

สารบัญเรื่อง

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	จ
บทคัดย่อ (ภาษาไทย)	ค
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ)	ง
สารบัญเรื่อง	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ญ
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อที่ใช้ในการวิจัย	ฐ
บทที่ 1 บทนำ	1
วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	4
ขอบเขตของโครงการวิจัย	4
แนวทางความคิดที่นำมาใช้ในการวิจัย	5
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
บทที่ 2 วารสารปริทัศน์	6
เกสรภัณฑ์รูปแบบแคปซูล	6
ส่วนประกอบของเปลือกแคปซูลชนิดแข็ง	6
แป้ง	16
แป้งคัดแปร	20
เปลือกแคปซูลที่ผลิตจากแป้ง	24
กระบวนการผลิตเปลือกแคปซูลเจลาตินชนิดแข็ง	25
การบรรจุและการเก็บรักษาเปลือกแคปซูล	27
มาตรฐานของแคปซูล	27
การประเมินคุณสมบัติทางกลและทางกายภาพของแผ่นฟิล์มพอลิเมอร์	29

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	34
สารเคมีที่ใช้	34
การเตรียมสารละลาย แผ่นฟิล์ม และเปลือกแคปซูลชนิดแข็งของเจลละติน	35
การเตรียมสารละลาย แผ่นฟิล์ม และเปลือกแคปซูลชนิดแข็งของเจลละตินผสมแป้ง	36
ผลของสารเสริมสภาพพลาสติกต่อการเตรียมสารละลาย แผ่นฟิล์ม และเปลือกแคปซูล ชนิดแข็ง	37
ผลของ โซเดียมลอริลซัลเฟต (SLS) ต่อการเตรียมสารละลายและเปลือกแคปซูลชนิดแข็ง	38
การประเมินคุณสมบัติของสารละลาย แผ่นฟิล์ม และเปลือกแคปซูลชนิดแข็ง	40
การทดสอบการแตกตัว (Disintegration) ของเปลือกแคปซูลชนิดแข็ง	42
การทดสอบการละลาย (Dissolution) ของเปลือกแคปซูลชนิดแข็ง	42
การศึกษาความคงตัวของเปลือกแคปซูลชนิดแข็ง	43
บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล	45
การเตรียมสารละลายและแผ่นฟิล์มเจลละติน	45
การเตรียมสารละลายและแผ่นฟิล์มเจลละตินผสมแป้ง	46
ผลของสารเสริมสภาพพลาสติกต่อการเตรียมสารละลายและแผ่นฟิล์มเจลละตินผสมแป้ง	53
ผลของสารเสริมสภาพพลาสติกต่อความคงตัวของแผ่นฟิล์มเจลละตินและแผ่นฟิล์ม เจลละตินผสมแป้ง	60
การเตรียมเปลือกแคปซูลชนิดแข็งโดยวิธีการจุ่มด้วยแบบพิมพ์	69
ผลของ โซเดียมลอริลซัลเฟต (SLS) ต่อการเตรียมสารละลายและเปลือกแคปซูลชนิดแข็ง ...	74
การทดสอบการแตกตัวของเปลือกแคปซูล	77
การทดสอบการละลายของเปลือกแคปซูล	78
ความคงตัวของเปลือกแคปซูลเจลละตินและเจลละตินผสมแป้ง	80
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย	91
บรรณานุกรม	93
ภาคผนวก	99
ภาคผนวก ก.....	100
ภาคผนวก ข.....	103

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 ขนาดและปริมาตรบรรจุของเปลือกแคปซูลชนิดแข็ง (TIS 913-2545)	29
ตารางที่ 2 ส่วนประกอบและปริมาณของสารทั้งหมดที่ใช้สำหรับศึกษาผลของ SLS ต่อการเตรียมเปลือกแคปซูลเจละตินผสมแป้งชนิดต่างๆ	39
ตารางที่ 3 คุณสมบัติของแผ่นฟิล์มเจละตินที่เตรียมได้ (ค่าเฉลี่ย \pm SD)	46
ตารางที่ 4 ความหนืดและลักษณะทางกายภาพของสารละลายเจละตินที่แทนที่ด้วยแป้งในปริมาณต่างๆ	47
ตารางที่ 5 ลักษณะของแผ่นฟิล์มที่เตรียมจากเจละตินผสมแป้งชนิดและปริมาณต่างๆ	50
ตารางที่ 6 ผลของสารเสริมสภาพพลาสติกต่อความหนืดของสารละลายเจละติน	54
ตารางที่ 7 ผลของสารเสริมสภาพพลาสติกต่อความหนืดของสารละลายเจละตินผสมแป้งชนิดต่างๆ ..	55
ตารางที่ 8 ผลของสารเสริมสภาพพลาสติกต่อคุณสมบัติทางกลและปริมาณความชื้นของแผ่นฟิล์มเจละติน (ค่าเฉลี่ย \pm SD)	56
ตารางที่ 9 ปริมาณที่เหมาะสมของสารเสริมสภาพพลาสติกสำหรับแผ่นฟิล์มเจละตินผสมแป้ง 3 ชนิด	59
ตารางที่ 10 ปริมาณสารเสริมสภาพพลาสติกที่คัดเลือกสำหรับเตรียมแผ่นฟิล์มเจละตินผสมแป้ง 3 ชนิด	68
ตารางที่ 11 น้ำหนักและความหนาของเปลือกแคปซูลชนิดแข็งชนิดต่างๆที่ไม่มีสารเสริมสภาพพลาสติก (n = 10, ค่าเฉลี่ย \pm SD)	69
ตารางที่ 12 น้ำหนักของเปลือกแคปซูลเจละตินผสมแป้งที่มีสารเสริมสภาพพลาสติกในปริมาณต่างๆ (n = 10, ค่าเฉลี่ย \pm SD)	72
ตารางที่ 13 ความหนาของเปลือกแคปซูลเจละตินผสมแป้งที่มีสารเสริมสภาพพลาสติกในปริมาณต่างๆ (n = 10, ค่าเฉลี่ย \pm SD)	73
ตารางที่ 14 ผลของ SLS ต่อความหนืดของสารละลายเจละตินผสมแป้งชนิดต่างๆ	74
ตารางที่ 15 ผลของ SLS ต่อน้ำหนักและความหนาของเปลือกแคปซูลเจละตินผสมแป้ง Era-Gel® 25 % ที่มีกลีเซอริน 1 %w/w (n = 10, ค่าเฉลี่ย \pm SD)	75
ตารางที่ 16 ผลของ SLS ต่อน้ำหนักและความหนาของเปลือกแคปซูลเจละตินผสมแป้ง Elastigel 2000C® 35 % (n = 10, ค่าเฉลี่ย \pm SD)	76

ตารางที่ 17 ผลของ SLS ต่อน้ำหนักและความหนาของเปลือกแคปซูลเจลละตินผสมแป้ง Elastigel 3000M[®] 20 % ที่มีกลีเซอริน 2 %w/w (n = 10, ค่าเฉลี่ย ± SD) 76

ตารางที่ 18 ผลของ SLS ต่อลักษณะความมันวาวของแผ่นฟิล์มเจลละตินผสมแป้งชนิดต่างๆ (n = 10, ค่าเฉลี่ย ± SD)..... 77

ตารางที่ 19 ระยะเวลาการแตกตัวของเปลือกแคปซูลชนิดแข็งที่เตรียมจากเจลละตินและเจลละตินผสมแป้งชนิดต่างๆ (n = 6, ค่าเฉลี่ย ± SD)..... 79

ตารางที่ 20 น้ำหนัก (มก.) ของส่วนฝาเปลือกแคปซูลเจลละตินและเจลละตินผสมแป้งชนิดต่างๆที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 30 °C และ 40 °C 75 % RH (n = 10, ค่าเฉลี่ย ± SD)..... 82

ตารางที่ 21 น้ำหนัก (มก.) ของส่วนตัวเปลือกแคปซูลเจลละตินและเจลละตินผสมแป้งชนิดต่างๆที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 30 °C และ 40 °C 75 % RH (n = 10, ค่าเฉลี่ย ± SD)..... 83

ตารางที่ 22 ความหนา (มม.) ของด้านข้างส่วนฝาเปลือกแคปซูลเจลละตินและเจลละตินผสมแป้งชนิดต่างๆที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 30 °C และ 40 °C 75 % RH (n = 30, ค่าเฉลี่ย ± SD) 84

ตารางที่ 23 ความหนา (มม.) ของด้านข้างส่วนตัวเปลือกแคปซูลเจลละตินและเจลละตินผสมแป้งชนิดต่างๆที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 30 °C และ 40 °C 75 % RH (n = 30, ค่าเฉลี่ย ± SD) 85

ตารางที่ 24 ความหนา (มม.) ของด้านปลายส่วนฝาเปลือกแคปซูลเจลละตินและเจลละตินผสมแป้งชนิดต่างๆที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 30 °C และ 40 °C 75 % RH (n = 10, ค่าเฉลี่ย ± SD)..... 86

ตารางที่ 25 ความหนา (มม.) ของด้านปลายส่วนตัวเปลือกแคปซูลเจลละตินและเจลละตินผสมแป้งชนิดต่างๆที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 30 °C และ 40 °C 75 % RH (n = 10, ค่าเฉลี่ย ± SD) 87

ตารางที่ 26 ปริมาณความชื้นของเปลือกแคปซูลเจลละตินและเจลละตินผสมแป้งชนิดต่างๆที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 30 °C และ 40 °C 75 % RH 88

ตารางที่ 27 ระยะเวลาการแตกตัว (นาที) ของเปลือกแคปซูลเจลละตินและเจลละตินผสมแป้งชนิดต่างๆที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 30 °C และ 40 °C 75 % RH (n = 6, ค่าเฉลี่ย ± SD)..... 89

ตารางที่ 28 การเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตระหว่างเปลือกแคปซูลที่เตรียมจากเจลละตินและเจลละตินผสมแป้งชนิดต่างๆ..... 90

ตารางที่ 29 ข้อมูลการเทียบมาตรฐานสำหรับการหาปริมาณโคคลอกซาซิลินในน้ำโดยวิธีการวัดการดูดกลืนรังสีโดยใช้เครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ (n = 3, ค่าเฉลี่ย) 101

ตารางที่ 30 คุณสมบัติทางกลและปริมาณความชื้นของแผ่นฟิล์มเจลละตินที่แทนที่ด้วยแป้งในปริมาณต่างๆ
(ค่าเฉลี่ย \pm SD, n = 5 สำหรับคุณสมบัติทางกล, n = 3 สำหรับปริมาณความชื้น)..... 104

ตารางที่ 31 คุณสมบัติทางกลและปริมาณความชื้นของแผ่นฟิล์มเจลละตินผสมแป้งที่มีสารเสริมสภาพ
พลาสติกในปริมาณต่างๆ (ค่าเฉลี่ย \pm SD, n = 5 สำหรับคุณสมบัติทางกล, n = 3 สำหรับปริมาณ
ความชื้น)..... 106

ตารางที่ 32 คุณสมบัติทางกลและปริมาณความชื้นของแผ่นฟิล์มเจลละตินที่มีสารเสริมสภาพพลาสติก
ปริมาณต่างๆซึ่งเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 40 °C 75 %RH เป็นเวลาต่างๆ (ค่าเฉลี่ย \pm SD) 109

ตารางที่ 33 คุณสมบัติทางกลและปริมาณความชื้นของแผ่นฟิล์มเจลละตินผสมแป้ง Era-Gel® 25 % ที่มีสาร
เสริมสภาพพลาสติกปริมาณต่างๆซึ่งเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 40 °C 75 %RH เป็นเวลาต่างๆ (ค่าเฉลี่ย \pm
SD) 110

ตารางที่ 34 คุณสมบัติทางกลและปริมาณความชื้นของแผ่นฟิล์มเจลละตินผสมแป้ง Elastigel 2000C® 35 %
ที่มีสารเสริมสภาพพลาสติกปริมาณต่างๆซึ่งเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 40 °C 75 %RH เป็นเวลาต่างๆ
(ค่าเฉลี่ย \pm SD) 111

ตารางที่ 35 คุณสมบัติทางกลและปริมาณความชื้นของแผ่นฟิล์มเจลละตินผสมแป้ง Elastigel 3000M® 20 %
ที่มีสารเสริมสภาพพลาสติกปริมาณต่างๆซึ่งเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 40 °C 75 %RH เป็นเวลาต่างๆ
(ค่าเฉลี่ย \pm SD) 112

ตารางที่ 36 ระยะเวลาการแตกตัวของเปลือกแคปซูลเจลละตินและเจลละตินผสมแป้งชนิดต่างๆ ณ เวลา
เริ่มต้น (n = 6)..... 113

ตารางที่ 37 ระยะเวลาการแตกตัวของเปลือกแคปซูลเจลละตินและเจลละตินผสมแป้งชนิดต่างๆ หลังจากเก็บ
ไว้เป็นเวลา 1 เดือน (n = 6)..... 114

ตารางที่ 38 ระยะเวลาการแตกตัวของเปลือกแคปซูลเจลละตินและเจลละตินผสมแป้งชนิดต่างๆ หลังจากเก็บ
ไว้เป็นเวลา 3 เดือน (n = 6)..... 115

ตารางที่ 39 เปอร์เซนต์การละลายของโคคลอกซาซิลินที่บรรจุในเปลือกแคปซูลเจลละตินและเจลละตินผสม
แป้งที่เวลาต่างๆ (n = 6) 116

สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่ 1 แสดงการเกิดโครงสร้างร่างแหสามมิติของเจลที่เตรียมจากเจละติน (Jones, 1987a: 31-48)..... 9

รูปที่ 2 ปริมาตรอิสระของสารซึ่งเป็นผลจากการสั่นแบบ nonharmonic และช่องว่าง (Sears และ Darby, 1982a) 13

รูปที่ 3 แนวคิดของการเสริมสภาพพลาสติกของพอลิเมอร์ ซึ่งอธิบายการต้านการเสริมสภาพพลาสติก และการเสริมสภาพพลาสติก (γ = โมเลกุลของสารเสริมสภาพพลาสติก) (Sears และ Darby, 1982) 15

รูปที่ 4 โครงสร้างของแป้งซึ่งเป็นพอลิเมอร์ของกลูโคส (Rutenberg, 1980) 17

รูปที่ 5 โครงสร้างของ amylose และ amylopectin (Chalmers, 1968) 18

รูปที่ 6 กลไกการเกิด retrogradation ของแป้ง (Rutenberg, 1980)..... 19

รูปที่ 7 การจำแนกชนิดต่างๆของแป้งตัดแปร (Jones, 1983)..... 21

รูปที่ 8 ภาพจำลองของวิธีการเตรียมเปลือกแคปซูลชนิดแข็งจากแป้งโดยวิธีการฉีดเข้าแบบพิมพ์ (Vilivalam และคณะ, 2000) 24

รูปที่ 9 ขนาดต่างๆของเปลือกแคปซูลชนิดแข็งที่ผลิตจากแป้ง (Vilivalam และคณะ, 2000) 25

รูปที่ 10 แบบพิมพ์สำหรับเตรียมเปลือกแคปซูลชนิดแข็งโดยวิธีการจุ่มด้วยแบบพิมพ์..... 26

รูปที่ 11 ส่วนประกอบของเปลือกแคปซูลเจละตินชนิดแข็ง (TIS 913-2545)..... 28

รูปที่ 12 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงและเวลาซึ่งได้จากการทดสอบแรงดึงของแผ่นฟิล์มอิสระ (Parikh, Porter และ Rohera, 1993) 30

รูปที่ 13 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียดซึ่งได้จากแผ่นฟิล์มของพอลิเมอร์ที่เติมสารเสริมสภาพพลาสติก (O'Donnell และ McGinity, 1997)..... 30

รูปที่ 14 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียดของพอลิเมอร์ชนิดต่างๆ (Briston, 1990a) 32

รูปที่ 15 กลไกของเครื่อง glossmeter (Briston, 1990b) 33

รูปที่ 16 ค่า geometry สำหรับการประเมินความมันวาว (Briston, 1990b) 33

รูปที่ 17 Hard capsule dipping I™ (STREC, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ประเทศไทย)..... 36

รูปที่ 18 เครื่อง Dial gauge micrometer (Mitutoyo, No 2046F, ประเทศญี่ปุ่น)..... 42

รูปที่ 19 Hard capsule dipping II™ (STREC, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ประเทศไทย).....	44
รูปที่ 20 ค่าความเค้นสูงสุดของแผ่นฟิล์มเจลละตินและเจลละตินผสมแป้งชนิดและปริมาณต่างๆ (n = 5, ค่าเฉลี่ย ± SD).....	51
รูปที่ 21 ค่าความยาวที่ยืดออกก่อนขาดของแผ่นฟิล์มเจลละตินและเจลละตินผสมแป้งชนิดและปริมาณต่างๆ (n = 5, ค่าเฉลี่ย ± SD)	52
รูปที่ 22 ปริมาณความชื้นของแผ่นฟิล์มเจลละตินและเจลละตินผสมแป้งชนิดและปริมาณต่างๆ (n = 3, ค่าเฉลี่ย ± SD).....	53
รูปที่ 23 ผลของสารเสริมสภาพพลาสติกต่อค่าความเค้นสูงสุดของแผ่นฟิล์มเจลละตินผสมแป้งชนิดต่างๆ (2000C: Elastigel 2000C®; 3000M: Elastigel 3000M®) (n = 5, ค่าเฉลี่ย ± SD)	57
รูปที่ 24 ผลของสารเสริมสภาพพลาสติกต่อค่าความยาวที่ยืดออกก่อนขาดของแผ่นฟิล์มเจลละตินผสมแป้งชนิดต่างๆ (2000C: Elastigel 2000C®; 3000M: Elastigel 3000M®) (n = 5, ค่าเฉลี่ย ± SD). 58	
รูปที่ 25 ผลของสารเสริมสภาพพลาสติกต่อปริมาณความชื้นของแผ่นฟิล์มเจลละตินผสมแป้งชนิดต่างๆ (2000C: Elastigel 2000C®; 3000M: Elastigel 3000M®) (n = 3, ค่าเฉลี่ย ± SD)	59
รูปที่ 26 ค่าความเค้นสูงสุดของแผ่นฟิล์มเจลละตินที่มีสารเสริมสภาพพลาสติกเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 40 °C และความชื้นสัมพัทธ์ 75 % ที่เวลาต่างๆ (n = 5, ค่าเฉลี่ย ± SD).....	60
รูปที่ 27 ค่าความยาวที่ยืดออกก่อนขาดของแผ่นฟิล์มเจลละตินที่มีสารเสริมสภาพพลาสติกเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 40 °C และความชื้นสัมพัทธ์ 75 % ที่เวลาต่างๆ (n = 5, ค่าเฉลี่ย ± SD).....	61
รูปที่ 28 ปริมาณความชื้นของแผ่นฟิล์มเจลละตินที่มีสารเสริมสภาพพลาสติกเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 40 °C และความชื้นสัมพัทธ์ 75 % ที่เวลาต่างๆ (n = 3, ค่าเฉลี่ย ± SD).....	61
รูปที่ 29 ค่าความเค้นสูงสุดของแผ่นฟิล์มเจลละตินผสมแป้ง Era-Gel® 25 % ที่มีสารเสริมสภาพพลาสติกเก็บที่อุณหภูมิ 40 °C และความชื้นสัมพัทธ์ 75 % ที่เวลาต่างๆ (n = 5, ค่าเฉลี่ย ± SD).....	63
รูปที่ 30 ค่าความยาวที่ยืดออกก่อนขาดของแผ่นฟิล์มเจลละตินผสมแป้ง Era-Gel® 25 % ที่มีสารเสริมสภาพพลาสติกเก็บที่อุณหภูมิ 40 °C และความชื้นสัมพัทธ์ 75 % ที่เวลาต่างๆ (n = 5, ค่าเฉลี่ย ± SD)	63
รูปที่ 31 ปริมาณความชื้นของแผ่นฟิล์มเจลละตินผสมแป้ง Era-Gel® 25 % ที่มีสารเสริมสภาพพลาสติกต่างๆเก็บที่อุณหภูมิ 40 °C และความชื้นสัมพัทธ์ 75 % ที่เวลาต่างๆ (n = 3, ค่าเฉลี่ย ± SD).....	64

รูปที่ 32 ค่าความเค้นสูงสุดของแผ่นฟิล์มเจลละตินผสมแป้ง Elastigel 2000C [®] 35 % ที่มีสารเสริมสภาพพลาสติกเก็บที่อุณหภูมิ 40 °C และความชื้นสัมพัทธ์ 75 % ที่เวลาต่างๆ (n = 5, ค่าเฉลี่ย ± SD)	65
รูปที่ 33 ค่าความยาวที่ยืดออกก่อนขาดของแผ่นฟิล์มเจลละตินผสมแป้ง Elastigel 2000C [®] 35 % ที่มีสารเสริมสภาพพลาสติกเก็บที่อุณหภูมิ 40 °C และความชื้นสัมพัทธ์ 75 % ที่เวลาต่างๆ (n = 5, ค่าเฉลี่ย ± SD).....	65
รูปที่ 34 ปริมาณความชื้นของแผ่นฟิล์มเจลละตินผสมแป้ง Elastigel 2000C [®] 35 % ที่มีสารเสริมสภาพพลาสติกต่างๆเก็บที่อุณหภูมิ 40 °C และความชื้นสัมพัทธ์ 75 % ที่เวลาต่างๆ (n = 3, ค่าเฉลี่ย ± SD).....	66
รูปที่ 35 ค่าความเค้นสูงสุดของแผ่นฟิล์มเจลละตินผสมแป้ง Elastigel 3000M [®] 20 % ที่มีสารเสริมสภาพพลาสติกเก็บที่อุณหภูมิ 40 °C และความชื้นสัมพัทธ์ 75 % ที่เวลาต่างๆ (n = 5, ค่าเฉลี่ย ± SD)	67
รูปที่ 36 ค่าความยาวที่ยืดออกก่อนขาดของแผ่นฟิล์มเจลละตินผสมแป้ง Elastigel 3000M [®] 20 % ที่มีสารเสริมสภาพพลาสติกเก็บที่อุณหภูมิ 40 °C และความชื้นสัมพัทธ์ 75 % ที่เวลาต่างๆ (n = 5, ค่าเฉลี่ย ± SD).....	67
รูปที่ 37 ปริมาณความชื้นของแผ่นฟิล์มเจลละตินผสมแป้ง Elastigel 3000M [®] 20 % ที่มีสารเสริมสภาพพลาสติกต่างๆเก็บที่อุณหภูมิ 40 °C และความชื้นสัมพัทธ์ 75 % ที่เวลาต่างๆ (n = 3, ค่าเฉลี่ย ± SD).....	68
รูปที่ 38 ลักษณะของเปลือกแคปซูลชนิดแข็งที่เตรียมจากเจลละตินผสมแป้งตามสูตรตำรับที่ได้คัดเลือกเปรียบเทียบกับเปลือกแคปซูลเจลละตินที่มีจำหน่าย	78
รูปที่ 39 กราฟแสดงบันทึกการละลายของเปลือกแคปซูลชนิดแข็งที่เตรียมจากส่วนประกอบต่างๆ โดยใช้ไคคอลลอกซาซิลิน 250 มก. เป็นยาต้นแบบ (n = 6).....	79
รูปที่ 40 โครงสร้างทางเคมีของไคคอลลอกซาซิลิน (O'Neil, 2001).....	101
รูปที่ 41 กราฟการเทียบมาตรฐานสำหรับการหาปริมาณไคคอลลอกซาซิลินในน้ำโดยวิธีการวัดการดูดกลืนรังสีโดยใช้เครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ ($R^2 = 0.9999$; $Y = 1.4604X + 0.0031$, Y = ค่าการดูดกลืนรังสี และ X = ความเข้มข้นของไคคอลลอกซาซิลิน (มก./มล.).....	102

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อที่ใช้ในการวิจัย

กก.	=	กิโลกรัม
ซม.	=	เซนติเมตร
มก.	=	มิลลิกรัม
มม.	=	มิลลิเมตร
มล.	=	มิลลิลิตร
%	=	เปอร์เซ็นต์
°C	=	องศาเซลเซียส
AGU	=	anhydroglucose unit
CV	=	coefficient of variation
GU	=	gloss unit
LDPE	=	low density polyethylene
mm	=	millimeter
mPa.s	=	millipascal.second
n	=	number
N	=	newton
R ²	=	coefficient of determination
RH	=	relative humidity
SD	=	standard deviation
UV	=	ultraviolet
w/w	=	น้ำหนักโดยน้ำหนัก