

ดร. นำชัย ชีววิวรรณ

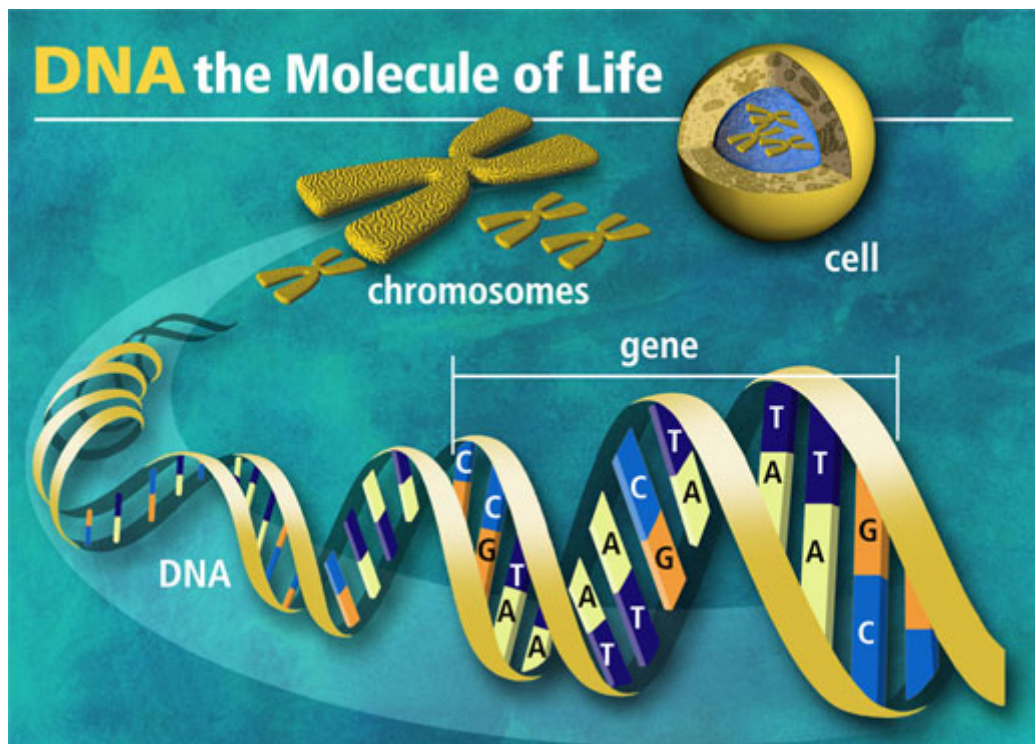
หน่วยปฏิบัติการวิจัยกลางไบโอเทค

ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (BioTec)

[วิชาการ.คอม](http://www.vcharkarn.com) (www.vcharkarn.com)

ปัจจุบันนี้หากพูดถึงคำว่า "DNA (ดีเอ็นเอ)" ก็คงจะคุ้นหูกันจนเป็นเรื่องธรรมดาไปแล้วสำหรับคนไทย เพราะหากดูจากพาดหัวข่าวหนังสือพิมพ์จะมีคำว่า "DNA" ปรากฏออกมาเป็นระยะๆ อย่างไม่ขาดสาย..... จะหาคนร้ายหรือตรวจสอบขาดกรก็ต่อ "ตรวจ DNA" อยากรู้ว่าเป็นญาติกับคนดังจริงหรือไม่ก็ต้อง "ตรวจ DNA" อยากรู้ว่า "มีอะไรกับใคร" จริงหรือไม่ก็ต้อง "ตรวจ DNA" (อีกเช่นกัน)

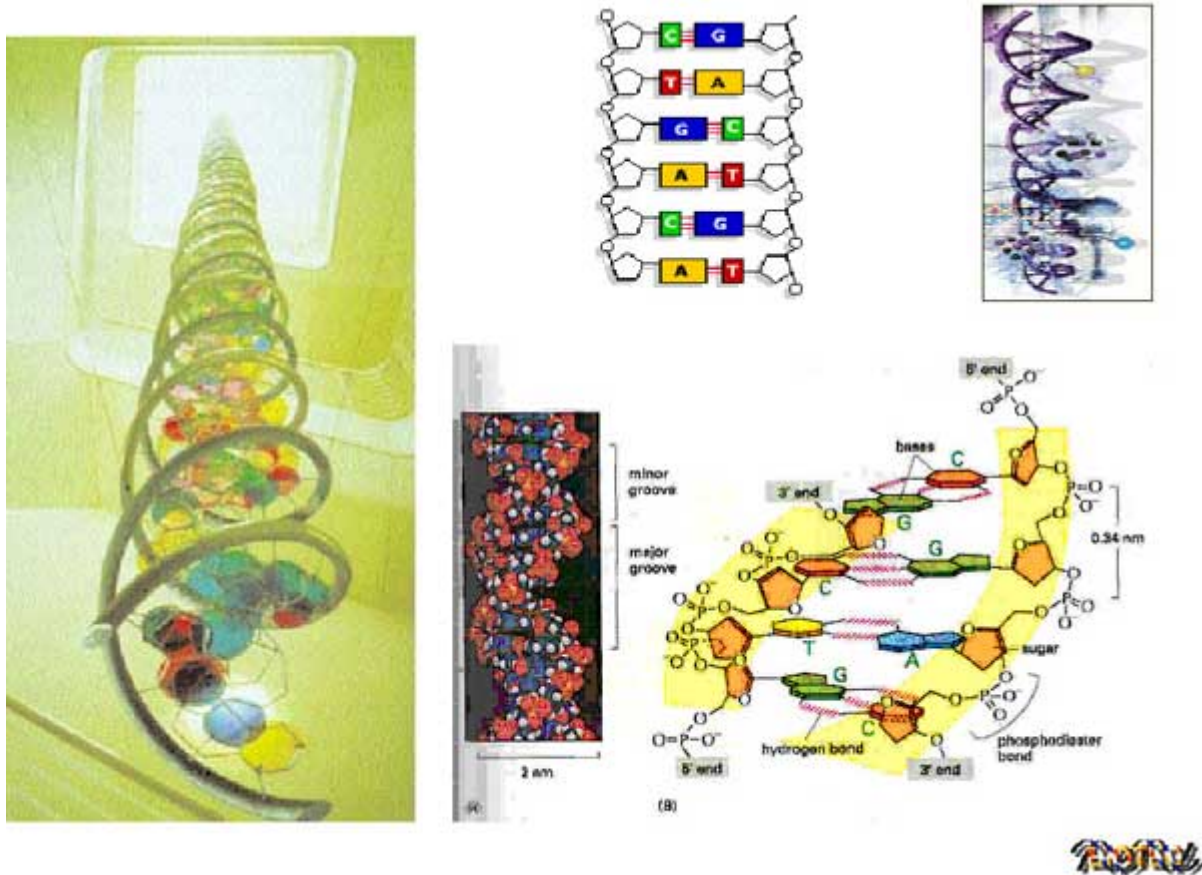
ไม่ว่าจะตรวจว่า ไม่ท่อนที่ตำรวจเก็บไว้เป็นของกลางมาจากสาละวินจริงหรือไม่ ... ก็ยังต้องมีการขอให้ "ตรวจ DNA" กันเลยทีเดียว!!!



[รูปที่ 1]
[DNA โมเลกุลแห่งชีวิต]

นอกจาก DNA จะกลายมาเป็น "อุปกรณ์" หรือ "หลักฐาน" สำคัญในการไขปริศนาคดีลึกลับต่างๆ แล้ว DNA ยังเป็น "สัญลักษณ์ (symbol)" หรือ (ถ้าจะเรียกให้ทันสมัยทันยุคที่คอมพิวเตอร์ครองเมืองก็คงต้องว่าเป็น "ไอคอน (icon)") สำหรับวิทยาศาสตร์ชีวภาพไปแล้ว ในแบบเดียวกับที่เวลาคิดถึงวิชา "ฟิสิกส์" คนจำนวนไม่น้อยจะนึกถึงภาพนักวิทยาศาสตร์หัวฟูๆ ท่านนั้น (ก็จะใครเสียอีกละครับ... ก็คุณปู่ไอน์สไตน์นั่นแหละครับ) และ สมการสะท้านโลกอย่าง $E = mc^2$ สมการนั้น

*บทความนี้ ได้รับการคุ้มครองลิขสิทธิ์ ตามพระราชบัญญัติ ทรัพย์สินทางปัญญา ลิขสิทธิ์ของบทความนี้ เป็นของผู้เขียน ซึ่งได้ให้เกียรติ [วิชาการ.คอม](http://www.vcharkarn.com) ในการนำเผยแพร่ เรามีความยินดี หากท่านจะนำบทความนี้ เผยแพร่สู่คนวงกว้างขึ้น โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อการศึกษา และไม่มีผลในเชิงธุรกิจ กรุณาให้เกียรติผู้เขียน โดยอ้างถึงชื่อผู้เขียน และ [วิชาการ.คอม](http://www.vcharkarn.com) ([http://www.vcharkarn.com/](http://www.vcharkarn.com)) ทุกครั้ง ที่มีการทำซ้ำบทความนี้ ห้ามนำบทความนี้ หรือส่วนหนึ่งส่วนใด ทำการเผยแพร่ต่อ ในสื่อที่ดำเนินการเพื่อธุรกิจทุกรูปแบบ ก่อนได้รับอนุญาตจากผู้เขียน ขอขอบคุณที่ช่วยร่วมกันสร้าง สังคมไทย ให้เป็นสังคมแห่งปัญญา

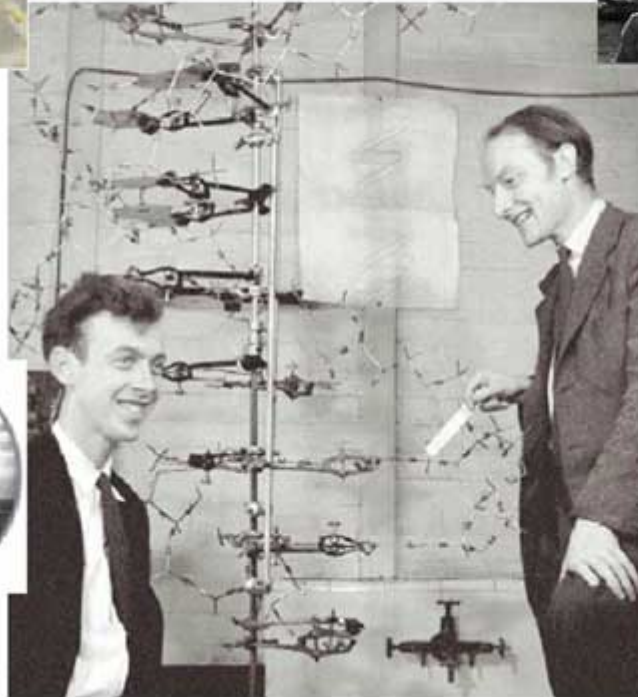


[รูปที่ 1]
[DNA ที่มีโครงสร้างเป็นรูปเกลียวคู่
ประกอบขึ้นจากน้ำตาล หมู่ฟอสเฟต และเบสรวม 4 ชนิด]

ความจริงคนเรารู้จักกับ DNA มาเกือบ 140 ปีมาแล้ว แต่นักวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่ไม่ให้ความสำคัญกับมันมากนัก เนื่องจากกำลังมัวสนใจกับ **โปรตีน** โมเลกุลมหัศจรรย์อีกชนิดหนึ่ง เหตุผลสำคัญก็คือ โปรตีนมีความหลากหลายและลักษณะซับซ้อน จึงเชื่อกันว่า โปรตีนน่าจะเป็นสารที่เหมาะสมกับหน้าที่ในการคุมความลับของชีวิตและเป็น **สารพันธุกรรม** ที่ถ่ายทอดลักษณะของสิ่งมีชีวิตจากรุ่นหนึ่งไปยังอีกรุ่นหนึ่ง

DNA กลายมาเป็นที่สนใจในวงกว้างมากขึ้นเมื่อ 50 ปีที่แล้วมานี้เอง เมื่อนักวิทยาศาสตร์หนุ่มสองคนในขณะนั้นคือ **เจมส์ วัตสัน** และ **ฟรานซิส คริก** ได้ประกาศการค้นพบโครงสร้าง DNA ว่าเป็นสายคู่ที่บิดพันเป็นเกลียวคล้ายบันไดเวียนแบบที่เรียกว่า ดับเบิลเฮลิคซ์ (double helix) ในวารสารวิทยาศาสตร์ที่เก่าแก่และมีชื่อเสียงฉบับหนึ่งคือ **Nature** เมื่อวันที่ 25 เมษายน 2496

*บทความนี้ ได้รับการคุ้มครองลิขสิทธิ์ ตามพระราชบัญญัติ ทรัพย์สินทางปัญญา ลิขสิทธิ์ของบทความนี้ เป็นของผู้เขียน ซึ่งได้ให้เกียรติ **วิชาการ.คอม** ในการนำเผยแพร่ เรามีความยินดี หากท่านจะนำบทความนี้ เผยแพร่สู่คนวงกว้างขึ้น โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อการศึกษา และไม่มีผลในเชิงธุรกิจ กรุณาให้เกียรติผู้เขียน โดยอ้างถึงชื่อผู้เขียน และ **วิชาการ.คอม** (<http://www.vcharkarn.com/>) ทุกครั้ง ที่มีการทำซ้ำบทความนี้ ห้ามนำบทความนี้ หรือส่วนหนึ่งส่วนใด ทำการเผยแพร่ต่อ ในสื่อที่ดำเนินการเพื่อธุรกิจทุกรูปแบบ ก่อนได้รับอนุญาตจากผู้เขียน ขอขอบคุณค่ะ ที่ช่วยร่วมกันสร้าง สังคมไทย ให้เป็นสังคมแห่งปัญญา



[รูปที่ 2]

[เจมส์ วัตสัน และ ฟรานซิส คริก สองนักวิทยาศาสตร์
ผู้ค้นพบโครงสร้าง DNA กับโมเดลและรูปวาด DNA ของพวกเขา]



[รูปที่ 3] [บทความของวัตสันและคริก ที่ตีพิมพ์ในวารสาร Nature ในปี 2496 สังเกตนะครึบว่ามีความยาวเพียงหนึ่งหน้ากระดาษนิดๆเท่านั้น]

บทความนี้ ได้รับการคุ้มครองลิขสิทธิ์ ตามพระราชบัญญัติ ททรัพย์สินทางปัญญา ลิขสิทธิ์ของบทความนี้ เป็นของผู้เขียน ซึ่งได้ให้เกียรติ
วิชาการ.คอม ในการนำเผยแพร่ เรายินดี หากท่านจะนำบทความนี้ เผยแพร่สู่คนวงกว้างขึ้น โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อการศึกษ และไม่มีผล
ในเชิงธุรกิจ กรุณาให้เกียรติผู้เขียน โดยอ้างถึงชื่อผู้เขียน และ วิชาการ.คอม (<http://www.vcharkarn.com/>) ทุกครั้ง ที่มีการทำซ้ำบทความนี้
ห้ามนำบทความนี้ หรือส่วนใดส่วนใด ทำการเผยแพร่ต่อ ในสื่อที่ดำเนินการเพื่อธุรกิจทุกรูปแบบ ก่อนได้รับอนุญาตจากผู้เขียน ขอขอบคุณค่ะ ที่
ช่วยร่วมกันสร้าง สังคมไทย ให้เป็นสังคมแห่งปัญญา

เหตุที่บทความดังกล่าวกระตุ้นความสนใจของนักวิทยาศาสตร์ในสมัยนั้น ก็เพราะว่า วัดสันและคริสกิงเกตและแนะนำไว้อย่างถูกต้อง (ตรวจสอบด้วยการทดลองในภายหลัง) ว่าสาย DNA แต่ละสายทำหน้าที่เป็น "ต้นแบบ" ในการสร้างสาย DNA สายใหม่ขึ้นได้ ซึ่งทำให้สมมติฐานที่เริ่มชัดเจนมากขึ้นเรื่อยๆ ในสมัยนั้นว่า DNA นี้เองที่น่าจะทำหน้าที่เป็น "สารพันธุกรรม" ... ฟังดูมีน้ำหนักและสมเหตุสมผลอย่างที่สุด

การค้นพบดังกล่าวส่งผลกระทบอย่างกว้างขวางและลึกซึ้งต่อแวดวงวิทยาศาสตร์ และ ส่งผลให้วัดสันและคริสกิงได้รับรางวัลโนเบลสาขาการแพทย์หรือสรีรวิทยาร่วมกับนักวิทยาศาสตร์อีกท่านหนึ่งที่มีผลงานเกี่ยวข้องกัน อย่างใกล้ชิด คือ มัวริส วิลคินส์ ในปี 2505

นับจากการประกาศการค้นพบโครงสร้างของ DNA ก็มีการค้นพบคุณสมบัติต่างๆ ของ DNA ออกมาเรื่อยๆ ซึ่งล้วนแล้วแต่น่าสนใจจนกล่าวได้ว่าถึงขั้น "มหัศจรรย์" ได้อย่างเต็มปากเต็มคำ ... ดังที่ผมจะได้ยกตัวอย่างและสาธยายให้ฟังโดยละเอียดต่อไป

ลักษณะที่เด่นชัดที่สุดข้อหนึ่งของ DNA ก็คือ DNA มี "ขนาดเล็กมาก" ปกติแล้วเราไม่อาจจะมองเห็นสายของ DNA ได้ด้วยตาเปล่า แม้แต่กล้องจุลทรรศน์ที่พบเห็นได้ตามห้องปฏิบัติการทั่วไป ที่มีกำลังขยายได้มากถึงพันเท่า ก็ยังมองเห็น DNA ได้ในภาวะพิเศษและค่อนข้างเฉพาะเท่านั้น คือ ภาวะที่ DNA อัดกันแน่นเป็นพิเศษในโครงสร้างที่มีชื่อว่า "โครโมโซม" ในห้วงเวลาขณะเซลล์กำลังแบ่งตัวเองเพื่อเพิ่มจำนวน

แถมต้องย่อด้วยสี่จำเพาะก่อนที่จะมองเห็นอีกต่างหาก!!!

แต่อันที่จริงถ้าเรามีจำนวนเซลล์มากพอ (เซลล์อะไรก็ได้ ไม่ว่าจะเป็นเซลล์แบคทีเรีย เซลล์พืช หรือเซลล์สัตว์) เราก็อาจจะสกัดเอา DNA ออกมาจากเซลล์เหล่านั้นได้ด้วยสารเคมีที่หาได้ง่ายและกระบวนการที่ไม่ยุ่งยากมากนัก (ลองไปถามนักวิจัยไบโอเทคดูได้ครับ มีคนทำเป็นอยู่หลายคนครับ) ในกรณีนี้เราอาจจะเห็น "ก้อน" DNA ได้เป็นสายหรือกระจุกสีขาวใสหรือขาวขุ่นได้เหมือนกัน แต่ DNA ที่เห็นไม่ใช่สายเดี่ยว (หรือสายคู่เดี่ยว!) หรือ สายคู่แค่นั้น แต่เป็นกลุ่มของสาย DNA นับล้านๆ เส้น (หรือมากกว่านั้น) ที่มาเกาะเกี่ยวกันอยู่

อยากรู้ไหมครับว่า DNA มีขนาดเล็กแค่ไหน มีรูปทรง และ ความเป็นระเบียบที่น่าสนใจสักเพียงใด หากเฉลยกันง่ายๆ ... ก็คงไม่น่าสนใจเท่าไร ลองเอา "การบ้าน" ไปทำดูก่อนสักสองข้อนะครับ

— ข้อแรกคือ ลองไปหาเทปเพลง (เก่าๆ ที่ไม่ใช่แล้วหรือเสียแล้วก็ได้ครับ) ลองเอามาเปิดดูว่า "กินเวลา" ยาวสักเท่าไร (กี่นาที) จากนั้นลอง "ประมาณ" ความยาวดูนะครับว่า เทปอันนั้นจะมี "ความยาว" สักเท่าไร (กี่เมตร?) แล้วลอง "ดึง" เทปอันนั้นออกมา "วัด" ดูว่า อันที่จริงแล้วยาวสักเท่าไร จะ "วัดไปตัดไป" ด้วยเลยก็ได้ไม่ว่ากัน ... สละเทปสักอันเพื่อความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์คงไม่เป็นไรนะครับ!

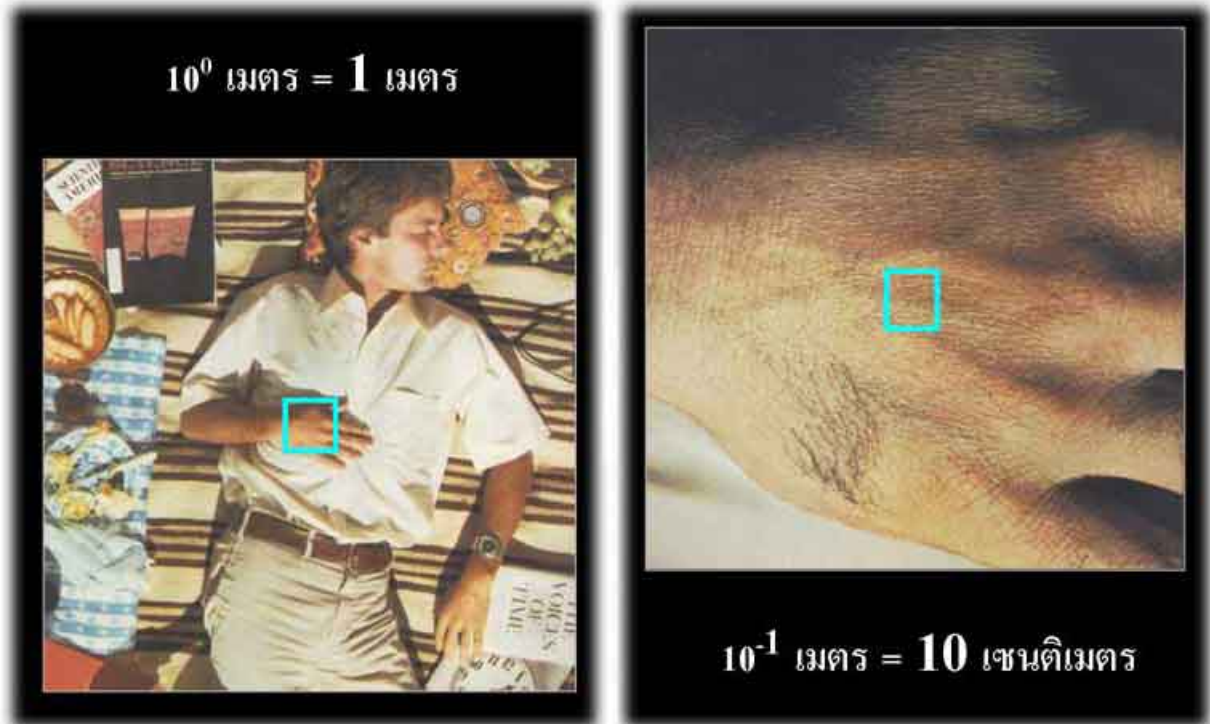
— จากนั้นลองไปหาเชือกมาดูลูกกัน เชือกอะไรก็ได้ครับ ... เชือกป่าน เชือกปอ เชือกลูกเสือ ยิ่งเส้นใหญ่ได้เท่าไรยิ่งดี ถ้าหาไม่ได้จริงๆ ลองไปหาเชือกมัดพัสดุไปรษณีย์มาดูก็น่าจะดี ลองสังเกตการพัน ม้วนและโครงสร้างของเชือกให้ดีครับ

คราวหน้าเรามาดูกันว่า เทปเพลงและเส้นเชือกจะ "สอน" เราเกี่ยวกับโครงสร้าง DNA ได้อย่างไร!!!

ผมได้เกริ่นลักษณะที่เด่นชัดที่สุดข้อหนึ่งของ DNA ไว้ในคราวที่แล้วก็คือ DNA มี "ขนาดเล็กมาก" เราไม่อาจจะมองเห็นสายของ DNA ได้ด้วยตาเปล่า

ถ้าอยากรู้ว่า DNA มีขนาดเล็กขนาดไหน ก็ต้องเริ่มจากการสมมติเดา ... ลองสมมติว่าเราเป็น "ซูเปอร์แมน" (ถ้าเป็นผู้หญิงให้เป็น "สาวน้อยมหัศจรรย์" ก็ได้ครับ ... ไม่ว่ากันอยู่แล้ว) สมมติต่อไปให้ซูเปอร์แมนมีพลังพิเศษที่ทำให้สามารถมองทะลุทะลวงลงไปเห็นสิ่งต่างๆ ที่มีขนาดเล็กได้ดังใจ ... อย่างที่คนทั่วไปทำไม่อาจทำได้ ... เอาเป็นว่าเพิ่มกำลังขยายได้คราวละ "สิบเท่า" ก็แล้วกันนะครับ

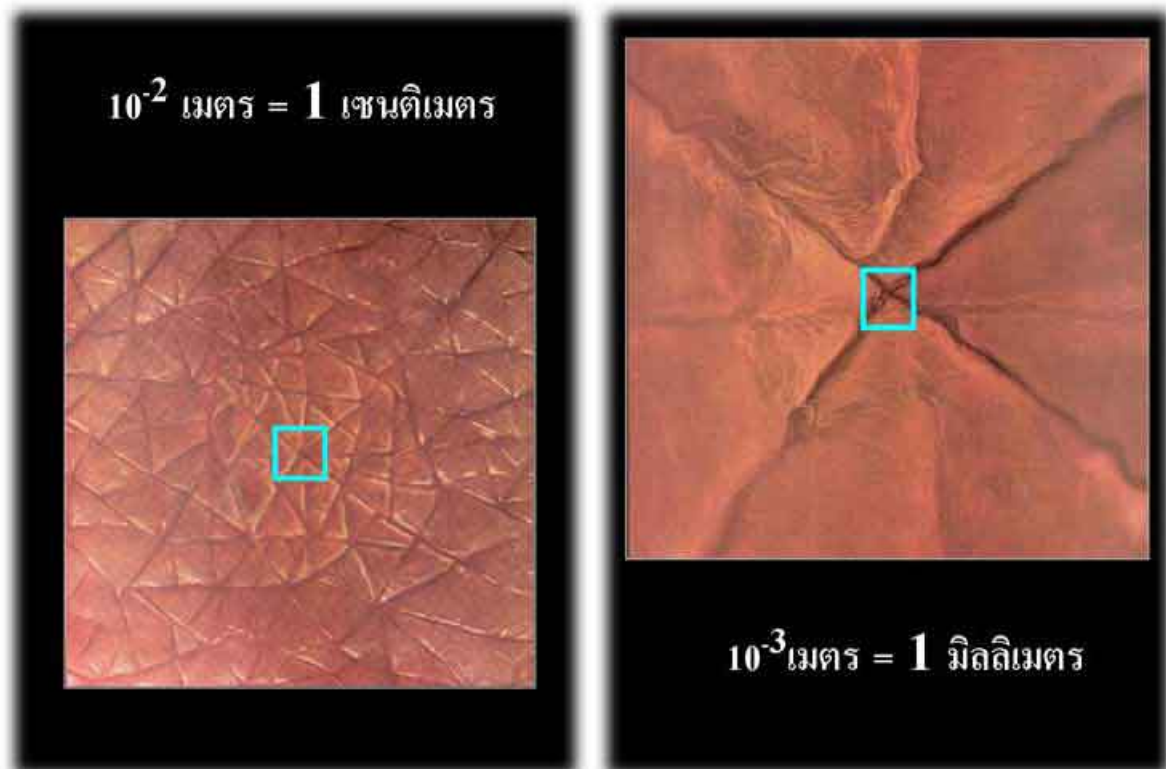
*บทความนี้ ได้รับการคุ้มครองลิขสิทธิ์ ตามพระราชบัญญัติ ทรัพย์สินทางปัญญา ลิขสิทธิ์ของบทความนี้เป็นของผู้เขียน ซึ่งได้ให้เกียรติวิชาการ.คอม ในการนำเผยแพร่ เรามีความยินดี หากท่านจะนำบทความนี้ เผยแพร่สู่คนวงกว้างขึ้น โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อการศึกษา และไม่มีผลในเชิงธุรกิจ กรุณาให้เกียรติผู้เขียน โดยอ้างถึงชื่อผู้เขียน และ วิชาการ.คอม (<http://www.vcharkarn.com/>) ทุกครั้ง ที่มีการทำซ้ำบทความนี้ ห้ามนำบทความนี้ หรือส่วนหนึ่งส่วนใด ทำการเผยแพร่ต่อ ในสื่อที่ดำเนินการเพื่อธุรกิจทุกรูปแบบ ก่อนได้รับอนุญาตจากผู้เขียน ขอขอบคุณที่ช่วยร่วมกันสร้าง สังคมไทย ให้เป็นสังคมแห่งปัญญา



[รูปที่ 4 และ รูปที่ 5 ตามลำดับ]

ถ้าเราเริ่มต้นจากไปแอบมองชายหนุ่มที่ออกไปปิกนิกแล้วนอนสลบไสลอย่างมีความสุขบนสนามหญ้าในวันอากาศแจ่มใสดัง **รูปที่ 4** (เอ่อ ... แคมมองเฉยๆ คงไม่โดนข้อหาเบี่ยงเบนทางเพศนะครับ!) ใน **รูปที่ 4** นี้ กรอบทั้งสี่ด้านจะมีขนาดด้านละ 1 เมตร อันเป็นขนาดความยาวที่มนุษย์เราค้นเคยกันดี คราวนี้หากมองเจาะลงไปทีกรอบสี่เหลี่ยมบริเวณกึ่งกลางของภาพก็จะเห็นดัง **รูปที่ 5** จะเห็นบริเวณหลังมือของชาติคนนี้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น (ก็ชัดเจนขนาดเห็นขนบนหลังมือได้ “จะจ๊ะ” นั่นแหละครับ)

*บทความนี้ ได้รับการคุ้มครองลิขสิทธิ์ ตามพระราชบัญญัติ ทรัพย์สินทางปัญญา ลิขสิทธิ์ของบทความนี้ เป็นของผู้เขียน ซึ่งได้ให้เกียรติ [วิชาการ.คอม](http://www.vcharkarn.com/) ในการนำเผยแพร่ เรามีความยินดี หากท่านจะนำบทความนี้ เผยแพร่สู่คนวงกว้างขึ้น โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อการศึกษา และไม่มีผลในเชิงธุรกิจ กรุณาให้เกียรติผู้เขียน โดยอ้างถึงชื่อผู้เขียน และ [วิชาการ.คอม](http://www.vcharkarn.com/) (<http://www.vcharkarn.com/>) ทุกครั้ง ที่มีการทำซ้ำบทความนี้ ห้ามนำบทความนี้ หรือส่วนหนึ่งส่วนใด ทำการเผยแพร่ต่อ ในสื่อที่ดำเนินการเพื่อธุรกิจทุกรูปแบบ ก่อนได้รับอนุญาตจากผู้เขียน ขอขอบคุณค่ะ ที่ช่วยร่วมกันสร้าง สังคมไทย ให้เป็นสังคมแห่งปัญญา

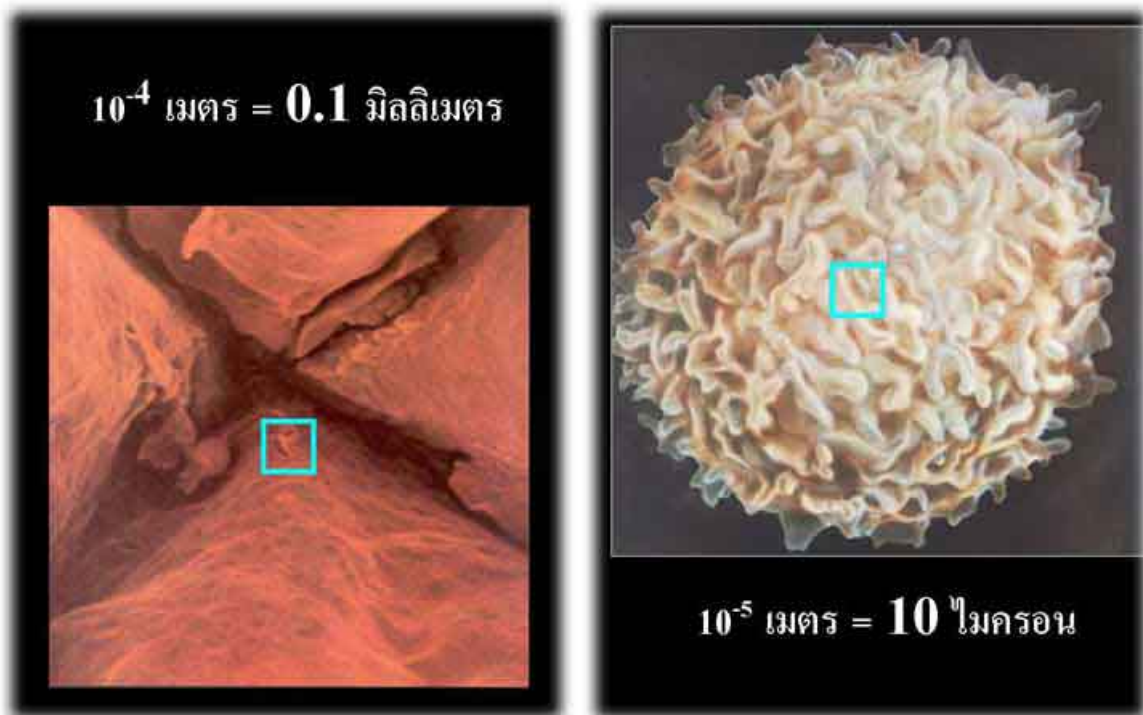


[รูปที่ 6 และ รูปที่ 7 ตามลำดับ]

จากนั้นมองเจาะลงไปอีกสิบเท่า ก็จะเริ่มเห็นภาพที่ไม่คุ้นเคยของเซลล์ผิวหนังที่เรียงแผ่กันอย่างน่าสนใจ
 อย่างใน **รูปที่ 6** ผิวหนังที่เห็นนี้เป็นลักษณะปกติของคนทั่วไปนะครับ คุณผู้หญิงที่ประทับผิวอย่างประณีต
 บรรจงอย่างไรรู้ก็ตาม หากมอง "ความงาม" กัน "ลึกซึ้ง" ถึงระดับนี้แล้วก็อาจจะงดงามไม่ต่างกันมากนักหรอก
 นะครับ ลองมองลึกลงไปอีกสิบเท่าจะครับ จะเห็นดังใน **รูปที่ 7** ที่ระดับความละเอียดขนาดนี้คุณจะเริ่มเห็น
 "ร่อง" และ "หลุม" บนผิวหนังที่ราบเรียบและราบลื่นงดงามของคุณ

ในรูปที่ 7 นี้กรอบแต่ละข้างจะมีขนาดเพียง 1 มิลลิเมตรหรือ "1 ใน 1000 ของเมตร" หมายความว่า หากคุณมี
 ไม้เมตรสักอัน (ความยาว 1 เมตรก็ประมาณว่าเทียบเท่ากับ "ความยาวที่วัดจากปลายนิ้วของแขนข้างหนึ่งไป
 ยังปลายนิ้วของแขนอีกข้างหนึ่งที่กางออกสุดแขน" นั้นแหละครับ) คุณจะตัดแบ่งไม้เมตรอันดังกล่าว
 ออกเป็น 1,000 ชิ้นเท่าๆกันจึงจะได้ขนาดความยาวเท่ากับ "หนึ่งมิลลิเมตร" ที่ความละเอียดขนาดนี้ก็เข้าใจล
 จดจำกัดของความสามารถในการมองสิ่งของเล็กๆของคนทั่วไปแล้วละครับ

*บทความนี้ ได้รับการคุ้มครองลิขสิทธิ์ ตามพระราชบัญญัติ ทรัพย์สินทางปัญญา ลิขสิทธิ์ของบทความนี้เป็นของผู้เขียน ซึ่งได้ให้เกียรติ
 วิชาการ.คอม ในการนำเผยแพร่ เรามีความยินดี หากท่านจะนำบทความนี้ เผยแพร่สู่คนวงกว้างขึ้น โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อการศึกษา และไม่มีผล
 ในเชิงธุรกิจ กรุณาให้เกียรติผู้เขียน โดยอ้างถึงชื่อผู้เขียน และ วิชาการ.คอม (<http://www.vcharkarn.com/>) ทุกครั้ง ที่มีการทำซ้ำบทความนี้
 ห้ามนำบทความนี้ หรือส่วนหนึ่งส่วนใด ทำการเผยแพร่ต่อ ในสื่อที่ดำเนินการเพื่อธุรกิจทุกรูปแบบ ก่อนได้รับอนุญาตจากผู้เขียน ขอคุณค่ะ ที่
 ช่วยร่วมกันสร้าง สังคมไทย ให้เป็นสังคมแห่งปัญญา

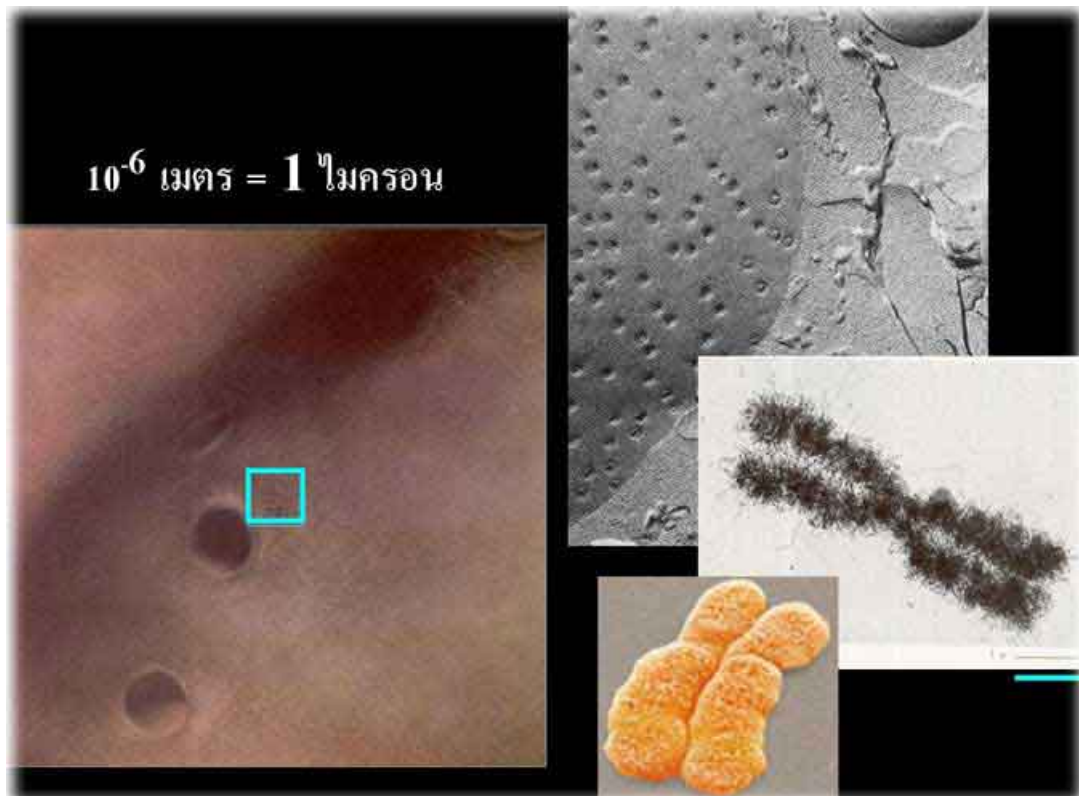


[รูปที่ 8 และ รูปที่ 9 ตามลำดับ]

แต่เราจะไม่หยุดแต่เพียงเท่านี้ (เพราะว่าเราเป็นซูเปอร์แมนครับ...อย่าเพิ่งลืม!) เมื่อเราเพ่งมองที่รายละเอียดที่มากขึ้นอีกสิบเท่า ก็จะได้เห็นดังใน **รูปที่ 8** ร่องและหลุมขนาดเล็กๆ กระจัดกระจายบนผิวหนังใน **รูปที่ 7** ก็จะชัดเจนมากขึ้นว่า อันที่จริงแล้วเป็นหลุมขนาดใหญ่และมีความลึกไม่น้อยทีเดียว...หากมองกันที่กำลังขยายขนาดนี้

คราวนี้ลองให้ซูเปอร์แมนมองลึกทะลุผิวหนังลงไป ในเส้นเลือดที่อยู่ด้านใต้ด้วยกำลังขยายที่เพิ่มขึ้นอีก 10 เท่า ก็จะเห็นสิ่งที่อยู่ในเส้นเลือดปรากฏดัง **รูปที่ 9** ทายถูกไหมครับว่าที่เห็นอยู่คืออะไร?

ใช่แล้วครับ หลายคนคงทายถูกว่าเป็น "เซลล์เม็ดเลือด" ... แต่ต้องเป็น "**เซลล์เม็ดเลือดขาว**" เท่านั้นนะครับ เพราะว่าถ้าเป็นเซลล์เม็ดเลือดแดง ตรงกลางเซลล์จะหายไป ... ดูคล้ายกับโดนัท



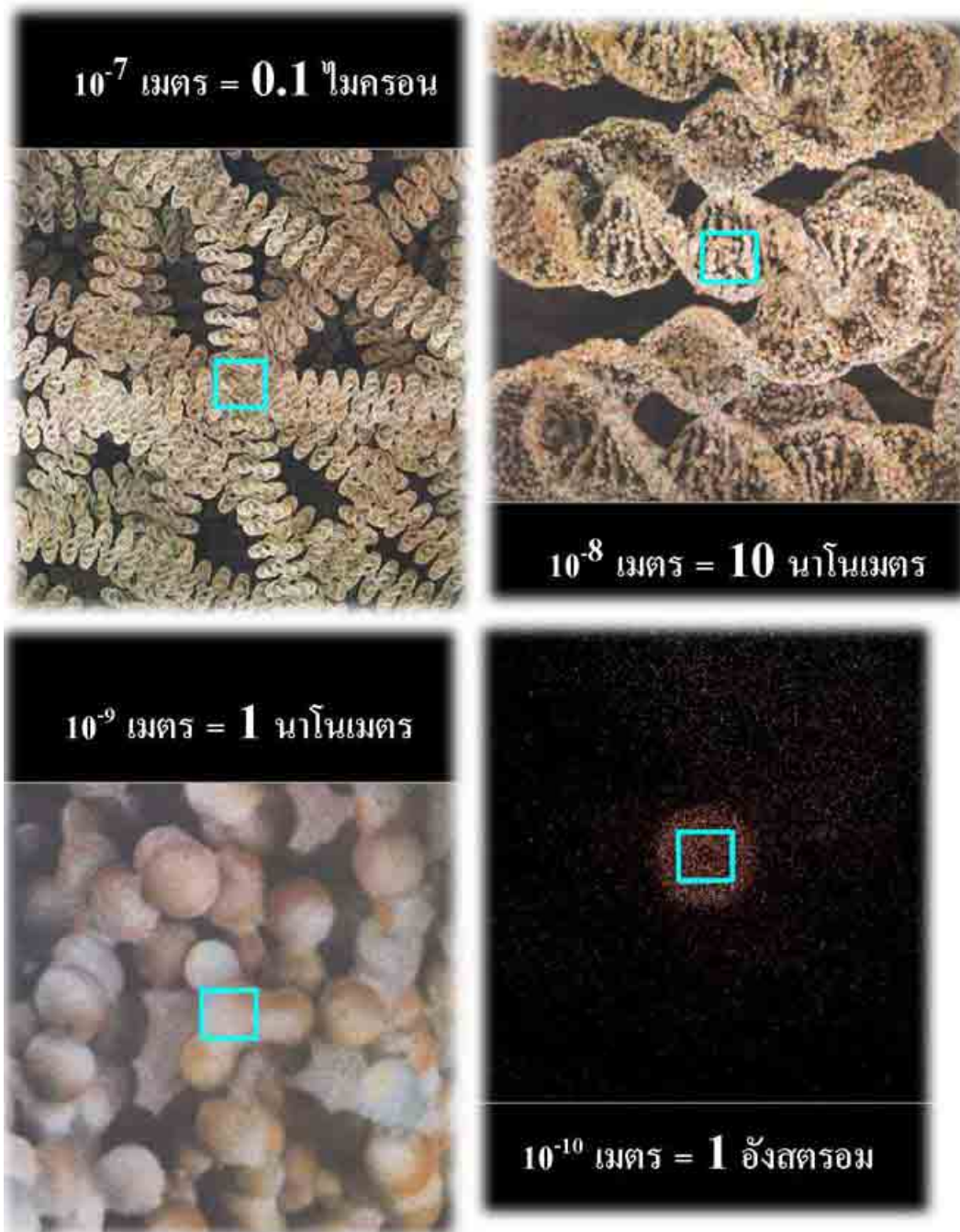
[รูปที่ 10(ซ้าย) รูปที่ 11(ขวาบน) รูปที่ 12 (ขวากลางและขวาล่าง)]

คราวนี้หากมองทะลุเข้าไปในเยื่อหุ้มเซลล์เม็ดเลือดขาวด้านนอกเข้าไปได้ ที่กำลังขยายเพิ่มขึ้นอีกสิบเท่าเราก็จะเห็นเยื่อหุ้มเซลล์อีกอันหนึ่งที่อยู่ภายในก็คือ “เยื่อหุ้มนิวเคลียส” ดังใน **รูปที่ 10**

จะเห็นว่าเยื่อหุ้มนิวเคลียสมี “รู” หรือ “หลุม” อยู่เหมือนกัน ซึ่งจะพูดไปแล้วก็น่าสนใจเหมือนกันนะครับว่า โครงสร้างที่ทำหน้าที่ห่อหุ้ม “สิ่งมีชีวิต” ที่ระดับต่างๆ (ไม่ว่าจะเป็นผิวหนังที่ห่อหุ้มร่างกาย เยื่อหุ้มเซลล์ที่ห่อหุ้มเซลล์ และเยื่อหุ้มนิวเคลียสที่ห่อหุ้มนิวเคลียส) อยู่ ... มักจะมี “รู” หรือ “ร่อง” คล้ายๆ กันเลยนะครับ

รูบนเยื่อหุ้มนิวเคลียสจะเห็นได้ชัดเจนยิ่งขึ้นจากภาพถ่ายด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน ดัง **รูปที่ 11** กำลังขยายที่เรากำลังดูอยู่นี้อยู่ใน *ขนาด (scale)* ระดับที่นักวิทยาศาสตร์เรียกว่า *ไมครอน (micron)* หรือ *ไมโครเมตร (micrometer)* หรือขนาดที่เล็กเพียง 1 ใน 1,000,000 (ล้าน) ส่วนของเมตร (ลองจินตนาการอีกที เอาไม้เมตรอันใหม่มา (แต่ยาวเท่ากับอันเดิมนั่นแหละครับ) แต่คราวนี้ตัดแบ่งเป็นล้านชิ้นเท่าๆ กัน ความยาวของไม้แต่ละชิ้นนั่นแหละครับเท่ากับ 1 ไมโครเมตร)

ที่ระดับไมโครเมตรนี้เองที่เราเริ่มมองเห็นโครงสร้างที่ใหญ่ที่สุดของ DNA นั่นก็คือ โครงสร้างที่มีชื่อว่า “โครโมโซม” (*chromosome*) ซึ่งก็คือ โครงสร้างที่มีลักษณะคล้ายกับแท่งปาตองโก (ที่อร่อยที่สุดกับกาแฟหรือน้ำเต่าหุ้มนั่นแหละครับ ... พูดแล้วก็เปรี้ยวปากครับ) ดัง **รูปที่ 12**



[รูปที่ 13(ซ้ายบน) รูปที่ 14(ขวาบน) รูปที่ 15(ซ้ายล่าง) รูปที่ 16(ขวาล่าง)]

คำว่า โครโมโซม ก็แปลว่า *สิ่งที่ย้อมติดสี* (chrome หรือ chroma แปลว่า สี ครับ) สาเหตุเพราะว่า โครโมโซมสังเกตรับครั้งแรกได้กล้องจุลทรรศน์ เพราะย้อมติดสีจำเพาะบางอย่าง อ้อ...โครโมโซมมีโปรตีนบางชนิดเป็นองค์ประกอบอยู่ด้วยนอกเหนือไปจาก DNA นะครับ

คราวนี้ หากเราจะยังมองเจาะลึกลงไปอีกสิบเท่า เราก็จะเริ่มมองเห็นเกลียวของ DNA ที่พันทับซ้อนกันอย่างเป็นระเบียบและซับซ้อนเป็นอย่างไรดัง **รูปที่ 13** หากมองลึกลงไปอีกสิบเท่าก็จะเห็นเกลียวคู่ของ DNA ได้ชัดเจน ดัง **รูปที่ 14**

*บทความนี้ ได้รับการคุ้มครองลิขสิทธิ์ ตามพระราชบัญญัติ ทรัพย์สินทางปัญญา ลิขสิทธิ์ของบทความนี้ เป็นของผู้เขียน ซึ่งได้ให้เกียรติ **วิชาการ.คอม** ในการนำเผยแพร่ เรามีความยินดี หากท่านจะนำบทความนี้ เผยแพร่สู่คนวงกว้างขึ้น โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อการศึกษา และไม่มีผลในเชิงธุรกิจ กรุณาให้เกียรติผู้เขียน โดยอ้างถึงชื่อผู้เขียน และ **วิชาการ.คอม** (<http://www.vcharkarn.com/>) ทุกครั้ง ที่มีการทำซ้ำบทความนี้ ห้ามนำบทความนี้ หรือส่วนหนึ่งส่วนใด ทำการเผยแพร่ต่อ ในสื่อที่ดำเนินการเพื่อธุรกิจทุกรูปแบบ ก่อนได้รับอนุญาตจากผู้เขียน ขอขอบคุณที่ช่วยร่วมกันสร้าง สังคมไทย ให้เป็นสังคมแห่งปัญญา

หากมองลึกต่อไปด้วยกำลังขยายอีกสิบเท่า ดังใน **รูปที่ 15** เราจะมองเห็นในระดับที่เรียกว่า “นาโนเมตร” (nanometer) หรือ 1 ใน 1,000,000,000 (พันล้าน) ส่วนของเมตร อันเป็นระดับของ “อะตอม” หรือ “โมเลกุล” ที่มาเรียงตัวกันเป็น DNA ที่ระดับนี้เองที่นักวิทยาศาสตร์กำลังให้ความสนใจเป็นอย่างมากในการ “จัดการ” หรือ “บังคับควบคุม” ให้อะตอมหรือโมเลกุลทำงานบางอย่างได้ตามที่ต้องการ เกิดเป็นเทคโนโลยีขนาดเล็กจิ๋วใหม่เอี่ยมที่ไม่เคยมีมาก่อนเรียกว่า “นาโนเทคโนโลยี” (nanotechnology) นั่นเอง

บริเวณกึ่งกลางของ **รูปที่ 15** ก็คือ อะตอมของธาตุคาร์บอน (carbon) อันเป็นอะตอมที่สิ่งมีชีวิตทุกชนิดที่พบแล้วในโลกใบนี้ (รวมทั้งมนุษย์) ใช้เป็นองค์ประกอบในสารพันธุกรรม ไม่มีใครรู้ (หรือแน่ใจ) นะครับว่า สิ่งมีชีวิตในดาวดวงอื่น (ถ้ามี) จะใช้ธาตุคาร์บอนเป็นองค์ประกอบสำคัญในการเก็บรักษาและถ่ายทอดพันธุกรรมแบบเดียวกับสิ่งมีชีวิตบนโลกนี้หรือไม่

หากยังคงมองทะลุทะลวงลงไปอีกสิบเท่า เราก็จะเริ่มมองเห็นอนุภาคที่เป็นองค์ประกอบพื้นฐานชนิดหนึ่งของอะตอมคือ *อิเล็กตรอน* (electron) ที่เคลื่อนอยู่รอบๆ แกนกลางของอะตอม (เรียกว่า “นิวเคลียส” อีกนั่นแหละครับ... แต่เป็นคนละอันกับ “นิวเคลียส” ของเซลล์ที่กล่าวถึงไปก่อนหน้านี้ครับ) ที่ระดับดังกล่าวปรากฏการณ์หลายๆ อย่างจะเริ่มขัดกับสามัญสำนึก (common sense) ของคนเราแล้วนะครับ อย่างใน **รูปที่ 16** นี้ แต่ละจุดในรูปจะแทน “โอกาส” ที่เราจะพบอิเล็กตรอน ณ เวลาใดเวลาหนึ่ง ในรูปดังกล่าว บริเวณใดที่มีจุดหนาแน่นก็แปลว่าจะมีโอกาสพบอิเล็กตรอนมากหน่อย (ไม่ได้แปลว่า มีอิเล็กตรอนอยู่หลายอิเล็กตรอนแต่อย่างใด!!!)

งดีไหมละครับ! แต่ว่าเรื่องนี้ผมว่ายังไม่ชวน “มึนตึบ” เท่ากับที่ว่านักฟิสิกส์เค้ายืนยันว่า อนุภาคต่างๆ (รวมทั้งอิเล็กตรอนที่เพิ่งกล่าวไปด้วย) นอกจากจะมีลักษณะเป็นอนุภาค คือ มีลักษณะเหมือนกับเป็นก้อนอะไรสักอย่างที่มีมวล แต่บางที (ภายใต้สถานการณ์บางอย่าง) เราก็อาจจะพบว่ามันทำตัวเป็นเหมือนกับเป็น “คลื่น แม่เหล็กไฟฟ้า” ได้อีกนะ!!!

เริ่มมันได้ทีแล้วไซ้ไหมละครับ ถ้าเช่นนั้นก็ขอสรุปเป็นเบื้องต้นกันเสียอีกที่ตรงนี้ว่า “DNA เป็นโมเลกุลที่มีขนาดเล็กมากๆ” (ดังที่สาธยายมายืดยาวถึงสองตอนนั้นแหละครับ) สำหรับคนที่ไปทำการบ้านเกี่ยวกับ “เทปเพลง” และ “เชือก” ที่ผมให้ไว้ในคราวที่แล้ว คงจะเฉลยกันไม่ทันเสียแล้ว ... ไม่ต้องน้อยใจหรือเสียใจนะครับ

เราจะมาดูเฉลยกันในตอนหน้านะครับว่า วัตถุสองอย่างนี้จะสอนเราเกี่ยวกับโครงสร้างของ DNA ได้อย่างไรบ้าง ส่วนใครยังไม่ลองไปทำดู... ก็ยังมีโอกาสให้ไปลองทำดูได้นะครับ

แนะนำหนังสืออ่านเพิ่มเติม

ประวัติการค้นพบโครงสร้าง DNA เมื่อ 50 ปีก่อนเป็นเรื่องราวที่สนุกสนาน น่าสนใจและกลายเป็น “ตำนาน” ที่คนในวงการวิทยาศาสตร์กล่าวขวัญถึงอยู่เสมอ ท่านที่สนใจหาอ่านได้จากเอกสารข้างล่างนี้นะครับ

1. หนังสือ DNA ปรีศนาลัทธิชีวิต, มรกต ดันดิเจริญ บรรณาธิการ, พิมพ์ครั้งแรก เมษายน 2546, ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพ
2. บทความ “เปิดบันทึกเกลียวคู่.... ผู้ไขปริศนาแห่งชีวิต” (เรียบเรียงโดย ศิริศักดิ์ เทพาคำ), วารสาร @II BIOTECH เทคโนโลยีชีวภาพปริทรรศน์, ปีที่ 1 ฉบับที่ 3 มีนาคม 2546, ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพ
3. บทความ “เปิดตำนานเกลียวคู่แห่งชีวิต” (เรียบเรียงโดย นำชัย ชีววิวัฒน์), นิตยสารอัพเดท (UpDATE) ฉบับพิเศษ 50 ปี DNA , ปีที่ 18 ฉบับที่ 188 เมษายน 2546, บริษัทซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน)
4. ภาพสวยๆ ที่ใช้ประกอบบทความในคราวนี้ได้มาจากหนังสือ Powers of Ten ของ Philip Morrison และ Phylis Morrison ที่ร่วมจัดทำกับ The Office of Charles & Ray Eames พิมพ์ครั้งที่ 14 ปี 2000 โดยสำนักพิมพ์ Scientific American Library (ลองหาดูตามร้านหนังสือต่างประเทศในกรุงเทพฯ ถ้ายังไม่เจอก็ลองแวะไปดูที่ร้านคีนุคินะ ที่เอมโพเรียมนะครับ) นอกจากภาพที่เห็นแล้วในบทความนี้ หนังสือเล่มดังกล่าวยังแสดงภาพของสิ่งต่างๆ ในเอกภพในสเกลที่ใหญ่กว่านี้มากๆ (ใหญ่สุดคือ 1025 เมตร) และเล็กกว่านี้มากๆ (เล็กที่สุดคือ 10-16 เมตร) อีกด้วย นับเป็นตัวอย่างของหนังสือแสดงให้เห็นชัดเจนว่ารูปภาพสวยๆ น่าประทับใจ และการเรียบเรียงเรื่องราวอย่างเหมาะสมเจาะลงตัว ช่วยส่งเสริมจินตนาการ และช่วยให้เราเข้าใจเรื่องยากๆ ทางวิทยาศาสตร์ได้สะดวกมากขึ้นเป็นอันมาก

*บทความนี้ ได้รับการคุ้มครองลิขสิทธิ์ ตามพระราชบัญญัติ ทรัพย์สินทางปัญญา ลิขสิทธิ์ของบทความนี้เป็นของผู้เขียน ซึ่งได้ให้เกียรติวิชาการ.คอม ในการนำเผยแพร่ เรามีความยินดี หากท่านจะนำบทความนี้ เผยแพร่สู่คนวงกว้างขึ้น โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อการศึกษา และไม่มีผลในเชิงธุรกิจ กรุณาให้เกียรติผู้เขียน โดยอ้างถึงชื่อผู้เขียน และ วิชาการ.คอม (<http://www.vcharkarn.com/>) ทุกครั้ง ที่มีการทำซ้ำบทความนี้ ห้ามนำบทความนี้ หรือส่วนหนึ่งส่วนใด ทำการเผยแพร่ต่อ ในสื่อที่ดำเนินการเพื่อธุรกิจทุกรูปแบบ ก่อนได้รับอนุญาตจากผู้เขียน ขอขอบคุณที่ช่วยร่วมกันสร้าง สังคมไทย ให้เป็นสังคมแห่งปัญญา

ในสองตอนแรกที่ผ่านมา ผมสรุปไว้ว่า “DNA มีขนาดเล็กมาก” แต่การที่เราทราบแล้วในปัจจุบันว่า DNA เป็นโมเลกุลที่เก็บ “รหัสพันธุกรรม” ที่กำหนดลักษณะต่างๆ ของสิ่งมีชีวิต ดังนั้น DNA ก็น่าจะมีสามารถในการ “เก็บข้อมูล” ได้เป็นอันดี ลองมาดูกันนะครับว่า ความสามารถในการเก็บข้อมูลดังกล่าว มีความเกี่ยวข้องกับรูปทรงและความเป็นระเบียบของ DNA อย่างไร

มีใครลองไปทำ “การบ้าน” เรื่อง “เทปเพลงและเส้นเชือก” ที่ผมให้ไว้ เมื่อสองตอนที่แล้วดูบ้างครับ ?



รูปที่ 1 (ด้านบน) ดลับทเพลงธรรมดาที่เราคุ้นเคยกันดี สามารถบันทึก “ประวัติศาสตร์” ในรูปของเสียง ได้นับชั่วโมง

รูปที่ 2 (ด้านล่าง) เนื้อเทปที่เรียงกันอยู่อย่างเป็นระเบียบสามารถเก็บ “เสียง” ได้ แบบเดียวกับ DNA ที่เรียงตัวกันอยู่เป็นระเบียบสามารถเก็บ “รหัสพันธุกรรม” ได้

*บทความนี้ ได้รับการคุ้มครองลิขสิทธิ์ ตามพระราชบัญญัติ ทรัพย์สินทางปัญญา ลิขสิทธิ์ของบทความนี้เป็นของผู้เขียน ซึ่งได้ให้เกียรติ **วิชาการ.คอม** ในการนำเผยแพร่ เรามีความยินดี หากท่านจะนำบทความนี้ เผยแพร่สู่คนวงกว้างขึ้น โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อการศึกษา และไม่มีผลในเชิงธุรกิจ กรุณาให้เกียรติผู้เขียน โดยอ้างถึงชื่อผู้เขียน และ **วิชาการ.คอม** (<http://www.vcharkarn.com/>) ทุกครั้ง ที่มีการทำซ้ำบทความนี้ ห้ามนำบทความนี้ หรือส่วนหนึ่งส่วนใด ทำการเผยแพร่ต่อ ในสื่อที่ดำเนินการเพื่อธุรกิจทุกรูปแบบ ก่อนได้รับอนุญาตจากผู้เขียน ขอขอบคุณที่ช่วยร่วมกันสร้าง สังคมไทย ให้เป็นสังคมแห่งปัญญา

ถ้ามีใครไปลองวัดความยาวของ “เนื้อ” เทปเพลงดูก็จะพบว่า เป็นเรื่องน่าประหลาดใจไม่น้อยทีเดียวว่า ดลัษ เทปเพลงที่สามารถอัดเสียง (เพลง ฯลฯ) ได้ยาวถึง 60 นาที (รวมสองหน้าเทป) นั้น มีความกว้างเพียง 6.3 เซนติเมตร และ ยาวเพียง 9.9 เซนติเมตร แต่สามารถเก็บเนื้อเทปที่มีความยาวถึง 90 เมตร ได้ (ยาวกว่า ความยาวของดลัษเทปถึงเกือบร้อยเท่า!) **[รูปที่ 1 และ 2]**

ความจริงเรื่องเทปเพลงนี้ ลองพิจารณาดูให้ดีๆ ก็จะยิ่งประหลาดใจครับ การที่เราอัดเสียงเอาไว้ได้ก็หมายถึง เราสามารถแปลง “คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า” ชนิดหนึ่งที่ “จับต้องไม่ได้” และ ล่องลอยไปมาในอากาศ ... ให้ กลายเป็น “สัญญาณ” หรือ “รหัส” อีกอย่างหนึ่งเก็บอยู่บนเนื้อเทป ซึ่งเป็นสิ่งที่มีลักษณะ “จับต้องได้” (คือ อย่างน้อยก็มีลักษณะเป็นตัวตน และ รูปธรรมมากกว่าคลื่นที่ล่องลอยไปมาในอากาศ ... นั่นแหละครับ) และ ยังสามารถนำมาแปลงกลับไปเป็น “คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า” ที่จับต้องไม่ได้ (คือ เปิดฟังเสียงได้) อีกนะ!

มองอีกอย่างก็คือ เราสามารถเก็บ “อดีต” (หรือ ประวัติศาสตร์) ของเสียงที่ “เคยเกิดขึ้น มาแล้ว” ไว้ได้ด้วยดลัษเทปธรรมดาๆ นี่แหละครับ!

ถ้าสังเกตให้ดีจะเห็นว่า เนื้อเทปดังกล่าวต้องเก็บเป็นระเบียบทีเดียวคือ พันม้วนเป็นวงอย่างดี นอกจากนี้ยัง ต้องเรียบตึง ไม่ยับย่นหึงงอ และ ต้องอยู่ในตำแหน่งที่เลื่อนไปบน “หัวอ่าน” ของเครื่องเล่นเทปอย่าง พอเหมาะพอดี (ไม่เอียงหรือตกขอบไปด้านใดด้านหนึ่ง)

คิดว่าคงมีหลายคนที่เคยเจอกับปัญหาเนื้อเทปเกิดยับย่นยุ่ย (อาจจะเพราะ ถูกเครื่องเล่นเทปที่เริ่มเก่า หรือชำรุด “จับ” เอา) ซึ่งก็จะสังเกตได้ไม่ยากว่า การที่จะแก้ไขให้ดีขึ้นเหมือนเดิมนั้น แทบจะทำได้เอาทีเดียว และ การที่จะตัดเอาเทปตรงเฉพาะส่วนดังกล่าวทิ้งไปแล้ว ต่อใหม่ด้วยเทปกาวยก็แทบจะเป็น “งานฝีมือ” แบบ หนึ่งเลยทีเดียว

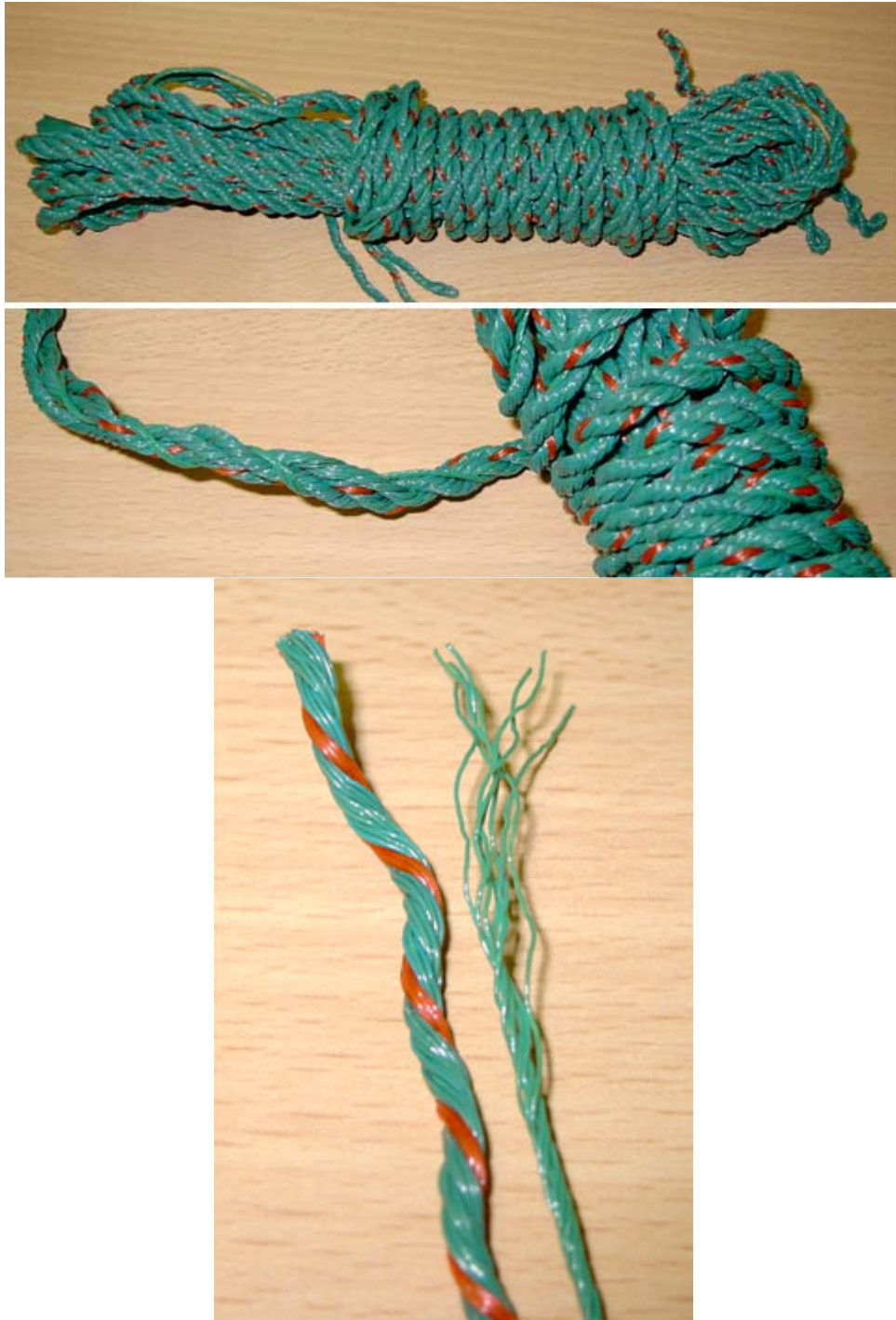
หากมองในแง่แล้ว DNA ก็ต้องเก็บรักษาอย่างเป็น “ระบบ” และ “ระเบียบ” (คือ มีตำแหน่งก่อนและ หลังใน สาย DNA ที่แน่นอนและชัดเจน ... ซึ่งเราจะคุยกันเรื่องนี้อีกครั้งในภายหลังนะครับ) ไม่แตกต่างกันกับ เนื้อ เทปเพลงแต่อย่างใด แต่ส่วนที่ต่างกันมากก็คือ ตามธรรมชาติแล้ว หากเกิดกรณีที่ DNA แตกหักเสียหาย (เช่น DNA ของ “เซลล์ผิวหนัง” ที่โดนแสงอัลตราไวโอเล็ต หรือ UV ในแสงแดด แผลพอย่างรุนแรงเป็น เวลานานๆ) กลไกการตรวจสอบ ตลอดจนซ่อมแซม และสร้าง DNA ส่วนที่แตกหักเสียหายขึ้นใหม่ (ด้วย เอนไซม์หลายๆ ชนิด) ก็สามารถทำหน้าที่ได้เป็นอย่างดี (เรียกว่า ดีย่างเหลือเชื่อ ที่เดียวล่ะครับ)

เพราะฉะนั้นประชากรโลกในแถบศูนย์สูตรโลก ก็คงเป็นมะเร็งผิวหนังกันไปหมดแล้ว!!!

