

01015575

การปรับปรุงพันธุ์พืชขั้นสูง I
Advanced Plant Breeding I

๓ Rice สาร

การปรับปรุงพันธุ์พืชผสมตัวเอง
(Breeding of Self-Pollinated Crops)

ผศ.ดร.ธานี ศรีวงศ์ชัย (agrtns@ku.ac.th)
ภาควิชาพืชไร่ฯ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1

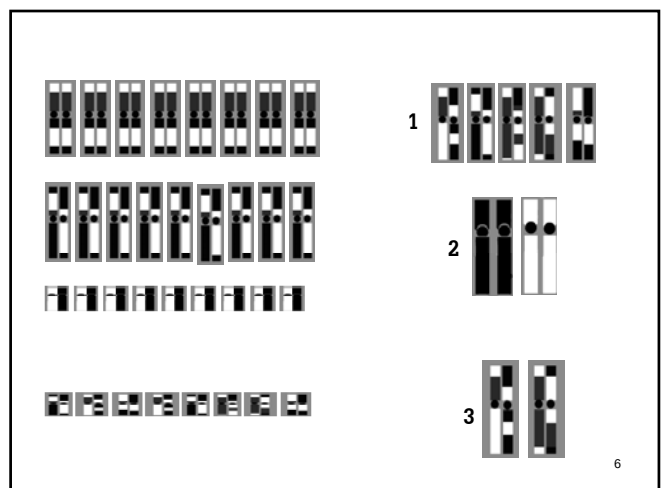
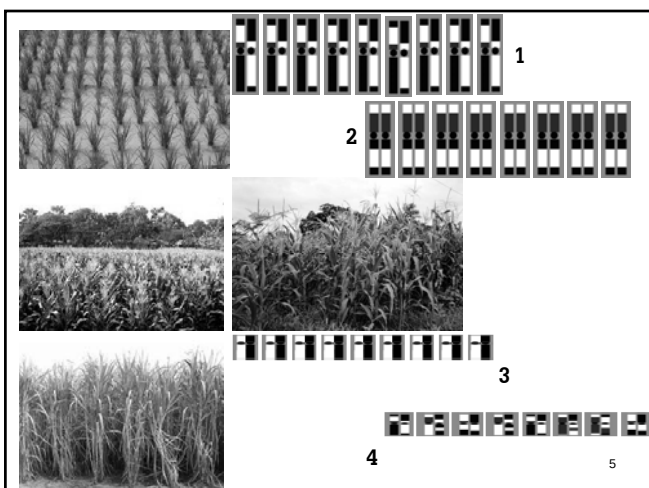


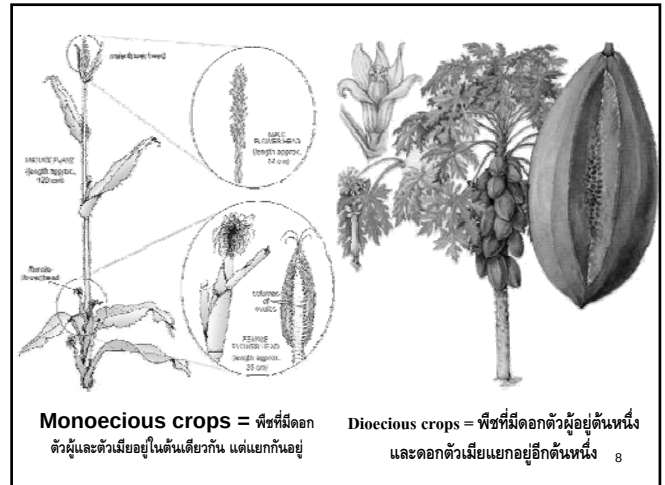
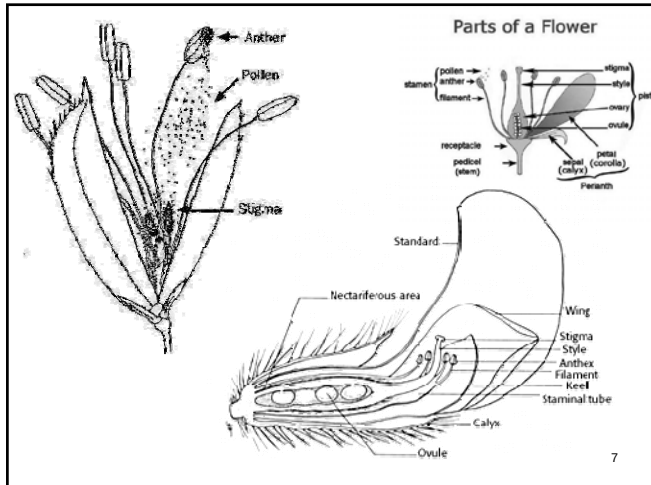
พืช	ส่วนขยายพันธุ์	การผสมพันธุ์	พันธุ์กรรม
ข้าว	เมล็ด	Self	คงที่
ถั่ว	เมล็ด	Self	คงที่
ข้าวโพด	เมล็ด	?	?
มันสำปะหลัง	?	?	?
มะขามหวาน	ทาบกิ่ง	?	?
	เมล็ด		?
มะม่วง	ติดตา	?	?
	เมล็ด		?

3

ความแตกต่างระหว่างพืชผสมตัวเองและพืชผสมข้าม

ลักษณะ	พืชผสมตัวเอง	พืชผสมข้าม
ให้ลูกหลาน	ลักษณะเหมือนเดิมหรือคงที่	ลักษณะแตกต่างจากพ่อแม่
การเสื่อม-ลดถอยของลักษณะจาก inbreeding	ไม่มี	มี
การผสมตัวเองไม่ติด	ไม่มี	มี
ความแข็งแรงเหนือพ่อแม่ (heterosis)	อาจไม่แสดง (?)	แสดง
เป้าหมาย	พันธุ์แท้	ลูกผสม





ชนิดของพันธุ์พืช (Type of varieties)

พืชผสมตัวเอง <-> พืชผสมข้าม

- Pure line varieties (พันธุ์แท้) : ข้าว
- Open-pollinated varieties (พันธุ์ผสมเปิด) : ข้าวโพด
- Hybrid varieties (พันธุ์ลูกผสม) :
- Clonal varieties (โคลนพันธุ์) :
- Apomictic varieties :
- Multilines :

พืชผสมตัวเอง (self-pollinated crops)

- การผสมตัวเอง คือ การที่เซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ผสมกับเซลล์สืบพันธุ์เพศเมียภายในดอกเดียวกัน หรือในต้นเดียวกัน
- ส่วนมากพบในพืชที่มีดอกแบบสมบูรณ์เพศ
- พืชผสมตัวเองอาจมีการผสมข้ามน้อยกว่า 5 %
- การผสมตัวเองติดต่อกันเป็นเวลานาน ทำให้พันธุกรรมของพืชผสมตัวเองอยู่ในสภาพ homozygous และไม่เกิดการเสื่อมถอยของลักษณะเนื่องจากการผสมตัวเอง (inbreeding)

10

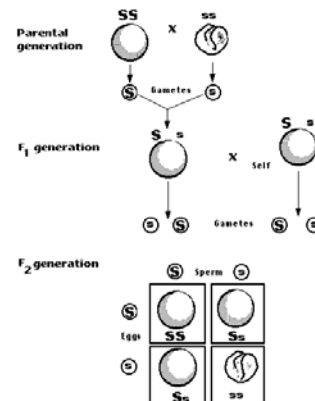
พืชผสมข้าม (Cross-pollinated crops)

- การผสมข้าม คือ การที่เซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ผสมกับเซลล์สืบพันธุ์เพศเมียของพืชอีกต้นหนึ่ง
- อัตราการผสมข้ามเกิดขึ้นมากกว่า 70 %
- อาจมีพาหะต่าง ๆ ช่วยในการผสมเกสร เช่น ลม แมลง
- ลักษณะพันธุกรรมของพืชผสมข้ามอยู่ในสภาพ

heterozygous

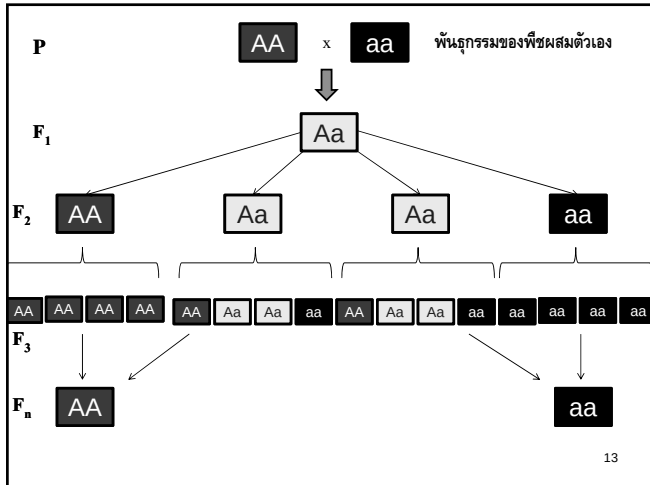
11

Menden's law



Mendel (1856 to 1865)

Law of segregation
Law of independent assortment



โครงสร้างพันธุกรรมของพันธุ์พืช (Genetic structure of varieties)

	Homozygous (AA, aa, BB, cc)	Heterozygous (Aa, Bb, Cc)
Homogeneous (uniform)	ข้าว	
Heterogeneous (un-uniform)		ข้าวโพด OP

14

พันธุ์พืช

คือ ประชากรของพืชที่มีเอกลักษณ์ แตกต่างไปจากประชากรอื่น อาจเป็นพันธุ์แท้ พันธุ์ลูกผสม หรือพันธุ์สังเคราะห์ และจะต้องสามารถสร้างขึ้นมาใหม่ได้ (reproducible)

พันธุ์พืช = Variety: พันธุ์พืชทั่วไป (กฎหมาย, 2551)
 = Cultivar: พันธุ์พืชที่เกษตรกรปลูกอยู่ (cultivated + variety)

15

การปรับปรุงพันธุ์พืชผสมตัวเอง

- การนำพันธุ์พืชจากแหล่งอื่นมาปลูก (introduction)
- การคัดเลือกพืชจากประชากรพืชที่มีอยู่แล้ว
- การผสมและคัดเลือกพันธุ์จากลูกผสม (hybridization and selection)
- การชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ (induce mutation)
- การใช้เทคโนโลยีพันธุวิศวกรรม (genetic engineering)

16

ธรรมชาติของประชากรพืชผสมตัวเอง

- พืชที่ยังไม่ได้รับการปรับปรุงจากนักปรับปรุงพันธุ์
 - ประชากรประกอบด้วยสายพันธุ์แท้ที่หลากหลาย
 - เกิดจากการกลายพันธุ์หรือการผสมข้าม แต่จะเข้าสู่สภาพคงตัวทางพันธุกรรมในที่สุด
- พืชที่ได้รับการปรับปรุงจากนักปรับปรุงพันธุ์
 - ประกอบด้วยสายพันธุ์แท้สายพันธุ์เดียว

17

แหล่งความหลากหลายทางพันธุกรรมของพืช

- ธรรมชาติ
 - พืชพื้นบ้าน (land race variety)
 - พืชต่างถิ่น (import variety)
- นักปรับปรุงพันธุ์
 - ผสมพันธุ์ระหว่างต้น (hybridization)
 - การกลายพันธุ์ (mutation)
 - ตัดต่อยีน (genetic engineering)

18

เป้าหมายของการปรับปรุงพันธุ์พืชผสมตัวเอง

- การพัฒนาพืชสายพันธุ์แท้บริสุทธิ์
- มีความคงตัวทางพันธุกรรม
- โดยการคัดเลือกจากแหล่งเชื้อพันธุกรรมที่มีอยู่แล้ว หรือการผสมระหว่างสายพันธุ์เพื่อความแปรปรวนของลักษณะที่ต้องการคัดเลือกขึ้น โดยใช้วิธีการคัดเลือกที่เหมาะสม เพื่อนำสายพันธุ์แท้ที่ได้ไปใช้โดยตรงหรือผลิตพันธุ์ลูกผสม

19

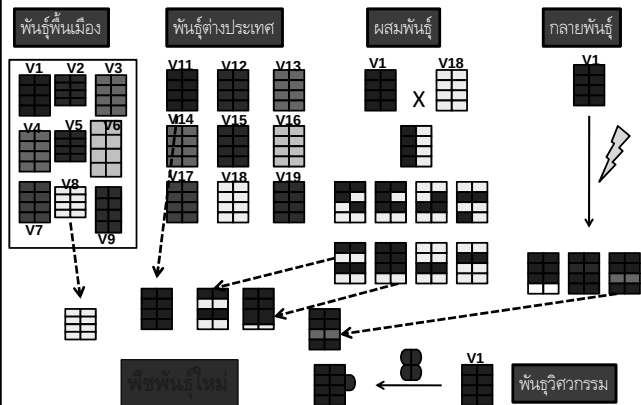
อดีต ... สู ... ปัจจุบัน

การเร่งสร้างความแปรปรวนทางพันธุกรรม ให้กับประชากรก่อนการคัดเลือก แทนที่จะรอสิ่งที่ธรรมชาติบันดาลให้เพียงอย่างเดียว



20
(กฤษฎา, 2551)

วิธีการปรับปรุงพันธุ์พืชผสมตัวเอง



ขั้นตอนในการปรับปรุงพันธุ์พืช

1. ตั้งวัตถุประสงค์
2. หาแหล่งพันธุกรรม โดยการจำแนกหรือสร้างความแปรปรวนในพันธุกรรมที่มี
3. คัดเลือกต้นที่มีลักษณะต้องการตามวัตถุประสงค์
4. ทดสอบการปรับตัว ขยายพันธุ์ และส่งเสริมพันธุ์ใหม่

22

วัตถุประสงค์ของการปรับปรุงพันธุ์

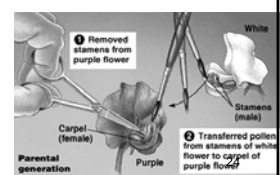
- ผลผลิต
- ต้านทานต่อสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม
 - สิ่งมีชีวิต (biotic) : pathogens, insects, animals
 - ไม่มีชีวิต (abiotic): drought, salt, flooding, acid soil
- ต้านทานต่อการสูญเสียผลผลิต : lodging, shattering
- คุณภาพของผลผลิต
- โภชนาการ

23

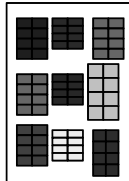
วิธีการพื้นฐานในการปรับปรุงพันธุ์พืชผสมตัวเอง

Conventional Breeding Methods

- | | |
|---|--------------|
| <ul style="list-style-type: none"> • Mass selection • Introduction • Pure line selection | Non crossing |
| <ul style="list-style-type: none"> • Pedigree selection • Bulk method • Single seed decent • Backcross Method | Crossing |



การคัดเลือกจากพืชพื้นบ้าน

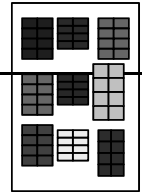


พืชพื้นบ้าน (land race variety)

- มีวิวัฒนาการจากธรรมชาติ
+ การคัดเลือกของมนุษย์
- ปรับตัวเข้ากับสภาพแต่ละท้องถิ่นได้ดี
- มีลักษณะที่มนุษย์ต้องการ: คุณภาพผลผลิต
- มีเสถียรภาพของผลผลิตที่ดีในสภาพที่ปัจจัยการผลิตต่ำ

25

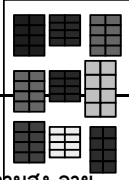
พืชพื้นบ้าน (land race variety)



- เอกลักษณ์ของพืชพื้นบ้าน
 - ยากที่จะสืบสาวถึงที่มาของพันธุ์
 - เป็นสายพันธุ์อิสระ
 - เป็นพันธุ์ที่ปรับตัวได้ดีในสภาพท้องถิ่น

(Briggs และ Knowles, 1967)

พืชพื้นบ้าน (land race variety)



- พันธุ์อิสระ
 - ความแตกต่างของลักษณะปริมาณเห็นไม่ชัด: ความสูง อายุ เก็บเกี่ยว และขนาดเมล็ด
 - ความแตกต่างของลักษณะคุณภาพเห็นชัด: สีกาบหุ้มเมล็ด การมีหางเมล็ด (awn)
 - ความแปรปรวนของแต่ละลักษณะขึ้นอยู่กับคัดเลือกในแต่ละท้องถิ่น

27

1. การคัดรวม (mass selection)

- เป็นวิธีการปรับปรุงพันธุ์ที่เก่าแก่ที่สุด
- คัดเลือกพืชที่มีลักษณะที่ต้องการมาปลูก
- ลักษณะที่ไม่ต้องการถูกคัดออกไปโดยตั้งใจและไม่ตั้งใจ
- วิธีการคัดอาจทำได้โดยการเลือกต้นที่แปลกปลอมซึ่งมีจำนวนน้อยก่อนการเก็บเกี่ยวเพื่อใช้เป็นเมล็ดพันธุ์ต่อไป
- เป็นการคัดลักษณะที่มีความสามารถในการถ่ายทอดสูง
- ปัจจุบันมักปรับปรุงพันธุ์ใช้วิธีนี้เพื่อรักษาลักษณะส่วนใหญ่ของพันธุ์เอาไว้

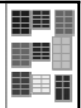
28

1. การคัดรวม (mass selection)

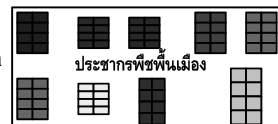
- การคัดรวมโดยธรรมชาติ (natural mass selection)
- การคัดรวมโดยเครื่องจักรกล (mechanical mass selection)
- การคัดรวมโดยชีววิธี (biological mass selection)

29

1. การคัดรวม (mass selection)



1st season



ประชากรพืชพื้นเมือง

ปลูก 500 – 1000 ต้น

2nd season



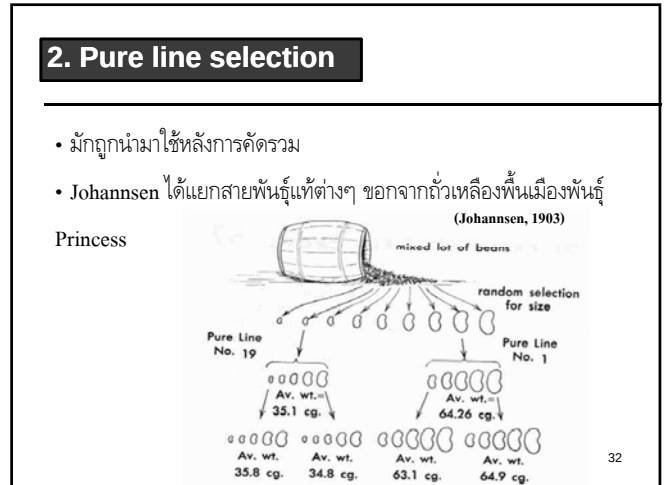
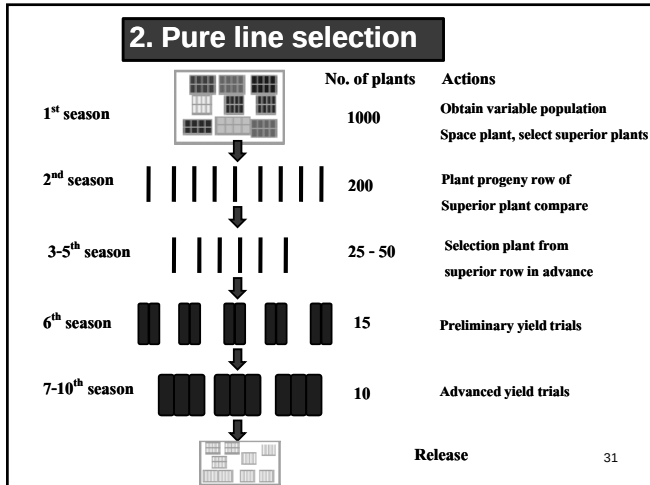
ปลูก 200 ต้นที่คัดเลือก



ประชากรพืชพื้นเมือง (ปรับปรุง)

เก็บเกี่ยวรวม

30



2. Pure line selection

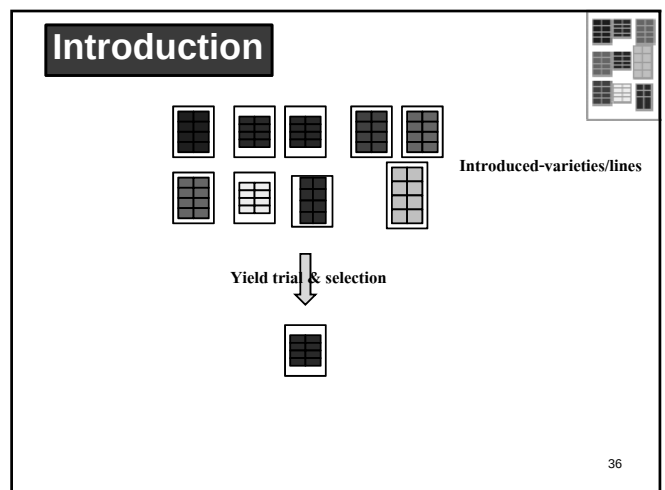
- ข้าวขาวดอกมะลิ 105 (KDML105)
 - พ.ศ. 2493 – 2494 นายสุนทร สีสะเนิน พนักงานเกษตร รวบรวมจาก อ.บางคล้า จ.ฉะเชิงเทรา จำนวน 199 รวง
 - พ.ศ. 2498 คัดพันธุ์ที่สถานีทดลองข้าวโคกสำโรง
 - พ.ศ. 2500 เปรียบเทียบพันธุ์ที่สถานีทดลองข้าวโคกสำโรง
 - พ.ศ. 2502 เปรียบเทียบพันธุ์ท้องถิ่น ภาคเหนือ กลาง และตะวันออกเฉียงเหนือ 25 พ.ค. 2502 พิจารณาให้ขยายพันธุ์
 - ปัจจุบัน เป็นข้าวคุณภาพดีที่มีพื้นที่ปลูกมากที่สุด (~20 ล้านไร่)

33

3. การนำเข้าพันธุ์

- นำเข้าสายพันธุ์ข้าวจากต่างประเทศเพื่อมาปลูกทดสอบการปรับตัว และการแสดงออกของลักษณะทางการเกษตรที่สำคัญ
- จากสถาบันวิจัยข้าวนานาชาติ (IRRI)
- ใช้เป็นแหล่งเชื้อพันธุ์กรรมของข้าวต้นเดียวแตกกอดี เช่น IR8

34



การสร้างความแปรปรวนโดยผสมข้าม

การผสมพันธุ์

- * เพื่อสร้างความแปรปรวนทางพันธุกรรมในหมู่พืชหรือเพื่อถ่ายเทลักษณะ
- * คือการผสมระหว่างพืชที่มี genotypes ต่างกัน



37

การผสมพันธุ์พืชผสมตัวเอง

ความสำเร็จของการปรับปรุงพันธุ์ขึ้นอยู่กับ

- การคัดเลือกพันธุ์พ่อแม่
- จำนวนยีนที่ควบคุมลักษณะ
- อัตราพันธุกรรม
- เทคนิคในการคัดเลือก

38

ความคงตัวทางพันธุกรรม

การผสมพันธุ์

A x B



ลูกชั่วที่1/ รุ่น/ ชั่วรุ่น

F₁ (first filial generation)

39

ความคงตัวทางพันธุกรรม

RD1 (AA) x KD (aa)

F₁ (Aa)



F₂ (AA (25%) Aa (50%) aa (25%))

Gamete	A	a
A	AA	Aa
a	Aa	aa

40

ความคงตัวทางพันธุกรรม

AA x aa

แดง

F₁ ขาว

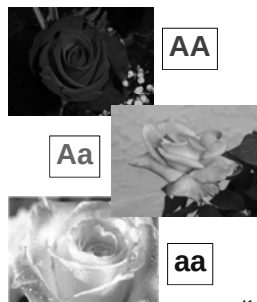
Aa

ชมพู

Incomplete dominant

ผสมตัวเอง

F₂ AA Aa aa



41

ความคงตัวทางพันธุกรรม

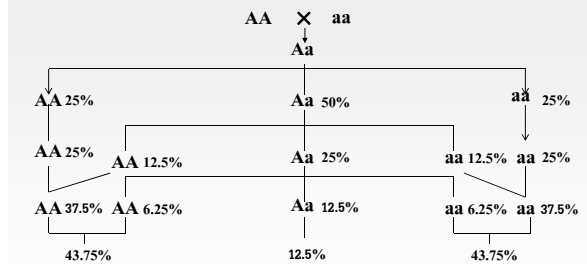
อัตราส่วนของ genotypes และ phenotypes เปลี่ยนไป

- พวกรุ่นแท้ (Homozygous) เพิ่มขึ้น
- พวกรุ่นทาง (Heterozygous) ลดลง
- *** พันธุ์แท้เพิ่มขึ้นทุก ๆ ชั่ว ในอัตราส่วนที่ช้ากว่าเดิมครึ่งหนึ่งเสมอ

42

ความคงตัวของพันธุกรรม

อัตราส่วนของ genotypes และ phenotypes เปลี่ยนไป



43

การเปลี่ยนแปลงภายหลัง F₂

m	% Homozygosity (เช่น AA + aa)	เมื่อมียีน 1 คู่
1	F ₂ 50	
2	F ₃ 75	$Homozygosity = \left[\frac{(2^m - 1)}{2^m} \right]^n$
3	F ₄ 87.5	m = จำนวนครั้งที่ผสมตัวเอง
4	F ₅ 93.75	n = จำนวนคู่หรือตำแหน่งของยีน
5	F ₆ 96.875	
6	F ₇ 98.4375	
7	F ₈ 99.21875	
8	F ₉ 99.60938	
9	F ₁₀ 99.80469	

44

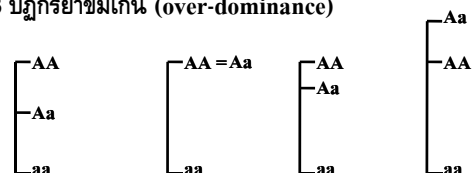
ตารางความสัมพันธ์ระหว่างจำนวน heterozygous loci และ genotype

No. Heterozygous loci of F ₁	Different gamete in F ₁	Possible F ₂ genotype	Possible F ₂ combination	Kinds of F ₂ phenotype	
				Dominance	Additive
1	2	3	4	2	3
2	4	9	16	4	9
3	8	27	64	8	27
4	16	81	256	16	81
10	1,024	95,049	1,084,576	-	-
21	2,097,152	10,460,353,203	4,398,046,511,104	-	-
<u>n</u>	<u>2ⁿ</u>	<u>3ⁿ</u>	<u>4ⁿ</u>		

45

การทำงานร่วมกันของยีนที่ตำแหน่งเดียวกัน

1. ปฏิกริยาแบบผลบวก (additive gene action)
2. ปฏิกริยาไม่เป็นผลบวก (non-additive gene action)
 - 2.1 ปฏิกริยาข่มสมบูรณ์ (dominance gene action)
 - 2.2 ปฏิกริยาข่มไม่สมบูรณ์ (incomplete dominance)
 - 2.3 ปฏิกริยาข่มเกิน (over-dominance)



46

การคัดเลือกภายหลังการผสมพันธุ์พืชผสมตัวเอง

47

วิธีการพื้นฐานในการปรับปรุงพันธุ์ข้าว

Conventional Breeding Methods

- Mass selection
- Introduction
- Pure line selection
- Mutation
- Genetic engineering
- Pedigree selection
- Bulk method
- Single seed decent
- Backcross method

48

การผสมพันธุ์พืชผสมตัวเอง

Dr. Norman Borlaug
(1970 Nobel Peace Prize)

* สำหรับการปฏิวัติเขียว (Green Revolution)

* เพิ่มผลผลิตของข้าวสาลี 40-400% โดยการใช้ข้าวสาลี semi-dwarf ที่ให้ผลผลิตสูง



49

4. การคัดเลือกแบบบันทึกประวัติ (Pedigree Method of Selection)

เป็นการคัดเลือกที่มีการบันทึกสายประวัติของพืชทุกต้น หรือทุกแถว (สายพันธุ์) ที่ปลูกคัดเลือก และมีการจดรายละเอียดต่าง ๆ ของพืชที่คัดเลือกทุกต้น เพื่อช่วยในการตัดสินใจว่าจะเลือกหรือคัดทิ้งสายพันธุ์ใด อาจคัดกลุ่มที่ใกล้ชิดกับกลุ่มอื่นทิ้งไป แล้วเก็บกลุ่มที่ไม่สัมพันธ์กันไว้

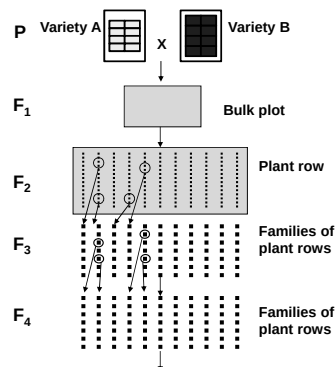
50

4. การคัดเลือกแบบบันทึกประวัติ (Pedigree Method of Selection)

- ในช่วงต้น ๆ พืชมีอัตราการเป็น Heterozygous สูง จึงใช้วิธีการคัดเลือกเป็นรายต้น
- ในช่วงหลัง ๆ พืชมีอัตราการเป็น Homozygous สูง จึงใช้วิธีการคัดเลือกเป็นสายพันธุ์

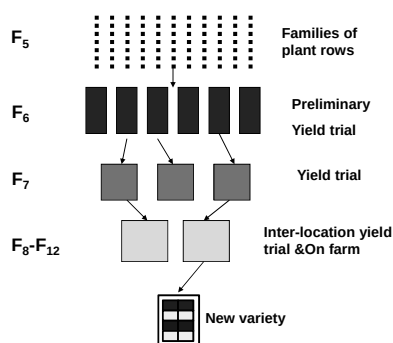
51

4. การคัดเลือกแบบจุดประวัติ (Pedigree Method of Selection)



52

4. การคัดเลือกแบบจุดประวัติ (Pedigree Method of Selection)



53

4. การคัดเลือกแบบจุดประวัติ (Pedigree Method of Selection)

ข้อดี และข้อเสีย

ข้อดี

1. ขจัดพืชที่ไม่ต้องการทิ้งได้อย่างรวดเร็ว เพราะเริ่ม

คัดเลือกลักษณะบางลักษณะได้ทันทีเมื่อเริ่มโครงการ

2. การคัดเลือกสะดวกเพราะอาจใช้ข้อมูลต่าง ๆ ที่บันทึกไว้เป็นเครื่องตัดสินใจ

54

4. การคัดเลือกแบบจดประวัติ (Pedigree Method of Selection)

ข้อดี และข้อเสีย

ข้อดี

3. สายพันธุ์ที่ได้จะดีเด่น
4. สามารถปรับปรุงลักษณะบางชนิดเช่น **qualitative trait** ได้อย่างมีประสิทธิภาพ
5. นักปรับปรุงพันธุ์อาจใช้ความชำนาญ ความสามารถและเทคนิคเข้าช่วยในการปรับปรุงพันธุ์ได้มากที่สุด

55

4. การคัดเลือกแบบจดประวัติ (Pedigree Method of Selection)

ข้อดี และข้อเสีย

ข้อเสีย

1. ขจัดพืชบางส่วนทิ้งเร็วเกินไปก่อนที่จะเป็น **homozygous** ก่อนที่จะมี **recombination** ที่ดี ๆ เกิดขึ้น การคัดทิ้งโดยใช้ลักษณะบางชนิด เช่น ความสูงเป็นจำนวนมากอาจลดความแปรปรวนแปรสำหรับผลผลิต
2. มีงานมากต้องบันทึกหลายลักษณะ ใช้เวลา แรงงาน และทุน

* เหมาะสำหรับพืชที่มีระยะปลูกกว้าง ๆ ตรวจสอบแต่ละต้นได้ทั้งถึง

56

4. การคัดเลือกแบบจดประวัติ (Pedigree Method of Selection)

ข้อดี และข้อเสีย

ข้อเสีย

- * การคัดเลือกลักษณะยาก ๆ เช่น **quantitative trait** ในช่วงต้น ๆ ไม่ได้ผลเนื่องจาก
- 1. พืชยังไม่เป็นพันธุ์แท้อย่างเพียงพอ จะให้ลูกหลานที่ต่างไปจากพ่อแม่
- 2. ไม่มีวิธีการจัดอิทธิพลของสภาพแวดล้อม ในช่วงต้น ๆ ปลูกแถวเดียว หรือแปลงเล็ก ๆ ทดลองในที่เดียว และฤดูเดียว

57

4. การคัดเลือกแบบจดประวัติ (Pedigree Method of Selection)

วิธีทำประวัติสายพันธุ์

เข้าใจง่าย ใช้เวลาน้อย และไม่มีรายละเอียดมากเกินไป

1. พ่อแม่ในการผสมพันธุ์ ให้ชื่อพันธุ์เมื่อนำหน้า



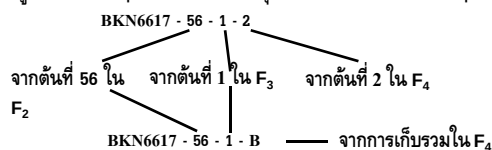
อาจใช้เป็นรหัสตัวเลข ระบุปีที่ผสมและสถานที่

58

4. การคัดเลือกแบบจดประวัติ (Pedigree Method of Selection)

วิธีทำประวัติสายพันธุ์

2. ลูกในช่วงหลัง ๆ ต้องแสดงตัวพืชทุกต้นที่คัดเลือกในช่วงต่าง ๆ



* ในกรณีคัดเลือกแบบเก็บรวม จะไม่มีตัวเลขเพิ่มในรหัสพันธุ์จนกว่าพืชมีความเป็น **homozygous** พอเพียง และเริ่มคัดเลือกสายพันธุ์

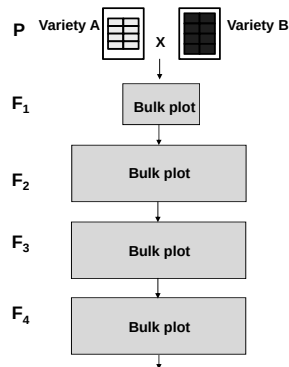
59

5. การคัดเลือกแบบเก็บรวม (Bulk Method of Selection)

ในช่วงต้น ๆ นำพืชลูกผสมในช่วงต่าง ๆ ที่เก็บเกี่ยวมารวมกันเพื่อปลูกในฤดูต่อไป โดยไม่ต้องมีการบันทึกข้อมูล การคัดเลือกลักษณะที่ต้องการเริ่มใน F_5 หรือ F_6 เพื่อนำพืชทุก **genotypes** (หรือมากที่สุด) ไปให้ถึงจุดที่เป็น **homozygous** เสียก่อน ซึ่งอาจทำให้มีส่วนผสมของยีนในแบบที่ต้องการเกิดขึ้น

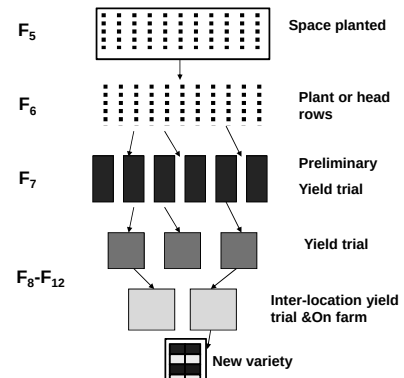
60

5. การคัดเลือกแบบเก็บรวม (Bulk Method of Selection)



61

5. การคัดเลือกแบบเก็บรวม (Bulk Method of Selection)



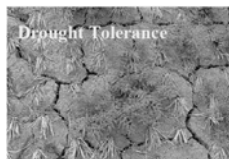
62

5. การคัดเลือกแบบเก็บรวม (Bulk Method of Selection)

บทบาทของการคัดเลือกโดยธรรมชาติ

ในธรรมชาติคัดเลือกพวกที่

1. มีผลผลิตสูง
(ให้เมล็ดมากจึงเพิ่มอัตราส่วนของตัวเองขึ้นในประชากร)
2. พวกที่ปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี
3. พวกที่ต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม



63

5. การคัดเลือกแบบเก็บรวม (Bulk Method of Selection)

การสำรวจต้นข้าวบาร์เลย์ที่ปลูกกัน 11 พันธุ์ ใน 5 สถานที่ หลังจากการปลูกไปแล้ว 4 ถึง 12 ปี โดยแสดงจำนวนต้นรวม 500 ต้น

พันธุ์	Arlington Virginia	Ithaca New York	Fargo N.Dakota	Aberdeen Idaho	Moro Oregon
จำนวนปีที่ปลูก	4	12	6	12	10
Coast and Trebi*	446	57	156	210	6
Gatami	13	9	20	10	0
Smooth Awn	6	52	23	0	1
Lion	11	3	14	2	0
Meloy	4	0	0	8	0
White Smyrna	4	0	17	157	489
Hannchen	4	34	152	90	4
Svanhals	11	2	80	18	0
Deficiens	0	0	1	2	0
Manchuria	1	343	37	3	0

* 2 พันธุ์ไม่ทนต่อแห้งแล้ง จึงไม่รวมกัน

Variety blend

Multiline = isoline

64

5. การคัดเลือกแบบเก็บรวม (Bulk Method of Selection)

