การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผงเครื่องดื่มพร้อมชงจากแป้งแห้ว

กัญญา สอนสนิท[1,3*] อุมาพร อาลัย[2] และ อานนท์ เรียงหมู่[3]

[1]สาขาวิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม, นครปฐม
[2]สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม, นครปฐม
[3]ศูนย์วิจัยเพื่อการพัฒนาพืชเกษตรหลักนครปฐม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม, นครปฐม
*jkanya@windowslive.com

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้เพื่อพัฒนาผงเครื่องดื่มพร้อมชงจากแป้งแห้วโดยการทำแห้งแบบเยือกแข็ง โดยหาสภาวะที่เหมาะสมในการเตรียมน้ำแป้งแห้วผสมแป้งแห้วต่อน้ำอุณหภูมิ 30, 50, และ 70 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิที่ตกตะกอน พบว่าน้ำแป้งแห้วที่ตั้งตกตะกอนที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และปริมาณสารประกอบฟีนอลิก สูงกว่าที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แล้วนำมาหาความเข้มข้นของน้ำแป้งแห้วที่เหมาะสมโดยการเตรียมน้ำแป้งแห้วความเข้มข้น ร้อยละ 0, 5, 10, 15, 20 และ 25 ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ผสมกับครีมเทียม 2 กรัม และน้ำตาล 1 กรัม พบว่าคะแนนทางประสาทสัมผัสของน้ำแป้งแห้วที่มีความเข้มข้น ร้อยละ 15 มีคะแนนทางประสาทสัมผัสที่สูงที่สุดคือ 4.3±1.75 คะแนน จากนั้นหาปริมาณหางนมผงและมอลติทอลที่เหมาะสม พบว่าคะแนนทางประสาทสัมผัสของหางนมและมอลติทอลที่อัตราส่วน 4:4 และ 6:6 มีคะแนนทางประสาทสัมผัสที่สูงที่สุดคือ 5.5±0.11 และ 5.5±0.04 คะแนน ตามลำดับ และเมื่อนำศึกษาความเข้มข้นของน้ำแป้งแห้วและปริมาณมอลโทเดกซ์ทรินที่เหมาะสมต่อการทำแห้งแบบเยือกแข็ง พบว่าปริมาณความเข้มข้นของน้ำแป้งแห้ว 2 เท่า พร้อมกับการเติมมอลโทเดกซ์ทริน ร้อยละ 20 ทำให้ได้รับคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสมากที่สุด

คำสำคัญ: แห้ว พร้อมชง เครื่องดื่ม

Product development of Ready to Brew Powder from Water Chestnuts

Kanya Sornsanit[1,3*], Aumaporn Arlai[2] and Anon Riangmoo[3]

[1]Microbiology Program, Faculty of Science and Technology, Nakhon Pathom Rajabhat University
[2]Food Science and Technology Program, Faculty of Science and Technology, Nakhon Pathom Rajabhat University
[3]Research Center for Major Crop Production Development in Nakhon Pathom, Nakhon Pathom Rajabhat University
*jkanya@windowslive.com

Abstract

The objective of this research was to develop ready-to-brew beverage powder from Water Chestnuts flour by freeze-drying. The optimum conditions for the preparation of truffle water mixed with truffle flour at water temperatures of 30, 50 and 70°C and precipitation temperature were determined. It was found that water extracted from Water Chestnuts flour set to precipitate at 30°C has antioxidant activity and phenolic compounds content higher than 4°C with statistical significance. Then, the optimum concentration of Water Chestnuts flour was obtained by preparing 100 ml of water, Water Chestnuts flour concentrations of 0, 5, 10, 15, 20 and 25 percent mixed with 2 g of Non-dairy creamer and 1 g of sugar. It was found that the sensory score of the Water Chestnuts flour with a concentration of 15% had the highest sensory score at 4.3±1.75. Then find the optimal quantity of whey powder and maltitol. The sensory scores of whey and maltitol at 4:4 and 6:6 had the highest sensory scores of 5.5±0.11 and 5.5±0.04, respectively. And when studying the concentration of Water Chestnuts flour water and maltodextrin content suitable for freeze-drying, It was found that 2 times concentration of Water Chestnuts flour water and added with 20% maltodextrin showed the result in the highest sensory acceptance score.

Keywords: water chestnuts, Ready to Brew, Beverage

1. บทนำ

แห้วเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของจังหวัดสุพรรณบุรี มีแหล่งผลิตขนาดใหญ่อยู่ในพื้นที่ เทศบาลตำบลวังยางและตำบลดอนมดแดง อำเภอศรีประจันต์ มีพื้นที่ปลูกประมาณ 2,500 ไร่ [1] มีรายงานข้อมูลการผลิตแห้วของอำเภอศรีประจันต์ ปี 2557 ว่ามีผลผลิตเฉลี่ยประมาณ 300 ถังต่อไร่ หรือประมาณ 4,500 กิโลกรัมต่อไร่ [2] แห้วอุดมด้วยสารอาหารที่เป็นประโยชน์มากมาย หัวแห้วประกอบด้วยไขมันน้อยมาก เป็นแหล่งที่ดีของ โพแทสเซียม มีสมบัติลดไข้ แก้ร้อนใน ช่วยแก้อาการคลื่นไส้อาเจียน เพิ่มความอยากอาหารในเด็ก แห้วมีสมบัติในการแก้พิษ และ แก้ไอ แห้วจีนเป็นพืชหัวซึ่งมีสตาร์ช (starch) เป็นองค์ประกอบ โดยมีรายงานว่าแห้วจีนประกอบด้วยสตาร์ชรวมทั้ง โอลิโกแซคคาไรด์ (oligosaccharides) และโมโนแซคคาไรด์ (monosaccharide)

