



3.1 การเตรียมปลาหมึกกระดองลัด

ปลาหมึกกระดองลัดที่ใช้ในการศึกษานี้มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า Sepia sp. ขนาดความยาวตัว 10-11 เซนติเมตร (ประมาณ 6 ตัวต่อ 1 กิโลกรัม ความหนาประมาณ 0.5 เซนติเมตร) ซึ่งซื้อมาจากสะพานปลากรุงเทพฯ ในลักษณะเป็นตัวลัด ก่อนนำไปทำการทดลอง จึงต้องทำความสะอาดโดยผ่าท้องจากส่วนหัวตลอดความยาวของลำตัว เอาส่วนต่าง ๆ ที่อยู่ภายในและตาออก และในบางกรณีก็ลอกหนังด้วย ล้างด้วยน้ำเกลือความเข้มข้นร้อยละ 4.0 ประมาณ 2 นาที แล้วล้างด้วยน้ำอีกครึ่ง กังให้สะเด็ดน้ำประมาณ 30 นาที ในห้องเป็นอุณหภูมิ 3-5 องศาเซลเซียส จะได้ปลาหมึกกระดองลัดที่จะใช้ทดลองต่อไป

3.2 การวิเคราะห์องค์ประกอบ (Proximate analysis) ของปลาหมึกกระดองลัด

วิเคราะห์ปริมาณความชื้น	ตามวิธีของ A.O.A.C. :	24,003	(34)
วิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน	ตามวิธีของ A.O.A.C. :	2,057	(34)
วิเคราะห์หาปริมาณไขมัน	ตามวิธีของ A.O.A.C. :	7,056	(34)
วิเคราะห์หาปริมาณเถ้า	ตามวิธีของ A.O.A.C. :	18,025	(34)

3.3 การสร้างและทดลองการทำงานของตู้บ่มเลี้ยงงานเลี้ยงอากาศย แบบมีแผงรับรังสีแยก

3.3.1 การสร้างตู้บ่มเลี้ยงงานเลี้ยงอากาศย แบบมีแผงรับรังสีแยก

ตู้บ่มเลี้ยงงานเลี้ยงอากาศย แบบมีแผงรับรังสีแยก ประกอบด้วยส่วนสำคัญ

2 ส่วนคือ ตัวตู้และแผงดูดรังสี ซึ่งมีขนาดและลักษณะดังต่อไปนี้

ตัวตู้ มีขนาดกว้าง 80 เซนติเมตร ลึก 50 เซนติเมตร และสูง 100 เซนติเมตร โครงสร้างของตู้ทำด้วยอลูมิเนียมฉากขนาดกว้าง 3 X 3 เซนติเมตร หนา 2 มิลลิเมตร ด้านบนปิดด้วยพลาสติกใสชนิดโพลีไวนิลคลอไรด์ (Polyvinylchloride) หนา 1 มิลลิเมตร เียงเป็นมุมเท่ากับเส้นรุ้งของตำแหน่งที่ใช้งานโดยประมาณ (ในงานวิจัยนี้ใช้ 14° ซึ่งเป็นตำแหน่งที่ตั้งของกรุงเทพฯ) เพื่อให้แสงอาทิตย์เข้าสู่ตู้ได้เต็มที่ ด้านหน้าและ

ด้านข้างทั้งสองปิดด้วยพลาสติกโพลีไวนิลคลอไรด์ (Polyvinylchloride) หนา 1 มิลลิเมตร เพื่อให้แสงอาทิตย์เข้าได้ ด้านหลังทำด้วยไม้ฉัตรหนา 5 มิลลิเมตร ปิดเปิดได้ สำหรับนำปลาหมึกกระดองที่จะทำแห้งเข้าหรือออกจากตู้อบ ด้านนอกบุด้วยโฟมหนา 2.5 เซนติเมตร พื้นด้านล่างทำด้วยแผ่นอลูมิเนียมหนา 0.6 มิลลิเมตร ภายในทาสีดำด้านเพื่อให้ดูดแสง ด้านนอกบุด้วยใยแก้วหนา 3 เซนติเมตร เหน้งด้านหลังตอนบนเจาะเป็นช่องกว้าง 2 เซนติเมตร ยาว 80 เซนติเมตร เพื่อให้อากาศขึ้นออก ภายในแบ่งเป็นชั้นสำหรับวางตะแกรงสแตนเลส ซึ่งเจาะเป็นช่องขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 มิลลิเมตร ตลอดทั้งแผ่น สำหรับวางปลาหมึกกระดองที่จะทำแห้งรวม 4 ชั้น

แผงดูดรังสี เป็นแผงกว้าง 80 เซนติเมตร ยาว 150 เซนติเมตร ทำด้วยแผ่นอลูมิเนียม หนา 0.6 มิลลิเมตร ทาสีดำด้าน ที่ผิวบนปิดด้วยกระจกใสหนา 3 มิลลิเมตร สูงจากพื้นแผง 3 เซนติเมตร ใต้แผงบุด้วยฉนวนใยแก้วหนา 3 เซนติเมตร และปิดทับด้วยแผ่นอลูมิเนียม แผงดูดรังสีนี้นำไปติดกับด้านหลังส่วนล่างของตัวตู้ เชียงเป็นมุมเท่ากับเส้นรุ้งของตำแหน่งที่ใช้งานโดยประมาณ (14°) อากาศเย็นจากภายนอกจะเข้าทางด้านล่างของแผงกระทบกับผิวรับแสงอาทิตย์เป็นอากาศร้อนไหลเข้าสู่ตัวตู้อบแห้งทางช่องด้านบนของแผงดูดรังสี และนำไปติดตั้งบนดาตฟ้าติกฟลิกล์ 1 คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยวางตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบมีแผงรับรังสีแยกหันหน้า เข้าสู่ทิศใต้

3.3.2 การทดลองการทำงานของตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ แบบมีแผงรับรังสีแยก
ในขณะที่ไม่มีปลาหมึกกระดองภายในตู้อบ

3.3.2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วย ตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ แบบมีแผงรับรังสีแยก (สร้างขึ้นในข้อ 3.3.1) เทอร์โมมิเตอร์มาตรฐาน จุดหมุมิ 0-100 องศาเซลเซียส และ Solar radiometer (35)

3.3.2.2 วัดจุดหมุมิแต่ละชั้นในตู้อบ โดยนำเทอร์โมมิเตอร์มาตรฐาน จุดหมุมิ 0-100 องศาเซลเซียส แขนวนเหนือตะแกรงแต่ละชั้น อ่านค่าจุดหมุมิทุก 30 นาที เริ่มทำการทดลองเวลา 9.00 ถึง 16.00 น. ทำการทดลองเป็นเวลา 3 วัน

3.3.2.3 หาความชื้นสัมพัทธ์ (Relative humidity) ภายในตู้อบ
โดยนำเทอร์โมมิเตอร์มาตรฐาน อุณหภูมิ 0-100 องศาเซลเซียส ที่ใช้สำหรับอ่านค่าอุณหภูมิ
กระเปาะเปียก (Wet-bulb temperature) และอุณหภูมิกระเปาะแห้ง (Dry-bulb
temperature) แขนงวัดตรงบริเวณชั้นล่างสุดของตู้อบใกล้กับช่องที่อากาศร้อนจากแผง
ดูดรังสีไหลมาเข้าสู่ตู้อบ อ่านค่าอุณหภูมิทุก 30 นาที เริ่มทำการทดลองเวลา 9.00 น. ถึง
16.00 น. เป็นเวลา 3 วัน นำค่าอุณหภูมิกระเปาะเปียกและอุณหภูมิกระเปาะแห้ง มาหา
ความชื้นสัมพัทธ์จาก Psychrometric chart

3.3.2.4 วัดค่าความเข้มพลังงานแสงอาทิตย์ โดยนำเครื่อง Solar
radiometer วางบนพื้นราบใกล้ตู้อบแห้ง อ่านค่าอุณหภูมิจากเทอร์โมมิเตอร์มาตรฐานที่เสียบ
อยู่ที่เครื่องวัด Solar radiometer ทุก 30 นาที เริ่มทำการทดลองเวลา 9.00 น. ถึง
16.00 น. เป็นเวลา 3 วัน

3.4 การทำปลาหมึกกระดองแห้ง

3.4.1 เครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วยเครื่องมือเช่นเดียวกับข้อ 3.3.2.1

3.4.2 การศึกษาการทำแห้งปลาหมึกกระดองสด ด้วยตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์
แบบมีแผงรับรังสีแยก และตากแดดกลางแจ้ง

เตรียมปลาหมึกกระดองสดตามข้อ 3.1 นำมาทำแห้ง ด้วยตู้อบแห้งพลังงาน
แสงอาทิตย์แบบมีแผงรับรังสีแยก และตากแดดกลางแจ้ง เริ่มทำการทดลองเวลา 9.00 ถึง
16.00 น. หลังจากเสร็จการทดลองแต่ละวันนำปลาหมึกกระดองเก็บไว้ในห้องเป็นอุณหภูมิ
ประมาณ 3 องศาเซลเซียส ทำแห้งจนได้ความชื้นสุดท้ายของปลาหมึกกระดองแห้งเป็นร้อยละ
18-22 โดยการวางตะแกรงภายในตู้อบดังนี้ วางตะแกรง 4 ชั้นใช้ปลาหมึกกระดอง 4 กิโลกรัม
วางตะแกรง 3 ชั้นใช้ปลาหมึกกระดอง 2 กิโลกรัม และไม่ใช้ตะแกรงแต่แขวนปลาหมึกกระดอง
ในลักษณะเอาส่วนหัวลงด้านล่างและใช้ไม้เสียบขวางลำตัวแทนการวางบนตะแกรง และแขวน
เป็น 2 ชั้น ซึ่งใช้ปลาหมึกกระดองจำนวน 2 กิโลกรัม และ 3 กิโลกรัม โดยเฉพาะจำนวน
3 กิโลกรัม ทำการทดลอง 2 ครั้ง เพื่อเก็บปลาหมึกกระดองแห้งที่ได้ไปใช้ศึกษาหาภาชนะ
บรรจุและอายุการเก็บต่อไป

ในระหว่างทำแห้งจะตรวจสอบหาปริมาณความชื้นทุก 2 ชั่วโมง และทุก 1 ชั่วโมง
ตรวจสอบดังนี้

1. วัดค่าความชื้นพลังงานแล้งอากาศย
2. วัดอุณหภูมิแต่ละชั้นภายในตู้อบแห้ง
3. วัดอุณหภูมิเนื้อปลาหมึก
4. หาความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศร้อนที่ผ่านจากแผงดูดรังสีมา เข้าตู้อบแห้ง
5. วัดอุณหภูมิกกลางแจ้ง

จากนั้นหาประสิทธิภาพเชิงความร้อนของการทำแห้ง โดยที่

$$\text{ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของการทำแห้ง} = \frac{\text{ความร้อนทั้งหมดที่ใช้ระเหยน้ำจากเนื้อปลาหมึก}}{\text{พลังงานที่แผงรับแสงได้รับ}} \times 100$$

3.4.3 การศึกษาชนิดภาชนะบรรจุและอายุการเก็บปลาหมึกกระดองแห้ง

3.4.3.1 การศึกษาชนิดภาชนะบรรจุ

ภาชนะบรรจุที่ใช้ศึกษามี 2 ชนิดคือ ถุงพลาสติกโพลีเอทิลีน และโพลีโพรไพลีน ขนาด 6 x 9 นิ้ว ทน 0.2 มิลลิเมตร โดยนำปลาหมึกกระดองแห้งที่
ไฮ้แวนในตู้อบจำนวน 3 กิโลกรัม มาบรรจุในถุงพลาสติกทั้งสองชนิด ปริมาณบรรจุประมาณ
80 กรัมต่อ 1 ถุง และปิดผนึกถุงด้วยความร้อน

3.4.3.2 การศึกษาอายุการเก็บ

โดยทำการเก็บปลาหมึกกระดองแห้งที่บรรจุแล้วตามข้อ

3.4.3.1 ไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 4 เดือน อย่างไรก็ดีทำการตรวจสอบคุณภาพของ
ผลิตภัณฑ์เมื่อเริ่มเก็บและทุก ๆ 1 เดือน โดยทำดังนี้คือ

1. หาปริมาณความชื้น ตามวิธีของ A,O,A,C : 24,003 (34)
2. หาจำนวนเชื้อรา ตามวิธีของ Sharf (36)
3. หาจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดโดยวิธี Total plate count A,O,A,C : 46.015 (34)

4. การประเมินลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ สักขณะ
เนื้อสัมผัส และการยอมรับ (37)

3.5 การประเมินลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ สักขณะเนื้อสัมผัส และการยอมรับซึ่งพิจารณา
จากลักษณะปรากฏ

ทดลอง โดยให้ผู้ทดลองจำนวน 8-12 คน ทำ 2 ซ้ำ ให้ผู้ทดลองสังเกต ลักษณะ
ปรากฏ กลิ่น และการยอมรับ ของปลาหมึกกระดองแห้งดิบ และซีบอบกรล่ชาติ และลักษณะ
เนื้อสัมผัสของปลาหมึกกระดองแห้งต้มสุก 5 นาที แล้วให้คะแนนตามลักษณะที่กำหนดให้ตามแบบ
สอบตาม

3.6 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

วิเคราะห์ผลทางสถิติในลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ สักขณะเนื้อสัมผัส ปริมาณ
ความชื้น จำนวนเชื้อราและแบคทีเรียของปลาหมึกกระดองแห้ง โดยวางแผนการทดลองแบบ
Factorial experiment ประกอบด้วย 3 ตัวแปรคือ

1. วิธีทำแห้ง มี 2 ระดับ คือ ตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ แบบมีแผงรับ
รังสีแยกและตากแดดกลางแจ้ง

2. ภาชนะบรรจุ มี 2 ระดับ คือ ถุงโพลีเอทิลีน และโพลีโพรไพลีน

3. ระยะเวลาเก็บ มี 5 ระดับคือ เริ่มต้น 1 2 3 และ 4 เดือน และ
วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างตัวอย่าง โดยใช้การทดลองแบบ Duncan's
New Multiple Range Test

3.7 การดูดน้ำคืน (Rehydration) ของปลาหมึกกระดองแห้งโดยผ่านการแช่สารเคมี
ก่อนนำไปทำแห้งด้วยตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ แบบมีแผงรับรังสีแยก

สารเคมีที่ใช้แช่ปลาหมึกกระดองสดก่อนนำไปทำแห้งมี 2 ชนิดคือ

1. di-Sodium hydrogen phosphate ของ Fluka-Garantie สูตร Na_2HPO_4
น้ำหนักโมเลกุล 141.96

2. Sodium citrate ของ Merck สูตร $[C_3H_4(OH)(COONa)_3 \cdot 2H_2O]$
 น้ำหนักโมเลกุล 294.10

ตัวแปรที่ศึกษาคือ

1. ความเข้มข้นสารละลายร้อยละ 0 (เป็น Control) 0.4 0.7 และ 1.0
2. เวลาแช่สารละลายทั้งสองชนิดคือ 8 และ 24 ชั่วโมง

3.7.1 เครื่องมือที่ใช้ ประกอบด้วย ตู้อบแห้งลมร้อนแบบ Cabinet (Tray dryer) ตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ แบบมีแผงรับรังสีแยก ที่สร้างขึ้นตามข้อ 3.3.1 เครื่อง Solar radiometer และเทอร์โมมิเตอร์มาตรฐาน จุดอุณหภูมิ 0-100 องศาเซลเซียส

3.7.2 การศึกษาอิทธิพลของความเข้มข้นสารละลาย di-Sodium hydrogen phosphate, Sodium citrate และเวลาแช่สารละลายทั้งสองชนิด ต่ออัตราการดูดน้ำคืน และน้ำหนักสุดท้ายในการดูดน้ำคืนของปลาหมึกกระดองแห้ง

การทดลองนำปลาหมึกกระดองสดที่ลอกหนังแล้วมา 13 กิโลกรัม แบ่งเป็น 14 ส่วน ๆ ละประมาณ 800-900 กรัม แช่ในสารละลาย di-Sodium hydrogen phosphate ความเข้มข้นร้อยละ 0.4 0.7 และ 1.0 จำนวน 3 ส่วน แช่ในสารละลาย Sodium citrate ความเข้มข้นร้อยละ 0.4 0.7 และ 1.0 จำนวน 3 ส่วน และแช่ในน้ำ (เป็น Control) จำนวน 1 ส่วน ทั้ง 7 ส่วนแช่เป็นเวลา 8 ชั่วโมง และอีก 7 ส่วนแช่ในสารละลายเหมือนกันแต่แช่เป็นเวลา 24 ชั่วโมง (อัตราส่วนเนื้อปลาหมึกต่อสารละลายที่แช่เป็น 1 ต่อ 2 : น้ำหนักต่อปริมาตร) ปลาหมึกกระดองที่ผ่านการแช่สารละลายแล้วไปทำแห้งด้วยตู้อบแห้งลมร้อนแบบ Cabinet จุดอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส โดยแขวนปลาหมึกกระดองเอาส่วนหัวห้อยลงข้างล่างและเสียบไม้ขวางสาตัวไว้ ทำแห้งจนได้ความชื้นสุดท้ายร้อยละ 18-22 แล้วนำปลาหมึกกระดองแห้งที่ได้มาทำการดูดน้ำคืน โดยแช่ในน้ำที่จุดอุณหภูมิ 3 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง จึงแช่ในสารละลาย 0.2 N Sodium hydroxide (NaOH) นาน 1 ชั่วโมง แล้วล้างด้วยน้ำ 5-6 ครั้งให้สะอาด

ในระหว่างดูดน้ำคืน ชั่งน้ำหนักปลาหมึกกระดองทุก ๆ 1 ชั่วโมง ในช่วง 1-7 ชั่วโมงแรกของการดูดน้ำคืน และเมื่อครบ 24 ชั่วโมง

การวิเคราะห์ผลทางสถิติของอิทธิพลของความเข้มข้นสารละลายทั้งสองชนิด และ เวลาแช่สารละลายต่ออัตราการดูดน้ำคืนและน้ำหนักสุดท้ายในการดูดน้ำคืนของปลาหมึกกระดองแห้ง โดยวางแผนการทดลองแบบ Factorial experiment ประกอบด้วย 2 ตัวแปรคือ

1. ความเข้มข้นสารละลายมี 4 ระดับคือ 0 0.4 0.7 และ 1.0
2. เวลาแช่สารละลายคือ 8 และ 24 ชั่วโมง และวิเคราะห์ความแตกต่างของ ค่าเฉลี่ยระหว่างตัวอย่าง โดยการใ้การทดลองแบบ Duncan's New Multiple Range Test

3.7.3 การประเมินลักษณะสี กลิ่น รสชาติ สักขณะเนื้อสัมผัส และคุณภาพรวม ของปลาหมึกกระดองดูดน้ำคืน ที่ผ่านการแช่สารละลาย di-Sodium hydrogen phosphate, Sodium citrate ความเข้มข้นร้อยละ 0.7 และ 0 (เป็น Control) เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ก่อนทำแห้ง

ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 8-12 คน ทำ 2 ซ้ำ โดยให้ผู้ทดสอบสังเกต สี กลิ่น และชิมบอกรสชาติ สักขณะเนื้อสัมผัส คุณภาพรวม แล้วให้คะแนนตามลักษณะที่กำหนดให้ ตามแบบสอบถาม

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ ในการประเมินคุณภาพของปลาหมึกกระดองดูด น้ำคืนนี้ วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design

3.7.4 การดูดน้ำคืน (Rehydration) ของปลาหมึกกระดองแห้ง ทำแห้งด้วย ตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ แบบมีแผงรับรังสีแยก

การทดลองนำปลาหมึกกระดองสดที่ลอกหนังมา 3 กิโลกรัม แบ่งเป็น 2 ส่วน แช่ในสารละลาย di-Sodium hydrogen phosphate ความเข้มข้นร้อยละ 0.7 และ 0 (เป็น Control) เป็นเวลา 24 ชั่วโมง สภาวะที่เลือกนี้ได้จากผลการทดลองในข้อ 3.7.2 และ 3.7.3 แล้วนำไปทำแห้งด้วยตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ แบบมีแผงรับรังสีแยก โดยแขวน ปลาหมึกกระดองเอาส่วนหัวห้อยลงด้านล่าง และใช้ไม้เสียบขวางลำตัว ทำแห้งให้ได้ความชื้น

ลู่ตกายเป็นร้อยละ 18-22 แล้วนำมาดูดน้ำคืน 24 ชั่วโมง และแยกลำละลาย 0.2 N Sodium hydroxide อีก 1 ชั่วโมง ล้างด้วยน้ำ 5-6 ครั้งให้สะอาด

ในระหว่างการทดลองทำการตรวจสอบ ปริมาณความชื้นในขณะทำแห้งทุก 2 ชั่วโมง และทุก 1 ชั่วโมง ตรวจสอบดังนี้

1. วัดอุณหภูมิภายในตู้อบแห้ง
2. วัดอุณหภูมิเนื้อปลาหมึก
3. วัดค่าความชื้นหลังงานแล้งอาทิตย์
4. หาความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศร้อนที่ผ่านจากแผงดูดรังสี เข้าสู่ตู้อบแห้ง
5. หาความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศเย็นก่อนออกจากช่องระบายอากาศเย็น
6. ชั่งน้ำหนักปลาหมึกกระดองทุก 1 ชั่วโมง ใน 7 ชั่วโมงแรกของการดูดน้ำคืน และเมื่อครบ 24 ชั่วโมง

จากนั้นคำนวณหาประสิทธิภาพเชิงความร้อนของการทำแห้ง และนำปลาหมึกกระดองแห้งดูดน้ำคืนที่แช่และไม่แยกลำละลาย 0.2 N Sodium hydroxide ไปศึกษาลักษณะของเนื้อเยื่อโปรตีนด้วยเครื่อง Scanning Electron Microscope แบบ JEM-35 CF ที่ศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การเตรียมตัวอย่างทำตามวิธีของ Susan, B,J. และคณะ (38)

3.7.5 การศึกษาชนิดภาชนะบรรจุ และอายุการเก็บปลาหมึกกระดองดูดน้ำคืน

3.7.5.1 การศึกษาชนิดภาชนะบรรจุ

ภาชนะบรรจุที่ไปศึกษาเหมือนข้อ 3.4.3.1

การทดลองนำปลาหมึกกระดองแห้งดูดน้ำคืนที่ได้จากข้อ 3.7.4 บรรจุถุงพลาสติกทั้งสองชนิด ปริมาณบรรจุประมาณ 150 กรัมต่อ 1 ถุง แล้วปิดผนึกถุงด้วยความร้อน

3.7.5.1 การศึกษาอายุการเก็บ

การทดลองเก็บปลาหมึกกระดองแห้งดูดน้ำคืน ที่บรรจุแล้วตามข้อ 3.7.5.1 ไว้ที่อุณหภูมิ 3 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน

ตรวจล่อบคุณภาพเมื่อเริ่มเก็บและทุก 7 วัน โดยทำดังนี้

1. หาปริมาณความชื้น ตามวิธีของ A.O.A.C. : 24.003 (34)
2. หาค่าจำนวนจุลินทรีย์ที่มีชีวิตทั้งหมดโดยวิธี Total plate count A.O.A.C. : 46.015 (34)
3. ประเมินลักษณะสี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส คุณภาพรวม และการยอมรับ (37)

3.8 การประเมินลักษณะสี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส คุณภาพรวม และการยอมรับ ปลาหมึกกระดองแห้งทูตน้ำคั้น

ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 8-12 คน ทำ 2 ซ้ำ โดยให้ผู้ทดสอบสังเกต สี กลิ่น และ ชิมบอกรสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส คุณภาพรวมและการยอมรับ แล้วให้คะแนนตามลักษณะที่กำหนดให้ตามแบบล่อบถาม

3.9 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

การทดลองประเมินผลในคุณภาพของปลาหมึกกระดองแห้งทูตน้ำคั้นในระหว่างการเก็บ วางแผนการทดลองแบบ Factorial experiment มี 3 ตัวแปรคือ

1. ปลาหมึกกระดองทูตน้ำคั้น 2 ชนิด คือ แอล์สารละลาย di-Sodium hydrogen phosphate ความเข้มข้นร้อยละ 0.7 และ 0 (เป็น Control) เป็นเวลา 24 ชั่วโมง
2. ภาชนะบรรจุ มี 2 ระดับคือ ถังโพลีเอทธีลีนและโพลีโพรไพลีน
3. ระยะเวลาเก็บ มี 3 ระดับคือ เริ่มต้น 7 และ 14 วัน และการวิเคราะห์ ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างตัวอย่าง โดยการใ้การทดลองแบบ Duncan's New Multiple Range Test

3.10 การทำปลาหมึกกระดองแห้งปรุงรส

3.10.1 เครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วย ตู้อบแห้งลมร้อนแบบ Cabinet (Tray dryer) ตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ แบบมีแผงรับรังสีแยก ที่ล่อบขึ้นตามข้อ 3.3.1

เครื่องบด Moulinex chopper, type 320 เต้าไฟฟ้า Model PH-690 เครื่องบด
 ยืดแบบลูกกลิ้ง ไม้ค้ำแข็ง

3.10.2 การศึกษาหารูปแบบของปลาหมึกกระดองแห้งปรุงรส

รูปแบบของปลาหมึกกระดองแห้งปรุงรส ที่ศึกษามี 3 รูปแบบคือ

1. ปลาหมึกบดแผ่นปรุงรส
2. ปลาหมึกเป็นตัวบดปรุงรส
3. ปลาหมึกแผ่นปรุงรส

เครื่องปรุง ประกอบด้วย ซีอิ้วดำ น้ำ น้ำตาลทราย เกลือป่น
 พริกป่น และพริกไทยป่น

ทดลองทำปลาหมึกปรุงรสทั้ง 3 รูปแบบที่กล่าวมาข้างต้น ดังนี้

ปลาหมึกเป็นตัวบดปรุงรส นำปลาหมึกกระดองสดเฉพาะส่วนลำตัวลอกหนังแล้ว
 มา 2 กิโลกรัม แขน้ำปรุงรส ที่อุณหภูมิ 70-75 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที น้ำปรุงรส
 ประกอบด้วย ซีอิ้วดำ น้ำ น้ำตาลทราย เกลือป่น พริกป่น และพริกไทยป่น ดังนี้ 0.50
 20 20 1 0.20 และ 0.10 (กรัม/100 กรัมเนื้อปลาหมึก) ตามลำดับ แล้วทำแห้งด้วย
 ตู้อบแห้งสมรอันแบบ Cabinet อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ประมาณ 10 ชั่วโมง ชั่งด้วยเตา
 ไฟฟ้า 600 วัตต์ นาน 1 นาที บดให้บดด้วยเครื่องบดยืดแบบลูกกลิ้ง

ปลาหมึกบดแผ่นปรุงรส นำปลาหมึกกระดองสดเฉพาะส่วนลำตัวลอกหนังแล้ว
 มา 2 กิโลกรัม ซึ่งเก็บไว้ที่อุณหภูมิประมาณ 3 องศาเซลเซียส บดให้ละเอียดด้วยเครื่อง
 Moulinex chopper นาน 1 นาที ผลัมเครื่องปรุงรส ซึ่งประกอบด้วย ซีอิ้วดำ น้ำตาลทราย
 เกลือป่น พริกป่น และพริกไทยป่น ดังนี้ 0.50 20 1 0.2 และ 0.1(กรัม/100 กรัม
 เนื้อปลาหมึก) ตามลำดับ แล้วนำมารีดเป็นแผ่นบนพลาสติก (ความหนาของแผ่นเนื้อปลาหมึก
 ที่รีดเท่ากับ 13.33 กิโลกรัมต่อตารางเมตร) อบแห้งในตู้อบแห้งสมรอันแบบ Cabinet
 อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ทั้งแผ่นพลาสติก เป็นเวลาประมาณ 1 ชั่วโมง ลอกเอาแผ่น
 พลาสติกออกอบต่อไประยะ 1 $\frac{1}{2}$ ชั่วโมง ก่อนรับประทานนำมาชั่งบนเตาไฟฟ้า 600 วัตต์
 นาน 1 นาที

ปลาหมึกป่นปรุงรส นำปลาหมึกกระดองสดเฉพาะส่วนลำตัวลอกหนังมา 2 กิโลกรัม ซึ่งเก็บไว้ที่อุณหภูมิประมาณ 3 องศาเซลเซียส บดให้ละเอียดด้วยเครื่อง Moulinex chopper นาน 1 นาที ผสมเครื่องปรุงรส ซึ่งประกอบด้วย ซีอิ๊วดำ น้ำ น้ำตาลทราย เกลือป่น พริกป่น และพริกไทยป่น ดังนี้ 5.0 20 20 1 0.2 และ 0.1 (กรัม/ 100 กรัมเนื้อปลาหมึก) ตามลำดับ นำมาคั่วบนเตาไฟฟ้า 600 วัตต์ นาน 5 นาที แล้วบดให้ละเอียดอีกครั้ง ผึ่งอบแห้งด้วยตู้อบแห้งลมร้อนแบบ Cabinet ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ประมาณ 1 ชั่วโมง นำมาบดให้ละเอียดแล้วอบแห้งอีกประมาณ 1 ชั่วโมง ความชื้นสุดท้ายของปลาหมึกกระดองแห้งปรุงรสถัง 3 รูปแบบประมาณร้อยละ 20-21

3_10_3 การประเมินลักษณะ สี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และคุณภาพรวม
ของปลาหมึกกระดองแห้งทั้ง 3 รูปแบบ

ผู้ทดลองประเภทผู้บริโภคทั่วไปจำนวน 19 คน ท้า 2 ซ้ำ โดยให้ผู้ทดลอง สังเกตสี กลิ่น และชิมบอกรสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส คุณภาพรวม แล้วให้คะแนนตามลักษณะที่กำหนดไว้ตามแบบสอบถาม

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

การวิเคราะห์ผลทางสถิติของการประเมินผลในข้อ 3_10_3 วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างตัวอย่าง โดยการใช่การทดลองแบบ Duncan's New Multiple Range Test

3.10.4 การศึกษาความหนาและความชื้นที่เหมาะสมของปลาหมึกกระดองบดแผ่นปรุงรส

จากการทดลองข้อ 3_10_3 จะได้รูปแบบของปลาหมึกกระดองแห้งปรุงรส คือ ปลาหมึกกระดองบดแผ่นปรุงรส

ตัวแปรที่ศึกษาคือ

1. ความหนา มี 3 ระดับคือ 6_66 10_00 และ 13_33 กิโลกรัม

ต่อตารางเมตร

2. ความชื้น มี 3 ระดับคือ ร้อยละ 10-11 15-16 และ 20-21

นำปลาหมึกกระดองสดเฉพาะส่วนลำตัวลอกหนังมา 6 กิโลกรัม ซึ่งเก็บไว้ที่
อุณหภูมิ 3 องศาเซลเซียส บดให้ละเอียดด้วยเครื่อง Moulinex chopper นาน 1 นาที
นำมาผสมเครื่องปรุงรส ซึ่งประกอบด้วย ซีอิ้วดำ น้ำตาลทราย เกลือป่น พริกป่น และ
พริกไทยป่น ดังนี้ 0.50 20 1 0.20 และ 0.10 (กรัม/100 กรัมเนื้อปลาหมึก)
ตามลำดับ รีดเป็นแผ่นบนพลาสติกให้ความหนาของเนื้อปลาหมึกเป็น 6.66 10.00 และ
13.33 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ทำแห้งในตู้อบแห้งลมร้อนแบบ Cabinet อุณหภูมิ 50
องศาเซลเซียส ทั้งแผ่นพลาสติก อบแห้งประมาณ 1 ชั่วโมง ลอกแผ่นพลาสติกออก ฝังอบแห้ง
ต่อประมาณ $1-1\frac{1}{2}$ ชั่วโมง ให้ได้ความชื้นสุดท้ายเป็นร้อยละ 10-11 15-16 และ 20-21
ตามลำดับก่อนรับประทานนำไปปิ้งบนเตาไฟฟ้า 600 วัตต์ นาน 1 นาที

3.10.5 การประเมินลักษณะสี และลักษณะเนื้อสัมผัสของปลาหมึกกระดองบดแผ่น ปรุงรสที่ได้จากข้อ 3.10.4

ผู้ทดลองประเภทผู้บริโภคทั่วไป จำนวน 19 คน ทำ 2 ซ้ำ โดยให้ผู้ทดลอง
สังเกตสี และชิมบอกลักษณะเนื้อสัมผัส ของปลาหมึกกระดองบดแผ่นปรุงรส แล้วให้คะแนนตาม
ลักษณะที่กำหนดไว้ตามแบบสอบถาม

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ ของการประเมินสีและลักษณะเนื้อสัมผัส วางแผน
การทดลองแบบ Factorial experiment มี 2 ตัวแปร คือ ความหนา และความชื้น
และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างตัวอย่าง โดยการใช้การทดลองแบบ Duncan's
New Multiple Range Test

3.10.6 การศึกษาหาสูตรเครื่องปรุงรสที่เหมาะสมของปลาหมึกกระดองบดแผ่น ปรุงรส ที่ได้จากข้อ 3.10.5

ตัวแปรที่ศึกษาคือ สูตรเครื่องปรุงรส มี 3 สูตร ซึ่งจะมีสูตรเดิมที่ใช้
ในข้อ 3.10.2 และ 3.10.4 ด้วย

เครื่องปรุงรส (กรัม/100 กรัมเนื้อปลาหมึก)	สูตร 1	สูตร 2 (สูตรเดิม)	สูตร 3
ซีอิ้วดำ	0.50	0.50	0.50
น้ำตาลทราย	15.00	20.00	25.00
เกลือ	0.50	1.00	2.00
พริกป่น	0.10	0.20	0.30
พริกไทยป่น	0.10	0.10	0.10

นำปลาหมึกกระดองสดเฉพาะส่วนลำตัวลอกหนังมา 6 กิโลกรัม ซึ่งเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 3 องศาเซลเซียส บดให้ละเอียดด้วยเครื่อง Moulinex chopper นาน 1 นาที แบ่งเป็น 3 ส่วน แต่ละส่วนผสมเครื่องปรุงรสแต่ละสูตร ริดเป็นแผ่นบนพลาสติกให้ความหนา 10.00 กิโลกรัมต่อตารางเมตร (จากผลการทดลองข้อ 3.10.4) ทิ้งแห้งในตู้อบแห้งลมร้อนแบบ Cabinet อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ทั้งแผ่นพลาสติก อบแห้งประมาณ 1 ชั่วโมง ลอกเอาแผ่นพลาสติกออก อบแห้งต่อประมาณ 1 ชั่วโมง ให้ได้ความชื้นสุดท้ายเป็นร้อยละ 15-16 (จากผลการทดลองข้อ 3.10.4) ก่อนรับประทานนำไปปิ้งบนเตาไฟฟ้า 600 วัตต์ นาน 1 นาที

3.10.7 การประเมินสีลักษณะสี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และคุณภาพรวมของปลาหมึกกระดองบดแผ่นปรุงรสที่ได้จากข้อ 3.10.6

ผู้ทดลองประเภทผู้บริโภคทั่วไป จำนวน 19 คน ท้า 2 ซ้ำ โดยให้ผู้ทดลองสังเกต สี กลิ่น และชิมบอกรสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส คุณภาพรวม ของปลาหมึกกระดองแห้งปรุงรส แล้วให้คะแนนตามลักษณะที่กำหนดไว้ตามแบบสอบถาม

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ ของการประเมินผลในข้อ 3.10:7 วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างตัวอย่าง โดยการใช่การทดลองแบบ Duncan's New Multiple Range Test

3.10.8 การทำแห้งปลาหมึกกระดองบดแผ่นปรุงรส ด้วยตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ แบบมีแผงรับรังสีแยก และตู้อบแห้งลมร้อนแบบ Cabinet (Tray dryer)

จากการทดลองข้อ 3.10.2, 3.10.4 และ 3.10.6 จะได้ลักษณะของปลาหมึกกระดองแห้งปรุงรสที่เหมาะสมเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคคือ ปลาหมึกกระดองบดแผ่นปรุงรส ความหนาของแผ่นปลาหมึก 10.00 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ความชื้นร้อยละ 15-16 และสูตรเครื่องปรุงรส สูตรที่ 1

ทดลองทำแห้งปลาหมึกกระดองบดแผ่นปรุงรสเช่นเดียวกับข้อ 3.10.6 แต่อบแห้งด้วย ตู้อบแห้งลมร้อนแบบ Cabinet จุดอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ส่วนหนึ่งและอีกส่วนนำไปอบแห้งด้วยตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบมีแผงรับรังสีแยก อบอุ่นประมาณ 1 ชั่วโมง ลอกแผ่นพลาสติกออก แล้วอบแห้งต่อประมาณ 1 ชั่วโมง ให้ได้ความชื้นสุดท้ายร้อยละ 15-16

ในระหว่างทำแห้งทุก $\frac{1}{2}$ ชั่วโมง ตรวจสอบดังนี้

1. หาปริมาณความชื้นของปลาหมึกกระดองบดแผ่นปรุงรส
2. วัดอุณหภูมิภายในตู้อบแห้งลมร้อนแบบ Cabinet
3. หาความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศร้อนภายในตู้อบแห้งลมร้อนแบบ Cabinet
4. วัดค่าความเข้มพลังงานแสงอาทิตย์
5. วัดอุณหภูมิภายในตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ แบบมีแผงรับรังสีแยก
6. หาความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศร้อนที่ไหลผ่านแผงดูดรังสีเข้าสู่ตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ แบบมีแผงรับรังสีแยก
7. หาความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศเย็นก่อนออกจากช่องระบายอากาศเย็นของตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ แบบมีแผงรับรังสีแยก

3.10.9 การศึกษาชนิดภาชนะบรรจุและอายุการเก็บปลาหมึกกระดองบดแผ่นปรุงรสที่ได้จากข้อ 3.10.8

3.10.9.1 การศึกษาชนิดภาชนะบรรจุ

ภาชนะบรรจุที่ใช้ศึกษาเหมือน ข้อ 3.4.3.1 นำปลาหมึกกระดองบดแผ่นปรุงรสที่ได้จากข้อ 3.10.8 บรรจุในถุงพลาสติกโพลีเอทิลีนและโพลีโพรพิลีน ปริมาณบรรจุประมาณ 60 กรัมต่อ 1 ถุง ปิดผนึกถุงด้วยความร้อน

3.10.9.2 การศึกษาอายุการเก็บ

ทำการเก็บปลาหมึกกระดองบดแผ่นปรุงรสที่บรรจุตามข้อ

3.10.9.1 ไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลานาน 4 เดือน

ตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์เมื่อเริ่มเก็บและทุก ๆ 20 วัน โดย
ทำดังนี้

1. หาปริมาณความชื้น ตามวิธีของ A.O.A.C. : 24,003 (34)
2. หาจำนวนเชื้อรา ตามวิธีของ Sharf (36)
3. หาจำนวนจุลินทรีย์ที่เสียชีวิตทั้งหมดตามวิธี Total plate count A.O.A.C. : 46,015 (34)
4. ประเมินลักษณะ สี กลิ่น รสชาติ สักขณะเนื้อสัมผัส
คุณภาพรวม และการยอมรับ (32)

3.10.10 การประเมินลักษณะสี กลิ่น รสชาติ สักขณะเนื้อสัมผัส คุณภาพรวม
และการยอมรับ ปลาหมึกกระดองบดแผ่นปรุงรสในข้อ 3.10.9

ผู้ทดลองประเภทผู้บริโภคทั่วไป จำนวน 19 คน ทำ 2 ซ้ำ โดยให้
ผู้ทดลองสังเกต สี กลิ่น และชิมบอก รสชาติ สักขณะเนื้อสัมผัส คุณภาพรวม และการ
ยอมรับ แล้วให้คะแนนตามลักษณะที่กำหนดให้ตามแบบสอบถาม

3.10.11 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

การวิเคราะห์ผลทางสถิติของการทดลองประเมินคุณภาพในข้อ 3.10.10
วางแผนการทดลองแบบ Factorial experiment มี 3 ตัวแปรคือ

1. วิธีทำแห้ง มี 2 ระดับ คือ ตู้อบแห้งลมร้อนแบบ Cabinet และตู้อบแห้ง
พลังงานแสงอาทิตย์ แบบมีแผงรับรังสีแยก
2. ภาชนะบรรจุ มี 2 ระดับ คือ ถุงโพลีเอทิลีน และฟิล์มซีโรพรัไนด์

3. ระยะเวลาเก็บ ๗ 7 ระดับคือ เริ่มต้น 20 40 60 80
100 และ 120 วัน

และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างตัวอย่าง โดยการใ้การทดลองแบบ Duncan's
New Multiple Range Test



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย