ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ก

ผลมะนอดสดและมะนอดอบแห้ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูป ก-1 ต้นมะนอด

รูป ก-2 ผลมะนอดสด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูป ก-3 ขนาดผลมะนอดสด

รูป ก-4 การแช่อิ่มมะนอด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูป ก-5 มะนอดแช่อิ่มก่อนนำไปอบแห้ง

รูป ก-6 มะนอดแช่อิ่มอบแห้ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูป ก-7 เครื่องอบแห้งแบบถาด

รูป ก- 8 มะนอดแช่อิ่มอบแห้งบรรจุในถุง Aluminium foil สภาวะสุญญากาศ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูป ก- 9 มะนอดแช่อิ่มอบแห้งบรรจุในถุง Aluminium foil บรรยากาศปกติ

รูป ก- 10 มะนอดแช่อิ่มอบแห้งบรรจุในถุง Nylon/LLDPE สภาวะสุญญากาศ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูป ก- 11 มะนอดแช่อิ่มอบแห้งบรรจุในถุง Nylon/LLDPE บรรยากาศปกติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ข

ตารางผลการทดลอง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ข-1 ค่ากิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสที่เหลือ (%) ระหว่างการเก็บรักษามะนอดแช่อิ่มอบแห้งที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 90 วัน

เวลาการเก็บรักษา (วัน)	สิ่งทดลอง							
	บรรยากาศปกติ				สุญญากาศ			
	แบบใส		แบบขุ่น		แบบใส		แบบขุ่น	
	(Units/g)	(% ที่เหลือ)	(Units/g)	(% ที่เหลือ)	(Units/g)	(% ที่เหลือ)	(Units/g)	(% ที่เหลือ)
0	3.61^{a}±0.17	12.79^{a}±0.17	3.51^{a}±0.09	12.44^{a}±0.09	3.34^{a}±0.07	11.84^{a}±0.07	3.79^{a}±0.13	13.43^{a}±0.13
15	2.97^{b}±0.43	10.52^{b}±0.43	2.71^{b}±0.09	9.60^{b}±0.09	2.34^{c}±0.31	8.29^{c}±0.31	2.76^{bc}±0.16	9.78^{bc}±0.16
30	2.10^{c}±0.24	7.44^{c}±0.24	1.63^{d}±0.20	5.78^{d}±0.20	1.55^{e}±0.14	5.49^{e}±0.14	2.57^{c}±0.20	9.11^{c}±0.20
45	3.04^{b}±0.19	10.77^{b}±0.19	2.51^{b}±0.14	8.89^{b}±0.14	2.87^{b}±0.05	10.17^{b}±0.05	2.98^{b}±0.22	10.56^{b}±0.22
60	2.38^{c}±0.26	8.43^{c}±0.26	1.96^{c}±0.12	6.95^{c}±0.12	2.28^{c}±0.18	8.08^{c}±0.18	2.18^{d}±0.12	7.73^{d}±0.12
75	1.65^{d}±0.21	5.85^{d}±0.21	1.74^{cd}±0.19	6.17^{cd}±0.19	1.88^{d}±0.03	6.66^{d}±0.03	1.72^{e}±0.12	6.09^{e}±0.12
90	0.79^{e}±0.17	2.80^{e}±0.17	0.93^{e}±0.15	3.30^{e}±0.15	1.05^{f}±0.14	3.72^{f}±0.14	0.66^{f}±0.12	2.34^{f}±0.12

หมายเหตุ: - ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแต่ละสดมภ์ แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)

- ค่าที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ข-2 ค่ากิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสที่เหลือ (%) ระหว่างการเก็บรักษามะนอดแช่อิ่มอบแห้งที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 90 วัน

