ISSN 3027-6357 (Print)
ISSN 3027-6365 (Online)

วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี Homepage : *http://li01.tci-thaijo.org/index.php/tstj*
ปีที่ 31 ฉบับที่ 6 (พฤศจิกายน-ธันวาคม 2566) หน้า [13-27]

ผลของอังคักต่อสมบัติทางเคมีกายภาพ เนื้อสัมผัส และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็กอบแห้ง

Effect of Fermented-red Yeast Rice (Angkak) on Physico-chemical Properties, Textural Properties, and Anti-oxidant Activity of Dried Rice Noodles

ชลธิชา ลีลาขจรกิจ[1], ศันสนีย์ อุดมระติ[1,*], สุภัสสรา สิงห์สวัสดิ์[2], นาตยา หมื่นรัตน์[3], วรัณภร หนูชู[3]

[1]ฝ่ายเคมีและกายภาพอาหาร สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร 10900

[2]สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50100

[3]ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตรและการจัดการ คณะอุตสาหกรรมเกษตรดิจิทัล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปราจีนบุรี 25230

Chonticha Leelakhajornkij[1], Sunsanee Udomrati[1,*], Supatsara Singsawat[2], Nattaya Muenrat[3], Waranpawn Noochoo[3]

[1]Department of Food Chemistry and Physics, Institute of Food Research and Product Development, Kasetsart University, Bangkok 10900

[2]Department of Food Science and Technology, Faculty of Agro-Industry, Chiang Mai University, Chiangmai 50100

[3]Department of Agro-Industrial Technology and Management, Faculty of Digital Agro-Industry, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Prachinburi 25230

Received 19 June 2023; Received in revised 7 August 2023; Accepted 15 August 2023

***ผู้รับผิดชอบบทความ:** ifrsnu@ku.ac.th

Science31 No6.indd 13 26/12/2566 BE 09:43

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาผลของปริมาณอังคัก (0-1.0% ของน้ำหนักแป้งข้าว) ต่อสมบัติทางเคมีกายภาพเนื้อสัมผัส คุณภาพการหุงต้ม (ระยะเวลาที่เหมาะสมในการต้มสุก ร้อยละน้ำหนักหลังต้มสุก ร้อยละการสูญเสียของแข็งระหว่างการต้มสุก และร้อยละการดูดซับน้ำ) คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัส และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็กอบแห้ง พบว่าความชื้นของก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็กอบแห้งในทุกตัวอย่างอยู่ในช่วง 6.21-6.95% และค่ามี a_w ต่ำอยู่ในช่วง 0.33-0.36 ปริมาณอังคักไม่มีผลต่อคุณภาพการหุงต้ม และเนื้อสัมผัสของก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็กหลังต้มสุกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) แต่อย่างไรก็ตามปริมาณอังคักมีผลต่อความเข้มของสีแดงในก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็กแห้งอบแห้งและหลังต้มสุก และเมื่อวิเคราะห์คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสพบว่าเมื่อปริมาณอังคักเพิ่มขึ้นทำให้คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส และความชอบโดยรวมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ในขณะที่ปริมาณอังคักไม่มีผลต่อคะแนนความชอบในด้านเนื้อสัมผัส (ความแน่นเนื้อ และความยืดหยุ่น) ก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็กอบแห้งผสมอังคักมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าตัวอย่างควบคุมที่ไม่มีอังคัก และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อปริมาณอังคักเพิ่มขึ้น การเติมอังคักที่ระดับ 1.0% มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH สูงที่สุด (4.16 µg Trolox eq. /100 g sample) ดังนั้นการเติมอังคักนอกจากจะช่วยทำให้ผลิตภัณฑ์ก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็กมีลักษณะปรากฏที่ดี มีสีสวย สามารถดึงดูดใจผู้บริโภคแล้ว ยังสามารถช่วยเพิ่มคุณประโยชน์ในด้านการต้านอนุมูลอิสระอีกด้วย

คำสำคัญ: อังคัก; ก๋วยเตี๋ยว; เนื้อสัมผัส; ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ; ข้าวยีสต์แดง

Abstract

The concentration effect of fermented red yeast rice (angkak) (0-1.0% of rice flour) on physico-chemical properties, textural characteristics, cooking qualities (e.g., cooking time, cooking yield, cooking loss, and water absorption), sensory evaluation with a liking score on a 9-point hedonic scales, and antioxidant activity of dried rice noodles have been investigated. The moisture content of all samples was in the range of 6.21-6.95%, and the low a_w values (0.33-0.36) were also observed in all samples. There was no significant difference in cooking qualities, textural properties, and textural sensory preference score with increasing angkak content ($p \geq 0.05$). However, the increase in angkak content markedly increased the redness (a* value) of both dried and cooked rice noodles, resulting in an increase in the sensory preference score in terms of appearance, color, and overall preference. The antioxidant activity of the control sample (0% angkak) was lower than that of noodles containing angkak. The antioxidant activity of rice noodles containing angkak tended to slightly increase with increasing angkak content and the maximum antioxidant activity was found in the rice noodles, which contained angkak of 1.0%. Therefore, the addition of angkak enhanced the good appearance with attractive color and also increased the health benefits.

Keywords: Angkak; Noodles; Texture; Antioxidant activity; Fermented red yeast rice

Science31 No6.indd 14 26/12/2566 BE 09:43

1. บทนำ

ก๋วยเตี๋ยวทำมาจากข้าวท่อนหรือข้าวหัก ซึ่งมีราคาต่ำประมาณ 15 บาท/กิโลกรัม เมื่อนำข้าวท่อนมาแปรรูปเป็นก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็กอบแห้งราคาเพิ่มสูงขึ้นเป็น 140 บาท/กิโลกรัม จะเห็นได้ว่ามูลค่าเพิ่มขึ้นถึงสิบเท่าตัว ก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็กอบแห้งมีการจำหน่ายและบริโภคอย่างแพร่หลายทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ ในปัจจุบันความต้องการผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวทั้งตลาดภายในประเทศและตลาดโลกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามจำนวนประชากรและความต้องการอาหารในชีวิตประจำวัน จากข้อมูลการขายผลิตภัณฑ์ก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็กและเส้นหมี่ภายในประเทศของผู้ผลิตและจำหน่ายรายใหญ่มีมูลค่าสูงถึง 97 ล้านบาท (ปี 2560) และเพิ่มขึ้นสูงถึง 123 ล้านบาท (ปี 2561) [1] และมูลค่าการส่งออกผลิตภัณฑ์ก๋วยเตี๋ยวสู่ตลาดโลกมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเช่นกัน ในปี 2565 มีมูลค่าการส่งออกสูงถึง 2,719.33 ล้านบาท มีอัตราขยายตัว 20.94% และอัตราขยายตัวมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ [2] จะเห็นได้ว่าผลิตภัณฑ์ก๋วยเตี๋ยวเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีอนาคตเติบโตทั้งตลาดภายในประเทศและตลาดโลก ในปัจจุบันผู้บริโภคหันมาให้ความสำคัญกับสุขภาพมากขึ้น จึงให้ความสนใจผลิตภัณฑ์อาหารที่ดีต่อสุขภาพและปลอดภัย ทำให้ผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพมีวางจำหน่ายมากมายและหลากหลายในท้องตลาด เช่นเครื่องดื่มที่มีปริมาณน้ำตาลลดลงเพื่อลดความเสี่ยงโรคเบาหวาน ผลิตภัณฑ์เนื้อจากพืชซึ่งไม่มีคลอเลสเตอรอลเพื่อลดความเสี่ยงต่อมะเร็งและโรคหลอดเลือด อาหารที่ไม่ผ่านกระบวนการแปรรูป (unprocessed foods) หรือผ่านกระบวนการแปรรูปเพียงเล็กน้อย (minimally processed foods) เป็นต้น โดยผลิตภัณฑ์อาหารที่มีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ (bioactive compounds) เพื่อต้านอนุมูลอิสระ(anti-oxidant) ต้านการอักเสบ (anti-inflammatory) ต้านโรคเบาหวาน (anti-diabetic) ต้านโรคหลอดเลือดแข็ง (anti-atherosclerosis) และต้านภาวะไขมันในเลือดสูง (anti-hyperlipidemic) เป็นผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพที่ได้รับความสนใจจากผู้บริโภคเช่นกัน

