



การผลิตเส้นอุด้งเสริมซูริมิและผงมันเทศสีม่วง Production of Udon Noodles Supplemented with Surimi and Purple Sweet Potato Powder

ศุมิชญา แสงสุบิน, ปิยะรัตน์ ประดิษฐ์, วรangkan สมพงษ์*

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ปทุมธานี 12120

Sumitchaya Sangsubin, Piyarat Pradit, Warangkana Sompongse*

Department of Food Science and Technology, Faculty of Science and Technology,

Thammasat University, Pathum Thani 12120

Received 6 October 2023; Received in revised 21 December 2023; Accepted 25 September 2024

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์เส้นอุด้งเสริมคุณค่าทางโภชนาการด้วยซูริมิและผงมันเทศสีม่วง แปรปริมาณซูริมิ 4 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 0 (ตัวอย่างควบคุม) 20 40 และ 60 โดยน้ำหนักแป้งสาลี พบว่า เส้นอุด้งที่เติมซูริมีย้อยละ 40 มีค่าแรงต้านทานการดึงขาดสูงที่สุด การเติมซูริมิทำให้มีปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ร้อยละ การสูญเสียของแข็งระหว่างการต้มเพิ่มขึ้น ($p < 0.05$) แต่เวลาที่เหมาะสมในการต้มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) เมื่อเทียบกับตัวอย่างควบคุม จึงเลือกเส้นอุด้งที่เติมซูริมีย้อยละ 40 นำไปแปรปริมาณผงมันเทศสีม่วง 5 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 0 2.5 5 7.5 และ 10 โดยน้ำหนักแป้งสาลี พบว่า เมื่อปริมาณผงมันเทศสีม่วงเพิ่มขึ้น ส่งผลให้เส้นอุด้งมีค่าสี L^* ค่า a_w และค่าแรงต้านทานการดึงขาดลดลง แต่ค่าสี a^* เวลาที่เหมาะสมในการต้มและร้อยละการสูญเสียของแข็งระหว่างการต้ม มีค่าเพิ่มขึ้นจากตัวอย่างควบคุม เส้นอุด้งเสริมที่มีปริมาณซูริมีย้อยละ 40 และผงมันเทศสีม่วง ร้อยละ 7.5 มีค่าแรงต้านทานการตัดขาดใกล้เคียงกับเส้นอุด้งตัวอย่างควบคุมที่ทำจากแป้งสาลี เมื่อนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี พบว่า มีปริมาณความชื้นและโปรตีนเพิ่มขึ้น แต่มีปริมาณไขมันและคาร์โบไฮเดรตลดลง ยังมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้น 30.20 เท่า เมื่อเทียบกับตัวอย่างควบคุม

คำสำคัญ: เส้นอุด้ง; ซูริมิ; ผงมันเทศสีม่วง; ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ

Abstract

The objective of this research was to develop udon noodles nutritionally supplemented with surimi and purple sweet potato powder (PSPP). The surimi amount was varied at four levels: 0% (control), 20%, 40%, and 60% by wheat flour. It was found that the highest tensile strength was observed at udon with 40% surimi. The addition of surimi resulted in higher water activity (a_w) and an optimum cooking time ($p < 0.05$), but the percentage of cooking loss was not significantly different ($p > 0.05$) compared to the control sample. Therefore, udon with 40% surimi was selected to test varying PSPP levels at five concentrations: 0% (control), 2.5%, 5.0%, 7.5%, and 10% of wheat flour. It was found that increasing the PSPP content resulted lower L^* value, water activity (a_w) and tensile strength, but higher a^* value, optimum cooking time and percentage of cooking loss compared to the control sample. Udon supplemented with 40% surimi and 7.5% PSPP exhibited tensile strength similar to that of the control udon made from 100% wheat flour. Therefore, this formula was selected for chemical composition analysis. The developed udon had higher moisture and protein content but lower fat and carbohydrate content compared to the control. Moreover, the antioxidant capacity increased by 30.20 times compared to the control sample.

Keywords: Udon noodles; Surimi; Purple sweet potato powder; Antioxidant capacity

1. บทนำ

ผลิตภัณฑ์อาหารเส้น (Noodles) เป็นอาหารที่ได้รับความนิยมอย่างมากในหลายประเทศทั่วโลก โดยมีวัตถุดิบหลัก คือ แป้ง เช่น เส้นก๋วยเตี๋ยว อาทิ เส้นเล็ก เส้นหมี่ ขนมหุ้น ที่ทำมาจากแป้งข้าวเจ้า วุ้นเส้นที่ทำมาจากแป้งถั่วเขียว และผลิตภัณฑ์อาหารเส้นจากแป้งสาลี เช่น บะหมี่ของจีน ราเมน และอูด้งของญี่ปุ่น ที่เป็นอาหารประเภทเส้นที่ได้รับความนิยมมากทั่วโลก [1] มีการรายงานของเว็บไซต์อาหารชื่อดังอย่าง Tasteatlas ที่ได้จัดอันดับให้อูด้งเป็นผลิตภัณฑ์อาหารเส้นที่ได้รับความนิยมมากที่สุด เป็นอันดับ 2 ของผลิตภัณฑ์อาหารเส้นทั่วโลก [1] โดยอูด้ง เป็นอาหารเส้นดั้งเดิมของญี่ปุ่นที่นิยมรับประทานในหน้าหนาว แต่ปัจจุบันอูด้งเป็นอาหารที่สามารถรับประทานได้ตลอดทั้งปี เส้นอูด้งทำมาจากแป้งสาลี มีสีขาว ตัวเส้นมีความหนา ค่อนข้างเป็นเหลี่ยมและยาว มีคาร์โบไฮเดรตเป็นคุณค่าทางโภชนาการหลัก คุณสมบัติเฉพาะของเส้น อูด้ง คือ ตัวเส้นมีความเหนียว นุ่ม และยืดหยุ่น การที่จะทำให้เส้นอูด้งเป็นลักษณะแบบนี้ได้ ขึ้นอยู่กับการนวดแป้ง [2] ปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพของเส้นอูด้ง ได้แก่ แป้งสาลี [3] เกลือ และน้ำ โดยปริมาณเกลือส่งผลต่อการขยายตัว ความยืดหยุ่น ความเรียบของผิว และการสานโครงสร้างของกลูเตน ปริมาณเกลือที่เหมาะสม เท่ากับร้อยละ 1-3 ของน้ำหนักแป้ง [4] ปริมาณน้ำที่เหมาะสม เท่ากับร้อยละ 40-50 ของน้ำหนักแป้ง สำหรับเส้นบะหมี่ที่ทำในครัวเรือน (hand-made noodles) โดยปริมาณน้ำที่เหมาะสมช่วยให้ได้ความยืดหยุ่น [4]

ซูริมิ ผลิตโดยนำเนื้อปลาสดมาล้างน้ำ เพื่อกำจัดไขมันและองค์ประกอบที่ละลายน้ำ มีสีขาว มีกลิ่นคาวของปลาน้อยกว่าเนื้อปลาสด มีความสามารถในการเกิดเจล และเป็นแหล่งของโปรตีนที่ดี มักจะนำไปเป็นส่วนผสมสำคัญ สำหรับผลิตภัณฑ์ที่ต้องการความยืดหยุ่น [5] จากรายงานของ [2] พบว่า ซูริมิสามารถใช้เป็นวัตถุดิบ

ในการทำบะหมี่โดยช่วยปรับปรุงลักษณะปรากฏ เพิ่มคุณภาพของบะหมี่หลังการปรุงสุกและเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ เนื่องจากซูริมิเป็นแหล่งของโปรตีนที่ดีสำหรับผลิตภัณฑ์อาหารเส้น ซึ่งช่วยทำให้มีคุณค่าทางโภชนาการสูงมีกรดอะมิโนที่สมดุล และมีรสชาติที่เป็นที่ยอมรับได้ [6]

ในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมาผู้บริโภคให้ความสำคัญกับรสชาติและคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์มากขึ้น เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค จึงมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเส้นที่เติมส่วนผสมเพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการจากผัก ผลไม้ และโปรตีน [6] เช่น การเสริมคะน้าหรือแครอทในเส้นก๋วยเตี๋ยว การเสริมผงมันเทศสีม่วงในเส้นพาสต้า [7] เนื่องจาก มันเทศสีม่วงอุดมไปด้วยสารอาหาร และสารพฤกษเคมีที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ โดยเฉพาะสารในกลุ่มแอนโทไซยานิน ซึ่งเป็นสารสีกลุ่มหนึ่งที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่ดีในกระบวนการเมตาบอลิซึมภายในสิ่งมีชีวิตและต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน ช่วยในการต้านมะเร็ง มีฤทธิ์ช่วยเสริมให้ร่างกายต่อต้านเชื้อโรค และสมานแผล เสริมภูมิคุ้มกันในร่างกายให้ดีขึ้น นอกจากนี้ยังมีสรรพคุณในการช่วยลดระดับคอเลสเตอรอล ลดระดับน้ำตาลในเลือด ช่วยกระตุ้นให้เส้นผมดำ และชะลอผมหงอก [8] มันเทศสีม่วงมีปริมาณแอนโทไซยานินสูงถึง 519 มิลลิกรัม/100 กรัมของมันเทศสีม่วงสด และมีความคงตัวมากกว่าแอนโทไซยานินที่ได้จากแหล่งอื่น [7]

งานวิจัยนี้มีแนวคิดในการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้กับผลิตภัณฑ์เส้นอูด้ง โดยการเสริมโปรตีนจากซูริมิ และสารต้านอนุมูลอิสระจากผงมันเทศสีม่วง ให้มีสมบัติทางกายภาพใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์เส้นอูด้งที่ผลิตจากแป้งสาลี นอกจากจะเป็นทางเลือกให้กับผู้บริโภคที่รักสุขภาพแล้วยังเป็นการเพิ่มการใช้ประโยชน์จากซูริมิและมันเทศสีม่วงอีกด้วย

2. อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 วัตถุดิบ

ซูริมิปลาทรายแดง (*Nemipterus hexodon*) แช่เยือกแข็ง เกรด SA จากบริษัท แปซิฟิคมารีนฟู้ด โปรดักส์ จำกัด ผงมันเทศสีม่วง จากบริษัท เค ซี อินเตอร์ฟู้ดส์ จำกัด และแป้งสาลีอเนกประสงค์ ตราวัว จากบริษัท ยูเอฟเอ็ม ฟู้ดเซ็นเตอร์ จำกัด

2.2 ศึกษาปริมาณซูริมิที่เหมาะสมในการผลิตเส้นอุด้งเสริมซูริมิ

2.2.1 การเตรียมเส้นอุด้งเสริมซูริมิ

วิธีการเตรียมเส้นอุด้ง ดัดแปลงมาจาก [9] ส่วนประกอบของเส้นอุด้ง ได้แก่ แป้งสาลี 300 กรัม เกลือ 9 กรัม และน้ำ 141 กรัม แปรปริมาณซูริมิ 4 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 0 (ตัวอย่างควบคุม) 20 40 และ 60 โดยน้ำหนัก แป้งสาลี ผสมในโถปั่นโดยใช้หัวผสมแบบใบไม้ผสม (800-B Spar และ Taiwan) เป็นเวลา 5 นาที จากนั้นตีให้ขึ้นโดด้วยหัวผสมแบบตะขอยเป็นเวลา 8 นาที จากนั้นพักโด

เป็นเวลา 1 ชั่วโมง นำโดมารีดด้วยเครื่องรีดแป้ง (Atlas 150, Marcato, Italy) ให้มีความหนาของเส้นขนาด 0.35 มิลลิเมตร และตัดด้วยหัวตัดเส้นขนาด 0.35 มิลลิเมตร นำเส้นอุด้งเสริมซูริมิไปต้มในน้ำเดือดเป็นเวลา 6.30 นาที จากนั้นนำมาแช่น้ำเย็นจัดเวลา 1 นาที ทำการพักเส้นให้สะเด็ดน้ำเป็นเวลา 2 นาที

