สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การผลิตดีหมึกผงสำหรับใช้ในอุตสาหกรรมบริการอาหาร

PRODUCTION OF SQUID INK POWDER FOR FOOD SERVICE INDUSTRY

T132661

อรุโณทัย โอวัฒนา

ARUNOTAI OVADHANA

วท.
ล 41 ก
2557

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....132661
วัน,เดือน,ปี.....1 ส.ค. 2557

.b.12623898
.i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดและบริการอาหาร

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2557

KMITL-2014-AI-M-055-204

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PRODUCTION OF SQUID INK POWDER FOR FOOD SERVICE INDUSTRY

ARUNOTAI OVADHANA

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF SCIENCE

IN FOOD SERVICE AND CATERING TECHNOLOGY

FACULTY OF AGRO-INDUSTRY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2014

KMITL-2014-AI-M-055-204

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2014

FACULTTY OF AGRO-INDUSTRY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การผลิตดีหมึกผงสำหรับใช้ในอุตสาหกรรมบริการอาหาร

PRODUCTION OF SQUID INK POWDER FOR FOOD SERVICE INDUSTRY

ชื่อนักศึกษา นางอรุโณทัย โอวัฒนา

รหัสประจำตัว 55680310

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา เทคโนโลยีการจัดและบริการอาหาร

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ดร.ธงชัย พุฒทองศิริ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม -

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์	ลายมือชื่อ
ดร.ธงชัย พุฒทองศิริ	
รศ.ดร.ประพันธ์ ปิ่นศิโรดม	
ผศ.ดร.ยุพร พืชกมุทร	
รศ.เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์	

วัน / เดือน/ ปีที่สอบ 26 พฤษภาคม 2557 เวลา 09.00 น. เป็นต้นไป

สถานที่สอบ ณ ห้อง A 302 อาคารเจ้าคุณทหาร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
KING MONKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

คณะอุตสาหกรรมเกษตรรับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์ ดร.ประพันธ์ ปิ่นศิโรดม)

คณบดีคณะอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่ 27 เดือน พ.ค. พ.ศ. 57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การผลิตดีหมึกผงสำหรับใช้ในอุตสาหกรรมบริการอาหาร
นักศึกษา	นางอรุโณทัย โอวัฒนา
รหัสประจำตัว	55680310
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีการจัดและบริการอาหาร
พ.ศ.	2557
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ดร.ธงชัย พุฒทองศิริ

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการทำแห้งดีหมึกผง การยอมรับผลิตภัณฑ์ และศึกษาอายุการเก็บรักษา โดยใช้ดีหมึกจากหมึกกระดองลายเสือ *(Sepia pharaonis)* เป็นวัตถุดิบในการทำแห้งด้วยวิธีการอบลมร้อนที่สภาวะต่างกัน คือ อุณหภูมิ 60, 70 และ 80 องศาเซลเซียส และเวลา 5, 7 และ 9 ชั่วโมง ด้วยการทดลองแบบพื้นที่ผิวตอบสนอง (Response Surface Methodology) ออกแบบการทดลองแบบ Central Composite Design โดยปัจจัยตอบสนองที่สนใจ คือ ค่าวอเตอร์แอคทิวิตี ความชื้น ความสามารถในการละลาย ความสามารถในการดูดซับน้ำ อัตราการคืนรูป ค่าความสว่าง (L*) และปริมาณผลผลิต พบว่าอุณหภูมิมีอิทธิพลต่อปัจจัยคุณภาพด้านต่าง ๆ ของดีหมึกผงมากกว่าระยะเวลาอย่างมีนัยสำคัญ สภาวะที่เหมาะสมในการทำแห้งดีหมึกด้วยวิธีการอบลมร้อนคือการใช้อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 ชั่วโมง ทำนายผลผลิตภัณฑ์ดีหมึกผงที่ได้มีค่าวอเตอร์แอคทิวิตี 0.08 ความชื้นร้อยละ 7.87 ความสามารถในการละลายร้อยละ 8.45 ความสามารถในการดูดซับน้ำ 2.7 กรัม/กรัม อัตราส่วนการคืนรูป 2.78 ค่าความสว่าง (L*) 37.3 และปริมาณผลผลิตร้อยละ 39.26 เมื่อการทดสอบการยอมรับการใช้งานดีหมึกผงโดยผู้เชี่ยวชาญด้านอาหาร ผู้ทดสอบทุกคนให้การยอมรับในผลิตภัณฑ์ดีหมึกผง และดีหมึกผงในบรรจุภัณฑ์ถุงอะลูมิเนียมฟอยล์สามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องได้ไม่ต่ำกว่า 12 สัปดาห์ โดยไม่มีการเจริญของเชื้อยีสต์และรา และมีแบคทีเรียทั้งหมดอยู่ในเกณฑ์มาตราฐานอาหารผงปรุงรส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis	Production of Squid Ink Powder for Food Service Industry
Student	Mrs.Arunotai Ovadhana
Student ID.	55680310
Degree	Master of Science
Program	Food Service and Catering Technology
Year	2014
Thesis Advisor	Dr.Tongchai Puttongsiri

ABSTRACT

The objectives of this study were studied on optimum condition of temperature and time for drying in producing squid ink powder, acceptance evaluation and shelf life. Squid ink of cuttlefish *(Sepia pharaonis)* was dried using a tray dryer at different conditions ranged from temperature at 60, 70 and 80°C and time for 5, 7 and 9 hours. The Response Surface Methodology with Central Composite Design was applied to determine the experiment while investigated responses were water activity (a_w), moisture content (MC), water absorption index (WAI), water solubility index (WSI), rehydration ratio (RR), color (L*) and percent yield. Drying temperature appeared to have significant greater effect on quality of squid ink powder than the drying time. The optimum condition of tray drying condition in squid ink powder production was found to be temperature of 80°C with drying time of 5 hours. At this optimum point gave the predicted values of water activity (a_w)0.08, moisture content (MC) 7.87%, water solubility index (WSI) 8.45%, water absorption index (WAI) 2.7 g/g, rehydration ratio (RR) 2.78, color (L*) 37.3 and percent yield 39.26. In case of acceptance evaluation, it was found that the product was accepted from 100% of testers. The products packed in aluminum foil bags could be stored at room temperature (30±2°C) for more than 12 weeks with no indication of yeast and mold growth. The total plate count was within the standard of food seasoning powder.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาโทของสาขาเทคโนโลยีการจัดและบริการอาหาร ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร ผู้จัดทำขอขอบพระคุณท่านอาจารย์ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตรทุกท่านโดยเฉพาะอย่างยิ่ง ดร.ธงชัย พุฒทองศิริ ที่กรุณาให้คำปรึกษาและคำแนะนำในการแก้ไขปัญหาและข้อมูลต่าง ๆ ระหว่างการทำงานวิจัยให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอขอบพระคุณท่านกรรมการสอบป้องกันวิทยานิพนธ์ รศ.ดร.ประพันธ์ ปิ่นศิโรดม ผศ.ดร.ยุพร พืชกมุทร และ รศ.เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์ ที่ช่วยให้คำแนะนำ ตรวจสอบ และแก้ไขวิทยานิพนธ์นี้ให้สมบูรณ์

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่วิทยาศาสตร์ เจ้าหน้าที่ช่างเทคนิค และเจ้าหน้าที่ของภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตรทุกท่านที่ได้ช่วยเหลืองานวิจัยนี้

ขอขอบคุณเชฟ และผู้เชี่ยวชาญด้านอาหารทุกท่านที่กรุณาช่วยทดสอบและแสดงความคิดเห็นต่อผลิตภัณฑ์

ขอขอบคุณครอบครัวและเพื่อนทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือแนะนำ และเป็นกำลังใจทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จได้ด้วยดี

สำหรับคุณงามความดีอันใดที่เกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน หากปราศจากความช่วยเหลืออันดีจากผู้มีพระคุณทั้งหลาย งานวิจัยนี้คงไม่สามารถสำเร็จลุล่วงได้ และผู้เขียนขอขอบคุณผู้แต่งและสำนักพิมพ์ของหนังสืออ้างอิงดังกล่าวเป็นอย่างสูง

สุดท้ายนี้ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะเป็นประโยชน์แก่นิสิต นักศึกษา และผู้สนใจอ่านทั่วไป และหากมีข้อความใดหรือเนื้อหาตอนหนึ่งตอนใดผิดพลาดไปเนื่องจากการพิมพ์หรือด้วยเหตุใดก็ตาม ผู้จัดทำยินดีรับการติชมจากผู้อ่านด้วยใจจริง

อรุโณทัย โอวัฒนา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... II

กิตติกรรมประกาศ..... III

สารบัญ..... IV

สารบัญตาราง..... VII

สารบัญรูป..... VIII

บทที่ 1 บทนำ..... 1

1.1 ความสำคัญและที่มา..... 1

1.2 วัตถุประสงค์..... 2

1.3 ประโยชน์ที่ได้รับ..... 2

1.4 ขอบเขตงานวิจัย..... 2

บทที่ 2 ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง..... 3

2.1 ปลาหมึก..... 3

2.2 ชนิดของปลาหมึกในอ่าวไทย..... 3

2.3 หมึกกระดองลายเสือ..... 6

2.4 ชนิดของปลาหมึกสด..... 7

2.5 ดีหมึก..... 8

2.6 การทำแห้ง..... 10

2.7 การเก็บรักษาอาหารแห้ง..... 13

2.8 บรรจุภัณฑ์..... 13

2.9 การเก็บรักษาในสภาวะสุญญากาศ (vacuum packaging)..... 15

2.10 วิธีการพื้นที่ผิวตอบสนอง (Response Surface Methodology)..... 16

2.11 การประเมินการยอมรับผู้บริโภคที่บ้าน (Home Use Test-HUT)..... 20

2.12 มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ผงปรุงรสอาหาร (มผช 494/2547)..... 21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 อุปกรณ์ และวิธีดำเนินการ 22

3.1 วัตถุดิบ 22

3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ 22

3.3 วิธีการดำเนินงานวิจัย 23

3.3.1 ศึกษาพฤติกรรม ทัศนคติและความต้องการ ต่อผลิตภัณฑ์ดีหมึกผง 23

3.3.2 ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการทำแห้งดีหมึก 23

3.3.3 ศึกษาการยอมรับ และความชอบต่อดีหมึกผง 25

3.3.4 ศึกษาสภาวะการเก็บรักษาดีหมึกผง 26

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ 27

4.1 ผลการศึกษาพฤติกรรม ทัศนคติและความต้องการ ต่อผลิตภัณฑ์ดีหมึกผง 27

4.2 ผลการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการทำแห้งดีหมึก 30

4.3 ผลการศึกษาการยอมรับ และความชอบต่อดีหมึกผง 37

4.4 ผลการศึกษาสภาวะการเก็บการเก็บรักษาดีหมึกผง 41

บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ 46

บรรณานุกรม 47

ภาคผนวก 51

ก การวิเคราะห์ทางกายภาพ 52

ข การวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ 58

ค แบบสอบถาม 63

ง รายชื่อเชฟ และผู้เชี่ยวชาญด้านอาหารที่ทำการทดสอบการใช้ดีหมึกผง แบบ Home Use Test 69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

จ รูปภาพการผลิตดีหมึกผง.....71

ฉ รูปภาพตัวอย่างอาหาร.....73

ประวัติผู้เขียน.....77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 องค์ประกอบของดีหมึก..... 9

2.2 มาตรฐานของค่า Desirability ที่สัมพันธ์กับระดับความพึงพอใจและคุณภาพของผลิตภัณฑ์..... 20

3.1 สภาวะที่ใช้ในการทดลอง เมื่อวางแผนการทดลองแบบพื้นที่ผิวตอบสนอง (RSM)..... 25

4.1 ข้อมูลส่วนตัวของกลุ่มผู้บริโภคเป้าหมายจากการศึกษาพฤติกรรม ทัศนคติและความต้องการต่อผลิตภัณฑ์ดีหมึกผง..... 27

4.2 ทัศนคติและความต้องการของกลุ่มผู้บริโภคเป้าหมายต่อดีหมึกผง..... 28

4.3 การออกแบบการทดลอง Central composite design และผลของปัจจัย..... 32

4.4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของอุณหภูมิ และเวลาที่มีผลต่อคุณภาพของดีหมึกผง..... 33

4.5 สมการที่ทำนายจากการใช้วิธีพื้นที่ผิวตอบสนอง..... 33

4.6 การทำนายสภาวะที่เหมาะสมในการทำแห้งดีหมึก..... 36

4.7 อาหารที่เชฟและผู้เชี่ยวชาญอาหารประยุกต์ใช้ดีหมึกผงในการทดสอบแบบ Home Use Test..... 37

4.8 คะแนนความชอบ และคะแนนการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อคุณภาพด้านต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์ดีหมึกผงหลังทดลองใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร..... 38

4.9 ความคิดเห็นและแนวความคิดเห็นผลิตภัณฑ์ของผู้ใช้ที่มีต่อผลิตภัณฑ์ดีหมึกผงหลังทดลองใช้ผลิตภัณฑ์..... 40

4.10 ผลของอิทธิพลร่วมของระยะเวลาการเก็บและสภาวะการเก็บผลิตภัณฑ์ดีหมึกผงต่อค่าวอเตอร์แอคทิวิตี ค่าความชื้น ความสามารถในการละลาย การดูดซับน้ำ อัตราส่วนการคืนรูป และค่าความสว่าง (L*) เมื่อเก็บรักษาไว้เป็นเวลา 12 สัปดาห์..... 44

4.11 ผลการตรวจสอบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณยีสต์และราของดีหมึกผงเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 12 สัปดาห์..... 45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

2.1 ลักษณะอวัยวะภายในของปลาหมึกกล้วย (squid).....4
2.2 ลักษณะอวัยวะสำคัญของปลาหมึกกระดอง (cuttlefish)..... 5
2.3 ลักษณะอวัยวะสำคัญของปลาหมึกสาย (octopus).....6
2.4 หมึกกระดองลายเสือ (*Sepia pharaonis*)..... 7
2.5 องค์ประกอบของถุงน้ำหมึก.....8
2.6 กลไกการเปลี่ยน tyrosine เป็น melanin.....10
2.7 องค์ประกอบทางเคมีของ DOPA และ indol 5,6 quinone..... 10
4.1 แผนภาพคอนทัวร์ แสดงผลของอุณหภูมิ (X_1) และเวลา (X_2) ในการทำแห้งดีหมึกต่อ
วอเตอร์แอคทิวิตี (a), ความชื้น (b), การละลาย (c), การดูดซับน้ำ (d),
อัตราส่วนการคืนรูป (e), สีความสว่าง (f) และปริมาณผลผลิต (g).....35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มา

อุตสาหกรรมแปรรูปสัตว์น้ำในประเทศไทย สามารถทำรายได้ให้กับผู้ประกอบการเป็นจำนวนมาก ปลาหมึกนับว่าเป็นสินค้าประมงที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่งรองลงมาจากกุ้ง โดยสินค้าปลาหมึกสดแช่เย็น แช่แข็งสามารถนำรายได้เข้าประเทศได้ปีละกว่าหมื่นล้านบาท ประเทศไทยเป็นผู้ผลิตและส่งออกรายสำคัญของโลก การส่งออกปลาหมึกสดแช่เย็นแช่แข็งและปลาหมึกแปรรูปของไทยปี 2554 มีปริมาณทั้งสิ้น 67,269.44 ตัน คิดเป็นมูลค่า 13,420.24 ล้านบาท (ฝ่ายศูนย์ข้อมูลสมาคมอาหารแช่เยือกแข็งไทย, 2556) และในปี 2555 ไทยส่งหมึกปริมาณ 69,755.68 ตัน มูลค่า 14,667.42 ล้านบาท โดยมีปริมาณและมูลค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อเทียบกับปีก่อน (ส่วนเศรษฐกิจการประมง, 2556) ในขั้นตอนการแปรรูปปลาหมึกสดต้องมีการแล่ ดึง ล้างทำความสะอาดเอาอวัยวะภายในรวมถึงถุงหมึกออก เศษเหลือทิ้งนี้เดิมทีเป็นขยะที่ไม่มีมูลค่าเป็นปัญหาก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมหากมีการจัดการที่ไม่ดีพอ อีกทั้งยังเป็นภาระค่าใช้จ่ายของผู้ประกอบการในการบำบัดของเสียเหล่านี้

อาหารที่ปรุงด้วยดีหมึกมีสีดำเข้ม และรสชาติเป็นเอกลักษณ์ ในประเทศแถบยุโรป เช่น อิตาลี และสเปน นิยมนำมาประกอบอาหารประเภทพาสต้า ข้าวรีซอตโต และขนมปังสีดำ ประเทศในแถบเอเชีย เช่น ญี่ปุ่น จีน ฮ่องกง สิงคโปร์ มีการนำดีหมึกมาเป็นส่วนผสมในอาหารเช่นกัน ปัจจุบันนอกจากการใช้ดีหมึกเพื่อวัตถุประสงค์ในการประกอบอาหารโดยตรงแล้วยังสามารถนำมาเป็นส่วนช่วยตกแต่งจานอาหารให้ดูสวยงามแปลกตาได้อีกด้วย ในประเทศไทยอาหารที่ปรุงจากดีหมึกยังไม่เป็นที่รู้จักมากนัก พบได้เฉพาะในร้านอาหารอิตาเลียนราคาแพงหรือในโรงแรมบางแห่งเท่านั้น โดยทั่วไปมักนิยมใช้ดีหมึกเหลวสำเร็จรูปนำเข้าจากประเทศอิตาลีเนื่องจากความสะดวก แม้ว่าดีหมึกเป็นวัตถุดิบที่หาได้ไม่ยากในเมืองไทยแต่เป็นเพราะความยุ่งยากและเสียเวลาในการนำมาใช้ อีกทั้งจากคราบดำที่ฝังแน่นของดีหมึกที่ยากต่อการทำความสะอาด ดีหมึกเป็นวัตถุดิบที่เน่าเสียง่ายต้องใช้พื้นที่จัดเก็บในช่องเย็นหรือช่องแช่แข็ง จึงต้องนำมาทำละลายก่อนนำมาใช้ และโดยมากปลาหมึกที่ถูกสั่งนำมาใช้ในการบริการอาหารจะถูกแปรรูปทำความสะอาดเอาถุงหมึกและอวัยวะภายในออกไปแล้ว หากต้องการใช้เพียงแค่ดีหมึกจากปลาหมึกสดให้เพียงพอต่อการปรุงอาหาร จะต้องสั่งปลาหมึกสดแบบที่ยังไม่แล่ หรือสั่งเฉพาะดีหมึกมาแช่แข็งไว้เป็นจำนวนมากเกินความต้องการ สิ้นเปลืองแรงงานและเวลา ส่งผลกระทบต่อการจัดการวัตถุดิบ

งานวิจัยนี้มีแนวคิดการเพิ่มมูลค่าให้ดีหมึก ซึ่งเป็นเศษเหลือทิ้งในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์น้ำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงอาหารที่มีลักษณะพร้อมใช้ ด้วยเทคโนโลยีการผลิตที่ผ่าน

เอกสารนี้ถือเป็นลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ห้ามมิให้ผู้ใดนำไปใช้ประโยชน์ในทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบวนการให้ความร้อนและอบแห้ง ตอบสนองความต้องการของสถานประกอบการบริการอาหาร หรือโรงงานผลิตอาหารยุคปัจจุบันที่เน้นความสะดวก นิยมซื้อวัตถุดิบที่มีการจัดเตรียมไว้แล้วแทนการทำขึ้นเองทั้งหมด ช่วยลดการนำเข้าสินค้าจากต่างประเทศ และอาจพัฒนาเป็นสินค้าส่งออกได้

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาทัศนคติ และความต้องการดีหมึกผงจากเชฟ และผู้เชี่ยวชาญด้านอาหาร

1.2.2 เพื่อศึกษาอุณหภูมิ และเวลาที่เหมาะสมในการผลิตดีหมึกผง ด้วยวิธีการทำแห้งแบบอบลมร้อน

1.2.3 เพื่อศึกษาการยอมรับการใช้งานของดีหมึกผง

1.2.4 เพื่อศึกษาอายุการเก็บรักษาดีหมึกผง

1.3 ประโยชน์ที่ได้รับ

1.3.1 ทราบสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตดีหมึกผง

1.3.2 เป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีรูปแบบที่แปลกใหม่ขึ้น และมีความสะดวกในการใช้งาน

1.3.3 ส่งเสริมการนำสิ่งเหลือใช้ในอุตสาหกรรมมาใช้ประโยชน์ในเชิงอุตสาหกรรม

1.4 ขอบเขตการวิจัย

เป็นการศึกษาทัศนคติ และความต้องการดีหมึกผงจากเชฟและผู้เชี่ยวชาญ เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับใช้ในการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตหมึกดำผงด้วยวิธีการทำแห้งแบบอบลมร้อน จากนั้นนำมาทดสอบการยอมรับ ความพึงพอใจในด้านความสะดวกในการใช้ และทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยผู้ทดสอบที่เป็นเชฟตามสถานประกอบการบริการอาหารต่าง ๆ และรวมถึงศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 ปลาหมึก

ปลาหมึกเป็นสัตว์ทะเลที่มีลำตัวนิ่ม ไม่มีกระดูกสันหลัง มีเปลือก (shell) ลักษณะแบนอยู่กลางลำตัวเพื่อให้คงรูปร่างได้ บางชนิดไม่มีเปลือก (shell) มีระยางค์รอบปาก (arm and tentacle) 8-10 เส้น ประกอบด้วยปุ่มดูด (sucker) ซึ่งช่วยในการจับ และเกาะยึด เคลื่อนไหวด้วยการพ่นน้ำ จัดอยู่ใน phylum Mollusca, class Cephalopoda ซึ่งเป็น class ที่มีพัฒนาการสูงที่สุดใน phylum นี้ ภายใน class สามารถแบ่งย่อยได้เป็น 2 sub class (Firth, 1969) คือ

2.1.1 Sub class Nautiloidea หรือ Tetrabranchia ลักษณะของสัตว์ใน sub class นี้ จะมีระยางค์รอบปาก 10 เส้น และมีเหงือก 2 คู่ ไม่มีกระจกตา (lens) ที่พบเห็นโดยทั่วไปได้แก่ genus Nautilus

2.1.2 Sub class Coleoidea หรือ Dibranchia ลักษณะของสัตว์ใน sub class นี้ จะมีระยางค์รอบปาก 8-10 เส้น มีเหงือก 1 คู่ มีกระจกตา (lens) มีเปลือก (shell) อยู่ภายใน บางชนิดไม่มีเปลือก สามารถแบ่งย่อยได้เป็น 2 อันดับ (order)

ก. อันดับ Decapoda มีระยางค์รอบปาก 10 เส้น (สั้น 8 เส้น ยาว 2 เส้น) ลำตัวยาวมีครีบและมีเปลือกอยู่ภายในตัว เป็นกลุ่มของพวกปลาหมึกกล้วย (squid) ปลาหมึกกระดอง (cuttlefish) ปลาหมึกตัวเล็กตัวน้อยต่าง ๆ (common cuttlefish) และพวกเบิลเลิมไนตส์ (belemnites)

ข. อันดับ Octopoda มีระยางค์รอบปากแบบเดียวกัน 8 เส้น ลำตัวกลมอ้วน ไม่มีครีบ และเปลือก เป็นกลุ่มของพวกปลาหมึกสาย หรือปลาหมึกยักษ์ (octopus)

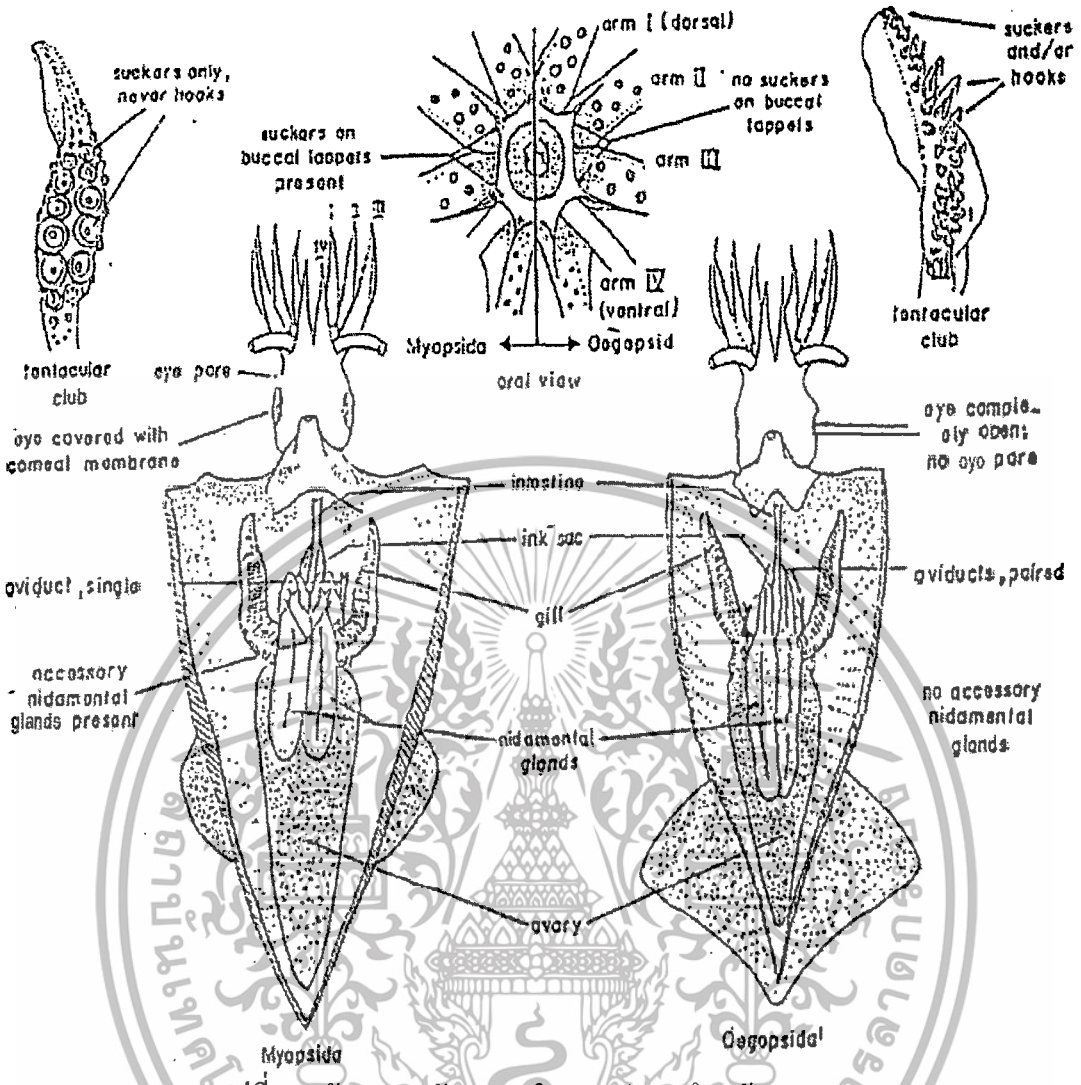
2.2 ชนิดของปลาหมึกในอ่าวไทย

แบ่งตามกลุ่มได้ดังนี้ (มาลา สุพงษ์พันธุ์, 2538)