อังคักหรือข้าวยีสต์แดงเป็นรงควัตถุ (pigment) ชนิดหนึ่งที่ให้สีแดงมีกลิ่นรสเฉพาะ ผลิตจากข้าวที่หมักด้วยราโมแนสคัส (Monascus spp.) [3] อังคักมีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่มีประโยชน์ เช่น กาบา (gamma amino butyric acid; GABA) โมนาโคลินเค (Monacolin K) สารต้านอนุมูลอิสระ (anti-oxidant) [4] และสารต้านการอักเสบ (anti-inflammatory) เป็นต้น โดยโมนาโคลินเคมีฤทธิ์ลดคอเลสเตอรอลในเลือด ส่วนสารกาบาเป็นสารสื่อประสาท (neurotransmitter) ในระบบประสาทส่วนกลาง ช่วยทำให้ร่างกายเกิดการผ่อนคลาย นอนหลับสบาย และสามารถช่วยป้องกันโรคอัลไซเมอร์ได้ [5] และสารต้านอนุมูลอิสระ (anti-oxidant) ช่วยกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันและช่วยป้องกันการเกิดโรคมะเร็ง

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นศึกษาผลอังคักต่อสมบัติทางเคมีกายภาพ คุณภาพการหุงต้ม เนื้อสัมผัส ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และคุณภาพทางประสาทสัมผัสของก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็ก โดยการวิจัยและพัฒนาก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็กอบแห้งผสมอังคักซึ่งมีสารต้านอนุมูลอิสระเป็นเรื่องที่น่าสนใจ เนื่องจากเป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อเพิ่มประโยชน์ในเชิงสุขภาพ ทำให้มูลค่าของผลิตภัณฑ์เพิ่มสูงขึ้น อีกทั้งยังทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะปรากฏที่ดี (สีสวย) เป็นที่สะดุดตาและดึงดูดความสนใจของผู้บริโภค จึงสามารถตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคในปัจจุบันที่ใส่ใจในสุขภาพได้เป็นอย่างดี

Science31 No6.indd 15 26/12/2566 BE 09:43

2. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

2.1 วัตถุดิบ

แป้งข้าวเจ้า และอังคักป่น (บริษัท อาจจิตต์ อินเตอร์เนชั่นแนลเพ็พเพอร์แอนด์สไปซ์ จำกัด)

2.2 การผลิตก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็กอบแห้งผสมอังคัก

แปรผันปริมาณอังคัก 4 ระดับ ได้แก่ 0, 0.3, 0.6, และ 1.0% (w/w) ของน้ำหนักแป้งข้าว จากการทดลองเบื้องต้นพบว่าการใช้ปริมาณอังคักที่มากกว่า 1.0% ทำให้เส้นก๋วยเตี๋ยวหลังต้มสุกเกิดความรู้สึกหลังกลืน (after taste) เป็นความรู้สึกเฝื่อนที่ลิ้นและมีรสขม ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงกำหนดปริมาณอังคักสูงสุดอยู่ที่ระดับ 1.0% ของปริมาณแป้งข้าว

เตรียมน้ำแป้งที่มีอัตราส่วนแป้งข้าวเจ้า 40 กรัม ต่อน้ำสะอาด 60 กรัม โดยแปรผันปริมาณของอังคักที่ 4 ระดับ ดังนี้ 0, 0.3, 0.6 และ 1.0% (w/w) ของน้ำหนักแป้งข้าว วางพักน้ำแป้งเป็นเวลา 30 นาที เพื่อให้เม็ดแป้งดูดน้ำและพองตัว เทน้ำแป้ง 60 กรัม ลงในถาดสแตนเลส (กว้าง 18 เซนติเมตร ยาว 24 เซนติเมตร) น้ำแป้งในถาดมีความสูงประมาณ 1.8 มิลลิเมตร นำไปนึ่งในลังถึงเป็นเวลา 6 นาที เพื่อทำให้แป้งสุก จากนั้นทำการลอกแผ่นแป้งสุกออกจากถาด แผ่นแป้งสุกมีความหนาประมาณ 0.75 มิลลิเมตร นำไปตัดเป็นเส้นให้มีขนาดความกว้างประมาณ 4 มิลลิเมตร อบแห้งในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง พักทิ้งไว้ให้เย็นและเก็บในถุงพลาสติกปิดสนิท

2.3 สมบัติทางเคมีกายภาพของก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็กอบแห้งผสมอังคัก

2.3.1 ปริมาณความชื้น (Moisture content) ตามวิธีของ AOAC [6]

อบถ้วยอะลูมิเนียมด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง พักให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักของตัวอย่างก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็กอบแห้งบดละเอียด 3 กรัม ใส่ลงในถ้วยอะลูมิเนียมที่ทราบน้ำหนักแน่นอน บันทึกน้ำหนักรวม นำถ้วยอะลูมิเนียมพร้อมตัวอย่างเข้าตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง พักให้เย็นในโถดูดความชื้นและชั่งน้ำหนัก คำนวณหาร้อยละปริมาณความชื้นดังสมการที่ (1)

$$\text{ร้อยละปริมาณความชื้น} = \frac{(\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)} - \text{น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ (กรัม)})}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)}} \times 100 \quad (1)$$

2.3.2 ปริมาณน้ำอิสระ (Water activity, a_w)

ปริมาณน้ำอิสระของก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็กอบแห้งที่บดละเอียดตรวจวัดด้วยเครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ (LabMASTER-aw, Novasina, Switzerland)

