Research Article

Received: March 15, 2019; Accepted: August 5, 2019

องค์ประกอบและการประยุกต์ใช้น้ำหมึกจากปลาหมึกบางชนิด

Composition and Application of Ink from Cephalopods

ชนัญญา พินศรี, จรวย สุขแสงจันทร์ และจินตนา สและน้อย*

ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 109000

กังสดาลย์ บุญปราบ

ภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900

Lan Liu

School of Marine Sciences, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510006

Chananya Pinsri, Charuay Suksangchan and Jintana Salaenoi*

Department of Marine Science, Faculty of Fisheries, Kasetsart University,

Lat Yao, Chatuchak, Bangkok 109001

Kangsadan Boonprab

Department of Fishery Products, Faculty of Fisheries, Kasetsart University,

Lat Yao, Chatuchak, Bangkok 109000201

Lan Liu

School of Marine Sciences, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510006

บทคัดย่อ

น้ำหมึกเป็นผลพลอยได้จากการแปรรูปของปลาหมึกที่มาจากการบริโภคหรือจากอุตสาหกรรมทางทะเล และการทิ้งน้ำหมึกสู่สาธารณะมีแนวโน้มก่อให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม งานวิจัยนี้ได้ศึกษาข้อมูลพื้นฐานและการประยุกต์น้ำหมึกจากปลาหมึก 3 ชนิด คือ หมึกหอม (*Sepioteuthis lessoniana*) หมึกกระดองลายเสือ (*Sepia pharaonis*) และหมึกสายขาว (*Amphioctopus aegina*) ผลการศึกษาพบว่าความชื้นในน้ำหมึกหอมมีค่า 87.82±1.66 % หมึกกระดองลายเสือ 85.08±0.70 % และหมึกสายขาว 85.57±0.12 % ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำหมึกของหมึกหอม หมึกกระดองลายเสือ และหมึกสายขาวมีค่า 11, 8 และ 10 ตามลำดับ น้ำหมึกจากหมึกหอมมีปริมาณโปรตีนมากที่สุด (144.15±5.48 mg/mL) ถัดไปเป็นน้ำหมึกจากหมึกกระดองลายเสือ (136.24±0.60 mg/mL) และหมึกสายขาว (104.17±0.68 mg/mL) ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) สารสีของน้ำหมึกเป็นกลุ่มเมลานินมีค่าดูดกลืนแสงสูงสุด (λ_{max}) ที่ความยาวคลื่น 307 nm สำหรับวุ้นที่มีการใส่น้ำหมึก

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

doi: 10.14456/tstj.2020.141

เป็นองค์ประกอบมีความชื้น 81.87-83.89 % เถ้า 1.52-1.92 % โปรตีน 0.04-0.05 % ไขมัน 0.02 % และคาร์โบไฮเดรต 14.18-16.06 % สีจากวุ้นน้ำหมึกทั้ง 3 ชนิด พบว่าวุ้นหมึกกระดองลายเสือมีค่าความสว่าง ค่าความบริสุทธิ์ ความเป็นสีแดง และความเป็นสีเหลืองมากที่สุด และวุ้นหมึกสายขาวมีค่าโทนสีที่มากที่สุด

คำสำคัญ : น้ำหมึก; ปลาหมึก; เมลานิน; วุ้น

Abstract

Ink is a by-product of the squid processing that comes from household consumption or the seafood industry. The disposal of ink seems to cause environmental pollution. This research aimed to study the fundamental information and the application of cephalopod ink in 3 species, i.e. Bigfin reef squid (*Sepioteuthis lessoniana*), Pharaoh cuttlefish (*Sepia pharaonis*), and Marbled octopus (*Amphioctopus aegina*). The results showed that the moisture contents of those inks were 87.82±1.66, 85.08±0.70 and 85.57±0.12 %, and the pH values were 11, 8 and 10 in Bigfin reef squid, Pharaoh cuttlefish and Marbled octopus, respectively. The highest amount of protein content was from Bigfin reef squid ink (144.15±5.48 mg/mL), followed by Pharaoh cuttlefish ink (136.24±0.60 mg/mL) and Marbled octopus ink (104.17±0.68 mg/mL), which was significantly different at $p<0.05$. The main color composition in the ink was predicted as melanin that revealed the maximum absorption (λ_{max}) at 307 nm. Ink jelly was prepared for making a high value application. The proximate analysis of the ink jelly was shown 81.87-83.89 % moisture content, 1.52-1.92 % ash, 0.04-0.05 % crude protein, 0.02 % crude fat, and 14.18-16.06 % carbohydrate content. The colorimetric analysis showed the highest value of lightness, redness, yellowness and chroma in Pharaoh cuttlefish ink jelly and the highest value of hue angle in Marbled octopus ink jelly.

Keywords: ink; cephalopod; melanin; jelly

1. บทนำ

ปลาหมึกหรือหมึกเป็นสัตว์ทะเลที่ไม่มีกระดูกสันหลัง อยู่ในไฟลัมมอลลัสกา ซึ่งเป็นไฟลัมที่มีจำนวนสมาชิกค่อนข้างมาก ได้แก่ หมึกสาย หมึกกระดอง หมึกหอม หอยงวงช้าง เป็นต้น [1] ปลาหมึกเป็นสัตว์ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจมากที่สุดชนิดหนึ่งของประเทศ รองจากกุ้ง เป็นที่ต้องการของผู้บริโภคค่อนข้างมาก และมีมูลค่าในการซื้อขายค่อนข้างสูง [2] โดยปลาหมึกมีความหลากหลายในด้านขนาดและวิถีชีวิตที่มีการปรับตัวสำหรับการเคลื่อนที่และการพรางตัว มีการเปลี่ยนสีและพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ซับซ้อน [3] ซึ่งแต่ละชนิดมีกลไกป้องกันตัวเพื่อเอาตัวรอดกับผู้ล่าในธรรมชาติที่ต่างกัน รวมทั้งปลาหมึกก็มีพฤติกรรมที่ป้องกันตัวหรือหลบหลีกโดยการปล่อยน้ำหมึกออกมา [4]

น้ำหมึกเป็นสารที่ถูกปล่อยออกมาจากปลาหมึกเพื่อพรางตัวจากศัตรู โดยน้ำหมึกจะถูกเก็บไว้ในถุงน้ำหมึก ปลาหมึกส่วนใหญ่มีถุงน้ำหมึก ยกเว้น

กลุ่มหอยงวงช้างและปลาหมึกที่อาศัยอยู่ในทะเลน้ำลึกบางชนิด [5] น้ำหมึกประกอบไปด้วยสารหลายชนิด ได้แก่ โปรตีน แร่ธาตุ กรดอะมิโน ไขมัน และสารสื่อประสาท สีของน้ำหมึกส่วนใหญ่ประกอบไปด้วยสารกลุ่มเมลานิน ความหลากหลายขององค์ประกอบในน้ำหมึกของปลาหมึกทำให้เกิดสีน้ำหมึกที่ต่างกัน เช่น สีดำจากหมึกสาย สีน้ำเงินดำจากหมึกกล้วย และสีน้ำตาลจากหมึกกระดอง [6] โดย Nair และคณะ (2011) รายงานการใช้น้ำหมึกเป็นยารักษาโรคหัวใจ ยารักษาระดับฮอร์โมนในผู้หญิง นอกจากนั้นน้ำหมึกยังมีสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ แบคทีเรีย และมะเร็ง [7] Sasaki และคณะ (1997) ศึกษาฤทธิ์ของน้ำหมึกในการยังยั้งเนื้องอกในหนู โดยการนำมาผ่านความร้อนที่อุณหภูมิ 100 °C เป็นเวลา 10 นาที พบว่าฤทธิ์ของน้ำหมึกสามารถยับยั้งการเกิดเนื้องอกในหนู ถึงแม้จะผ่านการให้ความร้อนมาก่อน [8] โดยน้ำหมึกจากหมึก *Loligo duvauceli* และ *Sepiella inermis* มีฤทธิ์ต้านไวรัส [9] หมึกในกลุ่มหมึกกล้วยมีศักยภาพในการบรรเทาอาการอักเสบเนื่องมาจากการหลั่งกรดในกระเพาะอาหารของหนู จึงทำให้มีการศึกษาการพัฒนายาต้านอาการแผลในกระเพาะปัสสาวะในคน [10] มีความเป็นไปได้ว่าน้ำหมึกจากหมึกกระดองอาจช่วยเพิ่มการตอบสนองของระบบภูมิคุ้มกัน โดยสามารถส่งเสริมการเพิ่มจำนวนเม็ดเลือดและพัฒนาการของเซลล์ต้นกำเนิดของเม็ดเลือดชนิด granulocyte-monocyte [11] มีรายงานว่าเอนไซม์ angiotensin-converting ที่แยกจากน้ำหมึกในกลุ่มหมึกกล้วยช่วยทำให้เกิดการขยายหลอดเลือด ส่งผลให้ความดันโลหิตลดลง [12]

แม้ว่าน้ำหมึกจะมีคุณประโยชน์หลายประการ แต่ก็มีการนำมาประยุกต์ใช้ค่อนข้างน้อยและไม่ค่อยแพร่หลาย เนื่องจากคนส่วนมากนิยมรับประทานส่วนของเนื้อปลาหมึก โดยน้ำหมึกเป็นส่วนที่ไม่ค่อยนำมาทำประโยชน์ ซึ่งหากจัดการน้ำหมึกไม่ถูกสุขลักษณะจะทำให้ส่งกลิ่นเหม็น เป็นแหล่งแพร่พันธุ์ของเชื้อโรคหรือแมลง ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการใช้ประโยชน์จากน้ำหมึก เช่น เพิ่มเข้าไปในส่วนประกอบของอาหาร โดยเลือกวุ้นในการทดลอง ซึ่งวุ้นก็เป็นอาหารว่างที่รับประทานง่าย มีหลากหลายรสชาติ และมีรูปแบบมากมายให้เลือก รวมทั้งได้รับความนิยมในการบริโภคกับทุกเพศทุกวัย โดยวุ้นเป็นสารประกอบของน้ำตาลหลายโมเลกุล (polysaccharide) เมื่อรับประทานจะทำให้ได้รับสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตค่อนข้างมาก ซึ่งการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้กับวุ้น โดยการเพิ่มเติมส่วนผสมที่มีประโยชน์เข้าไปจะทำให้ผู้บริโภคได้รับประโยชน์มากยิ่งขึ้น

2. อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 การเตรียมตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างหมึกหอม (*Sepioteuthis lessoniana*, Bigfin reef squid) หมึกกระดองลายเสือ (*Sepia pharaonis*, Pharaoh cuttlefish) และหมึกสายขาว (*Amphioctopus aegina*, Marbled octopus) จากหาดสวนสน จังหวัดระยอง และเก็บน้ำหมึกจากปลาหมึกสดใส่ในภาชนะที่ปิดมิดชิด นำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ -20 °C จนกว่าจะใช้งาน (งานวิจัยนี้ได้รับใบรับรองการอนุมัติให้ดำเนินการเลี้ยงสัตว์เพื่องานการทดลองทางวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ID# ACKU61-FIS-007)

2.2 การศึกษาองค์ประกอบของน้ำหมึก

นำน้ำหมึกจากปลาหมึกทั้ง 3 ชนิด มาศึกษาปริมาณความชื้นตามวิธีของ AOAC [13] ค่าความเป็นกรด-ด่างด้วย pH-paper ปริมาณโปรตีนตามวิธีของ Bradford [14] และสารสีในน้ำหมึกโดยละลายน้ำหมึกใน 0.5 M NaOH แล้วนำไปสแกนด้วยเครื่อง

UV-visible spectrophotometer [15] โดยแต่ละพารามิเตอร์ทดลอง 3 ซ้ำ

2.3 การประยุกต์ใช้น้ำหมึก

การทำวุ้นรับประทานจากน้ำหมึกของปลาหมึกทั้ง 3 ชนิด ที่ผ่านการต้มผ่านความร้อนที่อุณหภูมิ 100 °C เป็นเวลา 5 นาที วุ้น 1 ชิ้น น้ำหนัก 20 g ใส่ตัวอย่างน้ำหมึก 0.5 mg ในแต่ละชิ้น [16] โดยการเตรียมวุ้นแต่ละชนิดของน้ำหมึกทดลอง 3 ซ้ำ

2.3.1 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี (proximate composition) วิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน ไขมัน ความชื้น เถ้า เส้นใย และคาร์โบไฮเดรตในวุ้นน้ำหมึกด้วยวิธีของ AOAC [13] โดยแต่ละพารามิเตอร์ทดลอง 3 ซ้ำ

2.3.2 การวิเคราะห์ค่าสี (colorimeter) นำวุ้นน้ำหมึกแต่ละชนิดมาวัดค่าสีด้วยเครื่องวัดสี (Datacolor international รุ่น SF600 Plus Spectra-flash) ซึ่งมีค่า L*, a*, b*, C* และ h° โดยวุ้นน้ำหมึกของปลาหมึกแต่ละชนิดทดลอง 3 ซ้ำ ค่า L* ที่เข้าใกล้ 100 หมายถึงตัวอย่างมีความสว่างมากจนเป็นสีขาวหรือสีจาง แต่ถ้าค่า L* เข้าใกล้ 0 หมายถึง ตัวอย่างมีความสว่างน้อยลงจนเป็นสีคล้ำ ค่า a* ที่เป็นบวกแสดงว่าตัวอย่างเป็นสีแดง แต่ถ้าค่า a* ที่เป็นลบแสดงว่าตัวอย่างเป็นสีเขียว และค่า b* ที่เป็นบวกแสดงว่าตัวอย่างเป็นสีเหลือง แต่ถ้าค่า b* เป็นลบแสดงว่าตัวอย่างเป็นสีน้ำเงิน [17] ค่า C* แสดงถึงค่าความบริสุทธิ์ของสี และค่า h° แสดงถึงค่าโทนสี 0 องศา คือ สีแดง 90 องศา คือ สีเหลือง 180 องศา คือ สีเขียว และ 270 องศา คือ สีน้ำเงิน

2.4 การวิเคราะห์ทางสถิติ

ผลการศึกษาแสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยข้อมูลที่ได้ด้วย one-way ANOVA ($p < 0.05$)

3. ผลการวิจัยและวิจารณ์

3.1 ลักษณะทางกายภาพของน้ำหมึก

น้ำหมึกของปลาหมึกมีลักษณะเป็นของเหลวสีเข้ม ค่อนข้างมีความหนืด โดยน้ำหมึกเก็บอยู่ในถุงน้ำหมึก (ink sac) น้ำหมึกจากหมึกหอมจะมีสีน้ำเงินเข้ม น้ำหมึกจากหมึกกระดองมีสีน้ำตาลเข้ม และน้ำหมึกจากหมึกสายขาวมีสีดำเข้ม ผลจากการศึกษาปริมาณความชื้น ความเป็นกรด-ด่าง และโปรตีนของน้ำหมึกจากปลาหมึกทั้ง 3 ชนิด แสดงในตารางที่ 1

ปริมาณความชื้นของน้ำหมึกจากปลาหมึกทั้ง 3 ชนิด พบว่าน้ำหมึกจากหมึกหอมมีความชื้นมากที่สุด รองลงมา ได้แก่ น้ำหมึกจากหมึกสายขาว และจากหมึกกระดองลายเสือ ตามลำดับ ซึ่งเปรียบเทียบกับรายงานของ Brita (2016) ที่พบว่าค่าความชื้นของหมึกกระดองมีค่าใกล้เคียงกัน [18] ความเป็นกรดเป็น

Table 1 Moisture content, pH and protein concentration of cephalopod ink collected from 3 species

Cephalopod inks	Moisture content (%)	pH	Protein concentration (mg/mL)
Bigfin reef squid	87.82 ± 1.66^{b}	11	144.15 ± 5.48^{a}
Pharaoh cuttlefish	85.08 ± 0.70^{a}	8	136.24 ± 0.60^{b}
Marbled octopus	85.57 ± 0.12^{a}	10	104.17 ± 0.68^{c}

* Superscripts in each column showed significant differences ($p \leq 0.05$).

ด่างของน้ำหมึกของหมึกหอม หมึกกระดองลายเสือและหมึกสายขาวมีค่า 11, 8 และ10 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าน้ำหมึกทั้ง 3 ชนิด มีฤทธิ์เป็นด่างถึงด่างแก่ สำหรับปริมาณโปรตีนของน้ำหมึกจากปลาหมึกทั้ง 3 ชนิด แสดงให้เห็นว่าน้ำหมึกจากหมึกหอมมีปริมาณโปรตีนมากที่สุด รองลงมา ได้แก่ น้ำหมึกจากหมึกกระดองลายเสือ และจากหมึกสายขาว ตามลำดับ ซึ่งโปรตีนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

เมื่อทดสอบค่าการดูดกลืนแสงน้ำหมึกทั้ง 3 ชนิด เปรียบเทียบกับเมลานินมาตรฐานด้วยเครื่อง UV-visible spectrophotometer พบว่าน้ำหมึกทั้ง 3 ชนิด มีค่าการดูดกลืนแสงสูงที่สุดที่ 307 nm เท่ากับค่าการดูดกลืนแสงของเมลานินมาตรฐาน (รูปที่ 1) ซึ่งบ่งชี้ว่าสารสีในน้ำหมึกอาจเป็นสารเมลานินที่มีค่า λ_{max} สอดคล้องกับสารเมลานินมาตรฐาน โดยมีค่าใกล้เคียงกับที่ Kollias (1995) ได้รายงานเมลานินจากมนุษย์ว่ามีค่าการดูดกลืนแสงสูงที่สุดที่ 335 nm [19] โดย El-Naggar และ El-Ewasy (2017) รายงานว่าการดูดกลืนแสงของเมลานินแต่ละชนิดว่ามีความแตกต่างของค่าการดูดกลืนแสงที่ไม่เท่ากัน เช่น เมลานินจาก *Chroogomphus rutilus* มีค่าการดูดแสงสูงที่สุดที่ 212 nm และเมลานินจาก *Actinoalloteichus* sp. มีค่าการดูดแสงสูงที่สุดที่ 300 nm [20] Mbonyiryivuze และคณะ (2015) ศึกษาเมลานินจากน้ำหมึกในหมึกกระดอง (*Sepia officinalis*) โดยนำมาวัดค่าความยาวคลื่นที่ 190-1,100 nm พบว่ามีการดูดกลืนแสงสูงสุดที่ 200-300 nm [21]

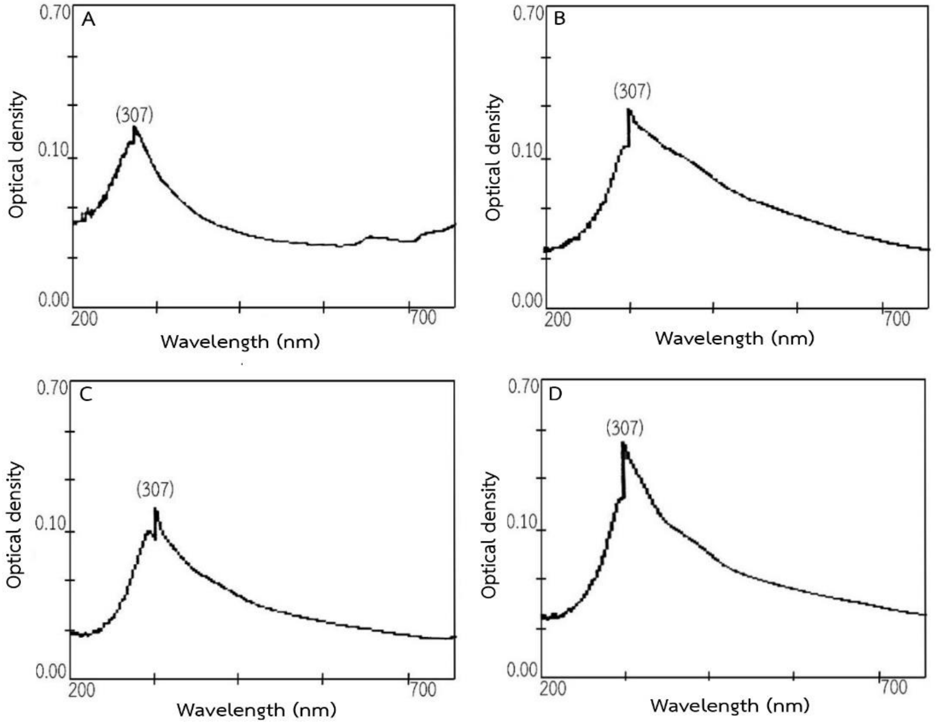

Figure 1 Optical density measurement of melanin standard and cephalopod ink during wavelength 200-800 nm; Sepia melanin standard (A), Bigfin reef squid (B), Pharaoh cuttlefish (C) and Marbled octopus (D)

Table 2 Proximate analysis of cephalopod ink jelly

Proximate analysis / Cephalopod inks	Moisture (%)	Ash (%)	Protein (%)	Fat (%)	Fiber (%)	Carbohydrate (%)
Jelly without ink	83.19±0.95[a]	0.17±0.04[a]	0.02±0.00[a]	0.01±0.00[a]	0.08±0.02[a]	16.52±0.98[a]
Bigfin reef squid ink jelly	81.87±0.07[a]	1.92±0.37[a]	0.04±0.01[a]	0.02±0.00[a]	0.09±0.01[a]	16.06±1.25[a]
Pharaoh cuttlefish ink jelly	83.89±0.12[a]	1.77±0.49[a]	0.04±0.01[a]	0.02±0.01[a]	0.09±0.02[a]	14.18±0.60[a]
Marbled octopus ink jelly	82.80±0.28[a]	1.52±0.19[a]	0.05±0.01[a]	0.02±0.01[a]	0.10±0.01[a]	15.49±0.49[a]

* Superscripts in each column showed significant differences ($p \leq 0.05$).

3.2 องค์ประกอบทางเคมีของวุ้นน้ำหมึก

การนำตัวอย่างวุ้นน้ำหมึกหอม วุ้นน้ำหมึกกระดองลายเสือ และวุ้นน้ำหมึกสายขาวมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี พบว่าตัวอย่างวุ้นน้ำหมึกไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 2) วุ้นน้ำหมึกมีปริมาณความชื้น 81.87-83.89 % ปริมาณเถ้า 1.52-1.92 % ปริมาณโปรตีน 0.04-0.05 % ปริมาณไขมัน 0.02 % ปริมาณเยื่อใย 0.09-0.10 % และปริมาณคาร์โบไฮเดรต 14.18-16.06 % ซึ่งวุ้นจากน้ำหมึกทั้ง 3 ชนิด มีปริมาณโปรตีน ไขมัน และเยื่อใยในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน โดยในวุ้นน้ำหมึกจากหมึกหอมมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตและเถ้ามากที่สุด แต่มีปริมาณความชื้นน้อยที่สุด เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับวุ้นที่ไม่ได้ใส่น้ำหมึก พบว่าวุ้นที่มีการใส่น้ำหมึกมีปริมาณเถ้า โปรตีน ไขมัน และเยื่อใยที่เพิ่มมากขึ้น โดย Takaya และคณะ (1994) รายงานว่าน้ำหมึกประกอบด้วยรงควัตถุเมลานิน 30 % และโปรตีน 7.8 % โดยโครงสร้างของเมลานินมีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ อาจเป็นสาเหตุให้เมื่อนำน้ำหมึกมาวิเคราะห์จึงพบโปรตีนในปริมาณที่สูง [22] Zaharah และ Salleh (2017) ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของน้ำหมึกในกลุ่มหมึกกล้วย (*Loligo duvauceli*) พบว่ามีโปรตีนมากที่สุด (62.46±0.62 %) รองลงมา ได้แก่ เถ้า (9.29±0.05 %) ความชื้น (4.43±0.29 %) และไขมัน (3.96±0.08 %) ตามลำดับ [23]

3.3 การวิเคราะห์ค่าสี

เมื่อนำวุ้นน้ำหมึกไปวัดค่าสีด้วยเครื่องวัดสีจะเห็นว่าวุ้นน้ำหมึกที่มาจากปลาหมึกต่างชนิดมีค่า L*, a*, b*, C* และ h° ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 3 และรูปที่ 2) โดยในลักษณะค่า L*, a*, b* และ C* พบว่าวุ้นน้ำหมึกจากหมึกกระดองมีค่ามากที่สุด (L* = 28.84, a* = 0.36, b* = 1.27 และ C* = 2.65) แต่ค่าของ h° พบว่าวุ้นจากหมึกสายขาวมีค่ามากที่สุด (h° = 221.02) โดยสีที่ปรากฏให้เห็นเป็นสารสีในกลุ่มเมลานิน ซึ่งในน้ำหมึกของปลาหมึกเป็นเมลานินชนิดยูเมลานิน (eumelanin) ที่มีพอลิเมอร์ 5,6-dihydroxyindole (DHI) และ 5,6-dihodroxy indole-2-carboxylic acid (DHICA) [24] ซึ่ง Derby (2014) รายงานว่าโครงสร้างและการสังเคราะห์ที่ดีที่สุดมาจากหมึกกระดอง ดังนั้นจึงนิยมนำน้ำหมึกจากปลาหมึกกลุ่มหมึกกระดองมาใช้ประโยชน์ [4]

4. สรุป

เมื่อพิจารณาลักษณะทางกายภาพของน้ำหมึกพบว่าหมึกหอมเป็นชนิดที่มีค่าความชื้น ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง และโปรตีนสูงที่สุด และสารสีในน้ำหมึกมีการดูดกลืนแสงที่สูงที่สุดที่ 307 nm ซึ่งเท่ากับค่าการดูดกลืนแสงของสารเมลานินมาตรฐาน และแนวคิดที่

Table 3 Color values of cephalopod ink jelly

Ink jelly	Color values				
	L*	a*	b*	C*	h°
Bigfin reef squid ink jelly	15.20[a]	-0.2[a]	-0.05[a]	0.85[a]	153.01[a]
Pharaoh cuttlefish ink jelly	23.84[a]	0.36[a]	1.27[a]	2.65[a]	135.18[a]
Marbled octopus ink jelly	13.66[a]	0.02[a]	0.01[a]	0.9[a]	211.02[a]

* Superscripts in each column showed significant differences ($p \leq 0.05$); L* scale: Light or dark where a low number (0-50) indicates dark and a high number (51-100) indicates light; a* scale: Red or green where a positive number indicates red and a negative number indicates green; b* scale: Yellow or blue where a positive number indicates yellow and a negative number indicates blue; C*: the vividness or dullness of a color; h°: the degree to which a stimulus can be described as similar to or different from stimuli that are described as red, green, blue, and yellow

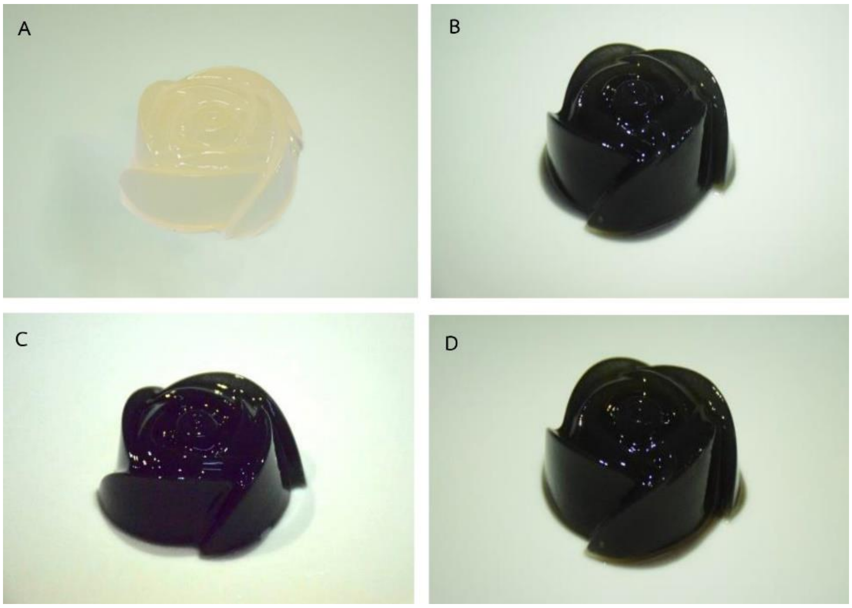

Figure 2 Characteristics of ink jelly: Jelly without ink (A), Bigfin reef squid ink jelly (B), Pharaoh cuttlefish ink jelly (C) and Marbled octopus ink jelly (D)

จะเพิ่มคุณค่าอาหารโดยใส่น้ำหมึกลงในวุ้นมีผลทำให้ปริมาณโปรตีน ไขมัน และเยื่อใยเพิ่มขึ้นหลังจากใส่น้ำหมึกในวุ้น การศึกษาค่าสีจากวุ้นพบว่าวุ้นจากน้ำหมึก 3 ชนิด มีสีที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งข้อมูลที่ได้จากงานวิจัยนี้สามารถเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์วุ้นที่มีน้ำหมึกเป็นส่วนผสมที่สามารถเพิ่มคุณค่าทางอาหาร กลิ่นวุ้นที่ผสมน้ำหมึกไม่คาวมาก เนื้อสัมผัสของวุ้นหลังจากที่ใส่น้ำหมึกไม่ต่างจากเดิม และน้ำหมึกเป็นทางเลือกที่

ดีในการใช้สีที่ได้จากธรรมชาติเนื่องจากสีจากปลาหมึกทั้ง 3 ชนิด มีสีน้ำหมึกค่อนข้างเข้ม สามารถเพิ่มสีสันให้กับอาหารและขนมในเมนูต่าง ๆ

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนงบการวิจัยภายใต้แผนงานเสริมสร้างศักยภาพและพัฒนานักวิจัยรุ่นใหม่ตามทิศทางยุทธศาสตร์การวิจัยและนวัตกรรม ประเภทบัณฑิตศึกษา จากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ประจำปี 2562 ขอขอบคุณภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเลและภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และศูนย์พัฒนาเทคโนโลยีอาหารสัตว์น้ำ ที่ให้ความอนุเคราะห์อุปกรณ์และเครื่องมือในการวิจัยจนเสร็จสมบูรณ์

6. References

[1] Castillo, M.G., Salazar, K.A. and Joffe, N.R., 2015, The immune response of cephalopods from head to foot, Fish Shellfish Immunol. 46: 145-160.

[2] Lee, P.N., Callaerts, P., de Couet, H.G. and Martindale, M.Q., 2003, Cephalopod hox genes and the origin of morphological novelties, Nature 424: 1061-1065.

[3] Boyle, P. and Rodhouse, P., 2005, Cephalopods: Ecology and Fisheries, Blackwell Science, Oxford, 464 p.

[4] Derby, C.D., 2014, Cephalopod ink: Production, chemistry, functions and applications, Marine Drugs 12: 2700-2730.

[5] Suksangchan, C., 2015, Cephalopods, Department of Marine Science faculty of Fisheries, Kasetsart University, Bangkok, 130 p. (in Thai)

[6] Myers, D., Is Squid ink the Next Big Health Food Trend, Available Source: https://www.thedailymeal.com/eat/squid-ink-next-big-health-food-trend, January 20, 2019.

[7] Nair, J.R., Pillai, D., Joseph, S.M., Gomathi, P., Senan, P.V. and Sherief, P.M., 2011, Cephalopod research and bioactive substances, Indian J. Geo-Marine Sci. 40: 13-27.

[8] Sasaki, J., Ishita, K., Takaya, Y., Uchisawa, H. and Matsue, H., 1997, Anti-tumor activity of squid ink, J. Nutr. Sci. Vitaminlo. 43: 455-461.

[9] Rajaganapathi, J., Thyagarajan, S.P., Patterson Edward J.K., 2000, Study on cephalopod's ink for anti-retroviral activity, Indian J. Exp. Biol. 38: 519-520.

[10] Mimura, T., Maeda, K., Hariyama, H., Aonuma, S., Satake, M. and Fujita T., 1982, Studies on biological activities of melanin from marine animals, I. Purification of melanin from *Ommastrephes bartrami* Lesuel and its inhibitory activity on gastric secretion in rats, Chem. Pharm. Bull. 30: 1381-1386.

[11] Lei, M., Wang, J., Wang, Y., Pang, L., Wang, Y., Xu, W. and Xue, C., 2007, Study of the radio-protective effect of cuttlefish ink on hemopoietic injury, Asia Pac. J. Clin. Nutr. 16: 239-243

[12] Kim, S.Y., Kim, S.H. and Song, K.B., 2003, Characterization of an partial purification

and angiotensin-converting enzyme inhibitor from squid ink, Agric. Chem. Biotechnol. 46: 122-123.

[13] AOAC, 2000, Official Methods of Analysis, 15th Ed., Association of Official Analytical Chemists, Inc., Washington D.C., 1298 p.

[14] Bradford, M.B., 1976, A rapid and sensitive method for quantitation of micrograms quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding, Anal. Biochem. 7: 248-254.

[15] Guo, J., Rao, Z., Yang, T., Man, Z., Xu, M., and Zhang, X., 2014, High-level production of melanin by a novel isolate of Streptomyces kathirae, FEMS Microbiol. Lett. 357: 85-91.

[16] Tangthongchit, T., 2012, How To Make Jelly, Phetpraguy, Inc., Bangkok, 120 p. (in Thai)

[17] Somseang, S., 2007, Comparison of Color Change of Lychee [*Lichi chinensis* Sonn. (cv. Guang Jao)] Preserved by Ultra High Pressure and Heat Treatments, Master Thesis, Chiang Mai University, Chiang Mai, 108 p. (in Thai)

[18] Brita, N.A., 2016, Antioxidant and antibacterial properties of cuttlefish ink collected from selected cuttlefish landed at Thoothukudi coast, Master Thesis, Tamil Nadu Fisheries University, Nagapattinam, 85 p.

[19] Kollias, N., 1995, The Spectroscopy of Human Melanin Pigmentation, pp. 31-38, In Zeise, L., Chedekel, M.R., Fitzpatrick, T.B. (Eds.), Melanin: Its Role in Human Photoprotection, Valdenmar Publishing Co., Overland Park.

[20] El-Naggar, N. and El-Ewasy, S., 2017, Bioproduction,characterization,anticancer and antioxidant activities of extracellular melanin pigment produced by newly isolated microbial cell factories *Streptomyces glaucescens* NEAE-H, Sci. Rep. 7: 1-19.

[21] Mbonyiryivuze, A., Omollo, I., Balla, D.I., Mwakikunga, B., Simon, M.D., Park, E. and Maaza, M., 2015, Natural Dye Sensitizer for Grätzel Cells: Sepia Melanin, Physics and Materials Chemistry, 3: 1-6.

[22] Takaya, Y., Uchisawa, H., Matsue, H., Okuzaki, B., Narumi, F., Sasaki, J. and Ishida, K., 1994, An investigation of the antitumor peptidoglycan fraction from squid ink, Biol. Pharm. Bull. 17: 846-919.

[23] Zaharah, F. and Salleh, R.M., 2017, Antioxidant and antimicrobial activities of squid ink powder, Food Res. 2: 82-88.

[24] Palumbo, A., D'Ischia, M., Misuraca, G., and Prota, G., 1987, Effect of metal ions on the rearrangement of dopachrome, Biochim. Biophys. Acta 925: 203-209.