สิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม

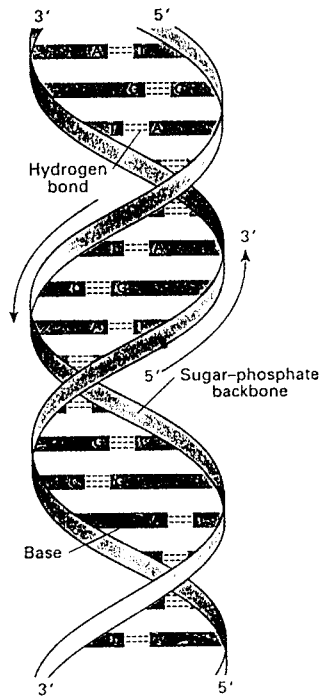
สุบงกช ทรัพย์แตง

ความก้าวหน้าของการวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีก่อให้เกิดผลิตผลและผลิตภัณฑ์ใหม่ ๆ ที่เปลี่ยนแปลงวิถีชีวิตของมนุษย์ นำมาซึ่งความสะดวกสบายและความปลอดภัยในชีวิต เทคโนโลยีหนึ่งที่กำลังเข้ามามีบทบาทกับเราอย่างมากคือ เทคโนโลยีชีวภาพ (Biotechnology) ซึ่งเป็นการใช้ความรู้เกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตให้เป็นประโยชน์ ครอบคลุมถึงเทคโนโลยีที่ใช้ในภาคเกษตรกรรม อุตสาหกรรม สิ่งแวดล้อม การแพทย์และสาธารณสุข ตั้งแต่เทคโนโลยีชาวบ้าน เช่น การทำอาหารหมักดองต่าง ๆ ไปจนถึงเทคโนโลยีระดับสูง เช่น การออกแบบและสร้างโปรตีนใหม่ ๆ ที่มีสมบัติพิเศษตามต้องการ ซึ่งไม่สามารถหาได้จากธรรมชาติ แต่สามารถทำได้โดยใช้เทคนิคทางพันธุวิศวกรรม (Genetic Engineering)

พันธุวิศวกรรม คือกระบวนการตัดต่อหรือเปลี่ยนแปลงดีเอ็นเอ (DNA, Deoxyribonucleic acid) ในหลอดทดลอง เพื่อให้ได้ดีเอ็นเอที่มีลำดับเบส (base sequence) ตามต้องการ แล้วนำดีเอ็นเอดังกล่าวเข้าสู่เซลล์อันจะนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงลักษณะของสิ่งมีชีวิต เช่น การปรับปรุงพันธุ์พืช เดิมใช้วิธีผสมและคัดเลือกพันธุ์ ซึ่งใช้เวลานานและให้ผลที่ไม่แน่นอน แต่ปัจจุบันมีการใช้เทคนิคพันธุวิศวกรรม โดยใช้การตัดต่อยีน การเลี้ยงเซลล์พืชในห้องทดลอง (tissue culture) ซึ่งเทคนิคดังกล่าวสามารถทำให้ได้พันธุ์ที่มีลักษณะดีตามต้องการจำนวนมากในระยะเวลาอันสั้น นอกจากนี้ การตัดต่อยีนโดยใช้เทคนิคพันธุวิศวกรรมยังมีประโยชน์ในการพัฒนาสายพันธุ์ใหม่ ก่อให้เกิดสิ่งมีชีวิตสายพันธุ์ใหม่ที่เรารู้จักกันในนาม "GMOs" (Genetically Modified Organisms) หรือ "สิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม" นั่นเอง จะเห็นได้ว่าพันธุวิศวกรรมทำให้มีการแลกเปลี่ยนดีเอ็นเอหรือยีนระหว่างสิ่งมีชีวิตต่างสายพันธุ์โดยไม่มีขอบเขตจำกัด ซึ่งแตกต่างจากกระบวนการตามธรรมชาติที่สิ่งมีชีวิตสามารถแลกเปลี่ยนยีนระหว่างสิ่งมีชีวิตในสายพันธุ์เดียวกันโดยการผสมพันธุ์เท่านั้น

