



การใช้สารให้ความคงตัวเพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำข้าวกล้องงอกผสมใบเตย

Use of stabilizers to improve the quality of germinated brown rice and pandan leaf beverage

บุญยกฤต รัตนพันธุ์^{1*} วชิระ สิงห์คง¹ ชูเกียรติ เนื้อไม้¹ พิมพ์ชนก พริกบุญจันทร์²

Boonyakrit Rattanapun^{1*}, Wachira Singkong¹, Chookiat Nuamai¹, Pimchanok Phrigboonchan²

¹หลักสูตรนวัตกรรมและธุรกิจอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร อำเภอเมือง จังหวัดกำแพงเพชร 62000

¹Program in Food Innovation and Business, Faculty of Science and Technology Kamphaeng Phet Rajabhat University, Muang District, Kamphaeng Phet Province, 62000, Thailand.

²หลักสูตรวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000

²Program in Food Science and Technology, Faculty of Food and Agricultural Technology Pibulsongkram Rajabhat University, Muang District, Phitsanulok Province, 65000, Thailand.

ข้อมูลบทความ

ประวัติบทความ

รับเมื่อ: 3 กรกฎาคม 2567

แก้ไขเมื่อ: 17 กรกฎาคม 2567

ตอบรับเมื่อ: 19 กรกฎาคม 2567

เผยแพร่ออนไลน์: 26 กรกฎาคม 2567

คำสำคัญ

ข้าวกล้องงอก

ใบเตย

คาร์ราจีแนน

คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส

*ผู้ประพันธ์บรรณกิจ

อีเมล: boonyakrit.kpru@gmail.com

(บุญยกฤต รัตนพันธุ์)

ARTICLE INFO

Article History

Received: 3 July 2024

Revised: 17 July 2024

Accepted: 19 July 2024

Available online:

26 July 2024

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาสารให้ความคงตัวที่เหมาะสมในเครื่องดื่มข้าวกล้องงอกผสมใบเตย โดยศึกษาชนิดของสารให้ความคงตัว 2 ชนิด ได้แก่ คาร์ราจีแนน และคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส แปรปริมาณสารให้ความคงตัวชนิดละ 3 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 0.03, 0.05 และ 0.07 พบว่า การใช้คาร์ราจีแนน ร้อยละ 0.05 ส่งผลให้เครื่องดื่มข้าวกล้องงอกผสมใบเตยมีค่าพีเอชเท่ากับ 5.99 ค่าความหนืด 42.81 cP ค่าการแยกชั้น 0.46 เครื่องดื่มมีสีเขียวเข้มออกเหลือง ค่าสี $L^* a^* b^*$ เท่ากับ 35.11, -0.84 และ 12.26 ตามลำดับ และได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9-point hedonic scale จากผู้ทดสอบในทุกคุณลักษณะที่ทดสอบ ได้แก่ สี กลิ่น รสชาติ ความหนืด และความชอบโดยรวมในระดับความชอบเล็กน้อย เมื่อศึกษาอายุการเก็บรักษา พบว่าเครื่องดื่มข้าวกล้องงอกผสมใบเตยสามารถเก็บได้ประมาณ 7 วัน ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส โดยเครื่องดื่มข้าวกล้องงอกผสมใบเตย มีคุณภาพทางเคมี จุลินทรีย์ และประสาทสัมผัสเป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบ

ABSTRACT

The purpose of this research was to study the appropriate stabilizers for a germinated brown rice beverage mixed with pandan leaves. The study examined two types of stabilizers: carrageenan and carboxymethyl cellulose, each used at three different concentrations: 0.03%, 0.05%, and 0.07%. Results indicated that using 0.05% carrageenan resulted in the beverage having a pH

Keywords:

germinated brown rice
pandan leaf
carrageenan
carboxymethyl cellulose

Corresponding author*Email address:**

boonyakrit.kpru@gmail.com
(B. Rattanapun)

value of 5.99, a viscosity of 42.81 cP, and a phase separation value of 0.46. The beverage had a dark greenish-yellow color, with L^* a^* b^* values of 35.11, -0.84, and 12.26, respectively. Sensory evaluation using the 9-point hedonic scale showed that the beverage was well-received by testers in all tested attributes, including color, aroma, taste, viscosity, and overall preference, at a slightly liked level. A shelf-life study revealed that the germinated brown rice beverage mixed with pandan leaves can be stored for about 7 days at 4°C, maintaining acceptable chemical, microbial, and sensory quality.

