

## สารบัญ

|                    |                                                                              | หน้า |
|--------------------|------------------------------------------------------------------------------|------|
| บทคัดย่อภาษาไทย    |                                                                              | ก    |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ |                                                                              | ค    |
| คำอุทิศ            |                                                                              | จ    |
| กิตติกรรมประกาศ    |                                                                              | ฉ    |
| สารบัญตาราง        |                                                                              | ฉ    |
| สารบัญภาพ          |                                                                              | ฎ    |
| สารบัญตารางผนวก    |                                                                              | ต    |
| สารบัญภาพผนวก      |                                                                              | ด    |
| บทที่ 1            | บทนำ                                                                         | 1    |
| บทที่ 2            | การตรวจเอกสาร                                                                | 3    |
|                    | เฮลิโคเนีย                                                                   | 3    |
|                    | ลักษณะทางสัณฐานวิทยา                                                         | 3    |
|                    | ลักษณะทางสรีรวิทยา                                                           | 5    |
|                    | ชีวโมเลกุล                                                                   | 11   |
|                    | การใช้แบบแผนโปรตีนในการจำแนกชนิด หรือพันธุ์พืช                               | 13   |
| บทที่ 3            | อุปกรณ์และวิธีการ                                                            | 15   |
|                    | การศึกษาที่ 1 การวิเคราะห์ลักษณะทางสัณฐานวิทยา และสรีรวิทยา<br>ของเฮลิโคเนีย | 15   |
|                    | การศึกษาที่ 2 การเตรียมโปรตีนและวิเคราะห์แบบแผนโปรตีน<br>ของเฮลิโคเนีย       | 21   |
| บทที่ 4            | ผลการทดลอง                                                                   | 26   |
|                    | การศึกษาที่ 1 การวิเคราะห์ลักษณะทางสัณฐานวิทยา และสรีรวิทยา<br>ของเฮลิโคเนีย | 26   |
|                    | การศึกษาที่ 2 การเตรียมโปรตีนและวิเคราะห์แบบแผนโปรตีน<br>ของเฮลิโคเนีย       | 60   |
| บทที่ 5            | วิจารณ์ผลการทดลอง                                                            | 69   |

## สารบัญ (ต่อ)

|                                       | หน้า |
|---------------------------------------|------|
| บทที่ 6   สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ | 76   |
| เอกสารอ้างอิง                         | 78   |
| ภาคผนวก                               | 84   |
| ประวัติผู้เขียน                       | 103  |

## สารบัญตาราง

|                                                                                                                                         | หน้า |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| ตารางที่ 1 ความเข้มข้นของ acrylamide gel ที่เหมาะสมกับช่วงมวลโมเลกุลของสาร                                                              | 12   |
| ตารางที่ 2 เส้นรอบวง และเส้นผ่าศูนย์กลางหน่อของเฮลิโคเนีย 6 พันธุ์ เมื่ออายุ 10, 20 และ 30 วัน                                          | 27   |
| ตารางที่ 3 ความยาวเหง้าจากหน่อหนึ่งไปอีกหน่อหนึ่ง และความยาวปล้องของเหง้าเฮลิโคเนียเมื่อหน่ออายุ 10, 20 และ 30 วัน                      | 28   |
| ตารางที่ 4 ความสูง เส้นรอบวง และเส้นผ่าศูนย์กลางต้นของเฮลิโคเนีย 6 พันธุ์                                                               | 37   |
| ตารางที่ 5 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาบางประการของเฮลิโคเนีย 6 พันธุ์ในระยะออกดอก                                                              | 38   |
| ตารางที่ 6 ความกว้าง ความยาว อัตราส่วนใบ (ความกว้าง : ความยาวใบ) และพื้นที่ใบ ของเฮลิโคเนีย 6 พันธุ์                                    | 39   |
| ตารางที่ 7 อายุออกดอก อายุการบานบนต้น อายุหน่อ โผล่พ้นดินถึงดอกโรย และจำนวนใบที่ให้ดอกของเฮลิโคเนีย 6 พันธุ์                            | 40   |
| ตารางที่ 8 ความยาว เส้นรอบวง และเส้นผ่าศูนย์กลางก้านช่อดอกของเฮลิโคเนีย 6 พันธุ์                                                        | 41   |
| ตารางที่ 9 จำนวนกลีบประดับ ความกว้าง และความยาวกลีบประดับของดอกเฮลิโคเนีย 6 พันธุ์                                                      | 42   |
| ตารางที่ 10 ผลผลิตหน่อ และ ผลผลิตดอก/ตร.ม./ปี ของเฮลิโคเนีย 6 พันธุ์                                                                    | 43   |
| ตารางที่ 11 ความสูงต้นเฉลี่ย (ซม./วัน) ที่เพิ่มขึ้นในทุกช่วง 2 สัปดาห์ของเฮลิโคเนีย 6 พันธุ์                                            | 51   |
| ตารางที่ 12 เส้นรอบวงต้นเฉลี่ย (ซม./วัน) ที่เพิ่มขึ้นในทุกช่วง 2 สัปดาห์ของเฮลิโคเนีย 6 พันธุ์                                          | 55   |
| ตารางที่ 13 การเปลี่ยนแปลงสีกลีบประดับแรกของช่อดอกเฮลิโคเนีย 6 พันธุ์ซึ่งปักแจกันในห้องอุณหภูมิ 29 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 49% | 58   |
| ตารางที่ 14 อายุปักแจกันของช่อดอกเฮลิโคเนีย 6 พันธุ์ ซึ่งปักแจกันในห้องที่อุณหภูมิ 29 <sup>o</sup> ซ และความชื้นสัมพัทธ์ 49%            | 59   |

## สารบัญภาพ

|           |                                                                                                                                                                                                                                                                                             | หน้า |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| ภาพที่ 1  | ส่วนประกอบของต้นเฮลิโคเนีย และบริเวณที่วัดความยาวเหง้าและความยาวปล้อง                                                                                                                                                                                                                       | 17   |
| ภาพที่ 2  | ตำแหน่งการวัดเส้นรอบวง และเส้นผ่าศูนย์กลางหน่อ                                                                                                                                                                                                                                              | 17   |
| ภาพที่ 3  | ส่วนยอดที่พ้นขึ้นมาจากหน่อเฮลิโคเนีย 1 ซม. ที่นำมาสกัดโปรตีน                                                                                                                                                                                                                                | 22   |
| ภาพที่ 4  | ลักษณะหน่อ และสีหน่อของ <i>H. psittacorum</i> L.f. x <i>H. spathocircinata</i> Aristeguieta cv. Golden Torch (1), <i>H. psittacorum</i> L.f. cv. Lady Di (2), Sassy (3), Andromeda (4), <i>H. bihai</i> cv. Lobster Claw Two (5) และ <i>H. rostrata</i> Ruiz & Pavon (6) ที่อายุ 10 วัน     | 30   |
| ภาพที่ 5  | สีหน่อของ <i>H. bihai</i> cv. Lobster Claw Two (A) และ <i>H. rostrata</i> Ruiz & Pavon (B) ที่อายุ 10 วัน                                                                                                                                                                                   | 30   |
| ภาพที่ 6  | ลักษณะใบ (A) และสีต้น (B) <i>H. psittacorum</i> L.f. x <i>H. spathocircinata</i> Aristeguieta cv. Golden Torch (1), <i>H. psittacorum</i> L.f. cv. Lady Di (2), Sassy (3), Andromeda (4) และขนสีน้ำตาลบนโคนต้นของ <i>H. psittacorum</i> L.f. cv. Sassy ที่อายุ 30 วัน                       | 31   |
| ภาพที่ 7  | การจัดเรียงตัวใบคล้ายกล้วย (musoid) ของ <i>H. psittacorum</i> L.f. cv. Andromeda                                                                                                                                                                                                            | 44   |
| ภาพที่ 8  | ลักษณะแผ่นใบของ <i>H. psittacorum</i> L.f. x <i>H. spathocircinata</i> Aristeguieta cv. Golden Torch (A) และ <i>H. psittacorum</i> L.f. cv. Sassy (B) ในระยะออกดอก                                                                                                                          | 44   |
| ภาพที่ 9  | ลักษณะ และสีกลีบประดับของ <i>H. psittacorum</i> L.f. x <i>H. spathocircinata</i> Aristeguieta cv. Golden Torch (A), <i>H. psittacorum</i> L.f. cv. Lady Di (B), Sassy (C) และ Andromeda (D), <i>H. bihai</i> cv. Lobster Claw Two (E) และ <i>H. rostrata</i> Ruiz & Pavon (F)               | 45   |
| ภาพที่ 10 | สีดอกของ <i>H. psittacorum</i> L.f. cv. Sassy (A) และ Andormeda (B), <i>H. psittacorum</i> L.f. x <i>H. spathocircinata</i> Aristeguieta cv. Golden Torch (C), <i>H. psittacorum</i> L.f. cv. Lady Di (D), <i>H. rostrata</i> Ruiz & Pavon (E) และ <i>H. bihai</i> cv. Lobster Claw Two (F) | 46   |

## สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

|           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |    |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ภาพที่ 11 | ลักษณะการแตกกอของ <i>H. psittacorum</i> L.f. cv. Lady Di มีลักษณะกอโปร่ง (A), <i>H. bihai</i> cv. Lobster Claw Two มีลักษณะกอกระชับ (clumpling) (B), และ <i>H. rostrata</i> Ruiz & Pavon มีลักษณะกอโปร่ง แต่แตกกอช้า (slow-clumpling) (C)                                                                                                                         | 48 |
| ภาพที่ 12 | อัตราความสูงต้นของ <i>H. psittacorum</i> L.f. x <i>H. spathocircinata</i> Aristeguieta cv. Golden Torch, <i>H. psittacorum</i> L.f. cv. Lady Di, Sassy และ Andromeda, <i>H. bihai</i> cv. Lobster Claw Two และ <i>H. rostrata</i> Ruiz & Pavon โดยวัดการเปลี่ยนแปลงความสูงต้น ทุก ๆ 1 สัปดาห์ ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ.2539 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ.2540                | 49 |
| ภาพที่ 13 | แสดงค่า natural logarithm (ln) ความสูงต้นกับเวลา ของ <i>H. psittacorum</i> L.f. x <i>H. spathocircinata</i> Aristeguieta cv. Golden Torch, <i>H. psittacorum</i> L.f. cv. Lady Di, Sassy และ Andromeda, <i>H. bihai</i> cv. Lobster Claw Two และ <i>H. rostrata</i> Ruiz & Pavon                                                                                  | 50 |
| ภาพที่ 14 | อัตราการเจริญเติบโต (K) ของต้น <i>H. psittacorum</i> L.f. x <i>H. spathocircinata</i> Aristeguieta cv. Golden Torch, <i>H. psittacorum</i> L.f. cv. Lady Di, Sassy และ Andromeda, <i>H. bihai</i> cv. Lobster Claw Two และ <i>H. rostrata</i> Ruiz & Pavon โดยวัดการเปลี่ยนแปลงความสูงต้น ทุก ๆ 1 สัปดาห์ ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2539 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2540  | 52 |
| ภาพที่ 15 | อัตราการเพิ่มเส้นรอบวงต้นของ <i>H. psittacorum</i> L.f. x <i>H. spathocircinata</i> Aristeguieta cv. Golden Torch, <i>H. psittacorum</i> L.f. cv. Lady Di, Sassy และ Andromeda, <i>H. bihai</i> cv. Lobster Claw Two และ <i>H. rostrata</i> Ruiz & Pavon โดยวัดการเปลี่ยนแปลงเส้น รอบวงต้น ทุก ๆ 1 สัปดาห์ ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2539 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2540 | 53 |
| ภาพที่ 16 | แสดงค่า natural logarithm (ln) เส้นรอบวงต้นกับเวลา ของ <i>H. psittacorum</i> L.f. x <i>H. spathocircinata</i> Aristeguieta cv. Golden Torch, <i>H. psittacorum</i> L.f. cv. Lady Di, Sassy และ Andromeda, <i>H. bihai</i> cv. Lobster Claw Two และ <i>H. rostrata</i> Ruiz & Pavon                                                                                | 54 |

## สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

- ภาพที่ 17 อัตรากาเจริญเติบโต (K) ของเส้นรอบวงต้น *H. psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* Aristeguieta cv. Golden Torch, *H. psittacorum* L.f. cv. Lady Di, Sassy และ Andromeda, *H. bihai* cv. Lobster Claw Two และ *H. rostrata* Ruiz & Pavon โดยวัดการเปลี่ยนแปลงเส้นรอบวงต้น ทุก ๆ 1 สัปดาห์ ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ.2539 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2540 56
- ภาพที่ 18 เปรียบเทียบแบบแผนโปรตีนที่ย้อมด้วย Coomassie Brilliant Blue R-250 ของเฮลิโคเนียในช่วงอายุ 10, 20 และ 30 วัน  
M = โปรตีนมาตรฐาน; แถวที่ 1-3 = *H. psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* Aristeguieta cv. Golden Torch ในช่วงอายุ 10, 20 และ 30 วัน ตามลำดับ; แถวที่ 4-6 = *H. psittacorum* L.f. cv. Lady Di ในช่วงอายุ 10, 20 และ 30 วัน ตามลำดับ  
น้ำหนักโมเลกุลโปรตีน a = 200 kDa; b = 97.4 kDa; c = 66.2 kDa; d = 50 kDa; e = 45 kDa; f = 20 kDa; g = 16 kDa; h = 14.4 kDa และ i = 6.5 kDa 62
- ภาพที่ 19 เปรียบเทียบแบบแผนโปรตีนที่ย้อมด้วย Coomassie Brilliant Blue R-250 ของเฮลิโคเนียในช่วงอายุ 10, 20 และ 30 วัน  
M = โปรตีนมาตรฐาน; แถวที่ 1-3 = *H. psittacorum* L.f. cv. Sassy ในช่วงอายุ 10, 20 และ 30 วัน ตามลำดับ; แถวที่ 4-6 = *H. psittacorum* L.f. cv. Andromeda ในช่วงอายุ 10, 20 และ 30 วัน ตามลำดับ  
น้ำหนักโมเลกุลโปรตีน a = 200 kDa; b = 97.4 kDa; c = 66.2 kDa; d = 50 kDa; e = 45 kDa; f = 20 kDa; g = 16 kDa; h = 14.4 kDa และ i = 6.5 kDa 63

## สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

- ภาพที่ 20      เปรียบเทียบแบบแผนโปรตีนที่ย้อมด้วย Coomassie Brilliant Blue R-250 ของเฮลิโคเนียในช่วงอายุ 10, 20 และ 30 วัน  
M = โปรตีนมาตรฐาน; แถวที่ 1-3 = *H. bihai* cv. Lobster Claw Two ในช่วงอายุ 10, 20 และ 30 วัน ตามลำดับ; แถวที่ 4-6 = *H. rostrata* Ruiz & Pavon ในช่วงอายุ 10, 20 และ 30 วัน ตามลำดับ  
น้ำหนักโมเลกุลโปรตีน a = 200 kDa; b = 97.4 kDa; c = 66.2 kDa; d = 50 kDa; e = 45 kDa; f = 20 kDa; g = 16 kDa; h = 14.4 kDa และ i = 6.5 kDa
- ภาพที่ 21      เปรียบเทียบแบบแผนโปรตีนที่ย้อมด้วย Coomassie Brilliant Blue R-250 ของเฮลิโคเนีย 6 พันธุ์ เมื่อหน่ออายุ 30 วัน  
M = โปรตีนมาตรฐาน; แถวที่ 1 = *H. psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* Aristeguieta cv. Golden Torch; แถวที่ 2 = *H. psittacorum* L.f. cv. Lady Di; แถวที่ 3 = *H. psittacorum* L.f. cv. Sassy; แถวที่ 4 = *H. psittacorum* L.f. cv. Andromeda; แถวที่ 5 = *H. bihai* cv. Lobster Claw Two; แถวที่ 6 = *H. rostrata* Ruiz & Pavon  
น้ำหนักโมเลกุลโปรตีน a = 200 kDa; b = 97.4 kDa; c = 66.2 kDa; d = 50 kDa; e = 45 kDa; f = 20 kDa; g = 16 kDa; h = 14.4 kDa และ i = 6.5 kDa
- ภาพที่ 22      ไลอะแกรมการจำแนกพันธุ์เฮลิโคเนีย ในช่วงอายุ 10, 20 และ 30 วัน โดยอาศัยลักษณะทางสัณฐานวิทยาบางประการ และแบบแผนโปรตีน

64

66

70

## สารบัญตารางผนวก

|                |                                                                                                                                                                                                                                           | หน้า |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| ตารางผนวกที่ 1 | แร่ธาตุอาหารในดินแปลงทดลองหมวดไม้ดอกไม้ประดับ<br>คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น                                                                                                                                                        | 87   |
| ตารางผนวกที่ 2 | ปริมาตรของสารเคมีที่ใช้เตรียมแผ่น SDS-PAGE                                                                                                                                                                                                | 87   |
| ตารางผนวกที่ 3 | น้ำหนักโมเลกุลของโปรตีนมาตรฐาน (Da)<br>ชนิด Broad Range (BIO RAD, USA)                                                                                                                                                                    | 88   |
| ตารางผนวกที่ 4 | อุณหภูมิ (°C) และ ความชื้นสัมพัทธ์ (%) ในห้องที่ไม่เปิด<br>เครื่องปรับอากาศ ระหว่างการศึกษาอายุปักแจกันดอก<br>เฮลิโคเนีย ระหว่างวันที่ 27 พฤษภาคม ถึง 14 มิถุนายน พ.ศ.<br>2540                                                            | 89   |
| ตารางผนวกที่ 5 | ความสูง ค่า natural logarithm (ln) และ อัตราการเจริญเติบโต (K) ของความสูงต้น <i>H. psittacorum</i> L.f. x<br><i>H. spathocircinata</i> cv. Golden Torch และ <i>H. psittacorum</i><br>L.f. cv. Lady Di ที่เปลี่ยนแปลงไป ทุก ๆ 1 สัปดาห์    | 90   |
| ตารางผนวกที่ 6 | ความสูง ค่า natural logarithm (ln) และอัตราการเจริญเติบโต (K) ของความสูงต้น <i>H. psittacorum</i> L.f. cv. Sassy และ<br><i>H. psittacorum</i> L.f. cv. Andromeda ที่เปลี่ยนแปลงไป ทุก ๆ<br>1 สัปดาห์                                      | 91   |
| ตารางผนวกที่ 7 | ความสูง ค่า natural logarithm (ln) และ อัตราการเจริญเติบโต (K) ของความสูงต้น <i>H. bihai</i> cv. Lobster Claw Two และ<br><i>H. rostrata</i> Ruiz & Pavon ที่เปลี่ยนแปลงไป ทุก ๆ<br>1 สัปดาห์                                              | 92   |
| ตารางผนวกที่ 8 | เส้นรอบวง ค่า natural logarithm (ln) และอัตราการเจริญเติบโต (K) ของเส้นรอบวงต้น <i>H. psittacorum</i> L.f. x<br><i>H. spathocircinata</i> cv. Golden Torch และ <i>H. psittacorum</i><br>L.f. cv. Lady Di ที่เปลี่ยนแปลงไป ทุก ๆ 1 สัปดาห์ | 94   |

## สารบัญตารางผนวก (ต่อ)

หน้า

|                 |                                                                                                                                                                                                    |     |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ตารางผนวกที่ 9  | เส้นรอบวง ค่า natural logarithm (ln) และอัตราการเจริญเติบโต (K) ของเส้นรอบวงต้น <i>H. psittacorum</i> L.f. cv. Sassy และ <i>H. psittacorum</i> L.f. cv. Andromeda ที่เปลี่ยนแปลงไป ทุก ๆ 1 สัปดาห์ | 95  |
| ตารางผนวกที่ 10 | เส้นรอบวง ค่า natural logarithm (ln) และอัตราการเจริญเติบโต (K) ของเส้นรอบวงต้น <i>H. bihai</i> cv. Lobster Claw Two และ <i>H. rostrata</i> Ruiz & Pavon ที่เปลี่ยนแปลงไป ทุก ๆ 1 สัปดาห์          | 96  |
| ตารางผนวกที่ 11 | ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของเส้นรอบวง และเส้นผ่าศูนย์กลางหน่อเฮลิโคเนีย                                                                                                                            | 98  |
| ตารางผนวกที่ 12 | ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความยาวเหง้า และความยาวปล้องต่อเหง้า เฮลิโคเนีย                                                                                                                        | 98  |
| ตารางผนวกที่ 13 | ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความสูง เส้นรอบวง และเส้นผ่าศูนย์กลางต้นเฮลิโคเนีย                                                                                                                     | 98  |
| ตารางผนวกที่ 14 | ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของขนาดใบเฮลิโคเนีย                                                                                                                                                       | 99  |
| ตารางผนวกที่ 15 | ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของอายุดอก และอายุปักแจกันช่อดอกเฮลิโคเนีย                                                                                                                                | 99  |
| ตารางผนวกที่ 16 | ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของขนาดช่อดอกเฮลิโคเนีย                                                                                                                                                   | 99  |
| ตารางผนวกที่ 17 | ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของขนาดกลีบประดับ และผลผลิตเฮลิโคเนีย                                                                                                                                     | 100 |

## สารบัญภาพผนวก

|                                                                                                                             | หน้า |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| ภาพผนวกที่ 1                                                                                                                |      |
| กราฟแสดงอุณหภูมิเฉลี่ยภายใน และภายนอก โรงเรือน ระหว่างเดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2538 ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2539                    | 100  |
| ภาพผนวกที่ 2                                                                                                                |      |
| กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยภายใน และภายนอก โรงเรือน ระหว่างเดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2538 ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2539 | 101  |