



พันธุศาสตร์ป่าไม้ Forest Genetics

พันธุศาสตร์ป่าไม้และขอบเขตของวิชา (Forest Genetics and its range)

พันธุศาสตร์ หมายถึง การศึกษาการถ่ายทอดพันธุกรรม
(Heredity) และความผันแปร (Variation)

- ❖ มีความหมายใกล้เคียงกับ Forest tree breeding หรือ Forest tree improvement
- ❖ เป็นวิชาที่แยกออกมาจาก Silviculture

สาขาวิชาทางด้านพันธุศาสตร์

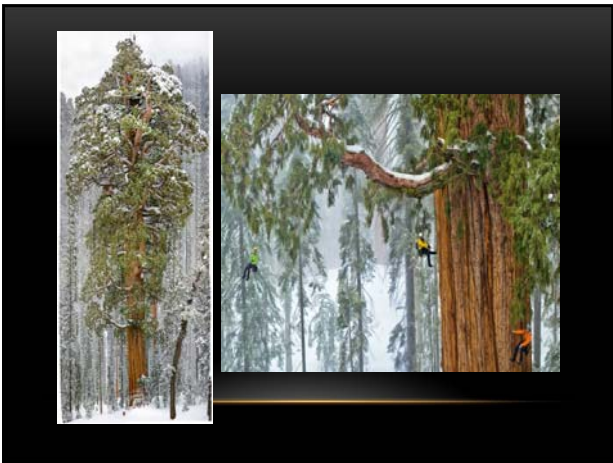
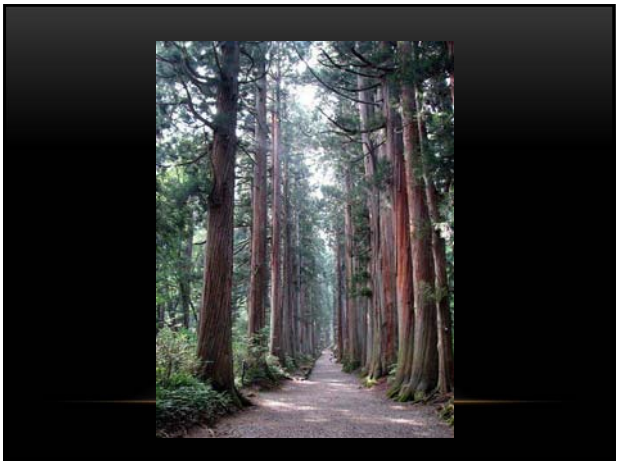
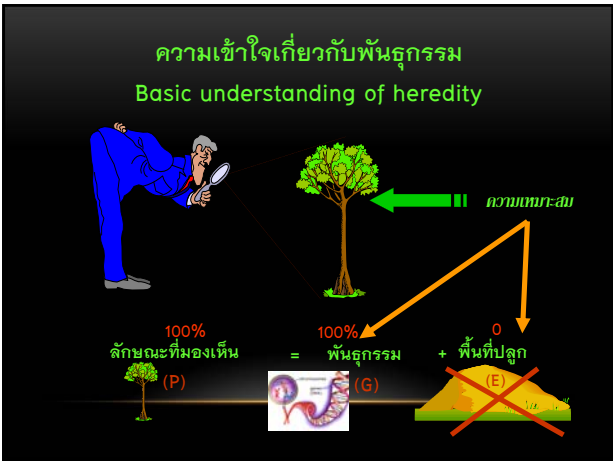
- พันธุศาสตร์เชิงปริมาณ (Quantitative genetics)
- พันธุศาสตร์ประชากร (Population genetics)
- พันธุศาสตร์นิเวศวิทยา (Ecological genetics)
- พันธุศาสตร์ระดับโมเลกุล (Molecular genetics)

ความเข้าใจเกี่ยวกับพันธุกรรม BASIC UNDERSTANDING OF HEREDITY

- ลักษณะที่มองเห็น (Phenotype) ของต้นไม้แต่ละต้น (Individuals) เป็นผลรวมของลักษณะ (traits) ที่สามารถวัดขนาดหรือปริมาณได้ ซึ่งถูกกำหนดโดยลักษณะของยีนส์ (genotype) ร่วมกับอิทธิพลของสภาวะสิ่งแวดล้อม (environment) รวมทั้งอิทธิพลของสิ่งที่ไม่ใช่พันธุกรรม (non-hereditary)
- เราไม่สามารถทราบได้เลยว่าลักษณะของยีนส์ของต้นไม้แต่ละต้นมีผลโดยตรงอย่างไรถ้าเราไม่มีข้อมูลของ DNA ที่ได้ถอดรหัสแล้ว
- ความสัมพันธ์ (correlation) ระหว่างลักษณะต่าง ๆ (traits) ที่เชื่อมโยงกับตำแหน่งของยีนส์ (loci) สามารถตรวจสอบได้ระหว่างหมู่เครือญาติ

บุคคลิกภาพเป็นลักษณะทางพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม





ข้อเปรียบเทียบระหว่างเรดวูดและซีควอยา

	เรดวูด	ซีควอยา
สูงถึง	๓๖๗.๔ ฟุต	๓๑๑ ฟุต
อายุถึง	๒,๐๐๐ ปี	๓,๒๐๐ ปี
เปลือกไม้หนา	๑๒ นิ้ว	๓๑ นิ้ว
เส้นผ่าน	๒๒ ฟุต	๔๐ ฟุต
ศูนย์กลางที่ฐาน		



ต้นไม้มังกร



- ต้นไม้ มังกรพบในหมู่เกาะคะเนรี ประเทศสเปน มีลำต้นเพียงลำต้นเดียวหรือมากกว่าหนึ่งลำต้นก็ได้ สูงประมาณ ๑๒ เมตร รูปทรงคล้ายร่ม มีใบหนา เป็นต้นไม้ที่เจริญเติบโตช้า สูงขึ้นเพียงปีละ ๑ เมตรเท่านั้น เมื่อพ้นบริเวณโคนต้นไม้มังกร จะมีของเหลวสีแดงไหลออกมา เรียกกันว่า 'เลือดมังกร'

ต้นเบาบับ (BAOBAB) หรือต้นขนมปังลิง!(MONKEY BREAD TREE)

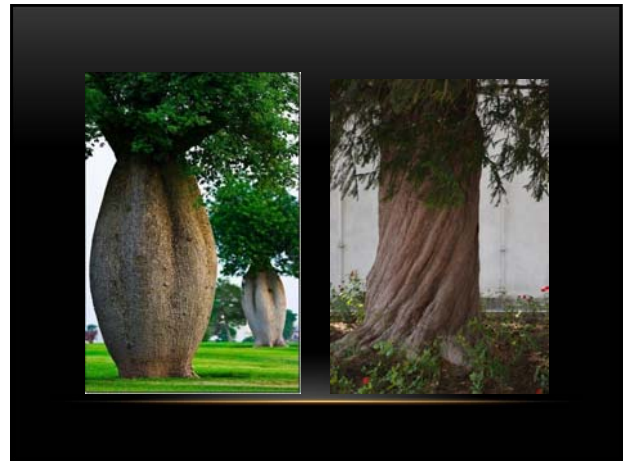


- เป็น ต้นไม้พื้นเมืองของทวีปแอฟริกา มีความสูง 5 - 30 เมตร ลำต้นมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 7 - 11 เมตร บางครั้งอาจเรียกว่า 'ต้นไม้กล้วยหัว' เพราะช่วงที่ต้นเบาบับผลัดใบจนหมดจะเหลือเฉพาะกิ่งก้านดูเหมือนรากไม้ชี้ ขึ้นฟ้าเมื่ออากาศแห้งแล้งต้นเบาบับก็สามารถอยู่รอดได้ เพราะในลำต้นสามารถเก็บน้ำได้มากถึง 120,000 ลิตร เชื่อกันว่าใครปลูกต้นเบาบับจะมีแต่สิ่งดีๆเข้ามาในชีวิต



ต้นไซปรัส ในประเทศเม็กซิโก มีขนาดลำต้นใหญ่ที่สุดในโลก อายุ 1,200 - 3,000 ปี

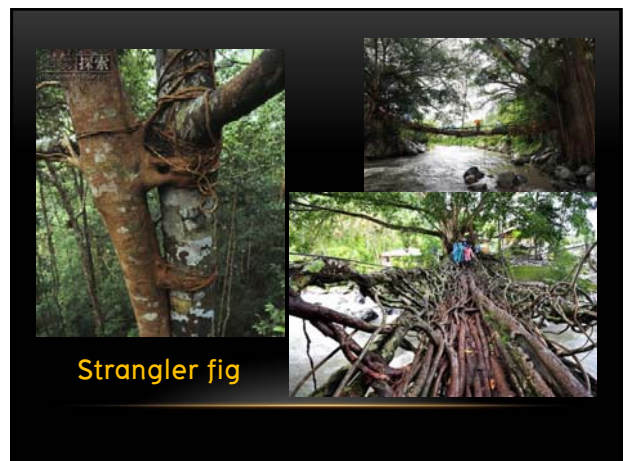
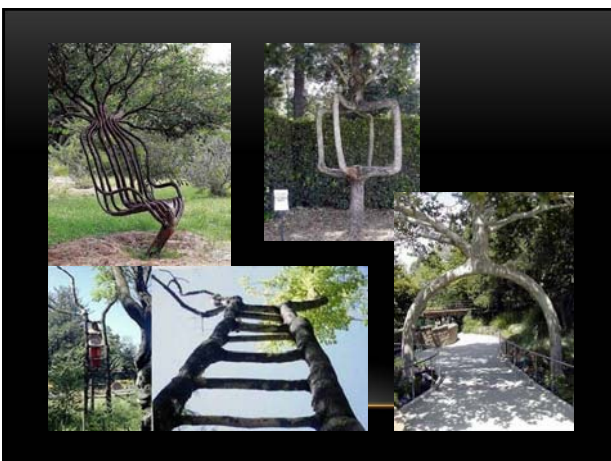




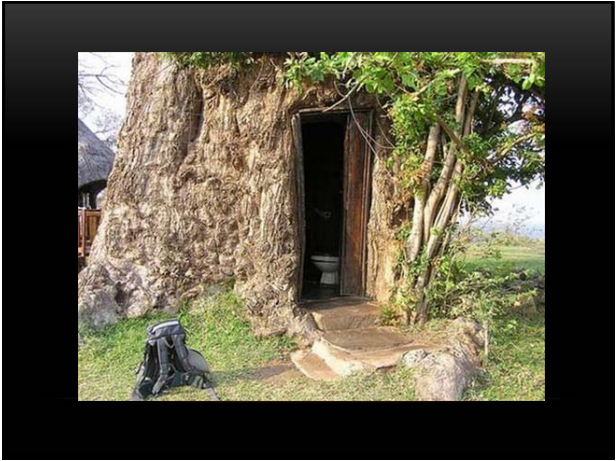
ต้น Marula



Circus Tree



Strangler fig

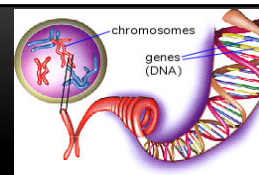
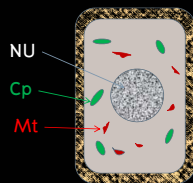




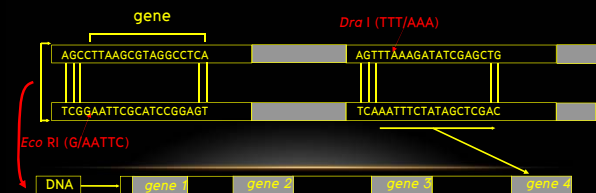
DNA ของพืช

DNA ของพืชแบ่งออกเป็น 3 ส่วน

- Nuclear DNA –
- Chloroplast DNA
- Mitochondrial DNA



Chromosome (double strands) = (threadlike) DNA = Sequence of nucleotides
Segment of chromosome (code for protein or enzyme) = Gene



ความผันแปรทางพันธุกรรม

Genetic variation

พืชแสดงอาการตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมใน 2 ลักษณะ

- **Phenotypic plasticity** – – under genetic control and modifiable by selection (Morphological, Physiological, Biochemical)
- **Genetic composition** – – stable and variable environments and number of genotypes (Fitness)

ชนิดไม้

SPECIES

- กลุ่มของต้นไม้แต่ละต้น (individual) ที่มีลักษณะภายนอก (morphology) คล้ายคลึงกัน สามารถที่จะผสมพันธุ์กันได้ แต่ไม่สามารถผสมข้ามกลุ่มที่มีลักษณะแตกต่างกันได้ อย่างไรก็ตามยังไม่มีการกำหนดแน่นอนลงไปว่าต้องมีความคล้ายคลึงกันเพียงใดจึงจะจัดว่าเป็นชนิดเดียวกัน
- ภายในชนิดเดียวกันมีความผันแปรจาก geographic, stand-to-stand, among individual และ within individual

พันธุศาสตร์เชิงปริมาณ QUANTITATIVE GENETICS

- การศึกษาทางพันธุศาสตร์ในเชิงปริมาณ คือสามารถวัดค่าออกมาได้ เช่น การเจริญเติบโต (ความโต ความสูง ความหนาแน่นเนื้อไม้) โดยพิจารณาว่า ต้นไม้ต้นหนึ่ง ๆ (individual tree) เป็นสมาชิกของกลุ่มประชากร
- โดยปกติแล้วลักษณะในเชิงปริมาณจะถูกควบคุมด้วยอิทธิพลของหลาย genes (polygenic) ร่วมกับสิ่งแวดล้อม (environment) ตลอดจนการพัฒนาการตลอดช่วงชีวิต

พันธุศาสตร์ประชากร POPULATION GENETICS

- การศึกษาทางพันธุกรรมของทั้งกลุ่มประชากร (population) เกี่ยวกับการส่งผ่าน gametes หรือ genes จากพ่อแม่ไปยังรุ่นลูกหลาน (next generations) โดยเปรียบเทียบความถี่ของ genes และ genotypes กับความถี่ของรุ่นพ่อแม่ (parent population)

การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมของประชากร GENETIC CHANGE OF POPULATION

- ปัจจัยที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมของกลุ่มประชากร
 - 1) Mutation
 - 2) Selection
 - 3) Migration
 - 4) Random drift

พันธุศาสตร์ของลักษณะทางปริมาณ GENETICS OF QUANTITATIVE TRAI TS

- ลักษณะทางปริมาณถูกควบคุมด้วยหลายยีนส์ (Polygene) ทั้งที่มี และไม่มี dominance effects
- การเปลี่ยนแปลงของ gene frequency ที่เกิดจากการคัดเลือก (selection) มีผลต่อการปรับปรุงพันธุ์ในรุ่นต่อไป
- ค่าของ narrow sense heritability มีค่าต่ำมากเมื่อค่าความถี่ของยีนส์ที่ต้องการมีค่าสูง

มุมมองทางพันธุศาสตร์ของป่าธรรมชาติ GENETIC ASPECTS OF NATURAL FOREST

- ชนิดไม้มีการกระจายเป็นกลุ่มประชากรย่อยและปรับตัวเข้ากับสภาวะแวดล้อมในแต่ละแห่ง สำหรับกลุ่มประชากรที่มีขนาดเล็กมากมีแนวโน้มที่จะมีความหลากหลายทางพันธุกรรมต่ำ
- ระยะการกระจายของละอองเกสรและเมล็ดไม้แต่ละชนิดมีผลต่อโครงสร้างทางพันธุกรรมของกลุ่มประชากร
- ป่าธรรมชาติเป็นแหล่งวัสดุพันธุกรรมที่มีความสำคัญมากที่ต้องได้รับการอนุรักษ์ ทั้ง *In Situ* และ *Ex situ*



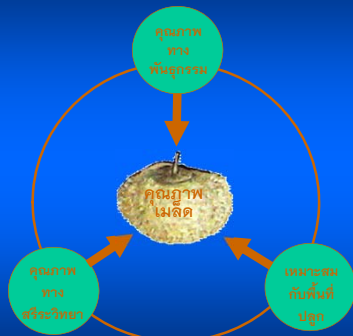
ต้นไม้จาก Family เดียวกัน



ผลของการปรับปรุงพันธุ์

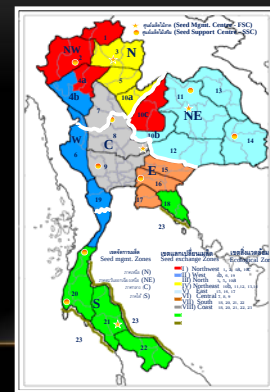


คุณภาพเป็นองค์รวมของปัจจัยต่างๆ



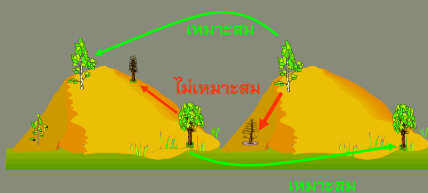
ถ้าปัจจัยใดปัจจัยหนึ่งไม่ดี ผลรวมของคุณภาพเมล็ดก็ไม่ดี

เขตการเคลื่อนย้ายเมล็ดไม้ (Seed Zones in Thailand)



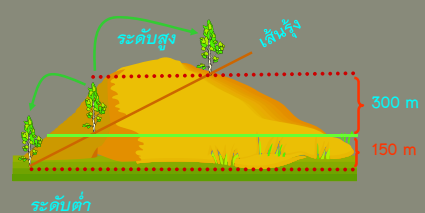
เลือกสายพันธุ์ที่เหมาะสมกับพื้นที่

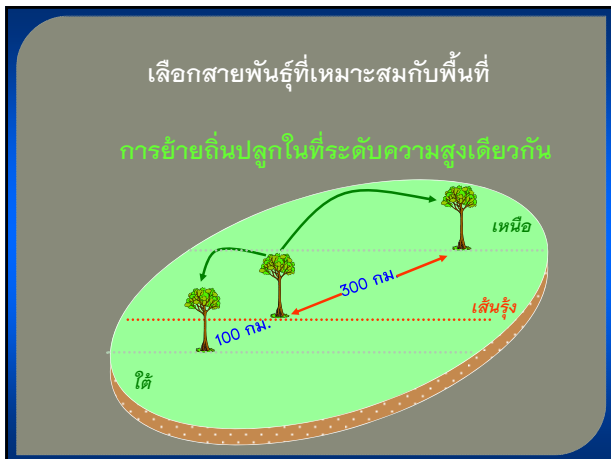
การย้ายถิ่นปลูกที่ระดับความสูงต่างกัน



เลือกสายพันธุ์ที่เหมาะสมกับพื้นที่

การย้ายถิ่นปลูกที่เส้นรุ้งเดียวกัน

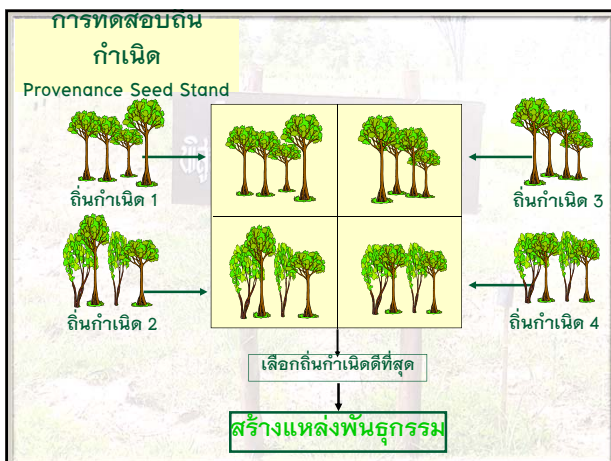




ถิ่นกำเนิด

PROVENANCE

- พื้นที่หรือกลุ่มพื้นที่ที่มีความสม่ำเสมอทางด้านนิเวศวิทยา (Ecology) ซึ่งมีหมู่ไม้ที่มีลักษณะทาง Phenotypic และ Genetic คล้ายคลึงกัน
- หมู่ไม้ที่ขึ้นอยู่มีสภาพทาง Genetic ที่คล้ายกันและมีการผสมพันธุ์กันอย่างทั่วถึง (interbreeding)
- ขนาดของพื้นที่ที่มีหมู่ไม้ไม่ต้องมีขนาดใหญ่และจำนวนต้นไม้มากพอที่จะใช้เป็นเก็บตัวอย่างทางพันธุศาสตร์ (genetic materials) เพื่อการศึกษาได้
- สามารถแบ่งขอบเขตพื้นที่ได้แน่นอน



การพิจารณาด้านพันธุกรรมของป่าปลูก

GENETIC CONSIDERATION ON MAN-MADE FORESTS

- การขยายพันธุ์และลักษณะของพันธุกรรมมีผลมาจากผู้ปฏิบัติ เนื่องจากการเก็บเมล็ดจากต่างถิ่น อายุแม่ไม้และช่วงเวลา
- โครงสร้างทางพันธุกรรมไม่สามารถทราบได้ เว้นแต่ความผันแปรของพื้นที่ปลูกที่แสดงให้เห็นความแตกต่างของการปรับตัวของการเจริญเติบโตของหมู่ไม้ที่ปลูก
- การขยายพันธุ์โดยไม่อาศัยเพศลดความหลากหลายทางพันธุกรรมในกลุ่มประชากรและเพิ่มจำนวนต้นที่มีพันธุกรรมที่เหมือนกัน

การทำไม้และพันธุศาสตร์ป่าไม้

FELLING AND FOREST GENETICS

- การทำไม้มักตัดไม้ที่มีลักษณะดีออกเหลือไม้ที่มีลักษณะด้อยไว้ซึ่งมีผลต่อลักษณะทางพันธุกรรมให้ต่ำลงและยากต่อการฟื้นฟู
- การทำไม้ในขนาดควรคำนึงถึง gene pool และการอนุรักษ์ ecosystem
- หลังการทำไม้หมู่ไม้ที่เหลือควรมีลักษณะที่ดีกว่าหมู่ไม้เดิม
- มีโอกาสดีที่ได้คัดเลือกต้นไม้ที่มีลักษณะที่ดีซึ่งมีค่าต่อการปรับปรุงวัสดุพันธุกรรมเพื่อการนำไปปลูกต่อไป

แม่ไม้และสวนผลิตเมล็ดพันธุ์

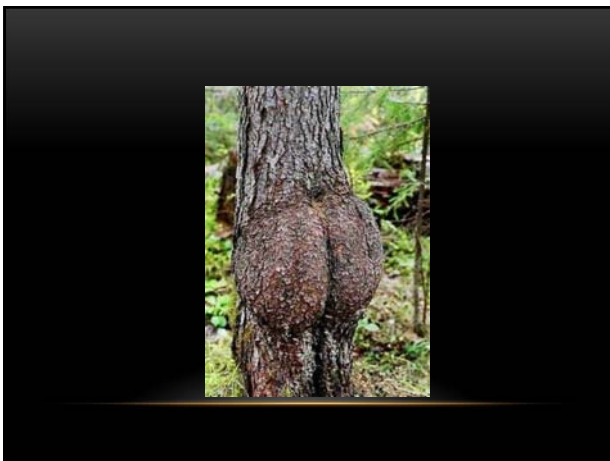
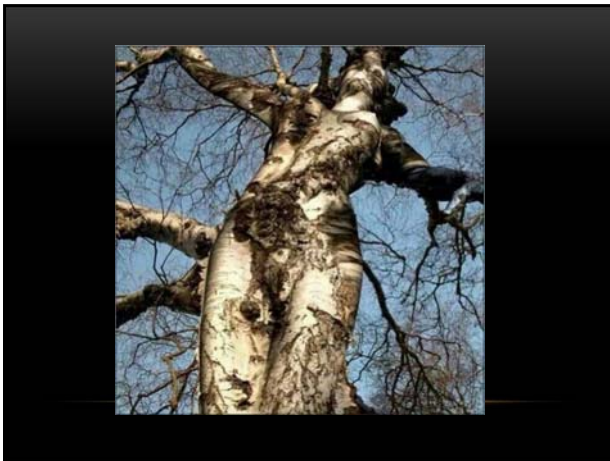
PLUS TREE AND SEED ORCHARD





แม่ไม้
PLUS TREE (INDIVIDUAL TREE)

- ต้นไม้ที่ถูกคัดเลือกเพื่อใช้สำหรับเก็บผลผลิต หรือ สำหรับการก่อตั้งสวนเพื่อการผสมพันธุ์ (breeding orchard) หลังจากที่ได้ทำการตรวจสอบ (grading) แล้ว โดยปกติแล้วเป็นต้นไม้ที่มีลักษณะดี (phenotypic) ตามที่ต้องการ แต่ยังไม่ได้ทำการทดสอบทางด้านสายพันธุ์ (genetic)





Plus tree



Plus tree



ผลของพันธุกรรมจากแม่

MATERNAL EFFECT

การส่งถ่ายพันธุกรรมของแม่ (maternal) และพ่อ (paternal) ไปสู่ลักษณะ (phenotype) ของลูก (offsprings) ไม่เท่ากัน ซึ่งมีผลต่อ evolutionary และ ecological study

- Cytoplasmic – – organelles
- Endosperm – – nutrient source
- Maternal phenotypic – – tissue surrounding

ทำการศึกษาได้โดยตรงจาก reciprocal crosses

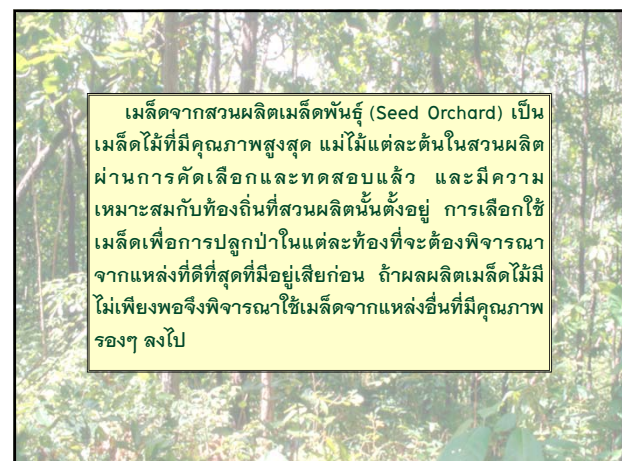
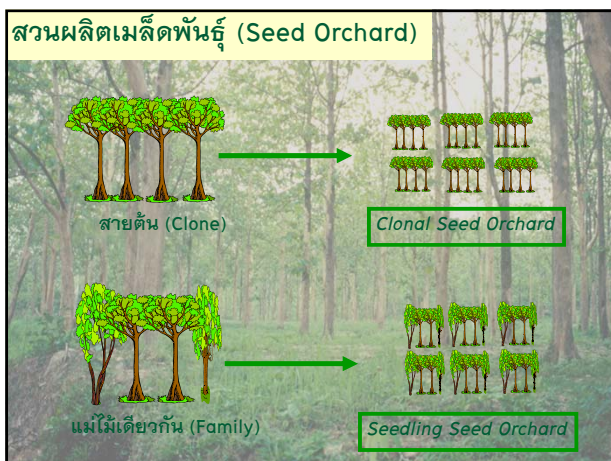
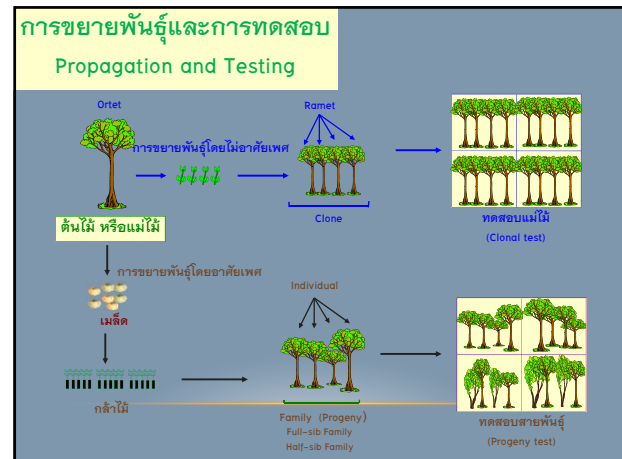
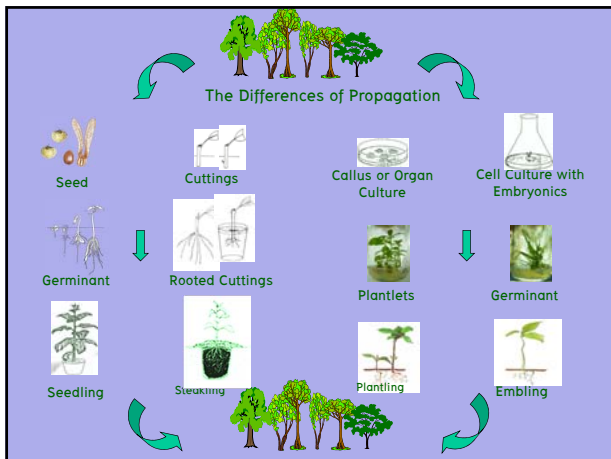
ความสามารถในการผสมผสานทางพันธุกรรม

COMBINING ABILITY

- General combining ability
- Specific combining ability

Hedge Orchard





การคัดเลือกกับการถ่ายทอดพันธุกรรม SELECTION AND HERITABILITY

Heritability -- อัตราส่วนของความแปรปรวนของ phenotypic ทั้งหมดอันเนื่องมาจากความแปรปรวนของ gene

Broad sense -- all genetic variance / total variance

Narrow sense -- additive genetic variance / total variance
ส่วนใหญ่ใช้ในทางป่าไม้เพื่อปรับปรุง combining ability

Heritability มักใช้ประเมินกับกลุ่มประชากรที่ขึ้นอยู่ในจำเพาะสิ่งแวดล้อมและช่วงเวลา และเป็นดัชนีที่ใช้ในการคัดเลือก

การสร้างสายพันธุ์ที่มีความต้านทาน STRATEGIES IN RESISTANCE BREEDING

- การคัดเลือกต้นไม้มที่มีความต้านทานจากการทำสายของโรคแมลงสามารถทำได้ไม่ยาก แต่ปัญหาเกิดจากการปรับตัวของโรคแมลงภายใน 10-20 ปี
- วัสดุปลูกในพันธุ์ไม้ป่าที่มีความต้านทานควรปลูกคละกันกับหลายสายพันธุ์ที่มีความแตกต่างกันทางพันธุกรรม (genotypes)

พันธุ์ทางและการผ่าเหล่า HYBRIDIZATION AND MUTATION

☐ Hybridization

- Intraspecific hybridization
- Interspecific hybridization

☐ Mutation

การพัฒนาด้านพันธุศาสตร์ป่าไม้ในอนาคต FUTURE DEVELOPMENT OF FOREST GENETICS

- การศึกษาถิ่นกำเนิดของชนิดไม้ที่สำคัญทั้งหมดเพื่อการอนุรักษ์และการใช้ประโยชน์แหล่งพันธุกรรม (gene resources) ซึ่งกรมป่าไม้ควรให้ความสนใจและให้การสนับสนุน
- การวิเคราะห์การถ่ายทอดลักษณะของต้นไม้ที่อายุน้อย รวมทั้งลักษณะทางชีวเคมี โดยเฉพาะข้อมูลด้าน DNA
- *In vitro* culture
- พันธุศาสตร์กลุ่มประชากร (Population genetics) simulation studies
- การศึกษาการชักนำดอก (flower induction) และการขยายพันธุ์โดยไม่อาศัยเพศ (vegetative propagation) โดยเฉพาะการศึกษาความสัมพันธ์กับสรีรวิทยา