2.3.3 สี (Color)

นำก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็กอบแห้งบดละเอียด และเส้นก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็กอบแห้งที่ผ่านการต้มสุกนาน 8 นาที (ระยะเวลาที่เหมาะสมในการต้มสุกจากข้อ 2.4.1) บรรจุลงในถุงพลาสติกใสปิดผนึก ตรวจวัดค่า L* a* และ b* ด้วยเครื่องวัดสี (DCI Spectraflash 600Plus CT, Datacolor, Switzerland) L* คือ ค่าความสว่างซึ่งมีค่าตั้งแต่ 0-100 โดยที่ค่า 0 แสดงถึงความสว่างน้อย (สีดำ) และค่า 100 แสดงถึงความสว่างมาก (สีขาว) ค่า a* แสดงถึงสีเขียวและสีแดง โดยที่ –a* แสดงถึงสีเขียว และ +a* แสดงถึงสีแดง ส่วนค่า b* แสดงถึงสีน้ำเงินและสีเหลือง โดยที่ +b* แสดงถึงสีน้ำเงิน และ –b* แสดงถึงสีเหลือง

2.4 คุณภาพการหุงต้ม (cooking quality) ของก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็กอบแห้งผสมอังคัก ตามวิธีของ AACC [7]

2.4.1 ระยะเวลาที่เหมาะสมในการต้มสุก (Cooking time)

ชั่งก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็กอบแห้ง 5 กรัม ต้มในน้ำเดือด 120 มิลลิลิตร ตรวจสอบความสุกของเส้น

Science31 No6.indd 16 26/12/2566 BE 09:43

ก๋วยเตี๋ยวทุก 1 นาที โดยนำตัวอย่างเส้นมากดทับด้วยกระจกสไลด์ 2 แผ่น โดยเส้นที่ต้มสุกมีลักษณะนิ่มเละไม่มีส่วนที่แข็งเหลืออยู่ บันทึกเวลาที่ใช้ในการต้มเส้นจนสุก

2.4.2 ร้อยละน้ำหนักหลังต้มสุก (Cooking yield) และร้อยละการดูดซับน้ำ (Water absorption)

ชั่งก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็กอบแห้ง 5 กรัม ต้มในน้ำเดือด 120 มิลลิลิตร ตามระยะเวลาที่เหมาะสมในการต้มสุก จากข้อ (2.4.1) เทผ่านกระชอนเพื่อแยกเส้นก๋วยเตี๋ยวและน้ำที่ได้จากการต้มเส้น แช่เส้นก๋วยเตี๋ยวในน้ำเย็น 30 วินาที เพื่อลดอุณหภูมิ วางเส้นบนตะแกรงเพื่อสะเด็ดน้ำ 1 นาที แล้วชั่งน้ำหนักเส้นหลังต้มสุก นำไปคำนวณร้อยละน้ำหนักหลังต้มสุก (สมการที่ 2) และร้อยละการดูดซับน้ำ (สมการที่ 3)

$$\text{ร้อยละน้ำหนักหลังต้มสุก} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างหลังต้ม (กรัม)}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างแห้ง (กรัม)}} \times 100 \quad (2)$$

$$\text{ร้อยละการดูดซับน้ำ} = \frac{(\text{น้ำหนักตัวอย่างหลังต้ม (กรัม)} - \text{น้ำหนักตัวอย่างแห้ง (กรัม)})}{\text{น้ำหนักตัวอย่างแห้ง (กรัม)}} \times 100 \quad (3)$$

นำน้ำที่ได้จากการต้มเส้นจนสุกไปหาร้อยละการสูญเสียของแข็งระหว่างการต้ม รายละเอียดแสดงในข้อ 2.4.3

2.4.3 ร้อยละการสูญเสียของแข็งระหว่างการต้ม (Cooking loss)

นำน้ำที่ได้จากการต้มเส้น จากข้อ 2.4.2 เทลงถ้วยอะลูมิเนียมที่ผ่านการอบไล่ความชื้นและบันทึกน้ำหนักที่แน่นอนแล้ว ระเหยแห้งในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส จนเหลือเพียงของแข็งที่สูญเสียจากการต้มเส้นจนสุก พักให้เย็นในโถดูดความชื้น นำไปชั่งน้ำหนัก และคำนวณร้อยละการสูญเสียของแข็งดังสมการที่ (4)

$$\text{ร้อยละการสูญเสียของแข็ง} = \frac{(\text{น้ำหนักถ้วยหลังอบ (กรัม)} - \text{น้ำหนักถ้วยเปล่า (กรัม)})}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนต้ม (กรัม)}} \times 100 \quad (4)$$

2.5 การวิเคราะห์เนื้อสัมผัส (Texture analysis)

ต้มก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็กอบแห้งในน้ำเดือดเป็นเวลา 8 นาที (ระยะเวลาที่เหมาะสมในการต้มสุกจากข้อ 2.4.1) แช่ในน้ำเย็น และสะเด็ดน้ำบนตะแกรงประมาณ 2 นาที นำเส้นก๋วยเตี๋ยวต้มสุกพันกับหัววัด (Figure 1)

ตรวจวัดค่าแรงดึงสูงสุดที่ทำให้เส้นเริ่มขาด (Force) หน่วยเป็นกรัม และระยะห่างระหว่างหัววัดที่ทำให้เส้นเริ่มขาด (Distance) หน่วยเป็น มิลลิเมตร ด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส (TA-XTplus, Stable micro systems, USA) ใช้หัววัด spaghetti tensile grips (A/SPR) และสภาวะในการตรวจวัด pre-test speed และ test speed เท่ากับ 3 มิลลิเมตร/วินาที และ post-test speed เท่ากับ 10 มิลลิเมตร/วินาที ระยะทางในการดึงของหัววัด (distance) เท่ากับ 40 มิลลิเมตร

Science31 No6.indd 17 26/12/2566 BE 09:43

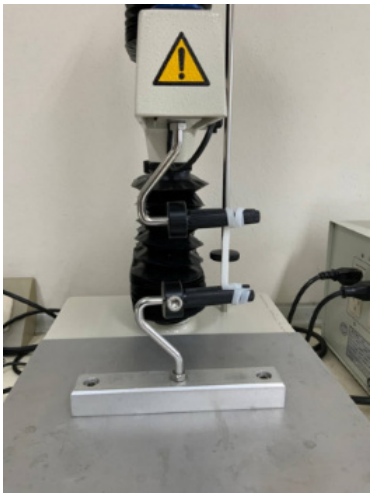


Figure 1 Textural measurement of cooked rice noodles using texture analyzer

2.6 ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant activity)

ศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็กอบแห้งผสมอังคัก ด้วย DPPH radical scavenging assay ดัดแปลงจากวิธีของ Lertcanawanichakul et al. [8] นำก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็กอบแห้งผสมอังคักมาบดให้ละเอียด และร่อนผ่านตะแกรงขนาด 80 เมช ชั่งตัวอย่าง 1 กรัม ใส่ลงในหลอดทดลอง สกัดด้วยสารละลายเมทานอล 80% (v/v) 9 มิลลิลิตร และใช้คลื่นเสียงความถี่สูง (ultrasound) จากเครื่อง ultrasonic bath (Transsonic T460/H, Elma Electronic Inc., Singen, Germany) ช่วยในการสกัดสารเป็นเวลา 30 นาที อ่างน้ำเย็นเพื่อควบคุมอุณหภูมิไม่ให้ตัวอย่างสูงเกินไปในระหว่างการใช้คลื่นเสียงความถี่สูง หลังจากนั้นเก็บตัวอย่างในที่มืดเป็นเวลา 24 ชั่วโมง หมุนเหวี่ยงตัวอย่างด้วยเครื่องหมุนเหวี่ยง (Kubota6000, Kubota, Japan) ที่ความเร็วรอบ 1000 g เป็นเวลา 20 นาที ปิเปตส่วนใสปริมาตร 30 ไมโครลิตร เติม 0.02 mM DPPH ปริมาตร 170 ไมโครลิตร ตั้งทิ้งไว้ในที่มืด ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 510 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง Microplate reader (infinite 200 pro, Tecan, Austria) นำค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างที่ผสมกับสารละลาย DPPH (Abs_{sample}) และค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายเมทานอล 80% (v/v) ที่ผสมกับสารละลาย DPPH ($Abs_{control}$) มาคำนวณฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH (%) แสดงดังสมการที่ (5)

$$\text{DPPH radical scavenging activity } (\%) = 1 - \frac{Abs_{sample}}{Abs_{control}} \times 100 \quad (5)$$

สร้างกราฟมาตรฐานของ Trolox ที่ความเข้มข้น 5-50 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร ในสารละลายเมทานอล 80% (v/v) นำค่าฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH (%) ของตัวอย่างมาคำนวณจากสมการเส้นตรงของกราฟมาตรฐาน Trolox เพื่อรายงานฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของตัวอย่างในหน่วยของ Trolox equivalent antioxidant capacity (TEAC)

2.7 การประเมินทางประสาทสัมผัส (Sensory evaluation)

วิธีการเตรียมตัวอย่างก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็กผสมอังคักเพื่อทดสอบทางประสาทสัมผัสแสดงในข้อ 2.5 (การวิเคราะห์เนื้อสัมผัส) ใช้ผู้ทดสอบ (panelists) จำนวน 15 คน พิจารณาลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส ลักษณะเนื้อสัมผัส ความรู้สึกหลังกลืน และความชอบโดยรวม โดยการให้คะแนนความชอบ 1 (ไม่ชอบมากที่สุด) ถึง 9 (ชอบมากที่สุด) (9-point hedonic scale)

2.8 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ใช้แผนการทดลองตามแบบการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomize design, CRD) วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของข้อมูลด้วยโปรแกรม SPSS ถ้ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 จะนำมาวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย Tukey multiple comparison test

Science31 No6.indd 18 26/12/2566 BE 09:43

3. ผลการทดลองและวิจารณ์

3.1 สมบัติทางเคมีกายภาพของก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็กอบแห้งผสมอังคัก

ก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็กอบแห้งผสมอังคักเป็นอาหารแห้งจึงมีปริมาณความชื้น และปริมาณน้ำอิสระอยู่ในระดับต่ำ โดยมีปริมาณความชื้นอยู่ในช่วงร้อยละ 6.21-6.95 และ ปริมาณน้ำอิสระอยู่ในช่วง 0.33-0.37 (ตารางที่ 1) โดยผลิตภัณฑ์อาหารแห้งที่มีปริมาณน้ำอิสระน้อยกว่า 0.5 จะไม่เกิดการเสื่อมเสียจากจุลินทรีย์ เนื่องจากจุลินทรีย์ทุกชนิดไม่สามารถเจริญเติบโตได้ ทำให้ผลิตภัณฑ์เหล่านี้มีอายุในการเก็บรักษานาน [9] ขนาดของก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็กอบแห้งผสมอังคักมีความหนาและความกว้างเฉลี่ยประมาณ 0.5 มิลลิเมตร และ 3.4 มิลลิเมตร ตามลำดับ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับขนาดของเส้นเล็กอบแห้งทางการค้า (ความหนา 0.6 มิลลิเมตร และความกว้าง 2.8 มิลลิเมตร) แสดงดังตารางที่ 7 โดย

Table 1 Moisture content, water activity (a_w), and size of dried rice noodles with varied concentrations of fermented red yeast rice (angkak)

Angkak (%)	Moisture content (%)	a_w ns	Size (mm)	
			Thickness ns	Width ns
0	6.62 ± 0.11 ab	0.37 ± 0.00	0.56 ± 0.14	3.48 ± 0.43
0.3	6.21 ± 0.09 b	0.33 ± 0.01	0.49 ± 0.17	3.18 ± 0.34
0.6	6.95 ± 0.13 a	0.33 ± 0.00	0.47 ± 0.15	3.39 ± 0.30
1.0	6.91 ± 0.21 a	0.33 ± 0.01	0.40 ± 0.09	3.46 ± 0.34

*Different small letters (a,b,c,..) within a same column indicate significantly different at the 95% confidence level. ns indicated non-significant difference within a same column. Means ± standard deviation were shown.

Table 2 Color values (L*, a*, and b*) of dried and cooked rice noodles with varied concentrations of fermented red yeast rice (angkak)

Angkak (%)	Colors					
	Dried rice noodles			Cooked rice noodles		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
0	88.10 ± 1.99^{a}	- 0.45 ± 0.06^{d}	8.42 ± 0.51^{a}	74.60 ± 0.57^{a}	- 2.22 ± 0.05^{d}	- 2.11 ± 0.13^{d}
0.3	83.00 ± 2.72^{b}	7.01 ± 0.87^{c}	7.28 ± 0.83^{b}	70.69 ± 0.78^{b}	2.56 ± 0.20^{c}	- 1.26 ± 0.26^{c}
0.6	79.81 ± 0.99^{c}	10.96 ± 0.35^{b}	7.74 ± 0.38^{ab}	67.42 ± 0.84^{c}	6.87 ± 0.63^{b}	0.26 ± 0.40^{b}
1.0	76.46 ± 0.75^{d}	14.29 ± 0.49^{a}	8.35 ± 0.46^{a}	63.84 ± 0.82^{d}	10.28 ± 0.48^{a}	1.02 ± 0.32^{a}

*Different small letters (a,b,c,..) within a same column indicate significantly different at the 95% confidence level. Means ± standard deviation were shown.

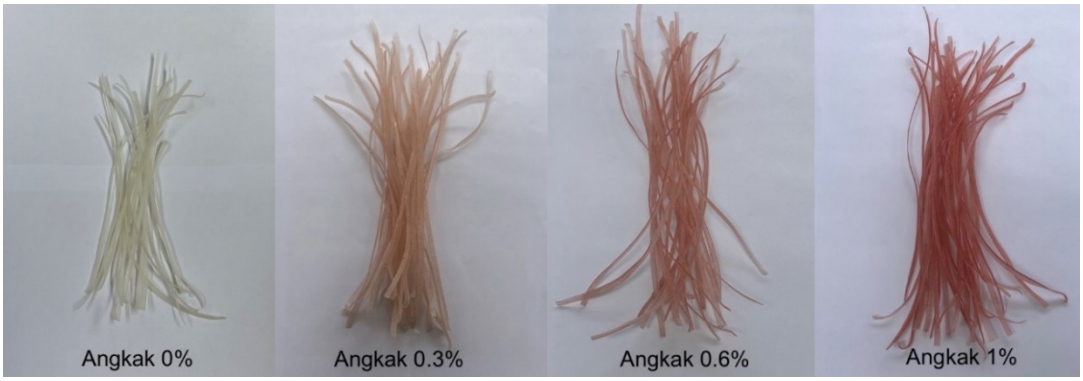
Science31 No6.indd 19 26/12/2566 BE 09:43

ความชื้นและขนาดของก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็กผสมอังคักเป็นไปตามข้อกำหนดของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.959-2533) [10] ซึ่งกำหนดไว้ว่าเส้นก๋วยเตี๋ยวอบแห้งต้องความชื้นไม่เกินร้อยละ 12 ของน้ำหนัก โดยเส้นก๋วยเตี๋ยวต้องมีขนาดใกล้เคียงกันและมีความหนาสม่ำเสมอโดยเฉลี่ยไม่เกิน 0.70 ± 0.20 มิลลิเมตร

Table 2 พบว่าเมื่อความเข้มข้นของอังคักเพิ่มขึ้นทำให้ค่า (+) a* (สีแดง) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ทั้งในเส้นอบแห้งและเส้นต้มสุก ความเข้มของสีแดงเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนเมื่อปริมาณอังคักเพิ่มขึ้นทั้งในเส้นอบแห้งและเส้นต้มสุกแสดงดังรูปที่ 2a และ 2b และเมื่อพิจารณาที่ระดับความเข้มข้นของอังคักที่เท่ากัน พบว่าเส้นอบแห้งมีค่า a* สูงกว่าเส้นต้มสุกในทุกระดับความเข้มข้น ทั้งนี้เนื่องมาจากเส้นต้มสุกมีการดูดน้ำเข้าไปทำให้สีแดงเจือจางลงและในระหว่างการต้มสีแดงจากอังคักบางส่วนถูกชะออกมาอยู่ในน้ำที่ใช้ต้ม จึงมีผลทำให้เส้นต้มสุกมีสีแดงน้อยกว่าเส้นอบแห้ง ส่วนค่า L* (ความสว่าง) ลดลงเมื่อความเข้มข้นของอังคักเพิ่มขึ้น ในขณะที่ความเข้มข้นของอังคักมีผลเพียงเล็กน้อยต่อค่า b* (สีน้ำเงินและสีเหลือง)

3.2 คุณภาพการหุงต้มของก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็กอบแห้งผสมอังคัก

คุณภาพการหุงต้ม (ระยะเวลาที่เหมาะสมในการต้มสุก (cooking time) ร้อยละน้ำหนักหลังต้มสุก (cooking yield) ร้อยละการสูญเสียของแข็งระหว่างการต้ม (cooking loss) และร้อยละการดูดซับน้ำ (water absorption)) ของก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็กผสมอังคักในปริมาณ 0-1.0% ของน้ำหนักแป้งข้าวมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\geq0.05$) (Table 3) ทั้งนี้เนื่องจาก



(a)

(b)

Figure 2 Characteristics of rice noodles with varied concentrations of fermented red yeast rice (angkak): (a) dried rice noodles, and (b) cooked rice noodles.

Science31 No6.indd 20 26/12/2566 BE 09:43

Table 3 Cooking time, cooking yield, cooking loss and water absorption of dried rice noodles with varied concentrations of fermented red yeast rice (angkak)

Angkak (%)	Cooking time^{ns} (min)	Cooking yield^{ns} (%)	Cooking loss^{ns} (%)	Water absorption^{ns} (%)
0	8	324.51 ± 6.50	3.39 ± 1.48	224.51 ± 6.49
0.3	8	333.01 ± 2.27	1.73 ± 0.82	233.01 ± 2.27
0.6	8	331.27 ± 7.03	1.45 ± 0.14	231.27 ± 7.03
1.0	8	333.61 ± 9.85	1.54 ± 0.27	233.61 ± 9.85

^{ns} indicated non-significant difference within a same column. Means ± standard deviation were shown.

ความแตกต่างของปริมาณอังคักที่ใช้มีเพียงเล็กน้อยจึงไม่ส่งผลต่อคุณภาพการหุงต้ม อีกทั้งแป้งข้าวซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักและเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อคุณภาพการหุงต้มของเส้นก๋วยเตี๋ยวถูกใช้ในปริมาณที่เท่ากันในทุกตัวอย่าง ดังนั้นเส้นก๋วยเตี๋ยวจึงเกิดจากโครงร่างเจล (gel matrix) ของแป้งข้าวเป็นหลักในทุกตัวอย่าง โดยโครงร่างเจลของเส้นก๋วยเตี๋ยวเกิดขึ้นจากโมเลกุลแอมิโลสที่แพร่ออกมานอกเม็ดสตาร์ชหลังจากสตาร์ชเกิดเจลาทิไนซ์ (แป้งสุก) เชื่อมสานกันที่จุดเชื่อมต่อ (junction zone) เกิดเป็นโครงร่างตาข่ายสามมิติ (three-dimensional network) โดยมีเม็ดสตาร์ชที่เจลาทิไนซ์แล้วถูกตรึงและแทรกตัวในโครงร่างตาข่าย [11] อีกทั้งสภาวะในกระบวนการผลิตก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็กอบแห้งได้แก่ การทำสุก และการทำแห้ง ถูกควบคุมให้เหมือนกัน จึงทำให้ก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็กในทุกตัวอย่างมีความสามารถในการดูดซับน้ำหลังต้มสุกไม่แตกต่าง แต่อย่างไรก็ตามตัวอย่างควบคุม (ไม่มีอังคัก) มีค่าร้อยละการดูดซับน้ำ และร้อยละน้ำหนักหลังต้มสุกต่ำกว่าตัวอย่างก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็กผสมอังคักเล็กน้อย อาจเป็นเพราะองค์ประกอบของแป้งข้าวมีปริมาณไขมันมากกว่าอังคักเล็กน้อย โดยไขมันสามารถยับยั้งการพองตัวของเม็ดสตาร์ช [12, 13] อาจส่งผลทำให้ร้อยละการดูดซับน้ำและร้อยละน้ำหนักหลังต้มสุกของตัวอย่างควบคุมต่ำกว่าตัวอย่างก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็กผสมอังคักเล็กน้อย แต่อย่างไรก็ตามสมบัติการหุงต้มของทุกตัวอย่างไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) (Table 3) โดย Kumari et al. [14] รายงานว่าอังคักประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรต (72.10%) โปรตีน (11.6%) และไขมัน (0.45%) ส่วนแป้งข้าวเจ้าประกอบด้วยโปรตีน (11.10% ฐานแห้ง) และไขมัน (0.61% ฐานแห้ง) [15] และมีปริมาณสตาร์ชทั้งหมด (~74%) [16]

เมื่อเปรียบเทียบคุณภาพการหุงต้มของก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็กผสมอังคัก (Table 3) และก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็กทางการค้า (Table 7) พบว่าทั้งร้อยละน้ำหนักหลังต้มสุก ร้อยละการสูญเสียของแข็งระหว่างการต้ม และร้อยละการดูดซับน้ำระหว่างการต้มมีค่าใกล้เคียงกัน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็กผสมอังคักและก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็กทางการค้ามีส่วนประกอบหลักคือแป้งข้าวเหมือนกัน เส้นเล็กทางการค้าทำมาจากแป้งข้าวร้อยละ 100 โดยคุณภาพการหุงต้มส่งผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของเส้นก๋วยเตี๋ยว กล่าวคือถ้าเส้นก๋วยเตี๋ยวมีความสามารถการดูดซับน้ำน้อย (ค่าร้อยละการดูดซับน้ำต่ำ) เส้นก๋วยเตี๋ยวจะมีลักษณะแข็งและไม่ยืดหยุ่น [17] ส่วนระยะเวลาที่เหมาะสมในการต้มสุกของก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็กผสมอังคัก (8 นาที) นานกว่าก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็กทางการค้า (6 นาที) (Table 3 and Table 7) น่าจะเป็นเพราะเส้นเล็ก

Science31 No6.indd 21 26/12/2566 BE 09:43

ทางการค้ามีขนาดที่เล็กกว่า (ความกว้าง 2.8 มิลลิเมตร) และมีความหนาที่สม่ำเสมอจึงทำให้สามารถคืนตัวในระหว่างการต้มสุกได้เร็วกว่าก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็กผสมอังคัก

3.3 เนื้อสัมผัสของก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็กอบแห้งผสมอังคัก

การทดลองเปรียบเทียบผลของอังคัก (0-1.0% ของน้ำหนักแป้งข้าว) ต่อเนื้อสัมผัส (ความเหนียวและยืดหยุ่น) ของเส้นก๋วยเตี๋ยว โดยการตรวจวัดค่าแรงดึงสูงสุด (force) และระยะห่างระหว่างหัววัด (distance) เมื่อเส้นก๋วยเตี๋ยวเริ่มขาดออกจากกัน (Table 4) โดยเส้นก๋วยเตี๋ยวที่มีความเหนียวและยืดหยุ่นมากจะมีค่าแรงดึงสูงสุดและระยะห่างระหว่างหัววัดมาก เนื่องจากมีโครงสร้างเจลแป้ง (gel structure) ที่แข็งแรงและยืดหยุ่นทนต่อแรงดึงได้มาก ซึ่งเป็นที่นิยมของผู้บริโภค ปัจจัยที่มีผลต่อความแข็งแรงและยืดหยุ่นของเส้นก๋วยเตี๋ยว เช่นปริมาณแอมิโลส ขนาดโมเลกุลสตาร์ช และความเข้มข้นของแป้งข้าว กล่าวคือเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ทำมาจากแป้งข้าวที่มีปริมาณแอมิโลสสูง มีสัดส่วนของโมเลกุลสตาร์ชสายยาวมาก และความเข้มข้นของแป้งที่เหมาะสม (~60%) จะมีโครงสร้างเจลที่แข็งแรงส่งผลทำให้เส้นก๋วยเตี๋ยวมีลักษณะเนื้อสัมผัสที่เหนียวและยืดหยุ่น

Table 4 แสดงให้เห็นว่าก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็กผสมอังคัก (0-1.0% ของน้ำหนักแป้งข้าว) ที่ต้มสุกมีค่าแรงดึงสูงสุด (17.0-19.3 กรัม) และระยะห่างหัววัด (10.1-13.8 มิลลิเมตร) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากปริมาณแป้งข้าวซึ่งโครงสร้างหลักของก๋วยเตี๋ยวในทุกตัวอย่างมีปริมาณเท่ากัน ซึ่งสอดคล้องกับคุณภาพการหุงต้มที่ไม่แตกต่างกันเช่นกัน (Table 3) และเมื่อเปรียบเทียบลักษณะเนื้อสัมผัสของก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็กผสมอังคักและก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็กทางการค้าพบว่า เส้นก๋วยเตี๋ยวทางการค้ามีแรงดึงสูงสุดและระยะห่างระหว่างหัวสูงกว่าก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็กผสมอังคัก (Table 4 and Table 7) แสดงให้เห็นว่าเส้นของก๋วยเตี๋ยวผสมอังคักมีลักษณะที่นิ่มและขาดง่ายกว่าเส้นก๋วยเตี๋ยวทางการค้า ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเส้นก๋วยเตี๋ยวทางการค้ามีระยะเวลาที่เหมาะสมในการต้ม (6 นาที) น้อยกว่าก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็กผสมอังคัก (8 นาที) (Table 3 and Table 7) ระยะเวลาในการต้มที่นานกว่าทำให้เม็ดสตาร์ชดูดน้ำและพองตัวได้มาก โครงสร้างเม็ดสตาร์ช (granule structure) จึงอ่อนแอและแตกง่าย อีกทั้งโครงสร้างเจล (gel structure) ที่เกิดจากโมเลกุลแอมิโลสจับตัวเกิดเป็นโครงร่างตาข่าย (gel network) บางส่วนอาจถูกทำลายด้วยความร้อน จึงทำให้เส้นของก๋วยเตี๋ยวผสมอังคักมีลักษณะที่นิ่มและขาดง่ายกว่า

Table 4 Textural properties of cooked rice noodles with varied concentrations of fermented red yeast rice (angkak)

Angkak (%)	Force^{ns} (g)	Distance^{ns} (mm)
0	17.02 ± 3.98	- 10.90 ± 3.82
0.3	17.91 ± 1.73	- 13.62 ± 3.15
0.6	18.34 ± 2.74	- 10.96 ± 3.92
1.0	19.31 ± 3.01	- 13.47 ± 6.64

^{ns} indicated non-significant differences within a same column. Means ± standard deviation were shown.

Science31 No6.indd 22 26/12/2566 BE 09:43

3.4 ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็กอบแห้งผสมอังคัก

ก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็กอบแห้งที่มีปริมาณอังคัก 0-1.0% ของน้ำหนักแป้งข้าวมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH อยู่ในช่วง 1.34-4.68 µg Trolox eq. /100 g sample และไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) (Table 5) อาจเนื่องจากความแตกต่างของปริมาณอังคักที่ใช้น้อยมากจึงทำให้ไม่สามารถเห็นความแตกต่างในด้านฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH อย่างชัดเจน ทั้งที่อังคักถูกรายงานว่ามีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ [20-22] แต่อย่างไรก็ตามฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อปริมาณอังคักเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Siriwan et al. [23] ซึ่งพบว่าผลิตภัณฑ์บะหมี่สดที่ใส่อังคักร้อยละ 0.8 มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงถึง 20% DPPH radical scavenging activity (DPPH-RSA) มากกว่าผลิตภัณฑ์บะหมี่สดที่ไม่ได้ใส่อังคักที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ 5% DPPH-RSA แสดงว่าเติมอังคักลงในผลิตภัณฑ์บะหมี่สดเพียงร้อยละ 0.8 ทำให้มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเพิ่มมากขึ้นถึง 4 เท่า ส่วนงานวิจัย Dajanta et al. [20] พบว่าอังคักที่หมักจากข้าวพันธุ์ต่างๆ (กข 6 ขาวพิจิตร หอมมะลิ 105 หอมสุรินทร์ และหอมปทุม) มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH อยู่ในช่วงร้อยละ 67-93 อังคักมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนเมื่อเทียบกับข้าวเริ่มต้น (ไม่ผ่านการหมัก) ซึ่งมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH เพียงร้อยละ 17-29 ส่วน Pengnoi et al. [21] รายงานว่าอังคักจากข้าวพันธุ์สีม่วงมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH สูง โดยมีค่า IC_{50} ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH อยู่ในช่วง 0.8-1.3 mg/ml เทียบกับ IC_{50} ของ BHT ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.6 mg/ml และงานวิจัยของ Chairote et al. [22] รายงานว่าการหมักอังคักโดยใช้ข้าวเหนียวพันธุ์ กข. 6 ร่วมกับนมถั่วเหลืองเป็นระยะเวลา 3 วันทำให้อังคักที่ได้มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเพิ่มสูงขึ้น โดยมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH เท่ากับ 0.53 mg gallic acid equivalent/ml จากงานวิจัยข้างต้น [20-23] แสดงให้เห็นว่าอังคักมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และการนำอังคักไปผสมในผลิตภัณฑ์อาหารก็สามารถช่วยเพิ่มฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเช่นเดียวกันถึงแม้จะใช้อังคักในปริมาณที่น้อยก็ตาม

3.5 การประเมินทางประสาทสัมผัสของก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็กผสมอังคัก

จากการทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบต่อก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็กผสมอังคัก (0-1.0% ของน้ำหนักแป้งข้าว) ด้วยวิธี 9-point hedonic scale พบว่าเมื่อปริมาณอังคักเพิ่มขึ้นทำให้คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส และความชอบโดยรวมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (Table 6) โดยคะแนนความชอบ

Table 5 Antioxidant activity of dried rice noodles with varied concentrations of fermented red yeast rice (angkak)

Angkak (%)	Antioxidant activity[ns] (µg Trolox eq. /100 g sample)
0	1.34 ± 0.61
0.3	1.86 ± 0.50
0.6	3.18 ± 2.00
1.0	4.68 ± 1.56

[ns] indicated non-significant difference within a same column. Means ± standard deviation were shown.

Science31 No6.indd 23 26/12/2566 BE 09:43

Table 6 Sensory attribute liking of cooked rice noodles with varied concentrations of fermented red yeast rice (angkak)

Angkak (%)	Appearance	Color^{ns}	Flavor	Firmness^{ns}	Springiness^{ns}	After taste^{ns}	Overall acceptance^{ns}
0	6.15 ± 1.68^{b}	6.31 ± 1.38	5.92 ± 1.26^{c}	6.08 ± 1.75	5.85 ± 1.72	6.08 ± 1.19	6.08 ± 1.38
0.3	6.69 ± 1.25^{ab}	6.54 ± 1.51	6.31 ± 1.11^{ab}	6.46 ± 1.13	6.62 ± 1.26	6.64 ± 1.15	6.85 ± 1.21
0.6	7.46 ± 0.78^{a}	7.54 ± 0.88	6.69 ± 1.03^{ab}	6.69 ± 1.32	6.31 ± 1.44	6.46 ± 1.20	7.00 ± 1.08
1.0	7.54 ± 1.39^{a}	7.38 ± 1.17	7.00 ± 1.00^{a}	6.62 ± 1.50	6.46 ± 1.33	6.31 ± 1.25	7.00 ± 1.41

*Different small letters (a,b,c,..) within a same column indicate significantly different at the 95% confidence level.
^{ns} indicated non-significant difference within a same column. Means ± standard deviation were shown.

Table 7 Properties of Thai commercial rice noodles

Properties	Commercial rice noodles
Thickness (mm)	0.61 ± 0.03
Width (mm)	2.77 ± 0.05
Moisture content (%)	9.35 ± 0.08
Water activity	0.45 ± 0.01
Cooking qualities	
Cooking time (min)	6
Cooking yield (%)	326.48 ± 6.61
Cooking loss (%)	3.08 ± 0.54
Water absorption (%)	226.48 ± 6.60
Textural properties	
Force (g)	20.35 ± 0.84
Distance (mm)	- 22.11 ± 7.55

Science31 No6.indd 24 26/12/2566 BE 09:43

โดยรวมของก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็กผสมอังคักที่มีปริมาณอังคัก 0.6 และ 1.0% มีค่ามากที่สุด เนื่องจากอังคักทำให้เส้นก๋วยเตี๋ยวมีสีชมพูสวย น่ารับประทาน อีกทั้งอังคักช่วยกลบกลิ่นของแป้งข้าวในเส้นก๋วยเตี๋ยวอีกด้วย จึงทำให้คะแนนความชอบด้านกลิ่นรสเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับตัวอย่างที่ไม่มีอังคัก (ตารางที่ 6) ส่วนปริมาณอังคักไม่มีผลต่อคะแนนความชอบในด้านความแน่นเนื้อ และความยืดหยุ่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์เนื้อสัมผัส ที่แสดงให้เห็นว่าค่าแรงดึงสูงสุดและระยะห่างระหว่างหัววัดที่ทำให้เส้นก๋วยเตี๋ยวขาดจากกันมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) ในทุกตัวอย่าง (ตารางที่ 4) และผลของคุณภาพการหุงต้มที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) เช่นกันในทุกตัวอย่าง (ตารางที่ 3) จะเห็นได้ว่าการเติมอังคักช่วยทำให้ก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็กมีลักษณะปรากฏ สี และกลิ่นรสดีขึ้น

4. สรุป

การเติมอังคัก (0.3-1.0% ของน้ำหนักแป้งข้าว) ทำให้ก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็กอบแห้งมีสีชมพูแดงสวย และมีแนวโน้มช่วยเพิ่มฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ รวมถึงช่วยให้เส้นก๋วยเตี๋ยวมีลักษณะปรากฏ สี และกลิ่นรสดีขึ้น โดยการเติมอังคัก (0.3-1.0% ของน้ำหนักแป้งข้าว) ไม่มีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัส และคุณภาพการหุงต้มเมื่อเทียบกับตัวอย่างที่ไม่เติมอังคัก การเติมอังคักที่ระดับ 1.0% เป็นปริมาณที่เหมาะสมที่สุดเนื่องจากมีคะแนนความชอบโดยรวมสูง และมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH สูงที่สุด (4.16 µg Trolox eq. /100 g sample) ดังนั้นก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็กอบแห้งผสมอังคักน่าจะเป็นผลิตภัณฑ์ที่น่าสนใจที่มีทั้งลักษณะปรากฏที่ดี (สีสวย) เป็นที่สะดุดตาและดึงดูดความสนใจของผู้บริโภค อีกทั้งยังมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระซึ่งน่าจะได้รับความสนใจจากผู้บริโภคที่ใส่ใจในเรื่องสุขภาพอีกด้วย

5. References

[1] Thai Wah Public Company, Policy and overview of business operation, Available Source: https://www.smeleader.com/files/business_plan/business_plan_noodles_restaurant03.PDF, June 10, 2023. (in Thai)

[2] Department of Foreign Trade, Ministry of Thai Commerce, Available Source: https://www.dft.go.th/th-th/dft-service-data-statistic/cid/41, May 2, 2023. (in Thai)

[3] Pornchaloempong, P. and Rattanapanone, N., Red fermented rice, Available Source: https://www.foodnetwork solution.com, May 5, 2023. (in Thai)

[4] Theantana, T. 2023, The value added of local strain rice in Nakhon Sawan province by red rice production from Monascus purpureus, Available Source: http://mis.nsru.ac.th/procresearch/Research ProjectInfo.aspx?res_id=R000000254, May 25, 2023. (in Thai)

[5] Saetiew, S., 2016, Effect of drying conditions on bioactive compounds and quality of parboiled germinated Homnil brown rice, Master Thesis, Silpakorn University, Nakhon Pathom, 125 p. (in Thai)

[6] AOAC. 2000, Official Method of Analysis. 17th Ed. Washington: Association of Official Analytical Chemists.

[7] AACC International. 2000, Approved methods of analysis. 10th ed. St. Paul, MN.

[8] Lertcanawanichakul, M., Chawawisit, K. and HiransaiBiological, P. 2019, Activities of Extracts from Some Local Plants in Pakpanang,Nakhon Si Thammarat Province:

Science31 No6.indd 25 26/12/2566 BE 09:43

Antioxidant and Antibacterial Activity, RMUTSV Res. J. 11: 279-289. (in Thai)

[9] Rattanapanone, N. 2014, Food Chemistry. Odean Store, Bangkok. 504 p. (in Thai)

[10] Thai Industrial Standards. 1990, Rice Noodles (Tis no. 959-2533). Thai Industrial Standards Institute, Ministry of Industry, Thailand.

[11] Ye, L., Wang, C., Wang, S., Zhou, S., and Liu, X., 2016, Thermal and rheological properties of brown flour from Indica rice, J. Cereal Sci., 70: 270-274.

[12] Siswoyo, A.T. and Morita, N., 2003, Physicochemical studies of defatted wheat starch complexed with mono and dicyl-sn-glycerophosphatidyl choline of vary fatty acid chain lengths, Food Res. Int. 36: 729-732.

[13] Takahashi, S. and Seib, P.A., 1988, Paste and gel properties of prime corn and wheat starches with and without native lipids, Cereal Chem. 65: 474-483.

[14] Kumari, H.P.M., Naidu, K.A., Vishwanatha, S., Narasimhamurthy, K. and Vijayalakshmi, G. (2009). Safety eval-uation of Monascus purpureus red mould rice in albino rats, Food and Chemical Toxicology, 47: 1719-1746.

[15] Udomrati, S., Tungtrakul, P., Lowithun, N., & Thirathumthavorn, D., 2022, Rheological properties of paste and gel of rice flour with various amylose contents Science, Sci. Eng. Health Stud., 16: 22030007.

[16] Surojanametakul, V., Satmalee, P., Thirathumthavorn, D, Udomrati, S., 2023, Combined-acid hydrolysis and heat-moisture treatment of rice flour: physicochemical properties and resistant starch, J. Food Meas. Charact. 17: 1862 – 1876.

[17] Khemthong, S., Yuthachit, P., Oonmettaaree, J., Yamthonglang, L., Mungphuklang, K. and Toboonsung, B., 2021, Effects of Watermeal (Wolffia arrhiza (L.) Wimm.) powder supplement to the quality of fresh noodles, J. Appl. Sci. 20: 183-200. (in Thai)

[18] Rodmui, A., 2010, The production of noodle from Hom Nin rice flour, Journal of Department of Food Technology J. Dept. Food Technol., Faculty of Science, Siam University, 5: 64-71. (in Thai)

[19] Parnsakhorn, S., Lungapin, J., Chaiyaphol, A. and Sookpasan, A., 2018, Effect of drying on physicochemical properties of noodles made from Parboiled Hom-Nin brown rice flour with mixed rice flour, Khon Kaen AGR. J. 46: 117-128. (in Thai)

[20] Dajanta, K., Chattong, U. and Rongkham, H., 2019, Color, Pigments and Antioxidant quality of Red Yeast Rice (angkak) Fermented by Various Rice Varieties, KKU Sci. J. 47: 468-477. (in Thai)

[21] Pengnoi, P., Mahawan, R., Khanongnuch, C. and Lumyong, S., 2017, Antioxidant Properties and Production of Monacolin K, Citrinin, and Red Pigments during Solid State Fermentation of Purple Rice (*Oryzae sativa*) Varieties by Monascus purpureus. Czech J. Food Sci. 35: 32-39.

Science31 No6.indd 26 26/12/2566 BE 09:43

[22] Chairote, E., Chairote, G., Lumyong, S., 2009, Red yeast rice prepared from Thai glutinous rice the antioxidant activities. Chiang Mai J. Sci. 36: 42-49. (in Thai)

[23] Siriwan, D., Aussanasuwannakul, A. and Worawutyanan, N., 2008, The development of Healthy noodles added with antioxidant ingredients from *Monascus* colorant, Available Source: https://kukr.lib.ku.ac.th/kukr_es/index.php/BKN/search_detail/result/308889, April 20, 2023.

Science31 No6.indd 27 26/12/2566 BE 09:43