ข้อดี และข้อเสีย

ข้อดี

1. ง่าย มีงานน้อย ประหยัดเวลาและทุน
2. สามารถคัดเลือกได้ทีละหลาย ๆ กลุ่ม
3. มี genotypes ต่าง ๆ เข้าสู่การคัดเลือกได้มาก
4. ธรรมชาติเข้ามามีบทบาทในการคัดเลือก

65

5. การคัดเลือกแบบเก็บรวม (Bulk Method of Selection)

ข้อดี และข้อเสีย

ข้อเสีย

1. การคัดเลือกลักษณะบางลักษณะไม่มีประสิทธิภาพดีพอ
2. สายพันธุ์ที่อยู่รอดเพื่อการคัดเลือกในช่วงหลัง ๆ อาจไม่ใช่สายพันธุ์ที่เราต้องการก็ได้
3. ไม่อาจสืบประวัติย้อนหลังได้

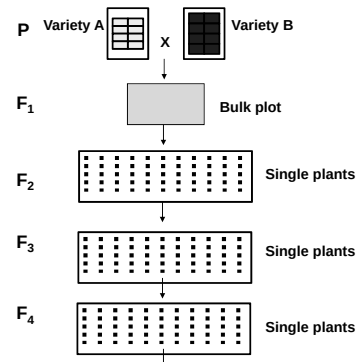
66

6. การคัดเลือกแบบหนึ่งเมล็ดต่อต้น (Single - seed descent)

ดัดแปลงจากวิธีบันทึกประวัติ สามารถเร่งระยะเวลาของ
โครงการให้สั้นเข้า โดยสามารถปลูกพืชในชั่วต้น ๆ ($F_2 - F_4$)
นอกฤดูปลูก หรือ ใน greenhouse ได้ โดยการเร่งชั่วอายุ
(rapid generation advance, **RGA**) รอจนพืชมีระดับความ
เป็น homozygous สูงก่อน จึงคัดเลือก (คล้ายเก็บรวม) มัก
เก็บเกี่ยวมากกว่า 1 เมล็ด เพื่อเก็บสำรอง

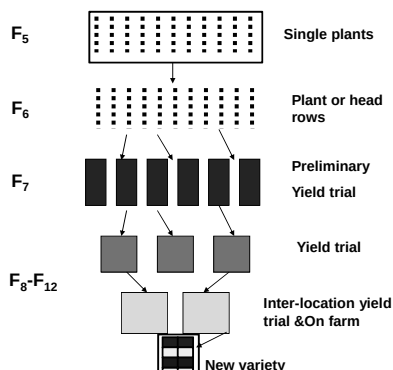
67

6. การคัดเลือกแบบเมล็ดต่อต้น (Single seed decent Method of Selection)



68

6. การคัดเลือกแบบเมล็ดต่อต้น (Single seed decent Method of Selection)



69

ร่นระยะการเจริญเติบโต
ทางด้านล่าง



กระตุ้นให้เกิดการ
ออกดอกนอกฤดู

70

7. การผสมกลับ (Backcross breeding)

การผสมกลับ คือ การผสมระหว่างลูกกับพ่อแม่พันธุ์ใดพันธุ์หนึ่ง
แบบ ซ้ำแล้วซ้ำอีก เพื่อให้เพิ่มอัตราส่วนหรือความถี่ของยีนของ
พันธุ์นั้น วิธีการนี้เป็นการปรับปรุงลักษณะง่าย ๆ เช่น ลักษณะ
คุณภาพเพียง 1 - 2 ลักษณะในพันธุ์ที่มีลักษณะอื่น ๆ ส่วนมากดี
อยู่แล้ว

ใช้เมื่อต้องการย้ายยีนจากพันธุ์หนึ่งเข้าไปแทนที่ยีนในตำแหน่ง
เดียวกันของอีกพันธุ์หนึ่ง เพื่อให้ได้พันธุ์ที่ดีเหมือนพันธุ์ที่ปลูก
กันอยู่แล้ว แต่มีลักษณะของอีกพันธุ์หนึ่งรวมเข้าไปด้วย

71

วิธีการและผลของการผสมกลับ

พันธุ์พ่อแม่

1. พันธุ์รับ หรือพันธุ์ยืน (Recurrent parent) ซึ่งได้แก่
พันธุ์ที่ดีอยู่แล้ว สามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมที่
ปลูกได้ดี ปลูกกันทั่วไป มีลักษณะต่าง ๆ เกือบครบ ขาดอยู่
เพียง 1 - 2 ลักษณะ ในการผสมกลับทุกครั้งใช้พันธุ์นี้เข้า
ผสม

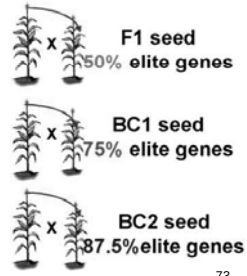
72

วิธีการและผลของการผสมกลับ

พันธุ์พ่อแม่

2. พันธุ์ให้ (Donor parent) เป็น

พันธุ์อะไรก็ได้ แต่ต้องมีลักษณะที่ดี
ซึ่งต้องการถ่ายทอดไปให้พันธุ์รับ



73

วิธีการและผลของการผสมกลับ

ชั่วผสม	ชนิดของการผสม		ความเข้มข้นยีน	
	พันธุ์ให้ (D)	พันธุ์รับ (R)	ของ D (%)	ของ R (%)
F ₁	D	x R	50	50
BC ₁	F ₁	x R	25	75
BC ₂	BC ₁	x R	12.5	87.5
BC ₃	BC ₂	x R	6.25	93.75
BC ₄	BC ₃	x R	3.125	96.875
BC _n	BC _{n-1}	x R	$(1/2)^{n+1}$	$1-(1/2)^{n+1}$

74

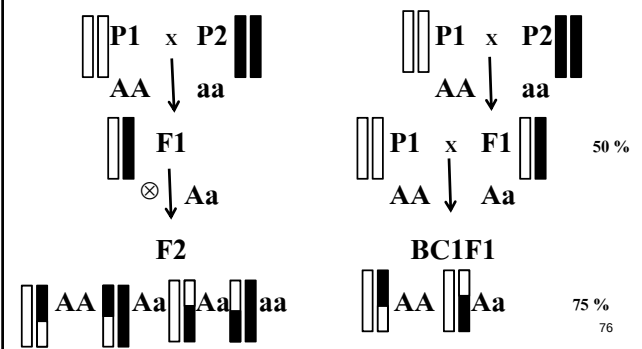
วิธีการและผลของการผสมกลับ

จำนวนต้นที่ต้องปลูกมีน้อยกว่าการผสมตัวเอง

ถ้ามียีน 1 คู่ ในการผสมตัวเองเราต้องปลูกพืชถึง $1^n = 1^4 = 4$
ต้น จึงจะมีครบทุกยีนโนไทป์ แต่ในการผสมกลับนั้นต้องปลูก
เพียง $2^n = 2^1 = 2$ ต้นเท่านั้น

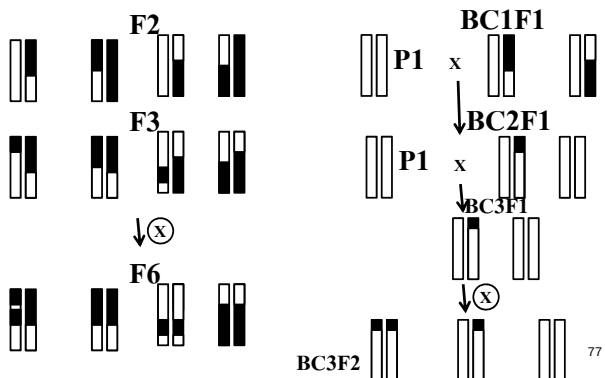
75

วิธีการและผลของการผสมกลับ



76

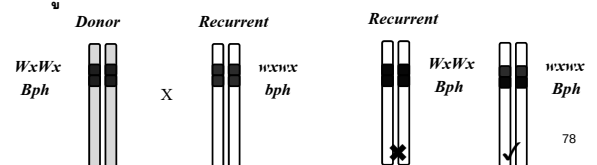
วิธีการและผลของการผสมกลับ



77

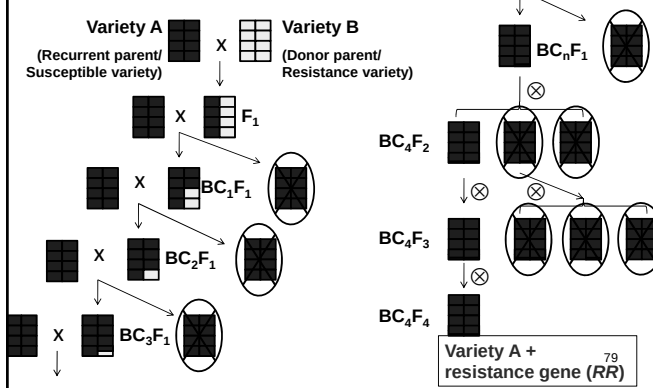
วิธีการและผลของการผสมกลับ

ยีนที่ดีในพันธุ์ให้อาจจะตั้งอยู่บนโครโมโซมเดียวกันกับยีนที่เรา
ไม่ต้องการ ในขั้นตอนของการผสมกลับนั้นยีนที่ดีจากพันธุ์ให้ใน
ตำแหน่งเดียวกันเข้าไปแทนที่ยีนที่ไม่ดีดังกล่าว โดยวิธีการ
แลกเปลี่ยนส่วนของโครโมโซม แต่การแทนที่ได้เร็วเท่าใดนั้น
ขึ้นอยู่กับระยะระหว่างยีน

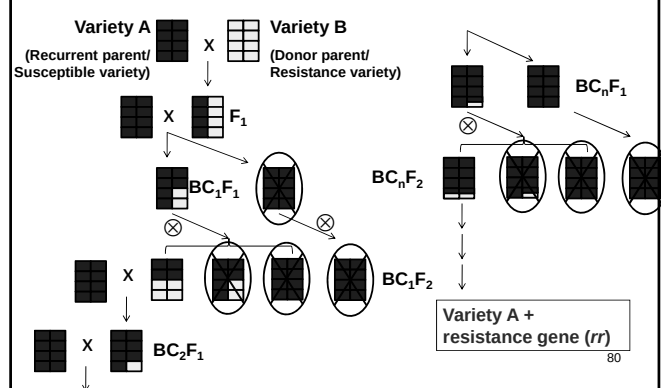


78

7. การผสมกลับ (Backcross breeding)



7. การผสมกลับ (Backcross breeding)



ข้อคำนึงในการปรับปรุงพันธุ์พืชโดยวิธีการผสมกลับ

1. จำนวนครั้งในการผสมกลับ ขึ้นอยู่กับความต้องการให้พันธุ์ใหม่ มีลักษณะต่าง ๆ ใกล้เคียงพันธุ์รับเพียงใด ในช่วงต้น ๆ ควรคัดเลือกลูกผสมกลับที่มีลักษณะของพันธุ์รับ จะช่วยให้ประสบความสำเร็จเร็วขึ้น ถ้าไม่มีการคัดเลือกให้เหมือนกับพันธุ์รับโดยตรงก็เพิ่มจำนวนครั้งมากขึ้น

81

ข้อคำนึงในการปรับปรุงพันธุ์พืชโดยวิธีการผสมกลับ

ถ้าพันธุ์ให้ดีมีลักษณะที่ต้องการซึ่งสามารถคงไว้ในพันธุ์ใหม่ ก็อาจผสมกลับเพียง 3 – 4 ครั้ง แต่ถ้าพันธุ์ให้ไม่ดีกว่าพันธุ์รับก็ผสมกลับครั้งขึ้น เช่น 6 – 10 ครั้ง

ผสมกลับ 10 – 12 ครั้ง : isogenic lines (สายพันธุ์ที่มี genotype เหมือนกัน ยกเว้นแตกต่างกันในบางลักษณะเพียง 1 – 2 ลักษณะ)

ผสมกลับเพียง 4 – 5 ครั้ง : สายพันธุ์ near-isogenic lines

82

ข้อคำนึงในการปรับปรุงพันธุ์พืชโดยวิธีการผสมกลับ

2. การใช้วิธีอื่นร่วมกับการผสมกลับ ในบางครั้ง ในการปรับปรุงพันธุ์โดยวิธีอื่นพบว่า พ่อแม่พันธุ์หนึ่งดีกว่าอีกพันธุ์อย่างมาก เพื่อเป็นการเพิ่มอัตราความดีเด่น ก่อนการคัดเลือกเราก็นำลูกผสมไปผสมกลับกับพันธุ์นั้นสัก 1 – 3 ครั้ง ต่อจากนั้นก็คัดเลือกโดยวิธีอื่น เช่น วิธีบันทึกประวัติ ต่อไป

83

ข้อคำนึงในการปรับปรุงพันธุ์พืชโดยวิธีการผสมกลับ

3. ลักษณะที่ปรับปรุงควรมีอัตราพันธุกรรมสูง ลักษณะที่สังเกตได้ชัดเจน หรือมีอัตราพันธุกรรมสูงมีข้อได้เปรียบ เพราะสามารถแยกพืชนั้นได้ด้วยสายตา หรือใช้วิธีการตรวจสอบง่าย ๆ เหมาะสำหรับการปรับปรุงพันธุ์ลักษณะง่าย ๆ มียีนควบคุมน้อยคู่ เช่น ลักษณะต้านทานโรคต่าง ๆ อายุเก็บเกี่ยว ความสูง ขนาดของเมล็ด สีดอก ถ้าลักษณะนั้นควบคุมโดยยีนหลายคู่ แต่มีอัตราพันธุกรรมสูง ก็สามารถปรับปรุงพันธุ์โดยวิธีการผสมกลับได้

84

การผสมกลับในพืชผสมข้าม

วิธีการที่แตกต่างออกไปสำหรับพืชผสมข้ามก็คือ

1. ต้องมีการควบคุมการผสมเกสร
2. เนื่องจากพืชผสมข้ามมักมีหลาย ๆ genotypes

ดังนั้นจึงควรใช้พันธุ์รับจำนวนมากต้น ทั้งนี้เพื่อให้มีจำนวน genotypes เท่า ๆ กับพันธุ์เดิม

85

ข้อดีและข้อเสียของการผสมกลับ

ข้อดี

1. สามารถรักษาลักษณะที่ดีของพันธุ์รับเอาไว้ ในขณะเดียวกันก็ได้ลักษณะที่ต้องการจากพันธุ์ให้ซึ่งเป็นลักษณะที่เสริมเข้าไปในพันธุ์เดิม
2. แทนไม่จำเป็นต้องคัดเลือกและทดสอบผลผลิตในแต่ละชั่ว สามารถทำการผสมได้ปีละหลายครั้ง

86

ข้อดีและข้อเสียของการผสมกลับ

3. ไม่จำเป็นต้องทดสอบพันธุ์ที่ได้ ทั้งนี้เพราะในขณะที่ยังผสมกลับนั้น ลักษณะของพันธุ์เดิม (พันธุ์รับ) จะค่อย ๆ เข้าไปอยู่ในลูกผสมโดยอัตโนมัติ (ยกเว้นลักษณะจากพันธุ์ให้เท่านั้นที่ต้องเลือก)
4. จำนวนพืชที่ต้องปลูก ดูแลรักษา เก็บเกี่ยว ในแต่ละชั่วอายุ น้อยกว่าการปรับปรุงพันธุ์โดยวิธีอื่น ๆ จึงเป็นการประหยัดแรงงานและค่าใช้จ่ายได้มาก
5. มีโอกาสของความสำเร็สูง

87

ข้อดีและข้อเสียของการผสมกลับ

ข้อเสีย

1. พันธุ์ที่พัฒนาโดยวิธีนี้มีความดีเด่นจำกัด
2. การปรับปรุงแต่ละครั้งทำได้ทีละ 1 – 2 ลักษณะ โอกาสที่จะได้พันธุ์แตกต่างไปจากเดิมหลาย ๆ ลักษณะจึงมีน้อย แต่อาจแก้ไขโดยการทำการปรับปรุงครั้งละหลายสายพันธุ์ แล้วนำเอาผลสุดท้ายมาผสมรวมกัน
3. วิธีนี้เหมาะสำหรับการปรับปรุงลักษณะง่าย ๆ หรือลักษณะคุณภาพ และ ลักษณะปริมาณที่มีอัตราพันธุกรรมสูง หรือสามารถคัดเลือกได้ง่าย

88

การมีส่วนร่วมของเกษตรกร (farmer participation)



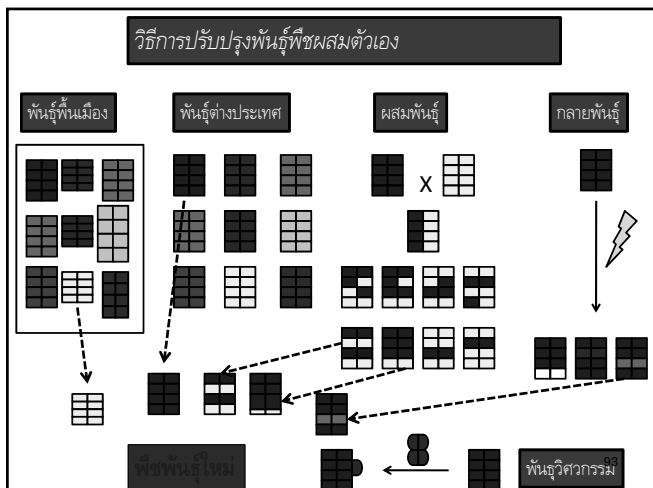
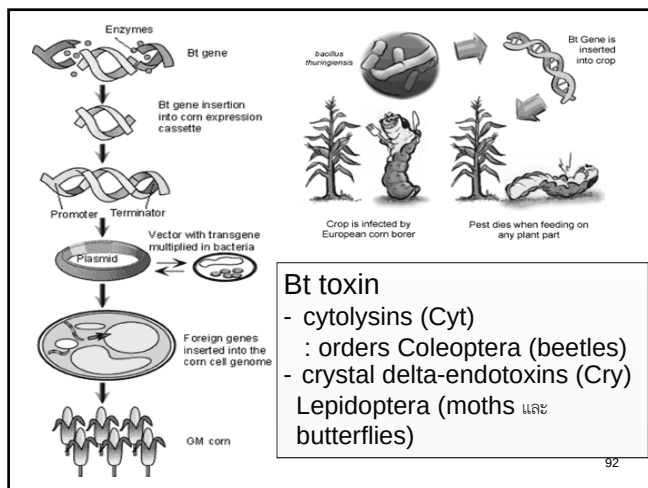
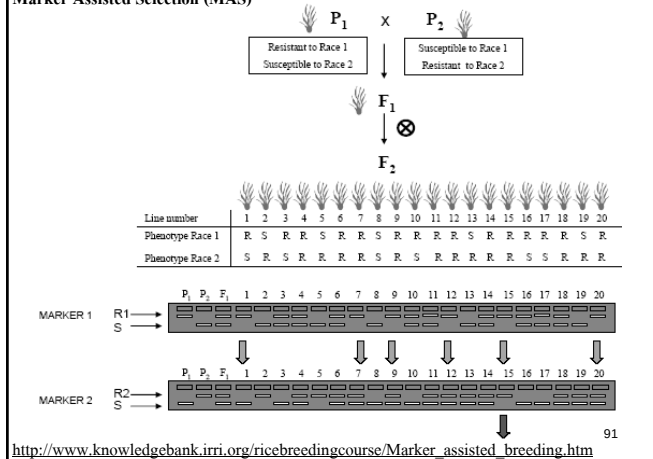
89

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีชีวภาพในการปรับปรุงพันธุ์พืช

- Marker Assisted Selection (MAS)
- Gene mapping
- Gene cloning
- Genetic Engineering

90

Marker Assisted Selection (MAS)



ควรจะใช้การคัดเลือกวิธีใด

การที่จะใช้วิธีใดขึ้นอยู่กับ เวลา ทุน และความเชื่อมั่นหรือแม่นยำในวิธีการ ประสิทธิภาพของนักปรับปรุงพันธุ์พืช

วิธีบันทึกประวัติ : เข้มงวด ประสิทธิภาพสำเร็จดี ต้องใช้ ประสิทธิภาพสูง

วิธีเก็บรวม : หยาด

วิธีหนึ่งเมล็ดต่อต้น : สะเอียดกว่าเก็บรวม ประหยัด ใช้เวลาสั้น

วิธีผสมกลับ : ปรับปรุงครั้งละไม่กี่ลักษณะ ประสิทธิภาพสำเร็จดี

94

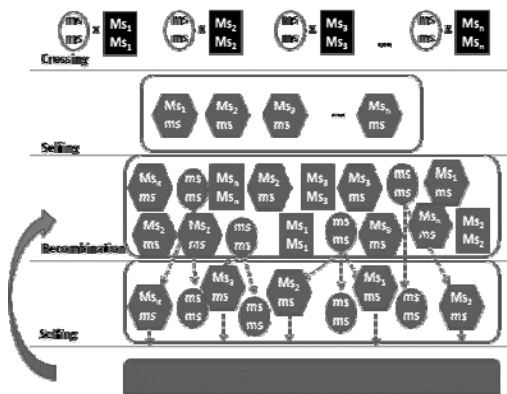
การปรับปรุงพันธุ์พืชผสมตัวเองเพื่อเพิ่มศักยภาพผลผลิต

- Population breeding/Recurrent selection
- New plant type breeding
- Hybrid rice
- Genetic engineering

Population Breeding/Recurrent selection

- มีการใช้ F2 หรือประชากรที่มีการกระจายตัวรุ่นอื่นๆ เพื่อให้เกิดการผสมข้ามภายในประชากรนั้น
- เป็นการเปิดโอกาสสำหรับการเกิด recombination เพื่อช่วยในการสะสมยีนที่เกี่ยวข้องกับลักษณะปริมาณที่ต้องการ
- นำระบบความเป็นหมันของละอองเกสรตัวผู้มาใช้
- มีการนำมาใช้ในการพัฒนาสายพันธุ์พ่อ-แม่ที่จะใช้ในการผลิตข้าวลูกผสมที่ IRRI

การปรับปรุงประชากร (population improvement)



New plant type breeding

- ข้าวรูปทรงต้นใหม่ เป็นข้าวสายพันธุ์แท้
- แตกกอน้อย ลำต้นแข็งแรง รวงขนาดใหญ่ มี 250-300 เมล็ดต่อรวง ใบธงเขียวเข้ม ตั้งตรง
- ผลผลิตมากกว่าข้าวต้นเดิม
- มีการใช้ในประเทศจีน (Dianchao1 และ Dianchao3)
- ต้องการการปรับตัวเข้ากับเขตเพาะปลูกข้าวเขตร้อน (tropical)

New plant type breeding



Nature Reviews | Genetics

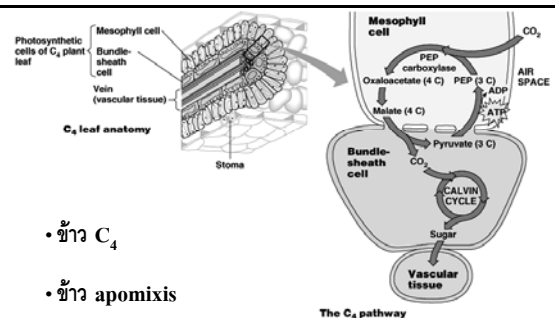
New Plant Type



Transgenic rice

- เป็นต้นข้าวที่ได้รับการถ่ายยีน ด้วยเทคนิคพิเศษ ที่ไม่ต้องอาศัยการผสมพันธุ์โดยใช้เพศ ซึ่งเรียกต้นข้าวนี้ว่า *transgenic rice*
- มีข้าวดัดแปลงพันธุกรรมที่สามารถต้านทานต่อโรคใบไหม้ และกาบใบไหม้ได้
- ข้าวสีทอง (golden rice) ที่ประกอบไปด้วยสาร beta carotene
- ข้าว *Bt* ที่ต้านทานต่อหนอนเจาะลำต้น

Transgenic rice



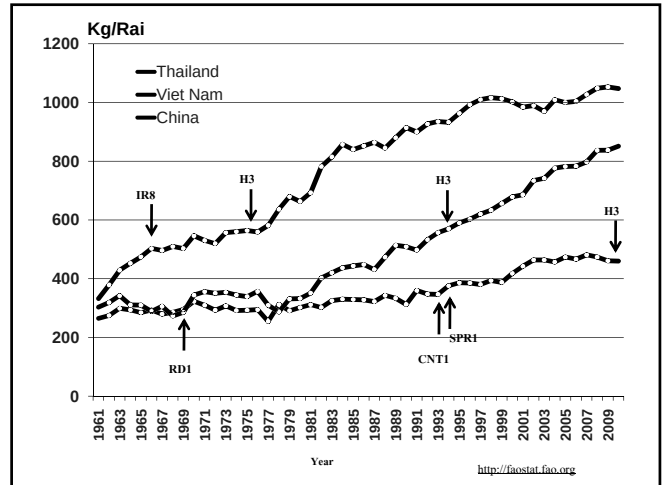
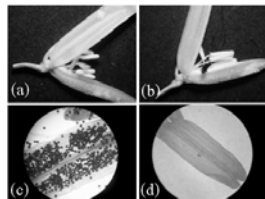
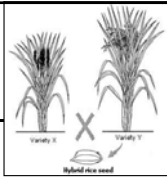
- ข้าว C_4
- ข้าว *apomixis*

The C_4 pathway

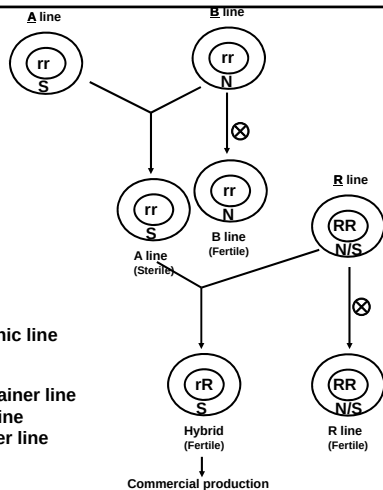
Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

Hybrid Varieties

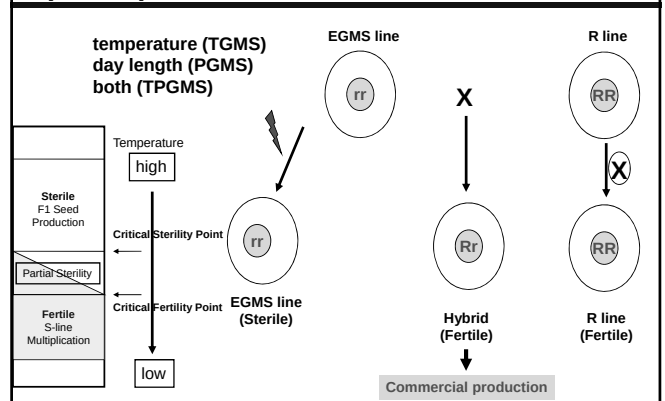
- ใช้ลักษณะอภิชาติบุตร (Hybrid vigor) ของผลผลิต
- ใช้เมล็ด F1 ในการเพาะปลูก ซึ่งได้จากการผสมระหว่าง 2 สายพันธุ์แท้
- ใช้แหล่งความเป็นหมัน 2 แบบ คือ cytoplasmic genetic male sterility (CGMS) และ environmentally sensitive genetic male sterility (EGMS)
- เกษตรกรต้องซื้อเมล็ดพันธุ์อยู่เสมอ
- มีการใช้มากในจีน ฟิลิปปินส์ เวียดนาม



Cytoplasmic genetic male sterility (CMS)



Environment-sensitive genetic male sterility (EGMS)



การผลิตเมล็ดข้าวลูกผสม

1. การเลือกสถานที่ (Choice of location)
2. การแยกพื้นที่ปลูกอยู่ต่างหาก (Isolation)
3. การเลือกฤดูปลูก (Optimum season for heading and flowering)
4. การจัดให้เวลาออกดอกพร้อมกัน (Synchronization in flowering)
5. อัตราส่วนต้นพ่อ – แม่ (Row ratio, row orientation and planting patterns)

การผลิตเมล็ดข้าวลูกผสม (ต่อ)

6. การทำนายการออกดอก (Prediction and adjustment of heading date)
7. การใช้ GA (Gibberelin (GA3) application)
8. การช่วยผสมเกสร (Supplementary pollination)
9. การกำจัดพันธุ์ปน (Roguing)
10. การเก็บเกี่ยว (Harvesting)

Hybrid Rice Seed Production

In Asia

In United States



ข้าวลูกผสมในประเทศไทย

17.1 t/ha ในปี 1999



Hybrid Rice in Thailand

CP403

- ข้าวลูกผสมการค้าพันธุ์แรกของไทย
- พันธุ์รับรอง เมื่อวันที่ 27 กันยายน 2554
- ผลผลิต ประมาณ 938 กิโลกรัมต่อไร่
- ปริมาณอมิโลส 27.41%



RDH01(PTT06001H)

- ข้าวลูกผสมการค้าพันธุ์แรกของไทย
- พันธุ์รับรอง เมื่อวันที่ 27 กันยายน 2554
- ผลผลิต ประมาณ 1006 กิโลกรัมต่อไร่
- ปริมาณอมิโลส 27.0%



กรณีตัวอย่างการปรับปรุงพันธุ์พืชผสมตัวเอง

ชนิดของน้ำท่วมและกลไกการทนทาน

1. Slow flooding

- มีการปิดของลำต้นและใบใต้ดินเพื่อหนีน้ำ
- ข้าวขึ้นน้ำ (อยุธยา และปราจีนบุรี)

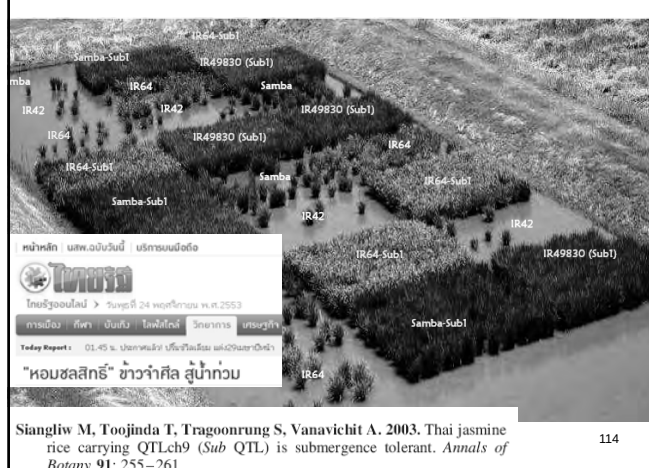


2. Flash flooding

- มีการปิดของลำต้นและใบน้อย
- ข้าวทนน้ำท่วม (หอมชลสิทธิ์)



http://kkn-rsc.riceinland.go.th/rice/mediaree/03/Pin_Gaew_56.html



Siangliw M, Toojinda T, Tragoonrungs S, Vanavichit A. 2003. Thai jasmine rice carrying QTLch9 (Sub QTL) is submergence tolerant. *Annals of Botany* 91: 255-261.

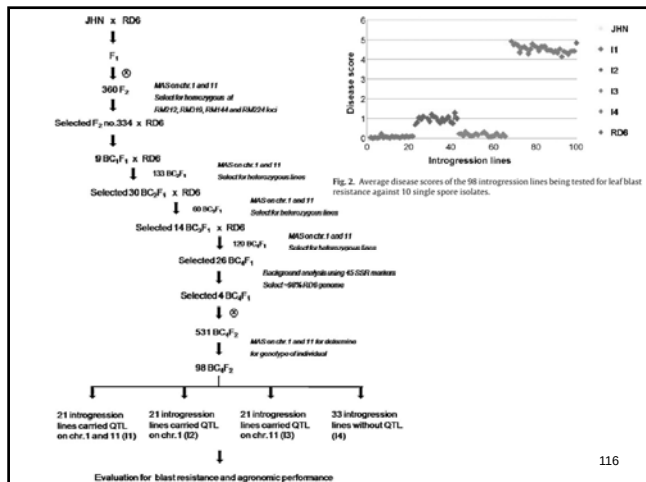
114

Two introgressed quantitative trait loci confer a broad-spectrum resistance to blast disease in the genetic background of the cultivar RD6 a Thai glutinous jasmine rice

C. Wongsaprom^a, P. Sirithunya^b, A. Vanavichit^c, G. Pantuwan^d, B. Jongdee^e, N. Sidhiwong^f,
J. Lanceras-Siangliw^a, T. Toojinda^{a,*}

² Rice Gene Discovery Unit, B08C, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Kamphaeng Saen, Nakhon Pathom 73140, Thailand
³ Rajamankala University of Technology Lanna (RUMTL), Muang, Chiangrai, Thailand
⁴ Rice Science Center and Agronomy Department, Kasetsart University, Kamphaeng Saen, Nakhon Pathom 73140, Thailand
⁵ Bureau of Rice Research and Development (Rice Department), 50 Pabolyekhin Rd., Chatuchak, Bangkok 10900, Thailand
⁶ Ubon Ratchathani Rice Research Center, Muang, Ubon Ratchathani 34000, Thailand
⁷ Chiang Rai Rice Research Center, Phan, Chiang Rai 57120, Thailand

115



116

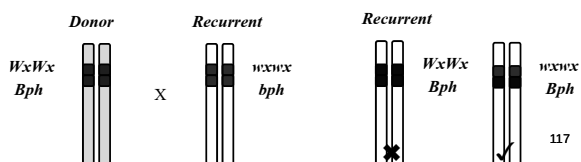
การพัฒนาสายพันธุ์ข้าวต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลและมีคุณภาพเมล็ด
เมื่อนำมาปลูกในดินเค็ม 105 โดยใช้โมเลกุลเครื่องหมาย

Development of Rice Introgression Lines with Brown Planthopper Resistance and
KDML105 Grain Quality Characteristics through Marker-assisted Selection

จิรพงศ์ ไจรินทร์¹⁾ วราภรณ์ วงศ์บุญ¹⁾ กิจติพงษ์ เพ็งรัตน์²⁾ สงวน เทียงดีฤทธิ์¹⁾

พิบูล ธีลาภุต¹⁾ กัลยา สานเสน¹⁾

Jirapong Jairin¹⁾ Waraporn Wongboon¹⁾ Kittiphong phengrat²⁾ Sa-nguan Teangdeerith¹⁾
Phikul Leelaqud¹⁾ Kalaya Sansen¹⁾



117

Plant Breeding 129, 176–180 (2010)
© 2009 Blackwell Verlag GmbH

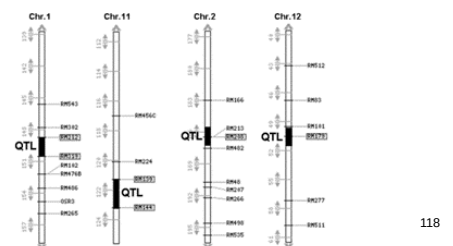
doi:10.1111/j.1439-0523.2009.01669.x

Development of elite indica rice lines with wide spectrum of resistance to Thai blast isolates by pyramiding multiple resistance QTLs

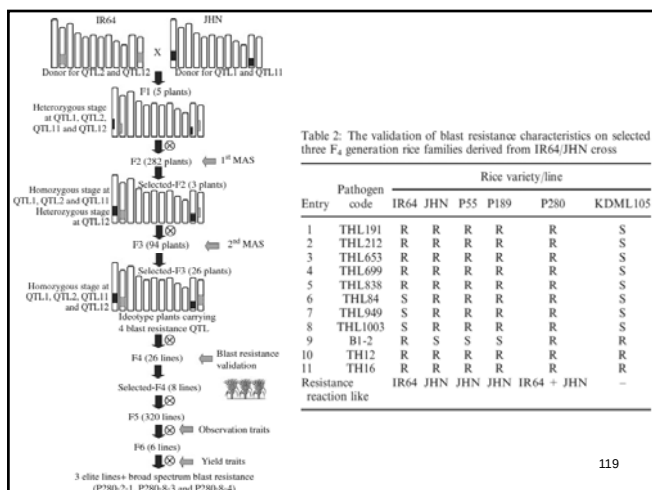
T. SREEWONGCHAI¹, T. TOOJINDA², N. THANINTORN², C. KOSAWANG², A. VANAVICHIT², D. THARREAU³
and P. SIRITHUNYA⁴

¹Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok, 19000, Thailand, E-mail: taneesree@yahoo.com; ²Rice Gene Discovery Unit, National Center for Genetic Engineering and Biotechnology (BIOTEC), Kasetsart

University, Khampengsen Campus, Nakhornpathom, 73140, Thailand; ³CIRAD, Campus international de Baillarguet, Montpellier, Cedex5, France; ⁴Faculty of Science And Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Lanna, Chiangmai, 50300, Thailand

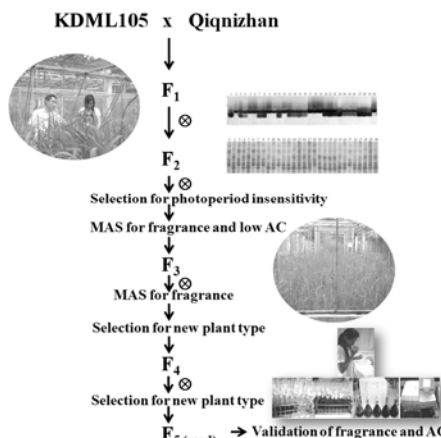


118



119

Alternate Phenotype-Genotype Selection



120