วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกับ

ข้าวไทย

633.18
ศ814ว
2544
ฉ.2

ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

ISBN 974-7360-54-3

สารบัญ

บทที่ ๑ สถาบันพระมหากษัตริย์กับข้าวไทย ๕

บทที่ ๒ ข้าวกับวิถีชีวิตคนไทย ๑๓

บทที่ ๓ พัฒนาการพันธุ์ข้าวไทย ๒๙

บทที่ ๔ เทคโนโลยีชีวภาพกับการปรับปรุงพันธุ์ข้าว ๗๙

บทที่ ๕ เทคโนโลยีดีเอ็นเอกับการควบคุมคุณภาพข้าว ๑๒๓

บทที่ ๖ การค้นหายีนทั้งหมดในข้าวไทย ๑๓๓

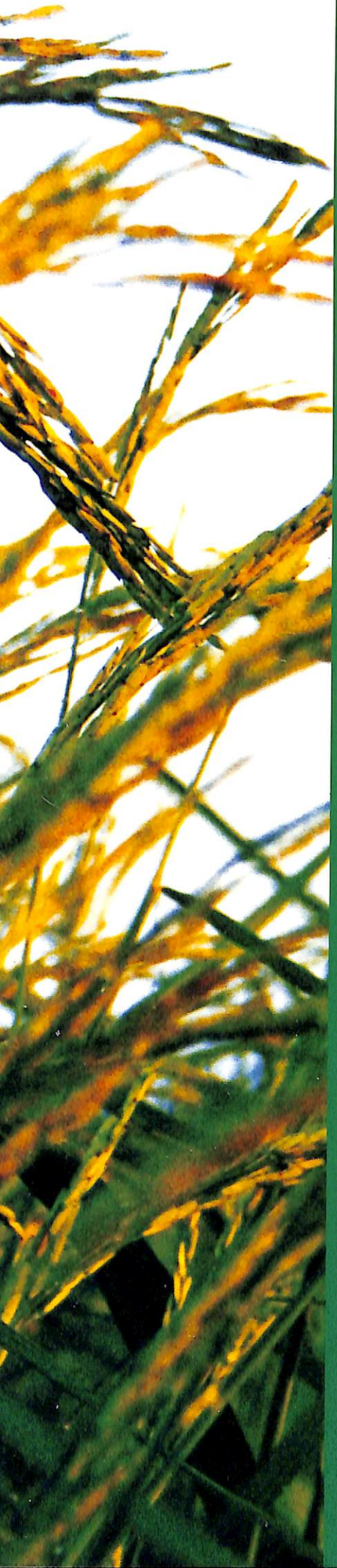
บทที่ ๗ อนาคตข้าวไทย ๑๔๗

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกับ
ข้าวไทย

TECHNICAL INFORMATION ACTIVITY CENTER
ศูนย์บริการสารสนเทศและกิจกรรมวิทยาการ

ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ
สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

633.18
S142
2544
22
B0410321



ศาสตราจารย์ ดร. ไพรัช ธัชยพงษ์
ผู้อำนวยการสำนักงานพัฒนา-
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

ดร. มรกต ตันติเจริญ
ผู้อำนวยการศูนย์พันธุวิศวกรรม-
และเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ

ข้าว ธัญญาหารที่คนไทยทุกคนรู้จักมาแต่กำเนิดและเป็นธัญพืชที่มีบทบาทต่อวิถีชีวิตของคนไทยมาแต่ครั้งอดีต จนอาจจะกล่าวได้ว่า*ข้าว* คือผลิตผลที่เกิดจากความวิริยะอุตสาหะของคนไทย เป็นสายเลือดหล่อเลี้ยงประเทศไทยมาแต่ครั้งโบราณ และยังเป็นที่ซ่อนตำนานเล่าขานเรื่องราวอันเก่าแก่ของประเทศ ดังนั้น คนไทยทุกคนจึงให้ความสำคัญในคุณค่าของ *ข้าว* ตลอดมา

"วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกับข้าวไทย" ได้รวบรวมมวลความรู้เพื่อบอกกล่าวถึงพัฒนาการของพันธุ์ข้าวในประเทศไทย และการนำเทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ามาใช้เพื่ออนุรักษ์พันธุ์ข้าวดั้งเดิมและการพัฒนาปรับปรุงให้เกิดพันธุ์ข้าวใหม่ๆ ที่มีความหลากหลายและมีคุณภาพมากยิ่งขึ้น

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ มีความยินดีเป็นอย่างยิ่งในการนำเสนอพระราชกรณียกิจของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ที่ทรงเล็งเห็นความสำคัญและทรงสนับสนุนให้มีการพัฒนาพันธุ์ข้าวไทยมาโดยตลอด ตลอดจนนำเสนอผลงานอันเกิดจากภูมิปัญญาของนักวิจัยไทยในการนำความรู้และความเชี่ยวชาญด้านวิทยาการสมัยใหม่มาผนวกเข้ากับความรู้ดั้งเดิม ก่อให้เกิดการนำไปใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวาง และส่งผลให้ประเทศไทยมีชื่อเสียงในด้านคุณภาพข้าวจนที่เป็นที่ยอมรับกันแล้วทั่วโลก

ฝ่ายนิเทศสัมพันธ์
สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

บทที่ ๑

สถาบันพระมหากษัตริย์ กับข้าวไทย

แก้วขวัญ วัชโรทัย
พรชัย จุฑามาศ

พระมหากษัตริย์ไทยทุกยุคทุกสมัยมีความเกี่ยวข้องกับข้าวไทย อย่างใกล้ชิด ในรัชสมัยของพ่อขุนรามคำแหงมหาราช ในพุทธศตวรรษที่ ๑๘ ได้มีหลักฐานที่แสดงให้เห็นถึงความอุดมสมบูรณ์ของประเทศ โดยมีคำจารึกไว้บนศิลาจารึกว่า...“ในน้ำมีปลา ในนามีข้าว”

คุณแก้วขวัญ วัชโรทัย เลขาธิการพระราชวัง สำนักพระราชวัง

อาจารย์พรชัย จุฑามาศ รองผู้อำนวยการโครงการส่วนพระองค์ และเลขานุการคณะกรรมการบริหารโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สวนจิตรลดา

"พระราชพิธีจรดพระนังคัลแรกนาขวัญ" พิธีโบราณซึ่งมีปรากฏมาตั้งแต่สมัยสุโขทัย และต่อเนื่องมาจนสมัยกรุงรัตนโกสินทร์ ถือเป็นการบำรุงขวัญและให้กำลังใจแก่เกษตรกรของประเทศ

ในสมัยกรุงรัตนโกสินทร์ได้มีการพัฒนาพันธุ์ข้าวอย่างจริงจัง พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว รัชกาลที่ ๕ ทรงโปรดให้มีการประกวดพันธุ์ข้าวขึ้นเป็นครั้งแรกในประเทศในปี พ.ศ. ๒๔๕๐ ซึ่งเป็นการประกวดพันธุ์ข้าวจากทุ่งหลวง คลองรังสิต โดยทรงกำหนดวัตถุประสงค์ *"เพื่อเป็นการอุดหนุนและบำรุงหาพันธุ์ข้าวที่ดีมาไว้ทำพันธุ์ และเพื่อให้ข้าวของประเทศสยามเจริญดี มีราคาเท่าเทียมกับข้าวของประเทศอื่น"* นับเป็นจุดเริ่มต้นในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวของไทย การประกวดพันธุ์ข้าวครั้งที่สองจัดขึ้นในปี พ.ศ. ๒๔๕๑ เป็นการประกวดพันธุ์ข้าวทั่วประเทศที่วัดสุทัศน์-เทพวราราม กรุงเทพมหานคร และในปี พ.ศ. ๒๔๕๓ ทรงให้จัดงาน *"การแสดงกสิกรรมแลพาณิชการ"* ขึ้นเป็นครั้งแรกร่วมกับการประกวดพันธุ์ข้าวที่สระปทุมวัน (วังสระประทุมในปัจจุบัน) และได้มีการจัดงานนี้เป็นครั้งที่สอง ในปี พ.ศ. ๒๔๕๔ ปรากฏว่าพันธุ์ข้าวที่ชนะเลิศในการประกวดพันธุ์ข้าวครั้งที่สองที่วัดสุทัศน์เทพวราราม และในงานแสดงกสิกรรมและพาณิชยการทั้งสองครั้ง เป็นพันธุ์ข้าวจากอำเภอธัญบุรี และพันธุ์ข้าวที่ชนะการประกวดครั้งหลังๆ มีคุณภาพดีกว่าครั้งแรกๆ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าพันธุ์ข้าวในประเทศไทยได้มีการพัฒนาปรับปรุงให้มีคุณภาพสูงยิ่งขึ้นมาโดยตลอด

พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดช ทรงเป็น "เกษตรบดี" ตามโบราณราชประเพณีที่พระมหากษัตริย์ทรงมีพระราชกรณียกิจในการสนับสนุนขวัญและกำลังใจแก่ชาวประชาราษฎร์

พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดชรัชกาลปัจจุบันทรงสนพระทัยทะนุบำรุงข้าวไทยมาโดยตลอด เคยมีพระราชดำรัสพระราชทานแก่กลุ่มผู้นำชาวนาครั้งหนึ่งว่า *"ข้าพเจ้ามีโอกาสได้ศึกษาและทดลองทำนามาบ้าง และทราบดีว่าการทำนานั้นมีความยากลำบากเป็นอุปสรรคอยู่ไม่ใช่น้อย จำเป็นต้องอาศัยพันธุ์ข้าวที่ดีและต้องใช้วิชาการต่างๆ ด้วย จึงจะได้ผลเป็นล่ำเป็นสัน อีกประการหนึ่ง ที่นานั้นเมื่อสิ้นฤดูทำนาแล้ว ควรจะปลูกพืชอื่นๆ บ้าง เพราะจะเพิ่มรายได้ให้อีกไม่น้อย ทั้งจะช่วยให้ดินร่วน ช่วยเพิ่มปุ๋ยกากพืช ทำให้เนื้อดินดีขึ้น เหมาะสำหรับทำนาในฤดูต่อไป"* อันแสดงถึงความสนพระทัยที่ทรงมีต่อพสกนิกรที่เป็นชาวนาชาวไร่โดยตรง และนับเป็นพระราชกรณียกิจที่ยิ่งใหญ่ในการสนับสนุนขวัญและกำลังใจให้แก่ชาวประชาราษฎรของประเทศ

สถาบันวิจัยข้าวนานาชาติ หรือ IRRI น้อมเกล้าฯ ถวายเหรียญทอง "International Rice Award" เมื่อเดือนมิถุนายน พ.ศ. ๒๕๓๙ ณ พระราชวังสวนจิตรลดา

พระราชกรณียกิจของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวในการส่งเสริมสนับสนุนการพัฒนาข้าว ได้เป็นที่เลื่องลือไปทั่วโลก ในเดือนมิถุนายน พ.ศ. ๒๕๓๙ สถาบันวิจัยข้าวนานาชาติ หรือ IRRI ได้น้อมเกล้าฯ ถวายเหรียญทอง "International Rice Award" ซึ่งนับเป็นครั้งแรกและคงมีครั้งเดียวที่ IRRI ได้ให้เกียรติบุคคลที่ทำคุณประโยชน์แก่วงการพัฒนาข้าวตลอดระยะเวลากว่าครึ่งศตวรรษ พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวได้มีส่วนสำคัญในการส่งเสริม พัฒนาการผลิตข้าว สนับสนุนงานวิจัยและพัฒนาพันธุ์ข้าว ตลอดจนกิจกรรมด้านการเกษตรต่างๆ ทั่วประเทศ

เหรียญทอง (Royal plaque) "International Rice Award"

ในเดือนกันยายน พ.ศ. ๒๕๔๐ พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวได้พระราชทานพระราชานุญาต ให้สถาบัน IRRI อยู่ในพระบรมราชูปถัมภ์ และทรงมอบหมายให้ ฯพณฯ องคมนตรี อำพล เสนาณรงค์ เป็นผู้แทนพระองค์ นำสัญลักษณ์ **"The Royal Plaque – The Great Crown of Victory"** และพระบรมรูปไปมอบให้กับ IRRI ที่ประเทศฟิลิปปินส์

พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว และสมเด็จพระนางเจ้าฯ พระบรมราชินีนาถ เสด็จพระราชดำเนิน
เป็นการส่วนพระองค์ไปยังท่งมะขามหย่อง จังหวัดพระนครศรีอยุธยา เพื่อทรงประกอบพิธีเกี่ยวข้าว
ในพื้นที่ปลูกข้าวนาปรังในโครงการพระราชดำริ

สมเด็จพระบรมโอรสาธิราช สยามมกุฎราชกุมาร เสด็จฯ ไปทรงทำนาหว่านน้ำตม
โดยใช้ปุ๋ยหมัก ณ แปลงนาสาธิต บึงไผ่แขก ตำบลดอนโพธิ์ทอง อำเภอเมือง
สุพรรณบุรี เมื่อเดือนมีนาคม พ.ศ. ๒๕๒๙

สมเด็จพระพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี เสด็จฯ ไปทรงเกี่ยวข้าวแปลงนาสาธิต
ณ บึงไผ่แขก ตำบลดอนโพธิ์ทอง อำเภอเมือง สุพรรณบุรี เมื่อเดือนสิงหาคม พ.ศ. ๒๕๔๒

บทที่ ๒

ข้าว
กับวิถีชีวิตคนไทย

สงกรานต์ จิตรากร

*ข้าวเป็นพืชล้มลุกจัดอยู่ในตระกูลหญ้า (**Family: Gramineae** หรือ **Poaceae**) สกุล ออไรซ่า (**Genus: Oryza**) ข้าวเจริญเติบโตได้ดีในเขตร้อนและอบอุ่น มีการแพร่กระจายตั้งแต่เส้นรุ้งที่ ๕๓ องศาเหนือถึง ๓๕ องศาใต้ และสามารถขึ้นได้ดีตั้งแต่ระดับน้ำทะเลจนถึงระดับสูงประมาณ ๒,๕๐๐ เมตร เนื่องจากข้าวมีการแพร่กระจายอย่างกว้างขวาง จึงพบข้าวชนิด (**species**) ต่าง ๆ ซึ่งปัจจุบันมีทั้งหมด ๒๓ ชนิด เป็นข้าวปลูกเพื่อบริโภค ๒ ชนิด ส่วนที่เหลือเป็นชนิดข้าวป่าทั้งหมด*

ดร. สงกรานต์ จิตรากร ผู้ช่วยผู้อำนวยการสถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

วัฒนธรรมข้าว

633.18
ส814ว
2543
ล.2
5010321

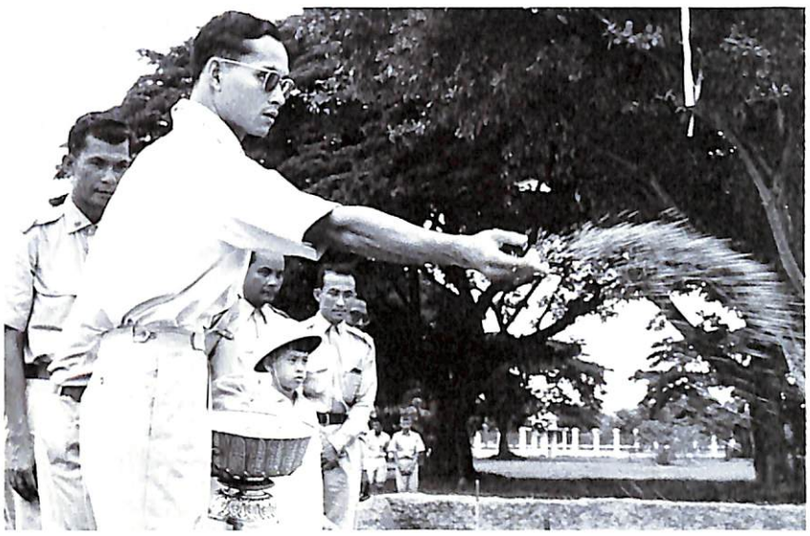
ข้าวมีความสำคัญต่อมนุษย์และสัตว์มาก ประชากรกว่าครึ่งโลกบริโภคข้าวเป็นอาหารหลักโดยเฉพาะชนชาวเอเชีย ดังนั้นข้าวจึงปลูกมากในเอเชียและใช้บริโภคในเอเชียประมาณ ๙๐% ข้าวที่ปลูกสำหรับบริโภคทั่วโลกมี ๒ ชนิด จำนวนมากกว่า ๑๒๐,๐๐๐ พันธุ์ คือ ข้าวปลูกเอเชีย (*Oryza sativa* Linn.) และข้าวปลูกแอฟริกา (*O. glaberrima* Steud.)

จากหลักฐานรอยเปลือกข้าวของข้าวเปลือกหรือแกลบที่ฝังอยู่ในหลุมฝังศพหรือในอิฐ สันนิษฐานได้ว่ามีการปลูกข้าวมาแล้วมากกว่า ๕,๕๐๐ ปี และแหล่งปลูกข้าวที่พบว่ามีอายุเก่าแก่ที่สุดคือที่โนนนกทา อำเภอภูเวียง จังหวัดขอนแก่น ข้าวจึงมีความสำคัญต่อชีวิตคนไทยมานานมากกว่า ๕,๕๐๐ ปี จึงอาจกล่าวได้ว่าข้าวคือชีวิตของคนไทย จากการที่ข้าวอยู่คู่ชีวิตคนไทยมาตลอด จึงเป็นสาเหตุให้เกิดตำนานวัฒนธรรมข้าวและประเพณีต่าง ๆ เกี่ยวกับข้าวคู่กับชนชาติไทยมาตราบจนปัจจุบัน

ความผูกพันของข้าวกับคนไทยจึงก่อให้เกิดวัฒนธรรมต่าง ๆ มากมาย ทั้งที่มีความเกี่ยวข้องกับข้าวโดยตรง และได้จากการสะสมประสบการณ์ ความรู้และภูมิปัญญาชาวบ้านผสมผสานกัน ทั้งนี้เพื่อความอยู่รอดและ/หรือสร้างระบบกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ที่ถือปฏิบัติต่อกันมา

"หุ่นไล่กา" ภูมิปัญญาท้องถิ่นของชาวนาไทยมาแต่ครั้งอดีตกาล

การทำนาเป็นอาชีพหลักของคนไทยในสมัยก่อน จนมีคำกล่าว
"ชาวนาคือกระดูกสันหลังของชาติ" แต่ประโยคนี้ดูจะค่อยๆ เลือนหายไป
ในปัจจุบัน นั่นอาจจะเป็นสัญญาณบอกให้รู้ว่า อาชีพการทำนาอาจจะไม่ใช่
อาชีพหลักของคนไทยอีกต่อไป



พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวทรงหว่านข้าวลงในแปลงทดลอง บริเวณสวนจิตรลดา ในปี พ.ศ. ๒๕๐๔

ข้าวกับพระมหากษัตริย์

พระมหากษัตริย์ทรงมีความเกี่ยวข้องกับข้าวทั้งด้านการปกครองและประเพณี ด้านการปกครอง จะเห็นได้จากสมัยพ่อขุนรามคำแหง ดังคำว่า ***ในน้ำมีปลา ในนามีข้าว*** และต่อมาได้มีการจัดการปกครองแบบจตุสดมภ์ คือ *เวียง วัง คลัง นา* ส่วนพระราชพิธีที่เกี่ยวกับการทำนาที่ยังคงถือปฏิบัติมาจนถึงรัชกาลในปัจจุบัน ได้แก่ พระราชพิธีพืชมงคล และพระราชพิธีจรดพระนังคัลแรกนาขวัญ เพื่อสร้างขวัญกำลังใจและสิริมงคลให้แก่ชาวนาไทยที่ปลูกข้าวทั่วประเทศ

"พระราชพิธีจรดพระนังคัลแรกนาขวัญ" หรือที่เรียกกันว่า "พิธีแรกนาขวัญ" เดิมเป็นพิธีทางพราหมณ์ แต่ต่อมาในรัชสมัยพระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัวทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯ ให้ตั้งการพระราชพิธีพืชมงคลขึ้นอีกพิธีหนึ่งซึ่งเป็นพิธีทางพุทธ และทำล่วงหน้าก่อนพิธีแรกนาขวัญ ๑ วัน เพื่อให้เป็นสิริมงคลแก่เกษตรกร

ข้าวกับความเชื่อและประเพณี

พิธีกรรมผีตาแฮก

เนื่องจากการผลิตข้าวส่วนใหญ่ขึ้นอยู่กับสภาพธรรมชาติ ดิน ฟ้า อากาศ บรรพบุรุษไทยมีความเชื่อว่า ข้าวมีจิตวิญญาณ และมีเทพธิดาคุ้มครองนามว่า "แม่โพสพ" แม่โพสพจะเป็นผู้ปกปักรักษาข้าวและช่วยให้ผลผลิตอุดมสมบูรณ์ดี จึงมีความสำนึกบุญคุณแม่โพสพอย่างลึกซึ้ง ทำให้เกิดพิธีกรรมต่างๆ เพื่อเป็นการบูชาแม่โพสพ เช่น การทำขวัญข้าว การสู่ขวัญข้าว การสู่ขวัญยุ้ง เป็นต้น

นอกจากจะมีความเชื่อในเรื่องจิตวิญญาณของข้าวแล้ว การบูชาเพื่อให้ฝนตกต้องตามฤดูกาล เพื่อการผลิตข้าวที่ดีก็เป็นบ่อเกิดของประเพณีต่างๆ ในการขอฝน เช่น พิธีแห่นางแมว พิธีแห่บั้งไฟ และพิธีเลี้ยงผีฝาย เป็นต้น

การใช้แรงงานในการผลิตข้าว สมัยก่อนจะมีประเพณีลงแขก ประเพณีเอาแรง ซึ่งเป็นการทำงานร่วมกันด้วยน้ำใจไมตรีอย่างแท้จริง ซึ่งเป็นประเพณีที่น่าภาคภูมิใจของคนไทย ปัจจุบันยังมีอยู่บ้างแต่ไม่มากนัก

นอกจากนี้ข้าวยังเป็นบ่อเกิดการละเล่น และเพลงพื้นบ้านต่างๆ เช่น เพลงเต้นกำรำเคียว เพลงสงฟาง และเพลงเกี่ยวข้าว เป็นต้น

พิธีสู่ขวัญข้าวในเล้า

ความเชื่อของชาวอีสานในพิธีแห่บั้งไฟขอฝน เพื่อความอุดมสมบูรณ์ในการทำนาข้าว

"เต้นกำรำเคียว" การละเล่นพื้นบ้านของไทย
ที่มาจากวิถีชีวิตของชาวนาในอดีต

ข้าวกับภูมิปัญญาท้องถิ่น

ภูมิปัญญาท้องถิ่นที่มีความเกี่ยวข้องกับข้าวที่เห็นได้ชัดคือพันธุ์ข้าว จะเห็นว่าประเทศไทยมีพันธุ์ข้าวปลูกมากมาย ประมาณว่ามากกว่า ๓,๕๐๐ ชื่อที่มีลักษณะต่างกัน บรรพบุรุษไทยได้ใช้ภูมิปัญญาคัดเลือกพันธุ์ข้าวให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมเพื่อผลผลิตที่ดีและคุณภาพเมล็ดที่ดี ทำให้ข้าวไทยมีความเป็นเลิศในด้านคุณภาพเมล็ด ดังเช่นพันธุ์ข้าวปิ่นแก้ว ซึ่งเคยชนะเลิศในงานประกวดพันธุ์ข้าวโลกเมื่อปี พ.ศ. ๒๔๗๖

อาหารจากข้าว

เนื่องจากข้าวเป็นอาหารหลักของคนไทย ข้าวจึงเป็นอาหารทั้งของคาว ของหวานและเครื่องดื่ม อาหารเหล่านี้ได้มาจากเมล็ดข้าวโดยตรงและ/หรือเมล็ดข้าวที่แปรสภาพแล้ว ตัวอย่างอาหารที่มาจากข้าว เช่น *ข้าวตู ข้าวตอก ข้าวสวย ข้าวยาคู ก๋วยเตี๋ยว เส้นหมี่ ข้าวแตน ข้าวหมาก ข้าวต้มมัด ข้าวฮาง ข้าวทิพย์ ข้าวบิณฑ์ ฯลฯ*

อาหารและขนมไทยที่ทำจากข้าว

ข้าวกับสุภาษิตคำพังเพย

คำว่าข้าวนำมาใช้ในสำนวนต่าง ๆ ดังนี้

บอกระยะเวลา เปรียบเทียบ : ชั่วหม้อข้าวเดือด เหมือนข้าวคอยฝน

ธรรมเนียมไทย : กินข้าวหรือยัง ชายข้าวเปลือก หญิงข้าวสาร

ค่านิยม : ข้าวนอกนา ข้าวแดงแกงร้อน เลี้ยงเสียข้าวสุก หนูตกถังข้าวสาร

ความมั่นคง : ข้าวเหลือเกลืออิ่ม ในน้ำมีปลา ในนามีข้าว

อื่น ๆ : หุงข้าวประชดหมา ปิ้งปลาประชดแมว ทุบหม้อข้าว กินน้ำตาต่างข้าว

ข้าวกับมาตราตวงวัด

๘ ตัวเหา	=	๑ เมล็ดข้าว
๒ เมล็ดข้าว	=	๑ กระเบียด
ข้าว ๑๕๐ เมล็ด	=	๑ หยิบมือ
๔ หยิบมือ	=	๑ กำมือ
๔ กำมือ	=	๑ ฝ่ามือ
๒ ฝ่ามือ	=	๑ กอบ
๔ กอบ	=	๑ ทะนาน
๒๐ ทะนาน	=	๑ สัด
๔๐ สัด	=	๑ บั้น
๒ บั้น	=	๑ เกวียน

จากความเกี่ยวข้องของข้าวกับคนไทยดังตัวอย่างที่กล่าวมาข้างต้นนี้ จะเห็นว่าข้าวมีความสำคัญต่อคนไทยตั้งแต่เกิดจนตาย (บางแห่งพบเมล็ดข้าวฝังอยู่ในหลุมฝังศพ) จึงอาจกล่าวได้ว่า *ข้าว* เป็นทั้งชีวิตจิตใจและบ่อเกิดวัฒนธรรม ความเชื่อประเพณีมากมายหลายอย่าง จนไม่อาจแยกข้าวออกจากวิถีชีวิตคนไทยได้

ต้นกล้าที่รอการปักดำลงในนาข้าวในแต่ละฤดูกาลเพาะปลูก เปรียบเสมือนกับชีวิตที่เริ่มต้นอีกครั้งในช่วงเวลาใหม่ของปี ซึ่งเป็นวิถีชีวิตดั้งเดิมของชาวนาไทยที่ก่อให้เกิดพิธีกรรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเพาะปลูกตลอดฤดูกาล ตั้งแต่เริ่มต้นทำนาจนถึงการเก็บเกี่ยวผลผลิต

บทที่ ๓

พัฒนาการ
พันธุ์ข้าวไทย

สงกรานต์ จิตรากร
บริบูรณ์ สมฤทธิ์

พัฒนาการของพันธุ์ข้าวไทยนั้น หากมองย้อนกลับตั้งแต่ก่อนสมัยประวัติศาสตร์ที่มีการปลูกข้าวในแผ่นดินสุวรรณภูมิ ชนิดของข้าวที่ปลูกในอดีต ยุคทวาราวดี ศรีวิชัย ลพบุรี เชียงแสน สุโขทัยและอยุธยา การเริ่มพัฒนาและบำรุงพันธุ์ข้าวโดยใช้หลักการปรับปรุงพันธุ์พืชในยุครัตนโกสินทร์ พันธุ์ข้าวของเกษตรกร การปรับปรุงพันธุ์ข้าวให้มีอายุสุกเก็บเกี่ยวเหมาะสมสำหรับการปลูกในพื้นที่ที่มีสภาพแวดล้อมแตกต่างกัน ติดต่อกันมาจนถึงยุคปัจจุบัน เป็นการปรับปรุงพันธุ์ข้าวที่รวมลักษณะดีเด่นหลาย ๆ ประการ แต่ก็ยังให้คงลักษณะความเป็นข้าวไทยคือ ลักษณะคุณภาพของเมล็ดที่ดีเป็นเลิศเป็นที่ต้องการของผู้บริโภคทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ

ดร. สงกรานต์ จิตรากร ผู้ช่วยผู้อำนวยการสถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

ดร. บริบูรณ์ สมฤทธิ์ ผู้แทนสถาบันวิจัยข้าวนานาชาติ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

(บนซ้าย) พันธุ์ข้าวปลูกเอเชีย (บนขวา) พันธุ์ข้าวปลูกแอฟริกา (ล่าง) พันธุ์ข้าวป่า

ประเทศไทย – ศูนย์กำเนิดข้าว

ความหลากหลายของข้าวชนิดต่าง ๆ ที่แพร่กระจายทั่วโลกมีอย่างน้อย ๒๓ ชนิด ในจำนวนนี้มีเพียง ๒ ชนิด ที่มนุษย์ใช้ปลูกเพื่อบริโภค คือ ข้าวเอเชีย (*Oryza sativa* Linn.) และข้าวแอฟริกา (*O. glaberrina* Steud.) ซึ่งมีความหลากหลายทางพันธุกรรมมาก และมีจำนวนประมาณอย่างน้อย ๑๒๐,๐๐๐ พันธุ์ที่มีชื่อและลักษณะต่างกัน

ประเทศไทยอยู่ในเขตความผันแปรของทั้งข้าวป่าและข้าวปลูก มีข้าวป่าแพร่กระจายทั่วประเทศ ๕ ชนิด ในจำนวนนี้มีชนิดที่เป็นบรรพบุรุษของข้าวปลูกเอเชียคือ ข้าวป่าข้ามปี (*O. rufipogon* Griff.) และข้าวป่าปีเดียว (*O. nivara* Sharma et Shastry) ประเทศไทยนอกจากจะมีความหลากหลายในชนิดของข้าวแล้ว ยังมีความหลากหลายในพันธุ์ข้าวปลูกอีกด้วย ประมาณอย่างน้อย ๓,๕๐๐ ชื่อที่มีลักษณะต่างกัน ปัจจุบันสถาบันวิจัยข้าวได้รวบรวมพันธุ์ข้าวปลูกและข้าวป่าของไทยไว้มากกว่า ๑๙,๐๐๐ ตัวอย่าง พบว่าอย่างน้อย ๕,๕๐๐ ตัวอย่างมีชื่อข้าวปลูกต่างกัน ลักษณะที่เห็นได้ชัดคือ ลักษณะข้าวเจ้า ข้าวเหนียว ข้าวอายุเบา กลางและอายุหนัก เป็นต้น ซึ่งภายในแต่ละลักษณะก็ยังมีความหลากหลายอีก เช่น มีปริมาณอะไมโลสต่างกัน เป็นสาเหตุให้หุงสุกแล้วนุ่ม แข็งหรือเหนียว จากความหลากหลายทางพันธุกรรมที่พบในข้าวป่าที่เป็นบรรพบุรุษของข้าวปลูก ตลอดจนความหลากหลายของพันธุกรรมข้าวปลูกที่พบจำนวนมากในประเทศไทยนี้ จึงเป็นที่ยอมรับว่าประเทศไทยเป็นศูนย์กำเนิดและแพร่กระจายของข้าวเอเชีย

การเก็บรวบรวมตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ข้าว

การปลูกข้าวในประเทศไทย

ประชาชนคนไทย (มากกว่า ๘๐%) บริโภคข้าวเป็นอาหารหลัก เฉลี่ยบริโภคคนละประมาณ ๑๓๐ กิโลกรัมต่อปี และเนื่องจากข้าวเป็นอาหารหลักมาช้านานแล้ว การปลูกข้าวในประเทศไทยจึงมีประวัติอันยาวนาน ปัจจุบันมีพื้นที่ที่ปลูกข้าวปีละประมาณ ๖๓ ล้านไร่ (นาปีและนาปรัง) ได้ผลผลิตข้าวเปลือกประมาณ ๒๒ ล้านตัน

▲ *ข้าวเปลือกที่ถูกนำมาโรงสีเพื่อผ่านกระบวนการสีข้าวต่อไป*

หลักฐานที่พิสูจน์ว่าบริเวณประเทศไทยมีการปลูกข้าวมานานแล้ว ดูได้จากรอยเปลือกเมล็ดข้าวที่ขุดพบตามหลุมฝังศพ หรือดูจากแกลบที่อยู่ในอิฐตามโบราณสถานต่างๆ อาจแยกออกเป็นยุคก่อนประวัติศาสตร์และยุคประวัติศาสตร์ ดังต่อไปนี้

หลักฐานก่อนยุคประวัติศาสตร์ที่เก่าแก่ที่สุดคือ รอยแกลบในเศษภาชนะดินเผา ขุดได้ที่โนนนกทา ตำบลบ้านโคก อำเภอภูเวียง จังหวัดขอนแก่น กับหลักฐานเมล็ดข้าวที่ขุดได้ในถ้ำปุงฮุง จังหวัดแม่ฮ่องสอน และรอยของแกลบในภาชนะดินเผา ขุดพบที่บ้านเชียง จังหวัดอุดรธานี คาดว่ามีอายุประมาณ ๕,๕๐๐ ปี แสดงว่าบริเวณนี้มีการทำนาปลูกข้าวมาแล้วอย่างน้อย ๕,๐๐๐ ปี

หลักฐานสมัยประวัติศาสตร์ ซึ่งดูได้จากแกลบในแผ่นอิฐตามโบราณสถานต่างๆ เชื่อว่าบริเวณประเทศไทยได้มีการปลูกข้าวตั้งแต่ศตวรรษที่ ๖ โดยสันนิษฐานว่ามีการปลูกข้าวเหนียวเมล็ดป้อมและข้าวเหนียวไร่เมล็ดใหญ่กันก่อน ต่อมามีการปลูกข้าวเจ้านาสวนเมล็ดยาวเรียว แทนที่ข้าวเหนียวเมล็ดป้อมและข้าวไร่เมล็ดใหญ่

▲ *(บน) การปักดำต้นกล้าในนาข้าว กิจกรรมที่ต้องอาศัยความร่วมแรงร่วมใจของหมู่คณะ*

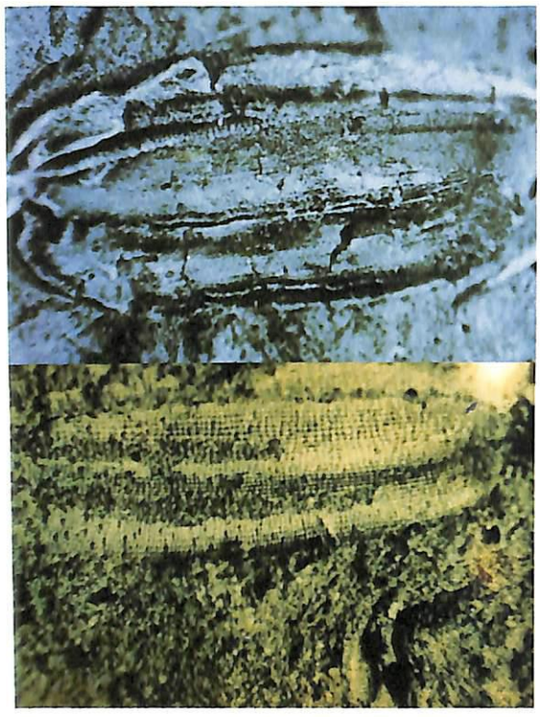
(กลางและล่าง) รวงข้าวหลังการเก็บเกี่ยว

ความหลากหลายของพันธุ์ข้าวบนผืนแผ่นดินไทยได้สร้างความมั่นคงทางอาหารให้แก่คนไทยและความมั่งคั่งทางเศรษฐกิจของประเทศชาติมานานตราบเท่าทุกวันนี้ อาจารย์ ดร. ภักดี ลุศนันทน์ บูรพาจารย์วิชาการข้าว อดีตอธิบดีกรมวิชาการเกษตร ได้กล่าวถึงการพัฒนาข้าวและการทำนา ที่สร้างความอุดมสมบูรณ์ของประเทศไทยไว้ดังนี้

"นับเป็นโชคมหาศาลที่พ่อขุนรามคำแหงมหาราชได้ทรงนำประชาชนคนไทยอพยพเข้ามาสถาปนาประเทศไทยขึ้นประมาณปี พ.ศ. ๑๘๐๐ ในใจกลางของสุวรรณภูมิ และประเทศไทยก็ได้เจริญก้าวหน้าขึ้นมาตามลำดับ จนเป็นประเทศไทยในปัจจุบัน ที่ได้กล่าวว่าเป็นโชคมหาศาลของคนไทยเรานั้นเนื่องจากใจกลางของสุวรรณภูมิเป็นแหล่งกำเนิดของข้าว ซึ่งมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า Oryza sativa Linn. *หลักฐานวิชาการรายงานว่าได้พบรอยข้าวเปลือกบนภาชนะโบราณที่พบในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งมีอายุความเก่านานถึงประมาณ ๖,๐๐๐ ปี และพบร่องรอยของชิ้นส่วนต่างๆ ของข้าวในถ้ำใกล้ชายแดนพม่า ซึ่งมีอายุเก่าประมาณ ๑๒,๐๐๐ ปี ตลอดระยะเวลาอันยาวนานนี้ ข้าวป่าก็ได้ถูกพัฒนาโดยปรากฏการณ์-ธรรมชาติและการคัดเลือกของมนุษย์ตั้งแต่โบราณกาล จนกลายเป็นธัญพืชที่สำคัญที่สุดพืชหนึ่งของโลก ประเทศไทยจึงเป็นแหล่งที่อุดมสมบูรณ์ในทรัพยากรพันธุ์ข้าวเพราะเป็นแหล่งกำเนิดของธัญพืชนี้ ดังจะเห็นได้ว่ามีพันธุ์ข้าวที่เจริญเติบโตได้ดี ตั้งแต่ระดับน้ำทะเลขึ้นไปถึงบนเขาสูง จากสภาพที่ดอนไม่มีน้ำขังจนถึงสภาพที่น้ำลึกกว่า ๕ เมตร จากสภาพดินทรายถึงดินเหนียวและมีอายุการเก็บเกี่ยวกระจายเหลื่อมกันเป็นข้าวเบา กลาง หนัก และพันธุ์ข้าวที่ปลูกทยอยกันได้ตลอดปี"*

โกดังเก็บข้าวที่ผ่านการสีเป็นเมล็ดข้าวแล้ว

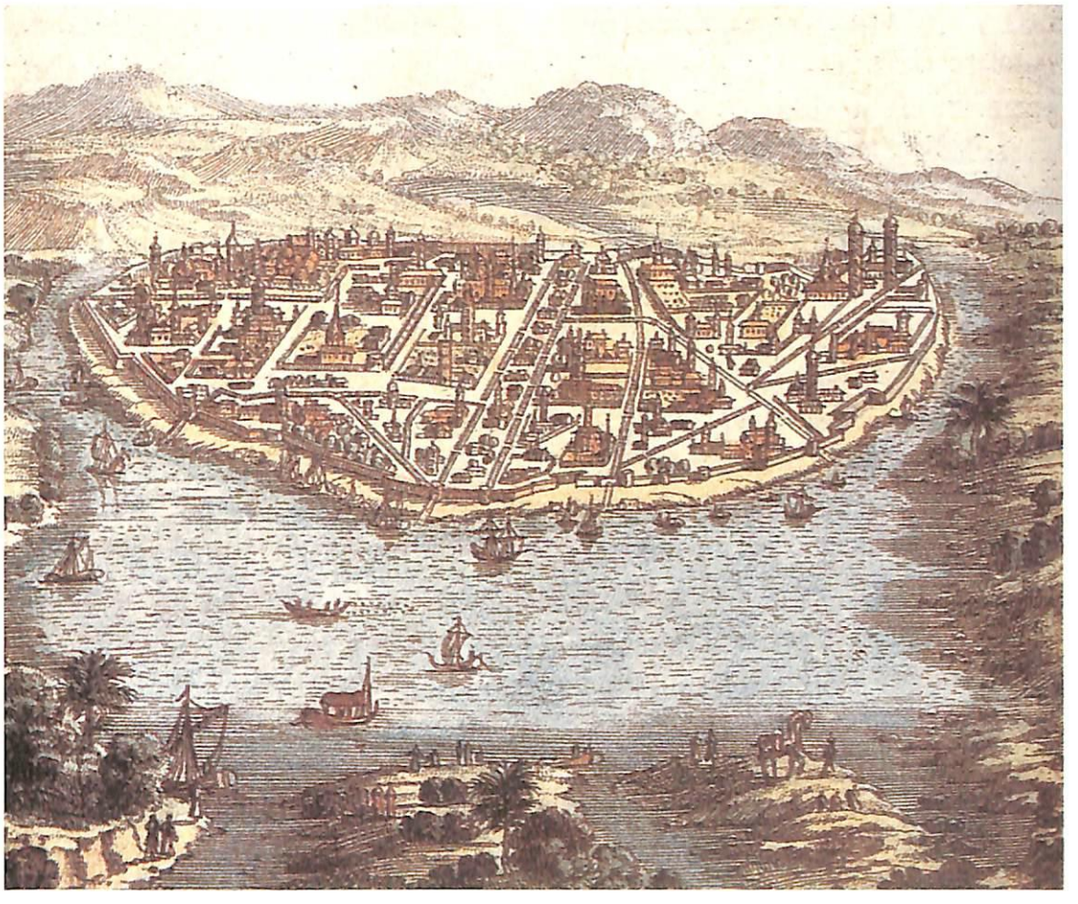
พันธุ์ข้าวในอดีต



ร่องรอยของข้าวเปลือกที่พบจากหลักฐานทางโบราณคดี เช่น เครื่องปั้นดินเผา ก้อนอิฐ

การปลูกข้าวในพื้นที่บริเวณสุวรรณภูมิซึ่งเป็นที่ตั้งของประเทศไทยในปัจจุบัน มีหลักฐานทางโบราณคดีมาไม่น้อยกว่า ๕,๐๐๐ ปี และทำให้ข้าวมีความสำคัญและผูกพันกับความเป็นอยู่และชีวิตของคนไทยมาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ข้าวทั้งชนิดข้าวเจ้าและข้าวเหนียวเป็นอาหารหลักที่คนไทยบริโภคทุกวัน จากข้อมูลหลักฐานที่เกี่ยวกับเมล็ดข้าวที่ค้นพบในถ้ำปุงฮุง จังหวัดแม่ฮ่องสอน และการนำเมล็ดข้าวที่มีสภาพสมบูรณ์มาวิเคราะห์เปรียบเทียบลักษณะ ทำให้สามารถจำแนกลักษณะของเมล็ดข้าวที่พบออกเป็น ๒ พวกคือ พวกข้าวเจ้าเมล็ดเรียว (slender type) หรือข้าวอินดิกา (*indica*) หรือข้าวเจ้า และอีกพวกหนึ่งเป็นพวกข้าวเมล็ดใหญ่ (large type) หรือพวกข้าวจาวานิกา (*javanica*) หรือข้าวเหนียวเมล็ดใหญ่งอกงามบนที่สูง ข้าวพวกนี้น่าจะเป็นข้าวไร่ที่ชาวไทยภูเขาปลูกกัน ส่วนร่องรอยของแกลบข้าว ซึ่งเป็นส่วนผสมอยู่กับดินที่นำมาปั้นเป็นภาชนะดินเผาที่ขุดพบที่บ้านโนนนกทา จังหวัดขอนแก่น วิเคราะห์ได้ว่าเป็นแกลบของข้าวเมล็ดป้อม (round type) หรือข้าวจาปอนิกา (*japonica*) หรือข้าวเหนียวที่เจริญได้ดีในที่ลุ่ม จากรายงานการศึกษาของนักโบราณคดีแสดงให้เห็นว่าสมัยก่อนประวัติศาสตร์ได้มีการปลูกข้าวทั่วไปในภาคต่าง ๆ ของประเทศไทย ชนิดของข้าวที่ปลูกมีทั้งเมล็ดเรียวยาว เมล็ดใหญ่ และเมล็ดป้อม อย่างไรก็ตาม รอยแกลบที่มีรูปลักษณะของข้าวเมล็ดป้อมที่พบที่บ้านโนนนกทา น่าจะเป็นข้าวเหนียวพวก*อินดิกา* ซึ่งเป็นลักษณะข้าวเหนียวที่นิยมและบริโภคอย่างแพร่หลายในภาคตะวันออกเฉียงเหนือในขณะนี้มากกว่าที่จะเป็นข้าวพวก*จาปอนิกา*ตามที่สันนิษฐาน (บริบูรณ์, ๒๕๓๕)

อาณาจักรสุโขทัย



ภาพกรุงศรีอยุธยา
วาดโดย Alain Mallet
ประมาณปี พ.ศ. ๒๒๒๖

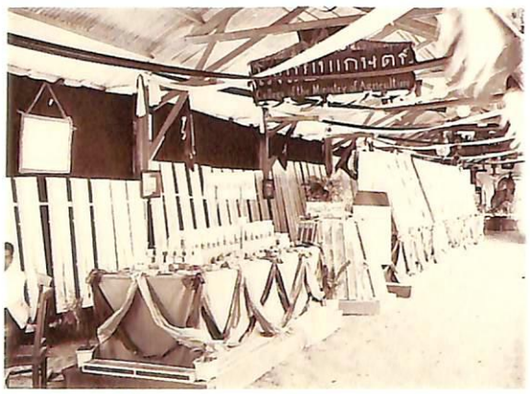
การวิจัยแกลบข้าวจากแผ่นอิฐโบราณที่รวบรวมจากโบราณสถาน ๑๐๕ แห่งใน ๓๙ จังหวัดทั่วทุกภาคของประเทศโดยนักวิทยาศาสตร์ชาวญี่ปุ่น ระหว่างปี พ.ศ. ๒๕๑๐-๒๕๑๒ ทำให้ทราบถึงชนิดข้าวที่ปลูกในสมัยประวัติศาสตร์และการกระจายของข้าวชนิดต่างๆ ตั้งแต่การปลูกข้าวเหนียว เมล็ดป้อมและเมล็ดใหญ่ในสมัยทวาราวดี (พุทธศตวรรษที่ ๑๓-๑๖) การปลูกข้าวเหนียวเมล็ดป้อมและข้าวเจ้าในภาคใต้ในสมัยศรีวิชัย (พุทธศตวรรษที่ ๑๓-๑๘) การปลูกข้าวเหนียวเมล็ดป้อมและเมล็ดใหญ่กับข้าวเจ้าในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ในระยะสมัยใกล้เคียงกันกับการปลูกข้าวเหนียวเมล็ดป้อมกับข้าวเจ้าในภาคกลางในสมัยลพบุรี (พุทธศตวรรษที่ ๑๖-๑๙) การปลูกข้าวเหนียวเมล็ดป้อมและเมล็ดยาวกับข้าวเจ้าในสมัยเชียงแสน (พุทธศตวรรษที่ ๑๗-๑๘) การปลูกข้าวเหนียวเมล็ดป้อมมีมากกว่าการปลูกข้าวเหนียวเมล็ดยาวในสมัยสุโขทัย (พุทธศตวรรษที่ ๑๙-๒๐) การปลูกข้าวเจ้ามีมากขึ้นและข้าวเหนียวเมล็ดยาวเริ่มสูญพันธุ์ระหว่างพุทธศตวรรษที่ ๒๐-๒๓ (สมัยอยุธยา) การที่มีการปลูกข้าวเจ้ามากขึ้นตั้งแต่สมัยอยุธยา สันนิษฐานว่ากลุ่มผู้นิยมบริโภคข้าวเจ้าน่าจะเป็นกลุ่มชนที่แตกต่างจากกลุ่มเดิมที่เคยนิยมบริโภคข้าวเหนียว นอกจากนี้เมื่อมีการส่งข้าวเจ้าเป็นสินค้าออกในราวพุทธศตวรรษที่ ๒๓ ตลาดข้าวได้เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้มีการปลูกข้าวเจ้าแพร่หลายมากกว่าข้าวเหนียว (บริบูรณ์, ๒๕๓๕) จากข้อมูลที่สันนิษฐานกันไว้ในสมัยต่างๆ ได้แสดงให้เห็นความหลากหลายและวิวัฒนาการของพันธุ์ข้าวไทยที่มีมาตั้งแต่อดีต

ร่องรอยความรุ่งเรืองสมัยอยุธยาในการทำการค้าขาย
โดยเฉพาะการส่งออกข้าวไปยังประเทศจีน

การพัฒนาข้าวในประเทศไทยได้เริ่มมีขึ้นอย่างจริงจังในสมัยกรุงรัตนโกสินทร์ รัชสมัยของพระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว

การประกวดพันธุ์ข้าวในสมัยรัชกาลที่ ๕

การพัฒนาข้าวได้เริ่มจริงจังในสมัยรัชกาลที่ ๕ กรุงรัตนโกสินทร์ จากความเจริญรุ่งเรืองของประเทศในสมัยนั้นทำให้มีการติดต่อค้าขายกับต่างประเทศมากขึ้น พระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว ได้ทรงพิจารณาเห็นว่า ข้าวกำลังเป็นสินค้าส่งออกที่สำคัญ แต่ข้าวไทยกลับมีราคาต่ำ เนื่องจากมีเมล็ดปะปนกันหลายพันธุ์ มีทั้งข้าวพันธุ์ดีที่มีคุณภาพของเมล็ดที่ตลาดต้องการกับพันธุ์ข้าวคุณภาพต่ำ การค้าข้าวที่มีมาตั้งแต่สมัยอยุธยานั้นเข้าใจว่าไม่ได้มีการคัดแยกข้าวเมล็ดสั้นออกจากข้าวเมล็ดยาว หรือแยกข้าวนาสวนออกจากข้าวนาเมือง ซึ่งจากการที่ไทยส่งข้าวทั้งเมล็ดสั้นและเมล็ดยาวปนกันออกไปขาย ทำให้มีผู้ซื้อแล้วนำไปคัดแยกเอาข้าวเมล็ดยาวขายเป็นข้าวคุณภาพดีของอินเดียที่มีชื่อเสียงในตลาดโลกขณะนั้น (ข้าวปาฐนา หรือ Patna Rice) ส่วนข้าวเมล็ดสั้นที่เหลือก็ขายในชื่อข้าวไทย (Siam Rice) ซึ่งทำให้ภาพพจน์ของข้าวไทยเสียหายอย่างยิ่ง (สุวิตร, ๒๕๒๕) พระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัวจึงทรงโปรดให้มีการประกวดพันธุ์ข้าวขึ้นเป็นครั้งแรกในประเทศในปี พ.ศ. ๒๔๕๐ เป็นการประกวดพันธุ์ข้าวจากทุ่งหลวงคลองรังสิต โดยทรงกำหนดวัตถุประสงค์ *"เพื่อเป็นการอุดหนุนและบำรุงหาพันธุ์ข้าวที่ดีมาไว้ทำพันธุ์และเพื่อให้ข้าวของประเทศสยามเจริญดี มีราคาเท่าเทียมกับข้าวของประเทศอื่น"* การประกวดพันธุ์ข้าวครั้งที่สอง จัดขึ้นในปี พ.ศ. ๒๔๕๑ เป็นการประกวดพันธุ์ข้าวทั่วประเทศที่วัดสุทัศน์เทพวราราม กรุงเทพฯ และในปี พ.ศ. ๒๔๕๓ ได้ทรงให้จัดงาน *"การแสดงกสิกรรมแลพาณิชการ"* ครั้งที่ ๑ ร่วมกับการประกวดพันธุ์ข้าวขึ้นที่สระปทุมวัน (วังสระประทุมในปัจจุบัน) และการจัดงานครั้งที่สอง ได้จัดทำขึ้นในปี พ.ศ. ๒๔๕๔ ซึ่งปรากฏว่าพันธุ์ข้าวที่ชนะเลิศในการประกวดพันธุ์ข้าวครั้งที่สองที่วัดสุทัศน์เทพวราราม และในงานแสดงกสิกรรมและพาณิชยการทั้ง ๒ ครั้ง เป็นพันธุ์ข้าวจากอำเภอธัญบุรี และพันธุ์ข้าวที่ชนะการประกวดครั้งหลังๆ มีคุณภาพดีกว่าครั้งแรกๆ แสดงให้เห็นว่าชาวนาได้หันมาสนใจปลูกข้าวพันธุ์ดีกันมากขึ้น (ภักดี, ๒๕๓๙)



การประกวดพันธุ์ข้าวในงาน "การแสดงกสิกรรมแลพาณิชการ"

เหรียญรางวัลสำหรับผู้ชนะการประกวดพันธุ์ข้าวในงาน "การแสดงกสิกรรมแลพาณิชการ" ครั้งที่ ๑

นาทดลองคลองรังสิตและผลงานการบำรุงพันธุ์ข้าว

การจัดตั้งนาทดลองคลองรังสิต (ปัจจุบันคือ ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี) นั้นทรงเป็นพระราชประสงค์ของพระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัวมาช้านาน แต่ที่ไม่สำเร็จในรัชสมัยของพระองค์ก็เนื่องมาจากเหตุผลหลายประการคือ ถึงแม้จะมีที่ดินแล้ว แต่การดำเนินงานของบริษัทขุดคลองและคูนาสยามในทุ่งหลวงรังสิตยังไม่แล้วเสร็จสมบูรณ์ รวมทั้งยังขาดเจ้าหน้าที่วิชาการที่จะดำเนินการควบคุมงานของสถานี การจัดตั้งนาทดลองข้าวคลองรังสิตจึงสำเร็จในรัชสมัยของพระบาทสมเด็จพระมงกุฎเกล้าเจ้าอยู่หัว ซึ่งมีพระเจ้าพี่ยาเธอกรมหลวงราชบุรีดิเรกฤทธิ์เป็นเสนาบดีกระทรวงเกษตราธิการ ในปี พ.ศ. ๒๔๕๙ หลังจากที่งานของบริษัทขุดคลองและคูนาสยามแล้วเสร็จในปี พ.ศ. ๒๔๕๘ และนายตริ มิลินทสูต (พระยาโภชากร) ซึ่งได้รับทุนหลวงคนแรกเรียนจบวิชาแผนที่และวิชาการเกษตรจากมหาวิทยาลัยคอร์แนล สหรัฐอเมริกา เดินทางกลับประเทศไทยในปี พ.ศ. ๒๔๕๗ ถูกย้ายจากกรมทดน้ำมาเป็นหัวหน้านาทดลองคลองรังสิต ซึ่งต่อมาได้เรียกชื่อเป็นสถานีทดลองข้าวรังสิต จัดเป็นสถานีทดลองข้าวแห่งแรกของประเทศไทย ซึ่งนายตริ มิลินทสูต ได้ใช้เวลาหลายปีในการพัฒนาพื้นที่สถานีให้เหมาะสมที่จะนำดำเนินงานทดลองตามหลักวิชาการ งานบำรุงพันธุ์ข้าวจึงได้เริ่มขึ้นในปี พ.ศ. ๒๔๖๔-๖๕ จากการบำรุงพันธุ์ข้าวนาสวน (ภักดี, ๒๕๓๙) โดยเริ่มขั้นตอนจากการรวบรวมพันธุ์ข้าว (rice variety collection) ซึ่งถือว่าเป็นขั้นตอนที่มีความจำเป็นอย่างยิ่งในการปรับปรุงพันธุ์ข้าว เป็นการสร้างความหลากหลายทางพันธุกรรม เพื่อให้สามารถคัดเลือก เปรียบเทียบ ค้นหาพันธุ์ที่ดีเด่นและพัฒนาเป็นพันธุ์ดีตามหลักวิชาการ นายตริ มิลินทสูต ได้ปรับปรุงพันธุ์ข้าวโดยใช้วิธีการคัดพันธุ์ (selection) จากพันธุ์ข้าวที่รวบรวมพันธุ์ไว้ ตั้งแต่ปี พ.ศ. ๒๔๖๐ จนได้พันธุ์ข้าวที่มีคุณภาพดีเด่นชนะเลิศการประกวดระดับโลก และมีพันธุ์ข้าวที่ทางราชการแนะนำให้ชาวนาปลูกเป็นครั้งแรกในระยะต่อมา จึงนับว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้ความสามารถอย่างยิ่ง สมควรที่ได้รับการแต่งตั้งให้เป็นพระยาโภชากรและยกย่องเป็นบูรพาจารย์ของนักปรับปรุงพันธุ์ข้าวทั้งหลาย

พระยาโภชากร (ตริ มิลินทสูต)

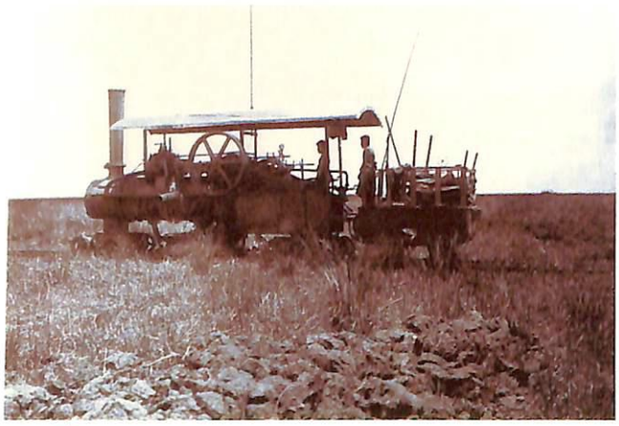
การรวบรวมพันธุ์ข้าวดีจากทั่วประเทศ ได้ดำเนินการโดยขอให้สมุหเทศาภิบาลในมณฑลต่างๆ ทั้ง ๑๘ มณฑล ส่งตัวอย่างข้าวที่ราษฎรในมณฑลนั้นๆ นิยมปลูกมาให้ตรวจ รวมเวลาที่ใช้ตรวจ ๒ ปี จากจำนวน ๔,๗๖๔ ตัวอย่าง คัดเลือกตัวอย่างที่มีลักษณะดีได้เพียง ๔๘๒ ตัวอย่าง สำหรับใช้ปลูกและทำการคัดเลือกพันธุ์ (line selection) หลังจากการทดสอบ ๓ ปี จึงคัดพันธุ์ข้าวดีเยี่ยมเพียง ๘ พันธุ์ สำหรับการขยายพันธุ์ให้เกษตรกรปลูก (ภักดี, ๒๕๓๙) ดังนั้นพันธุ์ข้าวทั้ง ๘ พันธุ์จึงเป็นพันธุ์ข้าวชุดแรกที่ขยายพันธุ์และแนะนำให้เกษตรกรปลูกอย่างเป็นทางการในปี พ.ศ. ๒๔๗๘ (สุวิตร, ๒๕๒๕) ซึ่งได้แก่

การทำนาข้าว

พันธุ์ข้าวชุดแรกที่แนะนำให้ปลูกอย่างเป็นทางการในปี พ.ศ. ๒๔๗๘

ชื่อพันธุ์ข้าว	ลักษณะสำคัญ	กำหนดเก็บเกี่ยว*	ปีที่เริ่มคัดเลือก
๑. พวงเงิน	ข้าวเบา ถ้าฝนบริบูรณ์ แนะนำให้ทำแต่ต้นปี ถ้าทำล่าจะได้ผลน้อย	เดือน ๑๒ ข้างขึ้น	๒๔๖๔
๒. ทองระย้าดำ	ข้าวเบา ต้นแข็ง แตกกอดี รสดี หุงแล้วมีกลิ่นหอมอย่างข้าวญี่ปุ่น	เดือน ๑๒ ข้างแรม	๒๔๖๕
๓. ขาวทดลอง	ข้าวกลาง ค่อนข้างทนแล้ง ขึ้นได้ดีในที่ดอน	เดือนอ้าย ข้างขึ้น	๒๔๖๗
๔. จำปาซ้อน	ข้าวกลาง ค่อนข้างทนแล้ง ถึงน้ำจะน้อยก็ยังให้ผลพอประมาณ	เดือนอ้าย ข้างขึ้น	๒๔๖๕
๕. ปิ่นแก้ว	ข้าวหนัก ชนะเลิศในการประกวดที่เมืองเรไยนา ประเทศแคนาดา เมื่อ พ.ศ. ๒๔๗๖	เดือนอ้าย ข้างแรม	๒๔๖๔
๖. บางพระ	ข้าวหนัก ขึ้นได้งามในที่นาลุ่มที่น้ำลึกไม่เกิน ๒ ศอก ไม่เหมาะกับที่ดอน	เดือนอ้าย ข้างแรม	๒๔๖๔
๗. น้ำดอกไม้	ข้าวหนัก ชอบที่ลุ่มมากกว่าที่ดอน น้ำลึกก็ขึ้นได้	เดือนอ้าย ข้างแรม	๒๔๖๔
๘. นางตานี	ข้าวหนัก ขึ้นได้ดีในนาลุ่ม ในที่ดินบริบูรณ์ควรปลูกห่าง ถ้าปลูกถี่เบียดกันเมล็ดจะลีบมาก	เดือนยี่ ข้างขึ้น	๒๔๖๔

*หมายเหตุ : * ตกกล้าเดือนหกข้างแรม*
ที่มา : ดัดแปลงจาก สุวิตร บุษปะเวศ, ๒๕๒๕ : หน้า ๑๙



รถนวดข้าว

รถไถนา

ในปี พ.ศ. ๒๔๗๙ ได้มีการแนะนำพันธุ์ข้าวที่ได้จากการรวบรวมพันธุ์ก่อนปี พ.ศ. ๒๔๙๓ เพิ่มเติมอีก ๒ พันธุ์สำหรับให้เกษตรกรปลูก คือ พันธุ์ข้าว*นางมล* และพันธุ์ข้าว*เหลืองอ่อน*

มาตรฐานข้าวไทย

ในปี พ.ศ. ๒๔๗๐ ได้มีการกล่าวหาว่าข้าวไทยด้อยคุณภาพ ทำให้ราคาตก ทางสถานีฯ จึงจัดให้มีการประชุมร่วมกับพวกห้างที่เป็นเอเย่นต์ส่งข้าวออกต่างประเทศ เจ้าของโรงสี หลงจู๊ ผู้ตรวจซื้อข้าวของโรงสี และชาวนารายใหญ่ๆ โดยให้ผู้เข้าร่วมประชุมนำตัวอย่างข้าวที่นับว่าดีของชาวนา โรงสีและของนาทดลอง มาร่วมกันตรวจคุณภาพเพื่อเลือกหาข้าวที่จัดว่าดีเยี่ยมไว้เป็นตัวอย่าง เพื่อสถานีจะได้พยายามคัดเลือกข้าวให้ได้ดังตัวอย่างสำหรับปรับปรุงและแนะนำให้ราษฎรทำมากขึ้น ในการประชุมครั้งนี้คณะกรรมการได้คัดเลือกข้าว*ปิ่นแก้ว*ของนาทดลองให้เป็นข้าวที่ดีเยี่ยม เพื่อเป็นตัวอย่างมาตรฐานของข้าวไทยเพื่อการส่งออก

ข้าว*ปิ่นแก้ว*มีลักษณะและรูปร่างของเมล็ดข้าวเปลือกและข้าวกล้อง คือ ข้าวเปลือก ยาว ๑๐.๘๒ มิลลิเมตร กว้าง ๒.๘๒ มิลลิเมตร หนา ๒.๑๒ มิลลิเมตร ข้าวกล้อง ยาว ๘.๓๙ มิลลิเมตร กว้าง ๒.๓๕ มิลลิเมตร หนา ๑.๘๙ มิลลิเมตร

พันธุ์ข้าว*ปิ่นแก้ว*เป็นข้าวเจ้านาสวนเมล็ดยาว เนื้อแข็งเป็นมัน-เลื่อม ไม่เป็นท้องไข่ เปลือกและปลอกบาง เมล็ดไม่บิดโค้ง ไม่มีเมล็ดแดงปน และน้ำหนักเมล็ดดี พันธุ์ข้าวนี้นายตริ มิลินทสูต ได้ใช้เวลาในการปรับปรุงพันธุ์ที่นาทดลองคลองรังสิต ธัญบุรี นานถึง ๑๒ ปี (ภักดี, ๒๕๓๙)

โครงการขยายพันธุ์ข้าวในสมัยนั้นจนถึงสมัยของกรมการข้าว ครอบคลุมจังหวัดต่างๆ ในพื้นที่ภาคกลางซึ่งถือว่าเป็นอู่ข้าวอู่น้ำของประเทศ มีการชลประทานสมบูรณ์ การคมนาคมสะดวก เหมาะสำหรับการผลิตเพื่อการส่งออก นอกจากนี้เกษตรกรมีความจำเป็นต้องใช้พันธุ์ข้าวที่มีอายุวันเก็บเกี่ยวแตกต่างกันตามความเหมาะสมของสภาพพื้นที่ลุ่มดอนความลึกของระดับน้ำในนา พันธุ์ข้าวที่มีอายุแตกต่างกันยังช่วยให้มีการกระจายแรงงานในการปักดำและเก็บเกี่ยว นาทดลองคลองรังสิตได้ปรับปรุงพันธุ์ข้าวต่างๆ โดยอาศัยมาตรฐานขนาดของเมล็ดข้าวปิ่นแก้วเป็นหลัก เพื่อให้ข้าวสารที่ได้จากข้าวพันธุ์ต่างๆนี้สามารถผสมรวมกันได้เป็นข้าวไทยในตลาดโลก

การประกวดข้าวระดับโลก ปี พ.ศ. ๒๔๗๖

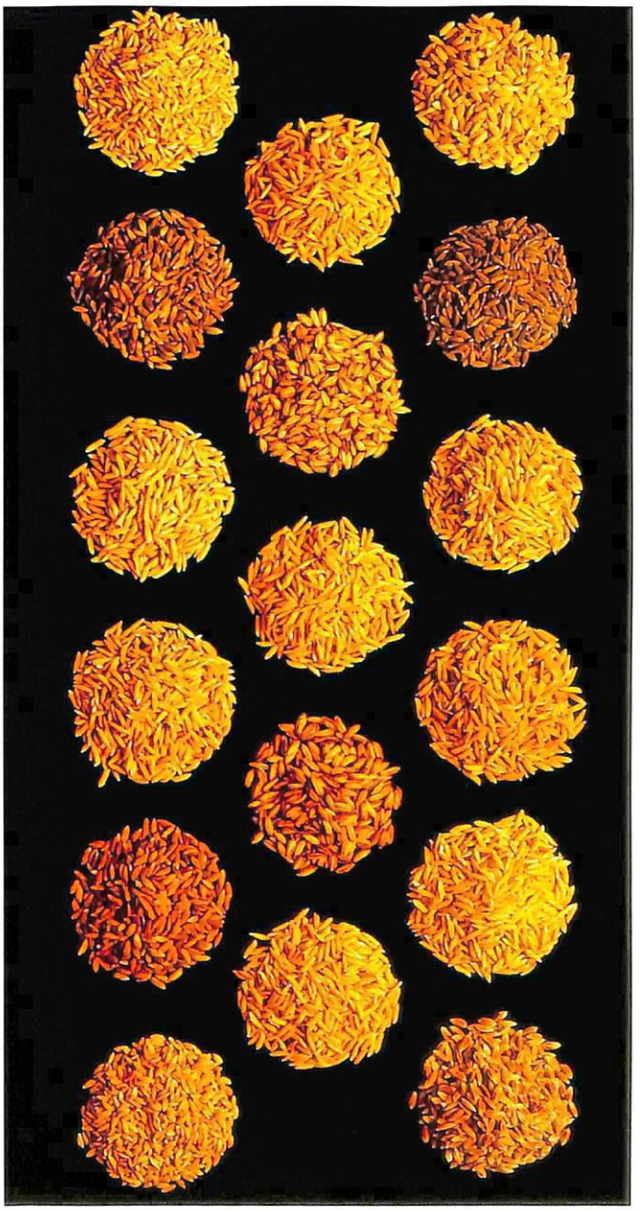
เมื่อ พ.ศ. ๒๔๗๕ ตอนปลายปี ประเทศที่ปลูกข้าวได้รับเชิญจากคณะกรรมการประกวดข้าวของโลกให้ส่งข้าวเข้าประกวด ซึ่งจัดให้มีขึ้น ณ ประเทศแคนาดา ที่เมืองเรไยนา ประเทศไทยในฐานะเป็นประเทศปลูกข้าวประเทศหนึ่ง ก็ได้ร่วมการส่งข้าวเข้าประกวดครั้งนี้ด้วย รวมจำนวนข้าวที่ประเทศต่างๆ ส่งเข้าประกวดทั้งหมด ๑๗๖ ราย ในจำนวนนี้เป็นของประเทศไทยส่งเสีย ๑๕๐ ราย โดยจัดรางวัลไว้ ๖๐ รางวัล การประกวดเพื่อตัดสินชิงรางวัลเริ่มต้นเมื่อวันที่ ๒๔ กรกฎาคม ๒๔๗๖ (ค.ศ. ๑๙๓๓) แต่ก่อนการนำเข้าประกวดเพื่อตัดสินนี้ คณะกรรมการได้ตรวจสอบ

ชั้นต้นเสียครั้งหนึ่งก่อน และได้คัดจำนวนข้าวที่ส่งเข้าประกวดทั้งหมดที่ผิดกติกาและไม่อยู่ในข่ายของการประกวดออก คงเหลือข้าวที่ส่งเข้าประกวดตัดสินเพียง ๙๖ ราย คณะกรรมการได้ใช้เวลาการพิจารณาตัดสินอยู่ ๑๕ วัน การประกวดตัดสินสิ้นสุดลงวันที่ ๕ สิงหาคม พ.ศ. ๒๔๗๖ ปรากฏว่าข้าวไทยได้รับรางวัลที่ ๑, ๒, ๓ และรางวัลอื่นๆ อีก ๘ รางวัล รวมทั้งหมดเป็น ๑๑ รางวัล รายชื่อพันธุ์ข้าว ผู้ส่งเข้าประกวดและเงินรางวัลที่ได้รับแสดงไว้ในตารางข้างล่าง

ตารางแสดงพันธุ์ข้าว ผู้ส่งเข้าประกวด และเงินรางวัลที่ได้รับในการประกวดข้าวโลก ที่เมืองเรไยนา ประเทศแคนาดา พ.ศ. ๒๔๗๖

อันดับที่	รางวัลที่	ชื่อข้าว	ผู้ส่งเข้าประกวด/ที่อยู่	เงินรางวัล	
				เหรียญ	บาท
๑	๑	ปิ่นแก้ว	นาทดลองคลองรังสิต ต. รังสิต อ. ธัญบุรี จ. ปทุมธานี	๓๐๐	๖๗๑.๕๑
๒	๒	ขาวราชบุรี	นายสงัด ในดีตะเสน ต. หน้าเมือง อ. เมือง จ. ราชบุรี	๑๗๕	๓๙๒.๐๐
๓	๓	จำปาดะ	นายอ่อน สุนทรอำไพ ต. บางระกำ อ. บางปลา จ. นครปฐม	๑๕๐	๓๓๖.๐๐
๔	๖	ขาวภูดาษ	นายเลี่ยม แก้วขาว ต. บางตะไน อ. ปากเกร็ด จ. นนทบุรี	๔๐	๘๙.๐๐
๕	๙	มูกหมูสัง (ข้าวเหนียว)	หมื่นสิทธิ์นันทวงศ์ ต. จะทิ้งหม้อ อ. เมือง จ. สงขลา	๒๐	๔๔.๘๐
๖	๑๐	ผาเลือด (ข้าวเหนียว)	นายทอง ผลิตตัน ต. ริมเหนือ อ. แม่ริม จ. เชียงใหม่	๑๕	๓๓.๖๓
๗	๑๔	บางพระ	กิ่งแผนกค้นคว้าเรื่องข้าว คลอง ๑ ต. คลองหนึ่ง อ. คลองหลวง จ. ปทุมธานี	๑๑	๒๔.๖๔
๘	๑๕	ขาวเกษร	นายยา ทวีสุข ต. บางกะปิ อ. บางกะปิ จ. พระนคร	๑๐	๒๒.๔๐
๙	๑๖	พงพินาจ	นายวุ้น ม่วงเถื่อน ต. ดอนทอง อ. หนองโดน จ. สระบุรี	๙	๒๐.๑๖
๑๐	๑๙	ลางกาย (ข้าวเหนียว)	นายจู มณฑาทอง ต. ลวงเหนือ อ. งาว จ. ลำปาง	๖	๑๓.๔๔
๑๑	๒๐	ช่อฟ้า (ข้าวเหนียว)	หมื่นสิทธิประสงค์การ ต. ท่าใหม่ อ ท่าใหม่ จ. จันทบุรี	๕	๑๑.๒๐

ที่มา: สงกรานต์ จิตรากร, ๒๕๔๒



▲
ความหลากหลายของเมล็ดพันธุ์ข้าว

พันธุ์ข้าวของเกษตรกร

จากการที่ทางราชการได้จัดให้มีการประกวดพันธุ์ข้าวขึ้นภายในประเทศ และได้จัดส่งพันธุ์ข้าวทั้งของนาทดลองและของเกษตรกรจากภาคต่างๆ ไปประกวดในระดับโลกและได้รับรางวัลกลับมาถึง ๑๑ รางวัลนั้น ทำให้เกษตรกรให้ความสนใจในการที่จะบำรุงรักษาและคัดเลือกพันธุ์ข้าวในนาของตนให้ดี บริสุทธิ์ สม่ำเสมอ ทำให้ได้พันธุ์ข้าวที่ปลูกแล้วได้ผลผลิตสูงและมีคุณภาพเมล็ดดี เกษตรกรรายที่มีฝีมือดีและละเอียดถี่ถ้วนคัดเลือกจนได้พันธุ์ข้าวดี มีชื่อเสียงจึงทำให้มีการตั้งชื่อพันธุ์ข้าวตามชื่อผู้บำรุงพันธุ์หรือตามชื่อของเกษตรกรจำนวนมาก ซึ่งแต่เดิมนั้นชื่อพันธุ์ข้าวที่เรียกกันอาจจะเรียกตามลักษณะของสีเปลือกตามด้วยชื่ออื่น เช่น *เหลืองอ่อน ขาว-ภูดาษ ขาวทดลอง* ตามลักษณะคุณภาพและการให้ผลผลิต เช่น *ดอกมะลิขาวพวง เกวียนหัก ล้นยุ้ง* เรียกชื่อคล้ายผลไม้หรือดอกไม้ที่นิยม เช่น *น้ำ-ดอกไม้ จำปาซ้อน ขาวดอกมะลิ* เรียกชื่อตามแหล่งที่มา หรือชื่อต่างๆ ที่เป็นมงคล พันธุ์ข้าวที่น่าจะเป็นพันธุ์ที่บำรุงและคัดเลือกพันธุ์โดยเกษตรกรที่ยังรู้จักคุ้นเคยกันในขณะนี้ ได้แก่ *ขาวตาแห้ง* ส่วนพันธุ์ข้าวที่ปรับปรุงพันธุ์ที่นาทดลอง และมีพันธุ์ข้าวที่เกษตรกรเรียกกัน เช่น *ขาวยิ่งศักดิ์* หรือพันธุ์ข้าวที่บำรุงพันธุ์โดยเกษตรกรรายอื่นๆเช่น*ขาวตาอู่ หอมตาเกิด เหลือง-ตาแพ ขาวตาแพง เหลืองแม่รำพึง ขาวตาก้อง ขาวแม่วงษ์ เหลืองยายหนู ขาวตาเฮง ขาวนางขวด* และ*เหลืองตาสังข์* ปัจจุบันไม่พบว่ามีการปลูกอยู่เลย เกษตรกรในปัจจุบันส่วนมากจะใช้พันธุ์ข้าวปลูกที่ปรับปรุงและแนะนำโดยทางราชการ มีบางท้องถิ่นที่ยังมีการใช้พันธุ์ข้าวพื้นเมืองที่สามารถปรับตัวได้ดีในพื้นที่และเป็นพันธุ์ที่เกษตรกรยังนิยมในคุณภาพ การประกวดพันธุ์ข้าวพื้นเมืองจึงเป็นวิธีการหนึ่งที่ใช้ในการรวบรวมพันธุ์ข้าวจากเกษตรกรในท้องถิ่นต่างๆในขณะเดียวกันเป็นวิธีการที่ทำให้ชาวนารู้จักดูแลรักษาพันธุ์ข้าวให้บริสุทธิ์สม่ำเสมอ กลวิธีนี้ได้ใช้ต่อเนื่องจนถึงสมัยกรมการข้าวและพันธุ์ข้าวที่ชนะการประกวดในภาคต่างๆ ได้ถูกนำมาปลูกคัดเลือกพันธุ์ต่อในสถานีทดลองเพื่อค้นหาสายพันธุ์ที่ดีเด่นตามหลักวิชาการ

โครงการบำรุงพันธุ์ข้าว พ.ศ. ๒๔๙๓

ผลกระทบจากภัยสงครามโลกครั้งที่ ๒ ได้ทำให้ประเทศผู้ผลิตข้าวในทวีปเอเชียต้องกลับมาฟื้นฟูการทำนาพร้อมกับเร่งรัดการวิจัยเกี่ยวกับเรื่องข้าวกันใหม่ ประเทศไทยในฐานะผู้ส่งออกข้าว จึงให้ความสำคัญในการปรับปรุงผลผลิตข้าวให้สูงขึ้น ประเทศไทยได้เข้าเป็นสมาชิกขององค์การอาหารและเกษตร (Food and Agriculture Organization, FAO) ของสหประชาชาติในปี พ.ศ. ๒๔๙๐ และในปีเดียวกันได้มีการประชุมใหญ่ประจำปีที่กรุงเจนีวา คณะผู้แทนไทยจึงได้เสนอขอให้ FAO จัดส่งผู้เชี่ยวชาญมาสำรวจแนวทางการพัฒนาการเกษตรในประเทศไทยซึ่งต่อมาในปี พ.ศ. ๒๔๙๑ ผู้เชี่ยวชาญสาขาต่างๆ ก็เดินทางมาถึงประเทศไทย ในด้านข้าวนั้น Dr. K. Ramiah ผู้เชี่ยวชาญด้านการปรับปรุงพันธุ์ข้าว

ชาวอินเดียได้เสนอแนะให้ไทยแต่งตั้งผู้ชำนาญการด้านพันธุศาสตร์และการปรับปรุงพันธุ์พืชเป็นผู้ริเริ่มการปรับปรุงพันธุ์ข้าวไทยโดยการรวบรวมพันธุ์มาทำการคัดเลือกและการผสมพันธุ์ข้าวพื้นเมืองกับพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง ซึ่งต่อมาหลวงอิงคศรีกสิการ (อินทรี จันทรสถิตย์) อธิบดีกรมเกษตร ในขณะนั้น ก็ได้ติดต่อขอความช่วยเหลือจากกระทรวงเกษตรสหรัฐอเมริกา (USDA) ให้ส่งผู้เชี่ยวชาญด้านการปรับปรุงพันธุ์พืชและด้านปฐพีวิทยามาให้คำแนะนำในการปรับปรุงข้าวไทย

Dr. H.H. Love ผู้เชี่ยวชาญด้านการปรับปรุงพันธุ์พืช และ Dr. R.L. Pendleton ได้เดินทางมาถึงประเทศไทยในปี พ.ศ. ๒๔๙๓ (๑ มีนาคม) Dr. Pendleton นั้นเคยอยู่ในประเทศไทยในฐานะที่ปรึกษาของกระทรวงเกษตรมาก่อน ส่วน Dr. Love นั้นมาจากมหาวิทยาลัยคอร์แนลซึ่งมีชื่อเสียงในด้านการปรับปรุงพันธุ์พืช การให้ความช่วยเหลือโดยการส่งผู้เชี่ยวชาญไปประจำต่างประเทศอยู่ภายใต้โครงการความร่วมมือทางเศรษฐกิจ (ECA - Economic Cooperation Administration) ของสำนักวิเทศสัมพันธ์การเกษตรต่างประเทศ (Office of Foreign Agriculture Relations) ของ USDA และเนื่องจากคณะผู้เชี่ยวชาญจากสหรัฐอเมริกามีความจำเป็นต้องติดต่อและประสานงานเป็นประจำกับสำนักงานใหญ่ในสหรัฐอเมริกาในการขอความช่วยเหลือด้านต่างๆ ฉะนั้นจึงได้เสนอขอให้มีสำนักประสานงานขึ้นในประเทศไทย ซึ่งภายหลังก็ได้มีการจัดตั้งสำนักคณะทำงานพิเศษด้านวิทยาการและเศรษฐกิจ (STEM - Special Technical and Economic Mission) ซึ่งต่อมา ได้เปลี่ยนเป็น USOM (United States Operations Mission) ผู้เชี่ยวชาญจากสหรัฐอเมริกาทั้งสองท่านเดิมนั้นมีกำหนดอยู่ให้ความช่วยเหลือเป็นเวลา ๒ ปี (ถึง ๓๐ มิถุนายน ๒๔๙๕) แต่จากการชี้แจงของ STEM (USOM) ถึงความจำเป็นที่จะต้องอยู่ต่อพร้อมกับการขอรับการสนับสนุนในด้านเครื่องมืออุปกรณ์ ตลอดจนบุคลากรที่จะช่วยงานในโครงการ Dr. Love จึงได้รับการขยายเวลาให้ความช่วยเหลือโครงการบำรุงพันธุ์ข้าวต่ออีก ๒ ปี และสหรัฐอเมริกายังได้ส่งนักปรับปรุงพันธุ์พืช ๒ คน (E.R. Brooks และ J.R. Thysell) และเลขานุการส่วนตัวของ Dr. Love อีก ๑ คน (Ms. Loretta Johnson) เข้ามาช่วยงานในช่วงของการขยายเวลานี้ Ms. Loretta Johnson ซึ่งมีหน้าที่พิมพ์รายงานให้ Dr. Love และต้องพิมพ์รายชื่อพันธุ์ข้าวมากมาย จึงได้ใช้เวลาส่วนมากทำความคุ้นเคยกับการเขียนชื่อข้าวไทย และพยายามกำหนดตัวพยัญชนะและตัวสะกดในการเขียนชื่อข้าวไทยให้อ่านออกเสียงได้ใกล้เคียงหรือชัดเจนที่สุด และต่อมาก็ได้ให้คำแนะนำวิธีการเขียนชื่อข้าวไทยไว้ให้เป็นระบบเดียวกัน ซึ่งระบบนี้กองบำรุงพันธุ์ กรมการข้าว ได้ยึดถือและใช้เป็นระบบหลักในการเขียนชื่อพันธุ์ข้าวไทยตั้งแต่นั้นมา และระบบนี้น่าจะยึดถือและใช้ต่อไปอีก ดีกว่าการเขียนสะเปะสะปะไม่มีหลักเกณฑ์

Dr. H.H. Love ปฏิบัติงานอยู่ในประเทศไทยจนถึงปี พ.ศ. ๒๔๙๗ ซึ่งเป็นปีที่กระทรวงเกษตรได้จัดตั้งกรมการข้าวขึ้น ถึงแม้ว่าจะได้มาร่วมงานกับคณะข้าราชการในกรมใหม่ แต่งานในโครงการบำรุงพันธุ์ข้าวที่ Dr. Love ให้ความช่วยเหลือก็ไม่ได้มีการเปลี่ยนแปลง กลับมีโอกาสขยายงานศึกษา ค้นคว้าให้กว้างขวางยิ่งขึ้น ก่อนที่จะเดินทางมาประจำประเทศไทยนั้นผู้เชี่ยวชาญทั้ง ๒ ท่านได้ศึกษารายงานซึ่งทางฝ่ายไทยได้จัดทำขอความช่วยเหลือผ่าน FAO มาก่อน ซึ่งมีการรายงานการค้นคว้าเรื่องข้าวด้านปฐพีวิทยา วิธีการผลิต การทดสอบพันธุ์และการคัดเลือกพันธุ์ ได้มีการรายงานเกี่ยวกับสายพันธุ์ดีเด่นทั้งในด้านของคุณภาพหรือการให้ผลผลิตหรือทั้ง ๒ อย่าง และเมื่อมาถึงประเทศไทยก็ได้ศึกษารายงานของพระยาโภชากร และ ม.ล. ยิ่งศักดิ์ อิศรเสนา เกี่ยวกับการศึกษาค้นคว้าเรื่องข้าวในประเทศไทย ตั้งแต่ปี พ.ศ. ๒๔๕๙-๒๔๘๙ และได้ร่วมมือกับข้าราชการระดับสูงของไทยในการจัดทำโครงการบำรุงพันธุ์ข้าว ผู้ร่วมงานฝ่ายไทยตั้งแต่แรก คือ ดร. ครุย บุณยสิงห์ ส่วน ดร. สละ ทศานนท์ ได้เข้าร่วมงานในปี พ.ศ. ๒๔๙๖

โครงการบำรุงพันธุ์ข้าว พ.ศ. ๒๔๙๓ มีวัตถุประสงค์เพื่อค้นหาหรือปรับปรุงพันธุ์ข้าวที่มีคุณภาพดีและให้ผลผลิตสูง ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีชื่อเสียงในด้านการผลิตข้าวเมล็ดยาวที่มีคุณภาพสูงและเป็นที่ต้องการมากในตลาดข้าวโลก ดังนั้นพันธุ์ข้าวที่ปรับปรุงขึ้นมาใหม่เพื่อแนะนำให้เกษตรกรปลูกเพื่อการค้าจะต้องมีคุณภาพสูงเหมือนกัน ส่วนด้านการให้ผลผลิตนั้นมีเป้าหมายในการพัฒนาพันธุ์ข้าวที่มีศักยภาพในการให้ผลผลิตต่อไร่สูงขึ้น กล่าวง่ายๆ ก็คือ เน้นการปรับปรุงพันธุ์ข้าวที่ให้ผลผลิตสูงและมีคุณภาพดี โครงการบำรุงพันธุ์ข้าวได้กำหนดขั้นตอนในการดำเนินงานเป็น ๓ ขั้น คือ

๑. การประเมินผลผลิตของพันธุ์ข้าว (variety evaluation) โดยประเมินผลผลิตจากพันธุ์ข้าวที่รวบรวมไว้ที่สถานีทดลองรังสิต

๒. การคัดพันธุ์ (selection) จากการรวบรวมพันธุ์โดยพนักงานกสิกรรมที่ผ่านการฝึกอบรม ก่อนที่จะออกทำการรวบรวมพันธุ์ข้าวในจังหวัดต่างๆ ทั่วประเทศ

๓. การผสมพันธุ์ (hybridization) เป็นแผนงานที่กำหนดไว้ก่อน แต่งานได้เริ่มภายหลังการจัดตั้งกรมการข้าว โดยจัดให้มีการผสมพันธุ์ระหว่างพันธุ์ข้าวไทยเป็นครั้งแรกในปี พ.ศ. ๒๔๙๘ ที่สถานีทดลองข้าวบางเขนและสถานีทดลองข้าวสันป่าตอง

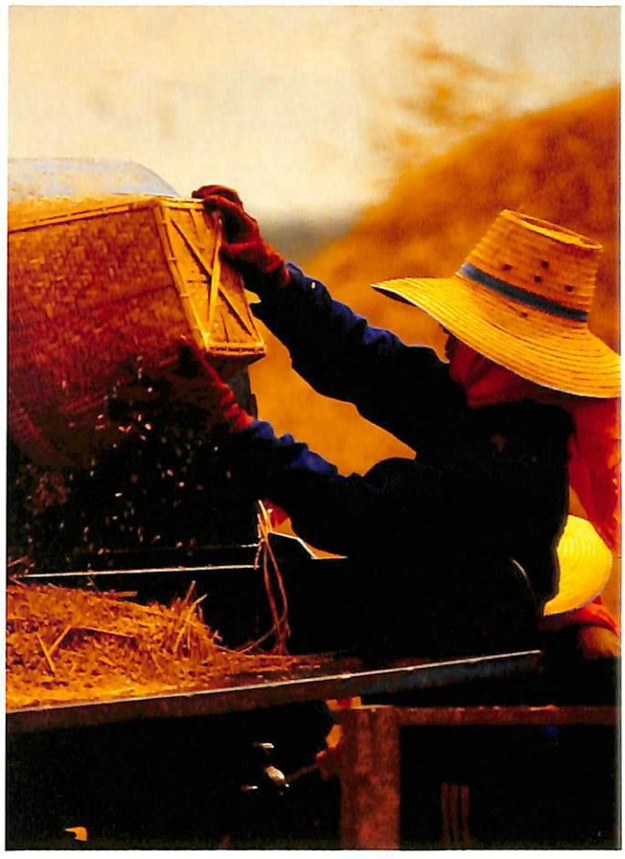
ผลการดำเนินการของโครงการบำรุงพันธุ์ข้าว ปี พ.ศ. ๒๔๙๓ ได้ปรากฏในระยะต่อมา โดยการพิจารณาแนะนำพันธุ์ข้าวให้แก่เกษตรกรปลูกในปีต่างๆ ในสมัยของกรมการข้าว

สังคมไทยมีรากฐานมาจากสังคมเกษตรกรรม โดยเฉพาะการเพาะปลูกข้าว ดังนั้นวิถีชีวิตของชาวนาจึงเป็นรากฐานที่กลายมาเป็นความเชื่อ ขนบธรรมเนียมประเพณีและวัฒนธรรมต่างๆ มากมายที่สืบทอดต่อกันมาจนปัจจุบัน

การจัดตั้งกรมการข้าว

ผลจากการที่มีโครงการบำรุงพันธุ์ข้าวอย่างเน้นหนัก และการตระหนักถึงความสำคัญอย่างยิ่งของข้าวต่อประเทศไทยและความสำคัญของข้าวที่เป็นพืชสำคัญของโลก คณะรัฐบาลและบุคคลสำคัญในวงการข้าวได้พิจารณาเห็นสมควรและตัดสินใจให้งานวิจัยในเรื่องข้าวดูแล โดยการจัดตั้งกรมการข้าวขึ้นในกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ฯพณฯ จอมพลผิน ชุณหวัน รัฐมนตรีว่าการกระทรวงเกษตรในขณะนั้น ได้มีความกระตือรือร้นอย่างยิ่งที่จะเห็นกรมใหม่นี้จัดตั้งขึ้น การเตรียมการจัดตั้งกรมการข้าวดำเนินการตั้งแต่เดือนธันวาคม ๒๔๙๖ และได้จัดตั้งขึ้นอย่างเป็นทางการเมื่อวันที่ ๑ มกราคม ๒๔๙๗ โดยมี ม.จ. จักรพันธ์เพ็ญศิริ จักรพันธุ์ ทรงเป็นอธิบดีท่านแรก กรมการข้าวที่จัดตั้งขึ้นใหม่นี้ กระทรวงเกษตรฯ ได้กำหนด ให้มีหน้าที่รับผิดชอบในการศึกษาค้นคว้าด้านการบำรุงพันธุ์และการขยายพันธุ์ข้าว การปรับปรุงการผลิต การเก็บและอารักขาข้าว และวิทยาการด้านอื่นๆ ที่เกี่ยวกับข้าว ตลอดจนมีหน้าที่ในการส่งเสริมและเผยแพร่การทำนา ตั้งแต่หลังจากการจัดตั้งกรมการข้าวเป็นต้นมา การให้ความสนใจมากยิ่งขึ้นในเรื่องข้าวและความสำคัญของข้าวที่มีต่อประเทศชาติได้แสดงออกทั้งทางราชการและสาธารณชนทั่วไป

ในระยะแรกของการจัดตั้งกรมการข้าว การแต่งตั้งนักวิชาการ-เกษตรมีน้อยมาก เนื่องจากขาดแคลนผู้ที่ผ่านการฝึกอบรมในด้านนี้ ถึงแม้ว่าจะมีผู้สนใจและความต้องการข้าราชการของกรมใหม่จะมีมาก ซึ่งรวมทั้งนักวิชาการ เจ้าพนักงานและเจ้าหน้าที่ที่จะดูแลฝ่ายต่าง ๆ ในส่วนกลาง อย่างไรก็ตามในส่วนภูมิภาค กรมการข้าวมีพนักงานข้าวมากกว่า ๒๐๐ อัตรา ทั่วประเทศซึ่งพนักงานข้าวเหล่านี้ได้ทำหน้าที่เป็นผู้ประสานงานและติดต่อกับเกษตรกรหรือชาวนาโดยตรง ซึ่งช่วยให้เกษตรกรได้เข้าใจงานและโครงการต่าง ๆ ของกรมที่เข้ามาดำเนินการในพื้นที่ และพนักงานข้าวที่สนใจด้านวิชาการก็ได้รับการฝึกอบรมในหลักสูตรต่าง ๆ ในระยะสั้น เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของพนักงานเหล่านี้ในระยะหลัง (Love, 1955)



ภายหลังการจัดตั้งกรมการข้าว ทางกระทรวงเกษตรได้โอนสถานีทดลองหลายแห่งให้มาอยู่ในสังกัดของกรมใหม่และให้ตั้งชื่อเป็นสถานีทดลองข้าว เช่น สถานีทดลองข้าวรังสิต คลองหลวง หันตรา บางเขน โคกสำโรง พิมาย สันป่าตองและสุรินทร์ การที่ต้องทำการประเมินผลผลิตของพันธุ์/สายพันธุ์ข้าวที่มาจากการปรับปรุงพันธุ์ภายใต้โครงการนี้ การทดสอบผลผลิตของพันธุ์ข้าวทดลอง (testing variety) เปรียบเทียบกับพันธุ์มาตรฐานด้วยการวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block และงานนี้จำเป็นต้องมีการดูแลอย่างใกล้ชิด มีการเก็บข้อมูลทุกระยะ และต้องใช้แปลงทดลองของสถานีทดลอง ฉะนั้นสถานีทดลองข้าวจึงมีบทบาทสำคัญในการร่วมงานทดสอบพันธุ์ข้าว สถานีทดลองหลายแห่งได้ก่อสร้างขึ้นในสมัยของกรมการเกษตร หลังจากการจัดตั้งสถานีทดลองข้าวรังสิตก็ยังมีสถานีทดลองหลายแห่งที่จัดว่าเป็นสถานีที่เก่าแก่เหมือนกันเช่น สถานีทดลองข้าวคลองหลวง เริ่มก่อสร้างตั้งแต่ปี พ.ศ. ๒๔๖๕ ใช้พื้นที่เป็นแปลงทดลองมาตลอด จนถึงปี พ.ศ. ๒๕๐๓ จึงเปิดดำเนินการเป็นสถานีโดยสมบูรณ์ สถานีทดลองข้าวหันตรา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา เริ่มก่อสร้างในปี พ.ศ. ๒๔๗๙ เปิดเป็นสถานีในปี พ.ศ. ๒๔๘๔ โดยมี ม.ล. ยิ่งศักดิ์ อิศรเสนา เป็นผู้บุกเบิกและเป็นหัวหน้าสถานีท่านแรก สถานีทดลองข้าวอีกหลายแห่งที่ได้รับการจัดตั้งระหว่างการดำเนินงานของโครงการบำรุงพันธุ์ข้าว โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงปี พ.ศ. ๒๔๙๕-๙๖ สถานีทดลองข้าวเหล่านี้ ได้แก่ สถานีทดลองข้าวสันป่าตอง บางเขน โคกสำโรง สุรินทร์และพิมาย นอกจากนี้ หลังจากการจัดตั้งกรมการข้าวแล้ว ก็ได้มีการก่อสร้างสถานีทดลองเพิ่มเติม ซึ่งสถานีทดลองที่จัดตั้งขึ้นในปี พ.ศ. ๒๔๙๘ ส่วนใหญ่จะทำหน้าที่ขยายพันธุ์ข้าวเป็นหลัก แต่ก็ได้มีงานทดลองบางงานดำเนินการด้วย สถานีทดลองข้าวเหล่านี้ในระยะแรกจะใช้ชื่อสถานีทดลองและขยายพันธุ์ข้าว เช่น สถานีทดลองข้าวพาน ชุมแพ และควนกุฎ ส่วนสถานีทดลองข้าวชัยนาทนั้นก่อสร้างในปี พ.ศ. ๒๕๐๐ พร้อมกับสถานีทดลองข้าวราชบุรี การบริหารงานและการควบคุมดูแลแปลงทดลอง แปลงขยายพันธุ์จะอยู่ในความรับผิดชอบของหัวหน้าสถานี ซึ่งบางแห่งเป็นนักเกษตร จบปริญญาหลายแห่งมาจากพนักงานกสิกรรม

ในระยะแรกในสถานีจะมีนักวิชาการ (นักเกษตร) ที่ทำหน้าที่รับผิดชอบงานทดลองโดยตรงน้อยมาก นอกจากสถานีทดลองที่มีงานทดลองมากๆ เท่านั้น นอกจากนี้การที่มีสถานีทดลองข้าวเป็นจำนวนมาก และต้องเขียนชื่อสถานีเป็นภาษาอังกฤษทั้งในสมุดบันทึกการทดลอง การรายงานผลการทดลอง การเขียนชื่อเต็มทำให้ใช้เนื้อที่และเวลามาก นักวิชาการในสมัยกองบำรุงพันธุ์ กรมการข้าวจึงได้กำหนดให้ใช้รหัสอักษรภาษาอังกฤษ ๓ ตัว แทนชื่อสถานีทดลองข้าว ซึ่งเป็นที่เข้าใจกันและใช้กันมาจนถึงบัดนี้ ยกเว้นนักวิชาการทั้งคนไทยและคนต่างชาติที่ไม่เข้าใจในระบบที่คิดและใช้อักษรย่ออย่างอื่นที่สร้างความสับสนให้กับระบบเดิม

ผลการดำเนินงานภายใต้โครงการบำรุงพันธุ์ พ.ศ. ๒๔๙๓ ได้ปรากฏให้เห็นหลังจากการเริ่มโครงการได้ ๖ ปี ทำให้พันธุ์ข้าวนาสวนต่างๆ ได้รับการพิจารณาให้ออกขยายพันธุ์ตั้งแต่ปี พ.ศ. ๒๔๙๙ เป็นระยะๆ จนถึงปี พ.ศ. ๒๕๑๑ ตามรายงานของสุวิตร (๒๕๒๔) และ ระรื่น บุญดวง (๒๕๓๘) รวบรวมไว้ดังนี้

ปี พ.ศ. ๒๔๙๙–๒๕๐๑

มีพันธุ์ข้าวที่พัฒนาจากพันธุ์พื้นเมืองที่ชนะการประกวดและการรวบรวมพันธุ์เสริมให้เกษตรกรใช้ทำพันธุ์ รวมทั้งสิ้น ๑๑ พันธุ์ พันธุ์ข้าวชุดนี้ได้รวมพันธุ์ข้าว

จำปา ๑๓๓	พันธุ์ข้าวชนะการประกวด ปี พ.ศ. ๒๔๙๔
พวงนาค ๒๖	พันธุ์ข้าวชนะการประกวด ปี พ.ศ. ๒๔๙๔
ขาวตาแห้ง ๑๗	พันธุ์ข้าวชนะการประกวด ปี พ.ศ. ๒๔๙๔
เหลืองอ่อน ๒๙	พันธุ์ข้าวชนะการประกวด ปี พ.ศ. ๒๔๙๔
นางมล S-4	จากพันธุ์เดิมชื่อ นางมล พันธุ์มาตรฐานก่อนปี พ.ศ. ๒๔๙๓
เหลืองระแหง ๘	พันธุ์ข้าวชนะการประกวด ปี พ.ศ. ๒๔๙๔
เหลืองใหญ่ ๓๔	สถานีกสิกรรมแม่โจ้รวบรวม ปี พ.ศ. ๒๔๙๐ คัดเลือกพันธุ์ที่สถานีทดลองข้าวสันป่าตอง
เมืองปาย	พันธุ์ข้าวจากการรวบรวมพันธุ์ก่อนปี พ.ศ. ๒๔๙๓
แก้วขาว	พันธุ์ข้าวจากการรวบรวมพันธุ์ก่อนปี พ.ศ. ๒๔๙๓
ลายหลวง ๑๗	พันธุ์ข้าวจากการรวบรวมพันธุ์ก่อนปี พ.ศ. ๒๔๙๓
ผา ๒๓	พันธุ์ข้าวจากการรวบรวมพันธุ์ก่อนปี พ.ศ. ๒๔๙๓

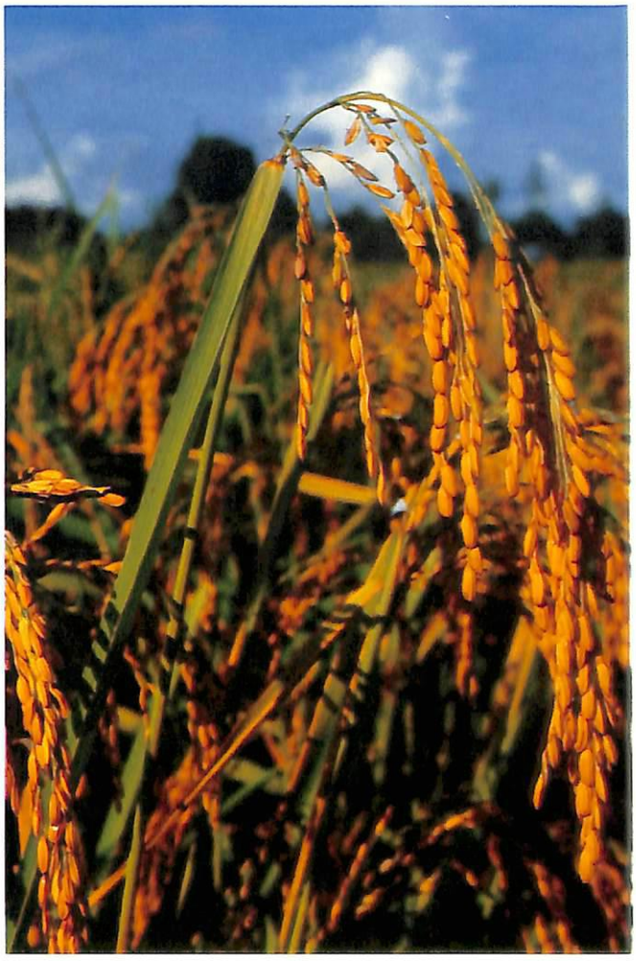
พันธุ์ข้าวในชุดนี้ *ขาวตาแห้ง ๑๗* และ *นางมล S-4* ถึงแม้ว่าจะได้ยกเลิกไม่ส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกระยะหนึ่ง แต่ก็ได้นำกลับมาขยายพันธุ์อีกครั้งหนึ่งจนถึงปัจจุบัน เนื่องจากมีคุณภาพของเมล็ดดี พันธุ์ข้าว *นางมล S-4* เป็นพันธุ์ข้าวที่มีความต้านทานโรคไหม้สูงพันธุ์หนึ่ง ในการเรียกชื่อพันธุ์ข้าวในชุดนี้ หมายเลขที่ตามชื่อพันธุ์ข้าวคือ หมายเลขประกวด (Competition Number) ยกเว้น *พันธุ์ข้าวนางมล S-4* ซึ่ง "S-4" มาจาก Excellent Standard Rank 4 จากการทดสอบผลผลิตในปี ๒๔๙๖-๙๗

ปี พ.ศ. ๒๕๐๒–๒๕๐๔

มีพันธุ์ข้าวที่พัฒนาจากการรวบรวมพันธุ์และพันธุ์ข้าวชนะการประกวดแนะนำและส่งเสริมเพิ่มขึ้น จำนวน ๙ พันธุ์ รวมกับพันธุ์เดิม ๖ พันธุ์ พันธุ์ข้าวที่แนะนำในปี พ.ศ. ๒๕๐๒ ได้แก่ พันธุ์ข้าว

เหมยนอง 62M	นายมณี เชื้อวิโรจน์ นำมาคัดพันธุ์ที่สถานีทดลองข้าว-สันป่าตอง ปี พ.ศ. ๒๔๙๘
ผาเลือด ๑๑	จากการคัดเลือกพันธุ์ สายพันธุ์เดิม ผาเลือด ๒๙-๘-๑๑
ขาวดอกมะลิ ๑๐๕	จากการคัดเลือกพันธุ์ สายพันธุ์เดิมขาวดอกมะลิ ๔-๒-๑๐๕
ดอนางนวล ๙๑	จากการคัดเลือกพันธุ์ สายพันธุ์เดิม ดอนางนวล ๒๙-๔-๙๑
ตะเภาแก้ว ๑๖๑	พันธุ์ข้าวขึ้นน้ำชนะการประกวด ปี พ.ศ. ๒๔๙๙
เจ๊กเชย ๑๕๙	พันธุ์ข้าวขึ้นน้ำชนะการประกวด ปี พ.ศ. ๒๔๙๙
ปิ่นแก้ว ๕๖	พันธุ์ข้าวขึ้นน้ำชนะการประกวด ปี พ.ศ. ๒๔๙๙
นางฉลอง	ปลูกคัดพันธุ์ข้าวขึ้นน้ำที่สถานีทดลองข้าวหันตรา ปี พ.ศ. ๒๔๙๖-๙๗
เล็บมือนาง ๑๑๑	จากการคัดเลือกพันธุ์ สายพันธุ์เดิม เล็บมือนาง ๑๔-๔๒-๑๑๑

การเรียกชื่อพันธุ์ข้าวที่มาจากการคัดเลือกพันธุ์ซึ่งก่อนการรับรองหรือแนะนำพันธุ์จะมีเลขสายพันธุ์เป็นเลข ๓ กลุ่ม (เลขที่ของท้องถิ่นที่รวบรวมพันธุ์ เลขที่พันธุ์ที่รวบรวม และเลขที่รวงที่ปลูกคัดเลือก) เมื่อประกาศเป็นพันธุ์ข้าวที่ขยายพันธุ์ให้เกษตรกรแล้วจะให้เหลือเลขที่รวงเพียงกลุ่มเดียวตามชื่อพันธุ์ข้าว พันธุ์ข้าวเดิมที่ยังแนะนำในช่วงนี้มี *เหลืองใหญ่ ๓๔ นางมล S-4 ขาวตาแห้ง ๑๗ เหลืองระแหง ๘ เหลืองอ่อน ๒๙* และ *พวงนาค ๑๖*



ปี พ.ศ. ๒๕๐๕–๒๕๐๗

แนะนำพันธุ์ที่คัดเลือกจากการรวบรวมพันธุ์จำนวน ๙ พันธุ์ ได้แก่

เหนียวสันป่าตอง	นายมณี เชื้อวิโรจน์ คัดจากข้าวเจ้าสายพันธุ์เหลืองใหญ่ ๑๓๗-๑-๑๐ ที่กลายเป็นข้าวเหนียว ในปี พ.ศ. ๒๔๙๘
กำผาย ๑๕	จากการคัดเลือกพันธุ์สายพันธุ์เดิม กำผาย ๓๐-๑๒-๑๕
เจ้าเหลือง ๑๑	จากการคัดเลือกพันธุ์สายพันธุ์เดิม เจ้าเหลือง ๓๒-๘-๑๑
ขี้ตมใหญ่ ๙๘	จากการคัดเลือกพันธุ์สายพันธุ์เดิม ขี้ตมใหญ่ ๓๔-๗-๙๘
กำผาย ๔๑	จากการคัดเลือกพันธุ์สายพันธุ์เดิม กำผาย ๓๐-๑๒-๔๑
เก้ารวง ๘๘	จากการคัดเลือกพันธุ์สายพันธุ์เดิม เก้ารวง ๑๗-๒-๘๘
เหลืองประทิว ๒๘	จากการคัดเลือกพันธุ์สายพันธุ์เดิม เหลืองประทิว ๑๒๖-๘-๒๘
เหลือง ๑๕๒	จากการคัดเลือกพันธุ์สายพันธุ์เดิม เหลือง ๘-๑๓-๑๕๒
นางพญา ๑๓๒	จากการคัดเลือกพันธุ์สายพันธุ์เดิม นางพญา ๓๗-๓๐-๑๓๒

พันธุ์แนะนำเดิม ๗ พันธุ์คือ *เหลืองใหญ่ ๓๔ เหมยนอง 62M ขาวดอกมะลิ ๑๐๕ พวงนาค ๑๖ ตะเภาแก้ว ๑๖๑ เจ๊กเชย ๑๕๙* และ *เล็บมือนาง ๑๑๑*

ปี พ.ศ. ๒๕๐๘–๒๕๑๐

แนะนำและส่งเสริมพันธุ์ข้าวใหม่ที่มาจากการคัดเลือกพันธุ์ รวมทั้งสิ้น ๑๔ พันธุ์ ไม่รวมพันธุ์*ข้าวขาวตาแห้ง ๑๗* และ*นางมล S-4* ซึ่งนำกลับมาส่งเสริมใหม่ในปี พ.ศ. ๒๕๐๘ จนถึงปัจจุบัน พันธุ์ข้าวที่แนะนำใหม่ในชุดนี้มีพันธุ์ข้าว

ดอหอม ๒๖	จากการคัดเลือกพันธุ์สายพันธุ์เดิม ดอหอม ๔๘-๑-๒๖
ดอเหลือง ๘๘	จากการคัดเลือกพันธุ์สายพันธุ์เดิม ดอเหลือง ๑๓๓-๓-๘๘
ดอกมะลิ ๓	จากการคัดเลือกพันธุ์สายพันธุ์เดิม ดอกมะลิ ๑๑๗-๗-๓
บางเขน ๒๙๓	สถานีทดลองข้าวบางเขนรวบรวมและปลูกคัดพันธุ์ (BK293)
เหลืองทอง ๘๒	จากการคัดเลือกพันธุ์สายพันธุ์เดิม เหลืองทอง ๗๗-๑๒-๘๒
ขาวปากหม้อ๑๗	จากการคัดเลือกพันธุ์สายพันธุ์เดิม ขาวปากหม้อ ๕๕-๓-๗๗
เหลืองทอง ๑๐๑	จากการคัดเลือกพันธุ์สายพันธุ์เดิม เหลืองทอง ๑๐๕-๖-๑๐๑
ขาวปากหม้อ ๑๔๘	จากการคัดเลือกพันธุ์สายพันธุ์เดิม ขาวปากหม้อ ๕๕-๓-๑๔๘
ใบลด ๑๐๔	จากการคัดเลือกพันธุ์สายพันธุ์เดิม ใบลด ๓๖-๑๐-๑๐๔
เหลืองประทิว ๑๒๓	จากการคัดเลือกพันธุ์สายพันธุ์เดิม เหลืองประทิว ๑๒๖-๘-๑๒๓
ไทยใหม่ ๓๙๘๖	จากการรวบรวมพันธุ์หลังปี พ.ศ. ๒๔๙๓ หาหลักฐานไม่ได้ [New Thai (NT) 3986]
ขาวนางเนย ๑๑	จากการคัดเลือกพันธุ์สายพันธุ์เดิม ขาวนางเนย ๓-๕๗-๑๑
ขาวพวง ๓๒	จากการคัดเลือกพันธุ์สายพันธุ์เดิม ขาวพวง ๒๑-๑๖-๓๒
เหลืองทอง (นาปรัง)	นายสวัสดิ์ นิลกำแหง เก็บรวงจาก อ.บางเลน จ.นครปฐม

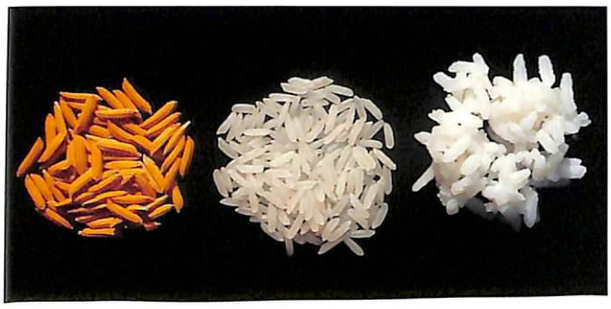
ปี พ.ศ. ๒๕๑๑

แนะนำและส่งเสริมพันธุ์ข้าวใหม่ให้เกษตรกรใช้ทำพันธุ์เพิ่มเติม จำนวน ๖ พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ข้าว

เหลืองใหญ่ ๑๔๘	จากการคัดเลือกพันธุ์สายพันธุ์เดิม เหลืองใหญ่ ๒๒๘-๒-๑๔๘
หางยี ๗๑	จากการคัดเลือกพันธุ์สายพันธุ์เดิม หางยี ๓๙๘-๔-๗๑
น้ำสะกุย ๑๙	จากการคัดเลือกพันธุ์สายพันธุ์เดิม น้ำสะกุย ๔๔๕-๔-๑๙
พวงไร่ ๒	จากการคัดเลือกพันธุ์สายพันธุ์เดิม พวงไร่ ๒๐-๕๕-๒
นางพญา ๗๐	จากการคัดเลือกพันธุ์สายพันธุ์เดิม นางพญา ๑๙๙-๓๐-๗๐
เผือกน้ำ ๔๓	จากการคัดเลือกพันธุ์สายพันธุ์เดิม เผือกน้ำ ๓๓๐-๓-๔๓

พันธุ์ข้าวที่แนะนำและส่งเสริมให้เกษตรกรใช้ทำพันธุ์ข้าวปลูกทั้ง ๕ ระยะนี้มีเพียง ๑๘ พันธุ์เท่านั้นที่ยังแนะนำส่งเสริมมาจนถึงปัจจุบัน ซึ่งประกอบด้วยพันธ์ข้าวนาสวนจำนวน ๑๔ พันธุ์และพันธุ์ข้าวขึ้นน้ำ ๔ พันธุ์

การปรับปรุงรูปแบบต้นเพื่อเพิ่มผลผลิต



การจัดตั้งสถาบันวิจัยข้าวนานาชาติ (International Rice Research Institute - IRRI) ในประเทศฟิลิปปินส์ ในปี พ.ศ. ๒๕๐๓ ได้ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญในวงการค้นคว้าวิจัยข้าวในทวีปเอเชีย ความร่วมมืออย่างเป็นทางการระหว่างไทยกับ IRRI ได้มีมาตั้งแต่เริ่มตั้ง IRRI ในสมัยที่หม่อมเจ้าจักรพันธ์เพ็ญศิริ จักรพันธุ์ ทรงเป็นอภิมนตรีใน IRRI Board of Trustee ระหว่างปี พ.ศ. ๒๕๐๓ ถึง ๒๕๐๖ โครงการความร่วมมือในระยะแรกได้เน้นด้านการปรับปรุงพันธุ์ข้าวและการฝึกอบรม ซึ่งได้มีการแลกเปลี่ยนเชื้อพันธุ์ข้าวเพื่อใช้ในโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าว ขยายพันธุ์ของไทยและพันธุ์อื่นๆ ได้ถูกส่งไป IRRI เพื่อใช้เป็นพันธุ์พ่อ/แม่ในการผสมพันธุ์พันธุ์ข้าวเหล่านี้ ได้แก่ พันธุ์ข้าว *กำผาย ๑๕ เหลืองใหญ่ ๓๔ นางมล S-4 เหลืองหอม* ซึ่งได้ใช้เป็นพันธุ์แม่ในคู่ผสมของ IRRI ในระยะแรกๆ เช่น *IR64 (GP15/TNI), IR113 (LY34/BPI76), IR141 (NMS-4/MAS), IR156 (Leuang Hawm/TN1)* และ *IR253 (GP15*2/TN1)* ส่วนพันธุ์ข้าว*ขาวดอกมะลิ ๑๐๕* นั้นปรากฏว่าอยู่ในคู่ผสม *IR841 (IR262-43-8-11/KDML105)* สายพันธุ์ *IR841-67-1* เป็นสายพันธุ์ที่มีความหอม ซึ่ง IRRI ได้ปลูกไว้เป็นประจำสำหรับสีเพื่อใช้หุงเลี้ยงรับรองแขกของ IRRI สายพันธุ์ต่างๆ ของ *IR841* หลายสายพันธุ์ที่ได้นำมาทดสอบในประเทศไทย แต่ปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมของไทยได้ไม่ค่อยดีในแปลงปลูกส่วนมากจะเป็นโรคไหม้และโรคขอบใบแห้งรุนแรง และไม่ต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล พันธุ์ข้าวไทยโดยทั่วไปมีลักษณะต้นสูง แตกกอปานกลาง มีใบกว้าง สีเขียวจาง ส่วนมากไวต่อช่วงแสง ไม่ตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ย ทำให้มีศักยภาพในการให้ผลผลิตต่ำ จากการทดสอบความต้านทานโรคและแมลง แสดงความต้านทานในระดับแตกต่างกัน แต่ส่วนมากจะไม่มีความต้านทานต่อโรคแมลงสำคัญๆ อย่างไรก็ตามข้าวไทยมีลักษณะรูปร่างของเมล็ดยาวเรียว ไม่มีหาง เปลือกมีขนสั้น ไม่ทำให้ระคายเคืองผิวหนัง การปรับปรุงพันธุ์จึงมีเป้าหมายที่จะรวมลักษณะความสามารถในการให้ผลผลิตสูง ความต้านทานโรคแมลงเข้ากับลักษณะคุณภาพของข้าวไทย

ดังที่กล่าวมาแล้วว่าวัตถุประสงค์ในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวไทยแต่เดิมนั้นได้เน้นในการคัดเลือกหาพันธุ์ข้าวที่มีลักษณะคุณภาพเมล็ดที่ดี และมีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูง นอกจากนี้วัตถุประสงค์อื่นๆ ที่รวมไว้ด้วย ได้แก่ ความสามารถในการปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมอย่างกว้างขวาง และลักษณะวันออกดอกที่เหมาะสมสำหรับการปลูกในภาคต่างๆ ตามสภาพการกระจายของฝน ส่วนลักษณะความต้านทานต่อโรคแมลงนั้นได้ให้ความสำคัญน้อย ถึงแม้ว่าศูนย์อารักขาข้าว กองวิทยาการ กรมการข้าว ได้สำรวจและค้นพบโรคและแมลงศัตรูข้าวที่สำคัญในภาคต่างๆ ซึ่งในภาคกลางนั้นมีโรคไหม้เป็นโรคที่สำคัญโรคหนึ่งและต่อมาได้มีการศึกษาค้นคว้าวิธีการป้องกันกับการกำจัดอย่างกว้างขวาง รวมทั้งการศึกษา

ความต้านทานในพันธุ์ข้าวจากการขยายพื้นที่การทำนาปรังในภาคกลาง ที่เป็นผลสืบเนื่องมาจากความเอื้ออำนวยของการชลประทาน โครงการเจ้าพระยาใหญ่ ทำให้ชาวนามีความต้องการพันธุ์ข้าวนาปรังมากขึ้น ในขณะเดียวกันการขยายพื้นที่ปลูกและการปลูกข้าวต่อเนื่องก็ทำให้เกิดปัญหาศัตรูข้าวเพิ่มขึ้น

ถึงแม้ว่า IRRI จะแนะนำพันธุ์ข้าว *IR8* หรือพันธุ์ข้าวมหัศจรรย์ (Miracle Rice) ในปี พ.ศ. ๒๕๐๙ ซึ่งประเทศต่างๆ ในทวีปเอเชียก็ได้นำออกปลูกขยายพันธุ์เพื่อแก้ไขปัญหาการขาดแคลนข้าว แต่ประเทศไทยก็ไม่ได้ขยายพันธุ์ข้าว *IR8* เช่นในประเทศอื่นๆ เนื่องจากเห็นว่ามีเมล็ดสั้นกว่าข้าวไทยและมีท้องไข่มาก แต่นักวิชาการปรับปรุงพันธุ์ข้าวก็ได้ใช้ข้าว *IR8* เป็นเชื้อพันธุ์ในการผสมพันธุ์กับพันธุ์ข้าวไทยอย่างกว้างขวาง คู่ผสมที่สำคัญได้แก่ คู่ผสมระหว่างพันธุ์ข้าว*เหลืองทอง* (นาปรัง) กับ *IR8 (LT/IR8)* ซึ่งต่อมาคัดเลือกได้ลูกพันธุ์ผสมที่กองบำรุงพันธุ์ กรมการข้าวเสนอรับรองพันธุ์ ๒ สายพันธุ์ พร้อมกับลูกพันธุ์ผสมข้าวเหนียวสายพันธุ์ *IR253-4-1-2-1* อีก ๑ สายพันธุ์ เป็นพันธุ์ข้าว *กข* ชุดแรกในปี พ.ศ. ๒๕๑๒ ลูกพันธุ์ผสมของ *LT/IR8* ทั้ง ๒ สายพันธุ์ คือ *กข ๑* และ *กข ๓* เป็นพันธุ์ข้าวเจ้าที่ให้ผลผลิตสูง และมีความดีเด่นที่สามารถแก้ปัญหาการระบาดของเพลี้ยจักจั่นสีเขียวซึ่งเป็นพาหะของโรคใบสีเหลืองส้มที่กำลังระบาดอยู่ในภาคกลาง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในท้องที่อำเภอบางเลน จังหวัดนครปฐม พันธุ์ข้าว *กข ๑* และ *กข ๓* มีลักษณะแตกต่างกันในอายุการสุกเก็บเกี่ยว ลักษณะใบธงและสีของข้าวเปลือก ส่วนพันธุ์ข้าว *กข ๒* นั้น เป็นลูกพันธุ์ผสมระหว่างพันธุ์ข้าวเหนียวของไทย (*กผ ๑๕*) กับสายพันธุ์ข้าวต้นเตี้ยของ IRRI ข้าวพันธุ์แม่ พันธุ์พ่อ และสายพันธุ์ดีเด่นเดิมของข้าวทั้ง ๓ ก่อนการเสนอรับรองพันธุ์ คือ

ชื่อพันธุ์	สายพันธุ์เดิม	พันธุ์แม่/พันธุ์พ่อ
กข ๑ (RD1)	BKN6617-56-1-2	Leuang Tawng/IR8
กข ๒ (RD2)	IR253-4-1-2-1	GP15*2/TN1
กข ๓ (RD3)	BKN6617-12-2-2	Leuang Tawng/IR8

การเรียกชื่อพันธุ์ข้าวตามระบบ *กข* ได้กำหนดให้ชื่อ *กข* ที่ตามด้วยเลขคี่เป็นข้าวเจ้าและที่ตามด้วยเลขคู่เป็นข้าวเหนียว และภาษาอังกฤษก็เรียกง่ายๆ ว่า ข้าว *RD* (RD = Rice Department) ซึ่งได้เป็นที่ยอมรับและเข้าใจกันทั่วไป หลังจากนั้นการปรับปรุงพันธุ์ข้าวจึงได้เพิ่มเป้าหมายการปรับปรุงพันธุ์ข้าวที่มีรูปแบบต้นเตี้ยให้ผลผลิตสูง มีความต้านทานต่อโรคและแมลงสำคัญ โดยคงลักษณะคุณภาพของเมล็ดของข้าวไทยไว้ นอกจาก *IR8* แล้วยังมีพันธุ์/สายพันธุ์ข้าวจาก IRRI อีกเป็นจำนวนมากที่นำเข้ามาใช้ในโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวในประเทศไทย แต่อย่างไรก็ตาม ในระยะนั้นไม่มีพันธุ์ข้าวที่ IRRI แนะนำในชุดข้าว *IR* ที่ได้รับการขยายพันธุ์ในชื่อของข้าวไทย มีสายพันธุ์ข้าว *IR* เพียงสายพันธุ์

เดียวที่นำเข้ามาปลูกทดสอบและรับรองพันธุ์เป็นข้าว *กข* ของไทย คือ สายพันธุ์ *IR253-4-1-2-1* ที่ได้รับการเสนอให้รับรองพันธุ์เป็นข้าวเหนียว *กข ๒* พร้อมกับข้าว *กข ๑* และ *กข ๓* ใน ปี พ.ศ. ๒๕๑๒

นอกจากพันธุ์ข้าว *IR8* แล้ว ได้มีพันธุ์และสายพันธุ์อื่นมากมายจาก IRRI ที่นำเข้ามาปลูกทดลองและใช้เป็นพันธุ์พ่อ/พันธุ์แม่ ผสมกับพันธุ์ข้าวไทย Dr. Ben R. Jackson นักปรับปรุงพันธุ์ข้าวของ IRRI ได้เดินทางเข้ามาประจำปฏิบัติงานในประเทศตั้งแต่ปี พ.ศ. ๒๕๐๙ และอยู่นานถึง ๑๗ ปี ได้มีบทบาทสำคัญในการพัฒนางานวิจัยข้าวของกองบำรุงพันธุ์ (และกองการข้าว) ร่วมกับนักปรับปรุงพันธุ์ข้าวของไทย ซึ่งในระยะนั้นได้เน้นในเรื่องการรวมลักษณะความต้านทานโรคแมลงสำคัญจากสายพันธุ์ข้าวต้นเตี้ยและลักษณะรูปร่างยาวเรียวของเมล็ดในข้าวไทยไว้ด้วยกัน ต่อมาในปี พ.ศ. ๒๕๑๖ จึงได้มีการรับรองข้าว *กข* พันธุ์ใหม่อีก ๒ พันธุ์ คือ *กข ๔* และ *กข ๕* จากข้าวพันธุ์ผสม ๒ สายพันธุ์ โดยทั้ง ๒ พันธุ์มาจากสายพันธุ์เดิมและมีเชื้อพันธุ์แม่ พันธุ์พ่อ ดังนี้

ชื่อพันธุ์	สายพันธุ์เดิม	พันธุ์แม่/พันธุ์พ่อ
กข ๔ (RD4)	BKN6805-22-13	Leuang Tawng/IR8// W1252/RD2
กข ๕ (RD5)	BKN6517-9-2-2	Puang Nahk/Sigadis

พันธุ์ข้าว *กข ๔* เป็นพันธุ์ข้าวเหนียวที่มีความต้านทานต่อแมลงบั่วสูง โดยได้รับเชื้อพันธุ์ความต้านทานจากพันธุ์ข้าว *W1252* จากประเทศอินเดีย และมีลักษณะรูปร่างเมล็ดยาวเรียว แต่เป็นที่น่าเสียดายที่ข้าวพันธุ์นี้มีคุณภาพการบริโภคไม่เป็นที่ยอมรับ ส่วนพันธุ์ข้าว *กข ๕* มีลักษณะต้นสูงปานกลาง อายุค่อนข้างหนัก เหมาะสำหรับปลูกในภาคกลาง มีความต้านทานต่อโรคขอบใบแห้งจากพันธุ์ข้าว *Sigadis* ของอินโดนีเซีย ข้าวพันธุ์ผสมต้นเตี้ยที่ให้ผลผลิตสูง มีความต้านทานต่อโรคและแมลงที่ได้รับการรับรองพันธุ์ต่อมาในปี พ.ศ. ๒๕๑๘ คือ พันธุ์ข้าว *กข ๗* และ *กข ๙* ทั้งสองพันธุ์มาจากสายพันธุ์เดิมและมีพันธุกรรมแม่และพ่อ ดังนี้

ชื่อพันธุ์	สายพันธุ์เดิม	พันธุ์แม่/พันธุ์พ่อ
กข ๗ (RD7)	SPR6726-134-2	C4-63/Gow Ruang 88//Sigadis
กข ๙ (RD9)	BKN6809-74-40	Leuang Yai 34/TN1// W1256///RD2

พันธุ์ข้าว *กข ๗* จัดเป็นพันธุ์ข้าวที่มีคุณภาพเมล็ดดีที่สุดในระยะนั้น ชูรวงดี เมล็ดสีฟาง มีความต้านทานต่อโรคขอบใบแห้งดี จึงได้รับความนิยมอย่างกว้างขวาง ส่วนพันธุ์ข้าว *กข ๙* มีความต้านทานต่อแมลงหลายชนิด รวมทั้งเพลี้ยจักจั่นสีเขียว เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลและแมลงบั่ว แต่คุณภาพของเมล็ดยังไม่ดีตามที่ผู้บริโภคต้องการ

การรับรองและแนะนำพันธุ์ข้าวในชุด *กข* ได้มีอย่างต่อเนื่องและไม่ได้จำกัดเฉพาะข้าวที่มาจากการปรับปรุงพันธุ์โดยวิธีการผสมพันธุ์เท่านั้น ซึ่งจะเห็นได้จากพันธุ์ข้าวที่ได้รับการรับรองพันธุ์ตั้งแต่ปี พ.ศ. ๒๕๒๐-๒๔ ที่มีทั้งพันธุ์ข้าวที่เป็นข้าวพันธุ์ผสมต้นเดี้ย พันธุ์ผสมระหว่างพันธุ์ข้าวไทย พันธุ์ข้าวที่ปรับปรุงพันธุ์โดยการชักนำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงกรรมพันธุ์และพันธุ์ข้าวไร่ที่มาจากการคัดเลือกพันธุ์ นอกจากนี้ Dr. Ben Jackson ยังมีส่วนร่วมในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวทนน้ำลึกอีกด้วย ซึ่งในปี พ.ศ. ๒๕๒๒ ก็ได้มีการรับรองพันธุ์ข้าวต้นเตี้ยที่สามารถยืดปล้องตามระดับความลึกของน้ำได้ ๒ พันธุ์คือ *กข ๑๗* และ *กข ๑๙* พันธุ์ข้าวที่แนะนำในช่วงนี้จึงมีความหลากหลาย ประกอบด้วยพันธุ์ข้าวที่รับรองพันธุ์ในปีต่างๆ ดังนี้

ชื่อพันธุ์	สายพันธุ์เดิม	พันธุ์แม่/พันธุ์พ่อ
ปี พ.ศ. ๒๕๒๐		
กข ๖ (RD6)	KDML105'65 G2U-258	ขาวดอกมะลิ ๑๐๕ อาบรังสีแกมมา
กข ๑๑ (RD11)	WP153	IR661-1-140-3/KDML105
ปี พ.ศ. ๒๕๒๑		
กข ๘ (RD8)	KKN6721-5-7-4	NSPT*2/IR262-24-3-1
กข ๑๓ (RD13)	BKN6402-352	Nahng Phaya 132/Pak Sian 39
กข ๑๕ (RD15)	KDML105'65 G1U-45	ขาวดอกมะลิ ๑๐๕ อาบรังสีแกมมา
ปี พ.ศ. ๒๕๒๒		
กข ๑๗ (RD17)	BKN6986-66-2	IR262-24-3-1/Pin Gaew 56
กข ๑๙ (RD19)	BKN6986-147-2	IR262-24-3-1/Pin Gaew 56
ซิวแม่จัน (Sew Mae Jan - SMJ)		พัฒนาพันธุ์จากข้าวรวบรวมพันธุ์เชียงราย
กู้เมืองหลวง (Goo Meuang Luang - GML)		พัฒนาพันธุ์จากข้าวไร่รวบรวมพันธุ์ภาคใต้
ดอกพยอม (Dawk Payawm - DPY)		พัฒนาพันธุ์จากข้าวไร่รวบรวมพันธุ์ภาคใต้
ปี พ.ศ. ๒๕๒๔		
กข ๑๐ (RD10)	RD1'69NF1U-G-6-6	กข ๑ อาบรังสีนิวตรอนเร็ว
กข ๒๑ (RD21)	SPR7419-86-2-5	RD7/IR32//RD11
กข ๒๕ (RD25)	BKNLR75091-CNT-B3-RST-40-2-2	KDML105/IR2061//KDML105/IR26
กข ๒๗ (RD27)	BKN6113-39	Khao Tah O0/Khao Tah Haeng 17

ตั้งแต่เริ่มโครงการร่วมมือจนถึงปี พ.ศ. ๒๕๑๘ จะเห็นได้ว่า พันธุ์ข้าวพื้นเมืองจากประเทศอื่น พันธุ์ข้าวของ IRRI (ข้าว *IR*) และสายพันธุ์ดีเด่นที่นำเข้ามาส่วนมากจะเป็นพันธุ์/สายพันธุ์ที่มีรูปแบบต้นที่ให้ผลผลิตสูง มีความต้านทานต่อโรคและแมลง และใช้เป็นเชื้อพันธุ์ในการผสมพันธุ์กับข้าวไทย ตัวอย่างของพันธุ์/สายพันธุ์เหล่านี้ ได้แก่ *Peta, Sigadis, CP/SLO-17, EK1252, Eshwerkorra, IR253-4-1-2-1, IR262-43-8-11, IR262-24-3-1, IR532-E-79* และ *IR661-1-140-3* เป็นต้น ในปี พ.ศ. ๒๕๑๘ หลังจากที่ Dr. W.R. Coffman ได้จัดตั้งโครงการร่วมมือการทดสอบพันธุ์ข้าวระหว่างประเทศ (International Rice Testing Program, IRTP) ขึ้น นักวิชาการไทยจึงมีโอกาสที่จะได้รับพันธุ์และสายพันธุ์ข้าวดีเด่นจาก IRRI มาใช้ในงานปรับปรุงพันธุ์ตามที่ต้องการมากขึ้นและสม่ำเสมอทุกปี ทำให้การปรับปรุงพันธุ์ข้าวต้านทานโรคและแมลงในข้าวไทยพัฒนาจนถึงระดับที่มีความต้านทานหลากหลาย (Multiple resistance) ทั้งนี้โดยยังคงลักษณะคุณภาพของเมล็ดของข้าวไทยไว้ ประวัติการปรับปรุงพันธุ์และข้อมูลลักษณะประจำพันธุ์ของพันธุ์ข้าวไทยสามารถติดตามได้จากเอกสารแนะนำพันธุ์พืชของกรมวิชาการเกษตร (๒๕๓๐, ๒๕๓๙) และของสถาบันวิจัยข้าว (๒๕๓๓) ส่วนข้อมูลเกี่ยวกับพันธุ์ข้าวใหม่ติดต่อขอทราบได้ที่สถาบันวิจัยข้าวโดยตรง

การเรียกชื่อพันธุ์ข้าวตามระบบ *กข* ซึ่งใช้มาตั้งแต่สมัยกรมการข้าว จนถึงยุคของสถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร ได้ถูกยกเลิกหลังจากการรับรองพันธุ์ข้าวในปี พ.ศ. ๒๕๒๔ และกรมวิชาการเกษตรได้กำหนดระเบียบใหม่ในปี พ.ศ. ๒๕๒๖ ให้เรียกพันธุ์พืชที่มาจากการปรับปรุงพันธุ์ โดยวิธีการผสมพันธุ์ตามชื่อของศูนย์วิจัยหรือสถานีทดลองที่ทำการปรับปรุงพันธุ์พืชนั้นๆ ในกรณีของพันธุ์ข้าว ตัวเลขที่ตามหลังชื่อก็ไม่ได้กำหนดว่าเลขไหนเป็นข้าวเจ้าเลขไหนเป็นข้าวเหนียว ส่วนพันธุ์ข้าวพื้นเมืองหรือพันธุ์ท้องถิ่นที่นำมาทำการพัฒนานั้นก็ให้ใช้ชื่อเดิมพ่วงต่อกับชื่อของศูนย์วิจัยหรือสถานีทดลองข้าวที่ทำการพัฒนา/ปรับปรุงพันธุ์ พันธุ์ข้าวที่ได้รับการรับรองพันธุ์ในปี พ.ศ. ๒๕๒๖ จึงได้รับการเรียกชื่อตามระเบียบใหม่ ได้แก่

ชื่อพันธุ์	สายพันธุ์เดิม	พันธุ์แม่/พันธุ์พ่อ
เหนียวอุบล ๑ (NUBN1)	BKN6721-11-3-3 (3)	NSPT*2/IR262-43-8-11
แก่นจันทร์ (Gaen Jan)	แก่นจันทร์ ๗๐๗-๒-๒๓	

การส่งออกข้าวหอมมะลิของไทยซึ่งเป็นที่นิยมของตลาดโลก

พันธุ์ข้าวเฉลิมพระเกียรติพระชนมพรรษา ครบ ๕ รอบ ปี พ.ศ. ๒๕๓๐

การปรับปรุงพันธุ์ข้าวรูปแบบต้นเตี้ยเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวนาปรัง ได้ทำควบคู่กับการปรับปรุงพันธุ์ข้าวต้นสูงแบบข้าวพื้นเมืองไทยสำหรับปลูกในพื้นที่นาอาศัยน้ำฝน ได้ดำเนินการอย่างต่อเนื่อง แหล่งของเชื้อพันธุ์ความต้านทานโรคและแมลงได้มาจากสถาบันวิจัยข้าวนานาชาติ (IRRI) โดยความร่วมมือในโครงการประเมินพันธุ์และการใช้ประโยชน์เชื้อพันธุ์ข้าว (International Network for Genetic Evaluation of Rice - INGER) หรือโครงการร่วมมือการทดสอบพันธุ์ข้าวระหว่างประเทศ (IRTP) เดิมเป็นส่วนมาก โดยนำมาใช้ในการผสมพันธุ์กับข้าวพันธุ์ดีของไทยซึ่งมีลักษณะคุณภาพของเมล็ดดีอยู่แล้ว แต่อย่างไรก็ตาม หลังจากปี พ.ศ. ๒๕๒๖ เป็นต้นมา ไม่ได้มีการรับรองหรือแนะนำพันธุ์ข้าวใหม่ จนถึงปี พ.ศ. ๒๕๓๐ ซึ่งเป็นปีที่มีการเฉลิมฉลองในวโรกาสที่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดช เจริญพระชนมพรรษาครบ ๕ รอบ กรมวิชาการเกษตรได้มีนโยบายที่ให้มีการรับรองพันธุ์และแนะนำพันธุ์พืชต่าง ๆ ในปีนี้ให้มากที่สุดและพร้อมกับให้ตั้งชื่อตามชื่อของศูนย์วิจัย/สถานีทดลองที่ทำการปรับปรุงพันธุ์ตามด้วยเลข ๖๐ พันธุ์ข้าวที่สถาบันวิจัยข้าวเสนอให้รับรองพันธุ์และแนะนำพันธุ์ในปีนั้นมีมากถึง ๑๑ พันธุ์ ได้แก่

ชื่อพันธุ์	สายพันธุ์เดิม	พันธุ์แม่/พันธุ์พ่อ
สุพรรณบุรี ๖๐ (SPR60)	SPRLR81074-6-1-1-1	C4-63/LT//IR48
ปทุมธานี ๖๐ (PTT60)	SPT'58-37-400	Dawk Mali 70/Chinese 345
พิษณุโลก ๖๐-๑ (PSL60-1)	SPR7419-179-4-1	KDML105/NMS-4//IR26
พิษณุโลก ๖๐-๒ (PSL60-2)	SPRLR77034-PSL-17-1	RD1/BR51-91-6//RD7/IR34
ชุมแพ ๖๐ (CPA60)	SPT6118-34	Gam Pai 41/Leuang Tawng 78
พัทลุง ๖๐ (PTL๖๐)	KGTLR77005-3NSR-1-1	RD13/RD7
หันตรา ๖๐ (HTA60)	SPR7270-18	Khao Nahng Nuey 11/C4-63
R258	ข้าวไร่ข้าวเหนียว (ดอสามเดือน)	
ขาวโป่งไคร้	ข้าวไร่ที่สูง (ข้าวเหนียว)	
เจ้าฮ่อ	ข้าวไร่ที่สูง (ข้าวเจ้า)	
น้ำรู	ข้าวไร่ที่สูง (ข้าวเจ้า)	

พันธุ์ข้าวที่รับรองพันธุ์ในปีเฉลิมพระเกียรติพระชนมพรรษา ๕ รอบ เป็นพันธุ์ข้าวที่เสนอโดยศูนย์วิจัยและสถานีทดลองข้าวทั่วประเทศรวมทั้งพันธุ์ข้าวนาชลประทาน (*สุพรรณบุรี ๖๐, พิษณุโลก ๖๐-๒*) ข้าวนาน้ำฝน (*ปทุมธานี ๖๐, พิษณุโลก ๖๐-๑, ชุมแพ ๖๐ และพัทลุง ๖๐*) ข้าวทนน้ำลึก (*หันตรา ๖๐*) และข้าวไร่ ซึ่งในการเรียกชื่อพันธุ์ข้าวไร่ทางคณะกรรมการวิจัยและพัฒนา กรมวิชาการเกษตรได้ให้คงชื่อเดิมไว้ เพื่อเกษตรกรจะได้ไม่สับสน แต่ให้เป็นพันธุ์พืชแนะนำของกรมวิชาการเกษตร จากผลของการทดลองแสดงว่าเป็นพันธุ์ที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาเฉพาะพื้นที่

พันธุ์ข้าวเฉลิมพระเกียรติอีกพันธุ์หนึ่งที่สมควรนำมากล่าวถึงก็คือพันธุ์ข้าวเจ้า*สุพรรณบุรี ๙๐* ซึ่งเป็นพันธุ์ข้าวที่ได้รับการรับรองพันธุ์ในปีที่สมเด็จพระศรีนครินทร์พระบรมราชชนนีหรือสมเด็จย่ามีพระชนมายุ ๙๐ พรรษา *ข้าวสุพรรณบุรี ๙๐* ได้รับการรับรองและแนะนำให้เกษตรกรปลูกเพื่อแก้ปัญหาการระบาดของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ในปี พ.ศ. ๒๕๓๔ พันธุ์ข้าว*สุพรรณบุรี ๙๐* เป็นข้าวเจ้าต้นเตี้ย ไม่ไวต่อช่วงแสง ให้ผลผลิตสูง มีความต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลสูง ต้านทานต่อโรคและแมลงศัตรูข้าวที่สำคัญหลายชนิด สายพันธุ์เดิมคือ *SPRLR82216-26-1-3* เป็นข้าวพันธุ์ผสมแบบผสม ๒ คู่ (double cross) ระหว่าง *RD21/IR4422-98-3-6-1//RD11/RD23 สุพรรณบุรี ๙๐* ได้รับเชื้อพันธุ์ความต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจากพันธุ์ข้าว *กข ๒๓* (*RD23*) และคุณภาพของข้าวไทยจากข้าว *กข ๒๑* (*RD21*)

วิทยาการและเทคโนโลยีสมัยใหม่ถูกนำเข้ามาใช้ในการปรับปรุงและรักษาพันธุ์ข้าวดั้งเดิม
รวมทั้งการวิจัยและพัฒนาเพื่อให้ได้พันธุ์ข้าวใหม่ๆ ที่มีคุณลักษณะที่ต้องการมากยิ่งขึ้น

การปรับปรุงพันธุ์ข้าว: พัฒนาการอย่างต่อเนื่อง

จากปัญหาการระบาดของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในปี พ.ศ. ๒๕๓๓-๓๔ และหวนกลับมาระบาดอีกครั้งหนึ่งในปี พ.ศ. ๒๕๔๐-๔๑ ทำให้การปรับปรุงพันธุ์ข้าวในระยะหลังโดยเฉพาะอย่างยิ่งข้าวนาชลประทานได้เน้นการสร้างพันธุ์ที่ต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลเป็นวัตถุประสงค์สำคัญ ซึ่งมีผลงานต่อเนื่องจากการรับรองพันธุ์ข้าวเจ้า*สุพรรณบุรี ๙๐* คือ พันธุ์ข้าว*ชัยนาท ๑ แพร่ ๑ สุพรรณบุรี ๑* และ *สุพรรณบุรี ๒* และจากอัตราการขยายตัวของปริมาณการส่งออกข้าวหอมไปต่างประเทศ ทำให้รัฐบาลกำหนดนโยบายการส่งออกข้าวคุณภาพดีมากขึ้น โดยเน้นการผลิตข้าว *ขาวดอกมะลิ ๑๐๕* และ *กข ๑๕* สถาบันวิจัยข้าวจึงได้เสนอให้มีการรับรองพันธุ์และแนะนำพันธุ์ข้าวหอมที่ไม่ไวต่อช่วงแสงสำหรับปลูกในพื้นที่ที่มีการชลประทานจำนวน ๒ พันธุ์จากโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวคุณภาพดีเพื่อการส่งออกคือ พันธุ์ข้าวเจ้าหอม*คลองหลวง ๑* และข้าวเจ้าหอม*สุพรรณบุรี* นอกจากนี้ในระบบนิเวศข้าวนาน้ำฝนและนาข้าวน้ำลึก ก็ยังมีการเสนอพันธุ์ข้าวให้เป็นพันธุ์รับรองและพันธุ์แนะนำอีกด้วย พันธุ์ข้าวที่ทางกรมวิชาการเกษตรได้ให้การรับรองและแนะนำพันธุ์ระหว่างปี พ.ศ. ๒๕๓๖ จนถึงปัจจุบันมีดังต่อไปนี้

ชื่อพันธุ์	สายพันธุ์เดิม	พันธุ์แม่/พันธุ์พ่อ
พ.ศ. ๒๕๓๖		
ชัยนาท ๑ (CNT1)	CNTBR82075-43-2-1	IR13146-158-1/ IR15314-43-2-3-2// BKN6995-16-1-1-2
พ.ศ. ๒๕๓๗		
แพร่ ๑ (PRE1)	KKNLR75052-PRE-40-1-1-1	IR2061-214-2-14-8/RD4
สุพรรณบุรี ๑ (SPR1)	SPR85163-5-1-1-2	IR25393-57-2-3/RD23// IR27316-96-3-2-2/// SPRLR77205-3-2-1-1/ SPRLR79134-51-2-2
สุพรรณบุรี ๒ (SPR2)	SPR83260-143-1-3	RD23/IR60
พลายงามปราจีนบุรี (Plai Ngahm PCR)	คัดเลือกพันธุ์จากพันธุ์ท้องถิ่นชื่อ “พลายงาม”	
เล็บนกปัตตานี (Leb Nok PTN)	คัดเลือกพันธุ์จากพันธุ์ท้องถิ่นชื่อ “เล็บนก”	
ลูกแดงปัตตานี (Look Daeng PTN)	คัดเลือกพันธุ์จากสายพันธุ์ข้าวลูกแดงที่มาจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ “ลูกแดง SC2-4”	
เฉี้ยงพัทลุง (Chiang PTL)	คัดเลือกพันธุ์จากพันธุ์พื้นเมืองชื่อ “เฉี้ยง”	
พ.ศ. ๒๕๓๖		
คลองหลวง ๑ (KLG1)	KLG83055-1-1-1-2-1-4	NMS-4/IR841-85-1-1-2
หอมสุพรรณบุรี (SPR-A)	SPR89111-17-2-2-2-2	SPR84177-8-2-2-2-1/ SPR85091-13-1-4// KDML105
พ.ศ. ๒๕๔๑		
เหนียวอุบล ๒ (NUBN2)	IR43070-UBN-501-2-1-1	SPT7149-429-3/ IR21848-65-3-2
พิษณุโลก ๑ (PSL1)	SPRLR83228-PSL-32-1	KDML105/LA29’72 NFU-14-3-1-1//IR58
ปราจีนบุรี ๑ (PCR1)	SPR’76 Com. 3-5-2	ปรับปรุงพันธุ์โดยวิธีการรวมลูก-พันธุ์ผสม (composite crosses)

ข้อมูลรายละเอียดประจำพันธุ์ข้าวที่กรมวิชาการเกษตรให้การรับรองและแนะนำพันธุ์ระหว่างปี พ.ศ. ๒๕๓๖-๒๕๓๙ ได้รวบรวมเสนอไว้ในเอกสารวิชาการ “พันธุ์พืชฉลองสิริราชสมบัติครบ ๕๐ ปี พุทธศักราช ๒๕๓๙” (กรมวิชาการเกษตร, ๒๕๓๙) นอกจากนี้รายชื่อพันธุ์ข้าวไทยที่ควรรู้จัก แนะนำและส่งเสริมในปัจจุบัน พร้อมกับลักษณะสำคัญบางประการได้แสดงไว้ในตารางหน้า ๖๘-๖๙

การปรับปรุงหรือการพัฒนาพันธุ์ข้าว เป็นงานที่ต้องดำเนินการอย่างต่อเนื่องและความหลากหลายของพันธุ์ข้าวยังคงเป็นที่ต้องการของเกษตรกรผู้ปลูกข้าว ทั้งนี้เนื่องจาก

๑. ไม่มีพันธุ์ข้าวหรือพันธุ์พืชพันธุ์ไหนที่มีลักษณะต่างๆ ที่ต้องการสมบูรณ์ทุกลักษณะ ทั้งในด้าน

- ความสามารถในการให้ผลผลิตอย่างสม่ำเสมอ
- อายุการสุกเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม
- ความต้านทานต่อโรคและแมลงที่เป็นปัญหาสำคัญ
- ความทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิต
- คุณภาพของเมล็ดที่ดีที่ตอบสนองต่อความต้องการที่แตกต่างกันทั้งในตลาดและกลุ่มผู้บริโภค

๒. ความเปลี่ยนแปลงของสภาพพื้นที่และความแปรปรวนของสภาพแวดล้อม รวมทั้งการที่โรคและแมลงศัตรูข้าวได้พัฒนาความสามารถในการทำลายข้าวมากขึ้น ทำให้พันธุ์ข้าวเดิมไม่สามารถต้านทานหรือแก้ไขปัญหาได้

ฉะนั้นการปรับปรุงพันธุ์ข้าวจึงมีเป้าหมายสูงสุดที่จะสร้างพันธุ์ข้าวที่รวมลักษณะต่างๆ ไว้อย่างสมบูรณ์ที่สุด และสามารถแก้ปัญหาต่างๆ ได้อย่างกว้างขวาง ซึ่งจะต้องใช้ความพยายามในการค้นหาแหล่งพันธุกรรมตลอดจนเทคโนโลยีใหม่ๆ ที่จะนำมาใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ จึงเป็นงานที่ต้องดำเนินการอย่างต่อเนื่อง

ตารางแสดงพันธุ์ข้าวรับรองและแนะนำพันธุ์ตั้งแต่ปี พ.ศ. ๒๕๐๒ ถึงปีปัจจุบัน

พันธุ์ข้าว	ชนิดข้าว	อายุ/วันเก็บเกี่ยว	ความสูง (ซม.)	ความต้านทานโรคและแมลง[๑]						ปีที่แนะนำ
				BL[๒]	BB	GM	BPH	DRT	PBS	
ข้าวนาชลประทาน										
กข ๑	เจ้า	๑๓๐	๑๑๕	S	S	S	S	S	R	๒๕๑๒
กข ๒	เหนียว	๑๒๕	๑๑๕	S	S	MS	S	S	R	๒๕๑๒
กข ๓	เจ้า	๑๓๐	๑๐๐	S	S	S	S	S	R	๒๕๑๒
กข ๔	เหนียว	๑๑๕	๑๒๐	S	S	S	S	R	R	๒๕๑๖
กข ๕	เจ้า	๑๕๐	๑๔๕	MR	MR	S	S	S	S	๒๕๑๖
กข ๗	เจ้า	๑๒๕	๑๑๕	MR	R	S	MS	S	R	๒๕๑๘
กข ๙	เจ้า	๑๑๕	๑๒๐	S	VS	MS	MS	R	R	๒๕๑๘
กข ๑๐	เหนียว	๑๓๐	๑๐๕	MR	S	S	S	S	S	๒๕๒๔
กข ๑๑	เจ้า	๑๓๕	๑๑๐	S	S	S	S	S	S	๒๕๒๐
กข ๒๑	เจ้า	๑๒๕	๑๑๐	S	MR	S	MR	R	MR	๒๕๒๔
กข ๒๓	เจ้า	๑๒๕	๑๒๐	S	R	S	MR	R	MR	๒๕๒๔
กข ๒๕	เจ้า	๑๐๐	๑๐๐	S	MR	S	MR	R	MR	๒๕๒๔
สุพรรณบุรี ๖๐	เจ้า	๑๒๐	๑๓๕	R	MR	S	MR	MR	R	๒๕๓๐
พิษณุโลก ๖๐-๒	เจ้า	๑๓๕	๑๒๕	R	R	R	MR	MR	R	๒๕๓๐
สุพรรณบุรี ๙๐	เจ้า	๑๒๐	๑๒๕	R	MR	MR	R	R	MS	๒๕๓๕
ชัยนาท ๑	เจ้า	๑๓๐	๑๑๕	MR	MS	S	R	R	-	๒๕๓๖
แพร่ ๑	เหนียว	๑๓๐	๑๒๐	MR	MR	-	-	R	-	๒๕๓๗
สุพรรณบุรี ๑	เจ้า	๑๒๐	๑๒๕	R	R	MR	MR	R	MS	๒๕๓๗
สุพรรณบุรี ๒	เจ้า	๑๑๕	๑๑๐	MR	R	MR	MR	R	MS	๒๕๓๗
คลองหลวง ๑	เจ้า	๑๒๕	๑๑๐	MR	MR	S	S	MS	MS	๒๕๔๐
หอมสุพรรณบุรี	เจ้า	๑๒๐	๑๒๕	S	MR	S	S	S	S	๒๕๔๐
ข้าวนาน้ำฝน										
๑. แนะนำทุกภาค										
ขาวดอกมะลิ ๑๐๕	เจ้า	๒๐ พ.ย.	๑๓๐	S	S	S	S	MR	MR	๒๕๐๒
๒. ภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ										
เหมยนอง 62M	เหนียว	๒๐ พ.ย.	๑๔๐	S	S	R	S	S	-	๒๕๐๒
เหนียวสันป่าตอง	เหนียว	๒๖ พ.ย.	๑๕๐	MS	MS	S	S	MR	-	๒๕๐๕
หางยี ๗๑	เหนียว	๔ พ.ย.	๑๓๐	S	S	S	S	S	-	๒๕๑๑
กข ๖	เหนียว	๒๑ พ.ย.	๑๕๐	MR	S	S	S	MR	MR	๒๕๒๐
กข ๘	เหนียว	๒๓ พ.ย.	๑๕๐	MS	MS	S	S	MR	MR	๒๕๒๑
เหนียวอุบล ๑	เหนียว	๒๐ พ.ย.	๑๔๕	R	S	S	S	R	MR	๒๕๒๖
เหนียวอุบล ๒	เหนียว	๑๕ พ.ย.	๑๒๐	R	VS	S	MS	MR	MR	๒๕๔๑
เหลืองใหญ่ ๑๔๘	เจ้า	๒๕ พ.ย.	๑๖๐	S	MR	S	S	-	-	๒๕๑๑
ขาวปากหม้อ ๑๔๘	เจ้า	๓ ธ.ค.	๑๔๐	MS	MS	S	S	MR	-	๒๕๐๘
เหลืองประทิว ๑๒๓	เจ้า	๑๙ ธ.ค.	๑๕๐	S	R	-	S	MS	MR	๒๕๐๘
น้ำสะกุย ๑๙	เจ้า	๔ พ.ย.	๑๔๐	S	S	S	S	MR	MR	๒๕๑๑
กข ๑๕	เจ้า	๑๐ พ.ย.	๑๓๐	S	S	S	S	MR	MR	๒๕๒๑
พิษณุโลก ๖๐-๑	เจ้า	๑๐ ธ.ค.	๑๕๐	S	MR	S	MS	S	S	๒๕๓๐
ชุมแพ ๖๐	เจ้า	๑๓ ก.พ.	๑๕๕	S	R	S	S	S	S	๒๕๓๐
พิษณุโลก ๑	เจ้า	๒๕ พ.ย.	๑๖๐	R	MR	S	MS	S	S	๒๕๔๑

ตารางแสดงพันธุ์ข้าวรับรองและแนะนำพันธุ์ตั้งแต่ปี พ.ศ. ๒๕๐๒ ถึงปีปัจจุบัน (ต่อ)

พันธุ์ข้าว	ชนิดข้าว วันเก็บเกี่ยว	อายุ/ (ซม.)	ความสูง	ความต้านทานโรคและแมลง°						ปีที่แนะนำ
				BL[b]	BB	GM	BPH	DRT	PBS	
๓. ภาคกลาง										
เก้ารวง ๘๘	เจ้า	๒๑ พ.ย.	๑๔๐	S	R	-	-	-	-	๒๕๐๕
นางมล S-4	เจ้า	๒๖ พ.ย.	๑๔๐	S	S	-	S	-	-	๒๕๐๘
ขาวตาแห้ง ๑๗	เจ้า	๒๐ ธ.ค.	๑๕๐	S	-	MR	S	-	-	๒๔๙๙ (๒๕๐๘)
กข ๒๗	เจ้า	๑๐ ธ.ค.	๑๖๐	MR	S	-	S	-	-	๒๕๒๔
ปทุมธานี ๖๐	เจ้า	๒๕ พ.ย.	๑๖๐	S	S	S	S	S	S	๒๕๓๐
๔. ภาคใต้										
นางพญา ๑๓๒	เจ้า	๑๖ ก.พ.	๑๗๕	S	S	-	S	-	-	๒๕๐๕
เผือกน้ำ ๔๓	เจ้า	๒๒ ก.พ.	๑๖๕	S	S	S	S	-	-	๒๕๑๑
พวงไร่ ๒	เจ้า	๖ ก.พ.	๑๗๐	S	S	S	S	-	-	๒๕๑๑
กข ๑๓	เจ้า	๒๖ ก.พ.	๑๖๐	R	S	-	-	-	-	๒๕๒๑
แก่นจันทร์	เจ้า	ม.ค.- ก.พ.	๑๖๕	S	-	-	R	-	MR	๒๕๒๖
พัทลุง ๖๐	เจ้า	๒๗ พ.ย.	๑๖๐	S	S	-	-	R	MR	๒๕๓๐
เฉี้ยงพัทลุง*	เจ้า	ม.ค.	๑๕๐	S	-	-	-	-	-	๒๕๓๗
ลูกแดงปัตตานี*	เจ้า	ม.ค.-ก.พ.	๑๖๐	MR	MS	S	S	-	R	๒๕๓๗
เล็นนกปัตตานี*	เจ้า	ก.พ.	๑๗๐	S	-	-	-	-	-	๒๕๓๗
๕. ข้าวขึ้นน้ำและข้าวทนน้ำลึก										
ปิ่นแก้ว ๕๖	เจ้า	๒๐ ธ.ค.	ตามระดับน้ำ	S	-	-	-	-	-	๒๕๐๒
เล็บมือนาง ๑๑๑	เจ้า	๑๙ ธ.ค.	"	S	S	S	S	-	-	๒๕๐๒
ตะเภาแก้ว ๑๖๑	เจ้า	๙ ธ.ค.	"	S	S	S	S	-	-	๒๕๐๒
นางฉลอง	เหนียว	๓๐ พ.ค.	"	S	S	S	S	-	-	๒๕๐๒
กข ๑๗	เจ้า	๑๔๐ วัน	๑๓๐	-	MR	-	-	S	-	๒๕๒๒
กข ๑๙	เจ้า	๑๕ ธ.ค.	๑๓๐	-	MR	-	-	S	-	๒๕๒๒
หันตรา ๖๐	เจ้า	๒๕ ธ.ค.	๑๕๕	R	S	S	-	S	S	๒๕๓๐
พลายงาม ปราจีนบุรี*	เจ้า	๒๕ ธ.ค.	ตามระดับน้ำ	R	-	-	MS	-	MR	๒๕๓๗
ปราจีนบุรี ๑	เจ้า	๒๕ พ.ย.	๑๗๐	MR	S	S	S	S	S	๒๕๔๑
๖. ข้าวไร่										
ชิวแม่จัน	เหนียว	๑๕ ต.ค.	๑๕๐	MR	S	-	-	-	-	๒๕๒๒
ดอกพยอม	เจ้า	๓๐ ม.ค.	๑๕๐	R	-	-	-	-	-	๒๕๒๒
กู้เมืองหลวง	เจ้า	๑๕ ม.ค.	๑๕๕	R	S	-	-	-	-	๒๕๒๒
อาร์ ๒๕๘	เหนียว	๑๙ ต.ค.	๑๔๐	R	S	S	S	-	-	๒๕๓๐
ขาวโป่งไคร้	เหนียว	๒๐ ต.ค.	๑๓๐	R	MR	S	S	-	-	๒๕๓๐
เจ้าฮ่อ	เจ้า	๒๕ ต.ค.	๑๔๐	R	S	S	S	-	-	๒๕๓๐
น้ำรู	เจ้า	๑๕ ต.ค.	๑๔๐	R	S	-	S	-	-	๒๕๓๐

ที่มา: สถาบันวิจัยข้าว, ๒๕๓๓

หมายเหตุ - *ไม่มีข้อมูล*

* *ข้าวพันธุ์แนะนำ*

° *โรค แมลงและสภาพแวดล้อมที่เป็นปัญหา : BL = Blast (โรคไหม้); BB = Bacterail Blight (โรคขอบใบแห้ง); GM = Gall Midge (แมลงบั่ว); BPH = Brown Planthopper (เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล); DRT = Drought (แล้ง); PBS = Problem soils (ดินมีปัญหา)*

[b] *ระดับความต้านทาน : R = Resistant (ต้านทาน); MR = Moderately Resistant (ค่อนข้างต้านทาน); MS = Moderately Susceptible (ค่อนข้างอ่อนแอ); S = Susceptible (อ่อนแอ)*

บทสรุป

การปรับปรุงพันธุ์ข้าวไทยจากอดีตมาถึงปัจจุบันนั้น จะเห็นได้ว่ามีการเปลี่ยนแปลงครั้งสำคัญ ๒ ระยะ จากพื้นฐานการพัฒนาที่มีมาตั้งแต่รัชสมัยพระบาทสมเด็จพระเจ้าจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว ผลจากการปรับปรุงและพัฒนาพันธุ์ข้าวจากการดำเนินงานทั้ง ๒ ระยะ ทำให้ข้าวไทยมีรูปแบบต้น ๒ รูปแบบ เช่นที่ปรากฏในทุกวันนี้

ระยะแรก จากการดำเนินงานของโครงการบำรุงพันธุ์ข้าวปี พ.ศ. ๒๔๙๓ โดยการประเมินความสามารถในการให้ผลผลิตของพันธุ์ข้าวที่มีอยู่เดิม และการรวบรวมพันธุ์ข้าวทั่วประเทศมาทำการคัดเลือกในสถานีทดลอง ทำให้ได้พันธุ์ข้าวจำนวนมากออกขยายพันธุ์ในระยะต่อมา พันธุ์ข้าวเหล่านี้มีความดีเด่นที่ลักษณะคุณภาพของเมล็ดเป็นที่ยอมรับของทั้งเกษตรกรผู้ปลูกและผู้บริโภคในประเทศและตลาดโลก ศักยภาพในการให้ผลผลิตของพันธุ์ข้าวเองไม่ได้มีการเปลี่ยนแปลง แต่ผลผลิตรวมที่เพิ่มขึ้นเป็นผลจากการใช้พันธุ์ที่ดี เมล็ดบริสุทธิ์ ประกอบกับการเพิ่มปัจจัยการผลิตและการจัดการที่ดีขึ้น ผลของการทดสอบในนาเกษตรกรหลายแห่งทำให้ทราบความสามารถในการปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมต่างๆตลอดจนความทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่เป็นปัญหา เช่น ความแห้งแล้ง ดินเค็ม และดินเปรี้ยว

พันธุ์ข้าวที่แนะนำส่งเสริมหรือออกขยายพันธุ์ระหว่างปี พ.ศ. ๒๔๙๙ ถึงปี พ.ศ. ๒๕๑๑ (กรมวิชาการเกษตร, ๒๕๓๐) ในปัจจุบันได้มีพันธุ์ข้าวจำนวน ๑๘ พันธุ์ที่ยังได้รับการแนะนำและส่งเสริมอยู่ ซึ่งอาจแยกเป็นกลุ่มๆ ได้ดังนี้

๑) พันธุ์ข้าวนาสวน - ข้าวเจ้าหอม จำนวน ๒ พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ข้าว*ขาวดอกมะลิ ๑๐๕* และ *นางมล S-4* พันธุ์ข้าว*ขาวดอกมะลิ ๑๐๕* เป็นพันธุ์ที่ได้รับการแนะนำส่งเสริมมาตั้งแต่ปี พ.ศ. ๒๕๐๒ และแนะนำให้ปลูกได้ทุกภาค พันธุ์ข้าว*ขาวดอกมะลิ ๑๐๕* เป็นพันธุ์ที่สามารถปรับตัวได้ดี มีความต้านทานแล้ง ทนทานดินเค็มและดินเปรี้ยว

๒) พันธุ์ข้าวนาสวน - ข้าวเจ้า จำนวน ๖ พันธุ์ แนะนำสำหรับภาคกลางและภาคเหนือตอนล่าง ๔ พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ข้าว*เก้ารวง ๘๘ ขาวตาแห้ง ๑๗ ขาวปากหม้อ ๑๔๘* และ*เหลืองประทิว ๑๒๓* พันธุ์ข้าวเจ้า ๑ พันธุ์สำหรับภาคเหนือ ได้แก่ พันธุ์ข้าว*เหลืองใหญ่ ๑๔๘* และพันธุ์ข้าวเจ้า*น้ำสะกุย ๑๙* สำหรับภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พันธุ์ข้าว*น้ำสะกุย ๑๙* มีความต้านทานแล้งดีและทนน้ำท่วม

๓) พันธุ์ข้าวนาสวน - ข้าวเจ้าสำหรับภาคใต้ จำนวน ๓ พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ข้าว*นางพญา ๑๓๒ เผือกน้ำ ๔๓* และ *พวงไร่ ๒*

๔) พันธุ์ข้าวขึ้นน้ำ จำนวน ๔ พันธุ์ มีพันธุ์ข้าวเจ้า ๓ พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ข้าว*ตะเภาแก้ว ๑๖๑ ปิ่นแก้ว ๕๖* และ*เล็บมือ-นาง* พันธุ์ข้าวเหนียว ๑ พันธุ์ คือ พันธุ์ข้าว*นางฉลอง*

๕) พันธุ์ข้าวนาสวน - ข้าวเหนียว แนะนำสำหรับภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ รวม ๓ พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ข้าว*เหมยนอง 62M* แนะนำสำหรับปลูกในภาคเหนือที่ต้องการข้าวอายุเบาและสำหรับท้องที่ที่มีแมลงบั่วระบาดเป็นประจำ พันธุ์ข้าว*หางยี ๗๑* แนะนำสำหรับภาคตะวันออกเฉียงเหนือในพื้นที่นาดอน ฝนหยุดเร็วและมีโรคใบไหม้ระบาดในระยะกล้า ส่วนพันธุ์ข้าวเหนียว*สันป่าตอง* แนะนำสำหรับปลูกในนาลุ่ม ทั้ง ๒ ภาค

การปรับปรุงพันธุ์ข้าวที่มีลักษณะรูปแบบต้นสูงสำหรับปลูกในเขตที่อาศัยน้ำฝนยังคงดำเนินการต่อเนื่อง ถึงแม้ว่าโครงการบำรุงพันธุ์ข้าว ปี พ.ศ. ๒๔๙๓ จะสิ้นสุดลง วิธีการคัดเลือกพันธุ์จากพันธุ์ที่รวบรวมไว้มีการดำเนินการในแวดวงที่แคบลงในขณะที่ความพยายามที่จะรวมลักษณะคุณภาพเมล็ดที่ดีเข้ากับความสามารถในการให้ผลผลิตสูงระหว่างข้าวไทยไม่ประสบความสำเร็จและยังแก้ไขปัญหาการทำลายของโรคและแมลงศัตรูข้าวที่สำคัญไม่ได้ ลูกผสมระหว่างพันธุ์ข้าวไทยที่ผ่านการคัดเลือกและทดสอบผลผลิต มีคุณภาพของเมล็ดดี ได้รับการรับรองพันธุ์และแนะนำพันธุ์เท่าที่ปรากฏมีเพียง ๓ พันธุ์เท่านั้น ได้แก่ พันธุ์ข้าว *กข ๑๓* ที่มาจากคู่ผสมระหว่างพันธุ์ข้าว*นางพญา ๑๓๒* กับพันธุ์ข้าว*ผักเสี้ยน* (*BKN6402-352*) *กข ๒๗* จากคู่ผสมระหว่างพันธุ์ข้าวขาวตาอู่กับพันธุ์ข้าว*ขาวตาแห้ง ๑๗* (*BKN6113-79*) และพันธุ์ข้าวเจ้า*ปทุมธานี ๖๐* จากคู่ผสมระหว่างพันธุ์ข้าว*ดอกมะลิ ๗๐* กับพันธุ์ข้าว*ไซนีส ๓๔๕* (*SPT'58-37-400*) ซึ่งพันธุ์ข้าวทั้ง ๓ พันธุ์ได้รับการรับรองพันธุ์ในปี พ.ศ. ๒๕๒๑, ๒๕๒๔ และ ๒๕๓๐ ตามลำดับ การปรับปรุงพันธุ์ข้าวในระยะหลังยังได้นำวิธีการชักนำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพันธุกรรม (mutation breeding) มาใช้กับพันธุ์ข้าวรัฐบาลและปรากฏว่าได้รับความสำเร็จเป็นอย่างดีทั้งนี้ได้มีพันธุ์ข้าวที่ปรับปรุงพันธุ์หรือเปลี่ยนแปลงพันธุกรรมโดยผ่านกัมมันตภาพรังสีที่ได้รับการพิจารณาเป็นพันธุ์รับรองของกรมวิชาการเกษตรจำนวน ๓ พันธุ์ คือ พันธุ์ข้าว *กข ๖*, *กข ๑๐* และ *กข ๑๕* พันธุ์ข้าว *กข ๖* และ *กข ๑๕* ได้จากการใช้รังสีแกมม่าอาบเมล็ดพันธุ์ข้าว*ขาวดอกมะลิ ๑๐๕* ในอัตราที่ต่างกัน *กข ๖* เป็นข้าวเหนียวหอม มีรูปร่างเมล็ดยาวเรียว และ *กข ๑๕* เป็นข้าวเจ้าที่มีลักษณะคุณภาพเมล็ดเหมือนข้าว*ขาวดอกมะลิ ๑๐๕* แต่อายุเบากว่าประมาณ ๗-๑๐ วัน ทั้งสองพันธุ์ได้รับการรับรองพันธุ์ในปี พ.ศ. ๒๕๒๐ ส่วนพันธุ์ข้าว *กข ๑๐* เป็นข้าวเหนียวต้นเตี้ยที่มาจากการใช้รังสีนิวตรอน-เร็วเปลี่ยนแปลงลักษณะข้าวเจ้าใน *กข ๑* ให้เป็นข้าวเหนียวได้รับการรับรองพันธุ์ในปี พ.ศ. ๒๕๒๔

ระยะที่สอง การปรับปรุงพันธุ์ข้าวรูปแบบต้นใหม่ให้ผลผลิตสูง หลังการจัดตั้งสถาบันวิจัยข้าวนานาชาติ (IRRI) ในปี พ.ศ. ๒๕๐๓ และการเสนอพันธุ์ข้าว *IR8* ของ IRRI ในปี พ.ศ. ๒๕๐๙ ได้มีการใช้เชื้อพันธุ์ข้าว *IR8* และสายพันธุ์อื่นๆ ในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวไทยอย่างกว้างขวาง โดยเน้นการพัฒนารูปแบบต้นให้เป็นพันธุ์ข้าวต้นเตี้ย (semi-dwarf plant type) ที่มีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูง ไม่ไวต่อช่วงแสง เพื่อให้ปลูกได้ตลอดปี เหมาะสมกับการใช้ปลูกในพื้นที่นาที่สามารถควบคุมน้ำได้และมีความต้านทานต่อการทำลายของโรคและแมลงศัตรูข้าวที่เริ่มเป็นปัญหาในหลายท้องที่ ทั้งนี้ยังได้เน้นการรักษาไว้ซึ่งคุณภาพของเมล็ดข้าวไทยโดยเฉพาะอย่างยิ่งลักษณะรูปร่างเมล็ดที่ยาวเรียว พันธุ์ข้าวที่ปรับปรุงในระยะแรกๆ นี้ส่วนใหญ่เป็นข้าวพันธุ์ผสมที่ได้รวมเอาลักษณะรูปแบบต้นเตี้ย ไม่ไวต่อช่วงแสง และมีความต้านทานต่อแมลงและโรคบางชนิดจากเชื้อพันธุ์ข้าวที่ได้จาก IRRI ส่วนลักษณะรูปร่างเมล็ดเน้นการคัดเมล็ดที่มีลักษณะเหมือนข้าวไทย

หลังจากการรับรองและแนะนำพันธุ์ข้าว *กข* ต้นเตี้ยชุดแรก พันธุ์ข้าวต้นเตี้ยได้รับความสนใจจากเกษตรกรค่อนข้างน้อย แต่หลังจากที่ได้มีการแนะนำพันธุ์ข้าว *กข* ที่มีลักษณะดีๆ เพิ่มมากขึ้น และเกษตรกรมีความคุ้นเคยกับวิธีการปลูก การดูแลรักษาและการเก็บเกี่ยว ประกอบกับผลผลิตที่ได้รับสูงเป็นที่น่าพอใจ ความนิยมในพันธุ์ข้าว *กข* ต้นเตี้ยก็ได้เพิ่มมากขึ้น ซึ่งในปัจจุบันในฤดูนาปีซึ่งพื้นที่นาส่วนใหญ่ที่เป็นนาอาศัยน้ำฝนยังคงนิยมปลูกพันธุ์ข้าวต้นสูง แต่ในเขตที่สามารถควบคุมน้ำได้จะใช้พันธุ์ข้าวต้นเตี้ยซึ่งมีพื้นที่มากกว่าร้อยละ ๑๒ ของพื้นที่เพาะปลูกข้าวทั้งประเทศ ส่วนในฤดูนาปรังจะใช้พันธุ์ข้าวรูปแบบต้นเตี้ยทั้งหมด

พันธุ์ข้าวนาชลประทานที่ปรับปรุงพันธุ์ในระยะหลังจากการยกเลิกการใช้ชื่อ *กข* (ข้าว *กข ๒๕* เป็นข้าวนาชลประทานพันธุ์สุดท้ายในชุด *กข*) จนถึงปี พ.ศ. ๒๕๔๑ มีทั้งชนิดข้าวเจ้าและข้าวเหนียว พันธุ์ข้าวส่วนมากจะเน้นการปรับปรุงให้มีความสามารถต้านทานต่อโรคและแมลงศัตรูข้าว โดยเฉพาะอย่างยิ่งโรคไหม้และเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล อย่างไรก็ตาม ได้มีพันธุ์ข้าวนาชลประทานจำนวน ๒ พันธุ์ที่ได้รับการรับรองพันธุ์โดยยึดเอาลักษณะคุณภาพเมล็ดคือ ความหอมของข้าวเป็นข้อดีเด่นสำคัญ ข้าวทั้งสองพันธุ์นี้คือ ข้าวเจ้าหอม*คลองหลวง ๑* และเจ้าหอม*สุพรรณบุรี* ที่รับรองและแนะนำพันธุ์ในปี พ.ศ. ๒๕๔๐ ส่วนในด้านพันธุ์ข้าวนาน้ำฝนนั้น พันธุ์ข้าวที่ยังได้รับความนิยมจากเกษตรกรและตลาดสูงสุดยังคงเป็นพันธุ์ข้าว*ขาวดอกมะลิ ๑๐๕* และ *กข ๖* การปรับปรุงพันธุ์ได้พยายามเน้นหาพันธุ์ข้าวที่มีความเหมาะสมกว่าพันธุ์ข้าวทั้งสอง โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับการปลูกในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งพื้นที่นาส่วนใหญ่อาศัยน้ำฝน และบางพื้นที่ในภาคเหนือ พันธุ์ข้าวนาน้ำฝนที่ได้รับการรับรองพันธุ์ในปี พ.ศ. ๒๕๓๐ เช่น *ชุมแพ ๖๐* และ *พิษณุโลก ๖๐-๑* ดูเหมือนว่าไม่ค่อยได้รับความสนใจจากเกษตรกรมากนัก ส่วนพันธุ์ข้าว*ลูกแดงปัตตานี เล็บนกปัตตานี* และ *เฉี้ยงพัทลุง* ก็เป็นพันธุ์ข้าวที่แนะนำเฉพาะพื้นที่ในภาคใต้ พันธุ์ข้าวที่ได้รับการรับรองพันธุ์ในปี พ.ศ. ๒๕๔๑ เช่น เหนียว*อุบล ๒* และ *พิษณุโลก ๑* มีแนวโน้มว่าจะได้รับความนิยมมากกว่า สำหรับพื้นที่ข้าวขึ้นน้ำและข้าวทนน้ำลึก มีพันธุ์ข้าวเพียง ๒ พันธุ์ที่ได้รับการแนะนำและรับรองพันธุ์ในระยะหลังคือ พันธุ์ข้าวขึ้นน้ำ*พลายงามปราจีนบุรี* และข้าวทนน้ำลึก *ปราจีนบุรี ๑* ส่วนพันธุ์ข้าวไร่ เนื่องจากพื้นที่ปลูกข้าวไร่ได้ลดลงอย่างมาก ทำให้ความสำคัญของพันธุ์ข้าวไร่ลดลงด้วย และไม่มีการรับรองหรือแนะนำพันธุ์ข้าวไร่หลังจากปี พ.ศ. ๒๕๓๐ แม้แต่พันธุ์เดียว แต่ก็ยังมีนักวิชาการให้ความสนใจทำการปรับปรุงพันธุ์ข้าวไร่อยู่บ้าง

การปรับปรุงพันธุ์ข้าวไทยทั้งรูปแบบพันธุ์ข้าวต้นสูงและรูปแบบต้นเตี้ยที่แนะนำให้และส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกในปัจจุบันได้เน้นเป้าหมายในการรวมลักษณะที่ดีเด่นต่างๆ เข้าไว้ในพันธุ์ข้าวพันธุ์เดียวให้มากลักษณะและเหมาะสมที่สุด ทั้งนี้ตั้งแต่ลักษณะของรูปแบบต้นที่สามารถให้ผลผลิตสูง ความเหมาะสมของอายุที่จะปลูกในฤดูนาปีหรือในฤดูนาปรังปลูกเฉพาะพื้นที่หรือปลูกทั่วไป ความต้านทานต่อโรคและแมลงศัตรูข้าวที่เป็นปัญหาสำคัญ ความทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ผิดปกติและมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิต และประการสำคัญที่สุดคือการคงไว้ซึ่งลักษณะคุณภาพของข้าวไทยตามความต้องการของตลาดโลก ซึ่งพันธุ์ข้าวที่ปรับปรุงในระยะหลังๆ ได้รวมเอาลักษณะที่สำคัญเหล่านี้เพิ่มมากขึ้น ในขณะเดียวกันข้าวไทยก็ได้มีบทบาทในตลาดโลกเพิ่มขึ้น การปรับปรุงพันธุ์ข้าวไทยทั้ง ๒ แบบยังคงต้องดำเนินการต่อไป เพื่อให้ได้พันธุ์ข้าวที่ดีที่สุดสำหรับการเพาะปลูกทั้งในเขตที่มีการชลประทานและในเขตที่อาศัยน้ำฝน ซึ่งได้รวมระบบนิเวศข้าวนาสวนนาน้ำฝน ข้าวขึ้นน้ำ

และข้าวไร่ไว้ในเขตนี้ซึ่งเป็นพื้นที่ปลูกข้าวส่วนใหญ่ของประเทศ ทั้งนี้เพื่อยกระดับประสิทธิภาพการผลิตข้าวไทยเพื่อให้สามารถผลิตได้ในปริมาณที่มากพอกับการบริโภคภายในประเทศซึ่งมีประชากรเพิ่มขึ้นทุกปี ในขณะเดียวกันให้มีปริมาณที่เหลือสำหรับการส่งออกตามความต้องการของตลาดโลก

อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่าประเทศไทยจะมีการพัฒนาและปรับปรุงพันธุ์ข้าวให้มีความเหมาะสมสำหรับการปลูกในทุกระบบนิเวศอย่างมากมาย แต่พื้นที่เพาะปลูกข้าวของประเทศส่วนใหญ่ก็ยังคงเป็นพื้นที่ที่อาศัยน้ำฝน และยิ่งกว่านั้นพื้นที่ดังกล่าวนี้ยังมีส่วนหนึ่งที่มีดินที่ขาดความอุดมสมบูรณ์ หรือเป็นดินที่มีปัญหา ฉะนั้นเมื่อประกอบกับความแปรปรวนของฝนที่ก่อให้เกิดภัยธรรมชาติซ้ำซาก ได้เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ผลผลิตข้าวที่ได้รับโดยเฉลี่ยของทั้งประเทศอยู่ในเกณฑ์ต่ำ การพัฒนาการผลิตเพื่อให้ผลผลิตข้าวโดยเฉลี่ย ทัดเทียมกับประเทศเพื่อนบ้านหรือประเทศพัฒนาทั้งหลายน่าจะเน้นการการพัฒนาทรัพยากรพื้นฐานโดยเฉพาะอย่างยิ่งแหล่งน้ำที่จะทำให้พื้นนาที่ได้รับการชลประทานเพิ่มมากขึ้นกว่าที่มีอยู่ในขณะนี้ การปรับปรุงพันธุ์ข้าวเพื่อให้เหมาะสมกับพื้นที่นาชลประทานนั้นนักปรับปรุงพันธุ์ข้าวของไทยได้ดำเนินการจนประสบความสำเร็จมาแล้วมากมาย การใช้ข้าวพันธุ์ดีและมีพื้นที่นาชลประทานเพิ่มขึ้นเพียงประมาณร้อยละ ๕๐ ของพื้นที่ปลูกข้าวทั้งหมดด้วยเทคโนโลยีการผลิตที่มีอยู่ น่าจะเป็นปัจจัยเพียงพอสำหรับการยกระดับอัตราเฉลี่ยผลผลิตต่อไร่ของประเทศไม่ให้ต่ำกว่าประเทศเพื่อนบ้านเช่นในขณะนี้

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. ๒๕๓๕. "หนึ่งร้อยปีกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ พ.ศ. ๒๕๓๕" กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. ๔๔๖ หน้า

กรมวิชาการเกษตร. ๒๕๓๐. "เอกสารแนะนำพันธุ์พืช กรมวิชาการเกษตร เนื่องในวโรกาสวันมหามงคลเฉลิมพระชนมพรรษา ๕ รอบ ของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดช ปร." กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. ๕ ธันวาคม ๒๕๓๐. ๒๕๖ หน้า

กรมวิชาการเกษตร. ๒๕๓๙. "พันธุ์พืชฉลองสิริราชสมบัติครบ ๕๐ ปี พุทธศักราช ๒๕๓๙" เอกสารวิชาการกรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. ๑๒๘ หน้า

บริบูรณ์ สมฤทธิ์. ๒๕๓๕. "ข้าว : พืชส่งออกหมายเลข ๑" *ใน* เอกสารวิชาการประจำปี ๒๕๓๕ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า ๑๑-๓๐

ภักดี ลุศนันทน์. ๒๕๓๙. "การพัฒนาข้าวและการทำนาในประเทศไทย" *ใน* เอกสารที่ระลึกครบรอบ ๘๐ ปีศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. ๑๒-๑๔ พฤศจิกายน พ.ศ. ๒๕๓๙. หน้า ๕-๒๓.

ระรื่น บุญดวง. ๒๕๓๘. "ภาคผนวก" *ใน* ที่ระลึกเกษียณอายุ ๒๕๓๘ ไพบูลย์ ตราชู, ระรื่น บุญดวง. หน้า ๒๗-๓๔

สถาบันวิจัยข้าว. ๒๕๓๓. "เอกสารแนะนำข้าวและธัญพืชเมืองหนาวพันธุ์ดี ๕๙ พันธุ์" สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. ๓๑ หน้า

สุวิตร บุษปะเวศ. ๒๕๒๕. "การปรับปรุงพันธุ์ข้าวนาสวนในประเทศไทย" *ใน* ความก้าวหน้าของการปรับปรุงพันธุ์พืชของกรมวิชาการเกษตร. เอกสารวิชาการเล่มที่ ๘ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า ๑๐-๒๘

Love, H.H. 1955. Report on Rice Investigations, 1950-54. International Cooperation Administration, United States Operations Mission to Thailand, Agriculture Division and Government of Thailand, Ministry of Agriculture, Department of Agriculture and Department of Rice. Bangkok, Thailand. September 1955. 148 p.

"หลังสู้ฟ้า หน้าสู้ดิน" ความวิริยะอุตสาหะของชาวนา
ผู้ซึ่งเพาะปลูกข้าวเพื่อเป็นธัญญาหารของมนุษยชาติตลอดมา

บทที่ ๔

เทคโนโลยีชีวภาพ
กับการปรับปรุงพันธุ์ข้าว

อภิชาติ วรรณวิจิตร
สมวงษ์ ตระกูลรุ่ง
ธีรยุทธ ตู้จินดา

ปัจจุบันเทคโนโลยีชีวภาพได้เข้ามามีบทบาทในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศในทุกด้าน โดยเฉพาะด้านการเกษตร เนื่องจากข้าวเป็นธัญพืชที่มีความสำคัญที่สุดสำหรับประชากรโลก ดังนั้นจึงได้นำความรู้ด้านเทคโนโลยีชีวภาพมาใช้เพื่อพัฒนากระบวนการผลิตข้าว โดยเฉพาะการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโดยใช้เครื่องหมายโมเลกุลดีเอ็นเอ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อภิชาติ วรรณวิจิตร หัวหน้าโครงการจีโนมข้าว ศูนย์พันธุวิศวกรรม-และเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ และหัวหน้าศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพทางการเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ดร. สมวงษ์ ตระกูลรุ่ง ผู้อำนวยการห้องปฏิบัติการดีเอ็นเอเทคโนโลยี ศูนย์พันธุวิศวกรรม-และเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

ดร. ธีรยุทธ ตู้จินดา นักวิจัย ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

เอกลักษณ์พันธุกรรมกับการตามรอยข้าวไทย

พื้นที่ปลูกข้าวถึงเจ็ดสิบล้านไร่ของประเทศไทยประกอบด้วยระบบนิเวศที่หลากหลาย ตั้งแต่บนยอดดอย ลาดลงมาชายเขา สู่ที่ราบสูง ที่ราบต่ำ ที่ลุ่มน้ำลึก ไปจนถึงที่ราบชายทะเล ก็ยังไม่เว้นพบข้าวปลูก ศูนย์ปฏิบัติการและเก็บเมล็ดพันธุ์ข้าวแห่งชาติมีตัวอย่างพันธุ์ข้าวมากถึง ๑๗,๐๐๐ ตัวอย่าง ซึ่งได้รวบรวมมาจากพันธุ์ข้าวปลูกของเกษตรกรและพันธุ์ข้าวป่าจากทั่วประเทศ และหากออกไปสำรวจอีกก็น่าจะพบพันธุ์ข้าวมากกว่านี้ โดยธรรมชาติแล้วข้าวเป็นพืชผสมตัวเอง กล่าวคือในดอกเดียวกันจะมีทั้งละอองเกสรตัวผู้และตัวเมีย ซึ่งพร้อมจะผสมกันเองอยู่แล้ว ดังนั้นโอกาสที่จะได้ลักษณะใหม่ๆ จากการผสมข้ามจึงน้อยมาก หากมนุษย์ไม่ช่วยเหลือ ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้อย่างยิ่งที่พันธุ์ข้าวซึ่งเก็บรวบรวมไว้จำนวนมากเหล่านี้อาจมีจุดกำเนิดจากพันธุ์ข้าวจำนวนไม่มากนักตั้งแต่อดีตและได้วิวัฒนาการมาโดยลำดับจากการกลายพันธุ์สลับกับการคัดเลือกตามธรรมชาติร่วมกับชาวนา จนทำให้ได้พันธุ์ใหม่ๆ เกิดขึ้น ยังมีความเป็นไปได้อีกจากความเป็นนักตั้งชื่อของชาวนาไทยที่หากถูกใจพันธุ์อะไรก็มักจะตั้งชื่อใหม่ตามความคิดของตนเอง และเมื่อมีการแลกเปลี่ยนเมล็ดพันธุ์ซึ่งกันและกัน ชื่อที่ได้เปลี่ยนไปก็เริ่มเพี้ยนไปเรื่อยๆ ในที่สุดก็ทำให้ดูเหมือนมีข้าวหลายพันธุ์มาก

วิธีการมาตรฐานที่ใช้ในการแบ่งแยกพันธุ์ข้าวออกจากกัน นอกเหนือจากชื่อที่แตกต่างกัน คือ การดูความแตกต่างกันทางรูปพรรณสัณฐาน เช่น ความสูง ลักษณะทรงพุ่ม สีของลำต้น ขนาดและรูปร่างของเมล็ด นอกจากนี้ อายุวันออกดอก วันเก็บเกี่ยว ก็สามารถนำมาใช้ในการแยกความแตกต่างระหว่างพันธุ์ข้าวได้ แต่จำนวนชนิดและรูปแบบของความแตกต่างเหล่านี้ไม่เพียงพอที่จะแยกพันธุ์ข้าวออกได้อย่างสมบูรณ์แน่นอน และความแตกต่างเหล่านี้ก็เกิดขึ้นตามธรรมชาติของมันเองทำให้ต้องรอนานในการจะใช้เป็นเครื่องมือในการจำแนกพันธุ์ข้าว นอกจากนี้ยังแปรเปลี่ยนไปตามสภาพแวดล้อมได้ด้วย ความแตกต่างของรูปแบบของโปรตีนบางชนิด (isozyme) ก็ถูกนำมาใช้จนสามารถแบ่งข้าวออกเป็นกลุ่มขนาดใหญ่ได้ แต่ในระดับพันธุ์แล้วเครื่องหมายโมเลกุล (molecular marker) ชนิดนี้ยังไม่ดีพอ เนื่องจากยังมีจำนวนจำกัด

สารพันธุกรรม (genetic material) เป็นสารประกอบทางเคมีที่สิ่งมีชีวิตทุกชนิดต้องมีเพื่อบรรจุโปรแกรมชีวิตที่กำหนดพัฒนาการตั้งแต่เกิดจนตายโปรแกรมชีวิตนี้ถูกกำหนดขึ้นจากสารประกอบย่อยสี่ชนิดเรียกว่า เบส (base) มาเรียงต่อกันเป็นรหัส ข้าวแต่ละพันธุ์มีรหัสที่แตกต่างกันบ้างก็เหมือนกัน จนอาจกล่าวได้ว่าสารพันธุกรรมเป็นรหัสจำเพาะของข้าวแต่ละพันธุ์ ปัจจุบันได้มีการพัฒนาเทคนิคเฉพาะเพื่อมาตรวจสอบความแตกต่างดังกล่าวเรียกรวมกันว่า เครื่องหมายโมเลกุล (DNA marker) ผลที่เกิดจากการใช้เครื่องหมายโมเลกุลที่เหมาะสมคือ แถบดีเอ็นเอ (DNA

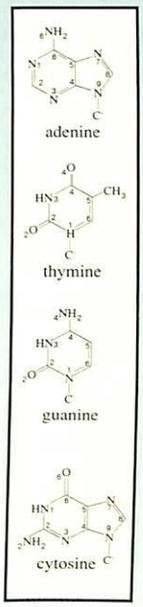
band) ที่มีจำนวนและขนาดที่แตกต่างกันระหว่างสายพันธุ์ข้าว ซึ่งแสดงถึงความแตกต่างในบริเวณตำแหน่งที่เครื่องหมายโมเลกุลเกาะอยู่นั่นเอง ภาพรวมของแถบดีเอ็นเอที่มีขนาดแตกต่างกันนี้อาจเรียกได้ว่าเป็นเอกลักษณ์พันธุกรรม (DNA fingerprint) ของพันธุ์ข้าวนั้นตราบใดที่แถบดีเอ็นเอเหล่านี้ปรากฏขึ้นอย่างสม่ำเสมอทุกครั้ง (consistency) ในการทำปฏิกิริยา ควรมีจำนวนมากพอที่จะครอบคลุมความแตกต่างได้ทั้งจีโนม (genome coverage)

เนื่องจากประเทศไทยมีพันธุ์ข้าวจำนวนมาก การทำเอกลักษณ์พันธุกรรมควรจัดทำในรูปฐานข้อมูล เพื่อเปิดโอกาสให้มีการเปรียบเทียบและตรวจสอบข้อมูลที่สะสมมากขึ้นได้ในกรณีที่ใช้เครื่องหมายโมเลกุลร่วมกับนานาชาติฐานพันธุกรรมที่ประเทศไทยกำลังพัฒนาขึ้นนี้ก็สามารถนำไปเปรียบเทียบกันได้ หากสามารถทำเช่นนี้ได้การจัดการความหลากหลายทางพันธุกรรมตามแนวที่ได้ตกลงกันไว้ในข้อตกลงด้านความหลากหลายทางชีวภาพก็จะเป็นจริงได้

การวิเคราะห์เอกลักษณ์พันธุกรรมข้าวยังได้ถูกนำมาใช้ในการเปรียบเทียบข้าวที่มีชื่อเหมือนกันว่าเหมือนกันจริงหรือไม่ เช่นในกรณีของข้าว*ปิ่นแก้ว* ที่เคยชนะการประกวดข้าวโลกที่เมืองเรไยนา ประเทศแคนาดา ในปี พ.ศ. ๒๔๗๖ แต่เนื่องจากไม่ได้มีการเก็บเมล็ดพันธุ์กันอย่างจริงจังในอดีต จึงไม่สามารถแก้ความสับสนที่ว่าข้าวปิ่นแก้วที่มีอยู่ในทุ่งรังสิตและอยุธยาปัจจุบันคือข้าวปิ่นแก้วจริงหรือไม่ เนื่องจากกำลังถูกแทนที่ด้วยพันธุ์ข้าวนาชลประทานใหม่ที่ให้ผลผลิตสูงกว่า

ข้าวที่มีชื่อเสียงที่สุดในปัจจุบันของประเทศไทยคือข้าว*ขาวดอกมะลิ ๑๐๕* ซึ่งก็คือข้าวพื้นเมืองที่ได้รับการคัดเลือกให้มีความบริสุทธิ์มากขึ้น ชื่อ ๑๐๕ ที่พ่วงท้ายก็คือลำดับช่อข้าวที่ ๑๐๕ ที่ได้รับการคัดเลือกเพื่อขยายพันธุ์ ปัจจุบันในศูนย์อนุรักษ์เชื้อพันธุกรรมฯ ยังมีพันธุ์ข้าวที่มีชื่อสัมพันธ์กับขาวดอกมะลิอยู่หลายร้อยสายพันธุ์ที่ไม่มีความแตกต่างทางด้านรูปร่างสัณฐานแต่อย่างใด ในที่สุดก็ได้นำเทคนิคเอกลักษณ์พันธุกรรมมาวิเคราะห์จนสามารถแยกเชื้อพันธุ์ที่เบี่ยงเบนไปจากข้าวขาวดอกมะลิ ๑๐๕ ตั้งเดิมได้ ทั้งยังสามารถพิสูจน์ทราบได้ว่าข้าวหอมที่ชนะการประกวดต่างๆ เป็นพันธุ์อะไร ดังนั้นการทำเอกลักษณ์พันธุ์ข้าวจึงมีประโยชน์อย่างยิ่งทั้งในการพิสูจน์ทราบพันธุ์ การจัดกลุ่มข้าวออกเป็นหมวดหมู่อย่างเป็นวิทยาศาสตร์และการลดความซ้ำซ้อนในการจัดเก็บข้าวลงได้มาก

DNA & Chromosome



ดีเอ็นเอ (DNA, Deoxyribonucleic acid) สายดีเอ็นเอ ประกอบด้วยหน่วยย่อยๆ ที่เรียกว่า นิวคลีโอไทด์ (Nucleotide) มาต่อกันเป็นสายยาว ประกอบด้วยส่วนย่อย 3 ส่วน คือ สารประกอบพวกเบส (Nitrogenous base) น้ำตาลดีออกซีไรโบส (Deoxyribose) และหมู่ฟอสเฟต (Phosphate) เบสจะมีด้วยกัน 4 ชนิด ได้แก่ adenine(A), guanine(G), cytocine(C) และ thymine(T) ซึ่งจะต่อกับน้ำตาลดีออกซีไรโบสนิวคลีโอไทด์แต่ละหน่วยย่อยจะเชื่อมต่อกันด้วยหมู่ฟอสเฟตระหว่างตำแหน่ง 5′ ของน้ำตาลโมเลกุลหนึ่งกับตำแหน่ง 3′ ของน้ำตาลอีกโมเลกุลหนึ่ง ด้วยพันธะฟอสโฟไดเอสเทอร์ มีทิศทางจากปลาย 5′→ 3′ โครงสร้างของดีเอ็นเอมีลักษณะเป็นเกลียวคู่ (double helix) เกิดจากสายดีเอ็นเอสองสายเรียงตัวขนานกันแบบกลับทิศทาง (antiparallel) และเชื่อมต่อกันด้วยเบสระหว่าง A กับ T และ G กับ C โดยใช้พันธะไฮโดรเจน

โครโมโซม (Chromosome) ในสิ่งมีชีวิตชั้นสูงประกอบด้วยดีเอ็นเอ และ โปรตีน อยู่ร่วมกันในนิวเคลียสของเซลล์ สามารถถ่ายทอดจากพ่อแม่ไปสู่รุ่นลูกได้ ลักษณะทางพันธุกรรมต่างๆ ที่ถ่ายทอดจากพ่อแม่ไปยังรุ่นลูกนั้นจะได้รับโครโมโซมชุดหนึ่งจากพ่อ และอีกชุดหนึ่งจากแม่ จำนวนของโครโมโซมจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด

จีโนม (Genome) จีโนมของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดมีขนาดแตกต่างกัน ประกอบด้วยส่วนที่เป็นดีเอ็นเอทั้งหมดที่มีอยู่ในสิ่งมีชีวิตนั้นๆ หรือภายในเซลล์ รวมถึงโครโมโซมที่อยู่ในนิวเคลียส และดีเอ็นเอที่อยู่ในไมโตคอนเดรีย ซึ่งมีความจำเพาะในสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด

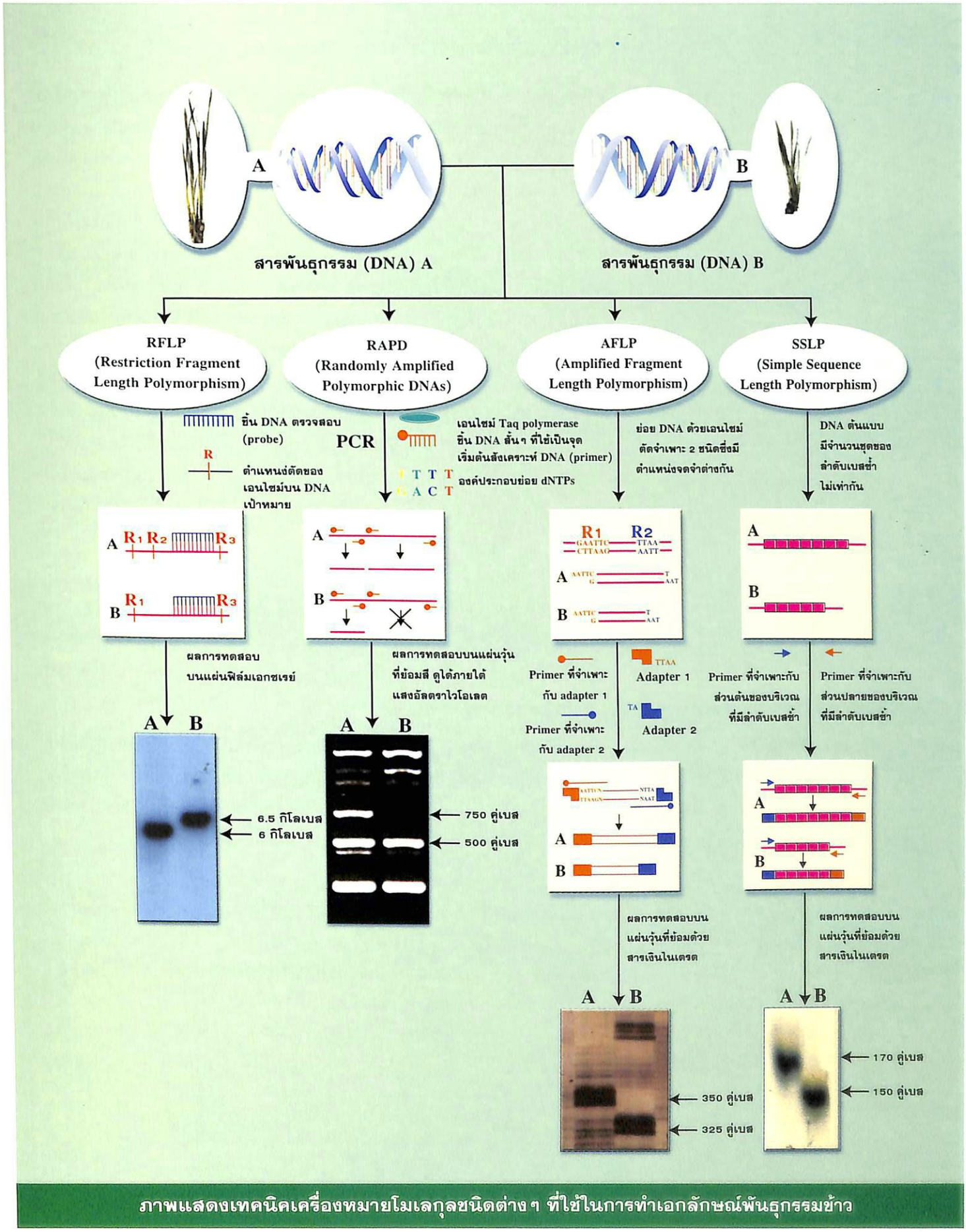
เทคนิคเครื่องหมายโมเลกุล (Techniques in Molecular Marker)

RFLP (Restriction Fragment Length Polymorphism) หมายถึง การตรวจสอบความแตกต่างหรือความหลากหลายของชิ้นดีเอ็นเอหลังจากถูกย่อยด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ (restriction enzyme) สารพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตต่างสายพันธุ์กันย่อมมีลำดับเบสที่แตกต่างกันไม่มากก็น้อย ความแตกต่างนี้อาจเกิดจากการกลายพันธุ์ (mutation) ตามธรรมชาติ ซึ่งมีผลให้ตำแหน่งจดจำ (recognition site) ของเอนไซม์เปลี่ยนแปลงไป โดยหลักการเข้าคู่ (hybridization) ของเส้นดีเอ็นเอคู่สม (complementary) โดยอาศัยชิ้นดีเอ็นเอตรวจสอบ (probe) เราสามารถตรวจพบความเปลี่ยนแปลงนั้นได้

RAPD (Randomly Amplified Polymorphic DNAs) หมายถึง การตรวจสอบความแตกต่างหรือความหลากหลายของชิ้นดีเอ็นเอซึ่งถูกทำให้เพิ่มปริมาณโดยปฏิกิริยาลูกโซ่จำลองตัว (Polymerase Chain Reaction, PCR) แบบสุ่ม เราสามารถทำให้สารพันธุกรรมจำลองตัวเองได้ในหลอดทดลอง (*in vitro*) โดยมีองค์ประกอบสำคัญคือ เอนไซม์จำลองตัวชนิดทนความร้อน (*Taq* DNA polymerase) สารพันธุกรรมต้นแบบ (DNA template) ชิ้นดีเอ็นเอรหัสเริ่มต้นจำลองตัว (primer) และองค์ประกอบย่อยของดีเอ็นเอ (deoxynucleotide, dNTPs) เนื่องจากชิ้นดีเอ็นเอที่ใช้เป็นรหัสเริ่มต้นมีขนาดที่สั้น (ประมาณ ๑๐ เบส) จึงสามารถเข้าคู่กับสารพันธุกรรมต้นแบบได้หลายตำแหน่งโดยสุ่ม หากการเข้าคู่นั้นเกิดขึ้นในทิศทางที่เหมาะสมก็จะทำให้เกิดการจำลองตัวของชิ้นดีเอ็นเอ ซึ่งความแตกต่างของสารพันธุกรรมนี้ได้ก่อให้เกิดความแตกต่างในความสามารถของการเกิดการจำลองตัวและขนาดชิ้นดีเอ็นเอที่ถูกจำลองตัว

AFLP (Amplified Fragment Length Polymorphism) หมายถึง การตรวจสอบความแตกต่างหรือความหลากหลายของชิ้นดีเอ็นเอที่ได้จากการย่อยด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะซึ่งตรวจสอบได้โดยปฏิกิริยาลูกโซ่จำลองตัวเป็นการรวมหลักการของ RFLP และ RAPD เข้าด้วยกัน สารพันธุกรรมจะถูกย่อยด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะสองชนิดที่มีตำแหน่งจดจำแตกต่างกัน ชิ้นดีเอ็นเอที่ได้จะถูกต่อเข้ากับชิ้นดีเอ็นเอสังเคราะห์ทราบรหัส (adapter) 2 ชนิด จากนั้นปฏิกิริยาลูกโซ่จำลองตัวจะเพิ่มปริมาณชิ้นดีเอ็นเอบางชิ้นโดยอาศัยชิ้นดีเอ็นเอรหัสเริ่มต้นจำลองตัวที่จำเพาะกับชิ้นดีเอ็นเอสังเคราะห์ทราบรหัสและเบสคัดเลือก (N) ในชิ้นดีเอ็นเอเป้าหมาย ข้อดีของ AFLP คือมีความแน่นอนของผลการตรวจสอบสูงเหมือน RFLP และสามารถตรวจสอบความหลากหลายได้หลายตำแหน่งภายในสารพันธุกรรมเหมือน RAPD

SSLP (Simple Sequence Length Polymorphism) หมายถึง การตรวจสอบความแตกต่างของขนาดชิ้นดีเอ็นเอจำลองที่เกิดจากความแตกต่างของจำนวนชุดของลำดับเบสซ้ำ (simple sequence repeat) ซึ่งพบกระจายตัวอยู่ภายในสารพันธุกรรมของข้าว ชนิดของเบสซ้ำได้แก่ ซ้ำสองเบส (di-nucleotide repeat) เช่น AT, ซ้ำสามเบส (tri-nucleotide repeat) เช่น AAC, และซ้ำสี่เบส (tetra-nucleotide repeat) เช่น GTAC เป็นต้น โดยทั่วไปเบสซ้ำเหล่านั้นมักมีลำดับเบสที่จำเพาะอยู่บริเวณรอบๆ ซึ่งเราสามารถสร้างชิ้นดีเอ็นเอรหัสเริ่มต้นจำลองตัวที่เข้าคู่ได้กับเบสจำเพาะเหล่านี้ ผลจากปฏิกิริยาลูกโซ่จำลองตัวเพื่อเพิ่มปริมาณของลำดับเบสซ้ำเหล่านั้นคือชิ้นดีเอ็นเอขนาดต่างๆ ซึ่งแสดงถึงความแตกต่างระหว่างสายพันธุ์ของข้าวได้ SSLP นับเป็นเครื่องหมายโมเลกุลที่ได้รับการพัฒนาล่าสุด สามารถตรวจสอบความหลากหลายได้มากกว่า RFLP ทั้งยังตรวจสอบผลได้ง่ายและใช้สารพันธุกรรมเริ่มต้นเพียงปริมาณน้อย ดังนั้นจึงนับเป็นเครื่องหมายโมเลกุลที่มีความเหมาะสมที่สุดในการทำเอกลักษณ์พันธุกรรมข้าว



ภาพแสดงเทคนิคเครื่องหมายโมเลกุลชนิดต่าง ๆ ที่ใช้ในการทำเอกลักษณ์พันธุกรรมข้าว

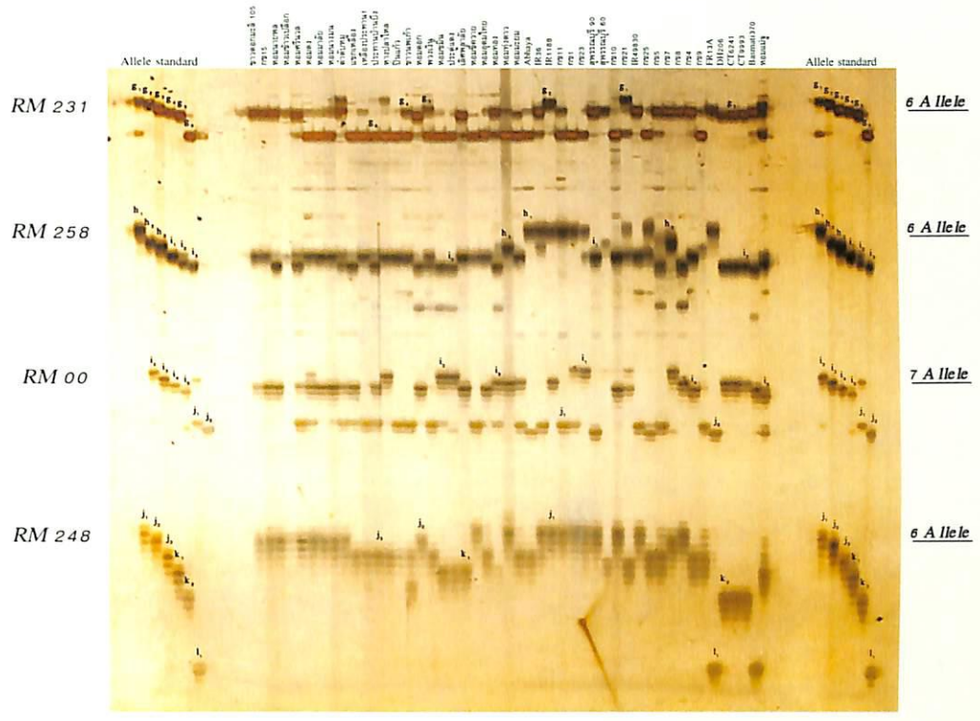
มาตรฐานการทำเอกลักษณ์พันธุกรรมข้าว

เนื่องจากรหัสพันธุกรรมของข้าวแต่ละพันธุ์ มีความแตกต่างกันมากและมีขนาดใหญ่ วิธีหนึ่งที่ใช้ในการตรวจสอบเอกลักษณ์พันธุกรรม หรือ DNA Fingerprint ระหว่างพันธุ์ข้าวคือการใช้เครื่องหมายโมเลกุลตรวจสอบเฉพาะบริเวณสารพันธุกรรมที่ข้าวแต่ละพันธุ์มีรหัสแตกต่างกันมากๆ ซึ่งทำให้เกิดแถบดีเอ็นเอขนาดต่างๆ กัน อันเกิดจากเครื่องหมายโมเลกุลที่ใช้ตรวจสอบความแตกต่างของรหัสสารพันธุกรรมของข้าวแต่ละพันธุ์ อย่างไรก็ตาม การทำเอกลักษณ์พันธุกรรมของข้าวพันธุ์เดียวกัน อาจมีความซับซ้อนแตกต่างกันได้ขึ้นอยู่กับเทคนิคและจำนวนเครื่องหมายโมเลกุลที่ใช้ ดังนั้นเพื่อให้การทำเอกลักษณ์พันธุกรรมมีมาตรฐานเดียวกัน สามารถเปรียบเทียบกันได้ระหว่างในห้องปฏิบัติการ จึงใช้เทคนิค SSLP เนื่องจากมีความแน่นอน ชัดเจน มีความไวในการตรวจสอบความแตกต่างระหว่างพันธุ์สูง และอาจทราบตำแหน่งบนโครโมโซมอีกด้วยนอกจากนั้นยังคำนึงถึงหลักเกณฑ์ที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือการตั้งชื่อแถบดีเอ็นเอให้มีมาตรฐานเดียวกัน เราจะทราบได้อย่างไรว่า SSLP คู่เดียวกันมีแถบดีเอ็นเอกี่รูป ซึ่งสามารถทำได้โดยเริ่มจากการสำรวจการกระจายตัวของแถบดีเอ็นเอในประชากรข้าวที่เป็นตัวแทนข้าวต่างยุคและข้าวต่างแผ่นดิน จำนวน ๔๘ พันธุ์ เลือกใช้เครื่องหมายโมเลกุลชนิด SSLP จำนวนทั้งสิ้น ๖๔ คู่ ที่ทราบตำแหน่งบนโครโมโซมว่ากระจายตัวทั้งจีโนมของข้าว ในแต่ละชนิดของ SSLP ทำการรวบรวม บันทึกชนิดและขนาดของเครื่องหมายโมเลกุลขึ้นมา แล้วจึงเลือกเฉพาะแถบดีเอ็นเอที่ไปซ้ำใคร เพื่อให้ตัวอย่างพันธุ์ข้าวอื่นได้เทียบเคียงเป็นระบบมาตรฐานเดียวกัน ที่เรียกว่า แถบดีเอ็นเอมาตรฐาน (allele standard) ทำให้เห็นได้ว่าบางตำแหน่งของเครื่องหมายโมเลกุลอาจมีจำนวนแถบดีเอ็นเอมากน้อยต่างกัน ซึ่งอาจใช้เป็นหลักเกณฑ์ในการเลือกตำแหน่งของเครื่องหมายโมเลกุลในการทำเอกลักษณ์พันธุกรรมข้าวต่อไป

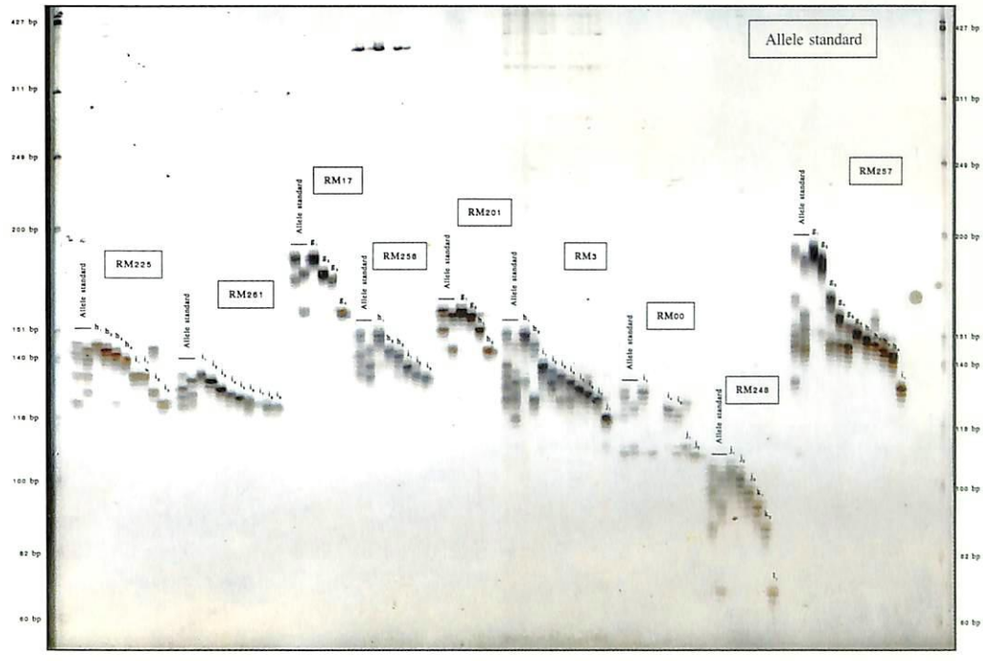
ชนิดของแถบดีเอ็นเอที่แตกต่างกันนี้ยังนำมาใช้เป็นพื้นฐานสำคัญในการวิเคราะห์ความใกล้ชิดระหว่างสายพันธุ์-ข้าวได้ โดยถือหลักที่ว่าในการเปรียบเทียบข้าวสองพันธุ์ จำนวนแถบดีเอ็นเอที่มีขนาดแตกต่างกันย่อมเป็นสัดส่วนกับความแตกต่างทางพันธุกรรมระหว่างข้าวทั้งสอง การวิเคราะห์ดังกล่าวนำไปสู่การประเมิน genetic distance คือ ระหว่างความห่างทางพันธุกรรมเฉลี่ย ผลของการวิเคราะห์ genetic distance ในกรณีที่มีข้าวหลายๆ พันธุ์ ความสัมพันธ์จะออกมาเป็น phylogenetic tree หรือการแสดงความสัมพันธ์แบบกิ่งแขนง

จากการหาความสัมพันธ์ของข้าว ๔๘ สายพันธุ์เพื่อประมวลเข้าเป็นกลุ่มก็พบว่าสามารถแบ่งข้าวออกเป็นกลุ่มใหญ่ได้ ๓ กลุ่ม คือ กลุ่มข้าวพื้นเมือง กลุ่มข้าว *กข* และ *IR* (สถาบันวิจัยข้าวนานาชาติ, IRRI) และกลุ่มข้าวจากต่างประเทศ ซึ่งหมายถึงพื้นฐานทางพันธุกรรมของข้าวภายในกลุ่มมีร่วมกันมากกว่าพันธุ์ข้าวที่อยู่ต่างกลุ่มกัน ในกลุ่มข้าวต่างประเทศเป็นข้าวที่นำมาปรับปรุงลักษณะในข้าวไทยที่ยังขาดอยู่ เช่น ทนน้ำท่วม ทนแล้ง ต้านทานโรคไหม้ เป็นต้น

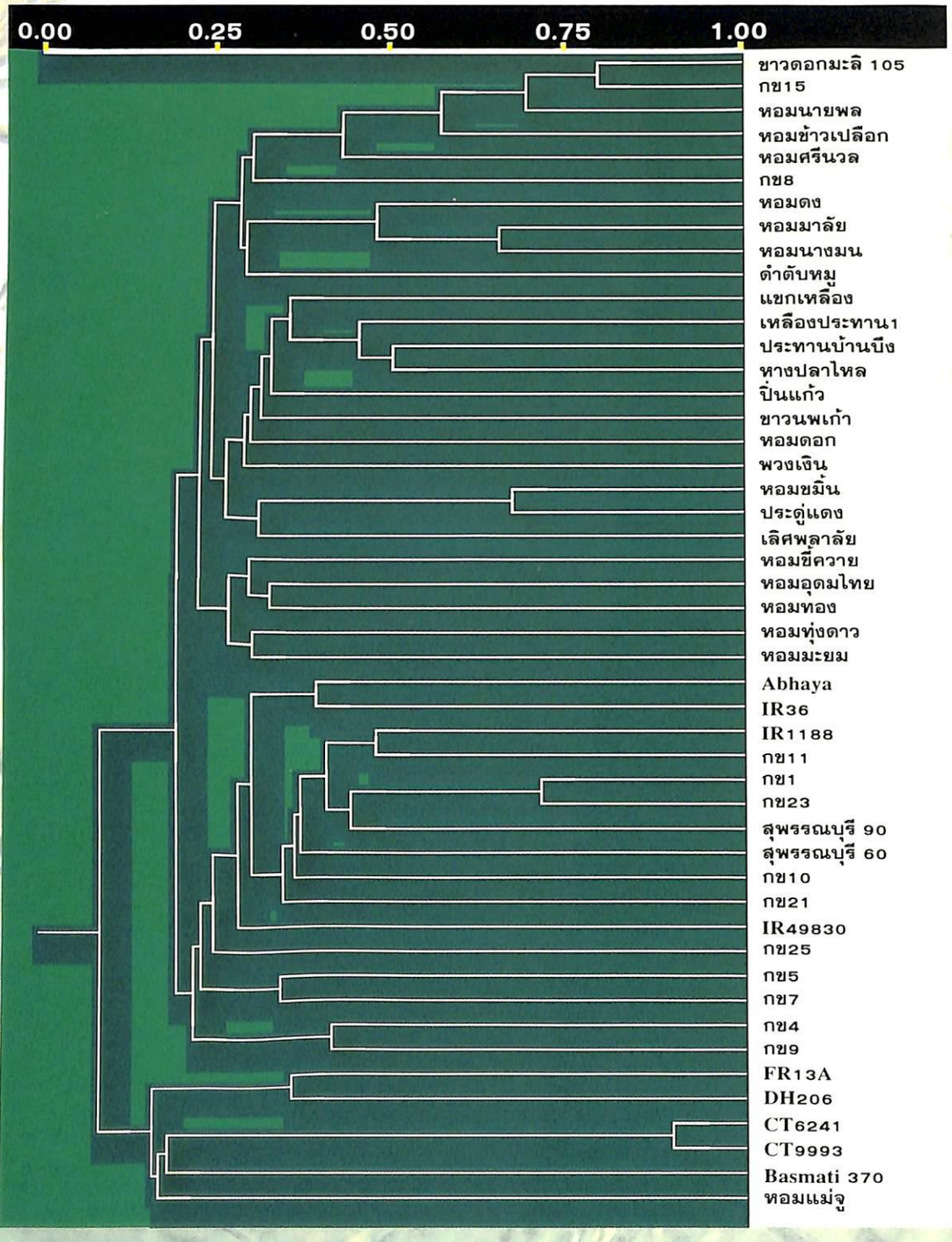
การวิเคราะห์แบบนี้นอกจากสามารถแบ่งกลุ่มพันธุ์ข้าวออกเป็นกลุ่มใหญ่ได้แล้ว ยังสามารถจับคู่พันธุ์ข้าวที่มีพื้นฐานใกล้เคียงกันได้ดี เช่น *ขาวดอกมะลิ ๑๐๕* กับ *กข ๑๕* ซึ่งคือ *ขาวดอกมะลิ ๑๐๕* ที่ได้รับการอาบรังสี *หอมมาลัย* กับ*หอมนางมน หอมขมิ้น*กับ*ประดู่แดง กข ๑* และ *กข ๒๓* ซึ่งมี *กข ๑* เป็นพ่อ และ *CT6241* กับ *CT9993* ซึ่งทั้งคู่เป็นสายพันธุ์กึ่งข้าวไร่จาก CIAT (สถาบันวิจัยการเกษตรเขตร้อน ประเทศโคลัมเบีย) ภาพความสัมพันธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ระดับโมเลกุลที่ได้นี้น่าจะใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากพอ หากมีการเพิ่มจำนวนสายพันธุ์ข้าวตามการวิเคราะห์นี้ ภาพความสัมพันธ์นี้คงจะมีความชัดเจนมากขึ้นและน่าจะมีประโยชน์ในการแยกสายพันธุ์ข้าวที่ซ้ำกันออกไปได้ทำให้สามารถลดความสับสนในการอนุรักษ์พันธุ์ข้าวที่ดีอีกวิธีหนึ่ง



ภาพแสดงเอกลักษณ์พันธุกรรมข้าว ๔๘ สายพันธุ์ที่เลือกมาใช้เป็นฐานพันธุกรรมตั้งต้น ในการหาขนิดของแถบดีเอ็นเอที่แตกต่างกัน (allele)



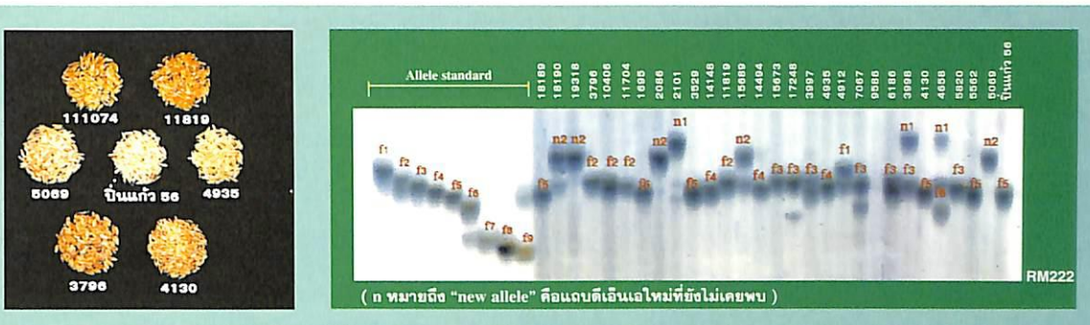
ภาพแสดง allele standard ที่ใช้เป็นมาตรฐานในการให้ชื่อแถบดีเอ็นเอที่มีขนาดต่างกัน



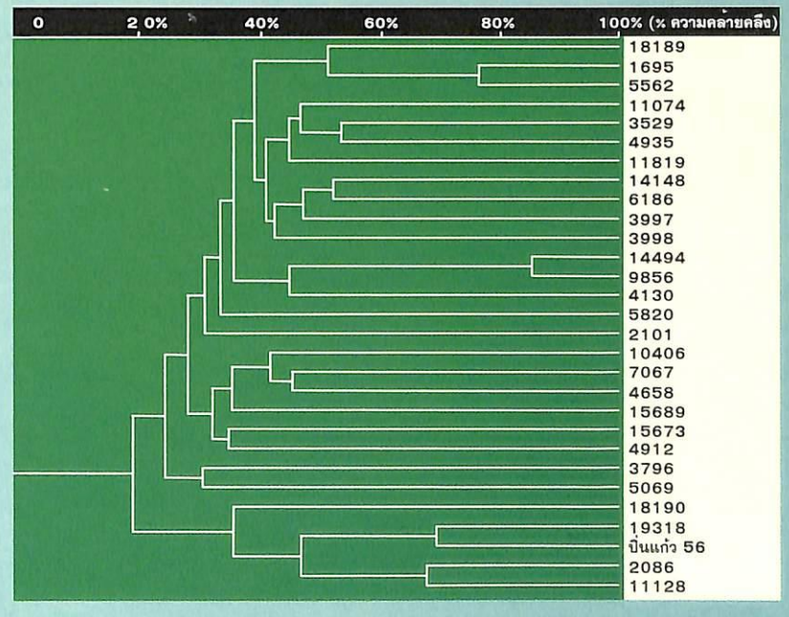
ภาพ dendrogram แสดงความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมในข้าวจำนวน ๔๘ สายพันธุ์ โดยใช้ SSLP marker ๖๔ ตำแหน่ง

ตามรอย "ข้าวปิ่นแก้ว"

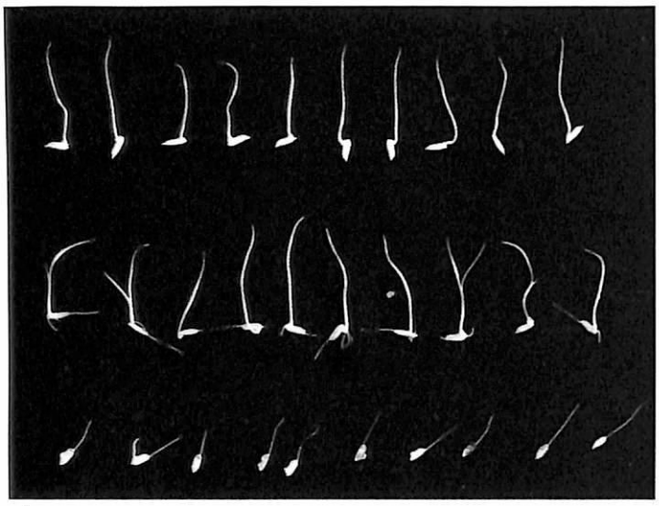
จากข้าวที่มีชื่อ *ปิ่นแก้ว* ที่เก็บจากทุ่งรังสิตและอยุธยาจำนวน ๓๔ สายพันธุ์ จากศูนย์เก็บเชื้อพันธุกรรมพืช-แห่งชาติ ณ ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี วิเคราะห์โดยใช้โมเลกุลเครื่องหมายชนิด SSLP จำนวน ๓๖ ตำแหน่ง พบว่า ข้าวชื่อ *ปิ่นแก้ว* มีความหลากหลายสูงมากและมีขนาดเมล็ดที่แตกต่างกันมาก จนไม่อาจสรุปได้ว่าเป็นข้าวพันธุ์เดียวกัน และไม่สามารถบอกได้ว่า ข้าว*ปิ่นแก้ว* ที่ชนะการประกวดข้าวโลกในปี พ.ศ. ๒๔๗๖ คือข้าวเบอร์ไหน เนื่องจากไม่มีตัวอย่างเมล็ดข้าวเก็บเป็นหลักฐานเอาไว้ เป็นที่น่าสังเกตว่าพันธุ์ข้าว*ปิ่นแก้ว* ๕๖ ซึ่งได้รับการพัฒนาจากสถาบันวิจัยข้าว เป็นข้าวขึ้นน้ำที่มีเมล็ดค่อนข้างยาว แต่ข้าวปิ่นแก้วเดิมนั้นเป็นข้าวนาสวนที่มีเมล็ดค่อนข้างเรียวยาวมาก มีความยาวเมล็ดข้าวเปลือกถึง ๑๐.๘ มิลลิเมตร และเมล็ดข้าวกล้อง ๘.๓๙ มิลลิเมตร เป็นข้าวเนื้อแข็ง มันเลื่อม ไม่มีท้องไข่ และลักษณะหุงต้มที่ดีอื่นๆ จนเราไม่สามารถจะปรับปรุงข้าวนาชลประทานปัจจุบันขึ้นมาให้มีลักษณะเช่นเดียวกันได้ ดังนั้นระบบการจัดเก็บพันธุ์ข้าวที่ดีจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งโดยเฉพาะอย่างยิ่งในสถานการณ์ปัจจุบันที่ความหลากหลายทางพันธุกรรมของข้าวไทยกำลังร่อยหรอลงไปทุกที



ลายพิมพ์ดีเอ็นเอของพันธุ์ข้าวที่ใช้ชื่อว่า "ปิ่นแก้ว" ที่เก็บมาจากต่างท้องที่โดยให้รหัสเป็นหมายเลขแหล่งพันธุกรรม (genetic stock number)



ข้อมูลลายพิมพ์ดีเอ็นเอนำมาประมวลผลหาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม สามารถจำแนกข้าวพันธุ์ที่มีพันธุกรรมคล้ายคลึงกันหรือแตกต่างกันออกได้ตามระดับความคล้ายคลึง



ต้นอ่อนข้าวที่งอกในที่มืด (อายุ ๒ วัน) เพื่อใช้ในการสกัดยีนที่แสดงออกในขณะนั้น แล้วนำมาทำเป็นห้องสมุดยีน (cDNA library)

การค้นหายีนที่เป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงพันธุ์ข้าว

เทคโนโลยีทางชีวภาพโดยเฉพาะเครื่องหมายโมเลกุลทางดีเอ็นเอเป็นเทคโนโลยีที่ทันสมัยที่สุดในการเข้าถึงซึ่งองค์ประกอบของชีวิตสามารถนำมาใช้ศึกษาเพื่อให้เกิดความเข้าใจด้านจีโนมของข้าว ทั้งในแง่ของการเรียงตัวและหน้าที่ของสารพันธุกรรมหรือที่เรียกว่า *ยีน* ที่อยู่บนจีโนม การเข้าถึงยีนควบคุมลักษณะทางคุณภาพและปริมาณของข้าว อาทิ คุณภาพหุงต้ม ความหอม ความต้านทานโรคแมลง ความทนทานต่อสภาวะเครียดของสภาพแวดล้อม ทำให้การปรับปรุงพันธุ์ข้าวให้มีประสิทธิภาพสูงยิ่งขึ้น การใช้เครื่องหมายโมเลกุลดีเอ็นเอช่วยในการสืบหายีนนั้น สามารถทำได้หลายวิธี เช่น การใช้วิธีสืบหายีน (gene tagging) และการวางตำแหน่งของยีน (gene mapping)

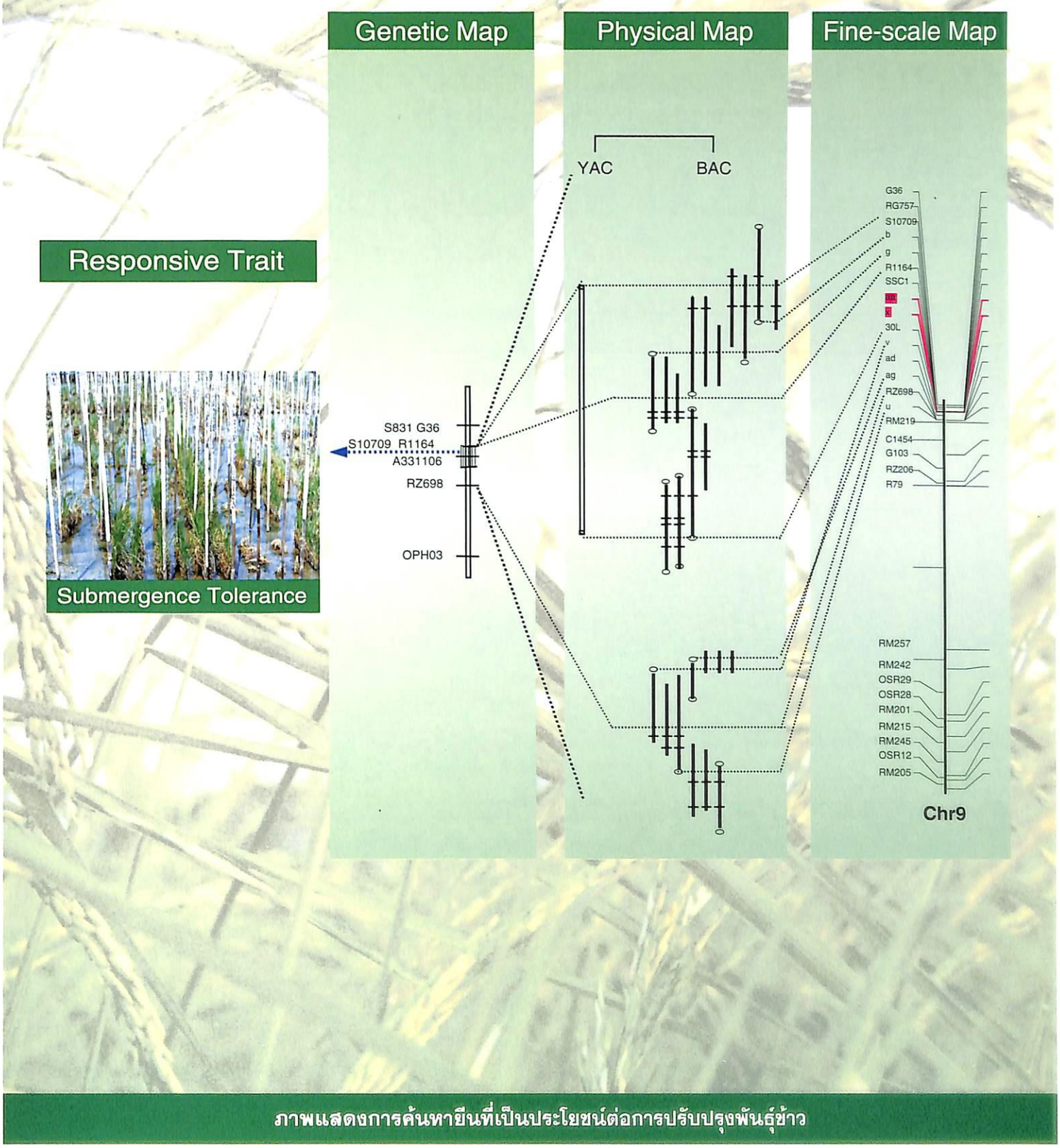
ยีนในข้าวจำนวนมากนั้นยังมิได้ถูกค้นพบ จึงเป็นสิ่งที่ท้าทายต่อความสามารถของนักวิชาการไทยเป็นอย่างยิ่ง นอกจากนี้การประยุกต์การค้นพบยีนเหล่านี้ให้เป็นประโยชน์ของต่อการปรับปรุงพันธุ์ข้าวเพื่อให้ได้พันธุ์ข้าวที่เกษตรกรสามารถปลูกโดยใช้ต้นทุนในการผลิตต่ำแต่ให้ผลตอบแทนสูงต่อหน่วยการลงทุนรวมทั้งเป็นที่ต้องการของตลาดทั้งภายในและต่างประเทศ นั้นเป็นจุดหมายอันสำคัญยิ่งของศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ และมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้าวนอกจากจะเป็นต้นแบบที่สำคัญในการศึกษาด้านจีโนมแล้วยังเป็นต้นแบบที่ดีของการค้นหายีนในระดับมหภาค ทั้งนี้เพราะเหตุว่าข้าวนั้นมีจีโนมขนาดเล็กอีกทั้งปัจจุบันมีฐานข้อมูลทางเครื่องหมายโมเลกุลและแผนที่จีโนมที่สมบูรณ์ที่สุดพืชหนึ่ง

ประเทศไทยนั้นได้รับการยอมรับจากทั่วโลกว่าเป็นแหล่งกำเนิดข้าวที่สำคัญแหล่งหนึ่งของโลกซึ่งมีความหลากหลายทางพันธุกรรม ทั้งข้าวป่าที่มีอยู่ในธรรมชาติและข้าวปลูกในแหล่งปลูกซึ่งเกิดจากการรวบรวมของเกษตรกรไทยตั้งแต่อดีตกาล ดังจะเห็นได้จากข้าวพื้นเมืองในภูมิภาคต่างๆความหลากหลายทางพันธุกรรมเหล่านี้สามารถนำมาใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ข้าว

ถึงแม้ว่าไทยจะมีความหลากหลายทางพันธุกรรมของข้าวเป็นจำนวนมากก็ตามการปรับปรุงพันธุ์ข้าวในอดีตจนถึงปัจจุบันก็มิได้ยกระดับผลผลิตข้าวไทยให้เพิ่มมากขึ้นเท่าที่ควรในระยะเวลา ๒๐ ปีที่ผ่านมา ทั้งนี้ก็ด้วยมูลเหตุที่สำคัญ ๓ ประการ

ประการที่ ๑ คือคนไทยนั้นบริโภคข้าวคุณภาพเท่านั้น ดังนั้นพันธุ์ข้าวที่ได้รับการพัฒนาจากสถาบันวิจัยข้าวนานาชาติ (IRRI) ซึ่งให้ผลผลิตสูงจึงไม่เป็นที่นิยมสำหรับเกษตรกรผู้ซึ่งปลูกข้าวไว้สำหรับบริโภคและขาย



ภาพแสดงการค้นหายีนที่เป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงพันธุ์ข้าว

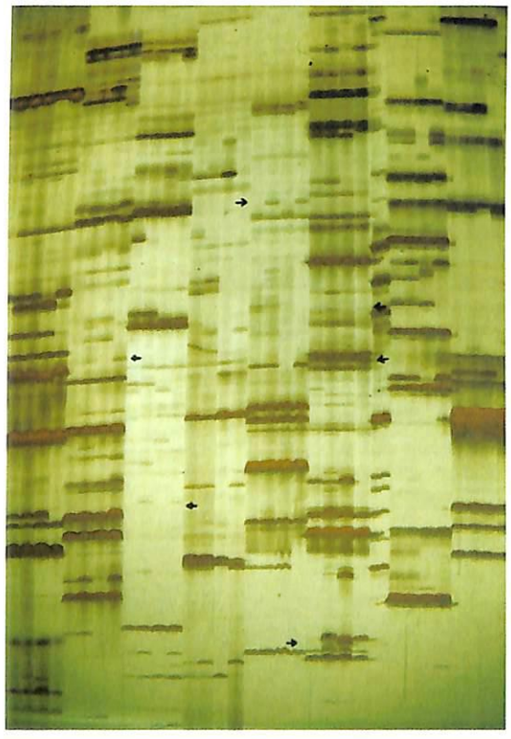
ประการที่ ๒ คือปัญหาการระบาดของโลกและแมลง และการขยายเขตของสภาพเครียดของสภาพแวดล้อมอันเนื่องจากการใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างไม่ถูกต้อง

ประการที่ ๓ คือความต้องการข้าวคุณภาพสูงของตลาดโลกในปัจจุบัน

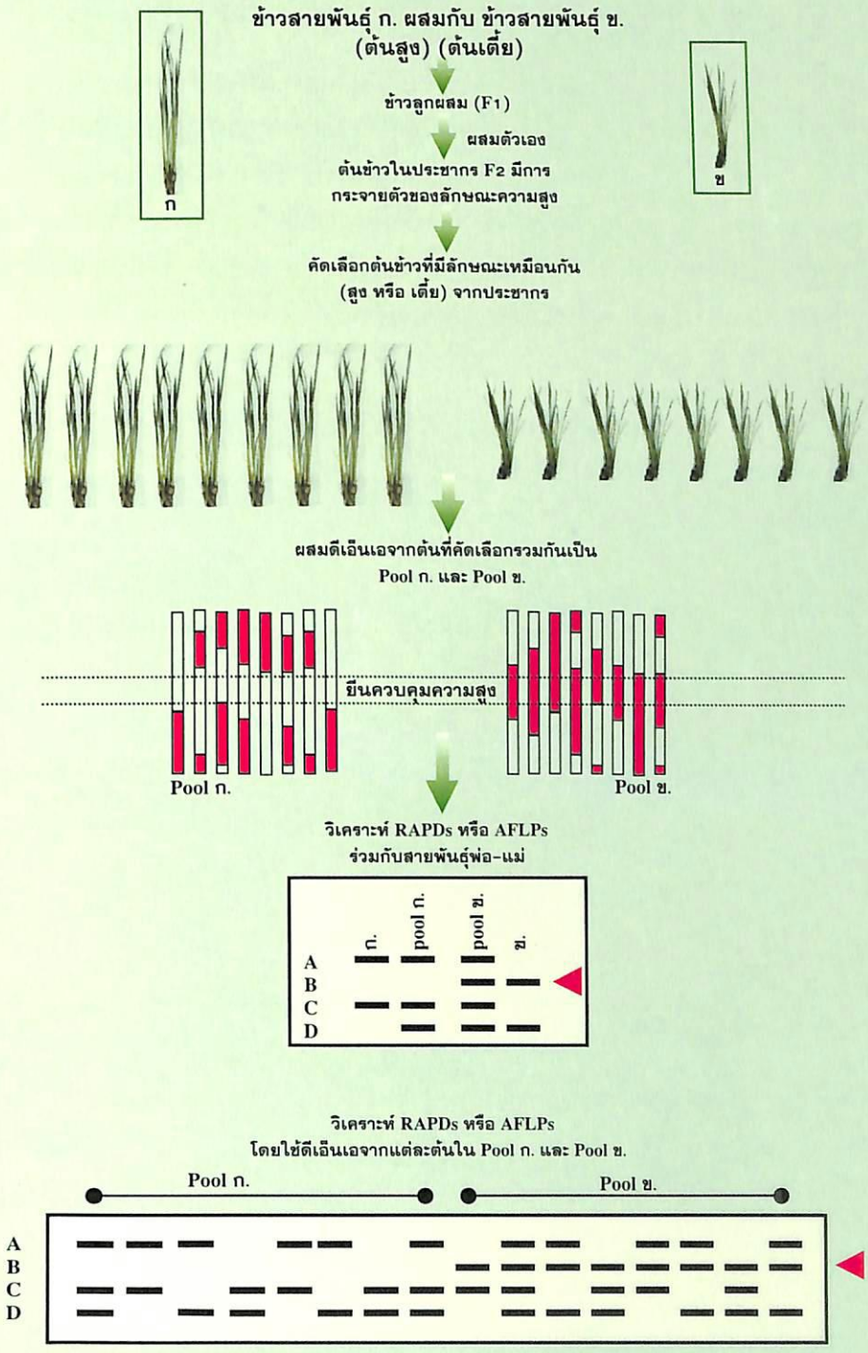
การปรับปรุงพันธุ์ข้าวคุณภาพสูงให้มีผลผลิตอยู่ในระดับที่สามารถสร้างกำไรให้เกษตรกรผู้ผลิตและมีคุณสมบัติดีอื่นๆ เช่น ต้านทานโรคแมลงและทนต่อสภาพแวดล้อมที่เครียด เป็นสิ่งที่ทำได้ไม่ง่ายนัก เทคโนโลยีดีเอ็นเอสามารถนำมาใช้อย่างมีประสิทธิภาพเพื่อให้ได้ข้อมูลของยีนที่สำคัญในข้าว อีกทั้งยังนำมาช่วยเร่งรัดในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวของไทยอีกด้วย

การสืบหาเครื่องหมายโมเลกุลที่อยู่ใกล้กับยีนอย่างรวดเร็ว (Gene Tagging)

เป็นวิธีการค้นหายีนอย่างรวดเร็วโดยอาศัยเครื่องหมายโมเลกุลดีเอ็นเอ โดยหลักการที่สำคัญของ gene tagging คือ การสร้างกลุ่มตัวแทนสองกลุ่มที่มีความแตกต่างของลักษณะที่จะทำการศึกษาอย่างชัดเจน โดยดีเอ็นเอของสมาชิกในแต่ละกลุ่มนั้น ถูกนำมารวมกันโดยใช้ปริมาณดีเอ็นเอที่เท่ากันเพื่อใช้ในการตรวจสอบ ตัวแทนสองกลุ่มคือ กลุ่มที่มีลักษณะที่ต้องการแสดงออก และกลุ่มที่ไม่มีลักษณะที่ต้องการ เครื่องหมายโมเลกุลถูกนำมาใช้เพื่อสืบหาความแตกต่างระหว่างกลุ่มทั้งสอง เครื่องหมายโมเลกุลใดก็ตามที่ให้ความแตกต่างระหว่างกลุ่ม ถือว่าเป็นเครื่องหมายโมเลกุลที่มีความเกี่ยวพันกับความแตกต่างของลักษณะในกลุ่มทั้งสองนั้น หรืออีกนัยหนึ่งก็คือเครื่องหมายโมเลกุลนั้นน่าจะอยู่ใกล้กับยีนที่ควบคุมลักษณะดังกล่าวนั่นเอง โครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวได้นำวิธีการของ gene tagging มาใช้ในการสืบหายีนที่สำคัญต่างๆ ได้อย่างรวดเร็ว



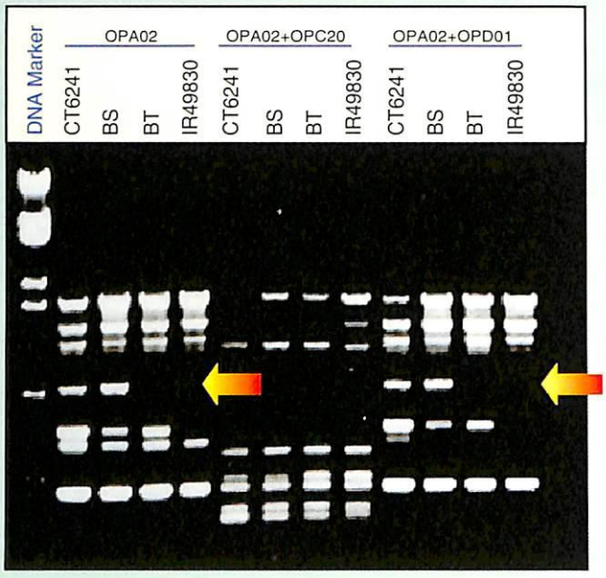
ภาพแสดงผลการสืบหาเครื่องหมายโมเลกุลอย่างรวดเร็ว โดยใช้เทคนิค AFLP



ภาพแสดงหลักในการลืบหาเครื่องหมายโมเลกุลที่อยู่ใกล้กับยีนอย่างรวดเร็ว ในภาพแสดงการลืบหาเครื่องหมายโมเลกุลที่อยู่ใกล้กับยีนควบคุมความสูงของต้นข้าว ประชากร F2 ของคู่ผสม ก. และ ข. จะมีการกระจายตัวของลักษณะความสูง คัดเลือกต้นข้าวที่มีลักษณะเหมือนกัน (สูง หรือ เตี้ย) นำดีเอ็นเอมาผสมรวมกันในอัตราส่วนที่เท่ากัน เรียกดีเอ็นเอผสมนั้นว่า pool ก. และ pool ข. นำไปใช้ทดสอบ RAPDs หรือ AFLPs ร่วมกับดีเอ็นเอจากสายพันธุ์พ่อ-แม่ แถบดีเอ็นเอที่แสดงความแตกต่างระหว่าง pool และระหว่างพ่อ-แม่ (ลูกศรชี้) มีความเป็นไปได้ที่จะอยู่ใกล้ชิดกับยีนควบคุมความสูง เมื่อใช้ดีเอ็นเอจากแต่ละต้นใน pool มาทดสอบจะเห็นว่าแถบดีเอ็นเอดังกล่าว (ลูกศรชี้) ถูกเพิ่มปริมาณในทุกต้นของ pool ข. และไม่ถูกเพิ่มปริมาณเลยในแต่ละต้นของ pool ก.

การสืบหาเครื่องหมายโมเลกุลที่อยู่ใกล้กับ ยีนควบคุมความสามารถในการฟื้นตัวหลังจากน้ำท่วมขัง

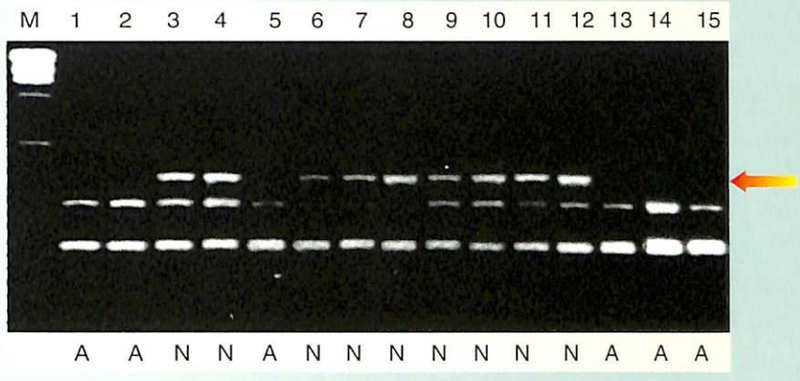
ความสามารถในการทนต่อน้ำท่วมขังในข้าวนั้นสามารถวัดได้จากความสามารถของต้นข้าวในการฟื้นตัวหลังจากถูกน้ำท่วม ในพื้นที่ปลูกข้าวนาปีหลายแห่งของประเทศนั้นมีปัญหาของน้ำท่วมขังในระยะสั้นๆ เป็นประจำ ประกอบกับได้รับความร่วมมือจากโครงการ Rice for Life ของกลุ่มประเทศยุโรป ในการศึกษาความสัมพันธ์ของพันธุกรรมกับสรีรวิทยาของพืชที่ตอบสนองต่อน้ำท่วมร่วมกัน ดังนั้นจึงได้ทำการสืบหายีนหรือเครื่องหมายโมเลกุลที่มีความเกี่ยวพันกับความสามารถของข้าวในการทนต่อสภาพน้ำท่วมขัง โดยวิธี bulked segregant analysis พบว่าเครื่องหมายโมเลกุล OPA02 และ OPA18 ทั้งสองอยู่ใกล้กับตำแหน่งของยีนควบคุมความสามารถในการฟื้นตัวหลังจากน้ำท่วมขัง



ภาพแสดงการหาตำแหน่งของยีนที่เกี่ยวข้องกับลักษณะทนทานต่อน้ำท่วมของข้าวโดยวิธี bulked segregant analysis จาก 3 เครื่องหมายโมเลกุลของ RAPD, CT6241 คือ พันธุ์อ่อนแอต่อน้ำท่วม IR49830 คือพันธุ์ทนทานต่อน้ำท่วม BS คือ กลุ่มประชากรอ่อนแอ BT คือ กลุ่มประชากรทนนาน

การสืบหาเครื่องหมายโมเลกุลที่อยู่ใกล้กับยีนควบคุมความหอมในข้าวขาวดอกมะลิ ๑๐๕

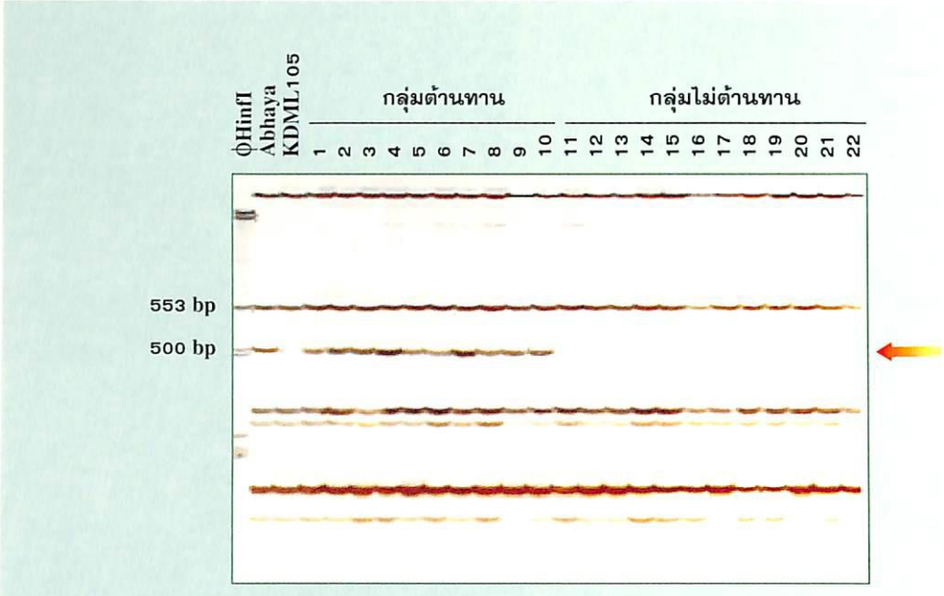
ความหอมที่มีในข้าว*ขาวดอกมะลิ ๑๐๕* นั้นเป็นลักษณะที่สำคัญทางเศรษฐกิจในการพัฒนาพันธุ์ข้าวไทยเป็นอย่างมาก ดังนั้นจึงได้ศึกษาหาเครื่องหมายโมเลกุลที่มีความเกี่ยวพันธุ์กับความหอมในข้าว*ขาวดอกมะลิ ๑๐๕* เพื่อที่จะใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวหอมของประเทศในอนาคต โดยวิธี bulked segregant analysis ค้นพบเครื่องหมายโมเลกุลเพียงอันเดียวที่ให้ความแตกต่างของกลุ่มข้าวหอมและไม่หอมอย่างชัดเจน ซึ่งเครื่องหมายโมเลกุลนี้ถูกนำมาพัฒนาเป็นเครื่องหมายโมเลกุลจำเพาะเรียกว่า Jas 1.5 เพื่อใช้ช่วยในการคัดเลือกพันธุ์ข้าวหอมในโครงการการปรับปรุงพันธุ์ข้าว



ภาพแสดงยีนดีเอ็นเอที่เพิ่มปริมาณด้วยวิธี RAPD โดยใช้ primer Jas1.5 ซึ่งให้ยีนดีเอ็นเอขนาด 1.5 kb (ลูกศรชี้) ที่จำเพาะกับสายพันธุ์ข้าวไม่หอม ช่องที่ 1, 2 เป็นสายพันธุ์ข้าวหอม ได้แก่ ขาวดอกมะลิ 105, สายพันธุ์ข้าวหอมที่ทำการรวมดีเอ็นเอ ไม่มียีนดีเอ็นเอ 1.5 kb ถูกเพิ่มปริมาณ ขณะที่ช่องที่ 3, 4 เป็นสายพันธุ์ข้าวไม่หอม ได้แก่ CT9993, สายพันธุ์ข้าวไม่หอมที่ทำการรวมดีเอ็นเอ และช่องที่ 5–15 เป็นลูกผสม F2 ของขาวดอกมะลิ 105 และ CT9993
A = หอม, N = ไม่หอม, M = molecular weight marker

การสืบหาเครื่องหมายโมเลกุลที่อยู่ใกล้กับยีนกำหนดความต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล

ศัตรูที่สำคัญอีกชนิดหนึ่งของข้าว*ขาวดอกมะลิ ๑๐๕* คือ เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ซึ่งเป็นแมลงที่สามารถสร้างความเสียหายให้กับข้าวเป็นอย่างมาก โครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าว*ขาวดอกมะลิ ๑๐๕* โดยใช้เครื่องหมายโมเลกุลช่วยในการผสมกลับ ได้ใช้ข้าวพันธุ์ต้านทานแมลง คือ *Abhaya* ผสมกลับเข้าหาข้าว*ขาวดอกมะลิ ๔* ครั้ง เพื่อคงรักษาพื้นพันธุ์ของข้าว*ขาวดอกมะลิ*ไว้ขณะเดียวกันก็เพิ่มเติมความต้านทานแมลงเข้าไปอีกด้วย เพื่อเพิ่มความแม่นยำในการคัดเลือกลูกผสมกลับ จึงได้ทำการพัฒนาเครื่องหมายโมเลกุลจาก AFLP ร่วมกับการใช้ bulked segregant analysis พบว่าเครื่องหมายโมเลกุลดังกล่าวมีความแม่นยำและเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวให้ต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล



ภาพแสดงการค้นหาชิ้นดีเอ็นเอที่สัมพันธ์กับความต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล โดยวิธีการ AFLP เปรียบเทียบดีเอ็นเอขนาด ๕๐๐ bp (ลูกศรชี้) ระหว่างสายพันธุ์พ่อ ที่ต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (Abhaya) กับ แม่ที่ไม่ต้านทาน (ข้าวขาวดอกมะลิ ๑๐๕) รุ่นลูก BC4F1 ที่ถูกจัดอยู่ในกลุ่มต้านทาน (หมายเลข ๑-๑๐) จะมีดีเอ็นเอขนาด ๕๐๐ bp นี้ปรากฏอยู่ทุกต้น ในขณะที่ลูก BC4F1 กลุ่มที่ไม่ต้านทานกลับไม่มี (หมายเลข ๑๑-๒๒)

การวางตำแหน่งของยีนบนแผนที่จีโนมข้าว

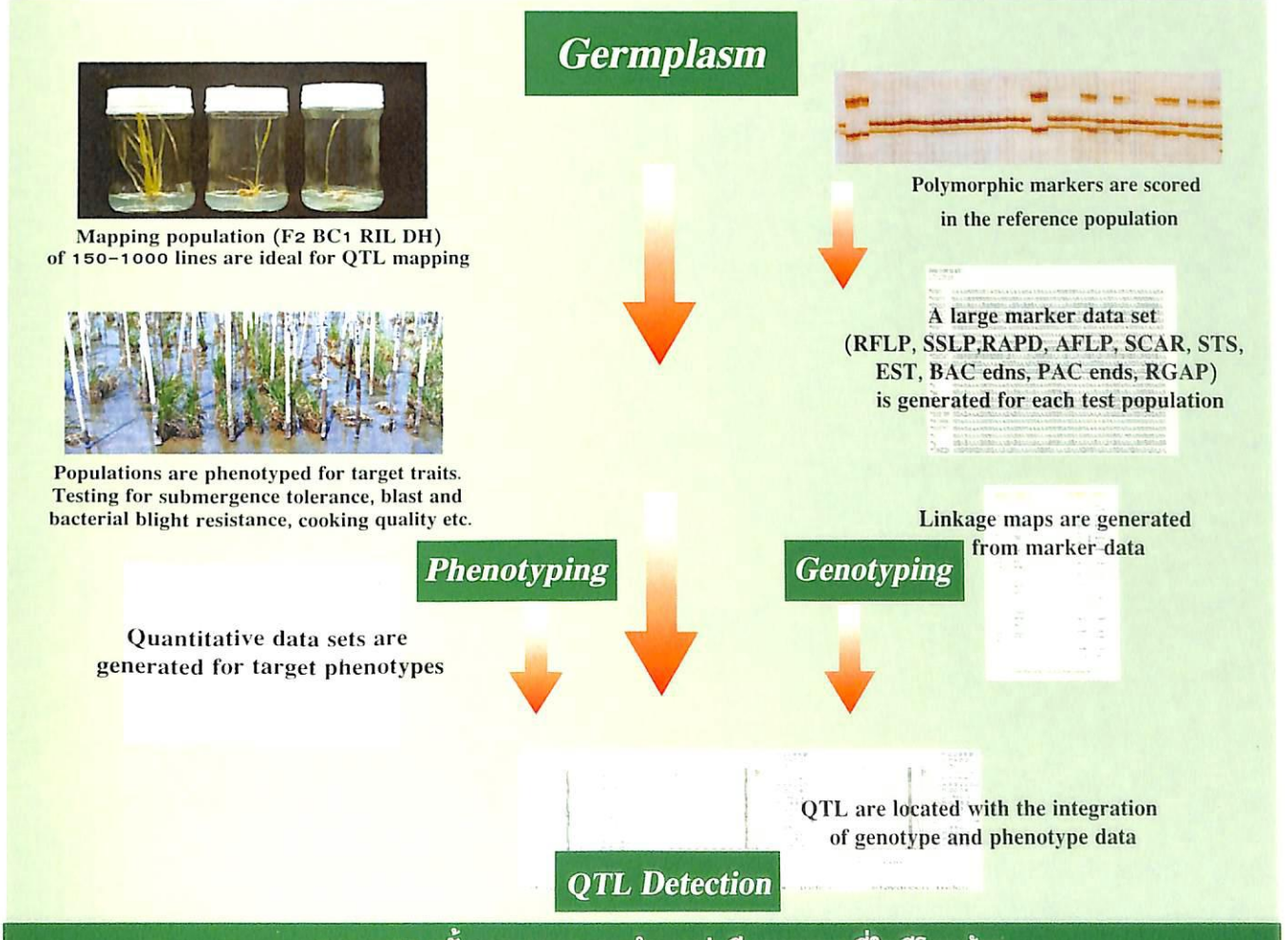
การวางตำแหน่งของยีนเป็นวิธีการหนึ่งในการหาความสัมพันธ์ระหว่างเครื่องหมายโมเลกุลและลักษณะที่สำคัญทางเศรษฐกิจโดยใช้หลักการของการวิเคราะห์ตำแหน่งของยีนควบคุมลักษณะปริมาณ ซึ่งสามารถบอกถึงจำนวน ตำแหน่งและผลกระทบของแต่ละยีนที่ควบคุมลักษณะนั้นๆ ได้ ในการวางตำแหน่งของยีนบนแผนที่จีโนมนั้นจำเป็นต้องอาศัยองค์ประกอบ ๓ ประการคือ

ก. ประชากรที่มีการกระจายตัวที่เกิดจากลูกผสมเดี่ยว

ข. ข้อมูลของเครื่องหมายโมเลกุลที่กระจายตัวครอบคลุมทั้งจีโนมของแต่ละต้นในประชากร

ค. ข้อมูลของลักษณะที่แสดงออกของแต่ละต้นในประชากร

ข้อมูลเหล่านี้จะถูกนำมาวิเคราะห์โดยอาศัยหลักการทางพันธุศาสตร์และสถิติในการทดสอบความสัมพันธ์ของเครื่องหมายโมเลกุลที่กระจายตัวครอบคลุมทั้งจีโนมกับลักษณะที่แสดงออก ค่าขอบเขตทางสถิติจะเป็นตัวชี้ความสัมพันธ์ของตำแหน่งของยีนบนจีโนมที่กำหนดลักษณะนั้นๆ และยังบอกถึงผลกระทบของยีนนั้นๆ ต่อลักษณะที่แสดงออก

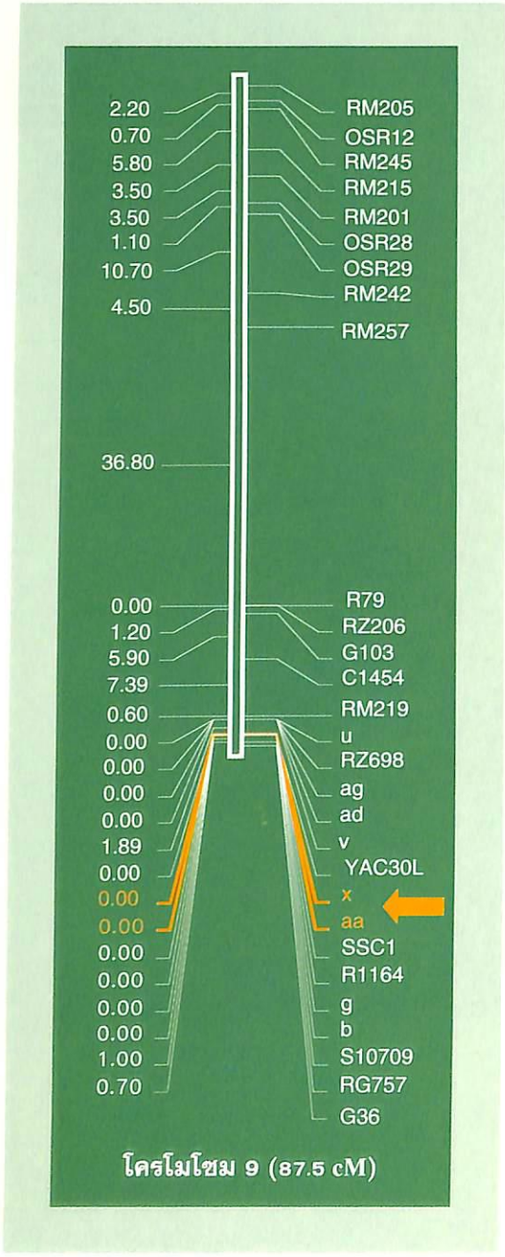


ภาพแสดงขั้นตอนการวางตำแหน่งยีนบนแผนที่ในจีโนมข้าว

ยีนควบคุมความทนทานต่อน้ำท่วมขัง บนโครโมโซม ๙ ของข้าว

อุทกภัยเป็นภัยธรรมชาติที่ก่อให้เกิดความเสียหายเป็นอย่างมากแก่พืชผลของเกษตรกรไทย ๗๐% ของพื้นที่ปลูกข้าวเป็นเขตเกษตรน้ำฝน ซึ่งกว่า๗๕%ของพื้นที่เหล่านี้มีความเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมอย่างเฉียบพลัน โดยเฉพาะในฤดูปลูกข้าว การพัฒนาพันธุ์ข้าวต้นเตี้ยผลผลิตสูงจะเป็นการเพิ่มความเสี่ยงต่อความเสียหายอันเนื่องจากน้ำท่วม ดังนั้นจึงจำเป็นจะต้องพัฒนาความสามารถในการทนต่อสภาพน้ำท่วมขังควบคู่ไปด้วย ข้าวพันธุ์พื้นเมืองของไทยหลายพันธุ์สามารถหลีกเลี่ยงความเสียหายจากน้ำท่วมโดยการยืดตัว แต่เมื่อน้ำลดข้าวพันธุ์เหล่านี้จะประสบปัญหาเกี่ยวกับการหักล้มของลำต้นซึ่งจะกระทบกับการฟื้นตัวของต้นข้าวในภายหลัง

สำหรับพันธุ์ข้าวพื้นเมืองทนน้ำท่วมจากอินเดียนั้น มีคุณสมบัติพิเศษคือ ไม่ยืดตัวเมื่อถูกน้ำท่วมแต่สามารถจะรอดชีวิตได้ถึงแม้จะจมอยู่ใต้น้ำถึง ๑๕ วันก็ตาม ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมและลักษณะทางสรีรวิทยาของการตอบสนองน้ำท่วมขังของพันธุ์ข้าวเหล่านี้ยังไม่มีความชัดเจน ดังนั้นจึงได้ศึกษายีนควบคุมลักษณะการตอบสนองต่อน้ำท่วมโดยใช้วิธีวิเคราะห์ตำแหน่งของยีนควบคุมลักษณะปริมาณ ลักษณะการไม่ยืดตัวของต้น การรักษาความเขียวของใบ ความสามารถในการรอดชีวิตมีความสัมพันธ์โดยตรงกับความสามารถในการฟื้นตัวของข้าวหลังน้ำท่วม ซึ่งเป็นลักษณะที่บ่งบอกถึงความทนทานต่อน้ำท่วม มียีนควบคุมอย่างน้อยสามยีน ซึ่งอยู่บนโครโมโซมที่ ๕, ๗ และที่ ๙ ของจีโนม โดยยีนหลักในการตอบสนองต่อน้ำท่วมนั้นอยู่บนโครโมโซม ๙ ระหว่างเครื่องหมายโมเลกุล x และ R1164 เครื่องหมายโมเลกุลตรงบริเวณยีนดังกล่าวนี้สามารถนำไปใช้ในการคัดเลือกพันธุ์ข้าวให้ทนทานต่อน้ำท่วมขังในโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวของไทยได้อย่างมีประสิทธิภาพ



ภาพแสดงแผนที่พันธุกรรมของยีนควบคุมความทนทานต่อสภาพน้ำท่วมขังของข้าวบนโครโมโซม ๙ ณ บริเวณตีเอ็นเอเครื่องหมาย x และ aa ที่ได้จากการทดสอบในประชากรกระจายตัว(recombinant inbred line) จำนวน ๑๗๒ สายพันธุ์ ของคู่ผสมระหว่างพันธุ์ที่ทนทาน(FR13A) กับพันธุ์ที่อ่อนแอ CT6241 ต่อสภาพน้ำท่วมขัง

ยีนควบคุมความต้านทานโรคใบไหม้ (leaf blast) และไหม้คอรวง (neck blast) ในข้าว

โรคใบไหม้นั้นเป็นโรคที่สำคัญที่พบระบาดในพื้นที่ปลูกข้าวทั่วทุกภาคของประเทศโดยเฉพาะทางภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ข้าวหอมพันธุ์*ขาวดอกมะลิ ๑๐๕* นั้นอ่อนแอต่อโรคนี้เป็นอย่างมาก โดยเฉพาะโรคไหม้คอรวงที่ระบาดอย่างรุนแรงในปี พ.ศ. ๒๕๓๕ ที่ทำความเสียหายแก่พื้นที่ปลูกข้าวนับล้านไร่ การปรับปรุงพันธุ์ข้าวต้านทานต่อโรคไหม้ที่ผ่านมานั้นประสบปัญหาเป็นอย่างมาก ทั้งนี้เนื่องจากความหลากหลายของเชื้อสาเหตุของโรค การปรับปรุงพันธุ์เพื่อให้ได้พันธุ์ที่มียีนต้านทานแบบยั่งยืน (durable resistance) โดยที่เชื้อโรคไม่สามารถพัฒนาตนเองเข้าทำลายพันธุ์ข้าวเหล่านั้นได้จึงเป็นเป้าหมายอันสำคัญ ยีนควบคุมความต้านทานโรคไหม้ที่มีผลครอบคลุมชนิดของเชื้ออย่างกว้างขวาง (broad-spectrum resistance) นั้นจึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจ สามารถนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ ซึ่งยีนที่ควบคุมลักษณะดังกล่าว รวมทั้งยีนต้านทานต่อโรคไหม้คอรวงนั้นยังไม่มีผู้ศึกษาอย่างจริงจัง ดังนั้น จึงได้ศึกษาเพื่อสืบหายีนดังกล่าว โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ตำแหน่งของยีนควบคุมลักษณะปริมาณ เพื่อทำการหาจำนวน ตำแหน่งและผลกระทบของยีน พบว่ายีนควบคุมความต้านทานโรคไหม้มีตำแหน่งอยู่บนโครโมโซมที่ ๗ และ ๙ สำหรับโรคไหม้คอรวงนั้นอยู่บนโครโมโซมที่ ๔, ๕, ๖ และ ๑๑ นอกจากนี้ยังพบว่าการทำงานของยีนในแต่ละตำแหน่งมีความเกี่ยวพันกันการค้นพบดังกล่าวและเครื่องหมายโมเลกุลที่มีตำแหน่งอยู่ใกล้ยีนจุดประกายความหวังของการปรับปรุงพันธุ์ข้าวหอมให้มีความต้านทานต่อโรคไหม้ ซึ่งในระยะเวลาอันใกล้นี้คาดว่าจะมีพันธุ์ข้าวต้านทานโรคไหม้อย่างยั่งยืนให้เกษตรกรปลูกอย่างแพร่หลาย ซึ่งจะเป็นการเพิ่มผลผลิตของข้าวหอมในขณะที่ต้นทุนการผลิตลดลง

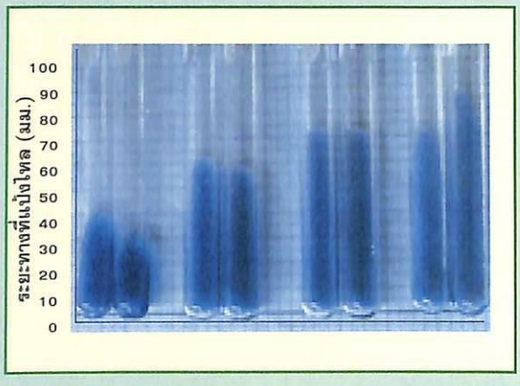
ภาพแสดงโรคใบไหม้ในข้าว (leaf blast)

ภาพแสดงโรคไหม้คอรวงในข้าว (neck blast)

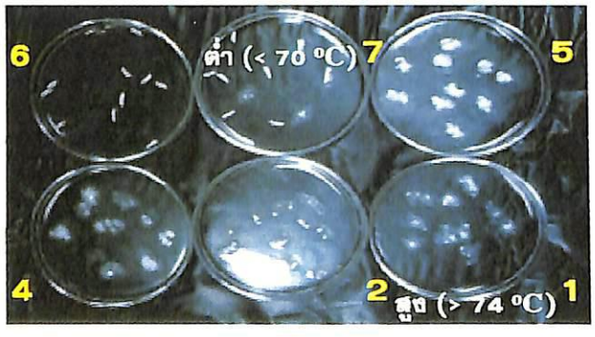
ยีนควบคุมคุณภาพหุงต้มและความหอมในข้าว*ขาวดอกมะลิ ๑๐๕*

ข้าวขาวดอกมะลิ ๑๐๕ เป็นข้าวที่ได้ชื่อว่ามีคุณภาพดีที่สุดในโลก ทั้งนี้นอกจากจะมีคุณภาพหุงต้มที่ดี เนื้อข้าวสุกนิ่มนวลน่ารับประทานแล้ว ยังมีความหอมที่ชวนให้ประทับใจอีกด้วยในเวลารับประทานหรือหุงต้ม ลักษณะทางชีวเคมีหลายประการเช่นปริมาณอะไมโลส ความคงตัวของแป้งสุก และอุณหภูมิที่แป้งสุก เป็นตัวกำหนดคุณภาพในการหุงต้ม สำหรับคนไทยโดยทั่วไปแล้วนั้นนิยมข้าวที่นุ่มและหุงขึ้นหม้อ ดังนั้นพันธุ์ข้าวที่จะเป็นที่นิยมจึงต้องมีลักษณะทางชีวเคมีดังนี้ คือ มีระดับปริมาณอะไมโลสปานกลางถึงต่ำ มีความคงตัวของแป้งสุก ปานกลางถึงสูง และมีอุณหภูมิที่แป้งสุกในระดับปานกลาง ทั้งหมดนี้เป็นคุณสมบัติของข้าวพันธุ์*ขาวดอกมะลิ ๑๐๕*

การสืบหายีนที่ควบคุมลักษณะคุณภาพหุงต้มและความหอมในข้าว*ขาวดอกมะลิ ๑๐๕* นั้นเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวของไทยในอนาคต ดังนั้นจึงใช้วิธีการวิเคราะห์ตำแหน่งของยีนควบคุมลักษณะปริมาณ เพื่อทำการหาจำนวน ตำแหน่งและผลกระทบของยีนที่ควบคุมลักษณะดังกล่าว พบว่ามีอย่างน้อย ๔ ยีนควบคุมลักษณะปริมาณอะไมโลส ซึ่งยีนเหล่านี้อยู่บนโครโมโซมที่ ๓, ๔, ๖ และ ๗ ในขณะที่ลักษณะของความคงตัวของแป้งสุก ถูกควบคุมด้วยยีนอย่างน้อย ๓ ชนิด ซึ่ง ๒ ยีนอยู่บนโครโมโซมที่ ๖ ส่วนอีกยีนหนึ่งอยู่บนโครโมโซมที่ ๗ ยีนหลักที่ควบคุมลักษณะทั้งสองนี้อยู่บนตำแหน่งของ waxy ยีน สำหรับลักษณะอุณหภูมิที่แป้งสุกนั้นถูกควบคุมด้วยยีนอย่างน้อย ๒ ยีน บนโครโมโซม ๒ และ ๖ ซึ่งยีนหลักบนโครโมโซมที่ ๖ นั้นมีตำแหน่งต่างไปจากตำแหน่งของ waxy ยีน สำหรับยีนควบคุมความหอมนั้นมีตำแหน่งอยู่บนโครโมโซมที่ ๘ จากข้อมูลเบื้องต้นดังกล่าวนี้ทำให้นักปรับปรุงพันธุ์ข้าวมั่นใจได้ว่า สามารถที่จะสร้างพันธุ์ข้าวที่มีความแตกต่างของคุณภาพหุงต้มได้ทุกระดับโดยที่ยังคงรักษาความหอมของข้าวขาวดอกมะลิไว้ได้ เครื่องหมายโมเลกุลที่อยู่ใกล้กับยีนเหล่านั้นสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและย่นระยะเวลาในการคัดเลือกได้



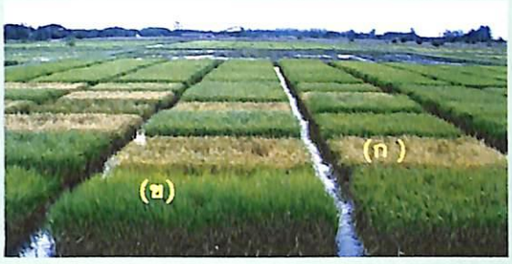
ภาพแสดงการวัดความคงตัวของแป้งสุกโดยดูจากระยะทางการไหลของแป้งสุก ข้าวที่มีความคงตัวของแป้งสุกสูง จะได้ระยะทางที่แป้งไหลมากกว่าข้าวที่มีความคงตัวของแป้งสุกต่ำ



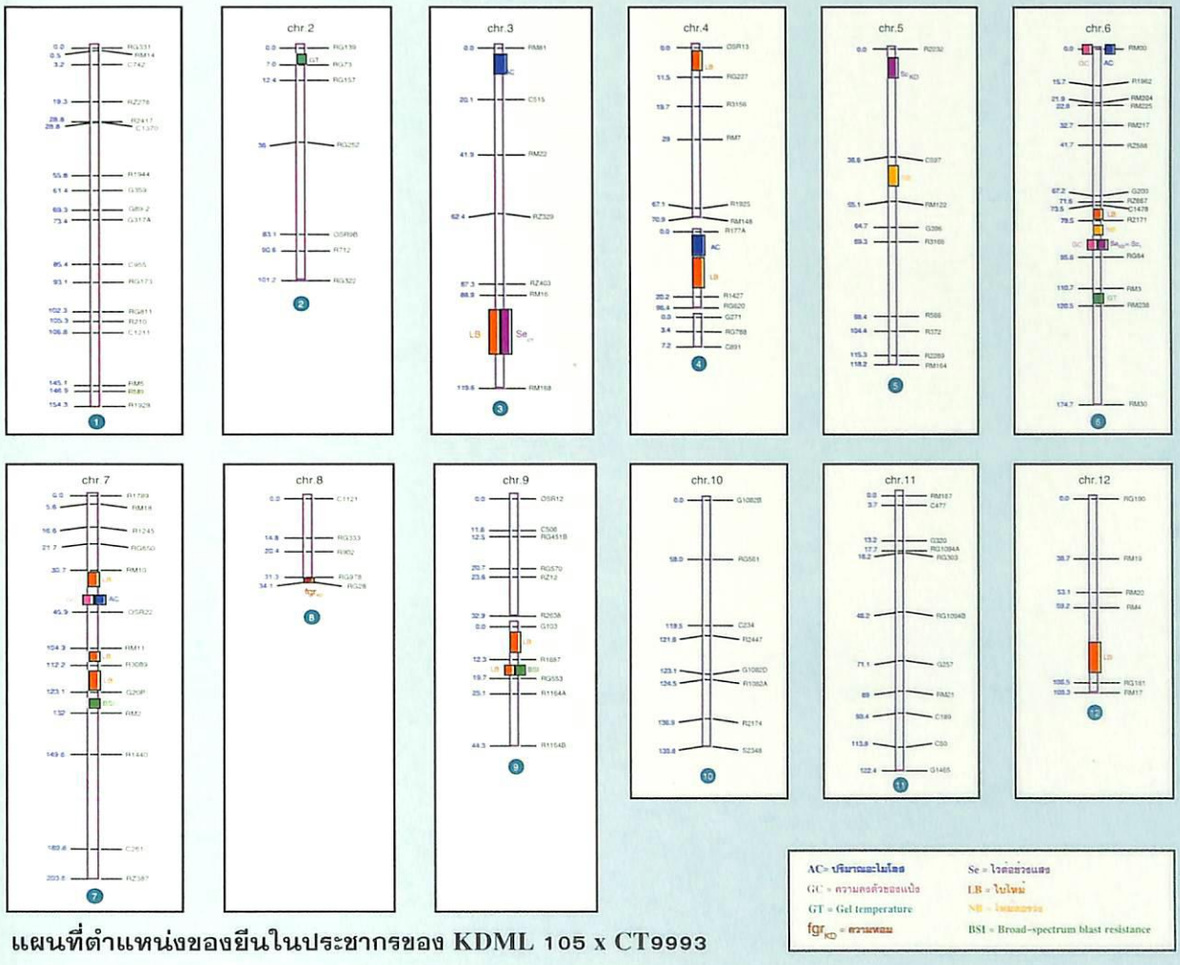
ภาพแสดงการประมาณค่าอุณหภูมิที่ทำให้แป้งสุกโดยดูจากปฏิกิริยาการสลายเมล็ดในด่าง ข้าวที่มีค่าอุณหภูมิแป้งสุกสูงจะมีการสลายเมล็ดในด่างมากกว่าข้าวที่มีค่าอุณหภูมิแป้งสุกต่ำกว่า

ยีนควบคุมการตอบสนองต่อความยาวของช่วงแสง ในข้าว*ขาวดอกมะลิ ๑๐๕* (photoperoid)

ข้าวพื้นเมืองของไทยส่วนใหญ่เป็นข้าวไวแสงซึ่งจะออกดอกในระยะเวลาที่ช่วงแสงสั้น ซึ่งเข้ากับระบบการปลูกข้าวนาปีโดยอาศัยน้ำฝนเป็นอย่างมาก สำหรับในเขตชลประทานซึ่งมีน้ำเพียงพอต่อการปลูกข้าวตลอดปี การพัฒนาข้าวพื้นเมืองที่มีคุณภาพดี ไม่ไวแสง จึงเป็นเป้าหมายสำคัญของโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าว การวิเคราะห์ตำแหน่งของยีนควบคุมลักษณะและปริมาณ พบว่ามียีนอย่างน้อย ๓ ชนิดที่อยู่บนโครโมโซมที่ ๓, ๕ และ ๖ ควบคุมความไวต่อช่วงแสงของข้าว สามารถใช้เครื่องหมายโมเลกุลที่อยู่ใกล้กับยีนดังกล่าวช่วยในการคัดเลือกพันธุ์ข้าวไม่ไวแสงได้อย่างมีประสิทธิภาพ



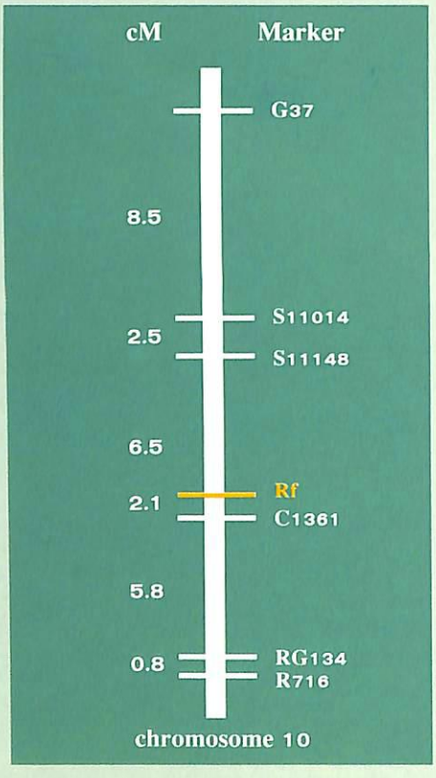
ภาพเปรียบเทียบระหว่างพันธุ์ข้าวที่ตอบสนองต่อความยาวของช่วงแสง (ก) กับข้าวที่ไม่ตอบสนองต่อความยาวของช่วงแสง (ข) ข้าวในแปลง (ก) เมื่อเจริญเติบโตสมบูรณ์ก็จะออกดอกเลย โดยไม่มีผลกระทบจากความยาวของช่วงแสง ส่วนข้าวแปลง (ข) ยังไม่ออกดอกเนื่องจากขณะนั้นยังมีความยาวของช่วงแสงไม่เหมาะสมต่อการกระตุ้นการออกดอก



แผนที่ตำแหน่งของยีนในประชากรของ KDML 105 x CT9993

ยีนควบคุมความสามารถในการแก้ไขความเป็นหมัน อันเนื่องจาก CMS-WA อยู่บนโครโมโซม ๑๐

ยีนควบคุมความสามารถในการแก้ไขความเป็นหมันอันเนื่องจาก CMS-WA นั้นยังไม่มีรายงานที่ละเอียดและแน่นอนถึงจำนวนและตำแหน่งของยีนบนจีโนมข้าว จากข้อมูลการสืบหายีนโดยทดสอบด้วยเครื่องหมายโมเลกุลชนิด RFLP พบว่าเครื่องหมายโมเลกุลที่มีความสัมพันธ์กับยีนดังกล่าวมีตำแหน่งอยู่บนโครโมโซมที่ ๑๐ ดังนั้นเพื่อเป็นการยืนยันจำนวนตำแหน่งและผลกระทบของยีนที่ควบคุมลักษณะดังกล่าว จึงใช้หลักการวิเคราะห์ตำแหน่งของยีนควบคุมลักษณะปริมาณเพื่อศึกษายีนควบคุมความสามารถในการแก้ไขความเป็นหมันอันเนื่องจาก CMS-WA พบว่ายีนควบคุมความสามารถในการแก้ไขความเป็นหมันอันเนื่องจาก CMS-WA นั้นมีอย่างน้อย ๒ ชนิด ซึ่งทั้งสองอยู่บนโครโมโซมที่ ๑๐ ของจีโนมข้าว และทำงานร่วมกันเชิงบวก (additive effect) เครื่องหมายโมเลกุล C1361 นั้นมีตำแหน่งอยู่ใกล้ยีนนี้เป็นอย่างมาก



ภาพแสดงแผนที่พันธุกรรมของยีนควบคุมการแก้ไขความเป็นหมันอันเนื่องจาก CMA-WA (Rf)

การใช้เครื่องหมายโมเลกุลช่วยในการปรับปรุงพันธุ์ข้าว

ประโยชน์ที่สำคัญอย่างยิ่งของเครื่องหมายโมเลกุลในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวคือ การใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการคัดเลือกพันธุ์อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการถ่ายยีนที่สำคัญทางเศรษฐกิจจากพันธุ์หนึ่งไปสู่อีกพันธุ์หนึ่ง การผสมกลับเป็นวิธีการปรับปรุงพันธุ์ที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในการถ่ายทอดยีนเหล่านี้ ซึ่งเครื่องหมายโมเลกุลที่อยู่ใกล้หรืออยู่บนยีนที่ต้องการถ่ายทอดนั้น สามารถเข้ามามีบทบาทที่สำคัญในการเพิ่มความแม่นยำในการคัดเลือก ลดระยะเวลาในการดำเนินการ อีกทั้งยังเป็นการประหยัดงบประมาณโดยสามารถทดแทนการทดสอบในสภาพจริง ซึ่งกระทำได้ยากในบางลักษณะ นอกจากนั้นยังลดการถ่ายทอดยีนที่ไม่ดีซึ่งอยู่ใกล้เคียงกับยีนที่ต้องการลงอีกด้วย ข้อมูลจากการศึกษาตำแหน่งของยีนควบคุมลักษณะปริมาณนั้นเป็นข้อมูลที่สำคัญในการเลือกใช้เครื่องหมายโมเลกุล โดยเครื่องหมายโมเลกุลที่อยู่ใกล้ยีนมากที่สุดสามารถนำมาใช้ช่วยในการคัดเลือกซึ่งประสิทธิภาพของการใช้เครื่องหมายโมเลกุลในการคัดเลือกนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการดังนี้

๑. ความถูกต้องแม่นยำในการวางตำแหน่งยีนโดยใช้หลักการวิเคราะห์ตำแหน่งของยีนควบคุมลักษณะปริมาณ

๒. ระยะห่างระหว่างเครื่องหมายโมเลกุลและยีนที่ทำการถ่ายทอด

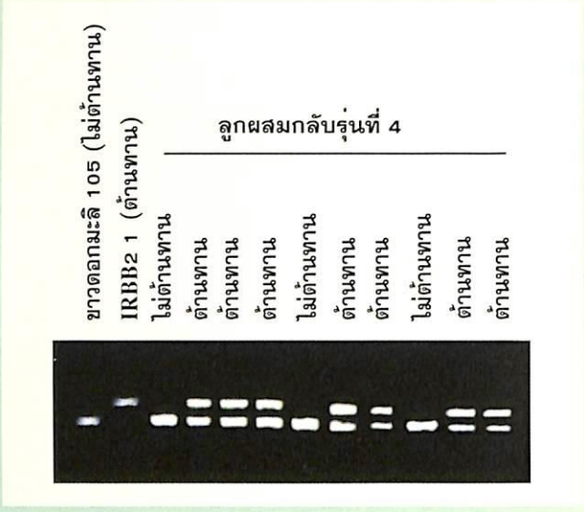
๓. พื้นฐานทางพันธุกรรมของพันธุ์ที่จะได้รับการถ่ายทอดยีน

โครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ร่วมกับศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติได้วางเป้าหมายระยะสั้นในการพัฒนาพันธุ์ข้าวว่า จะทำการพัฒนาพันธุ์ข้าว*ขาวดอกมะลิ ๑๐๕* ให้มีความต้านทานต่อโรคและแมลง และทนทานต่อสภาพเครียดอันเนื่องจากสภาพแวดล้อม อีกทั้งไม่ไวต่อช่วงแสงและผลผลิตสูง โดยคงไว้ซึ่งคุณภาพในการหุงต้มและความหอม ซึ่งทางโครงการจะได้นำข้อมูลจากการวิเคราะห์ตำแหน่งของยีนควบคุมลักษณะปริมาณดังกล่าวมาใช้ประโยชน์

พันธุ์ข้าวเจ้าหอมนิล

การพัฒนาพันธุ์ข้าว*ขาวดอกมะลิ ๑๐๕* ให้ต้านทานต่อโรคขอบใบแห้ง

ยีน Xa21 ซึ่งเป็นยีนควบคุมความต้านทานต่อโรคไหม้อันเกิดจากเชื้อแบคทีเรียได้อย่างกว้างขวางนั้นได้ถูกค้นพบและศึกษาอย่างละเอียดจนทราบถึงลำดับเบสของยีนเหล่านั้น เครื่องหมายโมเลกุลของยีนนี้ได้ถูกสร้างขึ้นเพื่อจะนำมาใช้ในการถ่ายทอดยีน Xa21 ไปยังข้าวพันธุ์*ขาวดอกมะลิ ๑๐๕* โดยใช้วิธีผสมกลับ จำนวน ๔ ครั้ง ลูกผสมกลับชั่วที่ ๔ ของข้าว*ขาวดอกมะลิ ๑๐๕*จำนวน ๔๒ ต้นนั้น มียีนแสดงความต้านทานต่อเชื้อสายพันธุ์ฉะเชิงเทราซึ่งเป็นเชื้อที่มีความรุนแรงที่สุดสายพันธุ์หนึ่ง อีกทั้งยังมีความคล้ายคลึงกับพันธุ์ข้าว*ขาวดอกมะลิ ๑๐๕* มากกว่าร้อยละ ๘๐ อีกด้วย

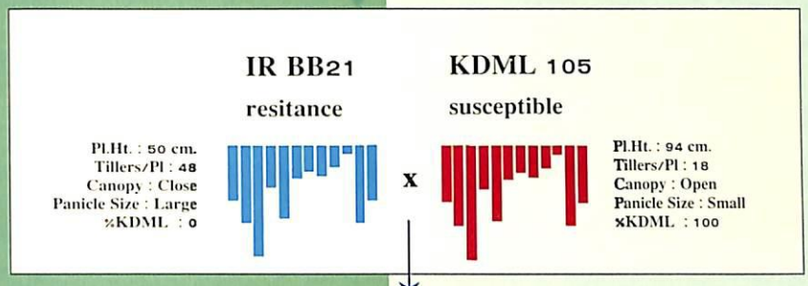


ภาพแสดงแถบดีเอ็นเอที่ได้จากเครื่องหมายดีเอ็นเอของ ยีน Xa-21 ที่สัมพันธ์กับลักษณะต้านทานและไม่ต้านทานในลูกผสมกลับระหว่าง KDML105 และ IRBB21 ในรุ่นผสมกลับ BC_4F_1

ลักษณะต้นที่ต้านทานโรคขอบใบแห้ง

ลักษณะต้นที่ไม่ต้านทานโรคขอบใบแห้ง

Bacterial Leaf Blight (BLB) Xa-21



F_1 x KDML 105

BC_1F_1 x KDML 105

Marker genotyping

Line selection

BC_2F_1 x KDML 105

Marker genotyping

Line selection

BC_3F_1 x KDML 105

Marker genotyping

Line selection

BC_4F_1 x KDML 105

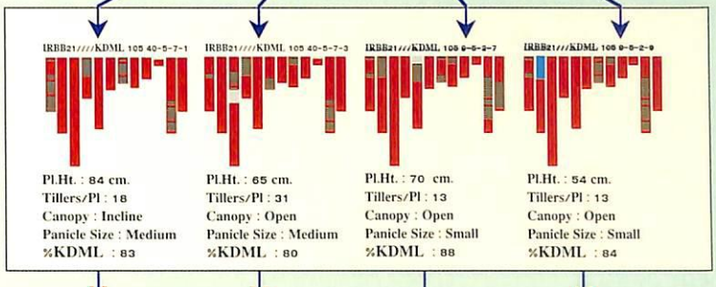
BC_2F_2

Field evaluation

BC_4F_2

Field evaluation

NIL



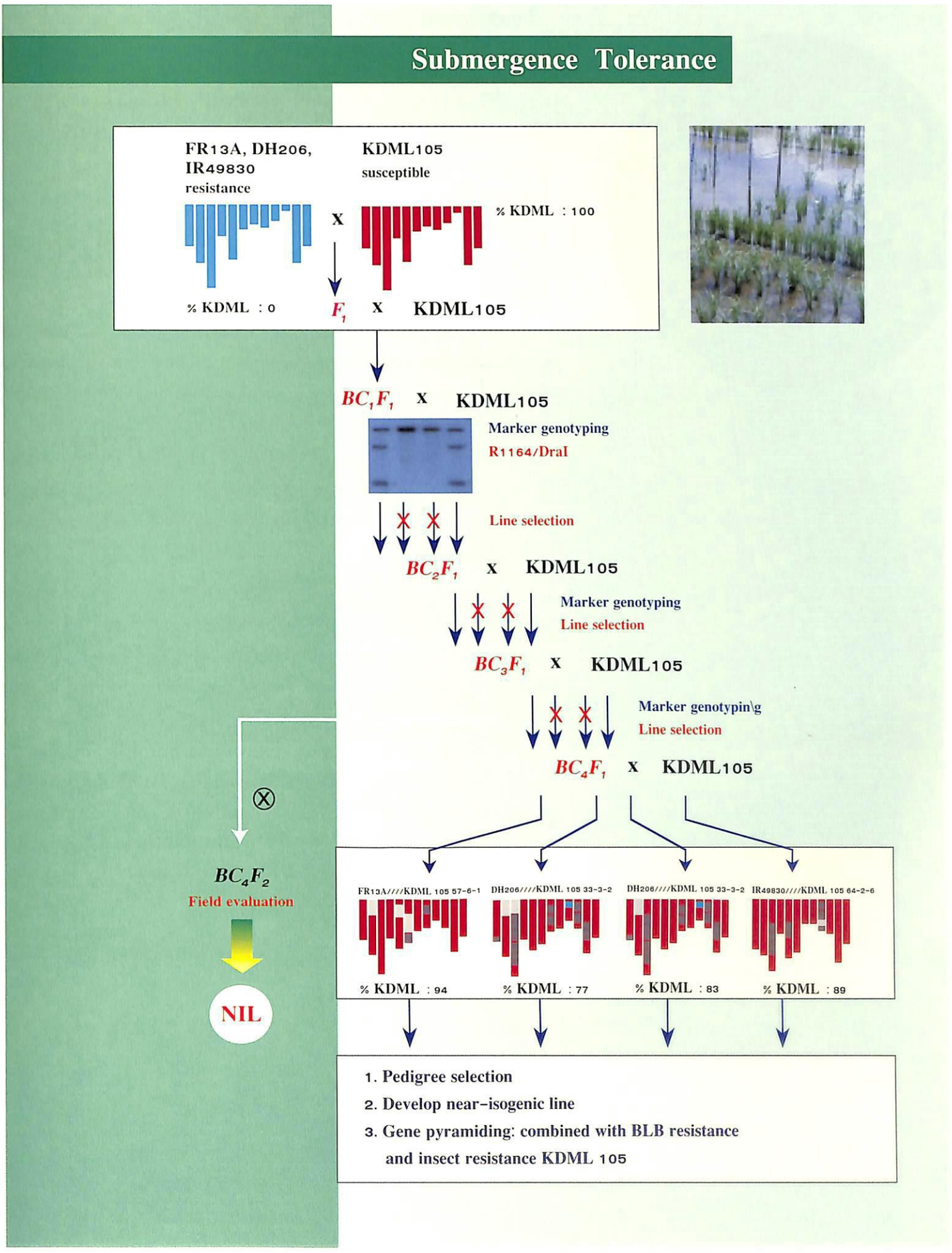
1. Pedigree selection
2. Develop near-isogenic line
3. Gene pyramiding : combined with insect resistance and submergene tolerance KDML 105

การพัฒนาพันธุ์ข้าว*ขาวดอกมะลิ ๑๐๕* ให้ทนทานต่อสภาพน้ำท่วมขัง

ยีนควบคุมความทนทานต่อสภาพน้ำท่วมขังที่ถูกค้นพบบนโครโมโซม ๙ นั้นถูกนำมาถ่ายทอดไปสู่ข้าว*ขาวดอกมะลิ ๑๐๕* โดยวิธีผสมกลับ (backcrossing) เครื่องหมายโมเลกุล x และ R1164 ที่อยู่บริเวณใกล้กับยีนดังกล่าว ถูกนำมาใช้คัดเลือกลูกผสมกลับชั่วที่ ๔ พบว่าลูกผสมกลับของข้าว*ขาวดอกมะลิ ๑๐๕* มียีนทนทานต่อน้ำท่วมขังอยู่ และมีพันธุกรรมอื่นๆ คล้ายคลึงกับพันธุ์ข้าว*ขาวดอกมะลิ ๑๐๕* ถึงร้อยละ ๘๓-๙๔ อีกด้วย อย่างไรก็ตาม ทางโครงการกำลังทดสอบลักษณะดังกล่าวในแปลงปลูกจริงหลังจากนั้นนำลูกผสมกลับที่มีพื้นฐานทางพันธุกรรมใกล้เคียงกับ*ขาวดอกมะลิ ๑๐๕* และมีลักษณะทนทานต่อสภาพน้ำท่วมขังที่ได้ไปผสมกับลูกผสมกลับที่มีพื้นฐานทางพันธุกรรมใกล้เคียงกับ*ขาวดอกมะลิ ๑๐๕* และมีลักษณะต้านทานต่อโรคขอบใบแห้ง

ภาพแสดงต้นข้าวก่อนที่จะทำการทดสอบความทนทานต่อสภาพน้ำท่วมขัง

Submergence Tolerance



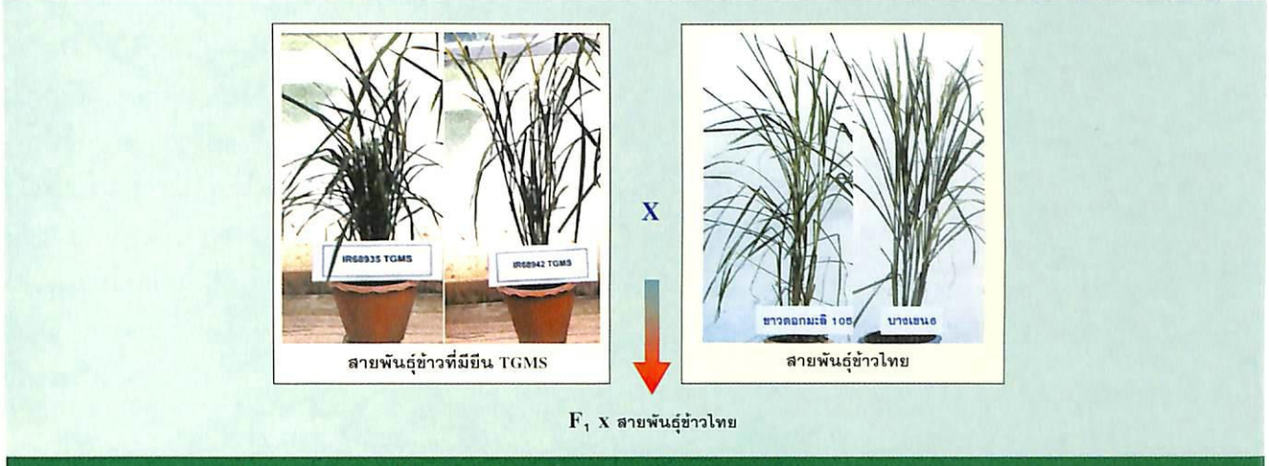
ข้าวลูกผสม

ความสำเร็จของการผลิตข้าวลูกผสมในประเทศจีน ทำให้ทุกๆ ปี ประเทศจีนสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตของข้าวเพิ่มขึ้นเพียงพอจนสามารถเลี้ยงประชากรได้ เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์ข้าวที่ใช้ปลูกกันดั้งเดิม ข้าวลูกผสมมีความได้เปรียบกว่าพันธุ์บริสุทธิ์ (พันธุ์แท้) ไม่เพียงแต่ทางด้านผลผลิตเท่านั้น แต่ยังรวมไปถึงความทนทานต่อโรคหรือสภาพแวดล้อมที่กระทบต่อการผลิตข้าวต่างๆ อีกด้วย ความสามารถในการปรับตัวต่อสภาพแล้งก็เป็นลักษณะที่สำคัญอย่างหนึ่งที่ประเทศจีนได้คิดค้นผลิตข้าวลูกผสมให้ทนทานต่อสภาพนี้ขึ้นมา

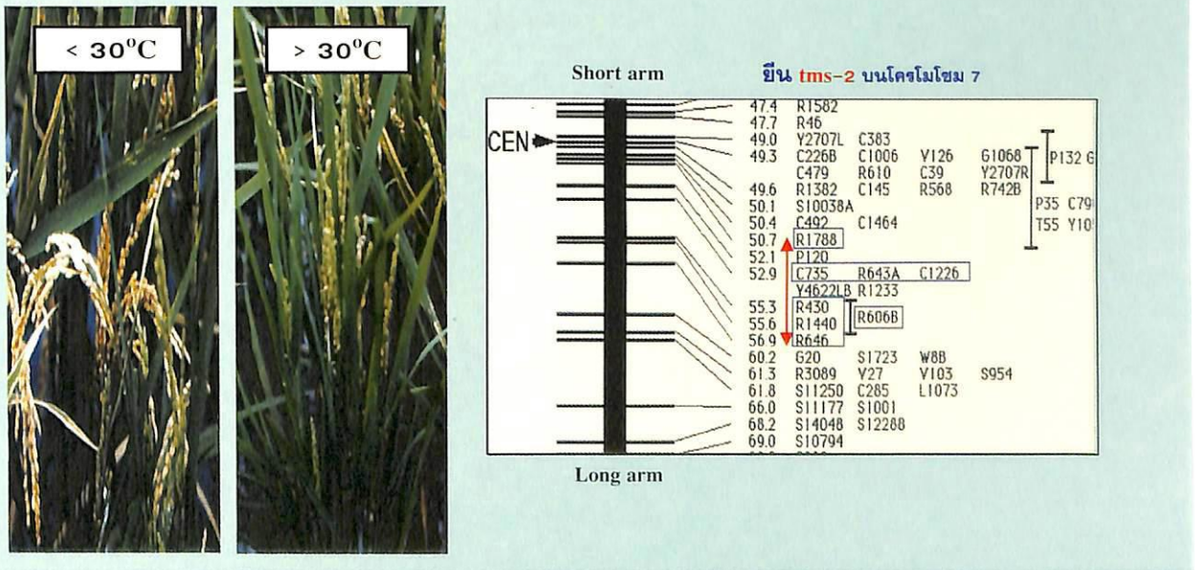
ประเทศไทยเป็นผู้ส่งออกข้าวอันดับหนึ่งของโลก แต่พบว่ามีผลผลิตเฉลี่ยต่ำสุดเพียงประมาณ ๒ ตันต่อเฮกเตอร์เท่านั้น โดยเฉพาะพื้นที่ภาคอีสาน ซึ่งเป็นพื้นที่ปลูกข้าวนาน้ำฝน พบว่าชาวนาในบริเวณนี้มีฐานะยากจนที่สุด มีการปลูกข้าวหอมโดยวิธีปักดำ ดังนั้นความจำเป็นที่จะต้องใช้พันธุ์ที่มีความสามารถในการปรับตัวได้ดีต่อสภาพความเครียดต่างๆ อาทิ ความแล้ง ดินเค็ม สภาพน้ำท่วมขัง และสภาพพื้นที่ดินที่ไม่อุดมสมบูรณ์ การนำข้าวลูกผสมมาใช้อาจจะเป็นวิธีหนึ่งที่จะสามารถแก้ปัญหาเหล่านี้ได้

การผลิตข้าวลูกผสมสามารถทำได้ ๓ วิธีคือ การใช้ไซโตพลาสซึมเป็นตัวควบคุมความเป็นหมัน (CMS) การใช้สภาพแวดล้อมเป็นตัวควบคุม (EGMS) และสุดท้ายคือการใช้สารเคมีเป็นตัวควบคุม วิธี CMS เป็นวิธีที่ใช้กันมากที่สุด วิธีนี้ต้องการพันธุ์ต่างๆ ในขบวนการผลิต ๓ พันธุ์ด้วยกัน คือ ๑. พันธุ์ที่มีลักษณะของไซโตพลาสซึมที่เป็นหมัน (A) ๒. พันธุ์ไซโตพลาสซึมปกติ (B) แต่มีพันธุกรรมเหมือนหรือใกล้เคียงกับพันธุ์ A และ ๓. พันธุ์ที่มียีนที่ควบคุมความเป็นหมัน (R) การผลิตเมล็ดข้าวลูกผสมทำโดยนำสายพันธุ์ A ที่มีลักษณะเพศผู้เป็นหมันมาผสมกับพันธุ์ R สายพันธุ์ R จะมียีนตัวหนึ่งซึ่งแก้ความเป็นหมันของสายพันธุ์ A ได้ การจำแนกสายพันธุ์ R เดิมสามารถทำได้โดยการทำ testcross ซึ่งต้องใช้ระยะเวลามากและเสียค่าใช้จ่ายสูง การนำเครื่องหมายโมเลกุลที่วางตัวใกล้กับตำแหน่งของยีน Rf มาใช้จำแนกสายพันธุ์ R เพื่อผลิตข้าวลูกผสมจะทำให้การผลิตข้าวลูกผสมมีประสิทธิภาพมากขึ้น

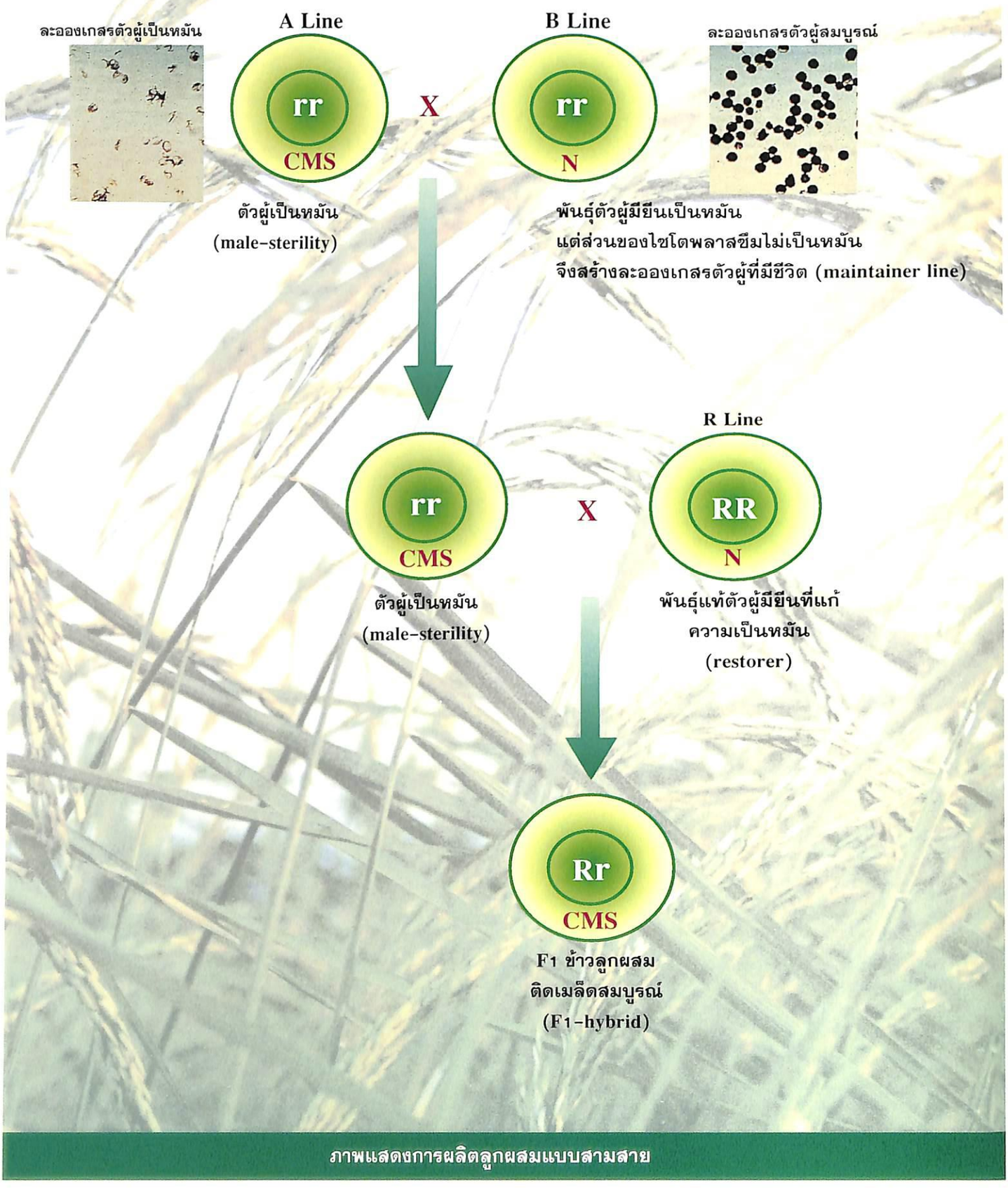
อีกวิธีหนึ่งที่นำมาใช้เพื่อสร้างความเป็นหมันคือการใช้สภาพแวดล้อมเป็นตัวควบคุม (EGMS) พบว่าสภาพแวดล้อมสองปัจจัยมีอิทธิพลที่มีผลต่อความดำรงชีวิตของเกสรตัวผู้ในข้าว อิทธิพลแรกคือช่วงแสง (PGMS) วิธีนี้ต้องการความยาวนานของช่วงแสงที่แน่นอนระดับหนึ่งเพื่อให้เกิดความเป็นหมัน ส่วนใหญ่ต้องการช่วงแสงยาว (มากกว่า ๑๓.๗๕ ชั่วโมงต่อวัน) อิทธิพลที่สองคืออุณหภูมิ (TGMS) วิธีนี้ต้องการอุณหภูมิมากกว่า ๓๐ องศาเซลเซียส เพื่อให้เกิดความเป็นหมัน ระบบความเป็นหมันนี้ถูกควบคุมโดยยีนด้อยยีนหนึ่ง วิธีนี้นิยมใช้กันมากในเขตร้อน เพราะมีความแปรปรวนของอุณหภูมิในแต่ละฤดู ปัจจุบันนี้มีการถ่ายทอดยีน TGMS เข้าไปสู่ข้าวไทยที่คุณภาพสูงโดยใช้วิธีการผสมกลับ (backcross) โดยนำเครื่องหมายโมเลกุลมาช่วยในการคัดเลือก (marker-aided selection)



ภาพแสดงการสร้างสายพันธุ์ข้าว TGMS โดยถ่ายทอดผ่านกระบวนการผสมกลับมายังสายพันธุ์ข้าวไทย



ภาพแสดงข้าวพันธุ์ Norin PL 12 ที่อุณหภูมิ < ๓๐ องศาเซลเซียส จะสามารถติดเมล็ด หากอุณหภูมิ >๓๐ องศาเซลเซียส เมล็ดจะเป็นหมัน ซึ่งถูกควบคุมด้วย ยีน tms-2 บนโครโมโซม



ภาพแสดงการผลิตลูกผสมแบบสามสาย

การผลิตข้าวสายพันธุ์แท้โดยวิธีการเพาะเลี้ยงอับละอองเรณู (Double Haploid Line Produciton *via* Anther Culture)

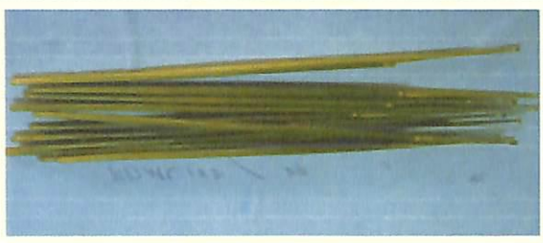
การปรับปรุงพันธุ์ข้าวโดยวิธีคลาสสิกหรือวิธีดั้งเดิม (conventional breeding) นั้นอาศัยวิธีการบังคับให้มีการผสมตัวเองประมาณ ๖-๗ ชั่วอายุ (generation) สายพันธุ์ข้าวที่เลือกไว้ก็จะเข้าสู่สายพันธุ์แท้ (pure line) คือ มีลักษณะคงตัวทางพันธุกรรม ซึ่งลักษณะส่วนใหญ่จะไม่มีการกระจายตัวอีกเมื่อนำไปปลูกขยายต่อไปปัจจุบันมีการนำเอาเทคนิคทางเทคโนโลยีชีวภาพเข้ามามีส่วนช่วยเพิ่มศักยภาพในการปรับปรุงพันธุ์พืชมากยิ่งขึ้น การสร้างประชากร double haploid โดยวิธีการเพาะเลี้ยงอับละอองเรณูเป็นวิธีหนึ่งที่นำมาใช้เพิ่มประสิทธิภาพในการปรับปรุงพันธุ์ข้าว เนื่องจากทำให้สามารถปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมในเซลล์ที่กำลังเพาะเลี้ยงได้ เป็นผลให้สามารถสร้างสายพันธุ์ใหม่ที่เป็นพันธุ์แท้ ๑๐๐% (homozygous 100%) ซึ่งนอกจากต้น double haploid ที่พัฒนาจากวิธีการเพาะเลี้ยงอับละอองเรณูจะถูกใช้เป็นพันธุ์พ่อแม่ วิธีนี้ยังมีประโยชน์ในการปรับปรุงพันธุ์โดยการคัดเลือกลักษณะที่สำคัญในห้องทดลอง (*in vitro* selection) รวมถึงประชากรของการเพาะเลี้ยงอับละอองเรณูจากลูกผสมรุ่น F1 ที่มีลักษณะการกระจายตัวโดยสุ่ม (random segregating population) นั้นยังสามารถนำไปใช้ในการทำแผนที่จีโนมได้อย่างมีประสิทธิภาพอีกด้วย

การเพาะเลี้ยงอับละอองเรณู (Anther Culture)

การเพาะเลี้ยงอับละอองเรณูคือ การนำเอาอับละอองเรณูที่ยังไม่เจริญเต็มที่ (immature anther) ซึ่งภายในบรรจุเซลล์ที่จะแบ่งตัวให้ละอองเรณู (microspore mother cell) ที่อยู่ในระยะที่มี ๑ นิวเคลียส (uninucleate) มาทำการเพาะเลี้ยงในอาหารสังเคราะห์ จนกระทั่งละอองเรณูเกิดการพัฒนาเป็นต้นสมบูรณ์ โดยต้นที่พัฒนาได้จากการเพาะเลี้ยงอับละอองเรณูนี้จะเป็นต้นที่มีชุดโครโมโซม ๒ ชุดที่เหมือนกันเนื่องจากเกิดการชักนำให้เกิดการเพิ่มชุดของโครโมโซม หรือเกิด double haploid ตามธรรมชาติ เรียกว่า spontaneous double haploid เองได้ ขึ้นกับสภาพของการเพาะเลี้ยงหรืออาจเกิดเป็นต้นซึ่งมีชุดโครโมโซมเป็น n เดียว ที่เรียกว่า haploid plant ซึ่งสามารถเพิ่มโครโมโซมให้เป็น ๒ ชุดได้ โดยใช้สารพวก colchicine ก็เป็นวิธีที่ชักนำให้เกิดต้นที่เป็นสายพันธุ์แท้ ๑๐๐% ได้อีกวิธีหนึ่ง

ตามปกติแล้วการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อของพืชทุกชนิดมีโอกาสที่จะเกิดการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมได้ ซึ่งในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อซึ่งมีลักษณะเป็นเซลล์ร่างกาย (somatic cell) ที่มี 2n นั้นจะเรียกการกลายพันธุ์ที่มีการถ่ายทอดไปสู่ชั่วลูกหลานได้ว่า somaclonal variation แต่การ

▲ *การพัฒนาของแคลลัสจากอับละอองเรณูในอาหารชักนำให้เกิดแคลลัส*



การคัดเลือกช่อดอก
(panicle selection)

การเพาะเลี้ยงอับละอองเรณู
(anther inoculation)

การชักนำให้เกิดแคลลัส
(callus induction)

การพัฒนาเป็นจุดเขียว
(green spot development)

จุดเขียวเริ่มพัฒนาเป็นต้นอ่อน
(plantlet development)

นำเอาละอองเรณูซึ่งเป็นเซลล์สืบพันธุ์ (gamete cell) มาเพาะเลี้ยงนั้นไม่ว่าจะสามารถเพิ่มจำนวนชุดโครโมโซมหรือไม่ก็ตาม อาจได้พืชที่มีลักษณะแตกต่างจากต้นแม่ (donor plant) ทั้งที่เป็นสายพันธุ์แท้ ซึ่งเป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมในเซลล์สืบพันธุ์ เรียกว่า gametoclonal variation และด้วยวิธีการเพาะเลี้ยงอับละอองเรณูนี้ทำให้สามารถปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงยีนในเซลล์ที่กำลังเพาะเลี้ยงได้ ซึ่งอาจเป็นผลให้สร้างสายพันธุ์แท้พันธุ์ใหม่ที่มีลักษณะดีขึ้น หรือใช้เป็นพ่อแม่เพื่อการปรับปรุงพันธุ์ใหม่ต่อไป

จากลักษณะดังกล่าวข้างต้นสรุปได้ว่าประโยชน์ของการเพาะเลี้ยงอับละอองเรณูนั้นเป็นวิธีที่ประหยัดต้นทุน พื้นที่ทำการทดลองและเวลาในการสร้างสายพันธุ์แท้ให้น้อยลง ซึ่งปกติแล้วการทำให้สายพันธุ์ข้าวเข้าสู่สายพันธุ์แท้ใช้เวลานานประมาณ ๖-๗ ปีในการผสมตัวเอง แต่วิธีนี้สามารถลดเวลาในการสร้างสายพันธุ์แท้โดยใช้เวลาเพียง ๑-๒ ปีเท่านั้น อีกทั้งยังเป็นวิธีที่สร้างสายพันธุ์แท้ที่มีลักษณะทางพันธุกรรมที่แตกต่างกัน เหมาะสำหรับนำไปใช้เป็นพันธุ์พ่อแม่ในโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวและเป็นประชากรที่เหมาะสมกับการทำแผนที่จีโนม รวมถึงเพิ่มประสิทธิภาพในการปรับปรุงพันธุ์ข้าว เมื่อใช้การคัดเลือกในระดับห้องทดลอง (*in vitro* selection) เข้าไปช่วยในการคัดเลือก

ปัจจัยที่มีผลต่อการเพาะเลี้ยงอับละอองเรณู

ปัจจัยภายใน (Endogenous Factor)

การตอบสนองต่อการเพาะเลี้ยงอับละอองเรณูนั้นขึ้นกับอิทธิพลของพันธุกรรม ชนิดของข้าวและสภาพทางสรีระของต้น donor plant โดยความสามารถในการชักนำให้เกิดแคลลัสและการพัฒนาเป็นต้นละอองเรณูจากข้าว *japonica* type จะมีการตอบสนองต่อการเพาะเลี้ยงมากกว่าข้าว *indica* type และในบรรดาข้าว *japonica* ด้วยกันก็มีการตอบสนองต่อการเพาะเลี้ยงในหลายระดับต่างกันอีกด้วย อีกทั้งยังมีอิทธิพลจากแม่ (maternal effect) มาเกี่ยวข้องด้วย ดังนั้นการถ่ายทอดลักษณะการตอบสนองต่อการเพาะเลี้ยงอับละอองเรณูจากข้าว *japonica* มาสู่ข้าว *indica* มีโอกาสเป็นไปได้มาก ซึ่งการตอบสนองต่อการเพาะเลี้ยงอับละอองเรณูจะเพิ่มสูงขึ้นในลูกผสมสลับที่มีฝ่ายแม่ตอบสนองต่อการเพาะเลี้ยงอับละอองเรณู และลดลงในลูกผสมสลับที่มีฝ่ายแม่ไม่ตอบสนองต่อการเพาะเลี้ยง นอกเหนือจากลักษณะทางพันธุกรรมแล้ว ความสมบูรณ์ของต้นตัวอย่าง (fertility of donor plant) ก็มีอิทธิพลต่อการเพาะเลี้ยงอับละอองเรณู ซึ่งในสภาพแวดล้อมในการปลูก เช่น ปริมาณน้ำ อุณหภูมิ โดยเฉพาะอย่างยิ่งความเข้มของแสงที่อยู่ในช่วงการพัฒนาลำต้น(vegetative growth period) ซึ่งส่งผลไปถึงระยะการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ (reproductive period) และส่งผลไปสู่การเพาะเลี้ยงอับละอองเรณู

ปัจจัยภายนอก (Exogenous Factor)

โดยทั่วไปการเพาะเลี้ยงอับละอองเรณู การให้แสงต่อเนื้อเยื่อที่เลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อ เพื่อช่วยกระตุ้นให้เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่างทางสัณฐาน (morphogenesis) มากกว่าให้แสงในการปรุงอาหาร ดังนั้นการบ่มอับละอองเรณูไว้ในที่มืดก่อนทำการเพาะเลี้ยง พบว่าสามารถชักนำให้เกิดแคลลัสได้ดี จนกระทั่งเกิดแคลลัสแล้วจึงย้ายออกมาชักนำให้เป็นต้นในที่มีแสง ส่วนอุณหภูมิก็เป็นปัจจัยหนึ่ง การเพาะเลี้ยงอับละอองเรณูต้องการอุณหภูมิที่เหมาะสม

ปัจจัยทางเทคนิคการเพาะเลี้ยง (Culture Technique)

ในการเพาะเลี้ยงอับละอองเรณู ลักษณะทางกายภาพของอาหาร (physical condition) สูตรอาหาร (medium) รวมถึงสภาพการเพาะเลี้ยง (culture condition) ล้วนมีอิทธิพลต่อการชักนำให้เกิดแคลลัสและการพัฒนาเป็นต้นอย่างยิ่ง การเพาะเลี้ยงอับละอองเรณูในสภาพอาหารแข็งนั้นจะมีการพัฒนาให้แคลลัสได้ดีกว่าที่เลี้ยงในอาหารเหลว แต่การพัฒนาไปเป็นต้นพืชได้ต่ำกว่าที่เลี้ยงในอาหารเหลว แต่กรณีที่เลี้ยงในอาหารเหลวพบว่าอัตราการเจริญของแคลลัสต่ำกว่าเป็นเพราะตัวอย่างพืชจมอยู่ใต้อาหารทำให้เกิดสภาพขาดอากาศ (anaerobic condition) ดังนั้นต้องคำนึงถึงปริมาตรของอากาศในสภาพเพาะเลี้ยงด้วย ปัจจุบันมีการพัฒนาลักษณะทางกายภาพของอาหาร ที่เรียกว่า อาหารสองชั้น (liquid bilayer) เพื่อแก้ปัญหาของทั้งสองสภาพดังกล่าวพบว่า อับละอองเรณูของข้าวถูกชักนำให้เกิดแคลลัสได้ดีกว่าใช้สภาพใดสภาพหนึ่ง

สูตรอาหารเพาะเลี้ยงก็มีความสำคัญเช่นเดียวกันในการเพาะเลี้ยง การพัฒนาของละอองเรณูจะเป็นไปในทิศทางที่เราต้องการหรือไม่ ขึ้นกับอาหารสังเคราะห์ ซึ่งประกอบด้วย ธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง วิตามิน แหล่งพลังงาน (corbon-source) รวมถึงฮอร์โมนพืชบางชนิดที่จำเป็นต่อการพัฒนาทางสรีระและสัณฐาน โดยแต่ละส่วนที่ประกอบเป็นอาหารเพาะเลี้ยงจะต้องมีส่วนประกอบที่เหมาะสมสำหรับข้าวแต่ละพันธุ์หรือแต่ละชนิดด้วย

การเพาะเลี้ยงอับละอองเรณู

๑. ปลูกต้นแม่ (donor plant) ในแปลงทดลองหรือเรือนทดลอง ให้มีสภาพที่สมบูรณ์ที่สุด ซึ่งสภาพนี้จะเป็นแหล่งที่ผลิตอับละอองเรณูที่สมบูรณ์และเหมาะสมกับการเพาะเลี้ยงมากที่สุด

๒. คัดเลือกช่อดอก (panicle) ที่อยู่ในระยะตั้งท้อง (booting stage) ซึ่งละอองเรณู (microspore) ส่วนใหญ่ภายในอับละอองเรณู (anther) อยู่ในระยะ mid uninucleate - late uninucleate โดยใช้เกณฑ์ในการเก็บคือ ระยะห่างระหว่างโคนใบธง (flag leaf) จนถึงโคนใบ

การพัฒนาเป็นต้นสมบูรณ์ (plantlet regeneration)

การปรับสภาพต้นอ่อน (plantlet hardening)

ต้นสมบูรณ์ในสภาพปกติภายนอก

ต้น double haploid และเมล็ดที่สมบูรณ์ในแปลงทดลอง

ที่สอง ประมาณ ๘-๑๐ เซนติเมตร ประกอบด้วยระยะของปลายรวงจะห่างจากโคนใบที่สองประมาณ ๑-๒ เซนติเมตร

๓. นำช่อที่เก็บไว้มาทำความสะอาดด้วยแอลกอฮอร์ แล้วนำไปบ่นด้วยความเย็น (cold pretreatment) ประมาณ ๑๐ องศาเซลเซียส โดยห่อด้วยกระดาษซับ พรมน้ำให้ชุ่ม และเก็บในที่มืดเป็นเวลา ๗ วัน

๔. นำมาตรวจสอบระยะของละอองเรณู (microspore checking) เพื่อคัดเลือกดอกที่บรรจุอับละอองเรณูที่มีละอองเรณูที่เหมาะสมกับการเพาะเลี้ยงซึ่งส่วนใหญ่สีของเปลือกดอกจะมีสีประมาณเขียวเหลืองจาง อับละอองเรณูจะยาวขึ้นมาประมาณ ๑/๒ ของความยาวดอก

๕. หลังจากเลือกดอกที่เหมาะสมแล้ว ทำความสะอาดดอกภายนอกด้วยการฆ่าเชื้อ (disinfect) ด้วย clorox ๑๐% ผสม tween 20 จำนวน ๒-๓ หยด เป็นเวลา ๕ นาที ล้างออกด้วยน้ำสะอาดที่ฆ่าเชื้อแล้ว (sterile water) ๒-๓ ครั้ง

๖. ชักนำให้เกิดแคลลัส (callus induction) โดยการตัดที่โคนดอกและใช้ปากคีบคีบที่ปลายดอก และเคาะเบาๆ ที่ปากขวดทดลองเพื่อปลดปล่อยให้อับละอองเรณูร่วงลงสู่อาหาร เก็บไว้ในที่มืด อุณหภูมิ ๒๕+๒ องศาเซลเซียส ประมาณ ๓-๔ สัปดาห์ แคลลัสจะถูกชักนำให้เกิดจากละอองเรณูที่อยู่ภายในอับละอองเรณูที่ถูกเพาะเลี้ยงในอาหารที่เหมาะสม

๗. ดูดอาหารเหลวที่มีแคลลัสเริ่มพัฒนา รวมทั้งมีละอองเรณูแขวนลอยอยู่ลงสู่จานทดลอง (petri-dish) ที่มีอาหารแข็งสูตรเดิม เก็บในที่มืดประมาณ ๒ อาทิตย์ หรือจนกระทั่งแคลลัสมีขนาดประมาณ ๒ มิลลิเมตร

๘. ชักนำแคลลัสให้พัฒนาเป็นต้น (plant regeneration) โดยย้ายแคลลัสลงสู่อาหารที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนาเป็นต้น ภายใต้อุณหภูมิ ๒๕ ± ๒ องศาเซลเซียส วางไว้ในแสงธรรมชาติ ๗ วัน (dim light) แล้วย้ายมาให้แสงที่มีความเข้มสูง เป็นเวลา ๑๖ ชั่วโมงต่อวัน จนกระทั่งแคลลัสมีการพัฒนาเป็นจุดเขียว (green spot)

๙. ย้ายจุดเขียวที่เริ่มมีการพัฒนาลงสู่อาหารแข็งในสภาพเอียงที่ปราศจากฮอร์โมน จนกระทั่งจุดเขียวมีการพัฒนาเป็นต้นสมบูรณ์

๑๐. ปรับสภาพ (hardening) ของต้นอ่อน (plantlet) ก่อนนำไปปลูกในแปลงทดลอง

การผสมผสานวิธีการเพาะเลี้ยงอับละอองเรณูในการปรับปรุงพันธุ์ (Integration of Anther Culture in Breeding Programme)

การสร้างสายพันธุ์พ่อแม่ (Parent) ในโครงการปรับปรุงพันธุ์

เนื่องจากในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวในลักษณะต่างๆ ที่ต้องการ จำเป็นจะต้องใช้สายพันธุ์พ่อแม่ที่มีความคงตัวทางพันธุกรรมให้มากที่สุด เพื่อไม่ให้เกิดการกระจายตัวของลักษณะอื่นๆ อีกในชั่วต่อไป การเพาะเลี้ยงอับละอองเรณูช่วยได้มากในการผลิตสายพันธุ์พ่อแม่ที่มีประสิทธิภาพ นอกจากนี้หลังจากผสมระหว่างพันธุ์พ่อแม่แล้ว ยังสามารถนำอับละอองเรณูของลูกผสมมาทำการเพาะเลี้ยงได้อีกด้วย ซึ่งจะได้สายพันธุ์แท้ที่มีลักษณะที่สนใจได้เร็วมากขึ้น

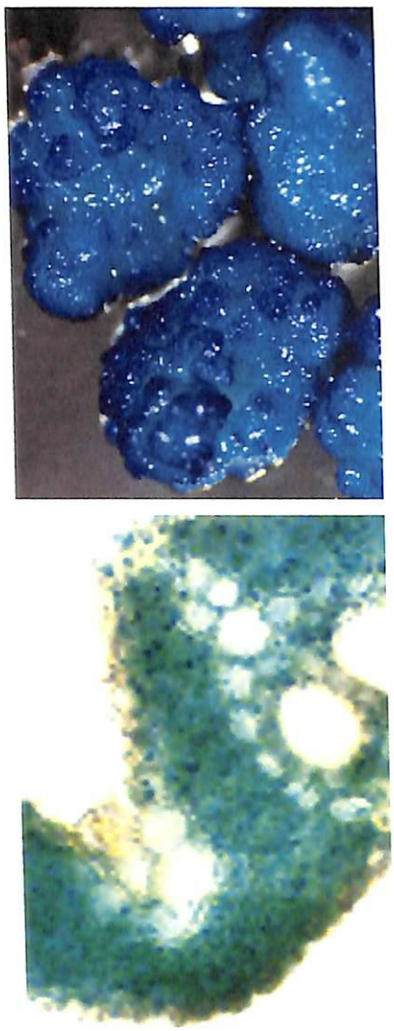
การคัดเลือกในระดับห้องทดลอง (*in vitro* Selection)

ในการคัดเลือก (selection) ลักษณะที่ต้องการในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโดยวิธีการปรับปรุงพันธุ์ตามปกตินั้น ต้องอาศัยความชำนาญและสายตาที่ละเอียดถี่ถ้วน เพื่อให้แน่ใจว่าไม่มีการสูญเสียพันธุกรรมที่ต้องการไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งการปรับปรุงพันธุ์ข้าวให้มีลักษณะที่ทนต่อสภาพแวดล้อม (stress condition) ซึ่งเป็นวิธีการที่ยากและใช้เวลานานเมื่อปรับปรุงพันธุ์ข้าวในแปลงทดลอง เนื่องจากไม่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมได้คงที่ได้เป็นเวลานานหลายปี จึงมีการพัฒนาการคัดเลือกในระดับห้องทดลอง (*in vitro* selection) เพื่อช่วยควบคุมสภาพแวดล้อมที่กดดันให้มีสภาพที่คงที่ และใช้การเพาะเลี้ยงอับละอองเรณูเข้ามาช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการพัฒนาสายพันธุ์ที่คัดเลือกได้ให้เป็นสายพันธุ์แท้ ๑๐๐%

หลักการของการคัดเลือกระดับห้องทดลองในการเพาะเลี้ยงอับละอองเรณู ได้แก่ การเลี้ยงอับละอองเรณูหรือเลี้ยงแคลลัสที่พัฒนาจากละอองเรณูด้วยอาหารที่มีสภาพกดดันที่ต้องการ แล้วนำมาพัฒนาให้เป็นต้นสมบูรณ์ เช่น ต้องการปรับปรุงพันธุ์ให้ทนเค็ม ก็เลี้ยงเซลล์ด้วยอาหารที่มีเกลือในระดับหนึ่ง แล้วคัดเลือกเฉพาะเซลล์ที่เจริญเติบโตได้ในอาหารนั้นๆ ซึ่งแสดงว่าเซลล์เหล่านี้เป็นเซลล์ที่ทนทานต่อสภาพเกลือสูง เมื่อนำแคลลัสที่ผ่านการคัดเลือกในอาหารที่มีเกลือมาพัฒนาให้เป็นต้นสมบูรณ์ ก็จะได้สายพันธุ์ข้าวที่คาดว่าน่าจะเป็นสายพันธุ์ที่ทนเค็มได้

การใช้ประชากร double haploid ในการทำแผนที่จีโนม

เนื่องจากประชากรของ double haploid จากลูกผสมรุ่น F1 ของพ่อแม่ที่มีลักษณะที่ต่างกันทางพันธุกรรมมากนั้น เป็นประชากรที่มีลักษณะการกระจายตัวของพันธุกรรมโดยสุ่มทั่วทั้งประชากร และมีลักษณะเป็นสายพันธุ์แท้ ๑๐๐% โดยยีนทุกๆ ตำแหน่งเป็น homologous จึงเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการนำมาทำแผนที่ยีน เนื่องจากมีการกระจายตัวของยีนทุกยีนที่มีความแตกต่าง อีกทั้งยังได้ประชากรใช้ทำแผนที่ยีนได้อย่างมีประสิทธิภาพในระยะเวลาอันสั้น เมื่อเทียบกับการใช้ recombinant inbred line ซึ่งเป็นประชากรที่สร้างโดยการผสมตัวเองประมาณ ๖-๘ ชั่วอายุ (generation) จนมีความคงตัวทางพันธุกรรมสูง แต่ก็ยังไม่คงตัว ๑๐๐%



▲ *ภาพแสดงการตรวจสอบก้อนเนื้อเยื่อข้าว ที่ได้รับการถ่ายยีน GUS (เนื้อเยื่อแสดงเป็นสีฟ้า)*

การปรับปรุงพันธุ์ข้าวโดยใช้เทคโนโลยีการถ่ายยีน

ข้าว (*Oryza sativa* L.) เป็นพืชอาหารหลักที่มีความสำคัญต่อประชากรมากกว่าครึ่งหนึ่งของประชากรโลก จากการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากร การลดลงของพื้นที่เพาะปลูก และปัญหาผลผลิตต่อไร่ของข้าวที่ต่ำเนื่องจากปัจจัยหลายประการ เช่น ความไม่ทนทานต่อสภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม ปัญหาโรคแมลงศัตรูพืช รวมถึงพันธุ์ข้าวที่ใช้ให้ผลผลิตได้ไม่พอเพียงต่อความต้องการ ทำให้เกิดปัญหาการขาดแคลนข้าวขึ้นในหลายพื้นที่ การปรับปรุงพันธุ์จึงถูกนำมาใช้เพื่อเป็นทางออกที่สำคัญในการพัฒนาการผลิตข้าวให้เพิ่มขึ้นตอบสนองต่อความต้องการทั้งในด้านปริมาณและคุณภาพ การปรับปรุงพันธุ์ข้าวของไทยได้ถูกพัฒนาขึ้นตามลำดับ ตั้งแต่การคัดเลือกพันธุ์ข้าวที่มีลักษณะดีเพื่อใช้เป็นพันธุ์ปลูก การผลิตข้าวลูกผสม (hybrid rice) และการใช้วิธีผสมกลับ (backcross) เพื่อสร้างพันธุ์ที่มีลักษณะตามต้องการ วิธีการผสมพันธุ์เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมตามกลไกทางธรรมชาติแล้วทำการคัดเลือกจนได้องค์ประกอบของพันธุ์ที่ต้องการมีข้อจำกัดที่สำคัญคือ ใช้ระยะเวลานานในการปฏิบัติและมีโอกาสได้ลักษณะทางพันธุกรรมอื่นที่ไม่ต้องการติดมาด้วย ยิ่งไปกว่านั้นลักษณะบางประการที่ต้องการ เช่น ความต้านทานโรคและแมลง ความทนทานต่อสภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมที่ปรากฏอยู่ในข้าวพันธุ์ป่าหรือในสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นซึ่งไม่สามารถนำมาผสมข้ามกับข้าวได้ วิธีการด้านพันธุ-วิศวกรรม (genetic engineering) จึงถูกพัฒนาขึ้นเพื่อนำมาลดข้อจำกัดของวิธีการปรับปรุงพันธุ์แบบดั้งเดิม ในการสร้างสิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะทางพันธุกรรมใหม่ที่แตกต่างไปจากเดิม (Genetically Modified Organisms, GMOs) ตามที่ต้องการ เทคนิคการถ่ายยีนเข้าสู่พืชเป็นวิธีการทางพันธุวิศวกรรมที่สำคัญในการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางพันธุกรรมของพืชให้เกิดการแสดงออกในลักษณะที่ต้องการ พืชที่ได้รับยีนจากแหล่งอื่นเข้าไปในส่วนของจีโนม (genome) และสามารถเกิดการแสดงออกในลักษณะที่ยีนนั้นควบคุมจะถูกเรียกว่า พืชจำลองพันธุ์ (genetically modified plant) ข้าวก็เป็นพืชสำคัญชนิดหนึ่งที่ได้นำเอาวิธีการถ่ายยีนเข้ามาใช้ในการปรับปรุงพันธุ์เพื่อสร้าง "ข้าวแปลงพันธุ์" (genetically modified rice) ที่มีลักษณะทางพันธุกรรมใหม่ตอบสนองต่อความต้องการ ทั้งในด้านการเพิ่มปริมาณผลผลิต เช่น การปรับปรุงให้ต้านทานสารกำจัดวัชพืช การแสดงความต้านทานต่อโรคและแมลง และการแสดงความทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่จำกัด รวมถึงการเพิ่มคุณภาพของผลผลิตให้สูงขึ้น

ความสำเร็จของการสร้างพืชจำลองพันธุ์จากการถ่ายยีนด้วยวิธีการต่างๆ จะขึ้นกับการเลือกใช้เนื้อเยื่อพืชในระบบการถ่ายยีนที่มีความสามารถพัฒนาไปเป็นต้นในอัตราที่สูง ใช้ระยะเวลาสั้น มาเป็นเนื้อเยื่อเป้าหมายที่ใช้ในการถ่ายยีน สำหรับข้าว ได้แก่ ส่วนคัพภะ (embryo) ของข้าว แคลลัสจากการชักนำคัพภะ (scutellum-derived callus) และเซลล์แขวนลอย (suspension cells) และใช้ระดับของปัจจัยที่มีผลต่อการถ่ายยีนในวิธีการต่างๆ ที่แสดง

ประสิทธิภาพของการถ่ายยีนสูงสุดเป็นระดับเป้าหมายที่ใช้ในการถ่ายยีนเนื่องจากยีนที่ทำการถ่ายทอดเข้าไปไม่อยู่ในสภาพปกติตามธรรมชาติ จึงจำเป็นต้องใช้ส่วนของยีนควบคุมการแสดงออก (regulatory sequence หรือ promoter gene) ในการควบคุมการถอดรหัสยีนที่ถูกส่งถ่ายเข้าไปเพื่อกระตุ้นให้เกิดการแสดงออกของยีนขึ้น และการใช้ยีนเครื่องหมายในการคัดเลือก (selectable marker gene) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการคัดเลือกเนื้อเยื่อที่ได้รับการถ่ายยีนโดยทั่วไปนิยมใช้ยีนต้านทานสารปฏิชีวนะต่างๆ เช่น hygromycin, kanamycin เป็นต้น รวมถึงการใช้ ยีนรายงานผล (reporter gene) ในการตรวจสอบประสิทธิภาพของการถ่ายยีน ซึ่งจะขึ้นกับความเหมาะสมของชนิดและเนื้อเยื่อที่นำมาใช้ในการถ่ายยีน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการถ่ายยีนเข้าสู่พืชให้สูงขึ้น

วิธีการถ่ายยีนที่ถูกใช้กันอย่างแพร่หลาย มีประสิทธิภาพสูงและประสบผลสำเร็จในพืชหลายชนิด คือการถ่ายยีนโดยใช้เชื้อแบคทีเรีย *Agrobacterium tumefaciens* จากการอาศัยความสามารถในการส่งถ่ายชิ้นส่วนดีเอ็นเอของเชื้อเข้าสู่เซลล์พืช เข้าเชื่อมต่อกับส่วนของจีโนม สามารถเกิดการแสดงออกได้ ต่อมามีการพัฒนากลไกการส่งถ่ายยีนของเชื้อ *Agrobacterium* มาใช้ในกระบวนการปรับปรุงพันธุ์ เพื่อการส่งถ่ายยีนควบคุมลักษณะที่ต้องการเข้าสู่พืช ในข้าววิธีการถ่ายยีนโดยใช้เชื้อ *Agrobacterium* ได้ถูกนำมาใช้ แต่พบอุปสรรคที่สำคัญคือ ความต้านทานของข้าวต่อเชื้อ *Agrobacterium* เนื่องจากข้าวไม่ได้เป็นพืชอาศัยของเชื้อ *Agrobacterium* ตามธรรมชาติ ทำให้การถ่ายยีนมีประสิทธิภาพต่ำ จึงมีการพัฒนาวิธีการถ่ายยีนเข้าสู่ข้าวโดยใช้เชื้อ *Agrobacterium* ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นในหลายๆ ปัจจัย ในปัจจุบันการถ่ายยีนโดยใช้เชื้อ *Agrobacterium tumefaciens* ได้ถูกนำมาใช้ในการถ่ายยีนเข้าสู่ข้าวชนิด*จาปอนิกา* (*japonica* type) ได้ประสบผลสำเร็จในหลายๆ สายพันธุ์ ขณะที่ข้าวชนิด*อินดากา* (*indica* type) เช่น ข้าวไทย ยังตอบสนองต่อการถ่ายยีนต่ำอยู่ วิธีการถ่ายยีนเข้าสู่พืชโดยตรงจึงถูกนำมาใช้เพื่อลดปัญหาข้อจำกัดของการถ่ายยีนโดยใช้เชื้อ *Agrobacterium* วิธีการถ่ายยีนโดยใช้เครื่องยิงอนุภาค (particle bombardment) เป็นวิธีถ่ายยีนเข้าสู่เซลล์พืชโดยตรงวิธีหนึ่งที่ถูกนำมาใช้ในการถ่ายยีนเข้าสู่ข้าว ด้วยวิธียิงยีนที่เคลือบบนอนุภาคโลหะขนาดเล็ก เช่น อนุภาคทองคำ ใช้แรงผลักดันของแรงขับจากแหล่งต่างๆ เช่น แรงดันของก๊าซฮีเลียม นำอนุภาคโลหะเข้าสู่เนื้อเยื่อเป้าหมายภายใต้สภาวะสุญญากาศ เกิดการเชื่อมต่อระหว่างยีนที่ทำการถ่ายทอดกับส่วนของจีโนมพืชและเกิดการแสดงออกในลักษณะที่ยีนนั้นควบคุม วิธีการถ่ายยีนโดยใช้เครื่องยิงอนุภาคได้ถูกนำมาใช้ในการถ่ายยีนเพื่อการปรับปรุงพันธุ์ในข้าวทั้งชนิด*อินดิกา* และชนิด*จาปอนิกา* ในหลายๆ สายพันธุ์ เทคโนโลยีการถ่ายยีนจึงมีส่วนสำคัญในการพัฒนาพันธุ์ข้าวให้มีคุณลักษณะตามที่ต้องการ เพิ่มผลผลิตของข้าวให้สูงขึ้นทั้งด้านปริมาณและด้านคุณภาพ แต่ทั้งนี้การยอมรับของผู้บริโภคต่อสินค้าที่มีการตัดแต่งพันธุกรรมก็เป็นส่วนสำคัญในการกำหนดอนาคตของการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโดยใช้เทคโนโลยีการถ่ายยีน

ภาพแสดงการคัดเลือกเนื้อเยื่อข้าว ที่ได้รับการถ่ายยีนต้านทานสารกำจัดวัชพืช

ยีนควบคุมการแสดงออก ยีนเครื่องหมายในการคัดเลือกและยีนรายงานผล (Promoter Genes Selectable Marker Genes and Reporter Genes)

ยีนควบคุมการแสดงออกหรือโปรโมเตอร์ (Promoter Genes)

โปรโมเตอร์ คือ ส่วนที่ทำหน้าที่ควบคุมการแสดงออกของยีน โปรโมเตอร์ที่นิยมใช้ในกระบวนการถ่ายยีน คือ CaMV 35S promoter เป็นโปรโมเตอร์จากไวรัสที่เป็นเชื้อสาเหตุของ โรคใบด่างของดอกกะหล่ำ (cauliflower mosaic virus) มีคุณสมบัติที่สามารถควบคุมการแสดงออกของยีนได้ทั้งในพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่ CaMV 35S promoter ถูกนำมาใช้เป็นโปรโมเตอร์ควบคุมการแสดงออกของการถ่ายยีนเข้าสู่พืชในเลี้ยงคู่หลายๆ ชนิด แต่ในพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ประสิทธิภาพการแสดงออกจะต่ำ การเลือกโปรโมเตอร์ของยีนในพืชใบเลี้ยงเดี่ยวใช้เป็นโปรโมเตอร์ในการส่งถ่ายยีนจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการแสดงออกของยีนที่ทำการถ่ายทอดเข้าสู่พืชใบเลี้ยงเดี่ยวได้สูงกว่าการใช้ CaMV 35S promoter ได้แก่ การใช้ PEMU Actin1 (*Act1*) และ α–amylase ในข้าว

ยีนเครื่องหมายในการคัดเลือก (Selectable Marker Genes)

ยีนเครื่องหมายในการคัดเลือกเป็นยีนที่สร้างความต้านทานต่อสารปฏิชีวนะหรือสารกำจัดวัชพืชแก่เนื้อเยื่อเป้าหมายที่ทำการถ่ายยีนเพื่อใช้ในการคัดเลือกเนื้อเยื่อที่ได้รับยีน ยีนเครื่องหมายในการคัดเลือกจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการถ่ายยีน เมื่อใช้ให้เหมาะสมกับชนิดของพืชที่ใช้เป็นเป้าหมาย พืชตระกูลหญ้า เช่น ข้าว จะมีความทนทานต่อสารคัดเลือกพวก kanamycin และ geneticin จึงมีการใช้ยีนเครื่องหมายคัดเลือกอื่นที่มีประสิทธิภาพในการคัดเลือกเนื้อเยื่อพืชตระกูลหญ้า

ยีน *bar* ซึ่งสร้างเอนไซม์ phosphinothricin acetyltransferase (PAT) ต้านทานสารในกลุ่ม phosphinothricin, bialaphos เป็นสารที่มีผลในการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ glutamine synthase ที่ใช้ในขบวนการ aminonia assimilation มีประสิทธิภาพสูงในการคัดเลือกเซลล์พืชใบเลี้ยงเดี่ยว

ยีน *hpt/hph* แยกมาจากเชื้อ *Escherichia coli* มีคุณสมบัติในการสร้างเอนไซม์ hygromycin phosphotransferase (HPT) เป็นเอนไซม์ลดความเป็นพิษของ hygromycin B (Hm) ซึ่งเป็นสารในกลุ่ม aminoglycoside antibiotic ที่มีบทบาทในการรบกวนกระบวนการสังเคราะห์โปรตีน พืชที่ใช้ hygromycin B เป็นสารคัดเลือก ได้แก่ ยาสูบ *Arabidopsis* ข้าวโพด ข้าว พืชตระกูลหญ้า นอกจากนี้ยังมีการใช้ mutant *als* gene ที่ต้านทานต่อสาร chlorosulfuron ในการคัดเลือกเนื้อเยื่อเป้าหมายที่เป็นพืชตระกูลหญ้าต่างๆ

ยีนรายงานผล (Reporter Genes)

ยีนรายงานผลเป็นยีนที่ใช้ในการศึกษาถึงประสิทธิภาพของเทคนิคในการถ่ายยีน และการตรวจสอบการแสดงออกของยีนโดยไม่เกี่ยวข้องกับการแสดงลักษณะความต้านทาน สามารถตรวจสอบการแสดงออกได้โดยตรงบนเนื้อเยื่อเป้าหมาย ยีนรายงานผลที่นิยมใช้ในการถ่ายยีนเข้าสู่พืช ได้แก่

ยีน *gusA (uidA)* ที่เป็นยีนสร้างเอนไซม์ β-glucuronidase (GUS) ได้จากการแยกจากเชื้อ *Esherichia coli* stain K12 สามารถทำการตรวจสอบได้ง่าย มีความจำเพาะเจาะจง ไม่มีผลต่อกระบวนการเมตาบอลิซึม ใช้ตรวจสอบกับ substrate พวก spectometric (p-nitrophenyl-β-D-glucuronidase), fluorometric (4-methylumbelliferyl glucuronide) และ histochemical (5-bromo-4-chloro-3-indolyl- glucuronide) assay ผลที่ได้จะแสดงออกในรูปสารสีน้ำเงินบนเนื้อเยื่อพืช

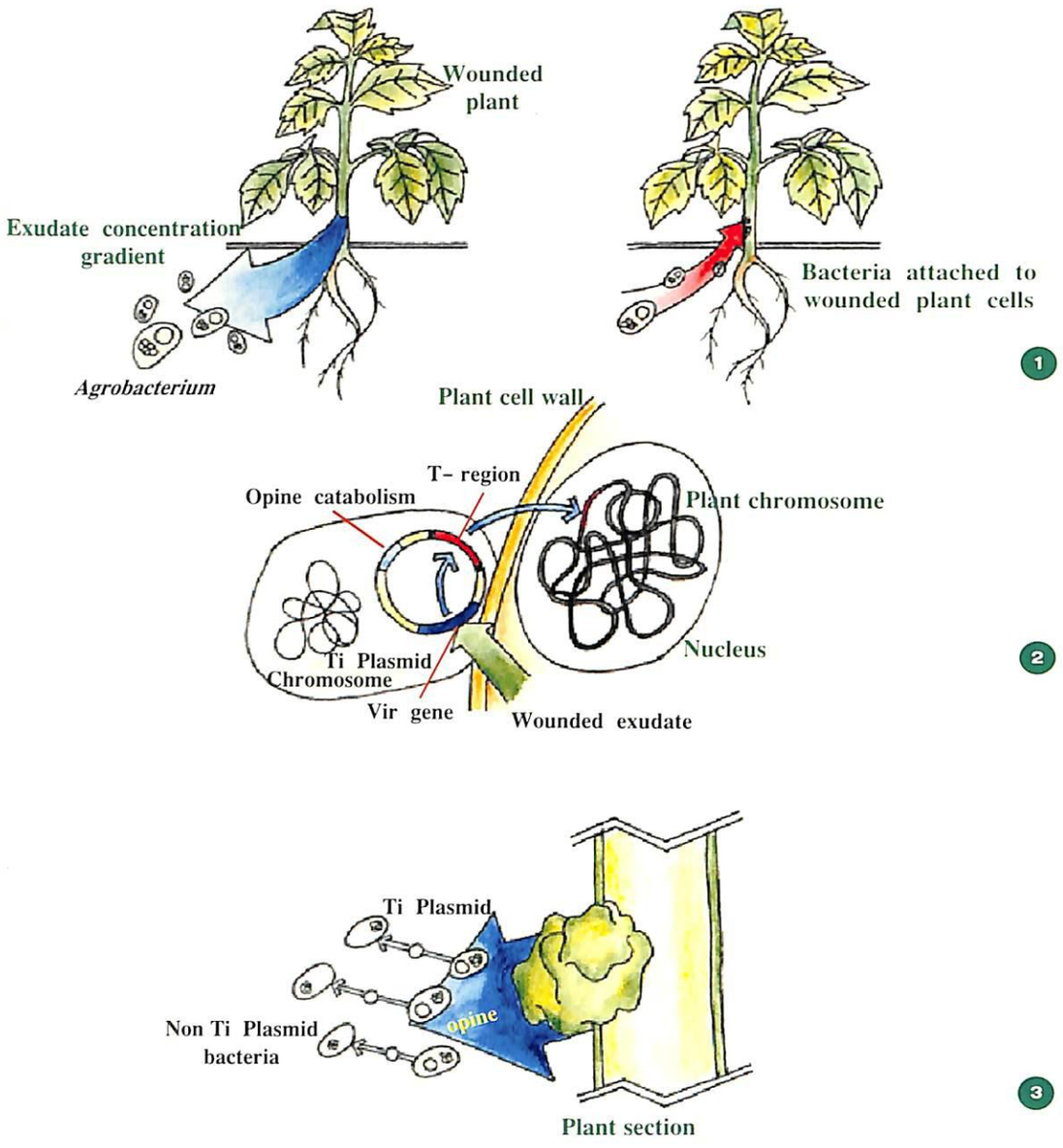
ยีน *Luc* ได้จาก North American fire fly (*Photinus pyralis*) สร้างเอนไซม์ Luci ferase สามารถทำการตรวจสอบได้ง่าย โดยนำเนื้อเยื่อมาทำปฏิกริยากับ Luciferin solution ตรวจการเรืองแสง โดยใช้ photon-counting video camera

ยีน *Cat* แยกจาก *Escherichia coli* สร้างเอนไซม์ Chloramphenical acetyltransferase (CAT) ใช้ [^{14}C]-acetyl-CoA และ chloramphenical หรือ acetyl-CoA และ [^{14}C] chloramphenical เป็น substrate ของเอนไซม์ในการตรวจสอบ

การถ่ายยีนโดยใช้เชื้อ *Agrobacterium tumefaciens*

วิธีการถ่ายยีนโดยใช้เชื้อ *Agrobacterium* เป็นวิธีการถ่ายยีนโดยใช้พาหะเป็นตัวกลางในการนำยีนเข้าสู่เซลล์พืช จากการค้นพบกลไกการเข้าทำลายพืชของแบคทีเรียที่ชื่อ *Agrobacterium tumerfaciens* ซึ่งเป็นแบคทีเรียในดินที่เข้าบุกรุกพืชทางบาดแผลเป็นเชื้อสาเหตุของอาการปุ่มปม (crown gall) บริเวณลำต้นของพืชใบเลี้ยงคู่หลายชนิด ภายในเซลล์ของแบคทีเรียชนิดนี้มีดีเอ็นเอพิเศษมีลักษณะเป็นวงแหวนขนาดเล็กอยู่ภายในไซโตพลาสซึม ซึ่งถูกเรียกว่า พลาสมิด Ti (Tumour inducing plasmid) บนพลาสมิด Ti มีส่วนของดีเอ็นเอที่เรียกว่า T-DNA ซึ่งมียีนที่ก่อให้เกิดอาการปุ่มปมในเซลล์พืชประกอบด้วยยีนรหัสในการผลิตฮอร์โมนพืชพวกออกซินและไซโตไคนิน และยีนสร้างสารประกอบพวกโอปีน (opine) ที่ *Agrobacterium* นำมาใช้เป็นแหล่งพลังงาน เชื้อ *Agrobacterium* มีความสามารถในการส่งถ่ายส่วนของ T-DNA บนพลาสมิด Ti เข้าสู่เซลล์พืชบริเวณบาดแผลที่เชื้อเข้าบุกรุก T-DNA จะเข้าเชื่อมต่อกับดีเอ็นเอบนโครโมโซมพืช ทำให้เซลล์พืชเกิดการเจริญเติบโตที่ผิดปกติแสดงอาการปุ่มปมจากผลของฮอร์โมน ทำการสร้างสารประกอบพวกโอปีน ซึ่งจะถูก *Agrobacterium* นำไปใช้ และสามารถส่งถ่ายพลาสมิด Ti ไปยังเซลล์ของแบคทีเรียที่ไม่มีพลาสมิดเพื่อให้นำสารประกอบโอปีนไปใช้ประโยชน์ได้ การใช้พลาสมิด Ti ในการส่งถ่ายยีนเข้าสู่พืชทำโดยการแทนที่ยีนที่เกี่ยวข้องกับการสร้างฮอร์โมนพืชและยีนสร้างสารโอปีนด้วยยีนควบคุมลักษณะที่ต้องการบนส่วนของ T-DNA แล้วให้เชื้อ *Agrobacterium* ทำการส่งถ่ายเข้าเชื่อมต่อกับโครโมโซมพืช เพื่อให้เกิดการแสดงออกในลักษณะตามที่ต้องการ การถ่ายยีนโดยใช้ *Agrobacterium* เป็นพาหะในการนำยีนเข้าสู่เซลล์พืชมีประสบความสำเร็จในการถ่ายยีนเข้าสู่พืชใบเลี้ยงคู่ แต่ในพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและธัญพืชยังไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร ปัญหาสำคัญของการถ่ายยีนด้วยเชื้อ *Agrobacterium* ในพืชใบเลี้ยงเดี่ยวคือ *Agrobacterium* จะมีความจำเพาะเจาะจงต่อพืชที่จะเข้าบุกรุกในพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ซึ่งส่วนมากเป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจไม่ได้เป็นพืชอาศัยของเชื้อ *Agrobacterium* ทำให้การถ่ายยีนมีประสิทธิภาพต่ำ มีสาเหตุสำคัญคือ ลักษณะทางกายภาพของพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่มีความแตกต่างกันทำให้มีผลต่อประสิทธิภาพของการถ่ายยีน เชื้อ *Agrobacterium* จะตอบสนองต่อสารประกอบ phenolic เช่น acetosyringone ที่ถูกสร้างขึ้นเมื่อพืชเกิดบาดแผลในการเข้าบุกรุกของเชื้อ บาดแผลที่เกิดในพืชใบเลี้ยงเดี่ยวจะไม่มีการสร้างสาร phenolic ขึ้น หรือมีแต่การสร้างมีปริมาณที่น้อย ส่งผลทำให้ประสิทธิภาพการบุกรุกของเชื้อ *Agrobacterium* ต่ำลง รวมทั้งเซลล์ที่เกิดบาดแผลไม่แสดงการแบ่งตัวเหมือนในพืชใบเลี้ยงคู่ จึงมีการพัฒนาวิธีการถ่ายยีนเข้าสู่พืชใบเลี้ยงเดี่ยว เช่น ข้าว โดยใช้ *Agrobacterium* ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นในหลายๆ ปัจจัย ได้แก่ การเลือกเนื้อเยื่อเป้าหมายที่ตอบสนองต่อการถ่ายยีนสูงมาใช้เป็นเนื้อเยื่อเป้าหมาย การปรับสภาพของการถ่ายยีนให้เหมาะสมต่อการเข้าบุกรุกของ *Agrobacterium* โดยทำการเติมสาร phenolic เช่นเดียวกับสารที่เซลล์พืชปล่อยออกมาขณะเกิดบาดแผล การใช้ยีนควบคุมการแสดงออก (promoter gene) ที่มีประสิทธิภาพสูงในการกระตุ้นการแสดงออกของยีนในพืชใบเลี้ยงเดี่ยว รวมถึงการใช้เชื้อ *Agrobacterium* สายพันธุ์ที่มีพืชอาศัยกว้างก็เป็นอีกวิธีหนึ่งในการเพิ่มประสิทธิภาพของการถ่ายยีน

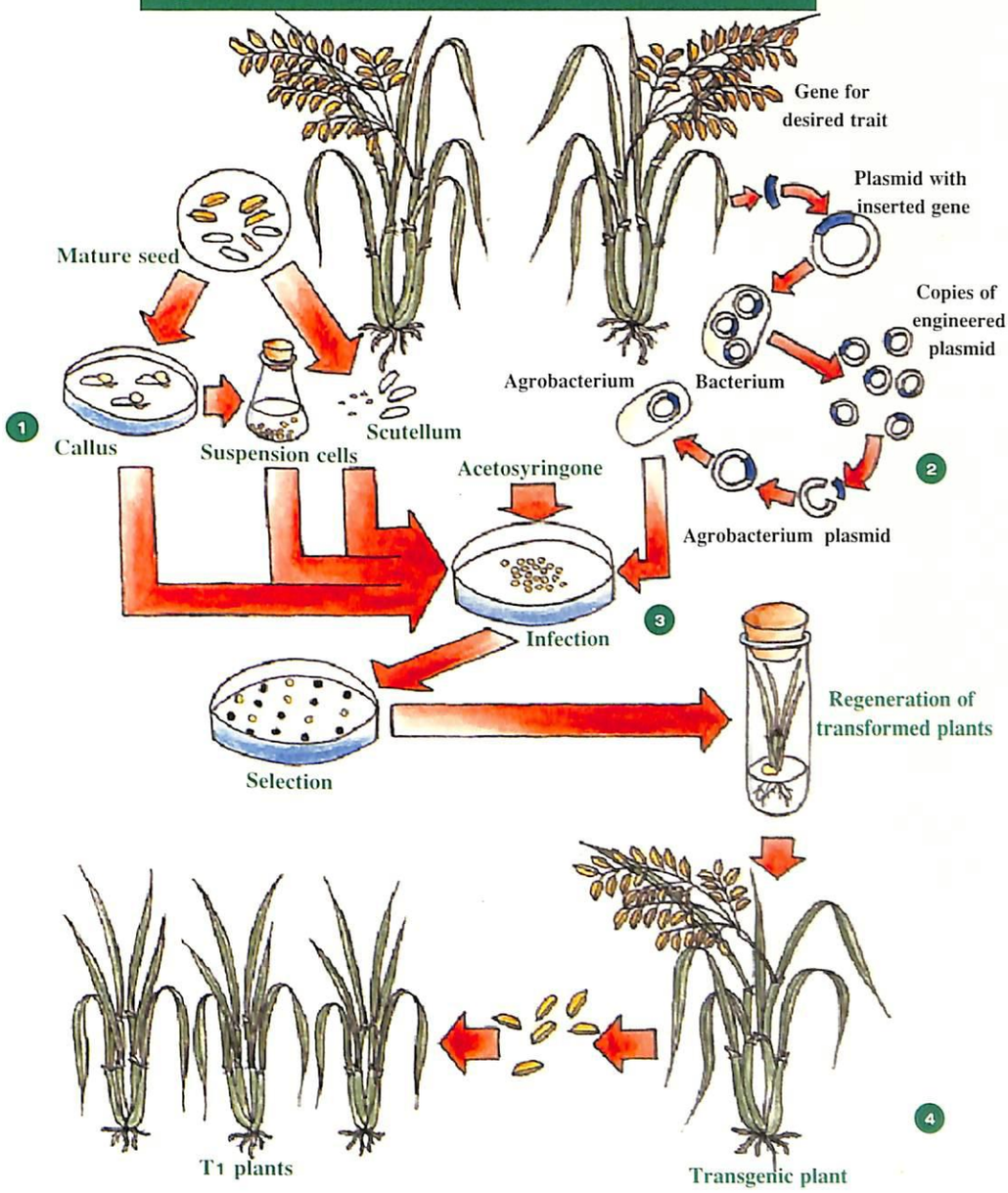
Mechanism of *Agrobacterium* Infection



กลไกการเข้าบุกรุกพืชของเชื้อ *Agrobacterium*

1. สารประกอบ phenolic เช่น acetosyringone ถูกปล่อยออกจากเซลล์พืชบริเวณบาดแผล เชื้อ *Agrobacterium* ได้รับการกระตุ้นจากสาร phenolic เกิดการเคลื่อนย้ายจากบริเวณที่มีความเข้มข้นของสารต่ำไปยังบริเวณที่มีความเข้มข้นสูงเข้าสู่บาดแผลของพืช
2. สาร phenolic ที่ถูกปล่อยจากเซลล์พืชเข้ากระตุ้นการทำงานของ *vir* gene บนพลาสมิด Ti ของเชื้อ *Agrobacterium* เกิดกระบวนการส่งถ่ายชิ้นส่วน T-DNA เข้าเชื่อมต่อกับโครโมโซมพืช
3. เซลล์พืชเกิดการแบ่งตัวที่ผิดปกติ และมีการสร้างสารประกอบ opine ปล่อยออกสู่ภายนอก เชื้อ *Agrobacterium* ที่มีพลาสมิด Ti นำสารประกอบ opine ใช้เป็นแหล่งพลังงาน และสามารถส่งถ่ายพลาสมิด Ti ไปยังเชื้อ *Agrobacterium* ที่ไม่มี เพื่อสามารถนำเอาสารประกอบ opine ไปใช้

Agrobacterium-Mediated Gene Transfer in Rice



กระบวนการถ่ายยีนเข้าสู่ข้าวโดยใช้เชื้อ *Agrobacterium*

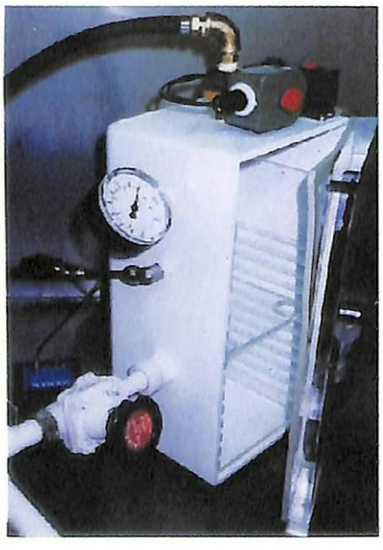
1. เนื้อเยื่อแคลลัส, เซลล์แขวนลอย และส่วนของคัพภะ ถูกนำมาใช้เป็นเนื้อเยื่อเป้าหมายในการถ่ายยีน
2. ยีนควบคุมลักษณะที่ต้องการถูกแยกออกจากพืช ทำการเชื่อมต่อกับพลาสมิดดีเอ็นเอเพื่อเพิ่มปริมาณยีนในแบคทีเรีย และแยกนำเข้าสู่พลาสมิด Ti ของเชื้อ *Agrobacterium*
3. การถ่ายยีนโดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเป้าหมายร่วมกับ *Agrobacterium* ในอาหารเพาะเลี้ยงที่เติมสาร acetosyringone เพื่อกระตุ้นประสิทธิภาพกระบวนการส่งถ่ายยีน
4. ทำการคัดเลือกเนื้อเยื่อที่ผ่านการถ่ายยีนในอาหารคัดเลือก เติมสารที่ใช้ในการคัดเลือกตามชนิดของยีน-เครื่องหมายในการคัดเลือกที่ใช้ทำการชักนำการพัฒนาการเกิดต้น ตรวจสอบการแสดงออกในลักษณะที่ทำการถ่ายทอด ทำการผสมตัวเอง ดูการกระจายตัวและการถ่ายทอดลักษณะในรุ่นถัดไป

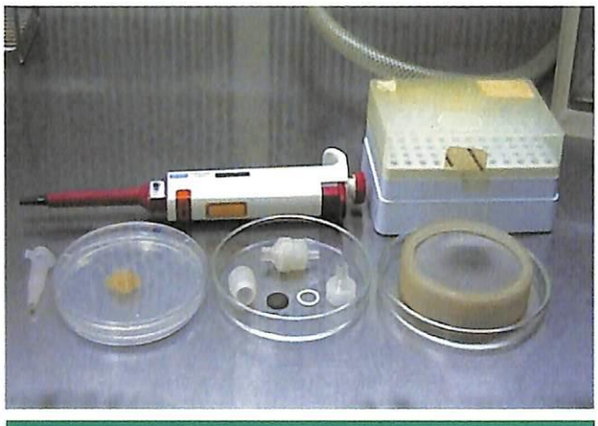
การถ่ายยีนเข้าสู่ข้าวโดยการใช้เครื่องยิงอนุภาค (Particle Bombardment)

การถ่ายยีนโดยการใช้เครื่องยิงอนุภาค เป็นวิธีการที่ใช้ในการถ่ายยีนเข้าสู่พืชด้วยวิธียิงยีนเข้าสู่เซลล์ ยีนที่ใช้จะถูกเคลือบบนอนุภาคโลหะขนาดเล็ก เช่น อนุภาคทองคำหรืออนุภาคทังสเตน ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวนำยีนเข้าสู่เซลล์โดยใช้แรงผลักดันจากแหล่งต่างๆ ได้แก่ แรงขับจากดินปืน แรงขับจากกระแสไฟฟ้าและแรงดันของก๊าซ เป็นตัวผลักดันอนุภาคโลหะเข้าสู่เนื้อเยื่อเป้าหมายผ่านผนังเยื่อหุ้มเซลล์ภายใต้สภาวะสุญญากาศ นำยีนที่ต้องการเข้าเชื่อมต่อกับโครโมโซมของเซลล์เป้าหมาย วิธีการถ่ายยีนโดยการใช้เครื่องยิงอนุภาคถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการถ่ายยีนเข้าสู่พืชสำคัญที่ไม่ตอบสนองต่อการถ่ายยีนด้วย *Agrobacterium* และแก้ไขปัญหาของการถ่ายยีนเข้าสู่เซลล์ไร้ผนัง (protoplast) จากการที่ไม่สามารถพัฒนากลับเป็นต้นได้ของเซลล์ไร้ผนัง ในพืชสำคัญหลายชนิดทั้งใบเลี้ยงเดี่ยวและใบเลี้ยงคู่ มีความสามารถส่งถ่ายยีนเข้าสู่เนื้อเยื่อเป้าหมายได้ในหลายลักษณะของเซลล์และชนิดเนื้อเยื่อพืช

การถ่ายยีนโดยใช้เครื่องยิงอนุภาคเป็นการถ่ายยีนที่อาศัยแรงจากภายนอกทำการส่งถ่ายยีนเข้าสู่เซลล์พืช จึงมีปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพของการส่งถ่ายยีนด้วยเครื่องยิงอนุภาคมาเกี่ยวข้องทั้งปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับเซลล์หรือเนื้อเยื่อที่ใช้ในการถ่ายยีน (biotic parameters) ซึ่งเป็นปัจจัยที่เกิดจากเซลล์หรือเนื้อเยื่อเป้าหมายที่นำมาใช้ในการถ่ายยีนที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพของการส่งถ่ายยีน ได้แก่ แหล่งที่มาของเนื้อเยื่อ (tissue source) อายุของเนื้อเยื่อ (tissue age) และสภาพแรงดันภายในของเซลล์ (osmotic condition of cells) รวมถึงปัจจัยทางกายภาพที่ใช้ในการถ่ายยีน (abiotic parameters) ซึ่งเป็นปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อประสิทธิภาพของการถ่ายยีนโดยการใช้เครื่องยิงอนุภาคนอกเหนือไปจากปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับเนื้อเยื่อเป้าหมายที่ใช้ในการยิงยีน ได้แก่ ชนิดของอนุภาคที่ใช้ (particle composition) ขนาดของอนุภาค (particle diameter) ปริมาณดีเอ็นเอต่อปริมาณอนุภาค (DNA load per unit mass of particle) อัตราเร็วในการยิงยีน (velocity) และสภาวะสุญญากาศ (vacuum) ที่ใช้ เป็นต้น

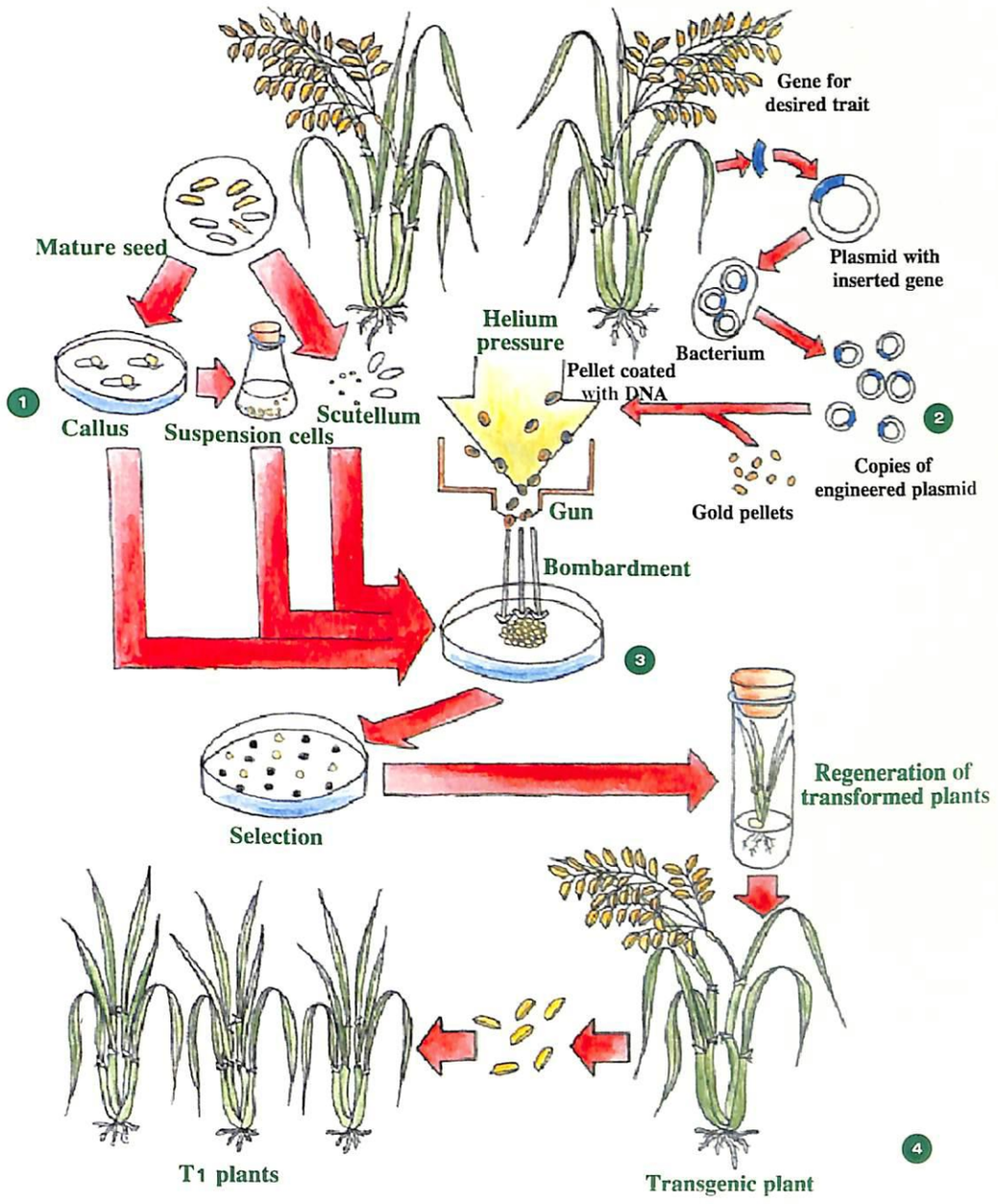
การพัฒนาปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการส่งถ่ายยีนให้เหมาะสมกับชนิดและเนื้อเยื่อของพืชเป้าหมายจะส่งผลต่อความสำเร็จของการถ่ายยีนโดยใช้เครื่องยิงอนุภาคให้สูงขึ้น





ภาพแสดงเครื่องยิงอนุภาคที่ประดิษฐ์ขึ้นมาใช้เอง
สำหรับการถ่ายยีนและอุปกรณ์ประกอบ

Particle Bombardment Gene Transfer in Rice



กระบวนการถ่ายยีนเข้าสู่ข้าวโดยใช้เครื่องยิงอนุภาค

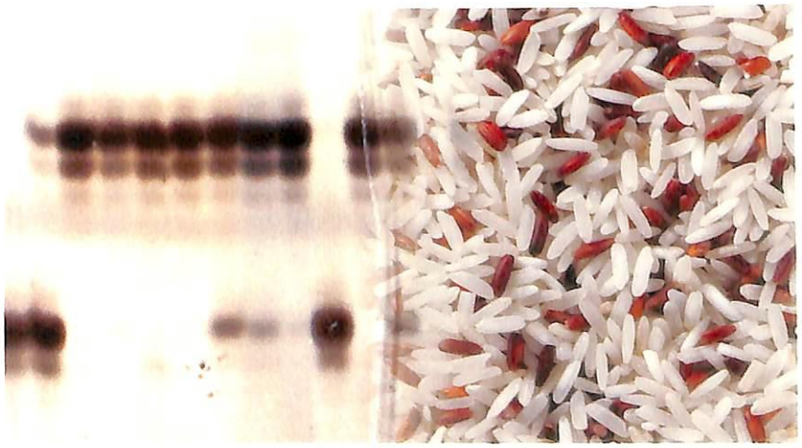
1. เนื้อเยื่อแคลลัส เซลล์แขวนลอย และส่วนของคัพภะ ถูกนำมาใช้เป็นเนื้อเยื่อเป้าหมายในการถ่ายยีน
2. ยีนควบคุมลักษณะที่ต้องการถูกแยกออกจากพืชทำการเชื่อมต่อกับพลาสมิดดีเอ็นเอเพื่อเพิ่มปริมาณยีนในแบคทีเรีย และทำการเคลือบบนอนุภาคทองคำขนาดเล็ก หยดในส่วนหัวยิงของเครื่องยิงอนุภาค
3. ถ่ายยีนโดยใช้แรงผลักดันของก๊าซฮีเลียม นำเอายีนเข้าสู่เนื้อเยื่อเป้าหมาย
4. ทำการคัดเลือกเนื้อเยื่อที่ผ่านการถ่ายยีนในอาหารคัดเลือกเติมสารที่ใช้ในการคัดเลือกตามชนิดของยีนเครื่องหมายในการคัดเลือกที่ใช้ ทำการชักนำการพัฒนาการเกิดต้น ตรวจสอบการแสดงออกในลักษณะที่ทำการถ่ายทอด ทำการผสมตัวเอง ดูการกระจายตัวและการถ่ายทอดลักษณะในรุ่นถัดไป

บทที่ ๕

เทคโนโลยีดีเอ็นเอ
กับการควบคุมคุณภาพข้าว

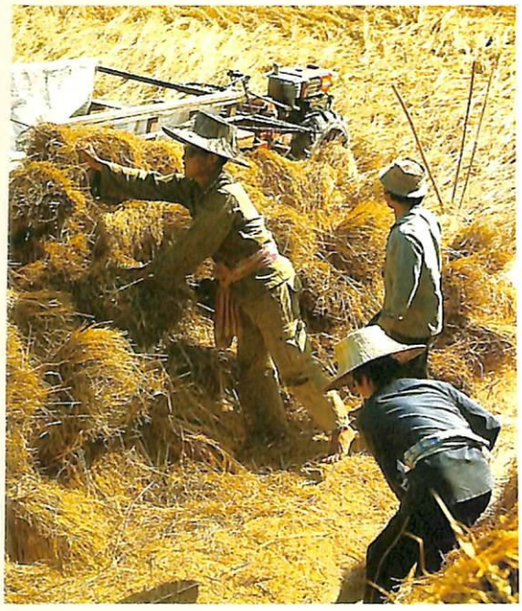
สมวงษ์ ตระกูลรุ่ง
อภิชาติ วรรณวิจิตร

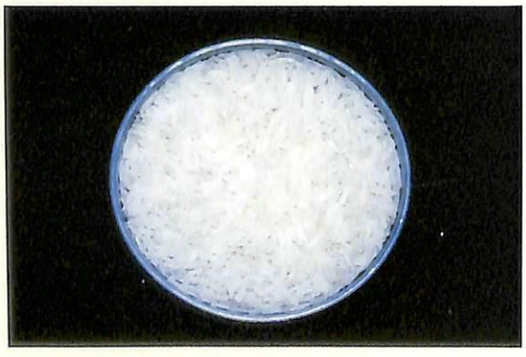
การปลอมปนพันธุ์ข้าวนั้นเป็นปัญหาที่สำคัญในการส่งออกเนื่องจากพันธุ์ข้าวที่มีอยู่ในปัจจุบันมีลักษณะเมล็ดภายนอกใกล้เคียงกัน แต่มีคุณสมบัติในการหุงต้มแตกต่างกัน ดังนั้นเทคโนโลยีดีเอ็นเอจึงเข้ามามีบทบาทสำหรับการตรวจสอบการปลอมปนและคุณภาพของข้าว เพื่อให้การส่งออกสามารถดำเนินไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ



ดร. สมวงษ์ ตระกูลรุ่ง ผู้อำนวยการห้องปฏิบัติการดีเอ็นเอเทคโนโลยี ศูนย์พันธุวิศวกรรม-และเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อภิชาติ วรรณวิจิตร หัวหน้าโครงการจีโนมข้าว ศูนย์พันธุวิศวกรรม-และเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ และหัวหน้าศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพทางการเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์





การปลอมปนข้าวอาจเกิดขึ้นได้ในทุกขั้นตอนของการผลิต

เทคโนโลยีดีเอ็นเอกับการตรวจสอบคุณภาพข้าว

ปัจจุบันมีข้าวหลายพันธุ์ขายในตลาดทั้งในและต่างประเทศ แต่ละสายพันธุ์จะมีคุณสมบัติทางกายภาพและทางการหุงต้มที่แตกต่างกัน การนำข้าวที่มีคุณสมบัติทางกายภาพเหมือนกันแต่ต่างกันทางคุณภาพในการหุงตุ้มมาผสมกันจะทำให้ข้าวสุกมีคุณภาพที่ไม่ดีเท่าที่ควรโดยเฉพาะข้าวที่มีอะไมโลส (amylose) ต่างกันมากๆ มาผสมกัน จะเห็นตัวอย่างได้จากการนำข้าวพันธุ์อื่นๆ ที่มีรูปร่างทางกายภาพเหมือนกับข้าว*ขาวดอกมะลิ ๑๐๕* ที่มีคุณภาพหุงต้มทางการหุงต้มดีมีราคาแพงแต่ผลผลิตต่ำ ทำให้เกิดปัญหากับผู้บริโภคภายในและต่างประเทศ

การปลอมปนพันธุ์ข้าวอาจจะเกิดขึ้นได้หลายขั้นตอน ได้แก่ การปลอมปนของเมล็ดพันธุ์ข้าวในการปลูก การปนพันธุ์ในขณะเก็บเกี่ยวการปนพันธุ์ในโรงสีหรือการปนพันธุ์โดยตั้งใจของพ่อค้า

การตรวจสอบการปนพันธุ์ในระดับเมล็ดข้าวเปลือกตั้งแต่ระยะปลูกจนถึงที่โรงสีก่อนทำการสี สามารถทำได้โดยการเพาะเมล็ดให้งอกแล้วนำส่วนของลำต้น ราก หรือใบอ่อนมาสกัดดีเอ็นเอสำหรับตรวจสอบได้เลย โดยดีเอ็นเอของข้าวแต่ละพันธุ์จะมีดีเอ็นเอบางส่วนของ Chromosome ที่เฉพาะในพันธุ์นั้นๆ ทำให้แยกความแตกต่างของพันธุ์ข้าวได้

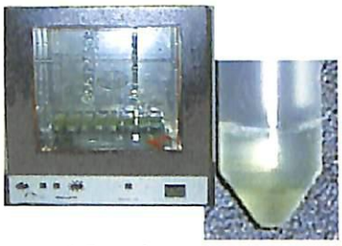
หลังจากการสีข้าวแล้ว ข้าวสารที่ได้ไม่สามารถจะนำมาเพาะให้เป็นต้นได้อีก เพราะส่วนของต้นอ่อนได้ถูกขัดออกไป ดังนั้นการตรวจการปนพันธุ์ในข้าวสารจึงต้องทำการสกัดดีเอ็นเอจากเมล็ดข้าวสารเอง ซึ่งเซลล์ในเมล็ดข้าวสารจะมีแป้งเป็นองค์ประกอบหลัก ทาง*ห้องปฏิบัติการดีเอ็นเอเทคโนโลยี* ได้พัฒนาวิธีการสกัดดีเอ็นเอจากเมล็ดข้าวสารแต่ละเมล็ด มาตรวจการตรงพันธุ์ทำให้ทราบว่ามีการปนพันธุ์หรือไม่ การปนด้วยพันธุ์อะไร กี่เปอร์เซ็นต์ ซึ่งการตรวจสอบการปนพันธุ์ข้าวโดยใช้ดีเอ็นเอจะมีความแม่นยำกว่าการตรวจสอบโดยวิธีทางเคมี

อุตสาหกรรมแปรรูปข้าวสารเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ต้องการข้าวที่มีปริมาณอะไมโลสต่างๆ กัน ซึ่งบางครั้งไม่สามารถแบ่งข้าวสารที่มีปริมาณอะไมโลสต่างกันด้วยตาเปล่าได้ การตรวจหาพันธุ์ข้าวหรือตรวจข้าวสารด้วยดีเอ็นเอ จะสามารถแบ่งพันธุ์ข้าวเป็นกลุ่มอะไมโลสสูง ปานกลางและต่ำได้ จึงทำให้ราคาอุตสาหกรรมสามารถเลือกใช้พันธุ์ข้าวที่มีอะไมโลสตรงตามต้องการและเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์นั้นๆ

บดตัวอย่างในไนโตรเจนเหลว

ใส่ 1.5 x CTAB buffer

บ่มและเขย่าที่อุณหภูมิ 65°C



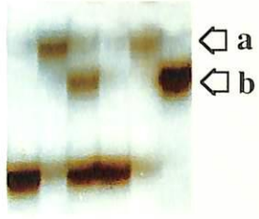
ละลายดีเอ็นเอด้วย high salt solution

กำจัดโปรตีนและโพลีแซกคาไรด์ด้วยคลอโรฟอร์มผสมกับไอโซเอมิล (24:1) 2 ครั้ง

ตกตะกอนดีเอ็นเอด้วย 95% ของเอทานอล

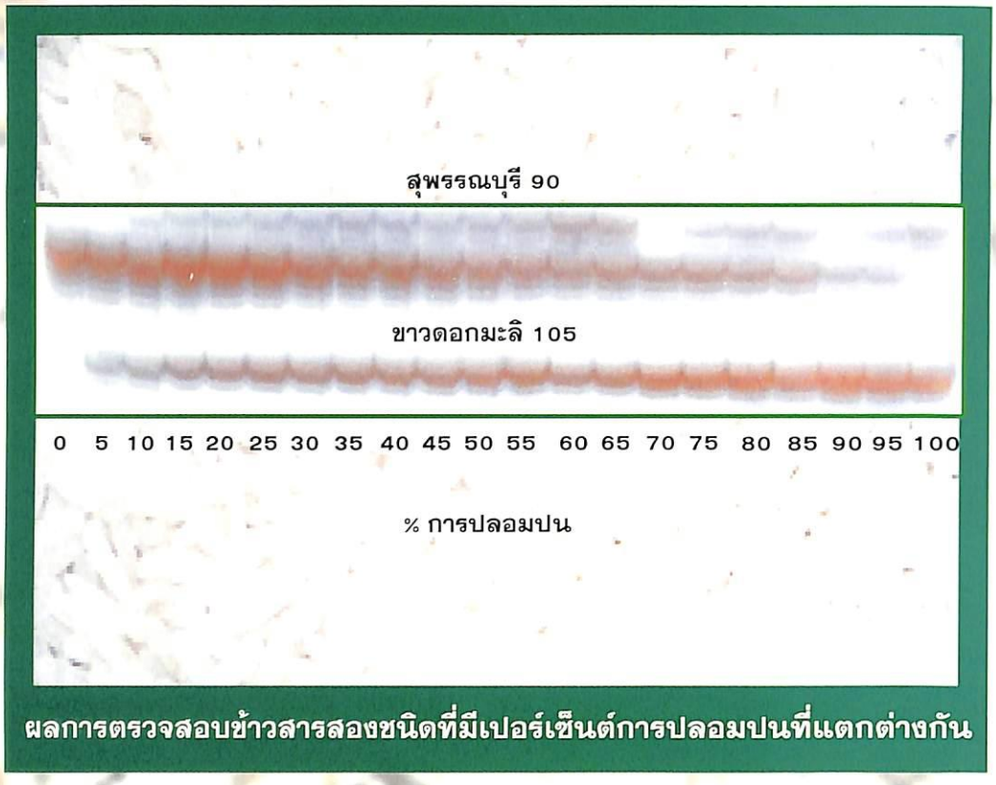
ย้ายดีเอ็นเอไปล้างใน 70% ของเอทานอล

ละลายดีเอ็นเอใน TE buffer

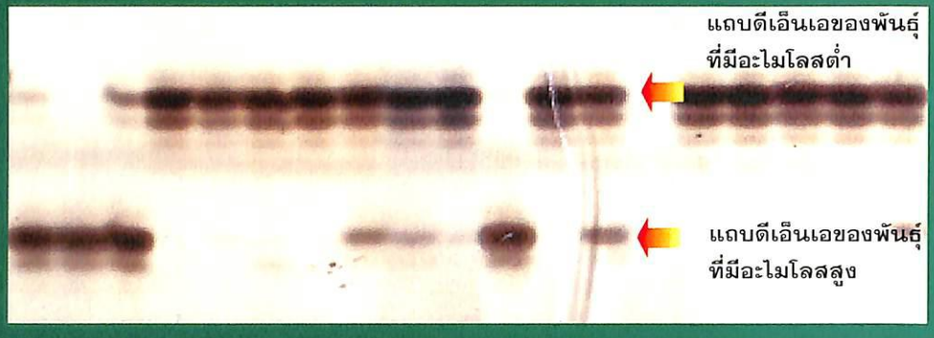


นำไปใช้ตรวจสอบในงานที่ต้องการ

ภาพแสดงขั้นตอนการสกัดดีเอ็นเอจากชิ้นส่วนของพืชด้วยวิธี CTAB



ผลการตรวจสอบข้าวสารสองชนิดที่มีเปอร์เซ็นต์การปลอมปนที่แตกต่างกัน



เครื่องหมาย DNA ที่สามารถจำแนกพันธุ์ข้าวออกได้ตามคุณภาพหุงต้ม
ทำให้ผู้บริโภคมีความมั่นใจในข้าวไทยมากขึ้น

ปัจจุบันวิทยาการด้านพันธุวิศวกรรมได้ใช้กันอย่างแพร่หลายในพืชที่เป็นอาหารของมนุษย์รวมทั้งข้าวด้วย เนื่องจากการไม่ยอมรับของผู้บริโภคต่ออาหารที่เกิดจากการตัดต่อยีน โดยเฉพาะกลุ่มผู้บริโภคในสหภาพยุโรปและประเทศทางเอเชียบางประเทศ ซึ่งผู้บริโภคมีความประสงค์จะรู้ว่าอาหารที่จะซื้อรับประทานเป็นอาหารที่เกิดจากการตัดต่อยีนหรือไม่ เพราะถือเป็นสิทธิของผู้บริโภคที่ควรรู้เพื่อใช้ในการตัดสินใจเอง ทำให้งานด้านดีเอ็นเอเข้ามามีส่วนช่วยในการตรวจสอบอาหารดังกล่าว *เพื่อเป็นการส่งออกผลิตภัณฑ์อาหารเหล่านี้ไปยังต่างประเทศ*

▲ *ข้าวสารหลากหลายชนิดที่มีสีต่างๆ*

หลักการและพื้นฐานความรู้*ของการตรวจสอบผลิตภัณฑ์*จากการใช้วัตถุดิบที่ได้รับการถ่ายยีนแบบไม่ธรรมชาติคือ ยีนที่จะถ่ายเข้าไปในเซลล์ของพืชเพื่อที่จะให้แทรกตัวเข้าไปอยู่ในโครโมโซมของพืชนั้นจะต้องนำมาตัดแต่งโดยจะมีส่วนประกอบสำคัญ ๔ ส่วน ได้แก่

๑. Selectable gene ใช้สำหรับตรวจเซลล์พืชว่าเซลล์นั้นได้รับการถ่ายยีนหรือไม่ เพื่อจะได้พัฒนาเซลล์ที่ได้รับยีนไปเป็นต้นต่อไป โดยปกติจะใช้ยีนจากแบคทีเรียที่ต้านทานต่อยาปฏิชีวนะ

๒. Promotor เป็นส่วนที่เอนไซม์ที่ใช้ในการเริ่มขบวนการทำงานของยีนมาจับเพื่อเริ่มขบวนการถอดรหัสยีนโดยส่วนมากจะใช้ promotor จากเชื้อไวรัสที่ทำให้เกิดโรคในดอกกะหล่ำ ซึ่ง promotor ตัวนี้จะมีประสิทธิภาพสูงมาก

๓. ส่วนของยีนที่ต้องการจะใส่เข้าไป ซึ่งอาจจะมาจากพืชหรือสัตว์เอง หรืออาจจะมาจากแบคทีเรียหรือไวรัสก็ได้

๔. ส่วนของท้ายยีน ส่วนนี้เป็นส่วนหนึ่งของชิ้นดีเอ็นเอของเชื้อแบคทีเรีย ชื่อ *Agrobacterium* ซึ่งใส่ต่อไปที่ส่วนท้ายยีน จะทำให้ยีนที่มีประสิทธิภาพในการแสดงออกสูง

ดังนั้นจึงสามารถที่จะตรวจสอบทั้ง ๔ ส่วนหรือส่วนใดส่วนหนึ่งเพื่อพิสูจน์ว่าเป็นผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากการตัดต่อยีนหรือไม่

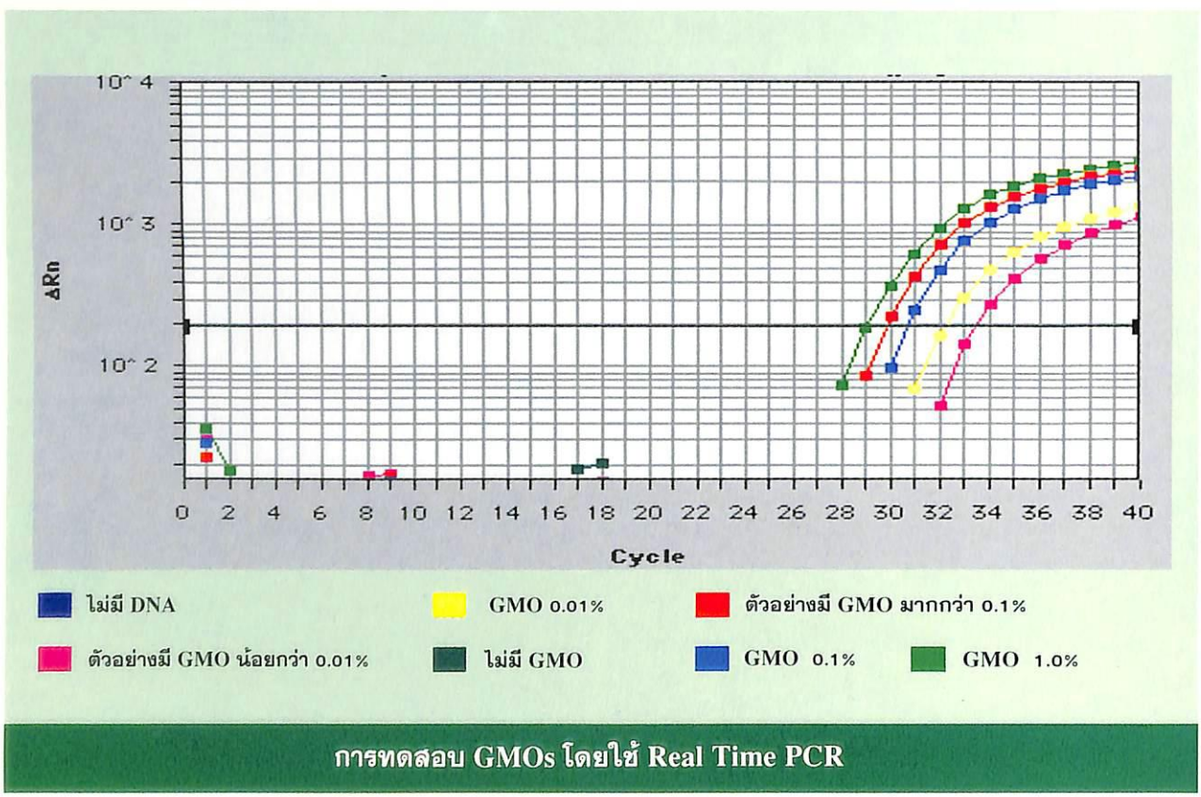
◀ *ผลิตภัณฑ์ชนิดต่างๆ จากข้าว*

สิ่งมีชีวิตที่มีการตัดแต่งทางพันธุกรรม
(Genetically Modified Organisms; GMOs)

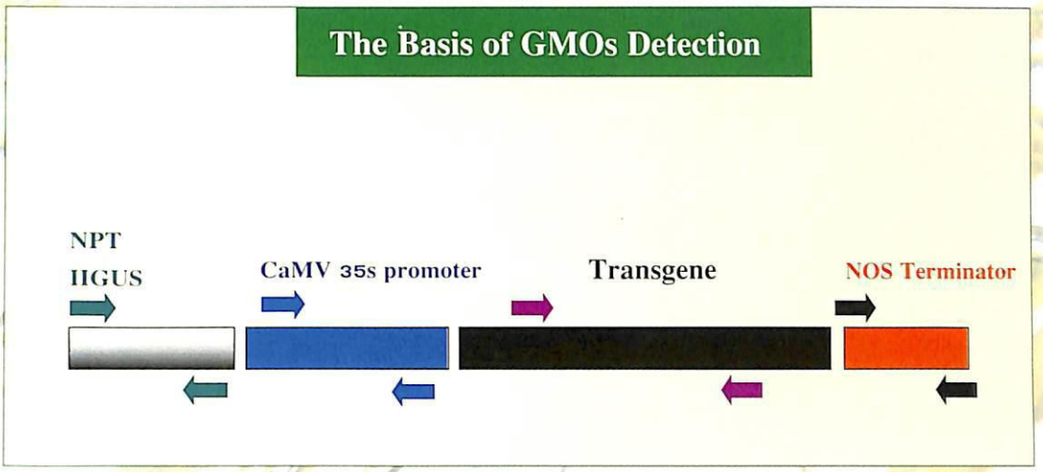
สิ่งมีชีวิตที่ทำการตัดแต่งพันธุกรรม (GMOs) คือ พืชหรือสัตว์ที่เกิดขึ้นจากการใช้เทคโนโลยีชีวภาพ ทำตัดแต่งสารพันธุกรรมทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่างไปจากสายพันธุ์ที่มีอยู่แต่ดั้งเดิมตามธรรมชาติ เกิดการแสดงออกในลักษณะที่ต้องการ ในปัจจุบันสินค้าที่เกิดจากสิ่งมีชีวิตที่ทำการตัดแต่งพันธุกรรมได้ผลิตออกสู่ตลาดโลกมากมายหลายชนิด เช่น ถั่วเหลือง ข้าวโพด ฝ้าย และพืชน้ำมัน มีนำเสนอถึงข้อดีและข้อเสียของสินค้า GMOs ในหลายๆ ประเด็น ฝ่ายสนับสนุนให้เหตุผลว่า ๑) GMOs ช่วยเพิ่มปริมาณการผลิตอาหารให้สูงขึ้น แก้ไขการขาดแคลนอาหารที่เกิดขึ้นจากการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรและการลดลงของพื้นที่เพาะปลูก ๒) ช่วยลดต้นทุนการผลิต สามารถลดค่าใช้จ่ายด้านสารกำจัดโรคและแมลงศัตรูพืช ๓) อนุรักษ์สภาพแวดล้อม จากการลดการใช้สารเคมีกำจัดโรคและแมลง ๔) ช่วยอนุรักษ์พันธุ์พืช-สัตว์ โดยใช้เทคโนโลยีเพื่อการขยายพันธุ์ให้รวดเร็วขึ้น

ส่วนฝ่ายคัดค้านมีความเห็นว่า ๑) GMOs อาจไม่มีความปลอดภัยต่อชีวิตและสุขภาพของมนุษย์ สัตว์และพืชเพียงพอ เพราะยังไม่มีข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ยืนยันอย่างแน่ชัด ๒) ทำลายสภาพแวดล้อม ทำให้ระบบนิเวศวิทยาเสียสมดุล สร้างโรคและแมลงศัตรูพืชแบบใหม่ๆ ๓) ต้นทุนการผลิต GMOs ในประเทศที่กำลังพัฒนาสูงเพราะต้องนำเข้าเทคโนโลยีจากประเทศที่พัฒนาแล้ว ๔) GMOs ขัดต่อหลักจริยธรรมและคุณธรรม โดยเฉพาะเทคโนโลยี GMOs ที่ทดลองในมนุษย์และสัตว์

ดังนั้นการนำเทคโนโลยี GMOs มาใช้จึงต้องคำนึงถึงความเหมาะสมว่าควรนำมาใช้เมื่อใด หน่วยงานใดเป็นผู้รับผิดชอบความปลอดภัยในการนำมาใช้ รวมถึงการสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับสินค้า GMOs แก่ผู้บริโภค



การทดสอบ GMOs โดยใช้ Real Time PCR



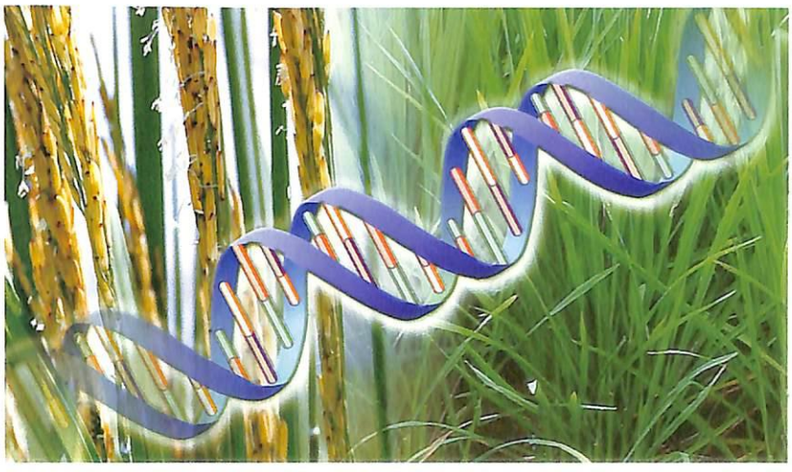
ภาพแสดงผลการตรวจสอบ GMOs ในอาหารแบบ "มี/ไม่มี" เปรียบเทียบ ซีอิ๊ว (soy sauce) เต้าเจี้ยว (soy paste) ตัวอย่างข้าวโพด 3 ชนิด (maize A, B, C) ตัวอย่างถั่วเหลือง 3 ชนิด (soybean A, B, C) ข้าวสาลี (wheat) กากข้าวโพด (corn meal) แป้งถั่วเหลือง (soy flour) และแป้งข้าวโพด (maize flour) กับตัวอย่างที่ไม่มีดีเอ็นเอ (no DNA) และตัวอย่างที่เป็น GMOs (positive control)

บทที่ ๖

การค้นหายีนทั้งหมด
ในข้าวไทย

อภิชาติ วรรณวิจิตร

ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติได้ดำเนินโครงการวิจัยจีโนมข้าว โดยร่วมมือกับหน่วยงานหลายแห่ง งานวิจัยดังกล่าวได้ดำเนินตามแนวพระราชดำริของสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯสยามบรมราชกุมารี เรื่องการอนุรักษ์พันธุ์ข้าวป่าและข้าวพื้นเมือง รวมทั้งยีนสำคัญที่มีอยู่ในข้าวดังกล่าว ทั้งนี้เพื่อเป็นพื้นฐานความรู้ในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวของประเทศไทย "โครงการจีโนมข้าว" จึงถือกำเนิดขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อค้นหายีนทั้งหมดในข้าวไทย



ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อภิชาติ วรรณวิจิตร หัวหน้าโครงการจีโนมข้าว ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ และหัวหน้าศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพทางการเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี เสด็จพระราชดำเนินเป็นการส่วนพระองค์เพื่อทอดพระเนตรห้องปฏิบัติการวิจัยด้านเทคโนโลยีชีวภาพของศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

แนวพระราชดำริเรื่องการอนุรักษ์ยีนในข้าวป่า

สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ทรงมีแนวพระราชดำริในเรื่องการอนุรักษ์พันธุ์ข้าวป่าที่ได้ทรงพบเห็นอยู่ทั่วไปว่าประเทศไทยควรศึกษาพันธุ์ข้าวป่า รวมทั้งยีนข้าวป่าอย่างลึกซึ้ง เพื่อเป็นพื้นฐานของการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโดยไม่ต้องพึ่งพาเทคโนโลยีจากต่างประเทศตลอดไป

ในการนี้ ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ ร่วมกับกรมวิชาการเกษตรและมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้มีความเห็นตรงกันว่า การศึกษาจีโนมข้าวจะเปิดโอกาสให้มีการค้นพบยีนทั้งหมดที่มีอยู่ในข้าวป่ามากกว่า ๓๐,๐๐๐ ยีน และข้อมูลดังกล่าวสามารถนำไปสู่การจดสิทธิบัตรทางปัญญาได้ ดังนั้นทั้งสามหน่วยงานจึงได้ประสานความร่วมมือกันเพื่อบรรลุวัตถุประสงค์หลักดังต่อไปนี้

๑. เพื่อค้นหายีนโดยวิธีหาลำดับเบสของมวลสารพันธุกรรมที่มีในข้าว โดยอาศัยความร่วมมือระหว่างประเทศและใช้โครงสร้างของจีโนม ตำแหน่งและลำดับเบสของยีนบนโครโมโซมในข้าวเป็นต้นแบบสำหรับการค้นหายีนในพืชเศรษฐกิจอื่นๆ ของประเทศ

๒. เพื่อประยุกต์ข้อมูลที่ได้จากการร่วมโครงการนานาชาติดังกล่าวให้เป็นประโยชน์ต่อการหายีนทุกชนิดในข้าวไทย โดยเฉพาะข้าวพื้นเมืองและข้าวป่าตามลำดับความสำคัญดังต่อไปนี้ ยีนที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพหุงต้ม ความหอม โภชนาการ ความทนทานแล้งและน้ำท่วม ความต้านทานโรคไหม้ เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล และความทนทานต่อดินเค็ม

๓. เพื่อการเรียนรู้กระบวนการหาลำดับเบสจากจีโนมขนาดใหญ่ (Whole-Genome-Sequen cing) โดยอาศัยโครงการร่วมระหว่างประเทศดังกล่าวเป็นแนวทางทำให้ประเทศไทยมีขีดความสามารถในการดำเนินการโครงการในลักษณะเดียวกันนี้ได้ด้วยตนเองในอนาคต

นิยามของคำว่า *จีโนม*

คำจำกัดความของ *จีโนม* คือมวลสารพันธุกรรมทั้งหมดที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตอย่างปรกติของสิ่งมีชีวิต ในพืชประกอบด้วย ๓ ส่วนด้วยกันคือ nuclear, chloroplast และ mitochondrial genomes ส่วนในสัตว์ประกอบด้วย nuclear และ mitochondrial genomes โดยทั่วไปภายใน nuclear genome ของยูคาริโอทประกอบด้วยจำนวนโครโมโซมพื้นฐาน (basic chromosome number) ดังเช่นในข้าวมีจำนวน ๑๒ คู่หรือ ๒๔ แท่ง ซึ่งครึ่งหนึ่งได้มาจากแม่และอีกครึ่งได้มาจากพ่อ ดังนั้น haploid genome ของข้าวจึงประกอบด้วย ๑๒ โครโมโซม ปรกติเซลล์สิ่งมีชีวิตต่างๆ จะอยู่ในสภาพของการเป็น diploid ซึ่งมีจำนวนโครโมโซมเป็นสองเท่าของ haploid

จีโนมของพืชและสัตว์นอกจากมีสารพันธุกรรมที่เก็บรหัสสำหรับการสร้างโปรตีนที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของเซลล์ที่เรียกว่ายีนแล้ว ยังมีส่วนของสารพันธุกรรมที่ยังไม่ทราบหน้าที่อีกด้วย ดังนั้นองค์ความรู้ด้านจีโนมจึงเป็นการศึกษาทั้งในส่วนของยีนและสารพันธุกรรมอื่นๆ ทั้งหมดที่ประกอบขึ้นเป็นโครโมโซมด้วย

จีโนมข้าวน่าสนใจ

นักวิจัยต่างประเทศให้ความสนใจในจีโนมของข้าวด้วยมูลเหตุสำคัญ ๔ ประการ

๑. ความเป็นพืชที่มีขนาดของจีโนมกระทัดรัด (compact genome) หากเปรียบเทียบขนาดจีโนมของพวกยูคาริโอทด้วยกันแล้ว จีโนมข้าวมีขนาดเล็กกว่าข้าวโพดและมนุษย์ประมาณ ๑๖ เท่า และเป็นหนึ่งใน ๔๐ เท่าของข้าวสาลี การที่ข้าวมีโครโมโซมขนาดเล็ก ทำให้การวางแผนที่จีโนม (genome mapping) ทำได้ง่ายกว่า จนถึงปัจจุบันได้วางเครื่องหมายโมเลกุล (DNA markers) จำนวน ๒,๒๐๐ ชิ้น กระจายตัวอยู่บนโครโมโซมทั้ง ๑๒ แท่ง (Kurata, *et al.* 1994; Sasaki *et al.* 1994) ซึ่งจัดว่าเป็นแผนที่จีโนมที่ละเอียดที่สุดอันหนึ่ง นอกจากนั้นยังมีการพัฒนา Yeast Artificial Chromosome (YAC) ซึ่งเก็บดีเอ็นเอข้าวขนาดประมาณ ๓๕๐ kb จำนวน ๗,๐๐๐ โคลน ดีเอ็นเอชิ้นใหญ่เหล่านี้ทำให้สามารถวางแผนที่ได้ละเอียดถึงระดับเบส (physical mapping) ได้

๒. มีความแตกต่างของฐานพันธุกรรมสูง (genetic diversity) ดังจะเห็นได้จากความหลากหลายของจีโนมในข้าวป่า

๓. มีระบบการถ่ายยีน (transformation system) ที่ได้รับการพัฒนาแล้ว สามารถนำมาศึกษาหน้าที่ของยีนได้

๔. นักวิจัยได้ทำ physical mapping ในข้าวได้ครึ่งจีโนมแล้ว อีกทั้งยังได้วางตำแหน่งของยีนที่แสดงออก (expressed genes) ไปแล้วถึง ๓๐,๐๐๐ ตำแหน่ง (EST = Expressed Sequence Tag) จากความละเอียดของแผนที่จีโนมข้าวดังกล่าวเป็นเสมือนหลักหมาย (landmark) เพื่อใช้ในการวางตำแหน่งของยีนที่ยังไม่ทราบหน้าที่ (gene mapping) และในที่สุดก็จะนำไปถึงการแยกยีน (map-based cloning) ได้โดยง่าย

ข้าวคือกุญแจสู่วิวัฒนาการ

พืชที่มีวิวัฒนาการร่วมกันมาย่อมมีความสัมพันธ์ไม่มากก็น้อย ในระดับจีโนม ธัญพืช หรือ cereal (ตระกูล Poaceae) เช่น ข้าว ข้าวโพด ข้าวสาลี ข้าวบาเลย์ ข้าวไรน์ ข้าวฟ่าง อ้อย ฯลฯ เป็นแหล่งอาหารที่สำคัญที่สุดของโลก และพืชเหล่านี้มีวิวัฒนาการร่วมกันมาถึง ๖๐ ล้านปี อย่างไรก็ตาม พืชเหล่านี้มีขนาดของจีโนมที่แตกต่างกันเป็นอย่างมาก โดยเรียงลำดับจากขนาดเล็กไปสู่ขนาดใหญ่ดังนี้ ข้าว ข้าวโพด ข้าวบาเลย์ ข้าวสาลี จีโนมของข้าวสาลีมีขนาดใหญ่กว่าของข้าวประมาณ ๔๐ เท่า ในขณะที่มีจำนวนยีนทั้งหมด (gene content) ใกล้เคียงกัน การที่จีโนมข้าวสาลีมี repetitive DNA อยู่มากถึง ๘๐% ในขณะที่ในข้าวมีอยู่เพียง ๕๐% และความใกล้ชิดระหว่างสมาชิกในตระกูล Poaceae เห็นได้ชัดเจน จากการเปรียบเทียบแผนที่จีโนมโดยใช้เครื่องหมายโมเลกุลของข้าวเป็นหลัก (anchor probe) ซึ่งพบว่ามีการอนุรักษ์ลำดับของยีน (conservation of gene order) เป็นกลุ่ม (rice linkage segments) ถึง ๑๙ กลุ่ม (segment) โดย linkage segment ดังกล่าวสามารถอธิบายลำดับของยีนในโครโมโซมข้าวโพดและข้าวสาลีได้ ดังนั้นชิ้นส่วนทั้ง ๑๙ ชิ้นของโครโมโซมข้าวจึงเป็นเสมือนส่วนย่อย (building block) ของสมาชิกของพืชต่างๆ ในตระกูล Poaceae (Bennetzen *et al.*, ๑๙๙๗) อย่างไรก็ตามแนวคิดในเรื่อง colinearity เป็นจริงเฉพาะลำดับของยีนเท่านั้น ไม่รวมไปถึงขนาดและปริมาณของสารพันธุกรรมที่แทรกอยู่ระหว่างยีนซึ่งทำให้ระยะห่างของDNA marker ชุดเดียวกัน ในข้าวสาลีและข้าวโพดห่างกว่าในข้าว การค้นพบนี้นอกจากจะเป็นการเปิดศักราชใหม่ในการศึกษาวิวัฒนาการในระดับจีโนมแล้ว ยังเปิดโอกาสให้มีการเปรียบเทียบตำแหน่งของยีนสกุลเดียวกัน (orthologous gene) ในพืชต่างชนิดอีกด้วย ตัวอย่างเช่น ยีนควบคุมความสูง Rht1 และ Rht2 (gibberellin-insensitive) ในข้าวสาลีกับยีน d9 และ d8 ในข้าวโพดนั้นพบอยู่บน rice linkage segment 3b เหมือนกัน อีกตัวอย่างหนึ่งก็คือ ยีน liguless ของข้าวบาเลย์ ข้าวโพดและข้าวก็พบอยู่บน rice linkage segment เดียวกัน ดังนั้นจะเห็นได้ว่าเราสามารถนำเครื่องหมายโมเลกุลในข้าวมาใช้แยกยีนที่ต้องการในธัญพืชอื่นๆ ได้ (map-based cloning) และด้วยระบบการถ่ายยีน (transformation system) ที่พัฒนาดีแล้วในข้าว การศึกษาหน้าที่ (functional study) ของยีนดังกล่าวก็สามารถทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เปลี่ยนยีนข้าวให้เป็นทรัพย์สินทางปัญญา

เป้าหมายที่สำคัญที่สุดอีกอันหนึ่งที่ทำให้งานวิจัยจีโนมทางพืชและสัตว์แตกต่างไปจากงานวิจัยจีโนมของมนุษย์ก็คือ ความสามารถในการนำเอาผลวิจัยไปใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ได้โดยตรง ตัวอย่างเช่น เมื่อนักวิทยาศาสตร์ทราบว่ายีนที่ควบคุมลักษณะที่สำคัญทางเศรษฐกิจในพืชหรือสัตว์อยู่ ณ ตำแหน่งใด การเคลื่อนย้ายยีนเหล่านี้ด้วยวิธีการผสมข้ามตามธรรมชาติ หรือโดยวิธีการถ่ายยีนย่อมกระทำได้หลายวิธีและรวดเร็ว เป็นผลให้การปรับปรุงพันธุ์พืชและสัตว์เพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพสามารถกระทำได้ อันเป็นการรองรับกับการเพิ่มขึ้นของประชากรโลกในอนาคต

ในแง่มุมด้าน Intellectual Property Right หรือ IPR ยีนถือเป็นทรัพย์สินทางปัญญา (intellectual propriety) ที่สำคัญที่สุดของการใช้เทคโนโลยีชีวภาพ การหาลำดับเบสของสารพันธุกรรมทั้งมวลของข้าวจะนำไปสู่การค้นพบยีนทั้งมวลงานวิจัยด้านจีโนมพืชและสัตว์ อาจนำไปสู่การจดลิขสิทธิ์ (patent) ยีนที่มีอยู่ในสิ่งมีชีวิตได้ง่ายโดยไม่ขัดต่อจริยธรรม ทำให้ประเทศที่ไม่ได้เริ่มงานวิจัยด้านนี้เสียเปรียบในการที่จะนำเอาความหลากหลายทางชีวภาพมาใช้ในการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศได้อย่างอิสระ แต่เทคโนโลยีขั้นสูงดังกล่าวส่วนใหญ่อยู่ในมือบริษัทข้ามชาติใหญ่ๆ เพียงไม่กี่บริษัทในโลก เช่น มอนซานโต ดูปองท์ ฯลฯ การได้มาซึ่งยีนที่มีประโยชน์อาจถือเป็นข้อแลกเปลี่ยนทางเทคโนโลยีที่สำคัญ (technological bargaining) ก็ได้ และสามารถสร้างพันธมิตรทางธุรกิจแทนการแข่งขันที่เราไม่มีทางชนะได้ในอนาคต ผลประโยชน์ที่จะได้เหล่านี้ไม่สามารถประเมินเป็นมูลค่าได้

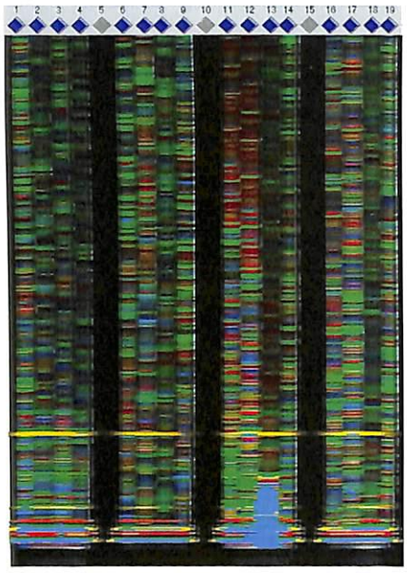
เป็นที่คาดหมายว่าการค้นหายีนในข้าวประมาณ ๓๐,๐๐๐ ชนิดให้เสร็จในอีก ๘ ปีข้างหน้าจะต้องใช้เงินประมาณ ๕,๕๐๐ ล้านบาท (๒๐๐ ล้าน USD) ซึ่งคิดเป็นต้นทุนในการค้นหายีนเฉลี่ยประมาณ ๒๐๐,๐๐๐ บาทต่อยีน หากเทียบกับวิธีการค้นหายีนโดยวิธีเดิมต้องใช้เงินประมาณ ๔ ล้านบาทต่อยีน ยีนทั้ง ๓๐,๐๐๐ ชนิดนี้ยังสามารถนำไปใช้เป็นต้นแบบในการค้นหายีนในธัญพืชทั้งหมด เช่น ข้าวโพด ข้าวสาลีและข้าวฟ่าง ฯลฯ ได้รวดเร็วขึ้นโดยไม่ต้องทำโครงการในลักษณะเดียวกันอีกดังนั้นการลงทุนดังกล่าวย่อมคุ้มค่าอย่างยิ่งและการที่ประเทศไทยได้มีส่วนร่วมในการลงทุนดังกล่าวทำให้นักวิจัยไทยมีความสามารถในการเข้าถึงข้อมูลลำดับเบสของจีโนมข้าว และสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างรวดเร็วและจริงจัง หากประกอบกับความหลากหลายทางพันธุกรรมข้าวที่มีมากที่สุดประเทศหนึ่งในโลกแล้ว ประเทศไทยจะมีความได้เปรียบในการเข้าถึงยีนที่มีประโยชน์ได้ก่อนประเทศอื่นๆ

โครงการความร่วมมือนานาชาติเพื่อศึกษาลำดับมวลสารพันธุกรรมทั้งหมดของจีโนมข้าว

นอกจากความสำคัญทางเศรษฐกิจและความสามารถในการเป็นจีโนมต้นแบบของข้าวแล้วนั้น ขนาดของจีโนมที่เล็กกว่าธัญพืชอื่นๆ รวมทั้งจำนวนเครื่องหมายโมเลกุลและแผนที่จีโนมที่ได้มีการทำมาก่อนหน้านี้แล้วอย่างสมบูรณ์ ทำให้นักวิทยาศาสตร์จากสหรัฐอเมริกาและญี่ปุ่นในโครงการวิจัยจีโนมข้าว (Rice Genome Research Program) ร่วมมือกันจัดตั้ง International Rice Genome Sequencing Program (IRGSP) โดยได้เชิญชวนนักวิทยาศาสตร์จากประเทศจีน เกาหลี ไทย ฟิลิปปินส์ และเนเธอร์แลนด์ เข้าร่วมระดมความคิดเมื่อวันที่ ๒๓ กันยายน พ.ศ. ๒๕๔๐ ในการประชุมชีววิทยาโมเลกุลของพืช (Plant Molecular Biology) ครั้งที่ ๕ ณ ประเทศสิงคโปร์ โครงการนานาชาติเพื่อการวิจัยจีโนมข้าวจึงได้เริ่มจัดตั้งเป็นรูปธรรมเมื่อวันที่ ๒๓ กันยายน พ.ศ. ๒๕๔๐ ปัจจุบันมีกลุ่มนักวิจัยเข้าร่วมโครงการทั้งสิ้น ๑๔ กลุ่มจาก ๑๑ ประเทศ (ดังแสดงในตาราง) ในการดำเนินงานนั้นประเทศสมาชิกจะใช้ genomic library ร่วมกัน และจะส่งข้อมูลการวิเคราะห์ลงในฐานข้อมูลร่วมกันที่ประเทศญี่ปุ่น ซึ่งข้อมูลเหล่านี้ประเทศสมาชิกสามารถจะนำเอาไปใช้ประโยชน์ได้

ตารางแสดงรายชื่อประเทศที่เข้าโครงการนานาชาติเพื่อความร่วมมือในการวิจัยจีโนมข้าว

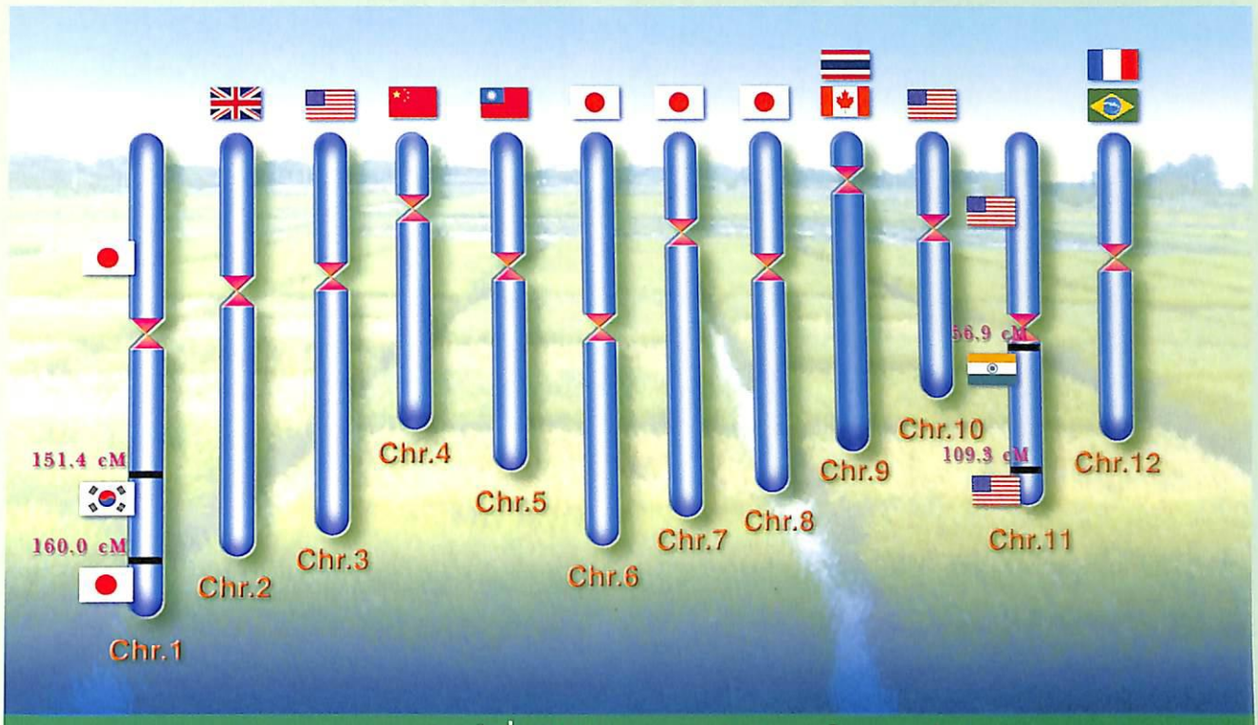
ประเทศ	ผู้รับผิดชอบ	ที่อยู่
Japan	Dr. Takuji Sasaki	Rice Genome Program, NIAR/STAFF, Tsukuba
USA	Dr. Ben Burr	Brookhaven National Laboratory, NY
UK	Dr. Michael Bevan	John Innes Centre, Norwich
USA	Dr. Rod Wing	Clemson University, Genomics Institute
USA	Dr. Richard McCombie	Cold Spring Harbor Laboratory
USA	Dr. Joachim Messing	Waksman Institute, Rutgers University, Piscataway, NJ
USA	Dr. Robin Buell	The Institute for Genome Research
USA	Dr. John Mc Pherson	Washington University
China	Dr. Gou Fan Hong	National Center Gene Research
France	Dr. Michel Delseney	Perpignan University
South Korea	Dr. Moo Young Eun	National Institute of Agricultural Science and Technology
Taiwan	Dr. Yue-ie Hsing	Academia Sinica
Canada	Dr. Thomas Bureau	McGill University
Thailand	Dr. Apichart Vanavichit	National Center for Genetic Engineering and Biotechnology, NSTDA
India	Dr. Akhilesh K. Tyagi	University of Delhi South Campus
Brazil	Dr. Antonio Costa de Oliveria	Contro de Biotechnologia, UFPel



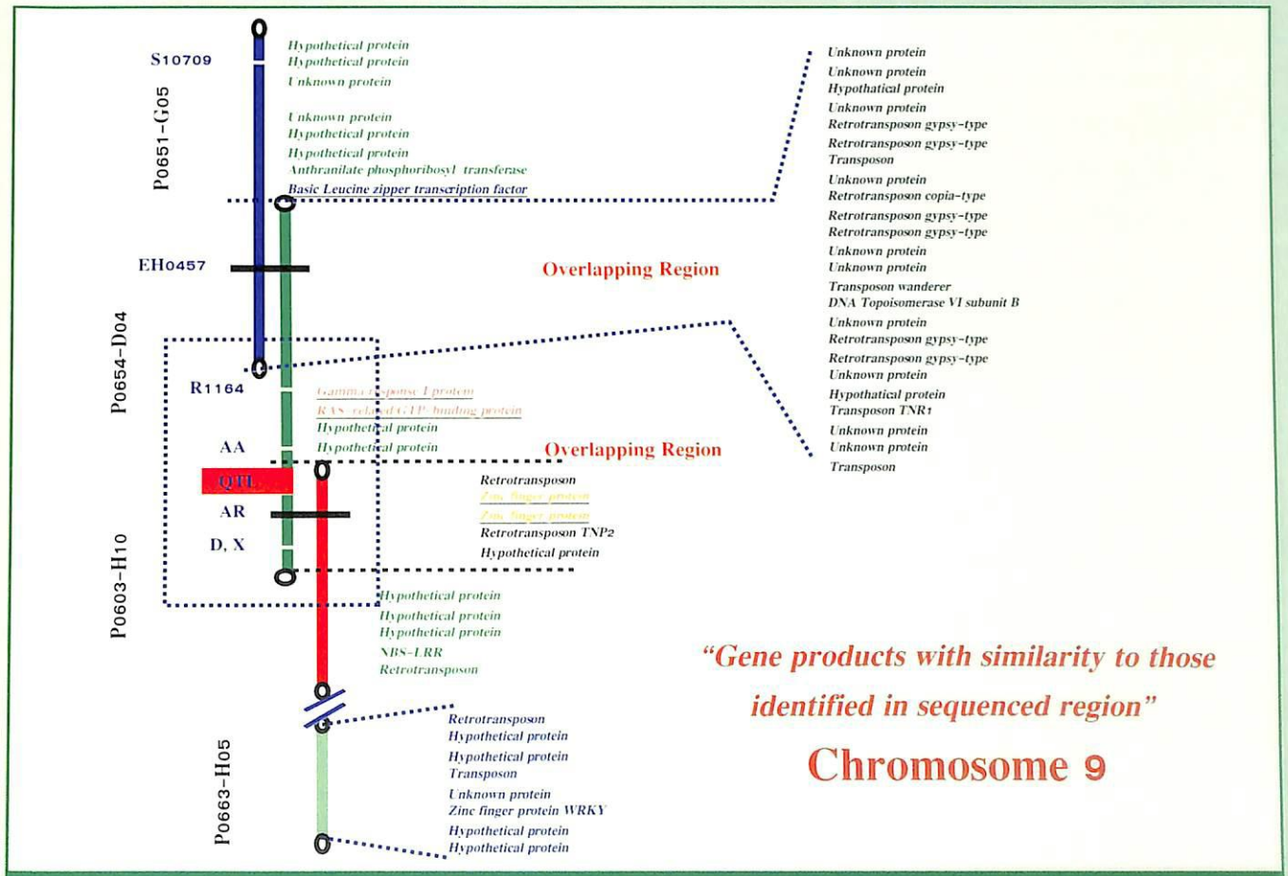
ภาพแสดงการหาลำดับเบสโดยใช้เครื่องหาลำดับเบส-กึ่งอัตโนมัติ (automated sequencer)

Rice Genome Sequencing กับประเทศไทย

การลงทุนจำนวนมหาศาลร่วมกันระหว่างสหรัฐอเมริกาและญี่ปุ่น ซึ่งเป็นมหาอำนาจทางเศรษฐกิจย่อมเป็นเครื่องแสดงว่าการศึกษาจีโนมข้าวนั้นมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง เป็นที่คาดหมายว่าในอีก ๘ ปีข้างหน้า ยีนทั้งหมดของข้าวที่มีจำนวน ๓๐,๐๐๐ ยีนจะถูกค้นพบ รวมทั้งยีนที่ควบคุมความหอมและคุณภาพหุงต้ม นั่นก็หมายความว่าหากประเทศไทยค้นพบยีนควบคุมความหอมและคุณภาพหุงต้มในข้าวขาวดอกมะลิ ๑๐๕ ภายหลังนักวิทยาศาสตร์ไทยย่อมสูญเสียโอกาสในการขอลิขสิทธิ์ของยีนเหล่านั้นไปอย่างน่าเสียดาย ดังนั้นประเทศไทยควรมีท่าทีเข้าร่วมกับสหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น จีนและเกาหลี ในโครงการดังกล่าว เพื่อเปลี่ยนอุปสรรคให้เป็นโอกาสกับนักวิทยาศาสตร์ไทยในการค้นพบยีนจากข้าวขาวดอกมะลิและข้าวป่าของไทยต่อไป



ภาพแสดงการแบ่งหน้าที่การรับผิดชอบของแต่ละประเทศในการหาลำดับเบส
ของมวลสารพันธุกรรมในข้าว ซึ่งประเทศไทยได้เลือกศึกษาโครโมโซม ๙



ภาพแสดงจำนวนและชนิดของยีนที่ค้นหาได้ ๕๕ ชนิด ซึ่งใช้ข้อมูลจากการหาลำดับเบสในโครโมโซม ๙ บางส่วน

การค้นหายีนในข้าว*ขาวดอกมะลิ ๑๐๕* ข้าวพื้นเมือง และข้าวป่า

สามารถทำได้หลายวิธี ดังนี้

๑. ค้นหาข้าวป่าจากแผนที่พันธุกรรม และแผนที่พันธุกรรม-เปรียบเทียบ ซึ่งสามารถค้นหายีนในข้าวไทยได้โดยการใช้ STS primer ที่ใกล้กับยีนที่ต้องการ ไปดึงเอาชิ้น BAC จากข้าว*นิพพอนบาเร* ที่มีลำดับเบสของมวลสารพันธุกรรมอยู่พร้อมแล้ว จากนั้นจึงค้นหายีนจากลำดับเบส จากความสัมพันธ์ระหว่างจีโนมของข้าวป่าและข้าวปลูก ทำให้สามารถคาดหมายได้ว่า ลำดับยีนบนข้าวปลูกน่าจะถูกอนุรักษ์เช่นเดียวกันในข้าวป่า เพื่อเชื่อมโยงจีโนมข้าวต่างจีโนมเข้าด้วยกัน จึงใช้เอกลักษณ์โมเลกุลจากข้าว*นิพพอนบาเร* เช่น RFLP, STS, EST, SSLP และ BAC end เป็นหลัก ในการวางตำแหน่งบนประชากร F2 ที่เกิดจากการผสมกันระหว่างข้าวป่าจีโนม AA (*O. rufipogon* และ *O. nivara*) กับข้าวพันธุ์*ขาวดอกมะลิ ๑๐๕* การเลือกข้าวป่าที่เข้าคู่ผสมนี้จำเป็นต้องเลือกจาก accession ที่ผ่านการประเมินพันธุกรรม และสามารถผสมพันธุ์กับพันธุ์*ขาวดอกมะลิ ๑๐๕* ได้โดยใช้วิธีการปรกติ หรือโดยวิธี embryo rescue (Bouharmon, 1991; Sitch, 1990) จากนั้นก็ทำการสร้างแผนที่ทางพันธุกรรม และใช้หลักการของแผนที่พันธุกรรมเปรียบเทียบ (Jena *et al.*, 1994) เป็นแกนสำคัญในการเชื่อมโยงเปรียบเทียบข้อมูลลำดับเบสและตำแหน่งยีนที่รายงานพบในข้าวพันธุ์ *นิพพอนบาเร* มาสู่ข้าวป่าของไทย

๒. การค้นหายีนในข้าวป่าโดยวิธี Monosomic Alien Addition Line (MAAL) (Multani *et al.*, 1994) ในข้าวป่าจีโนมอื่นๆ ที่นอกเหนือจากจีโนม AA นั้น มีลักษณะที่เป็นประโยชน์ทางเศรษฐกิจอื่นแฝงอยู่ ตัวอย่างเช่น ความต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลหรือหนอนเจาะลำต้นข้าว และความทนทานแล้งและดินเค็ม เป็นต้น การศึกษาศักยภาพของยีนเหล่านี้ในพื้นฐานพันธุกรรมของข้าวปลูกนั้นถูกจำกัดที่ว่ามีความแตกต่างกันของจีโนมพื้นฐาน ซึ่งเป็นผลให้การถ่ายทอดยีนจากข้าวป่าเหล่านี้มาสู่ข้าวปลูกนั้นกระทำได้ยาก เพื่อเปิดโอกาสให้ใช้ประโยชน์จากยีนเหล่านี้ได้ การใช้ MAAL ของข้าว*ดอก-มะลิ ๑๐๕* ที่มีโครโมโซมข้าวป่าแบบสุ่ม โดยเริ่มต้นที่การทวีคูณจำนวนโครโมโซมของข้าวพันธุ์*ขาวดอกมะลิ ๑๐๕* โดยใช้

การค้นหายีนต้านทานโรคและแมลงในข้าวพื้นเมืองและข้าวป่าของไทย โดยอาศัย Resistance Gene Analog ของยีนต้านทานที่ได้จากพืชชนิดอื่น ๆ

อาศัยการสืบค้นหาลำดับกรดอะมิโนที่อนุรักษ์ของยีนควบคุมความต้านทานต่อโรคและแมลงในพืชต่างๆ ที่ได้ถูกดำเนินการหาลำดับเบสและลำดับกรดอะมิโนเรียบร้อยแล้ว ข้อมูลเหล่านี้สามารถหาได้จากวารสารทั้งในและต่างประเทศ ตลอดจนข้อมูลจาก GenBank ส่วนที่อนุรักษ์ของยีนต้านทานเหล่านี้จะนำมาใช้ในการออกแบบ PCR primer แบบ degenerate ซึ่ง primer เหล่านี้สามารถนำมาใช้เพื่อเพิ่มปริมาณส่วนเหมือนในจีโนมของข้าวพันธุ์พื้นเมืองและพันธุ์ป่า สารพันธุกรรมส่วนเหมือนดังกล่าวเรียกว่า Resistance Gene Analogs (RGA) ซึ่งสามารถใช้เป็นเครื่องหมายโมเลกุลสำหรับการทำแผนที่จีโนมทางชีวภาพ เมื่อทราบตำแหน่งของ RGA ที่อยู่ใกล้กับยีนต้านทานที่ต้องการ ใด ก็ใช้ RGA นั้นมาคัดเลือก BAC/BiBAC Library ของพันธุ์ข้าวที่มียีนนั้นอยู่มาทำ fingerprinting และทำ BAC/BiBAC end sequencing เพื่อ assembling ชิ้นส่วน BAC/BiBAC ให้ได้ contig ย่อยๆ (subcontig) ต่อไป (Marek and Shoemarker, 1997) วิธีการเหล่านี้จะนำไปสู่การหาลำดับเบสของยีนต้านทาน อันจะเป็นเป็นเส้นทางลัดในการหายีนต้านทานโรคและแมลงที่มีอยู่ในพันธุ์ข้าวของไทยมาใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวเพื่อความยั่งยืนของการผลิตข้าวในประเทศไทย

โคลซิซีน แล้วผสมกับข้าวป่าจีโนม CC, BBCC, EE และ FF เพื่อผลิตลูกผสมชั่วที่ ๑ โดยวิธี embryo rescue จากนั้นจึงนำลูกผสมชั่วที่ ๑ ผสมกลับไปที่*ข้าวขาวดอกมะลิ ๑๐๕* จำนวน ๑-๒ ครั้งเพื่อให้ได้ BC_1F_1 และ BC_2F_1 จากนั้นทำการผสมตัวเองจนได้ BC_1F_2 และ BC_1F_3 นำมาศึกษาจำนวนโครโมโซม จากนั้นนำ MAALs (BC_1F_2 และ BC_1F_3) เหล่านี้มาทดสอบความต้านทานและศึกษา genetic markers ต่อไป เมื่อทราบความสัมพันธ์ของเครื่องหมายโมเลกุลและลักษณะต้านทานแล้ว ก็สามารถสืบหายีนเหล่านี้ได้จาก BAC library ที่ผลิตได้จากข้าวป่า

๓. ค้นหาจาก cDNA โดยการสร้างห้องสมุด cDNA จาก mRNAซึ่งได้จากต้นพืชที่แสดงลักษณะทาง phenotype ของยีนที่จะทำการศึกษา จากนั้นนำ cDNA จำเพาะไปทำ partial sequencing แล้วจึงตรวจสอบกับข้อมูล sequence ของพันธุ์ *นิพพอนบาเร* ที่มีใน Rice Genome Database หรือ GenBank เพื่อค้นหาตำแหน่งและหน้าที่ของ cDNA นั้นๆ

๔. ค้นหาจากข้อมูล homolog ของยีนที่ทำหน้าที่คล้ายกันใน GenBank โดยอาศัยหลักการที่ว่ายีนที่มีหน้าที่เดียวกันในพืชต่างชนิดและสกุลกันนั้นอาจมีส่วนที่อนุรักษ์ ซึ่งการอนุรักษ์อาจจะอนุรักษ์ในระดับของลำดับเบสหรือลำดับกรดอะมิโนก็ได้ ส่วนอนุรักษ์เหล่านี้จะนำมาสร้างเป็น degenerated primer ซึ่งสามารถใช้ในการสืบหายีนเหมือนในข้าวพันธุ์ที่ต้องการ

เอกสารอ้างอิง

Bennetzen J.L. and M. Freeling. 1997. The unified grass genome: Synergy in synteny. *Genome Research* **7**: 301-306.

Bouharmont J. 1991. Embryo culture for wild hybridization in rice, pp. 95-104. *In* Y.S.P. Bajaj, Biotechnology in Agriculture and Forestry. Vol.14. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg. 645 p.

Jena K.K., G.S. Khush and G. Kochert. 1994. Comparative RFLP mapping of a wild rice, *Oryza officinalis*, and cultivated rice, *Oryza sativa*. *Genome* **37**: 382-389.

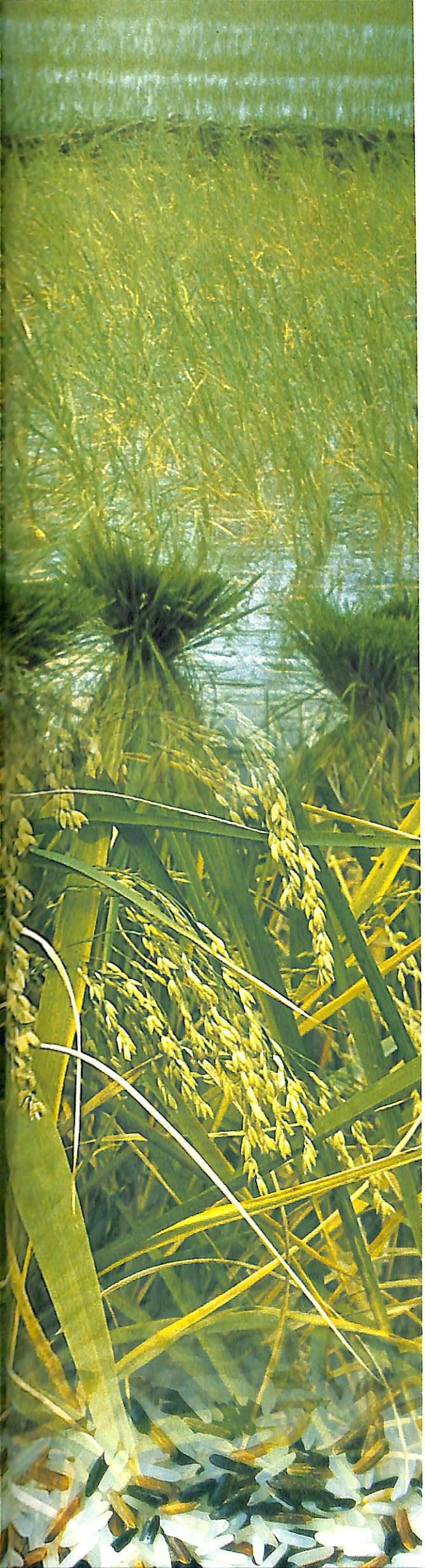
Kurata N., Nagamura Y., Yamamoto K. *et al.* 1994. A 300 kilobase interval genetic map of rice including 883 expressed sequences. *Nature Genet* **8**: 365-372.

Marek L.F. and R.C. Shoemaker. 1997. BAC contig development by fingerprint analysis in soybean. *Genome* **40**: 420-427.

Multani D.S., K.K. Jena, D.S. Brar, B.G. de los Reyes, E. Angelis and G.S. Khush. 1994. Development of monosomic alian addition lines and introgression of genes from *Oryza australiensis* Domin. to cultivated rice *Oryza sativa* L. *Theor. Appl. Genet.* **88**: 102-109.

Sasaki T., J. Song, Y. Koga-Ban *et al.* 1994. Toward cataloguing all rice cDNAs from a callus cDNA library. *Plant J.* **6**: 615-624.

Sitch L.A. 1990. Incompatibility barriers operating in crosses of *O. sativa* with related species and genera, pp. 77-93. *In* J.P. Gustafson. (ed.). Plenum Press, New York.



บทที่ ๗

อนาคต
ข้าวไทย

สุทัศน์ ศรีวัฒนพงศ์

ความหลากหลายและจุดเด่นหลายประการของพันธุ์ข้าวไทย ทำให้ข้าวของไทยมีคุณสมบัติเป็นพันธุ์ข้าวดีระดับโลกมาช้านาน เป็นที่ต้องการของผู้บริโภคทั้งตลาดภายในประเทศและตลาดต่างประเทศ แต่พันธุ์ข้าวของไทยก็ยังมีจุดด้อยหลายประการที่จำเป็นต้องมีการศึกษาและวิจัยอย่างต่อเนื่องเพื่อปรับปรุงจุดด้อยเหล่านั้น โดยมีเป้าหมายให้ได้พันธุ์ข้าวในอุดมคติ เช่น มีผลผลิตต่อไร่สูง มีความต้านทานต่อโรคและแมลง มีคุณภาพการหุงต้มและมีคุณค่าทางโภชนาการสูง เป็นต้น

ผู้ช่วยศาตราจารย์ ดร. สุทัศน์ ศรีวัฒนพงศ์ ผู้อำนวยการศูนย์ความหลากหลายทางชีวภาพ ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

โครงการความร่วมมือไทย กับ IRRI

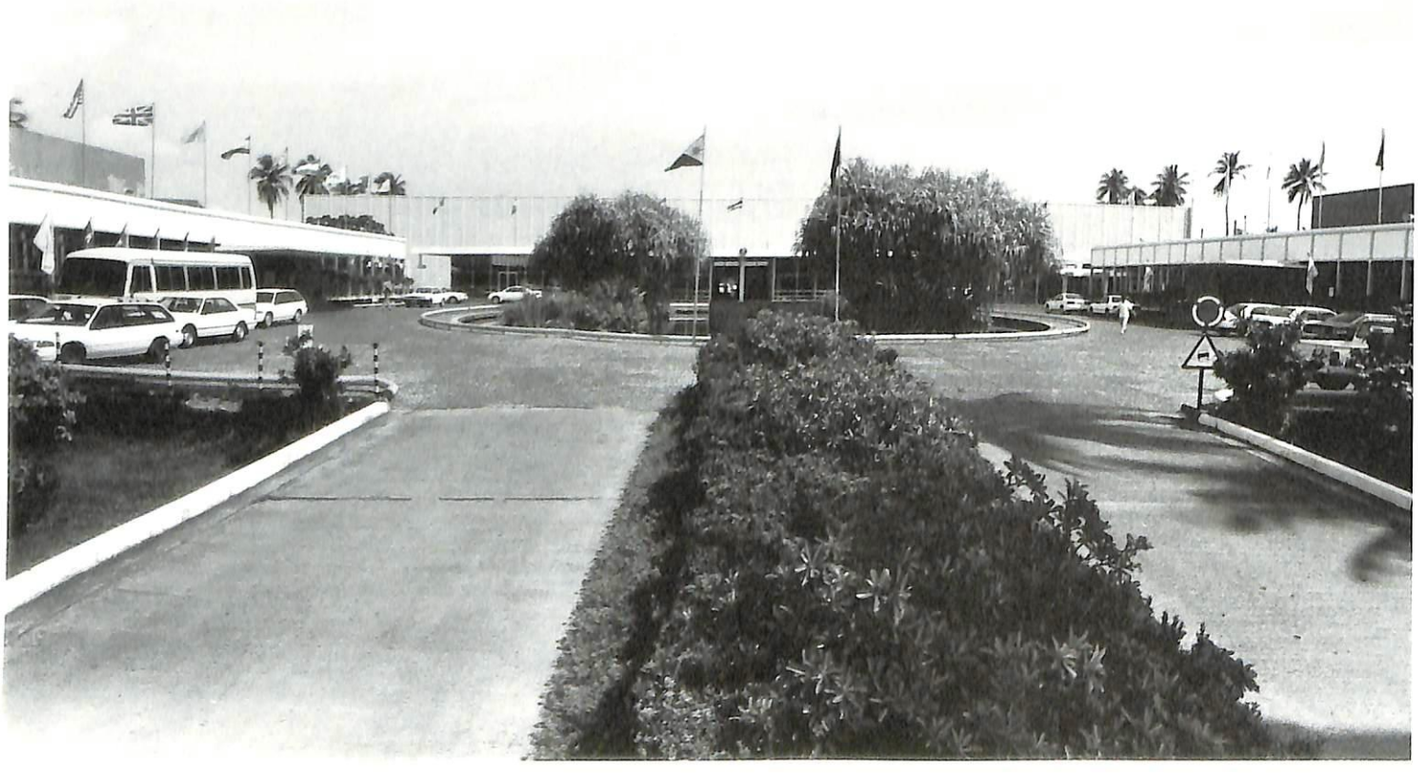
สถาบันวิจัยข้าวนานาชาติ (International Rice Research Institute, IRRI) ซึ่งตั้งอยู่ที่ประเทศฟิลิปปินส์ มีความร่วมมือกับประเทศไทยมาตั้งแต่เริ่มก่อตั้งระหว่างปี ค.ศ. ๑๙๖๐-๑๙๖๓ มูลนิธิร็อคกีเฟลเลอร์มีบทบาทสำคัญในการก่อตั้ง IRRI และให้การสนับสนุนมาโดยตลอด ในปี ๑๙๖๖ IRRI มีข้าวพันธุ์ใหม่ที่เรียกว่า "พันธุ์ข้าวมหัศจรรย์ หรือ Miracle Rice, *IR-๘*" ออกมาส่งเสริมให้ประเทศต่างๆ ปลูก ข้าวพันธุ์นี้มีลักษณะต้นเตี้ย ไม่ไวต่อแสง ปลูกได้ตลอดปี มีผลผลิตสูง ประเทศไทยได้นำพันธุ์ข้าวนี้มาผสมกับข้าวไทย พัฒนามาเป็นข้าวพันธุ์ดีหลายพันธุ์ คือ ข้าวพันธุ์ *กข ๑* และ *กข* อื่นๆ เป็นต้น

โครงการความร่วมมือระหว่างไทยกับ IRRI มีมากมาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งงานวิจัยและฝึกอบรม เช่น งานวิจัยและฝึกอบรมเรื่องข้าวขึ้นน้ำ (Joint Research and Training Program for Deepwater Rice) เป็นต้น

ประเทศไทยเห็นความสำคัญของข้าวขึ้นน้ำตั้งแต่ปี ๑๙๔๑ จึงได้ก่อตั้งสถานีวิจัยขึ้นที่หันตรา อยุธยา ต่อมาในปี ๑๙๗๔ IRRI ได้มีข้อตกลงความร่วมมือกับไทยในเรื่องนี้โดยมีสถานีข้าวปราจีนบุรีเข้าร่วมด้วย

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กับ IRRI ได้ลงนามความร่วมมือกันอย่างเป็นทางการอีกครั้งในวันที่ ๒๙ สิงหาคม ๑๙๙๑ ที่ IRRI ในระหว่างที่สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ เสด็จเยี่ยม IRRI ในข้อตกลงนี้ประเทศไทยยอมรับการเป็นผู้นำในการปรับปรุงพันธ์ข้าวขึ้นน้ำ และได้รับเอาโครงการวิจัยส่วนใหญ่ของ IRRI เข้ามาดำเนินการในประเทศไทย

สถาบันวิจัยข้าวนานาชาติ (International Rice Research Institute, IRRI) ซึ่งตั้งอยู่ที่ประเทศฟิลิปปินส์



นอกจากโครงการข้าวขึ้นน้ำแล้ว ไทยยังได้ร่วมมือกับ IRRI ดำเนินงานวิจัยและพัฒนาอีกหลายโครงการ เช่น ร่วมโครงการศึกษาการปลดปล่อยแก๊สมีเทนของข้าว โครงการคัดเลือกข้าวทนแล้ง โครงการวิจัยข้าวเขตน้ำฝนในที่ราบลุ่ม (Rainfed Lowland Rice) โครงการวิจัยข้าวไร่ (Upland Rice) และโครงการเทคโนโลยีชีวภาพข้าว (Rice Biotechnology) เป็นต้น

ภายใต้โครงการเครือข่ายเทคโนโลยีชีวภาพข้าวเอเชียของ IRRI (Asian Rice Biotechnology Network - ARBN) นักวิจัยของ IRRI ได้ดำเนินงานวิจัยร่วมกับนักวิจัยไทยของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ของศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ และของสถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร โครงการวิจัยที่ได้ร่วมดำเนินการ อาทิ โครงการพัฒนาพันธุ์ข้าวต้านทานต่อแมลงบั่ว (gall midget) และโครงการพัฒนาพันธุ์ข้าวหอมมะลิให้ต้านทานโรคต่างๆ โดยใช้เครื่องหมายโมเลกุลช่วยคัดเลือก (molecular marker-aided selection) เป็นต้น

ความร่วมมือทางวิชาการกับ IRRI มีประโยชน์สำคัญด้านหนึ่ง คือการพัฒนาบุคลากร ในระหว่างปี ๑๙๖๓-๑๙๙๗ มีนักวิจัยไทยได้รับการฝึกอบรมโดยการสนับสนุนของ IRRI รวมทั้งสิ้น ๗๗๙ คน เป็นผู้ที่ได้รับปริญญาเอก ๒๓ คน ปริญญาโท ๗๑ คน นอกจากนั้นเป็นการฝึกอบรมระยะสั้น

ลักษณะสัณฐานของต้นข้าวและเมล็ดข้าว รวมทั้งปัญหาโรคและแมลงศัตรูข้าว

พันธุ์ข้าวในอุดมคติ

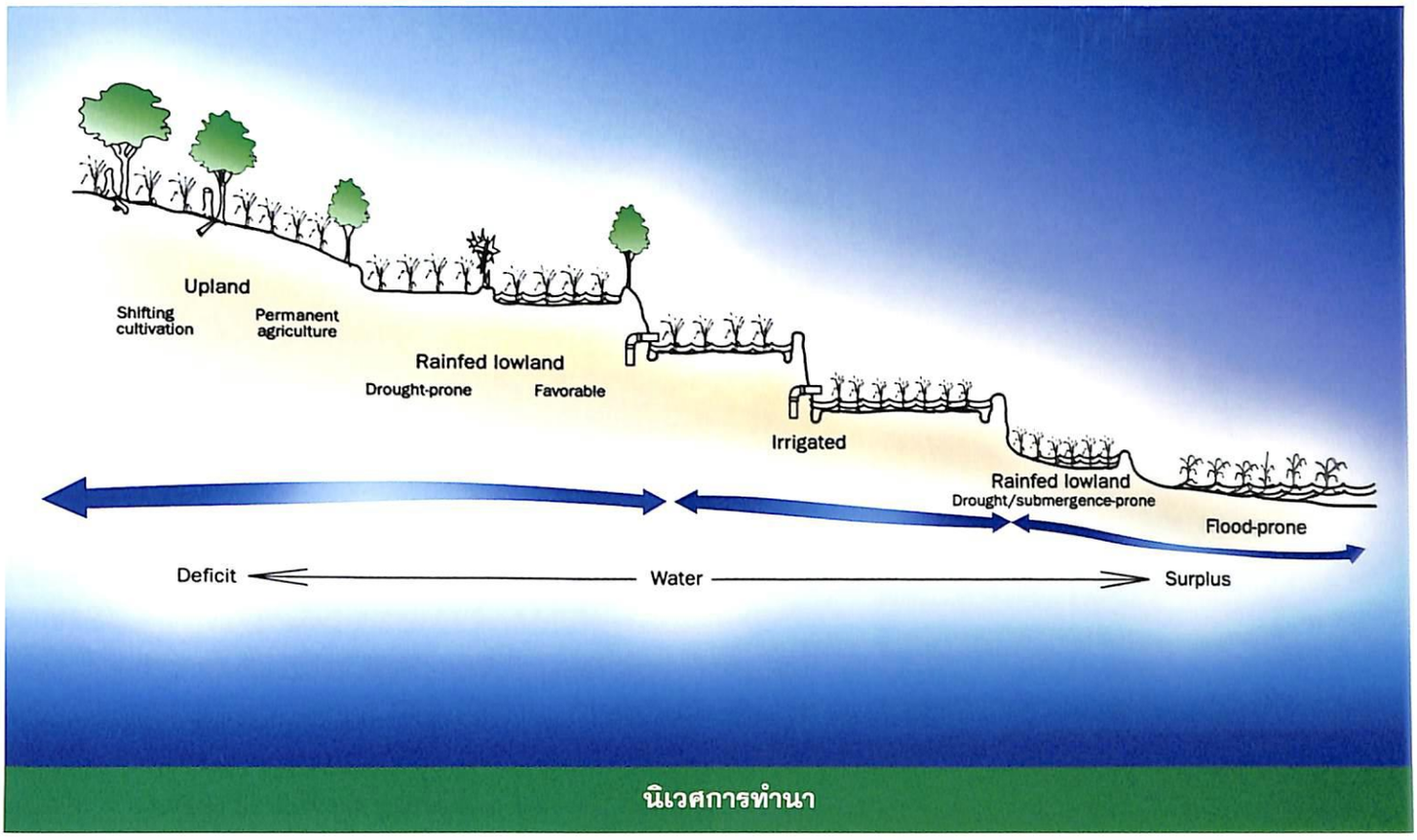
การพัฒนาพันธุ์ข้าวเพื่อเพิ่มผลผลิตต่อไร่ให้มีลักษณะที่ดี เช่น มีความต้านทานโรค แมลง สภาพขาดน้ำหรือน้ำน้อย สภาพน้ำท่วม สภาพดินเค็มและดินเป็นกรด เป็นต้น รวมทั้งมีคุณภาพหุงต้มและมีคุณค่าทางอาหารสูงนั้นไม่ใช่เรื่องง่าย จำเป็นต้องมีการศึกษาและวิจัยต่อเนื่องเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว การพัฒนาพันธุ์ข้าวจำเป็นต้องทำอย่างต่อเนื่องและจริงจัง ต้องเตรียมพันธุ์สำรองไว้ตลอดเวลาเพื่อนำมาใช้แก้ปัญหาต่างๆ จะรอให้ปัญหาเกิดก่อนแล้วจึงเริ่มพัฒนาพันธุ์ไม่ได้ เพราะทั้งโรคและแมลงมีการพัฒนาเปลี่ยนแปลงรวดเร็วเช่นเดียวกัน ปัญหาสิ่งแวดล้อมไม่ว่าจะเป็นฝนแล้ง น้ำท่วม ดินเค็มและดินเป็นกรด ก็เปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา กว่าจะพัฒนาพันธุ์ข้าวที่ดีได้แต่ละพันธุ์นั้นใช้เวลาประมาณ ๘-๑๐ ปี นอกจากนั้นระบบนิเวศการทำนาก็มีอยู่หลายชนิด เช่น นาในที่สูงหรือนาไร่ นาสวนหรือนาในพื้นที่ราบที่อาศัยน้ำฝน นาในที่ราบที่อาศัยน้ำชลประทาน และนาในพื้นที่ราบลุ่มที่มีน้ำท่วม เป็นต้น ซึ่งในแต่ละระบบนิเวศต้องใช้พันธุ์ข้าวเฉพาะถิ่นนั้นๆ

ปัญหาต่างๆ ของข้าวทั้งโรคและแมลงมีแสดงไว้ในภาพด้านซ้าย ภาพตัดเมล็ดข้าวทำให้เห็นคัภพะ (embryo) แป้งใน endosperm และเปลือกห่อหุ้มจากเมล็ดนี้เมื่อนำไปเพาะปลูกจะงอกเจริญเติบโตเป็นต้นข้าวและแตกกอได้หลายต้น หากเป็นเมล็ดจากพันธุ์ดี ปัญหาเรื่องโรค แมลงรบกวนก็มีน้อย เพราะมีความต้านทานอยู่ในตัว ดังนั้นการปรับปรุงพันธุ์ดีให้ต้านทานต่อโรคและแมลงจึงมีความสำคัญมาก

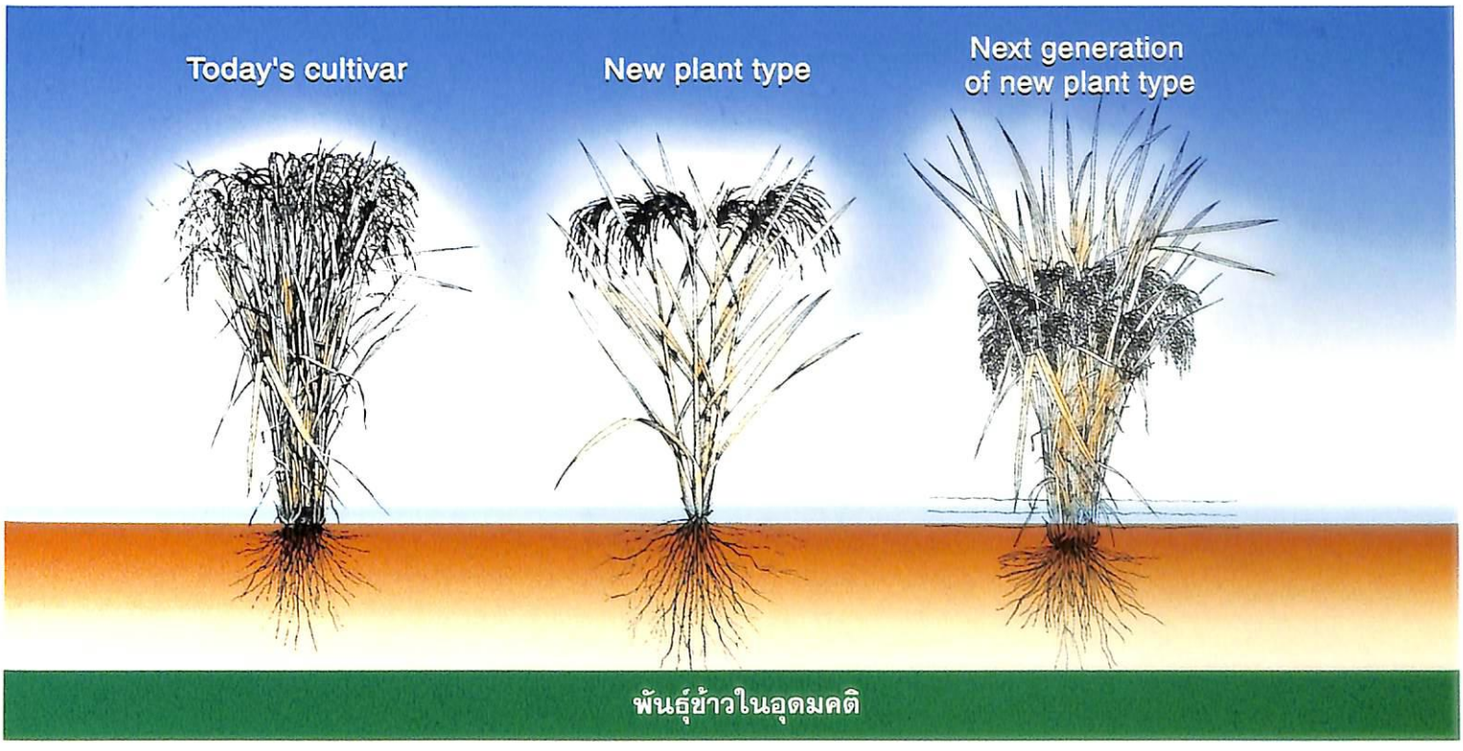
ข้าวพันธุ์ดั้งเดิมของไทย รวมทั้งข้าวหอมดอกมะลิ มีลักษณะต้นสูง หักล้มง่าย ไม่ต้านทานต่อโรคและแมลงนอกจากนั้นยังเป็นพันธุ์ที่ไวต่อช่วงแสงและปลูกได้ในฤดูปรกติเท่านั้น พันธุ์ข้าวใหม่ๆ เช่น ข้าวพันธุ์ *กข* ต่างๆ ได้รับการปรับปรุงพัฒนาให้มีต้นเตี้ย เช่นเดียวกับพันธุ์ข้าวของ IRRI พวก *IR8* และ *IR* พันธุ์อื่นๆ อีกประการหนึ่งพันธุ์ใหม่ๆ เหล่านี้ยังไม่ไวต่อช่วงแสงอีกด้วย ทำให้สามารถปลูกนอกฤดูหรือนาปรังได้

IRRI มีความพยายามที่จะพัฒนาข้าวให้เหมาะสมต่อการเพาะปลูกมากที่สุดโดยพยายามปรับปรุงโครงสร้างต้นข้าวให้มีประสิทธิภาพในการปรุงแสง (photosynthetic efficiency) มากที่สุด ลักษณะต้นข้าวที่ปลูกกันอยู่ในนิเวศต่างๆ มีแสดงไว้ดังในภาพหน้า ๑๕๑

แนวความคิดของ IRRI นั้นพันธุ์ข้าวต้องมีต้นแข็งแรง มีความสูงระดับกลางหรือเตี้ย แตกกอน้อย มีใบชันตั้งตรงและยาวกว่ารวงข้าว มีรวงและเมล็ดสมบูรณ์ มีลักษณะต้านทานโรคและแมลงดี ใช้แร่ธาตุได้อย่างมีประสิทธิภาพ (nutrient use efficiency) และมีลักษณะการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ (water use efficiency) พันธุ์ข้าวดังกล่าวยังอยู่ในระหว่างการพัฒนาพันธุ์ และคงได้ข้าวพันธุ์มหัศจรรย์นี้ออกมาในไม่ช้านัก



นิเวศการทำนา



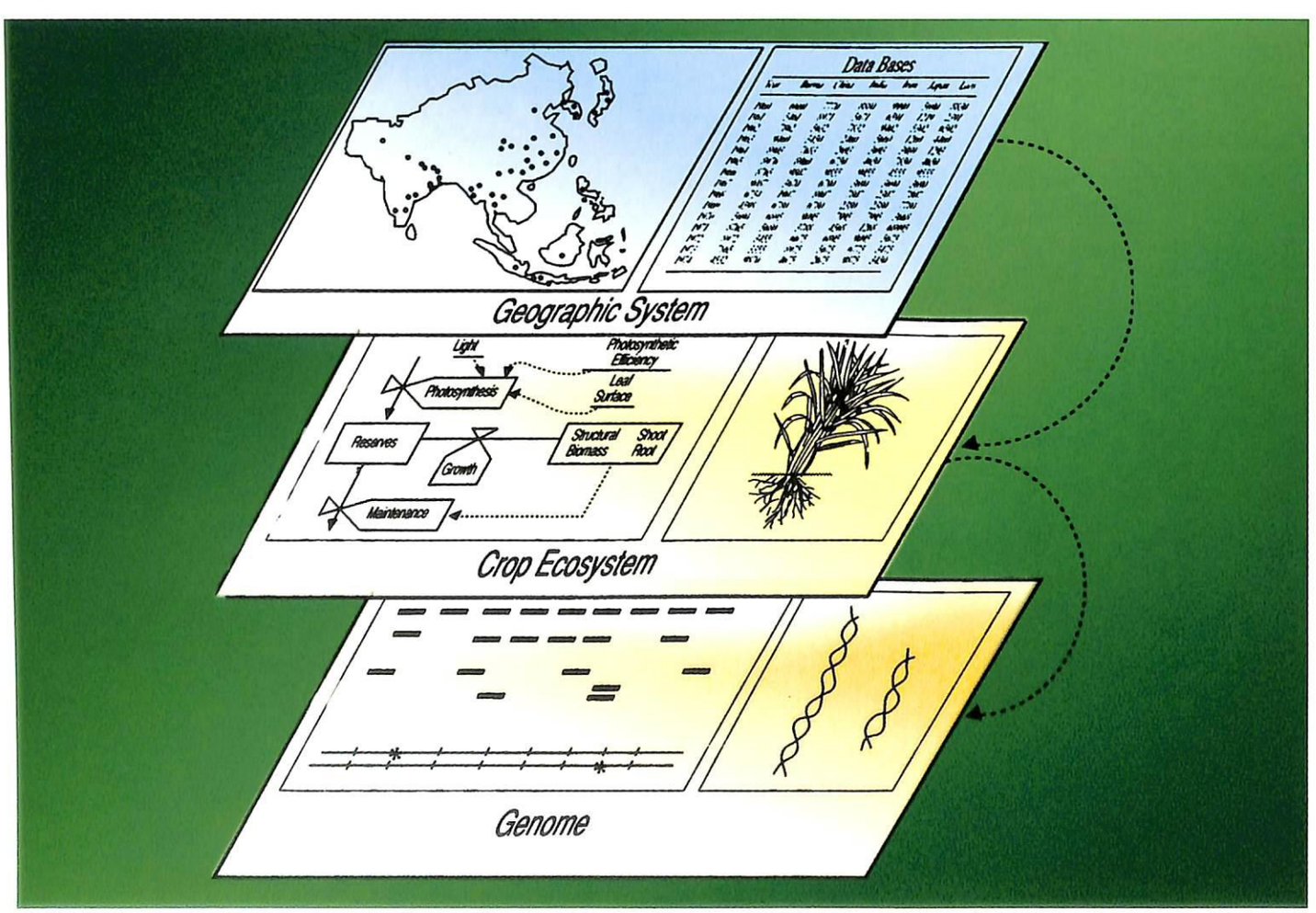
พันธุ์ข้าวในอุดมคติ

โครงการวิจัย "จีโนมข้าว"

โครงการวิจัย "จีโนมข้าว" เป็นการเปิดศักราชใหม่ในวงการวิจัยข้าว เสมือนเป็นการเปิดตำราชีวิต หรือ "Open the Book of Life" จะทำให้ล่วงรู้ลึกลงไปถึงระดับโมเลกุลจนถึงดีเอ็นเอและยีน ซึ่งเป็นการกรุยทางสู่การค้นหายีนใหม่ๆ ในข้าวพันธุ์พื้นเมือง พันธุ์ปลูกและพันธุ์ป่าของไทย ในอนาคตหากทำสำเร็จไทยจะมีพันธุ์ข้าวหลากหลาย ล้ำหน้ากว่าคู่แข่งได้ พันธุ์ดีจะมีลักษณะตั้งแต่ด้านการให้ผลผลิตสูง มีความต้านทานต่อโรค แมลงและทนทานต่อสภาพสิ่งแวดล้อมแปรปรวน เช่น สภาพขาดน้ำหรือน้ำน้อย น้ำท่วม สภาพดินเป็นกรดและดินเค็ม เป็นต้น นอกจากนั้นยังมีคุณภาพการหุงต้มดี มีคุณค่าทางอาหารสูงและมีลักษณะพิเศษอื่นๆ ที่เหมาะสำหรับนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมต่างๆ

ประเทศไทยมีพันธุ์ข้าวดีระดับโลกมาช้านานโครงการวิจัยจีโนม-ข้าว (Rice Genome Research) เป็นความหวังของไทยที่จะไขกุญแจไปสู่ความสำเร็จที่จะสามารถพัฒนาพันธุ์ข้าวได้เหมือนหรือดีกว่าพันธุ์ในอุดมคติของ IRRI การวิจัยจีโนมเหมือนเป็นการเปิดให้ดูภาพตัดของเมล็ดข้าวแต่ลึกลงไปถึงระดับโมเลกุลจากนั้นจะเป็นการหายีนที่มีประโยชน์ซึ่งซ่อนเร้นอยู่ในพันธุ์ข้าวปลูกและข้าวป่าของไทย

จีโนมข้าวโยงถึงการปรับปรุงพันธุ์

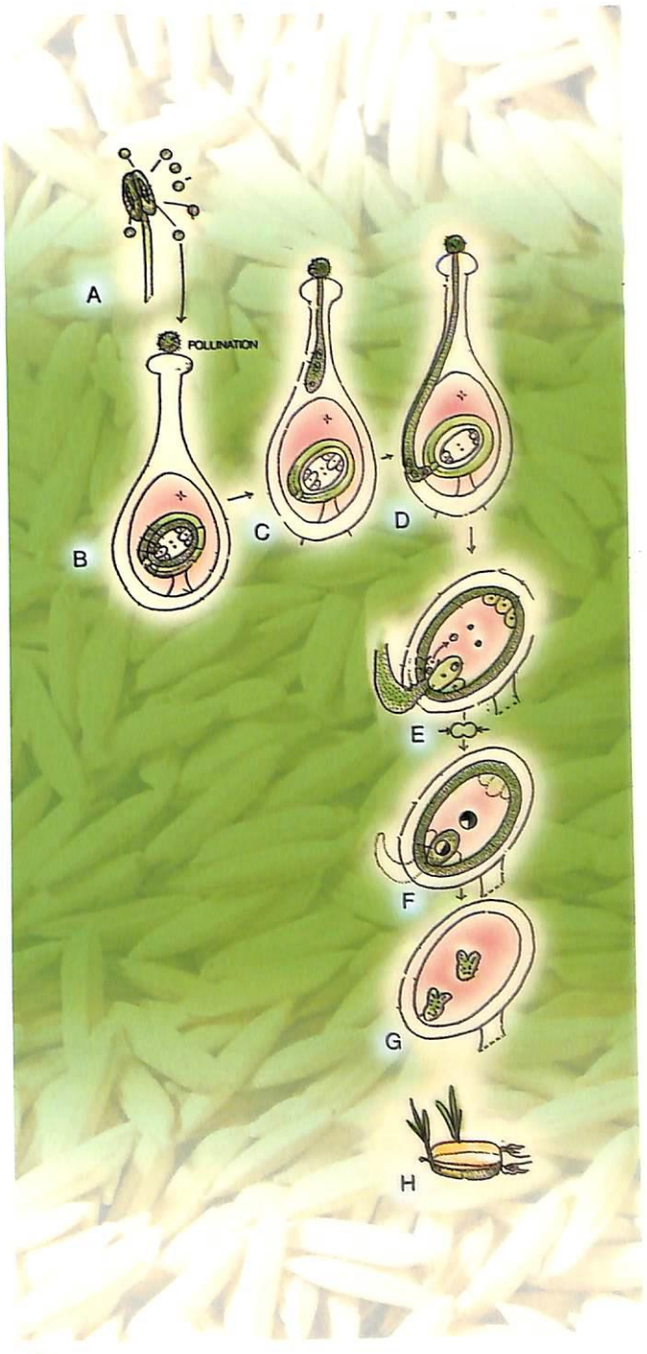


โครงการวิจัยและพัฒนาข้าวให้มีการขยายพันธุ์แบบไม่มีเพศ

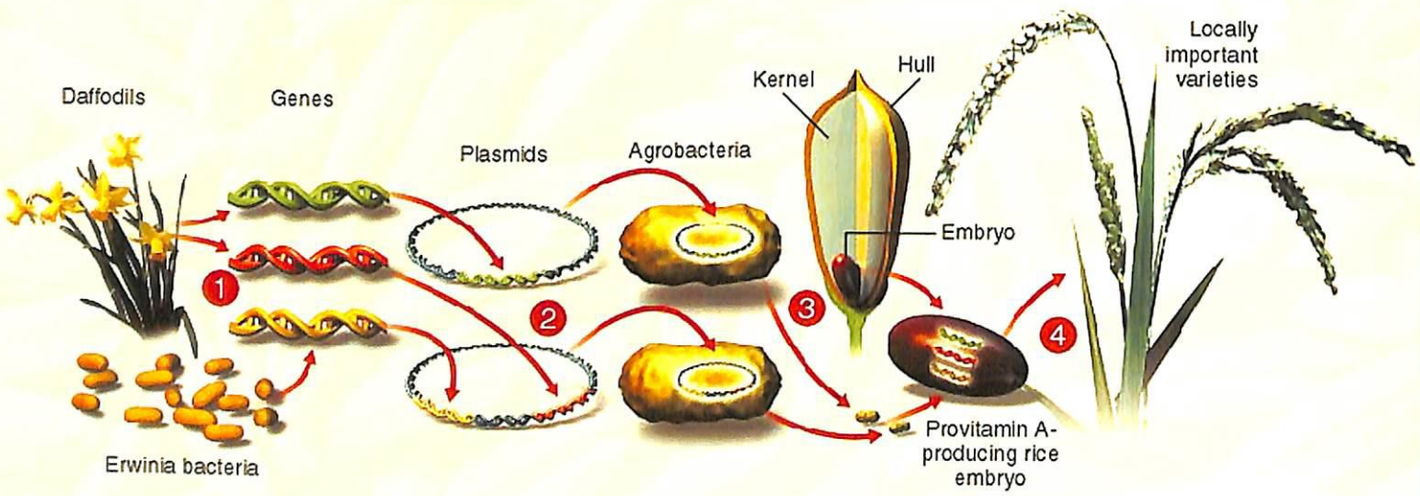
การขยายพันธุ์หรือสืบพันธุ์แบบไม่มีเพศ ที่เรียกว่า "อโปมิกซีส" (apomixis) นั้น เป็นปรากฏการณ์ที่พืชบางชนิด สามารถสร้างเมล็ดและเกิดคัพภะได้โดยไม่ต้องมีการผสมระหว่างเพศผู้และเพศเมีย เมล็ดดังกล่าวจะงอกเป็นต้น และมีลักษณะทางพันธุกรรมเหมือนต้นแม่ทุกประการ การสืบพันธุ์โดยวิธีนี้เกิดขึ้นในพืชมากหลายชนิดพันธุ์อย่างน้อย ๓๐ ตระกูล (genus) และมากกว่า ๓๐๐ ชนิดพันธุ์ (species) เช่น ส้ม มะม่วง พืชตระกูลหญ้าหลายชนิด เช่นในข้าวฟ่างบางพันธุ์ เป็นต้น

แนวความคิดที่จะใช้ปรากฏการณ์ธรรมชาตินี้ให้เกิดประโยชน์ในการปรับปรุงพันธุ์พืช เกิดขึ้นในการพัฒนาพันธุ์พืชลูกผสม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในข้าว ซึ่งเป็นพืชผสมตัวเองและผลิตลูกผสมยากกว่าพืชพวกผสมข้าวพันธุ์ การสืบพันธุ์หรือขยายพันธุ์แบบไม่มีเพศ สามารถมีเมล็ดได้โดยไม่ต้องมีการผสมระหว่างเพศแบบปกติ ทำให้ลักษณะต่างๆ คงที่เหมือนต้นแม่ทุกประการ การผสมพันธุ์สามารถทำเพียงครั้งเดียว โดยอาจผสมระหว่างต้นพ่อแม่ เมล็ดที่ได้นำไปปลูกเป็นลูกชั่วที่หนึ่งจะมีลักษณะดีทุกอย่าง มีผลผลิตสูงเหมือนลูกผสมทั่วไป เมื่อเก็บเมล็ดจากลูกชั่วที่หนึ่งนี้ ซึ่งเป็นเมล็ดที่เกิดโดยอโปมิกซีสไปปลูกในชั่วต่อๆ ไป จะคงลักษณะดีไว้ทุกอย่างเหมือนลูกผสมชั่วที่หนึ่ง นอกจากว่าจะเกิดการกลายพันธุ์เมื่อปลูกไปนานๆ เท่านั้น

ประโยชน์ของการพัฒนาพันธุ์ข้าวลูกผสมให้เป็นอโปมิกซีส เป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรยากจนแน่นอน เพราะเมื่อซื้อหาเมล็ดพันธุ์มาเพียงครั้งเดียวก็สามารถเก็บเมล็ดทำพันธุ์ต่อไปได้ขณะนี้มีสถาบันวิจัยในประเทศสหรัฐอเมริกาและออสเตรเลียกำลังดำเนินการค้นคว้าวิจัยในเรื่องนี้อยู่



การเกิดอโปมิกซีส (apomixis) เป็นปรากฏการณ์ที่เกิดจากการที่เกสรตัวผู้ (A) ลงไปตกบนเกสรตัวเมีย (B) และงอกลงไปผสมในรังไข่ (C และ D) ซึ่งจะเกิดการผสมสองขั้นตอนคือ เซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และไข่ และเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้กับนิวคลีโอลัส หรือ ซินเนอร์กิดเซลล์ (E, F และ G) ทำให้เมล็ดสามารถพัฒนาเป็นต้นจากหนึ่งเมล็ดได้จำนวนต้นมากกว่า ๑ ต้น (H)



1 The genes that give golden rice its ability to make beta-carotene in its endosperm (the interior of the kernel) come from daffodils and a bacterium called Erwinia uredovora

2 These genes, along with promoters (segments of DNA that activate genes), are inserted into plasmids (small loops of DNA) that occur inside a species of bacterium known as Agrobacterium tumefaciens

3 These agrobacteria are then added to a Petri dish containing rice embryos. As they "infect" the embryos, they also transfer the genes that encode the instructions for making beta-carotene

4 The transgenic rice plants must now be crossed with strains of rice that are grown locally and are suited to a particular region's climate and growing conditions

การแก้ไขข้อบกพร่องด้านโภชนาการของข้าว

ประชากรของโลกมากกว่าครึ่งบริโภคข้าวเป็นอาหารหลัก แม้ว่าคุณค่าทางอาหารโดยเฉพาะอย่างยิ่งปริมาณโปรตีนในข้าวจะไม่สูงนัก แต่ก็มีแร่ธาตุอาหารครบถ้วน อย่างไรก็ตาม นักวิชาการพบว่าข้าวยังขาดวิตามินเอและแร่ธาตุเหล็กอยู่ ซึ่งเป็นเรื่องที่นักวิชาการกำลังดำเนินการแก้ไขอยู่ในขณะนี้

มูลนิธิร็อคกีเฟลเลอร์ประเมินว่า ประชากรของโลกประมาณ ๔๐๐ ล้านคนในประเทศยากจนประสบปัญหาขาดวิตามินเอทุกปี เมื่อขาดมากเข้ามักมีผลรุนแรง ทำให้สูญเสียภูมิต้านทานโรค และทำให้คนเสียชีวิตเพราะเรื่องนี้ประมาณปีละ ๑ ล้านคน นอกจากนั้นอย่างน้อย ๓๐๐,๐๐๐ คนตาบอด ที่จริงวิตามินเออาจได้จากผักและผลไม้บางอย่าง แต่ในประเทศยากจนจริงๆ ที่บริโภคแต่ข้าว มีปัญหาในเรื่องนี้มาก การปรับปรุงพันธุ์ข้าวให้มีวิตามินเอจึงนับว่ามีความสำคัญ

ด้วยเหตุนี้ มูลนิธิร็อคกีเฟลเลอร์ได้ให้ทุน ศาสตราจารย์ Ingo Potrykus นักวิจัยของ Swiss Federal Institute of Technology ดำเนินการวิจัยจนกระทั่งได้ข้าวพันธุ์ใหม่ที่เรียกว่า "ข้าวทอง" หรือ "Golden Rice" การพัฒนาข้าวพันธุ์นี้ใช้วิธีการตัดต่อตัดแต่งยีน โดยนำยีนตัวหนึ่งจากพืชชนิดหนึ่ง คือ Dafffodils และอีกยีนหนึ่งจากบักเตรี *Erwinia uredovora* ซึ่งทำให้มี beta carotene ในข้าว เมล็ดข้าวมีสีเหลืองอ่อน จึงเรียกว่าข้าวทอง มีวิตามินเอเป็นลักษณะเด่นของพันธุ์

ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อร่างกายอีกตัวหนึ่งที่ไม่มีในข้าวคือธาตุเหล็ก การขาดธาตุเหล็ก (iron deficiency) ทำให้เกิดโรคโลหิตจางในเด็กและหญิงมีครรภ์ นักวิจัยชาวญี่ปุ่นกำลังพยายามที่จะยกระดับธาตุเหล็กในข้าวโดยวิธีการทางพันธุวิศวกรรม ทำให้ปริมาณธาตุเหล็กเพิ่มขึ้นประมาณสองถึงสี่เท่า การพัฒนาพันธุ์ข้าวโดยวิธีการทางพันธุวิศวกรรมในอนาคตอาจทำให้พันธุ์ข้าวไทยมีลักษณะดีเด่นเพิ่มขึ้นมากมาย อย่างไรก็ตามการดำเนินงานวิจัยและพัฒนาในเรื่องนี้จะต้องอยู่ในความควบคุมดูแลอย่างใกล้ชิด ภายใต้กรอบแนวปฏิบัติความปลอดภัยทางชีวภาพ

ในอนาคตไทยคงสามารถพัฒนาพันธุ์ข้าวได้หลากหลายพันธุ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อโครงการวิจัยจีโนมเสร็จสิ้นสมบูรณ์แล้ว ข้าวไทยคงมีลักษณะทางสัณฐานที่เอื้อต่อการปรุงอาหารได้ดี มีลำต้นเตี้ย ใบตั้งตรง ใบธงชูสูง เป็นต้น ลักษณะดังกล่าวทาง IRRI ได้ดำเนินการพัฒนาพันธุ์ได้แล้วที่เรียกว่า "Super Rice" ลักษณะทางเขตกรรมนั้นมีทั้งลักษณะต้านทานต่อโรคและแมลง ทนทานต่อดินเค็ม ดินกรด ทนความแห้งแล้ง บางพันธุ์อาจทนน้ำท่วม เป็นต้น ลักษณะทางคุณภาพนั้นอาจมีความหอม ความนุ่มและมีคุณค่าอาหารสูง นอกจากนั้นยังอาจมีข้าวพันธุ์พิเศษที่เป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตแป้ง อาหาร และอุตสาหกรรมอื่นๆ ประเทศไทยจึงจะคงไว้ซึ่งความหลากหลายของพันธุ์ข้าวดังเช่นเคยมีมาต่อไป

ผลิต ออกแบบและสร้างสรรค์
ฝ่ายนิเทศสัมพันธ์
สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
http://www.nstda.or.th/cyberbookstore
ISBN 974-7360-54-3
จำนวนพิมพ์ ๓,๐๐๐ เล่ม
มกราคม ๒๕๔๔
ขอขอบคุณนิตยสาร "สารคดี" ในการเอื้อเฟื้อภาพประกอบบางส่วน

๒๕๐ บาท

ฝ่ายบริหารลิขสิทธิ์ © สวทช. ๒๕๕๕