

บทที่ 4

ผลการทดลองและอภิปรายผล

4.1 ศึกษาสภาวะการอบแห้งที่เหมาะสม

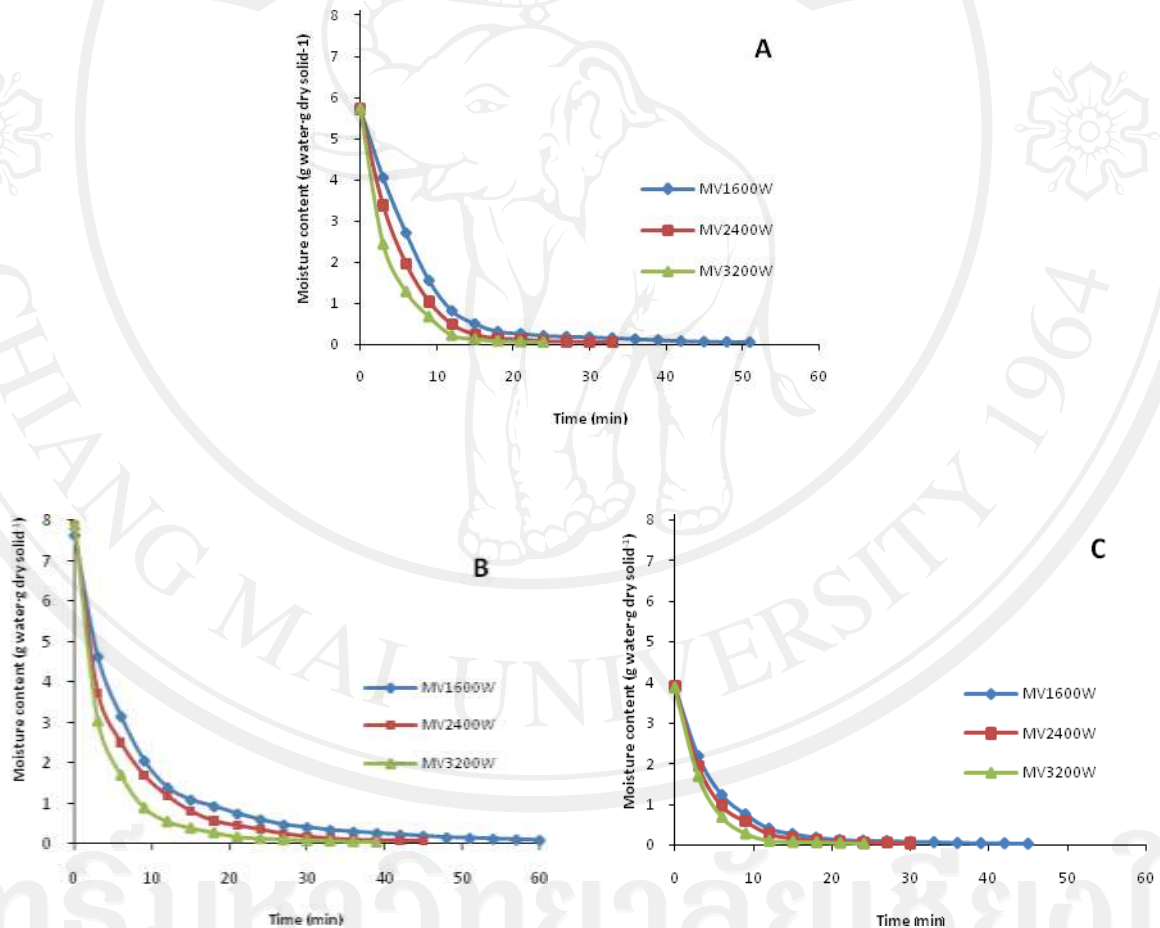
ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมีของส่วนใบ ลำต้น และรากของผักชีไร้สด ได้แก่ ปริมาณความชื้น ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดในรูปกรดแกลลิก และความสามารถในการต้านออกซิเดชัน (IC_{50}) จากส่วนต่างๆ ของผักชีไร้สด โดยค่า IC_{50} แสดงถึงความเข้มข้นของตัวอย่างที่สามารถลดปริมาณสารอนุมูลอิสระได้ร้อยละ 50 โดยตัวอย่างใดที่มีค่า IC_{50} น้อย แสดงว่ามีความสามารถในการต้านออกซิเดชันสูง (เอ็งพลอย, 2552) โดยพบว่า ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด และความสามารถในการต้านออกซิเดชันในส่วนใบผักชีไร้มีปริมาณสูงสุด มีค่าเท่ากับ 44.20 ± 0.17 มิลลิกรัมกรดแกลลิก/กรัมตัวอย่างแห้งและ 12.02 ± 0.53 มิลลิกรัมตัวอย่างแห้ง/มิลลิลิตร ตามลำดับ แต่ในส่วนของรากผักชีไร้มีปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด และความสามารถในการต้านออกซิเดชันน้อยที่สุด มีค่าเท่ากับ 3.52 ± 0.21 มิลลิกรัมกรดแกลลิก/กรัมตัวอย่างแห้งและ 46.05 ± 0.17 มิลลิกรัมของตัวอย่างแห้ง/มิลลิลิตร ตามลำดับ (ตาราง 4.1)

ตาราง 4.1 คุณภาพของใบ ลำต้น และรากผักชีไร้สด

สิ่งทดลอง	ความชื้น (%)	สารประกอบฟีนอลทั้งหมด (mg GAE/g dw)	ความสามารถในการต้านออกซิเดชัน (IC_{50}) (mg dry sample /ml)
ใบผักชีไร้	87.15 ± 0.39	44.20 ± 0.17	12.02 ± 0.53
ลำต้นผักชีไร้	88.30 ± 0.32	17.73 ± 0.13	15.18 ± 0.74
รากผักชีไร้	74.35 ± 0.64	3.52 ± 0.21	46.05 ± 0.17

ปริมาณน้ำเริ่มต้นในตัวอย่างก่อนการทำแห้งในส่วนของใบ ลำต้น และราก มีค่าเท่ากับ 85%, 88% และ 79% ตามลำดับ กราฟแสดงปริมาณความชื้นและเวลาของการทำแห้งของผักชีไร้ (ใบ ลำต้น และราก) ด้วยเครื่องอบแห้งไมโครเวฟสุญญากาศที่กำลังไมโครเวฟต่างกัน 3 ระดับ แสดงดังภาพ 4.1 (A, B และ C) ซึ่งแสดงให้เห็นว่ากำลังไมโครเวฟของการอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งไมโครเวฟสุญญากาศมีผลต่ออัตราการทำแห้ง เมื่อนำส่วนใบ ลำต้น และราก มาทำแห้งด้วยเครื่อง

อบแห้งไมโครเวฟสุญญากาศ จะเกิดการระเหยน้ำอย่างรวดเร็วในช่วงแรกของการอบแห้ง เนื่องจากปริมาณน้ำในอาหารในช่วงแรกมีปริมาณมาก ความร้อนที่ถ่ายเทไปสู่อาหารจะทำให้ให้น้ำในอาหารระเหยออกมาอย่างรวดเร็ว โดยเคลื่อนที่จากด้านในของอาหารมาด้วยอัตราเร็วเท่ากับน้ำที่ระเหยออกจากผิวหน้าหรือเรียกว่าเป็นช่วงอัตราการทำให้แห้งคงที่ จากนั้นอัตราการทำให้แห้งจะลดลงทำให้ลักษณะกราฟมีความชันต่ำ เนื่องจากความชื้นในอาหารลดต่ำลงจนเข้าใกล้ความชื้นสมดุล (ณัญญา, 2545) ซึ่งกำลังของไมโครเวฟมีผลต่ออัตราการทำให้แห้ง โดยกำลังไมโครเวฟสูงขึ้นส่งผลให้เวลาในการอบแห้งลดลง (Soysal, 2004)



