

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(7)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	67
อุปกรณ์	67
วิธีการ	70
ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง	89
สรุป	192
ข้อเสนอแนะ	195
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	197
ภาคผนวก	206
ภาคผนวก ก การอภิปรายแบบกลุ่ม, การสำรวจผู้บริโภค, การทดสอบ แนวความคิดผลิตภัณฑ์ และ การทดสอบการยอมรับ ของผู้บริโภค	207
ภาคผนวก ข การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส	222
ภาคผนวก ค ผลข้อมูลของค่าความชุ่มชื้นผิวหนังก่อนและภายหลังการใช้ตัวอย่าง ครีมขัดผิว จากการวัดค่าด้วยเครื่อง Skin Diaganostic SD 27	232
ภาคผนวก ง ผลการวิเคราะห์ความแตกต่าง ด้วยวิธี Paired sample t-test จากการ วัดค่าความยืดหยุ่นของผิวหนัง ด้วยเครื่อง Cutometer MPA 580 ก่อนและภายหลังการใช้ ครีมขัดผิวที่มีส่วนผสมของซีลีกา จากแกลบข้าว จำนวน 6 สูตร	240
ภาคผนวก จ การคำนวณต้นทุนการผลิตครีมขัดผิวที่มีส่วนผสมของซีลีกา จากแกลบข้าว ต่อ 1 หน่วยการผลิต	242

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	องค์ประกอบของเมล็ดข้าวเทียบกับแกลบข้าว	4
2	องค์ประกอบสารอินทรีย์ในแกลบข้าววิเคราะห์ด้วยเครื่อง Atomic absorption spectrometry	4
3	องค์ประกอบทางเคมีของแกลบข้าววิเคราะห์ด้วยเครื่อง Atomic absorption Spectrometry	5
4	องค์ประกอบทางเคมีของเถ้าแกลบวิเคราะห์ด้วยเครื่อง X-ray fluorescent	8
5	รูปผลึกของซิลิกาที่ความดันบรรยากาศ	11
6	คุณสมบัติของซิลิกาที่สังเคราะห์ขึ้น เพื่อใช้เป็นสารขัดผิวในทางการค้า	20
7	ข้อกำหนดด้านคุณภาพของซิลิกาที่ใช้เป็นสารขัดฟัน และเพิ่มความหนืดในยาสีฟัน	25
8	การประยุกต์ใช้ฟุ้งซิลิกาในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางประเภทต่างๆ	29
9	คุณสมบัติของสารขัดผิวชนิดต่างๆ ที่นิยมใช้ในท้องตลาด	41
10	สารขัดผิวที่มีการใช้ในผลิตภัณฑ์ขัดผิวทั้งที่ได้จากธรรมชาติและจากการสังเคราะห์	42
11	ปัจจัยและระดับที่ใช้ในการคัดเลือกปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของซิลิกา ในกระบวนการผลิต	74
12	แผนผังการทดลองแบบ 2^{4-1} fractional factorial (Defining contrast I= ABCD) เพื่อคัดเลือกปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการผลิต	75
13	ส่วนประกอบของครีมขัดผิวสูตรพื้นฐาน	80
14	ปัจจัยและระดับที่ใช้ศึกษาเพื่อเพิ่มคุณภาพทางประสาทสัมผัสของครีมขัดผิว	83
15	ข้อมูลทางด้านประชากรศาสตร์จากการสำรวจผู้บริโภค	92
16	ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมการใช้ผลิตภัณฑ์ขัดผิวจากการสำรวจผู้บริโภค	94
17	คะแนนความสำคัญเฉลี่ยในแต่ละปัจจัยที่มีอิทธิพลในการตัดสินใจเลือกซื้อ ผลิตภัณฑ์ขัดผิว จากการสำรวจผู้บริโภค	98
18	ค่า Factor loading ของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ขัดผิว จาก วิธีการวิเคราะห์ปัจจัย	100
19	ข้อมูลเกี่ยวกับความต้องการและการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขัดผิวที่มีส่วนผสม ของซิลิกาจากแกลบข้าว จากการสำรวจผู้บริโภค	101
20	ผลการทดสอบแนวความคิดผลิตภัณฑ์ขัดผิวกับกลุ่มผู้บริโภคเป้าหมาย	104

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
21	ค่าผลรวมของลำดับความต้องการของผลิตภัณฑ์ซัดผิวในแต่ละรูปแบบ	105
22	ค่าคุณภาพของซติกาในแต่ละสิ่งทดลองจากการคัดเลือกปัจจัย ที่มีผลต่อกระบวนการผลิตซติกาจากแอลบข้าว	107
23	ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตซติกาจากแอลบข้าว	108
24	ผลของสารละลายกรดไฮโดรคลอริก และอุณหภูมิในการเผาแอลบ ที่มีต่อคุณภาพ ของซติกาจากการทดลอง เมื่อเทียบกับซติกาในทางการค้า	111
25	ปริมาณสิ่งเจือปนพวกโลหะออกไซด์ (ร้อยละโดยน้ำหนัก) ในแต่ละสิ่งทดลอง จากการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง X – ray analytical microscope	117
26	สมการรีเกรสชันที่อธิบายความสัมพันธ์ของปัจจัยในการผลิต ที่มีผลต่อค่าคุณภาพ ของซติกาจากการทดลอง	118
27	ค่าจริงและค่าทำนายของค่าคุณภาพของซติกาจากสภาวะที่เหมาะสมของ การผลิตในระดับห้องปฏิบัติการ	123
28	ค่าคุณภาพของซติกาที่ผลิตในระดับห้องปฏิบัติการเทียบกับในระดับขยายสเกล	126
29	ค่าคุณภาพของซติกาที่ทำการผลิตได้ในระดับขยายสเกล	127
30	คุณภาพทางกายภาพของครีมซัดผิวสูตรพื้นฐานจากการทดสอบความคงตัว ด้วยวิธี Freeze-Thaw Cycle	130
31	ค่าคุณภาพทางด้านเคมี กายภาพ และทางประสาทสัมผัส ของผลิตภัณฑ์ ครีมซัดผิวในท้องตลาดจำนวน 3 ยี่ห้อ เทียบครีมซัดผิวสูตรพื้นฐาน	132
32	ผลค่าความยืดหยุ่นของผิวหนังจากการวัดค่าด้วยเครื่อง Cutometer MPA 580 ภายหลังการใช้ผลิตภัณฑ์ครีมซัดผิวในท้องตลาด และครีมซัดผิวสูตรพื้นฐาน	133
33	สรุปช่วงค่าคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในท้องตลาดเทียบกับครีมซัดผิวสูตรพื้นฐาน	134
34	ค่าคุณภาพของครีมซัดผิวสูตรพื้นฐานที่ได้จากการเติม Carbopol polymer ที่ร้อยละต่างๆ	137
35	ความรู้สึกของผู้ทดสอบ ที่มีต่อครีมซัดผิวที่เติม Carbopol polymer ที่ร้อยละต่างๆ จากการทดสอบด้วยวิธี Just About Right	138
36	คุณภาพทางประสาทสัมผัสของครีมซัดผิว 6 สูตร เทียบกับผลิตภัณฑ์ ครีมซัดผิวในท้องตลาด จากการทดสอบด้วยวิธี QDA	140

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
37	คุณภาพทางเคมีและกายภาพของครีมขัดผิว 6 สูตร เทียบกับผลิตภัณฑ์ครีมขัดผิวในท้องตลาด	141
38	ผลการวัดค่าความยืดหยุ่นของผิวหนังด้วยเครื่อง Cutometer MPA 580 ภายหลังจากการใช้ครีมขัดผิวทั้ง 6 สูตร	145
39	ผลการทดสอบคะแนนความชอบของครีมขัดผิวที่ผ่านการคัดเลือกแล้ว	153
40	ความรู้สึกรู้สึกของผู้ทดสอบ จากการทดสอบด้วยวิธี Just About Right ต่อสูตรครีมขัดผิวที่ผ่านการคัดเลือกแล้ว	154
41	ค่าคุณภาพครีมขัดผิว ซึ่งใช้ชิลิกาจากแกลบข้าวเป็นสารขัดผิวที่ระดับต่างๆ	155
42	ค่าคะแนนความชอบของครีมขัดผิวที่ใช้ชิลิกาจากแกลบข้าวเป็นสารขัดผิวที่ระดับต่างๆ	156
43	ค่าผลรวมของลำดับความชอบด้านสี ของครีมขัดผิวที่มีส่วนผสมของชิลิกาจากแกลบข้าว	157
44	คะแนนความชอบในกลุ่มชนิดต่างๆ ของครีมขัดผิวที่มีส่วนผสมของชิลิกาจากแกลบข้าว	158
45	ความรู้สึกรู้สึกของผู้ทดสอบในคุณลักษณะด้านสีและกลิ่น โดยวิธี Just About Right	159
46	คะแนนความชอบด้านความเข้มข้นของครีมขัดผิวซึ่งใช้สารละลายสีแดง (0.1% w/v) ที่ร้อยละ 0.2 และ 0.3	160
47	ส่วนประกอบของครีมขัดผิวที่มีส่วนผสมของชิลิกาจากแกลบข้าวที่ผ่านการพัฒนา	161
48	ผลการตรวจสอบคุณภาพของครีมขัดผิวที่มีส่วนผสมของชิลิกาจากแกลบข้าวที่ผ่านการพัฒนาแล้ว	162
49	คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส ของครีมขัดผิวที่มีส่วนผสมของชิลิกาจากแกลบข้าวที่ผ่านการพัฒนาแล้ว	163
50	ค่าปัจจัยที่ใช้อธิบายความยืดหยุ่นของผิวหนัง ก่อนการใช้และภายหลังจากการใช้ครีมขัดผิวสูตรที่พัฒนาได้ และผลิตภัณฑ์ครีมขัดผิวในท้องตลาด	166
51	ต้นทุนวัตถุดิบในการผลิตครีมขัดผิวที่มีส่วนผสมของชิลิกาจากแกลบข้าว จำนวน 1000 กรัม	167

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
52	ค่าคุณภาพทางประสาทสัมผัสของครีมขจัดผิวที่มีส่วนผสมของซิลิกาจากแกลบข้าว ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส นาน 8 สัปดาห์	175
53	ค่าคุณภาพทางประสาทสัมผัสของครีมขจัดผิวที่มีส่วนผสมของซิลิกาจากแกลบข้าว ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส นาน 8 สัปดาห์	176
54	ค่าคุณภาพทางประสาทสัมผัสของครีมขจัดผิวที่มีส่วนผสมของซิลิกาจากแกลบข้าว ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส นาน 8 สัปดาห์	177
55	ข้อมูลทางด้านประชากรศาสตร์จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค	178
56	ข้อมูลเกี่ยวกับการยอมรับผลิตภัณฑ์ครีมขจัดผิวที่มีส่วนผสมของซิลิกาจากแกลบข้าว	181
57	ข้อมูลคะแนนความชอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์ครีมขจัดผิวที่มีส่วนผสมของซิลิกา จากแกลบข้าว จากการทดสอบการยอมรับ	182
58	ข้อมูลด้านความพึงพอใจที่มีต่อผลิตภัณฑ์ครีมขจัดผิวที่มีส่วนผสมของซิลิกา จากแกลบข้าว จากการทดสอบการยอมรับ	182
59	ข้อมูลการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ครีมขจัดผิวที่มีส่วนผสมของซิลิกาจากแกลบข้าว จากการทดสอบการยอมรับ	183
60	ความสัมพันธ์ (χ^2 -test) ระหว่างการยอมรับและการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ กับปัจจัยด้านต่างๆ	185
61	ความสัมพันธ์ (χ^2 -test) ของการยอมรับผลิตภัณฑ์กับความคิดเห็นที่มีต่อ ครีมขจัดผิวที่พัฒนาได้ เมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์ในท้องตลาด	185
62	ความสัมพันธ์ (χ^2 -test) ของการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์กับความคิดเห็นที่มีต่อ ครีมขจัดผิวที่พัฒนาได้ เมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์ในท้องตลาด	186
63	ความสัมพันธ์ (χ^2 -test) ของการตัดสินใจซื้อเกี่ยวกับการยอมรับที่มีต่อผลิตภัณฑ์ ครีมขจัดผิวที่มีส่วนผสมของซิลิกาจากแกลบข้าว	186
64	ข้อมูลคะแนนความชอบและระดับความชอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์ครีมขจัดผิว ที่มีส่วนผสมของซิลิกาจากแกลบข้าว แจกแจงตามการตัดสินใจซื้อ	187
65	ข้อมูลด้านระดับความพึงพอใจที่มีต่อผลิตภัณฑ์ครีมขจัดผิวที่มีส่วนผสมของ ซิลิกาจากแกลบข้าว แจกแจงตามการตัดสินใจซื้อ	188

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
66	ข้อมูลคะแนนความชอบและระดับความชอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์ครีมขัดผิวที่มีส่วนผสมของซิลิกาจากแกลบข้าว แจกแจงตามการยอมรับ	189
67	ข้อมูลด้านระดับความพึงพอใจที่มีต่อผลิตภัณฑ์ครีมขัดผิวที่มีส่วนผสมของซิลิกาจากแกลบข้าว แจกแจงตามการยอมรับ	190
ตารางภาคผนวกที่		
ข1	ปัจจัยคุณภาพจากการฝึกฝนผู้ทดสอบจำนวน 13 คน โดยวิธี Quantitative Descriptive Analysis	224
ค1	ค่าปริมาณน้ำบนผิวหนังหรือความชุ่มชื้นผิว ก่อนและภายหลังการใช้ผลิตภัณฑ์ครีมขัดผิวในท้องตลาด และครีมขัดผิวสูตรพื้นฐานจากการทดสอบกับผู้ทดสอบ จำนวน 13 คน	233
ค2	ค่าปริมาณน้ำบนผิวหนังหรือความชุ่มชื้นผิว ก่อนและภายหลังการใช้ครีมขัดผิวที่มีส่วนผสมของซิลิกาจากแกลบข้าว 6 สูตรจากการทดสอบกับผู้ทดสอบ จำนวน 13 คน	236
ง1	ค่าปัจจัยที่ใช้อธิบายความยืดหยุ่นของผิวหนัง เปรียบเทียบระหว่างก่อนและภายหลังการใช้ครีมขัดผิวที่มีส่วนผสมของซิลิกาจากแกลบข้าวทั้ง 6 สูตร	241

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	พันธะ Silanol (-Si-O-H-) ในอสังฐานซิลิกา	12
2	โครงสร้างของซิลิกาเจล	13
3	โครงสร้างของ Polydimethylsiloxane (PDMS) หรือ Dimethicone (CTFA name)	36
4	โครงสร้างของ Dimethiconol	36
5	โครงสร้างของ Cyclomethicone	37
6	ภาพโครงสร้างของ alkyl phosphates and fatty alcohols	39
7	โครงสร้างและองค์ประกอบของชั้นผิวหนัง	48
8	การวัดค่าความยืดหยุ่นของผิวโดยการใช้อุปกรณ์ของแรงกดผิว	51
9	กราฟอธิบายการสูญเสียรูปร่างของผิวหนัง (skin deformation curve) จากการวัดความยืดหยุ่นของผิวหนังด้วยเครื่อง Cutometer MPA 580	53
10	ค่า Envelope function และ ปัจจัยที่ใช้ในแปลผลของ Area-parameter จากการวัดความยืดหยุ่นของผิวหนังด้วยเครื่อง Cutometer MPA 580	55
11	แบบจำลองที่ใช้อธิบายถึงคุณสมบัติทางกลของผิวหนังจากการวัดค่าด้วยเครื่อง Cutometer SEM 474	58
12	กรรมวิธีการผลิตครีมขัดผิวที่มีส่วนผสมของซิลิกาจากแคลบข้าว	81
13	ปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายกรดไฮโดรคลอริก และอุณหภูมิในการเผา ที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ความบริสุทธิ์ของซิลิกา	114
14	กราฟ Response Surface แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (M) และอุณหภูมิในการเผาแคลบ (°C) ที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ผลผลิตซิลิกา (รูป a), เปอร์เซ็นต์ความบริสุทธิ์ของซิลิกา (รูป b) และ ค่า ΔE^*ab (รูป c)	120
15	กราฟ Contour plot แสดงช่วงค่าคุณภาพที่เหมาะสมในการผลิตซิลิกา ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ผลผลิตซิลิกา > 13% (รูป a), ความบริสุทธิ์ของซิลิกา > 96% (รูป b) และค่า ΔE^*ab ต่ำที่สุดคือประมาณ 6 (รูป c)	121
16	กราฟ Contour plot ของค่าคุณภาพซิลิกา เมื่อนำมาซ้อนทับกันจะได้พื้นที่สีเขียว คือสภาวะของการผลิตที่เหมาะสม	122
17	วิธีการผลิตซิลิกาจากแคลบข้าว ตามสภาวะที่เหมาะสมในระดับห้องปฏิบัติการ	125

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
18	รูปร่างของซิลิกาขนาดต่างๆ เมื่อถ่ายด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) ที่กำลังขยาย 50 เท่า	128
19	ค่าความชุ่มชื้นผิวที่เพิ่มขึ้น (%) ภายหลังจากใช้ผลิตภัณฑ์ครีมขัดผิวในท้องตลาดและครีมขัดผิวสูตรพื้นฐาน	133
20	ปริมาณของ alkyl phosphates and fatty alcohols ที่ร้อยละต่างๆ ต่อค่าความเหนียวของครีมขัดผิว	142
21	ปริมาณของ alkyl phosphates and fatty alcohols ที่ร้อยละต่างๆ ต่อค่าความเป็นกรดต่างของครีมขัดผิว	143
22	ปริมาณของ Cyclomethicone and Dimethiconol ที่ร้อยละต่างๆ ต่อความเหนียวของครีมขัดผิว	144
23	กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าปัจจัยที่ใช้อธิบายความยืดหยุ่นของผิวหนังก่อนและภายหลังจากใช้ครีมขัดผิวสูตรที่ 1	148
24	กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าปัจจัยที่ใช้อธิบายความยืดหยุ่นของผิวหนังก่อนและภายหลังจากใช้ครีมขัดผิวสูตรที่ 2	148
25	กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าปัจจัยที่ใช้อธิบายความยืดหยุ่นของผิวหนังก่อนและภายหลังจากใช้ครีมขัดผิวสูตรที่ 3	149
26	กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าปัจจัยที่ใช้อธิบายความยืดหยุ่นของผิวหนังก่อนและภายหลังจากใช้ครีมขัดผิวสูตรที่ 4	149
27	กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าปัจจัยที่ใช้อธิบายความยืดหยุ่นของผิวหนังก่อนและภายหลังจากใช้ครีมขัดผิวสูตรที่ 5	150
28	กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าปัจจัยที่ใช้อธิบายความยืดหยุ่นของผิวหนังก่อนและภายหลังจากใช้ครีมขัดผิวสูตรที่ 6	150
29	ค่าความชุ่มชื้นผิวที่เพิ่มขึ้น (%) ภายหลังจากใช้ครีมขัดผิวทั้ง 6 สูตร	151
30	ผลิตภัณฑ์ครีมขัดผิวที่มีส่วนผสมของซิลิกาจากแกลบข้าว ที่ผ่านการพัฒนาแล้ว	162
31	ค่าความชุ่มชื้นผิวที่เพิ่มขึ้น (%) ภายหลังจากใช้ครีมขัดผิวในท้องตลาดเทียบกับครีมขัดผิวสูตรที่พัฒนาได้	165

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
32	การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดต่าง ของครีมขัดผิวที่มีส่วนผสมของซิลิกาจาก แกลบข้าว ในระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 35 และ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 สัปดาห์	169
33	การเปลี่ยนแปลงค่าความหนืดของครีมขัดผิวที่มีส่วนผสมของซิลิกาจากแกลบข้าว ในระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 35 และ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 สัปดาห์	170
34	การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (L*) ของสีครีมขัดผิวที่มีส่วนผสมของซิลิกา จากแกลบข้าว ในระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 35 และ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 สัปดาห์	171
35	การเปลี่ยนแปลงค่าสี ในส่วนของค่า a* ของครีมขัดผิวที่มีส่วนผสมของซิลิกา จากแกลบข้าว ในระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 35 และ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 สัปดาห์	172
36	การเปลี่ยนแปลงค่าสี ในส่วนของค่า b* ของครีมขัดผิวที่มีส่วนผสมของซิลิกา จากแกลบข้าว ในระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 35 และ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 สัปดาห์	173

