

## สารบัญ

|                                | หน้า |
|--------------------------------|------|
| กิตติกรรมประกาศ                | ค    |
| บทคัดย่อภาษาไทย                | ง    |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ             | ฉ    |
| สารบัญ                         | ช    |
| สารบัญตาราง                    | ณ    |
| สารบัญภาพ                      | ญ    |
| บทที่ 1 บทนำ                   | 1    |
| บทที่ 2 การตรวจเอกสาร          | 2    |
| บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง | 32   |
| บทที่ 4 ผลการทดลอง             | 51   |
| บทที่ 5 วิเคราะห์ผลการทดลอง    | 149  |
| บทที่ 6 สรุปผลการทดลอง         | 156  |
| เอกสารอ้างอิง                  | 158  |
| ภาคผนวก                        | 165  |
| ประวัติผู้เขียน                | 262  |

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
 Copyright© by Chiang Mai University  
 All rights reserved

สารบัญตาราง

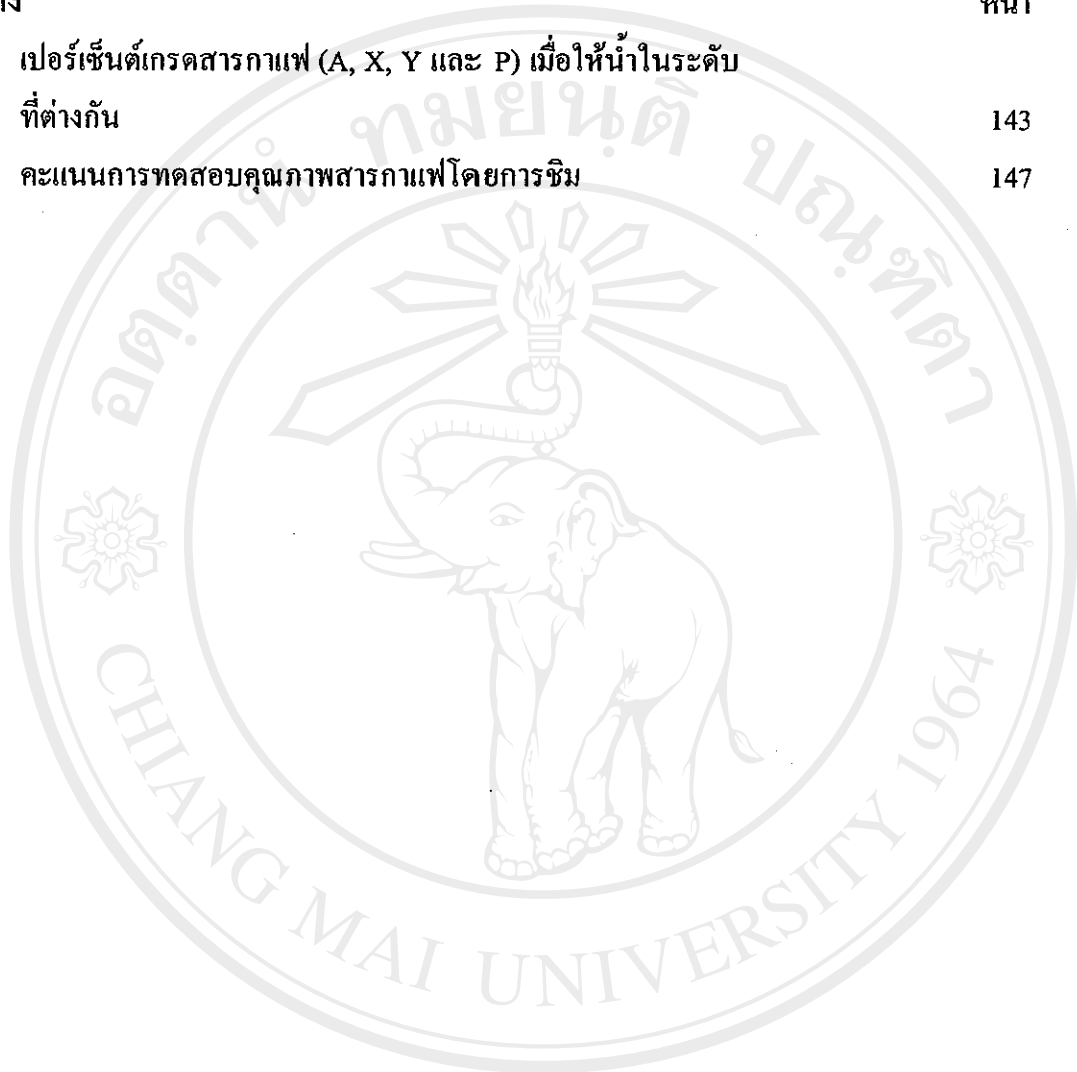
| ตาราง  | หน้า |
|--|------|
| 1 ปริมาณน้ำที่ให้แก่ต้นกาแฟในแต่ละกรรมวิธี                                       | 34   |
| 2 มาตรฐานการแบ่งเกรดของสารกาแฟอาราบิก้าของไทย<br>(พงษ์ศักดิ์, 2537)              | 49   |
| 3 ความสูงของต้นกาแฟเมื่อให้น้ำในระดับที่ต่างกัน                                  | 79   |
| 4 อัตราการเพิ่มความสูงสะสมของต้นกาแฟเมื่อให้น้ำในระดับ<br>ที่ต่างกัน             | 79   |
| 5 เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นกาแฟเมื่อให้น้ำในระดับที่ต่างกัน                          | 82   |
| 6 อัตราการเพิ่มเส้นผ่าศูนย์กลางสะสมของลำต้นกาแฟ เมื่อให้น้ำ<br>ในระดับที่ต่างกัน | 82   |
| 7 จำนวนกิ่งแขนงที่หนึ่งของต้นกาแฟเมื่อให้น้ำในระดับที่ต่างกัน                    | 85   |
| 8 อัตราการเพิ่มกิ่งแขนงที่หนึ่งสะสมของต้นกาแฟ                                    | 85   |
| 9 จำนวนใบทั้งต้น เมื่อให้น้ำในระดับที่ต่างกัน                                    | 88   |
| 10 ดัชนีพื้นที่ใบของต้นกาแฟ เมื่อให้น้ำในระดับที่ต่างกัน                         | 89   |
| 11 ปริมาณคลอโรฟิลล์รวม ที่วัดในเดือนพฤษภาคม สิงหาคม<br>และพฤศจิกายน              | 90   |
| 12 ค่าศักย์ของน้ำในใบกาแฟ ในเดือนพฤษภาคม   | 93   |
| 13 ค่าศักย์ของน้ำในใบกาแฟ เดือนสิงหาคม   | 94   |
| 14 ค่าศักย์ของน้ำในใบกาแฟ ในเดือนพฤศจิกายน                                       | 95   |
| 15 จำนวนปากใบกาแฟต่อตารางมิลลิเมตร ในเดือนพฤษภาคม<br>สิงหาคม และพฤศจิกายน        | 97   |
| 16 จำนวนวันนับจากให้น้ำครั้งแรกจนถึงดอกบาน เมื่อให้น้ำ<br>ในระดับที่ต่างกัน      | 100  |
| 17 จำนวนดอกกาแฟที่บานในแต่ละสัปดาห์ เมื่อให้น้ำในระดับ<br>ที่ต่างกัน             | 103  |

สารบัญตาราง (ต่อ)

| ตาราง  | หน้า |
|--|------|
| 18 เปรอร์เซ็นต์การบานของดอกกาแฟในแต่ละสัปดาห์ เมื่อให้น้ำในระดับที่ต่างกัน   | 106  |
| 19 จำนวนดอกกาแฟที่บ้านต่อข้อ และจำนวนดอกที่บ้านต่อกิ่ง เมื่อให้น้ำในระดับที่ต่างกัน                                | 108  |
| 20 จำนวนตาดอกในแต่ละกิ่ง และเปอร์เซ็นต์ดอกที่บ้าน เมื่อให้น้ำในระดับที่ต่างกัน                                     | 110  |
| 21 จำนวนชูดที่ดอกกาแฟบานใน 11 สัปดาห์ เมื่อให้น้ำในระดับที่ต่างกัน   | 112  |
| 22 จำนวนวันนับจากให้น้ำครั้งแรกจนถึงติดผล เมื่อให้น้ำในระดับที่ต่างกัน   | 114  |
| 23 เปรอร์เซ็นต์การติดผล เมื่อให้น้ำในระดับที่ต่างกัน   | 117  |
| 24 จำนวนวันนับจากการให้น้ำครั้งแรกจนถึงผลสุก เมื่อให้น้ำในระดับที่ต่างกัน  | 119  |
| 25 จำนวนผลกาแฟที่สุกในแต่ละสัปดาห์ (ผลต่อกิ่ง) เมื่อให้น้ำในระดับที่ต่างกัน  | 122  |
| 26 เปรอร์เซ็นต์การสุกของผลกาแฟในแต่ละสัปดาห์ เมื่อให้น้ำในระดับที่ต่างกัน  | 125  |
| 27 เปรอร์เซ็นต์การสุกของผลกาแฟ เมื่อให้น้ำในระดับที่ต่างกัน  | 126  |
| 28 จำนวนชูดที่ผลสุก ใน 11 สัปดาห์ เมื่อให้น้ำในระดับที่ต่างกัน   | 129  |
| 29 จำนวนข้อต่อกิ่ง จำนวนข้อที่ติดผล จำนวนผลต่อข้อ และจำนวนผลต่อกิ่ง เมื่อให้น้ำในระดับที่ต่างกัน                   | 131  |
| 30 จำนวนผลสุกทั้งต้น น้ำหนักผลสุกทั้งต้น น้ำหนักกาแฟกะลาทั้งต้น น้ำหนักสารกาแฟทั้งต้น เมื่อให้น้ำในระดับที่ต่างกัน | 134  |
| 31 น้ำหนักผลสุก น้ำหนักกาแฟกะลา และน้ำหนักสารกาแฟโดยเฉลี่ยจาก 100 เมล็ด เมื่อให้น้ำในระดับที่ต่างกัน               | 137  |
| 32 น้ำหนักสารกาแฟ เกรด A, X, Y และ P จากทั้งต้น เมื่อให้น้ำในระดับที่ต่างกัน                                       | 140  |

## สารบัญตาราง (ต่อ)

| ตาราง |  | หน้า |
|-------|--|------|
| 33    | เปอร์เซ็นต์กรดสารกาแฟ (A, X, Y และ P) เมื่อให้น้ำในระดับ<br>ที่ต่างกัน | 143  |
| 34    | คะแนนการทดสอบคุณภาพสารกาแฟโดยการชิม                                    | 147  |



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
Copyright© by Chiang Mai University  
All rights reserved

## สารบัญภาพ

| ภาพที่ |  | หน้า |
|--------|--|------|
| 1      | ลักษณะของใบกาเฟอราบีแก้ว   | 3    |
| 2      | ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของดอกกาเฟอราบีแก้ว   | 5    |
| 3      | ดอกกาเฟอราบีแก้วขณะบาน   | 6    |
| 4      | ผลกาเฟอราบีแก้ว  | 7    |
| 5      | ลักษณะของเมล็ดกาเฟอราบีแก้ว  | 8    |
| 6      | ตัดดอกกาเฟอราบีแก้วบริเวณซอกใบที่ข้อของกิ่งแขนง  | 22   |
| 7      | ตัดดอกกาเฟอราบีแก้วระยะต่าง ๆ  | 25   |
| 8      | การทยอยบานของดอกกาเฟอราบีแก้ว  | 28   |
| 9      | การทยอยสุกของผลกาเฟอราบีแก้ว   | 28   |
| 10     | ลักษณะของผลกาเฟอราบีแก้วจากผลดิบจนถึงสุกแก่  | 30   |
| 11     | สภาพโรงเรือนในการทดลอง   | 33   |
| 12     | การปลูกลงกาเฟอราบีแก้วในสภาพโรงเรือน   | 33   |
| 13     | เทอร์โมมิเตอร์สูงสุด-ต่ำสุด แบบ U-type   | 35   |
| 14     | เครื่องเทอร์โมไฮโกรกราฟ  | 36   |
| 15     | เครื่องวัดปริมาณน้ำฝนแบบกระบอกดวง  | 37   |
| 16     | แอนนิโมมิเตอร์   | 38   |
| 17     | ถาดวัดการระเหยแบบ American Class A pan   | 39   |
| 18     | Campbell Strokes Sunshine recorder   | 40   |
| 19     | เครื่องวัดพื้นที่ใบ (Area Meter Li-cor model 3100)   | 44   |
| 20     | Pressure bomb  | 46   |
| 21     | การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ( $^{\circ}\text{C}$ ) และความชื้นสัมพัทธ์ (%)<br>ระหว่างวันที่ 13 กุมภาพันธ์ 2546 – 30 มิถุนายน 2546                         |      |
|        | สถานีวิจัยและฝึกอบรมที่สูงข้างเคียน Site B<br>คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  | 53   |
| 22     | ปริมาณน้ำฝน ระหว่างวันที่ 13 กุมภาพันธ์ 2546 – 30 มิถุนายน<br>2546 สถานีวิจัยและฝึกอบรมที่สูงข้างเคียน Site B<br>คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ | 54   |

## สารบัญภาพ

| ภาพที่  | หน้า |
|---|------|
| 23 ปริมาณการระเหย และศักยภาพการระเหย ระหว่างวันที่ 13<br>กุมภาพันธ์ 2546 – 30 มิถุนายน 2546 สถานีวิจัยและฝึกอบรม<br>ที่สูง ช่างเคียน Site B คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัย<br>เชียงใหม่ | 55   |
| 24 ความเร็วลม ระหว่างวันที่ 13 กุมภาพันธ์ 2546 – 30 มิถุนายน<br>2546 สถานีวิจัยและฝึกอบรมที่สูง ช่างเคียน Site B<br>คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่                             | 56   |
| 25 ปริมาณชั่วโมงแสง ระหว่างวันที่ 13 กุมภาพันธ์ 2546 – 30<br>มิถุนายน 2546 สถานีวิจัยและฝึกอบรมที่สูง ช่างเคียน Site B<br>คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่                       | 57   |
| 26 อัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นในดินบริเวณรากต้น<br>กาแฟที่ให้น้ำที่ระดับ 100%FC   | 62   |
| 27 อัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นในดินบริเวณรากต้น<br>กาแฟที่ให้น้ำที่ระดับ 75%FC  | 63   |
| 28 อัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นในดินบริเวณรากต้น<br>กาแฟที่ให้น้ำที่ระดับ 50%FC  | 64   |
| 29 อัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นในดินบริเวณรากต้น<br>กาแฟที่ให้น้ำที่ระดับ 25%FC  | 65   |
| 30 อัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นในดินบริเวณรากต้น<br>กาแฟที่ให้น้ำเมื่อเริ่มเหี่ยว  | 66   |
| 31 ปริมาณความชื้นในดินของต้นกาแฟที่มีการให้น้ำที่ระดับ<br>100%FC  | 67   |
| 32 ปริมาณความชื้นในดินของต้นกาแฟที่มีการให้น้ำที่ระดับ<br>75%FC   | 68   |
| 33 ปริมาณความชื้นในดินของต้นกาแฟที่มีการให้น้ำที่ระดับ<br>50%FC   | 69   |

## สารบัญภาพ (ต่อ)

| ภาพที่  | หน้า |
|---|------|
| 34 ปริมาณความชื้นในดินของต้นกาแฟที่มีการให้น้ำที่ระดับ 25%FC                  | 70   |
| 35 ปริมาณความชื้นในดินของต้นกาแฟที่มีการให้น้ำเมื่อเริ่มเหี่ยว                | 71   |
| 36 ปริมาณน้ำที่ให้แก่ต้นกาแฟในกรรมวิธีที่ 1 (100%FC)                          | 72   |
| 37 ปริมาณน้ำที่ให้แก่ต้นกาแฟในกรรมวิธีที่ 2 (75%FC)                           | 73   |
| 38 ปริมาณน้ำที่ให้แก่ต้นกาแฟในกรรมวิธีที่ 3 (50%FC)                           | 74   |
| 39 ปริมาณน้ำที่ให้แก่ต้นกาแฟในกรรมวิธีที่ 4 (25%FC)                           | 75   |
| 40 ปริมาณน้ำที่ให้แก่ต้นกาแฟในกรรมวิธีที่ 5 (ให้น้ำเมื่อเริ่มเหี่ยว)          | 76   |
| 41 ต้นกาแฟที่แสดงอาการเหี่ยวจากการขาดน้ำ เมื่อให้น้ำในระดับที่ต่างกัน         | 77   |
| 42 ความสูงของต้นกาแฟเมื่อให้น้ำในระดับที่ต่างกัน                              | 80   |
| 43 อัตราการเพิ่มขึ้นสะสมของความสูงลำต้นกาแฟเมื่อให้น้ำในระดับที่ต่างกัน       | 80   |
| 44 เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นกาแฟ เมื่อให้น้ำในระดับที่ต่างกัน                     | 83   |
| 45 อัตราการเพิ่มเส้นผ่าศูนย์กลางสะสมของลำต้นกาแฟ เมื่อให้น้ำในระดับที่ต่างกัน | 83   |
| 46 จำนวนกิ่งแขนงที่หนึ่งของต้นกาแฟเมื่อให้น้ำในระดับที่ต่างกัน                | 86   |
| 47 อัตราการเพิ่มกิ่งแขนงที่หนึ่งสะสมของต้นกาแฟ เมื่อให้น้ำในระดับที่ต่างกัน   | 86   |
| 48 จำนวนใบสะสม เมื่อให้น้ำในระดับที่ต่างกัน                                   | 88   |
| 49 ดัชนีพื้นที่ใบของต้นกาแฟในแต่ละเดือน เมื่อให้น้ำในระดับที่ต่างกัน          | 89   |
| 50 ปริมาณคลอโรฟิลล์รวมเดือนพฤษภาคม เมื่อให้น้ำในระดับที่ต่างกัน               | 91   |
| 51 ปริมาณคลอโรฟิลล์รวมเดือนสิงหาคม เมื่อให้น้ำในระดับที่ต่างกัน               | 91   |



สารบัญภาพ (ต่อ)

| ภาพที่   | หน้า |
|--|------|
| 52 ปริมาณคลอโรฟิลล์รวมเดือนพฤศจิกายน เมื่อให้น้ำในระดับ<br>ที่ต่างกัน            | 91   |
| 53 ค่าศักย์ของน้ำในใบกาแฟ ในเดือนพฤษภาคม เมื่อให้น้ำใน<br>ระดับที่ต่างกัน        | 96   |
| 54 ค่าศักย์ของน้ำในใบกาแฟ ในเดือนสิงหาคม เมื่อให้น้ำในระดับ<br>ที่ต่างกัน        | 96   |
| 55 ค่าศักย์ของน้ำในใบกาแฟ ในเดือนพฤศจิกายน เมื่อให้น้ำใน<br>ระดับที่ต่างกัน      | 96   |
| 56 จำนวนปากใบกาแฟต่อตารางมิลลิเมตรเดือนพฤษภาคม                                   | 98   |
| 57 จำนวนปากใบกาแฟต่อตารางมิลลิเมตรเดือนสิงหาคม                                   | 98   |
| 58 จำนวนปากใบกาแฟต่อตารางมิลลิเมตรเดือนพฤศจิกายน                                 | 98   |
| 59 จำนวนวันนับจากให้น้ำครั้งแรกจนถึงดอกบาน เมื่อให้น้ำ<br>ในระดับที่ต่างกัน      | 100  |
| 60 ดาดอกกาแฟขนาด 9 ถึง 12 มิลลิเมตร  | 101  |
| 61 ดอกกาแฟที่บ้านหลังจากรมีการให้น้ำครั้งแรก                                     | 101  |
| 62 จำนวนดอกกาแฟที่บ้านในแต่ละสัปดาห์   | 104  |
| 63 เปอร์เซนต์การบานของดอกกาแฟในแต่ละสัปดาห์                                      | 107  |
| 64 จำนวนดอกกาแฟที่บ้านต่อช่อ เมื่อให้น้ำในระดับที่ต่างกัน                        | 109  |
| 65 จำนวนดอกกาแฟที่บ้านต่อกิ่ง เมื่อให้น้ำในระดับที่ต่างกัน                       | 109  |
| 66 จำนวนดาดอกในแต่ละกิ่งและเปอร์เซนต์ดอกที่บ้าน เมื่อให้น้ำ<br>ในระดับที่ต่างกัน | 111  |
| 67 เปอร์เซนต์การบานของดอกกาแฟ เมื่อให้น้ำในระดับที่ต่างกัน                       | 111  |
| 68 จำนวนชูดที่ดอกกาแฟบานใน 11 สัปดาห์ เมื่อให้น้ำในระดับ<br>ที่ต่างกัน           | 113  |
| 69 จำนวนวันนับจากให้น้ำครั้งแรกจนถึงติดผล เมื่อให้น้ำในระดับ<br>ที่ต่างกัน       | 115  |

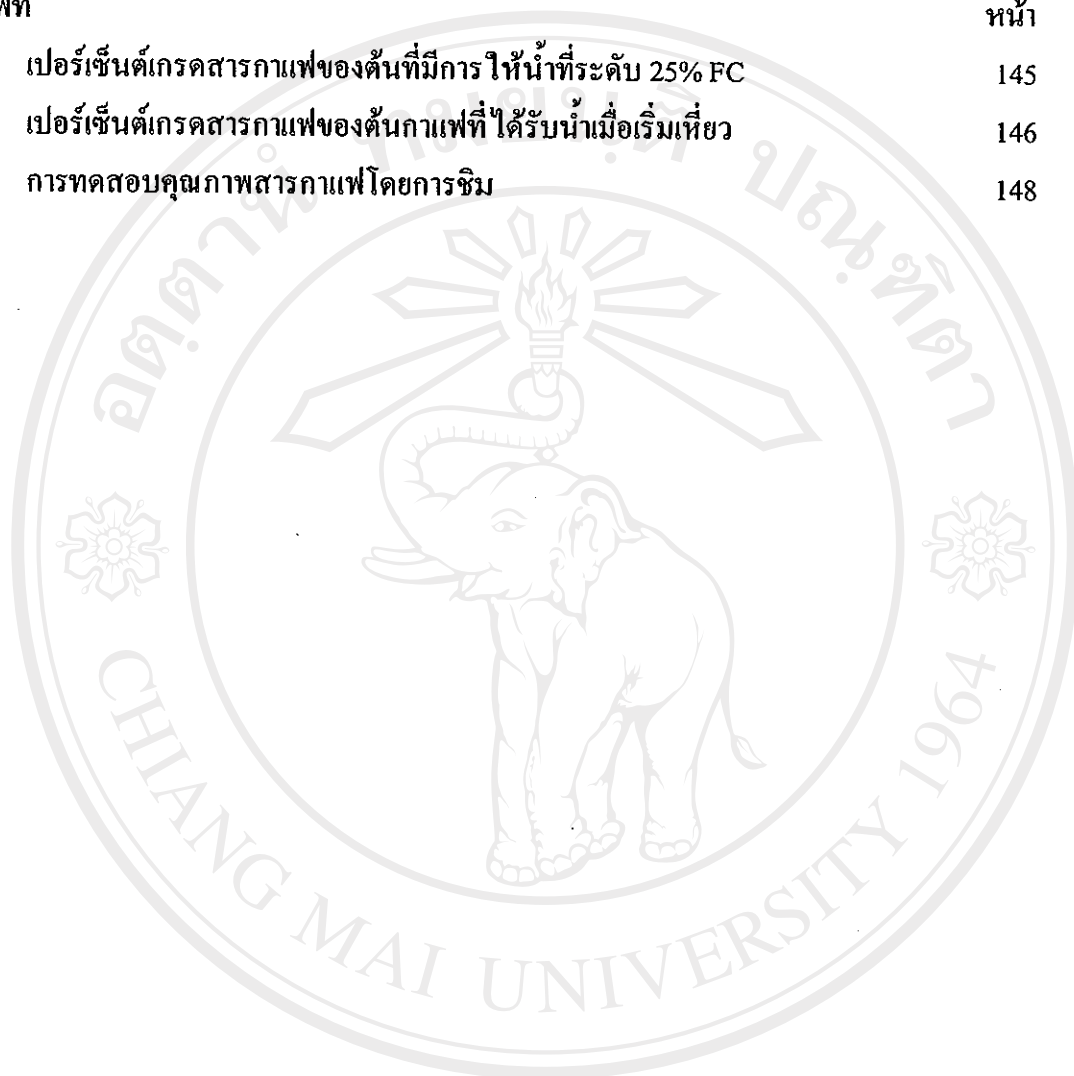


## สารบัญภาพ (ต่อ)

| ภาพที่  | หน้า |
|---|------|
| 70 การติดผล : เมื่อกลิบคอกรวมทั้งส่วนอื่น ๆ ร่วงหล่นไปเหลือ<br>แต่ส่วนของรังไข่ที่เจริญเป็นผลกาแฟ | 116  |
| 71 เปอร์เซ็นต์การติดผล เมื่อน้ำในระดบที่ต่างกัน   | 118  |
| 72 จำนวนนับจากให้น้ำครั้งแรกจนถึงผลสุก เมื่อน้ำในระดบ<br>ที่ต่างกัน                               | 120  |
| 73 จำนวนผลกาแฟที่สุกในแต่ละสัปดาห์ (ผลต่อกิ่ง)  | 123  |
| 74 เปอร์เซ็นต์การสุกของผลกาแฟ   | 126  |
| 75 เปอร์เซ็นต์การสุกของผลกาแฟ เมื่อน้ำในระดบที่ต่างกัน  | 128  |
| 76 จำนวนชดที่ผลกาแฟสุก เมื่อน้ำในระดบที่ต่างกัน   | 130  |
| 77 จำนวนข้อต่อกิ่ง เมื่อน้ำในระดบที่ต่างกัน   | 132  |
| 78 จำนวนข้อที่ติดผล เมื่อน้ำในระดบที่ต่างกัน  | 132  |
| 79 จำนวนผลต่อข้อ เมื่อน้ำในระดบที่ต่างกัน   | 133  |
| 80 จำนวนผลต่อกิ่ง เมื่อน้ำในระดบที่ต่างกัน  | 133  |
| 81 จำนวนผลสุกทั้งต้น เมื่อน้ำในระดบที่ต่างกัน   | 135  |
| 82 น้ำหนักผลสุกทั้งต้น เมื่อน้ำในระดบที่ต่างกัน   | 135  |
| 83 น้ำหนักกาแฟกะลาทั้งต้น เมื่อน้ำในระดบที่ต่างกัน  | 136  |
| 84 น้ำหนักสารกาแฟทั้งต้น เมื่อน้ำในระดบที่ต่างกัน   | 136  |
| 85 น้ำหนักผลกาแฟสุกเฉลี่ย 100 ผล เมื่อน้ำในระดบที่ต่างกัน   | 138  |
| 86 น้ำหนักกาแฟกะลาแห้งเฉลี่ย 100 เมล็ด เมื่อน้ำในระดบ<br>ที่ต่างกัน                               | 138  |
| 87 น้ำหนักสารกาแฟเฉลี่ย 100 เมล็ด เมื่อน้ำในระดบที่ต่างกัน  | 138  |
| 88 น้ำหนักสารกาแฟ เกรด A, X, Y และ P จากทั้งต้น   | 141  |
| 89 เปอร์เซ็นต์เกรดสารกาแฟของต้นที่มีการให้น้ำที่ระดบ<br>100% FC                                   | 144  |
| 90 เปอร์เซ็นต์เกรดสารกาแฟของต้นที่มีการให้น้ำที่ระดบ 75% FC                                       | 144  |
| 91 เปอร์เซ็นต์เกรดสารกาแฟของต้นที่มีการให้น้ำที่ระดบ 50% FC                                       | 145  |

## สารบัญภาพ (ต่อ)

| ภาพที่ |   | หน้า |
|--------|---|------|
| 92     | เปอร์เซ็นต์กรดสารกาแฟของต้นที่มีการให้น้ำที่ระดับ 25% FC    | 145  |
| 93     | เปอร์เซ็นต์กรดสารกาแฟของต้นกาแฟที่ได้รับน้ำเมื่อเริ่มเหี่ยว | 146  |
| 94     | การทดสอบคุณภาพสารกาแฟโดยการชิม                              | 148  |



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
 Copyright© by Chiang Mai University  
 All rights reserved