

ไบโอเทคโนโลยีเพื่อการปรับปรุงพันธุ์พืช

ชัยฤกษ์ มณีพงษ์¹

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันได้นำเอาเทคนิคทางไบโอเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ร่วมกับวิธีปรับปรุงพันธุ์พืช โดยเฉพาะในการคัดสายพันธุ์ที่ต้านทานสภาพแวดล้อมจำกัดแบบต่าง ๆ เทคนิคบางอย่าง โดยเฉพาะการรวมเซลล์ ไร้ผนัง ยังต้องพัฒนาต่อไปในด้านการเลี้ยงเซลล์ที่เชื่อมได้ให้เป็นต้นพืช ความแปรปรวนทางพันธุกรรมที่สามารถสร้างขึ้นในลักษณะที่เป็นประโยชน์จะมีคุณค่าแก่นักปรับปรุงพันธุ์

ไบโอเทคโนโลยี (biotechnology) มีความหมายอย่างกว้าง ๆ คือ เทคนิคต่าง ๆ ที่ใช้สิ่งมีชีวิต (รวมส่วนต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต) เพื่อสร้างหรือเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ หรือเพื่อปรับปรุงพืชและสัตว์ หรือเพื่อพัฒนาจุลินทรีย์สำหรับกิจการเฉพาะอย่าง มนุษย์ใช้ประโยชน์จากกระบวนการทางชีวของจุลินทรีย์มาตั้งแต่โบราณแล้ว และนับวันจะให้ความสำคัญมากขึ้น เมื่ออารยธรรมเริ่มต้น มนุษย์ได้เลือกคัดสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ มาใช้ประโยชน์ในการเกษตร การเลี้ยงสัตว์ การปรุงอาหาร และการผลิตเครื่องดื่ม และไม่กี่ทศวรรษมานี้ มนุษย์ได้ใช้ความรู้ทางพันธุศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในการผลิตสารปฏิชีวนะ และสารเคมีชนิดต่าง ๆ

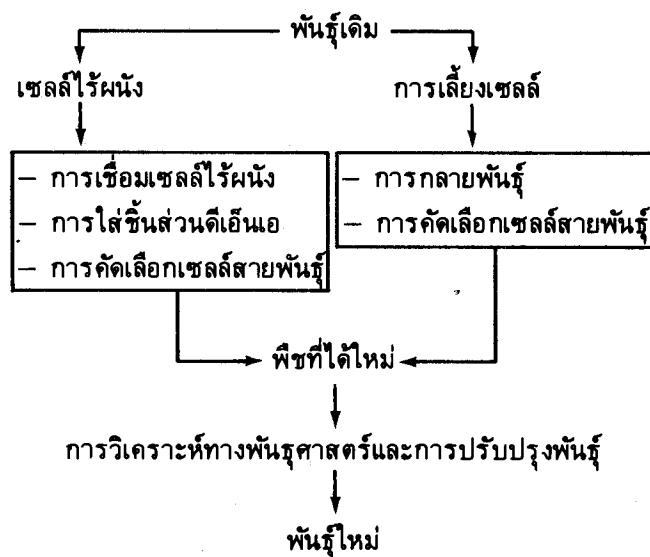
ไบโอเทคโนโลยีกับการปรับปรุงพันธุ์พืช

การปรับปรุงพันธุ์พืชทำได้หลายวิธี แต่ละวิธีมีวัตถุประสงค์อยู่ใน 3 กรอบ คือ 1) เพิ่มผลผลิต โดยเพิ่มความต้านทานต่อโรคแมลงและสภาพแวดล้อมจำกัด เช่น สภาวะแห้งแล้ง ดินเค็ม หรือการสร้างพันธุ์ที่ให้ผลผลิตมากกว่าพันธุ์ที่มีอยู่ 2) การปรับปรุงคุณภาพของผลผลิต โดยเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ รสชาติ และสามารถนำไปแปรรูปได้ และ 3) ลดต้นทุนการผลิต โดยหาพันธุ์พืชที่ใช้สารเคมีน้อยลง หรือสร้างพันธุ์ที่สะดวกในการเก็บเกี่ยว

นักปรับปรุงพันธุ์ได้ใช้ conventional method ปรับปรุงพันธุ์พืชได้รับความสำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่กล่าวไว้ข้างบน อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันไบโอเทคโนโลยีก็มีส่วนเกี่ยวข้องในการปรับปรุงพันธุ์พืช โดยการผสมผสานวิชาการทางพืชศาสตร์

และทางจุลชีววิทยามาช่วยให้การปรับปรุงพันธุ์พืชบรรลุเป้าหมายได้เร็วขึ้น

พืชมีระบบพันธุกรรมเช่นเดียวกับสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ และมีลักษณะพิเศษ คือ สามารถเจริญเติบโตจากเซลล์เดี่ยว ๆ ส่วนหนึ่งส่วนใดเป็นต้นพืชใหม่ได้ มนุษย์จึงนำคุณสมบัติเฉพาะนี้ไปใช้ในการศึกษาลักษณะและปฏิบัติการระดับเซลล์ที่เลี้ยงในอาหารแบบต่าง ๆ เช่น การคัดเลือกลักษณะที่ต้องการแล้วเลี้ยงเซลล์ที่ได้ให้เป็นต้นพืชพันธุ์ใหม่ที่ดีกว่าเดิม



การเลี้ยงอับกसर

การเลี้ยงอับกसरข้าวในอาหารวุ้น ทำได้สำเร็จเมื่อปี ค.ศ. 1968 ทำให้มีการพัฒนาวิธีการดังกล่าวมาใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ข้าว พันธุ์ข้าวที่ปรับปรุงโดยวิธีนี้ทำสำเร็จครั้งแรกในประเทศจีน (H.Hu *et al.*, 1978, Rush and Shao, 1981) อย่างไรก็ตาม การใช้ประโยชน์ของวิธีนี้ยังไม่กว้างขวาง ปัญหา

¹รองศาสตราจารย์ ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพฯ 10900.

ที่พบ คือ 1) เทคนิคการเลี้ยงให้เป็นต้นพืชยังไม่ดีพอ 2) เทคนิคการทำให้เป็นดิพลอยด์ยังไม่มีประสิทธิภาพ และ 3) เกิดการกลายพันธุ์ในอัตราสูงในดิพลอยด์ที่สร้างมาจากแฮพลอยด์

1. การปรับปรุงวิธีการสร้างดิพลอยด์ ในการเลี้ยงอับเกสรข้าว มีต้นที่เป็นดิพลอยด์มากกว่าพวกแฮพลอยด์ และแฮพลอยด์เหล่านี้สามารถเลี้ยงให้เป็นต้นได้ จึงควรหาวิธีที่มีประสิทธิภาพในการสร้างดิพลอยด์จากแฮพลอยด์โดยใช้โคลนชัน

2. สภาพพันธุ์แท้และเสถียรภาพทางพันธุกรรม ต้นแฮพลอยด์ที่ทำให้เป็นดิพลอยด์แล้วจะอยู่ในสภาพพันธุ์แท้ และมีเสถียรภาพทางพันธุกรรมในทุกลักษณะ แต่ต้นดิพลอยด์ที่ได้จากการเลี้ยงอับเกสรมีการกระจายตัวในลักษณะที่เห็นได้ง่าย เช่น เป็นหมัน ใบต่างเป็นทาง ต้นเผือก ต้นเตี้ย เป็นต้น จึงต้องหาวิธีที่จะผลิตดิพลอยด์ให้มีสภาพเป็นพันธุ์แท้ จะช่วยย่นระยะการสร้างพันธุ์ใหม่

3. การปรับปรุงประสิทธิภาพการสร้างแคลลัส อัตราดันแฮพลอยด์ที่ได้จากการเลี้ยงอับเกสรข้าวแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับพันธุ์ และแฮพลอยด์ที่ได้จากแคลลัสเจริญในอาหารสู่พวกดิพลอยด์ไม่ได้ จึงจำเป็นต้องหาเทคนิคในการเพิ่มต้นแฮพลอยด์ให้มีอัตราส่วนมากขึ้น

4. การใช้ประโยชน์การเลี้ยงอับเกสรข้าว

1) **Somaclonal variation** การกลายพันธุ์ที่ได้จากการเลี้ยงอับเกสรเกิดกับลักษณะต่าง ๆ เช่น จำนวนรวงที่สมบูรณ์ ความยาวของรวง จำนวนเมล็ดที่สมบูรณ์ต่อรวง ความสูง ความยาวของใบธง ต้นเผือก และพวกโปลิพลอยด์หลายแบบ อย่างไรก็ตาม ลักษณะที่กลายพันธุ์เหล่านี้ส่วนใหญ่มีอยู่ในพันธุ์ทั่ว ๆ ไปอยู่แล้ว จึงยังเป็นที่ถกเถียงกันว่าจะใช้ประโยชน์จากการกลายพันธุ์นี้ได้อย่างไรจึงจะมีประสิทธิภาพมากที่สุด

2) **การใช้ประโยชน์ในด้านการคัดเลือกข้าวทนสภาพแวดล้อมจำกัด** การคัดเลือกข้าวทนสภาพแวดล้อมจำกัดจะได้ผลก็ต่อเมื่อสามารถเลี้ยงเซลล์ที่คัดแล้วให้เป็นต้นได้ สภาพแวดล้อมจำกัดที่ใช้มีหลายแบบ เช่น ทนเค็มก็ใช้เกลือแกลบ ทนอะลูมิเนียมก็ใช้ $AlCl_3$ และทนแล้งใช้ PEG ที่รัฐโคโลราโด ได้คัดเซลล์ที่ทนเกลือได้ และเมื่อเลี้ยงให้เป็นต้นแล้วยังทนก็เกลืออยู่ และสามารถถ่ายทอดทางพันธุกรรมได้ (Dyke and Nabors, 1985)

การคัดเลือกข้าวทนเย็นโดยวิธีเลี้ยงอับเกสรที่สถาบันวิจัยข้าวนานาชาติ เพื่อหาพันธุ์ที่ทนอากาศและน้ำที่เย็นในฤดูนาปรังโดยการนำอับเกสรของลูกข้าวที่ 1 มาเลี้ยงในอาหาร แล้วเก็บไว้ในตู้เย็น $8^{\circ}C$. 8 วัน หลังจากนั้นนำออกมาไว้ในห้องที่มีแสงสว่าง

สลัว ๆ ที่อุณหภูมิ $25^{\circ}C$. จนกระทั่งมีแคลลัสเกิดขึ้น แล้วจึงย้ายแคลลัสไปเลี้ยงให้เป็น plantlet หลังจากโตเป็นต้นข้าวแล้วจึงย้ายจากอาหารลงไปเลี้ยง nutrient solution 2 สัปดาห์จึงย้ายลงกระถางปลูก ต้นข้าวส่วนหนึ่งจะนำไปทดสอบการทนความเย็นในเรือนทดลอง โดยปลูกลงในภาชนะใส่น้ำที่รักษาความเย็นที่ $10^{\circ}C$. ตลอดเวลา จนกระทั่งพันธุ์มาตรฐานที่ไม่ทนเย็นตาย (ประมาณ 10 วัน หลังได้รับความเย็น) จากการทดลองนี้ ได้ข้าวที่ทนเย็น 22 สายพันธุ์ และส่งไปเปรียบเทียบผลผลิตที่เกาหลีปรากฏว่า มี 3 สายพันธุ์ที่ทนความหนาวเย็นและให้ผลผลิตสูงกว่าพ่อแม่ (Zapata et al., 1985)

การคัดเลือกข้าวทนเค็มในประเทศไทย (Chantpreem, 1985) ได้นำอับเกสรของข้าวหอมมะลิ ข้าวตาแห้ง และเหลืองใหญ่มาเลี้ยงในอาหารที่มีเกลือแกลบ 4 ระดับ จาก 0.5, 1, 1.5 และ 2 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 30 วัน และ 60 วัน ได้ต้นจากข้าวขาวตาแห้ง 2 ต้น ที่ความเค็ม 1% เวลา 30 วัน และเลี้ยงรอดเพียงต้นเดียว จากข้าวหอมมะลิ 2 ต้น ที่ความเค็ม 0.5% ที่ 30 วัน ส่วนที่ 60 วันไม่ได้ต้นข้าวเลย เหลืองใหญ่เช่นกัน ไม่ได้ทั้งที่ 30 วัน และ 60 วัน

การเลี้ยงเซลล์ไร้ผนัง

การที่สามารถเลี้ยงเซลล์ไร้ผนังของข้าว และสามารถทำให้เซลล์นั้นเกิดเป็นต้นข้าวได้ มีความสำคัญในการศึกษาทางพันธุศาสตร์และการปรับปรุงพันธุ์ข้าวมาก ในปัจจุบันได้พยายามนำเซลล์ไร้ผนังของข้าวมาเชื่อมกับเซลล์ไร้ผนังของถั่วเหลือง แต่เซลล์ที่เชื่อมกันแล้วไม่สามารถเลี้ยงกลับให้เป็นต้นได้ ปัญหาต่าง ๆ ที่จะต้องแก้ไข คือ

1. การแยกการเลี้ยงให้เป็นต้น และการเชื่อมเซลล์ไร้ผนังและการเลี้ยงให้เป็นต้น
2. การคัดเลือกเซลล์ไร้ผนังลูกผสมโดยใช้ตำหนิทางพันธุกรรม
3. ปัญหาการที่เซลล์กำจัดโครโมโซมแปลกปลอมเกิดขึ้นขณะที่เซลล์ลูกผสมอยู่ในอาหารก็เป็นปัญหาหนึ่งที่ต้องแก้ไข

อนาคตของการใช้ประโยชน์จากเซลล์ไร้ผนัง

1) นำไปใช้ในการเชื่อมระหว่างเซลล์ของพืชที่ไม่สามารถผสมพันธุ์ตามธรรมชาติได้ เช่น ใช้ในการถ่ายลักษณะเป็นหมันจากพืชชนิดหนึ่งให้พืชอื่น ๆ

2) การผสมข้ามชนิดและข้ามสกุล

3) นำไปใช้ในการศึกษาทางพันธุกรรมของเซลล์

เหตุผลที่ยังใช้ไบโอเทคโนโลยีไม่แพร่หลาย

ในปัจจุบันการปรับปรุงพันธุ์พืชยังใช้ไบโอเทคโนโลยีเข้าชว่นน้อยมาก เหตุผล คือ

- 1) ยังอยู่ในขั้นทดลอง และทำได้เฉพาะพืชบางชนิด
- 2) การทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในลักษณะปริมาณที่เกี่ยวข้องกับผลผลิตยังไม่มีประสิทธิภาพเด่นชัด
- 3) มีช่องว่างระหว่างนักปรับปรุงพันธุ์ นักพันธุศาสตร์ โมเลกุล และนักสรีรวิทยา ที่จะช่วยกันพัฒนาต้นไบโอเทคโนโลยีให้ก้าวหน้า

การปรับปรุงพันธุ์แบบ conventional

ต้องการความช่วยเหลือจากทางฝ่ายไบโอเทคโนโลยี ดังนี้

1. เพิ่มไบโอแมสและผลผลิต
2. เพิ่มคุณภาพผลผลิต เช่น โปรตีน กรดอมิโน
3. การคัดเลือกพันธุ์ต้านทานโรคในระดับเซลล์
4. ผสมพืชข้ามชนิดเพื่อถ่ายทอดบางลักษณะ
5. คัดเลือกพันธุ์ต้านทานสภาพแวดล้อมจำกัด
6. เพิ่ม genetic variability

7. เอนิ่ Nif (nitrogen fixation) จากพืชตระกูลถั่วใส่ในธัญพืช

8. ขยายพันธุ์ไม้ผลและไม้ป่า

9. อนุรักษ์เชื้อพันธุ์พืช

10. การขยายพันธุ์พืชให้ได้ปริมาณมากและตรงตามพันธุ์

เอกสารอ้างอิง

- Chanprame, S. 1985. Selection of NaCl tolerant rice (*Oryza sativa* L.) through anther culture. M.S. thesis, Kasetsart University, Bangkok, Thailand.
- Dykes, T.A. and M.W. Nabors. 1985. Tissue culture in rice and its application in selecting for stress tolerance. In International Rice Genetics Symposium. May 27-31, 1985, Los Banos, Philippines.
- Hu, H., H.Y. Hsi, and S.E. Chia. 1978. Chromosome variation of somatic cells of pollen calli and plants in wheat (*Triticum aestivum* L.). Acta Genet. Sin. 5(1) : 23-30.
- Rush, M.C. and O.O. Shao. 1981. Rice improvement through cell and tissue culture. In International Rice Research Institute. Rice research strategies for the future. Los Banos, Laguna, Philippines. (in press).
- Zapata, F.J. et al. 1985. Rice anther culture: A tool for production of cold tolerant lines. In International Rice Genetics Symposium. May 27-31, 1985, Los Banos, Philippines.

Biotechnology in Plant Breeding

By

Chairerg Maneephong

Agronomy Department, Kasetsart University, Bangkok, Thailand

ABSTRACT

Applications of biotechnology in plant breeding were discussed. The techniques provide means of selection for environmental stresses. Particular technique, e.g. protoplast fusion must be developed in order to regenerate the fused cells to be whole plants. Genetic variation in many useful characters could be created and would be of value to plant breeders.
