Faculty of Science and Technology, Uttaradit Rajabhat University

วารสารวิชาการวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ประยุกต์

Journal homepage: https://ajsas.uru.ac.th/

การพัฒนาแผ่นแหนมเนืองจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่และแป้งข้าวเหนียวลืมผัว

Production of rice paper from rice berry flour and Luem Pua rice flour

หยาดฝน ทนงการกิจ[1] กาญจนา นาคประสม[1] ปริญ คงกระพันธ์[2] และนริศรา วิชิต[3*]

Yardfon Tanongkankit[1], Kanjana Narkprasom[1], Parin Khongkrapan[2] and Narissara Wichit[3*]

[1] *คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 50290*

[1] *Faculty of Engineering and Agro-Industry, Maejo University, Chiang Mai 50290, Thailand*

[2] *วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 50290*

[2] *School of Renewable Energy, Maejo University, Chiang Mai 50290, Thailand*

[3] *คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50300*

[3] *Faculty of Agricultural Technology, Chiang Mai Rajabhat University, Chiang Mai 50300, Thailand*

ข้อมูลบทความ

ประวัติบทความ

รับเมื่อ: 29 พฤษภาคม 2567

แก้ไขเมื่อ: 21 มิถุนายน 2567

ตอบรับเมื่อ: 8 กรกฎาคม 2567

เผยแพร่ออนไลน์:

10 กรกฎาคม 2567

คำสำคัญ

ข้าวไรซ์เบอร์รี่

ข้าวเหนียวลืมผัว

แผ่นแหนมเนือง

สมบัติทางกายภาพ

สมบัติทางเคมี

***ผู้ประพันธ์บรรณกิจ**

อีเมล์:

narissara_wic@cmru.ac.th

(นริศรา วิชิต)

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสัดส่วนที่เหมาะสมในการใช้แป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่และแป้งข้าวเหนียวลืมผัวในการผลิตแผ่นแหนมเนือง โดยใช้การวางแผนการทดลองแบบผสม ซึ่งมีปัจจัยที่ต้องการศึกษา 3 ปัจจัย ได้แก่ แป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ร้อยละ 50-95 แป้งข้าวเหนียวลืมผัวร้อยละ 5-50 และแป้งมันร้อยละ 1-5 ทำให้ได้สัดส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่และแป้งข้าวเหนียวลืมผัวในการศึกษาครั้งนี้จำนวน 9 สูตร และตัวอย่างควบคุมที่ใช้สัดส่วนแป้งข้าวเจ้า แป้งข้าวเหนียวและแป้งมัน เท่ากับ ร้อยละ 80 ร้อยละ 18 และร้อยละ 2 ตามลำดับ นอกจากนี้ได้ทำการศึกษาสมบัติทางเคมีซึ่งได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน เถ้า เส้นใย ความชื้น แอนโธไซยานินและอะไมโลส สมบัติทางกายภาพซึ่งได้แก่ ค่าความอุ้มน้ำ แรงดึงและสี ของแผ่นแหนมเนืองที่ผลิตจากข้าวไรซ์เบอร์รี่และข้าวลืมผัว จากผลการศึกษาพบว่า เมื่อเพิ่มสัดส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ในการผลิตแผ่นแหนมเนืองจะส่งผลให้มีปริมาณคาร์โบไฮเดรต ปริมาณอะไมโลส ค่าการอุ้มน้ำและค่าแรงดึงเพิ่มมากขึ้นแต่มีปริมาณโปรตีนลดลง ส่วนปริมาณเถ้า เส้นใย ความชื้น แอนโธไซยานินและค่าสีไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทุกสูตรการทำแผ่นแหนมเนือง เมื่อพิจารณาจากผลการศึกษาโดยรวมพบว่าสัดส่วนแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ แป้งข้าวเหนียวลืมผัว และแป้งมัน เท่ากับ ร้อยละ 83 ร้อยละ 4 และ ร้อยละ 5 (ในสูตรที่ 2) ร้อยละ 93 ร้อยละ 5 และ ร้อยละ 2 (ในสูตรที่ 4) และ ร้อยละ 86 ร้อยละ 10 และ ร้อยละ 4 (ในสูตรที่ 5) ตามลำดับ เป็นสูตรที่เหมาะสมสำหรับการผลิตแผ่นแหนมเนือง เนื่องจากมีปริมาณแอนโธไซยานินสูง และมีค่าความอุ้มน้ำและแรงดึงไม่แตกต่างจากตัวอย่างควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ARTICLE INFO

Article History
Received: 29 May 2024
Revised: 21 June 2024
Accepted: 8 July 2024
Available online:
10 July 2024

Keywords:
Riceberry
Leum Pua rice
Rice paper
Physical properties
Chemical Properties

***Corresponding author**
Email address:
narissara_wic@cmru.ac.th
(N. Wichit)

ABSTRACT

This research was aimed to investigate suitable ratio of rice berry flour and leum-pua rice flour for producing rice paper. The 9 ratios of rice paper produced from rice berry flour and leum-pua rice flour were obtained using Mixture design with 3 factors including rice berry flour of 50-95% leum-pua rice of 5-50% and cassava flour of 1-5%. The rice paper produced with rice flour, glutinous rice flour and cassava flour at 80%, 18% and 2%, respectively was used as a controlled sample. Chemical properties, i.e., carbohydrate, protein, fat, ash fiber, moisture content, anthocyanin and amylose, physical properties, i.e., water holding value, tensile strength and color of the rice paper produced from different ratios of rice berry flour and leum-pua rice flour were also determined. The results showed that when higher content of rice berry flour was obtained, content of carbohydrate and amylose, water holding and tensile strength values in the rice paper increased but content of protein decreased. For the content of fat, ash, fiber, moisture, anthocyanin and color value, there was no significant difference in all ratios of rice berry flour and leum-pua rice flour. Considering the overall results, the ratios of rice berry flour, leum-pua rice flour and cassava flour at 83% 16% and 1% (formula 2) 93% 5% and 2% (formula 4) and 86% 10% and 4% (formula 5), respectively were suitable for producing rice paper since they showed higher anthocyanin content and no significant different values of water holding and tensile strength when compared with the values of controlled sample with 95% confidence level.

