บทสรุปย่อสำหรับผู้บริหาร (Executive Summary)

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) การพัฒนาผลิตภัณฑ์สำหรับผิวพรรณของสารสกัดจากกากชา

(ภาษาอังกฤษ) Formulation of skin preparation from spent tea leaf extract

ประเทศไทยสามารถปลูกชาได้ในบริเวณภาคเหนือ เช่น จังหวัดเชียงราย โดยปริมาณที่ผลิตได้มีมากพอที่จะบริโภคภายในประเทศและส่งเป็นสินค้าออกได้ แต่การแข่งขันในตลาดโลกมีสูงโดยเฉพาะกับผู้ผลิตรายใหญ่ เช่น จีน เป็นต้น การนำใบชาไปแปรรูปเป็นเครื่องดื่มเพื่อเพิ่มมูลค่าของใบชาตามกระแสความนิยมในการบริโภคน้ำชาสำเร็จรูปบรรจุขวด โดยเฉพาะอย่างยิ่งน้ำชาเขียว เป็นผลให้มีการใช้วัตถุดิบใบชาในอุตสาหกรรมการผลิตชาชงสำเร็จรูปเป็นปริมาณมาก แต่หลังจากชงชาแล้วกากชาที่เหลือก็จะถูกทิ้งไปทั้งๆที่ยังมีมูลค่าเหลืออยู่อีกมาก (1) ดังนั้นหากมีการนำกากชาที่เหลือจากการชงชามาสกัดสารต่างๆออกมาแล้วเตรียมเป็นผลิตภัณฑ์ที่อยู่ในรูปที่ใช้ได้สะดวกและมีความคงตัวดี เก็บไว้ใช้ได้เป็นเวลานาน จะเป็นการช่วยเพิ่มมูลค่าให้กากชาที่เดิมเป็นของเหลือทิ้งได้เป็นอย่างดี

เนื่องจากมีรายงานการวิจัยพบว่าในสารสกัดจากกากชามีสารสำคัญที่มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ ช่วยป้องกันเซลล์ผิวหนังของหนูและคนจากการทำลายของแสงอุลตราไวโอเลต บำรุงผิวหนังและเส้นผม ต้านความชรา ช่วยดับกลิ่นและต้านเชื้อแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคผิวหนัง (1) และมีรายงานการศึกษาศักยภาพของกากชาที่ได้จากโรงงานผลิตชาเขียว (2) พบว่าในสารสกัดที่ได้จากการต้มกากชานาน 1 ชั่วโมงมีสาร antioxidant อยู่ร้อยละ 20.19 โดยน้ำหนัก ซึ่งมากพอที่จะนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ใช้สำหรับคนและ/หรือสัตว์ได้อย่างคุ้มค่าต่อไป ในข้อเสนอโครงการวิจัยนี้เห็นว่าผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในการดูแลผิวพรรณเป็นผลิตภัณฑ์ที่สมควรพัฒนาขึ้นมาเป็นอันดับแรก เนื่องจากผิวหนังเป็นส่วนสำคัญของร่างกายที่ต้องเผชิญกับการทำลายของแสงอุลตราไวโอเลต และการปรวนแปรของสภาวะแวดล้อมรวมทั้งมลพิษต่างๆ ผลิตภัณฑ์ที่สมควรพัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้ในการดูแลผิวพรรณได้แก่ แป้งฝุ่นผสมสารสกัดกากชาสำหรับใช้โรยตัว สารสกัดใบชาผงหรือผงฟูสำหรับผสมน้ำอาบหรือแช่ตัว รวมทั้งโลชั่นหรือเจลสำหรับใช้ทำความสะอาดผิวหนังโดยไม่ต้องใช้น้ำล้าง แม้ว่าผลิตภัณฑ์ที่จะพัฒนาขึ้นมาเหล่านี้มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ในคนแต่ก็สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับสัตว์ได้เช่นกัน โดยอาจนำผลที่ได้จากการวิจัยนี้ไปประเมินและทดสอบประสิทธิภาพในสัตว์ต่อไป

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์สำหรับผิวพรรณของสารสกัดจากกากชา ได้แก่ แป้งฝุ่น เจล หรือโลชั่น ผงชนิดแกรนูลหรือผงฟู่ ผลการทดลองพบว่าตำรับเจล โลชั่นและผงฟู่ที่พัฒนาได้มีลักษณะทางกายภาพดีน่าพอใจ แต่ความคงตัวทางเคมีของตำรับไม่ดีนัก เนื่องจากสารสำคัญที่มีฤทธิ์แอนตี้ออกซิแดนท์สลายตัวไปอย่างรวดเร็วในระหว่างการเก็บรักษา อย่างไรก็ตามตำรับแป้งฝุ่นโรยตัวสองตำรับและผงชาชนิดแกรนูลสำหรับใช้ละลายน้ำอาบหรือแช่ตัวหนึ่งตำรับที่พัฒนาได้มีความคงตัวเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 2 ปี สารสำคัญที่เป็นสารออกฤทธิ์ในสารสกัดชาได้แก่ คาทีชิน อีพิคาทีชิน อีพิกอลโลคาทีชินกอลเลต และ อีพิคาทีชินกอลเลต ซึ่งมีรายงานว่ามีฤทธิ์ แอนตี้ออกซิแดนท์แต่พบว่าสารสกัดชาไม่มีฤทธิ์ต้านเชื้อจุลินทรีย์เนื่องจากการแช่มือในสารละลายผงชาชนิดแกรนูลความเข้มข้น 1 % w/v นาน 10 นาที ไม่สามารถลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ลงได้อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

Abstract

Formulation of skin preparations, i.e., dusting powder, gel or lotion, powder or effervescent powder, from spent tea leaf extract was carried out in this study. It was found that although the gel, lotion and effervescent powder formulations had good physical appearance, they were chemically unstable due to the degradation of the antioxidant compounds during storage. However, two body dusting powder formulations and one powder (granule) formulation for bath or spa proposed in this study had a shelf life of not less than two years. The antioxidant compounds found in the spent tea leaf extract were catechin, epicatechin, epigallocatechin gallate, and epicatechin gallate. In addition, the spent tea leaf extract did not have antibacterial property since soaking hand in 1 % w/v aqueous solution of powder (granule) formulation for 10 minutes could not reduce bacterial count significantly at 95 % confidence level.

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย โดยได้รับคำแนะนำทางวิชาการอันเป็นประโยชน์อย่างมากจากผู้ทรงคุณวุฒิของสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยโดยเฉพาะอย่างยิ่ง ศาสตราจารย์ ดร.นันทวัน บุณยะประภัศร คณะผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้ ขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยที่ให้ทุนสนับสนุนโครงการ และคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดลที่อนุญาตให้ใช้เครื่องมืออุปกรณ์และสถานที่ในการทำวิจัยนี้ ขอขอบคุณคณาจารย์ เจ้าหน้าที่ และ นักศึกษา ภาควิชาเภสัชอุตสาหกรรมและภาควิชาจุลชีววิทยา คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดลที่กรุณาให้ความช่วยเหลือต่างๆในงานวิจัยครั้งนี้

สารบัญ

	หน้า
Executive summary	i
บทคัดย่อ	ii
Abstract	iii
กิตติกรรมประกาศ	iv
สารบัญ	v
สารบัญตาราง	vi
สารบัญรูป	vii
บทนำ	1
เครื่องมืออุปกรณ์และวัสดุสารเคมีที่ใช้ในการวิจัย	3
วิธีทำการวิจัย	4
ผลการวิจัย	10
สรุปและวิจารณ์ผลการวิจัย	58
ข้อเสนอแนะ	59
เอกสารอ้างอิง	60

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 สภาวะที่ใช้วิเคราะห์ปริมาณ Total catechin ด้วยวิธี HPLC 6

ตารางที่ 2 ตำรับผงชา 7

ตารางที่ 3 ตำรับผงฟู่สูตร 1 – 4 9

ตารางที่ 4 วิธีการเตรียมผงฟู่โดยวิธี wet granulation ด้วยเอธานอล 9

ตารางที่ 5 ตำรับผงฟูสูตร 5 – 10 10

ตารางที่ 6 ผลการศึกษา Bulk density,Tapped density และ Compressibility index ของสารสกัด 11

ตารางที่ 7 Particle size distribution ของผงสารสกัดชา 11

ตารางที่ 8 แสดงการดูดความชื้น (%) ของผงสารสกัดชา (n =2) 11

ตารางที่ 9 การละลายของผงสารสกัดชา 12

ตารางที่ 10 แสดงคุณสมบัติทางกายภาพของสาร 13

ตารางที่ 11 ตำรับแป้งพื้น talcum 14

ตารางที่ 12 ผลการประเมินประสาทสัมผัสตำรับแป้งพื้น talcum 14

ตารางที่ 13 ผลการประเมินประสาทสัมผัส แป้งพื้น starch 16

ตารางที่ 14 ตำรับแป้งฝุ่นโรยตัวผสมสารสกัดชาเขียวในสัดส่วน 1:1 16

ตารางที่ 15 ผลการประเมินประสาทสัมผัสแป้งฝุ่นผสมสารสกัดชาเขียวในสัดส่วน 1:1 16

ตารางที่ 16 ตำรับแป้งฝุ่นโรยตัวผสมสารสกัดชาเขียวในสัดส่วน 99:1 17

ตารางที่ 17 ผลการประเมินประสาทสัมผัสแป้งฝุ่นผสมสารสกัดชาเขียวในสัดส่วน 99:1 17

ตารางที่ 18 ผลการศึกษา pH และลักษณะทางกายภาพของสารละลายและสารแขวนตะกอน 18

ตารางที่ 19 ผลการเติมกรดซิตริก 18

ตารางที่ 20 ความสามารถในการดูดความชื้น (%) ของสูตร 14, 15 และ 17, 18 19

ตารางที่ 21 คะแนนการประเมินประสาทสัมผัสแป้งฝุ่นสูตร 14 และ 15 ที่เวลาเริ่มต้น 20

ตารางที่ 22 peak area และ %recovery 23

ตารางที่ 23 peak area ของกราฟมาตรฐาน 23

ตารางที่ 24 ปริมาณ catechin hydrate ในสารสกัดชา 25

ตารางที่ 25 ปริมาณ catechin hydrate ในตัวอย่างแป้งที่มีสารสกัด 50 % 25

ตารางที่ 26 ผลการวิเคราะห์ catechin ในตัวอย่างแป้งที่มีสารสกัดปริมาณ 1% 26

ตารางที่ 27 peak area ของกราฟมาตรฐาน catechin 26

ตารางที่ 28 peak area ของกราฟมาตรฐาน epicatechin 27

ตารางที่ 29 peak area ของกราฟมาตรฐาน epigallocatechin gallate 28

ตารางที่ 30 peak area ของกราฟมาตรฐาน epicatechin gallate 29

ตารางที่ 31 precision ของการวิเคราะห์ tea extract 31

ตารางที่ 32 ความคงตัวของตัวอย่างแป้งฝุ่นสูตร 14 และ 15 32

ตารางที่ 33 การประเมินประสาทสัมผัสแป้งฝุ่นสูตร 14 และ 15 ที่เก็บไว้ในสภาวะเร่ง 6 เดือน 33

ตารางที่ 34 ตำรับโลชั่นสูตร 1 – 5 34

ตารางที่ 35 ผลการประเมินประสาทสัมผัสตำรับโลชั่นสูตร 1 – 5 34

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 36 ตำรับโลชั่น สูตร 6 – 10 35

ตารางที่ 37 ผลการประเมินประสาทสัมผัสตำรับโลชั่นสูตร 6 – 10 35

ตารางที่ 38 ตำรับโลชั่นสูตร11 – 15 36

ตารางที่ 39 ผลการประเมินประสาทสัมผัสตำรับโลชั่นสูตร11 – 15 36

ตารางที่ 40 ตำรับโลชั่นสูตร16 – 21 37

ตารางที่ 41 ผลการประเมินประสาทสัมผัสตำรับโลชั่นสูตร16 – 21 37

ตารางที่ 42 ตำรับโลชั่นสูตร 22 – 24 39

ตารางที่ 43 ผลการประเมินประสาทสัมผัสตำรับโลชั่นสูตร 22 – 24 39

ตารางที่ 44 ตำรับโลชั่นสูตร25 – 29 40

ตารางที่ 45 ผลการประเมินประสาทสัมผัสตำรับโลชั่นสูตร25 - 29 41

ตารางที่ 46 ผลการวิเคราะห์ตำรับโลชั่นหลังเก็บไว้ 32 วัน 41

ตารางที่ 47 ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญของโลชั่นที่เก็บไว้ 2 เดือน 42

ตารางที่ 48 ตำรับเจลสูตร1 – 4 43

ตารางที่ 49 ผลการประเมินประสาทสัมผัสตำรับเจลสูตร1 – 4 43

ตารางที่ 50 ตำรับเจลสูตร5 – 7 44

ตารางที่ 51 ผลการประเมินประสาทสัมผัสตำรับเจลสูตร5 – 7 44

ตารางที่ 52 ผลการวิเคราะห์ catechin ของสูตร 6 และ 7 เมื่อเก็บไว้ครบ 2 เดือน 44

ตารางที่ 53 ผลการประเมินประสาทสัมผัสตำรับเจลสูตร7 45

ตารางที่ 54 ผลการประเมินลักษณะทางกายภาพของตำรับเจล* 46

ตารางที่ 55 ผลการประเมินประสาทสัมผัสตำรับเจล* 46

ตารางที่ 56 ผลการวิเคราะห์ทางเคมีของตำรับเจลที่ 25 องศาเซลเซียส* 47

ตารางที่ 57 ผลการวิเคราะห์ทางเคมีของตำรับเจลที่ 40 องศาเซลเซียส* 47

ตารางที่ 58 ผลการศึกษาวิธีการเตรียมแกรนูลชา 48

ตารางที่ 59 ผลการประเมินคุณสมบัติทางกายภาพของแกรนูลชา 49

ตารางที่ 60 ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญของผงสารสกัดชาที่เก็บไว้ 50

ตารางที่ 61 ผลของปริมาณยาพื้นที่ใช้ในตำรับต่อกรรมวิธีการทำผงฟู่ 52

ตารางที่ 62 ปริมาณฟองฟู่(กาซคาร์บอนไดออกไซด์)ของสูตรที่มีปริมาณยาพื้นฟู่ต่างกัน 52

ตารางที่ 63 ผลของปริมาณสารยึดเกาะต่อตำรับผงฟู่ 54

ตารางที่ 64 อัตราการเกิดฟองฟู่ของแกรนูลสูตรที่ 9 55

ตารางที่ 65 ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญของผงฟู่สารสกัดชาที่เก็บไว้ 56

ตารางที่ 66 ผลการตรวจเชื้อจุลินทรีย์ปนเปื้อนในผงแกรนูลชา 57

ตารางที่ 67 ผลการตรวจเชื้อจุลินทรีย์ปนเปื้อนในโลชั่นชา 57

ตารางที่ 68 ผลการประเมินประสิทธิภาพในการทำความสะอาดผิวหนังของโลชั่นชา 58

ตารางที่ 69 ผลการประเมินประสิทธิภาพในการทำความสะอาดผิวหนังของผงแกรนูลชา 58

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1 Chromatogram ของตำรับแป้งฝุ่นที่มี talcum เป็นแป้งพื้นและใช้น้ำสกัด 21

รูปที่ 2 Chromatogram ของตำรับแป้งฝุ่นที่มี talcum เป็นแป้งพื้นและใช้ 20% methanol ในน้ำสกัด 21

รูปที่ 3 Chromatogram ของตำรับแป้งฝุ่นที่มี tapioca starch เป็นแป้งพื้นและใช้ น้ำสกัด 21

รูปที่ 4 Chromatogram ของตำรับแป้งฝุ่นที่มี tapioca starch เป็นแป้งพื้นและใช้ 20% methanol ในน้ำสกัด 22

รูปที่ 5 Chromatogram ของตำรับแป้งฝุ่นที่มี corn starch เป็นแป้งพื้นและใช้ น้ำสกัด 22

รูปที่ 6 Chromatogram ของตำรับแป้งฝุ่นที่มี corn starch เป็นแป้งพื้นและใช้ 20% methanol ในน้ำสกัด 22

รูปที่ 7 กราฟมาตรฐานของ catechin hydrate 23

รูปที่ 8 กราฟมาตรฐานของ catechin 26

รูปที่ 9 กราฟมาตรฐานของ Epicatechin 27

รูปที่ 10 กราฟมาตรฐานของ Epigallocatechin gallate 28

รูปที่ 11 กราฟมาตรฐานของ Epicatechin gallate 29

รูปที่ 12 chromatogram ของ catechin 30

รูปที่ 13 chromatogram ของ Epicatechin 30

รูปที่ 14 chromatogram ของ Epigallocatechin gallate 30

รูปที่ 15 chromatogram ของ Epicatechin gallate 31

รูปที่ 16 ปริมาณฟองฟู่(กาซคาร์บอนไดออกไซด์)ของสูตรที่มีปริมาณยาพื้นฟู่ต่างกัน 52

รูปที่ 17 อัตราการเกิดฟองฟู่ของแกรนูลสูตรที่ 9 55

บทนำ

จากกระแสความนิยมในด้านอุตสาหกรรมที่มีสมุนไพรเป็นส่วนประกอบในประเทศไทย ได้มีการนำสมุนไพรมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตอาหาร ยา และเครื่องสำอางกันในปริมาณมาก (1-4) อย่างไรก็ตามเมื่อวิเคราะห์ถึงความคุ้มค่าจะเห็นว่าการนำสมุนไพรมาใช้ทำได้ไม่เต็มมูลค่าของสมุนไพรนั้นๆ กล่าวคือการนำสมุนไพรมาใช้ขาดการบริหารให้ได้ประโยชน์สูงสุด ตัวอย่างที่น่าสนใจคือ ใบชา โดยเฉพาะอย่างยิ่งใบชาเขียว ที่ใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตชาชงสำเร็จรูปที่กำลังได้รับความนิยมจากผู้บริโภคเป็นอย่างสูงอยู่ในขณะนี้ หลังจากชงชาแล้วกากชาที่เหลือก็จะถูกทิ้งไปทั้งๆที่ยังมีมูลค่าเหลืออยู่อีกมาก ดังจะเห็นได้จากส่วนประกอบของใบชาที่แบ่งได้เป็น 3 กลุ่มคือ (5)

1. ส่วนที่ละลายได้ในน้ำ ซึ่งได้แก่
    1.1. Flavonols มีอยู่ร้อยละ 18 – 32 ของน้ำหนักแห้ง
    1.2. Flavonol glucosides มีอยู่ร้อยละ 3 – 4 ของน้ำหนักแห้ง
    1.3. Proanthocyanidins มีอยู่ร้อยละ 2 – 3 ของน้ำหนักแห้ง
    1.4. Caffeine มีอยู่ร้อยละ 3 – 4 ของน้ำหนักแห้ง
    1.5. Amino acids มีอยู่ร้อยละ 2 – 4 ของน้ำหนักแห้ง
    1.6. Carbohydrates มีอยู่ร้อยละ 3 – 5 ของน้ำหนักแห้ง
    1.7. Organic acids มีอยู่ร้อยละ 0.5 – 2 ของน้ำหนักแห้ง
    1.8. Saponins มีอยู่ร้อยละ 0.04 – 0.07 ของน้ำหนักแห้ง
    1.9. Pigments มีอยู่ร้อยละ 0.5 – 0.8 ของน้ำหนักแห้ง
    1.10. Vitamins มีอยู่ร้อยละ 0.6 – 1.0 ของน้ำหนักแห้ง
    1.11. Minerals มีอยู่ร้อยละ 2 – 4 ของน้ำหนักแห้ง
2. ส่วนที่ไม่ละลายหรือละลายน้ำได้น้อย ซึ่งได้แก่
    2.1. Cellulose มีอยู่ร้อยละ 6 – 8 ของน้ำหนักแห้ง
    2.2. Lignin มีอยู่ร้อยละ 4 – 6 ของน้ำหนักแห้ง
    2.3. Polysaccharides มีอยู่ร้อยละ 4 – 10 ของน้ำหนักแห้ง
    2.4. Lipids มีอยู่ร้อยละ 2 – 4 ของน้ำหนักแห้ง
    2.5. Insoluble pigments มีอยู่ร้อยละ 0.5 ของน้ำหนักแห้ง
    2.6. Minerals มีอยู่ร้อยละ 1.5 – 3.0 ของน้ำหนักแห้ง
3. ส่วนที่ระเหยได้ง่าย (volatiles) มีอยู่ร้อยละ 0.01 – 0.02 ของน้ำหนักแห้ง

ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม การวิเคราะห์คุณลักษณะทางเคมีชาใบ กำหนดให้นำใบชามาบดให้ละเอียดจนผ่านแร่งขนาด 0.6 มิลลิเมตร (US.sieve no.30) แล้ววิเคราะห์คุณลักษณะ 8 รายการได้แก่ ความชื้น สารที่สกัดได้ด้วยน้ำร้อน เถ้าทั้งหมด เถ้าที่ละลายน้ำ ความเป็นด่างของเถ้าที่ละลายน้ำ เถ้าที่ไม่ละลายในกรด กาก และ กาเฟอีน สำหรับสารที่สกัดได้ด้วยน้ำร้อนและกาเฟอีนให้วิเคราะห์ตามวิธีที่กำหนดในAOAC (1980) ข้อ 15.039 และ15.051 โดยเกณฑ์ที่กำหนดของสารที่สกัดได้ด้วยน้ำร้อน เป็นร้อยละของน้ำหนักเมื่ออบแห้งไม่น้อยกว่า 33.0 และกาเฟอีน เป็นร้อยละไม่น้อยกว่า 2.0 (6)

การเตรียมน้ำชาทำได้โดยใช้น้ำเดือดลวกถ้วยทำด้วยกระเบื้องหรือดินเผาเคลือบที่มีฝาปิด ให้ร้อนทั่วกันแล้วเททิ้งใส่ใบชา 2 กรัมลงไป รินน้ำที่กำลังเดือด100 ลูกบาศก์เซนติเมตรลงในถ้วย ระดับน้ำต้องต่ำกว่าขอบถ้วยประมาณ 4 ถึง

6 มิลลิเมตร ปิดฝาทิ้งไว้ 6 นาที รินน้ำชาที่ได้ผ่านตะแกรงกรองลงในถ้วย (6) Starvic และคณะ (1988) รายงานว่า ในน้ำชาที่ชงจากชาใบ 1 ถ้วย มีกาเฟอีน 38-60 มิลลิกรัม (7) ขึ้นอยู่กับเวลาที่ใช้ในการชง (infusion time; 2 หรือ 5 นาที) Scott และคณะรายงานว่าในน้ำชามีกาเฟอีน คิดเป็น 5-10 % ของสารที่สกัดได้ด้วยน้ำร้อน (7)

ดังนั้นจากข้อมูลข้างต้นสามารถคำนวณเทียบได้ว่า

ในน้ำชา 1 ถ้วยหรือ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตรที่ชงมาจากใบชา 2 กรัม

มีกาเฟอีน 38-60 มิลลิกรัม คิดเป็นน้ำหนัก 5-10 % ของสารที่สกัดได้ด้วยน้ำร้อน

เพราะฉนั้น สารที่สกัดได้ด้วยน้ำร้อนทั้งหมดคือ 100 % ควรจะมีน้ำหนักรวมกันประมาณ 380 - 600 มิลลิกรัม

สารที่สกัดได้ด้วยน้ำร้อนทั้งหมดมีน้ำหนัก 380 - 600 มิลลิกรัมคิดเป็น ร้อยละ 19 – 30 ของน้ำหนักใบชาแห้ง

ส่วนกาเฟอีนคิดเป็นร้อยละ 1.9 - 3 ของน้ำหนักใบชาแห้ง

จากที่กล่าวข้างต้นเกี่ยวกับส่วนประกอบของใบชา เมื่อรวมปริมาณสารที่ละลายได้ในน้ำทั้งหมดที่มีในใบชาเข้าด้วยกันจะพบว่ามีอยู่ถึง 34.64-59.87 % ของน้ำหนักแห้ง จึงจะเห็นได้ว่าในกากชาที่เหลือทิ้งควรจะยังมีสารสำคัญต่างๆ อยู่ทั้งสารที่ละลายได้ในน้ำ ซึ่งควรจะยังคงมีเหลืออยู่บ้างประมาณ 4.64 – 40.87 % ของน้ำหนักแห้ง และสารที่ละลายไม่ได้หรือได้น้อยในน้ำ ซึ่งควรจะยังอยู่ครบคือประมาณ 18 – 31.5 % ของน้ำหนักแห้ง ซึ่งสารต่างๆเหล่านี้มีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยามากมาย(1,8-9) ที่น่าสนใจคือมีรายงานการวิจัยพบว่าในสารสกัดจากกากชามีสารสำคัญที่มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ ช่วยป้องกันเซลล์ผิวหนังของหนูและคนจากการทำลายของแสงอุลตราไวโอเลต บำรุงผิวหนังและเส้นผม ต้านความชรา ช่วยดับกลิ่นและต้านเชื้อแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคผิวหนัง (1) ดังนั้นหากมีการนำกากชาที่เหลือจากการชงชามาสกัดสารต่างๆออกมาแล้วเตรียมเป็นผลิตภัณฑ์ที่อยู่ในรูปที่ใช้ได้สะดวกและมีความคงตัวดี เก็บไว้ใช้ได้เป็นเวลานาน จะเป็นการช่วยเพิ่มมูลค่าให้กากชาที่เดิมเป็นของเหลือทิ้งได้เป็นอย่างดี และจากรายงานการศึกษาศักยภาพของกากชาที่ได้จากโรงงานผลิตชาเขียว (2) พบว่าในสารสกัดที่ได้จากการต้มกากชานาน 1 ชั่วโมงมีสาร antioxidant อยู่ร้อยละ 20.19 โดยน้ำหนัก ซึ่งมากพอที่จะนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ใช้สำหรับคนและ/หรือสัตว์ได้อย่างคุ้มค่า ดังนั้นผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในการดูแลผิวพรรณเป็นผลิตภัณฑ์ที่สมควรพัฒนาขึ้นมาเป็นอันดับแรก เนื่องจากผิวหนังเป็นส่วนสำคัญของร่างกายที่ต้องเผชิญกับการทำลายของแสงอุลตราไวโอเลต และการปรวนแปรของสภาวะแวดล้อมรวมทั้งมลพิษต่างๆ ผลิตภัณฑ์ที่สมควรพัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้ในการดูแลผิวพรรณได้แก่ แป้งฝุ่นผสมสารสกัดกากชาสำหรับใช้โรยตัว สารสกัดใบชาชนิดผงหรือผงฟู่สำหรับผสมน้ำอาบหรือแช่ตัว รวมทั้งโลชั่นหรือเจลสำหรับใช้ทำความสะอาดผิวหนัง โดยผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นจะประกอบด้วยสารสำคัญจากสารสกัดกากชาที่เป็นantioxidant ที่มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาตำรับแป้งฝุ่นผสมสารสกัดกากชาสำหรับใช้โรยตัว ตำรับสารสกัดใบชาชนิดผงหรือผงฟู่สำหรับผสมน้ำอาบหรือแช่ตัว และตำรับโลชั่นหรือเจลสำหรับใช้ทำความสะอาดผิวหนัง

เครื่องมืออุปกรณ์และวัสดุสารเคมี

เครื่องมือและอุปกรณ์

Precision electronic balance (Model AA-200 Ds, Denver Instrument, USA)

Sieve shaker analyzer (Retsch Model AS 200 Digit, Retsch, Germany)

Jolting volumeter (Pascall Engineering, England)

HPLC (model LC-10ATVP, Shimadzu, Japan), UV-VIS detector (Model SPD-10AVP, Shimadzu, Japan) and system controller (Model SCL-10AVP, Shimadzu, Japan)

Desiccators

Stability chamber (Contherm, New Zealand)

ขวดแก้วปากกว้าง

กรวยแก้วปลายตัดตรง

Magnetic stirrer (Model HP6ST, Variomag, Germany)

pH meter (Model SA520, Orion, USA)

Brookfield viscometer (Arthur H. Thomas Company, USA)

วัสดุและสารเคมี

สารสกัดชา

Acetone

Allantoin

Calcium carbonate

Catechin hydrate

Corn starch

Chloroform

Citric acid

Epicatechin

Epigallocatechin gallate

Epicatechin gallate

95 % ethanol

Ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA)

Glycerine

Hydrochloric acid

Kaolin

Magnesium carbonate

Magnesium stearate

Menthol

Methanol

Olive oil

Propylene glycol

Sodium chloride

Silica gel

Sodium bicarbonate

Sodium hydroxide

Sodium lauryl sulfate (SLS)

Salicylic acid

Sodium sulfite

Sodium carboxymethylcellulose (SCMC)

Talcum

Tapioca starch

Tartaric acid

Tween 80

Universal indicator pH 0-14

Zinc oxide

Zinc stearate

วิธีทำการวิจัย

1. การศึกษาคุณสมบัติผงสารสกัดชา

การศึกษาคุณสมบัติผงสารสกัดชาทำโดยนำตัวอย่างไปศึกษาคุณสมบัติต่างๆได้แก่

1.1. คุณสมบัติทางกายภาพ

ประเมินคุณสมบัติทางกายภาพได้แก่ รูปร่างลักษณะภายนอก สี และกลิ่น

1.2. Bulk และ Tapped density

การวัด bulk density และ tapped density ทำโดยใช้เครื่อง Jolting volumeter

1.3. Compressibility index

การหาค่า % Compressibility คำนวณจากสูตร

$$\% \text{ Compressibility} = \frac{\text{Tapped density} - \text{bulk density}}{\text{Tapped density}} \times 100$$

1.4. Flowability (repose angle)

การวัด repose angle ทำโดยใช้กรวยแก้วปลายตัดตรง (funnel method)

ค่า repose angle (θ) คำนวณจากสูตร

$$\theta = \tan^{-1} H/R$$

H = ความสูงของกองผงยา

R = รัศมีของฐานของกองผงยา

1.5. Particle size distribution

การหา Particle size distribution ทำโดยใช้ Sieve analysis

1.6. การดูดความชื้น

ชั่งสารสกัด 1.5 กรัมใส่ขวดแก้วปากกว้าง ไม่ต้องปิดฝา แล้วนำไปเก็บในที่มีความชื้น 0, 75 และ 100%RH สุ่มตัวอย่างที่เวลา 24 ชั่วโมง 1 เดือน และ 3 เดือน นำไปชั่งน้ำหนักอย่างละเอียดแล้วบันทึกผลพร้อมคำนวณปริมาณความชื้นที่มีในตัวอย่าง

1.7. การละลาย

ชั่งสารสกัด 0.1 กรัมใส่ในบีกเกอร์ขนาด 50 mL เติมตัวทำละลายชนิดต่างดังระบุไว้ในตารางที่ 9 ลงไปทีละชนิดโดยเติมตัวทำละลายครั้งแรก 1 mL คนให้ละลาย ถ้ายังไม่ละลายบันทึกผลแล้วให้เติมตัวทำละลายครั้งที่สองอีก 9 mL คนให้ละลายแล้วบันทึกผล

1.8. pH

นำสารละลายในข้อ 1.7 ที่ใช้น้ำกลั่นเป็นตัวทำละลายไปวัดค่า pH

2. การพัฒนาตำรับแป้งฝุ่น

2.1. การคัดเลือกสารช่วยในตำรับแป้งฝุ่น

ส่วนประกอบในตำรับแป้งฝุ่นอาจแบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกคือส่วนประกอบหลัก อีกกลุ่มคือสารช่วยอื่นๆ การคัดเลือกจะพิจารณาจากคุณสมบัติของสารและการประเมินคุณสมบัติทางกายภาพได้แก่ สี และการประเมินประสาทสัมผัสโดยผู้ทำการวิจัย

2.2. การพัฒนาตำรับแป้งฝุ่น

นำสารที่คัดเลือกได้จากข้อ 2.1 มาศึกษาความเข้มข้นที่เหมาะสมสำหรับตำรับแป้งฝุ่น ทำการประเมินแป้งฝุ่นสูตรต่างๆ โดยการประเมินประสาทสัมผัส

2.3. การศึกษาความคงตัวของตำรับแป้งฝุ่น

เตรียมแป้งฝุ่นบรรจุลงในขวดชนิดต่างๆที่สะอาดและแห้ง ปิดฝาขวดให้สนิทแล้วนำไปเก็บไว้ในตู้ที่อุณหภูมิห้อง และที่ 40 °C 75 %RH เป็นเวลา 6 เดือน สุ่มตัวอย่างเพื่อนำไปตรวจสอบคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพ

2.4. การพัฒนาวิธีวิเคราะห์

2.4.1. การทดสอบเบื้องต้น

<u>การเตรียมสารตัวอย่าง</u>

ชั่งสารตัวอย่างจำนวน 200 มิลลิกรัม นำมาละลายน้ำแล้ว sonicate 5 นาที ปรับปริมาตรเป็น 5 มล. จากนั้นนำไป centrifuge แยกส่วนใสมากรองผ่าน membrane ขนาด 0.45 µm แล้วนำไปวิเคราะห์ด้วย HPLC

<u>การเตรียมสารมาตรฐาน</u>

ในการวิเคราะห์หาปริมาณนี้ใช้ (+)catechin hydrate เป็นสารมาตรฐานโดยเตรียมที่ความเข้มข้น 0.8, 1.2, 2.0, 3.0, 4.0 µg/mL

<u>การวิเคราะห์ปริมาณ Total catechin ด้วยวิธี HPLC</u>

วิเคราะห์ปริมาณ Total catechin ด้วยเทคนิค HPLC (อ้างอิงและดัดแปลงจากสำนักงานผู้ประสานงานโครงการสมุนไพรเพื่อคุณภาพชีวิต) โดยใช้คอลัมน์ RP-18 (250x4.6 mm) ขนาด particle size 5 µ วัดด้วย UV detector ที่ λ 220 nm และใช้ mobile phase ระบบ gradient คือ acetonitrile และ 0.1% phosphoric acid ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สภาวะที่ใช้วิเคราะห์ปริมาณ Total catechin ด้วยวิธี HPLC

Time	Flow rate (ml/min)	%Acetonitrile	%Phosphoric acid
0	1	10	90
20	1	20	80
30	1	10	90

2.4.2. %Recovery จากการสกัด

การเตรียมสารตัวอย่าง

ชั่งผงแป้งพื้นทั้งสามชนิด (Talcum, corn และ tapioca) อย่างละ 1 กรัม ผสมสารสกัดชาในแต่ละแป้งพื้นจำนวน 10 มิลลิกรัม ผสมให้สารสกัดกระจายจนทั่ว จากนั้นชั่งสารผสมที่ได้ 100 มก. นำมาละลายน้ำหรือ 20% Aqueous methanol แล้ว sonicate 5 นาที ปรับปริมาตรเป็น 5 มล. จากนั้นนำไป centrifuge แยกส่วนใสมากรองผ่าน membrane ขนาด 0.45 µm แล้วนำไปวิเคราะห์ด้วย HPLC เพื่อหา %recovery โดยแต่ละตัวอย่างทำสองซ้ำ เปรียบเทียบกับสารสกัดชา 1%

การเตรียมสารสกัดกากชา 1%

ชั่งสารสกัดชา 10 มิลลิกรัม ละลายในน้ำ 1 กรัม จากนั้นชั่งสารละลายที่ได้ 100 มก. ใส่ใน volumetric flask ปรับปริมาตรเป็น 5 มล. จากนั้นนำไป centrifuge แยกส่วนใสมากรองผ่าน membrane ขนาด 0.45 µm แล้วนำไปวิเคราะห์ด้วย HPLC

การวิเคราะห์ปริมาณ Total catechin ด้วยวิธี HPLC

วิเคราะห์ปริมาณ Total catechin ด้วยเทคนิค HPLC (อ้างอิงและดัดแปลงจากสำนักงานผู้ประสานงานโครงการสมุนไพรเพื่อคุณภาพชีวิต) โดยใช้คอลัมน์ RP-18 (250x4.6 mm) ขนาด particle size 5 µ วัดด้วย UV detector ที่ λ 220 nm และใช้ mobile phase ระบบ gradient คือ acetonitrile และ 0.1% phosphoric acid ดังตารางที่ 1

2.4.3. การวิเคราะห์ปริมาณ catechin ในตำรับ

การเตรียมสารมาตรฐานและ Calibration curve

ในการวิเคราะห์หาปริมาณนี้ใช้ (+) catechin hydrate เป็นสารมาตรฐานโดยเตรียมที่ความเข้มข้น 0.5, 1.2, 2.0, 3.0, 4.0 µg/mL

การเตรียมสารตัวอย่าง

ชั่งสารตัวอย่าง 100 มก. ละลาย 20% Aq. methanol แล้ว sonicate 5 นาที จากนั้นปรับปริมาตรเป็น 5 มล. นำไป centrifuge แยกส่วนใสมากรองผ่าน membrane ขนาด 0.45 µm แล้วนำไปวิเคราะห์ด้วย HPLC

2.4.4. interday และ intraday variation

ทำการวิเคราะห์หาปริมาณ catechin hydrate ในสารสกัดชาที่ใช้ในการวิจัย เพื่อตรวจสอบ content uniformity และ variation ที่ได้จากการวิเคราะห์ทั้ง interday และ intraday

2.4.5. กราฟมาตรฐาน

ทำการสร้างกราฟมาตรฐานสำหรับสารสำคัญทั้ง 4 ชนิดคือ catechin, epicatechin (EC), epigallocatechin gallate (EGCG) และ epicatechin gallate (ECG)

3. การพัฒนาตำรับโลชั่น

3.1. การคัดเลือกสารช่วยในตำรับโลชั่น

ส่วนประกอบในตำรับโลชั่นแบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกคือส่วนประกอบหลักได้แก่ สารสกัดชาเขียวซึ่งจะใช้ความเข้มข้น 1 % อีกส่วนคือสารช่วยอื่นๆ การคัดเลือกจะพิจารณาจากคุณสมบัติของสารและการประเมินคุณสมบัติทางกายภาพได้แก่ สี ความสามารถในการละลาย และการเข้ากันได้กับส่วนประกอบอื่น

3.2. การพัฒนาตำรับโลชั่น

นำสารที่คัดเลือกได้จากข้อ 3.1 มาศึกษาความเข้มข้นที่เหมาะสมสำหรับตำรับโลชั่น ทำการประเมินโลชั่นสูตรต่างๆ โดยการประเมินประสาทสัมผัส

3.3. การศึกษาความคงตัวของตำรับที่ได้

เตรียมโลชั่นชาตามสูตรที่ได้รับการคัดเลือกบรรจุลงในขวดแก้วใสที่สะอาดและแห้ง ปิดฝาขวดให้สนิทแล้วนำไปเก็บไว้ที่ 8 และ 25 องศาเซลเซียส สุ่มตัวอย่างที่เวลาเริ่มต้น และเมื่อเก็บไว้ที่เวลา 0, 1, 2, 3, 4 และ 6 เดือน เพื่อนำไปตรวจสอบคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพ

4. การพัฒนาตำรับเจล

4.1. การคัดเลือกสารช่วยในตำรับเจล

ส่วนประกอบในตำรับเจลแบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกคือส่วนประกอบหลักได้แก่ สารสกัดชาเขียวซึ่งจะใช้ความเข้มข้น 1 % อีกส่วนคือสารช่วยอื่นๆ การคัดเลือกจะพิจารณาจากคุณสมบัติของสารและการประเมินคุณสมบัติทางกายภาพได้แก่ สี ความสามารถในการละลาย และการเข้ากันได้กับส่วนประกอบอื่น

4.2. การพัฒนาตำรับเจล

นำสารที่คัดเลือกได้จากข้อ 4.1 มาศึกษาความเข้มข้นที่เหมาะสมสำหรับตำรับเจล ทำการประเมินเจลสูตรต่างๆ โดยการประเมินประสาทสัมผัส

4.3. การศึกษาความคงตัวของตำรับเจล

เตรียมเจลตามตำรับที่คัดเลือกได้จากข้อ 4.2 บรรจุลงในขวดแก้วใสที่สะอาดและแห้ง ปิดฝาขวดให้สนิทแล้วนำไปเก็บไว้ที่ 25 และที่ 40 °C สุ่มตัวอย่างที่เวลาเริ่มต้น และเมื่อเก็บไว้ที่เวลา 0, 1, 2, 3, 4 และ 6 เดือน เพื่อนำไปตรวจสอบคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพ

5. การพัฒนาตำรับผงชาในรูปแบบแกรนูล

5.1. การพัฒนาตำรับแกรนูลชา

นำผงสารสกัดชามาเตรียมเป็นแกรนูลโดยวิธี wet granulation โดยใช้ binder ชนิดต่างๆเพื่อหาวิธีเตรียมแกรนูลที่เหมาะสม และทดลองใช้สารช่วยอื่นๆเพื่อช่วยทำให้แกรนูลมีการละลายเร็วขึ้น ได้แก่ SLS และ sodium chloride ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ตำรับผงชา

ส่วนประกอบ (กรัม)	สูตร1	สูตร 2	สูตร 3	สูตร 4	สูตร 5
สารสกัดชาเขียว	1	1	1	1	1
SLS	0	0.3	0	0	0
Sodium chloride	0	0	0.9	0	0.9
PVP K30	0	0	0	0.2	0.2
เอธานอล	q.s.	q.s.	q.s.	q.s.	q.s.

5.2. การศึกษาคุณสมบัติผงสารสกัดชาทำโดยนำตัวอย่างไปศึกษาคุณสมบัติต่างๆได้แก่

5.2.1.คุณสมบัติทางกายภาพ

ประเมินคุณสมบัติทางกายภาพได้แก่ รูปร่างลักษณะภายนอก สี และกลิ่น

5.2.2.Bulk และ Tapped density

การวัด bulk density และ tapped density ทำโดยใช้เครื่อง Jolting volumeter

5.2.3.Compressibility index

การหาค่า % Compressibility คำนวณจากสูตร

$$\% \text{ Compressibility} = \frac{\text{Tapped density} - \text{bulk density}}{\text{Tapped density}} \times 100$$

5.2.4.Flowability (repose angle)

การวัด repose angle ทำโดยใช้กรวยแก้วปลายตัดตรง (funnel method-fixed base cone เส้นผ่านศูนย์กลาง 2 นิ้ว)(12)

ค่า repose angle (θ) คำนวณจากสูตร

$$\theta = \tan^{-1} H/R$$

H = ความสูงของกองผงยา

R = รัศมีของฐานของกองผงยา

5.2.5.การแตกตัว

ทำการทดสอบโดยตวงน้ำกลั่น 80 mL ลงใน beaker 100 mL แล้วชั่งผงยา 0.8 g ใส่ลงไป ทำซ้ำอีก 1 ตัวอย่าง ข้อกำหนดคือทั้ง 2 ตัวอย่างต้องแตกตัวหมดภายใน 15 นาที

5.2.6.pH

นำสารละลายในข้อ 5.2.5 ที่ใช้น้ำกลั่นเป็นตัวทำละลายไปวัดค่า pH

5.3. การศึกษาความคงตัวของตำรับแกรนูลชา

เตรียมแกรนูลชาตามตำรับที่คัดเลือกได้จากข้อ 5.2 บรรจุลงในขวดแก้วใสที่สะอาดและแห้ง ปิดฝาขวดให้สนิทแล้วนำไปเก็บไว้ที่ 25 และที่ 40 °C สุ่มตัวอย่างที่เวลาเริ่มต้น และเมื่อเก็บไว้ที่เวลา 0, 1, 2, 3, 4 และ 6 เดือน เพื่อนำไปตรวจสอบคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพ

6. การพัฒนาตำรับผงฟู่สารสกัดชา

6.1. การคัดเลือกและคำนวณปริมาณส่วนประกอบยาพื้นฟู่

ทำการคัดเลือกกรดและด่างที่จะใช้เตรียมยาพื้นฟู่และคำนวณปริมาณกรดและด่างที่จะใช้เป็นส่วนประกอบยาพื้นฟู่

6.2. การหาปริมาณยาพื้นฟู่ที่เหมาะสม

นำผงสารสกัดชามาเตรียมเป็นผงฟู่โดยวิธี wet granulation โดยใช้ เอธานอลเป็น binder และมีปริมาณยาพื้นฟู่ต่างๆกันดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ตำรับผงฟู่สูตร 1 - 4

ส่วนประกอบ (กรัม)	สูตร1	สูตร2	สูตร3	สูตร4
สารสกัดชาเขียว	5.0	5.0	5.0	2.0
ยาพื้นฟู่*	1.2	4.4	8.8	8.8
เอธานอล	q.s.	q.s.	q.s.	q.s.

* ยาพื้นฟู่ 8.80 g ประกอบด้วย tartaric acid 4.15 g sodium bicarbonate 4.65 g

นำผงที่ได้ไปประเมินการเกิดฟองฟู่โดยวิธี gravimetric

วิธีทดสอบ ชั่งผงฟู่ 1 กรัมใส่ลงใน beaker ขนาด 100 mL เติมน้ำกลั่นที่ผ่านการต้มเดือดและทิ้งให้เย็น 10 mL ชั่งน้ำหนักรวมของภาชนะและน้ำที่เวลาเริ่มต้นและที่เวลาที่ผงยาละลายหมดและไม่มีฟองฟู่เกิดขึ้นอีกต่อไป ปริมาณการเกิดฟองฟู่บันทึกเป็นน้ำหนักที่หายไปของภาชนะและน้ำในหน่วยกรัม

6.3. การพัฒนาตำรับผงฟู่ชา

จากข้อ 6.1 และ 6.2 จะทราบชนิดและปริมาณของยาพื้นฟู่ที่เหมาะสม ในขั้นตอนนี้จะศึกษาวิธีการเตรียมผงฟู่โดยวิธี wet granulation ที่เหมาะสมและมีการเติมสารช่วยอื่นๆเพื่อปรับปรุงคุณสมบัติของแกรนูลให้ดียิ่งขึ้น

6.3.1. ศึกษาผลของ order of mixing ของสารในวิธีการเตรียมผงฟู่โดย wet granulation

เตรียมผงฟู่สูตรที่ 3 โดยใช้ order of mixing ต่างกันดังต่อไปนี้ วิธีที่ 1 ผสมสารสกัดชากับกรดก่อนแล้วจึงใส่ด่าง ผสมให้เข้ากันแล้วทำเป็นแกรนูลด้วยเอธานอล วิธีที่ 2 ผสมสารสกัดชากับด่างก่อนแล้วจึงใส่กรดผสมให้เข้ากันแล้วทำเป็นแกรนูลด้วยเอธานอล วิธีที่ 3 ผสมด่าง กับกรดก่อนแล้วจึงใส่สารสกัดชา ผสมให้เข้ากันแล้วทำเป็นแกรนูลด้วยเอธานอล วิธีที่ 4 แบ่งสารสกัดชาเป็น 2 ส่วนเท่าๆกัน ส่วนหนึ่งผสมกับกรดอีกส่วนหนึ่งผสมกับด่าง แล้วแยกทำเป็นแกรนูล นำแกรนูลกรดกับแกรนูลด่างที่แห้งแล้วผสมกันภายหลัง สรุป order of mixing ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 วิธีการเตรียมผงฟู่โดยวิธี wet granulation ด้วยเอธานอล

วิธีที่	ลำดับที่ของการใส่			
	สารสกัดชา	Tartaric acid	Sodium bicarbonate	เอธานอล
1	1	2	3	4
2	1	3	2	4
3	3	1	2	4
4	1	2	2	3

6.3.2. การเติมสารช่วยในตำรับ

จากผลข้อ 6.3.1. พิจารณาเติมสารช่วยในตำรับคือ PVP K30 ในปริมาณต่างๆกันดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ตำรับผงฟูสูตร 5 - 10

ส่วนประกอบ (กรัม)	สูตร 5	สูตร 6	สูตร 7	สูตร 8	สูตร 9	สูตร 10
สารสกัดชาเขียว	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
tartaric acid	4.15	4.15	4.15	4.15	4.15	4.15
sodium bicarbonate	4.65	4.65	4.65	4.65	4.65	4.65
PVP K-30	0.00	0.20	0.26	0.32	0.38	0.47
เอธานอล *	10	10	10	10	10	10

* mL

6.3.3. การศึกษาคุณสมบัติของชาผงฟู่

ทำการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ density, compressibilty index, flowability, pH และการเกิดฟองฟู่ของตำรับที่คัดเลือก

6.3.4. การศึกษาความคงตัวของชาผงฟู่

เตรียมชาผงฟู่ตามตำรับที่คัดเลือกได้จากข้อ 6.3 บรรจุลงในขวดแก้วใสที่สะอาดและแห้ง ปิดฝาขวดให้สนิทแล้วนำไปเก็บไว้ที่ 25 และที่ 40 °C สุ่มตัวอย่างที่เวลาเริ่มต้นและเมื่อเก็บไว้ที่เวลา 0, 1, 2, 3, 4 และ 6 เดือน เพื่อนำไปตรวจสอบคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพ

7. การประเมินผลทางชีวภาพ

การประเมินผลทางชีวภาพทำการทดสอบดังนี้

7.1. การตรวจสปอร์ของกูดขน

นำตัวอย่างแป้งฝุ่นมาตรวจหาสปอร์ของกูดขนโดยใช้กล้องจุลทรรศน์

7.2. การตรวจหาปริมาณเชื้อ

ทำการตรวจหาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่มีในผลิตภัณฑ์ผงแกรนูลชาและโลชั่นชาตามวิธี microbial limit test ตามมาตรฐาน USP 28 /Thai Pharmacopoeia 2000

7.3. การประเมินประสิทธิภาพในการทำความสะอาดผิวหนัง

การประเมินประสิทธิภาพในการทำความสะอาดผิวหนังทำโดยวิธี finger press (11, 12) โดยใช้ผู้วิจัย 3 คนที่มีความรู้เกี่ยวกับ aseptic techniques เป็นอย่างดี แช่มือในสารละลายผงแกรนูลชาในน้ำ ความเข้มข้น 1% w/v หรือโลชั่นชาที่ทดสอบ แล้วสัมผัสปลายนิ้วทั้ง 5 บน nutrient agar plate นำไปเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 30 $\pm 2^{\circ}$ C นาน 5 วัน ทำเปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลังใช้ผลิตภัณฑ์

ผลการวิจัย

1. การศึกษาคุณสมบัติผงสารสกัดชา

1.1. รูปร่างลักษณะภายนอกของสารสกัดชา

ผงสารสกัดมีลักษณะเป็นผงแห้งสีน้ำตาลอ่อน มีกลิ่นอ่อนๆของใบชา เมื่อใช้ปลายนิ้วแตะผงสารสกัดให้ความรู้สึกคล้ายสัมผัสผงแป้ง แต่เมื่อนำมาทาลงบนผิวหนังจะรู้สึกระคายผิว

1.2. Bulk density, Tapped density และ Compressibility index

ผลการทดลอง ดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ผลการศึกษา Bulk density, Tapped density และ Compressibility index ของผงสารสกัด

ค่าที่วัดได้	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	ค่าเฉลี่ย ±SD
น้ำหนักผง	6.2	6.4	-
Bulk volume	25	27	-
Tapped volume	20	22	-
Bulk density	0.25	0.24	0.24±0.08
Tapped density	0.31	0.29	0.30±0.01
Compressibility	20.00 %	18.52%	19.35±1.05%

1.3. Flowability (repose angle)

ค่าความสูงเฉลี่ยของตัวอย่าง = 3.5 ซม.

ค่าความกว้างของฐาน = 6.0 ซม.

จากสูตร Tan θ = 2h/D

แทนค่า = 1.167

ดังนั้นค่า repose angle (θ) = 49.4 องศา

1.4. Particle size distribution

ตารางที่ 7 แสดง Particle size distribution ของผงสารสกัดชา

ตารางที่ 7 Particle size distribution ของผงสารสกัดชา

Sieve number	Sieve opening (mm)	น้ำหนักผงยา (กรัม)	น้ำหนักผงยา (ร้อยละ)	น้ำหนักผงยาที่ค้างอยู่สะสม (ร้อยละ)	น้ำหนักผงยาที่ผ่านได้สะสม (ร้อยละ)
200	0.074	0.220	11.0	11.0	89.00
<200	<0.074	1.780	89.0	100.00	0.00

1.5. การดูดความชื้น

ตารางที่ 8 แสดงการดูดความชื้นของผงสารสกัดชา

ตารางที่ 8 แสดงการดูดความชื้น (%) ของผงสารสกัดชา (n =2)

สภาวะ	เวลา						
%RH	0	24 ชม	5 วัน	7 วัน	15 วัน	1 เดือน	3 เดือน
0	0	-0.72±0.01	-0.78±0.01	-0.48±0.58	-0.82±0.04	-0.97±0.06	-1.45±0.95
75	0	11.02±0.45	22.38±0.78	24.07±0.79	23.76±0.65	15.02±0.39	11.75±0.28
100	0	9.48±0.88	21.53±1.07	25.20±1.21	37.95±1.84	58.95±2.15	91.57±2.43

1.6. การละลาย

ตารางที่ 9 แสดงการละลายของผงสารสกัดชา

ตารางที่ 9 การละลายของผงสารสกัดชา

ตัวทำละลาย	Dielectric constant ที่ 25° C	ผลการละลายในตัวทำละลายปริมาณต่างๆ		หมายเหตุ
		1 mL	10 mL	
น้ำกลั่น	78.5	/	/	สารสกัดละลายน้ำได้ดี ได้สารละลายใสสีชาอ่อนมี pH = 5.02
HCl pH 2		-	-	ไม่ละลาย มีตะกอนสีขาวเกิดขึ้น
NaOH pH 7		/	/	ละลายได้สารละลายสีชา
NaOH pH 9		/	/	ละลายได้สารละลายสีชาเข้ม
Glycerine	42.5	-	-	ไม่ละลายแต่กระจายตัวอยู่อย่างสม่ำเสมอ
Propylene glycol	32.1	-	-	ไม่ละลายแต่กระจายตัวอยู่อย่างสม่ำเสมอ
Ethanol	24.3	-	-	ไม่ละลายแต่กระจายตัวอยู่อย่างสม่ำเสมอ
Acetone	20.7	-	-	ไม่ละลาย
Chlroform	4.8	-	-	ไม่ละลายแต่กระจายตัวอยู่อย่างสม่ำเสมอ
Olive oil	3.1	-	-	ไม่ละลายแต่กระจายตัวอยู่อย่างสม่ำเสมอ
น้ำ: Chlroform 8:2				สารละลายแยกเป็น 2 ชั้นคือน้ำกับ chloroform พบว่า สารสกัดละลายอยู่ในชั้นน้ำเพราะส่วนน้ำมีสีชาอ่อนแต่ชั้น chloroform ใสไม่มีสีเหมือนเดิม
น้ำ: Chlroform 5:5				สารละลายแยกเป็น 2 ชั้นคือน้ำกับ chloroform พบว่า สารสกัดละลายอยู่ในชั้นน้ำเพราะส่วนน้ำมีสีชาอ่อนแต่ชั้น chloroform ใสไม่มีสีเหมือนเดิม
น้ำ: Chlroform 2:8				สารละลายแยกเป็น 2 ชั้นคือน้ำกับ chloroform พบว่า สารสกัดละลายอยู่ในชั้นน้ำเพราะส่วนน้ำมีสีชาอ่อนแต่ชั้น chloroform ใสไม่มีสีเหมือนเดิม
1% w/v SLS in water		/	/	สารสกัดละลายได้ดี ได้สารละลายใสสีชาอ่อน
10% w/v SLS in water		/	/	สารสกัดละลายได้ดี ได้สารละลายใสสีชาอ่อน
2.5% w/v Tween 80 in water		/	/	สารสกัดละลายได้ดี ได้สารละลายใสสีชา
10 % w/v Tween 80 in water		/	/	สารสกัดละลายได้ดี ได้สารละลายใสสีชา

จากผลการทดลองที่ได้ในหัวข้อ 1.2 และ 1.3 แสดงให้เห็นว่าผงสารสกัดชามีการไหลที่ไม่ค่อยดีนัก จากผลในหัวข้อ 1.4 ตารางที่ 7 จะเห็นว่าผงสารสกัดชามีขนาดเล็กกว่า 200 mesh เป็นส่วนใหญ่คือ 89 % ดังนั้นจึงเหมาะในการนำไปพัฒนาตำรับแป้งฝุ่นได้เลยไม่จำเป็นต้องบดย่อยขนาดอีก แต่จะต้องแร่งคัดขนาดที่ใหญ่กว่า 200 mesh ออกก่อนใช้เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการระคายผิว จากผลการทดลองที่ได้ในหัวข้อ 1.5 แสดงให้เห็นว่าผงสารสกัดมีความชื้นสะสมอยู่ในปริมาณเล็กน้อยประมาณ 1.45 % และเมื่อเก็บไว้ในที่มีความชื้นสูงที่อุณหภูมิห้องจะสามารถดูดความชื้นได้ดีมากจนเกิดการเยิ้มเหลวเป็นของเหลวข้นเหนียวสีน้ำตาลเข้ม อย่างไรก็ตามการดูดความชื้นเป็นไปอย่างช้าๆ กล่าวคือใน 24 ชม.แรกดูดความชื้นได้ประมาณ 9.48 % ลักษณะเช่นนี้จะไม่เกิดปัญหาการเยิ้มเหลวในระหว่างการผลิตที่ใช้เวลาช่วงสั้นๆ

2. การพัฒนาตำรับแป้งฝุ่น

2.1. การคัดเลือกสารช่วยในตำรับแป้งฝุ่น

ส่วนประกอบในตำรับแป้งฝุ่นอาจแบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกคือส่วนประกอบหลัก อีกกลุ่มคือสารช่วยอื่นๆ การคัดเลือกจะพิจารณาจากคุณสมบัติของสารและการประเมินคุณสมบัติทางกายภาพได้แก่ สี และการประเมินประสาทสัมผัสโดยผู้ทำการวิจัย

ในการคัดเลือกสารช่วยในตำรับแป้งฝุ่น ได้ศึกษาสารช่วยในตำรับคือสารช่วยที่ทำให้ผงแป้งติดบนผิวหนังได้ดีและทำให้ผิวลื่น 2 ชนิดคือ magnesium stearate และ zinc stearate สารช่วยที่มีคุณสมบัติดูดความชื้น 2 ชนิดคือ magnesium carbonate และ calcium carbonate สารช่วยอื่นๆ อีก 2 ชนิดคือ zinc oxide ซึ่งทำหน้าคลุมผิวให้แลดูทึบแสงช่วยให้ติดผิวทนและต้านน้ำ และ kaolin ซึ่งใช้ลดความเงาเลื่อมของแป้งและดูดซับความชื้น ตารางที่10 แสดงคุณสมบัติทางกายภาพของสารได้แก่ สี ลักษณะภายนอกและการประเมินประสาทสัมผัสโดยผู้ทำการวิจัย

ตารางที่ 10 แสดงคุณสมบัติทางกายภาพของสาร

สาร	สีและลักษณะภายนอก	การประเมินประสาทสัมผัส
magnesium stearate	สีขาว เป็นผงละเอียด เป็นมัน เบา	ทาแล้วรู้สึกลื่นและให้ความรู้สึกคล้ายๆสารพวกเทียนไข
zinc stearate	สีขาว เป็นผงละเอียด เบา	ทาแล้วรู้สึกลื่น
magnesium carbonate	สีขาว เป็นผงละเอียด	ทาแล้วรู้สึกฝืดและเหนอะหนะ
calcium carbonate	สีขาวนวล เป็นผงละเอียด	ทาแล้วรู้สึกฝืดและเหนอะหนะ
zinc oxide	สีขาว เป็นผงละเอียด	ทาแล้วรู้สึกฝืดและเหนอะหนะ
kaolin	สีขาวนวล เป็นผงละเอียด	ทาแล้วรู้สึกฝืดและเหนอะหนะเล็กน้อย

เมื่อเปรียบเทียบสารช่วยที่ทำให้ผงแป้งติดบนผิวหนังได้ดีและทำให้ผิวลื่นที่นิยมใช้ 2 ชนิดคือ magnesium stearate และ zinc stearate จากตารางพบว่า magnesium stearate ให้ความรู้สึกเวลาทาคล้ายๆทาสารพวกเทียนไข นอกจากนี้มีรายงานว่า magnesium stearate มีปัญหาเข้ากันไม่ได้กับสารกลุ่ม alkaloidal salts แม้ว่าในการพัฒนาตำรับแป้งฝุ่นนี้จะสนใจสารสำคัญในกลุ่ม gallate แต่ก็ควรหลีกเลี่ยงการใช้ magnesium stearate ให้ใช้ zinc stearate แทนจะดีกว่าเพราะมีรายงานว่า zinc salts เข้ากันได้กับอนุพันธุ์ alkyl ของสารกลุ่ม gallate และยังช่วยเสริมฤทธิ์ของ alkyl gallate ในการเป็น antimicrobial agents ด้วย

เมื่อพิจารณาสารช่วยที่มีคุณสมบัติดูดความชื้น 2 ชนิดคือ magnesium carbonate และ calcium carbonate จะพบว่าเมื่อทาแล้วรู้สึกฝืดและเหนอะหนะเหมือนกัน แต่ magnesium carbonate มีสีขาวกว่า calcium carbonate ซึ่งมีสีขาวนวลดูไม่น่าใช้ นอกจากนี้เมื่อพิจารณาค่าความหนาแน่นของผงยาพบว่า magnesium carbonate มีค่า 0.28 g/mL

และ calcium carbonate มีค่า 1.0 g/mL จึงพิจารณาเลือกใช้ magnesium carbonate ซึ่งมีความหนาแน่นต่ำกว่า เนื่องจากจะให้เนื้อแป้งที่บางเบาน่าใช้

สารช่วยอื่นๆ อีก 2 ชนิดคือ zinc oxide ซึ่งทำหน้าคลุมผิวให้แลดูทึบแสงช่วยให้ติดผิวทนและต้านน้ำ และ kaolin ซึ่งใช้ลดความเงาเลื่อมของแป้งและดูดซับความชื้น เมื่อทาแล้วรู้สึกฝืดและเหนอะหนะ จึงพิจารณาเลือกเก็บไว้ใช้ในกรณีที่มีความจำเป็นต้องการให้แป้งคลุมผิวให้แลดูทึบแสงช่วยให้ติดผิวทนและต้านน้ำ และ/หรือเพื่อลดความเงาเลื่อมของแป้งเท่านั้น การพัฒนาตำรับแป้งฝุ่น ในขั้นต่อไปนำสารที่คัดเลือกได้จากข้อ 2 ได้แก่ zinc stearate และ magnesium carbonate มาศึกษาความเข้มข้นที่เหมาะสมสำหรับตำรับแป้งฝุ่น

2.2. การพัฒนาตำรับแป้งฝุ่น

นำสารที่คัดเลือกได้จากข้อ 2.1 มาศึกษาความเข้มข้นที่เหมาะสมสำหรับตำรับแป้งฝุ่น ทำการประเมินแป้งฝุ่นสูตรต่างๆ โดยการประเมินประสาทสัมผัส

<u>การพัฒนาตำรับแป้งพื้น talcum</u>

ทำการเตรียมแป้งฝุ่นที่มีสูตร (ร้อยละโดยน้ำหนัก) ดังดังตารางที่ 11 และผลการทดลองดังตารางที่ 12

ตารางที่ 11 ตำรับแป้งพื้น talcum

ชื่อสาร	สูตร1	สูตร2	สูตร3	สูตร4	สูตร5	สูตร6	สูตร7	สูตร8
Magnesium carbonate	0	15	0	15	10	10	10	5
Zinc stearate	0	0	15	15	15	10	5	5
Talcum	100	85	85	70	75	80	85	90

ตารางที่ 12 ผลการประเมินประสาทสัมผัสตำรับแป้งพื้น talcum

การประเมิน	สูตร1	สูตร2	สูตร3	สูตร4	สูตร5	สูตร6	สูตร7	สูตร8
สี	√	√	√	√	√	√	√	√
ความละเอียดของเนื้อแป้ง	√	X	√	X	√	√	√	√
ความลื่น	√	X	√	X	√	√	X	√
ความสามารถเคลือบคลุมผิว	X	√	√	√	√	√	√	√
การจับผิว	X	√	X	√	√	√	√	√
การซับซึม	X	√	X	√	√	√	√	X
ความเป็นนวลใย	√	√	√	√	√	√	√	√
การแผ่กระจายเมื่อลูบไล้	X	X	√	√	√	√	√	√

เกณฑ์การให้คะแนนมี 2 ระดับคือผ่านกับไม่ผ่าน ใช้สัญลักษณ์ √ และ X ตามลำดับ เกณฑ์การประเมินเป็นดังนี้

ก. สี

เกณฑ์: สีขาวนวลสวยงามน่าใช้ เป็นสีเดียวกันตลอดไม่กระด่ำกระด่าง

ข. ความละเอียดของเนื้อแป้ง

เกณฑ์: เนื้อแป้งเนียนละเอียด ไม่มีผงหยาบที่ทำให้ระคายผิว

ค. ความลื่น

เกณฑ์: ไม่ฝืด ไม่เป็นปื้น เมื่อทาลงบนผิวแล้วเรียบเนียน

ง. ความสามารถเคลือบคลุมผิว

เกณฑ์: สามารถกลบเกลื่อนรอยตำหนิต่างๆ เช่นผิวมัน รูขุมขนใหญ่และริ้วรอยเล็กๆน้อยๆ

จ. การจับผิว

เกณฑ์: สามารถเกาะติดผิว

ฉ. การซับซึม

เกณฑ์: สามารถดูดซึมเหงื่อและความมันของผิวโดยไม่แสดงร่องรอยการดูดซึม

ช. ความเป็นนวลใย

เกณฑ์: สามารถทำให้ผิวนวลปลั่ง

ซ. การแผ่กระจายเมื่อลูบไล้

เกณฑ์: สามารถแผ่กระจายได้โดยง่ายดายเมื่อลูบไล้และเคลือบคลุมผิวได้มาก

จากผลการทดลองสรุปได้ว่าการใช้ talcum เพียงอย่างเดียวไม่ได้แป้งฝุ่นที่ดี การเติม magnesium carbonate และ zinc stearate จะช่วยให้แป้งฝุ่นมีคุณสมบัติดีขึ้น ในการทดลองได้ศึกษาความเข้มข้นของสารทั้งสองชนิด 4 ระดับคือ 0, 5, 10, 15 % w/w โดยเตรียมแป้งฝุ่น 8 สูตร พบว่าสูตรที่ผ่านเกณฑ์ทุกหัวข้อคือสูตร 5 และสูตร 6 เมื่อใช้ magnesium carbonate ในปริมาณสูงจะทำให้เนื้อแป้งมีความฝืดทาแล้วรู้สึกเหนอะหนะ แต่การใส่ในปริมาณน้อยหรือไม่ใส่เลยในตำรับทำให้แป้งไม่มีคุณสมบัติซับซึมซึ่งเป็นสิ่งสำคัญโดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับตำรับแป้งฝุ่นโรยตัว จึงสรุปได้ว่าความเข้มข้นที่เหมาะสมของ magnesium carbonate คือ 10% w/w สำหรับ zinc stearate พบว่ามีความสำคัญต่อตำรับเช่นกันเพราะช่วยทำให้เนื้อแป้งลื่น เบา จากการทดลองสามารถใช้ได้ในความเข้มข้น 10-15 % w/w แต่ได้เลือกความเข้มข้น 10 % w/w ที่จะใช้พัฒนาตำรับต่อไป ดังนั้นสูตรที่เลือกใช้คือสูตร 6

<u>การพัฒนาตำรับแป้งพื้นstarch</u>

ได้ทดลองนำแป้งข้าวโพดและแป้งมันสำปะหลังมาใช้แทน talcum โดยมีส่วนประกอบอื่นเหมือนสูตร 6 ดังนี้

<u>สูตร9</u>

Magnesium carbonate	10
Zinc stearate	10
Tapioca starch	80

<u>สูตร10</u>

Magnesium carbonate	10
Zinc stearate	10
Corn starch	80

ผลการประเมินแป้งพื้น starch 2 สูตร โดยการประเมินประสาทสัมผัส แสดงในตารางที่ 13

ตารางที่ 13 ผลการประเมินประสาทสัมผัส แป้งพื้น starch

การประเมิน	สูตร9	สูตร10
สี	√	√
ความละเอียดของเนื้อแป้ง	√	√
ความลื่น	√	√
ความสามารถเคลือบคลุมผิว	√	√
การจับผิว	√	√
การซับซึม	√	√
ความเป็นนวลใย	√	√
การแผ่กระจายเมื่อลูบไล้	√	√

<u>การพัฒนาตำรับแป้งฝุ่นโรยตัวผสมสารสกัดชาเขียว</u>

นำแป้งพื้น 3 สูตรคือสูตร 6 , 9 และ 10 มาผสม สารสกัดชาเขียวในสัดส่วน 1:1 ได้เป็นสูตร 11, 12 และ13 ดังตารางที่14 ทำการประเมินแป้งฝุ่นผสมสารสกัดชาเขียว 3 สูตรโดยการประเมินลักษณะทางกายภาพเคมีและประสาทสัมผัสที่เวลาเริ่มต้นและเมื่อเก็บไว้ 1 เดือนที่อุณหภูมิ 40 °ซ ดังแสดงในตารางที่ 15

ตารางที่ 14 ตำรับแป้งฝุ่นโรยตัวผสมสารสกัดชาเขียวในสัดส่วน 1:1

ชื่อสาร	สูตร 11	สูตร 12	สูตร 13
Magnesium carbonate	5.0	5.0	5.0
Zinc stearate	5.0	5.0	5.0
Talcum	40.0	-	-
Tapioca starch	-	40.0	-
Corn starch	-	-	40.0
ชาเขียว	50.0	50.0	50.0

ตารางที่ 15 ผลการประเมินประสาทสัมผัสแป้งฝุ่นผสมสารสกัดชาเขียวในสัดส่วน 1:1

การประเมิน	เวลาเริ่มต้น			เวลา 1 เดือน		
	สูตร11	สูตร12	สูตร13	สูตร11	สูตร12	สูตร13
สี	X	X	X	X	X	X
ความละเอียดของเนื้อแป้ง	X	X	X	X	X	X
ความลื่น	X	X	X	X	X	X
ความสามารถเคลือบคลุมผิว	X	X	X	X	X	X
การจับผิว	X	X	X	X	X	X
การซับซึม	X	X	X	X	X	X
ความเป็นนวลใย	√	√	√	√	√	√
การแผ่กระจายเมื่อลูบไล้	√	√	√	√	√	√

จากผลการทดลองพบว่าแป้งฝุ่นทั้ง 3 สูตรคือสูตร 11, 12 และ 13 ซึ่งมีสารสกัดในปริมาณสูงถึง 50 % มีความคงตัวดี ไม่มีการเปลี่ยนแปลงสีและลักษณะทางกายภาพเมื่อเก็บไว้ในสภาวะเร่งเป็นเวลา 1 เดือน จึงได้ปรับลดปริมาณสารสกัดลงเป็น 1 % w/w ตามที่ต้องการใช้จริง เนื่องจากมีรายงานการนำสารกัดชาเขียวที่ความเข้มข้น 1.0% ไปใช้ในตำรับน้ำยาที่ใช้ทำความสะอาดแล้วได้ผลเป็นที่น่าพอใจ (9) ได้นำแป้งพื้น 3 สูตรคือสูตร 6 , 9 และ 10 มาผสม สารสกัดชาเขียวในสัดส่วน 99:1 ได้เป็นสูตร 14, 15 และ 16 ดังตารางที่ 16 ทำการประเมินแป้งฝุ่นผสมสารสกัดชาเขียว 3 สูตร โดยการประเมินประสาทสัมผัส

ตารางที่ 16 ตำรับแป้งฝุ่นโรยตัวผสมสารสกัดชาเขียวในสัดส่วน 99:1

ส่วนประกอบ (ร้อยละ)	สูตร 14	สูตร 15	สูตร 16
Magnesium carbonate	9.9	9.9	9.9
Zinc stearate	9.9	9.9	9.9
Talcum	79.2	-	-
Tapioca starch	-	79.2	-
Corn starch	-	-	79.2
ชาเขียว	1.0	1.0	1.0

ตารางที่ 17 แสดง ผลการประเมินแป้งฝุ่นผสมสารสกัดชาเขียวโดยการประเมินประสาทสัมผัส

ตารางที่ 17 ผลการประเมินประสาทสัมผัสแป้งฝุ่นผสมสารสกัดชาเขียวในสัดส่วน 99:1

การประเมิน	สูตร14	สูตร15	สูตร16
สี	√	√	√
ความละเอียดของเนื้อแป้ง	√	√	√
ความลื่น	√	√	√
ความสามารถเคลือบคลุมผิว	√	√	√
การจับผิว	√	√	√
การซับซึม	√	√	√
ความเป็นนวลใย	√	√	√
การแผ่กระจายเมื่อลูบไล้	√	√	√

เมื่อนำสารละลายชาเขียวที่ความเข้มข้น 3 % และสารแขวนตะกอนแป้งพื้นและแป้งฝุ่นที่ผสม สารสกัดชาเขียวในสัดส่วน 99:1 ที่ความเข้มข้น 10 % ไปวัดค่า pH และศึกษาลักษณะทางกายภาพ ได้ผลแสดงในตารางที่ 18

ตารางที่ 18 ผลการศึกษา pH และลักษณะทางกายภาพของสารละลายและสารแขวนตะกอน

ตัวอย่าง	pH	ลักษณะทางกายภาพ
สารละลายชาเขียว 3 %	5.02	สารละลายใสสีน้ำตาลอ่อนอมเขียว
สารแขวนตะกอนแป้งพื้นสูตร 6	9.93	สารแขวนตะกอนส่วนบนเป็นตะกอนขาวส่วนล่างเป็นน้ำใส
สารแขวนตะกอนแป้งฝุ่นชาเขียว: แป้งพื้นสูตร 6 สัดส่วน 99:1 (สูตร 14)	8.10	สารแขวนตะกอนส่วนบนเป็นตะกอนขาวส่วนล่างเป็นน้ำสีน้ำตาลอ่อน เมื่อตั้งทิ้งไว้ส่วนน้ำด้านล่างมีสีน้ำตาลเข้มมากขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป
สารแขวนตะกอนแป้งพื้นสูตร 9	9.96	สารแขวนตะกอนส่วนบนเป็นตะกอนขาวส่วนล่างเป็นน้ำใส
สารแขวนตะกอนแป้งฝุ่นชาเขียว: แป้งพื้นสูตร 9 สัดส่วน 99:1 (สูตร 15)	6.93	สารแขวนตะกอนส่วนบนเป็นตะกอนขาวส่วนล่างเป็นน้ำสีน้ำตาลอ่อน เมื่อตั้งทิ้งไว้ส่วนน้ำด้านล่างมีสีน้ำตาลเข้มมากขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป
สารแขวนตะกอนแป้งพื้นสูตร 10	10.01	สารแขวนตะกอนส่วนบนเป็นตะกอนขาวส่วนล่างเป็นน้ำใส
สารแขวนตะกอนแป้งฝุ่นชาเขียว: แป้งพื้นสูตร 10 สัดส่วน 99:1 (สูตร 16)	7.94	สารแขวนตะกอนส่วนบนเป็นตะกอนขาวส่วนล่างเป็นน้ำสีน้ำตาล เมื่อตั้งทิ้งไว้ส่วนน้ำด้านล่างมีสีน้ำตาลเข้มมากขึ้น (สีเข้มว่าสูตรอื่น)เมื่อเวลาผ่านไป

การศึกษา pH ของสารแขวนตะกอนของแป้งฝุ่นเป็นวิธีที่กำหนดไว้เพื่อตรวจสอบว่า pH ของแป้งฝุ่นมีค่าเหมาะสมที่จะใช้ทาผิวหนังกล่าวคือไม่เป็นกรดหรือด่างมากเกินไป ช่วงที่ยอมรับได้สำหรับตำรับแป้งฝุ่นโรยตัวคือ อยู่ในช่วง 5.5 – 10 (10) จากผลการทดลองในตารางที่ 18 จะเห็นว่าเมื่อนำแป้งฝุ่นมาเตรียมเป็นสารแขวนตะกอนที่ความเข้มข้น 10 % แล้วตั้งทิ้งไว้ สีน้ำตาลที่ได้เกิดจากสารสกัดเปลี่ยนสีเนื่องจากค่า pH ในตำรับไม่เหมาะสมคือสูงเกินไป จึงได้ทำการศึกษาผลการเติมสารช่วยพวก sequestering agent เพื่อเพิ่มความคงตัวโดยทำหน้าที่เป็น buffer และ chelating agent โดยนำสารแขวนตะกอนแป้งฝุ่นชาเขียว สูตร 14, 15 และ 16 ที่ได้จากการทดลองข้างต้น มาเติมกรดซิตริกเข้มข้น 1.29 % เพื่อทำให้ส่วนน้ำสีน้ำตาลเปลี่ยนเป็นใสไม่มีสี แล้วบันทึกค่า pH ที่ได้ ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 19

ตารางที่ 19 ผลการเติมกรดซิตริก

ตัวอย่าง	pHเริ่มต้น	pHหลังเติมกรดซิตริก 3 mL	ลักษณะทางกายภาพหลังเติมกรด
สูตร 14	8.10	7.19	สารแขวนตะกอนส่วนบนเป็นตะกอนขาวส่วนล่างเป็นน้ำสีขาวจางๆ
สูตร 15	6.93	5.63	สารแขวนตะกอนส่วนบนเป็นตะกอนขาวส่วนล่างเป็นน้ำสีขาวจางๆ
สูตร 16	7.94	6.53	สารแขวนตะกอนส่วนบนเป็นตะกอนขาวส่วนล่างเป็นน้ำสีชาจางๆ

จากผลดังกล่าวพบว่าเมื่อเติมกรดซิตริกเพื่อให้ส่วนน้ำใสไม่มีสีทำให้ค่า pH ลดลงแต่ยังอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้สำหรับตำรับแป้งฝุ่นโรยตัวคือ อยู่ในช่วง 5.5 – 10 คำนวณปริมาณกรดซิตริกที่จะใช้คิดเป็นน้ำหนักแห้งได้ 1.9 %

<u>การคัดเลือกสูตรแป้งฝุ่นที่จะใช้ทำการศึกษาความคงตัว</u>

จากตารางที่ 19 พบว่า แป้งฝุ่นสูตร 16 ที่ทำจากแป้งข้าวโพดเปลี่ยนสีมากที่สุดไม่เหมาะที่จะนำมาใช้ จึงคัดเลือกสูตร 14 และ 15 ที่ทำจาก talcum และ แป้งมันสำปะหลัง (tapioca starch) เพื่อใช้ทำการศึกษาความคงตัวต่อไป โดยตัวอย่างที่ศึกษาได้แก่ สูตร 14, 15 และ 17, 18 โดยสูตร 17 และ 18 คือสูตร 14 และ 15 ที่มีกรดซิตริกเพิ่มขึ้นในปริมาณคิดเป็นน้ำหนักแห้ง 1.9 % ของตำรับ นำตัวอย่างเก็บในขวดแก้วเปิดที่อุณหภูมิห้องที่ควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ 100 %RH แล้วตรวจลักษณะทางกายภาพและความสามารถในการดูดความชื้นโดยคิดจากน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นที่เวลาต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 20

ตารางที่ 20 ความสามารถในการดูดความชื้น (%) ของสูตร 14, 15 และ 17, 18

สูตร	เวลา		
	24 ชม	9 วัน	15 วัน
สูตร 14	2.31	5.02	5.52
สูตร 15	5.20	14.60	16.90
สูตร 17	3.10	7.80	8.40
สูตร 18	5.58	16.65	19.34

จากตารางที่ 20 เมื่อเปรียบเทียบสูตร 14 และ 15 และเปรียบเทียบสูตร 17 และ 18 พบว่าแป้งฝุ่นที่ทำจากแป้งมันสำปะหลังดูดความชื้นได้ดีกว่าแป้งที่ทำจาก talcum และเมื่อเปรียบเทียบสูตร 14 และ 17 และเปรียบเทียบสูตร 15 และ 18 พบว่าแป้งที่ใส่กรดซิตริกจะดูดความชื้นได้ดีกว่าแป้งที่ไม่ใส่เล็กน้อย นอกจากนี้พบว่าการใส่กรดซิตริกทำให้แป้งฝุ่นมีจุดด่างขนาดเล็กสีน้ำตาลจำนวนมากเกิดขึ้น หลังจากเก็บไว้เพียง 24 ชั่วโมงและจุดด่างมีมากขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป จุดด่างที่เกิดขึ้นอาจเป็นปฏิกิริยาของกรดกับส่วนประกอบที่เป็นด่างเกิดเป็นฟองฟู่และน้ำมองเห็นเป็นจุดเล็กๆกระจายอยู่ในเนื้อแป้งดูไม่สวยงาม ดังนั้นการเติมกรดซิตริกเป็นสารช่วยพวก sequestering agent เพื่อเพิ่มความคงตัวโดยทำหน้าที่เป็น buffer และ chelating agent นั้นเหมาะสมสำหรับตำรับสารแขวนตะกอนแป้งฝุ่นชาเขียวแต่ไม่เหมาะสมกับตำรับแป้งฝุ่นชาเขียว นอกจากนี้พบว่าสูตร 14 และ 15 แม้จะดูดความชื้นเข้าไปแล้วก็ยังคงลักษณะทางกายภาพที่ดีของแป้งฝุ่นๆไว้ได้ จึงได้คัดเลือก สูตร 14, 15 มาทำการศึกษาความคงตัว โดยนำตัวอย่างเก็บในขวดแก้วปิดสนิทเก็บไว้ที่ สภาวะ 40 °C 75%RH และที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 6 เดือน ทำการประเมินลักษณะทางกายภาพ ประสาทสัมผัสและวิเคราะห์สารสำคัญ

โดยการประเมินประสาทสัมผัสให้กรรมการ 3 คน ทดลองทาแป้งที่ท้องแขนแล้วให้คะแนนตามหัวข้อต่างๆ เกณฑ์การให้คะแนนมีดังนี้

<u>คะแนน</u>	<u>ความหมาย</u>
0-30	น้อยเกินไป
31-54	น้อย
55-74	พอใช้
75-90	ดี
91-100	ดีมาก

<u>สี</u>

เกณฑ์: สีขาวสวยงามน่าใช้ เป็นสีเดียวกันตลอดไม่กระด้ำกระด่าง

<u>ความละเอียดของเนื้อแป้ง</u>

เกณฑ์: เนื้อแป้งเนียนละเอียด ไม่มีผงหยาบที่ทำให้ระคายผิว

ความลื่น

เกณฑ์: ไม่ฝืด ไม่เป็นปื้น เมื่อทาลงบนผิวแล้วเรียบเนียน

ความสามารถเคลือบคลุมผิว

เกณฑ์: สามารถกลบเกลื่อนรอยตำหนิต่างๆ เช่นผิวมัน รูขุมขนใหญ่และริ้วรอยเล็กๆน้อยๆ

การจับผิว

เกณฑ์: สามารถเกาะติดผิว

การซับซึม

เกณฑ์: สามารถดูดซึมเหงื่อและความมันของผิวโดยไม่แสดงร่องรอยการดูดซึม

ความเป็นนวลใย

เกณฑ์: สามารถทำให้ผิวนวลปลั่ง

การแผ่กระจายเมื่อลูบไล้

เกณฑ์: สามารถแผ่กระจายได้โดยง่ายดายเมื่อลูบไล้และเคลือบคลุมผิวได้มาก

ผลการประเมินแสดงในตารางที่ 21

ตารางที่ 21 คะแนนการประเมินประสาทสัมผัสแป้งฝุ่นสูตร 14 และ 15 ที่เวลาเริ่มต้น (n = 3)

การประเมิน	คะแนนเฉลี่ย±SD	
	สูตร 14	สูตร 15
สี	88.33±2.89	86.67±5.77
ความละเอียดของเนื้อแป้ง	71.67±7.64	68.33±10.41
ความลื่น	73.33±5.77	71.67±7.64
ความสามารถเคลือบคลุมผิว	80.00±21.79	78.33±24.66
การจับผิว	91.67±2.89	90.00±5.00
การซับซึม	85.00±13.23	86.67±14.43
ความเป็นนวลใย	93.33±5.77	91.67±2.89
การแผ่กระจายเมื่อลูบไล้	85.00±5.00	78.33±7.64

จากผลการประเมินประสาทสัมผัสพบว่าแป้งฝุ่นทั้งสองสูตรไม่แตกต่างกัน โดยคุณลักษณะทั่วไปอยู่ในเกณฑ์ดี แต่คุณลักษณะเรื่องความละเอียดของเนื้อแป้งและความลื่นของทั้งสองสูตรอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง การประเมินประสาทสัมผัสนี้เป็นการประเมินที่ใช้ในขั้นตอนพัฒนาตำรับไม่ใช่การประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภค วิธีการประเมินและเกณฑ์การตัดสินอ้างอิงตามมอก. 443-2525 แต่ดัดแปลงเล็กน้อยโดยลดจำนวนกรรมการจาก 5 คนเป็น 3 คนที่มีประสบการณ์เกี่ยวกับการประเมินผงยาเป็นอย่างดี

2.3. การพัฒนาวิธีวิเคราะห์

2.3.1. การทดสอบเบื้องต้น

ผลการทดลองเบื้องต้นได้เส้นกราฟมาตรฐานที่มีค่า r^2 = 0.9963 และผลการวิเคราะห์ปริมาณ catechin hydrate ที่อยู่ในตำรับพบว่าสูตร 14, 15 และ 16 มีปริมาณ catechin hydrate 0.07%, 0.04% และ 0.04% ตามลำดับ

2.3.2. % Recovery จากการสกัด

จากการศึกษา % Recovery Chromatogram ที่ได้มีดังนี้

รูปที่ 1 Chromatogram ของตำรับแป้งฝุ่นที่มี talcum เป็นแป้งพื้นและใช้น้ำสกัด

รูปที่ 2 Chromatogram ของตำรับแป้งฝุ่นที่มี talcum เป็นแป้งพื้นและใช้ 20% methanol ในน้ำสกัด

รูปที่ 3 Chromatogram ของตำรับแป้งฝุ่นที่มี tapioca starch เป็นแป้งพื้นและใช้ น้ำสกัด

รูปที่ 4 Chromatogram ของตำรับแป้งฝุ่นที่มี tapioca starch เป็นแป้งพื้นและใช้ 20% methanol ในน้ำสกัด

รูปที่ 5 Chromatogram ของตำรับแป้งฝุ่นที่มี corn starch เป็นแป้งพื้นและใช้ น้ำสกัด

รูปที่ 6 Chromatogram ของตำรับแป้งฝุ่นที่มี corn starch เป็นแป้งพื้นและใช้ 20% methanol ในน้ำสกัด

ตารางที่ 22 peak area และ %recovery (n = 2)

	peak area (Catechin)	%Recovery
สารสกัดกากชา 1% ในน้ำ	679045	
1% สารสกัดกากชา + talc base (ใช้น้ำสกัด)	489854	72.13
1% สารสกัดกากชา + talc base (ใช้ 20% Aq. methanol สกัด)	539440	79.44
1% สารสกัดกากชา + corn base (ใช้น้ำสกัด)	-	-
1% สารสกัดกากชา + corn base (ใช้ 20% Aq. methanol สกัด)	-	-
1% สารสกัดกากชา + tapioca base (ใช้น้ำสกัด)	-	-
1% สารสกัดกากชา + tapioca base (ใช้ 20% Aq. methanol สกัด)	-	-

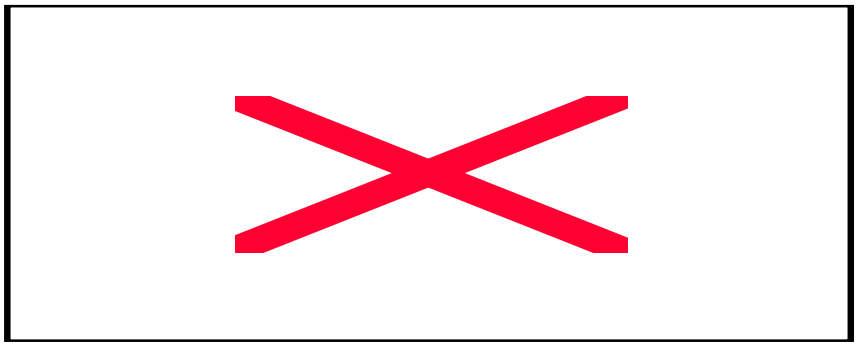
2.3.3. การวิเคราะห์ปริมาณ catechin ในตำรับ

<u>การเตรียมสารมาตรฐานและ Calibration curve</u>

ในการวิเคราะห์หาปริมาณนี้ใช้ (+) catechin hydrate เป็นสารมาตรฐานโดยเตรียมที่ความเข้มข้น 0.5, 1.2, 2.0, 3.0, 4.0 µg/ml

ตารางที่ 23 peak area ของกราฟมาตรฐาน (n = 2)

Concentration (µg/ml)	peak area
0.5	54708
1.0	84975
2.0	167209
3.0	245143
4.0	332469



รูปที่ 7 กราฟมาตรฐานของ catechin hydrate

การเตรียมสารตัวอย่าง

จากการทดลองได้เส้นกราฟมาตรฐาน ที่มีค่า R^2 = 0.9985 และผลวิเคราะห์ปริมาณ catechin hydrate ที่อยู่ในตำรับได้ผลดังนี้

- ตำรับที่ใช้ 1% สารสกัดกากชา + talc base มีปริมาณ catechin hydrate 1.27 µg/ml
- ตำรับที่ใช้ 1% สารสกัดกากชา + C starch ไม่พบ peak ของ catechin hydrate
- ตำรับที่ใช้ 1% สารสกัดกากชา + T starch ไม่พบ peak ของ catechin hydrate

จากการทดสอบหา % Recovery พบว่าน้ำเป็นตัวทำละลายที่ดีของสารสกัดชา แต่การใช้น้ำเป็นตัวทำละลายในการสกัดตัวยาจากแป้งฝุ่นที่ใช้ starch ทั้งสองชนิดเป็นแป้งพื้น ไม่เหมาะสมเนื่องจากไม่สามารถวิเคราะห์หา peak ของ catechin hydrate ได้ ที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะ starch ทั้งสองชนิดละลายน้ำได้บางส่วนและส่วนที่ละลายน้ำได้นี้ไปรบกวนการวิเคราะห์ แนวทางในการแก้ปัญหาคือการเปลี่ยนตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัดเป็นตัวที่ starch ไม่สามารถละลายได้ต่อไป

แป้งฝุ่นที่ใช้ talcum เป็นแป้งพื้น (สูตร 14) ให้ % Recovery เท่ากับ 72.13 % และเมื่อปรับสารสกัดเป็น 20 % methanol ในน้ำให้ % Recovery เพิ่มขึ้นเล็กน้อยคือเท่ากับ 79.44 % จากค่า peak area พบว่า ในสารสกัดชา 1 mg ประกอบด้วย catechin hydrate ในปริมาณ 8.39 µg เมื่อนำตัวอย่างแป้งฝุ่นที่ใช้ talcum เป็นแป้งพื้นมาวิเคราะห์พบว่ามี catechin hydrate ในปริมาณ 1.27 µg/ml หรือ 6.35 µg/5ml นั่นคือ แป้งฝุ่น 100 mg มีสารสกัดชาเขียว 1 mg และสารสกัดชาเขียว 1 mg มี catechin hydrate ในปริมาณ 6.35 µg ถ้านำค่า % Recovery เท่ากับ 79.44 % มาประกอบการพิจารณาอาจประมาณได้ว่ามี catechin hydrate ปริมาณ 7.99 µg ในสารสกัดชาเขียว 1 mg ที่เป็นส่วนประกอบในแป้งฝุ่นที่ใช้ talcum เป็นแป้งพื้นที่มีน้ำหนัก 100 mg ซึ่งเมื่อพิจารณาค่าที่ได้จากการวิเคราะห์สารสกัดชา 1 % ในน้ำที่พบว่าในสารสกัดชา 1 mg ประกอบด้วย catechin hydrate ในปริมาณ 8.39 µg อาจสรุปได้ว่าในตัวอย่างแป้งฝุ่นที่ใช้ talcum เป็นแป้งพื้นมี catechin hydrate ประมาณ 95.23 % ของปริมาณที่ใส่จริง

จากผลการทดลองทั้งหมดอาจสรุปได้ว่าตำรับแป้งฝุ่นที่คัดเลือกมาทั้งสองตำรับ คือสูตรที่ 14 และ 15 นั้น สูตรที่ 14 สามารถใช้วิธีวิเคราะห์ที่พัฒนาขึ้นมาได้ แต่อาจต้องมีการใช้ correction factor เกี่ยวกับ % recovery ในการคำนวณ โดยอาศัยหลักการคล้ายกับการใช้ correction factor ในวิธีวิเคราะห์ special procedure ในการวิเคราะห์ปริมาณตัวยาสำคัญใน USP นั่นเอง

2.3.4. interday และ intraday variation

ทำการวิเคราะห์หาปริมาณ catechin hydrate ในสารสกัดชาที่ใช้ในการวิจัย เพื่อตรวจสอบ content uniformity และ variation ที่ได้จากการวิเคราะห์ทั้ง interday และ intraday ผลที่ได้แสดงในตารางที่ 24

ตารางที่ 24 ปริมาณ catechin hydrate ในสารสกัดชา

วันที่วิเคราะห์	ปริมาณ (% w/w)	
22/4/50	3.78	Mean= 3.64 % CV = 7.93
17/7/50	3.79	
4/8/50	3.38	
8/9/50	3.97	
13/10/50	3.30	
8/9/50 ครั้งที่ 1	3.93	Mean= 3.97 % CV = 1.67
8/9/50 ครั้งที่ 2	3.93	
8/9/50 ครั้งที่ 3	3.95	
8/9/50 ครั้งที่ 4	4.07	

จากตารางที่ 24 พบว่าปริมาณ catechin hydrate ในสารสกัดชาที่ใช้ในการวิจัยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.64 % และ coefficient of variation ที่ได้จากการวิเคราะห์ทั้ง interday และ intraday อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้คือไม่เกิน 10% แสดงว่าวิธีวิเคราะห์นี้เหมาะสม จึงได้นำตัวอย่างแป้งมาวิเคราะห์โดยใช้น้ำเป็นตัวทำละลายเนื่องจากสารสกัดละลายน้ำได้ดีและส่วนประกอบอื่นๆไม่ละลายน้ำ ได้ทดลองวิเคราะห์ตัวอย่างแป้งที่มีสารสกัด 50 % ที่เตรียมขึ้นในช่วงพัฒนาตำรับได้ผลดังตารางที่ 25

ตารางที่ 25 ปริมาณ catechin hydrate ในตัวอย่างแป้งที่มีสารสกัด 50 %

ตัวอย่าง	ปริมาณในตำรับ (% w/w ของแป้งฝุ่น) (n=4)	ปริมาณ (%w/w ของปริมาณเริ่มต้น) (n=4)
สูตร 11	1.77±0.02	96.98±1.16
สูตร 12	1.77±0.03	97.26 ±1.56

จากตารางที่ 25 จะเห็นว่าวิธีวิเคราะห์ที่ใช้มีความเหมาะสม สามารถใช้วิเคราะห์ปริมาณสารได้ แต่การที่ไม่ได้ 100% อาจเนื่องมาจาก variation ระหว่างตัวอย่างที่วิเคราะห์ ต่อไปจึงนำตัวอย่างแป้งที่มีสารสกัดปริมาณ 1% มาทำการวิเคราะห์ ในตอนแรกพบว่าค่าที่วิเคราะห์ได้จากตัวอย่างเดียวกันมีความแตกต่างกันมาก ต่อมาจึงได้พบว่าเทคนิคการผสมแป้งกับน้ำมีความสำคัญ เนื่องจากสารสกัดมีปริมาณ 1% อีก 99% ของตำรับเป็นสารช่วยที่มีคุณสมบัติไม่ละลายน้ำซึ่งจะทำหน้าที่เป็น physical barrier ให้กับสารสกัด จึงทำให้เกิดปัญหาการเปียกน้ำของสารสกัดอันเป็นขั้นตอนแรกและขั้นตอนสำคัญของการสกัดสารออกมาในน้ำ ปัญหานี้ไม่พบในตัวอย่างแป้งที่มีสารสกัดปริมาณ 50% หรืออีกนัยหนึ่งคือตำรับที่มีสารสกัดต่อสารช่วยในอัตราส่วน 1:1 เนื่องจากปริมาณสารช่วยมีอยู่ในสัดส่วนต่ำไม่มากพอที่จะเป็น physical barrier ได้ ได้ทำการสกัดและวิเคราะห์ตัวอย่างแป้งที่มีสารสกัดปริมาณ 1% ซ้ำๆกันหลายครั้งจนผู้วิจัยมีความชำนาญและสามารถวิเคราะห์ตัวอย่างได้ค่าออกมาใกล้เคียงกันทุกครั้งเป็นจำนวน 5 ครั้งติดกันดังตารางที่ 26 จึงทำการวิเคราะห์เพื่อศึกษาความคงตัวของตำรับผลดังตารางที่ 32

ตารางที่ 26 ผลการวิเคราะห์ catechin ในตัวอย่างแป้งที่มีสารสกัดปริมาณ 1%

ครั้งที่	ปริมาณ catechin ในตำรับ (% w/w ของแป้งฝุ่น)
1	0.0002
2	0.0002
3	0.0002
4	0.0002
5	0.0002

2.3.5. กราฟมาตรฐาน

ทำการสร้างกราฟมาตรฐานสำหรับสารสำคัญทั้ง 4 ชนิดคือ catechin, epicatechin (EC), epigallocatechin gallate (EGCG) และ epicatechin gallate (ECG) และหา precision ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 27 peak area ของกราฟมาตรฐาน catechin (n = 2)

Concentration (µg/ml)	peak area
133.20	6009804
244.20	15785111
355.20	23197321
466.20	30228691
577.20	38957012

รูปที่ 8 กราฟมาตรฐานของ catechin

ตารางที่ 28 peak area ของกราฟมาตรฐาน epicatechin (n = 2)

Concentration (µg/ml)	peak area
110.40	8637790
230.00	16971501
460.00	32856948
690.00	47448655
920.00	61249044

รูปที่ 9 กราฟมาตรฐานของ Epicatechin

ตารางที่ 29 peak area ของกราฟมาตรฐาน epigallocatechin gallate (n = 2)

Concentration (µg/ml)	peak area
200	8169638
400	19789824
600	32277664
800	44817342
1000	53641565

รูปที่ 10 กราฟมาตรฐานของ Epigallocatechin gallate

ตารางที่ 30 peak area ของกราฟมาตรฐาน epicatechin gallate (n = 2)

Concentration (µg/ml)	peak area
110.40	8637790
230.00	16971501
460.00	32856948
690.00	47448655
920.00	61249044

รูปที่ 11 กราฟมาตรฐานของ Epicatechin gallate

รูปที่ 12 chromatogram ของ catechin

รูปที่ 13 chromatogram ของ Epicatechin

รูปที่ 14 chromatogram ของ Epigallocatechin gallate

รูปที่ 15 chromatogram ของ Epicatechin gallate

ตารางที่ 31 precision ของการวิเคราะห์ tea extract

2.4.การศึกษาความคงตัวของตำรับแป้งฝุ่น

เตรียมแป้งฝุ่นบรรจุลงในขวดชนิดต่างๆที่สะอาดและแห้ง ปิดฝาขวดให้สนิทแล้วนำไปเก็บไว้ในตู้ที่อุณหภูมิห้อง และที่ 40 °C 75 %RH นอกจากนี้ได้เก็บตัวอย่างโดยไม่ปิดฝาไว้ในที่มีความชื้นสัมพัทธ์ 100 %RHด้วย สุ่มตัวอย่างที่เวลาเริ่มต้น และเมื่อเก็บไว้ที่เวลาต่างๆเป็นเวลา 6 เดือน เพื่อนำไปตรวจสอบคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพ

ตารางที่ 32 ความคงตัวของตัวอย่างแป้งฝุ่นสูตร 14 และ 15 (n=4)

สูตรที่	สภาวะ	ปริมาณ catechin ในตำรับ (% w/w ของแป้งฝุ่น)
14	เตรียมเสร็จใหม่ๆ	$3.02 \times 10^{-4} \pm 2.05 \times 10^{-5}$
	เก็บ 40° C 6 เดือน	$2.83 \times 10^{-4} \pm 7.78 \times 10^{-6}$
15	เตรียมเสร็จใหม่ๆ	$2.88 \times 10^{-4} \pm 4.24 \times 10^{-6}$
	เก็บ 40° C 6 เดือน	$2.61 \times 10^{-4} \pm 2.33 \times 10^{-5}$

จากตารางที่ 32 จะเห็นว่าปริมาณ catechin ในตำรับแป้งฝุ่นทั้งสองสูตรคือสุตร 14 ที่ใช้ talcum กับสูตร 15 ที่ใช้ tapioca ที่เตรียมเสร็จใหม่ๆมีค่าใกล้เคียงกัน คืออยู่ในช่วง 3.02×10^{-4} และ 2.88×10^{-4} % w/w ของแป้งฝุ่นตามลำดับ และพบว่าแป้งฝุ่นทั้งสองสูตรมีความคงตัวดีเมื่อเก็บไว้ในสภาวะเร่งเป็นเวลา 6 เดือน โดยมีปริมาณลดลงเพียงเล็กน้อยคือ สูตร 14 มี catechin ลดลง 6.29 % และสูตร 15 ลดลง 9.38% นั่นคือ มี catechin 93.71 % และ 90.63% ของปริมาณเริ่มต้นตามลำดับ

ถ้าคำนวณตามทฤษฎี จากผลการวิเคราะห์สารสกัดมี catechin 3.64 % w/w
ในแป้งฝุ่นมีสารสกัด 1 % w/w
ดังนั้นตามทฤษฎีแป้งฝุ่นควรมี catechin 0.0364 % w/w

แต่จากตารางที่ 32 จะเห็นว่าปริมาณ catechin ในตำรับแป้งฝุ่นทั้งสองสูตรที่เตรียมเสร็จใหม่ๆคิดเป็น 0.83 และ 0.77 % ของปริมาณที่ควรมีตามทฤษฎี การที่ค่าที่ได้มีไม่ถึง 1 % ของค่าตามทฤษฎีไม่ได้เกิดจากการสลายตัวของ catechin เนื่องจากตัวอย่างที่ใช้วิเคราะห์เป็นตัวอย่างที่เตรียมใหม่ เมื่อพิจารณาย้อนไปถึงปัญหาในการวิเคราะห์ในตอนแรกเกิดจากเทคนิคการผสมแป้งกับน้ำเพื่อสกัด free catechin ออกมาไม่สมบูรณ์เท่ากันทุกครั้งค่าที่ได้จึงแตกต่างกัน เมื่อแก้ปัญหาโดยควบคุมเทคนิคการสกัดให้คงที่จึงได้ค่าการวิเคราะห์ที่คงที่ดังตารางที่ 26 และถ้าพิจารณาตารางที่ 26 จะเห็นว่าความเข้มข้นของ catechin อยู่ในระดับเดียวกับตารางที่ 32 แสดงว่าการวิเคราะห์นี้เชื่อถือได้ เพราะผลการวิเคราะห์เป็นไปในทางเดียวกัน จึงอาจสรุปได้ว่าวิธีวิเคราะห์นี้ใช้ได้เฉพาะการวิเคราะห์ free catechin หรือ available catechin เท่านั้น catechin ส่วนที่ไม่ available คือส่วนที่มี physical shield หรือ physical barrier ที่เป็นสารช่วยในตำรับแป้งฝุ่นมาเคลือบคลุมไว้ไม่ให้สัมผัสตัวทำละลายที่ใช้สกัด การวิเคราะห์ free catechin ใช้ในการประเมินความคงตัวของตำรับได้และใช้ในการควบคุมคุณภาพของแป้งฝุ่นได้เนื่องจากไม่ว่าในตำรับจะมี total catechin อยู่มากเท่าใดก็ไม่มีความหมายใดๆ เนื่องจากจะมีเพียงส่วนที่เป็น free catechin เท่านั้นเป็นส่วนที่ active พร้อมจะปลดปล่อยออกจากตำรับเมื่อทาแป้งฝุ่นลงบนผิวหนังแล้วมีเหงื่อออกมาช่วยละลาย free catechin เพื่อนำส่งเข้าสู่ผิวหนังต่อไป

จากการประเมินประสาทสัมผัสโดยให้กรรมการ 3 คน เปรียบเทียบแป้งฝุ่นสูตรที่ 14 และ 15 โดยให้เปรียบเทียบทีละสูตรเพื่อดูว่ามีความแตกต่างระหว่างแป้งที่เตรียมเสร็จใหม่ๆและแป้งที่เก็บไว้ในสภาวะเร่ง 6 เดือนหรือไม่ หัวข้อการประเมินเหมือนที่กล่าวแล้วข้างต้น ผลการประเมินแสดงในตารางที่ 33

ตารางที่ 33 การประเมินประสาทสัมผัสแป้งฝุ่นสูตร 14 และ 15 ที่เก็บไว้ในสภาวะเร่ง 6 เดือน

การประเมิน	ความแตกต่างระหว่างแป้งที่เตรียมเสร็จใหม่ๆและแป้งที่เก็บไว้ในสภาวะเร่ง 6 เดือน	
	สูตร 14	สูตร 15
สี	ไม่แตกต่าง	ไม่แตกต่าง
ความละเอียดของเนื้อแป้ง	ไม่แตกต่าง	ไม่แตกต่าง
ความลื่น	ไม่แตกต่าง	ไม่แตกต่าง
ความสามารถเคลือบคลุมผิว	ไม่แตกต่าง	ไม่แตกต่าง
การจับผิว	ไม่แตกต่าง	ไม่แตกต่าง
การซับซึม	ไม่แตกต่าง	ไม่แตกต่าง
ความเป็นนวลใย	ไม่แตกต่าง	ไม่แตกต่าง
การแผ่กระจายเมื่อลูบไล้	ไม่แตกต่าง	ไม่แตกต่าง

จากผลการทดลองดังกล่าวสรุปได้ว่าแป้งฝุ่นสูตรที่ 14 และ 15 มีความคงตัวดีทั้งทางกายภาพและเคมีและมีอายุการใช้ไม่ต่ำกว่า 2 ปี

3. การพัฒนาตำรับโลชั่น

3.1. การคัดเลือกสารช่วยในตำรับโลชั่น

ส่วนประกอบหลักในตำรับโลชั่นคือ สารสกัดชาเขียวซึ่งจะใช้ความเข้มข้น 1 % เนื่องจากสารสกัดมีส่วนประกอบที่มีฤทธิ์ฝาดสมาน (1-7) การเติมสารฝาดสมานในตำรับโลชั่นทำความสะอาดควรใช้ปริมาณที่น้อยเนื่องจากปริมาณสูงจะไปต้านฤทธิ์ (counteract) กับอำนาจการทำความสะอาดเพราะจะไปปิดรูขุมขนมากไปและทำให้ผิวหน้าตึงเกินไป (8) อีกกลุ่มคือสารช่วยอื่นๆ การคัดเลือกจะพิจารณาจากคุณสมบัติของสารและการประเมินคุณสมบัติทางกายภาพได้แก่ สี ความสามารถในการละลาย และการเข้ากันได้กับส่วนประกอบอื่น การทำความสะอาดผิวโดยการใช้น้ำเป็นวิธีที่ดีที่สุด เนื่องจากเป็นวิธีที่ง่ายที่สุด (8) นอกจากนี้สารสกัดชาเขียวสามารถละลายได้ดีในน้ำด้วย จึงเลือกใช้วิธีที่ใช้น้ำในการพัฒนาตำรับต่อไป และเนื่องจากมีรายงานการนำสารสกัดชาเขียวที่ความเข้มข้น 1.0% ไปใช้ในตำรับน้ำยาทำความสะอาด (9) จึงเลือกใช้ความเข้มข้น 1.0% ในการพัฒนาตำรับนี้

ในตำรับโลชั่นทำความสะอาดอาจเติมสารลงไปในน้ำเพื่อเพิ่มอำนาจในการทำความสะอาดได้แก่ สารลดแรงตึงผิว และ/หรือ แอลกอฮอล์ แอลกอฮอล์ในปริมาณ 20-40% ช่วยลดแรงตึงผิวทำให้ผิวหนังเปียกน้ำได้ง่ายขึ้น และช่วยให้โลชั่นมีอำนาจกำจัดไขมันอย่างอ่อน แอลกอฮอล์ในปริมาณ 30-35 % มีอำนาจดีเกือบเท่า 70-90% แต่ขจัดได้ช้ากว่า อย่างไรก็ตามควรใช้แอลกอฮอล์ปริมาณต่ำเพื่อหลีกเลี่ยงการระคายเคืองของผิว แอลกอฮอล์ที่นิยมใช้มี 2 ตัวคือ เอทธิลกับ ไอโซโพรพิลแอลกอฮอล์ ในตำรับโลชั่นทาหน้า (Face lotion) ที่ใช้ทาหน้าภายหลังการล้างด้วยครีมหรือโฟมเพื่อกระชับรูขุมขนซึ่งเปิดกว้างขณะล้างหน้า อาจเรียกอีกชื่อว่าโลชั่นปรับสภาพผิว (toners หรือ toning lotion) ปกติใช้ตามหลังการล้างหน้าและก่อนการใช้ครีมมอยซ์เจอร์ไรเซอร์ มีการใส่แอลกอฮอล์ทำให้มีฤทธิ์ฝาดสมานและฆ่าเชื้อโรคอย่างอ่อน มีฤทธิ์ขจัดไขมันอย่างอ่อนทำให้ผิวหน้าไม่เหนอะหนะ และการระเหยของแอลกอฮอล์หลังทาทำให้เกิดความรู้สึกสดชื่นเย็นสบาย อาจเติม glycerol, glycols และ sorbitol เพื่อทำให้ผิวชุ่มชื้นและไม่ตึง (smoothing effect) ด้วย(8)

สรุปส่วนประกอบอื่นของตำรับที่คัดเลือกมาใช้เป็นตัวหลักในการพัฒนาตำรับได้แก่ น้ำ เอธานอล และ propylene glycol

3.2. การพัฒนาตำรับโลชั่น

3.2.1. การหาปริมาณเอธานอลที่เหมาะสม

ทำการเตรียมโลชั่นที่มีสูตร (ร้อยละโดยน้ำหนัก) ดังตารางที่ 34 แล้วทำการประเมินโลชั่นสูตรต่างๆ โดยศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและ ทำการประเมินประสาทสัมผัสผลแสดงในตารางที่ 35

ตารางที่ 34 ตำรับโลชั่นสูตร 1 - 5

ส่วนประกอบ (ร้อยละ)	สูตร1	สูตร2	สูตร3	สูตร5	สูตร5
สารสกัดชาเขียว	1	1	1	1	1
เอธานอล	0	10	20	30	40
น้ำกลั่น q.s. to	100	100	100	100	100

เกณฑ์การให้คะแนนมี 2 ระดับคือผ่านกับไม่ผ่าน ใช้สัญลักษณ์ √ และ X ตามลำดับ เกณฑ์การประเมินเป็นดังนี้

ก. สี

เกณฑ์: สีชาอ่อนสวยงามน่าใช้

ข. ความใส

เกณฑ์: สารละลายใสไม่มีผงหรือตะกอนใดๆ

ค. กลิ่น

เกณฑ์: ไม่มีกลิ่นหรือมีกลิ่นอ่อนๆของชาและไม่มีกลิ่นฉุนของเอธานอล

ง. การระเหยแห้งหลังทา

เกณฑ์: สามารถระเหยแห้งได้อย่างรวดเร็วภายหลังการทา

ตารางที่ 35 ผลการประเมินประสาทสัมผัสตำรับโลชั่น

การประเมิน	สูตร1	สูตร2	สูตร3	สูตร4	สูตร5
สี	√	√	√	√	√
ความใส	√	√	√	√	√
กลิ่น	√	√	√	√	√
การระเหยแห้งหลังทา	X	X	X	√	√

จากผลการทดลองพบว่าสารสกัดชาเขียวสามารถละลายได้ดีในสารละลายที่มีเอธานอลตั้งแต่ 0- 40 % ที่ใช้ในการวิจัย แต่สารละลายที่มีเอธานอลในปริมาณที่ต่ำกว่า 20 % มีลักษณะแห้งช้าภายหลังการใช้ และการมีเอธานอลในความเข้มข้นต่ำกว่า 20 % จะไม่สามารถป้องกันการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ในตำรับได้ นอกจากนี้พบว่าในโลชั่นทาหน้าทั่วไปจะมีเอธานอลอยู่ในความเข้มข้น 30 - 40% แต่การใช้เอธานอลในปริมาณมากอาจจะทำให้ผิวแห้งได้ จึงได้พิจารณาเลือกใช้เอธานอลที่ความเข้มข้น 30 % ในการพัฒนาตำรับต่อไป

3.2.2. การหาปริมาณ propylene glycol ที่เหมาะสม

ทำการเตรียมโลชั่นที่มีสูตร (ร้อยละโดยน้ำหนัก) ดังตารางที่ 36 แล้วทำการประเมินโลชั่นสูตรต่างๆ โดยศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและ ทำการประเมินประสาทสัมผัส ผลแสดงในตารางที่ 37

ตารางที่ 36 ตำรับโลชั่น สูตร 6 - 10

ส่วนประกอบ (ร้อยละ)	สูตร6	สูตร7	สูตร8	สูตร9	สูตร10
สารสกัดชาเขียว	1	1	1	1	1
Propylene glycol	1	3	5	7	9
เอธานอล	30	30	30	30	30
น้ำกลั่น q.s. to	100	100	100	100	100

เกณฑ์การให้คะแนนมี 2 ระดับคือผ่านกับไม่ผ่าน ใช้สัญลักษณ์ √ และ X ตามลำดับ เกณฑ์การประเมินในเรื่อง สี ความใส กลิ่น การระเหยแห้งหลังทา เหมือนที่กล่าวแล้วข้างต้น มีเพิ่มดังนี้

จ. ความรู้สึกเหนอะหนะหลังทา

เกณฑ์: ไม่มีความรู้สึกเหนอะหนะหลังทา

ตารางที่ 37 ผลการประเมินประสาทสัมผัสตำรับโลชั่น

การประเมิน	สูตร6	สูตร7	สูตร8	สูตร9	สูตร10
สี	√	√	√	√	√
ความใส	√	√	√	√	√
กลิ่น	√	√	√	√	√
การระเหยแห้งหลังทา	√	√	√	√	√
ความรู้สึกเหนอะหนะหลังทา	√	√	X	X	X

จากผลการทดลองพบว่าทุกสูตรให้สารละลายใส การใช้ propylene glycol ในปริมาณมาก (9%) จะทำให้เกิดความรู้สึกเหนอะหนะภายหลังการทา เมื่อลดปริมาณ propylene glycol ลงความรู้สึกเหนอะหนะภายหลังการทาก็จะลดลงด้วย พบว่าการใช้ propylene glycol ในปริมาณ 1 และ 3 % จะทำให้เกิดความรู้สึกเหนอะหนะภายหลังการทาเพียงเล็กน้อยและความรู้สึกดังกล่าวจะหมดไปภายในเวลาไม่นานหลังการทา การเติม propylene glycol มีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยทำให้ผิวชุ่มชื้นและไม่ตึง (smoothing effect) แต่ไม่ควรใช้ในความเข้มข้นสูงมากเกินไปเพราะจะดูดความชื้นจากผิวหนังออกมาทำให้เกิดผลตรงข้ามกับความประสงค์ จากผลการทดลองในตำรับที่ใช้ propylene glycol ในปริมาณ 1 และ 3 % ให้ผลไม่แตกต่างกัน เนื่องจากความเข้มข้นที่ใช้ทั่วไปในการเป็น humectant อาจสูงได้ถึง 15 % (10) จึงเลือกใช้ propylene glycol ในปริมาณ 3 % ในการพัฒนาตำรับต่อไป

3.2.3. การหาปริมาณเมนทอลที่เหมาะสม

จากผลการทดลองในข้อ 3.2.2. พบว่าการใส่ propylene glycol ในปริมาณ 3 % จะทำให้เกิดความรู้สึกเหนอะหนะภายหลังการทาเพียงเล็กน้อย แม้ความรู้สึกดังกล่าวจะหมดไปภายในเวลาไม่นานหลังการทา แต่หากปรับปรุงตำรับให้ความรู้สึกเหนอะหนะดังกล่าวลดลงหรือหายไปได้จะทำให้โลชั่นน่าใช้มากขึ้น จึงพิจารณานำเมนทอลมาทดลองใช้ เนื่องจากเมนทอลให้ความรู้สึกเย็นที่ผิวภายลังการทาอาจจะช่วยกลบความรู้สึกเหนอะหนะจากผลของ propylene glycol ได้ ได้ทำการเตรียมโลชั่นที่มีสูตร (ร้อยละโดยน้ำหนัก) ดังตารางที่ 38 แล้วทำการประเมินโลชั่นสูตรต่างๆโดยศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและ ทำการประเมินประสาทสัมผัสผลแสดงในตารางที่ 39

ตารางที่ 38 ตำรับโลชั่นสูตร11 - 15

ส่วนประกอบ (ร้อยละ)	สูตร11	สูตร12	สูตร13	สูตร14	สูตร15
สารสกัดชาเขียว	1	1	1	1	1
Propylene glycol	3	3	3	3	3
เอธานอล	30	30	30	30	30
เมนทอล	0.05	0.10	0.25	0.50	1.00
น้ำกลั่น q.s. to	100	100	100	100	100

เกณฑ์การให้คะแนนมี 2 ระดับคือผ่านกับไม่ผ่าน ใช้สัญลักษณ์ √ และ X ตามลำดับ เกณฑ์การประเมินในเรื่อง สี ความใส กลิ่น การระเหยแห้งหลังทา ความรู้สึกเหนอะหนะหลังทา เหมือนที่กล่าวแล้วข้างต้น มีเพิ่มดังนี้

ฉ. ความรู้สึกแสบในบริเวณที่ทา

เกณฑ์: ไม่มีความรู้สึกแสบในบริเวณที่ทา

ช. ความรู้สึกเย็นภายหลังการทา

เกณฑ์: มีความรู้สึกเย็นภายหลังการทา

ตารางที่ 39 ผลการประเมินประสาทสัมผัสตำรับโลชั่น

การประเมิน	สูตร11	สูตร12	สูตร13	สูตร14	สูตร15
สี	√	√	√	√	√
ความใส	√	√	√	√	√
กลิ่น	√	√	√	√	√
การระเหยแห้งหลังทา	√	√	√	√	√
ความรู้สึกเหนอะหนะหลังทา	√	√	√	√	√
ความรู้สึกแสบในบริเวณที่ทา	√	X	X	X	X
ความรู้สึกเย็นภายหลังการทา	√	√	√	√	√

จากผลการทดลองพบว่าทุกสูตรให้สารละลายใสและการใช้เมนทอลในปริมาณมากจะทำให้เกิดความรู้สึกแสบในบริเวณที่ทา เมื่อลดปริมาณเมนทอลลงความรู้สึกแสบในบริเวณที่ทาก็จะลดลงด้วย พบว่าการใช้เมนทอลในปริมาณ 0.05 % จะไม่มีความรู้สึกแสบในบริเวณที่ทา แต่ทำให้เกิดความรู้สึกเย็นสบายภายหลังการทาจนไม่รู้สึกเหนอะหนะ เนื่องจากมี propylene glycol ในตำรับเลย จึงเลือกใช้ เมนทอลในปริมาณ 0.05 % ในการพัฒนาตำรับต่อไป

3.2.4.การเติมสารช่วยอื่นๆ

ทำการเตรียมโลชั่นที่มีสูตร (ร้อยละโดยน้ำหนัก) ดังตารางที่ 40 แล้วทำการประเมินโลชั่นสูตรต่างๆ โดยศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและ ทำการประเมินประสาทสัมผัสผลแสดงในตารางที่ 41

ตารางที่ 40 ตำรับโลชั่นสูตร16 - 21

ส่วนประกอบ (ร้อยละ)	สูตร16	สูตร17	สูตร18	สูตร19	สูตร20	สูตร21
สารสกัดชาเขียว	1	1	1	1	1	1
propylene glycol	-	3	3	3	3	3
เอธานอล	-	30	30	30	30	30
เมนทอล	-	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
allantoin	-	-	0.05	0.05	0.05	0.05
EDTA	-	-	-	0.01	0.01	0.01
salicylic acid	-	-	-	-	0.5	0.5
SLS	-	-	-	-	-	0.3
น้ำกลั่น q.s. to	100	100	100	100	100	100

เกณฑ์การให้คะแนนมี 2 ระดับคือผ่านกับไม่ผ่าน ใช้สัญลักษณ์ √ และ X ตามลำดับ เกณฑ์การประเมินเหมือนที่กล่าวแล้วข้างต้น

ตารางที่ 41 ผลการประเมินประสาทสัมผัสตำรับโลชั่น ที่เวลาเริ่มต้น / หลังเก็บไว้ 3 วัน

การประเมิน	ที่เวลาเริ่มต้น - หลังเก็บไว้ 3 วัน					
	สูตร16	สูตร17	สูตร18	สูตร19	สูตร 20	สูตร 21
สี	√ - X	√ - X	√ - X	√ - X	√ - X	√ - X
ความใส	√ - X	√ - X	√ - X	√ - X	√ - X	√ - √
กลิ่น	√ - √	√ - √	√ - √	√ - √	√ - √	√ - √
การระเหยแห้งหลังทา	X - X	√ - √	√ - √	√ - √	√ - √	√ - √
ความรู้สึกเหนอะหนะหลังทา	√ - √	√ - √	√ - √	√ - √	√ - √	√ - √
ความรู้สึกแสบในบริเวณที่ทา	√ - √	√ - √	√ - √	√ - √	√ - √	√ - √
ความรู้สึกเย็นภายหลังการทา	X - X	√ - √	√ - √	√ - √	√ - √	√ - √

จากตารางที่ 41 ผลการประเมินลักษณะทางกายภาพของตำรับโลชั่นที่เวลาเริ่มต้นพบว่า สูตร16 ที่เป็นcontrol มีสีชา(น้ำตาลอ่อนอมเขียว)เข้มกว่าสูตรอื่นๆเล็กน้อย สูตร17, 18, 19, 20 และ 21 มีสีชาอ่อน(น้ำตาลอ่อนอมเขียว) เหมือนกัน หลังเก็บไว้ 3 วันที่อุณหภูมิห้องในสภาวะที่มีแสงและไม่มีแสงพบว่าให้ผลไม่แตกต่างกันดังนี้

สูตร16 ที่เป็นcontrol สีของสารละลายเปลี่ยนจากสีชาอ่อน(น้ำตาลอ่อนอมเขียว)เป็นน้ำตาลอมแดง และพบมีตะกอนสีน้ำตาลนอนก้นด้วย แสดงว่าการนำสารสกัดชามาละลายน้ำแล้วเก็บไว้ สารละลายจะเกิดการเสื่อมสภาพ จะต้องมีการพัฒนาตำรับให้มีความคงตัวดีขึ้น

สูตร 17, 18 และ 19 สีของสารละลายเปลี่ยนจากสีชาอ่อน(น้ำตาลอ่อนอมเขียว)เป็นน้ำตาลอมแดง ที่ความเข้มของสีเท่ากับสูตร16 ที่เป็นcontrol แต่สารละลายยังใส ไม่พบตะกอนสีน้ำตาลนอนก้น พบตะกอนสีขาวปริมาณเล็กน้อยจนสังเกตแทบไม่เห็น

สูตร 20 และ 21 สีของสารละลายเปลี่ยนจากสีชาอ่อน(น้ำตาลอ่อนอมเขียว)เป็นน้ำตาลอมแดงที่ความเข้มของสีเท่ากันแต่น้อยกว่า สูตร16 ที่เป็นcontrol แต่สารละลายของ สูตร 21 ยังใส ไม่พบตะกอน ขณะที่ สูตร 20 พบตะกอนสีขาวปริมาณเล็กน้อยจนสังเกตแทบไม่เห็น ที่เป็นเช่นนี้อธิบายได้ว่าเกิดจาก solubilization effect ของ SLS เนื่องจากสูตร 21มีการเติม 0.3 % SLS ลงไปในตำรับจึงช่วยเพิ่มการละลายของสารสกัดชา ไม่ตกตะกอนออกมาเมื่อตั้งทิ้งไว้

หลังเก็บไว้ 5 วันที่อุณหภูมิห้องในสภาวะที่มีแสงและไม่มีแสงพบว่าให้ผลไม่แตกต่างกันเช่นเดิมแต่พบว่าสีน้ำตาลแดงของทุกสูตรเข้มขึ้นเมื่อเวลาผ่านไปในอัตราที่แตกต่างกันกล่าวคือ สูตรที่ 17, 18 และ 19 มีสีเข้มเป็นสองเท่าของสูตร 20 และ 21 เนื่องจากเมื่อนำ สูตร 17, 18 และ 19 ไปเจือจางด้วยน้ำในอัตราส่วน 1:1 จะได้สารละลายที่มีสีเข้มเท่ากันกับสีของสูตร 20 และ 21 ที่เป็นเช่นนี้อธิบายได้ว่าเกิดจาก pH effect เนื่องจากสูตร 20 และ 21มีการเติม 0.5 % salicylic acid ลงไปในตำรับ เมื่อนำไปวัด pH พบว่า สูตร 17, 18 และ 19 มีค่าเท่ากันคือ 6 ส่วน สูตร 20 และ 21 มีค่า 3 นอกจากนี้พบว่าสารละลายที่ได้จากการเจือจางสูตร 19 ที่ตั้งทิ้งไว้ 24 ชั่วโมงในขวดแก้วปิดสนิทมีสีเข้มขึ้นจนสังเกตเห็นได้ชัด ในขณะที่สีของสารละลายสูตร 19 และสูตรอื่นๆ ที่ไม่ได้เจือจางยังไม่เปลี่ยนแปลงจนสังเกตได้ แสดงให้เห็นว่าการเจือจางด้วยน้ำเท่าตัวทำให้ส่วนประกอบต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง EDTA ลดลง 50% ซึ่งความเข้มข้นดังกล่าวไม่เพียงพอที่จะทำให้สีของสารละลายคงตัวไว้ได้และการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นจนสังเกตได้ชัดภายในเวลา 24 ชั่วโมง

หลังเก็บไว้ 6 วันที่อุณหภูมิห้องในสภาวะที่มีแสงและไม่มีแสงพบว่า สูตร16 ที่เป็นcontrol มีราขึ้นมีลักษณะเป็นเส้นใยสีขาวลอยอยู่ที่ผิวหน้าสารละลาย ส่วนสูตรอื่นไม่มีราขึ้นเนื่องจากมีเอธานอลอยู่ในตำรับในความเข้มข้นที่เพียงพอที่จะยับยั้งการเจริญของเชื้อราดังกล่าวได้

หลังเก็บไว้ 1 เดือนที่อุณหภูมิห้องในสภาวะที่มีแสงและไม่มีแสงจะเริ่มเห็นความแตกต่างของสีสารละลายที่เก็บในสภาวะที่ต่างกัน โดยสีของสารละลายที่เก็บในสภาวะที่มีแสงจะเข้มกว่าที่ไม่มีแสงเล็กน้อย

จากผลการทดลองสรุปได้ว่าไม่สามารถนำสารสกัดชามาละลายน้ำแล้วเก็บไว้ใช้ เนื่องจากสารละลายจะเกิดการเสื่อมสภาพ กล่าวคือจะสูญเสียความคงตัวทางกายภาพและเคมีภายใน 3 วัน และจะสูญเสียความคงตัวทางจุลชีววิทยาภายใน 6 วันหลังการเตรียม ดังนั้นต้องมีการพัฒนาตำรับให้มีความคงตัวดีขึ้นและกำหนดวิธีเก็บรักษาสารละลายให้ชัดเจนว่าควรเก็บให้พ้นแสง จากผลการทดลองพบว่าการเติม 0.05 % allantoin ไม่มีผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพของตำรับ allantoin มีฤทธิ์ซ่อมแซมผิว สมานแผลทำให้ผิวนุ่มเรียบและมีฤทธิ์ลอกเซลผิว (keratolytic) อย่างอ่อน (8) ดังนั้นจึงเลือกใช้ 0.05 % allantoin ในการพัฒนาตำรับต่อไป

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าสารสกัดชาเกิดการเสื่อมสลายทางกายภาพและเคมีด้วยการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น ซึ่งสังเกตได้จากสีของสารละลายที่เปลี่ยนจากน้ำตาลอ่อนอมเขียวเป็นน้ำตาลแดงที่เข้มขึ้นเรื่อยๆ นอกจากนี้ยังยืนยันได้จากการเติม EDTA (ethylenediaminetetraacetic acid) ลงไปแล้วพบการเปลี่ยนแปลงดังได้กล่าวแล้วข้างต้น EDTA เป็น chelating agent ที่จะไปจับกับโลหะหนักหรือ alkaline earth เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่ละลายน้ำได้ การที่ต้องการกำจัดอิออนเหล่านี้ออกจากสารละลายเนื่องจากอิออนของโลหะหนักเหล่านี้เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชั่น ความเข้มข้นที่ใช้ปกติอยู่ในช่วง 0.005 – 0.1 % แต่จากผลการทดลองดังได้กล่าวแล้วข้างต้นพบว่าถ้าลดความเข้มข้นของ EDTA จาก 0.01 % เป็น 0.005 % (= 0.01 /2)นั้นไม่เพียงพอ จึงยังคงเลือกใช้ความเข้มข้น 0.01 % ต่อไป เมื่อเปรียบเทียบสูตร 16 –21 พบว่าสูตร 21 มีคุณสมบัติทางกายภาพคือสีของสารละลายดีกว่าสูตรอื่น เมื่อนำสูตรที่ 21 ไปวิเคราะห์ปริมาณ catechin ด้วยวิธี HPLC พบว่า มี catechin เหลืออยู่ 95.73$\pm$0.81 % ของปริมาณเริ่มต้นภายหลังการเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องในสภาวะมีแสงเป็นเวลา 8 วัน และเหลือ 85.65$\pm$6.43 % ของปริมาณเริ่มต้นภายหลังการเก็บไว้ที่

อุณหภูมิห้องในสภาวะมีแสงเป็นเวลา 43 วัน การใช้ 0.5 %salicylic acid ในสูตรที่ 21 เนื่องจากพบว่าในโลชั่นที่ใช้ทำความสะอาดผิวนิยมใส่ salicylic acid ในปริมาณ 2 % แต่จากการพิจารณาค่าความเป็นกรดด่างของสารสกัดชาในสูตรที่ 16 จะเห็นว่าสารละลายของสารสกัดชามีคุณสมบัติเป็นกรดอ่อนๆอยู่แล้ว หากจะเติมกรดลงไปอีกคงจะต้องใช้ในปริมาณต่ำๆ เพื่อไม่ให้ตำรับมีความเป็นกรดสูงเกินไปและเห็นว่า salicylic acid ในปริมาณ 2 % นับว่าสูงไป จึงได้ทดลองใช้ salicylic acid ในปริมาณ 0.5 % เนื่องจากมีรายงานว่าเพียงพอที่ใช้ในตำรับผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดผิว (11) อย่างไรก็ตามสูตรที่ 21 ที่ได้ก็ยังมีความเป็นกรดสูงเกินไปคือมีค่าประมาณ 3 ไม่เหมาะที่จะนำมาทาผิว จึงสรุปว่าการเติม salicylic acid ในปริมาณ 0.5 % ไม่เหมาะสม และทำการพัฒนาตำรับต่อดังตารางที่ 42

ตารางที่ 42 ตำรับโลชั่นสูตร 22 - 24

ส่วนประกอบ (ร้อยละ)	สูตร22	สูตร23	สูตร24
สารสกัดชาเขียว	0.5	0.5	0.5
propylene glycol	3	3	3
เอธานอล	30	30	30
เมนทอล	0.05	0.05	0.05
allantoin	0.05	0.05	0.05
EDTA	-	0.01	0.01
SLS	-	-	0.3
น้ำกลั่น q.s. to	100	100	100

เกณฑ์การให้คะแนนมี 2 ระดับคือผ่านกับไม่ผ่าน ใช้สัญลักษณ์ √ และ X ตามลำดับ เกณฑ์การประเมินเหมือนที่กล่าวแล้วข้างต้น

ตารางที่ 43 ผลการประเมินประสาทสัมผัสตำรับโลชั่น ที่เวลาเริ่มต้น / หลังเก็บไว้ 3 วัน

การประเมิน	ที่เวลาเริ่มต้น - หลังเก็บไว้ 3 วัน		
	สูตร22	สูตร23	สูตร24
สี	√ - X	√ - X	√ - X
ความใส	√ - X	√ - X	√ - X
กลิ่น	√ - √	√ - √	√ - √
การระเหยแห้งหลังทา	√ - √	√ - √	√ - √
ความรู้สึกเหนอะหนะหลังทา	√ - √	√ - √	√ - √
ความรู้สึกแสบในบริเวณที่ทา	√ - √	√ - √	√ - √
ความรู้สึกเย็นภายหลังการทา	√ - √	√ - √	√ - √

จากตารางที่ 42 เป็นการปรับความเข้มข้นของสารสกัดชาให้ลดลง 50 % คือใช้ความเข้มข้นที่ 0.5 % เนื่องจากต้องการศึกษาว่าความเข้มของสีสารละลายที่เข้มขึ้นเมื่อเวลาผ่านไปนั้นมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณสารสกัดชาที่ใช้หรือไม่ หลังเก็บไว้ 3 วันในสภาวะที่มีและไม่มีแสงพบว่าสีของสารละลายเปลี่ยนจากสีชาอ่อน(น้ำตาลอ่อนอมเขียว)เป็นน้ำตาลอมแดง และพบว่าสารละลายที่เก็บในสภาวะไม่มีแสงสีอ่อนกว่าสารละลายที่เก็บในสภาวะมีแสงเล็กน้อย เมื่อเปรียบเทียบสีของสารละลายสูตร 23 กับ สูตร 19 พบว่าสีของสารละลายสูตร 19 เข้มกว่าสูตร23 เท่าตัว แสดงว่าการที่

สารละลายมีสีเข้มขึ้นเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของสารสกัดชา ไม่ใช่การเปลี่ยนแปลงของส่วนประกอบอื่นในตำรับและความเข้มของสีสารละลายที่เข้มขึ้นเมื่อเวลาผ่านไปนั้นมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณสารสกัดชาที่ใช้ สีของสูตรที่ใช้สารสกัดชา 0.5 % แม้จะอ่อนกว่าสูตรที่ใช้สารสกัดชา 1.0 % ก็ยังดูไม่น่าใช้ สำหรับสูตรที่23 และ 24 มีสีอ่อนกว่าสูตรที่ 22 แสดงว่าการเติม EDTA มีผลช่วยลดการเสื่อมสลายของสารสกัดชาได้ ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับผลการทดลองที่ได้กล่าวแล้วข้างต้น อย่างไรก็ตามพบว่าหลังจากเก็บไว้ พบตะกอนเล็กน้อยในสูตร 23 และ 24 ด้วย แต่ตะกอนมีปริมาณน้อยมากจนแทบไม่สังเกตเห็น ผลการทดลองนี้แตกต่างจากที่กล่าวข้างต้นที่พบว่า SLS ช่วยการละลายของผงยา เพราะถ้าเป็นเช่นนั้นสูตร 24 จะต้องไม่มีตะกอนเกิดขึ้นเพราะมี SLS ในตำรับ ที่เป็นเช่นนี้สันนิษฐานได้อีกทางหนึ่งว่าอาจเกิดจากลักษณะของสารสกัดที่นำมาใช้ อาจมีบางส่วนที่ไม่ละลายน้ำปะปนมาด้วย แต่ปะปนอยู่ในปริมาณน้อยมากจนพบได้เป็นบางครั้งก็เป็นได้ เมื่อทำการวิเคราะห์ปริมาณ catechin ด้วยวิธี HPLC พบว่าสูตรที่ 22, 23 และ 24 มีปริมาณ catechin 108.84±1.52%, 104.83±0.37% และ 107.28±1.97% ของปริมาณเริ่มต้นภายหลังการเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องในสภาวะที่มีแสงเป็นเวลา 3 วันตามลำดับ และเมื่อครบ 38 วันมีปริมาณ catechin เหลืออยู่ 87.42±5.88%, 86.66 ±0.01% และ 96.85±4.44% ของปริมาณเริ่มต้น หรือถ้าเปรียบเทียบปริมาณ catechin ที่เวลาการเก็บ 3 วัน กับ 38 วัน จะพบว่าที่ 38 วัน สูตรที่ 22, 23 และ 24 มี catechin คิดเป็น 80.32%, 82.67% และ 90.28% ของปริมาณที่มีที่เวลาการเก็บ 3 วันตามลำดับ จะเห็นว่าสูตรที่ 22 มีความคงตัวต่ำที่สุดเนื่องจากในตำรับไม่มี EDTA นั่นเอง สำหรับค่า pH ของทั้ง 3 สูตรอยู่ในช่วง 4.0 –4.5 จากผลการทดลองที่กล่าวมาสรุปได้ว่าควรเติมสารช่วยชนิดอื่นอีกเพื่อช่วยเพิ่มความคงตัวของสารละลาย หรืออีกนัยหนึ่งคือเพื่อป้องกันไม่ให้สีสารละลายเข้มขึ้นเมื่อเก็บไว้ จึงทำการพัฒนาตำรับต่อดังตารางที่ 44 และผลดังตารางที่ 45

ตารางที่ 44 ตำรับโลชั่นสูตร25 - 29

ส่วนประกอบ (ร้อยละ)	สูตร25	สูตร26	สูตร27	สูตร28	สูตร29
สารสกัดชาเขียว	1	1	1	1	1
propylene glycol	3	3	3	3	3
เอธานอล	30	30	30	30	30
เมนทอล	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
allantoin	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
EDTA	-	0.01	0.01	0.01	0.01
SLS	-	-	-	0.3	0.3
citric acid	-	-	0.1	0.1	0.2
sodium sulfite	-	0.1	0.1	-	-
น้ำกลั่น q.s. to	100	100	100	100	100

เกณฑ์การให้คะแนนมี 2 ระดับคือผ่านกับไม่ผ่าน ใช้สัญลักษณ์ √ และ X ตามลำดับ เกณฑ์การประเมินเหมือนที่กล่าวแล้วข้างต้น

ตารางที่ 45 ผลการประเมินประสาทสัมผัสตำรับโลชั่นสูตร 25 - 29 ที่เวลาเริ่มต้น / หลังเก็บไว้ 32 วัน

การประเมิน	ที่เวลาเริ่มต้น - หลังเก็บไว้ 32 วัน				
	สูตร25	สูตร26	สูตร27	สูตร28	สูตร29
สี	√ - X	√ - √	√ - √	√ - X	√ - X
ความใส	√ - √	√ - √	√ - √	√ - √	√ - √
กลิ่น	√ - √	√ - √	√ - √	√ - √	√ - √
การระเหยแห้งหลังทา	√ - √	√ - √	√ - √	√ - √	√ - √
ความรู้สึกเหนอะหนะหลังทา	√ - √	√ - √	√ - √	√ - √	√ - √
ความรู้สึกแสบในบริเวณที่ทา	√ - √	√ - √	√ - √	√ - √	√ - √
ความรู้สึกเย็นภายหลังการทา	√ - √	√ - √	√ - √	√ - √	√ - √

ผลการทดลองพบว่าเมื่อเตรียมเสร็จใหม่ๆสูตรที่ 26 มีสีชาเข้มที่สุด รองลงมาคือสูตร 25 และ 28 ซึ่งมีความเข้มของสีเท่ากัน รองลงมาคือสูตร29 สำหรับสูตรที่ 27 มีสีชาอ่อนที่สุด เมื่อเก็บไว้ในสภาวะมีแสงเป็นเวลา 32 วันพบว่าสีของสูตรที่ 25 เข้มที่สุดรองลงมาคือสูตร 28และ29ซึ่งมีสีเท่ากัน รองลงมาคือสูตร26 และสีอ่อนที่สุดคือสูตร 27 ความเข้มของสีสูตร 26 และ 27 อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ส่วนสูตรอื่นๆมีสีเข้มจนแลดูไม่น่าใช้ ผลจากการวิเคราะห์ปริมาณ catechin แสดงในตารางที่ 46

ตารางที่ 46 ผลการวิเคราะห์ตำรับโลชั่นหลังเก็บไว้ 32 วัน

สูตร	pH (n=2)	ปริมาณ catechin (% ของปริมาณเริ่มต้น) (n=2)
25	4.52±0.31	98.72±0.25
26	5.02±0.32	113.11±1.24
27	4.58±0.15	113.70±7.93
28	4.73±0.08	106.79±4.50
29	4.41±0.17	102.72±1.66

จากการวิเคราะห์ปริมาณ catechin พบว่า โลชั่นมีปริมาณ catechin เหลืออยู่มากกว่า 90% ของปริมาณเริ่มต้นทุกสูตร แต่สีของสารละลายสูตรที่ 25 , 28, และ 29 เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเข้มไม่น่าใช้ สีของสูตรที่ 26 และ 27 อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้เนื่องจากสูตรดังกล่าวมีการเติมสารต้านออกซิเดชั่น สูตรที่ 27 มีสีอ่อนที่สุดเนื่องจากมี citric acid ซึ่งทำหน้าที่เป็น pH adjusting/ buffering agent และ chelating agent ด้วยทำให้ความคงตัวของตำรับดีขึ้น และค่า pH ของสูตรที่ 27 อยู่ในช่วงเป็นกรดอ่อนๆซึ่งเหมาะสมกับผิวหนังด้วย นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบสูตร28 กับ 29 พบว่ามีความคงตัวไม่แตกต่างกัน แสดงว่าการเพิ่มปริมาณ citric acid ไม่มีผลเพิ่มความคงตัวของตำรับ แต่จะทำให้ความเป็นกรดเพิ่มขึ้นจนไม่เหมาะสมที่จะใช้กับผิวหนังได้ จึงสรุปเลือกสูตรที่ 27 เป็นสูตรที่จะนำไปศึกษาในสภาวะเร่งต่อไป

3.3. การศึกษาความคงตัวของตำรับโลชั่น

เนื่องจากโลชั่นสูตรที่เลือกใช้มีเอธานอลในปริมาณสูงถึง 30% ของตำรับ จึงได้ปรับเปลี่ยนสภาวะการเก็บรักษาในการทดสอบความคงตัวจาก 40 องศาเซลเซียส เป็น 25 องศาเซลเซียสในที่ไม่มีแสง และเพิ่มอีกสภาวะที่ 8 องศาเซลเซียสโดยเก็บในตู้เย็น ผลการทดสอบ 2 เดือนแรกพบว่าโลชั่นที่เก็บทั้งสองสภาวะมีความคงตัวทางกายภาพดี มีลักษณะเป็นของเหลวใส มีสีและกลิ่นชาอ่อนๆ ผลการประเมินประสาทสัมผัสตำรับโลชั่นผ่านทุกข้อ การวิเคราะห์ทางเคมีหลังการเก็บเป็นเวลา 6 เดือนดังแสดงในตารางที่ 47

ตารางที่ 47 ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญของโลชั่นที่เก็บไว้ 6 เดือน (% ของปริมาณเริ่มต้น mean±SD, n=2)

เวลา (เดือน)	สารสำคัญ	สภาวะการเก็บ	
		8 องศาเซลเซียส	25 องศาเซลเซียส
1	Catechin	102.39±1.70	98.92±2.92
	EC	101.23±2.07	98.54±1.34
	EGCG	107.27±2.81	104.24±1.94
	ECG	107.68±1.19	108.18±0.24
2	Catechin	99.48±0.01	96.41±0.33
	EC	99.89±0.57	96.77±0.71
	EGCG	108.55±0.24	105.65±0.23
	ECG	108.25±0.45	104.79±0.04
3	Catechin	63.02±56.52	95.49±0.19
	EC	102.44±2.00	95.05±0.20
	EGCG	109.78±2.96	102.62±1.82
	ECG	110.03±3.41	110.03±3.41
4	Catechin	101.60±1.62	94.80±3.85
	EC	99.63±1.79	90.85±4.50
	EGCG	105.85±0.73	102.62±1.82
	ECG	108.63±0.61	104.24±1.92
6	Catechin	101.74±0.55	85.18±2.71
	EC	99.63±1.79	77.84±2.12
	EGCG	105.85±0.73	72.60±3.05
	ECG	108.63±0.61	91.97±2.56

จากผลการทดลองพบว่าโลชั่นมีความคงตัวทางกายภาพและเคมีดีเมื่อเก็บไว้ที่ 8 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 6 เดือน อย่างไรก็ตามพบว่าโลชั่นมีความคงตัวทางกายภาพและเคมีดีเมื่อเก็บไว้ที่ 25 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 4 เดือน หลังจากนั้นปริมาณสารสำคัญ 3 ชนิดจากทั้งหมด 4 ชนิด ได้แก่ catechin EC และ EGCG มีค่าลดลงต่ำกว่า 90 %ของปริมาณเริ่มต้น จะเห็นได้ว่าตำรับสารสกัดชาโลชั่นเกิดการเสื่อมสลายได้ง่ายในที่มีอุณหภูมิสูง แม้อุณหภูมิเพียง 25 องศาเซลเซียสก็ยังเก็บไว้ได้เป็นเวลาเพียงแค่ 4 เดือน จึงไม่มีความจำเป็นที่จะทำการทดลองเก็บที่อุณหภูมิสูงกว่านี้

4. การพัฒนาตำรับเจล

4.1. การคัดเลือกสารช่วยในตำรับเจล

สารก่อเจลที่นิยมใช้คือ สารกลุ่ม carbopols และสารกลุ่มที่เป็นอนุพันธุ์เซลลูโลส แต่เนื่องจากการเตรียมเจลจาก carbopols ต้องมีขั้นตอนการสะเทินด้วยด่างเพื่อให้เจลมีเนื้อใสและมีความหนืดสูงขึ้น ซึ่งอาจมีผลต่อสีของสารสกัดชา เนื่องจากผลการทดลองพัฒนาตำรับโลชั่นพบว่าสารสกัดชาจะมีสีเข้มขึ้นที่ pH ช่วงที่เป็นด่าง นอกจากนี้ มีรายงานว่า carbopols เข้ากันไม่ได้กับสาร กลุ่ม phenolด้วย จึงมีความเป็นไปได้ที่จะเข้ากันไม่ได้กับสาร catechin ในสารสกัดชาที่ใช้ในการศึกษานี้ และตามปกติเจลที่เตรียมจาก carbopols ควรเก็บในภาชนะปิดสนิทป้องกันแสงและควรมีการเติมสารต้านออกซิเดชั่นด้วยเพื่อป้องกันไม่ให้ความหนืดลดลง (10) แสดงว่าเจลที่ได้จาก carbopols มีจุดอ่อนเหมือนสารสกัดชา ไม่ควรนำมาใช้ร่วมกันจะทำให้ตำรับที่ได้มีความคงตัวต่ำยิ่งขึ้นไปอีก สำหรับสารกลุ่มที่เป็นอนุพันธุ์เซลลูโลสมีทั้งชนิดที่ละลายน้ำได้และไม่ได้ จะพิจารณาเฉพาะที่ละลายน้ำได้คือ methylcellulose และ sodium carboxymethylcellulose (SCMC) ได้พิจารณาเลือก SCMC มาศึกษาเพราะมีคุณสมบัติละลายน้ำได้ดี ให้สารละลายใส และละลายน้ำร้อนได้ดีมากอีกด้วย

4.2. การพัฒนาตำรับเจล

ความเข้มข้นของ SCMC ที่ใช้ในการเตรียมเจลอยู่ในช่วง 2-6% ทำการศึกษาหาความเข้มข้นที่เหมาะสม ทำการเตรียมเจลตามตารางที่ 48 ผลดังตารางที่ 49

ตารางที่ 48 ตำรับเจลสูตร1 - 4

ส่วนประกอบ (ร้อยละ)	สูตร1	สูตร2	สูตร3	สูตร4
SCMC	2	3	4	6
สารสกัดชา	1	1	1	1
SLS	1	1	1	1
น้ำกลั่น q.s. to	100	100	100	100

ตารางที่ 49 ผลการประเมินตำรับเจล

สูตร	ลักษณะทางกายภาพ
สูตร1	ได้ของเหลวมีความหนืดต่ำ เมื่อเทไหลได้ดี มีฟองอากาศกระจายอยู่ในเนื้อเจลสีชาอ่อนทำให้ดูเจลขุ่น เมื่อตั้งทิ้งไว้ 1 ช.ม. ฟองลอยขึ้นไปอยู่ที่ผิวหน้า ส่วนล่างเป็นเจลใสสีชาอ่อน
สูตร2	ได้ของเหลวมีความหนืดปานกลาง เมื่อเทไหลได้ช้ากว่าสูตร 1 มีฟองอากาศกระจายอยู่ในเนื้อเจลสีชาอ่อนทำให้ดูเจลขุ่น เมื่อตั้งทิ้งไว้ 1 ช.ม. ฟองลอยขึ้นไปอยู่ที่ผิวหน้า ส่วนล่างเป็นเจลใสสีชาอ่อน
สูตร3	ได้ของเหลวมีความหนืดปานกลาง เมื่อเทไหลได้ช้ากว่าสูตร 1 มีฟองอากาศกระจายอยู่ในเนื้อเจลสีชาอ่อนทำให้ดูเจลขุ่น เมื่อตั้งทิ้งไว้ 1 ช.ม. เพื่อให้ฟองอากาศลอยขึ้นไปอยู่ที่ผิวหน้า เจลก็ยังขุ่นเหมือนเดิม ตั้งทิ้งไว้ ต่อไปจนครบ 3 วันพบว่าเนื้อเจลสีชาอ่อนใสขึ้นแต่ยังมีความขุ่นอยู่ แสดงว่าฟองลอยขึ้นไปอยู่ที่ผิวหน้าไม่ค่อยได้เนื่องจากเนื้อเจลหนืดเกินไป
สูตร4	ได้เจลสีเขียวขี้ม้า มีฟองอากาศกระจายอยู่ในเนื้อเจลทำให้เนื้อเจลขุ่น ตั้งทิ้งไว้ 3 วันเพื่อให้ฟองอากาศลอยขึ้นไปอยู่ที่ผิวหน้า แต่พบว่าเนื้อเจลใสขึ้นเล็กน้อยเท่านั้น ส่วนใหญ่ยังขุ่นอยู่มาก ดูไม่น่าใช้ ครบ 4 วันมีเชื้อขึ้นทำให้เนื้อเจลมีความหนืดลดลงจนเกือบเท่าน้ำธรรมดา

จากผลการทดลองในตารางที่ 49 พบว่า เจลที่เหมาะสมในงานนี้คือสูตรที่ใช้ SCMS 3 % เพราะจะให้เนื้อเจลใสดูสวยงามน่าใช้ เจลสูตรดังกล่าวมีลักษณะเหลวใสคล้ายสบู่เหลวเพื่อจะได้เทหรือปั๊มออกมาจากขวดได้สะดวก ไม่ใส่

แอลกอฮอล์ลงไปในตำรับ เพราะมีวัตถุประสงค์จะพัฒนาเป็นสูตรที่ปราศจากแอลกอฮอล์ เนื่องจากในสูตรโลชั่นที่พัฒนาได้เป็นสูตรที่มีแอลกอฮอล์แล้ว ดังนั้นจึงต้องเติม preservative ลงไปในตำรับเจลด้วยเนื่องจากในเนื้อเจลไม่มีแอลกอฮอล์จึงไม่มีคุณสมบัติต้านการเจริญของเชื้อเหมือนโลชั่น ได้ทำการพัฒนาตำรับดังตารางที่ 50 และผลดังตารางที่ 51

ตารางที่ 50 ตำรับเจลสูตร5 - 7

ส่วนประกอบ (ร้อยละ)	สูตร5	สูตร6	สูตร7
SCMC	3	3	3
สารสกัดชา	1	1	1
methyl paraben	-	0.2	0.2
propyl paraben	-	0.02	0.02
propylene glycol	3	3	3
sodium sulfite	-	-	0.1
citric acid	-	-	0.1
SLS	1	1	1
น้ำกลั่น q.s. to	100	100	100

ตารางที่ 51 ผลการประเมินตำรับเจล

สูตร	ลักษณะทางกายภาพ
สูตร5	ได้ของเหลวมีความหนืดปานกลาง เมื่อเทไหลได้ช้า เมื่อเตรียมเสร็จใหม่มีลักษณะขุ่น ตั้งทิ้งไว้ 24 ช.ม.ได้เจลใสสีชาอ่อน เมื่อตั้งไว้ครบ 3 วันสีเข้มขึ้นจนกลายเป็นสีน้ำตาลแดง ความหนืดไม่เปลี่ยนแปลง เมื่อตั้งไว้ครบ 17 วันเสียสภาพเพราะมีตะกอนคล้ายวุ้นอยู่ด้านล่าง เขย่าแล้วไม่ละลายกลับไป
สูตร6	ได้ของเหลวมีความหนืดปานกลาง เมื่อเทไหลได้ช้า เมื่อเตรียมเสร็จใหม่มีลักษณะขุ่น ตั้งทิ้งไว้ 24 ช.ม.ได้เจลใสสีชาอ่อน เมื่อตั้งไว้ครบ 3 วันสีเข้มขึ้นจนกลายเป็นสีน้ำตาลแดง ความหนืดไม่เปลี่ยนแปลง เมื่อตั้งไว้ครบ 17 วันเสียสภาพเพราะมีตะกอนคล้ายวุ้นอยู่ด้านล่าง เขย่าแล้วไม่ละลายกลับไป
สูตร7	ได้ของเหลวมีความหนืดปานกลาง เมื่อเทไหลได้ช้า เมื่อเตรียมเสร็จใหม่มีลักษณะขุ่น ตั้งทิ้งไว้ 24 ช.ม.ได้เจลใสสีชาอ่อน เมื่อตั้งไว้ 2 เดือน สีและความหนืดไม่เปลี่ยนแปลง

ผลการวิเคราะห์ catechin ของสูตร 6 และ 7 เมื่อเก็บไว้ครบ 2 เดือนที่อุณหภูมิห้องในสภาวะที่มีแสง แสดงในตารางที่ 52 (สูตร 6 นำเจลส่วนบนที่ใสไม่มีตะกอนไปวิเคราะห์)

ตารางที่ 52 ผลการวิเคราะห์ catechin ของสูตร 6 และ 7 เมื่อเก็บไว้ครบ 2 เดือน

สูตร	ปริมาณ catechin (% ของปริมาณเริ่มต้น) (n=2)
6	28.98±1.36
7	108.50±8.92

ผลการวิเคราะห์ปริมาณ catechin พบว่าสูตร 6 ซึ่งมีสีเปลี่ยนแปลงไปเป็นสีน้ำตาลเข้มและมีตะกอน มีปริมาณ catechin ลดลงเหลือเพียง 28.98 % ของปริมาณเริ่มต้น ส่วนสูตร 7 มีปริมาณ catechin 108.5 % ของปริมาณเริ่มต้น แสดงว่า catechin ในสูตร 7 มีความคงตัวดี จึงสรุปว่าเจลสูตร 7 เป็นสูตรที่มีความคงตัวดี และมีลักษณะภายนอกสวยงามน่าใช้ ทำการประเมินคุณสมบัติทางกายภาพได้ดังนี้

ค่า pH (universal indicator) = 6

ความหนืด = 455.52±33.02 Centipoises

ทำการประเมินประสาทสัมผัสตำรับเจลสูตร 7ผลการประเมินแสดงในตารางที่ 24

เกณฑ์ที่ใช้เหมือนที่กล่าวแล้วข้างต้นมีเพิ่มดังนี้

ซ. ความหนืด

เกณฑ์: เจลมีความหนืดแบบเดียวกับสบู่เหลว การเทออกจากขวดใส่ลงบนฝ่ามือทำได้ง่าย

ฌ. ความรู้สึกเหนอะหนะหลังทาแล้วเช็ดออก

เกณฑ์: ไม่มีความรู้สึกเหนอะหนะหลังทาแล้วเช็ดออกโดยที่ยังไม่ได้ล้างน้ำ

ตารางที่ 53 ผลการประเมินประสาทสัมผัสตำรับเจลสูตร7

การประเมิน	ที่เวลาเริ่มต้น - หลังเก็บไว้ 30 วัน
สี	√ - √
ความใส	√ - √
กลิ่น	√ - √
ความหนืด	√ - √
ความรู้สึกเหนอะหนะหลังทาแล้วเช็ดออก	√ - √

จากผลการประเมินประสาทสัมผัสพบว่าเจลไม่มีคุณสมบัติเย็นภายหลังทา ไม่สามารถระเหยแห้งได้อย่างรวดเร็ว และยังให้ความรู้สึกเหนอะหนะหลังทา แต่การประเมินประสาทสัมผัสดังกล่าวเป็นการประเมินการเป็นโลชั่นทำความสะอาดที่มีแอลกอฮอล์ในสูตร คุณสมบัติดังกล่าวไม่จำเป็นสำหรับเจล เนื่องจากกำหนดวิธีการใช้ว่าให้ทาเจลที่ผิวบริเวณที่ต้องการทำความสะอาดให้ทั่ว ใช้ฝ่ามือถูไปมาแรงๆเพื่อให้เจลสัมผัสสิ่งสกปรกที่ติดบนผิวหนังได้อย่างทั่วถึง ทิ้งไว้ 1-2 นาที แล้วใช้กระดาษทิชชูเช็ดออกให้หมด ตามด้วยการล้างน้ำสะอาดปริมาณไม่มากซึ่งอาจทำได้ในภายหลังไม่จำเป็นต้องทำทันที หากไม่สะดวกเช่นภายหลังการรับประทานอาหารในระหว่างการเดินทางบนเครื่องบินเป็นต้น จากผลการประเมินในตารางที่ 53 พบว่า เจลสูตร 7 มีคุณสมบัติผ่านเกณฑ์ที่ตั้งไว้ เมื่อเช็ดออกแล้วไม่ล้างน้ำ ไม่เกิดความรู้สึกเหนอะหนะหรือรำคาญเลย นอกจากนี้พบว่าเจลช่วยดับกลิ่นอาหารที่ติดมือได้เป็นอย่างดีด้วย และทำให้ผิวบริเวณที่ทามีกลิ่นชาอ่อนๆ จึงไม่จำเป็นต้องแต่งกลิ่นเจลเพิ่มอีก ซึ่งการเติมน้ำหอมลงไปมีข้อเสียคืออาจทำให้เกิดการแพ้ในผู้ใช้บางรายได้ ดังนั้นจึงพิจารณานำสูตรที่ 7 ไปศึกษาความคงตัวในสภาวะเร่งต่อไป

4.3. ความคงตัวของเจล

ผลการประเมินตำรับเจลแสดงในตารางที่ 54 –57

ตารางที่ 54 ผลการประเมินลักษณะทางกายภาพของตำรับเจล*

เวลา (เดือน)	ลักษณะทางกายภาพของตำรับเจล ที่ 25 องศาเซลเซียส	ลักษณะทางกายภาพของตำรับเจล ที่ 40 องศาเซลเซียส
0	ได้ของเหลวมีความหนืดปานกลาง เมื่อเทไหลได้ช้า เมื่อเตรียมเสร็จใหม่มีลักษณะขุ่น ตั้งทิ้งไว้ 24 ช.ม.ได้เจลใสสีชาอ่อน	ได้ของเหลวมีความหนืดปานกลาง เมื่อเทไหลได้ช้า เมื่อเตรียมเสร็จใหม่มีลักษณะขุ่น ตั้งทิ้งไว้ 24 ช.ม.ได้เจลใสสีชาอ่อน
1	สีและความหนืดเหมือนที่เวลาเริ่มต้น	สีเข้มขึ้นเล็กน้อยแต่ความหนืดไม่เปลี่ยนแปลง
2	สีและความหนืดเหมือนที่เวลาเริ่มต้น	สีเข้มขึ้นและความหนืดลดลงจนกลายเป็นของเหลวเหมือนน้ำ
3	สีเข้มขึ้นเล็กน้อยแต่ความหนืดไม่เปลี่ยนแปลง	สีเข้มขึ้นและความหนืดลดลงจนกลายเป็นของเหลวเหมือนน้ำ
4	สีเข้มขึ้นและความหนืดลดลงจนกลายเป็นของเหลวเหมือนน้ำ	-
6	-	-

* - หมายถึงไม่ได้ทำการประเมินเนื่องจากเจลเสียสภาพแล้ว

ตารางที่ 55 ผลการประเมินประสาทสัมผัสตำรับเจล*

การประเมิน	หลังเก็บไว้ 1,2,3,4,6 เดือน ที่ 25 องศาเซลเซียส	หลังเก็บไว้ 1,2,3,4,6 เดือน ที่ 40 องศาเซลเซียส
สี	√ , √, X, -, -	√ , X, X, -, -
ความใส	√ , √, √, -, -	√ , X, X, -, -
กลิ่น	√ , √, √, -, -	√ , √, √, -, -
ความหนืด	√ , √, √, -, -	√ , X, X, -, -
ความรู้สึกเหนอะหนะหลังทาแล้วเช็ดออก	√ , √, √, -, -	√ , X, X, -, -

- - หมายถึงไม่ได้ทำการประเมินเนื่องจากเจลเสียสภาพแล้ว
- √ , X, หมายถึงผ่านและไม่ผ่านเกณฑ์ที่ตั้งไว้

ตารางที่ 56 ผลการวิเคราะห์ทางเคมีของตำรับเจลที่ 25 องศาเซลเซียส*

เวลา (เดือน)	ปริมาณสาร (%ของปริมาณเริ่มต้น) (mean±SD,n=2)			
	catechin	EC	EGCG	ECG
0	100.00±0.00	100.00±0.00	100.00±0.00	100.00±0.00
1	75.00±1.18	0	125.23±2.64	152.46± 9.35
2	46.39±0.20	0	64.49±2.64	104.92±12.98
3	-	-	-	-
4	-	-	-	-
6	-	-	-	-

* - หมายถึงไม่ได้ทำการประเมินเนื่องจากเจลเสียสภาพแล้ว

ตารางที่ 57 ผลการวิเคราะห์ทางเคมีของตำรับเจลที่ 40 องศาเซลเซียส*

เวลา (เดือน)	ปริมาณสาร (% ของปริมาณเริ่มต้น) (mean±SD,n=2)			
	catechin	EC	EGCG	ECG
0	100.00±0.00	100.00±0.00	100.00±0.00	100.00±0.00
1	85.17±14.93	0	110.52±12.23	167.21±53.32
2	45.93±1.85	0	0	50.00±10.43
3	-	-	-	-
4	-	-	-	-
6	-	-	-	-

* - หมายถึงไม่ได้ทำการประเมินเนื่องจากเจลเสียสภาพแล้ว

จากผลการศึกษาความคงตัวของเจลสารสกัดชาพบว่าตำรับไม่ผ่านการทดสอบในสภาวะเร่งเนื่องจากคุณสมบัติทางกายภาพเปลี่ยนแปลงไปหลังจากเก็บไว้เพียง 1 เดือน และจากการวิเคราะห์พบว่า สาร EC สลายตัวหมดภายในเวลาไม่ถึง 1 เดือน ส่วนสารcatechin มีปริมาณลดลงเมื่อเวลาผ่านไป โดยหลังจากเก็บไว้ 1 เดือนเหลือ 85.17 % และเหลือไม่ถึงครึ่งหนึ่งของปริมาณเริ่มต้นหลังจากเก็บไว้ 2 เดือน ส่วนสารEGCG มีความคงตัวดีในเดือนแรกแต่สลายตัวหมดในเดือนที่ 2 ของการเก็บในสภาวะเร่ง สำหรับสาร ECG มีความคงตัวดีในเดือนแรกแต่สลายตัวเหลือเพียง 50 % ในเดือนที่ 2 ของการเก็บในสภาวะเร่ง สำหรับปริมาณ EGCG และ ECG ที่เวลา 1 เดือนมีค่ามากกว่า 100% นั้นอาจเป็น content variation ของตัวอย่างที่สุ่มมาวิเคราะห์

เมื่อพิจารณาที่สภาวะปกติ 25 องศาเซลเซียสพบว่าเจลเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงสีเล็กน้อยหลังจากเก็บไว้นานกว่า 2 เดือน จากการทดลองพบว่าสีของเจลเปลี่ยนแปลงก่อนที่ความหนืดจะเปลี่ยนแปลงตาม การที่เป็นเช่นนี้อธิบายได้ว่า

สารสำคัญในสารสกัดชาเกิดการสลายตัวโดยเกิดออกซิเดชั่นทำให้สีของเจลเข้มขึ้น สารที่ได้จากการสลายตัวดังกล่าวอาจเกิดความไม่เข้ากันกับสารก่อเจลทำให้เจลเสียสภาพมีความหนืดลดลง จากการวิเคราะห์พบว่า สาร EC สลายตัวหมดภายในเวลาไม่ถึง 1 เดือนเช่นเดียวกับเจลที่เก็บไว้ในสภาวะเร่ง ส่วนสารcatechin มีปริมาณลดลงเมื่อเวลาผ่านไปเช่นเดียวกับเจลที่เก็บไว้ในสภาวะเร่ง โดยหลังจากเก็บไว้ 1 เดือนเหลือ 75.00 % และเหลือไม่ถึงครึ่งหนึ่งของปริมาณเริ่มต้นหลังจากเก็บไว้ 2 เดือน ส่วนสาร EGCG มีความคงตัวดีในเดือนแรกแต่สลายตัวเหลือ 64.49 %ในเดือนที่ 2 ของการเก็บในสภาวะปกติ สำหรับสาร ECG มีความคงตัวดีจนถึงเดือนที่ 2 ของการเก็บ สำหรับปริมาณ EGCG ที่เวลา 1 เดือนและ ECG ที่เวลา 1 และ 2 เดือนมีค่ามากกว่า 100% นั้นอาจเป็น content variation ของตัวอย่าง จากผลการทดลองสรุปได้ว่าเจลมีความคงตัวทางกายภาพดีเป็นเวลา 2 เดือนเมื่อเก็บไว้ในสภาวะปกติโดยมีปริมาณสารสำคัญ ECG อยู่ 104.92 % ของปริมาณเริ่มต้น และยังมี catechin 46.39 % และ EGCG 64.49 % ของปริมาณเริ่มต้น จะเห็นว่าถึงแม้ในตำรับได้ใส่สารต้านออกซิเดชั่นในความเข้มข้นที่ใช้กันทั่วไปแล้ว แต่สามารถปกป้องผลิตภัณฑ์ได้ในช่วงเวลาเพียง 2 เดือน หากต้องการให้ผลิตภัณฑ์มีอายุการใช้นานกว่านี้อาจพิจารณาใช้ถังผสมและเครื่องบรรจุที่มีบรรยากาศเป็นกาซไนโตรเจนแทนการผสมที่บรรยากาศปกติที่มีออกซิเจนปะปนอยู่มาก หรือใช้สูญญากาศแทนก็ได้ รวมทั้งเลือกใช้ภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทอากาศผ่านเข้าออกไม่ได้ เช่นขวดแก้วมีฝาเกลียวดังที่ใช้ในการทดลองนี้ ไม่ควรใช้ขวดพลาสติกหรือหลอดพลาสติกบีบเพราะอากาศผ่านเข้าออกได้ และควรแบ่งบรรจุแบบที่เป็น unit-dose เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาที่เกิดจากการเปิดใช้แล้วอากาศเข้าไปทำให้เจลที่เหลืออยู่เสียสภาพไป ผลการทดลองนี้แสดงว่าสารสกัดชามีคุณสมบัติคล้ายสารสกัดสมุนไพรอื่นๆที่มีสารกลุ่มแทนนินหรือโพลีฟีนอลเป็นส่วนประกอบหลักที่ไม่สามารถนำมาเตรียมเป็นเจลได้นั่นเอง อย่างไรก็ตามในงานวิจัยนี้พบว่าหากใช้ SCMC เป็นสารก่อเจลในปริมาณที่เหมาะสมจะสามารถเตรียมเจลสารสกัดชาที่มีอายุการใช้ประมาณ 2 เดือนได้โดยกำหนดให้สารสำคัญคือ ECG เพียงตัวเดียวเท่านั้น

5. การพัฒนาตำรับผงสารสกัดชา

5.1. การพัฒนาตำรับแกรนูลชา

เมื่อนำผงสารสกัดชามาเตรียมเป็นแกรนูลโดยวิธี wet granulation โดยใช้ binder ชนิดต่างๆเพื่อหาวิธีเตรียมแกรนูลที่เหมาะสม และทดลองใช้สารช่วยอื่นๆเพื่อช่วยทำให้แกรนูลมีการละลายเร็วขึ้น ได้แก่ SLS และ sodium chloride ผลการทดลองดังตารางที่ 58 จะเห็นว่าทุกสูตรเตรียมได้ง่ายและได้แกรนูลที่มีลักษณะสวยงาม

ตารางที่ 58 ผลการศึกษาวิธีการเตรียมแกรนูลชา

สูตร	ปริมาณเอธานอลที่ใช้ (mL)	ความยากง่ายในการทำแกรนูล	ลักษณะแกรนูลที่ได้
1	4	ง่ายมาก	เป็นตัวหนอนสั้นๆสีน้ำตาลอ่อน ไหลได้ดี มีกลิ่นชาอ่อนๆ
2	6	ง่ายแต่ damp mass มีความเหนียวมากกว่าสูตร1ทำให้การกดผ่านแร่งต้องใช้แรงมากกว่า	เป็นตัวหนอนขนาดปานกลางสีน้ำตาล ไหลได้ดี มีกลิ่นชาอ่อนๆ
3	8	ง่ายแต่ต้องเพิ่มความระมัดระวังในการผสมส่วนผสมที่เป็นผงให้เข้ากันดีก่อนเติมเอธานอล	เป็นตัวหนอนสั้นๆสีน้ำตาลอ่อน ไหลได้ดี มีกลิ่นชาอ่อนๆ
4	10	ง่ายมากเพราะใช้เอธานอลที่ละลายPVP K30ไว้แล้ว	เป็นตัวหนอนสั้นๆสีน้ำตาลอ่อน ไหลได้ดี มีกลิ่นชาอ่อนๆ
5	10	ง่ายแต่ต้องเพิ่มความระมัดระวังใน	เป็นตัวหนอนสั้นๆสีน้ำตาลอ่อน

		การผสมส่วนผสมที่เป็นผงให้เข้ากันดีก่อนเติมเอธานอลที่ละลาย PVP K30ไว้แล้ว	ไหลได้ดี มีกลิ่นชาอ่อนๆ

5.2. การศึกษาคุณสมบัติผงสารสกัดชา

ผลการประเมินคุณสมบัติทางกายภาพได้แก่ รูปร่างลักษณะภายนอก สี และกลิ่นแสดงในตารางที่ 58 Bulk และ tapped density, repose angle, compressibility index, การแตกตัว, และ pH ดังแสดงในตารางที่ 59

ตารางที่ 59 ผลการประเมินคุณสมบัติทางกายภาพของแกรนูลชา

สูตร (n=2)	Bulk density	Tapped density	repose angle	Compressibility index	การแตกตัว (นาที)	pH
1	0.198	0.206	29.74	3.88	2	5.5
2	0.241	0.251	29.74	3.98	10	7.0
3	0.438	0.456	25.46	3.95	3	6.5
4	0.250	0.260	37.30	3.85	5	5.5
5	0.346	0.360	43.60	3.89	4	6.5

ค่า compressibility index ของทุกสูตรใกล้เคียงกันและมีค่าน้อยแสดงว่าผงยามีแนวโน้มที่จะไหลได้ดี และเมื่อพิจารณาค่า repose angle ประกอบพบว่า สูตรที่ 1-3 มีค่าน้อยกว่า 30 องศา เป็นการยืนยันว่าผงยามีคุณสมบัติการไหลที่ดีสอดคล้องกับผลที่ได้จากการวัด compressibility index อย่างไรก็ตามสูตรที่ 4 และ 5 มีค่า repose angle สูงกว่า 3 สูตรแรกและสูตร 5 มีค่ามากกว่า 40 องศาด้วยแต่สูงกว่าเพียงเล็กน้อยแสดงว่าผงยาสูตร 4 และ 5 มีการไหลที่ไม่ดีเท่า 3 สูตรแรก เป็นที่น่าสังเกตว่า 3 สูตรแรกไม่ใส่ PVP ในขณะที่ 2 สูตรหลังใส่ PVP จึงมีความเป็นไปได้ที่ว่าการใส่ PVP ทำให้การไหลไม่ดีดังกล่าว แกรนูลสูตรที่ 1 เป็นสารสกัดบริสุทธิ์นำมาผสมเอธานอลให้เป็น damp mass แล้วกดผ่านแร่ง พบว่าเมื่อแห้งมีลักษณะที่ดี มีการแตกตัวรวดเร็วผ่านเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งการทดสอบไม่ได้ใช้การคนหรือกวนใดๆ หากมีการคนหรือกวนสารละลายจะทำให้แกรนูลดังกล่าวแตกตัวและละลายเร็วมากใช้เวลาประมาณ 1 นาทีหรือน้อยกว่าขึ้นกับความแรงในการกวน สูตรที่ 2 มีสีเข้มกว่าสูตรอื่นเนื่องจาก pH ที่สูงกว่าจากการมี SLS ในตำรับ แต่ปรากฏว่าการแตกตัวของสูตร 2 ไม่ได้รวดเร็วกว่าสูตรที่ 1 เลยแต่กลับมากกว่าทั้งๆที่มีสารลดแรงตึงผิวเป็นส่วนประกอบ ที่เป็นเช่นนี้คงเกิดจากการที่ SLS ที่ละลายออกมาเกิดเป็นฟองรอบๆเม็ดแกรนูล ฟองดังกล่าวนี้เป็นเสมือน barrier ทำหน้าที่กีดขวางการเปียกน้ำของเม็ด แกรนูลทำให้แกรนูลแตกตัวและละลายช้าลง สูตรที่ 3 มีการเติมเกลือลงในส่วนประกอบเนื่องจากพบว่ามีการใช้เกลือผสมกับชาในผลิตภัณฑ์สปาที่มีจำหน่ายในท้องตลาด ได้เลือกใช้เกลือในปริมาณที่จะให้ความเข้มข้นเมื่อละลายแล้วเท่ากับ 0.9 % w/v ซึ่งเป็นความเข้มข้นที่ isotonic กับร่างกายเช่นเดียวกับสารละลาย normal saline ที่ใช้เป็นยาฉีดและน้ำเกลือที่ใช้ล้างแผล พบว่าแกรนูลที่ได้มีลักษณะสวยงามแต่การละลายและการแตกตัวช้าลงเมื่อเทียบกับสูตรที่ 1 ทั้งนี้เป็นเพราะเกลือ sodium chloride มีการละลายน้ำดีมาก เมื่อแกรนูลสัมผัสน้ำเกลือจะละลายออกมาก่อนซึ่งเสมือนเป็นการแย่งน้ำไปจากสารสกัดชา แต่เนื่องจากปริมาณน้ำที่ใช้มีมากเกินพอสำหรับการละลายของทั้งเกลือและสารสกัดชา ดังนั้นเมื่อเวลาผ่านไปจะเห็นการแตกตัวและการละลายอย่างสมบูรณ์ของแกรนูลสูตรที่ 3 นี้เช่นกัน สูตรที่ 4 มีการเติม PVP ลงไปในตำรับพบว่ารูปร่างแกรนูลที่ได้ไม่แตกต่างจากสูตรอื่นแต่การแตกตัวช้ากว่าสูตรที่1 ที่ไม่มี PVP ที่เป็นเช่นนี้เพราะ PVP มีคุณสมบัติเป็นสารยึดเกาะ จึงมีผลโดยตรงต่อการแตกตัวของแกรนูล สูตรที่ 5 มีรูปร่างแกรนูลที่ได้ไม่แตกต่างจากสูตรอื่นแต่การแตกตัวช้ากว่าสูตรที่1 ที่ไม่มี PVP อธิบายได้เช่นเดียวกับสูตรที่4 แต่เมื่อเปรียบเทียบสูตร

ที่ 4 กับสูตรที่ 5 พบว่าสูตรที่ 5 แตกตัวเร็วกว่า ทั้งนี้เนื่องมาจากการมี sodium chloride อยู่ในตำรับในปริมาณมากทำให้ผงยาทั้งหมดมีปริมาณมาก แต่ใช้ PVP ในปริมาณเท่ากับสูตรที่ 4 ดังนั้นผลของ PVP ที่มีต่อการแตกตัวของแกรนูลจึงน้อยกว่าสูตรที่ 4 นั่นเอง จากผลดังกล่าวสรุปได้ว่าการใส่สารลดแรงตึงผิว สารยึดเกาะ (PVP K30) และ sodium chloride ไม่ช่วยทำให้แกรนูลมีการแตกตัวและการละลายที่ดีขึ้นเลย จึงไม่จำเป็นต้องเติมสารช่วยเหล่านี้ การทำแกรนูลโดยใช้เอธานอลธรรมดา (สูตรที่ 1) ให้ผลเป็นที่น่าพอใจ นอกจากนี้จะช่วยให้การพัฒนาต่อในระดับอุตสาหกรรมทำได้ง่ายมากด้วย อย่างไรก็ตามสูตรที่ 3 ก็มีศักยภาพที่จะนำไปใช้ได้เช่นกันในกรณีที่ต้องการผลของเกลือ sodium chloride ต่อผิวพรรณ

5.3. การศึกษาความคงตัวของผงสารสกัดชา

ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญของผงสารสกัดชาที่เก็บไว้ 6 เดือนแสดงในตารางที่ 60

ตารางที่ 60 ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญของผงสารสกัดชาที่เก็บไว้ (% ของปริมาณเริ่มต้น mean±SD, n=2)

เวลา (เดือน)	สารสำคัญ	สภาวะการเก็บ	
		25 องศาเซลเซียส	40 องศาเซลเซียส
1	Catechin	-	90.08±6.09
	EC	-	98.13±4.65
	EGCG	-	82.05±9.01
	ECG	-	84.56±7.60
2	Catechin	-	95.09±1.52
	EC	-	100.69±2.07
	EGCG	-	100.48±1.82
	ECG	-	100.70±0.65
3	Catechin	-	83.82±2.70
	EC	-	87.91±2.21
	EGCG	-	81.84±3.61
	ECG	-	88.73±2.85
4	Catechin	-	91.35±3.52
	EC	-	95.84±4.37
	EGCG	-	96.97±2.68
	ECG	-	98.35±1.67
6	Catechin	88.10±0.05	94.35±3.06
	EC	93.34±0.29	97.06±4.26
	EGCG	92.23±0.35	95.57±5.08
	ECG	95.41±0.78	98.63±3.77

จากตารางที่ 60 พบว่าผงสารสกัดชาที่เตรียมในรูปแกรนูลมีความคงตัวดีเมื่อเก็บไว้ที่ 25 และ 40 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 6 เดือน คาดได้ว่าตำรับดังกล่าวมีอายุการใช้ไม่ต่ำกว่า 2 ปีที่อุณหภูมิห้อง

6. การพัฒนาตำรับผงฟู่สารสกัดชา

6.1. การคัดเลือกและคำนวณปริมาณส่วนประกอบยาพื้นฟู่

การคัดเลือกกรดและด่างที่จะใช้เตรียมยาพื้นฟู่ พิจารณาจากตัวที่มีการใช้แพร่หลายคือ citric acid และ tartaric acid สำหรับกรดและ sodium bicarbonate และ sodium carbonate สำหรับด่าง การที่นิยมใช้ส่วนผสมของกรด 2 ชนิดนี้เนื่องจากถ้าใช้ tartaric acid เพียงตัวเดียวจะทำให้แกรนูลมีความกร่อนสูงแตกได้ง่าย หรือการใช้ citric acid เพียงตัวเดียวในการทำแกรนูลฟู่จะทำให้ได้ส่วนผสมที่เหนียวทำให้ยากต่อการทำเป็นแกรนูลฟู่เนื่องจาก citric acid มีคุณสมบัติดูดความชื้นได้ดี (11) แต่จากผลการทดลองการพัฒนาตำรับแป้งฝุ่นพบว่า citric acid ทำให้เกิดจุดสีน้ำตาลขึ้นในเนื้อแป้งเมื่อเก็บไว้ในที่มีความชื้นสัมพัทธ์สูง ทำให้พิจารณาไม่ใช้ citric acid ในตำรับ สำหรับด่างซึ่งเป็นส่วนประกอบที่ทำให้เกิดฟองฟู่(กาซคาร์บอนไดออกไซด์)ที่นิยมใช้คือ sodium bicarbonate และ sodium carbonate sodium bicarbonate เป็นสารที่นิยมใช้มากที่สุดในตำรับยาเม็ดฟองฟู่ ละลายได้อย่างสมบูรณ์ในน้ำ ไม่ดูดความชื้น ราคาไม่แพง เมื่อละลายน้ำให้สารละลายที่มี pH 8.3 และมี carbon dioxide/mass ratio มากกว่า sodium carbonate ดังนั้นจึงเลือกใช้ sodium bicarbonate เป็นสารที่ทำให้เกิดฟองฟู่ เหตุผลที่ไม่เลือกใช้ sodium carbonate ก็เพราะเมื่ออยู่ในรูปสารละลายเข้มข้นร้อยละ 1 จะมี pH สูงถึง 11.5 จะทำให้สารสกัดเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเข้ม นอกจากนี้ sodium carbonate ยังสามารถดูดน้ำ ถ้าจะใช้ควรใช้ในรูปของ anhydrous form และ sodium carbonate มี carbon dioxide /mass ratio น้อยกว่า sodium bicarbonate

การคำนวณปริมาณกรดและด่างที่จะใช้เป็นส่วนประกอบยาพื้นฟู่พิจารณาจากปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นเมื่อผงฟู่ละลายน้ำดังนี้

จากปฏิกิริยาเคมีของ tartaric acid พบว่า

Tartaric acid 150 กรัมทำปฏิกิริยาเคมีพอดีกับ sodium bicarbonate 2x 84.01 กรัม

ดังนั้น Tartaric acid 4.15 กรัมทำปฏิกิริยาเคมีพอดีกับ sodium bicarbonate $\frac{2 \times 84.01 \times 4.15}{150}$ กรัม

$= 4.65$ กรัม

นั่นคือยาพื้นฟู่ 8.80 กรัมจะประกอบด้วย tartaric acid 4.15 กรัมและ sodium bicarbonate 4.65 กรัม

6.2.การหาปริมาณยาพื้นฟู่ที่เหมาะสม

นำผงสารสกัดชามาเตรียมเป็นผงฟู่โดยวิธี wet granulation โดยใช้ เอธานอลเป็น binder และมีปริมาณยาพื้นฟู่ต่างๆกันดังแสดงในตารางที่ 3 ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 61 จากนั้นนำผงที่ได้ไปประเมินการเกิดฟองฟู่โดยวิธี gravimetric ผลที่ได้ดังแสดงในรูปที่ 16 และตารางที่ 62

ตารางที่ 61 ผลของปริมาณยาพื้นที่ใช้ในตำรับต่อกรรมวิธีการทำผงฟู่

สูตร	ปริมาณยาพื้นฟู่ (ร้อยละของตำรับ)	ความยากง่ายในการทำแกรนูล	ลักษณะแกรนูลที่ได้
1	19.35	ง่าย	เป็นตัวหนอนสั้นๆสีน้ำตาลอ่อนอม เขียวไหลได้ดี
2	46.81	ง่าย	เป็นตัวหนอนสั้นๆสีน้ำตาลอ่อน ไหลได้ดีพอใช้
3	63.77	ง่าย	เป็นตัวหนอนสั้นๆสีน้ำตาลอ่อน ไหลได้ดีพอใช้
4	81.48	ยากเล็กน้อยเพราะ damp mass มีลักษณะเหนียวเล็กน้อย	เป็นตัวหนอนสั้นๆสีน้ำตาลอ่อน ไหลไม่ดี เหนียวเกาะกัน

รูปที่ 16 ปริมาณฟองฟู่(กาซคาร์บอนไดออกไซด์)ของสูตรที่มีปริมาณยาพื้นฟู่ต่างกัน

ตารางที่ 62 ปริมาณฟองฟู่(กาซคาร์บอนไดออกไซด์)ของสูตรที่มีปริมาณยาพื้นฟู่ต่างกัน

สูตร	ระดับการเกิดฟองฟู่	ปริมาณยาพื้นฟู่ (ร้อยละของตำรับ)	ปริมาณฟองฟู่ (กาซคาร์บอนไดออกไซด์) (กรัมต่อ1กรัมผงฟู่)	
			ค่าเฉลี่ย (n=2)	SD
1	น้อยมาก	19.35	0.291	0.031
2	น้อย	46.81	0.429	0.006
3	พอใช้	63.77	0.638	0.202
4	มาก	81.48	0.652	0.248

จากผลการทดลองพบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณยาพื้นฟูจาก 19.35 เป็น 81.48 % ปริมาณฟองฟูที่เกิดขึ้นเพิ่มจาก 0.291 เป็น 0.652 กรัมต่อ1กรัมผงฟู โดยความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฟองฟูกับปริมาณยาพื้นฟูมีแนวโน้มเป็นเส้นตรง มี r^2 = 0.9267 นั่นคือเมื่อเพิ่มปริมาณยาพื้นฟูจะทำให้ได้ปริมาณการเกิดฟองฟูมากขึ้นด้วย อย่างไรก็ตามพบว่าการใช้ยาพื้นฟูในปริมาณสูงแม้จะให้ระดับการเกิดฟองฟูสูงแต่มีความยากลำบากในการเตรียมรวมทั้งผงฟูที่ได้มีลักษณะเยิ้มเหนียวเกาะกัน ไม่สวยงามและไม่สะดวกในการใช้ นอกจากนี้การใส่ยาพื้นฟูในปริมาณมากจะทำให้ผงฟูมีปริมาณมากเกินไปไม่สะดวกในการใช้ด้วยจึงเลือกสูตร3ที่มีปริมาณยาพื้นฟู 63.77 %เป็นสูตรที่จะนำไปพัฒนาต่อไป

6.3. การพัฒนาตำรับผงฟูชา

ผลการทดลองพบว่าการเตรียมผงฟูสูตรที่ 3 โดยใช้ order of mixing ต่างกันดังตารางที่ 4 ให้ผงฟูที่มีลักษณะต่างกันดังนี้

วิธีที่ 1 (วิธีที่ใช้ในการศึกษาหาปริมาณยาพื้นฟูที่เหมาะสม)ผสมสารสกัดชากับกรดก่อนแล้วจึงใส่ด่างผสมให้เข้ากันแล้วทำเป็นแกรนูลด้วยเอธานอล จะให้แกรนูลที่มีสีน้ำตาลอ่อนสวยงาม ไหลดีพอใช้ เมื่อใส่ลงไปในน้ำให้ฟองฟูดี แต่เยิ้มเหนียวเกาะกันเป็นก้อนหลังจากเก็บไว้ในถุงซิปพลาสติคเป็นเวลา 1 วัน วิธีที่ 2 ผสมสารสกัดชากับด่างก่อนแล้วจึงใส่กรดผสมให้เข้ากันแล้วทำเป็นแกรนูลด้วยเอธานอล ให้แกรนูลที่มีคุณสมบัติเหมือนวิธีที่ 1 แต่แกรนูลสีน้ำตาลเข้มกว่า วิธีที่ 3 ผสมด่าง กับกรดก่อนแล้วจึงใส่สารสกัดชา ผสมให้เข้ากันแล้วทำเป็นแกรนูลด้วยเอธานอลวิธีนี้ให้ damp mass ที่เหนียวทำเป็นแกรนูลยากกว่าวิธีอื่นๆ แต่แกรนูลที่ได้มีคุณสมบัติคล้ายกับแกรนูลที่ได้จากวิธีที่ 1 วิธีที่ 4 แบ่งสารสกัดชาเป็น 2 ส่วนเท่าๆกัน ส่วนหนึ่งผสมกับกรดอีกส่วนหนึ่งผสมกับด่าง แล้วแยกทำเป็นแกรนูล นำแกรนูลกรดกับแกรนูลด่างที่แห้งแล้วผสมกันภายหลัง วิธีนี้ให้แกรนูลที่มีสองสีผสมกัน เนื่องจากแกรนูลกรดมีสีน้ำตาลอ่อนแกรนูลด่างมีสีน้ำตาลเข้มกว่า แกรนูลผสมไหลได้ดี เมื่อใส่ลงไปในน้ำให้ฟองฟูดีเช่นเดียวกับสูตรอื่นๆ

จากผลที่ได้พบว่า order of mixing มีผลต่อลักษณะแกรนูลที่ได้ กล่าวคือไม่ควรผสมสารสกัดกับด่างโดยตรงเพราะจะทำให้สารสกัดมีสีเข้มขึ้นดังจะเห็นได้จากวิธีที่ 2 และ 4 ดังนั้นสรุปว่าวิธีที่ 2 และ 4 เป็นวิธีที่ใช้ไม่ได้ สำหรับวิธีที่ 1 และ 3 ให้แกรนูลที่ไม่ดีเท่าที่ควร เนื่องจากเมื่อเก็บไว้เกิดการเยิ้มเหนียว นอกจากนี้พบว่า การเกิดฟองฟูของทุกสูตรรบกวนการละลายของสารสกัด ดังได้กล่าวแล้วข้างต้นว่าฟองฟูเป็นเสมือน barrier ไม่ให้สารสกัดสัมผัสน้ำ ผลที่ได้คือเมื่อโปรยแกรนูลฟูลงน้ำแกรนูลจะลอยอยู่ที่ผิวหน้าสารละลาย แล้วเกิดฟองฟูขึ้น เมื่อฟองฟูหมดจะเห็นผงสารสกัดยังละลายไม่หมดลอยอยู่ระยะหนึ่งจึงค่อยๆละลายหมดไป จากผลดังกล่าวจึงพัฒนาต่อโดยพยายามให้สารสกัดใน แกรนูลฟูสัมผัสน้ำก่อนเป็นอันดับแรก นั่นคือให้สารสกัดอยู่ที่ส่วนนอกและยาพื้นฟูอยู่ส่วนในของแกรนูลโดยการเตรียมแกรนูลโดยใช้ PVP K 30 เป็นสารยึดเกาะในปริมาณต่างๆ ดังตารางที่ 5 และใช้วิธีที่ 3 ที่เพิ่มขั้นตอนการผสม PVP เข้าไป ดังนี้ นำกรดผสมกับด่างและPVPผงแห้ง เติมเอธานอลผสมให้เป็นเนื้อเดียวกันแล้วค่อยๆเติมผงสารสกัดลงไปผสมให้เป็น damp mass ผลการทดลองดังตารางที่ 63 จากตารางจะพบว่าการใส่สารยึดเกาะช่วยทำให้แกรนูลมีความคงตัวทางกายภาพดีขึ้นไม่เยิ้มเหนียวเกาะกันเมื่อเก็บไว้ แต่การใส่ PVP K30 มากเกินไปจะทำให้แกรนูลมีลักษณะแห้งร่วนและสีน้ำตาลเข้มขึ้น จึงพิจารณาเลือกสูตรที่ 9 เป็นสูตรที่เหมาะสม

ตารางที่ 63 ผลของปริมาณสารยึดเกาะต่อตำรับผงฟู่

สูตร	ปริมาณสารยึดเกาะ (ร้อยละของเอธานอล)	ความยากง่ายในการทำแกรนูล	แกรนูลที่ได้	
			ลักษณะ	การเกิดฟองฟู่
5	0.00	ง่าย	เป็นตัวหนอนสั้นๆสีน้ำตาลอ่อนไหลได้ดีพอใช้ แต่เยิ้มเหนียวเกาะกันเป็นก้อนเมื่อเก็บไว้	เมื่อใส่น้ำแกรนูลลอยอยู่ที่ผิวหน้าน้ำแล้วเกิดฟองฟู่ เนื่องจากแกรนูลเกาะกันเป็นก้อนจึงทำให้มีขนาดใหญ่การละลายและการเกิดฟองฟู่ไม่ดีเท่าที่ควรเห็นเป็นก้อนสีน้ำตาลมีฟองสีขาวเกาะอยู่รอบๆ
6	2.00	ง่าย	เป็นตัวหนอนสั้นๆสีน้ำตาลอ่อน ไหลได้ดีพอใช้ เมื่อเก็บไว้ไม่เยิ้มเหนียวเกาะกันเป็นก้อนแต่ไหลได้ไม่ดีเท่าเมื่อเตรียมเสร็จใหม่ๆ	เมื่อใส่น้ำแกรนูลลอยอยู่ที่ผิวหน้าน้ำแล้วเกิดฟองฟู่ สารสกัดละลายได้หมดไม่เหลือเป็นเศษผงลอยอยู่หลังจากฟองฟู่หมด
7	2.60	เหมือนสูตร 6	เหมือนสูตร 6	เหมือนสูตร 6
8	3.20	เหมือนสูตร 6	เหมือนสูตร 6	เหมือนสูตร 6
9	3.80	ง่ายแต่damp mass มีลักษณะแห้งเล็กน้อยเมื่อเทียบกับสูตร 6	เป็นตัวหนอนสั้นกว่าสูตร 6 สีน้ำตาลอ่อน ไหลได้ดีพอใช้ เมื่อเก็บไว้ไม่พบการเปลี่ยนแปลง	เหมือนสูตร 6

10	4.70	ง่ายแต่damp mass มีลักษณะแห้งเล็กน้อยเมื่อเทียบกับสูตร 6	เป็นตัวหนอนสั้นเหมือนสูตร 7 แต่สีน้ำตาลเข้มกว่าสูตร 6 และ 7 ไหลได้ดีพอใช้ เมื่อเก็บไว้ไม่พบการเปลี่ยนแปลง	เหมือนสูตร 6

นำแกรนูลฟู่สูตรที่ 9 ไปประเมินคุณสมบัติทางกายภาพได้ผลดังนี้

tapped density = 0.372 g/mL

bulk density = 0.388 g/mL

compressibility index = 4.12 %

repose angle = 31.76 องศา

จากค่าที่ประเมินได้แสดงว่าสูตร 9 นี้มีคุณสมบัติในการไหลที่ดีพอใช้เนื่องจากค่า compressibility index มีค่าต่ำและ repose angle มีค่ามากกว่า 30 องศาเล็กน้อย เมื่อนำแกรนูลฟู่สูตรที่ 9 ไปประเมินอัตราการเกิดฟองฟู่ได้ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 64 และ รูปที่ 17

รูปที่ 17 อัตราการเกิดฟองฟู่ของแกรนูลสูตรที่ 9

ตารางที่ 64 อัตราการเกิดฟองฟู่ของแกรนูลสูตรที่ 9

เวลา (นาที)	ปริมาณฟองฟู่ (กรัม/1กรัมผงฟู่)	
	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2
0	0	0
0.5	0.125	0.173
1	0.125	0.202
3	0.250	0.154
5	0.277	0.192
7	0.277	0.250

9	0.286	0.288
11	0.312	0.308
13	0.357	0.356
15	0.366	0.394

ผลการศึกษาความคงตัวของผงฟูสารสกัดชาดังตารางที่ 65

ตารางที่ 65 ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญของผงฟูสารสกัดชาที่เก็บไว้ (% ของปริมาณเริ่มต้น mean±SD, n=2)

เวลา (เดือน)	สารสำคัญ	สภาวะการเก็บ	
		25 องศาเซลเซียส	40 องศาเซลเซียส
1	Catechin	-	94.87±0.09
	EC	-	93.31±1.38
	EGCG	-	98.59±1.29
	ECG	-	96.58±2.20
2	Catechin	-	70.42±8.00
	EC	-	62.59±10.12
	EGCG	-	56.16±14.61
	ECG	-	48.44±17.31
3	Catechin	-	75.93±1.23
	EC	-	68.60±3.44
	EGCG	-	71.33±11.38
	ECG	-	74.50±3.82
4	Catechin	-	71.84±2.60
	EC	-	64.98±3.85
	EGCG	-	67.80±5.32
	ECG	-	56.94±7.66
6	Catechin	80.73±3.01	78.68±2.90
	EC	72.76±3.29	70.28±3.50
	EGCG	93.38±4.35	90.16±4.56
	ECG	93.56±5.78	89.86±5.23

จากตารางที่ 65 พบว่าผงสารสกัดชาที่เตรียมในรูปผงฟูมีความคงตัวไม่ดีเมื่อเก็บไว้ที่ 25 และ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 เดือน กล่าวคือปริมาณ catechin และ EC เริ่มลดลงตั้งแต่เดือนแรกและเมื่อครบ 2 เดือนปริมาณที่เหลือต่ำกว่า 90 % ที่เป็นเช่นนี้อาจเกิดจากสารสำคัญในสารสกัดชาสัมผัสกับโมเลกุลของกรดหรือด่างที่ใช้เตรียมผงฟูโดยตรงและเกิดการเสื่อมสลายไป สำหรับ ปริมาณ EGCG และ ECG เริ่มลดลงตั้งแต่เดือนแรกเช่นกันแต่เมื่อเวลาผ่านไปปริมาณที่เหลืออยู่มี variation ค่อนข้างมากในแต่ละเดือน ดังนั้นอาจสรุปได้ว่าสารสกัดชาในรูปผงฟูมีอายุการใช้ 1 เดือน

7. การประเมินผลทางชีวภาพ

ผลการประเมินทางชีวภาพของตำรับแป้งฝุ่น ผงแกรนูลและโลชั่นของสารสกัดชามีดังต่อไปนี้

7.1. การตรวจสปอร์ของกูดขน

ตามมอก. 443-2525 ระบุเกณฑ์ที่กำหนดของแป้งฝุ่นโรยตัวเด็กว่าต้องไม่มีสปอร์ของกูดขน แต่แป้งฝุ่นผัดหน้าและแป้งฝุ่นโรยตัวไม่ได้กำหนดให้ควบคุมสปอร์ของกูดขน เมื่อนำตัวอย่างแป้งฝุ่นมาตรวจหาสปอร์ของกูดขนโดยใช้กล้องจุลทรรศน์ผลการทดลองไม่พบสปอร์ของกูดขนในตัวอย่างแป้งฝุ่นสูตร 14 และ 15 ดังนั้นแป้งฝุ่นทั้งสองสูตรสามารถนำไปพัฒนาเป็นแป้งฝุ่นได้ทั้งสามชนิดดังกล่าวข้างต้น

7.2. การตรวจหาปริมาณเชื้อ

ทำการตรวจหาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่มีในผลิตภัณฑ์ตามวิธี microbial limit test ตามมาตรฐาน USP 28 /Thai Pharmacopoeia 2000 ผลการทดลองดังตารางที่ 66 และ 67

ตารางที่ 66 ผลการตรวจเชื้อจุลินทรีย์ปนเปื้อนในผงแกรนูลชา

เชื้อจุลินทรีย์	ข้อกำหนด	ผลการตรวจ
1. Total aerobic count	< 5.0×10^{7} CFU/mL	6.0×10^{1} CFU/mL
2. *Escherichia coli*	< 5.0×10^{2} CFU/mL	ไม่พบ
3. *Clostridium* spp.	ไม่พบในตัวอย่าง 10 กรัม หรือ 10 มล.	ไม่พบ
4. Yeast and Mold count	< 5.0×10^{4} CFU/mL	2.0×10^{3} CFU/mL
5. *Salmonella* spp.	ไม่พบในตัวอย่าง 10 กรัม หรือ 10 มล.	ไม่พบ
6. *Staphylococcus aureus*	ไม่พบในตัวอย่าง 1 กรัม หรือ 1 มล.	ไม่พบ

ตารางที่ 67 ผลการตรวจเชื้อจุลินทรีย์ปนเปื้อนในโลชั่นชา

เชื้อจุลินทรีย์	ข้อกำหนด	ผลการตรวจ
1. Total aerobic count	< 5.0×10^{7} CFU/mL	ไม่พบ
2. *Escherichia coli*	< 5.0×10^{2} CFU/mL	ไม่พบ
3. *Clostridium* spp.	ไม่พบในตัวอย่าง 10 กรัม หรือ 10 มล.	ไม่พบ
4. Yeast and Mold count	< 5.0×10^{4} CFU/mL	3.0×10^{2} CFU/mL
5. *Salmonella* spp.	ไม่พบในตัวอย่าง 10 กรัม หรือ 10 มล.	ไม่พบ
6. *Staphylococcus aureus*	ไม่พบในตัวอย่าง 1 กรัม หรือ 1 มล.	ไม่พบ

จากตารางที่ 66 และ 67 พบว่าผงชาและโลชั่นชามีเชื้ออยู่ในปริมาณที่ยอมรับได้ เข้ามาตรฐานตามข้อกำหนดตามประกาศสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาเรื่องหลักเกณฑ์การพิจารณาขึ้นทะเบียนตำรับยาแผนโบราณลงวันที่ 25 มีนาคม 2547 ดังนั้นอาจสรุปได้ว่ากรรมวิธีการเตรียมสารสกัดชาตลอดจนการเตรียมโลชั่นชาและแกรนูลชามีความเหมาะสมที่จะนำไปขยายระดับการผลิตในอุตสาหกรรมต่อไปได้

7.3. การประเมินประสิทธิภาพในการทำความสะอาดผิวหนัง

ผลการประเมินประสิทธิภาพในการทำความสะอาดผิวหนังแสดงในตารางที่ 68 และ 69

ตารางที่ 68 ผลการประเมินประสิทธิภาพในการทำความสะอาดผิวหนังของโลชั่นชา

ผู้ประเมินลำดับที่	CFU / plate		CFU / finger tip	
	before	after	before	after
1	84	2	16.8	0.4
2	181	4	36.2	0.8
3	48	1	9.6	0.2

เมื่อพิจารณาข้อมูลดิบในตารางจะเห็นว่าภายหลังการแช่มือด้วยโลชั่น 15 วินาทีสามารถลดจำนวนเชื้อลงได้ แต่เมื่อเปรียบเทียบโดยใช้วิธีการทางสถิติ paired *t test* พบว่าปริมาณเชื้อก่อนและหลังการใช้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % (p value เท่ากับ 0.1195)

ตารางที่ 69 ผลการประเมินประสิทธิภาพในการทำความสะอาดผิวหนังของผงแกรนูลชา

ผู้ประเมินลำดับที่	CFU / plate		CFU / finger tip	
	before	after	before	after
1	30	3	6.0	0.6
2	353	86	70.6	17.2
3	52	14	10.4	2.8

เมื่อพิจารณาข้อมูลดิบในตารางจะเห็นว่าภายหลังการแช่มือด้วยผงชาละลายน้ำ 10 นาทีสามารถลดจำนวนเชื้อลงได้แต่เมื่อเปรียบเทียบโดยใช้วิธีการทางสถิติ paired *t test* พบว่าปริมาณเชื้อก่อนและหลังการใช้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % (p value เท่ากับ 0.2928)

จากผลการทดลองประเมินประสิทธิภาพการทำความสะอาดพบว่าผงชาสำหรับผสมน้ำแช่มือ (เวลาที่ใช้แช่ 10 นาที) และโลชั่น (เวลาที่ใช้แช่ 15 วินาที) ไม่สามารถลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ลงได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ดังนั้นอาจสรุปว่าสามารถนำผลิตภัณฑ์ไปใช้ทำความสะอาดผิวหนังทั่วไปได้ แต่ผลิตภัณฑ์ไม่มีคุณสมบัติในการทำลายหรือยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์หากใช้ในลักษณะเดียวกับสภาวะที่ใช้ในการทดลอง

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากผลการทดลองพบว่าการนำสารสกัดชาที่ได้จากการนำกากชามาสกัดด้วยน้ำแล้วทำให้เป็นผงแห้งมาพัฒนาเป็นตำรับผลิตภัณฑ์สำหรับผิวพรรณนั้นประสบปัญหาอันเนื่องมาจากธรรมชาติของสารสกัดเป็นส่วนผสมของสารสำคัญหลายชนิดที่มีความคงตัวต่ำ สามารถสลายตัวได้ง่ายและเกิดความไม่เข้ากันกับสารช่วยหลายชนิด จึงทำให้การตั้งตำรับทำได้อย่างมีข้อจำกัด นอกจากนี้พบว่าสารสกัดมีชิ้นส่วนที่ไม่ละลายน้ำปะปนอยู่บ้าง เป็นปัญหาในการเตรียมโลชั่นในรูป

สารละลายใส แนวทางในการแก้ปัญหาคือควรปรับปรุงการกรองในขั้นตอนการเตรียมสารสกัดให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น ไม่ให้มีเศษผงที่ไม่ละลายปนอยู่ในน้ำสกัดที่จะนำไปทำให้แห้ง

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาตำรับผลิตภัณฑ์สำหรับผิวพรรณของสารสกัดจากกากชา ได้แก่ แป้งฝุ่นผสมสารสกัดกากชาสำหรับใช้โรยตัว ตำรับสารสกัดจากกากชาชนิดผงหรือผงฟู่สำหรับผสมน้ำอาบหรือแช่ตัว และตำรับโลชั่นหรือเจลสำหรับใช้ทำความสะอาดผิวหนัง จากผลการวิจัยได้ตำรับแป้งฝุ่นผสมสารสกัดกากชาสำหรับใช้โรยตัวที่มีความคงตัวดี 2 ตำรับตำรับหนึ่งมีส่วนประกอบหลักคือ talcum เช่นเดียวกับแป้งฝุ่นโรยตัวที่นิยมใช้กันทั่วไป อีกตำรับมีส่วนประกอบหลักคือ tapioca starch หรือแป้งมันสำปะหลัง ไม่มี talcum อยู่เลย ตำรับนี้มีข้อดีคือผงแป้งที่สูดเข้าไปในปอดไม่สะสมและก่อให้เกิดอันตรายต่อปอดเหมือน talcum ปัจจุบันมีแป้งฝุ่นที่ทำจากแป้งของพืชได้แก่ แป้งข้าวเจ้าและแป้งข้าวโพด วางจำหน่ายในท้องตลาดโดยมีจุดขายว่า 100% talcum free อย่างไรก็ตามยังไม่เคยมีการนำแป้งมันสำปะหลังมาใช้ในตำรับแป้งฝุ่นมาก่อนเลย

การพัฒนาตำรับเจลและโลชั่น แม้ว่าได้สูตรตำรับที่มีลักษณะทางกายภาพดีน่าพอใจ แต่ความคงตัวของตำรับไม่ดีเมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง (25 องศาเซลเซียส) เมื่อทดลองนำโลชั่นชาเก็บไว้ในตู้เย็น (8 องศาเซลเซียส) พบว่ามีความคงตัวทางกายภาพและเคมีดีตลอดระยะเวลาการศึกษา 6 เดือน ดังนั้นอาจสรุปได้ว่าสารสกัดจากกากชาไม่เหมาะสมที่จะนำไปเตรียมผลิตภัณฑ์รูปแบบของเหลวที่มีน้ำเป็นส่วนประกอบหลักเพราะจะเกิดการเสื่อมสลายได้ง่าย อย่างไรก็ตามยังมีแนวทางในการนำตำรับที่พัฒนาได้ในงานนี้ไปใช้ กล่าวคืออาจเตรียมในรูปเจลหรือโลชั่นกึ่งสำเร็จรูป เมื่อจะใช้ให้ผสมผงสารสกัดชาเข้ากับเจลพื้นหรือโลชั่นพื้นที่เตรียมให้ไปคู่กัน และให้เตรียมเท่าที่ต้องการใช้ในแต่ละครั้งเท่านั้น ไม่ควรเหลือเก็บไว้เพราะสารสำคัญจะสลายตัวไป ผงสารสกัดชาอาจใช้ชนิดแกรนูลที่พัฒนาขึ้นซึ่งมีอายุการใช้ 2 ปี

การพัฒนาตำรับผงชนิดแกรนูลและผงฟู แม้ว่าได้สูตรตำรับที่มีลักษณะทางกายภาพดีน่าพอใจ แต่ความคงตัวทางเคมีของตำรับผงฟู่ไม่ดีนัก สามารถเก็บไว้เป็นเวลา 1 เดือนเท่านั้น หลังจากนั้นสารสำคัญที่มีฤทธิ์ antioxidant จะสลายตัวไป ในขณะที่ตำรับผงชนิดแกรนูลมีความคงตัวดีมีอายุการใช้ไม่ต่ำกว่า 2 ปี การนำตำรับผงชนิดแกรนูลของสารสกัดชาไปใช้ทำโดยนำผงชา 10 กรัมมาละลายน้ำ 1 ลิตรเพื่อให้ได้ความเข้มข้น 1 % w/v อย่างไรก็ตามการแช่มือในสารละลายดังกล่าวนาน 10 นาทีไม่สามารถลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ลงได้อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ข้อเสนอแนะ

การนำสารสกัดสมุนไพรที่มีส่วนประกอบหลายชนิดมาพัฒนาตำรับเครื่องสำอางสำหรับผิวพรรณนี้มีข้อจำกัดในเรื่องความคงตัวของสารสำคัญที่มีตามธรรมชาติในสมุนไพร อย่างไรก็ตามตำรับแป้งฝุ่นและผงชาชนิดแกรนูลที่พัฒนาขึ้นมีความคงตัวเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 2 ปี ตำรับเจลและโลชั่นควรเตรียมเป็นผลิตภัณฑ์กึ่งสำเร็จรูปที่สะดวกในการใช้และเก็บรักษาได้เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 2 ปี เนื่องจากสารสำคัญที่มีสลายตัวอย่างรวดเร็วเมื่ออยู่ในผลิตภัณฑ์ชนิดของเหลวที่มีน้ำเป็นส่วนประกอบหลักจึงควรผสมสารสกัดชากับเจลพื้นหรือโลชั่นพื้นแล้วใช้เป็นครั้งๆไป ตำรับสารสกัดชาผงฟู่ที่พัฒนาได้มีลักษณะทางกายภาพที่ดีสามารถเก็บไว้ได้ 1 เดือนในสภาวะปกติที่อุณหภูมิห้อง การที่มีกรดและด่างในปริมาณมากเพื่อให้เกิดการฟู่ที่เพียงพอมีผลกระทบต่อความคงตัวของสารสำคัญในสารสกัดชา การแยกส่วนกรดด่างออกจากสารสกัดชาอาจช่วยลดปัญหาเกี่ยวกับความคงตัวของสารสำคัญในสารสกัดชาแต่ตำรับที่ได้จะมีปัญหาเกี่ยวกับการละลายของสารสกัดชาดังกล่าวแล้วข้างต้น การเตรียมเป็นผลิตภัณฑ์ผงฟู่กึ่งสำเร็จรูปไม่สามารถทำได้สำหรับวิธีการเตรียมที่พัฒนาขึ้นสำหรับสารสกัดชาที่มีปัญหาการละลายน้ำในระบบที่มีฟองฟู่นี้

เอกสารอ้างอิง

1. นันทวัน บุณยะประภัศร และคณะ. ชาเขียว ในหนังสือโครงการจัดทำข้อมูลทันสมัยของสมุนไพรด้านความปลอดภัยและการใช้ประโยชน์จากสมุนไพร. พ.ศ. 2547.
2. นันทวัน บุณยะประภัศร และคณะ. รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการการวิจัยเพื่อสนับสนุนการใช้สมุนไพรในสัตว์ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) พ.ศ. 2548.
3. ศิรินทรา กอแสงเรืองและคณะ. การประชุมวิชาการเรื่อง ผลิตภัณฑ์จากสมุนไพรและผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร จัดโดย คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต และ กรมพัฒนาการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก กระทรวงสาธารณสุข วันที่ 4 – 5 กันยายน 2546 ณ มหาวิทยาลัยรังสิต ปทุมธานี หน้า 1 – 224.
4. สุนันทา สมพงษ์ และ นิตยา พุทธโกษา. รายงานการสัมมนาเรื่อง แนวทางการพัฒนาสมุนไพรของประเทศไทย จัดโดย กลุ่มงานเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร กองโครงการและประสานงานการวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ วันที่ 13 – 14 กันยายน 2543 ณ โรงแรมมารวยการ์เด้น กรุงเทพมหานคร. หน้า 1 – 434.
5. Chen ZM, et al. The chemistry of tea non-volatiles. In : Yong-su Zhen, ed. Tea. London: Taylor and Francis, 2002:58.
6. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมชาใบ (ชาจีน) มอก. 460-2526, กระทรวงอุตสาหกรรม. หน้า 8.
7. Chen ML. Tea and health-an overview. In : Yong-su Zhen, ed. Tea. London: Taylor and Francis, 2002:1-16.
8. อรนุช โชคชัยเจริญพร. ชากับฤทธิ์ต้านมะเร็ง. จุลสารข้อมูลสมุนไพร, สำนักงานข้อมูลสมุนไพร คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ปีที่ 15 ฉบับที่ 1 พ.ศ. 2540.
9. อรทัย ไตรวุฒานนท์ และคณะ. การใช้สมุนไพรแทนนินสูง(ใบชา)ต่อการเจริญเติบโตและความสมบูรณ์พันธุ์ของนกกระทาญี่ปุ่น ใน จันทร์จรัส เรี่ยวเดชะ และคณะ บรรณาธิการ, สมุนไพรไทย โอกาสและทางเลือกใหม่ของอุตสาหกรรมการผลิตสัตว์. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ตีรณสาร, 2547: 86-91.
10. พัชรินทร์ วิศิษฐานนท์ สุภาพร บัวรักษา. ปัจจัยที่มีผลต่อการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ของตำรับผงฟู่. รายงานโครงการพิเศษปีการศึกษา 2545. คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.
11. Paulson DS, et al. A close look at alcohol gel as an antimicrobial sanitizing agent. American Journal of Infection Control. 1999;27(4): 332-338.
12. World Health Organization. WHO Technical Report Series, No. 902, 2002.
13. Saito Y. Cleaning agents containing green tea. Patent:Jpn Kokai Tokkyo Koho JP 11 43,696 (99 43,696). 1999:4pp.
14. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเครื่องสำอาง: แป้งฝุ่น มอก. 443-2525, กระทรวงอุตสาหกรรม

15. Ansel HC. Powder,granulation and solid dosage form for oral administration: Capsule and tablets. In: Introduction to Pharmaceutical Dosage Form. 2nd ed. Philadelphia: Henry Kimpton Publishing, 1976:176-77, 198-201.

16. Aulton ME. Aulton's Pharmaceutics. 3rd ed. Edinburgh: Churchill Livingstone Elsevier, 2007: 176.

ภาคผนวก

บทความสำหรับการเผยแพร่

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) การพัฒนาผลิตภัณฑ์สำหรับผิวพรรณของสารสกัดจากกากชา

(ภาษาอังกฤษ) Formulation of skin preparation from spent tea leaf extract

ผู้วิจัย รศ.ดร. พจวรรณ ลาวัณย์ประเสริฐ และ อ.ดร. วีณา นุกูลการ

คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาตำรับผลิตภัณฑ์สำหรับผิวพรรณของสารสกัดจากกากชา ได้แก่ แป้งฝุ่นผสมสารสกัดกากชาสำหรับใช้โรยตัว ตำรับสารสกัดจากกากชาชนิดผงหรือผงฟูสำหรับผสมน้ำอาบหรือแช่ตัว และตำรับโลชั่นหรือเจลสำหรับใช้ทำความสะอาดผิวหนัง สารสกัดชาที่ใช้ได้จากการนำกากชามาสกัดด้วยน้ำแล้วทำให้เป็นผงแห้งด้วยความร้อน สารสำคัญที่เป็นสารออกฤทธิ์ในสารสกัดชาได้แก่ คาทีชิน อีพิคาทีชิน อีพิกอลโลคาทีชินกอลเลต และ อีพิคาทีชินกอลเลต ซึ่งมีรายงานว่ามีฤทธิ์แอนตี้ออกซิแดนท์ จากผลการวิจัยได้ตำรับแป้งฝุ่นผสมสารสกัดกากชาสำหรับใช้โรยตัวที่มีความคงตัวดี 2 ตำรับและตำรับผงชนิดแกรนูลที่มีความคงตัวดี 1 ตำรับ การพัฒนาตำรับเจลและโลชั่น แม้ว่าได้สูตรตำรับที่มีลักษณะทางกายภาพดีแต่ความคงตัวของตำรับไม่ดีนักเมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสารสกัดจากกากชาไม่เหมาะสมที่จะนำไปเตรียมผลิตภัณฑ์รูปแบบของเหลวที่มีน้ำเป็นส่วนประกอบหลักเพราะจะเกิดการเสื่อมสลายได้ง่าย การพัฒนาตำรับผงชนิดแกรนูลและผงฟู แม้ว่าได้สูตรตำรับที่มีลักษณะทางกายภาพดีแต่ความคงตัวทางเคมีของตำรับผงฟูไม่ดีนักในขณะที่ตำรับผงชนิดแกรนูลมีความคงตัวดีมีอายุการใช้ไม่ต่ำกว่า 2 ปี การนำตำรับผงชนิดแกรนูลของสารสกัดชาไปใช้ทำโดยนำผงชา 10 กรัมมาละลายน้ำ 1 ลิตรเพื่อให้ได้ความเข้มข้น 1 % w/v อย่างไรก็ตามการแช่มือในสารละลายดังกล่าวนาน 10 นาทีไม่สามารถลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ลงได้อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากผลการทดลองพบว่าการนำสารสกัดกากชาที่มีส่วนประกอบหลายชนิดมาพัฒนาตำรับเครื่องสำอางสำหรับผิวพรรณนี้มีข้อจำกัดอันเนื่องมาจากธรรมชาติของสารสกัดเป็นส่วนผสมของสารสำคัญหลายชนิดที่มีความคงตัวต่ำ สามารถสลายตัวได้ง่ายเมื่ออยู่ในผลิตภัณฑ์ชนิดของเหลวที่มีน้ำเป็นส่วนประกอบหลัก เกิดความไม่เข้ากันกับสารช่วยหลายชนิด และการที่มีกรดและด่างในปริมาณมากเพื่อให้เกิดการฟู่ที่เพียงพอในตำรับผงฟู่ก็มีผลกระทบต่อความคงตัวของสารสำคัญในสารสกัดชาเช่นกัน นอกจากนี้พบว่าสารสกัดมีชิ้นส่วนที่ไม่ละลายน้ำปะปนอยู่ เป็นปัญหาในการเตรียมโลชั่นในรูปสารละลายใส แนวทางในการแก้ปัญหาคือควรปรับปรุงการกรองในขั้นตอนการเตรียมสารสกัดให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น ไม่ให้มีเศษผงที่ไม่ละลายปนอยู่ในน้ำสกัดที่จะนำไปทำให้แห้ง และหากต้องการพัฒนาตำรับที่มีรูปแบบพิเศษควรแยกสารเจือปนอื่นออกจากสารสกัดให้หมดก่อนนำมาใช้ทั้งนี้เนื่องจากการพัฒนาตำรับที่มีรูปแบบพิเศษต้องใช้สารสกัดที่มีความบริสุทธิ์สูงเท่านั้นจึงจะสามารถทำได้

คำสำคัญ สารสกัดจากกากชา, ผลิตภัณฑ์สำหรับผิวพรรณ

กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการนำผลจากโครงการไปใช้ประโยชน์

กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการนำผลจากโครงการไปใช้ประโยชน์มีดังนี้

1. ตำรับแป้งฝุ่นทั้ง 2 ตำรับ
   ควรมีการวิจัยต่อในเรื่องประเมินความพึงพอใจผู้ใช้ ถ้าผ่านการประเมินไม่ต้องปรับสูตรอีก ทำวิจัยต่อไปเรื่องการออกฤทธิ์ของสารสำคัญต่อผิวหนัง จากนั้นเลือกบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมและสวยงามจนเสร็จสมบูรณ์
2. ตำรับผงชนิดแกรนูล
   ควรมีการวิจัยต่อในเรื่องประเมินความพึงพอใจผู้ใช้ ถ้าผ่านการประเมินไม่ต้องปรับสูตรอีก ทำวิจัยต่อไปเรื่องการออกฤทธิ์ของสารสำคัญต่อผิวหนัง จากนั้นเลือกบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมและสวยงามจนเสร็จสมบูรณ์
3. ตำรับเจลและโลชั่น
   ถ้ายังต้องการใช้สารสกัดกากชาแบบเดียวกันกับที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ควรมีการวิจัยต่อเพื่อศึกษาความคงตัวของตำรับเจลและโลชั่นกึ่งสำเร็จรูป
4. ตำรับผงฟู
   ถ้ายังต้องการใช้สารสกัดกากชาแบบเดียวกันกับที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ควรมีการวิจัยต่อเพื่อพัฒนาตำรับเม็ดฟู่แทนผงฟู่ โดยออกแบบโครงสร้างเม็ดฟู่ให้สารสกัดกากชามีความคงตัวดีขึ้น

ตารางเปรียบเทียบวัตถุประสงค์กับผลงานที่ได้รับ

วัตถุประสงค์	กิจกรรม	ผลงานที่คาดว่าจะได้รับ	ผลงานที่ได้รับ
1.เพื่อพัฒนาวิธีวิเคราะห์และศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของสารสกัดที่จะใช้ประกอบการพัฒนาตำรับ	1.ทดสอบและพัฒนาวิธีวิเคราะห์ 2.ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของสารสกัด	1.ได้วิธีวิเคราะห์สารสกัด 2.ได้ข้อมูลคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของสารสกัด	1.ได้วิธีวิเคราะห์สารสกัด 2.ได้ข้อมูลคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของสารสกัด
2. เพื่อพัฒนาตำรับแป้งฝุ่น	1.คัดเลือกสารช่วยและพัฒนาตำรับ 2.ทดสอบความคงตัว	1.ได้ตำรับแป้งฝุ่น 2.ได้ข้อมูลความคงตัวของตำรับแป้งฝุ่น	1.ได้ตำรับแป้งฝุ่น 2 ตำรับ 2.ได้ข้อมูลความคงตัวของตำรับแป้งฝุ่น
3. เพื่อพัฒนาตำรับผงหรือผงฟู่	1.คัดเลือกสารช่วยและพัฒนาตำรับ 2.ทดสอบความคงตัว	1.ได้ตำรับผงหรือผงฟู่ 2.ได้ข้อมูลความคงตัวของตำรับผงหรือผงฟู่	1.ได้ตำรับผงและผงฟู่ 2.ได้ข้อมูลความคงตัวของตำรับผงและผงฟู่
4.เพื่อพัฒนาตำรับโลชั่นหรือเจล	1.คัดเลือกสารช่วยและพัฒนาตำรับ 2.ทดสอบความคงตัว	1.ได้ตำรับโลชั่นหรือเจล 2.ได้ข้อมูลความคงตัวของตำรับโลชั่นหรือเจล	1.ได้ตำรับโลชั่นและเจล 2.ได้ข้อมูลความคงตัวของตำรับโลชั่นและเจล