

เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากเห็ดและลำไย

Healthy Drinks from Mushrooms and Longan

นรินทร์ เจริญพันธุ์*

คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสระแก้ว

ถนนสุวรรณศร อำเภอวัฒนานคร จังหวัดสระแก้ว 27160

กฤษณา โสภี

ศูนย์ฝึกและพัฒนาอาชีพราษฎรไทยบริเวณชายแดนสระแก้ว

ตำบลท่าเกษม อำเภอเมือง จังหวัดสระแก้ว 27000

Narin Charoenphun*

Faculty of Agricultural Technology, Burapha University, Sa Kaeo Campus,

Suwannasorn Road, Watthananakhon, Sa Kaeo 27160

Gritsana Sophe

Sa Kaeo Vocational Training and Development Center for Thai People along the Border Areas,

Tha Kasem, Muang, Sa Kaeo 27000

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากเห็ดและลำไย โดยวางแผนการทดลองแบบมิกเจอร์ดีไซน์ ซึ่งประกอบด้วยน้ำเห็ด (เห็ดหลินจือ เห็ดหอม และเห็ดหัวลิง) ผสมลำไย ร้อยละ 50-80 เห็ดหูหนูขาวร้อยละ 0-40 และน้ำตาลทรายร้อยละ 0-15 ได้ส่วนประกอบหลักของเครื่องดื่มจำนวน 11 สูตร ทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสกับผู้ทดสอบทั่วไปจำนวน 30 คน พบว่าสูตรที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากเห็ดและลำไย คือ สูตรที่มีน้ำเห็ดผสมลำไย เห็ดหูหนูขาว และน้ำตาลทรายร้อยละ 64, 28 และ 8 ตามลำดับ เป็นสูตรที่ได้คะแนนการยอมรับด้านความชอบรวม (7.47 ± 0.51) สูงที่สุด และมีคะแนนด้านลักษณะปรากฏ (7.17 ± 0.83) รสชาติ (7.37 ± 0.56) เนื้อสัมผัส (7.30 ± 0.70) และกลิ่น (7.57 ± 0.73) โดยคะแนนประเมินทั้งหมดอยู่ในระดับชอบปานกลาง เมื่อศึกษาอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมของการเติมคาร์ราจีแนนต่อพอลิเมอร์พบว่าสูตรที่มีเติมคาร์ราจีแนนต่อพอลิเมอร์ร้อยละ 0.5 และ 1.5 เป็นสูตรมีคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ (7.57 ± 0.63) เนื้อสัมผัส (7.57 ± 0.73) และความชอบรวม (7.67 ± 0.66) สูงที่สุด รวมถึงพบว่าการใช้สารให้ความหวาน คือ หญ้าหวานและมอลทิทอลไซรัปทดแทนน้ำตาลในการผลิตเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากน้ำเห็ดผสมลำไยอบแห้งมีคะแนนประเมินทางประสาทสัมผัสไม่ต่างจากการใช้น้ำตาลทราย เครื่องดื่มจากเห็ดและลำไยจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจสำหรับผู้บริโภคที่รักสุขภาพ

คำสำคัญ : เห็ดหลินจือ; เห็ดหอม; เห็ดหัวลิง; เห็ดหูหนูขาว; ลำไย

Abstract

This research aimed to optimize the formula to produce healthy drinks from mushrooms and longan. The eleven formulations of healthy drinks from mushrooms (Lingzhi mushroom, Shiitake mushroom and Lion's Mane mushroom) and longan consisting of mushrooms and longan juice (50-80 %), white jelly mushroom (0-40 %) and sugar (0-15 %) were studied by using mixture design. Sensory evaluation by 30 untrained panelists were investigated. Obviously, a suitable formulation of healthy drinks from mushrooms and longan was 64 % mushrooms and longan juice, 28 % white jelly mushroom and 8 % sugar. This formulation had the highest score of overall liking (7.47 ± 0.51). Moreover, all score of appearance (7.17 ± 0.83), taste (7.37 ± 0.56), texture (7.30 ± 0.70) and flavor (7.57 ± 0.73) were moderate. Furthermore, the satiable ratio of carrageenan with pectin were studied. The results showed that the product with 0.5 % carrageenan and 1.5 % pectin had the highest average appearance (7.57 ± 0.63), texture (7.57 ± 0.73) and overall liking (7.67 ± 0.66) score. It was found that by using stevia and maltitol syrup instead of sugar in the production of healthy drinks from mushrooms and longan, a sensory evaluation score was not different from that of using sugar. In conclusion, healthy drinks from mushrooms and longan is an interesting option for health-conscious consumers.

Keywords: Lingzhi mushroom; Shiitake mushroom; lion's mane mushroom; white jelly mushroom; longan

1. บทนำ

เห็ด (mushroom) ประกอบด้วยก้านและหมวกเห็ด บริเวณใต้หมวกอาจเป็นครีบหรือเป็นท่อนที่เป็นที่เกิตสปอร์ เห็ดเศรษฐกิจของไทยมีหลายชนิด ได้แก่ เห็ดหอม เห็ดหูหนู เห็ดเป๋าฮื้อ เห็ดนางฟ้า และเห็ดฟาง เป็นต้น ผลผลิตรวมในปี พ.ศ. 2559 ประมาณ 120,000 ตันต่อปี โดยมีปริมาณเห็ดฟางร้อยละ 55 เห็ดสกุลนางรมร้อยละ 20 เห็ดหูหนูขาวร้อยละ 12 เห็ดหอมร้อยละ 3 เห็ดเข็มทองและอื่น ๆ ร้อยละ 10 [1] ผลผลิตจากเห็ดเศรษฐกิจมีหลายรูปแบบ อาทิ เห็ดสด แช่แข็ง กระป๋อง อบแห้ง เห็ดเป็นอาหารที่อุดมด้วยคุณค่าทางโภชนาการทั้งโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต แร่ธาตุ รวมถึงเป็นแหล่งของใยอาหาร เห็ดบริโภคได้ที่

กำลังได้รับความนิยมในปัจจุบัน อาทิ เห็ดหอมมีทั้งแบบเนื้อมากและหนา คนนิยมนำเห็ดหอมตากแห้งมาปรุงอาหารเพราะให้กลิ่นหอมมากกว่าแบบสด ชาวจีนยกให้เห็ดหอมเป็นอาหารตำรับ “อมตะ” เพราะมีสมบัติเป็นยาบำรุงกำลังและบรรเทาอาการต่าง ๆ เช่น ไข้หวัด การไหลเวียนเลือดไม่ดี ปวดกระเพาะอาหาร รวมทั้งอาการเหนื่อยอ่อนเพลีย เห็ดหอมอุดมด้วยวิตามินเอ วิตามินบี ซีลีเนียม และธาตุอื่น ๆ ที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย รวมถึงมีโปรตีนมากกว่าเห็ดแชมปิญองถึง 2 เท่า มีสรรพคุณช่วยบำรุงกระดูกแข็งแรง ลดไขมันในเลือด และลดคอเลสเตอรอล เห็ดหัวลิงมีรสชาติอร่อย ไขมันต่ำ มีกรดไขมันไม่อิ่มตัว และโปรตีนสูง มีสรรพคุณทางยา เช่น ป้องกันสมองเสื่อม

