วารสารวิชาการวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม

สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในเครื่องดื่มเสริมอาหารจากผงกล้วยน้ำว้า ฟักทอง บัวบก และขมิ้นชัน ที่ผ่านการทำแห้งแบบโฟมแมท

Bioactive Compounds in Functional Drinks from Bananas, Pumpkin, Gotu kola and Turmeric Powder by Foam-mat Drying

วนิดา โอศิริพันธุ์[1]*, ศศิรินทร์ แลบัว[1] และ ชิตสุดา ชัยศักดานุกูล[1]

Vanida Osiripun[1]*, Sasirindara Labua[1] and Chitsuda Chaisakdanugull[1]

[1] สาขาธุรกิจอุตสาหกรรมอาหาร คณะเทคโนโลยีอาหาร มหาวิทยาลัยรังสิต

[1] Department of Food Industrial Business, Faculty of Food Technology, Rangsit University

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ได้แก่ บีตา-แคโรทีน โพแทสเซียม ทริปโตเฟน วิตามินบี 1 บี 6 บี 12 และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระในเครื่องดื่มเสริมอาหารที่มีส่วนผสมของผงกล้วยน้ำว้า ฟักทอง บัวบก และขมิ้นชันที่ทำแห้งด้วยวิธีโฟมแมท และอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส จากนั้นนำมาบดเป็นผง โดยศึกษาแปรผันปริมาณวัตถุดิบผงแตกต่างกัน จำนวน 4 สูตร ผลการศึกษาพบว่าสูตรที่มีส่วนผสมของผงกล้วยน้ำว้าร้อยละ 65 ผงฟักทองร้อยละ 30 ผงบัวบกร้อยละ 3 และผงขมิ้นชันร้อยละ 2 เป็นสูตรที่มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงสุดเท่ากับ 1125.75 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแอสคอร์บิก/ 100 กรัม และมีปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพมากที่สุด โดยในผลิตภัณฑ์ 100 กรัม มีปริมาณบีตา-แคโรทีน 0.566 มิลลิกรัม โพแทสเซียม 580.3 มิลลิกรัม กรดอะมิโนทริปโตเฟน 447.91 มิลลิกรัม ปริมาณวิตามินบี 1 เท่ากับ 126.03 มิลลิกรัม วิตามินบี 6 เท่ากับ 1192.46 มิลลิกรัม และวิตามินบี 12 เท่ากับ 68.34 มิลลิกรัม มีค่าสีคือ ค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดง/เขียว (a*) และค่าสีเหลือง (b*) เท่ากับ 72.07, -11.07 และ 31.97 ตามลำดับ ผลิตภัณฑ์มีค่า Aw 0.37 และมีปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า เส้นใยหยาบ และคาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 2.78, 19.93, 3.08, 3.64, 0.43 และ 70.14 ตามลำดับ

คำสำคัญ: เครื่องดื่มเสริมอาหาร กล้วยน้ำว้า โฟมแมท สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ

Abstract

The objective of this research was to quantify the bioactive compounds such as β-carotene, potassium, tryptophan, vitamin B1, B6, and B12, and evaluate their antioxidant activity of functional drinks made with varying proportions of banana, pumpkin, gotu kola and turmeric powders. The raw materials were dried by foam-mat drying at 70 °C and were ground into powder. The results indicated that the functional drinks with 65% banana powder, 30% pumpkin powder, 3% gotu kola powder, and 2% turmeric powder had the best antioxidant activity of 1125.75 mg AAE/100 g. In 100 g of the product contained 0.566 mg β-carotene, 580.3 mg potassium, 447.91 mg tryptophan, 126.03 mg vitamin B1, 1192.46 mg vitamin B6, and 68.34 mg vitamin B12. It's color as L^*, a^*, and b^*values were 72.07, -11.07 and 31.97 respectively. The Aw of the product was 0.37. Data from proximate analysis showed that

* *Corresponding author: Vanida.o@rsu.ac.th*

***Received**: 15 พฤษภาคม 2567* ***Revised:** 28 มิถุนายน 2567* ***Accepted**: 15 กรกฎาคม 2567*

the product was composed of 2.78% moisture, 19.93% protein, 3.08% fat, 3.64% ash, 0.43% crude fiber, and 70.14% carbohydrate.

Keywords: functional drinks, bananas, foam-mat, bioactive compounds.

1. บทนำ

เครื่องดื่มเสริมอาหาร (functional drinks) หมายถึงผลิตภัณฑ์กลุ่มเครื่องดื่มที่ไม่มีแอลกอฮอล์ มีการเติมสารที่มีประโยชน์ต่อร่างกายเพิ่มเติมเข้าไปจากการบริโภคในแต่ละวัน เพื่อที่จะลดความเสี่ยงหรือป้องกัน หรือชะลอการเกิดโรคต่าง ๆ ได้ดียิ่งขึ้น (Ashurst, 2005) ในปัจจุบันอุตสาหกรรมอาหารไทยเป็นหนึ่งในพลังละมุน (soft power) ที่มีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศทั้งการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับวัตถุดิบทางการเกษตร สร้างรายได้เข้าประเทศจากการส่งออก ทำให้เกิดการจ้างงาน รวมทั้งเป็นอุตสาหกรรมที่เชื่อมโยงไปในอุตสาหกรรมต่อเนื่องทั้งการท่องเที่ยวและการโรงแรม ซึ่งเป็นกลจักรแห่งการเติบโต(growth engine) หลักที่จะช่วยฟื้นฟูเศรษฐกิจของประเทศไทย โดยเฉพาะอย่างยิ่งผัก ผลไม้และสมุนไพรไทยซึ่งเป็นที่ยอมรับไปทั่วโลกทั้งทางด้านรสชาติและสรรพคุณทางยา มีบทบาทสำคัญเป็นอย่างยิ่งในการพัฒนาเศรษฐกิจอุตสาหกรรมอาหารของประเทศ แนวโน้มอาหารเพื่ออนาคต (future food) เครื่องดื่มเสริมอาหารจึงมุ่งเน้นที่ประโยชน์ต่อสุขภาพด้านเสริมสร้างภูมิคุ้มกันให้กับร่างกายและสุขภาพจิตที่ดี

กล้วยน้ำว้า มีชื่อทางวิทยาศาสตร์คือ *Musa sapientum* L. เป็นผลไม้ที่มีคุณค่าทางอาหารและมีปริมาณโพแทสเซียมสูง ในกล้วยน้ำว้า 100 กรัม ให้พลังงาน 148 กิโลแคลอรี โปรตีน 1.0 กรัม ไขมัน 0.2 กรัม คาร์โบไฮเดรต 35.4 กรัม ใยอาหาร 0.2 กรัม เถ้า 0.7 กรัม น้ำตาล 22 กรัม และโพแทสเซียม 320 มิลลิกรัม (สำนักโภชนาการ, 2553) มีรายงานว่ากล้วยเป็นผลไม้ที่มีปริมาณโพแทสเซียมมากกว่าส้ม สตรอเบอร์รี และแอปเปิ้ล ตามลำดับ (Labban et al., 2017) โดยกล้วย 1 ผลให้ปริมาณโพแทสเซียมร้อยละ 23 ของปริมาณที่ร่างกายต้องการได้รับต่อวัน ซึ่งโพแทสเซียมเป็นเกลือแร่ที่ช่วยลดความดันโลหิตและลดความเสี่ยงในการเกิดโรคหลอดเลือดสมอง (stroke) ได้ (Sampath Kumar et al., 2012) นอกจากนี้ในกล้วยยังมีกรดอะมิโนทริปโตเฟน (tryptophan) ซึ่งเป็นสารตั้งต้นของเซโรโทนิน (serotonin) ที่เป็นสารสื่อประสาทและฮอร์โมนที่มีบทบาทสำคัญต่อการทำงานในหลาย ๆ ส่วนของร่างกาย ทั้งด้านการควบคุมอารมณ์ การย่อยอาหาร ความรู้สึกอยากหรือเบื่ออาหาร รวมถึงการนอนหลับและช่วยลดความเครียด (Elayabalan et al., 2017; Purnawati et al., 2022) ทั้งนี้มีรายงานว่า ผู้สูงอายุที่รับประทานอาหารที่มีกรดอะมิโนทริปโตเฟนเพียงพอ (25 มิลลิกรัม/น้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมต่อวัน) จะมีผลช่วยลดความผิดปกติทางอารมณ์และมีประโยชน์ต่อภาวะจิตใจที่เป็นสุข (mental health) (Chonjnacki et al., 2023) Berliana et al.,(2024) ศึกษาผลของการรับประทานกล้วยเพื่อลดความวิตกกังวลในคนไข้ที่มีปัญหาสุขภาพจิตในโรงพยาบาลจำนวน 60 คน โดยการให้รับประทานกล้วยวันละ 2-3 ลูก ขึ้นอยู่กับสภาวะสุขภาพจิตของคนไข้แต่ละคน โดยรับประทานนานติดต่อกัน 14 วัน พบว่าสามารถลดความวิตกกังวลของคนไข้ได้อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ฟักทอง มีชื่อทางวิทยาศาสตร์คือ *Cucurbita moschata* D. เนื้อฟักทองเป็นแหล่งที่สำคัญของแคโรทีนอยด์ 2 ชนิดคือ แอลฟา-แคโรทีน (α-carotene) และบีตา-แคโรทีน (β-carotene) ซึ่งเป็นสารตั้งต้นของวิตามินเอ นอกจากนี้เนื้อฟักทองยังมีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ ได้แก่ สารประกอบฟีนอล และฟลาโวนนอยด์ สูง (Gome et al., 2020) นอกจากนี้ยังมีไฟเบอร์ วิตามิน เกลือแร่ และกรดอะมิโนหลายชนิดที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย ในทางการแพทย์ดั้งเดิม (traditional medicine) มีการใช้ฟักทองเพื่อต้านการเกิดโรคเบาหวาน ความดัน ต้านการติดเชื้อ และช่วยให้ระบบภูมิคุ้มกันแข็งแรง (Ceclu et al., 2020) Kim et al.,(2016) ศึกษาการใช้สารบีตา-แคโรทีนจากฟักทองหวานในคนไข้ชาวเกาหลีที่มีภาวะซึมเศร้า โดยการให้คนไข้กินวันละครั้ง ติดต่อกันนาน 28 วัน พบว่าปริมาณสารเซโรโทนิน และนอร์อิพิเนฟริน ซึ่งเป็นสารแห่งความสุขในสมองของคนไข้ที่มีภาวะซึมเศร้าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ อีกทั้งยังสามารถลดระดับเนื้องอก เนื้อร้าย แฟกเตอร์-อัลฟาและอินเตอร์ลิวคิน-6 (factor-alpha and interleukin-6) ในคนไข้ที่มีภาวะซึมเศร้าได้อย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม Chuwa and Dhiman (2023) ศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของฟักทอง เปลือกฟักทอง และฟักทองผง พบว่าฟักทอง เปลือกฟักทอง และฟักทองผง มีคุณค่าทางโภชนาการสูง มีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ได้แก่

linoleic acid ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่สำคัญในการสร้างภูมิต้านทานให้กับร่างกายมนุษย์ และมีบีตา-แคโรทีน วิตามินเอ วิตามินบี 1 (thiamine) บี 9 (folates) วิตามินซี วิตามินอี เกลือแร่ ใยอาหาร ซีแซนทีน (zeaxanthin) และกรดอะมิโนทริปโตเฟนซึ่งจะเปลี่ยนเป็นสารเซโรโทนิน ที่สามารถต่อต้านความวิตกกังกล (antianxiety) และต่อต้านภาวะซึมเศร้า (antidepressant) ได้

บัวบก มีชื่อทางวิทยาศาสตร์คือ *Centella asiatica* U. เป็นพืชสมุนไพรที่มีรสขม ทางการแพทย์แผนไทยถือว่ามีฤทธิ์เย็น ช่วยบำรุงโลหิต บรรเทาอาการวิตกกังวล ลดความเครียดอันเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดความดันโลหิตสูง บำรุงประสาทและความจำ บำรุงหัวใจ บำรุงตับ ไต และสมอง เป็นต้น มีคุณค่าทางอาหารมาก เนื่องจากมีวิตามินบี 1 ไรโบฟลาวิน (วิตามินบี 2) ไนอะซิน (วิตามินบี3) วิตามินซี กรดอะมิโนต่าง ๆ ได้แก่ แอสพาร์เทต กลูตาเมต เซอรีน ทรีโอนีน อะลานีน ไลซีน ฮีสทีดีน และมีธาตุแคลเซียม ฟอสฟอรัส เหล็กสูง (จันทรพร ทองเอกแก้ว, 2556) นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าบัวบกมีฤทธิ์ต้านการก่อกลายพันธุ์ (antimutagenic effects) ปรับภูมิคุ้มกันร่างกาย ลดแผลในกระเพาะอาหาร และลดการเกิดโรคเบาหวาน ได้ (Zahara et al., 2014)