มากกว่า ร้อยละ 86 ของน้ำหนักแห้ง [3] ทำให้เกษตรกรมีการนำแห้วมาแปรรูปเป็นแป้งแห้วกันมากขึ้น แต่เกษตรกรส่วนใหญ่ยังนิยมขายแห้วในรูปแบบของหัวแห้วสด ซึ่งได้ราคาไม่ดีนัก ทำให้ประสบปัญหาขายผลผลิตแห้วไม่ได้ตามที่ต้องการ [5] ดังนั้นการนำผลผลิตแห้วมาแปรรูปเป็นลิตภัณฑ์ จึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง ปัจจุบันมีการแปรรูปแห้วให้อยู่ในรูปผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น แห้วแช่อิ่มอบแห้ง แห้วทอดปรุงรส ทอดมันแห้ว และน้ำพริกแห้ว [6] ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้พัฒนาการแปรรูปแป้งแห้วให้เป็นเครื่องดื่มพร้อมชง ด้วยวิธีการทำแห้งแบบเยือกแข็ง (freeze dry) ซึ่งการทำแห้งวิธีนี้สามารถรักษาคุณค่าทางอาหาร และคุณภาพทางประสาทสัมผัสได้ดีกวาการทำแห้งแบบทั่วไป [7] จึงเป็นการแปรรูปอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับแห้วได้ นอกจากนี้ยังช่วยแก้ปัญหาราคาตกต่ำอีกทั้งยังสามารถแปรสภาพแห้วที่ไม่สวยและมีขนาดเล็กให้สามารถสร้างมูลค่าเพิ่มได้ รวมทั้งยังสามารถเก็บรักษาได้นาน และสะดวกในการขนส่งอีกด้วย

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อพัฒนาผงเครื่องดื่มพร้อมชงจากแป้งแห้วโดยการทำแห้งแบบเยือกแข็ง

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 การเตรียมน้ำแป้งแห้ว

ผสมแป้งแห้ว 15 กรัม ต่อน้ำ 100 มิลลิลิตร จากนั้นกรองกากออก แล้วนำไปตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอนเป็นเวลา 18 ชั่วโมง แล้วจึงดูดส่วนใสออกไว้สำหรับการทดสอบขั้นตอนถัดไป

3.2 การหาสภาวะที่เหมาะสมในการเตรียมน้ำแป้งแห้ว

ผสมแป้งแห้ว 15 กรัม ต่อน้ำอุณหภูมิ 30, 50 และ 70 องศาเซลเซียส ปริมาตร 100 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปตรวจสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ วิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและสารประกอบฟลาโวนอยด์

3.3 การหาความเข้มข้นของน้ำแป้งแห้วที่เหมาะสม

เตรียมน้ำแป้งแห้วความเข้มข้น ร้อยละ 0, 5, 10, 15, 20 และ 25 ด้วยสภาวะที่เหมาะสม 100 มิลลิลิตร ผสมกับครีมเทียม 2 กรัม และน้ำตาล 1 กรัม แล้วประเมินคุณภพทางประสาทสัมผัสจากผู้ที่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 10 คน ให้คะแนนความชอบแบบ 7 point hedonic scale โดยทำการประเมินประสาทสัมผัสในด้าน สี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม

3.4 การหาปริมาณหางนมผงและมอลติทอลที่เหมาะสม

นำน้ำแป้งแห้วสูตรที่ผ่านการคัดเลือก 100 มิลลิลิตร มาผสมกับหางนมและสารให้ความหวานแทนน้ำตาล ตามอัตราส่วนในตารางที่ 1 แล้วนำไปวัดค่าสี และทำการประเมินคุณภพทางประสาทสัมผัสจากผู้ที่ผ่านการฝึกฝนแล้วจำนวน 10 คน ให้คะแนนความชอบแบบ 7 point hedonic scale โดยทำการประเมินประสาทสัมผัสในด้าน สี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม

ตารางที่ 1 อัตราส่วนของหางนมและมอลติทอลในน้ำแป้งแห้วความเข้มข้นร้อยละ 20

ส่วนผสม	**น้ำหนัก (กรัม)**															
หางนม	0	0	0	0	2	2	2	2	4	4	4	4	6	6	6	6
มอลติทอล	0	2	4	6	0	2	4	6	0	2	4	6	0	2	4	6

3.5 การศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของมอลโทเดกซ์ทรินที่เหมาะสมต่อการทำแห้งแบบเยือกแข็ง (Freeze dry)

ผสมมอลโทเดกซ์ทริน (DE 10-12) ร้อยละ 0, 5, 10, 15, 20 และ 25 ต่อน้ำแป้งแห้งสูตรที่คัดเลือก โดยเพิ่มความเข้มข้นของสูตรน้ำแป้งแห้งเป็น 1, 2 และ 3 เท่า แล้วนำไปทำแห้งแบบเยือกแข็ง จากนั้นนำมาวัดค่าสี ปริมาณน้ำอิสระ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก และปริมารสารประกอบฟลาโวนอยด์

3.6 การวิเคราะห์คุณภาพ

3.6.1 การตรวจสอบคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH

ตามวิธีของ [8] นำน้ำแป้งแห้วผสมกับสารละลาย DPPH ในอัตราส่วน 1:1 แล้วเขย่าอย่างรุนแรง ทิ้งไว้ในที่มืดเป็นเวลา 30 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร แล้วนำมาคำนวณค่า %Radical scavenging โดยคำนวณดังสมการที่ (1)

$$\%\text{Radical scavenging} = \left[\frac{AB - AA}{AB}\right] \times 100 \quad (1)$$

โดย *AA* หมายถึง ค่าการดูดกลืนแสงที่ของสารตัวอย่างกับ DPPH, *AB* หมายถึง ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลาย DPPH

3.6.2 การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก (phenolic content)

ตามวิธีของ [9] นำน้ำแป้งแห้วปริมาตร 125 ไมโครลิตร เติมลงในหลอดทดลองที่มีน้ำกลั่นอยู่ 500 ไมโครลิตร แล้วเติม Folin-Ciocalteu reagent ปริมาตร 125 ไมโครลิตร ทิ้งไว้นาน 6 นาที จากนั้นเติมโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) เข้มข้นร้อยละ 7 ปริมาตร 1,250 ไมโครลิตร และน้ำกลั่น 1,000 ไมโครลิตร บ่มที่อุณหภูมิห้องนาน 90 นาที จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 790 นาโนเมตร แล้วนำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานของกรดแกลลิก และคำนวณปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด

3.6.3 การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ (flavonoid content)

ตามวิธีของ [9] นำน้ำแป้งแห้วปริมาตร 250 ไมโครลิตร เติมลงในหลอดทดลองที่มีน้ำกลั่นอยู่ 1,250 ไมโครลิตร โซเดียมคาร์บอเนต เข้มข้นร้อยละ 5 ปริมาตร 75 ไมโครลิตร ทิ้งไว้นาน 5 นาที จากนั้นเติมอะลูมิเนียมคลอไรด์ ($AlCl_3$) เข้มข้นร้อยละ 10 ปริมาตร 150 ไมโครลิตร ทิ้งไว้ 6 นาที แล้วจึงเติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) เข้มข้น 1 โมล ปริมาตร 500 ไมโครลิตร และน้ำกลั่น 275 ไมโครลิตร จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 510 นาโนเมตร แล้วนำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานของคาเทชิน และคำนวณหาปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด

3.6.4 การวัดค่าสีด้วยเครื่อง color meter

วัดค่าสีด้วย color meter แสดงผลเป็นค่า L*, a*, และ b* โดย L* คือ ค่าความสว่าง (lightness) มีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 100 ,a* คือ ค่าสีแดงและสีเขียว (redness/greenness) เมื่อ a* มีค่าเป็นบวกคือสีแดงและเมื่อมีค่าเป็นลบคือสีเขียว และ b* คือ ค่าสีเหลืองและสีน้ำเงิน (yellowness/blueness) เมื่อ b* มีค่าเป็นบวกคือสีเหลืองและเมื่อมีค่าเป็นลบคือสีน้ำเงิน [10]

3.6.5 วิเคราะห์จุลินทรีย์ทั้งหมด

วิเคราะห์จุลินทรีย์ทั้งหมดด้วยวิธีการ Pour plate ตามวิธีการของ [11]

3.6.6 วิเคราะห์ปริมาณ *Escherichia coli*

วิเคราะห์ปริมาณ *Escherichia coli* ด้วยวิธีการ MPN ตามวิธีการของ [12]

3.6.7 การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

นำเครื่องดื่มแห้วพร้อมชงมาทำการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสจากกลุ่มผู้บริโภคจำนวน 30 คนให้คะแนนความชอบแบบ 5 point hedonic scale โดยทำการประเมินประสาทสัมผัสในด้าน สี กลิ่น รสชาติ ลักษณะที่ปรากฏ และความชอบโดยรวม

3.7 การวิเคราะห์ทางสถิติ

นำผลการทดลองมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan's multiple rang test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรม SPSS version 23 [13]

4. ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

4.1 ผลการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการเตรียมน้ำแป้งแห้ว

