



ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาคผนวก ก

การวิเคราะห์สมบัติทางเคมี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การวิเคราะห์สมบัติทางเคมี

ภาคผนวก ก-1 การวิเคราะห์ปริมาณของแข็งทั้งหมดและปริมาณความชื้นทั้งหมด (AOAC, 2000)

วิธีวิเคราะห์

1. อบกระป๋องหาความชื้นพร้อมฝา ที่ตู้อบไฟฟ้าอุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง จากนั้นทำให้เย็นในโถความชื้น นาน 30 นาที ชั่งน้ำหนัก
2. ชั่งน้ำหนักตัวอย่างที่ทราบน้ำหนักแน่นอน (1-2 กรัม) ใส่ลงในกระป๋องหาความชื้นที่ทราบน้ำหนักแน่นอน และชั่งน้ำหนัก
3. นำกระป๋องหาความชื้นพร้อมฝาโดยเปิดฝาออกไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 6 ชั่วโมง นำออกจากตู้อบใส่ไว้ในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักที่แน่นอน
4. อบซ้ำจนได้ผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งทั้งสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1-2 มิลลิกรัม

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณความชื้น} = \frac{(\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ} - \text{น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ})}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}} \times 100$$

$$\text{ปริมาณของแข็งทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก)} = 100 - \text{ปริมาณความชื้นทั้งหมด}$$

ภาคผนวก ก-2 การวิเคราะห์หาค่าวอเตอร์แอกทิวิตี (a_w)

วิธีวิเคราะห์

การเตรียมตัวอย่าง

1. ใส่ตัวอย่างในตลับวัด a_w ประมาณ 1 ใน 3 ของตลับหรือไม่เกินครึ่งหนึ่งของตลับ เคลี่ยตัวอย่างให้กลอบคลุมทั่วตลับเพื่อประสิทธิภาพในการวัด
2. ตรวจสอบให้แน่ชัดว่าที่ขอบริม 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 ใสลงในเครื่องวัด water activity meter ห้ามใส่ตัวอย่างหกหล่น เมื่อเครื่องเริ่มวัดจะมีสัญญาณเตือน 1 ครั้ง
3. เมื่อเครื่องวัดเสร็จจะมีสัญญาณเตือนให้อ่านค่า a_w ที่หน้าจอ
4. ทำการวิเคราะห์ซ้ำ 3 ครั้ง



ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ

ภาคผนวก ข-1 การวัดสีระบบ CIE L* a* b*

เป็นการวัดค่าสีของตัวอย่างด้วยเครื่องวัดสี โดยวัดค่าสีในระบบ CIE โดยค่า

L* คือ ความสว่างของสี (lightness) โดยมีค่าจาก 0 คือสีดำ ถึง 100 คือสีขาว

a* คือ ค่าที่บ่งบอกความเป็นสีเขียวและสีแดงที่อยู่ในตัวอย่าง (redness/greeness) โดยค่า a+ แสดงถึงความเป็นสีแดง และค่า a- แสดงถึงความเป็นสีเขียว

b* คือ ค่าที่บ่งบอกความเป็นสีเหลืองและสีน้ำเงินที่อยู่ในตัวอย่าง (yellowness/blueness) โดยค่า b+ แสดงถึงความเป็นสีเหลือง และค่า b- แสดงถึงความเป็นสีน้ำเงิน

โดยก่อนการวัดสีทุกครั้งต้องทำการปรับมาตรฐานเครื่อง (calibration) โดยการวางหัววัด ทาบบนผิวหน้าของแผ่นสีขาวมาตรฐาน กดปุ่ม measure เครื่องวัดสีจะบันทึกค่าสีขาวของแผ่นสีขาวมาตรฐานไว้

การเตรียมตัวอย่าง

สำหรับการวัดสีแอปเปิล โดยนำตัวอย่าง 1 ชิ้นวางในคิวเบต พยายามวางแอปเปิลไม่ให้มีช่องว่างของรูรับแสง

