บทที่ 4

ผลการทดลอง

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของตะไคร้

วัตถุดิบที่ใช้คือ ตะไคร้แกง (Cymbopogon citratus (DC.) Stapf) ที่ปลูกในเขตอำเภอลำลูกกา จังหวัดปทุมธานี นำมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของตะไคร้ที่ใช้ในการทดลองตามวิธีข้อ 1 (บทที่ 3) พบว่าวัตถุดิบตะไคร้ส่วนลำต้นมีความชื้นโดยเฉลี่ยร้อยละ 83.03 ค่า pH 5.24 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 2.97 ^{o}Brix และมีปริมาณ citral 208.21 ppm และใบตะไคร้มีความชื้นโดยเฉลี่ยร้อยละ 77.31 ค่า pH 5.38 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 1.16 ^{o}Brix และมีปริมาณ citral 126.00 ppm ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 องค์ประกอบทางเคมีของตะไคร้

องค์ประกอบ	ค่าเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน	
	ลำต้น	ใบ
ความชื้น (%)	83.03 ± 0.24	77.31 ± 0.75
pH*	5.24 ± 0.10	5.38 ± 0.10
ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด* (^{o}Brix) (Total soluble solid)	2.97 ± 0.68	1.16 ± 0.22
ปริมาณ citral* (ppm)	208.21 ± 0.70	126.00 ± 0.50

* จากตะไคร้สกัด (ตะไคร้:น้ำ อัตราส่วน 1:1)

ผลการศึกษาประสิทธิภาพของสาร citral น้ำตะไคร้ต้น และ สารสกัดจากตะไคร้ ในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์

1. ผลการศึกษาประสิทธิภาพของสาร citral ในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์

การทดลองนี้ศึกษาประสิทธิภาพของสาร citral (purity 97 %) ที่ระดับความเข้มข้น ดังนี้ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45 และ 50 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร โดยใช้ n-pentane เป็นตัวทำละลาย ในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ 3 ชนิดคือ S. aureus, E. coli และ B. subtilis ตามวิธีในข้อ 2.2

ผลการศึกษาประสิทธิภาพของสาร citral ในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ พบว่าสาร citral สามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ที่นำมาทดสอบทั้ง 3 ชนิด คือ B. subtilis, S. aureus และ E. coli โดยความเข้มข้นต่ำสุดของสาร citral ที่สามารถยับยั้งการเจริญของ S. aureus, B. subtilis และ E. coli คือ 3, 6 และ 7 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ และพบว่าเมื่อความเข้มข้นของ citral เป็น 15, 45 และ 45 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร จะไม่พบการเจริญของเชื้อ B. subtilis, S. aureus และ E. coli ใน plate เลย ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4 และรูปที่ 5

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4 ผลของสาร citral ในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์

Citral (ไมโครกรัม/มิลลิลิตร	Diameter of clear zone (mm)		
	B. subtilis	S. aureus	E. coli
Control	-	-	-
1	-	-	-
2	-	-	-
3	-	10.0	-
4	-	13.5	-
5	-	15.5	-
6	10.0	17.5	-
7	13.5	19.5	10.0
8	13.5	22.5	10.0
9	13.5	25.0	10.0
10	15.0	28.5	10.5
15	17.5	*	12.5
20	19.5	*	14.0
25	23.0	*	17.5
30	25.0	*	19.5
35	27.0	*	23.5
40	32.0	*	32.0
45	*	*	*
50	*	*	*

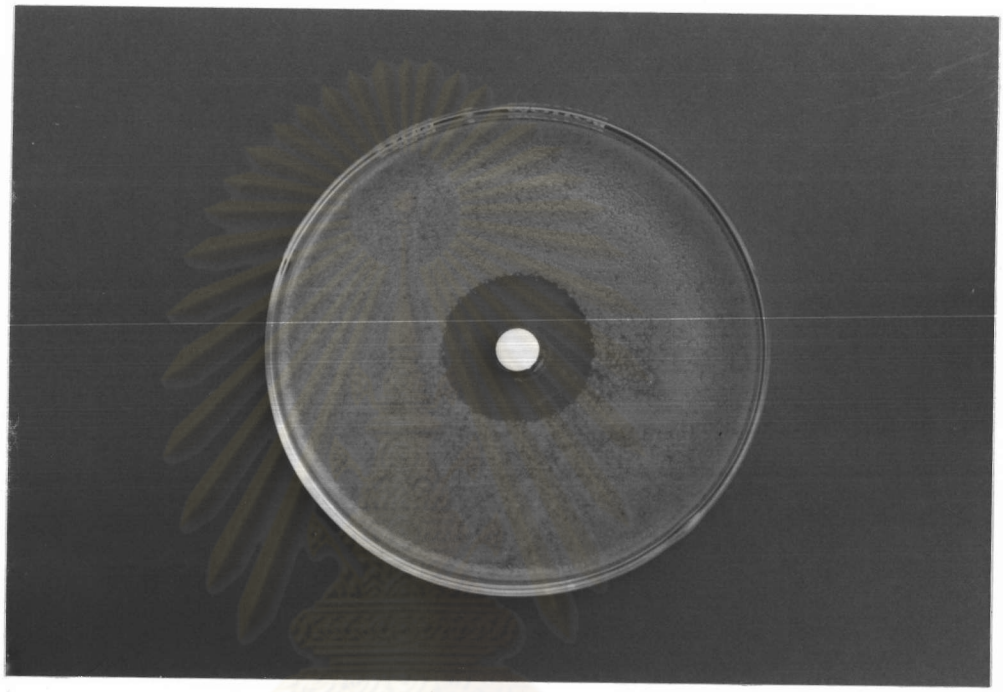
control หมายถึง n-pentane ซึ่งเป็น solvent control

\- หมายถึง ไม่เกิด clear zone

* หมายถึง เกิด clear zone ทั้ง plate

จำนวนเซลเริ่มต้นเท่ากับ 10^9 CFU ต่อมิลลิลิตร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5 ผลของ citral ในการยับยั้งเชื้อ B. subtilis

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. ผลการศึกษาประสิทธิภาพของน้ำตะไคร้คั้นและสารสกัดจากตะไคร้ในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์

ในการทดลองนี้ จะศึกษาผลของน้ำตะไคร้คั้นและสารสกัดจากตะไคร้ตามวิธีข้อ 2.1 (บทที่ 3) ต่อการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ 6 ชนิด คือแบคทีเรียแกรมบวก ได้แก่ S. aureus, B. subtilis และ M. luteus และแบคทีเรียแกรมลบ E. coli, K. pneumoniae และ P. aeruginosa พบว่าน้ำตะไคร้คั้นและสารสกัดจากตะไคร้ที่สกัดด้วย n-pentane มีความสามารถในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ที่นำมาทดสอบทั้ง 6 ชนิด โดยทั้งน้ำตะไคร้คั้นและสารสกัดจากตะไคร้สามารถยับยั้งการเจริญของ B. subtilis ได้ดีที่สุด และสามารถยับยั้งการเจริญของ S. aureus, E. coli, M. luteus, P. aeruginosa และ K. pneumoniae ได้ดีลดลงตามลำดับดังตารางที่ 5

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5 ผลของน้ำตะไคร้ต้น และสารสกัดจากตะไคร้ต่อการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์

เชื้อจุลินทรีย์*	Diameter of clear zone (mm)		
	C	L	E
Staphylococcus aureus	-	22	25
Bacillus subtilis	-	24	30
Micrococcus luteus	-	17	19
Escherichia coli	-	18	20
Pseudomonas aeruginosa	-	16	18
Klebsiella pneumoniae	-	14	15

* หมายถึง จำนวนเซลเท่ากับ 10^9 CFU ต่อมิลลิลิตร

C หมายถึง solvent control คือ pentane

L หมายถึง น้ำลำต้นตะไคร้ต้นสด

E หมายถึง สารสกัดจากลำต้นตะไคร้ด้วย pentane

\- หมายถึง ไม่เกิด clear zone

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลการศึกษาสูตรและกระบวนการผลิตที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องดื่มสมุนไพรจากตะไคร้

1. ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของลำต้นและใบตะไคร้ในการผลิตเครื่องดื่มสมุนไพรจากตะไคร้

จากการทดลองเบื้องต้นถึงความเป็นไปได้ในการนำตะไคร้มาทำเป็นเครื่องดื่ม โดยการใช้ตะไคร้เฉพาะส่วนลำต้นและใช้ทั้งส่วนลำต้นและใบที่ติดกับส่วนลำต้นตะไคร้ มาผลิตเครื่องดื่ม ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า เครื่องดื่มที่ผลิตจากตะไคร้ส่วนลำต้นและใบได้รับการยอมรับมากกว่า ดังนั้นจึงเลือกผลิตเครื่องดื่มสมุนไพรจากตะไคร้ โดยใช้ตะไคร้ทั้งส่วนลำต้นและส่วนใบ โดยกำหนดเป็นอัตราส่วนของลำต้นและใบตะไคร้ได้ 5 สูตร (ข้อ 3.1) ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะนำมาทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสได้แก่ สี กลิ่น รสชาติ ลักษณะปรากฏ และการยอมรับรวม ผลที่ได้ดังแสดงในตารางที่ 6 และวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ pH ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total soluble solid) และปริมาณ citral ผลที่ได้ดังแสดงในตารางที่ 7

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส ค่าpH ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด และปริมาณ citral โดยการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบ Randomized Complete Block Design และ Complete Randomized Design ตามลำดับ พบว่าอัตราส่วนของลำต้นต่อใบตะไคร้ มีผลต่อความชอบทางด้านสี กลิ่น รสชาติ ลักษณะปรากฏ และความชอบโดยรวม ค่า pH ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด และ ปริมาณ citral อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยเครื่องดื่มสมุนไพรจากตะไคร้ที่มีอัตราส่วนลำต้นต่อใบตะไคร้ตั้งแต่ 40:20 (สูตรที่ 2) 60:20 (สูตรที่ 3) และ 80:20 (สูตรที่ 4) (โดยน้ำหนัก) มีความชอบด้านสีและรสชาติสูง และไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) ความชอบด้านกลิ่นสูงได้แก่ ตัวอย่างที่มีอัตราส่วนลำต้นต่อใบตะไคร้ 60:20 (สูตรที่ 3) 80:20 (สูตรที่ 4) และ 100:20 (สูตรที่ 5)(โดยน้ำหนัก) ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) ความชอบด้านลักษณะปรากฏสูง ได้แก่ ตัวอย่างที่มีอัตราส่วนลำต้นต่อใบตะไคร้ 20:20 (สูตรที่ 1) 40:20 (สูตรที่ 2) 60:20 (สูตรที่ 3) และ 80:20 (สูตรที่ 4) (โดยน้ำหนัก) และไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) และตัวอย่างที่มีการยอมรับรวมสูงได้แก่ ตัวอย่างสูตรที่ 3 และ 4 คือ มีอัตราส่วนของลำต้นต่อใบตะไคร้เป็น 60:20

และ 80:20 (โดยน้ำหนัก) โดยที่อัตราส่วนลาดันต่อใบตะไคร้เป็น 60:20 (สูตรที่ 3) และ 80:20 โดยน้ำหนัก(สูตรที่ 4) ให้ผลิตภัณฑ์ที่มีคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสอยู่ในเกณฑ์สูงในทุกลักษณะ โดยเฉพาะด้านกลิ่น สี และการยอมรับรวม (ตารางที่ 6) แต่สูตรที่ 4 มีปริมาณ citral อยู่ในปริมาณสูงกว่าในสูตรที่ 3 ผลแสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 6 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มสมุนไพรจากตะไคร้ ที่อัตราส่วนลาดันต่อใบตะไคร้ต่างๆ กัน 5 สูตร

สูตร	คะแนนเฉลี่ย± เบี่ยงเบนมาตรฐาน				
	สี	กลิ่น	รสชาติ	ลักษณะปรากฏ	การยอมรับรวม
1	$7.13^{b}\pm0.50$	$5.72^{c}\pm1.18$	$6.38^{b}\pm1.09$	$8.31^{a}\pm0.70$	$6.44^{d}\pm0.79$
2	$8.06^{a}\pm0.54$	$7.09^{b}\pm0.69$	$7.44^{a}\pm0.89$	$8.06^{ab}\pm0.40$	$7.28^{bc}\pm0.68$
3	$7.94^{a}\pm0.36$	$7.38^{ab}\pm0.81$	$7.50^{a}\pm1.14$	$7.94^{ab}\pm0.48$	$7.59^{ab}\pm0.46$
4	$7.72^{a}\pm0.48$	$8.03^{a}\pm0.56$	$7.59^{a}\pm1.11$	$7.72^{b}\pm0.45$	$7.91^{a}\pm0.52$
5	$6.78^{b}\pm0.63$	$7.66^{a}\pm1.11$	$6.72^{b}\pm1.22$	$6.84^{c}\pm0.65$	$6.91^{cd}\pm0.76$

a,b,c,d ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันจากแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 7 ค่า pH ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด และปริมาณ citral ของเครื่องดื่มสมุนไพรจากตะไคร้ ที่อัตราส่วนลำต้นต่อใบตะไคร้ต่างๆ กัน 5 สูตร

สูตร	คะแนนเฉลี่ย± เบี่ยงเบนมาตรฐาน		
	pH	TSS (^{o}Brix)	Citral (ppm)
1	7.77^{a} ±0.11	0.15^{c} ±0.07	10.76^{e}±0.38
2	7.33^{ab}±0.08	0.35^{bc}±0.07	23.77^{d}±0.41
3	6.89^{bc}±0.13	0.50^{ab}±0.14	32.84^{c}±0.42
4	6.63^{c} ±0.18	0.65^{a} ±0.07	45.99^{b}±0.56
5	6.32^{c} ±0.05	0.70^{a} ±0.14	53.75^{a}±0.51

a,b,c,d ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันจากแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

TSS หมายถึง ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total soluble solid)

จากตารางที่ 7 พบว่าอัตราส่วนลำต้นต่อใบตะไคร้ มีผลต่อค่า pH ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด และปริมาณ citral อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยเครื่องดื่มสมุนไพรจากตะไคร้ที่มีอัตราส่วนลำต้นต่อใบตะไคร้เพิ่มขึ้นจะมีค่า pH ลดลง แต่ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด และปริมาณ citral เพิ่มขึ้น

ดังนั้น เมื่อพิจารณาจากเกณฑ์ที่ใช้คัดสินทางด้านประสาทสัมผัส และปริมาณ citral จึงเลือกอัตราส่วนตะไคร้ (ลำต้น:ใบ) เป็น 80:20 โดยน้ำหนัก (สูตรที่ 4) เป็นอัตราส่วนตะไคร้ที่ใช้สำหรับศึกษาภาวะในการสกัดต่อไป

ตารางที่ 8 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มสมุนไพรจากตะไคร้ แปรอุณหภูมิในการสกัดเป็น 75, 85 และ 95 องศาเซลเซียส และแปรเวลาในการสกัดเป็น 3, 5 และ 10 นาที

อุณหภูมิในการสกัด (°C)	เวลาในการสกัด (นาที)	คะแนนเฉลี่ย± เบี่ยงเบนมาตรฐาน				
		สี	กลิ่น	รสชาติ	ลักษณะปรากฏ	การยอมรับรวม
75	3	6.29±1.34	5.89±0.59	6.47±0.88	6.74±0.89	6.14±1.31
	5	6.14±1.46	6.11±0.56	6.77±0.44	6.93±1.34	6.13±1.10
	10	6.25±1.28	6.41±0.5	6.92±0.59	6.89±1.24	6.16±1.26
85	3	6.36±0.91	6.84±0.45	7.09±0.65	7.14±1.05	6.46±1.46
	5	6.50±1.40	7.13±0.45	7.20±0.70	7.41±1.15	7.02±0.94
	10	7.36±1.43	7.27±0.4	7.32±0.58	7.74±0.64	7.38±1.27
95	3	7.64±1.28	7.62±0.44	7.45±0.62	7.71±0.83	7.61±1.11
	5	7.71±0.93	7.82±0.64	7.48±0.42	7.71±0.73	7.50±0.94
	10	7.68±1.14	7.89±0.71	7.41±0.73	7.53±0.93	6.82±2.11

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 9 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มสมุนไพรจากตะไคร้ แปรอุณหภูมิการสกัดเป็น 75, 85 และ 95 องศาเซลเซียส และแปรเวลาในการสกัดเป็น 3, 5 และ 10 นาที

SOV	df	MS				
		สี	กลิ่น	รสชาติ	ลักษณะปรากฏ	การยอมรับรวม
อุณหภูมิในการสกัด (A)	2	22.792*	28.632*	5.699*	7.166*	14.942*
เวลาในการสกัด (B)	2	1.452	1.777*	0.505	0.423	0.235
AB	4	1.369	0.075	0.221	0.559	2.666
block	13	6.444*	0.659*	0.979*	4.349*	4.993*
error	104	0.971	0.249	0.334	0.586	1.336

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบ Symmetric Factorial with Complete Block ขนาด 2^3 (ตารางที่ 9) พบว่าอิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิและเวลาในการสกัดไม่มีผลต่อความชอบทางด้านสี กลิ่น รสชาติ ลักษณะปรากฏ และการยอมรับรวม อย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) ดังนั้นในการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย จึงแยกวิเคราะห์ความชอบทางด้านสี กลิ่น รสชาติ ลักษณะปรากฏและการยอมรับรวม โดยการพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของอุณหภูมิในการสกัด (A) ผลการวิเคราะห์ แสดงดังตารางที่ 10 และอิทธิพลของเวลาในการสกัด (B) ต่อความชอบด้านกลิ่น ผลแสดงดังตารางที่ 11

2. ผลการศึกษาภาวะที่เหมาะสมในการสกัดน้ำตะไคร้

จากอัตราส่วนของลำต้นต่อใบตะไคร้ที่เลือกได้คือ 80:20 (โดยน้ำหนัก) นำมาใช้ในการศึกษาหาภาวะที่เหมาะสมในการสกัดน้ำตะไคร้ โดยแปรอุณหภูมิที่ใช้ในการสกัดเป็น 75, 85 และ 95 องศาเซลเซียส และแปรเวลาที่ใช้ในการสกัดน้ำตะไคร้เป็น 3, 5 และ 10 นาที เตรียมตัวอย่างตามขั้นตอนการทดลองในบทที่ 3 ข้อ 3.2 ผลิตภัณฑ์ที่ได้นำมาทดสอบทางประสาทสัมผัสด้าน สี กลิ่น รสชาติ ลักษณะปรากฏ การยอมรับรวม (ตารางที่ 8-11) และวิเคราะห์ ค่า pH ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด และปริมาณ citral ผลที่ได้แสดงในตารางที่ 12-15

ตารางที่ 10 การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบทางด้าน สี กลิ่น รสชาติ ลักษณะปรากฏ และการยอมรับรวมของเครื่องดื่มสมุนไพรจากตะไคร้ แปรอุณหภูมิการสกัดเป็น 75, 85 และ 95 องศาเซลเซียส และแปรเวลาในการสกัดเป็น 3, 5 และ 10 นาที เมื่อพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของอุณหภูมิในการสกัด

อุณหภูมิในการสกัด(^{o}C)	คะแนนเฉลี่ย$\pm$เบี่ยงเบนมาตรฐาน				
	สี	กลิ่น	รสชาติ	ลักษณะปรากฏ	การยอมรับรวม
75	$6.23^{c}\pm1.33$	$6.13^{c}\pm0.58$	$6.72^{b}\pm0.67$	$6.85^{b}\pm1.15$	$6.15^{b}\pm1.19$
85	$6.74^{b}\pm1.32$	$7.08^{b}\pm0.48$	$7.20^{a}\pm0.63$	$7.43^{a}\pm0.98$	$6.95^{a}\pm1.27$
95	$7.68^{a}\pm1.10$	$7.78^{a}\pm0.68$	$7.45^{a}\pm0.59$	$7.65^{a}\pm0.82$	$7.31^{a}\pm1.49$

a,b,c ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันจากแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$)

ตารางที่ 11 การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบทางด้านกลิ่น ของเครื่องดื่มสมุนไพรจากตะไคร้แปรอุณหภูมิการสกัดเป็น 75, 85 และ 95 องศาเซลเซียส และแปรเวลาการสกัดเป็น 3, 5 และ 10 นาที เมื่อพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของเวลาการสกัด

เวลาในการสกัด (นาที)	คะแนนเฉลี่ย $\pm$ เบี่ยงเบนมาตรฐาน
3	$6.78^{b} \pm 0.87$
5	$7.02^{a} \pm 0.90$
10	$7.19^{a} \pm 0.83$

a,b ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกัน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มสมุนไพรจากตะไคร้ที่แปรอุณหภูมิและเวลาในการสกัด พบว่า เมื่อพิจารณาเฉพาะด้านสี รสชาติ ลักษณะปรากฏ และการยอมรับรวม ภาวะที่เหมาะสมในการสกัดคือ อุณหภูมิในการสกัด 95 องศาเซลเซียส เวลาในการสกัด 3, 5 หรือ 10 นาที และเมื่อพิจารณาเฉพาะคะแนนด้านกลิ่น ภาวะที่เหมาะสมคืออุณหภูมิในการสกัด 95 องศาเซลเซียส เวลาในการสกัด 5 หรือ 10 นาที ดังนั้นถ้าพิจารณาคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสทั้ง 5 ด้านแล้วพบว่า ภาวะที่เหมาะสมในการสกัดเครื่องดื่มสมุนไพรจากตะไคร้คือ อุณหภูมิในการสกัด 95 องศาเซลเซียส และเวลาในการสกัดนาน 5 นาที

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 12 ค่า pH ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด และปริมาณ citral ของเครื่องดื่มสมุนไพรจากตะไคร้ แปรอุณหภูมิการสกัดเป็น 75, 85 และ 95 องศาเซลเซียส และแปรเวลาการสกัดเป็น 3, 5 และ 10 นาที

อุณหภูมิในการสกัด (^{o}C)	เวลาในการสกัด (นาที)	คะแนนเฉลี่ย± เบี่ยงเบนมาตรฐาน		
		pH	TSS (^{o}Brix)	ปริมาณ citral (ppm)
75	3	7.32±0.10	0.20±0.00	0.00^{g}±0.00
	5	7.17±0.05	0.20±0.00	0.00^{g}±0.00
	10	7.03±0.02	0.45±0.07	3.17^{f}±0.18
85	3	6.97±0.01	0.60±0.00	3.62^{f}±0.19
	5	6.87±0.04	0.65±0.07	8.80^{e}±0.39
	10	6.80±0.02	0.75±0.07	26.02^{d}±0.32
95	3	6.72±0.04	0.80±0.00	55.01^{c}±0.70
	5	6.55±0.09	0.90±0.14	75.74^{b}±0.44
	10	6.28±0.04	1.05±0.07	103.07^{a}±1.46

a,b,c,.. ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันจากแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

TSS หมายถึง ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total soluble solid)

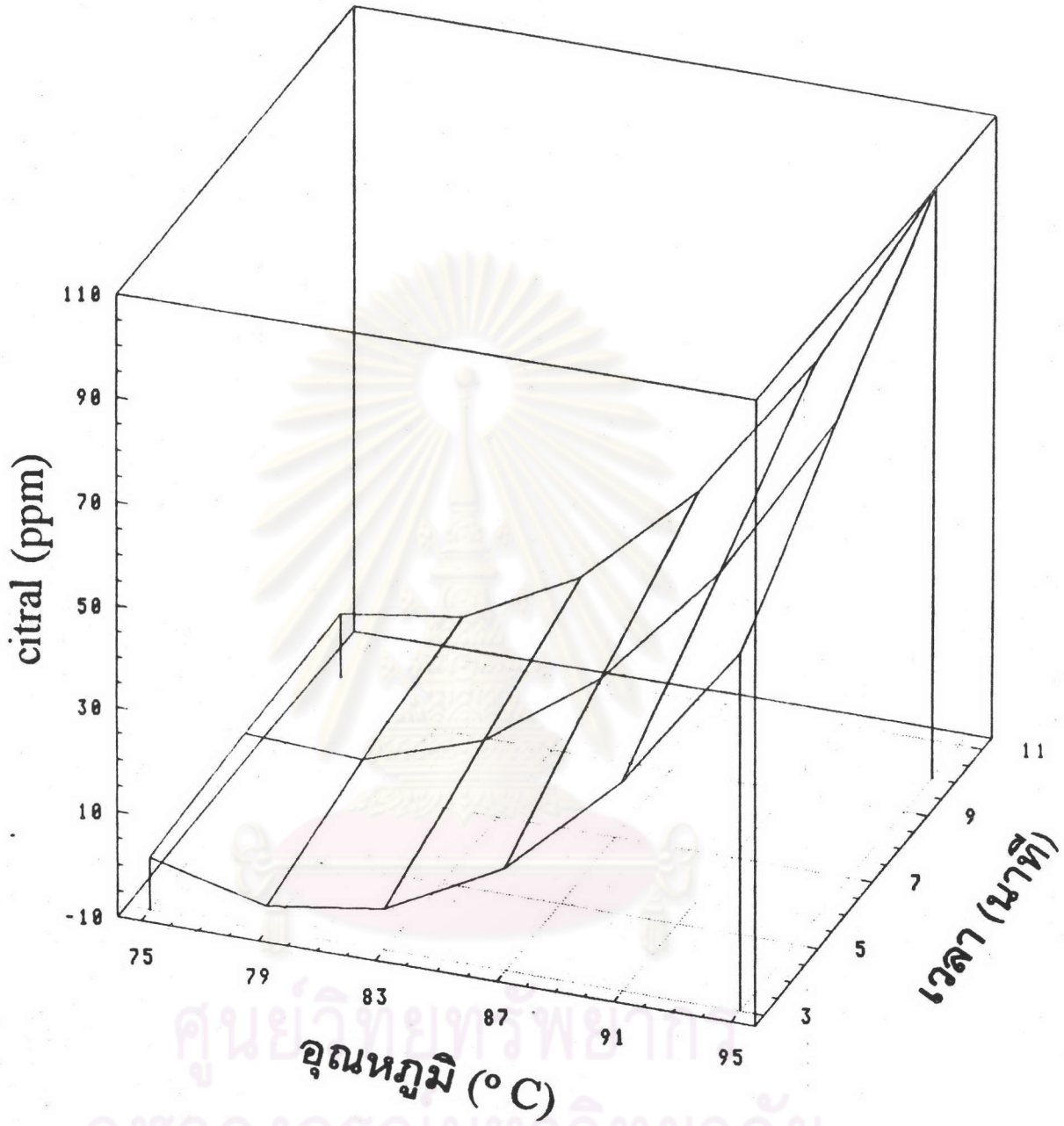
ตารางที่ 13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนองค์ประกอบทางเคมีของเครื่องดื่มสมุนไพรจากตะไคร้ แปรอุณหภูมิในการสกัดเป็น 75, 85 และ 95 องศาเซลเซียส และแปรเวลาในการสกัดเป็น 3, 5 และ 10 นาที

SOV	df	MS		
		pH	TSS (^{o}Brix)	ปริมาณ citral (ppm)
อุณหภูมิในการสกัด (A)	2	0.654^{*}	0.611^{*}	10290.809^{*}
เวลาในการสกัด (B)	2	0.139^{*}	$7.70\times10^{-2*}$	930.100^{*}
AB	4	9.00×10^{-3}	4.00×10^{-3}	297.005^{*}
error	9	3.00×10^{-3}	4.00×10^{-3}	0.347

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$)

TSS หมายถึง ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total soluble solid)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 6 Response surface plot ของความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ citral กับ อุณหภูมิ และเวลาในการสกัดเครื่องดื่มสมุนไพรจากตะไคร้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบ Symmetric Factorial Experiment ขนาด 2^3 ตารางที่ 12 และ 13 พบว่า อิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิในการสกัดและเวลาในการสกัด (AB) มีผลต่อปริมาณ citral อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยเมื่อใช้อุณหภูมิและเวลาในการสกัดเพิ่มขึ้น ปริมาณ citral ในผลิตภัณฑ์จะเพิ่มขึ้น ดังรูปที่ 6 และอุณหภูมิในการสกัดและเวลาในการสกัดมีผลต่อค่า pH และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (TSS) อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ดังนั้นในการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยจึงแยกวิเคราะห์ค่า pH และ TSS โดยพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของอุณหภูมิในการสกัด (A) และเวลาในการสกัด (B) ผลการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 14 และ 15 ตามลำดับ