จากการเตรียมน้ำแป้งแห้วด้วยน้ำอุณหภูมิ 30, 50 และ 70 องศาเซลเซียส และตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอนในอุณหภูมิ 4 และอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส พบว่าอุณหภูมิที่ทิ้งไว้ให้ตกตะกอนมีผลต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยนำแป้งแห้วมาละลายน้ำที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส แล้วตั้งให้ตกตะกอนที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ทำให้มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ สูงที่สุด ร้อยละ 47.93±1.43 ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเทียบกับน้ำแป้งแห้วที่ละลายน้ำที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส และตกตะกอนที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส จากนั้นวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกของน้ำแป้งแห้วที่เตรียมในสภาวะที่แตกต่างกัน พบว่าอุณหภูมิที่ทิ้งไว้ให้ตกตะกอนมีผลต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยน้ำแป้งที่ละลายน้ำอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกมากที่สุดคือ 238.54±7.0 mg GAE/1g of extract ซึ่งแตกต่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบอุณหภูมิน้ำที่ใช้ละลายและอุณหภูมิที่ตกตะกอนอื่นที่นำมาศึกษา และวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ของน้ำแป้งแห้ว พบว่าอุณหภูมิที่ทิ้งไว้ให้ตกตะกอนไม่มีผลต่อปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยน้ำแป้งแห้วที่ละลายน้ำอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส แล้วตั้งให้ตกตะกอนที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส มีปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์มากที่สุดคือ 25.12±0.42 mg CE/1g of extract ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำแป้งแห้วที่ละลายน้ำอุณหภูมิ 50 และ 30 องศาเซลเซียส แล้วตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอนที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 2 ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ของน้ำแป้งแห้วที่เตรียมในสภาวะที่แตกต่างกัน

อุณหภูมิน้ำที่ใช้ละลาย(°C)	อุณหภูมิขณะตกตะกอน (°C)	ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (%)	สารประกอบฟีนอลิก (mg GAE/g of extract)	สารประกอบฟลาโวนอยด์ (mg CE/g of extract)
30	4	36.32±0.21^{c}	185.94±8.76^{d}	17.47±0.42^{b}
	30	45.29±0.95^{a}	205.02±7.33^{c}	16.00±0.42^{b}
50	4	37.42±1.78^{bc}	191.31±2.69^{d}	23.50±0.21^{a}
	30	47.93±1.43^{a}	206.62±4.38^{c}	18.75±0.21^{b}
70	4	44.89±1.22^{b}	216.01±13.74^{b}	20.61±0.68^{a}
	30	46.09±1.39^{a}	238.54±7.0^{a}	25.12±0.42^{a}

หมายเหตุ ตัวอักษรแนวตั้งที่แตกต่างกัน หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

4.2 ผลของการหาความเข้มข้นของน้ำแป้งแห้วที่เหมาะสม

จากการหาสูตรความเข้มข้นของน้ำแป้งแห้วโดยการเตรียมน้ำแป้งแห้วความเข้มข้น ร้อยละ 0, 5, 10, 15, 20 และ 25 ในสภาวะที่เหมาะสมปริมาตร 100 มิลลิลิตร ผสมกับครีมเทียม 2 กรัม และน้ำตาล 1 กรัม แล้วนำไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสจากผู้ที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 10 คนให้คะแนนความชอบแบบ 7 point hedonic scale โดยทำการประเมินประสาทสัมผัสในด้าน สี กลิ่น รสชาติ ลักษณะที่ปรากฏ และความชอบโดยรวม พบว่าคะแนนทางประสาทสัมผัสของน้ำแป้งแห้วที่มีความเข้มข้นร้อยละ 15 มีคะแนนการประสาทสัมผัสที่สูงที่สุดคือ 4.3±1.75 จัดอยู่ในเกณฑ์เฉยๆบอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับความเข้มข้นของน้ำแป้งแห้วอื่นที่นำมาศึกษา (ตารางที่ 3)

4.3 ผลของการหาปริมาณหางนมผงและมอลติทอลที่เหมาะสม

จากนั้นนำน้ำแป้งแห้วที่ความเข้มข้น 15% มาผสมหางนมและมอลติทอล ตามอัตราส่วนในตารางที่ 1 แล้วนำไปประเมินคุณภพทางประสาทสัมผัสจากผู้ที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 10 คนให้คะแนนความชอบแบบ 7 point hedonic scale โดยทำการประเมินประสาทสัมผัสในด้าน สี กลิ่น รสชาติ ลักษณะที่ปรากฏ และความชอบโดยรวม พบว่า คะแนนทางประสาทสัมผัสของหางนมและมอลติทอลที่อัตราส่วน 4:4 และ 6:6 มีคะแนนการประสาทสัมผัสที่สูงที่สุดคือ 5.5±0.11 และ 5.5±0.04 ตามลำดับ จัดอยู่ในเกณฑ์ชอบเล็กน้อย ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับอัตราส่วนของหางนมและครีมเทียมสูตรอื่นที่นำมาศึกษา (ตารางที่ 4) แล้วนำไปวัดค่าสี พบว่าส่วนปริมาณมอลติทอล ไม่ส่งผลต่อค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) แต่ปริมาณหางนมนั้นมีผลทำให้ค่าสีเปลี่ยนแปลงไปโดยเมื่อปริมาณหางนมเพิ่มขึ้นทำให้ค่าความสว่าง (L*) และค่าสีเหลือง (b*) มีค่าเพิ่มขึ้น ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับอัตราส่วนของหางนมและครีมเทียมสูตรอื่นที่นำมาศึกษา (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 3 การทดสอบทางประสาทสัมผัสของความเข้มข้นของน้ำแป้งแห้ว

ความเข้มข้นของน้ำแป้งแห้ว (%)	คะแนนทางประสาทสัมผัส				
	สี	กลิ่น	รส	ลักษณะที่ปรากฏ	ความชอบโดยรวม
5	4.6 ± 1.17^{ns}	3.8 ± 1.23^{ns}	3.6 ± 1.51^{ns}	5 ± 0.94^{ns}	4.2 ± 1.48^{ns}
10	5 ± 1.05^{ns}	3.9 ± 0.99^{ns}	3.8 ± 1.14^{ns}	5.1 ± 1.10^{ns}	3.9 ± 1.60^{ns}
15	5 ± 1.05^{ns}	4.3 ± 1.34^{ns}	4.6 ± 1.65^{ns}	5.1 ± 0.99^{ns}	4.3 ± 1.75^{ns}
20	4.8 ± 1.03^{ns}	3.8 ± 0.79^{ns}	3.6 ± 1.07^{ns}	4.9 ± 0.99^{ns}	3.6 ± 0.70^{ns}
25	4.8 ± 1.03^{ns}	3.9 ± 0.88^{ns}	3.9 ± 1.37^{ns}	5.1 ± 0.99^{ns}	3.9 ± 1.10^{ns}

หมายเหตุ ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ตารางที่ 4 การทดสอบทางประสาทสัมผัสของอัตราส่วนระหว่างหางนมและมอลติทอลในผลิตภัณฑ์

อัตราส่วนของ หางนม : มอลติทอล (g)	คะแนนทางประสาทสัมผัส				
	สี	กลิ่น	รส	ลักษณะที่ปรากฏ	ความชอบโดยรวม
0:0	4.9±0.02^{ns}	4.9±0.02^{ns}	3.1±0.01^{f}	4.2±0.04^{ns}	3.3±0.01^{g}
0:2	4.9±0.0^{ns}	4±0.02^{ns}	3.1±0.01^{f}	4.2±0.05^{ns}	3.3±0.02^{g}
0:4	4.9±0.03^{ns}	4±0.06^{ns}	3.3±0.02^{f}	4.2±0.02^{ns}	3.4±0.02^{g}
0:6	4.9±0.01^{ns}	4±0.12^{ns}	3.5±0.06^{f}	4.2±0.02^{ns}	3.3±0.11^{g}
2:0	4.4±0.00^{ns}	4.2±0.11^{ns}	3.2±0.06^{f}	4.2±0.03^{ns}	3.3±0.08^{g}
2:2	4.4±0.12^{ns}	4.3±0.14^{ns}	3.8±0.05^{def}	4.2±0.13^{ns}	3.7±0.01^{fg}
2:4	4.4±0.06^{ns}	4.3±0.08^{ns}	4.4±0.03^{cde}	4.4±0.11^{ns}	4.3±0.16^{cde}
2:6	4.4±0.13^{ns}	4.2±0.09^{ns}	4.5±0.11^{cd}	4.4±0.01^{ns}	4.4±0.15^{cde}
4:0	4.7±0.05^{ns}	4.4±0.13^{ns}	3.4±0.11^{f}	4.4±0.01^{ns}	4±0.21^{def}
4:2	4.7±0.06^{ns}	4.5±0.15^{ns}	4.5±0.013^{cd}	4.4±0.02^{ns}	4.5±0.13^{cde}
4:4	4.7±0.15^{ns}	4.8±0.07^{ns}	6±0.06^{a}	4.7±0.06^{ns}	5.5±0.11^{b}
4:6	4.7±0.11^{ns}	4.7±0.06^{ns}	5±0.07^{bc}	4.6±0.07^{ns}	4.9±0.09^{bc}
6:0	4.8±0.11^{ns}	4.5±0.04^{ns}	3.7±0.04^{f}	4.5±0.12^{ns}	3.9±0.07^{efg}
6:2	4.8±0.12^{ns}	4.7±0.02^{ns}	4.7±0.03^{cd}	4.6±0.11^{ns}	4.6±0.12^{cd}
6:4	4.8±0.06^{ns}	4.8±0.01^{ns}	5.7±0.12^{ab}	4.7±0.05^{ns}	5.3±0.08^{ab}
6:6	4.8±0.01^{ns}	4.8±0.08^{ns}	5.5±0.13^{ab}	4.7±0.12^{ns}	5.5±0.04^{a}

หมายเหตุ ตัวอักษรแนวตั้งที่แตกต่างกัน หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$), ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ตารางที่ 5 ค่าสีของเครื่องดื่มแห้วผงชงดื่มที่ผสมหางนมและมอลติทอลที่อัตราส่วนต่าง ๆ

อัตราส่วนของ หางนม : มอลติทอล (g)	ค่าสี		
	L*	a*	b*
0:0	4.18±0.03^{d}	10.87±0.30^{c}	7.02±0.08^{d}
0:2	4.12±0.01^{d}	11.19±0.11^{c}	6.85±0.04^{d}
0:4	4.17±0.03^{d}	10.98±0.12^{c}	6.99±0.11^{d}
0:6	4.15±0.01^{d}	11.34±0.23^{c}	6.97±0.02^{d}
2:0	15.56±0.10^{c}	12.30±0.09^{b}	32.63±0.06^{c}
2:2	15.30±0.02^{c}	12.50±0.04^{b}	33.04±0.08^{c}
2:4	15.66±0.12^{c}	12.24±0.07^{b}	33.58±0.06^{c}
2:6	15.56±0.06^{c}	12.40±0.03^{b}	32.90±0.03^{c}
4:0	22.40±0.04^{b}	14.21±0.13^{a}	34.81±0.12^{b}
4:2	22.43±0.02^{b}	14.10±0.16^{a}	34.78±0.06^{b}
4:4	22.41±0.02^{b}	14.15±0.04^{a}	34.80±0.06^{b}
4:6	22.74±0.10^{b}	14.17±0.04^{a}	34.57±0.35^{b}
6:0	29.44±0.01^{a}	9.67±0.05^{d}	36.90±0.15^{a}
6:2	29.39±0.03^{a}	9.70±0.01^{d}	36.96±0.23^{a}
6:4	29.34±0.01^{a}	9.68±0.03^{d}	36.91±0.02^{a}
6:6	29.42±0.03^{a}	9.71±0.02^{d}	36.82±0.04^{a}

หมายเหตุ ตัวอักษรแนวตั้งที่แตกต่างกัน หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

4.3 ผลการศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของมอลโทเดกทรินที่เหมาะสมต่อการทำแห้งแบบเยือกแข็งของเครื่องดื่มแห้ว

สภาวะอบแห้งที่เหมาะสมของเครื่องดื่มแห้วโดยการเพิ่มความเข้มข้นของน้ำแป้งแห้ว 1, 2 และ 3 เท่า ผสมมอลโทเดกซ์ทริน ร้อยละ 15, 20 และ 25 พบว่าความเข้มข้นของมอลโทเดกซ์ทริน และน้ำแป้งแห้วที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อปริมาณผลิตภัณฑ์ที่ได้ เช่นเดียวกับการรายงานของ [15] ที่พบว่า การเพิ่มปริมาณมอลโทเดกซ์ทริน มีผลทำให้ปริมาณผลิตภัณฑ์ที่ได้เพิ่มขึ้นด้วย โดยการเติมมอลโทเดกซ์ทริน ร้อยละ 25 พร้อมกับการเพิ่มความเข้มข้นของน้ำแป้งแห้วเป็น 3 เท่า ทำให้เกิดปริมาณผลิตภัณฑ์มากที่สุดคือ 73.74±0.63 กรัม แต่การเติมมอลโทเดกซ์ทริน 25 กรัม พร้อมกับการเพิ่มความเข้มข้นของน้ำแป้งแห้วเป็น 3 เท่า นั้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับการเติมมอลโทเดกซ์ทริน ร้อยละ 25 พร้อมกับการเพิ่มความเข้มข้นของน้ำแป้งแห้วเป็น 2 เท่า (ตารางที่ 6) ดังนั้นจึงพิจารณาเลือกความเข้มข้นของน้ำแป้งแห้ว 2 เท่าไปทำการทดลองขั้นต่อไป

จากการวัดค่าสีเพื่อเปรียบเทียบระหว่างเครื่องดื่มแห้วพร้อมชงก่อนและหลังการทำแห้งพบว่า ปริมาณมอลโทเดกซ์ทรินในเครื่องดื่มแห้วพร้อมชงหลังจากการทำแห้ง มีผลทำให้ค่า L* และ b* มีค่าเพิ่มขึ้น โดยเครื่องดื่มแห้วพร้อมชงหลังจากการทำแห้งที่มีปริมาณมอลโทเดกซ์ทริน ร้อยละ 15 มีค่า L* a* และ b* ใกล้เคียงกับเครื่องดื่มแห้วพร้อมชงก่อนการทำแห้งแบบเยือกแข็ง และจากการวัดปริมาณน้ำอิสระ พบว่าเครื่องดื่มแห้วพร้อมชงที่มีปริมาณมอลโทเดกซ์ทริน ร้อยละ 15, 20 และ 25 มีปริมาณน้ำอิสระ น้อยกว่า 0.86 ซึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐานอาหารแห้งตามประกาศของกระทรวงสาธารณะสุข [14] (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 6 ปริมาณผลผลิต (yield, กรัม) ของแห้วผงชงดื่มที่มีมอลโทเดกซ์ทรินในน้ำแป้งแห้วแต่ละความเข้มข้น

มอลโทเดกซ์ทริน (%)	ความเข้มข้นของน้ำแป้งแห้ว (เท่า)		
	1	2	3
15	25.34 ± 2.18^{Bb}	50.63 ± 1.17^{Ba}	54.14 ± 1.46^{Ba}
20	25.68 ± 0.80^{Bb}	50.71 ± 0.10^{Ba}	54.68 ± 1.12^{Ba}
25	34.92 ± 0.62^{Ab}	69.64 ± 1.31^{Aa}	73.74 ± 0.63^{Aa}