โรคกล้ามเนื้ออ่อนแรง โรคกระเพาะอาหาร ใช้บำรุง
 ม้ามและกระเพาะอาหาร เห็ดหูหนูขาวลักษณะเด่นที่
 เนื้อสัมผัสกรอบกรอบ มีสีขาวรับประทาน มีสรรพคุณ
 ช่วยบำรุงร่างกายและผิวพรรณ เห็ดหลินจือนิยมนำไป
 เป็นส่วนผสมของเครื่องสำอาง เพราะมีสมบัติช่วยต้าน
 อนุมูลอิสระ ยับยั้งการเจริญเติบโตของเนื้อร้าย และ
 กระตุ้นภูมิคุ้มกันไวรัส แก้อักเสบ ลดความดันโลหิต แก่
 ปวดศีรษะ และลดไขมันในเส้นเลือด [2] โดยทั่วไปการ
 จำหน่ายในรูปเห็ดสดจะมีราคาค่อนข้างถูกและมีอายุ
 การเก็บสั้น ดังนั้นการแปรรูปเห็ดเป็นผลิตภัณฑ์อาหาร
 ที่หลากหลายจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจที่ช่วย
 สร้างมูลค่าเพิ่มให้กับเกษตรกรผู้มีอาชีพเพาะเห็ด
 เศรษฐกิจเพื่อจำหน่าย หรือบุคคลทั่วไปที่สนใจ อีกทั้ง
 ยังเป็นการช่วยขยายตลาดสินค้าอาหารเพื่อสุขภาพได้อีกทาง

ปัจจุบันเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ (healthy drink)
 ได้รับความนิยมในกลุ่มผู้บริโภคเพิ่มมากขึ้น อาทิ นม
 ชาเขียว เครื่องดื่มสมุนไพร เครื่องดื่มเสริมวิตามิน [3]
 ซึ่งผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพเหล่านี้ได้จากการนำ
 วัตถุดิบจากธรรมชาติมาผ่านกระบวนการแปรรูปให้
 เป็นเครื่องดื่ม มีการปรุงแต่งกลิ่นรสชาติด้วยน้ำตาล
 หรือวัตถุเจือปนอาหารเพื่อให้เกิดความอร่อย การแปรรูป
 เห็ดเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพสามารถ
 ตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภคที่รักสุขภาพ
 นอกจากนี้การเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของเครื่องดื่ม
 ด้วยการเติมลำไย (longan) ซึ่งเป็นวัตถุดิบที่หาได้ง่าย
 ในท้องถิ่น องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อลำไยประกอบด้วย
 ความชื้น ไขมัน เส้นใย โปรตีน เถ้า และ คาร์โบไฮ
 เดรตร้อยละ 81.10, 0.11, 0.28, 0.97, 0.56 และ
 16.98 ตามลำดับ ทั้งยังอุดมด้วยวิตามินและแร่ธาตุที่มี
 ประโยชน์ เช่น วิตามินซี ไรโบฟลาวิน โฟลทาสเซียม
 คอปเปอร์ [4] ลำไยยังเป็นแหล่งของสารพฤกษเคมีที่มี
 ประโยชน์ในเชิงสุขภาพ อาทิ สารประกอบแทนนิน

ชนิดแกลโลแทนนิน กรดเอลลาจิก [5] กรดเอลลาจิก
 เป็นสารที่มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูง
 และมีสมบัติในการกระตุ้นการแบ่งตัวของเซลล์มะเร็ง
 แบบอะพอพโทซิสเป็นกลไกที่เซลล์มะเร็งถูกเร่งให้แก่ว
 เร็วขึ้น และตายด้วยตัวเองโดยไม่มีผลกับเซลล์ปกติ [6]
 การนำเห็ดและลำไยมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องดื่ม
 เพื่อสุขภาพนอกจากช่วยสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับวัตถุดิบ
 ในท้องถิ่น ยังเป็นทางเลือกที่น่าสนใจให้กับผู้บริโภคที่
 รักสุขภาพ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตรา
 ส่วนที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจาก
 เห็ดและลำไย รวมถึงประเมินสมบัติทางเคมีกายภาพ
 และการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค โดย
 ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มที่ผลิตขึ้นสามารถนำไปพัฒนาต่อ
 ยอดสู่การผลิตในเชิงพาณิชย์ต่อไปได้

2. อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 การศึกษาผลของปริมาณเห็ดหลินจือต่อ ค่าความเป็นกรดต่าง ค่าสี และการยอมรับทาง ประสาทสัมผัสของของน้ำเห็ดผสมลำไย

เห็ดหลินจือที่นำมาใช้ในการทดลองเป็น
 ชนิดดอกสีแดง มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Ganoderma*
lucidum (Leyss. ex Fr.) Karst. มีลักษณะเหมือนไต
 หรือรูปกลม หมวกเห็ดมีลักษณะแข็งคล้ายเนื้อไม้ ผิว
 มัน สีน้ำตาลถึงสีน้ำตาลแดง ได้หมวกดอกมีสีขาวถึงสี
 น้ำตาลแดงอ่อน ก้านดอกยาวสีน้ำตาลแดงถึงสีม่วง
 น้ำตาล เป็นมัน กลิ่นหอมอ่อน ๆ รสขมฝาด การศึกษา
 ผลของปริมาณเห็ดหลินจืออบแห้งทั้งหมด 5 สูตร
 ได้แก่ ร้อยละ 0, 0.1, 0.2, 0.3 และ 0.4 โดยน้ำหนัก
 ตามลำดับ ส่วนผสมอื่นคงที่ประกอบด้วยน้ำสะอาด
 ลำไยอบแห้ง เห็ดหอม (*Lentinula edodes*) อบแห้ง
 และเห็ดหัวลิง (*Hericium erinaceus*) อบแห้งร้อยละ
 100, 4, 0.2 และ 0.2 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ วิธีการ
 เตรียมน้ำเห็ดผสมลำไยอบแห้งเริ่มจากการล้างส่วนผสม

ตามสูตร ล้างเห็ดและลำไยอบแห้งด้วยน้ำสะอาด ต้ม น้ำให้เดือด ใส่เห็ดและลำไยอบแห้งปิดฝาหม้อ ต้มนาน 10 นาที จากนั้นกรองด้วยผ้าขาวบาง 4 ชั้น ส่วนที่เป็น ของเหลวที่ได้จากการกรองทั้ง 5 สูตร นำไปวิเคราะห์ ค่าความเป็นกรดต่างด้วยเครื่อง pH meter (PH Meter 0.01, China) วัดค่าสีด้วยเครื่องวัดสี (Minolta colorimeter CR-400, Japan) ด้วยระบบ CIE โดยค่า L^* หรือความสว่าง (0 = สีดำ, 100 = สีขาว) ค่า a^* (+a = สีแดง, -a = สีเขียว) ค่า b^* (+b = สีเหลือง, -b = สีนํ้าเงิน) ค่า C^* ความเข้มของสีที่ปรากฏ และ H° เข้าใกล้ 0 องศา หมายถึง วัตถุอยู่ในกลุ่มสีแดง ค่า H° เข้าใกล้ 90 องศา หมายถึง วัตถุอยู่ในกลุ่มสีเหลือง ค่า H° เข้าใกล้ 180 องศา หมายถึง วัตถุอยู่ในกลุ่มสีเขียว ค่า H° เข้าใกล้ 270 องศา หมายถึง วัตถุอยู่ในกลุ่มสี นํ้าเงิน และทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้วย ผู้ทดสอบทั่วไปจำนวน 30 คน เพื่อประเมินคุณลักษณะ ทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ ความหวาน ความขม กลิ่นรส และความชอบรวม โดยวิธี 9-point hedonic scale คะแนน 1 ถึง 9 (9 = ชอบมากที่สุด, 8 = ชอบมาก, 7 = ชอบปานกลาง, 6 = ชอบเล็กน้อย, 5 = เฉย ๆ, 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย, 3 = ไม่ชอบปาน กลาง, 2 = ไม่ชอบมาก, 1 = ไม่ชอบมากที่สุด) ใช้วิธี one-way ANOVA โดยเปรียบเทียบความแตกต่างของ ค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's new multiple range test

(DMRT) [7] ที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติที่ร้อยละ 95 เพื่อคัดเลือกสูตรที่เหมาะสมในการพัฒนาเป็น ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากเห็ดและลำไยต่อไป

2.2 การศึกษาผลของการแปรเปลี่ยนอัตรา ส่วนของน้ำเห็ด เห็ดหูหนูขาว และน้ำตาลทรายต่อ ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ค่าสี และการยอมรับ ทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเพื่อ สุขภาพจากเห็ดและลำไย

การทดลองหาสูตรต้นแบบที่เหมาะสมต่อ การผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากเห็ดและ ลำไย มีการเพิ่มเนื้อสัมผัสและคุณค่าทางโภชนาการ ของเครื่องดื่มด้วยเห็ดหูหนูขาว (snow fungus) ซึ่งมี ชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Tremella fuciformis* Berk. และ ปรับปรุงรสชาติด้วยน้ำตาลทรายขาว ใช้แผนการ ทดลองแบบมิกเจอร์ดีไซน์ (mixture designs) โดย กำหนดปริมาณน้ำเห็ดผสมลำไยอบแห้งที่คัดเลือกได้ใน ข้อ 2.1 อยู่ในช่วงร้อยละ 50-80 เห็ดหูหนูขาวร้อยละ 0-40 และน้ำตาลทรายร้อยละ 0-15 คัดเลือกสูตร สำหรับใช้ในการทดลอง โดยใช้เกณฑ์การคัดเลือกจุด บนพื้นที่รูปห้าเหลี่ยมจากแผนการทดลองแบบมิกเจอร์ ดีไซน์ที่กระจายอยู่ทุก ๆ ส่วนของบริเวณที่กำหนด เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครอบคลุมสูตรในขอบเขตที่แปรผัน ส่วนประกอบมากที่สุด ได้สูตรที่คัดเลือกมา 11 สูตร ดังแสดงในตารางที่ 1

Table 1 Formulations of healthy drinks from mushrooms and longan by mixture designs

Ingredients	Formulations										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Mixed juice	50	57	60	80	62	64	50	72	57	72	80
White jelly mushroom	35	31.5	40	5	34	28	40	16.5	34	24	20
Sugar	15	11.5	0	15	4	8	10	11.5	9	4	0
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

โดยเห็ดหูหนูขาวที่นำมาใช้ในการทดลอง เป็นเห็ดหูหนูขาวอบแห้ง หลังการซึ่งต้องนำไปล้างทำความสะอาด และแช่น้ำทิ้งไว้ 3 ชั่วโมง จนเห็ดนุ่มนำไปต้มในน้ำเดือด 1 ชั่วโมง นำมาหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ จากนั้นซึ่งส่วนผสมน้ำเห็ดผสมลำไยอบแห้ง เห็ดหูหนูขาว และน้ำตาลทราย ตามสูตรในตารางที่ 1 วิธีการผลิตเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากเห็ดและลำไยเริ่มจากต้มน้ำเห็ดผสมลำไยอบแห้งและน้ำตาลทราย จนน้ำตาลทรายละลายหมดประมาณ 5 นาที กรองด้วยผ้าขาวบาง 4 ชั้น แล้วนำส่วนที่เป็นของเหลวไปต้มต่อใส่เห็ดหูหนูขาว ปิดฝาหม้อจิบเวลาน้ำเดือด 10 นาที ทิ้งให้เย็น นำเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากเห็ดและลำไยทั้ง 11 สูตรไปวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ด้วยเครื่อง hand refractometer (ATAGO MASTER-M, China) วัดค่าสีด้วยเครื่องวัดสี (Minolta colorimeter CR-400, Japan) และทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้วยผู้ทดสอบทั่วไปจำนวน 30 คน เพื่อประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ รสชาติ เนื้อสัมผัส กลิ่น และความชอบรวม โดยวิธี 9-point hedonic scale ใช้วิธี one-way ANOVA เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's new multiple range test (DMRT) [7] ที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติที่ร้อยละ 95 เพื่อคัดเลือกสูตรที่เหมาะสม 1 สูตร สำหรับการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากเห็ดและลำไย โดยค่าคุณภาพที่ได้ คือ ความเป็นกรดต่าง ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ และค่าที่ได้จากการวัดสี วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของตัวแปรแต่ละตัว สร้างสมการถดถอยด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ คือ $y = \beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \beta_3x_3 + \beta_4x_1x_2 + \beta_5x_1x_3 + \beta_6x_2x_3$ โดยที่ y คือ ค่าคุณภาพที่วัดค่า; β คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรแต่ละตัวในสมการ; x_1 คือ ปริมาณของน้ำเห็ดผสมลำไย; x_2 คือ ปริมาณเห็ดหูหนูขาว; x_3 คือ ปริมาณของน้ำตาล

ทราย จากนั้นคัดเลือกสูตรที่เหมาะสมโดยสร้างกราฟคอนทัวร์ (contour plot) มาซ้อนทับกันเพื่อหาจุดที่เหมาะสมของปริมาณน้ำเห็ดผสมลำไย ปริมาณเห็ดหูหนูขาว และปริมาณน้ำตาลทราย ร่วมกับการพิจารณาคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส เพื่อคัดเลือกสูตรที่เหมาะสมที่สุดของผลิตภัณฑ์

2.3 การศึกษาผลของคาร์ราจีแนนและเพคตินต่อค่าความหนืดและการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากเห็ดและลำไย

นำเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพสูตรที่ถูกคัดเลือกจากข้อ 2.2 มาศึกษาผลของคาร์ราจีแนนและเพคตินต่อค่าความหนืดและการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design, CRD) ได้สูตรทดลองทั้งหมด 6 สูตร ดังแสดงในตารางที่ 2 สังเกตลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ วิเคราะห์ค่าความหนืดด้วยเครื่องวัดความหนืด (CSC Scientific Bostwick Consistometer, 24925-000, USA) และทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ รสชาติ เนื้อสัมผัส กลิ่น และความชอบรวมกับผู้ทดสอบทั่วไปจำนวน 30 คนโดยวิธี 9-point hedonic scale ใช้วิธี one-way ANOVA โดยเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's new multiple-range test [7] ที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติที่ร้อยละ 95

2.4 การศึกษาผลของการใช้หญ้าหวานและมอลทิทอลไซรัปทดแทนน้ำตาลทรายต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากเห็ดและลำไย

นำเครื่องดื่มสูตรที่คัดเลือกจากข้อ 2.3 มาศึกษาผลของการใช้หญ้าหวาน (*Stevia rebaudiana* Bertoni) และมอลทิทอลไซรัป (maltitol syrup)

Table 2 The ratio of carrageenan to pectin in healthy drinks from mushrooms and longan

Ingredients	Formulations					
	1	2	3	4	5	6
Carrageenan (%)*	0	1	0.25	0.5	0	0.75
Pectin (%)*	0	1	1.75	1.5	2	1.25

*percentage by the total weight of all the ingredients

ทดแทนน้ำตาลทราย (สูตรควบคุม) โดยหญ้าหวานที่นำมาใช้ในการทดลองเป็นหญ้าหวานอบแห้ง ซึ่งจะมีการเติมลงไปในช่วงของการต้มเห็ดและลำไยเพื่อปรับปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) ปรับปริมาณของแข็งที่ละลายได้ให้เท่ากันทุกสูตร ทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ รสชาติ เนื้อสัมผัส กลิ่น และความชอบรวมกับผู้ทดสอบทั่วไปจำนวน 30 คน โดยวิธี 9-point hedonic scale ใช้วิธี one-way ANOVA เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's new multiple-range Test [7] ที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติที่ร้อยละ 95

3. ผลการทดลองและวิจารณ์

3.1 ผลของปริมาณเห็ดหลินจือต่อค่าความเป็นกรดต่าง ค่าสี และการยอมรับทางประสาทสัมผัสของของน้ำเห็ดผสมลำไย

เห็ดหลินจือเป็นเห็ดที่มีสรรพคุณเป็นยา บำรุงร่างกายและช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย คนจีนใช้รักษาอาการเวียนศีรษะ นอนไม่หลับ หัวใจเต้นเร็ว หายใจลำบาก อ่อนเพลีย ไอ และหอบ เป็นต้น [8] แต่เนื่องจากเห็ดหลินจือมีรสขมฝาดเป็นอุปสรรคสำคัญของกลุ่มผู้บริโภคที่ไม่ชอบรสขม การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาปริมาณที่เหมาะสมของเห็ดหลินจือในการผลิตเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพให้มีรสขมในระดับที่เหมาะสม

ผู้บริโภคทั่วสามารถรับประทานได้ โดยเปรียบเทียบปริมาณเห็ดหลินจือร้อยละ 0 (สูตรควบคุม), 0.1, 0.2, 0.3 และ 0.4 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ พบว่าปริมาณเห็ดหลินจือส่งผลต่อค่าความเป็นกรดต่างและค่าสีของน้ำเห็ดผสมลำไย (ตารางที่ 3 และรูปที่ 1) เมื่อเพิ่มปริมาณเห็ดหลินจือค่าความเป็นกรดต่างมีแนวโน้มลดลง อาจเนื่องจากเห็ดหลินจือที่นำมาทดลองเป็นชนิดดอกสีแดง รสขมฝาด เห็ดหลินจือเจริญในอาหารเลี้ยงเชื้อที่ค่อนข้างเป็นกรด โดยเจริญได้ที่ค่าความเป็นกรดต่าง 3.5-7.5 แต่ที่เหมาะสมที่สุด คือ ช่วง 5-6 [8] ดังนั้นในระหว่างการให้ความร้อนด้วยการต้มสารสำคัญหลายชนิดที่อยู่ในเห็ดหลินจือจะถูกสกัดออกมา อาทิ พอลิแซ็กคาไรด์ สเตอรอยด์ กลุ่มสารนิวคลีโอไทด์ สารประกอบเฮอร์มาเนียม และสารไตรเทอร์พีนอยด์ชนิดขม รวมถึงกรดอินทรีย์ในกลุ่มไตรเทอร์พีนที่สำคัญที่อยู่ในเห็ดหลินจือ ได้แก่ กรดกาโนเดอริก กรดลูซิเนติก และกรดกาโนลูซิติก เป็นต้น [9] เมื่อปริมาณเห็ดหลินจือเพิ่มขึ้นโอกาสที่สารสำคัญเหล่านี้จะถูกสกัดออกมาในปริมาณมากขึ้น ส่งผลให้ค่าความเป็นกรดต่างมีแนวโน้มลดลง ทำให้น้ำเห็ดผสมลำไยที่ได้มีรสขมเพิ่มขึ้น ผลการวิเคราะห์ค่าสีระบบ CIE พบว่าค่า L^* , b^* , C^* และ H° ของน้ำเห็ดผสมลำไยอบแห้งทั้ง 5 สูตรมีความแตกต่างกัน โดยค่า L^* (ความสว่าง) แปรผกผันกับปริมาณเห็ดหลินจือ ในสูตรที่มีการเติมเห็ดหลินจือร้อยละ 0.4 ค่า L^* ต่ำที่สุด ส่วนการเปลี่ยนแปลงของค่า a^* , b^* และ C^* มีแนวโน้มแปรผันตรงกับปริมาณ

เห็ดหลินจือ ค่าสีที่ปรากฏน้ำเห็ดผสมลำไยอบแห้งมีค่าสีอยู่ในช่วงของสีเหลืองและสีแดง สอดคล้องกับค่า H° ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วงสีเหลืองถึงแดง เมื่อปริมาณเห็ดหลินจือเพิ่มขึ้นค่า H° มีแนวโน้มอยู่ในช่วงสีแดงมากขึ้น อาจเกิดจากรงควัตถุต่าง ๆ ที่อยู่ในเห็ด อาทิ สารแคโรทีนอยด์ ซึ่งเป็นรงควัตถุสีเหลือง ส้ม แดง และส้ม-แดง ในเห็ดหลินจือชนิดดอกสีแดง [10] ถูกสกัดออกมาเมื่อผ่านการให้ความร้อน โดยสัพบว่ามีสีส้มแดงชัดเจนขึ้นเมื่อปริมาณของเห็ดหลินจือเพิ่มขึ้น

ผลของปริมาณเห็ดหลินจือต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคในน้ำเห็ดผสมลำไยอบแห้ง (ตารางที่ 4) พบว่าคะแนนเฉลี่ยการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ ความหวาน

ความขม กลิ่น และความชอบรวมของแต่ละสูตรต่างกัน เมื่อเพิ่มปริมาณเห็ดหลินจือส่งผลให้ความขมเพิ่มขึ้น สูตรที่มีการเติมเห็ดหลินจือร้อยละ 0.1 เป็นสูตรที่ได้รับการคัดเลือกเพื่อใช้ในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพในขั้นตอนต่อไป เนื่องจากเป็นสูตรที่มีคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ ความหวาน ความขม กลิ่น และความชอบรวมไม่ต่างจากสูตรควบคุม ซึ่งเป็นสูตรที่ไม่เติมเห็ดหลินจือ การสังเกตลักษณะปรากฏพบว่าน้ำเห็ดผสมลำไยอบแห้งมีสีเหลืองส้ม รสขมเล็กน้อยอยู่ในระดับที่ผู้บริโภคทั่วไปรับประทานได้ง่าย มีกลิ่นหอมละมุนซึ่งเป็นกลิ่นผสมของลำไย เห็ดหอม เห็ดหัวลิง และเห็ดหลินจือ

Table 3 Effect of the amount of Lingzhi mushroom on pH and color of healthy drinks from mushrooms and longan

Lingzhi mushroom (%)	pH	Colors				
		L*	a*	b*	C*	H°
0	6.05±0.01 ^a	20.29±0.11 ^a	4.31±0.24 ^d	2.60±0.25 ^e	4.48±0.08 ^e	51.22±0.10 ^a
0.1	6.02±0.02 ^a	19.60±0.24 ^b	5.15±0.07 ^c	3.18±0.14 ^d	5.86±0.09 ^d	43.85±0.09 ^b
0.2	5.89±0.03 ^b	18.49±0.05 ^c	5.68±0.11 ^b	4.58±0.15 ^c	7.42±0.18 ^c	38.77±0.17 ^c
0.3	5.80±0.01 ^c	14.75±0.09 ^d	5.87±0.02 ^b	5.36±0.12 ^b	7.70±0.19 ^b	31.34±0.20 ^d
0.4	5.78±0.01 ^c	13.79±0.21 ^e	6.62±0.32 ^a	8.52±0.13 ^a	11.19±0.09 ^a	11.22±0.13 ^e

Mean ± SD; ^{a-e} Means within each column indicate significant differences ($p \leq 0.05$) using Duncan's multiple range test.

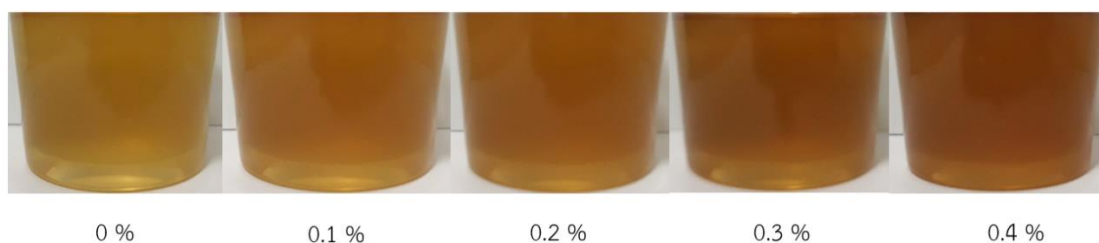


Figure 1 Appearance of healthy drinks from mushrooms and longan at various the amount of Lingzhi mushroom

Table 4 Effect of the amount of Lingzhi mushroom on sensory evaluation of healthy drinks from mushrooms and longan

Lingzhi mushroom (%)	Attributes				
	Appearance	Sweetness	Bitterness	Flavor	Overall liking
0	7.87±0.57 ^a	6.17±1.05 ^a	7.53±0.73 ^a	7.93±0.83 ^a	7.70±0.47 ^a
0.1	7.83±0.65 ^a	6.03±1.00 ^a	7.50±0.73 ^a	7.90±0.80 ^a	7.67±0.48 ^a
0.2	7.37±0.81 ^b	5.90±0.76 ^{ab}	5.43±0.90 ^b	7.03±0.93 ^b	6.13±1.20 ^b
0.3	6.33±0.92 ^c	5.47±0.82 ^b	4.10±1.30 ^c	6.03±1.43 ^c	5.50±1.46 ^{bc}
0.4	6.00±0.91 ^c	5.43±0.82 ^b	3.07±1.84 ^d	6.00±0.83 ^c	4.90±2.07 ^c

Mean ± SD; ^{a-c} Means within each column indicate significant differences ($p \leq 0.05$) using Duncan's multiple range test.

Table 5 Regression models of total soluble solid, L*, a*, b*, C* and H° in mixture design experiment

Parameters	Regression equations	R ²	Significance levels ($p \leq 0.05$)
Total soluble solid	$1.65X_1 + 1.76X_2 + 95.6X_3 - 1.9X_1X_2 + 0.5X_1X_3 + 30.5X_2X_3$	99.80	0.000
L*	$42.2X_1 + 84.0X_2 - 161X_3 - 47X_1X_2 + 143X_1X_3 + 192X_2X_3$	59.82	0.336
a*	$3.78X_1 + 7.23X_2 + 19X_3 - 18.8X_1X_2 - 20.9X_1X_3 - 23.4X_2X_3$	89.78	0.016
b*	$1.14X_1 - 18.96X_2 + 23.4X_3 + 39.0X_1X_2 - 3.2X_1X_3 - 62X_2X_3$	90.37	0.003
C*	$5.851X_1 + 8.09X_2 + 23.9X_3 - 17.19X_1X_2 - 28.3X_1X_3 - 26.5X_2X_3$	96.96	0.001
H°	$-0.3X_1 - 3.1X_2 - 216X_3 + 404X_1X_2 + 102X_1X_3 + 553X_2X_3$	90.37	0.014

X₁ = mixed juice; X₂ = white jelly mushroom; X₃ = sugar

**3.2 ผลของการแปรเปลี่ยนอัตราส่วนของน้ำ
เห็ด เห็ดหูหนูขาว และน้ำตาลทรายต่อปริมาณ
ของแข็งที่ละลายได้ ค่าสีและการยอมรับทาง
ประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ
จากเห็ดและลำไย**

ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ปริมาณ
ของแข็งที่ละลายได้และค่าสี พบว่าปริมาณของแข็งที่
ละลายได้ ค่าสี a*, b*, C* และ H° ของเครื่องดื่มเพื่อ
สุขภาพจากเห็ดและลำไยทั้ง 11 สูตร มีความแตกต่าง
กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ

95 แสดงว่ามีความสัมพันธ์กันระหว่างปัจจัยที่
ศึกษากับค่าคุณภาพดังกล่าว เมื่อนำข้อมูลมาสร้าง
สมการถดถอย quadratic model เพื่ออธิบายความ
สัมพันธ์ค่าคุณภาพกับปัจจัยที่ศึกษา คือ ปริมาณน้ำ
เห็ดผสมลำไย (X₁) ปริมาณเห็ดหูหนูขาว (X₂) และ
ปริมาณน้ำตาลทราย (X₃) ผลดังแสดงในตารางที่ 5

ค่าสีและปริมาณของแข็งที่ละลายได้จาก
พื้นผิว mixture response surface contour plot
แสดงในรูปที่ 2 พบว่าค่า L* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่ม
ปริมาณน้ำเห็ดผสมลำไยและเห็ดหูหนูขาว โดยทั่วไป

เห็ดหูหนูขาวมีลักษณะบาง สีขาวใส หรือสีขาวอมเหลือง แต่ละดอกเห็ดจะมีรูปร่างต่างกัน หลากหลายแบบ เช่น กลีบดอกไม้ ภาชนะ ใบหู เมงกระพุน ฯลฯ ดอกเห็ดมีลักษณะคล้ายกับวุ้น อ่อนนุ่ม ขอบหยัก ย่นเป็นคลื่น ซึ่งลักษณะสีขาวของเห็ดหูหนูจะเป็นมีส่วนช่วยให้ค่าความสว่างของผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นได้ ส่วนค่า a^* มีค่าเป็นบวกอยู่ในช่วงสีแดง ค่า b^* มีค่าเป็นบวกอยู่ในช่วงสีเหลือง สอดคล้องกับค่า C^* แสดงความเข้มของสีที่ปรากฏ และค่า H° มีค่าอยู่ในช่วงสี

เหลืองถึงสีแดง โดยภาพรวมเมื่อปริมาณน้ำตาลเพิ่มขึ้น ผลลัพธ์เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากเห็ดและลำไยมีแนวโน้มอยู่ในช่วงสีแดงเพิ่มขึ้น อาจเกิดจากน้ำตาลเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Millard reaction) ระหว่างการให้ความร้อนน้ำตาลรีดิวซ์จะรวมตัวกับหมู่อะมิโนของกรดอะมิโนในน้ำเห็ดผสมลำไยอบแห้งเกิดสีน้ำตาลขึ้น [11] ซึ่งค่าสีที่เกิดขึ้นมีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายได้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณน้ำตาลในสูตรเพิ่มขึ้น