1. บทนำ

ข้าวกล้องงอกหรือข้าวกาบา (GABA Rice) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความนิยมสูงจากกลุ่มผู้บริโภคที่คำนึงถึงสุขภาพทั้งกลุ่มผู้บริโภคในประเทศและต่างประเทศ "ข้าวกาบา" เป็นการนำข้าวกล้องมาผ่านกระบวนการงอก ผลที่ได้จากกระบวนการนี้จะช่วยเพิ่มปริมาณสารกาบา ซึ่งเป็นโปรตีนชนิดหนึ่งซึ่งช่วยบำรุงเซลล์ประสาท ทั้งยังมีใยอาหาร วิตามินอี วิตามินบี1 บี2 บี6 แคลเซียม เหล็ก แมกนีเซียมและกรดแอมิโนสูงด้วยเช่นกัน ในข้าวกล้องงอกมีสารต้านอนุมูลอิสระหลายชนิด เช่น โทโคเฟอรอล ทำหน้าที่เป็นตัวต้านออกซิเดชันให้แก่ร่างกายและป้องกันมะเร็ง สารประกอบฟีนอลเป็นสารที่มีฤทธิ์ต้านอาการแพ้ ต้านไวรัส และต้านการอักเสบ ช่วยยับยั้งการเกิดฝ้า ชะลอความแก่ และแก่มะเร็ง นอกจากนี้ยังมีการใช้สารกาบาในการผลิตยารักษาโรคที่เกี่ยวข้องกับระบบประสาท เช่น โรควิตกกังวล โรคนอนไม่หลับ และโรคซึมเศร้าอีกด้วย [1] ด้วยประโยชน์ที่มากมายจึงได้มีการนำข้าวกล้องงอกมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารหลายชนิด เครื่องดื่มข้าวกล้องงอกเป็นอีกผลิตภัณฑ์หนึ่งที่นิยมนำมาแปรรูป แต่เนื่องจากกลิ่นไม่พึงประสงค์ที่เกิดจากการหมัก [2] ทำให้ผู้บริโภคบางคนรู้สึกไม่ชอบ จึงได้มีการนำใบเตยมาช่วยในการปรับปรุงกลิ่นและสีของเครื่องดื่มข้าวกล้องงอก เพื่อให้ผู้บริโภคทานได้ง่ายขึ้น และได้ประโยชน์จากใบเตยอีกทางหนึ่ง และปัญหาที่พบอีกประการหนึ่งคือ เมื่อตั้งเครื่องดื่มข้าวกล้องงอกผสมใบเตยทิ้งไว้ผลิตภัณฑ์จะมีการแยกชั้นระหว่างส่วนที่เป็นของเหลวและของแข็ง ซึ่งอาจเกิดการตกตะกอนในระหว่างการเก็บรักษาและเป็นปัญหาด้านความคงตัว จึงทำให้ลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ทดลองศึกษาใช้สารให้ความคงตัวซึ่งมีความสามารถในการเกิดเจลในน้ำหรือการเกิดพันธะกับโมเลกุลของน้ำ (จับกับน้ำได้ดี) ที่ทำให้เกิดการสานเป็นร่างแหแบบสามมิติจะไปเพิ่มความคงตัว ป้องกันเกิดการตกตะกอนของเครื่องดื่มข้าวกล้องงอกผสมใบเตยได้ แต่สารให้ความคงตัวมีหลายชนิดจำเป็นต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการศึกษานิตและปริมาณสารให้ความคงตัวที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องดื่มข้าวกล้องงอกผสม

ใบเตย และศึกษาอายุการเก็บรักษาเครื่องดื่มข้าวกล้องงอกผสมใบเตย เพื่อให้ผลิตภัณฑ์เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

2. วิธีดำเนินการวิจัย**2.1 ศึกษาชนิดและปริมาณสารให้ความคงตัวที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องดื่มข้าวกล้องงอกผสมใบเตย**

เตรียมข้าวกล้องงอกทำโดยนำข้าวกล้องงอก 100 กรัม ต้มในน้ำเดือด 2,000 มิลลิลิตร เป็นเวลา 20 นาที บันทึบข้าวกล้องงอกพร้อมน้ำที่ผ่านการต้มแล้วให้ละเอียด นาน 2 นาที จากนั้นกรองด้วยผ้าขาวบาง 2 ครั้ง นำข้าวกล้องงอกที่ได้มาผสมกับน้ำใบเตยในอัตราส่วน 8 ต่อ 2 เติมน้ำเชื่อมให้ได้ความหวาน 11 องศาบริกซ์ ทำการแปรชนิดและปริมาณสารให้ความคงตัวดังนี้ คาร์ราจีแนนและคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส ชนิดละ 3 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 0.03, 0.05 และ 0.07 จากนั้นทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน นำไปต้มฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที หลังจากนั้นนำไปบรรจุขวดร้อนในขวดพลาสติกชนิดโพลีเอทิลีน ทำให้อุณหภูมิเย็นทันทีแล้วนำไปแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นำมาตรวจสอบคุณภาพดังต่อไปนี้

