึกษาตัวแปร3 ตัวแปร คือ แป้ง

1. ชนิด ได้แก1 แป้งข้าวเจ้า แป้งสาลี และแป้งมันสำปะหลัง ทำการพัฒนาสูตร 3 ครั้ง โดยครั้งที1 1 เริ่มต้นจากการใช้แป้งสาลี ร้อยละ 40-50 แป้งข้าวเจ้า ร้อยละ 30-45 แป้งมันสำปะหลัง ร้อยละ 5-10 และมีสวนผสมของเคริ่องปรุงรสร้อยละ 10 ของปริมาณแป้ง ประกอบด้วย นํ้าตาลทราย ร้อยละ 3 เกลือ ร้อยละ
2. พริกไทย ร้อยละ 0.1 ผงฟู ร้อยละ 3 ผสมแป้งผสมชุบทอด โดยผสมแป้ง กับนํ้าเข้าด้วยกันในอัตราสวนแป้ง:นํ้า เทากับ 30:70 นำไกเนื้อหน้าอก ที่หั่นเป็นชิ้นขนาด 1x3x1 เซนติเมตร มาโรยด้วยแป้งข้าวเจ้าแห้งร้อยละ 1 ของน้ำหนักเนื้อจนทั่ว จากนั้นชุบแป้งที1เตรียมขึ้น ชุบเกล็ดขนมปัง ทอดทีอุณหภูมิประมาณ 180 องศาเซลเซียสจนสุก นำผลิตภัณฑ์ที่ได้ มาทดสอบทางประสาทสัมผัสให้คะแนนแบบ Hedonic Scale ใช้ผู้,ทดสอบ 20 คน ซึงเป็นนักศึกษาสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย โดยใช้ไกชุบแป้งทอดสูตรทางการค้า (แป้งตราโกกิ) เป็นตัวอยางมาตรฐาน (Reference sample) ซึงเสนอโดยการเขียนรหัสวา “ R ” และเสนอรวมกับ ตัวอยางกุ้งชุบแป้งทอดจากแป้งข้าวเจ้าที่ผสมเอง ผู้ทดสอบจะทำการชิมตัวอยางเปรียบเทียบกับตัวอยางมาตรฐาน ลักษณะปรากฏ สี ความกรอบ การอมนั้ามัน และความชอบรวม และให้คะแนน 1-9 โดย 1 คะแนน หมายถึง ไมชอบกวาตัวอยางมาตรฐานมากที่สุด และ 9 คะแนน หมายถึง ชอบมากกวาตัวอยางมาตรฐานมากที่สุด

o Xs as J o oร\*ะแ tะะJvi a,

นาสูตรทดทสุดจากการทดลองครังแรก มาพัฒนาสูตรครังท 2 โดยคัดเลิอกสูตรทเดรับการยอมรับ มากที่สุดและมีปริมาณแป้งข้าวเจ้าสูง มาพัฒนาเพี่อลดการใช้แป้งสาลี วางแผนการทดลองแบบ Mixture Design โดยใช้แป้งสาลีร้อยละ 40-45 แป้งข้าวเจ้าร้อยละ 45-50 แป้งมันร้อยละ 5-10 โดยมีสวนผสมอื่น เชนเดียวกับ

ๆ <=ร Xs «5 o ^ as fejli v I as as „

๒การศกษาสูตรครังท 1 นำผลตภณฑทเดมาทดสอบทางกายภาพและทางประสาทสัมผัส จากนํนนาสูตรทดจาก การทดลองครั้งที่ 2 มาพัฒนาสูตรโดยใช้แผนการทดลองแบบ Mixture Design อีกครั้ง โดยใช้แป้งสาลี แป้งข้าวเจ้าและแป้งมันสำปะหลัง และสวนผสมอื่นเทาเดิม แต่มีการเพิ่มส่วนผสมคือ กระเทียมผงร้อยละ 1.5 และไขขาวสดร้อยละ 20 ลงไป เพี่อเพิ่มโปรตีนและกลํ่นให้กับแป้งผสมชุบทอด นำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาทดสอบ ทางกายภาพและทางประสาทสัมผัสเชนเดียวกัน

1. การศึกษาผลของโปรตีนไข่ขาวผงและโปรตีนถั่วเหลืองตอคุณภาพแป้งผสมชุบทอด

ทำดังนี้

ศึกษาผลของโปรตีนไขขาวผงและโปรตีนถั่วเหลืองตอคุณภาพแป้งผสมชุบทอดทำโดยวางแผนการ ทดลองแบบ Mixture Design โดยศึกษาสัดสวนของสวนผสม 3 ชนิด ได้แก แป้งข้าวเจ้า แป้งสาลี และโปรตีนไขขาวผง / โปรตีนถั่วเหลือง ทำการพัฒนาสูตรดังนี้

โดยใช้แป้งข้าวเจ้าร้อยละ 55-60 แป้งสาลีร้อยละ 35-40 โปรตีนไขขาวผง/โปรตีนถั่วเหลืองร้อยละ 2-5 และ มีสวนผสมของเคริ่องปรุงรสใน 100 กรัมของแป้งผสมโปรตีนไขขาวผง/โปรตีนถั่วเหลืองประกอบด้วย น้าตาล 3 กรัม เกลือ 4 กรัม พริกไทย 0.1 กรัม ผงฟู 3 กรัม กระเทียมผง 2 กรัมและ ผงชูรส 0.5 กรัม

จากนั้นผสมแป้งผสมชุบทอดตามสูตร โดยเติมน้า 100/120 กรัม/สูตรที่ใช้โปรตีนไขขาวผง/โปรตีนถั่ว เหลืองตามลำดับ คนให้เข้ากันควบคุมความหนืดโดยใช้เคริ่องวัดความหนืดแบบ Bostwick เพี่อให้มีความหนืด เทากัน ทำตัวอยางละ 3 ช้ำ นำแป้งผสมชุบทอดที่ได้ทำผลิตกัณฑ์ไก1ชุบแป้งทอด ทดสอบลักษณะทาง ประสาทสัมผัสโดยวิธี Hedonic Scale ใช้ผู้ทดสอบชิมตัวอยางและให้คะแนนในลักษณะปรากฏด้านสี รสชาติ ความกรอบ การดูดซึมนั้ามัน และความชอบรวม และให้คะแนน 1—9 โดย 1 คะแนน หมายถึงไม่ชอบมากที่สุด และ 9 คะแนน หมายถึง ชอบมากที่สุด

1. การศึกษาการใช้แป้งข้าวเจ้าด้ดแปรในการพ้ฒนาสูตรแป้งซุบทอด

ทำโดยคัดเลือกสูตรที่ดีที่สุดจากการทดลองในข้อ 2.2 มา 1 สูตร จากนั้นพัฒนาสูตรโดยใช้แป้งคัดแปร

1. ชนิด ได้แก่ แป้งพรเจลาติไนซ์และแป้งเชื่อมข้าม โดยใช้แป้งทั้ง 2 ชนิดทดแทนแป้งข้าวเจ้าธรรมดา ในปริมาณร้อยละ 25,50 ,75 และ 100 และมีสูตรแป้งข้าวเจ้าธรรมดาเป็นชุดควบคุม โดยใช้แป้งข้าวเจ้าคัดแปร เฒบเชื่อมข้ามที่ได้รับการอนุเคราะห์จากบริษัทชันฟลาว จำกัด และแป้งพริเจลฯ ที่ผลิตขึ้นเองโดยผลิตจาก นั้าแป้งข้าวเจ้าที่มีความเข้มข้นร้อยละ 45 จากนั้นนำไปทำให้แห้งโดยใช้เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง (Drum Dryer) บดให้ละเอียด แล้วร่อนผ่านตะแกรงร่อนก่อนนำมาใช้
2. การศึกษาคุณสมบ้ติทางเคมีและกายภาพของแป้งผสมซุบทอดและผลิตภัณฑ์

วัดค่าลืโดยใช้เครื่อง Juki Colorimeter รุ่น JC 801 ร, วัดความหนืดโดยใช้เครื่องวัดความหนืดแบบ Bostwick ซึ่งมีลักษณะเป็นรางที่ปล่อยให้ตัวอย่างที่มีความหนืดสูงไหลไปตามระยะทางที่มีสเกลเป็น หน่วยเซนติเมตรโดยจับเวลาที่ปล่อยให้ไหลเป็นเวลา 10 วินาที หากตัวอย่างมีความหนืดน้อยจะมีระยะทาง การไหลมาก และหากมีความหนืดน้อยจะมีระยะทางการไหลน้อย

วิเคราะห์ปริมาณการหลุดของแป้งชุบทอด(ร้อยละ) ทำโดยคัดแปลงจากวิธีของ Suderman and Cunningham(1983) โดยชั่งนํ้าหนักผลิตภัณฑ์ชุบแป้งก่อนทอด จากนั้นนำแป้งไปทอดที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 นาที ชั่งนั้าหนักผลิตภัณฑ์หลังทอด นำผลิตภัณฑ์ใส่ตะแกรงร่อนขนาด เล้นผ่าศูนย์กลาง 2 มิลลิเมตร ร่อนที่ความเร็ว 70 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที ชั่งเศษแป้งที่หลุดออกมา นำไปคำนวณหาร้อยละการหลุดของแป้งชุบทอด โดยใช้สูตร

นํ้าหนักของแป้งที่หลุด

ร้อยละการหลุดของแป้ง = Z ■

นาหนักผลิตภัณฑ์ก่อนทอด-นาหนักผลิตภัณฑ์หลังทอด X 100

วิเคราะห์ปริมาณการหลุดของแป้งชุบทอด(ร้อยละ) ทำโดยคัดแปลงจากวิธีของ Suderman and การหาอัตราการพองตัวขผลิตภัณฑ์ทำโดยคัดแปลงวิธีของ รุ่งนภา (2544) โดยชั่งตัวอย่างและหาปริมาตรของ ผลิตภัณฑ์ก่อนและหลังทอดจำนวน 5 ชิ้น(5ซํ้า) หาปริมาตรของผลิตภัณฑ์โดยวิธีการแทนที่ด้วยเมล็ดงา(Seed replacement) นำค่าที่ได้ไปคำนวณหาอัตราการพองตัว โดยใช้สูตร

อัตราการพองตัว(เท่า) - ปริมาตรของตัวอย่างหลังทอด(มล.)Xนํ้าหนักของตัวอย่างก่อนทอด(กรัม)

ปริมาตรของตัวอย่างก่อนทอด(มล.)Xนำหนักของตัวอย่างหลังทอด(กรัม)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. ผลของการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แป้งผสมชุบทอดในการพัฒนาสูตร

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แป้งผสมซุบทอดในการศึกษาสูตรครั้งที่3โดยวิธี Hedonic Scale

|  |  |
| --- | --- |
| ลักษณะทางประสาทลัม ผัส | สูตรที่ |
| 1 | 2 | 3 |
| ลักษณะปรากฏ | 5.80b | 5.60b | 8.45a |
| ส | 5.75b | 5.50b | 7.95a |
| ความกรอบ | 5.55b | 5.65b | 7.70a |
| การดูดซึมนำมัน | 5.50b | 4.90b | 8.05a |
| ความชอบรวม | 6.25b | 5.95b | 8.30a |

หมายเหตุ : ตัวอักษรกำกับค่าเฉลี่ยที่ต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05)

สูตรที่ 1 : แป้งสาลี :แป้งข้าวเจ้า : แป้งมันสำปะหลัง - 35:55:10 สูตรที่ 2 : แป้งสาลี :แป้งข้าวเจ้า : แป้งมันสำปะหลัง - 40:50:10 สูตรที่ 3 : แป้งสาลี :แป้งข้าวเจ้า : แป้งมันสำปะหลัง - 40:55:5

จากการพัฒนาสูตรในการทดลองครั้งที่ 1 พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับสูตรที่มีแป้งข้าวเจ้าอยู่ใน ระคับสูง จึงได้พัฒนาสูตรครั้งที่ 2 และ 3 เพี่อเพํ่มลัดส่วนการใช้แป้งข้าวเจ้าให้มากขึ้น จนในการพัฒนาครั้งที่ 3 สามารถเพี่มปริมาณการใช้แป้งข้าวเจ้าให้อยู่ในระคับร้อยละ 50-55 และลดแป้งสาลีลงเหลือร้อยละ 35-40 โดยปริมาณแป้งมันสำปะหลังยังอยู่ในระคับเดิม คือ ร้อยละ 5-10 นำผลิตกัณฑ์ซุบแป้งทอดในการศึกษาสูตรครั้งที่

1. มาทดสอบทางประสาทสัมผัส ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 1 ซึ่งจะเห็นว่าผลิตกัณฑ์แป้งผสมซุบทอด ที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด คือ สูตรที่ 3 ซึ่งค่าที่ได้มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเซี่อมั่นร้อยละ 95 (p<0.05) และสามารถใช้แป้งข้าวเจ้าได้ถึงร้อยละ 55 และใช้แป้งมันสำปะหลังร้อยละ 5 จากคะแนนการทดสอบ ทางประสาทสัมผัสพบว่า สาเหตุที่สูตรที่ 1 และ2 ได้คะแนนตํ่ากว่าสูตรที่3เนื่องจากมีผลิตกัณฑ์มีความกรอบ และการพองตัวที่ตํ่ากว่า มีการดูดซึมนํ้ามันมากกว่า ทั้งนี้น่าจะเนื่องมาจากคุณสมบัติเฉพาะตัวของแป้ง โดยแป้งข้าวเจ้ามีคุณสมบัติด้านการให้ความกรอบ ส่วนแป้งมันสำปะหลังจะให้ความหนืดและยืดหยุ่น เผื่อได้รับความร้อน (กล้าณรงค์และเกื้อกูล,2543) ทำให้สูตรที่มีปริมาณแป้งมันสำปะหลังมาก (ร้อยละ10) มีการพองตัวและให้ความกรอบตํ่ากว่าสูตรที่มีแป้งมันสำปะหลังน้อย (ร้อยละ 5)
2. ผลของการใชโปรตีนไข่ขาวและโปรตีนถั่วเหลืองในผลิตภัณฑ์แป้งชุบทอด

จากการศึกษาเพี่อเพิ่มปริมาณแป้งข้าวเจ้าในสูตรแป้งชุบทอดให้ได้ถึงร้อยละ60 พบว่าเมี่อใช้แป้งข้าว เจ้าเพิ่มขึ้นแป้งซุบทอดที่ได้จะให้เนื้อสัมผัสที่แข็ง ดังนั้นจึงได้เติมไข่ขาวผงและโปรตีนถั่วเหลืองลงในสูตร แป้งซุบทอดในปริมาณร้อยละ 2-5 เพี่อลดความแข็งของเนื้อสัมผัสและเพิ่มอัตราการพองตัว โดยใช้ไข่ขาวสด ร้อยละ 20 ของสูตรเป็นชุดควบคุม

* 1. ผลของโปรตีนไข่และโปรตีนถั่วเหลืองต่อการพองตัวของผลิตภัณฑ์

ตารางที่ 2 อัตราการพองตัวของผลิตภัณฑ์แป้งผสมชุบทอดที่ผสมโปรตีนถั่วเหลืองและไข่ขาว

|  |  |
| --- | --- |
| สูตร | อัตราการพองตัว (เท่า) |
| ชุดควบคุม (Control) | 1.63 |
| โปรตีนไข่ขาวผง |  |
| 1 | 1.99ab |
| 2 | 184cd |
| 3 | 1 ggbcd |
| 4 | 1.64e |
| 5 | 1.73de |
| โปรตีนถั่วเหลือง |  |
| 1 | 1.95abc |
| 2 | 184cd |
| 3 | 1.69e |
| 4 | 192abc |
| 5 | 2.01a |

หมายเหตุ : ตัวอักษรกำกับค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ (p < 0.05)

สูตรที่ 1 : แป้งข้าวเจ้า: แป้งสาลี :โปรตีนถั่วเหลือง/ไข่ขาวผง - 60 :38:2 สูตรที่ 2 : แป้งข้าวเจ้า: แป้งสาลี :โปรตีนถั่วเหลือง/ไข่ขาวผง - 58 :40:2 สูตรที่ 3 : แป้งข้าวเจ้า: แป้งสาลี :โปรตีนถั่วเหลือง/ไข่ขาวผง - 55 :40:5 สูตรที่ 4 : แป้งข้าวเจ้า: แป้งสาลี :โปรตีนถั่วเหลือง/ไข่ขาวผง - 60 :35:5 สูตรที่ 5 : แป้งข้าวเจ้า: แป้งสาลี :โปรตีนถั่วเหลือง/ไข่ขาวผง - 58 :38:4

จากการทดลองหาอัตราการพองตัว ของผลิตกัณฑ์แป้งชุบทอดจะเห็นได้ว่าอัตราการพองตัวของแป้ง ผสมชุบทอดสูตรที่ใช้โปรตีนถั่วเหลืองจะมีการพองตัวมากกว่าสูตรที่ใช้ไข่ขาวผงและมีความแตกต่างกับสูตรควบคุม ดังแสดงในตารางที่ 2 ซึ่งจะเห็นว่าอัตราการพองตัวของผลิตกัณฑ์แป้งผสมชุบทอดทั้ง 2 สูตรคือสูตร ที่ใช้โปรตีนไข่ขาวและสูตรที่ใช้โปรตีนถั่วเหลืองมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเซี่อมั่นร้อยละ 95 (p<0.05^ดยแป้งผสมชุบทอดสูตรที่ผสมโปรตีนถั่วเหลืองสูตรที่ 5 มีอัตราการพองตัวมากที่สุดและพองตัว มากกว่าชุดควบคุม

* 1. ผลของโปรตีนไข่ขาวและโปรตีนถํ่วเหลืองต่อการยึดเกาะของแป้งในผลิตภัณฑ์ไก่ชุบ

แป้งทอด

ตารางที่ 3 ผลของโปรตีนไข่ขาวและโปรตีนถั่วเหลืองต่อการยึดเกาะของผลิตภัณฑ็ไก่ซุบแป้งทอด

|  |  |
| --- | --- |
| สูตร | การหลุดของแป้ง (ร้อยละ) |
| ชุดควบคุม (Control) | 1.046 |
| โปรตีนไข่ขาวผง |  |
| 1 | 1,46cd |
| 2 | 2.14a |
| 3 | 1,28de |
| 4 | 1 12de |
| 5 | 1142cde |
| โปรตีนถั่วเหลือง |  |
| 1 | 2.12a |
| 2 | 2.03ab |
| 3 | 172be |
| 4 | 1,44cd |
| 5 | 1,23de |

หมายเหตุ : ตัวอักษรกำกับค่าเฉลี่ยที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (P < 0.05)

สูตรที่ 1 : แป้งข้าวเจ้า: แป้งสาลี :โปรตีนถั่วเหลือง/ไข่ขาวผง - 60 :38:2 สูตรที่ 2 : แป้งข้าวเจ้า: แป้งสาลี :โปรตีนถั่วเหลือง/ไข่ขาวผง - 58 :40:2 สูตรที่ 3 : แป้งข้าวเจ้า: แป้งสาลี :โปรตีนถั่วเหลือง/ไข่ขาวผง - 55 :40:5 สูตรที่ 4 : แป้งข้าวเจ้า: แป้งสาลี :โปรตีนถั่วเหลือง/ไข่ขาวผง - 60 :35:5 สูตรที่ 5 : แป้งข้าวเจ้า: แป้งสาลี :โปรตีนถั่วเหลือง/ไข่ขาวผง - 58 :38:4

จากการทดลองหาค่าการยึดเกาะโดยวิธีของ Suderman and Cunningham (1983) โดยวัดร้อยละการหลุดของแป้งในผลิตกัณฑ็ไก่ซุบแป้งทอดได้ผลดังแสดงในตารางที่ 3 ซึ่งจะเห็นว่าร้อยละ การหลุดของผลิตภัณฑ์ไก่ซุบแป้งทอดในแต่ละ สูตรมีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเซี่อมั่นร้อยละ 95 (p<0.05) โดยผลิตภัณฑ์ไก่ซุบแป้งทอดสูตรที่ผสมโปรตีนไข่ขาวผงสูตรที่ 4 และโปรตีนถั่วเหลืองสูตรที่ 5 มีค่าการยึดเกาะใกล้เคียงกับสูตรควบคุม มากที่สุด โดยสูตรควบคุม มีการหลุดจากแป้งน้อยที่สุด ซึ่งอาจเนื่อง มาจากไข่ขาวสดให้ประสิทธิภาพในการยึดเกาะดีกว่าไข่ขาวผงและโปรตีนถั่วเหลือง อย่างไรก็ตามค่าร้อยละ การหลุดของแป้งซุบทอดที่ผสมโปรตีนไข่ขาวผงในสูตรที่ 3,4,5 และสูตรที่ผสมโปรตีนถั่วเหลืองสูตรที่ 5 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* 1. ผลการทดสอบทางประสาทสัมผ้สของผลิตภัณฑ์แป้งผสมชุบทอดที่ผสมไข่ขาวผงและ โปรตีนถั่วเหลือง

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แป้งผสมซุบทอดที่เติมโปรตีนไข่ขาวผงและ โปรตีนถั่วเหลือง

|  |  |
| --- | --- |
| สตร | คุณลักษณะ |
| ลี | ความกรอบ | รสชาติ | การอมนํ้ามัน | ความชอบรวม |
| ชุดควบคุม | 6.56d | 6.36e | 6.60d | 5.33f | 6.23e |
| โปรตีนไข่ขาวผง |  |  |  |  |  |
| 1 | 7.46cd | 7.23d | 7.10c | 6.76de | 7.43cd |
| 2 | 7.43c | 7.43cd | 7.10c | 6.70e | 7.36cd |
| 3 | 770abc | 7.43cd | 7.10c | 6.70e | 7.36cd |
| 4 | 7.33c | 7.50bcd | 7.33bc | 7.23bc | 7.76bc |
| 5 | 7.33c | 7.60bcd | 7.33bc | 7.20cd | 7.50cd |
| โปรตีนถั่วเหลือง |  |  |  |  |  |
| 1 | 776abc | 7.26d | 7.40bc | 6.56e | 7.23d |
| 2 | 7.90ab | 7.40cd | 7.63b | 7.20cd | 7.46cd |
| 3 | 8.03a | 7.80bc | 8.16a | 746abc | 8.00ab |
| 4 | 7.96a | 7.90ab | 8.26a | 7.66a | 8.06ab |
| 5 | 8.03a | 8.23a | 8.23a | 7.80a | 8.21a |

หมายเหตุ : ตัวอักษรกำกับค่าเฉลี่ยที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (P < 0.05)

สูตรที่ 1 : แป้งข้าวเจ้า: แป้งสาลี :โปรตีนถั่วเหลือง/ไข่ขาวผง - 60 :38:2 สูตรที่ 2 : แป้งข้าวเจ้า: แป้งสาลี :โปรตีนถั่วเหลือง/ไข่ขาวผง - 58 :40:2 สูตรที่ 3 : แป้งข้าวเจ้า: แป้งสาลี :โปรตีนถั่วเหลือง/ไข่ขาวผง - 55 :40:5 สูตรที่ 4 : แป้งข้าวเจ้า: แป้งสาลี :โปรตีนถั่วเหลือง/ไข่ขาวผง - 60 :35:5 สูตรที่ 5 : แป้งข้าวเจ้า: แป้งสาลี :โปรตีนถั่วเหลือง/ไข่ขาวผง - 58 :38:4

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของการพัฒนาสูตรของแป้งผสมซุบทอดผสมไข่ขาวผง และ โปรตีนถั่วเหลือง โดยการเปรียบเทียบกับสูตรที่เติมไข่ขาวสด (control) พบว่าแป้งผสมโปรตีนถั่วเหลืองและโปรตีน ไข่ขาวผงได้รับคะแนนการยอมรับในทุกคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสมากกว่าสูตรควบคุม สูตรที่ได้คะแนน การยอมรับสูงสุดคือสูตรผสมโปรตีนถั่วเหลืองสูตรที่ 5 ซึ่งมีส่วนผสมคือ แป้งสาลี แป้งข้าวเจ้า โปรตีนถั่วเหลือง ร้อยละ 38, 58และ 4 ตามลำคับ ส่วนแป้งที่ผสมไข่ขาวผง สูตรที่ 4 ได้คะแนนการยอมรับสูงสุด แต่ได้รับคะแนน ตํ่ากว่าการเติมโปรตีนถั่วเหลืองในสูตรที่ 5 ดังแสดงในตารางที่ 4 ดังนั้นจึงเลือกโปรตีนถั่วเหลืองไปใช้ใน การทดลองขั้นต่อไป

3. ผลการใช้แป้งดัดแปรแบบเดู่อมข้ามและแป้งพรีเจลฯในสูตรแป้งชุบทอด

จากการเลือกสูตรแป้งผสมโปรตีนถั่วเหลืองสูตรที่ 5 ซึ่งมีส่วนผสมของแป้งข้าวเจ้า: แป้งสาลี :โปรตีนถั่วเหลือง เท่ากับ 58 :38:4 มาทดลองต่อ โดยใช้แป้งดัดแปรแบบเชื่อมข้ามและแป้งพรเจลฯ ทดแทนแป้งข้าวเจ้าในสูตรแป้งซุบทอด ในปริมาณร้อยละ 100, 75, 50 และ 25 โดยมีส่วนผสมที่ให้กลํ่นรส เท่าสูตรเดิม ได้ผลดังนี้

1. ความหนืดของส่วนผสม

ตารางที่ 5 ระยะทางการไหลของแป้งผสมซุบทอดที่เติมแป้งดัดแปรแบบเชื่อมข้ามและแบบพรเจลฯ ในปริมาณต่างกัน เมื่อวัดด้วยเครื่องวัดความหนืดแบบ Bostwick

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ชนิดแป้ง | ปริมาณ(ร้อยละ) | ระยะทางการไหล (เซนติเมตร) |
| แป้งข้าวเจ้า (ชุดควบคุม) | 100 | 16.0a |
| แป้งเชื่อมข้าม | 100 | 16.0a |
|  | 75 | 14.0b |
|  | 50 | 14.0b |
|  | 25 | 13.0b |
| แป้งพรีเจลฯ | 100 | 9.3C |
|  | 75 | 9.0C |
|  | 50 | 9.0C |
|  | 25 | 9.0C |

หมายเหตุ : ตัวอักษรกำกับค่าเฉลี่ยที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05)

พบว่าแป้งพรเจลฯ สามารถดูดนํ้าได้มากกว่าแป้งเชื่อมข้ามและเมื่อเติมนํ้าในปริมาณเท่ากัน แป้งพรีเจลฯจะให้ความหนืดสูงกว่าดังแสดงในตารางที่ 5 และสามารถเติมนํ้าลงไปได้มากกว่าประมาณ 1.5 เท่า เพี่อให้มีความหนืดเท่ากัน อาจเนื่องจากแป้งพรีเจลฯมีความสามารถในการพองตัวได้มากกว่า (กล้าณรงค์ และเกื้อกูล, 2543)

1. ค่าสี

พบว่าแป้งเชื่อมข้ามให้ค่าลี L\* ที่มีค่าใกล้เคียงกับแป้งชุดควบคุมและไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยให้ค่าความสว่างสูงกว่าแป้งพรีเจลฯ ดังแสดงในตารางที่ 6 อย่างไรก็ตามการทดแทนแป้งพรีเจลฯที่ระดับ 75,50 และ 25 ก็ให้ค่า L\* ที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับชุดควบคุม ส่วนค่า a\* และ ช\* นั้น พบว่ามีค่า ที่ไม่แตกต่างกันมาก สาเหตุที่แป้งเชื่อมข้ามมีค่า L\* สูงกว่าแป้งพรเจลฯ น่าจะเนื่องมาจากปริมาณนํ้า ในการผสมแป้งชุบทอด โดย แป้งพรีเจลฯ มีความสามารถในการดูดนํ้าได้มากกว่าแป้งเชื่อมข้าม ทำให้ต้อง ใช้นํ้าในการผสมมากกว่า ซึ่งปริมาณนํ้าที่มากขึ้นจะส่งผลให้ค่าลี L\* ลดลง

ตารางที่ 6 ค่าสีของแป้งผสมซุบทอดที่เติมแป้งดัดแปรแบบเชื่อมข้ามและแบบพรืเจลฯในปริมาณต่างกัน

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ชนิดแป้ง | ปริมาณ (ร้อยละ) | ค่าสี |
| L\* | a\* | ช\* |
| แป้งข้าวเจ้า | 100 | 87.04ab | 6.25a | 22.74a |
| (ชุดควบคุม) | 100 | 89.42a | 5.86abc | 22.10a |
| แป้งเซือมข้าม | 75 | 88.71ab | 5.65abc | 22.00a |
|  | 50 | 87.84ab | 6.04ab | 22.73a |
|  | 25 | 86.2ab | 6.1ab | 23.14a |
|  | 100 | 80.21b | 5.20c | 21,45a |
| แป้งพรีเจลฯ | 75 | 80.95ab | 5.47bc | 21,98a |
|  | 50 | 82.3ab | 5.92abc | 22.35a |
|  | 25 | 83.2ab | 6.16ab | 22.92a |

หมายเหตุ : ตัวอักษรกำกับค่าเฉลี่ยที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (P < 0.05)

1. ร้อยละการหลุดของแป้ง

พบว่าไก่ที่ซุบแป้งเชื่อมข้ามมีการหลุดร่อนของแป้งออกมามากกว่าแป้งพรีเจลฯ ดังแสดงในตารางที่ 7 ทั้งนี้น่าจะมาจากแป้งพรีเจลฯมีความคงตัว ความเหนียวและเกาะตัวได้ดีกว่าแป้งเชื่อมข้าม (กล้าณรงค์ และเกื้อกูล, 2543)

ตารางที่ 7 ค่าร้อยละการหลุดของแป้งผสมซุบทอดที่เติมแป้งดัดแปรแบบเชื่อมข้ามและ แบบพรีเจลฯ ในปริมาณต่างกัน

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ชนิดแป้ง | ปริมาณ (ร้อยละ) | การหลุดของแป้ง (ร้อยละ) |
| แป้งข้าวเจ้า (ชุดควบคุม) | 100 | 1.986 |
| แป้งเชื่อมข้าม | 100 | 4.59a |
|  | 75 | 428ab |
|  | 50 | 4.04bc |
|  | 25 | 3.78c |
| แป้งพรีเจลฯ | 100 | 2.86d |
|  | 75 | 2.82d |
|  | 50 | 2.81d |
|  | 25 | 2.39e |

หมายเหตุ : ตัวอักษรกำกับค่าเฉลี่ยที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

(P < 0.05)

สรุปผลการทดลอง

1. สามารถใช้แป้งข้าวเจ้าทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์แป้งซุบทอดได้ในสัดส่วน แป้งข้าวเจ้า ร้อยละ 58 ต่อแป้งสาลีร้อยละ 38 โดยผลิตภัณฑได้รับการยอมรับอยู่ในเกณฑ์ดี
2. การใช้โปรตีนถั่วเหลืองจะให้ผลิตภัณฑ์ซุบทอดที่มีอัตราการพองตัวดีกว่าการใช้ไข่ขาวผง โดยเฉพาะเมี่อใช้โปรตีนถั่วเหลือง ร้อยละ 4 แต่พบว่าการหลุดของแป้งซุบทอดในสูตรที่ใช้โปรตีนถั่วเหลือง และไข่ขาวผงจะมีมากกว่าการใช้ไข่ขาวสด
3. การทดแทนแป้งข้าวเจ้าด้วยแป้งดัดแปรแบบพรีเจลฯในแป้งซุบทอด จะให้การยึดเกาะของแป้งต่อ ชิ้นเนื้อดีกว่าและให้ความหนืดที่สูงกว่าแป้งเชื่อมข้าม

กิตติกรรมประกาศ

การทำงานวิจัยครั้งนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ต้องขอขอบคุณคณะเกษตรศาสตร์นครศรีธรรมราช มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลที่ให้งบประมาณสนับสนุน รวมทั้งบริษัท เจ.ดีทุ๊(ดโปรดักซ์จำกัด ที่ให้ความ อนุเคราะห์กระเทียมผง และบริษัท ชันฟลาวอุตสาหกรรม จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์แป้งข้าวเจ้าและแป้งมัน สำปะหลังและขอขอบคุณนางสาวทักษภรณ์ รอดชุม นางสาวจีรนันท์ สุขธระและนางสาวทัศนืย์ หนูจ้อย ซึ่งเป็นผู้ช่วยวิจัย ทำให้การทำงานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

กล้าณรงค์ ศรีรอต และ เกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ. 2543. เทคโนโลยีของแป้ง. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์.

ไพโรจน์ วิริย1จารี. 2545. การประเมินทางประสาทสัมผัส . คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาสัยซียงใหม่.

, r ร 1 „ โ ’II , i

รุ่งนภา พงค์สวัสติมานิต . 2544 . การวิเคราะห์กระบวนการทอดในผลิตกัณฑ์อาหารขบเคยว. รายงานผลวิจัย โครงการวิจัยอุดหนุนวิจัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ . ภาควิชาพัฒนาผลิตกัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ละอองวรรณ ศรีจันทร์. 2549. การแปรรูปอาหาร 2. เอกสารประกอบการสอนภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์นครศรีธรรมราช มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย.

สุทธวัฒน์ เบญจกุล. 2549. ซู่ริมิ: วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเนื้อปลาบด. กรุงเทพฯ: โอ.เอส.พ'รั้นติ้ง เฮาสั. Fennema, o. R.1996. Food Chemistry. 2 nd ed. New York: Marcel Dekker, Inc.

Loewe, R. 1993. Role of Ingredients in Batter System, Cereal Food World.

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