วิธีวิเคราะห์

1. ปรับมาตรฐานเครื่องวัดสีโดยใช้แผ่นสีขาวมาตรฐาน
2. วัดค่าสีของตัวอย่าง วัดซ้ำ 3 ครั้ง
3. บันทึกผล

ภาคผนวก ข-1 การวัดลักษณะเนื้อสัมผัส**อุปกรณ์**

Texture Analyzer TA.XT.plus

วิธีการวัด

ใช้ mode compression วัดค่า Hardness (แรงสูงสุดที่กดลงครั้งแรก) ใช้น้ำหนัก load cell เท่ากับ 3 กิโลกรัม และใช้หัวรูปทรงกระบอกเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร (P/6) โดยกดลงไป 80 เปอร์เซ็นต์ของความสูงตัวอย่าง และใช้อัตราเร็วในการเคลื่อนที่สูงสุด 10 มิลลิเมตรต่อวินาที อ่านค่าเป็นนิวตัน

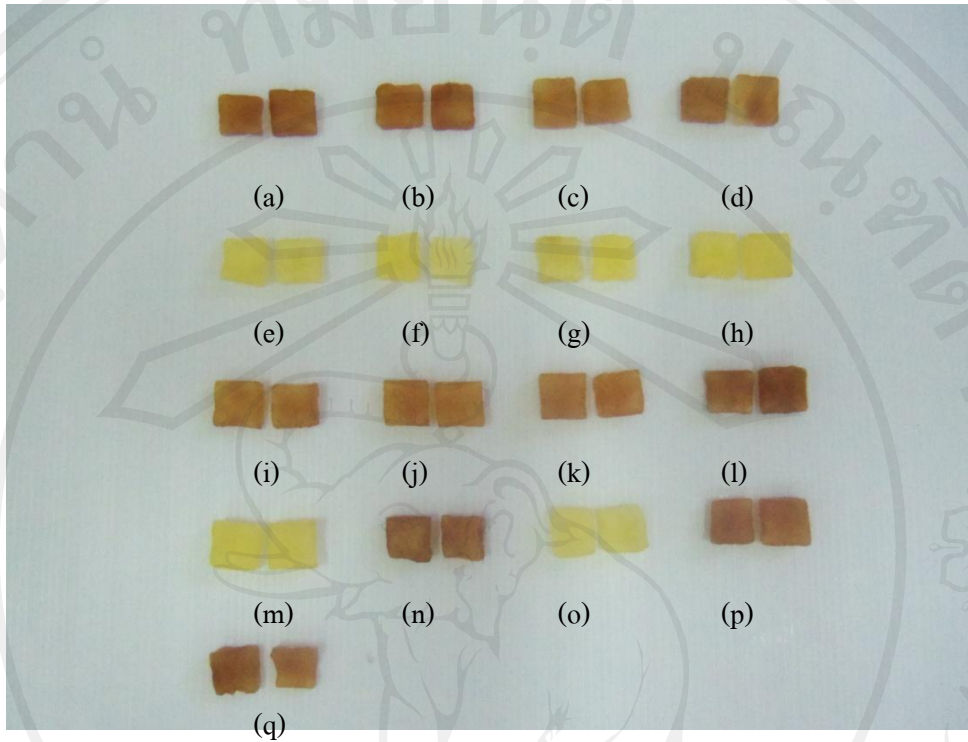


ภาคผนวก ค

รูปภาพ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

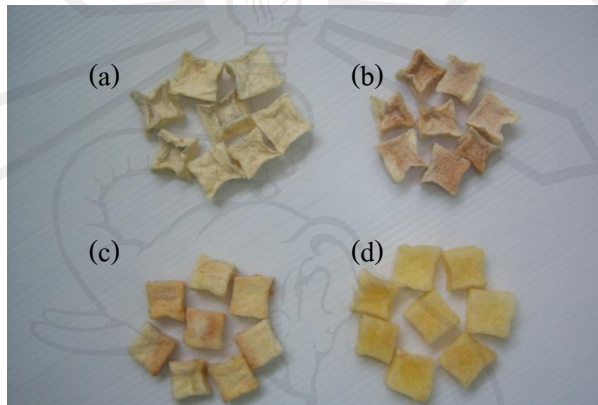
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ ก-1 การทำแท่งแบบออสโมติกของตัวอย่างแอปเปิล โดยการวางแผนการทดลองแบบ CCD ได้ 17 สิ่งทดลอง เมื่อ

	สารละลายซูโครส (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	PEF (กิโลวัตต์ต่อเซนติเมตร)
(a)	50	30	0.50
(b)	50	30	1.00
(c)	50	50	0.50
(d)	50	50	1.00
(e)	70	30	0.50
(f)	70	30	1.00
(g)	70	50	0.50
(h)	70	50	1.00
(i)	60	40	0.75
(j)	60	40	0.75
(k)	60	40	0.75
(l)	43.18	40	0.75
(m)	76.82	40	0.75

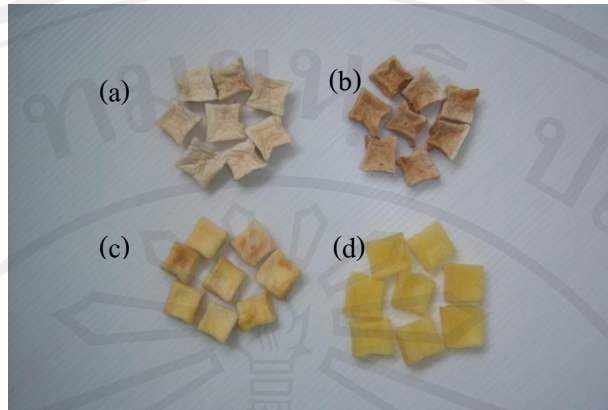
(n)	60	23.18	0.75
(o)	60	56.82	0.75
(p)	60	40	0.330
(q)	60	40	1.171



ภาพ ก-2 ทำแห้งด้วยลมร้อนตัวอย่างแอปเปิล (a) แอปเปิลสด (b) แอปเปิลที่ผ่าน PEF (c) แอปเปิลออสโมติกดีไฮเดรชัน และ (d) แอปเปิลที่ผ่านการเตรียมขั้นต้น ที่อุณหภูมิลมร้อน 50 องศาเซลเซียส



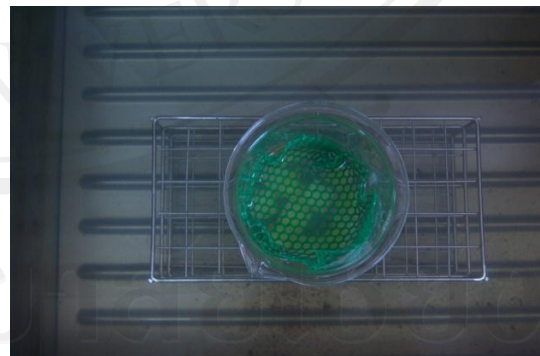
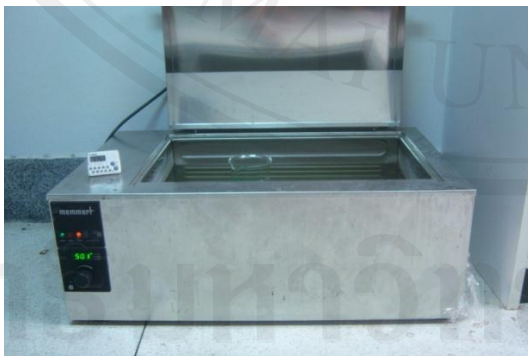
ภาพ ก-3 ทำแห้งด้วยลมร้อนตัวอย่างแอปเปิล (a) แอปเปิลที่ผ่าน PEF (b) แอปเปิลสด (c) แอปเปิลออสโมติกดีไฮเดรชัน และ (d) แอปเปิลที่ผ่านการเตรียมขั้นต้น ที่อุณหภูมิลมร้อน 60 องศาเซลเซียส



ภาพ ค-4 ทำแห้งด้วยลมร้อนตัวอย่างแอปเปิล (a) แอปเปิลสด (b) แอปเปิลที่ผ่าน PEF (c) แอปเปิลออสโมติกดีไฮเดรชัน และ (d) แอปเปิลที่ผ่านการเตรียมขั้นต้น ที่อุณหภูมิความร้อน 70 องศาเซลเซียส



ภาพ ค-5 ลักษณะเครื่อง Electro Square Porator (BTX Harvard Apparatus รุ่น ECM 830)



(a)

(b)

ภาพ ค-6 ลักษณะ Heating circulator water bath (a) และลักษณะการแช่ตัวอย่างแอปเปิลในการทำแห้งแบบออสโมติก (b)



ภาพ ค-7 ลักษณะเครื่องทำแห้งลมร้อนแบบถาด



ภาพ ค-8 ลักษณะเครื่องวัดเนื้อสัมผัสอาหาร (Texture Analyzer: TA.XT.plus, England)



ภาพ ค-9 ลักษณะเครื่องปรับความดันสุญญากาศ



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ง-1 การเปลี่ยนแปลงสีของแอปเปิล เมื่อเวลาผ่านไป ที่อุณหภูมิห้อง

เวลา(นาที)	แอปเปิลสด			แอปเปิลที่ผ่านการเตรียมด้วยสนามไฟฟ้ากระตุ้นเป็นจังหวะ		
	L* ^{ns}	a* ^{ns}	b* ^{ns}	L*	a*	b* ^{ns}
0	73.92±0.39	-2.62±0.14	18.67±0.70	52.74 ^a ±0.71	1.27 ^c ±0.91	18.52±2.29
20	74.04±0.41	-2.72±0.22	19.08±1.39	51.06 ^b ±1.01	2.26 ^{bc} ±1.07	19.39±2.39
40	73.22±0.70	-2.69±0.14	18.68±0.95	49.75 ^{bc} ±1.47	3.09 ^{ab} ±1.20	19.88±2.55
60	72.95±0.64	-2.74±0.11	18.62±0.89	49.01 ^c ±1.08	3.40 ^a ±1.28	20.07±2.59

หมายเหตุ : 1) ตัวอักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์ หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)

2) ตัวอักษร ^{ns} ในคอลัมน์ หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p > 0.05$)

ตาราง ง-2 การเปลี่ยนแปลงสีของแอปเปิ้ลที่ผ่านการเตรียมด้วย PEF และแช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก เมื่อเวลาผ่านไป ที่อุณหภูมิห้อง

เวลา (นาที)	ระยะเวลาแช่แอปเปิ้ลในสารละลายกรดแอสคอร์บิก (นาที)								
	3			4			5		
	L* ^{ns}	a* ^{ns}	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
0	54.82±3.03	0.55±1.40	16.16 ^b ±1.64	56.20 ^a ±1.82	0.25 ^c ±1.38	16.34 ^c ±1.33	55.60 ^b ±3.41	0.44 ^b ±1.57	17.79 ^b ±3.48
20	53.34±3.13	1.13±1.47	17.30 ^{ab} ±2.25	53.25 ^b ±2.37	1.65 ^{bc} ±1.62	18.56 ^b ±1.45	53.45 ^b ±3.87	1.39 ^{ab} ±1.91	19.49 ^{ab} ±3.15
40	52.74±3.34	1.47±1.68	18.33 ^a ±2.29	51.36 ^{bc} ±2.31	3.37 ^{ab} ±2.06	24.00 ^a ±1.81	51.76 ^{ab} ±4.37	2.38 ^{ab} ±2.25	20.82 ^{ab} ±3.23
60	52.16±3.50	1.80±1.88	18.72 ^a ±2.35	50.00 ^c ±2.76	3.56 ^a ±2.04	21.01 ^a ±1.92	50.79 ^a ±4.26	2.76 ^a ±2.31	21.34 ^a ±3.12

หมายเหตุ : 1) ตัวอักษรที่ต่างกันในคอลัมน์ หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)

2) ตัวอักษร ^{ns} ในคอลัมน์ หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p > 0.05$)

ตาราง ง-3 การเปลี่ยนแปลงสีของแอปเปิลที่ผ่านการเตรียมด้วย PEF และแช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก เมื่อเวลาผ่านไป ที่อุณหภูมิห้อง

เวลา (นาที)	ระยะเวลาแช่แอปเปิลในสารละลายกรดแอสคอร์บิก (นาที)								
	3			4			5		
	L* ^{ns}	a* ^{ns}	b* ^{ns}	L* ^{ns}	a* ^{ns}	b* ^{ns}	L* ^{ns}	a* ^{ns}	b*
0	56.60±8.00	-0.01±3.36	16.59±2.59	54.42±4.60	1.05±2.73	16.61±2.69	53.61±4.92	0.92±2.25	18.63 ^c ±1.07
20	54.31±8.59	0.57±3.57	17.07±2.20	53.43±4.71	1.19±2.55	16.71±3.01	52.43±4.91	1.57±2.29	19.48 ^{bc} ±1.07
40	53.06±8.53	1.14±3.60	17.60±1.83	52.56±4.56	1.29±2.51	16.82±2.77	50.54±5.08	2.44±2.38	20.50 ^{ab} ±1.23
60	52.37±8.74	1.46±3.62	17.74±1.88	52.48±4.81	1.23±2.51	16.82±2.74	50.20±5.11	2.78±2.51	21.28 ^a ±1.14

หมายเหตุ : 1) ตัวอักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์ หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)

2) ตัวอักษร ^{ns} ในคอลัมน์ หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p > 0.05$)

ตาราง ง-4 การเปลี่ยนแปลงสีของแอปเปิ้ลที่ผ่านการเตรียมด้วย PEF และแช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก เมื่อเวลาผ่านไป ที่อุณหภูมิห้อง

เวลา (นาที)	ระยะเวลาแช่แอปเปิ้ลในสารละลายกรดแอสคอร์บิก (นาที)								
	3			4			5		
	L*	a*	b* ^{ns}	L* ^{ns}	a* ^{ns}	b* ^{ns}	L* ^{ns}	a* ^{ns}	b* ^{ns}
0	58.81 ^a ±2.64	-1.76 ^c ±0.83	17.16±0.82	59.54±1.96	-0.97±0.42	19.72±1.88	59.06±2.31	-1.30±0.71	20.25±2.11
20	56.83 ^{ab} ±2.30	-1.14 ^{bc} ±0.81	16.94±0.84	58.97±1.97	-0.79±0.52	20.23±1.69	58.49±2.02	-1.21±0.71	20.44±2.13
40	55.22 ^{bc} ±1.91	-0.57 ^{ab} ±0.78	17.06±0.94	58.50±2.03	-0.87±0.48	20.21±1.89	58.03±2.03	-0.93±0.67	20.62±2.17
60	54.42 ^c ±2.06	-0.01 ^a ±1.02	17.44±1.67	58.43±2.38	-0.66±0.69	20.68±2.16	57.67±1.78	-1.02±0.74	21.21±2.06

หมายเหตุ : 1) ตัวอักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์ หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)

2) ตัวอักษร ^{ns} ในคอลัมน์ หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p > 0.05$)

ตาราง ง-5 การเปลี่ยนแปลงสีของแอปเปิลที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกภายใต้สุญญากาศ และผ่านการเตรียมด้วย PEF และแช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก เมื่อเวลาผ่านไป ที่อุณหภูมิห้อง

เวลา (นาที)	ระยะเวลาแช่แอปเปิลในสารละลายกรดแอสคอร์บิก (นาที)								
	3			4			5		
	L* ^{ns}	a*	b*	L* ^{ns}	a* ^{ns}	b* ^{ns}	L* ^{ns}	a*	b*
0	40.65±1.20	-3.24 ^{ab} ±0.15	10.77 ^b ±1.00	42.22±0.97	-2.89±0.28	11.63±0.80	42.86±2.66	-2.77 ^a ±0.32	10.99 ^b ±1.07
20	40.40±1.21	-3.32 ^b ±0.21	11.43 ^{ab} ±0.92	41.70±1.06	-3.04±0.23	12.17±0.89	42.27±2.36	-3.02 ^{ab} ±0.35	11.66 ^{ab} ±1.03
40	39.92±1.01	-3.20 ^{ab} ±0.18	11.64 ^{ab} ±1.02	41.69±1.07	-3.06±0.27	12.49±0.81	42.24±2.50	-3.08 ^{ab} ±0.35	12.04 ^a ±1.06
60	39.92±0.87	-3.10 ^a ±0.29	11.98 ^a ±1.07	41.35±0.77	-3.05±0.27	12.95±1.03	41.66±1.65	-3.09 ^b ±0.26	12.17 ^a ±1.13

หมายเหตุ : 1) ตัวอักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์ หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)

2) ตัวอักษร ^{ns} ในคอลัมน์ หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p > 0.05$)

ตาราง ง-6 การเปลี่ยนแปลงสีของแอปเปิ้ลที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกภายใต้สุญญากาศ และผ่านการเตรียมด้วย PEF และแช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก เมื่อเวลาผ่านไป ที่อุณหภูมิห้อง

เวลา (นาที)	ระยะเวลาแช่แอปเปิ้ลในสารละลายกรดแอสคอร์บิก (นาที)								
	3			4			5		
	L* ^{ns}	a*	b* ^{ns}	L* ^{ns}	a*	b*	L* ^{ns}	a*	b*
0	42.78±1.68	-2.73 ^c ±0.14	10.80±0.83	43.33±2.37	-2.60 ^c ±0.13	10.00 ^b ±0.70	43.52±1.67	-2.46 ^a ±0.17	10.21 ^c ±0.76
20	42.30±1.21	-2.89 ^{bc} ±0.13	11.27±0.93	42.92±2.10	-2.81 ^{bc} ±0.12	10.47 ^{ab} ±0.93	42.63±1.47	-2.77 ^b ±0.21	10.87 ^b ±0.57
40	42.29±1.16	-2.97 ^b ±0.13	11.34±1.03	42.66±2.24	-2.92 ^b ±0.13	10.86 ^a ±0.98	42.60±1.70	-2.86 ^{bc} ±0.16	11.11 ^{ab} ±0.40
60	42.04±1.26	-3.04 ^a ±0.15	11.54±0.85	42.53±2.34	-3.00 ^a ±0.12	10.96 ^a ±0.91	42.49±1.27	-3.00 ^c ±0.20	11.46 ^a ±0.48

หมายเหตุ : 1) ตัวอักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์ หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)

2) ตัวอักษร ^{ns} ในคอลัมน์ หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p > 0.05$)

ตาราง ง-7 การเปลี่ยนแปลงสีของแอปเปิลที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกภายใต้สุญญากาศ และผ่านการเตรียมด้วย PEF และแช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก เมื่อเวลาผ่านไปที่อุณหภูมิห้อง

เวลา (นาที)	ระยะเวลาแช่แอปเปิลในสารละลายกรดแอสคอร์บิก (นาที)								
	3			4			5		
	L* ^{ns}	a*	b* ^{ns}	L* ^{ns}	a*	b* ^{ns}	L* ^{ns}	a*	b* ^{ns}
0	41.94±1.38	-3.09 ^a ±0.20	9.83±0.90	43.94±3.96	-3.10 ^a ±0.18	10.31±1.90	43.17±3.35	-2.75 ^a ±0.13	9.37±1.46
20	41.74±0.84	-3.28 ^b ±0.21	10.24±0.71	43.08±3.07	-3.40 ^b ±0.16	10.74±1.98	41.97±4.11	-3.16 ^b ±0.15	10.14±1.32
40	41.53±1.21	-3.31 ^b ±0.19	10.27±0.79	42.98±3.27	-3.53 ^{bc} ±0.16	11.02±2.14	41.73±3.92	-3.30 ^c ±0.15	10.46±1.35
60	41.21±0.87	-3.39 ^b ±0.18	10.43±0.69	42.76±3.34	-3.57 ^c ±0.19	11.02±2.13	41.44±3.66	-3.36 ^c ±0.16	10.60±1.43

หมายเหตุ : 1) ตัวอักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์ หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)

2) ตัวอักษร ^{ns} ในคอลัมน์ หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p > 0.05$)

ตาราง ง-8 การเปลี่ยนแปลงสีของแอปเปิ้ลที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกที่ความเข้มข้นต่างๆ ภายใต้สุญญากาศ เมื่อเวลาผ่านไปที่อุณหภูมิห้อง

เวลา (นาที)	ความเข้มข้นสารละลายกรดแอสคอร์บิก (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก)								
	1			2			3		
	L* ^{ns}	a* ^{ns}	b* ^{ns}	L* ^{ns}	a* ^{ns}	b* ^{ns}	L* ^{ns}	a* ^{ns}	b*
0	50.84±4.65	-2.38±0.26	12.14±1.14	51.65±7.18	-2.54±0.48	14.04±2.86	51.20±3.01	-2.13±0.29	11.42 ^a ±0.86
20	51.45±5.07	-2.38±0.18	11.91±1.13	52.53±6.92	-2.57±0.46	13.68±2.97	52.16±2.75	-2.13±0.24	10.97 ^{ab} ±0.71
40	52.01±4.40	-2.35±0.21	11.72±1.10	53.91±6.67	-2.56±0.39	13.45±2.79	52.46±2.78	-2.16±0.26	10.76 ^{ab} ±0.82
60	52.48±4.66	-2.34±0.22	11.57±1.00	53.66±6.91	-2.49±0.49	13.26±2.96	53.13±2.62	-2.11±0.28	10.62 ^b ±0.72

หมายเหตุ : 1) ตัวอักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์ หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)

2) ตัวอักษร ^{ns} ในคอลัมน์ หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p > 0.05$)

ตาราง ง-9 การเปลี่ยนแปลงค่าสีของแอปเปิลในกระบวนการทำแห้งแบบออสโมติก วางแผนการทดลองแบบ CCD ได้ 17 สิ่งทดลอง

สิ่งทดลองที่	สารละลายซูโครส	อุณหภูมิ	ความเข้มข้นน้ำไฟฟ้า	ค่าสี			x	BI
				L*	a*	b*		
1	50	30	0.50	43.76	-1.75	10.83	0.35	24.634
2	50	30	1.00	42.75	-1.03	12.62	0.36	32.198
3	50	50	0.50	40.59	-2.15	10.55	0.35	25.237
4	50	50	1.00	42.27	-2.01	10.93	0.35	25.471
5	70	30	0.50	40.60	-2.52	8.95	0.34	19.517
6	70	30	1.00	37.14	-2.28	7.82	0.34	18.330
7	70	50	0.50	38.95	-2.29	8.93	0.35	20.867
8	70	50	1.00	37.20	-2.03	8.06	0.34	19.641
9	60	40	0.75	43.90	-3.29	12.18	0.35	25.778
10	60	40	0.75	43.71	-2.29	11.98	0.36	27.122
11	60	40	0.75	41.77	-0.55	9.82	0.35	25.130
12	43.18	40	0.75	40.39	4.16	12.15	0.38	42.765
13	76.82	40	0.75	49.03	-3.12	13.84	0.36	27.325
14	60	23.18	0.75	39.54	2.48	10.16	0.37	33.756
15	60	56.82	0.75	45.29	-2.57	11.18	0.35	23.225
16	60	40	0.330	41.37	-0.59	11.15	0.36	29.544
17	60	40	1.171	44.41	-0.76	14.07	0.37	35.740

ตาราง ง-10 ลักษณะเนื้อสัมผัสของแอปเปิลในกระบวนการทำแห้งแบบออสโมติก วางแผนการทดลองแบบ CCD ได้ 17 สิ่งทดลอง

สิ่งทดลองที่	สารละลายซูโครส (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ความเข้มข้นไฟฟ้า (กิโลโวลต์ต่อเซนติเมตร)	hardness (นิวตัน)	adhesiveness (นิวตันวินาที)
1	50	30	0.50	10.207	-0.092
2	50	30	1.00	11.041	-0.078
3	50	50	0.50	10.829	-0.133
4	50	50	1.00	10.197	-0.124
5	70	30	0.50	16.122	-0.108
6	70	30	1.00	17.250	-0.108
7	70	50	0.50	21.242	-0.118
8	70	50	1.00	20.879	-0.157
9	60	40	0.75	13.198	-0.126
10	60	40	0.75	14.114	-0.112
11	60	40	0.75	15.687	-0.171
12	43.18	40	0.75	17.282	-0.098
13	76.82	40	0.75	17.731	-0.124
14	60	23.18	0.75	18.621	-0.131
15	60	56.82	0.75	20.018	-0.184
16	60	40	0.330	16.550	-0.124
17	60	40	1.171	22.187	-0.122

ตาราง ง-11 การเปลี่ยนแปลงค่าสีของแอปเปิลทำแห้งที่ ความเร็วลม 1.0 เมตรต่อวินาที

ตัวอย่าง	50 องศาเซลเซียส			60 องศาเซลเซียส			70 องศาเซลเซียส		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
แอปเปิลสด	81.38 ^a ±1.81	-0.80 ^c ±0.81	24.02 ^b ±1.76	78.70 ^a ±3.85	3.66 ^b ±1.28	24.75 ^c ±2.39	81.77 ^a ±3.29	2.83 ^b ±0.66	21.55 ^d ±1.29
แอปเปิลที่ผ่าน PEF	71.76 ^c ±3.56	5.72 ^a ±1.63	24.44 ^b ±2.63	66.39 ^b ±4.17	7.62 ^a ±1.45	27.15 ^b ±2.62	62.55 ^a ±1.92	7.70 ^a ±0.47	23.60 ^b ±2.36
แอปเปิลออสโมติกดีไฮเดรชัน	78.74 ^b ±3.72	3.11 ^b ±2.34	29.59 ^a ±1.65	77.96 ^a ±1.33	1.88 ^c ±1.20	35.59 ^a ±1.93	83.36 ^b ±5.31	0.06 ^c ±1.12	33.99 ^a ±1.53
แอปเปิลที่ผ่านการเตรียมขั้นต้น	63.38 ^d ±1.45	-2.08 ^c ±0.60	27.31 ^a ±4.04	60.42 ^c ±2.56	-3.19 ^d ±0.41	26.01 ^{bc} ±1.77	59.09 ^c ±2.71	-3.13 ^d ±0.39	27.57 ^c ±1.62

หมายเหตุ : 1) ตัวอักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์ หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล

นางสาวภัทรสุดา นามดี

วัน เดือน ปีเกิด

16 ตุลาคม 2529

ประวัติการศึกษา

- สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนท่าวังผาพิทยาคม
จ.น่าน ปีการศึกษา 2548
- สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต
(วิศวกรรมกระบวนการอาหาร) คณะอุตสาหกรรมเกษตร
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ปีการศึกษา 2552

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved