

กรุงเทพธุรกิจ

วันพฤหัสบดีที่ 8 พฤษภาคม พ.ศ. 2546 ปีที่ 16 ฉบับที่ 5342 (351) หน้า 8



'ยีน'ตัวกำหนด ลักษณะ:สังมิชีวิต

ลิมมิชีวิต ที่มีอยู่อย่างหลากหลาย จากสิ่งที่มีรูปร่างง่ายๆ จนถึงสิ่งที่มีรูปร่างซับซ้อนที่อาศัยร่วมกันนี้ เพราะความหลากหลายทางลักษณะโครงสร้างที่ดี และการอยู่ร่วมกันแบบศัตรูหรือมิตรเกื้อกูลก็ดี ส่งผลให้โลกแห่งนี้ดูมีสีสันและชีวิตชีวา แต่ในทางวิทยาศาสตร์แล้วมักจะมีอะไรที่มากกว่าความรู้สึกแห่งศิลปะ จากอดีตที่ผ่านมา นักวิทยาศาสตร์สงสัยว่า "ทำไมสิ่งมีชีวิตจึงมีรูปร่างแตกต่างกัน และคงอยู่ได้อย่างไร อะไรเป็นตัวกำหนด และอะไรทำให้เกิดการถ่ายทอดสู่ลูกหลานเผ่าพันธุ์"

คำถามเหล่านี้ เริ่มปรากฏเป็นคำตอบทางวิทยาศาสตร์ในปี พ.ศ. 2408 ซึ่งนับได้ว่าเป็นยุคบุกเบิกของวิทยาศาสตร์เมื่อบาทหลวงเกรเกอร์ เม็นเดล (Gregor Mendel) ได้ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างเป็นระบบ ศึกษาลักษณะของต้นถั่วจากการผสมพันธุ์ในลักษณะต่างๆ จนกระทั่งพบว่า มีสิ่งหรือปัจจัยที่สามารถควบคุมลักษณะของสิ่งมีชีวิต เม็นเดลซึ่งเป็นนักคณิตศาสตร์ ยังสามารถอธิบายในระดับที่ว่า สิ่งหรือปัจจัยที่ควบคุมนี้ จะต้องมิลักษณะที่เหมือนกันเป็นคู่ แต่ในสิ่งมีชีวิตที่ผ่านกระบวนการสืบพันธุ์ สิ่งหรือปัจจัยที่ควบคุมลักษณะจะถูกแยกเป็นเดี่ยวจากเซลล์สืบพันธุ์ของพ่อและแม่ แล้วมารวมกันเป็นเซลล์ลูก ซึ่งสิ่งหรือปัจจัยที่กล่าวถึงโดยเม็นเดลนี้ ภายหลังก่อมาถูกเรียกว่า "ยีน" นั่นเอง

การค้นพบหลักการทางพันธุกรรมของเม็นเดล ไม่ได้ได้รับความสนใจ เพราะเป็นองค์ความรู้ใหม่ที่ปฏิวัติแนวคิดเดิมอย่างสิ้นเชิง หลังจากนั้นเกือบ 40 ปี เมื่อมีการประดิษฐ์กล้องจุลทรรศน์ที่สามารถมองเห็นเซลล์สิ่งมีชีวิตต่างๆ ได้ ซึ่งทำให้เห็นองค์ประกอบที่สำคัญ คือ โครโมโซม รวมทั้งการแบ่งตัวของโครโมโซม ความรู้เรื่องยีน จึงพัฒนาขึ้นอีกครั้งหนึ่ง

ในปี พ.ศ. 2496 เจมส์ วัตสัน (James Watson) และฟรานซิส คริก (Francis Crick) ได้ค้นพบโครงสร้างทางเคมีของหน่วยรหัสพันธุกรรม ที่ถูกเรียงรายเป็นรหัสที่กำหนดโดยหมู่โครงสร้างของเบส 4 ชนิด คือ A G C และ T ที่ต่อเรียงเป็นสายยาว เรียกว่า สายดีเอ็นเอ รหัสบนสายดีเอ็นเอหนึ่ง จะกำหนดการสร้างผลผลิตโปรตีน โดยผ่านกระบวนการถอดรหัสสร้างที่เป็นอาร์เอ็นเอ ความสำคัญในการค้นพบโครงสร้างทางเคมีของหน่วยรหัสพันธุกรรมของ

วัตสัน และคริก ก็คือ สารพันธุกรรมที่เป็นดีเอ็นเอ นั่น จะมีโครงสร้างที่เป็นเกลียวคู่ และเสถียรได้ด้วยหมู่เบสที่เป็นคู่สม (complementary base pairing) คือ A คู่ T และ G คู่ C ซึ่งโครงสร้างเช่นนี้ทำให้เกิดการศึกษากลไกของการถ่ายทอดทางพันธุกรรมสู่ลูกหลานเผ่าพันธุ์ได้อย่างไร

หลังจากการพบโครงสร้างของหน่วยพันธุกรรม จนถึงปัจจุบันนี้ เวลาผ่านไปเพียง 50 ปี แต่เกิดองค์ความรู้ที่สามารถตอบคำถามที่สงสัยในเรื่องลักษณะ เผ่าพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตอย่างมากมาย

รวมทั้งเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอที่สามารถนำมาประยุกต์ในวงการแพทย์ เกษตร และอุตสาหกรรมต่างๆ เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว

ยีนเป็นตัวกำหนดลักษณะของสิ่งมีชีวิตอย่างไร

เริ่มจากเกลียวคู่ของสายดีเอ็นเอ ที่มีการเรียงตัวของเบสที่กำหนดให้เกิดเป็นรหัสของสิ่งมีชีวิตหนึ่งๆ ภายใต้อิทธิพลที่สามารถถอดแปลออกมาเป็นผลผลิตโปรตีนได้นั้น เราเรียกส่วนนั้นว่ายีน การ

ถอดรหัสยีนจะผ่านทางโครงสร้างที่เป็นเอ็มอาร์เอ็นเอ (mRNA) และการถอดแปลเป็นโปรตีน เกิดจากกระบวนการร่วมกันของอาร์เอ็นเอทั้ง 3 ชนิด คือ เอ็มอาร์เอ็นเอ (mRNA), อาร์อาร์เอ็นเอ (rRNA) และทีอาร์เอ็นเอ (tRNA) โปรตีนจะถอดแปลรหัสจากส่วนของเอ็มอาร์อาร์เอ็นเอ โดยที่การเรียงรหัสของเบส 3 เบส บนสายเอ็มอาร์อาร์เอ็นเอ หรือเรียกว่า 1 codon จะถูกแปลเป็น 1 กรดอะมิโนซึ่งในธรรมชาติกรดอะมิโนมีอยู่ด้วยกัน 20 ชนิด

ดังนั้น รหัสบนยีนที่จะถอดแปล จะต้องต้องมี codon ไม่น้อยกว่า 20 codons นั้นเอง และถ้ามีสายเอ็มอาร์อาร์เอ็นเอที่มีรหัสเบสยาว 300 เบส ก็สามารถถอดแปลเป็นกรดอะมิโน 100 กรดอะมิโน ที่เรียงต่อกันด้วยพันธะเปปไทด์ ซึ่งก็คือผลผลิตโปรตีนนั่นเอง เมื่อโปรตีนถูกสร้างขึ้นมาก็จะมีหน้าที่ในการรวมตัวเป็นโครงสร้างลักษณะต่างๆ ของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งเป็นเอนไซม์ หรือตัวช่วยเร่งให้เกิดกระบวนการต่างๆ ในสิ่งมีชีวิตนั้นๆ

ยีนโดยตัวของมันเองเป็นเพียงสารเคมี ดังนั้น ยีนจึงไม่สามารถทำงานได้ด้วยตัวมันเอง แต่ลำพังตามที่กล่าวในข้างต้น แต่ต้องอาศัยการทำงานร่วมกันของส่วนต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตที่สำคัญคือ เอนไซม์ (Enzyme) ในขบวนการต่างๆ เริ่มจากการคัดลอกดีเอ็นเอ หรือยีนที่เกิดขึ้นใหม่ เพื่อถ่ายทอดสู่เซลล์รุ่นต่อไปก็ต้องอาศัยเอนไซม์ การถอดรหัสจากดีเอ็นเอ เป็นอาร์เอ็นเอ ก็ต้องมีกลุ่มเอนไซม์ที่มาช่วย และในขั้นการถอดแปลเป็นโปรตีนก็เช่นกัน และที่สำคัญคือ

ทุกกระบวนการของสิ่งมีชีวิตมีการทำงานร่วมกันอย่างเป็นระบบ และมีระเบียบที่ถูกต้องกำหนดในหน่วยพันธุกรรมเป็นแก่น แม้กระนั้นสิ่งมีชีวิตเผ่าพันธุ์เดียวกัน ก็ยังมีลักษณะที่มีความเป็นเอกลักษณ์ ยิ่งสิ่งมีชีวิตที่มีส่วนประกอบที่ซับซ้อนมากขึ้น ความเป็นเอกลักษณ์ก็ยิ่งมากขึ้น เพราะจะมีหน่วยพันธุกรรมที่มากขึ้น มียีนที่กำหนดคุณลักษณะที่มากขึ้น ผลรวมขององค์รวมยีน (Genome) จะปรากฏความเป็นองค์รวมโปรตีน (Proteome) เหล่านั้นซับซ้อนมากขึ้น กลายเป็นเอกลักษณ์ของแต่ละหน่วยชีวิต

ถ้าย้อนกลับไปดูการศึกษาของเมนเดล ที่เฝ้าดูลักษณะการเกิดขึ้นของต้นถั่ว ที่ผ่านการผสมพันธุ์ของพ่อและแม่พันธุ์ที่มีลักษณะต่างๆ กัน เป็นการจัดระบบศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่คัดเลือกลักษณะที่ชัดเจน สังเกตได้มาอธิบายทำให้เมนเดลสามารถกล่าวถึงหน่วยพันธุกรรมที่ประกอบด้วย 2 หน่วยที่เหมือนกัน แต่เมื่อสิ่งมีชีวิตที่มีการสืบพันธุ์โดยอาศัยการข้ามพันธุ์ หรือมีการใช้เพศในการสืบพันธุ์ 2 หน่วยของพันธุกรรมนั้น จะมีส่วนที่เป็นปัจจัยเด่น กับปัจจัยด้อยเกิดขึ้น

ซึ่งเมนเดลเรียกปัจจัยที่เป็นลักษณะเดียวกัน แต่มีความเด่นและด้อยต่างกันนี้ว่า อัลลีล (Allele) หรือที่ปัจจุบันเรียกว่า เป็นตำแหน่งของยีนที่แสดงลักษณะเดียวกัน เช่น ยีนที่ควบคุมลักษณะความสูง หรือเตี้ย โดยยีนที่ให้ลักษณะสูงจัดว่าเป็นยีนเด่น

แต่ถ้ามีลักษณะเตี้ยเรียกว่า ยีนด้อยนั่นเอง จะเห็นได้ว่าการอธิบายลักษณะที่แสดงออกของยีน ที่สามารถสังเกตได้และติดตามการแสดงออกจากหน่วยพันธุกรรมที่เมนเดลศึกษา ก็จะได้ภาพของลักษณะการแสดงออก ในเมื่อสายพันธุ์แท้เป็นยีนเด่น และสายพันธุ์แท้ที่เป็นยีนด้อยมาผสมกัน ลักษณะยีนเด่นต่อยีนด้อยในรุ่นลูก จะเป็นอัตราส่วน 3 ต่อ 1 แต่ในความเป็นจริงทั้งระบบ Genome ซึ่งประกอบด้วยยีนมากมาย

การแสดงออกทั้งที่สังเกตโดยตรงและไม่ได้ย่อมมีผลต่อลักษณะโดยรวมของสิ่งมีชีวิตนั้นๆ อย่างมากมาย จึงทำให้เกิดความหลากหลายในธรรมชาติเกิดขึ้น โดยเฉพาะสิ่งมีชีวิตที่สืบพันธุ์โดยเพศ ลูกจะรับหน่วยพันธุกรรมจากพ่อ 1 หน่วย และจากแม่อีก 1 หน่วย ในระหว่างการปฏิสนธิ หน่วยพันธุกรรมของพ่อและแม่จะมีการแลกเปลี่ยน (Crossing over) ยีนที่ตำแหน่งเดียวกัน หรืออัลลีล ที่ควบคุมลักษณะเดียวกันและส่งเสริมให้เกิดลักษณะเด่นและด้อยเกิดขึ้น ดังนั้น ลูกจึงมีลักษณะที่ได้รับมาจากพ่อและแม่ ขึ้นกับว่าขบวนการแลกเปลี่ยนจะได้อิทธิพลจากฝ่ายใดนั่นเอง ซึ่งก็คือยีน เป็นตัวกำหนดลักษณะของสิ่งมีชีวิต ดังที่บาทหลวงเมนเดลได้ศึกษาพบนั่นเอง