2.2.2 การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ

2.2.2.1 ปริมาณน้ำอิสระ (Water activity: a_w)

นำเส้นอุด้งที่เสริมซูริมิที่ยังไม่ผ่านการต้มมาวัดปริมาณน้ำอิสระ ด้วยเครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ (Aqualab PRE 4 TE, Aqualab, USA)

2.2.2.2 การวิเคราะห์ค่าสี

นำเส้นอุด้งเสริมซูริมิที่ผ่านการต้มไปวัดค่าสี (L^* a^* b^*) โดยใช้เครื่องวัดค่าสี (Colorflex CX2687, Hunter Lab, USA.) วัดค่าสีตามระบบ CIE โดยใช้ D65 illuminant เป็นแหล่งกำหนดแสง อ่านค่าความสว่าง (L^*) ค่าความเป็นสีแดง (a^*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) คำนวณค่าความแตกต่างของสี (ΔE) ตามสมการต่อไปนี้ [10]

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

เมื่อ ΔL^* คือ ผลต่างระหว่างค่า L^* ของตัวอย่างควบคุม และ L^* ของตัวอย่าง

Δa^* คือ ผลต่างระหว่างค่า a^* ของตัวอย่างควบคุม และ a^* ของตัวอย่าง

Δb^* คือ ผลต่างระหว่างค่า b^* ของตัวอย่างควบคุม และ b^* ของตัวอย่าง

2.2.2.3 การวิเคราะห์แรงต้านทานการดึงขาด (tensile strength)

วัดแรงต้านทานการดึงขาดของเส้นอุด้งที่เสริมซูริมิที่ผ่านการต้ม ด้วยเครื่อง Texture analyzer โดยใช้หัววัด Spaghetti tensile grips (A/SPR) ใช้อัตราเร็วในการทดสอบเท่ากับ 6 mm/s และระยะทาง 120 mm รายงานค่าแรงต้านทานการดึงขาด (g) และระยะการขาด (mm) [11]

2.2.3 การวิเคราะห์คุณภาพเส้นหลังการต้ม

2.2.3.1 เวลาที่เหมาะสมในการต้ม (Optimum cooking time)

ชั่งเส้นอุด้งเสริมซูริมิหนัก 5 กรัม ต้มในน้ำเดือด ปริมาณ 200 มิลลิลิตร ในปิกเกอร์ที่ปิดด้วยกระจก นาฬิกา จับเวลาที่ใช้ในการต้มที่ทำให้เส้นอุด้งสุก โดยสุ่มตัวอย่างทุก ๆ 30 วินาที เพื่อตรวจสอบส่วนที่บวมแข็งที่จุดกึ่งกลางของเส้นอุด้งโดยใช้กระจกสไลด์ 2 แผ่น ปีบจนเห็นเส้นอุด้งไม่มีส่วนที่บวมแข็งที่จุดกึ่งกลางเหลืออยู่ ถือเป็นเวลาที่เหมาะสมในการต้ม บันทึกเวลาที่เหมาะสมในการต้ม [12]

2.2.3.2 ร้อยละการสูญเสียของเส้นระหว่างการต้ม (Cooking loss)

ซังเส้นอุ้งเสริมซูริมีหนัก 5 กรัม ต้มในน้ำเดือด 200 มิลลิลิตร ในบีกเกอร์ที่ทราบน้ำหนักแล้ว โดยใช้เวลาในการต้มที่เหมาะสม พักให้สะเด็ดน้ำบนตะแกรงนาน 5

นาที นำน้ำที่ได้จากการต้มและการสะเด็ดน้ำ อบแห้งที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่ ซังน้ำหนักบีกเกอร์หลังการอบ คำนวณร้อยละของเส้นที่สูญเสียระหว่างการต้ม [12]

$$\text{ร้อยละการสูญเสียของเส้นระหว่างการต้ม} = \frac{(\text{น้ำหนักบีกเกอร์หลังอบ} - \text{น้ำหนักบีกเกอร์เปล่า})}{\text{น้ำหนักเส้นอุ้งก่อนต้ม}} \times 100$$

2.2.4 การวางแผนการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบบล็อกสุ่มสมบูรณ์ (Randomized complete block design: RCBD) วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance: ANOVA) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's multiple range test โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปทางสถิติ

2.3 ศึกษาปริมาณไขมันเทศสีม่วงที่เหมาะสมในการผลิตเส้นอุ้งเสริมซูริมีและผงมันเทศสีม่วง

2.3.1 การเตรียมเส้นอุ้งเสริมซูริมีและผงมันเทศสีม่วง

นำเส้นอุ้งเสริมซูริมีที่คัดเลือกได้จากการทดลองในข้อ 2.2 มาศึกษาปริมาณของผงมันเทศสีม่วงที่เหมาะสม สำหรับใช้ในการทำเส้นอุ้งเสริมซูริมีและผงมันเทศสีม่วง โดยใช้ปริมาณผงมันเทศสีม่วงทดแทนแป้งสาลี 5 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 0 (ตัวอย่างควบคุม) 2.5 5 7.5 และ 10 โดยน้ำหนักแป้งสาลี คัดเลือกสูตรที่เหมาะสมจากการประเมินคุณภาพของเส้น อุ้งเสริมซูริมีและผงมันเทศสีม่วง ได้แก่ การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและคุณภาพหลังการต้ม

2.3.2 การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ

2.3.2.1 การวิเคราะห์ค่าสี วิธีการเช่นเดียวกับข้อ 2.2.2.1

2.3.2.2 ปริมาณน้ำอิสระ (water activity: a_w) วิธีการเช่นเดียวกับข้อ 2.2.2.2

2.3.2.3 การวิเคราะห์แรงต้านทานการดึงขาด (tensile strength) วิธีการเช่นเดียวกับข้อ 2.2.2.3

2.3.3 การวิเคราะห์คุณภาพหลังการต้ม

2.3.3.1 เวลาที่เหมาะสมในการต้ม (optimum cooking time) วิธีการเช่นเดียวกับข้อ 2.2.3.1

2.3.3.2 ร้อยละการสูญเสียของเส้นระหว่างการต้ม (cooking loss) วิธีการเช่นเดียวกับข้อ 2.2.3.2

2.3.4 การวางแผนการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิธีการเช่นเดียวกับข้อ 2.2.4

2.4 ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของผลิตภัณฑ์เส้นอุ้งเสริมซูริมีและผงมันเทศสีม่วงสูตรที่ได้รับการคัดเลือก

นำเส้นอุ้งเสริมซูริมีและผงมันเทศสีม่วงที่ได้รับการคัดเลือกจากผลการทดลองในข้อ 2.3 และตัวอย่างควบคุมจากข้อ 2.2 มาวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

2.4.1 องค์ประกอบทางเคมี

ได้แก่ ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้าใยอาหาร [13] และคาร์โบไฮเดรตที่ได้จากการคำนวณ

2.4.2 ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ

โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ด้วย DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) ดัดแปลงจาก [14] ทำการสกัดตัวอย่างด้วยเมทานอล ในอัตราส่วน 1:30 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร เป็นเวลา 24 ชั่วโมง คำนวณความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระในรูปของร้อยละ (% radical scavenging) ตามสมการ

$$\% \text{ radical scavenging} = \frac{(A_c - A_s)}{A_c} \times 100$$

เมื่อ A_c คือ ค่าการดูดกลืนแสงของ DPPH และ A_s คือ ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างผสมสารละลาย DPPH

2.4.3 การวางแผนการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design: CRD) วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One way ANOVA) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's multiple range test โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปทางสถิติ ส่วนองค์ประกอบทางเคมี และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ เปรียบเทียบความแตกต่าง โดยการทดสอบ Independent t-test

3. ผลการวิจัยและวิจารณ์

3.1 การศึกษาปริมาณซูริมิที่เหมาะสมในการผลิตเส้นอุด้งเสริมซูริมิ

เมื่อพิจารณาค่าสี (L^* a^* b^*) พบว่า เส้นอุด้งที่มีซูริมिर้อยละ 20-40 มีค่า L^* ที่ลดลง เมื่อเทียบกับตัวอย่างควบคุม และค่า L^* เพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณซูริมิ

เป็นร้อยละ 60 และเพิ่มขึ้นจากตัวอย่างควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$, ตารางที่ 1) อาจเกิดจากความสามารถในการเกิดเจลของซูริมิช่วยทำให้เกิดโครงสร้างร่างแหที่หนาแน่นของอุด้ง เส้นอุด้งจึงมีความทึบแสง ส่งผลให้เกิดการสะท้อนแสงมากขึ้น จึงทำให้ค่า L^* เพิ่มขึ้น [15] การเติมซูริมิทำให้เส้นอุด้งมีค่า a^* ลดลงจากตัวอย่างควบคุม แต่ค่า b^* เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) เมื่อพิจารณาจากความแตกต่างของค่าสี (ΔE) พบว่า เส้นอุด้งที่เติมซูริมิมียค่า ΔE แตกต่างจากตัวอย่างควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

สำหรับปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ของเส้นอุด้งเสริมซูริมิ (ตารางที่ 1) พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณซูริมิส่งผลให้ปริมาณน้ำอิสระมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากซูริมียมีปริมาณความชื้นสูงและจากการที่โปรตีนในซูริมิสานโครงสร้างร่างแหร่วมกับโปรตีนกลูเตน ทำให้เม็ดแป้งและน้ำถูกกักเก็บไว้ในโครงสร้างร่างแหของโปรตีน ทำให้ปริมาณน้ำอิสระเพิ่มขึ้น [6]

Table 1 Color parameters (L^* a^* b^*) and water activity of udon noodle supplemented with different surimi levels

Surimi levels (%)	Color parameters				Water activity (a_w)
	L^*	a^*	b^*	ΔE	
0 (Control)	46.35 ^{ab} ± 7.37	-0.26 ^a ± 0.13	6.36 ^b ± 1.82	0.00 ^b ± 0.00	0.9563 ^c ± 0.0056
20	43.64 ^c ± 7.82	-0.34 ^a ± 0.14	6.23 ^b ± 2.40	7.20 ^a ± 0.43	0.9607 ^{bc} ± 0.0040
40	44.99 ^{bc} ± 5.52	-0.44 ^a ± 0.04	6.99 ^a ± 2.22	5.04 ^a ± 0.79	0.9670 ^{ab} ± 0.0010
60	48.24 ^a ± 6.17	-0.68 ^b ± 0.03	7.29 ^a ± 2.30	4.42 ^{ab} ± 4.58	0.9690 ^a ± 0.0010

^{a, b, c} Different superscripts in the same column indicate significant differences ($p \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์แรงต้านทานการดึงขาดของเส้นอุด้งเสริมซูริมิในตารางที่ 2 พบว่า เส้นอุด้งเสริมซูริมิที่มีปริมาณซูริมีร้อยละ 20 มีค่าแรงต้านทานการดึงขาดต่ำกว่าเส้นอุด้งสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) เนื่องจากการลดลงของแป้งสาลี ทำให้ปริมาณโปรตีนกลูเตนที่เป็นโครงสร้างร่างแหหลักลดลง อีกทั้งยังถูกโปรตีนในซูริมิขัดขวางการสร้างโครงสร้างร่างแห ทำให้ความแข็งแรงของเส้นอุด้งลดลง เมื่อเพิ่มปริมาณซูริมิเป็นร้อยละ 40 โปรตีนกลูเตนและโปรตีนในซูริมิ เกิดการสร้างโครงสร้างร่างแหใหม่ซึ่งไปช่วยเสริมโครงสร้างหลักของเส้นอุด้งให้มีความแข็งแรงมากขึ้น ในขณะที่การเติมซูริมีร้อยละ 60 ส่งผลให้โปรตีนในซูริมิกลายเป็นโครงสร้างร่างแหหลัก อีกทั้งเม็ดแป้งยังเข้าไปในโครงสร้างร่างแหและแย่งจับน้ำและพองตัวอยู่ภายในโครงสร้างของเส้นอุด้ง ทำให้ความแข็งแรงของเส้นอุด้งลดลง [4,14] สอดคล้องกับค่าระยะการขาดของเส้นอุด้ง ที่มีค่าลดลงอย่างต่อเนื่องเมื่อเพิ่มปริมาณซูริมิ (ตารางที่ 2)

เวลาที่เหมาะสมในการต้ม หมายถึง เวลาที่แกนสีขาวหายไปจากจุดกึ่งกลางของเส้นอุด้งระหว่างการให้

ความร้อนและมีความสัมพันธ์กับการที่โมเลกุลน้ำเข้าไปภายในโครงสร้างร่างแหของเส้นอุด้ง [14] จากตารางที่ 2 พบว่า เวลาที่เหมาะสมในการต้ม เท่ากับ 6.67 ± 0.29 ถึง 7.16 ± 0.29 นาที ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) แสดงให้เห็นว่า ปริมาณโปรตีนที่เพิ่มขึ้น ไม่ส่งผลต่อการเคลื่อนที่ของโมเลกุลน้ำเข้าไปในโครงสร้างร่างแหของเส้นอุด้ง จนทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเวลาที่เหมาะสมในการต้มคาร์ยอยละการสูญเสียของเส้นระหว่างการต้ม (ตารางที่ 2) พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณซูริมีร้อยละ 20-40 ส่งผลให้ร้อยละการสูญเสียของเส้นระหว่างการต้มมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับตัวอย่างควบคุม ($p > 0.05$) เนื่องจากการเพิ่มปริมาณซูริมิ ทำให้ความแข็งแรงของโครงสร้างหลักจากกลูเตนลดลง จึงไม่สามารถรักษาปริมาณของแข็งไว้ในโครงสร้างได้ ในขณะที่การเติมซูริมี ร้อยละ 60 โครงสร้างหลักที่เกิดขึ้นใหม่จากโปรตีนในซูริมิจึงมีความแข็งแรงลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) [14] จึงมีร้อยละการสูญเสียของเส้นระหว่างการต้มแตกต่างจากสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

Table 2 Tensile strength, elongation at break, cooking time, and cooking loss of udon noodle supplemented with different surimi levels

Surimi levels (%)	Tensile strength (g)	Elongation at break (mm)	Cooking time ^{ns} (min)	Cooking loss (%)
0 (Control)	40.00 ^c ± 0.51	146.33 ^a ± 0.15	6.67 ± 0.29	4.72 ^b ± 0.08
20	34.70 ^d ± 0.65	146.02 ^b ± 0.20	6.83 ± 0.29	5.56 ^{ab} ± 0.16
40	85.13 ^a ± 1.04	145.72 ^c ± 0.01	6.66 ± 0.29	5.46 ^{ab} ± 0.28
60	74.57 ^b ± 0.88	145.47 ^c ± 0.08	7.16 ± 0.29	6.15 ^a ± 1.05

^{ns} No significant differences ($p > 0.05$)

a, b, c, d Different superscripts in the same column indicate significant differences ($p \leq 0.05$)

เมื่อพิจารณาจากค่าแรงต้านทานการดึงขาดของเส้นอุด้ง พบว่า ปริมาณซูริมีร้อยละ 40 มีค่าแรงต้านทานการดึงขาดมากที่สุด และมีร้อยละการสูญเสียของเส้นระหว่างการต้มใกล้เคียงกับตัวอย่างควบคุมมากที่สุด โดยทั้ง 2 ค่าแสดงให้เห็นถึงความแข็งแรงของโครงสร้างร่างแหภายในเส้นอุด้งเสริมซูริมี เมื่อนำไปแปรปริมาณผงมันเทศสีม่วงในระบบอาจทำให้โครงสร้างร่างแหภายในของเส้นอุด้งอ่อนแอลง เนื่องจากการทดแทนปริมาณแป้งสาลีที่มีโปรตีนกลูเตนด้วยแป้งมันเทศสีม่วง ดังนั้นจึงเลือกเส้นอุด้งที่มีซูริมีร้อยละ 40 เพื่อนำไปพัฒนาในการผลิตเส้นอุด้งเสริมซูริมีและผงมันเทศสีม่วงในการทดลองต่อไป

3.2 ผลการศึกษาปริมาณผงมันเทศสีม่วงที่เหมาะสมในการผลิตเส้นอุด้งเสริมซูริมีและผงมันเทศสีม่วง

เมื่อพิจารณาจากค่าสี พบว่าเส้นอุด้งที่มีปริมาณผงมันเทศสีม่วงเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่าสี L^* และ b^* ลดลง ในขณะที่ค่าสี a^* เพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นว่าเส้นอุด้งมีค่า

ความสว่างลดลง และมีความเป็นสีน้ำเงินและสีแดงเพิ่มขึ้น ($p < 0.05$, ตารางที่ 3) และเมื่อพิจารณาจากค่า ΔE พบว่าเมื่อปริมาณผงมันเทศสีม่วงเพิ่มขึ้น ทำให้ค่าความแตกต่างของสีจากตัวอย่างควบคุมเพิ่มขึ้นตามลำดับ เนื่องจากผงมันเทศสีม่วงมีแอนโทไซยานินเป็นองค์ประกอบ [7] ซึ่งเป็นรงควัตถุสีม่วง ส่งผลให้เส้น อุด้งมีสีม่วงที่เข้มข้น ทำให้มีความเป็นสีน้ำเงินและสีแดงเพิ่มขึ้น แต่มีค่าความสว่างลดลง จึงมีค่า ΔE เพิ่มขึ้น

ปริมาณน้ำอิสระของเส้นอุด้งเสริมซูริมีที่แปรปริมาณผงมันเทศสีม่วงที่ต่างกัน ไม่แตกต่างจากตัวอย่างควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$, ตารางที่ 3) เนื่องจากน้ำที่เติมในสูตรมีปริมาณเท่ากันโดยโปรตีนและแป้งจะไปจับกับน้ำ ทำให้ปริมาณน้ำอิสระลดลง เส้นอุด้งที่มีระดับผงมันเทศสีม่วงร้อยละ 2.5 มีปริมาณน้ำอิสระแตกต่างจากที่ระดับผงมันเทศสีม่วงร้อยละ 7.5 และ 10 เนื่องจากปริมาณผงมันเทศสีม่วงที่เพิ่มขึ้นมีความสามารถในการดูดซับน้ำมากขึ้น [5] ส่งผลต่อการจับน้ำในโครงสร้าง ทำให้ปริมาณน้ำอิสระลดลง

Table 3 Color parameters (L^* a^* b^*) and water activity of udon noodle supplemented with different purple sweet potato powder levels

Purple sweet potato powder levels (% by wheat flour)	Color parameters				Water activity (a_w)
	L^*	a^*	b^*	ΔE	
0 (Control)	51.36 ^a ± 0.26	-0.39 ^e ± 0.02	9.56 ^a ± 0.42	0.00 ^d ± 0.00	0.9613 ^{ab} ± 0.0037
2.5	33.58 ^b ± 1.22	0.29 ^d ± 0.04	1.17 ^b ± 0.10	19.67 ^c ± 1.12	0.9630 ^a ± 0.0075
5.0	31.64 ^{bc} ± 2.49	0.82 ^c ± 0.04	-0.22 ^c ± 0.17	22.03 ^b ± 2.27	0.9603 ^{ab} ± 0.0045
7.5	30.32 ^c ± 0.30	1.36 ^b ± 0.03	-1.32 ^d ± 0.77	23.76 ^{ab} ± 0.27	0.9567 ^b ± 0.0090
10	29.54 ^c ± 0.60	1.43 ^a ± 0.05	-1.52 ^d ± 0.13	24.54 ^a ± 0.48	0.9556 ^b ± 0.0058

a, b, c, d, e Different superscripts in the same column indicate significant differences ($p < 0.05$)

จากการวิเคราะห์ค่าแรงต้านทานการดึงขาด พบว่าปริมาณผงมันเทศสีม่วงที่มากขึ้นส่งผลให้ค่าแรงต้านทานการดึงขาดลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$, ตารางที่ 4) เนื่องจากการใช้ผงมันเทศสีม่วงทดแทนแป้งสาลี เมื่อปริมาณของผงมันเทศสีม่วงเพิ่มขึ้น ปริมาณ

แป้งสาลีในสูตรจะลดลง ทำให้ปริมาณโปรตีนกลูเตนในระบบลดลง นอกจากนี้เม็ดแป้งของผงมันเทศสีม่วง อาจไปขัดขวางการเกิดโครงสร้างร่างแหของโปรตีนกลูเตนและโปรตีนในซูริมี ทำให้โครงสร้างของเส้นอุด้งไม่แข็งแรง [17] ส่งผลให้ค่าแรงต้านทานการดึงขาดมีค่าลดลง ส่วน

ค่าระยะการขาดของเส้นอุด้งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) มีรายงานการศึกษาความเข้ากันได้ของสตาร์ทแป้งสาลี (wheat starch) และสตาร์ทจากมันเทศสีม่วงพบว่า สตาร์ทจากมันเทศสีม่วงเกี่ยวข้องกับการเกิดโครงสร้างร่างแหเจลของสตาร์ทแป้งสาลี โดยทำให้ระบบเจลของสตาร์ทผสมนั้นมีความเป็นของแข็ง (Solid like characteristic) เพิ่มขึ้น ทำให้เพิ่มความยืดหยุ่นให้กับสตาร์ท [18] [19] แรงต้านทานการดึงขาดจึงมีค่าลดลง เมื่อเติมผงมันเทศสีม่วงในเส้นอุด้งเสริมซูริมิ

เมื่อพิจารณาเวลาที่เหมาะสมในการต้ม พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณผงมันเทศสีม่วง ส่งผลให้เวลาที่เหมาะสมในการต้มเพิ่มขึ้นจากตัวอย่างควบคุม ($p < 0.05$) อาจเกิดจากการที่เม็ดแป้งของผงมันเทศสีม่วงถูกโครงสร้างร่างแหของโปรตีนล้อมรอบไว้ จึงขัดขวางการดูดซับน้ำของเม็ดแป้ง ทำให้เม็ดแป้งดูดซับน้ำได้ยากขึ้น จึงใช้เวลาในการต้มที่เพิ่มขึ้น [6]

จากตารางที่ 4 พบว่าเมื่อปริมาณผงมันเทศสีม่วงเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ร้อยละการสูญเสียของเส้นระหว่างการต้มเพิ่มขึ้น อาจเกิดจากปริมาณผงมันเทศสีม่วงที่มากขึ้นทำให้ปริมาณแป้งสาลีและซูริมิลดลง จึงทำให้โครงสร้างของเส้นอุด้งไม่แข็งแรง ส่งผลให้ไม่สามารถกักเก็บเม็ดแป้งไว้ในโครงสร้างได้ จึงเกิดการสูญเสียปริมาณของแข็งในระหว่างการต้มเพิ่มขึ้น ทำให้ร้อยละการสูญเสียของเส้นระหว่างการต้มเพิ่มขึ้น

เมื่อพิจารณาจากค่าแรงต้านทานการดึงขาด พบว่าที่ปริมาณผงมันเทศสีม่วงร้อยละ 7.5 มีค่าแรงต้านทานการดึงขาด (43.09 ± 1.10 , ตารางที่ 4) ที่ใกล้เคียงกับตัวอย่างควบคุมที่เป็นเส้นอุด้งที่ทำจากแป้งสาลี (40.00 ± 0.51 , ตารางที่ 2) ดังนั้น จึงเลือกเส้นอุด้งเสริมซูริมิลร้อยละ 40 ที่มีผงมันเทศสีม่วงร้อยละ 7.5 โดยน้ำหนักแป้งสาลี เป็นสูตรที่มีความเหมาะสมในการผลิตเส้นอุด้งเสริมซูริมิและผงมันเทศสีม่วง เพื่อนำไปศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและการต้านอนุมูลอิสระในการทดลองต่อไป

Table 4 Tensile strength, elongation at break, cooking time, and cooking loss of udon noodle supplemented with different purple sweet potato powder levels

Purple sweet potato powder levels (% by wheat flour)	Tensile strength (g)	Elongation at break ^{ns} (mm)	Cooking time (min)	Cooking loss (%)
0 (Control)	$73.88^a \pm 1.47$	145.56 ± 0.28	$6.67^d \pm 0.29$	$5.38^d \pm 0.06$
2.5	$63.93^b \pm 1.33$	145.30 ± 0.35	$8.00^c \pm 0.00$	$5.63^c \pm 0.22$
5.0	$56.37^c \pm 1.50$	146.18 ± 0.94	$9.17^b \pm 0.29$	$5.80^{bc} \pm 0.21$
7.5	$43.09^d \pm 1.10$	145.25 ± 0.15	$11.33^a \pm 0.58$	$5.91^{ab} \pm 0.18$
10	$34.72^e \pm 1.15$	145.88 ± 0.57	$11.83^a \pm 0.29$	$6.06^a \pm 0.23$

^{ns} No significant differences ($p > 0.05$)

a, b, c, d, e Different superscripts in the same column indicate significant differences ($p \leq 0.05$)

3.3 ผลการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและการต้านอนุมูลอิสระของผลิตภัณฑ์เส้นอุด้งเสริมซูริมิและผงมันเทศสีม่วงที่ได้รับการคัดเลือก

พบว่าเส้นอุด้งเสริมซูริมิและผงมันเทศสีม่วงที่ได้รับการคัดเลือก มีปริมาณความชื้นที่เพิ่มขึ้นจากเส้นอุด้ง

ตัวอย่างควบคุมที่ทำจากแป้งสาลี เนื่องจากในมันเทศสีม่วงมีปริมาณสตาร์ชเสียหาย (Damage starch) ร้อยละ 54 [17] ซึ่งอาจมีส่วนช่วยให้ความสามารถในการอุ้มน้ำสูงขึ้น [20] และปริมาณโปรตีนที่เพิ่มขึ้นจากการเติมซูริมียังช่วยในการกักเก็บน้ำไว้ในโครงสร้าง ปริมาณเถ้าที่

เพิ่มขึ้นแสดงถึงปริมาณแร่ธาตุที่มีมากขึ้นในเส้นอุด้งเสริมซูริมิและผงมันเทศสีม่วงในตัวอย่างที่ได้รับการคัดเลือก ปริมาณไขมันและคาร์โบไฮเดรตที่ลดลงเนื่องจากมีปริมาณแป้งสาลีในระบบที่เป็นคาร์โบไฮเดรตและไขมันลดลง ส่วนปริมาณใยอาหารในเส้นอุด้งเสริมซูริมิและผงมันเทศสีม่วงที่ได้รับการคัดเลือก ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) เมื่อเทียบกับตัวอย่างควบคุม เนื่องจากผงมันเทศสีม่วงมีปริมาณใยอาหาร 0.39 กรัม ใน 100 กรัม [21] และในแป้งสาลีมีปริมาณใยอาหาร

0.51 กรัม ใน 100 กรัม [22] เมื่อทดแทนปริมาณแป้งสาลีด้วยผงมันเทศสีม่วงร้อยละ 7.5 ทำให้มีปริมาณใยอาหารไม่แตกต่างกัน

เมื่อพิจารณาความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (ตารางที่ 5) พบว่าในตัวอย่างเส้นอุด้งเสริมซูริมิและผงมันเทศสีม่วงที่ได้รับการคัดเลือก มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระเท่ากับ 56.79 ± 2.05 ซึ่งคิดเป็น 30.20 เท่าของตัวอย่างควบคุม เนื่องจากผงมันเทศสีม่วงมีมีสารแอนโทไซยานินที่มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระเป็นองค์ประกอบ [7]

Table 5 Chemical composition and antioxidant capacity of udon noodle supplemented with surimi and purple sweet potato powder

Chemical Composition (% by wet basis)	Udon Noodle (Control)	Udon Noodle Supplemented with Surimi and Purple Sweet Potato Powder	Independent paired t-test
Moisture	33.71 $\pm$ 0.02	41.34 $\pm$ 1.34	0.001*
Protein	8.85 $\pm$ 0.31	11.84 $\pm$ 0.50	0.001*
Fat	0.27 $\pm$ 0.01	0.17 $\pm$ 0.00	0.000*
Crude fiber	1.14 $\pm$ 0.03	1.08 $\pm$ 0.03	0.077
Ash	2.24 $\pm$ 0.03	2.90 $\pm$ 0.08	0.000*
Carbohydrate	53.77 $\pm$ 0.32	42.66 $\pm$ 1.44	0.005*
Radical scavenging (%)	1.82 $\pm$ 0.44	56.79 $\pm$ 2.05	0.000*

* Statistically significant based on independent paired t-test.

4. สรุป

การพัฒนาผลิตภัณฑ์เส้นอุด้งให้มีคุณค่าทางโภชนาการเพิ่มขึ้นโดยการเติมซูริมิและผงมันเทศสีม่วง พบว่าปริมาณส่วนผสมที่เหมาะสมในการผลิตเส้นอุด้งเสริมซูริมิและผงมันเทศสีม่วง คือ ปริมาณแป้งสาลีร้อยละ 52.5 ซูริมิร้อยละ 40 และผงมันเทศสีม่วงร้อยละ 7.5 โดยน้ำหนักแป้งสาลี การเติมผงมันเทศสีม่วงทำให้เส้นอุด้งเสริมซูริมามีค่าแรงต้านทานการดัดงอลดลง จากการ

ลดปริมาณโปรตีนกลูเตนและการขัดขวางการสานโครงสร้างร่างแหของโปรตีนกลูเตนในแป้งสาลี นอกจากนี้ยังใช้เวลาในการต้ม และมีค่าร้อยละการสูญเสียของเส้นระหว่างการต้มเพิ่มขึ้น เส้นอุด้งเสริมซูริมิและผงมันเทศสีม่วงที่พัฒนาได้ มีปริมาณความชื้นและโปรตีนเพิ่มขึ้น แต่มีปริมาณไขมันและคาร์โบไฮเดรตลดลงจากตัวอย่างควบคุมที่ทำจากแป้งสาลี นอกจากนี้ยังมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระมากกว่าตัวอย่างควบคุม 30.20 เท่า

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ที่สนับสนุนงบประมาณและอุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้

6. References

- [1] Tasteatlas, 2021, 10 Most Popular Noodle in the World, Available Source: <https://www.tasteatlas.com/mostpopular-noodles-in-the-world-2>, September 30, 2023.
- [2] Arisahara. 2018, Let's Known Various Kinds of Japanese Noodles, Available Source: <https://allaboutjapan.com/th/article/9155/>, June 8, 2022. (in Thai)
- [3] Li, Q., Obadi, M., Qi, Y., Liu, S., Jiang, Y., Zhang, Q., Sun, J., Jiang, S. and Xu, B., 2020, Softness, elasticity, and smoothness characteristics of cooked udon noodles based on texture analysis, J. Texture Stud. 51: 444-452.
- [4] Obadi, M., Zhang, J., He, Z., Zhu, S., Wu, Q., Qi, Y. and Xu, B., 2022, A review of recent advances and techniques in the noodle mixing process, LWT. 154: 112680.
- [5] Tepwong P., Worawattanamateekul W., and Raksakulthai N., 2006, Improvement of pony fish (*Leiognathus* spp.) surimi gel properties by microbial transglutaminase. Proceedings of 44th Kasetsart university annual conference: Fisheries, Kasetsart university, Bangkok, pp. 101-108. (in Thai)
- [6] Wang, X., Xu, Y., Jiang, Q., Yu, P. and Xia, W., 2014, Effect of incorporated surimi on the wheat dough rheological properties and noodle quality, Food Sci. Technol. 20: 1191-1197.
- [7] Santiago, D., Pelpolage, S. and Matsushita, K., 2016, Noodles qualities of fresh pasta supplemented with various amounts of purple sweet potato powder, Food Sci. Technol. 22(3): 307-316.
- [8] Rongsuphan, T. and Kajorncheappunngam, S., 2019, Anthocyanin content, antibacterial activity and antioxidant capacity of purple corn cob extract via ultrasonic extraction, PRRJ. 14(1): 47-61.
- [9] Inazu, T. and Iwasaki, K., 2000, Mathematical evaluation of effective moisture diffusivity in fresh Japanese noodles (Udon) by regular regime theory. J. Food Sci. 65(3): 440-444.
- [10] Han, J., Pang, L., Bao, L., Ye, X. and Lu, G., 2022, Effect of white kidney bean flour on the rheological properties and starch digestion characteristics of noodle dough, Foods 11(22): 3680.
- [11] Shan, Shan., Xue, Zhu., Wei, Peng. and Ming, Zhou., 2012, Physicochemical properties and salted noodle making quality of purple sweet potato flour and wheat flour blends, J. Food Process. Preserv. 37(5): 709-716.

- [12] Guo, Q., Li, Y. T., Cai, J. H., Ren, C. W., Farooq, M. A. and Xu, B., 2023, The optimum cooking time: A possible key index for predicting the deterioration of fresh white-salted noodle. *J. Cereal Sci.* 109: 103627.
- [13] AOAC, 1995, Official methods of analysis. 16th Edition, The association of official analytical chemists. Gaithersburg. MD: Association of analytical chemist.
- [14] Salama, M., Mu, T. and Sun, H., 2021, Influence of sweet potato flour on the microstructure and nutritional quality of gluten-free fresh noodles, *Int. J. Food Sci. Technol.* 56: 3938-3947.
- [15] Chen, H., Zhou, A., Benjakul, S., Zou, Y., Liu, X., and Xiao, S., 2021, The mechanism of low-level pressure coupled with heat treatment on water migration and gel properties of *Nemipterus virgatus* surimi. *LWT-Food Sci. Technol.* 150: 112086.
- [16] Pu, H., Wei, J., Wang, L. E., Huang, J., Chen, X., Luo, C., Liu, Shuxing. and Zhang, H., 2017, Effects of potato/wheat flours ratio on mixing properties of dough and quality of noodles, *J. Cereal Sci.* 76: 236-242.
- [17] Santiago, D., Matsushita, K., Tsuboi, K., Yamada, D., Murayama, D., Kawakami, S., Shimasa, K., Koaze, H., and Yamauchi, H., 2015, Texture and structure of bread supplemented with purple sweet potato powder and treated with enzymes, *Food Sci. Technol. Res.* 21(4): 537-548.
- [18] Kong, X. R., Zhu, Z., Y, Zhang, X. J., and Zhu, Y. M., 2020, Effects of cordyceps polysaccharides on pasting properties and in vitro starch digestibility of wheat starch, *Food Hydrocoll.* 102: 105604.
- [19] Ding, Y., Shen, M., Wei, D., Xu, L., Sui, T., Cao, C. and Zhou, Y., 2020, Study on compatible characteristics of wheat and purple sweet potato starches, *Food Hydrocoll.* 107: 105961.
- [20] Park C., and Baik, K., 2002, Flour characteristics related to optimum water absorption of noodle dough for making white salted noodles, *Cereal Chem.* 79: 867-873.
- [21] Afiati, F., Priadi, G., and Setiyoningrum, F., 2018, The improvement of functional food in yogurtenriched with purple sweet potato (*Ipomea batatas* var. *Ayamurasaki*), *J. Indones. Trop. Anim. Agric.* 43(2): 159-168.
- [22] Mhiranie, S., Jayasundera, M. and Perera, N., 2017, Development of snack crackers incorporated with defatted coconut flour, *J. Microbiol. Biotechnol. Food Sci.* 7(2): 153-159.