

CẢI TIẾN GIỐNG LÚA CHỐNG CHỊU NÓNG THÍCH ỨNG VỚI BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU BẢO ĐẢM AN NINH LƯƠNG THỰC

BÙI CHÍ BỬU & NGUYỄN THỊ LANG

Email: buubuichi@gmail.com





GLOBAL WARMING

SỰ ẤM LÊN TOÀN CẦU

Phát thải khí nhà kính (GHG): CO_2 , N_2O , CH_4 .

Jagadish et al. 2007: Nhiệt độ cao hơn 35°C khi tung phần và duy trì hơn 1 giờ gây ra bất thụ, lúa lép.

IRRI, Peng et al. 2004: Nếu nhiệt độ khí quyển tăng lên 1 độ C; năng suất lúa sẽ giảm 10%.

IPCC 2018: Hiện nay tác động của “global warming” so với thời kỳ tiền công nghiệp là **1,5 độ C**. Toàn thế giới phải hợp tác nghiên cứu:

- ☐ Biến đổi khí hậu diễn biến ngày càng cực đoan
- ☐ Tiếp cận với phát triển bền vững
- ☐ An ninh lương thực của thế giới

MỤC TIÊU NGHIÊN CỨU



- Xác định được bản đồ QTL gen quy định tính trạng chống chịu nóng ở điều kiện nhiệt độ ngày **35 – 40°C** vào thời kỳ trổ bông; nhiệt độ đêm **27-30°C**.
- Xác định chỉ thị phân tử liên kết với gen chống chịu nóng để ứng dụng được kỹ thuật MAS trong cải thiện giống lúa chống chịu nóng.

CƠ SỞ SINH LÝ HỌC về GIỐNG LÚA CHỊU NÓNG (HT)

Hiệu suất quang hợp thuần

Esmaeili *et al.* 2019; Chaturvedi *et al.* 2017 (giống đồng hóa CO₂ cao)

Sự vào chắc của hạt thóc

Lawas *et al.* 2019; Huang *et al.* 2019 (GFR & GFD)

Phản ứng thụ phấn

Zhao *et al.* 2016: thụ phấn của IR64 (48%) and N22 (71%)

Hàm lượng amylose tăng

Zhang *et al.* 2014: gen *qHAC4*, *qHAC8a*, *qHAC8b*, *qHAC10*

Độ bạc bụng tăng
(white back kernel)

Lawas *et al.* 2019: gen *qWB3*, *qWB4*, *qWB6*, and *qWB9*

Nguồn và Sức chứa

(sink & source dynamic)

Nhiệt độ đêm cao > 27 độ C

Lawas *et al.* 2019: chuyển vị N & carbohydrate vào hạt thóc (giống N22 tốt nhất)

Molecular Breeding for Improving Heat Stress Tolerance in Rice: Recent Progress and Future Perspectives

Bui Chi Buu¹, Cho Young Chan² and Nguyen Thi Lang¹

¹*High Agricultural Technology Research Institute for Mekong Delta (HATRI), Can Tho, Vietnam*

²*National Institute of Crop Science (NICS), RDA, Wanju 55365, Republic of Korea*

Molecular Breeding for Rice Abiotic Stress Tolerance and Nutritional Quality, First Edition.
Edited by Mohammad Anwar Hossain, Lutful Hassan, Khandakar Md. Iftekharuddaula,
Arvind Kumar and Robert Henry.

© 2021 John Wiley & Sons Ltd. Published 2021 by John Wiley & Sons Ltd.

Table 5.1 Rice breeding materials for heat tolerance analysis.

Designation	Rice ecotype	References
<i>Oryza glaberrima</i> (tolerant)	African cultivable rice (AA)	Sweeney and McCouch (2007)
<i>Oryza officinalis</i> (tolerant)	Asian wild species (CC)	Hirabayashi et al. (2015) (QTL <i>qEMF3</i>)
<i>Oryza meridionalis</i> (tolerant)	Australian wild species (AA) closely related to cultivars	Scafaro et al. (2010, 2012, 2016, 2018)
<i>Oryza nivara</i> (tolerant)	(AA) wild rice species	Prasanth et al. (2017) (derivatives: Swarna × <i>O. nivara</i> ; KMR3 × <i>O. rufipogon</i>)
<i>Oryza rufipogon</i> (tolerant)		
<i>Oryza australiensis</i>	(EE) wild rice species	Scafaro et al. (2018) (tolerant due to Rubisco activase)
N22 (tolerant)	<i>Aus</i> -type (<i>O. sativa</i>)	Casartelli et al. (2018), Poli et al. (2013), Mohapatra et al. (2014), Talla et al. (2016), Shoba et al. (2017), Yugandhar et al. (2013, 2018), Yi et al. (2001), Jagadish et al. (2010a), and Bui et al. (2012, 2013, 2014)
Dular (tolerant and wide-compatible)	<i>Aus</i> -type (<i>O. sativa</i>)	
Moroberekan (the most sensitive)	<i>O. sativa</i> sub. <i>tropical japonica</i>	Jagadish et al. (2010a), Bui et al. (2014), Xiao et al. (2011), Zhang et al. (2009), Shanmugavadivel et al. (2017), and Yugandhar et al. (2013, 2018)
N22 (tolerant)	(<i>Aus</i> -type) <i>O. sativa</i>	
Kasalate (tolerant)	<i>O. sativa</i> sub. <i>indica</i>	Zhu and Ge (2005)
Gihobyao (tolerant)	<i>O. sativa</i> sub. <i>japonica</i>	Lee et al. (2017)
Gayabyao (sensitive)		
Habataki (tolerant)	<i>O. sativa</i> sub. <i>indica</i>	Zhao et al. (2016)
Giza178 (tolerant)	<i>O. sativa</i> sub. <i>indica</i>	Ye et al. (2015)

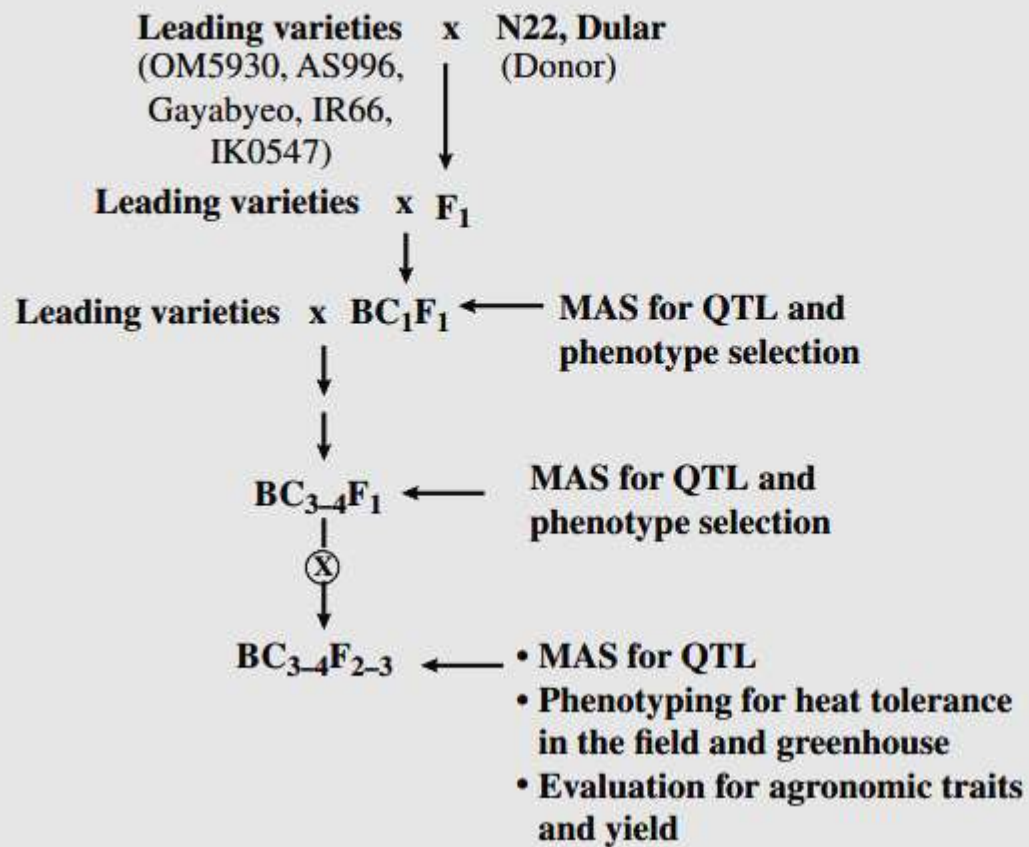
(AA), same genome AA as well as *Oryza sativa*; (CC, EE) differed from AA genome, needed to have embryo rescue while crossing.

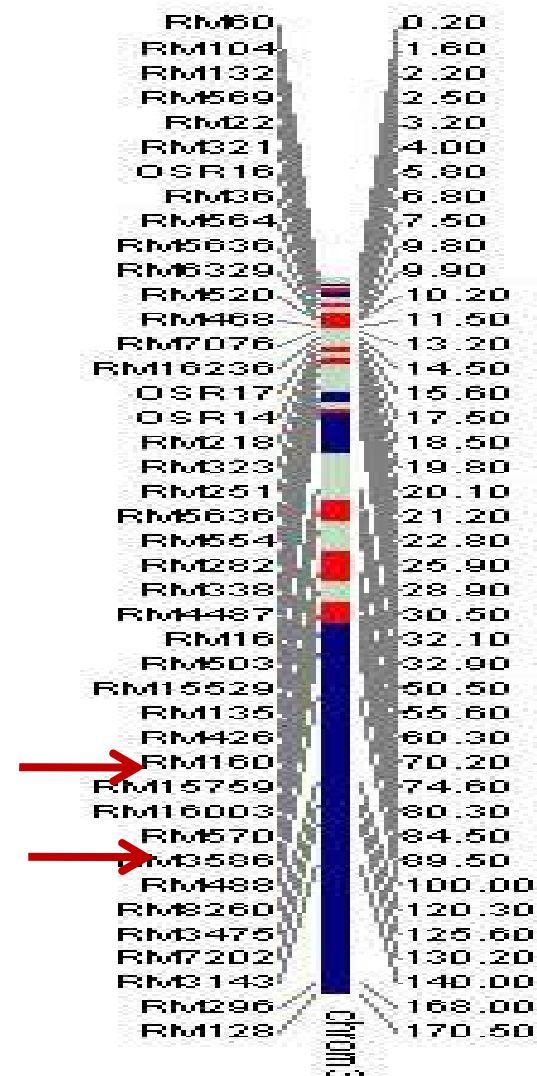
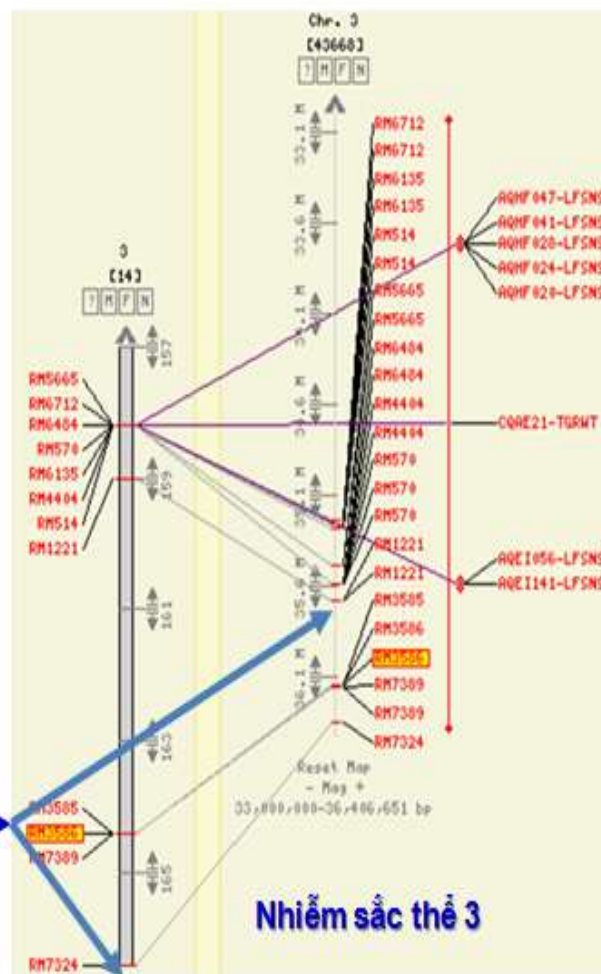
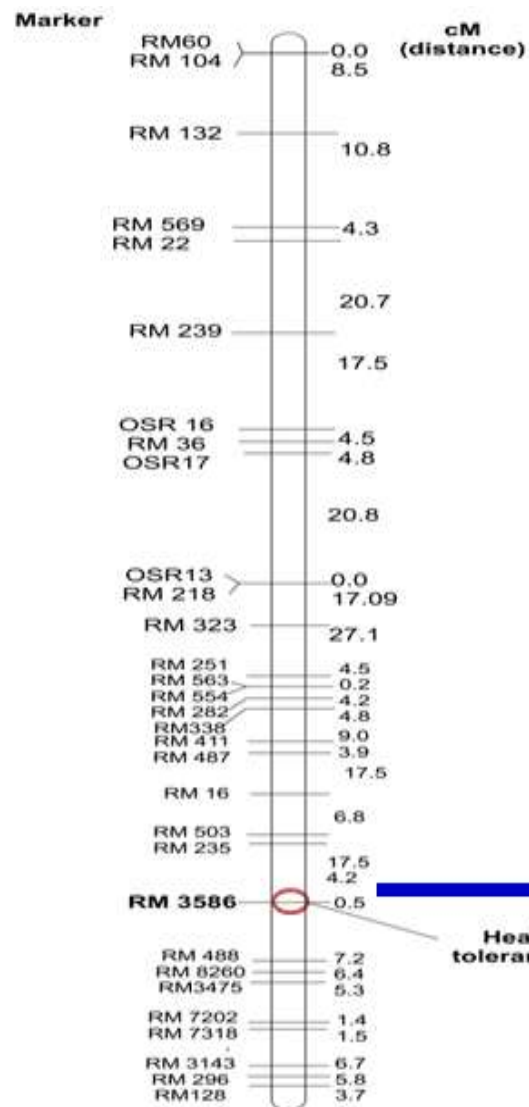


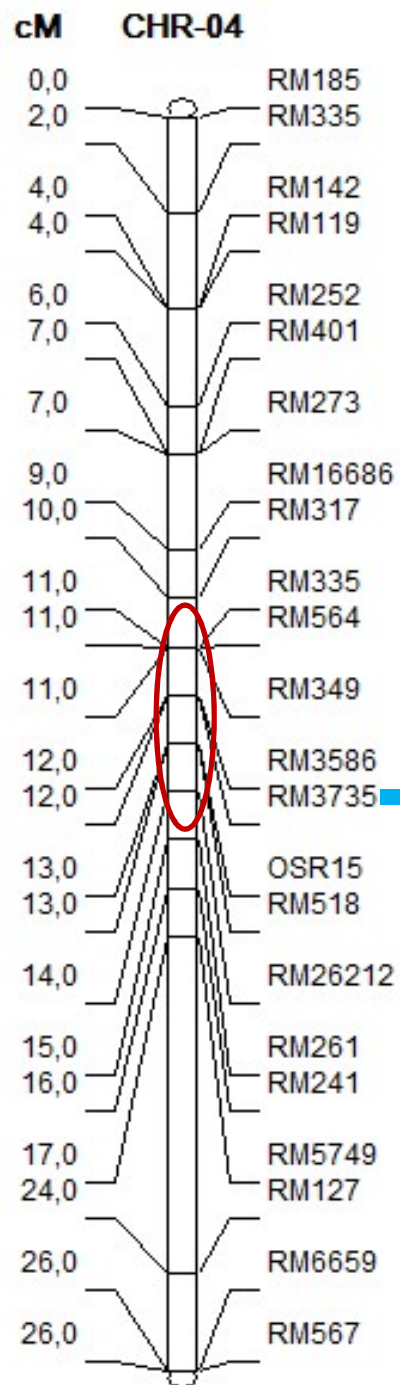
VẬT LIỆU

- Giống cho gen kháng: **N22, Dular**
- Vật liệu mẹ (giống tái tục):
OM5930, AS996
- Quần thể hồi giao
 BC_2F_2 , BC_3F_1 , BC_4F_1 , BC_4F_2









Nhiệm sắc thể 4

Xác định marker mới RM7167

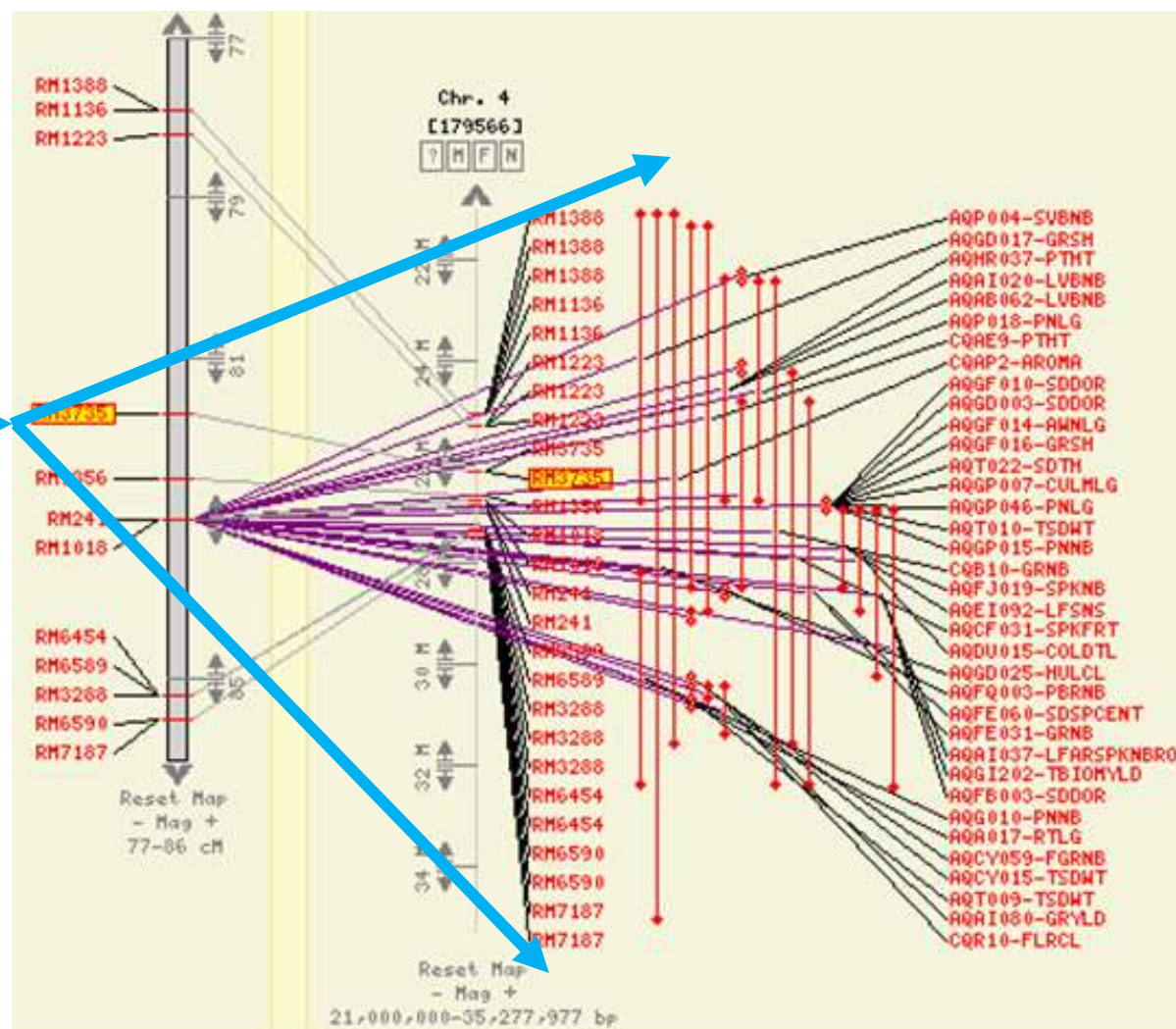


Table 5.2 Identified QTLs, markers conferring heat tolerance.

Chromosome	QTL or Marker	References
4	C1100–R1783	Zhu and Ge (2005) and Zhu et al. (2006)
1	R1613–C970	
7	C1226–R1440	
4	RM3735	Zhang et al. (2008, 2009), Chen et al. (2008), and Bui et al. (2013, 2014)
3	RM3586	
4	RM5687–RM471	Xiao et al. (2011)
10	RM6132–RM6100	
9	InDel5–RM7364 [<i>OsHTAS</i>]	
4	qHAC4	Zhang et al. (2014)
8	qHAC8a, qHAC8b	
10	qHAC10	
3	RM3586–RM160	Bui et al. (2013, 2014); Nguyen et al. (2015, 2017)
4	RM468–RM7076	
4	RM241–RM26212	
4	RM5749	
6	RM103	Zhao et al. (2016) (improve the pollen shedding under heat stress)
4	qPSLht4.1	
5	qSTIY5.1/qSSIY5.2 (331 kb)	
9	qSTIPSS9.1 (400 kb)	Shanmugavadivel et al. (2017) (chr.9: the most important with 65 genes) (chr. 5 with 54 genes) from N22
1	qDHT 1	
5	qDHT 5	
7	qDHT 7	Lee et al. (2017)
3	RM3525 to 3-M95 [<i>qHTB3-3</i>] Ø2.8 Mb	
4	qHTSF4.1	Zhu et al. (2017)
1	qDHT 1	
		Ye et al. (2015) (response to heat stress at flowering)
		Lee et al. (2017) (response to heat stress at seed germination)

CHỌN DÒNG NHỜ CHỈ THỊ PHÂN TỬ

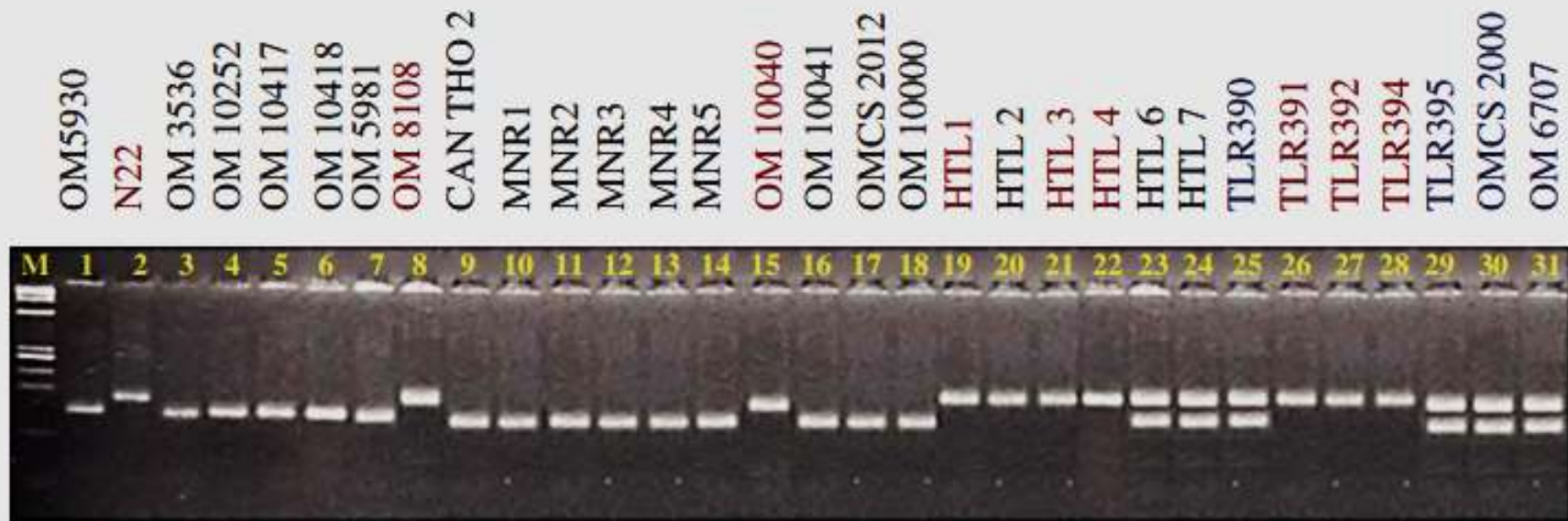
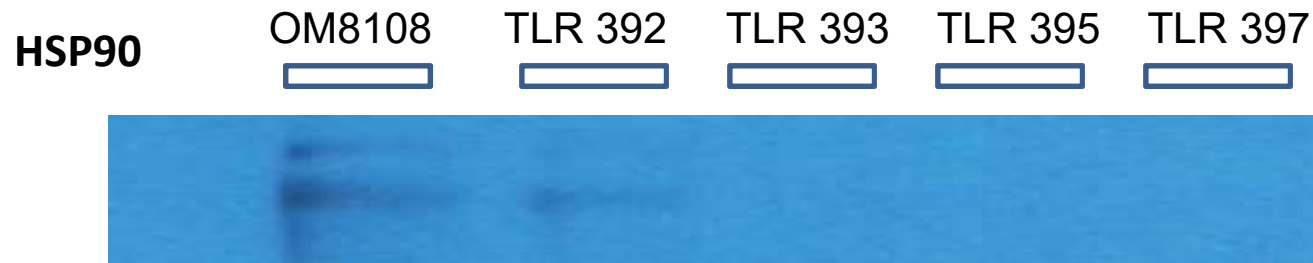


Figure 5.3 PCR products for identifying homozygous at locus RM3735 linked to QTL for heat tolerance from N22 on chromosome 4. *Source:* Nguyen et al. (2015).

WESTERN BLOT



HSP90 by Western Blotting

Starting dilution **1:200**, dilution range **1:100 -1:1000**

Immunoprecipitation 1-2 μ g per 100-500 μ g of total protein (1ml of cell lysate)

Immunofluorescence (starting dilution 1:50, dilution range 1:50 - 1:500)

Solid phase ELISA (starting dilution 1:30, dilution range 1:30 - 1:3000).

PROTEOMICS

(Heat Shock Protein)

Protein được điều tiết theo kiểu “up” và “down” đều xảy ra	<i>Zou et al. 2011; Liao et al. 2014</i>
Lúa có tất cả 37 gen mã hóa HSP	<i>Sarkar et al. 2013</i>
Promoter và mức độ biểu hiện “transcript” xác định họ protein HSP70 quan trọng nhất	<i>Sarkar et al. 2013</i>
Biểu hiện của HSP90	<i>Bui et al. 2016</i>
73 protein spots trong lá lúa (MALDI-TOF) có chức năng phản ứng với HT	<i>Kumar et al. 2017</i>
Polyamines có chức năng trong grain filling ở nhiệt độ 40°C	<i>Fu et al. 2019</i>

HSP trên lá lúa có tất cả 18 proteins. Mang tên HSP đóng vai chaperon
 Hai protein bảo vệ (*dehydrin* và *cysteine proteinase inhibitor 8*): thể hiện độc đáo ở nhiệt độ cao (44°C) trong tế bào lúa.
 HSPs bảo vệ mọi tổn thương tế bào khi bị stress nóng

TIẾP CẬN VỚI NGS & MỨC ĐỘ BIỂU HIỆN GEN

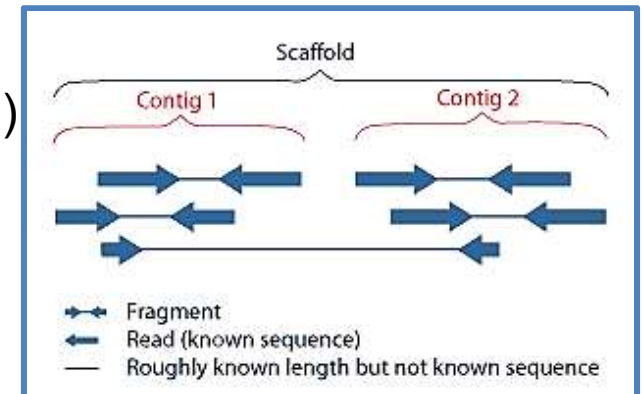
Woldegiorgis et al. 2022

Genes 2022, 13, 1353. <https://doi.org/10.3390/genes13081353>

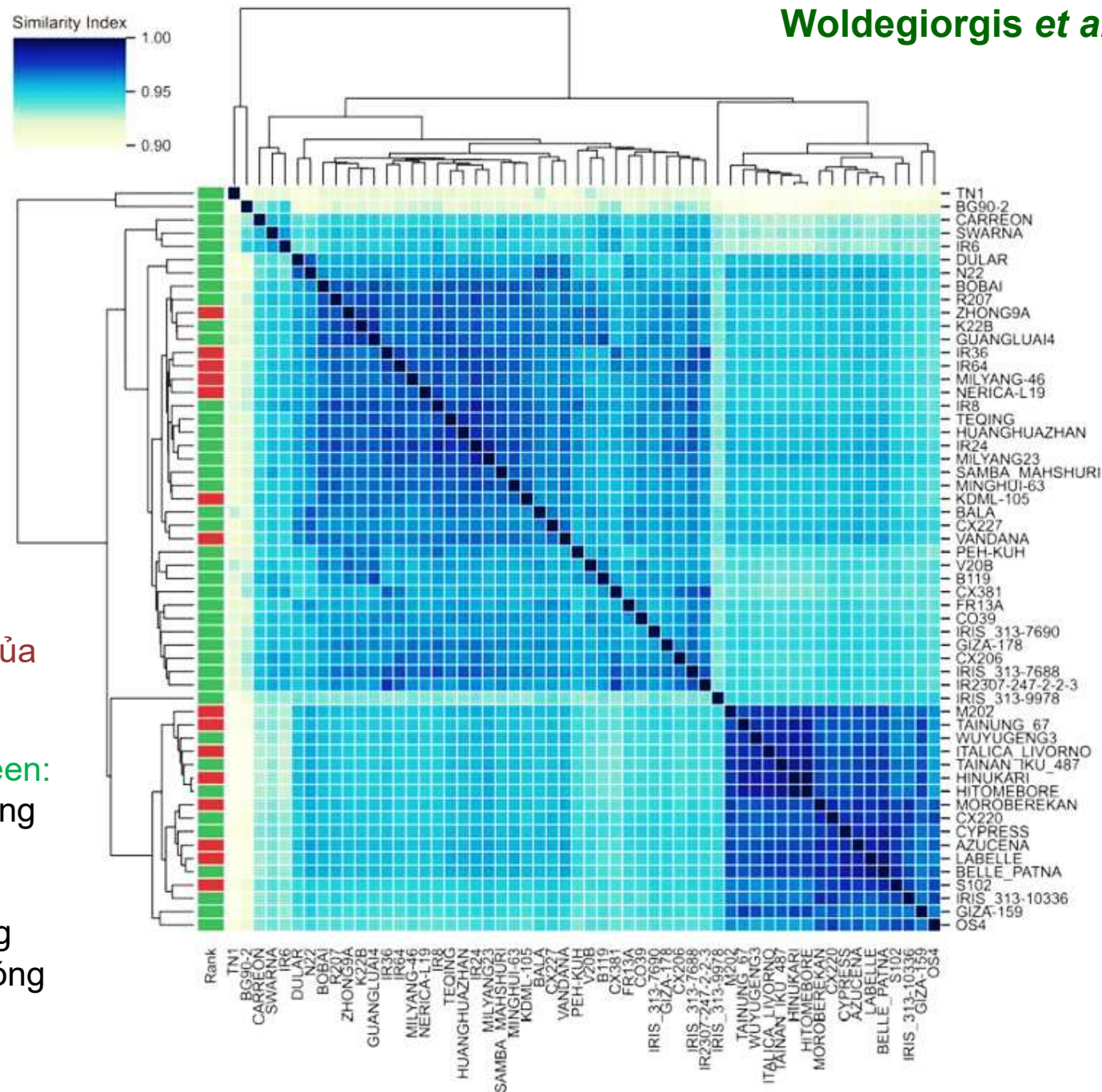
“Pan-genomes” bao gồm 45 giống chống chịu nóng và 15 giống nhạy cảm

Xác định được 38.998 pan-genome genes bao gồm
37.859 genes in the reference contigs
1.141 genes in the non-reference contigs

Chỉ thị phân tử liên kết với gen đích: 76.435 SNPs
Gen liên kết chặt với SNPs (multiple RNA-seq datasets)
3214 upregulated genes
2212 downregulated genes



Có 1677 DEGs (*differential expressed genes*) được lập bản đồ di truyền (46 QTLs)
990 upregulated genes
687 downregulated genes
2 upregulated genes liên kết chặt với SNPs / trình tự “non-reference”

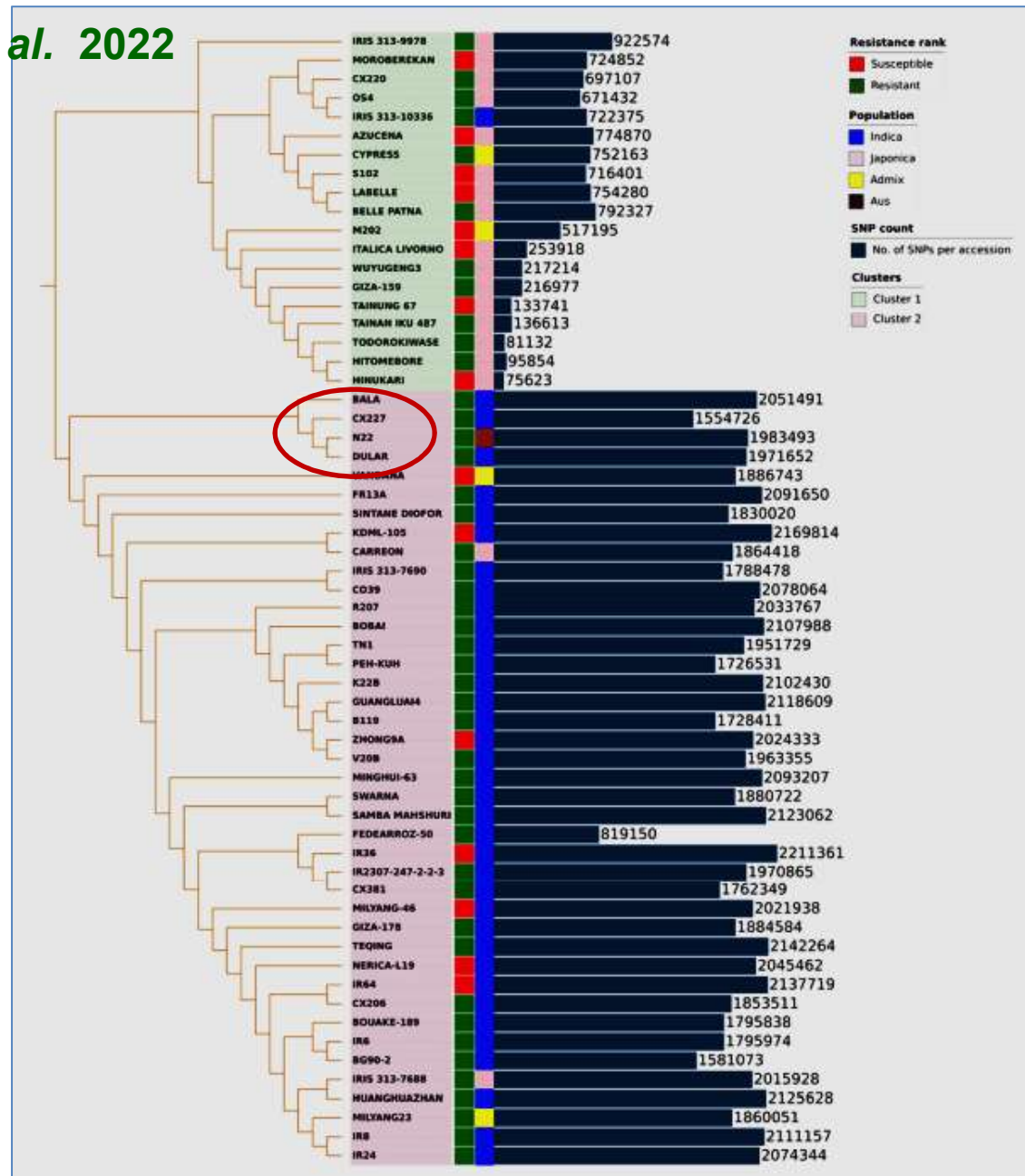


Biểu hiện với stress nóng của giống lúa.

Màu xanh green: giống chịu nóng (45)

Màu đỏ: giống không chịu nóng (15)

Woldegiorgis et al. 2022



Xếp nhóm di truyền huyết thống giống lúa theo SNPs; 2 clusters chính + subclusters

KẾT LUẬN

1. Biến đổi khí hậu cực đoan làm gia tăng nhiệt độ toàn cầu, ảnh hưởng đến “**grain filling**”. **Cải tiến giống chống chịu hoàn toàn khả thi**, góp phần đảm bảo an ninh lương thực
2. Nhiệt độ cực trọng ban ngày là >35 độ C và ban đêm là >27 độ C khi **lúa trở đến vào chắc** cần được xem xét.
3. Nguồn vật liệu bố mẹ thuộc “**aus ecotype**” được khai thác thành công. Lúa hoang có tiềm năng nhưng chưa được đầu tư nghiên cứu
4. QTLs 1, 3, 4, 5, 7, 8, 9, và 10 được xem xét trên cơ sở kiểu hình tính trạng “**tỷ lệ hạt lép**” và “**tốc độ hạt vào chắc**”
5. **Giải trình tự thế hệ mới (NGS)** được hỗ trợ bởi **SNP array** là xu hướng nghiên cứu mới, nhằm rút ngắn thời gian nghiên cứu và xác định gen di truyền số lượng chính xác hơn (**gen ứng cử viên & gen đích**).

CÁM ƠN

