

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1.ศึกษาวิธีและสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสารที่มีฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียจากขมิ้นชันและวิเคราะห์หาปริมาณสารองค์ประกอบหลักของสารสกัดจากขมิ้นชันโดยวิธี แก๊สโครมาโทกราฟี/แมสสเปคโตรเมทรี (Gas Chromatography/ Mass spectrometry; GC-MS)

1.1 ศึกษาวิธีการสกัดที่เหมาะสม

จากวิธีการสกัดสารที่มีฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียจากขมิ้นชันทั้ง 3 วิธี พบว่าวิธีสกัดร้อน (Soxhlet extraction) และวิธีสกัดเย็น (Maceration) ให้ค่าร้อยละของผลผลิตไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ส่วนการกลั่นด้วยน้ำ (Hydrodistillation) ให้ค่าร้อยละของผลผลิตต่ำสุดคือร้อยละ 4 ดังแสดงในตารางที่ 5 ซึ่งโดยทั่วไปปริมาณน้ำมันหอมระเหยในขมิ้นชันแห้งจะมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 1.5-5.0 (Govindarajan, 1980)

1.2 หลักเกณฑ์ที่ใช้ในการคัดเลือกวิธีที่เหมาะสมในการสกัดสารจากขมิ้นชัน

เกณฑ์การคัดเลือกวิธีสกัดที่เหมาะสม พิจารณาจาก ฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียร่วมกับค่าอัตราส่วนของร้อยละของผลผลิตที่ได้กับต้นทุนการผลิต ซึ่งผลที่ได้จากการศึกษาฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus* และ *Escherichia coli* ร่วมกับน้ำมันหอมระเหยขมิ้นชันที่มีจำหน่ายในท้องตลาด โดยวิธี Broth dilution method ปรากฏว่าสารสกัดที่ได้จากวิธีสกัดร้อนและวิธีสกัดเย็นมีค่าความเข้มข้นต่ำสุดในการต้านการเจริญ (MICs; Minimum Inhibitory Concentrations) ของเชื้อ *S. aureus* และ *E. coli* และค่าความเข้มข้นต่ำสุดในการฆ่าเชื้อ (MBCs; Minimum Bactericidal Concentrations) *S. aureus* และ *E. coli* ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% แต่มีค่าต่ำกว่าน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากวิธีการกลั่นด้วยน้ำ ดังแสดงในตารางที่ 5 แสดงว่าสารสกัดขมิ้นชันที่ได้จากวิธีสกัดร้อนและวิธีสกัดเย็นมีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อ *S. aureus* และ *E. coli* มากกว่าน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากวิธีการกลั่นด้วยน้ำและน้ำมันหอมระเหยขมิ้นชันที่มีจำหน่ายในท้องตลาดเนื่องจากค่า MICs และ MBCs ที่มีค่าต่ำแสดงถึงประสิทธิภาพที่ดีของสารสกัด

ตารางที่ 5 ปริมาณร้อยละของผลผลิตที่ได้ (% yield), ค่า MICs และ MBCs ของสารสกัดขมิ้นชันที่สกัดจาก 3 วิธีต่อเชื้อแบคทีเรีย (2 สายพันธุ์) เปรียบเทียบกับน้ำมันหอมระเหยขมิ้นชันที่มีจำหน่ายในท้องตลาด

ตัวอย่างทดสอบ	ผลผลิต ที่ได้ (%)	<i>S. aureus</i>		<i>E. coli</i>	
		MICs	MBCs	MICs	MBCs
		(mg/ml)	(mg/ml)	(mg/ml)	(mg/ml)
น้ำมันหอมระเหยขมิ้นชัน (บริษัท A)	-	64.80 c	259.20 a	129.60 b	259.20 b
น้ำมันหอมระเหยขมิ้นชัน (ร้าน B)	-	66.43 b	132.90 c	132.90 a	265.70 a
น้ำมันหอมระเหยขมิ้นชัน (บริษัท C)	-	74.30 a	148.60 b	74.30 c	148.60 c
สารสกัดขมิ้นชัน (Soxhlet extraction)	16.33 a	0.0005 d	0.0010 e	0.0005 e	0.0010 e
สารสกัดขมิ้นชัน (Maceration)	18.30 a	0.0003 d	0.0010 e	0.0005 e	0.0010 e
น้ำมันหอมระเหยขมิ้นชัน (Hydrodistillation)	4.00 b	64.65 c	129.30 d	64.65 d	129.30 d

หมายเหตุ อักษรที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์หมายถึงค่าที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

1.3 ปริมาณสารองค์ประกอบหลักของสารสกัดจากขมิ้นชันโดยวิธี แก๊สโครมาโทกราฟี/แมสสเปกโตรเมตรี (Gas Chromatography/ Mass spectrometry; GC-MS)

ปริมาณสารองค์ประกอบหลักที่พบในสารสกัดจากขมิ้นชันจากการสกัดด้วยวิธีสกัดร้อนและวิธีสกัดเย็นและน้ำมันหอมระเหยขมิ้นชันที่ได้จากวิธีการกลั่นด้วยน้ำ คือ Beta-tumerone, AR-tumerone และ Alpha-tumerone โดยสารสกัดขมิ้นชันที่ได้จากวิธีสกัดร้อนและวิธีสกัดเย็นมีปริมาณ Beta-tumerone, AR-tumerone และ Alpha-tumerone รวมกัน (Total tumerone) เท่ากับร้อยละ 97.1 และร้อยละ 97.5 ตามลำดับซึ่งมีปริมาณมากกว่าน้ำมันหอมระเหยขมิ้นชันที่ได้จากวิธีการกลั่นด้วยน้ำที่มีปริมาณ Total tumerone เท่ากับร้อยละ 76.1 ซึ่ง Purseglove และคณะ (1981) รายงานว่าน้ำมันหอมระเหยขมิ้นชันมีปริมาณ tumerone และ AR-tumerone เป็นองค์ประกอบร้อยละ 50-80 และ Alexannder และ Krishnaroa (1973) รายงานว่าในน้ำมันหอมระเหยจากแงขมิ้นชัน

จะประกอบด้วยส่วนผสมของ tumerone และ AR-tumerone ประมาณร้อยละ 58 แต่น้ำมันหอมระเหยมีน้ันชั้นที่ได้จากวิธีการกลั่นด้วยน้ำมีสาร Phellandrene และ Alpha-terpinolene เป็นองค์ประกอบในปริมาณที่ต่ำนอกเหนือจาก Beta-tumerone, AR-tumerone และ Alpha-tumerone ในขณะที่สารสกัดขมิ้นชั้นที่ได้จากวิธีสกัดร้อนและวิธีสกัดเย็น ไม่พบองค์ประกอบดังกล่าว ดังแสดงในตารางที่ 6 ซึ่งผลที่ได้แตกต่างจากสารองค์ประกอบหลักของน้ำมันหอมระเหยมีน้ันชั้นที่มีจำหน่ายในท้องตลาด โดยน้ำมันหอมระเหยมีน้ันชั้นจากบริษัท A และบริษัท C มีความคล้ายคลึงกัน ในองค์ประกอบหลัก คือ Phellandrene และ Alpha-terpinolene ส่วนน้ำมันหอมระเหยมีน้ันชั้นจากร้าน B องค์ประกอบหลักจะเป็น Limonene ดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 สารองค์ประกอบหลักของสารสกัดจากขมิ้นชั้นจากการสกัดทั้ง 3 วิธีเปรียบเทียบกับน้ำมันหอมระเหยมีน้ันชั้นที่มีจำหน่ายในท้องตลาด

ตัวอย่างทดสอบ	สารองค์ประกอบ (% area)						
	Phellandrene	Limonene	Alpha-terpinolene	Beta-tumerone	AR-tumerone	Alpha-tumerone	Total tumerone
น้ำมันหอมระเหยขมิ้นชั้น(บริษัท A)	27.4	2.1	19.0	1.9	4.6	1.3	7.8
น้ำมันหอมระเหยขมิ้นชั้น (ร้าน B)	8.8	23.2	12.4	-	-	-	-
น้ำมันหอมระเหยขมิ้นชั้น(บริษัท C)	31.1	2.0	25.5	1.6	4.4	1.3	7.3
สารสกัดขมิ้นชั้น (Soxhlet extraction)	-	-	-	45.3	29.6	22.2	97.1
สารสกัดขมิ้นชั้น (Maceration)	-	-	-	45.1	29.9	22.5	97.5
น้ำมันหอมระเหยขมิ้นชั้น (Hydrodistillation)	1.45	-	2.79	29.6	31.1	15.4	76.1

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างสารองค์ประกอบหลักที่วิเคราะห์โดยวิธี GC-MS กับประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อแบคทีเรีย *S. aureus* และ *E. coli* พบว่า การที่สารสกัดขมิ้นชันที่ได้จากวิธีสกัดร้อนและวิธีสกัดเย็นมีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อ *S. aureus* และ *E. coli* มากกว่าน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากวิธีการกลั่นด้วยน้ำและน้ำมันหอมระเหยขมิ้นชันที่มีจำหน่ายในท้องตลาดอาจเนื่องมาจากสารสกัดขมิ้นชันที่ได้จากวิธีสกัดร้อนและวิธีสกัดเย็นมีปริมาณ Total tumerone มากกว่าน้ำมันหอมระเหยขมิ้นชันที่ได้จากวิธีการกลั่นด้วยน้ำดังแสดงในตารางที่ 6 ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Caichompoo (1999) ที่พบว่า เมื่อองค์ประกอบหลักของน้ำมันหอมระเหยขมิ้นชันมี Total tumerone เป็นองค์ประกอบสูงถึง 79.89% จะมีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อ *S. aureus* และ *E. coli* โดยทำให้เกิด clear zone เท่ากับ 15 และ 13 mm. ตามลำดับและเมื่อพิจารณาประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อแบคทีเรีย *S. aureus* และ *E. coli* ของน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากวิธีการกลั่นด้วยน้ำและน้ำมันหอมระเหยขมิ้นชันที่มีจำหน่ายในท้องตลาด พบว่าน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากวิธีการกลั่นด้วยน้ำมีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อแบคทีเรียทั้ง 2 ชนิดมากกว่าน้ำมันหอมระเหยขมิ้นชันที่มีจำหน่ายในท้องตลาดโดยพิจารณาได้จากค่าความเข้มข้นต่ำสุดในการฆ่าเชื้อ (MBCs; Minimum Bactericidal Concentrations) มีค่าต่ำกว่า ซึ่งสัมพันธ์กับปริมาณ Beta-tumerone, AR-tumerone และ Alpha-tumerone ที่วิเคราะห์ได้ โดยน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากวิธีการกลั่นด้วยน้ำมีปริมาณ Beta-tumerone, AR-tumerone และ Alpha-tumerone มากกว่าน้ำมันหอมระเหยขมิ้นชันที่มีจำหน่ายในท้องตลาดทั้ง 3 ยี่ห้อ