อวามเป็นมาและวิธีการตัดต่อยีน

จากการศึกษาโครงสร้างของดีเอ็นเอพบว่าดีเอ็นเอ คือสารพันธุกรรม (genetic material) ที่ประกอบขึ้นจากน้ำตาลดีออกซีไรโบส (Deoxyribose) ฟอสเฟต (phosphate) และเบส 4 ชนิดคือ อะดีนิน (Adenine :A) กวานีน (Guanine : G) ไซโตซีน (Cytosine : C) และไธมีน (Thymine : T) โดยเบสจะมีการจับคู่อย่างจำเพาะโดยอาศัยพันธะไฮโดรเจนเป็นเบสคู่สม (complementary bases) คือ อะดินีน จับคู่กับ ไธมีน และกวานีน จับคู่กับไซโตซีน โครงสร้างของดีเอ็นเอตามธรรมชาติมีลักษณะเป็นเกลียวคู่ (double helix) คล้ายบันไดเวียน ประกอบด้วยสายดีเอ็นเอสองสายกลับทิศทางกัน พันกันเป็นเกลียวคู่ โดยมีเบสคู่สมซ้อนกันเป็นแกนกลางของเกลียวคู่ ดังรูปที่ 1 การเรียงตัวของเบส หรือลำดับเบส บนสายดีเอ็นเอ มีความสำคัญมาก เพราะบรรจุข้อมูลพันธุกรรมซึ่งเป็นตัวกำหนดบทบาทและหน้าที่ในการผลิตโปรตีนต่าง ๆ เราเรียกชุดลำดับเบสที่สามารถผลิตโปรตีนชนิดหนึ่ง ๆ ว่า ยีน (gene)



รูปที่ 1 แสดงโครงสร้างของดีเอ็นเอ

เป็นที่ทราบกันดีว่าสมบัติที่สำคัญอย่างหนึ่งของเซลล์คือ การแบ่งตัวให้ได้เซลล์ลูกหลานจำนวนเพิ่มขึ้น ซึ่งเซลล์เหล่านี้ต้องเหมือนเซลล์แม่ นั่นคือเซลล์ลูกหลานต้องได้รับสารพันธุกรรมหรือดีเอ็นเอ เซลล์จึงต้องมีกลไกการสังเคราะห์ดีเอ็นเอโมเลกุลใหม่จากโมเลกุลเดิม โดยโมเลกุลใหม่จะต้องมีลำดับเบสเหมือนดีเอ็นเอโมเลกุลเดิมทุกประการ เรียกกระบวนการนี้ว่า การลอกดีเอ็นเอ (DNA replication) โดยกลไกการสังเคราะห์ดีเอ็นเอจะต้องสามารถลอกลำดับเบสจากดีเอ็นเอเดิมให้ถูกต้องทุกเบส หากลำดับเบสผิดไปจากเดิมเพียงเบสเดียว ก็อาจเกิดการกลายพันธุ์ (mutation) ทำให้เซลล์ลูกหลานเปลี่ยนไปจากเซลล์แม่ แต่ปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์สามารถแยกยีนที่มีความสำคัญในด้านต่าง ๆ เช่น แยกยีนจากไวรัสโรคพืช แล้วใส่ยีนนั้นเข้าไปในพืช ทำให้พืชมีความต้านทานต่อไวรัสชนิดนั้นได้ ในทำนองเดียวกัน ใส่ยีนสำหรับผลิตสารพิษฆ่าแมลงสามารถพัฒนาพันธุ์พืชที่ต้านแมลงได้

ในการคัดเลือกหายีนที่มีสมบัติตามต้องการหรือยีนที่ผลิตโปรตีนชนิดที่ต้องการนั้น นักวิทยาศาสตร์จะทำการศึกษาโครงสร้างของโปรตีนก่อนว่ามีการเรียงของลำดับเบสเป็นเช่นไร แล้วจึงไปหายีนที่มีการเรียงลำดับเบสแบบเดียวกันในสิ่งมีชีวิตที่ผลิตโปรตีนดังกล่าว จากนั้นจึงทำการตัดเอาเฉพาะยีนช่วงที่มีรหัสจำเพาะเจาะจงมาใช้งาน การแสดงออกของยีนต้องมีการควบคุมเพื่อให้สิ่งมีชีวิตอยู่รอดในสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ซึ่งสามารถทำได้ในขั้นตอนถอดรหัสหรือแปลรหัส

สำหรับวิธีการตัดต่อยีนนั้นมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การคัดเลือกยีนที่มีสมบัติหรือลักษณะเฉพาะตามต้องการ ซึ่งยีนเหล่านี้อาจหาได้จาก พืช สัตว์ และแบคทีเรีย
2. ตัดยีนออกจากสิ่งมีชีวิตนั้นอย่างจำเพาะ โดยใช้เอนไซม์ตัดจำเพาะ (restriction enzyme) ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่มีความจำเพาะเจาะจงกับยีนนั้น ๆ
3. นำเอายีนที่ตัดได้ไปเชื่อมกับดีเอ็นเอพาหะ (DNA vector) จะได้ดีเอ็นเอสายผสม (recombinant DNA) โดยต้องเลือกดีเอ็นเอพาหะให้เหมาะสมกับเซลล์เป้าหมายซึ่งเรียกว่าเซลล์เจ้าบ้าน (host cell) ด้วย
4. นำดีเอ็นเอสายผสมที่ได้เข้าสู่เซลล์เจ้าบ้าน

จากวิธีการดังกล่าวนี้ จะทำให้เซลล์เจ้าบ้านได้รับการถ่ายโอนยีนที่มีลักษณะพิเศษตามต้องการซึ่งจะแตกต่างไปจากสายพันธุ์เดิม และเมื่อเซลล์เหล่านี้เจริญเติบโต ก็จะได้สิ่งมีชีวิตสายพันธุ์ใหม่ หรือที่เรียกกว่า GMOs

สิ่งที่น่าเป็นห่วงใน GMOs

การสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรมเป็นการสร้างประโยชน์อย่างมากมาย แต่อย่างไรก็ตาม GMOs ก็ยังเป็นสิ่งมีชีวิตที่ไม่ได้เกิดขึ้นตามธรรมชาติ การนำ GMOs มาใช้ประโยชน์นั้นจึงก่อให้เกิดความกังวลเกี่ยวกับผลกระทบในด้านต่าง ๆ เช่น

1. GMOs อาจไม่ปลอดภัยต่อชีวิตและสุขภาพของมนุษย์ พืช และสัตว์ โดยเฉพาะพืช GMOs ที่ใช้เป็นอาหาร เพราะพืชเหล่านี้อาจมีความเสี่ยงในแง่ของความเป็นพิษ ซึ่งสามารถเกิดขึ้นได้ เนื่องจากยีนที่ตัดมาถ่ายในสิ่งมีชีวิตมาจากแหล่งต่าง ๆ กัน ซึ่งยีนจากสิ่งมีชีวิตบางชนิดก่อให้เกิดอาการแพ้ในผู้สัมผัสหรือผู้บริโภคได้ นอกจากนี้ การตัดต่อยีนอาจทำให้ยีนใหม่ที่แทรกเข้าไปในจุดที่ใกล้กับตำแหน่งของยีนที่มีคุณลักษณะที่ไม่ต้องการ ในกรณีนี้อาจกระตุ้นให้สิ่งมีชีวิตชนิดนั้นผลิตสารพิษ หรือลดการผลิตสารอาหารบางอย่างลงได้ และเนื่องจากดีเอ็นเอพาหะที่ใช้ในกระบวนการตัดต่อยีนนั้นมักจะมียีนที่สามารถสร้างสารต้านยาปฏิชีวนะเป็นองค์ประกอบ จึงอาจทำให้เกิดการแพร่หลายของยีนที่ต้านยาปฏิชีวนะนั้น ๆ ซึ่งสามารถทำให้เกิดอาการดื้อยาของแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคในคนและสัตว์ได้
2. GMOs อาจเป็นตัวการทำลายสิ่งแวดล้อม ทำให้ระบบนิเวศขาดความสมดุล เช่น ฝ้ายบีทีที่ได้รับการตัดต่อยีนมาจากแบคทีเรียชื่อ Bacillus thuringiensis ที่มีผลในการฆ่าหนอนเจาะสมอฝ้าย ซึ่งฝ้ายชนิดนี้อาจมีพิษต่อแมลงชนิดอื่น ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อระบบนิเวศ นอกจากนี้ฝ้ายบีทียังได้รับการแปลงยีนให้มีความสามารถในการต้านทานสารไกลโฟเสท ซึ่งเป็นสารเคมีที่ใช้กำจัดวัชพืช สามารถฆ่าได้ทั้งวัชพืชและพืชที่ปลูก จึงทำให้นักวิทยาศาสตร์ตัดต่อยีนที่สามารถต้านทานสารไกลโฟเสทเข้าไปในฝ้ายเพื่อให้ต้นฝ้ายไม่เกิดความเสียหาย เมื่อมีการฉีดพ่นสารเคมีชนิดนี้อาจทำให้เกษตรกรใช้สารเคมีกำจัดวัชพืชชนิดนี้ในปริมาณมาก ๆ อย่างไม่ระมัดระวัง
3. GMOs อาจทำให้ต้นทุนการผลิตของประเทศที่กำลังพัฒนาสูงขึ้น เนื่องจากจะต้องซื้อเทคโนโลยีจากประเทศที่พัฒนาแล้วมาใช้ เช่นการปลูกเมล็ดพันธุ์พืช GMOs ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ของแต่ละบริษัท จะได้ต้นพืช GMOs ที่เป็นหมันเพื่อป้องกันการนำไปปลูกต่อ ซึ่งถ้ามีการผสมข้ามพันธุ์ อาจทำให้เมล็ดพันธุ์ท้องถิ่นกลายเป็นหมันได้ทำให้เกษตรกรจะไม่สามารถพึ่งพาตนเองได้ ต้องคอยซื้อและพึ่งพาเมล็ดพันธุ์จากบริษัทที่เป็นเจ้าของเทคโนโลยี ก่อให้เกิดการผูกขาดและเป็นผลเสียทางเศรษฐกิจได้

แม้ในปัจจุบันยังไม่สามารถสรุปผลกระทบของ GMOs ต่อมนุษย์ พืช สัตว์ และสิ่งแวดล้อมได้ และจากสาเหตุต่าง ๆ ดังกล่าว ทำให้ผู้บริโภคเกิดความกังวลที่จะรับประทานอาหารที่ทำขึ้นจาก GMOs จนทำให้บางประเทศมีข้อจำกัดในการนำเข้าสินค้า GMOs เช่น สหภาพยุโรปได้ออกกฎข้อบังคับในการติดฉลากผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมหรือได้มาจากวัตถุดิบที่เป็น GMOs สินค้าต่าง ๆ ที่ส่งออกไปยังสหภาพยุโรปนั้นจะต้องได้รับการตรวจสอบก่อนว่าเป็น GMOs หรือมีส่วนประกอบของ GMOs หรือไม่ จากการกีดกันทางการค้าดังกล่าว ทำให้ประเทศไทยซึ่งเป็นประเทศเกษตรกรรม มีการส่งออกสินค้าเกษตรเป็นหลัก น่าจะส่งเสริมให้มีความพร้อมในด้านต่าง ๆ ของการวิเคราะห์ทดสอบและวิจัยพัฒนาเกี่ยวกับสินค้า GMOs มากยิ่งขึ้น โดยต้องมีมาตรการควบคุมทางด้านความปลอดภัยต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมอย่างรัดกุม

เอกสารอ้างอิง

มนตรี จุฬาวัฒนทล และคณะ. บรรณาธิการ. **ชีวเคมี**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ จิรรัชการพิมพ์, 2542, หน้า 71-88 269-278, 323-339, 539-553
สาโรจน์ เกษมสุขโชติกุล. GMOs ชีวภาพแปลงพันธุ์บนทางสองแพร่ง. **UP DATE**. มกราคม, 2543, ฉบับที่ 149, หน้า 51-58.