1. บทนำ

การบริโภคอาหารเพื่อสุขภาพในสังคมไทยมีแนวโน้มที่เพิ่มมากขึ้นทำให้ผู้ผลิตและผู้ประกอบธุรกิจทางด้านอาหารมีการผลิตและพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคมากขึ้น ในกระบวนการผลิตอาหารแปรรูปเพื่อสุขภาพ ควรคำนึงถึงการเลือกวัตถุดิบที่มีคุณภาพมีคุณค่าทางโภชนาการ

ข้าวไรซ์เบอร์รี่เป็นข้าวที่เกิดจากการผสมระหว่างข้าวเจ้าหอมนิลและข้าวขาวดอกมะลิ 105 ทำให้เป็นข้าวเกษตรอินทรีย์สายพันธุ์ใหม่ มีลักษณะเป็น สีม่วงเข้ม เรียวขาว และผิวมัน เมล็ดมีความคล้ายคลึงกับข้าวเจ้า สามารถปลูกได้ตลอดปี [6] คุณค่าทางอาหารของข้าวไรซ์เบอร์รี่มีอยู่ครบถ้วนเนื่องจากผ่านการขัดสีแค่บางส่วน เช่น โอเมก้า 3 วิตามินอี โฟเลต เบต้าแคโรทีน โพลีฟีนอล รวมทั้งมีใยอาหารที่สูง จึงมีสรรพคุณในการช่วยบำรุงร่างกาย ลดการอักเสบที่ผิวหนัง ช่วยลดริ้วรอยและชะลอความแก่ ช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็ง โรคเบาหวาน โรคหัวใจและหลอดเลือด และโรคสมองเสื่อมได้ [9] ส่วนข้าวเหนียวลืมผัวจะมีเยื่อหุ้มเมล็ดเป็นสีดำ มีปริมาณอะไมโลสต่ำ เมื่อหุงสุก มีกลิ่นหอม ลักษณะสัมผัสเมื่อเคี้ยวจะกรุบหนึบภายในเหนียวนุ่ม [1] เมล็ดข้าวพันธุ์นี้มีคุณค่าทางโภชนาการสูงโดยเฉพาะสารต้านอนุมูลอิสระ ได้แก่ แอนโธไซยานินกรดไขมันไม่อิ่มตัวและวิตามิน เช่น วิตามินอี [3] เนื่องจากประโยชน์ทางคุณค่าทางโภชนาการของข้าวทั้งสองชนิดที่มีอยู่มากมาย ปัจจุบันจึงได้มีการผลิตอาหารแปรรูปโดยใช้ข้าวทั้งสองสายพันธุ์เป็นวัตถุดิบ เช่น การนำแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่มาผลิตเป็นเส้นก๋วยเตี๋ยว เส้นขนมจีนและคุกกี้ [2] [14] และจากข้อมูลของกระทรวงพาณิชย์ในปี พ.ศ. 2548 รายงานว่าการผลิตแผ่นแหนมเนืองในประเทศไทยมีจำนวน 768 ตัน คิดเป็นมูลค่าการส่งออก 63.9 ล้านบาท

งานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดในการทำแผ่นแหนมเนือง โดยใช้ข้าวทั้งสองสายพันธุ์นี้ซึ่งอุดมไปด้วยแร่ธาตุวิตามินและคุณค่าทางโภชนาการเป็นวัตถุดิบในการผลิต โดยทางวิสาหกิจชุมชนยางกะไดใต้ อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ ซึ่งเป็นผู้ผลิตข้าวแคบวางขายในท้องตลาดอย่างแพร่หลาย ได้มีความสนใจในการเพิ่มผลิตภัณฑ์ใหม่เพื่อเพิ่มช่องทางในการตลาดมากขึ้น โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์ที่เป็นอาหารเพื่อสุขภาพ นอกจากนี้ได้ทำการวิเคราะห์และหาปริมาณสัดส่วนที่เหมาะสมในการใช้แป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่และแป้งข้าวเหนียวลืมผัวในการผลิตแผ่นแหนมเนือง เพื่อให้มีคุณค่าทางโภชนาการและมีลักษณะปรากฏและรสชาติอันเป็นที่ต้องการของผู้บริโภค

2. วิธีดำเนินการวิจัย

2.1 การเตรียมตัวอย่าง

นำข้าวไรซ์เบอร์รี่และข้าวเหนียวลืมผัวที่มีความชื้นต่ำกว่าร้อยละ 10 ฐานเปียก มาปั่นโดยใช้เครื่องบด (Ultra-fine, HK08B) จนเป็นแป้งที่มีขนาดอนุภาคต่ำกว่า 149 ไมครอน จากนั้นทำการเตรียมแป้งแต่ละชนิดตามสัดส่วนที่ได้จากการออกแบบการทดลองแบบผสม (Mixture design) แบบ Space filling ประกอบด้วยปัจจัยที่ต้องการศึกษา 3 ปัจจัย ได้แก่ แป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ร้อยละ 50-95 แป้งข้าวเหนียวลืมผัวร้อยละ 5-50 และแป้งมันร้อยละ 1-5 เมื่อใส่ระดับของปัจจัยในโปรแกรม Mixture design แล้ว ทำการวางแผนแบบ Space filling จะได้สูตรที่

ใช้ในการทดลอง (ตารางที่ 1) ซึ่งมีจำนวนทั้งหมด 9 สูตร และสูตรควบคุมที่ใช้แป้งข้าวเจ้า แป้งข้าวเหนียวและแป้งมัน ในอัตราส่วนเท่ากับ 80:18:2 ซึ่งเป็นสูตรที่ใช้ผลิตแผ่นแหนมเนืองในทางการค้า จากนั้นในแต่ละสูตรเติมน้ำปริมาตร 2 ลิตร แล้วนำไปตั้งไฟปานกลาง (60-70 องศาเซลเซียส) กวนให้แป้งสุกข้นมีลักษณะคล้ายแป้งเปียก จากนั้นนำไปละเลงให้เป็นแผ่นบางและกลมเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 8-10 นิ้ว บนหม้อนึ่งไอน้ำที่มีผ้าขาวบางขึงอยู่บนปากหม้อ ใช้เวลาเกลี่ยและทิ้งไว้ประมาณ 15 วินาที ทำการลอกแป้งออกจากปากหม้อด้วยไม้พันฟองน้ำ แผ่นแป้งจะถูกดูดติดออกมา จากนั้นนำไปวางบนตะแกรงและตากแดดเป็นเวลา 1 วัน จนกระทั่งแผ่นแป้งแห้งจนได้ความชื้นสุดท้ายต่ำกว่าร้อยละ 12 ฐานเปียก [8]

ตารางที่ 1 สูตรแผ่นแป้งแหนมเนืองข้าวไรซ์เบอร์รี่ผสมข้าวเหนียวลืมผัว

สูตรที่	แป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ (ร้อยละ)	แป้งข้าวเหนียวลืมผัว (ร้อยละ)	แป้งมัน (ร้อยละ)
1	77	18	5
2	83	16	1
3	73	25	2
4	93	5	2
5	86	10	4
6	50	49	1
7	56	40	4
8	67	29	4
9	62	35	3

2.2 การวิเคราะห์สมบัติทางเคมี

การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของแผ่นแหนมเนือง ได้แก่ โปรตีนไขมัน เส้นใยหยาบ เถ้า คาร์โบไฮเดรต ตามวิธีที่ระบุใน AOAC (2000) [11] คือปริมาณไขมันวิเคราะห์ใช้วิธี Soxhlet ปริมาณโปรตีนวิเคราะห์ด้วยวิธี Kjeldalh โดยใช้ Conversion factor เท่ากับ 6.25 วิเคราะห์เส้นใยหยาบด้วยการต้มด้วยกรดซัลฟูริกและโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์วิเคราะห์ปริมาณเถ้าโดยใช้เตาเผาเถ้าและปริมาณคาร์โบไฮเดรตคำนวณจากผลต่างทั้งหมด

2.3 การวิเคราะห์ปริมาณแอนโธไซยานิน

ตามวิธีของ Wrolstad et al. (2005) [13] โดยทำการสกัดตัวอย่าง 3 กรัมด้วยเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 80 ปริมาตร 30 มิลลิลิตร แล้วเขย่าเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์1 ปิเปตสารตัวอย่างปริมาณ 50 ไมโครลิตรเติมน้ำกลั่นปริมาณ 950 ไมโครลิตร นำสารสกัดตัวอย่างในหลอดทดลองที่ 1 ปริมาณ 20 ไมโครลิตร เติมบัฟเฟอร์ KCl pH 1.0 ปริมาณ 3 มิลลิลิตร และผสมสารสกัดตัวอย่างในหลอดทดลองที่ 2 ปริมาณ 20 ไมโครลิตร เติมบัฟเฟอร์ CHOONa pH 4.5 ปริมาณ 3 มิลลิลิตร จากนั้นนำหลอดทดลองทั้ง 2 หลอด ไปวัดค่าการดูดกลืนแสง (Thermo scientific, Genesys 30) ที่ 510 และ 700 นาโนเมตร ตามลำดับ คำนวณปริมาณแอนโธไซยานินทั้งหมดของสารสกัดจากสมการที่ 1

$$\text{ปริมาณแอนโธไซยานิน (มิลลิกรัม/ลิตร)} = \frac{(A \times MW \times DF \times 10^3)}{(e \times L)} \quad (1)$$

โดยที่ A = (A510 nm - A700nm) pH 1.0 - (A510nm – A700nm) pH 4.5

MW = 449.2 g/mol (น้ำหนักโมเลกุลของ Cyanidin-3-glucoside)

DF = Dilution factor ของสารละลายตัวอย่าง

e = 26,900 L/mol/cm (โมลาร์แอฟซอฟติวิตี้)

L = ความกว้างของ cuvette

2.4 การวิเคราะห์ปริมาณอะไมโลส

ตามวิธีของ Juliano (1971) [12] โดยนำตัวอย่าง 0.10 กรัม ใส่ในขวดปรับปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตรที่มีสารละลายเอทานอลร้อยละ 95 ปริมาณ 1 มิลลิลิตร แล้วเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 1 โมลาร์ ปริมาณ 9 มิลลิลิตร กวนด้วยเครื่องกวนแม่เหล็กไฟฟ้านาน 10 นาที ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตรและเขย่าให้ละลายเข้ากัน จากนั้นปิเปตสารละลายที่เตรียมไว้ 5 มิลลิลิตร ลงในขวดปรับปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร ปิเปตสารละลายไอโอดีน 2 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 100 มิลลิลิตร เขย่าและตั้งทิ้งไว้ 20 นาที แล้วนำไปวัดความเข้มของสีด้วยเครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (Thermo scientific, Genesys 30) ที่ความยาวคลื่น 620 นาโนเมตร นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ไปคำนวณเทียบกับกราฟมาตรฐานของอะไมโลส

2.5 ความสามารถในการอุ้มน้ำ

ตามวิธีของ Takahashi et al. (2005) นำตัวอย่าง 3 กรัมต้มในน้ำเดือดปริมาณ 200 มิลลิลิตร เป็นเวลา 2 นาที หรือจนกระทั่งแผ่นแป้งใสหมดทั้งแผ่น จากนั้นนำตัวอย่างไปล้างในน้ำกลั่น ทิ้งไว้ 5 นาทีแล้วชั่งน้ำหนัก จากนั้นคำนวณค่าความสามารถในการอุ้มน้ำ (สมการที่ 2)

$$\text{ความสามารถในการอุ้มน้ำ} = \frac{\text{น้ำหนักของตัวอย่างหลังการต้ม} - \text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนต้ม}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนต้ม}} \quad (2)$$

2.6 การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น

ตามวิธีของ AOAC (2000) [11] โดยชั่งตัวอย่างประมาณ 3 กรัมลงในภาชนะอลูมิเนียมมีฝาปิดที่ผ่านการอบจนน้ำหนักคงที่ นำไปอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ประมาณ 8-10 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น แล้วชั่งน้ำหนัก คำนวณปริมาณความชื้นโดยน้ำหนักเปียก (Wet basis) (สมการที่ 3)

$$\text{ความชื้น (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ} - \text{น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ}} \times 100 \quad (3)$$

2.7 การวิเคราะห์สีของแผ่นแหนมเนือง

การทดสอบคุณภาพทางด้านสีของตัวอย่างจะใช้เครื่องวัดสีอาหาร (Hunterlab, MiniScan XE plus) โดยวัดค่าสีของตัวอย่างในเทอมของตัวแปร L* a* และ b* ทำการวัดสีตัวอย่างละ 5 ซ้ำโดยที่ค่า L* แสดงค่าความสว่างและมืดเมื่อมีค่าเป็นบวกและลบ ตามลำดับ และค่า a* แสดงค่าความเป็นสีแดง หรือสีเขียวเมื่อมีค่าเป็นบวกและลบ ตามลำดับ ค่า b* แสดงค่าความเป็นสีเหลืองหรือสีน้ำเงินเมื่อมีค่าเป็นบวกและลบตามลำดับ

2.8 การทดสอบลักษณะเนื้อสัมผัส

โดยใช้เครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัส (Texture Analyzer, TA XT2) ตามวิธีดัดแปลงจาก American Standard for Testing and Material (ASTM) โดยวัดค่าแรงที่ใช้ในการดึง (กรัม) ที่อัตราเร็ว 3 มิลลิเมตร/วินาทีทดลอง 3 ซ้ำ แล้วบันทึกค่าแรงดึง

2.9 การวางแผนการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วางแผนการทดลอง แบบ Completely Randomized Design (CRD) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ ผลการทดลองที่ได้จากการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์จะนำมาวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างชุดการทดลองโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ซึ่งพิจารณาค่าที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS Version 17

3. ผลการวิจัยและอภิปรายผล

3.1. ผลการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของแผ่นแหนมเนือง

ผลการศึกษาปริมาณองค์ประกอบทางเคมีของแผ่นแหนมเนืองได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน เถ้า และเส้นใยซึ่งแสดงในตารางที่ 2 พบว่าแผ่นแหนมเนืองในสูตรที่ 6 7 และ 9 มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตน้อยกว่าแผ่นแหนมเนืองในสูตรอื่นๆ และมีปริมาณโปรตีนและเส้นใยมากกว่าแผ่นแหนมเนืองในสูตรอื่นๆ โดยเมื่อทำการพิจารณาถึงสัดส่วนของปริมาณ

ตารางที่ 2 ปริมาณร้อยละคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน เถ้า และเส้นใยของแผ่นแหนมเนืองสูตรต่าง ๆ

สูตรที่	คาร์โบไฮเดรต	โปรตีน	ไขมัน	เถ้า	เส้นใย
1	73.21±0.27^{ab}	9.12±0.21^{b}	3.09±0.09^{a}	2.40±0.11^{a}	2.91±0.23^{ab}
2	72.89±0.65^{a}	9.11±0.67^{ab}	3.36±0.13^{a}	2.85±0.19^{a}	3.03±0.30^{ab}
3	72.56±0.82^{a}	9.17±0.55^{ab}	3.14±0.10^{a}	2.56±0.15^{a}	3.23±0.21^{ab}
4	73.18±0.22^{ab}	8.93±0.20^{b}	3.48±0.22^{a}	2.72±0.14^{a}	2.77±0.25^{b}
5	74.06±0.71^{a}	9.01±0.29^{b}	3.13±0.18^{a}	2.64±0.20^{a}	2.86±0.29^{b}
6	72.83±0.34^{b}	9.58±0.22^{a}	3.42±0.31^{a}	2.59±0.12^{a}	3.74±0.37^{a}
7	72.67±0.58^{b}	9.44±0.27^{a}	3.32±0.15^{a}	2.43±0.19^{a}	3.58±0.20^{a}
8	73.08±0.76^{ab}	9.22±0.30^{ab}	3.29±0.17^{a}	2.52±0.11^{a}	3.14±0.14^{ab}
9	72.08±0.80^{b}	9.34±0.53^{a}	3.18±0.32^{a}	2.45±0.34^{a}	3.23±0.16^{a}
10*	74.11±0.73^{a}	9.05±0.38^{b}	3.25±0.29^{a}	2.57±0.26^{a}	2.03±0.31^{b}

* แผ่นแหนมเนือง (ตัวควบคุม) ที่ผลิตโดยใช้อัตราส่วน แป้งข้าวเจ้า: แป้งข้าวเหนียว: แป้งมัน เท่ากับ 80:18:2

หมายเหตุ : อักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันตามแนวตั้ง หมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

แป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ แป้งเหนียวข้าวลืมผัวและแป้งมันพบว่า แผ่นแหนมเนืองในสูตรที่ 6 7 และ 9 นี้มีปริมาณของแป้งข้าวเหนียวลืมผัวมากกว่าสูตรอื่นๆ นอกจากนี้ยังพบว่า ปริมาณไขมันและเถ้าของแผ่นแหนมเนืองทุกสูตรมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

เมื่อพิจารณาผลของค่าปริมาณความชื้น ปริมาณแอนโธไซยานิน และปริมาณอะไมโลสของแผ่นแหนมเนืองสูตรต่าง ๆ (ตารางที่ 3) พบว่าปริมาณความชื้นและปริมาณแอนโธไซยานินของแผ่นแหนมเนืองทุกสูตรมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาจากแนวโน้มของปริมาณแอนโธไซยานิน ของแผ่นแหนมเนืองในสูตรที่ 2

4 และ 5 นั้นพบว่า จะมีค่าสูงกว่าแผ่นแหนมเนืองในสูตรอื่นๆ นอกจากนี้ ผลการทดลองยังพบว่า ปริมาณอะไมโลสของแผ่นแหนมเนืองในสูตรที่ 2 4 5 และ 10 มีค่ามากกว่าแผ่นแหนมเนืองในสูตรอื่นๆ

3.2 ผลการศึกษาสมบัติทางกายภาพของแผ่นแหนมเนือง

ผลการศึกษาสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ความอุ้มน้ำและค่าแรงดึง (tensile strenght) ของแผ่นแหนมเนืองหลังการแช่น้ำ 5 นาที แสดงใน ตาราง 4 พบว่า ค่าการอุ้มน้ำและค่าแรงดึงแผ่นแหนมเนืองในสูตรที่ 2 4 และ 5 มีค่ามากที่สุด และใกล้เคียงกับแผ่นแหนมเนืองสูตรที่ 10 ซึ่งการที่แผ่นแหนมเนืองมีค่าความอุ้มน้ำและค่าแรงดึงสูงจะเป็นลักษณะของแผ่นแหนมเนืองที่ดี เนื่องจากในขณะบริโภคจะไม่เกิดการฉีกขาด

คุณภาพสีเป็นสมบัติที่สำคัญอย่างหนึ่งที่มีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภคและเป็นเกณฑ์หลักในการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ ในการเปรียบเทียบสีของแผ่นแหนมเนืองจะใช้ระบบสี (L* a* และ b*) โดยค่า L* คือความสว่าง (+)/ความมืด (-) ค่า a* คือค่าความเป็นสีแดง (+)/เขียว (-) และ ค่า b* คือค่าความเป็นสีเหลือง (+)/น้ำเงิน (-) โดยผลของค่าสีของแผ่นแหนมเนือง แสดงในตาราง 5 พบว่า ค่า L* a* และ b* ของแผ่นแหนมเนืองสูตรที่ 1-9 ไม่แตกต่างกัน แต่แตกต่างกับสูตรที่ 10 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากแผ่นแหนมเนืองสูตรที่ 1-9 มีส่วนผสมของข้าวไรซ์เบอร์รี่และข้าวเหนียวลืมผัวที่มีสารแอนโธไซยานินซึ่งเป็นสารสีม่วงแดงเป็นองค์ประกอบ ในขณะที่สูตรที่ 10 ใช้แป้งข้าวเจ้าและแป้งข้าวเหนียวที่มีสีขาว จึงทำให้ค่า L* ซึ่งแสดงค่าความสว่างสูงที่สุด ค่า a* ที่แสดงถึงความเป็นสีแดงน้อยสุด และมีค่า b* ที่แสดงค่าความเป็นสีเหลืองสูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับทุกสูตร

คุณภาพสีเป็นสมบัติที่สำคัญอย่างหนึ่งที่มีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภคและเป็นเกณฑ์หลักในการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ ในการเปรียบเทียบสีของแผ่นแหนมเนืองจะใช้ระบบสี (L* a* และ b*) โดยค่า L* คือความสว่าง (+)/ความมืด (-) ค่า a* คือค่าความเป็นสีแดง (+)/เขียว (-) และ ค่า b* คือค่าความเป็นสีเหลือง (+)/น้ำเงิน (-) โดยผลของค่าสีของแผ่นแหนมเนือง แสดงในตาราง 5 พบว่า ค่า L* a* และ b* ของแผ่นแหนมเนืองสูตรที่ 1-9 ไม่แตกต่างกัน แต่แตกต่างกับสูตรที่ 10 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากแผ่นแหนมเนืองสูตรที่ 1-9 มีส่วนผสมของข้าวไรซ์เบอร์รี่และข้าวเหนียวลืมผัวที่มีสารแอนโธไซยานินซึ่งเป็นสารสีม่วงแดงเป็นองค์ประกอบ ในขณะที่สูตรที่ 10 ใช้แป้งข้าวเจ้าและแป้งข้าวเหนียวที่มีสีขาว จึงทำให้ค่า L* ซึ่งแสดงค่าความสว่างสูงที่สุด ค่า a* ที่แสดงถึงความเป็นสีแดงน้อยสุด และมีค่า b* ที่แสดงค่าความเป็นสีเหลืองสูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับทุกสูตร

คุณภาพสีเป็นสมบัติที่สำคัญอย่างหนึ่งที่มีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภคและเป็นเกณฑ์หลักในการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ ในการคุณภาพสีเป็นสมบัติที่สำคัญอย่างหนึ่งที่มีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภคและเป็นเกณฑ์หลักในการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ ในการเปรียบเทียบสีของแผ่น

ตารางที่ 3 ความชื้น ปริมาณแอนโธไซยานิน และปริมาณอะไมโลส ของแผ่นแหนมเนือง

สูตรที่	ความชื้น (ร้อยละ)	ปริมาณแอนโธไซยานิน (มิลลิกรัม/กรัม)	ปริมาณอะไมโลส (ร้อยละ)
1	9.27±1.06^{a}	3.21±0.33^{a}	16.91±1.92^{a}
2	8.76±1.63^{a}	3.26±0.24^{a}	17.02±1.69^{a}
3	9.34±0.53^{a}	3.38±0.35^{a}	16.53±1.08^{a}
4	8.92±0.31^{a}	3.49±0.57^{a}	18.04±1.21^{a}
5	8.30±1.37^{a}	3.42±0.40^{a}	17.58±1.16^{a}
6	7.84±0.89^{a}	2.94±0.30^{a}	13.02±1.83^{b}
7	8.56±0.55^{a}	2.95±0.61^{a}	14.84±1.45^{b}
8	8.75±0.82^{a}	3.14±0.29^{a}	16.11±1.32^{ab}
9	9.72±0.74^{a}	3.12±0.18^{a}	15.69±1.95^{ab}
10*	8.99±0.58^{a}	1.26±0.27^{b}	18.14±1.13^{a}

* แผ่นแหนมเนือง (ตัวควบคุม) ที่ผลิตโดยใช้อัตราส่วน แป้งข้าวเจ้า: แป้งข้าวเหนียว: แป้งมัน เท่ากับ 80:18:2

หมายเหตุ : อักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันตามแนวตั้ง หมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4 ค่าความอุ้มน้ำและค่าแรงดึงของแผ่นแหนมเนือง (หลังการแช่น้ำ 5 นาที)

สูตรที่	ความอุ้มน้ำ (กรัม/กรัม)	แรงดึง (กรัม)
1	3.86±0.35^{ab}	51.88±12.27^{ab}
2	4.07±0.47^{ab}	53.97±10.28^{ab}
3	3.51±0.80^{ab}	50.44±10.59^{ab}
4	4.61±0.56^{a}	64.57±11.40^{a}
5	4.39±0.28^{a}	57.06±9.93^{ab}
6	2.98±1.09^{b}	41.80±10.25^{b}
7	3.02±0.91^{b}	44.92±12.04^{ab}
8	3.32±1.10^{b}	48.27±9.25^{ab}
9	3.17±0.84^{b}	45.79±9.77^{ab}
10*	5.59±1.03^{a}	65.45±11.48^{a}

* แผ่นแหนมเนือง (ตัวควบคุม) ที่ผลิตโดยใช้อัตราส่วน แป้งข้าวเจ้า: แป้งข้าวเหนียว: แป้งมัน เท่ากับ 80:18:2

หมายเหตุ : อักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันตามแนวตั้ง หมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 5 ค่าสีของแผ่นแหนมเนือง

สูตรที่	L*	a*	b*
1	22.99±2.38^{b}	4.12±1.24^{a}	-1.05±0.13^{b}
2	21.12±1.29^{b}	3.00±1.39^{a}	-0.96±0.13^{b}
3	25.91±4.07^{b}	3.91±0.80^{a}	-0.83±0.07^{b}
4	24.53±3.35^{b}	4.36±1.16^{a}	-0.95±0.04^{b}
5	23.34±2.21^{b}	4.27±0.93^{a}	-0.89±0.06^{b}
6	22.78±1.91^{b}	4.18±0.44^{a}	-0.72±0.05^{b}
7	21.59±0.91^{b}	3.84±0.58^{a}	-0.93±0.09^{b}
8	24.11±1.05^{b}	4.26±0.27^{a}	-0.88±0.08^{b}
9	23.82±0.72^{b}	4.67±0.75^{a}	-1.03±0.09^{b}
10*	57.01±1.17^{a}	1.08±1.12^{b}	1.61±0.08^{a}

* แผ่นแหนมเนือง (ตัวควบคุม) ที่ผลิตโดยใช้อัตราส่วน แป้งข้าวเจ้า: แป้งข้าวเหนียว: แป้งมัน เท่ากับ 80:18:2

หมายเหตุ : อักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันตามแนวตั้ง หมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

แหนมเนืองจะใช้ระบบสี (L* a* และ b*) โดยค่า L* คือความสว่าง (+)/ความมืด (-)ค่า a* คือค่าความเป็นสีแดง (+)/เขียว (-) และค่า b* คือ คือค่าความเป็นสีเหลือง (+)/น้ำเงิน (-) โดยผลของค่าสีของแผ่นแหนมเนือง แสดงในตาราง 5 พบว่า ค่า L* a* และ b* ของแผ่นแหนมเนืองสูตรที่ 1-9 ไม่แตกต่างกัน แต่แตกต่างกับสูตรที่ 10 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากแผ่นแหนมเนืองสูตรที่ 1-9 มีส่วนผสมของข้าวไรซ์เบอร์รี่และข้าวเหนียวลืมผัวที่มีสารแอนโธไซยานินซึ่งเป็นสารสีม่วงแดงเป็นองค์ประกอบ ในขณะที่สูตรที่ 10 ใช้แป้งข้าวเจ้าและแป้งข้าวเหนียวที่มีสีขาว จึงทำให้ค่า L* ซึ่งแสดงค่าความสว่างสูงที่สุด ค่า a* ที่แสดงถึงความเป็นสีแดงน้อยสุด และมีค่า b* ที่แสดงค่าความเป็นสีเหลืองสูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับทุกสูตร

4. อภิปรายผล

จากผลการศึกษาปริมาณองค์ประกอบทางเคมีของแผ่นแหนมเนืองในแต่ละสูตรการทดลองจะเห็นได้ว่า ปริมาณองค์ประกอบคาร์โบไฮเดรตและโปรตีนในแผ่นแหนมเนืองจะเปลี่ยนแปลงไปตามสัดส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่และแป้งข้าวเหนียวลืมผัว เช่น แผ่นแหนมเนืองในสูตรที่ 6 7 และ 9 ซึ่งมีปริมาณของแป้งข้าวเหนียวลืมผัวมากกว่าสูตรอื่นจะมีปริมาณโปรตีนมากและคาร์โบไฮเดรตน้อย โดยผลการทดลองนี้สอดคล้องกับรายงานที่ผ่านมา ซึ่งแสดงว่า ปริมาณโปรตีนของข้าวเหนียวลืมผัวมีค่าประมาณร้อยละ 10.63 ซึ่งมีค่ามากกว่าปริมาณโปรตีนของข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่มีค่าประมาณร้อยละ 8.34 และข้าวเหนียวลืมผัวมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 73.66 ซึ่งมีค่าที่น้อยกว่าข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่มีค่าร้อยละ 75.95 [3] [14] ในขณะที่ข้าวทั้งสองสายพันธุ์มีปริมาณไขมันและเถ้าใกล้เคียงกันจึงทำให้อัตราส่วนผสมไม่ส่งผลต่อปริมาณไขมันและเถ้าของแผ่นแหนมเนือง ในส่วนของปริมาณแอนโธไซยานินและอะไมโลสในแผ่นแหนมเนืองจะขึ้นอยู่กับอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ โดย ขวัญจิตต์ อนุกูลวัฒนา และขนิษฐา ศรีนวล (2561) [4] รายงานว่าข้าวไรซ์เบอร์รี่มีปริมาณแอนโธไซยานิน อยู่ประมาณ 7.08 มิลลิกรัม/กรัม ในขณะที่ข้าวเหนียวลืมผัวมีปริมาณแอนโธไซยานินอยู่ประมาณ 4.7 มิลลิกรัม/กรัม [5] [6] พบว่า ข้าวไรซ์เบอร์รี่มีปริมาณอะไมโลส มากกว่าข้าวเหนียวลืมผัว นอกจากนี้ผลการศึกษาค่าความอุ้มน้ำและค่าแรงดึงของแผ่นแหนมเนืองหลังการแช่น้ำ 5 นาที พบว่า ค่าการอุ้มน้ำและค่าแรงดึงแปรผันตามสัดส่วนแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่หรือค่าอะไมโลสที่เพิ่มขึ้น โดยผลการทดลองนี้สอดคล้องกับงานวิจัย [10] ที่รายงานว่า เส้นก๋วยเตี๋ยวจะมีค่าแรงดึงเพิ่มมากขึ้นเมื่อใช้ปริมาณของแป้งข้าวเจ้าสูงขึ้น เนื่องจากแป้งข้าวเจ้ามีปริมาณอะไมโลสมาก จึงทำให้เส้นก๋วยเตี๋ยวเกิดเจลได้ง่ายจึงทำให้มีความสามารถในการอุ้มได้สูงส่งผลให้เส้นก๋วยเตี๋ยวมีความเหนียวและความหยุ่นสูงขึ้น ด้านสีของแผ่นแหนมเนืองในสูตรการทดลองที่ 1-9 มีค่า L* a* และ b* ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากในสูตรที่ 1-9 มีส่วนผสมทั้งข้าวไรซ์เบอร์รี่และข้าวเหนียวลืมผัวมีสีม่วงเป็นส่วนผสมที่เหมือนกัน แต่มีค่า L* a* และ b* แตกต่างกับสูตรที่ 10 ซึ่งเป็นสูตรควบคุม ที่ใช้แป้งข้าวเจ้า แป้งข้าวเหนียวและแป้งมันที่มีสีขาวเป็นส่วนผสม

5. สรุปผล

การวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาการนำแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่และข้าวเหนียวลืมผัวมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตแผ่นแหนมเนือง โดยได้วางแผนการทดลองแบบผสม ได้สูตรสำหรับทำแผ่นแหนมเนืองจำนวน 9 สูตร จากนั้นได้ทำการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีและสมบัติทางกายภาพ และทำการเปรียบเทียบค่าที่ได้จากการศึกษากับแผ่นแหนมเนืองสูตรควบคุมเพื่อเลือกสูตรที่เหมาะสมในการผลิตแหนมเนือง จากผลการทดลองพบว่าแผ่นแหนมเนืองในสูตรที่ 6 7 และ 9 มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตน้อยกว่าแต่มีปริมาณโปรตีนและเส้นใยมากกว่าแผ่นแหนมเนืองในสูตรอื่นๆ ในขณะที่ปริมาณไขมัน เถ้า และความชื้นของแผ่นแหนมเนืองทุกสูตรมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับปริมาณแอนโธไซยานินและอะไมโลสของแผ่นแหนมเนืองในสูตรที่ 2 4 และ 5 มีแนวโน้มสูงกว่าแผ่นแหนมเนืองในสูตรอื่นๆ ในส่วนผลการศึกษาสมบัติทางกายภาพของแผ่นแหนมเนืองพบว่า ค่าความอุ้มน้ำและค่าแรงดึงแปรผันตรงกับสัดส่วนของข้าวไรซ์เบอร์รี่ โดยค่าการอุ้มน้ำและค่าแรงดึงของแผ่นแหนมเนืองในสูตรที่ 2 4 และ 5 มีค่ามากที่สุด แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่าสีในแผ่นแหนมเนืองทุกสูตร

เมื่อพิจารณาผลการศึกษาทั้งหมดพบว่า สัดส่วนแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ แป้งข้าวเหนียวลืมผัว และแป้งมัน ในสูตรที่ 2 ซึ่งมีค่าเท่ากับ ร้อยละ 83

ร้อยละ 4 และ ร้อยละ 5 ในสูตรที่ 4 มีค่าเท่ากับ ร้อยละ 93 ร้อยละ 5 และ ร้อยละ 2 และ ในสูตรที่ 5 มีค่าเท่ากับ ร้อยละ 86 ร้อยละ 10 และ ร้อยละ 4 เป็นสูตรที่เหมาะสมสำหรับการผลิตแผ่นแหนมเนือง เนื่องจากมีปริมาณแอนโธไซยานินสูง และมีค่าความอุ้มน้ำและแรงดึงไม่แตกต่างจากสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยโดยสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติตามงบประมาณมหาวิทยาลัยแม่โจ้

เอกสารอ้างอิง

[1] กรมการข้าว. (2565). ข้าวเหนียวลืมผัว (Leum pua), สืบค้นเมื่อ 22 มีนาคม 2565 จาก https://newwebs2.ricethailand.go.th/webmain/rkb3/title-index.php-file=content.php&id=132.htm

[2] กัณต์ฐิตา ยารังษี, วริศรา ฟูเฟื่อง, และ พนิดา รัตนปิติกรณ์. (2559). การปรับปรุงคุณภาพของคุกกี้ข้าวไรซ์เบอรี่ปลอดกลูเตนโดยใช้สารไฮโดรคอลลอยด์. *FST CMU Research Exercise 2016*, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 1-26.

[3] ขวัญจิตต์ อนุกูลวัฒนา. (2557). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวญี่ปุ่นจากข้าวเหนียวดำสายพันธุ์ลืมผัว (รายงานผลการวิจัย). เพชรบูรณ์: มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์.

[4] ขวัญจิตต์ อนุกูลวัฒนา และ ขนิษฐา ศรีนวล. (2561). ผลของการแปรรูป การเก็บรักษา และการให้ความร้อนซ้ำต่อปริมาณและประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระของข้าวพร้อมบริโภคบรรจุถุงรีทอร์ต. *วารสารวิจัยและพัฒนา มจธ.*, 41(3), 299-309.

[5] ปาริฉัตร สร้อยน้ำ. (2561). *การพัฒนาแป้งผสมกึ่งสำเร็จรูปขนมช่อม่วงจากแป้งไรซ์เบอร์รี่และแป้งข้าวเหนียวพันธุ์ลืมผัว* วิทยานิพนธ์คหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร, กรุงเทพฯ.

[6] ชื่นจิต สีพญา และ จอย ผิวสะอาด. (2565). ไรซ์เบอร์รี่ ข้าวดีมีประโยชน์. สืบค้นเมื่อ 9 เมษายน 2565 จาก http://lib3.dss.go.th/fulltext/dss_knowledge/bsti_11_2558_Riceberry.pdf

[7] นรินทร์ภพ ช่วยการ, ศิริวัลย์ พฤฒิวิลัย, ภัชศิรีย์ เหล่าทอง และ วนิดา บุรีภักดี. (2563, กุมภาพันธ์). ผลของการทดแทนแป้งข้าวเหนียวขาวด้วยแป้งข้าวเหนียวดำลืมผัวต่อคุณลักษณะของขนมไดฟูกุ. รายงานสืบเนื่องการประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 58 วันที่ 5-7 กุมภาพันธ์ 2563, 528-536.

[8] พิบูลย์ สีคำ, ปริญ คงกระพันธ์, และ หยาดฝน ทนงการกิจ. (2565). การออกแบบ สร้าง และทดสอบระบบอบแห้งแบบผสมผสาน กรณีศึกษา การผลิตเห็ดหูหนูดำอบแห้งของเกษตรกร อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่. *วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์*, 17(2), 19-35.

[9] รัชนิกร แสงขาว. (2554, 24 ตุลาคม). สินเหล็ก-ไรซ์เบอรี่ มหัศจรรย์พันธุ์ข้าวพัฒนาสมอง ต้านอนุมูลอิสระ. *มติชน*, น. 21.

[10] อริศรา รอดมุ้ย. 2553. การผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยวจากแป้งข้าวหอมนิล. *วารสารเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม*, 5(1), 64-71.

[11] AOAC. (2000). *Official Method of Analysis of AOAC International*. (17th ed.), The Association of Official Analytical Chemists, Washington DC.

[12] Juliano, B. 0. (1971). A simplified assay for milled-rice amylose. *Cereal Science Today*, 16, 334.

[13] Wrolstad, R., Durst, R., & Lee, J. (2005). Tracking color and pigment changes in anthocyanin products. *Trends in Food Science and Technology*, 16, 423–428.

[14] Sirichokworrakita, S., Phetkhuta, J., & Khommoona, A. (2015). Effect of partial substitution of wheat flour with rice berry flour on quality of noodles. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 197, 1006 – 1012.