คราวนี้ หากเราจะมาดูกันที่รูปทรงของ DNA ก็พบว่า ... ธรรมชาติได้รังสรรค์ “รูปทรง” อันแสนเหมาะสม กับงานของมันเป็นอย่างยิ่ง กล่าวคือ DNA มีลักษณะตามธรรมชาติเป็นสายคู่ เป็นสายคู่กันที่ไม่ธรรมดาใดๆ คือ เป็นสายคู่ของ DNA ที่จับกันได้อย่างพอเหมาะพอเจาะ (ยิ่งกว่ากึ่งทองใบหยกเสียอีก!) เกาะเกี่ยวกันอยู่ โดย “ตรึงร่องปล่องซ้อน” กันทุกแง่มุม สองสายของ DNA นั้นจับกัน และ บิดไปมาคล้ายกับ “บันไดเวียน” หรือ หากตัดสาย DNA แต่ละท่อนออกมาดู ก็จะเห็นได้ว่ามีลักษณะคล้ายๆ กับ “สปริง” ซึ่งจัดว่าเป็น โครงสร้างแบบหนึ่งที่มีความยืดหยุ่นสูงสุดเลยทีเดียว

ข้อเด่นของสปริงที่ทุกท่านคงทราบดีอยู่แล้ว นั่นก็คือ สปริงนั้นทนทานต่อ “แรงดึง” และ “แรงกด” มากเป็นพิเศษ เมื่อเทียบกับโครงสร้างแบบอื่นๆ ทั่วไป

ถ้าใครได้ลองไปหาเชือกมาสังเกตดู อย่างที่ผมบอกไว้ก่อนหน้านี้ ก็จะเห็นลักษณะพิเศษของเส้นเชือกต่างๆ นั่นก็คือ เส้นเชือกต่างๆ (ยิ่งเส้นใหญ่ก็จะยิ่งเห็นได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น) มักจะประกอบด้วย “เส้นเชือกที่เล็ก กว่า” หลายเส้นมาพันกันอยู่ แต่การพันดังกล่าวนี้ ... ไม่ใช่พันกันอย่างไรก็ได้ นะครับ เป็นการพันกันอย่าง เป็น “ระบบ และ ระเบียบ” ที่แน่นอนมากทีเดียวล่ะครับ



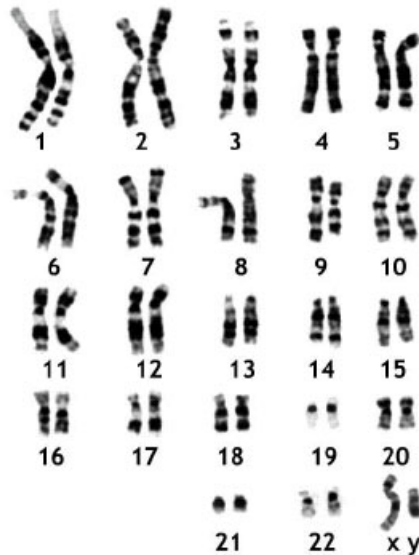
รูปที่ 3 (ด้านบน) ขดเชือก เกิดจากเส้นเชือกมาพันกันอยู่อย่างซับซ้อน และเป็นระเบียบ

รูปที่ 4 (ตรงกลาง) ภายในเกลียวเชือกขนาดย่อย ก็ยังมีเกลียวเชือกขนาดเล็ก และ ย่อยกว่าม้วนพันกันอยู่

รูปที่ 5 (ด้านล่าง) เปรียบเทียบขนาดระหว่างเกลียวเชือกที่เล็กที่สุดในสาย กับ เกลียวเชือกที่พันกันเป็นโครงสร้างที่ซับซ้อนมากขึ้นแล้ว

*บทความนี้ ได้รับการคุ้มครองลิขสิทธิ์ ตามพระราชบัญญัติ ทรัพย์สินทางปัญญา ลิขสิทธิ์ของบทความนี้ เป็นของผู้เขียน ซึ่งได้ให้เกียรติ [วิชาการ.คอม](http://www.vcharkarn.com/) ในการนำเผยแพร่ เรามีความยินดี หากท่านจะนำบทความนี้ เผยแพร่สู่คนวงกว้างขึ้น โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อการศึกษา และไม่มีผลในเชิงธุรกิจ กรุณาให้เกียรติผู้เขียน โดยอ้างถึงชื่อผู้เขียน และ [วิชาการ.คอม](http://www.vcharkarn.com/) (<http://www.vcharkarn.com/>) ทุกครั้ง ที่มีการทำซ้ำบทความนี้ ห้ามนำบทความนี้ หรือส่วนหนึ่งส่วนใด ทำการเผยแพร่ต่อ ในสื่อที่ดำเนินการเพื่อธุรกิจทุกรูปแบบ ก่อนได้รับอนุญาตจากผู้เขียน ขอขอบคุณค่ะ ที่ช่วยร่วมกันสร้าง สังคมไทย ให้เป็นสังคมแห่งปัญญา

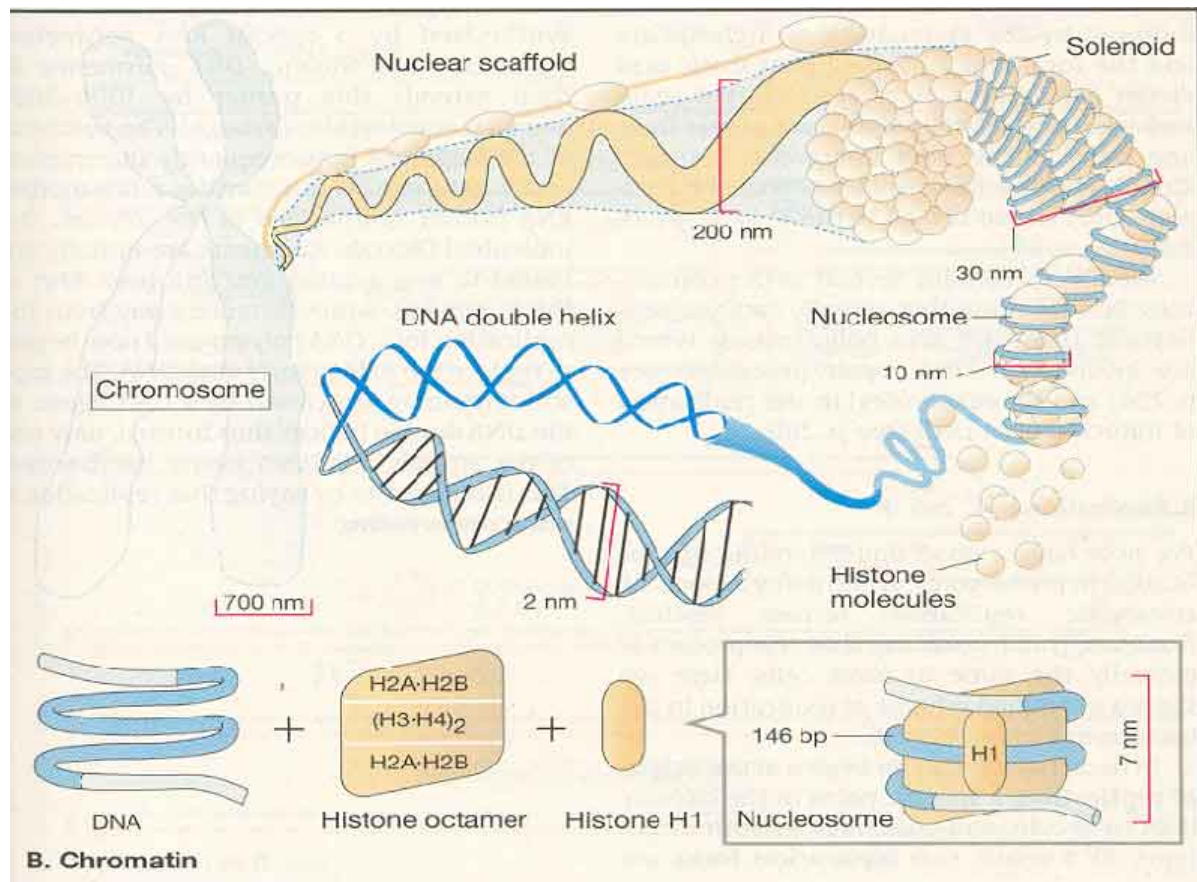
หากสังเกตต่อไปก็จะพบว่า “เส้นเชือกที่เล็กกว่า” นั้น ก็มักจะประกอบด้วย “เส้นเชือกที่เล็กยิ่งกว่า” ลงไปอีก บางคราวเส้นเชือกเส้นเล็กๆ ที่เราใช้งานกันอยู่ อาจจะประกอบด้วย เส้นเชือกที่เล็กกว่าเป็นลำดับถึงสามสี่ทอดด้วยกัน **[รูปที่ 3 ถึงรูป 5]** เมื่อสังเกตเห็นเช่นนี้ก็จะเข้าใจได้ไม่ยากว่า เหตุใดเส้นเชือกแต่ละเส้น จึงทน “แรงดึง” และ “แรงเค้น” จากการใช้งานได้ดีนัก



[รูปที่ 6]

ลองสังเกตดูจะเห็นถึง ความเป็นระเบียบ และความซับซ้อนของการจัดเรียง ตัวของสาย DNA ในรูปนี้ (ลองเทียบกับรูปเส้นเชือกก่อนหน้านี้)

คราวนี้ลองดู **รูปที่ 6** ก็จะเห็นว่า DNA มีการจัดเรียงตัว และ พันตัวไปมาคล้ายๆ กับเส้นเชือกอยู่ไม่น้อยเลยทีเดียว โดยหน่วยเล็กที่สุดก็จะเป็นสายของ DNA สองสาย จากนั้นก็จะมีการพันทบไปมา และ เริ่มมีโปรตีนบางอย่าง (มักจะเป็นโปรตีนที่มีประจุเฉลี่ยเป็นบวก โดยเฉพาะอย่างยิ่งโปรตีนจำพวก “ฮิสโตน”) มาร่วมจับด้วย ซึ่งก็มีผลทำให้แรงผลักระหว่างสาย DNA ลดน้อยลง ทำให้สามารถพับ และ บีบไปมาได้สะดวกมากยิ่งขึ้น โครงสร้างที่ได้จึงมีขนาดเล็ก กระทัดรัดมากยิ่งขึ้น โดยในท้ายที่สุด สาย DNA จะพันกันจนได้ โครงสร้างที่มีขนาดใหญ่ที่สุด (ที่มีหน้าตาคล้ายปาตองโก) เรียกว่า “โครโมโซม” นั่นเอง



[รูปที่ 7] โครโมโซมมนุษย์ที่นำมาเรียงกันเป็นคู่ๆ จากใหญ่ไปเล็ก แต่ละแท่งโครโมโซมที่เห็นมี "รหัสพันธุกรรม" อยู่บนสลับนับร้อยล้านหน่วย

DNA ที่สมบูรณ์ครบชุด หรือที่เรียกว่า *จีโนม (genome)* ของมนุษย์นั้น มีความยาวถึง 3 พันล้านหน่วย หน่วยที่วัดนี้ ศัพท์วิชาการเรียกว่าเป็น *คู่เบส (base pair)* DNA ทั้งหมดที่วัดก็กระจายกันอยู่ในโครโมโซมจำนวน 46 แท่งนั่นเอง **[รูป 7]** ดังนั้น แต่ละโครโมโซมจะมีหน่วยพันธุกรรมของเราอยู่หลายสิบล้านหน่วย (ขึ้นไป) เลยทีเดียว

อ้อ ... แต่ว่าโครโมโซมแต่ละเส้นของคนเรานั้น มีความสั้นยาวไม่เท่ากันนะครับ ขนาดโดยคร่าวๆ ก็จะเรียงลำดับจากที่ใหญ่ที่สุดไปหาเล็กที่สุด ตามลำดับหมายเลขของโครโมโซมนั่นเอง กล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือ โครโมโซมที่ใหญ่ที่สุดคือ โครโมโซมหมายเลข 1 และ โครโมโซมที่เล็กที่สุดคือ โครโมโซมหมายเลข 22

ส่วนโครโมโซมอื่นๆ ก็มีขนาดลดหลั่นกันไป (ทั้งนี้ไม่รวมโครโมโซม X และ โครโมโซม Y ที่เป็นโครโมโซมเพศ ซึ่ง ไม่เข้ากับกฎเกณฑ์ดังกล่าว)

คงจะพอเห็นความมหัศจรรย์ของการจัดเรียงตัว และ รูปร่างของ DNA ในระดับต่างๆ แล้วนะครับ คราวหน้าเราจะมาดูความมหัศจรรย์ในแง่อื่นๆ ของ DNA กันต่อครับ

*บทความนี้ ได้รับการคุ้มครองลิขสิทธิ์ ตามพระราชบัญญัติ ทรัพย์สินทางปัญญา ลิขสิทธิ์ของบทความนี้เป็นของผู้เขียน ซึ่งได้ให้เกียรติ **วิชาการ.คอม** ในการนำเผยแพร่ เรามีความยินดี หากท่านจะนำบทความนี้ เผยแพร่สู่คนวงกว้างขึ้น โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อการศึกษา และไม่มีผลในเชิงธุรกิจ กรุณาให้เกียรติผู้เขียน โดยอ้างถึงชื่อผู้เขียน และ **วิชาการ.คอม** (<http://www.vcharkarn.com/>) ทุกครั้ง ที่มีการทำซ้ำบทความนี้ **ห้ามนำบทความนี้ หรือส่วนหนึ่งส่วนใด** ทำการเผยแพร่ต่อ ในสื่อที่ดำเนินการเพื่อธุรกิจทุกรูปแบบ ก่อนได้รับอนุญาตจากผู้เขียน ขอขอบคุณค่ะ ที่ช่วยร่วมกันสร้าง สังคมไทย ให้เป็นสังคมแห่งปัญญา

แนะนำหนังสืออ่านเพิ่มเติม

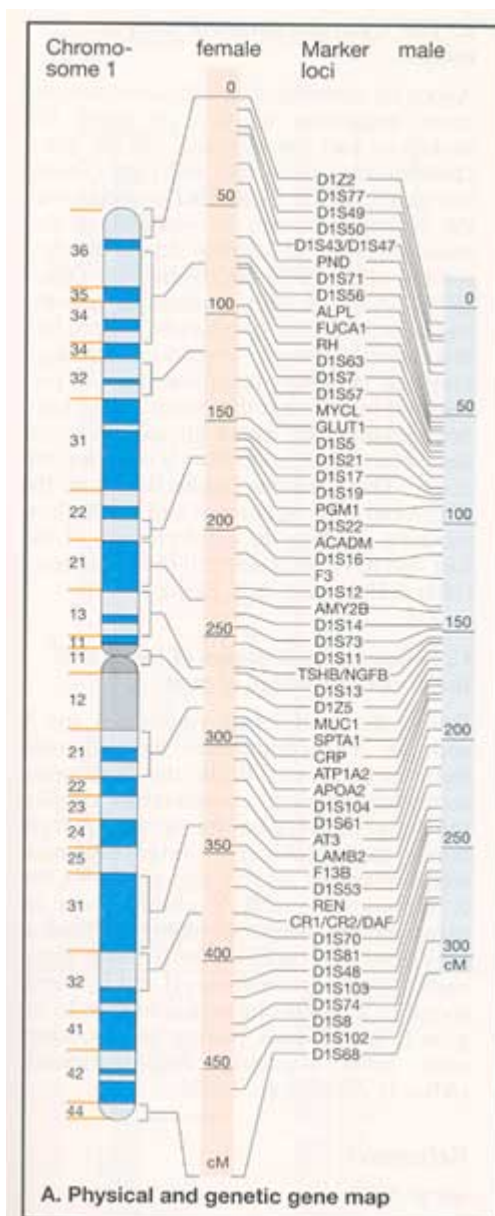
คราวนี้จะขอแนะนำหนังสือ Genome The Autobiography of a Species in 23 Chapters ของ Matt Ridley (2000, สำนักพิมพ์ Perennial, ISBN 0-06-093290-2) หนังสือเล่มดังกล่าว ยกเอาเรื่องต่างๆ ที่น่าสนใจทางวิทยาศาสตร์ (ความจำ, สติปัญญา, สัญชาติญาณ, ชีวิต, ความตาย ฯลฯ) มาร้อยเรียง และ ลำดับตามความสัมพันธ์ของเรื่องต่างๆ ดังกล่าวกับยีน และ ตำแหน่งของยีนบนโครโมโซมทั้ง 23 ชุดของมนุษย์ นับเป็นหนังสือที่มี concept น่าสนใจ ทั้งยังเขียนได้ดีมากๆ เล่มหนึ่งครับ ดิดอันดับเบสท์ เซลเลอร์ อยู่หลายสัปดาห์ทีเดียว (ในต่างประเทศ) นอกจากนี้ ยังได้รับคำชมจากนักวิจารณ์ค่อนข้างมาก เรียกว่าเป็นงานระดับมาสเตอร์พีซ ของนักเขียนคนนี้เลยทีเดียว เหมาะกับทั้งผู้อ่านทั้งที่เป็นคนทั่วไป จนกระทั่งคนในแวดวงวิชาการ (ไม่ว่าจะเป็นนิสิต นักศึกษา ครู อาจารย์ นักวิจัย ฯลฯ)

ถ้าพอจะสนุกกับการอ่านภาษาอังกฤษไหว ก็ลองหามาอ่านดูนะครับ

จะเห็นได้นะครับว่าในทั้งสามตอนที่ผ่านมา ผมพยายามแสดงให้เห็นด้วยวิธีการ และ ตัวอย่างต่างๆ หลายรูปแบบด้วยกัน เพื่อที่จะเน้นย้ำว่า DNA มีขนาดเล็กมากเสียเหลือเกิน แต่กระนั้น ก็ยังได้ซ่อนความเป็นระเบียบ และ ข้อมูลพันธุกรรมเอาไว้ได้อย่างเหมาะสมเจาะลงตัว ภายใต้รูปทรงเกลียวคู่ที่สวยงาม ทำให้มีประโยชน์ ครบถ้วนต่อการก่อเกิด และถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ซึ่งอาจจะเรียกให้ "อินเทรนด์" ก็ต้องว่า DNA นั้น ไม่ได้สวยแต่อย่างเพียงอย่างเดียว แต่ "สวยอย่างมีคุณค่า" (แบบเดียวกับ สโลแกนนางงามสมัยนี้ นั่นแหละครับ)

ถ้ายังจำได้นะครับ ผมเคยกล่าวไว้แล้วว่า DNA ที่ครบชุดครบถ้วนสมบูรณ์ ซึ่งสามารถนำมาใช้เป็น "ต้นแบบ" เพื่อสร้างสิ่งมีชีวิตได้ เรียกกันว่าเป็น "จีโนม (genome)" หนึ่งชุด ซึ่งก็เป็นเรื่องที่น่าทึ่ง อีกนั่นแหละครับที่จีโนมทั้งชุดจะสามารถบรรจุลงไปในเซลล์ ซึ่งมีขนาดเล็กในในระดับที่สายตามนุษย์ แทบจะไม่สามารถมองเห็นได้

*บทความนี้ ได้รับการคุ้มครองลิขสิทธิ์ ตามพระราชบัญญัติ ทรัพย์สินทางปัญญา ลิขสิทธิ์ของบทความนี้ เป็นของผู้เขียน ซึ่งได้ให้เกียรติวิชาการ.คอม ในการนำเผยแพร่ เรามีความยินดี หากท่านจะนำบทความนี้ เผยแพร่สู่คนวงกว้างขึ้น โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อการศึกษา และไม่มีผลในเชิงธุรกิจ กรุณาให้เกียรติผู้เขียน โดยอ้างถึงชื่อผู้เขียน และ วิชาการ.คอม (<http://www.vcharkarn.com/>) ทุกครั้ง ที่มีการทำซ้ำบทความนี้ ห้ามนำบทความนี้ หรือส่วนหนึ่งส่วนใด ทำการเผยแพร่ต่อ ในสื่อที่ดำเนินการเพื่อธุรกิจทุกรูปแบบ ก่อนได้รับอนุญาตจากผู้เขียน ขอขอบคุณค่ะ ที่ช่วยร่วมกันสร้าง สังคมไทย ให้เป็นสังคมแห่งปัญญา



[รูปที่ 1] โครโมโซมที่ 1 ของมนุษย์ แสดงในรูปแบบของแผนที่ยีน

ความที่ว่าการจะสร้างสิ่งมีชีวิตที่มีความสลับซับซ้อนได้นั้น จะต้องมีมีความยาวของ DNA ที่ยาวมากพอ (เพื่อเก็บข้อมูลทางพันธุกรรมให้ได้มากพอ) ยกตัวอย่างเช่น เซลล์มนุษย์มี DNA ที่เป็นองค์ประกอบในจีโนมมากถึง 3 พันล้านคู่เบส หรือ 3 พันล้าน “หน่วยย่อยทางพันธุกรรม” โดยทั้งหมดที่ว่านี้ บรรจุอยู่ในโครงสร้างที่ชื่อ “โครโมโซม” รวม 23 แท่ง (ของโครโมโซม) [รูป 1]

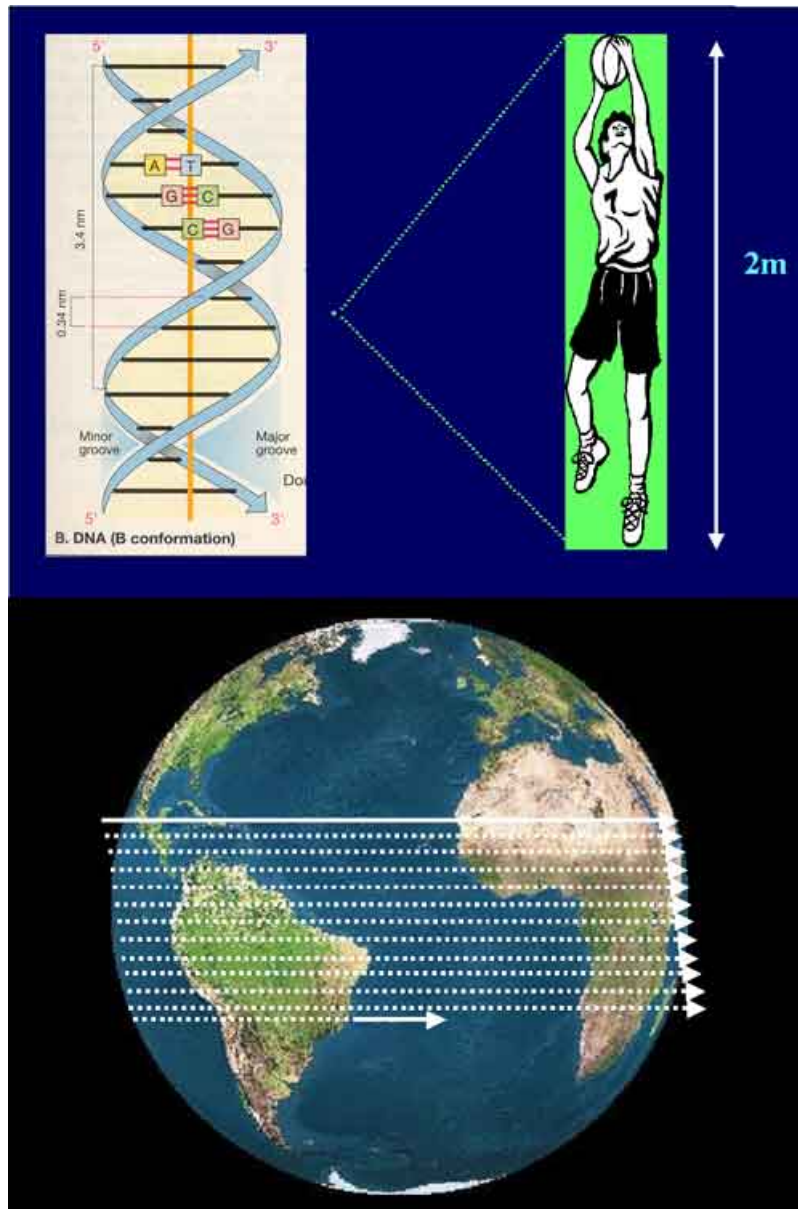
อ้อ ... แค่เพียงหนึ่งชุดของโครโมโซมนี้ไม่เพียงพอจะครบ ต้องมีถึงสองชุดด้วยกันนะครับ เพราะว่าหากมีความผิดพลาดเกิดขึ้นในยีนของโครโมโซมชุดหนึ่ง จะได้มี “ยีนดี” หรือยีนที่ยังใช้งานได้ตามปกติ ในโครโมโซมอีกชุดหนึ่งมาชดเชยทดแทน ทำให้คนเรามีโอกาสเป็นโรคหลายชนิดลดลง นี่เองเป็นสาเหตุที่ทำให้ต้องระบุว่า มนุษย์เรามีโครโมโซมรวม 23 คู่ นั่นเอง (กล่าวอีกนัยหนึ่งนั่นก็คือ มีรวมทั้งสิ้น 6 พันล้านคู่เบส หรือ $6,000,000,000$ (6×10^9) คู่เบส ที่เดียว)

จำนวนโครโมโซมที่ว่านี้ ถ้าหากมีเพียงชุดเดียวก็จะไม่เพียงพอ ที่จะทำให้เกิดเป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ได้นะครับ ส่วนหากมีมากกว่านี้ หรือ น้อยกว่านี้ เช่น โครโมโซมเกินมาหรือขาดไปสักแท่งหนึ่ง ไม่ว่าจะเป็นโครโมโซมร่างกาย หรือ โครโมโซมเพศ (โครโมโซม X หรือ โครโมโซม Y) หรือ บางครั้งพบแม้กระทั่งว่า เกินมาถึงหนึ่ง

*บทความนี้ ได้รับการคุ้มครองลิขสิทธิ์ ตามพระราชบัญญัติ ทรัพย์สินทางปัญญา ลิขสิทธิ์ของบทความนี้ เป็นของผู้เขียน ซึ่งได้ให้เกียรติวิชาการ.คอม ในการนำเผยแพร่ เรามีความยินดี หากท่านจะนำบทความนี้ เผยแพร่สู่คนวงกว้างขึ้น โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อการศึกษา และไม่มีผลในเชิงธุรกิจ กรุณาให้เกียรติผู้เขียน โดยอ้างถึงชื่อผู้เขียน และ วิชาการ.คอม (<http://www.vcharkarn.com/>) ทุกครั้ง ที่มีการทำซ้ำบทความนี้ ห้ามนำบทความนี้ หรือส่วนหนึ่งส่วนใด ทำการเผยแพร่ต่อ ในสื่อที่ดำเนินการเพื่อธุรกิจทุกรูปแบบ ก่อนได้รับอนุญาตจากผู้เขียน ขอขอบคุณค่ะ ที่ช่วยร่วมกันสร้าง สังคมไทย ให้เป็นสังคมแห่งปัญญา

ชุดโครโมโซมก็มี ซึ่งล้วนแล้วแต่มีผลทำให้เป็นโรคลักษณะต่างๆ ซึ่งบ้างก็มีอาการรุนแรง จนทำให้เสียชีวิต ตั้งแต่ในครรภ์ หรือ บ้างก็ล้มตามมาตลอดได้ไม่นานก็เสียชีวิตก็มี แต่ก็มีบ้างบางโรคที่ความผิดปกติมีน้อยจนแทบไม่สังเกตเห็น

ซึ่งหากมองแบบชาวพุทธทั่วไปก็คงต้องว่า ทุกอย่างก็เป็นไปตามคำที่พระท่านสอนนั่นแหละครับ ... ที่ว่า “น้อยไปก็ไม่ได้ มากไปก็ไม่ได้ พอดีๆ นั้นแหละดี” (สาธุ)



[รูปที่ 2] DNA ที่อยู่ในเซลล์มนุษย์หนึ่งเซลล์นั้น ยาวกว่าความสูงของคนทั่วไปเสียอีก

[รูปที่ 3] DNA หากกว้างเท่าคน จะยาวขนาดพันรอบโลกได้มากกว่า 12 ครั้ง

เมื่อพิจารณาจากข้อเท็จจริงที่ว่า ระยะห่างระหว่างเบส (หรือ ระหว่างห่างระหว่างหน่วยย่อยทางพันธุกรรม ดังที่เรามาชำต้น) ของ DNA นั้น มีขนาดราว 0.34 นาโนเมตร (หรือ เท่ากับ 0.34×10^{-9} เมตร) ดังนั้น หากนำ DNA ทั้งหมดในจีโนมของมนุษย์มาคลี่ออก แล้วเรียงต่อกันไป จะพบว่ามีขนาดยาวที่มากถึงราว 2 เมตร (ได้มาจาก 6×10^9 เบสคูณกับ 0.34×10^{-9} เมตร) ดังปรากฏใน **[รูป 2]**

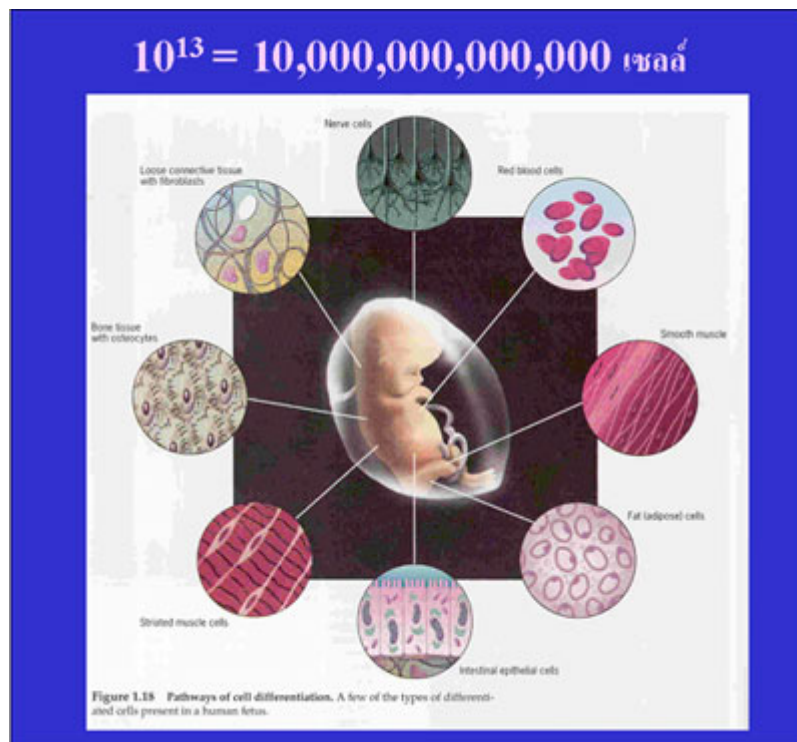
*บทความนี้ ได้รับการคุ้มครองลิขสิทธิ์ ตามพระราชบัญญัติ ทรัพย์สินทางปัญญา ลิขสิทธิ์ของบทความนี้เป็นของผู้เขียน ซึ่งได้ให้เกียรติ **วิชาการ.คอม** ในการนำเผยแพร่ เรามีความยินดี หากท่านจะนำบทความนี้ เผยแพร่สู่คนวงกว้างขึ้น โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อการศึกษา และไม่มีผลในเชิงธุรกิจ กรุณาให้เกียรติผู้เขียน โดยอ้างถึงชื่อผู้เขียน และ **วิชาการ.คอม** (<http://www.vcharkarn.com/>) ทุกครั้ง ที่มีการทำซ้ำบทความนี้ ห้ามนำบทความนี้ หรือส่วนหนึ่งส่วนใด ทำการเผยแพร่ต่อ ในสื่อที่ดำเนินการเพื่อธุรกิจทุกรูปแบบ ก่อนได้รับอนุญาตจากผู้เขียน ขอขอบคุณที่ช่วยร่วมกันสร้าง สังคมไทย ให้เป็นสังคมแห่งปัญญา

พูดให้เข้าใจง่าย ๆ ก็คือ **DNA ของมนุษย์เรา ที่บรรจุอยู่ในเซลล์เพียงเซลล์เดียว มีความยาวที่มากกว่าความสูงโดยเฉลี่ยของคนทั่วไปที่เป็นเจ้าของเซลล์นั้นๆ ด้วยซ้ำ!!!**

ความยาวขนาดนี้ น่าทึ่งมากน้อยเพียงใด? ก็ขอเปรียบเทียบให้เห็นกันชัดๆ อีกแบบหนึ่งนะครับ หากว่าเรามีอำนาจวิเศษที่สามารถเลาะให้ DNA ขยายขนาดขึ้น โดยให้ยังคงมี "สัดส่วน" ระหว่างความกว้างและ ความยาวคงเดิมไม่เปลี่ยนแปลง เมื่อขยาย DNA จนมีความกว้างเท่ากับ "ขนาดของช่วงไหล่" ของคนเรา มันก็จะมี ความยาวในระดับที่ สามารถนำมาพันรอบโลกได้ถึง 12 รอบครึ่งเลยทีเดียว! ดูรูปประกอบดัง [รูป 3]

กล่าวอีกอย่างก็คือ หากพัน DNA ที่ว่าไปรอบโลกด้วยความเร็วประมาณ 30 วันต่อรอบ... แม้จะพันอยู่ 1 ปีเต็มๆ ยังพันไม่เสร็จ (คือ ไม่หมดความยาวของ DNA) เลยครับ!!!

แต่ว่า ... อย่าเชื่อกันง่ายๆ ครับ ลองคำนวณดูว่าผมม้วนหรือเปล่า DNA มีความกว้างประมาณ 2 นาโนเมตร (2×10^{-9} เมตร) ส่วนความยาวก็ประมาณว่าสัก 2 เมตร (ดังที่คำนวณไว้ข้างบนนั้นนะครับ) ส่วนขนาดช่วงไหล่คนเรา ก็ประมาณให้เป็น 50 เซนติเมตรก็แล้วกัน เส้นผ่านศูนย์กลางของโลกวัดที่บริเวณศูนย์สูตร ก็มีค่าประมาณ 12,756 กิโลเมตร (ดังนั้น รัศมีก็มีค่าประมาณครึ่งหนึ่งของค่าดังกล่าว) และ ค่าเส้นรอบวง (รอบโลก) ก็คำนวณได้จากสูตร $2 \times \pi \times r$ (ค่า π มีค่าประมาณเท่ากับ 22/7 ส่วน r ก็ใช้ ค่ารัศมีโลก ดังที่กล่าวไปแล้ว)

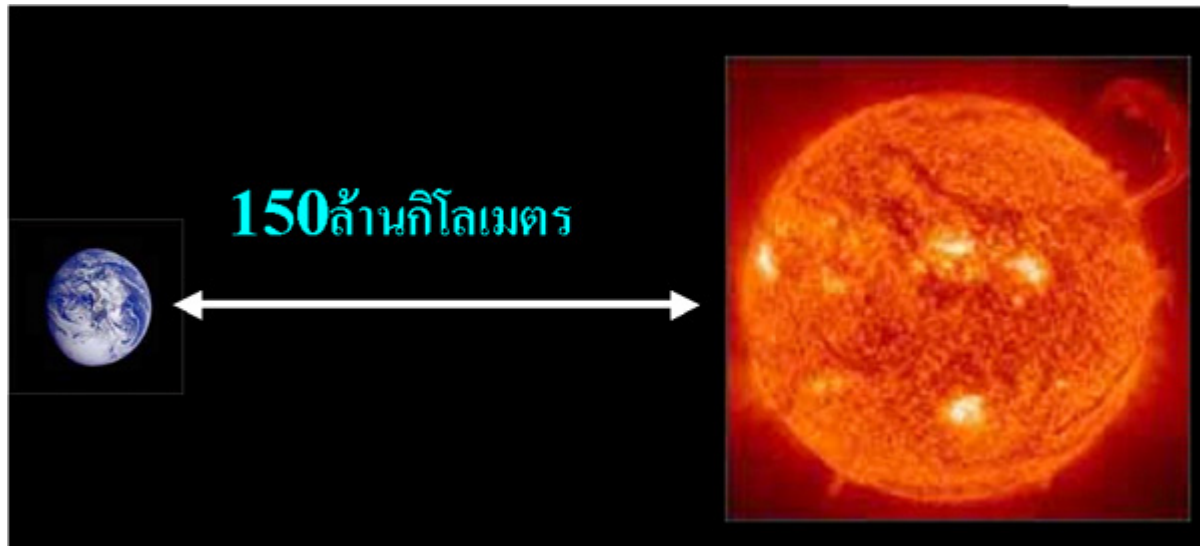


[รูป 4] เซลล์ในร่างกายของเรามีมากกว่าดวงดาวในกาแล็กซีทางช้างเผือกเสียอีก

คราวนี้ หากเรานำความมหัศจรรย์ในเรื่องของ "ความยาวของ DNA" มารวมกันเข้ากับควมอัศจรรย์ในเรื่อง "จำนวนเซลล์ที่ประกอบกันเป็นร่างกายของเรา" ก็จะพบว่าเรื่องราวต่างๆ ดูจะน่าแปลกประหลาดใจมากยิ่งขึ้นไปอีก เพราะ มนุษย์เรามีเซลล์อยู่อย่างมากมายยิ่งคือ มากถึง 10 ล้านล้านเซลล์ (10^{13} เซลล์) แต่อย่าไปซีเรียสกับตัวเลขที่ว่ามันมากนะครับ ... เอาเป็นว่ามักจะประมาณกันว่าอยู่ในราว $10^{12} - 10^{14}$ เซลล์ แต่จุดที่น่าสนใจก็คือ เซลล์ในร่างกายของคนเรา ที่ประกอบกันเป็นเนื้อเยื่อและอวัยวะต่างๆ มีมากกว่าดวงดาวในกาแล็กซีทางช้างเผือกเสียอีก ดูภาพ [รูป 4] ประกอบนะครับ

หากนำ DNA ในทุกเซลล์ของร่างกายมาต่อรวมกัน ก็จะกลายเป็นเรื่องที่แทบไม่เชื่อว่า จะมีความยาวรวมกันแล้วมากกว่า ระยะทางจากโลกถึงดวงอาทิตย์ถึงกว่า 100 เท่าด้วยกัน!!!

*บทความนี้ ได้รับการคุ้มครองลิขสิทธิ์ ตามพระราชบัญญัติ ทรัพย์สินทางปัญญา ลิขสิทธิ์ของบทความนี้ เป็นของผู้เขียน ซึ่งได้ให้เกียรติวิชาการ.คอม ในการนำเผยแพร่ เรามีความยินดี หากท่านจะนำบทความนี้ เผยแพร่สู่คนวงกว้างขึ้น โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อการศึกษา และไม่มีผลในเชิงธุรกิจ กรุณาให้เกียรติผู้เขียน โดยอ้างถึงชื่อผู้เขียน และ วิชาการ.คอม (<http://www.vcharkarn.com/>) ทุกครั้ง ที่มีการทำซ้ำบทความนี้ ห้ามนำบทความนี้ หรือส่วนหนึ่งส่วนใด ทำการเผยแพร่ต่อ ในสื่อที่ดำเนินการเพื่อธุรกิจทุกรูปแบบ ก่อนได้รับอนุญาตจากผู้เขียน ขอขอบคุณที่ช่วยร่วมกันสร้าง สังคมไทย ให้เป็นสังคมแห่งปัญญา



[รูป 5] DNA ทั้งหมดในร่างกายของคนเรายาวกว่า ระยะทางจากโลกถึงดวงอาทิตย์เป็น 100 เท่า

ใครไม่เชื่อก็ลองคำนวณดูนะครับ ระยะทางจากโลกถึงดวงอาทิตย์ ก็คือราว 150 ล้านกิโลเมตร (หรือ 1.5×10^{11} เมตร) ดัง [รูป 5] หากเปรียบเทียบอีกอย่างหนึ่งก็คือ ความยาวดังกล่าวเทียบเท่ากับ ระยะทางที่แสง ซึ่งเป็นสิ่งที่เดินทางได้เร็วที่สุดเท่าที่เรารู้จักกันในปัจจุบัน ด้วยสถิติสุดยอในจักรวาลคือ ราว 3 แสนกิโลเมตร (3×10^8 เมตร) ต่อวินาที แต่ก็ยังต้องใช้เวลาเดินทางถึง 18 ชั่วโมงครึ่ง จึงจะสามารถผ่านพ้นความยาวขนาดนี้ไปได้!

นี่แหละครับ ... ความมหัศจรรย์อย่างแท้จริงเรื่องหนึ่งของ DNA !!!

*บทความนี้ ได้รับการคุ้มครองลิขสิทธิ์ ตามพระราชบัญญัติ ทรัพย์สินทางปัญญา **ลิขสิทธิ์ของบทความนี้ เป็นของผู้เขียน** ซึ่งได้ให้เกียรติ **วิชาการ.คอม** ในการนำเผยแพร่ เรามีความยินดี หากท่านจะนำบทความนี้ เผยแพร่สู่คนวงกว้างขึ้น โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อการศึกษา และไม่มีผลในเชิงธุรกิจ กรุณาให้เกียรติผู้เขียน โดยอ้างถึงชื่อผู้เขียน และ **วิชาการ.คอม** (<http://www.vcharkarn.com/>) ทุกครั้ง ที่มีการทำซ้ำบทความนี้ **ห้ามนำบทความนี้ หรือส่วนหนึ่งส่วนใด ทำการเผยแพร่ต่อ ในสื่อที่ดำเนินการเพื่อธุรกิจทุกรูปแบบ ก่อนได้รับอนุญาตจากผู้เขียน** ขอขอบคุณค่ะ ที่ช่วยร่วมกันสร้าง สังคมไทย ให้เป็นสังคมแห่งปัญญา

แนะนำหนังสืออ่านเพิ่มเติม



คราวนี้จะขอแนะนำหนังสือภาษาไทยครับ เล่มแรกชื่อ “คูคิด ครูวิทยาศาสตร์” (พิมพ์รวมเล่มครั้งแรก ม.ค. 2545, สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ) ส่วนอีกเล่มหนึ่งชื่อ “คู่มือ...ครูวิทย์” (พิมพ์รวมเล่มครั้งแรก ส.ค. 2546, สำนักพิมพ์ ส.ส.ท.) ทั้งสองเล่มเป็นผลงานของผู้เขียนคนเดียวกัน คือ ดร. บัญชา ธนบุญสมบัติ หนังสือทั้งสองเล่มนี้ นับเป็นขุมทรัพย์สำหรับคนไทยโดยแท้ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง สำหรับผู้ที่ใฝ่หากลยุทธ์ในการ “ทำเรื่องยากให้เป็นเรื่องง่าย” และการ “ทำเรื่องซับซ้อนให้สนุกสนาน” (โดยเฉพาะเรื่องทางวิทยาศาสตร์) ซึ่งก็แน่นอนว่า บรรดาครูอาจารย์ นักวิจัย ผู้ที่เกี่ยวข้องกับการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ (อย่างเช่น สื่อมวลชนสาขาต่างๆ) และ ห้องสมุด ไม่ควรพลาดเป็นอย่างยิ่ง แต่อันที่จริง ผมว่านักเรียน นิสิต นักศึกษาก็น่าจะเก็บเกี่ยวอะไรต่อมิอะไรได้ไม่น้อย จากหนังสือทั้งสองเล่มนี้นะครับ ท่านจะเห็นตัวอย่างจากภายในหนังสือทั้งคู่ดังกล่าวว่า นอกจาก เทคนิคการเปรียบเทียบ การยกตัวอย่าง การเลือกใช้สื่อที่เหมาะสม เช่น รูปภาพ (อย่างที่ผมเองใช้อยู่ในคอลัมน์นี้แล้ว) ยังมีเทคนิคอีกเยอะแยะมากมายที่นำมาใช้ได้

ความเป็นสากลของ DNA

ลักษณะสำคัญอีกประการหนึ่ง ซึ่งเป็นลักษณะอันนามหัศจรรย์ใจของ DNA ที่มนุษย์เราได้เรียนรู้แล้วก็คือ “ความเป็นสากล” ของ DNA ในสิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆ บนโลกใบนี้

เคยนึกสงสัยกันบ้างไหมครับว่า ในบรรดาผู้คนเผ่าพันธุ์ เชื้อชาติต่างๆ กันที่อยู่กันทั่วโลกนี้ มีอะไรบ้างที่นับได้ว่าเป็นสิ่งที่ “เป็นสากล” ระหว่างกันบ้าง? ลองไล่เรียงดูสิครับ คุณจะเห็นได้เองว่าเป็นเรื่องที่ยากเสียเหลือเกินที่จะตอบ ... ดูเหมือนไม่มีอะไรเลยที่เหมือนกัน ถึงระดับที่เรียกได้ว่า “เป็นสากล” อย่างแท้จริงสำหรับ “คนทุกคนบนโลกนี้” ไม่ว่าจะเป็นเรื่องทาง “รูปธรรม” หรือ “นามธรรม” ก็ตาม

บางคนอาจจะนึกถึงเรื่องของ “ธนบัตร” หรือ “เหรียญ” (รูปธรรม) ซึ่งใช้แทน “เงิน” (นามธรรม) หรือ อันที่จริงควรจะบอกว่าเป็น “มูลค่าของเงิน” มากกว่า ซึ่งก็จะเห็นขอยกเว้นว่า ในสังคมชาวป่าบางแห่งก็ยังไม่ได้มี “เงิน” ใช้กันแต่อย่างใด บางคนอาจจะนึกถึงเรื่องของนามธรรมอย่าง “ความรัก” ซึ่งดูอย่างเผินๆ ทุกคนก็น่าจะมีความรักได้ไม่ต่างกัน ไม่ขึ้นกับเชื้อชาติเผ่าพันธุ์... แต่คุณแน่ใจหรือว่า ความรัก ที่คุณมีอยู่ในใจจะเป็น “ความรัก” อันเดียวกับที่คนอื่น ๆ คิด?

ลองคิดถึง ความรักที่มีมากจนท่วมท้นล้นหัวอกของ ศิลปินนักวาดภาพระดับโลกอย่าง แวน โก๊ะห์ (เห็นผู้รับงานท่านบอกว่า อันที่จริงน่าจะอ่านออกเสียงชื่อท่านเป็น ฟาน ก็อกห์ มากกว่านะครับ) กระทั่งสามารถตัดหญ้าไปมอบเป็นของขวัญให้กับคนรักได้

คราวนี้ลองถามตัวเองใหม่ดูนะครับว่า “ความรัก” นี่อันที่จริงแล้ว มันเป็นอย่างไกันแน่ ?

*บทความนี้ ได้รับการคุ้มครองลิขสิทธิ์ ตามพระราชบัญญัติ ทรัพย์สินทางปัญญา ลิขสิทธิ์ของบทความนี้ เป็นของผู้เขียน ซึ่งได้ให้เกียรติ **วิชาการ.คอม** ในการนำเผยแพร่ เรามีความยินดี หากท่านจะนำบทความนี้ เผยแพร่สู่คนวงกว้างขึ้น โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อการศึกษา และไม่มีผลในเชิงธุรกิจ กรุณาให้เกียรติผู้เขียน โดยอ้างถึงชื่อผู้เขียน และ **วิชาการ.คอม** (<http://www.vcharkarn.com/>) ทุกครั้ง ที่มีการทำซ้ำบทความนี้ ห้ามนำบทความนี้ หรือส่วนหนึ่งส่วนใด ทำการเผยแพร่ต่อ ในสื่อที่ดำเนินการเพื่อธุรกิจทุกรูปแบบ ก่อนได้รับอนุญาตจากผู้เขียน ขอขอบคุณค่ะ ที่ช่วยร่วมกันสร้าง สังคมไทย ให้เป็นสังคมแห่งปัญญา

ความจริงไม่ใช่แต่เรื่องของความรักนะคะครับ นักปรัชญาเค้าถกเถียงกันมาเป็นร้อยเป็นพันปีมาแล้วว่า เวลาที่คุณคิดถึงนามธรรมอะไรสักอย่าง สิ่งปรากฏใน "ความคิดคำนึง" ของคุณแต่ละคนแตกต่างกันหรือเหมือนกันหรือไม่ และ จะทราบได้อย่างไร

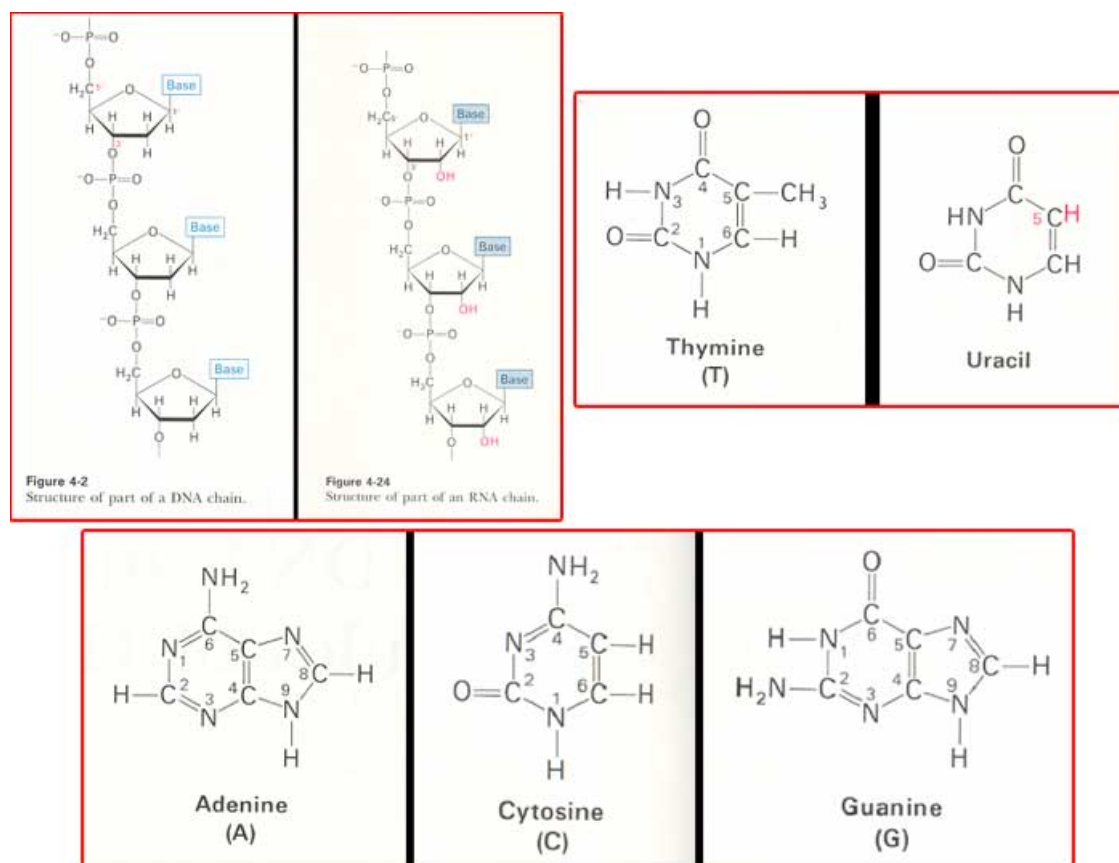
ถ้าเป็นเรื่องของ "ดนตรี" (นามธรรม) ละครับ แน่จนครับว่า เราสามารถซึมซับดนตรีหลายๆ อย่างได้ว่า "ไพเราะ" (นามธรรม) โดยที่ไม่ต้องมีพื้นฐานความรู้ใดๆ เกี่ยวกับมันเลย แต่ดนตรีนั้น เมื่อดูในรายละเอียดแล้ว ก็มีความแตกต่าง หลากหลายอยู่มากนะครับ อย่างเช่น ไม่ว่าจะในเรื่องของชนิดของดนตรี (หรือ จังหวะ) เครื่องดนตรี ประเภทของดนตรี ลักษณะของตัวโน้ตที่ใช้แทนเสียง (รูปธรรม)

คุณเคยรู้สึกว่ ดนตรีบางอย่างไพเราะ แต่บางอย่างฟังอย่างไรก็ไม่ไพเราะหรือไม่? ทำไมคนในรุ่นราวคราวเดียวกันจะรู้สึกว่ ดนตรีแบบเดียวกันไพเราะ (และไพเราะกว่าดนตรีแบบอื่นที่รุ่นอื่นมองว่ไพเราะ!) นี่ยังไม่รวมถึงภาษา กฎหมาย รวมไปถึง ขนบธรรมเนียม ประเพณี วัฒนธรรมต่างๆ ฯลฯ ซึ่งก็มองเห็นความแตกต่าง และหลากหลายได้ชัดเจนมาก

กลับมาที่คำถามอีกที ไม่มีอะไรเลยหรือที่ "เป็นสากล" สำหรับมนุษย์ทุกผู้ทุกนามบนโลกนี้?

คำตอบก็คือ มีครับ ... DNA ในครับ!!!

แต่ที่พิเศษไปกว่านั้นก็คือ นอกจากคนเราทุกคน มี DNA เป็นสารพันธุกรรมเหมือนกันแล้ว สิ่งมีชีวิต "แทบจะทั้งหมด" ที่เรารู้จักแล้วบนโลกนี้ ต่างก็มี DNA เป็นสารพันธุกรรมทั้งสิ้น



[รูป 1-ซ้ายบน] DNA (ซ้าย) และ RN มีความแตกต่างกันเพียง หนึ่งอะตอมออกซิเจนต่อหนึ่งหน่วยพันธุกรรม

[รูป 2 - ขาวบน] เบส T ที่ใช้ใน DNA (ซ้าย) กับ เบส U ที่ใช้ในอาร์เอ็นเอ

[รูป 3 – ล่าง] เบส A C และ G ที่เป็นองค์ประกอบทั้งใน DNA และ อาร์เอ็นเอ

*บทความนี้ ได้รับการคุ้มครองลิขสิทธิ์ ตามพระราชบัญญัติ ทรัพย์สินทางปัญญา ลิขสิทธิ์ของบทความนี้ เป็นของผู้เขียน ซึ่งได้ให้เกียรติ **วิชาการ.คอม** ในการนำเผยแพร่ เรามีความยินดี หากท่านจะนำบทความนี้ เผยแพร่สู่คนวงกว้างขึ้น โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อการศึกษา และไม่มีผลในเชิงธุรกิจ กรุณาให้เกียรติผู้เขียน โดยอ้างถึงชื่อผู้เขียน และ **วิชาการ.คอม** (<http://www.vcharkarn.com/>) ทุกครั้ง ที่มีการทำซ้ำบทความนี้ ห้ามนำบทความนี้ หรือส่วนหนึ่งส่วนใด ทำการเผยแพร่ต่อ ในสื่อที่ดำเนินการเพื่อธุรกิจทุกรูปแบบ ก่อนได้รับอนุญาตจากผู้เขียน ขอบคุณค่ะ ที่ช่วยร่วมกันสร้าง สังคมไทย ให้เป็นสังคมแห่งปัญญา

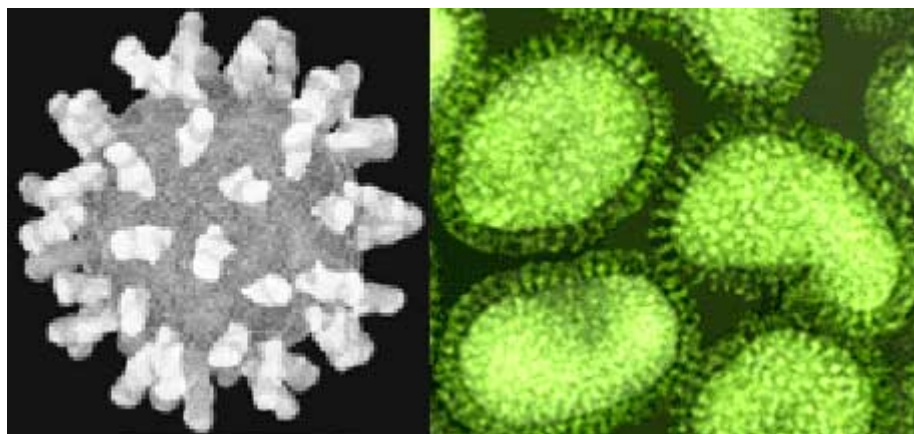
สังเกตนะครับว่า ผมใช้คำว่า “**แทบจะทั้งหมด**” เพราะว่า เรื่องนี้มีข้อยกเว้นอยู่เหมือนกัน นั่นก็คือ มีกลุ่มของไวรัสบางชนิด ซึ่งใช้สารอีกชนิดหนึ่งที่มีชื่อว่า **อาร์เอ็นเอ (RNA)** เป็นสารพันธุกรรม แทนที่จะเป็น DNA แบบเดียวกับสิ่งมีชีวิตทั่วไป แต่ว่าอันที่จริงแล้ว หากไปดูโครงสร้างของอาร์เอ็นเอ ก็จะพบว่า มีลักษณะแทบจะเป็น “**ฝาแฝด**” กับ DNA เลยทีเดียว ยกเว้นแต่ว่า อาร์เอ็นเอมี “**จำนวนอะตอมออกซิเจน**” มากกว่า DNA อยู่หนึ่งอะตอม ทุกๆ หน่วยย่อยทางพันธุกรรม **[รูป 1]** และ มักจะอยู่เป็นสายเดี่ยว แทนที่จะจับกันเป็นสายคู่แบบ DNA

จะเห็นได้นะครับว่า เรื่องของ “**สารพันธุกรรมสายเดี่ยว**” นี้ก็น่าสนใจเช่นกัน อย่างน้อยสำหรับนักวิทยาศาสตร์บางคน ... อาจจะน่าสนใจไม่น้อยกว่า “**เส้นสายเดี่ยว**” เลยก็เป็นได้!

นอกจากนี้แล้ว ก็มีข้อแตกต่างสำคัญอีกเพียงอย่างเดียวระหว่างอาร์เอ็นเอกับ DNA นั่นก็คือ อาร์เอ็นเอใช้เบสที่มีชื่อย่อว่า U แทนที่จะใช้เบส T แบบเดียวกับ DNA **[รูป 2]** แม้ว่าจะใช้เบสอีก 3 ชนิดเหมือนกับ DNA ไม่ผิดเพี้ยนคือ A C และ G **[รูป 3]**

แต่ถ้าสังเกตให้ดี ๆ จะเห็น (อีก) ว่า **โครงสร้างของเบส T และเบส U นั้นคล้ายกันมากครับ**

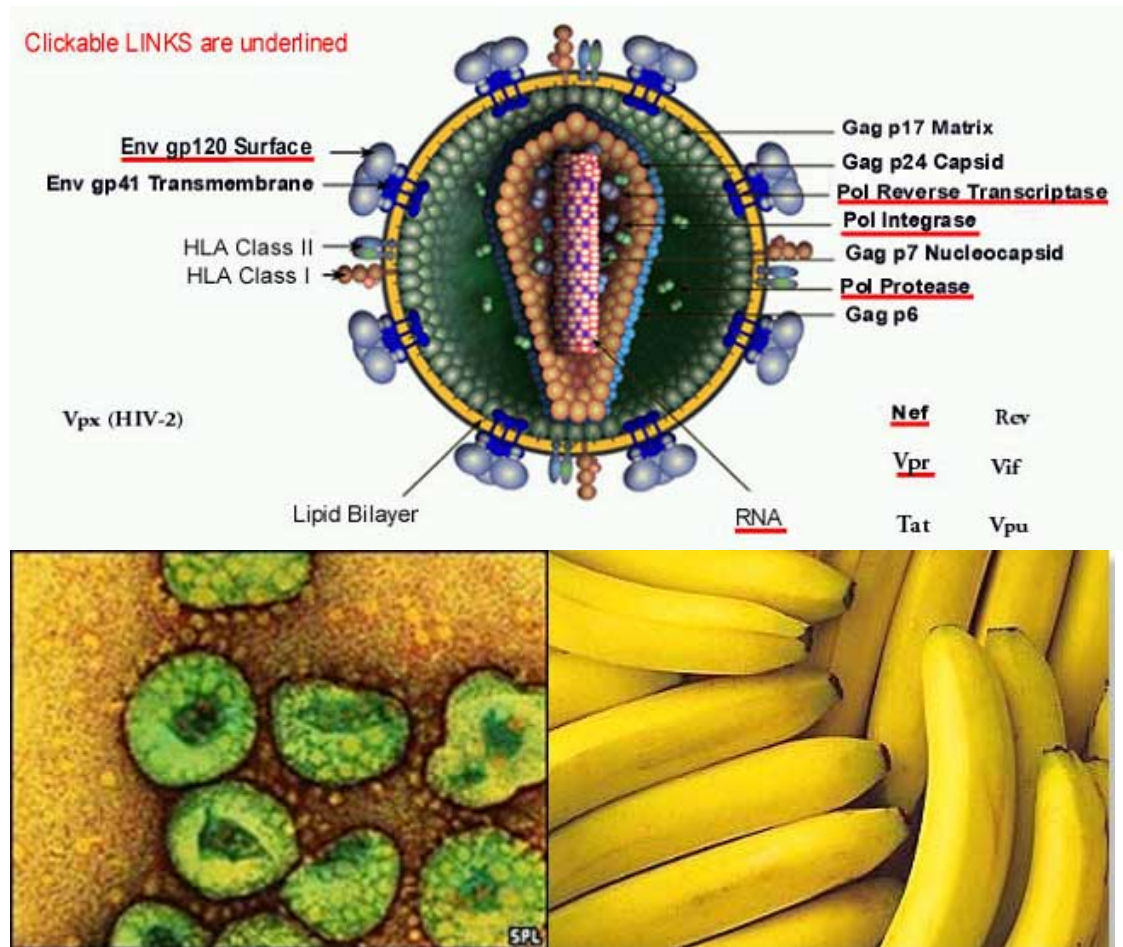
ถ้าคิดอย่างถี่ถ้วนสักนิด ก็อาจจะสังเกตเห็นธรรมชาติที่แปลกประหลาดเพิ่มขึ้นมาอีกอย่างหนึ่งก็คือ แม้ว่าจะมีไวรัสไม่มากนักที่เป็นข้อยกเว้นดังกล่าว (คือ มีอาร์เอ็นเอเป็นสารพันธุกรรม) แต่ดูเหมือนว่า จะเป็นกลุ่มที่เราต้องสู้รบปรบมือด้วยเป็นพิเศษ และ ที่สำคัญก็คือ เรายังแพ้อยู่เป็นประจำสำหรับสมรภูมินี้ นะครับ



[รูป 4] ไวรัสสาเหตุของโรคหัด (ซ้าย) และโรคไขหวัดใหญ่

ไม่ว่าจะเป็น ไวรัสที่เป็นสาเหตุของโรคหัด (ธรรมดา) ไวรัสของโรคไขหวัดใหญ่ **[รูป 4]** บางคนอาจจะพอทราบอยู่แล้วว่า ยาที่เราทานกันเมื่อตอนที่เป็นหวัดนั้น ล้วนแล้วแต่เป็นยาที่ใช้บรรเทา ลด หรือ รักษา “อาการ” หรือ “ผลข้างเคียง” ของโรคหัด แต่ไม่ใช่ยาที่เข้าไปต่อสู้ หรือ กวาดล้างไวรัสที่เป็นสาเหตุของโรคหัดแต่อย่างใด

ภายหลังการพักผ่อนสักระยะหนึ่งจนร่างกายแข็งแรงมากยิ่งขึ้น ระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายเรานั้นเอง ที่จะทำให้หน้าทีเป็นผู้กวาดล้างไวรัสเหล่านี้ให้หมดไป



[รูป 5 - บน] ไวรัสชนิด HIV ที่เป็นสาเหตุของเอดส์

[รูป 6 - ข้างล่าง] ไวรัสที่เป็นสาเหตุของ SARS

[รูป 7 - ขวาล่าง] กล้วย ผลไม้ที่อาจจะใช้เป็นวัคซีนในอนาคต

ไวรัสในกลุ่มที่ใช้อาร์เอ็นเอ เป็นสารพันธุกรรมนี้ ยังรวมไปถึง ไวรัสที่ก่อให้เกิดโรคเอดส์ หรือ ที่รู้จักกันดีในชื่อย่อว่า HIV นั่นเอง ชื่อเต็มๆ ของไวรัสตัวนี้ ค่อนข้างจะยาวสักกิดหนึ่ง นั่นก็คือ Human

Immunodeficiency Virus **[รูป 5]** นอกจากนี้แล้ว ยังมีไวรัสอีกชนิดหนึ่งในกลุ่มนี้ที่ควรจะต้องกล่าวถึงเช่นกัน นั่นก็คือ ไวรัสชนิดใหม่ที่เป็นดาวรุ่งพุ่งแรง และ เพิ่งระบาด ก่อความโกลาหลไปเมื่อไม่นานนี้ นั่นก็คือ ไวรัสที่ก่อให้เกิดโรคซาร์ส (SARS, Severe Acute Respiratory Syndrome) หรือ ในชื่อที่สื่อตั้งให้ว่า "โรคไข้หวัดมรณะ" นั่นเอง **[รูป 6]** อ้อ ... หากจะพูดให้ถูกต้องตามหลักวิชาการ ทั้งเอดส์และซาร์ส นี้ ต่างก็ไม่ใช่ชื่อของโรค (disease) แต่อย่างใดนะครับ แต่ถือว่าเป็นกลุ่มอาการของโรค (syndrome)

นอกจากที่กล่าวไปแล้วก็ยังมี ไวรัสบางชนิดที่หลายคนอาจจะไม่เคยรู้จักมาก่อนเลย แต่ก็นับว่าเป็นไวรัสที่มีผลกระทบต่อประเทศไทย และ คนไทยโดยตรง เช่น ไวรัสที่ก่อโรคหัวเหลืองในกุ้ง (Yellow Head Virus, YHV) และ ไวรัสที่ก่อให้เกิดโรคใบด่างจุดวงแหวนในมะละกอ (Papaya Ringspot Virus, PRSV) เป็นต้น ซึ่งก็นับว่าเป็น ไวรัสชนิดที่ก่อให้เกิดผลกระทบในทางเศรษฐกิจของประเทศไม่น้อย

พูดถึงเรื่องนี้แล้วก็รู้สึกว่่า ยังกับเป็นพล็อตเรื่องของนิยายวิทยาศาสตร์นะครับ ทำไมสิ่งมีชีวิตที่เรารู้จักกันแล้วในปัจจุบัน จึงแบ่งตามชนิดของสารพันธุกรรมได้เป็นสองค่าย (เท่านั้น?) และ ทำไมจึงต้องเป็นสองค่ายที่ดูเหมือนกับจะเกิดมาเพื่อสู้รบปรบมือกันโดยเฉพาะเสียอีกน่ะ

ธรรมชาติก็มีเรื่องมหัศจรรย์แบบนี้ มาให้มนุษย์เรารับรู้กันอยู่เสมอนะครับ

คำถามที่สำคัญมากอันหนึ่งที่นักวิทยาศาสตร์ถามกันก็คือ เมื่อรับรู้ DNA เป็นสารพันธุกรรมที่เป็นสากลมาๆ เราจะสามารถนำความรู้ตรงนี้มาใช้ประโยชน์ได้อย่างไร?

นำมาใช้ได้หลายอย่างที่เดียวละครับ ยกตัวอย่างเช่น เมื่อความรู้ด้านเทคโนโลยีชีวภาพ พัฒนามาถึงจุดที่เริ่มสามารถตัดและต่อ (รวมไปถึงออกแบบสร้าง) DNA ให้มี "รหัส" (หรือ การเรียงลำดับเบสในสาย DNA) ตามต้องการในราว 30 ปีก่อน ด้วยกระบวนการพิเศษที่คิดกันขึ้นมาใหม่เรียกว่า **พันธุวิศวกรรม (Genetic Engineering)**

จากนั้นมา มนุษย์เราก็สามารถทำในสิ่งที่ก่อนหน้านี้ แม้แต่จะฝันถึงก็ยังทำไม่ได้เลยครับ

ตัวอย่างที่เห็นได้ชัดเจนอันหนึ่งก็คือ ในปัจจุบันนี้ ยารักษาโรคเบาหวาน (บางประเภท) นั้น ซึ่งเป็นโปรตีนชนิดหนึ่งที่ร่างกายสร้างขึ้น และ ทำหน้าที่เป็นฮอร์โมน คือ "อินซูลิน" นั้น สกัดแยกมาจากแบคทีเรียและยีสต์ เป็นส่วนใหญ่ วิธีการก็คือ นักวิทยาศาสตร์นำ "ยีนอินซูลิน" (ซึ่งก็คือ สาย DNA ที่ใช้เป็นแบบในการสร้างโปรตีนอินซูลิน) ของคน ไปใส่ไว้ในสิ่งมีชีวิตขนาดกระเจียวร่อยเหล่านี้ เมื่อกระตุ้นให้แบคทีเรียและ ยีสต์พันธุ์พิเศษเหล่านี้ ให้สร้างโปรตีนอินซูลินได้มากๆ แล้ว ก็จัดการนำมาผ่านกระบวนการทำให้บริสุทธิ์ และ นำมาใช้เป็นยารักษาโรคเบาหวาน ได้ในที่สุด

เรื่องนี้จะไปไม่ได้เด็ดขาด หากมนุษย์เราและสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวอย่าง แบคทีเรีย และ ยีสต์ ใช้สารพันธุกรรม หรือ ระบบในการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมที่แตกต่างกันอย่างสิ้นเชิง (หรือ แม้แต่แตกต่างกันมาๆ) แต่เนื่องจาก สิ่งมีชีวิตทุกชนิดที่กล่าวมา ต่างก็ล้วนแล้วแต่ใช้ DNA เป็นสารพันธุกรรม (*เรียกว่า DNA เป็น "ภาษาสากล" แบบหนึ่งของสิ่งมีชีวิตบนโลกก็ได้กระมังครับ*)

ดังนั้น DNA ของคนเรา จึงสามารถนำไปใช้เป็นต้นแบบในการสร้างโปรตีน ภายในสิ่งมีชีวิตที่มีโครงสร้าง และ ระบบการทำงานที่ซับซ้อนน้อยกว่ามากๆ ได้ นอกจากนี้ ยังสามารถนำกลับมาใช้งานในร่างกายมนุษย์เราได้อีก เนื่องจาก โปรตีนที่ได้มีลักษณะที่ไม่ผิดเพี้ยนไปจากโปรตีนที่สร้างขึ้นภายในร่างกายของมนุษย์เราเองแต่อย่างใด

ในระยะหลัง การสร้างโปรตีนในร่างกายของสิ่งมีชีวิตอื่น ก็ยิ่งทวีความสลับซับซ้อนมากยิ่งขึ้นไปอีก (ซึ่งก็หมายความว่า ในทางอ้อมว่า สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างวิจิตร พิสดารมากยิ่งขึ้นไปอีก) ยกตัวอย่าง เช่น มีความพยายามที่จะสร้างโปรตีนบางอย่างของคนเราในอวัยวะของหมู เพื่อที่จะพรางตัวอวัยวะหมูจากระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายของคน ซึ่งหากทำได้สำเร็จ ในอนาคตเราก็จะมี "อวัยวะสำรอง" ที่มาจากหมูพันธุ์พิเศษเหล่านี้

สาเหตุหลักๆ ที่นักวิทยาศาสตร์เลือกหมูมาใช้เพื่อการนี้ก็คือ หมูมีขนาดของอวัยวะที่ใกล้เคียงกับคนเรา และ มีการนำหมูมาใช้เป็นอาหารกันเป็นเรื่องปกติอยู่ทุกวันนี้ทั่วโลก

อีกตัวอย่างหนึ่ง ก็คือ มีความพยายามในการสร้าง "วัคซีนชนิดใหม่" โดยการนำยีนที่สร้างโปรตีนบางอย่างของเชื้อ (ที่ก่อให้เกิดโรค) เช่น โรคหัดเยอรมัน เป็นต้น ไปใส่ไว้ในพืชบางชนิดโดยเฉพาะพืชในกลุ่มที่ปลูกและเติบโตได้ง่ายในธรรมชาติ เช่น ถั่ว [รูป 7] หากแนวคิดนี้ทำได้จริง ในอนาคต เราก็จะใช้วิธี "กินวัคซีน" ชนิดต่างๆ เพื่อสร้างภูมิคุ้มกันต่อโรคร้ายแรงนานาชนิด แทนที่จะต้องฉีดด้วยเข็มฉีดยาในปัจจุบันอาจจะกล่าวได้ว่า

ในอนาคต กระบวนการกระตุ้นภูมิคุ้มกันโรคในร่างกายมนุษย์จะง่ายดายมาก ...คือ เพียงแค่ "ปลูกถั่วเข้าปาก" เท่านั้นเอง!

อ้อ ... โดยปกติแล้วโปรตีนที่นำมาใช้เป็นวัคซีนดังกล่าว จะไม่เกี่ยวข้องกับกระบวนการก่อโรคแต่อย่างใดนะครับ ยกตัวอย่างเช่น เป็นโปรตีนที่บริเวณผิวของเซลล์ จึงถือได้ว่าค่อนข้างเป็นวัคซีนที่ปลอดภัยแบบหนึ่ง

*บทความนี้ ได้รับการคุ้มครองลิขสิทธิ์ ตามพระราชบัญญัติ ทรัพย์สินทางปัญญา ลิขสิทธิ์ของบทความนี้เป็นของผู้เขียน ซึ่งได้ให้เกียรติวิชาการ.คอม ในการนำเผยแพร่ เรามีความยินดี หากท่านจะนำบทความนี้ เผยแพร่สู่คนวงกว้างขึ้น โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อการศึกษา และไม่มีผลในเชิงธุรกิจ กรุณาให้เกียรติผู้เขียน โดยอ้างถึงชื่อผู้เขียน และ วิชาการ.คอม (<http://www.vcharkarn.com/>) ทุกครั้ง ที่มีการทำซ้ำบทความนี้ ห้ามนำบทความนี้ หรือส่วนหนึ่งส่วนใด ทำการเผยแพร่ต่อ ในสื่อที่ดำเนินการเพื่อธุรกิจทุกรูปแบบ ก่อนได้รับอนุญาตจากผู้เขียน ขอขอบคุณที่ช่วยร่วมกันสร้าง สังคมไทย ให้เป็นสังคมแห่งปัญญา

ในอีกแง่มุมหนึ่งของความเป็นสากลของ DNA ที่น่าจะได้กล่าวถึงในที่นี้ก็คือ เมื่อมนุษย์เรามีข้อมูลเกี่ยวกับจีโนมมากขึ้นๆ เราก็เห็นได้ชัดเจนว่า ภายใต้อารมณ์ภายนอกที่แตกต่างกัน จนกระทั่งจินตนาการไม่ออกว่าจะเกี่ยวพันกันได้อย่างไรนั้น (เช่น ลักษณะของปีก, เท้า และ ครีบในสัตว์ หรือ ใบไม้ในพืช) มนุษย์และสิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆ มีลักษณะทางพันธุกรรม (คือ ลำดับเบสใน DNA) ที่เหมือนกันมากจนเหลือเชื่อ ดังที่จะเห็นได้จากใน **ตาราง 5.1**

ที่น่าสังเกตเป็นพิเศษก็คือ ความแตกต่างทางพันธุกรรมเพียง 1 – 2 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น ก็เพียงพอสำหรับการทำให้มนุษย์เราต่างจากลิงชิมแปนซี (ซึ่งเป็นสัตว์ที่มีลักษณะคล้ายมนุษย์มากที่สุด) และ มนุษย์สองคนใด ๆ นั้น มีความแตกต่างของยีนอยู่เพียง 0.1 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น แต่ความแตกต่างเพียงเท่านี้ เมื่อรวมกับการอบรมเลี้ยงดูแล้วก็ทำให้ได้ผลลัพธ์เป็น คนสองคนที่มีรูปร่าง ตลอดจนนิสัยใจคอที่แตกต่างกันโดยสิ้นเชิงได้เช่นกัน

พอจะมองเห็นสวรรค์ และ ความอัศจรรย์ของ DNA ตามธรรมชาติได้ใช่ไหมครับว่า แม้แต่ในระดับที่ลึกที่สุด ณ ตรงปลายทางของ “*ความมีชีวิต*” นั้น (คือ ในระดับของ DNA ที่เป็น สารพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆ) ก็ยังมีลักษณะร่วมกัน หรือ มี *ความเป็นสากล (universality)* ระหว่างสิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆ อย่างงดงาม และ ลึกซึ้งเป็นที่สุด

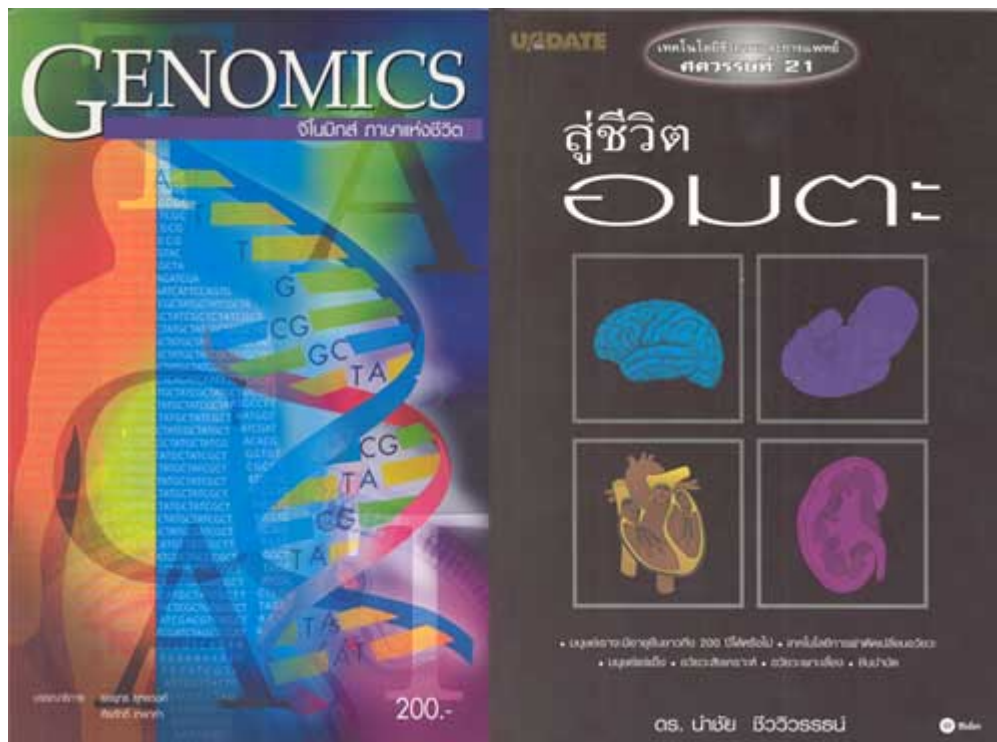
นี่แหละครับ อีกหนึ่งความมหัศจรรย์ของ DNA คราวหน้าเราจะมาดูกันต่อนะครับว่า ยังมีความมหัศจรรย์อื่นใดของ DNA ให้เราได้เรียนรู้ได้อีก

ตาราง 5.1 ความคล้ายคลึงกันของยีน* ในสิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆ (เมื่อเทียบกับยีนของมนุษย์คนใดคนหนึ่ง)

สิ่งมีชีวิต	เปอร์เซ็นต์ของยีนที่คล้ายกับยีนในมนุษย์
มนุษย์คนอื่น	99.9 %
ลิงชิมแปนซี	98 – 99 %
หนู	90 %
ปลาหมากลาย	85 %
แมลงหวี่	36 %
ยีสต์ทำขนมปัง	23 %
หนอนตัวกลม	21 %
อะราบิโดบซิส (Arabidopsis) **	15 %
แบคทีเรียในลำไส้ (Escherichia coli)	7 %

* ยีน ก็คือ DNA ส่วนที่สามารถถอดรหัสนำไปสร้างเป็นโปรตีนได้

** พืชชนิดหนึ่ง



แนะนำหนังสืออ่านเพิ่มเติม

คราวนี้ ขอแนะนำอีกสองเล่มครับ ท่านที่สนใจต้องการหาเรื่องราวเกี่ยวกับ DNA ในแง่มุมของการทำหน้าที่เป็น "จีโนม" ของสิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆ ตลอดจนกระบวนการศึกษาที่เกี่ยวข้อง สามารถอ่านได้จากหนังสือ จีโนมิกส์ ภาษาแห่งชีวิต (ยงยุทธ ยุทธวงศ์ และ ศิริศักดิ์ เทพาคำ บรรณาธิการ) ในเล่มนอกจากจะมีเรื่องของจีโนมของสิ่งมีชีวิตหลายชนิดแล้ว ก็ยังมีวิทยาการใหม่ถอดด้ามอย่าง ชีวสารสนเทศ รวมอยู่ด้วย (ถ้ายังไม่ทราบว่าเป็นอะไร ก็ลองไปหามาอ่านดูนะครับ) เรื่องของทรัพย์สินทางปัญญาและจริยธรรม ก็เป็นเรื่องใหม่ที่น่าสนใจเป็นอย่างยิ่งและรวมอยู่ในหนังสือเล่มนี้ครับ

ส่วนอีกเล่มหนึ่งคือ สู่ชีวิตอมตะ (นำชัย ชิววิวรรณ, สำนักพิมพ์ซีเอ็ดยูเคชั่น) เหมาะสำหรับผู้ที่ต้องการทราบว่า เทคโนโลยีชีวภาพสมัยใหม่กับการแพทย์ มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันอย่างไร และจะมีผลกระทบต่อชีวิตเรามากน้อยเพียงใด เช่น ใครอยากรู้ว่ มนุษย์เราจะมีอายุยืนยาวมากขึ้นไปได้เรื่อยๆ อย่างไม่มีขีดจำกัดหรือไม่ การทำยีนบำบัดคืออะไร อวัยวะสังเคราะห์ และ อวัยวะเพาะเลี้ยง จะก้าวหน้าไปได้ไกลเพียงใด การแช่แข็งร่างกายเพื่อฟื้นคืนชีพใหม่ มีเหตุผลทางวิทยาศาสตร์สนับสนุนอยู่มากน้อยเพียงใด ฯลฯ

จะเห็นได้ว่าเพียงแคคุณสมบัติอันเป็นเอกลักษณ์เฉพาะ 2 อย่างของ DNA คือ เรื่องของขนาด กับ รูปทรง (ซึ่งรวมเอาความเป็นระเบียบไว้ด้วย) และ เรื่องของความเป็นสากลของ DNA ก็มีเรื่องราวให้เล่าสู่กันฟังได้ยืดยาวถึงเพียงนี้กันแล้ว มาดูกันต่อเลยดีกว่านะครับว่า นอกจากสองเรื่องที่กล่าวถึงไปแล้ว ยังมีลักษณะพิเศษอะไรอื่นอีกของ DNA ที่น่าสนใจ และ ควรค่าแก่การนำมากล่าวถึง **ความเที่ยงตรงของ DNA**

ยังคงกันจำได้นะครับ สิ่งมีชีวิตทุกชนิดอาศัย DNA ชุดหนึ่ง (ซึ่งมีขนาดสั้น ยาวแตกต่างกันไป) ซึ่งเรียกรวมๆ ว่าเป็น "จีโนม" ของมัน ในการเก็บข้อมูลทางพันธุกรรม และ เป็นต้นแบบในการสร้างรุ่นลูกหลานสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันขึ้นมา

สำหรับมนุษย์เรานั้น ขนาดของ DNA ที่เป็นจีโนมดังกล่าว ยาวมากถึง 3 พันล้านหน่วย โดยทั้งหมดที่ว่านี้บรรจุอยู่ในโครโมโซมจำนวน 23 แท่ง (แต่จะให้ครบถ้วนจริงๆ ก็ต้องมีสองชุด รวมเป็น 46 พันล้านหน่วย) แต่ก็ดังที่กล่าวไปบ้างแล้วในตอนก่อนๆ คือ บางครั้งก็มีความผิดปกติซึ่งทำให้จำนวนโครโมโซมมาก หรือน้อยกว่านี้ได้ ซึ่งก็ก่อให้เกิดผลลัพธ์คือ เกิดเป็นโรคพันธุกรรมบางอย่าง

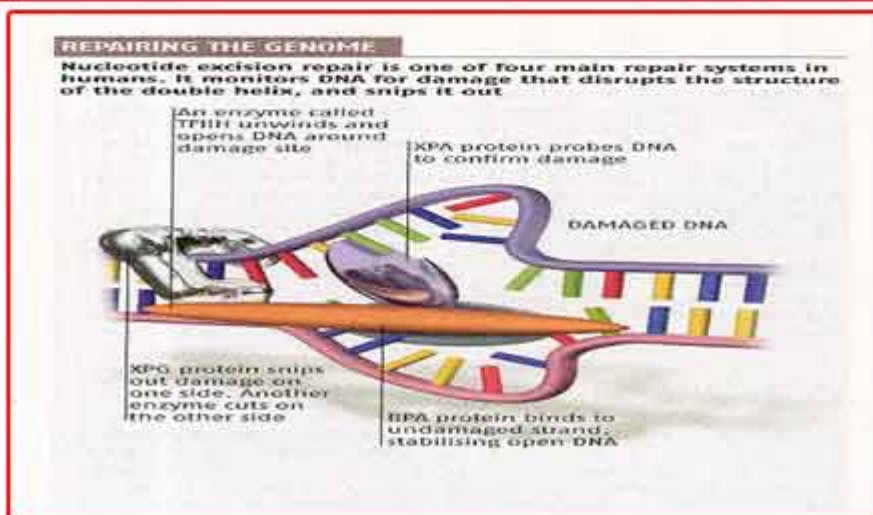
*บทความนี้ ได้รับการคุ้มครองลิขสิทธิ์ ตามพระราชบัญญัติ ทรัพย์สินทางปัญญา ลิขสิทธิ์ของบทความนี้ เป็นของผู้เขียน ซึ่งได้ให้เกียรติวิชาการ.คอม ในการนำเผยแพร่ เรามีความยินดี หากท่านจะนำบทความนี้ เผยแพร่สู่คนวงกว้างขึ้น โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อการศึกษา และไม่มีผลในเชิงธุรกิจ กรุณาให้เกียรติผู้เขียน โดยอ้างถึงชื่อผู้เขียน และ วิชาการ.คอม (<http://www.vcharkarn.com/>) ทุกครั้ง ที่มีการทำซ้ำบทความนี้ ห้ามนำบทความนี้ หรือส่วนหนึ่งส่วนใด ทำการเผยแพร่ต่อ ในสื่อที่ดำเนินการเพื่อธุรกิจทุกรูปแบบ ก่อนได้รับอนุญาตจากผู้เขียน ขอขอบคุณค่ะ ที่ช่วยร่วมกันสร้าง สังคมไทย ให้เป็นสังคมแห่งปัญญา

ชาวดีก็คือ ความผิดปกติที่กล่าวนำมาได้ไม่บ่อยนักนะครับ เพราะว่า กลไกควบคุมการสร้าง และ ตรวจสอบความถูกต้องมีความแม่นยำสูงมาก แต่ชาวร้ายก็คือ ยังมีความผิดปกติอื่นๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นได้ และ ที่แย่ไปกว่านั้นก็คือ *ความผิดปกติที่เรายังไม่ได้กล่าวถึงนี้ เกิดได้ง่ายและบ่อยกว่าเสียอีกครับ*

ตัวอย่างของความผิดปกติในแบบหลังที่ว่านี้ ก็เช่น การเปลี่ยนแปลงหน่วยพันธุกรรมเพียง 1 หน่วย (หรือ 1 เบส) เช่น เปลี่ยนจาก A ไปเป็น T แล้วไปมีผลทำให้โปรตีนที่เกิดจากการอ่านรหัสในช่วงดังกล่าว มีลักษณะผิดปกติไป ซึ่งหากจะเปรียบเทียบให้เห็นภาพแบบง่ายๆ ก็คงคล้ายๆ กับ การที่เปลี่ยนตัวอักษรในประโยคแล้ว “เสียความหมาย” ของทั้งประโยค (หรือ ทั้งย่อหน้า หรือ ทั้งบทความ) ไป เช่น หากรหัสพันธุกรรมถอดเป็นโปรตีนที่มีรหัสเทียบเท่ากับ “ทำดีได้ดี ทำชั่วได้ชั่ว” แต่ระหว่างการคัดลอกข้อมูล เกิดการเปลี่ยนรหัสไปหนึ่งตำแหน่งกลายเป็นโปรตีนที่แตกต่างจากเดิมเล็กน้อยคือ “ทำดีไม่ดี ทำชั่วได้ชั่ว”

ผลก็คือ การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวทำให้ “เสียความหมาย” ของข้อความข้างต้นไป (เทียบเท่ากับเสีย “โครงสร้าง” และ “หน้าที่” ของโปรตีนตัวดังกล่าวไป) นั่นเอง

การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวเกิดขึ้นจริงๆ ในร่างกายของคนเราตลอดเวลา ศัพท์ทางวิชาการเรียกว่า เกิดมีการกลายพันธุ์ หรือ มีวเตชันแบบเฉพาะตำแหน่ง (*หรือ point mutation*) นอกจากนี้แล้ว ก็ยังมีความผิดปกติชนิดที่เกิดจากการเติมเบสเข้ามาหรือตัดเบสบางตัวทิ้งไป รวมไปถึงการสลับเบสบางตำแหน่งไปมาอีกด้วย



[รูป 1- บน] ระบบการตรวจสอบความผิดปกติและซ่อมแซม DNA เป็นระบบในร่างกายสิ่งมีชีวิตที่มีประสิทธิภาพสูงมาก

[รูป 2 - ล่าง] การซ่อมแซม DNA อาศัยเอนไซม์หลายชนิดทำงานร่วมกัน

*บทความนี้ ได้รับการคุ้มครองลิขสิทธิ์ ตามพระราชบัญญัติ ทรัพย์สินทางปัญญา **ลิขสิทธิ์ของบทความนี้ เป็นของผู้เขียน** ซึ่งได้ให้เกียรติ **วิชาการ.คอม** ในการนำเผยแพร่ เรามีความยินดี หากท่านจะนำบทความนี้ เผยแพร่สู่คนวงกว้างขึ้น โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อการศึกษา และไม่มีผลในเชิงธุรกิจ กรุณาให้เกียรติผู้เขียน โดยอ้างถึงชื่อผู้เขียน และ **วิชาการ.คอม** (<http://www.vcharkarn.com/>) ทุกครั้ง ที่มีการทำซ้ำบทความนี้ **ห้ามนำบทความนี้ หรือส่วนหนึ่งส่วนใด** หากการเผยแพร่ต่อ ในสื่อที่ดำเนินการเพื่อธุรกิจทุกรูปแบบ **ก่อนได้รับอนุญาตจากผู้เขียน** ขอขอบคุณค่ะ ที่ช่วยร่วมกันสร้าง สังคมไทย ให้เป็นสังคมแห่งปัญญา

แต่ร่างกายมี “ระบบตรวจสอบ” ที่มีประสิทธิภาพดีมาก จึงมักจะสามารถแก้ไขความผิดพลาดดังกล่าวได้ทันทีที่เป็นส่วนใหญ่ นับเป็นระบบตรวจสอบคุณภาพที่ยอดเยียมมากนะครับ ดูๆ ไปแล้วก็คล้ายกับ *ระบบควบคุมคุณภาพหรือ คิวซี (QC, Quality Control)* ตามโรงงานอุตสาหกรรม นั่นเองนะครับ

แต่ในกรณีของ DNA นี้ เป็นคิวซีที่ธรรมชาติสร้างขึ้นอย่างพิถีพิถันนั่นเอง **[รูป 1]**

ที่ผมว่าต้องเป็นระบบคิวซีที่ยอดเยียมเนื่องจากว่า การที่จะตรวจสอบพบความผิดปกติเพียง 1 หน่วยพันธุกรรมในสายพันธุกรรมที่ยาวถึง 3 พันล้านหน่วยได้นั้น เรียกได้ว่า *ยากกว่าการตรวจสอบข้อความในสารานุกรมทั้งชุด (ที่หนาราวกับสมุดโทรศัพท์และมีนับสิบๆ เล่ม) แล้วเจอที่ผิดสักที่หนึ่งทีเดียว!*

ระบบตรวจสอบที่ว่ามีประสิทธิภาพดีขนาดที่เชื่อได้ว่า หากสังคมไทยสามารถตรวจสอบการฉ้อราษฎร์บังหลวง หรือ คอร์รัปชัน ในแวดวงต่างๆ (โดยเฉพาะอย่างยิ่งในวงการเมือง) ได้ดีเท่าระบบที่ว่า ประเทศไทยคงจะกลายเป็นประเทศพัฒนาแล้วในเวลาเพียงไม่กี่ปีเท่านั้น!!!

ระบบที่ว่านี้ ประกอบด้วยการทำงานของเอนไซม์ (ซึ่งก็คือ โปรตีนซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาทางชีวเคมี) จำนวนมากมายหลายชนิดที่ทำงานร่วมกันโดยจะมีขั้นตอนคร่าวๆ คือ แรกสุดก็มีการตรวจหาตำแหน่งซึ่งเกิดความผิดปกติขึ้น เมื่อพบแล้วก็มีการคลายเกลียว DNA และ ตัดหน่วยพันธุกรรมที่ผิดปกตินั้นออก จากนั้นจึงมีการนำหน่วยพันธุกรรมที่ถูกตัดมาใส่แทนที่ ขั้นตอนสุดท้าย ก็จะเป็นการเชื่อมต่อสาย DNA และ พันสายกลับเข้าที่เข้าทางดังเดิม **[รูป 2]**

“ระบบบำรุงรักษาข้อมูลพันธุกรรม” ซึ่งพัฒนามานานนับล้านๆ ปีไม่ได้มีเพียงที่วามาเท่านั้น ธรรมชาติยังได้เตรียม *“แผนสำรอง”* ไว้อีก กล่าวคือ ในร่างกายของสิ่งมีชีวิตชั้นสูงจะมีระบบตรวจสอบความผิดปกติอีกชุดหนึ่ง ซึ่งคอยตรวจสอบอยู่ ระบบที่ว่านี้ก็ทำงานด้วยโปรตีนและเอนไซม์ อีกนั่นแหละครับ

ในกรณีที่ความผิดปกติที่เกิดขึ้นมีมากเกินไปจนจะเยียวยาได้ ระบบสำรองที่ว่านี้ก็จะมี “ส่งสัญญาณ” บางอย่างออกมาว่าถึงจุดวิกฤตแล้ว และ ทำการเปิด *“โปรแกรมฆ่าตัวตายของเซลล์” (Programmed Cell Death)* ขึ้น สถานที่ซึ่งชัดเจนที่สุดที่เราพบการทำงานของระบบสำรองดังกล่าวก็คือ ภายในเซลล์เนื้องอก หรือ เซลล์มะเร็งของผู้ป่วย นั่นเอง

นี่เองที่เป็นคำอธิบายว่า เหตุใดคนในแถบศูนย์สูตร จึงไม่เป็นมะเร็งตายกันไปหมด ทั้งๆ ที่โดนแดดจัดๆ เล่นงานอยู่ตลอดทั้งปีและตลอดชีวิต

อีกตัวอย่างหนึ่งซึ่งแสดงถึงประสิทธิภาพระบบที่ว่านี้เป็นอย่างดี ก็คือ ในร่างกายของทารกในครรภ์มารดา ซึ่งมีการสร้างและพัฒนาอวัยวะต่างๆ ในอัตราเร็วที่เหลือเชื่อ ในระหว่างกระบวนการดังกล่าว การทำลายเซลล์เก่าที่ไม่ต้องการแล้วเพื่อนำสารต่างๆ มารีไซเคิลหรือใช้ซ้ำ เป็นเรื่องจำเป็นยิ่งยวดเลยทีเดียว หากไม่มีการย่อยสลายเซลล์เก่าอย่างถูกต้องตามขั้นตอน ก็จะทำให้การพัฒนาเซลล์ เนื้อเยื่อ และ อวัยวะต่างๆ ผิดปกติไปได้

อ้อ ... เกือบลืมไป โปรแกรมฆ่าตัวตายของเซลล์ที่ว่านี้มีชื่อเรียกอีกอย่างว่า *อะพอโทซิส (apoptosis)* ครับ ศัพท์คำนี้มาจากคำว่า apo (แยกออก, ต่างหากจากกัน) รวมกับคำในภาษากรีกว่า ptosis (อ่านว่า โทซิส, ตัว p ไม่ออกเสียง) ที่หมายถึง ตกลง (falling) ดังนั้น หากแปลโดยรวมๆ แบบลูกทุ่งหน่อยก็ต้องว่า คำนี้มี ความหมายโดยรากศัพท์ว่าเป็นการ *“การตกสู่สภาพที่แยกสลายออกจากกัน”* หรือ แปลไทยเป็นไทย (อีกที) ให้เข้าใจได้ง่ายๆ ก็คือ เป็นภาวะของการ “ตาย” แบบหนึ่ง (ซึ่งก็คือ *“การตายของเซลล์”*) เพราะเมื่อตายแล้วก็จะเปลี่ยนสภาพจากที่เคยเป็นอยู่ แยกสลายแยกย้ายกันไปเป็นธาตุดิน น้ำ ลม ไฟ ดังเดิมนั่นเอง

แต่อย่าเพิ่งนึกไปว่า การเปลี่ยนแปลงรหัสพันธุกรรมเล็กๆ น้อยๆ เหล่านี้จะมีแต่ข้อเสียเสมอไปนะครับ อันที่จริงคงต้องบอกว่า การที่มีสิ่งมีชีวิตมากมายจนนับแทบไม่ถ้วนปรากฏอยู่บนโลกใบนี้ ล้วนแต่เป็นผลพวงจากการที่มีกระบวนการเปลี่ยนแปลงรหัสพันธุกรรมเล็กๆ น้อยๆ พวกนี้เอง

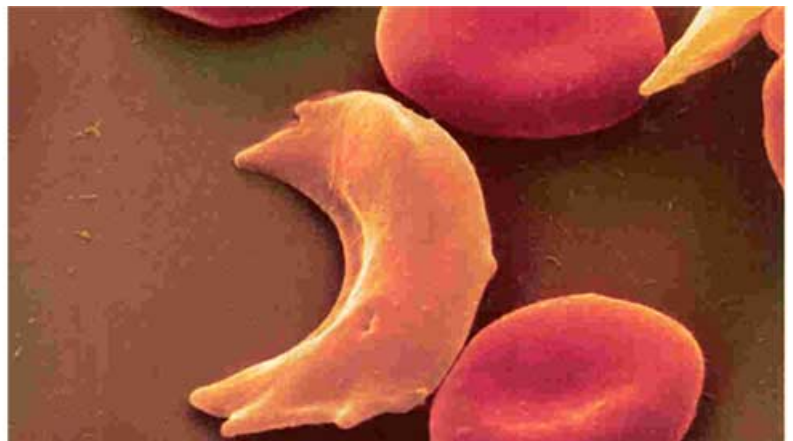
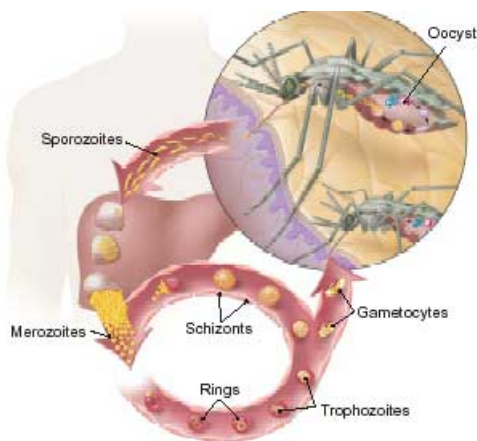
*บทความนี้ ได้รับการคุ้มครองลิขสิทธิ์ ตามพระราชบัญญัติ ทรัพย์สินทางปัญญา ลิขสิทธิ์ของบทความนี้เป็นของผู้เขียน ซึ่งได้ให้เกียรติ **วิชาการ.คอม** ในการนำเผยแพร่ เรามีความยินดี หากท่านจะนำบทความนี้ เผยแพร่สู่คนวงกว้างขึ้น โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อการศึกษา และไม่มีผลในเชิงธุรกิจ กรุณาให้เกียรติผู้เขียน โดยอ้างถึงชื่อผู้เขียน และ **วิชาการ.คอม** (<http://www.vcharkarn.com/>) ทุกครั้ง ที่มีการทำซ้ำบทความนี้ **ห้ามนำบทความนี้ หรือส่วนหนึ่งส่วนใด ทำการเผยแพร่ต่อ ในสื่อที่ดำเนินการเพื่อธุรกิจทุกรูปแบบ ก่อนได้รับอนุญาตจากผู้เขียน** ขอขอบคุณค่ะ ที่ช่วยร่วมกันสร้าง สังคมไทย ให้เป็นสังคมแห่งปัญญา

ทำไมจึงเป็นเช่นนั้นหรือครับ?

ตาม “ทฤษฎีวิวัฒนาการ” ของ ชาร์ลส์ ดาร์วิน นั้น วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆ เกิดขึ้นจากการที่สิ่งมีชีวิตต่อสู้ดิ้นรนกับสภาพธรรมชาติรอบตัว สิ่งมีชีวิตที่ปรับตัวได้ทันกับการเปลี่ยนแปลง เช่น ถ้ามีวิกฤตการณ์เรื่องอาหารเกิดขึ้นด้วยสาเหตุใดก็ตาม ไม่ว่าจะเป็นอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไปแบบปุบปับ เช่น ร้อนขึ้นกว่าเดิมหรือหนาวลงกว่าเดิมมากๆ ฯลฯ พวกที่ต้องการอาหารน้อยๆ ก็จะได้เปรียบมากกว่าในเรื่องการปรับตัว จึงมีโอกาที่จะอยู่รอดมากกว่า กระบวนการคัดสรรด้วยสิ่งแวดล้อมดังกล่าวนี้ ดาร์วิน เรียกว่าเป็น “การคัดเลือกตามธรรมชาติ (Natural Selection)”

นักวิทยาศาสตร์ตั้งสมมติฐานว่า สิ่งมีชีวิตแรกเริ่มน่าจะเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีโครงสร้างง่ายมากๆ (คือ อาจจะคล้ายกับพวกแบคทีเรียในปัจจุบัน) แต่หากเป็นไปตามแนวคิดของดาร์วิน ข้างต้น ก็อาจจะเป็นได้ว่า การที่ระบบการคัดลอกสารพันธุกรรมของพวกแบคทีเรียซึ่งมีประสิทธิภาพไม่ดีเท่าในสิ่งมีชีวิตชั้นสูง ทำให้เกิดมีชุดพันธุกรรมที่หน้าตาแปลกออกไปจากเดิมเกิดขึ้นอย่างมากมายและรวดเร็ว (เพราะแบคทีเรียแบ่งตัวเพิ่มจำนวนได้รวดเร็ว)

ซึ่งนั่นก็ย่อมหมายความว่า เกิดมีแบคทีเรียซึ่งมีรูปร่างหน้าตา และ ลักษณะต่างๆ แตกต่างกันไปเล็กน้อยๆ เต็มไปหมด แต่ธรรมชาติจะคัดเลือกไว้แต่พวกที่มีลักษณะเข้ากันได้กับสภาวะแวดล้อมตามธรรมชาติ “ในขณะนั้นๆ” ไว้ ส่วนพวกที่ไม่เหมาะสมเท่าก็อาจจะลดจำนวนลง หรือ แม้แต่จะสูญพันธุ์ไปจนหมดสิ้น แต่เนื่องจากระยะเวลาของวิวัฒนาการที่ยาวนานนับพันๆ ล้านปี ในที่สุด ก็เกิดเป็นสิ่งมีชีวิตที่หลากหลาย รวมทั้งสิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะซับซ้อน และ มีสติปัญญาอย่างมนุษย์เราด้วย



[รูป 3 - ซ้าย] มนุษย์ ยุง และ มาลาเรีย มีความเกี่ยวข้องกันอย่างลึกซึ้งผ่านการเปลี่ยนแปลงลำดับเบสใน DNA
[รูป 4 - ขวา] ลักษณะของเม็ดเลือดแดงปกติ (คล้ายซาลาเปา) และ เม็ดเลือดแดงที่เป็นรูปเคียว ในผู้ป่วยที่เป็นโรคโลหิตจางชนิดซิกเคิล เซลล์ (sickle cell anemia)

นอกจากความแตกต่างเล็กน้อยๆ จะสะสมตามกาลเวลาอันยาวนานจนมีผลก่อให้เกิดเป็นสิ่งมีชีวิตต่างๆ มากมายนับแทบไม่ถ้วนบนโลกใบนี้แล้ว ยังเป็น “สิ่งที่กำหนดความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่างหลายชนิด” จนไม่สามารถแยกออกจากกันได้ เช่น ยุงตัวเมียหลายชนิดที่จะวางไข่ได้ก็ต้องได้สารอาหารจากเลือดของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมบางชนิดเสียก่อน ซึ่งก็รวมทั้งคนด้วย ทำให้ปรสิตบางชนิดเช่น ปรสิตซึ่งก่อให้เกิดโรคมาลาเรียพัฒนาตัวเองจนมีวงจรชีวิตที่อาศัยอยู่ได้ในยุงช่วงหนึ่ง ก่อนที่จะย้ายมาอยู่ในร่างกายของคนเราอีกช่วงหนึ่ง **[รูป 3]**

ในถิ่นที่มีมาลาเรียกระจายอยู่ชุกชุม มีแพทย์สังเกตพบว่า มีจำนวนผู้ป่วยจากโรคโลหิตจางชนิดที่เป็นผลมาจากพันธุกรรม เช่น โรคโลหิตจางแบบที่มีเม็ดเลือดแดงรูปเคียว (sickle cell anemia) **[รูป 4]** หรือ โรคธาลัสซีเมีย (Thalassemia) มากกว่าในบริเวณอื่นๆ ที่ไม่มีมาลาเรีย

ต่อมานักวิทยาศาสตร์ก็พบเหตุผลว่า ที่เป็นเช่นนั้น เพราะว่าผู้ป่วยเหล่านี้ไม่ค่อยเป็นมาลาเรีย หรือ เมื่อเป็น

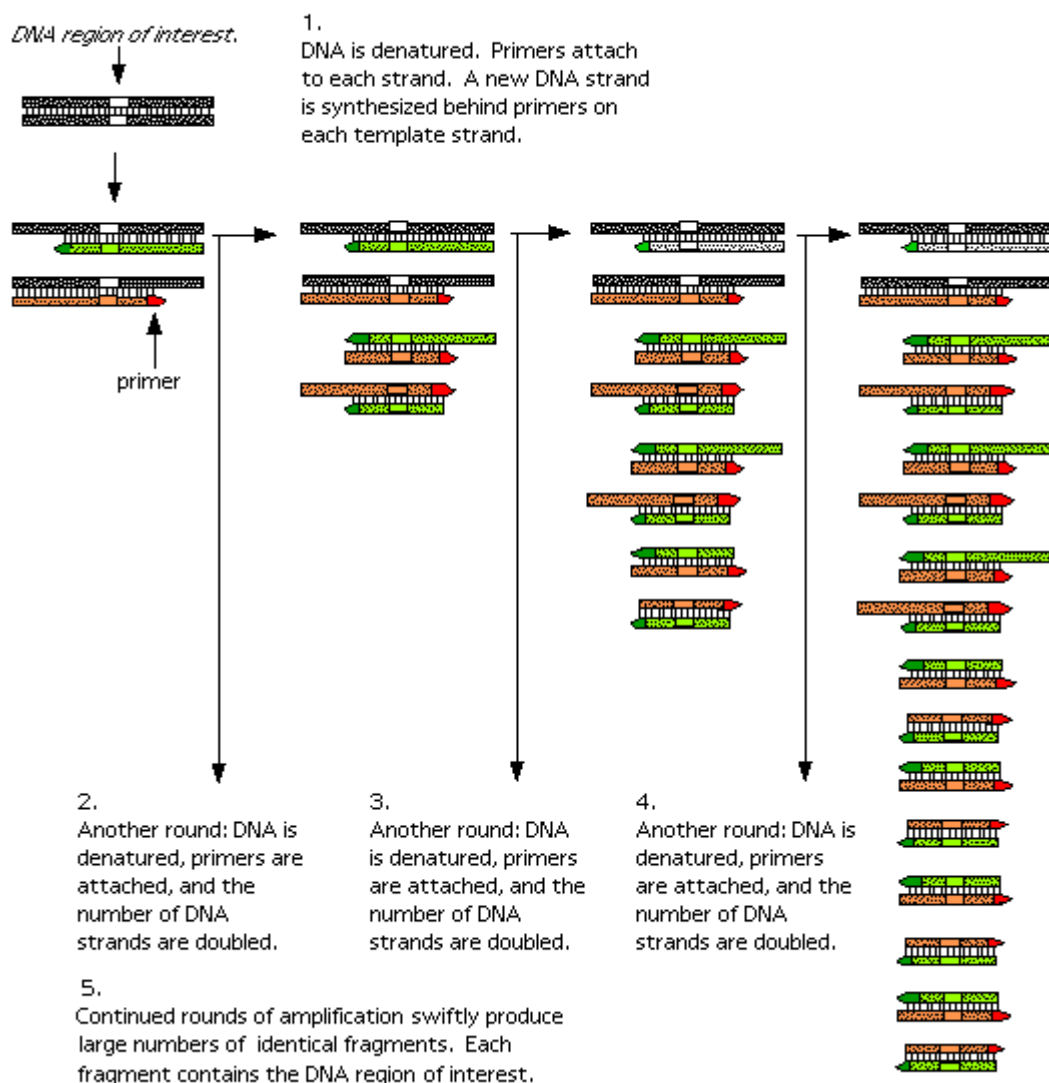
*บทความนี้ ได้รับการคุ้มครองลิขสิทธิ์ ตามพระราชบัญญัติ ทรัพย์สินทางปัญญา ลิขสิทธิ์ของบทความนี้เป็นของผู้เขียน ซึ่งได้ให้เกียรติวิชาการ.คอม ในการนำเผยแพร่ เรามีความยินดี หากท่านจะนำบทความนี้ เผยแพร่สู่คนวงกว้างขึ้น โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อการศึกษา และไม่มีผลในเชิงธุรกิจ กรุณาให้เกียรติผู้เขียน โดยอ้างถึงชื่อผู้เขียน และ วิชาการ.คอม (<http://www.vcharkarn.com/>) ทุกครั้ง ที่มีการทำซ้ำบทความนี้ ห้ามนำบทความนี้ หรือส่วนหนึ่งส่วนใด ทำการเผยแพร่ต่อ ในสื่อที่ดำเนินการเพื่อธุรกิจทุกรูปแบบ ก่อนได้รับอนุญาตจากผู้เขียน ขอขอบคุณที่ช่วยร่วมกันสร้าง สังคมไทย ให้เป็นสังคมแห่งปัญญา

มาลาเรียแล้วมีอาการที่ไม่รุนแรงเท่ากันคนทั่วไป ซึ่งเมื่อศึกษาสิกลงไปอีกก็พบว่า ที่เป็นเช่นนี้ก็เพราะผลเนื่องมาจาก มีการเปลี่ยนแปลงรหัสพันธุกรรมเพียงบางตำแหน่งในยีนที่ใช้สร้างโปรตีนซึ่งอยู่ในเม็ดเลือดแดง พุดอีกอย่างก็คือ โรคมาลาเรีย (ซึ่งบางชนิดอาจจะรุนแรงถึงเสียชีวิต) เป็น "การคัดเลือกตามธรรมชาติ" ที่ทำให้ผู้ที่มียีนที่ดัดแปลงแบบนี้มีโอกาสรอดชีวิตมากกว่าในบริเวณที่มีมาลาเรียชุกชุม

นี่เองที่เป็นเหตุผลว่า ทำไมผมจึงกล่าวว่า *มิวเตชันเป็นสิ่งที่กำหนดความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่างๆ หลายชนิดจนไม่สามารถแยกออกจากกันได้* เรียกว่าเป็นตัวกำหนด "ชะตาชีวิต" แบบหนึ่งก็คงได้กระมังครับ

ลองนึกถึงตัวอย่างอื่นๆ ดูบ้างสิครับ ไม่ว่าจะเป็น พืชเศรษฐกิจ หรือ สัตว์เศรษฐกิจหรือราคาแพง (เช่น สุนัข ปลา ม้า ฯลฯ) กับกาคัดเลือกพันธุ์โดยมนุษย์ หรือ ความสัมพันธ์ระหว่างพืชดอกกับการผสมพันธุ์ที่ต้องอาศัยแมลงบางชนิดเท่านั้น เป็นต้น ฯลฯ

POLYMERASE CHAIN REACTION



[รูป 5] การเพิ่มปริมาณ DNA ด้วยเทคนิคพีซีอาร์ มีประสิทธิภาพมาก เพราะ เพิ่มขึ้นแบบทวีคูณตลอดเวลา

ที่กล่าวมาข้างต้นเป็นระบบการรักษา "ความเที่ยงตรงของ DNA" ภายในร่างกายของสิ่งมีชีวิตชั้นสูงโดยทั่วไป รวมทั้งมนุษย์เราด้วย แต่ที่น่าทึ่งไม่ยิ่งหย่อนไปกว่ากันก็คือ เราสามารถจำลองกลไกการเพิ่มจำนวนสาร

*บทความนี้ ได้รับการคุ้มครองลิขสิทธิ์ ตามพระราชบัญญัติ ทรัพย์สินทางปัญญา ลิขสิทธิ์ของบทความนี้เป็นของผู้เขียน ซึ่งได้ให้เกียรติ **วิชาการ.คอม** ในการนำเผยแพร่ เรามีความยินดี หากท่านจะนำบทความนี้ เผยแพร่สู่คนวงกว้างขึ้น โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อการศึกษา และไม่มีผลในเชิงธุรกิจ กรุณาให้เกียรติผู้เขียน โดยอ้างถึงชื่อผู้เขียน และ **วิชาการ.คอม** (<http://www.vcharkarn.com/>) ทุกครั้ง ที่มีการทำซ้ำบทความนี้ ห้ามนำบทความนี้ หรือส่วนหนึ่งส่วนใด ทำการเผยแพร่ต่อ ในสื่อที่ดำเนินการเพื่อธุรกิจทุกรูปแบบ ก่อนได้รับอนุญาตจากผู้เขียน ขอขอบคุณที่ช่วยร่วมกันสร้าง สังคมไทย ให้เป็นสังคมแห่งปัญญา

พันธุกรรม และ การสร้างมิตochondria แบบต่างๆ ให้เกิดขึ้นได้ง่ายๆ ในหลอดทดลองได้อีกด้วย กระบวนการที่ว่านี้ มีชื่อเรียกว่า “ปฏิกิริยาลูกโซ่โพลีเมอเรส” หรือ “พีซีอาร์” (PCR, Polymerase Chain Reaction)

[รูป 5] ซึ่งค้นพบโดยนักวิทยาศาสตร์ชื่อ แครี มุลลิส [รูป 6] ในปี 2526



[รูป 6] แครี มุลลิส นักวิทยาศาสตร์รางวัลโนเบล ผู้ค้นพบวิธีการเพิ่มปริมาณ DNA ในหลอดทดลอง

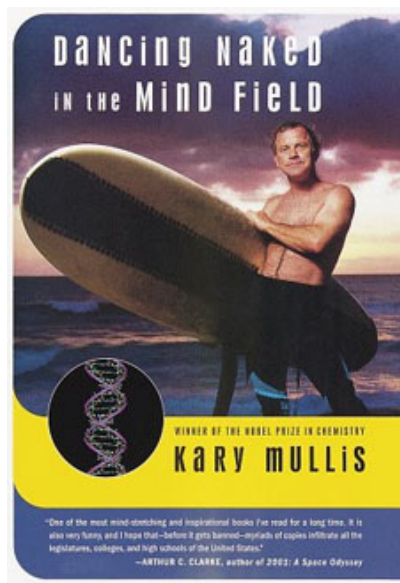
พีซีอาร์ มีส่วนช่วยเปลี่ยนโลกของนักวิทยาศาสตร์ และ นักวิจัยทางชีวภาพไปมากมาย ความสำเร็จของพีซีอาร์อยู่ที่ความเร็วและประสิทธิภาพของเทคนิคดังกล่าว เนื่องจากพีซีอาร์ช่วยให้เราสามารถเพิ่มปริมาณ DNA ได้แบบทวีคูณในเวลาเพียงไม่กี่นาที ดังนั้น ในช่วงระยะเวลาเพียง 2-3 ชั่วโมง เราอาจจะเพิ่มปริมาณ DNA ได้มากถึงนับล้านๆ เท่าได้อย่างง่ายดาย

ตัวอย่างการใช้งานพีซีอาร์ที่อาจจะใกล้ตัว แต่คนไทยส่วนใหญ่ไม่รู้กัน ก็คือ การใช้งานด้านนิติเวช เช่น การตรวจสอบ DNA ในเลือด, เซลล์ผิวหนัง, อสุจิ ฯลฯ ในบริเวณที่เกิดเหตุของการฆาตกรรม หรือ การข่มขืน นั่นเอง ด้วยประสิทธิภาพของพีซีอาร์นี้เองที่ทำให้ **หยดเลือดเพียงหยดเดียวในที่ที่เกิดเหตุอาจจะใช้เป็นหลักฐานมัดตัวคนร้ายได้!!!**

ความสำคัญและประโยชน์ของเทคนิคพีซีอาร์ดังกล่าว ส่งผลให้มุลลิสได้รับรางวัลโนเบลจากผลงานการค้นพบดังกล่าวในปี 2536 บริษัทซีตัส (Cetus) ซึ่งมุลลิสทำงานอยู่ขณะที่ค้นพบพีซีอาร์ เปลี่ยนแปลงจากบริษัทเล็กๆ โนเนมกลายเป็นบริษัทยักษ์ใหญ่ในวงการวิทยาศาสตร์ชีวภาพ

ต่อมาบริษัทซีตัสถูกซื้อกิจการในปี 2535 โดยบริษัทยักษ์ใหญ่คือ ฮอฟฟ์แมน-ลา โรช ด้วยราคาถึง 300 ล้านดอลลาร์อเมริกันเลยทีเดียว คงจะเห็นได้ไม่ยากนะครับว่า ความรู้จากการค้นพบทางวิทยาศาสตร์บางอย่างมีมูลค่าในทางการค้าสูงจนแทบจะเหลือเชื่อเลยทีเดียว

คราวหน้ามาดูความมหัศจรรย์ด้านอื่นๆ ของ DNA กันต่อนะครับ



แนะนำหนังสืออ่านเพิ่มเติม

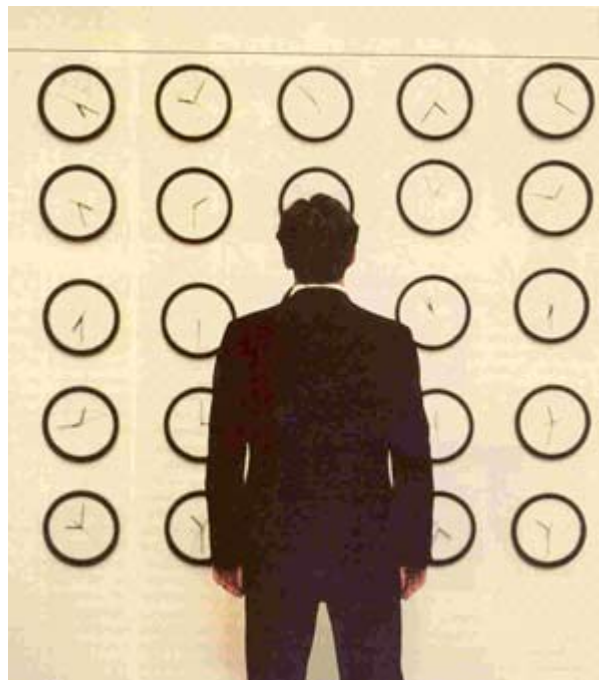
คราวนี้จะขอแนะนำหนังสือ Dancing Naked in the Mind Field (ตีพิมพ์ครั้งแรกปี 2541 และมีฉบับปกอ่อนออกมาในปี 2543, สำนักพิมพ์ Vintage) เป็นหนังสืออัตชีวประวัติของนักวิทยาศาสตร์รางวัลโนเบล แคร์รี่ มุลลิส ผู้ค้นพบเทคนิคพีซีอาร์ (ที่เล่าให้ฟังในมหัศจรรย์ DNA ตอนที่ 6 นี้) นั่นเอง หนังสือเล่มนี้น่าสนใจไม่น้อยทีเดียว เพราะคุณมุลลิส แกมินิสัยที่ค่อนข้างจะห้าวๆ เฮี้ยวๆ ตั้งแต่ตอนเป็นเด็กแล้ว แม้เมื่อโตแล้วก็ยังมีนิสัยห้าวๆ ที่ก่อเหตุให้ประหลาดใจได้เนืองๆ

ในหนังสือเล่มนี้จะมีบทแรกที่กล่าวถึงนาฬิกาประวัติศาสตร์ที่เขาค้นพบหลักการของเทคนิคพีซีอาร์ไว้ด้วย รับรองว่าสนุกและอ่านไม่ยากครับลองไปหามาอ่านกันดู

ในตอนที่แล้วผมได้เล่าให้ฟังแล้วว่า เนื่องจาก DNA มีความสำคัญมาก สิ่งมีชีวิตจึงมีระบบการซ่อมบำรุง DNA ที่มีประสิทธิภาพสูงเยี่ยม แต่ในทางตรงกันข้าม การเปลี่ยนแปลงเบส (หรือหน่วยพื้นฐานทางพันธุกรรม) ในลำดับ DNA ก็ยังเกิดขึ้นตลอดเวลาในสิ่งมีชีวิต และ เป็นพื้นฐานของกระบวนการวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตต่างๆ นั่นเอง นอกจากนี้ มนุษย์ยังได้คิดค้นจนหาวิธีสร้าง DNA ในหลอดทดลองได้อย่างง่าย และรวดเร็ว ซึ่งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขนาดใหญ่ทางเทคโนโลยีชีวภาพในเวลาต่อมา

คราวนี้ เราจะมาดูกันว่า DNA มีชีวิตที่ยืนยาวคงทนเพียงไร เมื่อเทียบกับอายุของมนุษย์เรา

ความยั่งยืนคงทนของ DNA



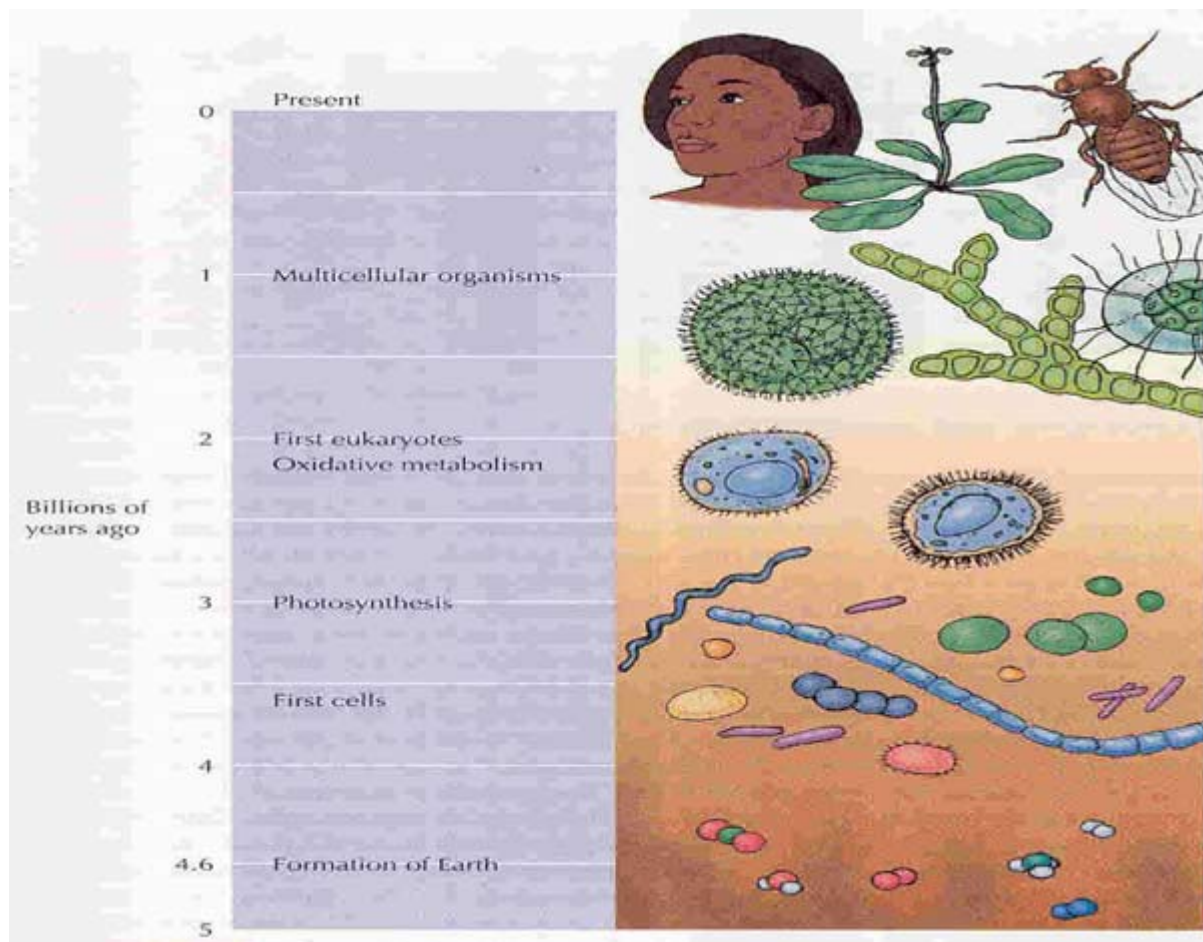
[รูป 1] มนุษย์กับกาลเวลามีหลายแง่มุมที่ชวนให้ฉงน

*บทความนี้ ได้รับการคุ้มครองลิขสิทธิ์ ตามพระราชบัญญัติ ทรัพย์สินทางปัญญา ลิขสิทธิ์ของบทความนี้เป็นของผู้เขียน ซึ่งได้ให้เกียรติ **วิชาการ.คอม** ในการนำเผยแพร่ เรามีความยินดี หากท่านจะนำบทความนี้ เผยแพร่สู่คนวงกว้างขึ้น โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อการศึกษา และไม่มีผลในเชิงธุรกิจ กรุณาให้เกียรติผู้เขียน โดยอ้างถึงชื่อผู้เขียน และ **วิชาการ.คอม** (<http://www.vcharkarn.com/>) ทุกครั้ง ที่มีการทำซ้ำบทความนี้ ห้ามนำบทความนี้ หรือส่วนหนึ่งส่วนใด ทำการเผยแพร่ต่อ ในสื่อที่ดำเนินการเพื่อธุรกิจทุกรูปแบบ ก่อนได้รับอนุญาตจากผู้เขียน ขอขอบคุณค่ะ ที่ช่วยร่วมกันสร้าง สังคมไทย ให้เป็นสังคมแห่งปัญญา

ปัจจุบันนี้ มนุษย์เรามีอายุเฉลี่ยมากกว่า 70 ปีแล้ว และมีผู้เฒ่าผู้แก่ทั่วโลกจำนวนไม่น้อยที่อายุยืนกว่า 100 ปี ซึ่งก็มากกระทั่งประเทศพัฒนาแล้วหลายประเทศเริ่มจะเป็นห่วงว่า ประเทศของตนจะมีผู้สูงอายุมากเกินไปในอนาคตอันใกล้นี้ เรื่องของอายุขัยที่ยืดยาวขึ้นนี้นับว่าเป็นผลโดยตรงจากความก้าวหน้าด้านวิทยาศาสตร์การแพทย์ เพราะเมื่อศตวรรษที่แล้วนี้เอง มนุษย์เรายังมีอายุเฉลี่ยไม่ถึง 50 ปีเลย **[รูป 1]**

แต่ที่น่าประหลาดใจไปกว่านั้นก็คือ *เวลาส่วนใหญ่ในประวัติศาสตร์ของมนุษยชาตินั้น มนุษย์มีอายุเฉลี่ยเพียงราว 20-30 ปีเท่านั้น* สาเหตุหลักก็เนื่องจากเสียชีวิตจากโรคภัยไข้เจ็บและภัยพิบัติตามธรรมชาติที่มีอยู่มากและในสมัยก่อนยังไม่อาจป้องกันได้ เนื่องจากยังไม่เข้าใจที่มาของโรคหรือภัยพิบัติเหล่านั้นนั่นเอง

คราวนี้ลองมาดูประวัติศาสตร์ของคนไทยกันบ้าง ก็จะเห็นได้ว่า กรุงรัตนโกสินทร์นั้นอายุยืนยาวกว่า 200 ปีแล้ว ในขณะที่กรุงศรีอยุธยาก็นับย้อนไปได้อีก 400 กว่าปี หากเป็นสมัยสุโขทัยก็เริ่มต้นที่ราวพุทธศตวรรษที่ 17 หรือราว 800 กว่าปีที่แล้ว ซึ่งหากเทียบกับประเทศเกิดใหม่อย่างสหรัฐอเมริกา (อายุเท่าๆ กับรัชสมัยรัตนโกสินทร์ของเราเท่านั้น) ประเทศไทยหรือสยามของเราก็เก่าแก่กว่าหลายเท่าอยู่ แต่หากไปเทียบกับประเทศที่เป็นอารยธรรมเก่าแก่ของโลกอย่างประเทศจีน อินเดีย อิรัก อียิปต์ ฯลฯ ประเทศไทยก็อาจจะ “ดูใหม่” ไปนิดเดียว เพราะประเทศเหล่านี้มีอารยธรรมที่อ้างอิงถึงได้กลับไปอย่างน้อยก็ราว 4-5 พันปีเลยทีเดียว

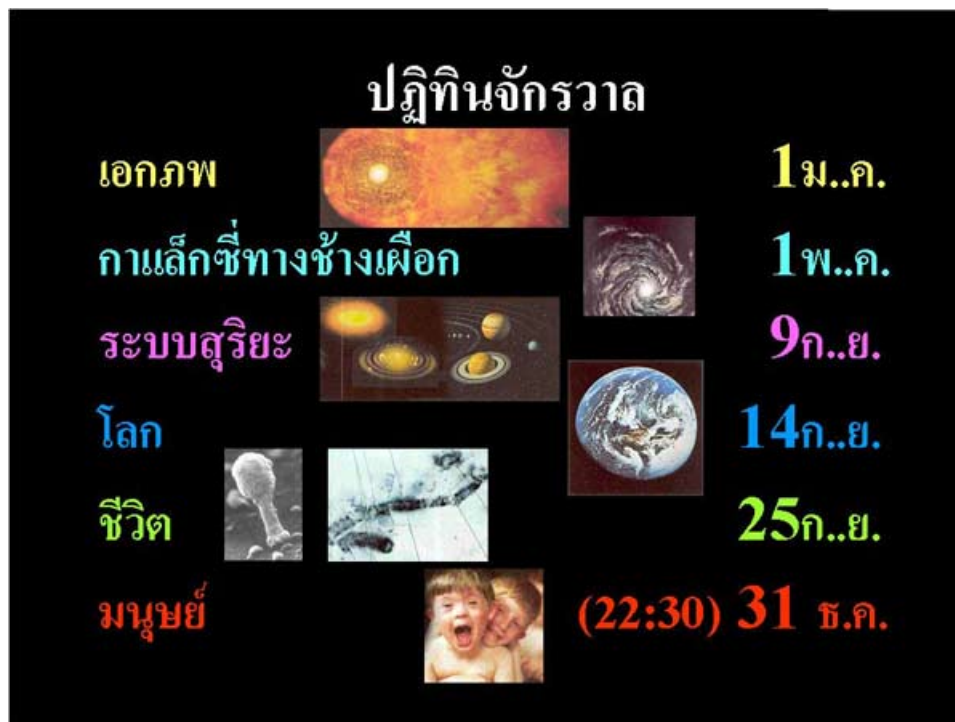


[รูป 2] ชีวิตแรกและมนุษย์ มีความสัมพันธ์ต่อกันอย่างลึกซึ้งผ่าน DNA

แต่ไม่ว่าจะเป็นหลายร้อยหรือหลายพันปีก็คงกลายเป็นเรื่องเล็กน้อยไป เมื่อนำมาเทียบกับอายุของ DNA เพราะ DNA นั้นมีกำเนิดมาแล้วไม่น้อยกว่า 3 พันล้านปี หรือ กล่าวอีกนัยหนึ่งคือ ธรรมชาติเริ่มบันทึก “ประวัติศาสตร์ของชีวิตบนโลก” เอาไว้เป็นครั้งแรกในรูปของ DNA ก่อนที่มนุษย์เริ่มบันทึกประวัติศาสตร์ของตนเป็นลายลักษณ์อักษร (ราว 4 พันปีที่แล้ว) นับหลายแสนเท่านั่นเอง! **[รูป 2]**

*บทความนี้ ได้รับการคุ้มครองลิขสิทธิ์ ตามพระราชบัญญัติ ทรัพย์สินทางปัญญา ลิขสิทธิ์ของบทความนี้เป็นของผู้เขียน ซึ่งได้ให้เกียรติ **วิชาการ.คอม** ในการนำเผยแพร่ เรามีความยินดี หากท่านจะนำบทความนี้ เผยแพร่สู่คนวงกว้างขึ้น โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อการศึกษา และไม่มีผลในเชิงธุรกิจ กรุณาให้เกียรติผู้เขียน โดยอ้างถึงชื่อผู้เขียน และ **วิชาการ.คอม** (<http://www.vcharkarn.com/>) ทุกครั้ง ที่มีการทำซ้ำบทความนี้ **ห้ามนำบทความนี้ หรือส่วนหนึ่งส่วนใด ทำการเผยแพร่ต่อ ในสื่อที่ดำเนินการเพื่อธุรกิจทุกรูปแบบ ก่อนได้รับอนุญาตจากผู้เขียน** ขอขอบคุณค่ะ ที่ช่วยร่วมกันสร้าง สังคมไทย ให้เป็นสังคมแห่งปัญญา

จะคุยเรื่องนี้ให้ชัดเจน คงต้องย้อนเวลากลับไปดูประวัติศาสตร์โลก และ ประวัติศาสตร์จักรวาลกันสักเล็กน้อย จากนั้นเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับ DNA และมนุษย์ก็จะเห็นได้อย่างชัดเจนว่า DNA นั้นมีประวัติความเป็นมาที่เก่าแก่จนเหลือเชื่อเลยทีเดียว



[รูป 3] ปฏิทินจักรวาลที่ครอบคลุมเวลาจากแรกกำเนิดจักรวาลจนถึงปัจจุบัน

เพื่อเปรียบเทียบให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น ผมจะขอใช้วิธีที่คุณคาร์ล เซแกน¹ เคยคิดเอาไว้อย่างยอดเยี่ยม กระเทียมดอง นั่นก็คือ เราจะใช้ “**ปฏิทินจักรวาล**” (*Cosmic Calendar*) มาเป็นเครื่องมือในการ “ชิมชั๊บ” และ “รับรู้” อายุของสิ่งต่างๆ โดยในปฏิทินดังกล่าวจะกำหนดให้ช่วงเวลาวันที่แรกของวันที่ 1 มกราคม เป็นช่วงการเกิดจักรวาลตาม *ทฤษฎีบิกแบง* (*Big Bang Theory*) ณ เวลาดังกล่าวนีเองที่ทุกสิ่งทุกอย่างในจักรวาลเริ่มเกิดขึ้นจากการระเบิดครั้งใหญ่ที่สุด ครั้งแรกและครั้งเดียว (เท่าที่มนุษย์จะรับรู้ได้) ของจักรวาล จากนั้นเวลาก็ดำเนินไปและเกิดเหตุการณ์ต่างๆ ดังปฏิทินจักรวาลใน [รูป 3]

จากปฏิทินจักรวาลจะเห็นได้แน่ชัดว่า ภายหลังการก่อกำเนิดของจักรวาลหรือเอกภพนั้น สภาพโดยทั่วไปก็คือนิ่งไร้ชีวิตอยู่นาน เพราะจนล่วงเข้าวันกรรมกร (1 พฤษภาคม) ซึ่งก็เกือบจะกลางปีเข้าไปแล้ว ก็ยังเพิ่งจะสร้างกาแล็กซีทางช้างเผือก หรือ ที่ฝรั่งเค้าเรียกว่ากาแล็กซีธรรานัม (The Milky Way Galaxy) เสร็จเท่านั้น กาแล็กซีนี้เองที่โลกเราเป็นสมาชิกอยู่ ในสภาพดังกล่าวนี้ไม่อาจจะมีชีวิตเกิดขึ้นได้แน่ครับ

ล่วงเลยต่อมาจนถึงวันที่ 9 เดือน 9 (ก็เดือนกันยายนั่นแหละครับ) ระบบสุริยะของเราก็มีดวงอาทิตย์เป็นประธานอยู่ตรงกลางก็เริ่มเป็นรูปเป็นร่างมากขึ้น ซึ่งก็ยังไม่มีการเกิดชีวิตขึ้นอยู่นั่นเอง (แต่ที่อื่นในจักรวาลนี้ ... ไม่อาจจะทราบได้เหมือนกันนะครับ) ต่อมาอีกห้าวัน โลกจึงเกิดมีลักษณะเป็นโลกอย่างที่เรารู้จักกันในปัจจุบัน (อันนี้กล่าวโดยรวมๆ ถึงลักษณะโดยทั่วไปนะครับ เพราะ ถ้าดูรายละเอียดกันก็อาจจะไปอีกโลกหนึ่ง ที่อาจจะกล่าวได้ว่าต่างกับโลกปัจจุบันกันคนละเรื่องได้เหมือนกัน เช่น ปริมาณของก๊าซที่เป็นองค์ประกอบของอากาศต่างกัน ลักษณะทวีปก็เป็นทวีปขนาดใหญ่เพียงทวีปเดียว ฯลฯ)

¹บทความนี้ ได้รับการคุ้มครองลิขสิทธิ์ ตามพระราชบัญญัติ ทรัพย์สินทางปัญญา ลิขสิทธิ์ของบทความนี้เป็นของผู้เขียน ซึ่งได้ให้เกียรติวิชาการ.คอม ในการนำเผยแพร่ เรามีความยินดี หากท่านจะนำบทความนี้ เผยแพร่สู่คนวงกว้างขึ้น โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อการศึกษา และไม่มีผลในเชิงธุรกิจ กรุณาให้เกียรติผู้เขียน โดยอ้างถึงชื่อผู้เขียน และ วิชาการ.คอม (<http://www.vcharkarn.com/>) ทุกครั้ง ที่มีการทำซ้ำบทความนี้ ห้ามนำบทความนี้ หรือส่วนหนึ่งส่วนใด ทำการเผยแพร่ต่อ ในสื่อที่ดำเนินการเพื่อธุรกิจทุกรูปแบบ ก่อนได้รับอนุญาตจากผู้เขียน ขอขอบคุณที่ช่วยร่วมกันสร้าง สังคมไทย ให้เป็นสังคมแห่งปัญญา

จากจุดนี้เองที่โลกค่อยๆ เปลี่ยนแปลงไปจนมีลักษณะที่เกื้อหนุนต่อการก่อกำเนิดของชีวิตได้ ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ก็ประมาณกันว่าชีวิตแรกบนโลกน่าจะเกิดขึ้นในราววันที่ 25 กันยายน กล่าวได้ว่า การเปลี่ยนแปลงสำคัญ ที่นำไปสู่การเกิดชีวิตเกิดขึ้นในช่วงต้น กลาง และปลายเดือนกันยายนี่เอง

นี่หากว่าเป็นทางโหราศาสตร์ก็อาจจะผูกดวงว่า *ระบบสุริยะ โลก และ ชีวิตบนโลกนี้น่าจะ "ดวงแข็ง" และ "เจริญก้าวหน้า" ในชีวิตเป็นอย่างดี* เพราะธรรมชาติสงมาเกิดในเดือนเก้า (9) นี่เอง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ระบบสุริยะที่กำเนิดในวันที่ 9 เดือน 9 เลยทีเดียว!!!

ในปฏิทินจักรวาลนี้ มนุษย์กำเนิดที่เวลาไหนหรือครับ?

โนนเลยครับ วันสุกดิบก่อนปีใหม่ 31 ธันวาคม จึงได้มีมนุษย์เผ่าพันธุ์เราท่านที่มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Homo sapiens* เกิดขึ้น แคมเวลาคงฟากก็ประมาณสี่หมื่นครั้งเข้าไปโนนแล้ว เรียกว่ามนุษย์นี้ หากถือตามสเกลจักรวาลแล้ว ... ก็เอ๋ยอ้างความเก่าแก่ไม่ได้เอาเสียเลย

กลับไปวันที่ 25 กันยายน ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่เหมาะสมกันว่า สิ่งมีชีวิตง่ายๆ แรกสุดน่าจะเกิดขึ้น ในตอนที่ 5 ผมเคยเล่าให้ฟังแล้วว่า DNA เป็นภาษาสากลของสิ่งมีชีวิตบนโลกใบนี้ (ชนิดที่แทบจะไม่มีข้อยกเว้น) ดังนั้น หากสิ่งมีชีวิตที่เป็นต้นกำเนิดของสิ่งมีชีวิตทั้งมวลที่เราพบเห็นกันอยู่ในปัจจุบันเกิดขึ้นในช่วงนี้ ก็ย่อมหมายความว่า ...

DNA ก็น่าจะเกิดในช่วงระยะเวลาไล่เรียงกันนี้เอง!

แต่เรื่องนี้ก็ยังไม่มียุติ และก็ยังเป็นที่ถกเถียงกันอยู่เหมือนกันนะครับว่า "ปฐมชีวิต" ที่แรกเกิดขึ้นนั้น อาจจะใช่ "อาร์เอ็นเอ" หรือ "โปรตีน" หรือ สารพันธุกรรมแบบอื่นๆ (ซึ่งก็น่าสนใจว่า จะเป็นอะไรได้บ้าง) ที่ต่อมาเป็นผู้พาแพ่ต่อเกมชีวิตบนโลก และ สาบสูญไปแล้วจนหมดสิ้นก็เป็นได้เช่นกัน

แต่เนื่องจากซากฟอสซิลของแบคทีเรียในยุคแรกเริ่มที่ค้นพบแล้วว่าทั้งร่องรอยอยู่ในแผ่นหิน มีลักษณะคล้ายกันมากกับแบคทีเรียบางชนิดที่พบได้ในปัจจุบัน ความคิดที่ว่าสารพันธุกรรมที่แบคทีเรียเหล่านั้นใช้ก็น่าจะเป็น DNA เช่นกัน ก็เลยมีความเป็นไปได้ไม่น้อย

*บทความนี้ ได้รับการคุ้มครองลิขสิทธิ์ ตามพระราชบัญญัติ ทรัพย์สินทางปัญญา ลิขสิทธิ์ของบทความนี้ เป็นของผู้เขียน ซึ่งได้ให้เกียรติ [วิชาการ.คอม](http://www.vcharkarn.com) ในการนำเผยแพร่ เรามีความยินดี หากท่านจะนำบทความนี้ เผยแพร่สู่คนวงกว้างขึ้น โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อการศึกษา และไม่มีผลในเชิงธุรกิจ กรุณาให้เกียรติผู้เขียน โดยอ้างถึงชื่อผู้เขียน และ [วิชาการ.คอม](http://www.vcharkarn.com) (<http://www.vcharkarn.com/>) ทุกครั้ง ที่มีการทำซ้ำบทความนี้ ห้ามนำบทความนี้ หรือส่วนหนึ่งส่วนใด ทำการเผยแพร่ต่อ ในสื่อที่ดำเนินการเพื่อธุรกิจทุกรูปแบบ ก่อนได้รับอนุญาตจากผู้เขียน ขอขอบคุณค่ะ ที่ช่วยร่วมกันสร้าง สังคมไทย ให้เป็นสังคมแห่งปัญญา

ปฏิทินจักรวาล เดือนธันวาคม						
อาทิตย์	จันทร์	อังคาร	พุธ	พฤหัสบดี	ศุกร์	เสาร์
	1 	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15		17	18	19 	
21 	22 	23		25	26 	
28 		30 	31 			

[รูป 4] ปฏิทินจักรวาลเฉพาะเดือนธันวาคม (ดูคำอธิบายในเนื้อเรื่อง)

คราวนี้ หากเราเปิดปฏิทินจักรวาลต่อไปเพื่อดูรายละเอียดของเดือนธันวาคม [รูป 4] เราก็จะพบเรื่องน่าประหลาดใจมากยิ่งขึ้นไปอีก นั่นก็คือ สิ่งมีชีวิตที่มีความซับซ้อนและมีจำนวนเซลล์มากกว่าหนึ่งเซลล์เพิ่งเริ่มเกิดมีมากขึ้น (ทั้งชนิดและจำนวน) ก็ในช่วงหลังของเดือนธันวาคมแล้ว ซึ่งก็เป็นไปได้ว่า เป็นผลสืบเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศที่มีก๊าซออกซิเจนมากขึ้นตั้งแต่วันที่ 1 ธันวาคม ซึ่งก็เป็นผลจากการที่สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวในทะเลเริ่มเพิ่มจำนวนมากขึ้น จึงปล่อย "ของเสีย" จากการสังเคราะห์แสงของมันออกมา

ของเสียที่ว่านี้ก็คือ "ก๊าซออกซิเจน" ที่มนุษย์ (และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ อีกจำนวนมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่ง พวกสัตว์ต่างๆ ที่สร้างอาหารเองไม่ได้) ใช้ในการดำรงชีวิต นั่นเอง

หากไล่เรียงการกำเนิดของบรรดาสสิ่งมีชีวิตต่างๆ ในเดือนธันวาคม ก็จะพบว่า พวกหนอนเริ่มปรากฏตัวขึ้นก่อน ในราววันที่ 16 จากนั้นจึงตามมาด้วยสัตว์มีกระดูกสันหลังพวกแรกๆ คือบรรดาปลากระดูกแข็งทั้งหลาย (วันที่ 19) ต่อมาจึงเกิดมีพวกพืชบนดินทั้งหลาย (วันที่ 20) ซึ่งตามมามากๆ ด้วยแมลง (วันที่ 21) ซึ่งหลายชนิดก็ช่วยพืชเหล่านี้ในการผสมเกสรและแพร่พันธุ์ ในเวลาไล่เรียงกันนั่นเองก็มีสัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำเกิดขึ้น และหนีจากแหล่งน้ำที่แออัดขึ้นทุกที โดยตามขึ้นมารับประทานแมลงและพืชพันธุ์อันอุดมสมบูรณ์บนผืนดิน

กระทั่งวันคริสต์มาสอีฟ (24 ธันวาคม) นี้เองที่ ไดโนเสาร์ชนิดแรกถือกำเนิดขึ้นบนโลก จากนั้นมันก็ประสบความสำเร็จเป็นอย่างสูงในการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมบนผืนดินและในผืนน้ำบนโลก ไดโนเสาร์บางชนิดถึงกับสามารถเห็นร้อนและบินไปในอากาศได้ด้วยซ้ำไป จนกลายเป็นบรรพบุรุษของสัตว์จำพวกนกไปในที่สุด

ไดโนเสาร์ครองโลกอยู่นานถึง 5 วันจักรวาล แต่ต่อมาก็ต้องพากันล้มตายจนสูญพันธุ์ไปแทบหมดสิ้นในวันโลก (เกือบ) แดก เนื่องจากมีดาวเคราะห์น้อยหรืออุกกาบาตขนาดมหึมาพุ่งชนโลกในวันที่ 28 ธันวาคมของปฏิทินจักรวาล หรือ เท่ากับราว 65 ล้านปีก่อนในยุคทางธรณีวิทยาที่เรียกว่า *ครีเตเชียส* (Cretaceous) นั่นเอง

*บทความนี้ ได้รับการคุ้มครองลิขสิทธิ์ ตามพระราชบัญญัติ ทรัพย์สินทางปัญญา ลิขสิทธิ์ของบทความนี้เป็นของผู้เขียน ซึ่งได้ให้เกียรติวิชาการ.คอม ในการนำเผยแพร่ เรามีความยินดี หากท่านจะนำบทความนี้ เผยแพร่สู่คนวงกว้างขึ้น โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อการศึกษา และไม่มีผลในเชิงธุรกิจ กรุณาให้เกียรติผู้เขียน โดยอ้างถึงชื่อผู้เขียน และ วิชาการ.คอม (<http://www.vcharkarn.com/>) ทุกครั้ง ที่มีการทำซ้ำบทความนี้ ห้ามนำบทความนี้ หรือส่วนหนึ่งส่วนใด ทำการเผยแพร่ต่อ ในสื่อที่ดำเนินการเพื่อธุรกิจทุกรูปแบบ ก่อนได้รับอนุญาตจากผู้เขียน ขอขอบคุณที่ช่วยร่วมกันสร้าง สังคมไทย ให้เป็นสังคมแห่งปัญญา

ในยุคที่พบเห็นไดโนเสาร์ได้ทุกหนแห่งบนโลกนี้เอง หลังวันคริสต์มาสหนึ่งวัน (วันที่ 26) ก็มีสัตว์เลื้อยลูกด้วยนมขนาดเล็ก (คาดว่าน่าจะขนาดเท่าๆ กันหนูเท่านั้น) ที่ไม่สลักสำคัญอะไรชนิดหนึ่งเกิดขึ้น แต่สัตว์ขนาดเล็กที่วิ่งหัวซุกหัวซุนหนีไดโนเสาร์ที่จะมาจับพวกมันกินเป็นอาหารนี่เองที่กลายมาเป็นต้นตระกูลของมนุษย์ต่อไป

ภายหลังการสูญพันธุ์ครั้งยิ่งใหญ่ที่สุดครั้งหนึ่งบนโลก (มีหลักฐานที่อาจเชื่อได้ว่าเคยเกิดเหตุการณ์คล้ายคลึงกันก่อนหน้านี้เช่นกัน) ที่กวาดล้างเอาไดโนเสาร์ไปจนจนเจียนจะหมด สิ่งมีชีวิตที่หลงเหลืออยู่ก็ต่อสู้ดิ้นรนเพิ่มจำนวนกันขนานใหญ่ สัตว์เลื้อยลูกด้วยนมเป็นกลุ่มที่ประสบความสำเร็จสูงสุดในเรื่องนี้

แต่ต้องรอกะทั่งวันที่ 29 ธันวาคมจึงได้มี *ไพรเมต (primate)* ชนิดแรกเกิดขึ้น คำว่า “ไพรเมต” ก็คือกลุ่มของสัตว์ที่มีลักษณะร่วมกันบางประการ ที่สำคัญก็คือ มีขนาดสมองที่ใหญ่และมีประสาทสัมผัสในการมองเห็นพัฒนาจนมีความสำคัญมากกว่าการดมกลิ่น นอกจากนี้ ยังมีลักษณะเฉพาะอีกหลายอย่าง เช่น มีมือที่มีความสามารถในการหยิบจับ, มีนิ้วหัวแม่มือซึ่งพับแนบขวางกับนิ้วอื่นๆ ที่เหลือได้, มีเล็บ, มีนิ้วเท้าขนาดใหญ่ ฯลฯ

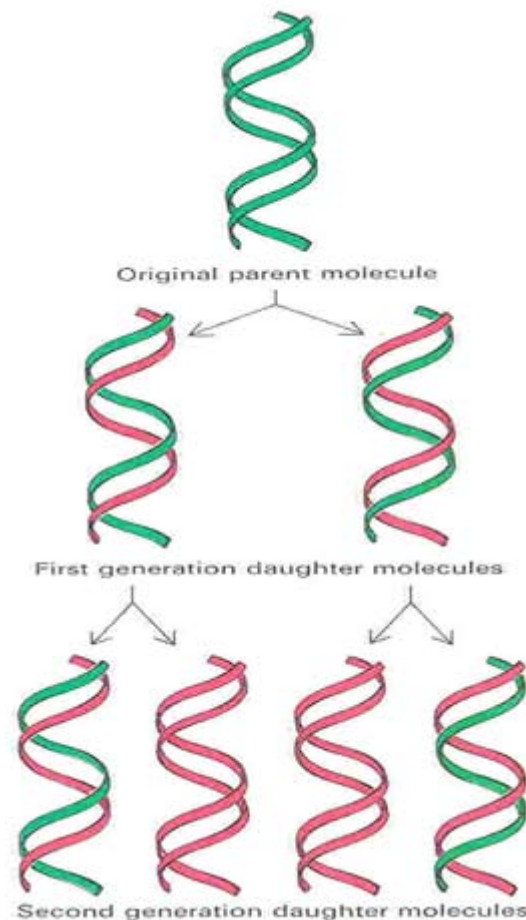
ไพรเมตที่ใกล้ชิดกับมนุษย์มากที่สุดก็คือ *ลิง (monkey)* และ *เอป (ape)* ลักษณะสำคัญของเอปที่ต่างจากลิงก็คือ เอปมีขนาดร่างกายที่ใหญ่กว่าและไม่มีหาง ตัวอย่างของเอปก็คือ ชะนี, อูรังอุตัง, กอริลลา และชิมแปนซีบางคนจึงมักเรียกเอปว่าเป็น “ลิงใหญ่” หรือ “ลิงไร้หาง” ซึ่งก็ไม่ผิดแต่อย่างใด (เพราะบังเอิญว่าเอปทุกชนิดมีลักษณะดังกล่าวพอดี) *แต่ก็อาจจะไม่ใช่คำตอบที่ดีนัก* เพราะ ดังที่กล่าวแล้วข้างต้นคือ การที่จะจัดว่าสิ่งมีชีวิตนั้นๆ เป็นเอปหรือไม่ พิจารณาจากลักษณะหลายประการด้วยกัน ไม่ใช่เพียงดูจากขนาดของร่างกาย หรือ ว่าดูเพียงว่ามีหางหรือไม่เท่านั้น

ความจริงหับศัพท์ไปเลยว่า “เอป” น่าจะสื่อได้ตรงกว่ากระมังครับ!

ต้องรอกะทั่งวันที่ 30 ธันวาคมแน่ครับ จึงจะเกิดต้นตระกูลบรรพบุรุษของมนุษย์ (ที่เรียกว่า โฮมินิด (hominid)) ซึ่งแยกสายพันธุ์ออกมาจากสายพันธุ์ของเอปชนิดอื่นๆ พุดง่ายๆ อีกอย่างว่าเกิดมี “*มนุษย์วานร*” หรือ “*วานรมนุษย์*” เกิดขึ้น เพราะบรรดาโฮมินิดนี้ยังมีลักษณะหลายอย่างที่กำลังระหว่างลิงกับคน และ ดังที่ได้เกริ่นไว้แล้วคือ สายพันธุ์มนุษย์ปัจจุบันนั้นปรากฏโฉมบนโลกในวันสุดท้ายของปีในปฏิทินจักรวาลนี้เอง

แครอลัส ลินเนียส ปรมาจารย์ด้านอนุกรมวิธาน ซึ่งเป็นผู้ “จัดระเบียบชื่อของสิ่งมีชีวิต” และเป็นผู้ตั้งชื่อสิ่งมีชีวิตไว้เป็นจำนวนมาก ซึ่งก็ยังใช้กันอยู่จนปัจจุบัน เป็นผู้ที่ตั้งชื่อสปีชีส์มนุษย์ว่า *Homo sapiens* ซึ่งมีความหมายว่า “*มนุษย์ผู้ชาญฉลาด*” (man the wise)

ชื่อดังกล่าวเป็นที่ยอมรับและใช้กันจนจนกระทั่งปัจจุบัน แต่ก็มักจะมีผู้ตั้งข้อสังเกตอยู่เสมอว่า *เป็นชื่อที่ชวนเข้าใจผิดหรือไม่, อย่างใด!!!*



[รูป 5] การเพิ่มจำนวน DNA เป็นแบบกึ่งอนุรักษ์

กลับมาที่ DNA กันอีกทีนะครับ หากชีวิตเมื่อสมัยแรกเริ่มก็ใช้ DNA เช่นเดียวกับสิ่งมีชีวิตในปัจจุบันคงจะเป็นเรื่องที่น่าสนใจเป็นอย่างยิ่งสำหรับนักวิทยาศาสตร์ เนื่องจากกลไกการเพิ่มจำนวนตัวเองของ DNA นั้นเป็นแบบ “กึ่งอนุรักษ์” (semiconservative) ดัง [รูป 5] นั่นก็คือ ทุกครั้งที่จะมีการสร้างสาย DNA ขึ้นใหม่ สาย DNA เดิมจะแยกออกจากกันและทำหน้าที่เป็น “ต้นแบบ” หรือ “แม่พิมพ์” ในการสร้างสาย DNA สายใหม่ ดังนั้น เมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการ สาย DNA คู่ใหม่ก็จะประกอบด้วย DNA หนึ่งสายที่สร้างขึ้นใหม่ กับอีกหนึ่งสายที่เป็นสาย DNA ที่มีอยู่เดิม นี่เองจึงเป็นที่มาของชื่อวิธีการเพิ่มจำนวนว่าเป็นแบบ “กึ่งอนุรักษ์”

ดังนั้น สาย DNA ต้นฉบับเก่าแก่สมัยหลายพันล้านปีที่แล้ว ก็อาจจะอยู่ในเซลล์ที่ล่องลอยอยู่ ณ มุมใดมุมหนึ่งของโลกนี้ก็เป็นได้!!!

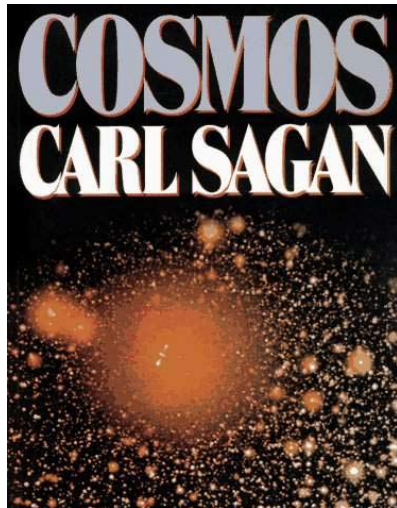
แต่ที่น่าเสียดายก็คือ คงจะเป็นการยากเหลือเกินที่จะแยกความแตกต่างหรือระบุอายุของสิ่งที่เล็กจิ๋วอย่าง DNA แต่ละเส้นจากเซลล์สิ่งมีชีวิตแต่ละเซลล์

สิ่งที่น่าสนใจอีกเรื่องหนึ่งของการเพิ่มจำนวน DNA แบบอนุรักษ์ข้างต้นก็คือ ผู้ที่เสนอเรื่องนี้ก็คือ เจมส์ วัตสัน และ ฟรานซิส คริก นั้นท่านายกลไกดังกล่าวได้อย่างแม่นยำ จากโครงสร้างของ DNA ที่พวกเขาเป็นผู้พิสูจน์ว่าเป็นแบบเกลียวคู่ (ในปี 2496) *โดยที่พวกเขาไม่ได้ทำการทดลองใดๆ ในเรื่องนี้เลย*

ต่อมาภายหลังจึงมีผู้พิสูจน์ด้วยการทดลองว่า พวกเขาทำนายได้ถูกต้อง นับว่าเป็นคู่หูนักคิดที่มีวิสัยทัศน์ยอดเยี่ยมกระเทียมดองเลยทีเดียว

คราวหน้าจะเป็นตอนสุดท้ายในบทความชุดมหัศจรรย์ DNA กันแล้วนะครับ เราจะมาดูกันว่า DNA ช่วยให้ “รู้ เช่นเห็นชาติ” มนุษย์เราเองและ “เปลี่ยนโลกทัศน์เกี่ยวกับชีวิต” ของพวกเราได้อย่างไร

*บทความนี้ ได้รับการคุ้มครองลิขสิทธิ์ ตามพระราชบัญญัติ ทรัพย์สินทางปัญญา ลิขสิทธิ์ของบทความนี้ เป็นของผู้เขียน ซึ่งได้ให้เกียรติ **วิชาการ.คอม** ในการนำเผยแพร่ เรามีความยินดี หากท่านจะนำบทความนี้ เผยแพร่สู่คนวงกว้างขึ้น โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อการศึกษา และไม่มีผลในเชิงธุรกิจ กรุณาให้เกียรติผู้เขียน โดยอ้างถึงชื่อผู้เขียน และ **วิชาการ.คอม** (<http://www.vcharkarn.com/>) ทุกครั้ง ที่มีการทำซ้ำบทความนี้ ห้ามนำบทความนี้ หรือส่วนหนึ่งส่วนใด ทำการเผยแพร่ต่อ ในสื่อที่ดำเนินการเพื่อธุรกิจทุกรูปแบบ ก่อนได้รับอนุญาตจากผู้เขียน ขอขอบคุณค่ะ ที่ช่วยร่วมกันสร้าง สังคมไทย ให้เป็นสังคมแห่งปัญญา



แนะนำหนังสืออ่านเพิ่มเติม

คราวนี้จะขอแนะนำหนังสือของคาร์ล ซาแกน (Carl Sagan) เรื่อง Cosmos ครับ เป็นหนึ่งในหนังสือที่ "ต้องอ่าน" ครับ เนื้อเรื่องเกี่ยวกับภาพรวมของจักรวาล (รวมทั้งความเกี่ยวข้องกับมนุษย์) ในแง่มุมต่างๆ บนฐานของความรู้และปรัชญาทางวิทยาศาสตร์ ทั้งจากอดีตจนถึงปัจจุบัน แม้ว่าหนังสือเล่มนี้จะตีพิมพ์ครั้งแรกเมื่อยี่สิบปีที่แล้ว แต่ว่าเนื้อหาส่วนใหญ่ยังร่วมสมัยอยู่มากและที่สำคัญอ่านสนุกมากจนไม่เหมือนสารคดีทางวิทยาศาสตร์ (ยังกับเป็นนิยายอย่างไรอย่างนั้น) เคยเป็นหนังสือวิทยาศาสตร์ (ภาษาอังกฤษ) ที่ขายดีที่สุดในประวัติศาสตร์อยู่หลายปี เกิดจากการเรียบเรียงเนื้อหาจากสารคดีทางโทรทัศน์ในชื่อเดียวกัน ที่โด่งดังเป็นอย่างมากยิ่งเช่นกัน มีจำนวนผู้ชมสารคดีชุดดังกล่าวใน 60 ประเทศทั่วโลก รวมกันมากถึง 500 ล้านคน

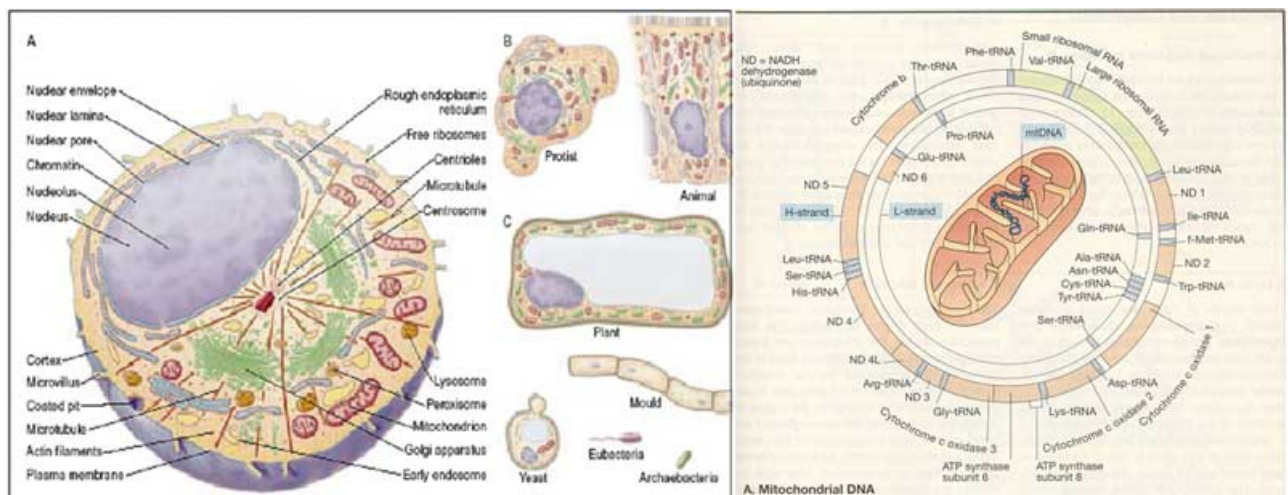
จำได้ว่าเคยมีฉบับแปลไทยอยู่มากกว่าหนึ่งสำนวน (แปลกันตั้งแต่สมัยที่คนไทยยังไม่นิยมจ่ายค่าลิขสิทธิ์หนังสือเพื่อนำมาแปล) อาจลองมอง

หาดูได้ตามแผงหนังสือเก่า แต่ถ้าจำไม่ผิด รู้สึกว่าจะแปลกันไม่ค่อยครบทุกบทสักเท่าไรแล้วก็พิมพ์เป็นภาพขาวดำเท่านั้น เห็นมีฉบับภาษาอังกฤษวางขายอยู่ในร้านหนังสือภาษาต่างประเทศบางร้านเหมือนกัน เลือกลบับที่มีรูปสีประกอบ จะได้อรชรสมากยิ่งขึ้นครับ

ในที่สุดเราก็เดินทางกันมาถึงตอนสุดท้ายของบทความในชุดนี้กันแล้วนะครับ คราวนี้ ผมจะเล่าให้ฟังว่า DNA จะสอนให้เราได้รู้เกี่ยวกับประวัติความเป็นมา และ สถานะของมนุษยชาติในโลกของชีวิตทั้งหมดได้อย่างไร รวมไปถึงว่ามนุษย์เราแต่ละคนเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันมากน้อยเพียงไรและอย่างไร

DNA กับกำเนิดและกำเนิดมนุษย์

ความรู้และการค้นพบทางวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ในบางเรื่องนั้น บางครั้งก็สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในด้านอื่นๆ ได้อย่างน่ามหัศจรรย์ใจ ยกตัวอย่าง เช่น ใครเลยจะคิดว่าการศึกษาเรื่องราวของโครงสร้างขนาดเล็กจิ๋วอันหนึ่งในเซลล์ที่มีชื่อว่า "ไมโทคอนเดรีย (mitochondria)"¹ จะสามารถโยงไปสู่ความรู้และความจริงเกี่ยวกับ "กำเนิด" และ "กำเนิด"² ของมนุษย์เราได้



[รูป 1- ซ้าย] เซลล์ของสิ่งมีชีวิตชั้นสูงมีโครงสร้างที่สลับซับซ้อน ไมโทคอนเดรียก็เป็นหนึ่งในองค์ประกอบเหล่านั้น

[รูป 2 - ขวา] DNA ของไมโทคอนเดรียเป็นสายคู่รูปวง มียีนที่ใช้สร้างโปรตีนได้รวม 13 ชนิด

ไมโทคอนเดรียเป็น **ออร์แกเนล (organelle)**³ ในเซลล์ที่มีรูปร่างลักษณะภายนอกคล้ายกับเม็ดถั่ว แต่หากผ่าออกดูจะมีหน้าตาต่าง **[รูป 1]** คือมีโครงสร้างภายในขดและยื่นไปมาคล้ายกับเป็นเขาวงกต ไมโทคอนเดรียเป็นองค์ประกอบสำคัญอันหนึ่งที่เซลล์ขาดไม่ได้ เพราะเป็นแหล่งต้นกำเนิดของพลังงานในเซลล์

¹บทความนี้ ได้รับการคุ้มครองลิขสิทธิ์ ตามพระราชบัญญัติ ทรัพย์สินทางปัญญา ลิขสิทธิ์ของบทความนี้เป็นของผู้เขียน ซึ่งได้ให้เกียรติ **วิชาการ.คอม** ในการนำเผยแพร่ เรามีความยินดี หากท่านจะนำบทความนี้ เผยแพร่สู่คนวงกว้างขึ้น โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อการศึกษา และไม่มีผลในเชิงธุรกิจ กรุณาให้เกียรติผู้เขียน โดยอ้างถึงชื่อผู้เขียน และ **วิชาการ.คอม** (<http://www.vcharkarn.com/>) ทุกครั้ง ที่มีการทำซ้ำบทความนี้ ห้ามนำบทความนี้ หรือส่วนหนึ่งส่วนใด หากการเผยแพร่ใด ในสื่อที่ดำเนินการเพื่อธุรกิจทุกรูปแบบ ก่อนได้รับอนุญาตจากผู้เขียน ขอขอบคุณที่ช่วยร่วมกันสร้าง สังคมไทย ให้เป็นสังคมแห่งปัญญา

ทฤษฎีที่เกี่ยวกับกำเนิดของไมโทคอนเดรียก็ค่อนข้างพิเศษพิสดารไม่ธรรมดาเลย กล่าวคือ มีนักวิทยาศาสตร์เสนอสมมติฐานไว้ว่าอาจจะเกิดจากการที่เซลล์อันเป็นต้นตระกูลของเซลล์สิ่งมีชีวิตชั้นสูง เกิดไป “กิน” เซลล์ขนาดเล็กกว่าชนิดหนึ่งเข้า แต่เมื่อกินเข้าไปแล้ว แทนที่จะย่อยสลายนำส่วนประกอบต่างๆ มาใช้งานดังที่เซลล์ทั่วไปทำกันอยู่ (แม้แต่ในปัจจุบัน) กลับมีการปรับตัวจนอาศัยกันอยู่ในแบบนั้นได้

เมื่อผ่านช่วงเวลาแห่งการวิวัฒนาการร่วมกันอันยาวนาน เซลล์ทั้งคู่ก็ยังปรับตัวจนเป็นส่วนหนึ่งของกันและกัน จนไมโทคอนเดรียจะแยกขาดจากกันได้ยาก การปรับตัวที่วากี้เช่น การที่เซลล์ขนาดเล็กเคลื่อนย้ายถ่ายเท DNA ส่วนใหญ่ในเซลล์ของมันไปไว้ที่โครโมโซมของเซลล์ที่ใหญ่กว่าจนแทบหมดสิ้น เป็นต้น

เซลล์ขนาดเล็กที่วากี้ก็คือส่วนที่กลายมาเป็น “ไมโทคอนเดรีย” นั่นเอง!

ในเซลล์มนุษย์นั้น ไมโทคอนเดรียมี DNA รูปวง ดัง **[รูป 2]** ซึ่งมียีนที่ใช้สร้างโปรตีนได้เพียง 13 ยีน เท่านั้น แม้ว่าไมโทคอนเดรียจะต้องการโปรตีนที่องค์ประกอบของมันมากถึงหลายพันโปรตีน (อาจจะมากถึงหมื่นโปรตีนก็เป็นได้) DNA ของไมโทคอนเดรียนี้เองที่กลายมาเป็น “กุญแจ” สำคัญในการไขความลับเกี่ยวกับกำเนิดและกำเนิดของมนุษย์เราได้อย่างน่าพิศวงที่สุด

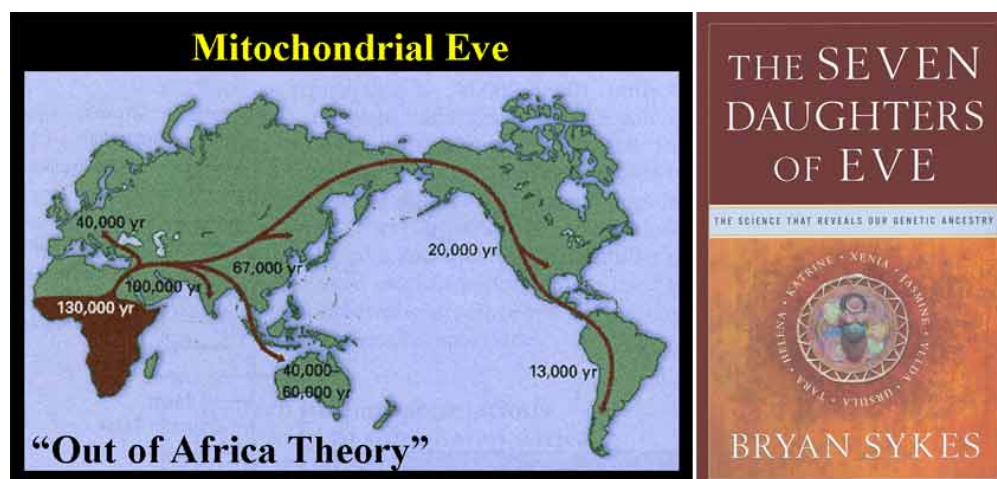
ทำไมจึงเป็นเช่นนั้นไปได้?

ตามล่าหาอีฟในแอฟริกา

เรื่องนี้มีสาเหตุหลักมาจากลักษณะที่สำคัญประการหนึ่งของ DNA ในไมโทคอนเดรีย นั่นเอง กล่าวคือ DNA ในไมโทคอนเดรียมีการเปลี่ยนแปลงลำดับเบสที่รวดเร็วมากเป็นพิเศษ ซึ่งมากกว่า DNA ส่วนที่อยู่ในโครโมโซมของเรา

ดังนั้น เมื่อมีการพัฒนาเทคนิคพีซีอาร์ขึ้น (ยังจำกันได้นะครับว่า เทคนิคพีซีอาร์เกี่ยวข้องกับการเพิ่มปริมาณ DNA ในหลอดทดลอง) ก็ทำให้นักวิทยาศาสตร์สามารถหาลำดับเบสในซากสิ่งมีชีวิตของมนุษย์สมัยโบราณได้ง่ายขึ้นเป็นอันมาก ลักษณะสำคัญประการหนึ่งที่ทำให้ DNA ในไมโทคอนเดรียเหมาะเป็นอย่างยิ่งในการใช้สืบหากำเนิดของมนุษย์ก็คือ DNA ดังกล่าวนี้อาจเป็นเพียงสายสั้นๆ และอยู่ในช่วงที่ใช้เทคนิคพีซีอาร์ได้อย่างเหมาะสมที่สุด ซึ่งต่างกับ DNA ในโครโมโซมซึ่งมีความยาวมากกว่า และ มีความเร็วในการเปลี่ยนแปลงลำดับเบสในแต่ละส่วนของสาย DNA ไม่เท่ากัน

นอกจากนี้แล้ว เหตุผลสำคัญอีกประการหนึ่งก็คือ การที่เซลล์มีไมโทคอนเดรียอยู่จำนวนมากในแต่ละเซลล์ ยิ่งเป็นเซลล์ที่ต้องการใช้พลังงานมากเท่าใด ก็ยิ่งจะมีจำนวนไมโทคอนเดรียมากขึ้นเท่านั้น ที่ว่ามากในที่นี้ก็คือ โดยเฉลี่ยแล้วมีนับร้อยไมโทคอนเดรียเลยทีเดียว!



[รูป 3 - ซ้าย] แผนที่แสดงเส้นทางและระยะเวลาของการอพยพของมนุษย์ยุคปัจจุบัน ซึ่งเริ่มต้นจากทวีปแอฟริกา

[รูป 4 - ขวา] หน้าปกหนังสือ “ลูกสาวทั้งเจ็ดของอีฟ” ของไบรอัน ซายส์

*บทความนี้ ได้รับการคุ้มครองลิขสิทธิ์ ตามพระราชบัญญัติ ทรัพย์สินทางปัญญา ลิขสิทธิ์ของบทความนี้เป็นของผู้เขียน ซึ่งได้ให้เกียรติ **วิชาการ.คอม** ในการนำเผยแพร่ เรามีความยินดี หากท่านจะนำบทความนี้ เผยแพร่สู่คนวงกว้างขึ้น โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อการศึกษา และไม่มีผลในเชิงธุรกิจ กรุณาให้เกียรติผู้เขียน โดยอ้างถึงชื่อผู้เขียน และ **วิชาการ.คอม** (<http://www.vcharkarn.com/>) ทุกครั้ง ที่มีการทำซ้ำบทความนี้ **ห้ามนำบทความนี้ หรือส่วนหนึ่งส่วนใด ทำการเผยแพร่ต่อ ในสื่อที่ดำเนินการเพื่อธุรกิจทุกรูปแบบ ก่อนได้รับอนุญาตจากผู้เขียน** ขอขอบคุณค่ะ ที่ช่วยร่วมกันสร้าง สังคมไทย ให้เป็นสังคมแห่งปัญญา

ผลก็คือ

สามารถใช้การตรวจสอบ การเปลี่ยนแปลงลำดับเบสใน DNA ของไมโทคอนเดรียในกลุ่มมนุษย์ปัจจุบันทั่วโลก มาประกอบกับข้อมูล ที่ได้จาก DNA ของมนุษย์ดึกดำบรรพ์⁴ นักวิทยาศาสตร์พบว่า ลักษณะ DNA ในไมโทคอนเดรียบ่งชี้ว่า DNA ของไมโทคอนเดรียที่มี “เก่าแก่ที่สุด” น่าจะมีอายุอยู่ในราว 130,000 ปีและอยู่ในทวีปแอฟริกา ในภายหลังจึงมีการเปลี่ยนแปลงที่ชี้ไปในทางที่ว่า มีการอพยพครั้งใหญ่น้อยกันหลายระลอกออกไปยังส่วนอื่นๆ ของโลก ทำให้มีการขนานนามทฤษฎีดังกล่าวว่าเป็น “**ทฤษฎีออกจากแอฟริกา (Out of Africa theory)**”⁵ ขึ้นดังใน **[รูป 3]**

แต่เนื่องจากไมโทคอนเดรียจะได้รับเป็น “**มรดกทางพันธุกรรม**” ที่ถ่ายทอดผ่านทางผู้เป็นมารดา⁶ เท่านั้น เนื่องจากไมโทคอนเดรียจะไปกับเซลล์ไข่จากมารดา ในขณะที่เซลล์สุจิจะไม่นำไมโทคอนเดรียของตนเข้าไปร่วมผสมด้วยกับเซลล์ไข่ในขณะเกิดการปฏิสนธิ การตรวจสอบ DNA ในไมโทคอนเดรียจึงเป็นการตรวจสอบ “**ทายาททางพันธุกรรม**” ที่สืบสายทางมารดาเท่านั้น จึงมีผู้ขนานนามเชิงเปรียบเทียบว่า DNA ในไมโทคอนเดรียช่วยให้เราได้ทราบ “**มารดาคนแรกสุดของมนุษยชาติ**” ซึ่งหากเรียกขานตามพระคัมภีร์ไบเบิลก็มีชื่อว่า “**อีฟ (Eve)**” นั่นเอง

จนกลายเป็นที่มาของคำว่า “**ไมโทคอนเดรียล อีฟ (Mitochondrial Eve)**” ในที่สุด!

กล่าวสรุปง่าย ๆ แบบภาษาชาวบ้านก็ต้องว่า คุณแม่ของมนุษย์ทั้งปวงที่มีอยู่ในโลกปัจจุบันนี้ (ไม่ว่าจะเป็นคนผิวขาว ผิวดำ หรือผิวเหลืองก็ตาม) เป็นหญิงสาวแอฟริกาคนหนึ่ง (ซึ่งน่าจะเป็นคนผิวดำ) !!!
กล่าวได้ว่า เป็นอีกครั้งนะครับที่การค้นพบทางวิทยาศาสตร์ทำให้เห็น “**ความเป็นตัวตน**” ของคนเราได้อย่างชัดเจนยิ่ง วิทยาศาสตร์ช่วยให้เราทราบถึงต้นกำเนิดของเผ่าพันธุ์เราเอง (แม้ว่าหลายคนไม่อาจยอมรับความจริงเรื่องนี้ได้ก็ตาม!) น่าเสียดายที่ยังไม่มีใครคิดหาวิธีที่จะระบุมนุษย์ชายคนแรกหรือ “**อดัม (Adam)**” ตามพระคัมภีร์ไบเบิลได้จาก DNA แบบเดียวกับที่ทำได้ในกรณีของไมโทคอนเดรียลอีฟ หากมีใครคิดหาวิธีได้ คงจะต้องลุ้นกันน่าดูนะครับว่า จะได้ผลที่สอดคล้องกันกับผลของไมโทคอนเดรียลอีฟหรือไม่และอย่างไร⁷

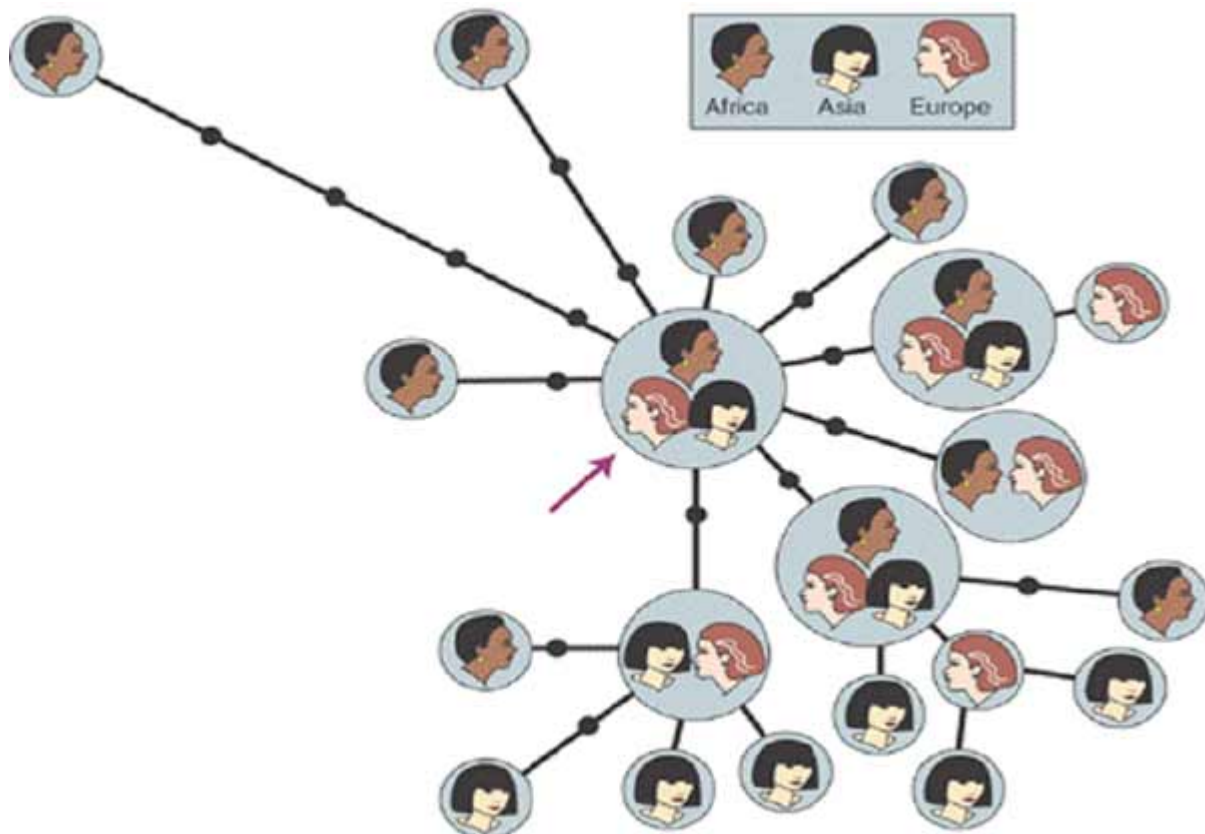
แต่เรื่องราวเกี่ยวกับกำเนิดของมนุษย์ไม่ได้จบลงแต่เพียงแค่นั้นนะครับ

หากพิจารณาเฉพาะในกลุ่มชาวยุโรป เมื่อใช้วิธีการตรวจสอบ DNA จากไมโทคอนเดรียในแบบนี้ ก็ได้ผลการทดลองที่น่าสนใจมาก กล่าวคือ คนยุโรปทั้งหลายทั้งปวงที่เห็นกันอยู่ในปัจจุบันนี้ มีกำเนิดมาจากผู้หญิงเพียง 7 คนเท่านั้น หนึ่งในนักวิจัยเรื่องดังกล่าวคือ ดร. ไบรอัน ซายส์ (Bryan Sykes) ถึงกับเขียนหนังสือชื่อ “**ลูกสาวทั้งเจ็ดของอีฟ (The Seven Daughters of Eve)**”⁸ (ดังภาพปกใน **[รูป 4]**) อธิบายรายละเอียดในเรื่องดังกล่าวนี้ไว้อย่างน่าสนใจ

ฝูงชนกำเนิดคล้ายคลึงกัน

เรื่องราวเกี่ยวกับการ “**สืบสวนสอบสวน**” กำเนิด, ประวัติความเป็นมาและสายสัมพันธ์ของมนุษย์เรายังไม่ได้จบที่เพียงแค่ว่า DNA จากไมโทคอนเดรีย ดังที่ทราบกันแล้วนะครับว่า DNA ส่วนใหญ่ของมนุษย์เราอยู่ในโครโมโซม และมนุษย์ชายหญิงมีโครโมโซมที่ต่างกันอยู่คือ **โครโมโซมเพศ (sex chromosome)** โดยที่ผู้หญิงจะมีโครโมโซมเพศเป็น XX ในขณะที่ผู้ชายจะมีโครโมโซมเพศเป็น XY โครโมโซมเพศนี้เองที่นักวิทยาศาสตร์บางคนเลือกมาใช้ในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มคนหลายเชื้อชาติ, เทือกเขาหลากหลาย และเผ่าพันธุ์ (race) หรือที่ผมเรียกว่าเป็นการหา “**กำเนิด**” ของคนเรานั้นเอง

*บทความนี้ ได้รับการคุ้มครองลิขสิทธิ์ ตามพระราชบัญญัติ ทรัพย์สินทางปัญญา ลิขสิทธิ์ของบทความนี้เป็นของผู้เขียน ซึ่งได้ให้เกียรติวิชาการ.คอม ในการนำเผยแพร่ เรามีความยินดี หากท่านจะนำบทความนี้ เผยแพร่สู่คนวงกว้างขึ้น โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อการศึกษา และไม่มีผลในเชิงธุรกิจ กรุณาให้เกียรติผู้เขียน โดยอ้างถึงชื่อผู้เขียน และ วิชาการ.คอม (<http://www.vcharkarn.com/>) ทุกครั้ง ที่มีการทำซ้ำบทความนี้ ห้ามนำบทความนี้ หรือส่วนหนึ่งส่วนใด ทำการเผยแพร่ต่อ ในสื่อที่ดำเนินการเพื่อธุรกิจทุกรูปแบบ ก่อนได้รับอนุญาตจากผู้เขียน ขอขอบคุณที่ช่วยร่วมกันสร้าง สังคมไทย ให้เป็นสังคมแห่งปัญญา



[รูป 5] แผนภาพแสดงความคล้ายคลึงกันของ DNA ของผู้หญิงแอฟริกา เอเชีย และยุโรป

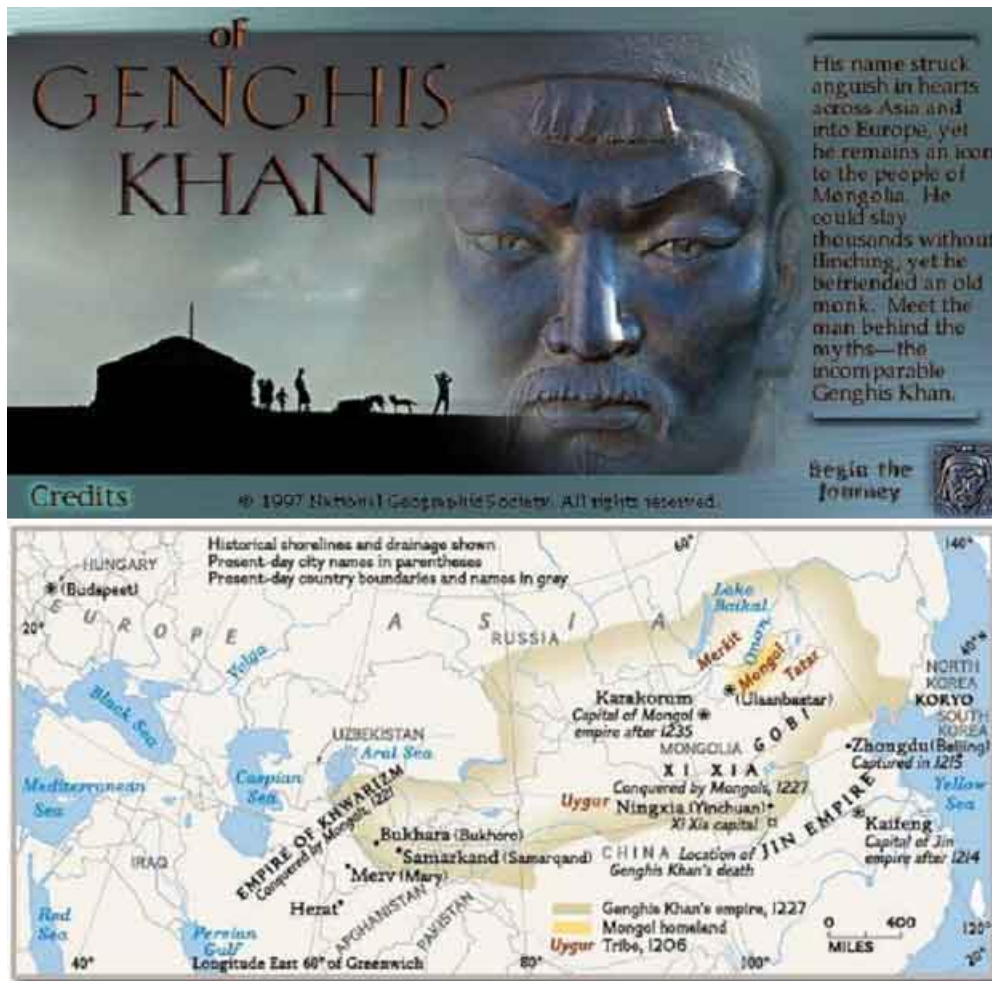
เริ่มจากที่คุณผู้หญิงก่อนก็แล้วกันนะครับ

เมื่อนักวิทยาศาสตร์ศึกษาลำดับเบสของ DNA บางส่วน ที่ปรากฏอยู่ในโครโมโซม X จากเพศหญิงสามกลุ่มใหญ่คือ ผู้หญิงชาวแอฟริกา ชาวเอเชีย และชาวยุโรป ก็ต้องประหลาดใจไปตามๆ กัน เนื่องจาก ลำดับของเบสใน DNA ที่พบสามารถนำมาจับกลุ่มย่อยได้เป็นแบบต่างๆ ดัง **[รูป 5]** แต่ไม่ว่าจะมีลักษณะกลุ่มย่อยเป็นเช่นไร เมื่อนำมาจับกลุ่มที่ใหญ่ขึ้นก็จะพบว่ามีความคล้ายคลึงกันจนไม่สามารถแยกออกจากกันได้

กล่าวสรุปให้เข้าใจง่าย ก็คือ ภายใต้รูปลักษณ์ภายนอกที่ดูแตกต่างกันอย่างมากมายของหญิงสาวทั้งสามกลุ่มดังกล่าวนี้ กลับไม่มีความแตกต่างเพียงพอที่จะแยกจากกันได้ หากมองดูไปที่ "รหัสพันธุกรรม" หรืออาจจะกล่าวโดยกว้างๆ ได้อีกอย่างหนึ่งได้ว่า มนุษย์เรามีพื้นฐานของ "**ความเป็นมนุษย์**" ที่ไม่แตกต่างกันเลย แม้ว่าจะมีรูปร่างลักษณะภายนอกที่ดูแตกต่างกันราวกับเป็นคนละสปีชีส์ก็ตามที!