2.2.1 ปลาหมึกกล้วย (squid) โดยทั่วไปอาศัยอยู่ทุกระดับน้ำ แต่มีบางช่วงชีวิตที่อาศัยอยู่หน้าดิน หรือเหนือผิวดิน มีลักษณะอวัยวะภายในแสดงดังรูปที่ 2.1 ซึ่งชนิดที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจในอ่าวไทยมี 4 ชนิด คือ

- *Loligo chinesis* (หมึกศอก)
- *Loligo duvauceli* (หมึกจิ๊กโก๋)
- *Loloigolus (Niponololigo) sumatrensis* (หมึกกระตอย)
- *Sepioteuthis lessoniana* (หมึกหอม หรือหมึกตะเภา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



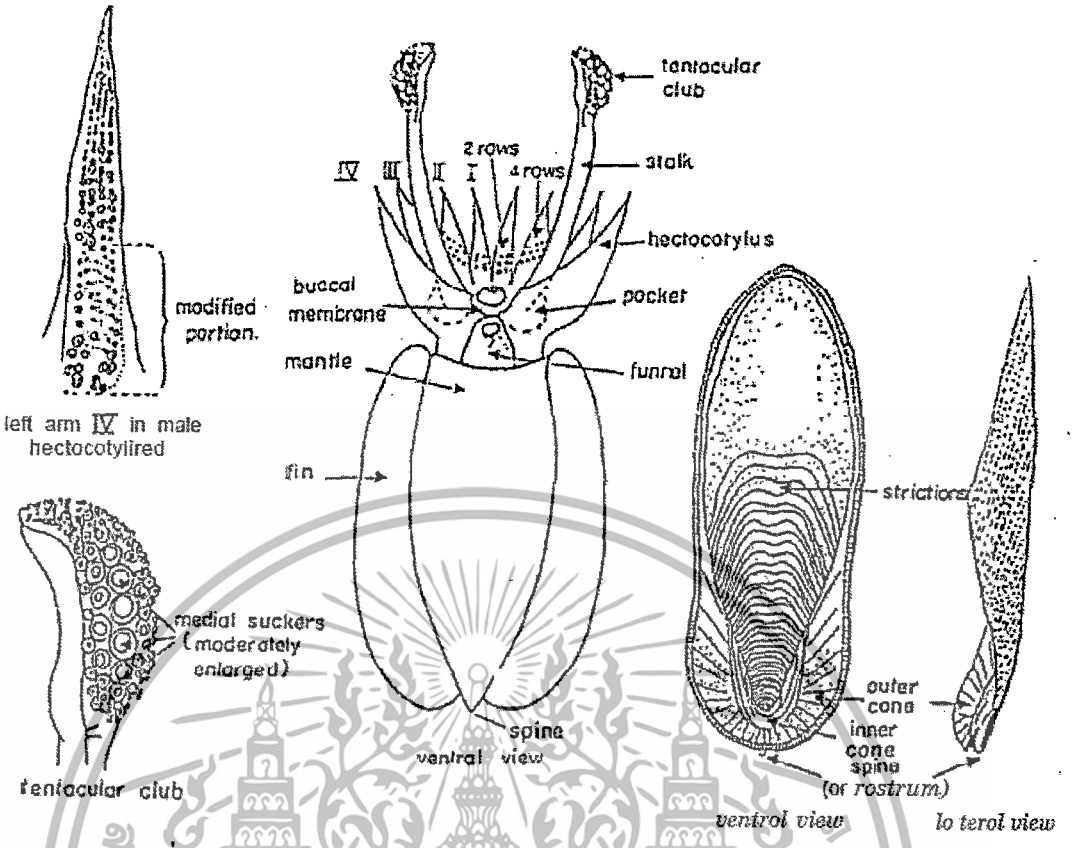
รูปที่ 2.1 ลักษณะอวัยวะภายในของปลาหมึกกล้วย (squid)

ที่มา : เจิดจินดา โชติยะปุตตะ (2536)

2.2.2 ปลาหมึกกระดอง (cuttlefish) มีกระดองแข็งสีขาวขุ่น ซึ่งใช้เป็นส่วนผสมของยาแผนโบราณ และอาหารสัตว์ ปลาหมึกกระดองสามารถลอยตัวอยู่กับที่ เคลื่อนที่ช้า ๆ หรือมุ่งไปข้างหน้าอย่างรวดเร็วได้ มีลักษณะอวัยวะภายในแสดงดังรูปที่ 2.2 ซึ่งชนิดที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจในอ่าวไทยมี 6 ชนิดคือ

- *Sepia pharaonis* (หมึกกระดองลายเสือ)
- *Sepia aculeata* (หมึกกระดอง Needle cuttlefish)
- *Sepia lycidas* (หมึกกระดอง Kisslip cuttlefish)
- *Sepia recurvirostra* (หมึกกระดอง Curve spire cuttlefish)
- *Sepia brevimana* (หมึกกระดอง Short club cuttlefish)
- *Sepia inermis* (หมึกกระดองก้นไหม้ Spineless cuttlefish)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



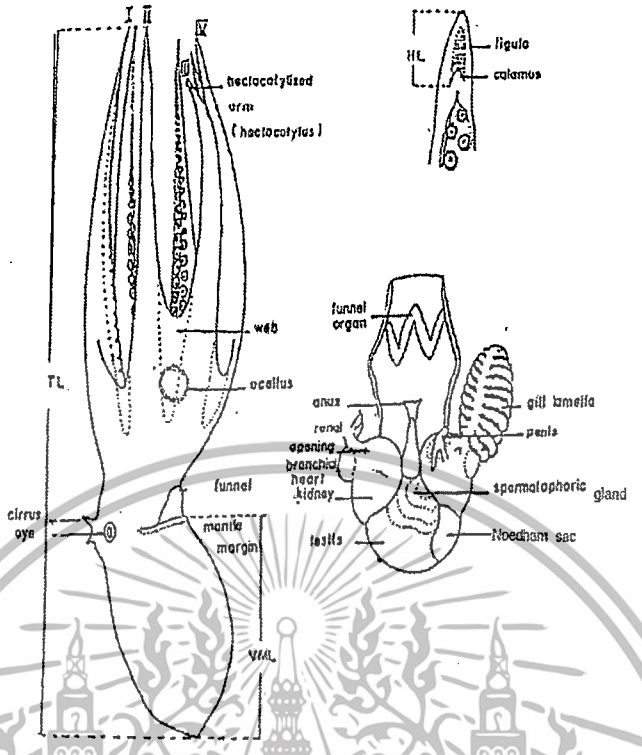
รูปที่ 2.2 ลักษณะอวัยวะสำคัญของปลาหมึกกระดอง (cuttlefish)

ที่มา : เจิดจินดา โชติยะปุตตะ (2536)

2.2.3 ปลาหมึกสาย (octopus) ลักษณะสำคัญคือ ไม่มีกระดอง พบตั้งแต่ระดับน้ำลึกปานกลางจนถึงตื้นชายฝั่ง เคลื่อนไหวช้า และส่วนใหญ่จะคืบคลานตามพื้นทะเล มีลักษณะอวัยวะภายในแสดงดังรูปที่ 2.3 ซึ่งชนิดที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจในอ่าวไทยมี 5 ชนิดคือ

- *Octopus membranaceus*
- *Octopus dollfusi*
- *Octopus aegina*
- *Cistiopus indicus*
- *Hepalochlaena maculosa*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



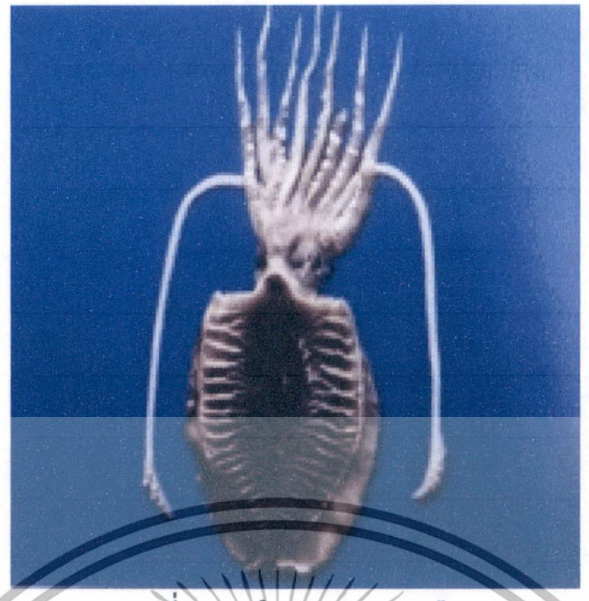
รูปที่ 2.3 ลักษณะอวัยวะสำคัญของปลาหมึกสาย (octopus)

ที่มา : เจิดจินดา โชติยะปุตตะ (2536)

2.3. หมึกกระดองลายเสือ (*Sepia pharaonis*)

หมึกชนิดนี้มีขนาดใหญ่ รูปร่างคล้ายรูปไข่ และแบน มีครีบเป็นแผ่นแคบ ๆ อยู่สองข้างลำตัว แต่ครีบแยกจากกันตอนส่วนท้าย กระดอง (cuttlebone) เป็นแผ่นแข็งสีขาวขุ่น เป็นสารประกอบจำพวกหินปูนซึ่งชาวบ้าน เรียกกันว่า "ลิ้นทะเล" หนวดอยู่บนหัวมี 4 คู่ และแขน 1 คู่ตัวผู้มีแขนยาวกว่าตัวเมีย นัยน์ตากลมโต สี ลำตัว หัว และหนวดเป็นสีน้ำตาลปนดำ มีลายขวาง และมีจุดสีม่วงประอยู่ทั่วลำตัวขนาด ลักษณะแสดงดังรูปที่ 2.4 ใหญ่ที่สุดเฉพาะลำตัวยาว 42 เซนติเมตร และหนัก 5 กิโลกรัมพบทั่วๆไป ตัวผู้ยาว 35 เซนติเมตร ตัวเมียยาว 30 เซนติเมตร แหล่งอาศัยตามชายฝั่งที่ระดับน้ำลึกตั้งแต่ 10-110 เมตร ในอ่าวไทยจับได้มากที่สุดที่จังหวัดชลบุรี ระยอง ประจวบคีรีขันธ์ และฝั่งอันดามัน มีเนื้อหนาเหนียว รสดี เหมาะกับการประกอบอาหารประเภทปิ้ง ผัด แกงจืด หรือตากแห้ง (กรมประมง, 2551)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 หมึกกระดองลายเสือ

ที่มา : กรมประมง (2551)

2.4 ชนิดของปลาหมึกสด

ปลาหมึกสดมี 8 แบบ (มกอช.7005-2548)

2.4.1 ปลาหมึกทั้งตัว (whole round) ได้แก่ ปลาหมึกที่มีอวัยวะครบตามธรรมชาติ

2.4.2 ปลาหมึกลอกขาว (whole cleaned) ได้แก่ ปลาหมึกที่ลอกหนัง เอาส่วนตา ปาก และอวัยวะภายในออกทั้งหมด

2.4.3 ปลาหมึกหลอด (tube) ได้แก่ ปลาหมึกที่ลอกหนัง ชักไส้ เอาหัวและกระดอง หรือแผ่นไคทิน (chitin) ออก เอาปีกออกหรือไม่ก็ได้

2.4.4 ปลาหมึกแผ่น (fillet) ได้แก่ปลาหมึกตามข้อ 3 เอาปีกออกหรือไม่ก็ได้ ผ่าตามความยาวตลอดลำตัว

2.4.5 หัวปลาหมึก (head) ได้แก่ ส่วนหัวที่มีหนวดของปลาหมึกที่เอาตา ปาก และถุงหมึก (ink sac) ออก ทั้งนี้หมึกในวงโลลิจินิดีและซิปิไอดี (หมึกกล้วย หมึกกระดอง และหมึกหอม) อาจเรียกว่าหนวดปลาหมึก

2.4.6 ปีกปลาหมึก (wing) ได้แก่ อวัยวะส่วนนอกที่มีลักษณะเป็นแผ่น 2 ข้าง อยู่ติดกับด้านปลายแหลมของตัวปลาหมึก

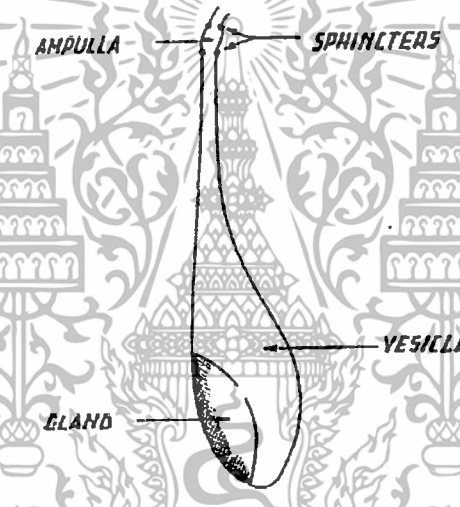
2.4.7 ปลาหมึกสายเอาถุงหมึกออก (octopus ink off) ได้แก่ ปลาหมึกสายที่เอาเฉพาะถุงหมึก (ink sac) ออก

2.4.8 ปลาหมึกสายชักไส้ (octopus gutted) ได้แก่ ปลาหมึกสายที่เอาอวัยวะภายในทั้งหมดออก จะเอาปากและตาออกหรือไม่ก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 ดีหมึก (Squid Ink)

ลักษณะพิเศษของปลาหมึก คือ การมีถุงน้ำหมึก (ink sac) ซึ่งพบได้ในปลาหมึกเกือบทุกชนิด ยกเว้นบางชนิด เช่น nautilus, finned octopus และ ชนิดที่อาศัยอยู่ในมหาสมุทรระดับลึก ถุงน้ำหมึกจะพบได้ในช่องท้องตอนบนของลำไส้บริเวณด้านหลังของลำไส้ แสดงดังรูปที่ 2.1 ในปลาหมึกบางชนิดถุงน้ำหมึกจะฝังอยู่ในเนื้อเยื่อของตับ บนผนังด้านในของถุงน้ำหมึกจะพบเซลล์ต่อมน้ำหมึก มีหน้าที่ผลิตน้ำหมึกเพื่อสะสมไว้ภายในถุงน้ำหมึก ส่วนของน้ำหมึกที่พร้อมสำหรับพ่นถูกสะสมที่ปลายท่อใกล้ปากของถุงน้ำหมึก ที่ปากถุงน้ำหมึกประกอบด้วย กล้ามเนื้อซึ่งสามารถบีบรัดตัวได้ (sphincter) 1 คู่ แสดงดังรูปที่ 2.5 ขณะปลาหมึกพ่นน้ำหมึก กล้ามเนื้อ sphincter จะทำหน้าที่บีบรัดลำเลียงน้ำหมึกเคลื่อนที่เข้าสู่ลำไส้ และพ่นออกมาภายนอกผ่านทางช่องทวารหนัก สีของน้ำหมึกเป็นสีน้ำตาลไปจนถึงดำเข้ม ขึ้นอยู่กับชนิดของปลาหมึก (Nesis, 1987)



รูปที่ 2.5 องค์ประกอบของถุงน้ำหมึก

ที่มา : Piattelli (1961)

ดีหมึกประกอบไปด้วยน้ำร้อยละ 74.92 เมลานินร้อยละ 15.41 โปรตีนร้อยละ 6.33 คาร์โบไฮเดรตกลุ่มโพลีแซคคาไรด์ร้อยละ 3.15 และลิพิดร้อยละ 0.19 (Liu *et al*, 2011) ดังแสดงในตารางที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 องค์ประกอบของดีหมึก

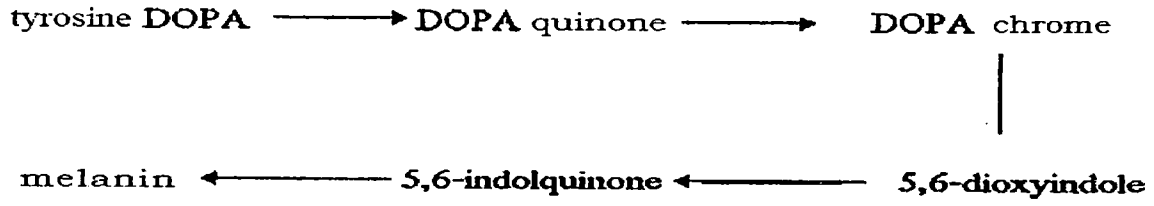
องค์ประกอบของดีหมึก	ร้อยละ
น้ำ	74.92
เมลานิน (Melanin)	15.41
โปรตีน (Protein)	6.33
โพลีแซคคาไรด์ (Polysaccharide)	3.15
ลิพิด (Lipid)	0.19

ที่มา: Liu *et al* (2011)

น้ำหมึกมีประโยชน์เพื่อการป้องกันตัวเองของปลาหมึกในยามคับขัน โดยใช้พ่นใส่ศัตรูผู้รุกราน โดยจะทำให้เกิดอาการมึนงงไปชั่วขณะหรือเพื่อการพรางตัว แต่นอกจากจะเป็นเครื่องมือป้องกันตัวเองแล้ว น้ำหมึกยังมีสรรพคุณที่น่าสนใจ ดังจะเห็นได้ว่าในประเทศญี่ปุ่น จีน หรือประเทศในแถบยุโรป ได้ใช้น้ำหมึกเป็นยารักษาโรคมาช้านานแล้ว โดยมีผู้ศึกษาพบว่าน้ำหมึกมีสรรพคุณในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย (Antibacterial activity) และยังมีผลกับการหลั่งของน้ำย่อยด้วย (Gastric juice secretion activity) ต่อมาคณะนักวิจัยชาวญี่ปุ่นพบว่า ส่วนประกอบชนิดหนึ่งในน้ำหมึกที่เรียกว่า Peptidoglycan ซึ่งเป็นสารที่เกิดจากการจับกับของส่วนที่เป็นโปรตีน และคาร์โบไฮเดรต มีคุณสมบัติพิเศษในการยับยั้งการเกิดเนื้องอก (Antitumor) ซึ่งน่าจะเป็นการศึกษาเชิงลึกครั้งแรกเกี่ยวกับน้ำหมึก โดยผู้วิจัยได้สกัดแยกสาร Peptidoglycan ออกเป็น 3 ชนิดย่อยตามองค์ประกอบ แล้วนำไปทดลองฤทธิ์การยับยั้งเนื้องอกในหนูทดลอง โดยการฉีดเข้าทางช่องท้องของหนู (Intraperitoneally) ซึ่งผลการทดลองพบว่าสาร Peptidoglycan ทั้ง 3 ชนิดให้ผลยับยั้งการเกิดเนื้องอกได้ โดยพบว่าสาร Peptidoglycan นี้จะไปช่วยเสริมกลไกการทำลายเซลล์เนื้องอกด้วยการกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย (Immune-mediated path) และที่น่าสนใจคือการให้ความร้อนแก่น้ำหมึกที่ 100 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที ไม่ได้ทำลายฤทธิ์การยับยั้งเนื้องอก นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้ศึกษาลึกลงไปถึงโครงสร้างและองค์ประกอบของสาร Peptidoglycan เหล่านั้นด้วย โดยพบว่ามีบางส่วนเป็นคาร์โบไฮเดรตที่มีโครงสร้างชนิดใหม่ (สายันต์ รวดเร็ว, 2554)

น้ำหมึกประหมึกประกอบไปด้วยเม็ดสีเมลานิน (melanin) ในของเหลวไม่มีสีซึ่งยังไม่ทราบองค์ประกอบแน่ชัด และไทโรซีน (tyrosine) ในปลาหมึกจำพวก sepia มีเอนไซม์ที่สามารถเปลี่ยนไทโรซีน (tyrosine) ไปเป็นเมลานิน (melanin) (Piattelli, 1961) ซึ่งกลไกการเกิดเมลานิน (melanin) แสดงดังรูปที่ 2.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 กลไกการเปลี่ยน tyrosine เป็น melanin

ที่มา : Piattelli (1961)

สารที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการเปลี่ยนไทโรซีน (tyrosine) เป็นเมลานิน (melanin) จะพบเป็นส่วนที่ปะปนอยู่ในน้ำหมึกด้วย เช่น 5, 6-indolquinone ที่เกิดจาก DOPA แสดงดังรูปที่ 2.7 มีคุณสมบัติทำให้ประสาทสัมผัสทางคลื่นของศัตรูเกิดชาไปชั่วขณะหนึ่ง และนอกจากนี้ยังทำให้ตาของศัตรูเกิดอาการระคายเคืองอีกด้วย (Yukio,1980)

รูปที่ 2.7 องค์ประกอบทางเคมีของ DOPA และ indol 5,6 quinone

ที่มา : Yukio (1980)

2.6 การทำแห้ง (Drying)

การทำแห้ง คือ การลดความชื้นของอาหารจนถึงระดับที่สามารถระงับความเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ได้คือ มีค่าวอเตอร์แอกทิวิตี้ (Water activity, a_w) ต่ำกว่า 0.70 ทำให้เก็บอาหารไว้ได้นาน อาหารแห้งแต่ละชนิดจะมีความชื้นในระดับที่ปลอดภัยไม่เท่ากัน เช่น ผลไม้แช่อิ่มเก็บ ได้ที่ความชื้นร้อยละ 15-20 แต่ถ้าเป็นเมล็ดธัญพืชเก็บทีความชื้นนี้จะเกิดราได้การทำแห้งเป็นวิธีการถนอมอาหารที่มนุษย์คุ้นเคยมาแต่โบราณเช่น ตากหญ้า ฟางข้าว เป็นอาหารสำหรับวัวควาย ตากเมล็ดพืชพันธุ์สำหรับฤดูกาลหน้า ตากเนื้อสัตว์ ผัก ผลไม้ และธัญพืชที่เหลือกินไว้เป็นอาหาร เช่น เนื้อเค็ม ปลาเค็ม กล้วยตาก ข้าวเปลือกเป็นต้น การใช้พลังงานแสงอาทิตย์เรียกว่า การตากแห้ง การใช้พลังงานความร้อนจากไฟฟ้า ก๊าซ หรือไอน้ำในเครื่องอบแห้งเรียกว่า การอบแห้ง จึงเรียกรวมทั้งสองอย่างว่า การทำแห้ง (สุคนธ์ชื่น ศรีงาม และวรรณวิบูลย์ กาญจนกุญชร, 2540)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำแห้งเป็นการยืดอายุการเก็บรักษาอาหาร เป็นกระบวนการกำจัดน้ำในอาหารเพื่อป้องกันการเจริญของจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเน่าเสียของอาหาร โดยปริมาณความชื้นที่จะป้องกันการเน่าเสียของอาหารเนื่องจากจุลินทรีย์ได้โดยทั่วไป คือ ความชื้นต่ำกว่าร้อยละ 10 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดอาหารเป็นสำคัญ (สมบัติ ขอทวีวัฒนา, 2526)

นอกจากการทำแห้งช่วยลดปริมาณน้ำที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาการเสื่อมเสียของอาหารแล้ว ยังเป็นวิธีการที่ช่วยลดต้นทุนในการขนส่งอาหาร โดยการลดน้ำหนัก และขนาดของภาชนะบรรจุที่ใช้ การทำแห้งเป็นวิธีการที่ใช้ความร้อนเพื่อระเหยน้ำออกจากอาหาร โดยตัวกลางที่นิยมใช้ในการระเหยน้ำออกจากอาหารคืออากาศ ขั้นตอนหลักที่เกี่ยวข้องกับการระเหยน้ำออกจากอาหารคือ การเคลื่อนย้ายน้ำจากภายในอาหารออกสู่ผิวนอกของอาหาร และการเคลื่อนย้ายไอน้ำออกจากพื้นผิวนอกของอาหาร การทำแห้งเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดีควรทำโดยใช้เวลาน้อยที่สุด โดยปัจจัยที่ส่งผลต่อการทำแห้ง ได้แก่ ขนาด และโครงสร้างทางชีวภาพของวัตถุดิบ คุณสมบัติของตัวกลางที่ใช้ในการเคลื่อนย้ายน้ำออกจากอาหาร และลักษณะของเครื่องมือที่ใช้ในการทำแห้ง (Bassey, 1981)

2.6.1 การทำแห้งแบบอบลมร้อน (Tray Drying)

เครื่องทำแห้งแบบถาด (Tray Dryer) หรือบางครั้งเรียกว่าตู้อบลมร้อน เป็นเครื่องทำแห้งแบบกะ ที่ทำแห้งอาหารได้เป็นครั้งๆ นิยมใช้มากในกิจการระดับครัวเรือนจนถึงระดับอุตสาหกรรม เนื่องจากเสียค่าใช้จ่ายไม่สูง การบำรุงรักษาและการควบคุมทำได้ง่าย สามารถใช้กับอาหารได้หลายประเภท เช่น ผัก ผลไม้ เนื้อสัตว์ (ยุพร พืชกมุทร, 2555)

การทำแห้งแบบอบลมร้อนเป็นวิธีการที่ใช้เวลานาน ประสิทธิภาพของพลังงานต่ำ โดยเฉพาะในช่วงอัตราการทำแห้งลดลง ทำให้ผิวหน้าอาหารเกิดการหดตัวและถ่ายเทความชื้นลดลง ในบางกรณีการถ่ายเทความร้อนก็ลดลงด้วย และเมื่อต้องใช้เวลาในช่วงเพิ่มอุณหภูมินานขึ้น ส่งผลให้คุณภาพบางประการลดลง ได้แก่ สี คุณค่าทางอาหาร เนื้อสัมผัส และกลิ่นรส เป็นต้น (Zhang *et al.*, 2005; Benero *et al.*, 1972)

หลักการทำงานของเครื่องอบแห้งชนิดลมร้อน คือภายในตู้มีตะแกรง หรือถาดสำหรับวางของเป็นชั้น ใช้ไฟฟ้าในการทำงาน มีการติดตั้งตัวควบคุมอุณหภูมิ และเวลาที่ใช้ในการทำแห้ง ตัวทำความร้อน (Heater) จะทำให้อุณหภูมิในตู้เพิ่มขึ้นจนถึงระดับที่ตั้งไว้ โดยมีพัดลมทำให้ความร้อนกระจาย และหมุนเวียนภายในตู้อย่างสม่ำเสมอ ด้านบนมีช่องเปิดเพื่อให้ไอน้ำที่ระเหยออกจากอาหารระบายสู่ด้านนอก เพื่อให้ตัวอย่างมีความชื้นลดลงได้เร็วขึ้น (รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต, 2535)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2 งานวิจัยที่เกี่ยวกับการทำแห้งด้วยวิธีอบลมร้อน

นภาพร ดีสนาม และคณะ (2555) ศึกษาอุณหภูมิและระยะเวลาในการอบแห้งน้ำพริกอ่องแบบถาด โดยนำพริกอ่องจำนวน 1 กิโลกรัม มาแผ่กระจายในถาดอะลูมิเนียมหนาประมาณ 0.5 เซนติเมตร นำเข้าตู้อบลมร้อน (Tray dryer) จากบริษัทกล้วยน้ำไท เตาอบประเทศไทย อบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ใช้ระยะเวลาในการอบ 7, 8 และ 9 ชั่วโมง ความเร็วลม 0.6 เมตรต่อวินาที จากนั้นบดแต่ละตัวอย่างให้ละเอียดเพื่อทดสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ด้วยการหาปริมาณความชื้นวัดค่าวอเตอร์แอคทิวิตี และวัดค่าสี และรายงานผลว่าการอบแห้งน้ำพริกอ่องที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 7-9 ชั่วโมง มีผลทำให้น้ำพริกอ่องอบแห้งมีปริมาณความชื้นอยู่ในช่วงร้อยละ 7.92-9.07 และมีค่าวอเตอร์แอคทิวิตีอยู่ในช่วง 0.51-0.58 ต่ำสุด ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) การทำแห้งจนกระทั่งมีค่าวอเตอร์แอคทิวิตีต่ำกว่า 0.5 สามารถควบคุมปฏิกิริยาเคมีจากเอนไซม์และจุลินทรีย์ในระหว่างการเก็บรักษา จึงเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องได้ ส่วนค่าวอเตอร์แอคทิวิตีช่วง 0.6-0.7 จุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญได้ และการนำมาคืนรูปด้วยน้ำอุ่นอัตราส่วน 1:1 และ 1:2 ได้รับคะแนนความชอบรวมและลักษณะปรากฏจากผู้บริโภคสูงสุด

ลินจง สุขลำภู (2550) ศึกษาอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งเปลือกและเมล็ดมะเขือเทศเพื่อผลิตใยอาหารผง โดยคำนึงถึงปริมาณความชื้น ปริมาณโปรตีน ใยอาหารทั้งหมด ไลโคปีน ประกอบกับการคำนึงถึงการประหยัดพลังงานที่ใช้ในการอบ พบว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการอบคือ 55 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 6 ชั่วโมง ซึ่งจะนำไปเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการในขนมปังเบอร์เกอร์

สุพรรณิการ์ วิลาวรรณ และมลศิริ วีโรทัย (2540) ได้ศึกษาการผลิตผงเต้าหู้โดยใช้แคลเซียมคลอไรด์ และแคลเซียมซัลเฟตเป็นสารตกตะกอน โดยนำไปทำแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ด้วยเครื่องอบแห้งแบบถาดเป็นเวลา 4 ชั่วโมง ได้ผงเต้าหู้ที่มีความชื้นต่ำ และมีปริมาณโปรตีนร้อยละ 55-57

วรลักษณ์ ปัญญาธิติพงศ์ (2545) ได้ศึกษาผลของสารที่ตกตะกอน และอุณหภูมิในการทำแห้งในกระบวนการผลิตผงเต้าหู้โดยใช้สารตกตะกอนชนิดต่าง ๆ ได้แก่ แคลเซียมซัลเฟต แคลเซียมคลอไรด์ และแมกนีเซียมซัลเฟต อุณหภูมิในการทำแห้งที่ 60, 70 และ 80 องศาเซลเซียส พบว่าผงเต้าหู้ที่ตกตะกอนจากแมกนีเซียมซัลเฟตและอุณหภูมิในการทำแห้ง 70 องศาเซลเซียสให้อิมัลชั่นที่เตรียมจากผงเต้าหู้ น้ำ และน้ำมันที่มีความคงตัวมากที่สุด

สมสมร แก้วบริสุทธิ์ และคณะ (2556) ได้วิจัยการทำปลาร้าผงโดยนำตะกอนเนื้อปลาร้ามาเกลี่ยเป็นชั้นบางบนถุงพลาสติก นำถุงวางบนถาด จากนั้นอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส จนแห้ง (10-12 ชั่วโมง) แล้วนำมาบดจนเป็นผง บรรจุในถุงพลาสติกหรือซองอะลูมิเนียม และหากบรรจุแบบสุญญากาศ (vacuum pack) จะสามารถเก็บปลาร้าผงได้ระยะยาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 การเก็บรักษาอาหารแห้ง

การทำแห้งทำให้อาหารแห้งมีความชื้น และค่าวอเตอร์แอคทิวิตี ให้อยู่ในระดับที่จุลินทรีย์เจริญเติบโตไม่ได้ และปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นช้า ทำให้อาหารแห้งมีอายุการเก็บนานกว่าอาหารสด นอกจากนี้การทำแห้งยังช่วยลดน้ำหนัก และปริมาตรของอาหาร เป็นการช่วยลดต้นทุนค่าขนส่งและเก็บรักษา อย่างไรก็ตามอาหารแห้งมีค่าวอเตอร์แอคทิวิตีต่ำ จึงไวต่อความชื้นมาก หากเก็บรักษาไม่ถูกต้อง เช่น เก็บไว้ในที่มีความชื้นสูง หรือการบรรจุและวัสดุบรรจุไม่เหมาะสม อาหารแห้งจะดูดซับความชื้นจากอากาศ นอกจากนี้อาหารแห้งมักมีสัดส่วนพื้นผิว ต่อน้ำหนักสูง และหากมีโครงสร้างเป็นโพรงอากาศอยู่ด้วย จะดูดซับความชื้นได้เร็วยิ่งขึ้น ทำให้คุณภาพเสื่อมเสียได้เร็วยิ่งขึ้นจากทั้งจุลินทรีย์ เอนไซม์ และออกซิเดชันของไขมัน (งามทิพย์ ภู่วโรดม, 2550)

2.7.1 การเสื่อมคุณภาพของอาหารแห้ง

2.7.1.1 การเปลี่ยนแปลงของความชื้น

อาหารแห้งมีค่าความชื้น และวอเตอร์แอคทิวิตีต่ำ จึงดูดซับความชื้นในอากาศได้ง่าย นอกจากนี้อาหารที่มีโครงสร้างเป็นโพรงอากาศ และมีสัดส่วนพื้นที่ต่อน้ำหนักสูง จะดูดซับความชื้นได้เร็วรยิ่งขึ้น ความชื้นที่เพิ่มขึ้นจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง เช่น อาหารผงจับเป็นก้อนทำให้ละลายยาก เร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน และวิตามิน ทำให้อาหารเหม็นหืน และสีซีดจางเร็วขึ้น เร่งปฏิกิริยาที่อาศัยเอนไซม์ทำให้คุณภาพรวมเสื่อมเสีย และเร่งการเกิดสีน้ำตาลทำให้สีคล้ำจนไม่เป็นที่ยอมรับ และเกิดกลิ่นรสผิดปกติ (งามทิพย์ ภู่วโรดม, 2550)

2.7.1.2 ปฏิกิริยาออกซิเดชัน

ปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันทำให้เกิดกลิ่นเหม็นหืน อาหารแห้งที่มีไขมันสูงจะมีปัญหานี้เกิดในระหว่างการเก็บรักษา นอกจากนี้ยังอาจจะเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของวิตามินจะทำให้คุณค่าอาหารลดลง และทำให้สีซีดจาง แสง ความร้อน และอนุมูลโลหะบางชนิดสามารถเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ดี การยืดอายุการเก็บของอาหารแห้งต้องบรรจุอาหารในสภาพไร้ออกซิเจน และควรใช้วัสดุบรรจุทึบแสง (งามทิพย์ ภู่วโรดม, 2550)

2.8 บรรจุภัณฑ์

ปัจจัยการเลือกใช้วัสดุบรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมกับประเภทอาหาร อันดับแรกที่ต้องพิจารณาคือคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์อาหาร อันดับต่อมาคือ รูปแบบของวัสดุบรรจุที่เหมาะสมกับสภาวะตลาด พร้อมทั้งสามารถรักษาคุณภาพของอาหารได้ตามอายุ (Shelf-life) ที่ต้องการ ปัจจัยภายนอกที่ต้องคำนึงคือเทคนิคในการบรรจุ สภาวะในการขนส่ง และการจัดเก็บ ปัจจัยที่สำคัญประการสุดท้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คือ ช่องทางการจำหน่ายหรือวิธีขาย ซึ่งอาหารแต่ละชนิดควรเลือกวัสดุบรรจุให้เหมาะสม (งามทิพย์ ภู่วโรดม, 2550)

ภาชนะที่ใช้บรรจุอาหารแห้งถือได้ว่ามีความสำคัญมากต่อการยืดอายุการเก็บรักษาอาหารแห้ง เนื่องจากภาชนะบรรจุทำหน้าที่ควบคุมสภาวะแวดล้อมที่ทำให้อาหารเสื่อมคุณภาพ เช่น ความชื้น สัมพัทธ์ ออกซิเจน แสง สัตว์ แมลง จุลินทรีย์ และสิ่งปนเปื้อนต่าง ๆ ชนิดของภาชนะบรรจุที่ใช้ขึ้นอยู่กับมูลค่าของอาหารแห้ง อาหารแห้งที่มีมูลค่าสูงอาจเลือกใช้กระป๋องที่ทำด้วยโลหะเคลือบ กระดาษเคลือบวัสดุที่ป้องกันการซึมผ่านของไอน้ำ ถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ (aluminum foil) หนาเพื่อป้องกันแสงที่สัมผัสอาหาร อย่างไรก็ตามภาชนะบรรจุที่เลือกใช้ควรมีความคงทน ไม่เป็นพิษต่ออาหาร และราคาเหมาะสม นอกจากภาชนะบรรจุ วิธีการบรรจุก็มีส่วนช่วยในการเก็บรักษาอาหารแห้ง เช่น อาหารแห้งที่ไวต่อการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากออกซิเจน อาทิ อาหารที่มีไขมันสูง เช่น ถั่วอบแห้ง อาจเลือกใช้การบรรจุในสภาพที่เติมแก๊สไนโตรเจนเพื่อลดปริมาณออกซิเจนในภาชนะบรรจุ หรืออีกระบบหนึ่งที่นิยมในการบรรจุอาหารคือการบรรจุในสภาพสุญญากาศ โดยบรรจุในถุงพลาสติกที่ทนแรงดันได้ ทำการดูดอากาศออกจากถุงพลาสติกและปิดผนึกให้แน่น การใช้สารดูดความชื้น เช่น การใช้ซิลิกาเจลบรรจุในถุงที่สามารถให้อากาศซึมผ่านได้ ใส่ลงในภาชนะบรรจุที่บรรจุอาหารแห้งเป็นวิธีหนึ่งที่นิยมใช้มาก ซิลิกาเจลช่วยดูดความชื้นภายในภาชนะบรรจุ จึงช่วยลดความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในบรรจุภัณฑ์ (ยุพร พืชกมุทร, 2555)

2.8.1 อะลูมิเนียมฟอยล์ หรือ แผ่นเปลวอะลูมิเนียม (aluminum foil)

เป็นวัสดุประเภทหนึ่งสำหรับทำภาชนะบรรจุ แผ่นเปลวอะลูมิเนียม คืออะลูมิเนียมที่มีความหนา 0.15 มิลลิเมตรหรือน้อยกว่า การนำไปใช้งานแบ่งได้เป็น 3 ลักษณะคือแผ่นเปลวอะลูมิเนียมธรรมดา แผ่นเปลวอะลูมิเนียมที่มีการเคลือบด้วยสารที่ทำให้สามารถปิดผนึกได้ด้วยความร้อน แผ่นเปลวอะลูมิเนียมที่มีการเคลือบหรือประกบกับกระดาษหรือฟิล์มพลาสติกโดยทั่วไป ไม่นิยมใช้แผ่นเปลวอะลูมิเนียมแต่เพียงอย่างเดียวสำหรับทำเป็นภาชนะบรรจุ เนื่องจากพับแล้วจะเป็นรอย แตกได้ง่าย ดังนั้นจึงได้มีการใช้วัสดุที่อ่อนตัวอื่น ๆ เคลือบหรือประกบแผ่นเปลวอะลูมิเนียม แผ่นเปลวอะลูมิเนียมลักษณะนี้ได้นำไปใช้ในการยืดอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ได้ อีกทั้งช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะเด่นดูสวยงามขึ้นด้วย

คุณสมบัติของแผ่นเปลวอะลูมิเนียม

1. ไม่มีกลิ่นและรสไม่เป็นพิษจึงเหมาะสำหรับใช้เป็นภาชนะบรรจุอาหารยาและเครื่องสำอาง

2. ทึบแสงจึงใช้เป็นภาชนะบรรจุเพื่อป้องกันแสงสำหรับผลิตภัณฑ์ที่เสื่อมคุณภาพได้ง่ายเมื่อได้รับแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. สะท้อนรังสีความร้อน เนื่องจากผิวหน้าทั้ง 2 ด้านต่างกันคือ มันและด้าน จึงสามารถสะท้อนรังสีความร้อนได้ร้อยละ 95 ใช้เป็นฉนวนป้องกันความร้อนสำหรับผลิตภัณฑ์ที่ต้องรักษาอุณหภูมิให้ต่ำหรือสูงตามที่ต้องการ เช่นอาหารแช่แข็งที่บรรจุในภาชนะแผ่นเปลวอะลูมิเนียมจะเกิดการสะท้อนรังสีความร้อนทำให้การละลายเกิดขึ้นช้าลง

4. เป็นตัวนำความร้อนกล่าวคือ แผ่นเปลวอะลูมิเนียมร้อนและเย็นได้อย่างรวดเร็ว ทำให้เหมาะกับการใช้เป็นภาชนะในการแช่แข็งหรืออบด้วยความร้อนและยังทำให้การปิดผนึกด้วยความร้อนเป็นไปอย่างรวดเร็วและมีคุณภาพ

5. มีเสถียรภาพในช่วงอุณหภูมิกว้างดังนั้นผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในแผ่นเปลวอะลูมิเนียมจึงสามารถนำไปให้ความร้อนแล้วนำมาแช่แข็งและให้ความร้อนอีกครั้งหนึ่งได้โดยไม่ต้องเปลี่ยนถ่ายภาชนะ

6. ไม่ดูดความชื้นและของเหลวจึงไม่หดตัวย่นหรืออ่อนตัว

7. โค้งงอได้ สามารถพับ จีบ หรือขึ้นรูปได้อยู่ตัวดี จึงนำมาใช้ได้กับผลิตภัณฑ์หลายประเภท เช่น ใช้เป็นฝาปิดขวดนม เครื่องดื่มและใช้ห่อเนย ขนมปัง ช็อกโกเลต ลูกกวาด บุหรี่

8. ป้องกันการซึมผ่านของไขมันได้ดี จึงเหมาะกับการใช้ห่ออาหารประเภทที่มีน้ำมันเนยและเนยแข็ง

จากคุณสมบัติต่าง ๆ ของแผ่นเปลวอะลูมิเนียมดังกล่าวมานี้จึงทำให้นิยมนำมาใช้เป็นภาชนะบรรจุกันอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับผลิตภัณฑ์อาหารดังเห็นได้จากภาชนะบรรจุผลิตภัณฑ์จำพวกขนมขบเคี้ยว อาหารสำเร็จรูปต่าง ๆ ซึ่งเปลี่ยนจากการใช้ถุงพลาสติกธรรมดาเป็นถุงพลาสติกประกบกับแผ่นเปลวอะลูมิเนียม (วิทยา ตั้งก่อสกุล, 2543)

2.9 การเก็บรักษาในสภาพสุญญากาศ (vacuum packaging)

การเก็บรักษาในสภาพสุญญากาศ หมายถึง การบรรจุผลิตภัณฑ์ให้อยู่ภายใต้สุญญากาศโดยการดึงเอาอากาศภายในภาชนะและหรือภายในผลิตภัณฑ์ออกไป และไม่มีการพ่นก๊าซใด ๆ เข้าไปแทนที่ ซึ่งทำให้เกิดความแตกต่างระหว่างความดันภายในและภายนอกภาชนะ สังเกตได้จากการหดรัดตัวของภาชนะบรรจุชนิดอ่อนตัว (flexible form) หรือการยุบตัวของภาชนะประเภทกึ่งคงรูป (semi-right form) โดยวัตถุประสงค์ของการบรรจุผลิตภัณฑ์ให้อยู่ภายใต้สุญญากาศมีเป้าหมายหลักคือชะลอหรือป้องกันการเสื่อมเสียคุณภาพของผลิตภัณฑ์อาหารนั้นก่อนเวลาอันควร เราสามารถจำแนกวัตถุประสงค์นี้ออกได้เป็น 6 ประการสำคัญ คือ ชะลอหรือป้องกันการเกิดปฏิกิริยาเคมีในอาหาร ชะลอหรือป้องกันการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของการเสื่อมเสียคุณภาพอาหาร ชะลออัตราการหายใจของพืช ชะลอหรือป้องกันการเจริญเติบโตและการฟักไข่ของหนอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แมลง ที่อาจติดอยู่ในอาหาร รักษาสีแดงของเนื้อ และป้องกันการเสียรูปทรงของผลิตภัณฑ์ (งามทิพย์, 2538)

พิมพ์เบญญา การีสรรพ์ (2553) ศึกษาอายุการเก็บน้ำปรุงรสส้มตำกึ่งสำเร็จรูปในถุงอะลูมิเนียมแบบบรรยากาศ และสุญญากาศ เป็นระยะเวลา 4 เดือน พบว่าการบรรจุแบบสุญญากาศจะชะลอการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำปรุงรสส้มตำได้ดีกว่าการบรรจุแบบบรรยากาศ

2.10 วิธีการพื้นที่ผิวตอบสนอง (Response Surface Methodology) (อนุวัตร แจ้งชัด, 2552)

วิธีการพื้นผิวตอบสนอง (Response Surface Method, RSM) เป็นการแสดงหรือตัวแทนทางเรขาคณิตที่ได้รับเมื่อผลตอบสนองของตัวแปร (Response) ถูกสร้างเป็นฟังก์ชั่นของตัวแปรเหล่านั้น เทคนิคทางสถิตินี้ใช้แผนภาพคอนทัวร์ (Contour Plot) ในการตรวจสอบความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ที่สนใจ ผลที่ได้คือสามารถที่จะหาสูตร หรือสภาวะที่เหมาะสม (Optimization) จากความสัมพันธ์เหล่านั้นได้เมื่อพิจารณาปัจจัยที่สนใจเหล่านั้นพร้อม ๆ กัน โดยความรู้พื้นฐานที่ต้องใช้คือ การวางแผนการทดลอง การวิเคราะห์สมการถดถอย และความรู้ในการใช้โปรแกรมที่สร้างแผนภาพคอนทัวร์ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของวิธีการ RSM สามารถแสดงได้ดังสมการ $Y = f(X_1, X_2, \ldots, X_k) + E$ โดยที่ Y คือ ค่าตอบสนอง (Response) ซึ่งเป็นตัวแปรตามและ $X_1, X_2, \ldots, X$ คือ ตัวแปรที่สนใจ ซึ่งเป็นตัวแปรต้น, E = error term ของความสัมพันธ์หรือฟังก์ชันของตัวแปรเหล่านี้ มักใช้สมการลำดับที่หนึ่ง (First Order Model) หรือสมการลำดับที่สอง (Second Order Model) หรือสมการโพลีโนเมียล (Polynomial Model) เป็นตัวอธิบายโดยวิธีทางสถิติที่ใช้คือ วิธีกำลังสองที่น้อยที่สุด (The Least Square Method) เพื่อประมาณค่าของพารามิเตอร์ต่าง ๆ โดยฟังก์ชั่นที่ใช้เรียกว่า fitted response function : $Y = b_0 + b_1 X_i + \ldots + b_n X_n$

แผนภาพคอนทัวร์ เป็นอนุกรม (Series) ของเส้นหรือกราฟซึ่งมีค่าที่แน่นอนและคงที่สอดคล้องกับระดับของปัจจัยที่เปลี่ยนไป แผนภาพคอนทัวร์มีหลายแบบสอดคล้องกับสมการถดถอยที่ตรวจสอบได้ เช่น Mound-shaped, Stationary ridge, Rising ridge, Saddle โดยแผนภาพคอนทัวร์ที่สร้างเป็นแผนภาพ 3 มิติ เรียกว่า Surface Plot

วิธีการ RSM ได้ถูกนำมาประยุกต์ในงานด้านอุตสาหกรรมเกษตรมากมาย เช่น ใช้ในการพัฒนากระบวนการผลิต หรือพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้ยังมีการใช้วิธี RSM ในการพัฒนาสูตร และกระบวนการทำแห้งอาหารหลายชนิด เช่น ถั่ว pistachio (Kahyaoglu, 2008), ขนุน (Pua *et al.*, 2007), มันฝรั่ง (Eren and Kaymak-Ertekin, 2007), ใบมะกอก (Erbay and Ieier, 2009)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2.10.1 ขั้นตอนในการทำ RSM (อนุวัตร แจ้งชัด, 2552)

2.10.1.1 เลือกแผนการทดลองที่เหมาะสมที่สามารถให้ข้อมูลเพียงพอในการสร้างคอนทัวร์พลอต

2.10.1.2 สร้างแบบจำลองหรือสมการเชิงเส้นที่ดีที่สุด

2.10.1.3 สร้างแผนภาพคอนทัวร์หรือ Surface Plot จากสมการที่หามาได้

2.10.1.4 ตรวจสอบหาค่าจุดหรือพื้นที่ที่เหมาะสม (Optimization)

2.10.1.5 พิสูจน์แบบจำลอง (Validation) โดยการทำการทดลองใหม่จากจุดที่เหมาะสมภายใต้ขอบเขตของตัวแปรแต่ละตัว แล้วเปรียบเทียบกับค่าการทดลอง และค่าที่ได้ทำนายจากสมการ

2.10.1.6 ถ้าแบบจำลองไม่เหมาะสม ให้สร้างแบบจำลองใหม่ (ทำซ้ำข้อ 2 ถึง 5)

2.10.2 การเลือกการจำลอง (model selection)

การเลือกการจำลองที่ได้จาก RSM มีหลายเทคนิคในการสร้างและคัดเลือกแบบจำลอง (Model) ที่ดีที่สุด ขึ้นอยู่กับการวางแผนตั้งแต่เริ่มต้น ในกรณีที่มีแผนการทดลอง การวิเคราะห์ความแปรปรวนจะเป็นวิธีที่ดีที่สุดในการทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลอง อย่างไรก็ตาม บางการทดลองที่ไม่มีการวางแผนล่วงหน้าว่าจะใช้แบบจำลองใด อาจดำเนินการดังนี้ ซึ่งน่าจะเป็นวิธีที่เหมาะสมมากที่สุด

2.10.2.1 วิธีการแบบจำลองแบบแบบสมบูรณ์ (Full Model Technique) วิธีการนี้จะระบุแบบจำลองที่ต้องการใช้ เช่น แบบจำลองอันดับหนึ่ง (First Order Model) หรืออันดับสอง (Second Order Model) หลังจากนั้นจึงใช้การวิเคราะห์สมการถดถอยเพื่อประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรทุกตัวในแบบจำลอง

2.10.2.2 วิธีการแบบจำลองลดรูป (Reduced Model Technique) วิธีการนี้แสดงแบบจำลองแบบลดรูป โดยเลือกตัวแปรที่มีนัยสำคัญในแบบจำลองมาใช้สร้างแผนภาพคอนทัวร์หรือ Surface Plot เทคนิคที่ใช้ในการวิเคราะห์สมการถดถอยทั้งหมด เช่น Stepwise Technique (อนุวัตร แจ้งชัด, 2552)

2.10.3 การวางแผนการทดลองสำหรับ RSM

นิยมใช้การทดลองแบบแฟคทอเรียล การทดลองแฟคทอเรียลบางส่วน (Fractional Factorial) การทดลองแบบหมุน (Rotatable design), Central Composite Design (CCD), Box-Behnken Design และการทดลองแบบผสม (Mixture Design) ทั้งนี้การใช้การทดลองแบบใดขึ้นอยู่กับข้อจำกัดต่าง ๆ ชนิดของแบบจำลองที่จะเลือกใช้ และชนิดของตัวแปรต่าง ๆ ว่าเป็นตัวแปรในขั้นตอนของการพัฒนาสูตรหรือกรรมวิธี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
132661

2.10.3.1 การทดลองสำหรับใช้แบบจำลองอันดับ 1 (First Order Model)

-การทดลองแฟคทอเรียล 2^k ใน CRD or RBD

-การทดลองแฟคทอเรียลบางส่วน 2^k ซึ่งปัจจัยหลักไม่ alias ซึ่งกันและกัน

-การใช้แฟคทอเรียล 2 ระดับ (2-Level Factorial) ต้องระวังในการใช้แบบจำลองอันดับหนึ่ง (First Order Model) เพราะจะไม่สนใจพจน์ที่เป็นผลคูณระหว่างปัจจัยหลัก (Cross Product หรือ Interaction Term) ควรจะแน่ใจว่าปัจจัยที่นำมาศึกษาไม่มีปฏิกิริยาสัมพันธ์กัน

2.10.3.2 แบบการทดลองสำหรับใช้แบบจำลองอันดับ 2 (Second Order Model)

-การทดลองแฟคทอเรียล 2^k ใน CRD or RBD ซึ่งจะรวมผลคูณระหว่างปัจจัยหลัก (cross product)

-การทดลองแฟคทอเรียล 3^k ใน CRD or RBD

-การทดลองแฟคทอเรียลบางส่วนใน CRD or RBD

-Rotatable Design

-Central Composite Design

-Box-Behnken Design

-Mixture Design

การจัดการทดลองแบบ Rotatable Design, Central Composite Design มีรายละเอียดดังนี้

Rotatable design

เป็นการออกแบบการทดลองที่ทุกๆ ระดับห่างจากจุดกลางของรูปทรงเรขาคณิตที่ใช้เป็นพื้นฐานในการสร้างสิ่งทดลองเป็นระยะเท่ากัน ซึ่งโดยทั่วไปแล้วการสร้างสิ่งทดลองจะมีพื้นฐานมาจากรูปทรงเรขาคณิตที่สมมาตรกัน เช่น จากทรงกลม, วงกลม, สี่เหลี่ยมจัตุรัส หรือลูกบาศก์ โดยที่ค่าพิกัดของที่มุมต่างของรูปทรงเรขาคณิตจะถูกนำมาใช้เป็นค่า code value (+1:สูง, 0:กลาง, -1:ต่ำ)การทดลองแฟคทอเรียล 2^k ทุกอัน เป็น rotatable แต่การทดลองแฟคทอเรียล 3^k บางชนิดเท่านั้นที่เป็น Rotatable Design

การคำนวณ 2-level coding

1.หาค่าเฉลี่ยของระดับ (avg)

2.หาค่าช่วงกลางของระดับ (Mid): Mid = (upper level – lower level)/2

3.Code ระดับของปัจจัย Code level = (tare level – avg)/Mid

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Central Composite Design (CCD)

เป็นการทดลองที่เพิ่มสิ่งทดลองระหว่างระดับของปัจจัยให้มากขึ้นเพื่อต้องการใช้แบบจำลองอันดับสูงจากเดิมที่ใช้ได้เพียงแค่อันดับหนึ่งเป็นอันดับสองหรือสาม วิธีการสร้างสิ่งทดลองอย่างง่าย ให้เริ่มจากการสร้างสิ่งทดลองจากแฟคทอเรียล 2^k แล้วเพิ่มจุดบนแกน coordinate

โดยมีค่า code level $\pm\alpha$ หลังจากนั้นเพิ่มจำนวน m ที่จุดกลาง (0, 0, 0,...0) หลังจากนั้นสุ่มแต่ละสิ่งทดลองไปยังแต่ละหน่วยทดลอง จำนวนสิ่งทดลองทั้งหมด (n) จะมีค่า = $2^k + 2k + m$ ซึ่ง $n < 3^k$ เสมอ และถ้า $\alpha = F^{1/4}$ (F = จำนวนของสิ่งทดลองจากแฟคทอเรียลที่ใช้ เช่น แฟคทอเรียล 2^2 , ค่า F =4) CCD นี้จะเป็น rotatable design ด้วย

การทดลอง CCD นี้นิยมทำซ้ำที่ระดับกลางของปัจจัยเพื่อใช้ประมาณความคลาดเคลื่อนของการทดลองซึ่งการเพิ่มจำนวนซ้ำจะมีผลกระทบต่อค่า α ซึ่งอาจจะต้องเปลี่ยนไปตามจำนวนซ้ำเพื่อให้สิ่งทดลองเป็นอิสระต่อกัน (Orthogonal) อย่างไรก็ตามในทางปฏิบัติมักจะกำหนดค่า α ก่อนแล้วจึงทำการทดลองซ้ำที่จุดกลาง ในบางกรณีที่ $\alpha = 1$ ซึ่งแต่ละจุดของการทดลองที่เพิ่มขึ้นจะอยู่บนแต่ละด้านของลูกบาศก์ 2^3 แฟคทอเรียล, Design แบบนี้จะเรียกว่า Face-Centered Central Composite Design ซึ่งจะเห็นว่าจำนวนระดับในแต่ละปัจจัยจะน้อยลงไป ซึ่งจะช่วยลดจำนวนตัวอย่างลงเป็นอย่างมากทำให้ประหยัดทั้งเวลาและค่าใช้จ่ายในการทดสอบ (อนุวัตร แจ้งชัด, 2549)

2.10.4 การหาค่าจุดหรือพื้นที่ที่เหมาะสม (Optimization) โดยใช้ Desirability function

Desirability ฟังก์ชั่นค้นคิดโดย Harrington (1965) ต่อมา Derringer และ Suich (1980) ได้นำมาทำการพัฒนาการใช้งานเพิ่มขึ้น (Lazic, 2004) โดยค่า Desirability ซึ่งเป็นค่าความพึงพอใจของผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีหน่วย สามารถคำนวนแยกเป็นส่วน ๆ หรือทีละค่าตอบสนอง (Response) โดยสามารถแทนได้ด้วย *di* โดยค่า Desirability ของแต่ละค่าตอบสนองจะมีค่าได้ตั้งแต่ 0 ถึง 1 และสามารถคำนวณร่วมกันของแต่ละค่าตอบสนอง จะได้ฟังก์ชั่นใหม่เป็นค่า *D* ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 1 เช่นกัน ค่า Desirability function สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$D = \left[\prod_{i=1}^{n} d_i^{p_i}\right]^{1/n}$$

ค่ามาตรฐานของ Desirability ที่สัมพันธ์กับระดับความพึงพอใจ และคุณภาพของผลิตภัณฑ์ แสดงดังตารางที่ 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 มาตรฐานของค่า Desirability ที่สัมพันธ์กับระดับความพึงพอใจและคุณภาพของผลิตภัณฑ์

Standard estimates	Desires	Quality of product
1.00	Excellent	The ultimate in satisfaction or quality and improvement beyond this point have no appreciable value
1.00-0.80	Very good	Acceptable and excellent. Represent unusual quality, or Performance, well beyond anything commercially available
0.80-0.63	Good	Acceptable and good, represent an improvement over the best commercially quality, the latter having the value of 0.63
0.63-0.37	Satisfactory	Acceptable but poor quality is acceptable to the specification limits, but improvement is desired
0.37-0.20	Bad	Unacceptable. Materials of this quality would lead of failure of the project.
0.20-0.00	Very bad	Completely unacceptable

ที่มา : Lazic (2004)

2.11 การประเมินการยอมรับผู้บริโภคที่บ้าน (Home Use Test-HUT)

การประเมินการยอมรับผู้บริโภคที่บ้าน หรือสำนักงานเป็นวิธีที่ไม่สามารถควบคุมสภาวะใด ๆ ในการประเมินได้ ยกเว้นตัวอย่างและแบบสอบถามที่ส่งไปให้ผู้ประเมิน การประเมินการยอมรับผู้บริโภคที่บ้านมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความชอบหรือการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ทั้งโดยรวมและลักษณะเฉพาะ นอกจากนั้นยังสามารถประเมินประสิทธิภาพในการทำงานภายใต้สภาพการใช้จริง ๆ ผลการประเมินจะบอกปฏิกิริยาของผู้บริโภคที่มีต่อลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เมื่อไม่มีการควบคุมการปรุง การเสิร์ฟ และวิธีการประเมินผลิตภัณฑ์ของผู้ประเมิน นอกจากนั้นผู้ประเมินยังสามารถให้ข้อคิดเห็นเกี่ยวกับภาชนะบรรจุของผลิตภัณฑ์ได้อีกด้วย ดังนั้นการประเมินผู้บริโภคที่บ้านจึงเหมาะกับการประเมินผลิตภัณฑ์ในช่วงสุดท้ายของการพัฒนาผลิตภัณฑ์ หรือผลิตภัณฑ์จากการผลิตระดับนำร่อง มากกว่าผลิตภัณฑ์จากการพัฒนาสูตรหรือการพัฒนากรรมวิธีการผลิต เนื่องจากต้องใช้ผลิตภัณฑ์เป็นปริมาณมากกว่าประเมินในห้องปฏิบัติการหรือในศูนย์ประเมินกลางชุมชน (เพ็ญขวัญ ชมปรีดา, 2550)

การคัดเลือกผู้บริโภคจะต้องเลือกผู้บริโภคที่เคยใช้ผลิตภัณฑ์นั้นหรือเป็นผลิตภัณฑ์ที่คล้ายคลึงกัน จึงจะได้ข้อมูลจริงโดยคัดเลือกจากการสัมภาษณ์ในเบื้องต้นก่อน จึงมอบตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลิตภัณฑ์และแบบสอบถามแก่ผู้บริโภค โดยในการออกแบบแบบสอบถามต้องตั้งคำถามให้มุ่งเน้นไปที่ความชอบรวมของผลิตภัณฑ์ คุณลักษณะเด่นของผลิตภัณฑ์ (มนัชญา งามศักดิ์, 2554)

2.12 มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ผงปรุงรสอาหาร (มผช 494/2547)

ผงปรุงรสอาหาร หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำเนื้อสัตว์ เช่น ไก่ หมู มาให้ความร้อนจนแห้ง บดเป็นผง ปรุงรสด้วยเครื่องปรุงรสและเครื่องเทศ เช่น น้ำตาล เกลือ กระเทียม พริกไทย โมโนโซเดียม-แอล-กลูตาเมต (ผงชูรส)

2.12.1 ลักษณะทั่วไป -ต้องเป็นผง แห้ง ไม่จับตัวเป็นก้อน

2.12.2 สี -ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้

2.12.3 กลิ่นรส -ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้ ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นหืนกลิ่นอับ กลิ่นไหม้ รสขม

2.12.4 ความชื้น -ต้องไม่เกินร้อยละ 13 โดยน้ำหนัก

2.12.5 วอเตอร์แอคทิวิตี -กำหนดให้ค่าวอเตอร์แอคทิวิตีต้องไม่เกิน 0.65

2.12.6 จุลินทรีย์

- จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน 1×10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม
- โคลิฟอร์ม โดยวิธีเอ็มพีเอ็น ต้องน้อยกว่า 3 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม
- ยีสต์และรา ต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
อุปกรณ์ และวิธีดำเนินการ

3.1 วัตถุดิบ

ดีหมึกที่ใช้ในการทดลองคือ ดีหมึกจากหมึกกระดองลายเสือ (*Sepia pharaonis*) ตำบลมหาชัย อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร เตรียมโดยนำถุงน้ำหมึก (ink sack) บรรจุในถุงพลาสติกรัดปากถุงให้สนิท บรรจุลงในกล่องโฟม ขนส่งด้วยรถกระบะห้องเย็น ควบคุมอุณหภูมิต่ำกว่า -18 องศาเซลเซียสขณะขนส่งมาเก็บรักษา ณ ห้องปฏิบัติการคณะอุตสาหกรรมเกษตร และนำเก็บรักษาในตู้แช่แข็งที่อุณหภูมิต่ำกว่า -18 องศาเซลเซียส

3.2 เครื่องมือ และอุปกรณ์

3.2.1 เครื่องทำแห้งแบบถาด (tray dryer)	Progress	ไทย
3.2.2 เครื่องบดอาหาร (blender)	Shanliang BL-021	จีน
3.2.3 เครื่อง Centrifuge	Hettich Universal 16	เยอรมัน
3.2.4 เครื่องวัดค่าสี	Minolta CR-400	ญี่ปุ่น
3.2.5 Hot Plate	Cimarec 2	สหรัฐอเมริกา
3.2.6 เครื่องวัดค่า a_w	AQUALAB series4TE	สหรัฐอเมริกา
3.2.7 ตู้อบลมร้อน	Memmert	เยอรมัน
3.2.8 เครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง	Denver SI-234	เยอรมัน
3.2.9 เครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง	Pine Brook ARC120	สหราชอาณาจักร
3.2.10 เครื่องปิดผนึกด้วยความร้อน	Santo	ไทย
3.2.11 เครื่องบรรจุสุญญากาศ	Sammic V252T	เยอรมัน
3.2.12 ซองอะลูมิเนียมฟอยล์ลามิเนต 4x6 นิ้ว (PET/ALU/PE 12/7/40 ไมครอน)		
3.2.13 ถาดอะลูมิเนียม	ขนาด 37 x 50 เซนติเมตร	
3.2.14 นาฬิกาจับเวลา		
3.2.15 เครื่องแก้วสำหรับงานวิเคราะห์		
3.2.16 เครื่องคอมพิวเตอร์		
3.2.17 เครื่องตีป่นอาหาร (stomacher)	Basic	สเปน
3.2.20 ตู้เขี่ยเชื้อ (Laminar flow)	ABS1200	สหราชอาณาจักร
3.2.22 ตู้บ่มเชื้อ (incubator)	Heraeus	เยอรมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.23 ตู้บ่มเชื้อ	Memmert	เยอรมัน
3.2.24 เครื่องนึ่งความดันฆ่าเชื้อ (autoclave)	Tomy SS-320	ญี่ปุ่น
3.2.25 เครื่องผสมละลาย (Vortex Mixer)	Wiggen Hauser	เยอรมัน
3.2.26 อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Water bath)	Memmert	เยอรมัน
3.3.27 ไมโครเวฟ	Samsung	Korea
3.3.28 Plate Count Agar	Merck	เยอรมัน
3.3.29 Dichloran Glycerol (DG18)-Agar	Merck	เยอรมัน

3.2.30 อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจเชื้อจุลินทรีย์ ได้แก่ Stomacher bag จานเพาะเชื้อ หลอดทดลองขนาด 16 x 150 มิลลิเมตรที่มีฝาปิด ปิเปต ตะเกียงแอลกอฮอล์ ปากคีบ

3.3 วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.3.1 ศึกษาพฤติกรรม ทัศนคติและความต้องการ เกี่ยวกับดีหมึกผง

ศึกษาพฤติกรรม ทัศนคติและความต้องการของผู้บริโภคโดยใช้แบบสอบถามจำนวน 20 ชุด สอบถามเชฟ และผู้เชี่ยวชาญด้านอาหารจำนวน 20 ท่าน ที่ให้ความสนใจทดสอบการใช้ดีหมึกผงในด้านพฤติกรรมการใช้ ทัศนคติ และความต้องการดีหมึกผง เพื่อหาข้อมูลเบื้องต้นในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ดีหมึกผง และเพื่อหารูปแบบ และคำถามเพื่อใช้ในการออกแบบสอบถามการยอมรับผลิตภัณฑ์ (แบบสอบถามดังแสดงในภาคผนวก ค 2)

3.3.2 ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการทำแห้งดีหมึกผง

3.3.2.1 การเตรียมดีหมึก

นำถุงดีหมึก (ink sack) ที่เก็บรักษาด้วยการแช่แข็งมาทำละลายที่อุหภูมิ ≤5 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง ใช้มีดกรีดถุงดีหมึก (ink sack) บีบเอาแต่ส่วนน้ำดีหมึกมาใช้ และระวังไม่ให้มีส่วนของเครื่องในปะปนมา กรองเศษชิ้นส่วนอื่น ๆ ออกด้วยกระชอน (รูปดังแสดงในภาคผนวก จ)

3.3.2.2 การทำแห้งดีหมึก

นำดีหมึกที่ได้จากการเตรียมในข้อ 3.3.2.1 ปริมาณ 600 กรัม เกลี่ยเป็นชั้นบางลงในถาดอะลูมิเนียมขนาด 37 x 50 เซนติเมตร ที่ปูด้วยพลาสติกโพลีโพไพลีน นำเข้าเครื่องอบแห้งแบบถาด (Tray Dryer) โดยใช้สภาวะอุณหภูมิและเวลาในการอบแห้งที่แตกต่างกัน 9 สภาวะในช่วง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุณหภูมิ 60, 70 และ 80 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 5, 7 และ 9 ชั่วโมง แล้วนำมาบดให้เป็นผงละเอียดด้วยเครื่องปั่นผสมอาหาร

3.3.2.3 การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมี กายภาพของดีหมึกผง

จากนั้นนำตัวอย่างที่ได้จากข้อ 3.3.2.2 มาตรวจวิเคราะห์คุณภาพในด้านต่าง ๆ ดังนี้

1. ค่าวอเตอร์แอคทิวิตี ด้วยเครื่องวัด a_w (AQUALAB series4TE)
2. ค่าความชื้น (AOAC, 2000)
3. ค่าการละลายน้ำ (Anderson *et al.* 1969)
4. ค่าการดูดซับน้ำ (Anderson *et al.* 1969)
5. อัตราส่วนการคืนรูป (Subadra *et al.* 1997)
6. ค่าความสว่าง (L*) ด้วยเครื่องวัดสี (Minolta CR-400)
7. ปริมาณผลผลิต (yield)

3.3.2.4 การออกแบบการทดลอง และการวิเคราะห์ผล

ใช้วิธีการพื้นที่ผิวตอบสนอง (Response Surface Methodology) ในการออกแบบการทดลองแบบ Central Composite Design เพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ (response) ที่สนใจ โดยแสดงเป็นแผนภาพคอนทัวร์ (contour plot) และเมื่อพิจารณาปัจจัยที่สนใจเหล่านั้นพร้อม ๆ กันสามารถนำมาสร้างและคัดเลือกแบบจำลอง (model) ของสภาวะที่เหมาะสมที่สุดของอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการทำแห้งได้ คำนวณการทำซ้ำ 5 ครั้งที่จุดศูนย์กลาง (Central point of design) (0, 0) สร้างแบบจำลองผลของตัวแปรอิสระทั้ง 2 สิ่งในการทดลองคือ อุณหภูมิและเวลา ต่อคุณภาพในด้านต่าง ๆ ของดีหมึกผง โดยใช้สมการพอลิโมเนียล (polynomial model) ตามแบบ Lazic (2004) เป็นตัวอธิบาย โดยวิธีการทางสถิติที่ใช้คือ วิธีกำลังสองที่น้อยที่สุด (the least square method) เพื่อประมาณค่าของพารามิเตอร์ต่าง ๆ โดยฟังค์ชั่นที่ใช้เรียกว่า fitted response function.

$$Y=\beta_0+\beta_1X_1+\beta_2X_2+\beta_{11}X^2_1+\beta_{22}X^2_2+\beta_{12}X_1X_2$$

เมื่อ Y คือค่าการทำนายค่าของตัวแปร (response) ได้แก่ วอเตอร์แอคทิวิตี ความชื้น ความสามารถในการละลายน้ำ ความสามารถในการดูดซับน้ำ อัตราส่วนการคืนรูป ความสว่าง (L*) และปริมาณผลผลิต (Yield) ส่วน X_1 คือ temperature level และ X_2 คือ time level, β_0 คือ constant value, β_1 และ β_2 คือlinear terms, β_{11}, β_{22} คือ quadratic terms, and β_{12} คือ interaction term. Design-Expert 7.0.0 (Stat-Ease, Inc., MN, 2005) ใช้สำหรับ fit the model, สร้างภาพ contour plots และวิเคราะห์ค่า desirability เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตดีหมึกผง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อวางแผนการทดลองแบบพื้นที่ผิวตอบสนอง ได้สภาวะที่ใช้ในการทดลองดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 สภาวะที่ใช้ในการทดลอง เมื่อวางแผนการทดลองแบบพื้นที่ผิวตอบสนอง (RSM)

Run	Temperature (°C)	Time (hrs.)
1	60	5
2	60	7
3	60	9
4	70	5
5	70	7
6	70	7
7	70	7
8	70	7
9	70	7
10	70	9
11	80	5
12	80	7
13	80	9

3.3.3 ศึกษาการยอมรับการใช้งานของดีหมึกผง

นำดีหมึกผงที่ผลิตได้จากสภาวะการทำแห้งที่เหมาะสมในข้อ 3.3.2 ทำการทดสอบการใช้งานในรูปแบบ Home Use Test โดยบรรจุดีหมึกผงที่ผลิตได้ปริมาณ 200 กรัมในบรรจุภัณฑ์กล่องพลาสติกปิดสนิท นำให้เชฟและผู้เชี่ยวชาญด้านอาหาร 20 ท่านที่เคยทำแบบสอบถามในข้อ 3.3.1 ทดลองใช้ในการประกอบอาหาร โดยแนะนำให้ละลายดีหมึกผงในน้ำ หรือของเหลวที่ใช้ประกอบอาหารในอัตราส่วนดีหมึกผง 1 ส่วนต่อของเหลว 2 ส่วน หรือสามารถใช้ในรูปแบบผงในการประกอบอาหารตามแต่ความเหมาะสมและความต้องการของผู้ทดสอบ และตอบคำถามในแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อผลิตภัณฑ์ ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส กลิ่นรส และการยอมรับการใช้งานโดยรวม ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบแบบ 9-Point hedonic scale เพื่อประเมินผลการยอมรับผลิตภัณฑ์ และความเป็นไปได้ในการนำผลิตภัณฑ์ออกสู่ตลาด (แบบประเมินดังแสดงในภาคผนวก ค 3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.4 ศึกษาสภาวะการเก็บรักษาดีหมึกผง

ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของดีหมึกผงในระหว่างการเก็บรักษาโดยบรรจุดีหมึกปริมาณ 25 กรัมในของบรรจุภัณฑ์อลูมิเนียมฟอยด์ ภายใต้สภาวะการปิดผนึก 2 แบบ คือ บรรจุในซองอะลูมิเนียมฟอยด์แล้วปิดผนึกในสภาวะบรรยากาศ และบรรจุในซองอะลูมิเนียมฟอยด์แล้วปิดผนึกโดยใช้สภาวะสุญญากาศ 600 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส) ติดตามการเปลี่ยนแปลงทุก 2 สัปดาห์ และวิเคราะห์ผลการตรวจสอบคุณภาพดังต่อไปนี้

วิเคราะห์ผลของสภาวะการเก็บที่มีผลต่อคุณภาพดีหมึกผง โดยทำการสุ่มตัวอย่างดีหมึกผงที่เก็บรักษาในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ภายใต้สภาวะการเก็บทั้ง 2 แบบ คือ บรรยากาศ และสุญญากาศ ทำการสุ่มตัวอย่างทุกๆ 2 สัปดาห์ มาวิเคราะห์

1. ค่าวอเตอร์แอคทิวิตี ด้วยเครื่องวัด a_w (AQUALAB series4TE)
2. ค่าความชื้น (AOAC, 2000)
3. ค่าการละลายน้ำ (Anderson *et al.* 1969)
4. ค่าการดูดซับน้ำ (Anderson *et al.* 1969)
5. อัตราส่วนการคืนรูป (Subadra *et al.* 1997)
6. ค่าความสว่าง (L*) ด้วยเครื่องวัดสี (Minolta CR-400)
7. ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (AOAC, 2000)
8. ปริมาณยีสต์และรา (AOAC, 2000)

วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของข้อมูลจากข้อ 3.3.4.1-3.3.4.6 ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ได้ของแต่ละสิ่งทดลองโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) จากโปรแกรมคำนวณทางสถิติสำเร็จรูป SPSS เพื่อศึกษาอายุการเก็บรักษาดีหมึกผง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 ผลการศึกษาพฤติกรรม ทัศนคติ และความต้องการ ต่อผลิตภัณฑ์ดีหมึกผง

จากการศึกษาพฤติกรรม ทัศนคติ และความต้องการเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ดีหมึกผงโดยการสอบถามความคิดเห็นของผู้บริโภคที่มีความเชี่ยวชาญด้านอาหารจำนวน 20 ท่าน แบบสอบถามแสดงดังภาคผนวก ค 2 และได้ผลการศึกษาแสดงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลส่วนตัวของกลุ่มผู้บริโภคเป้าหมายจากการศึกษาพฤติกรรม ทัศนคติและความต้องการต่อผลิตภัณฑ์ดีหมึกผง

ข้อมูล	ผลการสำรวจผู้บริโภค	(ร้อยละ)
เพศ	ชาย	75
	หญิง	25
อายุ	ต่ำกว่า 30 ปี	30
	30-40 ปี	35
	มากกว่า 40 ปี	35
อาชีพ	เชฟ	65
	ผู้เชี่ยวชาญด้านอาหาร	25
	เจ้าของกิจการเกี่ยวกับอาหาร	10
ประสบการณ์ในวงการอาหาร	ต่ำกว่า 10 ปี	40
	10-20 ปี	45
	มากกว่า 20 ปี	15
การศึกษา	ปริญญาโท	35
	ปริญญาตรี	40
	ต่ำกว่าปริญญาตรี	25
ภูมิลำเนา	กรุงเทพฯ และปริมณฑล	55
	ต่างจังหวัด	25
	ต่างชาติ	20

หมายเหตุ : จำนวนผู้ทดสอบทั้งหมด 20 ท่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.1 พบว่ากลุ่มผู้บริโภคเป้าหมายแบ่งเป็นเพศชายร้อยละ 75 และเพศหญิงร้อยละ 25 มีอายุต่ำกว่า 30 ปี ร้อยละ 30 มีอายุระหว่าง 30-40 ปี ร้อยละ 35 และมีอายุมากกว่า 40 ปี ร้อยละ 35 มีอาชีพเป็นเชฟร้อยละ 65 เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านอาหารร้อยละ 25 และเป็นเจ้าของกิจการเกี่ยวกับอาหารร้อยละ 10 มีประสบการณ์ทำงานเกี่ยวกับอาหารต่ำกว่า 10 ปี ร้อยละ 40 มีประสบการณ์ทำงานเกี่ยวกับอาหารระหว่าง 10-20 ปี ร้อยละ 45 และมากกว่า 20 ปี ร้อยละ 15 มีระดับการศึกษาอยู่ในระดับปริญญาโทร้อยละ 35 ปริญญาตรีร้อยละ 40 และต่ำกว่าปริญญาตรีร้อยละ 25 มีภูมิลำเนาอยู่ในกรุงเทพฯ และปริมณฑลร้อยละ 55 ต่างจังหวัดร้อยละ 25 และเป็นคนต่างชาติร้อยละ 20

ผลการศึกษาด้านทัศนคติ ประสบการณ์และความต้องการของกลุ่มผู้บริโภคเป้าหมายที่มีต่อการใช้ดีหมึก แสดงดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ทัศนคติและความต้องการของกลุ่มผู้บริโภคเป้าหมายที่มีต่อดีหมึกผง

ข้อมูล	ผลการสำรวจผู้บริโภค	(ร้อยละ)
ประสบการณ์ในการใช้ดีหมึกประกอบอาหาร	เคย	100
	ไม่เคย	-
ลักษณะที่ดีของดีหมึกที่นำมาใช้ในการปรุงอาหาร	มีกลิ่นทะเล กลิ่นปลาหมึก และไม่คาว	95
	สีดำเข้ม	60
	ใช้งานและเก็บรักษาได้ง่าย	35
	ปลอดภัยจากสารเติมแต่งเคมี	10
	มีรสเค็ม	5
	เนื้อสัมผัสเข้มข้น	5
ดีหมึกที่เคยใช้	ดีหมึกแบบ liquid (นำเข้า)	45
	ดีหมึกแช่แข็ง	35
	ดีหมึกสดจากปลาหมึกกล้วย	35
	ดีหมึกสดจากปลาหมึกกระดอง	15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

ข้อมูล	ผลการสำรวจผู้บริโภค	(ร้อยละ)
ความคิดเห็นต่อขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบดีหมึก	-เลอะเทะ ยุ่งยาก เสียเวลา	70
	-หาได้ยาก ปลาหมึกที่สั่งมาใช้เป็นปลาหมึกที่ผ่านขั้นตอนการทำความสะอาด ไม่มีดีหมึกแล้ว	60
	-เน่าเสียง่าย ต้องเก็บช่องแช่แข็ง นำมาทำละลายก่อนใช้ ไม่สะดวกในการนำมาใช้แต่ละครั้ง	55
	-ได้ปริมาณดีหมึกไม่แน่นอน ส่งผลต่อการจัดการวัตถุดิบในแต่ละวัน	50
	-ไม่มีปัญหา	20
สีดำของดีหมึกทำให้ลูกค้าเกิดความกังวลขณะรับประทาน	ใช่	50
	ไม่ใช่	50
เครื่องปรุงอาหารลักษณะผงทำให้ทำงานสะดวกขึ้น	ใช่	100
	ไม่ใช่	-
สนใจที่จะทดลองใช้ดีหมึกผง	สนใจ	100
สีดำของดีหมึกทำให้ลูกค้าเกิดความกังวลขณะรับประทาน	ใช่	50
	ไม่ใช่	50

หมายเหตุ : จำนวนผู้ทดสอบทั้งหมด 20 ท่าน

เมื่อสอบถามทัศนคติ ของกลุ่มผู้บริโภคเป้าหมายที่มีต่อดีหมึกผง พบว่าผู้บริโภคที่สอบถามทุกท่านมีประสบการณ์เคยใช้ดีหมึกในการประกอบอาหาร และผู้บริโภคร้อยละ 95 มีความเห็นว่าดีหมึกควรมีกลิ่นคล้ายทะเล กลิ่นปลาหมึกและไม่คาว ร้อยละ 60 ให้ความสำคัญกับสีที่ดำเข้มของดีหมึกเป็นลำดับต่อมา ผู้บริโภคร้อยละ 35 ต้องการให้ดีหมึกใช้งานและเก็บรักษาได้สะดวก และร้อยละ 10 ต้องการให้ดีหมึกปลอดจากสารเคมีเติมแต่ง

เมื่อถามถึงประสบการณ์ในการใช้ดีหมึกประกอบอาหารร้อยละ 45 เคยใช้ดีหมึกสำเร็จรูปแบบของเหลวซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่นำเข้าจากต่างประเทศ ร้อยละ 35 เคยใช้ดีหมึกแบบแช่แข็ง ร้อยละ 35 เคยใช้ดีหมึกจากหมึกกล้วย และร้อยละ 15 เคยใช้ดีหมึกจากหมึกกระดอง ส่วนความคิดเห็นต่อขั้นตอนการเตรียมดีหมึกสดนั้น ผู้บริโภคร้อยละ 70 เห็นว่าการเตรียมดีหมึกสดมีความยุ่งยาก เลอะเทอะ และเสียเวลาในการเตรียม ร้อยละ 60 ให้ความคิดเห็นว่าดีหมึกเป็นวัตถุดิบที่หาได้ยาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้บริโภคร้อยละ 55 เห็นว่าดีหมึกเน่าเสียง่าย จำเป็นต้องเก็บช่องแช่แข็ง และต้องนำมาทำละลายก่อนใช้ ไม่สะดวกในการนำมาใช้แต่ละครั้ง ร้อยละ 50 เห็นว่าการเตรียมดีหมึกสดได้ปริมาณดีหมึกไม่แน่นอนส่งผลต่อการจัดการวัตถุดิบในแต่ละวัน ผู้บริโภคร้อยละ 20 ไม่มีปัญหาในการเตรียมดีหมึกสด และผู้บริโภคร้อยละ 50 เห็นว่าสีดำของดีหมึกที่ติดปากและฟันเป็นอุปสรรคต่อการสั่งอาหารที่ปรุงจากดีหมึก เช่น สปาเกตตี้ซอสหมึกดำ

จากการสอบถามถึงความสนใจในการทดลองใช้ดีหมึกผง ผู้บริโภคที่สอบถามทุกท่านมีความสนใจทดลองใช้ผลิตภัณฑ์ดีหมึกผง เนื่องจากเห็นว่าเครื่องปรุงอาหารที่เป็นผงทำให้การทำงานสะดวกขึ้น

เมื่อได้ข้อมูลเบื้องต้นดังกล่าว จึงนำมาเป็นแนวทางในการผลิตดีหมึกผงให้ตรงตามความต้องการของผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายซึ่งเป็นเชฟ และผู้เชี่ยวชาญด้านอาหารต่อไป

4.2 ผลการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการทำแห้งดีหมึกผง

การศึกษาเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในการทำแห้งดีหมึกผงด้วยตู้อบลมร้อน ใช้เทคนิคพื้นที่ผิวตอบสนอง (Response Surface Methodology) ในการออกแบบการทดลองโดยใช้การทดลองแบบ Central Composite Design เพื่อศึกษาผลของสภาวะการทำแห้งที่อุณหภูมิและเวลาที่ต่างกัน มีผลต่อค่าวอเตอร์แอคทิวิตี ความชื้น การละลาย การดูดซับน้ำ อัตราส่วนการคืนรูป ค่าความสว่าง (L*) และปริมาณผลผลิต โดยออกแบบการทดลอง และค่าตอบสนองของปัจจัย ดังแสดงในตารางที่ 4.3

จากตารางที่ 4.3 พบว่าการใช้อุณหภูมิ และเวลาที่ต่างกันมีผลต่อค่าวอเตอร์แอคทิวิตี ความชื้น การละลาย การดูดซับน้ำ อัตราส่วนการคืนรูป ค่าความสว่าง (L*) และปริมาณผลผลิต (yield) จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลที่ได้เพื่อพิจารณาผลของอุณหภูมิ และเวลาในการอบแห้งดีหมึกผงที่มีต่อค่าตอบสนอง ได้ผลแสดงดังตารางที่ 4.4

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลที่ได้ (ตารางที่ 4.4) พบว่าข้อมูลที่ได้จากทุกค่าตอบสนองมีสมการ (model) สามารถนำมาใช้ทำนายผลได้ เนื่องจากในแต่ละค่าตอบสนองมี lack of fit ที่มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และมีค่าสัมประสิทธิ์การอธิบาย (Coefficient , R^2) ของค่าตอบสนองอยู่ในช่วง 0.83-0.99 แสดงถึงความเป็นไปได้ที่จะนำสมการจากตารางที่ 4.5 สมการกำลังสอง (Quadratic model) เพื่อทำนายถึงความสัมพันธ์ของอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการอบแห้งแบบลมร้อนที่มีผลต่อคุณภาพดีหมึกผง โดยการเปลี่ยนแปลงของค่าตอบสนอง มีรายละเอียดดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.1 ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการอบแห้งแบบลมร้อนที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าตอบสนองของคุณภาพดีหมึกผง

4.2.1.1 ค่าวอเตอร์แอคทิวิตี (a_w) ของดีหมึกผงเมื่อใช้อุณหภูมิ และเวลาที่แตกต่างกันมีผลทำให้ค่าวอเตอร์แอคทิวิตีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.001$) ดังแสดงในตารางที่ 4.4 และรูปที่ 4.1 (a) โดยเมื่อใช้อุณหภูมิสูง และระยะเวลานาน มีผลทำให้ค่าวอเตอร์แอคทิวิตีลดน้อยลง การทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งลมร้อนที่อุณหภูมิสูงที่สุดคือ 80 องศาเซลเซียส และระยะเวลานานที่สุดคือ 9 ชั่วโมง ให้ดีหมึกผงมีค่าวอเตอร์แอคทิวิตีน้อยที่สุดคือ 0.03 ส่วนที่อุณหภูมิต่ำที่สุดคือ 60 องศาเซลเซียส ระยะเวลาสั้นที่สุดคือ 5 ชั่วโมง ให้ดีหมึกผงมีค่าวอเตอร์แอคทิวิตีสูงที่สุดคือ 0.31 เนื่องมาจากอุณหภูมิในการอบที่มากขึ้นทำให้ปริมาณน้ำอิสระ (free water) ที่อยู่ภายในผลิตภัณฑ์สามารถระเหยออกจากผลิตภัณฑ์อาหารได้ง่าย (นิธิยา รัตนปนนท์, 2545) และค่าวอเตอร์แอคทิวิตีของดีหมึกผงจากทุกสภาวะในการทดลองมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนผงปรุงรสผงปรุงรสอาหาร (มผช 494/2547) คือ ค่าวอเตอร์แอคทิวิตีต้องไม่เกิน 0.65 ค่าวอเตอร์แอคทิวิตีต่ำ จะชะลอการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ สามารถยืดอายุของผลิตภัณฑ์อาหารโดยไม่จำเป็นต้องใช้สารกันบูดหรือสารกันเสียในการยับยั้งการเน่าเสียจากจุลินทรีย์ (Bassey, 1981)

4.2.1.2 ค่าความชื้น (Moisture) พบว่าอุณหภูมิ และเวลาที่แตกต่างกันมีผลทำให้ค่าความชื้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และต่างมีอิทธิพลร่วมกันต่อค่าความชื้นของดีหมึกผงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.001$) และการเพิ่มอุณหภูมิเป็นสองเท่านั้นมีผลทำให้ความชื้นเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) ดังแสดงในตาราง 4.4 และ รูปที่ 4.1 (b) โดยอุณหภูมิที่สูง และระยะเวลาที่มากกว่าจะทำให้ค่าความชื้นลดน้อยลง เนื่องจากการระเหยน้ำออกจากอาหารหรืออัตราการอบแห้งจะขึ้นกับระดับความร้อนของอุณหภูมิของลมร้อนที่ใช้ในการอบแห้ง ยิ่งใช้อุณหภูมิสูง น้ำจะระเหยออกไปได้เร็วขึ้นหรือมีอัตราการอบแห้งสูงขึ้น ทำให้เวลาที่ใช้ในการอบแห้งน้อยลง (สมบัติ ขอทวีวัฒนา, 2526) โดยการทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งลมร้อนที่อุณหภูมิสูงที่สุดในการทดลองนี้คือ 80 องศาเซลเซียส และระยะเวลานานที่สุดคือ 9 ชั่วโมง ให้ดีหมึกผงมีค่าความชื้นน้อยที่สุดคือร้อยละ 6.63 ในขณะที่อุณหภูมิเดียวกัน แต่ใช้ระยะเวลาสั้นคือ 5 ชั่วโมง ให้ดีหมึกผงมีค่าความชื้นสูงกว่าคือร้อยละ 7.91 ค่าความชื้นของดีหมึกผงจากสภาวะการอบในการทดลองที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 9 ชั่วโมง อุณหภูมิ 70 และ 80 องศาเซลเซียส ทุกช่วงเวลาในการทดลองมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนผงปรุงรสผงปรุงรสอาหาร (มผช 494/2547) คือ ค่าความชื้นไม่เกินร้อยละ 13 ส่วนความชื้นที่จะป้องกันการเน่าเสียของอาหารเนื่องจากจุลินทรีย์โดยทั่วไป คือความชื้นต่ำกว่าร้อยละ 10 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดอาหารเป็นสำคัญ (สมบัติ ขอทวีวัฒนา, 2526)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 การออกแบบการทดลองแบบ Central composite design และค่าตอบสนองของปัจจัย

Run	Temperature (°C)	Time (hrs.)	a_w	Moisture (%)	Solubility (%)	Absorption (g/g)	Rehydration Ratio	Color (L*)	Yield (%)
1	60	5	0.31	15.91	5.69	2.10	2.18	37.44	41.49
2	60	7	0.25	14.27	5.80	2.17	2.23	37.53	40.32
3	60	9	0.19	12.91	5.38	2.22	2.30	37.30	39.96
4	70	5	0.22	11.08	6.55	2.52	2.36	37.26	39.76
5	70	7	0.13	9.91	6.66	2.57	2.58	37.36	39.35
6	70	7	0.16	10.53	6.59	2.54	2.54	36.85	39.82
7	70	7	0.14	10.65	6.82	2.36	2.46	37.00	39.06
8	70	7	0.13	10.58	6.70	2.33	2.46	37.16	39.97
9	70	7	0.15	10.85	7.29	2.41	2.50	36.92	39.94
10	70	9	0.08	8.65	8.13	2.47	2.60	37.46	38.87
11	80	5	0.07	7.91	8.51	2.66	2.82	37.18	39.40
12	80	7	0.04	7.33	9.20	2.72	2.82	37.86	38.70
13	80	9	0.03	6.63	8.86	2.70	2.89	38.33	38.50

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ตารางที่ 4.4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของอุณหภูมิ และเวลาในการอบแห้งที่มีผลต่อคุณภาพของดีหมึกผง

Source	F VALUE						
	df	a_w	Moisture	Solubility	Absorption	Rehydration	Color (L*)	Yield
Model	5	49.17***	137.43***	13.37**	10.79**	40.29***	6.70*	9.32**
A-temp	1	193.71***	611.11***	63.57***	53.20***	188.59***	4.28	31.91***
B-time	1	45.83**	61.10***	1.77	0.21	11.00**	5.18	13.16**
AB	1	5.27	6.02**	0.44	0.17	0.19	8.84*	0.71
A^2	1	0.11	8.75**	0.67	0.37	1.5	10.71*	0.72
B^2	1	0.58	2.18	0.081	0.056	0.005	0.5	0.0003
Lack of Fit	3	2.48	0.96	6.01	0.27	1.2	1.29	0.67
R^2	-	0.97	0.99	0.91	0.89	0.97	0.83	0.87

* Significant at $p \leq 0.05$. ** Significant at $p \leq 0.01$. ***Significant at $p \leq 0.001$

ตารางที่ 4.5 สมการที่ทำนายจากการใช้วิธีพื้นที่ผิวตอบสนอง

Dependent Values	Models	
a_w	$1.81-0.02*X_1-0.13*X_2+0.001*X_1*X_2+0.00004*X_1^2+0.002*X_2^2$	(1)
Moisture	$76.38-1.377*X_1-0.97*X_2+0.02*X_1*X_2+0.006*X_1^2-0.08*X_2^2$	(2)
Solubility	$11.76-0.24*X_1-0.74*X_2+0.008*X_1*X_2+0.002*X_1^2+0.02*X_2^2$	(3)
Absorption	$1.36-0.08*X_1+0.03*X_2-0.001*X_1*X_2-0.0003*X_1^2+0.003*X_2^2$	(4)
Rehydration	$1.76-0.02*X_1+0.09*X_2-0.0006*X_1*X_2+0.004*X_1^2-0.0006*X_2^2$	(5)
Color (L*)	$65.10-0.69*X_1-1.35*X_2+0.02*X_1*X_2+0.004*X_1^2+0.02*X_2^2$	(6)
Yield	$60.69-0.41*X_1-0.81*X_2+0.008*X_1*X_2+0.002*X_1^2-0.001*X_2^2$	(7)

หมายเหตุ : X_1 = Temperature, X_2 = Time

4.2.1.3 ค่าการละลาย และการดูดซับน้ำ (Water Solubility Index and Water Absorption Index) พบว่าอุณหภูมิที่ใช้ในการทำแห้ง ที่แตกต่างกันมีผลทำให้ค่าการละลาย และการดูดซับน้ำของดีหมึกผงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) และเวลาที่ใช้ในการอบที่ต่างกันไม่ส่งผลต่างต่อค่าการละลาย และดูดซับน้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังตารางที่ 4.4 และรูปที่ 4.1 (c), (d) โดยอุณหภูมิที่สูงขึ้นเพียงอย่างเดียวมีผลทำให้ค่าการละลาย และการดูดซับน้ำสูงขึ้น ดีหมึกผงที่อบด้วยอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ทุกช่วงเวลา มีค่า การละลายในช่วงร้อยละ 5.38-5.80 และการดูดซับน้ำในช่วง 2.10-2.22 ในขณะเปรียบเทียบกับดีหมึกผงที่อบด้วยอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ทุก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

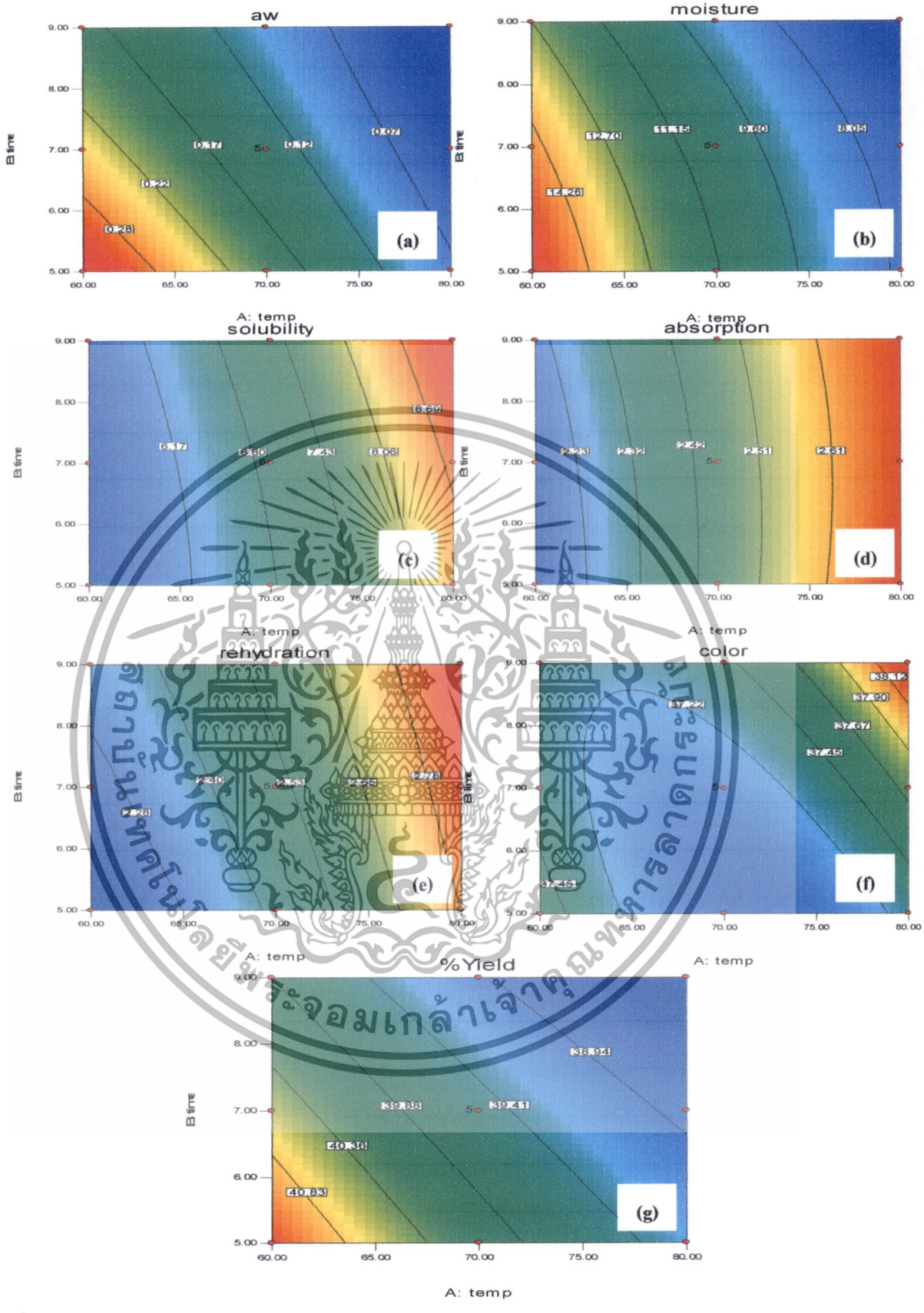
ช่วงเวลา มีค่าการละลายที่สูงกว่าคือในช่วงร้อยละ 8.51- 9.20 และการดูดซับน้ำที่สูงกว่าคือในช่วง 2.66-2.72 คาดว่าเนื่องมาจากดีหมึกผงที่ใช้อุณหภูมิสูงมีความชื้นน้อยกว่า ทำให้มีค่าการละลายที่ดีกว่า สุกัญญา ธนพัฒนากุล และคณะ (2544) พบว่าปริมาณความชื้นมีความสัมพันธ์กับค่าการละลาย คือมะขามผงที่มีปริมาณความชื้นต่ำ จะมีค่าการละลายที่ดี

4.2.1.4 อัตราส่วนการคืนรูป (Rehydration Ratio) พบว่าอุณหภูมิ และเวลาที่แตกต่างกันมีผลทำให้อัตราส่วนการคืนรูปแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.001$) ดังแสดงในตารางที่ 4.4 และรูปที่ 4.1 (e)โดยอุณหภูมิที่สูง และระยะเวลาที่มากกว่าจะทำให้อัตราส่วนการคืนรูปเพิ่มมากขึ้น การทำแห้งดีหมึกผงด้วยเครื่องอบลมร้อนที่อุณหภูมิสูงที่สุดคือ 80 องศาเซลเซียส และระยะเวลานานที่สุดคือ 9 ชั่วโมง ให้ดีหมึกผงมีอัตราส่วนการคืนรูปมากที่สุดคือ 2.89 และที่อุณหภูมิต่ำที่สุด คือ 60 องศาเซลเซียส ระยะเวลาสั้นที่สุดคือ 5 ชั่วโมง ให้ดีหมึกผงมีอัตราส่วนการคืนรูปต่ำที่สุดคือ 2.18 อาหารที่ถูกทำให้แห้งแล้วทำให้เปียกอีกครั้งจะได้ซอร์ปชันไอโซเทอม (adsorption isotherm) ที่แตกต่างจากอาหารที่เปียกแล้วทำให้แห้ง (desorption isotherm) เนื่องจากจากการเปลี่ยนแปลงการอุ้มน้ำ (water-binding capacity) ของอาหารที่ทำให้แห้งแล้ว (รังสินี โสธรวิทย์, 2553) ดังนั้นถ้าสภาวะการทำแห้งที่ต่างกันทำให้ desorption isotherm ต่างกัน อัตราการอุ้มน้ำก็จะต่างกันจึงทำให้อัตราส่วนการคืนรูปต่างกันด้วย

4.2.1.5 ค่าความสว่าง (L*) พบว่าอุณหภูมิ และเวลาที่ใช้ร่วมกัน ต่างมีผลทำให้ค่าความสว่างแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4.4 และรูปที่ 4.1 (f) โดยเมื่อใช้อุณหภูมิที่สูง และระยะเวลาที่มากกว่าจะทำให้ค่าความสว่างเพิ่มมากขึ้น และการเพิ่มอุณหภูมิเป็นสองเท่านั้นมีผลทำให้ความสว่างเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เนื่องจากอุณหภูมิที่สูงขึ้นจะไปทำลายโครงสร้างทางเคมีของเม็ดสีเมลานินที่มีอยู่ในดีหมึกทำให้ดีหมึกผงมีความสว่างเพิ่มมากขึ้น

4.2.1.6 ปริมาณผลผลิต (Yield) พบว่าอุณหภูมิ และเวลาที่แตกต่างกันมีผลทำให้ปริมาณผลผลิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) ดังแสดงในตารางที่ 4.4 และรูปที่ 4.1 (g) โดยอุณหภูมิที่สูง และระยะเวลาที่มากกว่าจะทำให้ปริมาณผลผลิตลดน้อยลง การทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งลมร้อนที่อุณหภูมิสูงที่สุดคือ 80 องศาเซลเซียส และระยะเวลานานที่สุดคือ 9 ชั่วโมง ให้ปริมาณผลผลิตต่ำที่สุดคือร้อยละ 38.5 และที่อุณหภูมิต่ำที่สุด คือ 60 องศาเซลเซียส ระยะเวลาสั้นที่สุดคือ 5 ชั่วโมง ให้ปริมาณผลผลิตสูงที่สุดคือร้อยละ 41.49 ซึ่งความต่างนี้เกิดขึ้นจากการทำแห้งดึงน้ำออกจากอาหารทำให้น้ำหนักของอาหารลดลง เมื่อใช้ความร้อนและระยะเวลาในการระเหยน้ำออกมากขึ้น น้ำหนักของผลิตภัณฑ์ก็จะลดลงตามความร้อนและระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 แผนภาพคอนทัวร์ แสดงผลของอุณหภูมิ (X_1) และเวลา (X_2) ในการทำแห้งดีหมึก ต่อ วอเตอร์แอคทิวิตี (a), ความชื้น (b), การละลาย (c), การดูดซับน้ำ (d), อัตราส่วนการคืนรูป (e), ความสว่าง (f) และปริมาณผลผลิต (g)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 การทำนายสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตดีหมึกผง

การใช้เทคนิคพื้นที่ผิวตอบสนองในการออกแบบการทดลองสามารถนำข้อมูลที่ได้มาทำนายค่าที่เหมาะสม ในการทดลองนี้สามารถทำนายสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตดีหมึกผง โดยใช้การพิจารณาจากค่า Desirability ซึ่งเป็นฟังก์ชั่นที่นักวิจัยสามารถกำหนดค่าของคุณลักษณะตัวแปรตามที่ต้องการได้ เช่น สูงสุด ต่ำสุด หรืออยู่ในช่วงที่กำหนด (Derringer and Suich, 1980) เมื่อกำหนดช่วงของค่าตอบสนองที่มีผลมาจากอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการอบแห้งดีหมึก สามารถทำนายสภาวะที่เหมาะสมในการทำแห้งดีหมึกได้ ดังแสดงในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 การทำนายสภาวะที่เหมาะสมในการทำแห้งดีหมึก

Response variable	Optimization of drying condition						
	Goal	Lower	Upper	Weight	Predicted Responses	Actual Responses	Desirability
a_w	In range	0.03	0.31	1	0.08	0.07	1
Moisture (%)	In range	6.63	10	1	7.87	7.91	1
Solubility (%)	Maximize	5.38	9.20	1	8.45	8.51	0.93
Absorption (g/g)	Maximize	2.10	2.72	1	2.70	2.66	0.99
Rehydration Ratio	Maximize	2.18	2.89	1	2.78	2.82	0.95
Color (L*)	Minimize	36.85	38.33	1	37.30	37.18	0.84
Yield (%)	In range	38.50	41.49	1	39.26	39.40	1
Solution: Temperature 80°C, Time 5 hrs.							
Composite desirability = 0.86							

ตารางที่ 4.6 แสดงผลการทำนายสภาวะที่เหมาะสมในการทำแห้งดีหมึกผง เมื่อกำหนดค่าวอเตอร์แอคทิวิตีให้อยู่ในช่วงที่วิเคราะห์ได้ (in rage) จากทุกสภาวะ เนื่องจากทุกสภาวะทำให้ได้ค่าแอคทิวิตีที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนผงปรุงรส (มผช 494/2547) กำหนดค่าความชื้นในช่วงที่ผลิตได้จากทุกสภาวะการอบแห้งโดยตั้งให้ระดับสูงสุดที่ร้อยละ 10 ส่วนค่าการละลาย การดูดซับน้ำ และอัตราการคืนรูปกำหนดให้ได้ค่าสูงสุด (maximize) และกำหนดให้ค่าความสว่าง (L*) มีค่าต่ำสุด (minimize) เพราะค่าความสว่างที่เพิ่มมากขึ้นแสดงถึงสีที่สว่างขึ้นของดีหมึกซึ่งผลิตภัณฑ์ดีหมึกต้องมีสีเข้ม จึงควรทำให้ดีหมึกมีความสว่างน้อยที่สุด และปริมาณผลผลิตกำหนดให้อยู่ในช่วงที่ผลิตได้จากทุกสภาวะ เพราะปริมาณผลผลิตที่ได้จะมีความแตกต่างไม่มากนัก คือช่วงร้อยละ 38.5-41.49 จากการกำหนดช่วงของค่าตอบสนอง สามารถทำนายจุดหรือพื้นที่ที่หมาะสม (Optimization) ของสภาวะการอบแห้งดีหมึก พบว่าสภาวะที่เหมาะสมในการอบแห้งดีหมึกผงด้วยวิธีอบลมร้อน คือใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 5 ชั่วโมง โดยที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สภาวะการอบแห้งดีหมึกนี้มีค่า composite desirability เท่ากับ 0.86 จัดว่าเป็นคะแนนที่อยู่ในช่วงเกณฑ์ที่ดีมาก คือระหว่าง 1.00-0.80 (Lazic, 2004) และมีค่า desirability ของ วอเตอร์แอคทิวิตี ความชื้น ความสามารถในการละลาย ความสามารถในการดูดซับน้ำ อัตราส่วนการคืนรูป ค่าความสว่าง (L*) และค่าปริมาณผลผลิต อยู่ในช่วง 0.84 ถึง 1.00 และทำนายผลผลิตภัณฑ์ดีหมึกผงที่มีค่าวอเตอร์แอคทิวิตีเท่ากับ 0.08 ค่าความชื้นร้อยละ 7.87 ค่าความสามารถในการละลายร้อยละ 8.45, ความสามารถในการดูดซับน้ำ 2.70 กรัม/กรัม อัตราส่วนการคืนรูปเท่ากับ 2.78 ค่าความสว่าง (L*) เท่ากับ 37.30 และมีปริมาณผลผลิตร้อยละ 39.26

4.3 ผลการศึกษาการยอมรับ และความชอบต่อดีหมึกผง

ทำการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคด้วยวิธี Home use test จากเชฟและผู้เชี่ยวชาญด้านอาหาร จำนวน 20 คนที่ให้ความสนใจทดลองใช้ผลิตภัณฑ์ดีหมึกผง และได้ทำแบบสอบถามในการศึกษาพฤติกรรม ทัศนคติและความต้องการต่อผลิตภัณฑ์ดีหมึกผงในข้อ 4.1 แล้ว โดยนำดีหมึกผงที่ผลิตได้จากสภาวะที่เหมาะสมในการทำแห้งด้วยวิธีอบลมร้อน คือ ใช้ความร้อน 80 องศาเซลเซียสระยะเวลา 5 ชั่วโมง จำนวน 200 กรัม ในบรรจุภัณฑ์กล่องพลาสติกปิดสนิทนำไปให้เชฟและผู้เชี่ยวชาญทดลองใช้ในการประกอบอาหาร โดยแนะนำให้ละลายในน้ำ หรือของเหลวที่ใช้ประกอบอาหารในอัตราส่วนดีหมึกผง 1 ส่วนต่อของเหลว 2 ส่วน หรือสามารถใช้ในรูปแบบผงในการประกอบอาหารตามแต่ความเหมาะสม และความต้องการของผู้ทดสอบ และตอบคำถามในแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อผลิตภัณฑ์ ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส กลิ่นรส และการยอมรับการใช้งานโดยรวมด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบแบบ 9-Point hedonic scale รวมถึงตอบคำถามเกี่ยวกับแนวคิดผลิตภัณฑ์ที่จะวางจำหน่าย แบบสอบถามดังแสดงในภาคผนวก ค 3 และผลการทดสอบหลังการใช้ผลิตภัณฑ์ดังแสดงในตารางที่ 4.7 ถึง 4.9

ตารางที่ 4.7 อาหารที่เชฟและผู้เชี่ยวชาญอาหารประยุกต์ใช้ดีหมึกผงในการทดสอบแบบ Home Use Test

อาหารที่ผู้ทดสอบใช้ดีหมึกเป็นส่วนผสม	ร้อยละ
ขนมปังดีหมึก	70
แป้งโดพาสต้าดีหมึก	40
ซอสพาสต้าดีหมึก	20
รีซอตโตดีหมึก	20
ไอศกรีมดีหมึกและชีส	5

หมายเหตุ : จำนวนผู้ทดสอบทั้งหมด 20 ท่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.7 พบว่าดีหมึกผงที่ผลิตได้นั้นสามารถนำไปเป็นส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์ในอาหารได้มากมายหลายชนิด เช่น ขนมปังดีหมึก แป้งโดว์พาสต้าดีหมึก ซอสพาสต้าดีหมึก รีซอตโตดีหมึก หรือแม้แต่ในไอศกรีม ซึ่งอาหารชนิด ที่ได้เกิดจากความถนัดและประสบการณ์ของเชฟ และผู้เชี่ยวชาญด้านอาหารที่เป็นผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมาย

ตารางที่ 4.8 คะแนนความชอบ และคะแนนการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อคุณภาพด้านต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์ดีหมึกผงหลังทดลองใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร

ปัจจัย / คุณลักษณะ	ระดับความชอบในผลิตภัณฑ์ดีหมึกผง									
	ชอบมากที่สุด (9)	ชอบมาก (8)	ชอบปานกลาง (7)	ชอบเล็กน้อย (6)	เฉยๆ (5)	ไม่ชอบเล็กน้อย (4)	ไม่ชอบปานกลาง (3)	ไม่ชอบมาก (2)	ไม่ชอบมากที่สุด (1)	คะแนนความชอบเฉลี่ย (คะแนน)
	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	
ความสะดวก	60	30	10	-	-	-	-	-	-	8.50±0.69
สี	40	40	15	5	-	-	-	-	-	8.15±0.88
กลิ่น	25	50	20	5	-	-	-	-	-	7.95±0.83
รสชาติ	15	35	35	15	-	-	-	-	-	7.50±0.95
เนื้อสัมผัส	15	30	30	25	-	-	-	-	-	7.35±1.04
ความชอบ / การยอมรับโดยรวม	20	65	15	-	-	-	-	-	-	8.05±0.60

หมายเหตุ : จำนวนผู้ทดสอบทั้งหมด 20 ท่าน

จากตารางที่ 4.8 พบว่าหลังจากผู้ทดสอบได้ทดลองใช้ผลิตภัณฑ์ดีหมึกผงในการประกอบอาหารแบบ Home Use Test ผู้ทดสอบส่วนใหญ่มีความชอบด้านความสะดวก และสีในระดับชอบมากที่สุด มีความชอบด้านกลิ่นในระดับชอบมาก (ร้อยละ 50) ด้านรสชาติ และเนื้อสัมผัสในระดับชอบมากและชอบปานกลาง (ร้อยละ 30-35) ส่วนด้านความชอบรวมของดีหมึกผงผู้บริโภคส่วนใหญ่มีความชอบรวมอยู่ในระดับชอบมาก (ร้อยละ 65) แสดงถึงความเป็นไปได้ของผลิตภัณฑ์ในตลาด เนื่องจากตอบโจทย์ผู้บริโภคที่ต้องการความสะดวกสบาย และผลิตภัณฑ์มีสี กลิ่น รสชาติเนื้อสัมผัสเป็นที่ยอมรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากข้อเสนอแนะเพิ่มเติมที่ผู้ทดสอบให้คำแนะนำเพิ่มเติมในแบบสอบถามว่า ผลิตภัณฑ์ดีหมึกผงเหมาะที่จะใช้ในส่วนผสมของแป้งโดว์ต่าง ๆ เนื่องจากเป็นของแห้งที่สามารถเพิ่มเติมลงไปในสูตรการทำแป้งโดว์ปกติที่สถานประกอบการใช้อยู่ได้โดยไม่ส่งผลกระทบต่อปริมาณของเหลวในสูตรดั้งเดิม และมีบางข้อเสนอแนะที่ไม่ค่อยชอบเนื้อสัมผัสเมื่อนำไปทำเป็นซอสพาสต้า เนื่องด้วยเนื้อสัมผัสไม่เนียนตามที่ต้องการ แต่มีความชอบมากที่สุดเมื่อนำไปผสมในแป้งโดว์เพื่อทำขนมปังหรือตัวแป้งพาสต้า อีกทั้งความชอบในปริมาณของกลิ่นรุนแรงที่ลดลงของดีหมึกผงเมื่อเทียบกับดีหมึกสด หรือการที่สีของดีหมึกผงไม่ติดปากและฟันเหมือนดีหมึกสด ทั้งนี้เป็นผลพลอยได้จากการแปรรูปด้วยความร้อนที่มีผลต่อโครงสร้างทางเคมีของกลิ่น และโครงสร้างเม็ดสีเมลานิน ซึ่งอาจเป็นคุณลักษณะที่เป็นที่ต้องการสำหรับเชฟหรือผู้เชี่ยวชาญบางท่าน เนื่องจากต้องการเพียงแค่สีดำเข้มในอาหาร และกลิ่นอ่อนๆของทะเล ไม่กลบกลิ่นวัตถุดิบอื่น ๆ

ผลความคิดเห็นและแนวความคิดเห็นผลิตภัณฑ์ของผู้ใช้ที่มีต่อผลิตภัณฑ์ดีหมึกผงหลังใช้ผลิตภัณฑ์ดีหมึกผง (ดังแสดงในตารางที่ 4.9) พบว่าผู้ทำการทดสอบทุกคนให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ ส่วนแนวความคิดผลิตภัณฑ์ที่ได้จากผู้ทดสอบส่วนใหญ่ ได้แก่ ลักษณะบรรจุภัณฑ์ที่สนใจจะเลือกซื้อคือ ซองอะลูมิเนียมแยกเป็นซองๆ ต่อการใช้ 1 ครั้ง (แบบเดียวกับกาแฟสำเร็จรูปชนิดซอง) และปริมาณบรรจุดีหมึกผง 100-200 กรัม ต่อ 1 หน่วยบรรจุภัณฑ์สำหรับใช้ในร้านอาหาร และกล่องพลาสติกบรรจุในปริมาณมาก ขนาดบรรจุ 0.5-3 กิโลกรัมเพื่อใช้ในการผลิตแบบโรงงาน หรือสถานประกอบการที่ต้องการใช้ดีหมึกผงในปริมาณมาก มีความคิดเห็นต่อราคาที่เหมาะสมและสนใจซื้อ ดีหมึกผงขนาดปริมาณที่ให้ทดลองใช้ (200 กรัม) ในราคา 100-200 บาท และถึงแม้จะมีผู้ทดสอบบางส่วนที่ไม่มีปัญหาในการเตรียมวัตถุดิบดีหมึก แต่ภายหลังจากได้ทดลองใช้ดีหมึกผง ผู้ทดสอบทุกคน (ร้อยละ 100) มีความสนใจและต้องการซื้อถ้าหากดีหมึกผงมีการวางจำหน่าย เนื่องจากมีความสะดวก แสดงถึงความเป็นไปได้ทางการค้าหากจะผลิตดีหมึกผงขึ้นเพื่อจัดจำหน่ายในเชิงพาณิชย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 ความคิดเห็นและแนวความคิดเห็นผลิตภัณฑ์ของผู้ใช้ที่มีต่อผลิตภัณฑ์ดีหมึกผงหลังทดลองใช้ผลิตภัณฑ์

ข้อมูล	ผลการสำรวจผู้บริโภค	(ร้อยละ)
การยอมรับผลิตภัณฑ์หลังทดลองใช้	ยอมรับ	100
	ไม่ยอมรับ	-
ลักษณะบรรจุภัณฑ์ที่สนใจจะเลือกซื้อ	ซองอะลูมิเนียมแยกเป็นซองๆ ต่อการใช้ 1 ครั้ง	45
	กล่องพลาสติก	25
	กระป๋องอะลูมิเนียมปิดสนิท	10
	ขวดแก้ว	10
	ซองอะลูมิเนียมปิดสนิท	5
	ซองลามิเนตมีซิปล็อค	5
ปริมาณที่ต้องการให้บรรจุดีหมึกต่อ 1 หน่วยบรรจุภัณฑ์	3000 กรัม	15
	1000 กรัม	10
	500 กรัม	10
	200 กรัม	30
	100 กรัม	35
ราคาดีหมึกผงที่เหมาะสม และสนใจจะเลือกซื้อต่อ 1 หน่วย บรรจุภัณฑ์ที่ทดลองใช้ (200 กรัม)	ต่ำกว่า 50 บาท	10
	50-99 บาท	5
	100-200 บาท	65
	200 บาท ขึ้นไป	20
ถ้าดีหมึกผงวางจำหน่ายท่านสนใจซื้อหรือไม่	ซื้อ	100
	ไม่ซื้อ	-

หมายเหตุ : จำนวนผู้ทดสอบทั้งหมด 20 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ผลการศึกษาอายุการเก็บดีหมึกผง

โดยนำดีหมึกผงที่ผลิตได้จากสภาวะที่เหมาะสมในการทำแห้งด้วยวิธีอบลมร้อน คือ ใช้ความร้อน 80 องศาเซลเซียสระยะเวลา 5 ชั่วโมงมาศึกษาอายุการเก็บ โดยบรรจุตัวอย่างปริมาณ 25 กรัม ลงในถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ภายใต้สภาวะ 2 แบบ คือ บรรยากาศ และสภาวะสุญญากาศ (600 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) เก็บรักษาตัวอย่างไว้ที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ และนำมาตรวจสอบคุณภาพทางเคมี กายภาพ และจุลินทรีย์ ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.10 และ 4.11 โดยพบว่า

4.4.1 ผลการวิเคราะห์ทางเคมี กายภาพ ของดีหมึกผง

4.4.1.2 ค่าวอเตอร์แอคทิวิตี (a_w) เมื่อเปรียบเทียบค่าวอเตอร์แอคทิวิตีระหว่างการเก็บรักษา 12 สัปดาห์ ในสภาวะการบรรจุทั้งแบบบรรยากาศ และสุญญากาศ พบว่าดีหมึกผงในการบรรจุแบบบรรยากาศช่วงสัปดาห์ที่ 4 มีค่าวอเตอร์แอคทิวิตีเพิ่มขึ้นเล็กน้อยจากวันแรกที่เริ่มเก็บผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) และจากสัปดาห์ที่ 2 ถึง 12 มีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยตามอายุการเก็บที่เพิ่มขึ้นโดยไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ในขณะที่ค่าวอเตอร์แอคทิวิตีของดีหมึกผงที่บรรจุแบบสุญญากาศยังคงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) จากวันแรกจนถึงสัปดาห์ที่ 12 ซึ่งสอดคล้องกับ สมสมร แก้วบริสุทธิ์ และคณะ (2556) ในงานวิจัยผลิตปลาร้าผง พบว่าหากบรรจุปลาร้าผงในซองอะลูมิเนียมแบบสุญญากาศ (vacuum pack) จะสามารถเก็บปลาร้าผงได้ระยะยาว อาจเนื่องจากสภาวะการบรรจุแบบสุญญากาศมีช่องว่างเหนืออาหาร (head space) น้อยกว่าแบบบรรยากาศ และลักษณะของดีหมึกผงที่ถูกอัด เกาะตัวกันแน่นจากสภาพสุญญากาศ ทำให้อัตราการซึมผ่านของไอน้ำ และออกซิเจนเกิดขึ้นได้ยากกว่าการบรรจุแบบบรรยากาศ ที่มีช่องว่างเหนืออาหาร (head space) ภายในบรรจุภัณฑ์ และลักษณะผงดีหมึกที่กระจายตัวอย่างอิสระภายในบรรจุภัณฑ์ อย่างไรก็ดีค่าวอเตอร์แอคทิวิตีของดีหมึกผงทั้ง 2 สภาวะการเก็บตลอด 12 สัปดาห์ในการทดลองมีค่าระหว่าง 0.08 ถึง 0.09 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนผงปรุงรสผงปรุงรสอาหาร (มผช 494/2547) คือ ค่าวอเตอร์แอคทิวิตีต้องไม่เกิน 0.65

4.4.1.3 ค่าความชื้น (Moisture) ในสัปดาห์ที่ 0 ถึงสัปดาห์ที่ 2 ดีหมึกผงที่เก็บรักษาในสภาวะบรรยากาศมีความชื้นเพิ่มขึ้นมากกว่าแบบสุญญากาศ และแตกต่างจากวันที่เริ่มเก็บรักษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) ส่วนในแบบสุญญากาศจะเริ่มมีความชื้นเพิ่มขึ้นแตกต่างจากวันที่เริ่มเก็บรักษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) เมื่อเข้าสัปดาห์ที่ 4 อาจเนื่องจากสภาวะการบรรจุแบบสุญญากาศมีช่องว่างเหนืออาหาร (head space) น้อยกว่าแบบบรรยากาศ และลักษณะของดีหมึกผงที่ถูกอัด เกาะตัวกันแน่นจากสภาพสุญญากาศ ทำให้อัตราการซึมผ่านของไอน้ำ และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออกซิเจนเกิดขึ้นได้ยากกว่าการบรรจุแบบบรรยากาศ ที่มีช่องว่างเหนืออาหาร (head space) ภายในบรรจุภัณฑ์ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาอายุการเก็บน้ำปรุงรสส้มตำกึ่งสำเร็จรูปในบรรจุภัณฑ์อะลูมิเนียมในบรรยากาศและสุญญากาศ โดยการบรรจุแบบสุญญากาศมีการเปลี่ยนแปลงความชื้นน้อยกว่าแบบบรรยากาศ (พิมพ์เบญญา การีสรรพ์, 2553) อีกทั้งลักษณะผงดีหมึกที่กระจายตัวอย่างอิสระภายในบรรจุภัณฑ์ และอนุภาคดีหมึกผงมีขนาดเล็ก มีพื้นที่ผิวสัมผัสมากจึงดูดซับความชื้นในอากาศได้ดีและรวดเร็วเพื่อปรับสภาวะให้เกิดความชื้นสมดุลในอากาศ (นิธิยา รัตนาปนนท์, 2545) ดังนั้นเพื่อให้ความชื้นอยู่ในสภาวะสมดุลทำให้ดีหมึกผงเกิดการดูดซับความชื้นเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ จนกระทั่งถึงจุดสมดุล และดีหมึกผงที่เก็บรักษาในสภาวะบรรยากาศมีความชื้นเพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 2 ถึง 6 และสัปดาห์ที่ 6 ถึง 8 โดยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) และจากสัปดาห์ที่ 8 ถึงสัปดาห์ที่ 10 และ12 มีอัตราความชื้นเพิ่มขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) ส่วนการบรรจุแบบสุญญากาศนั้นช่วยชะลอให้ความชื้นเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) จากวันแรกในสัปดาห์ที่ 4 และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยโดยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) จากสัปดาห์ที่ 2 ถึง 8 และมีอัตราความชื้นเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยโดยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) จากสัปดาห์ที่ 6 ถึง 12 อย่างไรก็ตามค่าความชื้นของดีหมึกผงทั้ง 2 สภาวะการเก็บรักษาตลอด 12 สัปดาห์ในการทดลองมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนผงปรุงรสผงปรุงรสอาหาร (มผช 494/2547) คือ ค่าความชื้นไม่เกิน ร้อยละ 13

4.4.1.4 ค่าการละลาย และการดูดซับน้ำ (Water Solubility and Water Absorption Index) ดีหมึกผงจากการเก็บรักษาทั้ง 2 สภาวะในระยะเวลา 12 สัปดาห์ มีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยจากวันแรกของการเก็บรักษาอย่างไม่มีรูปแบบที่แน่นอน โดยอาจกล่าวได้ว่าการเก็บรักษาดีหมึกผงเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ ส่งผลต่อค่าการละลาย และการดูดซับน้ำเพียงเล็กน้อย และเมื่อเทียบระหว่างค่าการละลายในวันแรกของการเก็บ และในสัปดาห์ที่ 12 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

4.4.1.5 อัตราส่วนการคืนรูป (Rehydration Ratio) ดีหมึกผงที่เก็บรักษาในสภาวะบรรยากาศ เริ่มมีอัตราส่วนการคืนรูปลดลงแตกต่างจากวันแรกที่ทำการเก็บรักษาที่สัปดาห์ที่10 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) ส่วนดีหมึกผงที่บรรจุแบบสูญญากาศ เริ่มมีอัตราส่วนการคืนรูปลดลงแตกต่างจากวันแรกที่ทำการเก็บรักษาที่สัปดาห์ที่ 12 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) การเก็บรักษาดีหมึกในสภาวะสุญญากาศช่วยลดการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนการคืนรูปได้ดีกว่าการบรรจุแบบบรรยากาศ อาจเนื่องจากการบรรจุแบบสุญญากาศมีปริมาณอากาศในบรรจุภัณฑ์หลงเหลืออยู่น้อยกว่า ทำให้ผลิตภัณฑ์มีการเปลี่ยนแปลงความชื้นน้อยกว่า ความชื้นเริ่มต้นของผลิตภัณฑ์จึงส่งผลต่ออัตราคืนรูปผกผันตามค่าความชื้นที่มีอยู่เดิมก่อนการคืนรูป

4.4.1.6 ค่าความสว่าง (L*) ดีหมึกผงที่เก็บรักษาในสภาวะบรรยากาศ เริ่มมีค่าความสว่างลดลง กล่าวคือมีสีดำเข้มขึ้นแตกต่างจากวันแรกที่ทำการเก็บรักษาที่สัปดาห์ที่ 10 อย่างมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$) ส่วนดีหมึกผงที่บรรจุแบบสูญญากาศในสัปดาห์ที่ 12 มีค่าความสว่างไม่แตกต่างจากวันแรกที่ทำการเก็บรักษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในสภาวะบรรยากาศมีการเปลี่ยนแปลงความชื้นมากกว่า เมื่อผลิตภัณฑ์มีความชื้นจะดูดกลืนแสงได้ดีกว่าและทำให้ค่าความสว่างลดลง และอาจเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ดของโพลีแซคาไรด์ และโปรตีนเปปไทด์ซึ่งเป็นองค์ประกอบพื้นฐานของดีหมึก

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.10 ผลของอิทธิพลร่วมของระยะเวลาการเก็บและสภาวะการเก็บผลิตภัณฑ์ดีหมีกผงต่อค่าวอเตอร์แอคทิวิตี ค่าความชื้น ความสามารถในการละลาย การดูดซับน้ำ อัตราส่วนการคืนรูป และค่าความสว่าง (L*) เมื่อเก็บรักษาไว้เป็นเวลา 12 สัปดาห์

สภาวะการเก็บ	ระยะเวลาการเก็บ (สัปดาห์)	วอเตอร์แอคทิวิตี	ความชื้น (%)	การละลาย (%)	การดูดซับน้ำ (กรัม/กรัม)	อัตราส่วนการคืนรูป	ความสว่าง (L*)
บรรยากาศ	0	0.078 ± 0.006^{c}	7.57 ± 0.46^{g}	8.70 ± 0.51^{a}	2.44 ± 0.06^{ab}	2.78 ± 0.06^{a}	38.3 ± 70.45^{a}
	2	0.089 ± 0.006^{abc}	9.88 ± 0.76^{cd}	8.55 ± 0.49^{a}	2.32 ± 0.08^{abc}	2.78 ± 0.04^{a}	37.81 ± 0.58^{abc}
	4	0.090 ± 0.006^{ab}	9.85 ± 0.37^{cd}	8.56 ± 0.38^{a}	2.23 ± 0.03^{cd}	2.75 ± 0.07^{ab}	37.84 ± 0.31^{abc}
	6	0.090 ± 0.006^{ab}	$10.34+0.80^{bc}$	8.04 ± 0.54^{ab}	2.36 ± 0.08^{ab}	2.71 ± 0.08^{ab}	37.62 ± 0.41^{abc}
	8	0.091 ± 0.006^{ab}	10.92 ± 0.83^{b}	7.67 ± 0.35^{bc}	2.22 ± 0.04^{cd}	2.68 ± 0.05^{ab}	37.61 ± 0.25^{a}
	10	0.091 ± 0.006^{ab}	11.98 ± 0.32^{a}	7.26 ± 0.30^{c}	2.14 ± 0.06^{d}	2.70 ± 0.06^{ab}	37.38 ± 0.4^{bc}
	12	0.092 ± 0.007^{a}	11.88 ± 0.13^{a}	8.26 ± 0.37^{ab}	2.32 ± 0.03^{abc}	2.44 ± 0.06^{c}	37.13 ± 0.11^{c}
สุญญากาศ	0	0.078 ± 0.006^{c}	7.57 ± 0.46^{g}	8.70 ± 0.51^{a}	2.44 ± 0.06^{ab}	2.78 ± 0.06^{a}	38.37 ± 0.45^{a}
	2	0.080 ± 0.005^{bc}	8.45 ± 0.80^{fg}	8.72 ± 0.45^{a}	2.40 ± 0.03^{ab}	2.80 ± 0.10^{a}	38.09 ± 0.39^{a}
	4	0.081 ± 0.005^{abc}	8.60 ± 0.41^{ef}	8.73 ± 0.47^{a}	2.43 ± 0.13^{ab}	2.74 ± 0.10^{ab}	37.81 ± 0.30^{abc}
	6	0.081 ± 0.006^{abc}	8.92 ± 0.37^{def}	8.27 ± 0.44^{ab}	2.44 ± 0.08^{a}	2.78 ± 0.07^{a}	38.30 ± 0.55^{a}
	8	0.081 ± 0.006^{abc}	8.94 ± 0.32^{def}	8.04 ± 0.32^{ab}	2.31 ± 0.07^{bc}	2.75 ± 0.03^{ab}	38.07 ± 0.83^{b}
	10	0.083 ± 0.006^{abc}	9.47 ± 0.47^{cde}	$7.96\pm0.22a^{bc}$	2.35 ± 0.06^{abc}	2.74 ± 0.04^{ab}	37.83 ± 0.32^{abc}
	12	0.086 ± 0.005^{abc}	9.57 ± 0.30^{cd}	8.67 ± 0.19^{a}	2.43 ± 0.07^{ab}	2.61 ± 0.23^{b}	37.69 ± 0.53^{abc}

หมายเหตุ ตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)

4.4.2 ผลการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์

เมื่อเก็บรักษาดีหมึกผงไว้ที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส) ด้วยบรรจุภัณฑ์อะลูมิเนียมฟอยล์ในสภาวะที่แตกต่างกันเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ ผลการวิเคราะห์ทางด้านจุลินทรีย์แสดงผลดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 ผลการตรวจสอบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณยีสต์และราของดีหมึกผงเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 12 สัปดาห์

ระยะเวลา (สัปดาห์)	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (log CFU/g)		ปริมาณยีสต์และรา (log CFU/g)	
	สภาวะบรรยากาศ	สภาวะสุญญากาศ	สภาวะบรรยากาศ	สภาวะสุญญากาศ
0	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
2	1.30	0.75	ไม่พบ	ไม่พบ
4	1.95	1.30	ไม่พบ	ไม่พบ
6	2.24	1.50	ไม่พบ	ไม่พบ
8	2.62	1.70	ไม่พบ	ไม่พบ
10	3.05	2.10	ไม่พบ	ไม่พบ
12	3.36	2.50	ไม่พบ	ไม่พบ

จากตารางที่ 4.11 พบว่าตรวจพบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเมื่อเข้าสัปดาห์ที่ 2 และมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นตามระยะเวลาเก็บ ส่วนปริมาณยีสต์และราในทุกตัวอย่างจะตรวจไม่พบตลอดระยะเวลาการเก็บ 12 สัปดาห์ ทั้งนี้อาจเนื่องจากดีหมึกผงมีค่าวอเตอร์แอคทิวิตี และความชื้นต่ำ ไม่เหมาะสมในการเจริญของจุลินทรีย์ทำให้สามารถเก็บรักษาได้นาน และเมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานด้านจุลชีววิทยาของมาตรฐานผงปรุงรสอาหาร (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน, 2541) ซึ่งกำหนดให้จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน 1×10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม (4.00 log CFU/g) และราต้องไม่เกิน 200 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ผลิตภัณฑ์ดีหมึกผงที่บรรจุในถุงอลูมิเนียมปิดผนึกภายใต้บรรยากาศ และสุญญากาศ มีอายุการเก็บไม่น้อยกว่า 12 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส) โดยการเก็บแบบสุญญากาศมีแนวโน้มว่าจะเก็บรักษาดีหมึกผงได้นานกว่าแบบบรรยากาศ เมื่อเทียบจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในการเก็บสัปดาห์ที่ 12 คือ 3.36 log CFU/g ในแบบบรรยากาศ และ 2.50 log CFU/g ในแบบสุญญากาศ เนื่องจากการบรรจุแบบสุญญากาศมีออกซิเจนและความชื้นเหลืออยู่ในปริมาณน้อยกว่าแบบบรรยากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

1. เชฟและผู้เชี่ยวชาญด้านอาหารมีทัศนคติที่ดีต่อเครื่องปรุงรสอาหารลักษณะผง เนื่องจากทำให้ทำงานง่ายขึ้น และมีความเห็นว่าดีหมึกที่มาใช้ประกอบอาหารควรมีกลิ่นอ่อนๆของทะเล คล้ายกลิ่นปลาหมึกแต่ไม่แรงมาก ไม่คาว ควรใช้งานและจัดเก็บสะดวก โดยมากหากไม่ได้ใช้ดีหมึกสดจากหมึกกล้วย หรือหมึกกระดอง ก็จะเคยใช้ดีหมึกแบบเหลวสำเร็จรูปนำเข้าจากต่างประเทศ และแบบแช่แข็งมา ซึ่งเปลืองพื้นที่ในช่องแช่แข็ง และต้องนำมาทำละลายก่อนการใช้งาน อีกทั้งยังเลอะเทอะสกปรก ทำความสะอาดได้ยาก และทุกคนให้ความสนใจทดลองใช้ดีหมึกผงในแบบ Home Use Test

2. สภาวะในการทำแห้งดีหมึกผงด้วยวิธีอบลมร้อนที่เหมาะสมเมื่อศึกษาด้วยวิธีการพื้นที่ผิวตอบสนอง คือการใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 5 ชั่วโมง โดยที่ค่า composite desirability เท่ากับ 0.86 ซึ่งจัดอยู่ในระดับดีมาก โมเดลนี้ได้ทำนายว่าจะให้ผลิตภัณฑ์ดีหมึกผงที่ได้มีค่าวอเตอร์แอคทิวิตีเท่ากับ 0.08 ความชื้นร้อยละ 7.87 ความสามารถในการละลายร้อยละ 8.45 ความสามารถในการดูดซับน้ำ 2.70 กรัม/กรัม อัตราการคืนรูปเท่ากับ 2.78 ค่าความสว่าง (L*) เท่ากับ 37.30 และมีปริมาณผลผลิตร้อยละ 39.26

3. ดีหมึกผงได้รับการยอมรับจากเชฟและผู้เชี่ยวชาญด้านอาหารทุกคนที่ร่วมทำการทดสอบการใช้ผลิตภัณฑ์แบบ Home Use Test และมีคะแนนความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบมาก รายการอาหารที่เชฟและผู้เชี่ยวชาญด้านอาหารนำดีหมึกไปประกอบอาหาร ได้แก่ ขนมปัง แป้งพาสต้า ซอสพาสต้า ข้าวรีซอตโต และไอศกรีม และทุกคนมีความต้องการซื้อหากมีผลิตภัณฑ์ดีหมึกผงวางจำหน่ายในท้องตลาด

4. ดีหมึกผงบรรจุในถุงอะลูมิเนียมฟอยล์แบบบรรยากาศ และแบบสุญญากาศ สามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องได้ไม่น้อยกว่า 12 สัปดาห์

ข้อเสนอแนะ

ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมถึงคุณภาพของดีหมึกผงที่ผลิตจากหมึกสายพันธุ์อื่น เพื่อเปรียบเทียบกับดีหมึกผงที่ได้จากหมึกกระดองลายเสือที่ผลิตในการทดลองนี้ โดยเฉพาะในด้านความสามารถในการละลาย และหรือศึกษาวิธีการทำแห้งดีหมึกผงด้วยวิธีอื่น เพื่อศึกษาคุณสมบัติในการต้านมะเร็งของดีหมึกที่ผ่านการแปรรูปแล้ว และประชาสัมพันธ์เผยแพร่ความรู้ใหม่ถึงประโยชน์ทางสุขภาพของดีหมึกสู่ประชาชนทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กรมประมง.2551. หมึกลายเสือ หมึกกระดองลาย. เข้าถึงได้จาก http://www.fisheries.go.th/ (16 พฤษภาคม 2557).

งามทิพย์ ภู่วโรดม. 2550. การบรรจุอาหาร. บริษัท เอส. พี. เอ็ม. การพิมพ์ จำกัด, กรุงเทพฯ.

เจิดจินดา โชติยะปุตตะ. 2536. ชีววิทยาของปลาหมึก. เอกสารเผยแพร่ฉบับที่ 9, สถานีเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง จังหวัดระยอง กองเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง.

นภาพร ดีสนาม, อรทัย บุญทะวงศ์, ชณิชา จินาการ และ วิไลวรรณ ชูเกียรติภิญโญ. 2555. การพัฒนาน้ำพริกอ่องสำเร็จรูป. วารสารวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ฉบับพิเศษ. 35(1): 93-103.

นิธิยา รัตนาปนนท์. 2545. เคมีอาหาร. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.

ฝ่ายศูนย์ข้อมูลสมาคมอาหารแช่เยือกแข็งแห่งประเทศไทย. 2556. สถานการณ์หมึกกับการแข่งขันในตลาดโลก. สมาคมอาหารแช่เยือกแข็ง.เข้าถึงได้จาก http://www.thaifrozen.or.th/thailand_seafood_01.php (12 มิถุนายน 2556).

พิมพ์เบญญา การีสรรพ์. 2553. การพัฒนาน้ำปรุงรสส้มตำกึ่งสำเร็จรูป. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดและบริการอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.

เพ็ญขวัญ ชมปรีดา. 2550. การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสและการยอมรับของผู้บริโภค. พิมพ์ครั้งที่ 1. ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

มกอช.7005-2548: 2548. มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติปลาหมึก สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

มนัชญา งามศักดิ์. 2554. การทดสอบความชอบและการยอมรับ. สำนักพิมพ์เหลี่ยงเส็ง, กรุงเทพฯ.

มผช. 494/2547. 2547. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ผงปรุงรสอาหาร สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. ข้าถึงได้จาก http://app.tisi.go.th/otop/pdf_file/tcps494_47.pdf. (15 พฤศจิกายน 2556).

มาลา สุพงษ์พันธุ์. 2538. ทรัพยากรปลาหมึกในอ่าวไทย. เอกสารเผยแพร่ฉบับที่ 17. ชีววิทยาและการเพาะเลี้ยงปลาหมึก. สถานีเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งจังหวัดระยอง, กองเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง, กรมประมง.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยุพร พืชกมุทร. 2555. การถนอมและแปรรูปอาหารด้วยการทำแห้ง.เอกสารการสอนชุดวิชาเทคโนโลยีการถนอมและแปรรูปอาหาร, สาขาวิชามนุษยนิเวศศาสตร์. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, กรุงเทพฯ. หน่วยที่ 4. หน้า 1-43.

รังสินี โสธรวิทย์. 2553. เคมีและจุลชีววิทยาเบื้องต้นของอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต. 2535. การถนอมอาหาร. วิศวกรรมแปรรูปอาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ลินจง สุขลำภู. 2550. การใช้ประโยชน์ของใยอาหารผงจากส่วนเหลือของการแปรรูปมะเขือเทศเพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการขนมปังเบอร์เกอร์. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 45, สาขาส่งเสริมการเกษตรและคหกรรมศาสตร์ และสาขาอุตสาหกรรมเกษตร, กรุงเทพฯ. หน้า 307-315.

วรลักษณ์ ปัญญาธิติพงษ์. 2545. การศึกษากระบวนการผลิตผงเต้าหู้และการใช้ประโยชน์ของผงเต้าหู้ในลูกชิ้นหมู. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.

วิทยา ตั้งก่อสกุล. 2543. พลาสติกเพื่อการเกษตร. ศิริวัฒนาอินเตอร์พริ้นต์จำกัด. กรุงเทพฯ.

สมบัติ ขอทวีวัฒนา. 2526. หลักการทำแห้ง. ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สมสมร แก้วบริสุทธิ์, เพ็ญพรรณ ศรีสกุลเดียว และกรรณิการ์ ห้วยแสน. 2556. ผลิตภัณฑ์มูลค่าเพิ่มจากปลาร้า. กิจกรรมนักวิจัยมหาวิทยาลัยขอนแก่นพบสื่อมวลชน. ห้องประชุมสิริคุณากร 4 ชั้น 2 สำนักงานอธิการบดี มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 29 พฤษภาคม 2556. ศูนย์ข่าวขอนแก่น. ผู้จัดการออนไลน์. เข้าถึงได้จาก http://www.manager.co.th/Daily/ViewNews.aspx?NewsID=9560000064529. (12 พฤศจิกายน 2556).

ส่วนเศรษฐกิจการประมง. 2556. สถานการณ์หมึกและผลิตภัณฑ์ของไทยปี 2555. กรมประมง, กรุงเทพฯ.เข้าถึงได้จาก http://fishco.fisheries.go.th/fisheconomic/Doc/Quarter4_2012.pdf. (14 พฤศจิกายน 2556).

สายันต์ รวดเร็ว. 2554. เรื่องลับๆ ของหมึก (The secret of squid ink). หน่วยเคลื่อนที่เพื่อความปลอดภัยด้านอาหาร สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข, นนทบุรี. เข้าถึงได้จาก http://www.foodsafetymobile.org/category/F2609408.pdf. (12 มิถุนายน 2556).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สุกัญญา ธนพัฒนากุล, พันธิพา ศิริเธนศ และสุชาดา ม่วงไหม. 2544. การผลิตมะขามผงโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบไมโครเวฟ-สุญญากาศ และเครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้ง. ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ.

สุคนธ์ชื่น ศรีงาม และวรรณวิบูลย์ กาญจนกุญชร. 2540. กระบวนการทำแห้งอาหาร.พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุพรรณิการ์ วิลาวรรณ และมลศิริ วีโรทัย. 2540. การผลิตผงเต้าหู้เพื่อใช้เป็นแหล่งโปรตีนจากพืชในผลิตภัณฑ์อาหาร. วิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. 13: 26-33.

อนุวัตร แจ้งชัด. 2549. สถิติสำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์และการประยุกต์. ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรษสตร์, กรุงเทพฯ.

อนุวัตร แจ้งชัด. 2552. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ในอุตสาหกรรม. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ .

Anderson, R. A., H. F. Conway, V. F. Pfeifer, and E. L. Jr. Griffin. 1969. Gelatinization of Corn Grits by Roll and Extrusion Cooking. Cereal Science. 14: 4-12.

AOAC. 2000. Official Methods of Analysis of AOAC international. 17th ed. The Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, Maryland.

Bassey, M. W. 1981. Solar Energy as a Heat Source in Crop Drying in Sierra Leone. Food drying: proceedings of a workshop held at Edmonton, Alberta, 6-9 July 1981 pp.73-80.

Benero, J. R., A. J. Rodriguez, and A. Collazo de Rivera. 1972. A Mechanical Method of Extraction Tamarind pulp. Journal of Agricultural. The University of Puero Rico. 56(2): 185-186.

Derringer, G. and R. Suich, 1980. Simultaneous Optimization of Several Response Variables. Journal of Quality Technology. 12: 214-219.

Erbay, Z.and F. Icier. 2009. Optimization of Hot Air Drying of Olive Leaves Using Response Surface Methodology. Journal of Food Engineering. 91(4): 533–541.

Eren, L. and F. Kaymak-Ertekin. 2007. Optimization of Osmotic Dehydration of Potato Using Response Surface Methodology. Journal of Food Engineering. 79: 344–352.

Firth, F. E. 1969. The Encyclopedia of Marine Resources. Van Nostrand Reinhold Company, New York.

Harington, J. 1965. The Desirability Function. Industrial Quality Control. 21: 494-498.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Kahyaoglu, T. 2008. Optimization of The Pistachio Nut Roasting Process Using Response Surface Methodology and Gene Expression Programming. LWT-Food Science and Technology. 41(1): 26-33.

Lazic, Z. R. 2004. Design of Experiments in Chemical Engineering-A Practical Guide, WILEY-VCH, Verlag GmbH and Co. KGaA, Weinheim.

Liu H., L. Ping, C. Shaohong and S. Jianghua. 2011. Effect of Squid Ink on Growth Performance, Antioxidant Functions and Immunity in Growing Broiler Chicken. Asian-Australian Journal of Animal Science. 24(12): 1752-1756.

Nesis, K. N., 1987. Cephalopods of the World. T.F.H. Publication, New York.

Piattelli, M. and R. A. Nicolas. 1961. The Structure of Melanin and Melanogenesis I. Tetrahedron. 15(3): 66-75.

Pua, C. K., N. S. Abd. Hamid,. and R. Abd. Rahman. 2005. Production of Drum Dried Jackfruit (Artocarpus heterophyllus) Powder with Different Concentration of Soy Lecithin and Gum Arabic. Journal of Food Engineering. 78: 630–636.

Subrada, S., J. Monica and D. Dhabhai. 1997. Retention and Storage Stability of Beta-carotene in Dehydrated Drumstick Leaves (*Moringa oleifera*). International Journal of Food Sciences and Nutrition. University of Baroda, India. 48: 373-379.

Yukio, O. 1980. Utilization of Squid. Koseishakoseikyaku Company, Japan. pp.90-91.

Zhang, M., C.L. Li, and X.L. Ding. 2005. Effect of Heating Conditions on Thermal Denaturation of White Mushroom Suitable for Dehydration. Drying Technology. 23(5): 1119-1125.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

การวิเคราะห์ทางกายภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น (AOAC, 2000)

1. อบกระป๋องหาความชื้นพร้อมฝาในตู้อบลมร้อนแบบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105±2 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง ทำให้เย็นในโถดูดความชื้นนาน 30 นาที ชั่งน้ำหนัก (W1) โดยชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งที่ความละเอียด 4 ตำแหน่ง

2. ชั่งตัวอย่างประมาณ 3 กรัม ใส่กระป๋องหาความชื้นที่อบ และชั่งน้ำหนักไว้เรียบร้อยแล้ว (W2)

3. นำกระป๋องหาความชื้นพร้อมฝาโดยเปิดฝาออกขณะอบ ไปอบที่ตู้อบลมร้อนแบบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105±2 องศาเซลเซียส นาน 4 ชั่วโมง

4.นำกระป๋องหาความชื้นออกจากตู้อบลมร้อนแบบไฟฟ้าโดยปิดฝาทันที และทำให้เย็นในโถดูดความชื้นนาน 30 นาที ชั่งน้ำหนักที่แน่นอน

5. นำไปอบต่อ และนำมาชั่งน้ำหนักทุกชั่วโมงจนได้น้ำหนักคงที่ (W3)

6. คำนวณหาปริมาณความชื้นหน่วยเป็นร้อยละ โดยนำน้ำหนักที่หายไปหารด้วยน้ำหนักตัวอย่างที่ใช้คูณด้วย 100

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้น} = \frac{(W2 - W3) \times 100}{(W2 - W1)}$$

เมื่อ W1 = น้ำหนักของกระป๋องหาความชื้น (กรัม)

W2 = น้ำหนักของกระป๋องหาความชื้น และตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)

W3 = น้ำหนักของกระป๋องหาความชื้น และตัวอย่างหลังอบ (กรัม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การวิเคราะห์ปริมาณน้ำอิสระ (Water activity , a_w)

อุปกรณ์

1. เครื่องวัด a_w (AQUALAB series4TE)
2. ตลับ และฝาพลาสติกสำหรับเครื่องวัด a_w
3. ชุดทำความสะอาด

การเตรียมตัวอย่าง

1. ใส่ตัวอย่างในตลับประมาณ 1/3 ของตลับหรือไม่เกินครึ่งหนึ่งของตลับ เกลี่ยตัวอย่างให้คลอบคลุมทั่วตลับเพื่อประสิทธิภาพในการวัด
2. ตรวจสอบให้แน่ชัดว่าที่ขอบ ริม และด้านนอกของตลับวัดสะอาด ห้ามมีตัวอย่างติดบริเวณตลับวัด a_w
3. ตัวอย่างควรมีอุณหภูมิใกล้เคียงหรือต่างกันไม่เกิน 4 องศาเซลเซียสของอุณหภูมิ chamber เครื่องวัด a_w

การเปิดเครื่อง

1. เปิดเครื่อง a_w ทิ้งไว้ประมาณ 30 นาที เพื่อการวัดที่มีประสิทธิภาพสูง
2. นำตลับวัด a_w ใส่ลงในเครื่อง ระวังไม่ให้ให้ตัวอย่างหกหล่น
3. ดันคันโยกไปในตำแหน่ง Open/Load ไปยังตำแหน่ง Read เครื่องจะเริ่มวัดค่า a_w
4. เมื่อเครื่องวัดเสร็จ (ใช้เวลาประมาณ 5-10 นาที) จะมีสัญญาณเตือนให้อ่านค่า a_w และอุณหภูมิที่หน้าจอ
5. เปลี่ยนคันโยกจากตำแหน่ง Read ไปยังตำแหน่ง Open/Load เพื่อนำตลับออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ความสามารถในการดูดซึมและการละลายน้ำ (Water Absorption and Solubility Index) (Anderson et al., 1969)

ชั่งดีหมึกผง 2.5 กรัม ลงในหลอด centrifuge ที่ชั่งน้ำหนักแล้ว

↓

เติมน้ำกลั่น 30 มิลลิลิตร เขย่า (200 รอบ / นาที) เป็นเวลา 30 นาที

↓

นำไปหมุนเหวี่ยงที่ 3,000 รอบต่อนาที นาน 10 นาที

↓

น้ำส่วนใสแยกออกมา → นำไประเหยจนแห้ง → อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่ → ชั่งน้ำหนักเพื่อคำนวณหาความสามารถในการละลายน้ำ

ส่วนเนื้อดีหมึกผง → ชั่งน้ำหนักเพื่อคำนวณหาความสามารถในการดูดซึมน้ำ

<u>การคำนวณ</u>

ความสามารถในการดูดซึมน้ำ (Water Absorption Index, WAI, กรัม/กรัม) = $\frac{\text{น้ำหนักดีหมึกผงหลังหมุนเหวี่ยง}}{\text{น้ำหนักดีหมึกผงแห้งเริ่มต้น}}$

ความสามารถในการละลายน้ำ (Water Solubility Index, WSI, %) = $\frac{\text{น้ำหนักส่วนใสหลังอบแห้ง x 100}}{\text{น้ำหนักดีหมึกผงแห้งเริ่มต้น}}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. อัตราส่วนการคืนรูป (Rehydration Ratio) (ดัดแปลงจากวิธี Subadra *et al.*, 1997)

ชั่งน้ำหนักดีหมึกผง 2.5 กรัม ใส่ในน้ำ 100 มิลลิลิตร ปิดบีกเกอร์ด้วยกระจกนาฬิกา

↓

ต้มจนน้ำเดือดแล้วจับเวลาต่อนาน 5 นาที

↓

นำไปหมุนเหวี่ยงที่ 3,000 รอบต่อนาที นาน 10 นาที

↓

เทน้ำส่วนที่แยกออกมาทิ้ง

↓

เก็บตะกอนส่วนที่เหลือทั้งหมด

↓

ชั่งน้ำหนักดีหมึกผงที่คืนคืนรูป

<u>การคำนวณ</u>

$$\text{อัตราส่วนการคืนรูป} = \frac{\text{น้ำหนักดีหมึกผงที่คืนรูป}}{\text{น้ำหนักดีหมึกผงแห้งเริ่มต้น}}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การวิเคราะห์ค่าความสว่าง (L*)

การวัดค่าสีระบบ Hunter Lab

การวัดสีในระบบฮันเตอร์ (Hunter Lab) ทำการวัดค่าสีโดยใช้เครื่องวัดสี Minolta colorimeter (CR-400) (Minolta co.,Ltd, Osaka, Japan) วัดค่าสีในระบบฮันเตอร์ โดยวัดสี L* เป็นค่าความสว่าง (lightness) a* เป็นค่าสีแดงและเขียว (redness/greenness) และ b* เป็นค่าสีเหลืองและน้ำเงิน (yellowness/blueness)

เมื่อ L* คือค่าความสว่าง มีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 100 (ค่า L* มาก แสดงความสว่างมาก, ค่า L* น้อยแสดง ความสว่างน้อยหรือมีสีคล้ำ)

ก่อนทำการวัดค่าสีทุกครั้งต้องทำการเปรียบเทียบความเที่ยงตรงของค่าสีด้วย Standard Calibration Plate ตั้งค่า illuminant เท่ากับ C ทำการวัดสีตัวอย่างผงดีหมึก 15 กรัมใส่ลงในถุงพลาสติกให้กระจายตัวเท่าๆกันใช้หัววัดสีวางทาบลงบนตัวอย่างในแนวตั้งฉาก และอ่านค่าแสดงผลการวัดในระบบ CIELAB (L*, a*, b*) ทำการวัด 10 ซ้ำ จดบันทึกแล้วหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดโดยวิธี Total Plate Count (AOAC, 2000)

อุปกรณ์และเครื่องมือ

- จานเพาะเชื้อ (Petri dish)*
- หลอดทดลองขนาด 10 มิลลิลิตรพร้อมฝาปิด* (Test tube)
- ปิเปตขนาด 1 และ 10 มิลลิลิตร*
- อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ
- ตู้บ่มเชื้อ
- หม้อนึ่งความดัน

หมายเหตุ : * จะต้องทำการอบฆ่าเชื้อในตู้อบลมร้อน (Hot air oven) ที่อุณหภูมิ 170 องศาเซลเซียส เป็นเวลา2 ชั่วโมง

อาหารเลี้ยงเชื้อและสารละลายสำหรับเจือจาง

- อาหารเลี้ยงเชื้อ Plate Count Agar
- Peptone

การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

ชั่งอาหารเลี้ยงเชื้อ Plate Count Agar (PCA) ปริมาณ 23.5 กรัม ละลายและปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 1000 มิลลิลิตร นำไปต้มจนอาหารเลี้ยงเชื้อละลายจนหมด จากนั้นนำไปฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งความดันที่อุณหภูมิ 121-124 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที อาหารเลี้ยงเชื้อที่ได้จะมีค่าความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 7.0±0.2 ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

การเตรียมสารละลายสำหรับเจือจาง

ชั่งเปปโตนปริมาณ 25 หรือ 50 กรัม ละลายและปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 250 หรือ 500 มิลลิลิตรตามลำดับ จะได้สารละลายเปปโตนความเข้มข้นร้อยละ 0.1 ใช้ในการเจือจางตัวอย่าง

วิธีการวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่างจำนวน 25 กรัม ใส่ลงไปในถุงปลอดเชื้อโดยวิธีปราศจากเชื้อ (aseptic technique) แล้วเติม peptone water ลงไป 225 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องปั่นผสม (Vortex mixer) จะได้สารละลายตัวอย่างที่เจือจาง 1: 10 หรือ 10^{-1}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ใช้ปิเปตดูดสารละลายจากข้อ 1 ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองที่บรรจุสารละลายบัฟเฟอร์เปปโตน 9 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันด้วยเครื่องปั่นผสม (Vortex mixer) จะได้สารละลายตัวอย่างที่เจือจาง 1: 100 หรือ 10^{-2} จนได้ระดับเจือจางของสารละลายตัวอย่างที่ต้องการ

3. ใช้ปิเปตดูดสารละลายตัวอย่างที่ระดับความเจือจางต่างๆ ลงในจานเพาะเชื้อ จานละ 1 มิลลิลิตร โดยในแต่ละระดับความเจือจางจะทำ 2 จาน โดยเริ่มจากระดับความเข้มข้นต่ำสุด

4. เทอาหารเลี้ยงเชื้อ PCA ที่ยังเหลวอยู่ซึ่งมีอุณหภูมิประมาณ 50-60 องศาเซลเซียส ลงในจานเพาะเชื้อที่มีสารละลายตัวอย่าง ปริมาณจานละ 15-20 มิลลิลิตร ภายใน 1-5 นาที

5. ผสมสารละลายตัวอย่างและอาหาร เลี้ยงเชื้อให้เข้ากันดี วางทิ้งไว้ให้อาหารแข็งตัวจากนั้นคว่ำจานอาหารเลี้ยงเชื้อลง แล้วนำไปบ่มในตู้บ่มที่อุณหภูมิ 37±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48±3 ชั่วโมง

การตรวจนับโคโลนีและการรายงานผล

หลังจากบ่มจานเพาะเชื้อครบตามกำหนดเวลาแล้ว ตรวจนับจำนวนโคโลนีบนจานเพาะเชื้อที่จำนวนโคโลนีอยู่ระหว่าง 30-300 โคโลนี หาค่าจำนวนโคโลนีเฉลี่ยจากทั้งสองจานเพาะเชื้อรายงานการตรวจนับในหน่วยจำนวนโคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม (CFU/g)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การวิเคราะห์ปริมาณยีสต์และรา (Yeast and Mold) (AOAC, 2000)

อุปกรณ์และเครื่องมือ

- จานเพาะเชื้อ (Petri dish)*
- หลอดทดลองขนาด 10 มิลลิลิตรพร้อมฝาปิด* (Test tube)
- ปิเปตขนาด 1 และ 10 มิลลิลิตร*
- อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ
- ตู้บ่มเชื้อ
- หม้อนึ่งความดัน

หมายเหตุ : * จะต้องทำการอบฆ่าเชื้อในตู้อบลมร้อน (Hot air oven) ที่อุณหภูมิ 170 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง

อาหารเลี้ยงเชื้อและสารละลายสำหรับเจือจาง

- อาหารเลี้ยงเชื้อ Dichloran Glycerol (DG18)-Agar
- Peptone
- สารละลายทาร์ทาริกความเข้มข้นร้อยละ 10

การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

ชั่งอาหารเลี้ยงเชื้อ Dichloran Glycerol (DG18) ปริมาณ 39.0 กรัม ละลายและปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 1000 มิลลิลิตร นำไปต้มจนอาหารเลี้ยงเชื้อละลายจนหมด จากนั้นนำไปฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งความดันที่อุณหภูมิ 121-124 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ปรับความเป็นกรด-ด่างของอาหารเลี้ยงเชื้อให้เท่ากับ 3.5 โดยเติมสารละลายกรดทาร์ทาริกความเข้มข้นร้อยละ10 ลงไป (อาหารเลี้ยงเชื้อ 100 มิลลิลิตร ใช้สารละลายทาร์ทาริก 1.9 มิลลิลิตร)

การเตรียมสารละลายสำหรับเจือจาง

ชั่งเปปโตนปริมาณ 25 หรือ 50 กรัม ละลายและปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 250 หรือ500 มิลลิลิตรตามลำดับ จะได้สารละลายเปปโตนความเข้มข้นร้อยละ 0.1 ใช้ในการเจือจางตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่างจำนวน 25 กรัม ใส่ลงไปในถุงปลอดเชื้อโดยวิธีปราศจากเชื้อ (aseptic technique) แล้วเติมpeptone water ลงไป 225 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องปั่นผสม (Vortex mixer) จะได้สารละลายตัวอย่างที่เจือจาง 1: 10 หรือ 10^{-1}

2. ใช้ปิเปตดูดสารละลายจากข้อ 1 ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองที่บรรจุสารละลายบัฟเฟอร์เปปโตน 9 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันด้วยเครื่องปั่นผสม (Vortex mixer) จะได้สารละลายตัวอย่างที่เจือจาง 1: 100 หรือ 10^{-2} จนได้ระดับเจือจางของสารละลายตัวอย่างที่ต้องการ

3. ใช้ปิเปตดูดสารละลายตัวอย่างที่ระดับความเจือจางต่างๆ ลงในจานเพาะเชื้อ จานละ 1 มิลลิลิตร โดยในแต่ละระดับความเจือจางจะทำ 2 จาน โดยเริ่มจากระดับความเข้มข้นต่ำสุด

4. เทอาหารเลี้ยงเชื้อ DG18 ที่ยังเหลวอยู่ซึ่งมีอุณหภูมิประมาณ 50-60 องศาเซลเซียส ลงในจานเพาะเชื้อที่มีสารละลายตัวอย่าง ปริมาณจานละ 15-20 มิลลิลิตร ภายใน 1-5 นาที

5. ผสมสารละลายตัวอย่างและอาหาร เลี้ยงเชื้อให้เข้ากันดี วางทิ้งไว้ให้อาหารแข็งตัวจากนั้นคว่ำจานอาหารเลี้ยงเชื้อลง แล้วนำไปบ่มในตู้บ่มที่อุณหภูมิ 30±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3-5 วัน

การตรวจนับโคโลนีและการรายงานผล

หลังจากบ่มจานเพาะเชื้อครบตามกำหนดเวลาแล้ว ตรวจนับจำนวนโคโลนีบนจานเพาะเชื้อที่มีจำนวนโคโลนีอยู่ระหว่าง 30-300 โคโลนี หาค่าจำนวนโคโลนีเฉลี่ยจากทั้งสองจานเพาะเชื้อ รายงานการตรวจนับในหน่วยจำนวนโคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม (CFU/g)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

แบบสอบถาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค 1

เอกสารแนบแนะนำแบบสอบถาม

แบบสอบถามนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาวิทยานิพนธ์ตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการจัดและบริการหาร
คณะอุตสาหกรรมเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

THIS QUESTIONNAIRE IS A PART OF THESIS RESEARCH FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE IN FOOD SERVICE AND CATERING TECHNOLOGY FACULTY OF AGRO-INDUSTRY KING MONGKUT'S INSTUTUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

"ขอขอบพระคุณอย่างสูงสำหรับเวลาและความคิดเห็นอันมีค่าต่อการศึกษา และขอเรียนว่าข้อมูลส่วนตัวของท่านในแบบสอบถามนี้จะไม่ถูกนำไปเผยแพร่เพื่อการอื่นแต่อย่างใด"

"Thank you for your valuable time and opinions, I hereby undertake not to use, nor disclose your personal information for any reason except for this thesis study"

Arunotai Ovadhana
Student ID : 55680310

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค 2

แบบสอบถามทัศนคติ และความคิดเห็นเกี่ยวกับการประกอบอาหารด้วยดีหมึก

ชื่อ .....เบอร์โทรติดต่อ .....

1. เพศ O ชาย O หญิง

2. อายุ O ต่ำกว่า 30 ปี O31-40ปี O41-50ปี O51 ปีขึ้นไป

3. อาชีพ / ตำแหน่ง ..... สถานที่ทำงาน.....

4. ประสบการณ์ในวงการอาหาร..... ปี

5. การศึกษา O ป.เอก O ป.โท O ป.ตรี O อื่นๆ.....

6. ภูมิลำเนา.....

7. ท่านเคยใช้ดีหมึกเพื่อประกอบอาหารหรือไม่

O เคย เมนูที่ท่านเคยใช้ประกอบอาหารได้แก่.....

O ไม่เคย เพราะ.....

8. ท่านคิดว่าลักษณะที่ดีของดีหมึกที่นำมาใช้ในการปรุงอาหารควรเป็นเช่นไร (เช่น รสชาติ กลิ่น สี เนื้อสัมผัส รูปแบบผลิตภัณฑ์).....

.....

9. ท่านเคยใช้ดีหมึกในการปรุงอาหารจาก (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

O ดีจากปลาหมึกสด พันธุ์.....แหล่ง.....ราคา.....

O ดีหมึกสำเร็จรูป ชนิด .....แหล่ง.....ราคา.....

O ดีหมึกแช่แข็ง.....แหล่ง.....ราคา.....

O อื่นๆ (โปรดระบุ).....

10. ความคิดเห็นของท่านในขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบดีหมึก (เลือกได้มากกว่า 1 ข้อ)

O เลอะเทอะ ยุ่งยาก เสียเวลา

O หาได้ยาก ปลาหมึกที่สั่งมาใช้เป็นปลาหมึกที่ผ่านขั้นตอนการทำความสะอาด ไม่มีดีหมึกแล้ว

O เน่าเสียง่าย ต้องจัดเก็บในช่องแช่แข็ง และนำมาทำละลายก่อนใช้ ไม่สะดวกในการใช้ในแต่ละครั้ง

O ได้ปริมาณดีหมึกไม่แน่นอน ส่งผลในการบริหารจัดการวัตถุดิบในแต่ละวัน

O ไม่มีปัญหา

O อื่นๆ (โปรดระบุ).....

11. ท่านคิดว่าสีดำของดีหมึกที่ติดปากและฟัน ทำให้ลูกค้าเกิดความกังวลขณะรับประทานหรือไม่

O ใช่ O ไม่ใช่

12. ท่านคิดว่าเครื่องปรุงอาหารลักษณะผงทำให้ท่านทำงานได้สะดวกขึ้นหรือไม่

O ใช่ O ไม่ใช่

13. ท่านมีความสนใจจะทดลองใช้ดีหมึกในรูปแบบผงในการประกอบอาหารหรือไม่

O สนใจ O ไม่สนใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค 2 (ต่อ)

Your opinion about cooking with squid ink

Name.....Tel.....

1. Gender O Male O Female

2. Age O 30 yrs. And under O 31- 40 yrs. O 41-50 yrs. O 51 yrs. Up

3. Occupation / Position.....Work Place (present).....

4. Work experience in Food industry..... Years

5. Education O PhD. O Master degree O Bachelor Oothers.....

6. Nationality / Regional.....

7. In your opinion what are the good characteristics of squid ink? (such as taste, color, texture, convenient product and etc.).....

.....

8. Have you ever made any squid ink dish? (You can choose more than one)

O Yes. Pls. identify the menu / dish.....

O No. Why? .....

9. What kind of squid ink do you usually use?

O Fresh from .....Source.....Price.....

O Instant.....Source.....Price.....

O Frozen.....Source.....Price.....

O Others .....

10. What do you think about prepare your own squid ink? (You can choose more than one)

O I have no problem with that.

O Not easy to get the ink, squid using in food service been processed and delivered without ink sack.

O Dirty, messy and use lot of time to prepare and clean the place.

O Amount of ink from each squid is inconstancy and it is difficult to prepare the daily raw material.

O Fresh squid ink needs to be stored in freezer and thawed before use.

O Others.....

11. Does black stain affect your customer decision in having squid ink dish?

O Yes O No

12. Do you agree that food powder give the convenient for your cooking?

O Yes O No

13. Are you interested in testing squid ink powder for cooking?

O Yes O No

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค 3

แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อผลิตภัณฑ์ และการยอมรับหลังจากทดลองใช้ผลิตภัณฑ์

คำชี้แจง : หลังจากทดลองใช้ผลิตภัณฑ์ดีหมึกผงในการประกอบอาหาร กรุณาให้คะแนนตรงกับความรู้สึกของท่านต่อผลิตภัณฑ์ในด้านต่างๆ โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

(คะแนนความชอบ 9 ถึง 1 คะแนน จากมากไปหาน้อย)

9 = ชอบมากที่สุด	6 = ชอบเล็กน้อย	3 = ไม่ชอบปานกลาง
8 = ชอบมาก	5 = เฉยๆ	2 = ไม่ชอบมาก
7 = ชอบปานกลาง	4 = ไม่ชอบเล็กน้อย	1 = ไม่ชอบมากที่สุด

ปัจจัย / คุณลักษณะ	คะแนนความชอบของผลิตภัณฑ์ดีหมึกผง								
	9	8	7	6	5	4	3	2	1
ความสะดวก									
สี									
กลิ่น									
รสชาติ									
เนื้อสัมผัส									
ความชอบ / การยอมรับโดยรวม									

ความคิดเห็น และแนวความคิดเห็นผลิตภัณฑ์ของผู้ใช้ที่มีต่อผลิตภัณฑ์ดีหมึกผงหลังใช้ผลิตภัณฑ์

1. เมนูที่ท่านทดลองใช้ดีหมึกผง คือ .....

2. การยอมรับผลิตภัณฑ์หลังทดลองใช้ O ยอมรับ O ไม่ยอมรับ

3. ลักษณะบรรจุภัณฑ์ที่ท่านสนใจจะเลือกซื้อ (เพื่อใช้ในสถานประกอบการบริการอาหาร)

O กระป๋องอะลูมิเนียมปิดสนิท O ซองอะลูมิเนียมปิดสนิท O ขวดพลาสิก O ขวดแก้ว

O ซองอะลูมิเนียมแยกเป็นซองๆ ต่อการใช้ 1 ครั้ง (แบบกาแฟสำเร็จรูป) O อื่นๆ.....

4. ปริมาณที่ท่านต้องการให้บรรจุดีหมึก ต่อ 1 หน่วยบรรจุภัณฑ์ (เพื่อใช้ในสถานประกอบการบริการอาหาร)

O 3 Kg. O 2 Kg. O 1 Kg. O 500 g. O 200 g. O 100 g

5. ราคาดีหมึกผงที่เหมาะสมและสนใจจะเลือกซื้อ ต่อ 1 หน่วยบรรจุภัณฑ์ที่ได้รับในการทดลองใช้ (200 g)

Oต่ำกว่า 50 บาท O 50-99 บาท O 100-200 บาท O 200 บาท ขึ้นไป

6. ถ้าผลิตภัณฑ์ดีหมึกผง วางจำหน่าย ท่านสนใจซื้อใช้หรือไม่

O ไม่ซื้อ (โปรดระบุสาเหตุ).....

O ซื้อแน่นอน (โปรดระบุสาเหตุ).....

7.ข้อแนะนำอื่นๆ.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค 3 (ต่อ)

Consumer Acceptance Testing of Squid Ink Powder

How much do you **like** or **dislike** this squid ink powder (score from 9 > 1)

9 = like extremely	6 = like slightly	3 = dislike moder
8 = like very much	5 = neither like nor dislike	2 = dislike very
7 = like moderately	4 = dislike slightly	1 = dislike extremely

Attribute	How would you rate this product?								
	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Convenience									
Color									
Sense									
Taste									
Texture									
Overall liking/Acceptance									

Opinions after testing and opinions about ideas of product

1. What menu did you test squid ink with? .....

2. After testing, how would you accept the squid ink powder product? O accepted O not accepted

3. What packaging do you want to buy? (for food service)

O aluminum tin O aluminum foil bag O plastic box O glass jar

O individual aluminum foil sachet for 1 portion (same as instant coffee)

O others.....

4. How many amount of squid ink powder per unit you want to buy? (for food service)

O 3 Kg. O 2 Kg. O 1 Kg. O 500 g. O 200 g. O 100 g

5. The reasonable price you wish to buy for squid ink powder 200g. (as sample)

O under 50 B. O 50-99 B. O 100-199 B. O more than 200

B.6. If there is the squid ink powder in the market, will you buy?

O No. Because.....

O Yes. Because.....

7. Suggestion.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง
รายชื่อเชฟ และผู้เชี่ยวชาญด้านอาหาร
ที่ทำการทดสอบการใช้ดีหมึกผง
แบบ Home Use Test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายชื่อเชฟและผู้เชี่ยวชาญด้านอาหารที่ทำการทดสอบการใช้ดีหมึกผง แบบ Home Use Test

ชื่อ			ตำแหน่ง	สถานที่ทำงาน
คุณ	กิติพัฒน์	จิระโชตินิธิยศ	JR Sous Chef	Shangri-la Hotel Bangkok
คุณ	ชัชพล	อนันตชาติ	Executive Chef	Sivatel Bangkok Hotel
คุณ	ชาคริต	สุวรรณมาลี	Chef de Partie	Arnoma Hotel Bangkok
คุณ	ณัฐธยาน์	ปางพุฒิพงศ์	กรรมการผู้จัดการ	บจก.ดาวคอฟฟี่บีนส์
คุณ	ทองสุข	สรรค์โพธิ์	Bakery Chef	Shangri-la Hotel Bangkok
คุณ	ธนพงษ์	สุทธิเนียม	Chef	Free lance
คุณ	ธีราพัทธ์	ชมชื่นจิตต์สิน	Food Stylist	บ.อัลติเมท เฮลท์ จำกัด
คุณ	เนตรอัมไพ	สาระโกเศศ	Executive Chef	Triplets Brasserie, JFK Restaurant (Langsuan)
คุณ	บรรณ	บริบูรณ์	Restaurant Consultant	Free lance
คุณ	บัณฑิษฐ์	พันธุรัตน์	Chef Talent	Health & Cuisine Magazine
คุณ	ประชัน	วงศ์อุทัยพันธุ์	Executive Chef	Arnoma Hotel Bangkok
คุณ	เป็นเอก	ทรัพย์สิน	กองบก.ฝ่ายอาหาร	Health & Cuisine Magazine
คุณ	พนม	ทองมาก	ผู้ช่วยสอน รร.การเรือน	มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต
คุณ	รัตนาภรณ์	จันทวานิช	เจ้าของกิจการ	Petite Pantry (Sukhumvit 49)
คุณ	อุทุมพร	บูรณะพงศ์พันธ์	อาจารย์วิชาอาหาร	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง
คุณ	อุรุพงษ์	วงศ์อารีราษฎร์	Chef Talent	Health & Cuisine Magazine
Mr.	Calderazzo	Marco	Executive Chef	Amalfi Bistro Italian Restaurant (Thonglor)
Mr.	Gaggan	Anand	Chef	Gaggan Restaurant (Langsuan)
Mr.	Haranza Venleslad	Marco	Chef	Basilico Italian Restaurant (Bangkok)
Mr.	Sergi	Palacin	Chef	Gaggan Restaurant (Langsuan)

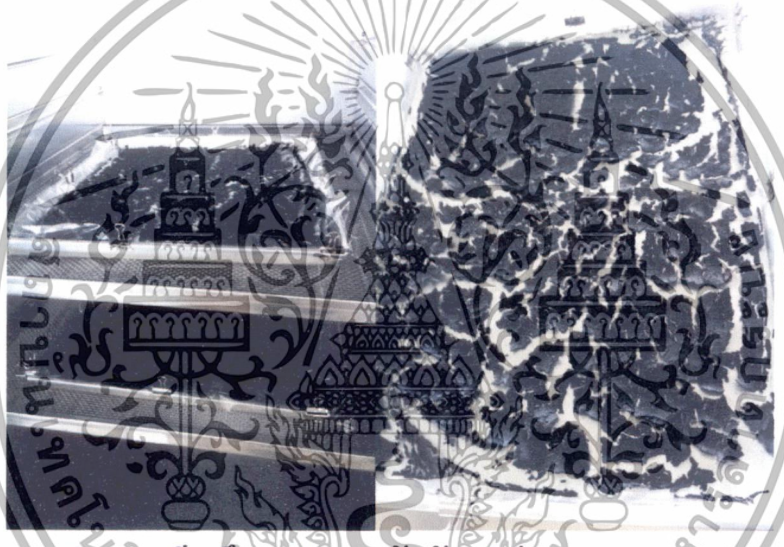
หมายเหตุ : รายชื่อเรียงตามลำดับตัวอักษร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

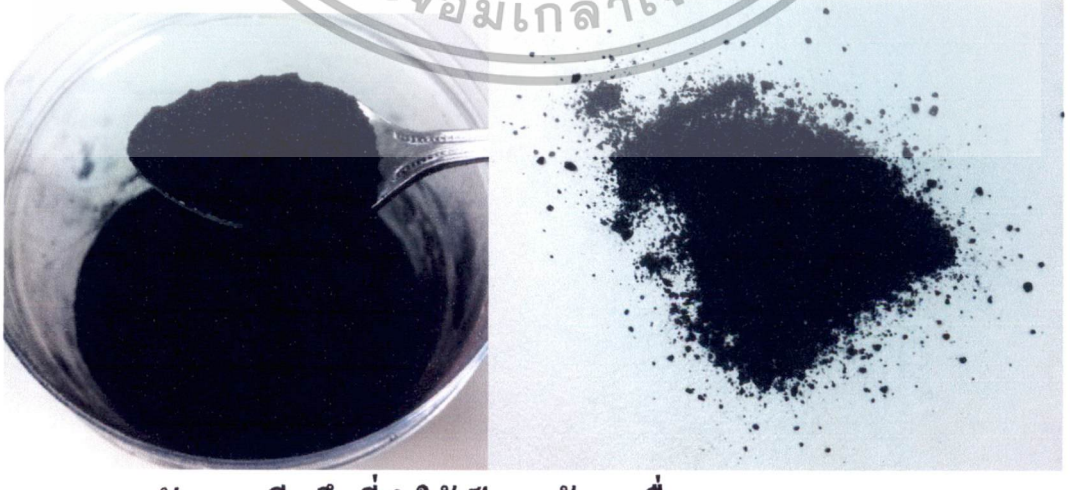
ภาคผนวก จ
รูปภาพการผลิตดีหมึกผง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดีหมึกที่ได้จากการบีบออกจากถุงหมึก



ลักษณะดีหมึกหลังอบแห้งด้วยวิธี Tray Drying



ลักษณะดีหมึกที่ทำให้เป็นผงด้วยเครื่องบดผสมอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ
รูปภาพตัวอย่างอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

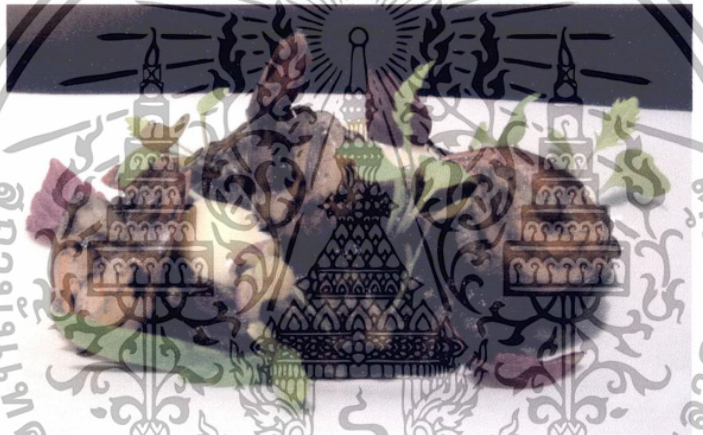
ภาคผนวก ฉ 1
ภาพตัวอย่างการใช้ดีหมึกเพื่อตบแต่งจานอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ 2
ตัวอย่างอาหารที่ผู้ทดสอบใช้ดีหมึกผงในการปรุง

Black Ravioli

Pasta black ink sauce



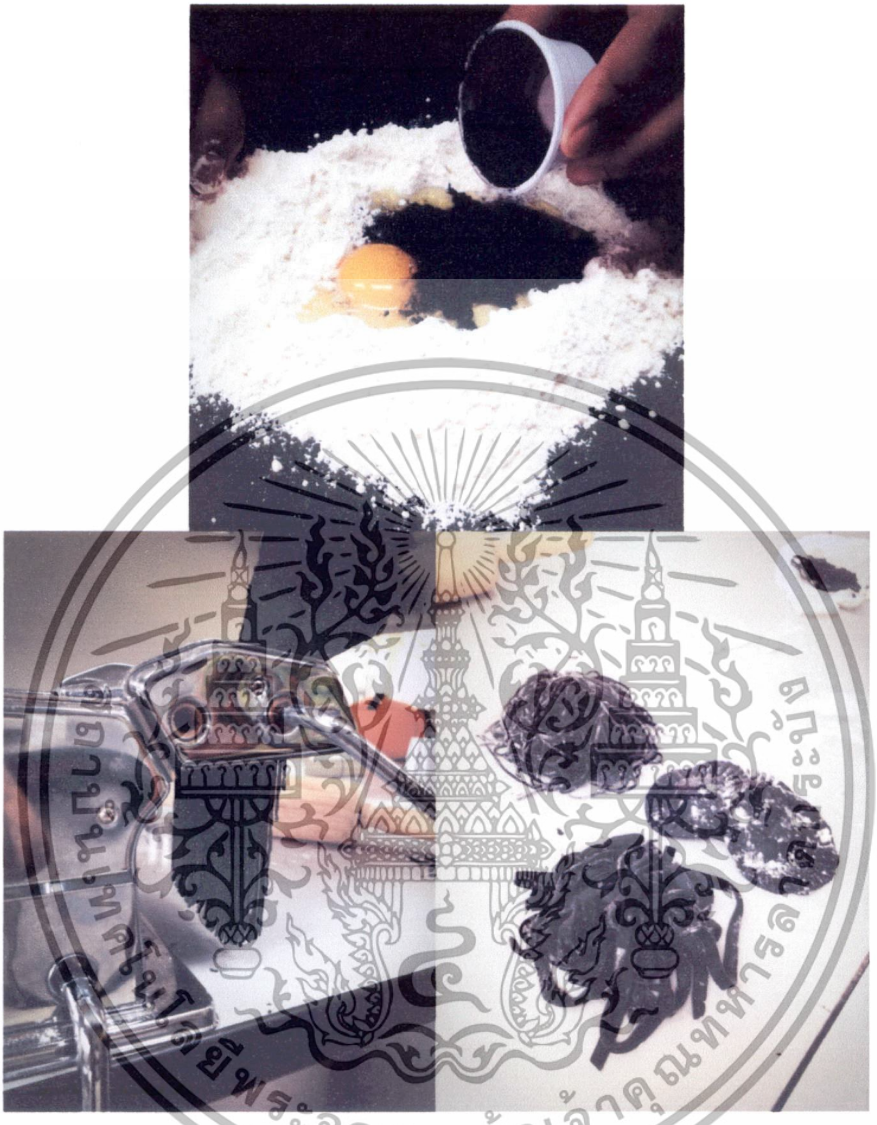
Risotto

Risotto

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ 2 (ต่อ)

ตัวอย่างอาหารที่ผู้ทดสอบใช้ดีหมึกผงในการปรุง



Fresh Black Pasta

Black Baguettes

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นางอรุโณทัย โอวัฒนา
วัน เดือน ปีเกิด	6 พฤศจิกายน พ.ศ. 2520 ที่กรุงเทพฯ
ที่อยู่	378 ซ.สวนหลวง แขวงสวนหลวง เขตสวนหลวง กรุงเทพฯ 10250
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2541 ศิลปศาสตรบัณฑิต คณะศิลปศาสตร์ สาขาการจัดการโรงแรม มหาวิทยาลัยรังสิต และศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการจัดและบริการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา พ.ศ. 2555 และสำเร็จการศึกษาในปี พ.ศ. 2557
ประสบการณ์การทำงาน	พ.ศ. 2543-2557 พนักงานต้อนรับบนเครื่องบิน บริษัทการบินไทยจำกัด (มหาชน)
การนำเสนอผลงาน	Optimization of tray drying condition in squid ink powder production The 4th National and International Graduate Study Conference 22th-23th May 2014, Princess Maha Chakri Sirindhon Anthropology Centre, Thailand. Creative Education.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้