ขมิ้นชัน มีชื่อทางวิทยาศาสตร์คือ *Curcuma longa* L. มีสารที่เป็นองค์ประกอบหลักคือเคอร์คูมิน (curcumin) ซึ่งมีสีเหลืองส้ม เป็นสารโพลิฟีนอล และมีคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระ ขมิ้นชันอุดมด้วยวิตามินและแร่ธาตุ ได้แก่ วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 วิตามินบี 3 วิตามินซี ฟอสฟอรัส แคลเซียม โพแทสเซียม เหล็ก เส้นใย คาร์โบไฮเดรตและโปรตีน มีสรรพคุณทางยา แก้โรคกระเพาะ แก้อาการท้องอืด ท้องเฟ้อ ขับลมในกระเพาะ แก้อาการท้องร่วงท้องเดินและผิวหนังเรื้อรัง (สถาบันการแพทย์แผนไทย, 2567) Lopresti (2022) ศึกษาการใช้สารเคอร์คูมินจากขมิ้นชันในสัตว์ทดลองและคนไข้ที่มีภาวะซึมเศร้าจำนวน 32 คน พบว่าหลังจากให้สัตว์ทดลองและคนไข้ที่มีภาวะซึมเศร้ารับประทานเคอร์คูมินนาน 4-16 สัปดาห์ ความวิตกกังวลและภาวะซึมเศร้าในสัตว์ทดลองและคนไข้ลดลง นอกจากนี้ยังมีรายงานการใช้เคอร์คูมินในการรักษาคนไข้ที่มีภาวะซึมเศร้าและมีความวิตกกังวล ในคลินิกจำนวน 10 คน พบว่าเคอร์คูมินสามารถเพิ่มความไวในการหลั่งอินซูลิน (insulin) และปรับกระบวนการเผาผลาญที่ผิดปกติในร่างกายคนไข้ที่มีภาวะซึมเศร้าและมีความวิตกกังวลให้ดีขึ้นได้ (Matias et al., 2021)

การทำแห้งแบบโฟมแมท (foam-mat drying) เป็นกระบวนการที่ทำให้อาหารเหลว หรืออาหารที่มีลักษณะข้นเกิดเป็นโฟมที่มีความคงตัว จากนั้นนำไปเกลี่ยบนถาดแล้วนำไปทำแห้งด้วยลมร้อนภายใต้ความดันบรรยากาศ ซึ่งอาหารที่มีโปรตีนหรือโมโนกลีเซอไรด์โดยธรรมชาติจะสามารถทำให้เกิดโฟมได้ แต่โฟมที่เกิดขึ้นอาจมีความคงตัวต่ำ ไม่สามารถคงอยู่ตลอดการทำแห้งได้ สำหรับอาหารที่ไม่มีโปรตีนจำเป็นต้องใช้สารช่วยให้เกิดโฟม และสารรักษาความคงตัวของโฟม ซึ่งที่นิยมใช้คือ กลีเซอรอลโมโนสเตียเรต (glycerol monostearate) ซอยโปรตีนไอโซเลต (soy protein isolate) และโปรตีนไข่ขาว (egg albumin) กระบวนทำแห้งด้วยวิธีโฟมแมทนี้มีความเหมาะสมกับวัตถุดิบหลายชนิด โดยเฉพาะวัตถุดิบที่ไวต่อความร้อน มีความหนืด เหนียว หรือมีปริมาณน้ำตาลสูง เช่น น้ำผลไม้หรือเนื้อผลไม้เข้มข้น (puree) เช่น น้ำแอปเปิ้ล เชอรี พีช ส้ม มะนาว เกรฟฟรุต สับปะรด หรือองุ่น เป็นต้น ข้อดีของการทำแห้งวิธีนี้คือช่วยลดเวลาในการทำแห้งของอาหารลงได้ (Javed et al., 2018) ในการศึกษาการทำแห้งกล้วยด้วยวิธีโฟมแมท ด้วยการเติม glyceryl monostearate (GMS) ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.005, 0.01, 0.015 และ 0.02 ตามลำดับ นำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 60°C, 70°C และ 80°C พบว่า การเติม GMS มากจะทำให้ความหนาแน่นของโฟมลดลง และการใช้ GMS ที่ระดับความเข้มข้นน้อย ๆ และอุณหภูมิต่ำจะทำให้ระยะเวลาในการอบแห้งนานขึ้น (Falade et al., 2012) Naknaen et al. (2015) ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และคุณค่าทางโภชนาการของกล้วยที่ทำแห้งโดยวิธีโฟมแมทเปรียบเทียบกับการทำแห้งด้วยวิธี hot air drying, vacuum drying และ freeze drying พบว่ากล้วยที่ทำแห้งด้วยวิธีโฟมแมท มีค่า L* และ b* สูงขึ้น แต่ค่า a* ลดลงเมื่อเทียบกับการทำแห้งวิธีอื่น รวมทั้งปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด (total phenolic content), β-carotene, thiamine, riboflavin และ ascorbic acid จะสูงมากกว่าการทำแห้งด้วยวิธีอื่น หทัยทิพย์ นิมิตรเกียรติไกล และ ตรีสินธุ์ โพธารส (2020) ศึกษาวิธีการผลิตซุปฟักทองผงกึ่งสำเร็จรูปด้วยวิธีการอบแห้งแบบโฟมแมท โดยใช้ glyceryl monostearate (GMS) ร้อยละ 0.5 ผสมกับไข่ขาว (EA) ที่ความเข้มข้นร้อยละ 1, 2 และ 3 (น้ำหนัก/น้ำหนัก) เป็นสารก่อโฟม พบว่าการเติม GMS ร้อยละ 0.5 ผสมกับไข่ขาวความเข้มข้นร้อยละ 3 (น้ำหนัก/น้ำหนัก) จะทำให้ได้ซุปฟักทองผงที่มีคุณสมบัติดี และมีความสามารถในการละลายสูง

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในเครื่องดื่มเสริมอาหารที่มีส่วนผสมของผงกล้วยน้ำว้า ฟักทอง บัวบกและขมิ้นชันที่ทำแห้งแบบโฟมแมท จำนวน 4 สูตร

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 การเตรียมวัตถุดิบที่ใช้ในการวิจัย

นำกล้วยน้ำว้าที่ความสุกระยะที่ 2 กล้วยห่าม (ผลสีเขียวปนเหลือง) ฟักทอง บัวบก และขมิ้นชัน มาล้างทำความสะอาดโดยการใช้น้ำชะ จากนั้นนำกล้วยน้ำว้าและฟักทองไปแช่ในสารละลายกรดซิตริกร้อยละ 6 นาน 5 นาที ดังแสดงในภาพที่ 1 และ 2 จากนั้นนำไปนึ่งให้สุก ปอกเปลือกกล้วยแล้วนำเนื้อกล้วยและฟักทองไปปั่นกับน้ำให้ละเอียด โดยใช้อัตราส่วนกล้วยน้ำว้าต่อน้ำเท่ากับ 10:3 และอัตราส่วนฟักทองต่อน้ำเท่ากับ 20:1 ส่วนขมิ้นชันหั่นเป็นชิ้นบาง ๆ นำไปปั่นกับน้ำให้ละเอียด ในอัตราส่วนขมิ้นชันต่อน้ำเท่ากับ 10: 3 จากนั้นนำไปกรองผ่านผ้าขาวบาง และบัวบกนำไปปั่นกับน้ำให้ละเอียดในอัตราส่วนบัวบกต่อน้ำ 10: 5 แล้วนำไปกรองผ่านผ้าขาวบาง

(ก) (ข)

ภาพที่ 1 กล้วยน้ำว้า (ก) และฟักทอง (ข) ในสารละลายกรดซิตริก

(ค) (ง)

ภาพที่ 2 บัวบก (ค) และขมิ้นชัน (ง) ที่ล้างทำความสะอาดแล้ว

3.2 การทำแห้งโดยการทำให้เกิดโฟม

นำกล้วยน้ำว้า ฟักทอง บัวบก และขมิ้นชันที่ได้จากข้อ 3.1 มาทำให้เกิดโฟม โดยใช้ไข่ขาวผง (egg white powder, F080EG) จากบริษัท กรุงเทพเคมี เป็นสารก่อโฟมตามวิธีที่ได้ดัดแปลงจาก หทัยทิพย์ นิมิตรเกียรติไกล และ ตรีสินธุ์ โพธารส (2020) โดยปั่นตัวอย่างที่บดละเอียดกับสารก่อโฟมให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกันด้วยเครื่องปั่นไฟฟ้าความเร็วรอบ 1,000 รอบ/นาที นาน 5 นาที จากนั้นเท

ส่วนผสมที่ได้ลงในถาดอลูมิเนียมโดยให้มีความหนา 2-3 มิลลิเมตร นำไปอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 5 ชั่วโมงจนแห้งหรือได้น้ำหนักคงที่ จากนั้นนำตัวอย่างออกจากตู้อบ ทิ้งให้เย็น และบดเป็นผงโดยใช้เครื่องบด ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการทดลองศึกษาเบื้องต้นพบว่าในตัวอย่างขมิ้นชันและบัวบก ต้องเติมไข่ขาวผงร้อยละ 30 (น้ำหนัก/น้ำหนัก) จึงจะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่แห้งได้เร็ว ในขณะที่ตัวอย่างกล้วยน้ำว้าและฟักทองนึ่งสุกบดละเอียดต้องเติมไข่ขาวผงร้อยละ 20 (น้ำหนัก/น้ำหนัก) จึงจะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่แห้ง

3.3 ศึกษาปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในเครื่องดื่มเสริมอาหารสูตรต่าง ๆ

การศึกษาปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในเครื่องดื่มเสริมอาหารที่มีส่วนผสมของผงกล้วยน้ำว้า ฟักทอง บัวบกและขมิ้นชันต่าง ๆ กัน จำนวน 4 สูตร ผู้วิจัยได้กำหนดส่วนผสมในแต่ละสูตรโดยมุ่งเน้นให้เป็นเครื่องดื่มเสริมอาหารที่มีปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพสูง เพื่อเสริมภูมิต้านทานและทำให้ร่างกายแข็งแรง ดังนั้นจึงเพิ่มปริมาณกล้วยน้ำว้าผงในแต่ละสูตรให้มากขึ้น เนื่องจากกล้วยน้ำว้ามีปริมาณโพแทสเซียมสูง สามารถช่วยชดเชยโพแทสเซียมให้กับร่างกายในกรณีที่ร่างกายเกิดความเครียดซึ่งระดับโพแทสเซียมจะลดลง อีกทั้งกล้วยน้ำว้ายังมีกรดอะมิโนทริปโตเฟน ที่เป็นสารตั้งต้นของฮอร์โมนเซโรโทนิน ซึ่งเมื่อหลั่งออกมาจะทำให้ร่างกายมีความสุข และช่วยส่งออกซิเจนไปยังสมองและปรับสมดุลน้ำและแร่ธาตุในร่างกาย ดังนั้นเมื่อเพิ่มร้อยละของกล้วยน้ำว้าผงในแต่ละสูตรจึงทำให้ร้อยละของส่วนประกอบของฟักทองผง บัวบกผง และขมิ้นชันผง ลดลงตามลำดับ โดยกำหนดส่วนผสมในแต่ละสูตรดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบของเครื่องดื่มเสริมอาหาร จำนวน 4 สูตร

ส่วนประกอบของเครื่องดื่มเสริมอาหาร	ร้อยละของส่วนประกอบในเครื่องดื่มเสริมอาหาร			
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4
กล้วยน้ำว้าผง	40	45	50	65
ฟักทองผง	40	35	30	30
บัวบกผง	10	15	10	3
ขมิ้นชันผง	10	5	10	2

3.4 การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของเครื่องดื่มเสริมอาหาร

3.4.1 การวัดค่าสี

นำเครื่องดื่มเสริมอาหารจำนวน 4 สูตร ตามข้อ 3.3 มาวัดค่าสีโดยใช้เครื่องวัดสี Minolta colorimeter (CR-400) (Minolta Co. Ltd., Tokyo, Japan) ในรูปค่า L* (ค่าความสว่าง), a* (ค่าสีแดง/สีเขียว) และ b* (ค่าสีเหลือง/สีน้ำเงิน)

3.4.2 การวิเคราะห์ค่าความสามารถในการละลายของเครื่องดื่มเสริมอาหาร

ชั่งตัวอย่างเครื่องดื่มเสริมอาหาร 1 กรัม ใส่ในหลอดพลาสติกเหวี่ยงแยก (centrifuge tube) เติมน้ำปริมาตร 10 มิลลิลิตรผสมให้ละลายที่อุณหภูมิห้อง แล้วนำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 3,000 รอบต่อนาที นาน 10 นาที เทส่วนใส (supernatant) ใส่ในกระป๋องอลูมิเนียม (aluminum can) ที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง คำนวณหาร้อยละความสามารถในการละลาย ดังสมการที่ 1 (Jittanit et al., 2010)

$$\text{ร้อยละความสามารถในการละลาย} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างที่ละลายได้ใน } supernatant\ (g) x\ 100}{\text{น้ำหนักแห้งของตัวอย่างทั้งหมด } (g)} \quad (1)$$

