การใช้เบต้ากลูแคนและถั่วลันเตาบดเพื่อเป็นสารทดแทนไขมันในคุกกี้เนยที่ทำจากแป้งมันสำปะหลัง

โดย

มนตรี ฉายสว่าง

อภินันท์ ศรีไพวัลย์

สมใจ สืบเสาะ

สนับสนุนงบประมาณโดย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

ประจำปีงบประมาณ 2561

APPLICATION OF HYDROCOLLOIDS AND GROUND PEAS AS FAT-REPLACERS IN BUTTER COOKIE MADE FROM TAPIOCA STARCH

By

Montri Chaisawang

Apinan Sripywan

Somjai Suebsor

Granted by

Rajamangala University of Technology Rattanakosin

Fiscal year 2018

กิตติกรรมประกาศ

การทำโครงการวิจัยในครั้งนี้ ได้สำเร็จลุล่วงไปได้ดีด้วยความช่วยเหลือจากหลายฝ่าย จึงขออนุญาตขอขอบพระคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ อธิการบดี รองอธิการบดีฝ่ายวิจัย ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา และเจ้าหน้าที่ประจำสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ ที่ให้คอยความช่วยเหลือ ให้ข้อมูล ตรวจสอบและสนับสนุนโครงการวิจัยมาโดยตลอด

ขอขอบคุณคณบดีคณะศิลปศาสตร์ รองคณบดีคณะศิลปศาสตร์ หัวหน้าสาขาวิชาและคณาจารย์ประจำสาขาวิชาศึกษาทั่วไป ที่ให้การสนับสนุนสถานที่ในการทำโครงการวิจัย และขอขอบคุณคณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ พื้นที่เพาะช่าง คณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ ที่อำนวยความสะดวกในการทำวิจัยรวมถึงห้องสมุดตามมหาวิทยาลัยต่างๆ ที่ให้ข้อมูลอันเป็นประโยชน์

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ครูบาอาจารย์ผู้ประสิทธิ์ประสาทความรู้ นักวิชาการทุกท่าน แหล่งข้อมูลต่างๆ ที่ผู้วิจัยนำมาใช้อ้างอิง ขอบคุณสมาชิกในครอบครัวทุกคน ตลอดจนเพื่อนๆพี่ๆ น้องๆ ที่ให้กำลังใจและความช่วยเหลือต่างๆ จนทำให้งานวิจัยชิ้นนี้สำเร็จด้วยดี

มนตรี ฉายสว่าง

สมใจ สืบเสาะ

อภินันท์ ศรีไพวัลย์

มีนาคม พ.ศ. 2562

บทคัดย่อ

รหัสโครงการ : A12 / 2561

ชื่อโครงการ : การใช้เบต้ากลูแคนและถั่วลันเตาบดเพื่อเป็นสารทดแทนไขมันในคุกกี้เนยที่ทำจากแป้งมันสำปะหลัง

ชื่อนักวิจัย : ดร. มนตรี ฉายสว่าง, ดร. สมใจ สืบเสาะ, อภินันท์ ศรีไพวัลย์

การศึกษาอิทธิพลของเบต้ากลูแคนและถั่วลันเตาบดเป็นตัวทดแทนไขมันในการผลิตคุกกี้เนยที่ทำจากแป้งมันสำปะหลังต่อสมบัติทางกายภาพของคุกกี้และปริมาณไขมันทรานส์

ผลการวิจัยพบว่า

1. การผสมผสานของทั้งสององค์ประกอบนี้พบว่าสามารถปรับปรุงความยืดหยุ่นของโดโดยไม่มีขาดระหว่างการขยายและขึ้นรูปคุกกี้ คุกกี้เนยที่มีเบต้ากลูแคนและถั่วลันเตาบดมีสัดส่วนการแผ่กระจายต่ำลง ค่าสีเหลืองต่ำลง มีความแข็งที่เพิ่มขึ้นใกล้เคียงคุกกี้เนยในท้องตลาด และผ่านการยอมรับจากผู้บริโภค
2. นอกจากนี้ปริมาณโปรตีนและเส้นใยอาหารในคุกกี้เนยเพิ่มขึ้น การศึกษาทางเคมีพบว่าปริมาณไขมันลดลง 30% เมื่อเทียบกับการควบคุม
3. สูตรคุกกี้เนยที่พัฒนาขึ้นไม่มีองค์ประกอบของไขมันทรานส์ ดังนั้นผลลัพธ์ที่ได้แสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ที่จะใช้ถั่วลันเตาบดและเบต้ากลูแคนในการปรับปรุงสมบัติทางกายภาพและทางโภชนาการของคุกกี้เนยและอาจทำให้เกิดการปรับตัวของสูตรอาหารในอุตสาหกรรมไทยให้เป็นไปตามกฎหมายด้านอาหารของไทย

คำสำคัญ : “คุกกี้เนย” “สมบัติหยุ่นหนืด” “เบต้ากลูแคน” “การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส”

E-mail Address : montri.cha@rmutr.ac.th

ระยะเวลาโครงการ : ตุลาคม 2560 – มีนาคม 2562

Abstract

Code of project : A12 / 2561

Project name : Application of hydrocolloids and ground peas as fat-replacers in butter cookie made from tapioca starch

Researcher name : Dr. Montri Chaisawang, Dr. Somjai Suebor, Apinan Sripywan

The influence of beta-glucan and ground pea as fat-replacers on the production of butter cookie made from tapioca starch on the physical properties of dough, cookies and trans fat contents were studied. The incorporation of these two components was found to improve elastic dough with no cutting during extended and easy to mold. Butter cookies containing beta-glucan and ground pea expressed low spread ratio of the cookies, low yellow color, increase hardness and accepted overall acceptable score. In addition, the contents of protein and dietary fiber in the butter cookies increased in our recipe. Subsequently, the fat content decreased by 30% when compared with control. Our developed recipe of butter cookies showed no composition of trans fat. Thus, the results showed the possibility of utilizing ground sugar pea and beta-glucan to improve the physical and nutritional properties of butter cookies and may let to be an adaptation of recipes in the Thai industry due to Thai food law.

Keywords: “Butter cookie” “Viscoelastic properties” “ß-glucan” “Sensory evaluation”

E-mail Address : montri.cha@rmutr.ac.th

Period of project : October 2017 – March 2019

สารบัญ

		หน้า
กิตติกรรมประกาศ		ก
บทคัดย่อภาษาไทย		ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ		ค
สารบัญ		ง
สารบัญตาราง		ฉ
สารบัญภาพ		ช
สัญลักษณ์และคำย่อ		ซ
บทที่ 1	**บทนำ**	1
	1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
	2. วัตถุประสงค์การวิจัย	1
	3. คำถามการวิจัย / สมมติฐานการวิจัย	2
	4. ขอบเขตการวิจัย	2
	5. นิยามศัพท์	2
	6. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2	**ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง**	3
	1. คุกกี้เนย (Butter cookie)	4
	2. ถั่วลันเตา)Pisum sativum)	4
	3. เบต้ากลูแคน) β-glucan)	4
	4. อาหารแป้งที่มีไฮโดรคอลลอยด์เป็นส่วนประกอบ	5
	5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
บทที่ 3	**ระเบียบวิธีการวิจัย**	9
	1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	9
	2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	9

	หน้า
3. วิธีการทดลอง	9
4. สถิติที่ใช้ในการวิจัย	12
บทที่ 4 ผลการวิจัย/ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	13
1. ผลของความเข้มข้นของถั่วลันเตาบดต่อค่า storage modulus ของคุกกี้เนยลดไขมัน	13
2. ผลของความเข้มข้นของถั่วลันเตาบดต่อค่าการกระจายของคุกกี้เนยลดไขมัน	14
3. ผลของความเข้มข้นของถั่วลันเตาบดต่อสมบัติทางกายภาพและเคมีของคุกกี้เนย	15
4. ปริมาณไขมันทรานส์ในคุกกี้เนยลดไขมัน	17
5. ผลของความเข้มข้นของถั่วลันเตาบดต่อความชอบของผู้บริโภค	18
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ	19
1. สรุปผลการวิจัย	19
2. การอภิปรายผล	19
3. ข้อเสนอแนะ	20
บรรณานุกรม	21
ประวัติผู้วิจัย	23

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.	การเปรียบเทียบค่าการแผ่กระจายของคุกกี้ที่ใช้ถั่วลันเตาบดทดแทนไขมันในปริมาณแตกต่างกัน ร้อยละ 30, 20, 10 และ 0 โดยน้ำหนักของปริมาณเนย	14
2.	คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของคุกกี้เนยลดไขมันด้วยถั่วลันเตาบดที่ความเข้มข้นต่างๆ	16
3.	ปริมาณกรดไขมันทราส์ในคุกกี้เนยสูตรควบคุมและสูตรลดไขมัน	17

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.	แสดงโครงสร้างของเบต้า-1,3-กลูแคน (β-1,3-glucan) และ เบต้า-1,6-กลูแคน (β-1,6-glucan)	5
2.	คุกกี้ที่มีการเติมและไม่เติม CMC (รูป a-d คือคุกกี้ที่ทำจากแป้งข้าวและแป้ง Buckwheat รูป e คือคุกกี้ที่ไม่เติม CMC)	8
3.	ค่า storage modulus (G’, Pa) ต่ออุณหภูมิ (°C) ของคุกกี้เนยสูตรควบคุมเทียบกับสูตรลดไขมันที่มีการเติม ถั่วลันเตาบดในปริมาณแตกต่างกัน ร้อยละ 30, 20, 10 และ 0 โดยน้ำหนักของปริมาณเนย	13
4.	รูปถ่ายคุกกี้เนยสูตรควบคุมและลดปริมาณไขมันด้วยเบต้ากลูแคนและถั่วลันเตาบด สูตรควบคุม (C) เทียบกับสูตรลดไขมันที่มีการเติมถั่วลันเตาบดในปริมาณแตกต่างกัน ร้อยละ 30, 20, 10 และ 0 โดยน้ำหนักของปริมาณเนย	16
5.	คะแนนการยอมรับจากผู้บริโภคในคุกกี้เนยสูตรควบคุมและลดไขมัน สูตรควบคุมเทียบกับสูตรลดไขมันที่มีการเติมถั่วลันเตาบดในปริมาณแตกต่างกัน ร้อยละ 30, 20, 10 และ 0 โดยน้ำหนักของปริมาณเนย	18

สัญลักษณ์และคำย่อ

สัญลักษณ์	ความหมาย
ß	Beta
CMC	carboxymethylcellulose
et al.	Et alii (Latin), and other
ed.	edition
ed. (eds.)	editor, editors, edited by
g	gram
G'	storage modulus
i.e.	id est (Latin), that is
kg	kilogram
L	liter
p. (pp.)	page (pages)
mg	milligram
ml	milliliter
mm	millimeter
no.	number
tan **δ**	G"/G' values
%	percent
°C	Degree Celsius

บทที่ 1
บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

อาหารที่มีแป้งกลายเป็นอาหารหลักของประชากรทั่วโลก ซึ่งบริโภคในปริมาณสูงมากในแต่ละปี โดยเฉพาะอาหารที่มีเนยเป็นองค์ประกอบจะทำให้อาหารมีรสชาติและกลิ่นที่น่ารับประทาน แต่เนื่องด้วยเนยทำมาจากไขมันสัตว์มีไขมันอิ่มตัวสูงและบางชนิดมีไขมันทรานส์ ซึ่งเป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้บริโภค โดยเฉพาะในปัจจุบันผู้บริโภค, สำนักงานควบคุมอาหารและยา, และโรงงานอุตสาหกรรมอาหารได้ตระหนักถึงความสำคัญของสุขภาพของผู้บริโภคมากขึ้น โดยเฉพาะการเพิ่มขึ้นของโรคเรื้อรังต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการบริโภคอาหารที่มีแคลอรีมากเกิน เช่น น้ำหนักเกินมาตรฐาน โรคอ้วน โรคหัวใจ โรคความดันโลหิตสูง และโรคเบาหวานเป็นต้น อีกทั้งผู้บริโภคในปัจจุบันเลือกที่จะสั่งอาหารที่มีไขมันต่ำ จึงเป็นเหตุให้นักวิจัยทางอุตสาหกรรมอาหารหันมาปรับปรุงพัฒนาสูตรอาหารที่มีแคลอรีที่ลดลง ดังนั้นเราจึงจำเป็นต้องศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพของอาหารเมื่อมีการทดแทนด้วยสารจากธรรมชาติ ในปัจจุบันพบว่าเบต้ากลูแคน (β-glucan) เป็นโพลีเมอร์จากธรรมชาติปราศจากสารเคมีที่สามารถปรับปรุงคุณสมบัติของอาหารโดยไม่ต้องใช้สารเคมีและสามารถทำหน้าที่ทดแทนไขมัน ดังนั้นเบต้ากลูแคนจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการช่วยลดปริมาณไขมันที่ใช้ในอาหารได้ งานวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาการลดปริมาณไขมันที่ใช้ในคุกกี้โดยการทดแทนด้วยเบต้ากลูแคนและถั่วลันเตาบดซึ่งเป็นประโยชน์ต่อสุขภาพ ปราศจากกลูเต้นซึ่งเป็นปัญหาสำคัญของผู้ที่แพ้สารนี้ และสามารถแปรรูปอาหารจากแป้งมันสำปะหลังซึ่งมีการปลูกจำนวนมากในประเทศไทย อีกทั้งสามารถลดปริมาณการนำเข้าแป้งสาลีจากต่างประเทศในการใช้ผลิตคุกกี้ในอุตสาหกรรมไทย

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

๒.๑ ศึกษาปริมาณเบต้ากลูแคนที่ใช้ทดแทนไขมันในคุกกี้

๒.๒ ศึกษาสมบัติของเบต้ากลูแคนต่อการขึ้นรูปคุกกี้ที่มีการทดแทนไขมัน ว่ามีผลต่อเนื้อสัมผัสของอาหารอย่างไรทั้งทางกายภาพและประสาทสัมผัส

๒.๓ ศึกษาการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคของคุกกี้ที่ทดแทนไขมันด้วยเบต้ากลูแคน

3. คำถามการวิจัย / สมมติฐานการวิจัย

การใช้เบต้ากลูแคนและถั่วลันเตาบดสามารถเป็นสารทดแทนไขมันในคุกกี้เนยที่ทำจากแป้งมันสำปะหลังได้หรือไม่

4. กรอบแนวคิดการวิจัย

ศึกษาสมบัติทางกายภาพต่างๆ ของคุกกี้ การเปลี่ยนแปลงของสี การวิเคราะห์เนื้อสัมผัส และการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคของคุกกี้ที่มีการทดแทนสีด้วยสารสีจากธรรมชาติในคุกกี้ที่มีการทดแทนไขมันด้วยเบต้ากลูแคน เพื่อศึกษาปริมาณที่ใช้ทดแทนไขมันในคุกกี้

5. นิยามศัพท์

Butter cookie เป็นขนมอบประเภทบิสกิต มีลักษณะเป็นชิ้นขนาดเล็ก มีเนยเป็นส่วนประกอบในปริมาณมากกว่าคุกกี้ทั่วไปโดยมีมากถึงร้อยละ 20

Viscoelastic properties คุณสมบัติวิสโคอิลาสติก เป็นการแสดงคุณสมบัติทางการเปลี่ยนรูปร่างเมื่อได้รับแรง และสมบัติการต้านทานการไหล

β-glucan เบต้ากลูแคนคือโพลิแซคคาไรด์ที่เกิดจากการรวมกันของกลูโคสหลายโมเลกุล ซึ่งพบได้ที่ผนังเซลล์ยีสต์ ซึ่งเป็นพอลิแซ็กคาไรด์ (polysaccharide) ที่เกิดจากโมเลกุลเดี่ยวมาต่อกันเป็นโมเลกุลใหญ่ซึ่งไม่ละลายในน้ำ แต่จะแขวนลอย (disperse) อยู่ในน้ำ โครงสร้างทางเคมีประกอบด้วย เบต้า-1,3-กลูแคน (β-1,3-glucan) และ เบต้า-1,6-กลูแคน (β-1,6-glucan)

Sensory evaluation การตรวจวิเคราะห์ คุณภาพของอาหาร โดยใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 ของผู้ชิม ได้แก่ การมอง การฟัง การดม การชิม และการสัมผัส ใช้จำนวนผู้ชิมที่มากพอสมควร ประมวลผลด้วยวิธีทางสถิติ และแปลผลอย่างมีหลักเกณฑ์

6. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ผลสำเร็จของการวิจัยนี้นักวิจัยสามารถเข้าใจถึงการใช้ประโยชน์ของการใช้เบต้ากลูแคนที่ใช้ทดแทนไขมัน และทราบถึงการยอมรับของผู้บริโภค ผลงานวิจัยนี้สามารถนำไปต่อยอดในกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมอาหาร โครงการวิจัยนี้อาจมีส่วนในการเปิดโอกาสให้ผู้ผลิตอาหารและโรงงานอุตสาหกรรมอาหารรับรู้เทคโนโลยีใหม่ที่เกี่ยวกับการเลือกใช้เบต้ากลูแคน อีกทั้งได้องค์ความรู้ใหม่ที่เกี่ยวกับการใช้เบต้ากลูแคนเพื่อลดการใช้ปริมาณไขมันในคุกกี้เนย โครงการวิจัยนี้ได้วางแผนไว้สำหรับการตีพิมพ์ในวารสาร หรือเผยแพร่แบบบรรยายหรือโปสเตอร์

บทที่ 2
ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

1. คุกกี้เนย (Butter cookie)

เนื่องจากในปัจจุบันคุกกี้เป็นอาหารที่ได้รับความนิยมในทุกเพศ ทุกวัย ผู้คนส่วนใหญ่นิยมรับประทานคุกกี้ รวมถึงมอบคุกกี้ให้กันในวาระหรือโอกาสสำคัญต่างๆ แต่เนื่องจากคุกกี้เนยเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีไขมันสูง ส่วนประกอบหลักที่สำคัญในคุกกี้นอกจากแป้งแล้วยังมีเนยสดและมาการีน โดยในทั่วไปคุกกี้จะมีปริมาณมาการีนคิดเป็นร้อยละ 20 ถึง 30 จากมวลทั้งหมดของคุกกี้ ซึ่งมาการีนหรืออาจเรียกว่าเนยเทียม เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากน้ำมันพืช อันมีส่วนประกอบหลักคือ ไตรกลีเซอไรด์ ซึ่งเดิมมีกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวสูง และมีสถานะเป็นของเหลว หรือกึ่งเหลวที่อุณหภูมิห้อง แต่ผ่านกระบวนการเติมไฮโดรเจนทำให้มีกรดไขมันชนิดอิ่มตัวมากขึ้น และเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นของเหลวกึ่งแข็งที่สามารถปาดได้ มาการีนจัดเป็นอิมัลชันชนิดน้ำในน้ำมัน (water-in-oil emulsion) มีเนื้อสัมผัสคล้ายเนย มีการเติมเกลือ สีผสมอาหาร วิตามิน เพื่อให้มีคุณภาพทางประสาทสัมผัสและคุณค่าทางโภชนาการใกล้เคียงกับเนย มาการีนที่ผ่านกระบวนการไฮโดรจีเนชันจะมีกรดไขมันชนิดทรานส์ปนอยู่ด้วย ซึ่งเป็นกรดไขมันที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการไฮโดรจีเนชัน จากหลายงานวิจัยพบว่าหากเราบริโภคอาหารที่มีกรดไขมันทรานส์ในปริมาณมาก จะช่วยส่งเสริมการทำงานของเอนไซม์ Cholesterol Acyltranferase ซึ่งเป็นเอนไซม์สำคัญในการเมตาบอลิซึมของคอเลสเตอรอล ทำให้ระดับ LDL ซึ่งเป็นคอเลสเตอรอลชนิดที่ไม่ดีต่อร่างกายในเลือดเพิ่มขึ้น และลดระดับ HDL ซึ่งเป็นคอเลสเตอรอลชนิดดีในเลือด อีกทั้งเนื่องจากไขมันทรานส์เป็นไขมันที่เกิดจากการแปรรูป ซึ่งย่อยสลายได้ยากกว่าไขมันชนิดอื่น ทำให้ตับต้องสลายไขมันทรานส์ด้วยวิธีการที่แตกต่างไปจากการย่อยสลายไขมันชนิดอื่น จึงอาจก่อให้เกิดสภาวะที่ผิดปกติกับร่างกาย คือ จะทำให้ร่างกายมีน้ำหนักและไขมันส่วนเกินเพิ่มมากขึ้น มีสภาวะการทำงานของตับที่ผิดปกติ มีความเสี่ยงสูงที่จะเป็น โรคหัวใจ โรคหลอดเลือดหัวใจตีบ โรคความดันโลหิตสูง โรคเบาหวาน และโรคไขมันอุดตันในเส้นเลือด

ผู้วิจัยได้ตระหนักถึงข้อเสียนี้ที่จะส่งผลเสียต่อสุขภาพของผู้บริโภค จึงได้ศึกษาเกี่ยวกับวัตถุดิบที่จะสามารถนำมาทดแทนไขมันในส่วนของเนยและมาการีน และได้ศึกษาพบสารไฮโดรคอลลอยด์ซึ่งเป็นสารที่มีขนาดของโมเลกุลใหญ่มากเมื่อเปรียบเทียบกับโมเลกุลของน้ำ สารกลุ่มนี้ไม่ละลายในน้ำ แต่จะแขวนลอยอยู่ในน้ำ โดยจับกับโมเลกุลของน้ำได้ดี ไฮโดรคอลลอยด์อาจเป็นสารในกลุ่ม พอลิแซ็กคาไรด์ หรือโปรตีน ซึ่งเป็นพอลิเมอร์ที่เกิดจากโมเลกุลเดี่ยวมาต่อกันเป็นโมเลกุลใหญ่ สามารถนำไปใช้ประโยชน์

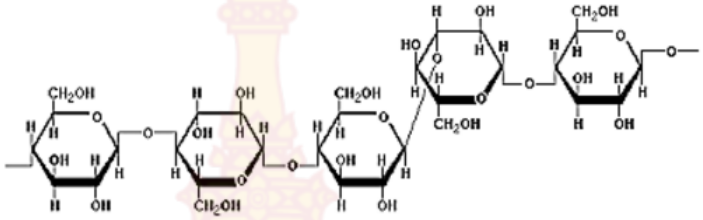
ในอุตสาหกรรมอาหารได้หลายด้าน เช่น เป็นสารเพิ่มความหนืด เพิ่มความคงตัว สารที่ก่อให้เกิดเจล สารที่ทำให้อิมัลชันคงตัว สารยับยั้งการเกิดผลึกน้ำแข็งหรือผลึกน้ำตาล เป็นสารช่วยกักเก็บและควบคุมการปล่อยกลิ่นและรส รวมถึงเป็นสารที่ช่วยในการทดแทนไขมันในอาหารอีกด้วย โดยสารไฮโดรคอลลอยด์สามารถหาได้จากหลายแหล่ง ไม่ว่าจะเป็น สัตว์ พืช สาหร่ายทะเล จุลินทรีย์ ดัดแปลงจากสารที่ได้จากธรรมชาติ หรือแม้กระทั่งสังเคราะห์ เช่นพวกพอลิเอทิลีนออกไซด์พอลิเมอร์ เป็นต้น ซึ่งในที่นี้ผู้วิจัยเลือกใช้สารสเตบิไลเซอร์หรือสารเพิ่มความคงตัวคือ เบต้ากลูแคน และถั่วลันเตาบด

2. ถั่วลันเตา (Pisum sativum)

เนื่องจากถั่วลันเตา (Pisum sativum) นั้นมีสรรพคุณและประโยชน์มากมาย มีใยอาหารสูงทำให้ช่วยในการขับถ่าย มีวิตามิน แร่ธาตุที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย ไม่ว่าจะเป็น วิตามินบี1 บี2 บี3 บี6 บี9 วิตามินซี เอ อี และเค รวมถึงแร่ธาตุต่างๆ เช่น แคลเซียม ฟอสฟอรัส แมกนีเซียม เหล็ก และแร่ธาตุสารอาหารที่มีประโยชน์ต่อร่างกายอื่นๆอีกมากมาย และที่สำคัญถั่วลันเตามีไขมันต่ำ ทั้งยังอยู่ในรูปไขมันไม่อิ่มตัวซึ่งเมื่อรับประทานไปแล้วส่งผลดีต่อสุขภาพของผู้บริโภค และที่สำคัญถั่วลันเตาเป็นถั่วที่ไม่มีกลูเต้นและมีโปรตีนสูง นอกจากนี้ถั่วลันเตายังเป็นอาหารที่เหมาะกับผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูง เนื่องจากมีโซเดียมเพียง 5% ของปริมาณสูงสุดที่สามารถบริโภคได้ต่อวัน ซึ่งถือว่าน้อยมาก ดังนั้นผู้ที่มีความดันโลหิตสูงจึงสามารถรับประทานได้ด้วย นอกจากนี้ยังมีเลซิติน (Lecithine) เป็นส่วนประกอบซึ่งเป็นอีมัลซิฟายเอร์ที่สามารถละลายได้ทั้งน้ำและไขมัน แต่เนื่องจากไม่เพียงพอต่อการคงตัวของคุกกี้และถั่วลันเตายังมีสีเขียวจะเป็นเหตุให้คุกกี้มีสีเขียวซึ่งจะไม่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภค ดังนั้นจึงเพิ่มความคงตัวและลดไขมันด้วยเบต้ากลูแคนซึ่งเป็นไฮโดรคอลลอยด์ชนิดหนึ่ง

3. เบต้ากลูแคน (β-glucan)

เบต้ากลูแคนคือโพลิแซคคาไรด์ที่เกิดจากการรวมกันของกลูโคสหลายโมเลกุล ซึ่งพบได้ที่ผนังเซลล์ของซีเรียล, ยีสต์, แบคทีเรีย และ เชื้อรา องค์การอาหารและยาของสหรัฐอเมริกา (FDA) รายงานว่าการได้รับเบต้ากลูแคนสามารถลดปริมาณของไขมันอิ่มตัว และลดความเสี่ยงต่อโรคหัวใจ มีคุณสมบัติเป็นใยอาหาร (Fiber) และสามารถเพิ่มความหนืดในอาหารได้ โดยส่วนมากจะพบในยีสต์ ประกอบด้วยเบต้า-1,3-กลูแคน (β-1,3-glucan) และ เบต้า-1,6-กลูแคน (β-1,6-glucan) ดังรูปที่ 1



ภาพที่ 1. แสดงโครงสร้างของเบต้า-1,3-กลูแคน (β-1,3-glucan) และ เบต้า-1,6-กลูแคน (β-1,6-glucan) (แหล่งที่มา: http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1088/beta-glucan)

คุณสมบัติของเบต้ากลูแคน คือ ช่วยกระตุ้นภูมิต้านทานของร่างกาย ป้องกันการติดเชื้อจากจุลินทรีย์ ช่วยลดระดับคอลเลสเตอรอลในเลือด เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ที่สำคัญที่ทำให้แตกต่างจากสารอาหารตัวอื่น คือ สามารถป้องกันและรักษาโรคมะเร็งได้ เพราะเบต้ากลูแคนจะช่วยกระตุ้นการทำงานของเม็ดเลือดขาวขนาดใหญ่ (Macrophage) ให้สามารถทำลายเซลล์มะเร็งได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4. อาหารแป้งที่มีไฮโดรคอลลอยด์เป็นส่วนประกอบ

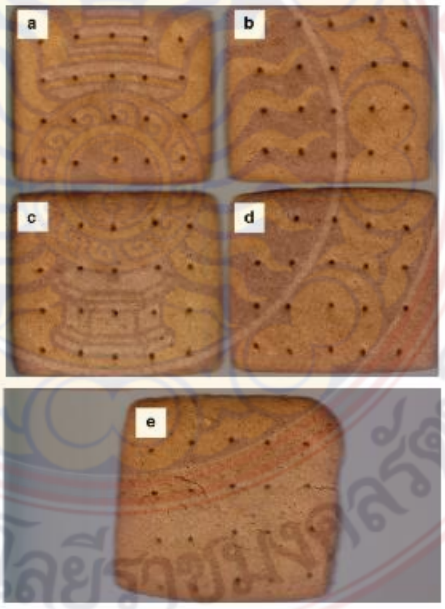
แป้งเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญของมนุษย์และสัตว์ ซึ่งเป็นพลังงานที่สำคัญที่พืชสร้างเก็บไว้ อุตสาหกรรมแป้งส่วนมากมีการใช้สารเคมีหรือวิธีทางกายภาพในการปรับปรุงคุณภาพของแป้งก่อนถึงผู้บริโภคและผู้ผลิตอาหาร ด้วยวิธีเติมหมู่ฟอสเฟสหรือการย่อยสลายเพื่อลดความแข็งของเจลแป้งและลดการคายน้ำขณะเก็บในรักษาในที่เย็นซึ่งทำให้อาหารมีคุณสมบัติไม่เป็นไปตามที่ต้องการ และขั้นตอนในการปรับปรุงนั้นมีราคาแพง สร้างมลพิษ และยังทำให้แป้งแตกกลายไปเป็นผลิตภัณฑ์ที่ไม่ต้องการ แต่ในรายงานพบว่าการใส่ไฮโดรคอลลอยด์ (hydrocolloids or gum) เป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการปรับปรุงคุณภาพของแป้งจากธรรมชาติโดยไม่ต้องใช้สารเคมี ไฮโดรคอลลอยด์เป็นสารธรรมชาติที่ผลิตจากพืชและเชื้อจุลินทรีย์ ไฮโดรคอลลอยด์ละลายในน้ำได้สารละลายที่มีลักษณะเป็นคอลลอยด์หรือเจล ในอุตสาหกรรมอาหารไฮโดรคอลลอยด์ใช้ในการปรับปรุงเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์อาหาร, สารเพิ่มความข้นหนืด, สารดูดซับน้ำ เพื่อลดการสูญเสียน้ำจากอาหาร, สารเพิ่มความเสถียรให้กับผลิตภัณฑ์ประเภทสารแขวนลอยและอิมัลชัน จากคุณสมบัติดังกล่าวข้างต้นจะทำให้อายุการเก็บของผลิตภัณฑ์อาหารยาวนานขึ้น การเติมไฮโดรคอลลอยด์นั้นมีการใช้อย่างแพร่หลายในอาหารที่มีแป้งมีหลัก เช่นการเติม guar gum หรือ xanthan gum ช่วยเพิ่มคุณสมบัติของแป้งเช่น เพิ่มความหนืดให้กับเจลแป้ง ปรับปรุงเนื้อสัมผัส (texture) ป้องกันการตกตะกอนของแป้ง ป้องกันการเกิดน้ำแข็ง (crystallization) ช่วยควบคุมความชื้น ช่วยลดต้นทุนของอาหาร ไฮโดรคอลลอยด์สามารถเปลี่ยนแปลงขั้นตอนการเกิดเจลได้ (gelatinization)

ซึ่งมีผลต่อคุณสมบัติของอาหารหลังจากทำให้อาหารสุก โดยเฉพาะการเพิ่มความหนืดมากกว่า 2 เท่า (synergistic) เช่นงานวิจัยของคณะ Christianson (1981) พบว่า guar gum, xanthan gum และ carboxymethyl cellulose สามารถเพิ่มความหนืดของแป้งสาลี (wheat starch) เนื่องจาก interaction ของไฮโดรคอลลอยด์กับโมเลกุลที่หลุดออกมาจากเม็ดแป้งขณะเม็ดแป้งบวมเมื่อให้ความร้อน ซึ่งเป็นผลให้ความหนืดเพิ่มขึ้น รูปแบบของเม็ดแป้งที่บวมนั้นไม่มีผลต่อการเพิ่มความหนืด (Shi & BeMiller, 2002) นอกจากไฮโดรคอลลอยด์สามารถเพิ่มความหนืดแล้วยังสามารถลดความหนืดของอาหารได้เช่นเดียวกัน มีรายงานว่า xanthan gum ลดความหนืดของแป้งมันฝรั่ง (potato starch) เนื่องจากแป้งและไฮโดรคอลลอยด์มีประจุลบเหมือนกันบนโมเลกุลของแป้งและไฮโดรคอลลอยด์จึงเกิดการพลักกันขณะให้ความร้อน แต่ในทางกลับกัน guar gum และ alginate สามารถเพิ่มความหนืดของ potato starch ได้ เนื่องจากประจุของไฮโดรคอลลอยด์เป็นกลางเมื่อรวมกับแป้งที่มีประจุลบก็ยังเพิ่มความหนืด ไฮโดรคอลลอยด์สามารถอุ้มน้ำได้มากถึง 90% แล้วกลายเป็นเจลซึ่งสามารถไปจับกับโมเลกุลใหญ่ๆ ในอาหารเช่นเม็ดแป้ง ซึ่งช่วยในการไหลทำให้อาหารนุ่มขึ้น หรือแข็งแรงขึ้น ด้วยเหตุนี้เอง จึงสามารถนำไฮโดรคอลลอยด์ไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอาหารได้ โดยเฉพาะการใช้ทดแทนการใช้สารเคมีที่ทำให้แป้งเกิดคอลสลิงค์ (cross-linked) ซึ่งขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของไฮโดรคอลลอยด์ในด้านโครงสร้าง กระบวนการผลิต และประเภทคุณสมบัติของไฮโดรคอลลอยด์ โดยไฮโดรคอลลอยด์สามารถเกิดโครงสร้างสามมิติกับโครงสร้างของแป้งในหลายรูปแบบ ตัวอย่างเช่น “junction zone” เป็นการจับตัวกันซึ่งเป็นพื้นฐานโครงสร้างสามมิติ ซึ่งการเกิดนี้ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ การมีประจุของไอออนในอาหาร ไฮโดรคอลลอยด์ยังสามารถทำหน้าที่เป็น emulsifier หรือ emulsion stability ซึ่งช่วยพยุงไม่ให้โมเลกุลใหญ่ในอาหารเช่นแป้งตกตะกอน ช่วยป้องกันการจับตัวกันของโมเลกุลแป้งในอาหาร ป้องกันการคายน้ำในอาหารที่มีน้ำมันเป็นส่วนประกอบ ป้องกันการจับตัวกันของหยดน้ำมันในอาหาร โดยปกติเชื่อกันว่าไฮโดรคอลลอยด์รวมตัวบนพื้นผิวในโมเลกุลหลักของอาหารอย่างช้าๆ และเป็นพันธะอย่างอ่อน แต่ Gum Arabic เป็นไฮโดรคอลลอยด์ชนิดเดียวที่มีการรายงานว่าสามารถรวมตัวบนพื้นผิวของอาหารได้อย่างดีโดยเฉพาะพื้นผิวระหว่างน้ำมันและน้ำ (oil-water interface) นอกจากนี้ยังมี galactomannans, xanthan, pectin ที่ช่วยลดแรงตึงผิวซึ่งช่วยปรับปรุงการรวมตัวกันระหว่างน้ำมันและน้ำ แต่มีไฮโดรคอลลอยด์บางชนิดเช่น Micro crystalline cellulose (MCC) ซึ่งไม่สามารถละลายน้ำแต่สามารถเกาะตัวดูดซึมอยู่ระหว่างพื้นผิวได้เช่นเดียวกัน

3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในปัจจุบันไฮโดรคอลลอยด์ยังสามารถทำหน้าที่ทดแทนไขมัน (fat replacers) ซึ่งสามารถลดการใช้ไขมันในอาหารซึ่งนำไปสู่การลดแคลอรีได้รวมถึงปริมาณเนยที่ใช้ มีการรายงานว่าการใช้ไฮโดรคอลลอยด์ในอาหารบางประเภทเช่น น้ำซอสของอาหารอิตาลีได้ใส่ xanthan gum เป็นสารที่ทำให้อาหารข้นขึ้น (Thickening agent) และใน mayonnaise มีการเติม xanthan gum และ guar gum เพื่อช่วยเพิ่มความข้นหนืดและเป็น fat replacers ในแง่นี้ระบบจะมีน้ำเป็นส่วนประกอบมากซึ่งกัมจะดูดน้ำไว้ได้มากกว่าคุกกี้ซึ่งตอนแรกดูดนำแต่เมื่อทำแห้งแล้วน้ำจะระเหย

ได้มีรายงานการลดไขมันด้วยสารบางชนิดในคุกกี้ เช่น Litesse (polydextrose) หรือ Dairytrim (สารสกัดจากโอ๊ตซึ่งมีเบต้ากลูแคนสูง) พบว่าคุกกี้มีความแข็งเพิ่มขึ้น ซึ่งต่างจากการเติม C*deLight (maltodextrin ที่มีปริมาณ dextrose ต่ำ), Simplesse (whey proteins และ emulsifiers) or Raftiline (ORAFTI Active Food Ingredients) ซึ่งดีต่อคุณสมบัติของคุกกี้มากกว่าในแง่ของคุณสมบัติทาง textural characteristics (Zoulias, Oreopoulou & Tzia, 2002) มีรายงานการเติม CMC (Carboxymethycellulose) ในคุกกี้ที่ทำด้วย Buckwheat flour (แป้งจากผลไม้) พบว่าช่วยในการขึ้นรูปได้ไม่ผิดรูปร่างและช่วยให้ผิวหน้าคุกกี้แตกน้อยลง (Tamara, R., et al., 2013) ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2. คุกกี้ที่มีการเติมและไม่เติม CMC (รูป a-d คือคุกกี้ที่ทำจากแป้งข้าวและแป้ง Buckwheat รูป e คือคุกกี้ที่ไม่เติม CMC)

บทที่ 3
ระเบียบวิธีการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ผู้ทดสอบจากนักศึกษา อาจารย์ และบุคลากร ทั้งเพศชายและหญิง ในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ วิทยาเขตเพาะช่าง ที่มีอายุระหว่าง 18- 60 ปี จำนวน 50 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ (Vernier Calipers)

TA-XT2 Texture Analyzer (Stable Micro Systems, UK)

Hunter Colorimeter ต่อด้วย optical sensor (Hunter Associates Laboratory Inc., Reston, VA, USA)

Rheometer

Gas Chromatography

3. วิธีการทดลอง

3.1 การเตรียมถั่วลันเตาบด

นำถั่วลันเตาที่ผ่านการนึ่งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส และบดละเอียดโดยใช้เครื่อง National Blender รุ่น MX-MG21 ความเร็วที่ speed 2 เป็นเวลา 1 นาที ทำซ้ำ 5 รอบ และนำมาอบแห้งใน Tray drier ที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นนำถั่วลันเตาอบแห้งมาบดอีกครั้งเป็นเวลา 1 นาที (Tantakasem & Ruangchai, 2011)

3.2 การผลิตคุกกี้เนยสูตรควบคุมและสูตรที่ใช้ถั่วลันเตาบดรวมกับเบต้ากลูแคนทดแทนไขมัน

วัตถุดิบหลักคือ เนยจืด (ตราออร์คิดซึ่งมีส่วนประกอบดังนี้คือ น้ำมันพืช 45% น้ำมันเนย 37% และนมผงขาดมันเนย 2 %), แป้งมันสำปะหลัง (บริษัท เนชั่นแนล สตาร์ช แอนด์ เคมิเคิล (ไทยแลนด์) จำกัด), น้ำตาล (ตราไดนาสตี้), เกลือ (ตราปรุงทิพย์), เบต้ากลูแคน (innovacan^{TM}: purified yeast cell wall 1,3/1,6-beta glucan)

3.2.1 คุกกี้เนยสูตรควบคุม

มีส่วนผสมดังนี้ แป้งมันสำปะหลัง เนยจืด น้ำตาล เกลือ โซเดียมไบคาร์บอเนต ($NaHCO_3$) กลิ่นวานิลา และน้ำเท่ากับ 112.5, 57.5, 50.0, 1.1, 1.3, 1.9 และ 40 กรัม (Chauhan, Saxena, & Singh, 2015; Gouveia, Batista, Miranda, Empis, & Raymundo, 2007) ขั้นตอนการผลิตคุกกี้เริ่มจากการตีเนยสดให้อ่อนตัวที่อุณหภูมิห้องในเครื่องผสมอาหาร KM240 stand mixer (KENWOOD, China) ด้วยอัตราเร็ว 84 รอบต่อนาที จากนั้นเติมน้ำตาล ตีจนขึ้นฟู ตามด้วยใส่น้ำ กลิ่นวานิลา เกลือ โซเดียมไบ

คาร์บอเนต และตามด้วยแป้งที่ผ่านการร่อน ตีต่อไปอีก 10 นาที นำไปกดให้ขึ้นรูป แล้วอบที่อุณหภูมิ 170 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 นาที (food oven) หลังจากคุกกี้เย็น เก็บรักษาคุกกี้ในถุงโพลีเอทธิลีน

3.2.2 คุกกี้เนยสูตรที่ใช้ถั่วลันเตาบดรวมกับเบต้ากลูแคนทดแทนไขมัน

ศึกษาการใช้ถั่วลันเตาบดในผลิตภัณฑ์คุกกี้ 4 ระดับ คือทดแทนเนยที่ระดับ 30, 20,10 และ 0% (โดยน้ำหนักของเนยทั้งหมด) โดยตีรวมกับเบต้ากลูแคนในปริมาณคงที่ 2% ของปริมาณน้ำหนักทั้งหมด ที่แขวนลอยในน้ำ 40 มิลิลิตร (ถ้าใช้เบต้ากลูแคนเกิน 2% จะทำให้คุกกี้มีค่าเนื้อสัมผัสความแข็งสูงกว่าคุกกี้ในท้องตลาด) ซึ่งมีลักษณะเป็นเจล โดยการใช้โฮโมจีไนซ์ Ultraturrax T25 (IKA, Staufen, Germany) ที่ 24,000 rpm ผสมเป็นเวลา 10 นาที (Paradiso *et al*., 2015) หลักจากนั้นตีเนยผสมกับสารทดแทนไขมันด้วยเครื่องผสมอาหาร KM240 stand mixer (KENWOOD, China) ด้วยอัตราเร็ว 84 รอบต่อนาที เป็นเวลา 3 นาที จากนั้นเติมน้ำตาล ตีต่อ 1 นาที ตามด้วยกลิ่นวานิลา เกลือ โซเดียมไบคาร์บอเนต และตามด้วยแป้งที่ผ่านการร่อน ตีต่อไปอีก 5 นาที นำไปกดให้ขึ้นรูป แล้วอบที่อุณหภูมิ 170 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 นาที (food oven) นำออกมาพักไว้ที่อุณหภูมิห้อง หลังจากคุกกี้เย็นเก็บรักษาคุกกี้ในถุงโพลีเอทธิลีน

3.3 ศึกษาสมบัติทายกายภาพของคุกกี้

3.3.1 การวิเคราะห์รีโอโลจีของโดคุกกี้

การทดสอบการไหลของโดโดยใช้ Rheometer (Physica MCR 301, Anton Paar GmbH, Ostfildern, Germany) โดยใส่ตัวอย่างโดลงบน parallel-pate ขนาด 25 มิลลิเมตร ซึ่งอุณหภูมิจะถูกควบคุมโดย Peltier ที่ความถี่เชิงมุม 10 เรเดียนต่อวินาที และใช้ความเครียด 0.03% และบันทึกค่าการสะสมหรือโมดูลัสยืดหยุ่น (G’) ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง

3.3.2 การวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง และความหนาของคุกกี้

ใช้เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ (Vernier Calipers) ในการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (D) และความหนาของคุกกี้ (T) หลังจากนั้นหาค่าเฉลี่ยของเส้นผ่านศูนย์กลาง (D) ความหนาของคุกกี้ (T) และหาอัตราส่วนค่าการแผ่กระจายของคุกกี้ (D/T) คำนวณจากอัตราส่วนระหว่างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางหารด้วยความหนาของคุกกี้ของคุกกี้ในแต่ละตัวอย่าง ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง (Zoulias, Piknis, & Oreopoulou, 2000)

3.3.3 การวิเคราะห์ค่าสีของคุกกี้

นำตัวอย่างคุกกี้ที่ได้หลังจากการอบ 1 วัน วัดสีโดยใช้ Minolta Chroma Meter CR-400 colorimeter ผลที่ได้มีการแสดงออกตามระบบสี CIELAB (L* = ความสว่าง a* = สีแดงถึงเขียว และ b*

= สีน้ำเงินถึงสีเหลือง) ทำการวัดค่าสีในแต่ละตัวอย่าง 3 ซ้ำ (Žilić, Kocadağlı, Vančetović, & Gökmen, 2016)

3.3.4 การวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสของคุกกี้

สามารถหาค่าความแข็งของคุกกี้ได้โดยวัดจากเครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัส (TA.XT-Plus, Stable Micro System, UK) โดยใช้ 3-Point Bending Rig (HDP/3 PB) ในโหมดการบีบอัดที่ 2 มิลลิเมตร/วินาที ระยะทางในการบีบอัด 3 มิลลิเมตร และแรงในการบีบอัด 5 กรัม เพื่อดูความแข็งของเนื้อคุกกี้ที่เปลี่ยนแปลงไป หลังทำการเก็บ 1 วัน ทำการวัดแต่ละตัวอย่าง 3 ซ้ำ

3.4 การวิเคราะห์ทางเคมี

ปริมาณความชื้น (moisture content), ปริมาณโปรตีน (protein content), ปริมาณไขมัน (lipid content) ปริมาณเส้นใย (fiber) และปริมาณเถ้า (ash) (AOAC, 2000)

3.5 การวิเคราะห์ปริมาณไขมันทรานส์

ชั่งตัวอย่างคุกกี้บดโดยคำนวณให้มีปริมาณไขมันประมาณ 100-200 มิลลิกรัม เติมกรดไตรอันดีคาโนอิก (C11:0) ใช้เป็น internal standard ซึ่งในตัวอย่างไม่มีกรดไขมันชนิดนี้ และใช้กรดไฮโดรคลอริกย่อยตัวอย่าง และทำการสกัดตัวอย่างด้วยตัวทำละลายเฮกเซน หลังจากนั้นระเหยเฮกเซนด้วยก๊าซไนโตรเจน ขั้นต่อไปทำให้ไขมันเป็นกรดไขมันเมททิลเอสเทอร์ด้วยโบรอนไตรฟลูออไรด์ในเมทานอล และฉีดเข้าเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟที่ใช้เฟลมไอออไนเซชันเป็นเครื่องตรวจวัดปริมาณสาร ทำการวิเคราะห์ตัวอย่าง 3 ซ้ำ โดยนำกราฟมาเทียบกับกรดไขมันทราส์มาตรฐาน 6 ชนิด ได้แก่ 1. Myristelaidic acid (C14:1t9), 2. Trans-pentadecenic acid (C15:1t10), 3. Palmitelaidic acid (C16:1t9), 4. Trans-octadecenoic acid (C18:1t6, C18:1t9, C18:1t11), 5. Linolelaidic acid (C18:2t9t12, C18:2c9t12, C18:2t9c12, C18:2t11c12), 6. Linolenelaidic acid (C18:3t9t12t15, C18:3t9c12t15, C18:3c9t12t15, C18:3c9c12t15, C18:3c9t12c15, C18:3t9c12c15) (Delmonte & Rader, 2007)

3.6 การทดสอบความชอบของผู้บริโภค (5 points hedonic scale)

ทำการทดสอบความชอบของผู้บริโภค โดยใช้การทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยมีคะแนนความชอบจาก 1- 5 คะแนน (5 points hedonic scale) โดยมีผู้ทดสอบจากนักศึกษา อาจารย์ และบุคลากร ทั้งเพศชายและหญิง ในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ วิทยาเขตเพาะช่าง ที่มีอายุระหว่าง 18- 60 ปี จำนวน 50 คน คุกกี้เนยผ่านการยอมรับจากผู้บริโภคเมื่อมีค่า overall acceptability เกิน 3 กำหนดช่วงคะแนนตั้งแต่ 1-5 (5 หมายถึง ชอบมากที่สุด และ 1 หมายถึง ชอบน้อยที่สุด)

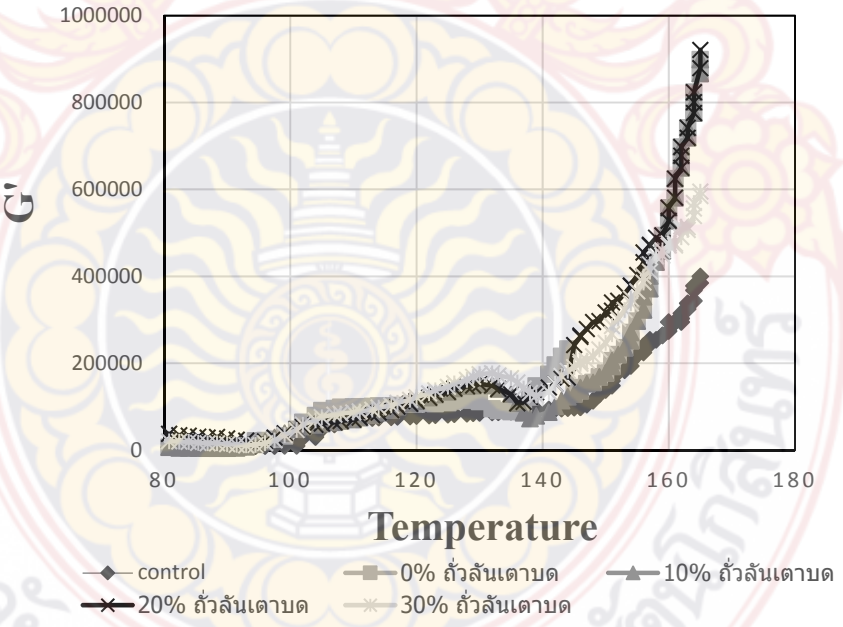
3.7 การวิเคราะห์ทางสถิติ

ทำการทดลองอย่างน้อย 3 ซ้ำ และทำการวิเคราะห์ค่าทางสถิติโดยใช้ การวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance; ANOVA) และวิเคราะห์ความแตกต่างด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความความเชื่อมั่น 95% *(P<0.05)*

บทที่ 4
ผลการวิจัย/ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลของความเข้มข้นของถั่วลันเตาบดต่อค่า storage modulus ของคุกกี้เนยลดไขมัน

เมื่อเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า storage modulus (G’) กับอุณหภูมิ ดังในภาพที่ 1 พบว่า โดของคุกกี้เนยที่มีการทดแทนเนยด้วยเบต้ากลูแคนมีค่า G’ สูงขึ้น และเมื่อมีการเติมถั่วลันเตาบดกับเบต้ากลูแคน พบว่าค่า G’ สูงขึ้นมากกว่า 2 เท่า (synergistic) ณ อุณหภูมิที่ทดสอบ จากการศึกษาค่า G’ ทำให้ทราบว่าโดของคุกกี้เนยสามารถมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้นได้โดยการเติมเบต้ากลูแคนและถั่วลันเตาบดซึ่งเป็นข้อดีต่อการผลิตที่ทำให้ง่ายต่อการขึ้นรูปให้เป็นแผ่นโดยโดไม่แตกขาดง่ายหรืออ่อนนุ่มจนเกินไปเหมือนสูตรควบคุม แต่เมื่อเติมถั่วลันเตาบดเพิ่มขึ้นอีกถึง 30% พบว่าค่า G’ ของโดไม่ได้เพิ่มขึ้นมากกว่าสูตรที่มีการลดไขมันด้วยถั่วลันเตาบด 20% แสดงให้เห็นว่าที่ความเข้มข้นนี้เป็นความเข้มข้นสูงสุดที่ทำให้โดแข็งแรงขึ้น



ภาพที่ 3 ค่า storage modulus (G’, Pa) ต่ออุณหภูมิ (°C) ของคุกกี้เนยสูตรควบคุมเทียบกับสูตรลดไขมันที่มีการเติม ถั่วลันเตาบดในปริมาณแตกต่างกัน ร้อยละ 30, 20, 10 และ 0 โดยน้ำหนักของปริมาณเนย

2. ผลของความเข้มข้นของถั่วลันเตาบดต่อค่าการกระจายของคุกกี้เนยลดไขมัน

งานวิจัยนี้ศึกษาผลของค่าการแผ่กระจายที่ลดไขมันด้วยเบต้ากลูแคนและถั่วลันเตาบดเปรียบเทียบกับสูตรควบคุมดังตารางที่ 1 พบว่า คุกกี้หลังอบที่มีการทดแทนเนยด้วยเบต้ากลูแคนและถั่วลันเตาบดพบว่าค่าผ่านศูนย์กลางของคุกกี้ลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม สำหรับค่าการแผ่กระจายคุกกี้ที่มีการทดแทนเนยด้วยเบต้ากลูแคนอย่างเดียวมีค่าไม่แตกต่างจากคุกกี้สูตรควบคุมอย่างนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) แต่มีแนวโน้มลดลง สำหรับการทดแทนด้วยถั่วลันเตาบดในปริมาณที่สูงขึ้นส่งผลให้คุกกี้มีค่าการแผ่กระจายที่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบค่าการแผ่กระจายของคุกกี้ที่ใช้ถั่วลันเตาบดทดแทนไขมันในปริมาณแตกต่างกัน ร้อยละ 30, 20, 10 และ 0 โดยน้ำหนักของปริมาณเนย

Parameters	Control	0%	10%	20%	30%
Diameter (cm)	4.48 ± 0.28a	3.95 ± 0.12b	3.94 ± 0.07b	3.93 ± 0.08b	3.93 ± 0.09b
Thickness (cm)	0.73 ± 0.13a	0.77 ± 0.07a	0.77 ± 0.00a	0.97 ± 0.06b	0.95 ± 0.00b
Spread ratio	6.13 ± 0.26a	5.12 ± 0.20a	5.33 ± 0.21a	4.05 ± 0.10b	4.14 ± 0.03b

ค่า mean $\pm$ standard deviations (n = 3), สูตรควบคุมเทียบกับสูตรลดไขมันที่มีการเติมถั่วลันเตาบดในปริมาณแตกต่างกัน ร้อยละ 30, 20, 10 และ 0 โดยน้ำหนักของปริมาณเนย

3. ผลของความเข้มข้นของถั่วลันเตาบดต่อสมบัติทางกายภาพและเคมีของคุกกี้เนย

การเปลี่ยนแปลงของสีคุกกี้เนยลดไขมัน ทั้ง 3 สี (ตารางที่ 2) ด้วยการวัดค่าสีของคุกกี้ด้วยเครื่องวัดค่าสี ระบบ CIE พบว่า คุกกี้ที่มีการลดไขมัน มีค่า L*, a* และ b* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ค่าความสว่าง (L* หรือ lightness) มีแนวโน้มลดลงเมื่อมีการเพิ่มปริมาณถั่วลันเตาบด ซึ่งหมายความว่าเมื่อมีการเติมถั่วลันเตาบดจะทำให้คุกกี้มีความสว่างลดลง ส่วนค่า a* (redness to greenness) มีค่าลดลงตามที่คาดไว้เนื่องจากถั่วลันเตาบดมีสีเขียว แต่อย่างไรก็ตามตัวอย่างที่ใช้ถั่วลันเตาบด 10% และ 20% มีค่าไม่แตกต่างกัน แสดงให้เห็นว่าค่าสีของคุกกี้ที่มีการเติมถั่วลันเตาบดไม่ทำให้ค่าสีเปลี่ยนแปลงมากเมื่อเติมถึง 20% แต่ที่ระดับ 30% ค่าของสีลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนค่า b* (yellowness to blueness) พบว่าสูตรควบคุมมีค่าสีเหลืองมากกว่าตัวอย่างที่มีการลดไขมัน เนื่องจากตัวอย่างมีการเติมเบต้ากลูแคนซึ่งทำให้มีค่าสีเหลืองลดลง แต่มีค่าสีเหลืองไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าคุกกี้ที่มีการลดลงของเนยด้วยเบต้ากลูแคนและถั่วลันเตาบดคุกกี้เนยยังมีสีเหลือง (ภาพที่ 2) และมีลักษณะปรากฏดี โดยไม่มีรอยแตกและผิวเรียบเนียน ยกเว้นตัวอย่างที่มีปริมาณถั่วลันเตาบดสูงถึงร้อยละ 30 ซึ่งมีลักษณออกเริ่มสีเขียวเล็กน้อย (ภาพที่ 2)

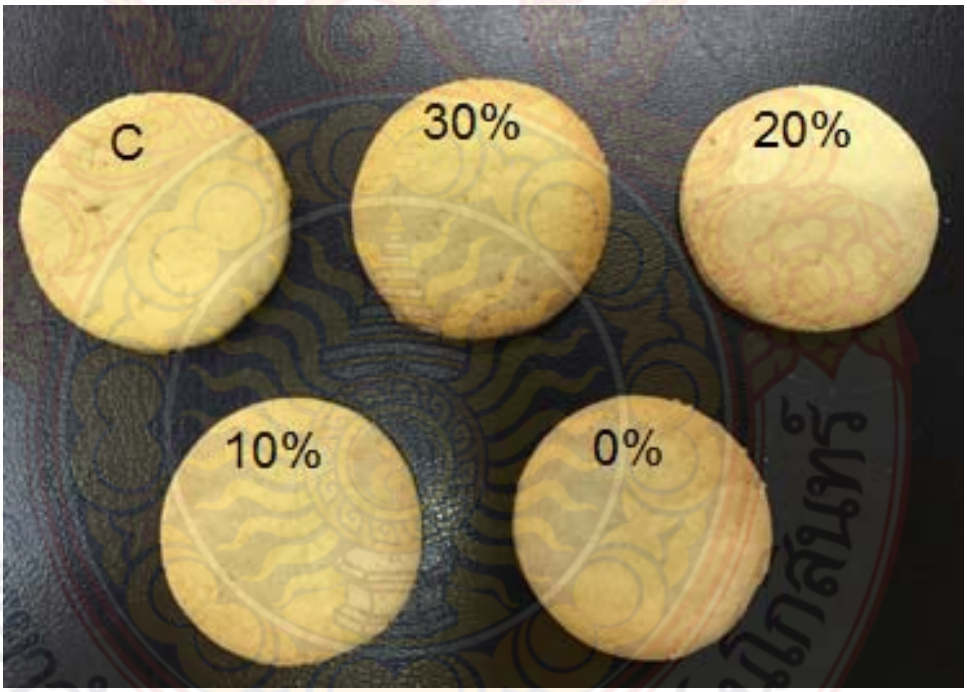
ค่าความแข็ง (hardness) มีค่ามากขึ้นเมื่อมีใช้เบต้ากลูแคนและถั่วลันเตาบด (ตารางที่ 2) เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของถั่วลันเตาพบว่าค่าความแข็งเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) และค่าความแข็งที่วัดได้สอดคล้องกับค่า storage modulus (ภาพที่ 1) และใกล้เคียงกับคุกกี้เนยตามท้องตลาดที่มีค่าความแข็งเฉลี่ยประมาณ 22 ± 3 N (4 ยี้ห้อ) เนื่องด้วยความแข็งแรงของคุกกี้เนยนั้นสามารถเพิ่มได้ด้วยการเติมเบต้ากลูแคนและถั่วลันเตาบดซึ่งเป็นข้อดี เนื่องจากคุกกี้เนยมีความแข็งต่ำ

เมื่อนำผลิตภัณฑ์คุกกี้เนยลดไขมันมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีพบว่า คุกกี้เนยมีปริมาณความชื้น ไขมัน โปรตีน เส้นใย เถ้า และคาร์โบไฮเดรตเฉลี่ยแตกต่างกัน (ตารางที่ 2) และมีปริมาณไขมันลดลง 31 เปอร์เซ็นต์ เมื่อลดไขมันลดลงจากสูตรควบคุม 30% จากการพัฒนาสูตรพบว่าการลดไขมันด้วยถั่วลันเตาบดทำให้มีปริมาณโปรตีนเพิ่มขึ้น และเบต้ากลูแคนทำให้มีปริมาณเส้นใยสูงขึ้นเล็กน้อย จากผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่านอกจากปริมาณไขมันลดลงแล้วยังเสริมโปรตีนและเส้นใย

ตารางที่ 2 คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของคุกกี้เนยลดไขมันด้วยถั่วลันเตาบดที่ความเข้มข้นต่างๆ

คุณสมบัติทางกายภาพและเคมี	สูตรควบคุม	0%	10%	20%	30%
ค่าสี					
L*	70 ± 1.25a	68 ± 1.33a	66 ± 1.44a	64 ± 1.45b	63 ± 1.33b
a*	6 ± 1.30a	5 ± 1.22a	3 ± 1.12b	3 ± 1.25b	1 ± 1.18c
b*	24 ± 0.96a	24 ± 0.88a	24 ± 0.92a	23 ± 0.90a	22 ± 0.88b
ความแข็ง (N)	17 ± 1.89a	19 ± 1.34a	20 ± 1.44b	21 ± 1.33b	22 ± 1.55b
องค์ประกอบทางเคมี (ร้อยละ)					
ความชื้น	4.53 ± 0.03a	5.51 ± 0.07b	5.49 ± 0.06b	5.43 ± 0.04b	5.41 ± 0.05b
ไขมัน	21.9 ± 0.23a	20.1 ± 0.21a	19.6 ± 0.31a	17.4 ± 0.26b	15.1 ± 0.24c
โปรตีน	5.67 ± 0.02a	5.64 ± 0.03a	5.81 ± 0.01b	6.12 ± 0.02c	6.24 ± 0.01d
เส้นใย	0.60 ± 0.02a	0.71 ± 0.03b	0.75 ± 0.03c	1.01 ± 0.04d	1.25 ± 0.03e
เถ้า	1.08 ± 0.04a	1.89 ± 0.03b	1.99 ± 0.06b	2.01 ± 0.03b	2.03 ± 0.04c
คาร์โบไฮเดรท	66.22 ± 0.23a	66.15 ± 0.34a	66.36 ± 0.53a	68.03 ± 0.43b	69.97 ± 0.53b

สูตรควบคุมเทียบกับสูตรลดไขมันที่มีการเติมถั่วลันเตาบดในปริมาณแตกต่างกัน ร้อยละ 30, 20, 10 และ 0 โดยน้ำหนักของปริมาณเนย



ภาพที่ 4 รูปถ่ายคุกกี้เนยสูตรควบคุมและลดปริมาณไขมันด้วยเบต้ากลูแคนและถั่วลันเตาบด สูตรควบคุม (C) เทียบกับสูตรลดไขมันที่มีการเติมถั่วลันเตาบดในปริมาณแตกต่างกัน ร้อยละ 30, 20, 10 และ 0 โดยน้ำหนักของปริมาณเนย

4. ปริมาณไขมันทรานส์ในคุกกี้เนยลดไขมัน

ผลการทดสอบปริมาณไขมันทรานส์ในคุกกี้เนยแยกตามชนิดไขมัน (ตารางที่ 3) พบว่ามีไม่มีไขมันทรานส์ในคุกกี้เนยสูตรที่พัฒนาขึ้นมา (น้อยกว่า 0.01 กรัมต่อ 100 กรัม) ส่วนคุกกี้ตามท้องตลาดมีกรดไขมันทรานส์มากถึง 0.04 กรัมต่อ 100 กรัม ซึ่งเป็นไขมันทรานส์ชนิด C18:2t เนื่องจากใช้มาการีนที่มีกรดไขมันทรานส์เป็นส่วนประกอบ จะเห็นว่าคุกกี้ที่พัฒนาสูตรขึ้นมาในงานวิจัยนี้ไม่ตรวจพบปริมาณกรดไขมันทรานส์

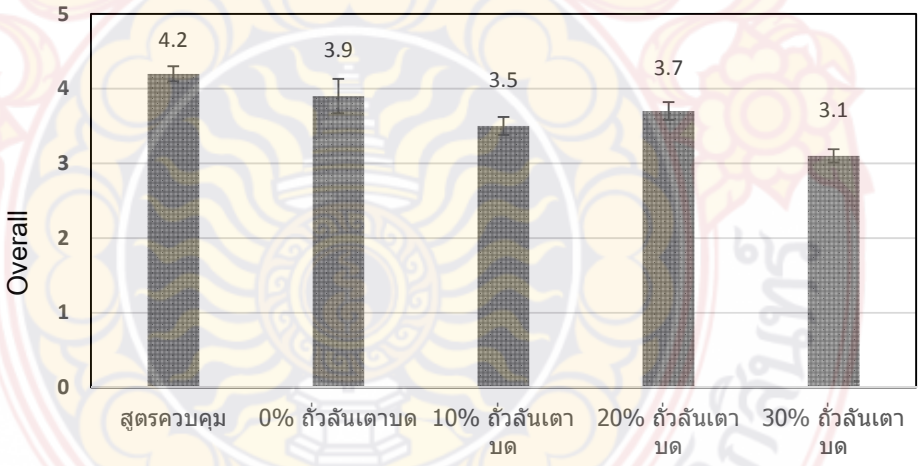
ตารางที่ 3 ปริมาณกรดไขมันทราส์ในคุกกี้เนยสูตรควบคุมและสูตรลดไขมัน

ผลิตภัณฑ์ (กรัม ต่อ 100 กรัม)	C14:1t	C15:1t	C16:1t	C18:1t	C18:2t	C18:3t
สูตรควบคุม	ND	ND	ND	ND	ND	ND
ถั่วลันเตาบด 0%	ND	ND	ND	ND	ND	ND
ถั่วลันเตาบด 10%	ND	ND	ND	ND	ND	ND
ถั่วลันเตาบด 20%	ND	ND	ND	ND	ND	ND
ถั่วลันเตาบด 30%	ND	ND	ND	ND	ND	ND
ตัวอย่างจากท้องตลาด	ND	ND	ND	ND	0.04	ND

ND = ปริมาณต่ำสุดที่ทดสอบได้ในตัวอย่างคุกกี้ซึ่งมีไขมันทรานส์น้อยกว่า 0.01 กรัม ต่อ 100 กรัม
สูตรควบคุมเทียบกับสูตรลดไขมันที่มีการเติมถั่วลันเตาบดในปริมาณแตกต่างกัน ร้อยละ 30, 20, 10 และ 0 โดยน้ำหนักของปริมาณเนย

5. ผลของความเข้มข้นของถั่วลันเตาบดต่อความชอบของผู้บริโภค

เพื่อตรวจสอบการยอมรับโดยรวมของคุกกี้โดยได้ดำเนินการประเมินทางประสาทสัมผัสโดยได้คัดเลือกโดยผู้ประเมิณที่ไม่ผ่านการฝึกอบรมซึ่งมีความสำคัญก่อนนำอาหารชนิดใหม่ออกจำหน่าย (ภาพที่ 3) ถึงแม้จะให้ค่าความถูกต้องและค่าการทำซ้ำที่น้อยก็ตามแต่มีความสำคัญ จากค่าที่ได้พบว่ามีค่ามากกว่า 3 ซึ่งผ่านการยอมรับจากผู้บริโภค แสดงให้เห็นว่าคุกกี้ที่ลดปริมาณเนยยังให้ค่าการยอมรับจากผู้บริโภค แต่เมื่อเพิ่มปริมาณถั่วลันเตาถึง 30% พบว่า ค่าการยอมรับลดลง ดังนั้นปริมาณถั่วลันเตาบดที่ 30% เป็นค่าความเข้มข้นสูงสุดที่สามารถใช้ได้สูตรนี้ ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมของคุกกี้ลดปริมาณเนย 20% เท่ากับ 4.2 ± 0.7, 4.2 ± 0.6, 3.8 ± 0.8, 3.8 ± 0.8, 4.0 ± 0.4 และ 3.7 ± 0.2 คะแนน ตามลำดับ เมื่อทดสอบด้วยคุกกี้ที่ลดปริมาณเนย 30% คะแนนค่าความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และลักษณะเนื้อสัมผัสของคุกกี้ลดลงเหลือ 3.5 ± 0.3, 3.2 ± 0.3, 3.5 ± 0.2, 3.7 ± 0.7 และ 3.7 ± 0.3 ตามลำดับ จึงทำให้คะแนนความชอบโดยรวมลดลงเหลือ 3.1 ± 0.3 คะแนน (ภาพที่ 3) แต่ผ่านการยอมรับจากผู้บริโภคโดยคะแนนความชอบโดยรวมมีค่าเกิน 3 คะแนน



ภาพที่ 5 คะแนนการยอมรับจากผู้บริโภคในคุกกี้เนยสูตรควบคุมและลดไขมัน สูตรควบคุมเทียบกับสูตรลดไขมันที่มีการเติมถั่วลันเตาบดในปริมาณแตกต่างกัน ร้อยละ 30, 20, 10 และ 0 โดยน้ำหนักของปริมาณเนย

บทที่ 5
สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

1. สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาผลของการใช้เบต้ากลูแคนและถั่วลันเตาบดในคุกกี้เนยเพื่อจุดประสงค์ในการลดไขมันพบว่า สูตรลดไขมันสามารถเพิ่มความแข็งแรงของโดโดยการเพิ่มค่า storage modulus และทำให้ทั้งโดและคุกกี้เนยมีความแข็งแรงมากขึ้น และช่วยในการขึ้นรูปคุกกี้เนยได้ง่ายขึ้นโดยโดไม่อ่อนนุ่มเกินไปและไม่ขาดง่าย ในด้านค่าความสว่างและค่าสีเหลืองลดลงเล็กน้อย เนื่องจากถั่วลันเตาบดมีสีเขียว แต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเพิ่มปริมาณถั่วลันเตาบดสูงถึงร้อยละ 30 ด้านองค์ประกอบทางเคมีพบว่าปริมาณไขมันในคุกกี้เนยลดลงถึง 30% และผ่านการยอมรับจากผู้บริโภค รวมถึงยังมีประโยชน์ในการเพิ่มปริมาณใยอาหารและโปรตีนในผลิตภัณฑ์ ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่า การลดไขมันด้วยถั่วลันเตาบดร้อยละ 20 หรือ 30 ในสภาวะที่มีเบต้ากลูแคนในคุกกี้เนยเป็นปริมาณที่มีความเหมาะสมสำหรับพัฒนาผลิตภัณฑ์ในระดับอุตสาหกรรมต่อไป

2. การอภิปรายผล

เมื่อเปรียบเทียบค่า G’ ของสูตรที่ใช้แป้งมันสำปะหลังเทียบกับแป้งสาลี พบว่าค่า G’ ที่ได้นั่นแป้งมันสำปะหลังมีค่าน้อยกว่าแป้งสาลี เนื่องจากแป้งมันสำปะหลังที่ใช้เป็นแป้งที่มีปริมาณโปรตีนต่ำ (starch) ปราศกลูเตนที่ทำหน้าที่เหมือนกาว แต่เมื่อนำมาผสมกับเบต้ากลูแคนและถั่วลันเตาบดพบว่ามีค่า G’ เพิ่มขึ้นขณะขึ้นโดคุกกี้ ทำให้โดมีความแข็งแรง ไม่อ่อนนุ่มและขาดง่ายขณะขึ้นรูปให้เป็นแผ่น สูตรที่พัฒนาขึ้นมานี้ไม่สร้างปัญหาขณะขึ้นโด และอาจใช้ในอุตสาหกรรมที่ใช้เครื่องขึ้นรูปให้เป็นแผ่นได้ ถั่วลันเตาบดเป็นส่วนประกอบที่ปราศจากกลูเตน (Gluten-Free) สูตรคุกกี้เนยนี้จึงสามารถให้ผู้บริโภคที่แพ้กลูเตนบริโภคได้ ในส่วนของเบต้ากลูแคนสามารถช่วยให้ส่วนผสมต่างๆ ของคุกกี้รวมตัวกันเป็นโดได้ง่ายขณะผสม และยังเพิ่มความแข็งแรงให้กับโครงสร้างคุกกี้โด อีกทั้งยังช่วยให้ส่วนผสมข้นขึ้น

การเติมเบต้ากลูแคนและถั่วลันเตาบดทำให้ค่าการแผ่กระจายลดลง เนื่องจากสูตรคุกกี้เนยมีปริมาณโปรตีนเพิ่มขึ้น อีกทั้งเติมเบต้ากลูแคนทำให้การแผ่กระจายลดลง โดยเฉพาะค่าเส้นผ่านศูนย์กลางของคุกกี้ลดลง เนื่องจากความแข็งแรงของโดเพิ่มมากขึ้น มีผลดีทำให้ไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงขนาดใส่คุกกี้ ในกรณีค่าแผ่กระจายของคุกกี้เพิ่มขึ้นอย่างมากอาจจำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงขนาดกล่องที่มีช่องใส่

คุกกี้ใหม่ และเว้นระยะโดคุกกี้ระหว่างการอบซึ่งจะทำให้ต้องใช้พื้นที่ในการอบมากขึ้น อีกทั้งโดของคุกกี้สูตรควบคุมมีการแผ่กระจายมากระหว่างอบทำให้โดคุกกี้แผ่กระจายมาติดกันทำให้รูปร่างคุกกี้เปลี่ยนแปลงไป ส่งผลให้คุกกี้ชิ้นนั้นต้องทิ้งไป

เมื่อมีการลดไขมันด้วยเบต้ากลูแคนและถั่วลันเตาบดพบว่าปริมาณไขมันลดลง 31% เมื่อมีการทดแทนเนยด้วยถั่วลันเตาบด 30% ของปริมาณเนยและเบต้ากลูแคน 2% ของน้ำหนักทั้งหมด และยังพบว่าปริมาณโปรตีนเพิ่มขึ้นจากถั่วลันเตาบด ทั้งเบต้ากลูแคนและถั่วลันเตาบดทำให้เส้นใยอาหารเพิ่มขึ้น ซึ่งทำให้ได้คุกกี้เนยที่ดีในแง่โภชนาการ ปริมาณคาร์โบไฮเดรทเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเนื่องจากถั่วลันเตามีน้ำตาลเป็นส่วนประกอบ

การเติมเบต้ากลูแคนทำให้คุกกี้มีสีสว่างลดลงเล็กน้อย แต่เมื่อเติมถั่วลันเตาบดทำให้คุกกี้เนยมีสีเขียวเพิ่มมากขึ้น จะเห็นได้ว่าคุกกี้มีสีเขียวอย่างเห็นได้ชัดเมื่อเติมถั่วลันเตาบดถึง 30% และทำให้การยอมรับจากผู้บริโภคลดลง แต่ผ่านการยอมรับจากผู้บริโภค ในกรณีเติมมากขึ้นจะทำให้ไม่ผ่านการยอมรับและคุกกี้มีสีเขียวมากจนมีค่าสีติดลบ (a*) ดังนั้นความเข้มข้นของถั่วลันเตาบดที่สามารถใช้ได้คือช่วง 20% ถึง 30% ในกรณีใช้ถั่วลันเตาบดถึง 30% ทำให้คะแนนของลักษณะปรากฏลดลงและทำให้ผิวหน้าคุกกี้มีรูมากขึ้นอย่างเห็นได้ชัด อาจเนื่องจากปริมาณถั่วลันเตาบดที่มากเกินไปทำให้ไม่สามารถเก็บก๊าซเอาไว้ได้ขณะให้ความร้อน และค่า G’ ลดลง ณ อุณหภูมิ 160 °C แสดงให้เห็นว่าโดสูตรถั่วลันเตาบด 30% มีความอ่อนตัวขณะอบ ทำให้ไม่สามารถเก็บก๊าซไว้ได้ดีเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรถั่วลันเตาบด 10% และ 20% เมื่อเปรียบเทียบลักษณะของคุกกี้ที่ดีคือมีค่าความแข็งที่เพียงพอ เพื่อที่จะรักษารูปร่างขณะขนส่ง แต่แตกง่ายเมื่อเคี้ยว คุกกี้มีสีน้ำตาล ลักษณะปรากฏที่ดึงดูดผู้บริโภค รวมถึงกลิ่น คุกกี้ที่มีการเติมถั่วลันเตาบด 20% เป็นสูตรที่ดีที่สุด อีกทั้งสูตรที่พัฒนาขึ้นจะปราศกลูเตนแล้วยังปราศจากกรดไขมันทรานส์เพื่อให้สอดคล้องกับการประกาศห้ามใช้อาหารที่มีส่วนประกอบของกรดไขมันทรานส์

3. ข้อเสนอแนะ

3.1 ควรศึกษา kinetics ของการเกิดสีน้ำตาลขณะอบ เนื่องจากการใช้ไฮโดยคอลลอยด์นั้นจะทำให้เกิดสีน้ำตาลในเวลาอบช้าลงแต่เมื่อเกิดสีเหลืองแล้วอัตราการเปลี่ยนแปลงของสีนั้นเร็วมาก

3.2 ควรศึกษาการใช้ไฮโดรคอลลอยด์พร้อมกับเทคนิคอื่นร่วมด้วยเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของคุกกี้แต่ไม่ทำให้แข็งเกินไป อีกทั้งศึกษากระบวนการเก็บรักษา

3.3 ควรศึกษาการปรับปรุงลักษณะปรากฏของคุกกี้ โดยทำให้มีรูน้อยลง เพื่อเพิ่มความสวยงามของลักษณะปรากฏ

บรรณานุกรม

AOAC, (2000), Official Methods of Analysis of AOAC International. Seventeen edition. Association of Official Analytical Chemists. Gaithersburg, Maryland.

Chauhan, A., Saxena, D., & Singh, S. (2015). Total dietary fibre and antioxidant activity of gluten free cookies made from raw and germinated amaranth (Amaranthus spp.) flour. *LWT-Food Science and Technology, 63*(2), 939-945.

Christianson, D. D., Hodge, J. E., Osborne, D. and Detroy, R. W. (1981). Gelatinization of wheat starch as modified by xanthan gum, guar gum, and cellulose gum. Cereal Chemistry. Vol. 58. pp. 513–517

Delmonte, P., & Rader, J. I. (2007). Evaluation of gas chromatographic methods for the determination of trans fat. *Analytical and Bioanalytical Chemistry, 389*(1), 77-85.

Gouveia, L., Batista, A. P., Miranda, A., Empis, J., & Raymundo, A. (2007). Chlorella vulgaris biomass used as colouring source in traditional butter cookies. *Innovative food science & emerging technologies, 8*(3), 433-436.

Li, H., Prairie, N., Udenigwe, C. C., Adebiyi, A. P., Tappia, P. S., Aukema, H. M., Aluko, R. E. (2011). Blood pressure lowering effect of a pea protein hydrolysate in hypertensive rats and humans. *Journal of agricultural and food chemistry, 59*(18), 9854-9860.

Notification of the Ministry of Public Health (2018). Ratchakitcha Special Issue, Number 135, Special part 166, Date 13 July 2018 (http://www.ratchakitcha.soc.go.th/DATA/PDF/2561/E/166/5.PDF)

Paradiso, V. M., Giarnetti, M., Summo, C., Pasqualone, A., Minervini, F., & Caponio, F. (2015). Production and characterization of emulsion filled gels based on inulin and extra virgin olive oil. *Food Hydrocolloids, 45*, 30-40.

Susanna, S., & Prabhasankar, P. (2013). A study on development of Gluten free pasta and its biochemical and immunological validation. *LWT-Food Science and Technology, 50*(2), 613-621.

Tamara, R. Hadnađev, D. Torbica, A. M. and Hadnađev, M. S. (2013). Influence of Buckwheat Flour and Carboxymethyl Cellulose on Rheological Behaviour and Baking

Performance of Gluten-Free Cookie Dough. Food Bioprocess Technology. Vol. 6. pp. 1770–1781

Tantakasem, S., & Ruangchai, S. (2011). Using Ground Peanuts as a Fat Substitute in Cookies. *University of the Thai Chamber of Commerce Journal, 31*(2).

Willett, W. C., Stampfer, M. J., Manson, J. E., Colditz, G. A., Speizer, F. E., Rosner, B. A., Sampson, L. A. (1993). Intake of trans fatty acids and risk of coronary heart disease among women. *The Lancet, 341*(8845), 581-585.

Žilić, S., Kocadağlı, T., Vančetović, J., & Gökmen, V. (2016). Effects of baking conditions and dough formulations on phenolic compound stability, antioxidant capacity and color of cookies made from anthocyanin-rich corn flour. *LWT-Food Science and Technology, 65*, 597-603.

Zoulias, E. I., Piknis, S., & Oreopoulou, V. (2000). Effect of sugar replacement by polyols and acesulfame‐K on properties of low‐fat cookies. *Journal of the Science of Food and Agriculture, 80*(14), 2049-2056.

ประวัติผู้วิจัย

ประวัติผู้วิจัย

1. **ชื่อ สกุล** ดร. มนตรี ฉายสว่าง

2. **ตำแหน่งปัจจุบัน** อาจารย์ ประจำ คณะ ศิลปะศาสตร์ สาขาวิชา ศึกษาทั่วไป (วิทยาศาสตร์)

3. หน่วยงานที่สามารถติดต่อได้

คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

86 ถนน ตรีเพชร เขต พระนคร กรุงเทพฯ 10200

Tel: 02-623-8790-5 to 6501-6503, Fax: 02-623-8790-5 to 6502

e-mail: Montri.Cha@rmutr.ac.th, montri.chaisawang@yahoo.com

4. ประวัติการศึกษา

ปริญญาเอก มหาวิทยาลัยมหิดล หลักสูตร ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชา เทคโนโลยีชีวภาพ, 2555

ปริญญาโท มหาวิทยาลัยมหิดล หลักสูตร วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา เทคโนโลยีชีวภาพ, 2547

ปริญญาตรี มหาวิทยาลัยบูรพา หลักสูตร วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา ชีวเคมี, 2545

5. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ นอกเหนือจากการศึกษา

-

6. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัย

2014 The office of the National Research Council of Thailand (NRCT) Title “Localization of related enzyme and metabolic flux in oileaginous species” (หัวหน้าโครงการวิจัย)

2015 The office of the National Research Council of Thailand (NRCT) Title “Potential industrial application of hydrocolloids as fat-replacers in starch based food products using high lipid content” (หัวหน้าโครงการวิจัย)

2016 The office of the National Research Council of Thailand (NRCT) Title “Application of hydrocolloid as encapsulation of mulberry extracts using various techniques for nutraceutical” (หัวหน้าโครงการวิจัย)

Chaisawang, M. (2015). Potential use of Thailand Thraustochytrid as a Novel Source of Omega-3 Oils and Biodiesel Production. Oral presentation in the 6th Rajamangala University of Technology International Conference. September 1st-3rd, 2015, Rajamangala University of Technology Isan, Nakhon Ratchasima, Thailand. (ผู้วิจัยหลัก)

Chaisawang, M. (2014). Effect of dissolved oxygen levels on lipid accumulation in cultures of marine protest, *Aurantiochytrium* sp. Oral presentation in the 1st Asian conference of oleo science “New Discoveries, Industrial Innovation and Networking on Oleo Science in Asian”, September 8th-10th, 2014, Royton, Sapporo, Japan. (ผู้วิจัยหลัก)

Chaisawang, M., Chauvatcharin, S., Suphantharika, M. & Verduyn, C. (2012). Metabolic networks and bioenergetics of Aurantiochytrium sp. B072 during storage lipid formation. Brazilian Journal of Microbiology, 43(3), 1192-1205. (ผู้วิจัยหลัก)

Chaisawang, M., Verduyn, C., Chauvatcharin, S., Pongtharangkul, T. and Vangnai, A. (2009). A comparative study of utilizing exogenous lipid and glucose on the fatty acid flux in oleaginous marine protist Aurantiochytrium mangrovei. Oral presentation in the 21th annual meeting and international conference of the Thai society for biotechnology “TSB 2009: Biotechnology: a solution to the global economic crisis?”, September 24th-25th, 2009, The Queen Sirikit National Convention Center, Bangok, Thailand. (ผู้วิจัยหลัก)

Chaisawang, M. and Verduyn, C. (2009). Effect of carbon sources on docosahexaenoic acid production by Schizochytrium mangrovei. Poster presentation in the MUSC Graduate Research Exposition, October, 28th, 2009, Mahidol University, Bangkok, Thailand. (ผู้วิจัยหลัก)

Chaisawang, M. and Verduyn, C. (2008). Bioenergetics and metabolic fluxes of fatty acid formation in Schizochytrium Mangrovei. Oral presentation in the 20th annual meeting and international conference of the Thai society for biotechnology “TSB 2008:

Biotechnology for Global Care", October 14th-17th, 2008, Taksila Hotel, Maha Sarakham, Thailand. (ผู้วิจัยหลัก)

Chaisawang, M. and Verduyn, C. (2008). Effect of carbon sources on docosahexaenoic acid production by Schizochytrium mangrovei BUSPRA072. Poster presentation in the RGJ-Ph.D. Congress IX, Aprill, 4th-6th, 2008, Jomtien Palm Beach Resort, Chonburi, Thailand. (ผู้วิจัยหลัก)

Chaisawang, M. & Suphantharika, M. (2006). Pasting and rheological properties of native and anionic tapioca starches as modified by guar gum and xanthan gum. Food Hydrocolloids, 20, 641-649. (ผู้วิจัยหลัก)

Chaisawang, M., Kriengsaksri, K., Laoteng, K., Hongsthong, A., Ruanglek, V., Meechai, A., Cheevadhanarak, S. and Bhumiratana, S. (2005). Flux analysis of central metabolic pathways of Saccharomyces cerevisiae grown under low temperature. Oral presentation in the BioThailand 2005: Biotechnology: Challenges in the 21st Century, November, 2nd-5th, 2005, The Queen Sirikit National Convention Center, Bangok, Thailand. (ผู้วิจัยหลัก)

Kriengsaksri, K., Chaisawang, M., Ruanglek, V., Hongsthong, A., Meechai, A., Cheevadhanarak, S. and Bhumiratana, S. (2005). Proteome analysis of Saccharomyces cerevisiae, Grown under different isothermal temperature using two-dimensional gel electrophoresis (2D-PAGE). Poster presentation in the BioThailand 2005: Biotechnology: Challenges in the 21st Century, November, 2nd-5th, 2005, The Queen Sirikit National Convention Center, Bangkok, Thailand. (ผู้วิจัยร่วม)

Chaisawang, M. & Suphantharika, M. (2005). Effects of guar gum and xanthan gum additions on physical and rheological properties of cationic tapioca starch. Carbohydrate Polymers, 61, 288-295. (ผู้วิจัยหลัก)

Chaisawang, M. and Suphantharika, M. (2004). Physical and rheological properties of starch-gum mixtures during pasting. Poster presentation in the 15th annual meeting of the Thai society for "Sustainable Development of SMEs through Biotechnology", February 3rd-6th, 2004, Pang Suan Kaew Hotel, Chiang Mai, Thailand. (ผู้วิจัยหลัก)

ผู้ร่วมวิจัย

1. **ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย)** อาจารย์ อภินันท์ ศรีไพวัลย์

   ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Miss Apinan Sripywan

2. **ตำแหน่งปัจจุบัน** อาจารย์ ประจำ คณะ ศิลปะศาสตร์ สาขาวิชา ศึกษาทั่วไป

3. **หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้**

หน่วยงาน ศึกษาทั่วไป คณะศิลปะศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร

วิทยาเขตเพาะช่าง เขต พระนคร จังหวัด กรุงเทพฯ 10200

หมายเลขโทรศัพท์ที่ทำงาน 02-623-8790-5

โทรศัพท์มือถือ 081-614-8697

โทรสาร 02-623-8790 ต่อ 6502

และไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail) apinansripywan@yahoo.com

4. **ประวัติการศึกษา**

M.A., International communication (International program), KMUTN

B.Ed., Secondary (English-French), Chulalongkorn University

5. **สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา)**

-

6. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละข้อเสนอการวิจัย

Sripywan, A (2003). A study of Additudes towards Teacher's Talk in English Conversation Class. Completed Research, 113.

ผู้ร่วมวิจัย

1. **ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย)** อาจารย์ สมใจ สืบเสาะ

   ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Miss Somchai Suebsor

2. **ตำแหน่งปัจจุบัน** อาจารย์ ประจำ คณะ ศิลปะศาสตร์ สาขาวิชา ศึกษาทั่วไป

3. **หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้**

หน่วยงาน ศึกษาทั่วไป คณะศิลปะศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร

วิทยาเขตเพาะช่าง เขต พระนคร จังหวัด กรุงเทพฯ 10200

หมายเลขโทรศัพท์ที่ทำงาน 02-623-8790-5
โทรศัพท์มือถือ 089-3083514
โทรสาร 02-623-8790 ต่อ 6502
และไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail) somjai.suebsor@hotmail.com

4. ประวัติการศึกษา

ระดับการศึกษา	สาขา/วุฒิ	ชื่อสถานศึกษา
ปริญญาเอก	เทคโนโลยีเทคนิคศึกษา (ปร.ด).	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ปริญญาโท	เทคโนโลยีเทคนิคศึกษา (ค.อ.ม.)	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ปริญญาตรี	ระบบสารสนเทศ (บ.ธ.บ.)	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล

5. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา)

-

6. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละข้อเสนอการวิจัย

-บทความวิชาการตีพิมพ์วารสารทางการศึกษาพัฒนาเทคนิคศึกษา ปีที่ 22 ฉบับที่ 74 เมษายน-มิถุนายน 2553 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ **เรื่อง บทเรียนการพัฒนาบุคลากรมุ่งสู่การแข่งขันระดับโลกจากสหราชอาณาจักรทักษะชีวิต : การเปลี่ยนแปลงการดำรงชีวิต Skill for Life : Changing Lives ตอนที่ 1**

-บทความวิชาการตีพิมพ์วารสารวิทยาบริการ ปีที่ 21 ฉบับที่ 3 กันยายน-ธันวาคม 2553 สำนักวิทยาบริการมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี **เรื่อง E-Commerce : การประยุกต์ใช้เพื่อการศึกษา**

-บทความวิจัยตีพิมพ์วารสารวิทยาบริการ ปีที่ 24 ฉบับที่ 3 กรกฎาคม-กันยายน 2556 สำนักวิทยาบริการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี **เรื่องการพัฒนารูปแบบการเรียนแบบสร้างสรรค์เชิงหรรษาบนเว็บ เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี**

-บทความวิจัยตีพิมพ์Proceedings งานประชุมวิชาการนิเทศศาสตร์และสารสนเทศศาสตร์แห่งชาติ ปีที่ 1 ฉบับที่ 1 14 สิงหาคม 2556 ภาควิชานิเทศศาสตร์และสารสนเทศศาสตร์ คณะมนุษยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ **เรื่อง การพัฒนานักจัดรายการวิทยุแบบประสบการณ์ เพื่อเสริมสร้างองค์ความรู้เฉพาะบุคคลผ่านสื่อวิทยุกระจายเสียง โดยการประเมินตามสภาพจริง สำหรับนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา**

3. ผลงานทางด้านการบริการวิชาการ

- ได้รับหนังสือเชิญเป็นผู้เชียวชาญในการตรวจสอบสัมภาษณ์งานวิจัย จากวิทยาลัยเพาะช่าง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ ในวันที่ 29 พฤษภาคม 2556 **เรื่อง การปั้นรูปงานประติมากรรมจำลองมีความสำคัญต่อการปั้นรูปประติมากรรมหรือไม่** ของรองศาสตราจารย์ว่าที่ร้อยโทชัยชาญ จันทศรี

-ได้รับหนังสือขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ในวันที่ 20 กันยายน 2556 จากคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ **วิจัยเรื่องการพัฒนาความฉลาดทางอารมรณ์** ของนางสาวณัฐกานต์ ภาคพรต นักศึกษาหลังสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา

-ได้รับหนังสือเชิญจากคณะเทคโนโลยีสื่อสารมวลชน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ในวันที่ 27 กรกฎาคม 2556 **ขอเชิญรับฟังและประเมินผลงานนักศึกษาระดับปริญญาโทเพื่อประกอบการเรียนการสอน วิชาการจัดการความรู้กับความคิดสร้างสรรค์ (Knowledge management and Creativity)** ของนักศึกษาปริญญาโท

-ได้รับหนังสือขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการประเมินความเหมาะสมของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสำหรับการเรียนการสอนแบบปฏิสัมพันธ์ ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงตามหลักการศึกษาการบันเทิง ก่อนนำไปใช้จริง ในวันที่ 30 กันยายน 2556 จากคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระ

จอมเกล้าพระนครเหนือ **วิจัยเรื่องการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบปฏิสัมพันธ์ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงตามหลักการศึกษาบันเทิงเพื่อพัฒนาความฉลาดทางอารมรณ์** ของนางสาวณัฐกานต์ ภาคพรต นักศึกษาหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา

-ได้รับหนังสือขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมืองานวิจัย ในวันที่ 21 กุมภาพันธ์ 2557 จากคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ **วิจัยเรื่องรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ทรัพยากรเป็นฐานเพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ** ของนายธานินทร์ คงศิลา นักศึกษาหลังสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา

-ได้รับหนังสือเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิประเมินผลงานวิทยานิพนธ์ จากคณะเทคโนโลยีสื่อสารมวลชน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ในวันที่ 4 กรกฎาคม 2557 **เรื่องการศึกษาแนวทางการพัฒนารูปแบบรายการกีฬาทางโทรทัศน์กรณีศึกษา : รายการเส้นทางกีฬาของสถานีวิทยุและโทรทัศน์แห่งประเทศไทย** ของ นายจิรวัฒน์ สุรพิบูลนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีสื่อสารมวลชน คณะเทคโนโลยีสื่อสารมวลชน

-ได้รับหนังสือเชิญจากคณะเทคโนโลยีสื่อสารมวลชน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ในวันที่ 4 ตุลาคม 2557 **ขอเชิญรับฟังและประเมินผลงานนักศึกษาระดับปริญญาโทเพื่อประกอบการเรียนการสอน วิชาการจัดการความรู้กับความคิดสร้างสรรค์ (Knowledge management and Creativity)** ของนักศึกษาปริญญาโท

-ได้รับหนังสือเชิญ **เป็นอาจารย์ประจำหลักสูตร ของหลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสื่อสารมวลชน คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี** มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ รับหนังสือวันที่ 8 ตุลาคม 2557

- ได้รับเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามในการประเมินด้านเนื้อหาและสื่อสำหรับประกอบการทำวิทยานิพนธ์ ในวันที่ 31 ตุลาคม 2557 จากคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ **วิทยานิพนธ์เรื่อง การพัฒนารูปแบบการเรียนแบบเน้นการจำโดยกฎแห่งความสมบูรณ์ออนไลน์** ของนางสาวนวพรรษ เพชรมณี ของนักศึกษาหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี

-ได้รับเชิญและแต่งตั้งเป็นคณะกรรมการสอบสารนิพนธ์ จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ในวันที่ 25 พฤศิจกายน 2557 **เรื่องการสำรองห้องพักเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะวิชาชีพการจัดการโรงแรมและรีสอร์ท ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี** ของ นางจงจิตร์ จันทร์แจ่ม นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

4. ประสบการณ์การทำงานวิจัย

1. ชื่อโครงการวิจัย

-วิจัยเรื่อง การพัฒนาและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบไฮเปอร์มีเดีย วิชาคอมพิวเตอร์เบื้องต้น ปี 2544

-วิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการเรียนแบบสร้างสรรค์เชิงหรรษาบนเว็บ เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาบัณฑิต ปี2555 เผยแพร่ในวารสารวิทยาบริการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี ปีที่ 24 ฉบับที่ 3 กรกฎาคม-กันยายน 2556

-วิจัยเรื่อง การพัฒนานักจัดรายการวิทยุแบบประสบการณ์ เพื่อส่งเสริมองค์ความรู้เฉพาะบุคคลผ่านสื่อวิทยุกระจายเสียง โดยการประเมินตามสภาพจริง สำหรับนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา ปี 2556 เผยแพร่ Proceedings งานประชุมวิชาการนิเทศศาสตร์และสารสนเทศศาสตร์แห่งชาติ ปีที่ 1 ฉบับที่ 1 14 สิงหาคม 2556 ภาควิชานิเทศศาสตร์และสารสนเทศศาสตร์ คณะมนุษยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. งานวิจัยที่กำลังทำ : แหล่งเงินทุน งบผลประโยชน์รายได้ปี2558 ของมหาวิทยาลัย เทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

- **วิจัยเรื่อง การศึกษาพฤติกรรมการเลือกซื้อสินค้าทางพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ผ่านสื่อสังคมออนไลน์ของนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์** (อยู่ระหว่างการดำเนินการทำวิจัย)