1) ค่าการแยกชั้นของผลิตภัณฑ์ด้วยการ ปิเปตตัวอย่าง 10 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลอง เก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 วัน จากนั้นหาอัตราส่วนระหว่างส่วนสูงของส่วนที่แยกชั้นด้านบนต่อส่วนสูงทั้งหมดของเครื่องดื่มข้าวกล้องงอกผสมใบเตย [3]

2) ค่าสี L^* , a^* และ b^* โดยใช้เครื่องวัดสี Minolta รุ่น CR-10

3) ค่าความหนืด โดยใช้เครื่องวัดความหนืด Brookfield Viscometer รุ่น RVDV-II และ

4) ทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยทดสอบความชอบของผลิตภัณฑ์ในด้านสี กลิ่น รสชาติ ความหนืด และความชอบโดยรวม โดยใช้วิธีทดสอบแบบ 9-point Hedonic Scale ซึ่งใช้ผู้ทดสอบชิมกึ่งฝึกฝนจำนวน 15 คน

ทำการทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลของการทดลองที่ได้โดยใช้แผนการทดลองแบบ Complete Randomized Design (CRD) สำหรับการวิเคราะห์ค่าสี ค่าการแยกชั้นของผลิตภัณฑ์ ค่าพีเอช ค่าความหนืด

ส่วนการทดลองทางประสาทสัมผัสวิเคราะห์ข้อมูลด้วยแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับนัยสำคัญที่ 0.05 เพื่อเลือกชนิดและปริมาณสารให้ความคงตัวที่เหมาะสม

2.2 ศึกษาอายุการเก็บรักษาเครื่องตีมข้าวกล้องอกผสมไบเตย

นำเครื่องตีมข้าวกล้องอกผสมไบเตยที่ศึกษาได้จากข้อ 2.1 มาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จากนั้นทำการสุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์มาตรวจวิเคราะห์คุณภาพทุก ๆ วันที่ 0, 3, 7, 11, 14, 17 และ 21 วัน โดยวิเคราะห์คุณภาพในด้านต่าง ๆ ดังนี้

- 1) ค่าการแยกชั้นของผลิตภัณฑ์
- 2) ค่าสี L*, a* และ b* โดยใช้เครื่องวัดสี Minolta รุ่น CR-10
- 3) ค่าความหนืด โดยใช้เครื่องวัดความหนืด Brookfield Viscometer รุ่น RVDV-II
- 4) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ โดยใช้เครื่อง Hand Refractometer Atago รุ่น RHB-90
- 5) ค่าพีเอช โดยใช้เครื่อง pH meter Consort รุ่น C830
- 6) ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด โดยวิธี AOAC 986.32 [4]
- 7) ปริมาณยีสต์และรา โดยวิธี AOAC 997.02 [4] และ
- 8) ทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยทดสอบความชอบของผลิตภัณฑ์ในด้านสี กลิ่น รสชาติ ความหนืด และความชอบโดยรวม โดยวิธีทดสอบแบบ 9-point Hedonic Scale ซึ่งให้ผู้ทดสอบชิมกึ่งฝึกฝนจำนวน 15 คน

ทำการทดลอง 3 ซ้ำ นำข้อมูลที่ได้มาประเมินอายุการเก็บรักษาของเครื่องตีมข้าวกล้องอกผสมไบเตย

ตารางที่ 1

ค่าสีของเครื่องตีมข้าวกล้องอกผสมไบเตยที่ใช้สารให้ความคงตัวต่างกัน

สิ่งทดลอง	ค่าสี		
	L*	a*	b*
ไม่ใส่สารให้ความคงตัว	34.08 ^b ± 0.12	-1.38 ^a ± 0.10	12.23 ^b ± 0.18
คาร์ราจีแนน 0.03%	34.00 ^b ± 0.20	-0.80 ^b ± 0.08	12.55 ^{ab} ± 0.18
คาร์ราจีแนน 0.05%	35.11 ^a ± 0.98	-0.84 ^b ± 0.16	12.26 ^{ab} ± 0.23
คาร์ราจีแนน 0.07%	34.54 ^a ± 0.44	-1.01 ^b ± 0.13	12.38 ^{ab} ± 0.41
คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส 0.03%	34.21 ^b ± 0.48	-1.01 ^b ± 0.17	12.26 ^b ± 0.55
คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส 0.05%	35.49 ^a ± 1.02	-0.91 ^b ± 0.10	12.95 ^a ± 0.21
คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส 0.07%	34.56 ^a ± 0.51	-0.95 ^b ± 0.80	12.28 ^b ± 0.18

หมายเหตุ: ตัวอักษรในแนวตั้งที่ต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

3. ผลการวิจัยและอภิปรายผล

3.1 ศึกษาชนิดและปริมาณสารให้ความคงตัวที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องตีมข้าวกล้องอกผสมไบเตย

เตรียมเครื่องตีมข้าวกล้องอกผสมไบเตยโดยใช้อัตราส่วนน้ำข้าวกล้องอกต่อน้ำไบเตยในอัตราส่วน 8:2 มาเติมสารให้ความคงตัวคือ คาร์ราจีแนน ร้อยละ 0.03-0.07 และคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส ร้อยละ 0.03-0.07 เปรียบเทียบกับสูตรควบคุมที่ไม่ใส่สารให้ความคงตัว จากนั้นทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน นำไปมาตัมเชื้อที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที บรรจุขณะร้อนในขวดพลาสติกชนิดโพลิเอทิลีน แซ่เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส วิเคราะห์ค่าสี L*, a* และ b* ค่าความหนืด ค่าพีเอช ค่าการแยกชั้นของผลิตภัณฑ์ และทดสอบทางประสาทสัมผัส ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 1-3

ค่าสี (ตารางที่ 1) พบว่าชนิดและปริมาณสารให้ความคงตัวมีผลทำให้ค่าสี L*, a* และ b* ของเครื่องตีมข้าวกล้องอกผสมไบเตยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) โดยเครื่องตีมข้าวกล้องอกผสมไบเตยที่เติมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส ร้อยละ 0.05 มีค่า L* (ความสว่าง) สูงที่สุด มีค่าเท่ากับ 35.49± 1.02 ส่วนค่า a* ที่แสดงความเป็นสีเขียวไปจนถึงสีแดง เครื่องตีมข้าวกล้องอกผสมไบเตยที่เติม คาร์ราจีแนน ร้อยละ 0.03 จะมีค่า a* สูงที่สุดมีค่าเท่ากับ -0.80±0.08 และเมื่อพิจารณาค่า b* (สีเหลือง-น้ำเงิน) ของเครื่องตีมข้าวกล้องอกผสมไบเตยพบว่า การเติมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสร้อยละ 0.05 จะมีค่า b* สูงที่สุด โดยมีค่าเท่ากับ 12.95±0.21

ค่าความหนืด และค่าการแยกชั้น (ตารางที่ 2) พบว่า การใช้สารให้ความคงตัวคาร์ราจีแนนและคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสในปริมาณร้อยละ 0.03, 0.05 และ 0.07 มีผลให้เครื่องตีมข้าวกล้องอกผสมไบเตยมี

ตารางที่ 2

ค่าความหนืด ค่าพีเอช และค่าการแยกชั้น ของเครื่องต้มน้ำข้าวกล้องอกผสมไบโเตยที่ใช้สารให้ความคงตัวต่างกัน

สิ่งทดลอง	ค่าความหนืด (cP)	ค่าพีเอช	ค่าการแยกชั้น
ไม่ใส่สารให้ความคงตัว	32.32 ^e ± 0.09	5.81 ^d ± 0.00	0.68 ^d ± 0.01
คาร์ราจีแนน 0.03%	32.35 ^e ± 0.05	5.90 ^e ± 0.00	0.60 ^e ± 0.01
คาร์ราจีแนน 0.05%	42.81 ^b ± 0.58	5.99 ^b ± 0.01	0.46 ^b ± 0.03
คาร์ราจีแนน 0.07%	48.07 ^a ± 0.05	6.02 ^b ± 0.05	0.21 ^a ± 0.01
คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส 0.03%	34.33 ^d ± 0.14	6.01 ^b ± 0.04	0.71 ^e ± 0.01
คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส 0.05%	34.60 ^d ± 0.14	6.03 ^b ± 0.03	0.72 ^e ± 0.02
คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส 0.07%	41.64 ^c ± 0.04	6.09 ^a ± 0.10	0.71 ^e ± 0.00

หมายเหตุ: ตัวอักษรในแนวตั้งที่ต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

ความหนืดและค่าการแยกชั้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05) โดยเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารให้ความคงตัวแต่ละชนิดในปริมาณที่สูงขึ้นจะทำให้เครื่องต้มน้ำข้าวกล้องอกผสมไบโเตยมีความหนืดเพิ่มขึ้น โดยการใส่คาร์ราจีแนน ร้อยละ 0.07 ให้ความหนืดมากที่สุด เท่ากับ 48.07 ± 0.05 cP ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะปรากฏเป็นเจลอ่อน ๆ คล้ายเยลลี่ ซึ่งเป็นลักษณะไม่พึงประสงค์สำหรับเครื่องต้ม การใส่คาร์ราจีแนน ร้อยละ 0.03 ให้ความหนืดไม่แตกต่างกับเครื่องต้มน้ำข้าวกล้องอกผสมไบโเตยที่ไม่เติมสารให้ความคงตัว เนื่องจากคาร์ราจีแนนและคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส มีคุณสมบัติในการดูดน้ำ [5] เมื่อใช้ปริมาณมากขึ้นจะทำให้ดูดน้ำได้มากขึ้นจึงทำให้น้ำในระบบมีน้อยลง ความหนืดจึงเพิ่มขึ้น และยังพบว่าเครื่องต้มน้ำข้าวกล้องอกผสมไบโเตยที่เติมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสมีความหนืดสูงกว่าตัวอย่างที่เติมคาร์ราจีแนน เป็นเพราะคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสทำปฏิกิริยากับโปรตีน เกิดเป็นสารประกอบของคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสและโปรตีน (CMC- Protein) ในปริมาณที่สูงขึ้นมีผลให้มีความหนืดสูงตามด้วย [6] การเติมปริมาณสารให้ความคงตัวที่สูงขึ้นยังส่งผลให้ค่าการแยกชั้นต่ำลง โดยตัวอย่างที่เติมคาร์ราจีแนนมีค่าการแยกชั้นต่ำกว่าตัวอย่างที่เติมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส เนื่องจากคาร์ราจีแนนเป็นสาร polyelectrolyte ที่สามารถคงความเป็นเสถียรภาพ (stabilize) ของสตาร์ช โปรตีนและไขมัน โดยประจุลบของหมู่ซัลเฟตอิสระของคาร์ราจีแนนจะจับกับกลุ่มไฮโดรเจนของอะมิโนและอะมิโนเพคตินเกิดโครงสร้างที่แข็งแรงสามารถอุ้มน้ำไว้ได้ ทำให้น้ำไม่มีการลอยตัวเป็นอิสระและไม่แยกตัวออกจากส่วนผสม ผลิตภัณฑ์จึงมีความคงตัว ดีกว่าโครงสร้างที่เกิดจากคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส ซึ่งมีโครงสร้างไม่แข็งแรง

ค่าพีเอช (ตารางที่ 2) พบว่า การเติมสารให้ความคงตัวส่งผลให้

ค่าพีเอชแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05) กับเครื่องต้มน้ำข้าวกล้องอกผสมไบโเตยที่ไม่เติมสารให้ความคงตัว โดยเครื่องต้มน้ำข้าวกล้องอกผสมไบโเตยมีค่าอยู่ในช่วง 5.81±0.00 ถึง 6.09±0.10 ซึ่งการเพิ่มสารให้ความคงตัวจะส่งผลให้ค่าพีเอชของเครื่องต้มน้ำข้าวกล้องอกผสมไบโเตยเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของรอมลี และซูไฮมิน (2562) [7] ที่ได้เติมคาร์ราจีแนนลงในผลิตภัณฑ์เยลลี่ลูกหยีฮาลาล ทำให้ค่าความกรดของผลิตภัณฑ์ลดลง ค่าพีเอชเพิ่มขึ้น

จากการศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัส (ตารางที่ 3) ของเครื่องต้มน้ำข้าวกล้องอกผสมไบโเตยที่ใช้สารให้ความคงตัวแตกต่างกัน พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบในด้าน สี กลิ่นรส รสชาติ และความชอบโดยรวมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p≥0.05) แต่ในด้านความหนืด ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) โดยเครื่องต้มน้ำข้าวกล้องอกผสมไบโเตยที่เติมคาร์ราจีแนน ร้อยละ 0.07 ได้รับคะแนนหนืดและคะแนนความชอบโดยรวมสูงสุด คือ 6.73 ± 0.53 และ 7.13 ± 0.92 ตามลำดับ แต่ไม่แตกต่างจากเครื่องต้มน้ำข้าวกล้องอกผสมไบโเตยที่เติมคาร์ราจีแนน ร้อยละ 0.05 ดังนั้นจึงเลือกเครื่องต้มน้ำข้าวกล้องอกผสมไบโเตยที่เติมคาร์ราจีแนน ร้อยละ 0.05 ไปศึกษาอายุการเก็บรักษาในขั้นตอนต่อไป

3.2 ศึกษาอายุการเก็บรักษาเครื่องต้มข้าวกล้องอกผสมไบโเตย

นำเครื่องต้มน้ำข้าวกล้องอกผสมไบโเตยที่เติมคาร์ราจีแนน ร้อยละ 0.05 มาศึกษาอายุการเก็บรักษาโดยเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 21 วัน ทำการสุ่มมาตรวจวิเคราะห์คุณภาพทุก ๆ วันที่ 0, 3, 7, 11, 14, 17 และ 21 วัน โดยทำการวิเคราะห์ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ค่าสี L*, a* และ b* ค่าพีเอช ค่าความหนืด ค่าการแยกชั้น

ตารางที่ 3

คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มน้ำข้าวกล้องอกผสมใบเตยที่ใช้สารให้ความคงตัวต่างกัน

สิ่งทดสอบ	คะแนนทางประสาทสัมผัส				
	สี ^{ns}	กลิ่น ^{ns}	รสชาติ ^{ns}	ความหนืด	ความชอบโดยรวม ^{ns}
ไม่ใส่สารให้ความคงตัว	6.80 ±1.20	6.80 ±0.77	6.67 ±0.72	6.53 ^{ab} ±0.52	6.93±0.70
คาร์ราจีแนน 0.03%	7.00 ±1.30	6.80 ±1.01	6.60 ±1.18	6.26 ^b ±0.88	6.60 ±0.98
คาร์ราจีแนน 0.05%	7.06 ±1.09	6.80 ±0.67	6.86 ±1.24	6.67 ^{ab} ±1.04	6.93 ±0.88
คาร์ราจีแนน 0.07%	7.20 ±1.01	6.60 ±0.98	6.80 ±0.94	6.73 ^a ±0.53	7.13 ±0.92
คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส 0.03%	7.06 ±1.16	6.67 ±0.81	6.80 ±0.94	6.60 ^{ab} ±0.63	6.93 ±0.70
คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส 0.05%	7.13 ±0.99	6.60 ±1.05	6.86 ±0.74	6.60 ^a b±0.32	7.00 ±0.51
คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส 0.07%	6.86±1.24	6.80 ±0.86	6.93 ±1.03	6.67 ^{ab} ±0.81	7.00 ± 1.00

หมายเหตุ: ตัวอักษรในแนวตั้งที่ต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

ns หมายถึงค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p≥0.05)

ตารางที่ 4

ค่าสี ของเครื่องดื่มน้ำข้าวกล้องอกผสมใบเตยที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างกัน

ระยะเวลาในการเก็บรักษา (วัน)	ค่าสี		
	L*	a* ^{ns}	b*
0	34.06 ^b ±0.05	-1.30±0.00	13.50 ^a ± 0.20
3	34.03 ^b ±0.20	-1.43±0.05	13.43 ^{ab} ±0.43
7	34.06 ^b ±0.11	-1.33±0.05	13.33 ^{bc} ±0.46
11	34.13 ^b ±0.11	-1.36±0.05	13.23 ^{cd} ±0.11
14	34.16 ^{ab} ±0.15	-1.43±0.05	13.20 ^d ±0.71
17	34.33 ^{ab} ±0.23	-1.33±0.15	13.20 ^d ±0.28
21	34.46 ^a ±0.25	-1.30±0.10	13.17 ^d ±0.11

หมายเหตุ: ตัวอักษรในแนวตั้งที่ต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p≥0.05)

ของผลิตภัณฑ์ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณยีสต์และรา และ ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสได้ผลดัง**ตารางที่ 4-7**

จาก**ตารางที่ 4** พบว่าระยะเวลาการเก็บรักษาเครื่องดื่มน้ำข้าวกล้องอกผสมใบเตยไม่มีอิทธิพลต่อค่าสี a* ที่อยู่ในช่วง -1.43±0.05 ถึง -1.30±0.00 แต่มีอิทธิพลต่อค่าสี L* และ b* จากการตกตะกอนของสารแขวนลอยส่งผลให้ค่าสี L* ที่อยู่ในช่วง 34.03 ±0.20 ถึง 34.46 ±0.25 เพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บเพิ่ม ขณะที่ค่าสี b* ที่อยู่ในช่วง 13.17 ±0.11 ถึง 13.50 ± 0.20 ลดลง ทั้งนี้เป็นผลมาจากเกิดการออกซิไดส์สารคลอโรฟิลล์ทำให้ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำข้าวกล้องอกผสมใบเตยมีสีจางลงเนื่องจากผลิตภัณฑ์บรรจุอยู่ในขวดโพลีเอ-ทิลีนซึ่งป้องกันการเข้าออกของออกซิเจนได้น้อย [8]

ระยะเวลาการเก็บของเครื่องดื่มน้ำข้าวกล้องอกผสมใบเตยไม่มีอิทธิพลต่อ ค่าความหนืด ที่อยู่ในช่วง 32.23±0.57 ถึง 32.17±0.05 แต่มีอิทธิพลต่อค่าพีเอช ที่อยู่ในช่วง 5.35 ±0.05 ถึง 6.11±0.05 พบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บเพิ่มจะทำให้ค่าพีเอชลดลง เนื่องมาจากการเสื่อมเสียจากจุลินทรีย์ ทั้งนี้เพราะเครื่องดื่มน้ำข้าวกล้องอกผสมใบเตยได้ผ่านการให้ความร้อนในระดับพาสเจอร์ไรซ์ซึ่งยังมีจุลินทรีย์เหลืออยู่ โดยจุลินทรีย์จะผลิตกรดอินทรีย์จึงทำให้ค่าพีเอชลดลง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของจุฬารัตน์ และรสิตา (2551) [9] ที่ผลิตเครื่องดื่มจากข้าวมันปูและข้าวสังข์หยดโดยต้มฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส นาน 25 นาที แล้วทำให้เย็นทันที มาเก็บรักษาไว้ในตู้เย็นอุณหภูมิ 4-6 องศาเซลเซียส นาน 28 วัน พบว่าค่าพีเอชของผลิตภัณฑ์ลดลง เนื่องจาก

มีการเจริญของเชื้อแพลตฟอร์มไมโพลี และมิโซโพลี ซึ่งเชื้อจุลินทรีย์ดังกล่าวจัดอยู่ในกลุ่ม *Bacillus spp.* ซึ่งเหลืรอดจากการฆ่าเชื้อระดับพาสเจอร์ไรส์ สร้างกรดอินทรีย์ซึ่งทำให้พีเอชของผลิตภัณฑ์ลดลง เมื่อพีเอชลดลงจะมีผลทำให้การแยกชั้นเพิ่มขึ้นเนื่องจากคาร์บอกซิลเมทิล-เซลลูโลสจะมีความคงตัวที่ค่าพีเอช 7-9 แต่ลดลงเมื่อมีค่าพีเอชของสารละลายลดลง [10]

เมื่อศึกษาอายุการเก็บรักษาเครื่องต้มน้ำข้าวกล้องงอกผสมไบโอดีทผ่านต้มฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที ในวันที่เริ่มต้นเก็บรักษาวันที่ 0 หลังจากการให้ความร้อนไม่พบจุลินทรีย์ แต่เมื่อระยะเวลาการเก็บมากขึ้น พบว่า จำนวนจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้เนื่องมาจากในช่วงแรกเซลล์จุลินทรีย์เกิดการบาดเจ็บจากความร้อน แต่เมื่อระยะเวลาผ่านไปจุลินทรีย์เริ่มมีการปรับสภาพนำเอาธาตุอาหารที่มีอยู่ในเครื่องต้มน้ำข้าวกล้องงอกผสมไบโอดีทมาใช้ใน

การซ่อมแซมส่วนที่บาดเจ็บของตัวเองให้กลายเป็นเซลล์จุลินทรีย์ที่สมบูรณ์จึงทำให้จุลินทรีย์มีการเพิ่มอย่างรวดเร็ว จึงสามารถสรุปได้ว่าเครื่องต้มน้ำข้าวกล้องงอกผสมไบโอดีทที่บรรจุในขวดพลาสติกชนิดโพลีเอทิลีน เก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส สามารถเก็บได้นานประมาณ 7 วัน โดยหลังวันที่ 11 พบว่ามีปริมาณจุลินทรีย์เกินมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำข้าวกล้อง มพช.282/2558 โดยกำหนดไว้ว่ามีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดได้ไม่เกิน 1×10^3 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 มิลลิเมตร ส่วนปริมาณยีสต์และรา ต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 มิลลิเมตร [11] และเมื่อพิจารณาคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเครื่องต้มน้ำข้าวกล้องงอกผสมไบโอดีท (ตารางที่ 7) พบว่า ผู้ทดสอบให้การยอมรับผลิตภัณฑ์อยู่ในระดับชอบเล็กน้อย โดยมีคะแนนความชอบด้านสีเท่ากับ 6.93 ± 0.70 กลิ่นเท่ากับ 6.73 ± 0.59 รสชาติเท่ากับ 6.86 ± 0.63 ความหนืดเท่ากับ 6.67 ± 0.48 และความชอบโดยรวมเท่ากับ 6.60 ± 0.50

ตารางที่ 5

ค่าความหนืด ค่าพีเอช และค่าการแยกชั้น ของเครื่องต้มน้ำข้าวกล้องงอกผสมไบโอดีทที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างกัน

ระยะเวลาในการเก็บรักษา (วัน)	ค่าความหนืด (cP) ^{ns}	ค่าพีเอช	ค่าการแยกชั้น
0	32.23± 0.57	6.11 ^a ±0.05	0.42 ^a ±0.01
3	32.17±0.57	6.09 ^b ±0.05	0.43 ^{ab} ±0.01
7	32.17±0.57	5.99 ^c ±0.01	0.42 ^a ±0.01
11	32.20±0.00	5.69 ^d ±0.01	0.43 ^{ab} ±0.01
14	32.20±0.00	5.52 ^e ±0.05	0.43 ^a ±0.00
17	32.20±0.10	5.41 ^f ±0.05	0.45 ^{bc} ±0.01
21	32.17±0.05	5.35 ^g ±0.05	0.46 ^c ±0.01

หมายเหตุ: ตัวอักษรในแนวตั้งที่ต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ns หมายถึงค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

ตารางที่ 6

การเปลี่ยนแปลงทางด้านจุลินทรีย์ของเครื่องต้มน้ำข้าวกล้องงอกผสมไบโอดีทที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างกัน

ระยะเวลาในการเก็บรักษา (วัน)	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (โคโลนี/มิลลิเมตร)	ปริมาณยีสต์และรา (โคโลนี/มิลลิเมตร)
0	ไม่พบ	ไม่พบ
3	< 30	ไม่พบ
7	525	< 30
11	5950	485
14	182000	515
17	TNTC	635
21	TNTC	735

หมายเหตุ: TNTC คือ Too Numerous To Count หมายถึง มีมากเกินไปที่จะนับจำนวนได้

ตารางที่ 7

คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มน้ำข้าวกล้องอกผสมใบเตยที่เก็บรักษานาน 7 วัน

ลักษณะที่ทดสอบ	คะแนนเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
สี	6.93 ± 0.70
กลิ่น	6.73 ± 0.59
รสชาติ	6.86 ± 0.63
ความหนืด	6.67 ± 0.48
ความชอบโดยรวม	6.60 ± 0.50

4. สรุปผล

การใช้คาร์วาจีแนนที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.05 เป็นสารให้ความคงตัวในเครื่องดื่มน้ำข้าวกล้องอกผสมใบเตย ช่วยรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ได้เป็นอย่างดีเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 7 วัน ผลการศึกษานี้สามารถนำไปใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เชิงพาณิชย์และกำหนดอายุการเก็บรักษาที่เหมาะสมต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณหลักสูตรนวัตกรรมและธุรกิจอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร หลักสูตรวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ในการสนับสนุนเครื่องมือ อุปกรณ์ สารเคมี และสถานที่ในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

[1] แสงมณี เกิดพงษ์. (2565). การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำข้าวกล้องอกจากข้าวหอมแม่พญาทองคำผสมน้ำมันถั่วเหลือง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี.

[2] ศุภนุช ไส้แปง, นิรมล อุตมอ่าง, และ ยุทธนา พิมลศิริผล. (2553, กุมภาพันธ์). ผลของสภาวะในการแช่ข้าวต่อสมบัติทางเคมีกายภาพของแป้งข้าวกล้องหอมมะลิแดงอก. ใน รายงานการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 48: สาขาอุตสาหกรรมเกษตร (หน้า 100-107).

[3] ฤทธิธร ไกรวงศา. (2553). ผลของการลดขนาดการให้ความร้อนและสารให้ความคงตัวต่อคุณภาพของเครื่องดื่มข้าวกล้องอกผสมน้ำมะเข่าเข้มข้น. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

[4] A.O.A.C. (2000). Official Method of Analysis. The Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C.

[5] ปณิตา ปรีชาหาญ. (2563). การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเจลลี่นมแพะผสมน้ำผลไม้. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

[6] Whistler, R., & Daniel, J. R. (1994). Functions of polysaccharides in foods. In A. L. Branen, P. M. Davidson, & S. Salminen (Eds.), Food Additives (pp. 395-423). Marcel Dekker Inc.

[7] รอมลี เจดคอเลาะ, และ ชูไฮมิน เจาะมะลี. (2562). ผลของไฮโดรคอลลอยด์ต่อคุณภาพและความคงตัวของเยลลี่ลูกหยีฮาลาลระหว่างการเก็บรักษา. วารสาร มทร. อีสาน, 12(2), 62-74.

[8] พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์, และ นิธิยา รัตนานนท์. (ม.ป.ป). Low density polyethylene (LDPE) / พอลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำ. สืบค้นเมื่อ 21 ธันวาคม 2566 จาก <https://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1586/low-density-polyethylene-ldpe-พอลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำ>

[9] จุฬารัตน์ เลิศบรรจง, และ รลิตา โอสถานนท์. (2551). การศึกษากระบวนการผลิตเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากข้าวแดง. วารสารวิจัยรามคำแหง, 11(1), 1-10.

[10] นิธิยา รัตนานนท์. (2557). เคมีอาหาร (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

[11] สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2558). มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำข้าวกล้อง มผช.282/2558. กระทรวงอุตสาหกรรม.