ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ก

ตารางผลการทดลอง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ ก-1 ผลผลิตและสมบัติทางกายภาพของเจลาตินจากหนังปลาเผาะที่ผ่านการปรับสภาพด้วยสารละลายต่างๆ

สารละลายที่ใช้สกัดเจลาติน	รหัส	สารละลายที่ใช้ปรับสภาพหนังปลา	ผลผลิตเจลาติน (%)	ความแข็งแรงของเจล (g)	ความสว่าง (L*)	Chroma (C*)	Hue angle (h*, °)
น้ำ	ก	ไม่มี	$1.26^{e} \pm 0.04$	-	-	-	-
	ข	0.1 M NaOH	$8.11^{c} \pm 1.08$	$69.0^{d} \pm 6.08$	$25.88^{c} \pm 2.63$	5.14 ± 2.76	$354.5^{a} \pm 8.32$
	ค	0.8 M NaCl ตามด้วย 0.1 M NaOH	$7.74^{c} \pm 0.71$	$235.3^{c} \pm 3.21$	$27.82^{c} \pm 3.64$	6.51 ± 2.24	$30.8^{d} \pm 15.89$
	ง	0.8 M NaCl ร่วมกับ 0.1 M NaOH	$10.01^{b} \pm 1.65$	$252.3^{b} \pm 11.24$	$25.57^{c} \pm 0.15$	7.46 ± 0.21	$21.4^{d} \pm 0.90$
	จ	1% H_2O_2 ตามด้วย 0.1 M NaOH	$3.78^{d} \pm 0.34$	-	-	-	-
	ฉ	1% H_2O_2 ร่วมกับ 0.1 M NaOH	$18.48^{a} \pm 0.87$	$53.0^{e} \pm 5.29$	$38.53^{b} \pm 2.23$	5.31 ± 0.66	$50.1^{c} \pm 5.44$
กรดแอซีติก	ช	0.1 M NaOH	$17.61^{a} \pm 1.11$	$329.0^{a} \pm 13.08$	$43.58^{a} \pm 0.34$	6.56 ± 0.69	$75.0^{b} \pm 5.99$
0.05 M	ซ	0.8 M NaCl ร่วมกับ 0.1 M NaOH	$18.36^{a} \pm 0.94$	$319.7^{a} \pm 8.74$	$45.39^{a} \pm 0.19$	5.03 ± 0.49	$70.7^{b} \pm 5.05$

หมายเหตุ: แสดงข้อมูลในรูปค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการทดลอง 3 ซ้ำ

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวตั้ง ตัวอักษรที่แตกต่างกันแสดงว่าแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ ก-2 ความหนืดของสารละลายเจลาตินจากปลาเผาะและกระดูกสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมความเข้มข้น 2% ที่ pH ต่างๆ

pH	ความหนืดของสารละลายเจลาติน (cP)	
	หนังปลาเผาะ	กระดูกสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม
3	$5.19^{a} \pm 0.19$	$3.47^{b} \pm 0.26$
4	$4.13^{a} \pm 0.14$	$3.26^{b} \pm 0.30$
5	3.09 ± 0.15	2.95 ± 0.06
6	$3.26^{a} \pm 0.01$	$2.85^{b} \pm 0.05$
7	$3.47^{a} \pm 0.07$	$2.84^{b} \pm 0.25$
8	3.60 ± 0.23	3.33 ± 0.41
9	$4.12^{a} \pm 0.11$	$3.27^{b} \pm 0.08$
10	$3.85^{a} \pm 0.11$	$3.17^{b} \pm 0.42$

หมายเหตุ: แสดงข้อมูลในรูปค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการทดลอง 3 ซ้ำ
ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างทางสถิติ ($P<0.05$)

ตารางที่ ก-3 ปริมาตรของโฟมเจลาตินจากหนังปลาเผาะและกระดูกสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม

pH	ปริมาตรโฟม (ml)			
	หนังปลาเผาะ		กระดูกสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม	
	0 นาที	15 นาที	0 นาที	15 นาที
3	9.75 ± 1.06	7.75 ± 1.06	12.54 ± 0.65	6.50 ± 0.71
4	13.75 ± 0.35	11.25 ± 1.06	20.75 ± 1.06	8.50 ± 0.71
5	19.50 ± 0.71	16.00 ± 0.00	22.00 ± 1.41	15.00 ± 0.00
6	19.50 ± 0.71	15.75 ± 0.35	17.50 ± 0.71	13.50 ± 0.71
7	18.50 ± 0.71	13.75 ± 1.06	16.75 ± 2.47	13.50 ± 0.71
8	19.50 ± 0.71	13.75 ± 1.06	15.50 ± 2.12	10.75 ± 1.06
9	19.50 ± 1.41	13.50 ± 0.71	10.50 ± 2.12	6.75 ± 1.77
10	16.75 ± 0.35	5.50 ± 0.71	8.50 ± 2.12	5.25 ± 1.06

หมายเหตุ: แสดงข้อมูลในรูปค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ ก-4 ความสามารถในการเกิดโฟม และความคงตัวของโฟมเจลาตินจากหนังปลาเผาะและกระดูกสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม

pH	ความสามารถในการเกิดโฟม		ความคงตัวของโฟม	
	หนังปลาเผาะ	กระดูกสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม	หนังปลาเผาะ	กระดูกสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม
3	0.65 ± 0.07	0.84 ± 0.04	$0.79^{a} \pm 0.02$	$0.52^{b} \pm 0.08$
4	$0.92^{b} \pm 0.02$	$1.38^{a} \pm 0.07$	$0.82^{a} \pm 0.06$	$0.41^{b} \pm 0.01$
5	1.30 ± 0.05	1.47 ± 0.09	0.82 ± 0.03	0.68 ± 0.04
6	1.30 ± 0.05	1.17 ± 0.05	0.81 ± 0.05	0.77 ± 0.07
7	1.23 ± 0.05	1.12 ± 0.16	0.74 ± 0.09	0.81 ± 0.08
8	1.30 ± 0.05	1.03 ± 0.14	0.70 ± 0.03	0.70 ± 0.03
9	$1.30^{a} \pm 0.09$	$0.70^{b} \pm 0.14$	0.69 ± 0.01	0.64 ± 0.04
10	$1.12^{a} \pm 0.02$	$0.57^{b} \pm 0.14$	$0.33^{b} \pm 0.04$	$0.62^{a} \pm 0.03$

หมายเหตุ: แสดงข้อมูลในรูปค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างทางสถิติ ($P<0.05$)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ข

วิธีการวิเคราะห์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ข-1 การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น โดยใช้ตู้อบไฟฟ้า

อ้างอิง: AOAC (2000) และ มอก. 779-2548

<u>วิธีทดสอบ</u>

1) อบกระป๋องอบความชื้นพร้อมฝาที่ตู้อบลมร้อนแบบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 100±2°C นาน 30 นาที ทำให้เย็นในโถดูดความชื้นนาน 30 นาที ชั่งน้ำหนัก (W_1)

2) ชั่งตัวอย่างที่ทราบน้ำหนักแน่นอนประมาณ 1 g ใส่ในกระป๋องอบความชื้นที่อบและชั่งน้ำหนักเรียบร้อยแล้ว (W_2)

3) นำกระป๋องอบความชื้นพร้อมฝาไปอบในตู้อบลมร้อนแบบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 100±2°C นาน 6 ชั่วโมง โดยเปิดฝาออก

4) นำกระป๋องอบความชื้นออกจากตู้อบลมร้อนแบบไฟฟ้า และทำให้เย็นในโถดูดความชื้นนาน 30 นาที ชั่งน้ำหนักที่แน่นอน

5) นำไปอบต่ออีก 1 ชั่วโมงจนได้น้ำหนักที่คงที่ (ผลต่างของการชั่งสองครั้งติดกันไม่เกิน 2 mg) (W_3)

<u>วิธีคำนวณ</u>

$$\text{ปริมาณความชื้น (\%)} = \frac{(W_2-W_3) \times 100}{W_2-W_1}$$

เมื่อ W_1 = น้ำหนักของกระป๋องอบความชื้น (g)

W_2 = น้ำหนักของกระป๋องอบความชื้นและตัวอย่างก่อนอบ (g)