เมื่อพิจารณาจากปริมาณ Total tumerone ของน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากวิธีการกลั่นด้วยน้ำและน้ำมันหอมระเหยขมิ้นชันที่มีจำหน่ายในท้องตลาดพบว่าน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากวิธีการกลั่นด้วยน้ำมีปริมาณ Total tumerone มากกว่าน้ำมันหอมระเหยขมิ้นชันที่มีจำหน่ายในท้องตลาดในสัดส่วนที่มากแต่มีค่า MBCs ในสัดส่วนที่ไม่แตกต่างกันมากนักแต่ถ้าเปรียบเทียบกับค่า MBCs ของสารสกัดขมิ้นชันที่ได้จากวิธีสกัดร้อนและวิธีสกัดเย็นพบว่าค่า MBCs ของน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากวิธีการกลั่นด้วยน้ำและน้ำมันหอมระเหยขมิ้นชันที่มีจำหน่ายในท้องตลาดมีค่าแตกต่างกับค่า MBCs ของสารสกัดขมิ้นชันที่ได้จากวิธีสกัดร้อนและวิธีสกัดเย็นในสัดส่วนที่มาก ดังนั้นจึงพอสรุปได้ว่าสารที่สกัดได้จากขมิ้นชันในรูปของสารสกัด (Crude extracts) มีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อแบคทีเรียมากกว่าในรูปของน้ำมันหอมระเหยอาจเนื่องจากสารที่สกัดได้จากขมิ้นชันในรูปของสารสกัด (Crude extracts) เป็นสารสกัดหยาบที่ประกอบด้วยสารองค์ประกอบต่างๆที่พบในเหง้าขมิ้นชันเช่น สารให้สี รวมทั้งมีน้ำมันหอมระเหยปะปนอยู่ในสารสกัด (Crude extracts) ด้วยแต่สารที่สกัดได้จากขมิ้นชันในรูปของน้ำมันหอมระเหยจะเป็นน้ำมันหอมระเหยบริสุทธิ์ที่ไม่มีสาร

องค์ประกอบอื่นๆ เจือปน ดังนั้นฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อแบคทีเรียของสารสกัด(Crude extracts) จึงอาจมาจากสารที่เป็นน้ำมันหอมระเหยและสารองค์ประกอบอื่นๆ ควบคู่กันแต่ฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อแบคทีเรียของน้ำมันหอมระเหยจะมาจากน้ำมันหอมระเหยบริสุทธิ์เพียงอย่างเดียวจึงทำให้มีฤทธิ์ต่ำกว่า

จากประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อแบคทีเรีย *S. aureus* และ *E. coli* และค่าอัตราส่วนของร้อยละของผลผลิตที่ได้กับต้นทุนการผลิต สรุปได้ว่าวิธีที่เหมาะสมในการสกัดสารที่มีฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียจากขมิ้นชันคือวิธีสกัดร้อน เนื่องจากสารสกัดขมิ้นชันที่ได้จากวิธีสกัดร้อนและวิธีสกัดเย็นมีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อ *S. aureus* และ *E. coli* มากกว่าน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากวิธีการกลั่นด้วยน้ำแต่เมื่อเปรียบเทียบระหว่างวิธีสกัดร้อนกับวิธีสกัดเย็นแล้วพบว่าวิธีสกัดร้อนใช้ระยะเวลาในการสกัดสั้นกว่า โดยวิธีสกัดร้อนใช้ระยะเวลาการสกัด 12 ชั่วโมงและวิธีสกัดเย็นใช้ระยะเวลาการสกัดทั้งหมด 9 วันและวิธีสกัดร้อนไม่ต้องเติมตัวทำละลายเพิ่มเพื่อสกัดซ้ำเหมือนวิธีสกัดเย็นที่ต้องเทตัวทำละลายลงในขวดอีกเพื่อสกัดซ้ำทุก 3 วัน วิธีสกัดร้อนจึงสิ้นเปลืองตัวทำละลายน้อยกว่าวิธีสกัดเย็น ทำให้วิธีสกัดร้อนมีต้นทุนการผลิตต่ำกว่า ส่งผลให้ค่าอัตราส่วนของร้อยละของผลผลิตที่ได้กับต้นทุนการผลิตสูงกว่า จึงคัดเลือกวิธีสกัดร้อนไปทำการศึกษาสถานะที่เหมาะสมในการสกัดต่อไป

1.4 ศึกษาสถานะที่เหมาะสมของวิธีสกัดที่คัดเลือกได้

จากการศึกษาชนิดของตัวทำละลายและระยะเวลาในการสกัด ผลการศึกษาปรากฏว่าการสกัดด้วย 95% เอทิลแอลกอฮอล์ให้ค่าร้อยละของผลผลิตสูงกว่าการสกัดด้วยปิโตรเลียมอีเทอร์ และสารองค์ประกอบหลักที่วิเคราะห์โดยวิธี GC-MS ที่พบในสารสกัดที่ได้จากแต่ละสถานะคือ Beta-tumerone, AR-tumerone และ Alpha-tumerone ดังแสดงในตารางที่ 7 ดังนั้นสถานะที่เหมาะสมในการสกัดสารจากขมิ้นชันด้วยวิธีสกัดร้อนคือการสกัดด้วย 95% เอทิลแอลกอฮอล์เป็นระยะเวลา 6 ชั่วโมง เนื่องจากใช้ระยะเวลาในการสกัดสั้นกว่าในขณะที่ให้ค่าร้อยละของผลผลิตไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบกับกรสกัดด้วย 95% เอทิลแอลกอฮอล์ในระยะเวลา 12 และ 24 ชั่วโมง ส่งผลให้ค่าอัตราส่วนของร้อยละของผลผลิตที่ได้กับต้นทุนการผลิตสูงกว่า และให้ปริมาณ Total tumerone มีค่าเท่ากับการสกัดด้วย 95% เอทิลแอลกอฮอล์ในระยะเวลา 12 ชั่วโมง ดังแสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ค่าร้อยละของผลผลิตที่ได้ (% yield) และสารองค์ประกอบหลักที่พบในสารสกัด
ขมิ้นชันที่ได้จากการสกัดด้วยวิธีสกัดร้อนในแต่ละสภาวะ

สภาวะ	ผลผลิต (%)	สารองค์ประกอบ (% area)			
		Beta-	AR-	Alpha-	Total
		tumerone	tumerone	tumerone	tumerone
ปิโตรเลียมอีเทอร์/ 6 ชม.	4.82 b	56.66	20.16	23.18	100.00
ปิโตรเลียมอีเทอร์/ 12 ชม.	5.18 b	46.77	21.47	22.26	90.50
ปิโตรเลียมอีเทอร์/ 24 ชม.	6.42 b	52.63	21.27	26.10	100.00
95% เอทิลแอลกอฮอล์/6 ชม.	23.75 a	50.14	27.16	22.70	100.00
95% เอทิลแอลกอฮอล์/12 ชม.	22.32 a	53.40	21.33	25.27	100.00
95% เอทิลแอลกอฮอล์/24 ชม.	24.82 a	50.72	17.62	22.18	90.52

หมายเหตุ อักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์หมายถึงค่าที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

2. ศึกษาความสามารถในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียของสารสกัดจากขมิ้นชัน

2.1 การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดขมิ้นชันต่อเชื้อแบคทีเรียโดยวิธี Broth dilution method

ความสามารถในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียของสารสกัดจากขมิ้นชันขึ้นอยู่กับชนิดและสายพันธุ์ของเชื้อแบคทีเรีย โดยจากการทดลองครั้งนี้พบว่า ค่า MICs ของสารสกัดขมิ้นชันด้วยวิธีสกัดร้อนด้วย 95% เอทิลแอลกอฮอล์ เป็นระยะเวลา 6 ชั่วโมงซึ่งเป็นสภาวะที่เหมาะสมที่สุดต่อเชื้อ *E. coli* 4 สายพันธุ์และ *Salmonella* spp. มีค่าต่ำกว่าค่า MICs ของเชื้อ *Staphylococcus* 5 สายพันธุ์ แสดงว่าสารสกัดนี้มีประสิทธิภาพในการยับยั้งต่อ *E. coli* 4 สายพันธุ์และ *Salmonella* spp. มากกว่า *Staphylococcus* 5 สายพันธุ์ โดยเชื้อจุลินทรีย์ที่มีฤทธิ์ต้านทานต่อสารสกัดขมิ้นชันน้อยที่สุดคือ *Salmonella* spp., *E. coli* ทั้ง 4 สายพันธุ์และเชื้อจุลินทรีย์ที่มีฤทธิ์ต้านทานต่อสารสกัดขมิ้นชันมากที่สุดคือ *Staphylococcus* ทั้ง 5 สายพันธุ์ สำหรับ *E. coli* ทั้ง 4 สายพันธุ์ พบว่า *E. coli* TISTR 780 มีฤทธิ์ต้านทานต่อสารสกัดขมิ้นชันน้อยกว่า *E. coli* TISTR 073, *E. coli* TISTR 074 และ *E. coli*

O157:H7 สำหรับประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อของสารสกัดขมิ้นชันซึ่งพิจารณาได้จากค่า MBCs พบว่าปริมาณของสารสกัดขมิ้นชันที่น้อยที่สุดที่สามารถจะทำลายเชื้อแบคทีเรียที่ทำการทดสอบทั้ง 10 ชนิดได้คือ 0.064 mg/ml ดังแสดงในตารางที่ 8 ดังนั้นในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เจลทำความสะอาด สะอาดมือฆ่าเชื้อแบคทีเรียจากสารสกัดขมิ้นชันจึงต้องมีการเติมสารสกัดขมิ้นชันเป็นปริมาณอย่างต่ำ 0.064 mg/ml เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีความสามารถในการทำลายเชื้อแบคทีเรียที่อาจปนเปื้อนบนมือได้

ตารางที่ 8 ค่า MICs และ MBCs ของสารสกัดขมิ้นชันที่สกัดด้วยวิธีสกัดร้อนด้วย 95% เอทิลแอลกอฮอล์ เป็นระยะเวลา 6 ชั่วโมงต่อเชื้อแบคทีเรีย (10 สายพันธุ์)

