



ใบรับรองวิทยานิพนธ์  
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีวนวัฒน)

ปริญญา

เทคโนโลยีวนวัฒน

วนวัฒนวิทยา

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง การเติบโตและลักษณะทางสรีรวิทยาบางประการของไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส ในแปลงทดสอบปลูกไม้ รุ่นที่ 2 ณ สถานีฝึกนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา

Growth Performances and some Physiological Characteristics of *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. in the Second Generation Progeny Test at Wang Nam Khiao Forestry Student Training Station, Nakhon Ratchasima Province

นามผู้วิจัย นางสาวทิพวรรณ สังข์ทอง

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

( ผู้ช่วยศาสตราจารย์สาพิศ ดิลกสัมพันธ์, Ph.D. )

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

( ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดำรง พิพัฒน์วัฒนากุล, D.Sc. )

หัวหน้าภาควิชา

( อาจารย์จรงค์ วัชรินทร์รัตน์, วท.ด. )

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

( รองศาสตราจารย์กัญญา ธีระกุล, D.Agr. )

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การเติบโตและลักษณะทางสรีรวิทยาบางประการของไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูลเลนซิส ในแปลง  
ทดสอบปลูกไม้ รุ่นที่ 2 ณ สถานีฝึกนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา

Growth Performances and some Physiological Characteristics of *Eucalyptus*  
*camaldulensis* Dehnh. in the Second Generation Progeny Test at Wang Nam Khiao  
Forestry Student Training Station, Nakhon Ratchasima Province

โดย

นางสาวทิพวรรณ สังข์ทอง

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์  
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีวนวัฒน)  
พ.ศ. 2555

ทิพวรรณ สังข์ทอง 2555: การเติบโตและลักษณะทางสรีรวิทยาบางประการของไมยคาลิปตัส  
คามาลดูเลนซิส ในแปลงทดสอบลูกไม้ รุ่นที่ 2 ณ สถานีฝักนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว จังหวัด  
นครราชสีมา ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีวนวัฒน) สาขาเทคโนโลยีวนวัฒน  
ภาควิชาวนวัฒนวิทยา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผู้ช่วยศาสตราจารย์สาพิศ ดิลกสัมพันธ์,  
Ph.D. 121 หน้า

การศึกษาการเติบโตและลักษณะทางสรีรวิทยาบางประการของยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส มี  
วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการแปรผันทางพันธุกรรมของการเติบโตและลักษณะทางสรีรวิทยาที่มีอิทธิพลต่อการ  
เติบโตของยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส ในแปลงทดสอบลูกไม้ รุ่นที่ 2 ณ สถานีฝักนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว  
จังหวัดนครราชสีมา โดยศึกษาการเติบโตของยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส ทั้งหมด 120 สายพันธุ์ จากการ  
ผสมเกสรตามธรรมชาติ (half-sib family) จาก 23 ถิ่นกำเนิด (provenance) และศึกษาการแปรผันตาม  
ฤดูกาลของลักษณะทางสรีรวิทยา (อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุด การชักนำของปากใบ การคายน้ำ  
ประสิทธิภาพในการใช้น้ำของใบ ชลศักย์ของใบ และปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบ) ของยูคาลิปตัส คามาล  
ดูเลนซิส 10 สายพันธุ์ ที่เป็นตัวแทนจากเขต (region) ต่างๆ ของการกระจายพันธุ์ตามธรรมชาติ

ผลการศึกษา พบว่า ความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน และความ  
เพิ่มพูนปีปัจจุบันของยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส ทั้ง 120 สายพันธุ์ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทาง  
สถิติระหว่างถิ่นกำเนิด และระหว่างสายพันธุ์ ( $p < 0.01$ ) โดยสายพันธุ์ 219 และ 227 เป็นสายพันธุ์ที่มีความ  
เพิ่มพูนปีปัจจุบันของความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก และมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน มากที่สุดใน 120  
สายพันธุ์ สำหรับการศึกษาลักษณะทางสรีรวิทยา พบว่า อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุด การชักนำของ  
ปากใบ การคายน้ำ ประสิทธิภาพในการใช้น้ำของใบ และชลศักย์ของใบ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง  
ทางสถิติระหว่างฤดูกาล ( $p < 0.01$ ) แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสายพันธุ์ ( $p \geq 0.05$ ) ยกเว้นปริมาณ  
คลอโรฟิลล์ในใบซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งระหว่างฤดูกาลและระหว่างสายพันธุ์  
( $p < 0.05$ ) ถึงแม้ลักษณะทางสรีรวิทยาในแต่ละสายพันธุ์มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่  
จากผลการศึกษาสามารถจำแนกการแปรผันของสายพันธุ์ในแต่ละฤดูกาลได้เป็น 3 ลักษณะ ได้แก่ ลักษณะที่  
1 เป็นกลุ่มของสายพันธุ์ที่มีการแปรผันมากระหว่างฤดูกาล ลักษณะที่ 2 เป็นกลุ่มของสายพันธุ์ที่มีการแปร  
ผันน้อยระหว่างฤดูกาล และมีค่าเฉลี่ยปานกลางถึงค่อนข้างสูง และลักษณะที่ 3 เป็นกลุ่มของสายพันธุ์ที่มีการ  
แปรผันน้อยระหว่างฤดูกาล และมีค่าเฉลี่ยค่อนข้างต่ำในแต่ละฤดูกาล อย่างไรก็ตาม เมื่อวิเคราะห์  
ความสัมพันธ์ระหว่างการเติบโตและลักษณะทางสรีรวิทยา พบว่า การเติบโตของยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส  
มีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับค่าเฉลี่ยการชักนำของปากใบและการคายน้ำในฤดูฝน  
เท่านั้น ดังนั้น จำเป็นต้องมีการศึกษาเพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของการเติบโต และลักษณะทางสรีรวิทยา  
อื่นๆ เช่น ดัชนีพื้นที่ใบ เป็นต้น เพิ่มเติมสำหรับการคัดเลือกสายพันธุ์ที่สามารถเติบโตและปรับตัวได้ดีใน  
พื้นที่ปลูกต่อไป

Thippawan Sungtong 2012: Growth Performances and some Physiological Characteristics of *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. in the Second Generation Progeny Test at Wang Nam Khiao Forestry Student Training Station, Nakhon Ratchasima Province. Master of Science (Silviculture Technology), Major Field: Silviculture Technology, Department of Silviculture. Thesis Advisor: Assistant Professor Sapit Diloksumpun, Ph.D. 121 pages.

The objective of this study was to determine the genetic variation in growth and some physiological characteristics affecting the growth of *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. half-sib families in the second generation progeny test at Wang Nam Khiao Forestry Student Training Station, Nakhon Ratchasima province. The growth measurements were undertaken in all 120 families derived from 23 provenances, while seasonal variation in some physiological characteristics (light-saturated net photosynthesis, stomatal conductance, transpiration, intrinsic water-use efficiency, pre-dawn water potential and chlorophyll content) was determined in 10 selected families representing all regions in their natural distribution.

The results indicated that the differences in height, diameter at breast height (DBH), aboveground biomass and current annual increment (CAI) were highly significant among provenances and families ( $p < 0.01$ ). Among 120 families studied, families number 219 and 227 showed the most promising growth performance in terms of CAI in height, DBH and aboveground biomass. The differences in all physiological characteristics were also highly significant among seasons ( $p < 0.01$ ), but not among families ( $p \geq 0.05$ ), except the difference in chlorophyll content was significant among both seasons and families ( $p < 0.05$ ). Nevertheless, the results indicated three seasonal trends of physiological characteristics: high values with high seasonal variation; moderate to high values with low seasonal variation; and low values in all season. In addition, the correlation analysis showed positive correlation between growth and stomatal conductance and transpiration in the wet season. Therefore, a further study on the correlation between growth and other physiological parameters such as leaf area index is recommended for the selection of *E. camaldulensis* families that could grow and adapt well to the site.

---

Student's signature

---

Thesis Advisor's signature

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัย “การเปรียบเทียบการเติบโตและลักษณะทางสรีรวิทยาของสายพันธุ์ไม้ยูคาลิปตัส ความลาดดูเลนซิส รุ่นที่ 2” ซึ่งเป็นชุดโครงการย่อยในโครงการวิจัย “การปรับปรุงพันธุ์ไม้ยูคาลิปตัสด้วยเทคโนโลยีชีวภาพเพื่อเพิ่มพื้นที่ปลูกในแหล่งดินเค็มเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย” โดยได้รับการสนับสนุนทุนจากสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และได้รับการสนับสนุนกล้าไม้สำหรับสร้างแปลงทดสอบลูกไม้ รุ่นที่ 2 จากแปลงทดสอบลูกไม้ รุ่นที่ 1 ของกรมป่าไม้

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์สาพิศ ดิลกสัมพันธ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักที่ดูแลและให้คำแนะนำในการทำวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดำรง พิพัฒน์วัฒนากุล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ผู้ช่วยศาสตราจารย์บุญวงศ์ ไทยอุดสาห์ อาจารย์ผู้ทรงคุณวุฒิ และผู้ช่วยศาสตราจารย์กอบศักดิ์ วันธงไชย ประธานการสอบปากเปล่าขั้นสุดท้าย ที่ช่วยแก้ไขให้วิทยานิพนธ์มีความสมบูรณ์มากขึ้น และขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาวนวัฒนวิทยาทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอนและให้ความรู้ตลอดมา

ขอบคุณพี่ น้อง และเพื่อนวนศาสตร์ ตลอดจนผู้เกี่ยวข้องที่ให้ความช่วยเหลือในการเก็บข้อมูลภาคสนาม และขอบคุณครอบครัวที่เป็นกำลังใจในการเรียนตลอดมา

ทิพวรรณ สังข์ทอง

เมษายน 2555

## สารบัญ

|                            | หน้า |
|----------------------------|------|
| สารบัญ                     | (1)  |
| สารบัญตาราง                | (2)  |
| สารบัญภาพ                  | (5)  |
| คำนำ                       | 1    |
| วัตถุประสงค์               | 3    |
| การตรวจเอกสาร              | 4    |
| อุปกรณ์และวิธีการ          | 24   |
| อุปกรณ์                    | 24   |
| วิธีการ                    | 29   |
| ผลและวิจารณ์               | 37   |
| สรุปและข้อเสนอแนะ          | 77   |
| สรุป                       | 77   |
| ข้อเสนอแนะ                 | 78   |
| เอกสารและสิ่งอ้างอิง       | 79   |
| ภาคผนวก                    | 89   |
| ประวัติการศึกษาและการทำงาน | 121  |

## สารบัญตาราง

| ตารางที่ |                                                                                                                                                                          | หน้า |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1        | อุณหภูมิและปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนของสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อม<br>สะแกราช อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา (ประมาณ 3 กิโลเมตร<br>จากพื้นที่ศึกษา) ตั้งแต่ พ.ศ. 2543-2552 | 27   |
| 2        | ที่มาของเขต และถิ่นกำเนิดของยูคาลิปตัส คามาลดูลเลนซิส ในแปลง<br>ทดสอบปลูกไม้ รุ่นที่ 2 จำนวน 120 สายพันธุ์                                                               | 30   |
| 3        | สมการแอลโลเมตรี ( $Y=aX^b$ ) ใช้ประมาณมวลชีวภาพส่วนต่างๆ ของ<br>ยูคาลิปตัส คามาลดูลเลนซิส                                                                                | 31   |
| 4        | ยูคาลิปตัส คามาลดูลเลนซิส 10 สายพันธุ์ ที่ใช้ศึกษาลักษณะทาง<br>สรีรวิทยา                                                                                                 | 33   |
| 5        | ความสูงของยูคาลิปตัส คามาลดูลเลนซิส อายุ 2 ปี แยกตามถิ่นกำเนิด                                                                                                           | 38   |
| 6        | ความสูงของยูคาลิปตัส คามาลดูลเลนซิส อายุ 3 ปี แยกตามถิ่นกำเนิด                                                                                                           | 39   |
| 7        | ความเพิ่มพูนปีปัจจุบัน (พ.ศ. 2551-2552) ของความสูงของยูคาลิปตัส<br>คามาลดูลเลนซิส แยกตามถิ่นกำเนิด                                                                       | 40   |
| 8        | ความสูงของยูคาลิปตัส คามาลดูลเลนซิส จำนวน 20 สายพันธุ์ ที่มี<br>ค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเมื่ออายุ 2 ปี ในแปลงทดสอบปลูกไม้ รุ่นที่ 2                                            | 41   |
| 9        | ความสูงของยูคาลิปตัส คามาลดูลเลนซิส จำนวน 20 สายพันธุ์ ที่มี<br>ค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเมื่ออายุ 3 ปี ในแปลงทดสอบปลูกไม้ รุ่นที่ 2                                            | 42   |
| 10       | ความเพิ่มพูนปีปัจจุบัน (พ.ศ. 2551-2552) ของความสูงของยูคาลิปตัส<br>คามาลดูลเลนซิส จำนวน 20 สายพันธุ์ ที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดในแปลง<br>ทดสอบปลูกไม้ รุ่นที่ 2             | 44   |
| 11       | เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกของยูคาลิปตัส คามาลดูลเลนซิส อายุ 2 ปี<br>แยกตามถิ่นกำเนิด                                                                                       | 45   |
| 12       | เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกของยูคาลิปตัส คามาลดูลเลนซิส อายุ 3 ปี<br>แยกตามถิ่นกำเนิด                                                                                       | 46   |
| 13       | ความเพิ่มพูนปีปัจจุบัน (พ.ศ. 2551-2552) ของเส้นผ่านศูนย์กลางเพียง<br>อกของยูคาลิปตัส คามาลดูลเลนซิส แยกตามถิ่นกำเนิด                                                     | 48   |
| 14       | เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกของยูคาลิปตัส คามาลดูลเลนซิส จำนวน 20<br>สายพันธุ์ ที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด เมื่ออายุ 2 ปี ในแปลงทดสอบปลูกไม้ รุ่นที่                             | 49   |

## สารบัญตาราง (ต่อ)

| ตารางที่ |                                                                                                                                                                       | หน้า |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 15       | เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกของยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส จำนวน 20 สายพันธุ์ ที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด เมื่ออายุ 3 ปี ในแปลงทดสอบลูกไม้ รุ่นที่ 2                             | 50   |
| 16       | ความเพิ่มพูนปีปัจจุบัน (พ.ศ. 2551-2552) ของเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกของยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส จำนวน 20 สายพันธุ์ ที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด ในแปลงทดสอบลูกไม้ รุ่นที่ 2 | 52   |
| 17       | มวลชีวภาพเหนือพื้นดินของยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส อายุ 2 ปี แยกตามถิ่นกำเนิด                                                                                           | 53   |
| 18       | มวลชีวภาพเหนือพื้นดินของยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส อายุ 3 ปี แยกตามถิ่นกำเนิด                                                                                           | 54   |
| 19       | ความเพิ่มพูนปีปัจจุบัน (พ.ศ. 2551-2552) ของมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส แยกตามถิ่นกำเนิด                                                          | 55   |
| 20       | มวลชีวภาพเหนือพื้นดินของยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส จำนวน 20 สายพันธุ์ ที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด เมื่ออายุ 2 ปี ในแปลงทดสอบลูกไม้ รุ่นที่ 2                                | 57   |
| 21       | มวลชีวภาพเหนือพื้นดินของยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส จำนวน 20 สายพันธุ์ ที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด เมื่ออายุ 3 ปี ในแปลงทดสอบลูกไม้ รุ่นที่ 2                                | 58   |
| 22       | ความเพิ่มพูนปีปัจจุบัน (พ.ศ. 2551-2552) ของมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส จำนวน 20 สายพันธุ์ ที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดในแปลงทดสอบลูกไม้ รุ่นที่ 2     | 59   |
| 23       | การเติบโตของสายพันธุ์ที่ใช้ศึกษาลักษณะทางสรีรวิทยา จำนวน 10 สายพันธุ์                                                                                                 | 61   |
| 24       | การแปรผันตามฤดูกาลของอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุดของยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส จำนวน 10 สายพันธุ์                                                                   | 63   |
| 25       | การแปรผันตามฤดูกาลของการชักนำของปากใบของยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส จำนวน 10 สายพันธุ์                                                                                   | 66   |
| 26       | การแปรผันตามฤดูกาลของการคายน้ำของยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส จำนวน 10 สายพันธุ์                                                                                          | 68   |
| 27       | การแปรผันตามฤดูกาลของประสิทธิภาพในการใช้น้ำของยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส จำนวน 10 สายพันธุ์                                                                             | 70   |

## สารบัญตาราง (ต่อ)

| ตารางที่         |                                                                                                                                                                                         | หน้า |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 28               | การแปรผันตามฤดูกาลของค่าชลศักย์ของใบยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส จำนวน 10 สายพันธุ์                                                                                                         | 72   |
| 29               | การแปรผันตามฤดูกาลของปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบของยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส จำนวน 10 สายพันธุ์                                                                                                 | 73   |
| 30               | ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรการเติบโตและลักษณะทางสรีรวิทยาของใบยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส                                                                                                    | 76   |
| <br>ตารางผนวกที่ |                                                                                                                                                                                         |      |
| 1                | ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส จำนวน 120 สายพันธุ์ ที่ผ่านการทดสอบลูกไม้ในรุ่นที่ 1 ของกรมป่าไม้                                                                                              | 90   |
| 2                | รายละเอียดของถิ่นกำเนิดตามธรรมชาติของยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส ที่ผ่านการปรับปรุงพันธุ์ในรุ่นที่ 1                                                                                       | 95   |
| 3                | ความสูงและความเพิ่มพูนปีปัจจุบันของความสูง (พ.ศ. 2551-2552) ของยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส อายุ 2 และ 3 ปี จำนวน 120 สายพันธุ์ ในแปลงทดสอบลูกไม้ รุ่นที่ 2                                 | 96   |
| 4                | เส้นผ่านศูนย์กลางเพิงอกและความเพิ่มพูนปีปัจจุบันของเส้นผ่านศูนย์กลางเพิงอก (พ.ศ. 2551-2552) ของยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส อายุ 2 และ 3 ปี จำนวน 120 สายพันธุ์ ในแปลงทดสอบลูกไม้ รุ่นที่ 2 | 100  |
| 5                | มวลชีวภาพเหนือพื้นดินและความเพิ่มพูนปีปัจจุบันของมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (พ.ศ. 2551-2552) ของยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส อายุ 2 และ 3 ปี จำนวน 120 สายพันธุ์ ในแปลงทดสอบลูกไม้ รุ่นที่ 2     | 105  |
| 6                | ลักษณะทางสรีรวิทยาของใบยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส จำนวน 10 สายพันธุ์                                                                                                                      | 109  |
| 7                | ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรการเติบโตและลักษณะทางสรีรวิทยาของใบยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส                                                                                                    | 112  |

## สารบัญภาพ

| ภาพที่            |                                                                                                                                                                                     | หน้า |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1                 | กิจกรรมของการปรับปรุงพันธุ์ไม้                                                                                                                                                      | 15   |
| 2                 | สถานที่ทำการศึกษาระดับปริญญาโทที่ฝึกนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา                                                                                                      | 25   |
| 3                 | อุณหภูมิและปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนของสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช ตั้งแต่ พ.ศ. 2543-2552                                                                                          | 26   |
| 4                 | สภาพภูมิอากาศในช่วงที่ทำการศึกษาระดับปริญญาโทที่ฝึกนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว                                                                                                         | 64   |
| <b>ภาพผนวกที่</b> |                                                                                                                                                                                     |      |
| 1                 | แผนผังการปลูกยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส จำนวน 8 ซ้ำ ในแปลงทดสอบปลูกไม้ รุ่นที่ 2                                                                                                      | 116  |
| 2                 | การวางแผนแปลงทดสอบ และการสุ่มสายพันธุ์ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส รุ่นที่ 2                                                                                                            | 117  |
| 3                 | แปลงทดสอบปลูกไม้ รุ่นที่ 2 (ก) ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส อายุ 2 ปี (ข) ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส อายุ 3 ปี                                                                            | 119  |
| 4                 | ตัวอย่างยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส ที่ใช้ศึกษาลักษณะทางสรีรวิทยาของใบ (ก) สายพันธุ์ 163 (ข) สายพันธุ์ 219                                                                             | 119  |
| 5                 | การศึกษาลักษณะทางสรีรวิทยาของใบยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส (ก) การวัดการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุด การชักนำของปากใบ และการคายน้ำ (ข) การศึกษาเซลล์ของใบ (ค) การศึกษาปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบ | 120  |

การเติบโตและลักษณะทางสรีรวิทยาบางประการของไม้ยูคาลิปตัส คามาล  
ดูลেনซิสในแปลงทดสอบปลูกไม้ รุ่นที่ 2 ณ สถานีฝึกนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว  
จังหวัดนครราชสีมา

**Growth Performances and some Physiological Characteristics of  
*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. in the Second Generation Progeny Test  
at Wang Nam Khiao Forestry Student Training Station,  
Nakhon Ratchasima Province**

คำนำ

ไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูลেনซิส (*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh.) มีชื่อสามัญคือ red gum หรือ murrey red gum หรือ river gum หรือ river red gum เป็นไม้ต่างถิ่นที่มีถิ่นกำเนิดในประเทศออสเตรเลีย ถูกนำเข้ามาปลูกในประเทศไทยตั้งแต่ พ.ศ. 2507 ภายใต้โครงการสำรวจวัตถุดิบเพื่อทำเยื่อกระดาษของกรมป่าไม้ (บุญวงศ์, 2551ก) ปัจจุบันเป็นไม้เศรษฐกิจที่มีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมไม้แปรรูป อุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ การก่อสร้าง และการใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ อีกมากมาย ยูคาลิปตัสจัดเป็นไม้ที่มีการเติบโตเร็วและมีอายุรอบตัดฟันสั้น ตลอดจนสามารถเติบโตได้ในพื้นที่หลายลักษณะ จึงได้รับความนิยมปลูกสร้างเป็นสวนป่าโดยภาคเอกชน อย่างไรก็ตามพื้นที่ส่วนใหญ่ที่ปลูกสวนป่าไม้ยูคาลิปตัส มักเป็นพื้นที่ที่ไม่เหมาะที่จะปลูกพืชเกษตร หรือมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ หรือมีความแตกต่างไปจากสภาพพื้นที่ที่เหมาะสมต่อการเติบโต ดังนั้นการปรับปรุงพันธุ์โดยการเลือกสายพันธุ์ที่มีการปรับตัวได้ดีสามารถเติบโตได้ในสภาพพื้นที่ต่างๆ จึงเป็นสิ่งสำคัญ

การปรับปรุงสายพันธุ์ยูคาลิปตัสได้กระทำอย่างต่อเนื่องตั้งแต่การคัดเลือกชนิดและถิ่นกำเนิดที่เหมาะสมกับการปลูกในประเทศไทย (Pinyopusarerk, 1989) การสร้างแปลงทดสอบปลูกไม้ รุ่นที่ 1 (พิศาล และ วิฑูรย์, 2539) และสามารถคัดเลือกสายพันธุ์มากกว่า 100 สายพันธุ์ เพื่อนำไปปลูกทดสอบสายพันธุ์ รุ่นที่ 2 ในหลายๆ พื้นที่ รวมทั้ง ณ สถานีฝึกนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา โดยสุณิส (2552) ได้ทำการเปรียบเทียบการเติบโตของยูคาลิปตัส คามาลดูลেনซิส เมื่ออายุ 2 ปี พบว่า ความสูงและเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก มีการแปรผันระหว่างถิ่นกำเนิด และระหว่างสายพันธุ์ภายใต้ถิ่นกำเนิดเดียวกัน โดยสายพันธุ์ที่มีการเติบโตดีในลำดับแรกๆ มีถิ่นกำเนิดจาก Walsh-Mitchell River รัฐ Queensland โดยเฉพาะสายพันธุ์ 187 และ 188 จากถิ่นกำเนิด Healeys Yard นอกจากนี้สาย

พันธุ์จากแหล่งเมล็ดในประเทศไทยที่ผ่านการทดสอบลูกไม้ในรุ่นที่ 1 มีแนวโน้มความสูงอยู่ในลำดับแรกด้วยเช่นกัน และการแปรผันของการเติบโตดังกล่าวเป็นผลมาจากความแตกต่างของลักษณะพื้นฐานทางพันธุกรรมที่ยืนยันได้จากการวิเคราะห์ด้วยเครื่องหมายดีเอ็นเอ (DNA marker)

วัตถุประสงค์หนึ่งที่เป็นตัวกำหนดเกณฑ์การคัดเลือกสายพันธุ์ในกิจกรรมการปรับปรุงพันธุ์ไม้ป่า คือ การเติบโต ซึ่งการเติบโตถูกควบคุมโดย 2 ปัจจัย คือ ปัจจัยทางด้านพันธุกรรม (genetic factors) และปัจจัยสิ่งแวดล้อม (environmental factors) อัตราการเติบโตขึ้นอยู่กับปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่เอื้อต่อการเติบโตและความสามารถในการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมนั้น ซึ่งเป็นลักษณะที่ถูกควบคุมโดยปัจจัยทางพันธุกรรม หรือเป็นลักษณะเฉพาะของชนิด/พันธุ์ แต่เมื่ออยู่ในสิ่งแวดล้อมเดียวกันแล้ว การเติบโตจึงขึ้นอยู่กับปัจจัยทางด้านพันธุกรรมเป็นสำคัญ พันธุกรรมเป็นปัจจัยหนึ่งที่กำหนดลักษณะทางสรีรวิทยาที่มีอิทธิพลต่อการเติบโต เช่น การสังเคราะห์แสง (photosynthesis) การชักนำของปากใบ (stomatal conductance) การคายน้ำ (transpiration) และประสิทธิภาพในการใช้น้ำ (water-use efficiency) และชลศักย์ของใบ (leaf water potential) เป็นต้น ดังนั้น ลักษณะพื้นฐานทางพันธุกรรมที่แตกต่างกันมีผลให้แต่ละสายพันธุ์มีลักษณะทางสรีรวิทยาตลอดจนการเติบโตที่แตกต่างกันด้วย อย่างไรก็ตาม การศึกษาลักษณะทางสรีรวิทยาที่มีความสัมพันธ์กับการเติบโตมีการศึกษากันค่อนข้างน้อย ที่พบอยู่บ้างเป็นการศึกษาในไม้กระถินณรงค์ กระถินเทพา และลูกผสมของไม้ทั้งสองชนิด (Royampaeng, 2001) ดังนั้น ในการศึกษาครั้งนี้จึงมุ่งเน้นศึกษาลักษณะทางสรีรวิทยาบางประการที่สามารถใช้อธิบายการแปรผันของการเติบโตของยูคาลิปตัส ความลาดชันของเส้นที่มีลักษณะพื้นฐานทางพันธุกรรมที่แตกต่างกัน ในแปลงทดสอบลูกไม้ รุ่นที่ 2

## วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการแปรผันของการเติบโตของไม้ยูคาลิปตัส ความลาดชัน ในแปลงทดสอบลูกไม้ รุ่นที่ 2
2. เพื่อศึกษาการแปรผันตามฤดูกาลของลักษณะทางสรีรวิทยาบางประการ ได้แก่ การสังเคราะห์แสงสุทธิ การชักนำของปากใบ การคายน้ำ ประสิทธิภาพในการใช้น้ำของใบ ชลศักดิ์ของใบ และปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบ ของไม้ยูคาลิปตัส ความลาดชัน ในแปลงทดสอบลูกไม้ รุ่นที่ 2
3. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของการเติบโตและลักษณะทางสรีรวิทยาของไม้ยูคาลิปตัส ความลาดชัน ข้างต้น สำหรับเป็นแนวทางในการคัดเลือกสายพันธุ์ที่มีการเติบโตดีและมีความสามารถในการปรับตัวให้เข้ากับสภาพพื้นที่ปลูกได้ดี

## การตรวจเอกสาร

### การเติบโตและมวลชีวภาพ

#### การเติบโต

การเติบโต (growth) คือ กระบวนการสะสมและเพิ่มพูนเซลล์ใหม่ของสิ่งมีชีวิตโดยกระบวนการทางธรรมชาติของพืช โดยปกติการเติบโตใช้แสดงถึงการเพิ่มพูนของขนาดและการสร้างส่วนขึ้นมาใหม่ (Toumey, 1947) การเติบโตของต้นไม้ถูกควบคุมโดย 2 ปัจจัยที่กระทำร่วมกัน ระหว่างปัจจัยทางด้านพันธุกรรม (genetic factors) เช่น ชนิด ถิ่นกำเนิด (provenance) สายพันธุ์ (family) สายต้น (clone) และปัจจัยสิ่งแวดล้อม (environmental factors) เช่น อุณหภูมิ แสงสว่าง ความชื้น ชนิดและปริมาณก๊าซต่างๆ ในอากาศ โรคและแมลงศัตรูพืช ชนิดและปริมาณธาตุอาหาร เป็นต้น (Husch *et al.*, 1972) โดยอัตราการเติบโตของต้นไม้ขึ้นอยู่กับปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่เอื้ออำนวยต่อการเติบโตและความสามารถในการใช้ประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมนั้นๆ ของต้นไม้เอง ซึ่งเป็นลักษณะที่ถูกควบคุมโดยปัจจัยทางพันธุกรรม หรือเป็นลักษณะเฉพาะของชนิด/พันธุ์ แต่เมื่ออยู่ในปัจจัยสิ่งแวดล้อมเดียวกันแล้ว การเติบโตของต้นไม้จึงขึ้นอยู่กับปัจจัยทางด้านพันธุกรรมเป็นสำคัญ

ความแตกต่างทางด้านพันธุกรรมส่งผลต่อการเติบโตของต้นไม้ สามารถเห็นได้ชัดเจนจากการปลูกไม้ต่างชนิดในพื้นที่เดียวกัน หรือมีสภาพพื้นที่ปลูกใกล้เคียงกัน เช่น การศึกษาของ กอบศักดิ์ (2540) ซึ่งปลูกยูคาลิปตัส ความลาดดูเลนซิส และประดู่ป่า อายุ 7 ปี บริเวณสถานีทดลองปลูกพรรณไม้ราชบุรี จังหวัดราชบุรี มีระยะปลูก 2 x 2 เมตร เช่นเดียวกัน พบว่า ยูคาลิปตัส ความลาดดูเลนซิส มีความสูง 9.2 เมตร และเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก 8.1 เซนติเมตร ในขณะที่ประดู่ป่ามีความสูง 5.3 เมตร และเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก 6.45 เซนติเมตร เห็นได้ว่าการเติบโตของไม้ทั้งสองชนิดเป็นผลจากความแตกต่างทางพันธุกรรมระหว่างชนิด

ในขณะที่ความแตกต่างทางด้านปัจจัยสิ่งแวดล้อมส่งผลต่อการเติบโตเช่นเดียวกัน โดยไม้ชนิดเดียวกันหากปลูกหรือขึ้นอยู่ในพื้นที่ที่มีสภาพสิ่งแวดล้อมต่างกัน การเติบโตก็จะแตกต่างกันไปด้วย ซึ่งการศึกษาของคณะวนศาสตร์ (2553) ได้จำแนกพื้นที่ปลูกไม้แต่ละชนิดตามศักยภาพของพื้นที่ ยกตัวอย่างเช่น ไม้กระถินเทพาที่ปลูกในพื้นที่เหมาะสมมาก เหมาะสมปานกลาง และเหมาะสมน้อย มีความเพิ่มพูนเฉลี่ยรายปีของความสูงเท่ากับ 3.10, 2.79 และ 1.90 เมตรต่อปี ตามลำดับ ในขณะที่ความเพิ่มพูนเฉลี่ยรายปีของเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกมีค่าเท่ากับ 2.64, 2.49 และ 1.82 เซนติเมตรต่อปี ตามลำดับ เห็นได้ว่าแต่ละพื้นที่ที่มีความเหมาะสม

ต่อการเติบโตของต้นไม้ได้แตกต่างกัน และสภาพพื้นที่ในแต่ละแหล่งก็จะมีเหมาะสมกับชนิดชนิดไม้แตกต่างกันไปด้วย

### มวลชีวภาพ

มวลชีวภาพ (biomass) หมายถึง มวลของพืชสีเขียวที่สร้างขึ้นจากกระบวนการสังเคราะห์แสง ซึ่งอยู่ในรูปของน้ำหนัสด น้ำหนักแห้ง หรือน้ำหนักช้ำเก็บ ซึ่งอาจมีหน่วยเป็นกรัมต่อตารางเมตร กิโลกรัมต่อเฮกแตร์ หรือในรูปของพลังงาน ซึ่งมีหน่วยเป็นแคลอรี (Odum, 1960)

เช่นเดียวกับการเติบโต มวลชีวภาพของต้นไม้มีการแปรผันขึ้นอยู่กับการปัจจัยทางพันธุกรรมและปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับการเติบโต จากการรวบรวมเอกสารการเติบโตและผลผลิตมวลชีวภาพของไม้โตเร็ว พบว่ามีความแตกต่างกันทั้งในแง่ของชนิด (เสริมพงศ์, 2545) อายุ (ชลธิดา, 2550) ระยะปลูก (บุญณรงค์, 2538) และสภาพพื้นที่ (คณะวนศาสตร์, 2553)

มวลชีวภาพของไม้แต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน ซึ่งแปรผันตามลักษณะการเติบโต เนื่องจากการเติบโตของต้นไม้คือ การเพิ่มมวลชีวภาพ ชนิดไม้ที่มีการเติบโตที่แตกต่างกัน ทำให้มีมวลชีวภาพแตกต่างกันด้วย ซึ่งความแตกต่างนี้ อาจพบในลักษณะของปริมาณมวลชีวภาพในส่วนต่างๆ หรือมวลชีวภาพรวมทั้งต้น (เสริมพงศ์, 2545)

อายุของต้นไม้มีผลต่อการสร้างมวลชีวภาพของต้นไม้ด้วย เมื่อต้นไม้อายุมากขึ้น มวลชีวภาพถูกสร้างเพิ่มมากขึ้นไปด้วย ดังเช่นการศึกษาของชลธิดา (2550) พบว่า เมื่อยูคาลิปตัสยูโรฟิลล่า (*E. urophylla* S.T. Blake) อายุมากขึ้นมีแนวโน้มการสะสมมวลชีวภาพมากขึ้นตามไปด้วย เนื่องจากความสมบูรณ์ของต้นทำให้สามารถสร้างมวลชีวภาพได้มากกว่าต้นที่อายุน้อย ซึ่งต้นยังพัฒนาได้ไม่เต็มที่

ระยะปลูกหรือความหนาแน่นของต้นไม้ในพื้นที่ส่งผลต่อมวลชีวภาพใน 2 ลักษณะ คือ มวลชีวภาพต่อต้น และมวลชีวภาพต่อพื้นที่ โดยมวลชีวภาพต่อต้นมีค่ามากขึ้นเมื่อใช้ระยะปลูกกว้างหรือมีความหนาแน่นของต้นไม้ต่ำ เนื่องจากต้นไม้จะได้รับปัจจัยที่ส่งเสริมการเติบโต เช่น แสง น้ำ และสารอาหาร เป็นต้น มากกว่าการปลูกด้วยระยะปลูกแคบ แต่ในทางกลับกัน มวลชีวภาพต่อพื้นที่จะมีค่าเพิ่มมากขึ้นตามจำนวนต้นไม้ในพื้นที่ โดยการปลูกที่มีจำนวนต้นมากกว่าจะให้มวลชีวภาพต่อพื้นที่มากกว่าดังการศึกษาของ บุญณรงค์ (2538) พบว่า กระถินเทพาที่ปลูกด้วยระยะปลูกที่แคบมีมวลชีวภาพต่อพื้นที่สูงกว่าพื้นที่ที่ปลูกด้วยระยะปลูกกว้าง

นอกจากนี้สภาพพื้นที่ยังส่งผลต่อมวลชีวภาพด้วย โดยความเพิ่มพูนเฉลี่ยรายปีของมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของไม้กระถินเทพา มีค่าแปรผันตามศักยภาพของพื้นที่ โดยกระถินเทพาที่ปลูกในพื้นที่เหมาะสมมาก เหมาะสมปานกลาง และเหมาะสมน้อย มีความเพิ่มพูนเฉลี่ยรายปีเท่ากับ 3.06, 2.22 และ 2.01 ต้นต่อไร่ต่อปี ตามลำดับ (คณะวนศาสตร์, 2553) เห็นได้ว่าพื้นที่ที่มีความเหมาะสมต่อการเติบโตของไม้กระถินเทพา ทำให้กระถินเทพาสร้างมวลชีวภาพได้มากกว่าพื้นที่อื่น

### ลักษณะทางสรีรวิทยาของใบ

#### การสังเคราะห์แสง

การสังเคราะห์แสง (photosynthesis) เป็นกระบวนการทางสรีรวิทยาที่พืชเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานเคมี เพื่อสร้างอาหารจากโมเลกุลของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ ได้ผลผลิตเป็นคาร์โบไฮเดรตในรูปของแป้งและน้ำตาล และมีการปล่อยก๊าซออกซิเจนออกสู่บรรยากาศ ซึ่งสิ่งมีชีวิตอื่นๆ นำไปใช้ในกระบวนการเมแทบอลิซึม (metabolism) เพื่อการดำรงชีวิต (สมบุญ, 2548)

ปัจจัยหลักที่มีผลต่อการสังเคราะห์แสงของพืช มี 2 ปัจจัย คือ ปัจจัยเกี่ยวกับพืช เช่น ชนิดของพืช สภาพทางสรีรวิทยาของพืช และลักษณะทางพันธุกรรม รวมทั้งอายุหรือช่วงวงจรชีวิตของพืช เป็นต้น และปัจจัยสิ่งแวดล้อม เช่น แสง อุณหภูมิ ปริมาณก๊าซในบรรยากาศ ธาตุอาหาร และปริมาณน้ำที่พืชได้รับ เป็นต้น (สมบุญ, 2548) ปัจจัยสิ่งแวดล้อมเหล่านี้ก่อให้เกิดการแปรผันของการสังเคราะห์แสงในรอบวันและระหว่างฤดูกาล

สำหรับการศึกษาลักษณะทางสรีรวิทยาของไม้ป่ายืนต้น ส่วนใหญ่เน้นการศึกษาการแปรผันจากปัจจัยทางพันธุกรรมและปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่สำคัญต่อการเติบโต เช่น ปัจจัยภูมิอากาศซึ่งมีอิทธิพลต่อการแปรผันในรอบวัน และการแปรผันตามฤดูกาล ปัจจัยทางด้านพื้นที่ตลอดจนการจัดการ เป็นต้น

การสังเคราะห์แสงของไม้แต่ละชนิดมีความแตกต่างกันตามลักษณะทางพันธุกรรม ซึ่งเป็นตัวกำหนดลักษณะโครงสร้างต่างๆ ภายในไม้แต่ละชนิด โดยโครงสร้างภายในนี้มีความเกี่ยวข้องกับลักษณะทางสรีรวิทยา ทำให้การสังเคราะห์แสงมีความแตกต่างกันไปในแต่ละชนิดไม้หรือถิ่นกำเนิด จากการศึกษาการสังเคราะห์แสงของพรรณไม้ป่าดิบแล้งสะแกราชและป่าเบญจพรรณลุ่มน้ำแม่กลองโดยสาพิศ (2549) พบว่า อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุดมีการ

แปรผันระหว่างชนิดของพรรณไม้ ในขณะที่การศึกษาของลดาวัลย์ (2534) พบว่า อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุดของกระถินเทพามีความแตกต่างกันระหว่างถิ่นกำเนิด

นอกจากปัจจัยทางด้านพันธุกรรมแล้ว สภาพภูมิอากาศหรือฤดูกาลยังมีผลต่อการสังเคราะห์แสง โดยทั่วไปแล้วอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุดของใบมีค่าสูงในช่วงฤดูฝน เนื่องจากปัจจัยสิ่งแวดล้อมมีความเหมาะสมสำหรับกิจกรรมการสังเคราะห์แสง แต่อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุดของใบมีค่าลดลงในช่วงฤดูแล้ง เนื่องจากภาวะเครียดจากการขาดน้ำทั้งปริมาณความชื้นในดินและความชื้นในอากาศ แต่อัตราการลดลงขึ้นอยู่กับชนิดของพรรณไม้ ลักษณะทางพันธุกรรม และสภาพแวดล้อมที่ได้รับ (สาพิศ, 2545ก; ดุริยะ, 2547; ลดาวัลย์, 2547)

จากการศึกษาของวัลยา (2543) ศึกษาการสังเคราะห์แสงของไม้ป่าชายเลน 4 ชนิด พบว่า ในแต่ละชนิดไม่มีแนวโน้มแปรผันตามฤดูกาล โดยอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุดในช่วงฤดูฝนมีค่าสูงกว่าฤดูแล้งอย่างชัดเจน โดยในช่วงฤดูแล้งมีค่าลดลงร้อยละ 50 การแปรผันตามฤดูกาลเป็นผลเนื่องมาจากความแตกต่างของปัจจัยสิ่งแวดล้อมในแต่ละฤดูกาล สาเหตุที่อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุดในช่วงฤดูฝนมีค่าสูง อาจเนื่องจากมีความชื้นในดินและในอากาศสูง และมีแสงมาก ทำให้สามารถใช้พลังงานแสงในการสังเคราะห์แสงได้มากขึ้นด้วย สำหรับพรรณไม้ป่าอื่นๆ มีการศึกษาโดยอรุณี (2545) ในไม้ดินเปิด อายุ 3 ปี ที่ปลูกบริเวณสถานีวิจัยวนเกษตรตราด พบว่า อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุดในช่วงฤดูฝนมีค่าใกล้เคียงกับในช่วงฤดูแล้ง เนื่องจากบริเวณดังกล่าวมีสภาพอากาศในแต่ละฤดูไม่แตกต่างกันมากนัก

การศึกษาการสังเคราะห์แสงของกระถินณรงค์ กระถินเทพา และลูกผสม พบว่า อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุดของไม้ทั้งสามชนิดมีค่าใกล้เคียงกันในฤดูฝน (21.1-25.3 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที) แต่มีค่าลดลงในช่วงฤดูแล้งอย่างเด่นชัด (3.82-8.72 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที) เนื่องจากการปิดของปากใบบางส่วนเพื่อป้องกันการสูญเสียน้ำ นอกจากนี้การแปรผันในแต่ละฤดูกาลแล้ว ความแตกต่างระหว่างถิ่นกำเนิดยังมีผลต่อการสังเคราะห์แสง โดยกระถินเทพาที่มีถิ่นกำเนิดจากปาปัวนิวกินี (Papua New Guinea, PNG) มีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุดในฤดูแล้งสูงกว่ากระถินเทพาที่มีถิ่นกำเนิดจากควีนแลนด์ (Queensland, QLD) (สาพิศ, 2545ข) จากการศึกษาต่างๆ นี้ ทำให้ทราบว่าอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุดมีการแปรผันตามลักษณะทางพันธุกรรมและสภาพอากาศหรือตามฤดูกาล

### การชักนำของปากใบ

การชักนำของปากใบ (stomatal conductance) หมายถึง คุณสมบัติของพืชในการชักนำให้อิออนน้ำหลุดพ้นจากใบพืชโดยผ่านทางปากใบ (stomata) ทำให้มีการสูญเสียน้ำออกทางปาก

ใบ (Huxman and Smith, 2001) การปิดเปิดของปากใบถูกควบคุมโดยความเต่งของเซลล์คุม (guard cell) ปากใบจะเปิดเมื่อเซลล์คุมเต่ง (มีน้ำเต็ม) และจะปิดเมื่อเซลล์คุมแฟบ ซึ่งตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมทั้งภายในและภายนอก เช่น แสง ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำ เป็นต้น โดยปกติในพืชต่างๆ ใบ ปากใบจะปิดในเวลากลางคืนและจะเปิดเมื่อได้รับแสงในตอนเช้า ในตอนบ่ายที่มีแสงแดดจัดปากใบจะปิดอีกครั้งหนึ่ง นอกจากนี้การปิดเปิดของปากใบยังมีความสัมพันธ์กับการแพร่กระจายของก๊าซที่ผ่านเข้าออกจากใบในระหว่างที่มีการสังเคราะห์แสงและการคายน้ำ และสัมพันธ์กับปริมาณของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในช่องว่างระหว่างเซลล์ภายในใบด้วย (Kozlowski *et al.*, 1991)

การเปิดของปากใบมีการแปรผันทั้งในชนิดเดียวกันและต่างชนิดกัน โดยชนิดไม้ที่มีค่าการเปิดปากใบมากจะมีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุดสูง เนื่องจากเมื่ปากใบเปิดมาก ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สามารถแพร่เข้าไปในใบได้มากขึ้น ส่งผลให้การสังเคราะห์แสงเกิดได้มากด้วย (Kozlowski *et al.*, 1991) เช่น ในพรรณไม้ป่าชายเลนมีค่าการชักนำของปากใบแปรผันอยู่ในช่วง 0.01-0.75 โมลต่อตารางเมตรต่อวินาที โดยในฤดูแล้งการเปิดปากใบมีค่าลดลง ซึ่งเป็นผลมาจากอุณหภูมิที่สูงจึงต้องมีการปิดปากใบเพื่อรักษาระดับน้ำในเซลล์ (วัลยา, 2543)

การชักนำของปากใบ สามารถแสดงถึงสถานภาพของปากใบ โดยมีผลต่อการคายน้ำ ซึ่งเป็นลักษณะทางสรีรวิทยาที่สำคัญต่อการเติบโต การชักนำของปากใบมีการแปรผันตามฤดูกาล ในกล้าไม้ประดับยืนต้นบางชนิดค่าการชักนำของปากใบในช่วงฤดูแล้งมีค่าต่ำกว่าในช่วงฤดูฝน เพราะช่วงฤดูแล้งเป็นช่วงปลายฤดูกาลเติบโต ใบมีอายุมากขึ้น ค่าการชักนำของปากใบจึงมีค่าลดลง (ธนศ, 2539) และการศึกษาของสาพิศ (2545) พบว่า การชักนำของปากใบของกระถินณรงค์ กระถินเทพา และลูกผสม มีค่าใกล้เคียงกันในฤดูฝน แต่มีค่าลดลงในช่วงฤดูแล้ง เนื่องจากการปิดปากใบเพื่อป้องกันการสูญเสียน้ำ โดยการปิดปากใบนี้อาจเป็นการตอบสนองต่อภาวะการขาดน้ำบริเวณรอบๆ ราก และ/หรือ การตอบสนองต่อการลดลงของความชื้นในบรรยากาศ

## การคายน้ำ

การคายน้ำ (transpiration) คือ การที่พืชสูญเสียน้ำออกไปในรูปของไอน้ำ น้ำที่ระเหยออกจากพืชนี้ ส่วนใหญ่จะระเหยสู่บรรยากาศทางปากใบซึ่งเป็นส่วนของเซลล์ผิว (epidermis) ที่เปลี่ยนไป เพื่อทำหน้าที่ในการแลกเปลี่ยนก๊าซ การคายน้ำของพืชเกิดขึ้นได้โดยอาศัยความแตกต่างของศักย์ (water potential) โดยน้ำมีการเคลื่อนที่จากที่มีศักย์สูงกว่าไปยังที่มีศักย์ต่ำกว่า ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของน้ำจากดิน ผ่านราก เข้าสู่ลำต้น ใบ และระเหยสู่บรรยากาศโดยกระบวนการคายน้ำของพืช (สมบุญ, 2548) แต่ในสภาพที่พืชขาดน้ำ ปากใบจะ

ปิด การคายน้ำที่ปากใบจะหยุดลงทันที ทั้งนี้ปริมาณน้ำที่พืชดูดขึ้นมานั้น มีปริมาณเพียงเล็กน้อยเท่านั้นที่พืชนำไปใช้ในกระบวนการต่างๆ ทางสรีรวิทยา ปริมาณน้ำส่วนใหญ่ถึงร้อยละ 99 จะสูญเสียไปในรูปของการคายน้ำ (Devlin, 1975; Kramer and Kozlowski, 1979)

ปัจจัยที่มีผลต่อการคายน้ำ สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ ปัจจัยที่เกี่ยวกับพืชโดยตรง ได้แก่ ชนิดของพืช ลักษณะและโครงสร้างของพืชโดยเฉพาะอย่างยิ่ง ลักษณะของใบ ปริมาณและตำแหน่งของปากใบ เป็นต้น เช่น พืชที่มีระดับของปากใบต่ำกว่าผิวใบ (sunken stomata) จะมีการคายน้ำน้อยกว่าปากใบที่อยู่ระดับเดียวกับผิวใบ (typical stomata) และปากใบที่อยู่เหนือระดับผิวใบ (raising stomata) ปัจจัยเกี่ยวกับพืชที่ส่งเสริมการคายน้ำอีกปัจจัย คือ การปิดเปิดของปากใบ พืชที่มีการปิดเปิดปากใบยากย่อมมีการคายน้ำน้อยกว่า เมื่ออยู่ในสภาวะแวดล้อมที่ใกล้เคียงกัน พืชจะมีการเปิดปากใบมากขึ้นในสภาพที่ได้รับแสง ทำให้มีการคายน้ำมากขึ้น (Pereira and Kozlowski, 1978) ส่วนปัจจัยที่สำคัญอีกประเภทหนึ่งคือ ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม เช่น ความชื้นในอากาศ อุณหภูมิ แสง ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ลม และปริมาณน้ำในดิน เป็นต้น ปัจจัยต่างๆ เหล่านี้ มักมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา และแปรผันในรอบวัน ซึ่งส่งผลกระทบต่อการทำงานของพืช

อรุณี (2545) ศึกษาการคายน้ำของไม้ต้นเปิดในเดือนพฤษภาคม (ฤดูฝน) มีค่าสูงกว่าในเดือนธันวาคม (ฤดูแล้ง) ทั้งนี้เนื่องจากในเดือนพฤษภาคมมีปริมาณน้ำฝนมากกว่าเดือนธันวาคม ทำให้การดูดน้ำจากดินโดยรากเป็นไปได้ง่ายกว่า อัตราการคายน้ำจึงมีค่าสูงกว่า การคายน้ำของต้นไม้ นอกจากแปรผันตามสภาพของฤดูกาลแล้ว ยังมีความสัมพันธ์กับปัจจัยสิ่งแวดล้อมในขณะนั้นด้วย เช่น อุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน หรือปริมาณความชื้นในดิน เป็นต้น นอกจากนี้มีการศึกษาการคายน้ำของพรรณไม้ป่าชายเลนโดยวัลยา (2543) พบว่า การคายน้ำของพรรณไม้ป่าชายเลน 4 ชนิด มีค่าแตกต่างกันในรอบวันและแตกต่างกันในแต่ละเดือน มีค่าเฉลี่ยในช่วง 1.31-3.49 มิลลิโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที โดยการคายน้ำในช่วงฤดูแล้งมีค่าไม่แตกต่างจากช่วงฤดูฝนมากนัก ซึ่งการคายน้ำมีความสัมพันธ์กับการชักนำของปากใบ เมื่อการเปิดปากใบมากพืชจะมีการคายน้ำสูง

### ประสิทธิภาพในการใช้น้ำ

ประสิทธิภาพในการใช้น้ำ (water use efficiency) ในทางนิเวศวิทยาเป็นการเปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำกับผลผลิตมวลชีวภาพที่เพิ่มขึ้น ซึ่งผลผลิตมีความหมายอยู่ด้วยกัน 2 ด้าน คือ ผลผลิตด้านเศรษฐกิจ (economic yield) และผลผลิตในทางชีววิทยา (biological yield) โดยผลผลิตทางด้านเศรษฐกิจนั้น พิจารณาประสิทธิภาพการใช้น้ำในการสร้างเนื้อไม้ในส่วนผลผลิตมวลชีวภาพของลำต้น หรือเรียกว่า ประสิทธิภาพการใช้น้ำทางด้านเศรษฐกิจ ( $WUE_{ws}$ )

ส่วนผลผลิตในทางชีววิทยานั้น พิจารณาประสิทธิภาพการใช้น้ำในการสร้างผลผลิตที่ได้จากการสังเคราะห์แสง เรียกว่า ประสิทธิภาพการใช้น้ำทางด้านชีววิทยา ( $WUE_w$ )

ประสิทธิภาพในการใช้น้ำในทางสรีรวิทยาเป็นการเปรียบเทียบอัตราส่วนระหว่างก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่พืชใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสงต่อไอน้ำที่สูญเสียไปโดยการคายน้ำ หรืออัตราส่วนระหว่างอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุดกับการคายน้ำของพืช หรือเรียกว่า *instantaneous water use efficiency* ซึ่งค่าที่ได้ เกิดจากการวัดในช่วงเวลาสั้นๆ ในขณะที่ค่า *intrinsic water use efficiency* เป็นอัตราส่วนของอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุดต่อการชักนำของปากใบ ซึ่งมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิ ปริมาณความชื้นในอากาศ และลักษณะทางสรีรวิทยาของพืชอย่างมาก (Comstock and Ehleringer, 1992; Jones, 1992) ประสิทธิภาพในการใช้น้ำเป็นปัจจัยสำคัญในการกำหนดผลผลิตทั้งหมดของใบหรือผลผลิตทั้งหมดของพืช และยังแสดงถึงลักษณะการทนแล้งของพืชได้ด้วย โดยทั่วไปพรรณไม้ที่สามารถปรับตัวต่อภาวะแล้งได้ดีมีประสิทธิภาพในการใช้น้ำสูงกว่าพรรณไม้ที่ชอบความชุ่มชื้น โดยพรรณไม้ทนแล้งดังกล่าวมีการพัฒนากลไกความต้านทานในเนื้อเยื่อเพื่อควบคุมการเปิดของปากใบ ทำให้ดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ในอัตราส่วนที่มากกว่าการสูญเสียไอน้ำ (Cowan, 1982)

ประสิทธิภาพในการใช้น้ำของพืชขึ้นอยู่กับปัจจัยภายในของพืชและปัจจัยสิ่งแวดล้อม ปัจจัยภายในของพืชที่สำคัญ เช่น ลักษณะทางกายวิภาคของใบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อเปรียบเทียบระหว่างพืช C3 และ C4 ซึ่งมีลักษณะทางกายวิภาคของใบที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน พบว่า ประสิทธิภาพในการใช้น้ำของพืช C4 มีค่าสูงกว่าพืช C3 โดยเฉพาะเมื่อพืชอยู่ในสภาวะความเครียดเนื่องจากการขาดน้ำ และมีปริมาณความเข้มแสงสูง (Kozlowski and Pallardy, 1997) เช่นเดียวกันเมื่อเปรียบเทียบระหว่างชนิดของพืช โดยสาพิศ และคณะ (2547) พบว่า ประสิทธิภาพในการใช้น้ำของพรรณไม้ป่าเบญจพรรณในแต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน โดยมีค่าอยู่ในช่วง 1.7-5.4 ไมโครโมลของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อมิลลิโมลของน้ำ โดยพรรณไม้ที่ทนแล้งได้ดีมีประสิทธิภาพในการใช้น้ำสูงกว่าพรรณไม้ที่ชอบความชุ่มชื้น

ในขณะที่ประสิทธิภาพในการใช้น้ำของพรรณไม้ป่าชายเลน นอกจากมีการแปรผันระหว่างชนิดไม้แล้ว ยังมีการแปรผันตามฤดูกาล โดยมีประสิทธิภาพในการใช้น้ำในฤดูแล้งดีกว่าในฤดูฝน มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.35-2.08 ไมโครโมลของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อมิลลิโมลของน้ำ (วัลยา, 2543) เช่นเดียวกับการศึกษาประสิทธิภาพในการใช้น้ำของไม้ดินเปิดโดยอรุณี (2545) พบว่า ในเดือนธันวาคม (ฤดูแล้ง) ประสิทธิภาพในการใช้น้ำของไม้ดินเปิดมีค่าในช่วง 2.31-4.31 ไมโครโมลของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อมิลลิโมลของน้ำ ซึ่งมีค่าสูงกว่าในเดือนพฤษภาคม (ฤดูฝน) ซึ่งมีค่าระหว่าง 0.91-1.41 ไมโครโมลของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อมิลลิโมลของน้ำ เนื่องจากอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุดในสองฤดูมีค่าใกล้เคียงกัน แต่ในฤดูฝน

มีอัตราการคายน้ำมากกว่า ทำให้อัตราส่วนระหว่างอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุดต่อการคายน้ำมีค่าแตกต่างกัน

### ชลศักย์ของใบ

ชลศักย์ของใบ (leaf water potential) เป็นค่าที่บ่งชี้ความสามารถของเซลล์ภายในใบพืชในการดูดซับน้ำโดยกระบวนการออสโมซิส (osmosis) นอกจากนี้ชลศักย์ยังสามารถใช้วัดแนวโน้มการคายน้ำของเซลล์ได้อีกด้วย (Solomon *et al.*, 1993) การที่น้ำมีการเคลื่อนที่ไปยังส่วนต่างๆ ของพืชได้นั้น เกิดจากความแตกต่างของชลศักย์ภายในลำต้นรวมทั้งในบรรยากาศและในดิน โดยน้ำสามารถเคลื่อนที่ไปสู่เรือนยอดได้ ในขณะที่ใบมีการคายน้ำหรือในขณะที่เกิดกระบวนการทางเมแทบอลิซึม เช่น การสังเคราะห์แสง การหายใจ และกระบวนการเติบโต เป็นต้น ความแตกต่างของค่าชลศักย์นั้นทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของน้ำภายในต้นไม้ต่างกัน (Taiz and Zeiger, 1991) โดย Hopkin (1995) กล่าวว่า สภาวะของน้ำในพืชมีอิทธิพลต่อการเติบโต กระบวนการเมแทบอลิซึม และผลผลิตของต้นไม้ ดังนั้นการศึกษาค่าชลศักย์ในพืชและองค์ประกอบอื่นที่เกี่ยวข้องจึงมีความจำเป็นเพื่อให้ทราบถึงสภาวะของน้ำในพืช

เช่นเดียวกับลักษณะทางสรีรวิทยาอื่นๆ ค่าชลศักย์ของใบมีการแปรผันตามปัจจัยทางพันธุกรรมและสภาพภูมิอากาศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการแปรผันตามฤดูกาล จากการศึกษาของสาพิศ (2545) พบว่า ค่าชลศักย์ของใบกระถินณรงค์ กระถินเทพา และลูกผสม มีค่าใกล้เคียงกันในฤดูฝน (-0.26 ถึง -0.21 เมกะพาสคาล) แต่มีค่าลดลงอย่างเด่นชัดในฤดูแล้ง (-2.99 ถึง -0.77 เมกะพาสคาล) ซึ่งค่าชลศักย์ของใบที่ลดลงอย่างชัดเจนในฤดูแล้งเป็นดัชนีที่บ่งชี้ถึงภาวะการขาดน้ำบริเวณรอบๆ ราก (Schulze and Hall, 1982) เช่นเดียวกับการศึกษาค่าชลศักย์ของใบกระถินณรงค์โดยวาทีณี (2542) พบว่า ค่าชลศักย์ของใบจากแต่ละถิ่นกำเนิดมีการแปรผันในแต่ละเดือน โดยมีแนวโน้มลดลงต่ำลงในช่วงฤดูแล้ง (ประมาณ -3.84 เมกะพาสคาล) และมีค่าเพิ่มขึ้นในช่วงฤดูฝน (ประมาณ -0.62 เมกะพาสคาล)

### ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบ

คลอโรฟิลล์ (chlorophyll) เป็นรงควัตถุสีเขียวที่พบมากในพืช คลอโรฟิลล์มีหลายชนิด ได้แก่ คลอโรฟิลล์ เอ บี ซี และดี เป็นต้น คลอโรฟิลล์แต่ละชนิดมีโครงสร้างและคุณสมบัติแตกต่างกัน ทำให้ความสามารถในการดูดซับแสงในแต่ละช่วงคลื่นแตกต่างกัน โดยปกติคลอโรฟิลล์ไม่ละลายน้ำ แต่ละลายได้ดีในตัวทำละลาย เช่น แอลกอฮอล์ (alcohol) อีเธอร์ (ether) อะซิโตน (acetone) เป็นต้น ในพืชชั้นสูงมักพบคลอโรฟิลล์เอและบีมาก ในขณะที่พืชชั้น

ต่ำจะพบคลอโรฟิลล์ชนิดอื่น ตลอดจนรงควัตถุอื่น เช่น แคโรทีนอยด์ (carotenoid) ไฟโคไซยานิน (phycocyanin) และไฟโคอีริทริน (phycoerythrin) เป็นต้น อยู่มาก (สมบุญ, 2548)

โดยทั่วไปปริมาณคลอโรฟิลล์ของใบมีการแปรผันตามอายุของใบ (Harris and Naylor, 1968) ชนิด (สาพิศ และ ดุริยะ, 2549) และฤดูกาล (สาพิศ, 2545ข) ใบอ่อนมีประสิทธิภาพในการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ได้ดีกว่าใบแก่ ทำให้ใบที่กำลังเติบโตมีปริมาณคลอโรฟิลล์สูง และปริมาณคลอโรฟิลล์ลดลงเมื่อใบเริ่มแก่เนื่องจากการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ (Harris and Naylor, 1968)

ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบมีความแตกต่างกันในแต่ละชนิดไม้ ดังการศึกษาปริมาณคลอโรฟิลล์ของไม้ป่า โดยสาพิศ และ ดุริยะ (2549) พบว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์เอของพรรณไม้ป่าดิบแล้งมีค่าระหว่าง 0.1-4.9 มิลลิกรัมต่อตารางเดซิเมตร ซึ่งอยู่ในช่วงที่ค่อนข้างสูงเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณคลอโรฟิลล์เอที่พบในพรรณไม้ป่าเบญจพรรณที่มีค่าอยู่ระหว่าง 0.3-3.4 มิลลิกรัมต่อตารางเดซิเมตร ในขณะที่ปริมาณคลอโรฟิลล์บีในพรรณไม้ป่าดิบแล้งและพรรณไม้ป่าเบญจพรรณมีค่าโดยรวมอยู่ระหว่าง 0.1-1.4 และ 0.1-0.7 มิลลิกรัมต่อตารางเดซิเมตร ตามลำดับ ทั้งนี้พรรณไม้แต่ละชนิดภายในป่าชนิดเดียวกัน มีปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบแตกต่างกันด้วยเช่นกัน

นอกจากนี้ปัจจัยสิ่งแวดล้อม เช่น ฤดูกาล นับว่ามีอิทธิพลต่อปริมาณคลอโรฟิลล์ จากการศึกษา พบว่า กระถินเทพา กระถินณรงค์ และลูกผสม มีปริมาณคลอโรฟิลล์ในช่วงฤดูฝนสูงกว่าในช่วงฤดูแล้ง โดยในช่วงฤดูแล้งปริมาณคลอโรฟิลล์มีค่าลดลงร้อยละ 43-56 ซึ่งการลดลงของปริมาณคลอโรฟิลล์เป็นสาเหตุส่วนหนึ่งที่ทำให้การสังเคราะห์แสงในใบลดลงได้ เพราะคลอโรฟิลล์เป็นองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์แสง และการแปรผันของปริมาณคลอโรฟิลล์ที่พบในใบอาจเกิดจากความแตกต่างของการตอบสนองทางสรีรวิทยาต่อการแปรผันของความเข้มแสงและภาวะการขาดน้ำตามฤดูกาล (สาพิศ, 2545ข)

### การปรับปรุงพันธุ์ไม้ป่า

การปรับปรุงพันธุ์ไม้ป่า (forest tree improvement) คือ การปรับปรุงและเพิ่มผลผลิตและคุณภาพไม้จากธรรมชาติ โดยการควบคุมการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมจากพ่อและแม่ไม้สู่ลูกไม้ ร่วมกับการจัดการป่าไม้ เช่น การเตรียมพื้นที่ และการใส่ปุ๋ย เป็นต้น (Zobel and Talbert, 1984) การปรับปรุงพันธุ์ไม้ป่าที่ประสบความสำเร็จต้องประกอบด้วยความชำนาญในการผสมพันธุ์ไม้ป่าและการใช้หลักทฤษฎีที่ดี เพื่อให้ได้ผลผลิตตามต้องการในเวลาอันสั้น และใช้ต้นทุนน้อยที่สุด ที่ผ่านมามีงานทางด้านปรับปรุงพันธุ์ไม้ป่าที่แสดงถึงความสำเร็จ

ของการปรับปรุงพันธุ์ไม้ป่า ทั้งในด้านผลผลิตและคุณภาพเนื้อไม้ เช่น การศึกษาของ Kha (2001) ในประเทศเวียดนาม พบว่า ลูกผสมระหว่างกระถินณรงค์กับกระถินเทพา ให้ผลผลิตในรูปของเนื้อไม้และคุณสมบัติเนื้อไม้มีความเหมาะสมสำหรับผลิตเป็นเยื่อกระดาษสูงกว่ากระถินณรงค์และกระถินเทพา นอกจากนี้มีการศึกษาลูกผสมระหว่างสะเดาเทียมและสะเดาไทย ณ ศูนย์วนวัฒนวิจัยที่ 3 จังหวัดกาญจนบุรี พบว่า กล้าไม้ลูกผสม อายุ 6 เดือน มีแนวโน้มการเติบโตดีกว่าสะเดาเทียมและสะเดาไทยที่อายุเท่ากัน และมีอัตราการรอดตายของกล้าไม้ เฉลี่ยสูงถึงร้อยละ 100 (ประเสริฐ และคณะ, 2545) สำหรับการปรับปรุงพันธุ์ยูคาลิปตัสนั้น มีการศึกษาของ Meskimen *et al.* (1987) ซึ่งศึกษาในยูคาลิปตัส อายุ 3.8 ปี ปลูกในรัฐฟลอริดาของสหรัฐอเมริกา โดยใช้แปลงปลูก 3 รูปแบบ คือ แปลงปลูกสายพันธุ์ดั้งเดิม แปลงปลูกสายพันธุ์ทางการค้า และแปลงปลูกสายพันธุ์ที่ดีที่สุด 6 สายพันธุ์จากการคัดเลือกในรุ่นที่ 4 พบว่าแปลงปลูกสายพันธุ์ที่ดีที่สุด 6 สายพันธุ์ มีการเติบโตทางความสูงมากกว่าแปลงสายพันธุ์ดั้งเดิม และแปลงปลูกทางการค้า ถึงร้อยละ 66 และ 26 ตามลำดับ รวมทั้งมีปริมาตรมากกว่าถึงร้อยละ 159 และ 126 ตามลำดับ

การแปรผันของต้นไม้เป็นความรู้พื้นฐานที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในงานทางด้านการปรับปรุงพันธุ์ไม้ เนื่องจากการแปรผันนี้เป็นส่วนที่ถูกนำไปใช้ในการคัดเลือกสายพันธุ์ตามวัตถุประสงค์ของการปรับปรุงพันธุ์ ซึ่งการแปรผันของลักษณะภายนอกของต้นไม้เกิดจากสาเหตุ 3 ประการ คือ การแปรผันจากปัจจัยทางพันธุกรรม (genetic variation) การแปรผันจากปัจจัยสิ่งแวดล้อม (environmental variation) และการแปรผันจากอิทธิพลร่วม (interaction) ระหว่างปัจจัยทางพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม (Zobel and Talbert, 1984)

นอกจากการแปรผันตามลักษณะทางพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อมแล้ว หมู่ไม้ที่ขึ้นอยู่รวมกันในป่าธรรมชาติยังมีการแปรผันทำให้เกิดความแตกต่างขึ้นภายในหมู่ไม้ สามารถแบ่งการแปรผันได้ดังนี้

1. การแปรผันที่เกิดจากลักษณะทางภูมิศาสตร์หรือถิ่นกำเนิด (geographic or provenance) ส่วนใหญ่ถูกควบคุมโดยพันธุกรรมโดยเฉพาะอย่างยิ่งลักษณะที่เกี่ยวข้องกับการปรับตัว (adaptability) ของต้นไม้ (Zobel and Talbert, 1984)

2. การแปรผันที่เกิดจากพื้นที่ภายในถิ่นกำเนิด (sites within provenance variation) ในถิ่นกำเนิดหนึ่งๆ อาจมีความแตกต่างหรือการแปรผันของต้นไม้ที่เกิดจากความแตกต่างของสภาพพื้นที่ได้มาก (site) โดยการแปรผันที่เกิดขึ้นนี้อาจไม่ได้ถูกควบคุมโดยพันธุกรรม แต่เป็นผลจากความแตกต่างของสภาพพื้นที่ เช่น ต้นไม้ที่ปลูกในพื้นที่ราบหรือพื้นที่ดอน ลักษณะการแสดงออกของต้นไม้ทั้งสองพื้นที่ก็จะมี ความแตกต่างกันได้

3. การแปรผันที่เกิดระหว่างหมู่ไม้ในพื้นที่ (stands within sites variation) หมู่ไม้ที่ขึ้นอยู่ในพื้นที่เดียวกันอาจมีความแตกต่างกัน เช่น รูปทรงของต้นไม้ (form) เป็นต้น แต่โดยทั่วไปแล้วจะพบความแตกต่างทางด้านพันธุกรรมน้อยมาก

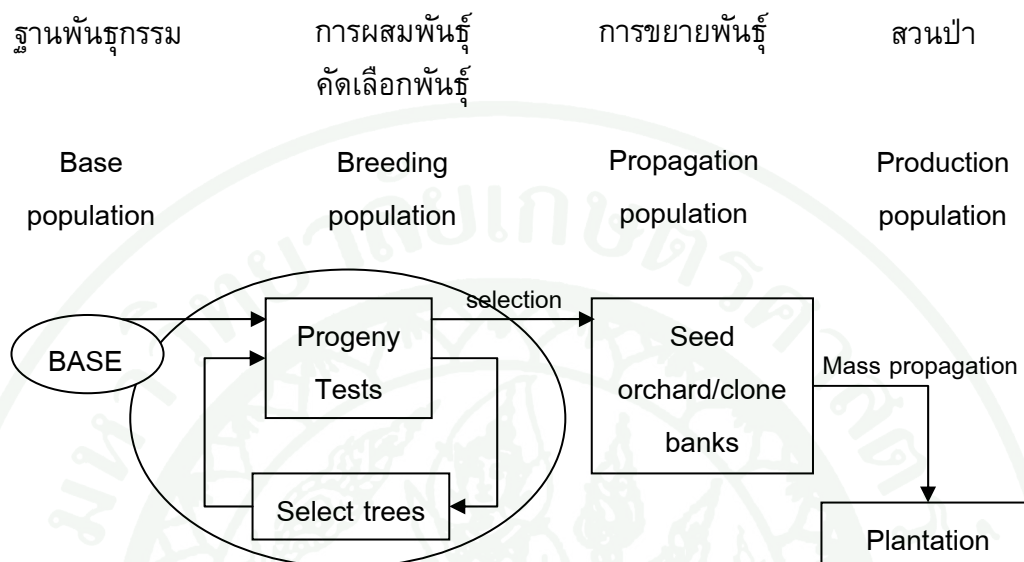
4. การแปรผันระหว่างต้นภายในหมู่ไม้ (individuals within stands variation) ในธรรมชาตินั้นต้นไม้ชนิดเดียวกันแม้ขึ้นอยู่ในหมู่ไม้เดียวกันอาจมีความแตกต่างกันได้ ความแตกต่างนี้ส่วนใหญ่เป็นผลมาจากพันธุกรรม และสามารถนำมาใช้ประโยชน์เพื่อการปรับปรุงพันธุ์ให้ดีขึ้นโดยการคัดเลือก (selection) และผสมพันธุ์ (breeding) ต้นไม้ที่ขึ้นอยู่ใกล้ชิดกันแต่มีความแตกต่างของลักษณะต่างๆ เช่น รูปทรง คุณสมบัติไม้ (wood qualities) ความต้านทานโรคและแมลง (resistance to pests and diseases) รวมทั้งการเติบโต ความแตกต่างที่เกิดขึ้นนี้เป็นการแปรผันระหว่างต้นไม้ที่พบได้ในป่าธรรมชาติหรือสวนป่า ซึ่งถูกควบคุมโดยพันธุกรรมในอัตราส่วนที่ค่อนข้างสูง (Zobel and Talbert, 1984)

5. การแปรผันภายในต้นไม้ (within trees variation) มักเกิดเฉพาะในบางลักษณะเท่านั้น เช่น ลักษณะของใบที่ได้รับแสงและใบที่อยู่ในร่ม เป็นต้น

ทั้งนี้ความสำเร็จของการปรับปรุงพันธุ์ไม้นั้นขึ้นอยู่กับความรู้ความเข้าใจในการแปรผันที่เกิดจากลักษณะทางภูมิศาสตร์หรือถิ่นกำเนิดและการแปรผันระหว่างต้นไม้ซึ่งเป็นแหล่งพันธุกรรมที่สำคัญในการปรับปรุงพันธุ์ไม้ป่า

ในการดำเนินการปรับปรุงพันธุ์จะต้องมีแหล่งพันธุกรรมต่างๆ โดยแหล่งพันธุกรรมแรกคือ ประชากรฐาน (base population) ซึ่งเป็นแหล่งพันธุกรรมที่มีความหลากหลายทางพันธุกรรม (genetic diversity) สูงมาก เพื่อใช้เป็นแหล่งในการคัดเลือกพันธุ์ด้านต่างๆ โดยทั่วไปเป็นแหล่งพันธุกรรมธรรมชาติ สวนป่า หรือแหล่งพันธุกรรมที่ได้จากการรวบรวมพันธุ์จากแหล่งต่างๆ มาไว้ในที่เดียวกัน เช่น สวนรวมพันธุ์ (gene bank) สวนอนุรักษ์พันธุ์ (gene conservation) เป็นต้น แหล่งพันธุกรรมลำดับต่อมาเป็นการผสมพันธุ์ (breeding population) ที่ได้มีการเลือกตัวแทนของแต่ละถิ่นกำเนิดจากฐานพันธุกรรม นำมาทดสอบสายพันธุ์ (progeny test) คัดเลือกพันธุ์ และผสมพันธุ์ โดยการทดสอบสายพันธุ์ คัดเลือกพันธุ์และผสมพันธุ์เป็นวงจรที่สามารถทำซ้ำได้หลายรอบ สายพันธุ์ที่มีลักษณะดีตามความต้องการจะถูกคัดเลือกเพื่อสร้างเป็นแหล่งพันธุกรรมในลำดับต่อไป คือ ประชากรเพื่อการขยายพันธุ์ (propagation population) ซึ่งก็คือ สวนผลิตเมล็ดพันธุ์ (seed orchard) สวนผลิตกิ่งพันธุ์ (multiplication garden/hedge orchard) และจากประชากรเพื่อการขยายพันธุ์จะขยายพันธุ์โดยเมล็ดหรือกิ่งพันธุ์จากแม่ไม้พันธุ์ดีเพื่อไปปลูกสร้างสวนป่าหรือประชากรเพื่อผลิต

(production population) ซึ่งเป็นแหล่งพันธุกรรมสุดท้ายของการปรับปรุงพันธุ์ ซึ่งกิจกรรมทั้งหมดสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 1 (วิฑูรย์ และคณะ, 2553)



ภาพที่ 1 กิจกรรมของการปรับปรุงพันธุ์ไม้

ที่มา: วิฑูรย์ และคณะ (2553)

ในประเทศไทยได้ดำเนินการปรับปรุงพันธุ์ไม้ปามามากกว่า 40 ปี โดยเริ่มโครงการปรับปรุงพันธุ์ไม้สัก จากนั้นก็ได้มีการพัฒนาไม้สนและไม้โตเร็ว โดยกิจกรรมการปรับปรุงพันธุ์ไม้สักนั้นเริ่มขึ้นในปี พ.ศ. 2508 เป็นความร่วมมือระหว่างรัฐบาลไทยกับรัฐบาลเดนมาร์ก โดยมีศูนย์ปรับปรุงบำรุงพันธุ์ไม้สัก (Teak Improvement Center: TIC) เป็นศูนย์กลางของโครงการอยู่ที่อำเภอหาง จังหวัดลำปาง การปรับปรุงพันธุ์ไม้สักได้เน้นหนักในด้านการคัดเลือกแม่พันธุ์และการผลิตเมล็ดพันธุ์ดีโดยการสร้างสวนผลิตเมล็ดพันธุ์ และแหล่งผลิตเมล็ดพันธุ์ (seed production area) อย่างกว้างขวาง นอกจากนี้ทางโครงการปรับปรุงพันธุ์ไม้สักได้ทำการวิจัยทางด้านชีววิทยา นิเวศวิทยา และวนวัฒนวิทยาของไม้สักเพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการสร้างแนวทางในการปรับปรุงพันธุ์ในระยะยาวที่มีประสิทธิภาพ (อภิชาติ, 2544)

การปรับปรุงพันธุ์ไม้สนนั้นได้ดำเนินการมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2512 เป็นโครงการทดลองปลูกไม้สนในประเทศไทย ณ อำเภอฮอด จังหวัดเชียงใหม่ โดยความร่วมมือทางวิชาการระหว่างรัฐบาลไทยกับรัฐบาลเดนมาร์ก มีวัตถุประสงค์เพื่อทำการคัดเลือกชนิดไม้สนและไม้โตเร็วที่เหมาะสมสำหรับใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษของประเทศไทย ภายหลังจาก

การคัดเลือกชนิดไม้แล้ว ได้มีการทดสอบถิ่นกำเนิดที่เหมาะสม และดำเนินกิจกรรมการปรับปรุงพันธุ์เรื่อยมาจนกระทั่งปัจจุบัน (สมชาย, 2542)

### ยูคาลิปตัส คามาลดูลเลนซิส

#### ลักษณะทั่วไป

ยูคาลิปตัส คามาลดูลเลนซิส (*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh.) มีชื่อพ้อง (synonym) คือ *Eucalyptus rostrata* Schlecht. มีชื่อสามัญคือ red gum หรือ murrey red gum หรือ river gum หรือ river red gum อยู่ในวงศ์ Myrtaceae เป็นไม้พื้นเมืองของประเทศออสเตรเลีย โดยไม้ในสกุลนี้มีอยู่ทั้งสิ้น 746 ชนิด (บุญวงศ์, 2551ข) ยูคาลิปตัสชนิดนี้มีการกระจายพันธุ์เป็นบริเวณกว้าง ทั้งในเขตร้อนและเขตอบอุ่นของประเทศออสเตรเลีย สามารถพบได้เกือบทุกรัฐยกเว้นรัฐทัสมาเนียซึ่งเป็นเกาะ ไม้ชนิดนี้ถูกนำไปปลูกนอกถิ่นกำเนิดมากที่สุดและนิยมปลูกกันแพร่หลายทั่วโลก (Eldridge *et al.*, 1997) และนำเข้ามาปลูกในประเทศไทยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2507 สามารถปลูกและเติบโตได้ดีในดินเกือบทุกสภาพ ทำให้มีการปลูกสร้างสวนป่าเชิงพาณิชย์อย่างจริงจังตั้งแต่ปี พ.ศ. 2521 เป็นต้นมา (บุญวงศ์, 2537)

ยูคาลิปตัส คามาลดูลเลนซิส เป็นไม้ยืนต้นขนาดกลางถึงใหญ่ ในประเทศไทยมีความสูงประมาณ 25 เมตร ลำต้นเปลาตรง กิ่งแตกตั้งฉากออกจากลำต้น เปลือกเรียบสีชมพู ขาว หรือครีม ลอกเป็นแผ่นกว้างๆ ใบอ่อนรูปรีเป็นรูปหอก ใบแก่เรียงตัวสลับกันมีขนาด 7.5-36 x 0.9-2.4 เซนติเมตร มีสีเขียวอ่อนทั้งสองด้าน บางครั้งมีสีเทา ใบบาง ห้อยลง เส้นใบมองเห็นได้ชัดเจน เปลือกมีลักษณะเรียบเป็นมัน มีสีเทาสลับสีขาว และน้ำตาลแดงเป็นบางแห่ง เปลือกนอกแตกร่อนเป็นแผ่นหลุดออกจากผิวของลำต้นเมื่อแห้ง และลอกได้ง่าย ช่อดอกเกิดที่ข้อต่อระหว่างกิ่งกับใบ มีก้านดอกเรียวยาว และมีก้านย่อยแยกไปอีก ออกดอกเกือบตลอดปี ขึ้นอยู่กับความอุดมสมบูรณ์ของต้น บางครั้งมีทั้งดอกตูม ดอกบาน ผลอ่อนและผลแก่ในกิ่งเดียวกัน ออกดอกปีละ 7-8 เดือน ผลมีลักษณะครึ่งวงกลมหรือรูปถ้วย มีขนาด 0.6-0.9 x 0.6-0.9 เซนติเมตร ผิวนอกแข็ง เมื่อยังอ่อนอยู่มีสีเขียว และเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเมื่อแก่ หลังจากออกดอก 4-8 เดือน ผลจึงแก่ ประมาณเดือนเมษายน-พฤษภาคม และเดือนสิงหาคม-กันยายน เมื่อผลแก่ปลายผลแยกออก ทำให้เมล็ดสีเหลืองที่อยู่ภายในร่วงหล่นออกมา เมล็ดมีขนาดเล็กกว่า 1 มิลลิเมตร เมล็ด 1 กิโลกรัม มีประมาณ 100,000-200,000 เมล็ด โดยปกติให้เมล็ดประมาณ 2-3 กิโลกรัมต่อตัน การเก็บเมล็ดต้องกระทำในช่วงที่ผลแก่เต็มที่ ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่สั้นมาก หลังจากนั้นผลจะแตกทำให้เมล็ดหลุดร่วงอย่างรวดเร็ว (กมล, 2527)

ลักษณะเนื้อไม้ มีแก่นสีน้ำตาล กระพี้สีน้ำตาลอ่อน กระพี้และแก่นมีสีแตกต่างกันได้ชัดเจน เนื้อไม้ค่อนข้างละเอียด เสี้ยนสน บางครั้งบิดไปตามแนวลำต้น เนื้อไม้มีความถ่วงจำเพาะอยู่ระหว่าง 0.6-0.9 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอายุของไม้ เนื้อไม้แตกง่ายหลังจากตัดฟันโดยแตกตามแนวยาวขนานลำต้น แต่ถ้าทำให้ถูกหลักวิธีสามารถนำมาเลื่อยทำเครื่องเรือนและก่อสร้างได้ (กรมป่าไม้, 2545)

ในประเทศไทยปัจจุบันมีการใช้ประโยชน์ยูคาลิปตัสในหลายด้านด้วยกัน เช่น ด้านพลังงานใช้ทำฟืนและถ่าน ใช้ในครัวเรือนหรืออุตสาหกรรมขนาดเล็ก ด้านอุตสาหกรรมใช้ผลิตแผ่นขึ้นไม้อัด เยื่อและกระดาษ ไม้อัดแผ่นเรียบ และไม้บาง ด้านการก่อสร้างใช้ทำเสาเข็ม ทำพื้นบ้านและเครื่องเรือน นอกจากนั้นยังใช้ทำเครื่องมือเกษตร ทำน้ำมันหอมระเหยจากใบ ดอก ใช้เลี้ยงผึ้ง (มนตรี และคณะ, 2529) ให้สีย้อมธรรมชาติ (วนิดา และคณะ, 2531) เป็นชนิดไม้ที่นิยมนำมาปลูกสร้างสวนป่าเนื่องจากเติบโตดี ให้ผลผลิตสูง เมื่อเปรียบเทียบกับไม้โตเร็วชนิดอื่น ในช่วง 1-2 ปีแรก สามารถปลูกพืชควบได้ เนื่องจากมีเรือนยอดโปร่ง พืชที่นิยมปลูกควบได้แก่ ละหุ่ง ผักกอก ถั่วลิสง สับปะรด ข้าวโพด ข้าว และหญ้ากีนี ฯลฯ โดยพืชควบที่ปลูกให้ผลผลิตที่อยู่ในเกณฑ์ดี และยูคาลิปตัสไม่ส่งผลกระทบต่อผลผลิตพืชควบ (กรมป่าไม้, 2545)

ลักษณะดินในประเทศไทยที่ปลูกยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส ขึ้นอยู่มีลักษณะแตกต่างกัน ตั้งแต่ดินที่เป็นดินทรายถึงดินที่มีปริมาณดินเหนียวสูง ในบางแห่งเป็นดินเปรี้ยว หรือเป็นดินเค็ม แต่ไม่ทนต่อดินที่มีปริมาณหินปูนสูง ลักษณะดินที่เหมาะสมสำหรับการเติบโต ควรเป็นดินร่วนปนทรายหรือดินทรายที่มีการระบายน้ำได้ดี มีค่าความเป็นกรดต่าง (pH) ประมาณ 6-8 (ธนิต และ ประสิทธิ์, 2525)

### การเติบโตและมวลชีวภาพ

การเติบโตและมวลชีวภาพของยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส มีการแปรผันขึ้นอยู่กับปัจจัยทางพันธุกรรมและปัจจัยสิ่งแวดล้อมเช่นเดียวกับไม้ชนิดอื่นๆ โดยยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส ที่ปลูกในพื้นที่เดียวกัน ปัจจัยสิ่งแวดล้อมมีความใกล้เคียงกัน การเติบโตและมวลชีวภาพเป็นผลจากลักษณะทางพันธุกรรมโดยตรง ดังเช่นการศึกษาของพิศาล และ วิฑูรย์ (2539) ศึกษาการเติบโตของยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส ซึ่งปลูกในพื้นที่ 3 แห่ง ได้แก่ สถานีทดลองปลูกพรรณไม้ราชบุรี จังหวัดราชบุรี ศูนย์วนวัฒนวิจัยที่ 5 จังหวัดกำแพงเพชร และสวนป่าลาดกระทิง จังหวัดฉะเชิงเทรา โดยรวบรวมเมล็ดจากแหล่งกำเนิดต่างๆ ในประเทศออสเตรเลีย ซึ่งเป็นตัวแทนจาก 5 เขต (region) จำนวน 32 ถิ่นกำเนิด และเมล็ดจากแม่ไม้ที่คัดเลือกจากแปลงปลูกและแปลงทดลองต่างๆ ในประเทศไทย ซึ่งไม่ทราบแหล่งที่มา นับเป็นอีก 1 เขต ปลูกในพื้นที่ทั้ง 3 แห่งดังกล่าว จากการศึกษาพบว่า การเติบโตทางด้านความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก และ

ปริมาตรไม้ต่อต้น มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งระหว่างเขต ระหว่างถิ่นกำเนิดภายในเขต และระหว่างสายพันธุ์ภายใต้ถิ่นกำเนิดเดียวกัน เห็นได้ว่า ความแตกต่างทางด้านสายพันธุ์ทำให้เกิดการแปรผันทางด้านการเติบโตที่แตกต่างกัน

นอกจากนี้ความแตกต่างของปัจจัยสิ่งแวดล้อมยังส่งผลต่อการเติบโตและมวลชีวภาพด้วย เช่น ระยะปลูกหรือความหนาแน่น และสภาพพื้นที่ เป็นต้น โดยความหนาแน่นหรือระยะปลูกส่งผลโดยตรงต่อการเติบโตของหมู่ไม้ เนื่องจากปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ถูกจำกัดเมื่อใช้ระยะปลูกที่แคบ เช่น เมื่อเรือนยอดชิดกัน ปัจจัยแสงถูกจำกัดทำให้การเติบโตลดลง นอกจากนี้จำนวนต้นในพื้นที่ที่มากเกินไป ทำให้เกิดการแก่งแย่งอื่น ๆ เช่น น้ำ ธาตุอาหาร ซึ่งเป็นการจำกัดการเติบโต ระยะปลูกที่กว้างจึงทำให้ต้นไม้สามารถเติบโตได้ดีกว่าระยะปลูกที่แคบ รุ่งเรือง (2540) ได้สรุปผลการศึกษาถึงความหนาแน่นของหมู่ไม้ต่อรูปทรง อัตราการเติบโต และผลผลิตของยูคาลิปตัส คามาลดูลเลนซิส อายุ 12 ปี ปลูกด้วยความหนาแน่น 7 ระดับ ที่สวนป่าสมเด็จ จังหวัดกาฬสินธุ์ พบว่า ค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก ความสูงทั้งหมด และอัตราการรอดตาย มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อความหนาแน่นที่ใช้ปลูกลดลง เช่นเดียวกับปริมาณมวลชีวภาพของส่วนต่างๆ และปริมาตรลำต้นเฉลี่ยต่อต้น มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อความหนาแน่นของหมู่ไม้มีค่าลดลง โดยหมู่ไม้ที่มีระยะปลูกห่างให้ค่าเฉลี่ยมวลชีวภาพของส่วนต่างๆ และปริมาตรลำต้นมากกว่าหมู่ไม้ที่มีระยะปลูกแคบ เนื่องจากระยะปลูกที่แคบ เรือนยอดมีโอกาสชิดกันได้ง่าย ทำให้เกิดการแก่งแย่งปัจจัยการเติบโตส่งผลให้มวลชีวภาพเฉลี่ยต่อต้นมีค่าลดลง แต่เมื่อคำนวณมวลชีวภาพเฉลี่ยต่อพื้นที่ พบว่า ระยะปลูกที่แคบมีมวลชีวภาพสูงกว่าระยะปลูกที่กว้าง เนื่องจากจำนวนต้นในพื้นที่มีมากกว่าทำให้ค่าเฉลี่ยมวลชีวภาพต่อพื้นที่มีค่าสูงกว่า และจากงานวิจัยของกอบศักดิ์ (2540) ที่ศึกษาการเติบโตของยูคาลิปตัส คามาลดูลเลนซิส อายุ 9-10 ปี ปลูกด้วยความหนาแน่นต่างกัน แปลงที่ปลูกด้วยความหนาแน่นหรือมีจำนวนต้นต่อพื้นที่มากให้มวลชีวภาพมากกว่าแปลงที่มีความหนาแน่นหรือจำนวนต้นต่อพื้นที่น้อยกว่า

นอกจากนี้สภาพพื้นที่มีอิทธิพลต่อการเติบโตด้วย เนื่องจากแต่ละพื้นที่มีความสามารถในการส่งเสริมการเติบโตของต้นไม้ได้แตกต่างกัน พื้นที่ที่มีคุณภาพดีส่งผลให้ต้นไม้มีการเติบโตเร็วกว่าพื้นที่ที่คุณภาพไม่ดี นอกจากนี้ในแต่ละชนิดมีความเหมาะสมกับสภาพพื้นที่ที่แตกต่างกัน ดังเช่นการศึกษาของจงรัก (2538) พบว่า สภาพพื้นที่ปลูกมีผลทำให้อัตราการเติบโตทางเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกและความสูงของยูคาลิปตัส คามาลดูลเลนซิส มีความแตกต่างกัน นั่นคือ สภาพพื้นที่ส่งผลให้ยูคาลิปตัสแสดงศักยภาพในการเติบโตได้อย่างเต็มที่แตกต่างกัน

## ลักษณะรูปทรง

การคัดเลือกสายพันธุ์ยูคาลิปตัส ความลาดดูเลนซิส เพื่อการปรับปรุงพันธุ์นั้น นอกจากจะพิจารณาการเติบโตทั้งด้านความโตและความสูงแล้ว ลักษณะรูปทรงของต้นไม้ ก็เป็นลักษณะที่สำคัญประการหนึ่งในการคัดเลือก เนื่องจากลักษณะรูปทรงลำต้นที่เปลาตรง ไม่แตกนาง และกิ่งมีขนาดเล็ก จะมีความเหมาะสมต่อการจัดการสวนป่า อีกทั้งสภาพรูปทรงลำต้นที่คงอและแตกกิ่งก้าน จะทำให้การนำไปใช้ประโยชน์ใช้สอยด้านต่างๆ นอกเหนือจากผลิตเยื่อและกระดาษมีข้อจำกัด (วิฑูรย์ และคณะ, 2540) ลักษณะรูปทรงของต้นไม้ที่ใช้ในการพิจารณาคัดเลือกสายพันธุ์ของต้นไม้ชนิดใดชนิดหนึ่งนั้น สามารถใช้ลักษณะรูปทรงลำต้น กิ่งก้าน ตลอดจนลักษณะอื่นๆ ที่ต้องการได้ เช่น มุมของกิ่งกับลำต้น (branch angle) ซึ่งแสดงให้เห็นว่ากิ่งนั้นจะมีความทนทานต่อการฉีกขาดเมื่อได้รับอันตรายจากลมพายุ และความเสี่ยงที่โรคและแมลงจะเข้ามาทำลายหลังจากนั้นมากน้อยเพียงใด โดยปกติแล้ว กิ่งที่ทำมุมกับลำต้นมากกว่า 60 องศา จะฉีกขาดได้ง่ายกว่ากิ่งที่ทำมุมน้อยกว่า 60 องศา (วิฑูรย์, 2553) การลิดกิ่งตามธรรมชาติ (natural pruning) ซึ่งมีผลต่อการเติบโตของต้นไม้ เนื่องจากอาหารที่สังเคราะห์ได้จากใบ และแร่ธาตุที่ลำเลียงขึ้นมาสู่ลำต้น ไม่ต้องนำมาเลี้ยงกิ่งที่หมดอายุแล้ว ทำให้การเติบโตทางความโตและความสูงเพิ่มขึ้น ประการสำคัญจะทำให้ไม้ไม่เกิดตำหนิจากปุ่มหรือตาที่เกิดจากกิ่ง (ภาควิชาวนวัฒนวิทยา, 2550) ที่ผ่านมามีการศึกษากการเติบโตและรูปทรงของต้นไม้ ได้แก่ การยืดยาวตรงของลำต้น (axis persistence) การตั้งตรงของลำต้น (stem vertical) ความตรงของลำต้น (stem straightness) ขนาดของกิ่ง (branch thickness) มุมของกิ่งกับลำต้น การลิดกิ่งตามธรรมชาติ และการรบกวนของโรคและแมลง (healthy) เพื่อคัดเลือกสายพันธุ์ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลล่า สำหรับปรับปรุงให้เป็นสวนผลิตเมล็ดพันธุ์ที่สถานีวิจัยและฝึกอบรมการปลูกสร้างสวนป่า จังหวัดนครราชสีมา (วีระยุทธ และ รัตนะ, 2546) พบว่า การลิดกิ่งตามธรรมชาติระหว่างสายพันธุ์ภายใต้ถิ่นกำเนิดเดียวกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ปริมาตรรูปทรงของลำต้นและกิ่งก้าน แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

## ลักษณะทางสรีรวิทยาของใบ

การศึกษาลักษณะทางสรีรวิทยาของยูคาลิปตัสที่ผ่านมามีการศึกษาในส่วนของลักษณะการแลกเปลี่ยนก๊าซของใบ การชักนำของปากใบ การคายน้ำ รวมทั้งประสิทธิภาพในการใช้น้ำ (สาพิศ และคณะ, 2552)

การศึกษาลักษณะการแลกเปลี่ยนก๊าซของใบยูคาลิปตัส ที่ปลูกบนคันนาโดยสาพิศ และคณะ (2552) พบว่า อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุดของยูคาลิปตัสในช่วงฤดูฝนซึ่งมีปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่างๆ เหมาะสมต่อการสังเคราะห์แสง มีค่าสูง (16.9-22.2 ไมโครโมลต่อตารางเมตร

ต่อวินาที) เมื่อเปรียบเทียบกับไม้พื้นเมืองของประเทศไทย เช่น แดง กาสามปึก ประดู่ป่า อินทนิล และกระบก ซึ่งส่วนใหญ่มีค่าระหว่าง 7-14 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที (สาพิศ และคณะ, 2547) แต่มีค่าใกล้เคียงไม้โตเร็วต่างถิ่นเช่น กระถินณรงค์ และกระถินเทพา ที่มีค่าระหว่าง 21-25 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที (สาพิศ, 2545) ในขณะที่อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุดในช่วงฤดูแล้งแสดงผลไม่ชัดเจนนัก โดยอัตราการลดลงค่อนข้างน้อย ไม่เกินร้อยละ 30 ของอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุดในช่วงฤดูฝน เนื่องจากระดับน้ำใต้ดินของนาข้าวในช่วงฤดูแล้งอาจสูงกว่าในสวนป่าทั่วไป ส่งผลให้กิจกรรมการสังเคราะห์แสงในช่วงฤดูแล้งยังคงดำเนินต่อไปได้

การชักนำของปากใบยูคาลิปตัส ที่ปลูกบนคันนาในช่วงฤดูแล้งมีค่าระหว่าง 0.18-0.58 โมลต่อตารางเมตรต่อวินาที ซึ่งต่ำกว่าช่วงฤดูฝนที่มีค่าระหว่าง 0.33-0.99 โมลต่อตารางเมตรต่อวินาที แสดงให้เห็นว่าในช่วงฤดูแล้งอาจเกิดการขาดน้ำทั้งความชื้นในดินและในอากาศ ทำให้เกิดการปิดปากใบเพียงบางส่วน (partial stomatal closure) เพื่อลดการสูญเสียน้ำในใบ ส่งผลให้การคายน้ำของใบในช่วงฤดูแล้งมีค่าลดลงด้วย โดยมีค่าระหว่าง 3.74-8.27 มิลลิโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที ในขณะที่ช่วงฤดูฝนมีค่าระหว่าง 5.40-8.95 มิลลิโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที นอกจากนี้ประสิทธิภาพในการใช้น้ำยังให้ผลเช่นเดียวกัน โดยในช่วงฤดูแล้งมีค่าระหว่าง 40.67-83.04 ไมโครโมลคาร์บอนไดออกไซด์ต่อโมลของน้ำ ซึ่งสูงกว่าช่วงฤดูฝนที่มีค่าระหว่าง 21.12-53.20 ไมโครโมลคาร์บอนไดออกไซด์ต่อโมลของน้ำ (สาพิศ และคณะ, 2552)

### การปรับปรุงพันธุ์ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส

ประเทศไทยได้เริ่มนำยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส มาปลูกตั้งแต่ พ.ศ. 2507 ภายใต้โครงการสำรวจวัตถุดิบเพื่อทำเยื่อและกระดาษ (บุญวงศ์, 2551ก) โดยความร่วมมือระหว่างกรมป่าไม้และองค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO) ใน United Nations Development Programme (UNDP) โดยนำไปปลูกทดลองตามภาคต่างๆ คือ สถานีทดลองปลูกพรรณไม้บ่อหลวง-บ่อแก้ว จังหวัดเชียงใหม่ สถานีทดลองปลูกพรรณไม้ห้วยมุด จังหวัดสุราษฎร์ธานี สถานีทดลองปลูกพรรณไม้ห้วยทา จังหวัดศรีสะเกษ และสถานีทดลองปลูกพรรณไม้ลำภา-ลำทราย จังหวัดกาญจนบุรี ปรากฏว่าไม้ชนิดนี้เติบโตได้ดีเมื่อเปรียบเทียบกับยูคาลิปตัสชนิดอื่นๆ ที่นำมาปลูกในขณะนั้น (ถนอม และ ประเสริฐ, ม.ป.ป.) ต่อมาใน พ.ศ. 2516 ได้มีการทดลองถิ่นกำเนิด (provenance trial) จาก 5 ถิ่นกำเนิด ภายใต้ความร่วมมือระหว่างประเทศไทยและเดนมาร์ก โดยหน่วยงาน Danish International Development Agency (DANIDA) ได้ข้อมูลว่ายูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส ที่มีถิ่นกำเนิดทางริมฝั่งด้านเหนือของ Ervin

river และแถบ Gibb river ทางตะวันตกของออสเตรเลียเป็นถิ่นกำเนิดที่ดีที่สุด (ประสิทธิ์ และ อรรถพล, 2529)

ต่อมาใน พ.ศ. 2534 กรมป่าไม้ได้มีการทดสอบถิ่นกำเนิด/สายพันธุ์ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส โดยได้รับความช่วยเหลือจากศูนย์วิจัยเกษตรนานาชาติแห่งประเทศไทย (Australian Centre for International Agriculture Research, ACIAR) และองค์การวิจัยวิทยาศาสตร์และอุตสาหกรรมแห่งชาติ (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, CSIRO) ให้คำแนะนำในการจัดทำแผนยุทธศาสตร์การปรับปรุงพันธุ์ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส รวมทั้งสนับสนุนเมล็ดพันธุ์จากแหล่งธรรมชาติทางตอนเหนือของประเทศออสเตรเลีย เพื่อสร้างฐานพันธุกรรมให้เพียงพอสำหรับการพัฒนาและปรับปรุงพันธุ์

แนวทางและยุทธศาสตร์การปรับปรุงพันธุ์ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส ของประเทศไทย โดย Raymond (1991) และต่อมาได้ปรับปรุงโดย Eldridge (1995) ซึ่งมีขั้นตอนโดยสรุปดังนี้

1. การสร้างประชากรฐาน เพื่อใช้เป็นฐานพันธุกรรม (genetic base) สำหรับการปรับปรุงพันธุ์ โดยการนำยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส จากแหล่งธรรมชาติ หรือจากแหล่งพันธุกรรมต่างๆ ในประเทศออสเตรเลีย ปาปัวนิวกินี อินโดนีเซีย และที่อื่นๆ มาปลูกเพื่อใช้เป็นแหล่งของการคัดเลือกพันธุ์ต่อไป
2. การสร้างประชากรเพื่อการผสมพันธุ์ โดยการปลูกแปลงทดสอบลูกไม้ และให้มีการผสมพันธุ์โดยการควบคุม (controlled pollination) หรือโดยการผสมพันธุ์แบบธรรมชาติ (opened pollination) ตลอดจนคัดเลือกพันธุ์ที่มีลักษณะตามต้องการ
3. การสร้างประชากรเพื่อการขยายพันธุ์ ได้แก่ การสร้างสวนเมล็ดพันธุ์เพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์ที่ดีสำหรับการผลิตกล้าไม้ หรือสวนผลิตกิ่งพันธุ์เพื่อผลิตกิ่งพันธุ์ที่มีคุณภาพสำหรับการปักชำ หรือการขยายพันธุ์โดยไม่อาศัยเพศอื่นๆ สำหรับการปลูกสร้างสวนไม้โตเร็วทางเศรษฐกิจ โดยเมล็ด หรือกิ่งพันธุ์ต่อไป
4. การสร้างประชากรส่วนเพิ่มเติม (infusion population) เมื่อมีการคัดเลือกพันธุ์มากขึ้น จำเป็นต้องมีประชากรส่วนเพิ่มเติมเพื่อเพิ่มฐานพันธุกรรมให้มีความหลากหลายของฐานพันธุกรรมที่เหมาะสมในแต่ละรอบ (generation) ของการปรับปรุงพันธุ์

กรมป่าไม้ได้ดำเนินการตามยุทธศาสตร์โดยจัดสร้างแปลงทดสอบลูกไม้ รุ่นที่ 1 (1<sup>st</sup> generation progeny-provenance trial) จากแหล่งพันธุกรรมทางตอนเหนือของประเทศออสเตรเลีย โดยปลูกทดสอบในพื้นที่ 4 จังหวัด คือ กำแพงเพชร ฉะเชิงเทรา ราชบุรี และ

ศรีสะเกษ พบว่า โดยทั่วไปแล้วสายพันธุ์ที่มีถิ่นกำเนิดจากรัฐ Queensland (QLD) โดยเฉพาะจาก Petford Region และแหล่งเมล็ดที่คัดเลือกในประเทศไทยมีการเติบโตดีกว่าสายพันธุ์ที่มีถิ่นกำเนิดจากรัฐ Northern Territory (NT) และรัฐ Western Australia (WA) (พิศาล และ วิฑูรย์, 2539) ปัจจุบันแปลงทดสอบสายพันธุ์ดังกล่าวได้ถูกปรับปรุงให้เป็นสวนผลิตเมล็ดพันธุ์ และสามารถเก็บเมล็ดเพื่อนำมาทดสอบสายพันธุ์ในรุ่นที่ 2 ได้มากกว่า 100 สายพันธุ์

นอกจากการปรับปรุงพันธุ์ยูคาลิปตัสโดยหน่วยงานของรัฐแล้ว หน่วยงานภาคเอกชนเริ่มมีความสนใจการปลูกยูคาลิปตัสเชิงพาณิชย์ ในช่วง พ.ศ. 2524 แต่ในช่วงนั้นประสบปัญหาราคายูคาลิปตัสตกต่ำ กอปรกับกระแสข่าวผลกระทบของการปลูกยูคาลิปตัสต่อระบบนิเวศ ทำให้ดินเสีย น้ำแห้ง และพืชพรรณอื่นๆ ไม่สามารถขึ้นได้ จนกระทั่ง พ.ศ. 2530 กรมป่าไม้ สมาคมวิทยาศาสตร์การเกษตรแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ และสมาคมดินและปุ๋ยแห่งประเทศไทย ได้จัดให้มีประชุมสัมมนาเกี่ยวกับปัญหาดังกล่าว ได้ข้อสรุปว่า ยูคาลิปตัสไม่มีผลกระทบในทางลบต่อระบบนิเวศ หลังจากนั้น ภาคเอกชนจึงได้กลับมาให้ความสนใจการปลูกยูคาลิปตัสเชิงพาณิชย์ และเกิดการขยายตัวอย่างรวดเร็ว ทั้งนี้ไม้จากสวนป่าจะถูกใช้เป็นวัตถุดิบในการป้อนโรงงานอุตสาหกรรมขึ้นไม้สับและอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษ โดยส่วนใหญ่มักใช้ฐานพันธุ์กรรมจากสายต้น T5 จากการปรับปรุงพันธุ์ของคณะวนศาสตร์เป็นฐานพันธุ์กรรม (บุญวงศ์, 2549)

ในปัจจุบัน หน่วยงานภาคเอกชนได้ดำเนินการปรับปรุงพันธุ์ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส โดยการผลิตลูกผสม และนิยมใช้ฐานพันธุ์กรรมที่คัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์แล้ว นำมาผสมแบบควบคุมโดยใช้แม่ไม้ยูคาลิปตัสชนิด/สายพันธุ์อื่นๆ นำลูกผสมที่ได้ไปปลูกทดสอบ เมื่อได้สายพันธุ์ที่มีคุณภาพแล้ว ก็จะนำไปขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศต่อไป สมคิด และ สุธีร์ (2543) ได้วิเคราะห์การเติบโตของลูกผสมในแปลงทดสอบลูกผสม สวนป่าคลองตะเกรา จังหวัดฉะเชิงเทรา ซึ่งเกิดจากลูกผสมระหว่างสายต้นภายในชนิดเดียวกัน (intraspecific hybrid) ของยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส และลูกผสมต่างชนิด (interspecific hybrid) ระหว่างยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส กับยูคาลิปตัสชนิดอื่นๆ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัย การปรับปรุงผลผลิตเนื้อไม้ยูคาลิปตัสโดยการสร้างลูกผสม เพื่อผลิตลูกผสมให้มีการเติบโตดี มีคุณภาพเนื้อไม้และมีความต้านทานโรค สำหรับใช้ปลูกสร้างสวนป่าเพื่อผลิตเยื่อกระดาษ โดยได้รับความร่วมมือจาก บริษัท สยามฟอเรสทรี จำกัด ในการเก็บตัวอย่างและผลิตกล้าลูกผสม เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของลูกผสมดังกล่าวเพราะอาจมีการปนเปื้อนของละอองเรณูหรือกลไกการป้องกันการผสมข้ามชนิดอาจทำให้ไม่ได้ลูกผสมข้ามชนิดที่แท้จริง สุธีร์ และ สมคิด (2548) ได้ใช้วิธีการตรวจสอบความถูกต้องของลูกผสมโดยเฉพาะลูกผสมข้ามชนิดจากลักษณะสัณฐานวิทยา (morphology) และเครื่องหมายดีเอ็นเอ (DNA marker) นอกจากนี้ พรจันทร์ (2547) ยังได้

ศึกษาการทนต่อสภาพการระบายน้ำเลวของลูกผสมยุคาลิปตัสสายต้นต่างๆ ซึ่งได้ดำเนินการในแปลงของเกษตรกรที่ใช้กล้าไม้ของบริษัท สยามฟอเรสทรี จำกัด มาปลูก ซึ่งแสดงให้เห็นว่าลูกผสมที่ได้จากการปรับปรุงพันธุ์ ได้นำไปปลูกทดสอบในสภาพพื้นที่แบบต่างๆ ด้วย โดยสายต้น CT76 เป็นสายต้นที่มีสุขภาพดี มีค่าเฉลี่ยการเติบโตและผลผลิตมากที่สุดในกลุ่มของสายต้นที่ทำการศึกษา



## อุปกรณ์และวิธีการ

### อุปกรณ์

1. เครื่องวัดอัตราการสังเคราะห์แสง Portable Photosynthesis System LI-6400 (LICOR Inc., USA)
2. เครื่อง Pressure chamber (Soil Moisture Corporation, USA)
3. เครื่อง Chlorophyll meter SPAD-502 (Minolta Corp., Japan)
4. เครื่อง Shimadzu UV visible spectrophotometer รุ่น UV mini-1240 (Shimadzu Corp., Japan)

### สถานที่ศึกษา

#### ลักษณะที่ตั้ง

สถานีฝักนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา เป็นพื้นที่ราชพัสดุ มีเนื้อที่ 838 ไร่ 3 งาน 33 ตารางวา ที่ตั้งของสถานีอยู่ประมาณเส้นละติจูด ที่ 14 องศา 30 ลิปดาเหนือ และเส้นลองจิจูด ที่ 101 องศา 55 ลิปดาตะวันออก ตั้งอยู่ริมถนนหมายเลข 304 ซึ่งเชื่อมระหว่างอำเภอกบินทร์บุรี จังหวัดปราจีนบุรี กับ อำเภอปักธงชัย จังหวัดนครราชสีมา อยู่ห่างจากกรุงเทพมหานคร ประมาณ 300 กิโลเมตร (วันชัย, 2542) (ภาพที่ 2)

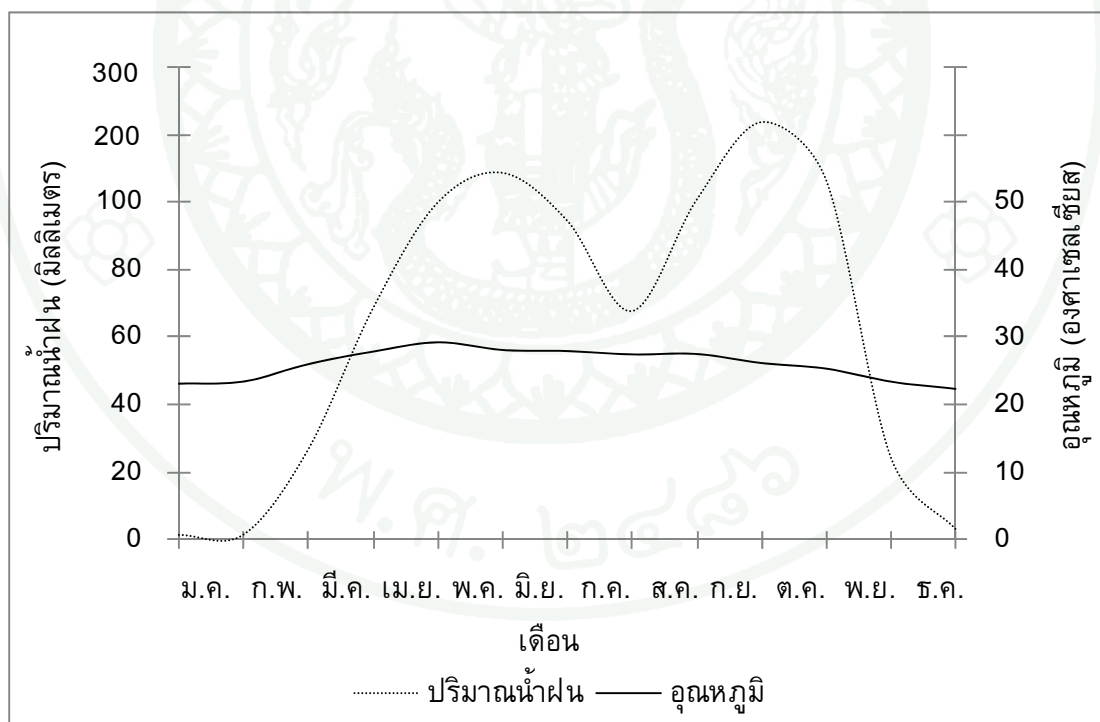
#### ลักษณะภูมิประเทศ

บริเวณสถานีฝักนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียวอยู่ในช่องเขาที่มีลำห้วยไหลผ่าน ลักษณะพื้นที่บนสันเขาที่โอบล้อมอยู่นั้น เป็นที่ค่อนข้างราบเรียบเหมือนกับภูเขาทั่วไปในภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่เรียกว่า ที่ราบสูง เนื่องจากเป็นโครงสร้างที่เกิดจากหินทราย (sand stone) เป็นส่วนใหญ่ มีแนวหน้าผาชันตรงบริเวณไหล่เขาทั้งสองด้าน ด้านหนึ่งเรียกว่า สันเขาพะยอม ส่วนอีกด้านหนึ่งเรียกว่า สันเขาโลดิง มีความลาดชันระดับปานกลาง (ร้อยละ 0-50) นอกจากนั้นเป็นเนินเขาเตี้ยๆ และมีที่ราบเป็นส่วนน้อย ความสูงของพื้นที่อยู่ระหว่าง 250-762 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง (above mean sea level) (วีระศักดิ์, 2546)



## ลักษณะภูมิอากาศ

พื้นที่ศึกษาตั้งอยู่ในเขตภูมิอากาศแบบฝนเขตร้อน (tropical rain climate) ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงตุลาคม และในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงสิงหาคมมักมีการเคลื่อนตัวของพายุดีเปรสชันจากทะเลจีนใต้เข้าประเทศไทย ทางตอนเหนือของภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือของประเทศ และช่วงเดือนกันยายนถึงตุลาคม พายุดีเปรสชันจะเคลื่อนตัวเข้าทางตอนใต้ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคกลาง จึงทำให้บริเวณสถานีฝักนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียวมีฝนตกมากขึ้นในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงตุลาคม ที่เหลืออีก 6 เดือน เป็นช่วงฤดูหนาวและฤดูร้อน โดยในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงกุมภาพันธ์มีอากาศหนาวเย็น และกลางเดือนกุมภาพันธ์ถึงประมาณกลางเดือนพฤษภาคมมีอากาศร้อน (ชนาธิป, 2536) ข้อมูลลักษณะภูมิอากาศของสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช ซึ่งตั้งอยู่ห่างจากสถานีฝักนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว ประมาณ 3 กิโลเมตร เป็นข้อมูลเฉลี่ยรายเดือนตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2543 ถึง พ.ศ. 2552 (ภาพที่ 3) แสดงให้เห็นถึงลักษณะภูมิอากาศที่มีปริมาณน้ำฝนมากใน 2 ช่วง คือ ในเดือนเมษายนถึงมิถุนายน และเดือนสิงหาคมถึงพฤศจิกายน และมี



หมายเหตุ ข้อมูลอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝนจากสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช

ภาพที่ 3 อุณหภูมิและปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนของสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช ตั้งแต่ พ.ศ. 2543-2552

ฝนทั้งช่วงประมาณเดือนกรกฎาคม โดยปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนเท่ากับ 81.6 มิลลิเมตร และมีปริมาณน้ำฝนตลอดทั้งปีเท่ากับ 979.2 มิลลิเมตร (ตารางที่ 1)

**ตารางที่ 1** อุณหภูมิและปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนของสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา (ประมาณ 3 กิโลเมตร จากพื้นที่ศึกษา) ตั้งแต่ พ.ศ. 2543-2552

| เดือน      | อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) |        |        | ปริมาณน้ำฝน<br>(มิลลิเมตร) |
|------------|-------------------------|--------|--------|----------------------------|
|            | สูงสุด                  | ต่ำสุด | เฉลี่ย |                            |
| มกราคม     | 30.6                    | 16.0   | 23.3   | 1.4                        |
| กุมภาพันธ์ | 33.4                    | 18.6   | 26.0   | 26.7                       |
| มีนาคม     | 34.7                    | 21.1   | 27.9   | 68.4                       |
| เมษายน     | 35.4                    | 23.3   | 29.3   | 99.7                       |
| พฤษภาคม    | 33.2                    | 23.1   | 28.1   | 142.2                      |
| มิถุนายน   | 32.9                    | 23.1   | 28.0   | 94.3                       |
| กรกฎาคม    | 32.0                    | 23.0   | 27.5   | 67.5                       |
| สิงหาคม    | 32.0                    | 23.1   | 27.5   | 102.3                      |
| กันยายน    | 29.9                    | 22.4   | 26.2   | 217.3                      |
| ตุลาคม     | 28.8                    | 21.8   | 25.3   | 131.9                      |
| พฤศจิกายน  | 27.9                    | 18.8   | 23.3   | 24.3                       |
| ธันวาคม    | 27.8                    | 16.7   | 22.2   | 3.1                        |
| เฉลี่ย     | 31.5                    | 20.9   | 26.2   | 81.6                       |
| รวม        |                         |        |        | 979.2                      |

### ลักษณะทางธรณีวิทยา

พื้นที่ตั้งอยู่บนที่ราบสูงโคราช ลักษณะเป็นหินทราย ในหน่วยเขาพระวิหาร (Phra Wihan formation) โดยมีหินทรายหน่วยภูพาน (Phu Phan formation) ซ้อนทับอยู่ด้านบน โดยที่หินทรายหน่วยภูพานนี้จะมีขนาดเม็ดทรายที่หยาบกว่าหินทรายหน่วยเขาพระวิหาร สำหรับหินทรายทั้งสองหน่วยนี้จัดอยู่ในกลุ่มโคราช (Korat group) มีบางแห่งอาจพบหินทรายหน่วยภูกระดึง (Phu Kradung formation) ลักษณะที่พบส่วนใหญ่มีสีน้ำตาลแดง มีขนาดละเอียดจนถึงปานกลางประกอบด้วยแร่ควอตซ์ (quartz) มากกว่าร้อยละ 90 และมีลักษณะโครงสร้างทางธรณีวิทยาเป็นภูเขาแบบอู่อัด (cuesta) มีความลาดเทในแนวตะวันออกเฉียงใต้ลงสู่ที่ราบสูงโคราช (พงษ์ศักดิ์ และคณะ, 2523; ภาควิชาอนุรักษวิทยา, 2535)

## ลักษณะทางปฐพีวิทยา

ลักษณะดินเกิดจากหินทรายกับชั้นหินดินดานที่กำลังผุพังอยู่กับที่ โดยดินส่วนใหญ่จัดอยู่ในกลุ่ม ชุดดินโคราช (Korat series) มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ธาตุอาหารถูกชะล้างได้ง่าย ความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำ โครงสร้างด้านตั้งของดินมีชั้นต่างๆ ครอบคลุมโดยดินชั้น A มีความหนา 10-20 เซนติเมตร ชั้น B หนา 20-25 เซนติเมตร ส่วนชั้น C ไม่ค่อยชัดเจนมีความลึกเกิน 80 เซนติเมตร จนถึงชั้นหิน (bedrock) ประกอบด้วย 3 ชุดดินหลักๆ คือ ชุดดินเขาใหญ่ ชุดดินมวกเหล็ก และชุดดินท่าช้าง ซึ่งมีเนื้อดินค่อนข้างหยาบและเป็นเม็ดร่วน ส่วนมากเป็น sandy clay loam รองลงมา ได้แก่ sandy loam และ clay loam ลักษณะดินโดยทั่วไปมีหินโผล่และมีก้อนกรวดผสมในเนื้อดิน ความสามารถในการระบายน้ำดี นอกจากนี้ยังพบหินทรายบริเวณร่องลำธาร มีรอยแตก โดยทั่วไปทำให้น้ำในลำธารรั่วซึมลงสู่ชั้นหินใต้ดินเล็กๆ ได้ (ภาควิชาอนุรักษวิทยา, 2535)

## ลักษณะพืชพรรณและการใช้ประโยชน์ที่ดิน

พื้นที่ดั้งเดิมประกอบด้วยป่าดิบแล้งซึ่งอยู่ในสภาพที่สมบูรณ์บางส่วนตามไหล่เขาและร่องห้วย เดิมทีสภาพเป็นป่าดิบแล้งอันอุดมสมบูรณ์ด้วยพรรณไม้เด่นคือ ตะเคียนทอง ตะเคียนหิน และตะแบกแดง ในอดีตเมื่อมีการก่อสร้างเส้นทางสายการบินบุรีรัมย์-นครราชสีมา พื้นที่ป่าสองข้างทางถูกถางจนโล่งเตียนจนมีสภาพเป็นทุ่งหญ้าคาขึ้นมาปกคลุมพื้นที่แทนพรรณไม้ดั้งเดิม ปัจจุบันอยู่ในช่วงของการทดแทนตามธรรมชาติจนเกิดป่ารุ่นที่สอง (secondary forest) ขึ้นครอบคลุมทั่วพื้นที่ ประกอบกับคณะวนศาสตร์ได้ดำเนินการปลูกต้นไม้เสริมตามช่องว่างระหว่างไม้ธรรมชาติเดิมที่ยังคงเหลืออยู่ จึงช่วยให้สภาพป่าที่ยังหลงเหลือความอุดมสมบูรณ์อยู่บ้างกลับฟื้นสภาพได้อย่างรวดเร็วขึ้น ส่วนพื้นที่บนสันเขาโล่งที่มีสภาพเป็นไร่ร้างมานานนับสิบปีนั้น ทางคณะวนศาสตร์ได้ดำเนินการปลูกสร้างสวนป่าไม้โตเร็วยุคาลิปตัส เมื่อปี พ.ศ. 2541 ซึ่งสวนป่าไม้โตเร็วที่ดำเนินการปลูกไปแล้วนั้นประสบความสำเร็จในแง่ของการรอดตายและการเติบโตสูง (วีระศักดิ์, 2546)

## วิธีการ

### สายพันธุ์และการวางแผนแปลงทดสอบ

สายพันธุ์ของยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส ที่นำมาทดสอบ เป็นกล้าไม้จากเมล็ดที่ผ่านการคัดเลือกจากการทดสอบปลูกไม้ในรุ่นที่ 1 ของกรมป่าไม้ ซึ่งมีการผสมเกสรตามธรรมชาติ จัดเป็นสายพันธุ์ประเภท half-sib family จำนวน 120 สายพันธุ์ จาก 6 เขต 23 ถิ่นกำเนิด โดยมีแหล่งเมล็ดที่ผ่านการคัดเลือกในประเทศไทย (Thai selection) และแหล่งเมล็ดทั่วไปในประเทศไทย (control) รวมอยู่ด้วย ในที่นี้จึงเรียกรวมทั้งหมดว่าเป็นถิ่นกำเนิด ซึ่งรายละเอียดของแต่ละสายพันธุ์แสดงดังตารางที่ 2 และตารางผนวกที่ 1 และ 2

การวางแผนการทดลอง ใช้แผนการทดลองแบบ Latinized row-column design โดยใช้สายพันธุ์ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส 120 สายพันธุ์ 10 คอลัมน์ x 12 แถว จำนวน 8 ซ้ำ (replication) ซ้ำละ 3 ต้นต่อสายพันธุ์ ใช้กล้าไม้สายพันธุ์ละ 24 กล้า รวมทั้งสิ้น 2,880 กล้า และใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการสุ่มเพื่อจัดวางสายพันธุ์ที่ต้องการทดสอบลงในแปลงทดสอบ (William *et al.*, 1994) ใช้ระยะปลูกระหว่างแถว 3.0 เมตร และระหว่างต้น 1.5 เมตร รายละเอียดการวางแผนแปลงทดสอบดังแสดงในภาพผนวกที่ 1 และ 2 ทั้งนี้บริเวณแปลงทดสอบพื้นที่เดิมเป็นแปลงปลูกยูคาลิปตัสซึ่งปลูกทดแทนพื้นที่ไร่ร้างบนสันเขาโล่ง

### การศึกษาการเติบโต

#### การเก็บข้อมูลการเติบโต

เก็บข้อมูลการเติบโต ได้แก่ ความสูงทั้งหมด (H) และเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (diameter at breast height, DBH) ของยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส ทั้งหมดในแปลงทดสอบ โดยทำการเก็บข้อมูลทุกต้นในแปลง เมื่อต้นไม้อายุได้ 2 ปี (กันยายน 2551) (ภาพผนวกที่ 3ก) และ 3 ปี (กันยายน 2552) (ภาพผนวกที่ 3ข)

ตารางที่ 2 ที่มาของเขต และถิ่นกำเนิดของยูกาลิปตัส คามาลดูเลนซิส ในแปลงทดสอบปลูกไม้ รุ่นที่ 2 จำนวน 120 สายพันธุ์

| ลำดับที่ | เขต                             | หมายเลขถิ่นกำเนิด | ถิ่นกำเนิด                           | สายพันธุ์                                                |
|----------|---------------------------------|-------------------|--------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| 1        | Petford Region Queensland       | 1                 | Hales Siding                         | 64, 65, 67, 68, 69                                       |
| 2        | Petford Region Queensland       | 3                 | Headwaters-Emu Creek                 | 104, 106, 107                                            |
| 3        | Petford Region Queensland       | 4                 | Montalbion                           | 84, 85, 87, 88, 94, 96                                   |
| 4        | Petford Region Queensland       | 5                 | Emuford                              | 76, 79, 80, 81, 99                                       |
| 5        | Petford Region Queensland       | 6                 | Petford Bridge                       | 71, 72, 144                                              |
| 6        | Petford Region Queensland       | 7                 | Eccles Creek/Tributaries             | 1, 7, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 22, 23, 24, 25, 26 |
| 7        | Petford Region Queensland       | 8                 | Headwaters-Emureka Creek             | 109                                                      |
| 8        | Petford Region Queensland       | 9                 | Eureka Creek/Tributaries             | 33, 35, 50, 51, 52, 54, 56, 57, 58, 60, 61, 62, 112      |
| 9        | Petford Region Queensland       | 10                | Mishap Creek                         | 39, 44, 47                                               |
| 10       | Petford Region Queensland       | 11                | Flat Rock Pool                       | 129, 130, 135, 137, 139                                  |
| 11       | Petford Region Queensland       | 12                | Walsh River-Walsh Emu Creek Junction | 114, 115, 119, 126, 127                                  |
| 12       | Walsh-Mitchell River Queensland | 13                | Walsh River Rockwood                 | 162, 163                                                 |
| 13       | Walsh-Mitchell River Queensland | 14                | Petford Bridge                       | 145, 149, 150, 154, 155, 156, 158                        |
| 14       | Walsh-Mitchell River Queensland | 15                | Lyd Junction                         | 182, 183, 184, 186                                       |
| 15       | Walsh-Mitchell River Queensland | 16                | Healeys Yard                         | 187, 188, 191, 192, 193, 196, 198, 199, 201, 203         |
| 16       | Walsh-Mitchell River Queensland | 17                | Palmerlyville                        | 172, 174, 176, 177, 178, 179, 180, 181                   |
| 17       | Walsh-Mitchell River Queensland | 18                | Mount Mulgrave                       | 164, 166, 170                                            |
| 18       | Other Queensland                | 23                | Kennedy River                        | 211, 217, 218, 219                                       |
| 19       | Other Queensland                | 24                | Morehead River                       | 224, 225, 226, 227, 228, 229                             |
| 20       | Northern Territory              | 25                | Katherine                            | 208                                                      |
| 21       | Western Australia               | 31                | Lannard River                        | 209                                                      |
| 22       | Thailand                        | 33                | Thai selection                       | 232, 234, 236, 244, 246                                  |
| 23       | Thailand                        | 34                | Thai land race (control)             | 991, 992, 995, 996, 997                                  |

### การประมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน

ประมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส เมื่ออายุ 2 และ 3 ปี โดยใช้สมการแอลโลเมตรีของยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส อายุ 2 และ 3 ปี ซึ่งจงรัก (2546) ทำการศึกษาไว้ โดยนำข้อมูลเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก และความสูงทั้งหมด มาประเมินหาปริมาณมวลชีวภาพในส่วนของลำต้น กิ่ง และใบ ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 สมการแอลโลเมตรี ( $Y=aX^b$ ) ใช้ประมาณมวลชีวภาพส่วนต่างๆ ของยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส

| อายุ (ปี) | ส่วนของต้นไม้ | ความสัมพันธ์                   | $R^2$  | n |
|-----------|---------------|--------------------------------|--------|---|
| 2         | ลำต้น         | $Y = 0.0248(DBH^2 H)^{0.9205}$ | 0.9919 | 5 |
|           | กิ่ง          | $Y = 0.0008(DBH^2 H)^{1.1449}$ | 0.9914 | 5 |
|           | ใบ            | $Y = 0.0141(DBH^2 H)^{0.7459}$ | 0.9870 | 5 |
| 3         | ลำต้น         | $Y = 0.0318(DBH^2 H)^{0.8973}$ | 0.9999 | 5 |
|           | กิ่ง          | $Y = 0.0057(DBH^2 H)^{0.8631}$ | 0.9498 | 5 |
|           | ใบ            | $Y = 0.0203(DBH^2 H)^{0.6275}$ | 0.8791 | 5 |

หมายเหตุ DBH คือ เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (เซนติเมตร)

H คือ ความสูง (เมตร)

Y คือ มวลชีวภาพ (กิโลกรัมต่อต้น)

ที่มา: จงรัก (2546)

### การวิเคราะห์ความเพิ่มพูนปีปัจจุบัน

การวิเคราะห์อัตราความเพิ่มพูนของการเติบโตและมวลชีวภาพในรูปของความเพิ่มพูนปีปัจจุบัน (current annual increment, CAI) ของความสูงทั้งหมด เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก และมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส ทั้ง 120 สายพันธุ์ ซึ่งการคำนวณนี้ ใช้ข้อมูลในปี พ.ศ. 2551-2552 โดยมีสูตรการคำนวณ ดังนี้

$$CAI_H = H_3 - H_2 \quad (1)$$

$$CAI_{DBH} = DBH_3 - DBH_2 \quad (2)$$

$$CAI_B = B_3 - B_2 \quad (3)$$

- เมื่อ  $CAI_H$  คือ ความเพิ่มพูนปีปัจจุบันของความสูง (เมตรต่อปี)  
 $CAI_{DBH}$  คือ ความเพิ่มพูนปีปัจจุบันของเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (เซนติเมตรต่อปี)  
 $CAI_B$  คือ ความเพิ่มพูนปีปัจจุบันของมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (กิโลกรัมต่อต้นต่อปี)  
 $H_2$  คือ ความสูงของต้นไม้อายุ 2 ปี (เมตร)  
 $H_3$  คือ ความสูงของต้นไม้อายุ 3 ปี (เมตร)  
 $DBH_2$  คือ เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกของต้นไม้อายุ 2 ปี (เซนติเมตร)  
 $DBH_3$  คือ เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกของต้นไม้อายุ 3 ปี (เซนติเมตร)  
 $B_2$  คือ มวลชีวภาพเหนือพื้นดินเมื่ออายุ 2 ปี (กิโลกรัมต่อต้น)  
 $B_3$  คือ มวลชีวภาพเหนือพื้นดินเมื่ออายุ 3 ปี (กิโลกรัมต่อต้น)

การวิเคราะห์ค่าการถ่ายทอดทางพันธุกรรม

วิเคราะห์ค่าการถ่ายทอดทางพันธุกรรม (heritability,  $h^2$ ) ของการเติบโต ทางความสูง และเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกของยูคาลิปตัส ความลาดดูเลนซิส อายุ 3 ปี ในแปลงทดสอบลูกไม้รุ่นที่ 2 โดยใช้สูตร (William *et al.*, 1994) ดังนี้

$$h^2 = \frac{\sigma_r^2/r}{\sigma_r^2 + \sigma_m^2 + \sigma_t^2} \quad (4)$$

$h^2$  คือ ค่าการถ่ายทอดทางพันธุกรรม

$r$  คือ สัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ (coefficient of relationship) ของการผสมเกสรตามธรรมชาติของยูคาลิปตัส มีค่าเท่ากับ 1/2.5

$\sigma_r^2$  คือ ความแปรปรวนระหว่างสายพันธุ์ภายใต้ถิ่นกำเนิดเดียวกัน

$\sigma_m^2$  คือ ความแปรปรวนระหว่าง plot ภายในแถวและสดมภ์

$\sigma_t^2$  คือ ความแปรปรวนระหว่างต้นภายใน plot

### การศึกษาลักษณะทางสรีรวิทยา

คัดเลือกสายพันธุ์ที่มีการเติบโตที่แตกต่างกัน และเป็นตัวแทนที่มีการคัดเลือกให้ครอบคลุมแหล่งเมล็ดทั้ง 6 เขต ได้จำนวนทั้งสิ้น 10 สายพันธุ์ จาก 9 ถิ่นกำเนิด (ภาพผนวกที่ 4) ซึ่งมีความแตกต่างทางพันธุกรรมจากการวิเคราะห์ด้วยเครื่องหมายดีเอ็นเอ (สุณิส, 2552) รายละเอียดดังตารางที่ 4 ทำการศึกษา 4 ชั่ว ชั่วละ 3 ต้นต่อสายพันธุ์ การเติบโตของสายพันธุ์เหล่านี้เป็นข้อมูลชุดเดียวกับการเติบโตของทั้ง 120 สายพันธุ์

**ตารางที่ 4** ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส 10 สายพันธุ์ ที่ใช้ศึกษาลักษณะทางสรีรวิทยา

| สายพันธุ์ | ถิ่นกำเนิด               | เขต                             | ความหลากหลายทางพันธุกรรม* |
|-----------|--------------------------|---------------------------------|---------------------------|
| 33        | Eureka Creek/Tributaries | Petford Region Queensland       | กลุ่มที่ 5                |
| 60        | Eureka Creek/Tributaries | Petford Region Queensland       | กลุ่มที่ 5                |
| 71        | Petford Bridge           | Petford Region Queensland       | กลุ่มที่ 1                |
| 163       | Walsh River Rockwood     | Walsh-Mitchell River Queensland | กลุ่มที่ 5                |
| 208       | Katherine                | Northern Territory              | กลุ่มที่ 4                |
| 209       | Lannard River            | Western Australia               | กลุ่มที่ 4                |
| 219       | Kennedy River            | Other Queensland                | กลุ่มที่ 4                |
| 227       | Morehead River           | Other Queensland                | กลุ่มที่ 4                |
| 236       | Thai selection           | Thailand                        | ไม่ได้ศึกษา               |
| 996       | Thai land race (control) | Thailand                        | ไม่ได้ศึกษา               |

**หมายเหตุ** \*จากผลการศึกษาของสุณิส (2552)

ลักษณะทางสรีรวิทยาที่ศึกษาในครั้งนี้ ได้แก่ การสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุด (light-saturated net photosynthesis) การชักนำของปากใบ การคายน้ำ ประสิทธิภาพในการใช้น้ำของใบ ชลัตกย์ของใบ และปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบ (chlorophyll content)

วัดการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุด การชักนำของปากใบ และการคายน้ำ ของยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส ในแปลงทดสอบลูกไม้ โดยใช้เครื่องมือวัดการสังเคราะห์แสง Portable Photosynthesis System LI-6400 (LICOR Inc., USA) (ภาพผนวกที่ 5ก) โดยติดตั้งอุปกรณ์กำเนิดแสง (light source) เข้ากับ leaf chamber ปรับระดับความเข้มแสงเท่ากับ 2000 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที ซึ่งเป็นระดับความเข้มแสงที่เกินจุดอิ่มตัวของแสงของพืชทั่วไปๆ

(Hall *et al.*, 1993) เลือกใบตัวอย่างที่มีสภาพสมบูรณ์และเติบโตเต็มที่ (fully expanded leaf) ในระดับเรือนยอดที่ได้รับแสงเต็มที่ (sun leaf) ต้นละ 1 ใบ ทำการศึกษาในช่วงเช้า (8.00-11.00 น.) ในช่วงเดือนธันวาคม (ฤดูแล้ง) พฤษภาคม (ฤดูฝน) กรกฎาคม (ฝนทิ้งช่วง) และตุลาคม (ฤดูฝน) (ภาพที่ 3)

คำนวณประสิทธิภาพในการใช้น้ำของใบ ในที่นี้ใช้ค่า intrinsic water-use efficiency (WUE<sub>i</sub>) ซึ่งเป็นอัตราส่วนระหว่างอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุดต่อการชักนำของปากใบ (Comstock and Ehleringer, 1992) โดยสามารถคำนวณได้ ดังนี้

$$WUE_i = \frac{A_{sat}}{g_s} \quad (5)$$

เมื่อ WUE<sub>i</sub> คือ ประสิทธิภาพในการใช้น้ำของใบ (intrinsic water-use efficiency) มีหน่วยเป็น ไมโครโมลของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อโมลของน้ำ

A<sub>sat</sub> คือ อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุด มีหน่วยเป็น ไมโครโมลของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อตารางเมตรต่อวินาที

g<sub>s</sub> คือ การชักนำของปากใบ มีหน่วยเป็น โมลของน้ำต่อตารางเมตรต่อวินาที

การศึกษาค่าชลศักย์ของใบ ด้วยเครื่อง pressure chamber (Soil Moisture Corporation, USA) ซึ่งค่าที่วัดเป็นค่าชลศักย์ของใบก่อนได้รับแสง (predawn leaf water potential) ต้องทำการวัดในช่วง 2-3 ชั่วโมงก่อนดวงอาทิตย์ขึ้น เนื่องจากช่วงเวลาดังกล่าวไม่มีกิจกรรมภายในเซลล์เกิดขึ้น เช่น การสังเคราะห์แสง การคายน้ำ เป็นต้น ทำให้น้ำในเซลล์อยู่ในสภาพสมดุล ไม่มีการเคลื่อนที่ของน้ำออกจากใบ จึงเป็นค่าที่แสดงศักยภาพสูงสุดของปริมาณน้ำในพืช โดยทำการวัดในวันเดียวกับที่วัดการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุด เก็บข้อมูลทั้งหมด 10 สายพันธุ์เช่นเดียวกับการวัดการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุด เลือกใบตัวอย่างที่มีสภาพสมบูรณ์ มีการเติบโตเต็มที่ไม่แก่หรืออ่อนจนเกินไป ประมาณใบที่ 3-5 จากปลายกิ่ง ต้นละ 1 ใบ ห่อตัวอย่างใบด้วยพลาสติกให้มิดชิด ระวังอย่าให้ใบหักหรือพับ โดยให้ส่วนของก้านใบโผล่ออกมาได้ ใส่ตัวอย่างลงในเครื่อง อ่านค่าแรงดันที่ทำให้น้ำปรากฏออกมาทางก้านใบ (ภาพผนวกที่ 5ข)

การศึกษากลิ่นคลอโรฟิลล์ในใบยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส โดยการสร้างสมการคลอโรฟิลล์มาตรฐาน (chlorophyll standard curve) โดยการเลือกใบตัวอย่างให้มีระดับความเข้มของสีใบตั้งแต่สีเขียวอ่อนไปจนถึงสีเขียวเข้ม (ใบอ่อนจนถึงใบที่แก่จัดสีเขียวเข้ม) ใช้อุปกรณ์เจาะแผ่นใบตัวอย่าง (punch) โดยหลีกเลี่ยงการใช้เนื้อเยื่อบริเวณเส้นใบ จำนวนตัวอย่างใบขึ้นอยู่กับความแตกต่างของสีใบ วัดความเขียวของใบด้วยเครื่อง chlorophyll meter รุ่น SPAD-502 (Minolta Corp., Japan) (ภาพผนวกที่ 5ค) และนำใบตัวอย่างสกัดปริมาณ

คลอโรฟิลล์ด้วยตัวทำละลาย Dimethyl sulfoxide (DMSO) และนำสารละลายที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Shimadzu UV visible spectrophotometer รุ่น UV mini-1240 (Shimadzu Corp., Japan) ที่ช่วงคลื่น 648 และ 665 นาโนเมตร นำค่าที่อ่านได้ไปคำนวณปริมาณคลอโรฟิลล์ตามสมการ ซึ่งดัดแปลงจากสมการของ Barnes *et al.* (1992) ดังนี้

$$\text{Chl}_{\text{total}} = \frac{(7.49A_{665} + 20.34A_{648})V}{10A} \quad (6)$$

โดยที่  $\text{Chl}_{\text{total}}$  คือ ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด (หน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อตารางเดซิเมตร)

$A_{665}$  คือ ค่าการดูดกลืนแสงที่ช่วงความยาวคลื่น 665 นาโนเมตร

$A_{648}$  คือ ค่าการดูดกลืนแสงที่ช่วงความยาวคลื่น 648 นาโนเมตร

$V$  คือ ปริมาตรสุดท้ายของ DMSO ที่ใช้ในการสกัด (หน่วยเป็นมิลลิลิตร)

$A$  คือ พื้นที่แผ่นใบที่ใช้ทำการสกัด (หน่วยเป็นตารางเซนติเมตร)

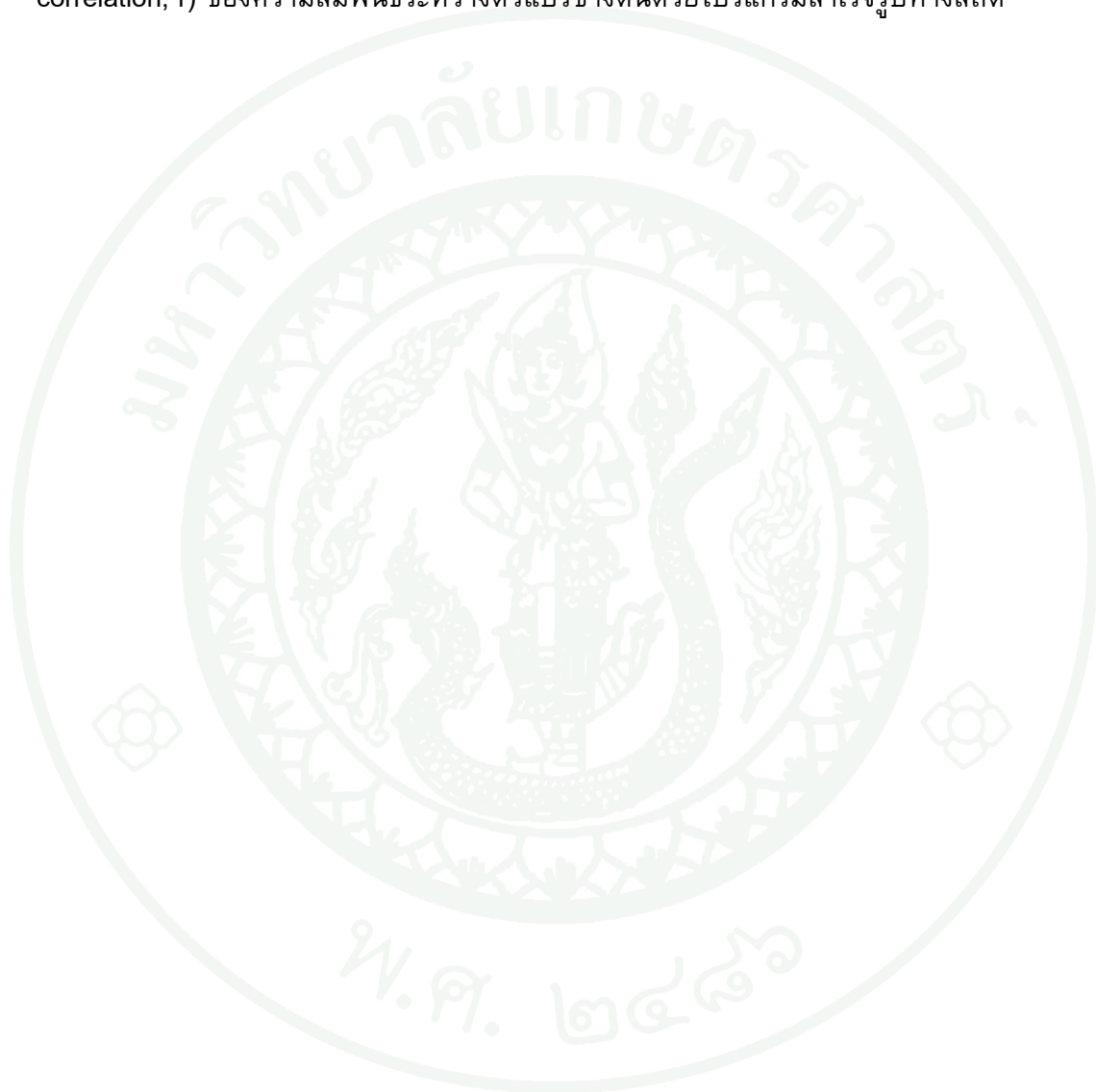
วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่า SPAD reading กับปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด โดยการวิเคราะห์ความสัมพันธ์แบบถดถอยเชิงเส้น (regression analysis) รูปแบบต่างๆ คัดเลือกสมการทางคณิตศาสตร์ที่ให้ค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนดและค่าความสัมพันธ์ในทางสถิติที่ดีที่สุดเพื่อเป็นสมการคลอโรฟิลล์มาตรฐาน

วัดปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบยูคาลิปตัส คามาลดูลเลนซิส โดยใช้ใบตัวอย่างเดียวกับที่ใช้วัดการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุด วัดค่าความเขียวของใบด้วยเครื่อง chlorophyll meter โดยใช้ค่าเฉลี่ยของแต่ละใบ เพื่อนำไปแทนค่าในสมการคลอโรฟิลล์มาตรฐานที่สร้างขึ้น ซึ่งจะได้ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบในแต่ละฤดูกาลเช่นเดียวกับการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุด

#### การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการเติบโตโดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA) และทำการวิเคราะห์การแปรผันของลักษณะทางสรีรวิทยาบางประการ ได้แก่ อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุด การชักนำของปากใบ การคายน้ำ ประสิทธิภาพในการใช้น้ำของใบ ชลศักย์ของใบ และปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบในแต่ละฤดูกาล โดยใช้ Repeated Measures ANOVA ตลอดจนวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan's Multiple Range Test

วิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรการเติบโตและลักษณะทางสรีรวิทยาที่ศึกษาข้างต้น ได้แก่ อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุด การชักนำของปากใบ การคายน้ำ ประสิทธิภาพในการใช้น้ำของใบ ชลศักย์ของใบ และปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบในแต่ละฤดู รวมทั้งค่าเฉลี่ยของทุกฤดูกาล เพื่อเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (coefficient of correlation,  $r$ ) ของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรข้างต้นด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ



## ผลและวิจารณ์

### การแปรผันของการเติบโต

#### การเติบโตทางความสูง

การศึกษาการเติบโตทางความสูงของยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส อายุ 2 และ 3 ปี พบว่า ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส จาก 23 ถิ่นกำเนิด มีความสูงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างถิ่นกำเนิด ( $p < 0.01$ ) โดยยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส อายุ 2 และ 3 ปี มีความสูงเฉลี่ยแต่ละถิ่นกำเนิดอยู่ในช่วง 5.62-6.73 และ 9.47-10.69 เมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 5 และ 6) เมื่อพิจารณารายละเอียดในแต่ละถิ่นกำเนิด พบว่า ถิ่นกำเนิด Lynd Junction, Mount Mulgrave และแหล่งเมล็ดที่คัดเลือกในประเทศไทย มีความสูงอยู่ในลำดับแรกๆ ทั้งอายุ 2 และ 3 ปี เมื่อคำนวณเป็นค่าความเพิ่มพูนปีปัจจุบันของความสูง พบว่า มีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างถิ่นกำเนิด ( $p = 0.06$ ) โดยค่าเฉลี่ยของแต่ละถิ่นกำเนิดอยู่ในช่วง 3.24-4.17 เมตรต่อปี ถิ่นกำเนิดที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดในลำดับแรกๆ ได้แก่ ถิ่นกำเนิด Kennedy River, Pettford Bridge (ถิ่นกำเนิดหมายเลข 6), Lynd Junction และ Mount Mulgrave เห็นได้ว่าถิ่นกำเนิด Lynd Junction และ Mount Mulgrave นอกจากจะมีความสูงอยู่ในลำดับแรกๆ แล้ว ความเพิ่มพูนปีปัจจุบันยังมีค่ามากกว่าถิ่นกำเนิดอื่นๆ อีกด้วย (ตารางที่ 7)

เมื่อพิจารณาการแปรผันระหว่างสายพันธุ์ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส ทั้ง 120 สายพันธุ์ พบว่า ความสูงมีความสูงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสายพันธุ์ ( $p < 0.01$ ) ที่อายุ 2 และ 3 ปี โดยมีความสูงเฉลี่ย 6.41 และ 10.11 เมตร ตามลำดับ ในขณะที่สายพันธุ์ 20 ลำดับแรก มีความสูงเฉลี่ย 7.15 และ 11.06 เมตร ตามลำดับ โดยสายพันธุ์ที่มาจากถิ่นกำเนิด Eccles Creek/Tributaries (สายพันธุ์ 22) ถิ่นกำเนิด Kennedy River (สายพันธุ์ 219) และแหล่งเมล็ดที่คัดเลือกในประเทศไทย (สายพันธุ์ 236) มีความสูงอยู่ในลำดับแรกๆ ทั้งอายุ 2 และ 3 ปี (ตารางที่ 8 และ 9) ค่าเฉลี่ยของทั้ง 120 สายพันธุ์ มีค่าค่อนข้างสูงเมื่อเปรียบเทียบกับยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส ในแปลงทดสอบลูกไม้ รุ่นที่ 2 อายุ 2 ปี ของสวนป่าลาดกระทิง จังหวัดฉะเชิงเทรา ซึ่งมีความสูงเฉลี่ยเพียง 4.8 เมตร และยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส อายุ 3 ปี ของสถานีวิจัยราชบุรี จังหวัดราชบุรี ซึ่งมีความสูงเฉลี่ย 6.0 เมตร ซึ่งมีแหล่งเมล็ดมาจากแปลงทดสอบลูกไม้ รุ่นที่ 1 เช่นเดียวกับแปลงทดลองนี้ (วิฑูรย์ และคณะ, 2553) แสดงให้เห็นถึงการแปรผันเนื่องจากพื้นที่ปลูก จึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับปฏิสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางพันธุกรรมและพื้นที่ปลูก

ตารางที่ 5 ความสูงของยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส อายุ 2 ปี แยกตามถิ่นกำเนิด

| ลำดับที่ | หมายเลข<br>ถิ่นกำเนิด | ถิ่นกำเนิด                           | ความสูง (เมตร) |
|----------|-----------------------|--------------------------------------|----------------|
| 1        | 15                    | Lynd Junction                        | 6.73 ± 1.32 a  |
| 2        | 33                    | Thai selection                       | 6.73 ± 1.47 a  |
| 3        | 24                    | Morehead River                       | 6.68 ± 1.44 a  |
| 4        | 18                    | Mount Mulgrave                       | 6.62 ± 1.09 ab |
| 5        | 16                    | Healeys Yard                         | 6.53 ± 1.34 ab |
| 6        | 14                    | Petford Bridge                       | 6.53 ± 1.29 ab |
| 7        | 23                    | Kennedy River                        | 6.52 ± 1.27 bc |
| 8        | 6                     | Petford Bridge                       | 6.51 ± 1.10 bc |
| 9        | 31                    | Lannard River                        | 6.50 ± 1.93 bc |
| 10       | 25                    | Katherine                            | 6.49 ± 1.03 bc |
| 11       | 7                     | Eccles Creek/Tributaries             | 6.49 ± 1.26 bc |
| 12       | 13                    | Walsh River Rockwood                 | 6.46 ± 1.32 bc |
| 13       | 9                     | Eureka Creek/Tributaries             | 6.45 ± 1.26 bc |
| 14       | 5                     | Emuford                              | 6.40 ± 1.40 bc |
| 15       | 10                    | Mishap Creek                         | 6.40 ± 1.52 bc |
| 16       | 11                    | Flat Rock Pool                       | 6.35 ± 1.17 bc |
| 17       | 1                     | Hales Siding                         | 6.28 ± 1.14 c  |
| 18       | 17                    | Palmerlyville                        | 6.27 ± 1.28 c  |
| 19       | 3                     | Headwaters-Emu Creek                 | 6.16 ± 1.16 cd |
| 20       | 4                     | Montalbion                           | 6.16 ± 1.26 cd |
| 21       | 34                    | Thai land race (control)             | 6.15 ± 1.08 cd |
| 22       | 12                    | Walsh River-Walsh Emu Creek Junction | 5.98 ± 1.06 cd |
| 23       | 8                     | Headwaters-Emureka Creek             | 5.62 ± 1.03 d  |
| p-value  |                       |                                      | <0.01          |

หมายเหตุ ความสูง (ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ที่แสดงด้วยอักษรเหมือนกันมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \geq 0.05$ )

ตารางที่ 6 ความสูงของยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส อายุ 3 ปี แยกตามถิ่นกำเนิด

| ลำดับที่ | หมายเลข<br>ถิ่นกำเนิด | ถิ่นกำเนิด                           | ความสูง (เมตร) |        |     |
|----------|-----------------------|--------------------------------------|----------------|--------|-----|
| 1        | 23                    | Kennedy River                        | 10.69          | ± 1.95 | a   |
| 2        | 15                    | Lynd Junction                        | 10.63          | ± 2.03 | ab  |
| 3        | 6                     | Petford Bridge                       | 10.60          | ± 1.56 | ab  |
| 4        | 18                    | Mount Mulgrave                       | 10.50          | ± 1.34 | abc |
| 5        | 33                    | Thai selection                       | 10.41          | ± 1.91 | abc |
| 6        | 14                    | Petford Bridge                       | 10.32          | ± 1.66 | abc |
| 7        | 16                    | Healeys Yard                         | 10.26          | ± 1.74 | abc |
| 8        | 24                    | Morehead River                       | 10.26          | ± 1.96 | abc |
| 9        | 25                    | Katherine                            | 10.19          | ± 1.92 | abc |
| 10       | 13                    | Walsh River Rockwood                 | 10.18          | ± 1.29 | abc |
| 11       | 11                    | Flat Rock Pool                       | 10.10          | ± 1.53 | abc |
| 12       | 7                     | Eccles Creek/Tributaries             | 10.04          | ± 1.85 | abc |
| 13       | 31                    | Lannard River                        | 10.00          | ± 1.87 | abc |
| 14       | 9                     | Eureka Creek/Tributaries             | 10.00          | ± 1.74 | abc |
| 15       | 4                     | Montalbion                           | 9.96           | ± 1.69 | abc |
| 16       | 10                    | Mishap Creek                         | 9.90           | ± 1.87 | abc |
| 17       | 1                     | Hales Siding                         | 9.85           | ± 1.67 | abc |
| 18       | 17                    | Palmerlyville                        | 9.85           | ± 1.73 | abc |
| 19       | 3                     | Headwaters-Emu Creek                 | 9.77           | ± 1.94 | abc |
| 20       | 34                    | Thai land race (control)             | 9.72           | ± 1.66 | abc |
| 21       | 5                     | Emuford                              | 9.61           | ± 1.79 | bc  |
| 22       | 12                    | Walsh River-Walsh Emu Creek Junction | 9.60           | ± 1.48 | bc  |
| 23       | 8                     | Headwaters-Emureka Creek             | 9.47           | ± 1.02 | c   |
| p-value  |                       |                                      | <0.01          |        |     |

หมายเหตุ ความสูง (ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ที่แสดงด้วยอักษรเหมือนกันมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \geq 0.05$ )

ตารางที่ 7 ความเพิ่มพูนปีปัจจุบัน (พ.ศ. 2551-2552) ของความสูงของยูคาลิปตัส คามาล  
ดูเลนซิส แยกตามถิ่นกำเนิด

| ลำดับที่ | หมายเลข<br>ถิ่นกำเนิด | ถิ่นกำเนิด                           | ความเพิ่มพูนปีปัจจุบัน<br>(เมตรต่อปี) |        |   |
|----------|-----------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|--------|---|
| 1        | 23                    | Kennedy River                        | 4.17                                  | ± 1.34 | a |
| 2        | 6                     | Petford Bridge                       | 4.09                                  | ± 1.06 | a |
| 3        | 15                    | Lynd Junction                        | 3.97                                  | ± 1.36 | a |
| 4        | 18                    | Mount Mulgrave                       | 3.89                                  | ± 0.89 | a |
| 5        | 8                     | Headwaters-Emureka Creek             | 3.85                                  | ± 0.94 | a |
| 6        | 14                    | Petford Bridge                       | 3.83                                  | ± 1.05 | a |
| 7        | 11                    | Flat Rock Pool                       | 3.75                                  | ± 1.02 | a |
| 8        | 16                    | Healeys Yard                         | 3.75                                  | ± 1.10 | a |
| 9        | 4                     | Montalbion                           | 3.74                                  | ± 1.30 | a |
| 10       | 13                    | Walsh River Rockwood                 | 3.70                                  | ± 0.98 | a |
| 11       | 25                    | Katherine                            | 3.70                                  | ± 1.08 | a |
| 12       | 33                    | Thai selection                       | 3.68                                  | ± 1.10 | a |
| 13       | 12                    | Walsh River-Walsh Emu Creek Junction | 3.62                                  | ± 1.01 | a |
| 14       | 7                     | Eccles Creek/Tributaries             | 3.60                                  | ± 1.20 | a |
| 15       | 3                     | Headwaters-Emu Creek                 | 3.58                                  | ± 1.42 | a |
| 16       | 9                     | Eureka Creek/Tributaries             | 3.58                                  | ± 1.12 | a |
| 17       | 24                    | Morehead River                       | 3.58                                  | ± 1.38 | a |
| 18       | 1                     | Hales Siding                         | 3.57                                  | ± 1.10 | a |
| 19       | 17                    | Palmerlyville                        | 3.57                                  | ± 1.06 | a |
| 20       | 34                    | Thai land race (control)             | 3.55                                  | ± 1.22 | a |
| 21       | 10                    | Mishap Creek                         | 3.50                                  | ± 0.97 | a |
| 22       | 5                     | Emuford                              | 3.29                                  | ± 1.01 | a |
| 23       | 31                    | Lannard River                        | 3.24                                  | ± 1.03 | a |
| p-value  |                       |                                      | 0.06                                  |        |   |

หมายเหตุ ความเพิ่มพูนปีปัจจุบัน (ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ที่แสดงด้วยอักษร  
เหมือนกันมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \geq 0.05$ )

**ตารางที่ 8** ความสูงของยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส จำนวน 20 สายพันธุ์ ที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด เมื่ออายุ 2 ปี ในแปลงทดสอบลูกไม้ รุ่นที่ 2

| ลำดับที่                   | สายพันธุ์ | ถิ่นกำเนิด               | ความสูง (เมตร) |
|----------------------------|-----------|--------------------------|----------------|
| 1                          | 236       | Thai selection           | 7.77 ± 1.82    |
| 2                          | 219       | Kennedy River            | 7.45 ± 1.42    |
| 3                          | 209       | Lannard River            | 7.36 ± 1.93    |
| 4                          | 22        | Eccles Creek/Tributaries | 7.31 ± 1.11    |
| 5                          | 26        | Eccles Creek/Tributaries | 7.27 ± 1.53    |
| 6                          | 203       | Healeys Yard             | 7.23 ± 1.54    |
| 7                          | 61        | Eureka Creek/Tributaries | 7.23 ± 1.47    |
| 8                          | 187       | Healeys Yard             | 7.17 ± 1.47    |
| 9                          | 99        | Emuford                  | 7.12 ± 1.46    |
| 10                         | 71        | Petford Bridge           | 7.10 ± 1.27    |
| 11                         | 19        | Eccles Creek/Tributaries | 7.08 ± 1.04    |
| 12                         | 179       | Palmerlyville            | 7.06 ± 1.75    |
| 13                         | 182       | Lynd Junction            | 7.05 ± 1.37    |
| 14                         | 226       | Morehead River           | 7.02 ± 1.45    |
| 15                         | 227       | Morehead River           | 6.98 ± 1.31    |
| 16                         | 130       | Flat Rock Pool           | 6.96 ± 1.09    |
| 17                         | 7         | Eccles Creek/Tributaries | 6.96 ± 1.51    |
| 18                         | 188       | Healeys Yard             | 6.96 ± 1.07    |
| 19                         | 54        | Eureka Creek/Tributaries | 6.94 ± 1.34    |
| 20                         | 228       | Morehead River           | 6.91 ± 1.59    |
| ค่าเฉลี่ย 20 สายพันธุ์     |           |                          | 7.15 ± 1.43    |
| ค่าเฉลี่ย 120 สายพันธุ์    |           |                          | 6.41 ± 1.11    |
| p-value ทั้ง 120 สายพันธุ์ |           |                          | <0.01          |

**หมายเหตุ** ความสูงที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

**ตารางที่ 9** ความสูงของยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส จำนวน 20 สายพันธุ์ ที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด  
เมื่ออายุ 3 ปี ในแปลงทดสอบลูกไม้ รุ่นที่ 2

| ลำดับที่                   | สายพันธุ์ | ถิ่นกำเนิด               | ความสูง (เมตร) |
|----------------------------|-----------|--------------------------|----------------|
| 1                          | 219       | Kennedy River            | 11.79 ± 1.75   |
| 2                          | 22        | Eccles Creek/Tributaries | 11.63 ± 1.69   |
| 3                          | 227       | Morehead River           | 11.48 ± 2.44   |
| 4                          | 71        | Petford Bridge           | 11.22 ± 2.10   |
| 5                          | 236       | Thai selection           | 11.22 ± 2.34   |
| 6                          | 188       | Healeys Yard             | 11.21 ± 1.91   |
| 7                          | 61        | Eureka Creek/Tributaries | 11.20 ± 2.38   |
| 8                          | 26        | Eccles Creek/Tributaries | 11.20 ± 2.67   |
| 9                          | 203       | Healeys Yard             | 11.19 ± 2.84   |
| 10                         | 60        | Eureka Creek/Tributaries | 11.07 ± 1.00   |
| 11                         | 166       | Mount Mulgrave           | 11.02 ± 1.27   |
| 12                         | 182       | Lynd Junction            | 10.98 ± 1.90   |
| 13                         | 184       | Lynd Junction            | 10.83 ± 1.98   |
| 14                         | 130       | Flat Rock Pool           | 10.81 ± 1.91   |
| 15                         | 183       | Lynd Junction            | 10.80 ± 2.04   |
| 16                         | 112       | Eureka Creek/Tributaries | 10.79 ± 1.23   |
| 17                         | 129       | Flat Rock Pool           | 10.75 ± 1.35   |
| 18                         | 56        | Eureka Creek/Tributaries | 10.74 ± 2.04   |
| 19                         | 187       | Healeys Yard             | 10.69 ± 2.14   |
| 20                         | 186       | Lynd Junction            | 10.69 ± 2.93   |
| ค่าเฉลี่ย 20 สายพันธุ์     |           |                          | 11.06 ± 2.00   |
| ค่าเฉลี่ย 120 สายพันธุ์    |           |                          | 10.11 ± 2.07   |
| p-value ทั้ง 120 สายพันธุ์ |           |                          | <0.01          |

**หมายเหตุ** ความสูงที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

เมื่อวิเคราะห์ค่าความเพิ่มพูนปีปัจจุบันของความสูง พบว่า ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส ทั้ง 120 สายพันธุ์ มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติระหว่างสายพันธุ์ ( $p < 0.01$ ) โดยค่าเฉลี่ยของทุกสายพันธุ์มีค่าเท่ากับ 3.67 เมตรต่อปี ในขณะที่สายพันธุ์ 20 ลำดับแรก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.23 เมตรต่อปี โดยสายพันธุ์ที่อยู่ในสามลำดับแรก ได้แก่ สายพันธุ์จากถิ่นกำเนิด Eccles Creek/Tributaries (สายพันธุ์ 22) Morehead River (สายพันธุ์ 227) และ Eureka Creek/Tributaries (สายพันธุ์ 33) โดยสายพันธุ์ 22 นอกจากจะมีความสูงอยู่ในลำดับแรกดังที่ได้กล่าวไปแล้ว ยังมีความเพิ่มพูนปีปัจจุบันที่มากกว่าสายพันธุ์อื่นๆ อีกด้วย ในขณะที่สายพันธุ์ 227 แม้ในช่วงอายุ 2 ปี จะมีความสูงไม่มากนัก แต่เมื่ออายุ 3 ปี ความสูงมีค่าเพิ่มมากขึ้นทำให้ความเพิ่มพูนปีปัจจุบันของความสูงอยู่ในลำดับแรกๆ ด้วย (ตารางที่ 10 และตารางผนวกที่ 3) และเมื่อพิจารณาความสูงที่อายุ 1 ปี ซึ่งสาพิศ และ วิฑูรย์ (2554) ได้ทำการศึกษาไว้ พบว่าสายพันธุ์ 22 เป็นสายพันธุ์ที่มีความสูงเฉลี่ยอยู่ใน 20 ลำดับแรก ซึ่งต่างจากสายพันธุ์ 227 ที่ความสูงไม่ได้อยู่ใน 20 ลำดับแรก แสดงให้เห็นว่า สายพันธุ์ 22 เป็นสายพันธุ์ที่มีการเติบโตทางด้านความสูงมากกว่าสายพันธุ์อื่นๆ ในขณะที่ สายพันธุ์ 227 เป็นสายพันธุ์ที่มีการเติบโตทางด้านความสูงมีค่าน้อยในช่วงอายุน้อย แต่เมื่ออายุมากขึ้นสามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพพื้นที่ปลูกได้มากขึ้นทำให้การเติบโตทางด้านความสูงเพิ่มมากขึ้น

#### การเติบโตทางเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก

การศึกษากการเติบโตทางเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกของยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส อายุ 2 และ 3 ปี พบว่า ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส จาก 23 ถิ่นกำเนิด มีเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติระหว่างถิ่นกำเนิด ( $p < 0.01$ ) โดยยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส อายุ 2 และ 3 ปี มีเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ยแต่ละถิ่นกำเนิดอยู่ในช่วง 4.39-5.37 และ 6.04-7.29 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 11 และ 12) เมื่อพิจารณารายละเอียดในแต่ละถิ่นกำเนิด พบว่า ถิ่นกำเนิด Morehead River, Mount Mulgrave และ Lynd Junction มีเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกอยู่ในลำดับแรก ทั้งอายุ 2 และ 3 ปี ในขณะที่ถิ่นกำเนิด Headwaters-Emureka Creek เป็นถิ่นกำเนิดที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ยที่ค่อนข้างต่ำ เช่นเดียวกับความสูง แสดงให้เห็นว่า ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส จากถิ่นกำเนิดนี้ไม่สามารถปรับตัวให้เข้ากับพื้นที่ปลูก ทำให้มีการเติบโตที่ค่อนข้างต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับถิ่นกำเนิดอื่น

เมื่อวิเคราะห์ค่าความเพิ่มพูนปีปัจจุบันของเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก พบว่า มีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างถิ่นกำเนิด ( $p = 0.08$ ) โดยค่าเฉลี่ยของแต่ละถิ่นกำเนิดอยู่ในช่วง 1.57-2.06 เซนติเมตรต่อปี ถิ่นกำเนิดที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดในลำดับแรกๆ ได้แก่ ถิ่นกำเนิด Lannard River, Morehead River, Mount Mulgrave และ Kennedy River เห็นได้ว่า

ตารางที่ 10 ความเพิ่มพูนปีปัจจุบัน (พ.ศ. 2551-2552) ของความสูงของยูคาลิปตัส คามาล  
ตุเลนซิส จำนวน 20 สายพันธุ์ ที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด ในแปลงทดสอบลูกไม้ รุ่นที่ 2

| ลำดับที่                   | สายพันธุ์ | ถิ่นกำเนิด               | ความเพิ่มพูนปีปัจจุบัน (เมตรต่อปี) |
|----------------------------|-----------|--------------------------|------------------------------------|
| 1                          | 22        | Eccles Creek/Tributaries | 4.45 ± 1.09                        |
| 2                          | 227       | Morehead River           | 4.42 ± 2.12                        |
| 3                          | 33        | Eureka Creek/Tributaries | 4.36 ± 2.83                        |
| 4                          | 217       | Eureka Creek/Tributaries | 4.34 ± 1.54                        |
| 5                          | 154       | Petford Bridge           | 4.27 ± 1.26                        |
| 6                          | 203       | Healeys Yard             | 4.23 ± 1.53                        |
| 7                          | 61        | Eureka Creek/Tributaries | 4.22 ± 1.53                        |
| 8                          | 13        | Eccles Creek/Tributaries | 4.21 ± 1.23                        |
| 9                          | 219       | Eureka Creek/Tributaries | 4.21 ± 1.28                        |
| 10                         | 188       | Healeys Yard             | 4.20 ± 1.40                        |
| 11                         | 163       | Walsh River Rockwood     | 4.20 ± 1.17                        |
| 12                         | 60        | Eureka Creek/Tributaries | 4.19 ± 0.88                        |
| 13                         | 166       | Mount Mulgrave           | 4.19 ± 0.97                        |
| 14                         | 218       | Eureka Creek/Tributaries | 4.19 ± 1.49                        |
| 15                         | 156       | Petford Bridge           | 4.18 ± 1.13                        |
| 16                         | 96        | Montalbion               | 4.15 ± 1.69                        |
| 17                         | 997       | Thai land race (control) | 4.14 ± 1.25                        |
| 18                         | 112       | Eureka Creek/Tributaries | 4.13 ± 0.77                        |
| 19                         | 183       | Lynd Junction            | 4.13 ± 1.64                        |
| 20                         | 56        | Eureka Creek/Tributaries | 4.12 ± 1.49                        |
| ค่าเฉลี่ย 20 สายพันธุ์     |           |                          | 4.23 ± 1.41                        |
| ค่าเฉลี่ย 120 สายพันธุ์    |           |                          | 3.67 ± 1.14                        |
| p-value ทั้ง 120 สายพันธุ์ |           |                          | <0.01                              |

หมายเหตุ ความเพิ่มพูนปีปัจจุบันที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตารางที่ 11 เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกของยูคาลิปตัส ความลาดชัน อายุ 2 ปี แยกตามถิ่นกำเนิด

| ลำดับที่ | หมายเลข<br>ถิ่นกำเนิด | ถิ่นกำเนิด                           | เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก<br>(เซนติเมตร) |
|----------|-----------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------|
| 1        | 18                    | Mount Mulgrave                       | 5.37 ± 1.22 a                           |
| 2        | 15                    | Lynd Junction                        | 5.34 ± 1.42 a                           |
| 3        | 24                    | Morehead River                       | 5.34 ± 1.49 a                           |
| 4        | 14                    | Petford Bridge                       | 5.33 ± 1.54 a                           |
| 5        | 6                     | Petford Bridge                       | 5.27 ± 1.15 a                           |
| 6        | 33                    | Thai selection                       | 5.24 ± 1.68 a                           |
| 7        | 23                    | Kennedy River                        | 5.24 ± 1.58 a                           |
| 8        | 16                    | Healeys Yard                         | 5.18 ± 1.56 a                           |
| 9        | 11                    | Flat Rock Pool                       | 5.07 ± 1.45 abc                         |
| 10       | 9                     | Eureka Creek/Tributaries             | 5.03 ± 1.52 abc                         |
| 11       | 7                     | Eccles Creek/Tributaries             | 5.00 ± 1.50 abcd                        |
| 12       | 25                    | Katherine                            | 4.98 ± 1.07 abcd                        |
| 13       | 31                    | Lannard River                        | 4.97 ± 1.38 abcd                        |
| 14       | 10                    | Mishap Creek                         | 4.94 ± 1.48 abcd                        |
| 15       | 5                     | Emuford                              | 4.93 ± 1.44 abcd                        |
| 16       | 13                    | Walsh River Rockwood                 | 4.87 ± 1.43 abcde                       |
| 17       | 3                     | Headwaters-Emu Creek                 | 4.84 ± 1.41 bcde                        |
| 18       | 1                     | Hales Siding                         | 4.77 ± 1.31 cdef                        |
| 19       | 17                    | Palmerlyville                        | 4.76 ± 1.42 cdef                        |
| 20       | 4                     | Montalbion                           | 4.68 ± 1.50 defg                        |
| 21       | 12                    | Walsh River-Walsh Emu Creek Junction | 4.57 ± 1.46 efg                         |
| 22       | 34                    | Thai land race (control)             | 4.49 ± 1.30 fg                          |
| 23       | 8                     | Headwaters-Emureka Creek             | 4.39 ± 1.36 g                           |
| p-value  |                       |                                      | <0.01                                   |

หมายเหตุ เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ที่แสดงด้วยอักษรเหมือนกันมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \geq 0.05$ )

ตารางที่ 12 เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกของยูคาลิปตัส ความลาดชัน อายุ 3 ปี แยกตามถิ่นกำเนิด

| ลำดับที่ | หมายเลข<br>ถิ่นกำเนิด | ถิ่นกำเนิด                           | เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก<br>(เซนติเมตร) |
|----------|-----------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------|
| 1        | 24                    | Morehead River                       | 7.29 ± 1.43 a                           |
| 2        | 18                    | Mount Mulgrave                       | 7.26 ± 1.05 a                           |
| 3        | 31                    | Lannard River                        | 7.20 ± 1.71 a                           |
| 4        | 23                    | Kennedy River                        | 7.14 ± 1.55 a                           |
| 5        | 15                    | Lynd Junction                        | 7.14 ± 1.34 a                           |
| 6        | 14                    | Petford Bridge                       | 7.11 ± 1.51 a                           |
| 7        | 6                     | Petford Bridge                       | 7.09 ± 0.89 a                           |
| 8        | 16                    | Healeys Yard                         | 7.06 ± 1.33 a                           |
| 9        | 33                    | Thai selection                       | 7.06 ± 1.66 a                           |
| 10       | 11                    | Flat Rock Pool                       | 6.95 ± 1.36 ab                          |
| 11       | 25                    | Katherine                            | 6.88 ± 0.83 ab                          |
| 12       | 9                     | Eureka Creek/Tributaries             | 6.85 ± 1.53 ab                          |
| 13       | 7                     | Eccles Creek/Tributaries             | 6.77 ± 1.46 ab                          |
| 14       | 5                     | Emuford                              | 6.65 ± 1.31 ab                          |
| 15       | 13                    | Walsh River Rockwood                 | 6.65 ± 1.05 ab                          |
| 16       | 10                    | Mishap Creek                         | 6.60 ± 1.38 ab                          |
| 17       | 3                     | Headwaters-Emu Creek                 | 6.54 ± 0.97 ab                          |
| 18       | 17                    | Palmerlyville                        | 6.51 ± 1.36 ab                          |
| 19       | 1                     | Hales Siding                         | 6.45 ± 1.17 ab                          |
| 20       | 4                     | Montalbion                           | 6.42 ± 1.05 ab                          |
| 21       | 12                    | Walsh River-Walsh Emu Creek Junction | 6.36 ± 1.18 ab                          |
| 22       | 8                     | Headwaters-Emureka Creek             | 6.09 ± 1.26 b                           |
| 23       | 34                    | Thai land race (control)             | 6.04 ± 1.13 b                           |
| p-value  |                       |                                      | <0.01                                   |

หมายเหตุ เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ที่แสดงด้วยอักษรเหมือนกันมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \geq 0.05$ )

ทั้งถิ่นกำเนิด Morehead River และ Mount Mulgrave นอกจากจะมีเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกอยู่ในลำดับแรกๆ แล้ว ความเพิ่มพูนปีปัจจุบันยังมีค่ามากกว่าถิ่นกำเนิดอื่นๆ อีกด้วย ในขณะที่ถิ่นกำเนิด Lannard River และ Kennedy River แม้เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเมื่ออายุ 2 ปี จะไม่ได้อยู่ในลำดับแรกๆ แต่เมื่ออายุมากขึ้น เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกมีค่าเพิ่มมากขึ้นจนกระทั่งอยู่ในลำดับแรกๆ ทำให้ความเพิ่มพูนปีปัจจุบันมีค่ามากกว่าสายพันธุ์อื่น (ตารางที่ 13)

จากการเปรียบเทียบเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกของยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส ทั้ง 120 สายพันธุ์ พบว่า มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติระหว่างสายพันธุ์ ( $p < 0.01$ ) ที่อายุ 2 และ 3 ปี โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.02 และ 6.78 เซนติเมตร ตามลำดับ ในขณะที่สายพันธุ์ 20 ลำดับแรก มีค่าเฉลี่ย 5.84 และ 7.74 เซนติเมตร ตามลำดับ โดยสายพันธุ์ที่มาจากถิ่นกำเนิด Eureka Creek/Tributaries (สายพันธุ์ 61) Healeys Yard (สายพันธุ์ 188) และ Kennedy River (สายพันธุ์ 219) มีเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกอยู่ในลำดับแรก ทั้งอายุ 2 และ 3 ปี (ตารางที่ 14 และ 15) เมื่อเปรียบเทียบกับยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส ในแปลงทดสอบลูกไม้ รุ่นที่ 2 อายุ 2 ปี ของสวนป่าลาดกระทิง จังหวัดฉะเชิงเทรา พบว่า มีเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ย 5.1 เซนติเมตร ซึ่งใกล้เคียงกับการศึกษาในครั้งนี้ แต่มีความแตกต่างในด้านการเติบโตของถิ่นกำเนิด โดยถิ่นกำเนิด Headwaters-Emureka Creek เป็นถิ่นกำเนิดที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกสูงที่สุดของสวนป่าลาดกระทิงแต่มีค่าต่ำสุดในการศึกษาครั้งนี้ ในขณะที่ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส อายุ 3 ปี ของสถานีวิจัยราชบุรี จังหวัดราชบุรี มีเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ย 3.89 เซนติเมตร (วิฑูรย์ และคณะ, 2553) ซึ่งมีค่าน้อยกว่าการศึกษาในครั้งนี้ โดยถิ่นกำเนิด Katherine เป็นถิ่นกำเนิดที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกสูงที่สุดแต่มีค่าต่ำสุดในการศึกษาครั้งนี้ ทั้งนี้สายพันธุ์ที่นำมาทดสอบ ณ สวนป่าลาดกระทิงและสถานีวิจัยราชบุรี เป็นสายพันธุ์จากแม่ไม้ที่ใช้ในการศึกษาในครั้งนี้ด้วยดังที่ได้กล่าวแล้วข้างต้น จากผลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า นอกจากการเติบโตในแต่ละพื้นที่ที่แตกต่างกันแล้ว ลักษณะการเติบโตของแต่ละถิ่นกำเนิดยังแตกต่างกันด้วย จึงควรมีการทดสอบปฏิสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ปลูกกับสายพันธุ์เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ต้องการในการคัดเลือกสายพันธุ์ในแต่ละพื้นที่ต่อไป

เมื่อคำนวณเป็นค่าความเพิ่มพูนปีปัจจุบันของเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก พบว่า ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส ทั้ง 120 สายพันธุ์ มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติระหว่างสายพันธุ์ ( $p < 0.01$ ) โดยค่าเฉลี่ยของทุกสายพันธุ์มีค่าเท่ากับ 1.78 เซนติเมตรต่อปี ในขณะที่สายพันธุ์ 20 ลำดับแรก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.11 เซนติเมตรต่อปี โดยสายพันธุ์ที่อยู่ในลำดับแรกๆ ได้แก่ สายพันธุ์จากถิ่นกำเนิด Emuford (สายพันธุ์ 76), Eureka Creek/Tributaries (สายพันธุ์ 61), Healeys Yard (สายพันธุ์ 203) และ Morehead River (สายพันธุ์ 227) โดยสายพันธุ์ 61 เป็นสายพันธุ์ที่มีทั้งเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกและความเพิ่มพูนปีปัจจุบันที่มากกว่าสายพันธุ์

**ตารางที่ 13** ความเพิ่มพูนปีปัจจุบัน (พ.ศ. 2551-2552) ของเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกของ  
ยูคาลิปตัส คามาลตูเลนซิส แยกตามถิ่นกำเนิด

| ลำดับที่ | หมายเลข<br>ถิ่นกำเนิด | ถิ่นกำเนิด                           | ความเพิ่มพูนปีปัจจุบัน<br>(เซนติเมตรต่อปี) |
|----------|-----------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------|
| 1        | 31                    | Lannard River                        | 2.06 ± 0.91 a                              |
| 2        | 24                    | Morehead River                       | 1.96 ± 0.48 ab                             |
| 3        | 18                    | Mount Mulgrave                       | 1.92 ± 0.54 ab                             |
| 4        | 23                    | Kennedy River                        | 1.91 ± 0.45 abc                            |
| 5        | 25                    | Katherine                            | 1.90 ± 0.37 abc                            |
| 6        | 11                    | Flat Rock Pool                       | 1.88 ± 0.63 abc                            |
| 7        | 15                    | Lynd Junction                        | 1.87 ± 0.49 abc                            |
| 8        | 16                    | Healeys Yard                         | 1.87 ± 0.46 abc                            |
| 9        | 5                     | Emuford                              | 1.84 ± 0.56 abc                            |
| 10       | 14                    | Petford Bridge                       | 1.84 ± 0.58 abc                            |
| 11       | 9                     | Eureka Creek/Tributaries             | 1.83 ± 0.60 abc                            |
| 12       | 33                    | Thai selection                       | 1.83 ± 0.53 abc                            |
| 13       | 6                     | Petford Bridge                       | 1.83 ± 0.50 abc                            |
| 14       | 12                    | Walsh River-Walsh Emu Creek Junction | 1.80 ± 0.47 abc                            |
| 15       | 17                    | Palmerlyville                        | 1.79 ± 0.47 abc                            |
| 16       | 7                     | Eccles Creek/Tributaries             | 1.77 ± 0.56 abc                            |
| 17       | 13                    | Walsh River Rockwood                 | 1.77 ± 0.59 abc                            |
| 18       | 8                     | Headwaters-Emureka Creek             | 1.71 ± 0.71 bc                             |
| 19       | 4                     | Montalbion                           | 1.70 ± 0.42 bc                             |
| 20       | 10                    | Mishap Creek                         | 1.68 ± 0.49 bc                             |
| 21       | 1                     | Hales Siding                         | 1.68 ± 0.44 bc                             |
| 22       | 3                     | Headwaters-Emu Creek                 | 1.68 ± 0.46 bc                             |
| 23       | 34                    | Thai land race (control)             | 1.57 ± 0.46 c                              |
| p-value  |                       |                                      | 0.08                                       |

**หมายเหตุ** ความเพิ่มพูนปีปัจจุบัน (ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ที่แสดงด้วยอักษร  
เหมือนกันมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \geq 0.05$ )

ตารางที่ 14 เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกของยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส จำนวน 20 สายพันธุ์ ที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด เมื่ออายุ 2 ปี ในแปลงทดสอบลูกไม้ รุ่นที่ 2

| ลำดับที่                   | สายพันธุ์ | ถิ่นกำเนิด               | เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (เซนติเมตร) |
|----------------------------|-----------|--------------------------|--------------------------------------|
| 1                          | 188       | Healeys Yard             | 6.04 ± 1.56                          |
| 2                          | 187       | Healeys Yard             | 6.01 ± 1.83                          |
| 3                          | 219       | Kennedy River            | 6.00 ± 1.41                          |
| 4                          | 61        | Eureka Creek/Tributaries | 5.94 ± 1.71                          |
| 5                          | 60        | Eureka Creek/Tributaries | 5.93 ± 1.21                          |
| 6                          | 182       | Lynd Junction            | 5.93 ± 1.60                          |
| 7                          | 236       | Thai selection           | 5.89 ± 1.66                          |
| 8                          | 203       | Healeys Yard             | 5.88 ± 1.54                          |
| 9                          | 184       | Lynd Junction            | 5.86 ± 1.38                          |
| 10                         | 227       | Morehead River           | 5.84 ± 1.18                          |
| 11                         | 19        | Eccles Creek/Tributaries | 5.83 ± 1.58                          |
| 12                         | 26        | Eccles Creek/Tributaries | 5.82 ± 1.54                          |
| 13                         | 155       | Petford Bridge           | 5.81 ± 1.47                          |
| 14                         | 129       | Flat Rock Pool           | 5.80 ± 1.29                          |
| 15                         | 145       | Petford Bridge           | 5.73 ± 1.55                          |
| 16                         | 130       | Flat Rock Pool           | 5.73 ± 1.37                          |
| 17                         | 232       | Thai selection           | 5.73 ± 1.69                          |
| 18                         | 166       | Mount Mulgrave           | 5.69 ± 1.04                          |
| 19                         | 7         | Eccles Creek/Tributaries | 5.69 ± 2.08                          |
| 20                         | 228       | Morehead River           | 5.69 ± 1.35                          |
| ค่าเฉลี่ย 20 สายพันธุ์     |           |                          | 5.84 ± 1.50                          |
| ค่าเฉลี่ย 120 สายพันธุ์    |           |                          | 5.02 ± 1.50                          |
| p-value ทั้ง 120 สายพันธุ์ |           |                          | <0.01                                |

หมายเหตุ เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

**ตารางที่ 15** เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกของยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส จำนวน 20 สายพันธุ์ ที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด เมื่ออายุ 3 ปี ในแปลงทดสอบลูกไม้ รุ่นที่ 2

| ลำดับที่                   | สายพันธุ์ | ถิ่นกำเนิด               | เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (เซนติเมตร) |
|----------------------------|-----------|--------------------------|--------------------------------------|
| 1                          | 219       | Kennedy River            | 8.19 ± 1.72                          |
| 2                          | 227       | Morehead River           | 8.06 ± 1.65                          |
| 3                          | 203       | Healeys Yard             | 8.05 ± 1.95                          |
| 4                          | 188       | Healeys Yard             | 8.03 ± 2.09                          |
| 5                          | 61        | Eureka Creek/Tributaries | 7.83 ± 2.37                          |
| 6                          | 26        | Eccles Creek/Tributaries | 7.83 ± 1.96                          |
| 7                          | 60        | Eureka Creek/Tributaries | 7.82 ± 1.59                          |
| 8                          | 226       | Morehead River           | 7.78 ± 2.31                          |
| 9                          | 218       | Kennedy River            | 7.76 ± 2.09                          |
| 10                         | 199       | Healeys Yard             | 7.73 ± 1.76                          |
| 11                         | 228       | Morehead River           | 7.70 ± 1.41                          |
| 12                         | 232       | Thai selection           | 7.66 ± 2.20                          |
| 13                         | 236       | Thai selection           | 7.65 ± 2.09                          |
| 14                         | 129       | Flat Rock Pool           | 7.63 ± 1.73                          |
| 15                         | 166       | Mount Mulgrave           | 7.57 ± 1.49                          |
| 16                         | 184       | Lynd Junction            | 7.54 ± 1.63                          |
| 17                         | 71        | Petford Bridge           | 7.54 ± 1.45                          |
| 18                         | 56        | Eureka Creek/Tributaries | 7.54 ± 1.63                          |
| 19                         | 155       | Petford Bridge           | 7.49 ± 1.98                          |
| 20                         | 182       | Lynd Junction            | 7.48 ± 2.15                          |
| ค่าเฉลี่ย 20 สายพันธุ์     |           |                          | 7.74 ± 1.86                          |
| ค่าเฉลี่ย 120 สายพันธุ์    |           |                          | 6.78 ± 1.91                          |
| p-value ทั้ง 120 สายพันธุ์ |           |                          | <0.01                                |

**หมายเหตุ** เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

อื่น ในขณะที่สายพันธุ์ 203 และ 227 แม้ในช่วงอายุ 2 ปี จะมีเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกไม่มากนัก แต่เมื่ออายุ 3 ปี เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกมีค่าเพิ่มมากขึ้นทำให้ความเพิ่มพูนปีปัจจุบันของเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกอยู่ในลำดับแรกๆ (ตารางที่ 16 และตารางผนวกที่ 4) และเมื่อพิจารณาเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกที่อายุ 1 ปี ซึ่งสาพิศ และ วิฑูรย์ (2554) ได้ทำการศึกษาไว้พบว่า สายพันธุ์ 227 มีเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกอยู่ในลำดับที่ 15 ของ 20 ลำดับแรก แสดงให้เห็นว่า สายพันธุ์ดังกล่าวนี้มีการเติบโตทางด้านเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกน้อยในช่วงแรก แต่เมื่ออายุมากขึ้นการเติบโตทางด้านเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกมีค่าเพิ่มมากขึ้น

### มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน

การประมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส เมื่ออายุ 2 และ 3 ปี โดยใช้สมการแอลโลเมตรีของจอร์จ (2546) มาประเมินหาปริมาณมวลชีวภาพในส่วนของลำต้น กิ่ง และใบ ได้เป็นผลรวมมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า มวลชีวภาพเหนือพื้นดินของยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส ทั้ง 23 ถิ่นกำเนิด มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติระหว่างถิ่นกำเนิด ( $p < 0.01$ ) ทั้งอายุ 2 และ 3 ปี โดยมวลชีวภาพเหนือพื้นดินแต่ละถิ่นกำเนิดมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 2.83-4.73 และ 8.60-12.62 กิโลกรัมต่อต้นตามลำดับ (ตารางที่ 17 และ 18) เมื่อพิจารณารายละเอียดในแต่ละถิ่นกำเนิด พบว่า ถิ่นกำเนิด Lynd Junction, Kennedy River, Morehead River และแหล่งเมล็ดที่คัดเลือกในประเทศไทย มีมวลชีวภาพเหนือพื้นดินอยู่ในลำดับแรก ทั้งอายุ 2 และ 3 ปี

เมื่อวิเคราะห์ค่าความเพิ่มพูนปีปัจจุบันของมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน พบว่า มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติระหว่างถิ่นกำเนิด ( $p < 0.01$ ) โดยค่าเฉลี่ยของแต่ละถิ่นกำเนิดอยู่ในช่วง 5.46-8.14 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี หรือคิดเป็น 1.94-2.90 ต้นต่อไร่ต่อปี ถิ่นกำเนิดที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดในลำดับแรกๆ ได้แก่ ถิ่นกำเนิด Kennedy River, Morehead River และแหล่งเมล็ดที่คัดเลือกในประเทศไทย เห็นได้ว่าทั้งสามถิ่นกำเนิด นอกจากจะมีมวลชีวภาพเหนือพื้นดินอยู่ในลำดับแรกๆ แล้ว ความเพิ่มพูนปีปัจจุบันยังมีค่ามากกว่าถิ่นกำเนิดอื่นๆ อีกด้วย (ตารางที่ 19) ผลการศึกษายังแสดงให้เห็นถึงความสำเร็จของการปรับปรุงพันธุ์จากการคัดเลือก โดยแหล่งเมล็ดที่คัดเลือกในประเทศไทยมีมวลชีวภาพเหนือพื้นดินที่อายุ 3 ปี มากกว่าแหล่งเมล็ดทั่วไปในประเทศไทยถึงร้อยละ 45

**ตารางที่ 16** ความเพิ่มพูนปีปัจจุบัน (พ.ศ. 2551-2552) ของเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกของ  
ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส จำนวน 20 สายพันธุ์ ที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดในแปลง  
ทดสอบลูกไม้ รุ่นที่ 2

| ลำดับที่                   | สายพันธุ์ | ถิ่นกำเนิด               | ความเพิ่มพูนปีปัจจุบัน<br>(เซนติเมตรต่อปี) |
|----------------------------|-----------|--------------------------|--------------------------------------------|
| 1                          | 76        | Emuford                  | 2.36 ± 1.10                                |
| 2                          | 61        | Eureka Creek/Tributaries | 2.31 ± 1.00                                |
| 3                          | 203       | Healeys Yard             | 2.22 ± 0.52                                |
| 4                          | 227       | Morehead River           | 2.21 ± 0.94                                |
| 5                          | 56        | Eureka Creek/Tributaries | 2.14 ± 0.89                                |
| 6                          | 156       | Petford Bridge           | 2.14 ± 1.03                                |
| 7                          | 199       | Healeys Yard             | 2.13 ± 0.44                                |
| 8                          | 224       | Morehead River           | 2.12 ± 0.65                                |
| 9                          | 218       | Kennedy River            | 2.10 ± 0.41                                |
| 10                         | 219       | Kennedy River            | 2.10 ± 0.58                                |
| 11                         | 226       | Morehead River           | 2.08 ± 0.84                                |
| 12                         | 52        | Eureka Creek/Tributaries | 2.07 ± 0.65                                |
| 13                         | 183       | Lynd Junction            | 2.07 ± 0.71                                |
| 14                         | 209       | Lannard River            | 2.06 ± 0.91                                |
| 15                         | 232       | Thai selection           | 2.05 ± 0.75                                |
| 16                         | 22        | Eccles Creek/Tributaries | 2.04 ± 0.83                                |
| 17                         | 236       | Thai selection           | 2.03 ± 0.69                                |
| 18                         | 196       | Healeys Yard             | 2.03 ± 0.60                                |
| 19                         | 228       | Morehead River           | 2.02 ± 0.49                                |
| 20                         | 172       | Palmerlyville            | 2.00 ± 0.63                                |
| ค่าเฉลี่ย 20 สายพันธุ์     |           |                          | 2.11 ± 0.73                                |
| ค่าเฉลี่ย 120 สายพันธุ์    |           |                          | 1.78 ± 0.70                                |
| p-value ทั้ง 120 สายพันธุ์ |           |                          | <0.01                                      |

**หมายเหตุ** ความเพิ่มพูนปีปัจจุบันที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตารางที่ 17 มวลชีวภาพเนื้อพื้นดินของยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส อายุ 2 ปี แยกตามถิ่นกำเนิด

| ลำดับที่ | หมายเลข<br>ถิ่นกำเนิด | ถิ่นกำเนิด                           | มวลชีวภาพเนื้อพื้นดิน<br>(กิโลกรัมต่อต้น) |
|----------|-----------------------|--------------------------------------|-------------------------------------------|
| 1        | 24                    | Morehead River                       | 4.73 ± 2.47 a                             |
| 2        | 33                    | Thai selection                       | 4.72 ± 2.65 a                             |
| 3        | 15                    | Lynd Junction                        | 4.60 ± 2.31 ab                            |
| 4        | 14                    | Petford Bridge                       | 4.50 ± 2.38 abc                           |
| 5        | 23                    | Kennedy River                        | 4.48 ± 2.29 abc                           |
| 6        | 31                    | Lannard River                        | 4.46 ± 3.38 abc                           |
| 7        | 16                    | Healeys Yard                         | 4.46 ± 2.18 abc                           |
| 8        | 18                    | Mount Mulgrave                       | 4.46 ± 1.62 abc                           |
| 9        | 6                     | Petford Bridge                       | 4.25 ± 1.42 abc                           |
| 10       | 7                     | Eccles Creek/Tributaries             | 4.12 ± 2.15 abcd                          |
| 11       | 9                     | Eureka Creek/Tributaries             | 4.12 ± 2.18 abcd                          |
| 12       | 11                    | Flat Rock Pool                       | 4.06 ± 1.97 abcd                          |
| 13       | 10                    | Mishap Creek                         | 3.98 ± 2.08 abcd                          |
| 14       | 13                    | Walsh River Rockwood                 | 3.94 ± 1.78 abcd                          |
| 15       | 25                    | Katherine                            | 3.85 ± 1.54 abcd                          |
| 16       | 5                     | Emuford                              | 3.79 ± 2.09 abcd                          |
| 17       | 3                     | Headwaters-Emu Creek                 | 3.71 ± 1.58 abcd                          |
| 18       | 17                    | Palmerlyville                        | 3.67 ± 2.09 abcd                          |
| 19       | 1                     | Hales Siding                         | 3.60 ± 1.85 abcd                          |
| 20       | 4                     | Montalbion                           | 3.60 ± 1.77 abcd                          |
| 21       | 12                    | Walsh River-Walsh Emu Creek Junction | 3.25 ± 1.63 bcd                           |
| 22       | 34                    | Thai land race (control)             | 3.14 ± 1.59 cd                            |
| 23       | 8                     | Headwaters-Emureka Creek             | 2.83 ± 1.08 d                             |
| p-value  |                       |                                      | <0.01                                     |

หมายเหตุ มวลชีวภาพเนื้อพื้นดิน (ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ที่แสดงด้วยอักษรเหมือนกันมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \geq 0.05$ )

ตารางที่ 18 มวลชีวภาพเนื้อพื้นดินของยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส อายุ 3 ปี แยกตามถิ่นกำเนิด

| ลำดับที่ | หมายเลข<br>ถิ่นกำเนิด | ถิ่นกำเนิด                           | มวลชีวภาพเนื้อพื้นดิน<br>(กิโลกรัมต่อต้น) |        |     |
|----------|-----------------------|--------------------------------------|-------------------------------------------|--------|-----|
| 1        | 23                    | Kennedy River                        | 12.62                                     | ± 5.70 | a   |
| 2        | 24                    | Morehead River                       | 12.61                                     | ± 5.34 | a   |
| 3        | 33                    | Thai selection                       | 12.48                                     | ± 5.99 | a   |
| 4        | 15                    | Lynd Junction                        | 12.23                                     | ± 5.17 | a   |
| 5        | 18                    | Mount Mulgrave                       | 12.15                                     | ± 3.41 | a   |
| 6        | 14                    | Petford Bridge                       | 12.11                                     | ± 5.01 | a   |
| 7        | 16                    | Healeys Yard                         | 12.01                                     | ± 4.94 | ab  |
| 8        | 6                     | Petford Bridge                       | 11.90                                     | ± 3.45 | ab  |
| 9        | 31                    | Lannard River                        | 11.69                                     | ± 6.01 | abc |
| 10       | 11                    | Flat Rock Pool                       | 11.43                                     | ± 4.86 | abc |
| 11       | 9                     | Eureka Creek/Tributaries             | 11.35                                     | ± 5.29 | abc |
| 12       | 7                     | Eccles Creek/Tributaries             | 11.09                                     | ± 5.34 | abc |
| 13       | 25                    | Katherine                            | 11.02                                     | ± 3.80 | abc |
| 14       | 13                    | Walsh River Rockwood                 | 10.53                                     | ± 3.16 | abc |
| 15       | 10                    | Mishap Creek                         | 10.31                                     | ± 4.51 | abc |
| 16       | 5                     | Emuford                              | 10.26                                     | ± 4.42 | abc |
| 17       | 3                     | Headwaters-Emu Creek                 | 10.04                                     | ± 3.75 | abc |
| 18       | 4                     | Montalbion                           | 10.00                                     | ± 3.84 | abc |
| 19       | 17                    | Palmerlyville                        | 9.98                                      | ± 4.55 | abc |
| 20       | 1                     | Hales Siding                         | 9.81                                      | ± 4.06 | abc |
| 21       | 12                    | Walsh River-Walsh Emu Creek Junction | 9.47                                      | ± 3.81 | abc |
| 22       | 8                     | Headwaters-Emureka Creek             | 8.77                                      | ± 3.46 | bc  |
| 23       | 34                    | Thai land race (control)             | 8.60                                      | ± 3.69 | c   |
| p-value  |                       |                                      | <0.01                                     |        |     |

หมายเหตุ มวลชีวภาพเนื้อพื้นดิน (ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ที่แสดงด้วยอักษรเหมือนกันมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \geq 0.05$ )

**ตารางที่ 19** ความเพิ่มพูนปีปัจจุบัน (พ.ศ. 2551-2552) ของมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส แยกตามถิ่นกำเนิด

| ลำดับที่ | หมายเลข<br>ถิ่นกำเนิด | ถิ่นกำเนิด                           | ความเพิ่มพูนปีปัจจุบัน<br>(กิโลกรัมต่อต้นต่อปี) |
|----------|-----------------------|--------------------------------------|-------------------------------------------------|
| 1        | 23                    | Kennedy River                        | 8.14 ± 3.62 a                                   |
| 2        | 24                    | Morehead River                       | 7.88 ± 3.14 ab                                  |
| 3        | 33                    | Thai selection                       | 7.76 ± 3.62 ab                                  |
| 4        | 18                    | Mount Mulgrave                       | 7.70 ± 2.30 ab                                  |
| 5        | 6                     | Petford Bridge                       | 7.65 ± 2.33 ab                                  |
| 6        | 15                    | Lynd Junction                        | 7.63 ± 3.12 ab                                  |
| 7        | 14                    | Petford Bridge                       | 7.60 ± 3.07 ab                                  |
| 8        | 16                    | Healeys Yard                         | 7.55 ± 3.00 ab                                  |
| 9        | 11                    | Flat Rock Pool                       | 7.37 ± 3.26 abc                                 |
| 10       | 31                    | Lannard River                        | 7.23 ± 3.40 abc                                 |
| 11       | 9                     | Eureka Creek/Tributaries             | 7.21 ± 3.43 abc                                 |
| 12       | 25                    | Katherine                            | 7.18 ± 2.42 abc                                 |
| 13       | 7                     | Eccles Creek/Tributaries             | 6.97 ± 3.44 abc                                 |
| 14       | 13                    | Walsh River Rockwood                 | 6.59 ± 1.87 abc                                 |
| 15       | 5                     | Emuford                              | 6.47 ± 2.69 abc                                 |
| 16       | 4                     | Montalbion                           | 6.40 ± 2.35 abc                                 |
| 17       | 3                     | Headwaters-Emu Creek                 | 6.34 ± 2.50 abc                                 |
| 18       | 10                    | Mishap Creek                         | 6.33 ± 2.57 abc                                 |
| 19       | 17                    | Palmerlyville                        | 6.31 ± 2.70 abc                                 |
| 20       | 12                    | Walsh River-Walsh Emu Creek Junction | 6.21 ± 2.40 abc                                 |
| 21       | 1                     | Hales Siding                         | 6.21 ± 2.44 abc                                 |
| 22       | 8                     | Headwaters-Emureka Creek             | 5.94 ± 2.62 bc                                  |
| 23       | 34                    | Thai land race (control)             | 5.46 ± 2.36 c                                   |
| p-value  |                       |                                      | <0.01                                           |

**หมายเหตุ** ความเพิ่มพูนปีปัจจุบัน (ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ที่แสดงด้วยอักษรเหมือนกันมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \geq 0.05$ )

เมื่อเปรียบเทียบมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของยูคาลิปตัส ความลาดชันของพื้นที่ ทั้ง 120 สายพันธุ์ มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติระหว่างสายพันธุ์ ( $p < 0.01$ ) ทั้งอายุ 2 และ 3 ปี โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.07 และ 11.11 กิโลกรัมต่อต้น ตามลำดับ ในขณะที่สายพันธุ์ 20 ลำดับแรก มีค่าเฉลี่ย 5.50 และ 14.52 กิโลกรัมต่อต้น ตามลำดับ โดยสายพันธุ์ที่มาจากถิ่นกำเนิด Healeys Yard (สายพันธุ์ 188 และ 203) และ Kennedy River (สายพันธุ์ 219) มีมวลชีวภาพเหนือพื้นดินอยู่ในลำดับแรก ทั้งอายุ 2 และ 3 ปี ในขณะที่ถิ่นกำเนิด Eccles Creek/Tributaries (สายพันธุ์ 26) และแหล่งเมล็ดที่คัดเลือกในประเทศไทย (สายพันธุ์ 236) มวลชีวภาพเหนือพื้นดินมีค่าลดลงเมื่ออายุมากขึ้น ทำให้ลำดับมีการเปลี่ยนแปลงเมื่ออายุ 3 ปี (ตารางที่ 20 และ 21)

เมื่อวิเคราะห์ค่าความเพิ่มพูนปีปัจจุบันของมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน พบว่า ยูคาลิปตัส ความลาดชันของพื้นที่ ทั้ง 120 สายพันธุ์ มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติระหว่างสายพันธุ์ ( $p < 0.01$ ) โดยค่าเฉลี่ยของทุกสายพันธุ์มีค่าเท่ากับ 7.01 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี หรือคิดเป็น 2.50 ต้นต่อไร่ต่อปี ในขณะที่สายพันธุ์ 20 ลำดับแรก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.12 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี หรือคิดเป็น 3.25 ต้นต่อไร่ต่อปี โดยสายพันธุ์ที่อยู่ในลำดับแรกๆ ได้แก่ สายพันธุ์จากถิ่นกำเนิด Eureka Creek/Tributaries (สายพันธุ์ 61), Kennedy River (สายพันธุ์ 219), Morehead River (สายพันธุ์ 227) และ Healeys Yard (สายพันธุ์ 203 และ 188) โดยสายพันธุ์ 188, 203 และ 219 เป็นสายพันธุ์ที่มีทั้งมวลชีวภาพเหนือพื้นดินและความเพิ่มพูนปีปัจจุบันที่มากกว่าสายพันธุ์อื่น ในขณะที่สายพันธุ์ 61 และ 227 แม้ในช่วงอายุ 2 ปี จะมีมวลชีวภาพเหนือพื้นดินไม่มากนัก แต่เมื่ออายุ 3 ปี มวลชีวภาพเหนือพื้นดินมีค่าเพิ่มมากขึ้นทำให้ความเพิ่มพูนปีปัจจุบันของมวลชีวภาพเหนือพื้นดินอยู่ในลำดับแรกๆ (ตารางที่ 22 และตารางผนวกที่ 5) และเมื่อพิจารณามวลชีวภาพเหนือพื้นดินที่อายุ 1 ปี ซึ่งสาพิศ และ วิฑูรย์ (2554) ได้ทำการศึกษาไว้ พบว่า สายพันธุ์ 188, 203 และ 219 เป็นสายพันธุ์ที่มีมวลชีวภาพอยู่ในลำดับแรกๆ เช่นเดียวกัน ในขณะที่สายพันธุ์ 227 เป็นสายพันธุ์ในลำดับที่ 16 จาก 20 ลำดับแรก แสดงให้เห็นว่า สายพันธุ์ 227 นี้เป็นสายพันธุ์ที่มีมวลชีวภาพเหนือพื้นดินน้อยในช่วงอายุน้อยเช่นเดียวกับความสูงและเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกดังที่ได้กล่าวไปแล้ว แต่เมื่ออายุมากขึ้นความสูงและเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกมีค่าเพิ่มมากขึ้น ทำให้มวลชีวภาพเพิ่มขึ้นตามไปด้วย

เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลความเพิ่มพูนปีปัจจุบันของความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก และมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน ของยูคาลิปตัส ความลาดชันของพื้นที่ พบว่า สายพันธุ์ 219 และ 227 เป็นสายพันธุ์ที่ความเพิ่มพูนปีปัจจุบันของความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก และมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าสายพันธุ์อื่น โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ในลำดับแรกๆ แสดงให้เห็นว่า ในภาพรวมแล้วทั้งสองสายพันธุ์มีแนวโน้มการเติบโตดีกว่าสายพันธุ์อื่น

**ตารางที่ 20** มวลชีวภาพเหนือพื้นดินของยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส จำนวน 20 สายพันธุ์ ที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด เมื่ออายุ 2 ปี ในแปลงทดสอบปลูกไม้ รันที่ 2

| ลำดับที่                   | สายพันธุ์ | ถิ่นกำเนิด               | มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน<br>(กิโลกรัมต่อต้น) |
|----------------------------|-----------|--------------------------|-------------------------------------------|
| 1                          | 219       | Kennedy River            | 6.38 ± 2.99                               |
| 2                          | 203       | Healeys Yard             | 6.11 ± 3.62                               |
| 3                          | 26        | Eccles Creek/Tributaries | 6.05 ± 3.21                               |
| 4                          | 236       | Thai selection           | 5.83 ± 3.65                               |
| 5                          | 188       | Healeys Yard             | 5.73 ± 3.53                               |
| 6                          | 145       | Petford Bridge           | 5.63 ± 3.30                               |
| 7                          | 226       | Morehead River           | 5.61 ± 4.02                               |
| 8                          | 182       | Lynd Junction            | 5.54 ± 3.31                               |
| 9                          | 60        | Eureka Creek/Tributaries | 5.53 ± 2.52                               |
| 10                         | 227       | Morehead River           | 5.50 ± 2.59                               |
| 11                         | 155       | Petford Bridge           | 5.39 ± 3.04                               |
| 12                         | 228       | Morehead River           | 5.35 ± 3.15                               |
| 13                         | 232       | Thai selection           | 5.23 ± 3.50                               |
| 14                         | 199       | Healeys Yard             | 5.21 ± 3.35                               |
| 15                         | 61        | Eureka Creek/Tributaries | 5.21 ± 3.38                               |
| 16                         | 129       | Flat Rock Pool           | 5.21 ± 2.39                               |
| 17                         | 71        | Petford Bridge           | 5.18 ± 2.38                               |
| 18                         | 166       | Mount Mulgrave           | 5.13 ± 2.08                               |
| 19                         | 184       | Lynd Junction            | 5.12 ± 2.78                               |
| 20                         | 218       | Kennedy River            | 5.09 ± 3.36                               |
| ค่าเฉลี่ย 20 สายพันธุ์     |           |                          | 5.50 ± 3.11                               |
| ค่าเฉลี่ย 120 สายพันธุ์    |           |                          | 4.07 ± 2.11                               |
| p-value ทั้ง 120 สายพันธุ์ |           |                          | <0.01                                     |

**หมายเหตุ** มวลชีวภาพเหนือพื้นดินที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

**ตารางที่ 21** มวลชีวภาพเหนือพื้นดินของยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส จำนวน 20 สายพันธุ์ ที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด เมื่ออายุ 3 ปี ในแปลงทดสอบปลูกไม้ รุ่นที่ 2

| ลำดับที่                   | สายพันธุ์ | ถิ่นกำเนิด               | มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน<br>(กิโลกรัมต่อต้น) |
|----------------------------|-----------|--------------------------|-------------------------------------------|
| 1                          | 219       | Kennedy River            | 16.66 ± 6.80                              |
| 2                          | 203       | Healeys Yard             | 15.88 ± 8.47                              |
| 3                          | 61        | Eureka Creek/Tributaries | 15.81 ± 9.81                              |
| 4                          | 188       | Healeys Yard             | 15.72 ± 8.43                              |
| 5                          | 227       | Morehead River           | 15.71 ± 6.65                              |
| 6                          | 26        | Eccles Creek/Tributaries | 15.31 ± 7.65                              |
| 7                          | 236       | Thai selection           | 14.93 ± 7.90                              |
| 8                          | 226       | Morehead River           | 14.69 ± 9.50                              |
| 9                          | 218       | Kennedy River            | 14.47 ± 8.20                              |
| 10                         | 60        | Eureka Creek/Tributaries | 14.42 ± 5.76                              |
| 11                         | 22        | Eccles Creek/Tributaries | 14.06 ± 6.94                              |
| 12                         | 232       | Thai selection           | 13.94 ± 8.71                              |
| 13                         | 182       | Lynd Junction            | 13.85 ± 7.51                              |
| 14                         | 71        | Petford Bridge           | 13.78 ± 5.31                              |
| 15                         | 129       | Flat Rock Pool           | 13.62 ± 6.03                              |
| 16                         | 184       | Lynd Junction            | 13.61 ± 6.09                              |
| 17                         | 56        | Eureka Creek/Tributaries | 13.55 ± 6.95                              |
| 18                         | 199       | Healeys Yard             | 13.54 ± 6.44                              |
| 19                         | 166       | Mount Mulgrave           | 13.51 ± 5.33                              |
| 20                         | 130       | Flat Rock Pool           | 13.29 ± 6.72                              |
| ค่าเฉลี่ย 20 สายพันธุ์     |           |                          | 14.52 ± 7.26                              |
| ค่าเฉลี่ย 120 สายพันธุ์    |           |                          | 11.11 ± 6.55                              |
| p-value ทั้ง 120 สายพันธุ์ |           |                          | <0.01                                     |

**หมายเหตุ** มวลชีวภาพเหนือพื้นดินที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตารางที่ 22 ความเพิ่มพูนปีปัจจุบัน (พ.ศ. 2551-2552) ของมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของยูคาลิปตัส ความลดอุณหภูมิลง จำนวน 20 สายพันธุ์ที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดในแปลงทดสอบ ลูกไม้ รุ่นที่ 2

| ลำดับที่                   | สายพันธุ์ | ถิ่นกำเนิด               | ความเพิ่มพูนปีปัจจุบัน<br>(กิโลกรัมต่อต้นต่อปี) |
|----------------------------|-----------|--------------------------|-------------------------------------------------|
| 1                          | 61        | Eureka Creek/Tributaries | 10.60 ± 6.73                                    |
| 2                          | 219       | Kennedy River            | 10.28 ± 4.27                                    |
| 3                          | 227       | Morehead River           | 10.21 ± 4.69                                    |
| 4                          | 203       | Healeys Yard             | 9.77 ± 5.26                                     |
| 5                          | 188       | Healeys Yard             | 9.72 ± 5.47                                     |
| 6                          | 218       | Kennedy River            | 9.37 ± 4.95                                     |
| 7                          | 26        | Eccles Creek/Tributaries | 9.26 ± 4.66                                     |
| 8                          | 22        | Eccles Creek/Tributaries | 9.24 ± 5.04                                     |
| 9                          | 236       | Thai selection           | 9.10 ± 4.61                                     |
| 10                         | 226       | Morehead River           | 9.08 ± 5.94                                     |
| 11                         | 56        | Eureka Creek/Tributaries | 8.91 ± 4.66                                     |
| 12                         | 60        | Eureka Creek/Tributaries | 8.90 ± 3.50                                     |
| 13                         | 232       | Thai selection           | 8.71 ± 5.44                                     |
| 14                         | 71        | Petford Bridge           | 8.61 ± 3.22                                     |
| 15                         | 184       | Lynd Junction            | 8.49 ± 3.64                                     |
| 16                         | 129       | Flat Rock Pool           | 8.41 ± 3.74                                     |
| 17                         | 166       | Mount Mulgrave           | 8.38 ± 3.75                                     |
| 18                         | 199       | Healeys Yard             | 8.33 ± 3.42                                     |
| 19                         | 33        | Eureka Creek/Tributaries | 8.77 ± 7.93                                     |
| 20                         | 182       | Lynd Junction            | 8.31 ± 4.63                                     |
| ค่าเฉลี่ย 20 สายพันธุ์     |           |                          | 9.12 ± 4.78                                     |
| ค่าเฉลี่ย 120 สายพันธุ์    |           |                          | 7.01 ± 3.03                                     |
| p-value ทั้ง 120 สายพันธุ์ |           |                          | <0.01                                           |

หมายเหตุ ความเพิ่มพูนปีปัจจุบันที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

## ค่าการถ่ายทอดทางพันธุกรรม

ลักษณะการเติบโตของต้นไม้มักจะขึ้นอยู่กับปัจจัยสิ่งแวดล้อมและปัจจัยทางพันธุกรรมดังที่ได้กล่าวไปแล้ว ค่าการถ่ายทอดทางพันธุกรรมเป็นตัวแปรที่บ่งชี้ถึงลักษณะหรือสมบัติที่ปรากฏเป็นผลเนื่องจากพันธุกรรมในปริมาณเท่าใดและจะถูกถ่ายทอดไปยังลูกหลานได้ในอัตราส่วนเท่าใด (Zobel and Talbert, 1984) ในภาพรวมแล้วค่าการถ่ายทอดทางพันธุกรรมของตัวแปรทางด้านการเติบโตมีค่าค่อนข้างต่ำเนื่องจากการเติบโตของต้นไม้มักขึ้นอยู่กับปัจจัยสิ่งแวดล้อมค่อนข้างมาก โดยทั่วไปยูคาลิปตัส มีค่าการถ่ายทอดทางพันธุกรรมทางความสูงและเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงออกอยู่ในช่วงร้อยละ 12-43 และ 10-46 ตามลำดับ (Eldridge *et al.*, 1997) ซึ่งการแปรผันนี้ขึ้นอยู่กับชนิด อายุ และประชากรที่ใช้ศึกษา ในขณะที่ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลล่า อายุ 16 ปี ในสวนป่าลาดกระบัง จังหวัดฉะเชิงเทรา มีค่าการถ่ายทอดทางพันธุกรรมทางความสูงและเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงออกร้อยละ 61.3 และ 77.4 ตามลำดับ (Maid, 2006) จากผลการศึกษาครั้งนี้ พบว่า ค่าการถ่ายทอดทางพันธุกรรมของการเติบโตทางความสูงและเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงออกของยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส อายุ 3 ปี ทั้ง 120 สายพันธุ์ มีอิทธิพลมาจากพันธุกรรมร้อยละ 25.56 และ 25.46 ตามลำดับ ในขณะที่ยูคาลิปตัส อายุ 2 ปี ซึ่งสุนิส (2552) ได้ทำการศึกษาในแปลงเดียวกันนี้ พบว่า การถ่ายทอดทางพันธุกรรมมีค่าร้อยละ 24.75 และ 29.92 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า การคัดเลือกสายพันธุ์ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส จากการเติบโตทางความสูงและเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงออก มีแนวโน้มที่จะได้สายพันธุ์ที่มีการเติบโตดีในรุ่นต่อไป

## การศึกษาลักษณะทางสรีรวิทยา

### การเติบโตของสายพันธุ์ที่ใช้ศึกษา

สายพันธุ์ที่ใช้ศึกษาลักษณะทางสรีรวิทยาเป็นตัวแทนของสายพันธุ์ที่มีการเติบโตดีที่สุดจากทั้ง 6 เขต จำนวน 10 สายพันธุ์ เมื่อวิเคราะห์การเติบโต พบว่า เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงออกและมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน เมื่ออายุ 2 ปี มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสายพันธุ์ที่ใช้ศึกษา ( $p < 0.01$ ) ในขณะที่ความสูง เมื่ออายุ 2 และ 3 ปี เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงออกและมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน เมื่ออายุ 3 ปี มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสายพันธุ์ ( $p < 0.05$ ) เช่นกัน แต่ความเพิ่มพูนปีปัจจุบันของความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงออกและมวลชีวภาพเหนือพื้นดินมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสายพันธุ์ ( $p = 0.77$ ,  $0.42$  และ  $0.06$  ตามลำดับ) ดังตารางที่ 23 โดยสายพันธุ์ที่มาจากเขต Other Queensland (สายพันธุ์ 219 และ 227) เป็นสายพันธุ์ที่มีการเติบโตค่อนข้างสูงกว่าสายพันธุ์อื่น ในขณะที่สายพันธุ์จากเขตอื่นๆ มีการเติบโตอยู่ในระดับปานกลาง ยกเว้นสายพันธุ์ 33, 163 และ 209 ซึ่งมีการเติบโตที่ค่อนข้างน้อย ผลการศึกษาของสายพันธุ์ที่มีการเติบโตดีมีค่าใกล้เคียง

**ตารางที่ 23** การเติบโตของสายพันธุ์ที่ใช้ศึกษาลักษณะทางสรีรวิทยา จำนวน 10 สายพันธุ์

| สายพันธุ์ | ความสูง (ม.) |           | เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (ซม.) |           | มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (กก./ต้น) |           | ความเพิ่มพูนปีปัจจุบัน (พ.ศ. 2551-2552) |                                          |                                           |
|-----------|--------------|-----------|--------------------------------|-----------|---------------------------------|-----------|-----------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------|
|           | อายุ 2 ปี    | อายุ 3 ปี | อายุ 2 ปี                      | อายุ 3 ปี | อายุ 2 ปี                       | อายุ 3 ปี | ความสูง<br>(ม./ปี)                      | เส้นผ่านศูนย์กลาง<br>เพียงอก<br>(ซม./ปี) | มวลชีวภาพ<br>เหนือพื้นดิน<br>(กก./ต้น/ปี) |
| 33        | 5.43 c       | 8.78 b    | 4.32 bc                        | 6.60 ab   | 3.18 bc                         | 11.60 ab  | 3.80 a                                  | 1.86 a                                   | 8.33 a                                    |
| 60        | 6.88 ab      | 11.07 a   | 5.93 a                         | 7.82 a    | 5.53 ab                         | 14.42 ab  | 4.19 a                                  | 1.84 a                                   | 8.90 a                                    |
| 71        | 7.10 ab      | 11.22 a   | 5.57 ab                        | 7.54 ab   | 5.18 abc                        | 13.78 ab  | 4.02 a                                  | 1.97 a                                   | 8.61 a                                    |
| 163       | 6.34 bc      | 10.54 ab  | 4.56 bc                        | 6.18 b    | 3.32 bc                         | 9.37 b    | 4.20 a                                  | 1.63 a                                   | 6.05 a                                    |
| 208       | 6.42 abc     | 10.05 ab  | 4.87 abc                       | 6.76 ab   | 3.66 bc                         | 10.66 ab  | 3.64 a                                  | 1.89 a                                   | 7.00 a                                    |
| 209       | 7.36 ab      | 10.00 ab  | 5.13 abc                       | 7.20 ab   | 4.46 abc                        | 11.69 ab  | 3.24 a                                  | 2.06 a                                   | 7.23 a                                    |
| 219       | 7.45 ab      | 11.79 a   | 6.00 a                         | 8.19 a    | 6.38 a                          | 16.66 a   | 4.21 a                                  | 2.10 a                                   | 10.28 a                                   |
| 227       | 6.98 ab      | 11.48 a   | 5.84 a                         | 8.06 a    | 5.50 abc                        | 15.71 a   | 4.42 a                                  | 2.21 a                                   | 10.21 a                                   |
| 236       | 7.77 a       | 11.22 a   | 5.89 a                         | 7.65 a    | 5.83 a                          | 14.93 a   | 3.68 a                                  | 2.03 a                                   | 9.10 a                                    |
| 996       | 6.42 abc     | 10.08 ab  | 4.29 c                         | 5.93 b    | 3.16 c                          | 9.12 b    | 3.67 a                                  | 1.64 a                                   | 5.96 a                                    |
| p-value   | <0.05        | <0.05     | <0.01                          | <0.05     | <0.01                           | <0.05     | 0.77                                    | 0.42                                     | 0.06                                      |

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่แสดงด้วยอักษรเหมือนกันมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \geq 0.05$ )

กับยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส อายุ 2 และ 3 ปี ซึ่งเป็นสายต้นที่ปลูกเพื่อการค้า (commercial clone) ในท้องที่จังหวัดฉะเชิงเทรา ที่ปลูกในพื้นที่ที่เคยปลูกยูคาลิปตัสมาก่อน มีความสูงเฉลี่ย 7.29 และ 10.63 เมตร ตามลำดับ และมีเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ย 5.77 และ 7.75 เซนติเมตร ตามลำดับ (จงรัก, 2546) แต่ยูคาลิปตัสที่ศึกษาครั้งนี้มีแนวโน้มการเติบโตมากกว่าเมื่ออายุมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งสายพันธุ์ 219 และ 227

### อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุด

อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุดมีการแปรผันในแต่ละฤดูกาลหรือช่วงเวลาที่ศึกษา โดยอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุดของยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส ในช่วงฤดูฝน (เดือนพฤษภาคมและตุลาคม) มีค่าระหว่าง 14.22-16.03 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที ซึ่งมีค่าสูงกว่าช่วงฝนทั้งช่วงและฤดูแล้ง (เดือนกรกฎาคมและธันวาคม) ที่มีค่าระหว่าง 9.47-11.43 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที (ตารางที่ 24 และตารางผนวกที่ 6) ลักษณะสภาพภูมิอากาศในช่วงที่ศึกษาแสดงดังภาพที่ 4 โดยเมื่อเปรียบเทียบข้อมูลในเดือนพฤษภาคม พบว่า มีค่าใกล้เคียงกับผลการศึกษาในช่วงฤดูฝนของยูคาลิปตัสที่ปลูกบนคันนา จำนวน 4 สายต้น ซึ่งมีค่าระหว่าง 16.9-22.2 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที (สาพิศ และคณะ, 2552) แต่มีค่าน้อยกว่าไม้โตเร็วชนิดอื่นๆ ที่มีการกระจายพันธุ์ในประเทศออสเตรเลีย เช่น กระถินเทพา และกระถินณรงค์ (21-25 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที) (สาพิศ, 2545ข)

เมื่อวิเคราะห์ค่าความแตกต่างทางสถิติ พบว่า อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติระหว่างฤดูกาล ( $p < 0.01$ ) แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสายพันธุ์ ( $p = 0.11$ ) (ตารางที่ 24) แม้ว่าอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุดจะแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสายพันธุ์ แต่จากแนวโน้มการแปรผันตามฤดูกาลของแต่ละสายพันธุ์ สามารถจำแนกการแปรผันได้เป็น 3 ลักษณะ ดังนี้

1) อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุดมีการแปรผันมากในแต่ละฤดูกาล โดยเป็นกลุ่มของสายพันธุ์ที่มีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุดค่อนข้างสูงในช่วงฤดูฝน ซึ่งเป็นช่วงที่ปัจจัยสิ่งแวดล้อมมีความเหมาะสมต่อการสังเคราะห์แสงและมีค่าลดลงต่ำสุดในช่วงฤดูแล้ง ได้แก่ สายพันธุ์ 208 โดยในเดือนพฤษภาคมมีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุดสูงกว่าสายพันธุ์อื่น (18.78 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที) และในเดือนกรกฎาคมมีค่าต่ำกว่าสายพันธุ์อื่น (6.36 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที) จึงทำให้ค่าเฉลี่ยของทุกฤดูกาลต่ำที่สุด (11.72 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที) เช่นเดียวกับสายพันธุ์ 219 ซึ่งอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุดมีค่าสูงในเดือนพฤษภาคม (17.78 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที) และมีค่าลดลงต่ำสุดในเดือนกรกฎาคม (9.41 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที)

**ตารางที่ 24** การแปรผันตามฤดูกาลของอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุดของยูคาลิปตัส  
คามาลดูเลนซิส จำนวน 10 สายพันธุ์

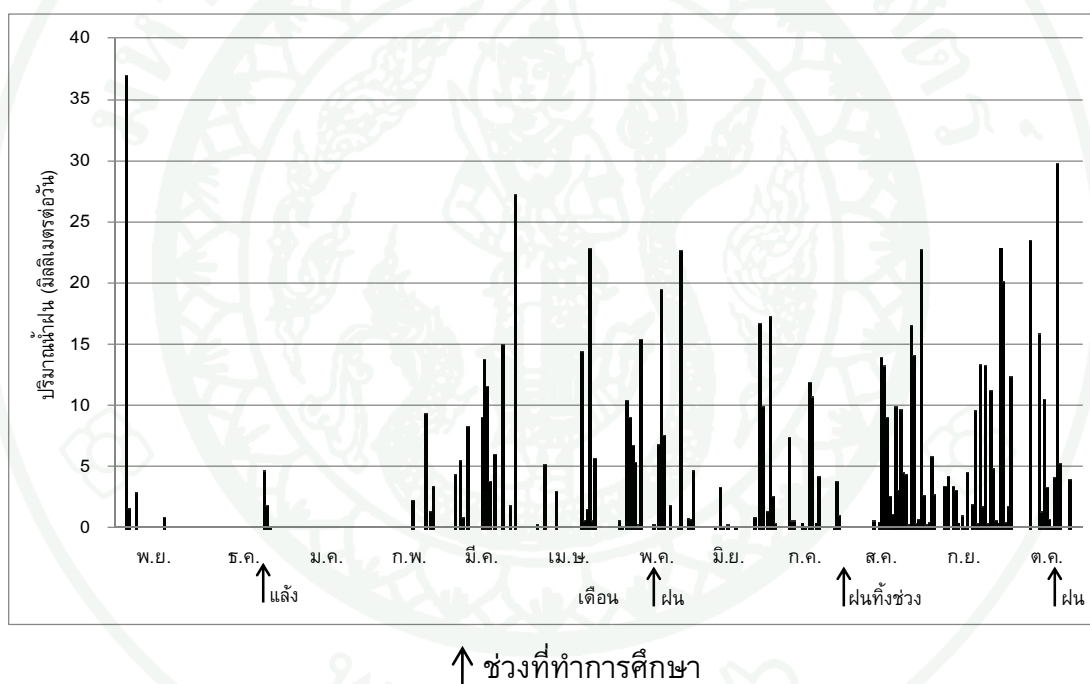
| สายพันธุ์          | อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุด (ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที) |                    |                   |                    |                    |
|--------------------|------------------------------------------------------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|
|                    | ธันวาคม                                                          | พฤษภาคม            | กรกฎาคม           | ตุลาคม             | ค่าเฉลี่ย          |
| 33                 | 15.00                                                            | 14.89              | 7.90              | 15.51              | 13.32 <sup>a</sup> |
| 60                 | 11.39                                                            | 15.85              | 10.57             | 13.40              | 12.80 <sup>a</sup> |
| 71                 | 9.95                                                             | 16.81              | 11.71             | 14.23              | 13.17 <sup>a</sup> |
| 163                | 10.03                                                            | 15.62              | 8.13              | 13.41              | 11.80 <sup>a</sup> |
| 208                | 9.01                                                             | 18.78              | 6.36              | 12.73              | 11.72 <sup>a</sup> |
| 209                | 14.29                                                            | 13.85              | 9.82              | 14.32              | 13.07 <sup>a</sup> |
| 219                | 12.79                                                            | 17.78              | 9.41              | 15.74              | 13.93 <sup>a</sup> |
| 227                | 11.11                                                            | 16.00              | 9.27              | 12.43              | 12.20 <sup>a</sup> |
| 236                | 10.24                                                            | 15.76              | 10.40             | 15.59              | 13.00 <sup>a</sup> |
| 996                | 10.54                                                            | 14.99              | 11.17             | 14.86              | 12.89 <sup>a</sup> |
| ค่าเฉลี่ย          | 11.43 <sup>C</sup>                                               | 16.03 <sup>A</sup> | 9.47 <sup>D</sup> | 14.22 <sup>B</sup> | 12.79              |
| p-value            |                                                                  |                    |                   |                    |                    |
| สายพันธุ์          |                                                                  |                    |                   |                    | 0.11               |
| ฤดูกาล             |                                                                  |                    |                   |                    | <0.01              |
| สายพันธุ์ x ฤดูกาล |                                                                  |                    |                   |                    | 0.01               |

**หมายเหตุ** ค่าเฉลี่ยที่แสดงด้วยอักษรเหมือนกันมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ  
( $p \geq 0.05$ )

2) อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุดมีการแปรผันน้อยในแต่ละฤดูกาล โดยมีค่าปานกลางถึงค่อนข้างสูงในช่วงฤดูฝน และเปลี่ยนแปลงน้อยในช่วงฤดูแล้ง ทำให้ค่าเฉลี่ยของทุกฤดูกาลมีค่าค่อนข้างสูงกว่าสายพันธุ์อื่น สามารถแบ่งเป็นลักษณะย่อยได้ 2 ลักษณะ คือ สายพันธุ์ที่มีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุดค่อนข้างสูงในช่วงฤดูฝนและมีการเปลี่ยนแปลงน้อยในช่วงฤดูแล้ง เช่น สายพันธุ์ 71 และ 209 (อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุดอยู่ในช่วง 9.91-16.81 และ 9.82-14.32 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที ตามลำดับ) เป็นต้น ส่วนสายพันธุ์ที่อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุดมีค่าปานกลางและมีการเปลี่ยนแปลงน้อยในช่วงฤดูแล้ง เช่น สายพันธุ์ 60 (10.57-15.85 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที) เป็นต้น ทั้งนี้การแปรผันตาม

ฤดูกาลของกิจกรรมการสังเคราะห์แสงของสายพันธุ์ในลักษณะนี้ แสดงให้เห็นถึงความสามารถในการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมได้ดี

3) อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุดมีค่าค่อนข้างต่ำในแต่ละฤดูกาล โดยเป็นกลุ่มของสายพันธุ์ที่มีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุดที่ค่อนข้างต่ำกว่าสายพันธุ์อื่นๆ ในทุกฤดูกาล ซึ่งอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุดที่ต่ำนี้ อาจส่งผลให้การเติบโตของสายพันธุ์ดังกล่าวต่ำกว่าสายพันธุ์อื่นๆ ด้วยเช่นกัน ได้แก่ สายพันธุ์ 163 และ 227 ซึ่งมีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุดอยู่ในช่วง 8.13-15.62 และ 9.27-16.00 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ยของทุกฤดูกาลเพียง 11.80 และ 12.20 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที ตามลำดับ



หมายเหตุ ข้อมูลจากสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช

ภาพที่ 4 สภาพภูมิอากาศในช่วงที่ทำการศึกษาระยะเวลาหนึ่งปี ณ สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช

#### การชักนำของปากใบ

การชักนำของปากใบมีความสำคัญต่อการนำก๊าซเข้าสู่เซลล์เพื่อเป็นวัตถุดิบในการสังเคราะห์แสงและเกี่ยวข้องกับการสูญเสียน้ำทางปากใบ การชักนำของปากใบมีการแปรผันในแต่ละฤดูกาล โดยการชักนำของปากใบยุคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส ในช่วงฤดูฝน (เดือน

พฤษภาคมและตุลาคม) มีค่าระหว่าง 0.32-0.50 โมลต่อตารางเมตรต่อวินาที ซึ่งมีค่าสูงกว่าในช่วงฝนทิ้งช่วงและช่วงฤดูแล้ง (เดือนกรกฎาคมและธันวาคม) ที่มีค่าระหว่าง 0.21-0.29 โมลต่อตารางเมตรต่อวินาที (ตารางที่ 25 และตารางผนวกที่ 6) การเปลี่ยนแปลงนี้ให้ผลเช่นเดียวกับการศึกษาในยูคาลิปตัสที่ปลูกบนคันนา จำนวน 4 สายต้น โดยสาพิศ และคณะ (2552) แต่ค่าการชักนำของปากใบในการศึกษาครั้งนี้ มีค่าน้อยกว่าทั้งในฤดูฝน (0.33-0.99 โมลต่อตารางเมตรต่อวินาที) และฤดูแล้ง (0.18-0.58 โมลต่อตารางเมตรต่อวินาที) สาเหตุที่ค่าการชักนำของปากใบที่ศึกษามีค่าน้อยเนื่องจากพื้นที่ศึกษามีลักษณะการปลูกเป็นสวนป่าจึงมีความแห้งแล้งมากกว่าพื้นที่นาข้าวที่มีระดับน้ำใต้ดินสูงกว่าทั้งในช่วงฤดูฝนและฤดูแล้ง เมื่อยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส ได้รับผลกระทบจากสภาพการขาดน้ำจึงเปิดปากใบน้อยลง โดยค่าการชักนำของปากใบมีค่าสูงในช่วงฤดูฝนและลดต่ำลงในช่วงฤดูแล้งเช่นเดียวกับอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุด

เมื่อวิเคราะห์ค่าความแตกต่างทางสถิติ พบว่า ค่าการชักนำของปากใบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างฤดูกาล ( $p < 0.01$ ) แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสายพันธุ์ ( $p = 0.30$ ) (ตารางที่ 25) แม้ว่าการชักนำของปากใบในแต่ละสายพันธุ์จะแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่จากแนวโน้มการแปรผันตามฤดูกาลของแต่ละสายพันธุ์ สามารถจำแนกการแปรผันได้เป็น 3 ลักษณะเช่นเดียวกัน ดังนี้

1) การชักนำของปากใบมีการแปรผันมากในแต่ละฤดูกาล โดยเป็นกลุ่มของสายพันธุ์ที่มีการชักนำของปากใบเฉลี่ยค่อนข้างสูงในช่วงฤดูฝนและลดต่ำลงในช่วงฤดูแล้ง ได้แก่ สายพันธุ์ 208 และ 227 โดยในเดือนพฤษภาคมมีการชักนำของปากใบสูง (0.59 และ 0.56 โมลต่อตารางเมตรต่อวินาที ตามลำดับ) และลดต่ำลงมากในเดือนกรกฎาคม (0.17 และ 0.20 โมลต่อตารางเมตรต่อวินาที ตามลำดับ) โดยค่าเฉลี่ยการชักนำของปากใบทุกฤดูกาลของทั้งสองสายพันธุ์มีค่าเท่ากันคือ 0.33 โมลต่อตารางเมตรต่อวินาที

2) การชักนำของปากใบมีการแปรผันน้อยในแต่ละฤดูกาล โดยมีการชักนำของปากใบในช่วงฤดูฝนอยู่ในระดับปานกลางถึงค่อนข้างสูง และเปลี่ยนแปลงน้อยในช่วงฤดูแล้ง สามารถแบ่งเป็นลักษณะย่อยได้ 2 ลักษณะ คือ สายพันธุ์ที่มีการชักนำของปากใบค่อนข้างสูงในช่วงฤดูฝนและมีการเปลี่ยนแปลงน้อยในช่วงฤดูแล้ง เช่น สายพันธุ์ 60 (0.24-0.48 โมลต่อตารางเมตรต่อวินาที), สายพันธุ์ 71 (0.23-0.57 โมลต่อตารางเมตรต่อวินาที) และสายพันธุ์ 219 (0.20-0.52 โมลต่อตารางเมตรต่อวินาที) เป็นต้น ส่วนสายพันธุ์ที่มีการชักนำของปากใบมีค่าปานกลางและมีการเปลี่ยนแปลงน้อยในช่วงฤดูแล้ง เช่น สายพันธุ์ 236 (0.21-0.49 โมลต่อตารางเมตรต่อวินาที) เป็นต้น ทั้งนี้ค่าการชักนำของปากใบที่เปลี่ยนแปลงน้อยในแต่ละฤดูกาล แสดงให้เห็นถึงความสามารถในการปรับตัวต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมเช่นเดียวกับอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุดที่กล่าวไปแล้ว

3) การชักนำของปากใบมีค่าค่อนข้างต่ำในแต่ละฤดูกาล โดยเป็นกลุ่มของสายพันธุ์ที่มีการชักนำของปากใบที่ค่อนข้างต่ำกว่าสายพันธุ์อื่นๆ ในทุกฤดูกาล ได้แก่ สายพันธุ์ 163 และ 996 (มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.17-0.45 และ 0.24-0.43 โมลต่อตารางเมตรต่อวินาที ตามลำดับ) ทำให้ทั้งสองสายพันธุ์มีค่าเฉลี่ยของทุกฤดูกาลต่ำกว่าสายพันธุ์อื่นๆ โดยมีค่าเท่ากับ 0.30 และ 0.31 โมลต่อตารางเมตรต่อวินาที ตามลำดับ

**ตารางที่ 25** การแปรผันตามฤดูกาลของการชักนำของปากใบของยูคาลิปตัส ความลาดชันเฉลี่ย จำนวน 10 สายพันธุ์

| สายพันธุ์          | การชักนำของปากใบ (โมลต่อตารางเมตรต่อวินาที) |                   |                   |                   |                   |
|--------------------|---------------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|                    | ธันวาคม                                     | พฤษภาคม           | กรกฎาคม           | ตุลาคม            | ค่าเฉลี่ย         |
| 33                 | 0.36                                        | 0.45              | 0.17              | 0.36              | 0.33 <sup>a</sup> |
| 60                 | 0.34                                        | 0.48              | 0.24              | 0.33              | 0.35 <sup>a</sup> |
| 71                 | 0.23                                        | 0.57              | 0.27              | 0.33              | 0.35 <sup>a</sup> |
| 163                | 0.28                                        | 0.45              | 0.17              | 0.30              | 0.30 <sup>a</sup> |
| 208                | 0.25                                        | 0.59              | 0.17              | 0.31              | 0.33 <sup>a</sup> |
| 209                | 0.31                                        | 0.44              | 0.23              | 0.34              | 0.33 <sup>a</sup> |
| 219                | 0.31                                        | 0.52              | 0.20              | 0.36              | 0.35 <sup>a</sup> |
| 227                | 0.27                                        | 0.56              | 0.20              | 0.30              | 0.33 <sup>a</sup> |
| 236                | 0.29                                        | 0.49              | 0.21              | 0.32              | 0.33 <sup>a</sup> |
| 996                | 0.24                                        | 0.43              | 0.27              | 0.30              | 0.31 <sup>a</sup> |
| ค่าเฉลี่ย          | 0.29 <sup>C</sup>                           | 0.50 <sup>A</sup> | 0.21 <sup>D</sup> | 0.32 <sup>B</sup> | 0.33              |
| p-value            |                                             |                   |                   |                   |                   |
| สายพันธุ์          |                                             |                   |                   |                   | 0.30              |
| ฤดูกาล             |                                             |                   |                   |                   | <0.01             |
| สายพันธุ์ x ฤดูกาล |                                             |                   |                   |                   | 0.01              |

**หมายเหตุ** ค่าเฉลี่ยที่แสดงด้วยอักษรเหมือนกันมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \geq 0.05$ )

## การคายน้ำ

การคายน้ำของพืชมีความสัมพันธ์กับปริมาณความชื้นในอากาศและสภาพอากาศ ณ ขณะนั้นซึ่งแปรผันไปตามฤดูกาล โดยการคายน้ำของยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส ในช่วงฤดูฝน (เดือนพฤษภาคมและตุลาคม) มีค่าระหว่าง 7.54-10.36 มิลลิโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที ซึ่งมีความสูงกว่าในช่วงฝนทิ้งช่วงและช่วงฤดูแล้ง (เดือนกรกฎาคมและธันวาคม) ที่มีค่าระหว่าง 5.14-5.69 มิลลิโมลต่อตารางเมตรต่อ (ตารางที่ 26 และตารางผนวกที่ 6) เนื่องจากเดือนธันวาคมและกรกฎาคมเป็นช่วงที่ขาดน้ำ ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส จำเป็นต้องรักษาน้ำไว้ในเซลล์ ทำให้มีค่าการคายน้ำน้อยกว่าในช่วงที่มีน้ำมาก (ฤดูฝน) ซึ่งการคายน้ำนี้มีความสัมพันธ์กับค่าการชักนำของปากใบ เมื่อปากใบเปิดมาก การคายน้ำจึงเกิดได้มาก แต่ในช่วงที่เกิดภาวะการขาดน้ำ จำเป็นต้องรักษาน้ำไว้ในเซลล์จึงปิดปากใบเพียงบางส่วนเพื่อลดการสูญเสียน้ำจากการคายน้ำ ค่าการคายน้ำนี้ให้ผลเช่นเดียวกับการศึกษาของสาพิศ และคณะ (2552) โดยยูคาลิปตัสที่ปลูกบนคันนามีค่าการคายน้ำน้อยในฤดูแล้ง (3.74-8.27 มิลลิโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที) และคายน้ำมากขึ้นในฤดูฝน (5.40-9.21 มิลลิโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที)

เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ พบว่า ค่าการคายน้ำมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติระหว่างฤดูกาล ( $p < 0.01$ ) แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสายพันธุ์ ( $p = 0.45$ ) (ตารางที่ 26) แม้ว่าการคายน้ำในแต่ละสายพันธุ์จะแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่จากแนวโน้มการแปรผันตามฤดูกาลของแต่ละสายพันธุ์ สามารถจำแนกการแปรผันได้เป็น 3 ลักษณะ ดังนี้

1) การคายน้ำมีการแปรผันมากในแต่ละฤดูกาล โดยเป็นกลุ่มของสายพันธุ์ที่มีการคายน้ำเฉลี่ยค่อนข้างสูงในช่วงฤดูฝนและลดต่ำลงในช่วงฤดูแล้ง ได้แก่ สายพันธุ์ 60, 227 และ 236 (มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 4.74-10.79, 4.55-10.61 และ 4.93-10.70 มิลลิโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที ตามลำดับ) โดยมีค่าเฉลี่ยของทุกฤดูกาลเท่ากับ 7.32, 6.78 และ 7.30 มิลลิโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที ตามลำดับ

2) การคายน้ำมีการแปรผันน้อยในแต่ละฤดูกาล โดยมีการคายน้ำในช่วงฤดูฝนอยู่ในระดับปานกลางถึงค่อนข้างสูง และเปลี่ยนแปลงน้อยในช่วงฤดูแล้ง สามารถแบ่งเป็นลักษณะย่อยได้ 2 ลักษณะ คือ สายพันธุ์ที่มีการคายน้ำค่อนข้างสูงในช่วงฤดูฝนและมีการเปลี่ยนแปลงน้อยในช่วงฤดูแล้ง เช่น สายพันธุ์ 71 และ 219 (มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 4.83-11.31 และ 5.18-10.49 มิลลิโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที ตามลำดับ) เป็นต้น ส่วนสายพันธุ์ที่มีการคายน้ำมีค่าปานกลางและมีการเปลี่ยนแปลงน้อยในช่วงฤดูแล้ง เช่น สายพันธุ์ 33 และ 209 (มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 4.72-9.90 และ 5.39-10.33 มิลลิโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที ตามลำดับ) เป็นต้น

3) การคายน้ำมีค่าค่อนข้างต่ำในทุกฤดูกาล โดยเป็นกลุ่มของสายพันธุ์ที่มีการคายน้ำน้อยกว่าสายพันธุ์อื่นๆ ในทุกฤดูกาล ได้แก่ สายพันธุ์ 163 และ 208 (มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 4.56-9.76 และ 4.55-10.61 มิลลิโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที ตามลำดับ) ทำให้ทั้งสองสายพันธุ์มีค่าเฉลี่ยของทุกฤดูกาลต่ำกว่าสายพันธุ์อื่นๆ โดยมีค่าเท่ากับ 6.99 และ 6.71 มิลลิโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที ตามลำดับ

**ตารางที่ 26** การแปรผันตามฤดูกาลของการคายน้ำของยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส จำนวน 10 สายพันธุ์

| สายพันธุ์          | การคายน้ำ (มิลลิโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที) |                    |                   |                   |                   |
|--------------------|-------------------------------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|                    | ธันวาคม                                   | พฤษภาคม            | กรกฎาคม           | ตุลาคม            | ค่าเฉลี่ย         |
| 33                 | 6.06                                      | 9.90               | 4.72              | 7.90              | 7.14 <sup>a</sup> |
| 60                 | 6.55                                      | 10.79              | 4.74              | 7.20              | 7.32 <sup>a</sup> |
| 71                 | 4.83                                      | 11.31              | 6.27              | 7.93              | 7.58 <sup>a</sup> |
| 163                | 6.59                                      | 9.76               | 4.56              | 7.07              | 6.99 <sup>a</sup> |
| 208                | 5.51                                      | 9.69               | 4.55              | 7.11              | 6.71 <sup>a</sup> |
| 209                | 5.70                                      | 10.33              | 5.39              | 6.84              | 7.06 <sup>a</sup> |
| 219                | 6.13                                      | 10.49              | 5.18              | 8.49              | 7.57 <sup>a</sup> |
| 227                | 4.72                                      | 10.61              | 4.55              | 7.26              | 6.78 <sup>a</sup> |
| 236                | 5.45                                      | 10.70              | 4.93              | 8.12              | 7.30 <sup>a</sup> |
| 996                | 5.35                                      | 10.04              | 6.54              | 7.45              | 7.34 <sup>a</sup> |
| ค่าเฉลี่ย          | 5.69 <sup>C</sup>                         | 10.36 <sup>A</sup> | 5.14 <sup>D</sup> | 7.54 <sup>B</sup> | 7.18              |
| p-value            |                                           |                    |                   |                   |                   |
| สายพันธุ์          |                                           |                    |                   |                   | 0.45              |
| ฤดูกาล             |                                           |                    |                   |                   | <0.01             |
| สายพันธุ์ x ฤดูกาล |                                           |                    |                   |                   | 0.52              |

**หมายเหตุ** ค่าเฉลี่ยที่แสดงด้วยอักษรเหมือนกันมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \geq 0.05$ )

## ประสิทธิภาพในการใช้น้ำของใบ

ประสิทธิภาพในการใช้น้ำเป็นปัจจัยสำคัญในการกำหนดผลผลิตทั้งหมดของต้นไม้ และแสดงถึงลักษณะการทนแล้งของต้นไม้ด้วย โดยทั่วไปพรรณไม้ที่สามารถปรับตัวต่อภาวะแล้งได้ดีมักมีประสิทธิภาพในการใช้น้ำสูง (Cowan, 1982) ประสิทธิภาพในการใช้น้ำของใบยูคาลิปตัส ความลาดชันของเส้นโค้งการคายน้ำแตกต่างกันไปตามฤดูกาล โดยมีค่าค่อนข้างต่ำในช่วงฤดูฝน (เดือนพฤษภาคม) มีค่าเฉลี่ย 33.18 ไมโครโมลของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อโมลของน้ำ) และมีค่าเพิ่มขึ้นในช่วงที่เกิดการขาดน้ำในฤดูแล้ง (เดือนธันวาคม) ช่วงฝนทิ้งช่วง (เดือนกรกฎาคม) และฤดูฝน (เดือนตุลาคม) โดยมีค่าเฉลี่ย 40.76, 46.70 และ 44.58 ไมโครโมลของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อโมลของน้ำ ตามลำดับ (ตารางที่ 27 และตารางผนวกที่ 6) เนื่องจากในช่วงขาดน้ำ ต้นไม้มีการตอบสนองโดยการปิดปากใบบางส่วน แต่อัตราการลดลงของการสังเคราะห์แสงเป็นสัดส่วนที่น้อยกว่าการลดลงของการชักนำของปากใบ เช่นเดียวกับการศึกษาในไม้ดินเปิด (อรุณี, 2545) และยูคาลิปตัส (สาพิศ และคณะ, 2552) ซึ่งพบว่า ประสิทธิภาพในการใช้น้ำของใบในฤดูแล้งมีค่าสูงกว่าในฤดูฝน

เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ พบว่า ประสิทธิภาพในการใช้น้ำของใบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติระหว่างฤดูกาล ( $p < 0.01$ ) แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสายพันธุ์ ( $p = 0.34$ ) (ตารางที่ 27) แม้ว่าประสิทธิภาพในการใช้น้ำของใบในแต่ละสายพันธุ์จะแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่จากแนวโน้มการแปรผันตามฤดูกาลของแต่ละสายพันธุ์ สามารถจำแนกการแปรผันได้ 3 ลักษณะ ดังนี้

1) ประสิทธิภาพในการใช้น้ำของใบมีการแปรผันมากในแต่ละฤดูกาล โดยเป็นกลุ่มของสายพันธุ์ที่มีประสิทธิภาพในการใช้น้ำของใบเฉลี่ยค่อนข้างต่ำในช่วงฤดูฝนและมีค่าเพิ่มขึ้นในช่วงฤดูแล้ง ได้แก่ สายพันธุ์ 227 และ 236 (มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 29.28-47.47 และ 32.02-51.20 ไมโครโมลของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อโมลของน้ำ ตามลำดับ) โดยมีค่าเฉลี่ยของทุกฤดูกาลเท่ากับ 40.00 และ 42.62 ไมโครโมลของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อโมลของน้ำ ตามลำดับ โดยปกติพรรณไม้ที่สามารถปรับตัวต่อภาวะแล้งมีประสิทธิภาพในการใช้น้ำเพิ่มขึ้นในฤดูแล้ง เนื่องจากสัดส่วนการลดลงของการชักนำของปากใบมีค่ามากกว่าการลดลงของการสังเคราะห์แสง

2) ประสิทธิภาพในการใช้น้ำของใบมีการแปรผันน้อยในแต่ละฤดูกาล โดยมีค่าเฉลี่ยที่ค่อนข้างสูงในแต่ละฤดูกาล เช่น สายพันธุ์ 163, 219 และ 996 (มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 35.96-51.08, 34.89-47.37 และ 35.31-49.12 ไมโครโมลของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อโมลของน้ำ ตามลำดับ) เป็นต้น โดยมีค่าเฉลี่ยของทุกฤดูกาลเท่ากับ 42.68, 42.13 และ 43.41 ไมโคร

โมลของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อโมลของน้ำ ตามลำดับ เป็นต้น ประสิทธิภาพในการใช้น้ำของใบที่มีค่าสูง อาจส่งผลให้สามารถสร้างมวลชีวภาพหรือมีการเติบโตได้อย่างต่อเนื่องในแต่ละฤดูกาล ซึ่งเป็นลักษณะของการปรับตัวของสายพันธุ์ให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ

**ตารางที่ 27** การแปรผันตามฤดูกาลของประสิทธิภาพในการใช้น้ำของใบยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส จำนวน 10 สายพันธุ์

| สายพันธุ์          | ประสิทธิภาพในการใช้น้ำของใบ<br>(ไมโครโมลของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อโมลของน้ำ) |                    |                    |                    |                    |
|--------------------|------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|                    | ธันวาคม                                                                      | พฤษภาคม            | กรกฎาคม            | ตุลาคม             | ค่าเฉลี่ย          |
| 33                 | 42.30                                                                        | 35.18              | 49.88              | 43.40              | 42.69 <sup>a</sup> |
| 60                 | 33.16                                                                        | 33.33              | 48.45              | 41.06              | 39.00 <sup>a</sup> |
| 71                 | 45.29                                                                        | 30.67              | 42.50              | 43.28              | 40.43 <sup>a</sup> |
| 163                | 36.44                                                                        | 35.96              | 51.08              | 47.23              | 42.68 <sup>a</sup> |
| 208                | 37.98                                                                        | 33.19              | 39.67              | 42.98              | 38.46 <sup>a</sup> |
| 209                | 45.30                                                                        | 32.00              | 45.91              | 43.36              | 41.64 <sup>a</sup> |
| 219                | 42.65                                                                        | 34.89              | 47.37              | 43.60              | 42.13 <sup>a</sup> |
| 227                | 41.46                                                                        | 29.28              | 47.47              | 41.78              | 40.00 <sup>a</sup> |
| 236                | 37.27                                                                        | 32.02              | 51.20              | 50.00              | 42.62 <sup>a</sup> |
| 996                | 45.73                                                                        | 35.31              | 43.49              | 49.12              | 43.41 <sup>a</sup> |
| ค่าเฉลี่ย          | 40.76 <sup>C</sup>                                                           | 33.18 <sup>D</sup> | 46.70 <sup>A</sup> | 44.58 <sup>B</sup> | 41.30              |
| p-value            |                                                                              |                    |                    |                    |                    |
| สายพันธุ์          |                                                                              |                    |                    |                    | 0.34               |
| ฤดูกาล             |                                                                              |                    |                    |                    | <0.01              |
| สายพันธุ์ x ฤดูกาล |                                                                              |                    |                    |                    | 0.24               |

**หมายเหตุ** ค่าเฉลี่ยที่แสดงด้วยอักษรเหมือนกันมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \geq 0.05$ )

3) ประสิทธิภาพในการใช้น้ำของใบมีการแปรผันน้อยในแต่ละฤดูกาล โดยมีค่าเฉลี่ยที่ค่อนข้างต่ำในแต่ละฤดูกาล ได้แก่ สายพันธุ์ 60, 71 และ 208 (มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 33.16-48.45, 30.67-45.29 และ 33.19-42.98 ไมโครโมลของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อโมลของน้ำ

ตามลำดับ) โดยมีค่าเฉลี่ยของทุกฤดูกาลเท่ากับ 39.00, 40.43 และ 38.46 ไมโครโมลของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อโมลของน้ำ ตามลำดับ ประสิทธิภาพในการใช้น้ำของใบที่มีค่าต่ำนี้แสดงให้เห็นว่าเป็นสายพันธุ์ที่มีแนวโน้มไม่ทนแล้ง

### ค่าชลศกัยของใบ

ชลศกัยของใบยุคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส มีการแปรผันในแต่ละฤดูกาล โดยชลศกัยของใบในช่วงฤดูฝน (เดือนพฤษภาคมและตุลาคม) มีค่าเฉลี่ยระหว่าง -0.19 ถึง -0.15 เมกะพาสคาล ซึ่งมีค่าสูงกว่าในช่วงฝนทิ้งช่วงและช่วงฤดูแล้ง (เดือนกรกฎาคมและธันวาคม) ที่มีค่าระหว่าง -0.39 ถึง -0.31 เมกะพาสคาล (ตารางที่ 28 และตารางผนวกที่ 6) ค่าชลศกัยของใบจากการศึกษานี้มีค่าสูงกว่าค่าชลศกัยของใบกระถินเทพา กระถินณรงค์ และลูกผสม (ค่าชลศกัยของใบในฤดูแล้ง มีค่าตั้งแต่ -2.99 ถึง -0.77 เมกะพาสคาล และฤดูฝน มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ -0.26 ถึง -0.21 เมกะพาสคาล) (สาพิศ, 2545ข) การที่ค่าชลศกัยของใบมีค่าต่ำเนื่องจากในช่วงฤดูแล้งมีปริมาณน้ำในดินน้อย ต้นไม้สามารถดูดน้ำจากดินได้น้อยทำให้ปริมาณน้ำในใบมีน้อยตามไปด้วย

เมื่อวิเคราะห์ค่าความแตกต่างทางสถิติ พบว่า ค่าชลศกัยของใบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติระหว่างฤดูกาล ( $p < 0.01$ ) แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสายพันธุ์ ( $p = 0.19$ ) (ตารางที่ 28) แม้ว่าค่าชลศกัยของใบในแต่ละสายพันธุ์จะแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่จากแนวโน้มการแปรผันตามฤดูกาลของแต่ละสายพันธุ์ สามารถจำแนกการแปรผันได้ 3 ลักษณะ ดังนี้

1) ค่าชลศกัยของใบมีการแปรผันมากในแต่ละฤดูกาล โดยเป็นกลุ่มของสายพันธุ์ที่มีค่าชลศกัยของใบเฉลี่ยค่อนข้างสูงในช่วงฤดูฝนและลดต่ำลงในช่วงฤดูแล้ง ได้แก่ สายพันธุ์ 219, 227 และ 996 (มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง -0.41 ถึง -0.14, -0.42 ถึง -0.15 และ -0.46 ถึง -0.15 เมกะพาสคาล ตามลำดับ) โดยมีค่าเฉลี่ยของทุกฤดูกาลเท่ากับ -0.25, -0.25 และ -0.29 เมกะพาสคาล ตามลำดับ

2) ค่าชลศกัยของใบมีการแปรผันน้อยในแต่ละฤดูกาล โดยมีค่าเฉลี่ยที่ค่อนข้างสูงในแต่ละฤดูกาล เช่น สายพันธุ์ 60, 71 และ 209 (มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง -0.35 ถึง -0.14, -0.29 ถึง -0.14 และ -0.38 ถึง -0.11 เมกะพาสคาล ตามลำดับ) เป็นต้น โดยมีค่าเฉลี่ยของทุกฤดูกาลเท่ากับ -0.24, -0.20 และ -0.24 เมกะพาสคาล ตามลำดับ การที่ค่าชลศกัยของใบลดลงในช่วงฤดูแล้งเป็นดัชนีบ่งชี้ถึงสภาพการขาดน้ำบริเวณรอบๆ รากของต้นไม้ (Schulze and Hall,

1982) หากค่าชลศักร์ของใบในช่วงฤดูแล้งมีค่าสูง แสดงให้เห็นว่าสายพันธุ์ในกลุ่มนี้มีความสามารถในการรักษาสมดุลน้ำบริเวณรอบราก

3) ค่าชลศักร์ของใบมีการแปรผันน้อยในแต่ละฤดูกาล โดยมีค่าเฉลี่ยที่ค่อนข้างต่ำในแต่ละฤดูกาล ได้แก่ สายพันธุ์ 163 และ 236 (มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง -0.55 ถึง -0.14 และ -0.40 ถึง -0.19 เมกะพาสคาล ตามลำดับ) โดยมีค่าเฉลี่ยของทุกฤดูกาลเท่ากับ -0.31 และ -0.29 เมกะพาสคาล ตามลำดับ ค่าชลศักร์ของใบที่ต่ำนี้แสดงให้เห็นว่าอาจเป็นสายพันธุ์ที่ไม่ทนแล้งได้

**ตารางที่ 28** การแปรผันตามฤดูกาลของค่าชลศักร์ของใบยูคาลิปตัส ความลาดดูเลนซิส จำนวน 10 สายพันธุ์

| สายพันธุ์          | ชลศักร์ของน้ำในใบ (เมกะพาสคาล) |                    |                    |                    | ค่าเฉลี่ย          |
|--------------------|--------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|                    | ธันวาคม                        | พฤษภาคม            | กรกฎาคม            | ตุลาคม             |                    |
| 33                 | -0.40                          | -0.18              | -0.33              | -0.14              | -0.26 <sup>a</sup> |
| 60                 | -0.35                          | -0.15              | -0.31              | -0.14              | -0.24 <sup>a</sup> |
| 71                 | -0.24                          | -0.14              | -0.29              | -0.15              | -0.20 <sup>a</sup> |
| 163                | -0.30                          | -0.25              | -0.55              | -0.14              | -0.31 <sup>a</sup> |
| 208                | -0.25                          | -0.19              | -0.37              | -0.16              | -0.24 <sup>a</sup> |
| 209                | -0.25                          | -0.21              | -0.38              | -0.11              | -0.24 <sup>a</sup> |
| 219                | -0.31                          | -0.14              | -0.41              | -0.16              | -0.25 <sup>a</sup> |
| 227                | -0.28                          | -0.17              | -0.42              | -0.15              | -0.25 <sup>a</sup> |
| 236                | -0.30                          | -0.26              | -0.40              | -0.19              | -0.29 <sup>a</sup> |
| 996                | -0.39                          | -0.18              | -0.46              | -0.15              | -0.29 <sup>a</sup> |
| ค่าเฉลี่ย          | -0.31 <sup>B</sup>             | -0.19 <sup>C</sup> | -0.39 <sup>A</sup> | -0.15 <sup>D</sup> | -0.26              |
| p-value            |                                |                    |                    |                    |                    |
| สายพันธุ์          |                                |                    |                    |                    | 0.19               |
| ฤดูกาล             |                                |                    |                    |                    | <0.01              |
| สายพันธุ์ x ฤดูกาล |                                |                    |                    |                    | 0.04               |

**หมายเหตุ** ค่าเฉลี่ยที่แสดงด้วยอักษรเหมือนกันมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \geq 0.05$ )

### ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบ

คลอโรฟิลล์ภายในใบมีความสำคัญต่อกระบวนการสังเคราะห์แสง ปริมาณคลอโรฟิลล์ที่แตกต่างกัน อาจส่งผลต่อการสังเคราะห์แสงและการเติบโตที่ต่างกันด้วย โดยปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบยุคาลิปตัส คามาลดูลเลนซิส ในช่วงฤดูฝน (เดือนพฤษภาคมและตุลาคม) มีค่าระหว่าง 6.04-6.93 มิลลิกรัมต่อตารางเดซิเมตร ซึ่งมีค่าสูงกว่าในช่วงฝนทิ้งช่วงและช่วงฤดูแล้ง (เดือนกรกฎาคมและธันวาคม) ที่มีค่าระหว่าง 5.08-6.08 มิลลิกรัมต่อตารางเดซิเมตร (ตารางที่ 29 และตารางผนวกที่ 6) แต่การศึกษาปริมาณคลอโรฟิลล์ภายในใบกระถินเทพา กระถินณรงค์

**ตารางที่ 29** การแปรผันตามฤดูกาลของปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบของยุคาลิปตัส คามาลดูลเลนซิส จำนวน 10 สายพันธุ์

| สายพันธุ์          | ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบ (มิลลิกรัมต่อตารางเดซิเมตร) |                   |                   |                   |                      |
|--------------------|--------------------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|----------------------|
|                    | ธันวาคม                                          | พฤษภาคม           | กรกฎาคม           | ตุลาคม            | ค่าเฉลี่ย            |
| 33                 | 4.77                                             | 5.69              | 5.43              | 5.90              | 5.45 <sup>cd</sup>   |
| 60                 | 5.12                                             | 7.52              | 6.78              | 7.16              | 6.65 <sup>a</sup>    |
| 71                 | 4.65                                             | 6.87              | 5.81              | 5.32              | 5.66 <sup>bcd</sup>  |
| 163                | 6.00                                             | 7.97              | 5.87              | 6.97              | 6.70 <sup>a</sup>    |
| 208                | 4.91                                             | 7.26              | 6.77              | 6.25              | 6.30 <sup>ab</sup>   |
| 209                | 5.08                                             | 7.22              | 7.17              | 5.81              | 6.32 <sup>ab</sup>   |
| 219                | 5.44                                             | 6.86              | 6.06              | 5.67              | 6.01 <sup>abc</sup>  |
| 227                | 4.34                                             | 6.11              | 5.27              | 5.03              | 5.19 <sup>d</sup>    |
| 236                | 5.25                                             | 6.75              | 5.80              | 5.83              | 5.91 <sup>abcd</sup> |
| 996                | 5.27                                             | 7.02              | 5.85              | 6.48              | 6.15 <sup>abc</sup>  |
| ค่าเฉลี่ย          | 5.08 <sup>C</sup>                                | 6.93 <sup>A</sup> | 6.08 <sup>B</sup> | 6.04 <sup>B</sup> | 6.03                 |
| p-value            |                                                  |                   |                   |                   |                      |
| สายพันธุ์          | 0.03                                             |                   |                   |                   |                      |
| ฤดูกาล             | <0.01                                            |                   |                   |                   |                      |
| สายพันธุ์ x ฤดูกาล | 0.09                                             |                   |                   |                   |                      |

**หมายเหตุ** ค่าเฉลี่ยที่แสดงด้วยอักษรเหมือนกันมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \geq 0.05$ )

และลูกผสม พบว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบในช่วงฤดูแล้งมีค่าลดลงร้อยละ 43-56 เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณคลอโรฟิลล์ในช่วงฤดูฝน (สาพิศ, 2545ข)

เมื่อวิเคราะห์ค่าความแตกต่างทางสถิติ พบว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติระหว่างฤดูกาล ( $p < 0.01$ ) และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสายพันธุ์ ( $p < 0.05$ ) (ตารางที่ 29) โดยสายพันธุ์ 60 และ 163 เป็นสายพันธุ์ที่มีปริมาณคลอโรฟิลล์เฉลี่ยค่อนข้างสูง (6.65 และ 6.70 มิลลิกรัมต่อตารางเดซิเมตร ตามลำดับ) ในขณะที่สายพันธุ์ 227 เป็นสายพันธุ์ที่มีปริมาณคลอโรฟิลล์เฉลี่ยที่ค่อนข้างต่ำ (5.19 มิลลิกรัมต่อตารางเดซิเมตร)

### ความสัมพันธ์ระหว่างการเติบโตและลักษณะทางสรีรวิทยาของใบ

การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรการเติบโต ได้แก่ ความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก และมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของยูคาลิปตัส ความลาดดูเลนซิส และปัจจัยลักษณะทางสรีรวิทยาในแต่ละฤดูกาล ได้แก่ อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุด การชักนำของปากใบ การคายน้ำ ประสิทธิภาพในการใช้น้ำของใบ ชลศักย์ของใบ และปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบ พบว่า ตัวแปรการเติบโตส่วนใหญ่มีความสัมพันธ์กับการชักนำของปากใบและการคายน้ำ โดยการเติบโตทางด้านความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน และความเพิ่มพูนปีปัจจุบันของมวลชีวภาพมีความสัมพันธ์ทางบวก (positive correlation) กับค่าเฉลี่ยการชักนำของปากใบและการคายน้ำในฤดูฝน กล่าวคือ เมื่อการชักนำของปากใบและการคายน้ำในฤดูฝนมีค่าเพิ่มขึ้น ทำให้การเติบโตเพิ่มขึ้นด้วย เนื่องจากในช่วงฤดูฝนมีปริมาณน้ำที่มากเกินไปจนจำเป็นทำให้ปากใบเปิดเพื่อคายน้ำส่วนเกิน ซึ่งการเปิดปากใบนี้ทำให้มีการแลกเปลี่ยนก๊าซเพื่อใช้ในการกระบวนการสังเคราะห์แสงอย่างต่อเนื่องส่งผลให้มีการเติบโตมากขึ้น ในทางตรงข้ามมีเพียงความสัมพันธ์ระหว่างความเพิ่มพูนเฉลี่ยปีปัจจุบันของเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกกับประสิทธิภาพในการใช้น้ำของใบในฤดูฝน (เดือนพฤษภาคม) และปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบในฤดูฝน (เดือนตุลาคม) เท่านั้นที่เป็นความสัมพันธ์ทางลบ (negative correlation) กล่าวคือ เมื่อประสิทธิภาพในการใช้น้ำของใบ และ/หรือ ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบในฤดูฝนมีค่าลดลงทำให้การเติบโตเพิ่มขึ้น ทั้งนี้การลดลงของประสิทธิภาพในการใช้น้ำของใบเกิดเนื่องจากในฤดูฝนการชักนำของปากใบมีค่าเพิ่มขึ้นสูงกว่าการสังเคราะห์แสงของใบ ทั้งนี้อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุด และชลศักย์ของใบในแต่ละฤดูกาล มีความสัมพันธ์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \geq 0.05$ ) กับตัวแปรการเติบโต (ตารางที่ 30 และตารางผนวกที่ 7) ซึ่งผลการศึกษานี้ให้ผลเช่นเดียวกับการศึกษาของสาพิศ และคณะ (2552) ที่พบว่า การเติบโตและการกักเก็บคาร์บอนในมวล

ชีวภาพของไม้ยูคาลิปตัส 4 สายต้น ที่ปลูกบนคันนา ในท้องที่จังหวัดฉะเชิงเทรา เป็นผลจากปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมการสูญเสียน้ำจากใบ ได้แก่ การชักนำของปากใบ และการคายน้ำ

นอกจากนี้ยังพบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างตัวแปรการเติบโตที่นำมาวิเคราะห์ เช่น ความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางเพียกอก และมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน ที่อายุ 2 และ 3 ปี เป็นต้น และพบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างลักษณะทางสรีรวิทยาที่นำมาวิเคราะห์ เช่น อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุด การชักนำของปากใบ การคายน้ำ ประสิทธิภาพในการใช้น้ำของใบ ชลศักย์ของใบ และปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบในแต่ละฤดูกาล เป็นต้น

จากผลดังกล่าว ถึงแม้จะไม่พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในหลายตัวแปร เนื่องจากการแปรผันของสายพันธุ์ที่ใช้ศึกษาไม่มีความแตกต่างกันดังที่ได้อธิบายไปแล้ว ซึ่งแตกต่างจากการศึกษาของนรากรและสาพิศ (2554) ที่ทำการศึกษากการแปรผันของลักษณะทางสรีรวิทยาในสายต้นของยูคาลิปตัสที่จำหน่ายเพื่อการค้าที่มีความแตกต่างทางพันธุกรรมค่อนข้างมาก เนื่องจากเป็นลูกผสมข้ามชนิด เช่น ลูกผสมระหว่างยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส และยูคาลิปตัส ดีกลูปต้า (*E. deglupta*) ลูกผสมระหว่างยูคาลิปตัส แกรนด์ซิส (*E. grandis*) และยูคาลิปตัส แบรสเซียนา (*E. brassiana*) เป็นต้น จึงทำให้พบความสัมพันธ์ได้อย่างชัดเจน การแปรผันของการเติบโตนอกจากจะมีความสัมพันธ์กับลักษณะทางสรีรวิทยาของใบแล้วยังอาจจะเป็นผลมาจากโครงสร้างของเรือนยอดหรือดัชนีพื้นที่ใบ ยูคาลิปตัสที่มีพื้นฐานทางพันธุกรรมที่แตกต่างกันจะมีลักษณะทรงพุ่มของเรือนยอด ตลอดจนลักษณะโครงสร้างของเรือนยอดและการจัดเรียงตัวของใบภายในเรือนยอดแตกต่างกัน โดยความแตกต่างดังกล่าวทำให้ศักยภาพในการรับแสงเพื่อใช้ในการกระบวนการสังเคราะห์แสงแตกต่างกันด้วย (สาพิศ และคณะ, 2552) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของนรากร (2554) ที่พบว่า การเติบโตของยูคาลิปตัส 4 สายต้น ที่ปลูกบนคันนา มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับดัชนีพื้นที่ใบด้วยเช่นกัน จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าดัชนีพื้นที่ใบเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อการเติบโตและผลผลิตของต้นไม้ เช่น ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส (Pipatwattanakul, 1996) และลูกผสมของกระถินณรงค์ (Royampaeng, 2001) ซึ่งค่าดัชนีพื้นที่ใบที่เพิ่มขึ้นจะเป็นการเพิ่มพื้นที่ใบในการรับแสงและเพิ่มอัตราการสังเคราะห์แสง (Landsberg and Waring, 1997) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาพบว่ายูคาลิปตัส แกรนด์ซิส ในประเทศบราซิลมีรูปแบบการเปลี่ยนแปลงค่าความเพิ่มพูนปีปัจจุบันในทิศทางเดียวกับการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีพื้นที่ใบ (Goncalves et al., 2004) ดังนั้น การใช้ลักษณะทางสรีรวิทยาของใบแต่เพียงปัจจัยเดียวในการคัดเลือกสายพันธุ์ยูคาลิปตัสที่มีความใกล้ชิดทางพันธุกรรมอาจไม่เหมาะสม จึงควรมีการศึกษาดัชนีพื้นที่ใบซึ่งเป็นตัวแปรที่บ่งชี้ถึงโครงสร้างเรือนยอดร่วมด้วย น่าจะทำให้การคัดเลือกสายพันธุ์โดยใช้ลักษณะทางสรีรวิทยามีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

ตารางที่ 30 ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรการเติบโตและลักษณะทางสรีรวิทยาของใบยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส

| Variables          | H <sub>2</sub> | DBH <sub>2</sub> | DBH <sub>3</sub> | B <sub>2</sub> | B <sub>3</sub>     | CAI <sub>H</sub>    | CAI <sub>DBH</sub> | CAI <sub>B</sub>   | g <sub>mean</sub>  | E <sub>May</sub>   | WUE <sub>May</sub>  | Chlorophyll <sub>Oct</sub> |
|--------------------|----------------|------------------|------------------|----------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|----------------------------|
| H <sub>2</sub>     | 0.78**         | 0.80**           | 0.69*            | 0.82**         | 0.63 <sup>ns</sup> | -0.02 <sup>ns</sup> | 0.60 <sup>ns</sup> | 0.46 <sup>ns</sup> | 0.41 <sup>ns</sup> | 0.64*              | -0.52 <sup>ns</sup> | -0.33 <sup>ns</sup>        |
| H <sub>3</sub>     |                | 0.86**           | 0.74*            | 0.85**         | 0.73*              | 0.58 <sup>ns</sup>  | 0.47 <sup>ns</sup> | 0.60 <sup>ns</sup> | 0.42 <sup>ns</sup> | 0.66*              | -0.44 <sup>ns</sup> | -0.25 <sup>ns</sup>        |
| DBH <sub>2</sub>   |                |                  | 0.96**           | 0.98**         | 0.92**             | 0.41 <sup>ns</sup>  | 0.73*              | 0.83**             | 0.72*              | 0.77**             | -0.60 <sup>ns</sup> | -0.35 <sup>ns</sup>        |
| DBH <sub>3</sub>   |                |                  |                  | 0.96**         | 0.97**             | 0.40 <sup>ns</sup>  | 0.85**             | 0.92**             | 0.80**             | 0.73*              | -0.62 <sup>ns</sup> | -0.50 <sup>ns</sup>        |
| B <sub>2</sub>     |                |                  |                  |                | 0.95**             | 0.38 <sup>ns</sup>  | 0.74*              | 0.85**             | 0.73*              | 0.77**             | -0.52 <sup>ns</sup> | -0.40 <sup>ns</sup>        |
| B <sub>3</sub>     |                |                  |                  |                |                    | 0.47 <sup>ns</sup>  | 0.81**             | 0.97**             | 0.77**             | 0.71*              | -0.53 <sup>ns</sup> | -0.52 <sup>ns</sup>        |
| CAI <sub>H</sub>   |                |                  |                  |                |                    |                     | 0.10 <sup>ns</sup> | 0.51 <sup>ns</sup> | 0.18 <sup>ns</sup> | 0.28 <sup>ns</sup> | -0.08 <sup>ns</sup> | -0.03 <sup>ns</sup>        |
| CAI <sub>DBH</sub> |                |                  |                  |                |                    |                     |                    | 0.81**             | 0.61 <sup>ns</sup> | 0.51 <sup>ns</sup> | -0.74**             | -0.80**                    |
| CAI <sub>B</sub>   |                |                  |                  |                |                    |                     |                    |                    | 0.74*              | 0.63 <sup>ns</sup> | -0.51 <sup>ns</sup> | -0.58 <sup>ns</sup>        |

หมายเหตุ H<sub>2</sub>, H<sub>3</sub> – ความสูงที่อายุ 2 และ 3 ปี (เมตร), DBH<sub>2</sub>, DBH<sub>3</sub> – เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกที่อายุ 2 และ 3 ปี (เซนติเมตร), B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub> – มวลชีวภาพเหนือพื้นดินที่อายุ 2 และ 3 ปี (กิโลกรัมต่อต้น), CAI<sub>H</sub> – ความเพิ่มพูนปีปัจจุบันของความสูง (เมตรต่อปี), CAI<sub>DBH</sub> – ความเพิ่มพูนปีปัจจุบันของเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (เซนติเมตรต่อปี), CAI<sub>B</sub> – ความเพิ่มพูนปีปัจจุบันของมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (กิโลกรัมต่อต้นต่อปี), g<sub>mean</sub> – ค่าเฉลี่ยการชักนำของปากใบ (โมลต่อตารางเมตรต่อวินาที), E<sub>May</sub> – การคายน้ำในเดือนพฤษภาคม (มิลลิโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที), WUE<sub>May</sub> – ประสิทธิภาพในการใช้น้ำของใบในเดือนพฤษภาคม (ไมโครโมลของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อโมลของน้ำ), Chlorophyll<sub>Oct</sub> – ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบในเดือนตุลาคม (มิลลิกรัมต่อตารางเดซิเมตร)

## สรุปและข้อเสนอแนะ

### สรุป

1. ความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางเพียกอง และมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน ของยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส อายุ 2 และ 3 ปี ทั้ง 120 สายพันธุ์ จาก 23 ถิ่นกำเนิด ในแปลงทดสอบลูกไม้รุ่นที่ 2 มีการแปรผันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างถิ่นกำเนิด และระหว่างสายพันธุ์ โดยสายพันธุ์จากถิ่นกำเนิด Kennedy River, Lynd Junction, Morehead River และ Mount Mulgrave มีการเติบโตและมวลชีวภาพเหนือพื้นดินที่ค่อนข้างสูงกว่าสายพันธุ์จากถิ่นกำเนิดอื่นๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง สายพันธุ์ 219 และ 227 เป็นสายพันธุ์ที่มีความเพิ่มพูนปัจจุบันของความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางเพียกอง และมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน มากที่สุดใน 120 สายพันธุ์ อย่างไรก็ตาม สายพันธุ์จากแหล่งเมล็ดที่คัดเลือกในประเทศไทยมีการเติบโตและมวลชีวภาพเหนือพื้นดินอยู่ในลำดับที่ดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับแหล่งเมล็ดทั่วไปในประเทศไทย แสดงให้เห็นถึงความสำเร็จของการคัดเลือกในโปรแกรมการปรับปรุงพันธุ์ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส ของประเทศไทย

2. การศึกษาลักษณะทางสรีรวิทยาของใบยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส จำนวน 10 สายพันธุ์ แสดงให้เห็นว่าอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุด การชักนำของปากใบ การคายน้ำ ประสิทธิภาพในการใช้น้ำของใบ และชลศัณย์ของใบ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างฤดูกาล แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสายพันธุ์ ยกเว้นปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งระหว่างฤดูกาลและระหว่างสายพันธุ์ แม้ว่าลักษณะทางสรีรวิทยาดังกล่าวจะแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสายพันธุ์ แต่จากแนวโน้มการแปรผันตามฤดูกาลของแต่ละสายพันธุ์ สามารถจำแนกการแปรผันได้เป็น 3 ลักษณะ ได้แก่ ลักษณะที่ 1 เป็นกลุ่มของสายพันธุ์ที่มีการแปรผันมากระหว่างฤดูกาล ลักษณะที่ 2 เป็นกลุ่มของสายพันธุ์ที่มีการแปรผันน้อยระหว่างฤดูกาล และมีค่าเฉลี่ยปานกลางถึงค่อนข้างสูง และลักษณะที่ 3 เป็นกลุ่มของสายพันธุ์ที่มีการแปรผันน้อยระหว่างฤดูกาล และมีค่าเฉลี่ยค่อนข้างต่ำในแต่ละฤดูกาล

3. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเติบโตและลักษณะทางสรีรวิทยาของใบชี้ให้เห็นว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อการเติบโตของยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส คือ ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมการสูญเสียน้ำจากใบ ได้แก่ การชักนำของปากใบ และการคายน้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งความสัมพันธ์ระหว่างการเติบโตกับค่าเฉลี่ยการชักนำของปากใบและการคายน้ำในฤดูฝน ซึ่งมีความสัมพันธ์กันในทางบวก กล่าวคือ เมื่อการชักนำของปากใบและการคายน้ำในฤดูฝนมีค่าเพิ่มขึ้น ทำให้การเติบโตเพิ่มขึ้นด้วย

### ข้อเสนอแนะ

1. ข้อมูลการเติบโตทางด้านความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางเพิงอก และมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส ในแปลงทดสอบลูกไม้ รุ่นที่ 2 สามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานประกอบการคัดเลือกสายพันธุ์เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านการปรับปรุงพันธุ์และการปลูกสร้างสวนป่า เช่น การคัดเลือกสายพันธุ์เพื่อพัฒนาให้เป็นสวนผลิตเมล็ดพันธุ์เพื่อผลิตเมล็ดในรุ่นต่อไป โดยการคัดเลือกจากค่าเฉลี่ยการเติบโตในแต่ละสายพันธุ์ นอกจากนี้ยังสามารถคัดเลือกแม่ไม้แบบรายต้นที่มีการเติบโตดี ทำการขยายพันธุ์เพื่อพัฒนาเป็นสวนผลิตกิ่งพันธุ์สำหรับผลิตกล้าไม้โดยไม่อาศัยเพศสำหรับการปลูกสร้างสวนป่ายูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส
2. ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเติบโตและลักษณะทางสรีรวิทยาของใบยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส อาจยังไม่ชัดเจนมากนักเนื่องจากการศึกษาในยูคาลิปตัสที่มีความใกล้เคียงทางพันธุกรรม โดยปกติแล้วการศึกษาลักษณะทางสรีรวิทยาของใบมักทำร่วมกับการศึกษาดัชนีพื้นที่ใบ เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้มีหน่วยทดลองขนาดเล็กและข้อจำกัดของการใช้เครื่องมือทำให้ไม่ได้ศึกษาดัชนีพื้นที่ใบ ดังนั้น ในการศึกษาลักษณะทางสรีรวิทยาของใบยูคาลิปตัสที่มีความใกล้เคียงทางพันธุกรรมควรศึกษาควบคู่กับการศึกษาดัชนีพื้นที่ใบเพื่อการวิเคราะห์ความแตกต่างของสายพันธุ์ได้อย่างชัดเจนยิ่งขึ้น

## เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- กมล วิศุภกาญจน์. 2527. การเก็บเมล็ดไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส, น. 46-55. ใน  
รายงานการสัมมนาไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส. 30 ตุลาคม – 1 พฤศจิกายน  
2527, กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.
- กรมป่าไม้. 2545. ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส. สำนักส่งเสริมการปลูกป่า ส่วนปลูกป่า  
ภาคเอกชน กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.
- กอบศักดิ์ วันธงไชย. 2540. ผลของการตัดสางขยายระยะต่อการเจริญเติบโตและ  
ผลผลิตของสวนป่าผสมไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส กับไม้ประดู่ป่า.  
วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- คณะวนศาสตร์. 2553. การศึกษาลักษณะของพรรณไม้ ปริมาณการดูดซับก๊าซเรือน  
กระจก และขนาดพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับโครงการ CDM ภาคป่าไม้. รายงาน  
ฉบับสมบูรณ์. องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน).
- จรงค์ วัชรินทร์รัตน์. 2538. การเจริญเติบโตและเศรษฐกิจของไม้ยูคาลิปตัส คามาล  
ดูเลนซิส อายุ 13 ปี ในท้องที่ต่างกัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัย  
เกษตรศาสตร์.
- \_\_\_\_\_. 2546. บทบาทของการปลูกสร้างสวนป่าไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส ต่อ  
สิ่งแวดล้อมบริเวณภาคตะวันออกของประเทศไทย. คณะวนศาสตร์  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ชนาธิป กุลติลก. 2536. การเปลี่ยนแปลงมวลชีวภาพและอัตราการผลิตขั้นปฐมภูมิของ  
หญ้าเพ็คในป่าเต็งรังบริเวณสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช. วิทยานิพนธ์  
ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ชลธิดา เชิญขุนทด. 2550. การเก็บกักคาร์บอนเหนือพื้นดินในสวนป่ายูคาลิปตัส ยูโร  
ฟิลล่า บริเวณสถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา. วิทยานิพนธ์  
ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- ดुरิยะ สถาพร. 2547. ความผันแปรตามฤดูกาลของดัชนีพื้นที่เรือนยอด และอัตราการ  
สังเคราะห์แสงของพรรณไม้เด่นในป่าดิบแล้ง จังหวัดนครราชสีมา และป่า  
เบญจพรรณ จังหวัดกาญจนบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ถนอม เปรมรัตน์ และ ประเสริฐ โพธิ์ปักษ์. ม.ป.ป. รายงานผลการปฏิบัติงานทดลองปลูก  
พรรณไม้ในโครงการสำรวจวัดฤดูใบเพื่อทำเยื่อและกระดาษ. กรมป่าไม้.
- ชนิด ยิ่งวรรณศิริ และ ประสิทธิ์ สอาดวุธ. 2525. ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส, น. 1-17. ใน  
เอกสารประชุมการป่าไม้ประจำปี 2525. กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.
- ชเนศ เสียงสุวรรณ. 2539. ลักษณะการแลกเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของกล้าไม้  
ระดับยีนต้นบางชนิดภายใต้สภาพแวดล้อมต่าง ๆ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท,  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- นรากร ศรีเลิศ. 2554. ลักษณะทางสรีรวิทยาบางประการและการกักเก็บคาร์บอนของ  
ไม้ยูคาลิปตัส 4 สายต้น. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- \_\_\_\_\_ และ สาทิศ ดิลกสัมพันธ์. 2554. การเติบโตและลักษณะทางสรีรวิทยาของกล้าไม้  
ยูคาลิปตัส 4 สายต้น ภายใต้ความเข้มแสงที่แตกต่างกัน. วารสารวนศาสตร์ 30 (2):  
15-26.
- บุญณรงค์ ธานีรัตน์. 2538. ผลของระยะปลูกและการใส่ปุ๋ยต่อการเจริญเติบโตของไม้  
กระถินเทพาที่ปลูกบนดินเหมืองดีบุกเก่า อำเภอท้ายเหมือง จังหวัดพังงา.  
วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- บุญวงศ์ ไทยอุตสาห. 2537. อดีต ปัจจุบัน และอนาคตของไม้ยูคาลิปตัสในประเทศไทย. สัก  
ทอง 12 (4): 6-13.
- \_\_\_\_\_. 2549. โรคและแมลงเป็นปัญหาของไม้ยูคาลิปตัสในวันนี้. ไม่ลองไม่รู้. บริษัท  
นครินทร์ มีเดีย, กรุงเทพฯ.
- \_\_\_\_\_. 2551ก. ประวัติความเป็นมาของไม้ยูคาลิปตัสในประเทศไทย (ตอนจบ). นิตยสาร  
ไม่ลองไม่รู้ 8 (83): 46-48.

บุญวงศ์ ไทยอุตสาห์. 2551ข. ประวัติความเป็นมาของไม้ยูคาลิปตัสในประเทศไทย.

สารนิเทศไม้ลองไม่รู้ 8 (82): 35-37.

ประสิทธิ์ สะอาดวูธ และ อรรถพล ตูลารักษ์. 2529. การเจริญเติบโตของไม้ยูคาลิปตัสที่ปลูกในพื้นที่แห้งแล้ง, น. 14-25. ใน รายงานผลวนวัฒนวิจัย 2527-2528 เล่ม 1. ฝ่ายวนวัฒนวิจัย กองบำรุง กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

ประเสริฐ สอนสถาพรกุล, จำนง กาญจนบุรณกร, สุทัศน์ เล้าสกุล และ สุจิตรา จางตระกูล. 2545. การผสมข้ามพันธุ์ระหว่างไม้สะเดาไทยและสะเดาเทียม, น. 24-36. ใน รายงานการสัมมนาทางวนวัฒนวิทยา ครั้งที่ 7. ส่วนวนวัฒนวิจัย สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

พงษ์ศักดิ์ สหนาพ, บุญฤทธิ์ ภูริยากร, วิสุทธิ์ สุวรรณภินันท์ และ ชูบ เข้มนาถ. 2523. การเสื่อมคุณภาพของดินจากการทำลายป่าสะแกราช. รายงานวนศาสตร์วิจัยเล่มที่ 68.

พรจันทร์ บุษบา. 2547. การเติบโตและลักษณะที่แสดงออกของไม้ยูคาลิปตัสสายพันธุ์ต่าง ๆ ที่ปลูกในพื้นที่ที่มีการระบายน้ำเร็ว. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พิศาล วสุวานิช และ วิฑูรย์ เหลืองวิริยะแสง. 2539. ความผันแปรการเจริญเติบโตของไม้ยูคาลิปตัส ความลาดดูเลนซิส จากถิ่นกำเนิดต่างๆ ในแปลงทดสอบถิ่นกำเนิด/สายพันธุ์ในประเทศไทย, น. 121-140. ใน รายงานการประชุมวิชาการการป่าไม้แห่งชาติ ประจำปี 2538. 20-24 พฤศจิกายน 2538 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

ภาควิชาวนวัฒนวิทยา. 2550. วนวัฒนวิทยา พื้นฐานเพื่อการปลูกป่า. กองทุนจัดพิมพ์ตำราภาควิชาวนวัฒนวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา. 2535. รายงานสำรวจการวิเคราะห์ลุ่มน้ำ สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช กิ่งอำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

มนตรี สนิทประชากร, สมศักดิ์ มั่นศรีสุขใส และ สัมฤทธิ์ กิตติธรรกุล. 2529. การปลูกยูคาลิปตัสในประเทศไทย. สำนักงานส่งเสริมการปลูกป่าภาคเอกชน กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

รุ่งเรือง พูลศิริ. 2540. ผลของความหนาแน่นของหมู่ไม้ต่อรูปทรง อัตราการเจริญเติบโต และผลผลิตของสวนป่าไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส อายุ 12 ปี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ลดาวลัย พวงจิตร. 2534. การสังเคราะห์แสงและการหายใจของกล้าไม้กระถินเทพา 2: ความแตกต่างระหว่างถิ่นกำเนิด. วารสารวนศาสตร์ 10 (1): 1-11.

\_\_\_\_\_. 2547. สมดุลของคาร์บอนในระบบนิเวศป่าเขตร้อน, น. 156-184. ใน บุญวงศ์ ไทยอุตส่าห์ และ ลดาวลัย พวงจิตร, ผู้รวบรวม. การจัดการระบบนิเวศป่าเขตร้อนแบบผสมผสาน: ประสบการณ์จากสถานีวิจัยลุ่มน้ำแม่กลอง. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, กรุงเทพฯ.

วนิดา สุพรรณเสถียร, สมควร สวิตชาติ และ ประเชษฐ สร้อยทองคำ. 2531. สีสรรษชาติจากพืชและสัตว์ในประเทศไทย. เลขที่ ร. 088 กองวิจัยผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

วันชัย อรุณประภารัตน์. 2542. แนวทางการใช้ประโยชน์พื้นที่สถานีฝักนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว, น. 25-32. ใน คณะวนศาสตร์, ผู้รวบรวม. สวนรวมพันธุ์กรรมไม้ป่าเฉลิมพระเกียรติ ร.9 ณ สถานีฝักนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว อ.วังน้ำเขียว จ.นครราชสีมา. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วัลยา คงผล. 2543. อัตราการสังเคราะห์แสงและการตอบสนองต่อปัจจัยแสงของพรรณไม้ป่าชายเลนบางชนิดบริเวณปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วาทีณี ทองเชตุ. 2542. ความผันแปรระหว่างถิ่นกำเนิดของชลศักยภาพในใบไม้กระถินณรงค์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- วิฑูรย์ เหลืองวิริยะแสง. 2553. รายงานผลงานวิจัย ประจำปี พ.ศ. 2553 การพัฒนาพันธุ์ไม้โตเร็วของกรมป่าไม้เพื่อการปลูกสวนป่าเชิงเศรษฐกิจ. ส่วนนวัตน์วิจัย กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.
- วิฑูรย์ เหลืองวิริยะแสง, คงศักดิ์ ภิญโญภูษากฤษ และ รัตนา ไทยงาม. 2540. ลักษณะการเติบโต และรูปทรงลำต้นของไม้อะเคเซีย ออลาโคคาร์ปา ในแปลงทดสอบสายพันธุ์ที่อายุ 6 ปี ในประเทศไทย. เอกสารผลงานวิจัย. ส่วนนวัตน์วิจัย กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.
- \_\_\_\_\_, ธิติ วิสรัตน์, บรรดิษฐ์ หงษ์ทอง, วิโรจน์ ครองกิจศิริ, ดุริยะ สถาพร และ ประพาย แก่นนาถ. 2553. รายงานผลงานวิจัย ประจำปี พ.ศ. 2553 การพัฒนาพันธุ์ไม้ยูคาลิปตัสเพื่อการปลูกป่าเศรษฐกิจ. สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้, กรมป่าไม้.
- วีระยุทธ กุลพรพันธ์ และ รัตนะ ไทยงาม. 2546. การทดสอบสายพันธุ์และถิ่นกำเนิดของไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลล่า ที่สถานีวิจัยและฝึกอบรมการปลูกสร้างสวนป่า จังหวัดนครราชสีมา. เอกสารผลงานวิจัย. กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, กรุงเทพฯ.
- วีระศักดิ์ เนียมรัตน์. 2546. การตั้งตัวของกล้าไม้ถาวรในสวนป่ายูคาลิปตัสและพื้นที่เปิดโล่งบริเวณสถานีฝักนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สมคิด สิริพัฒน์ดิกล และ สุธีร์ ดวงใจ. 2543. การปรับปรุงผลผลิตเนื้อไม้ยูคาลิปตัส โดยสร้างลูกผสม. รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์ ทุนอุดหนุน มก. ประจำปี 2541-2543. ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- สมชาย นองเนื่อง. 2542. สหโอโอคาร์ปา. ส่วนนวัตน์วิจัย สำนักวิชาการป่าไม้, กรมป่าไม้.
- สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์. 2548. สรีรวิทยาของพืช. พิมพ์ครั้งที่ 4. จามจุรีโปรดักท์, กรุงเทพฯ.

สาพิศ ดิลกสัมพันธ์. 2549. การตอบสนองของการสังเคราะห์แสงต่อความเข้มแสงของพรรณไม้เต็นในป่าดิบแล้งสะแกราชและป่าเบญจพรรณลุ่มน้ำแม่กลอง, น. 171-194. ใน **รวมผลงานวิจัย การศึกษาวิจัยการคาร์บอนในป่าดิบแล้งสะแกราชและป่าเบญจพรรณลุ่มน้ำแม่กลอง**. สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, กรุงเทพฯ.

\_\_\_\_\_ และ ดุริยะ สถาพร. 2549. การประเมินปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบของพรรณไม้เต็นในป่าดิบแล้งสะแกราชและป่าเบญจพรรณลุ่มน้ำแม่กลองด้วยเครื่อง Chlorophyll Meter SPAD-502, น. 195-212. ใน **รวมผลงานวิจัย การศึกษาวิจัยการคาร์บอนในป่าดิบแล้งสะแกราชและป่าเบญจพรรณลุ่มน้ำแม่กลอง**. สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, กรุงเทพฯ.

\_\_\_\_\_, ดุริยะ สถาพร และ นรากร ศรีเลิศ. 2552. ลักษณะการแลกเปลี่ยนก๊าซของใบยูคาลิปตัส 4 สายต้นที่ปลูกบนคันนาในจังหวัดฉะเชิงเทรา. **วารสารวนศาสตร์** 28 (3): 85-96.

\_\_\_\_\_, ภาณุมาศ ลาดपालะ และ เจษฎา เหลืองแจ่ม. 2547. การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของพรรณไม้ป่าเบญจพรรณ, น. 1-17. ใน **เอกสารประกอบการประชุม การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทางด้านป่าไม้: ป่าไม้กับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ**. 16-17 สิงหาคม 2547 ณ โรงแรมมารวย การ์เด็น, กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, กรุงเทพฯ.

\_\_\_\_\_ และ วิฑูรย์ เหลืองวิริยะแสง. 2554. การเปรียบเทียบการเติบโตและลักษณะทางสรีรวิทยาของสายพันธุ์ไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส รุ่นที่ 2. **รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์ ทุนอุดหนุน มก. ประจำปี 2551-2553**. ภาควิชาวนวัฒนวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สาพิศ ร้อยอำแพง. 2545ก. ลักษณะโครงสร้างของเรือนยอดและความผันแปรของคุณสมบัติของใบที่อยู่ในเรือนยอดของลูกผสมตามธรรมชาติของกระถินเทพาและกระถินณรงค์, น. 174-191. ใน **รายงานวนวัฒนวิจัย ประจำปี พ.ศ. 2545**. ส่วนวนวัฒนวิจัย สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

สาพิศ ร้อยอำแพง. 2545ข. การเจริญเติบโตและลักษณะทางสรีรวิทยาของลูกผสมไม้กระถิน  
ณรงค์และไม้กระถินเทพา, น. 370-382. ใน รายงานนวนวพัฒน์วิจัย ประจำปี พ.ศ.

**2545.** ส่วนนวนวพัฒน์วิจัย สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

สุณิส ยอดนาม. การทดสอบไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิสรุ่นที่สอง บริเวณสถานีฝึก  
นิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท,  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุธีร์ ดวงใจ และ สมคิด สิริพัฒน์ดิลก. 2548. การพิสูจน์ลูกผสมระหว่างยูคาลิปตัส คามาล  
ดูเลนซิส และยูคาลิปตัส ยูโรฟิลล่า โดยใช้เครื่องหมายดีเอ็นเอ. วารสารวนศาสตร์  
24: 13-25.

เสริมพงศ์ นวลงาม. 2545. บทบาทของการปลูกสร้างสวนป่าต่อการกักเก็บคาร์บอน  
และคุณสมบัติของดินบางประการ ที่สถานีวิจัยและฝึกอบรมการปลูกสร้างสวน  
ป่า จังหวัดนครราชสีมา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อภิชาติ ขาวสะอาด. 2544. คู่มือการปรับปรุงพันธุ์ไม้สัก. โรงพิมพ์วังเมือง, เชียงใหม่.

อรุณี ภูสุดแสง. 2545. การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางสรีรวิทยา และโครงสร้างเรือน  
ยอดของไม้ดินเบ็ดที่ปลูกด้วยความหนาแน่นต่างกัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท,  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Barnes, J.D., L. Balaguer, E. Manrique, S. Elvira and A.W. Davison. 1992. A  
reappraisal of the use of DMSO for the extraction and determination of  
chlorophyll a and b in lichens and higher plants. **Environ. Exp. Bot.** 32: 85-  
100.

Comstock, J., and J. Ehleringer. 1992. Correlating genetic variation in carbon isotopic  
composition with complex climatic gradients. **Proc. Natl. Acad. Sci. USA** 89:  
7747-7751.

- Cowan, I.R. 1982. Regulation of water use in relation to carbon gain in higher plants. In O.L. Lange, P.S. Nobel, C.B. Osmond and H. Ziegler, eds. Physiological plant ecology. II. Water relations and carbon assimilation. **Encyclopedia of Plant Physiology New Series** vol. 12B (1982): 589-613.
- Devlin, R.M. 1975. **Plant Physiology**. D. Van. Norstrand Co., New York.
- Eldridge, K. 1995. **Breeding Plan for *Eucalyptus camaldulensis* in Thailand**. CSIRO-Division of Forestry, Canberra.
- \_\_\_\_\_, J. Davidson, C.E. Harwood and G. van Wyk. 1997. **Eucalyptus Domestication and Breeding**. Clarendon Press, Oxford.
- Goncalves, J.L.M., J.L. Stape, J.P. Laclau, P. Smethurst and J.L. Gava. 2004. Silvicultural effects on the productivity and wood quality of eucalypt plantations. **For. Ecol. Manage.** 193: 45-61.
- Hall, D.O., J.M.O. Scurlock, H.R. Bolhar-Nordenkamp, R.C. Leegood and S.P. Long. 1993. **Photosynthesis and Production in a Changing Environment: A Field and Laboratory Manual**. Chapman & Hall, London.
- Harris, J.B. and A.W. Naylor. 1968. Changes in the etiolated tobacco leaf during greening. III. The effect of organic metabolites and light intensity on chlorophyll and carotenoid production. **Tobacco Sci.** 12: 170-176.
- Hopkins, W.G. 1995. **Introduction to Plant Physiology**. John Wiley and Son Inc., New York.
- Husch, B., C.I. Miller and T.W. Beers. 1972. **Forest Mensuration**. The Ronard Press Company, New York.
- Huxman, T.E. and S.D. Smith. 2001. Photosynthesis in an invasive grass and native forb at elevated CO<sub>2</sub> during an El Nino year in the Mojave Desert. **Effect of Elevated CO<sub>2</sub> on Two Mojave Desert Plants**. Available Source: <http://www.co2science.org/articles/V4/N33/B1.php>, September 9, 2009.

- Jones, H. 1992. **Plants and Microclimate: A Quantitative Approach to Environmental Plant Physiology.** Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- Kha, L.D. 2001. **Studies on the Use of Natural Hybrids between *Acacia mangium* and *Acacia auriculiformis* in Vietnam.** Agriculture Publishing House, Hanoi.
- Kozlowski, T.T. and S.G. Pallardy. 1997. **Physiology of Woody Plants.** Academic Press Inc., New York.
- \_\_\_\_\_, P.J. Kramer and S.G. Pallardy. 1991. **The Physiological Ecology of Woody Plants.** Academic Press Inc., USA.
- Kramer, P.J. and T.T. Kozlowski. 1979. **Physiology of Woody Plants.** Academic Press Inc., USA.
- Landsberg, J.J. and R.H. Waring. 1997. A generalized model of forest productivity using simplified concepts of radiation-use efficiency, carbon balance and partitioning. **For. Ecol. Manage.** 95: 209-228.
- Maid, M. **Provenance Variation and Progeny Testing of *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake Grown at Lad Krating Plantation, Chachoengsao Province.** M.S. Thesis, Kasetsart University.
- Meskimen, G.F., D.L. Rockwood and K.V. Reddy. 1987. Development of Eucalyptus clones for a summer rainfall environment with periodic severe frosts. **New Forest** 1 (3): 197-205.
- Odum, E.P. 1960. Organic production and turnover in old field succession. **Ecol.** 41: 34-49.
- Pereira, J.S. and T.T. Kozlowski. 1978. Diurnal and seasonal change in water balances of *Acer saccharum* and *Betula papyrifera*. **Physio. Plant.** 43: 19-30.

- Pinyopusarerk, K. 1989. Growth and survival of Australia tree species in field trials in Thailand. *In* D.J. Boland, ed. Trees for the tropics-growing Australian multipurpose trees and shrubs in developing countries. **ACIAR Monograph No. 10**, 109-127.
- Pipatwattanakul, D. 1996. An analysis of the functional and structural basis of the yield in *Eucalyptus camaldulensis* progenies grown in Thailand. **Tropical Forestry Reports 12**. University of Helsinki, Finland.
- Raymond, C.A. 1991. *Eucalyptus camaldulensis*-a breeding for Thailand **ACIAR Project 8808**. CSIRO-Division of Forestry, Hobart.
- Royampaeng, S. 2001. **Physiology of Intraspecific and Interspecific Hybrids of *Acacia auriculiformis* A. Cunn. ex enth.** Ph.D. Thesis. Northern Territory University, Darwin, Australia.
- Schulze, E.D. and A.E. Hall. 1982. Stomatal responses, water loss and CO<sub>2</sub> assimilation rates of plants in contrasting environments. *In* O.L. Lang, P.S. Nobel, C.B. Osmond and H. Zeigler, eds. Physiological plant ecology. II. Water relations and carbon assimilation. **Encyclopedia of Plant Physiology New Series** vol. 12B (1982): 181-230.
- Solomon, E.P., L.R. Berg, D.W. Martin and C. Villee. 1993. **Biology**. Saunderson College Publishing, Florida.
- Taiz, L. and E. Zeiger. 1991. **Plant Physiology**. The Benjamin/Cummings Co. Inc., California.
- Toumey, J.W. 1947. **Foundations of Silviculture**. John Wiley & Sons Inc., New York.
- Williams, E.R., A.C. Matheson and C.E. Harwood. 1994. **Experimental Design and Improvement for Tree Improvement**. CSIRO, Canberra.
- Zobel, B. and J. Talbert. 1984. **Applied Forest Tree Improvement**. John Wiley and Sons, New York.



**ตารางผนวกที่ 1** ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส จำนวน 120 สายพันธุ์ ที่ผ่านการทดสอบปลูกไม้  
ในรุ่นที่ 1 ของกรมป่าไม้

| สายพันธุ์<br>รุ่นที่ 2 | สายพันธุ์รุ่นที่ 1<br>สายพันธุ์ | หมายเลข<br>ชำ | หมายเลข<br>กิ่งก้านเกิด | ถิ่นกำเนิด               | หมายเลข<br>เขต | เขต                |
|------------------------|---------------------------------|---------------|-------------------------|--------------------------|----------------|--------------------|
| 1                      | 1                               | 1             | 7                       | Eccles Creek/Tributaries | 1              | Petford Region QLD |
| 7                      | 6                               | 10            | 7                       | Eccles Creek/Tributaries | 1              | Petford Region QLD |
| 11                     | 12                              | 3             | 7                       | Eccles Creek/Tributaries | 1              | Petford Region QLD |
| 12                     | 14                              | 4             | 7                       | Eccles Creek/Tributaries | 1              | Petford Region QLD |
| 13                     | 15                              | 13            | 7                       | Eccles Creek/Tributaries | 1              | Petford Region QLD |
| 15                     | 17                              | 10            | 7                       | Eccles Creek/Tributaries | 1              | Petford Region QLD |
| 16                     | 18                              | 11            | 7                       | Eccles Creek/Tributaries | 1              | Petford Region QLD |
| 17                     | 19                              | 15            | 7                       | Eccles Creek/Tributaries | 1              | Petford Region QLD |
| 18                     | 21                              | 2             | 7                       | Eccles Creek/Tributaries | 1              | Petford Region QLD |
| 19                     | 25                              | 11            | 7                       | Eccles Creek/Tributaries | 1              | Petford Region QLD |
| 22                     | 29                              | 12            | 7                       | Eccles Creek/Tributaries | 1              | Petford Region QLD |
| 23                     | 31                              | 6             | 7                       | Eccles Creek/Tributaries | 1              | Petford Region QLD |
| 24                     | 32                              | 5             | 7                       | Eccles Creek/Tributaries | 1              | Petford Region QLD |
| 25                     | 33                              | 9             | 7                       | Eccles Creek/Tributaries | 1              | Petford Region QLD |
| 26                     | 34                              | 5             | 7                       | Eccles Creek/Tributaries | 1              | Petford Region QLD |
| 33                     | 45                              | 8             | 9                       | Eureka Creek/Tributaries | 1              | Petford Region QLD |
| 35                     | 46                              | 14            | 9                       | Eureka Creek/Tributaries | 1              | Petford Region QLD |
| 39                     | 54                              | 4             | 10                      | Mishap Creek             | 1              | Petford Region QLD |
| 44                     | 57                              | 4             | 10                      | Mishap Creek             | 1              | Petford Region QLD |
| 47                     | 57                              | 14            | 10                      | Mishap Creek             | 1              | Petford Region QLD |
| 50                     | 61                              | 6             | 9                       | Eureka Creek/Tributaries | 1              | Petford Region QLD |
| 51                     | 62                              | 6             | 9                       | Eureka Creek/Tributaries | 1              | Petford Region QLD |
| 52                     | 63                              | 7             | 9                       | Eureka Creek/Tributaries | 1              | Petford Region QLD |
| 54                     | 65                              | 8             | 9                       | Eureka Creek/Tributaries | 1              | Petford Region QLD |
| 56                     | 66                              | 14            | 9                       | Eureka Creek/Tributaries | 1              | Petford Region QLD |
| 57                     | 66                              | 15            | 9                       | Eureka Creek/Tributaries | 1              | Petford Region QLD |
| 58                     | 69                              | 11            | 9                       | Eureka Creek/Tributaries | 1              | Petford Region QLD |
| 60                     | 70                              | 4             | 9                       | Eureka Creek/Tributaries | 1              | Petford Region QLD |
| 61                     | 71                              | 6             | 9                       | Eureka Creek/Tributaries | 1              | Petford Region QLD |
| 62                     | 71                              | 11            | 9                       | Eureka Creek/Tributaries | 1              | Petford Region QLD |
| 64                     | 77                              | 5             | 1                       | Hales Siding             | 1              | Petford Region QLD |

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

| สายพันธุ์<br>รุ่นที่ 2 | สายพันธุ์รุ่นที่ 1<br>สายพันธุ์ | หมายเลข<br>ชำ | หมายเลข<br>ถิ่นกำเนิด | ถิ่นกำเนิด                              | หมายเลข<br>เขต | เขต                         |
|------------------------|---------------------------------|---------------|-----------------------|-----------------------------------------|----------------|-----------------------------|
| 65                     | 80                              | 6             | 1                     | Hales Siding                            | 1              | Petford Region QLD          |
| 67                     | 81                              | 15            | 1                     | Hales Siding                            | 1              | Petford Region QLD          |
| 68                     | 84                              | 13            | 1                     | Hales Siding                            | 1              | Petford Region QLD          |
| 69                     | 90                              | 1             | 1                     | Hales Siding                            | 1              | Petford Region QLD          |
| 71                     | 102                             | 14            | 6                     | Petford Bridge                          | 1              | Petford Region QLD          |
| 72                     | 105                             | 2             | 6                     | Petford Bridge                          | 1              | Petford Region QLD          |
| 76                     | 117                             | 8             | 5                     | Emuford                                 | 1              | Petford Region QLD          |
| 79                     | 121                             | 3             | 5                     | Emuford                                 | 1              | Petford Region QLD          |
| 80                     | 121                             | 9             | 5                     | Emuford                                 | 1              | Petford Region QLD          |
| 81                     | 121                             | 15            | 5                     | Emuford                                 | 1              | Petford Region QLD          |
| 84                     | 127                             | 8             | 4                     | Montalbion                              | 1              | Petford Region QLD          |
| 85                     | 129                             | 7             | 4                     | Montalbion                              | 1              | Petford Region QLD          |
| 87                     | 131                             | 9             | 4                     | Montalbion                              | 1              | Petford Region QLD          |
| 88                     | 135                             | 10            | 4                     | Montalbion                              | 1              | Petford Region QLD          |
| 94                     | 143                             | 10            | 4                     | Montalbion                              | 1              | Petford Region QLD          |
| 96                     | 144                             | 8             | 4                     | Montalbion                              | 1              | Petford Region QLD          |
| 99                     | 151                             | 1             | 5                     | Emuford                                 | 1              | Petford Region QLD          |
| 104                    | 157                             | 13            | 3                     | Headwaters-Emu Creek                    | 1              | Petford Region QLD          |
| 106                    | 160                             | 9             | 3                     | Headwaters-Emu Creek                    | 1              | Petford Region QLD          |
| 107                    | 162                             | 9             | 3                     | Headwaters-Emu Creek                    | 1              | Petford Region QLD          |
| 109                    | 165                             | 9             | 8                     | Headwaters-Emureka<br>Creek             | 1              | Petford Region QLD          |
| 112                    | 172                             | 8             | 9                     | Eureka Creek/Tributaries                | 1              | Petford Region QLD          |
| 114                    | 173                             | 4             | 12                    | Walsh River-Walsh Emu<br>Creek Junction | 1              | Petford Region QLD          |
| 115                    | 173                             | 3             | 12                    | Walsh River-Walsh Emu<br>Creek Junction | 1              | Petford Region QLD          |
| 119                    | 174                             | 8             | 12                    | Walsh River-Walsh Emu<br>Creek Junction | 2              | Walsh-Mitchell<br>River QLD |
| 126                    | 176                             | 12            | 12                    | Walsh River-Walsh Emu<br>Creek Junction | 2              | Walsh-Mitchell<br>River QLD |
| 127                    | 177                             | 15            | 12                    | Walsh River-Walsh Emu<br>Creek Junction | 2              | Walsh-Mitchell<br>River QLD |

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

| สายพันธุ์<br>รุ่นที่ 2 | สายพันธุ์รุ่นที่ 1<br>สายพันธุ์ | หมายเลข<br>ซ้ำ | หมายเลข<br>ถิ่นกำเนิด | ถิ่นกำเนิด           | หมายเลข<br>เขต | เขต                         |
|------------------------|---------------------------------|----------------|-----------------------|----------------------|----------------|-----------------------------|
| 129                    | 178                             | 12             | 11                    | Flat Rock Pool       | 1              | Petford Region QLD          |
| 130                    | 178                             | 15             | 11                    | Flat Rock Pool       | 1              | Petford Region QLD          |
| 135                    | 180                             | 8              | 11                    | Flat Rock Pool       | 1              | Petford Region QLD          |
| 137                    | 181                             | 10             | 11                    | Flat Rock Pool       | 1              | Petford Region QLD          |
| 139                    | 182                             | 3              | 11                    | Flat Rock Pool       | 1              | Petford Region QLD          |
| 144                    | 187                             | 15             | 6                     | Petford Bridge       | 1              | Petford Region QLD          |
| 145                    | 193                             | 13             | 14                    | Petford Bridge       | 2              | Walsh-Mitchell<br>River QLD |
| 149                    | 201                             | 10             | 14                    | Petford Bridge       | 2              | Walsh-Mitchell<br>River QLD |
| 150                    | 202                             | 10             | 14                    | Petford Bridge       | 2              | Walsh-Mitchell<br>River QLD |
| 154                    | 208                             | 11             | 14                    | Petford Bridge       | 2              | Walsh-Mitchell<br>River QLD |
| 155                    | 209                             | 3              | 14                    | Petford Bridge       | 2              | Walsh-Mitchell<br>River QLD |
| 156                    | 209                             | 8              | 14                    | Petford Bridge       | 2              | Walsh-Mitchell<br>River QLD |
| 158                    | 210                             | 13             | 14                    | Petford Bridge       | 2              | Walsh-Mitchell<br>River QLD |
| 162                    | 216                             | 4              | 13                    | Walsh River Rockwood | 2              | Walsh-Mitchell<br>River QLD |
| 163                    | 216                             | 11             | 13                    | Walsh River Rockwood | 2              | Walsh-Mitchell<br>River QLD |
| 164                    | 219                             | 9              | 18                    | Mount Mulgrave       | 2              | Walsh-Mitchell<br>River QLD |
| 166                    | 221                             | 6              | 18                    | Mount Mulgrave       | 2              | Walsh-Mitchell<br>River QLD |
| 170                    | 222                             | 12             | 18                    | Mount Mulgrave       | 2              | Walsh-Mitchell<br>River QLD |
| 172                    | 233                             | 9              | 17                    | Palmerlyville        | 2              | Walsh-Mitchell<br>River QLD |

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

| สายพันธุ์<br>รุ่นที่ 2 | สายพันธุ์รุ่นที่ 1<br>สายพันธุ์ | หมายเลข<br>ซ้ำ | หมายเลข<br>ถิ่นกำเนิด | ถิ่นกำเนิด    | หมายเลข<br>เขต | เขต                         |
|------------------------|---------------------------------|----------------|-----------------------|---------------|----------------|-----------------------------|
| 174                    | 235                             | 1              | 17                    | Palmerlyville | 2              | Walsh-Mitchell<br>River QLD |
| 176                    | 235                             | 13             | 17                    | Palmerlyville | 2              | Walsh-Mitchell<br>River QLD |
| 177                    | 235                             | 15             | 17                    | Palmerlyville | 2              | Walsh-Mitchell<br>River QLD |
| 178                    | 236                             | 8              | 17                    | Palmerlyville | 2              | Walsh-Mitchell<br>River QLD |
| 179                    | 236                             | 14             | 17                    | Palmerlyville | 2              | Walsh-Mitchell<br>River QLD |
| 180                    | 237                             | 1              | 17                    | Palmerlyville | 2              | Walsh-Mitchell<br>River QLD |
| 181                    | 237                             | 6              | 17                    | Palmerlyville | 2              | Walsh-Mitchell<br>River QLD |
| 182                    | 238                             | 12             | 15                    | Lynd Junction | 2              | Walsh-Mitchell<br>River QLD |
| 183                    | 239                             | 9              | 15                    | Lynd Junction | 2              | Walsh-Mitchell<br>River QLD |
| 184                    | 242                             | 7              | 15                    | Lynd Junction | 2              | Walsh-Mitchell<br>River QLD |
| 186                    | 242                             | 14             | 15                    | Lynd Junction | 2              | Walsh-Mitchell<br>River QLD |
| 187                    | 243                             | 8              | 16                    | Healeys Yard  | 2              | Walsh-Mitchell<br>River QLD |
| 188                    | 244                             | 3              | 16                    | Healeys Yard  | 2              | Walsh-Mitchell<br>River QLD |
| 191                    | 244                             | 10             | 16                    | Healeys Yard  | 2              | Walsh-Mitchell<br>River QLD |
| 192                    | 244                             | 14             | 16                    | Healeys Yard  | 2              | Walsh-Mitchell<br>River QLD |
| 193                    | 245                             | 2              | 16                    | Healeys Yard  | 2              | Walsh-Mitchell<br>River QLD |

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

| สายพันธุ์<br>รุ่นที่ 2 | สายพันธุ์รุ่นที่ 1<br>สายพันธุ์ | หมายเลข<br>รุ่นที่ 1 | หมายเลข<br>รุ่นที่ 2 | ถิ่นกำเนิด         | หมายเลข<br>เขต | เขต                         |
|------------------------|---------------------------------|----------------------|----------------------|--------------------|----------------|-----------------------------|
| 196                    | 245                             | 10                   | 16                   | Healeys Yard       | 2              | Walsh-Mitchell<br>River QLD |
| 198                    | 246                             | 6                    | 16                   | Healeys Yard       | 2              | Walsh-Mitchell<br>River QLD |
| 199                    | 246                             | 11                   | 16                   | Healeys Yard       | 2              | Walsh-Mitchell<br>River QLD |
| 201                    | 247                             | 10                   | 16                   | Healeys Yard       | 2              | Walsh-Mitchell<br>River QLD |
| 203                    | 247                             | 13                   | 16                   | Healeys Yard       | 2              | Walsh-Mitchell<br>River QLD |
| 208                    | 273                             | 13                   | 25                   | Katherine          | 4              | Northern Territory          |
| 209                    | 295                             | 12                   | 31                   | Lannard River      | 5              | Western Australia           |
| 211                    | 303                             | 4                    | 23                   | Kennedy River      | 3              | Other QLD                   |
| 217                    | 304                             | 3                    | 23                   | Kennedy River      | 3              | Other QLD                   |
| 218                    | 304                             | 8                    | 23                   | Kennedy River      | 3              | Other QLD                   |
| 219                    | 304                             | 9                    | 23                   | Kennedy River      | 3              | Other QLD                   |
| 224                    | 305                             | 15                   | 24                   | Morehead River     | 3              | Other QLD                   |
| 225                    | 306                             | 9                    | 24                   | Morehead River     | 3              | Other QLD                   |
| 226                    | 306                             | 11                   | 24                   | Morehead River     | 3              | Other QLD                   |
| 227                    | 307                             | 2                    | 24                   | Morehead River     | 3              | Other QLD                   |
| 228                    | 307                             | 12                   | 24                   | Morehead River     | 3              | Other QLD                   |
| 229                    | 308                             | 14                   | 24                   | Morehead River     | 3              | Other QLD                   |
| 232                    | 310                             | 9                    | 33                   | Thai selection     | 6              | Thai selection              |
| 234                    | 310                             | 14                   | 33                   | Thai selection     | 6              | Thai selection              |
| 236                    | 312                             | 4                    | 33                   | Thai selection     | 6              | Thai selection              |
| 244                    | 316                             | 10                   | 33                   | Thai selection     | 6              | Thai selection              |
| 246                    | 318                             | 13                   | 33                   | Thai selection     | 6              | Thai selection              |
| 992                    | Control                         |                      | 34                   | Surin land race    | 7              | Thai land race              |
| 992                    | Control                         |                      | 34                   | Surin land race    | 7              | Thai land race              |
| 995                    | Control                         |                      | 34                   | Srisaket land race | 7              | Thai land race              |
| 996                    | Control                         |                      | 34                   | Srisaket land race | 7              | Thai land race              |
| 997                    | Control                         |                      | 34                   | Srisaket land race | 7              | Thai land race              |

**ตารางผนวกที่ 2** รายละเอียดของถิ่นกำเนิดตามธรรมชาติของยูคาลิปตัส คามาลดูลีนซิส ที่ผ่านการปรับปรุงพันธุ์ในรุ่นที่ 1

| CSIRO Number | Location                       | Latitude | Longitude | Altitude (msl) |
|--------------|--------------------------------|----------|-----------|----------------|
| 14237-14337  | Petford, QLD#                  | 17 15    | 145 04    | 460-520        |
| 14340-14390  | Petford, QLD#                  | 17 15    | 145 04    | 460-520        |
| 16286        | Emu Creek, QLD                 | 17 28    | 148 08    | 750            |
| 16533        | SSE of Irvinebank, QLD         | 17 29    | 145 13    | 860            |
| 16535        | Stannary Hills, QLD            | 17 19    | 145 13    | 750            |
| 16537        | SW of Dimbulah, QLD            | 17 11    | 145 03    | 460            |
| 16539        | 29km W of Dimbulah, QLD        | 17 10    | 144 53    | 420            |
| 16540        | 24km W of Dimbulah, QLD        | 17 10    | 144 56    | 420            |
| 16720        | Emu Creek, QLD                 | 17 20    | 144 56    | 460            |
| 14777-14801  | Petford, QLD                   | 17 15    | 145 04    | 460-520        |
| 16551        | Walsh River near Rookwood, QLD | 16 59    | 144 18    | 240            |
| 16552        | Mitchell River, Mulgrave, QLD  | 16 23    | 143 58    | 160            |
| 16555        | Einasleigh River, QLD          | 18 11    | 144 01    | 390            |
| 16556        | Etheridge River, QLD           | 18 16    | 143 33    | 340            |
| 16559        | Palmer River, QLD              | 16 00    | 144 05    | 400            |
| 16562        | Lynd River, QLD                | 16 28    | 143 18    | 170            |
| 16563        | Michell River, QLD             | 16 01    | 142 34    | 150            |
| 16564        | Staaten River, QLD             | 16 32    | 142 03    | 150            |
| 16565        | Gilbert River, QLD             | 17 11    | 144 45    | 75             |
| 13928        | Victoria River, NT             | 15 35    | 131 32    | 35             |
| 13929        | Cookatoo Creek, NT             | 15 38    | 129 30    | 50             |
| 16622        | Furgusson River, Nt            | 14 05    | 131 58    | na             |
| 17635        | Katherine-King Rivers, NT      | 14 37    | 132 02    | 100            |
| 13931        | Ord River, WA                  | 17 28    | 127 58    | 280            |
| 13939        | Pentecost River, WA            | 15 48    | 127 43    | 60             |
| 15319        | Fitzroy River, WA              | 17 40    | 123 35    | 10             |
| 15320        | Lennard-Barker Rivers, WA      | 17 20    | 124 45    | 70             |
| 16532        | SE of Irvinebank, QLD          | 17 27    | 145 13    | 750            |
| 16549        | Kennedy River, QLD             | 15 26    | 144 10    | 80             |
| 16550        | Morehead River, QLD            | 15 02    | 143 40    | 50             |

**ตารางผนวกที่ 3** ความสูงและความเพิ่มพูนปีปัจจุบันของความสูง (พ.ศ. 2551-2552) ของ  
ยูคาลิปตัส คามาลตูเลนซิส อายุ 2 และ 3 ปี จำนวน 120 สายพันธุ์ ในแปลง  
ทดสอบปลูกไม้ รุ่นที่ 2

| สายพันธุ์ | ความสูง (เมตร) |        |           |        | ความเพิ่มพูนปีปัจจุบัน |        |
|-----------|----------------|--------|-----------|--------|------------------------|--------|
|           | อายุ 2 ปี      |        | อายุ 3 ปี |        | (เมตรต่อปี)            |        |
| 1         | 6.16           | ± 0.98 | 9.76      | ± 2.08 | 3.60                   | ± 1.60 |
| 7         | 6.96           | ± 1.51 | 10.18     | ± 2.53 | 3.60                   | ± 1.79 |
| 11        | 6.79           | ± 1.30 | 10.22     | ± 2.21 | 3.43                   | ± 1.19 |
| 12        | 6.21           | ± 1.31 | 9.58      | ± 1.98 | 3.37                   | ± 1.00 |
| 13        | 6.40           | ± 1.04 | 10.62     | ± 1.98 | 4.21                   | ± 1.23 |
| 15        | 6.43           | ± 1.17 | 9.43      | ± 1.47 | 3.00                   | ± 1.22 |
| 16        | 6.67           | ± 1.26 | 10.53     | ± 2.21 | 3.86                   | ± 1.65 |
| 17        | 6.39           | ± 1.24 | 9.82      | ± 1.75 | 3.43                   | ± 0.86 |
| 18        | 5.90           | ± 1.28 | 9.06      | ± 1.90 | 3.16                   | ± 1.05 |
| 19        | 7.08           | ± 1.04 | 10.24     | ± 1.81 | 3.38                   | ± 1.43 |
| 22        | 7.31           | ± 1.11 | 11.63     | ± 1.69 | 4.45                   | ± 1.09 |
| 23        | 5.98           | ± 1.09 | 10.04     | ± 1.90 | 4.06                   | ± 1.28 |
| 24        | 6.43           | ± 1.22 | 9.74      | ± 1.62 | 3.31                   | ± 1.22 |
| 25        | 5.45           | ± 1.50 | 8.67      | ± 3.16 | 3.44                   | ± 1.70 |
| 26        | 7.27           | ± 1.53 | 11.20     | ± 2.67 | 3.88                   | ± 1.58 |
| 33        | 5.43           | ± 1.13 | 8.78      | ± 3.54 | 3.80                   | ± 1.69 |
| 35        | 5.81           | ± 1.22 | 8.36      | ± 1.49 | 2.55                   | ± 0.95 |
| 39        | 5.87           | ± 1.11 | 9.22      | ± 1.51 | 3.36                   | ± 1.02 |
| 44        | 6.36           | ± 1.61 | 10.20     | ± 2.38 | 3.85                   | ± 1.16 |
| 47        | 6.75           | ± 1.75 | 10.00     | ± 2.42 | 3.25                   | ± 1.16 |
| 50        | 6.01           | ± 1.07 | 9.21      | ± 1.56 | 3.19                   | ± 1.00 |
| 51        | 6.15           | ± 0.86 | 10.03     | ± 1.54 | 3.89                   | ± 0.79 |
| 52        | 6.78           | ± 1.21 | 10.17     | ± 1.91 | 3.39                   | ± 1.45 |
| 54        | 6.94           | ± 1.34 | 10.15     | ± 1.93 | 3.24                   | ± 1.06 |
| 56        | 6.62           | ± 1.26 | 10.74     | ± 2.04 | 4.12                   | ± 1.49 |
| 57        | 6.08           | ± 1.40 | 9.15      | ± 1.90 | 3.06                   | ± 1.12 |
| 58        | 6.60           | ± 1.33 | 10.00     | ± 1.62 | 3.40                   | ± 0.96 |

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

| สายพันธุ์ | ความสูง (เมตร) |        |           |        | ความเพิ่มพูนปีปัจจุบัน<br>(เมตรต่อปี) |        |  |
|-----------|----------------|--------|-----------|--------|---------------------------------------|--------|--|
|           | อายุ 2 ปี      |        | อายุ 3 ปี |        |                                       |        |  |
| 60        | 6.88           | ± 0.87 | 11.07     | ± 1.00 | 4.19                                  | ± 0.88 |  |
| 61        | 7.23           | ± 1.47 | 11.20     | ± 2.38 | 4.22                                  | ± 1.53 |  |
| 62        | 6.35           | ± 1.57 | 9.61      | ± 2.29 | 3.26                                  | ± 1.31 |  |
| 64        | 6.37           | ± 1.21 | 9.69      | ± 1.78 | 3.32                                  | ± 0.94 |  |
| 65        | 6.49           | ± 1.37 | 10.53     | ± 1.87 | 4.04                                  | ± 1.14 |  |
| 67        | 6.00           | ± 0.96 | 9.98      | ± 2.23 | 3.98                                  | ± 1.37 |  |
| 68        | 5.76           | ± 0.89 | 8.94      | ± 1.41 | 3.18                                  | ± 1.06 |  |
| 69        | 6.67           | ± 1.13 | 10.05     | ± 2.13 | 3.38                                  | ± 1.31 |  |
| 71        | 7.10           | ± 1.27 | 11.22     | ± 2.10 | 4.02                                  | ± 1.28 |  |
| 72        | 6.29           | ± 0.75 | 10.40     | ± 1.75 | 4.11                                  | ± 1.35 |  |
| 76        | 6.43           | ± 1.64 | 9.43      | ± 1.88 | 3.00                                  | ± 1.04 |  |
| 79        | 6.74           | ± 1.28 | 10.45     | ± 2.27 | 3.71                                  | ± 1.35 |  |
| 80        | 6.51           | ± 1.05 | 9.79      | ± 1.62 | 3.28                                  | ± 1.05 |  |
| 81        | 5.28           | ± 0.74 | 8.25      | ± 1.38 | 2.97                                  | ± 1.06 |  |
| 84        | 6.23           | ± 1.23 | 10.05     | ± 1.90 | 3.81                                  | ± 1.44 |  |
| 85        | 6.30           | ± 1.56 | 9.57      | ± 1.92 | 3.27                                  | ± 0.93 |  |
| 87        | 6.35           | ± 1.50 | 9.85      | ± 2.21 | 3.50                                  | ± 1.50 |  |
| 88        | 6.34           | ± 1.22 | 10.36     | ± 2.31 | 4.01                                  | ± 1.57 |  |
| 94        | 6.18           | ± 1.09 | 9.87      | ± 2.32 | 3.69                                  | ± 1.63 |  |
| 96        | 5.98           | ± 0.76 | 10.13     | ± 2.29 | 4.15                                  | ± 1.69 |  |
| 99        | 7.12           | ± 1.46 | 10.43     | ± 2.16 | 3.33                                  | ± 1.25 |  |
| 104       | 6.64           | ± 1.14 | 10.30     | ± 2.26 | 3.67                                  | ± 1.74 |  |
| 106       | 6.12           | ± 1.32 | 9.21      | ± 2.45 | 3.08                                  | ± 1.71 |  |
| 107       | 5.92           | ± 0.96 | 9.68      | ± 1.67 | 3.77                                  | ± 0.98 |  |
| 109       | 5.54           | ± 1.03 | 9.36      | ± 1.75 | 3.82                                  | ± 1.21 |  |
| 112       | 6.65           | ± 1.11 | 10.79     | ± 1.23 | 4.13                                  | ± 0.77 |  |
| 114       | 5.96           | ± 1.35 | 9.32      | ± 1.85 | 3.36                                  | ± 1.00 |  |
| 115       | 6.23           | ± 1.15 | 9.54      | ± 1.94 | 3.32                                  | ± 1.10 |  |
| 119       | 5.89           | ± 0.91 | 9.53      | ± 1.83 | 3.64                                  | ± 1.33 |  |

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

| สายพันธุ์ | ความสูง (เมตร) |        |           |        | ความเพิ่มพูนปีปัจจุบัน |        |
|-----------|----------------|--------|-----------|--------|------------------------|--------|
|           | อายุ 2 ปี      |        | อายุ 3 ปี |        | (เมตรต่อปี)            |        |
| 126       | 6.45           | ± 0.81 | 10.31     | ± 2.11 | 3.86                   | ± 1.59 |
| 127       | 5.86           | ± 1.01 | 9.69      | ± 1.33 | 3.83                   | ± 0.70 |
| 129       | 6.80           | ± 1.04 | 10.75     | ± 1.35 | 3.95                   | ± 0.91 |
| 130       | 6.96           | ± 1.09 | 10.81     | ± 1.91 | 3.88                   | ± 0.99 |
| 135       | 6.36           | ± 0.93 | 10.16     | ± 1.66 | 3.79                   | ± 1.39 |
| 137       | 5.67           | ± 0.72 | 9.29      | ± 1.68 | 3.62                   | ± 1.31 |
| 139       | 6.23           | ± 1.59 | 9.90      | ± 2.26 | 3.67                   | ± 1.29 |
| 144       | 6.18           | ± 0.99 | 10.21     | ± 1.69 | 4.03                   | ± 1.08 |
| 145       | 6.98           | ± 1.30 | 10.67     | ± 2.05 | 3.80                   | ± 1.27 |
| 149       | 6.49           | ± 1.20 | 10.14     | ± 1.70 | 3.65                   | ± 1.48 |
| 150       | 6.49           | ± 1.39 | 10.34     | ± 2.32 | 3.85                   | ± 1.19 |
| 154       | 6.17           | ± 1.39 | 10.43     | ± 2.44 | 4.27                   | ± 1.26 |
| 155       | 6.86           | ± 1.14 | 10.24     | ± 1.86 | 3.38                   | ± 1.18 |
| 156       | 6.05           | ± 1.73 | 10.65     | ± 1.29 | 4.18                   | ± 1.13 |
| 158       | 6.31           | ± 1.45 | 10.09     | ± 2.10 | 3.78                   | ± 1.02 |
| 162       | 6.65           | ± 1.40 | 9.93      | ± 1.94 | 3.29                   | ± 1.21 |
| 163       | 6.34           | ± 1.23 | 10.54     | ± 1.43 | 4.20                   | ± 1.17 |
| 164       | 6.87           | ± 1.10 | 10.54     | ± 1.61 | 3.66                   | ± 1.07 |
| 166       | 6.83           | ± 0.90 | 11.02     | ± 1.27 | 4.19                   | ± 0.97 |
| 170       | 6.14           | ± 1.21 | 9.78      | ± 1.59 | 3.64                   | ± 0.84 |
| 172       | 6.16           | ± 1.67 | 9.74      | ± 2.06 | 3.58                   | ± 1.16 |
| 174       | 6.05           | ± 1.01 | 9.68      | ± 1.64 | 3.63                   | ± 1.28 |
| 176       | 6.38           | ± 1.20 | 10.00     | ± 1.78 | 3.63                   | ± 1.23 |
| 177       | 6.46           | ± 0.88 | 10.58     | ± 2.08 | 4.12                   | ± 1.41 |
| 178       | 6.39           | ± 1.10 | 9.82      | ± 1.36 | 3.42                   | ± 0.88 |
| 179       | 7.06           | ± 1.75 | 10.50     | ± 2.58 | 3.48                   | ± 1.37 |
| 180       | 6.26           | ± 0.85 | 9.70      | ± 1.15 | 3.44                   | ± 0.89 |
| 181       | 5.91           | ± 1.34 | 9.22      | ± 1.85 | 3.32                   | ± 0.95 |
| 182       | 7.05           | ± 1.37 | 10.98     | ± 1.90 | 4.10                   | ± 1.30 |

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

| สายพันธุ์ | ความสูง (เมตร) |        |           |        | ความเพิ่มพูนปีปัจจุบัน<br>(เมตรต่อปี) |        |  |
|-----------|----------------|--------|-----------|--------|---------------------------------------|--------|--|
|           | อายุ 2 ปี      |        | อายุ 3 ปี |        |                                       |        |  |
| 183       | 6.67           | ± 1.41 | 10.80     | ± 2.04 | 4.13                                  | ± 1.64 |  |
| 184       | 6.75           | ± 1.35 | 10.83     | ± 1.98 | 4.09                                  | ± 1.09 |  |
| 186       | 6.65           | ± 1.27 | 10.69     | ± 2.93 | 4.04                                  | ± 2.14 |  |
| 187       | 7.17           | ± 1.47 | 10.69     | ± 2.14 | 4.00                                  | ± 1.10 |  |
| 188       | 6.96           | ± 1.07 | 11.21     | ± 1.91 | 4.20                                  | ± 1.40 |  |
| 191       | 6.28           | ± 1.05 | 10.31     | ± 1.52 | 4.03                                  | ± 0.80 |  |
| 192       | 6.90           | ± 1.01 | 10.36     | ± 1.42 | 3.46                                  | ± 0.91 |  |
| 193       | 6.25           | ± 1.03 | 10.30     | ± 2.21 | 4.06                                  | ± 1.50 |  |
| 196       | 6.49           | ± 1.56 | 10.03     | ± 2.44 | 3.54                                  | ± 1.47 |  |
| 198       | 5.41           | ± 1.39 | 8.54      | ± 2.15 | 3.13                                  | ± 0.96 |  |
| 199       | 6.88           | ± 1.33 | 10.26     | ± 1.46 | 3.38                                  | ± 1.08 |  |
| 201       | 6.18           | ± 1.31 | 9.83      | ± 2.32 | 3.65                                  | ± 1.43 |  |
| 203       | 7.23           | ± 1.54 | 11.19     | ± 2.84 | 4.23                                  | ± 1.53 |  |
| 208       | 6.42           | ± 1.03 | 10.05     | ± 2.03 | 3.64                                  | ± 1.29 |  |
| 209       | 7.36           | ± 1.93 | 10.00     | ± 1.87 | 3.24                                  | ± 1.03 |  |
| 211       | 6.46           | ± 0.94 | 10.25     | ± 1.45 | 3.79                                  | ± 1.17 |  |
| 217       | 5.84           | ± 0.96 | 10.18     | ± 2.30 | 4.34                                  | ± 1.54 |  |
| 218       | 6.41           | ± 1.09 | 10.60     | ± 2.23 | 4.19                                  | ± 1.49 |  |
| 219       | 7.45           | ± 1.42 | 11.79     | ± 1.75 | 4.21                                  | ± 1.28 |  |
| 224       | 6.78           | ± 1.43 | 10.42     | ± 2.08 | 3.64                                  | ± 1.62 |  |
| 225       | 5.83           | ± 1.27 | 9.08      | ± 2.42 | 3.25                                  | ± 1.33 |  |
| 226       | 7.02           | ± 1.45 | 10.57     | ± 2.05 | 3.52                                  | ± 1.40 |  |
| 227       | 6.98           | ± 1.31 | 11.48     | ± 2.44 | 4.42                                  | ± 2.12 |  |
| 228       | 6.91           | ± 1.59 | 10.30     | ± 1.79 | 3.36                                  | ± 1.44 |  |
| 229       | 6.63           | ± 1.35 | 10.24     | ± 1.69 | 3.61                                  | ± 0.65 |  |
| 232       | 6.70           | ± 1.49 | 10.26     | ± 2.07 | 3.56                                  | ± 1.16 |  |
| 234       | 6.62           | ± 1.39 | 10.19     | ± 2.09 | 3.58                                  | ± 1.01 |  |
| 236       | 7.77           | ± 1.82 | 11.22     | ± 2.34 | 3.68                                  | ± 1.10 |  |
| 244       | 6.40           | ± 1.48 | 10.22     | ± 2.37 | 3.82                                  | ± 1.30 |  |

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

| สายพันธุ์ | ความสูง (เมตร) |   |      |           |   |      | ความเพิ่มพูนปีปัจจุบัน |   |      |
|-----------|----------------|---|------|-----------|---|------|------------------------|---|------|
|           | อายุ 2 ปี      |   |      | อายุ 3 ปี |   |      | (เมตรต่อปี)            |   |      |
| 246       | 6.24           | ± | 0.88 | 9.67      | ± | 2.09 | 3.42                   | ± | 1.40 |
| 991       | 6.14           | ± | 0.69 | 9.25      | ± | 1.22 | 3.11                   | ± | 1.02 |
| 992       | 5.97           | ± | 1.05 | 8.71      | ± | 1.82 | 2.74                   | ± | 1.15 |
| 995       | 6.41           | ± | 1.21 | 10.53     | ± | 2.07 | 4.12                   | ± | 1.08 |
| 996       | 6.42           | ± | 1.31 | 10.08     | ± | 2.61 | 3.67                   | ± | 1.87 |
| 997       | 6.48           | ± | 1.10 | 10.61     | ± | 1.69 | 4.14                   | ± | 1.25 |
| ค่าเฉลี่ย | 6.45           | ± | 1.29 | 10.12     | ± | 2.04 | 3.68                   | ± | 1.29 |

ตารางผนวกที่ 4 เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกและความเพิ่มพูนปีปัจจุบันของเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (พ.ศ. 2551-2552) ของยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส อายุ 2 และ 3 ปี จำนวน 120 สายพันธุ์ ในแปลงทดสอบลูกไม้ รุ่นที่ 2

| สายพันธุ์ | เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (เซนติเมตร) |   |      |           |   |      | ความเพิ่มพูนปีปัจจุบัน |   |      |
|-----------|--------------------------------------|---|------|-----------|---|------|------------------------|---|------|
|           | อายุ 2 ปี                            |   |      | อายุ 3 ปี |   |      | (เซนติเมตรต่อปี)       |   |      |
| 1         | 4.82                                 | ± | 1.33 | 6.50      | ± | 1.65 | 1.68                   | ± | 0.57 |
| 7         | 5.69                                 | ± | 2.08 | 7.20      | ± | 2.61 | 1.95                   | ± | 0.77 |
| 11        | 5.34                                 | ± | 1.50 | 6.98      | ± | 1.88 | 1.64                   | ± | 0.57 |
| 12        | 4.59                                 | ± | 1.70 | 6.34      | ± | 2.12 | 1.75                   | ± | 0.57 |
| 13        | 5.03                                 | ± | 1.30 | 6.79      | ± | 1.74 | 1.76                   | ± | 0.71 |
| 15        | 4.92                                 | ± | 1.35 | 6.53      | ± | 1.73 | 1.61                   | ± | 0.79 |
| 16        | 5.30                                 | ± | 1.42 | 6.99      | ± | 1.78 | 1.69                   | ± | 0.62 |
| 17        | 4.91                                 | ± | 1.37 | 6.77      | ± | 1.88 | 1.86                   | ± | 0.63 |
| 18        | 4.04                                 | ± | 1.34 | 5.57      | ± | 1.44 | 1.54                   | ± | 0.51 |
| 19        | 5.83                                 | ± | 1.58 | 7.36      | ± | 2.27 | 1.80                   | ± | 0.96 |
| 22        | 5.40                                 | ± | 1.24 | 7.43      | ± | 1.82 | 2.04                   | ± | 0.83 |
| 23        | 4.30                                 | ± | 1.50 | 5.77      | ± | 1.56 | 1.47                   | ± | 0.52 |
| 24        | 4.93                                 | ± | 1.38 | 6.74      | ± | 1.62 | 1.89                   | ± | 0.94 |
| 25        | 3.93                                 | ± | 1.22 | 5.37      | ± | 1.49 | 1.43                   | ± | 0.54 |
| 26        | 5.82                                 | ± | 1.54 | 7.83      | ± | 1.96 | 1.89                   | ± | 0.63 |

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

| สายพันธุ์ | เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (เซนติเมตร) |   |      |           |   |      | ความเพิ่มพูนปีปัจจุบัน<br>(เซนติเมตรต่อปี) |   |      |
|-----------|--------------------------------------|---|------|-----------|---|------|--------------------------------------------|---|------|
|           | อายุ 2 ปี                            |   |      | อายุ 3 ปี |   |      |                                            |   |      |
| 33        | 4.32                                 | ± | 2.36 | 6.60      | ± | 3.15 | 1.86                                       | ± | 1.22 |
| 35        | 4.03                                 | ± | 1.54 | 5.18      | ± | 1.99 | 1.15                                       | ± | 0.56 |
| 39        | 4.31                                 | ± | 1.20 | 6.04      | ± | 1.58 | 1.83                                       | ± | 0.50 |
| 44        | 5.00                                 | ± | 1.52 | 6.56      | ± | 1.85 | 1.56                                       | ± | 0.61 |
| 47        | 5.23                                 | ± | 1.64 | 6.86      | ± | 2.16 | 1.63                                       | ± | 0.83 |
| 50        | 4.52                                 | ± | 1.32 | 5.99      | ± | 1.84 | 1.60                                       | ± | 0.72 |
| 51        | 4.47                                 | ± | 1.18 | 6.15      | ± | 1.52 | 1.68                                       | ± | 0.56 |
| 52        | 5.18                                 | ± | 1.45 | 7.25      | ± | 1.82 | 2.07                                       | ± | 0.65 |
| 54        | 5.48                                 | ± | 1.38 | 7.32      | ± | 1.68 | 1.85                                       | ± | 0.51 |
| 56        | 5.39                                 | ± | 1.33 | 7.54      | ± | 1.63 | 2.14                                       | ± | 0.89 |
| 57        | 4.42                                 | ± | 1.71 | 5.87      | ± | 2.44 | 1.46                                       | ± | 0.96 |
| 58        | 4.91                                 | ± | 1.60 | 6.65      | ± | 1.94 | 1.74                                       | ± | 0.56 |
| 60        | 5.93                                 | ± | 1.21 | 7.82      | ± | 1.59 | 1.84                                       | ± | 0.57 |
| 61        | 5.94                                 | ± | 1.71 | 7.83      | ± | 2.37 | 2.31                                       | ± | 1.00 |
| 62        | 4.97                                 | ± | 1.69 | 6.80      | ± | 2.38 | 1.83                                       | ± | 0.84 |
| 64        | 4.74                                 | ± | 1.45 | 6.31      | ± | 1.97 | 1.57                                       | ± | 0.64 |
| 65        | 5.02                                 | ± | 1.48 | 6.74      | ± | 1.77 | 1.72                                       | ± | 0.57 |
| 67        | 4.67                                 | ± | 1.09 | 6.31      | ± | 1.43 | 1.64                                       | ± | 0.58 |
| 68        | 4.13                                 | ± | 0.93 | 5.57      | ± | 1.28 | 1.45                                       | ± | 0.66 |
| 69        | 5.24                                 | ± | 1.40 | 7.16      | ± | 1.61 | 1.92                                       | ± | 0.59 |
| 71        | 5.57                                 | ± | 1.15 | 7.54      | ± | 1.45 | 1.97                                       | ± | 0.60 |
| 72        | 5.21                                 | ± | 1.19 | 6.85      | ± | 1.47 | 1.64                                       | ± | 0.46 |
| 76        | 4.60                                 | ± | 1.46 | 6.96      | ± | 2.16 | 2.36                                       | ± | 1.10 |
| 79        | 5.39                                 | ± | 1.45 | 7.05      | ± | 1.59 | 1.66                                       | ± | 0.56 |
| 80        | 4.94                                 | ± | 1.41 | 6.63      | ± | 1.62 | 1.69                                       | ± | 0.45 |
| 81        | 3.88                                 | ± | 0.96 | 5.36      | ± | 1.16 | 1.48                                       | ± | 0.57 |
| 84        | 4.85                                 | ± | 1.73 | 6.62      | ± | 2.21 | 1.77                                       | ± | 0.63 |
| 85        | 4.55                                 | ± | 1.35 | 6.31      | ± | 1.78 | 1.76                                       | ± | 0.82 |
| 87        | 4.86                                 | ± | 1.52 | 6.34      | ± | 2.02 | 1.59                                       | ± | 0.63 |

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

| สายพันธุ์ | เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (เซนติเมตร) |   |      |           |   |      | ความเพิ่มพูนปีปัจจุบัน<br>(เซนติเมตรต่อปี) |   |      |
|-----------|--------------------------------------|---|------|-----------|---|------|--------------------------------------------|---|------|
|           | อายุ 2 ปี                            |   |      | อายุ 3 ปี |   |      |                                            |   |      |
| 88        | 5.09                                 | ± | 1.59 | 6.73      | ± | 2.02 | 1.65                                       | ± | 0.66 |
| 94        | 4.71                                 | ± | 1.37 | 6.44      | ± | 1.51 | 1.74                                       | ± | 0.62 |
| 96        | 4.05                                 | ± | 1.09 | 5.78      | ± | 1.09 | 1.73                                       | ± | 0.44 |
| 99        | 5.22                                 | ± | 1.93 | 7.32      | ± | 1.88 | 1.86                                       | ± | 0.49 |
| 104       | 5.21                                 | ± | 1.64 | 6.92      | ± | 2.16 | 1.71                                       | ± | 0.80 |
| 106       | 4.64                                 | ± | 1.39 | 6.02      | ± | 1.72 | 1.47                                       | ± | 0.71 |
| 107       | 4.85                                 | ± | 1.17 | 6.61      | ± | 1.37 | 1.76                                       | ± | 0.51 |
| 109       | 4.27                                 | ± | 1.36 | 5.85      | ± | 1.81 | 1.58                                       | ± | 0.73 |
| 112       | 5.24                                 | ± | 1.05 | 7.00      | ± | 1.01 | 1.76                                       | ± | 0.54 |
| 114       | 4.37                                 | ± | 1.63 | 6.13      | ± | 2.03 | 1.76                                       | ± | 0.62 |
| 115       | 4.62                                 | ± | 1.73 | 6.45      | ± | 2.04 | 1.83                                       | ± | 0.89 |
| 119       | 4.26                                 | ± | 1.19 | 5.90      | ± | 1.51 | 1.64                                       | ± | 0.53 |
| 126       | 4.86                                 | ± | 1.37 | 6.74      | ± | 1.72 | 1.88                                       | ± | 0.75 |
| 127       | 4.94                                 | ± | 1.30 | 6.75      | ± | 1.42 | 1.81                                       | ± | 0.55 |
| 129       | 5.80                                 | ± | 1.29 | 7.63      | ± | 1.73 | 1.85                                       | ± | 0.68 |
| 130       | 5.73                                 | ± | 1.37 | 7.45      | ± | 1.80 | 1.88                                       | ± | 0.79 |
| 135       | 4.70                                 | ± | 1.27 | 6.49      | ± | 1.61 | 1.79                                       | ± | 0.59 |
| 137       | 4.34                                 | ± | 1.36 | 6.23      | ± | 2.31 | 1.89                                       | ± | 1.14 |
| 139       | 5.05                                 | ± | 1.60 | 6.84      | ± | 1.97 | 1.79                                       | ± | 0.59 |
| 144       | 4.97                                 | ± | 1.10 | 6.75      | ± | 1.76 | 1.78                                       | ± | 1.08 |
| 145       | 5.73                                 | ± | 1.55 | 7.47      | ± | 1.96 | 1.75                                       | ± | 0.72 |
| 149       | 5.48                                 | ± | 1.34 | 7.37      | ± | 1.67 | 1.88                                       | ± | 0.80 |
| 150       | 5.16                                 | ± | 1.47 | 6.85      | ± | 1.71 | 1.69                                       | ± | 0.60 |
| 154       | 4.94                                 | ± | 1.94 | 6.73      | ± | 2.59 | 1.79                                       | ± | 0.86 |
| 155       | 5.81                                 | ± | 1.47 | 7.49      | ± | 1.98 | 1.80                                       | ± | 0.59 |
| 156       | 4.48                                 | ± | 1.72 | 6.97      | ± | 2.18 | 2.14                                       | ± | 1.03 |
| 158       | 5.12                                 | ± | 1.63 | 6.87      | ± | 1.92 | 1.75                                       | ± | 0.52 |
| 162       | 5.20                                 | ± | 1.55 | 7.10      | ± | 1.81 | 1.90                                       | ± | 0.81 |
| 163       | 4.56                                 | ± | 1.21 | 6.18      | ± | 1.56 | 1.63                                       | ± | 0.68 |

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

| สายพันธุ์ | เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (เซนติเมตร) |   |      |           |   |      | ความเพิ่มพูนปีปัจจุบัน<br>(เซนติเมตรต่อปี) |   |      |
|-----------|--------------------------------------|---|------|-----------|---|------|--------------------------------------------|---|------|
|           | อายุ 2 ปี                            |   |      | อายุ 3 ปี |   |      |                                            |   |      |
| 164       | 4.92                                 | ± | 1.16 | 6.55      | ± | 1.49 | 1.63                                       | ± | 0.66 |
| 166       | 5.69                                 | ± | 1.04 | 7.57      | ± | 1.49 | 1.90                                       | ± | 0.64 |
| 170       | 5.09                                 | ± | 1.33 | 7.05      | ± | 1.63 | 1.96                                       | ± | 0.54 |
| 172       | 4.59                                 | ± | 1.70 | 6.59      | ± | 2.06 | 2.00                                       | ± | 0.63 |
| 174       | 4.77                                 | ± | 1.45 | 6.54      | ± | 1.80 | 1.77                                       | ± | 0.79 |
| 176       | 4.53                                 | ± | 1.04 | 6.04      | ± | 1.37 | 1.52                                       | ± | 0.52 |
| 177       | 5.29                                 | ± | 1.55 | 7.23      | ± | 1.84 | 1.94                                       | ± | 0.45 |
| 178       | 5.07                                 | ± | 1.45 | 6.49      | ± | 1.50 | 1.69                                       | ± | 0.54 |
| 179       | 4.85                                 | ± | 1.68 | 6.64      | ± | 2.05 | 1.80                                       | ± | 0.63 |
| 180       | 5.03                                 | ± | 0.97 | 6.92      | ± | 1.21 | 1.89                                       | ± | 0.40 |
| 181       | 4.27                                 | ± | 1.38 | 5.88      | ± | 1.57 | 1.61                                       | ± | 0.46 |
| 182       | 5.93                                 | ± | 1.60 | 7.48      | ± | 2.15 | 1.85                                       | ± | 0.78 |
| 183       | 5.19                                 | ± | 1.64 | 7.25      | ± | 1.78 | 2.07                                       | ± | 0.71 |
| 184       | 5.86                                 | ± | 1.38 | 7.54      | ± | 1.63 | 1.91                                       | ± | 0.62 |
| 186       | 4.94                                 | ± | 1.10 | 6.49      | ± | 1.13 | 1.64                                       | ± | 0.36 |
| 187       | 6.01                                 | ± | 1.83 | 7.05      | ± | 2.36 | 1.67                                       | ± | 0.64 |
| 188       | 6.04                                 | ± | 1.56 | 8.03      | ± | 2.09 | 1.97                                       | ± | 0.81 |
| 191       | 5.02                                 | ± | 1.43 | 6.79      | ± | 1.86 | 1.77                                       | ± | 0.60 |
| 192       | 5.39                                 | ± | 0.88 | 7.03      | ± | 1.17 | 1.64                                       | ± | 0.59 |
| 193       | 4.95                                 | ± | 1.35 | 6.71      | ± | 1.82 | 1.76                                       | ± | 0.64 |
| 196       | 5.02                                 | ± | 1.68 | 7.05      | ± | 2.09 | 2.03                                       | ± | 0.60 |
| 198       | 3.68                                 | ± | 1.46 | 5.05      | ± | 1.82 | 1.38                                       | ± | 0.62 |
| 199       | 5.60                                 | ± | 1.45 | 7.73      | ± | 1.76 | 2.13                                       | ± | 0.44 |
| 201       | 4.95                                 | ± | 1.40 | 6.81      | ± | 2.01 | 1.86                                       | ± | 1.02 |
| 203       | 5.88                                 | ± | 1.54 | 8.05      | ± | 1.95 | 2.22                                       | ± | 0.52 |
| 208       | 4.87                                 | ± | 1.07 | 6.76      | ± | 1.65 | 1.89                                       | ± | 0.99 |
| 209       | 5.13                                 | ± | 1.38 | 7.20      | ± | 1.71 | 2.06                                       | ± | 0.91 |
| 211       | 4.87                                 | ± | 1.14 | 6.62      | ± | 1.51 | 1.75                                       | ± | 0.54 |
| 217       | 4.63                                 | ± | 1.51 | 6.32      | ± | 1.90 | 1.70                                       | ± | 0.57 |

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

| สายพันธุ์ | เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (เซนติเมตร) |   |      |           |   | ความเพิ่มพูนปีปัจจุบัน<br>(เซนติเมตรต่อปี) |      |        |
|-----------|--------------------------------------|---|------|-----------|---|--------------------------------------------|------|--------|
|           | อายุ 2 ปี                            |   |      | อายุ 3 ปี |   |                                            |      |        |
| 218       | 5.67                                 | ± | 1.88 | 7.76      | ± | 2.09                                       | 2.10 | ± 0.41 |
| 219       | 6.00                                 | ± | 1.41 | 8.19      | ± | 1.72                                       | 2.10 | ± 0.58 |
| 224       | 4.97                                 | ± | 1.37 | 7.09      | ± | 1.84                                       | 2.12 | ± 0.65 |
| 225       | 4.31                                 | ± | 1.33 | 5.84      | ± | 1.83                                       | 1.53 | ± 0.69 |
| 226       | 5.70                                 | ± | 1.66 | 7.78      | ± | 2.31                                       | 2.08 | ± 0.84 |
| 227       | 5.84                                 | ± | 1.18 | 8.06      | ± | 1.65                                       | 2.21 | ± 0.94 |
| 228       | 5.69                                 | ± | 1.35 | 7.70      | ± | 1.41                                       | 2.02 | ± 0.49 |
| 229       | 5.48                                 | ± | 1.55 | 7.24      | ± | 1.92                                       | 1.76 | ± 0.66 |
| 232       | 5.73                                 | ± | 1.69 | 7.66      | ± | 2.20                                       | 2.05 | ± 0.75 |
| 234       | 5.21                                 | ± | 1.56 | 7.07      | ± | 2.02                                       | 1.87 | ± 0.66 |
| 236       | 5.89                                 | ± | 1.66 | 7.65      | ± | 2.09                                       | 2.03 | ± 0.69 |
| 244       | 5.17                                 | ± | 2.07 | 6.60      | ± | 2.44                                       | 1.42 | ± 0.53 |
| 246       | 4.36                                 | ± | 1.10 | 5.85      | ± | 1.72                                       | 1.58 | ± 0.68 |
| 991       | 4.62                                 | ± | 0.88 | 6.19      | ± | 1.11                                       | 1.58 | ± 0.59 |
| 992       | 3.86                                 | ± | 1.00 | 5.21      | ± | 1.31                                       | 1.35 | ± 0.63 |
| 995       | 4.96                                 | ± | 1.81 | 6.60      | ± | 2.17                                       | 1.63 | ± 0.61 |
| 996       | 4.29                                 | ± | 1.46 | 5.93      | ± | 1.94                                       | 1.64 | ± 0.86 |
| 997       | 5.05                                 | ± | 1.10 | 6.48      | ± | 1.32                                       | 1.43 | ± 0.39 |
| ค่าเฉลี่ย | 5.02                                 | ± | 1.50 | 6.80      | ± | 1.89                                       | 1.78 | ± 0.70 |

**ตารางผนวกที่ 5** มวลชีวภาพเนื้อพื้นดินและความเพิ่มพูนปีปัจจุบันของมวลชีวภาพเนื้อพื้นดิน (พ.ศ. 2551-2552) ของยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส อายุ 2 และ 3 ปี จำนวน 120 สายพันธุ์ในแปลงทดสอบลูกไม้ รุ่นที่ 2

| สายพันธุ์ | มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (กิโลกรัมต่อต้น) |   |      |           |   |      | ความเพิ่มพูนปีปัจจุบัน<br>(กิโลกรัมต่อต้นต่อปี) |   |      |
|-----------|----------------------------------------|---|------|-----------|---|------|-------------------------------------------------|---|------|
|           | อายุ 2 ปี                              |   |      | อายุ 3 ปี |   |      |                                                 |   |      |
| 1         | 3.54                                   | ± | 2.28 | 9.96      | ± | 6.37 | 6.41                                            | ± | 4.33 |
| 7         | 4.90                                   | ± | 3.97 | 13.14     | ± | 9.69 | 8.24                                            | ± | 5.98 |
| 11        | 4.64                                   | ± | 2.50 | 11.62     | ± | 6.22 | 6.99                                            | ± | 3.81 |
| 12        | 3.59                                   | ± | 2.97 | 9.77      | ± | 7.13 | 6.18                                            | ± | 4.26 |
| 13        | 3.94                                   | ± | 2.09 | 11.34     | ± | 6.25 | 7.40                                            | ± | 4.35 |
| 15        | 3.84                                   | ± | 2.16 | 9.49      | ± | 4.89 | 5.65                                            | ± | 3.20 |
| 16        | 4.57                                   | ± | 2.81 | 11.89     | ± | 6.64 | 7.33                                            | ± | 4.09 |
| 17        | 3.84                                   | ± | 2.38 | 10.70     | ± | 5.89 | 6.85                                            | ± | 3.64 |
| 18        | 2.63                                   | ± | 1.84 | 7.13      | ± | 4.09 | 4.50                                            | ± | 2.57 |
| 19        | 5.03                                   | ± | 2.93 | 12.97     | ± | 7.53 | 7.94                                            | ± | 4.97 |
| 22        | 4.82                                   | ± | 2.21 | 14.06     | ± | 6.94 | 9.24                                            | ± | 5.04 |
| 23        | 2.92                                   | ± | 1.91 | 8.16      | ± | 4.50 | 5.24                                            | ± | 2.78 |
| 24        | 3.91                                   | ± | 2.39 | 10.19     | ± | 4.65 | 6.28                                            | ± | 2.86 |
| 25        | 2.35                                   | ± | 1.36 | 6.80      | ± | 4.07 | 4.46                                            | ± | 2.81 |
| 26        | 6.05                                   | ± | 3.21 | 15.31     | ± | 7.65 | 9.26                                            | ± | 4.66 |
| 33        | 3.18                                   | ± | 1.59 | 11.60     | ± | 9.02 | 8.33                                            | ± | 4.92 |
| 35        | 2.60                                   | ± | 1.97 | 6.20      | ± | 4.48 | 3.60                                            | ± | 2.65 |
| 39        | 2.80                                   | ± | 1.75 | 8.14      | ± | 4.64 | 5.34                                            | ± | 3.00 |
| 44        | 4.08                                   | ± | 2.72 | 10.61     | ± | 6.15 | 6.53                                            | ± | 3.60 |
| 47        | 4.69                                   | ± | 2.88 | 11.38     | ± | 6.75 | 6.69                                            | ± | 4.10 |
| 50        | 3.15                                   | ± | 2.03 | 8.21      | ± | 5.31 | 5.06                                            | ± | 3.56 |
| 51        | 3.06                                   | ± | 1.68 | 9.04      | ± | 4.70 | 5.97                                            | ± | 3.08 |
| 52        | 4.41                                   | ± | 2.63 | 12.08     | ± | 6.55 | 7.67                                            | ± | 4.26 |
| 54        | 4.96                                   | ± | 2.89 | 12.23     | ± | 6.24 | 7.27                                            | ± | 3.52 |
| 56        | 4.64                                   | ± | 3.00 | 13.55     | ± | 6.95 | 8.91                                            | ± | 4.66 |
| 57        | 3.35                                   | ± | 3.30 | 8.56      | ± | 7.68 | 5.21                                            | ± | 4.57 |
| 58        | 4.11                                   | ± | 2.87 | 10.55     | ± | 5.98 | 6.44                                            | ± | 3.40 |

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

| สายพันธุ์ | มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (กิโลกรัมต่อตัน) |   |      |           |   | ความเพิ่มพูนปีปัจจุบัน<br>(กิโลกรัมต่อตันต่อปี) |       |        |
|-----------|----------------------------------------|---|------|-----------|---|-------------------------------------------------|-------|--------|
|           | อายุ 2 ปี                              |   |      | อายุ 3 ปี |   |                                                 |       |        |
| 60        | 5.53                                   | ± | 2.52 | 14.42     | ± | 5.76                                            | 8.90  | ± 3.50 |
| 61        | 5.21                                   | ± | 3.38 | 15.81     | ± | 9.81                                            | 10.60 | ± 6.73 |
| 62        | 4.16                                   | ± | 3.05 | 11.19     | ± | 7.71                                            | 7.02  | ± 4.78 |
| 64        | 3.66                                   | ± | 2.24 | 9.48      | ± | 5.40                                            | 5.83  | ± 3.24 |
| 65        | 4.14                                   | ± | 2.73 | 11.20     | ± | 6.23                                            | 7.06  | ± 3.89 |
| 67        | 3.22                                   | ± | 1.68 | 9.43      | ± | 5.01                                            | 6.22  | ± 3.47 |
| 68        | 2.46                                   | ± | 1.24 | 6.85      | ± | 3.37                                            | 4.39  | ± 2.40 |
| 69        | 4.46                                   | ± | 2.61 | 11.77     | ± | 5.69                                            | 7.31  | ± 3.47 |
| 71        | 5.18                                   | ± | 2.38 | 13.78     | ± | 5.31                                            | 8.61  | ± 3.22 |
| 72        | 3.99                                   | ± | 1.99 | 10.94     | ± | 5.36                                            | 6.95  | ± 3.53 |
| 76        | 3.57                                   | ± | 2.71 | 11.14     | ± | 7.71                                            | 7.57  | ± 5.53 |
| 79        | 4.80                                   | ± | 3.28 | 11.84     | ± | 6.72                                            | 7.03  | ± 3.62 |
| 80        | 3.92                                   | ± | 2.53 | 10.12     | ± | 5.84                                            | 6.19  | ± 3.51 |
| 81        | 2.05                                   | ± | 1.16 | 5.92      | ± | 3.09                                            | 3.87  | ± 2.15 |
| 84        | 3.88                                   | ± | 3.54 | 10.95     | ± | 8.54                                            | 7.07  | ± 5.23 |
| 85        | 3.45                                   | ± | 2.68 | 9.29      | ± | 6.34                                            | 5.85  | ± 3.95 |
| 87        | 3.90                                   | ± | 2.70 | 9.74      | ± | 5.79                                            | 5.85  | ± 3.45 |
| 88        | 4.15                                   | ± | 2.62 | 11.40     | ± | 6.64                                            | 7.24  | ± 4.18 |
| 94        | 3.44                                   | ± | 2.23 | 9.76      | ± | 6.10                                            | 6.32  | ± 4.06 |
| 96        | 2.46                                   | ± | 1.49 | 8.02      | ± | 3.65                                            | 5.56  | ± 2.35 |
| 99        | 4.93                                   | ± | 2.92 | 12.78     | ± | 5.89                                            | 7.60  | ± 3.43 |
| 104       | 4.48                                   | ± | 2.67 | 11.82     | ± | 6.72                                            | 7.34  | ± 4.39 |
| 106       | 3.43                                   | ± | 2.69 | 8.40      | ± | 5.73                                            | 4.97  | ± 3.66 |
| 107       | 3.39                                   | ± | 1.48 | 9.64      | ± | 3.59                                            | 5.94  | ± 2.62 |
| 109       | 2.70                                   | ± | 1.84 | 8.17      | ± | 5.02                                            | 5.47  | ± 3.38 |
| 112       | 4.24                                   | ± | 1.83 | 11.44     | ± | 3.55                                            | 7.20  | ± 2.28 |
| 114       | 3.16                                   | ± | 2.55 | 8.92      | ± | 6.17                                            | 5.76  | ± 3.79 |
| 115       | 3.59                                   | ± | 3.25 | 9.91      | ± | 7.29                                            | 6.32  | ± 4.35 |
| 119       | 2.73                                   | ± | 1.61 | 8.02      | ± | 4.22                                            | 5.28  | ± 2.73 |

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

| สายพันธุ์ | มวลชีวภาพเนื้อพื้นดิน (กิโลกรัมต่อตัน) |   |      |           |   |      | ความเพิ่มพูนปีปัจจุบัน<br>(กิโลกรัมต่อตันต่อปี) |   |      |
|-----------|----------------------------------------|---|------|-----------|---|------|-------------------------------------------------|---|------|
|           | อายุ 2 ปี                              |   |      | อายุ 3 ปี |   |      |                                                 |   |      |
| 126       | 3.71                                   | ± | 2.21 | 10.97     | ± | 6.77 | 7.26                                            | ± | 4.67 |
| 127       | 3.53                                   | ± | 2.01 | 9.97      | ± | 4.26 | 6.44                                            | ± | 2.65 |
| 129       | 5.21                                   | ± | 2.39 | 13.62     | ± | 6.03 | 8.41                                            | ± | 3.74 |
| 130       | 5.06                                   | ± | 2.73 | 13.29     | ± | 6.72 | 8.23                                            | ± | 4.23 |
| 135       | 3.45                                   | ± | 1.97 | 9.86      | ± | 4.87 | 6.41                                            | ± | 3.16 |
| 137       | 2.74                                   | ± | 1.90 | 9.34      | ± | 8.90 | 6.60                                            | ± | 7.18 |
| 139       | 4.21                                   | ± | 3.28 | 11.19     | ± | 7.03 | 6.98                                            | ± | 3.95 |
| 144       | 3.66                                   | ± | 2.12 | 10.79     | ± | 6.42 | 7.13                                            | ± | 4.76 |
| 145       | 5.63                                   | ± | 3.30 | 13.29     | ± | 6.56 | 7.96                                            | ± | 3.83 |
| 149       | 4.62                                   | ± | 2.66 | 12.07     | ± | 5.17 | 7.45                                            | ± | 3.26 |
| 150       | 4.35                                   | ± | 2.97 | 11.43     | ± | 6.53 | 7.08                                            | ± | 3.79 |
| 154       | 4.14                                   | ± | 3.02 | 12.00     | ± | 8.00 | 7.86                                            | ± | 5.24 |
| 155       | 5.39                                   | ± | 3.04 | 13.14     | ± | 7.25 | 7.75                                            | ± | 4.39 |
| 156       | 3.38                                   | ± | 2.33 | 11.88     | ± | 6.46 | 8.17                                            | ± | 4.54 |
| 158       | 4.28                                   | ± | 2.93 | 11.33     | ± | 6.86 | 7.04                                            | ± | 4.09 |
| 162       | 4.51                                   | ± | 2.92 | 11.55     | ± | 5.97 | 7.04                                            | ± | 3.66 |
| 163       | 3.32                                   | ± | 2.14 | 9.37      | ± | 4.82 | 6.05                                            | ± | 2.92 |
| 164       | 3.95                                   | ± | 1.89 | 10.16     | ± | 4.09 | 6.22                                            | ± | 2.56 |
| 166       | 5.13                                   | ± | 2.08 | 13.51     | ± | 5.33 | 8.38                                            | ± | 3.75 |
| 170       | 3.94                                   | ± | 2.27 | 11.10     | ± | 5.06 | 7.17                                            | ± | 3.09 |
| 172       | 3.64                                   | ± | 3.31 | 10.36     | ± | 6.91 | 6.72                                            | ± | 3.84 |
| 174       | 3.53                                   | ± | 2.65 | 9.74      | ± | 6.06 | 6.22                                            | ± | 3.59 |
| 176       | 3.21                                   | ± | 1.72 | 8.64      | ± | 4.20 | 5.43                                            | ± | 2.72 |
| 177       | 4.39                                   | ± | 2.57 | 12.61     | ± | 7.24 | 8.22                                            | ± | 4.83 |
| 178       | 4.09                                   | ± | 2.62 | 9.58      | ± | 4.67 | 5.50                                            | ± | 3.09 |
| 179       | 4.38                                   | ± | 3.33 | 11.23     | ± | 7.07 | 6.85                                            | ± | 3.89 |
| 180       | 3.72                                   | ± | 1.80 | 10.30     | ± | 4.05 | 6.58                                            | ± | 2.36 |
| 181       | 2.91                                   | ± | 2.03 | 7.96      | ± | 4.75 | 5.05                                            | ± | 2.83 |
| 182       | 5.54                                   | ± | 3.31 | 13.85     | ± | 7.51 | 8.31                                            | ± | 4.63 |

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

| สายพันธุ์ | มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (กิโลกรัมต่อตัน) |   |      |           |   | ความเพิ่มพูนปีปัจจุบัน<br>(กิโลกรัมต่อตันต่อปี) |       |        |
|-----------|----------------------------------------|---|------|-----------|---|-------------------------------------------------|-------|--------|
|           | อายุ 2 ปี                              |   |      | อายุ 3 ปี |   |                                                 |       |        |
| 183       | 4.53                                   | ± | 3.31 | 12.64     | ± | 6.85                                            | 8.11  | ± 3.85 |
| 184       | 5.12                                   | ± | 2.78 | 13.61     | ± | 6.09                                            | 8.49  | ± 3.64 |
| 186       | 3.89                                   | ± | 1.98 | 10.22     | ± | 5.29                                            | 6.33  | ± 3.61 |
| 187       | 5.01                                   | ± | 3.31 | 12.80     | ± | 7.44                                            | 7.79  | ± 4.28 |
| 188       | 6.00                                   | ± | 3.37 | 15.72     | ± | 8.43                                            | 9.72  | ± 5.47 |
| 191       | 3.91                                   | ± | 2.31 | 11.09     | ± | 5.91                                            | 7.18  | ± 3.79 |
| 192       | 4.55                                   | ± | 1.94 | 11.24     | ± | 4.28                                            | 6.69  | ± 2.79 |
| 193       | 3.77                                   | ± | 1.99 | 10.97     | ± | 5.87                                            | 7.20  | ± 4.05 |
| 196       | 4.30                                   | ± | 3.48 | 11.95     | ± | 8.08                                            | 7.65  | ± 4.74 |
| 198       | 2.22                                   | ± | 2.33 | 6.21      | ± | 5.85                                            | 3.99  | ± 3.59 |
| 199       | 5.21                                   | ± | 3.35 | 13.54     | ± | 6.44                                            | 8.33  | ± 3.42 |
| 201       | 3.84                                   | ± | 2.80 | 10.95     | ± | 6.93                                            | 7.11  | ± 4.77 |
| 203       | 6.11                                   | ± | 3.62 | 15.88     | ± | 8.47                                            | 9.77  | ± 5.26 |
| 208       | 3.66                                   | ± | 1.87 | 10.66     | ± | 6.54                                            | 7.00  | ± 4.94 |
| 209       | 4.46                                   | ± | 3.38 | 11.69     | ± | 6.01                                            | 7.23  | ± 3.40 |
| 211       | 3.68                                   | ± | 2.00 | 10.23     | ± | 4.91                                            | 6.55  | ± 3.07 |
| 217       | 3.26                                   | ± | 2.44 | 9.93      | ± | 6.85                                            | 6.66  | ± 4.54 |
| 218       | 5.09                                   | ± | 3.36 | 14.47     | ± | 8.20                                            | 9.37  | ± 4.95 |
| 219       | 6.38                                   | ± | 2.99 | 16.66     | ± | 6.80                                            | 10.28 | ± 4.27 |
| 224       | 4.17                                   | ± | 2.59 | 11.87     | ± | 6.33                                            | 7.70  | ± 3.92 |
| 225       | 2.88                                   | ± | 2.04 | 8.09      | ± | 5.80                                            | 5.21  | ± 3.86 |
| 226       | 5.61                                   | ± | 4.02 | 14.69     | ± | 9.50                                            | 9.08  | ± 5.94 |
| 227       | 5.50                                   | ± | 2.59 | 15.71     | ± | 6.65                                            | 10.21 | ± 4.69 |
| 228       | 5.35                                   | ± | 3.15 | 13.26     | ± | 5.63                                            | 7.90  | ± 2.80 |
| 229       | 4.91                                   | ± | 2.92 | 12.30     | ± | 6.46                                            | 7.39  | ± 3.64 |
| 232       | 5.23                                   | ± | 3.50 | 13.94     | ± | 8.71                                            | 8.71  | ± 5.44 |
| 234       | 4.54                                   | ± | 3.51 | 12.10     | ± | 7.92                                            | 7.56  | ± 4.54 |
| 236       | 5.83                                   | ± | 3.65 | 14.93     | ± | 7.90                                            | 9.10  | ± 4.61 |
| 244       | 4.66                                   | ± | 3.88 | 11.32     | ± | 8.34                                            | 6.66  | ± 4.66 |
| 246       | 2.94                                   | ± | 1.73 | 8.41      | ± | 5.67                                            | 5.47  | ± 4.06 |

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

| สายพันธุ์ | มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (กิโลกรัมต่อตัน) |   |      |           |   |      | ความเพิ่มพูนปีปัจจุบัน<br>(กิโลกรัมต่อตันต่อปี) |   |      |
|-----------|----------------------------------------|---|------|-----------|---|------|-------------------------------------------------|---|------|
|           | อายุ 2 ปี                              |   |      | อายุ 3 ปี |   |      |                                                 |   |      |
| 991       | 3.08                                   | ± | 1.31 | 8.08      | ± | 2.87 | 5.00                                            | ± | 1.93 |
| 992       | 2.31                                   | ± | 1.48 | 6.09      | ± | 3.63 | 3.78                                            | ± | 2.34 |
| 995       | 4.15                                   | ± | 3.17 | 11.17     | ± | 7.65 | 7.02                                            | ± | 4.60 |
| 996       | 3.16                                   | ± | 2.26 | 9.12      | ± | 6.11 | 5.96                                            | ± | 4.21 |
| 997       | 3.94                                   | ± | 2.01 | 9.98      | ± | 3.90 | 6.04                                            | ± | 2.10 |
| ค่าเฉลี่ย | 4.12                                   | ± | 2.73 | 11.11     | ± | 6.55 | 6.98                                            | ± | 4.13 |

ตารางผนวกที่ 6 ลักษณะทางสรีรวิทยาของใบยูคาลิปตัส คามาลดูลเลนซิส จำนวน 10 สายพันธุ์

| สายพันธุ์                                                        | ธันวาคม |   |      | พฤษภาคม |   |      | กรกฎาคม |   |      | ตุลาคม |   |      |
|------------------------------------------------------------------|---------|---|------|---------|---|------|---------|---|------|--------|---|------|
| อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุด (ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที) |         |   |      |         |   |      |         |   |      |        |   |      |
| 33                                                               | 15.00   | ± | 2.76 | 14.89   | ± | 3.13 | 7.90    | ± | 2.65 | 15.51  | ± | 3.71 |
| 60                                                               | 11.39   | ± | 5.17 | 15.85   | ± | 1.94 | 10.57   | ± | 1.67 | 13.40  | ± | 1.86 |
| 71                                                               | 9.95    | ± | 3.18 | 16.81   | ± | 2.19 | 11.71   | ± | 3.38 | 14.23  | ± | 1.89 |
| 163                                                              | 10.03   | ± | 1.23 | 15.62   | ± | 1.96 | 8.13    | ± | 0.77 | 13.41  | ± | 2.13 |
| 208                                                              | 9.01    | ± | 1.79 | 18.78   | ± | 2.58 | 6.36    | ± | 1.92 | 12.73  | ± | 2.12 |
| 209                                                              | 14.29   | ± | 2.51 | 13.85   | ± | 1.60 | 9.82    | ± | 2.84 | 14.32  | ± | 3.61 |
| 219                                                              | 12.79   | ± | 2.60 | 17.78   | ± | 1.55 | 9.41    | ± | 1.96 | 15.74  | ± | 2.50 |
| 227                                                              | 11.11   | ± | 3.73 | 16.00   | ± | 1.09 | 9.27    | ± | 2.36 | 12.43  | ± | 3.60 |
| 236                                                              | 10.24   | ± | 1.18 | 15.76   | ± | 2.18 | 10.40   | ± | 2.49 | 15.59  | ± | 0.74 |
| 996                                                              | 10.54   | ± | 3.08 | 14.99   | ± | 2.30 | 11.17   | ± | 1.97 | 14.86  | ± | 2.16 |
| การชักนำของปากใบ (โมลต่อตารางเมตรต่อวินาที)                      |         |   |      |         |   |      |         |   |      |        |   |      |
| 33                                                               | 0.36    | ± | 0.05 | 0.45    | ± | 0.13 | 0.17    | ± | 0.07 | 0.36   | ± | 0.06 |
| 60                                                               | 0.34    | ± | 0.05 | 0.48    | ± | 0.05 | 0.24    | ± | 0.05 | 0.33   | ± | 0.02 |
| 71                                                               | 0.23    | ± | 0.04 | 0.57    | ± | 0.17 | 0.27    | ± | 0.06 | 0.33   | ± | 0.02 |
| 163                                                              | 0.28    | ± | 0.05 | 0.45    | ± | 0.07 | 0.17    | ± | 0.05 | 0.30   | ± | 0.08 |
| 208                                                              | 0.25    | ± | 0.04 | 0.59    | ± | 0.17 | 0.17    | ± | 0.04 | 0.31   | ± | 0.07 |
| 209                                                              | 0.31    | ± | 0.02 | 0.44    | ± | 0.07 | 0.23    | ± | 0.08 | 0.34   | ± | 0.09 |
| 219                                                              | 0.31    | ± | 0.05 | 0.52    | ± | 0.05 | 0.20    | ± | 0.04 | 0.36   | ± | 0.06 |

ตารางผนวกที่ 6 (ต่อ)

| สายพันธุ์                                                                 | ธันวาคม |   |       | พฤษภาคม |   |      | กรกฎาคม |   |       | ตุลาคม |   |       |
|---------------------------------------------------------------------------|---------|---|-------|---------|---|------|---------|---|-------|--------|---|-------|
| การชักน้ำของปากใบ (โมลต่อตารางเมตรต่อวินาที)                              |         |   |       |         |   |      |         |   |       |        |   |       |
| 227                                                                       | 0.27    | ± | 0.07  | 0.56    | ± | 0.10 | 0.20    | ± | 0.05  | 0.30   | ± | 0.03  |
| 236                                                                       | 0.29    | ± | 0.07  | 0.49    | ± | 0.03 | 0.21    | ± | 0.04  | 0.32   | ± | 0.03  |
| 996                                                                       | 0.24    | ± | 0.07  | 0.43    | ± | 0.06 | 0.27    | ± | 0.06  | 0.30   | ± | 0.02  |
| การคายน้ำ (มิลลิโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที)                                 |         |   |       |         |   |      |         |   |       |        |   |       |
| 33                                                                        | 6.06    | ± | 1.50  | 9.90    | ± | 1.19 | 4.72    | ± | 0.93  | 7.90   | ± | 0.52  |
| 60                                                                        | 6.55    | ± | 1.07  | 10.79   | ± | 0.53 | 4.74    | ± | 2.22  | 7.20   | ± | 1.63  |
| 71                                                                        | 4.83    | ± | 1.47  | 11.31   | ± | 1.42 | 6.27    | ± | 2.98  | 7.93   | ± | 0.73  |
| 163                                                                       | 6.59    | ± | 1.05  | 9.76    | ± | 1.47 | 4.56    | ± | 1.16  | 7.07   | ± | 1.46  |
| 208                                                                       | 5.51    | ± | 0.98  | 9.69    | ± | 0.57 | 4.55    | ± | 1.71  | 7.11   | ± | 1.29  |
| 209                                                                       | 5.70    | ± | 1.46  | 10.33   | ± | 1.23 | 5.39    | ± | 2.72  | 6.84   | ± | 1.99  |
| 219                                                                       | 6.13    | ± | 1.30  | 10.49   | ± | 1.02 | 5.18    | ± | 1.62  | 8.49   | ± | 0.73  |
| 227                                                                       | 4.72    | ± | 0.86  | 10.61   | ± | 0.89 | 4.55    | ± | 1.27  | 7.26   | ± | 1.26  |
| 236                                                                       | 5.45    | ± | 1.86  | 10.70   | ± | 1.34 | 4.93    | ± | 1.64  | 8.12   | ± | 0.90  |
| 996                                                                       | 5.35    | ± | 1.90  | 10.04   | ± | 1.14 | 6.54    | ± | 0.77  | 7.45   | ± | 0.96  |
| ประสิทธิภาพในการใช้น้ำของใบ (ไมโครโมลของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อโมลของน้ำ) |         |   |       |         |   |      |         |   |       |        |   |       |
| 33                                                                        | 42.30   | ± | 2.32  | 35.18   | ± | 3.37 | 49.88   | ± | 9.44  | 43.40  | ± | 3.77  |
| 60                                                                        | 33.16   | ± | 11.26 | 33.33   | ± | 2.57 | 48.45   | ± | 6.27  | 41.06  | ± | 3.65  |
| 71                                                                        | 45.29   | ± | 14.51 | 30.67   | ± | 5.00 | 42.50   | ± | 2.77  | 43.28  | ± | 6.62  |
| 163                                                                       | 36.44   | ± | 8.13  | 35.96   | ± | 1.90 | 51.08   | ± | 12.61 | 47.23  | ± | 9.55  |
| 208                                                                       | 37.98   | ± | 14.34 | 33.19   | ± | 7.56 | 39.67   | ± | 10.27 | 42.98  | ± | 8.51  |
| 209                                                                       | 45.30   | ± | 9.10  | 32.00   | ± | 2.18 | 45.91   | ± | 7.47  | 43.36  | ± | 12.94 |
| 219                                                                       | 42.65   | ± | 12.79 | 34.89   | ± | 1.00 | 47.37   | ± | 8.06  | 43.60  | ± | 2.99  |
| 227                                                                       | 41.46   | ± | 4.71  | 29.28   | ± | 3.39 | 47.47   | ± | 1.42  | 41.78  | ± | 9.48  |
| 236                                                                       | 37.27   | ± | 9.36  | 32.02   | ± | 4.10 | 51.20   | ± | 5.81  | 50.00  | ± | 5.96  |
| 996                                                                       | 45.73   | ± | 4.55  | 35.31   | ± | 4.82 | 43.49   | ± | 5.23  | 49.12  | ± | 2.52  |

ตารางผนวกที่ 6 (ต่อ)

| สายพันธุ์                                        | ธันวาคม |   |      | พฤษภาคม |   |      | กรกฎาคม |   |      | ตุลาคม |   |      |
|--------------------------------------------------|---------|---|------|---------|---|------|---------|---|------|--------|---|------|
| ซัลติกันย์ของน้ำในใบ (เมกะพาสคาล)                |         |   |      |         |   |      |         |   |      |        |   |      |
| 33                                               | -0.40   | ± | 0.12 | -0.18   | ± | 0.06 | -0.33   | ± | 0.14 | -0.14  | ± | 0.03 |
| 60                                               | -0.35   | ± | 0.13 | -0.15   | ± | 0.03 | -0.31   | ± | 0.11 | -0.14  | ± | 0.09 |
| 71                                               | -0.24   | ± | 0.05 | -0.14   | ± | 0.06 | -0.29   | ± | 0.14 | -0.15  | ± | 0.03 |
| 163                                              | -0.30   | ± | 0.05 | -0.25   | ± | 0.07 | -0.55   | ± | 0.16 | -0.14  | ± | 0.04 |
| 208                                              | -0.25   | ± | 0.07 | -0.19   | ± | 0.03 | -0.37   | ± | 0.09 | -0.16  | ± | 0.02 |
| 209                                              | -0.25   | ± | 0.07 | -0.21   | ± | 0.02 | -0.38   | ± | 0.11 | -0.11  | ± | 0.02 |
| 219                                              | -0.31   | ± | 0.08 | -0.14   | ± | 0.07 | -0.41   | ± | 0.15 | -0.16  | ± | 0.03 |
| 227                                              | -0.28   | ± | 0.04 | -0.17   | ± | 0.07 | -0.42   | ± | 0.12 | -0.15  | ± | 0.02 |
| 236                                              | -0.30   | ± | 0.07 | -0.26   | ± | 0.11 | -0.40   | ± | 0.16 | -0.19  | ± | 0.08 |
| 996                                              | -0.39   | ± | 0.07 | -0.18   | ± | 0.03 | -0.46   | ± | 0.10 | -0.15  | ± | 0.04 |
| ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบ (มิลลิกรัมต่อตารางเดซิเมตร) |         |   |      |         |   |      |         |   |      |        |   |      |
| 33                                               | 4.77    | ± | 0.52 | 5.69    | ± | 1.45 | 5.43    | ± | 1.25 | 5.90   | ± | 0.74 |
| 60                                               | 5.12    | ± | 0.31 | 7.52    | ± | 0.14 | 6.78    | ± | 0.45 | 7.16   | ± | 0.86 |
| 71                                               | 4.65    | ± | 0.68 | 6.87    | ± | 0.84 | 5.81    | ± | 0.39 | 5.32   | ± | 0.77 |
| 163                                              | 6.00    | ± | 0.27 | 7.97    | ± | 1.10 | 5.87    | ± | 0.27 | 6.97   | ± | 0.87 |
| 208                                              | 4.91    | ± | 0.60 | 7.26    | ± | 0.75 | 6.77    | ± | 0.51 | 6.25   | ± | 0.74 |
| 209                                              | 5.08    | ± | 1.11 | 7.22    | ± | 0.51 | 7.17    | ± | 0.42 | 5.81   | ± | 0.83 |
| 219                                              | 5.44    | ± | 0.55 | 6.86    | ± | 0.67 | 6.06    | ± | 0.68 | 5.67   | ± | 0.97 |
| 227                                              | 4.34    | ± | 0.50 | 6.11    | ± | 0.75 | 5.27    | ± | 0.43 | 5.03   | ± | 0.54 |
| 236                                              | 5.25    | ± | 1.15 | 6.75    | ± | 0.74 | 5.80    | ± | 1.64 | 5.83   | ± | 1.25 |
| 996                                              | 5.27    | ± | 0.75 | 7.02    | ± | 0.84 | 5.85    | ± | 0.84 | 6.48   | ± | 0.99 |

ตารางผนวกที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรการเติบโตและลักษณะทางสรีรวิทยาของใบยูคาลิปตัส ความลาดดูเลนซิส

| ตัวแปร                        | H <sub>2</sub>      | H <sub>3</sub>      | DBH <sub>2</sub>    | DBH <sub>3</sub>    | B <sub>2</sub>      | B <sub>3</sub>     | CAI <sub>H</sub>    | CAI <sub>DBH</sub>  | CAI <sub>B</sub>    |
|-------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| อัตราสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุด |                     |                     |                     |                     |                     |                    |                     |                     |                     |
| ธันวาคม                       | -0.18 <sup>ns</sup> | -0.41 <sup>ns</sup> | -0.11 <sup>ns</sup> | 0.11 <sup>ns</sup>  | -0.02 <sup>ns</sup> | 0.13 <sup>ns</sup> | -0.24 <sup>ns</sup> | 0.26 <sup>ns</sup>  | 0.22 <sup>ns</sup>  |
| พฤษภาคม                       | 0.11 <sup>ns</sup>  | 0.40 <sup>ns</sup>  | 0.31 <sup>ns</sup>  | 0.29 <sup>ns</sup>  | 0.28 <sup>ns</sup>  | 0.28 <sup>ns</sup> | 0.34 <sup>ns</sup>  | 0.17 <sup>ns</sup>  | 0.27 <sup>ns</sup>  |
| กรกฎาคม                       | 0.51 <sup>ns</sup>  | 0.43 <sup>ns</sup>  | 0.37 <sup>ns</sup>  | 0.27 <sup>ns</sup>  | 0.42 <sup>ns</sup>  | 0.30 <sup>ns</sup> | 0.04 <sup>ns</sup>  | 0.07 <sup>ns</sup>  | 0.19 <sup>ns</sup>  |
| ตุลาคม                        | 0.12 <sup>ns</sup>  | -0.12 <sup>ns</sup> | -0.04 <sup>ns</sup> | -0.00 <sup>ns</sup> | 0.13 <sup>ns</sup>  | 0.15 <sup>ns</sup> | -0.31 <sup>ns</sup> | 0.00 <sup>ns</sup>  | 0.14 <sup>ns</sup>  |
| ค่าเฉลี่ย                     | 0.28 <sup>ns</sup>  | 0.12 <sup>ns</sup>  | 0.29 <sup>ns</sup>  | 0.38 <sup>ns</sup>  | 0.44 <sup>ns</sup>  | 0.47 <sup>ns</sup> | -0.10 <sup>ns</sup> | 0.32 <sup>ns</sup>  | 0.47 <sup>ns</sup>  |
| การชักนำของปากใบ              |                     |                     |                     |                     |                     |                    |                     |                     |                     |
| ธันวาคม                       | -0.19 <sup>ns</sup> | -0.28 <sup>ns</sup> | 0.08 <sup>ns</sup>  | 0.21 <sup>ns</sup>  | 0.11 <sup>ns</sup>  | 0.23 <sup>ns</sup> | 0.01 <sup>ns</sup>  | 0.10 <sup>ns</sup>  | 0.31 <sup>ns</sup>  |
| พฤษภาคม                       | 0.23 <sup>ns</sup>  | 0.46 <sup>ns</sup>  | 0.48 <sup>ns</sup>  | 0.50 <sup>ns</sup>  | 0.40 <sup>ns</sup>  | 0.45 <sup>ns</sup> | 0.34 <sup>ns</sup>  | 0.51 <sup>ns</sup>  | 0.46 <sup>ns</sup>  |
| กรกฎาคม                       | 0.37 <sup>ns</sup>  | 0.27 <sup>ns</sup>  | 0.19 <sup>ns</sup>  | 0.10 <sup>ns</sup>  | 0.22 <sup>ns</sup>  | 0.07 <sup>ns</sup> | -0.14 <sup>ns</sup> | -0.05 <sup>ns</sup> | -0.04 <sup>ns</sup> |
| ตุลาคม                        | 0.02 <sup>ns</sup>  | -0.15 <sup>ns</sup> | 0.18 <sup>ns</sup>  | 0.35 <sup>ns</sup>  | 0.28 <sup>ns</sup>  | 0.39 <sup>ns</sup> | -0.14 <sup>ns</sup> | 0.33 <sup>ns</sup>  | 0.43 <sup>ns</sup>  |
| ค่าเฉลี่ย                     | 0.41 <sup>ns</sup>  | 0.42 <sup>ns</sup>  | <b>0.72 *</b>       | <b>0.80 **</b>      | <b>0.73 *</b>       | <b>0.77 **</b>     | 0.18 <sup>ns</sup>  | 0.61 <sup>ns</sup>  | <b>0.74 *</b>       |

ตารางผนวกที่ 7 (ต่อ)

| ตัวแปร                      | H <sub>2</sub>      | H <sub>3</sub>      | DBH <sub>2</sub>    | DBH <sub>3</sub>    | B <sub>2</sub>      | B <sub>3</sub>      | CAI <sub>H</sub>    | CAI <sub>DBH</sub>  | CAI <sub>B</sub>    |
|-----------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| การคายน้ำ                   |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |
| ธันวาคม                     | -0.26 <sup>ns</sup> | -0.20 <sup>ns</sup> | -0.16 <sup>ns</sup> | -0.19 <sup>ns</sup> | -0.16 <sup>ns</sup> | -0.19 <sup>ns</sup> | 0.09 <sup>ns</sup>  | -0.47 <sup>ns</sup> | -0.21 <sup>ns</sup> |
| พฤษภาคม                     | 0.64 <sup>ns</sup>  | <b>0.66 *</b>       | <b>0.77 **</b>      | <b>0.73 *</b>       | <b>0.77 **</b>      | <b>0.71 *</b>       | 0.28 <sup>ns</sup>  | 0.51 <sup>ns</sup>  | 0.63 <sup>ns</sup>  |
| กรกฎาคม                     | 0.16 <sup>ns</sup>  | 0.03 <sup>ns</sup>  | -0.16 <sup>ns</sup> | -0.21 <sup>ns</sup> | -0.08 <sup>ns</sup> | -0.19 <sup>ns</sup> | -0.30 <sup>ns</sup> | -0.20 <sup>ns</sup> | -0.26 <sup>ns</sup> |
| ตุลาคม                      | 0.23 <sup>ns</sup>  | 0.32 <sup>ns</sup>  | 0.34 <sup>ns</sup>  | 0.38 <sup>ns</sup>  | 0.47 <sup>ns</sup>  | 0.55 <sup>ns</sup>  | 0.22 <sup>ns</sup>  | 0.28 <sup>ns</sup>  | 0.57 <sup>ns</sup>  |
| ค่าเฉลี่ย                   | 0.34 <sup>ns</sup>  | 0.34 <sup>ns</sup>  | 0.30 <sup>ns</sup>  | 0.25 <sup>ns</sup>  | 0.42 <sup>ns</sup>  | 0.34 <sup>ns</sup>  | 0.09 <sup>ns</sup>  | -0.03 <sup>ns</sup> | 0.26 <sup>ns</sup>  |
| ประสิทธิภาพในการใช้น้ำของใบ |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |
| ธันวาคม                     | 0.01 <sup>ns</sup>  | -0.18 <sup>ns</sup> | -0.25 <sup>ns</sup> | -0.13 <sup>ns</sup> | -0.14 <sup>ns</sup> | -0.10 <sup>ns</sup> | -0.34 <sup>ns</sup> | 0.20 <sup>ns</sup>  | -0.07 <sup>ns</sup> |
| พฤษภาคม                     | -0.52 <sup>ns</sup> | -0.44 <sup>ns</sup> | -0.60 <sup>ns</sup> | -0.62 <sup>ns</sup> | -0.52 <sup>ns</sup> | -0.53 <sup>ns</sup> | -0.08 <sup>ns</sup> | <b>-0.74 *</b>      | -0.51 <sup>ns</sup> |
| กรกฎาคม                     | 0.04 <sup>ns</sup>  | 0.08 <sup>ns</sup>  | 0.15 <sup>ns</sup>  | 0.14 <sup>ns</sup>  | 0.19 <sup>ns</sup>  | 0.24 <sup>ns</sup>  | 0.30 <sup>ns</sup>  | 0.00 <sup>ns</sup>  | 0.26 <sup>ns</sup>  |
| ตุลาคม                      | 0.11 <sup>ns</sup>  | -0.06 <sup>ns</sup> | -0.32 <sup>ns</sup> | -0.49 <sup>ns</sup> | -0.24 <sup>ns</sup> | -0.67 <sup>ns</sup> | -0.30 <sup>ns</sup> | -0.43 <sup>ns</sup> | -0.43 <sup>ns</sup> |
| ค่าเฉลี่ย                   | -0.09 <sup>ns</sup> | -0.24 <sup>ns</sup> | -0.41 <sup>ns</sup> | -0.42 <sup>ns</sup> | -0.26 <sup>ns</sup> | -0.26 <sup>ns</sup> | -0.21 <sup>ns</sup> | 0.30 <sup>ns</sup>  | -0.25 <sup>ns</sup> |

ตารางผนวกที่ 7 (ต่อ)

| ตัวแปร       | H <sub>2</sub>      | H <sub>3</sub>      | DBH <sub>2</sub>    | DBH <sub>3</sub>    | B <sub>2</sub>      | B <sub>3</sub>      | CAI <sub>H</sub>    | CAI <sub>DBH</sub>  | CAI <sub>B</sub>    |
|--------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| ซลศักร์ของไป |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |
| ธันวาคม      | 0.55 <sup>ns</sup>  | 0.41 <sup>ns</sup>  | 0.10 <sup>ns</sup>  | 0.37 <sup>ns</sup>  | 0.33 <sup>ns</sup>  | 0.21 <sup>ns</sup>  | -0.08 <sup>ns</sup> | 0.49 <sup>ns</sup>  | 0.11 <sup>ns</sup>  |
| พฤษภาคม      | -0.06 <sup>ns</sup> | 0.22 <sup>ns</sup>  | 0.28 <sup>ns</sup>  | 0.40 <sup>ns</sup>  | 0.30 <sup>ns</sup>  | 0.39 <sup>ns</sup>  | 0.37 <sup>ns</sup>  | 0.24 <sup>ns</sup>  | 0.44 <sup>ns</sup>  |
| กรกฎาคม      | 0.05 <sup>ns</sup>  | -0.06 <sup>ns</sup> | 0.34 <sup>ns</sup>  | 0.44 <sup>ns</sup>  | 0.31 <sup>ns</sup>  | 0.39 <sup>ns</sup>  | -0.14 <sup>ns</sup> | 0.37 <sup>ns</sup>  | 0.43 <sup>ns</sup>  |
| ตุลาคม       | -0.30 <sup>ns</sup> | -0.42 <sup>ns</sup> | -0.34 <sup>ns</sup> | -0.23 <sup>ns</sup> | -0.37 <sup>ns</sup> | -0.36 <sup>ns</sup> | -0.20 <sup>ns</sup> | -0.13 <sup>ns</sup> | -0.34 <sup>ns</sup> |
| ค่าเฉลี่ย    | 0.19 <sup>ns</sup>  | 0.17 <sup>ns</sup>  | 0.41 <sup>ns</sup>  | 0.52 <sup>ns</sup>  | 0.37 <sup>ns</sup>  | 0.41 <sup>ns</sup>  | 0.01 <sup>ns</sup>  | 0.51 <sup>ns</sup>  | 0.41 <sup>ns</sup>  |

ตารางผนวกที่ 7 (ต่อ)

| ตัวแปร               | H <sub>2</sub>      | H <sub>3</sub>      | DBH <sub>2</sub>    | DBH <sub>3</sub>    | B <sub>2</sub>      | B <sub>3</sub>      | CAI <sub>H</sub>    | CAI <sub>DBH</sub>  | CAI <sub>B</sub>    |
|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบ |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |
| ธันวาคม              | 0.05 <sup>ns</sup>  | 0.04 <sup>ns</sup>  | -0.22 <sup>ns</sup> | -0.38 <sup>ns</sup> | -0.18 <sup>ns</sup> | -0.35 <sup>ns</sup> | -0.03 <sup>ns</sup> | -0.58 <sup>ns</sup> | -0.46 <sup>ns</sup> |
| พฤษภาคม              | 0.22 <sup>ns</sup>  | 0.21 <sup>ns</sup>  | -0.02 <sup>ns</sup> | -0.23 <sup>ns</sup> | -0.09 <sup>ns</sup> | -0.35 <sup>ns</sup> | -0.05 <sup>ns</sup> | -0.48 <sup>ns</sup> | -0.53 <sup>ns</sup> |
| กรกฎาคม              | 0.25 <sup>ns</sup>  | -0.09 <sup>ns</sup> | 0.08 <sup>ns</sup>  | 0.02 <sup>ns</sup>  | 0.02 <sup>ns</sup>  | -0.17 <sup>ns</sup> | -0.52 <sup>ns</sup> | -0.04 <sup>ns</sup> | -0.29 <sup>ns</sup> |
| ตุลาคม               | -0.33 <sup>ns</sup> | -0.25 <sup>ns</sup> | -0.35 <sup>ns</sup> | -0.50 <sup>ns</sup> | -0.40 <sup>ns</sup> | -0.52 <sup>ns</sup> | -0.03 <sup>ns</sup> | -0.80**             | -0.58 <sup>ns</sup> |
| ค่าเฉลี่ย            | 0.05 <sup>ns</sup>  | -0.04 <sup>ns</sup> | -0.15 <sup>ns</sup> | -0.33 <sup>ns</sup> | -0.20 <sup>ns</sup> | -0.43 <sup>ns</sup> | -0.19 <sup>ns</sup> | -0.58 <sup>ns</sup> | -0.57 <sup>ns</sup> |

หมายเหตุ H<sub>2</sub>, H<sub>3</sub> – ความสูงที่อายุ 2 และ 3 ปี (เมตร), DBH<sub>2</sub>, DBH<sub>3</sub> – เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกที่อายุ 2 และ 3 ปี (เซนติเมตร), B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub> – มวลชีวภาพเหนือพื้นดินที่อายุ 2 และ 3 ปี (กิโลกรัมต่อต้น), CAI<sub>H</sub> – ความเพิ่มพูนปีปัจจุบันของความสูง (เมตรต่อปี), CAI<sub>DBH</sub> – ความเพิ่มพูนปีปัจจุบันของเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (เซนติเมตรต่อปี), CAI<sub>B</sub> – ความเพิ่มพูนปีปัจจุบันของมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (กิโลกรัมต่อต้นต่อปี)

\*\* คือ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.01)

\* คือ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

ns คือ แตกต่างอย่างไม่มีความนัยสำคัญทางสถิติ (p≥0.05)

|          |          |
|----------|----------|
| ซ้ำที่ 1 | ซ้ำที่ 5 |
| ซ้ำที่ 2 | ซ้ำที่ 6 |
| ซ้ำที่ 3 | ซ้ำที่ 7 |
| ซ้ำที่ 4 | ซ้ำที่ 8 |

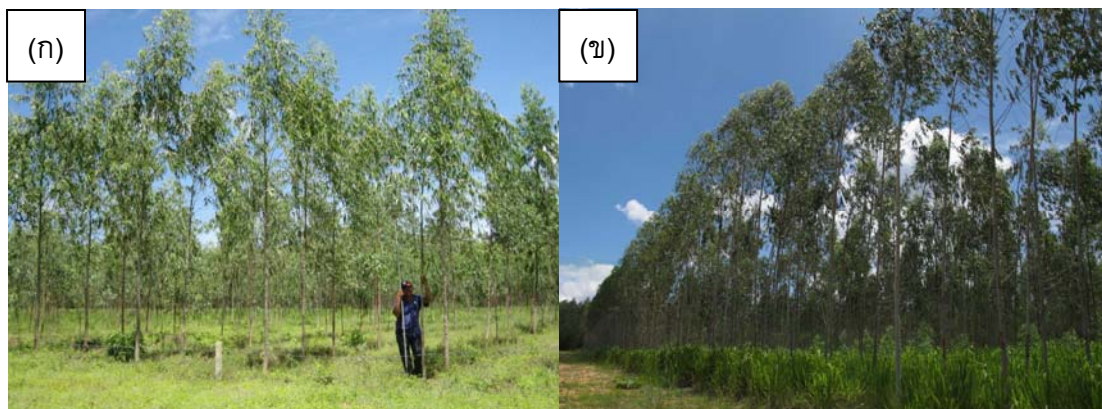
ภาพผนวกที่ 1 แผนผังการปลูกยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส จำนวน 8 ซ้ำ ในแปลงทดสอบ  
ลูกไม้ รุ่นที่ 2

|            | แถว | สดมภ์ |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|------------|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|            |     | 1     | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  |
| ชีว่าที่ 1 | 1   | 192   | 145 | 22  | 51  | 174 | 47  | 96  | 164 | 1   | 183 |
|            | 2   | 154   | 997 | 94  | 172 | 186 | 17  | 50  | 72  | 229 | 211 |
|            | 3   | 176   | 24  | 129 | 218 | 62  | 203 | 162 | 995 | 112 | 155 |
|            | 4   | 163   | 181 | 56  | 199 | 156 | 109 | 81  | 7   | 991 | 15  |
|            | 5   | 16    | 60  | 992 | 137 | 191 | 228 | 67  | 184 | 177 | 106 |
|            | 6   | 84    | 234 | 187 | 35  | 107 | 158 | 179 | 54  | 12  | 227 |
|            | 7   | 68    | 130 | 246 | 80  | 115 | 23  | 198 | 150 | 104 | 58  |
|            | 8   | 44    | 193 | 139 | 114 | 166 | 61  | 25  | 226 | 219 | 88  |
|            | 9   | 57    | 126 | 76  | 244 | 87  | 180 | 182 | 69  | 188 | 26  |
|            | 1   | 217   | 99  | 209 | 11  | 236 | 127 | 149 | 196 | 64  | 85  |
|            | 11  | 170   | 224 | 65  | 71  | 19  | 996 | 33  | 178 | 79  | 144 |
|            | 12  | 208   | 13  | 39  | 225 | 135 | 232 | 119 | 18  | 52  | 201 |
| ชีว่าที่ 2 | 1   | 177   | 58  | 192 | 23  | 234 | 137 | 166 | 64  | 149 | 109 |
|            | 2   | 236   | 112 | 19  | 88  | 150 | 81  | 119 | 183 | 187 | 172 |
|            | 3   | 227   | 25  | 126 | 69  | 992 | 156 | 203 | 135 | 99  | 57  |
|            | 4   | 50    | 228 | 79  | 209 | 47  | 188 | 174 | 244 | 33  | 24  |
|            | 5   | 107   | 179 | 225 | 997 | 26  | 104 | 51  | 129 | 65  | 196 |
|            | 6   | 12    | 145 | 96  | 208 | 201 | 72  | 80  | 226 | 130 | 39  |
|            | 7   | 193   | 164 | 176 | 155 | 52  | 186 | 94  | 996 | 11  | 67  |
|            | 8   | 76    | 144 | 54  | 199 | 229 | 170 | 106 | 16  | 218 | 232 |
|            | 9   | 184   | 35  | 158 | 181 | 162 | 15  | 18  | 211 | 61  | 224 |
|            | 1   | 68    | 127 | 182 | 1   | 87  | 995 | 154 | 56  | 163 | 139 |
|            | 11  | 7     | 991 | 71  | 62  | 85  | 180 | 44  | 198 | 17  | 217 |
|            | 12  | 114   | 191 | 246 | 219 | 22  | 60  | 13  | 84  | 178 | 115 |
| ชีว่าที่ 3 | 1   | 191   | 71  | 1   | 68  | 84  | 172 | 166 | 51  | 996 | 158 |
|            | 2   | 52    | 211 | 109 | 178 | 67  | 170 | 992 | 88  | 236 | 13  |
|            | 3   | 184   | 156 | 65  | 99  | 127 | 56  | 201 | 246 | 23  | 176 |
|            | 4   | 47    | 112 | 15  | 217 | 61  | 25  | 225 | 154 | 199 | 234 |
|            | 5   | 114   | 139 | 186 | 26  | 106 | 991 | 174 | 196 | 226 | 50  |
|            | 6   | 129   | 208 | 193 | 997 | 96  | 150 | 7   | 85  | 44  | 164 |
|            | 7   | 224   | 79  | 119 | 62  | 177 | 203 | 76  | 12  | 162 | 22  |
|            | 8   | 144   | 179 | 229 | 188 | 19  | 219 | 57  | 33  | 81  | 995 |
|            | 9   | 69    | 17  | 232 | 39  | 187 | 107 | 149 | 163 | 94  | 137 |
|            | 1   | 244   | 11  | 181 | 135 | 72  | 183 | 115 | 228 | 54  | 87  |
|            | 11  | 218   | 60  | 35  | 80  | 24  | 126 | 104 | 64  | 145 | 198 |
|            | 12  | 16    | 192 | 58  | 182 | 155 | 227 | 130 | 18  | 180 | 209 |
| ชีว่าที่ 4 | 1   | 196   | 149 | 57  | 174 | 219 | 996 | 126 | 232 | 7   | 47  |
|            | 2   | 17    | 199 | 217 | 88  | 150 | 182 | 39  | 50  | 228 | 179 |
|            | 3   | 130   | 106 | 991 | 234 | 11  | 201 | 76  | 178 | 96  | 62  |
|            | 4   | 35    | 144 | 158 | 25  | 163 | 236 | 26  | 85  | 166 | 992 |
|            | 5   | 22    | 172 | 227 | 52  | 135 | 15  | 33  | 192 | 186 | 68  |
|            | 6   | 54    | 12  | 114 | 139 | 119 | 218 | 191 | 104 | 181 | 170 |
|            | 7   | 177   | 56  | 198 | 71  | 79  | 229 | 145 | 129 | 69  | 18  |
|            | 8   | 997   | 19  | 208 | 65  | 87  | 51  | 137 | 13  | 203 | 156 |
|            | 9   | 81    | 112 | 72  | 23  | 224 | 164 | 64  | 107 | 60  | 127 |
|            | 1   | 109   | 99  | 1   | 184 | 187 | 44  | 211 | 155 | 80  | 225 |
|            | 11  | 183   | 995 | 94  | 84  | 180 | 24  | 61  | 67  | 246 | 193 |
|            | 12  | 154   | 115 | 162 | 188 | 58  | 209 | 176 | 226 | 16  | 244 |

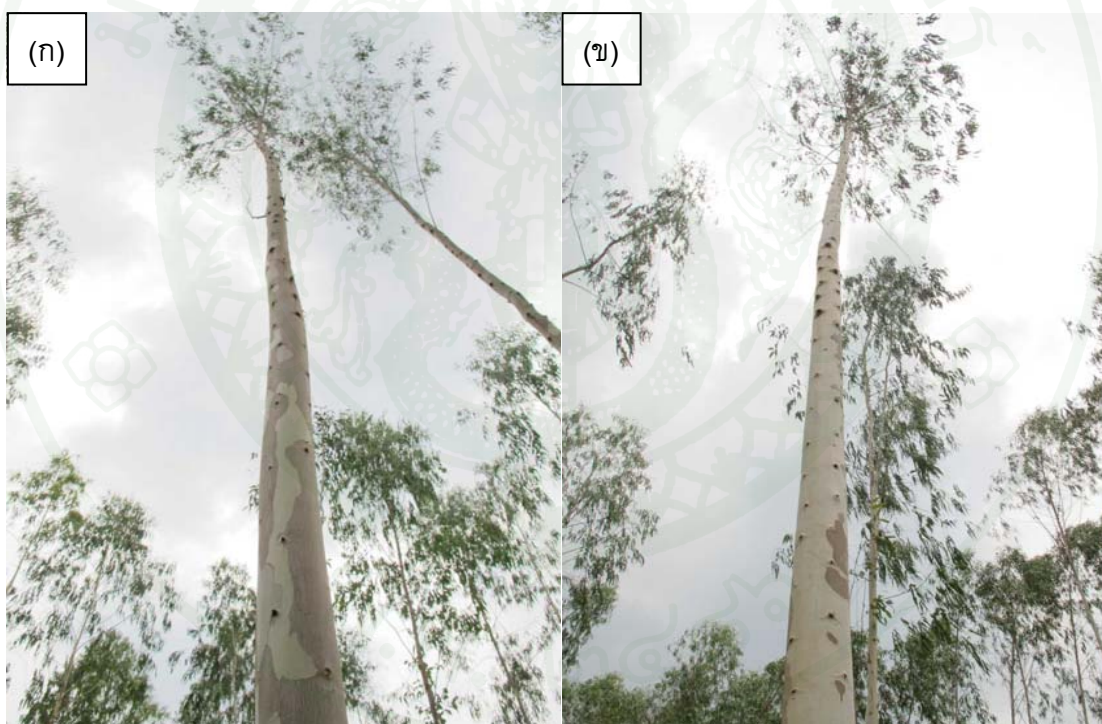
ภาพผนวกที่ 2 การวางผังแปลงทดสอบ และการสุมสายพันธุ์ยูคาลิปตัส คามาสดูลูเลนซิส รุ่นที่ 2

|          | แถว | สดมภ์ |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|----------|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|          |     | 1     | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  |
| ชี้ที่ 5 | 1   | 115   | 71  | 18  | 64  | 209 | 99  | 44  | 187 | 179 | 232 |
|          | 2   | 198   | 130 | 35  | 114 | 225 | 996 | 52  | 87  | 39  | 19  |
|          | 3   | 88    | 26  | 201 | 58  | 234 | 139 | 170 | 33  | 69  | 11  |
|          | 4   | 80    | 219 | 208 | 182 | 76  | 244 | 196 | 25  | 127 | 178 |
|          | 5   | 65    | 236 | 180 | 13  | 144 | 119 | 107 | 226 | 79  | 57  |
|          | 6   | 15    | 56  | 126 | 193 | 217 | 72  | 149 | 997 | 16  | 166 |
|          | 7   | 224   | 94  | 135 | 156 | 61  | 85  | 24  | 174 | 106 | 188 |
|          | 8   | 54    | 995 | 67  | 172 | 186 | 203 | 211 | 1   | 104 | 145 |
|          | 9   | 154   | 191 | 50  | 992 | 81  | 176 | 23  | 218 | 227 | 183 |
|          | 1   | 47    | 177 | 112 | 17  | 192 | 7   | 246 | 158 | 51  | 162 |
|          | 11  | 164   | 228 | 163 | 84  | 150 | 62  | 181 | 109 | 22  | 129 |
|          | 12  | 991   | 155 | 184 | 96  | 12  | 229 | 137 | 60  | 199 | 68  |
| ชี้ที่ 6 | 1   | 163   | 61  | 193 | 71  | 180 | 68  | 145 | 115 | 16  | 229 |
|          | 2   | 114   | 201 | 80  | 217 | 170 | 155 | 17  | 181 | 67  | 54  |
|          | 3   | 1     | 44  | 162 | 246 | 191 | 76  | 127 | 224 | 130 | 11  |
|          | 4   | 39    | 186 | 56  | 164 | 158 | 226 | 199 | 218 | 87  | 18  |
|          | 5   | 72    | 139 | 232 | 62  | 182 | 35  | 15  | 94  | 176 | 84  |
|          | 6   | 234   | 178 | 137 | 33  | 7   | 119 | 209 | 183 | 51  | 198 |
|          | 7   | 24    | 227 | 112 | 177 | 65  | 19  | 85  | 50  | 109 | 992 |
|          | 8   | 58    | 997 | 69  | 13  | 99  | 47  | 219 | 23  | 188 | 107 |
|          | 9   | 81    | 64  | 22  | 187 | 129 | 172 | 57  | 156 | 225 | 88  |
|          | 1   | 203   | 79  | 174 | 104 | 228 | 60  | 135 | 26  | 991 | 149 |
|          | 11  | 166   | 244 | 211 | 12  | 52  | 196 | 96  | 995 | 150 | 144 |
|          | 12  | 179   | 25  | 154 | 996 | 106 | 208 | 184 | 192 | 236 | 126 |
| ชี้ที่ 7 | 1   | 187   | 119 | 997 | 130 | 96  | 11  | 154 | 244 | 228 | 219 |
|          | 2   | 104   | 106 | 139 | 47  | 150 | 64  | 181 | 193 | 19  | 182 |
|          | 3   | 109   | 145 | 72  | 163 | 227 | 115 | 57  | 13  | 218 | 137 |
|          | 4   | 144   | 188 | 149 | 1   | 60  | 178 | 67  | 39  | 88  | 35  |
|          | 5   | 126   | 17  | 80  | 995 | 18  | 229 | 191 | 33  | 58  | 94  |
|          | 6   | 51    | 87  | 180 | 211 | 232 | 81  | 992 | 155 | 198 | 16  |
|          | 7   | 209   | 69  | 183 | 107 | 192 | 24  | 71  | 54  | 135 | 179 |
|          | 8   | 7     | 84  | 52  | 199 | 26  | 208 | 99  | 991 | 177 | 224 |
|          | 9   | 156   | 217 | 196 | 176 | 996 | 184 | 79  | 166 | 22  | 61  |
|          | 1   | 172   | 246 | 12  | 62  | 65  | 158 | 226 | 112 | 44  | 201 |
|          | 11  | 162   | 225 | 127 | 25  | 174 | 56  | 234 | 186 | 170 | 85  |
|          | 12  | 68    | 50  | 236 | 129 | 114 | 203 | 15  | 23  | 76  | 164 |
| ชี้ที่ 8 | 1   | 208   | 99  | 81  | 1   | 69  | 109 | 198 | 139 | 244 | 61  |
|          | 2   | 181   | 183 | 155 | 71  | 12  | 44  | 225 | 58  | 203 | 84  |
|          | 3   | 193   | 18  | 72  | 170 | 211 | 79  | 60  | 87  | 65  | 209 |
|          | 4   | 127   | 137 | 191 | 180 | 54  | 114 | 997 | 24  | 226 | 112 |
|          | 5   | 107   | 16  | 224 | 64  | 119 | 56  | 184 | 80  | 19  | 104 |
|          | 6   | 150   | 199 | 135 | 50  | 178 | 35  | 106 | 162 | 15  | 166 |
|          | 7   | 22    | 158 | 68  | 201 | 991 | 88  | 232 | 219 | 126 | 176 |
|          | 8   | 33    | 62  | 992 | 115 | 228 | 7   | 172 | 192 | 94  | 236 |
|          | 9   | 57    | 67  | 246 | 154 | 85  | 995 | 26  | 186 | 179 | 47  |
|          | 1   | 996   | 76  | 17  | 96  | 234 | 188 | 163 | 149 | 52  | 227 |
|          | 11  | 218   | 229 | 25  | 39  | 156 | 13  | 164 | 177 | 130 | 196 |
|          | 12  | 182   | 174 | 51  | 144 | 187 | 145 | 23  | 129 | 217 | 11  |

ภาพผนวกที่ 2 (ต่อ)



ภาพผนวกที่ 3 แปลงทดสอบปลูกไม้ รุ่นที่ 2 (ก) ยูคาลิปตัส ความสูงเฉลี่ย 2 ปี (ข) ยูคาลิปตัส ความสูงเฉลี่ย 3 ปี



ภาพผนวกที่ 4 ตัวอย่างยูคาลิปตัส ความสูงเฉลี่ย ที่ใช้ศึกษาลักษณะทางสรีรวิทยาของใบ (ก) สายพันธุ์ 163 (ข) สายพันธุ์ 219



**ภาพผนวกที่ 5** การศึกษาลักษณะทางสรีรวิทยาของใบยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส (ก) การวัดการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุด การชักนำของปากใบ และการคายน้ำ (ข) การศึกษาชลศักยภาพของใบ (ค) การศึกษาปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบ

## ประวัติการศึกษา และการทำงาน

|                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ชื่อ –นามสกุล                  | นางสาวทิพวรรณ สังข์ทอง                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| วัน เดือน ปี ที่เกิด           | 5 มกราคม 2529                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| สถานที่เกิด                    | จังหวัดปราจีนบุรี                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| ที่อยู่ปัจจุบัน                | 48 หมู่ที่ 10 ตำบลวังดาล อำเภอท่าวุ้งบุรี<br>จังหวัดปราจีนบุรี                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| ประวัติการศึกษา                | วท.บ. (วนศาสตร์) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| ประวัติการทำงาน                | ผู้ช่วยนักวิจัยโครงการการพัฒนาเทคนิคเพื่อประเมิน<br>การกักเก็บคาร์บอนในสวนป่าสัก (ระยะเวลา<br>เมษายน 2552 ถึง มีนาคม 2553)<br>ผู้ช่วยนักวิจัยโครงการการศึกษาลักษณะของพรรณไม้<br>ปริมาณการดูดซับก๊าซเรือนกระจกและขนาดพื้นที่ที่<br>เหมาะสม สำหรับโครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาด<br>ภาคป่าไม้ (ระยะเวลา มกราคม 2553 ถึง มิถุนายน<br>2553)<br>ผู้ช่วยนักวิจัยโครงการแนวทางการดำเนินงานโครงการ<br>การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการทำลายป่า<br>และความเสื่อมโทรมของป่า (REDD) ของประเทศ<br>ไทย (ระยะเวลา ธันวาคม 2553 ถึง ตุลาคม 2553) |
| ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน   | ผู้ช่วยนักวิจัยโครงการการคัดเลือกแม่ไม้และสร้างฐาน<br>พันธุกรรมเพื่อการปรับปรุงพันธุ์ไม้จันทร์ทองเทศ<br>เพื่อปลูกบนที่สูง (ระยะเวลา ตุลาคม 2553 ถึง<br>ปัจจุบัน)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| สถานที่ทำงานปัจจุบัน           | ภาควิชาวนวัฒนวิทยา คณะวนศาสตร์<br>มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| ทุนการศึกษาที่ได้รับ           | ทุนอุดหนุนการค้นคว้าและวิจัยประเภทวิทยานิพนธ์<br>ระดับบัณฑิตศึกษา ประจำปีงบประมาณ 2553                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |