

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
ABSTRACT	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
1.3 ประโยชน์ของการวิจัย	4
1.4 ขอบเขตการวิจัย	4
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 หลักการและทฤษฎี	5
2.2 การทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	15
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	32
3.1 ทดลองเบื้องต้นหาชิ้นส่วนตัวอย่างของอ้อยที่จะนำมาสกัดดีเอ็นเอ	33
3.2 เตรียมท่อนพันธุ์อ้อย	45
3.3 ทดลองเบื้องต้น	47
3.4 ออกแบบการทดลอง	49
3.5 นำท่อนพันธุ์อ้อยผ่านกระบวนการพลาสมาสารละลาย	50
3.6 ปลุกท่อนพันธุ์อ้อยลงดิน	55
3.7 ตรวจสอบเชื้อไฟโตพลาสมาเหตุโรคใบขาวอ้อย	56
3.8 วิเคราะห์ผลการทดลองและสรุปผลการดำเนินงาน	58

บทที่ 4	ผลการวิจัย	59
4.1	ผลการทดลองเบื้องต้น	59
4.2	ผลการทดลองหลัก	71
4.3	ผลการทดลองเพิ่มเติม	87
4.4	ผลการตรวจเชื้อจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบลำแสงส่องกราด	103
บทที่ 5	สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ	111
5.1	สรุปผลงานวิจัย	111
5.2	การอภิปรายผล	113
5.3	ปัญหาและอุปสรรคที่พบในการทำวิจัย	121
5.4	ข้อเสนอแนะในการทำวิจัย	122
เอกสารอ้างอิง		123
ภาคผนวก		130
ประวัติผู้เขียน		133

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 Copyright© by Chiang Mai University
 All rights reserved

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1	แนวทางการกำจัดเชื้อไฟโตพลาสมาสาเหตุของโรคใบขาวอ้อย
ตารางที่ 2.2	ปฏิกิริยาเบื้องต้นในกระบวนการพลาสมาสารละลาย
ตารางที่ 2.3	การจัดการโรคใบขาวอ้อยจากงานวิจัยในอดีต
ตารางที่ 2.4	ธาตุที่วัดได้จากเครื่อง OES
ตารางที่ 2.5	ระดับพลังงานจากแหล่งจ่ายไฟและขั้วไฟฟ้าในกระบวนการพลาสมาสารละลาย ระบบ Wire to Wire Electrode
ตารางที่ 2.6	ชนิด ความเข้มข้นสารละลาย และเวลาที่ใช้ในกระบวนการพลาสมา สารละลาย ระบบ Wire to Wire Electrode
ตารางที่ 2.7	การประยุกต์ใช้พลาสมาสารละลายในระบบอื่นๆ
ตารางที่ 3.1	วัสดุอุปกรณ์สำหรับการสกัดดีเอ็นเอ
ตารางที่ 3.2	สารเคมีสำหรับการสกัดดีเอ็นเอ
ตารางที่ 3.3	สัญลักษณ์ระบบบนหลอดทดลอง
ตารางที่ 3.4	วัสดุอุปกรณ์สำหรับการทำ Nested PCR
ตารางที่ 3.5	สารเคมีสำหรับการทำ Nested PCR
ตารางที่ 3.6	Master Mix ครั้งที่ 1
ตารางที่ 3.7	Master Mix ครั้งที่ 2
ตารางที่ 3.8	ระดับความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมซัลเฟต
ตารางที่ 3.9	ตารางบันทึกผลการทดลองตามช่วงเวลาที่เปลี่ยนแปลง
ตารางที่ 4.1	สรุปผลที่ได้จากเครื่องวัดการดูดกลืนแสง
ตารางที่ 4.2	ธาตุต่างๆที่พบจากการตรวจด้วยเครื่อง OES
ตารางที่ 4.3	ค่าต่างๆที่วัดได้จากกระบวนการพลาสมาสารละลาย
ตารางที่ 4.4	ผลการทดลองชุดควบคุม
ตารางที่ 4.5	เปอร์เซ็นต์การงอกและปลอดโรคของการทดลองชุดควบคุม
ตารางที่ 4.6	ผลการทดลองหลัก ระบบ Wire to Wire Electrode (ແຂ່ງທ່ອນພັນຮູ້ອ້ຍໝະເຄີດກາດິສາຣັງ)

ตารางที่ 4.7	เปอร์เซ็นต์การงอกและปลอดโรคของการทดลองหลัก ระบบ Wire to Wire Electrode (แช่ท่อนพันธุ์อ้อยขณะเกิดการคิซาร์จ)	80
ตารางที่ 4.8	ผลการทดลองหลัก ระบบ Wire to Wire Electrode (แช่ท่อนพันธุ์อ้อยหลังเกิดการคิซาร์จ)	83
ตารางที่ 4.9	เปอร์เซ็นต์การงอกและปลอดโรคของการทดลองหลัก ระบบ Wire to Wire Electrode (แช่ท่อนพันธุ์อ้อยหลังเกิดการคิซาร์จ)	84
ตารางที่ 4.10	ผลการทดลองเพิ่มเติม ระบบ Wire to Wire Electrode (แช่ท่อนพันธุ์อ้อยขณะเกิดการคิซาร์จ แล้วคิซาร์จซ้ำ)	87
ตารางที่ 4.11	เปอร์เซ็นต์การงอกและปลอดโรคของการทดลองเพิ่มเติม ระบบ Wire to Wire Electrode (แช่ท่อนพันธุ์อ้อยขณะเกิดการคิซาร์จ แล้วคิซาร์จซ้ำ)	88
ตารางที่ 4.12	ผลการทดลองเพิ่มเติม ระบบ Plasma Jet	92
ตารางที่ 4.13	เปอร์เซ็นต์การงอกและปลอดโรคของการทดลองเพิ่มเติม ระบบ Plasma Jet	93
ตารางที่ 4.14	ผลการทดลองเพิ่มเติม ระบบ Gliding Arc	98
ตารางที่ 4.15	เปอร์เซ็นต์การงอกและปลอดโรคของการทดลองเพิ่มเติม ระบบ Gliding Arc	99
ตารางที่ 4.16	ผลการตรวจสอบเชื้อด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบลำแสงส่องกราด	109
ตารางที่ 5.1	สรุปเงื่อนไขที่เหมาะสมสำหรับการลดเชื้อไฟโตพลาสมาสาเหตุโรคใบขาว ในท่อนพันธุ์อ้อย	111
ตารางที่ 5.2	สรุปผลการทดลองที่ได้จากการตรวจสอบด้วยวิธีการส่องกล้องจุลทรรศน์ อิเล็กตรอนแบบลำแสงส่องกราด	113
ตารางที่ 5.3	เปรียบเทียบค่าความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์	117

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1.1	1
ภาพที่ 1.2	2
ภาพที่ 1.3	3
ภาพที่ 2.1	6
ภาพที่ 2.2	9
ภาพที่ 2.3	10
ภาพที่ 2.4	13
ภาพที่ 2.5	14
ภาพที่ 3.1	32
ภาพที่ 3.2	33
ภาพที่ 3.3	34
ภาพที่ 3.4	37
ภาพที่ 3.5	37
ภาพที่ 3.6	37
ภาพที่ 3.7	38
ภาพที่ 3.8	38
ภาพที่ 3.9	39
ภาพที่ 3.10	39
ภาพที่ 3.11	40
ภาพที่ 3.12	41
ภาพที่ 3.13	41
ภาพที่ 3.14	42
ภาพที่ 3.15	42
ภาพที่ 3.16	42
ภาพที่ 3.17	45
ภาพที่ 3.18	45

ภาพที่ 3.19	ผลแถบชั้นส่วนดีเอ็นเอของเชื้อไฟโตพลาสมาสาเหตุของโรคใบขาวอ้อย ขนาด 210 คู่เบส และลำอ้อยที่ถูกคัดแล้วหลังจากตรวจสอบเชื้อ ด้วยเทคนิค Nested PCR	46
ภาพที่ 3.20	ท่อนพันธุ์อ้อยที่ได้จากการทอน	46
ภาพที่ 3.21	กระถางเพาะท่อนพันธุ์อ้อย	47
ภาพที่ 3.22	ชุดอุปกรณ์ OES	48
ภาพที่ 3.23	ระบบ Wire to Wire Electrode (แช่ท่อนพันธุ์อ้อยขณะเกิดการดีสชาร์จ)	51
ภาพที่ 3.24	ระบบ Plasma Jet	53
ภาพที่ 3.25	ระบบ Gliding Arc	54
ภาพที่ 3.26	ท่อนพันธุ์อ้อยที่ปลูกลงดินในกระถาง	55
ภาพที่ 3.27	โรงเรือนสำหรับเพาะท่อนพันธุ์อ้อย	55
ภาพที่ 3.28	ต้นอ้อยปกติและต้นอ้อยที่แสดงอาการใบขาวอายุปลูก 30 วัน	56
ภาพที่ 3.29	ลักษณะใบอ้อยที่ถูกผ่านบริเวณเส้นกลางใบ	57
ภาพที่ 3.30	ใบอ้อยในกระบวนการพลาสมาสลาย ภาพจากด้านบนและด้านหน้า ของถังปฏิกรณ์	57
ภาพที่ 3.31	ตัวอย่างใบอ้อยที่พร้อมเข้าสู่ห้องด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน	57
ภาพที่ 3.32	ชุดเครื่องมือกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบลำแสงส่องกราด	58
ภาพที่ 4.1	แถบชั้นส่วนดีเอ็นเอที่ปรากฏหลังผ่านกระบวนการ Gel Electrophoresis	61
ภาพที่ 4.2	ผลแถบชั้นส่วนดีเอ็นเอของเชื้อไฟโตพลาสมาสาเหตุของโรคใบขาวอ้อย ขนาด 210 คู่เบส	62
ภาพที่ 4.3	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นสารละลายและการงอก ของท่อนพันธุ์อ้อย	63
ภาพที่ 4.4	กราฟจากการวัดด้วยเครื่อง OES ที่ความเข้มข้น 2.5 กรัมต่อลิตร	65
ภาพที่ 4.5	กราฟจากการวัดด้วยเครื่อง OES ที่ความเข้มข้น 5.0 กรัมต่อลิตร	65
ภาพที่ 4.6	กราฟจากการวัดด้วยเครื่อง OES ที่ความเข้มข้น 10.0 กรัมต่อลิตร	66
ภาพที่ 4.7	กราฟจากการวัดด้วยเครื่อง OES ที่ความเข้มข้น 20.0 กรัมต่อลิตร	67
ภาพที่ 4.8	กราฟจากการวัดด้วยเครื่อง OES ที่ความเข้มข้น 40.0 กรัมต่อลิตร	67
ภาพที่ 4.9	ต้นอ้อยไม่งอก/ตายและต้นอ้อยงอก	71
ภาพที่ 4.10	ต้นอ้อยปกติและต้นอ้อยที่แสดงอาการใบขาว	71

ภาพที่ 4.11	ต้นอ้อยจากการทดลองชุดควบคุม (ไม่ผ่านกระบวนการใด) อายุปลูก 30 วัน จากการทดลองครั้งที่ 1 และแถบขึ้นส่วนดีเอ็นเอ ของเชื้อไฟโตพลาสมาสาเหตุโรคใบขาวอ้อย ขนาด 210 คู่เบส	75
ภาพที่ 4.12	ต้นอ้อยจากการทดลองชุดควบคุม (แช่น้ำร้อน 50 องศาเซลเซียส 120 นาที) อายุปลูก 30 วัน จากการทดลองครั้งที่ 1 และแถบขึ้นส่วนดีเอ็นเอ ของเชื้อไฟโตพลาสมาสาเหตุโรคใบขาวอ้อย ขนาด 210 คู่เบส	76
ภาพที่ 4.13	ต้นอ้อยจากการทดลองชุดควบคุม (แช่สารละลายโซเดียมซัลเฟต อุณหภูมิห้อง 120 นาที) อายุปลูก 30 วัน จากการทดลองครั้งที่ 1 และแถบขึ้นส่วนดีเอ็นเอของเชื้อไฟโตพลาสมาสาเหตุโรคใบขาวอ้อย ขนาด 210 คู่เบส	77
ภาพที่ 4.14	ต้นอ้อยจากการทดลองชุดควบคุม (แช่สารละลายโซเดียมซัลเฟต 50 องศาเซลเซียส 120 นาที) อายุปลูก 30 วัน จากการทดลองครั้งที่ 1 และแถบขึ้นส่วนดีเอ็นเอของเชื้อไฟโตพลาสมาสาเหตุโรคใบขาวอ้อย ขนาด 210 คู่เบส	78
ภาพที่ 4.15	ต้นอ้อยจากการทดลองหลัก ระบบ Wire to Wire Electrode (แช่ท่อนพันธุ์อ้อยขณะเกิดการคิซาร์จ 1 นาที) อายุปลูก 30 วัน จากการทดลองครั้งที่ 1 และแถบขึ้นส่วนดีเอ็นเอของเชื้อไฟโตพลาสมา สาเหตุโรคใบขาวอ้อย ขนาด 210 คู่เบส	81
ภาพที่ 4.16	ต้นอ้อยจากการทดลองหลัก ระบบ Wire to Wire Electrode (แช่ท่อนพันธุ์อ้อยขณะเกิดการคิซาร์จ 2 นาที) อายุปลูก 30 วัน จากการทดลองครั้งที่ 1 และแถบขึ้นส่วนดีเอ็นเอของเชื้อไฟโตพลาสมา สาเหตุโรคใบขาวอ้อย ขนาด 210 คู่เบส	82
ภาพที่ 4.17	กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การงอกและค่าความคลาดเคลื่อนของการทดลองหลัก ระบบ Wire to Wire Electrode (แช่ท่อนพันธุ์อ้อยหลังเกิดการคิซาร์จ)	85
ภาพที่ 4.18	กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์ปลอดโรคที่ตรวจสอบด้วยการสังเกต และค่าความคลาดเคลื่อนของการทดลองหลัก ระบบ Wire to Wire Electrode (แช่ท่อนพันธุ์อ้อยหลังเกิดการคิซาร์จ)	86
ภาพที่ 4.19	กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์ปลอดโรคที่ตรวจสอบด้วยเทคนิค Nested PCR และค่าความคลาดเคลื่อนของการทดลองหลัก ระบบ Wire to Wire Electrode (แช่ท่อนพันธุ์อ้อยหลังเกิดการคิซาร์จ)	86

ภาพที่ 4.20	ต้นอ้อยจากการทดลองเพิ่มเติม ระบบ Wire to Wire Electrode (แช่ท่อนพันธุ์อ้อยขณะเกิดการดิสชาร์จ แล้วดิสชาร์จซ้ำ ทุกๆ 20 นาที เป็นเวลาทั้งหมด 120 นาที) อายุปลูก 30 วัน จากการทดลองครั้งที่ 1 และแถบชิ้นส่วนดีเอ็นเอของเชื้อไฟโตพลาสมาสาเหตุโรคใบขาวอ้อย ขนาด 210 คู่เบส	89
ภาพที่ 4.21	ต้นอ้อยจากการทดลองเพิ่มเติม ระบบ Wire to Wire Electrode (แช่ท่อนพันธุ์อ้อยขณะเกิดการดิสชาร์จ แล้วดิสชาร์จซ้ำ ทุกๆ 10 นาที เป็นเวลาทั้งหมด 120 นาที) อายุปลูก 30 วัน จากการทดลองครั้งที่ 1 และแถบชิ้นส่วนดีเอ็นเอของเชื้อไฟโตพลาสมาสาเหตุโรคใบขาวอ้อย ขนาด 210 คู่เบส	90
ภาพที่ 4.22	เปอร์เซ็นต์การงอกและปลอดโรคของการทดลองเพิ่มเติม ระบบ Wire to Wire Electrode (แช่ท่อนพันธุ์อ้อยขณะเกิดการดิสชาร์จ แล้วดิสชาร์จซ้ำ)	91
ภาพที่ 4.23	ต้นอ้อยจากการทดลองเพิ่มเติม ระบบ Plasma Jet (แช่ท่อนพันธุ์อ้อยขณะเกิดการดิสชาร์จ 30 นาที แล้วไม่แช่ต่อ) อายุปลูก 30 วัน จากการทดลองครั้งที่ 1 และแถบชิ้นส่วนดีเอ็นเอของเชื้อไฟโตพลาสมาสาเหตุโรคใบขาวอ้อย ขนาด 210 คู่เบส	94
ภาพที่ 4.24	ต้นอ้อยจากการทดลองเพิ่มเติม ระบบ Plasma Jet (แช่ท่อนพันธุ์อ้อยขณะเกิดการดิสชาร์จ 30 นาที แล้วแช่ต่อ 180 นาที) อายุปลูก 30 วัน จากการทดลองครั้งที่ 1 และแถบชิ้นส่วนดีเอ็นเอของเชื้อไฟโตพลาสมาสาเหตุโรคใบขาวอ้อย ขนาด 210 คู่เบส	95
ภาพที่ 4.25	ต้นอ้อยจากการทดลองเพิ่มเติม ระบบ Plasma Jet (แช่ท่อนพันธุ์อ้อยขณะเกิดการดิสชาร์จ 30 นาที แล้วแช่ต่อ 300 นาที) อายุปลูก 30 วัน จากการทดลองครั้งที่ 1 และแถบชิ้นส่วนดีเอ็นเอของเชื้อไฟโตพลาสมาสาเหตุโรคใบขาวอ้อย ขนาด 210 คู่เบส	96
ภาพที่ 4.26	เปอร์เซ็นต์การงอกและปลอดโรคของการทดลองเพิ่มเติม ระบบ Plasma Jet	97
ภาพที่ 4.27	ต้นอ้อยจากการทดลองเพิ่มเติม ระบบ Gliding Arc (แช่นาน 240 นาที) อายุปลูก 30 วัน จากการทดลองครั้งที่ 1 และแถบชิ้นส่วนดีเอ็นเอของเชื้อไฟโตพลาสมาสาเหตุโรคใบขาวอ้อย ขนาด 210 คู่เบส	100
ภาพที่ 4.28	ต้นอ้อยจากการทดลองเพิ่มเติม ระบบ Gliding Arc (แช่นาน 480 นาที) อายุปลูก 30 วัน จากการทดลองครั้งที่ 1 และแถบชิ้นส่วนดีเอ็นเอของเชื้อไฟโตพลาสมาสาเหตุโรคใบขาวอ้อย ขนาด 210 คู่เบส	101

ภาพที่ 4.29	เปอร์เซ็นต์การงอกและปลดโรคของการทดลองเพิ่มเติม ระบบ Gliding Arc	102
ภาพที่ 4.30	บริเวณผิวใบอ้อยปกติ กำลังขยาย 500 เท่า	
	และบริเวณต่อลำเลียงอาหารอ้อยปกติ กำลังขยาย 500 และ 2,000 เท่า	103
ภาพที่ 4.31	บริเวณต่อลำเลียงอาหารอ้อยปกติ กำลังขยาย 10,000 เท่า	103
ภาพที่ 4.32	บริเวณผิวใบอ้อยปกติหลังผ่านกระบวนการพลาสมาสารละลาย	
	กำลังขยาย 500 เท่า และบริเวณต่อลำเลียงอาหารอ้อยปกติหลังผ่าน	
	กระบวนการพลาสมาสารละลาย กำลังขยาย 500 และ 2,000 เท่า	104
ภาพที่ 4.33	บริเวณต่อลำเลียงอาหารอ้อยปกติหลังผ่านกระบวนการพลาสมาสารละลาย	
	กำลังขยาย 10,000 เท่า	104
ภาพที่ 4.34	บริเวณผิวใบของอ้อยที่แสดงอาการใบขาว กำลังขยาย 500 เท่า	
	และบริเวณต่อลำเลียงอาหารอ้อยที่แสดงอาการใบขาวกำลังขยาย 300	
	และ 2,000 เท่า	105
ภาพที่ 4.35	บริเวณต่อลำเลียงอาหารอ้อยที่แสดงอาการใบขาว กำลังขยาย 10,000 เท่า	
	(ตัวอย่างที่ 1)	105
ภาพที่ 4.36	บริเวณต่อลำเลียงอาหารอ้อยที่แสดงอาการใบขาว กำลังขยาย 10,000 เท่า	
	(ตัวอย่างที่ 2)	105
ภาพที่ 4.37	บริเวณต่อลำเลียงอาหารอ้อยที่แสดงอาการใบขาว กำลังขยาย 10,000 เท่า	
	(ตัวอย่างที่ 3)	106
ภาพที่ 4.38	บริเวณต่อลำเลียงอาหารอ้อยที่แสดงอาการใบขาว กำลังขยาย 10,000 เท่า	
	(ตัวอย่างที่ 4)	106
ภาพที่ 4.39	บริเวณต่อลำเลียงอาหารอ้อยที่แสดงอาการใบขาว กำลังขยาย 10,000 เท่า	
	(ตัวอย่างที่ 5)	106
ภาพที่ 4.40	บริเวณผิวใบของอ้อยที่แสดงอาการใบขาวหลังผ่านกระบวนการพลาสมา	
	สารละลาย กำลังขยาย 500 เท่า และบริเวณต่อลำเลียงอาหารอ้อย	
	ที่แสดงอาการใบขาวหลังผ่านกระบวนการพลาสมาสารละลาย	
	กำลังขยาย 500 และ 2,000 เท่า	107
ภาพที่ 4.41	บริเวณต่อลำเลียงอาหารอ้อยที่แสดงอาการใบขาวหลังผ่านกระบวนการ	
	พลาสมาสารละลาย กำลังขยาย 10,000 เท่า (ตัวอย่างที่ 1)	107
ภาพที่ 4.42	บริเวณต่อลำเลียงอาหารอ้อยที่แสดงอาการใบขาวหลังผ่านกระบวนการ	
	พลาสมาสารละลาย กำลังขยาย 10,000 เท่า (ตัวอย่างที่ 2)	107

ภาพที่ 4.43	บริเวณต่อลำเลียงอาหารอ้อยที่แสดงอาการใบขาวหลังผ่านกระบวนการ พลาสมาสารละลาย กำลังขยาย 10,000 เท่า (ตัวอย่างที่ 3)	108
ภาพที่ 4.44	บริเวณต่อลำเลียงอาหารอ้อยที่แสดงอาการใบขาวหลังผ่านกระบวนการ พลาสมาสารละลาย กำลังขยาย 10,000 เท่า (ตัวอย่างที่ 4)	108
ภาพที่ 4.45	บริเวณต่อลำเลียงอาหารอ้อยที่แสดงอาการใบขาวหลังผ่านกระบวนการ พลาสมาสารละลาย กำลังขยาย 10,000 เท่า (ตัวอย่างที่ 5)	108
ภาพที่ 4.46	รูปร่างเชื้อไฟโตพลาสมาปกติ และรูปร่างเชื้อไฟโตพลาสมาหลังผ่าน กระบวนการพลาสมาสารละลาย	109
ภาพที่ 4.47	บริเวณผนังต่อลำเลียงอาหารที่มีลักษณะถูกกัดกร่อนหลังผ่านกระบวนการ พลาสมาสารละลาย	110
ภาพที่ 5.1	ปริมาณธาตุต่างๆในระบบ Wire to Wire Electrode ที่วัดได้จากเครื่อง OES	115
ภาพที่ 5.2	ปริมาณธาตุต่างๆในระบบ Plasma Jet ที่วัดได้จากเครื่อง OES	116
ภาพที่ 5.3	ปริมาณธาตุต่างๆในระบบ Gliding Arc ที่วัดได้จากเครื่อง OES	116
ภาพที่ 5.4	กลไกการลำเลียงน้ำแบบ Symplast	117
ภาพที่ 5.5	โครงสร้างของน้ำตาลซูโครส	118
ภาพที่ 5.6	โครงสร้างของเซลล์โลส	118
ภาพที่ 5.7	โครงสร้าง Phospholipid และปฏิกิริยา Lipid peroxidation	119
ภาพที่ 5.8	โครงสร้างเยื่อหุ้มเซลล์แบบ Trilaminar membrane	120