

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

การศึกษาระดับอุณหภูมิและระยะเวลาในการลวกใบเตยสด ก่อนนำไปอบแห้งเป็นใบเตยอบแห้ง โดยทำการลวกใบเตยสด ที่ระดับอุณหภูมิ 80 90 และ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 3 และ 5 นาที ตามลำดับ ก่อนนำมาอบแห้งในตู้อบลมร้อน ที่ระดับอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง จากนั้นนำผลิตภัณฑ์มาวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพ เคมี จุลินทรีย์ และทางประสาทสัมผัส รวมทั้งอายุการเก็บ

4.1 การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพ

4.1.1 ค่าวอเตอร์แอคติวิตี(Aw)

ตารางที่ 4.1 ค่าวอเตอร์แอคติวิตีของใบเตยอบแห้ง

เวลา (นาที)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)			ค่าเฉลี่ย
	80	90	100	
1	0.437 ^a ±0.010	0.444 ^{cd} ±0.003	0.461 ^b ±0.004	0.447 ^B ±0.012
3	0.446 ^{cd} ±0.003	0.452 ^{bc} ±0.004	0.459 ^b ±0.006	0.452 ^B ±0.007
5	0.454 ^{bc} ±0.004	0.459 ^b ±0.006	0.486 ^a ±0.010	0.466 ^A ±0.016
ค่าเฉลี่ย	0.446 ^B ±0.009	0.452 ^B ±0.007	0.468 ^A ±0.014	

หมายเหตุ : 1.ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2.ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่ที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

3.ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่ที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

4.ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากผลการทดลองตามตารางที่ 4.1 พบว่าอุณหภูมิหรือเวลาในการลวกใบเตย มีผลต่อค่า A_w ของชาใบเตย โดยอุณหภูมิที่ 100 องศาเซลเซียส ใบเตยอบแห้งจะมีค่า A_w สูงกว่าที่อุณหภูมิ 80 และ 90 องศาเซลเซียส อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และระยะเวลาในการลวกใบเตยที่ 5 นาที จะได้ใบเตยอบแห้งที่มีค่า A_w สูงกว่าที่ลวกเป็นระยะเวลา 1 และ 3 นาที อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 นอกจากนี้ผลของปัจจัยร่วมระหว่างอุณหภูมิและเวลาในการลวก ยังมีผลต่อค่า A_w ของผลิตภัณฑ์โดยการลวกที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที จะทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่า A_w น้อยที่สุด คือ 0.437 ± 0.010 และการลวกที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 นาที จะทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่า A_w มากที่สุด คือ 0.486 ± 0.010 จากผลการทดลองพบว่า เมื่ออุณหภูมิและเวลาในการลวกเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ค่า A_w ของใบเตยอบแห้งที่ได้เพิ่มขึ้นด้วยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ซึ่งอาจเนื่องมาจากการลวกจะทำให้เนื้อเยื่อพืชถูกทำลายโดยกระบวนการให้ความร้อน ซึ่งจะทำให้หน้าที่อยู่ภายนอกแทรกเข้าไปภายในช่องว่างระหว่างเซลล์ในเนื้อเยื่อพืชมากขึ้นหลังจากการลวก เมื่อนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิและเวลาที่กำหนดไว้ทำให้ค่า A_w ที่ได้เพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิและระยะเวลาในการลวกใบเตยที่สูงขึ้นและนานขึ้น ตามลำดับ (Alzamora et al., 1997) โดยจะมีความสอดคล้องกับปริมาณความชื้นในตารางที่ 4.5 แต่ทั้งนี้ค่า A_w ทุกตัวอย่างในการทดลอง จะมีค่าไม่เกิน 0.6 ซึ่งเป็นค่ามาตรฐานของอาหารแห้ง (จิตรนา, 2540)

4.1.2 ค่าสี

จากผลดังตารางที่ 4.2-4.4 พบว่า อุณหภูมิหรือเวลาในการลวกใบเตย ไม่มีผลต่อค่าสี L a b ของใบเตยอบแห้ง โดยตัวอย่างที่ผ่านการลวก ณ อุณหภูมิ 80 90 และ 100 องศาเซลเซียส มีค่าสีไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และระยะเวลาในการลวก ที่ 1 3 และ 5 นาที ก็ไม่มีผลต่อค่าสีของผลิตภัณฑ์เช่นเดียวกัน แต่ผลของปัจจัยร่วมระหว่างอุณหภูมิและเวลามีผลต่อค่าสี L และ a แต่ไม่มีผลต่อค่าสี b

ตารางที่ 4.2 ค่า L ของไบเตยอบแห้ง

เวลา (นาทีก)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)			ค่าเฉลี่ย
	80	90	100	
1	52.42 ^{ab} ±5.33	53.06 ^{ab} ±4.12	52.60 ^{ab} ±1.55	52.69 ^{ns} ±3.70
3	55.70 ^a ±2.15	51.08 ^{ab} ±3.27	50.98 ^{ab} ±2.95	52.59 ^{ns} ±3.47
5	52.74 ^{ab} ±2.38	50.70 ^b ±3.42	49.98 ^b ±2.99	51.14 ^{ns} ±3.00
ค่าเฉลี่ย	53.62 ^{ns} ±3.66	51.61 ^{ns} ±3.52	51.19 ^{ns} ±2.64	

หมายเหตุ : 1. ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. ns ย่อมาจาก non-significance หมายถึง ความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

3. ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ค่า L แสดงถึงความสว่าง จากการศึกษพบว่าผลของปัจจัยร่วมระหว่างอุณหภูมิและเวลาในการลวกไบเตย มีผลต่อค่า L ดังตารางที่ 4.2 โดยการลวกที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 นาที มีค่า L มากที่สุด คือ 55.70±2.15 โดยการลวกที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที มีค่า L น้อยที่สุด คือ 49.98±2.99 หากอุณหภูมิและเวลาในการลวกเพิ่มขึ้นจะทำให้ค่า L ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ซึ่งอาจเนื่องมาจากการลวกทำให้รงควัตถุที่อยู่ผิวนอกของไบเตยถูกทำลาย อีกทั้งความสามารถในการสะท้อนแสงกลับลดลง ทำให้ค่า L ที่ได้ลดลงตามไปด้วย เมื่ออุณหภูมิและเวลาลวกเพิ่มขึ้น (วิไล, 2552)

ค่า a แสดงถึงค่าสีแดง(+) และค่าสีเขียว(-) จากการศึกษพบว่าผลของปัจจัยร่วมระหว่างอุณหภูมิและเวลาในการลวกไบเตย มีผลต่อค่า a ดังตารางที่ 4.3 โดยการลวกที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที มีค่า a น้อยที่สุด คือ -6.42±1.74 แสดงว่าไบเตยมีสีเขียวอ่อนที่สุด โดยการลวกที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที มีค่า a มากที่สุด คือ -12.54±5.64 เมื่ออุณหภูมิและเวลาในการลวกเพิ่มขึ้น จะทำให้ค่า a เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีสีเขียวมากขึ้น อาจเนื่องมาจากการลวกในน้ำร้อนไบเตยจะมีสีเขียวสด กลไกการเปลี่ยนสีของพวกรงควัตถุสีเขียวอย่างคลอโรฟิลล์ โดยสารประกอบ

คลอโรฟิลล์เมื่อถูกตัดสายไฟทอล(สายขาว) ก็จะกลายเป็นเมทิลคลอโรฟิลล์ไคส์ซึ่งมีสีเขียวสด ซึ่งวิธีในการตัดสายไฟทอลก็มีทั้งการเติมเอนไซม์บางตัว หรือจะใช้ความร้อนเข้าตัดก็ได้(มณฑล, 2552)

ตารางที่ 4.3 ค่าสี a ของใบเตยอบแห้ง

เวลา (นาทีก)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)			ค่าเฉลี่ย
	80	90	100	
1	-6.76 ^b ±3.72	-9.00 ^{ab} ±7.50	-6.62 ^a ±2.12	-7.46 ^{ns} ±4.75
3	-7.10 ^{ab} ±1.25	-9.18 ^{ab} ±0.91	-9.00 ^{ab} ±2.70	-8.43 ^{ns} ±1.93
5	-6.42 ^b ±1.74	-8.50 ^{ab} ±2.91	-12.54 ^a ±5.64	-9.15 ^{ns} ±4.39
ค่าเฉลี่ย	-6.76 ^{ns} ±2.31	-8.89 ^{ns} ±4.34	-9.39 ^{ns} ±4.33	

หมายเหตุ : 1. ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. ns ย่อมาจากnon-significance หมายถึง ความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

3. ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 4.4 ค่าสี b ของใบเตยอบแห้ง

เวลา (นาทีก)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)			ค่าเฉลี่ย
	80	90	100	
1	16.92 ^{ns} ±4.28	13.76±5.17	11.02±3.34	13.90 ^{ns} ±4.72
3	15.08±7.13	13.74±5.64	12.42±6.57	13.75 ^{ns} ±6.10
5	13.68±3.43	13.20±7.91	10.60±3.47	12.49 ^{ns} ±5.16
ค่าเฉลี่ย	15.23 ^{ns} ±5.00	13.57 ^{ns} ±5.89	11.35 ^{ns} ±4.43	

หมายเหตุ : 1. ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. ns ย่อมาจากnon-significance หมายถึง ความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ค่า b แสดงถึงค่าสีเหลือง(+) และค่าสีน้ำเงิน(-) จากการศึกษาพบว่าผลของปัจจัยร่วมระหว่างอุณหภูมิและเวลาในการลวกใบเตย ไม่มีผลต่อค่า b ดังตารางที่ 4.4 โดยการลวกที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที มีค่า b มากที่สุด คือ 16.92 ± 4.28 แสดงว่าใบเตยมีสีเหลือง มากที่สุด โดยการลวกที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที มีค่า b น้อยที่สุด คือ 10.60 ± 3.47 หากอุณหภูมิและเวลาในการลวกเพิ่มขึ้น จะทำให้ค่า b ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ส่งผลให้ใบเตยมีสีเหลืองลดลง เพราะคลอโรฟิลล์มีแมกนีเซียมเมื่อได้รับความร้อนไฮโดรเจนจะเข้าไปแทนที่แมกนีเซียมในโมเลกุลของคลอโรฟิลล์ได้ง่ายจะได้สารที่ชื่อว่า ฟิโอฟิติน ซึ่งมีสีเขียวอมน้ำตาล เมื่อใส่ใบเตยลงในน้ำเดือด จะมีสีเขียวสดขึ้นเพียงครู่เดียวต่อมาจะกลายเป็นสีเขียวอมเหลือง (Food Wiki, 2010)

4.2 การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมี

4.2.1 ปริมาณความชื้น

ตารางที่ 4.5 ปริมาณความชื้นของใบเตยอบแห้ง

เวลา (นาที)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)			ค่าเฉลี่ย
	80	90	100	
1	$3.28^{e} \pm 0.27$	$4.10^{cd} \pm 0.12$	$5.03^{ab} \pm 0.16$	$4.14^B \pm 0.78$
3	$3.75^{de} \pm 0.23$	$4.10^{cd} \pm 0.38$	$4.66^{abc} \pm 0.39$	$4.17^B \pm 0.49$
5	$4.79^{ab} \pm 0.46$	$4.39^{bcd} \pm 0.10$	$5.20^a \pm 0.66$	$4.79^A \pm 0.53$
ค่าเฉลี่ย	$3.94^B \pm 0.73$	$4.20^B \pm 0.25$	$4.96^A \pm 0.46$	

- หมายเหตุ :
1. ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 2. ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่ที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
 3. ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่ที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
 4. ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากผลดังตารางที่ 4.5 พบว่า อุณหภูมิหรือเวลาในการลวกใบเตย มีผลต่อความชื้นของใบเตยอบแห้ง โดยอุณหภูมิเวลาที่ 100 องศาเซลเซียส ทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่าความชื้นมากกว่าอุณหภูมิ 80 และ 90 องศาเซลเซียส อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และระยะเวลาในการลวกใบเตยที่ 5 นาที จะทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่าความชื้นมากกว่าเวลา 1 และ 3 นาที อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 นอกจากนี้ผลของปัจจัยร่วมระหว่างอุณหภูมิและเวลาในการลวกมีผลต่อความชื้น โดยการลวกที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที มีปริมาณความชื้นน้อยที่สุด คือ 3.28 ± 0.27 และอุณหภูมิเวลาที่ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที มีปริมาณความชื้นมากที่สุด คือ 5.20 ± 0.66 หากอุณหภูมิและเวลาในการลวกเพิ่มขึ้น จะทำให้ปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 อาจเนื่องมาจากการลวกทำให้เนื้อเยื่อพืชถูกทำลายโดยกระบวนการให้ความร้อน ทำให้น้ำที่อยู่ภายนอกเซลล์แทรกเข้าไปภายในช่องว่างระหว่างเซลล์ในเนื้อเยื่อพืช จึงมีผลต่อน้ำหนักของใบเตยที่เพิ่มขึ้นหลังจากการลวก เมื่อนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิและเวลาที่กำหนดไว้ ทำให้ปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิและระยะเวลาในการลวกใบเตยที่เพิ่มขึ้น (Alzamora et al., 1997) ซึ่งมีความสอดคล้องกับค่า A_w ในตารางที่ 4.1 แต่ทั้งนี้ปริมาณความชื้นของทุกตัวอย่างในการทดลองมีค่าไม่เกินร้อยละ 12 โดยน้ำหนัก ซึ่งเป็นค่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนสมุนไพรแห้ง (มผช. 480/2547)

4.2.2 ปริมาณเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส (PPO)

เมื่อนำใบเตยสดมาทำการลวก ณ อุณหภูมิ 80 90 และ 100 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 1 3 และ 5 นาที แล้วทำการวิเคราะห์ปริมาณเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส (PPO) หลังการลวก (ก่อนการอบแห้ง) และหลังการอบแห้งได้ผลดังตารางที่ 4.6

การเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลของอาหารแห้งเกิดจากเอนไซม์ และปฏิกิริยาเคมี การป้องกันการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลเนื่องจากเอนไซม์ทำได้โดยการลวก โดยใช้อุณหภูมิและระยะเวลาที่เพียงพอในการทำลายเอนไซม์ (ชมภู, 2550) จากผลดังตารางที่ 4.6 พบว่า อุณหภูมิและระยะเวลาในการลวกใบเตยสดก่อนการอบแห้ง มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส (PPO) โดยการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลของเอนไซม์ PPO จะลดลงตามอุณหภูมิและระยะเวลาในการลวกใบเตยที่เพิ่มสูงขึ้น หลังจากให้ความร้อน หรือลวกใบเตยสด ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที ปฏิกิริยาของเอนไซม์ PPO จะสามารถถูกยับยั้งได้ (สิริรัฐ, 2546) โดยหลังการอบแห้ง พบว่า การเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลจะลดลงตามอุณหภูมิและระยะเวลาในการลวกของใบเตยที่

เพิ่มขึ้นซึ่งเนื่องมาจากการเกิดปฏิกิริยาของเอนไซม์จะขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของเอนไซม์และซับสเตรต ปฏิกิริยาของเอนไซม์จะไม่เกิดขึ้นเลยถ้าความเข้มข้นต่ำกว่าร้อยละ 1 ในการทำหึ่งอาหารประเภทผัก จะนิยมนลวกผักในขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบเพื่อยับยั้งการเกิดกลิ่นรสที่ไม่พึงประสงค์ และยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ (พรพล, 2545)

ตารางที่ 4.6 การเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส

ตัวอย่าง	การเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาล	
	ก่อนการอบแห้ง	หลังการอบแห้ง
ชุดควบคุม	++	++
80 องศาเซลเซียส 1 นาที	++	++
80 องศาเซลเซียส 3 นาที	++	++
80 องศาเซลเซียส 5 นาที	++	++
90 องศาเซลเซียส 1 นาที	++	+
90 องศาเซลเซียส 3 นาที	+	-
90 องศาเซลเซียส 5 นาที	+	-
100 องศาเซลเซียส 1 นาที	+	-
100 องศาเซลเซียส 3 นาที	+	-
100 องศาเซลเซียส 5 นาที	+	-

หมายเหตุ : ชุดควบคุม คือ ใบเตยอบแห้งที่ไม่ผ่านการลวกก่อนการอบแห้ง

เครื่องหมาย ++ คือการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาล ซึ่งมีสีน้ำตาลเข้ม

เครื่องหมาย + คือการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาล ซึ่งมีสีน้ำตาลอ่อนหรือเหลือง

เครื่องหมาย - คือ การไม่เกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาล

จากผลดังตารางที่ 4.6 พบว่า การลวกที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 3 นาที สามารถลดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลได้ หรือลดปริมาณเอนไซม์ PPO ในใบเตยลงได้ เมื่อเปรียบเทียบกับใบเตยที่ไม่ผ่านการลวกเลย (ชุดควบคุม) แต่ก็ยังหลงเหลือเอนไซม์ PPO อยู่ จนกระทั่งผ่านการอบแห้งแล้วจึงสามารถทำลายเอนไซม์ PPO ให้หมดไปได้ซึ่งให้ผลเช่นเดียวกับใบเตยที่ลวก ณ อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 นาที และอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 13 และ 5 นาที

4.3 การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์

4.3.1 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดจากผลดังตารางที่ 4.7 พบว่า อุณหภูมิและเวลาในการลวกใบเตย มีผลต่อปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในผลิตภัณฑ์ โดยปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดทุกตัวอย่างรวมทั้งตัวอย่างควบคุม มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยกว่า 5.0×10^5 CFU/g ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนสมุนไพรแห้ง (มพช.480/2547) โดยปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดจะลดลงตามอุณหภูมิและระยะเวลาในการลวกของใบเตยที่เพิ่มขึ้น ซึ่งตัวอย่างควบคุม คือ ใบเตยอบแห้งที่ไม่ผ่านการลวกจะมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดมากที่สุด คือ 2.24×10^4 CFU/g ซึ่งไม่เกินมาตรฐานข้างต้น แสดงว่าขั้นตอนในการลวกจะช่วยลดปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดลงได้ เนื่องจากเซลล์ของจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคจะถูกทำลายที่อุณหภูมิของจุดน้ำเดือด โดยปกติจุลินทรีย์จะถูกทำลายที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ในเวลาเพียง 2-3 นาที (นาวพร, 2551) ทั้งนี้ค่าAw ที่ต่ำกว่า 0.6 และปริมาณความชื้นต่ำไม่เกินตามที่มาตรฐานกำหนดไว้ จะมีผลต่อการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ได้ (วิไล, 2552)

ตารางที่ 4.7 ผลการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (total plate count) ในใบเตยอบแห้ง

ตัวอย่าง	จำนวนโคโลนี (CFU/g)
ชุดควบคุม	2.24×10^4
80 องศาเซลเซียส 1 นาที	2.82×10^3
80 องศาเซลเซียส 3 นาที	3.58×10^3
80 องศาเซลเซียส 5 นาที	4.35×10^3
90 องศาเซลเซียส 1 นาที	1.86×10^3
90 องศาเซลเซียส 3 นาที	1.24×10^3
90 องศาเซลเซียส 5 นาที	1.90×10^3
100 องศาเซลเซียส 1 นาที	8.09×10^2
100 องศาเซลเซียส 3 นาที	< 100
100 องศาเซลเซียส 5 นาที	< 100

หมายเหตุ : ชุดควบคุม คือ ใบเตยอบแห้งที่ไม่ผ่านการลวกก่อนการอบแห้ง

4.3.2 ปริมาณยีสต์และรา

จากผลดังตารางที่ 4.8 พบว่า อุณหภูมิและเวลาในการลวกใบเตย มีผลต่อปริมาณยีสต์และราในผลิตภัณฑ์ โดยปริมาณยีสต์และราของตัวอย่างที่ผ่านการลวก จะมีปริมาณยีสต์และราน้อยกว่า 100 CFU/g โดยปริมาณยีสต์และราจะลดลงตามอุณหภูมิและระยะเวลาในการลวกใบเตยที่เพิ่มขึ้น ซึ่งตัวอย่างควบคุม คือ ใบเตยอบแห้งที่ไม่ผ่านการลวกจะมีปริมาณยีสต์และราเกินกว่า 100 CFU/g คือ 5.68×10^2 CFU/g ซึ่งเกินมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนสมุนไพรแห้ง (มพช. 480/2547) แสดงว่า ขั้นตอนในการลวกสามารถลดปริมาณยีสต์และราลงได้ เนื่องจากเซลล์ยีสต์และราสามารถถูกทำลายด้วยความร้อน จึงมีปริมาณลดลงตามอุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้นประกอบกับระยะเวลาที่นานขึ้น ทั้งนี้ค่า A_w ที่ต่ำกว่า 0.6 และปริมาณความชื้นที่ไม่เกินระดับมาตรฐานที่กำหนดไว้จะช่วยควบคุมการเน่าเสียของอาหารที่เกิดจากจุลินทรีย์เหล่านี้ได้ (ตรี, 2553)

ตารางที่ 4.8 ผลการวิเคราะห์ยีสต์และราในใบเตยอบแห้ง

ตัวอย่าง	จำนวนโคโลนี (CFU/g)
ชุดควบคุม	5.68×10^2
80 องศาเซลเซียส 1 นาที	9.54×10
80 องศาเซลเซียส 3 นาที	5.90×10
80 องศาเซลเซียส 5 นาที	6.00×10
90 องศาเซลเซียส 1 นาที	7.50×10
90 องศาเซลเซียส 3 นาที	4.12×10
90 องศาเซลเซียส 5 นาที	3.63×10
100 องศาเซลเซียส 1 นาที	3.75×10
100 องศาเซลเซียส 3 นาที	4.02×10
100 องศาเซลเซียส 5 นาที	3.63×10

หมายเหตุ : ชุดควบคุม คือ ใบเตยอบแห้งที่ไม่ผ่านการลวกก่อนการอบแห้ง

4.3.3 ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรีย

จากผลดังตารางที่ 4.9 พบว่า ไม่พบปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียในไบโตะบแห้งทุกตัวอย่าง เนื่องมาจากขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์ตั้งแต่การจัดเตรียมวัตถุดิบเบื้องต้น การผลิตตลอดจนได้ผลิตภัณฑ์สุดท้าย ได้ปฏิบัติตามหลักสุขลักษณะที่ดีทำให้ผลิตภัณฑ์ไบโตะบแห้งไม่พบเชื้อดังกล่าว

ตารางที่ 4.9 ผลการวิเคราะห์ปริมาณ โคลิฟอร์มแบคทีเรียในไบโตะบแห้ง

ตัวอย่าง	จำนวนจุลินทรีย์ (MPN/g)
ชุดควบคุม	-
80 องศาเซลเซียส 1 นาที	-
80 องศาเซลเซียส 3 นาที	-
80 องศาเซลเซียส 5 นาที	-
90 องศาเซลเซียส 1 นาที	-
90 องศาเซลเซียส 3 นาที	-
90 องศาเซลเซียส 5 นาที	-
100 องศาเซลเซียส 1 นาที	-
100 องศาเซลเซียส 3 นาที	-
100 องศาเซลเซียส 5 นาที	-

หมายเหตุ: ชุดควบคุม คือ ไบโตะบแห้งที่ไม่ผ่านการลวกก่อนการอบแห้ง

เครื่องหมาย - หมายถึง ตรวจไม่พบจำนวนโคลิฟอร์มแบคทีเรีย

4.4 การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส

จากผลดังตารางที่ 4.10 พบว่าคะแนนทางด้านสีของใบเตยอบแห้ง ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนอยู่ในเกณฑ์ใกล้เคียงกัน คืออยู่ในช่วง 5.94 ± 1.48 ถึง 7.30 ± 0.89 โดยผู้ทดสอบชิมให้คะแนนทางด้านสี ตัวอย่างลวกที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 และ 5 นาที และตัวอย่างลวกที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 3 และ 5 นาทีมากที่สุด โดยคะแนนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

คะแนนทางด้านกลิ่นของใบเตยอบแห้ง พบว่าผู้ทดสอบชิมให้คะแนนอยู่ในเกณฑ์ใกล้เคียงกัน คืออยู่ในช่วง 5.86 ± 1.25 ถึง 6.50 ± 1.02 โดยผู้ทดสอบชิมให้คะแนนทางด้านกลิ่นตัวอย่างลวกที่อุณหภูมิ 80 และ 90 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 และ 5 นาที มากที่สุด โดยคะแนนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 4.10 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของใบเตยอบแห้ง

ตัวอย่าง	คะแนนคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส			
	สี	กลิ่น	รสชาติ	ความชอบโดยรวม
ชุดควบคุม	$6.04^{cd} \pm 1.48$	$6.02^{bc} \pm 1.38$	$5.96^{bcd} \pm 1.34$	$6.18^{bcde} \pm 1.24$
80 องศาเซลเซียส 1 นาที	$6.46^{bc} \pm 1.23$	$5.96^{bc} \pm 1.14$	$5.68^d \pm 1.43$	$5.74^e \pm 1.38$
80 องศาเซลเซียส 3 นาที	$7.18^a \pm 1.10$	$6.26^{abc} \pm 1.10$	$6.42^{ab} \pm 1.28$	$6.74^a \pm 1.14$
80 องศาเซลเซียส 5 นาที	$6.90^{ab} \pm 1.20$	$6.40^{ab} \pm 1.14$	$6.66^a \pm 1.08$	$6.66^a \pm 1.15$
90 องศาเซลเซียส 1 นาที	$6.86^{ab} \pm 1.11$	$6.00^{bc} \pm 1.11$	$5.98^{bcd} \pm 1.19$	$6.20^{bcd} \pm 0.95$
90 องศาเซลเซียส 3 นาที	$7.30^a \pm 0.89$	$6.50^a \pm 1.02$	$6.38^{abc} \pm 1.05$	$6.56^{ab} \pm 1.05$
90 องศาเซลเซียส 5 นาที	$6.86^{ab} \pm 1.07$	$6.38^{ab} \pm 1.26$	$6.02^{bcd} \pm 1.39$	$6.34^{abc} \pm 1.15$
100 องศาเซลเซียส 1 นาที	$6.16^{cd} \pm 1.30$	$5.96^{bc} \pm 1.12$	$5.92^{cd} \pm 1.18$	$6.08^{cde} \pm 1.08$
100 องศาเซลเซียส 3 นาที	$5.94^d \pm 1.48$	$5.90^c \pm 1.15$	$5.66^d \pm 1.19$	$6.10^{cde} \pm 1.37$
100 องศาเซลเซียส 5 นาที	$6.24^{cd} \pm 1.41$	$5.86^c \pm 1.25$	$5.64^d \pm 1.47$	$5.86^{de} \pm 1.26$

หมายเหตุ : 1. ชุดควบคุม คือ ใบเตยอบแห้งที่ไม่ผ่านการลวกก่อนการอบแห้ง

2. ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3. ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

คะแนนทางด้านรสชาติของใบเตยอบแห้ง พบว่า ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนอยู่ในเกณฑ์ใกล้เคียงกัน คืออยู่ในช่วง 5.64 ± 1.47 ถึง 6.66 ± 1.08 โดยผู้ทดสอบชิมให้คะแนนทางด้านรสชาติ ตัวอย่างลวกที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 และ 5 นาที และตัวอย่างลวกที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 นาที มากที่สุดโดยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

คะแนนทางด้านความชอบโดยรวมของใบเตยอบแห้ง พบว่า ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนอยู่ในเกณฑ์ใกล้เคียงกัน คืออยู่ในช่วง 5.74 ± 1.38 ถึง 6.74 ± 1.14 โดยผู้ทดสอบชิมให้คะแนนทางด้านความชอบโดยรวม ตัวอย่างลวกที่อุณหภูมิ 80 และ 90 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 และ 5 นาที มากที่สุด แต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากคะแนนคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส ทั้งทางด้านสี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม พบว่าใบเตยอบแห้งลวกที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เวลา 3 นาที เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบมากที่สุด อีกทั้งคุณภาพทางกายภาพ เคมี่ จุลินทรีย์ อยู่ในระดับมาตรฐาน และไม่พบปริมาณเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสหลังการอบแห้งด้วย

4.5 การวิเคราะห์คุณภาพการเก็บรักษาใบเตยอบแห้ง

ทำการเก็บรักษาใบเตยอบแห้งเป็นระยะเวลา 2 เดือน แล้วทำการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพ เคมี่ จุลินทรีย์ และทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ ได้ผลดังต่อไปนี้

4.5.1 วิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพ

4.5.1.1 ค่าAw

ตารางที่ 4.11 ค่าAw ของใบเตยอบแห้งเมื่อเก็บรักษาไว้เป็นระยะเวลา 2 เดือน

ตัวอย่าง	ระยะเวลาการเก็บรักษา		
	0 เดือน	1 เดือน	2 เดือน
80 องศาเซลเซียส 1 นาที	0.437 ^b ±0.010	0.506 ^a ±0.009	0.513 ^a ±0.009
80 องศาเซลเซียส 3 นาที	0.446 ^b ±0.003	0.522 ^a ±0.005	0.527 ^a ±0.005
80 องศาเซลเซียส 5 นาที	0.454 ^b ±0.004	0.533 ^a ±0.003	0.536 ^a ±0.004
90 องศาเซลเซียส 1 นาที	0.444 ^b ±0.003	0.527 ^a ±0.009	0.531 ^a ±0.009
90 องศาเซลเซียส 3 นาที	0.452 ^b ±0.004	0.543 ^a ±0.004	0.548 ^a ±0.004
90 องศาเซลเซียส 5 นาที	0.459 ^b ±0.006	0.568 ^a ±0.004	0.569 ^a ±0.004
100 องศาเซลเซียส 1 นาที	0.461 ^b ±0.004	0.558 ^a ±0.005	0.562 ^a ±0.005
100 องศาเซลเซียส 3 นาที	0.459 ^b ±0.006	0.560 ^a ±0.014	0.577 ^a ±0.014
100 องศาเซลเซียส 5 นาที	0.486 ^b ±0.010	0.585 ^a ±0.008	0.590 ^a ±0.008

หมายเหตุ: 1. ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตารางที่ 4.11 พบว่า เมื่อเก็บรักษาใบเตยอบแห้งไว้เป็นระยะเวลานานขึ้น ผลลัพธ์จะมีค่าAw เพิ่มขึ้น โดยตัวอย่างที่เก็บไว้เป็นระยะเวลา 1 และ 2 เดือน จะมีค่าAw ที่เพิ่มขึ้นจากเริ่มต้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เนื่องจากบรรจุภัณฑ์ของใบเตยอบแห้งเป็นถุงพลาสติกแบบปกติ ไม่ได้มีการบรรจุแบบสุญญากาศ จึงทำให้เกิดการซึมผ่านของก๊าซและไอน้ำจากอากาศที่อยู่ภายในและภายนอกบรรจุภัณฑ์ได้ และเกิดการปรับตัวของผลิตภัณฑ์ให้เข้าสู่ภาวะสมดุลภายในบรรจุภัณฑ์ (นวจิตต์, 2544) ซึ่งมีความสอดคล้องกับปริมาณความชื้นในตารางที่ 4.15 อีกด้วย

ปริมาณจุลินทรีย์จะก่อให้เกิดการเน่าเสียในพืชสมุนไพรอบแห้ง เมื่อ ค่าAw มากกว่า 0.6 ดังนั้นผลิตภัณฑ์พวกรวมสมุนไพรอบแห้งควรมีการควบคุมให้ค่าAw น้อยกว่าเกณฑ์ที่กำหนดเพื่อให้สามารถเก็บรักษาได้เป็นเวลานาน (Muller and Heindl., 2006)

4.5.1.2 ค่าสี

ตารางที่ 4.12 ค่าสี L ของใบเตยอบแห้งเมื่อเก็บรักษาไว้เป็นระยะเวลา 2 เดือน

ตัวอย่าง	ระยะเวลาการเก็บรักษา		
	0 เดือน	1 เดือน	2 เดือน
80 องศาเซลเซียส 1 นาที	52.42 ^{ns} ±5.33	51.35±4.28	50.32±4.28
80 องศาเซลเซียส 3 นาที	55.70 ^{ns} ±2.15	53.20±6.80	50.26±6.80
80 องศาเซลเซียส 5 นาที	52.74 ^{ns} ±2.38	50.23±7.66	48.24±7.66
90 องศาเซลเซียส 1 นาที	53.06 ^{ns} ±4.12	51.32±5.92	48.42±5.92
90 องศาเซลเซียส 3 นาที	51.08 ^{ns} ±3.27	50.54±7.43	48.84±7.43
90 องศาเซลเซียส 5 นาที	50.70 ^{ns} ±3.42	48.17±3.00	46.14±3.00
100 องศาเซลเซียส 1 นาที	52.60 ^a ±1.55	48.14 ^b ±4.00	46.24 ^b ±4.10
100 องศาเซลเซียส 3 นาที	50.98 ^a ±2.95	46.70 ^b ±4.18	45.20 ^b ±4.58
100 องศาเซลเซียส 5 นาที	49.98 ^{ns} ±2.99	46.85±8.02	44.82±8.02

หมายเหตุ : 1. ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2.ns ย่อมาจากnon-significance หมายถึง ความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

3.ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ95

จากตารางที่ 4.12 พบว่า เมื่อเก็บรักษาใบเตยอบแห้งไว้เป็นระยะเวลา 2 เดือน พบว่าผลิตภัณฑ์จะมีค่าความสว่างลดลง เนื่องจากผิวหน้าของอาหารเปลี่ยนแปลงทำให้เกิดการสะท้อนแสงลดลง สีเปลี่ยน และยังมีผลจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของรงควัตถุคลอโรฟิลล์ แคโรทีนอยด์ ที่เกิดขึ้นจากความร้อน ปฏิกิริยาทางเคมีเกิดสารสีน้ำตาล อุณหภูมิ และความชื้นของอาหาร (ชมภู, 2550) แต่ค่า L ของใบเตยอบแห้งที่ลวก ณ อุณหภูมิ 80 และ 90 องศาเซลเซียส ก็ไม่ได้ลดลงอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 แต่ที่ลวก ณ อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ค่า L จะลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ตั้งแต่ 1 เดือนขึ้นไป อาจเนื่องมาจากอุณหภูมิในการลวกใบเตยที่สูงขึ้น จะทำให้รังควาญที่อยู่ผิวนอกของใบเตยถูกทำลายจึงส่งผลให้เกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลจากการกระทำของเอนไซม์และจากการเปลี่ยนแปลงทางเคมีขององค์ประกอบของอาหาร (มณฑล, 2552) จึงทำให้ค่า L ลดลงเมื่อผ่านการเก็บรักษาใบเตยอบแห้งไว้นานขึ้น

ตารางที่ 4.13 ค่า a ของใบเตยอบแห้งเมื่อเก็บรักษาไว้เป็นระยะเวลา 2 เดือน

ตัวอย่าง	ระยะเวลาการเก็บรักษา		
	0 เดือน	1 เดือน	2 เดือน
80 องศาเซลเซียส 1 นาที	$-6.76^{ns} \pm 3.72$	-5.08 ± 0.80	-5.58 ± 0.89
80 องศาเซลเซียส 3 นาที	$-7.10^{ns} \pm 1.25$	-6.86 ± 0.61	-6.36 ± 0.57
80 องศาเซลเซียส 5 นาที	$-6.42^{ns} \pm 1.74$	-6.40 ± 1.25	-7.00 ± 1.21
90 องศาเซลเซียส 1 นาที	$-9.00^{ns} \pm 7.50$	-8.14 ± 0.59	-7.24 ± 0.89
90 องศาเซลเซียส 3 นาที	$-9.18^{ns} \pm 0.91$	-8.14 ± 1.29	-7.44 ± 1.69
90 องศาเซลเซียส 5 นาที	$-8.50^{ns} \pm 2.91$	-7.98 ± 0.52	-7.58 ± 0.59
100 องศาเซลเซียส 1 นาที	$-6.62^{ns} \pm 2.12$	-6.91 ± 1.26	-7.02 ± 1.56
100 องศาเซลเซียส 3 นาที	$-9.00^{ns} \pm 2.70$	-8.20 ± 0.44	-7.80 ± 0.34
100 องศาเซลเซียส 5 นาที	$-12.54^{ns} \pm 5.64$	-10.14 ± 1.12	-8.24 ± 1.08

หมายเหตุ : 1. ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. ns ย่อมาจาก non-significance หมายถึง ความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตารางที่ 4.13 พบว่า เมื่อเก็บรักษาใบเตยอบแห้งไว้นานขึ้น ค่า a ของจะมีค่าลดลง แต่จะไม่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 แสดงว่าใบเตยอบแห้งมีสีเขียวลดลงเมื่ออายุการเก็บนานขึ้น อาจเนื่องมาจากเมื่ออายุการเก็บนานขึ้น จะมีการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ในผลิตภัณฑ์ ซึ่งอาจเกิดได้จากหลายปัจจัย เช่น อุณหภูมิ เวลา ค่า A_w เอนไซม์ ออกซิเจน และแสง (นิธิยา, 2544)

ตารางที่ 4.14 ค่าสี b ของใบเตยอบแห้งเมื่อเก็บรักษาไว้เป็นระยะเวลา 2 เดือน

ตัวอย่าง	ระยะเวลาการเก็บรักษา		
	0 เดือน	1 เดือน	2 เดือน
80 องศาเซลเซียส 1 นาที	16.92 ^{ns} ±4.28	20.51±5.10	21.56±5.40
80 องศาเซลเซียส 3 นาที	15.08 ^{ns} ±7.13	17.08±1.06	18.08±1.01
80 องศาเซลเซียส 5 นาที	13.68±3.43	15.17±2.01	16.54±2.11
90 องศาเซลเซียส 1 นาที	13.76 ^{ns} ±5.17	15.28±1.51	16.88±1.81
90 องศาเซลเซียส 3 นาที	13.74 ^{ns} ±5.64	14.08±4.11	14.78±5.32
90 องศาเซลเซียส 5 นาที	13.20 ^{ns} ±7.91	13.86±5.11	14.86±5.49
100 องศาเซลเซียส 1 นาที	11.02 ^{ns} ±3.34	13.06±2.22	14.06±2.32
100 องศาเซลเซียส 3 นาที	12.42 ^{ns} ±6.57	13.24±1.40	14.34±1.60
100 องศาเซลเซียส 5 นาที	10.16 ^{ns} ±3.47	10.36±2.10	10.54±2.21

หมายเหตุ : 1. ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2.ns ย่อมาจาก non-significance หมายถึง ความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตารางที่ 4.14 พบว่า เมื่อเก็บรักษาใบเตยอบแห้งไว้นานขึ้น ค่าสี b จะเพิ่มสูงขึ้น นั่นคือผลิตภัณฑ์จะมีสีเหลืองมากขึ้น แต่ก็ไม่ได้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 กับตอนเริ่มแรก ซึ่งใบเตยอบแห้งมีสีเหลืองเพิ่มขึ้น อาจเนื่องมาจากเมื่ออายุการเก็บที่เพิ่มขึ้น จะส่งผลให้คลอโรฟิลล์เปลี่ยนเป็นฟิโอฟิน ซึ่งมีสีเขียวอมน้ำตาล หรือสีเขียวอมเหลืองมากขึ้น (สุตารัตน์, 2551)

4.5.2 วิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมี

4.5.2.1 ปริมาณความชื้น

ตารางที่ 4.15 ค่าความชื้นของใบเตยอบแห้งเมื่อเก็บรักษาไว้เป็นระยะเวลา 2 เดือน

ตัวอย่าง	ระยะเวลาการเก็บรักษา		
	0 เดือน	1 เดือน	2 เดือน
80 องศาเซลเซียส 1 นาที	3.28 ^c ±0.27	4.24 ^b ±0.17	5.34 ^a ±0.14
80 องศาเซลเซียส 3 นาที	3.75 ^c ±0.23	5.00 ^b ±0.15	5.30 ^a ±0.17
80 องศาเซลเซียส 5 นาที	4.79 ^c ±0.46	5.50 ^a ±0.35	6.02 ^a ±0.35
90 องศาเซลเซียส 1 นาที	4.10 ^b ±0.12	5.02 ^a ±0.18	5.46 ^a ±0.28
90 องศาเซลเซียส 3 นาที	4.10 ^b ±0.38	5.10 ^a ±0.28	5.70 ^a ±0.33
90 องศาเซลเซียส 5 นาที	4.39 ^b ±0.10	5.82 ^a ±0.07	5.93 ^a ±0.09
100 องศาเซลเซียส 1 นาที	5.03 ^b ±0.16	5.60 ^a ±0.24	6.07 ^a ±0.26
100 องศาเซลเซียส 3 นาที	4.66 ^b ±0.39	5.78 ^a ±0.28	6.04 ^a ±0.29
100 องศาเซลเซียส 5 นาที	5.20 ^b ±0.66	6.22 ^a ±0.30	6.43 ^a ±0.38

หมายเหตุ: 1. ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากผลตามตารางที่ 4.15 พบว่า เมื่อเก็บรักษาใบเตยอบแห้งไว้นานขึ้นพบว่าผลิตภัณฑ์ที่มีอายุการเก็บ 1 และ 2 เดือนจะมีปริมาณความชื้นสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อเทียบกับตอนเริ่มต้น เนื่องจากอาหารแห้งมีส่วนประกอบที่ดูดน้ำได้ดี จึงทำให้เกิดการซึมผ่านของก๊าซและไอน้ำจากอากาศที่อยู่ภายในและภายนอกบรรจุภัณฑ์เข้าไปในใบเตยได้ และเกิดจากการปรับตัวของผลิตภัณฑ์ให้เข้าสู่สภาวะสมดุลภายในบรรจุภัณฑ์ระหว่างการเก็บรักษา (นวลจิตต์, 2544) ซึ่งมีความสอดคล้องกับค่าAw ในตารางที่ 4.11 แต่ความชื้นของใบเตยอบแห้งทุกตัวอย่างเมื่อเก็บไว้นาน 2 เดือน ความชื้นยังคงไม่เกินร้อยละ 12 โดยน้ำหนัก ซึ่งเป็นค่ามาตรฐานของผลิตภัณฑ์ชุมชนสมุนไพรแห้ง(มพช. 480/2547)

4.5.3 วิเคราะห์คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์

4.5.3.1 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในใบเตยอบแห้งเมื่อเก็บรักษาไว้เป็นระยะเวลา 2 เดือน

ตารางที่ 4.16 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในใบเตยอบแห้งเมื่อเก็บรักษาไว้เป็นระยะเวลา 2 เดือน

ตัวอย่าง	จำนวนโคโลนี (CFU/g)		
	0 เดือน	1 เดือน	2 เดือน
ชุดควบคุม	2.24×10^4	4.01×10^4	4.42×10^4
80 องศาเซลเซียส 1 นาที	2.82×10^3	3.93×10^3	4.83×10^3
80 องศาเซลเซียส 3 นาที	3.58×10^3	4.15×10^3	5.35×10^3
80 องศาเซลเซียส 5 นาที	4.35×10^3	5.00×10^3	5.90×10^3
90 องศาเซลเซียส 1 นาที	1.86×10^3	2.22×10^3	2.46×10^3
90 องศาเซลเซียส 3 นาที	1.24×10^3	2.10×10^3	2.60×10^3
90 องศาเซลเซียส 5 นาที	1.90×10^3	2.48×10^3	2.78×10^3
100 องศาเซลเซียส 1 นาที	8.09×10^2	9.03×10^2	9.23×10^2
100 องศาเซลเซียส 3 นาที	< 100	1.00×10^2	1.08×10^2
100 องศาเซลเซียส 5 นาที	< 100	< 100	< 100

หมายเหตุ : ชุดควบคุม คือ ใบเตยอบแห้งที่ไม่ผ่านการลวกก่อนการอบแห้ง

จากผลดังตารางที่ 4.16 พบว่า เมื่อเก็บรักษาใบเตยอบแห้งไว้นานขึ้น ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดจะมีปริมาณเพิ่มมากขึ้น ซึ่งตัวอย่างควบคุม หรือใบเตยอบแห้งที่ไม่ได้ผ่านการลวกจะมีปริมาณจุลินทรีย์มากที่สุดตั้งแต่เริ่มต้น คือ 2.24×10^4 CFU/g เนื่องจากเป็นตัวอย่างที่ไม่ผ่านการลวกก่อนการอบแห้ง จึงทำให้จุลินทรีย์ที่หลงเหลืออยู่มากตั้งแต่เริ่มต้นและเมื่อเก็บใบเตยอบแห้งดังกล่าวไว้นาน 2 เดือน ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดก็จะเพิ่มมากขึ้นเป็น 4.42×10^4 CFU/g แต่ยังไม่เกิน 5.0×10^5 CFU/g ซึ่งเป็นมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนสมุนไพรแห้ง (มผช. 480/2547)

นอกจากนั้น จากผลดังตารางที่ 4.16 พบว่าเมื่อระดับอุณหภูมิ และระยะเวลาในการลวกเพิ่มขึ้น ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในใบเตยอบแห้งจะลดลง และเมื่อเก็บไว้เป็นระยะเวลานาน 2 เดือน ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดก็เพิ่มขึ้น แต่ยังไม่เกิน 5.0×10^5 CFU/g

4.5.3.2 ปริมาณยีสต์และรา

ตารางที่ 4.17 ปริมาณยีสต์และราที่พบในไบโเดยอบแห้งเมื่อเก็บรักษาไว้เป็นระยะเวลา 2 เดือน

ตัวอย่าง	จำนวนโคโลนี (CFU/g)		
	0 เดือน	1 เดือน	2 เดือน
ชุดควบคุม	5.68×10^2	8.12×10^2	9.74×10^2
80 องศาเซลเซียส 1 นาที	9.54×10	1.01×10^2	1.18×10^2
80 องศาเซลเซียส 3 นาที	5.90×10	7.55×10	9.82×10
80 องศาเซลเซียส 5 นาที	6.00×10	8.68×10	9.14×10
90 องศาเซลเซียส 1 นาที	7.50×10	7.68×10	7.88×10
90 องศาเซลเซียส 3 นาที	4.12×10	4.55×10	4.93×10
90 องศาเซลเซียส 5 นาที	3.63×10	4.12×10	4.86×10
100 องศาเซลเซียส 1 นาที	3.75×10	4.01×10	4.97×10
100 องศาเซลเซียส 3 นาที	4.02×10	4.78×10	5.00×10
100 องศาเซลเซียส 5 นาที	3.63×10	4.03×10	4.75×10

หมายเหตุ : ชุดควบคุม คือ ไบโเดยอบแห้งที่ไม่ผ่านการลวกก่อนการอบแห้ง

จากผลดังตารางที่ 4.17 พบว่าไบโเดยอบแห้งทุกตัวอย่างที่ผ่านการลวก จะมีปริมาณยีสต์และราเริ่มต้นไม่เกิน 100 CFU/g ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนสมุนไพรแห้ง (มพช. 480/2547) ในขณะที่ชุดควบคุม คือ ไม่ผ่านการลวกจะมีปริมาณยีสต์และรา เท่ากับ 5.68×10^2 CFU/g ซึ่งเกินมาตรฐาน เมื่อเก็บรักษาไว้นานขึ้น พบว่าปริมาณยีสต์และราเพิ่มมากขึ้นแต่ก็ไม่เกินระดับมาตรฐานเมื่อเก็บไว้เป็นระยะเวลา 2 เดือน อาจเนื่องจากอุณหภูมิและระยะเวลาในการลวกไบโเดยรวมทั้งการอบแห้งเพียงพอต่อการยับยั้งเชื้อยีสต์ รา (วิไล, 2552) ยกเว้นตัวอย่างที่ผ่านการลวกที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เวลา 1 นาที จะมีปริมาณยีสต์และราเกิน 100 CFU/g เมื่อเก็บไว้ได้เพียงแค่ 1 เดือน เพราะปริมาณยีสต์และราเริ่มต้นของตัวอย่งนี้สูงอยู่แล้วเท่ากับ 9.54×10 CFU/g อาจเนื่องจากอุณหภูมิและระยะเวลาในการลวกไบโเดยสั้นเกินไป จึงไม่สามารถลดปริมาณยีสต์ และราที่ปนเปื้อนมาได้

ยีสต์ รา และแบคทีเรียจำเป็นต้องใช้น้ำในการเจริญเติบโต ในการผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีค่าAwต่ำกว่า 0.6 และปริมาณความชื้นต่ำไม่เกินตามที่มาตรฐานกำหนดไว้ จะช่วยควบคุมการเน่าเสียของอาหารที่เกิดจากจุลินทรีย์เหล่านี้ได้ (ตรี, 2553)

4.5.3.3 ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรีย

ตารางที่ 4.18 ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียที่พบในไบโเดยอบแห้งเมื่อเก็บไว้เป็นระยะเวลา 2 เดือน

ตัวอย่าง	จำนวนจุลินทรีย์ (MPN/g)		
	0 เดือน	1 เดือน	2 เดือน
ชุดควบคุม	-	-	-
80 องศาเซลเซียส 1 นาที	-	-	-
80 องศาเซลเซียส 3 นาที	-	-	-
80 องศาเซลเซียส 5 นาที	-	-	-
90 องศาเซลเซียส 1 นาที	-	-	-
90 องศาเซลเซียส 3 นาที	-	-	-
90 องศาเซลเซียส 5 นาที	-	-	-
100 องศาเซลเซียส 1 นาที	-	-	-
100 องศาเซลเซียส 3 นาที	-	-	-
100 องศาเซลเซียส 5 นาที	-	-	-

หมายเหตุ : ชุดควบคุม คือ ไบโเดยอบแห้งที่ไม่ผ่านการลวกก่อนการอบแห้ง
เครื่องหมาย - หมายถึง ตรวจไม่พบจำนวนโคลิฟอร์มแบคทีเรีย

จากผลดังตารางที่ 4.18 พบว่าตรวจไม่พบโคลิฟอร์มแบคทีเรียในไบโเดยอบแห้งเริ่มต้น และที่เก็บรักษาไว้เป็นระยะเวลา 2 เดือน ในทุกตัวอย่างของการทดลอง เนื่องจากการผลิตไบโเดยอบแห้งได้ผลิตตามหลัก GMP หรือหลักเกณฑ์และวิธีการที่ดีในการผลิตอาหาร

4.5.4 วิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส

จากผลตามตารางที่ 4.19 คะแนนทางด้านสีของไบโเดยอบแห้ง พบว่า เมื่อผ่านการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 2 เดือน ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนลดลง แต่อยู่ในเกณฑ์ที่สามารถยอมรับได้ โดยตัวอย่างลวกที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 นาที มีผลการให้คะแนนมากที่สุด และเมื่อเก็บ

รักษาผลิตภัณฑ์ไว้เป็นระยะเวลา 2 เดือน มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 กับตอนเริ่มต้น

ตารางที่ 4.19 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของใบเตยอบแห้งเมื่อเก็บรักษาไว้เป็นระยะเวลา 2 เดือน

ตัวอย่าง (อุณหภูมิองศา เซลเซียส/ ระยะเวลา นาทึ)	คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส											
	สี			กลิ่น			รสชาติ			ความชอบโดยรวม		
	0เดือน	1เดือน	2เดือน	0เดือน	1เดือน	2เดือน	0เดือน	1เดือน	2เดือน	0เดือน	1เดือน	2เดือน
ชุดควบคุม	6.04 ^{ns} ±1.48	5.90 ±1.01	5.56 ±1.15	6.02 ^{ns} ±1.38	6.14 ±1.15	6.40 ±1.16	5.96 ^{ns} ±1.34	5.95 ±1.13	5.96 ±1.11	6.18 ^{ns} ±1.24	6.15 ±1.12	6.14 ±1.07
80 / 1	6.46 ^a ±1.23	5.82 ^b ±1.43	5.72 ^b ±1.50	5.96 ^{ns} ±1.14	5.95 ±1.42	5.92 ±1.40	5.74 ^{ns} ±1.07	5.70 ±1.21	5.68 ^{ns} ±1.43	5.74 ^{ns} ±1.38	5.70 ±1.00	5.74 ±0.99
80 / 3	7.18 ^{a±} 1.10	6.01 ^b ±1.01	5.98 ^{b±} 1.10	6.26 ^{ns} ±1.10	6.31 ±1.23	6.36 [±] 0.90	6.42 ^{ns} ±1.28	6.30 ±1.25	6.00 ±1.11	6.74 ^{a±} 1.14	6.20 ^b ±0.91	6.10 ^{b±} 0.95
80 / 5	6.90 ^{a±} 1.20	6.41 ^b ±1.24	6.34 ^{b±} 1.27	6.40 ^{ns} ±1.14	6.27 ±1.23	6.06 [±] 1.19	6.66 ^{ns} ±1.08	6.62 ±1.08	6.56 ±1.09	6.66 ^{ns} ±1.15	6.44 ±1.10	6.26 [±] 1.08
90 / 1	6.86 ^{ns} ±1.11	6.61 ±1.05	6.46 [±] 1.07	6.00 ^{ns} ±1.11	6.10 ±1.35	6.18 [±] 1.40	6.28 ^{ns} ±1.11	6.15 ±1.14	5.98 ±1.19	6.64 ^a ±0.94	6.33 ^b ±0.94	6.20 ^b ±0.95
90 / 3	7.30 ^{ns} ±0.89	7.14 ±1.20	7.02 ±1.18	6.50 ^{ns} ±1.02	6.44 ±1.08	6.40 [±] 1.18	6.38 ^{ns} ±1.05	6.32 ±1.10	6.28 ±1.28	6.56 ^{ns} ±1.05	6.60 ±0.96	6.66 [±] 1.00
90 / 5	6.86 ^{ns} ±1.07	6.63 ±1.22	6.36 ±1.47	6.38 ^{ns} ±1.26	6.40 ±1.08	6.42 [±] 1.09	6.02 ^{ns} ±1.39	5.99 ±1.20	5.94 ±1.25	6.34 ^{ns} ±1.15	6.32 ±1.11	6.32 [±] 0.95
100 / 1	6.16 ^{ns} ±1.30	6.22 ±1.35	6.34 ±1.39	5.96 ^{ns} ±1.12	5.93 ±1.25	5.92 [±] 1.37	5.92 ^{ns} ±1.18	5.86 ±1.24	5.78 ±1.36	6.08 ^{ns} ±1.08	6.07 ±1.09	6.08 [±] 1.18
100 / 3	5.94 ^a ±1.48	5.31 ^b ±1.76	5.22 ^b ±1.84	5.90 ^a ±1.15	5.33 ^b ±1.40	5.20 ^{b±} 1.37	5.66 ^{ns} ±1.19	5.41 ±1.15	5.22 ±1.13	6.10 ^{a±} 1.37	5.42 ^b ±1.14	5.30 ^{b±} 1.13
100 / 5	6.24 ^a ±1.41	5.42 ^b ±1.40	5.20 ^b ±1.47	5.86 ^a ±1.25	5.19 ^b ±1.25	5.18 ^{b±} 1.26	5.64 ^{ns} ±1.47	5.37 ±1.37	5.14 ±1.16	5.86 ^{a±} 1.26	5.40 ^b ±1.19	5.34 ^{b±} 1.17

หมายเหตุ : 1.ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.ns ย่อมาจาก non-significance หมายถึง ความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 3.ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากผลตามตารางที่ 4.19 พบว่าเมื่อเก็บใบเตยอบแห้งไว้นาน 2 เดือน ตัวอย่างที่ไม่ผ่านการ ลวก ตัวอย่างที่ลวก ณ อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 1 3 และ 5 นาทีและตัวอย่างที่ ลวก ณ อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 1 นาทีจะมีคะแนนทางด้านสีไม่เปลี่ยนแปลงจาก เริ่มต้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยตัวอย่างที่ลวก ณ อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 3 นาทีจะมีคะแนนมากที่สุด

คะแนนทางด้านกลิ่นของทุกตัวอย่างจะ不会有ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อเก็บไว้เป็นระยะเวลา 2 เดือน ยกเว้นตัวอย่างที่ผ่านการลวก ณ อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 3 และ 5 นาที จะมีคะแนนทางด้านกลิ่นลดลงเมื่อเก็บไว้เป็น ระยะเวลา 1 และ 2 เดือน เมื่อเทียบกับตอนเริ่มต้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อย ละ 95 โดยตัวอย่างที่ลวก ณ อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 3 นาทีจะมีคะแนนมากที่สุด

คะแนนทางด้านรสชาติของใบเตยอบแห้งทุกตัวอย่าง จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อเก็บไว้เป็นระยะเวลานาน 2 เดือน

คะแนนทางด้านความชอบโดยรวมของใบเตยอบแห้งทุกตัวอย่างจะมีคะแนนไม่ เปลี่ยนแปลงไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อเก็บไว้นาน 2 เดือน ยกเว้นตัวอย่างที่ผ่านการลวก ณ อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 3 นาที³⁶ ตัวอย่างที่ลวก ณ อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 1 นาทีและตัวอย่างที่ลวก ณ อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 3 และ 5 นาที เมื่อผ่านการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 2 เดือน คะแนนทางด้าน ความชอบโดยรวมจะลดลงตั้งแต่เดือนที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยตัวอย่างที่ลวก ณ อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 3 นาทีจะมีคะแนนมากที่สุด

จากผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสทั้งหมดพบว่า อุณหภูมิและเวลาในการลวก ใบเตยสดที่ 90 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 3 นาที จะเหมาะสมที่สุดในการวิจัยนี้ เนื่องจากตัวอย่าง ดังกล่าวได้รับคะแนนการยอมรับสูงที่สุด อีกทั้งผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพ เคมี อยู่ ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ อีกทั้งปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณยีสต์ รา และปริมาณโคลิ ฟอর্মแบคทีเรีย อยู่ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนสมุนไพรแห้ง(มพช. 480/2547)