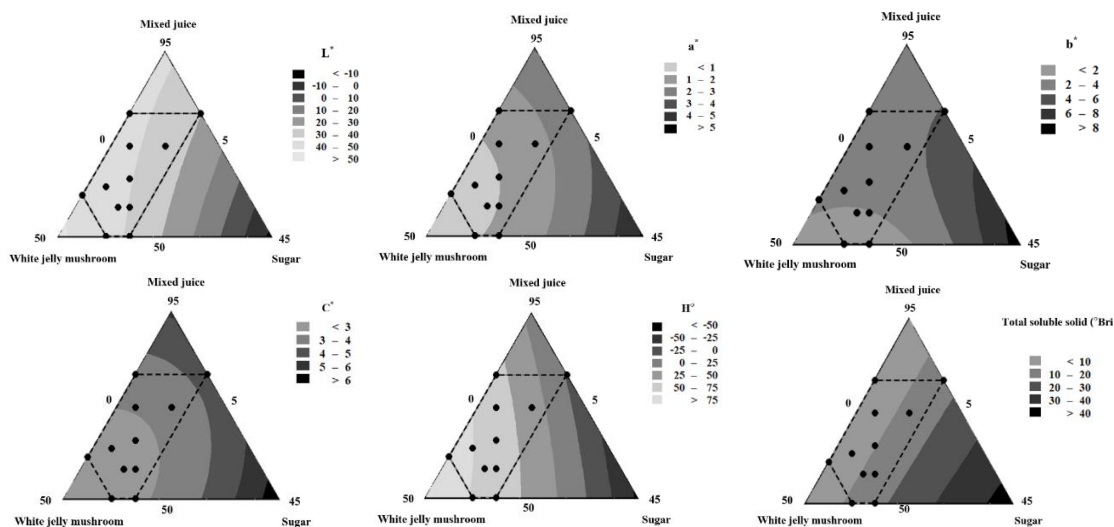


Figure 2 Mixture response surface contour plots displaying combined effects of mixed juice, white jelly mushroom and sugar on color and total soluble solid of healthy drinks from mushrooms and longan formulations.

เมื่อนำสมการถดถอยของปริมาณของแข็งที่ละลายได้และการเปลี่ยนแปลงค่าสี a^* , b^* , C^* และค่า H° จากตารางที่ 5 มาสร้างกราฟคอนทัวร์ ดังแสดงในรูปที่ 2 แล้วนำกราฟมาซ้อนทับกันเพื่อหาพื้นที่เพื่อคัดเลือกสูตรที่เหมาะสม โดยเลือกจากพื้นที่ที่มีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้มีค่าอยู่ 7-12 องศา บริกซ์ ค่า a^* อยู่ระหว่าง 0-2 ค่า b^* และค่า C^* อยู่ระหว่าง 2-3 และค่า H° อยู่ระหว่าง 60-90 เป็นเกณฑ์กำหนด

ในการคัดเลือกพื้นที่ที่เหมาะสม รูปที่ 3 พบว่าพื้นที่ที่ทับกัน (อักษร A) เป็นพื้นที่ที่มีความเหมาะสมของส่วนผสมผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากเห็ดและลำไยโดยสูตรที่ 6 เป็นสูตรที่มีปริมาณอยู่ในพื้นที่ทับกัน ซึ่งมีปริมาณน้ำเห็ดผสมลำไยอบแห้งร้อยละ 64 ปริมาณเห็ดหูหนูขาวร้อยละ 28 และปริมาณน้ำตาลทรายร้อยละ 8 นำข้อมูลที่ได้ไปพิจารณาร่วมกับข้อมูลที่ได้จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบกับ

ผู้บริโภครวบรวมจำนวน 30 คน โดยวิธี 9-point hedonic scale (ตารางที่ 6) พบว่าผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากเห็ดและลำไยทั้ง 11 สูตร มีคะแนนเฉลี่ยต่างกัน โดยสูตรที่ 6 เป็นสูตรที่มีคะแนนเฉลี่ยด้านความชอบรวม (7.47 ± 0.51) สูงที่สุด มีคะแนนลักษณะปรากฏ (7.17 ± 0.83) รสชาติ (7.37 ± 0.56) เนื้อสัมผัส (7.30 ± 0.70) กลิ่น (7.57 ± 0.73) อยู่ในระดับชอบปานกลาง เมื่อพิจารณาจากลักษณะปรากฏที่สังเกตได้ ค่าคุณภาพทางกายภาพ และผลจากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส สูตรที่ 6 มีปริมาณเนื้อเห็ดหูหนูขาวระดับพอเหมาะ ความหวานปานกลาง มีค่าคุณภาพอยู่ในพื้นที่ซ้อนทับ และมีคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านความชอบรวมสูงที่สุด สูตรนี้ประกอบด้วยน้ำเห็ดผสมลำไยร้อยละ 64 เห็ดหูหนูขาวร้อยละ 28

และน้ำตาลทรายร้อยละ 8 จึงเป็นสูตรที่มีความเหมาะสมในการนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากเห็ดและลำไยในขั้นตอนต่อไป

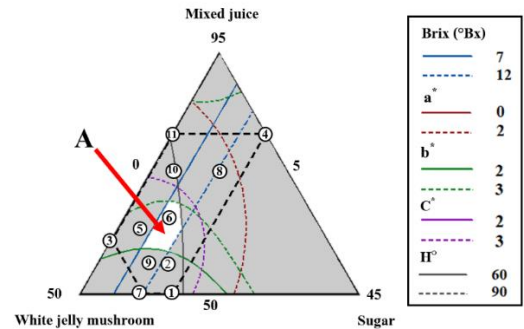


Figure 3 Contour plot for optimum overlapping (A) of healthy drinks from mushrooms and longan formulations

Table 6 Effect of mixed juice, white jelly mushroom and sugar on sensory evaluation of healthy drinks from mushrooms and longan

Formulations	Attributes				
	Appearance	Taste	Texture	Flavor	Overall liking
1	5.70 ± 1.21^b	2.13 ± 1.07^{de}	4.03 ± 0.81^e	7.10 ± 0.84^{ab}	3.80 ± 0.81^{de}
2	5.80 ± 1.19^b	2.53 ± 1.31^d	4.40 ± 1.38^{de}	7.17 ± 0.78^{ab}	4.40 ± 1.33^d
3	4.00 ± 1.02^c	1.73 ± 1.05^e	2.93 ± 1.44^f	6.87 ± 1.11^{bc}	3.17 ± 1.02^e
4	5.43 ± 1.10^b	2.03 ± 1.03^{de}	4.30 ± 1.06^{de}	7.13 ± 0.82^{ab}	3.73 ± 0.83^{de}
5	7.67 ± 0.61^a	4.87 ± 1.66^b	5.67 ± 1.27^c	7.57 ± 0.73^a	5.60 ± 1.77^{bc}
6	7.17 ± 0.83^a	7.37 ± 0.56^a	7.30 ± 0.70^a	7.57 ± 0.73^a	7.47 ± 0.51^a
7	3.80 ± 1.10^c	3.97 ± 1.22^c	2.47 ± 1.11^f	6.47 ± 1.01^c	4.13 ± 0.68^d
8	5.53 ± 1.11^b	3.87 ± 1.78^c	4.67 ± 1.37^{de}	7.17 ± 0.79^{ab}	5.30 ± 1.47^c
9	7.60 ± 0.67^a	5.43 ± 1.70^b	5.53 ± 1.22^c	7.27 ± 0.69^{ab}	5.70 ± 1.70^{bc}
10	5.57 ± 1.14^b	3.80 ± 1.71^b	4.80 ± 1.49^d	7.20 ± 0.76^{ab}	6.20 ± 1.52^b
11	5.83 ± 1.21^b	2.30 ± 1.24^{de}	6.60 ± 0.93^b	7.27 ± 0.69^{ab}	6.13 ± 1.46^b

Mean $\pm$ SD; ^{a-e} Means within each column indicate significant differences ($p \leq 0.05$) using Duncan's multiple range test.