หมายเหตุ ตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ในแนวตั้งที่แตกต่างกัน หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$), ตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กในแนวนอนที่แตกต่างกัน หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ตารางที่ 7 ค่าสีและค่าปริมาณน้ำอิสระของเครื่องดื่มแห้วผงชงดื่มที่ที่มีมอลโทเดกซ์ทรินแต่ละความเข้มข้น

มอลโทเดกซ์ทริน (%)	ค่าสี			a_w
	L*	a*	b*	
15	22.42 ± 0.02^{b}	14.1 ± 0.02^{ns}	34.78 ± 0.06^{b}	0.385 ± 0.00^{ns}
20	23.75 ± 0.06^{b}	11.11 ± 0.01^{ns}	34.80 ± 0.01^{b}	0.399 ± 0.00^{ns}
25	29.39 ± 0.03^{a}	9.7 ± 0.01^{ns}	36.96 ± 0.23^{a}	0.385 ± 0.00^{ns}

หมายเหตุ ตัวอักษรแนวตั้งที่แตกต่างกัน หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) , ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

4.3.1 ผลการทดสอบคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระ การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก และปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการทำแห้งแบบเยือกแข็ง

จากการทดสอบคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระ การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์เพื่อเปรียบเทียบระหว่างเครื่องดื่มแห้วพร้อมชงหลังการทำแห้งและน้ำแป้งแห้วก่อนการทำแห้ง พบว่า เครื่องดื่มแห้วพร้อมชงหลังการทำแห้งแบบเยือกแข็งที่มีปริมาณมอลโทเดกซ์ทริน ร้อยละ 15, 20 และ 25 มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ สารประกอบฟีนอลิก และ สารประกอบฟลาโวนอยด์ เพิ่มขึ้นจากน้ำแป้งแห้วก่อนการทำแห้ง (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 8 ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก และปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ หลังจากการทำแห้งแบบเยือกแข็ง

มอลโทเดกซ์ทริน (%)	ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (%)	สารประกอบฟีนอลิก (mg GAE/1g of extract)	สารประกอบฟลาโวนอยด์ (mg CE/1g of extract)
15	70.52 ± 0.74^{c}	348.13 ± 2.99^{a}	38.96 ± 0.90^{a}
20	81.87 ± 0.11^{b}	282.48 ± 2.47^{b}	33.86 ± 0.74^{b}
25	96.11 ± 0.2^{a}	266.61 ± 4.28^{c}	28.47 ± 0.42^{c}

หมายเหตุ ตัวอักษรแนวตั้งที่แตกต่างกัน หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

4.3.2 ผลการวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยา

จากการทดสอบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และ *E. coli* ด้วยวิธีการ pour plate และ MPN พบว่า ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด มีจำนวนน้อยกว่า 30 CFU/g และไม่พบปริมาณเชื้อ *E. coli* ในแห้วผงชงดื่มที่นำมาทดสอบเลย ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ฉบับที่ 1,068/2558 กำหนดให้จุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน $1x10^4$ โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม และ ต้องไม่พบ *E. coli* ในตัวอย่างที่นำมาทดสอบ (ตารางที่ 9)

ตารางที่ 9 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และ *Escherichia coli* ในแห้วชงดื่ม

มอลโทเดกซ์ทริน (%)	ปริมาณจุลินทรีย์ (CFU/g)	
	จุลินทรีย์ทั้งหมด	*Escherichia coli*
15	<30	ไม่พบ
20	<30	ไม่พบ
25	<30	ไม่พบ

4.3.3 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสจากกลุ่มผู้บริโภคจำนวน 30 คน โดยให้คะแนนความชอบแบบ 5 point hedonic scale โดยทำการประเมินประสาทสัมผัสในด้าน สี กลิ่น รสชาติ ลักษณะที่ปรากฏ และความชอบโดยรวมพบว่า เครื่องดื่มแห้วผงชงดื่มที่มีความเข้มข้นของน้ำแป้งแห้ว 15% หางนม 4 กรัม มอลติทอล 4 กรัม และมอลโทเดกซ์ทริน 20 กรัมนั้นได้คะแนนทางประสาทสัมผัสจากผู้บริโภคมากที่สุดคือ 5.77±1.07 จัดอยู่ในเกณฑ์ชอบเล็กน้อย ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) เมื่อเปรียบเทียบกับแห้วผงชงดื่มสูตรอื่นที่นำมาศึกษา (ตารางที่ 10)

ตารางที่ 10 การทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคของเครื่องดื่มแห้วผงชงดื่ม

ปริมาณมอลโทเดกซ์ทริน (g)	คะแนนทางประสาทสัมผัส				
	สี	กลิ่น	รส	ลักษณะที่ปรากฏ	ความชอบโดยรวม
15	$4.87±1.01^{ns}$	$4.83±1.32^{ns}$	$4.83±1.51^{b}$	$5.27±1.11^{ns}$	$5.13±1.20^{b}$
20	$5.07±0.91^{ns}$	$5.40±1.13^{ns}$	$5.63±1.07^{a}$	$5.30±0.95^{ns}$	$5.77±1.07^{a}$
25	$4.93±0.94^{ns}$	$4.87±1.46^{ns}$	$4.80±1.27^{b}$	$5.13±0.94^{ns}$	$5.33±1.03^{b}$

5. สรุปผลการวิจัย

การผลิตเครื่องดื่มแห้วพร้อมชงโดยการเตรียมน้ำแป้งแห้วด้วยน้ำอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส แล้วนำไปตกตะกอนที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสจะทำให้น้ำจากแป้งแห้วมีคุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด หลังจากนั้นการเตรียมน้ำแป้งแห้วที่ความเข้มข้น ร้อยละ 15 แล้วเติมหางนม 4 กรัม และการเพิ่มปริมาณความเข้มข้นของน้ำแป้งแห้วเป็น 2 เท่า พร้อมกับการผสมมอลโทเดกซ์ทริน ร้อยละ 20 ทำให้ได้รับคะแนบการยอมรับทางประสาทสัมผัสมากที่สุด

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากทุนอุดหนุนจากทุนวิจัยงบประมาณแผ่นดิน (วช.) ปีงบประมาณ 2562 มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

เอกสารอ้างอิง

[1] เสน่ห์ บัวสนิท ทศพร นามโฮง สุภาพร พาเจริญ จันทร์เพ็ญ บุตรใส และวรรภา วงศ์แสงธรรม. (2560). **รายงานการวิจัยเรื่อง โครงการการศึกษาวิธีการลดการเกิดจุดดำในแห้วต้มและการใช้ประโยชน์จากน้ำต้มแห้วและเปลือกแห้วหลังกระบวนการตัดแต่ง.** สุพรรณบุรี: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ.

[2] รุ่งโรจน์ โปตะวัฒน์ จินดา ขลิบทอง และปริชาติ ดิษฐกิจ. (2560). การผลิตแห้วจีนตามระบบเกษตรดีที่เหมาะสมของเกษตรกรอำเภอศรีประจันต์ จังหวัดสุพรรณบุรี. **วารสารแก่นเกษตร**, 45 (ฉบับพิเศษ 1), 1582-1589

[3] ปาจรีย์ ลั่นนาวา. (2556). **รายงานการวิจัยเรื่อง องค์ประกอบและสมบัติทางเคมีกายภาพของฟลาวร์และสตาร์ชแห้วจีน (Eleocharisdulcis Trin.) ที่ปลูกในพื้นที่และมีอายุการเก็บเกี่ยวแตกต่างกัน.** กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

[5] ฉวีวรรณ บุญเรือง. (2560). แห้วสุพรรณ สมหวัง. **วารสารเกษตรก้าวหน้า**, 30 (2), 62-80.

[6] **ความไม่สมหวัง ของผู้ค้าสมหวัง**. (2558, กุมภาพันธ์). ไทยรัฐออนไลน์. ค้นเมื่อ 24 มีนาคม 2565 จาก https://www.thairath.co.th/content/481972.

[7] เศรษฐการ นุชนิยม. (2554). การผลิตน้ำตำลึงผงโดยการทำแห้งแบบเยือกแข็ง. **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**, 19 (2), 51-63.

[8] Anna CL, Azevedo MTP, Fiore MF, Lorenzi AS, Kaštovský J, Komárek J. (2011). Subgeneric diversity of Brasilonema (Cyanobacteria, Scytonemataceae). **Brazilian Journal of Botany**, 34 (1), 51-62.

[9] Wolfe, K., X. Wu and R. H. Liu. (2003). Antioxidant activity of apple peels. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 51 (3), 609-614.

[10] นิภาพร จรทะผา และอารดา โสภณอัมพรนารา. (2558). **รายงานการวิจัยเรื่อง กระบวนการผลิตกระเจี๊ยบเขียวแผ่นอบกรอบโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบลมร้อน**. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

[11] กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. (2557). **วิธีมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์อาหาร เล่มที่ 2**. (พิมพ์ครั้งที่ 1). นนทบุรี: กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข.

[12] กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. (2558). **วิธีมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์อาหาร เล่มที่ 3**. (พิมพ์ครั้งที่ 1). นนทบุรี: กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข.

[13] Ihaka, R. and Gentleman. R. (1996). R: A Language for Data Analysis and Graphics". **Journal of Computational and Graphical Statistics**, 5 (3): 299-314.

[14] ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 355) พ.ศ. 2556 เรื่อง อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (2556, 24 กรกฎาคม). **ราชกิจจานุเบกษา.** เล่มที่ 130 ตอนพิเศษ 87 ง, 88-92.

[15] สิริการ หนูสิงห์, ปาจารีย์ มันดี และบุศราภา ลีละวัฒน์. (2557). การพัฒนาชาข้าวกล่ำเพาะงอกพร้อมชง. **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**, 22 (3), 337-346.