ดังนั้น ความรู้สึกเหยียดชาติ หยามเผ่า (พันธุ์) รังเกียจ (สี) ผิว ก็ล้วนแล้วแต่เป็น "มายา" ที่มนุษย์สร้างขึ้นมาเอง เพราะโดนหลอกจากประสาทสัมผัสภายนอก (คือการมองเห็น) อันตื้นเขิน โดยมีหลักฐานพยานที่หนักแน่นที่สุดคือ DNA ที่เป็นสารพันธุกรรมอยู่ในเซลล์แต่ละเซลล์ของคนเรานี่เองเป็นเครื่องยืนยัน

*บทความนี้ ได้รับการคุ้มครองลิขสิทธิ์ ตามพระราชบัญญัติ ทรัพย์สินทางปัญญา ลิขสิทธิ์ของบทความนี้ เป็นของผู้เขียน ซึ่งได้ให้เกียรติ **วิชาการ.คอม** ในการนำเผยแพร่ เรามีความยินดี หากท่านจะนำบทความนี้ เผยแพร่สู่คนวงกว้างขึ้น โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อการศึกษา และไม่มีผลในเชิงธุรกิจ กรุณาให้เกียรติผู้เขียน โดยอ้างถึงชื่อผู้เขียน และ **วิชาการ.คอม** (<http://www.vcharkarn.com/>) ทุกครั้ง ที่มีการทำซ้ำบทความนี้ **ห้ามนำบทความนี้ หรือส่วนหนึ่งส่วนใด ทำการเผยแพร่ต่อ ในสื่อที่ดำเนินการเพื่อธุรกิจทุกรูปแบบ ก่อนได้รับอนุญาตจากผู้เขียน** ขอคุณค่ะ ที่ช่วยร่วมกันสร้าง สังคมไทย ให้เป็นสังคมแห่งปัญญา



[รูป 6 - บน] เจงกีสข่าน กษัตริย์นักรบผู้ยิ่งใหญ่ของโลกในยุคคริสต์ศตวรรษที่ 13

[รูป 7 - ล่าง] แผนที่โลกแสดงอาณาจักรของเจงกีสข่าน ซึ่งกินอาณาบริเวณไปทั่วโลก

DNA เหล่านี้ ท่านได้แต่ใดมา

เมื่อสามารถใช้โครโมโซม X ในการสืบเสาะหากำเนิดของตนได้ เหตุใดจะใช้โครโมโซม Y ในการสืบเสาะแบบเดียวกันไม่ได้ ... เชื่อว่าคงมีนักวิทยาศาสตร์หลายคนที่คิดเช่นนี้ และเมื่อมีผู้ที่คิดเช่นนี้ ก็ย่อมจะมีผู้ต้องการพิสูจน์ความคิดของตนว่าจริงเท็จประการใด ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้ก็น่าสนใจไม่น้อยครับ

แต่ก่อนที่จะตอบคำถามข้างต้น ผมขอถามคำถามสักข้อหนึ่งก่อนนะครับ ... เมื่อกล่าวถึงกษัตริย์ยอดนักรบสมัยโบราณ (ของทั้งโลก) คุณคิดถึงใครบ้างครับ?

ผมเชื่อว่าหากมาไล่นับกันดู ในกลุ่มที่อุปเทนของบรรดากษัตริย์ที่มีฝีมือเยี่ยมยอดที่สุดตลอดกาล คงจะมีชื่อของ “เจงกีสข่าน” [รูป 6] ปะปนอยู่ด้วยเป็นแน่แท้ เจงกีสข่านนี้ไม่ธรรมดาเลยจริงๆ นะครับ เพราะ แม้ว่าจะเป็นเพียงนักรบมองไกลที่คนจีนมองอย่างดูแคลนว่า เป็นผู้ร่อนที่ไร้อารยธรรม และเรียกอย่างเหยียดหยามว่าเป็นพวก “ฮวน” หรือ “คนป่า” แต่นอกจากจะสามารถไล่ตีมหาอาณาจักรจีนได้ทั้งประเทศแล้ว ยังไล่ตีตะปไปเรื่อยจนไปจรดยุโรปตะวันออกเลยทีเดียว หากดูจากแผนที่ใน [รูป 7] ก็จะเห็นได้ว่าตีไปจนจรดประเทศอูซเบกิสถาน (ที่เคยเป็นส่วนหนึ่งของประเทศสหภาพโซเวียต) เลยทีเดียว

อดไม่ได้ที่จะเชื่อนะครับว่า ถ้าไม่ด่วนจากไปเสียก่อน อาจจะมีโอกาสเป็นกษัตริย์เอเชียพระองค์แรกที่ยึดครองทวีปยุโรปได้ทั้งทวีป ... ก็เป็นไปได้!

ความดังของเจงกีสข่านนี้จริงอยู่ในความคิดของฝรั่งมังค่าไม่น้อยนะครับ ลองสังเกตดูดีๆ แม้แต่ภาพยนตร์วิทยาศาสตร์สมัยใหม่บางเรื่องก็ยังสร้างภาพนักรบต่างดาวให้มีลักษณะคล้ายๆ กับกษัตริย์นักรบชาวมอง

*บทความนี้ ได้รับการคุ้มครองลิขสิทธิ์ ตามพระราชบัญญัติ ทรัพย์สินทางปัญญา ลิขสิทธิ์ของบทความนี้ เป็นของผู้เขียน ซึ่งได้ให้เกียรติวิชาการ.คอม ในการนำเผยแพร่ เรามีความยินดี หากท่านจะนำบทความนี้ เผยแพร่สู่คนวงกว้างขึ้น โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อการศึกษา และไม่มีผลในเชิงธุรกิจ กรุณาให้เกียรติผู้เขียน โดยอ้างถึงชื่อผู้เขียน และ วิชาการ.คอม (<http://www.vcharkarn.com/>) ทุกครั้ง ที่มีการทำซ้ำบทความนี้ ห้ามนำบทความนี้ หรือส่วนหนึ่งส่วนใด ทำการเผยแพร่ต่อ ในสื่อที่ดำเนินการเพื่อธุรกิจทุกรูปแบบ ก่อนได้รับอนุญาตจากผู้เขียน ขอบคุณค่ะ ที่ช่วยร่วมกันสร้าง สังคมไทย ให้เป็นสังคมแห่งปัญญา

ไกลท่านนี้เลย ไม่ว่าจะเป็นเรื่อง “แฟลช กอร์ดอน” (ใครที่ทันคงพอนึกออก) หรือมหากาพย์อวกาศที่ไม่ยอมจบ (สักที) อย่าง “สตาร์ เทร์ค” นั้นก็ด้วยเช่นกัน

แม้แต่เพลงภาษาอังกฤษชื่อ “เจงกิสข่าน” ก็ยังมีเลยนะครับ!

เจงกิสข่าน ท่านก็เหมือนกับกษัตริย์นักรบสมัยโบราณท่านอื่นๆ คือ ตีไปถึงเมืองใด ก็มีสนมที่เมืองนั้น (คงประมาณว่าทำสัญลักษณ์ว่า “ไปถึงแล้วจริงๆ” กระมังครับ) ด้วยสาเหตุนี้เองจึงมีนักวิทยาศาสตร์ที่อยากทราบว่านักรบท่านนี้ได้ “*ทิ้งร่องรอยทางพันธุกรรม*” ที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยเทคนิคทางวิทยาศาสตร์สมัยใหม่บ้างหรือไม่ ผลลัพธ์ที่ได้ทำให้ผู้คนไม่น้อยงงงวยไปตามๆกัน

กล่าวคือ เมื่อนักวิทยาศาสตร์จำนวน 23 คนจากทั้งในเอเชียและยุโรป ซึ่งนำทีมโดยคริส ไทเลอร์-สมิธ แห่งมหาวิทยาลัยออกฟอร์ด สุ่มตรวจที่ลำดับเบสของ DNA ในโครโมโซม Y ของผู้ชายจำนวน 2123 คนที่อาศัยอยู่ในอาณานิคมเอเชียกลางในปัจจุบัน ก็พบว่า 8 เปอร์เซ็นต์ของผู้ชายเหล่านี้มีลำดับเบสในโครโมโซม Y ที่เกือบจะเหมือนกันทุกประการเลยทีเดียว ซึ่งเมื่อใช้หลักสถิติคำนวณกลับไปก็มีอันต้องตะลึง (ding) ว่า ค่าที่ได้หมายความว่า น่าจะมีผู้ชายอยู่ราว 16 ล้านคนที่อาศัยอยู่ในประเทศอัฟกานิสถานและทางตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศจีน (ซึ่งก็เท่ากับราว 0.5 เปอร์เซ็นต์ของประชากรชายทั้งหมด) อยู่ในกลุ่มสายเลือดเดียวกัน

กล่าวให้ชัดๆ ก็คือ เป็นผู้ชายที่มีความเกี่ยวข้องอย่างใกล้ชิด และน่าจะเป็นผลผลิตของเจงกิสข่านกับลูกหลานของท่านนั่นเอง!

น่าสนใจนะครับว่า สายเลือดความเป็นนักรบทำให้ลูกหลานของเจงกิสข่านเอาตัวรอด ขยายเผ่าพันธุ์ได้ดี หรือความที่บรรดานางสนมที่เจงกิสข่านเลือกมีหน้าตาดี ก็เลยพลอยมีผลให้ลูกหลานแพร่พันธุ์ได้ดีตามไปด้วย ยิ่งคิดก็ยิ่งน่าสนใจครับ

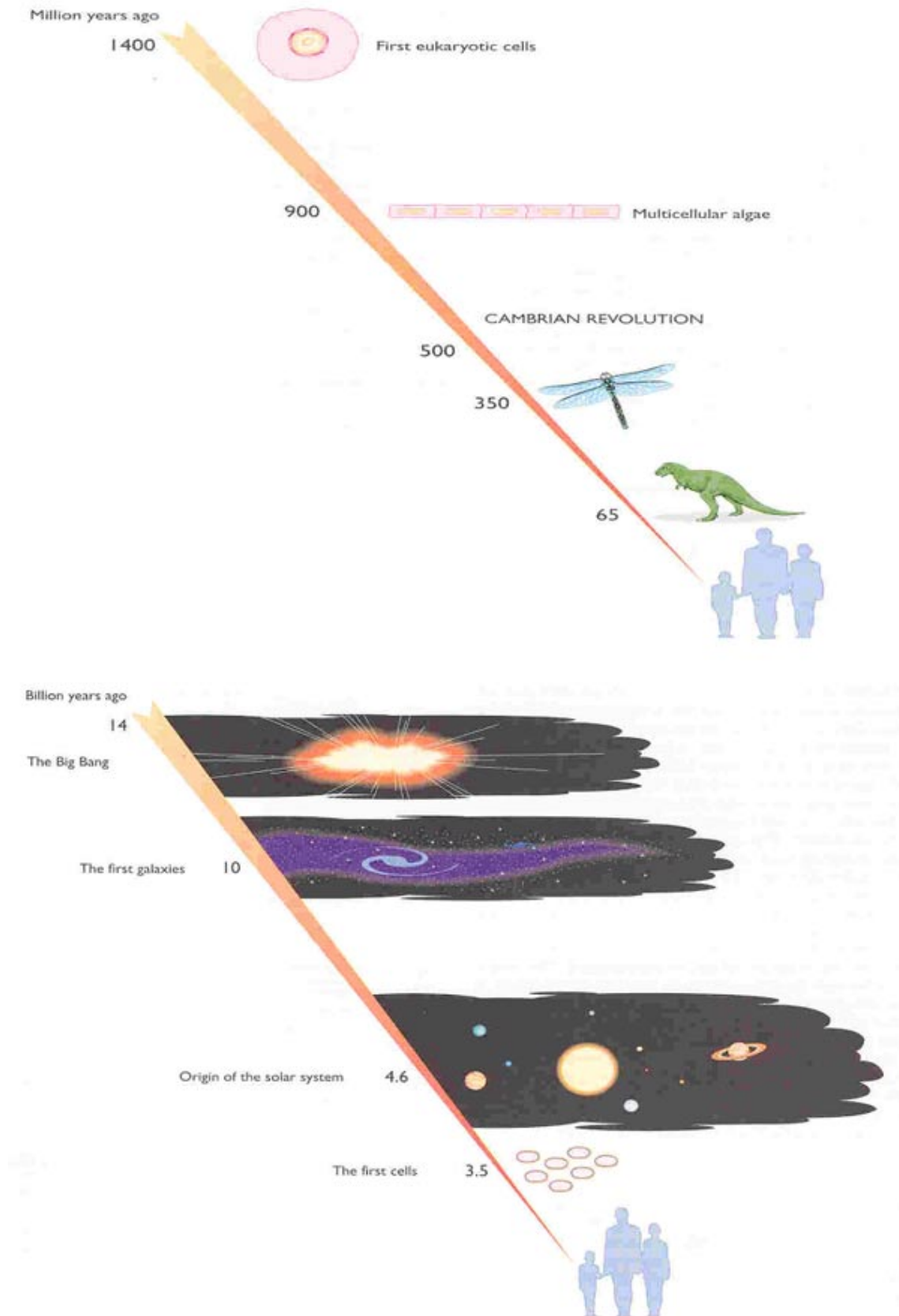
สายสัมพันธ์ของเจงกิสข่านที่ตรวจพบนี้ เท่ากับเราสามารถโยงใยความสืบเนื่องทางสายเลือด (ผ่าน DNA) กลับไปยุคที่เจงกิสข่านเรืองอำนาจคือในราวคริสต์ศตวรรษที่ 13 หรือ 800 ปีก่อน (ซึ่งก็เก่าแก่จนเหลือเชื่อ คือ ตรงกับราวๆ สมัยพ่อขุนรามคำแหงมหาราชของไทยเรา โน่นนะครับ!)

จะเห็นได้ว่า ความรู้เกี่ยวกับ DNA ช่วยให้เรารู้ “กำเนิด” และ “กำเนิด” ของเราเองได้อย่างชัดเจนและแจ่มแจ้งเพียงใด

DNA เพื่อชีวิต

DNA นั้นยังมีความมหัศจรรย์ที่สำคัญและไม่พูดถึงคงไม่ได้อีกอย่างหนึ่ง นั่นก็คือ “ความงดงาม” ของรูปทรงของมันครับ คราวหน้า หากได้เห็นรูป DNA อีกก็ลองสังเกตดูนะครับว่า โมเลกุลที่สวยงามที่สลับซับซ้อนที่สุดแบบหนึ่งเท่าที่มนุษย์เคยรู้จักกันมา มีรูปร่าง หน้าตาชวนอภิมายเพียงใด

DNA นั้นนอกจากเป็นโมเลกุลที่สวยงามแล้ว ยังเป็นความสวยที่ทันสมัยเป็นอย่างยิ่ง กล่าวคือ เป็น “ความงามอย่างมีคุณค่า” อีกด้วย คงไม่มีใครกล้าเถียงผมในประเด็นนี้กระมังครับ เพราะ DNA เป็นโมเลกุลที่ธรรมชาติคัดสรรเป็นอย่างดีแล้วว่า เหมาะสมกับการเป็นตัวเก็บข้อมูลทางพันธุกรรม ซึ่งย่อมต้องมีคุณค่าอย่างมหาศาลจนไม่อาจจะประเมินค่าได้



[รูป 8 - บน] สิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆ มีกำเนิดมาจากเซลล์ต้นกำเนิดแรกสุดชนิดเดียวกัน

[รูป 9 - ล่าง] ธาตุซึ่งเป็นองค์ประกอบในร่างกายมนุษย์ล้วนแล้วแต่มีกำเนิดมาจากธาตุในดาวฤกษ์ทั้งสิ้น

*บทความนี้ ได้รับการคุ้มครองลิขสิทธิ์ ตามพระราชบัญญัติ ทรัพย์สินทางปัญญา **ลิขสิทธิ์ของบทความนี้ เป็นของผู้เขียน** ซึ่งได้ให้เกียรติ **วิชาการ.คอม** ในการนำเผยแพร่ เรามีความยินดี หากท่านจะนำบทความนี้ เผยแพร่สู่คนวงกว้างขึ้น โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อการศึกษา และไม่มีผลในเชิงธุรกิจ กรุณาให้เกียรติผู้เขียน โดยอ้างถึงชื่อผู้เขียน และ **วิชาการ.คอม** (<http://www.vcharkarn.com/>) ทุกครั้ง ที่มีการทำซ้ำบทความนี้ **ห้ามนำบทความนี้ หรือส่วนหนึ่งส่วนใด ทำการเผยแพร่ต่อ ในสื่อที่ดำเนินการเพื่อธุรกิจทุกรูปแบบ ก่อนได้รับอนุญาตจากผู้เขียน** ขอขอบคุณค่ะ ที่ช่วยร่วมกันสร้าง สังคมไทย ให้เป็นสังคมแห่งปัญญา

ดังที่ผมเคยกล่าวไปแล้วนะครับว่า DNA เป็นตัวเชื่อมโยงชีวิตทั้งมวลบนโลกเข้าด้วยกัน มนุษย์ก็เป็นหนึ่งในทายาททาง DNA ของเซลล์ชีวิตชั้นสูงแรกสุด ซึ่งสืบย้อนกลับไปได้ไม่น้อยกว่า 1,400 ล้านปีก่อน ดังแผนภาพภายใน **[รูป 8]** ดังนั้น เราจึงเป็นญาติห่างๆ และเป็นเพื่อนร่วมโลกกับสิ่งมีชีวิตทุกอย่างนั้นแหละครับ ไม่ว่าจะเป็นพืช, สัตว์ หรือแม้แต่ไดโนเสาร์ (และลูกหลานทางยาวของพวกมัน) ก็ไม่ใช่ข้อยกเว้นแต่อย่างใด ทำให้อดนึกไปถึงบทสวดแผ่เมตตาที่ว่า “สัตว์ทั้งหลายผู้เป็นเพื่อนทุกข์เกิด แก่ เจ็บ ตายด้วยกันทั้งหมดทั้งสิ้น ...” นะครับ

หากพิจารณาสิกลงไปกว่านั้นที่ระดับอะตอม สิ่งมีชีวิตทุกชนิดต่างก็ล้วนแล้วแต่มีธาตุคาร์บอน (C) เป็นองค์ประกอบด้วยกันทั้งสิ้น (รวมทั้งใน DNA ด้วย!) แต่ว่าธาตุคาร์บอนนี้ทุกโมเลกุลไม่เคยเกิดขึ้นเองบนโลกนะครับ พวกมันล้วนแล้วแต่เกิดขึ้นที่ใจกลางดาวฤกษ์ และเป็นผลมาจากการปฏิกิริยาทางฟิสิกส์ที่ตั้งต้นมาจากธาตุที่ง่ายที่สุดคือ ไฮโดรเจน (H) ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักในดาวฤกษ์ทุกดวงนั่นเอง

กล่าวให้ง่ายเข้าดังแผนภาพใน **[รูป 9]** มนุษยชาติและสิ่งมีชีวิตทั้งหลายทั้งปวงต่างมีกำเนิดมาจากดวงดาว หรืออาจจะเรียกได้ว่าเป็น “ทารกแห่งดวงดาว” ได้อย่างเต็มภาคภูมิแน่นอน ไม่ทราบว่าจะจะเป็นสิ่งนี้หรือเปล่านะครับที่ทำให้ยามที่เราแหงนมองท้องฟ้าในยามค่ำคืน หลายคนคงจะรู้สึกได้ถึง “ความผูกพัน” ต่อดวงดาวเหล่านั้น คล้ายกับมองกลับไปยังอดีตชาติของเราก็ไม่ปาน!!!

ในรูปเดียวกันนี้ หากพิจารณาดีๆ ก็จะเห็นว่า ชีวิตทั้งมวลล้วนเกิดจาก “ความไร้ชีวิต” เป็นเบื้องต้น ทั้งยังชวนให้นึกต่อไปถึงขอบเขต และ คำถามที่พื้นฐานที่สุดทางชีววิทยาที่ว่า “ชีวิตคืออะไร?” และ “สิ่งมีชีวิตต่างกับสิ่งไม่มีชีวิตที่ตรงไหนกันแน่?” ข้างเป็นคำถามที่ตอบได้ยากเย็นเสียนี้กระไร ... แต่นี่ก็ยังไม่อาจจะไปได้ไม่ไกลเท่าคำถามทางฟิสิกส์ที่ว่า จักรวาลหรือเอกภพที่เราเป็นองค์ประกอบอยู่นี้เกิดมาได้อย่างไร? เป็นไปได้หรือที่ทุกสิ่งทุกอย่างในเอกภพนี้ จะเกิดจากความว่างเปล่าที่สุญญากาศก็ไมยอมว่างเปล่าอีกต่อไป และเกิดเป็นสิ่งต่างๆ ขึ้นมาเฉยๆ เสียอย่างนั้น? ซึ่งพอโยงโย่เรื่องทั้งสองเข้าด้วยกันก็ทำท่าว่า ชีวิตจะเกิดจากความว่างเปล่าแบบเดียวกับจักรวาลหรืออย่างไร?

คงจะปล่อยให้มันเป็นคำถามค้างคาไว้ให้ทุกท่านเห็นจริงว่า ข้างเป็นเรื่องที่น่าอัศจรรย์ใจที่เรื่องราวทั้งหลายทั้งปวงที่ผมเล่าให้ฟังนั้น ล้วนแล้วแต่เกี่ยวข้องกับและโยงใยถึงกันผ่านโมเลกุลมหัศจรรย์ชนิดหนึ่งที่ทำหน้าที่เก็บจำความลับแห่งชีวิตที่มีชื่อว่า “DNA” ซึ่งเราเพิ่งจะรู้จักโครงสร้างของมันเมื่อครึ่งศตวรรษที่ผ่านมาเนือง

ความมหัศจรรย์ของ DNA คงไม่ได้มีเพียงเท่านี้ แต่ผมจะขอยุติหน้าที่มดคุเทศก์นำชมแต่เพียงนี้ก่อน ขอความสุข สบง สวัสดิ์จงมีท่านผู้อ่านทุกท่านและสิ่งมีชีวิตชีวิตทั้งมวล เพราะเราทั้งหมดต่างก็เกี่ยวข้องสัมพันธ์กันอย่างลึกซึ้งลงไปถึงระดับพันธุกรรม ...

ดังที่ “DNA” แอบกระซิบบอกเราไว้ นั้นแหละครับ ? :)

¹ คำว่า “ไมโทคอนเดรีย (mitochondria)” เป็นรูปพหูพจน์ของโครงสร้างชนิดนี้ รูปเอกพจน์คือ “ไมโทคอนเดรียน (mitochondrion)” ในที่นี้ เลือกใช้รูปพหูพจน์เพราะคนไทยคุ้นเคยกับคำนี้มากกว่า

² พจนานุกรมราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542 ให้คำจำกัดความของคำว่า “กำพืด” ไว้ว่า น. เทือกเขา, เผ่าพันธุ์, (มักใช้เป็นทำนองหยาม) เช่น รู้กำพืด

³ คำว่า ออร์แกเนล (organelle) มีรากศัพท์มาจากคำว่า organum ในภาษาละตินที่แปลว่า “เครื่องมือ (tool)” รวมกับ (รูปย่อของ) คำว่า -ellus ซึ่งโดยนัยก็หมายถึง เครื่องมือที่เซลล์ใช้ทำงานต่างๆ นั่นเอง ความหมายหนึ่งของคำว่า “Organ” ในภาษาอังกฤษก็คือ “อวัยวะ” ซึ่งก็คือ เครื่องมือซึ่ง “สิ่งมีชีวิต” (หรือ “Organism”) ใช้ทำงานนั่นเอง

⁴ DNA ที่เราได้จากซากมัมมี่ต่างๆ ทั้งจากที่มนุษย์ทำขึ้น (เช่น มัมมี่ที่อียิปต์) หรือ มัมมี่ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่น มัมมี่ของคนที่ถูกแช่แข็งไว้ในก้อนน้ำแข็งหรือ แม้แต่ตามซากฟอสซิลต่างๆ เป็นต้น

⁵ ชื่อ Out of Africa มาจากชื่อหนังสือดั่งเล่มหนึ่งที่มีผู้นำไปสร้างเป็นภาพยนตร์ในชื่อเดียวกัน ซึ่งก็ประสบความสำเร็จทั้งทางรายได้และรางวัล

*บทความนี้ ได้รับการคุ้มครองลิขสิทธิ์ ตามพระราชบัญญัติ ทรัพย์สินทางปัญญา ลิขสิทธิ์ของบทความนี้เป็นของผู้เขียน ซึ่งได้ให้เกียรติ **วิชาการ.คอม** ในการนำเผยแพร่ เรามีความยินดี หากท่านจะนำบทความนี้ เผยแพร่สู่คนวงกว้างขึ้น โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อการศึกษา และไม่มีผลในเชิงธุรกิจ กรุณาให้เกียรติผู้เขียน โดยอ้างถึงชื่อผู้เขียน และ **วิชาการ.คอม** (<http://www.vcharkarn.com/>) ทุกครั้ง ที่มีการทำซ้ำบทความนี้ ห้ามนำบทความนี้ หรือส่วนหนึ่งส่วนใด ไปใช้ในการเผยแพร่ต่อ ในสื่อที่ดำเนินการเพื่อธุรกิจทุกรูปแบบ ก่อนได้รับอนุญาตจากผู้เขียน ขอขอบคุณที่ช่วยร่วมกันสร้าง สังคมไทย ให้เป็นสังคมแห่งปัญญา

⁶ มีรายงานว่าผู้ตรวจสอบพบบ้างในบางกรณี (แต่ก็น้อยมาก) ว่า เซลล์อาจส่งผ่านไมโทคอนเดรียไปยังเซลล์ไซในขณะปฏิสนธิได้ด้วยเช่นกัน

⁷ ดร. สตีฟ โจนส์ เคยให้ความเห็นไว้ในปาฐกถาเนื่องในโอกาสการฉลองครบรอบ 50 ปีของการค้นพบโครงสร้าง DNA เมื่อวันที่ 20 พ.ย. 2546 ที่ผ่านมานี้ว่า เนื่องจากปัจจัยหลายๆ อย่างที่แตกต่างกันระหว่างเพศชายและเพศหญิง (เช่น ความสามารถในการมีลูก, ภาระในการเลี้ยงดูลูก, จำนวนเซลล์เพศ, ช่วงเวลาและโอกาสในการมีเพศสัมพันธ์ ฯลฯ) ทำให้มีโอกาสเป็นอย่างมาก (เมื่อดูจากหลักฐานคือ DNA) ที่ผู้ชายคนแรกของมนุษยชาติปัจจุบันหรือ “อดัม” น่าจะเกิดภายหลัง “อีฟ” หลายชั่วอายุคน !!!

⁸ มีการตั้งชื่อลูกสาวของอีฟทั้ง 7 นางไว้ด้วยดังนี้คือ คุณหนูเฮเลนา (Helena), แคทริน (Katrine), ทารา (Tara), เออร์ซูลา (Ursula), เวลด้า (Velda), ซีเนีย (Xenia) และสุดท้ายก็คือ คุณหนูมะลิ (Jasmine)!

เกี่ยวกับผู้เขียน



ดร.นำชัย ชีววิวัฒน์ จบ ม.ปลาย จากโรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา และรับทุนการศึกษาโครงการ พสวท เพื่อศึกษาต่อ ป.ตรี ด้านชีววิทยา ที่คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และ ป.โท ด้านชีวเคมี จากมหาวิทยาลัยมหิดล และสำเร็จปริญญาเอก Molecular Genetics จาก Kumamoto University ประเทศญี่ปุ่น

ดร.นำชัย ชีววิวัฒน์ ไม่เพียงแต่เป็นหนึ่งในนักวิทยาศาสตร์ฝีมือดีของ ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ แต่ยังเป็นคนที่ถ่ายทอดเรื่องราววิทยาศาสตร์ได้อย่างดีเยี่ยม สนุกสนาน ฟังง่าย เข้าใจง่าย นอกเหนือจากผลงานวิจัย ดร.นำชัย มีผลงานด้านการเขียน เรื่องวิทยาศาสตร์ด้วยเช่นกัน ดังเช่น สุชีวิตรอมตะ (เทคโนโลยีชีวภาพและการแพทย์ศตวรรษที่ 21), DNA ปริศนาลับรหัสชีวิต, จากอณูถึงอนันต์ วิทยาศาสตร์ต้องรู้, วิทยาศาสตร์ในสตาร์วอร์ส เป็นต้น

ดร.นำชัย เป็นอีกหนึ่งท่าน ที่ขอเป็นอีกแรง ช่วยผลักดัน การเผยแพร่เรื่องราววิทยาศาสตร์ดีๆ สู่ประเทศไทย ผ่าน [วิชาการ.คอม](http://www.vcharkarn.com)

*บทความนี้ ได้รับการคุ้มครองลิขสิทธิ์ ตามพระราชบัญญัติ ทรัพย์สินทางปัญญา **ลิขสิทธิ์ของบทความนี้เป็นของผู้เขียน** ซึ่งได้ให้เกียรติ [วิชาการ.คอม](http://www.vcharkarn.com) ในการนำเผยแพร่ เรามีความยินดี หากท่านจะนำบทความนี้เผยแพร่สู่คนวงกว้างขึ้น โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อการศึกษา และไม่มีผลในเชิงธุรกิจ กรุณาให้เกียรติผู้เขียน โดยอ้างถึงชื่อผู้เขียน และ [วิชาการ.คอม](http://www.vcharkarn.com) (<http://www.vcharkarn.com/>) ทุกครั้ง ที่มีการทำซ้ำบทความนี้ **ห้าม** นำบทความนี้ หรือส่วนหนึ่งส่วนใด ทำการเผยแพร่ต่อ ในสื่อที่ดำเนินการเพื่อธุรกิจทุกรูปแบบ ก่อนได้รับอนุญาตจากผู้เขียน ขอขอบคุณค่ะ ที่ช่วยร่วมกันสร้าง สังคมไทย ให้เป็นสังคมแห่งปัญญา

*บทความนี้ ได้รับการคุ้มครองลิขสิทธิ์ ตามพระราชบัญญัติ ทรัพย์สินทางปัญญา **ลิขสิทธิ์ของบทความนี้เป็นของผู้เขียน** ซึ่งได้ให้เกียรติ [วิชาการ.คอม](http://www.vcharkarn.com) ในการนำเผยแพร่ เรามีความยินดี หากท่านจะนำบทความนี้ เผยแพร่สู่คนวงกว้างขึ้น โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อการศึกษา และไม่มีผลในเชิงธุรกิจ กรุณาให้เกียรติผู้เขียน โดยอ้างถึงชื่อผู้เขียน และ [วิชาการ.คอม](http://www.vcharkarn.com) (<http://www.vcharkarn.com/>) ทุกครั้ง ที่มีการทำซ้ำบทความนี้ **ห้าม** นำบทความนี้ หรือส่วนหนึ่งส่วนใด ทำการเผยแพร่ต่อ ในสื่อที่ดำเนินการเพื่อธุรกิจทุกรูปแบบ ก่อนได้รับอนุญาตจากผู้เขียน ขอขอบคุณค่ะ ที่ช่วยร่วมกันสร้าง สังคมไทย ให้เป็นสังคมแห่งปัญญา