ภาพ 4.1 กราฟการทำให้แห้งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นและเวลาในการทำให้แห้ง ผักชีไร้ด้วยเครื่องอบแห้งไมโครเวฟสุญญากาศที่กำลังไมโครเวฟที่ต่างกัน;

(A) ใบ (B) ลำต้น และ (C) ราก

จากการทดลองพบว่า การอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งไมโครเวฟสุญญากาศที่กำลังไมโครเวฟ 3200 วัตต์ ใช้เวลาในการอบน้อยที่สุด และการอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งไมโครเวฟสุญญากาศที่กำลังไมโครเวฟ 1600 วัตต์ ใช้เวลาในการอบสูงที่สุด การอบแห้งในส่วนของใบที่กำลังไมโครเวฟ 1600, 2400 และ 3200 วัตต์ ใช้เวลา 51, 30 และ 24 นาที การอบแห้งในส่วนของลำต้นที่กำลังไมโครเวฟ 1600, 2400 และ 3200 วัตต์ ใช้เวลา 66, 42 และ 33 นาที และระยะเวลาการอบแห้ง 39, 27 และ 21 นาที ใช้สำหรับอบแห้งในส่วนของรากที่กำลังไมโครเวฟ 1600, 2400 และ 3200 วัตต์ ตามลำดับ โดยจะทำให้ความชื้นของผลิตภัณฑ์เหลืออยู่น้อยกว่า 7% ซึ่งเป็นปริมาณความชื้นสูงสุดของสมุนไพรแห้งตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มพช. 996/2548 เพื่อให้แน่ใจว่ากระบวนการทำแห้งเพียงพอต่อการกำจัดน้ำในอาหารให้อยู่ในช่วงความชื้นที่กำหนด

ตาราง 4.2 ร้อยละผลผลิต ปริมาณความชื้น และค่าวอเตอร์แอกทิวิตี ของใบ ลำต้น และรากผักชีฝรั่งอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งไมโครเวฟสุญญากาศที่กำลังไมโครเวฟต่างๆ

สิ่งทดลอง	กำลังไมโครเวฟ (วัตต์)	ร้อยละผลผลิต (%) ^a	ความชื้น ^{ns} (%)	วอเตอร์แอกทิวิตี*
ใบ	1600	19.39±0.45 ^b	6.41±0.15	0.206±0.001 ^a
	2400	20.28±0.44 ^{ab}	6.38±0.16	0.202±0.001 ^b
	3200	20.88±0.42 ^a	6.24±0.25	0.198±0.001 ^c
ลำต้น	1600	8.48±0.53 ^b	6.60±0.32	0.223±0.001 ^a
	2400	9.85±0.30 ^a	6.51±0.20	0.209±0.001 ^b
	3200	10.38±0.31 ^a	6.30±0.13	0.204±0.002 ^c
ราก	1600	19.66±0.20 ^b	6.54±0.15	0.217±0.001 ^a
	2400	20.72±0.27 ^a	6.47±0.15	0.213±0.001 ^b
	3200	21.21±0.32 ^a	6.42±0.18	0.202±0.001 ^c

*ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน วัตต์ค่า 3 ซ้ำการทดลอง โดยค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษต่างกันในแต่ละสิ่งทดลอง แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

กำลังไมโครเวฟของเครื่องอบแห้งไมโครเวฟสุญญากาศมีผลต่อปริมาณร้อยละผลผลิตและค่าอเตอร์แอกทิวิตีของผักชีโรบแห้ง โดยร้อยละผลผลิตของใบ ลำต้น และรากอยู่ในช่วง 8.48-21.21 โดยพบว่าเครื่องอบแห้งที่กำลังไมโครเวฟสูงในแต่ละตัวอย่าง มีผลทำให้ร้อยละผลผลิตสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เนื่องจากการอบแห้งที่ใช้กำลังไมโครเวฟสูงจะใช้เวลาในการอบแห้งน้อยกว่าการอบแห้งที่ใช้กำลังไมโครเวฟต่ำ ส่งผลให้องค์ประกอบอื่นๆ ระเหยและสูญสลายไประหว่างการอบแห้งน้อยกว่าที่กำลังไมโครเวฟต่ำ (Calín-Sánchez *et al.*, 2011) กำลังไมโครเวฟของเครื่องอบแห้งไมโครเวฟสุญญากาศเพิ่มขึ้น จะส่งผลให้ค่าอเตอร์แอกทิวิตีของผักชีโรบแห้งลดลง ซึ่งหมายถึงพลังงานคลื่นไมโครเวฟจากแมกนีตรอนที่กระจายรอบๆ ถังหมุนจะมียามาก ทำให้ไอน้ำที่ระเหยออกจากตัวอย่างเคลื่อนที่ออกได้อย่างรวดเร็ว (ตาราง 4.2)

ตาราง 4.3 ค่าสีของใบ ลำต้น และรากผักชีโรบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งไมโครเวฟสุญญากาศที่กำลังไมโครเวฟต่างๆ

สิ่งทดลอง	กำลังไมโครเวฟ (วัตต์)	L*	a*	b*	ΔE
ใบ	1600	43.11±0.23 ^c	-1.49±0.05 ^a	15.65±0.20 ^b	0.88
	2400	44.93±0.20 ^a	-1.48±0.03 ^a	17.42±0.20 ^a	1.59
	3200	43.54±0.27 ^b	-2.03±0.05 ^b	15.78±0.17 ^b	
ลำต้น	1600	48.75±0.02 ^c	-0.13±0.08 ^a	16.58±0.10 ^b	2.50
	2400	50.91±0.01 ^a	-0.94±0.02 ^b	17.49±0.02 ^a	0.96
	3200	50.34±0.01 ^b	-1.49±0.03 ^c	16.08±0.02 ^c	
ราก	1600	55.80±0.21 ^a	3.45±0.10 ^a	18.47±0.08 ^b	0.79
	2400	56.24±0.14 ^a	3.15±0.02 ^c	18.46±0.10 ^b	1.20
	3200	55.05±0.89 ^b	3.28±0.08 ^b	18.71±0.28 ^a	

*ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน วัตต์ค่า 3 ซ้ำการทดลอง โดยค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษต่างกันในแต่ละสิ่งทดลอง แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ค่าความสว่าง (L*) ค่าสีเขียว (a*) และค่าสีเหลือง (b*) ของผักชีโรบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งไมโครเวฟสุญญากาศที่กำลังไมโครเวฟต่างๆ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยพบว่า ใบ และลำต้นผักชีโรบแห้งที่กำลังไมโครเวฟ 2400 วัตต์ มีค่าความสว่าง และค่าสีเหลือง มากที่สุด ในขณะที่การอบแห้งโดยใช้กำลังไมโครเวฟ 3200 วัตต์ มีค่าสีเขียวมากที่สุด และส่วนของรากพบว่า ค่าความสว่างที่กำลังไมโครเวฟ 1600 และ 2400 วัตต์ มีค่ามากที่สุด ค่าสี

เขียวที่กำลังไฟฟ้า 2400 วัตต์มีค่ามากที่สุด ในขณะที่กำลังไมโครเวฟ 3200 วัตต์ มีค่าสีเหลืองมากที่สุด โดยการเปลี่ยนแปลงค่าสีนั้นขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ระยะเวลาในการทำแห้ง และระดับออกซิเจน โดยที่อุณหภูมิสูงมีผลให้อะตอมของไฮโดรเจนแทนที่อะตอมของแมกนีเซียมซึ่งอยู่กลางโมเลกุลในโครงสร้างของคลอโรฟิลล์ ส่งผลให้คลอโรฟิลล์เปลี่ยนเป็นฟีโอไฟดิน (pheophytin) ทำให้มีสีเขียวอมน้ำตาล (Rudra *et al.*, 2008) สำหรับค่าการเปลี่ยนแปลงของสี (ΔE) ในการทดลองนี้จะเทียบกับค่าสีจากส่วนต่างๆ ที่อบแห้งโดยใช้กำลังไมโครเวฟ 3200 วัตต์ เนื่องจากผักชีโรบอบแห้งในแต่ละส่วนมีคุณภาพด้านสีดีที่สุด พบว่าค่า ΔE ในส่วนของใบ ลำต้น และรากที่ผ่านการอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งไมโครเวฟสุญญากาศที่กำลังไมโครเวฟ 1600 และ 2400 วัตต์ มีค่าอยู่ในช่วง 0.88-1.59, 0.96-2.50 และ 0.79-1.20 ตามลำดับ จากรายงานของ Hunter (2009) พบว่า ถ้าค่า ΔE ของข้อมูล อยู่ในช่วง 2-3.5 จะมีความแตกต่างกันเล็กน้อย ซึ่งจะแยกความแตกต่างได้เฉพาะผู้ทดสอบที่ได้รับการฝึกฝนแล้ว ค่า ΔE ของข้อมูลอยู่ในช่วง 3.5-5 จะมีความแตกต่างกัน ส่วนค่า ΔE ของข้อมูลที่มากกว่า 6 จะมีความแตกต่างกันมาก ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าความแตกต่างของค่าสี ในส่วน ใบ ลำต้น และรากของผักชีโรบอบแห้งแต่ละกำลังไมโครเวฟ มีค่าแตกต่างกันน้อยมาก (ตาราง 4.3)

ในส่วนของใบผักชีโรบอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งไมโครเวฟสุญญากาศที่กำลังไมโครเวฟ 3200 วัตต์ มีปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดและความสามารถในการต้านออกซิเดชัน (IC_{50}) สูงสุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 12.82 ± 0.49 มิลลิกรัมกรดแกลลิก/กรัมตัวอย่างแห้งและ 0.23 ± 0.12 มิลลิกรัมของน้ำหนักแห้งต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับรายงานการวิจัยของ Nanasombat and Teckchuen (2009) ได้วิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดและความสามารถในการต้านออกซิเดชันของใบผักชีโรบอบแห้ง พบว่า มีสารประกอบฟีนอลทั้งหมดและความสามารถในการต้านออกซิเดชัน มีค่าเท่ากับ 13.30 ± 0.0 มิลลิกรัมกรดแกลลิก/กรัมตัวอย่างแห้งและ 0.19 ± 0.23 มิลลิกรัมของน้ำหนักแห้งต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ ในขณะที่ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดและความสามารถในการต้านออกซิเดชันในส่วนของรากที่อบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งไมโครเวฟสุญญากาศที่กำลังไมโครเวฟ 1600 วัตต์ มีค่าน้อยที่สุด โดยมีค่าเท่ากับ 2.43 ± 0.09 มิลลิกรัมกรดแกลลิก/กรัมตัวอย่างแห้งและ 4.22 ± 0.04 มิลลิกรัมของน้ำหนักแห้งต่อมิลลิลิตร (ตาราง 4.4) สอดคล้องงานวิจัยของ Soysal (2004) ซึ่งศึกษาลักษณะของผักชีโรบอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งไมโครเวฟ พบว่าการใช้กำลังไมโครเวฟสูงจะใช้เวลาในการอบแห้งน้อยกว่าที่กำลังไมโครเวฟต่ำ และส่งผลให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดและความสามารถในการต้านออกซิเดชันมีมากกว่า โดยปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ กล่าวคือปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดมีความสัมพันธ์กับความสามารถในการต้านออกซิเดชันของผักชีโรบอบแห้ง (นันท์นภัส, 2551)

ตาราง 4.4 ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด และความสามารถในการต้านออกซิเดชัน (IC₅₀) ของใบ ลำต้น และรากผักชีโรอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งไมโครเวฟสุญญากาศที่กำลังไมโครเวฟต่างๆ

สิ่งทดลอง	กำลังไมโครเวฟ (วัตต์)	สารประกอบฟีนอลทั้งหมด (mg GAE/g dw)*	ความสามารถในการต้านออกซิเดชัน (IC ₅₀) (mg dry sample /ml)*
ใบ	1600	9.95±0.11 ^c	0.59±0.03 ^a
	2400	10.97±0.37 ^b	0.42±0.01 ^b
	3200	12.82±0.49 ^a	0.23±0.12 ^c
ลำต้น	1600	6.14±0.06 ^c	0.90±0.12 ^a
	2400	6.85±0.13 ^b	0.69±0.02 ^b
	3200	7.27±0.05 ^a	0.59±0.01 ^b
ราก	1600	2.43±0.09 ^c	4.22±0.04 ^a
	2400	2.79±0.07 ^b	3.91±0.05 ^b
	3200	2.96±0.06 ^a	3.63±0.06 ^c

*ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน วัดค่า 3 ซ้ำการทดลอง โดยค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษต่างกันในแต่ละสิ่งทดลอง แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p≤0.05)

ตาราง 4.5 ความชอบด้านกลิ่นของใบ ลำต้น และรากผักชีโรบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งไมโครเวฟ
สูญญากาศที่กำลังไมโครเวฟต่างๆ

สิ่งทดลอง	กำลังไมโครเวฟ (วัตต์)	ความชอบด้านกลิ่น*
ใบ	1600	5.1±1.2 ^c
	2400	5.7±1.1 ^b
	3200	6.2±1.2 ^a
ลำต้น	1600	5.0±1.6 ^b
	2400	5.4±1.5 ^b
	3200	6.0±1.1 ^a
ราก	1600	5.0±1.3 ^b
	2400	5.5±1.7 ^b
	3200	6.1±1.0 ^a

*ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n=50) โดยค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษต่างกันในแต่ละสิ่งทดลอง แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ความชอบด้านกลิ่นของ ใบ ลำต้น และรากผักชีโรบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งไมโครเวฟสูญญากาศที่กำลังไมโครเวฟ 1600, 2400 และ 3200 วัตต์ จากผู้ทดสอบ 50 คน (ตาราง 4.5) พบว่า ในส่วนใบ ลำต้น และรากผักชีโรบแห้งที่กำลังไมโครเวฟ 3200 วัตต์ มีค่าความชอบด้านกลิ่นสูงสุด ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด และความสามารถในการต้านออกซิเดชันในตาราง 4.4 โดยที่กำลังไมโครเวฟสูง จะใช้เวลาในการอบแห้งน้อยกว่า จึงทำให้คุณภาพด้านกลิ่นของตัวอย่างยังคงอยู่ และสอดคล้องกับการรายงานการวิจัยของนัฐพลและวีระชัย (2549) ได้ศึกษาสมบัติทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของแป้งข้าวกลั่นใบเตยอบแห้งด้วยไมโครเวฟ พบว่าเวลาในการอบแห้งมีผลต่อความชอบด้านกลิ่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยค่าความชอบด้านกลิ่นใบเตยในแป้งข้าวจะลดลงเมื่อเวลาในการอบแห้งเพิ่มขึ้น

4.2 ศึกษาวิธีการสกัดน้ำมันหอมระเหยที่เหมาะสม

หลังจากได้ส่วน ใบ ลำต้น รากและเมล็ดของผักชีโรอบแห้งแล้ว นำส่วนต่างๆ ของผักชีโร่ เปรียบเทียบวิธีการสกัด 2 วิธี ได้แก่ การกลั่นด้วยไอน้ำ (Steam distillation; SD) และวิธีการกลั่นและสกัดพร้อมกัน (Simultaneous distillation-extraction; SDE) แล้วนำน้ำมันหอมระเหยที่ได้ คำนวณร้อยละผลผลิต และค่าดัชนีการหักเหแสง จากนั้นทดสอบความชอบของผู้บริโภคด้านกลิ่นของน้ำมันหอมระเหยความเข้มข้น 1% ในโพรไพลีนกลัยคอล โดยใช้ผู้ทดสอบทั่วไป จำนวน 50 คน ได้ผลดังตาราง 4.6

ตาราง 4.6 ปริมาณร้อยละผลผลิต ดัชนีการหักเห และคะแนนความชอบด้านกลิ่นของน้ำมันหอมระเหยจากส่วน ใบ ลำต้น ราก และเมล็ดผักชีโร่จากวิธีการกลั่นด้วยไอน้ำ (SD) และวิธีการกลั่นและสกัดพร้อมกัน (SDE)

สิ่งทดลอง	วิธีการสกัด	ร้อยละผลผลิต*	ดัชนีการหักเห*	ความชอบด้านกลิ่น**
ใบ	SD	0.52±0.03 ^b	1.54±0.00 ^a	6.2±1.7 ^{ab}
	SDE	0.61±0.04 ^a	1.53±0.00 ^b	6.7±1.6 ^a
ลำต้น	SD	0.10±0.01 ^d	1.53±0.00 ^b	5.8±1.8 ^b
	SDE	0.32±0.03 ^c	1.52±0.00 ^c	6.0±1.8 ^b
ราก	SD	0.06±0.02 ^d	1.51±0.00 ^d	6.0±1.6 ^{ab}
	SDE	0.28±0.01 ^c	1.50±0.00 ^c	6.3±1.8 ^{ab}
เมล็ด	SD	0.30±0.01 ^c	1.52±0.00 ^c	5.7±1.8 ^b
	SDE	0.57±0.04 ^{ab}	1.51±0.00 ^d	5.9±1.8 ^b

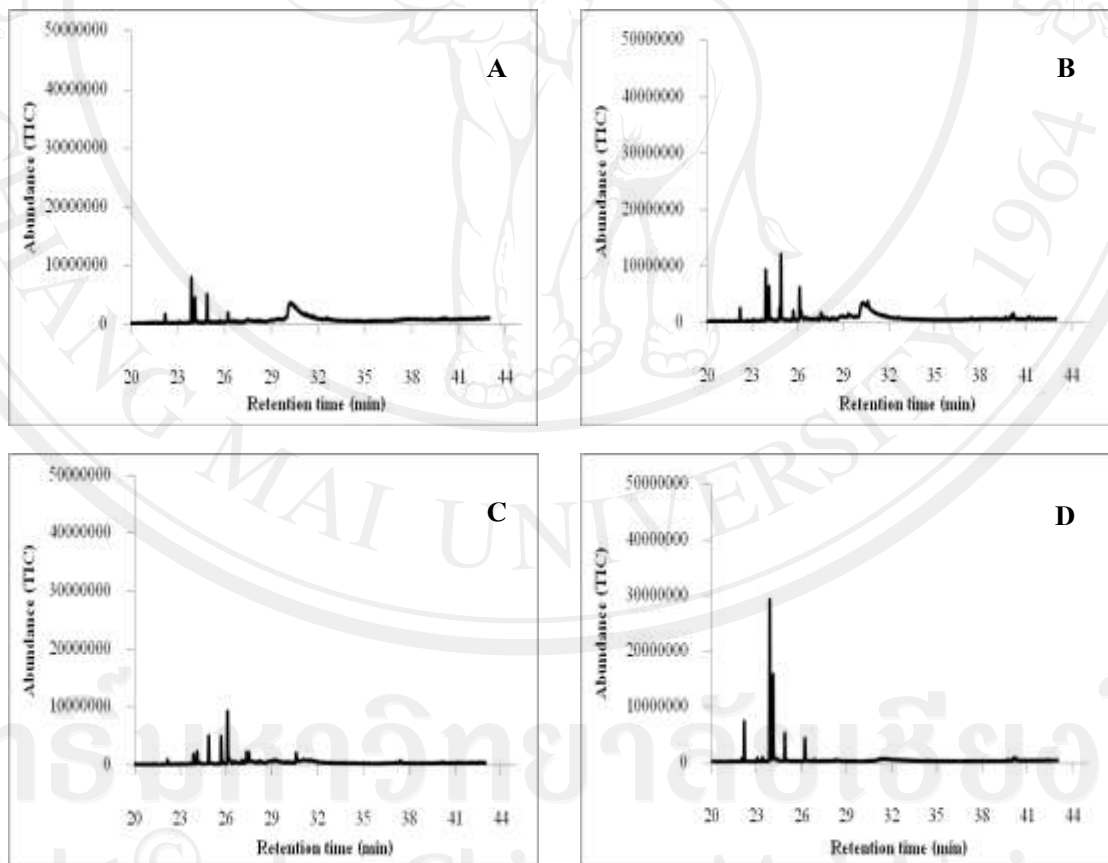
*ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน วัดค่า 2 ซ้ำการทดลอง

**ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n=50) โดยค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษแตกต่างกันในแต่ละสิ่งทดลอง แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p≤0.05)

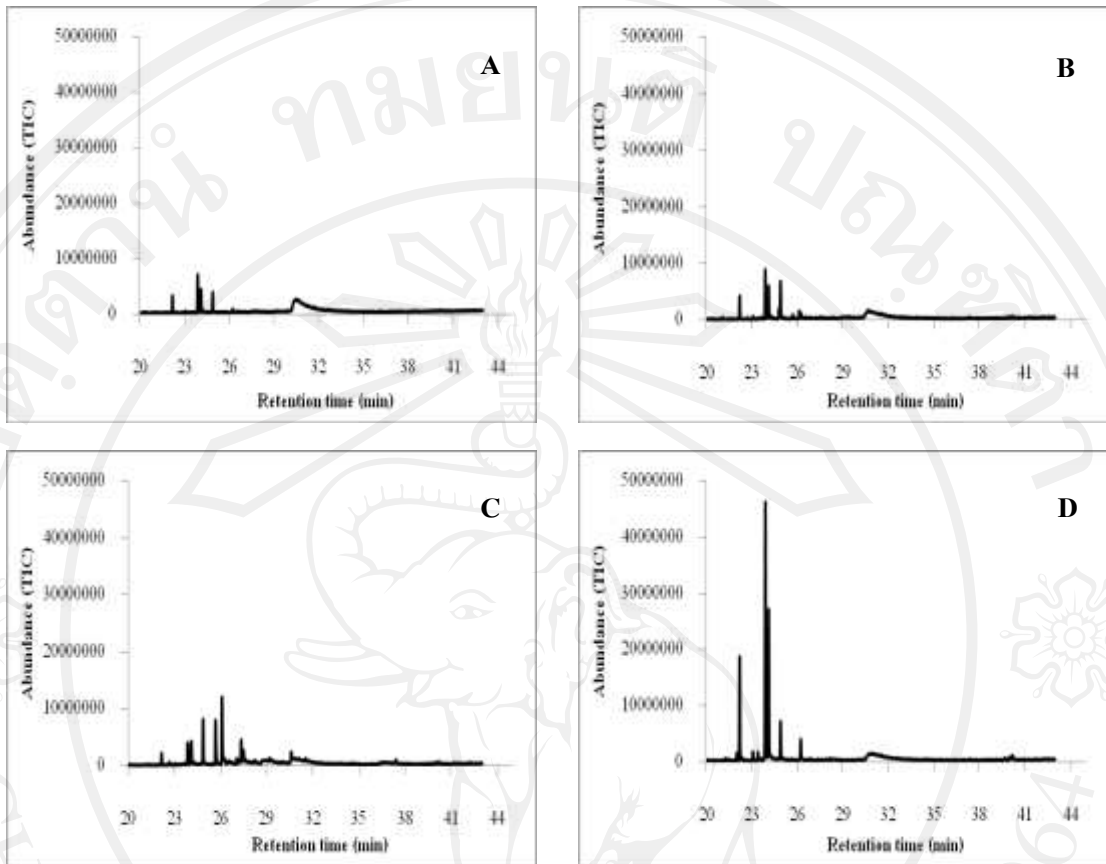
SD = วิธีการกลั่นด้วยไอน้ำ, SDE = วิธีการกลั่นและสกัดพร้อมกัน

จากการศึกษาน้ำมันหอมระเหยในส่วนต่างๆ ของผักชีโร่ ด้วยวิธีการกลั่นด้วยไอน้ำ และการกลั่นและสกัดพร้อมกัน พบว่าน้ำมันหอมระเหยที่ได้มีสีเหลืองอ่อน ปริมาณร้อยละสารสกัดของน้ำมันหอมระเหยในส่วนใบของผักชีโร่ที่สกัดด้วยวิธีการกลั่นและสกัดพร้อมกัน มีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.61±0.04 และได้คะแนนความชอบด้านกลิ่นสูงสุดเท่ากับ 6.7±1.6 ส่วนน้ำมันหอมระเหยจากรากผักชีโร่ที่กลั่นด้วยไอน้ำ มีปริมาณร้อยละสารสกัดน้อยที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ณภัทรและคณะ (2550) พบว่าปริมาณร้อยละสารสกัดของน้ำมันหอมระเหยจากทำมัง

(*Litsea petiotala*) สดและแห้งทั้งส่วนใบและกิ่งโดยวิธีการกลั่นและสกัดพร้อมกัน มีปริมาณมากกว่าวิธีการกลั่นด้วยไอน้ำ เนื่องจากการสกัดด้วยวิธีการกลั่นและสกัดพร้อมกัน มีการใช้ไดคลอโรมีเทนเป็นตัวทำละลายร่วมในการสกัด จึงทำให้สารหอมระเหยที่มีขั้ว (polar) และไม่มีขั้ว (non-polar) ถูกสกัดออกมา ค่าดัชนีการหักเหของน้ำมันหอมระเหยที่ได้อยู่ในช่วง 1.50-1.54 ในขณะที่ความขอบด้านกลั่นของน้ำมันหอมระเหยในส่วนของเมล็ดจากการสกัดด้วยไอน้ำมีค่าน้อยที่สุด (ตาราง 4.6) เนื่องจากการกลั่นด้วยไอน้ำใช้ความร้อนในการสกัดโดยตรง ทำให้สูญเสียปริมาณสารระเหยในตัวอย่าง น้ำมันหอมระเหยที่ได้มีกลิ่นต้ม (cooked flavor) นอกจากนี้อาจเกิดการปนเปื้อนของน้ำและสารสกัดในกระบวนการ (Peng *et al.*, 2004) ซึ่งมีผลต่อความขอบด้านกลั่นของผู้บริโภค ส่วนการสกัดด้วยวิธีการกลั่นและสกัดพร้อมกัน ใช้ไดคลอโรมีเทนเป็นตัวทำละลายซึ่งมีจุดเดือดต่ำ ในการสกัดจึงใช้ความร้อนต่ำกว่าจึงทำให้ปริมาณสารระเหยยังคงอยู่ และไม่เสียหายไป



ภาพ 4.2 โครมาโทแกรมของสารระเหยในน้ำมันหอมระเหยจากผักชีไร้ด้วยวิธีการกลั่นด้วยไอน้ำ; (A) น้ำมันหอมระเหยจากใบ (B) น้ำมันหอมระเหยจากลำต้น (C) น้ำมันหอมระเหยจากราก และ (D) น้ำมันหอมระเหยจากเมล็ด



ภาพ 4.3 โครมาโทแกรมของสารระเหยในน้ำมันหอมระเหยจากผักชีไร้ด้วยวิธีการกลั่นและสกัดพร้อมกัน; (A) น้ำมันหอมระเหยจากใบ (B) น้ำมันหอมระเหยจากลำต้น (C) น้ำมันหอมระเหยจากราก และ (D) น้ำมันหอมระเหยจากเมล็ด

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบของสารระเหยในน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้ด้วยเทคนิค Gas chromatography-mass spectrometry พบว่าองค์ประกอบหลักของน้ำมันหอมระเหยจากผักชีไร้ ได้แก่ caryophyllene, selinene และ 3-butyl phthalide สารระเหยที่พบมากในน้ำมันหอมระเหยจากใบและเมล็ด คือ β -selinene มีลักษณะกลิ่นสมุนไพร ในขณะที่ 3-butylidene phthalide และ 3-butyl phthalide ซึ่งเป็นกลิ่นของผักชี และขึ้นฉ่าย โดยพบมากในส่วนของใบ (ตาราง 4.7) การกลั่นและสกัดพร้อมกันเป็นวิธีที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในการสกัดสารระเหยในเครื่องเทศและสมุนไพร (Gu *et al.*, 2009) เนื่องจากสามารถสกัดสารระเหยที่เป็นองค์ประกอบได้มาก จากการวิเคราะห์องค์ประกอบของสารระเหยในใบยาสูบ โดยเปรียบเทียบวิธีการกลั่นด้วยไอน้ำ การกลั่นและสกัดพร้อมกัน และการสกัดแบบ head space co-distillation (HD) ของ Peng *et al.* (2004) พบว่าการกลั่นและสกัดพร้อมกัน มีองค์ประกอบของสารให้กลิ่นมากที่สุด และมีการปนเปื้อนน้อย ซึ่งสารระเหยที่วิเคราะห์ได้มีปริมาณแตกต่างกันเนื่องจากวิธีการสกัดที่ต่างกัน ทำให้ความสามารถในการสกัดสารที่เป็นองค์ประกอบมีความแตกต่างกัน (อาภาพรธ, 2553) เนื่องจากน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากส่วน

ใบที่สกัดด้วยวิธีการกลั่นและสกัดพร้อมกันมีปริมาณร้อยละผลผลิตและคะแนนความชอบด้านกลิ่น
สูงสุด ดังนั้นจึงเลือกน้ำมันหอมระเหยจากส่วนใบที่สกัดด้วยวิธีการกลั่นและสกัดพร้อมกัน นำไป
ศึกษาวิธีการเก็บกักกลิ่นต่อไป



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.7 เปรียบเทียบอัตราส่วนพื้นที่ขององค์ประกอบสารระเหยในน้ำมันหอมระเหยจากส่วนต่างๆ ของผักชีฝรั่ง ด้วยวิธีการสกัดที่ต่างกัน

RT	Volatile compounds	LRI	L1	L2	ST1	ST2	R1	R2	SE1	SE2	Characteristic odor
21.06	α -cubebene	1343	-	-	-	1.00	-	-	-	-	herb, waxy ^[a]
21.29	Di-epi- α -cedrene-(1)	1351	-	-	-	-	-	-	-	1.00	NA
22.18	β -caryophyllene	1380	1.95	3.51	2.77	4.52	1.00	2.38	8.25	20.89	spice, wood ^[a]
22.68	alloaromadendrene	1396	-	-	-	1.00	-	-	-	-	wood ^[a]
23.05	α -caryophyllene	1410	1.00	1.36	1.80	1.89	-	1.25	2.41	5.33	wood ^[a]
23.39	α - cedrene	1422	-	-	-	-	-	-	-	1.00	woody cedar sweet fresh ^[b]
23.65	(+)-aromadendrene	1432	-	-	-	-	-	1.00	-	-	wood ^[a]
23.88	β -selinene	1441	12.26	-	5.94	5.56	1.00	3.02	16.52	26.89	herb ^[a]
24.09	α -selinene	1449	1.18	1.00	-	-	-	-	2.34	3.87	amber ^[b]
24.10	γ -selinene	1449	1.13	1.00	1.65	1.60	-	-	-	-	wood ^[a]
24.11	viridiflorene	1449	-	-	-	-	-	1.00	-	-	NA
24.12	bicyclogermacrene	1450	-	-	-	-	1.00	-	-	-	green woody ^[b]
24.24	δ -selinene	1454	-	-	1.00	-	-	-	-	-	NA
24.25	α -gurjunene	1455	-	1.00	-	-	-	-	-	-	wood, balsamic ^[a]
24.35	α -curcumene	1458	-	-	-	-	-	-	-	1.00	herb ^[a]
24.78	β -cadinene	1474	-	-	-	1.00	-	-	-	-	woody ^[b]
24.79	δ -cadinene	1475	-	1.00	-	5.01	-	1.01	-	-	thyme, medicine, wood ^[a]

ตาราง 4.7 เปรียบเทียบอัตราส่วนพื้นที่ขององค์ประกอบสารระเหยในน้ำมันหอมระเหยจากส่วนต่างๆ ของผักชีฝรั่ง ด้วยวิธีการสกัดที่ต่างกัน (ต่อ)

RT	Volatile compounds	LRI	L1	L2	ST1	ST2	R1	R2	SE1	SE2	Characteristic odor
26.11	spathulenol	1528	-	-	4.20	1.00	-	9.90	-	-	herb, fruit ^[a]
26.22	caryophyllene oxide	1533	1.00	1.07	1.07	-	-	-	1.77	1.57	herb, sweet, spice ^[a]
26.44	alloromadendrene	1543	-	-	-	-	-	1.00	-	-	woody ^[b]
26.55	carotol	1548	-	-	-	-	1.00	-	-	-	pleasant mild ^[b]
27.06	β -ionone	1570	-	-	-	-	-	1.00	-	-	seaweed, violet, flower, raspberry ^[a]
24.47	dill apiol	1588	1.00	-	-	-	-	-	-	-	wood, spice ^[a]
27.51	isopathulenol	1590	-	-	-	-	-	1.00	-	-	herb, fruit ^[a]
27.58	(-)-alloisolongifolene	1593	-	-	1.00	-	-	-	-	-	NA
27.88	aromadendrene	1606	-	-	1.00	-	-	-	-	-	wood ^[b]
28.27	4-hydroxyindole	1621	1.00	-	-	-	-	-	-	-	NA
28.57	apiole	1634	-	-	-	1.00	1.16	2.54	-	-	parsley faint ^[b]
28.65	3-butylidene phthalide	1637	38.54	-	-	-	1.00	-	-	-	celery, green, vegetable ^[b]
30.43	3-butyl phthalide	1710	53.32	4.51	-	1.00	-	1.57	-	1.12	herb, celery ^[b]
37.42	calamenene	2022	-	-	-	-	-	-	1.00	-	herb, spice ^[a]

L=Phakchee-rai leaves, ST = Phakchee-rai stems, R = Phakchee-rai roots, SE = Phakchee-rai seeds; 1=Steam distillation, 2= Simultaneous distillation-extraction NA = data not available,

^[a] <http://www.flavornet.org>, ^[b] <http://www.thegoodscentcompany.com>, อัตราส่วนพื้นที่ขององค์ประกอบสารระเหยในน้ำมันหอมระเหยจากผักชีฝรั่ง เปรียบเทียบในแนวแถว

4.3 ศึกษาวิธีการเก็บกักน้ำมันหอมระเหย

ทำการพัฒนาไมโครแคปซูลสำหรับเก็บกักน้ำมันหอมระเหยจากส่วนใบของ ผักชีฝรั่ง ด้วยเทคนิคคอมเพล็กซ์โคอะเซอร์เวชัน โดยใช้น้ำมันหอมระเหยจากใบผักชีฝรั่งความเข้มข้น 3% (w/w) ในโพรพิลีนกลัยคอลและใช้กัมอะราบิกและเจลาตินเป็นวัสดุเก็บกักกลิ่น ได้ผลดังตาราง 4.8 และ 4.9

ตาราง 4.8 เปรียบเทียบร้อยละผลผลิต ปริมาณความชื้น และวอเตอร์แอกทิวิตี ของไมโครแคปซูล น้ำมันหอมระเหยจากใบผักชีฝรั่ง โดยผันแปรปริมาณเจลาตินและกัมอะราบิก

สิ่งทดลอง	เจลาติน**	กัมอะราบิก**	ร้อยละผลผลิต	ความชื้น (%)	วอเตอร์แอกทิวิตี
1	10	20	12.18	6.45	0.06
2	30	20	26.06	13.34	0.05
3	10	40	16.80	9.02	0.14
4	30	40	26.11	14.15	0.11
5	5.86	30	14.29	7.85	0.14
6	34.14	30	20.05	12.32	0.11
7	20	15.86	12.13	10.02	0.15
8	20	44.14	24.25	12.18	0.07
9	20	30	13.31	14.34	0.15
10	20	30	11.85	13.47	0.16

** สารละลายเจลาติน ความเข้มข้น 10% และกัมอะราบิก 10%

ตาราง 4.9 เปรียบเทียบค่าสี (L* a* และ b*) ปริมาณน้ำมันที่พื้นผิวและประสิทธิภาพในการเก็บกักของไมโครแคปซูลน้ำมันหอมระเหยจากใบผักชีฝรั่ง โดยผันแปรปริมาณเจลาตินและกัมอะราบิก

ที่ตั้งทดลอง	เจลาติน**	กัมอะราบิก**	L*	a*	b*	ปริมาณน้ำมันที่พื้นผิว (%)	ประสิทธิภาพในการเก็บกัก
1	10	20	61.65	-0.47	24.56	1.03	98.27
2	30	20	54.47	1.39	23.28	1.17	98.03
3	10	40	51.74	-1.34	14.23	0.69	98.83
4	30	40	56.87	-0.85	21.54	2.67	95.53
5	5.86	30	47.06	-1.20	11.75	3.36	94.33
6	34.14	30	53.54	0.08	20.26	1.53	97.43
7	20	15.86	49.69	-1.55	13.71	1.38	97.67
8	20	44.14	44.58	-3.22	11.88	2.22	96.23
9	20	30	47.26	-1.35	9.02	4.93	91.63
10	20	30	47.22	-1.34	9.08	4.52	92.33

** สารละลายเจลาติน ความเข้มข้น 10% และกัมอะราบิก 10%

เมื่อพิจารณาผลวิเคราะห์คุณภาพด้านต่างๆ ของไมโครแคปซูล และวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของปริมาณเจลาตินและกัมอะราบิกที่ส่งผลต่อคุณภาพด้านต่างๆ แสดงเป็นสมการความสัมพันธ์ ดังตาราง 4.10 พบว่าปริมาณเจลาตินและกัมอะราบิกส่งผลต่อร้อยละผลผลิต และปริมาณความชื้นของไมโครแคปซูล อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่ไม่ส่งผลต่อค่าวอเตอร์แอกทิวิตี ค่าสี ความสว่าง ค่าสีเขียว ค่าสีเหลือง ปริมาณน้ำมันที่พื้นผิว และประสิทธิภาพในการเก็บกักของไมโครแคปซูล อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

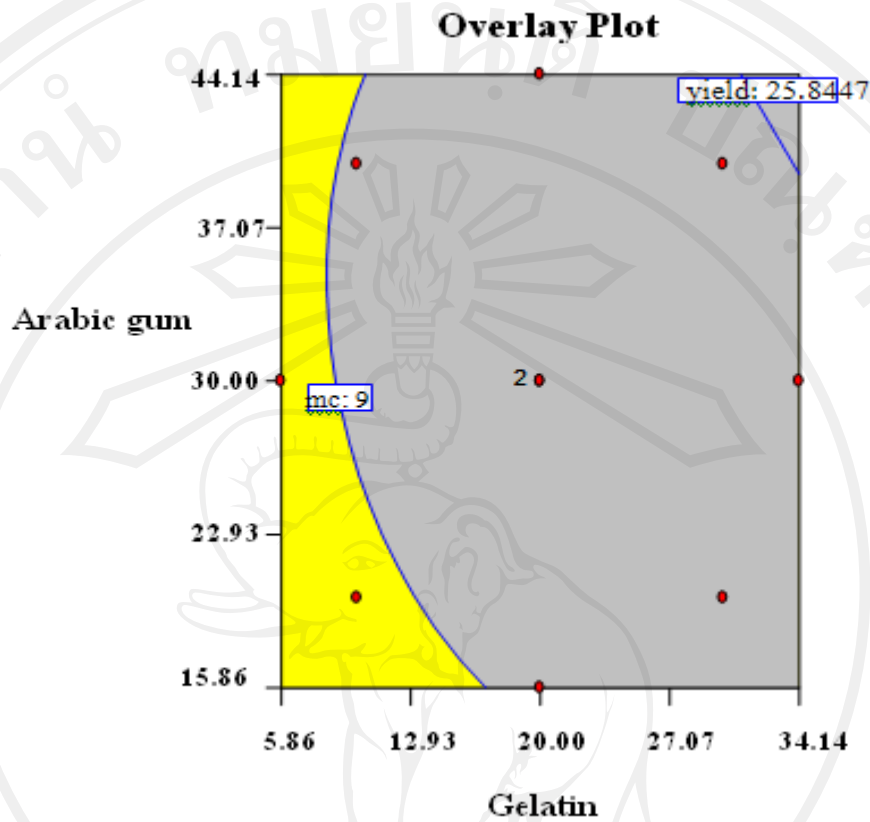
นำข้อมูลผลการทดลองในตาราง 4.8 และ 4.9 มาวิเคราะห์ทางสถิติ โดยคัดเลือกเฉพาะค่าตอบสนองที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) เพื่อหาอัตราส่วนของวัสดุห่อหุ้มที่ดีที่สุดสำหรับกระบวนการผลิตไมโครแคปซูล โดยวิธีการสร้างพื้นที่ตอบสนอง (Response surface methodology) ของค่าตอบสนองที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ได้สมการความสัมพันธ์ระหว่างเจลาตินและกัมอะราบิกที่เหมาะสมในกระบวนการผลิตไมโครแคปซูล ดังตาราง 4.10

ตาราง 4.10 สมการถดถอยแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเจลาตินและกัมอะราบิกต่อร้อยละผลผลิตและปริมาณความชื้นของไมโครแคปซูลน้ำมันหอมระเหยจากใบผักชีฝรั่ง

	สมการถดถอย	Adjusted R ²	P-value
ร้อยละผลผลิต	$= +1.69 + 0.39(\text{เจลาติน}) + 0.27(\text{กัมอะราบิก})$	0.5756	0.0498
ปริมาณความชื้น (%)	$= -15.52 + 1.11(\text{เจลาติน}) + 0.99(\text{กัมอะราบิก}) - 0.02(\text{เจลาติน})^2 - 0.01(\text{กัมอะราบิก})^2 - 4.40 \times 10^{-3}(\text{เจลาติน})(\text{กัมอะราบิก})$	0.9361	0.0167

จากสมการถดถอยในตาราง 4.10 สามารถอธิบายได้ว่า ปริมาณเจลาตินและกัมอะราบิก มีผลต่อร้อยละผลผลิตและปริมาณความชื้น มีค่า Adjusted R² เท่ากับ 0.5756 และ 0.9361 ตามลำดับ โดยที่ Adjusted R² ยิ่งสูงจะหมายความว่าสมการนั้นสามารถทำนายผลการตอบสนองได้ดี (สุจินดา, 2548) ปริมาณร้อยละผลผลิตมีอิทธิพลหลักมาจากปริมาณเจลาติน โดยจะมีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อปริมาณเจลาตินเพิ่มขึ้น ส่วนปริมาณความชื้น มีอิทธิพลหลักมาจากปริมาณเจลาติน โดยจะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณเจลาตินเพิ่มขึ้น ส่วนปัจจัยร่วมระหว่างปริมาณเจลาตินและกัมอะราบิก มีผลทำให้ปริมาณความชื้นลดลง

จากนั้นนำสมการความสัมพันธ์ที่ได้มาวิเคราะห์อัตราส่วนของเจลาตินและกัมอะราบิกที่เหมาะสมในการผลิตไมโครแคปซูล โดยใช้โปรแกรม Design Expert 6.0.10 ทำการวิเคราะห์แบบ Graphical และทำการกำหนดขอบเขตของปัจจัยที่ศึกษาและขอบเขตของคุณภาพที่ต้องการ คือ กำหนดให้มีปริมาณกัมอะราบิกดังนี้ ช่วงปริมาณเจลาติน คือ 10 กรัม ถึง 30 กรัม ปริมาณกัมอะราบิก คือ 20 กรัม ถึง 40 กรัม เพื่อให้ได้ร้อยละผลผลิตสูง และค่าความชื้น 6% ถึง 9% ได้อัตราส่วนของวัสดุห่อหุ้มที่เหมาะสมสำหรับการผลิตไมโครแคปซูลน้ำมันหอมระเหยจากใบผักชีฝรั่ง โดยวิธีการสร้างพื้นที่ตอบสนอง แสดงดังภาพ 4.4



ภาพ 4.4 ระดับของเจลาตินและกัมอะราบิก (พื้นที่สีเหลือง) ที่เหมาะสมสำหรับการผลิต ไมโครแคปซูลน้ำมันหอมระเหยจากผักชีฝรั่งให้ค่าคุณภาพตามที่กำหนด

ทำการทวนสอบความถูกต้องของสมการด้วยการเลือกจุดที่อยู่ในช่วงพื้นที่สีเหลือง มาทำการผลิตไมโครแคปซูลน้ำมันหอมระเหย ทำการตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพและเคมีเพื่อตรวจสอบการทำนายค่า โดยจุดที่เลือกใช้ในการทดสอบ คือ ปริมาณเจลาติน 10.90 กรัม และปริมาณกัมอะราบิก 21.10 กรัม (อัตราส่วนโดยประมาณ 1:2) เนื่องจากการใช้กัมอะราบิกปริมาณมาก จะทำให้ต้นทุนการผลิตไมโครแคปซูลสูงขึ้น ส่วนการใช้เจลาตินในปริมาณน้อยจะทำให้ร้อยละผลผลิตมีแนวโน้มที่ต่ำ ในทางตรงกันข้ามถ้าใช้เจลาตินมากกว่า 10.90 กรัม จะส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความยืดหยุ่นมากไม่สามารถบดเป็นผงได้ สามารถทำนายค่าตอบสนองต่างๆ ได้ดังนี้ ร้อยละผลผลิต 11.78 ค่าความชื้น 8.19% ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี 0.116 ค่าความสว่าง 54.68 ค่าสีเขียว -0.84 ค่าสีเหลือง 17.21 ปริมาณน้ำมันที่พื้นผิว 2.94% และประสิทธิภาพในการเก็บกัก 96.93% ตามลำดับ จากนั้นทำการวิเคราะห์คุณภาพของไมโครแคปซูลน้ำมันหอมระเหยจากผักชีฝรั่ง แสดงดังตาราง 4.11 พบว่าไมโครแคปซูลน้ำมันหอมระเหยจากผักชีฝรั่งมีร้อยละผลผลิต 11.96 ปริมาณความชื้น 8.84% ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี 0.126 ค่าความสว่าง 51.49 ค่าสีเขียว -0.8 ค่าสีเหลือง 16.45 ปริมาณน้ำมันที่พื้นผิว

2.88% และประสิทธิภาพการเก็บกัก 97.96% ส่วนความหนาแน่นจำเพาะ และความสามารถในการดูดซับน้ำบนพื้นผิวของอนุภาค มีค่าเท่ากับ 0.23 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร และ 27.50 นาที/กรัม

ตาราง 4.11 คุณภาพของไมโครแคปซูลน้ำมันหอมระเหยจากผักชีฝรั่ง

คุณภาพ	ค่าจากการทดลอง
ร้อยละผลผลิต	11.96
ปริมาณความชื้น	8.84
ค่าแอดอร์แอคทีวิตี (a_w)	0.126
ค่าสี L^*	51.49
ค่าสี a^*	-0.80
ค่าสี b^*	16.45
ปริมาณน้ำมันที่พื้นผิว (%)	2.88
ประสิทธิภาพในการเก็บกัก (%)	97.96
ความหนาแน่นจำเพาะ (g/cm^3)	0.23
ความสามารถในการดูดซับน้ำบนพื้นผิวของอนุภาค (min/g)	27.50

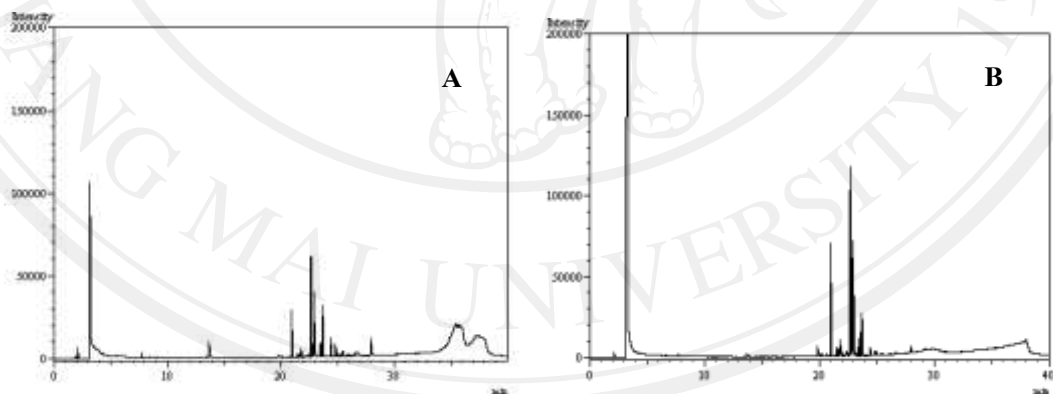
การเปรียบเทียบคุณภาพของไมโครแคปซูลน้ำมันหอมระเหยจากผักชีฝรั่งที่ได้จากการทำนายและจากการทดลอง (ตาราง 4.12) พบว่า คุณภาพของไมโครแคปซูลที่ได้มีค่าใกล้เคียงกับค่าที่ได้จากการทำนาย คืออยู่ในช่วง 1.05% ถึง 7.94% โดยมีความแตกต่างน้อยกว่า 10% สอดคล้องกับ Hu (1999) กล่าวว่าความคลาดเคลื่อนของค่าที่ได้จากการทดลอง และค่าที่ได้จากการทำนายนั้นจะต้องแตกต่างกันน้อยกว่า 10% จึงจะเพียงพอต่อการทำนายของสมการ จึงถือว่าการใช้ปริมาณเจลาติน 10.90 กรัม และกัมอะราบิก 21.10 กรัม เป็นอัตราส่วนของวัสดุห่อหุ้มที่เหมาะสมต่อการผลิตไมโครแคปซูลน้ำมันหอมระเหยจากผักชีฝรั่ง

จากนั้นทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบองค์ประกอบของสารระเหยในไมโครแคปซูลน้ำมันหอมระเหยจากใบผักชีฝรั่งที่ได้ และไมโครแคปซูลน้ำมันหอมระเหยจากใบผักชีฝรั่งเมื่อนำไปละลายน้ำ 37 องศาเซลเซียส ด้วยวิธีการชัก/สุ่มตัวอย่างที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ซึ่งจำลองสภาวะการปลดปล่อยสารที่ระเหยได้ (ณฐมา, 2552) โดยวิธี SPME ซึ่งเป็นการดูดซับไอสารระเหยที่อยู่บริเวณเหนือผิวหน้าของสารตัวอย่าง แล้วนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบของสารระเหยโดยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี-เฟรมไอออไนเซชันดีเทกเตอร์ (GC-FID) ได้โครมาโทแกรมของสารระเหยดังภาพ 4.5 และแสดงรายละเอียดของสารระเหยดังตาราง 4.13

ตาราง 4.12 ผลการเปรียบเทียบคุณภาพของไมโครแคปซูลน้ำมันหอมระเหยจากผักชีฝรั่งที่ได้จากการทำนายและจากการทดลอง และร้อยละความคลาดเคลื่อน

ค่าสังเกต	ค่าที่ได้จากการ	ค่าที่ได้จากการ	ความคลาดเคลื่อน*
	ทำนาย	ทดลอง	
ร้อยละผลผลิต	11.78	11.96	1.51
ปริมาณความชื้น	8.19	8.84	7.35
ค่าแอดอร์แอคทีวิตี (a_w)	0.116	0.126	7.94
ค่าสี L*	54.68	51.49	6.20
ค่าสี a*	-0.84	-0.80	5.00
ค่าสี b*	17.21	16.45	4.62
ปริมาณน้ำมันที่พื้นผิว (%)	2.94	2.88	2.08
ประสิทธิภาพในการเก็บกัก (%)	96.93	97.96	1.05

*ความคลาดเคลื่อน (%) = [(ค่าที่ได้จากการทดลอง - ค่าที่ได้จากการทำนาย) / ค่าที่ได้จากการทดลอง] x 100



ภาพ 4.5 โครมาโทแกรมสารระเหยของไมโครแคปซูลน้ำมันหอมระเหยจากใบผักชีฝรั่ง;
(A) ไมโครแคปซูลรูปแบบผง และ (B) ไมโครแคปซูลที่ละลายน้ำอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส
(รายละเอียดองค์ประกอบสารระเหยแสดงดังตาราง 4.13)

ตาราง 4.13 อัตราส่วนพื้นที่ของสารระเหยจากไมโครแคปซูลน้ำมันหอมระเหยจากใบผักชีฝรั่ง
ในรูปแบบผง และรูปแบบที่ละลายน้ำอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส

RT	Volatile compounds	LRI	Area of microcapsule (powder)	Area of microcapsule (in 37°C DW)	Area ratio increases
21.01	β -caryophyllene	1342	210188	352776	1.68
21.82	α -caryophyllene	1360	21100	14379	2.01
22.73	α -selinene	1398	371178	703989	1.90
22.97	γ -selinene	1407	236669	482787	2.04
23.16	α -gurjunene	1413	10922	30123	2.76
23.62	δ -cadinene	1434	46756	337890	3.64
25.63	caryophyllene oxide	1588	24195	152826	1.36
35.65	3-butyl phthalide	1932	12689	333576	4.30

Microcapsule (powder) หมายถึง ไมโครแคปซูลน้ำมันหอมระเหยจากใบผักชีฝรั่งในรูปแบบผง (3 กรัม)

Microcapsule (in 37 °C DW) หมายถึง ไมโครแคปซูลน้ำมันหอมระเหยจากใบผักชีฝรั่งละลายน้ำอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส (อัตราส่วนไมโครแคปซูล: น้ำกลั่น = 3:10)

การวิเคราะห์เปรียบเทียบองค์ประกอบของสารระเหยในไมโครแคปซูลน้ำมันหอมระเหยจากผักชีฝรั่งในรูปแบบการเตรียมที่ต่างกัน (ตาราง 4.13) พบว่า องค์ประกอบหลักของสารระเหยในไมโครแคปซูลน้ำมันหอมระเหยจากผักชีฝรั่ง มีทั้งหมด 8 สารประกอบ ซึ่งส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มของ sesquiterpene ได้แก่ β -caryophyllene, α -caryophyllene, α -selinene, γ -selinene, α -gurjunene และ δ -cadinene กลุ่มของ oxides ได้แก่ caryophyllene oxide และ 3-butyl phthalide ซึ่งเป็นกลุ่มของ lactones โดยในไมโครแคปซูลมีปริมาณ 3-butyl phthalide สูงสุด เป็นกลิ่นคล้ายกลิ่นสมุนไพรและผักขึ้นฉ่าย ซึ่งเป็นกลิ่นเฉพาะตัว และช่วยกระตุ้นให้เกิดความอยากอาหาร (Murray, 2004) เมื่อนำไมโครแคปซูลน้ำมันหอมระเหยที่ได้ไปละลายน้ำอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส พบว่ามีอัตราส่วนพื้นที่ของสารระเหยเพิ่มขึ้น เทียบกับไมโครแคปซูลน้ำมันหอมระเหยในรูปแบบผง สอดคล้องกับ Heath (1978) กล่าวว่า ข้อดีของกลิ่นรสที่อยู่ในไมโครแคปซูล คือ จะมีความคงตัวในสภาพผงแห้ง แต่เมื่ออยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีความชื้นหรือผ่านกระบวนการทางความร้อน ผงของไมโครแคปซูลจะแตกออกและละลายน้ำ กลิ่นรสจะปลดปล่อยออกมา และทำให้มีองค์ประกอบของสารระเหยเพิ่มขึ้น