



Rainfed Lowland Agriculture in the Next Century: Rice Model



การสัมมนาเรื่อง

ปรับปรุงพันธุ์พืช เพื่อเตรียมพร้อมรับมือภัยพิบัติ

วันที่ 24 มีนาคม 2554

ห้องประชุม CO-113 อาคารส่วนงานกลาง



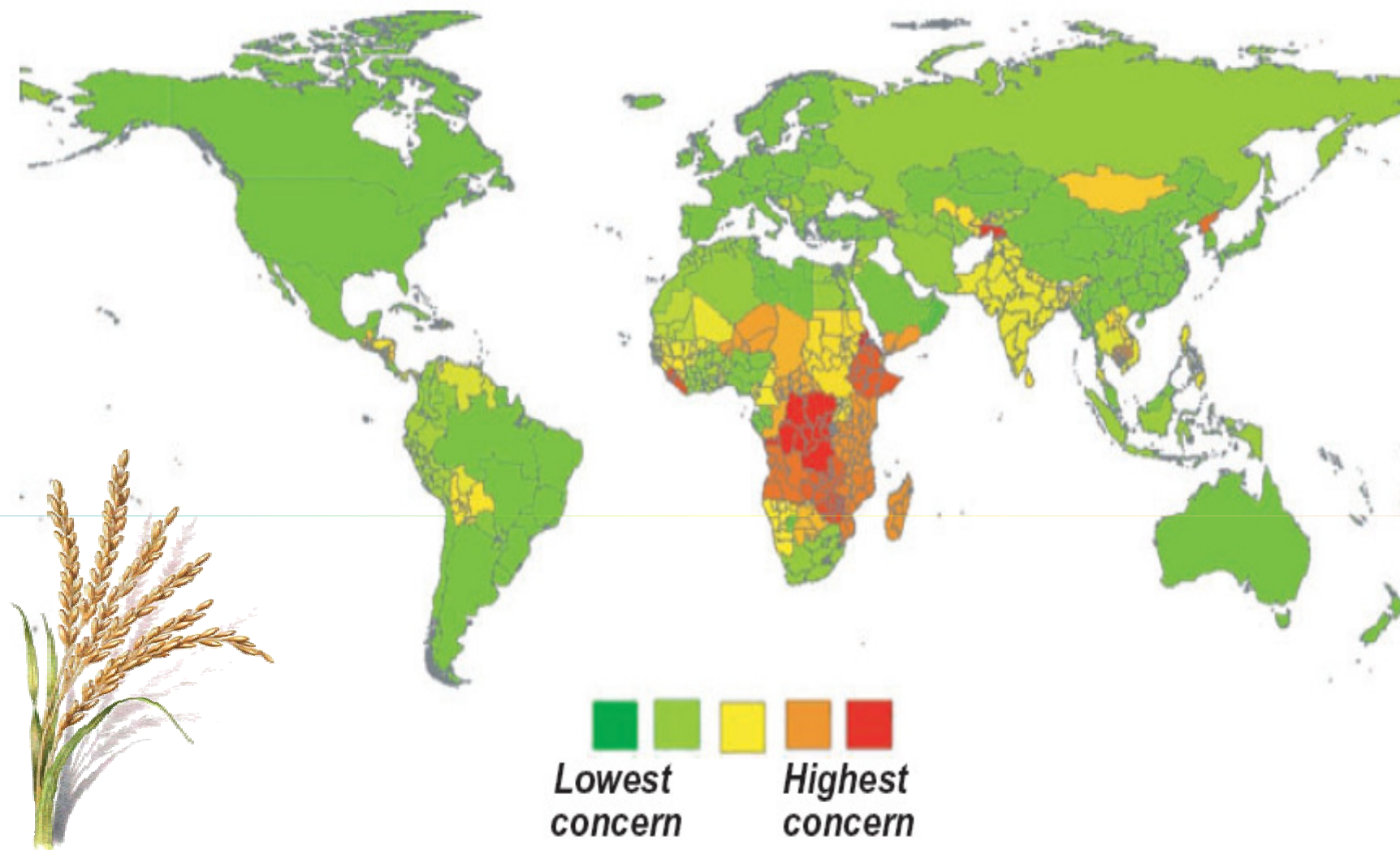
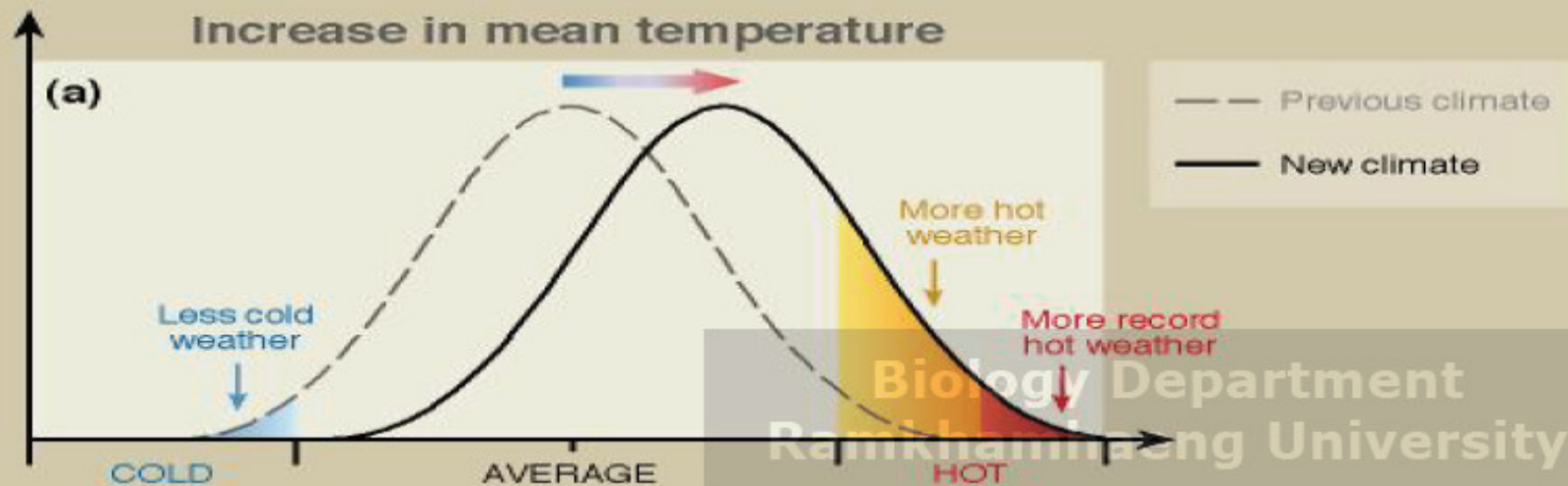


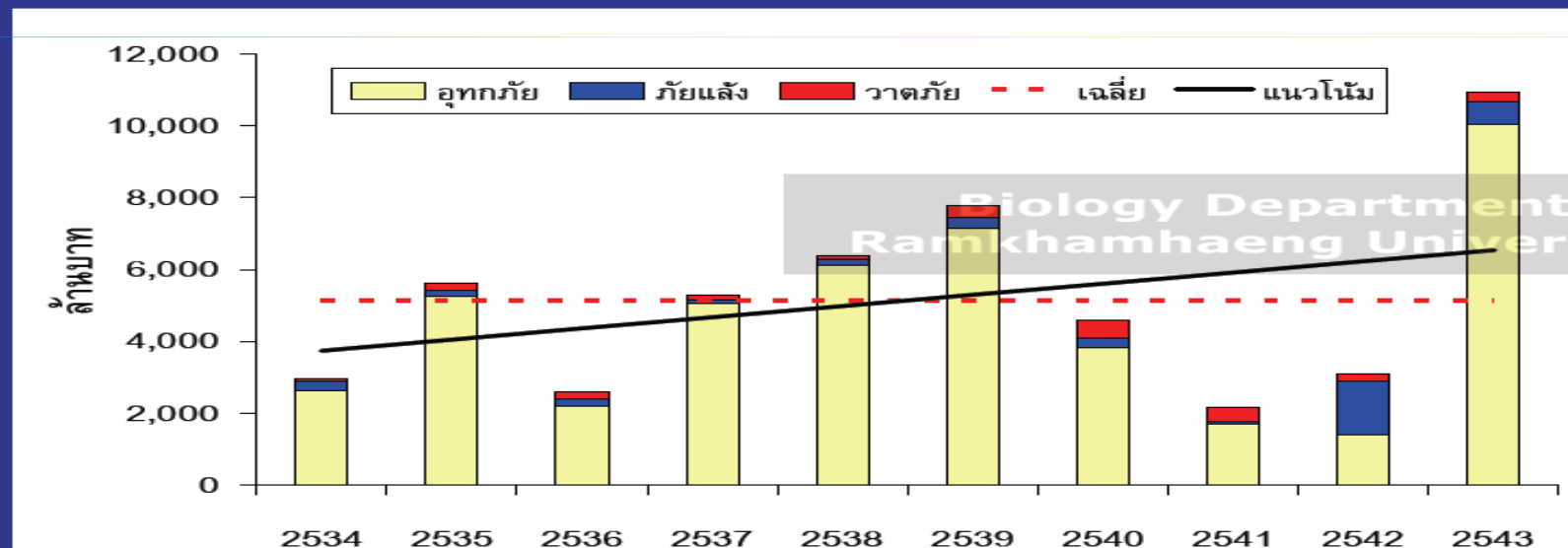
Figure 1 Identification of food insecurity hotspots based on hunger, food aid and dependence on agricultural gross domestic production statistics from FAOStat and WRI; 2001–2003. [Global Environmental Change and Food Systems (GECAFS), personal communication].

S. Chakraborty^{a*} and A. C. Newton^b

^aCommonwealth Scientific and Industrial Research Organisation, Plant Industry, 306 Carmody Road, St Lucia, Queensland 4067, Australia; and ^bScottish Crop Research Institute, Invergowrie, Dundee DD2 5DA, UK

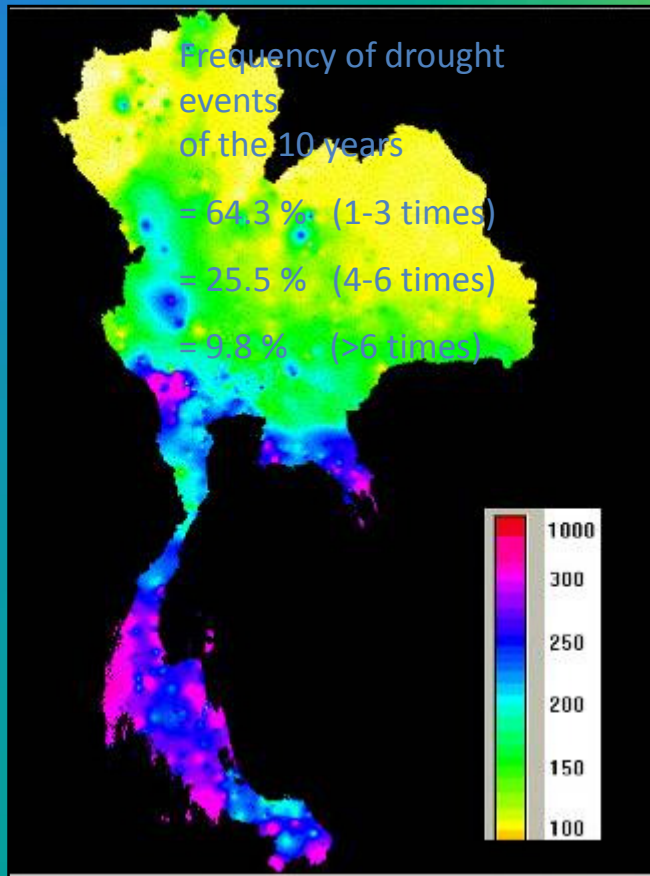


มูลค่าความเสียหายทางเศรษฐกิจของผลผลิตการเกษตรเนื่องจากภัยแล้ง น้ำท่วม พายุของประเทศไทยระหว่างพ.ศ. 2534 - 2543 (ข้อมูลจากกรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย พ.ศ. 2545)



ผศ.ดร. กัณท์วิทย์ บุญประสงค์
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยรามคำแหง

ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกที่คาดว่าจะมี ต่อสภาพแวดล้อมในการผลิตข้าวในพื้นที่น่าน้ำฝน



- การกระจายตัวของฝนเปลี่ยนแปลง โดยคาดว่าจะมีฝนตกหนักบางระยะและฝนทิ้งช่วงที่ยาวนานและบ่อยมากขึ้น (น้ำท่วม ฝนแล้ง)
- อุณหภูมิเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว และความแตกต่างของอุณหภูมินั้นมีมากขึ้น (ร้อน และหนาวเย็น เป็นระยะสั้นๆในฤดูปลูก)
- พื้นที่ดินเค็มมีการขยายตัว และระดับความเค็มเพิ่มสูงขึ้น
- โรคไหม้ และขอบใบแห้งจะมีความรุนแรง และระบาดบ่อยครั้งมากขึ้น
- แมลงศัตรูข้าว เช่น เพลี้ยกระโดดต่างๆ หนอนกอ บั่ว จะมีการระบาดรวดเร็วยิ่งขึ้น เพราะมีวงจรชีวิตที่สั้นลง

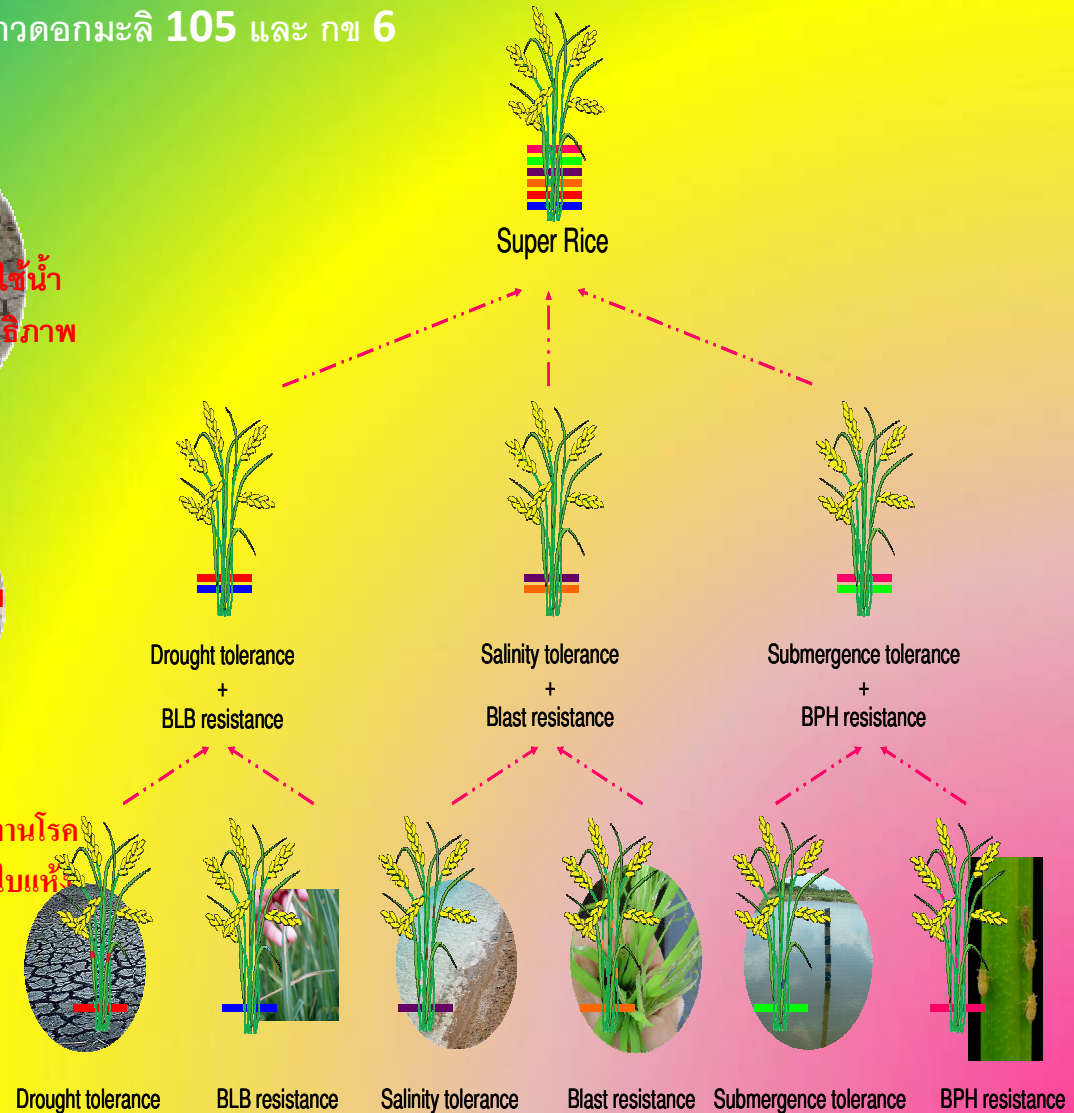
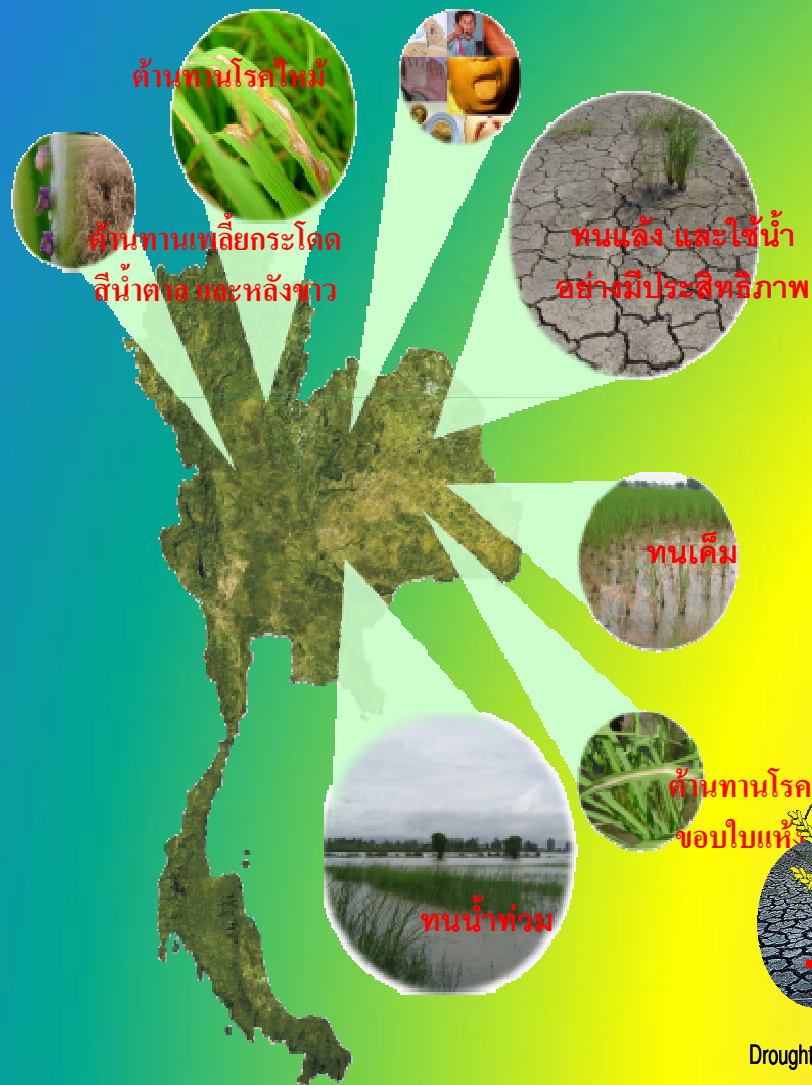
Modified from the 'worst case' CO2 emission scenario (A1F1) of the Intergovernmental Panel On Climate Change

การผลิตข้าวนา้าฝนในศตวรรษหน้า

- การเปลี่ยนแปลงของพันธุ์ข้าวที่ใช้ปลูกให้เหมาะสมกับสภาพการณ์ และสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป
- พัฒนาพันธุ์ข้าวให้มีคุณลักษณะที่เหมาะสม หลากหลาย เพื่อรับมือภัยพิบัติ โดยใช้เทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพสูง และทำได้อย่างรวดเร็ว
- การเปลี่ยนแปลงวิธีการปลูกและการบริหารจัดการ โดยเฉพาะการใช้น้ำอย่างประหยัด
- การบริหารจัดการศัตรูพืช โรคแมลง ที่มีประสิทธิภาพ
- คงความเลิศทางคุณภาพของข้าวนา้าฝน

การพัฒนาพันธุ์ข้าวทนน้ำฝนเพื่อรับมือภัยพิบัติ

ข้าวดอกมะลิ 105 และ กข 6



สืบหาแหล่งพันธุกรรมของความทนทานต่อสิ่งแวดล้อมวิกฤต



แหล่งพันธุกรรมที่
รวบรวมไว้
ทั้งในและต่างประเทศ

การทดสอบทำในบ่อจำลองที่สามารถควบคุมระยะเวลา และความยาวนานได้

ระยะกล้าอายุ 30 วัน

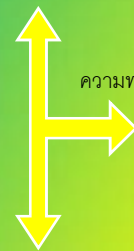
ระยะแตกกอ



ความทนต่อน้ำท่วมจับพลัน

FR13A, DH206,
IR57514, IR49830

การทดสอบทำในดินจำลอง และสารละลาย ที่ความเค็ม 8 dS



ความทนเค็ม



ความทนแล้ง และการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ

FL530, FL496

การทดสอบในแปลงนา ในระยะกล้า และ ระยะออกรวง



IR68586-F2-CA-31,
IR68586-F2-CA-143,
IR58821, IR57514

แหล่งพันธุกรรมที่มียืนที่มีประโยชน์ในการปรับปรุงพันธุ์เพื่อรับสภาพแวดล้อมวิกฤตนั้น ส่วนมากมาจากต่างประเทศ ดังนั้น ความร่วมมือวิจัย และการแลกเปลี่ยนพันธุกรรมจึงมีความสำคัญ

สืบหาแหล่งพันธุกรรมของความต้านทานต่อโรคและแมลงที่มีความยั่งยืน

การทดสอบโดยใช้ตัวแทนของเชื้อที่มีความหลากหลายทางพันธุกรรม



แหล่งพันธุกรรมที่รวบรวม
ทั้งในและต่างประเทศ



Jao Hom Nin, P0489, HY71



พันธุ์ที่ต้านทาน
หลายกลุ่มเชื้อ

เชื้อขอบใบแห้ง 130 เชื้อพันธุ์



IR1188, IR62266, IRBB7, Chiengrung



เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล 67 ประชากรPopulations



Rathu Heenati , ABHAYA, PTB33



Abhaya

PTB33

TN1

แหล่งพันธุกรรมที่มีถิ่นที่มีประโยชน์ในการปรับปรุงพันธุ์เพื่อความต้านทานโรคแมลงนั้น ส่วนมากมาจากต่างประเทศ ดังนั้น ความร่วมมือวิจัย และการแลกเปลี่ยนพันธุกรรมจึงมีความสำคัญ

จะต้องมีการเก็บรวบรวมเชื้ออย่างต่อเนื่อง เพื่อหาชนิดป้องกันสายพันธุ์ที่อุบัติใหม่

สร้างฐานข้อมูลทางพันธุศาสตร์ ของลักษณะความทนทานต่อสภาพแวดล้อมวิกฤต และความต้านทานโรคแมลง รวมทั้งคุณภาพการหุงต้มที่เป็นเอกลักษณ์ของ ข้าวชาดอกมะลิ 105 และ กข 6

Mapping population (F2 BC1 RIL DH). Of 150-1000 lines are ideal for QTL mapping.



Polymorphic markers are scored in the reference population.

A large marker data set (RFLP, SSLP, RAPD, AFLP, SCAR, STS, EST, BAC ends, PAC ends, RGAP) is generated for each test population

Genotyping

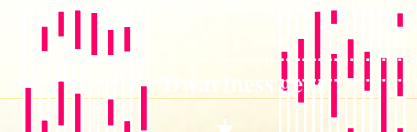
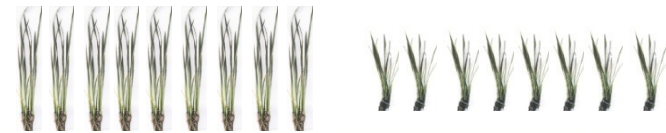
Linkage maps are generated from marker data.

Phenotyping

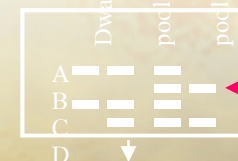
QTL are located with the integration of genotype and phenotype data.

QTL Detection

Gene Tagging



Pool A. Genotyping with high PIC markers



Genotyping individuals

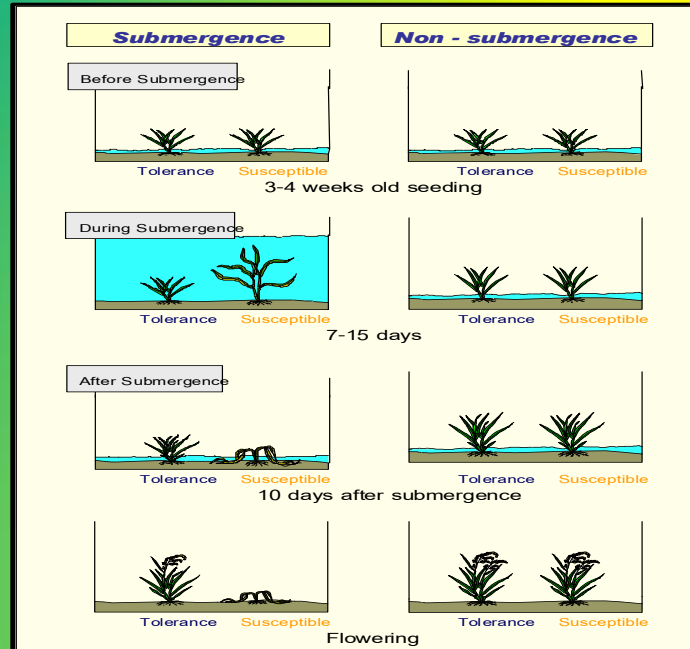
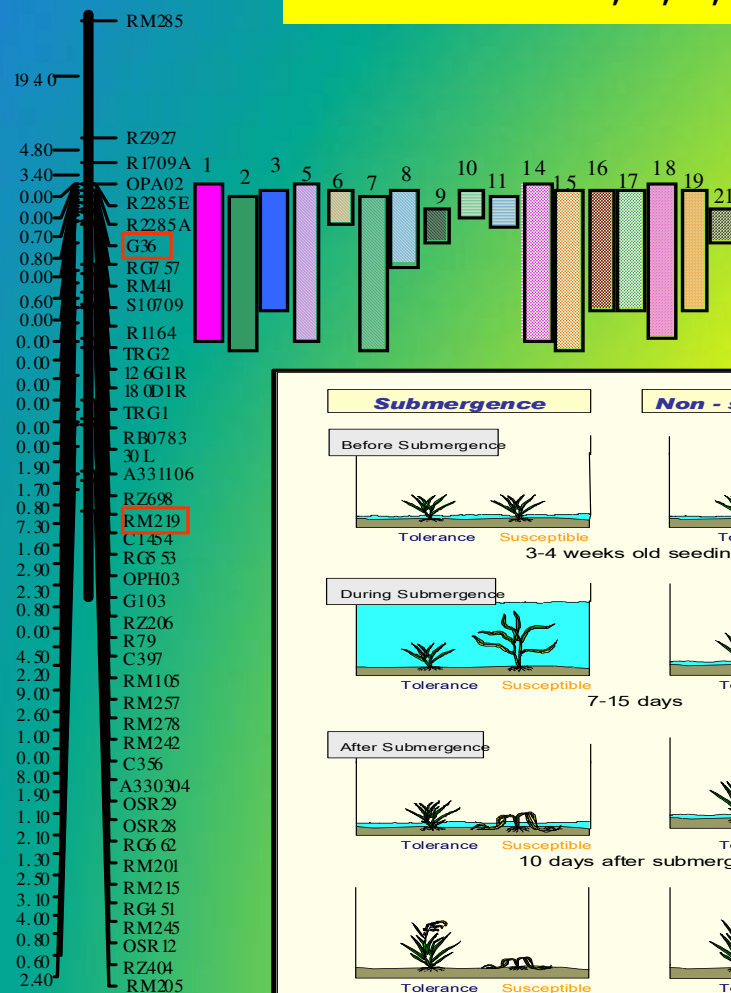


- QTL mapping—Bulk segregant—Selective genotyping—Genome scanning

ยีนหลักที่ทำให้ข้าวทนน้ำท่วมฉับพลันคือ **Sub1** ซึ่งอยู่บนโครโมโซมที่ 9

Minor QTL located on
chromosomes 1, 2, 5, 7, 10 และ 11

Chr. 9 (9.1)



PPS (Percent Plant Survival)

- 1 DHL(IR49830xCT6241), year 1994 - 5
- 2 RILs(FR13AxC T6241), year 2000
- 3 RILs(FR13AxC T6241), year 2001

TSE (Total Shoot Elongation)

- 5 DHL(IR49830xCT6241), year 1994 - 5
- 6 RILs(FR13AxC T6241), year 1998
- 7 RILs(FR13AxC T6241), year 2000
- 8 RILs(FR13AxC T6241), year 2001
- 9 F2 (KDML105xBT), year 2000

RSE (Relative Shoot Elongation)

- 10 RILs(FR13AxC T6241), year 2000
- 11 RILs(FR13AxC T6241), year 2001

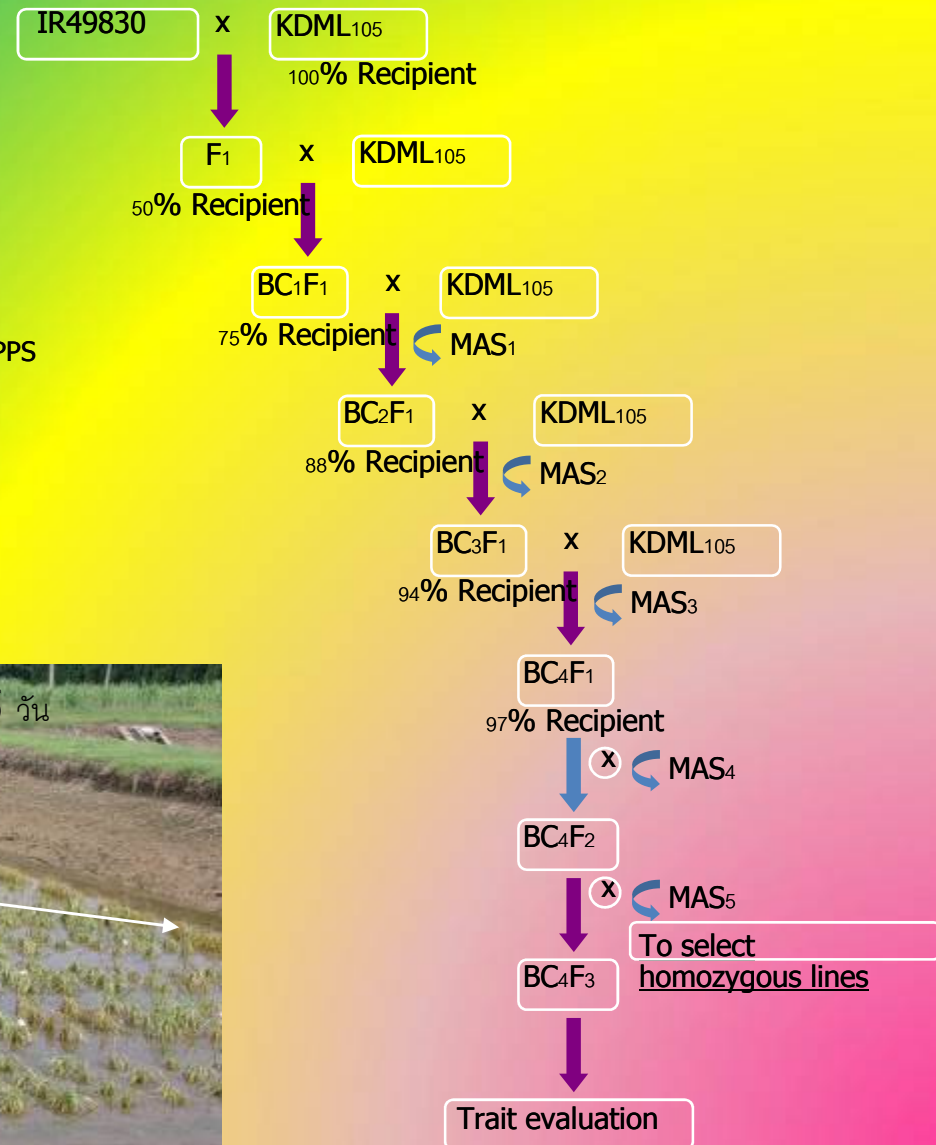
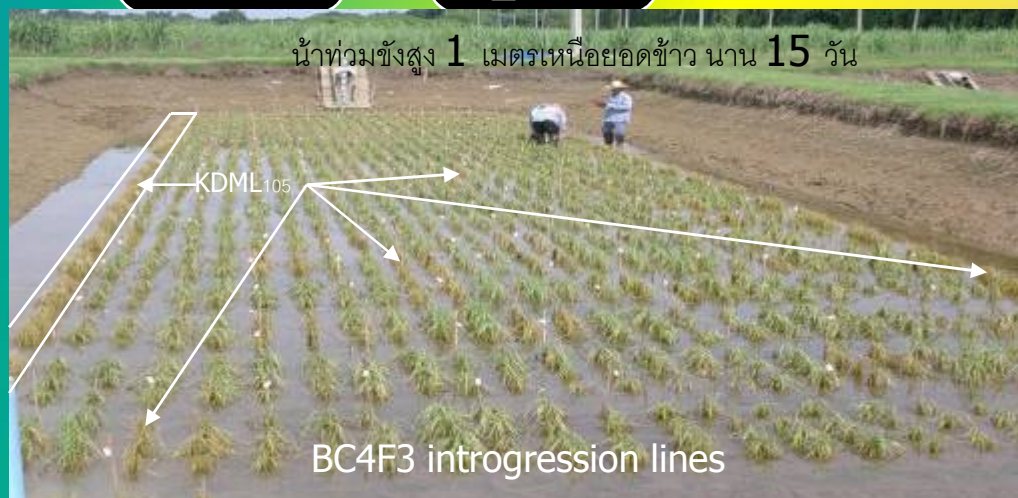
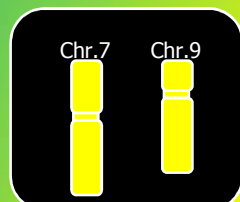
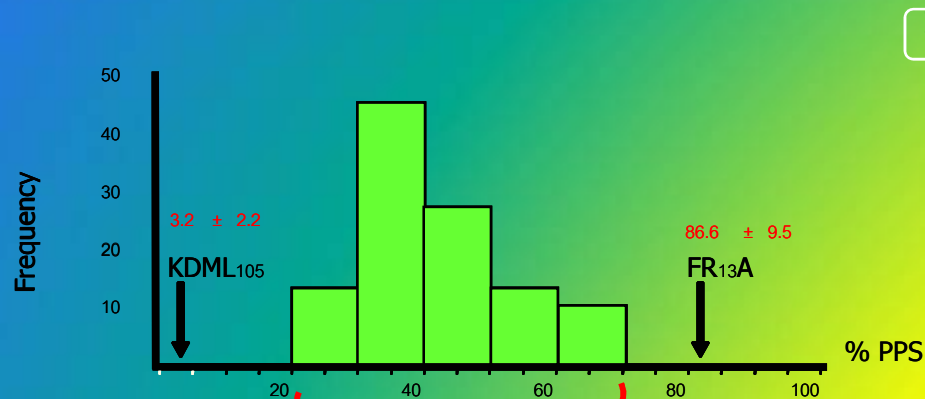
TS (Tolerance Score)

- 14 DHL(IR49830xCT6241), year 1994 - 5
- 15 RILs(FR13AxC T6241), year 1998
- 16 RILs(FR13AxC T6241), year 1999
- 17 RILs(FR13AxC T6241), year 2000

LS (Leaf Senescence)

- 18 DHL(IR49830xCT6241), year 1994 - 5
- 19 RILs(FR13AxC T6241), year 1998
- 21 F2 (KDML105xBT), year 2000

การใช้โมเดลเครื่องหมายดีเอ็นเอช่วยในการคัดเลือกร่วมกับการปรับปรุงพันธุ์แบบผสมกลับ



หอมมะลิ 80 ซึ่งพัฒนามาจากข้าวขาวดอกมะลิ 105 โดยการเพิ่มเติมยีน Sub1 (RGDU9903-1012-B-2-6-0) แสดงความทนน้ำท่วมโดยได้รับความเสียหายเล็กน้อย



21 days of submergence

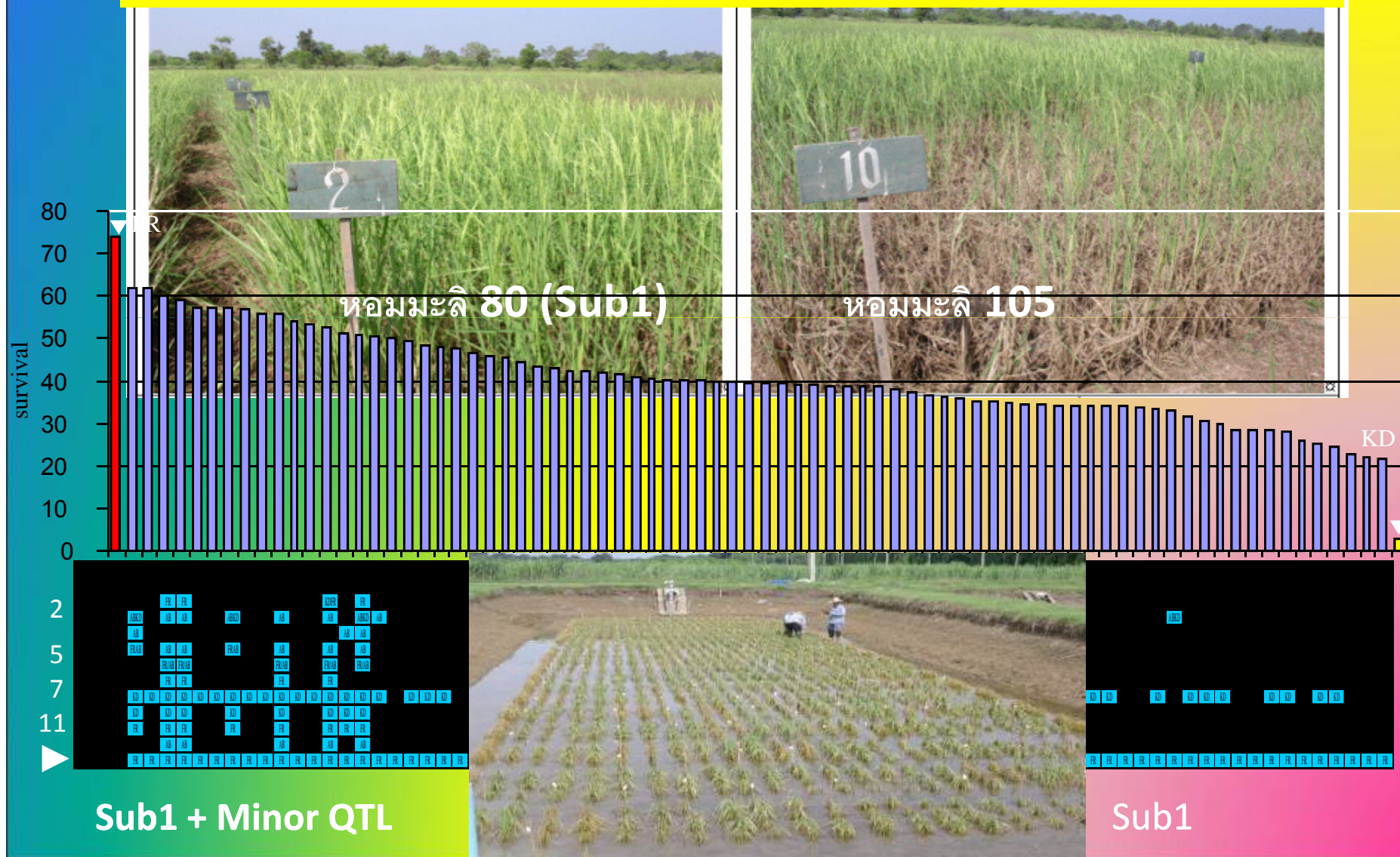


RGDU9903-1012-B-2-6-0



แสดงต้นข้าวภายใต้การน้ำท่วม 21 วัน เบอร์ 8 มีการยืดตัวมากที่สุด

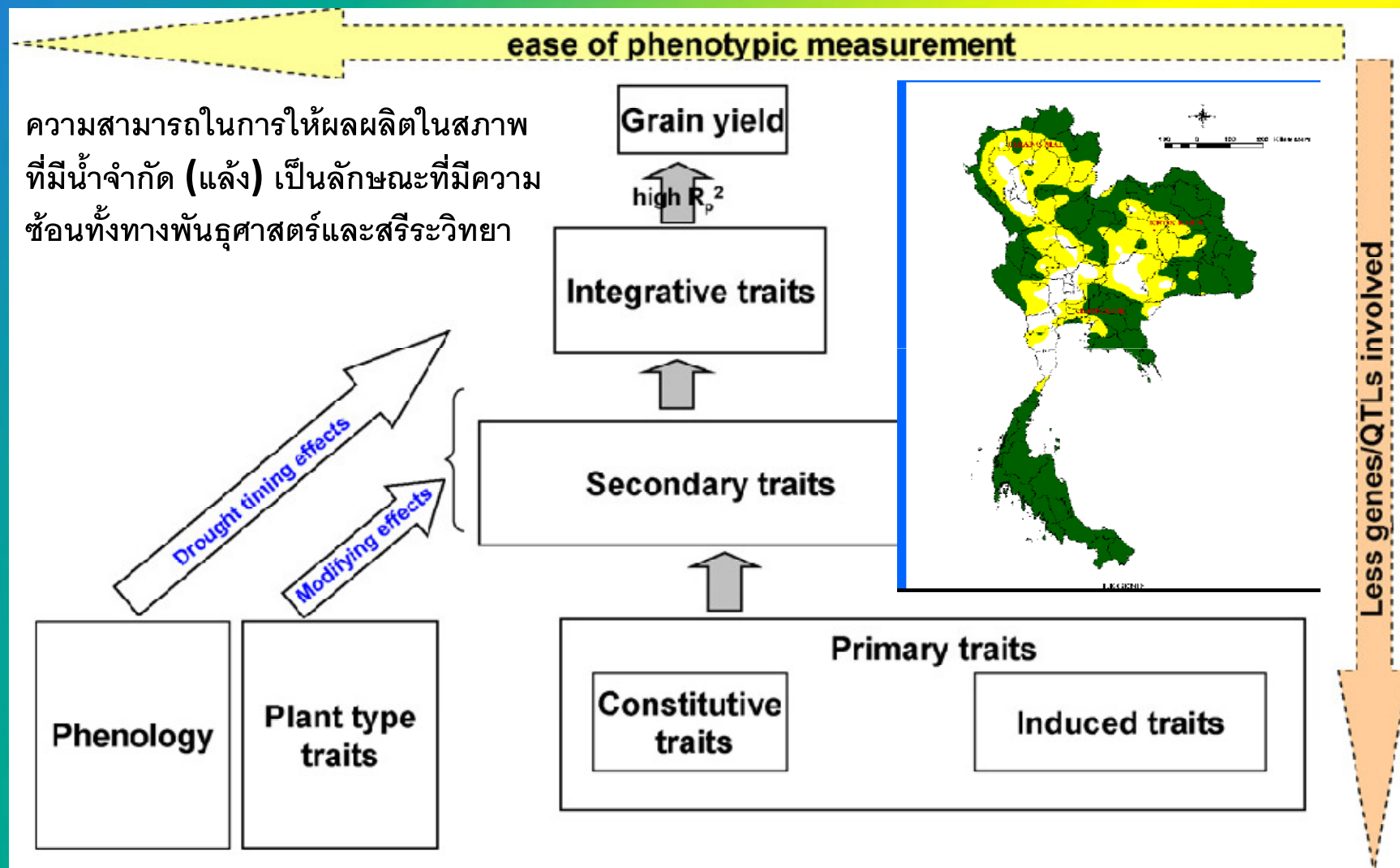
การใช้โมเดลเครื่องหมายดีเอ็นเอร่วมกับการคัดเลือกแบบดั้งเดิมเพื่อรวมเอา
minor QTL ต่างๆเข้าไว้ด้วยกัน



ตำแหน่งในจีโนมข้าวที่เกี่ยวข้องกับความสามารถทนต่อน้ำท่วมจับพลัน

ความทนต่อน้ำท่วม จับพลัน (Submerge tolerance: Plant survival)	1	<i>qSub1.1</i>	IR49830	A330402	RFLP	Toojinda et al (2003)
	1	<i>qSub1.2</i>	KDML105	RM8097	PCR (SSLP)	unpublished
	2	<i>qSub2</i>	KDML105	RM213	PCR (SSLP)	Korinsak et al (2010) Submitted
	4	<i>qSub4</i>	IR49830	RM273, RM261	PCR (SSLP)	Korinsak et al (2010) Submitted
	5	<i>qSub5.1</i>	IR49830	R1553	RFLP	Toojinda et al (2003)
	5	<i>qSub5.1</i>	KDML105	RM31	PCR (SSLP)	Korinsak et al (2010) Submitted
	7	<i>qSub7.1</i>	FR13A, IR49830	RM214, RM11, OSR22	PCR (SSLP)	Toojinda et al (2003), Korinsak et al (2010) Submitted
	7	<i>qSub7.2</i>	KDML105	RM5711	PCR (SSLP)	unpublished
	8	<i>qSub8</i>	IR57514	RM152-RM38	PCR (SSLP)	unpublished
	9	<i>qSub9.1</i>	Abhaya	RM215	PCR (SSLP)	Korinsak et al (2010) Submitted
	9	<i>qSub9.2</i>	FR13A, IR49830	RM219	PCR (SSLP)	unpublished
	9	<i>Sub1</i>	FR13A, DH206, IR49830, IR57514	RAS SAP – R10783I ndel	PCR (In del)	Toojinda et al (2003), Siangliw et al (2003)
	10	<i>qSub10</i>	FR13A, JHN	RM222, RM206	PCR (SSLP)	Toojinda et al (2003)
	11	<i>qSub11</i>	KDML105	RM209, RM287	PCR (SSLP)	Toojinda et al (2003), Korinsak et al (2010) Submitted

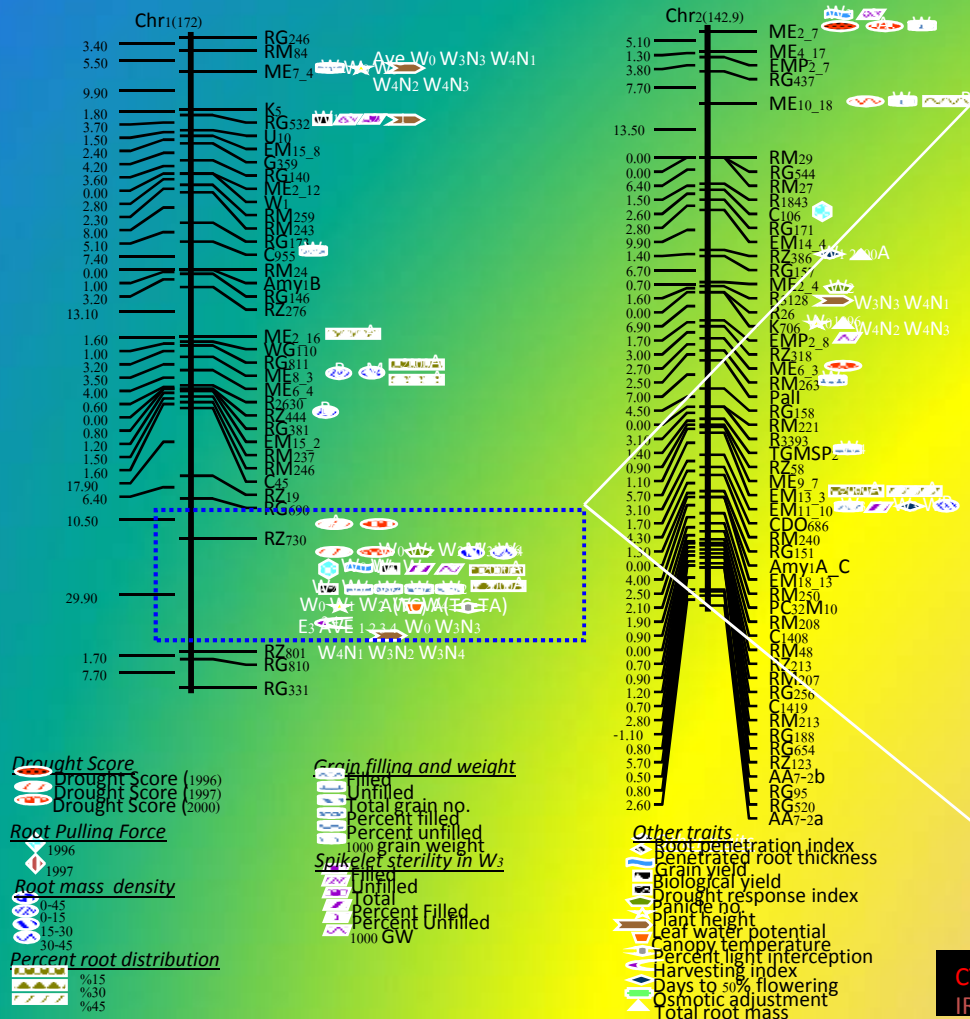
การพัฒนาพันธุ์ข้าวให้ทนแล้ง



ลักษณะที่สำคัญที่ต้องปรับปรุงเพื่อให้ข้าวทนน้ำฝนให้ผลผลิตสูงในภาวะฝนทิ้งช่วง

- Integrative traits: spikelet fertility, yield components and grain yield
- Phenology: Flowering time
- Plant-type traits: tiller number, plant height
- Primary traits: Constitutive traits (rooting depth, root thickness, branching angle, and root distribution pattern) and Induced traits (hardpan penetration and osmotic adjustment)
- Secondary traits: maintenance of plant water status, canopy temperature, leaf rolling score, and leaf death score





Secondary Traits

- Canopy Temperature
- Peak Stress Temperature
- Percent Light Interception
- Drought Score
- Leaf Rolling
- Leaf Drying
- Relative Water Content
- Leaf Water Potential *

Constitutive Traits

- Deep Root Mass
- Rooting Depth
- Root Thickness
- Root Pulling Force
- Total Root Mass Density

Integrative and plant-type Traits

- Grain Yield
- Biological Yield
- Panicle Number
- Plant Height

- No major DT-QTL. Low DT-QTL resolution
- Most of key traits for DT have low heritability and large G x E.
- DT-QTL distributed through out the rice genome
- Co-located of DT-QTL for plant-type traits, primary, secondary and integrative traits.

Introgression of DT-QTL into KDML105 by MAS

Drought resistance



CT9993

High yield

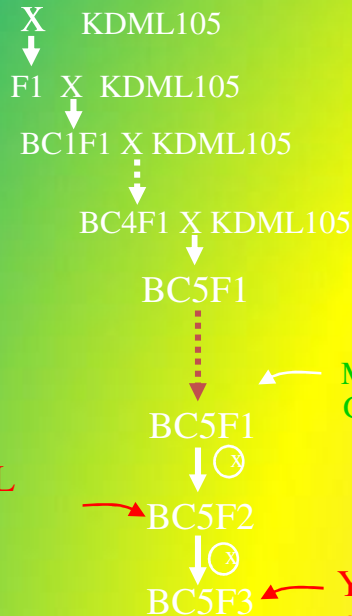


IR62266

Doubled haploid from F2

2 Drought donors
IR68586-F2-CA-31,
IR68586-F2-CA-143

MAS-15 markers

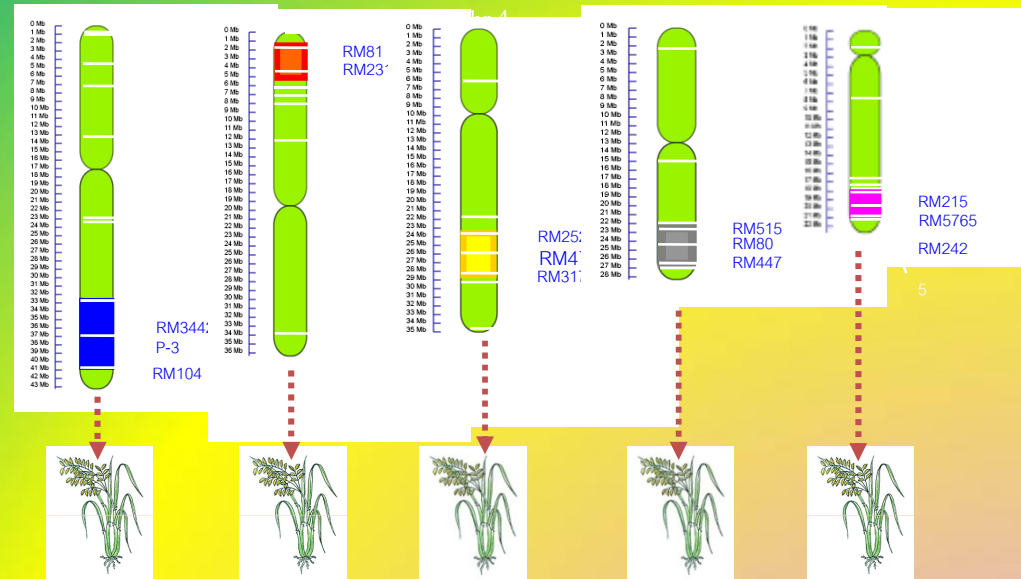


Validation of DT-QTL

Effect and selection

MAS- 500 plants- 15 markers
Genome scanning- 62 markers

Yield Trial under drought
& irrigated condition



- PN, PH, GY, HI, RWC, CT, PLI, LD, DS, TRMD, LWP
- DRM, TRMD, RPF, DFAIG, HI, GY, BY, PSS
- RPF, RMD, BRT, RPI, PH, PN, TSN, GY, HI, BY, PSS,
- TRMD, BRT, LD, LR, PH, PN, PSS, HI, BY, OA, CMS, LWP
- RMD, PN, GY, BY, RWC, LWP, DRI

การทดสอบผลผลิตเบื้องต้นภายใต้สภาพแล้งในประชากร BC5F2 ที่คัดเลือกโดยโมเลกุล เครื่องหมายดีเอ็นเอ

Drought stress
condition

2007

	DTF	PH	TN	PN	GY	PUF
Chromosome 1	83.9 ^b	95.4 ^b	280 ^b	250 ^c	3.13 ^b	18.77 ^c
Chromosome 3	82.8 ^a	100.5 ^c	242 ^a	230 ^b	3.12 ^b	13.84 ^a
Chromosome 4	84.2 ^b	104.4 ^e	242 ^a	232 ^b	3.55 ^c	15.50 ^b
Chromosome 8	82.4 ^a	102.4 ^d	267 ^b	260 ^c	3.72 ^c	13.15 ^a
Chromosome 9	82.8 ^a	101.1 ^{cd}	262 ^b	255 ^c	3.60 ^c	13.54 ^a
KDML105	90.5 ^c	86.6 ^a	227 ^a	182 ^a	1.92 ^a	15.92 ^b

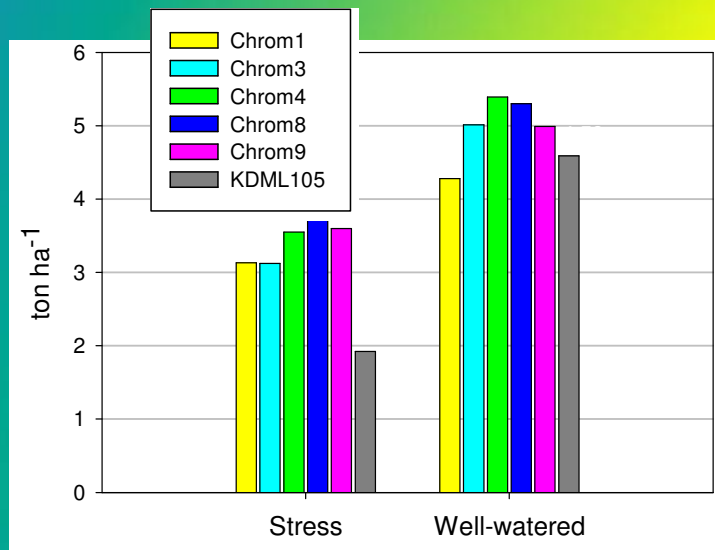
****73% Yield reduction**

Well-watered
condition

2007

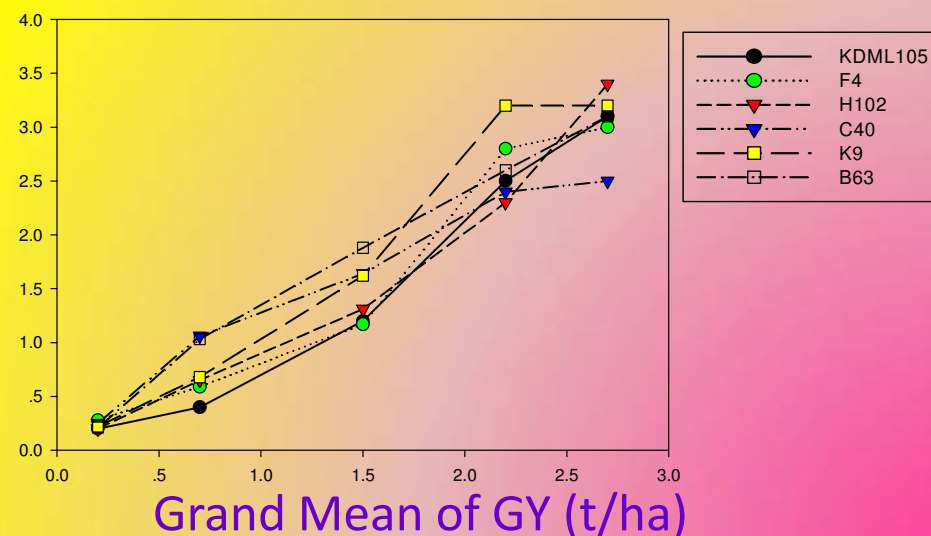
	DTF	PH	TN	PN	GY	PUF
Chromosome 1	75.0 ^{ab}	123.7 ^a	244 ^b	241 ^b	4.28 ^a	27.86 ^d
Chromosome 3	75.2 ^{ab}	130.6 ^b	212 ^a	204 ^a	5.01 ^{bc}	15.20 ^a
Chromosome 4	77.1 ^c	135.2 ^c	256 ^b	248 ^{bc}	5.39 ^c	25.20 ^d
Chromosome 8	74.4 ^a	132.2 ^b	240 ^b	232 ^b	5.30 ^c	16.92 ^{ab}
Chromosome 9	74.9 ^a	129.9 ^b	240 ^b	233 ^b	4.99 ^{bc}	20.90 ^{bc}
KDML105	75.9 ^b	125.0 ^a	280 ^c	265 ^c	4.59 ^{ab}	19.93 ^b

DTF – Days to flowering
PH – Plant Height (cm)
TN – Tiller number per m²
PN – Panicle number per m²
GY – Grain yield (ton ha⁻¹)
PUF – Percent unfilled grain by weight



Grain Yield

Actual Yield (t/ha)



Grand Mean of GY (t/ha)

การพัฒนาข้าวให้มีความทนเค็ม

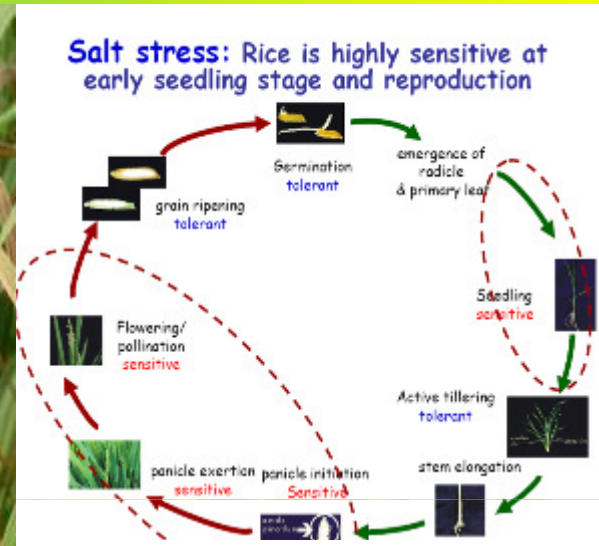
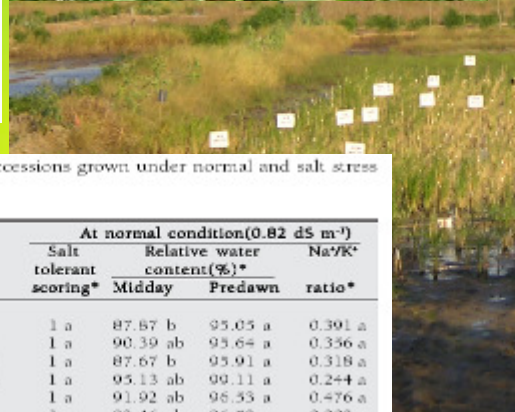
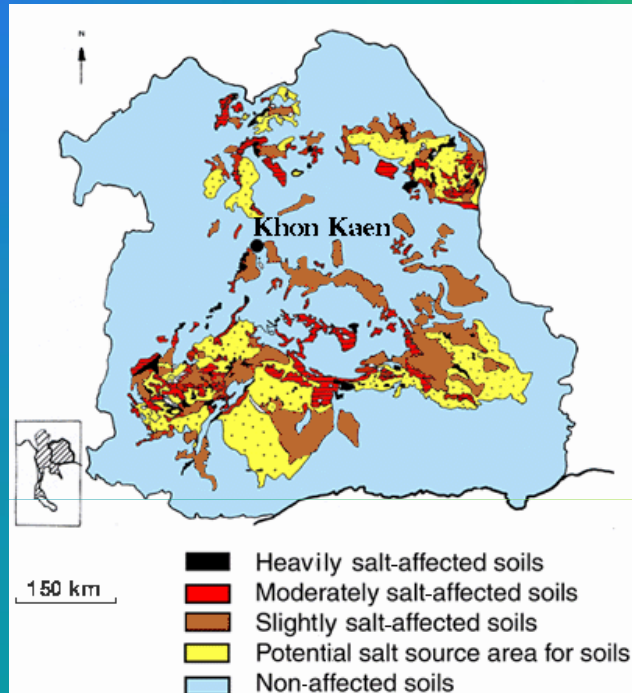


Table 2 Physiological traits contributing to salinity tolerance in 16 rice accessions grown under normal and salt stress conditions.

Lines/cultivars	Salt tolerant grouping	At EC 6 dS m ⁻¹				At normal condition(0.82 dS m ⁻¹)			
		Salt tolerant scoring*	Relative water content(%)*		Na ⁺ /K ⁺ ratio*	Salt tolerant scoring*	Relative water content(%)*		Na ⁺ /K ⁺ ratio*
			Midday	Predawn			Midday	Predawn	
FL358	MT	5.7 b	85.80 bc	84.28 de	0.346 b	1 a	87.87 b	93.05 a	0.391 a
FL367	MT	5.0 bcd	86.98 abc	87.35 b-e	0.266 bc	1 a	90.39 ab	93.64 a	0.356 a
FL411	MT	5.7 b	87.94 abc	91.61 a-d	0.241 bc	1 a	87.67 b	93.91 a	0.318 a
FL416	MT	3.3 de	91.96 ab	94.11 ab	0.169 bc	1 a	93.13 ab	99.11 a	0.244 a
FL434	MT	5.3 bc	88.50 ab	86.73 b-e	0.382 b	1 a	91.92 ab	96.53 a	0.476 a
FL443	MT	5.3 bc	88.90 ab	85.04 cde	0.232 bc	1 a	92.46 ab	96.73 a	0.303 a
FL478	T	3.0 e	94.16 a	97.93 a	0.183 bc	1 a	93.69 ab	97.73 a	0.264 a
FL496	T	3.0 e	94.28 a	96.68 a	0.158 c	1 a	96.01 a	98.68 a	0.237 a
FL523	MT	4.7 b-e	91.06 ab	92.51 abc	0.200 bc	1 a	92.05 ab	96.09 a	0.294 a
FL530	T	3.7 cde	93.91 a	96.39 a	0.126 c	1 a	92.56 ab	97.84 a	0.271 a
FL563	MT	5.0 bcd	86.04 bc	90.75 a-d	0.318 b	1 a	93.27 ab	97.91 a	0.395 a
KMK	T	4.3 b-e	91.08 ab	90.34 a-d	0.209 bc	1 a	91.49 ab	97.78 a	0.481 a
DDG	T	4.3 b-e	92.00 ab	90.18 a-d	0.233 bc	1 a	94.64 ab	97.66 a	0.364 a
RD6	S	7.7 a	81.35 c	82.06 e	0.729 a	1 a	89.70 ab	97.71 a	0.402 a
KDML105	S	7.7 a	75.00 d	81.80 e	0.668 a	1 a	94.78 ab	96.84 a	0.508 a
Pokkali	T	3.0 e	93.27 a	94.12 ab	0.236 bc	1 a	92.21 ab	95.71 a	0.252 a
CV(%)		32.3	4.2	4.5	71.8	32.3	4.2	4.5	71.8

Traits	Chr.	Total R ²
Na ⁺ /K ⁺ ratio	1	73.36 **
Na ⁺	5	38.51 **
	4	
K ⁺	1	49.29 **
	1	
	6	
Salt tol.score	1	
RWC	6	26.81 *
	4	
SDS	1	77.49 **
	1	
	10	

การทดสอบความทนเค็มของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ปรับปรุงโดยใช้โมเลกุลเครื่องหมายดีเอ็นเอในการคัดเลือก ในแปลงเกษตรกรจังหวัดขอนแก่น ระดับความเค็ม 12 dsm/m²

Parameter	Parent			Progenies	
	KDML105	FL496	FL530	With QTLs	No QTL
SDS (day)	< 39	> 53	> 52	> 45	< 38
Na ⁺ /K ⁺ ratio	1.64	0.96	1.01	0.98	1.18
Salt injury score	4.5	3.3	3.8	4.0	4.3
%RWC	90.68	92.93	91.91	89.87	89.88
Aroma	2	0	0	0-2	0-2
%AC	15.30	22.8	25.30	12.34-	14.77-
GC	89.4	53.8	53.9	19.22	16.5
GT	6.8	5.3	5.3	82.5-95 4.8-7.0	87.5-92.5 5.0-7.0

BC-Susceptible

BC-Tolerance

การพัฒนาพันธุ์ข้าวทนน้ำฝนให้ต้านทานโรคและแมลงที่มี การพัฒนาความหลากหลายทางพันธุกรรมภายใต้ สภาพแวดล้อมวิกฤต



Xanthomonas oryzae pv. *oryzae*



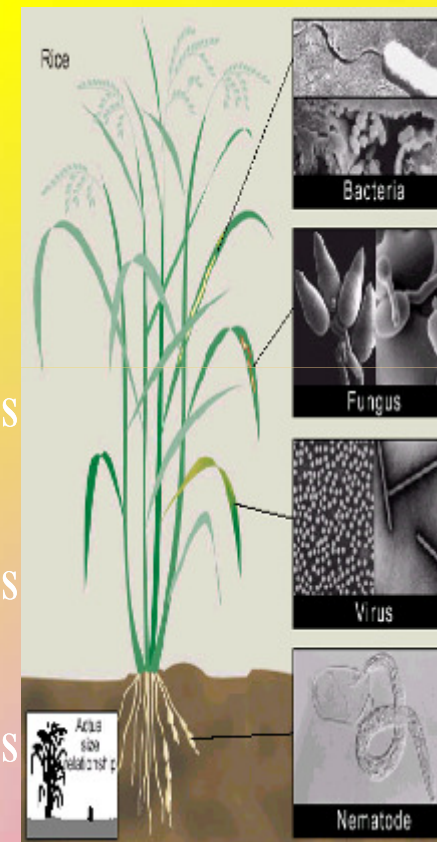
Pyricularia grisea

7 diseases

36 diseases

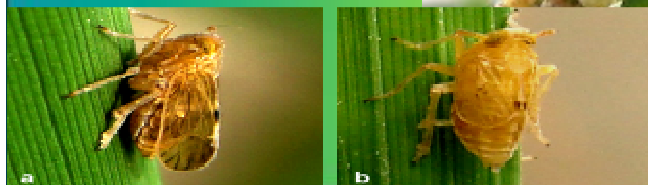
12 diseases

11 diseases



Total 66 diseases

30 insect pests



Nilaparvata lugens



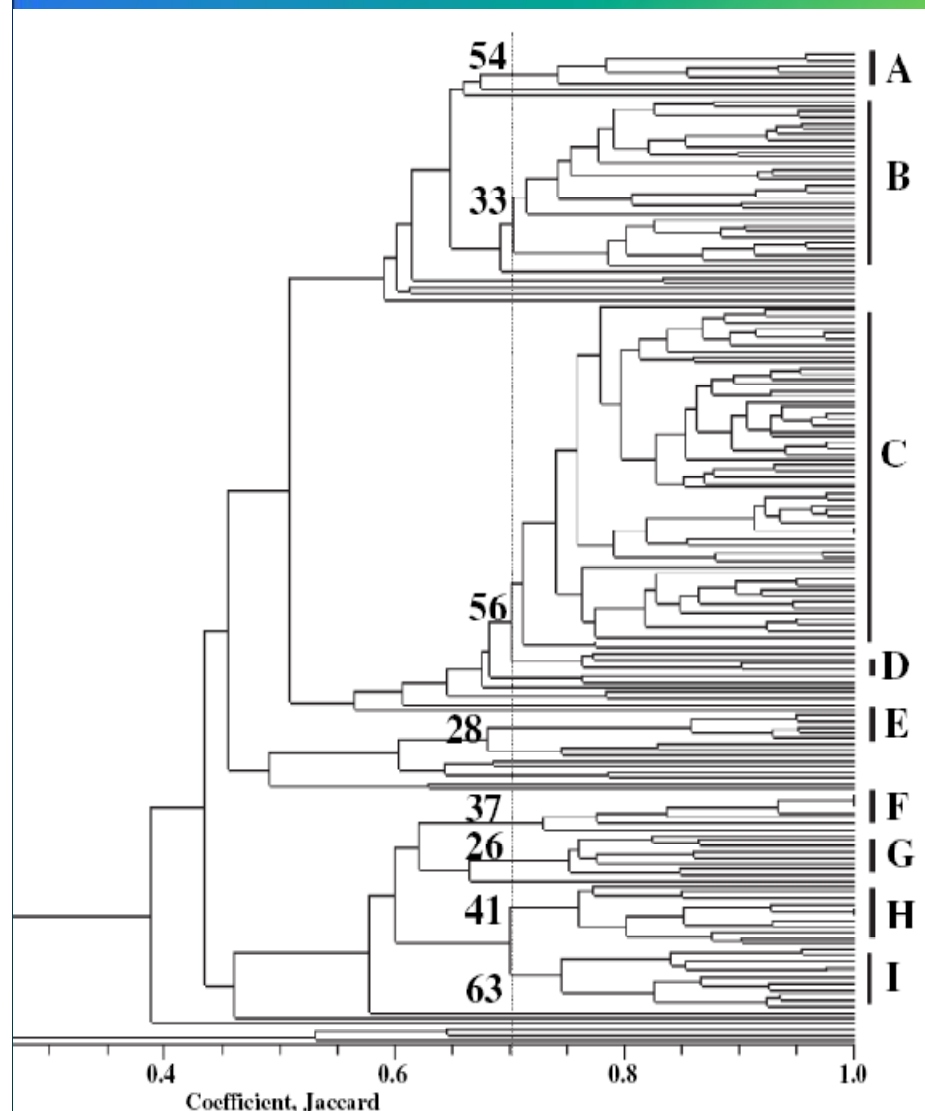
Ragged stunt



Grassy stunt



ศึกษาความหลากหลายในพื้นที่น้ำฝน

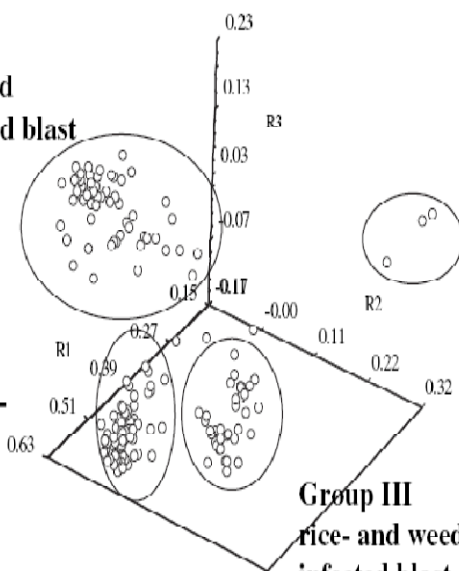


Group I
rice-, barley- and
wild rice-infected blast

Group II
rice- and barley-
infected blast

Group III
rice- and weed-
infected blast

Group IV
Weed-infected blast



เลือกสายพันธุ์ที่มีความต้านทานต่อหลายกลุ่มเชื้อ หรือชีวะชนิด

Variety	R gene ^a	Reaction of rice cultivar to brown planthopper populations ^b																
		YST	NST	KLS	UBN	CYP	NAN	CMI	ANJ	SKW	NKM	ATG	BRR	SPR	CCS	SRN	SRN	CNT
TN1		S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Mudgo	<i>Bph1</i>	S	R	S	S	S	S	S	S	R	S	S	S	S	S	S	S	S
ASD7	<i>bph2</i>	S	S	S	S	S	R	S	S	S	R	S	S	S	S	S	S	S
Rathu Heenati	<i>Bph3</i>	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
PTB33	<i>bph2, 3</i>	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
Babawee	<i>bph4</i>	R	S	S	S	S	S	S	R	S	S	S	R	R	S	S	R	S
ARC10550	<i>bph5</i>	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	R	S	S	S	S	S
Swarnalata	<i>Bph6</i>	R	R	R	S	R	R	S	R	R	R	R	R	R	R	S	S	R
T12	<i>bph7</i>	S	S	S	S	R	R	S	S	S	R	S	S	R	R	S	S	S
Chin Saba	<i>bph8</i>	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Pokkali	<i>Bph9</i>	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S

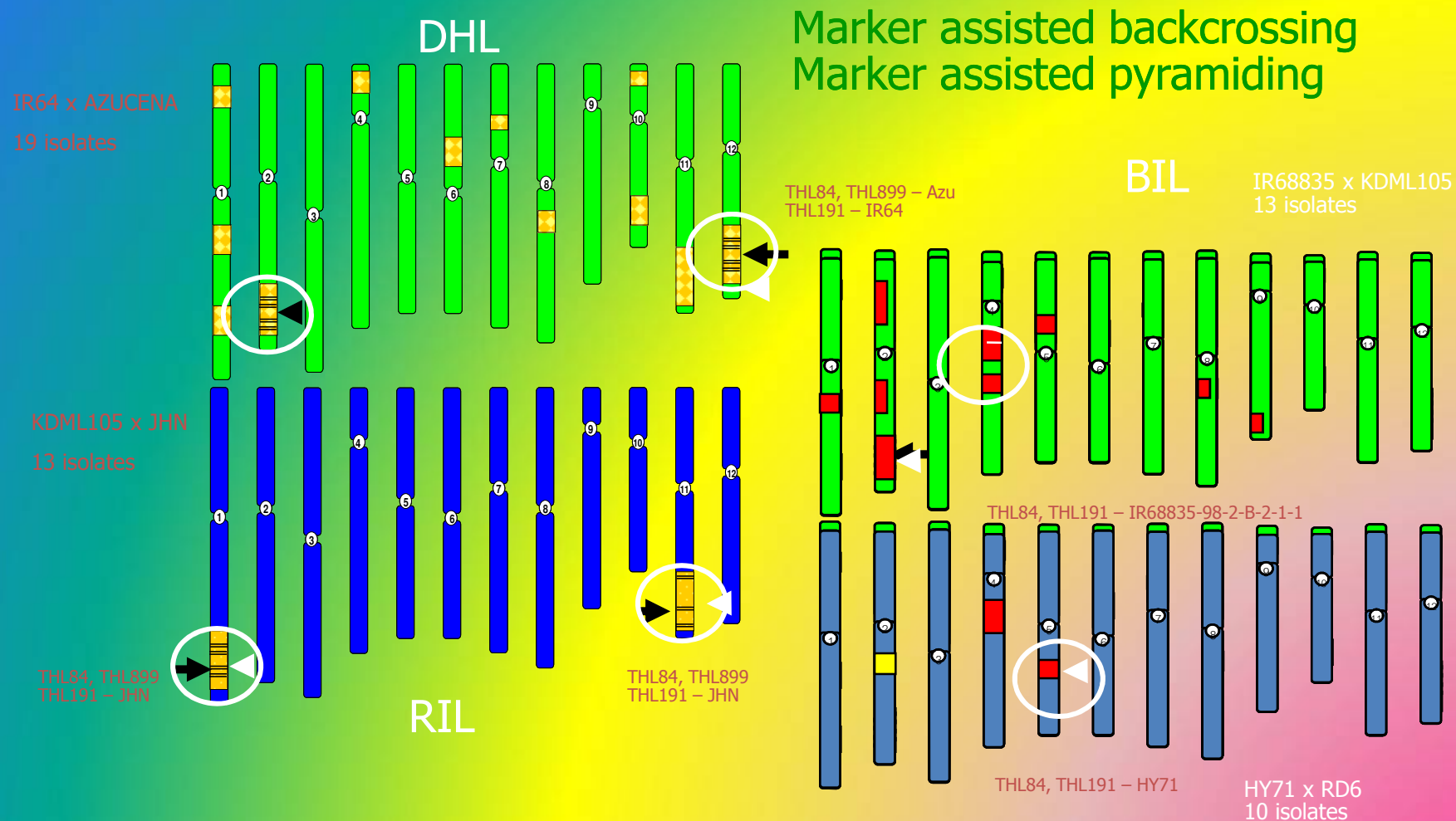
^a R gene, BPH resistance gene

^b S, Susceptible R, Resistance



Rathu Heenati
PTB33

การปรับปรุงพันธุ์ให้ต้านทานโรคไหม้



Resistant loci in rice cultivars IR64, JHN, IR68835 and HY71

การปรับปรุงพันธุ์ กข 6 ให้ต้านทานโรคไหม้แบบกว้าง

JHN (Donor) x RD6 (Recipient)

F₁

⊗

360 F₂

MAS on chr.1 and 11
Selected homozygous lines

Selected no.334 F₂ x RD6

9 BC₁F₁ x RD6

133 BC₂F₁

MAS on Chr.1 and 11
Selected heterozygous lines

Selected 30 BC₂F₁ x RD6

60 BC₃F₁

MAS on Chr.1 and 11
Selected heterozygous lines

Selected 14 BC₃F₁ x RD6

120 BC₄F₁

MAS on Chr.1 and 11
Selected heterozygous lines

Selected 26 BC₄F₁

Background analysis (45 SSRs)
Selected ~ 98% RD6

Selected 4 BC₄F₁

⊗

531 BC₄F₂

MAS on Chr.1 and 11

98 BC₄F₂

21 introgression
lines carried QTL
on chr. 1 and 11

21 introgression
lines carried
QTL on chr. 1

23 introgression
lines carried QTL
on chr. 11

33 introgression
lines without QTL



q



Introgression lines

JHN

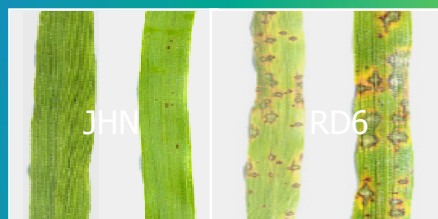
I1

I2

I3

I4

RD6



Groups of IL	qBl1	qBl11	SKN	NKI	UBN
JHN	+	+	0.8^a	0.4^a	0.8^a
I1	+	+	1.1^a	0.8^a	0.8^a
I2	+	-	3.4^b	3.2^b	4.3^c
I3	-	+	3.2^b	1.7^a	0.4^a
I4	-	-	5.4^c	4.6^c	5.1^d
RD6	-	-	6^c	5.8^c	6^d



Contents lists available at ScienceDirect

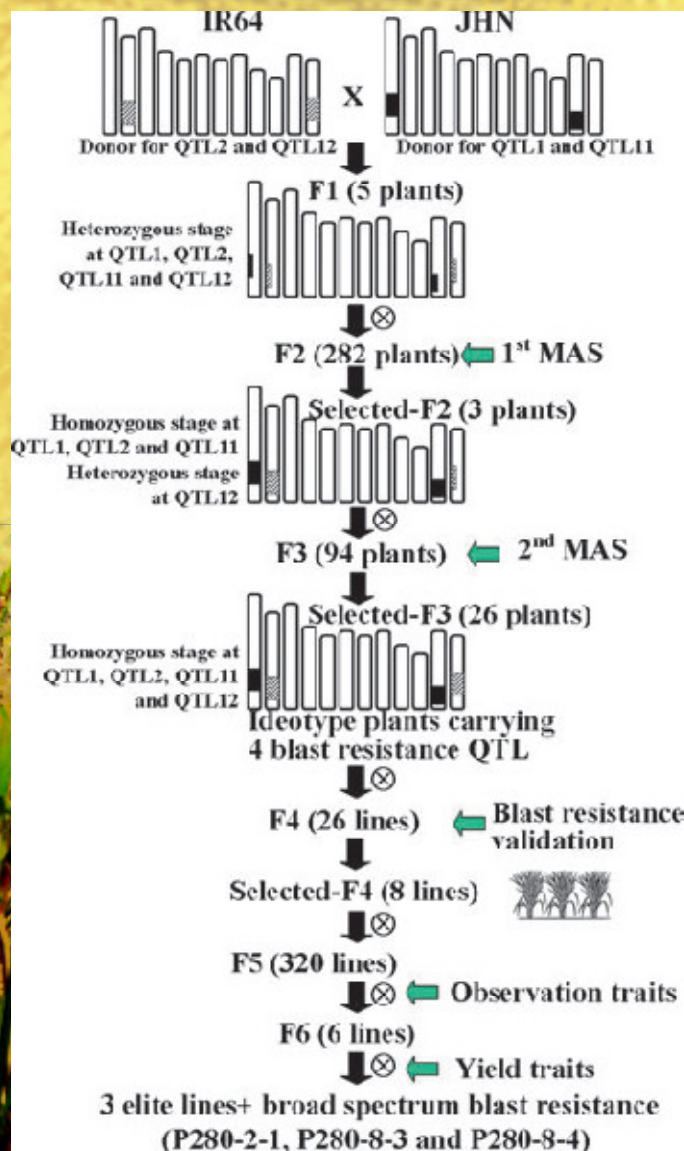
Field Crops Research

Journal homepage: www.elsevier.com/locate/fer



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

ขยายความต้านทานให้กว้างขึ้นโดยการรวมยีนต้านทานจากแหล่งที่แตกต่างกัน



Entry	Pathogen Code	Variety and line names											
		IR64	JHN	P55-1	P55-2	P55-3	P189-1	P189-2	P189-3	P280-1	P280-2	P280-3	KDML 105
1	THL191												
2	THL212												
3	THL653												
4	THL699												
5	THL838												
6	THL84												
7	THL949												
8	THL1003												
9	BI-2												
10	TH12												
11	TH16												

Plant
Breeding

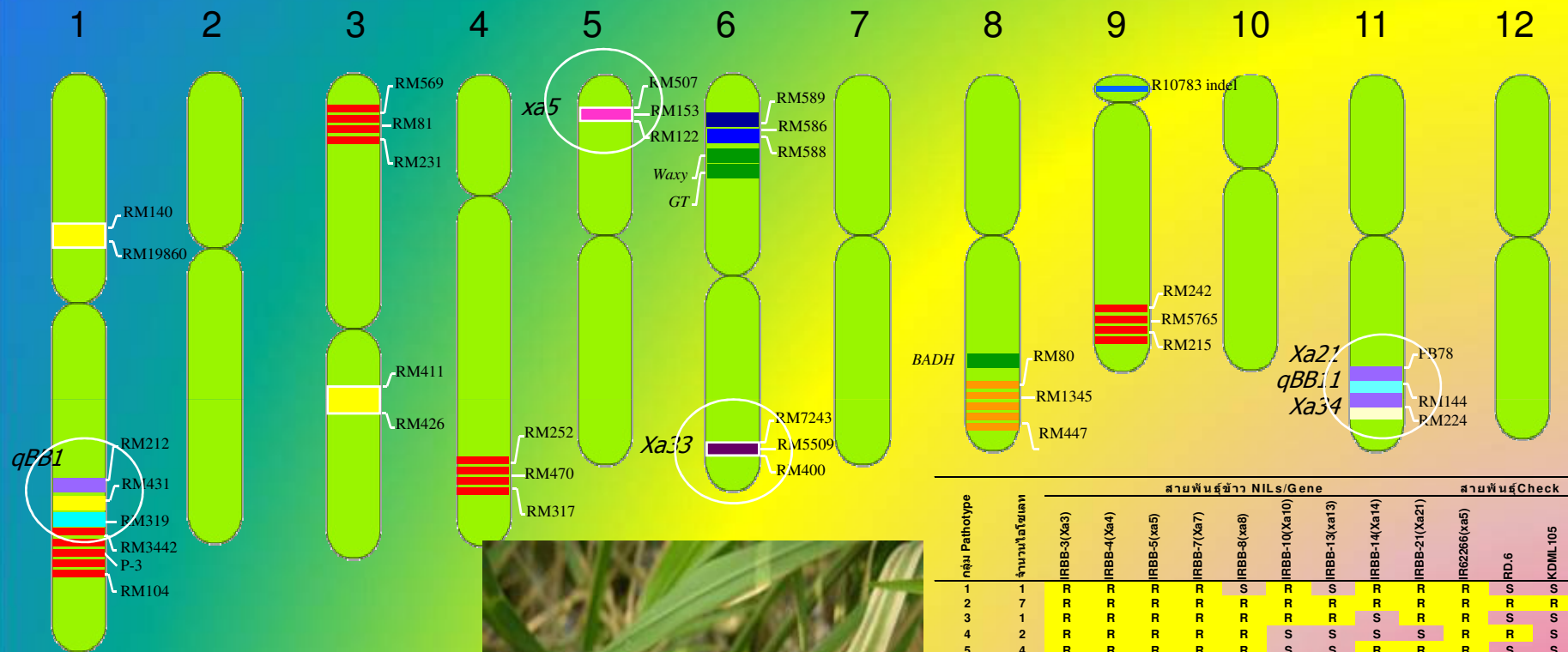
Plant Breeding 129, 176–180 (2010)
© 2009 Blackwell Verlag GmbH

doi:10.1111/j.1439-0523.2009.01669.

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

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

การปรับปรุงพันธุ์ให้ต้านทานโรคขอบใบแห้ง

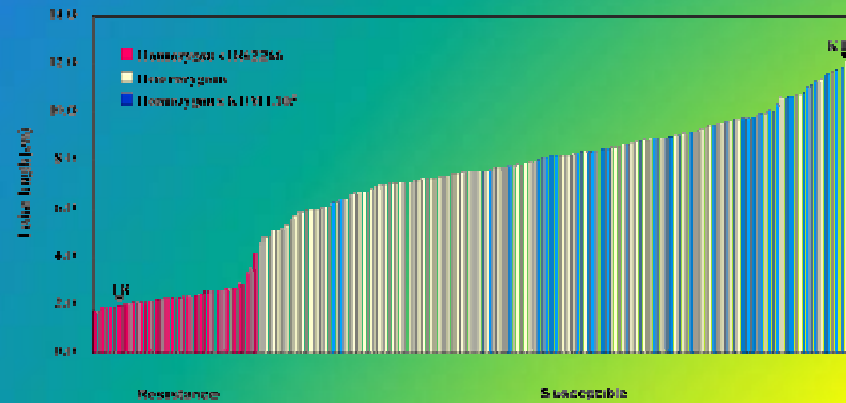


Locating loci underlying BLB resistance in rice varieties IR62266, IR1188, Ba7 and Pin Kaset

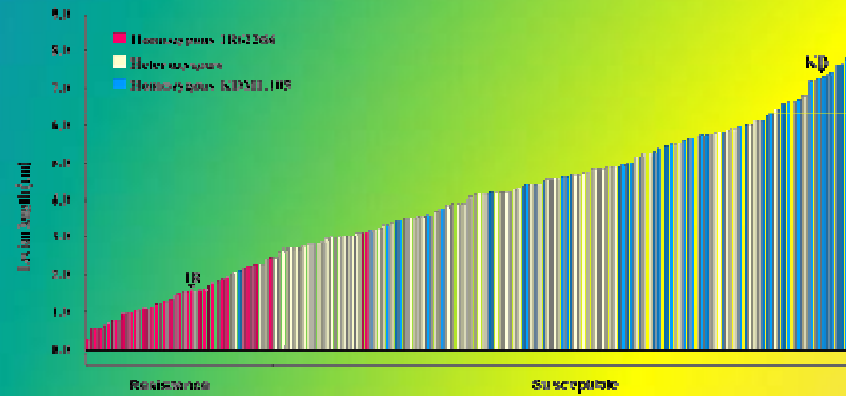


กลุ่ม Pathotype	จำนวนใบแห้ง	สายพันธุ์ข้าว NILs/Gene										สายพันธุ์ Check	
		IRBB-3(Xa3)	IRBB-4(Xa4)	IRBB-5(Xa5)	IRBB-7(Xa7)	IRBB-8(Xa8)	IRBB-10(Xa10)	IRBB-13(Xa13)	IRBB-14(Xa14)	IRBB-21(Xa21)	IR62266(xa5)	RD.6	KDML-105
1	1	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
2	7	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
3	1	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
4	2	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
5	4	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
6	1	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
7	1	R	S	R	R	S	S	S	S	S	R	S	S
8	1	R	S	R	R	R	S	S	S	R	R	S	S
9	9	S	R	R	S	R	S	S	S	S	R	S	S
10	6	S	R	R	S	S	S	S	S	S	R	S	S
11	6	S	R	R	R	S	S	S	S	S	R	S	S
12	2	S	R	R	R	S	S	S	R	S	R	S	S
13	8	S	R	R	R	S	S	S	S	R	R	S	S
14	6	S	R	R	R	R	S	S	S	S	R	S	S
15	1	S	R	R	R	R	R	S	R	R	R	S	S
16	2	S	R	R	R	R	S	S	R	R	R	S	S
17	2	S	R	R	R	R	S	S	S	R	R	S	S
18	1	S	R	R	S	R	S	S	S	S	R	S	S
19	12	S	S	S	S	S	S	S	S	S	R	S	S
20	1	S	S	R	S	S	S	S	R	S	R	S	S
21	7	S	R	R	R	S	S	S	S	S	R	S	S
22	1	S	S	R	R	S	R	S	S	R	R	S	S
23	6	S	S	R	R	S	S	S	S	R	R	S	S
24	1	S	S	R	R	R	S	S	R	R	R	S	S
25	1	S	S	R	S	R	S	S	S	S	R	S	S
% BSR-1	90	20.0	65.6	100.0	66.7	33.3	12.2	8.9	21.1	44.4	100.0	8.9	6.7
% BSR-2	90	32.0	64.0	100.0	76.0	48.0	20.0	8.0	32.0	56.0	100.0	8.0	4.0

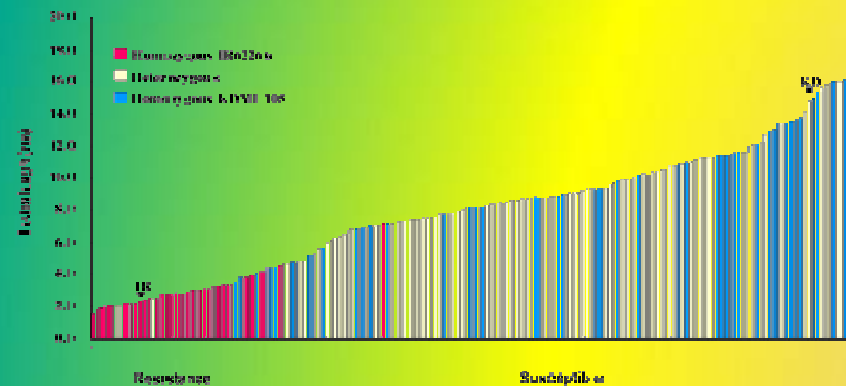
a) TXO1



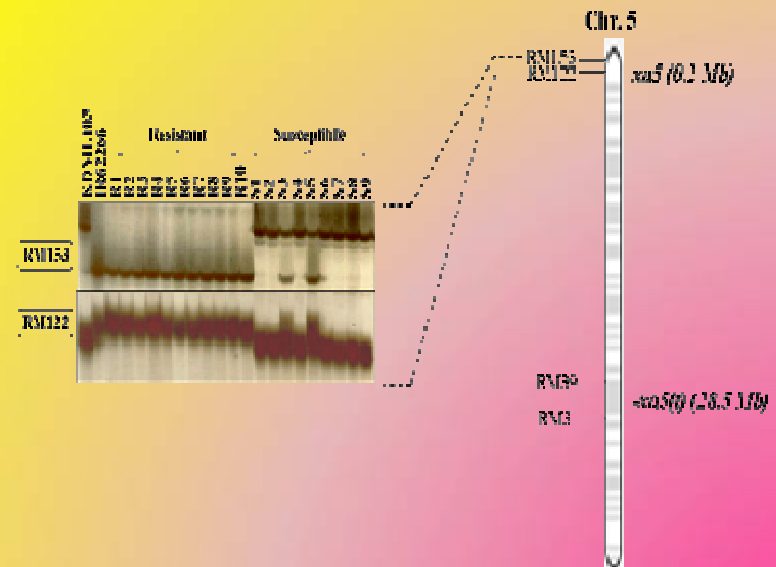
b) TXO2



c) TXO5



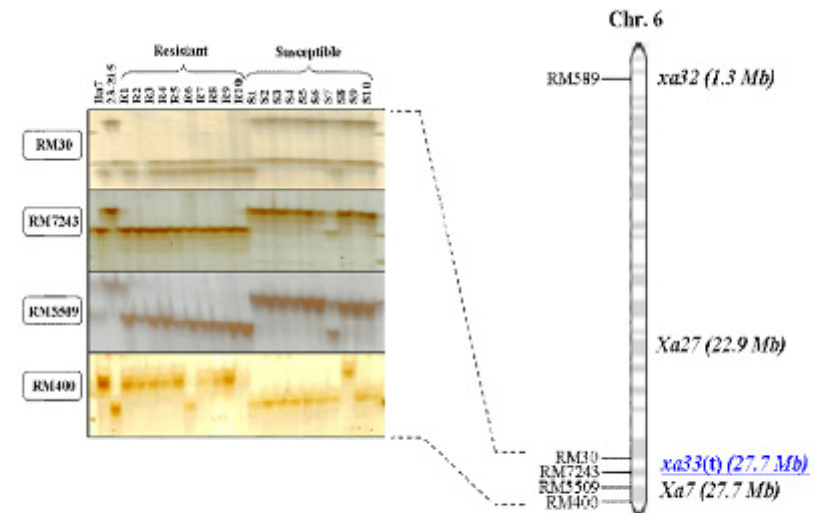
ข้าวดอกมะลิ 105 ที่ได้รับยีน xa5
จากพันธุ์ IR62266 แสดงความ
ต้านทานโรคขอบใบแห้ง



MAS of *Xa33*

Table 1. Twelve *Xoo* isolates showing different resistance patterns between 'Ba7' and 'IRBB7'

<i>Xoo</i> isolate	Collection area		Resistance pattern	
	Province	Region	Ba7	IRBB7
TB0096	Phitsanulok	North	S	R
TB0304	Chiang Rai	North	S	MS
TB9602	Chiang Mai	North	R	MR
TXO53	Phrae	North	S	MS
TXO55	Chiang Rai	North	MR	S
TXO56	Chiang Rai	North	R	S
TXO103	Ubon Ratchathani	North-east	MS	MR
TXO111	Ubon Ratchathani	North-east	MR	MS
TXO114	Khon Kaen	North-east	MR	R
TXO116	Khon Kaen	North-east	MS	S
TXO121	Udon Thani	North-east	R	MR
TXO122	Udon Thani	North-east	MR	MS



The SSR markers RM30, RM7243, RM5509 and RM400, located on the long arm of chromosome 6, showed distinguishable band patterns of resistant and susceptible F_2 plants and were as the possible linked markers to a BB resistance gene in 'Ba7'. These markers were located in the vicinity of reported *Xa7*.

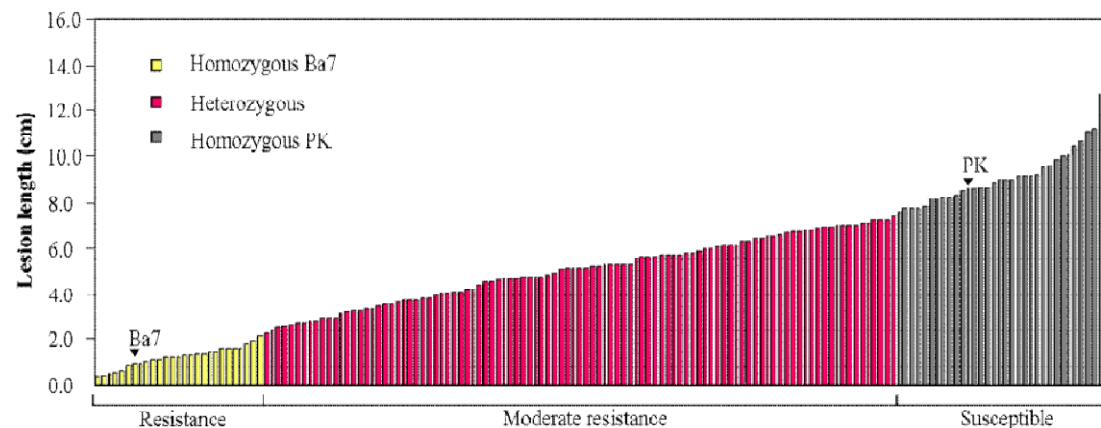
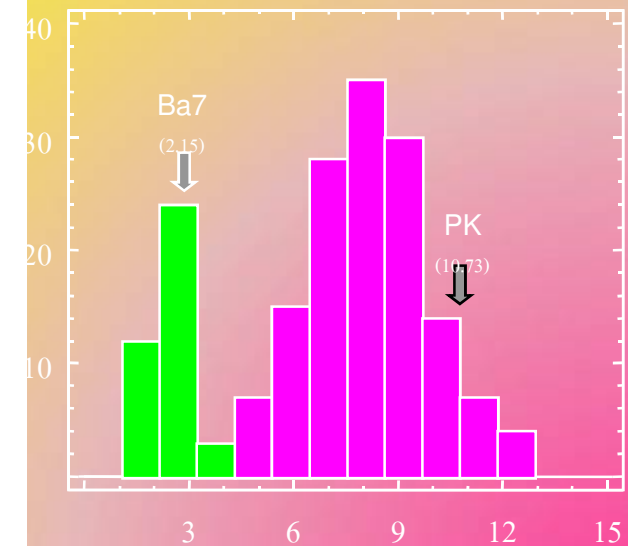


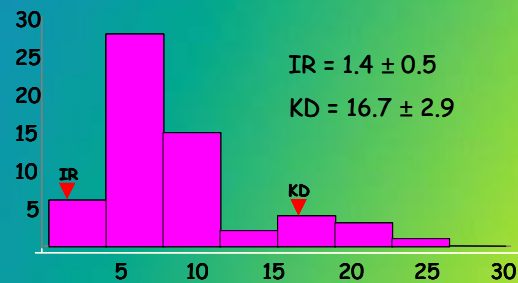
Figure 5. Distribution of LL of BC₂F_{2.3} population after inoculation with TXO16. The red, yellow and blue bars represented homozygous Ba7 plants, heterozygous plants and homozygous PK plants respectively. Based on RM20590 genotypes, the Ba7 homozygotes, the heterozygotes and the PK homozygotes showed resistant, moderately resistant and susceptible phenotypes respectively.



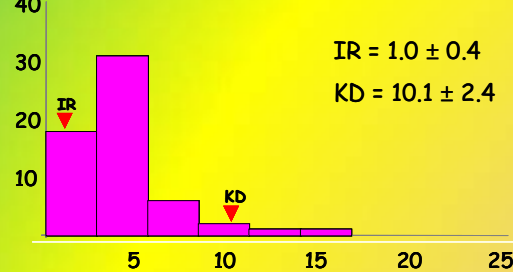
การรวมยีนต้านทานเพื่อให้ได้พันธุ์ต้านทานทั้งในระยะกล้า และระยะออกรวง

Genotype Group	Genotype			Lesion length (cm)						
	Chr.11	Chr.1	Chr.11	TXO70	TXO80	TXO61	TXO40	TXO42	TXO32	TB9603
	PB7-8	RM302	RM224	mean	mean	mean	mean	mean	mean	mean
<i>QTLXa21, Chr.1, Chr.11</i>	IR	IR	IR	1.8 ± 0.5^a	7.1 ± 4.7^a	4.7 ± 1.8^a	2.9 ± 1.4^a	2.2 ± 1.0^{ab}	5.2 ± 3.8^a	6.2 ± 3.4^a
<i>QTLXa21, Chr.11</i>	IR	KD	IR	3.0 ± 0.7^b	9.4 ± 3.5^a	6.5 ± 0.9^a	3.8 ± 0.9^{ab}	3.2 ± 1.5^{abc}	7.9 ± 2.0^a	11.4 ± 2.9^{bc}
<i>QTLXa21</i>	IR	KD	KD	3.3 ± 1.2^b	14.1 ± 4.8^b	10.8 ± 5.3^b	4.8 ± 3.3^{bc}	3.5 ± 1.4^c	14.7 ± 4.6^b	15.2 ± 4.8^d
IR1188	IR	IR	IR	0.7 ± 0.2^a	2.2 ± 0.7^a	1.4 ± 0.5^a	1.0 ± 0.4^a	0.8 ± 0.3^a	2.4 ± 0.8^a	2.9 ± 0.8^a
KDML105	KD	KD	KD	4.0 ± 1.1^b	14.7 ± 2.6^b	16.7 ± 2.9^b	10.1 ± 2.4^c	4.6 ± 1.1^c	17.4 ± 3.3^b	16.3 ± 2.9^d

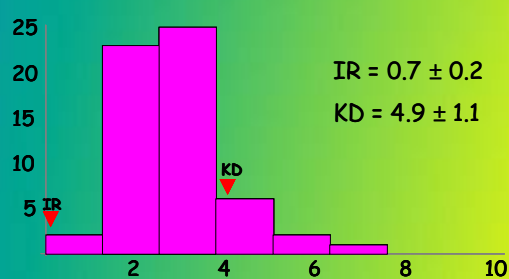
TXO61



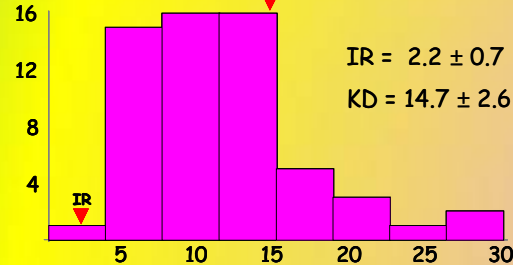
TXO40



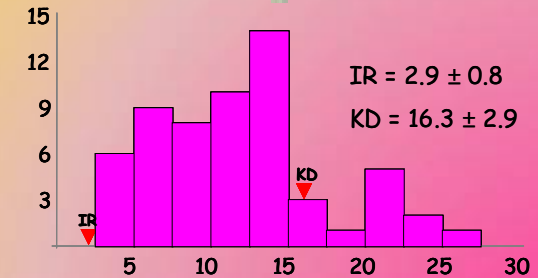
TXO70



TXO80

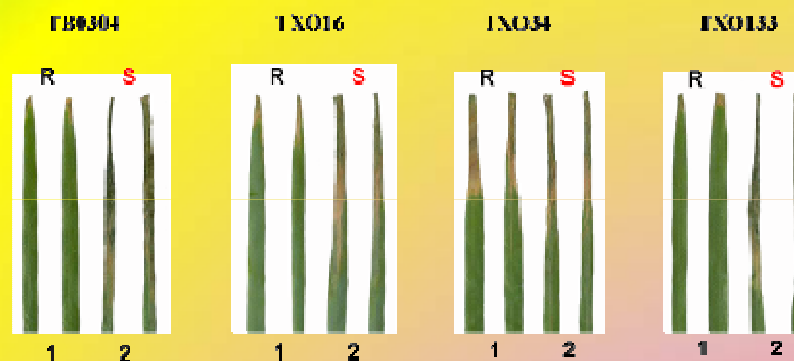
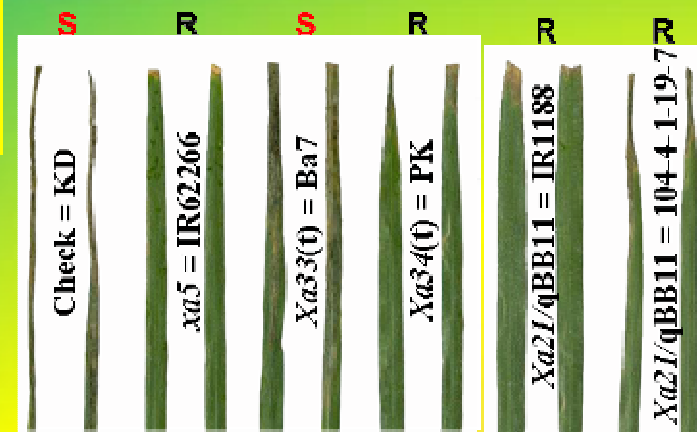


TB9603



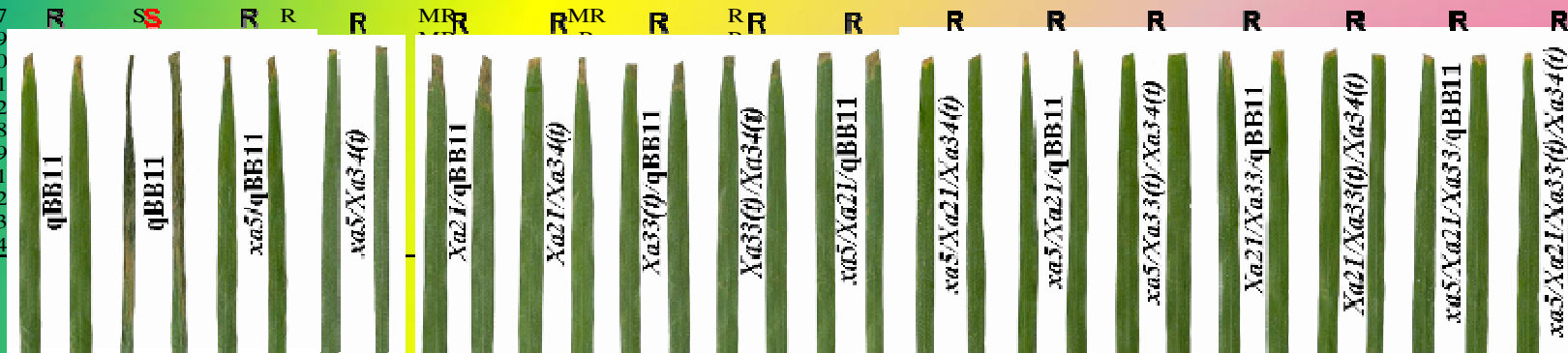
การรวมยีนต้านทานเพื่อให้มีความต้านทานที่กว้างและยาวนานขึ้น

Entry	Xoo isolate	KD	IR62266 <i>xa5</i>	IR1188 <i>Xa21/qBB11</i>	Ba7 <i>Xa33(t)</i>	PK <i>Xa34(t)</i>
1	TB0304	S	R	R	S	R
2	TXO7	S	R	R	R	MS
3	TXO16	S	R	R	R	MS
4	TXO33	S	R	MR	R	R
5	TXO34	MS	R	S	MR	R
6	TXO37	S	R	MS	R	S
7	TXO54	S	R	MR	S	R
8	TXO60	S	R	MS	MR	S
9	TXO61	S	R	MR	MR	R
10	TXO73	S	R	MR	R	R
11	TXO77	S	R	MR	MR	R
12	TXO85	S	R	R	R	MR
13	TXO86	S	R	R	MR	R
14	TXO87	S	R	R	MR	MR
15	TXO91	S	R	R	R	R
16	TXO93	MS	R	R	R	R
17	TXO95	S	R	R	R	R
18	TXO96	S	R	R	MR	R
19	TXO98	S	R	MR	R	R
20	TXO101	S	R	MR	MR	R
21	TXO102	S	R	MR	MR	R
22	TXO103	S	R	MR	MR	MR
23	TXO104	S	R	MS	MR	MR
24	TXO105	S	R	R	R	R
25	TXO107	S	R	MR	MR	MR
26	TXO108	S	R	MR	MS	MR
27	TXO109	S	R	MR	R	MR
28	TXO113	S	R	MS	MR	MR
29	TXO116	S	R	MR	R	MR
30	TXO120	S	R	MR	R	R
31	TXO133	S	R	R	MS	MR
32	TXO134	S	R	MR	MS	MR
33	TXO136	S	R	MS	S	MR
34	TXO137	S	R	MR	MR	R
35	TXO139	S	R	R	R	R
36	TXO140	S	R	R	R	R
37	TXO141	S	R	R	R	R
38	TXO142	S	R	R	R	R
39	TXO148	S	R	R	R	R
40	TXO149	S	R	R	R	R
41	TXO151	S	R	R	R	R
42	TXO152	S	R	R	R	R
43	TXO153	S	R	R	R	R
44	TXO154	S	R	R	R	R

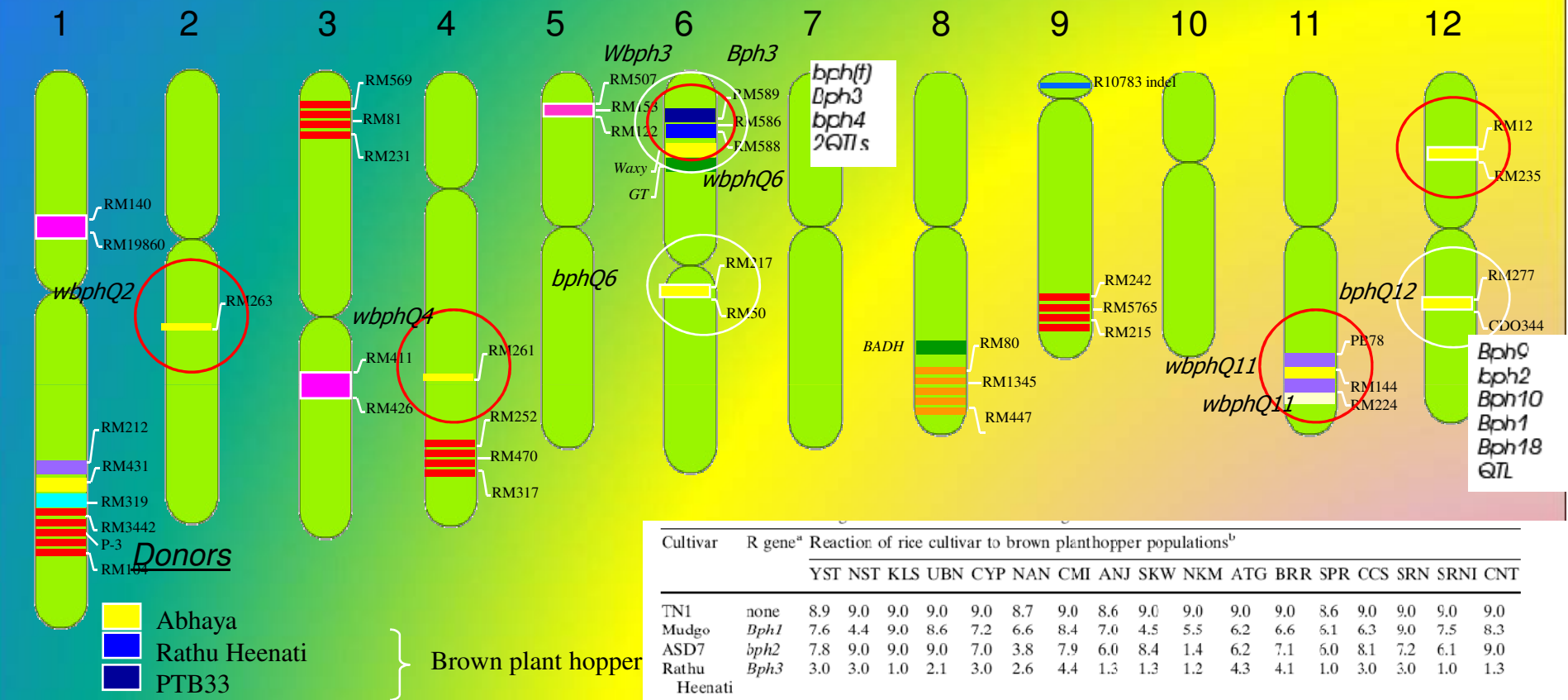


1-RGDU07099-2-9M-18M

2-RGDU07099-2-9M-56M



การปรับปรุงพันธุ์ให้ต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล และ หิ่งหาว



Cultivar	R gene ^a	Reaction of rice cultivar to brown planthopper populations ^b																
		YST	NST	KLS	UBN	CYP	NAN	CMI	ANJ	SKW	NKM	ATG	BRR	SPR	CCS	SRN	SRNI	CNT
TN1	none	8.9	9.0	9.0	9.0	9.0	8.7	9.0	8.6	9.0	9.0	9.0	9.0	8.6	9.0	9.0	9.0	9.0
Mudgo	<i>Bph1</i>	7.6	4.4	9.0	8.6	7.2	6.6	8.4	7.0	4.5	5.5	6.2	6.6	5.1	6.3	9.0	7.5	8.3
ASD7	<i>bph2</i>	7.8	9.0	9.0	9.0	7.0	3.8	7.9	6.0	8.4	1.4	6.2	7.1	5.0	8.1	7.2	6.1	9.0
Rathu Heenati	<i>Bph3</i>	3.0	3.0	1.0	2.1	3.0	2.6	4.4	1.3	1.3	1.2	4.3	4.1	1.0	3.0	3.0	1.0	1.3
PTB33	<i>bph2, Bph3</i>	3.0	1.0	2.1	2.6	2.5	2.5	3.6	3.0	1.1	3.3	4.4	4.3	1.2	3.4	2.8	3.0	2.4
Babawee	<i>bph4</i>	3.9	6.4	7.8	6.7	6.4	7.3	7.6	3.8	6.9	6.3	7.7	3.6	2.0	6.1	8.4	4.1	6.5
ARC10550	<i>bph5</i>	8.7	9.0	9.0	9.0	6.5	9.0	7.0	9.0	7.2	9.0	8.3	4.0	7.0	6.3	9.0	8.1	9.0
Swarnalata	<i>Bph6</i>	3.8	4.0	2.6	8.6	3.7	1.3	8.0	1.2	1.1	1.5	1.7	1.0	1.8	1.0	5.6	9.0	4.4
T12	<i>bph7</i>	8.3	7.9	8.2	9.0	4.0	4.3	8.3	7.6	8.0	3.0	6.1	7.0	3.7	4.3	7.4	6.4	6.8
Chin Saba	<i>bph8</i>	7.4	9.0	8.7	9.0	9.0	8.5	9.0	6.7	9.0	9.0	8.5	8.3	6.9	6.4	9.0	8.0	9.0
Pokkali	<i>Bph9</i>	9.0	8.9	9.0	9.0	9.0	9.0	8.5	9.0	7.5	9.0	8.8	8.2	8.7	9.0	9.0	9.0	9.0

^a R gene, BPH resistance gene

^b Average damage score: scale 1–9 (1 = most resistance, 9 = most susceptible)

BC introgression lines of KDML105 carrying *bphQ6* and *bphQ12* *Bph*^r display a moderate resistance to BPH

Variety	Resistance gene	Plant reaction			
		PTT	UBN	KKN	PSL
IR64	<i>Bph1</i>	MR	MS	S	-
ASD7	<i>bph2</i>	MS	S	S	S
Rathu Heenati	<i>Bph3</i>	R	R	R	R
Babawee	<i>bph4</i>	MS	S	MR	MR
ARC10550	<i>bph5</i>	MS	S	S	S
Swarnalata	<i>Bph6</i>	R	MR	MR	MR
T12	<i>bph7</i>	MR	S	S	S
Chin Saba	<i>bph8</i>	MS	MS	S	S
Pokkali	<i>Bph9</i>	MS	S	S	S
IR65482-4-136-2-2	<i>Bph10</i>	MS	MS	MS	S
Abhaya		MR	MR	MR	MR
KDML105		S	S	S	S

R-Resistance, MR-Moderated resistance, MS-Moderated susceptible, S-Susceptible, - Missing data



Table 3. Comparison of QTL combinations for damage score (DS) within the BC₄F₃ population derived from a cross between Abhaya and KDML105.

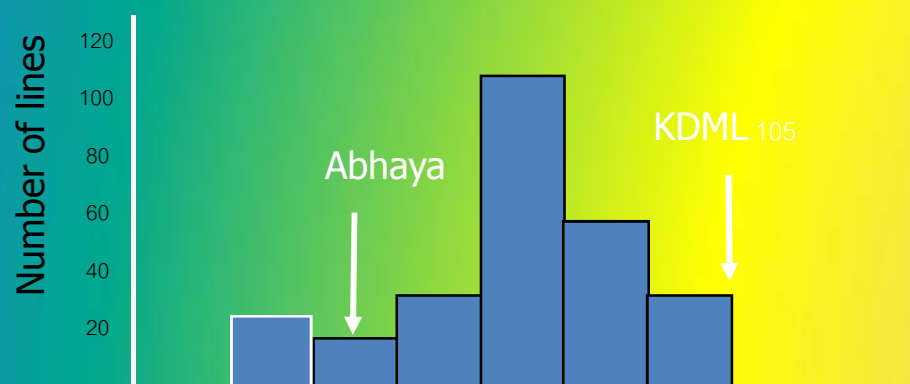
QTL combination	Damage score (DS)*			
	BPH-UBN	Reduction of DS	BPH-PTT	Reduction of DS
<i>Qbph6</i> + <i>Qbph12</i>	4.5±0.2 ^a	2.2	4.2±0.2 ^a	3.3
<i>Qbph12</i>	5.4±0.2 ^b	1.3	5.5±0.3 ^b	2.0
<i>Qbph6</i>	6.1±0.2 ^c	0.6	7.2±0.4 ^c	0.3
No QTL	6.7±0.1 ^d	0.0	7.5±0.2 ^c	0.0

*Values are expressed as Mean ± SE.

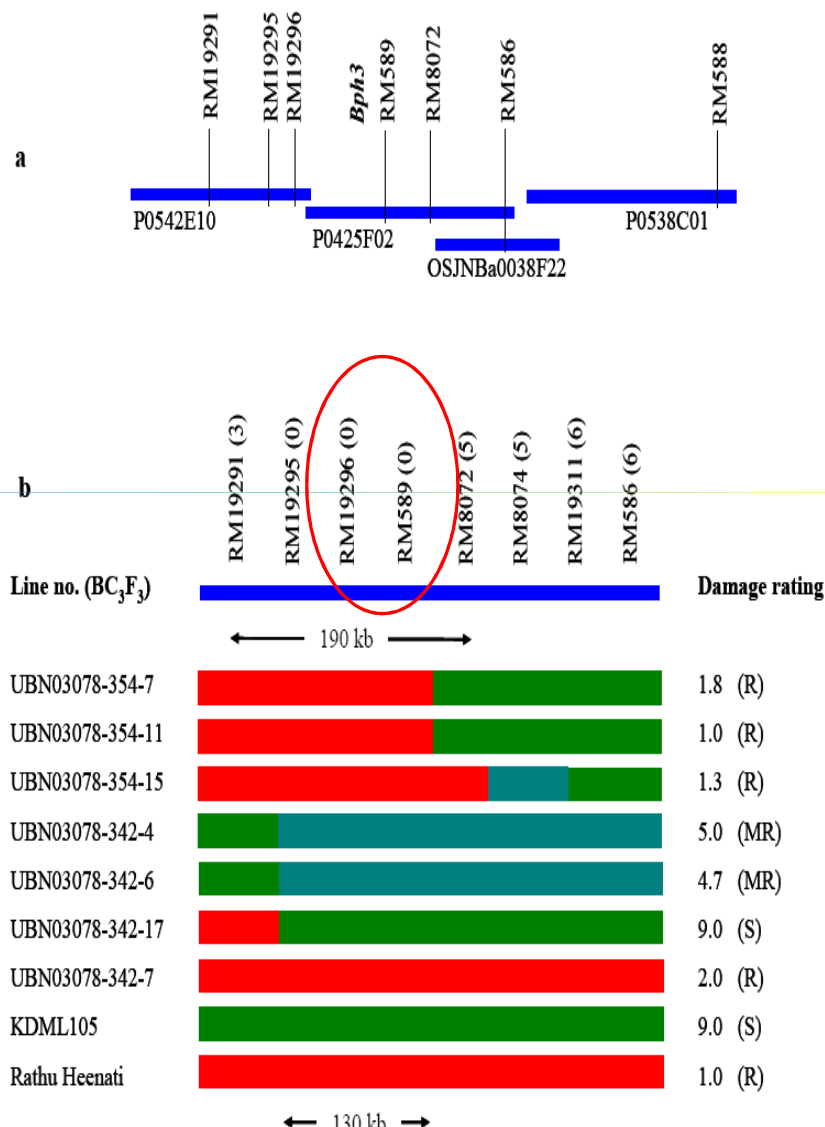
Damage score based on 1-9 scale by the modified-seedbox screening test.

BPH-UBN and BPH-PTT represent BPH populations collected from: Uben Ratchathani and Pathum Thani respectively.

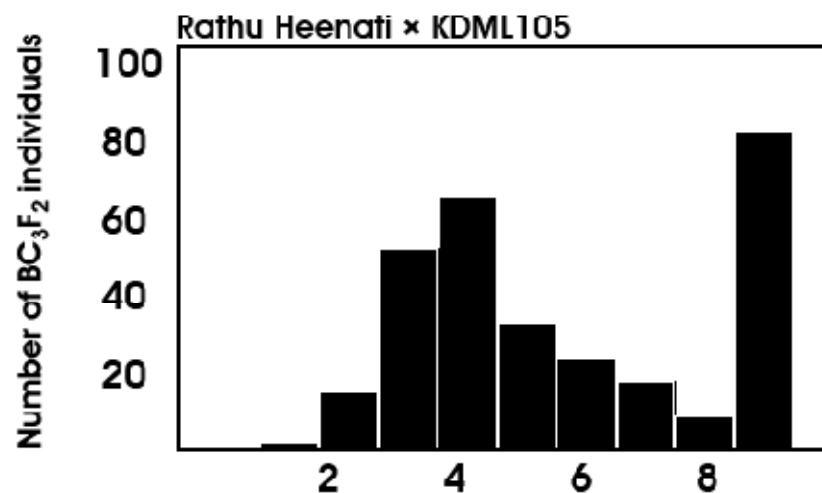
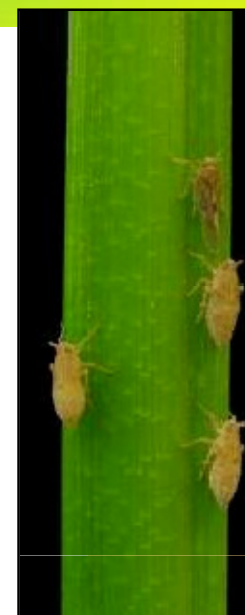
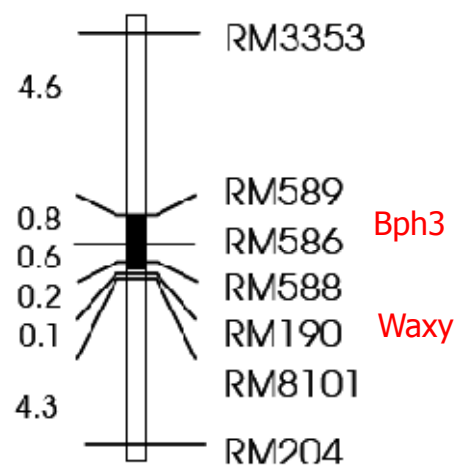
The means scores with the same letter are not significantly different (LSD, P>0.05).



Linkage between Bph3 and Wxa^a

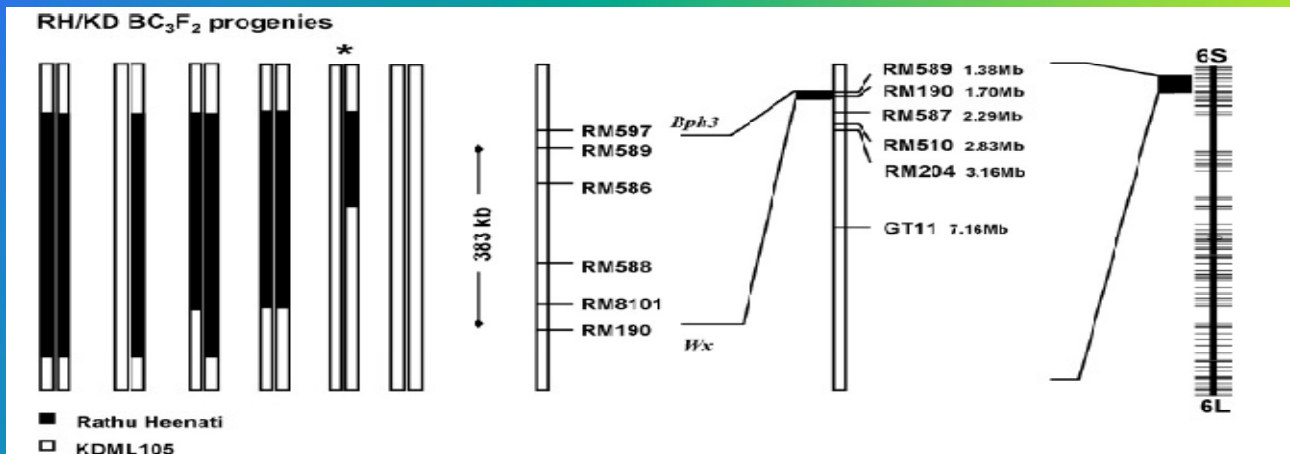


[Rathu Heenati × KDML105]
Chromosome 6



2,343 BC₃F₂

BC introgression lines of KDML105 carrying *Bph3* and *Wx^b*



The reaction to BPH populations, collected in Thailand in 2004 and 2007, of some selected introgression lines. The SSBS was used to evaluate the resistance.

Designation	Reaction to BPH populations*					
	UBN	DUD	NAN	KPP	WTG	PSL
UBN03078-101-342-9	R	R	R	R	R	R
UBN03078-101-342-11	R	R	R	R	R	R
UBN03078-101-342-14	R	MR	R	R	R	R
UBN03078-101-342-4-24	R	R	R	MR	R	MR
UBN03078-101-342-4-32	R	MR	R	MR	R	MR
UBN03078-101-342-4-114	R	R	R	MR	R	MR
UBN03078-101-342-4-126	R	R	R	R	R	R
UBN03078-101-342-4-143	R	R	R	R	R	R
UBN03078-101-342-4-144	R	MR	MR	R	R	MR
UBN03078-101-342-4-148	R	R	R	R	R	R
UBN03078-101-342-6-49	R	R	R	R	R	MR
UBN03078-101-342-6-56	R	R	R	R	R	R
UBN03078-101-342-6-58	R	R	R	R	R	R
KDML105	S	S	S	S	S	S
Rathu Heenati	R	R	R	R	R	R

R = resistant; MR = moderately resistant; S = susceptible.

* Four different biotypes of BPH populations (Jairin et al., 2007a) were collected from four provinces, Ubon Ratchathani (UBN), Nan (NAN), Kamphaeng Phet (KPP) and Phitsanulok (PSL), in 2004. Two BPH populations were collected from the outbreak fields from Det Udom (DUD), Ubon Ratchathani province and Wang Thong (WTG), Phitsanulok province in 2007.

Designation	<i>Bph3</i> allele	AC allele	GT allele	FR allele	AC	GT	FR	GC
UBN03078-101-342-9	RH	KD	KD	KD	16.06	7.0	2	65.0
UBN03078-101-342-11	RH	KD	KD	KD	15.39	6.9	1	60.0
UBN03078-101-342-14	RH	KD	KD	KD	14.95	7.0	1	115.0
UBN03078-101-342-4-24	RH	KD	KD	KD	15.61	6.9	2	100.0
UBN03078-101-342-4-32	RH	KD	KD	KD	14.58	7.0	1	105.0
UBN03078-101-342-4-114	RH	KD	KD	KD	14.39	7.0	2	80.0
UBN03078-101-342-4-126	RH	KD	KD	KD	15.25	7.0	1	67.5
UBN03078-101-342-4-143	RH	KD	KD	KD	14.19	7.0	2	77.5
UBN03078-101-342-4-144	RH	KD	KD	KD	14.56	7.0	2	65.0
UBN03078-101-342-4-148	RH	KD	KD	KD	15.73	7.0	1	72.5
UBN03078-101-342-6-49	RH	KD	KD	KD	14.43	7.0	1	46.5
UBN03078-101-342-6-56	RH	KD	KD	KD	15.39	7.0	1	60.0
UBN03078-101-342-6-58	RH	KD	KD	KD	15.22	7.0	1	70.0
KDML105	KD	KD	KD	KD	15.28	7.0	2	75.0
Mean*					15.03	7.0		81.2



Sub



BLB

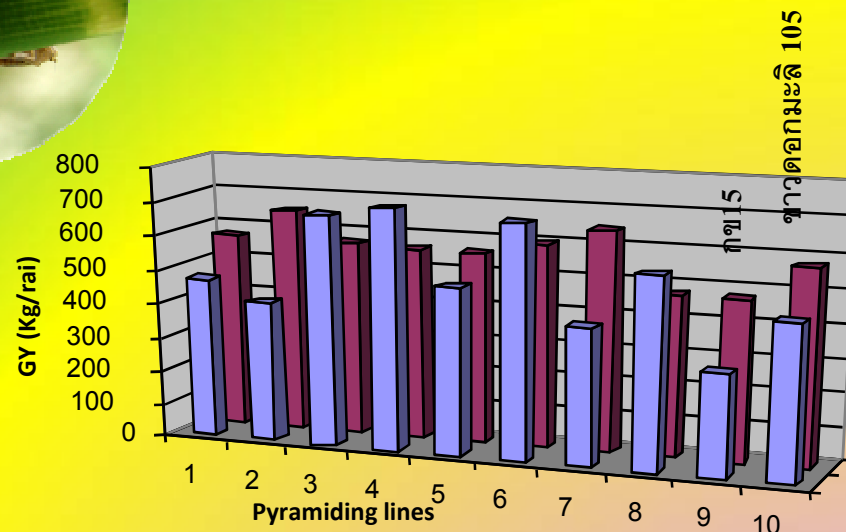


BPH

PlusII
(Sub+BLB)

PlusIII
(Sub+BLB+BPH)

การรวมยีน Sub1A-C, Xa21,
qBLB 1-qBLB11 และ qBPH6-
qBPH12 เข้าไว้ในข้าวขาวดอกมะลิ
105



Entry	Pedigree	Sub1A-C	QBphch12	Xa21	Sub evaluate	BB evaluation			Bph evaluation
		ch9	ch12	ch11		TXO61	TXO4	TB9603	
		R10783	RM277	PB7/8		survival (%)			
1	RGDU03035-146-14-1-4-3-0	FR13A	AB	IR1188	91.7	MR	R	MR	MR
2	RGDU03035-146-14-1-1-1-0	FR13A	AB	IR1188	92.5	MR	MR	MR	MR
3	RGDU03035-146-14-1-4-9-0	FR13A	AB	IR1188	95.0	MR	MR	MR	MR
4	RGDU03035-146-14-1-9-3-0	FR13A	AB	IR1188	95.0	MR	MR	MR	MR
5	RGDU03035-146-14-1-10-20-0	FR13A	AB	IR1188	100.0	MR	R	MR	MR
6	RGDU03035-146-14-1-11-12-0	FR13A	AB	IR1188	100.0	MR	R	MR	MR
7	RGDU03035-146-14-1-1-5-0	FR13A	AB	IR1188	100.0	MR	MR	MR	MR
8	RGDU03035-146-14-1-1-9-0	FR13A	AB	IR1188	100.0	R	MR	MR	R
	KDML105				7.2	S	S	S	HS

ปรับปรุงพันธุ์ข้าวหน้าน้ำฝนเพื่อเตรียมพร้อมรับมือภัยพิบัติ

- รวมลักษณะความทนทานต่อสภาพแวดล้อมวิกฤต เช่น ทนน้ำท่วมจับพลัน ทนแล้ง ทนเค็ม ต้านทานต่อโรคไหม้ ขอบใบแห้ง และ เพี้ยกระโดดเข้าด้วยกัน อย่างมีประสิทธิภาพและรวดเร็ว
- หาแหล่งความต้านทานใหม่ ๆ เพื่อขยายฐานพันธุกรรม โดยร่วมมือกับพันธมิตรทั้งในและต่างประเทศ
- เพิ่มเติมความทนร้อน ทนอุณหภูมิต่ำ รวมทั้งความต้านทานต่อโรคและแมลงอื่น ๆ ที่มีแนวโน้มจะทวีความรุนแรง
- เปลี่ยนทรงต้น และลักษณะการเกษตรอื่น ๆ ให้เหมาะกับการเปลี่ยนแปลง และ ยกกระดับศักยภาพของผลผลิตให้สูงขึ้น



THANK YOU

