

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อ	ง
Abstract	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตารางประกอบ	ญ
สารบัญภาพประกอบ	ฎ
สารบัญตารางประกอบภาคผนวก	ฏ
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	3
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ	29
บทที่ 4 ผลการทดลอง	43
การทดลองที่ 1 อิทธิพลของวันที่แตกต่างกันในการทำกราฟมาตรฐานเพื่อ การวิเคราะห์เอทิลีนโดยวิธี gas chromatography	43
การทดลองที่ 2 อิทธิพลของความยาวยอดที่มีต่อการวิเคราะห์ปริมาณ เอทิลีนในยอดคลื่นจีพีนธุ์สงฮวย	45
การทดลองที่ 3 อิทธิพลของความยาวยอดที่มีต่อการวิเคราะห์ปริมาณ เอทิลีนในยอดมะปรางพันธุ์ทุลเกล้า	46
การทดลองที่ 4 การเปลี่ยนแปลงปริมาณเอทิลีนในช่วงก่อนการแตกใบอ่อน ในยอดคลื่นจีพีนธุ์สงฮวย	47
การทดลองที่ 5 การเปลี่ยนแปลงปริมาณเอทิลีนในช่วงก่อนการแตกใบอ่อน ในยอดมะปรางพันธุ์ทุลเกล้า	48
การทดลองที่ 6 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์โบไฮเดรตในช่วงก่อนการแตก ใบอ่อนในยอดคลื่นจีพีนธุ์สงฮวย	49
การทดลองที่ 7 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์โบไฮเดรตในช่วงก่อนการแตก ใบอ่อนในยอดมะปรางพันธุ์ทุลเกล้า	50
บทที่ 5 วิจารณ์ผลการทดลอง	51
บทที่ 6 สรุปผลการทดลอง	56
เอกสารอ้างอิง	57

ภาคผนวก
ประวัติผู้เขียน

61

92

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

สารบัญตารางประกอบ

	หน้า
ตารางที่ 1 สรุปผลงานวิจัยที่เกี่ยวกับการศึกษาปัญหาการออกดอกของลิ้นจี่	8
ตารางที่ 2 สรุปผลงานวิจัยที่เกี่ยวกับการสกัดก๊าซออกจากตัวอย่างพืชโดยใช้ syringe วิธี vacuum extraction และวิธีการวิเคราะห์ปริมาณเอทิลีน	24
ตารางที่ 3 พื้นที่ใต้กราฟที่อ่านได้จากเครื่อง gas chromatograph ในวันที่ทดลองต่างกัน	43
ตารางที่ 4 ความเข้มข้นของเอทิลีนในยอดลิ้นจี่พันธุ์สงสวยที่ความยาว 5, 7.5 และ 10 เซนติเมตร	45
ตารางที่ 5 ความเข้มข้นของเอทิลีนในยอดมะปรางพันธุ์ลูกเกล้าที่ความยาว 5, 7.5 และ 10 เซนติเมตร	46

สารบัญภาพประกอบ

	หน้า
รูปที่ 1 การใช้เข็มฉีดยาแบบ hypodermic syringe แทงเข้าไปในช่องว่างของผล	20
รูปที่ 2 เครื่องมือสำหรับสกัดก๊าซที่อยู่ในช่องว่างระหว่างเซลล์จากเนื้อเยื่อพืช	21
รูปที่ 3 เปรียบเทียบการละลายของเอทิลีนระหว่างน้ำกับสารละลายอิมัลชันของ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ภายใต้สภาวะเดียวกัน	22
รูปที่ 4 เครื่องมือการสกัดก๊าซออกจากตัวอย่างพืชของ	23
รูปที่ 5 วิธีการเก็บตัวอย่างก๊าซเอทิลีนภายในผลแอปเปิ้ลพันธุ์ 'Red Delicious' ที่ติดอยู่กับต้น	28
รูปที่ 6 อุปกรณ์ที่ใช้วัดปริมาณของก๊าซที่อยู่ในช่องว่างระหว่างเซลล์	25
รูปที่ 7 วิธีการเตรียมก๊าซเอทิลีนมาตรฐานที่ใช้เตรียมเป็น stock จากก๊าซเอทิลีนมาตรฐาน 99.5%	30
รูปที่ 8 การเตรียมก๊าซเอทิลีนมาตรฐานความเข้มข้น 10 ส่วนต่อล้านจากขวด stock	31
รูปที่ 9 อุปกรณ์และวิธีการสกัดก๊าซออกจากตัวอย่างพืช	33
รูปที่ 10 วิธีการเก็บก๊าซที่สกัดได้จากตัวอย่างโดยการแทนที่สารละลาย $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ที่อิมัลชัน	34
รูปที่ 11 วิธีการสกัดก๊าซออกจากขวดโดยการแทนที่สารละลาย $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ที่อิมัลชัน	34
รูปที่ 12 พื้นที่ใต้กราฟที่อ่านได้จากเครื่อง GC เฉลี่ยของก๊าซเอทิลีนมาตรฐานที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ	44
รูปที่ 13 ความเข้มข้นของเอทิลีนในยอดคลื่นจีพีพีที่อุณหภูมิห้องก่อนการแตกใบอ่อน	47
รูปที่ 14 ความเข้มข้นของเอทิลีนในยอดมะพร้าวพันธุ์ทุลเกล้าก่อนการแตกใบอ่อน	48
รูปที่ 15 ปริมาณ TNC ในยอดคลื่นจีพีพีที่อุณหภูมิห้องก่อนการแตกใบอ่อน	49
รูปที่ 16 ปริมาณ TNC ในยอดมะพร้าวพันธุ์ทุลเกล้าก่อนการแตกใบอ่อน	50

สารบัญตารางประกอบภาคผนวก

	หน้า
การทดลองที่ 1	
ตารางภาคผนวกที่ 1.1 ตารางสรุปผลการตรวจสอบ assumption of the analysis of variance ของพื้นที่ได้กราฟที่อ่านได้จากเครื่อง GC (ตารางมิลลิเมตร) ของเอทีลินมาตรฐานความเข้มข้น 3 ระดับ	62
ตารางภาคผนวกที่ 1.2 สรุปผลการวิเคราะห์การแปรปรวนการทดลองที่ 1 ปัจจัย A	62
ตารางภาคผนวกที่ 1.3 สรุปผลการวิเคราะห์การแปรปรวนการทดลองที่ 1 ปัจจัย B	62
ภาคผนวกที่ 1.1 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของพื้นที่ได้กราฟที่อ่านได้จากเครื่อง GC (ตารางมิลลิเมตร) ของเอทีลินมาตรฐานความเข้มข้น 3 ระดับ (transform ข้อมูลด้วย $\sqrt[3]{x+1}$)	63
ภาคผนวกที่ 1.2 ผลการตรวจสอบ nonadditive ของพื้นที่ได้กราฟที่อ่านได้จากเครื่อง GC (ตารางมิลลิเมตร) ของเอทีลินมาตรฐานความเข้มข้น 3 ระดับ (transform ข้อมูลด้วย $\sqrt[3]{x+1}$)	63
ภาคผนวกที่ 1.3 ผลการตรวจสอบความเป็นเอกภาพของความแปรปรวนของพื้นที่ได้กราฟที่อ่านได้จากเครื่อง GC (ตารางมิลลิเมตร) ของเอทีลินมาตรฐานความเข้มข้น 3 ระดับ ในวันที่ทำการทดลอง 2 วัน (transform ข้อมูลด้วย $\sqrt[3]{x+1}$)	63
ภาคผนวกที่ 1.4 ผลการตรวจสอบความเป็นเอกภาพของความแปรปรวนของพื้นที่ได้กราฟที่อ่านได้จากเครื่อง GC (ตารางมิลลิเมตร) ของเอทีลินมาตรฐานความเข้มข้น 3 ระดับ (transform ข้อมูลด้วย $\sqrt[3]{x+1}$)	64
ภาคผนวกที่ 1.5 ผลการตรวจสอบ normality ของ error term ของพื้นที่ได้กราฟที่อ่านได้จากเครื่อง GC (ตารางมิลลิเมตร) ของเอทีลินมาตรฐานความเข้มข้น 3 ระดับ (transform ข้อมูลด้วย $\sqrt[3]{x+1}$)	64
ภาคผนวกที่ 1.6 การตรวจสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย LSD ที่ระดับ $P < 0.05$ ของพื้นที่ได้กราฟที่อ่านได้จากเครื่อง GC (ตารางมิลลิเมตร) ของวันที่ทำการทดลอง 2 วัน (transform ข้อมูลด้วย $\sqrt[3]{x+1}$)	65

ภาคผนวกที่ 1.7	การตรวจสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย LSD ที่ระดับ $P < 0.05$ ของพื้นที่ได้กราฟที่อ่านได้จากเครื่อง GC (ตารางมิลลิเมตร) ของความเข้มข้นก๊าซเอทิลีนมาตรฐาน 3 ระดับ (transform ข้อมูลด้วย $\sqrt{x+1}$)	66
ภาคผนวกที่ 1.8	ผลการตรวจสอบ polynomial contrast ของปัจจัย B คือความเข้มข้นของเอทิลีนมาตรฐาน 3 ระดับ (transform ข้อมูลด้วย $\sqrt{x+1}$)	67
ภาคผนวกที่ 1.9	ผลการวิเคราะห์ linear regression ของพื้นที่ได้กราฟที่อ่านได้จากเครื่อง GC (ตารางมิลลิเมตร) ของเอทิลีนมาตรฐาน 3 ความเข้มข้น	67
การทดลองที่ 2		
ตารางภาคผนวกที่ 2.1	ตารางสรุปผลการตรวจสอบ assumption of the analysis of variance การทดลองที่ 2	68
ตารางภาคผนวกที่ 2.2	สรุปผลการวิเคราะห์การแปรปรวนการทดลองที่ 2	68
ภาคผนวกที่ 2.1	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความเข้มข้นเอทิลีน (ส่วนต่อล้าน) ในยอดคลื่นจีพีนท์สูงสวย	68
ภาคผนวกที่ 2.2	ผลการตรวจสอบ nonadditive ของความเข้มข้นเอทิลีน (ส่วนต่อล้าน) ในยอดคลื่นจีพีนท์สูงสวย	69
ภาคผนวกที่ 2.3	ผลการตรวจสอบความเป็นเอกภาพของความแปรปรวนของความเข้มข้นเอทิลีน (ส่วนต่อล้าน) ในยอดคลื่นจีพีนท์สูงสวย	69
ภาคผนวกที่ 2.4	ผลการตรวจสอบ normality ของ error term ของความเข้มข้นเอทิลีน (ส่วนต่อล้าน) ในยอดคลื่นจีพีนท์สูงสวย	70
ภาคผนวกที่ 2.5	ผลการวิเคราะห์ linear regression ของพื้นที่ได้กราฟที่อ่านได้จากเครื่อง GC (ตารางมิลลิเมตร) ของเอทิลีนมาตรฐาน 3 ความเข้มข้น	70
การทดลองที่ 3		
ตารางภาคผนวกที่ 3.1	ตารางสรุปผลการตรวจสอบ assumption of the analysis of variance การทดลองที่ 3	71
ตารางภาคผนวกที่ 3.2	สรุปผลการวิเคราะห์การแปรปรวนการทดลองที่ 3	71
ภาคผนวกที่ 3.1	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความเข้มข้นเอทิลีน (ส่วนต่อล้าน) ในยอดมะพร้าวพันธุ์ทูลเกล้า	71

ภาคผนวกที่ 3.2	ผลการตรวจสอบ nonadditive ของความเข้มข้นเอทิลีน (ส่วนต่อล้าน) ในยอดมะพร้าวพันธุ์ทุลเกล้า	72
ภาคผนวกที่ 3.3	ผลการตรวจสอบความเป็นเอกภาพของความแปรปรวนของความเข้มข้นเอทิลีน (ส่วนต่อล้าน) ในยอดมะพร้าวพันธุ์ทุลเกล้า	72
ภาคผนวกที่ 3.4	ผลการตรวจสอบ normality ของ error term ของความเข้มข้นเอทิลีน (ส่วนต่อล้าน) ในยอดมะพร้าวพันธุ์ทุลเกล้า	72
ภาคผนวกที่ 3.5	ผลการวิเคราะห์ linear regression ของพื้นที่ได้กราฟที่อ่านได้จากเครื่อง GC (ตารางมิลลิเมตร) ของเอทิลีนมาตรฐาน 3 ความเข้มข้น	73
การทดลองที่ 4		
ตารางภาคผนวกที่ 4.1	ตารางสรุปผลการตรวจสอบ assumption of the analysis of variance ของการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นเอทิลีนในช่องว่างระหว่างเซลล์ (ส่วนต่อล้าน) ของยอดลิ้นจี่พันธุ์สงขลาค่อนการแตกใบอ่อน	73
ตารางภาคผนวกที่ 4.2	สรุปผลการวิเคราะห์การแปรปรวนการทดลองที่ 4	74
ภาคผนวกที่ 4.1	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความเข้มข้นเอทิลีนในช่องว่างระหว่างเซลล์ (ส่วนต่อล้าน) ของยอดลิ้นจี่พันธุ์สงขลาค่อนการแตกใบอ่อน	74
ภาคผนวกที่ 4.2	ผลการตรวจสอบ nonadditive ของความเข้มข้นเอทิลีนในช่องว่างระหว่างเซลล์ (ส่วนต่อล้าน) ของยอดลิ้นจี่พันธุ์สงขลาค่อนการแตกใบอ่อน	74
ภาคผนวกที่ 4.3	ผลการตรวจสอบความเป็นเอกภาพของความแปรปรวนของความเข้มข้นเอทิลีนในช่องว่างระหว่างเซลล์ (ส่วนต่อล้าน) ของยอดลิ้นจี่พันธุ์สงขลาค่อนการแตกใบอ่อน	75
ภาคผนวกที่ 4.4	ผลการตรวจสอบ normality ของ error term ของความเข้มข้นเอทิลีนในช่องว่างระหว่างเซลล์ (ส่วนต่อล้าน) ของยอดลิ้นจี่พันธุ์สงขลาค่อนการแตกใบอ่อน	75
ภาคผนวกที่ 4.5	การตรวจสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย LSD ที่ระดับ $P < 0.05$ ความเข้มข้นเอทิลีนในช่องว่างระหว่างเซลล์ (ส่วนต่อล้าน) ของยอดลิ้นจี่พันธุ์สงขลาค่อนการแตกใบอ่อน	76

ภาคผนวกที่ 4.6 ผลการตรวจสอบ General contrast ของความเข้มข้นเอทิลีนในช่องว่างระหว่างเซลล์ (ส่วนต่อลิ้น) ของยอดคลื่นจีพันธุส์งฮวยก่อนการแตกใบอ่อน	76
ภาคผนวกที่ 4.7 ผลการวิเคราะห์ linear regression ของพื้นที่ได้กราฟที่อ่านได้จากเครื่อง GC (ตารางมิลลิเมตร) ของเอทิลีนมาตรฐาน 3 ความเข้มข้น	77
การทดลองที่ 5	
ตารางภาคผนวกที่ 5.1 ตารางสรุปผลการตรวจสอบ assumption of the analysis of variance ของการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นเอทิลีนในช่องว่างระหว่างเซลล์ (ส่วนต่อลิ้น) ของยอดมะปรางพันธุ์ทุลเกล้าก่อนการแตกใบอ่อน	78
ตารางภาคผนวกที่ 5.2 สรุปผลการวิเคราะห์การแปรปรวนการทดลองที่ 5	78
ภาคผนวกที่ 5.1 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความเข้มข้นเอทิลีนในช่องว่างระหว่างเซลล์ (ส่วนต่อลิ้น) ของยอดมะปรางพันธุ์ทุลเกล้าก่อนการแตกใบอ่อน	79
ภาคผนวกที่ 5.2 ผลการตรวจสอบ nonadditive ของความเข้มข้นเอทิลีนในช่องว่างระหว่างเซลล์ (ส่วนต่อลิ้น) ของมะปรางพันธุ์ทุลเกล้าก่อนการแตกใบอ่อน	79
ภาคผนวกที่ 5.3 ผลการตรวจสอบความเป็นเอกภาพของความแปรปรวนของความเข้มข้นเอทิลีนในช่องว่างระหว่างเซลล์ (ส่วนต่อลิ้น) ของยอดมะปรางพันธุ์ทุลเกล้าก่อนการแตกใบอ่อน	79
ภาคผนวกที่ 5.4 ผลการตรวจสอบ normality ของ error term ของความเข้มข้นเอทิลีนในช่องว่างระหว่างเซลล์ (ส่วนต่อลิ้น) ของมะปรางพันธุ์ทุลเกล้าก่อนการแตกใบอ่อน	80
ภาคผนวกที่ 5.5 การตรวจสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย LSD ที่ระดับ $P < 0.05$ ความเข้มข้นเอทิลีนในช่องว่างระหว่างเซลล์ (ส่วนต่อลิ้น) ของยอดมะปรางพันธุ์ทุลเกล้าก่อนการแตกใบอ่อน	81

การทดลองที่ 6

ตารางภาคผนวกที่ 6.1	ตารางสรุปผลการตรวจสอบ assumption of the analysis of variance ของการเปลี่ยนแปลงปริมาณ TNC ในยอดคลื่นจีพินธุ์สงฮวยก่อนการแตกใบอ่อน	82
ตารางภาคผนวกที่ 6.2	สรุปผลการวิเคราะห์การแปรปรวนการทดลองที่ 6	82
ภาคผนวกที่ 6.1	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณ TNC (mg glucose equivalent / gram dry weight) ในยอดคลื่นจีพินธุ์สงฮวยก่อนการแตกใบอ่อน	82
ภาคผนวกที่ 6.2	ผลการตรวจสอบ nonadditive ของปริมาณ TNC (mg glucose equivalent / gram dry weight) ในยอดคลื่นจีพินธุ์สงฮวยก่อนการแตกใบอ่อน	83
ภาคผนวกที่ 6.3	ผลการตรวจสอบความเป็นเอกภาพของความแปรปรวนของปริมาณ TNC (mg glucose equivalent / gram dry weight) ในยอดคลื่นจีพินธุ์สงฮวยก่อนการแตกใบอ่อน	83
ภาคผนวกที่ 6.4	ผลการตรวจสอบ normality ของ error term ของปริมาณ TNC (mg glucose equivalent / gram dry weight) ในยอดคลื่นจีพินธุ์สงฮวยก่อนการแตกใบอ่อน	84
ภาคผนวกที่ 6.5	การตรวจสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย LSD ที่ระดับ $P < 0.05$ ของปริมาณ TNC (mg glucose equivalent / gram dry weight) ในยอดคลื่นจีพินธุ์สงฮวยก่อนการแตกใบอ่อน	85
ภาคผนวกที่ 6.6	ผลการตรวจสอบ Polynomial contrast ของปริมาณ TNC (mg glucose equivalent / gram dry weight) ของยอดคลื่นจีพินธุ์สงฮวยก่อนการแตกใบอ่อน	85
ภาคผนวกที่ 6.7	ผลการวิเคราะห์ linear regression ของปริมาณ TNC (mg glucose equivalent / gram dry weight) ของกลูโคสมาตรฐาน 6 ความเข้มข้น	86

การทดลองที่ 7

ตารางภาคผนวกที่ 7.1	ตารางสรุปผลการตรวจสอบ assumption of the analysis of variance ของการเปลี่ยนแปลงปริมาณ TNC ในยอดมะพร้าวพันธุ์ลูกเกล้าก่อนการแตกใบอ่อน	87
---------------------	---	----

ตารางภาคผนวกที่ 7.2	สรุปผลการวิเคราะห์การแปรปรวนการทดลองที่ 7	87
ภาคผนวกที่ 7.1	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณ TNC (mg glucose equivalent / gram dry weight) ในยอดก่อนมะพร้าวพันธุ์ทุลเกล้า การแตกใบอ่อน	87
ภาคผนวกที่ 7.2	ผลการตรวจสอบ nonadditive ของปริมาณ TNC (mg glucose equivalent / gram dry weight) ในยอดมะพร้าวพันธุ์ทุลเกล้าก่อน การแตกใบอ่อน	88
ภาคผนวกที่ 7.3	ผลการตรวจสอบความเป็นเอกภาพของความแปรปรวนของ ปริมาณ TNC (mg glucose equivalent / gram dry weight) ในยอด มะพร้าวพันธุ์ทุลเกล้าก่อนการแตกใบอ่อน	88
ภาคผนวกที่ 7.4	ผลการตรวจสอบ normality ของ error term ของปริมาณ TNC (mg glucose equivalent / gram dry weight) ในยอดมะพร้าวพันธุ์ ทุลเกล้าก่อนการแตกใบอ่อน	89
ภาคผนวกที่ 7.5	การตรวจสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย LSD ที่ระดับ $P < 0.05$ ของปริมาณ TNC (mg glucose equivalent / gram dry weight) ในยอด มะพร้าวพันธุ์ทุลเกล้าก่อนการแตกใบอ่อน	90
ภาคผนวกที่ 7.6	ผลการตรวจสอบ polynomial contrast ของปริมาณ TNC (mg glucose equivalent / gram dry weight) ในยอดมะพร้าวพันธุ์ทุลเกล้า	91