3.5 การวิเคราะห์ปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในเครื่องดื่มเสริมอาหาร

นำเครื่องดื่มเสริมอาหารที่มีส่วนผสมของผงกล้วยน้ำว้า ฟักทอง บัวบก และขมิ้นชัน จำนวน 4 สูตรที่ได้จากข้อ 3.3 มาบรรจุใส่ซองอลูมิเนียมฟอยล์ เพื่อตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ดังนี้

3.5.1 ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant activity) โดยสกัดตัวอย่างด้วยสารละลายเอทานอลร้อยละ 70 แล้วนำสารละลายที่สกัดได้มาวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH radical scavenging activity เปรียบเทียบกับวิตามินซี และรายงานผลเป็นค่ามิลิกรัมสมมูลของกรดแอสคอร์บิก/ 100 กรัม (mg AAE/ 100 g) ตามวิธีการของ Brand-Williams et al. (1995)

3.5.2 ปริมาณบีตา-แคโรทีน โดยสกัดตัวอย่างด้วยอะซีโตน: เฮกเซน ในอัตราส่วน 2:3 จากนั้นนำสารสกัดมาวิเคราะห์ปริมาณบีตา-แคโรทีน ตามวิธีของ Nagata and Yamashita (1992)

3.5.3 ปริมาณโพแทสเซียม ตามวิธีการของ Rajawat et al. (2014)

3.5.4 ปริมาณวิตามินบี 1 บี 6 และบี 12 โดยสกัดวิตามินบี 1 จากตัวอย่างด้วยกรดอะซิติกความเข้มข้นร้อยละ 0.2 และสกัดวิตามินบี 6 และบี 12 ด้วยกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 0.1 N จากนั้นวิเคราะห์ปริมาณวิตามินแต่ละชนิดโดยวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปโตรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่น 228.9, 309.6 และ 361.7 นาโนเมตร ตามลำดับ ตามวิธีของ Ozgur and Koyuncu (2002)

3.5.5 ปริมาณทริปโตเฟน ด้วยเครื่อง HPLC โดยส่งตัวอย่างตรวจวิเคราะห์ที่บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด

3.6 การวิเคราะห์ปริมาณสารอาหารหลัก (proximate analysis) ในเครื่องดื่มเสริมอาหาร

นำเครื่องดื่มเสริมอาหารที่มีส่วนผสมของผงกล้วยน้ำว้า ฟักทอง บัวบก และขมิ้นชัน สูตรที่มีปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพสูงที่สุดมาวิเคราะห์ปริมาณสารอาหารหลัก ได้แก่ ปริมาณความชื้น เถ้า ไขมัน โปรตีน เส้นใยหยาบ และคาร์โบไฮเดรต ตามวิธีมาตรฐาน AOAC (2000)

3.7 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

งานวิจัยนี้ทำการทดลองตัวอย่างละ 3 ซ้ำ โดยข้อมูลที่รวบรวมได้นำเสนอในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test โดยใช้โปรแกรม SPSS (SPSS Inc., Chicago, U.S.A.) version 20.0 ทั้งนี้หากค่า $P<0.05$ แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการทำแห้งเครื่องดื่มเสริมอาหารด้วยวิธีโฟมแมท

การทำแห้งด้วยวิธีโฟมแมทเป็นการทำให้อาหารเหลวหรืออาหารกึ่งเหลวที่ต้องการทำแห้งมีลักษณะเป็นโฟมที่คงตัว ในงานวิจัยนี้ได้เลือกกล้วยน้ำว้าห่าม (กึ่งดิบกึ่งสุก) มาทำแห้งเนื่องจากมีปริมาณโพแทสเซียมสูง และพบว่าในการทำให้เกิดโฟมของกล้วยและฟักทองต้องใช้ปริมาณไข่ขาวผงร้อยละ 20 (น้ำหนักต่อน้ำหนัก) โดยมีลักษณะโฟม ดังแสดงในภาพที่ 3 ส่วนบัวบกและขมิ้นชัน ใช้ไข่ขาวผงร้อยละ 30 (น้ำหนักต่อน้ำหนัก) โดยมีลักษณะโฟม ดังแสดงในภาพที่ 4 ทั้งนี้ใช้ระยะเวลาอบแห้ง 5 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส และได้ลักษณะผง ดังแสดงในภาพที่ 5 จากงานวิจัยการทำแห้งหัวหอมผงด้วยวิธีโฟมแมทโดยใช้โปรตีนถั่วเหลืองเป็นสารก่อโฟมโดย Farooq et al. (2021) พบว่าสภาวะที่เหมาะสมคือ การใช้โปรตีนถั่วเหลืองร้อยละ 12 ใช้อุณหภูมิอบ 65 องศาเซลเซียส โดยใช้ระยะเวลาในการอบแห้ง 4 ชั่วโมง และจากงานวิจัยการทำแห้งมะเขือเทศผงด้วยวิธีโฟมแมทโดยใช้ไข่ขาวผงเป็นสารก่อโฟม แสดงให้เห็นว่าระยะเวลาการทำแห้งจะลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณสารก่อโฟมและอุณหภูมิในการทำแห้ง โดยสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการทำแห้งมะเขือเทศผงคือการใช้ไข่ขาวผงร้อยละ 20 และใช้คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสร้อยละ 1 เป็นสารช่วยเพิ่มความเสถียรของโฟม และใช้อุณหภูมิในการอบแห้ง 60 องศาเซลเซียส (Hossain et al., 2021)

(ก) (ข)

ภาพที่ 3 ลักษณะโฟมของกล้วยน้ำว้า (ก) และฟักทอง (ข)

(ค) (ง)

ภาพที่ 4 ลักษณะโฟมของบัวบก (ค) และขมิ้นชัน (ง)

(ก) (ข) (ค) (ง)

ภาพที่ 5 ลักษณะผงกล้วยน้ำว้า (ก) ฟักทอง (ข) บัวบก (ค) และขมิ้นชัน (ง) ตามลำดับ

4.2 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของเครื่องดื่มเสริมอาหาร

ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเสริมอาหารที่มีส่วนผสมของกล้วยน้ำว้าผง ฟักทองผง บัวบกผง และขมิ้นชันผง ทั้งหมด 4 สูตร มีค่า A_w ค่าสี และค่าความสามารถในการละลาย แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของเครื่องดื่มเสริมอาหารสูตรต่าง ๆ

สูตรเครื่องดื่ม	ความสามารถในการละลาย ns		ค่าสี		
	ค่า A_w	(ร้อยละ)	ค่า L*	ค่า a*	ค่า b*
สูตร 1	0.29^{c} ± 0.01	41.39 ± 1.37	63.30^{b} ± 0.26	-10.17^{d} ± 0.29	26.77^{c} ± 0.85
สูตร 2	0.33^{b} ± 0.02	42.21 ± 1.34	63.37^{b} ± 0.06	-11.67^{a} ± 0.21	28.20^{b} ± 0.35
สูตร 3	0.36^{ab} ± 0.02	40.80 ± 0.66	62.87^{b} ± 0.29	-10.36^{c} ± 0.06	27.77^{bc} ± 0.76
สูตร 4	0.37^{a} ± 0.01	42.37 ± 0.12	72.07^{a} ± 0.55	-11.07^{b} ± 0.06	31.97^{a} ± 0.59

^{a,b} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงถึงค่าที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่าเครื่องดื่มเสริมอาหารทั้ง 4 สูตรมีค่า Aw ต่ำกว่า 0.4 ซึ่งเป็นการยืนยันว่าเป็นผลิตภัณฑ์อาหารแห้งซึ่งจุลินทรีย์ทุกชนิดจะไม่สามารถเจริญได้ ส่วนค่าความสามารถในการละลายพบว่าเครื่องดื่มเสริมอาหารทั้ง 4 สูตรมีความสามารถในการละลายไม่แตกต่างกัน โดยมีความสามารถในการละลายโดยเฉลี่ยร้อยละ 42 เนื่องจากโมเลกุลของไข่ขาวซึ่งเป็นสารที่ช่วยในการทำให้เกิดโฟมนั้นประกอบไปด้วยส่วนที่ชอบน้ำ (hydrophilic) ซึ่งเป็นอนุมูลอิสระที่มีประจุทั้งบวกและลบ ซึ่งจะมีผลต่อความสามารถในการละลายดังกล่าว สำหรับคุณภาพด้านสีพบว่าสูตรที่ 4 ซึ่งมีการเติมกล้วยน้ำว้าผงปริมาณมากที่สุด จะทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่าความสว่าง (L*) และค่าสีเหลือง (b*) มากขึ้น แต่มีค่า a* ลดลง (ค่า a* เป็นลบแสดงถึงโทนสีเขียว) เนื่องจากกล้วยน้ำว้าผงมีบีตา-แคโรทีนซึ่งมีสีเหลือง และมีรายงานว่ากล้วยผงที่ทำแห้งด้วยวิธีโฟมแมทจะมีคุณค่าทางโภชนาการ ได้แก่ ปริมาณสารประกอบฟีนอลโดยรวม บีตา-แคโรทีน วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 และวิตามินซี สูงกว่ากล้วยผงที่ไม่ได้ผ่านการทำแห้งด้วยวิธีการทำให้เกิดโฟม (Naknaen et al., 2015)

4.3 ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในเครื่องดื่มเสริมอาหาร

ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (มิลลิกรัมสมมูลของกรดแอสคอร์บิก/ 100 กรัม; mg AAE/100 g) ปริมาณบีตา-แคโรทีน โพแทสเซียม ทริปโตเฟน วิตามินบี1 บี 6 และบี 12 ในเครื่องดื่มเสริมอาหารสูตรต่าง ๆ แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของเครื่องดื่มเสริมอาหารที่มีส่วนผสมของผงกล้วยน้ำว้า ฟักทอง บัวบก และขมิ้นชัน จำนวน 4 สูตร

สูตรเครื่องดื่มเสริมอาหาร	ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (mg AAE/100 g)	บีตา-แคโรทีน (mg/100 g)	โพแทสเซียม (mg/100g)	ทริปโตเฟน (mg/100g)	วิตามิน (mg/100 g)		
					บี 1	บี 6	บี 12
สูตร 1	833.75^{b}± 16.68	0.661^{a}± 0.00	493.00^{d}± 0.00	306.28^{d}± 0.32	104.52^{b}± 2.08	736.68^{b}± 14.08	42.21^{b}± 2.10
สูตร 2	794.95^{c}± 23.85	0.543^{b}± 0.09	504.11^{c}± 0.00	429.90^{c}± 0.51	100.50^{bc}± 3.02	638.19^{b}± 19.14	36.18^{b}± 1.08
สูตร 3	777.25^{c}± 23.32	0.608^{ab}± 0.04	552.32^{b}± 0.00	434.53^{b}± 0.25	86.43^{c}±2.58	834.17^{b}± 23.36	32.16^{b}± 1.28
สูตร 4	1125.75^{a}± 33.77	0.566^{ab}± 0.02	580.30^{a}± 0.00	447.91^{a}± 0.04	126.03^{a}± 3.78	1192.46^{a}± 47.68	68.34^{a}± 2.72

^{a,b} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงถึงค่าที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

จากผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณกล้วยน้ำว้าผงสูงสุด (สูตร 4) จะมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณโพแทสเซียม กรดอะมิโนทริปโตเฟน วิตามินบี 1 บี 6 และบี 12 มากที่สุด จึงได้คัดเลือกสูตรนี้ในการวิเคราะห์ปริมาณสารอาหารหลักต่อไป ส่วนผลิตภัณฑ์สูตร 1 มีปริมาณบีตา-แคโรทีน สูงที่สุดเนื่องจากมีปริมาณฟักทองผงมากที่สุด ทั้งนี้มีรายงานว่าเครื่องดื่มสมูทตี้ที่ทำจากฟักทองจะมีปริมาณแคโรทีนอยด์สูงกว่ากล้วย (Kidon and Uwineza, 2022)

4.4 ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารอาหารหลัก (proximate analysis) ในเครื่องดื่มเสริมอาหาร

ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารอาหารหลักในเครื่องดื่มเสริมอาหารสูตรที่มีปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพสูงที่สุด (สูตร 4) แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ปริมาณสารอาหารหลักในเครื่องดื่มเสริมอาหารสูตร 4 ซึ่งเป็นสูตรที่มีปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพสูงที่สุด

รายการ	ปริมาณ (ร้อยละ)
ความชื้น	2.78 ± 0.12
โปรตีน	19.93 ± 0.24
ไขมัน	3.08 ± 0.14
เส้นใยหยาบ	0.43 ± 0.02
เถ้า	3.64 ± 0.11
คาร์โบไฮเดรต	70.14 ± 1.51

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณสารอาหารหลักในเครื่องดื่มเสริมอาหารสูตรที่ 4 ซึ่งประกอบด้วยกล้วยน้ำว้าผงร้อยละ 65 ฟักทองผงร้อยละ 30 บัวบกผงร้อยละ 3 และขมิ้นชันผงร้อยละ 2 พบว่ามีปริมาณโปรตีนร้อยละ 19.93 และคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 70.14 ซึ่งมีปริมาณที่ใกล้เคียงกับเครื่องดื่มเสริมอาหารที่มีส่วนผสมของข้าวหอมปทุมธานี โปรตีนถั่วเหลือง และนมผง ที่มีปริมาณโปรตีนร้อยละ 17.60 – 20.8 และคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 70.28 – 73.44 (Chuchird et al., 2024)

5. อภิปรายผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การศึกษาปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในเครื่องดื่มเสริมอาหารจากผงกล้วยน้ำว้า ฟักทอง บัวบกและขมิ้นชันที่ทำแห้งด้วยวิธีโฟมแมท พบว่าสูตรผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเสริมอาหารที่มีส่วนประกอบของกล้วยน้ำว้าผงร้อยละ 65 ฟักทองผงร้อยละ 30 บัวบกผงร้อยละ 3 และขมิ้นชันผงร้อยละ 2 เป็นผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเสริมอาหารที่มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณบีตา-แคโรทีน โพแทสเซียม และปริมาณวิตามินบี 1 บี 6 บี 12 สูงที่สุด และเกิดสีน้ำตาลน้อย (มีค่าความสว่าง และค่าสีเหลืองมาก) เมื่อพิจารณาถึงปริมาณโพแทสเซียมที่ควรได้รับต่อวัน มีรายงานว่าการบริโภคโพแทสเซียม 3600 – 3800 มิลลิกรัม/วัน จะมีผลดีต่อสุขภาพของหัวใจและกระดูก (Weaver, 2013) ซึ่งผลการวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียมในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเสริมอาหารจากงานวิจัยมีปริมาณโพแทสเซียม 580 มิลลิกรัม/ 100 กรัม คิดเป็นร้อยละ 16 ของปริมาณที่ควรได้รับต่อวันเมื่อบริโภคผลิตภัณฑ์ 100 กรัม สำหรับกรดอะมิโนทริปโตเฟน มีรายงานว่าปริมาณที่ควรได้รับต่อวันเท่ากับ 3.5 – 6 มิลลิกรัม/น้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม หรือคิดเป็นปริมาณการบริโภค 250 – 425 มิลลิกรัม (Kaluzna-Czaplinska et al., 2017) จากผลการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเสริมอาหารมีปริมาณ ทริปโตเฟน 447.91 มิลลิกรัม/ 100 กรัม ซึ่งเหมาะสมจะเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเสริมอาหารเพื่อเป็นแหล่งของทริปโตเฟนได้

ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเสริมอาหารเป็นกลุ่มสินค้าที่มีอัตราการขยายตัวอย่างรวดเร็ว ในปี พ.ศ. 2563 มีมูลค่าการตลาดทั่วโลก 125.39 พันล้านเหรียญสหรัฐฯ (3.8 ล้านล้านบาท) และคาดว่าจะขยายตัวเป็น 216.7 พันล้านเหรียญฯ (9.71 ล้านล้านบาท) ภายในปี พ.ศ. 2571 (กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ, 2564) ดังนั้นเครื่องดื่มเสริมอาหารจากผงกล้วยน้ำว้า ฟักทอง บัวบกและขมิ้นชันที่ทำแห้งด้วยวิธีโฟมแมท น่าจะเป็นผลิตภัณฑ์ที่สมควรได้รับการพัฒนาต่อยอดเป็นเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพในเชิงพาณิชย์ให้แก่ผู้บริโภคในยุคปัจจุบันและในอนาคตได้อีกทางหนึ่ง อย่างไรก็ตามควรทำการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อปรับปรุงลักษณะทางประสาทสัมผัสให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค และศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ รวมถึงศึกษาผลทางคลินิกของผลิตภัณฑ์เพื่อกล่าวอ้างทางสุขภาพได้

6. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณสถาบันวิจัย มหาวิทยาลัยรังสิต ที่ได้สนับสนุนเงินวิจัย

7. เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ. (2564). *เทรนด์กระแสเครื่องดื่มเสริมอาหาร (Functional Drink) หลัง Post Pandemic. ข่าวเด่นประจำสัปดาห์ สำนักงานส่งเสริมการค้าในต่างประเทศ ณ นครโทรอนโต ระหว่างวันที่ 14-18 มิถุนายน 2564.* https://www.ditp.go.th/contents_attach/734600/734600.pdf

จันทรพร ทองเอกแก้ว. (2556). บัวบก: สมุนไพรมากคุณประโยชน์. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.15*(3), 70-75. https://li01.tci-thaijo.org/index.php/sci_ubu/article/view/87239/68992

สถาบันการแพทย์แผนไทย. (2567). *ขมิ้นชัน*. https://ittm.dtam.moph.go.th/images/knowleaga/2/ขมิ้นชัน

สำนักโภชนาการ. (2553). *คุณค่าทางโภชนาการในผลไม้.* กรุงเทพมหานคร

หทัยทิพย์ นิมิตรเกียรติไกล และตรีสินธุ์ โพธารส. (2563). ผลของสารก่อโฟมต่อสมบัติของซุปฟักทองผงกึ่งสำเร็จรูปที่ผลิตโดยวิธีการอบแห้งแบบโฟมเมท. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 28*(5), 790-798. https://li01.tci-thaijo.org/index.php/tstj/article/view/238148

Ashurst, P.R. (2016). *Chemistry and Technology of Soft Drinks and Fruit Juices* (2nd edition). John Wiley & Sons, Ltd.

Association of Official Analytical Chemists. (2000). *Official Method of Analysis* (17 edition). USA.

Berliana, F., Carolin, B.T., and Azzahroh, P. (2024). The effect of giving Ambon banana (*Musa Paradisiaca Var Sapientum Linn*) on blood pressure among pregnant mother with hypertension. *Health and Technology Journal, 2*(1), 42-46. https://doi.org/10.53713/htechj.v2i1.145

Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E., and Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food science and Technology, 28*(1), 25-30. https://doi.org/10.1016/s0023-6438(95)80008-5

Ceclu, L., Mocanu, D.G., and Nistor, O.V. (2020). Pumpkin-health benefits. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies, 26*(3), 241-246. http://journal-of-agroalimentary.ro

Chojnacki, C., Gasiorowska, A., Poplawski, T., Konrad, P., Chojnacki, M., Fila, M., and Blasiak, J. (2023). Beneficial effect of increased tryptophan intake on its metabolism and mental state of the elderly. *Nutrients, 15*, 847. https://doi.org/10.3390/nu15040847

Chuchird, P., Pattarathitiwat, P., and Pongprajak, A. (2024). Formulation and evaluation of physical, chemical and sensory properties of instant functional beverage powder containing Pathum Thani fragrance rice, soy protein and milk powder., *Food Research, 8*(3), 394-401. https://doi.org/10.26656/fr.2017.8(3).319

Chuwa, C., and Dhiman, A. K. (2023). Nutrition and health benefits of ripe pumpkin fruit, pulp and powder. *Recent Progress in Science and Technology, 4*, 1-12. https://doi.org/10.9734/bpi/rpst/v4/9411F

Elayabalan, S., Subramaniam, S., Shobana, V.G., and Kumar, K.A. (2017). An overview on phytochemical composition of banana (Mussa spp.). *Indian Journal of Natural Sciences, 7*(42), 12408-12419.

Falade, K.O. and Okocha, J.O. (2012). Foam-mat drying of plantain and cooking banana (*Musa* spp.). *Food and Bioprocess Technology*, *5*, 1173–1180. http://dx.doi.org/10.1007/s11947-010-0354-0

Farooq, M., Iqbal, M.J., Shukat, R., Ilyas, M.C.N., Solangi, A., and Yunyang, W. (2021). Drying of onion paste to develop powders by foam-mat drying process using soy protein as foaming agent. *Carpathian Journal of Food Science and Technology,* 13(2), 30-42. https://doi.org/10.34302/crpjfst/2021.13.2.3

Gomes, R.S., de Almeida C.F., Chagas, R.R., Fara, J.S., and da Silva, D.J.H. (2020). Winter squash (*Cucurbita moschata* D.) displays promising nutritional aspects in fruits, seeds and in the seed oil. *Journal of Plant Biochemistry & Physiology, 8*, 248. https://doi.org/10.35248/2329.9029.20.8.248

Hossain, M.A., Mitra, S., Belal, M., and Zzaman, W. (2021). Effect of foaming agent concentration and drying temperature on biochemical properties of foam mat dried tomato powder. *Food Research, 5*(1), 291-297. https://doi.org/10.26656/fr.2017.5(1).372

Javed, I.M., Abbas, A., Rafique, H., Furqan, N.M., and Rasool, A. (2018). A review paper on foam-mat drying of fruits and vegetables to develop powders. *MOJ Food Processing and Technology, 6*(6),465-467. https://doi.org/10.15406/mojfpt.2018.06.00207

Jittanit, W., Niti-Att, S., and Techanuntachaikul, O. (2010). Study of spray drying of pineapple juice using maltodextrin as an adjunct. *Chiang Mai Journal of Science*, *37*(3), 498-506. https://www.thaiscience.info/journals/Article/CMJS/10905474.pdf

Kaluzna-Czaplinska, J., Gatarek, P., Chirumbolo, S., Chartrand, M.S., and Bjorklund. (2017). How important is tryptophan in human health?. *Critical Review in Food Science and Nutrition*. http://dx.doi.org/10.1080/10408398.2017.1357534

Kidon, M. and Uwineza, P.A. (2022). New smoothie products based on pumpkin, banana, and purple carrot as a source of bioactive compounds. *Molecules, 27*, 3049. https://doi.org/10.3390/molecules27103049

Kim, Na-Rae, Kim, Hee-Yun., Kim, Min-Ho., Kim, Hyung-Min, and Jeong, Hyun-Ja. (2016). Improvement of depressive behavior by Sweetme Sweet Pumpkin™ and its active compound, β-carotene. *Life Sciences,147*, 39–45. https://doi.org/10.1016/j.lfs.2016.01.036

Labban, M.L., Mouzik, J.E.M., and Shekh Otham, D.A.A.A. (2017). Comparison of sodium and potassium content in fresh produce and their contribution to the daily intake. *Journal of Advance Research in Food Science and Nutrition, 3*(3&4), 1-8.

Lopresti, A.L. (2022). Potential role of curcumin for the treatment of major depressive disorder. *CNS Drugs, 36*(2), 123-141. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35129813/

Matias, J.N., Achete, G.A., Campanari, G.S.S., Guiguer, E.L., Araujo, A.C., Buglio, D.S., and Barbalho, S.M. (2021). A systematic review of the antidepressant effects of curcumin: Beyond monoamines theory. *Australian & New Zealand Journal of Psychiatry, 55*(5) 451-462. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33673739/

Nagata, M. and Yamashita, I. (1992). Simple method for simultaneous determination of chlorophyll and carotenoids in tomato fruit. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi, 39*(10), 925-928. https://doi.org/10.3136/nskkk1962.39.925

Naknaen, P., Charoenthaikij, P., and Kerdsup, P. (2016). Physicochemical properties and nutritional compositions of foamed banana powders (Pisang Awak, *Musa sapientum* L.) dehydrated by various drying methods.

Chemistry Walailak Journal of Science and Technology,13(3), 177-191. https://wjst.wu.ac.th/index.php/wjst/article/view/1565

Ozgur, M.U. and Koyuncu, I. (2002). Determination of ternary mixtures of vitamins (B1, B6, B12) by zero-crossing derivative spectrophotometry. *Turkish Journal of Chemistry, 26*(3). https://journals.tubitak.gov.tr/chem/vol26/iss3/12

Purnawati, S., Wrasiati, L.P., and Lesmana, C.B.J. (2022). The potency of tryptophan compound in a combination of Bali green banana (*Musa acuminata* Colla) and Java pineapple (*Ananas comosus* L. Merr) extract and its opportunities as a suppressive self-behavior from natural ingredient. *BIO Web of Conferences, 49*, 03005. https://doi.org/10.1051/bioconf/20224903005

Rajawat, M.V.S., Singh, S., and Saxena, A.K. (2014). A new spectrophotometric method for quantification of potassium solubilized by bacterial cultures. *Indian Journal of Experimental Biology, 52*, 261-266.

Sampath Kumar, K.P., Bhowmik, D., Duraivel, S., and Umadevi, M. (2012). Traditional and medical uses of banana. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 1*(3), 51-63.

Weaver, C.M. (2013). Potassium and health. *Advances in Nutrition, 4*(3), 368s-377s. https://doi.org/10.3945/an.112.003533

Zahara, K., Bibi, Y., and Tabassum, S. (2014). Clinical and therapeutic benefits of *Centella asiatica*. *Pure Applied Biology, 3*(4), 152-159. https://www.thepab.org/index.php/journal/article/view/2004