

บทที่ 10 พันธุวิศวกรรมเบื้องต้น

1. ความหมายของพันธุวิศวกรรม (genetic engineering)

คำว่า พันธุวิศวกรรม (genetic engineering) หมายถึงกระบวนการปรับเปลี่ยนหรือตกแต่ง gene โดยการตัด gene เดิมออกหรือเติม gene ใหม่เข้าไปตามต้องการ ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้สิ่งมีชีวิตใหม่ที่มีคุณภาพและคุณลักษณะตามต้องการ การตกแต่ง gene อาจทำได้ทั้งระหว่างสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกัน เช่น การถ่าย gene จาก bacteria ตัวหนึ่งให้กับ bacteria อีกตัวหนึ่ง หรืออาจเป็นการถ่าย gene ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่างชนิดกัน เช่น การถ่าย gene จาก yeast สู่ bacteria หรือการถ่าย gene เรืองแสงจากแมงกะพรุนสู่หนู เป็นต้น

2. กำเนิดของพันธุวิศวกรรม

กำเนิดของพันธุวิศวกรรม อาจนับได้ตั้งแต่ปี พ.ศ.2515 ที่มีการผลิต DNA สายผสมชนิดแรกขึ้นได้สำเร็จ มีการพัฒนาต่อมาด้วยการตัดต่อ gene การหาลำดับของ nucleotide และการสังเคราะห์สาย DNA จนถึงขั้นที่สามารถนำ gene จากสิ่งมีชีวิตหนึ่งไปใส่ในสิ่งมีชีวิตหนึ่ง ซึ่งมีความแตกต่างกันมากในทางพันธุกรรม เช่น การนำ gene ที่ควบคุมการผลิต hormone ชนิด insulin ของมนุษย์ไปใส่ใน cell ของ bacteria เพื่อให้ได้ bacteria สายพันธุ์ใหม่ ซึ่งผลิต insulin hormone ได้

3. cloning

คำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับพันธุวิศวกรรม ที่พบบ่อยได้แก่ recombinant DNA technology ซึ่งหมายถึงเทคนิคที่เกี่ยวข้องกับการตัดต่อ gene หรือ DNA , gene cloning หรือ DNA cloning ทั้งสองคำนี้อาจเรียกสั้นๆ ว่า cloning โดยใช้หลักการถ่ายโอน nucleus (nuclear transfer) หมายถึงการตัดต่อ gene หรือ DNA ของสิ่งมีชีวิตที่ต้องการ แล้วนำเข้าสู่ cell ของผู้ให้อาศัย (host cell) เพื่อใช้เป็นตัวเพิ่มปริมาณสิ่งมีชีวิตของ gene หรือ DNA นั้นๆ หรือกล่าวง่ายๆ คือการทำให้เกิดสัตว์ตัวใหม่ขึ้นมาโดยไม่ต้องอาศัยกระบวนการสืบพันธุ์แบบปกติซึ่งต้องอาศัย egg กับ sperm การเพาะชำพืช หรือการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในพืช ก็เป็นการ clone พืชนั่นเอง เป็นการขยายพันธุ์พืชโดยไม่อาศัยกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับเรื่องเพศของพืช

สำหรับการ clone สัตว์นั้นได้มีการสร้างกบ clone สำเร็จในปี พ.ศ.2495 และได้มีการพัฒนาเรื่อยมาจนถึงการ clone สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ซึ่งเริ่มในปี พ.ศ.2518 โดยการ clone กระจ่าง ตามด้วยหนู แกะ และ โค การทำ clone แกะ หรือ clone โค นั้นได้ผลสำเร็จนับสิบปีมาแล้ว แต่เป็นการสร้างจาก cell ตัวอ่อนของแกะและวัว ความก้าวหน้าในเทคโนโลยีพันธุวิศวกรรมได้พัฒนาเรื่อยมาจนกระทั่งในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2540 นักวิทยาศาสตร์ชาว Scotch ชื่อ Ian Wilmut แห่งสถาบัน Roslin (Roslin Institute) ได้ประกาศผลงานความสำเร็จในการสร้างแกะ clone จำนวน 9 ตัว โดยมีแกะ clone ชื่อ Dolly เป็นแกะ clone ตัวเดียวที่เกิดมาจาก cell ต้นแบบของแกะโตเต็มวัย (adult) ในขณะที่แกะ clone อีก 8 ตัวล้วนเกิดมาจาก cell ต้นแบบของตัวอ่อนแกะในท้องแม่ (embryo) แกะ Dolly ได้จากการ clone cell ต้นแบบที่เป็น cell เต็มวัยของแกะหน้าขาวอายุ 6 ปีที่กำลังตั้งท้อง โดยนำไข่ของแกะหน้าดำมาดูด nucleus ทิ้งไป เหลือไว้แต่ cytoplasm จากนั้นนำ nucleus ของ cell ต้นแบบใส่เข้าไปแทนแล้วกระตุ้นด้วยกระแสไฟฟ้าอ่อนๆ หลายวัน เพื่อให้ไข่ที่มี nucleus ใหม่เริ่มขั้นตอนสำคัญของการกำเนิดชีวิตใหม่ (การแบ่ง cell) จากนั้นจึงนำไข่ที่แบ่ง cell แล้วนี้เข้าไปฝังใน cell ผู้ให้อาศัย (host cell) ซึ่งในกรณีนี้เป็นรังไข่หรือมดลูกของแกะหน้าดำ (อาจเรียกแม่ฝาก ซึ่งต้องเป็นตัวเมียที่อาจเหมือน cell ต้นแบบ หรือเหมือนแกะตัวที่นำไข่ออกมาก็ได้) ในกรณีนี้ Ian Wilmut จึงใจเลือกแกะแม่ฝากที่มีลักษณะทางกายภาพแตกต่างจากแกะต้นแบบ ปรากฏว่าได้แกะ Dolly ออกมาเป็นแกะหน้าขาวเช่นเดียวกับแกะต้นแบบ

4. ประโยชน์ของเทคโนโลยีพันธุวิศวกรรมในทางการเกษตร

การพัฒนาของเทคโนโลยีพันธุวิศวกรรมทางการเกษตรเป็นไปอย่างต่อเนื่อง นับตั้งแต่การสร้างสัตว์แปลงพันธุ์ (transgenic animal = สัตว์ที่มี gene จากภายนอกถ่ายฝากเข้าไป) การสร้างพืชแปลงพันธุ์ (transgenic plant) เป็นต้น งานทดลองที่สร้างความสนใจให้มวลชน ได้แก่ การถ่าย gene ที่ควบคุมการสร้าง hormone เร่งการเจริญเติบโต (growth hormone) จากหนูใหญ่ (rat) เข้าไปในไขของหนูเล็ก (mouse) ทำให้ได้หนูพันธุ์ใหม่ที่มีขนาดเท่ากับหนูใหญ่ (super mouse) การสร้างหนูแปลงพันธุ์ที่มี gene กำหนดการสร้าง hormone เร่งการเจริญเติบโตของมนุษย์ (hGH = human growth hormone) ทำให้ได้หนูแปลงพันธุ์ที่มีขนาดใหญ่กว่าหนูปกติ ต่อมาได้มีการทดลองในสุกร โดยนำ gene ที่กำหนดการสร้าง hormone เร่งการเจริญเติบโตของโค (bGH = bovine growth hormone) และของมนุษย์ (hGH) มาฉีดเข้าไปในไขที่เพิ่งปฏิสนธิ พบว่าสุกรที่ได้รับ gene bGH มีลักษณะดีกว่า แต่การเจริญเติบโตไม่ได้เพิ่มเป็นสองเท่าเหมือนที่เกิดในหนู แต่มีน้ำหนักตัวเพิ่มมากกว่าเมื่อได้รับอาหารเท่ากัน จึงช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายในส่วนของการสุกรได้ แต่ข้อเสียที่เกิดขึ้นคือ สุกรที่ได้รับ gene จะมีปัญหาเจ็บป่วยมากกว่า นอกจากมีการถ่ายฝาก gene ที่กำหนดการสร้าง hormone เร่งการเจริญเติบโตในสุกรแล้วยังมีการทดลองในแกะ และมีการทดลองถ่าย gene อื่นๆ เช่น gene ที่ควบคุมการสร้าง gonadotropin hormone ซึ่งจะช่วยให้มีอัตราการตกไข่เร็วขึ้น และเป็นการเพิ่มผลผลิตน้ำนม การสร้างไก่อต้านทาน virus โดยการถ่ายฝาก gene ของ virus ที่ผิดปกติ ไก่ที่ได้จะสร้าง RNA และ protein ของ virus ได้ ซึ่งจะต้านทานต่อ virus ที่ปกติด้วย

พืชแปลงพันธุ์ ซึ่งสร้างโดยใช้เทคโนโลยีพันธุวิศวกรรม มีวัตถุประสงค์หลายประการ ได้แก่

1. เพื่อให้ได้พันธุ์พืชทนทานต่อแมลง และโรค ทนทานต่อการใช้สารเคมีในการกำจัดวัชพืช
2. เพื่อให้พืชมีความทนทานต่อสภาพดินฟ้าอากาศ
3. เพื่อให้ได้ผลผลิตพืชที่มีรสชาติและกลิ่นตลอดจนลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดีขึ้น เป็นที่พึงพอใจของผู้บริโภค
4. เพื่อปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการให้สมบูรณ์ขึ้น

การสร้างพืชต้านทาน virus โดยการถ่ายฝาก gene ที่กำหนดการสร้าง protein ห่อหุ้มของ virus ชนิดที่เป็นศัตรูพืชนั้น พืชที่มี gene นี้จะต้านทานการบุกรุกโดย virus ชนิดนั้นๆ และชนิดใกล้เคียง

การสร้างพืชต้านทานแมลงโดยการถ่ายฝาก gene ที่กำหนดการสร้างสารพิษจาก bacteria ซึ่งเรียกว่า bt toxin เข้าสู่ต้นพืช เมื่อแมลงมากินใบพืชที่มี gene นี้ แมลงจะตาย ดังนั้นต้นพืชที่มี gene นี้จึงไม่ถูกแมลงกิน

นอกจากจะใช้ gene bt แล้วอาจใช้ gene ที่กำหนดการสร้างสารยับยั้ง enzyme ย่อย protein จากถั่ว cow pea และจากมันฝรั่ง โดยมีการทดลองถ่ายฝาก gene เหล่านี้เข้าสู่ต้นยาสูบ ได้ต้นยาสูบที่ต้านทานแมลงเช่นเดียวกัน

5. สิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม (GMOs = Genetically Modified Organisms)

สิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม หมายถึงสิ่งมีชีวิตที่ได้รับการปรับแต่ง gene ด้วยเทคโนโลยีพันธุวิศวกรรมโดยมีการกำหนดรูปแบบทางพันธุกรรมที่จะถ่ายทอดไปสู่รุ่นลูกหลานของสิ่งมีชีวิตนั้นๆ ด้วยการตัด gene บางตัวออก หรือเพิ่ม gene บางตัวเข้าไป เพื่อให้คงไว้แต่ลักษณะพันธุกรรมที่ต้องการ

6. อาหารดัดแปลงพันธุกรรม (GMFs = Genetically Modified Foods)

อาหารดัดแปลงพันธุกรรม หมายถึงอาหารที่มาจากพืชหรือสัตว์ ซึ่งมีการดัดแปลงโดยใช้เทคนิคพันธุวิศวกรรมเพื่อให้ได้อาหารที่มีคุณภาพ และปริมาณเพียงพอตามความต้องการ

ปัจจุบันมีพืชหลายสายพันธุ์หลายชนิดกำลังอยู่ในขั้นตอนการทดลองภาคสนามทั่วโลก โดยส่วนใหญ่อยู่ในสหรัฐอเมริกา ตัวอย่างอาหารดัดแปลงพันธุกรรมที่มาจากพืชในประเทศไทย เช่น มะเขือเทศ มะละกอ ข้าว ถั่วเหลือง เป็นต้น ตัวอย่างอาหารดัดแปลงพันธุกรรมจากพืชในต่างประเทศ เช่น ข้าวโพดป้องกันแมลง (insect protected corn) ซึ่งได้ใส่ gene cryIA(c) จาก bacteria *Bacillus thuringiensis* มะละกอด้าน virus (virus resistant papaya) ซึ่งได้ใส่ gene ของ virus โรคใบด่างลงไป เป็นต้น สำหรับสัตว์ดัดแปลงพันธุกรรม เช่น โค กระบือ แพะ แกะ สุกร กระจ่าง ไก่ และ ปลาต่างๆ เช่น ปลาดุก ปลา salmon เป็นต้น

*