แบคทีเรียทดสอบ	MICs (mg/ml)	MBCs (mg/ml)
<i>Staphylococcus simulans</i>	0.032 a	0.064 a
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	0.032 a	0.032 ab
<i>Staphylococcus capitis</i>	0.032 a	0.064 a
<i>Staphylococcus auricularis</i>	0.032 a	0.064 a
<i>Staphylococcus lugdunensis</i>	0.032 a	0.064 a
<i>Escherichia coli</i> TISTR 780	0.008 b	0.016 b
<i>Escherichia coli</i> O157:H7	0.016 b	0.016 b
<i>Escherichia coli</i> TISTR 073	0.016 b	0.016 b
<i>Escherichia coli</i> TISTR 074	0.016 b	0.064 a
<i>Salmonella</i> spp.	0.004 b	0.016 b

หมายเหตุ อักษรที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์หมายถึงค่าที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

3. สำรวจพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์เจลทำความสะอาดมือ

3.1 ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้ตอบแบบสอบถาม

จากการสำรวจผู้บริโภคโดยใช้แบบสอบถามกับผู้บริโภคจำนวน 310 คน ซึ่งเคยใช้เจลทำความสะอาดมือแบบไม้น้ำหรือเคยใช้ผ้าเช็ดทำความสะอาดมือ โดยการสุ่มตัวอย่างโดยใช้โควตา (Quota Sampling) แบ่งตามเพศและกลุ่มอายุ กลุ่มละเท่าๆ กันคือ เพศชายทั้งหมด 155 คน เพศหญิงทั้งหมด 155 คน และแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็นกลุ่มตามช่วงอายุตั้งแต่ 15-19 ปี, 20-30 ปี, 31-40 ปี, 41-50 ปีและ 50 ปีขึ้นไป กลุ่มละ 62 คน พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามมีการศึกษาระดับปริญญาตรีมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 65.48 ส่วนใหญ่เป็นพนักงานบริษัทเอกชน คิดเป็นร้อยละ 32.25 มีรายได้ต่อเดือนอยู่ในช่วง 15,001 – 20,000 บาท มากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 45.48 ดังแสดงในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้ตอบแบบสอบถามจากการสำรวจผู้บริโภค

ลักษณะทางประชากรศาสตร์	ความถี่ (คน)	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	155	50
หญิง	155	50
อายุ		
15-19 ปี	62	20
20-30 ปี	62	20
31-40 ปี	62	20
41-50 ปี	62	20
มากกว่า 50 ปี	62	20

ตารางที่ 9 (ต่อ)

ลักษณะทางประชากรศาสตร์	ความถี่ (คน)	ร้อยละ
การศึกษาสูงสุดที่ได้รับ		
ปริญญาตรี	203	65.48
สูงกว่าปริญญาตรี	96	30.96
มัธยมศึกษาตอนปลาย / ปวช.	10	3.22
อนุปริญญา / ปวส.	1	0.32
อาชีพ		
พนักงานบริษัทเอกชน	100	32.25
นักเรียน/นักศึกษา	76	24.51
ข้าราชการ	63	20.32
ธุรกิจส่วนตัว	10	3.22
รัฐวิสาหกิจ	6	1.93
อื่นๆ	55	17.74
รายได้ต่อเดือน		
15,001 – 20,000 บาท	141	45.48
มากกว่า 20,000 บาท	72	23.22
10,001 – 15,000 บาท	54	17.41
5,000 – 10,000 บาท	32	10.32
ต่ำกว่า 5,000 บาท	11	3.54

3.2 ผลการสำรวจพฤติกรรมการใช้ผลิตภัณฑ์เจลทำความสะอาดมือ

จากการสำรวจพฤติกรรมการใช้ผลิตภัณฑ์เจลทำความสะอาดมือ ผลที่ได้ดังตารางที่ 10 พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามมีการล้างมือภายหลังการเข้าห้องน้ำมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 89.35 รองลงมาคือการล้างมือก่อนและหลังรับประทานอาหาร เป็นสัดส่วนที่ใกล้เคียงกัน โดยคิดเป็นร้อยละ 86.12 โดยความถี่ในการใช้ผลิตภัณฑ์เจลทำความสะอาดมือของผู้ตอบแบบสอบถามเป็นนานๆ

ครั้งหรือเฉพาะโอกาส เช่น ใช้ในสถานที่ที่ไม่สะดวกที่จะล้างมือด้วยน้ำ เช่น ใช้หลังจากหยิบกินขนมบนรถยนต์โดยคิดเป็นร้อยละ 44.83 รองลงมาคือใช้ทุกวันคิดเป็นร้อยละ 24.19 ผู้ตอบแบบสอบถามใช้เจลทำความสะอาดมือบนรถขณะเดินทางมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ในสถานที่อื่นๆ โดยคิดเป็นร้อยละ 68.70 รองลงมาคือใช้ที่ทำงาน คิดเป็นร้อยละ 44.51 เหตุผลที่เป็นประเด็นหลักที่ทำให้ผู้ตอบแบบสอบถามใช้ผลิตภัณฑ์เจลทำความสะอาดมือคือ เพื่อความสะดวกในกรณีที่ไม่มีน้ำ คิดเป็นร้อยละ 72.25 รองลงมาคือเพื่อทำความสะอาดหรือเพื่อยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์บนมือคิดเป็นร้อยละ 61.93 ผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจในผลิตภัณฑ์เจลทำความสะอาดมือที่เคยใช้ในด้านรูปแบบของผลิตภัณฑ์ที่ให้ความสะดวกในการใช้โดยไม่ต้องใช้น้ำมากที่สุดโดยคิดเป็นร้อยละ 79.03 รองลงมาคือความพึงพอใจในด้านความสามารถในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์บนมือโดยคิดเป็นร้อยละ 72.25 ปัญหาที่ผู้ตอบแบบสอบถามพบมากที่สุดในการใช้ผลิตภัณฑ์เจลทำความสะอาดมือคือเรื่องกลิ่นฉุนของแอลกอฮอล์และความเหนียวเหนอะหนะของเนื้อเจลโดยคิดเป็นร้อยละ 48.06 ปัญหาที่พบรองลงมาคือความแห้งกร้านของมือหลังการใช้คิดเป็นร้อยละ 26.12 ผู้ตอบแบบสอบถามซื้อผลิตภัณฑ์เจลทำความสะอาดมือใช้เองคิดเป็นร้อยละ 48.38 ซึ่งเป็นสัดส่วนที่น้อยกว่าผู้อื่นซื้อคือคิดเป็นร้อยละ 51.61 โดยราคาผลิตภัณฑ์เจลทำความสะอาดมือที่ซื้อต่อปริมาณ 40 กรัมส่วนใหญ่อยู่ที่ 30-40 บาทคิดเป็นร้อยละ 19.35 รองลงมาคือราคา 41-50 บาทคิดเป็นร้อยละ 13.22 และยี่ห้อผลิตภัณฑ์เจลทำความสะอาดมือที่ผู้ตอบแบบสอบถามนิยมซื้อมากที่สุดคือยี่ห้อ Easy clean คิดเป็นร้อยละ 30.96 รองลงมาคือยี่ห้อโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดาและยี่ห้อโพรเทคโดยคิดเป็นร้อยละ 23.87

ตารางที่ 10 พฤติกรรมการใช้ผลิตภัณฑ์เจลทำความสะอาดมือจากการสำรวจผู้บริโภค

ปัจจัย	ความถี่ (คน)	ร้อยละ
โอกาสในการล้างมือ ¹		
หลังเข้าห้องน้ำ	277	89.35
ก่อน-หลัง รับประทานอาหาร	267	86.12
ก่อน-หลัง ปรุงอาหาร/ทำกับข้าว	224	72.25
หลังทำความสะอาดสิ่งปลูกสร้างของสัตว์เลี้ยง	203	65.48
ก่อน-หลัง ดูแลผู้ป่วย	160	51.61
อื่นๆ	32	10.32

ตารางที่ 10 (ต่อ)

ปัจจัย	ความถี่ (คน)	ร้อยละ
ความถี่ในการใช้ผลิตภัณฑ์เจลทำความสะอาดมือ		
นานๆครั้ง / เฉพาะโอกาส	139	44.83
ทุกวัน	75	24.19
1-2 ครั้งต่อสัปดาห์	32	10.32
3-4 ครั้งต่อสัปดาห์	32	10.32
1-2 ครั้งต่อเดือน	32	10.32
สถานที่ที่เคยใช้ผลิตภัณฑ์เจลทำความสะอาดมือ ¹		
ใช้บนรถขณะเดินทาง	213	68.70
บ้าน	138	23.87
สถานประกอบการ	74	23.87
ที่ทำงาน	74	44.51
โรงพยาบาล	64	20.64
สถานศึกษา	42	13.54
อื่นๆ	10	3.22
เหตุผลในการใช้ ¹		
เพื่อความสะดวกในกรณีที่ไม่ใช้น้ำ	224	72.25
เพื่อทำความสะอาดหรือเพื่อยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์บนมือ	192	61.93
เพราะเป็นผลิตภัณฑ์ที่แปลกใหม่จึงอยากทดลอง	64	20.64
อื่นๆ	10	3.22

ตารางที่ 10 (ต่อ)

ปัจจัย	ความถี่ (คน)	ร้อยละ
คุณสมบัติที่พึงพอใจของผลิตภัณฑ์		
เจลทำความสะอาดมือที่เคยใช้ ¹		
รูปแบบของผลิตภัณฑ์ที่ให้ความสะดวก โดยไม่ต้องใช้น้ำในการใช้	245	79.03
มีกลิ่นหอม	160	51.61
ความเย็นของเจล	128	41.29
ความเนียนนุ่มมือหลังการใช้	106	34.19
การซึมซาบเข้าสู่ผิวของเนื้อเจล	106	34.19
อื่นๆ	10	3.22
ปัญหาที่พบในการใช้ผลิตภัณฑ์เจลทำความสะอาดมือ ¹		
กลิ่นฉุนของแอลกอฮอล์	149	48.06
ความเหนียวเหนอะหนะของเนื้อเจล	149	48.06
ความแห้งกร้านของมือหลังการใช้	81	26.12
ระคายเคืองหลังการใช้	74	23.87
กลิ่นฉุนของน้ำหอมที่ติดมือ	53	17.09
อื่นๆ	32	10.32
ผู้ซื้อผลิตภัณฑ์เจลทำความสะอาดมือ		
ผู้อื่น	160	51.61
ตัวเอง	150	48.38
ราคาที่ซื้อ(ปริมาณ 40 กรัม)		
30-40 บาท	60	19.35
41-50 บาท	41	13.22
51-70 บาท	31	10
ต่ำกว่า 30 บาท	9	2.90
71-100 บาท	9	2.90

ตารางที่ 10 (ต่อ)

ปัจจัย	ความถี่ (คน)	ร้อยละ
ยี่ห้อผลิตภัณฑ์เจลทำความสะอาดมือที่ใช้อยู่ ¹		
Easy clean	96	30.96
โพรเทก	74	23.87
โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา	74	23.87
Hand Joy	53	17.09
มายบาซิน	32	10.32
อื่นๆ	60	19.35

หมายเหตุ ¹ หมายถึง ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ

จากการศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์เจลทำความสะอาดมือของผู้ตอบแบบสอบถาม ผลที่ได้ดังตารางที่ 11 พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามให้ความสำคัญกับปัจจัยเรื่อง การทำความสะอาด ประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อโรค ความเหนียวเหนอะหนะของมือภายหลังการใช้และการระคายเคือง อยู่ในระดับมากที่สุด ส่วนปัจจัยเรื่องความหนืดของเนื้อเจล ผลิตภัณฑ์มีส่วนผสมของสารจากธรรมชาติ ผลิตภัณฑ์มีส่วนผสมของสารที่ให้ความชุ่มชื้นหรือสารที่ช่วยในการบำรุงผิวและกลิ่น ผู้ตอบแบบสอบถามให้ความสำคัญกับปัจจัยดังกล่าวในระดับมาก สำหรับปัจจัยที่ผู้ตอบแบบสอบถามให้ความสำคัญในระดับปานกลางคือปัจจัยเรื่องสี ยี่ห้อและภาชนะบรรจุ แสดงให้เห็นว่าผู้บริโภคต้องการให้ผลิตภัณฑ์เจลทำความสะอาดมือสามารถทำความสะอาดและมีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อโรคและภายหลังการใช้ผลิตภัณฑ์เจลทำความสะอาดมือต้องไม่เหนียวเหนอะหนะและไม่เกิดการระคายเคือง นอกเหนือจากนี้ผลิตภัณฑ์เจลทำความสะอาดมือต้องมีความหนืดของเนื้อเจลที่พอดี มีกลิ่นหอมและควรมีส่วนผสมของสารจากธรรมชาติหรือมีส่วนผสมของสารที่ให้ความชุ่มชื้นหรือสารที่ช่วยในการบำรุงผิว ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการตัดสินใจซื้อ โดยที่เรื่องของเจล ยี่ห้อและภาชนะบรรจุ ไม่ใช่ปัจจัยหลักที่ผู้บริโภคคำนึงถึงในการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์เจลทำความสะอาดมือ

ตารางที่ 11 ความสำคัญของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์เจลทำความสะอาดมือของผู้บริโภค

ปัจจัย	ความสำคัญ* (คน)					ค่าเฉลี่ย**	ความหมาย
	5	4	3	2	1		
- ให้ความสะอาด	199	110	1	0	0	4.63	มากที่สุด
- ฆ่าเชื้อโรค	160	106	44	0	0	4.37	มากที่สุด
- การระคายเคือง	130	158	22	0	0	4.34	มากที่สุด
- ความเหนียวเหนอะหนะ	160	100	40	10	0	4.32	มากที่สุด
- ความหนืดของเนื้อเจล	96	128	86	0	0	4.03	มาก
ของมือภายหลังการใช้							
- กลิ่น	75	182	43	10	0	4.03	มาก
- มีส่วนผสมของสาร	117	76	96	21	0	3.93	มาก
จากธรรมชาติ							
- มีส่วนผสมของสาร	86	119	94	11	0	3.90	มาก
ที่ทำให้ความชุ่มชื้น							
หรือสารที่ช่วยในการ							
บำรุงผิว							
- ภาชนะบรรจุ	76	54	86	83	11	3.32	ปานกลาง
- สี	33	54	129	72	22	3.01	ปานกลาง
- ยี่ห้อ	11	86	97	94	22	2.90	ปานกลาง

หมายเหตุ * หมายถึง 5 คือ สำคัญมากที่สุด 1 คือ สำคัญน้อยที่สุด

** หมายถึง ค่าเฉลี่ยแบบถ่วงน้ำหนัก

3.3 ความต้องการของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เจลทำความสะอาดมือผสมสารสกัดจากขมิ้นชัน

จากการสอบถามความต้องการของผู้ตอบแบบสอบถามต่อผลิตภัณฑ์เจลทำความสะอาดมือผสมสารสกัดจากขมิ้นชัน ผลที่ได้ดังตารางที่ 12 พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามมีความ

สนใจซื้อผลิตภัณฑ์เจลทำความสะอาดมือผสมสารสกัดจากขมิ้นชันคิดเป็นร้อยละ 62.25 ซึ่งเป็นสัดส่วนที่มากกว่าผู้ที่ไม่สนใจซื้อซึ่งคิดเป็นร้อยละ 37.74 โดยเหตุผลที่ผู้ตอบแบบสอบถามให้ความสนใจซื้อผลิตภัณฑ์เจลทำความสะอาดมือผสมสารสกัดจากขมิ้นชันมากที่สุดคือเป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้ส่วนผสมจากธรรมชาติโดยคิดเป็นร้อยละ 89.67 เหตุผลรองลงมาคือเป็นการเพิ่มทางเลือกใหม่ให้กับผู้บริโภค คิดเป็นร้อยละ 46.77 กลิ่นที่ผู้ตอบแบบสอบถามต้องการให้เติมลงในผลิตภัณฑ์เจลทำความสะอาดมือผสมสารสกัดจากขมิ้นชันมากที่สุดคือ กลิ่นที่ช่วยให้ความผ่อนคลาย (Aromatherapy) คิดเป็นร้อยละ 27.09 กลิ่นที่ผู้ตอบแบบสอบถามต้องการให้เติมลงในผลิตภัณฑ์รองลงมาเป็นสัดส่วนที่ใกล้เคียงกันกับกลิ่นที่ช่วยให้ความผ่อนคลาย (Aromatherapy) คือ กลิ่นที่ให้ความเย็นสดชื่น คิดเป็นร้อยละ 25.16 กลิ่นดอกไม้คิดเป็นร้อยละ 24.19 และกลิ่นผลไม้ คิดเป็นร้อยละ 23.54 ผู้ตอบแบบสอบถามต้องการให้เติมสารที่ให้ความชุ่มชื้นแก่ผิวลงในผลิตภัณฑ์เพื่อเพิ่มคุณภาพมากที่สุดโดยคิดเป็นร้อยละ 48.70 รองลงมาคือวิตามินบำรุงผิวคิดเป็นร้อยละ 43.54 ผู้ตอบแบบสอบถามมีความคิดเห็นว่าขนาดบรรจุที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ควรเป็น 40 กรัมมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 55.48 รองลงมาคือขนาดบรรจุ 100 กรัม คิดเป็นร้อยละ 20.32

ตารางที่ 12 ความต้องการของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เจลทำความสะอาดมือผสมสารสกัดจากขมิ้นชัน

ปัจจัย	ความถี่ (คน)	ร้อยละ
ความสนใจซื้อ		
สนใจ	193	62.25
ไม่สนใจ	117	37.74
เหตุผลที่สนใจซื้อ ¹		
เป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้ส่วนผสมจากธรรมชาติ	278	89.67
เพิ่มทางเลือกใหม่ให้กับผู้บริโภค	145	46.77
ช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับขมิ้นชัน	101	32.58
อื่นๆ	25	8.06

ตารางที่ 12 (ต่อ)

ปัจจัย	ความถี่ (คน)	ร้อยละ
กลิ่นที่ต้องการ		
กลิ่นที่ช่วยให้ความผ่อนคลาย (Aromatherapy)	84	27.09
กลิ่นที่ให้ความเย็นสดชื่น	78	25.16
กลิ่นดอกไม้	75	24.19
กลิ่นผลไม้	73	23.54
สารที่ต้องการให้เติมลงในผลิตภัณฑ์เพื่อเพิ่มคุณภาพ ¹		
สารที่ให้ความชุ่มชื้นแก่ผิว	151	48.70
วิตามินบำรุงผิว	135	43.54
สารที่ช่วยให้ผิวเนียนนุ่ม	126	40.64
สารที่ช่วยกระชับผิว	75	24.19
สารที่ช่วยให้ผิวขาว	50	16.12
อื่นๆ	12	3.87
ขนาดบรรจุที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์		
40 กรัม	172	55.48
100 กรัม	63	20.32
15 กรัม	44	14.19
150 กรัม	31	10

หมายเหตุ ¹ หมายถึง ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ

จากการสำรวจพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์เจลทำความสะอาดมือ โดยการสุ่มตัวอย่างโดยใช้โควตา (Quota Sampling) แบ่งตามเพศและกลุ่มอายุ กลุ่มละเท่าๆ กัน พบว่า ผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายสำหรับผลิตภัณฑ์เจลทำความสะอาดมือผสมสารสกัดจากขมิ้นชันคือ เพศหญิง อายุ 20-40 ปี เนื่องจากผู้บริโภคเพศหญิงช่วงอายุ 20-30 ปีและช่วงอายุ 31-40 ปีมีความสนใจซื้อผลิตภัณฑ์เจลทำความสะอาดมือผสมสารสกัดจากขมิ้นชันมากที่สุดคิดเป็น 100 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับ ผู้บริโภคเพศหญิงช่วงอายุอื่นๆ และผู้บริโภคเพศชายทุกช่วงอายุ ดัง

แสดงในตารางที่ 13 จึงกำหนดให้ผู้บริโภคนเพศหญิง อายุ 20-40 ปีเป็นผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายที่ใช้
สำหรับทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ต่อไป

ตารางที่ 13 ความสนใจซื้อผลิตภัณฑ์เจลทำความสะอาดมือผสมสารสกัดจากขมิ้นชันของผู้บริโภค
แบ่งตามเพศและช่วงอายุ

ผู้บริโภค	สนใจซื้อ	ไม่สนใจซื้อ
	ความถี่ (คน) / (ร้อยละ)	ความถี่ (คน) / (ร้อยละ)
เพศชาย		
อายุ 15-19 ปี	15 (43.38)	16 (51.6)
อายุ 20-30 ปี	22 (70.96)	9 (29.03)
อายุ 31-40 ปี	19 (61.29)	12 (38.70)
อายุ 41-50 ปี	8 (25.80)	23 (74.19)
อายุ 50 ปีขึ้นไป	5 (16.12)	26 (83.87)
รวม	69 (44.51)	86 (55.48)
เพศหญิง		
อายุ 15-19 ปี	20 (64.51)	11 (35.48)
อายุ 20-30 ปี	31 (100)	0 (0)
อายุ 31-40 ปี	31 (100)	0 (0)
อายุ 41-50 ปี	25 (80.64)	6 (19.35)
อายุ 50 ปีขึ้นไป	17 (54.83)	14 (45.16)
รวม	124 (80)	31 (20)

4. พัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์เจลทำความสะอาดมือที่มีส่วนผสมของสารสกัดจากขมิ้นชัน

4.1 ศึกษาสูตรพื้นฐานของผลิตภัณฑ์เจลทำความสะอาดมือ

จากการนำสูตรพื้นฐานของผลิตภัณฑ์เจลทำความสะอาดมือซึ่งประกอบด้วยน้ำ 55.15 %, Carbopol 0.4 %, 70% Ethanol 50% และ Triethanolamine 0.4 % ที่ผลิตได้มาวัดค่าคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยใช้แบบทดสอบ 9 – point Hedonic scale สอบถามความชอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์ในด้านกลิ่นแอลกอฮอล์, ความหนืดของเจล, การซึมซาบเข้าสู่ผิวของเนื้อเจล, ความเนียนนุ่มมือหลังการใช้และความชอบโดยรวมและสอบถามความรู้สึกที่มีต่อคุณลักษณะดังกล่าวเพื่อเป็นแนวทางการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ด้วยแบบทดสอบ Just about right กับผู้ทดสอบจำนวน 30 คน ผลปรากฏว่าคุณลักษณะที่ควรทำการปรับปรุงคือความหนืดของเจลซึ่งผู้ทดสอบมีความรู้สึกว่ายามีความหนืดน้อย 43.3 เปอร์เซนต์และมีคะแนนความชอบเฉลี่ยต่อความหนืดของเจลเท่ากับ 5.8 (เฉยๆถึงชอบเล็กน้อย) ในขณะที่คุณลักษณะด้านกลิ่นแอลกอฮอล์, การซึมซาบเข้าสู่ผิวของเนื้อเจลและความเนียนนุ่มมือหลังการใช้ ผู้ทดสอบมีความรู้สึกว่ายามีคะแนนความชอบเฉลี่ยเท่ากับ 5.6 (เฉยๆถึงชอบเล็กน้อย), 7.1 (ชอบปานกลางถึงชอบมาก) และ 6.2 (ชอบเล็กน้อยถึงปานกลาง) ตามลำดับ และมีคะแนนความชอบโดยรวมเฉลี่ยต่อสูตรพื้นฐานเท่ากับ 6.3 (ชอบเล็กน้อยถึงปานกลาง) ดังแสดงในตารางที่ 14

ตารางที่ 14 คะแนนความชอบเฉลี่ยและคะแนนความรู้สึก (ร้อยละ) ของผู้ทดสอบที่มีต่อเจลทำความสะอาดมือสูตรพื้นฐาน

คุณลักษณะ	ความชอบเฉลี่ย	ความรู้สึก (ร้อยละ)				
		น้อยเกินไป	น้อย	พอดี	มาก	มากเกินไป
กลิ่นแอลกอฮอล์	5.6	3.3	13.3	40.0	23.3	20.0
ความหนืดของเจล	5.8	13.3	43.3	33.3	10.0	0
การซึมซาบเข้าสู่ผิวของเนื้อเจล	7.1	3.3	20.0	66.6	10.0	0
ความชุ่มชื้นของมือหลังการใช้	6.2	6.6	40.0	43.3	10.0	0
ความชอบโดยรวม	6.3	-	-	-	-	-

4.2 การพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์เจลทำความสะอาดมือ

ทำการปรับปรุงความหนืดของเจลโดยคัดเลือกปัจจัยในสูตรของผลิตภัณฑ์เจลทำความสะอาดมือที่มีผลต่อการปรับความหนืดของเจล คือ Carbopol และ Triethanolamine ซึ่งมีอัตราส่วน 1:1 ในสูตร มาศึกษาระดับที่เหมาะสม โดยวางแผนการทดลองแบบ CRD ได้สิ่งทดลองทั้งสิ้น 3 สิ่งทดลองคือปริมาณ Carbopol และ Triethanolamine ในสูตรเท่ากับร้อยละ 0.42, 0.47 และ 0.52 ตามลำดับ ผลจากการทดสอบความชอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์ในด้านความหนืดของเจลโดยใช้แบบทดสอบ 9 – point Hedonic scale และสอบถามความรู้สึกด้วยแบบทดสอบ Just about right ปรากฏว่าสูตรที่เหมาะสมคือมี Carbopol และ Triethanolamine ในสูตรร้อยละ 0.47 โดยผู้ทดสอบมีความรู้สึกว่ายามีความหนืดพอดีแล้ว (56.6%) และมีคะแนนความชอบเฉลี่ยต่อสูตรนี้เท่ากับ 6.4 (ชอบเล็กน้อยถึงปานกลาง) ในขณะที่สูตรที่ประกอบด้วย Carbopol และ Triethanolamine ร้อยละ 0.42 ผู้ทดสอบมีความรู้สึกว่ายามีความหนืดพอดีแล้ว (33.3 %) โดยมีคะแนนความชอบเฉลี่ยต่อสูตรนี้เท่ากับ 5.4 (เฉยๆถึงชอบเล็กน้อย) และสูตรที่ประกอบด้วย Carbopol และ Triethanolamine ร้อยละ 0.52 ผู้ทดสอบมีความรู้สึกว่ายามีความหนืดมาก (40 %) โดยมีคะแนนความชอบเฉลี่ยต่อสูตรนี้เท่ากับ 5.9 (เฉยๆถึงชอบเล็กน้อย) ดังแสดงในตารางที่ 15

ตารางที่ 15 คะแนนความชอบเฉลี่ยและคะแนนความรู้สึกของผู้ทดสอบที่มีต่อคุณลักษณะความหนืดของเจลทำความสะอาดมือสูตรที่ปรับความหนืดที่ระดับต่างๆ

สูตร	คะแนนความชอบเฉลี่ย	คะแนนความรู้สึก (ร้อยละ)				
		น้อยเกินไป	น้อย	พอดี	มาก	มากเกินไป
สูตรที่ 1	5.4 b	20.0	30.0	33.3	16.6	0
สูตรที่ 2	6.4 a	6.6	13.3	56.6	20.0	3.3
สูตรที่ 3	5.9 ab	0	13.3	30.0	40.0	16.6

หมายเหตุ อักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์หมายถึงค่าที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

สูตรที่ 1- สูตรที่ประกอบด้วย Carbopol และ Triethanolamine ในสูตรร้อยละ 0.42

สูตรที่ 2 - สูตรที่ประกอบด้วย Carbopol และ Triethanolamine ในสูตรร้อยละ 0.47

สูตรที่ 3 - สูตรที่ประกอบด้วย Carbopol และ Triethanolamine ในสูตรร้อยละ 0.52

ผลิตภัณฑ์เจลทำความสะอาดมือสูตรที่ผ่านการพัฒนาความหนืดประกอบด้วย ส่วนประกอบต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 16

ตารางที่ 16 ส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์เจลทำความสะอาดมือสูตรที่ผ่านการพัฒนาความหนืด (%w/w)

Phase	สารเคมี	หน้าที่	ร้อยละ
A	น้ำ	ตัวทำละลาย	41.03
	Carbopol	สารก่อเจล	0.47
B	70% Ethanol	ฆ่าเชื้อ	47.10
C	น้ำ	ตัวทำละลาย	10.93
	Triethanolamine	ปรับ pH ให้เป็นกลาง	0.47

4.3 ศึกษาค่าคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในท้องตลาด

ผลิตภัณฑ์เจลทำความสะอาดมือสูตรที่พัฒนาได้คือประกอบด้วย Carbopol และ Triethanolamine ในสูตรร้อยละ 0.47 มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เท่ากับ 7.1 และค่าความหนืด เท่ากับ 1367 cP ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์เจลทำความสะอาดมือที่มีจำหน่ายในท้องตลาด พบว่าเจลทำความสะอาดมือสูตรที่พัฒนาได้มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์เจลทำความสะอาดมือที่มีจำหน่ายในท้องตลาดทั้ง 3 ยี่ห้อและมีความหนืดไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ยี่ห้อ A เมื่อพิจารณาโดยรวมพบว่าค่าคุณภาพที่ได้ อยู่ในช่วงค่าคุณภาพของผลิตภัณฑ์เจลทำความสะอาดมือที่มีจำหน่ายในท้องตลาดทั้ง 3 ยี่ห้อคือมีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) อยู่ในช่วง 7.07 - 7.27 และมีค่าความหนืดอยู่ในช่วง 1292 - 1505 cP ดังแสดงในตารางที่ 17

ตารางที่ 17 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์เจลทำความสะอาดมือ
สูตรที่พัฒนาได้เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์เจลทำความสะอาดมือที่มีจำหน่ายใน
ท้องตลาด

ผลิตภัณฑ์เจลทำความสะอาดมือ	ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) (ns)	ค่าความหนืด(cP)
ยี่ห้อ A	7.07	1355 b
ยี่ห้อ B	7.27	1505 a
ยี่ห้อ C	7.20	1292 c
สูตรที่พัฒนาได้	7.10	1367 b

4.4 การเติมสารสกัดขมิ้นชันใส่ในผลิตภัณฑ์เจลทำความสะอาดมือ

ระดับปริมาณของสารสกัดขมิ้นชันที่ใส่ในผลิตภัณฑ์เจลทำความสะอาดมือสูตรที่ทำการปรับปรุงคุณภาพด้านกายภาพและคุณภาพด้านเคมีแล้วกำหนดได้จากค่าความเข้มข้นต่ำสุดในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์(MBCs; Minimum Bactericidal Concentrations) จากการทดสอบด้วยวิธี โดยวิธี Broth dilution method ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.0064 % เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีความสามารถในการทำลายเชื้อแบคทีเรียที่อาจปนเปื้อนบนมือได้

4.5 การพัฒนากลิ่นของผลิตภัณฑ์เจลทำความสะอาดมือที่มีส่วนผสมของสารสกัดจากขมิ้นชัน

กลิ่นที่ผู้บริโภคต้องการให้เติมลงในผลิตภัณฑ์เจลทำความสะอาดมือที่มีส่วนผสมของสารสกัดจากขมิ้นชันจากการสำรวจความต้องการของผู้บริโภคในข้อ 4.3 ในสัดส่วนที่ใกล้เคียงกัน คือ กลิ่นที่ให้ความรู้สึกผ่อนคลาย (Aromatherapy), กลิ่นที่ให้ความสดชื่น, กลิ่นหอมของดอกไม้ และกลิ่นผลไม้ ดังนั้นจึงทำการคัดเลือกกลิ่นน้ำหอม 3 กลิ่นที่ตรงตามความต้องการของผู้บริโภค คือ กลิ่นเปปเปอร์มินท์ (Peppermint), กลิ่นส้ม (Orange) และกลิ่นเฟรชฟลอรัล (Fresh floral) เติมลงในผลิตภัณฑ์ที่ระดับร้อยละ 0.5 ผลจากการทดสอบความชอบที่มีต่อกลิ่น ปรากฏว่าผู้ทดสอบชอบกลิ่นเฟรชฟลอรัลมากที่สุดโดยมีคะแนนความชอบรวมเฉลี่ยเท่ากับ 7.1 (ชอบปานกลางถึงชอบมาก) ในขณะที่คะแนนความชอบรวมเฉลี่ยต่อกลิ่นเปปเปอร์มินท์เท่ากับ 4.7 (ไม่ชอบเล็กน้อย)

ถึงเฉยๆ) และคะแนนความชอบรวมเฉลี่ยต่อกลิ่นสัมพันธ์กับ 6.4 (ชอบเล็กน้อยถึงปานกลาง) จากการสอบถามความรู้สึกด้วยแบบทดสอบ Just about right ผลปรากฏว่าผู้ทดสอบมีความรู้สึกถึงความแรงของกลิ่นอยู่ในระดับพอดีแล้วยกเว้นกลิ่นเปปเปอร์มินท์ที่ผู้ทดสอบมีความรู้สึกถึงความแรงของกลิ่นก่อนใช้อยู่ในระดับมากดังแสดงในตารางที่ 18 ดังนั้นจึงทำการคัดเลือกกลิ่นเฟรชฟลอโรลเติมลงในผลิตภัณฑ์ที่ระดับร้อยละ 0.5

ตารางที่ 18 คะแนนความชอบเฉลี่ยและคะแนนความรู้สึก (ร้อยละ) ของผู้ทดสอบที่มีต่อเจลทำความสะอาดมือสูตรที่เติมน้ำหอมกลิ่นต่างๆที่ระดับ 0.5 เปอร์เซ็นต์

คุณลักษณะ	ชนิดกลิ่น	ความชอบเฉลี่ย	ความรู้สึก (ร้อยละ)				
			น้อยเกินไป	น้อย	พอดี	มาก	มากเกินไป
กลิ่นก่อนใช้	Peppermint	4.7 c	0	13.3	26.7	43.3	20.0
	Orange	6.2 b	0	13.3	46.7	30.0	13.3
	Fresh floral	7.1 a	0	3.1	50.0	40.6	6.3
กลิ่นหลังใช้	Peppermint	4.8 c	3.3	13.3	50.0	30.0	6.7
	Orange	6.0 b	0	20.0	50.0	23.3	10.0
	Fresh floral	7.5 a	0	6.3	68.8	25.0	0
ความชอบโดยรวม	Peppermint	4.7 c	-	-	-	-	-
	Orange	6.4 b	-	-	-	-	-
	Fresh floral	7.1 a	-	-	-	-	-

หมายเหตุ อักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์หมายถึงค่าที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลิตภัณฑ์เจลทำความสะอาดมือชนิดแบบกึ่งเหลวที่เรียวผสมสารสกัดจากขมิ้นชันแบบไม่ใช้น้ำ (Instant hand gel) สูตรที่พัฒนาได้ประกอบด้วยส่วนประกอบต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 19

ตารางที่ 19 ส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์เจลทำความสะอาดมือสูตรที่พัฒนาได้ (%w/w)

Phase	สารเคมี	หน้าที่	ร้อยละ
A	น้ำ	ตัวทำละลาย	40.43
	Carbopol	สารก่อเจล	0.45
B	70% Ethanol	ฆ่าเชื้อและเป็นตัวทำละลาย	46.40
	สารสกัดขมิ้นชัน	ยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย	0.0064
C	น้ำ	ตัวทำละลาย	10.77
	Triethanolamine	ปรับ pH ให้เป็นกลาง	0.45
D	Cremophor RH-40	ตัวทำละลายน้ำหอม	1
	น้ำหอม	แต่งกลิ่น	0.50

5. ค่าคุณภาพของผลิตภัณฑ์เจลทำความสะอาดมือที่มีส่วนผสมของสารสกัดจากขมิ้นชันที่ผ่านการพัฒนาแล้ว

ค่าคุณภาพทางกายภาพ คุณภาพทางเคมี คุณภาพทางจุลินทรีย์และความคงตัวของผลิตภัณฑ์เจลทำความสะอาดมือที่มีส่วนผสมของสารสกัดจากขมิ้นชันที่ผ่านการพัฒนาแล้วแสดงในตารางที่ 20 จากผลการศึกษาพบว่าผลิตภัณฑ์มีความหนืด 1367 cP ค่าสีในระบบ $L^* a^* b^*$ ประกอบด้วยค่าความสว่าง (L^*) เท่ากับ 16.35 ค่าสีเขียว (a^*) เท่ากับ -5.77 และค่าสีเหลือง (b^*) เท่ากับ 26.25 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของ ผลิตภัณฑ์เท่ากับ 6.72 ซึ่งค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ที่ได้มีค่าลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้ในช่วงแรกซึ่งมีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) อยู่ในช่วงของค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของผลิตภัณฑ์เจลทำความสะอาดมือในห้องตลาด 3 ยี่ห้อคือมีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) อยู่ในช่วง 7.07 - 7.27 อาจเป็นผลเนื่องมาจากการเติมสารสกัดขมิ้นชันลงในผลิตภัณฑ์ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความเป็นกรดเพิ่มขึ้น แต่เมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงคือผ้าเย็นและกระดาษเย็นพบว่าค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของ

ผลิตภัณฑ์อยู่เกณฑ์ที่กำหนดคือ 5.5-8.5 (มอก. 1511-2541) ผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้มีปริมาณแบคทีเรีย ยีสต์ และราทั้งหมด (Total colony count) น้อยกว่า 1000 CFU/g ปริมาณ Coliform bacteria โดยวิธี MPN น้อยกว่า 10 MPN ต่อกรัมและไม่พบเชื้อ *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* spp. และ *Escherichia coli* ในผลิตภัณฑ์ การทดสอบความคงตัวของผลิตภัณฑ์ด้วยวิธี Cooling – Thaw cycle พบว่าผลิตภัณฑ์มีความคงตัวดี

ตารางที่ 20 ค่าคุณภาพของผลิตภัณฑ์เจลทำความสะอาดมือที่มีส่วนผสมของสารสกัดจากขมิ้นชัน ที่ผ่านการพัฒนาแล้ว

คุณภาพ	ค่าที่ได้
คุณภาพทางกายภาพ	
ความหนืด(cP)	1367
ค่าสี	
L*	16.35
a*	-5.77
b*	26.25
คุณภาพทางเคมี	
ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)	6.72
คุณภาพทางจุลินทรีย์	
แบคทีเรีย ยีสต์ และราทั้งหมด (Total colony count)	<1000
CFU/g	
Coliform bacteria MPN/g	<10
<i>Staphylococcus aureus</i> .	ไม่พบ
<i>Salmonella</i> spp.	ไม่พบ
<i>Escherichia coli</i>	ไม่พบ
ความคงตัวของผลิตภัณฑ์	คงตัว

6. ประสิทธิภาพการยับยั้งแบคทีเรียบนมือของผลิตภัณฑ์เจลทำความสะอาดมือที่มีส่วนผสมของสารสกัดจากขมิ้นชันที่ผ่านการพัฒนาแล้ว

ผลการศึกษาประสิทธิภาพการยับยั้งแบคทีเรียบนมือจากการล้างมือด้วยเจลทำความสะอาดมือสูตรที่พัฒนาได้เปรียบเทียบกับสูตรพื้นฐานที่ไม่มีสารสกัดจากขมิ้นชันด้วยวิธี glove juice method พบว่า การล้างมือด้วยเจลทำความสะอาดมือสูตรที่พัฒนาได้และการล้างมือด้วยเจลทำความสะอาดมือสูตรพื้นฐานในแต่ละครั้งสามารถลดจำนวนเชื้อแบคทีเรียบนมือได้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% แต่การล้างมือด้วยเจลทำความสะอาดมือสูตรที่พัฒนาได้ในครั้งที่ 2 สามารถลดจำนวนเชื้อแบคทีเรียบนมือได้ 100 % ในขณะที่ต้องล้างมือด้วยเจลทำความสะอาดมือสูตรพื้นฐานในครั้งที่ 3 จึงจะสามารถลดจำนวนเชื้อแบคทีเรียบนมือได้ 100 % ดังแสดงในตารางที่ 21

ตารางที่ 21 จำนวนเชื้อที่ลดลง (%) จากการล้างมือด้วยเจลทำความสะอาดมือสูตรที่พัฒนาได้เปรียบเทียบกับสูตรพื้นฐานที่ทำการทดสอบด้วยวิธี glove juice method

จำนวนครั้ง ของการล้างมือ	จำนวนเชื้อที่นับได้ (CFU)		% การลดลง	
	สูตรที่พัฒนาได้*สูตรพื้นฐาน*		สูตรที่พัฒนาได้	สูตรพื้นฐาน
ปริมาณจุลินทรีย์ ปนเปื้อนเริ่มต้น	5.6×10^7	5.0×10^7	-	-
ล้างมือครั้งที่ 1 (ns)	2.3×10^3	6.2×10^3	99.99	99.98
ล้างมือครั้งที่ 2 (ns)	0	1.4×10^3	100.00	99.99
ล้างมือครั้งที่ 3 (ns)	0	0	100.00	100.00

หมายเหตุ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

* หมายถึง ค่าเฉลี่ยของจำนวนเชื้อที่นับได้จากการทดสอบกับผู้ทดสอบ 3 คน

7. ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์เจลทำความสะอาดมือที่มีส่วนผสมของสารสกัดจากมินชันที่ผ่านการพัฒนาแล้ว

7.1 ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้ตอบแบบสอบถาม

จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคด้วยวิธี Home Use Test กับผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายคือผู้หญิงอายุ 20- 40 ปีจำนวน 100 คน โดยให้ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ไปทดลองใช้เป็นเวลา 1 สัปดาห์พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีอายุ 20-25 ปี คิดเป็นร้อยละ 60 ผู้ตอบแบบสอบถามมีการศึกษาระดับปริญญาตรีมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 70 ส่วนใหญ่เป็นนักเรียนหรือนักศึกษาคิดเป็นร้อยละ 40 รองลงมาเป็นพนักงานบริษัทเอกชนคิดเป็นสัดส่วนใกล้เคียงกันคือร้อยละ 37 รายได้ต่อเดือนของผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่อยู่ระหว่าง 5,001 – 10,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 42 ดังแสดงในตารางที่ 22

ตารางที่ 22 ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้ตอบแบบสอบถามจากการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค

ลักษณะทางประชากรศาสตร์	ร้อยละ
อายุ	
20-25	60
26-30	22
31-35	12
36-40	6
การศึกษาสูงสุดที่ได้รับ	
ปริญญาตรี	70
สูงกว่าปริญญาตรี	18
อนุปริญญา / ปวส.	6
มัธยมศึกษาตอนปลาย / ปวช.	4
มัธยมศึกษาตอนต้น	2

ตารางที่ 22 (ต่อ)

ลักษณะทางประชากรศาสตร์	ร้อยละ
อาชีพ	
นักเรียน/นักศึกษา	40
พนักงานบริษัทเอกชน	37
ข้าราชการ	19
ธุรกิจส่วนตัว	4
รายได้ต่อเดือน	
5,000 – 10,000 บาท	42
ต่ำกว่า 5,000 บาท	28
10,001 – 15,000 บาท	20
15,001 – 20,000 บาท	4
20,001- 25,000 บาท	4
25,001-30,000 บาท	2

7.2 ข้อมูลเกี่ยวกับการทดสอบผลิตภัณฑ์เป็นเวลา 1 สัปดาห์

หลังจากที่ผู้บริโภคมทดสอบผลิตภัณฑ์เป็นเวลา 1 สัปดาห์พบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่ให้การยอมรับผลิตภัณฑ์คิดเป็นร้อยละ 94 ผู้บริโภคให้ความสนใจที่จะซื้อผลิตภัณฑ์คิดเป็นร้อยละ 82 ผู้บริโภคส่วนใหญ่มีความเห็นว่าราคาที่เหมาะสมในการจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์คือ 30-40 บาทคิดเป็นร้อยละ 56 ดังแสดงในตารางที่ 23 ผู้บริโภคมีความชอบเฉลี่ยต่อผลิตภัณฑ์ในคุณลักษณะสี, กลิ่น, ความหนืดของเจล, การซึมสู่ผิว, ความชุ่มชื้นผิวและความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบเล็กน้อยถึงปานกลางดังแสดงในตารางที่ 24 ผู้บริโภคมีความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์เจลทำความสะอาดมือที่พัฒนาได้ในด้านมีส่วนผสมของสารจากธรรมชาติ, ความสะอาด, ความสะดวกในการใช้ของบรรจุภัณฑ์และการระบายกลิ่นภายหลังการใช้อยู่ในระดับมากดังแสดงในตารางที่ 25

ตารางที่ 23 ข้อมูลเกี่ยวกับการทดสอบผลิตภัณฑ์เป็นเวลา 1 สัปดาห์

ปัจจัย	ร้อยละ
การยอมรับผลิตภัณฑ์	
ยอมรับ	94
ไม่ยอมรับ	6
ความสนใจที่จะซื้อผลิตภัณฑ์	
ซื้อ	82
ไม่ซื้อ	18
ราคาที่เหมาะสมในการจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์	
30-40 บาท	56
41-50 บาท	18
ต่ำกว่า 30 บาท	16
51-60 บาท	6
61-70 บาท	4

ตารางที่ 24 คะแนนความชอบเฉลี่ยที่มีต่อผลิตภัณฑ์ในคุณลักษณะต่างๆ

คุณลักษณะ	คะแนนความชอบเฉลี่ย
สี	6.10
กลิ่น	6.34
ความหนืดของเจล	6.54
การซึมสู่ผิว	6.70
ความชุ่มชื้นผิว	6.52
ความชอบโดยรวม	6.74

ตารางที่ 25 ระดับความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์เจลทำความสะอาดมือที่พัฒนาได้ในด้านต่างๆ

ปัจจัย	ระดับความพึงพอใจ* (คน)					ค่าเฉลี่ย**	ความหมาย
	5	4	3	2	1		
มีส่วนผสมของสารจากธรรมชาติ	0	0	24	46	30	4.06	มาก
ความสะดวก	2	6	34	52	6	3.54	มาก
ความสะดวกในการใช้ของบรรจุภัณฑ์	0	2	18	60	20	3.98	มาก
การระคายเคืองภายหลังการใช้	14	6	20	30	30	3.56	มาก

หมายเหตุ * หมายถึงระดับ 5 คือ พึงพอใจมากที่สุดและระดับ 1 คือ พึงพอใจน้อยที่สุด

** หมายถึง ค่าเฉลี่ยแบบถ่วงน้ำหนัก

8. การเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์เจลทำความสะอาดมือที่มีส่วนผสมของสารสกัดจากขมิ้นชันในระหว่างการเก็บรักษา

8.1 คุณภาพทางกายภาพและคุณภาพทางเคมี

ค่าคุณภาพทางกายภาพและคุณภาพทางเคมีของเจลทำความสะอาดมือที่พัฒนาได้ระหว่างการเก็บรักษาแสดงในตารางที่ 26 ผลการศึกษาพบว่าค่าความหนืดของเจลมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจนกระทั่งถึงสัปดาห์ที่ 4 ความหนืดจึงมีค่าลดลงทุกสภาวะของการเก็บรักษา แต่เมื่อพิจารณาในช่วงสัปดาห์ที่ 4 พบว่า การเก็บรักษาเจลทำความสะอาดมือที่อุณหภูมิห้องทำให้เจลมีความหนืดมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับ การเก็บรักษาในสภาวะเร่งด้วยอุณหภูมิสูงและเจลทำความสะอาดมือที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 45°C ทำให้เจลมีความหนืดน้อยที่สุด สำหรับค่าสีในระบบ $L^* a^* b^*$ พบว่าเมื่อเก็บรักษาเจลเป็นเวลานานขึ้นค่าความสว่าง (L^*) และค่าสีเหลือง (b^*) มีแนวโน้มลดลงส่วนค่าสีเขียว (a^*) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ซึ่งแนวโน้มดังกล่าวคล้ายคลึงกับผลการทดลองของ

นิชากร และคณะ (2548) ที่พบว่าเจลทำความสะอาดมือที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35°C และ 45°C เป็นเวลา 3 เดือนมีค่าความหนืดและค่าสีแดง (a^*) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในขณะที่ค่าความสว่าง (L^*) และค่าสีเหลือง (b^*) มีแนวโน้มลดลง สำหรับค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของเจลมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเก็บรักษาเจลเป็นเวลานานขึ้นในทุกสภาวะของการเก็บรักษา นั่นคือเจลมีความเป็นด่างมากขึ้นเมื่อเก็บรักษาเจลเป็นเวลานานขึ้นในทุกสภาวะของการเก็บรักษา

การที่เจลมีความหนืดเพิ่มขึ้นจนกระทั่งถึงสัปดาห์ที่ 4 ความหนืดจึงมีค่าลดลงทุกสภาวะของการเก็บรักษา อาจเป็นผลเนื่องมาจากส่วนผสมของเจลที่มีแอลกอฮอล์เป็นส่วนประกอบ ทำให้เมื่อเก็บรักษาเจลเป็นเวลานานขึ้นแอลกอฮอล์เกิดการระเหย ทำให้เจลสูญเสียส่วนที่เป็นของเหลวและข้นหนืดขึ้นแต่หลังจากนั้นส่วนประกอบที่ทำหน้าที่ให้ความข้นหนืดคือ Carbopol และ Triethanolamine อาจเกิดการสลายตัว โดยเฉพาะในสภาวะเร่งด้วยอุณหภูมิสูง จึงทำให้เจลเหลวลงในสัปดาห์ที่ 4 ดังจะเห็นได้จากเจลมีความเหลวมากที่สุดเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 45°C เป็นเวลา 4 สัปดาห์

ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของเจลที่เปลี่ยนแปลงไปโดยเจลมีความเป็นด่างมากขึ้นอาจเกี่ยวข้องกับการระเหยของแอลกอฮอล์ซึ่งเป็นสารที่เป็นกรดอย่างอ่อนในเจลโดยเมื่อเก็บรักษาเจลเป็นเวลานานขึ้นแอลกอฮอล์เกิดการระเหย ส่งผลให้เจลอยู่ในสภาวะที่เป็นด่างและเมื่อเจลอยู่ในสภาวะที่เป็นด่างจะส่งผลให้ค่าสีของเจลเกิดการเปลี่ยนแปลง เนื่องจากสารที่ให้สีเหลืองในเจลคือขมิ้นชันและสารประกอบหลักที่ให้สีเหลืองถึงส้มในเหง้าขมิ้นชันคือ สารประกอบเคอร์คิวมินอยด์ ซึ่งประกอบด้วยสาร 3 ชนิดคือ เคอร์คิวมิน, เดสเมทอกซีเคอร์คิวมินและบิสเดสเมทอกซีเคอร์คิวมิน (Rouseff, 1988) และสารประกอบ 3 ชนิดดังกล่าวจะมีปริมาณแตกต่างกันคือเคอร์คิวมินประมาณร้อยละ 49-61, เดสเมทอกซีเคอร์คิวมินประมาณร้อยละ 20-29 และบิสเดสเมทอกซีเคอร์คิวมินประมาณร้อยละ 15-26 (Purseglove และคณะ, 1981) สารเคอร์คิวมินซึ่งมีปริมาณมากที่สุดจะมีการเปลี่ยนแปลงสีจากเหลืองเป็นสีน้ำตาลแดงเมื่ออยู่ในสภาวะที่เป็นด่าง (Govindarajan, 1980) ดังนั้นเมื่อขมิ้นมีการเปลี่ยนแปลงสีจากเหลืองเป็นสีน้ำตาลแดง ผลิตภัณฑ์จะมีสีเข้มขึ้น ทำให้ค่าความสว่าง (L^*) ลดลงและทำให้ค่าสีเหลือง (b^*) ลดลง โดยพิจารณาได้จากเจลที่ผ่านการเก็บรักษาเป็นเวลานานขึ้นในทุกสภาวะของการเก็บรักษามีค่าสีเหลือง (b^*) ลดลง

ตารางที่ 26 ค่าคุณภาพทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์เจลทำความสะอาดมือที่พัฒนาได้
ระหว่างการเก็บรักษา

อุณหภูมิในการ เก็บรักษา	ระยะเวลาการ เก็บรักษา (สัปดาห์)	ค่าคุณภาพ				
		ความหนืด (cP)	L*	a*	b*	pH
-	0	1367	16.35	-5.77	26.25	6.72
อุณหภูมิห้อง (27-30 °c)	1	1441	20.86	-6.87	26.66	6.80
	2	1442	17.52	-6.65	26.38	6.88
	3	1501	17.96	-7.09	24.20	6.91
	4	1473	16.55	-6.72	21.62	6.96
35°c	1	1383	17.10	-5.73	25.39	6.73
	2	1482	17.22	-5.70	25.94	6.77
	3	1514	17.99	-7.12	25.36	6.83
	4	1402	14.87	-6.57	24.15	6.87
45°c	1	1483	16.53	-6.26	23.62	6.75
	2	1510	15.71	-6.62	21.72	6.85
	3	1563	15.69	-7.18	20.76	6.95
	4	1365	14.42	-7.46	19.09	6.98

8.2 ประสิทธิภาพการฆ่าเชื้อแบคทีเรียของผลิตภัณฑ์เจลทำความสะอาดมือที่มีส่วนผสมของสารสกัดจากขมิ้นชันที่ผ่านการพัฒนาด้วยวิธี Broth dilution method (Baron and Finegold,1990)

ปริมาณของสารสกัดขมิ้นชันที่ใส่ในผลิตภัณฑ์เจลทำความสะอาดมือมีค่าเท่ากับ 0.0064 % ซึ่งเป็นความเข้มข้นในระดับที่สามารถทำลายเชื้อแบคทีเรียที่อาจปนเปื้อนบนมือได้ จากการศึกษาประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อแบคทีเรียของผลิตภัณฑ์เจลทำความสะอาดมือในระหว่างการ

เก็บรักษากับเชื้อแบคทีเรียทดสอบ 2 ชนิดคือ *Staphylococcus simulans* และ *Escherichia coli* (TISTR 074) ผลปรากฏว่าเมื่อเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เจลทำความสะอาดมือเป็นเวลา 1 สัปดาห์ เจลที่ถูกเร่งด้วยอุณหภูมิสูงมีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อแบคทีเรียต่ำกว่าเจลที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ซึ่งพิจารณาได้จากค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารสกัดขมื่นชันในผลิตภัณฑ์เจลทำความสะอาดมือที่มีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อแบคทีเรีย (MBCs; Minimum Bactericidal Concentrations) ของเจลที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35°C และ 45°C มีค่าสูงกว่าเจลที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องโดยเจลที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35°C และ 45°C มีค่า MBCs เท่ากับ 0.064 mg/ml (คิดเป็นความเข้มข้นของสารสกัดขมื่นชัน 0.0064 % ในผลิตภัณฑ์เจลทำความสะอาดมือ) ในขณะที่เจลที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีค่า MBCs เท่ากับ 0.032 mg/ml ซึ่งมีค่าเท่ากับค่า MBCs ของเจลที่ไม่ผ่านการเก็บรักษา การที่ผลิตภัณฑ์เจลทำความสะอาดมือสูตรที่พัฒนาได้ที่ยังไม่ผ่านการเก็บรักษามีค่า MBCs ต่ำกว่า 0.064 mg/ml ซึ่งเป็นค่าความเข้มข้นของสารสกัดขมื่นชันในระดับที่สามารถทำลายเชื้อแบคทีเรียที่อาจปนเปื้อนบนมือได้จากการทดสอบโดยวิธี Broth dilution method นั้นอาจเป็นผลเนื่องมาจากการที่ส่วนประกอบหลักของผลิตภัณฑ์เจลทำความสะอาดมือเป็นแอลกอฮอล์ 70 % ซึ่งมีคุณสมบัติในการฆ่าเชื้อ ดังนั้นฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อของเจลทำความสะอาดมือจึงมาจากสารสกัดขมื่นชันและแอลกอฮอล์ควบคู่กันแต่เมื่อเก็บรักษาเจลเป็นเวลานานขึ้นแอลกอฮอล์อาจเกิดการระเหยโดยเฉพาะการเก็บในสภาวะเร่งด้วยอุณหภูมิสูงอาจทำให้แอลกอฮอล์ระเหยได้ง่ายขึ้น ส่งผลให้ฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อของแอลกอฮอล์ลดลง ดังนั้นฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อของเจลทำความสะอาดมือจึงมาจากสารสกัดขมื่นชันเพียงอย่างเดียว จึงทำให้ค่า MBCs ของเจลทำความสะอาดมือที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35°C และ 45°C เป็นเวลา 1 สัปดาห์มีค่าสูงกว่าค่า MBCs ของเจลทำความสะอาดมือที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องในระยะเวลาเท่ากันและทำให้ค่า MBCs ของเจลทำความสะอาดมือมีค่าสูงขึ้นเมื่อเก็บรักษาเจลเป็นเวลานานขึ้นดังแสดงในตารางที่ 27 แต่เมื่อเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เจลทำความสะอาดมือนี้เป็นเวลา 4 สัปดาห์พบว่าผลิตภัณฑ์ยังมีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อแบคทีเรียที่ระดับความเข้มข้นของสารสกัดขมื่นชันเท่ากับ 0.0064 %

ตารางที่ 27 ค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารสกัดขมิ้นชันในผลิตภัณฑ์เจลทำความสะอาดมือ (%) ที่มีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อ *S. simulans* และ *E. coli* (MBCs; Minimum Bactericidal Concentrations) ระหว่างการเก็บรักษา

อุณหภูมิในการเก็บรักษา	แบคทีเรียทดสอบ	ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)				
		0	1	2	3	4
อุณหภูมิห้อง (27-30 °c)	<i>Staphylococcus simulans</i>	0.0032	0.0032	0.0064	0.0064	0.0064
	<i>Escherichia coli</i> (TISTR 074)	0.0032	0.0032	0.0064	0.0064	0.0064
35 °c	<i>Staphylococcus simulans</i>	0.0032	0.0064	0.0064	0.0064	0.0064
	<i>Escherichia coli</i> (TISTR 074)	0.0032	0.0064	0.0064	0.0064	0.0064
45 °c	<i>Staphylococcus simulans</i>	0.0032	0.0064	0.0064	0.0064	0.0064
	<i>Escherichia coli</i> (TISTR 074)	0.0032	0.0064	0.0064	0.0064	0.0064

8.3 คุณภาพทางประสาทสัมผัส

ผลการศึกษาคะแนนความชอบเฉลี่ยของผู้ทดสอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์เจลทำความสะอาดมือที่พัฒนาได้ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง, อุณหภูมิ 35 °c และอุณหภูมิ 45 °c เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์โดยใช้แบบทดสอบ 9 – point Hedonic scale พบว่า เมื่อเก็บรักษาเจลทำความสะอาดมือที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 4 สัปดาห์ ความชอบเฉลี่ยที่มีต่อคุณลักษณะด้านสี, กลิ่น, ความหนืดของเจล, การซึมสู่ผิวของเจลและความชุ่มชื้นมือหลังการใช้ในแต่ละสัปดาห์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% แต่ความชอบโดยรวมของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ในสัปดาห์ที่ 4 มีค่าสูงกว่าในสัปดาห์ที่ 1 ดังแสดงในตารางที่ 28 อาจเป็นเพราะผู้บริโภคไม่ชอบเจลที่หนืดเกินไป เพราะเมื่อพิจารณาจากค่าความหนืดของเจลที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ดังแสดงในตารางที่ 26 พบว่าความหนืดของเจลมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในช่วงแรกและลดลงในช่วงสัปดาห์ที่ 4 จึงส่งผลให้ความชอบโดยรวมต่อผลิตภัณฑ์ในสัปดาห์ที่ 4 มีค่าสูงกว่าในสัปดาห์ที่ 1 สำหรับการเก็บรักษา

ผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 35°C พบว่า ความชอบเฉลี่ยที่มีต่อคุณลักษณะด้านสี, กลิ่น, ความหนืดของเจล, การซึมสู่ผิวของเจล, ความชุ่มชื้นมือหลังการใช้และความชอบโดยรวมในแต่ละสัปดาห์ที่เก็บรักษา ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สำหรับการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 45°C พบว่าความชอบเฉลี่ยที่มีต่อคุณลักษณะด้านสี, กลิ่น, ความหนืดของเจลและความชุ่มชื้นมือหลังการใช้ในแต่ละสัปดาห์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% แต่ความชอบเฉลี่ยด้านการซึมสู่ผิวของเจลในสัปดาห์ที่ 4 มีค่าต่ำกว่าในสัปดาห์ที่ 2 ดังแสดงในตารางที่ 28 อาจเป็นเพราะในสัปดาห์ที่ 4 ของการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 45°C เจลมีความหนืดลดลง ดังแสดงในตารางที่ 26 ทำให้เจลเหลวเกินไปจึงซึมสู่ผิวได้ไม่ดีส่งผลให้ความชอบเฉลี่ยด้านการซึมสู่ผิวของเจลมีค่าต่ำ ความชอบโดยรวมของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง, อุณหภูมิ 35°C และอุณหภูมิ 45°C เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์อยู่ในระดับชอบเล็กน้อยถึงปานกลาง

ตารางที่ 28 คะแนนความชอบเฉลี่ยของผู้ทดสอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์เจลทำความสะอาดมือที่พัฒนาได้ระหว่างการเก็บรักษา

อุณหภูมิในการเก็บรักษา	คุณลักษณะ	ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)				
		0	1	2	3	4
อุณหภูมิห้อง	สี (ns)	6.33	6.55	6.66	6.43	6.51
	กลิ่น(ns)	6.43	6.38	6.50	6.17	6.46
	ความหนืดของเจล (ns)	6.26	6.44	6.23	6.52	6.73
	การซึมสู่ผิวของเจล (ns)	6.43	6.55	6.40	6.39	6.76
	ความชุ่มชื้นมือหลังการใช้ (ns)	6.20	6.55	6.53	6.13	6.73
	ความชอบโดยรวม	6.23 b	6.44 ab	6.31 ab	6.47 ab	6.93 a
35°C	สี (ns)	6.33	6.16	6.75	6.39	6.73
	กลิ่น(ns)	6.43	6.72	6.27	6.69	6.63
	ความหนืดของเจล (ns)	6.26	6.44	6.37	6.30	6.33
	การซึมสู่ผิวของเจล (ns)	6.43	6.50	6.10	6.34	6.40
	ความชุ่มชื้นมือหลังการใช้ (ns)	6.20	6.38	6.20	6.47	6.43
	ความชอบโดยรวม (ns)	6.23	6.55	6.24	6.56	6.60

ตารางที่ 28 (ต่อ)

อุณหภูมิในการ เก็บรักษา	คุณลักษณะ	ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)				
		0	1	2	3	4
45 ^o c	สี (ns)	6.33	6.50	6.56	6.86	6.80
	กลิ่น(ns)	6.43	6.44	6.46	6.91	6.16
	ความหนืดของเจล (ns)	6.26	6.44	6.46	6.30	5.73
	การซึมสู่ผิวของเจล	6.43 ab	6.77 a	6.33 ab	6.65 ab	6.10 b
	ความชุ่มชื้นมือหลังการใช้ (ns)	6.20	6.33	6.23	6.69	6.43
	ความชอบโดยรวม	6.23 b	6.44 ab	6.63 ab	6.95 a	6.36 ab

หมายเหตุ อักษรที่เหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%