

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมเพื่อสุขภาพที่มีชาติบัวเป็นองค์ประกอบ และการทดสอบฤทธิ์ด้านการก่อกลายพันธุ์ของยูรีเทนในแมลงหวี่

ยศพร พลายโกล¹ และแก้ว กังสดาลอำไพ²

¹คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จ.ปทุมธานี 13180

²สถาบันวิจัยโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล ถนนพหลโยธิน 4 ตำบลศาลายา อำเภอนครปฐม 73170

บทคัดย่อ

ผู้วิจัยนำน้ำสกัดดีบัวมาเป็นส่วนผสมในการผลิตขนมปังและขนมเค้กผลไม้ ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค และศึกษาฤทธิ์ด้านการก่อกลายพันธุ์ของยูรีเทน พบว่าผู้บริโภคยอมรับน้ำดีบัวได้ถึง 50% ของน้ำใช้ผลิตขนมปัง และ 2.5% ของน้ำใช้ในการผลิตขนมเค้กผลไม้ (เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการประเมินผลทางด้านประสาทสัมผัสตามแผน Complete Randomized Design และวิเคราะห์ความแปรปรวนโดยใช้ One-Way ANOVA และ Duncan's new multiple rang test ที่ความเชื่อมั่น 95 %) ส่วนฤทธิ์ด้านการก่อกลายพันธุ์ของขนมศึกษาโดยแทนที่แป้งและน้ำตาลในอาหารเลี้ยงแมลงหวี่ด้วยขนมเป็นอาหารทดลอง นำหนอนแมลงหวี่พันธุ์ทาง (*mwh flr⁺/mwh TM3*) อายุ 3 วัน จากอาหารธรรมชาติมาเลี้ยงในอาหารทดลองจนตัวอ่อนกลายเป็นตัวเต็มวัย จึงวิเคราะห์การก่อกลายพันธุ์บนปีก จากนั้นทำการทดสอบฤทธิ์ด้านการก่อกลายพันธุ์ในลักษณะเดียวกันแต่ใช้สารละลาย 20 mM ยูรีเทนแทนที่น้ำในอาหารเลี้ยงแมลงหวี่ซึ่งเรียกการทดลองนี้ว่า co-administration study และทำการทดลองแบบ pre-feeding study โดยผสมพันธุ์พ่อแม่แมลงหวี่ให้วางไข่ลงในอาหารทดลองจนได้หนอนอายุ 3 วัน จึงย้ายไปเลี้ยงต่อให้อาหารธรรมชาติที่มียูรีเทน (pre-feeding study type 1) หรือ อาหารทดลองที่มียูรีเทน (pre-feeding study type 2) ผลวิจัยพบว่าตัวอย่างขนมลดฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์ของยูรีเทนได้แต่ไม่มีนัยสำคัญตามเกณฑ์ของการวิจัย ผู้วิจัยไม่สามารถเพิ่มปริมาณของน้ำสกัดจากดีบัวที่ใส่ในขนมขึ้นได้อีก เนื่องจากข้อจำกัดในเรื่องรสขมของดีบัว อย่างไรก็ตามผลิตภัณฑ์ขนมที่ปรับปรุงในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ นับว่าเป็นตัวเสริมของการบริโภคอาหารเพื่อลดความเสี่ยงของมะเร็งได้เช่นกัน

คำสำคัญ: ดีบัว, ขนมปัง, ขนมเค้กผลไม้, ฤทธิ์ด้านการก่อกลายพันธุ์, หนอนแมลงหวี่

*Corresponding author: Dr. Kaew Kangsadalampai
Institute of Nutrition, Mahidol University, Salaya
Nakhon Pathom 73170, Thailand
E-mail: nukks@mahidol.ac.th

ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ในปัจจุบันการบริโภคอาหารจานด่วนได้แพร่หลายเข้ามาสู่ประเทศไทย ซึ่งมีผลทำให้คนไทยมีแนวโน้มที่จะบริโภคอาหารที่มีไขมันและคาร์โบไฮเดรตเพิ่มมากขึ้น ในขณะที่การบริโภคผักผลไม้กลับลดลง ซึ่งพบว่าทำให้มีความเสี่ยงสูงต่อการเกิดโรคมะเร็ง โรคความดันโลหิตสูง โรคเส้นเลือดหัวใจตีบ และภาวะโคเลสเตอรอลในเลือดสูง ได้มีการศึกษาพบว่า ในผักและผลไม้มีสารเคมีหลายชนิดที่มีศักยภาพในการป้องกันหรือยับยั้งการเกิดโรคมะเร็ง ดังนั้นจึงได้มีการแนะนำให้บริโภคผักและผลไม้เพิ่มมากขึ้น เพื่อเป็นการป้องกันและ/หรือลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคดังกล่าว ด้วยเหตุนี้เองจึงทำให้คนไทยมีความตื่นตัวหันมาใส่ใจสุขภาพของตนเองเพิ่มขึ้น ดังจะเห็นได้จากการนำผัก ผลไม้ หรือสมุนไพรต่างๆ มาใช้เป็นส่วนผสมลงไปในอาหารเพื่อผลิตเป็นอาหารเพื่อสุขภาพ หรือนำสารสกัดสารจากผัก ผลไม้ หรือสมุนไพรมาผสมลงไปในอาหารต่างๆ เช่น ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่ม ขนมอบ ขนมขบเคี้ยว เป็นต้น

บั่วหลวงเป็นพืชน้ำที่อยู๋คนไทยมาตั้งแต่สมัยโบราณ และถูกนำมาใช้ประโยชน์มากมาย เช่น นำมาปลูกเป็นไม้ประดับเพื่อความสวยงาม นำไปใช้ในพิธีทางศาสนา นำมารับประทาน และนำมาใช้เป็นสมุนไพรรักษาโรคต่างๆ เช่น เมล็ดบั่ว ช่วยบำรุงกำลัง ไซซ้อ เส้นเอ็น ระบบประสาท แก้อ่อนในกระหายน้ำ ก้านใบ มีฤทธิ์เป็นยาห้ามเลือด ดันอ่อน ช่วยขยายเส้นเลือดหัวใจ เกสร ใช้เป็น ยาหอมบำรุงหัวใจ ดีบัว ช่วยขยายหลอดเลือดหัวใจ แก้อ่อนในกระหายน้ำ และแก้อาเจียนเป็นโลหิต¹ นอกจากนี้สุรารัตน์² ได้พบฤทธิ์ด้านการก่อกลายพันธุ์ต่อยูรีเทนของสารสกัดด้วยน้ำร้อนของดีบัวหรือชาดีบัวในแมลงหวี่ ด้วยวิธี Somatic Mutation and Recombination Test (SMART) ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่นำน้ำดีบัวมาเป็นส่วนผสมในขนมปังและขนมเค้กผลไม้ เพื่อเป็นการเพิ่มคุณค่าของขนมให้มีประโยชน์ต่อสุขภาพที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภค และมีฤทธิ์ด้านการก่อกลายพันธุ์ของผลิตภัณฑ์ทั้งสอง

วิธีดำเนินการวิจัย

การเตรียมตัวอย่างขนม โดยนำดีบัวผงมาชงกับน้ำเดือดด้วยอัตราส่วน 1 กรัม ต่อ น้ำ 5 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ 15 นาที จากนั้นนำไปกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 ตามวิธีของ สุรารัตน์² นำขนมปังที่ผลิตโดยใช้สูตรที่แสดงในตารางที่ 1 ทั้ง 3 สูตรมาทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค เพื่อนำสูตรขนมปังที่ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุดมาเป็นสูตรพื้นฐานสำหรับผลิตขนมปังน้ำดีบัว จากนั้นนำสูตรพื้นฐานที่ได้มาผลิตเป็นขนมปังน้ำดีบัว โดยใช้ น้ำดีบัวแทนที่น้ำเปล่า ดังตารางที่ 2 นำขนมปังที่ผลิตได้ไปทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคอีกครั้ง ทำการผลิตขนมเค้กผลไม้ตามสูตร (ตารางที่ 3) ทั้ง 3 สูตร แล้วทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคเพื่อนำสูตรขนมเค้กผลไม้ที่ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุดมาเป็นสูตรพื้นฐานสำหรับผลิตขนมเค้กผลไม้ผสมน้ำดีบัว จากนั้นนำสูตรพื้นฐานมาผลิตเป็นขนมเค้กผลไม้ผสมน้ำดีบัว โดยใช้ น้ำดีบัวแทนที่น้ำเปล่าในสัดส่วนต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 4 จากนั้นนำขนมเค้กผลไม้ที่ผลิตได้ไปทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

การประเมินคุณภาพของผลิตภัณฑ์จากน้ำดีบัวด้านประสาทสัมผัส นำผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากน้ำดีบัวมาทำการศึกษการยอมรับของผู้บริโภคทางด้านประสาทสัมผัสตามคุณลักษณะต่างๆ โดยวิธีการให้คะแนนความชอบ (9-point hedonic scales) ตั้งแต่ 1 ไม่ชอบมากที่สุดถึง 9 ชอบมากที่สุด และใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 20 คน แล้ววิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการประเมินผลทางด้านประสาทสัมผัสตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Complete Randomized Design, CRD) วิเคราะห์ความแปรปรวนโดยใช้ One-Way ANOVA และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple rang test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

การศึกษาฤทธิ์ด้านการก่อกลายพันธุ์ นำขนมปังน้ำดีบัวและขนมเค้กผลไม้ผสมน้ำดีบัวที่มีปริมาณของน้ำดีบัวมากที่สุดที่ผู้บริโภคให้การยอมรับ มาทำการศึกษฤทธิ์ด้านการก่อกลายพันธุ์ของยูรีเทนในแมลงหวี่ *Drosophila melanogaster* ด้วยวิธี SMART ตามวิธีของ Graf และคณะ⁹ โดยนำขนมตัวอย่างที่ผสมน้ำดีบัวไปแทนที่แป้งข้าวโพดและน้ำตาลในอาหารเลี้ยงแมลงหวี่ในอัตราส่วนขนมตัวอย่างต่อแป้งข้าวโพดและน้ำตาล คือ 25:75, 50:50 75:100 และ

ตารางที่ 1 สูตรขนมปังที่ใช้ในการศึกษา

ส่วนผสม (%)	สูตร A	สูตร B	สูตร C
แป้งขนมปัง	35.52	43.55	38.52
แป้งเค้ก	15.22	-	-
แป้งอเนกประสงค์	-	8.21	9.63
ยีสต์	1.02	0.82	0.72
สารเสริมคุณภาพ (S.P)	0.53	-	-
น้ำตาลทราย	10.15	7.40	9.63
นมข้นจืด	11.16	-	-
น้ำ	14.21	27.11	26.00
เนยสด	12.19	8.21	-
ไข่ไก่	-	4.12	4.81
เกลือ	-	0.58	0.34
นมผง	-	-	2.41
มาการีน	-	-	7.94
อุณหภูมิและเวลาที่ใช้อบขนมปัง	350°F 20 นาที	400°F 20 นาที	425°F 20 นาที

ที่มา: สูตร A: นวัตกรรม³, สูตร B: โรงเรียนสอนทำขนมอบมาตรฐาน⁴,สูตร C: www.wt.ac.th/~nongporn/sweetbread.htm⁵

ตารางที่ 2 อัตราส่วนของน้ำดิบที่นำไปแทนที่น้ำในขนมปัง

สูตรขนมปังหวาน	อัตราส่วนของน้ำ (%)	อัตราส่วนน้ำดิบ(%)
สูตร D	100	0
สูตร E	75	25
สูตร F	50	50
สูตร G	25	75
สูตร H	0	100

ตารางที่ 3 สูตรขนม น้ำดอกไม้มที่ใช้ในการศึกษาค้างนี้

ส่วนผสม (%)	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3
แป้งข้าวเจ้า	21.67	18.60	17.89
แป้งมันสำปะหลัง	-	-	4.43
แป้งท้าวยายหม่อม	2.10	-	-
น้ำตาลดอกมะลิ	65.55	58.14	42.44
น้ำตาลทราย	10.68	23.26	35.24

ที่มา: สูตร 1: จริยา⁶, สูตร 2: จันทร์⁷, สูตร 3: เจ้าโกะชวนทำ⁸

ตารางที่ 4 อัตราส่วนของน้ำดิบที่นำไปแทนที่น้ำในขนม น้ำดอกไม้

สูตรขนม น้ำดอกไม้	อัตราส่วนของน้ำ (%)	อัตราส่วนน้ำดิบ(%)
สูตร 4	100	0
สูตร 5	97.5	2.5
สูตร 6	95	5
สูตร 7	92.5	7.5
สูตร 8	90	10

100:0 ซึ่งจะเรียกอาหารเลี้ยงแมลงหวี่ที่มีส่วนผสมอย่างผสมอยู่ว่า Experimental Medium จากนั้นนำตัวอ่อน(หนอน)แมลงหวี่พันธุ์ทางอายุประมาณ 72 ชั่วโมง (ได้จากการผสมตัวผู้สายพันธุ์ *mwh/mwh* กับตัวเมียสายพันธุ์ *ORR/flr³/TM³* ใน Standard Medium) มาเลี้ยงใน Experimental Medium จนตัวอ่อนกลายเป็นดักแด้และเจริญกลายเป็นตัวเต็มวัย จึงนับอัตราการรอดของแมลงหวี่ และเก็บแมลงหวี่ที่ได้ดองไว้ในขวดบรรจุแอลกอฮอล์ 70% เพื่อใช้ในการเตรียมสไลด์สำหรับการวิเคราะห์ผล และนำแมลงหวี่ที่ได้รับอาหารที่มีสัดส่วนของตัวอย่างผสมมากที่สุด และมีอัตราการรอดเกิน 50% มาวิเคราะห์คุณสมบัติในการก่อกลายพันธุ์

ในการทดสอบฤทธิ์ด้านการก่อกลายพันธุ์ด้วยวิธีการ Co-administration study นั้นเป็นการศึกษาว่าส่วนผสมตัวอย่างที่ผสมน้ำดีบัวสามารถต้านฤทธิ์การก่อกลายพันธุ์ของยูรีเทนได้หรือไม่ โดยการนำส่วนผสมตัวอย่างที่ผสมน้ำดีบัวไปแทนที่แบ่งข้าวโพดและน้ำตาลในอาหารเลี้ยงแมลงหวี่ที่มียูรีเทนเป็นสารก่อกลายพันธุ์ แล้วนำตัวอ่อน(หนอน)แมลงหวี่พันธุ์ทางอายุประมาณ 72 ชั่วโมง (ได้จากการผสมตัวผู้สายพันธุ์ *mwh/mwh* กับตัวเมียสายพันธุ์ *ORR/flr³/TM³* ใน Standard Medium) มาเลี้ยงใน Experimental medium จนตัวอ่อนกลายเป็นดักแด้และเจริญกลายเป็นตัวเต็มวัย จึงเก็บแมลงหวี่ที่ได้ดองไว้ในขวดบรรจุแอลกอฮอล์ 70% เพื่อใช้ในการเตรียมสไลด์ในขั้นตอนต่อไปเพื่อวิเคราะห์ผล อีกวิธีของการศึกษาฤทธิ์ด้านการก่อกลายพันธุ์ด้วยวิธี Pre-feeding study นั้นเป็นการศึกษาว่าส่วนผสมตัวอย่างที่ผสมน้ำดีบัวสามารถต้านฤทธิ์การก่อกลายพันธุ์ของยูรีเทนได้หรือไม่ ถ้าแมลงหวี่ได้รับตัวอย่างต่อเนื่องตั้งแต่เกิดจนกลายเป็นตัวเต็มวัย โดยการนำส่วนผสมตัวอย่างที่ผสมน้ำดีบัวไปแทนที่แบ่งข้าวโพดและน้ำตาลในอาหารเลี้ยงแมลงหวี่ แล้วนำพ่อแม่แมลงหวี่มาผสมพันธุ์ แล้ววางไข่ใน Experimental medium จนตัวอ่อนอายุ 3 วัน จึงย้ายหนอนไปเลี้ยงใน Standard medium ที่มียูรีเทนผสม (Type 1 study) หรือใน Experimental medium ที่มียูรีเทน (Type 2 study) จนตัวหนอนกลายเป็นดักแด้และเจริญกลายเป็นตัวเต็มวัย จึงเก็บแมลงหวี่ที่ได้ดองไว้ในขวดบรรจุแอลกอฮอล์ 70% เพื่อนับจำนวนจุดบนปีกที่ Mutagenicity index ของยูรีเทน แมลงหวี่ที่ได้จากการเลี้ยงหนอนใน Standard medium ที่มียูรีเทนนั้น ใช้เป็นกลุ่มควบคุมผลบวก (Positive control) และใน Standard medium นั้น ถูกใช้เป็นกลุ่มควบคุมของการทดสอบ

นำผลการศึกษาทั้งหมดไปทดสอบความแตกต่างทางสถิติแบบ Nonparametric ตามวิธีที่อธิบายโดย Frei and Würzler¹⁰ รวมทั้งนำผลการศึกษาก่อนการต้านฤทธิ์การก่อกลายพันธุ์ที่ได้ไปคำนวณหาค่า Mutagenicity index (MI) และประเมินการต้านสารก่อกลายพันธุ์ของ Sample ดังนี้ mutagenicity index (MI) = b/a เมื่อ "a" คือ จำนวนจุดทั้งหมดที่ผิดปกติต่อปีกจากการชักนำโดยยูรีเทน "b" คือ จำนวนจุดทั้งหมดที่ผิดปกติต่อปีกจากการชักนำโดยตัวอย่างผสมยูรีเทนในการศึกษา Co-administration study และมีหรือไม่มีตัวอย่างผสมในการศึกษา Pre-feeding study ดังนั้นการก่อกลายพันธุ์แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ MI > 0.8-1 แสดงว่าผลนั้นไม่มีความหมาย MI = 0.6-0.8 แสดงว่าผลนั้นอยู่ในระดับอ่อน MI = 0.4-0.6 แสดงว่าผลนั้นอยู่ในระดับปานกลาง และ MI < 0.4 แสดงว่าผลอยู่ในระดับแรง

ผลการวิจัยและวิจารณ์

ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสแสดงในตารางที่ 5 พบว่า สูตร A ได้รับการยอมรับสูงสุดในทุกๆ คุณลักษณะที่ทำการประเมิน ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกสูตร A มาเป็นสูตรพื้นฐานสำหรับทำขนมปังน้ำดีบัว ในด้านลักษณะสีเนื้อในขนมปัง พบว่าสูตร D ซึ่งเป็นสูตรที่ไม่มีน้ำดีบัวเป็นส่วนผสมเนื้อในขนมปังจะมีสีขาว ส่วนขนมปังที่มีน้ำดีบัวเป็นส่วนผสมสีของเนื้อในขนมปังจะมีสีเขียวยิ่งขึ้นตามปริมาณของน้ำดีบัวที่ใช้ ซึ่งจากการทดลองพบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณน้ำดีบัวจะทำให้ผู้บริโภคให้การยอมรับน้อยลง แต่การยอมรับทั้งหมดอยู่ในช่วงขอบปานกลางถึงขอบเล็กน้อย โดยสรุปแล้วผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับสูตร D มากที่สุด รองลงมาเป็นสูตร E สูตร F สูตร G และสูตร H ตามลำดับ (ตารางที่ 6) ในด้านกลิ่น พบว่าเมื่อใส่น้ำดีบัวเพิ่มมากขึ้นจะทำให้ขนมปังมีกลิ่นที่ผู้บริโภคให้การยอมรับลดลง เนื่องจากน้ำดีบัวทำให้

ขนมปังมีกลิ่นเหม็นเขียว จากการประเมินทางประสาทสัมผัสพบว่าสามารถใส่น้ำดีบัวได้ถึง 75% (สูตร G) เนื่องจากคะแนนความชอบที่ผู้บริโภคให้อยู่ในช่วงชอบเล็กน้อย ในด้านรสชาติ พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณน้ำดีบัวมากขึ้นจะทำให้การยอมรับของผู้บริโภคลดลง เนื่องจากขนมปังมีรสขมมากขึ้น และจากการทดลองพบว่าสามารถใส่น้ำดีบัวได้ถึง 50% (สูตร F) เพราะคะแนนการยอมรับอยู่ในช่วงชอบปานกลาง ในด้านเนื้อสัมผัส (ความนุ่ม) พบว่า น้ำดีบัวไม่มีผลต่อความนุ่มของขนมปัง ดังนั้นคะแนนการยอมรับจึงไม่แตกต่างกันทั้ง 5 สูตร โดยการยอมรับอยู่ในช่วงชอบปานกลางถึงชอบมาก ในด้านความชอบรวม พบว่า สามารถใส่น้ำดีบัวได้ถึง 50% (สูตร F) เนื่องจากคะแนนการยอมรับอยู่ในช่วงชอบปานกลาง โดยสรุปแล้ว พบว่าสามารถใส่น้ำดีบัวในขนมปังได้ถึง 50% (สูตร F) เนื่องจากคะแนนการยอมรับทั้ง 5 คุณลักษณะอยู่ในช่วงชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเลือกขนมปังที่มีน้ำดีบัว 50% (สูตร F) ไปทำการศึกษาฤทธิ์ด้านการก่อกลายพันธุ์ของยีสต์ในแมลงหวี่ *Drosophila melanogaster* ด้วยวิธี SMART

ตารางที่ 5 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมปัง

คุณลักษณะ	สูตร A	สูตร B	สูตร C
ลักษณะปรากฏ	7.18±0.46 ^a	5.88±0.39 ^{ab}	5.50±0.64 ^b
กลิ่น	7.60±0.49 ^a	5.78±0.11 ^b	5.55±0.42 ^b
รสชาติ	7.88±0.25 ^a	6.23±0.39 ^b	5.65±0.21 ^b
เนื้อสัมผัส (ความนุ่ม)	7.83±0.04 ^a	6.30±0.28 ^b	5.45±0.49 ^b
ความชอบรวม	8.23±0.18 ^a	6.33±0.53 ^b	5.38±0.67 ^b

หมายเหตุ ข้อมูลตามแนวนอนที่มีอักษรกำกับแตกต่างกัน แสดงความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 6 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมปังน้ำดีบัว

คุณลักษณะ	สูตร D	สูตร E	สูตร F	สูตร G	สูตร H
ลักษณะปรากฏ	7.10±0.85 ^a	6.85±0.81 ^a	6.75±0.55 ^a	6.10±0.97 ^b	6.00±0.92 ^b
(สีเนื้อในขนมปัง)					
กลิ่น	7.85±0.81 ^a	7.75±0.51 ^{ab}	7.35±0.49 ^b	6.35±0.93 ^c	4.75±0.72 ^d
รสชาติ	7.75±0.72 ^a	7.35±0.67 ^{ab}	7.10±0.79 ^b	4.40±0.75 ^c	2.85±0.93 ^d
เนื้อสัมผัส (ความนุ่ม)	7.80±0.83 ^{ns}	7.75±0.79 ^{ns}	7.80±0.83 ^{ns}	7.70±0.73 ^{ns}	7.70±0.98 ^{ns}
ความชอบรวม	7.95±0.83 ^a	7.60±0.75 ^{ab}	7.10±0.72 ^b	5.45±0.94 ^c	3.90±0.85 ^d

หมายเหตุ ข้อมูลตามแนวนอนที่มีอักษรกำกับแตกต่างกัน แสดงความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 7 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมปังดอกไม้ม

คุณลักษณะ	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3
ลักษณะการนุ่ม	5.05±0.60 ^b	8.05±0.51 ^a	4.80±0.77 ^b
ความมันวาว	7.00±0.56 ^{ns}	7.10±0.72 ^{ns}	7.20±0.83 ^{ns}
กลิ่น	7.55±0.69 ^a	7.50±0.61 ^a	6.20±0.83 ^b
รสชาติ	6.55±0.94 ^b	7.50±0.61 ^a	5.80±0.83 ^c
เนื้อสัมผัส (ความนุ่ม เหนียว)	6.70±0.91 ^b	7.30±0.80 ^a	6.55±0.69 ^b
ความชอบรวม	5.90±0.72 ^b	7.50±0.76 ^a	6.90±0.72 ^c

หมายเหตุ ข้อมูลตามแนวนอนที่มีอักษรกำกับแตกต่างกัน แสดงความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

จากผลการประเมินการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสของขนม น้ำดอกไม้มันน้ำดีบัว ทำให้ผู้วิจัยตัดสินใจเลือกสูตร 2 มาเป็นสูตรพื้นฐานสำหรับทำขนม น้ำดอกไม้มันน้ำดีบัว เนื่องจากสูตร 2 ได้รับการยอมรับมากที่สุดถึง 4 คุณลักษณะ จาก 6 คุณลักษณะ คือ คุณลักษณะด้านการนุ่ม รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบรวม ในขณะที่สูตร 1 และสูตร 3 ได้รับการยอมรับชอบมากที่สุดสูตรละ 1 คุณลักษณะ คือ คุณลักษณะด้านกลิ่นสำหรับสูตร 1 และด้านความมันวาวสำหรับสูตรที่ 3 (ตารางที่ 7)

จากผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนม น้ำดอกไม้มันน้ำดีบัว (ตารางที่ 8) ในด้านลักษณะการนุ่ม ความมันวาว และเนื้อสัมผัส (ความนุ่ม เหนียว) พบว่าทั้ง 5 สูตรไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในด้านกลิ่นพบว่าเมื่อปริมาณน้ำดีบัวที่ใส่เพิ่มมากขึ้นจะทำให้การยอมรับของผู้บริโภคลดลง เนื่องจากปริมาณน้ำดีบัวที่เพิ่มขึ้นทำให้กลิ่นหอมของดอกมะลิลดลง ซึ่งพบว่าสามารถใส่น้ำดีบัวได้ถึง 10% เนื่องจากได้รับการยอมรับในช่วงขอบปานกลาง ในด้านรสชาติพบว่า ถ้าใส่น้ำดีบัวเพิ่มมากขึ้นจะทำให้การยอมรับของผู้บริโภคลดลง เนื่องจากน้ำดีบัวมีรสขม เมื่อใส่ในปริมาณที่มากขึ้นจะทำให้ขนมมีรสชาติขมขึ้น ซึ่งไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ซึ่งจากการประเมินทางประสาทสัมผัสพบว่าสามารถใส่น้ำดีบัวได้ 2.5% เนื่องจากได้รับการยอมรับในช่วงขอบปานกลาง ในด้านความชอบรวมพบว่าปริมาณน้ำดีบัวเพิ่มมากขึ้นจะทำให้การยอมรับของผู้บริโภคลดลง อาจเนื่องมาจากน้ำดีบัวที่ใส่เพิ่มเข้าไปทำให้ขนมมีรสชาติขม ซึ่งพบว่าสามารถใส่น้ำดีบัวได้ถึง 5% เนื่องจากการยอมรับอยู่ในระดับขอบเล็กน้อย โดยสรุปแล้วจากผลการประเมินทางด้านประสาทสัมผัสพบว่า สามารถใส่น้ำดีบัวในขนม น้ำดอกไม้มันน้ำดีบัวได้ 2.5% (สูตร 5) เนื่องจากการยอมรับทั้ง 6 คุณลักษณะอยู่ในช่วงขอบปานกลาง ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเลือกขนม น้ำดอกไม้มันน้ำดีบัว 2.5% (สูตร 5) ไปทำการศึกษาฤทธิ์ด้านการก่อกลายพันธุ์ของยूरีนในแมลงหวี่ *Drosophila melanogaster* ด้วยวิธี SMART

ตารางที่ 8 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนม น้ำดอกไม้มันน้ำดีบัว

คุณลักษณะ	สูตร 4	สูตร 5	สูตร 6	สูตร 7	สูตร 8
ลักษณะการนุ่ม	7.60±0.88 ^{ns}	7.45±0.69 ^{ns}	7.65±0.93 ^{ns}	7.65±0.75 ^{ns}	7.55±0.69 ^{ns}
ความมันวาว	7.05±0.69 ^{ns}	7.05±0.83 ^{ns}	7.15±0.75 ^{ns}	7.30±0.73 ^{ns}	7.00±0.86 ^{ns}
กลิ่น	7.60±0.80 ^a	7.45±0.76 ^{ab}	7.30±0.73 ^{ab}	7.20±0.77 ^{ab}	7.00±0.73 ^b
รสชาติ	7.65±0.59 ^a	7.55±0.51 ^a	5.00±0.92 ^b	4.05±0.76 ^c	3.35±0.59 ^d
เนื้อสัมผัส (ความนุ่ม เหนียว)	7.25±0.72 ^{ns}	7.20±0.77 ^{ns}	7.20±0.96 ^{ns}	7.05±0.83 ^{ns}	7.10±0.85 ^{ns}
ความชอบรวม	7.75±0.72 ^a	7.65±0.75 ^a	6.20±0.95 ^b	5.10±0.91 ^c	4.35±0.67 ^d

หมายเหตุ ข้อมูลตามแนวนอนที่มีอักษรกำกับแตกต่างกัน แสดงความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การศึกษาฤทธิ์ด้านการก่อกลายพันธุ์ จากการศึกษาการอยู่รอดของแมลงหวี่ที่ได้จากการนำหนอนแมลงหวี่ไปเลี้ยงในอาหารที่มีตัวอย่างขนมในสัดส่วนต่างกัน พบว่าแมลงหวี่มีอัตราการอยู่รอดเกิน 50% ในทุกสัดส่วนของตัวอย่างขนมที่นำไปศึกษา ซึ่งแสดงว่าความเป็นพิษของตัวอย่างขนมที่มีต่อหนอนแมลงหวี่นั้นไม่มากเกินไปจนไม่สามารถทดสอบต่อได้ และพบว่าหนอนแมลงหวี่ที่ได้รับอาหารที่มีตัวอย่างขนม 100 % มีอัตราการอยู่รอดเกิน 50% ดังนั้นจึงเลือกสัดส่วนของอาหารที่มีตัวอย่างขนม 100% มาใช้ในการศึกษาฤทธิ์การก่อกลายพันธุ์และด้านการก่อกลายพันธุ์ต่อไป (ตารางที่ 9)

จากการศึกษาฤทธิ์การก่อกลายพันธุ์พบว่า ขนมทั้งสองชนิดที่ผสมน้ำดีบัวไม่ทำให้เกิดการก่อกลายพันธุ์ในแมลงหวี่ (ตารางที่ 10) ซึ่งแสดงว่ามีความปลอดภัยในระดับหนึ่งและเป็นประโยชน์สำหรับผู้บริโภค เนื่องจากดีบัวมีสรรพคุณเป็นยาบำรุงกำลัง แก้อ่อนใน แก้อาการผิดปกติทางระบบประสาท อาการนอนไม่หลับ และอาการไข้ขึ้นสูงเนื่องจากไม่ได้พักผ่อนหรือมีความดันโลหิตสูง¹¹⁻¹³ ในดีบัวมีสารอัลคาลอยด์ ชื่อ เมทิล-คอรียพอลลิน (methyl-corypalline) ซึ่งมีฤทธิ์

ขยายหลอดเลือดที่ไปเลี้ยงหัวใจ¹³ และยังมีการศึกษาพบว่าสารเนเฟอร์ริน (neferine) ซึ่งเป็นสารอัลคาลอยด์อีกชนิดหนึ่งที่พบใน ตี๋บัวสามารถมีคุณสมบัติเป็น anti-arrhythmic¹⁴ และจากการศึกษานี้ให้ผลคล้ายคลึงกับการศึกษาของสุธาร์ตน์² ที่ได้ทำการศึกษากฎด้านการก่อกลายพันธุ์ต่อยูรีเทนด้วยสารสกัดด้วยน้ำร้อนของตี๋บัวหรือชาตี๋บัว พบว่าสามารถลดฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์ได้เป็นอย่างดี เมื่อศึกษาด้วยวิธี Somatic Mutation and Recombination Test

ตารางที่ 9 อัตราการอยู่รอดของแมลงหวี่ที่ได้จากการใช้หนอน 100 ตัว ให้ได้รับตัวอย่างในการศึกษา

อาหาร	อัตราการอยู่รอด %
กลุ่มควบคุมผลลบ	92
กลุ่มควบคุมผลบวก	71
ขนมปังน้ำตาลตี๋บัว 25%*	85
ขนมปังน้ำตาลตี๋บัว 50%†	83
ขนมปังน้ำตาลตี๋บัว 75%‡	80
ขนมปังน้ำตาลตี๋บัว 100%§	78
ขนมดอกไม้อผสมน้ำตาลตี๋บัว 25%*	82
ขนมดอกไม้อผสมน้ำตาลตี๋บัว 50%†	80
ขนมดอกไม้อผสมน้ำตาลตี๋บัว 75%‡	78
ขนมดอกไม้อผสมน้ำตาลตี๋บัว 100%§	74

กลุ่มควบคุมผลลบ คือ อาหารแมลงหวี่ปกติ กลุ่มควบคุมผลบวก คือ อาหารแมลงหวี่ ที่มียูรีเทน

*อาหารแมลงหวี่ที่ได้จากการนำขนมปังน้ำตาลตี๋บัวหรือขนมดอกไม้อผสมน้ำตาลตี๋บัวแทนที่แป้งข้าวโพดและน้ำตาลในอัตราส่วน 25:75

†อาหารแมลงหวี่ที่ได้จากการนำขนมปังน้ำตาลตี๋บัวหรือขนมดอกไม้อผสมน้ำตาลตี๋บัวแทนที่แป้งข้าวโพดและน้ำตาลในอัตราส่วน 50:50

‡อาหารแมลงหวี่ที่ได้จากการนำขนมปังน้ำตาลตี๋บัวหรือขนมดอกไม้อผสมน้ำตาลตี๋บัวแทนที่แป้งข้าวโพดและน้ำตาลในอัตราส่วน 75:100

§อาหารแมลงหวี่ที่ได้จากการนำขนมปังน้ำตาลตี๋บัวหรือขนมดอกไม้อผสมน้ำตาลตี๋บัวแทนที่แป้งข้าวโพดและน้ำตาลในอัตราส่วน 100:0

ตารางที่ 10 ผลการศึกษาฤทธิ์การก่อกลายพันธุ์ของขนมปังน้ำตาลตี๋บัวและขนมดอกไม้อผสมน้ำตาลตี๋บัว

อาหาร	จำนวนความผิดปกติต่อปีก (จำนวนความผิดปกติต่อ 40 ปีก)*			
	จุดเดี่ยวขนาดเล็ก	จุดเดี่ยวขนาดใหญ่	จุดคู่	จุดทั้งหมด
กลุ่มควบคุมผลลบ	0.075 (3)	0.025 (1)	0.025 (1)	0.125 (5)
กลุ่มควบคุมผลบวก	9.250 (370)+	3.000 (120)+	0.375 (15)+	12.625 (505)+
ขนมปังน้ำตาลตี๋บัว 100%	0.050 (2)i	0.075 (3)i	0.025 (1)i	0.150 (6)i
ขนมดอกไม้อผสมน้ำตาลตี๋บัว 100%	0.075 (3)i	0.075 (3)i	0.025 (1)i	0.175 (7)i

*ผลการทดสอบทางสถิติตามวิธีของ Frei and Würzler¹⁰ โดยเปรียบเทียบจำนวนจุดที่เกิดขึ้นในกลุ่มที่กินตัวอย่างเทียบกับกลุ่มที่ได้รับน้ำกลั่นนั้น เครื่องหมาย + คือ มีผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ – คือ ไม่มีผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ i คือ ความแตกต่างไม่ชัดเจนสรุปไม่ได้ ค่าระดับ probability อยู่ที่ $\alpha = \beta = 0.05$ one-sided statistical tests

การศึกษาฤทธิ์ด้านการก่อกลายพันธุ์ของขนม ตารางที่ 11 แสดงผลการทดสอบฤทธิ์ด้านการก่อกลายพันธุ์ของขนมปังน้ำตาลตี๋บัว และขนมดอกไม้อผสมน้ำตาลตี๋บัวในแมลงหวี่ *Drosophila melanogaster* ที่ถูกเหนี่ยวนำให้เกิดกลายพันธุ์ด้วยยูรีเทน ซึ่งพบว่าขนมปังน้ำตาลตี๋บัว และขนมดอกไม้อผสมน้ำตาลตี๋บัวลดการเกิดการกลายพันธุ์ในแมลงหวี่ที่ถูกเหนี่ยวนำให้เกิดการกลายพันธุ์ด้วยยูรีเทนได้ เพราะขนมทั้งสองชนิดมีค่าดัชนีก่อกลายพันธุ์น้อยกว่า 1 ทั้งสองการทดลอง ผลการศึกษานี้จึงเป็นการยืนยันว่าน้ำตาลตี๋บัวมีฤทธิ์ด้านการก่อกลายพันธุ์จริงตามที่ สุธาร์ตน์² ได้พบฤทธิ์ด้านการก่อกลายพันธุ์ของสารสกัดด้วยน้ำร้อนของตี๋บัวหรือชาตี๋บัวต่อยูรีเทนในแมลงหวี่ซึ่งศึกษาด้วยวิธี SMART เช่นกัน แม้ว่าดัชนีก่อ

กลายพันธุ์ที่ลดลงต่ำกว่า 1 นั้น อยู่ในช่วงที่ไม่มีผลในการลดฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์ของยูรีเทนก็ตาม แต่ก็เป็นการไม่มีนัยสำคัญตามเกณฑ์ที่ตั้งขึ้นเพื่อให้่ายต่อการจัดกลุ่มผลการทดลองเท่านั้น อย่างไรก็ตามเรายังกล่าวได้ว่า ขนมหที่พัฒนาขึ้นในการวิจัยนี้สามารถต้านการก่อกลายพันธุ์ได้ในระดับหนึ่ง ทั้งนี้เพราะความเข้มของยูรีเทนที่ใส่ลงไปนั้นอยู่ในระดับความเข้มข้นที่สูงมากกว่าที่อาหารทั่วไปจะมีระดับของสารก่อกลายพันธุ์มากในระดับนี้ อีกประการหนึ่งเนื่องมาจากผู้วิจัยไม่สามารถเพิ่มปริมาณของน้ำสกัดจากดีบัวที่ใส่ในขนมจนมากพอที่จะลดฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์ของยูรีเทนความเข้มสูงนี้ได้อย่างมีนัยสำคัญตามที่กำหนดได้ เพราะจะเป็นการทำให้ขนมไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคเนื่องจากรสขมของดีบัวที่เป็นอุปสรรค

ตารางที่ 11 ผลการศึกษาฤทธิ์ต้านการก่อกลายพันธุ์ของขนมปังน้ำดีบัวและขนม น้ำดอกไม้วผสมน้ำดีบัวด้วยวิธี

Co-administration study และ Pre-feeding study

การศึกษา	จำนวนความผิดปกติต่อปีก (จำนวนความผิดปกติต่อ 100 ปีก)*				
	จุดเดี่ยว ขนาดเล็ก	จุดเดี่ยว ขนาดใหญ่	จุดคู่	จุดทั้งหมด	ดัชนี ก่อกลายพันธุ์
กลุ่มควบคุมผลลบ	1.30 (130)	0.99 (99)	0.75 (75)	3.04 (304)	-
กลุ่มควบคุมผลบวก	6.26 (626)	5.41 (541)	3.86 (386)	15.53 (1553)	1
Co-administration study					
ขนมปังน้ำดีบัว 100%	3.95 (395)+	5.01 (501)+	3.98 (398)+	12.94 (1294)+	0.83
ขนม น้ำดอกไม้วผสมน้ำดีบัว 100%	4.93 (493)+	5.86 (586)+	4.21 (421)+	15.00 (1500)+	0.97
Pre-feeding study					
ขนมปังน้ำดีบัว 100% :Type 1	4.06 (406)+	5.42 (542)+	4.16 (416)+	12.60(1260)+	0.81
ขนมปังน้ำดีบัว 100% :Type 2	4.57 (457)+	5.08 (508)+	3.79 (379)+	13.44 (1344)+	0.87
ขนม น้ำดอกไม้วผสมน้ำดีบัว 100% : Type 1	4.03 (403)+	5.22 (522)+	4.23 (423)+	13.48 (1348)+	0.87
ขนม น้ำดอกไม้วผสมน้ำดีบัว 100% : Type 2	4.92 (492)+	5.13 (513)+	3.96 (396)+	14.01 (1401)+	0.90

*ผลการทดสอบทางสถิติตามวิธีของ Frei and Würigler(10) โดยเปรียบเทียบจำนวนจุดที่เกิดขึ้นในกลุ่มที่กินตัวอย่างเทียบกับกลุ่มที่ได้รับน้ำกลั่นนั้น เครื่องหมาย + คือ มีผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ – คือไม่มีผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ i คือ ความแตกต่างไม่ชัดเจนสรุปไม่ได้ ค่าระดับ probability อยู่ที่ $\alpha = \beta = 0.05$ one-sided statistical tests

อย่างไรก็ตาม ในสภาวะที่เป็นจริงของการบริโภคอาหารของผู้บริโภคที่คำนึงถึงประโยชน์ของอาหารต่อสุขภาพซึ่งมักพยายามแสวงหาอาหารที่อยู่ในลักษณะของ Functional food ที่สามารถต้านฤทธิ์ของสารพิษ เช่น สารก่อกลายพันธุ์ที่อาจปนเปื้อนในอาหารนั้น ผลิตภัณฑ์ขนมที่ปรับปรุงในการศึกษานี้ก็นับว่าเป็นตัวเสริมของการบริโภคอาหารที่อาจมีคุณลักษณะเดียวกัน เช่น น้ำสมุนไพร อาหารสมุนไพร อื่น ๆ ซึ่งเป็นการช่วยลดความเสี่ยงต่อการได้รับฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์ที่อาจปนเปื้อนในอาหาร จึงนับว่าเป็นการลดความเสี่ยงของโอกาสที่จะเกิดมะเร็งได้เช่นกัน

เอกสารอ้างอิง

- อุไรรัตน์ สิงหนาท. บัวพืชมหัศจรรย์.เข้าถึงเมื่อ 5 มิถุนายน 2550 จาก: http://www.thaimedi.com/data_herb/bao.html. 2550.

2. สุธาร์ตน์ พูลพิทยาธร. ฤทธิ์ด้านการก่อกลายพันธุ์ของผลิตภัณฑ์จากบัวหลวงศึกษาด้วยวิธี Somatic Mutation and Recombination Test. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยมหิดล. กรุงเทพฯ. 2545.
3. นวรัตน์ เอียวพิกษกิจ. (มปป). ขนมปังหวาน.ขนมอบ.สำนักพิมพ์แม่บ้าน จำกัด. กรุงเทพฯ. 2548.
4. โรงเรียนสอนทำขนมอบมาตรฐาน. ขนมปังหวาน. ตำราทำขนมจากแป้งสาลี ฉบับรวมเล่ม 1,2. พิมพ์ครั้งที่ 1.โรงพิมพ์ กรุงเทพฯ. กรุงเทพฯ. 2528.
5. _____. ขนมปังหวาน.เข้าถึงเมื่อ 5 มิถุนายน 2550 จาก: <http://www.wt.ac.th/~nongporn/sweetbread.htm>. 2550.
6. จริยา เดชบุญชร ขนมไทย เล่ม 2. เพชรการเรือน. กรุงเทพฯ. 2549.
7. จันทร ทศานนท์. อาหารไทย. ภาควิชาอาหารและโภชนาการ คณะเกษตรศาสตร์ วิทยาลัยเทคโนโลยีและ อาชีวศึกษา, กรุงเทพฯ. 2535.
8. เจ้าโก๊ะชวนทำ. ขนม น้ำดอกไม้.: จาก<http://utcc2.utcc.ac.th/faculties/comarts/webjrshow/Kanomthai/koa1.html>. (เข้าถึงเมื่อ 5 มิถุนายน 2550)
9. Graf U, van Schaik N. Improved high bioactivation cross for the wing somatic mutation and recombination test in *Drosophila melanogaster*. *Mutat Res* 1992;271:59-67.
10. Frei H and Würgler FE. Statistical method to decide whether mutagenicity test data from *Drosophilla* assays indicate a positive, negative or inconclusive result. *Mutat Res* 1988; 203:297-308.
11. Chiang Su New medical College. Dictionary of Chinese crude drugs (Zhong-yoa-da-ci-dian). Shanghai: Shanghai Scientific Technologic; 1977, p. 1806
12. Huang KC. The pharmacology of Chinese herbs. New York: CRC Press; 1993, p. 154-5.
13. วันดี กฤษณพันธ์, เอมอร โสมนะพันธุ์ และเสาวณี สุริยาภณานนท์. สมุนไพรในสวนครัว. สำนักพิมพ์เมดิคัล มีเดีย. กรุงเทพฯ, 2541.
14. Li GR, Li XG, Lu FH. Effect of neferine on heart electromechanical activity in anesthetized cats. *Chung Kuo Yao Li Hsueh Pao* 1990;11:158-61.