

นิพนธ์ต้นฉบับ

การเปรียบเทียบการงอกของเมล็ดไม้ต่างถิ่น และไม้พื้นเมือง 8 ชนิด
ที่ระดับความเข้มข้นของความเค็มที่ต่างกันGermination Comparison of Eight Exotic and Native Forest Tree Species
at Different Salt Concentration Levels

ยงเกียรติ กูออ

Yongkriat Ku-or

นิสา เหล็กสูงเนิน*

Nisa Leksungnoen*

คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

Faculty of Forestry, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10900, Thailand

*Corresponding Author, E-mail: fformsl@ku.ac.th

รับต้นฉบับ 23 มีนาคม 2561

รับลงพิมพ์ 3 พฤษภาคม 2561

ABSTRACT

Salt-affected areas are problem worldwide and Thailand is not exceptional. Salinity tolerant trees with deep root system can control the level of salty water table to be as deep as the root zone and not coming up to the soil surface. Plant growth and development begin with germination which is an important process especially at salt-affected areas. Therefore, this study aimed at comparing the germination percentage and salt tolerant ability in seeds of 8 tree species including *Acacia mangium*, *Leucaena leucocephala*, *Xylia xylocarpa*, *Buchanania siamensis*, *Peltophorum dasyrachis*, *Albizia lebbeck*, *Dalbergia cochinchinensis* and *Eucalyptus camaldulensis* under sodium chloride solution at 0, 4, 8, 16, 25 and 40 dS/m. Completely randomized design with 4 replications of each species and salt levels was conducted. Seeds were considered to germinate when their roots were exposed to the naked eye. Seed germination was counted daily for 30 days. When salt levels increased, total seed germination percentage decreased while the day to germinate increased. Most seeds germinated well at salinity level less than 16 dS/m. *E. camaldulensis* germinated the highest with value of 73.67% following by *A. mangium* and *D. cochinchinensis* with the values of 65.50% and 59.33% respectively. Most species required about 2 - 15 days to germinate. However, when salt concentrations were at 40 dS/m, seeds required 2 - 5 times to germinate. Salinity concentration that reduced germination by 50% (EC₅₀) was used to indicate the most salt tolerant seeds which *A. mangium*, (30.86 dS/m), *B. siamensis* (26.37 dS/m) and *Albizia lebbeck* were the most salt tolerant in this study.

Keywords: Saline soil, Seed Germination, electrical conductivity that reduced germination by 50% (EC₅₀)

บทคัดย่อ

ดินเค็มเป็นปัญหาสำคัญทั่วโลกไม่เว้นแม้แต่ประเทศไทย ซึ่งพืชทนเค็มที่มีระบบรากลึกเช่นไม้ยืนต้นสามารถช่วยควบคุมระดับน้ำเค็มที่อยู่ใต้ดินไม่ให้ขึ้นมาอยู่ที่ระดับพื้นผิวดิน โดยการเจริญเติบโตของพืชเริ่มต้นจากกระบวนการงอก ซึ่งเป็นกระบวนการสำคัญ โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีความเค็มสูง ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราการงอก และความสามารถในการทนเค็มของเมล็ดไม้ 8 ชนิด ได้แก่ กระถินเทพา กระถินยักษ์ แดง รนนไชย นนทรีป่า พฤษภ พะยูง และยูคาลิปตัส ภายใต้สารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ที่ 0, 4, 8, 16, 25 และ 40 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร โดยเป็นแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ มีจำนวน 4 ซ้ำในแต่ละชนิดและระดับของเกลือ เมล็ดจัดวางออกเมื่อพบรากแทงออกมาให้เห็นด้วยตาเปล่า เก็บข้อมูลการงอกทุกวันเป็นเวลา 30 วัน พบว่าเมื่อความเค็มเพิ่มขึ้น ร้อยละการงอกรวมของเมล็ดลดลง แต่ระยะเวลาในการงอกของเมล็ดเพิ่มขึ้น เมล็ดส่วนใหญ่งอกได้ดีที่ระดับความเค็มน้อยกว่า 16 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร เมล็ดที่มีร้อยละการงอกเฉลี่ยรวมทุกความเข้มข้นสูงสุดที่สุด คือ เมล็ดยูคาลิปตัส โดยมีค่าที่อยู่ร้อยละ 73.67 รองลงมาได้แก่ กระถินเทพา ร้อยละ 65.50 และพะยูง ร้อยละ 59.33 เมล็ดส่วนใหญ่ใช้เวลาในการงอกเฉลี่ยประมาณ 3 – 15 วัน แต่เมื่อความเค็มระดับที่ 40 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร เมล็ดใช้เวลาในการงอกเพิ่ม 2 – 5 เท่าของอัตราการงอกปกติ ค่าความเค็มที่ทำให้ร้อยละการงอกของเมล็ดลดลงร้อยละ 50 (EC_{50}) ซึ่งค่าที่สูงแสดงถึงความทนเค็มของเมล็ดที่สูงตามไปด้วย โดยพบค่าสูงสุดในเมล็ดกระถินยักษ์ (30.86 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร), รนนไชย (26.37 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร) และพฤษภ (25.67 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร)

คำสำคัญ: ดินเค็ม การงอกของเมล็ด ค่าการนำไฟฟ้าที่ทำให้ร้อยละการงอกสะสมลดลงร้อยละ 50

คำนำ

ดินเค็ม (Saline soil) คือ ดินที่ประกอบด้วยเกลือที่สามารถละลายน้ำได้ในปริมาณมากเกินไป ส่งผลในการยับยั้งการเจริญเติบโตของพืช ทำให้พืชมีอาการขาดน้ำและมีปริมาณไอออนซึ่งเป็นพิษต่อพืชในปริมาณมากเกินไปส่งผลให้เกิดความไม่สมดุลของธาตุอาหารที่สำคัญของพืช (United States Salinity Laboratory Staff, 1954) ปัจจุบันพื้นที่ดินเค็มในประเทศไทยในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีประมาณ 17.8 ล้านไร่ (สมศรี, 2539) เนื่องจากการสลายตัวของหินชั้น (sedimentary rocks) ซึ่งเป็นหินอมเกลือในพื้นที่ส่งผลให้เกิดดินเค็มตามไปด้วย และมีแนวโน้มจะเพิ่มพื้นที่มากขึ้นเรื่อยๆ จนพืชทั่วไปไม่สามารถทนสภาพความเค็มในพื้นที่ได้ ทำให้พื้นที่ถูกทิ้งร้างว่างเปล่าไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้อย่างไรก็ตามยังมีพืชบางชนิดที่สามารถปรับตัวทนทานต่อดินเค็มและสามารถเจริญเติบโตในพื้นที่ได้ เช่น รนนไชย (*Buchanania siamensis*) มะค่าแต้ (*Sindora siamensis*) ยางกราด (*Dipterocarpus intricatus*) หนามพุงค้อ (*Azima*

sarmentosa) หนามแดง (*Gymnosporia mekongensis*) กระโดน (*Careya sphaerica*) กระถินพิมาน (*Acacia harmandiana*) สะเดา (*Azadirachta indica*) สะแกนา (*Combretum quadrangulare*) ถัก (*Fimbristylis ferrunea*) และหญ้าอีกหลายชนิด (นิสา, 2549; Leksungnoen, 2017) การศึกษาการงอกของพรรณไม้เหล่านี้ภายใต้สภาพเค็มยังมีการศึกษาไม่มากนัก โดย Leksungnoen *et al.* (2016) ได้ทำการศึกษ้อัตราการงอกของเมล็ดรนนไชย (*B. siamensis*) พบว่าเมล็ดมีร้อยละการงอกอยู่ระหว่างร้อยละ 60 – 80 ที่ระดับความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์ที่ 35 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร นอกจากนี้ยังมีการศึกษาการรอดตายในพืชจำพวกไม้ล้มลุกได้แก่ ผักเบี้ยทะเล (*Sesuvium portulacastrum*), หนูป่าเปลือกกระเทียมทราย (*Fimbristylis acuminata*), แพงพวยทะเล (*Jussiaea repens*), ถัก (*F. ferrunea*), และ ผักบุ้งทะเล (*Ipomea pes-carpae*) ภายใต้ระดับความเข้มข้นของเกลือที่ 0, 16, 31, 47 และ 63 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร พบว่าพืชพื้นเมืองทั้ง 6 ชนิด รอดตายทั้งหมดที่ระดับความเข้มข้น

ของเกลื่อที่ 0 – 16 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร แต่ไม่สามารถอยู่รอดได้ที่ระดับความเข้มข้นที่มากกว่า 47 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2527) ในส่วนของไม้ต้น เจริญ และลัดดา (2530) ได้เปรียบเทียบไม้พื้นเมืองและไม้ต่างประเทศ ได้แก่ กระถินยักษ์ (*Leucaena leucocephala*), กระถินณรงค์ (*A. auriculiformis*), มะม่วงหิมพานต์ (*Anacardium occidentale*), สะแกนา (*C. quadrangulare*), สะเดา (*A. indica*) และยูคาลิปตัสคามาลดูเลนซิส (*E. camaldulensis*) จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า ยูคาลิปตัสคามาลดูเลนซิส มีความสามารถในการทนแล้ง ได้สูงที่สุดที่ประมาณ 28 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร

พรรณไม้ส่วนใหญ่ที่พบในพื้นที่ดินเค็มนี้เป็นพรรณไม้ที่พบได้ในป่าเต็งรังและป่าผสมผลัดใบ ซึ่งเป็นป่าส่วนใหญ่ในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (ธวัชชัย, 2549) พื้นฐานของพรรณไม้เหล่านี้สามารถทนสภาพแล้งจัดได้ เนื่องจากป่าเต็งรังจะมีช่วงเวลา 3 – 4 เดือนที่อยู่ในสภาพแล้งจัด ส่งผลให้พืชมีการปรับตัวต่อความแห้งแล้ง Munns and Tester (2008) รายงานว่าพืชที่ทนแล้งและทนเค็มนั้นมีการตอบสนองที่คล้ายคลึงกัน เนื่องจากการที่ดินมีความเค็มเพิ่มขึ้น ส่งผลให้พลังงานศักย์ของน้ำในดินติดลบมากขึ้น ทำให้รากพืชดูดน้ำไปใช้ได้ยากขึ้น ดังนั้น พืชจึงแสดงอาการขาดน้ำ หรือที่เรียกว่าการขาดน้ำทางสรีรวิทยา (physiological drought) ดังนั้น ไม้ในป่าเต็งรังที่ทนแล้งได้จึงมีแนวโน้มที่จะมีการทนเค็มได้ด้วย (Leksungnoen *et al.*, 2014) โดยเมล็ดไม้ป่าทนแล้งโดยส่วนใหญ่พบในวงศ์ Fabaceae เช่น แดง (*Xylocarpus xylocarpa*) ประดู่ป่า (*Pterocarpus macrocarpus*) ชิงชัน (*Dalbergia oliveri*) มะค่าแต้ (*Sindora siamensis*) พญาสัตบรรณ (*Albizia lebbek*) กระพี้เขากวาย (*Dalbergia cultrata*) แก้งขี้มอด (*Albizia odoratissima*) ฉนวน (*Dalbergia nigrescens*) ทองกวาว (*Butea monosperma*) นนทรีป่า (*Peltophorum dasyrachis*) เลี้ยวป่า (*Bauhinia saccocalyx*) มะกล่ำต้น (*Adenanthera pavonina*) ฯลฯ

การงอกถือเป็นระยะที่เป็นจุดเริ่มต้นของพัฒนาการของต้นอ่อน (ISTA, 2017) ซึ่งเป็นระยะที่สำคัญเริ่มแรกในการเติบโตของพืช ซึ่งหากพืชต้องการสืบต่อพันธุ์ในพื้นที่ การงอกเป็นระยะที่สำคัญที่สุดที่

เมล็ดจำเป็นต้องงอกได้ภายใต้สภาพดินที่เค็ม ซึ่งปัญหาดินเค็มเป็นปัญหาสำคัญที่สมควรได้รับการแก้ไขอย่างเร่งด่วนเพื่อตอบสนองต่อจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้นและต้องการที่ทำกิน โดยการศึกษาในครั้งนี้มุ่งเน้นทดสอบเมล็ดไม้ป่าชนิดที่มีความสามารถในการทนเค็มระดับสูง เพื่อนำไปใช้ปลูกในพื้นที่ดินเค็ม ซึ่งข้อมูลการงอกของเมล็ดไม้ป่าในสภาพเค็มในประเทศไทยยังมีอยู่น้อยมาก การศึกษาครั้งนี้จึงเป็นข้อมูลพื้นฐานเพื่อการเลือกพืชเพื่อปลูกปรับปรุงพื้นที่ในอนาคตซึ่งวัตถุประสงค์ของการศึกษาครั้งนี้เพื่อเปรียบเทียบอัตราการงอกของเมล็ด 8 ชนิด ได้แก่ เมล็ดขนุนไชย (*Buchanania siamensis*) ยูคาลิปตัสคามาลดูเลนซิส (*Eucalyptus camaldulensis*) กระถินเทพา (*Acacia mangium*) กระถินยักษ์ (*Leucaena leucocephala*) พญาสัตบรรณ (*Albizia lebbek*) พะยูง (*Dalbergia cochinchinensis*) แดง (*Xylocarpus xylocarpa*) และนนทรีป่า (*Peltophorum dasyrachis*) ที่ระดับความเค็มของเกลื่อโซเดียมคลอไรด์ 6 ระดับ ได้แก่ 0, 4, 8, 16, 25 และ 40 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร

อุปกรณ์ และวิธีการ

การจัดหาเมล็ด

เมล็ดพันธุ์ไม้ป่าชนิดในการศึกษาทดลอง 7 ชนิด ได้แก่ ยูคาลิปตัสคามาลดูเลนซิส (*Eucalyptus camaldulensis*) กระถินเทพา (*Acacia mangium*) กระถินยักษ์ (*Leucaena leucocephala*) พญาสัตบรรณ (*Albizia lebbek*) พะยูง (*Dalbergia cochinchinensis*) แดง (*Xylocarpus xylocarpa*) และนนทรีป่า (*Peltophorum dasyrachis*) ได้รับการอนุเคราะห์จากหน่วยงานงานวิจัยและจัดการเมล็ดพันธุ์ไม้ป่า กลุ่มงานวนวัฒนวิจัย สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ ส่วนเมล็ดขนุนไชย ทำการเก็บจากพื้นที่ดินเค็มอำเภอขามทะเลสอ จังหวัดนครราชสีมา โดยเมล็ดที่ทำการทดสอบนั้นพยายามเลือกปีที่เก็บที่ใกล้เคียงกันที่สุดเพื่อลดความผันแปรของอายุเมล็ด โดยข้อมูลเมล็ดที่จัดหาได้แสดงดัง Table 1 โดยเมล็ดที่เลือกมานี้เป็นชนิดที่มีรายงานว่ามีความทนเค็มและทนแล้งได้ดี และยังพบขึ้นอยู่ทั่วไปในป่าเต็งรัง ซึ่งสภาพ

ทางนิเวศวิทยามีฤดูแล้งยาวนานมากกว่า 4 เดือนต่อปี ทำให้ต้นไม้ส่วนใหญ่มีการปรับตัวให้ทนต่อสภาพแห้งแล้งได้ยาวนาน (ธวัชชัย, 2549) โดยการศึกษา

ครั้งนี้เริ่มทำการทดลองตั้งแต่วันที่ 30 กันยายน 2560 ถึงวันที่ 28 ตุลาคม 2560

Table 1 Sources and harvested year of 8 tree-species seeds.

Thai name	Scientific name	Family	Place (province)	Year
กระถินเทพา	<i>Acacia mangium</i>	Fabaceae	Surat Thani	2015
กระถินยักษ์	<i>Leucaena leucocephala</i>	Fabaceae	Phayao	2014
แดง	<i>Xylia xylocarpa</i>	Fabaceae	Surin	2016
นนทรีป่า	<i>Peltophorum dasyrachis</i>	Fabaceae	Kamphaeng Phet	2014
พฤษภ	<i>Albizia lebbeck</i>	Fabaceae	Phitsanulok	2015
พะยุง	<i>Dalbergia cochinchinensis</i>	Fabaceae	Nakhon Ratchasima	2015
ขนนไชย	<i>Buchanania siamensis</i>	Anacardiaceae	Nakhon Ratchasima	2017
ยูคาลิปตัส	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	Myrtaceae	Surin	1999

ลักษณะทั่วไปของเมล็ด

ในการศึกษาครั้งนี้ ลักษณะทั่วไปของเมล็ดที่ทำการศึกษได้แก่ขนาดรูปร่างสีและวัดความชื้นของเมล็ดแสดงใน Table 2 โดยสุ่มเมล็ด 100 เมล็ดในแต่ละชนิดเพื่อทำการวัดความกว้างและความยาวของเมล็ดด้วยเวอร์เนียร์คาลิเปอร์ (ยี่ห้อ AND รุ่น AD5763-150) ยกเว้นเมล็ดยูคาลิปตัสซึ่งมีขนาดเล็กมากจึงไม่มีการวัดขนาด นอกจากนี้ ได้ทำการวัดความชื้นของเมล็ดตามวิธีมาตรฐานของ International Seed Test Association (ISTA) (2017) โดยสุ่มเมล็ดจำนวน 100 เมล็ด จำนวน 4 ซ้ำในแต่ละชนิด โดยเมล็ดมีเปลือกแข็ง ได้แก่ เมล็ดขนนไชย กระถินยักษ์ กระถินเทพา แดง พฤษภ และนนทรีป่า ให้ทำการทุบให้แตกเพื่อให้เกิดช่องว่างให้อากาศออกมาได้ (ไม่จำเป็นต้องทุบให้ละเอียด) แต่หากเมล็ดที่เปลือกไม่แข็ง ได้แก่ เมล็ดยูคาลิปตัสคามาลดูเลนซิส และพะยุง ให้ทำการศึกษาโดยไม่ต้องทุบเมล็ด จากนั้นทำการชั่งน้ำหนักเมล็ด (น้ำหนักก่อนอบ) ด้วยเครื่องชั่งน้ำหนักทศนิยม 3 ตำแหน่ง (ยี่ห้อ Precisa รุ่น XT 620M) จากนั้นนำเมล็ดไปอบที่อุณหภูมิ 103 ± 3 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 17 ± 1 ชั่วโมง เมื่อทำการอบเสร็จแล้วให้ทำการชั่งน้ำหนักหลังอบทันที (น้ำหนัก

หลังอบ) และนำมาคำนวณความชื้นในเมล็ดโดยเป็นความชื้นเทียบกับน้ำหนักสด (wet basis)

$$\text{ร้อยละความชื้นเมล็ด} = \frac{\text{น้ำหนักก่อนอบ (กรัม)} - \text{น้ำหนักหลังอบ (กรัม)}}{\text{น้ำหนักก่อนอบ (กรัม)}} \times 100$$

การทดสอบการงอกของเมล็ด

เตรียมเมล็ดจำนวน 25 เมล็ด จำนวน 4 ซ้ำในแต่ละชนิด ใส่ในกล่องพลาสติก (ขนาดกว้าง 12 เซนติเมตร ยาว 18 เซนติเมตร ลึก 5 เซนติเมตร) ที่รองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 (Whatman® qualitative filter paper, grade 1, GE Healthcare Bio-Science, Pittsburgh, PA, USA) จากนั้นใส่สารละลายที่ระดับความเต็ม 0, 4, 8, 16, 25 และ 40 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร ปริมาณ 25 มิลลิลิตร โดยการเตรียมสารละลายทำโดยผสมเกลือโซเดียมคลอไรด์กับน้ำ จากนั้นวัดค่าการนำไฟฟ้าด้วยเครื่องวัดการนำไฟฟ้า (Electrical conductivity meter, EC210, Extech Instruments Inc., Nahua, NH, USA) และปรับค่าการนำไฟฟ้าให้ตรงตามระดับที่ต้องการ โดยค่าการนำไฟฟ้าที่เลือกมาใช้ในการทดลองในครั้งนี้อ้างอิงมาจากค่าที่ส่งผลการเติบโตของพืช (สมศรี, 2539) และค่าสูงสุดที่ 40 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร เป็นค่าความเต็มเฉลี่ยของดินเค็มในพื้นที่ดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือจากการศึกษา

ของ Leksungnoen (2017) ซึ่งเป็นค่าความเค็มที่เมล็ดนั้นต้องงอกในพื้นที่จริง จากนั้นนำกล่องมาเก็บไว้ในตู้ควบคุมการเติบโต (growth chamber) ที่ควบคุมอุณหภูมิที่ 25 ± 3 องศาเซลเซียส และความชื้นประมาณร้อยละ 70 – 80 โดยที่ไม่ได้รับแสงตลอดการทดลอง (30 วัน) ทำการนับจำนวนเมล็ดที่งอกทุกวัน โดยเมล็ดที่ถือว่างอก คือเมล็ดที่แสดงส่วนปลายรากให้เห็นชัดเจนได้ ด้วยตาเปล่า ทำการศึกษาเป็นเวลา 30 วัน คำนวณร้อยละการงอกสะสมในแต่ละวัน และร้อยละของการงอกสะสมรวมเมื่อครบเวลา 30 วัน

ค่าการนำไฟฟ้าที่ทำให้ร้อยละการงอกสะสมลดลงร้อยละ 50 (Electrical conductivity that caused germination reduction by 50%: EC₅₀)

ค่าการนำไฟฟ้าที่ทำให้ร้อยละการงอกสะสมลดลงร้อยละ 50 (EC₅₀) นำมาใช้ในการเปรียบเทียบความสามารถในการทนเค็มของเมล็ดไม้ป่าชนิดทั้ง 8 ชนิดในการศึกษาทดลองครั้งนี้ โดยค่า EC₅₀ ที่สูงหมายถึงเมล็ดพืชชนิดนั้นสามารถงอกได้ในระดับความเค็มของเกลือที่สูงก่อนที่จะการงอกจะลดลงครึ่งหนึ่งของเมล็ดที่งอกได้ทั้งหมด ซึ่งถือว่าเป็นชนิดที่เมล็ดมีความทนเค็มสูงโดยคำนวณร้อยละการงอกสูงสุดของเมล็ดพันธุ์แต่ละชนิดที่ระดับความเข้มข้น 0, 4, 8, 16, 25 และ 40 dS/m จากนั้นนำข้อมูลมาหาความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างการงอก (แกน Y) และระดับความเค็ม (แกน X) จากนั้นหาค่าการนำไฟฟ้าที่ทำให้ร้อยละการงอกสะสมลดลงเป็นร้อยละ 50 จากสมการเชิงเส้นที่ได้

การวิเคราะห์ทางสถิติ

การวิเคราะห์ทางสถิติในการศึกษาครั้งนี้เน้นการเปรียบเทียบการงอกในแต่ละระดับความเค็มใน

พืชแต่ละชนิด จึงเป็นการการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design: CRD) ที่มีระดับปัจจัย 6 ระดับ (ระดับความเค็ม) และมีจำนวนซ้ำ 4 ซ้ำ ทำการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความแตกต่างรายคู่ด้วยวิธี Least Square Difference (LSD) เพื่อหาความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ด้วยโปรแกรม R และเปรียบเทียบการทนเค็มของเมล็ดทั้ง 8 ชนิดด้วยค่าการนำไฟฟ้าที่ทำให้ร้อยละการงอกสะสมลดลงร้อยละ 50

ผลและวิจารณ์

ลักษณะทั่วไปของเมล็ด

ลักษณะของเมล็ดไม้ยืนต้นที่ทำการศึกษานี้ทั้ง 8 ชนิด โดยเมล็ดส่วนใหญ่มีรูปร่างกลม แบนรีหรือยาวรี ซึ่งมีเพียงเมล็ดพะยูนที่เป็นรูปร่างแบบไตแบน เมล็ดยูคาลิปตัสมีรูปร่างแบบหลายเหลี่ยม และเมล็ดขนุนไซซึ่งมีรูปร่างแบบรูปหัวใจ สีของเมล็ดส่วนใหญ่เป็นสีเหลือง ถึงน้ำตาล ซึ่งมีเพียงเมล็ดกระถินเทพาที่มีสีของเมล็ดเป็นสีดำ ผิวของเมล็ดโดยส่วนใหญ่เป็นลักษณะผิวเรียบและมันวาวมีเพียงเมล็ดขนุนไซที่มีลักษณะแบบขรุขระ เมล็ดแดงมีขนาดใหญ่ที่สุด โดยมีความยาว 11.2 – 16.9 มม. และกว้าง 6.4 – 12.4 มม. ในขณะที่เมล็ดขนุนไซมีน้ำหนักมากที่สุด 8.85 ± 0.50 กรัม ส่วนเมล็ดยูคาลิปตัสเป็นเมล็ดที่มีขนาดเล็กและน้ำหนักเบาที่สุด เมล็ดที่ทำการศึกษโดยส่วนใหญ่มีร้อยละความชื้นที่ประมาณร้อยละ 6 – 14 โดยเมล็ดกระถินเทพาซึ่งมีความชื้นของเมล็ดต่ำที่สุดที่ร้อยละ 5.81 ± 2.84 ในขณะที่เมล็ดพฤษภามีค่าเฉลี่ยความชื้นสูงที่สุดที่ร้อยละ 14.42 ± 0.22 ดังแสดงใน Table 2 และ Figure 1

Table 2 Seed characteristics including size, shape, color and moisture content with the mean $\pm$ standard deviation (SD). Seeds in all species are epigeousgermination which the hypocotyl elongates and brings the cotyledons up above the ground.

Scientific name	Size (mm) $\pm$ SD [Range]		Shape	Color	Weight (g/100 seeds)	Moisture (%) $\pm$ SD
	Length	Width				
<i>Acacia mangium</i>	(3.83 $\pm$ 0.50) ^{i*} [2.8 - 5.1]	(2.40 $\pm$ 0.29) ^g [1.5 - 3]	Elliptic	Black	0.25 $\pm$ 0.02 ^h	5.81 $\pm$ 2.84 ^c
<i>Leucaena leucocephala</i>	(8.97 $\pm$ 0.68) ^d [7.2 - 11]	(5.65 $\pm$ 0.70) ^d [4.3 - 8]	Elliptic	Brown	1.50 $\pm$ 0.05 ^e	9.54 $\pm$ 0.15 ^{bc}
<i>Xylia xylocarpa</i>	(13.82 $\pm$ 1.21) ^a [11.2 - 16.9]	(9.43 $\pm$ 1.12) ^b [6.4 - 12.4]	Elliptic	Brown	5.84 $\pm$ 0.27 ^b	12.01 $\pm$ 0.51 ^{ab}
<i>Peltophorum dasyrachis</i>	(9.59 $\pm$ 0.71) ^{bc} [7.3 - 11.1]	3.55 ($\pm$ 0.35) ^f [2.4 - 4.9]	Oblong	Yellow-Brown	1.12 $\pm$ 0.01 ^f	11.35 $\pm$ 0.79 ^{ab}
<i>Albizia lebbeck</i>	(9.44 $\pm$ 0.93) ^e [7.4 - 11.9]	(7.03 $\pm$ 0.46) ^e [5.7 - 7.9]	Elliptic	Yellow-Brown	2.93 $\pm$ 0.15 ^c	14.42 $\pm$ 0.22 ^a
<i>Dalbergia cochinchinensis</i>	(6.95 $\pm$ 0.60) ^e [3.7 - 8.2]	3.90 ($\pm$ 3.38) ^e [3 - 4.9]	Kidney	Yellow-Brown	0.58 $\pm$ 0.04 ^g	13.45 $\pm$ 0.50 ^a
<i>Buchanania siamensis</i>	(9.68 $\pm$ 1.16) ^b [6.8 - 12.1]	(10.45 $\pm$ 1.09) ^a [8.1 - 12.7]	Heart	Yellow-Brown	8.85 $\pm$ 0.50 ^a	9.40 $\pm$ 0.22 ^{bc}
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	—	—	Polygon	Yellow-Brown	-	$\pm$ 0.79 ^{ab}

Remarks:*The different letters in the column are statistic difference in mean of size and moisture at the significant level of 0.05. ** No available data

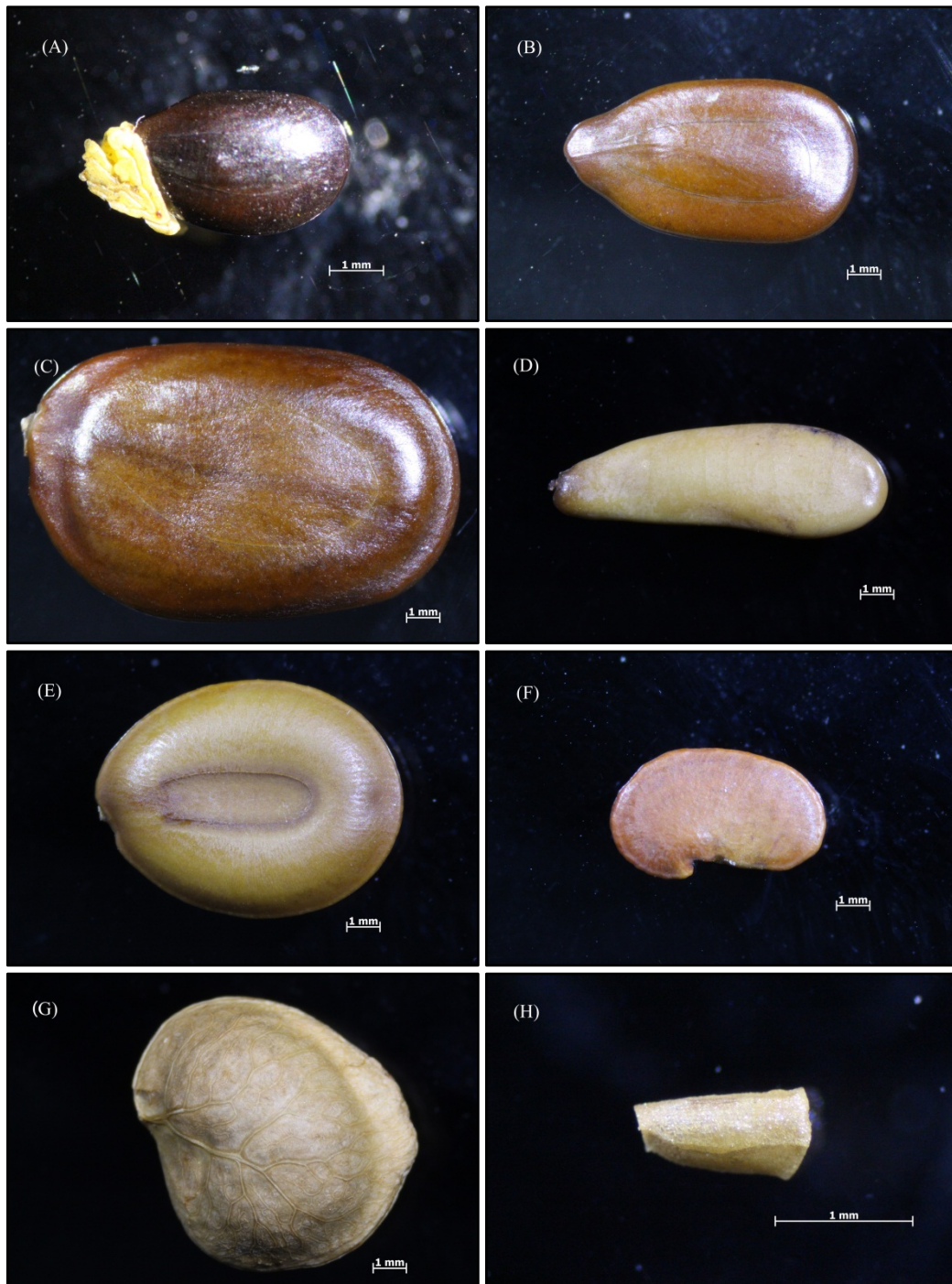


Figure 1 Seeds under stereoscope (scale of 1 mm in each bar) of (A) *Acaciamangium*, (B) *Leucaenaleucocephala*, (C) *Xyliaxylocarpa*, (D) *Peltophorumdasyrachis*, (E) *Albizialebbek*, (F) *Dalbergiacochinchinensis*, (G) *Buchananiasiamensis*, and (H) *Eucalyptus camaldulens*

การทดสอบการงอกของเมล็ด

จากการศึกษาการเปรียบเทียบการงอกของเมล็ด 8 ชนิดในสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์พบว่าจำนวนเมล็ดที่งอกได้ทั้งหมดลดลงเมื่อความเค็มเพิ่มสูงขึ้น และในขณะเดียวกันเมล็ดใช้เวลานานขึ้นในการเริ่มงอกเมื่อความเค็มเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งเป็นผลจากความเข้มข้นของเกลือทำให้อัตราการดูดน้ำลดลง ทำให้ความเร็วในการงอกลดลงตามไปด้วย (Table 3) โดยเมื่อคำนวณการงอกรวมทุกระดับความเค็มในแต่ละชนิดพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญตามลำดับดังนี้ ยูคาลิปตัส > กระจับปี่ > กระถิน > กระทิง > นนทรีป่า

เมล็ดทุกชนิดสามารถงอกได้ที่ระดับความเค็มสูงถึง 8 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร โดยมีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับเมล็ดที่ไม่ได้รับความเค็ม (Table 3) แต่เมื่อความเค็มเพิ่มขึ้นอีกเท่าตัวเป็น 16 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร เมล็ดส่วนใหญ่ยังมีการงอกที่แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับเมล็ดที่ไม่ได้รับความเค็ม ยกเว้นเมล็ดยูคาลิปตัส และกระถินเทพา ที่การงอกลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับเมล็ดชุดควบคุม (Table 3) แต่อย่างไรก็ตามแม้จะมีการงอกที่ลดลง แต่เมล็ดยูคาลิปตัสสามารถงอกได้สูงถึงระดับ 16 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร กิ่งงอกประมาณร้อยละ 91 รองลงมาได้แก่เมล็ดกระถินยักษ์ พะยูง และ พญา ซึ่งมีการงอกที่ร้อยละ 79, 69 และ 67 ตามลำดับ

Table 3 Mean total germination rate percentage (GRP (%)) of 8 tree-species seeds under 6 salinity concentrations as measured by electrical conductivity (EC) with the unit of desiSemen per meter (dS/m)

Species	EC (dS/m)	GRP (%)	Species	EC (dS/m)	GRP (%)
<i>Acacia mangium</i>	0	78 ± 5.16 ^{a*}	<i>Albizia lebbbeck</i>	0	59 ± 13.22 ^a
	4	81 ± 10.00 ^a		4	58 ± 12.00 ^a
	8	82 ± 10.58 ^a		8	61 ± 8.87 ^a
	16	56 ± 16.97 ^b		16	67 ± 6.83 ^a
	25	47 ± 18.58 ^b		25	36 ± 20.37 ^b
	40	0 ^c		40	3 ± 3.83 ^c
<i>Leucaena leucocephala</i>	0	87 ± 3.83 ^a	<i>Dalbergia cochinchinensis</i>	0	79 ± 13.61 ^a
	4	71 ± 13.22 ^{ab}		4	75 ± 15.45 ^a
	8	81 ± 3.83 ^{ab}		8	82 ± 9.52 ^a
	16	78 ± 10.58 ^{ab}		16	69 ± 19.97 ^a
	25	69 ± 18.58 ^b		25	19 ± 10.52 ^b
	40	7 ± 6.00 ^c		40	2 ± 4.00 ^b
<i>Xylia xylocarpa</i>	0	39 ± 8.87 ^a	<i>Buchanania siamensis</i>	0	56 ± 20.13 ^a
	4	49 ± 17.40 ^a		4	54 ± 7.66 ^a
	8	35 ± 10.00 ^{ab}		8	62 ± 6.93 ^a
	16	40 ± 18.18 ^a		16	52 ± 11.31 ^a
	25	20 ± 6.53 ^b		25	35 ± 11.02 ^b
	40	1 ± 2.00 ^c		40	0 ^c
<i>Peltophorum dasyrachis</i>	0	5 ± 6.00 ^a	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	0	100 ± 0 ^a
	4	6 ± 7.66 ^a		4	100 ± 0 ^a
	8	7 ± 3.83 ^a		8	100 ± 0 ^a
	16	7 ± 5.03 ^a		16	91 ± 8.25 ^b
	25	2 ± 2.31 ^a		25	45 ± 8.87 ^c
	40	0 ^a		40	6 ± 5.16 ^d

Remarks:*The different letters in the column of each species are statistic difference in mean of germination rate percentage under different salinity concentrations at a significant level of 0.05.

เมื่อระดับความเค็มเพิ่มสูงขึ้นเป็น 25 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร ซึ่งเป็นค่าใกล้เคียงค่าความเค็มเฉลี่ยของดินเค็มในภาคตะวันออกเฉียงเหนือในรอบปีที่ระดับความลึก 0 – 100 เซนติเมตร (Leksungnoen, 2017) เมล็ดส่วนใหญ่มีการงอกที่ลดลงอย่างชัดเจน แต่อย่างไรก็ตามการงอกในกระถินยักษ์ กระถินเทพา ยูคาลิปตัส พุทธรักษา และ หนุมานยังอยู่ในเกณฑ์ที่ถือว่าสูง (สูงกว่าร้อยละ 30) โดยมีการงอกที่ร้อยละ 69, 49, 45, 36, และ 35 ตามลำดับ ซึ่งเมล็ดเหล่านี้จัดเป็นเมล็ดที่ทนเค็มระดับสูงมาก ซึ่งกระถินยักษ์ กระถินเทพา และพุทธรักษานั้นเป็นพืชทนแล้งได้ดี ส่วนยูคาลิปตัสและหนุมานนั้นเป็นชนิดที่มีการรายงานว่าทนเค็ม (Leksungnoen *et al.*, 2014; Leksungnoen, 2017) ซึ่งพืชเหล่านี้ควรมีการศึกษาถึงการตั้งตัวหลังจากเมล็ดงอกในสภาพเค็มจัดเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำมาปลูกเพื่อฟื้นฟูสภาพดินเค็มต่อไป เมื่อความเค็มอยู่ที่ระดับ 40 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร ซึ่งเป็นความเค็มเฉลี่ยที่ผิวดินของดินเค็มในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (Leksungnoen, 2017) และใกล้เคียงกับระดับความเค็มของน้ำทะเล ซึ่งตามธรรมชาติแล้วเมล็ดพืชจะตกลงบนผิวดินที่ความเค็มระดับนี้ ซึ่งจากผลการศึกษาพบว่ามีเมล็ดเพียง 5 ชนิดเท่านั้นที่สามารถงอกในความเค็มระดับนี้ ได้แก่ กระถินยักษ์ แดง พุทธรักษา พะยูง และยูคาลิปตัสคามาลาเลนซิส แต่อย่างไรก็ตามเมล็ดทั้งหกชนิดนี้มีค่า โดยมีการงอกน้อยกว่าร้อยละ 10 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าหากรอให้เกิดการทดแทนตามธรรมชาติในพื้นที่ดินเค็มจะเป็นไปได้ยาก เนื่องจากเมล็ดต้องงอกได้ในความเค็มระดับที่สูงเกินกว่าที่เมล็ดจะงอกได้ ดังนั้นวิธีการที่จะช่วยฟื้นฟูพื้นที่ได้คือการใช้พืชที่มีระบบรากแข็งแรงพอสมควรแล้ว และมีราก

ที่ยาวประมาณ 30 เซนติเมตร และนำลงปลูกโดยขุดหลุมให้ลึกประมาณ 50 เซนติเมตร เนื่องจากที่ระดับความลึกนี้ดินจะมีความเค็มน้อยที่สุด (Leksungnoen, 2017) ซึ่งชนิดที่จะนำมาปลูกนั้นต้องคำนึงถึงการทนเค็มเป็นสำคัญ นอกจากนี้ยังต้องคำนึงถึงการตอบสนองทางเศรษฐกิจอีกด้วย เพื่อให้ผู้ลงทุนปลูกได้รายได้ด้วยสมศรี (2539) ได้รายงานไว้ว่ายูคาลิปตัสสามารถทนเค็มได้สูงถึง 16 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร ซึ่งยูคาลิปตัสยังคงเป็นไม้เศรษฐกิจที่มีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมเชื้อและกระดาษ เนื่องจากเป็นไม้โตเร็วที่มีรอบตัดฟันสั้นและมีการขยายผลผลิตที่ไม่ซับซ้อนเหมือนไม้เศรษฐกิจที่มีอายุรอบตัดฟันนาน นอกจากนี้ พะยูง แดง และพุทธรักษาเป็นไม้ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ เนื่องจากเป็นไม้ที่ตลาดต่างประเทศต้องการ และมีราคาสูง เนื่องจากมีลักษณะเนื้อไม้สีขาวและเป็นไม้เนื้อแข็ง จึงนิยมนำไปแปรรูปเป็นเฟอร์นิเจอร์ และยังมีมีการปลูกเป็นไม้มงคลตามความเชื่ออีกด้วย

นอกจากการงอกที่ลดลงแล้ว ความเข้มข้นของเกลือที่เพิ่มสูงขึ้นส่งผลให้เวลาในการงอกของเมล็ดช้าลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในเมล็ดทุกชนิด ซึ่งเมล็ดโดยส่วนใหญ่ใช้เวลาในการงอกเฉลี่ยประมาณ 2 - 15 วัน และพบว่าเมล็ดกระถินเทพา และกระถินยักษ์ใช้เวลาในการงอกเร็วที่สุดโดยใช้เวลาในการงอกประมาณ 2 - 6 วัน ในขณะที่หนุมานพื้ และ หนุมานใช้เวลาในการงอกนานที่สุดประมาณ 5 - 15 วัน ซึ่งเมล็ดทุกชนิดเมื่อได้รับระดับความเค็มเพิ่มขึ้นจนถึง 40 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร เวลาในการงอกเพิ่มขึ้นเป็น 2 - 5 เท่า จากเวลาที่ใช้ในการงอกปกติ (Figure 2)

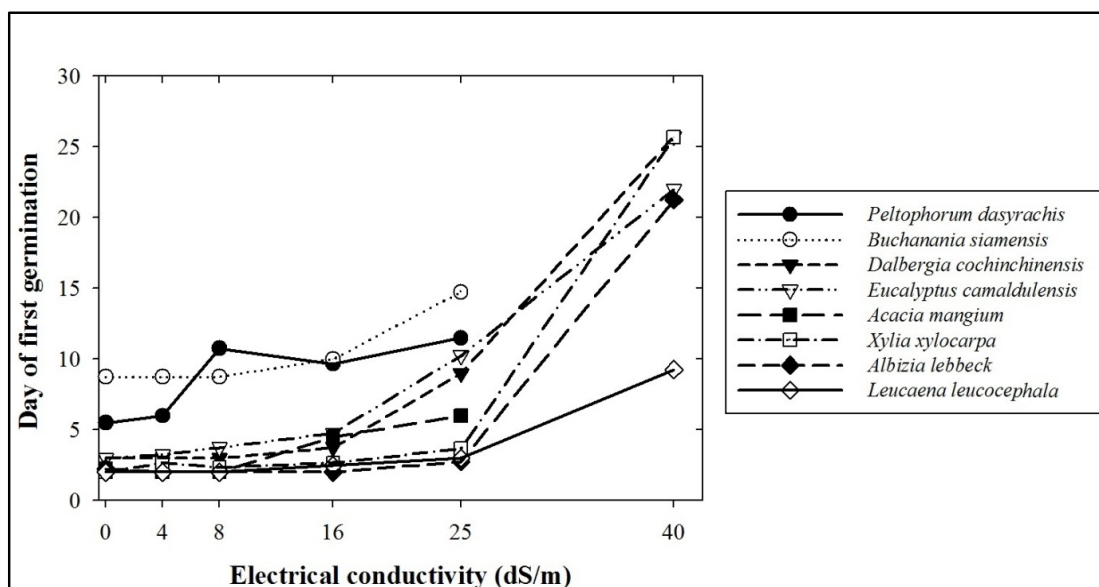


Figure 2 Day of the first germination in 8 tree species under 6 salinity concentration levels (0, 4, 8, 16, 25 and 40 dS/m)

ค่าการนำไฟฟ้าที่ทำให้ร้อยละการงอกสะสมลดร้อยละ 50 (EC_{50})

กระถินยักษ์ (*L. leucocephala*) มีค่า EC_{50} สูงที่สุดที่ 30.86 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร สามารถทนเค็มได้สูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับกันระหว่าง 8 ชนิด ซึ่งหมายความว่าระดับความเค็มต้องสูงประมาณ 31 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร จึงจะส่งผลให้อัตราการงอกของเมล็ดกระถินยักษ์ลดลงไปเพียงครึ่งเดียว อีกทั้งกระถินยักษ์ยังมีการงอกในระดับที่สูงประมาณร้อยละ 69 – 87 ที่ระดับความเค็ม 0 – 25 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร ในขณะที่ชนิดอื่นๆ มีค่า EC_{50} อยู่ระหว่าง 23 – 26 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร โดยนนทรีป่า (*P. dasyrachis*) มีค่า EC_{50} น้อยที่สุด ที่ประมาณ 23

เดซิซีเมนต์ต่อเมตร (Table 4) แต่เมื่อพิจารณาการงอกแล้วพบว่า นนทรีป่ามีการงอกที่ต่ำกว่าร้อยละ 10 ในทุกระดับความเค็ม แม้แต่ชุดควบคุมที่ไม่ได้รับเกลือยังมีร้อยละการงอกเพียงร้อยละ 6 เท่านั้น ซึ่งคาดว่าน่าจะมีสาเหตุมาจากอายุของเมล็ดนนทรีป่าเนื่องจากมีรายงานว่าเมล็ดนนทรีป่าเริ่มงอกและงอกได้มากที่สุด หลังจากเพาะเมล็ดประมาณ 1 สัปดาห์ถึง 2 สัปดาห์ และเมล็ดสามารถเก็บไว้ได้เพียงประมาณ 12 เดือน เท่านั้นก่อนที่การงอกของเมล็ดจะลดลงและจะไม่งอกเลย (สราวุธ, 2539) ซึ่งเมล็ดนนทรีป่าที่ทำการศึกษาในครั้งนี้มีอายุประมาณ 36 เดือน (Table 1) ซึ่งเมล็ดอาจสูญเสียความมีชีวิตไปแล้ว ทำให้การงอกมีค่าต่ำมาก

Table 4 Electrical conductivity that caused germination reduction by 50% (EC₅₀) indicates the salt tolerant ability comparing among 8 species. P-value indicates that the slope of the relationship between salinity dosage and total germination does not equal 0 (H0: slope = 0)

Species	EC ₅₀ (dS/m)	P - value
<i>Acacia mangium</i>	24.19	< 0.001
<i>Leucaena leucocephala</i>	30.86	< 0.001
<i>Xylia xylocarpa</i>	24.87	< 0.001
<i>Peltophorum dasyrachis</i>	23.11	0.034
<i>Albizia lebbek</i>	25.67	< 0.001
<i>Dalbergia cochinchinensis</i>	24.22	< 0.001
<i>Buchanania siamensis</i>	26.37	< 0.001
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	24.12	< 0.001

Hlyka and Robinson (1954) รายงานว่า โดยทั่วไปแล้วเมล็ดที่มีความชื้นสูงมักมีอัตราการงอกของเมล็ดได้อย่างรวดเร็ว อย่างไรก็ตามความชื้นในเมล็ดไม่มีความสัมพันธ์กับการงอกในการศึกษาครั้งนี้ เนื่องจากกระถางดินเหนียวมีความชื้นในเมล็ดต่ำที่สุด (ร้อยละ 5.81) แต่มีการงอกสูงโดยรวมแล้วอยู่ที่ประมาณร้อยละ 57 ในขณะที่พืชทุกชนิดมีความชื้นสูงที่สุดประมาณร้อยละ 14.42 มีการงอกโดยรวมอยู่ที่ร้อยละ 47 ในขณะที่ชนิดอื่นๆ มีการงอกที่ไม่มีความสัมพันธ์กับความชื้นของเมล็ด เช่น ยูคาลิปตัสมีความชื้นเมล็ดที่ร้อยละ 12.17 แต่มีการงอกโดยรวมสูงสุดอยู่ที่ร้อยละ 73 ในขณะที่นนทรีป่ามีความชื้นเมล็ดร้อยละ 11.35 แต่มีร้อยละการงอกต่ำสุดที่ประมาณร้อยละ 4 (Table 2 and 3) เช่นเดียวกันกับอายุของเมล็ด ไม่มีความสัมพันธ์กับการงอกเช่นกัน (Table 1 and 3)

สรุป

เมล็ดกระถางดินเหนียวเป็นชนิดที่มีค่าการนำไฟฟ้าที่ทำให้ร้อยละการงอกสะสมลดลงร้อยละ 50 (EC₅₀) สูงที่สุดซึ่งหมายถึงเมล็ดมีความทนเค็มสูงสุด อีกทั้งยังมีการงอกที่ระดับความเค็มสูงได้ดี ในขณะที่เมล็ดยูคาลิปตัสมีการงอกโดยรวมสูงสุด ส่วนเมล็ดนนทรีป่ามีอัตราการงอกที่ต่ำที่สุดรวมทั้งมีค่า EC₅₀ ต่ำที่สุดอีกด้วย โดยความเค็มส่งผลให้การงอกลดลง แต่เพิ่มระยะเวลาที่ใช้ในการงอกนานขึ้น โดยเมล็ดกระถางดินเหนียวและ

กระถางดินเหนียวใช้เวลาในการงอกเร็วที่สุดในขณะที่เมล็ดนนทรีป่าและขนนไชยใช้เวลาในการงอกนานที่สุดจากการศึกษาในครั้งนี้จึงแนะนำว่าหากต้องการปลูกต้นไม้เพื่อฟื้นฟูพื้นที่ดินเค็มด้วยการใช้เมล็ด กระถางดินเหนียวและยูคาลิปตัส เป็นชนิดที่เหมาะสมเนื่องจากมีเมล็ดมีความสามารถในการทนเค็มได้สูง

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2527. ความรู้เรื่องดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- เจษฎา เหลืองแจ่ม และ ลัดดา บุญภักดี. 2530. การเปรียบเทียบความทนเค็มของไม้ยูคาลิปตัส ความลาดชันของพื้นที่กับไม้โตเร็วบางชนิด. วารสารวนศาสตร์ 6 (3): 347-361.
- นิสา เหล็กสูงเนิน. 2549. ลักษณะทางนิเวศวิทยา และการปรับตัวบางประการของพรรณพืชธรรมชาติในดินเค็ม อำเภอบางละมุง จังหวัดนครราชสีมา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- รัชชัย สันติสุข. 2549. ป่าของประเทศไทย. สำนักหอพรรณไม้ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, กรุงเทพฯ.

- ศราวุธ นาแรมงาม. 2539. ไม้หนาม. ร้อยบทความ
ป่าไม้ 2539: 97-99.
- สมศรี อรุณินท์. 2539 . ดินเค็มในประเทศไทย. กรม
พัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์,
กรุงเทพฯ.
- Hlyka, I. and A.D. Robinson. 1954. **Storage of Cereal
Grains and their Products.** pp. 1-45. In
Anderson, J.A. and A.W. Alcock, eds. Amer.
Ass. Cereal Chem., St Paul, Minnesota.
- International Seed Testing Association (ISTA). 2017.
**International Rules for Seed Testing
: Rule2017.** International Seed Testing
Association, Zurich, Switzerland.
- Leksungnoen, N., and K.R.Kjelgren, and C.Beeson, J.R.
Richard, G.P.Paul, E. C.Grant and H.Austin.
2014. Salt Tolerance of Three Tree Species
Differing in Native Habitats and Leaf Traits.
HORTSCIENCE 49(9): 1194-1200.
- Leksungnoen, N., S. Uthairatsamee, and C. Na
Takuathung. 2016. Germination Test on
Native Salt Tolerant Seeds (*Buchanania
siamensis* Miq.) Collected from Natural
Saline and Non-Saline Soil. **Thai J. For.**
35(3): 1-14.
- Leksungnoen, N. 2017. Reclaiming saline areas in Khorat
Basin (Northeast Thailand): Soil properties,
species distribution, and germination of
potential tolerant species. **Arid land Research
and Management.** 31(3): 235-252.
- Munns, R. and M. Tester. 2008. Mechanisms of
Salinity Tolerance. **Annu. Rev. Plant Biol**
59: 651–681.
- United States Salinity Laboratory Staff. 1954. Agriculture
Handbook No. 60: **Diagnosis and improvement
of saline and alkali soils.** United States
Department of Agriculture. USA
-