3.3 ผลของคาร์ราจีแนนและเพคตินต่อค่าความหนืดและการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากเห็ดและลำไย

ปัญหาที่พบของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากเห็ดและลำไย คือ เมื่อตั้งทิ้งไว้จะเกิดการแยกชั้น โดยเห็ดหูหนูขาวตกตะกอนอยู่ด้านล่าง ทำให้มีลักษณะปรากฏที่ไม่น่ารับประทาน ดังนั้นจึงต้องมีการพัฒนาคุณภาพด้านลักษณะปรากฏให้เห็ดหูหนูกระจายตัวสม่ำเสมอ เป็นเนื้อเดียวกัน ไม่แยกชั้น หรือตกตะกอน รับประทานง่าย โดยนำสูตรที่ผ่านการคัดเลือกในข้อ 2.3 ประกอบด้วยน้ำเห็ดผสมลำไย ร้อยละ 64 เห็ดหูหนูขาวร้อยละ 28 และน้ำตาลทราย ร้อยละ 8 มาศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของการเติมคาร์ราจีแนนและเพคตินเพื่อให้เกิดเจลในระดับที่เหมาะสมและช่วยพยุงให้เนื้อเห็ดหูหนูขาวกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอ ไม่เกิดการตกตะกอน ตารางที่ 7 แสดงผลของคาร์ราจีแนนและเพคตินต่อค่าความหนืดและการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค พบว่าทุกสูตรมีค่าความหนืดและคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสต่างกัน สูตรที่มีการเติมคาร์ราจีแนน

ผสมกับเพคตินในอัตราส่วนร้อยละ 0.25 ต่อ 1.75 มีค่าความหนืดสูงที่สุด อาจเกิดจากการทำงานร่วมกันระหว่างคาร์ราจีแนนและเพคตินทำให้เกิดโครงข่ายเจลที่มีความแข็งแรง คาร์ราจีแนนและเพคตินเป็นพอลิแซ็กคาไรด์ประเภทเฮเทอโรพอลิแซ็กคาไรด์ โมเลกุลของคาร์ราจีแนนมีน้ำหนักโมเลกุลสูงเป็นพอลิเมอร์ของกาแล็กโทส และ 3,6-แอนไฮโดรกาแลคโตส ส่วนเพคตินมีหน่วยย่อย คือ กรดกาแล็กทูโรนิคประมาณร้อยละ 65 โดยน้ำหนัก และเมทิลการแล็กทูโรเนต และน้ำตาลหลายชนิด พบตามธรรมชาติในผนังเซลล์ของพืชและรอยต่อระหว่างผนังเซลล์ โดยรวมตัวอยู่กับเซลลูโลส ทำหน้าที่ยึดเกาะผนังเซลล์ให้ติดกันคล้ายเป็นซีเมนต์ [11] โดยทั่วไปคาร์ราจีแนนและเพคตินเป็นไฮโดรคอลลอยด์ในกลุ่มสารที่ทำให้เกิดเจล (gelling agent) เมื่อรวมกับน้ำได้ปริมาณมากเกิดเป็นเจลที่มีลักษณะกึ่งแข็ง ยืดหยุ่น เมื่อคาร์ราจีแนนและเพคตินทำงานร่วมกันทำให้เกิดโครงข่ายเจลที่มีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น ส่งผลให้เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากเห็ดและลำไยมีค่าความหนืดเพิ่มขึ้น

Table 7 Effect of carrageenan and pectin on sensory evaluation of healthy drinks from mushrooms and longan

Carrageenan : Pectin (%)	Viscosity (cP)	Attributes				
		Appearance	Taste	Texture	Flavor	Overall liking
0 : 0	9.39±0.40 ^b	7.17±0.83 ^a	7.37±0.56 ^{ns}	7.30±0.70 ^a	7.57±0.73 ^a	7.47±0.51 ^a
1 : 1	33.22±1.37 ^a	6.03±1.00 ^{bc}	7.30±0.47 ^{ns}	2.93±0.74 ^d	7.20±0.41 ^b	5.90±0.96 ^{bc}
0.25 : 1.75	35.54±5.32 ^a	6.37±1.19 ^b	7.27±0.45 ^{ns}	3.47±0.57 ^c	7.33±0.48 ^{ab}	6.17±0.83 ^b
0.5 : 1.5	11.54±0.16 ^b	7.57±0.63 ^a	7.33±0.55 ^{ns}	7.57±0.68 ^a	7.53±0.73 ^a	7.67±0.66 ^a
0 : 2	13.40±0.22 ^b	5.70±1.15 ^c	7.27±0.52 ^{ns}	6.33±1.15 ^b	7.10±0.40 ^b	5.50±1.04 ^c
0.75 : 1.25	13.09±0.69 ^b	5.03±1.13 ^d	7.13±0.57 ^{ns}	5.93±1.51 ^b	7.03±0.56 ^b	4.97±1.33 ^d

Mean ± SD; ^{a-d} means within each column indicate significant differences ($p \leq 0.05$) using Duncan's multiple range test; ^{ns} Means not statistically significant ($p > 0.05$)

การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส ด้านความชอบกับผู้บริโภคทั่วไปจำนวน 30 คน โดยวิธี 9-point hedonic scale พบว่าทุกสูตรมีคะแนนเฉลี่ย ด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น เนื้อสัมผัส และความชอบ รวมต่างกัน ส่วนคะแนนเฉลี่ยด้านรสชาติไม่แตกต่างกัน ในทางสถิติ โดยสูตรที่มีการเติมคาร์ราจีแนนผสมกับ เพคตินในอัตราส่วนร้อยละ 0.5 ต่อ 1.5 เป็นสูตรที่มี คะแนนเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏ (7.57 ± 0.63) เนื้อ สัมผัส (7.57 ± 0.73) และความชอบรวม (7.67 ± 0.66) สูงที่สุด การสังเกตลักษณะปรากฏพบว่าผลิตภัณฑ์ เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากเห็ดและลำไยที่ได้มีลักษณะ ปรากฏที่ดี เนื้อเห็ดหุบหุบขาวกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอ ไม่เกิดการตกตะกอน เมื่อรับประทานเนื้อสัมผัสที่ได้รับ รับประทานง่าย ไม่เหนียวเกินไป รสชาติอร่อย โดยวัด ปริมาณของแข็งที่ละลายได้อยู่ที่ 9 องศาบริกซ์ ซึ่งเป็น สูตรที่ประกอบด้วยน้ำเห็ดผสมลำไยอบแห้ง เห็ดหุบหุบ ขาว น้ำตาลทราย คาร์ราจีแนน และเพคตินปริมาณ 64, 28, 8, 0.5 และ 1.5 กรัม ตามลำดับ

3.4 ผลของการใช้หญ้าหวานและมอลติทอล ไซรัปทดแทนน้ำตาลทรายต่อการยอมรับทาง ประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ จากเห็ดและลำไย

ปัจจุบันผู้บริโภคหันมาใส่ใจสุขภาพ มีการ ควบคุมน้ำหนัก ดังนั้นการเลือกใช้สารให้ความหวานที่

ไม่ให้พลังงานหรือพลังงานต่ำในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มจึง เป็นทางเลือกให้กับผู้บริโภคที่รักสุขภาพ การทดลองใช้ สารให้ความหวาน คือ หญ้าหวานและมอลติทอลไซรัป ทดแทนการใช้น้ำตาลทราย (สูตรควบคุม) โดยปรับ ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ให้เท่ากันทุกสูตรที่ 9 องศา บริกซ์ ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส (ตารางที่ 8) พบว่าคะแนนเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏ รสชาติ เนื้อสัมผัส กลิ่น และความชอบรวมของสูตรที่มี การใช้หญ้าหวาน และมอลติทอลไซรัปไม่แตกต่างกัน ในทางสถิติกับสูตรที่มีการใช้น้ำตาลทราย การสังเกต สูตรที่มีการใช้หญ้าหวานความหวานอยู่ในปากได้นาน มีรสขมติดลิ้นเล็กน้อย ส่วนสูตรที่มีการใช้มอลติทอล ไซรัปจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีความหนืดเพิ่มขึ้นเล็กน้อย แต่โดยภาพรวมไม่ต่างกันเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ น้ำตาลทราย จุดเด่นของหญ้าหวาน คือ เป็นสารที่ไม่ให้ พลังงาน สามารถนำมาใช้เป็นสารให้ความหวานแทน น้ำตาล มีความหวานเป็น 200-300 เท่าของน้ำตาล รส คล้ายน้ำตาลมากที่สุด ส่วนมอลติทอลไซรัปให้พลังงาน 2.6 แคลลอรี่ต่อกรัม มีความหวานน้อยกว่าน้ำตาล ช่วยเพิ่มคุณภาพของอาหาร [12] ดังนั้นในการผลิต เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากเห็ดและลำไยอาจมีการ เลือกใช้สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลเพื่อตอบ สอนงต่อความต้องการของผู้บริโภคที่ต้องการควบคุม น้ำหนัก

Table 8 Effect of sweetener on sensory evaluation healthy drinks from mushrooms and longan

Sweeteners	Attributes				
	Appearance	Taste	Texture	Flavor	Overall liking
Sugar	7.57 ± 0.63^{ns}	7.33 ± 0.55^{ns}	7.57 ± 0.68^{ns}	7.53 ± 0.73^{ns}	7.67 ± 0.66^{ns}
Stevia	7.50 ± 0.68^{ns}	7.20 ± 0.61^{ns}	7.50 ± 0.73^{ns}	7.43 ± 0.73^{ns}	7.60 ± 0.72^{ns}
Maltitol syrup	7.47 ± 0.78^{ns}	7.17 ± 0.70^{ns}	7.47 ± 0.82^{ns}	7.47 ± 0.86^{ns}	7.57 ± 0.82^{ns}

^{ns} Means not statistically significant ($p > 0.05$)

4. สรุป

สูตรที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากเห็ดและลำไย คือ สูตรที่มีส่วนผสมของน้ำเห็ดผสมลำไยอบแห้ง เห็ดหูหนูขาว น้ำตาลทราย คาร์ราจีแนน และเพคติน ปริมาณ 64, 28, 8, 0.5 และ 1.5 กรัม ตามลำดับ นอกจากนี้การใช้สารให้ความหวาน (หญ้าหวานและมอลทิทอลไซรัป) ทดแทนน้ำตาลในการผลิตเครื่องดื่มน้ำเห็ดผสมลำไยอบแห้งมีคะแนนประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสไม่ต่างจากการใช้น้ำตาลทราย ผลผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพที่ผลิตได้ช่วยตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคยุคใหม่ที่รักสุขภาพได้เป็นอย่างดี ส่งเสริมให้มีการสร้างมูลค่าเพิ่มจากวัตถุดิบในท้องถิ่น องค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษาวิจัยนี้สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพที่สามารถต่อยอดการผลิตสู่ระดับอุตสาหกรรม อาจมีการปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้มีความหลากหลาย อาทิ การแต่งกลิ่นรสให้เหมาะกับวิถีการบริโภคของผู้บริโภคแต่ละช่วงวัย ตลอดจนการเพิ่มสีลงในตัวผลิตภัณฑ์ให้เกิดลักษณะปรากฏที่สวยงาม

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากงบประมาณโครงการวิจัยและนวัตกรรมเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชนฐานราก สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษาปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 มหาวิทยาลัยบูรพา เลขที่สัญญา 5/2560

6. References

[1] Panutad, C., Mushroom Situation in Thailand, Available Source: <http://www.3.rdi.ku.ac.th>, September 25, 2018. (in Thai)

[2] Ban Bun Natural Agriculture Center, Mushroom, Available Source: <http://www.healthinfo-ne.org>, September 25, 2018. (in Thai)

[3] Hiranjanon, P., Healthy Drinks Promotion Guidelines, Available Source: <http://grad.kbu.ac.th>, September 25, 2018. (in Thai)

[4] Plant Varieties Protection Office, Longan, Available Source: http://www.doa.go.th/pvp/images/stories/top03_doc_vichakarn/longan.pdf, September 25, 2018. (in Thai)

[5] Soong, Y.Y. and Barlow, P.J., 2006, Quantification of gallic acid and ellagic acid from longan seed and mango kernel and their effects on antioxidant activity, Food Chem. 97: 524-530.

[6] Rangkadilok, N., Worasuttayayangkurn, L., Bennett, R. and Satayavivad, J., 2005, Identification and quantification of polyphenolic compounds in longan (*Euphoria longana* Lam.) fruit, J. Agric. Food Chem. 53: 1387-1392.

[7] Duncan, D.B., 1995, Multiple range and multiple F tests, Biometrics 11: 1-42.

[8] Limsila, B., Aungathipat, L., Chuchartchaitkul, W. and Techadamrongsin, Y., 2010, Lingzhi: From cultivation to utilization, J. Thai Trad. Alter. Med. 8: 3-11. (in Thai)

[9] Suwanno, S. and Suwann, N., 2013, Polysaccharides Production of Local Medicinal Mushroom of Southern Thailand in Submerged Culture from Palm Oil mill Effluent, Research Report, Prince

- of Songkla University, Songkhla, 123 p. (in Thai)
- [10] Gupta, S., 2011, Improving Biomass and Yield Potential in *Ganoderma lucidum* Strains for the Production of Terpenoids. Master Thesis, Punjab Agricultural University, Ludhiana, 84 p.
- [11] Rattanapanone, N., 2014, Food Chemistry, Odeon Store, Bangkok, 504 p. (in Thai)
- [12] Panchan, K., Sweetener instead of sugar, Available Source: http://lib3.dss.go.th/fulltext/dss_j/2559_64_202_p27-28.pdf, September 25, 2018. (in Thai)