เวลาการเก็บรักษา (วัน)	สิ่งทดลอง							
	บรรยากาศปกติ				สุญญากาศ			
	แบบใส		แบบขุ่น		แบบใส		แบบขุ่น	
	(Units/g)	(% ที่เหลือ)	(Units/g)	(% ที่เหลือ)	(Units/g)	(% ที่เหลือ)	(Units/g)	(% ที่เหลือ)
0	$3.76^{a}\pm0.15$	$12.48^{a}\pm0.15$	$3.53^{a}\pm0.09$	$11.71^{a}\pm0.09$	$3.82^{a}\pm0.13$	$12.67^{a}\pm0.13$	$4.03^{a}\pm0.08$	$13.37^{a}\pm0.08$
15	$3.52^{ab}\pm0.30$	$11.68^{ab}\pm0.30$	$2.57^{c}\pm0.17$	$8.53^{c}\pm0.17$	$3.06^{b}\pm0.11$	$10.15^{b}\pm0.11$	$3.05^{b}\pm0.45$	$10.12^{b}\pm0.45$
30	$2.61^{c}\pm0.11$	$8.66^{c}\pm0.11$	$1.72^{e}\pm0.12$	$5.71^{e}\pm0.12$	$1.82^{e}\pm0.09$	$6.04^{e}\pm0.09$	$2.71^{bc}\pm0.24$	$8.9^{bc}\pm0.24$
45	$3.39^{b}\pm0.26$	$11.25^{b}\pm0.26$	$3.08^{b}\pm0.09$	$10.22^{b}\pm0.09$	$2.77^{c}\pm0.15$	$9.19^{c}\pm0.15$	$3.18^{b}\pm0.16$	$10.55^{b}\pm0.16$
60	$2.82^{c}\pm0.03$	$9.36^{c}\pm0.03$	$2.47^{c}\pm0.18$	$8.20^{c}\pm0.18$	$2.19^{d}\pm0.13$	$7.27^{d}\pm0.13$	$2.36^{c}\pm0.19$	$7.83^{c}\pm0.19$
75	$1.87^{d}\pm0.12$	$6.20^{d}\pm0.12$	$2.07^{d}\pm0.08$	$6.87^{d}\pm0.08$	$1.88^{e}\pm0.07$	$6.24^{e}\pm0.07$	$1.87^{d}\pm0.38$	$6.20^{d}\pm0.38$
90	$1.01^{e}\pm0.15$	$3.35^{e}\pm0.15$	$1.25^{f}\pm0.15$	$4.15^{f}\pm0.15$	$1.34^{f}\pm0.21$	$4.45^{f}\pm0.21$	$0.77^{e}\pm0.16$	$2.55^{e}\pm0.16$

หมายเหตุ: - ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแต่ละสดมภ์ แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p\leq0.05$)

- ค่าที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ข-3 ค่าสี L ระหว่างการเก็บรักษามะนอดแช่อิ่มอบแห้งที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 90 วัน

เวลาการเก็บรักษา (วัน)	สิ่งทดลอง			
	บรรยากาศปกติ		สุญญากาศ	
	แบบใส	แบบขุ่น	แบบใส	แบบขุ่น
0	30.52^{a}±0.33	34.18^{a}±2.15	30.84^{a}±1.63	30.28±0.60
15	30.37^{a}±1.11	31.81^{b}±0.40	30.78^{a}±0.17	30.27±3.58
30	30.10^{b}±2.81	31.40^{b}±0.48	29.79^{ab}±1.81	30.03±0.42
45	28.53^{c}±1.08	30.98^{b}±0.74	29.33^{ab}±0.68	29.43±1.22
60	28.36^{cd}±1.59	30.07^{bc}±1.60	29.20^{ab}±0.19	29.33±1.00
75	28.32^{d}±0.67	28.43^{c}±1.83	28.73^{ab}±2.33	29.32±1.85
90	26.99^{e}±1.57	28.24^{c}±0.65	26.56^{b}±2.05	29.03±1.04

หมายเหตุ: - ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแต่ละสดมภ์ แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)

- ค่าที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ข-4 ค่าสี a* ระหว่างการเก็บรักษามะนอดแช่อิ่มอบแห้งที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 90 วัน

เวลาการเก็บรักษา (วัน)	สิ่งทดลอง			
	บรรยากาศปกติ		สุญญากาศ	
	แบบใส	แบบขุ่น	แบบใส	แบบขุ่น
0	14.51^{a}±1.55	18.61^{a}±6.09	16.26^{a}±1.22	16.84±2.11
15	13.13^{ab}±1.91	15.21^{ab}±3.09	16.04^{a}±1.29	16.46±3.81
30	13.03^{ab}±0.73	14.70^{ab}±1.60	15.30^{a}±0.21	15.70±2.15
45	12.86^{ab}±1.04	13.82^{ab}±1.02	15.20^{a}±2.91	15.31±3.28
60	12.80^{ab}±1.11	13.65^{ab}±1.51	14.63^{a}±0.88	14.94±1.62
75	11.75^{b}±1.59	13.54^{b}±0.79	14.59^{a}±1.22	14.51±3.62
90	11.39^{b}±0.93	13.41^{b}±0.88	11.21^{b}±0.17	14.48±1.60

หมายเหตุ: - ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแต่ละสดมภ์ แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)

- ค่าที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ข-5 ค่าสี b* ระหว่างการเก็บรักษามะนอดแช่อิ่มอบแห้งที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 90 วัน

เวลาการเก็บรักษา (วัน)	สิ่งทดลอง			
	บรรยากาศปกติ		สุญญากาศ	
	แบบใส	แบบขุ่น	แบบใส	แบบขุ่น
0	5.67^{a}±1.90	5.38±1.21	4.96^{a}±1.72	6.53±1.59
15	3.28^{b}±0.51	4.94±1.95	4.45^{ab}±1.53	5.37±0.35
30	2.59^{b}±0.84	4.45±1.32	4.37^{ab}±1.86	5.28±1.26
45	2.41^{b}±0.05	3.67±1.42	3.60^{ab}±0.87	4.59±1.48
60	2.29^{b}±1.41	2.43±0.67	2.03^{b}±0.58	3.89±0.98
75	2.04^{b}±0.68	2.38±0.47	1.93^{b}±0.57	2.76±1.42
90	1.75^{b}±0.44	1.76±0.06	1.74^{b}±0.24	2.23±0.64

