

The First *Rhizophora* Hybrid in Thailand (*Rhizophora mucronata* X *Rhizophora apiculata*)

@ Sirindhorn International Environmental Park, Cha-am District, Phetchaburi Province

โกกาทันแรกในประเทศไทย ณ อุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติสิรินธร อำเภอลำสนธิ จังหวัดเพชรบุรี

โกกาทันลูกผสมพบโดย ดร. สนใจ หะวานนท์ เมื่อเดือนมีนาคม พ.ศ.2558 ณ สวนป่าชายเลนทุกละหม่อม อุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติสิรินธร อำเภอลำสนธิ จังหวัดเพชรบุรี ตำแหน่งที่ 12° 42' 17.57"N; 99° 57' 43.67" E

ลักษณะของโกกาทันลูกผสม : ลำต้นสูง 9.5 เมตร เส้นรอบวงเหนือรากค้ำยันเท่ากับ 44 เซนติเมตร ใบของโกกาทันลูกผสมมีขนาดใหญ่ เช่นเดียวกับโกกาทันใบใหญ่ และปลายเรียวแหลมคล้ายโกกาทันใบเล็ก โคนเส้นกลางใบของโกกาทันใบใหญ่มีสีเขียวอ่อน ส่วนโคนเส้นกลางใบโกกาทันใบเล็กมีสีแดง และโคนเส้นกลางใบของโกกาทันลูกผสมมีสีแดงอ่อนกว่าโกกาทันใบเล็ก ดอกของโกกาทันใบเล็กออกเป็นคู่ ก้านดอกสั้น ดอกของโกกาทันใบใหญ่ออกเป็นช่อ 3-8 ดอก มีก้านดอกยาว ดอกของโกกาทันลูกผสมออกเป็นคู่เหมือนโกกาทันใบเล็ก ก้านดอกยาว 2-3 เซนติเมตร แต่ไม่ออกฝัก รากค้ำยันของโกกาทันลูกผสม พุ่งออกจากลำต้นมากกว่า 90 องศาจากระดับแนวตั้ง โกกาทันใบเล็กประมาณ 90 องศา และโกกาทันใบใหญ่ต่ำกว่า 90 องศา นอกจากนี้ โกกาทันลูกผสมมีกิ่งแตกออกจากลำต้นได้รากค้ำยันจำนวนมาก



โกกาทันลูกผสม (*Rhizophora* Hybrid)

ลักษณะใบและดอกของโกกาทันลูกผสม (*Rhizophora* Hybrid)



ลักษณะใบและดอกของโกกาทันใบใหญ่ (*Rhizophora mucronata*)



ลักษณะใบและดอกของโกกาทันใบเล็ก (*Rhizophora apiculata*)



จากการศึกษาของ ดร. สุจิตรา จางตระกูล ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านการวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และคณะ จากกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช ได้ทำการพิสูจน์โดยการถอดรหัสพันธุกรรมโดยยีนในนิวเคลียส 3 ยีน คือ DLDH ขนาด 1088 bp SBE2 ขนาด 709 bp และ FMRrm 11 ขนาด 540 bp ผลปรากฏว่าโคงทางลูกผสมมียีนที่จำเพาะของทั้งโคงทางใบเล็กและโคงทางใบใหญ่ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าโคงทางลูกผสมเป็นลูกผสมระหว่างโคงทางใบเล็กและโคงทางใบใหญ่จริง

การพิสูจน์ต้นแม่โดยการถอดรหัสพันธุกรรมยีนในส่วนของคลอโรพลาสต์จีโนม คือ atpB-rbcL ขนาด 712 bp ในโคงทางลูกผสมโดยเปรียบเทียบระหว่างโคงทางใบเล็กและโคงทางใบใหญ่ พบว่าโคงทางใบใหญ่เป็นต้นแม่และยีนที่จำเพาะถูกถ่ายทอดโดยโคงทางใบใหญ่

การตรวจพิสูจน์โคงทางลูกผสมโดยการถอดรหัสพันธุกรรมโดยยีนในนิวเคลียสและคลอโรพลาสต์

	cpDNA regions (intergenic spacer)																																			
	atpB-rbcL(712bp)																																			
	4	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	7	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	5	5			
		2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	5		
																	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	8	8					
<i>R. apiculata</i>	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	T	C	A	A	A	A	A	A	A	G	T	T	A	A	G	G					
<i>R. mucronata</i>	C	C	A	T	T	T	G	T	C	T	A	T	C	A	T	T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	T	T				
Putative hybrid	C	C	A	T	T	T	G	T	C	T	A	T	C	A	T	T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	T	T					

Single nucleotide polymorphisms (SNPs) which is specific to *Rhizophora apiculata*, *Rhizophora mucronata* and *Rhizophora* hybrid in chloroplast region (atpB-rbcL intergenic spacer)

แสดงตำแหน่งของลำดับนิวคลีโอไทด์ ที่มีความผันแปรจำเพาะของไม้โคงทางใบเล็ก โคงทางใบใหญ่

และโคงทางลูกผสมในส่วนของคลอโรพลาสต์จีโนม คือ atpB-rbcL

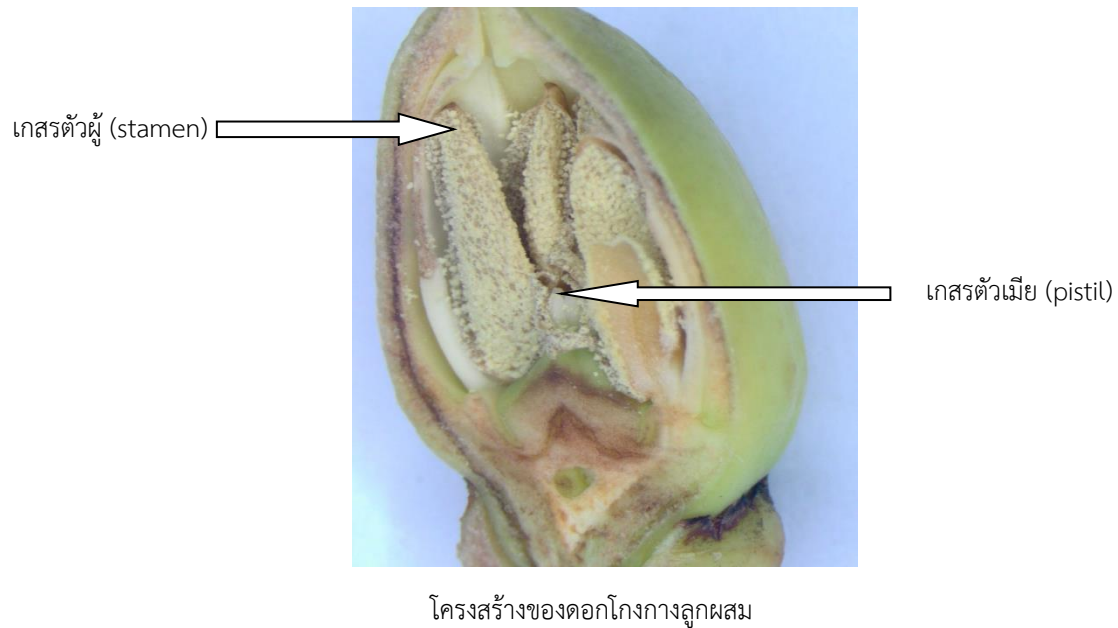
	nDNA regions																											
	DLDH(1088 bp)										SBE2(708 bp)										FMRrm11 (540 bp)							
	2	4	1	4	5	6	6	7	7	1	1	2	2	2	2	3	4	4	5	7	6	1	1	2	3	3	4	4
<i>R. apiculata</i>	G	G	A	G	C	C	A	T	C	A	C	G	T	A	G	C	A	A	T	A	A	A	G	A	G	T	T	T
<i>R. mucronata</i>	T	A	G	A	T	T	G	C	G	T	G	T	A	-	-	T	G	G	C	T	G	G	C	G	A	G	C	C
Putative hybrid	T	G	G	G	T	C	A	T	G	T	C	G	A	-	-	T	G	G	T	T	A	G	C	A	A	T	C	C

Single nucleotide polymorphisms (SNPs) which is specific to *Rhizophora apiculata*, *Rhizophora muconata*, and *Rhizophora* hybrid in 3 Nucleus regions (DLDH SBE2 and FMRrm11)

แสดงตำแหน่งของลำดับนิวคลีโอไทด์ที่มีความผันแปรจำเพาะของไม้โคงทางใบเล็ก โคงทางใบใหญ่

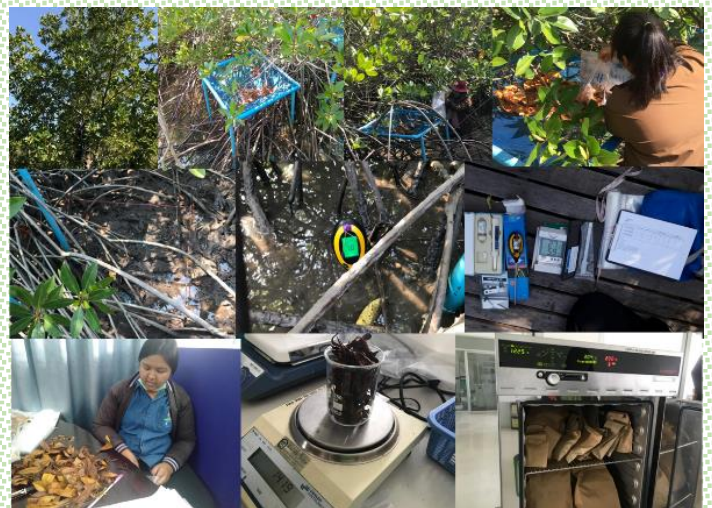
และโคงทางลูกผสมในส่วนของนิวเคลียส (Nucleus) 3 ยีน คือ DLDH SBE2 และ FMRrm11

นอกจากนี้ การศึกษาภายใต้กล้องสเตอริโอไมโครสโคป (Stereo Microscope) พบว่าโครงสร้างของเกสรตัวผู้ (stamen) และเกสรตัวเมีย (pistil) อยู่ในดอกเดียวกัน



การศึกษาโครงการ“ศึกษาการขยายพันธุ์และการใช้ประโยชน์ของโกนังกาในสวนป่าชายเลนทูลกระหม่อม”
โดยกลุ่มวิจัยและพัฒนา อุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติสิรินธร

กลุ่มวิจัยและพัฒนา อุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติสิรินธร ได้ดำเนินการศึกษาวิจัยโกนังกาในระหว่างปี พ.ศ. 2560-2562 โดยได้เก็บและวิเคราะห์ข้อมูลการเจริญเติบโตของโกนังกาในสวนป่าชายเลนทูลกระหม่อม โกนังกาใบใหญ่และโกนังกาใบเล็กที่อยู่ใกล้เคียงอย่างละ 1 ต้น ได้แก่ ความสูง เส้นรอบวง รัศมีเรือนยอด การเก็บซากพืชที่ร่วงหล่น นำตัวอย่างจากพืชเพื่อตรวจสอบค่าธาตุอาหาร N, P, K นอกจากนี้ ได้ตรวจนับสัตว์หน้าดินใต้ต้นโกนังกาทั้งสามชนิด รวมทั้งการเก็บตัวอย่างดินเพื่อนำส่งวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในดิน และส่งตัวอย่างซากพืชที่ร่วงหล่นทำการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหาร และจัดบันทึกข้อมูลปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมอื่นๆ ได้แก่ ค่าความเค็มของน้ำ



pH ของดิน อุณหภูมิดิน อุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์และปริมาณน้ำฝน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของโกนังกาเปรียบเทียบกับโกนังกาชนิดอื่นๆ และปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อโกนังกา ศึกษาการพัฒนากการขยายพันธุ์โกนังกา ประโยชน์ในด้านการผลิตธาตุอาหารจากซากพืชที่ร่วงหล่น ศึกษาปริมาณสัตว์หน้าดินที่อาศัยบริเวณโกนังกาเปรียบเทียบกับบริเวณใกล้เคียง รวมทั้งจัดประชุมเผยแพร่และแลกเปลี่ยนองค์ความรู้ระหว่างหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ทำให้เกิดการต่อยอดไปสู่งานวิจัยอื่นๆ

สรุปผลการวิจัย

1. การศึกษาโกงกางลูกผสม (Hybrid) ทำการวิเคราะห์โดยการถอดรหัสพันธุกรรมยีน โดย ดร. สุจิตรา จางตระกูล ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้ จากกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช สามารถสรุปผลได้ว่าโกงกางลูกผสมเป็นลูกผสมระหว่างโกงกางใบเล็ก และโกงกางใบใหญ่จริง โดยโกงกางใบใหญ่เป็นต้นแม่

2. การทดลองตอนกิ่งโกงกางลูกผสม จำนวน 2 ครั้ง ในปี 2560 และ 2562 ได้ผลดังนี้

- ในปี 2560 การทดลองตอนกิ่งโกงกางลูกผสมไม่ได้ผล รากอากาศที่งอกออกมาแห้งเหี่ยวไปในที่สุด ไม่พัฒนาเหมือนรากของโกงกางใบใหญ่ ซึ่งทดลองตอนกิ่งเช่นกัน ซึ่งโกงกางใบใหญ่มีรากอากาศออกจากกิ่งตอน และจะพัฒนาเป็นรากค้ำยันในเวลาต่อมา

- ในปี 2562 ได้ทดลองตอนกิ่งโกงกางใบใหญ่ โกงกางใบเล็ก และโกงกางลูกผสม โดยทำการทดลองใช้ตัวเร่งรากจากกะปิ และสารเร่งรากจาก Vitamin B1 โดยโกงกางใบใหญ่และโกงกางใบเล็กใช้ตัวเร่งรากจากกะปิ จำนวน 2 ช้อน และสารเร่งรากจาก Vitamin B1 จำนวน 1 ช้อน ส่วนโกงกางลูกผสมใช้เพียงกะปิเป็นตัวเร่งราก จำนวน 3 ช้อน ผลการทดลองยังไม่ประสบผลสำเร็จในการขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งอาจเนื่องมาจากหลายสาเหตุ เช่น โกงกางมีสารแทนนินสูง เป็นต้น



ผลการตอนกิ่งโกงกางลูกผสม รากอากาศที่งอกออกมาแห้งเหี่ยวไปในที่สุด



การตอนกิ่งของโกงกางใบใหญ่ โกงกางใบเล็ก และโกงกางลูกผสม ในปี 2562 ซึ่งยังไม่ประสบผลสำเร็จ

3. การทาบกิ่งอาจไม่ใช่วิธีที่สามารถใช้ในการขยายพันธุ์แบบไม่ใช้เพศของโกงกางลูกผสมได้ เนื่องจากการทดลองทำการทาบกิ่งของโกงกางใบใหญ่ซึ่งปลูกในกระถางกับกิ่งของโกงกางลูกผสม แต่ไม่ติด อาจเกิดจากหลายสาเหตุ เช่น การเลือกกิ่งโกงกางลูกผสมที่ไม่เหมาะสม เป็นต้น



การทดลองทาบกิ่งของโกงกางใบใหญ่ในกระถางกับกิ่งของโกงกางลูกผสม

4. การทดลองขยายพันธุ์แบบอาศัยเพศ โดยการผสมเกสรของดอกโกงกางใบเล็กและโกงกางใบใหญ่ จำนวน 1 ครั้ง ในปี 2562 โดยทำการผสมเกสรตัวผู้ของดอกโกงกางใบใหญ่กับเกสรตัวเมียของโกงกางใบเล็ก และผสมเกสรตัวเมียของโกงกางใบใหญ่กับเกสรตัวผู้ของโกงกางใบเล็ก และครอบด้วยถุงพลาสติก ผลการทดลองพบว่า การผสมเกสรตัวผู้ของดอกโกงกางใบใหญ่กับเกสรตัวเมียของโกงกางใบเล็กไม่ติดฝัก ส่วนการผสมเกสรตัวผู้ของดอกโกงกางใบเล็กกับเกสรตัวเมียของโกงกางใบใหญ่ พบว่ามีการติดฝักร้อยละ 60 แต่ร่วงหล่นในเวลาต่อมา ทั้งนี้ อาจเนื่องจากการขาดความเชี่ยวชาญในการใช้เทคนิค/วิธีการในการผสมเกสร



การทดลองการขยายพันธุ์แบบอาศัยเพศโดยการผสมเกสรของดอกโกงกางใบเล็ก และโกงกางใบใหญ่

5. ผลจากการเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตของโกงกางใบใหญ่ โกงกางใบเล็ก และโกงกางลูกผสม โดยการหาค่าเฉลี่ยการขยายของรัศมีเรือนยอด อัตราการเติบโตของเส้นรอบวง และอัตราการเพิ่มขึ้นของความสูง (ต่อเดือน) ในช่วงเดือนมกราคม 2560 ถึงเดือนกันยายน 2562 ได้ผลสรุปดังนี้

5.1 โดยรวมอัตราการเจริญเติบโตของโกงกางทั้งสามชนิดมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน

5.2 โกงกางลูกผสมมีค่าเฉลี่ยอัตราการขยายของรัศมีเรือนยอดเป็นไปในทิศทางเดียวกับโกงกางใบเล็กและโกงกางใบใหญ่ ตลอดทั้งปี แต่พบว่าบางช่วงโกงกางลูกผสมมีค่าเฉลี่ยอัตราการขยายของรัศมีเรือนยอดที่ไม่แปรผันเท่ากับโกงกางใบใหญ่และโกงกางใบเล็ก

5.3 อัตราการขยายของเส้นรอบวงของโกงกางลูกผสมมีค่าสูงสุดและต่ำสุดสลับกับโกงกางใบเล็กในบางช่วงเวลา ในขณะที่ต้นโกงกางใบใหญ่ที่เลือกทำการศึกษามีการเปลี่ยนแปลงน้อยมากตลอดช่วงเวลาของการศึกษา

5.4 โกงกางลูกผสมมีค่าเฉลี่ยอัตราการเพิ่มขึ้นของความสูงใกล้เคียงกับโกงกางใบเล็กมากกว่าโกงกางใบใหญ่

5.5 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการเพิ่มขึ้นของรัศมีเรือนยอด เส้นรอบวง และความสูงของโกงกางใบใหญ่ โกงกางใบเล็ก และโกงกางลูกผสม ระหว่างมกราคม 2560-กันยายน 2562 พบว่าโกงกางลูกผสมมีอัตราการเจริญเติบโตด้านการขยายของรัศมีเรือนยอดและความสูงมากที่สุด ในขณะที่อัตราการเจริญเติบโตของเส้นรอบวงไม่แตกต่างจากโกงกางใบเล็กที่มีอัตราการเติบโตของเส้นรอบวงสูงที่สุด ทั้งนี้โกงกางลูกผสมที่มีอัตราการเจริญเติบโตด้านการขยายรัศมีเรือนยอดดีที่สุดจะเป็นประโยชน์ต่อการเป็นร่มเงา แหล่งที่อยู่อาศัยและหลบภัยของสัตว์ วิโนปายาเลน

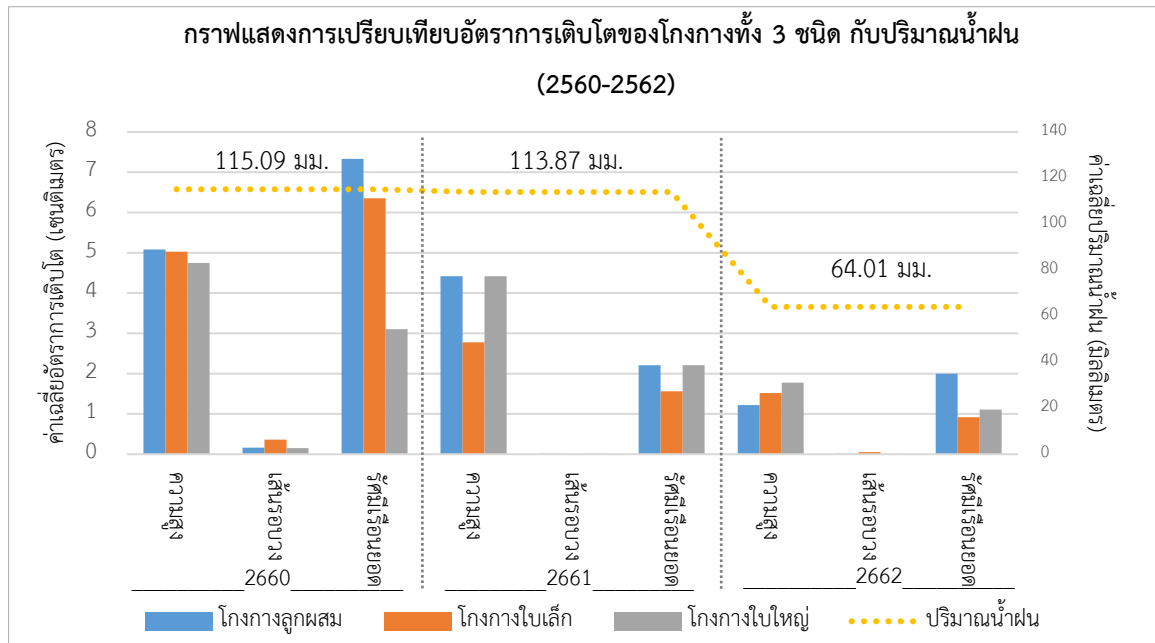
5.6 ในช่วงเดือนเมษายน-มิถุนายน 2562 ซึ่งค่าเฉลี่ยความเค็มของน้ำที่วัดได้มีค่าสูงมาก (35 ppt) พบว่าโกงกางลูกผสมมีอัตราการขยายของรัศมีเรือนยอดที่สูงขึ้นมาก เมื่อเทียบกับโกงกางใบใหญ่ และโกงกางใบเล็ก ที่มีค่าเฉลี่ยอัตราการขยายของรัศมีเรือนยอดที่เพิ่มขึ้นและลดลงเล็กน้อยตามลำดับ และมีอัตราการขยายของเส้นรอบวงเพิ่มขึ้นสูงสุด ในขณะที่โกงกางใบเล็กและโกงกางใบใหญ่ ไม่เปลี่ยนแปลงหรือเปลี่ยนแปลงน้อยมาก

ในช่วงที่น้ำมีค่าระดับความเค็มสูงมาก อัตราการขยายของรัศมีเรือนยอดและเส้นรอบวงของโกงกางลูกผสมเพิ่มสูงขึ้น ในขณะที่โกงกางใบเล็กและโกงกางใบใหญ่มีการเปลี่ยนแปลงน้อยหรือไม่เปลี่ยนแปลง อาจสะท้อนด้านการปรับตัวของโกงกางลูกผสมต่อน้ำที่มีค่าความเค็มสูงมาก อย่างไรก็ตาม การศึกษานี้เป็นการศึกษาในเบื้องต้น จึงเห็นควรดำเนินการศึกษาวิจัยด้านการปรับตัวต่อความเค็มของน้ำ โดยเปรียบเทียบระหว่างโกงกางลูกผสมโกงกางใบเล็ก และโกงกางใบใหญ่ต่อไป



การศึกษาอัตราการเจริญเติบโตโดยการวัดความสูง เส้นรอบวง และขนาดเรือนยอด

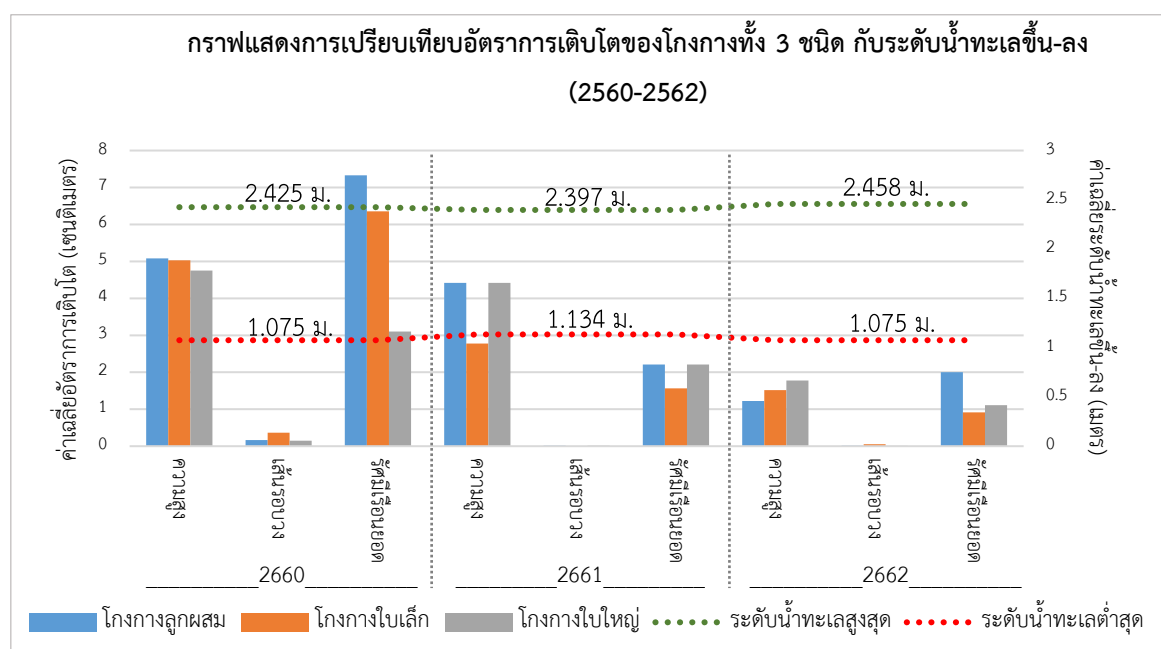
6. การเปรียบเทียบอัตราการเติบโตของโกังกางทั้ง 3 ชนิด กับปัจจัยสิ่งแวดล้อมในปี 2560-2562
(ปริมาณน้ำฝน ระดับน้ำทะเลขึ้น-น้ำลงสูงสุด และอุณหภูมิ)



ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยา <https://www.tmd.go.th/index.php>

จากกราฟแสดงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในปี 2560-2561 เท่ากับ 115.09 และ 113.87 มิลลิเมตร ตามลำดับ พบว่าโกังกางลูกผสมมีค่าเฉลี่ยอัตราการเพิ่มขึ้นของความสูงมากกว่าในปี 2562 ซึ่งปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยเท่ากับ 64.01 มิลลิเมตร เช่นเดียวกับอัตราการเพิ่มขึ้นของขนาดเส้นรอบวงและรัศมีเรือนยอดที่แปรผันตามปริมาณน้ำฝน ดังนั้นมีความเป็นไปได้ว่าปริมาณน้ำฝนอาจมีผลต่ออัตราการเติบโตของโกังกางลูกผสม

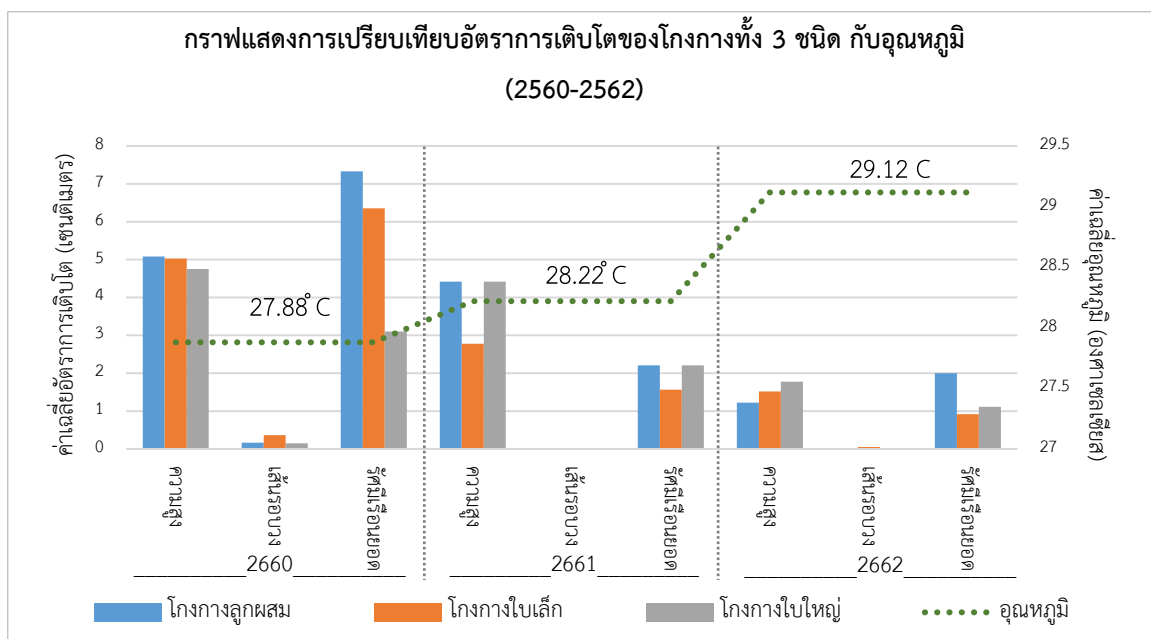
ในขณะที่โกังกางใบใหญ่และโกังกางใบเล็กมีอัตราการเติบโตโดยรวมเป็นไปในทิศทางเดียวกับโกังกางลูกผสม และแปรผันตามปริมาณน้ำฝน



ที่มา: กรมอุทกศาสตร์ <http://www.hydro.navy.mi.th/index1.php>

จากกราฟแสดงค่าเฉลี่ยระดับน้ำทะเลขึ้นสูงสุด ในปี 2560-2562 เท่ากับ 2.425, 2.397 และ 2.458 เมตร ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ยระดับน้ำทะเลลงต่ำสุด เท่ากับ 1.075, 1.134 และ 1.075 เมตร ตามลำดับ ดังนั้นจึงมีค่าความต่างของระดับน้ำทะเลเท่ากับ 1.350, 1.263 และ 1.383 เมตร ซึ่งจะเห็นได้ว่าค่าทั้งหมดไม่แตกต่างกันมาก แต่โครงการลูกผสม โครงการใบเล็ก และโครงการใบใหญ่มีอัตราการเจริญเติบโตด้านความสูง ขนาดเส้นรอบวง และรัศมีเรือนยอดมีแนวโน้มลดลงไปในทิศทางเดียวกัน

ดังนั้น จึงสรุปได้ว่าระดับน้ำทะเลขึ้น-ลง อาจไม่มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของโครงการทั้ง 3 ชนิด



ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยา <https://www.tmd.go.th/index.php>

จากกราฟแสดงอุณหภูมิเฉลี่ยในปี 2560-2562 เท่ากับ 27.88, 28.22 และ 29.12 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าโครงการลูกผสม โครงการใบเล็ก และโครงการใบใหญ่มีแนวโน้มอัตราการเติบโตด้านความสูง ขนาดเส้นรอบวง และรัศมีเรือนยอดแปรผันตามอุณหภูมิ

จากการเปรียบเทียบอัตราการเติบโตของโครงการลูกผสม โครงการใบใหญ่ และโครงการใบเล็กกับปัจจัยสิ่งแวดล้อม (ปริมาณน้ำฝน ระดับน้ำทะเลขึ้น-น้ำลงสูงสุด และอุณหภูมิ) สามารถสรุปเบื้องต้นได้ดังนี้

- โครงการลูกผสม โครงการใบใหญ่ และโครงการใบเล็กมีอัตราการเติบโตที่มีแนวโน้มแปรผันตามปริมาณน้ำฝน
- โครงการลูกผสม โครงการใบใหญ่ และโครงการใบเล็กมีอัตราการเติบโตไม่แปรผันตามระดับน้ำทะเลขึ้น-ลงสูงสุด
- โครงการลูกผสม โครงการใบใหญ่ และโครงการใบเล็กมีอัตราการเติบโตที่แปรผันตามอุณหภูมิ

7. ผลจากการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์ค่าธาตุอาหารทั้งหมด ได้แก่ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และ โพแทสเซียม (K) เปรียบเทียบระหว่างโครงการใบใหญ่ โครงการใบเล็ก และโครงการลูกผสม พบว่าเปอร์เซ็นต์ค่าธาตุอาหาร ไนโตรเจน (N) และ ฟอสฟอรัส (P) ของโครงการลูกผสมไม่แตกต่างจากโครงการใบใหญ่และโครงการใบเล็ก โดยมีค่าที่ใกล้เคียงกัน ยกเว้น ค่าโพแทสเซียม (K) ของโครงการใบเล็กที่สูงกว่าทั้งโครงการใบใหญ่และโครงการลูกผสมมาก ซึ่งผลการวิเคราะห์ค่าธาตุอาหารข้างต้นสอดคล้องกับรายงานผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน โดยกลุ่มวิเคราะห์ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 10 จังหวัดราชบุรี ที่ดำเนินการเก็บตัวอย่างดินในแปลงศึกษาในเดือนกุมภาพันธ์ 2562 โดยพบปริมาณโพแทสเซียมในดินที่สูงมาก ทั้งนี้เกิดจากอิทธิพลของหินแกรนิตที่อยู่บริเวณศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยทรายฯ ซึ่งเป็นพื้นที่สูงกว่า เนื่องจากหินแกรนิตมีแร่โพแทสเซียมเฟลด์สปาร์ เมื่อผุพังย่อยสลายจะให้โพแทสเซียม ดังนั้น เมื่อหินแกรนิตบริเวณศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยทรายฯ ผุพัง

ผูกพันแล้วเกิดการชะล้างโดยน้ำมาสะสมพื้นที่บริเวณปากแม่น้ำ จึงทำให้บริเวณป่าชายเลนของอุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติสิรินธรมีธาตุโพแทสเซียมสูง

ทั้งนี้ โพแทสเซียมเป็นธาตุที่อยู่ในธรรมชาติน้อย และเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา มีแหล่งกำเนิดมาจากการสลายตัวของหินแร่ และการย่อยสลายของใบพืช อนุมูลโพแทสเซียมในดินอาจจะอยู่ในน้ำ ในดิน หรือดูดซับอยู่ที่พื้นผิวของอนุภาคดิน (ที่มา: <http://www.all.aboutrose.com/horticultural/miniral/potassium>) ด้วยเหตุนี้โพแทสเซียมจึงถูกใช้หมุนเวียนอยู่ระหว่างสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิตในปริมาณที่จำกัด โพแทสเซียมจึงเป็นปัจจัยที่จำกัดจำนวนสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศหลายชนิด โดยบทบาทในการช่วยควบคุมความเข้มข้นของสารที่อยู่ในสารละลาย (osmolality) จึงมีความสำคัญในการรักษาปริมาตรของเซลล์ให้คงที่ ซึ่งมีผลต่อความสำคัญของปริมาณน้ำในร่างกายของสัตว์หน้าดิน เป็นปัจจัยร่วม (cofactor) ที่สำคัญในกระบวนการเมแทบอลิซึม และอัตราส่วนของโพแทสเซียมในร่างกายจะเป็นตัวกำหนดความต่างศักย์ที่ผนังเซลล์ที่มีความสำคัญในการทำงานของกล้ามเนื้อ และเส้นประสาทของสัตว์หน้าดิน โดยโพแทสเซียมส่วนเกินที่ได้รับในแต่ละวัน จะถูกขับถ่ายออกมาในน้ำปัสสาวะ และบางส่วนจะอยู่ในมูล (ที่มา : www.siamchemi.com /โพแทสเซียม) ซึ่งจะถูกละลายโดยจุลินทรีย์ก่อนจะอยู่ในรูปแบบที่ละลายน้ำได้เพื่อให้พืชนำไปใช้งาน เมื่อสิ่งมีชีวิตตายลงจะถูกย่อยสลายคืนโพแทสเซียมกลับให้กับดิน โพแทสเซียมนอกจากพืชนำไปใช้โดยตรงแล้วบางส่วนยังถูกกระบวนการชะล้างพัดพาลงสู่ทะเล สะสมอยู่ในดินตะกอนทั้งทะเลลึกและตื้น และถูกสิ่งมีชีวิตเล็กๆ ในทะเลนำมาใช้ถ่ายทอดไปตามห่วงโซ่อาหารจนถึงปลาขนาดใหญ่ (ที่มา : <http://science.buu.ac.th>) และโพแทสเซียมที่ละลายน้ำอีกส่วนหนึ่งจะถูกน้ำพัดพาไปในดินชั้นล่างหรือน้ำใต้ดิน ซึ่งปริมาณที่สูญเสียโพแทสเซียมลงในดินชั้นล่าง จะขึ้นอยู่กับลักษณะของดินในระบบนิเวศนั้นๆ โดยที่ดินทราย หรือดินร่วนจะสูญเสียได้มากกว่าดินเหนียว ยังรวมไปถึงปริมาณน้ำฝนในระบบนิเวศนั้นๆ ด้วย (ที่มา: <http://ebook.lib.ku.ac.th/ebook27/ebook/20160111/>(หน้า260-309)

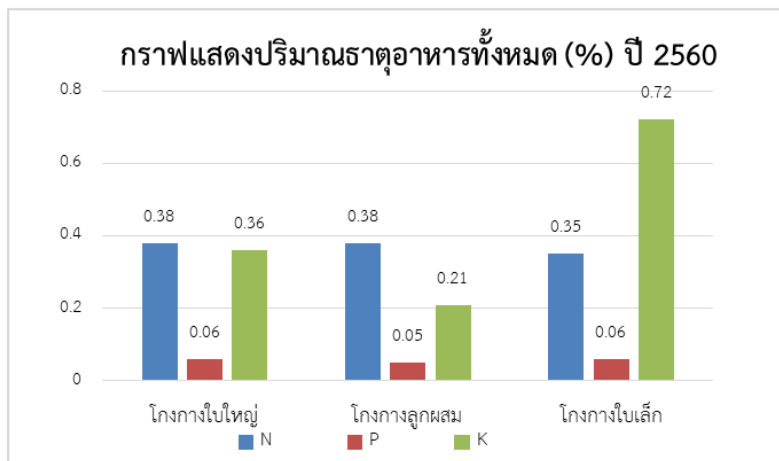
ดังนั้น เปอร์เซ็นต์ค่าธาตุอาหารโพแทสเซียม (K) ของโกงกางใบเล็กที่สูงกว่าโกงกางชนิดอื่น จึงเป็นสิ่งที่น่าเป็นประโยชน์ทำให้โกงกางใบเล็กมีประโยชน์ต่อห่วงโซ่อาหารในระบบนิเวศป่าชายเลนที่มีสัตว์หน้าดินอาศัยอยู่ และในการใช้ถ่ายทอดไปตามห่วงโซ่อาหารของสิ่งมีชีวิตในทะเลต่อไป

ผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารทั้งหมด (Total N, P, K) จากซากพืชที่ร่วงหล่น

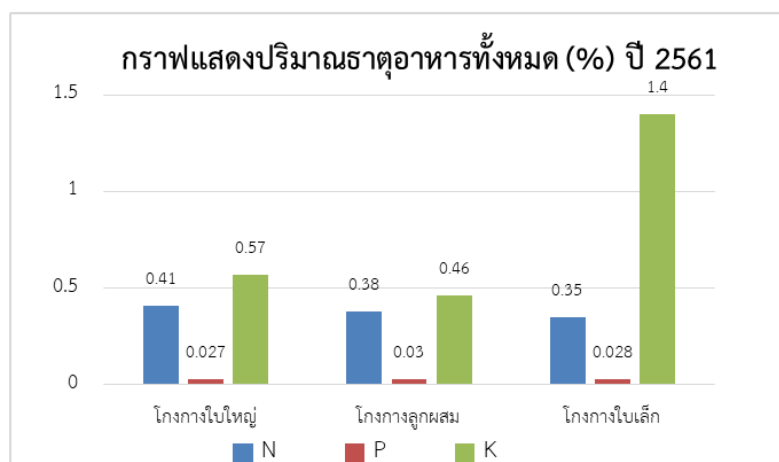
ปีที่ทำการวิเคราะห์	ปริมาณธาตุอาหารทั้งหมด (%) จากการวิเคราะห์ซากพืช ของโกงกางทั้ง 3 ชนิด ในปี 2560 2561 และ 2562								
	N			P			K		
	B	H	S	B	H	S	B	H	S
2560	0.380	0.380	0.350	0.060	0.050	0.060	0.360	0.210	0.720
2561	0.410	0.380	0.350	0.027	0.030	0.028	0.570	0.460	1.140
2562	0.440	0.470	0.470	0.030	0.040	0.040	0.410	0.390	0.720
ค่าเฉลี่ย	0.410	0.410	0.390	0.039	0.040	0.043	0.447	0.353	0.860

หมายเหตุ B=โกงกางใบใหญ่ H=โกงกางลูกผสม S=โกงกางใบเล็ก

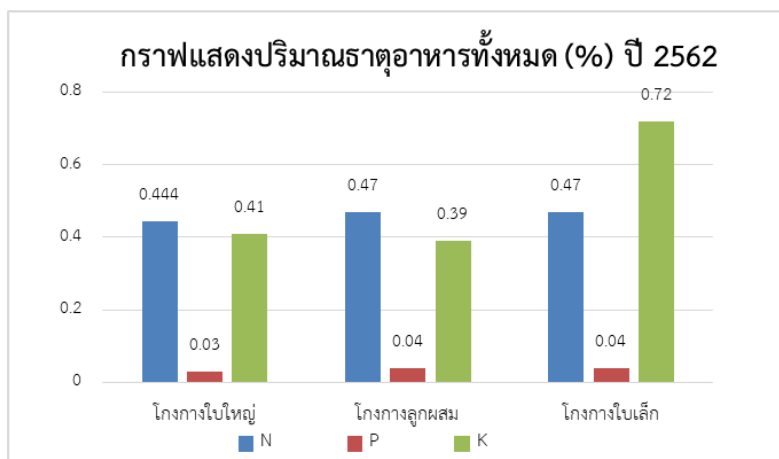
วิธีวิเคราะห์ = Microkjeldahl 2. = Acid digestion, Spectroscopy 3. = Acid digestion, Atomic spectroscopy



หมายเหตุ ใช้ตัวอย่างซากพืชเก็บในฤดูฝน



หมายเหตุ ใช้ตัวอย่างซากพืชเก็บในฤดูแล้ง



หมายเหตุ ใช้ตัวอย่างซากพืชเก็บในฤดูฝน

วิเคราะห์ผลโดย

หน่วยวิเคราะห์วิจัยดินพืชและวัสดุเกษตร ศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

8. การศึกษาเปรียบเทียบช่วงเวลาการเกิดดอกบาน

การศึกษาเปรียบเทียบช่วงเวลาการเกิดดอกบานของโกงกางทั้งสามชนิด จากการสังเกตและจดบันทึก รวมทั้งข้อมูลซากพืชที่ร่วงหล่นในตะแกรง ระหว่างเดือนมกราคม 2560-สิงหาคม 2562 ได้ผลการสังเกตดังนี้

จากการศึกษาในระหว่างปี 2560-2562 พบว่าโกงกางใบใหญ่ออกดอกบานน้อยกว่าโกงกางใบเล็กและโกงกางลูกผสมตลอดทั้งปี ในช่วงเดือนมกราคมถึงมีนาคมเป็นช่วงที่โกงกางทั้งสามชนิดมีดอกบานน้อยที่สุดของปี โดยโกงกางใบเล็กและโกงกางใบใหญ่เริ่มมีดอกบานพร้อมกันในช่วงเดือนเมษายนถึงพฤษภาคม

พบว่าช่วงที่โกงกางใบใหญ่และโกงกางใบเล็กมีดอกบานพร้อมกันมากที่สุดของปีโดยเฉลี่ยแล้วอยู่ในช่วงเดือนมิถุนายนถึงกรกฎาคม และในช่วงที่โกงกางลูกผสมมีดอกบานพร้อมโกงกางใบใหญ่และโกงกางใบเล็กที่อยู่ข้างเคียงมากที่สุดด้วย

สามารถตั้งสมมุติฐานได้ว่าในช่วงระหว่างเดือนมิถุนายนถึงกรกฎาคมเป็นช่วงที่อาจเป็นไปได้หากโกงกางใบใหญ่และโกงกางใบเล็กได้เกิดมีการผสมข้ามต้น โดยในช่วงเดือนเมษายนถึงพฤษภาคมก็อาจเป็นช่วงที่มีการผสมข้ามต้นได้เช่นกัน โดยต่อจากนี้อาจสังเกตพฤติกรรมของแมลงที่สามารถช่วยผสมเกสรได้ในช่วงดังกล่าว

9. ข้อสันนิษฐานเกี่ยวกับแหล่งที่มาของโกงกางลูกผสมสามารถสรุปเบื้องต้นได้ดังนี้

9.1 มีการผสมข้ามระหว่างโกงกางใบใหญ่และโกงกางใบเล็ก โดยพ่อและแม่ของโกงกางลูกผสมเป็นโกงกางใบใหญ่และโกงกางใบเล็กในบ่ที่อยู่ใกล้เคียง

9.2 หากมีการนำโกงกางลูกผสมมาปลูกจากแหล่งอื่นก็มีความเป็นไปได้ว่าจะมาจากแหล่งเดียวกับโกงกางอื่นๆ ที่ปลูกอยู่ใกล้เคียง

10. ผลการสำรวจสัตว์หน้าดินที่พบบริเวณใต้ต้นโกงกางทั้งสามชนิด โดยรวมพบสัตว์หน้าดิน เรียงตามลำดับความชุกชุมมากที่สุด 5 อันดับแรก ได้แก่ 1) หอยสีแดง (*Assimine abrevicula*) 2) หอยเจดีย์ (*Batillarai multiformis*) 3) ปูแสม (*Sesarma mederi*) 4) หอยจู้บแจง (*Cerithidea obtusa*) และหาคใบไม้สีเขียว (*Elysia Chlorotica*) 5) หอยขี้นก (*Cerithidea cingulate*)



หอยสีแดง (*Assimine abrevicula*)



หอยเจดีย์ (*Batillarai multiformis*)



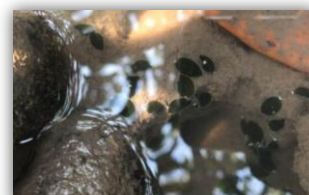
ปูแสม (*Sesarma mederi*)



หอยจู้บแจง (*Cerithidea obtusa*)



หอยขี้นก (*Cerithidea cingulate*)



หาคใบไม้สีเขียว (*Elysia Chlorotica*)

หอยสีแดงเป็นสัตว์หน้าดินที่พบชุกชุมมากที่สุดใต้ต้นโกงกางแต่ละชนิด โดยเฉลี่ยตลอดทั้งปีพบหากินใต้ต้นโกงกางใบใหญ่มากที่สุด รองลงมาได้แก่ โกงกางลูกผสม และโกงกางใบเล็ก ตามลำดับ ซึ่งหอยสีแดงที่พบใต้ต้นโกงกางลูกผสมและโกงกางใบเล็กมีจำนวนไม่แตกต่างกัน หอยสีแดงกินเศษซากพืชบริเวณหน้าดินเป็นอาหาร และเป็นตัวบ่งชี้ความอุดมสมบูรณ์ของระบบนิเวศป่าชายเลน ในพื้นที่ที่มีการฟื้นฟูป่าชายเลน หากพบหอยสีแดงแสดงว่าความอุดมสมบูรณ์ได้กลับคืนมา จึงสามารถสรุปได้ว่าใต้ต้นโกงกางทั้งสามชนิดเป็นแหล่งอาหารที่มีความอุดมสมบูรณ์

11. การเผยแพร่ผลการศึกษาวิจัย

11.1 การจัดการประชุมด้านป่าชายเลนในระดับนานาชาติ

ได้มีการจัดการประชุมด้านป่าชายเลนในระดับนานาชาติ เรื่องการจัดการป่าชายเลนสู่เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (International Mangrove Management Forum Towards Sustainable Development Goals : SDGs) ในการประชุมการป่าไม้ ประจำปี พ.ศ. 2561 ณ ห้อง FORTROP 312 ตึก 60 ปี คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร เมื่อวันที่ 23 สิงหาคม 2561 เวลา 13.00-17.00 น. มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอผลงานนวัตกรรมเกี่ยวกับป่าชายเลนตามแนวพระราชดำริและเผยแพร่ผลงานวิชาการและการจัดนิทรรศการด้านการศึกษาวิจัยและองค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษาการขยายพันธุ์และประโยชน์ของโกงกางลูกผสมในสวนป่าชายเลนทูลกระหม่อม อุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติสิรินธร และเพื่อให้ผู้แทนหน่วยงานทั้งในและต่างประเทศนำเสนอผลงานวิชาการด้านป่าชายเลน และที่เกี่ยวข้อง มีหน่วยงานหลักที่รับผิดชอบได้แก่ อุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติสิรินธร กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และคณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มีผู้เข้าร่วมประชุมจากหน่วยงานทั้งในและต่างประเทศจำนวน 20 หน่วยงาน จำนวนรวม 45 คน ประกอบด้วย นักวิจัย นักวิชาการ ผู้แทนจากหน่วยงานภาครัฐ และเอกชน สถาบันการศึกษา องค์กรระหว่างประเทศ และมูลนิธิจากประเทศไทย ญี่ปุ่น อินเดีย เมียนมาร์ นิวซีแลนด์ และอังกฤษ

ในการประชุมดังกล่าว นางสาวอารีย์พร สิทธิญาณไพบูลย์ หัวหน้ากลุ่มวิจัยและพัฒนา อุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติสิรินธร ได้นำเสนอเรื่อง การสร้างป่าชายเลนในอุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติสิรินธร และการปรับตัวของพันธุ์ไม้โกงกาง โกงกางลูกผสมระหว่างโกงกางใบใหญ่ และโกงกางใบเล็ก พบต้นแรกของประเทศไทยที่อุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติสิรินธร สามารถปรับตัวและเจริญเติบโตในพื้นที่ภูมิอากาศแห้งแล้ง เช่นเดียวกับประเทศอินเดีย นอกจากนี้ยังพบว่า ลำต้นและรากค้ำยันหนาแน่นและแข็งแรงมากปัจจุบันยังไม่สามารถขยายพันธุ์ได้ เนื่องจากยังไม่ออกฝัก หากทำการศึกษาวิจัยต่อไป และสามารถขยายพันธุ์ได้ในอนาคตจะเป็นประโยชน์ในการป้องกันพื้นที่ชายฝั่งทะเล เพิ่มปริมาณอากาศ สัตว์น้ำ และการดูดซับคาร์บอน

ผู้เข้าร่วมประชุมและผู้เชี่ยวชาญด้านป่าชายเลนจากนานาชาติให้ความสนใจการศึกษาเกี่ยวกับโกงกางลูกผสมและการประสานการวิจัยร่วมกับอุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติสิรินธรในอนาคต โดยเฉพาะกรณีที่โกงกางลูกผสมไม่สามารถออกฝักได้ จึงไม่สามารถขยายพันธุ์ได้ ตลอดจนประโยชน์ของโกงกางลูกผสมต่อระบบนิเวศชายฝั่ง



การจัดการประชุมด้านป่าชายเลนในระดับนานาชาติ เรื่องการจัดการป่าชายเลนสู่เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (International Mangrove Management Forum Towards Sustainable Development Goals : SDGs)

เมื่อวันที่ 23 สิงหาคม 2561

11.2 การจัดประชุมเผยแพร่ผลการศึกษาวิจัยโครงการ “ศึกษาการขยายพันธุ์และการใช้ประโยชน์ของโกก้างลูกผสมในสวนป่าชายเลนทุลกระหม่อม” (โครงการวิจัยปี 2560-2562) ณ ห้องบรรยายสรุป 3 อาคารศูนย์พลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม อุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติสิรินธร อำเภอลำพะอง จังหวัดเพชรบุรี ในการนี้ ดร.สนใจ หะวานนท์ ผู้เชี่ยวชาญด้านบริหารจัดการทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง ผู้ค้นพบโกก้างลูกผสม บรรยายในหัวข้อ “โกก้างลูกผสม” ดร.สุจิตรา จางตระกูล ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านการวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช บรรยายหัวข้อ “การตรวจสอบพันธุ์กรรมโกก้างลูกผสมในอุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติสิรินธร และโกก้างใบใหญ่คล้ายพันธุ์ที่จังหวัดนครศรีธรรมราช” และนางสาวอารีย์พร สิทธิญาณไพบูลย์ หัวหน้ากลุ่มวิจัยและพัฒนา อุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติสิรินธร บรรยาย “ผลการศึกษาวิจัยโครงการฯ” โดยมีผู้เข้าร่วมการประชุมฯ จากสถาบันการศึกษา หน่วยงานในภาครัฐ และโครงการพระราชดำริ จำนวน 25 คน จาก 9 หน่วยงาน ประกอบด้วย มหาวิทยาลัยศิลปากร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรมอุทยานสัตว์ป่า และพันธุ์พืช สำนักงานบริหารจัดการทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งที่ 4 (เพชรบุรี) สำนักงานบริหารพื้นที่อนุรักษ์ที่ 3 (เพชรบุรี) ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยทรายอันเนื่องมาจากพระราชดำริ กองบังคับการสนับสนุนทางอากาศ กองบังคับการฝึกพิเศษ กองบัญชาการตำรวจตระเวนชายแดน 1 และอุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติสิรินธร

จากการจัดประชุมฯ ดังกล่าว ก่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนองค์ความรู้และข้อเสนอแนะที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยในโครงการฯ และก่อให้เกิดความร่วมมือระหว่างหน่วยงานในการศึกษาวิจัยการขยายพันธุ์โกก้างลูกผสมด้วยเทคนิคต่างๆ และการต่อยอดไปสู่งานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่อไป



การจัดประชุมเผยแพร่ผลการศึกษาวิจัยโครงการ “ศึกษาการขยายพันธุ์และการใช้ประโยชน์ของโกก้างลูกผสมในสวนป่าชายเลนทุลกระหม่อม” (โครงการวิจัยปี 2560-2562) ณ อุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติสิรินธร อำเภอลำพะอง จังหวัดเพชรบุรี เมื่อวันที่ 5 กันยายน 2562

12. สิ่งที่จะดำเนินการต่อไป

ประสานนักวิจัยและผู้เชี่ยวชาญในการต่อยอดผลการศึกษาไปสู่การวิจัยที่ลงลึก โดยใช้เทคนิคขั้นสูงมากขึ้นและหลักวิชาการเฉพาะทางด้านการขยายพันธุ์พืช เพื่อให้เป็นองค์ความรู้ที่สามารถเผยแพร่ได้อย่างมีศักยภาพทั้งในระดับประเทศและระดับสากล

13. ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

1. ในการปลูกหรือฟื้นฟูป่าชายเลนที่มุ่งสร้างผืนป่าสีเขียว พื้นฟูหรือสร้างระบบนิเวศ การปลูกพันธุ์ไม้ที่หลากหลายตามสภาพแวดล้อมที่ไม้ป่าชายเลนแต่ละชนิดสามารถเจริญเติบโตได้ อย่างไรก็ดี อาจมีประเด็นที่มีได้คาดหมายเกิดขึ้นได้ เช่นในกรณีการเกิดโกงกางลูกผสม ณ สวนป่าชายเลนทูลกระหม่อมนี้ ดังนั้น จึงอาจเกิดความซับซ้อนหรือไม่ง่ายในการสืบเสาะตรวจสอบแหล่งที่มาของโกงกางลูกผสมดังกล่าว หากทราบว่าในพื้นที่ไม่มีการนำฝักหรือกล้าไม้โกงกางจากที่อื่นมาปลูก จะสามารถตั้งข้อสันนิษฐานเพื่อตอบโจทย์ได้ง่ายขึ้นว่าเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ โดยการผสมข้ามต้นในป่าชายเลนเดียวกัน
2. การปลูกป่าชายเลนเพื่อฟื้นฟูควรจัดบันทึกแหล่งที่มาของกล้าไม้หรือฝักให้ชัดเจน พร้อมวันเดือนปีที่ปลูก ติดแท็ก พร้อมทำขอบเขตให้ชัดเจนระหว่างไม้เดิม กับไม้ที่นำมาปลูกจากแหล่งอื่น ทำเป็น Data Base บันทึกข้อมูลลงระบบคอมพิวเตอร์ จะสามารถทำให้นักวิจัยหรือนักวิชาการมีข้อมูลในการศึกษาและตรวจสอบได้ง่ายขึ้นในกรณีมีการผสมข้ามสายพันธุ์ เนื่องจากในอนาคตจากสภาพภูมิอากาศที่มีการเปลี่ยนแปลง (climate change) อาจมีพันธุ์ไม้ป่าชายเลนอื่นๆ ปรับตัว ผสมข้ามสายพันธุ์ เพื่อความอยู่รอดได้
3. สามารถนำข้อเสนอแนะ ตามข้อ 2) ไปประยุกต์ใช้กับการปลูกป่าและฟื้นฟูป่า รวมทั้งการปลูกป่าแบบ afforestation ประเภทอื่นๆ ได้ไม่เพียงแต่ป่าชายเลนเท่านั้น