

ผลของการทดแทนแป้งสาลีบางส่วนด้วยโปรตีนถั่วเหลือง สกัดต่อคุณภาพด้านเคมีและกายภาพของเค้กกล้วยหอม

Effect of partial replacement of wheat flour with soy protein isolate on chemical and physical quality of banana cake

ปรียา รักษาเจริญ*, ปิติพร ฤทธิเรืองเดช, นันทวัน เทอดไทย

ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการทดแทนแป้งสาลีบางส่วนด้วยโปรตีนถั่วเหลืองสกัด (SPI) ต่อคุณลักษณะของแบทเทอร์ (ด้านความหนืด) และเค้กกล้วยหอม (ด้านเคมีและกายภาพ) โดย SPI ที่ใช้ในการผลิตเค้กมีปริมาณโปรตีน 90.84% ทดแทนแป้งสาลีที่ 0, 10, 20 และ 30% เมื่อวิเคราะห์พฤติกรรมการไหลโดยใช้สมการ Power law สามารถอธิบายความสัมพันธ์ได้ดีมาก ($R^2 > 0.997$) มีค่าดัชนีการไหล (n) 0.45-0.56 แสดงถึงพฤติกรรมการไหลแบบ Shear thinning และดัชนีความข้นหนืด (K) ของแบทเทอร์มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณ SPI ซึ่งส่งผลต่อคุณภาพด้านกายภาพของเค้ก ผลการวิเคราะห์คุณภาพของเค้กแสดงให้เห็นว่าค่า Browning index, ปริมาณโปรตีน, ไขมัน, เส้นใยหยาบ และเถ้าเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณ SPI ในขณะที่ค่า Specific volume, Springiness, Cohesiveness, Chewiness และปริมาณความชื้นมีค่าลดลง จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า SPI ใช้ในการผลิตเค้กเพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการได้

คำสำคัญ: การทดแทนแป้งสาลี, เค้กกล้วยหอม, โปรตีนถั่วเหลืองสกัด

This study focused on the effect of partial replacement of wheat flour with soy protein isolate (SPI) on the characteristics of batter (viscosity) and banana cakes (chemical and physical qualities). SPI, which contains a high amount of crude protein (90.84%), was used to replace 0, 10, 20 and 30% of wheat flour to make cakes. The flow behavior test results provided a good fit ($R^2 > 0.997$) for the power law model. The flow behavior index (n) ranged from 0.45 to 0.56, which showed a shear thinning behavior. The consistency index (K) of batters increased with increasing SPI which affected the physical qualities of the resulting cakes. Also, the quality analysis of the cakes revealed that the contents of browning index, and the contents of protein, fat, fiber, and ash of cakes increased with increasing SPI content whereas the specific volume, springiness, cohesiveness, chewiness, and moisture content showed a reverse trend. In conclusion, SPI can be used in cake production to improve nutritional values.

Keywords: Banana cake, Soy protein isolate (SPI), Wheat replacement

บทนำ

โปรตีนถั่วเหลืองสกัด (Soy protein isolate, SPI) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกากถั่วเหลือง ด้วยการสกัดส่วนของโปรตีนออกมา โดยมีปริมาณโปรตีนสูงถึง 91.1-91.5% และไขมัน 0.1-0.3% และจากสมบัติเชิงหน้าที่ที่หลากหลาย ทำให้โปรตีนถั่วเหลืองสกัดถูกนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์ต่างๆ อย่างไม่จำกัด การใช้โปรตีนถั่วเหลืองสกัด ยังคงมีข้อจำกัดเนื่องจากมีกลิ่นเฉพาะของถั่วเหลือง ซึ่งเป็นคุณลักษณะที่ไม่พึงประสงค์และไม่เป็นที่ยอมรับ ดังนั้นการพัฒนาผลิตภัณฑ์เสริมโปรตีนจากโปรตีนถั่วเหลืองสกัด จึงจะต้องทำการศึกษารูปแบบที่เหมาะสมและปรับปรุงคุณลักษณะทางด้านกลิ่นรสเพื่อกลบกลิ่นของถั่วเหลืองให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค



เค้กกล้วยหอมเป็นเค้กชนิดหนึ่งที่เป็นที่รู้จักอย่างมากในประเทศไทย เนื่องจากลักษณะปรากฏและกลิ่นรสที่เป็นเอกลักษณ์ มีวัตถุดิบหลัก คือ แป้งสาลี ไขมัน น้ำตาล และกล้วยหอม จึงมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตและไขมันสูง ปัจจุบันผู้บริโภคให้ความสำคัญกับการรับประทานอาหารเพื่อสุขภาพมากขึ้น การเพิ่มปริมาณโปรตีนให้แก่เค้กกล้วยหอมโดยใช้โปรตีนถั่วเหลืองสกัดทดแทนแป้งสาลี จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการเพิ่มมูลค่าและ

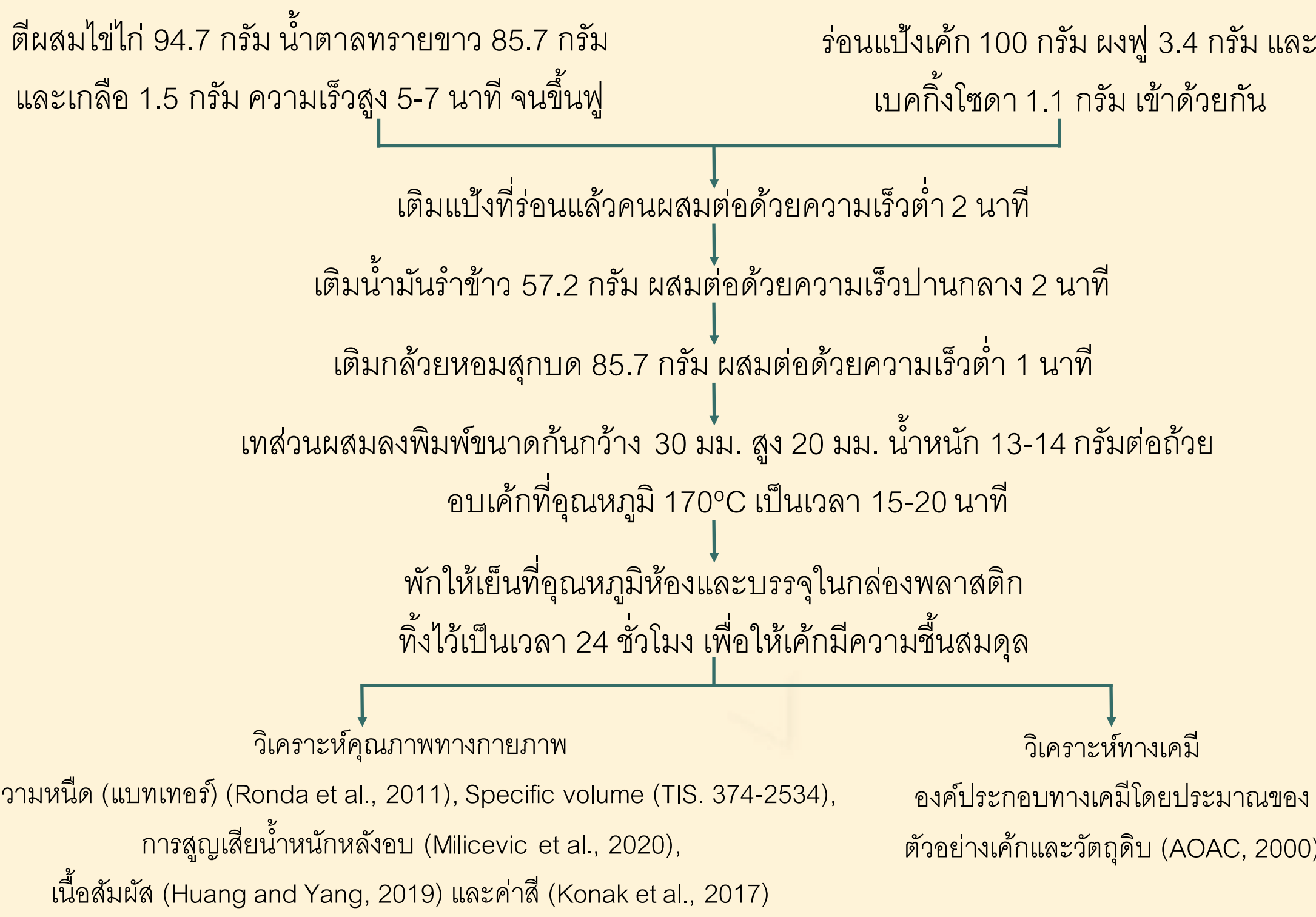
คุณค่าทางโภชนาการให้แก่ผลิตภัณฑ์ โดยการใช้โปรตีนถั่วเหลืองสกัดส่งผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการทดแทนแป้งสาลีบางส่วนด้วยโปรตีนถั่วเหลืองสกัดต่อองค์ประกอบทางเคมีและคุณภาพทางกายภาพของเค้กกล้วยหอม



อุปกรณ์และวิธีการ

แปรผันปริมาณการแทนที่ 4 ระดับคือ 0, 10, 20 และ 30% ของน้ำหนักแป้งสาลีทั้งหมด วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) ดัดแปลงเค้กกล้วยหอมสูตรพื้นฐานจาก ผกาดี (2559)

การเตรียมตัวอย่างเค้ก



ผลการทดลอง

คุณภาพทางเคมีของโปรตีนถั่วเหลืองสกัด แป้งสาลี และเค้กกล้วยหอม

Table 1 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของโปรตีนถั่วเหลืองสกัดและแป้งสาลีที่ใช้เป็นวัตถุดิบของเค้กกล้วยหอม พบว่าองค์ประกอบทางเคมีด้านปริมาณโปรตีนของโปรตีนถั่วเหลืองสกัดมีปริมาณโปรตีนสูงกว่าแป้งสาลีถึง 80% องค์ประกอบทางเคมีของเค้กกล้วยหอม เมื่อทดแทนแป้งสาลีด้วยโปรตีนถั่วเหลืองสกัด พบว่า เค้กที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยโปรตีนถั่วเหลืองสกัดมีปริมาณโปรตีนเพิ่มขึ้นจาก 9% เป็น 12-19% โดยเค้กที่เติมโปรตีนถั่วเหลืองสกัดสามารถกล่าวอ้างได้ว่า ผลิตภัณฑ์เป็นแหล่งของโปรตีน มีโปรตีน 6.26-8.64 กรัมต่อ 1 หน่วยบริโภค (50 กรัม)

Table 1 Chemical compositions (%db) of wheat flour, soy protein isolate (SPI) and banana cakes replacement with soy protein isolate at different levels.

Chemical compositions (%db)	Raw materials		Banana cake samples			
	SPI	Wheat flour	SPI 0%	SPI 10%	SPI 20%	SPI 30%
Moisture	7.27±0.15 ^B	12.42±0.21 ^A	34.20±0.06 ^a	31.38±0.49 ^b	31.53±0.21 ^b	31.60±0.12 ^b
Protein	90.84±0.39 ^A	10.21±0.21 ^B	9.02±0.01 ^d	12.52±0.06 ^c	15.44±0.10 ^b	18.92±0.22 ^a
Fat	0.73±0.03 ^A	0.15±0.01 ^B	23.26±0.09 ^b	23.45±0.06 ^b	23.97±0.08 ^a	23.90±0.03 ^a
Ash	6.01±0.01 ^A	0.61±0.02 ^B	2.07±0.07 ^b	2.54±0.03 ^a	2.62±0.09 ^a	2.65±0.05 ^a
Fiber	0.45±0.01 ^A	0.31±0.02 ^B	0.47±0.03 ^c	0.50±0.01 ^c	0.83±0.01 ^b	1.49±0.15 ^a
Carbohydrate	1.97±0.37 ^B	88.72±0.18 ^A	65.17±0.00 ^a	60.99±0.14 ^b	57.14±0.10 ^c	54.67±0.13 ^d

Means in rows followed by different superscript letters are significantly different (p<0.05). Upper case letters indicate the significant differences within raw materials and lower case letters indicate the significant differences within banana cake samples.

คุณภาพทางกายภาพ

จากการวิเคราะห์พฤติกรรมการไหลของแบทเทอร์ที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยโปรตีนถั่วเหลืองสกัดในระดับต่างๆ ใช้สมการ Power law สร้างความสัมพันธ์ระหว่าง Shear stress และ Shear rate และความสัมพันธ์ระหว่าง Apparent viscosity และ Shear rate แสดงดัง Fig. 1 และผลสถิติใน Table 2 พบว่า สามารถอธิบายพฤติกรรมการไหลของแบทเทอร์ได้ดีมาก ($R^2 > 0.997$) ซึ่งแบทเทอร์ของทุกสิ่งทดลองแสดงพฤติกรรมการไหลแบบซูโดพลาสติก (Pseudoplastic) เนื่องจากค่าดัชนีการไหล (n) อยู่ในช่วง 0.4-0.5 (Huang and Yang, 2019) ค่าดัชนีความข้นหนืด (K) เพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณโปรตีนถั่วเหลืองสกัดมากขึ้น แสดงให้เห็นว่าแบทเทอร์มีความหนืดเพิ่มขึ้นตามปริมาณโปรตีนถั่วเหลืองสกัดที่เพิ่มขึ้น

Table 2 Rheological properties of banana cakes replacement with soy protein isolate (SPI) at different levels.

Cake samples	Consistency index (K)	Flow behavior index (n)	R ²
SPI 0%	15.660±0.099 ^d	0.562±0.011 ^a	0.999
SPI 10%	27.283±0.294 ^c	0.493±0.006 ^b	0.999
SPI 20%	41.850±0.546 ^b	0.457±0.016 ^c	0.997
SPI 30%	59.498±0.504 ^a	0.447±0.009 ^c	0.998

Means in columns followed by different superscript letters are significantly different (p<0.05).

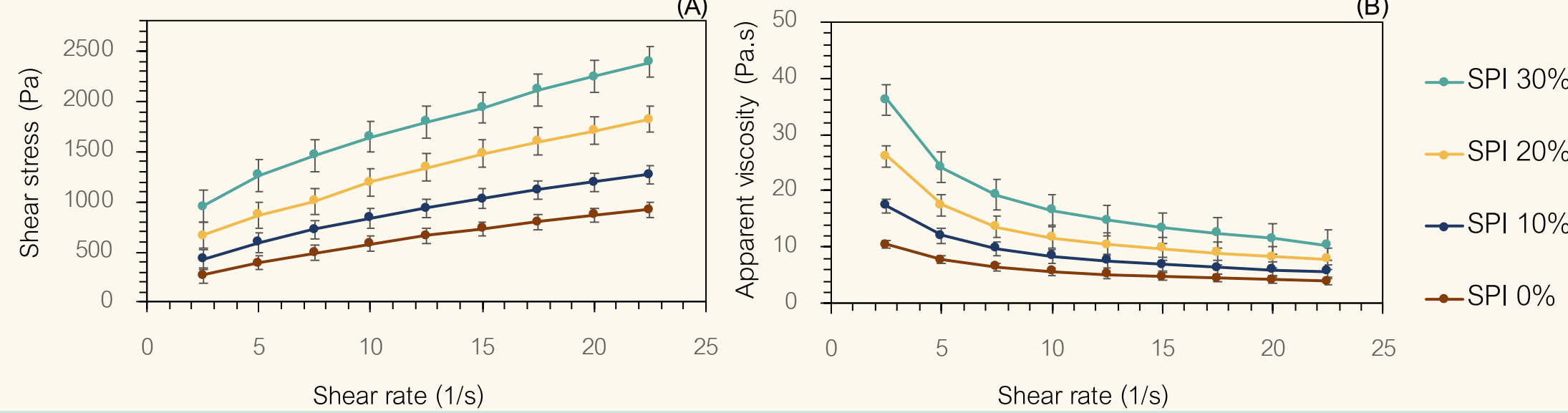


Fig.1 Relations of shear rate and shear stress (A), shear rate and apparent viscosity (B) of batters supplemented with soy protein isolate (SPI) at different levels.

เอกสารอ้างอิง

Konak, U. J., Certei, M. and Karaka, B. 2017. Effects of ultraviolet irradiation of batter and different baking methods on cake quality. Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences 7 (2): 113-117.

Milicevic, N., Sakic, M., Hadnaev, M., Skrobot, D., Saric, B., Hadnaev, T. D., Jovanov, P. and Pezo, L. 2020. Physicochemical properties of low-fat cookies containing wheat and oat bran gels as fat replacer. Journal of Cereal Science 99: 103056. doi: 10.1016/j.jcs.2020.103056.

Ramirez, M. D., Dominguez, G. C., Garibay, M. G., Guzmán, J. J., Carvajal, A. V., Cruz, M. P. S., Cotero, D. A. and Ramirez, E. D. M. 2016. Effect of whey protein isolate addition on physical, structural and sensory properties of sponge cake. Food Hydrocolloids 61: 633-639.

Ronda, F., Ojeda, B., Gómez, M., Caballero, P. A. and Pando, V. 2011. Rheological study of layer cake batters made with soybean protein isolate and different starch sources. Journal of Food Engineering 102: 272-277.

Sahagún, N., Bravo-Núñez, A., Bascónes, G. and Gómez, M. 2018. Influence of protein source on the characteristics of gluten-free layer cakes. LWT-Food Science and Technology, 94: 50-56.

Table 3 Physical properties of banana cakes substituted with soy protein isolate (SPI) at different levels.

Cake samples	Specific volume (g/ml)	Baking weight loss (%)	Texture properties			
			Hardness (N)	Springiness	Cohesiveness	Chewiness (N)
SPI 0%	2.01±0.05 ^a	11.63±0.31 ^c	10.157±0.257 ^a	0.907±0.003 ^a	0.607±0.008 ^a	5.588±0.156 ^a
SPI 10%	1.95±0.01 ^{ab}	17.91±0.13 ^b	10.337±0.419 ^a	0.892±0.003 ^b	0.572±0.006 ^b	5.271±0.233 ^b
SPI 20%	1.95±0.03 ^{ab}	18.07±0.25 ^{ab}	10.361±0.408 ^a	0.875±0.018 ^c	0.548±0.010 ^c	4.968±0.247 ^c
SPI 30%	1.93±0.05 ^b	18.36±0.14 ^a	10.430±0.499 ^a	0.870±0.005 ^c	0.536±0.017 ^c	4.865±0.301 ^c

Means in columns followed by different superscript letters are significantly different (p<0.05).

จากผลการวิเคราะห์คุณภาพเนื้อสัมผัสของเค้กกล้วยหอมดัง Table 3 พบว่า ค่า Hardness ไม่แตกต่างกัน (p>0.05) ส่วนค่า Springiness, Cohesiveness และ Chewiness ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) เมื่อโปรตีนถั่วเหลืองสกัดเพิ่มขึ้น เนื่องจากเค้กมีโครงสร้างกึ่งเจลเดนจากแป้งสาลีน้อยลง โดยทั่วไปแล้วโครงสร้างกึ่งเจลเดนมีหน้าที่ทำให้เค้กมีเนื้อสัมผัสคงรูปและยึดเกาะกัน (Ramirez et al., 2016)

Table 4 Color properties of banana cakes substituted with soy protein isolate (SPI) at different levels.

Cake samples	Color properties			
	L*	a*	b*	Browning index
SPI 0%	49.51±0.16 ^a	14.71±0.29 ^b	41.43±0.12 ^a	167.59±1.51 ^c
SPI 10%	47.23±0.11 ^b	15.51±0.25 ^a	40.13±0.22 ^b	173.71±1.38 ^b
SPI 20%	44.56±0.24 ^c	15.59±0.32 ^a	59.13±0.63 ^{ab}	186.14±0.79 ^a
SPI 30%	44.43±0.22 ^c	15.75±0.20 ^a	39.43±0.21 ^c	187.59±1.80 ^a

Means in columns followed by different superscript letters are significantly different (p<0.05).

Fig.2 แสดงลักษณะปรากฏของเค้กกล้วยหอมที่มีการทดแทนแป้งสาลีด้วยโปรตีนถั่วเหลืองสกัด ซึ่งสอดคล้องกับค่า Specific volume เมื่อวิเคราะห์ค่าสีของเค้กดัง Table 4 พบว่า สีของเค้กที่มีการทดแทนด้วยโปรตีนถั่วเหลือง สกัดส่งผลให้ค่า L* และค่า b* ลดลง ในขณะที่ค่า a* และค่า Browning index มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) เมื่อเทียบกับสูตรควบคุม เป็นผลจากปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard reactions) ที่เกิดขึ้นระหว่างน้ำตาลและกรดอะมิโน ประกอบกับการเกิดกระบวนการคาราเมลไลเซชัน (Caramelization) ของน้ำตาลระหว่างการอบ ดังนั้นเค้กที่มีปริมาณโปรตีนสูงจึงเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลได้มากกว่าเค้กที่มีปริมาณโปรตีนน้อย (Sahagún et al., 2018)



Fig.2 The appearance of banana cakes substituted with soy protein isolate (SPI) at different levels.

สรุปผลการทดลอง

การทดแทนแป้งสาลีด้วยโปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองที่ระดับ 10-30% ในเค้กกล้วยหอมมีผลทำให้คุณภาพทางเคมีและกายภาพเปลี่ยนแปลงไป โดยการทดแทนโปรตีนถั่วเหลืองสกัดในปริมาณที่มากขึ้นส่งผลให้ปริมาณโปรตีน ไขมัน เถ้า และเส้นใยหยาบเพิ่มขึ้น ในขณะที่ความชื้นและคาร์โบไฮเดรตลดลง ค่า Specific volume, Springiness, Cohesiveness, Chewiness และค่า L* ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) ในขณะที่ค่าการสูญเสียน้ำหนักหลังอบของเค้กและค่า Browning index เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการทดแทนด้วยโปรตีนถั่วเหลืองสกัดส่งผลต่อคุณภาพของเค้ก จึงควรมีการศึกษเพิ่มเติมในด้านการยอมรับของผู้บริโภคเพื่อหาระดับการทดแทนที่เหมาะสมต่อไป

ติดต่อเพิ่มเติม