หมายเหตุ: - ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแต่ละสดมภ์ แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)

- ค่าที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ข-6 ค่าความเป็นกรด-ด่าง ระหว่างการเก็บรักษามะนอดแช่อิ่มอบแห้งที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 90 วัน

เวลาการเก็บรักษา (วัน)	สิ่งทดลอง			
	บรรยากาศปกติ		สุญญากาศ	
	แบบใส	แบบขุ่น	แบบใส	แบบขุ่น
0	3.78±0.07	3.78±0.05	3.78±0.10	3.77±0.03
15	3.77±0.06	3.77±0.06	3.77±0.00	3.75±0.06
30	3.76±0.04	3.75±0.09	3.74±0.09	3.75±0.05
45	3.75±0.09	3.73±0.04	3.73±0.05	3.74±0.07
60	3.75±0.06	3.72±0.09	3.72±0.04	3.72±0.04
75	3.70±0.07	3.72±0.07	3.72±0.05	3.71±0.04
90	3.68±0.09	3.71±0.09	3.71±0.11	3.67±0.07

หมายเหตุ: - ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแต่ละสดมภ์ แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)

- ค่าที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

1. การวัดค่าสี ระบบ CIE (L, a*, b*)

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้

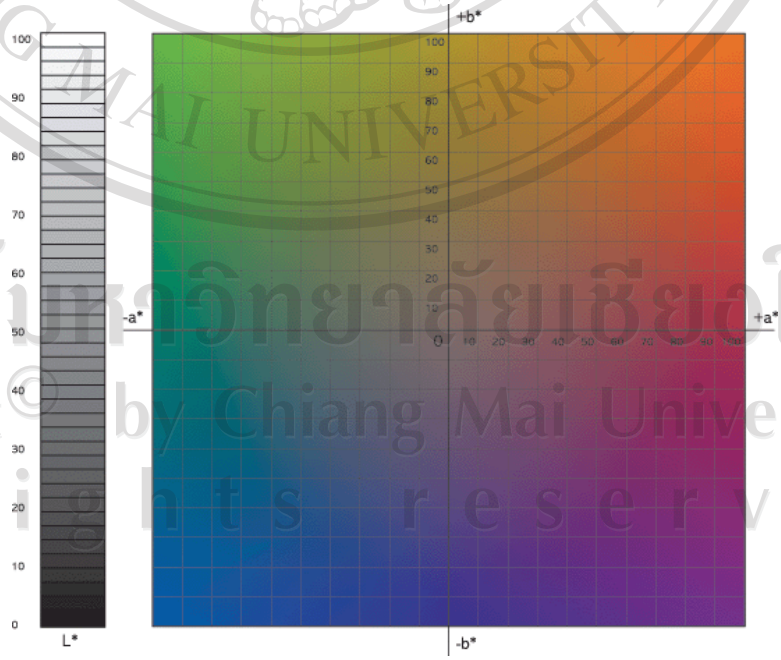
- เครื่องวัดสี (Minolta, Chroma Meter CR-300, Japan)

วิธีการวิเคราะห์

การวัดค่าสีตัวอย่างด้วยเครื่อง Minolta Chroma Meter ในระบบ CIE ซึ่งแสดงค่าสีเป็น L, a* และ b* โดยค่าสี L เป็นค่าความสว่าง (Lightness) ค่าสี a* เป็นค่าสีแดงและสีเขียว (Redness/Greenness) และค่าสี b* เป็นค่าสีเหลืองและสีน้ำเงิน (Yellowness/Blueness)

ค่าสี L	หมายถึง ค่าความสว่าง	มีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 100
ค่าสี a*	หมายถึง ค่าสีแดงและสีเขียว	เมื่อ a* มีค่าบวก เป็นสีแดง
		เมื่อ a* มีค่าลบ เป็นสีเขียว
ค่าสี b*	หมายถึง ค่าสีเหลืองและสีน้ำเงิน	เมื่อ b* มีค่าบวก เป็นสีเหลือง
		เมื่อ b* มีค่าลบ เป็นสีน้ำเงิน

การวัดค่าสีผลิตภัณฑ์ต้องทำการปรับมาตรฐานเครื่อง (Calibration) ก่อนการวัดทุกครั้ง โดยใช้แผ่นมาตรฐานสีขาว (White blank; L=97, a*=-0.18, b=1.84)



รูป ค-1 ค่าสี L, a* และb*

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2. การวัดลักษณะเนื้อสัมผัส

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้

- เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture analyzer,TA.XT plus, England)

2.1 วิธีการวัดค่าความแน่นเนื้อ (Firmness)

การวัดค่าความแน่นเนื้อ (Firmness) ของผลมะนอดอบแห้ง ด้วยเครื่อง Texture analyzer ใช้หัววัดรูปทรงกระบอก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 มิลลิเมตร (P/2) น้ำหนัก Load cell 5 กิโลกรัม โดยตั้งอัตราเร็ว 1.5 มิลลิเมตร/วินาที ระยะทางการเจาะเท่ากับ 5 มิลลิเมตร วัดค่าออกมาเป็น Peak load (นิวตัน) นำผลมะนอดอบแห้งแต่ละผลมาทำการวัดตัวอย่างละ 10 ซ้ำแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

2.2 วิธีการวัดค่าแรงเฉือน (Shear force)

การวัดลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหารโดยวัดค่าแรงเฉือน หรือ Shear force (นิวตัน) ด้วยเครื่อง Texture analyzer ใช้อุปกรณ์ชุดวัดต้านแรงเฉือน (Cutting and shearing) มีดรูปฟันตัด (HDP/BSW) น้ำหนัก Load cell 50 กิโลกรัม โดยตั้งอัตราเร็ว 2 มิลลิเมตร/วินาที ระยะทางการกดเฉือนเท่ากับ 50 มิลลิเมตร วัดค่าออกมาเป็น Peak load (นิวตัน) นำผลมะนอดอบแห้งแต่ละผลมาทำการวัดตัวอย่างละ 10 ซ้ำแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ง

การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมี

1. การวัดปริมาณความชื้น (AOAC, 2000)

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้

- ตู้อบลมร้อน (Hot air oven, Memmert; Model ULM-400, USA)
- ตู้อบสุญญากาศ (Vacuum oven, Binder : VD 53, Germany)
- กระป๋องอบความชื้น (Moisture can)
- โถดูดความชื้น (desiccater)

วิธีการวิเคราะห์

1. อบกระป๋องอบความชื้นพร้อมฝาในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที ทำให้เย็นในโถดูดความชื้นนาน 30 นาที ชั่งน้ำหนัก (W_1)

2. ชั่งตัวอย่างประมาณ 5 กรัม ใส่ในกระป๋องอบความชื้นที่อบและชั่งน้ำหนักเรียบร้อยแล้ว (W_2)

3. นำกระป๋องอบความชื้นที่ชั่งตัวอย่างเรียบร้อยแล้ว เปิดฝาและนำไปอบในตู้อบแบบสุญญากาศ ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 6 ชั่งโมง

4. นำกระป๋องอบความชื้นออกมาจากตู้อบแบบสุญญากาศแล้วปิดฝาทันที ทำให้เย็นในโถดูดความชื้นนาน 30 นาที จนได้น้ำหนักแน่นอน

5. นำไปอบต่ออีก 1 ชั่วโมง จนได้น้ำหนักคงที่ (W_3) คำนวณหาปริมาณความชื้นจากสูตร

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

เมื่อ

W_1 = น้ำหนักกระป๋องอบความชื้น (กรัม)

W_2 = น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)

W_3 = น้ำหนักกระป๋องดูดความชื้นและตัวอย่างหลังอบ (กรัม)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2. การวัดค่า Water activity (a_w)

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้

- ตลับพลาสติก (a_w box)
- เครื่องวิเคราะห์ค่ากัมมันตภาพน้ำ (Water activity Meter; AquaLab: CX 3TE, USA)

วิธีการวิเคราะห์

1. เปิดเครื่อง a_w meter (Aqualab Serire 3) วอร์มเครื่อง 30 นาที
2. เติมตัวอย่างที่บดละเอียดไม่เกินตริ่งหนึ่งของภาชนะบรรจุ
3. ทำความสะอาดขอบริมและด้านนอกของภาชนะบรรจุให้สะอาด
4. ตัวอย่างที่เตรียมต้องมีอุณหภูมิไม่สูงเกิน 4 องศาเซลเซียส เมื่อเทียบกับอุณหภูมิของ Chamber
5. ใส่ภาชนะบรรจุตัวอย่างลงในลิ้นชักใส่ตัวอย่าง ปิดลิ้นชัก
6. หมุนปุ่มของลิ้นชักจากตำแหน่ง OPEN/LOAD ไปยังตำแหน่ง READ
7. เมื่อเครื่องเริ่มทำงานการวัดค่า a_wจะมีสัญญาณเตือนหนึ่งครั้ง
8. เครื่องจะแสดงผลค่า a_w ที่อ่านได้ครั้งแรก เมื่อเวลาผ่านไป 40 วินาที
9. เมื่อเครื่องทำการวัดค่า a_w เสร็จเรียบร้อยจะมีสัญญาณเตือน
10. หน้าเจอ LCD ของเครื่องจะแสดงค่า a_w ที่อ่านได้ค่าสุดท้าย พร้อมอุณหภูมิของตัวอย่าง

3. การวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยใช้ pH-meter

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้

- เครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (Sartorius series PB10)

วิธีการวิเคราะห์

ชั่งตัวอย่างที่บดละเอียด 10 กรัมผสมกับน้ำกลั่นปรับปริมาตรให้เป็น 50 มิลลิลิตร นำไปวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง โดยเครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH-meter) โดยใช้อิเลคโทรดจุ่มลงในตัวอย่าง แช่ทิ้งไว้ประมาณ 2 นาที อ่านค่าที่ได้และบันทึกผล

วิธีปรับค่ามาตรฐาน

ปรับค่ามาตรฐานด้วยสารละลายมาตรฐานที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 7.00 และ 4.00 ตามลำดับก่อนทำการวิเคราะห์ตัวอย่าง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4. การวิเคราะห์น้ำตาลรีดิวซ์และน้ำตาลทั้งหมด (Reducing and total sugar) (James, 1995)

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้

- เครื่องวัดค่าดูดกลืนแสง (PerkinElmer series Lambda 35, UK)

การเตรียมสารเคมี

- น้ำตาลกลูโคส ความเข้มข้น 10 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร เตรียมโดยชั่งกลูโคส 1 กรัม ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 100 มิลลิลิตร

- กรดซัลฟูริค ความเข้มข้น 1.5 โมลาร์ เตรียมโดยปิเปตกรดซัลฟูริค 20 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 250 มิลลิลิตร

- สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 10 % เตรียมโดยชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์ 25 กรัม ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 250 มิลลิลิตร

- DNS reagent เตรียมโดยละลาย DNS 10 กรัม ในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 2 โมลาร์ ปริมาตร 200 มิลลิลิตร จากนั้นละลายโซเดียมโพแตสเซียสทาร์เทต 300 กรัม ในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร นำสารละลายที่ได้ผสมเข้าด้วยกัน แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั้นให้ได้ 1 ลิตร เก็บในขวดสีชา

การเตรียมสารละลายกลูโคสมาตรฐาน

1. เตรียมสารละลายกลูโคสมาตรฐาน ความเข้มข้น 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, และ 1.0 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร

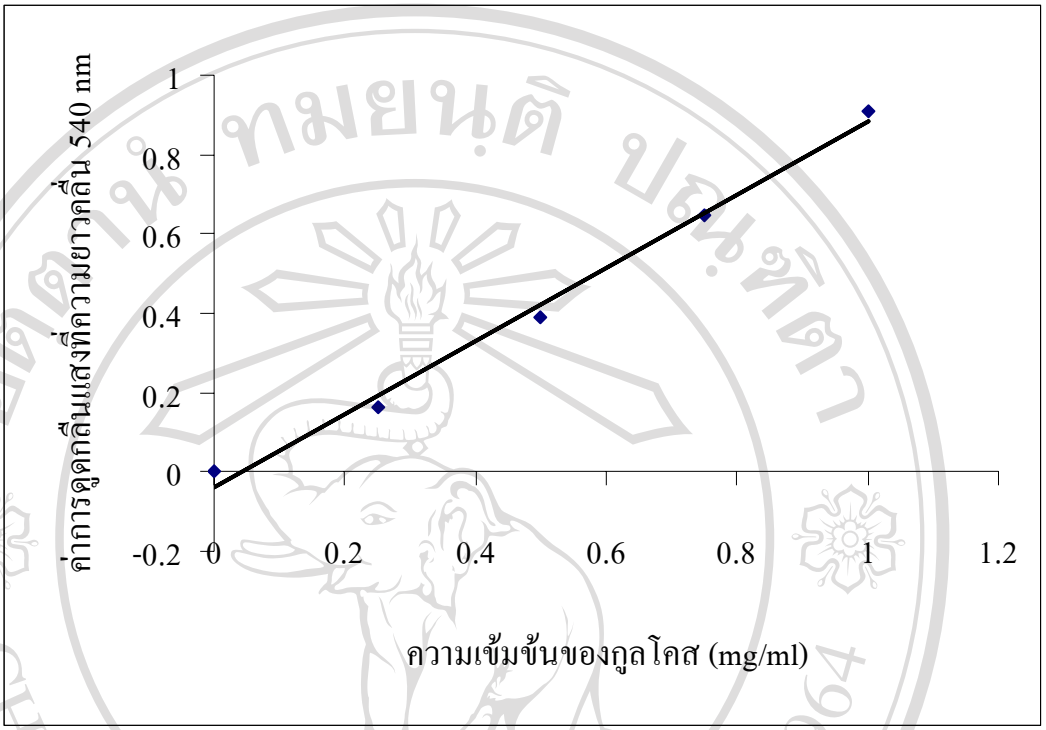
2. ปิเปตสารละลาย 1 มิลลิลิตร เติม DNS reagent 1 มิลลิลิตร และน้ำกลั่น 2 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน

3. นำไปต้มใน water bath 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที แล้วจุ่มลงในน้ำเย็นทันที

4. นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กราฟสารละลายกลูโคสมาตรฐาน



สมการสารละลายกลูโคสมาตรฐาน : $Y = 0.9203 - 0.0378$, $R^2 = 0.9925$

คำนวณปริมาณน้ำตาลจากสูตร

$$\%ปริมาณน้ำตาล(เทียบน้ำตาลกลูโคส) = \frac{C \times 250}{W}$$

เมื่อ W = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

C = ความเข้มข้น (ในมิลลิกรัม ของกลูโคส ต่อ 20 มิลลิลิตร)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

วิธีวิเคราะห์น้ำตาลรีดิวส์

1. ชั่งตัวอย่าง 5 กรัม ใส่ในขวดรูปชมพู่ เติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร แล้วนำไปต้มใน water bath 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที

2. กรองด้วยกระดาษกรอง ล้างส่วนที่เหลือบนกระดาษกรอง ปรับปริมาตรให้ได้ 100 มิลลิลิตร

3. ปิเปตสารละลาย 1 มิลลิลิตร เติม DNS reagent 1 มิลลิลิตร และน้ำกลั่น 2 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน

4. นำไปต้มใน water bath 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที แล้วจุ่มลงในน้ำเย็นทันที

5. นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร หาปริมาณน้ำตาลทั้งหมดโดยเปรียบเทียบกับเส้นกราฟมาตรฐาน

วิธีวิเคราะห์น้ำตาลทั้งหมด

1. ชั่งตัวอย่าง 2.5 กรัม เติมกรดซัลฟูริก ความเข้มข้น 1.5 โมลาร์ จำนวน 10 มิลลิลิตร นำไปต้มใน water bath 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที แล้วจุ่มลงในน้ำเย็นทันที

2. เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 10 % จำนวน 10 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน กรองด้วยกระดาษกรอง ล้างส่วนที่เหลือบนกระดาษกรอง ปรับปริมาตรให้ได้ 100 มิลลิลิตร

3. ปิเปตสารละลาย 1 มิลลิลิตร เติม DNS reagent 1 มิลลิลิตร และน้ำกลั่น 2 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน

4. นำไปต้มใน water bath 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที แล้วจุ่มลงในน้ำเย็นทันที

5. นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร หาปริมาณน้ำตาลทั้งหมดโดยเปรียบเทียบกับเส้นกราฟมาตรฐาน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

5. การหาปริมาณกรดแอสคอร์บิค

การเตรียมสารเคมี

- สารละลายกรดออกซาลิค ความเข้มข้นร้อยละ 0.4 เตรียมโดยชั่งกรดออกซาลิค 0.4 กรัม ละลายในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 100 มิลลิลิตร

- สารละลายอินโดฟีนอลมาตรฐาน เตรียมโดยชั่ง 2,6 dichlorophenolindophenol 0.05 กรัม ละลายในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 100 มิลลิลิตร

วิธีการวิเคราะห์

1. ปิเปตตัวอย่าง 50 มิลลิลิตร ใส่ในขวดปรับปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร เติมสารละลายกรดออกซาลิกความเข้มข้นร้อยละ 0.4 ปริมาตร 25 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น ผสมให้เข้ากัน

2. ปิเปตตัวอย่างที่เจือจาง 10 มิลลิลิตร ใส่ในขวดรูปชมพู่ ไตเตรดด้วยสารละลายอินโดฟีนอลจนกระทั่งได้สีชมพูอ่อน ซึ่งสีคงตัวนานกว่า 15 วินาที จดปริมาตรสารละลายอินโดฟีนอลที่ใช้ คำนวณวิตามินซี ในรูปมิลลิกรัมต่อ 100 มิลลิลิตร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

6. การวัดกิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสและกิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดส (Flurkey and Jen, 1978)

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้

- เครื่องวัดค่าดูดกลืนแสง (PerkinElmer series Lambda 35, UK)
- เครื่องเหวี่ยงหนีศูนย์กลางแบบควบคุมอุณหภูมิ (Hettich zentrifugen series Rotina 46 R, Germany)

การเตรียมสารเคมีเพื่อใช้สกัดเอนไซม์

- โซเดียมฟอสเฟตบัฟเฟอร์ ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ pH 6.2 เตรียม โดยชั่ง ไดโซเดียมไฮโดรเจนฟอสเฟส กรัม โซเดียมไดไฮโดรเจน 0.05 กรัม และโพแตสเซียสคลอไรด์ กรัม ละลายในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 100 มิลลิลิตร ปรับ pH ให้ได้ 6.2

การเตรียมสารเคมีเพื่อใช้วัดวัดกิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส

- โซเดียมฟอสเฟตบัฟเฟอร์ ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ pH 6.0 เตรียมโดยชั่ง ไดโซเดียมไฮโดรเจนฟอสเฟส กรัม และโซเดียมไดไฮโดรเจน 0.05 กรัม ละลายในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 100 มิลลิลิตร ปรับ pH ให้ได้ 6.0

- catechol ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์ เตรียมโดยชั่ง catechol 2.2022 กรัม ปรับปริมาตรด้วยโซเดียมฟอสเฟตบัฟเฟอร์ ความเข้มข้น 0.1โมลาร์ ให้ครบ 1,000 มิลลิลิตร

การเตรียมสารเคมีเพื่อใช้วัดวัดกิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดส

- สารละลายโซเดียมแอซิเตตบัฟเฟอร์ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ เตรียมโดยชั่งโซเดียมแอซิเตตแอนไฮดรัส 0.8377 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่น ปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร

- กรดแอซิติกความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ เตรียมโดยปิเปตต์กรดแอซิติก 0.57 มิลลิลิตร ลายด้วยน้ำกลั่นปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร

- guaiacol ความเข้มข้น 0.5 % และ สารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ความเข้มข้น 1% เตรียมโดยปิเปตต์สารละลาย guaiacol 0.5 มิลลิลิตร และปิเปตต์สารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 0.33ปรับปริมาตรด้วยโซเดียมฟอสเฟตบัฟเฟอร์ ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ ให้ครบ 100 มิลลิลิตร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

6.1 การสกัดสารละลายเอนไซม์เพื่อวัดกิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสและเอนไซม์เปอร์ออกซิเดส

1. นำเนื้อมะนอด 10 กรัม ในโกร่งที่แช่เย็น เติมสารละลายสำหรับสกัด คือ สารละลายโซเดียมฟอสเฟตบัฟเฟอร์ความเข้มข้น 0.05 โมลาร์ pH 6.2 ที่มีสารละลายโพแทสเซียสคลอไรด์ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ จำนวน 40 มิลลิลิตร บดเนื้อมะนอดให้เข้ากับสารละลาย

2. นำไปเหวี่ยงด้วยเครื่องเหวี่ยงหนีศูนย์กลางด้วยความเร็ว 3,000xg ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที

3. แยกเอาของเหลวใสซึ่งเป็นสารละลายเอนไซม์ที่สกัดได้ ไปใช้วัดกิจกรรมของเอนไซม์

6.2 การวัดกิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส

1. ปิเปตต์สารละลายเอนไซม์ที่สกัดได้ 0.05 มิลลิลิตร เติมสารละลายสับสเตรต คือ โซเดียมฟอสเฟตบัฟเฟอร์ ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ pH 6.0 (ซึ่งประกอบด้วย catechol ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์ ปริมาตร 0.25 มิลลิลิตร) ปริมาตร 2.15 มิลลิลิตร

2. นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร อ่านค่าทุก 30 วินาที เป็นเวลา 5 นาที

3. นำค่าที่วัดได้ไปเขียนกราฟระหว่างระยะเวลากับค่าการดูดกลืนแสง วิเคราะห์กิจกรรมของเอนไซม์ที่มีอยู่ในตัวอย่างในช่วงของเส้นกราฟที่มีความชันเป็นเส้นตรง โดยกำหนดให้กิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส 1 หน่วย เท่ากับปริมาณเอนไซม์ที่ทำให้ค่าการดูดกลืนแสงที่ 420 นาโนเมตร เพิ่มขึ้น 0.001 หน่วย ในเวลา 1 นาที

6.3 การวัดกิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดส

1. ปิเปตต์สารละลายเอนไซม์ที่สกัดได้ 0.05 มิลลิลิตร เติมสารละลายสับสเตรต คือ โซเดียมฟอสเฟตบัฟเฟอร์ ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ pH 6.0 (ซึ่งประกอบด้วย guaiacol ความเข้มข้น 0.5 % และ สารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ความเข้มข้น 1%)

2. นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 470 นาโนเมตร อ่านค่าทุก 30 วินาที เป็นเวลา 5 นาที

3. นำค่าที่วัดได้ไปเขียนกราฟระหว่างระยะเวลากับค่าการดูดกลืนแสง วิเคราะห์กิจกรรมของเอนไซม์ที่มีอยู่ในตัวอย่างในช่วงของเส้นกราฟที่มีความชันเป็นเส้นตรง โดยกำหนดให้กิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดส 1 หน่วย เท่ากับปริมาณเอนไซม์ที่ทำให้ค่าการดูดกลืนแสงที่ 470 นาโนเมตร เพิ่มขึ้น 0.001 หน่วย ในเวลา 1 นาที

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก จ

การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์

1. การวิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count) (AOAC, 1998)

วิธีการวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่างอาหารแข็ง 25 กรัม ใส่ในถุง stomacher เติมสารละลาย 0.1 % peptone water จำนวน 225 นำเข้าเครื่องตีป่น (Stomacher) นาน 1-2 นาที

2. เจือจางอาหารในสารละลาย 0.1% peptone water หลอดละ 9 มิลลิลิตร จนได้ระดับความเจือจางที่เหมาะสม

3. ใช้ปิเปตต์ขนาด 1 มิลลิลิตร ดูดสารละลายอาหารที่ระดับความเจือจางที่เหมาะสมจำนวน 3 ระดับความเข้มข้นที่ติดกัน จำนวน 1 มิลลิลิตร ใส่ในจานเพาะเชื้อ โดยทำแบบ Duplicate

4. เติมอาหารเลี้ยงเชื้อ PCA อุณหภูมิ 44-46 องศาเซลเซียส ประมาณ 12-15 มิลลิลิตรใส่ในจานเพาะเชื้อ โดยหมุนในทิศตามเข็มนาฬิกาและทวนเข็มนาฬิกา

5. ปล่อยอาหารให้วุ้นแข็งตัว คว่ำจานเพาะเชื้อ บ่มในตู้อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 48±3 ชั่วโมง

6. นับจำนวนโคโลนีจากจานที่มีจำนวนโคโลนีอยู่ระหว่าง 25-250 โคโลนี จำนวน CFU/g (ml) ของอาหารจากสูตรนี้

$$\text{CFU/g หรือ ml} = \frac{\sum C}{(v1n1 + 0.1n2)\ d}$$

เมื่อ v1 = ปริมาตรของสารละลายที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงเชื้อ

$\sum C$ = ผลรวมของโคโลนีทีนับได้ทั้งหมดจากจานเพาะเชื้อที่นับได้ในช่วง 25-250 โคโลนี

n1 = จำนวนจานเพาะเชื้อที่นับได้ในช่วง 25-250 โคโลนี ในระดับความเข้มข้นแรก

n2 = จำนานจานเพาะเชื้อที่นับได้ในช่วง 25-250 โคโลนี ในระดับความเข้มข้นที่ 2

d = ระดับความเข้มข้นแรกที่สามารถนับเชื้อได้ในช่วง 25-250 โคโลนี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2. การตรวจหายีสต์และรา (Yeast and Mold) (AOAC, 1998)

วิธีการวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่างอาหารแข็ง 25 กรัม ใส่ในถุง stomacher เติมสารละลาย 0.1 % peptone water จำนวน 225 นำเข้าเครื่องตีปั่น (Stomacher) นาน 1-2 นาที
2. เจือจางอาหารในสารละลาย 0.1 % peptone water หลอดละ 9 มิลลิลิตร จนได้ระดับความเจือจางที่เหมาะสม
3. ใช้ปิเปตต์ขนาด 1 มิลลิลิตร ดูดสารละลายอาหารที่ระดับความเจือจางที่เหมาะสม จำนวน 3 ระดับความเข้มข้นที่ติดกัน จำนวน 1 มิลลิลิตร ใส่ในจานเพาะเชื้อ โดยทำแบบ Duplicate
4. เทอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ที่ปรับ pH เป็น 3.5 ด้วยกรดทาร์ทาริค เข้มข้น 10 % อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส ปริมาร 20-25 มิลลิลิตรโดยผสมให้เข้ากันโดยหมุนในทิศตามเข็มนาฬิกาและทวนเข็มนาฬิกา
5. ปล่อยอาหารให้วุ้นแข็งตัว คว่ำจานเพาะเชื้อ บ่มในตู้อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส นาน 48±3 ชั่วโมง
6. นับจำนวนโคโลนีจากจานที่มีจำนวนโคโลนีอยู่ระหว่าง 25-250 โคโลนี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ฉ

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตัวอย่างแบบทดสอบ

ผลิตภัณฑ์มะเดื่ออบแห้ง

ชื่อผู้ทดสอบ ..... **วันที่** .....

คำชี้แจง กรุณาทดสอบตัวอย่างผลิตภัณฑ์ต่อไปนี้ ในแต่ละคุณลักษณะ แล้วให้คะแนนที่ตรงกับความรู้สึกของท่าน โดยให้คะแนนความชอบตั้งแต่ 1-9 ดังนี้

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

รหัส	_____	_____	_____	_____	_____	_____
ลักษณะปรากฏ	_____	_____	_____	_____	_____	_____
สี	_____	_____	_____	_____	_____	_____
กลิ่น	_____	_____	_____	_____	_____	_____
รสชาติ	_____	_____	_____	_____	_____	_____
ลักษณะเนื้อสัมผัส	_____	_____	_____	_____	_____	_____
ความแน่นเนื้อ	_____	_____	_____	_____	_____	_____
ความชอบโดยรวม	_____	_____	_____	_____	_____	_____

ข้อเสนอแนะ .....

.....

.....

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ขอขอบคุณที่กรุณาให้ความร่วมมือ

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาวสิรินทัศน์ เลี่ยมแหลม
วัน เดือน ปี เกิด	21 ธันวาคม 2525
ภูมิลำเนา	46/2 ซ. 2 ถ. พระเจ้าทันใจ ต.เวียงเหนือ อ.เมือง จ.ลำปาง
ประวัติการศึกษา	สำเร็จการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบุญวาทย์วิทยาลัย ลำปาง ปีการศึกษา 2543 สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต กรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2547

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved