

การจัดการความรู้ด้านวนวัฒนวิจัย

ปี 2553

Silvicultural Research Knowledge Management

Year 2010

การปรับปรุงพันธุ์ไม้ป่า

Forest Tree Improvement

นายวิฑูรย์ เหลืองวิริยะแสง

งานวิจัยการปรับปรุงพันธุ์ไม้ป่า กลุ่มงานวนวัฒนวิจัย

สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้

กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

พ.ศ. 2553

สารบัญ

	หน้า
บทนำ	(1)
สารบัญ	(2)
สารบัญภาพ	(3)
การปรับปรุงพันธุ์ไม้	1
การพัฒนาพันธุ์ไม้ป่าให้เป็นไม้เศรษฐกิจ	1
องค์ประกอบสำคัญของการปรับปรุงพันธุ์ไม้เศรษฐกิจ	2
การคัดเลือกและผสมพันธุ์ไม้	5
ยุทธศาสตร์และแผนงานการปรับปรุงพันธุ์ไม้	9
การทดลองด้านการปรับปรุงพันธุ์ไม้	14
เอกสารอ้างอิง	17

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1 แสดงขั้นตอนการพัฒนาการปรับปรุงพันธุ์ไม้ป่าให้เป็นไม้เศรษฐกิจ	2
ภาพที่ 2 แสดงกิจกรรมต่างๆ ของการปรับปรุงพันธุ์ไม้	5
ภาพที่ 3 แสดงวงจรของการคัดเลือกพันธุ์และผสมพันธุ์ในการปรับปรุงพันธุ์ไม้	6
ภาพที่ 4 แสดงขั้นตอนการทดสอบสายพันธุ์ คัดเลือกพันธุ์และสร้างสวนผลิตเมล็ดพันธุ์	8
ภาพที่ 5 แสดงลำดับชั้นประชากร	11
ภาพที่ 6 แสดงยุทธศาสตร์การปรับปรุงพันธุ์แบบ Multiple population breeding	12
ภาพที่ 7 แสดง Subline breeding	13
ภาพที่ 8 แสดง Nucleus breeding	14

บทนำ

การปรับปรุงพันธุ์ไม้ เป็นงานสำคัญอันหนึ่งในการสนับสนุนการปลูกสร้างสวนป่าเศรษฐกิจ เพื่อพัฒนาสายพันธุ์ไม้ที่ใช้ในการปลูกสร้างสวนป่าให้มีผลผลิตสูง มีคุณสมบัติของต้นไม้และเนื้อไม้ตามความต้องการของการนำไปใช้ประโยชน์ มีความต้านทานต่อโรคแมลง และมีความเหมาะสมกับสภาพพื้นที่ที่ใช้ในการปลูกสร้างสวนป่า การปรับปรุงพันธุ์เป็นงานที่ใช้เวลาและค่าใช้จ่าย ดังนั้นจึงต้องมีการวางแผนหรือทิศทางในการปรับปรุงพันธุ์ให้ชัดเจนและมีประสิทธิภาพ ซึ่งในการดำเนินงานด้านนี้จะเป็นการดำเนินงานของกิจกรรมต่าง ๆ อย่างต่อเนื่องกันไป

สำหรับผู้ที่ปฏิบัติงานเกี่ยวข้องกับการปลูกสร้างสวนป่าควรมีความรู้และความเข้าใจ เกี่ยวกับการปรับปรุงพันธุ์ เพื่อสามารถที่จะนำสายพันธุ์ไม้ที่ปรับปรุงพันธุ์แล้วไปใช้ประโยชน์ได้อย่างเหมาะสม

เอกสารฉบับนี้จัดทำขึ้นจากประสบการณ์และการศึกษาจากเอกสารต่าง ๆ เพื่อเป็นแนวทางในการดำเนินงานด้านการปรับปรุงพันธุ์ โดยหวังว่าจะเป็นประโยชน์แก่ผู้สนใจและผู้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้อง

การปรับปรุงพันธุ์ไม้

Forest Tree Improvement

การพัฒนาพันธุ์ไม้ป่าให้เป็นไม้เศรษฐกิจ (Tree Domestication)

การนำพันธุ์ไม้ป่ามาพัฒนาให้เป็นพันธุ์ไม้เพื่อการปลูกสร้างสวนป่าและนำมาใช้ประโยชน์ได้ (Tree domestication) จนเป็น ไม้เชิงเศรษฐกิจนั้น ต้องมีขบวนการและขั้นตอนต่างๆ ซึ่งเป็นการผสมผสานทั้งความรู้ทางด้านต่างๆ เกี่ยวกับพรรณไม้และวิชาการ ในการดำเนินการที่ต่อเนื่องและเชื่อมโยงเป็นขบวนการ (Process) (Pinyopusarerk and Kalinganire, 2003) โดยประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้คือ

การศึกษาชีวภูมิศาสตร์และภูมิปัญญาท้องถิ่น (Bio-geographical descriptions and local knowledge) เป็นการศึกษาข้อมูลแหล่งการกระจายพันธุ์ตามธรรมชาติของพันธุ์ไม้ว่อมืดที่อยู่ใต้อาณาเขต ข้อมูลลักษณะทางชีววิทยาของการออกดอกและออกผล และช่วงเวลาความแตกต่างของการออกดอกออกผลของแหล่งกระจายพันธุ์ตามธรรมชาติจากแหล่งต่างๆ รวมทั้งข้อมูลการปลูก การใช้ประโยชน์ในแต่ละท้องถิ่นและภูมิปัญญาท้องถิ่นที่เกี่ยวข้องกับไม้ชนิดนี้

การเก็บเมล็ดหรือกิ่งพันธุ์ที่เป็นตัวแทนของแหล่งการกระจายพันธุ์ต่างๆ (Representative sampling) ทั้งแหล่งธรรมชาติและแหล่งที่นำพันธุ์ไปปลูกจนเป็นแหล่งพันธุ์กรรมขึ้นมาใหม่ (Land race) ในการเก็บเมล็ดเพื่อเป็นตัวแทนของแหล่งพันธุ์กรรมควรเก็บจากแม่ไม้ที่ห่างกันจำนวนไม่น้อยกว่า 10 ต้น ต่อหนึ่งแหล่งพันธุ์กรรม เพื่อสามารถเป็นตัวแทนของแหล่งพันธุ์กรรมนั้น ๆ สำหรับแหล่งเมล็ดพันธุ์กรรมที่ได้มีการทดลองหรือทดสอบแล้วว่าเป็นพันธุ์กรรมที่ดี ก็จะมีการเก็บเมล็ดจากแม่พันธุ์จำนวนมากว่า 50 ต้น ขึ้นไป เพื่อไปสู่ขบวนการปรับปรุงพันธุ์ต่อไป

การศึกษาความแตกต่างของพันธุ์กรรมจากแหล่งต่างๆ (Assessment and propagation) โดยศึกษาทั้งลักษณะทางสัณฐานวิทยา (Morphology) การเจริญเติบโต ลักษณะทางสรีรวิทยา (Physiology) และอื่นๆ โดยการศึกษาดทดลองนั้น ก็ดำเนินการศึกษาลักษณะความแตกต่างของกล้าไม้ในเรือนเพาะชำ ความแตกต่างของต้นไม้อินแปลงทดลองถิ่นกำเนิด (Provenance trial) รวมทั้งการศึกษาทางพันธุศาสตร์โมเลกุล เพื่อศึกษาความแตกต่างและความหลากหลายทางพันธุกรรมของแหล่งพันธุ์กรรมต่างๆ

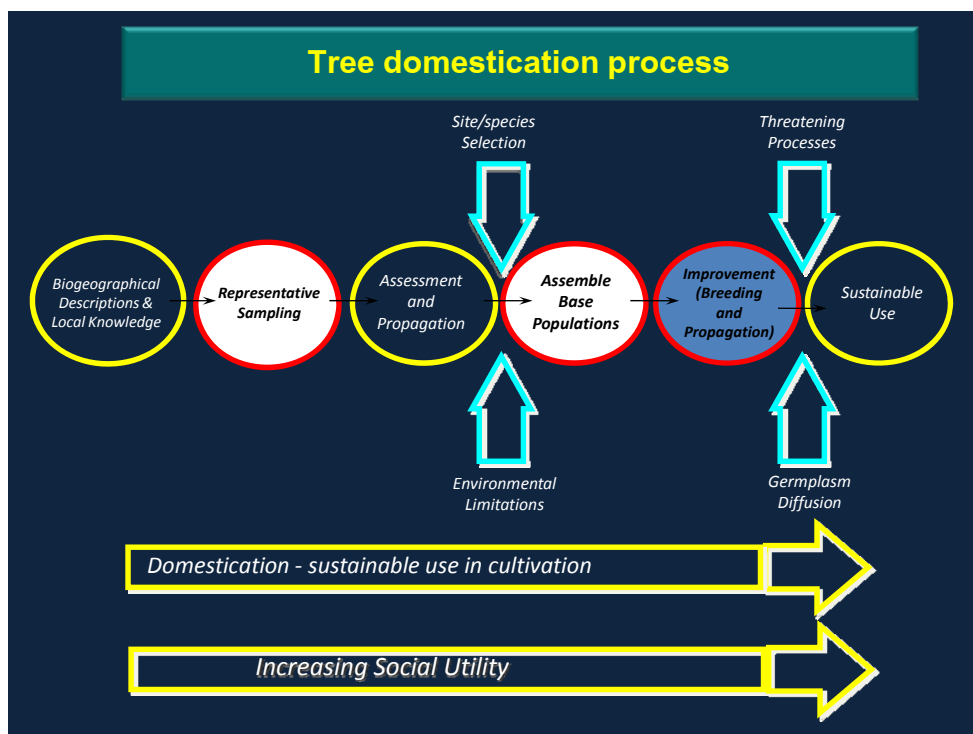
การจัดสร้างฐานพันธุ์กรรม (Assembly base population) ซึ่งเป็นส่วนสำคัญของการปรับปรุงพันธุ์ไม้ (Tree improvement) โดยฐานพันธุ์กรรมควรมีความหลากหลายทางพันธุกรรมสูงจากแหล่งพันธุ์กรรมที่ดี เพื่อใช้ในขั้นตอนต่อไป

การปรับปรุงพันธุ์ไม้ (Tree improvement) เป็นขั้นตอนการคัดเลือกพันธุ์และผสมพันธุ์โดยสลับกันเป็นวงจร (Cycle) เพื่อให้สายพันธุ์มีคุณภาพสูงขึ้นในแต่ละรุ่น (Generation) โดยในขั้นตอนนี้จะเป็นวงจรในการคัดเลือกพันธุ์และผสมพันธุ์ (Selection and breeding) เพื่อให้ได้สายพันธุ์ที่มีลักษณะดีตามความต้องการ เช่น เติบโตเร็ว มีความหนาแน่นเนื้อไม้สูง ด้านทานโรคและแมลง เหมาะสมกับสภาพพื้นที่แบบต่าง ๆ เป็นต้น

นอกจากนี้ในการปรับปรุงพันธุ์ไม้เพื่อการใช้ประโยชน์ได้อย่างยั่งยืน ยังต้องมีองค์ประกอบที่สำคัญ เช่น แผนยุทธศาสตร์การปรับปรุงพันธุ์ไม้ทั้งระยะสั้นและระยะยาว แผนการดำเนินงานในแต่ละปี และแหล่งพันธุกรรมต่าง ๆ เป็นต้น

การนำมาใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน (Sustainable use) ซึ่งจะมีการจัดการสวนป่าและการใช้วนวัฒนวิธี เพื่อให้มีการปลูกสวนป่าไม้ชนิดนั้นได้อย่างยั่งยืน

จากขั้นตอนดังกล่าวก็จะทำให้พันธุ์ไม้ป่าเพิ่มคุณค่าในการนำไปใช้ประโยชน์มากขึ้นตามลำดับ (ภาพที่ 1) ซึ่งในการคัดเลือกชนิดพันธุ์ใดเข้าสู่ขบวนการพัฒนาต้องคำนึงถึงศักยภาพในการนำไปใช้ประโยชน์และการปลูกสร้างสวนป่า



ภาพที่ 1 แสดงขั้นตอนการพัฒนา การปรับปรุงพันธุ์ไม้ป่าให้เป็นไม้เศรษฐกิจ
ที่มา: Pinyopusarerk and Kalinganire, 2003

องค์ประกอบสำคัญของการปรับปรุงพันธุ์ไม้ (Basic Elements of Tree Improvement)

องค์ประกอบพื้นฐานที่ต้องพิจารณา ในการดำเนินงานด้านการปรับปรุงพันธุ์ไม้ เพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ คือ การเลือกใช้ยุทธศาสตร์และแผนการดำเนินงานที่เหมาะสม (Well defined strategy and plan) การกำหนดวัตถุประสงค์ของการปรับปรุงพันธุ์ไม้ที่ชัดเจน (Clear objectives) มีแหล่งพันธุกรรมตามลำดับชั้นต่าง ๆ (Hierarchy of populations) มีขบวนการคัดเลือกพันธุ์และการผสมพันธุ์ (Selection and breeding) และมีผู้เชี่ยวชาญรวมทั้งงบประมาณสนับสนุนอย่างเพียงพอ (Expertise and fund)

การเลือกใช้ยุทธศาสตร์และการวางแผนการดำเนินงานที่เหมาะสม (Well defined strategy and plan)

ยุทธศาสตร์ของการพัฒนาสายพันธุ์ไม้ (Tree improvement/Tree breeding strategy) เป็นการกำหนดรูปแบบของกิจกรรมต่างๆ ที่ต้องดำเนินงานต่อเนื่องกัน ซึ่งปัจจุบันได้มีการเสนอไว้หลายรูปแบบต่าง ๆ กัน เช่น Mass selection , Multiple breeding population , Nucleus breeding เป็นต้น (Eldridge *et al.*, 1993) โดยรูปแบบต่าง ๆ ดังกล่าวมีหลักการที่จะหลีกเลี่ยงการผสมสายพันธุ์ที่ใกล้ชิด (Inbreeding) ลดการถดถอยทางพันธุกรรม (Inbreeding depression) และให้มีโอกาสการผสมข้ามสายพันธุ์ (Out-crossing) ให้มากที่สุด อีกทั้งให้มีการถ่ายทอดพันธุกรรมที่ดีสู่ลูกหลาน ซึ่งการจะเลือกรูปแบบใดก็ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ คือ ความต้องการมูลค่าทางพันธุกรรม (Genetic gain) มากน้อยเพียงใด ทรัพยากรที่มีอยู่ (Resources) เทคโนโลยีของการคัดเลือกพันธุ์และผสมพันธุ์ และศักยภาพของนักปรับปรุงพันธุ์ของหน่วยงาน รวมทั้งค่าใช้จ่ายที่สัมพันธ์กับมูลค่าทางพันธุกรรมที่เพิ่มสูงขึ้นด้วย เมื่อเลือกรูปแบบที่เหมาะสมแล้ว ก็จะจัดทำแผนการดำเนินงาน (Breeding plan) ต่อไป โดยแผนดำเนินงานเป็นการแปลงยุทธศาสตร์ให้เป็นแผนปฏิบัติงานตามกิจกรรมต่าง ๆ ที่ต้องดำเนินการ ซึ่งแผนดำเนินงานอาจจะเป็นแผนกิจกรรมประจำปี ประจำเดือน ตามขั้นตอนของยุทธศาสตร์ที่กำหนดไว้

กำหนดวัตถุประสงค์ที่ชัดเจนของการปรับปรุงพันธุ์ไม้ (Clear objectives)

ควรมีการกำหนดวัตถุประสงค์ว่าจะปรับปรุงพันธุ์ไม้เพื่อนำไปใช้ประโยชน์อะไร เช่น ปรับปรุงพันธุ์ไม้เพื่อใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษ ปรับปรุงพันธุ์ไม้เพื่อเป็นไม้ใช้สอย ปรับปรุงพันธุ์ไม้เพื่อการผลิตน้ำมันหอมระเหย ปรับปรุงพันธุ์ไม้เพื่อพลังงาน เป็นต้น ซึ่งวัตถุประสงค์ดังกล่าวก็จะนำไปกำหนดลักษณะ (Trait) ของต้น ไม้ เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกพันธุ์ (Selection criteria) โดยลักษณะดังกล่าวเป็นลักษณะที่สัมพันธ์กับมูลค่าทางเศรษฐกิจ (Economic trait) ตามความหนักเบาของมูลค่าผลที่ได้จากการเพิ่มขึ้นของลักษณะนั้น (Economic weight)

ตัวอย่างของวัตถุประสงค์ของการปรับปรุงพันธุ์ไม้เพื่อใช้ผลิตเยื่อกระดาษ โดยการคำนวณผลตอบแทน (Profit) กับลักษณะที่สัมพันธ์กับมูลค่าทางเศรษฐกิจคือ ความหนาแน่นเนื้อไม้ (Density) ปริมาณเยื่อกระดาษ (Pulp yield) ปริมาตร (Volume) และค่าใช้จ่ายต่างๆ (Woolaston and Javis, 1995) โดยมีสมการดังนี้คือ

$$\text{Profit} = \text{Income} - 1000 * \{ \text{Plantation costs per hectare} / (\text{Density} * \text{Pulp yield} * \text{Volume}) + \text{harvesting, transport \& mill costs per m}^3 / (\text{Density} * \text{Pulp yield}) \}$$

ลำดับชั้นแหล่งพันธุกรรมในการปรับปรุงพันธุ์ (Hierarchy of populations)

ในการดำเนินการปรับปรุงพันธุ์จะต้องมีแหล่งพันธุกรรมต่าง ๆ เพื่อดำเนินการตามยุทธศาสตร์ที่วางไว้ โดยแหล่งพันธุกรรมแรกที่จะต้องมียกคือ ฐานพันธุกรรม (Base population) ซึ่งเป็นแหล่งพันธุกรรมที่มีความหลากหลายทางพันธุกรรม (Genetic diversity) สูงมาก เพื่อใช้เป็นแหล่งในการคัดเลือกพันธุ์ด้านต่าง ๆ

โดยทั่วไปจะเป็นแหล่งพันธุกรรมธรรมชาติ หรือแหล่งพันธุกรรมที่ได้จากการรวบรวมพันธุ์จากแหล่งต่าง ๆ มาไว้ในที่เดียวกัน เช่น สวนรวมพันธุ์ (Gene bank) สวนอนุรักษ์พันธุ์ (Gene conservation) เป็นต้น แหล่งพันธุกรรมลำดับต่อไปเป็นสวนผสมพันธุ์ (Breeding population) ที่ได้มีการเลือกตัวแทนของแต่ละถิ่นกำเนิดจากฐานพันธุกรรม นำมาทดสอบสายพันธุ์ (Progeny test) คัดเลือกพันธุ์ และผสมพันธุ์ โดยการทดสอบสายพันธุ์ คัดเลือกพันธุ์ และผสมพันธุ์จะเป็นวงจรซ้ำแล้วซ้ำอีก สายพันธุ์ที่มีลักษณะดีตามความต้องการจะถูกเลือกออกไป เพื่อไปสร้างแหล่งพันธุกรรมในลำดับต่อไปคือสวนขยายพันธุ์ (Propagation population) ซึ่งก็คือ สวนผลิตเมล็ดพันธุ์ (Seed orchard) สวนรวมพันธุ์ (Clonal orchard) และจากสวนขยายพันธุ์จะขยายสายพันธุ์โดยเมล็ดหรือกิ่งพันธุ์จากแม่ไม้พันธุ์ดี เพื่อไปปลูกสร้างสวนป่า เป็นแหล่งพันธุกรรมสุดท้ายของการปรับปรุงพันธุ์ (ภาพที่ 2)

การคัดเลือกพันธุ์และการผสมพันธุ์ (Selection and breeding)

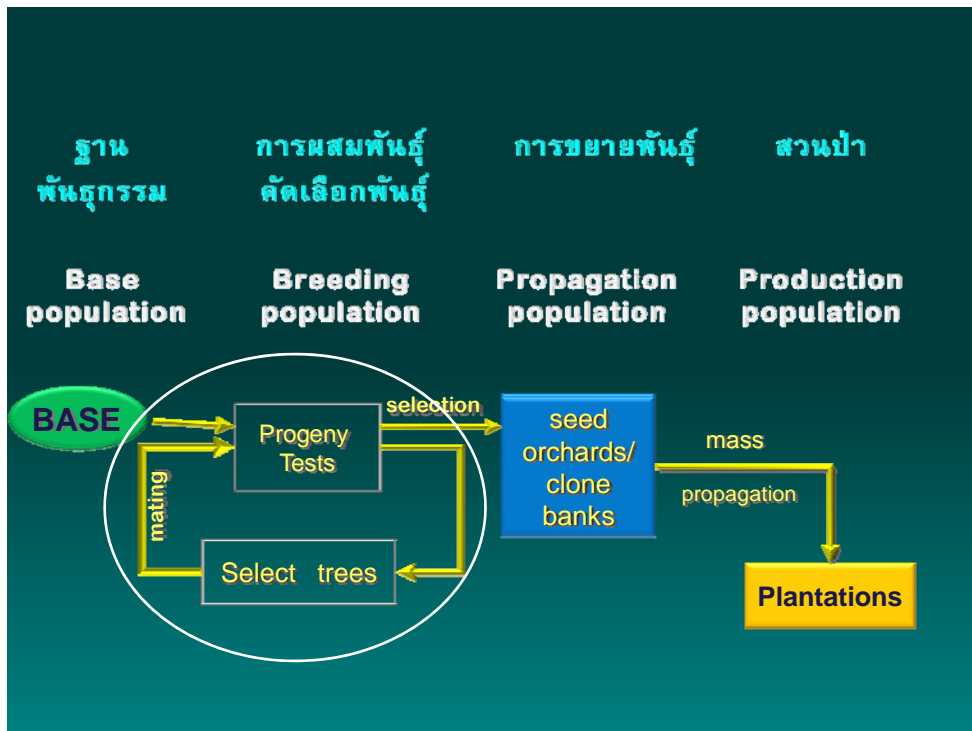
การคัดเลือกพันธุ์และการผสมพันธุ์ เป็นกิจกรรมที่สำคัญของการปรับปรุงพันธุ์ เพื่อให้มีการพัฒนาสายพันธุ์ให้มีคุณภาพดีขึ้น โดยการคัดเลือกพันธุ์และการผสมพันธุ์นี้จะอยู่ในสวนผสมพันธุ์ ซึ่งยุทธศาสตร์การปรับปรุงพันธุ์จะมีการกำหนดรูปแบบของการผสมพันธุ์ (Mating design) ในสวนผสมพันธุ์ว่าเป็นแบบ Open pollination (Half sib) หรือ Control pollination (Full sib) นอกจากนี้การทดสอบสายพันธุ์และการคัดเลือกพันธุ์ก็จะเป็นการประเมินค่าทางพันธุกรรมและการถ่ายทอดทางพันธุกรรม โดยจะใช้ข้อมูลทางสถิติในการประเมินค่าทางพันธุกรรม (Genetic parameters) ต่างๆ ซึ่งในการคัดเลือกพันธุ์นี้มีหลายวิธีการ เช่น Selection index (Cotterill and Dean, 1990), Mixed model (BLUP) หรือ selection (Borralho, 1995) เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีการใช้เทคโนโลยีชีวภาพ (Biotechnology) และพันธุศาสตร์โมเลกุล (Molecular genetic) ช่วยประเมินเพื่อให้เกิดความแม่นยำมากยิ่งขึ้นได้

ปัจจุบันมีการคัดเลือกพันธุ์จากการผสมข้ามพันธุ์เป็นลูกผสม (Inter-specific hybrids) มากขึ้น เพราะลูกผสมเพิ่มโอกาสในการคัดเลือกพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงขึ้น และสามารถปรับตัวกับสภาพพื้นที่ได้หลากหลายมากขึ้น ซึ่งเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการปรับปรุงพันธุ์

มีผู้เชี่ยวชาญและงบประมาณสนับสนุน (Expertise and fund)

การปรับปรุงพันธุ์เป็นการดำเนินงานที่ประกอบด้วยกิจกรรมต่างๆ และต้องการผู้เชี่ยวชาญที่ช่วยแนะนำแนวทางที่เหมาะสม และทันสมัยอยู่ตลอดเวลา เพื่อให้การดำเนินงานดังกล่าวเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ เพราะการดำเนินงานดังกล่าวเป็นการลงทุนทั้งงบประมาณจำนวนมากและเวลาที่ยาวนาน

จะเห็นได้ว่าองค์ประกอบทั้ง 5 ส่วน นั้นสัมพันธ์กัน ดังนั้นความเข้าใจในองค์ประกอบต่าง ๆ จะทำให้การดำเนินงานเป็นไปอย่างต่อเนื่อง และมีทิศทางที่ชัดเจน



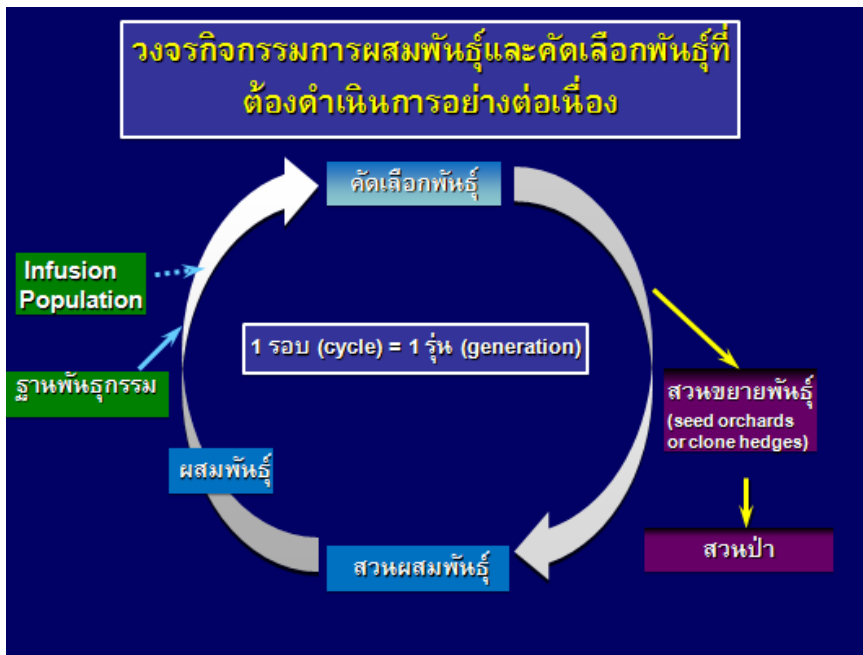
ภาพที่ 2 แสดงกิจกรรมต่าง ๆ ของการปรับปรุงพันธุ์ไม้

การคัดเลือกพันธุ์และการผสมพันธุ์ไม้ (Selection and breeding of Tree species)

การคัดเลือกพันธุ์และการผสมพันธุ์ เป็นกิจกรรมหนึ่งของการปรับปรุงพันธุ์ (ภาพที่ 3) เพื่อให้ได้สายพันธุ์ที่มีลักษณะตามที่ต้องการและพัฒนาสายพันธุ์ให้มีคุณภาพดียิ่งขึ้นไป การคัดเลือกพันธุ์นี้จะเป็นการคัดเลือกพันธุ์จากฐานพันธุ์กรรม (Base population) ที่ต้องมีความหลากหลายทางพันธุกรรม แล้วจึงมาสู่สวนผสมพันธุ์ (Breeding population) ซึ่งสวนผสมพันธุ์จะเป็นการปลูกสร้างหรือการจัดการแปลงต้นไม้มเพื่อการผสมพันธุ์ไม้ที่ได้คัดเลือกไว้ โดยจะมีทั้งแบบเปิด (Open pollination) หรือแบบให้ผสมพันธุ์ตามธรรมชาติและแบบควบคุม (Control pollination)

การดำเนินการคัดเลือกพันธุ์ และการผสมพันธุ์จะเป็นวงจรที่ดำเนินการอย่างต่อเนื่องกันเพื่อผลิตสายพันธุ์ของแต่ละรุ่น (Generation) สายพันธุ์ที่มีลักษณะทางพันธุกรรมดีในแต่ละรุ่นก็จะคัดเลือกออกไปขยายพันธุ์ต่อไปเพื่อสร้างสวนขยายพันธุ์แบบต่าง ๆ ทั้งแบบอาศัยเพศ ได้แก่ สวนผลิตเมล็ดพันธุ์ (Seedling seed orchard , Clonal seed orchard) และแบบไม่อาศัยเพศ ได้แก่ สวนรวมสายต้น (Clone hedge) จากสวนขยายพันธุ์ดังกล่าวก็จะมีการผลิตเมล็ดพันธุ์หรือกิ่งพันธุ์จากสายต้น (Clone) เพื่อนำไปปลูกสร้างสวนป่าต่อไป

นอกจากนี้ยังมีการคัดเลือกสายต้น และนำสายต้นไปปลูกทดสอบ (Clonal test) ในสภาพท้องถิ่นที่แบบต่าง ๆ เพื่อให้ได้ข้อมูลสายต้นที่มีความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมแบบต่าง ๆ อีกด้วย



ภาพที่ 3 แสดงวงจรของการคัดเลือกพันธุ์และผสมพันธุ์ในการปรับปรุงพันธุ์ไม้

การคัดเลือกพันธุ์และผสมพันธุ์มีการดำเนินงานดังนี้คือ

การคัดเลือกพันธุ์ (Selection)

การปรับปรุงพันธุ์ไม้เพื่อการปลูกสร้างสวนป่าเชิงเศรษฐกิจนั้น มีเป้าหมายเพื่อพัฒนามูลค่าของไม้สวนป่าให้มากขึ้น โดยการพัฒนาลักษณะทางพันธุกรรมด้านต่าง ๆ ที่ต้องการ ซึ่งลักษณะดังกล่าวต้องเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการนำไปใช้ประโยชน์ของไม้นั้น ซึ่งโดยทั่วไปแล้วลักษณะหรือ trait ที่จะนำมาใช้ในการคัดเลือกพันธุ์มีข้อแนะนำดังนี้คือ

1. ควรเป็นลักษณะที่ให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ (Economic traits) ได้แก่การเจริญเติบโต ซึ่งมีผลต่อผลผลิตของเนื้อไม้ รูปทรงลำต้นซึ่งมีผลต่อการใช้ประโยชน์และการขนส่ง ความหนาแน่นเนื้อไม้ ซึ่งมีผลต่อน้ำหนักของต้นไม้ เป็นต้น
2. ควรเป็นลักษณะที่สามารถตรวจวัดได้ง่าย หรือเก็บข้อมูลเพื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบได้ ซึ่งสามารถวิเคราะห์ค่าทางพันธุกรรมได้
3. ควรเป็นลักษณะที่เกิดจากพันธุกรรม และสามารถถ่ายทอดทางพันธุกรรมได้ ลักษณะที่เกิดจากสิ่งแวดล้อมไม่มีผลต่อการพัฒนาหรือปรับปรุงพันธุ์ไม้

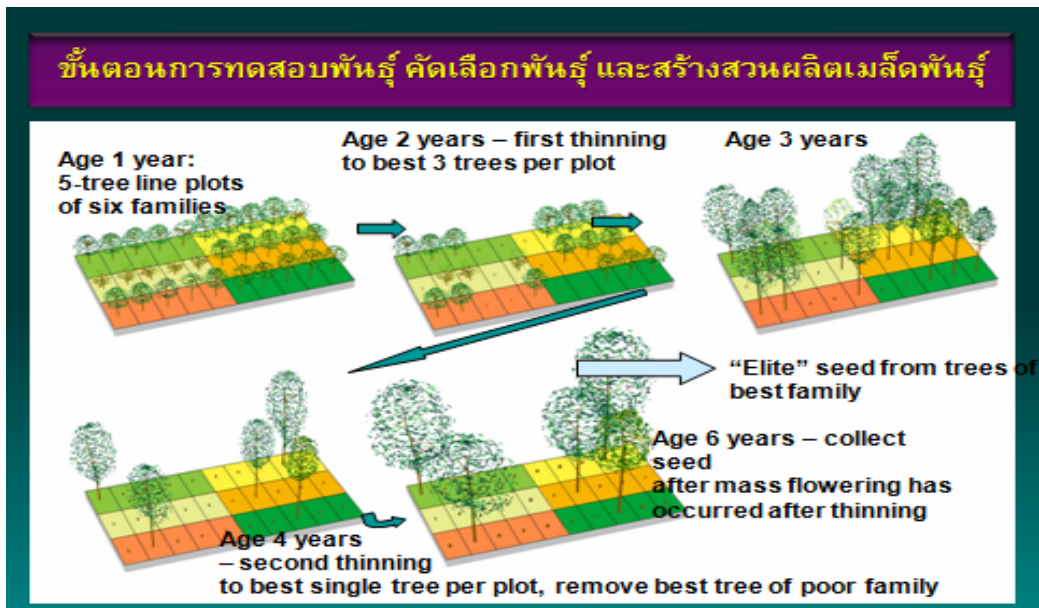
การคัดเลือกพันธุ์ในทางปฏิบัติอาจจะใช้เพียงลักษณะเดียว (Single trait selection) หรือการใช้มากกว่าหนึ่งลักษณะ (Multiple traits selection) ซึ่งการคัดเลือกพันธุ์ที่มีมากกว่าหนึ่งลักษณะนั้น ก็จะมี 3 รูปแบบ คือ การคัดเลือกแต่ละลักษณะในแต่ละรุ่น (Tandem selection) การคัดเลือกลักษณะแรกและคัดเลือกลักษณะต่อมาในเวลาที่แตกต่างกันในรุ่นเดียวกัน (Independent culling) และการที่จะใช้การคัดเลือกหลาย ๆ ลักษณะพร้อมกันในแต่ละรุ่น (Index selection) (Cotterill and Dean, 1990)

เกณฑ์ที่ใช้ในการคัดเลือกพันธุ์ (Selection criteria) ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้นว่าการคัดเลือกพันธุ์โดยใช้ลักษณะใดในการคัดเลือกนั้นต้องขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการปรับปรุงพันธุ์ ซึ่งในการปลูกสร้างสวนป่าเศรษฐกิจนั้น วัตถุประสงค์ของการปรับปรุงพันธุ์ได้แก่ การปรับปรุงพันธุ์เพื่อใช้เป็นไม้ใช้สอยและแปรรูป (Sawn timber) การปรับปรุงพันธุ์ไม้เพื่อใช้เป็นไม้ในอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษ การปรับปรุงพันธุ์ไม้เพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทน ถ่านหรือฟืน ดังนั้นจึงมีการกำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการคัดเลือกพันธุ์ เพื่อให้ได้สายพันธุ์ที่ตอบสนองตามวัตถุประสงค์ได้ เกณฑ์โดยทั่วไปจะเป็นดังนี้คือ

1. มีการเจริญเติบโตเร็ว ให้ผลผลิตเนื้อไม้สูง
2. มีรูปทรงลำต้นกลมเปลาตรง เพื่อให้สามารถใช้ประโยชน์เนื้อไม้ได้มากที่สุด และสามารถช่วยลดระยะห่างระหว่างต้นในการปลูกได้ (Spacing) ทำให้เพิ่มจำนวนต้นต่อพื้นที่ให้มากขึ้นได้
3. มีการติดกิ่งธรรมชาติได้ดี และขนาดกิ่งไม้ใหญ่ ซึ่งช่วยลดการฉีกขาดและการเข้าทำลายเนื้อไม้จากเชื้อโรคต่าง ๆ (รา แบคทีเรีย และไวรัส) หลังจากกิ่งฉีกขาดได้
4. มีความหนาแน่นเนื้อไม้สูง ทำให้ไม้มีน้ำหนักมาก สำหรับการใช้ไม้เพื่อเยื่อกระดาษความหนาแน่นควรอยู่ระหว่าง 400 – 600 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร
5. มีเปลือกบาง ทำให้มีเนื้อไม้มากขึ้น

การคัดเลือกพันธุ์แบบ Index selection เนื่องจากในการปรับปรุงพันธุ์ไม้โดยเฉพาะไม้โตเร็วของกรมป่าไม้ ใช้รูปแบบการคัดเลือกพันธุ์แบบ Index selection เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งจะมีการคัดเลือกหลาย ๆ ลักษณะไปพร้อมกัน ในการใช้ Index selection นั้นจะทำในแปลงทดสอบสายพันธุ์ที่มีการปลูกตามแผนการทดลองที่ได้วางแผนเพื่อการปรับปรุงแปลงทดสอบสายพันธุ์นี้ให้เป็นสวนผลิตเมล็ดพันธุ์ต่อไปในอนาคต ตามภาพที่ 4

แผนการทดลอง (Experimental design) ของแปลงทดสอบสายพันธุ์จะใช้แผนแบบ Latinized row-column design (John and Williams, 1995) ซึ่งเป็นแผนการทดลองเพื่อเตรียมการในการปรับปรุงให้เป็นสวนผลิตเมล็ดพันธุ์หลังจากที่ได้มีการคัดเลือกพันธุ์ และตัดสายต้นที่ไม่ต้องการออกไปแล้ว โดยในแผนการทดลองดังกล่าวจะหลีกเลี่ยงสายพันธุ์เดียวกันหรือสายพันธุ์ที่มีพันธุกรรมใกล้เคียงมากอยู่ในตำแหน่งที่ติดกัน เพื่อหลีกเลี่ยงการผสมพันธุ์ระหว่างสายพันธุ์เดียวกันหรือสายพันธุ์ที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งอาจจะทำให้เกิดการถดถอยทางพันธุกรรมได้



ภาพที่ 4 แสดงขั้นตอนการทดสอบสายพันธุ์ คัดเลือกพันธุ์และสร้างสวนผลิตเมล็ดพันธุ์

สำหรับขั้นตอนโดยสรุปของการทำ Index selection ที่กรมป่าไม้ดำเนินการนั้น ใช้โปรแกรม DataPlus (Williams *et al.*, 2000) ซึ่งวิธีการสามารถหาได้จากคู่มือการใช้โปรแกรม DataPlus

ในการทำ Index selection จะได้ค่า Index ซึ่งเป็นตัวแทนของลักษณะต่าง ๆ รวมกันเป็นรายต้น จัดลำดับของค่า Index เพื่อทำการคัดเลือกพันธุ์ ซึ่งค่า Index เป็นต้นที่มีลักษณะโดยรวมที่ดี เราสามารถที่จะให้น้ำหนักของลักษณะใดลักษณะหนึ่งมากกว่าลักษณะอื่นได้นั้น คือการกำหนด Economic weight ซึ่งโดยทั่วไป Economic weight จะได้จากการแปลงค่าลักษณะนั้น ๆ ว่าการเพิ่มขึ้นทางปริมาณของลักษณะนั้น จะให้ผลทางเศรษฐกิจมากขึ้นเท่าใด แต่เนื่องจากกรมป่าไม้ยังไม่มีการคำนวณค่าทางด้านนี้ เราอาจจะให้น้ำหนักโดยใช้เป็นอัตราส่วนแทน คือถ้าต้องการเน้นหนักทางด้านการเจริญเติบโต เราอาจจะให้ Economic weight เป็นสองเท่าของลักษณะอื่น ๆ และถ้าต้องการต้นที่เปลาตรงอีกด้วยก็อาจจะกำหนด Economic weight ให้เป็น 1.5 เท่าของลักษณะอื่น ๆ

การคัดเลือกพันธุ์จากค่า Index นี้ จะเลือกได้สองแบบคือ การคัดเลือกพันธุ์เพื่อพัฒนาให้เป็นสวนผลิตเมล็ดพันธุ์ เพื่อจะได้ผลิตเมล็ดพันธุ์ในรุ่นต่อไป และการเลือกเพื่อใช้เป็นสายต้น (Clone) ในการนำไปทดสอบสายต้นในสภาพท้องที่แบบต่าง ๆ ต่อไป ซึ่งการเลือกต้นทั้งสองแบบนี้มีความแตกต่างกัน

การคัดเลือกพันธุ์เพื่อพัฒนาให้เป็นสวนผลิตเมล็ดพันธุ์ เพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์ในรุ่นต่อไป จะทำการเลือกโดยคำนึงถึงความหลากหลายทางพันธุกรรม เพราะจะมีการนำไปปรับปรุงพันธุ์ในรุ่นต่อไป ซึ่งในแผนยุทธศาสตร์การปรับปรุงพันธุ์ไม้ยูคาลิปตัส คามาแลดูเลนซิส ได้เสนอแนะการคัดเลือกพันธุ์ไว้แล้ว ผู้สนใจศึกษาได้ใน Eldridge (1995)

การคัดเลือกเพื่อใช้เป็นสายต้น เป็นการคัดเลือกต้นที่มีค่า Index สูงที่สุด โดยจะเลือกต้นที่มี Index สูงที่สุดในลำดับ 1 ถึง 50 ต้นแรก โดยไม่คำนึงถึงว่าจะมาจากต้นแม่ต้นเดียวกันหรือไม่ก็ตาม เพราะสายต้น

นี้จะไม่นำไปปรับปรุงพันธุ์ต่อ แต่จะนำไปปลูกทดสอบสายต้นในสภาพท้องที่แบบต่าง ๆ และนำไปขยายพันธุ์สำหรับการปลูกเป็นป่าเศรษฐกิจต่อไป

การผสมพันธุ์ (Breeding)

เนื่องจากการปรับปรุงพันธุ์ไม้จะหลีกเลี่ยงการผสมพันธุ์จากสายพันธุ์ไม้ที่มีพันธุกรรมใกล้เคียงกัน เพราะการผสมพันธุ์ที่ใกล้เคียงกัน โดยส่วนใหญ่ทำให้เกิดการถดถอยทางพันธุกรรม และทำให้คุณภาพของพันธุ์ไม้ตกต่ำลง ซึ่งได้มีผลการศึกษาแล้ว เช่นในไม้กระถินณรงค์ในประเทศไทย ที่มีการนำเข้ามาปลูกในประเทศไทยมากกว่า 60 ปี มาแล้ว แสดงการถดถอยทางพันธุกรรม เมื่อเปรียบเทียบกับกระถินณรงค์ที่มีการผสมข้ามพันธุ์ (วิจурย์ และคณะ, 2543) ดังนั้นในการผสมพันธุ์จึงหลีกเลี่ยงการผสมพันธุ์จากสายพันธุ์ที่มีความใกล้เคียงกันให้มากที่สุด ซึ่งในการผสมพันธุ์ของการปรับปรุงพันธุ์ที่กรมป่าไม้ดำเนินการอยู่มี 2 รูปแบบ คือ การผสมพันธุ์แบบเปิด (Open pollination) และ การผสมพันธุ์แบบควบคุม (Control pollination)

การผสมพันธุ์แบบเปิด (Open pollination) การผสมพันธุ์แบบนี้ เป็นการผสมพันธุ์ตามธรรมชาติ ในสวนผลิตเมล็ดพันธุ์ โดยมีแมลง นก สัตว์ต่างๆ หรือ ลม ช่วยในการผสมพันธุ์ โดยมีการวางแผนการปลูกที่หลีกเลี่ยงสายพันธุ์ที่ใกล้เคียงกันมาปลูกอยู่ใกล้กัน เพื่อให้มีการผสมข้ามสายพันธุ์ให้มากที่สุด และช่วงเวลาของการออกดอกของพันธุ์ไม้ในสวนผลิตเมล็ดพันธุ์ควรจะอยู่ในช่วงเวลาเดียวกัน

การผสมพันธุ์แบบควบคุม (Control pollination) การผสมพันธุ์แบบควบคุมนั้น เป็นการผสมพันธุ์โดยการผสมเกสรระหว่างต้นที่ต้องการ ซึ่งในการผสมพันธุ์ก็จะมีรูปแบบการผสมเกสรแบบต่าง ๆ เช่น Factorial mating design, Full diallel/half diallel design เป็นต้น การเลือกใช้การผสมเกสรแบบใด ขึ้นอยู่กับต้นพ่อพันธุ์และต้นแม่พันธุ์ที่มีอยู่มากน้อยเพียงใด และต้องการศึกษาอิทธิพลของพ่อพันธุ์และแม่พันธุ์อย่างไร

ปัจจุบันมีการผสมข้ามชนิด (Species) เพื่อให้ได้ลูกผสม (Hybrids) ที่มีลักษณะดีจากแต่ละชนิดมากขึ้น และลูกผสมข้ามชนิดก็ให้ผลการเจริญเติบโตที่ดีอีกด้วย ซึ่งในการผสมพันธุ์ข้ามชนิดดังกล่าวมีการใช้ฮอร์โมนเร่งดอกให้ออกพร้อมกัน และมีปริมาณดอกมากเพียงพอต่อการผสมพันธุ์ อย่างไรก็ตามลูกผสมที่ได้ต้องนำไปทดสอบสายพันธุ์หรือสายต้นต่อไป เพื่อพิสูจน์ว่าลูกผสมที่ได้มีคุณสมบัติตามต้องการหรือไม่อย่างไร

ยุทธศาสตร์และแผนงานการปรับปรุงพันธุ์ไม้ (Tree breeding strategies and breeding plan)

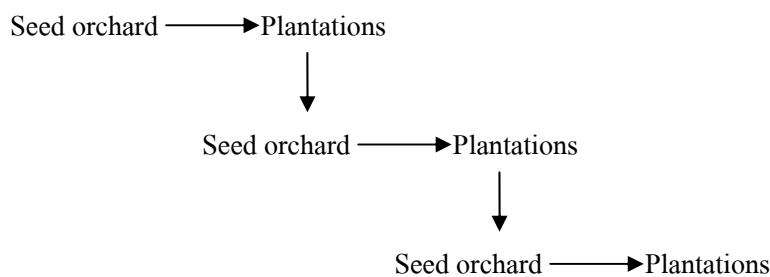
ยุทธศาสตร์ของการปรับปรุงพันธุ์ไม้ได้มีการพัฒนาและปรับปรุง เพื่อให้การปรับปรุงพันธุ์เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ สามารถเพิ่มผลผลิตและคุณภาพทางพันธุกรรมของพันธุ์ไม้ได้มากและใช้เวลาน้อยลง ดังนั้นจึงมีการศึกษายุทธศาสตร์ หรือปรับปรุงยุทธศาสตร์ให้สอดคล้องกับสถานการณ์และเทคโนโลยีปัจจุบันให้มากขึ้น โดยยุทธศาสตร์การปรับปรุงพันธุ์ไม้ อาจจะมีหลากหลายแนวทาง แต่ที่มีการใช้อยู่ในปัจจุบันคือ

Open-pollinated orchard

เป็นแนวทางยุทธศาสตร์ที่เริ่มใช้ในแถบประเทศยุโรปตอนเหนือ โดยใช้วิธีการของการผสมพันธุ์แบบเปิดในสวนผลิตเมล็ดพันธุ์ (Open-pollinated seed orchard) เป็นหลัก ซึ่งมีการดำเนินการคือ

- คัดเลือกต้นพันธุ์ไม้ในแปลงปลูกสวนป่า
- เก็บส่วนขยายพันธุ์ เช่น ยอด กิ่งหรือตา ของพันธุ์ในสวนป่านั้น
- เสียบยอด ทาบกิ่ง หรือติดตา ในต้นไม้ในแปลงที่จะทำเป็นสวนผลิตเมล็ดพันธุ์จากส่วนขยายพันธุ์ดังกล่าว
- เก็บเมล็ดพันธุ์ในแปลงสวนผลิตเมล็ดพันธุ์ที่ได้จากส่วนขยายพันธุ์ ซึ่งมีการผสมพันธุ์แบบเปิดเพื่อไปปลูกสร้างสวนป่า
- คัดเลือกต้นพันธุ์รุ่นต่อไปในแปลงปลูกสวนป่า และดำเนินการซ้ำตามแนวทางเดิม

รูปแบบจะเป็นดังนี้



ข้อสังเกตของยุทธศาสตร์นี้คือ

- ถ้าแปลงสวนผลิตเมล็ดพันธุ์ดังกล่าวอยู่ใกล้สวนป่าก็อาจจะมีเกสรของต้นไม้จากสวนป่าปลิวเข้ามาปะปนในสวนผลิตเมล็ดพันธุ์ได้
- เป็นการถ่ายทอดทางพันธุกรรมที่รู้ข้อมูลเพียงข้างแม่พันธุ์ เนื่องจากการผสมเกสรแบบเปิด
- การดำเนินการอาจจะใช้เวลาเนื่องจากต้องมีการขยายพันธุ์ในแปลงสวนผลิตเมล็ดพันธุ์เป็นหลัก
- การคัดเลือกต้นพันธุ์สวนป่าอาจจะได้สายพันธุ์ไม่ดีเท่าที่ควร เนื่องจากสวนป่าอาจไม่มีความหลากหลายทางพันธุกรรมมากพอ

ต่อมาได้มีการปรับปรุงยุทธศาสตร์เพิ่มเติมการทดสอบสายพันธุ์เข้าไปด้วย

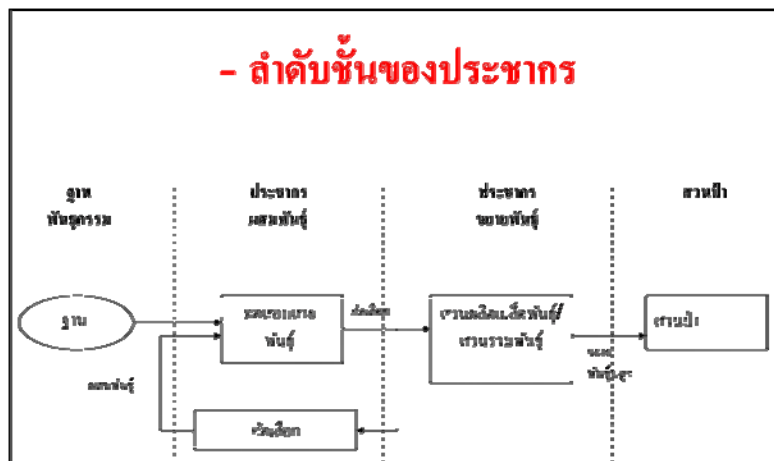
- คัดเลือกต้นพันธุ์ไม้ในแปลงปลูกสวนป่า
- เก็บส่วนขยายพันธุ์ เช่น ยอด กิ่งหรือตา ของต้นพันธุ์ในสวนป่านั้น
- เสียบยอด ทาบกิ่ง หรือติดตา ในต้นไม้ในแปลงที่จะทำเป็นสวนผลิตเมล็ดพันธุ์จากส่วนขยายพันธุ์ดังกล่าว และทำการทดสอบสายพันธุ์จากต้นพันธุ์ดังกล่าวไปด้วย

- ใช้ข้อมูลจากผลการทดสอบสายพันธุ์ไปตัดสายต้นพันธุ์ที่มีการถ่ายทอดพันธุ์ไม่ดีออกไปจากสวนผลิตเมล็ดพันธุ์
- เก็บเมล็ดพันธุ์ในแปลงสวนผลิตเมล็ดพันธุ์ที่ได้จากสวนขยายพันธุ์ ซึ่งมีการผสมพันธุ์แบบเปิดเพื่อไปปลูกสร้างสวนป่า
- คัดเลือกต้นพันธุ์รุ่นต่อไปในแปลงปลูกสวนป่าและดำเนินการซ้ำตามแนวทางเดิม

Hierarchy of population

ยุทธศาสตร์นี้มีแนวความคิดของนักปรับปรุงพันธุ์ว่าการคัดเลือกต้นพันธุ์จากสวนป่าที่ใช้กันมาทั่วโลกตั้งแต่ปี 2513 ไม่น่าจะเป็นแนวทางที่ดี จึงปรับปรุงให้มีการคัดเลือกพันธุ์ในสวนผสมพันธุ์ และนำไปทดสอบสายพันธุ์จะดีกว่า และจากนั้นจึงสร้างสวนผลิตเมล็ดพันธุ์ ซึ่งน่าจะให้การพัฒนาพันธุ์กรรมได้ดีกว่าแบบ Open-pollinated orchard ข้างต้น จึงแบ่งกลุ่มประชากรพันธุ์กรรมเป็น 4 ประชากรตามลำดับชั้น (ภาพที่ 5) คือ

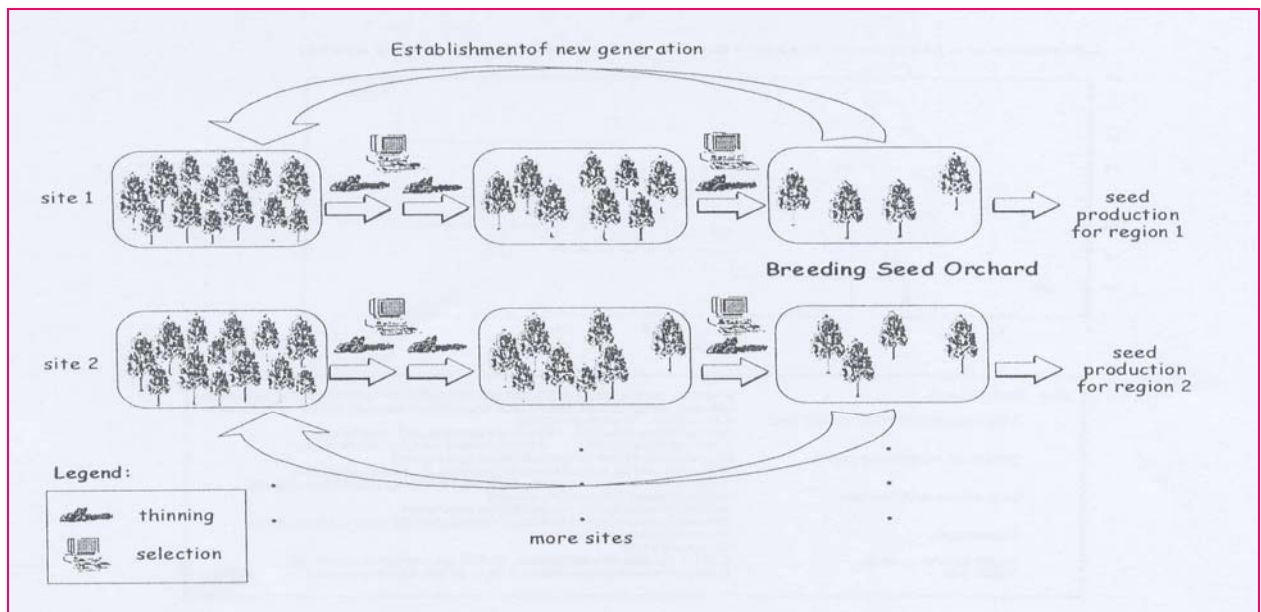
- ฐานพันธุ์กรรม (Base population)
- ประชากรสวนผสมพันธุ์ (Breeding population)
- ประชากรขยายพันธุ์ทั้งเมล็ดพันธุ์และกิ่งพันธุ์ (Propagation population)
- สวนป่า (Plantation population)



ภาพที่ 5 แสดงลำดับชั้นประชากร

Multiple population breeding

ยุทธศาสตร์การปรับปรุงพันธุ์ได้นำเสนอโดย Namkong *et al.*, (1990) ซึ่งมีวัตถุประสงค์ของการดำเนินการปรับปรุงพันธุ์ให้เหมาะกับสภาพพื้นที่แบบต่าง ๆ หรือตามวัตถุประสงค์ของการปรับปรุงพันธุ์ต่าง ๆ กัน จึงแยกประชากรในการปรับปรุงพันธุ์ออกเป็นหลายประชากรตามแต่วัตถุประสงค์หรือสภาพพื้นที่ ดังแสดงไว้ในภาพที่ 6



ภาพที่ 6 แสดงยุทธศาสตร์การปรับปรุงพันธุ์แบบ Multiple population breeding

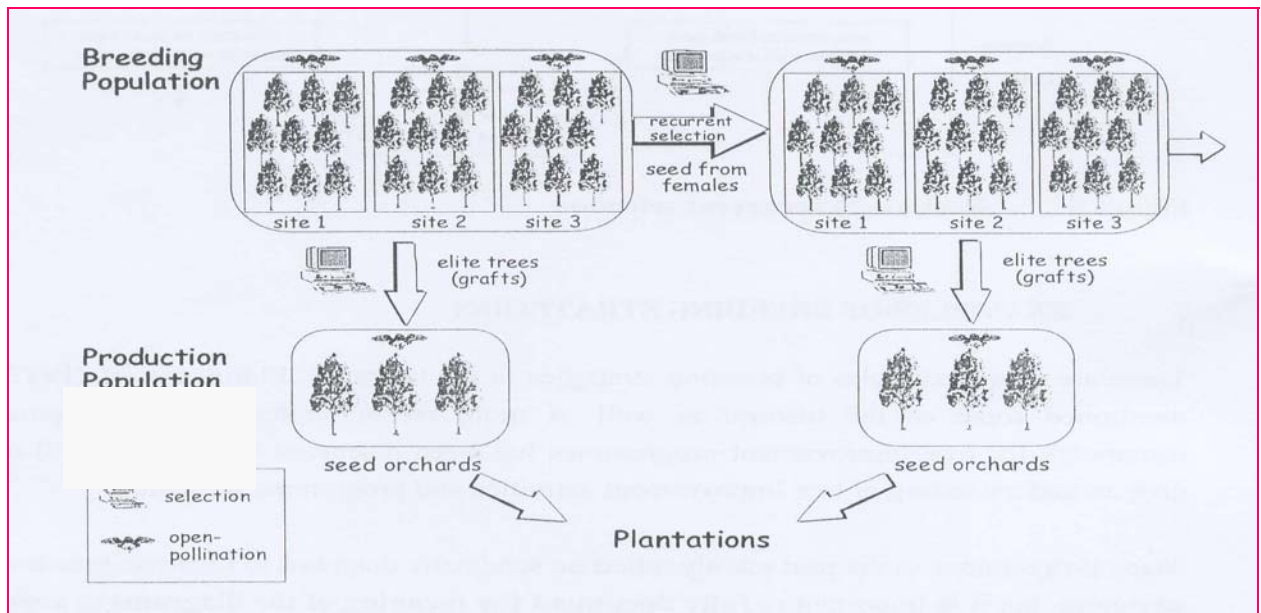
ที่มา Ab. Rasip, 2006

ข้อสังเกตของยุทธศาสตร์นี้คือ

- ประชากรที่ใช้ในการปรับปรุงพันธุ์แยกกันออกไปเป็นหลายประชากร ซึ่งอาจจะแยกตามถิ่นกำเนิดก็ได้
- เกณฑ์ที่ใช้ในการคัดเลือกพันธุ์ อาจจะแตกต่างกันในแต่ละประชากร
- การปรับปรุงพันธุ์ตามยุทธศาสตร์นี้จะทำให้ได้สายพันธุ์ที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ต่างๆ ได้ดีขึ้น เมื่อประชากรที่ทำการปรับปรุงพันธุ์มีการตอบสนองต่อท้องที่แตกต่างกัน (Genotype x Environment interaction)
- มีการจัดการที่ยุ่งยากขึ้น และการพัฒนาทางพันธุ์อาจจะต่ำเนื่องจากความหลากหลายทางพันธุกรรมลดลง ในแต่ละประชากร

Subline breeding

ยุทธศาสตร์ของการปรับปรุงพันธุ์นี้มีการแบ่งประชากรในส่วนของสวนผสมพันธุ์ (Breeding population) เป็นกลุ่มย่อย แล้วจึงคัดเลือกต้นพันธุ์มารวมในประชากรของการขยายพันธุ์ (Propagation population หรือ Packaging population) ดังแสดงไว้ในภาพที่ 7



ภาพที่ 7 แสดง Subline breeding

ที่มา Ab. Rasip, 2006

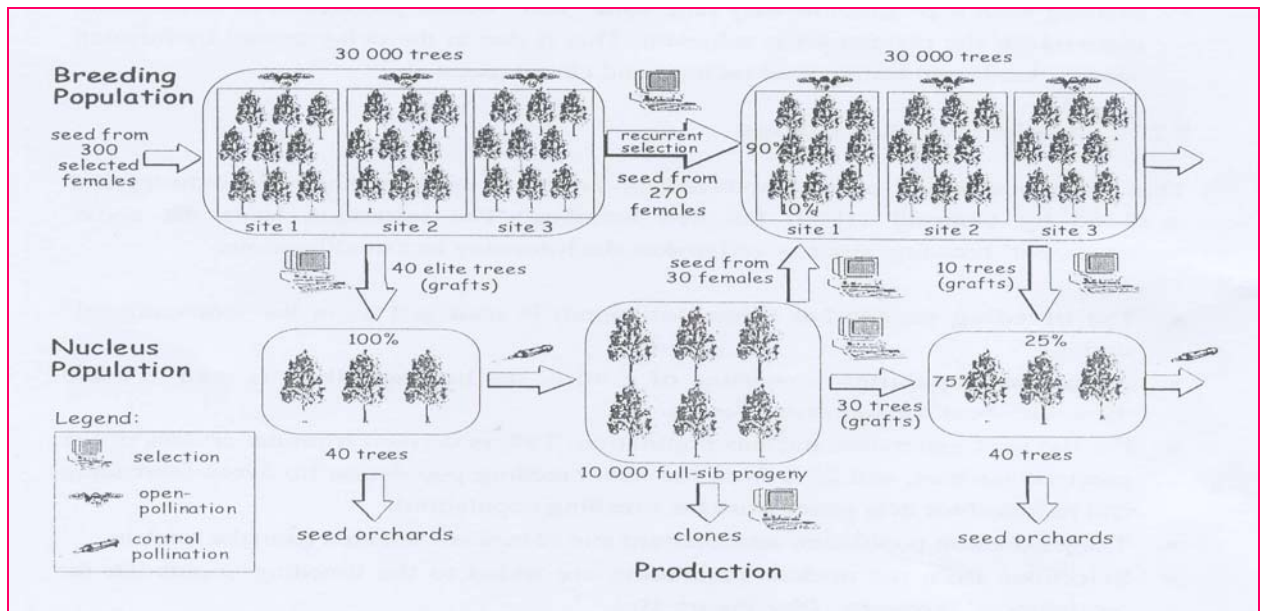
ข้อสังเกตของยุทธศาสตร์นี้คือ

- ยุทธศาสตร์นี้สามารถควบคุมการเกิด Inbreeding ในสวนผลิตเมล็ดพันธุ์ได้ดี เนื่องจากมีการคัดเลือกต้นพันธุ์มาจากแต่ละ Subline
- มีโอกาสเกิด Inbreeding ภายในแต่ละ Subline ได้สูงมาก แต่ก็ยังไม่มีการนำไปใช้ประโยชน์ในช่วงนี้
- ต้องมีการแบ่ง Subline เป็นจำนวนมาก เพื่อใช้คัดเลือกมาในสวนผสมพันธุ์ ซึ่งมีการจัดการที่ยุ่งยาก

Nucleus breeding

ยุทธศาสตร์นี้ได้มีการนำเสนอ โดย Dr Pual Cotterill (Cotterill *et al.*, 1988) ในการประชุม IUFRO ที่ประเทศไทย เมื่อปี พ.ศ. 2531 โดยประยุกต์หลักการมาจากการปรับปรุงพันธุ์สัตว์ ซึ่งจะการแบ่งประชากรในสวนผสมพันธุ์ (Breeding population) ออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของประชากรหลัก (Main population) และส่วนของประชากรนิวเคลียส (Nucleus population) ซึ่งจะมีการถ่ายทอดพันธุกรรมระหว่างประชากร

หลักและประชากรนิวเคลียส โดยในประชากรนิวเคลียสจะใช้การผสมเกสรแบบควบคุม ส่วนในประชากรหลักจะใช้การผสมพันธุ์แบบเปิด ดังแสดงไว้ในภาพที่ 8



ภาพที่ 8 แสดง Nucleus breeding

ที่มา Ab. Rasip, 2006

ข้อสังเกตของยุทธศาสตร์นี้คือ

- การปรับปรุงพันธุ์แนวทางนี้เป็นที่นิยมในปัจจุบันมาก เนื่องจากมีการใช้เทคนิคการผสมเกสรแบบควบคุมในประชากรนิวเคลียส ที่ได้มีการคัดเลือกต้นพันธุ์ที่ดีแล้วนำมาผสมพันธุ์กัน ทำให้เกิดสายพันธุ์ใหม่ที่ดีใช้เวลาที่เร็วขึ้น
- มีการลดการเกิด Inbreeding ในแต่ละประชากรได้ดี
- ในประชากรหลักมีโอกาสเกิดการปนเปื้อนของเกสรจากต้นไม้อื่นนอกประชากรได้ เนื่องจากการผสมพันธุ์แบบเปิด

การทดลองด้านการปรับปรุงพันธุ์ไม้ (Tree Improvement Trials)

กิจกรรมในการปรับปรุงพันธุ์ไม้ ที่ประกอบไปด้วยการผสมพันธุ์และการคัดเลือกพันธุ์ (Selection and breeding) นั้น จะต้องมีการทดลองที่ควบคู่ไปกับกิจกรรมดังกล่าว เพื่อให้มีข้อมูลสำหรับการผสมพันธุ์และคัดเลือกพันธุ์ ซึ่งการทดลองเบื้องต้นในงานด้านปรับปรุงพันธุ์ที่สำคัญนั้น คือการทดลองชนิดพรรณไม้ การทดลองถิ่นกำเนิด การทดลองสายพันธุ์ และการทดสอบสายต้น สำหรับการทดลองโดยเฉพาะการ

ทดลองในภาคสนามจะต้องเลือกแผนการทดลองที่เหมาะสม โดยการทดลองทางด้านการปรับปรุงพันธุ์ไม้ดังกล่าวมีรูปแบบดังนี้คือ

การทดลองชนิดพรรณไม้ (Species trial หรือ Species screening test)

การทดลองชนิดไม้เป็นการปลูกทดลองชนิดพรรณไม้ต่าง ๆ ในสภาพท้องที่ที่เราต้องปลูกสร้างสวนป่า เพื่อคัดเลือกชนิดไม้ที่เหมาะสมกับท้องที่นั้น ๆ โดยชนิดไม้ที่นำมาปลูกทดลองอาจจะเป็นชนิดไม้ท้องถิ่น หรือชนิดไม้ต่างถิ่นก็ได้ ซึ่งชนิดไม้ต่างถิ่นนี้ก็รวมถึงชนิดไม้จากต่างประเทศด้วย ทั้งนี้มีหลายประเทศที่มีการปลูกสวนป่าเศรษฐกิจโดยใช้ไม้จากต่างประเทศ เช่น การปลูก *Pinus radiata* ที่มีถิ่นกำเนิดในทวีปอเมริกาเหนือ มีการปลูกเป็นสวนป่าประเทศออสเตรเลีย และนิวซีแลนด์เป็นจำนวนมาก ไม้ยูคาลิปตัสที่มีถิ่นกำเนิดในประเทศออสเตรเลีย มีการนำไปปลูกสร้างสวนป่าเศรษฐกิจในหลายประเทศคือ บราซิล โปรตุเกส อัฟริกาใต้ อินเดีย จีน เวียดนาม และไทย ซึ่งชนิดไม้ดังกล่าวได้มีการนำมาปลูกทดลองเปรียบเทียบชนิดไม้แล้วว่าสามารถเจริญเติบโตได้ดี และมีศักยภาพในการนำไปปลูกสวนป่าในประเทศนั้นๆ ได้

การทดลองชนิดพรรณไม้ อาจจะมีการปลูกทดลองในหลายท้องที่พร้อม ๆ กัน เพื่อศึกษาความผันแปรของชนิดไม้ เมื่อปลูกในสภาพท้องที่แบบต่าง ๆ กัน ซึ่งชนิดไม้ที่การเจริญเติบโตดีและมีความผันแปรน้อย จะเป็นชนิดไม้ที่เหมาะสมในการปลูกสวนป่าต่อไป เพราะสามารถปรับตัวได้กับสภาพพื้นที่แบบต่าง ๆ

รูปแบบของการปลูกแปลงทดลองชนิดไม้ จะเป็นการปลูกแปลงทดลองตามแผนการทดลอง (Experimental design) ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นแผนการทดลองแบบบล็อกสุ่มบรูณ์ (Randomised block design) โดยมีจำนวน 3 หรือ 4 ซ้ำ (Replication) และหน่วยการทดลองหรือแปลงย่อยการทดลองในแต่ละซ้ำจะปลูกไม้ชนิดเดียวกันประมาณ 25 - 36 ต้น

สำหรับกรมป่าไม้ได้มีการทดลองชนิดพรรณไม้ทั้งไม้ท้องถิ่นในประเทศและไม้ต่างประเทศ ได้แก่ การทดลองชนิดพันธุ์ไม้เพื่อการปลูกสร้างสวนป่า (วิศาล และคณะ 2531) โดยมีการทดลองปลูกชนิดไม้จำนวน 24 ชนิด คือ สัก ประคู้ แดง มะค่าโมง พะยูง ช่อ สะเดา นนทรี มะกอกป่า ยมป่า เหยียง กระทุ้ม เสดา ทุ่งฟ้า สีเสียด สนทะเล สนประดิพัทธ์ จี๋เหล็กบ้าน มะม่วงหิมพานต์ กระถินยักษ์ กระถินณรงค์ มะฮอกกานี ยูคาลิปตัส คามาลคูเลนซีส ยูคาลิปตัส เทอเรติคอนนีส

การทดลองถิ่นกำเนิด (Provenance trial)

การทดลองถิ่นกำเนิดเป็นขั้นตอนต่อมาจากการทดลองปลูกชนิดไม้ตามข้างต้นไปแล้ว และได้ผลสรุปว่าชนิดไม้ชนิดไหนมีศักยภาพในการนำไปปลูกสร้างสวนป่า โดยจะศึกษาการกระจายพันธุ์หรือแหล่ง

พันธุ์กรรมทั้งธรรมชาติหรือแหล่งพันธุ์กรรมที่มีการปลูกอยู่แล้วของชนิดไม้ นั้น เพื่อต้องการทราบว่ามี แหล่งพันธุ์กรรมหรือถิ่นกำเนิดอยู่ที่ใดบ้าง จึงเก็บรวบรวมเมล็ดพันธุ์จากต้นไม้ที่เป็นตัวแทนของแหล่ง พันธุ์กรรมนั้นๆ โดยทั่วไปการเก็บเมล็ดพันธุ์จากต้นไม้ในถิ่นกำเนิดต่าง ๆ จะไม่เก็บเมล็ดจากต้นไม้ที่อยู่ ใกล้กันน้อยกว่า 100 เมตร เพราะต้นดังกล่าวอาจจะเป็นต้นไม้ที่เกิดจากเมล็ดจากต้นแม่ต้นเดียวกัน และการ เก็บเมล็ดพันธุ์จากถิ่นกำเนิดต่าง ๆ นั้น แต่ละถิ่นกำเนิดควรเก็บเมล็ดพันธุ์จากต้นแม่ที่ห่างกันไม่น้อยกว่า 10 ต้น (Eldridge et al. 1993 หน้า 30)

เมื่อได้เมล็ดพันธุ์จากถิ่นกำเนิดต่าง ๆ โดยมีการผสมเมล็ดพันธุ์ภายในถิ่นกำเนิดต่าง ๆ จากต้นแม่ที่มี อัตราส่วนเมล็ดที่เท่าเทียมกัน เพื่อให้เป็นตัวแทนของแหล่งเมล็ดพันธุ์ในถิ่นกำเนิดนั้น ๆ จึงไปปลูกแปลง ทดลองถิ่นกำเนิด ซึ่งรูปแบบการทดลองถิ่นกำเนิดก็จะมีลักษณะคล้ายกับการทดลองชนิดไม้ข้างต้น แต่ เปลี่ยนจากชนิดไม้เป็นถิ่นกำเนิดของไม้ชนิดนั้น ๆ แทน ซึ่งการทดลองดังกล่าวอาจจะมีจำนวนซ้ำมากขึ้น เป็น 4 ถึง 6 ซ้ำได้

การทดลองถิ่นกำเนิดชนิดไม้ต่าง ๆ ของกรมป่าไม้มีอยู่หลายชนิดเช่น การทดลองถิ่นกำเนิดไม้สัก (พรศักดิ์ และคณะ, 2548) การทดลองถิ่นกำเนิดไม้กระถินณรงค์ (Luangviriyasaeng et al., 1991) เป็นต้น

ปัจจุบันมีการทดลองชนิดและถิ่นกำเนิดควบคู่กันไปในเวลาเดียวกันเพื่อประหยัดทรัพยากรและ เวลา แต่ทั้งนี้ก็ต้องมีการศึกษาเบื้องต้นไปแล้วในการคัดเลือกชนิดไม้ เพื่อลดจำนวนชนิดไม้ลงไป ซึ่งได้มีการ ทดลองชนิดและถิ่นกำเนิดนี้ใน วิฑูรย์ และคณะ (2540)

การทดสอบสายพันธุ์ (Progeny trial)

การทดสอบสายพันธุ์ไม้ หรือการทดสอบปลูกไม้ เป็นส่วนสำคัญของการปรับปรุงพันธุ์ไม้ โดย กิจกรรมคัดเลือกพันธุ์และผสมพันธุ์ (Selection and breeding) ที่เป็นหัวใจของการปรับปรุงพันธุ์ ก็จะอยู่ใน การทดสอบสายพันธุ์ โดยการดำเนินการจะเริ่มจากการเก็บเมล็ดพันธุ์ชนิดที่ต้องการจากแหล่งพันธุ์กรรม ต่าง ๆ ที่มีลักษณะดี หรือแหล่งพันธุ์กรรมที่ได้มีการทดสอบถิ่นกำเนิดมาแล้วว่ามีคุณภาพดี ซึ่งควรจะมี ความหลากหลายทางพันธุ์กรรมสูง โดยมีการแยกเมล็ดพันธุ์ที่เก็บมาจากแต่ละต้นไว้ (ต้นแม่พันธุ์จะต้องไม่มีความสัมพันธ์ทางพันธุ์กรรม) ซึ่งจะเรียกเมล็ดพันธุ์ดังกล่าวเป็นสายพันธุ์หรือ Family สำหรับจำนวนสาย พันธุ์ที่เก็บมานั้นควรมีให้มากที่สุด เพื่อจะได้เป็นฐานพันธุ์กรรมในการปรับปรุงพันธุ์ต่อไป

จากสายพันธุ์ดังกล่าวนำมาปลูกทดสอบในแปลงทดลอง เพื่อเปรียบเทียบคุณลักษณะต่าง ๆ ที่ใช้ ในกาคัดเลือกพันธุ์ ในขณะที่ทำการทดสอบสายพันธุ์นั้น เมล็ดพันธุ์ส่วนหนึ่งก็ไปปลูกแปลงสวนผลิตเมล็ด พันธุ์ไปพร้อมกัน ซึ่งผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติของแปลงทดสอบสายพันธุ์ก็จะนำไปเป็นข้อมูลในการ จัดการสวนผลิตเมล็ดพันธุ์ โดยสายพันธุ์ที่มีผลจากการวิเคราะห์แล้วไม่ดี ก็จะไปตัดสายพันธุ์ในสวน ผลิตเมล็ดพันธุ์ ซึ่งจะทำให้สวนผลิตเมล็ดพันธุ์มีต้นแม่ไม้ที่มีลักษณะดีเท่านั้น การดำเนินการเช่นนี้มีการทำ ในการทดสอบสายพันธุ์ไม้สักของกรมป่าไม้

นอกจากการดำเนินการข้างต้นแล้ว ปัจจุบันมีการปลูกแปลงทดสอบสายพันธุ์เพียงอย่างเดียว แต่แปลงทดสอบสายพันธุ์ดังกล่าวจะมีการปรับปรุงให้เป็นสวนผลิตเมล็ดพันธุ์ได้เลย เมื่อมีการตัดสายพันธุ์ที่มีลักษณะไม่ด้อยออกไป ซึ่งการวางแผนการปลูกจะต้องมีการวางแผนไว้ล่วงหน้าแล้ว เพราะจะต้องมีการวางตำแหน่งสายพันธุ์ให้ละกันให้ทั่วถึง ในการปลูกแปลงทดสอบสายพันธุ์นี้ มีการปรับปรุงการวางแผนการทดลองให้เหมาะสมกับวิธีการนี้แล้ว เช่น แผนแบบการทดลองแบบ Latinised row-column design (Williams *et al*, 2002)

การวิเคราะห์ข้อมูลในแปลงทดสอบสายพันธุ์นี้จะมีความสำคัญ เพราะมีการวิเคราะห์ค่าทางพันธุกรรมต่าง ๆ เช่น heritability, genetic correlation, breeding value เป็นต้น นอกเหนือจากการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) ผลจากการวิเคราะห์จะนำไปใช้ในการคัดเลือกพันธุ์เพื่อปรับปรุงพันธุ์ในรุ่นต่อไป และใช้คัดเลือกสายต้น (clone) ในการทดสอบสายต้นต่อไป

กรมป่าไม้ได้มีการทดสอบสายพันธุ์ของชนิดไม้ต่างๆ เช่น ยูคาลิปตัส คามาลดูลเลนซิส (พิศาล และ วิฑูรย์, 2538) กระถินณรงค์ (วิฑูรย์ และคณะ, 2538; วิฑูรย์ และคณะ 2543)

การทดสอบสายต้น (Clonal trial)

ปัจจุบันมีการปลูกสร้างสวนป่าแบบสายต้น (Clonal plantation) เนื่องจากสายต้นที่มีการคัดเลือกพันธุ์มาแล้วจะให้ผลผลิตสูง และมีความสม่ำเสมอในแปลงปลูก ทำให้มีการจัดการสวนป่าได้ง่ายทั้งการปลูกและการตัดฟัน แต่การปลูกด้วยสายต้นต้องมีการขยายพันธุ์โดยไม่อาศัยเพศ เช่น การปักชำ หรือการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ การปลูกสร้างสวนป่าแบบสายต้นนี้จะต้องคัดเลือกพันธุ์และผสมพันธุ์เพื่อให้ได้สายต้นที่มีคุณภาพดีขึ้นไปตลอดเวลา และการปลูกแบบสายต้นที่ใช้สายต้นไม่มากหรือสายต้นเดียวจะมีความเสี่ยงต่อโรคและแมลงที่จะระบาดได้อย่างรวดเร็ว จึงควรมีสายต้นที่ได้จากการพัฒนาไว้เป็นจำนวนมากพอควร เพื่อใช้ปลูกแบบผสมผสานหรือปรับเปลี่ยนสายต้นที่เริ่มอ่อนแอต่อโรคและแมลง

การทดสอบสายต้นหรือการทดสอบแม่ไม้ เป็นกิจกรรมที่ต้องดำเนินการก่อนที่จะนำสายต้นพันธุ์ดีไปปลูกสร้างสวนป่า เนื่องจากสายต้นได้คัดเลือกจากการทดสอบสายพันธุ์ ควรจะได้ไปปลูกทดสอบในพื้นที่ที่มีสภาพแบบต่างๆ เพื่อศึกษาว่าสายต้นมีความแปรปรวนในการเจริญเติบโต ในท้องที่ต่างๆ อย่างไร ซึ่งจะเป็นข้อมูลในการนำสายต้นไปใช้ปลูกสร้างสวนป่าที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ รวมทั้งศึกษาผลผลิตเนื้อไม้ เพื่อให้สามารถประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจได้

การทดสอบสายต้นก็เป็นการปลูกแปลงทดลอง ที่ต้องมีการวางแผนแบบการทดลอง โดยส่วนใหญ่ก็จะเป็นแบบง่ายไม่ซับซ้อน เช่น แผนแบบบล็อกสมบูรณ์ การวิเคราะห์ก็เป็นการเปรียบเทียบคุณลักษณะต่าง ๆ ของสายต้น คือ การเจริญเติบโต รูปทรงลำต้น ความต้านทานโรคและแมลง สายต้นที่มีลักษณะดีก็จะใช้ผลิตเป็นกิ่งพันธุ์เพื่อการปลูกสร้างสวนป่าแบบสายต้น (Clonal plantation) ต่อไป

เอกสารอ้างอิง (References)

จำนงค์ โภธิสาโร. 2528. การปลูกยูคาลิปตัสในประเทศไทย รายงานการสัมมนา ยูคาลิปตัส ความลาดดูเลนซีส, กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ หน้า 11-13

พรศักดิ์ มีแก้ว ประพาย แก่นนาค และประสิทธิ์ เพ็ชรอนุรักษ์. 2548. การทดลองถิ่นกำเนิดไม้สัก รายงาน วนวัฒนวิจัย ประจำปี 2548 กลุ่มงานวนวัฒนวิจัย สำนักวิจัยการจัดการป่าไม้และผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้, หน้า 7 – 20.

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

วิฑูรย์ เหลืองวิริยะแสง คงศักดิ์ ภิญโญภูษาฤกษ์ และ ดาวเรือง รัตนสุวรรณ. 2540. การทดสอบชนิดและถิ่นกำเนิดของพันธุ์ไม้ Acacia และ Eucalyptus ในประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว รายงานผลงานวนวัฒนวิจัย ส่วนวนวัฒนวิจัย สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้ หน้า 157 – 171

วิฑูรย์ เหลืองวิริยะแสง คงศักดิ์ ภิญโญภูษาฤกษ์ เกียรติก้อง พิตรปรีชา อภิสิทธิ์ สิมศิริ และ บพิตร เกียรติคุณินนท์. 2538. ผลเบื้องต้นของการทดสอบสายพันธุ์ไม้กระถินณรงค์ วารสารวิชาการป่าไม้. 14 :81-93 (2538)

วิฑูรย์ เหลืองวิริยะแสง สุรัชย์ ปราณศิลป์ พรศักดิ์ มีแก้ว และ คงศักดิ์ ภิญโญภูษาฤกษ์. 2543. ลักษณะสายพันธุ์รุ่นที่สองของการปรับปรุงพันธุ์ไม้กระถินณรงค์ วารสารวิชาการป่าไม้. 2(1): 1-15.

วิศาล เลิศนิตินวงศ์ เกียรติก้อง พิตรปรีชา และพิณ เกื้อกุล. 2531. การทดลองชนิดพันธุ์ไม้เพื่อการปลูกสร้างสวนป่า. ในรายงานการสัมมนาวนวัฒนวิจัย ครั้งที่ 4 ระหว่างวันที่ 18 – 22 มกราคม 2531 ณ เมืองพัทยา จังหวัดชลบุรี กรมป่าไม้ หน้า 271 – 276.

Ab. Rasip A.G. 2006. Forest tree improvement. Powerpoint presented at Training Workshop in Forest Biodiversity : Conservation and Management of Forest Genetic Resources. Kuala Lumpur, Malaysia

Borrvalho, N.M.G., 1995. The impact of individual tree mixed models (Blup) in tree breeding strategies. In "Eucalyptus Plantations: Improving Fibre Yield and quality" (Eds. B.M.G. Borrvalho, J.B. Reid, R.N. Cromer, W.N. Tibbits and C.A. Raymond). Pp. 5-9. Proc. CRC-IUFRO Conf., Hobart, 19-14 Feb. (CRC for Temperate Hardwood Forestry: Hobart). Woolaston and Jarvis, 1995

- Cotterill, P.P. and C.A. Dean, 1990. Successful tree breeding with index selection. CSIRO, Melbourne, Australia.
- Cotterill, P., Dean, C., Cameron, J. and M. Brindbergs, 1998. : A New Strategy for Rapid Improvement under Clonal Forestry . In Breeding Tropical Trees. Proceeding IUFRO Conference, Pataya, Thailand, November 1998, (ed G.L. Gibson, A.R. Griffin, A.C. Matheson) PP 39-51 . Oxford Forestry Institute.
- Eldridge, K. 1995. Breeding plan for *Eucalyptus camaldulensis* in Thailand; 1995 revision. Report prepared for CSIRO Division of Forestry, Canberra. 28 p.
- Eldridge, K., Davidson, J., Harwood, C. and G. Van Wyk, 1993. *Eucalypt Domestication and Breeding*. Oxford: Clarendon Press. 288 p.
- John, J.A. and E.R. Williams, 1995. Cyclic and Computer Generated Design : Second edition. Chapman & Hall .255p.
- Namkoong, G., Barnes, R.D. and J. Burley, 1990. A Philosophy of Breeding Strategy for Tropical Forest Trees. Tropical Forestry Paper 16. Commonwealth Forestry Institute, Oxford.
- Luangviriyasaeng, V and K. Pinyopusarerk, 2002. Genetic variation in a second-generation progeny trial of *Acacia auriculiformis* in Thailand, Journal of Tropical Forest Science, 14(1):131-144
- Pinyopusarerk, K. and A. Kalinganire, 2003. Domestication of *Chukrasia*. ACIAR Monograph No. 98. 48 pp.
- Pousajja, R. 1993. *Eucalyptus* plantation in Thailand. Regional Expert Consultation on Eucalyptus, 4-8 October 1993, FAO/RAPA, Bangkok
- Luangviriyasaeng, V. , Pinyopusarerk, K. and E. Williams, 1991. Results at 12 months of *Acacia auriculiformis* trials in Thailand. ACIAR Proceeding No. 35 p 77 – 81.
- Williams, E. R., Heng, S., Aken, K. M., Nguyen, A. and C. E. Harwood, 2000. DataPlus 3: Productivity Software for Experiments. CSIRO, Canberra.
- Williams, E. R., Matheson, A. C. and E. R. Harwood, 2002. *Experimental Design and Analysis for Tree Improvement*. CSIRO Publishing, Melbourne, 214 pp.

Woolaston R.R and S.F.Javis, 1995. The importance of breeding objectives in forest tree improvement. In "Eucalyptus Plantations: Improving Fibre Yield and quality" (Eds. B.M.G. Borralho, J.B. Reid, R.N. Cromer, W.N. Tibbits and C.A. Raymond). Pp. 5-9. Proc. CRC-IUFRO Conf., Hobart, 19-14 Feb.