ตารางที่ 14 ค่า pH และ ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของเครื่องดื่มสมุนไพรจากตะไคร้ แปรอุณหภูมิในการสกัดเป็น 75, 85 และ 95 องศาเซลเซียส และแปรเวลาในการสกัดเป็น 3, 5 และ 10 นาที เมื่อพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของอุณหภูมิในการสกัด

อุณหภูมิในการสกัด (°C)	คะแนนเฉลี่ย± เบี่ยงเบนมาตรฐาน	
	pH	TSS (°Brix)
75	$7.17^{a} \pm 0.14$	$0.28^{c} \pm 0.13$
85	$6.87^{b} \pm 0.08$	$0.67^{b} \pm 0.08$
95	$6.52^{c} \pm 0.20$	$0.92^{a} \pm 0.13$

a,b,c ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันจากแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

TSS หมายถึง ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total soluble solid)

ตารางที่ 15 ค่า pH และ ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของเครื่องดื่มสมุนไพรจากตะไคร้ แปรอุณหภูมิในการสกัดเป็น 75, 85 และ 95 องศาเซลเซียส และแปรเวลาในการสกัดเป็น 3, 5 และ 10 นาที เมื่อพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของเวลาในการสกัด

เวลาในการสกัด (นาที)	คะแนนเฉลี่ย± เบี่ยงเบนมาตรฐาน	
	pH	TSS (^{o}Brix)
3	$7.00^{a}\pm0.28$	$0.53^{b}\pm0.27$
5	$6.87^{b}\pm0.28$	$0.58^{b}\pm0.33$
10	$6.70^{c}\pm0.34$	$0.75^{a}\pm0.27$

a,b,c ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันจากแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$)
TSS หมายถึง ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total soluble solid)

ผลจากการเปรียบเทียบองค์ประกอบทางเคมี พบว่าเมื่อใช้อุณหภูมิในการสกัดเพิ่มขึ้น ให้ผลิตภัณฑ์ที่มีค่า pH ลดลงแต่ ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด เพิ่มขึ้น และเมื่อใช้เวลาในการสกัดเพิ่มขึ้น พบว่าผลิตภัณฑ์จะมีค่า pH ลดลง ในขณะที่ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด เพิ่มสูงขึ้น ดังนั้นเมื่อพิจารณาค่า pH ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด และปริมาณ citral พบว่าภาวะที่เหมาะสมในการสกัด คือ อุณหภูมิในการสกัด 95 องศาเซลเซียส และเวลาในการสกัด 5 หรือ 10 นาที

จากภาวะที่ดีที่สุดที่สรุปได้จากเกณฑ์ที่ใช้ในการคัดเลือกทั้งหมดคือ คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส และปริมาณ citral พบว่าภาวะดีที่สุดในการสกัดเครื่องดื่มสมุนไพรจากตะไคร้ คือใช้อุณหภูมิ 95 องศาเวลเซียส เป็นเวลา 5 นาที

3. ผลการศึกษาปริมาณน้ำตาลซูโครสที่เหมาะสม

แปรปริมาณน้ำตาลซูโครสในเครื่องดื่มสมุนไพรจากตะไคร้ ที่มีอัตราส่วนต่อน้ำต้นตะไคร้ 80:20 (โดยน้ำหนัก)ต่อน้ำ 1 ลิตร สกัดที่ 95 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที เป็นร้อยละ 8, 10, 12 และ 14 w/v ผลิตภัณฑ์ที่ได้มาทดสอบทางประสาทสัมผัสด้าน รสชาติ สี และการยอมรับรวม ผลที่ได้ดังแสดงในตารางที่ 16 และวิเคราะห์ค่า pH กับปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ผลการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 17

ตารางที่ 16 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มสมุนไพรจากตะไคร้ แปรปริมาณน้ำตาลซูโครสเป็นร้อยละ 8, 10, 12 และ 14 w/v

ปริมาณน้ำตาลซูโครส (%w/v)	คะแนนเฉลี่ย± เบี่ยงเบนมาตรฐาน		
	รสชาติ	สี	การยอมรับรวม
8	$6.25^{c}\pm0.77$	$7.56^{b}\pm0.73$	$6.50^{c}\pm0.80$
10	$7.63^{b}\pm0.76$	$7.63^{b}\pm0.50$	$7.28^{b}\pm0.55$
12	$8.16^{a}\pm0.51$	$8.09^{a}\pm0.52$	$8.00^{a}\pm0.47$
14	$7.72^{b}\pm0.75$	$8.00^{ab}\pm0.75$	$7.78^{a}\pm0.84$

a,b,c ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันจากแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$)

ตารางที่ 17 ค่า pH และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของเครื่องดื่มสมุนไพรจากตะไคร้ แปรปริมาณน้ำตาลซูโครสเป็นร้อยละ 8, 10, 12 และ 14 w/v

ปริมาณน้ำตาลซูโครส (%w/v)	คะแนนเฉลี่ย± เบี่ยงเบนมาตรฐาน	
	pH^{ns}	TSS (^{o}Brix)
8	6.55±0.01	7.10^{d}±0.14
10	6.55±0.01	9.15^{c}±0.07
12	6.53±0.01	11.10^{b}±0.14
14	6.52±0.01	13.10^{a}±0.14

a,b,c,d ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันจากแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ns ไม่มีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

TSS หมายถึง ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total soluble solid)

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัส(ตารางที่ 16) และการวิเคราะห์ค่าpH และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด(ตารางที่ 17) ของเครื่องดื่มสมุนไพรจากตะไคร้ที่ระดับปริมาณน้ำตาลซูโครสต่างๆ โดยการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบ Randomized Complete Block Design และ Completely Randomized Design ตามลำดับ พบว่า ในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มสมุนไพรจากตะไคร้ ปริมาณน้ำตาลซูโครสไม่มีผลต่อค่า pH ($p > 0.05$) แต่มีผลต่อความชอบด้านรสชาติ สี การยอมรับรวม และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ($p \leq 0.05$) การเพิ่มปริมาณน้ำตาลทำให้ความชอบด้านธรรมชาติ สี การยอมรับรวม และ ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดเพิ่มขึ้น จากคะแนนความชอบทุกลักษณะ จึงเลือกพิจารณาปริมาณน้ำตาลซูโครสที่ร้อยละ 12 และ 14 w/v ซึ่งมีคะแนนการยอมรับรวมสูงไม่แตกต่างกัน จึงเลือกปริมาณน้ำตาลซูโครสร้อยละ 12 w/v สำหรับผลิตผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในการทดลองต่อไป เพื่อสุขภาพของผู้บริโภคและลดต้นทุนการผลิตด้วย

4. ผลการศึกษาชนิดของสารที่เหมาะสมในการปรับ pH ของผลิตภัณฑ์

4.1 ผลการศึกษาชนิดของสารที่เหมาะสมในการปรับ pH ผลิตภัณฑ์

เครื่องดื่มสมุนไพรจากตะไคร้ ตัวอย่างที่เลือกได้จากข้อ 3 นำมาแปรชนิดสาร 4 ชนิด คือ citric acid, malic acid, phosphoric acid และ glucono delta lactone (GDL) เตรียมตัวอย่างตามขั้นตอนการทดลองข้อ 3.4 ผลิตภัณฑ์ที่ได้นำมาทดสอบทางประสาทสัมผัสด้าน สี รสชาติ และการยอมรับรวม ผลที่ได้แสดงในตารางที่ 18

ตารางที่ 18 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มสมุนไพรจากตะไคร้ แปรชนิดสารเป็น citric acid, malic acid, phosphoric acid และ glucono delta lactone

กรด	คะแนนเฉลี่ย± เบี่ยงเบนมาตรฐาน		
	รสชาติ	สี	การยอมรับรวม
citric acid	$5.72^{b}\pm1.25$	$4.94^{bc}\pm0.85$	$5.34^{b}\pm0.94$
malic acid	$5.72^{b}\pm0.93$	$4.75^{c}\pm0.68$	$5.78^{b}\pm1.11$
phosphoric acid	$7.41^{a}\pm0.55$	$5.38^{a}\pm0.81$	$7.16^{a}\pm0.44$
glucono delta lactone	$6.84^{a}\pm0.97$	$5.19^{ab}\pm0.66$	$6.68^{a}\pm0.60$

a,b,c ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันจากแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$)

* ผู้ทดสอบ 16 คน

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบ Randomized Complete Block Design พบว่า ชนิดของกรดต่างชนิดกัน มีผลต่อความชอบทางประสาทสัมผัสด้านสี รสชาติ และการยอมรับรวมอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) phosphoric acid และ glucono delta lactone มีความชอบด้านสี รสชาติ และการยอมรับรวมสูงและไม่แตกต่างกัน($p > 0.05$) แต่คะแนนความชอบในทุกด้านของ phosphoric acid สูงที่สุด ดังนั้นจึงเลือก phosphoric acid เป็นกรดที่ใช้ปรับ pH ของผลิตภัณฑ์ให้ลดลงเป็น 4.4 ซึ่งจะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้จัดเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความเป็นกรดต่ำ

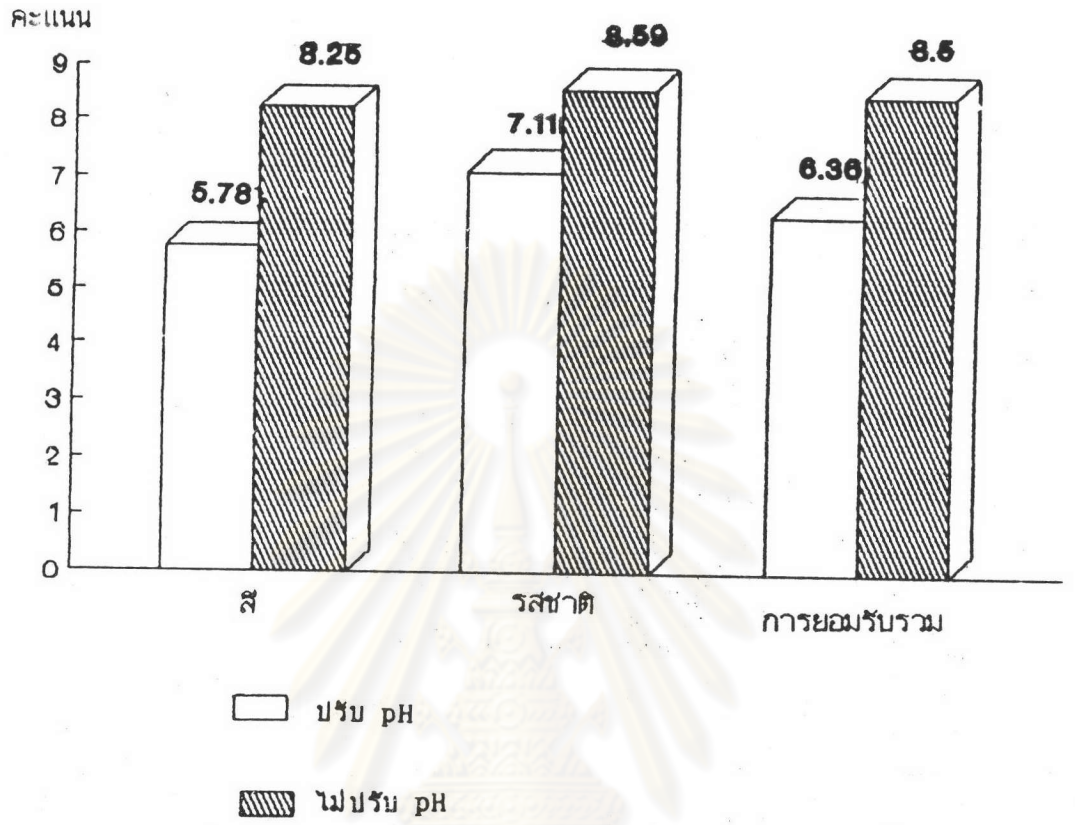
4.2 ผลการเปรียบเทียบความชอบระหว่างผลิตภัณฑ์ที่ปรับ pH กับไม่ปรับ pH

นำเครื่องดื่มสมุนไพรจากตะไคร้จากข้อ 3 และข้อ 4.1 (บทที่ 4) มาทดสอบทางประสาทสัมผัสด้าน สี รสชาติ และ การยอมรับรวม ผลที่ได้ดังแสดงในตารางที่ 19 และรูปที่ 6

ตารางที่ 19 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อหาความชอบระหว่างผลิตภัณฑ์ที่ปรับ pH ด้วย phosphoric acid ให้เป็น 4.4 และไม่ปรับ pH(pH 6.4)

เครื่องดื่มสมุนไพร	คะแนนเฉลี่ย± เบี่ยงเบนมาตรฐาน		
	รสชาติ	สี	การยอมรับรวม
แบบปรับ pH (pH4.4)	$7.11^{b} \pm 0.50$	$5.78^{b} \pm 0.70$	$6.36^{b} \pm 0.61$
แบบไม่ปรับ pH (pH6.4)	$8.59^{a} \pm 0.43$	$8.25^{a} \pm 0.45$	$8.50^{a} \pm 0.43$

a,b ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันจากแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)



รูปที่ 7 ผลการทดลองทางประสาทสัมผัสเพื่อหาความชอบระหว่างผลิตภัณฑ์ที่ปรับ pH ด้วย phosphoric acid ให้เป็น 4.4 และไม่ปรับ pH (pH6.4)

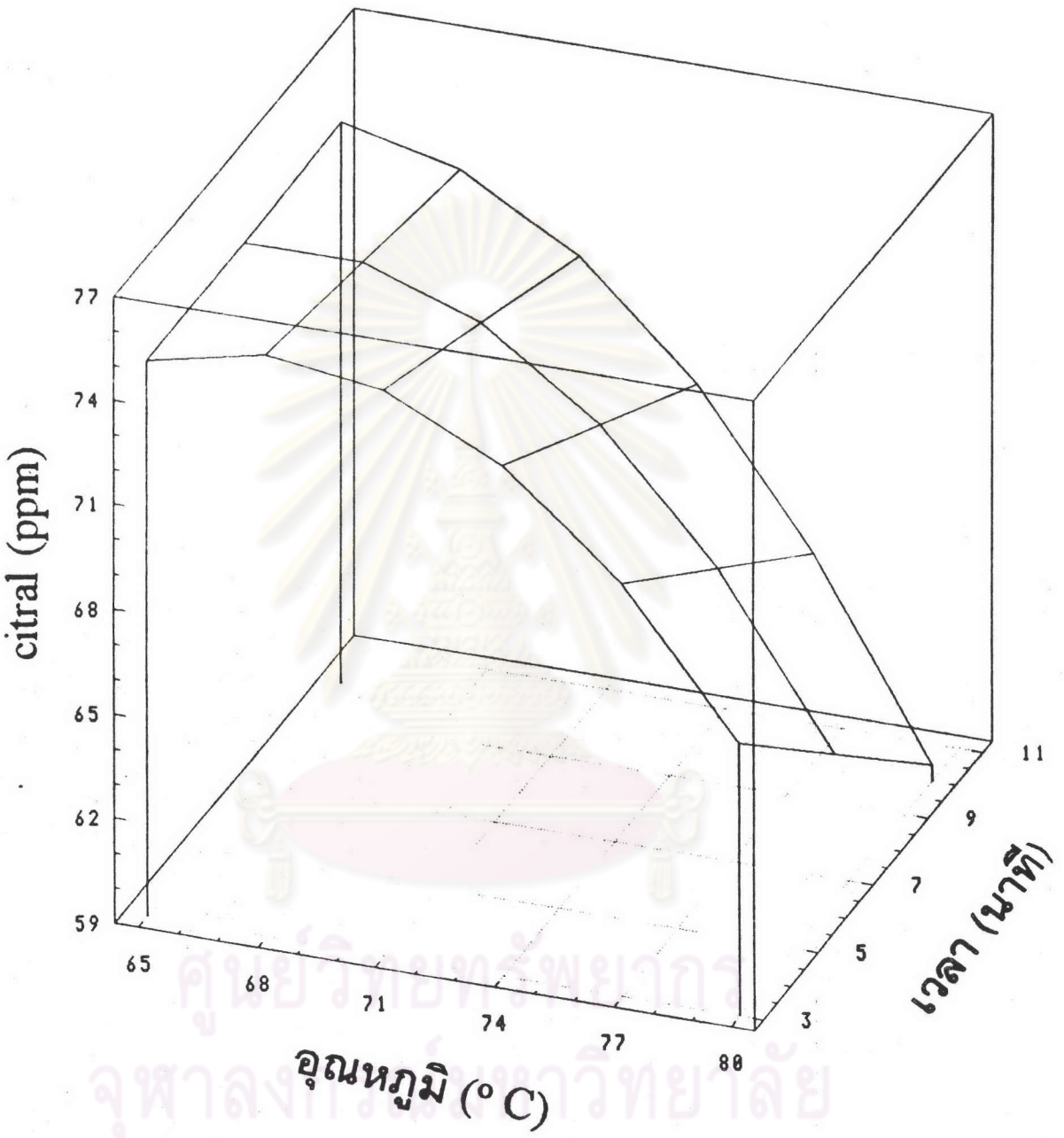
ผลในตารางที่ 19 และรูปที่ 7 แสดงผลการทดสอบประสาทสัมผัสเพื่อหาความชอบระหว่างผลิตภัณฑ์ที่ปรับ pH และไม่ปรับ pH โดยการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบ Randomized Complete Block Design พบว่า ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มสมุนไพรจากตะไคร้แบบไม่ปรับ pH มีคะแนนความชอบด้านสี รสชาติ และการยอมรับรวมสูงกว่าเครื่องดื่มสมุนไพรจากตะไคร้แบบปรับ pH ซึ่งแสดงว่าผู้บริโภคยอมรับและชอบเครื่องดื่มสมุนไพรจากตะไคร้แบบไม่ปรับ pHมากกว่า ดังนั้นจึงเลือกผลิตเครื่องดื่มสมุนไพรจากตะไคร้แบบไม่ปรับ pH สำหรับการศึกษาหาภาวะที่เหมาะสมในการพาสเจอร์ไรซ์ในขั้นตอนต่อไป

5. ผลการศึกษาภาวะที่เหมาะสมในการพาสเจอร์ไรซ์เครื่องดื่มสมุนไพรจากตะไคร้

เครื่องดื่มสมุนไพรจากตะไคร้ ตัวอย่างที่เลือกได้จากข้อ 3 นำมาหาภาวะที่เหมาะสมในการพาสเจอร์ไรซ์ โดยแปรอุณหภูมิในการพาสเจอร์ไรซ์เป็น 65, 70, 75 และ 80 องศาเซลเซียส และแปรอุณหภูมิในการพาสเจอร์ไรซ์เป็น 3, 5 และ 10 นาที ผลิตภัณฑ์ที่ได้มาทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ ลักษณะปรากฏ การยอมรับรวม (ตารางที่ 20-22) ปริมาณจุลินทรีย์ (ตารางที่ 23) วัดสี browning index (ตารางที่ 24) และวิเคราะห์ค่า pH ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด และปริมาณ citral (ตารางที่ 25-26) และแสดงภาพการเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มสมุนไพรจากตะไคร้ก่อนและหลังการพาสเจอร์ไรซ์ ดังรูปที่ 8

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 8 ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มสมุนไพรจากตะไคร้
ก่อนพาสเจอร์ไรซ์ (ซ้าย) และหลังพาสเจอร์ไรซ์ (ขวา)



รูปที่ 9 Response surface plot ของความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ citral กับอุณหภูมิ และเวลาในการพาสเจอร์ไรซ์เครื่องดื่มสมุนไพรจากตะไคร้

ตารางที่ 20 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มสมุนไพรจากตะไคร้ แปรอุณหภูมิพาสเจอร์ไรซ์เป็น 65, 70, 75 และ 80 องศาเซลเซียส และแปรเวลาในการพาสเจอร์ไรซ์เป็น 3, 5 และ 10 นาที

อุณหภูมิพาสเจอร์ไรซ์ (°C)	เวลาพาสเจอร์ไรซ์ (นาที)	คะแนนเฉลี่ย± เบี่ยงเบนมาตรฐาน				
		สี	กลิ่น	รสชาติ	ลักษณะปรากฏ	การยอมรับรวม
65	3	7.32±0.04	7.84±0.06	6.40^{f} ±0.09	6.92^{e} ±0.14	6.58^{e} ±0.12
	5	7.47±0.07	7.65±0.11	6.54^{ef}±0.06	7.79^{abc}±0.00	7.11^{c} ±0.09
	10	7.80±0.23	7.85±0.10	6.67^{ef}±0.05	7.92^{ab} ±0.25	7.40^{b} ±0.03
70	3	7.98±0.33	7.89±0.37	7.34^{bc}±0.06	7.34^{a} ±0.19	7.82^{a} ±0.04
	5	8.05±0.17	7.67±0.06	8.17^{a} ±0.31	8.17^{ab}±0.14	7.87^{a} ±0.13
	10	7.76±0.18	7.49±0.14	7.50^{b} ±0.13	7.50^{bc}±0.07	7.68^{a} ±0.08
75	3	7.32±0.91	7.11±0.45	7.28^{bc}±0.04	7.60^{c} ±0.05	7.20^{bc}±0.10
	5	7.18±1.40	7.20±0.45	7.20^{bc}±0.02	7.34^{d} ±0.13	7.19^{bc}±0.07
	10	7.12±1.43	6.93±0.45	7.03^{cd}±0.18	6.60^{f} ±0.02	6.79^{d} ±0.10
80	3	6.87±0.50	6.79±0.16	6.85^{de}±0.17	6.65^{f} ±0.02	6.85^{d} ±0.1
	5	6.80±0.13	6.73±0.17	6.70^{ef}±0.16	6.52^{f} ±0.04	6.32^{f} ±0.04
	10	6.63±0.19	6.64±0.10	6.74^{de}±0.09	6.54^{f} ±0.06	6.22^{f} ±0.05

a,b,c,.. ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันจากแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

*ผู้ทดสอบ 13 คน

ตารางที่ 21 การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มสมุนไพรจากตะไคร้แปรอุณหภูมิพาสเจอร์ไรซ์เป็น 65, 70, 75 และ 80 องศาเซลเซียส และแปรเวลาในการพาสเจอร์ไรซ์เป็น 3, 5 และ 10 นาที

SOV	df	MS				
		สี	กลิ่น	รสชาติ	ลักษณะปรากฏ	การยอมรับรวม
อุณหภูมิพาสเจอร์ไรซ์(A)	3	1.461*	1.495*	1.479*	1.829*	1.786*
เวลาพาสเจอร์ไรซ์(B)	2	5.50×10^{-3}	5.50×10^{-2}	8.40×10^{-2}*	8.30×10^{-2}*	2.30×10^{-2}
AB	6	6.90×10^{-2}	2.60×10^{-2}	1.30×10^{-1}*	1.30×10^{-1}*	2.25×10^{-1}*
error	12	2.80×10^{-2}	2.20×10^{-2}	1.90×10^{-2}	1.90×10^{-2}	9.00×10^{-3}

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบ Asymmetric Factorial Experiment ขนาด 4X3 พบว่า อิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิและเวลาในการพาสเจอร์ไรซ์ มีผลต่อความชอบด้านรสชาติ ลักษณะปรากฏ และการยอมรับรวมอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) แต่อิทธิร่วมระหว่างอุณหภูมิพาสเจอร์ไรซ์ และเวลาพาสเจอร์ไรซ์ ไม่มีผลต่อความชอบด้านสีและกลิ่นอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) ดังนั้นจึงแยกวิเคราะห์ความชอบด้านสีและกลิ่น โดยพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของอุณหภูมิพาสเจอร์ไรซ์ ผลแสดงดังตารางที่ 22

ตารางที่ 22 การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบด้านสี และกลิ่นของเครื่องดื่มสมุนไพรจากตะไคร้แปรอุณหภูมิพาสเจอร์ไรซ์เป็น 65, 70, 75 และ 80 องศาเซลเซียส และแปรเวลาเป็น 3, 5 และ 10 นาที เมื่อพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของอุณหภูมิพาสเจอร์ไรซ์

อุณหภูมิพาสเจอร์ไรซ์	คะแนนเฉลี่ย± เบี่ยงเบนมาตรฐาน	
(^{o}C)	สี	กลิ่น
65	$7.53^{b}\pm0.24$	$7.78^{a}\pm0.13$
70	$7.93^{a}\pm0.23$	$7.66^{a}\pm0.23$
75	$7.21^{c}\pm0.14$	$7.08^{b}\pm0.14$
80	$6.77^{d}\pm0.15$	$6.72^{c}\pm0.13$

a,b,c,d ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันจากแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$)

จากการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า เมื่อพิจารณาเฉพาะความชอบด้านรสชาติ ลักษณะปรากฏ และการยอมรับรวม ภาวะที่เหมาะสมในการพาสเจอร์ไรซ์คืออุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที และเมื่อพิจารณาเฉพาะความชอบด้านสี และกลิ่น อุณหภูมิที่เหมาะสมในการพาสเจอร์ไรซ์คือ 70 องศาเซลเซียส ดังนั้นถ้าพิจารณาคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสทั้ง 5 ด้านแล้ว พบว่าภาวะที่เหมาะสมในการพาสเจอร์ไรซ์คือที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที

ตารางที่ 23 จำนวนจุลินทรีย์ของเครื่องดื่มสมุนไพรจากตะไคร้ แปรอุณหภูมิพาสเจอร์ไรซ์เป็น 65, 70, 75 และ 80 องศาเซลเซียส และแปรเวลาในการพาสเจอร์ไรซ์เป็น 3, 5 และ 10 นาที

อุณหภูมิพาสเจอร์ไรซ์ (^{o}C)	เวลาพาสเจอร์ไรซ์ (นาที)	จำนวนจุลินทรีย์เฉลี่ย (CFU/มิลลิลิตร)
65	3	<30
	5	<30
	10	<30
70	3	<30
	5	<30
	10	-
75	3	-
	5	-
	10	-
80	3	-
	5	-
	10	-

- หมายถึง ตรวจไม่พบ

CFU = Colony Forming Unit

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เมื่อเปรียบเทียบจำนวนจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มสมุนไพรจากตะไคร้ที่อุณหภูมิและเวลาในการพาสเจอร์ไรซ์ต่างกัน (ตารางที่ 23) พบว่าเมื่อใช้อุณหภูมิและเวลาสูงขึ้นปริมาณจุลินทรีย์จะลดลงโดยอุณหภูมิพาสเจอร์ไรซ์และเวลาพาสเจอร์ไรซ์ที่ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาทีขึ้นไป จะตรวจไม่พบจำนวนจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 24 ค่าสีจากเครื่อง Lovibond และ browning index ของเครื่องดื่มสมุนไพรจากตะไคร้ แปรอุณหภูมิพาสเจอร์ไรซ์ เป็น 65, 70, 75 และ 80 องศาเซลเซียส และแปรเวลาพาสเจอร์ไรซ์เป็น 3, 5 และ 10 นาที

อุณหภูมิพาสเจอร์ไรซ์ (°C)	เวลาพาสเจอร์ไรซ์ (นาที)	ระดับความเข้มของสี				Browning index (A_{420})
		ร้อยละของความสว่าง	น้ำเงิน	เหลือง	แดง	
65	3	10.5	-	1.3	0.4	0.114
	5	10.5	-	1.3	0.5	0.116
	10	10.5	-	1.3	0.5	0.116
70	3	10.5	-	1.3	0.7	0.117
	5	10.5	-	1.3	0.7	0.118
	10	10.5	-	1.3	0.8	0.120
75	3	10.5	-	1.3	0.9	0.121
	5	10.5	-	1.4	0.6	0.122
	10	10.5	-	1.4	0.6	0.124
80	3	10.5	-	1.4	0.7	0.124
	5	10.5	-	1.4	0.7	0.126
	10	10.5	-	1.4	0.8	0.127

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากการเปรียบเทียบค่าสีและ browning index (ตารางที่24) พบว่า เมื่อใช้อุณหภูมิและเวลาในการพาสเจอร์ไรซ์ผลิตภัณฑ์สูงขึ้น ค่าวัดสีและ browning index สูงขึ้นด้วย โดยค่าสีแดงที่เพิ่มขึ้นหมายถึงผลิตภัณฑ์ที่มีสีคล้ำลง

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบ Asymmetric Factorial Experiment ขนาด 4x3 พบว่า อิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิและเวลาในการพาสเจอร์ไรซ์ ไม่มีผลต่อค่า pH และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ($p>0.05$) แต่มีผลต่อปริมาณ citral ในผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$) เมื่อเพิ่มอุณหภูมิและเวลาในการพาสเจอร์ไรซ์ทำให้ปริมาณ citral ลดลง ดังรูปที่ 9 ที่แสดงให้เห็นแนวโน้มการลดลงของปริมาณ citral ในผลิตภัณฑ์เมื่อใช้อุณหภูมิในการพาสเจอร์ไรซ์สูงขึ้นและเวลาในการพาสเจอร์ไรซ์สูงขึ้นด้วย โดยพบว่าที่ 80 องศาเซลเซียส 10 นาที เป็นภาวะในการพาสเจอร์ไรซ์ที่มีปริมาณ citral เหลืออยู่น้อยที่สุด ดังนั้น เมื่อพิจารณาเฉพาะค่าปริมาณ citral ภาวะที่เหมาะสมในการพาสเจอร์ไรซ์ คือที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3, 5 และ 10 นาที และที่ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 และ 5 นาที ผลแสดงดังตารางที่ 25, 26 และรูปที่ 9

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 25 ค่า pH ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด และปริมาณ citral ของเครื่องดื่มสมุนไพรจากตะไคร้ แปรอุณหภูมิในการพาสเจอร์ไรซ์เป็น 65, 70, 75 และ 80 องศาเซลเซียส และแปรเวลาในการพาสเจอร์ไรซ์เป็น 3, 5 และ 10 นาที

อุณหภูมิพาสเจอร์ไรซ์ (^{o}C)	เวลาพาสเจอร์ไรซ์ (นาที)	คะแนนเฉลี่ย±เบี่ยงเบนมาตรฐาน		
		pH^{ns}	TSS (^{o}Brix)^{ns}	ปริมาณ citral (ppm)
65	3	6.55±0.02	11.00±0.00	75.23^{a} ±0.26
	5	6.52±0.01	11.05±0.07	75.10^{a} ±0.41
	10	6.52±0.02	11.00±0.00	74.93^{a} ±0.30
70	3	6.51±0.04	11.00±0.00	75.08^{a} ±0.27
	5	6.49±0.01	11.10±0.14	74.65^{a} ±1.12
	10	6.51±0.07	11.05±0.07	73.03^{b} ±0.47
75	3	6.49±0.04	11.00±0.00	72.39^{bc}±0.57
	5	6.53±0.10	11.10±0.14	71.86^{c} ±0.21
	10	6.52±0.05	11.10±0.14	68.63^{d} ±0.60
80	3	6.49±0.01	11.05±0.07	66.63^{e} ±0.49
	5	6.50±0.01	11.00±0.00	65.17^{f} ±0.33
	10	6.53±0.06	11.00±0.00	58.85^{g} ±0.24

a,b,c,.. ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันจากแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ns ไม่มีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

TSS หมายถึง ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total soluble solid)

ตารางที่ 26 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า pH ปริมาณของแข็งทั้งหมด และปริมาณ citral ของเครื่องดื่มสมุนไพรจากตะไคร้ แปรอุณหภูมิในการพาสเจอร์ไรซ์เป็น 65, 70, 75, และ 80 องศาเซลเซียส และแปรเวลาในการพาสเจอร์ไรซ์เป็น 3, 5 และ 10 นาที

SOV	df	MS		
		pH^{ns}	TSS (^{o}Brix)^{ns}	ปริมาณ citral (ppm)
อุณหภูมิพาสเจอร์ไรซ์ (A)	3	2.00×10^{-3}	4.00×10^{-3}	165.316*
เวลาพาสเจอร์ไรซ์ (B)	2	0.00	5.00×10^{-2}	27.350*
AB	6	1.00×10^{-3}	3.00×10^{-3}	5.837*
error	12	2.00×10^{-3}	6.00×10^{-3}	0.251

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

TSS หมายถึง ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total soluble solid)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากภาวะดีที่สุดที่สรุปได้ และจากเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินทั้งหมด คือ ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส จำนวนจุลินทรีย์ ค่าสี browning index และ ปริมาณ citral จึงเลือกภาวะที่เหมาะสมในการพาสเจอร์ไรซ์ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มสมุนไพรจากตะไคร้ คือ ใช้อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที จากนั้นนำผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มสมุนไพรจากตะไคร้ที่ผ่านขั้นตอนการพาสเจอร์ไรซ์ที่เลือกนี้ มาศึกษาอายุการเก็บต่อไป

6. ผลการศึกษาประสิทธิภาพของอุณหภูมิและเวลาในการพาสเจอร์ไรซ์ต่อการทำลาย S. aureus ในเครื่องดื่มสมุนไพรจากตะไคร้

นำน้ำตะไคร้ที่เตรียมได้ตามข้อ 1-2 (บทที่ 4) มาศึกษาประสิทธิภาพของอุณหภูมิและเวลาในการพาสเจอร์ไรซ์ต่อการทำลาย S. aureus ในเครื่องดื่มสมุนไพรจากตะไคร้ โดยแปรอุณหภูมิและเวลาในการพาสเจอร์ไรซ์ตามข้อ 5 (บทที่ 4) โดยมี phosphate buffer pH 6.4 (pH เท่ากับน้ำตะไคร้ที่ทดสอบ) เป็นตัวควบคุม(control) เนื่องจากในน้ำตะไคร้สารบางชนิดที่มีผลในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้ และใช้การใส่เชื้อ (inoculate) S. aureus TISTR 118 ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่จะติดตามผลการถูกทำลายในหลอดตัวอย่างที่ทำการทดสอบที่ภาวะการพาสเจอร์ไรซ์ที่แปรอุณหภูมิเป็น 65, 70, 75 และ 80 องศาเซลเซียส และแปรเวลาเป็น 3, 5 และ 10 นาที ตามวิธีข้อ 4 (บทที่ 3) ผลจากการทดลองพบว่าในตัวอย่างน้ำตะไคร้ และ phosphate buffer pH 6.4 ซึ่งมีระดับความเข้มข้นของเชื้อS. aureus เริ่มต้น 10^8 CFU ต่อมิลลิลิตร เมื่อทำการพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ พบว่าในตัวอย่างน้ำตะไคร้เมื่อใช้อุณหภูมิและเวลาในการพาสเจอร์ไรซ์เพิ่มขึ้น จะทำลาย S. aureus ได้เพิ่มขึ้น โดยจะพบ S. aureus ที่รอดชีวิตในจำนวนที่ลดลง (ที่ 65 องศาเซลเซียส) และเมื่อใช้อุณหภูมิพาสเจอร์ไรซ์ตั้งแต่ 70 องศาเซลเซียสขึ้นไปในทุกช่วงเวลา จะไม่พบS. aureus รอดชีวิตเลย แต่เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่าง phosphate buffer pH 6.4 ที่ทำการทดสอบที่ภาวะเดียวกันกับน้ำตะไคร้ พบว่าเมื่อใช้อุณหภูมิและเวลาในการพาสเจอร์ไรซ์เพิ่มขึ้น สามารถทำลาย S. aureus ให้มีจำนวนลดลงได้ แต่ยังคงตรวจพบ S. aureus ในทุกภาวะที่ทดสอบ ในขณะที่ในตัวอย่างน้ำตะไคร้ที่ใช้อุณหภูมิพาสเจอร์ไรซ์ที่ 70 องศาเซลเซียสขึ้นไป จะไม่พบการรอดชีวิตของ S. aureus เลย ดังแสดงในตารางที่ 27

ตารางที่ 27 จำนวน S. aureus ที่รอดชีวิตในเครื่องดื่มสมุนไพรจากตะไคร้ ที่ภาวะการพาสเจอร์ไรซ์ที่แปรอุณหภูมิเป็น 65, 70, 75 และ 80 องศาเซลเซียส และแปรเวลาเป็น 3, 5 และ 10 นาที

ตัวอย่าง	อุณหภูมิ (^{o}C)	เวลา (นาที)	จำนวน S. aureus ที่รอดชีวิต (CFUต่อมิลลิลิตร)
น้ำตะไคร้	65	0	$1.0x10^{8}$
(pH=6.4)		3	$5.0x10^{4}$
		5	$2.5x10^{4}$
		10	50
phosphate	65	0	$1.0x10^{8}$
buffer		3	$1.0x10^{5}$
(pH=6.4)		5	$5.5x10^{4}$
		10	$4.0x10^{3}$
น้ำตะไคร้	70	0	$1.0x10^{8}$
(pH=6.4)		3	0
		5	0
		10	0
phosphate	70	0	$1.0x10^{8}$
buffer		3	$3.0x10^{4}$
(pH=6.4)		5	$1.4x10^{4}$
		10	$2.5x10^{3}$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 27 (ต่อ)

ตัวอย่าง	อุณหภูมิ (°C)	เวลา (นาที)	จำนวน S. aureus ที่รอดชีวิต (CFU/มิลลิลิตร)
น้ำตะไคร้	75	0	1.0×10^8
(pH=6.4)		3	0
		5	0
		10	0
phosphate	75	0	1.0×10^8
buffer		3	2.5×10^4
(pH=6.4)		5	6.5×10^3
		10	1.0×10^3
น้ำตะไคร้	80	0	1.0×10^8
(pH=6.4)		3	0
		5	0
		10	0
phosphate	80	0	1.0×10^8
buffer		3	5.0×10^3
(pH=6.4)		5	1.0×10^3
		10	2.0×10^2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลการศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มสมุนไพรจากตะไคร้

นำเครื่องดื่มสมุนไพรจากตะไคร้ ที่เตรียมได้ตามสูตรและกระบวนการผลิตที่เหมาะสมที่สรุปได้ คือ ใช้ตะไคร้ (ลำต้น:ใบ) เท่ากับ 80:20 (โดยน้ำหนัก) ต่อน้ำ 1 ลิตร ทำการสกัดที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที เติมน้ำตาลซูโครสร้อยละ 12 เพื่อปรับรสชาติ ผลิตภัณฑ์แล้วนำมาพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที บรรจุในขวดแก้วขนาด 400 มิลลิลิตร มาศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์โดยเก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส ติดตามการเปลี่ยนแปลงคุณภาพตามระยะเวลาเก็บเป็นเวลา 21 วัน สุ่มตัวอย่างมาตรวจสอบทุก 3 วัน โดยนำมาทดสอบทางประสาทสัมผัส วิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ วัดสี browning index ค่า pH ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด และ citral retention (%) ผลที่ได้แสดงในตารางที่ 28-31

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 28 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มสมุนไพรจากตะไคร้ เก็บที่ 4-10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 21 วัน

เวลาเก็บ (วัน)	คะแนนเฉลี่ย± เบี่ยงเบนมาตรฐาน				
	สี	กลิ่น	รสชาติ	ลักษณะปรากฏ	การยอมรับรวม
0	8.40^{a} ±0.40	8.27^{a} ±0.34	8.55^{a} ±0.44	8.37^{a} ±0.60	8.50^{a} ±0.67
3	8.28^{ab}±0.44	8.24^{ab} ±0.59	8.53^{a} ±0.44	8.30^{a} ±0.42	8.47^{ab} ±0.50
6	8.24^{ab}±0.27	8.17^{abc}±0.23	8.21^{ab}±0.36	8.25^{a} ±0.35	8.31^{abc}±0.44
9	8.22^{ab}±0.32	8.15^{abc}±0.24	8.27^{ab}±0.42	8.18^{a} ±8.24	8.29^{abc}±0.42
12	8.23^{ab}±0.29	8.13^{abc}±0.18	8.23^{ab}±0.38	8.17^{ab}±0.27	8.24^{abc}±0.35
15	8.20^{ab}±0.41	8.02^{abc}±0.46	8.19^{ab}±0.32	8.15^{ab}±0.43	8.10^{abc}±0.35
18	7.99^{bc}±0.03	7.93^{bc} ±0.26	7.97^{bc}±0.07	8.11^{ab}±0.26	8.00^{bc} ±0.46
21	7.85^{c} ±0.39	7.88^{c} ±0.23	7.78^{c} ±0.63	7.80^{b} ±0.64	7.89^{c} ±0.71

a,b,c ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันจากแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบ Randomized Complete Block design (ตารางที่ 28) พบว่าระยะเวลาเก็บมีผลต่อความชอบทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ ลักษณะปรากฏ และการยอมรับรวม อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) เมื่อระยะเวลาในการเก็บเพิ่มขึ้นมีผลให้ความชอบด้านสี กลิ่น รสชาติ ลักษณะปรากฏ และการยอมรับรวมลดลง

ตารางที่ 29 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดของเครื่องดื่มสมุนไพรจากตะไคร้ ที่เก็บที่ 4-10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 21 วัน

เวลาเก็บ (วัน)	จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/มิลลิลิตร)
0	0
3	0
6	0
9	0
12	<30
15	<30
18	<30
21	<30

จากผลการตรวจวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ (ตารางที่ 29) พบว่าเมื่อระยะเวลาในการเก็บเพิ่มขึ้น ปริมาณจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นด้วย โดยในวันที่ 21 ของอายุการเก็บ พบปริมาณจุลินทรีย์ต่ำกว่า 30 CFU ต่อมิลลิลิตร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 30 ค่าสีจากเครื่อง Lovibond และ browning index ของเครื่องดื่มสมุนไพรจากตะไคร้ ที่เก็บที่ 4-10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 21 วัน

เวลาเก็บ (วัน)	ระดับความเข้มของสี				Browning index (A_{420})
	ร้อยละของความสว่าง	น้ำเงิน	เหลือง	แดง	
0	10.5	-	1.3	0.3	0.119
3	10.5	-	1.3	0.5	0.121
6	10.5	-	1.4	0.5	0.123
9	10.5	-	1.5	0.6	0.124
12	10.5	-	1.5	0.6	0.128
15	10.5	-	1.5	0.7	0.131
18	10.5	-	1.5	0.8	0.137
21	10.5	-	1.6	0.6	0.140

เมื่อพิจารณาผลการวัดค่าสี และ browning index (ตารางที่ 30) พบว่าเมื่อระยะเวลาในการเก็บผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น ค่าสีที่วัดด้วยเครื่อง Lovibond มีค่าสีเหลือง และ แดง เพิ่มขึ้นเล็กน้อย แต่ค่าร้อยละความสว่าง (% brightness) และค่าสีน้ำเงิน ไม่มีการเปลี่ยนแปลง และพบว่าค่า browning index มีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อย เมื่อระยะเวลาในการเก็บนานขึ้น

ตารางที่ 31 ค่า pH ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด และค่า citral retention (%) ของเครื่องดื่มสมุนไพรจากตะไคร้ ที่เก็บที่อุณหภูมิ 4-7 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 21 วัน

เวลาเก็บ (วัน)	คะแนนเฉลี่ย± เบี่ยงเบนมาตรฐาน			
	pH^{ns}	TSS (^{o}Brix)^{ns}	Citral(ppm)	citral retention (%)
0	6.45±0.01	11.45±0.07	76.16±0.00	100.00^{a} ±0.00
3	6.45±0.01	11.45±0.07	76.01±0.08	99.80^{a} ±0.11
6	6.45±0.01	11.40±0.14	75.69±0.35	99.38^{ab} ±0.45
9	6.46±0.01	11.35±0.07	75.36±0.41	98.95^{abc}±0.54
12	6.46±0.01	11.40±0.14	74.93±0.10	98.39^{bc} ±0.13
15	6.45±0.01	11.35±0.07	74.66±0.37	98.03^{c} ±0.40
18	6.44±0.01	11.35±0.07	73.52±0.69	96.53^{d} ±0.91
21	6.44±0.01	11.25±0.07	72.88±0.13	95.69^{d} ±0.16

a,b,c,.. ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันจากแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ns ไม่มีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

TSS หมายถึง ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total soluble solid)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบ Completely Randomized Design (ตารางที่ 31) พบว่าระยะเวลาในการเก็บมีผลต่อ citral retention (%) อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) แต่ไม่มีผลต่อค่า pH และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ($p > 0.05$)

เมื่อพิจารณาค่า pH ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด และค่า citral retention (%) พบว่าระยะเวลาในการเก็บที่เพิ่มขึ้น ผลิตภัณฑ์มีค่า pH และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) แต่มีแนวโน้มว่าค่า citral retention (%) ลดลง

ดังนั้น เมื่อพิจารณาจากเกณฑ์ที่ใช้ตัดสินทั้งหมดได้แก่ ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส ปริมาณจุลินทรีย์ ค่าสี browning index ค่า pH ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด และค่า citral retention (%) จึงสรุปได้ว่า ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มสมุนไพรจากตะไคร้ เก็บที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส สามารถเก็บได้นาน 21 วัน โดยวันที่ 21 มี citral retention (%) ในเกณฑ์สูงคือ 95.69% เท่ากับปริมาณ citral 72.88 ppm และยังมีคุณภาพผลิตภัณฑ์ทางเคมี จุลินทรีย์ และประสาทสัมผัส เป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบ

<u>ค่านวณต้นทุนราคาของเครื่องดื่มสมุนไพรจากตะไคร้</u>

จากการทดลองผลิตเครื่องดื่มสมุนไพรจากตะไคร้ พบว่า วัตถุดิบเริ่มต้นมีน้ำหนักรวม 1,220 กรัม จะผลิตเครื่องดื่มสมุนไพรจากตะไคร้ได้ 1,000 มิลลิลิตร คือเป็นปริมาณผลผลิต (yield) เท่ากับร้อยละ 81.97 โดยราคาของวัตถุดิบในการผลิตเครื่องดื่มสมุนไพรจากตะไคร้ 1,000 มิลลิลิตร แสดงดังในตารางที่ 32

<u>ตารางที่ 32</u> ราคาและค่าใช้จ่ายของวัตถุดิบในการผลิตเครื่องดื่มสมุนไพรจากตะไคร้ 1,000 มิลลิลิตร

วัตถุดิบ	ปริมาณที่ใช้ (กรัม)	ราคาต่อกิโลกรัม (บาท)	ค่าใช้จ่ายในการผลิต (บาท)
ตะไคร้สด	100	10.00	1.00
น้ำตาลทราย	120	13.00	1.56
น้ำสะอาด	1000	1.00	1.00
ราคาวัตถุดิบรวม			3.56

ดังนั้น เครื่องดื่มสมุนไพรจากตะไคร้ 1 ขวดมีปริมาตรเท่ากับ 380 มิลลิลิตร จึงมีราคาเท่ากับ 1.35 บาท