W_3 = น้ำหนักของกระป๋องอบความชื้นและตัวอย่างหลังอบ (g)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ข-2 การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน โดยวิธีโรส-กอตต์เลียบ (Rose-Gottlieb)

อ้างอิง: AOAC (2000)

สารเคมี

1) ไดเอทิล อีเทอร์ (Diethyl ether) ปราศจากเปอร์ออกไซด์
2) ปิโตรเลียม อีเทอร์ (Petroleum ether) จุดเดือด 30-60°C
3) แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ (Ammonium hydroxide) ความเข้มข้น 25-30% ใส ไม่มีสี
4) เอทิลแอลกอฮอล์ (Ethyl alcohol) ความเข้มข้น 95%
5) สารละลายผสมไดเอทิลอีเทอร์และปิโตรเลียมอีเทอร์ อัตราส่วน 1:1

วิธีทดสอบ

1) ชั่งตัวอย่างด้วยน้ำหนักที่แน่นอน (0.5-1.0 g) (W_1) ถ่ายตัวอย่างลงในกรวยแยก
2) เติมน้ำ 10 ml เขย่าให้ตัวอย่างละลาย
3) เติมสารละลายแอมโมเนีย 1.25 ml
4) เติมเอทิลแอลกอฮอล์ 10 ml เขย่าเบาๆ
5) เติมไดเอทิลอีเทอร์ 25 ml ปิดจุกให้แน่น สกัดโดยเขย่าแรงๆ 1 นาที เปิดจุกอย่างระมัดระวังโดยการค่อยๆ เปิด
6) เติมปิโตรเลียมอีเทอร์ 25 ml ปิดจุกให้แน่น สกัดโดยเขย่าแรงๆ 1 นาที เปิดจุกอย่างระมัดระวัง ล้างจุกด้วยสารละลายผสมจำนวนเล็กน้อย
7) ตั้งทิ้งไว้ให้สารละลายแยกชั้น ถ่ายสารละลายส่วนใสชั้นบนใส่ในบีกเกอร์ขนาด 250 ml ที่ผ่านการอบและชั่งน้ำหนักที่แน่นอน (W_2)
8) เติมไดเอทิลอีเทอร์อีก 1 ml แล้วสกัดเหมือนข้อ 5 ถึง 7 แต่เปลี่ยนปริมาณไดเอทิลอีเทอร์และปิโตรเลียมอีเทอร์เป็นอย่างละ 15 ml
9) นำบีกเกอร์ไปอังที่เครื่องอังน้ำที่อยู่ในตู้ควัน จนปริมาณไดเอทิลอีเทอร์และปิโตรเลียมอีเทอร์ระเหยออกจนหมด จึงนำไปอบต่อในตู้ลมร้อนไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 100±2°C นาน 2 ชม. จากนั้นทำให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนัก (W_3)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

<u>วิธีคำนวณ</u>

$$\text{ปริมาณไขมัน (\%)} = \frac{(W_3-W_2) \times 100}{W_1}$$

เมื่อ W_1 = น้ำหนักตัวอย่าง (g)

W_2 = น้ำหนักบีกเกอร์ (g)

W_3 = น้ำหนักบีกเกอร์ที่มีไขมัน (g)

ข-3 การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนโดยวิธี Dumas combustion

อ้างอิง: AOAC (2000), Muyonga et al. (2004)

<u>วิธีทดสอบ</u>

1) ชั่งตัวอย่างด้วยน้ำหนักที่แน่นอนประมาณ 0.3 g ใส่ในฟอยล์สำหรับวิเคราะห์
2) วิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนด้วยเครื่อง Dumas combustion
3) คำนวณปริมาณโปรตีนโดยคูณ %ไนโตรเจน ด้วย 5.4

ข-4 การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า

อ้างอิง: AOAC (2000) และ มอก. 779-2548

<u>วิธีทดสอบ</u>

1) เผาถ้วยกระเบื้องเคลือบในเตาเผาไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 525 ถึง 550°C (เท่ากับอุณหภูมิที่ใช้เผาตัวอย่าง) นาน 30 นาที ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนัก (W_1) และใส่ตัวอย่างทันทีในถ้วยกระเบื้องเคลือบ ชั่งน้ำหนักที่แน่นอนประมาณ 1 g (W_2)
2) นำไปเผาบนเตาไฟฟ้า โดยเพิ่มความร้อยทีละน้อยจนไหม้เกรียม ให้หมดควัน
3) นำไปเผาต่อในเตาเผาไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 525 ถึง 550°C จนได้เถ้าสีขาว (ใช้เวลา 2-3 ชม.)
4) ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักไว้
5) ทำซ้ำตามข้อ 3 และ 4 โดยใช้เวลาเผา 1 ชม. จนได้น้ำหนักคงที่ (ผลต่างของการชั่งสองครั้งติดกันไม่เกิน 2 mg) ชั่งน้ำหนักที่ได้ (W_3)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

วิธีคำนวณ

$$\text{ปริมาณเถ้า (\%)} = \frac{(W_3-W_1) \times 100}{W_2-W_1}$$

เมื่อ W_1 = น้ำหนักถ้วยกระเบื้องเคลือบ (g)

W_2 = น้ำหนักถ้วยกระเบื้องเคลือบและตัวอย่าง (g)

W_3 = น้ำหนักถ้วยกระเบื้องเคลือบและเถ้า (g)

ข-5 การวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรตโดยการคำนวณ

อ้างอิง: Sullivan and Carpenter (1993)

วิธีวิเคราะห์

นำผลวิเคราะห์ความชื้น โปรตีน ไขมัน และเถ้าในตัวอย่างมาคำนวณหาปริมาณคาร์โบไฮเดรต ตามสมการ

% คาร์โบไฮเดรต = 100 – (%ความชื้น + %ไขมัน + %โปรตีน + %เถ้า)

ข-6 การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนโดยวิธี Biuret

อ้างอิง: Weaver and Daniel (2003)

สารเคมี

1) Biuret reagent มีวิธีเตรียมดังนี้

1.1) ใส่สารละลาย 0.2 M Sodium hydroxide 400 ml ในขวดปรับปริมาตรขนาด 1 ลิตร

1.2) เติม Sodium potassium tartrate (มวลโมเลกุล 282.22) 9 g

1.3) เติม Copper sulfate x 5 H_2O (มวลโมเลกุล 249.68) 3 g

1.4) ปรับปริมาตรให้ถึงขีด (หากเกิดตะกอนดำห้ามใช้)

4) สารมาตรฐาน bovine serum albumin (BSA) ความเข้มข้นที่แน่นอนประมาณ 15 mg/ml

5) น้ำกลั่น

วิธีการทดสอบ

1) เตรียมหลอดทดลอง 7 หลอด เติมสารละลายมาตรฐานและตัวอย่างดังตารางที่ ก-1 สารละลายตัวอย่างควรเจือจางให้มีความเข้มข้นของโปรตีนไม่เกินค่าสูงสุดของสารละลายมาตรฐาน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

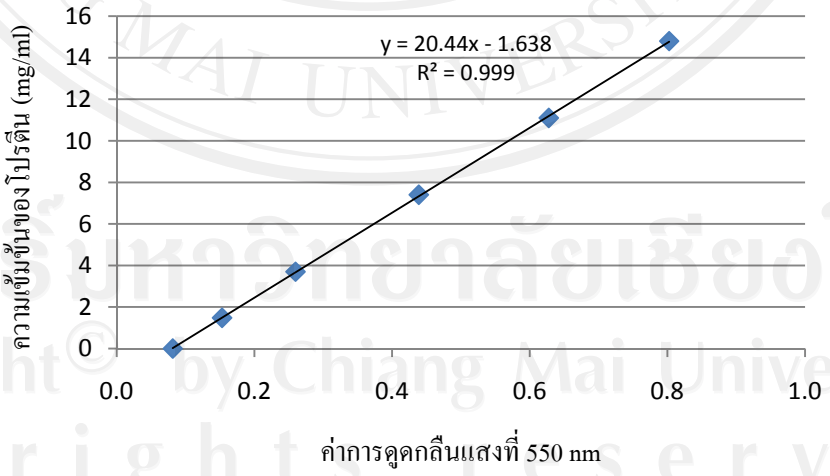
ตารางที่ ข-1 การเตรียมสารละลายมาตรฐานและตัวอย่างในการทดสอบ Biuret

หลอดที่	น้ำกลั่น (µL)	15 mg/ml BSA (µL)	ความเข้มข้นของ BSA (mg/ml)
1	400	0	0.0
2	360	40	1.5
3	300	100	3.8
4	200	200	7.5
5	100	300	11.3
6	0	400	15.0
7	0	0	-

2) เติม Biuret reagent 1.6 ml ลงในหลอดทดลองแต่ละหลอด ผสมให้เข้ากันด้วย vortex mixer

3) ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 20 นาที จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนที่ 550 nm (การวัดค่าการดูดกลืนแสงควรทำภายใน 10 นาทีหลังจากบ่มเสร็จ)

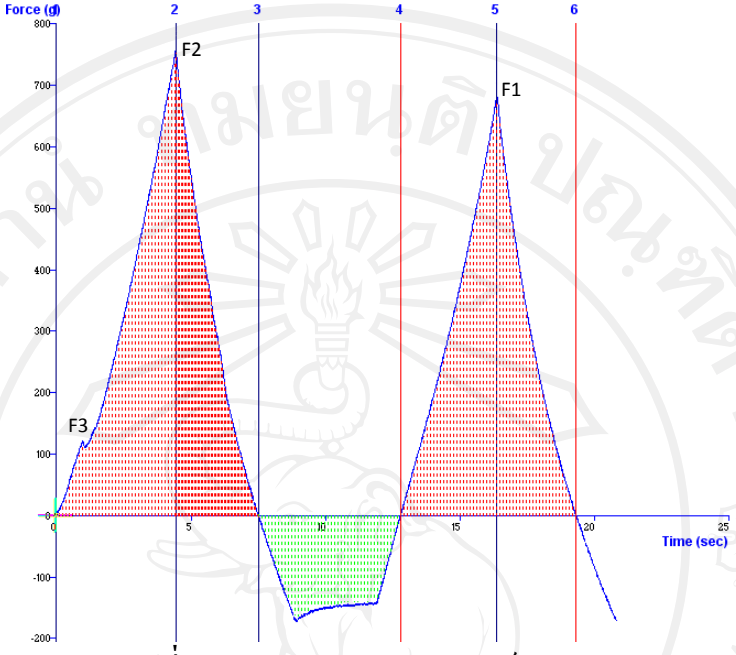
4) คำนวณปริมาณโปรตีนในตัวอย่างเทียบกับกราฟมาตรฐาน



รูปที่ ข-1 กราฟมาตรฐานของการหาโปรตีนโดยวิธี Biuret

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ข-7 การวิเคราะห์ผล Texture profile analysis (TPA)



รูปที่ ข-2 รูปประกอบการวิเคราะห์ผล TPA

Fracturability = แรง ณ จุด F3

Hardness = แรง ณ จุด F2

Adhesiveness = พื้นที่ใต้กราฟช่วง 3-4

$$\text{Cohesiveness} = \frac{\text{พื้นที่ใต้กราฟช่วง 4-6}}{\text{พื้นที่ใต้กราฟช่วง 1-3}}$$

Gumminess = Hardness × Cohesiveness

$$\text{Springiness} = \frac{\text{ระยะเวลาช่วง 4-5}}{\text{ระยะเวลาช่วง 1-2}}$$

Chewiness = Gumminess × Springiness

$$\text{Resilience} = \frac{\text{พื้นที่ใต้กราฟช่วง 2-3}}{\text{พื้นที่ใต้กราฟช่วง 1-2}}$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ค

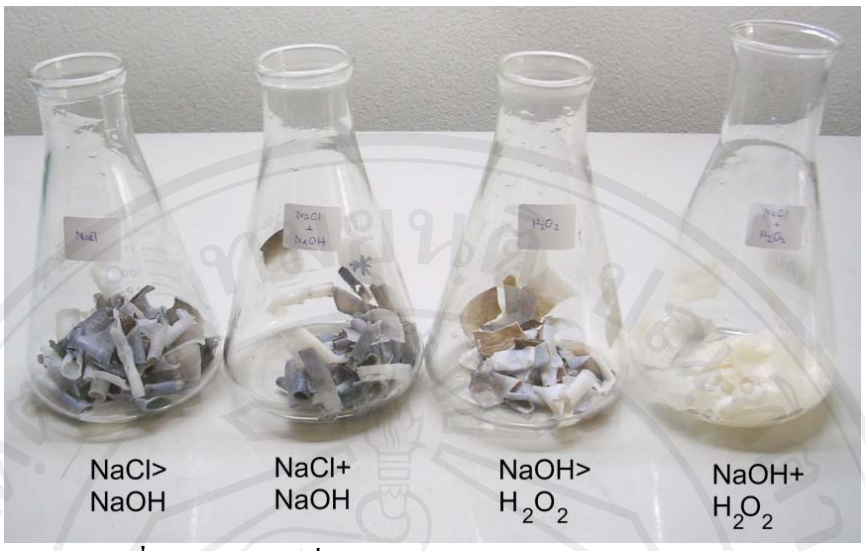
รูปภาพ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูปที่ ค-1 หนังปลาเผาซึ่งเป็นวัตถุดิบในการสกัดเจลาติน

รูปที่ ค-2 การปรับสภาพหนังปลาด้วยสารละลายต่างๆ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ ค-3 หนังปลาที่ผ่านการปรับสภาพด้วยสารละลายต่างๆ

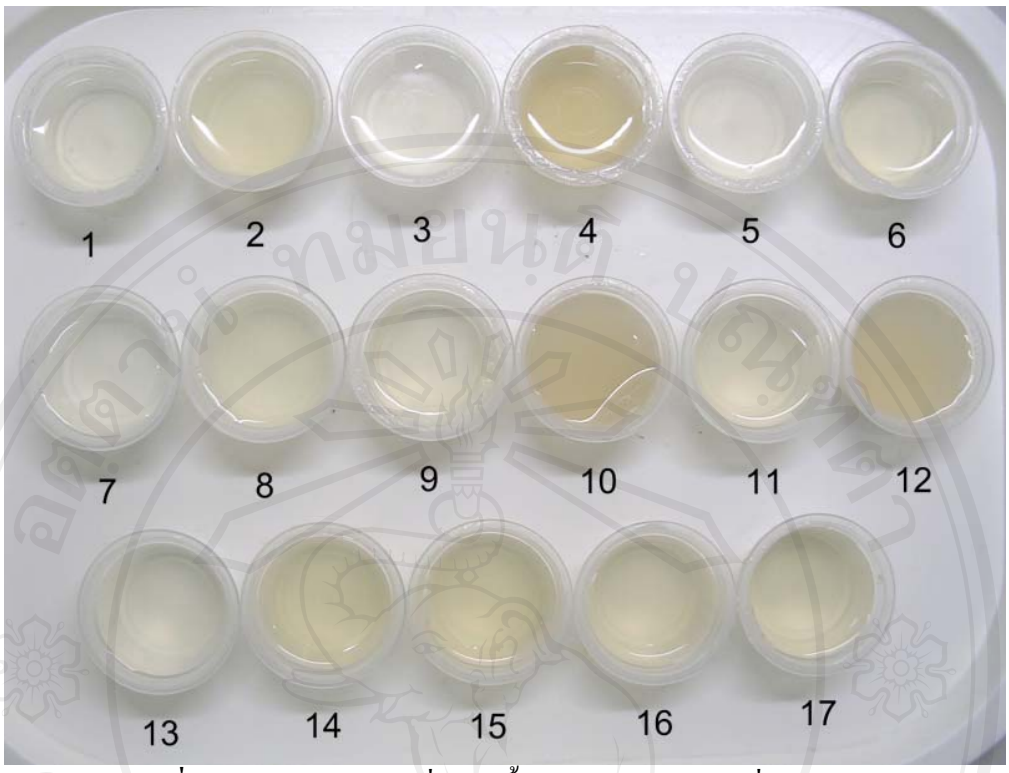
รูปที่ ค-4 การสกัดเจลาติน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูปที่ ค-5 การอบแห้งเจลาติน

รูปที่ ค-6 เจลาตินแผ่น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

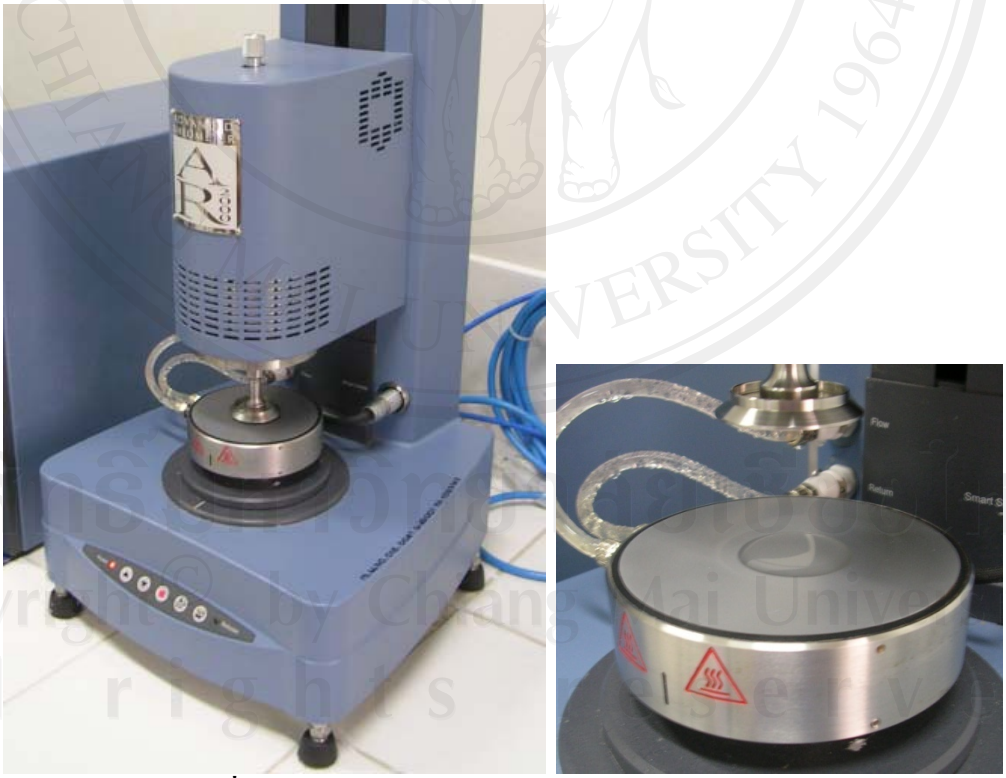


รูปที่ ค-7 เจลของเจลาตินที่ได้ในขั้นตอนการหาสภาวะที่เหมาะสม

รูปที่ ค-8 เจลของเจลาตินที่ใช้ในการทดสอบทางประสาทสัมผัส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูปที่ ค-9 การทดสอบ Texture Profile Analysis



รูปที่ ค-10 การทดสอบสมบัติวิสโคอิลาสติกของเจลาติน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ง

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส ตัวอย่างวุ้นเจลาตินจากปลา

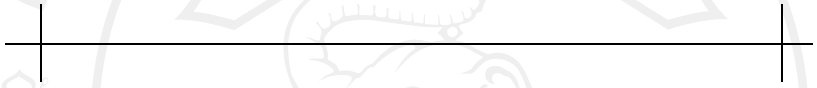
ผู้ทดสอบ.....วันที่.....

กรุณาทำเครื่องหมาย I ลงบนเส้น ณ ตำแหน่งที่คิดว่าเป็นลักษณะของตัวอย่างนั้น แล้วเขียนรหัสตัวอย่างกำกับเหนือเครื่องหมาย I

รหัสตัวอย่าง: 147, 259, 368

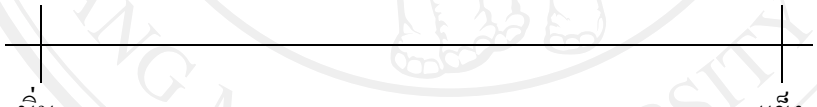
1. สี

2. ความขุ่นใส



3. กลิ่น

4. เนื้อสัมผัส



5. ความชอบโดยรวม

ข้อเสนอแนะ.....

.....

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นายตระกูล พรหมจักร
วัน เดือน ปี เกิด	22 มีนาคม 2526
ประวัติการศึกษา	ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ปีการศึกษา 2547 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนมงฟอร์ตวิทยาลัย จังหวัดเชียงใหม่ ปีการศึกษา 2543

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved