Designed by Groupe-Dejour.de

ต้นไม้แห่งชีวิต

Science Film Festival Knowledge Through Entertainment

เทศกาลภาพยนตร์วิทยาศาสตร

จากรากเหง้าสู่กำเนิดมนุษย์

บทนำ

ในโครงงานนี้ นักเรียนจะได้ใช้โปรแกรมผ่านเว็บไซต์ในการสร้าง "ผังครอบครัวของมนุษย์" ลองจินตนาการหรือวาดแผนผังครอบครัวของนักเรียนเองที่มีลุง ป้า น้า อาและญาติลูกพี่ลูกน้องคนอื่นๆ อยู่ด้วย (หากไม่มีญาติลูกพี่ลูกน้อง ให้วาดจากจินตนาการก็ได้) จากแผนผังครอบครัวของแต่ละคน จะเห็นว่าตัวเรามีความเชื่อมโยงที่ใกล้ชิดกับพี่/น้องสาวหรือพี่/น้องชายของตนเองมากกว่าลูกพี่ลูกน้องของเรา นั่นเป็นเพราะ มีการแตก "กิ่งก้าน" ออกจากตัวเรากับน้อง/พี่ของเราน้อยกว่ากับญาติลูกพี่ลูกน้อง

ต่อมาให้ลองจินตนาการถึงนักชีววิทยาที่ไปงานรวมญาติของครอบครัวขนาดใหญ่และไม่รู้ว่าใครเป็นพี่น้อง ลุง ป้า น้า อาของใคร แต่ก็พยายามจำแนกโดยดูจากหน้าตาของแต่ละคน นักเรียนคิดว่า จากการสังเกตเพียงแค่หน้าตาจะช่วยให้นักชีววิทยาเดาได้หรือไม่ว่า จากเด็กหนึ่งในสองคนที่ยืนข้างนักเรียน คนไหนเป็นน้องสาวแท้ๆ คนไหนเป็นลูกพี่ลูกน้อง ในหลายครอบครัว นักชีววิทยาสามารถคาดเดาและจำแนกได้เป็นอย่างดีจากลักษณะภายนอกที่มองเห็น (เรียกว่า กายสัณฐาน) อาทิ จำนวนแขน/ขา/ดวงตา สีผม ทรงจมูก เป็นต้น แต่ทว่า นี่ไม่ใช่วิธีการที่แม่นยำนักในการระบุความสัมพันธ์ในครอบครัว เนื่องจากบางคนก็อาจหน้าตาเหมือนลูกพี่ลูกน้องมากกว่าเหมือนพี่น้องของตัวเอง เราใช้กายสัณฐานในการคาดเดาได้เพียงเท่านั้น

หากพูดถึงวิธีการที่ดีที่สุดในการระบุความสัมพันธ์ที่เรามีกับคนสักคนหนึ่ง นักชีววิทยาก็จะต้องลงไปดูกันที่ดีเอ็นเอของเรา เราทุกคนได้ดีเอ็นเออย่างละครึ่งมาจากพ่อและแม่ของเรา ทั้ง "ครึ่งส่วน" ทั้งสองนั้นต่างก็มีความเหมือนกันมาก และมีความต่างประมาณทุกๆ 1000 เบสคู่ (แต่หากคิดจากรวมสามพันล้านตัวอักษรก็จะเท่ากับความต่างถึงสามล้านคู่) เช่นเดียวกันกับพ่อและแม่ของเราที่ได้รับดีเอ็นเอมาจากพ่อแม่ของพวกเขาอีกที และแผนผังครอบครัวก็จะเป็นแบบนี้ไปเรื่อยๆ ดีเอ็นเอของเรามีความเหมือนกับของน้องสาวเรากว่าเหมือนลูกพี่ลูกน้องก็เพราะ เราและน้องสาวเรานั้นได้ดีเอ็นเอมาจากพ่อแม่เดียวกัน ในขณะที่มีสาขาอื่นๆ อีกในแผนผังครอบครัวระหว่างเราและลูกพี่ลูกน้อง นั่นหมายความว่า เราและน้องสาวของเรามีความเหมือนกันมากทางพันธุกรรมเพราะเรามีบรรพบุรุษที่เหมือนกันมากกว่าเมื่อเทียบกับลูกพี่ลูกน้องนั่นเอง

แล้วทั้งหมดที่กล่าวมาเกี่ยวข้องกับชีววิทยาอย่างไร เป็นเวลาหลายทศวรรษที่นักวิทยาศาสตร์พยายามวาดแผนผังครอบครัวที่จะสะท้อนภาพการวิวัฒนาการในประวัติศาสตร์ของสัตว์ทั้งหมดบนโลก แผนผังที่ว่านี้จะแสดงว่าสัตว์สปีชีส์ใดที่มีความใกล้ชิดกัน เช่นเดียวกับกรณีที่เราเหมือนน้องสาวมากกว่าเหมือนลูกพี่ลูกน้องที่ได้กล่าวมาแล้ว ตัวอย่างเช่น มนุษย์มีความเหมือนลิงชิมแปนซีมากกว่าเหมือนปลาโลมา ดังนั้น ลิงชิมแปนซีและมนุษย์อาจมีกิ่งก้านสาขาบางส่วนที่อยู่ใน "แผนผังครอบครัว" เดียวกัน

แล้วนักวิทยาศาสตร์เขียนแผนผังครอบครัวดังกล่าวได้อย่างไร หลายปีมาแล้วที่พวกเขาใช้วิธีการเปรียบเทียบลักษณะทางกายสัณฐาน (เช่น ผม ฟัน แขนขา ครีบ หัวใจ ตับ ดวงตา ฯลฯ) เพื่อใช้สืบหาว่าใครเป็นญาติกับใคร บางครั้งวิธีการเปรียบเทียบดังกล่าวก็ใช้ได้แม่นยำ แต่จากตัวอย่างที่ยกมาแล้ว บางครั้งลักษณะภายนอกเหล่านี้ก็ไม่ได้ให้ผลที่ถูกต้อง หลักฐานของแนวคิดดังกล่าวนั้นคือ นักวิทยาศาสตร์ที่ต่างกันก็มักจะได้ผลสรุปเป็นแผนผังครอบครัว/ความสัมพันธ์ที่แตกต่างกันโดยใช้ชุดข้อมูลกายสัณฐานที่ไม่เหมือนกัน แล้วแผนผังไหนกันที่ "ถูกต้อง"

ในการหาวิธีระบุแผนผังที่ "ถูกต้อง" เราต้องนึกถึงวิธีการที่สัตว์ต่างๆ สร้างลักษณะที่แตกต่างจากสัตว์ชนิดอื่นโดยวิวัฒนาการ การเปลี่ยนแปลงทางกายสัณฐานที่ได้รับมรดกมา (การเปลี่ยนแปลงเหล่านี้มักส่งต่อไปสู่รุ่นต่อไป) นั้นเป็นผลของการเปลี่ยนแปลง (การกลายพันธุ์) ในดีเอ็นเอของสิ่งมีชีวิต การกลายพันธุ์สามารถนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงในลำดับโปรตีนหรือการเปลี่ยนแปลงเรื่องเวลา ตำแหน่งและจำนวนที่โปรตีนสร้างขึ้น การเปลี่ยนแปลงเพียงหนึ่งหรือสองสิ่งก็อาจนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงที่ยิ่งใหญ่ทางกายสัณฐาน และ/หรือ วิธีการที่เซลล์เดี่ยวในสิ่งมีชีวิตทำงานได้แล้ว ด้วยเหตุนี้ ตลอดระยะเวลากว่าพันปีของวิวัฒนาการ การค่อยๆ เปลี่ยนแปลงของลำดับดีเอ็นเออย่างช้าๆ จึงนำไปสู่การมีอยู่ของสปีชีส์ต่างๆ บนโลกในนี้ กระบวนการทั้งหมดเราเรียกมันว่า วิวัฒนาการเชิงโมเลกุล

ระดับ: ชั้นสูง

ประเภทสื่อ
โครงงาน

หัวข้อ
วิวัฒนาการ | จีโนม

วิชา
ชีววิทยา

คำค้น
ดีเอ็นเอ | ยีน | ลำดับดีเอ็นเอ (ATGC) | mRNA | โปรตีน | FASTA | วิวัฒนาการโมเลกุล | จุดกำเนิดเดียวกัน

ระยะเวลาทำกิจกรรม
60 - 90 นาที

คำถามนำเข้ากิจกรรม

1. นักเรียนคิดว่าสัตว์จำพวกวานรชนิดใดที่มีความใกล้เคียงกับมนุษย์มากที่สุด อุรังอุตัง ชิมแปนซีหรือกอริลล่า

2. ทำไมจึงคิดว่าเป็นเช่นนั้น (ดูจากรูปลักษณ์ภายนอกหรือไม่ ส่วนใดที่ช่วยในการพิจารณา อาทิ รูปทรง จมูก ความยาวแขน หรือจำนวนเส้นผม/ขน)

ต้นไม้แห่งชีวิต

ดังนั้น วิธีการพิสูจน์ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตสองสิ่งที่ดีที่สุดก็คือการเปรียบเทียบดีเอ็นเอหรือลำดับดีเอ็นเอของมัน (จำไว้ว่า ลำดับโปรตีนแสดงอยู่ในดีเอ็นเอของยีน ดังนั้น วิธีเดียวที่จะรู้การเปลี่ยนแปลงของลำดับโปรตีนก็คือการเปลี่ยนแปลงของดีเอ็นเอที่ระบุอยู่ในนั้น) สิ่งมีชีวิตที่มีลำดับดีเอ็นเอ/โปรตีนเหมือนกันที่สุดจึงมีความเป็นไปได้สูงมากที่จะมีความใกล้ชิดทางพันธุกรรมมากกว่าสิ่งที่มีลำดับดีเอ็นเอ/โปรตีนที่เหมือนกันน้อยกว่า

เพราะเหตุใดนักวิทยาศาสตร์จึงไม่ใช้ลำดับดีเอ็นเอในการสร้างแผนผังตั้งแต่เมื่อ 100 ปีที่แล้ว เหตุผลแรกคือ เราเพิ่งมีการค้นพบเมื่อเพียง 50 ปีที่ผ่านมาว่าดีเอ็นเอคือสารทางพันธุกรรมที่เราได้รับต่อกันมารุ่นสู่รุ่น เหตุผลข้อต่อมาคือ เทคโนโลยีการจัดเรียงดีเอ็นเอและโปรตีนเพิ่งจะมีประสิทธิภาพเพียงพอเพื่อให้ได้ข้อมูลการเรียงดีเอ็นเอ/โปรตีนจากสัตว์ชนิดต่างๆ ด้วยข้อมูลใหม่ๆ เหล่านี้ นักวิทยาศาสตร์จึงพยายามอย่างมากที่จะสร้างแผนผังครอบครัวที่ “แท้จริง” ของสัตว์

วัตถุประสงค์หลัก

- เพื่อให้สามารถใช้งานโปรแกรมคอมพิวเตอร์บนเว็บไซต์ในการเปรียบเทียบลำดับดีเอ็นเอจากยีนของมนุษย์หลายคนกับยีนที่เหมือนกันในสัตว์ชนิดอื่นๆ

วัสดุอุปกรณ์

- คอมพิวเตอร์พร้อมอินเทอร์เน็ต
- สมุดจนในห้องทดลอง

วิธีทำ/ขั้นตอน

ในหน้าเอกสารต่อไปนี้จะมีข้อมูลลำดับดีเอ็นเอบางส่วนจากยีนสี่ชนิดที่แตกต่างกัน และสำหรับทุกๆ ชนิด เราได้ใส่ข้อมูลของมนุษย์ รวมไปถึงยีนชนิดเดียวกันของสัตว์ชนิดอื่นๆ เอาไว้ด้วย นักเรียนจะต้องตั้งสมมุติฐานของยีนแต่ละชนิดว่าสัตว์ชนิดใดที่มีความใกล้เคียงกับมนุษย์ที่สุด จากนั้นใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ระบุดังต่อไปนี้ในการวิเคราะห์ลำดับดีเอ็นเอเพื่อพิสูจน์สมมุติฐาน ตัวอย่างเช่น “ยีน 1” ในหน้าต่อไปนี้เป็นยีนของมนุษย์และสปีชีส์วานรอื่นๆ ที่แตกต่างกันหลายสปีชีส์ มนุษย์มีความใกล้เคียงกับสปีชีส์วานรอย่างมาก

นักเรียนคิดว่าสัตว์จำพวกวานรชนิดใดที่มีความใกล้เคียงกับมนุษย์มากที่สุด อุรังอุตัง ชิมแปนซี หรือกอริลล่า ทำไมจึงคิดว่าเป็นเช่นนั้น (ดูจากรูปลักษณ์ภายนอกหรือไม่ ส่วนใดที่ช่วยในการพิจารณา อาทิ รูปทรงจมูก ความยาวแขน หรือจำนวนเส้นผม/ขน) ลองตั้งสมมุติฐานของตนจากขั้นตอนดังต่อไปนี้

1 **เข้าไปที่หน้าเว็บไซต์ของ NCBI:**

→ **www.ncbi.nlm.nih.gov/**

2 **คลิกเมนู “BLAST” ที่แถบเมนูทางด้านขวามือ BLAST มาจากคำว่า Basic Local Alignment Search Tool หรือเครื่องมือช่วยจัดเรียงตำแหน่งพื้นฐาน ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้งานได้บนหน้าเว็บไซต์ที่มีประสิทธิภาพในการจัดเรียงลำดับ แต่เราจะนำมาใช้ในการเปรียบเทียบยีนสองยีน เพื่อดูว่าส่วนใดที่เหมือนและส่วนใดที่แตกต่าง**

3 **เมื่อคลิกเข้าไป หน้าจอคอมพิวเตอร์จะปรากฏข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับ BLAST เมื่อเลื่อนลงจะเจอส่วนที่เขียนว่า “Specialized searches” คลิกที่หัวข้อ “Global Align (Compare two sequences across their entire span (Needleman-Wunsch))”**

4 **เมื่อโหลดหน้าต่อไปแล้วจะปรากฏกล่องข้อความเปล่าสองช่อง นักเรียนสามารถนำลำดับดีเอ็นเอที่ต่างกันใส่ลงไปเพื่อเปรียบเทียบได้ โดยให้การตั้งค่าทั้งหมดอยู่ที่ค่าเริ่มต้นที่ตั้งไว้แล้ว**

5 **กดคัดลอกลำดับที่ต้องการเปรียบเทียบ (ของมนุษย์) จากหน้าต่อไปในเอกสารชุดนี้แล้วนำไปใส่ในกล่องข้อความใต้คำว่า “Enter Query Sequence” ลำดับจะเริ่มด้วยสัญลักษณ์ “>” และตามด้วยชื่อยีนที่บรรทัดแรกและในบรรทัดต่อๆ มาจะเป็นตัวอักษร**

ต้นไม้แห่งชีวิต

วิธีการเขียนลำดับดีเอ็นเอดังกล่าวเรียกว่า FASTA format

กดคัดลอกลำดับอีกชุดที่ต้องการเปรียบเทียบลงในกล่องข้อความใต้คำว่า "Enter Subject Sequence" จากนั้นคลิกที่ปุ่ม "Align"

ในการทดสอบครั้งแรก ใช้ ">human_CFTR" (อย่าลืมกรอกตัวอักษรให้ครบทั้ง 729 ตัว) ให้เป็น Query Sequence และใช้ ">orangutan_CFTR" (ที่มีตัวอักษร 729 ตัว) เป็น Subject Sequence

ข้อสำคัญคือ จะต้องใช้ฟังก์ชันการคัดลอกและวางในคอมพิวเตอร์เป็นตัวช่วยในการกรอกลำดับเหล่านี้ใน BLAST เพราะแทบจะเป็นไปไม่ได้เลยที่จะพิมพ์ตัวอักษรทั้งหมดเองลงไปทีละตัวได้อย่างถูกต้อง

6 **อ่านข้อมูลหลังจากที่คอมพิวเตอร์แสดงผล "BLAST Results" เลื่อนลงมาจนถึงส่วนข้อความ แถวบนสุดของตัวอักษร (ชื่อกำกับ "Query") จะตรงกับลำดับที่เราวางในช่อง "Query Sequence" ส่วนในแถวล่าง (ชื่อกำกับ "Sbjct" หรือ "Subject") จะตรงกับที่เราใส่ไว้ในช่อง "Subject Sequence" ตำแหน่งที่เบส/ตัวอักษรในตำแหน่งใดตรงกัน (เช่น "C" ในลำดับทั้งสอง) เส้นแนวตั้งจะเชื่อมตัวอักษรบรรทัดที่หนึ่งกับตัวอักษรบรรทัดที่สอง แต่ตำแหน่งใดที่ไม่ตรงกันก็จะไม่มีเส้นแนวตั้งเชื่อมตัวอักษรทั้งสองบรรทัดเข้าด้วยกัน หากพิจารณาอย่างละเอียดจะพบว่าโปรแกรมได้ระบุจำนวนตัวอักษรที่ตรงกันไว้ให้ด้วยในรูปเลขเศษส่วนจากจำนวนตัวอักษรทั้งหมด ดูได้ที่หัวข้อ "Identities"**

7 **วิเคราะห์และนับจำนวน ใช้ BLAST ในการเปรียบเทียบยีนมนุษย์กับสัตว์อื่นแต่ละชนิด ได้แก่ มนุษย์กับอุรังอุตัง มนุษย์กับชิมปนซี และมนุษย์กับกอริลล่า จากนั้นนับจำนวนตัวอักษรที่แตกต่างของการทดสอบแต่ละสปีชีส์ สปีชีส์ที่มีจำนวนที่แตกต่างน้อยที่สุดนั้นถือว่าเป็นญาติที่ใกล้ชิดกับมนุษย์ที่สุด)**

8 **ข้อมูลที่ได้ตรงกับสมมุติฐานหรือไม่ นักเรียนได้เรียนรู้อะไรบ้างจากการใช้การเปรียบเทียบทางกายสัณฐานกับแบบการเปรียบเทียบลำดับดีเอ็นเอเพื่อระบุความสัมพันธ์เชิงวิวัฒนาการ**

9 **ทำการวิเคราะห์แบบเดียวกันกับยีนอีกสามชนิดที่เหลือ สิ่งที่ต้องระวังคือ จะต้องเปรียบเทียบยีนชนิดเดียวกันเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่มีความหมาย หากเปรียบเทียบลำดับของหมูจากยีน BMP7 กับของลิงกอริลล่าจากยีน CFTR ผลที่ออกมาก็จะไม่มีประโยชน์ใดๆ (แม้อาจจะไม่ได้ผิดก็ตาม)**

ต้นไม้แห่งชีวิต

ยีน 1

ต่อไปนี้คือลำดับดีเอ็นเอบางส่วนของมนุษย์ ชิมแปนซี กอริลล่าและอุรังอุตังในส่วนยีนซิสติก ไฟโบรซิส (CFTR) ในร่างกายสิ่งมีชีวิต ยีนนี้ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการจัดการไม่ให้มีเมือกเกิดขึ้นในปอดและให้ตับอ่อนสร้างเอนไซม์ที่เหมาะสมในการช่วยย่อยอาหาร หากยีนนี้เสียหายจะทำให้เกิดโรคซิสติก ไฟโบรซิส เนื่องจากสัตว์ทั้งหมดที่กล่าวข้างต้นต่างก็มีปอดและตับอ่อนทั้งสิ้น จึงเป็นไปได้ว่าทั้งหมดมีลำดับยีน CFTR ที่เหมือนกันที่คอยทำหน้าที่เดียวกันอยู่

จะต้องมีเบส/ตัวอักษร 729 ตัวในแต่ละลำดับ

>มนุษย์_CFTR

ATATTTGAAAGCTGTGTCTGTAAACTGATGGCTAACAAAACTAGGATTTTGGTCACTTC
TAAAATGGAACATTTAAAGAAAGCTGACAAAATATTAATTTTGAATGAAGGTAGCAGCT
ATTTTTATGGGACATTTTCAGAACTCCAAAATCTACAGCCAGACTTTAGCTCAAAACTC
ATGGGATGTGATTCTTTCGACCAATTTAGTGCAGAAAGAAGAAATTCAATCCTAACTGA
GACCTTACACCGTTTCTCATTAGAAGGAGATGCTCCTGTCTCCTGGACAGAAACCAATC
TTTTAAACAGACTGGAGAGTTTGGGGAAAAAAGGAAGAATTCTATTCTCAATCCAATCA
ACTCTATACGAAAATTTTCCATTGTGCAAAAGACTCCCTTACAAATGAATGGCATCGAA
GAGGATTCTGATGAGCCTTTAGAGAGAAGGCTGTCCTTAGTACCAGATTCTGAGCAGGG
AGAGGCGATACTGCCTCGCATCAGCGTGATCAGCACTGGCCCCACGCTTCAGGCACGAA
GGAGGCAGTCTGTCCTGAACCTGATGACACACTCAGTTAACCAAGGTCAGAACATTCAC
CGAAAGACAACAGCATCCACACGAAAAGTGTCACTGGCCCCTCAGGCAAACTTGACTGA
ACTGGATATATATTCAAGAAGGTTATCTCAAGAAACTGGCTTGGAAATAAGTGAAGAAA
TTAACGAAGAAGACTTAAAGG

>ลิงอุรังอุตัง_CFTR

ATATCTTAAAGCTGTGTCTGTAAACTGATGGCTAACAAAACTAGGATTTTGGTCACTTC
TAAAATGGAACATTTAAAGAAAGCTGACAAAATTTTAATTTTACATGAAGGTAGCAGCT
ATTTTTATGGGACATTTTCAGAACTCCAAAATCTACGGCCAGACTTTAGCTCAAAACTC
ATGGGATGTGATTCTTTCGACCAATTTAGTGCAGAAAGAAGAAATTCAATCCTAACTGA
GACTTTACGCCGTTTCTCATTAGAAGGAGATGCTCCTGTCTCCTGGACAGAAACCAACC
TTTTAAACAGACTGGAGAGTTTGGGGAAAAAAGGAAGAATTCTATTCTCAATCCAATCA
ACTCTATACGAAAATTTTCCATTGTACAAAAGACTCCCTTACAAATGAATGGCATCGAA
GAGGATTCTGATGAGCCTTTCGAGAGAAGGGTGTCCTTAGTTCCAGATTCTGAGCAGGG
AGAGGCGATACTGCCTCGCATCAGCGTGATCAGCACTGGCCCCATGCTTCAGGCACGAA
GGAGGCAGTCTGTTCTGAACCTGATGACACAGTCAGTTAACCAAGGTCAGAACATTCAC
CGAAAGACAACAGCATCCACACGAAAAGTGTCACTGGCCCCTCAGGCAAACTTGACTGA
ATTGGATATATATTCAAGAAGGTTATCTCAAGAAACTGGCTTGGAAATAAGTGAAGAAA
TTAATGAAGAAGACTTAAAGG

>ลิงชิมแปนซี_CFTR

ATATTTGAAAGCTGTGTCTGTAAACTGATGGCTAACAAAACTAGGATTTTGGTCACTTC
TAAAATGGAACATTTAAAGAAAGCTGACAAAATATTAATTTTGCATGAAGGTAGCAGCT
ATTTTTATGGGACATTTTCAGAACTCCAAAATCTACGGCCAGACTTTAGCTCAAAACTC
ATGGGATGTGATTCTTTCGACCAATTTAGTGCAGAAAGAAGAAATTCAATCCTAACTGA
GACCTTACGCCGTTTCTCATTAGAAGGAGATGCTCCTGTCTCCTGGACAGAAACCAATC
TTTTAAACAGACTGGAGAGTTTGGGGAAAAAAGGAAGAATTCTATTCTCAATCCAATCA
ACTCTATACGAAAATTTTCCATTGTGCAAAAGACTCCCTTACAAATGAATGGCATCGAA
GAGGATTCTGATGAGCCTTTAGAGAGAAGGCTGTCCTTAGTACCAGATTCTGAGCAGGG
AGAGGCGATACTGCCTCGCATCAGCGTGATCAGCACTGGCCCCACGCTTCAGGCACGAA
GGAGGCAGTCTGTTCTGAACCTGATGACACACTCAGTTAACCAAGGTCAGAACATTCAC
CGAAAGACAACAGCATCCACACGAAAAGTGTCACTGGCCCCTCAGGCAAACTTGACTGA
ACTGGATATATATTCAAGAAGGTTATCTCAAGAAACTGGCTTGGAAATAAGTGAAGAAA
TTAACGAAGAAGACTTAAAGG

ต้นไม้แห่งชีวิต

>กอริลลา_CFTR
ATATCTTAAAGCTGTGTCTGTAAACTGATGGCTAACAAAACTAGGATTTTGGTCACTTC
TAAAATGGAACATTTAAAGAAAGCTGACAAAATATTAATTTTGCATGAAGGTAGCAGCT
ATTTTTATGGGACATTTTCAGAACTCCAAAATCTACGGCCAGACTTTAGCTCAAAACTC
ATGGGATGTGATTCTTTCGACCAATTTAGTGCAGAAAGAAGAAATTCAATCCTAACTGA
GACCTTACGCCGTTTCTCATTAGAAGGAGATGCTCCTGTCTCCTGGACAGAAACCAATC
TTTTAAACAGACTGGAGAGTTTGGGGAAAAAAGGAAGAATTCTATTCTCAATCCAATCA
ACTCTATACGAAAATTTTCCATTGTACAAAAGACTCCCTTACAAATGAATGGCATCGAA
GAGGATTCTGATGAGCCTTTAGAGAGAAGGCTGTCCTTAGTACCAGATTCTGAGCAGGG
AGAGGCGATACTGCCTCGCATCAGCGTGATCAGCACTGGCCCCACGCTTCAGGCACGAA
GGAGGCAGTCTGTTCTGAACCTGATGACACACTCAGTTAACCAAGGTCAGAACATTCAC
CGAAAGACAACAGCATCCACACGAAAAGTGTCACTGGCCCCTCAGGCAAACTTGACTGA
ACTGGATATATATTCAAGAAGGTTATCTCAAGAAACTGGCTTGGAAATAAGTGAAGAAA
TTAACGAAGAAGACTTAAAGG

ยีน 2
ต่อไปนี้คือลำดับดีเอ็นเอบางส่วนของมนุษย์ หมู กระต่ายและแกะ ในส่วนยีน Bone Morphogenetic Protein-7 หรือเรียกว่ายีน BMP7 เป็นยีนที่แทนสัญญาณที่พบในร่างกายที่คอยกระตุ้นการเจริญเติบโตของกระดูก

จะต้องมีเบส/ตัวอักษร 196 ตัวในแต่ละลำดับ

>มนุษย์_BMP7
AGAACCGCTCCAAGACGCCCAAGAACCAGGAAGCCCTGCGGATGGCCAACGTGGCAGAG
AACAGCAGCAGCGACCAGAGGCAGGCCTGTAAGAAGCACGAGCTGTATGTCAGCTTCCG
AGACCTGGGCTGGCAGGACTGGATCATCGCGCCTGAAGGCTACGCCGCCTACTACTGTG
AGGGGGAGTGTGCCTTCCC

>หมู_BMP7
AGAACCGCTCCAAGACGCCCAAGAACCAGGAAGCCCTGCGGGTGGCCAACGTCGCAGAG
AACAGCAGCAGTGACCAGCGGCAGGCCTGTAAGAAGCATGAGCTCTACGTCAGCTTCCG
GGACCTGGGCTGGCAAGACTGGATCATCGCGCCCGAAGGCTATGCCGCCTACTACTGCG
AGGGGGAGTGCGCCTTCCC

>กระต่าย_BMP7
AGAACCGCTCCAAGGCACCCAAGAACCAAGAGGCGCTGCGAGTGGCCAACGTGGCAGAA
AACAGCAGCAGTGACCAGCGGCAGGCGTGCAAGAAACACGAACTGTACGTCAGCTTCCG
CGACCTGGGCTGGCAGGATTGGATCATTGCCCCGGAAGGCTACGCCGCCTACTACTGCG
AGGGAGAGTGCGCCTTCCC

>แกะ_BMP7
AGAATCGCTCCAAGGCGCCCAAGAACCAAGAAGCCCTGCGGGTGGCCAACGTCGCAGAA
AACAGCAGCAGTGACCAGAGGCAGGCATGTAAGAAGCACGAGCTATACGTCAGCTTCCG
GGACCTGGGCTGGCAGGATTGGATCATCGCACCCGAAGGCTATGCCGCCTACTACTGCG
AGGGGGAGTGCGCCTTCCC

ต้นไม้แห่งชีวิต

ยีน 3

ต่อไปนี้คือลำดับดีเอ็นเอบางส่วนของมนุษย์ วัว สุนัขและม้า ในส่วนเลปติน (LEP) สัญญาณที่พบในร่างกายที่คอยสั่งว่าสมองควรเก็บไขมันไว้มากเพียงใด เลปตินยังช่วยควบคุมความรู้สึกหิวด้วย

จะต้องมีเบส/ตัวอักษร 426 ตัวในแต่ละลำดับ

>มนุษย์_LEPTIN

TGTGGCTTTGGCCCTATCTTTTCTATGTCCAAGCTGTGCCCATCCAAAAAGTCCAAGAT
GACACCAAAACCCTCATCAAGACAATTGTCACCAGGATCAATGACATTTCACACACGCA
GTCAGTCTCCTCCAAACAGAAAGTCACCGGTTTGGACTTCATTCCTGGGCTCCACCCCA
TCCTGACCTTATCCAAGATGGACCAGACACTGGCAGTCTACCAACAGATCCTCACCAGT
ATGCCTTCCAGAAACGTGATCCAAATATCCAACGACCTGGAGAACCTCCGGGATCTTCT
TCACGTGCTGGCCTTCTCTAAGAGCTGCCACTTGCCCTGGGCCAGTGGCCTGGAGACCT
TGGACAGCCTGGGGGGTGTCCTGGAAGCTTCAGGCTACTCCACAGAGGTGGTGGCCCTG
AGCAGGCTGCAGG

>วัว_LEPTIN

TGTGGCTTTGGCCCTATCTGTCTTACGTGGAGGCTGTGCCCATCCGCAAGGTCCAGGAT
GACACCAAAACCCTCATTAAGACAATTGTCACCAGGATCAATGACATCTCACACACGCA
GTCCGTCTCCTCCAAACAGAGGGTCACTGGTTTGGACTTCATCCCTGGGCTCCACCCTC
TCCTGAGTTTGTCCAAGATGGACCAGACATTGGCGATCTACCAACAGATCCTCACCAGT
CTGCCTTCCAGAAATGTGGTCCAAATATCCAATGACCTGGAGAACCTCCGGGACCTTCT
CCACCTGCTGGCCGCCTCCAAGAGCTGCCCCTTGCCGCAGGTCAGGGCCCTGGAGAGCT
TGGAGAGCTTGGGCGTTGTCCTGGAAGCTTCCCTCTACTCCACCGAGGTGGTGGCCCTG
AGCCGGCTGCAGG

>หมา_LEPTIN

TGTGGCTCTGGCCCTATCTGTCCTGTGTTGAAGCTGTGCCAATCCGAAAAGTCCAGGAC
GACACCAAACCCCTCATCAAGACGATTGTCGCCAGGATCAATGACATTTCACACACTCA
GTCTGTCTCCTCCCAACAGAGGGTCGCTGGTCTGGACTTCATTCCTGGGCTCCAACCAG
TCCTGAGTTTGTCCAGGATGGGCCAGACGTTGGCCATATACCAACAGATCCTCAACAGT
CTGCATTCCAGAAATGTGGTCCAAATATCTAATGACCTGGAGAACCTCCGGGACCTTCT
CCACCTGCTGGCCTCCTCCAAGAGCTGCCCCTTGCCCCGGGCCAGGGGCCTGGAGACCT
TTGAGAGCGTGGGCGGCGTCCTGGAAGCCTCACTCTACTCCACAGAAGTGGTGGCTCTG
AACAGACTGCAGG

>ม้า_LEPTIN

TGTGGCTTTGGCCCTATCTGTTCTTCATTGAAGCTGTGCCCATCCGAAAAGTCCAGGAT
GACACCAAAACCCTCATCAAGACGATTGTCACCAGGATCAATGACATTTCACACACGCA
GTCAGTCTCCTCCAAACAGAGGGTCACTGGTTTGGACTTCATTCCTGGGCTTCACCCTG
TCCTGAGTTTGTCCAAGATGGACCAGACATTGGCAATCTACCAACAGATCCTTACAAGT
CTGCCTTCCAGAAATGTGATCCAGATATCTAATGACCTGGAGAACCTCCGGGACCTTCT
CCACCTGCTGGCCTCCTCCAAGAGTTGCCCCTTGCCCCAGGCCAGGGGTCTGGAGACCT
TGGCGAGCCTGGGCGGTGTCCTGGAAGCTTCACTCTACTCCACAGAGGTGGTAGCCCTG
AGCAGGCTGCAGG

ต้นไม้แห่งชีวิต

ยีน 4

ต่อไปนี้คือลำดับดีเอ็นเอบางส่วนของมนุษย์ หนูตะเภาและหนูนา ในส่วนออปซิน (OPS1MW) ออปซินเกี่ยวข้องกับการมองเห็นสีของดวงตา หากการทำงานของโปรตีนออปซินจะทำให้เกิดโรคตาบอดสีได้

จะต้องมีเบส/ตัวอักษร 776 ตัวในแต่ละลำดับ

>มนุษย์_OPSIN

CCCTTCGAAGGCCCGAATTACCACATCGCTCCCAGATGGGTGTACCACCTCACCAGTGT
CTGGATGATCTTTGTGGTCATTGCATCCGTTTTCACAAATGGGCTTGTGCTGGCGGCCA
CCATGAAGTTCAAGAAGCTGCGCCACCCGCTGAACTGGATCCTGGTGAACCTGGCGGTC
GCTGACCTGGCAGAGACCGTCATCGCCAGCACTATCAGCGTTGTGAACCAGGTCTATGG
CTACTTCGTGCTGGGCCACCCTATGTGTGTCCTGGAGGGCTACACCGTCTCCCTGTGTG
GGATCACAGGTCTCTGGTCTCTGGCCATCATTTCCTGGGAGAGATGGATGGTGGTCTGC
AAGCCCTTTGGCAATGTGAGATTTGATGCCAAGCTGGCCATCGTGGGCATTGCCTTCTC
CTGGATCTGGGCTGCTGTGTGGACAGCCCCGCCCATCTTTGGTTGGAGCAGGTACTGGC
CCCACGGCCTGAAGACTTCATGCGGCCCAGACGTGTTCAGCGGCAGCTCGTACCCCGGG
GTGCAGTCTTACATGATTGTCCTCATGGTCACCTGCTGCATCACCCCACTCAGCATCAT
CGTGCTCTGCTACCTCCAAGTGTGGCTGGCCATCCGAGCGGTGGCAAAGCAGCAGAAAG
AGTCTGAATCCACCCAGAAGGCAGAGAAGGAAGTGACGCGCATGGTGGTGGTGATGGTC
CTGGCATTCTGCTTCTGCTGGGGACCATACGCCTTCTTCGCATGCTTTGCTGCTGCCAA
CCCTGGCTA

>หนูตะเภา_OPSIN

CCCTTTGAAGGCCCCAATTATCACATTGCTCCCAGGTGGGTGTACCACCTCACCAGCAC
CTGGATGATTCTTGTGGTCGTTGCATCTGTCTTCACTAATGGACTTGTGCTGGCAGCCA
CCATGAGATTCAAGAAGCTGCGCCATCCACTGAACTGGATTCTGGTGAACTTGGCAGTT
GCTGACCTAGCAGAGACCATTATTGCCAGCACTATCAGTGTTGTGAACCAAATCTATGG
CTACTTCGTTCTGGGACACCCTCTGTGTGTCATTGAAGGCTACATTGTCTCATTGTGTG
GAATCACAGGCCTCTGGTCCCTGGCCATCATTTCCTGGGAGAGATGGCTGGTGGTCTGC
AAGCCCTTTGGCAATGTGAGATTTGATGCTAAGCTGGCCACTGTGGGAATCGTCTTCTC
CTGGGTCTGGGCTGCTATATGGACGGCCCCACCAATCTTTGGTTGGAGCAGGTACTGGC
CTTATGGCCTGAAGACATCCTGTGGCCCAGACGTGTTCAGCGGTACCTCGTACCCCGGG
GTTCAGTCTTATATGATGGTCCTCATGGTCACGTGCTGCATCTTCCCACTCAGCATCAT
CGTGCTCTGCTACCTCCAAGTGTGGCTGGCCATCCGAGCAGTGGCAAAGCAACAGAAAG
AATCTGAGTCCACTCAGAAGGCCGAGAAGGAGGTGACACGCATGGTGGTGGTGATGGTC
TTCGCATACTGCCTCTGCTGGGGACCCTATACTTTCTTTGCATGCTTTGCTACTGCCCA
CCCTGGCTA

>หนูนา_OPSIN

CCCTTTGAAGGTCCCAATTATCACATTGCTCCAAGGTGGGTGTACCACCTCACCAGCAC
CTGGATGATTCTTGTGGTCATTGCATCTGTCTTCACAAATGGACTCGTGCTGGCAGCCA
CCATGAGGTTCAAGAAGCTGCGTCATCCTCTGAACTGGATTCTAGTGAACTTGGCAGTT
GCTGACCTAGCAGAGACCATTATTGCCAGCACTATCAGTGTTGTGAACCAAATCTATGG
CTACTTTGTGCTGGGCCACCCTCTGTGTGTCATAGAAGGCTACATTGTCTCACTATGTG
GGATCACAGGCCTCTGGTCCTTGGCCATCATTTCCTGGGAGAGATGGCTGGTGGTCTGC
AAGCCCTTTGGCAATGTGAGATTTGATGCTAAACTGGCCACTGTGGGAATCGTCTTCTC
CTGGGTCTGGGCTGCTATGTGGACGGCCCCACCAATCTTTGGTTGGAGCAGGTACTGGC
CTTATGGCCTGAAGACATCGTGTGGTCCAGACGTGTTCAGCGGTACCTCGTATCCTGGG
GTTCAGTCTTATATGATGGTCCTCATGGTCACGTGCTGCATCTTCCCACTCAGCATCAT
CGTGCTCTGCTACCTCCAAGTGTGGCTGGCCATCCGAGCAGTGGCAAAGCAACAGAAAG
AATCTGAGTCCACCCAGAAGGCTGAGAAGGAGGTGACACGCATGGTGGTGGTGATGGTC
TTCGCATACTGCCTCTGCTGGGGGCCCTATACTTTCTTTGCATGCTTTGCTACTGCCCA
TCCTGGCTA

ในการเปรียบเทียบลำดับเหล่านี้ สามารถใช้โปรแกรมอื่นๆ แทน BLAST เช่น T-Coffee หรือ CLUSTAL W เป็นต้น ในการเปรียบเทียบลำดับจากสปีชีส์ต่างๆ หลายๆ ลำดับในคราวเดียว โดยไฟล์ที่ป้อนเข้าจะต้องอยู่ในรูปแบบ FASTA format ซึ่งระบุข้อมูลของยีนชนิดเดียวกันในสัตว์สปีชีส์ที่ต่างกัน (ดังตัวอย่างในการทดลองนี้)

ต่อไปนี้คือเครื่องมือช่วยค้นหาความแตกต่าง (DNA/RNA/โปรตีน) อื่นๆ 2 โปรแกรม

T-coffee:
→ http://tcoffee.crg.cat/apps/tcoffee/index.html

ให้ผลเป็นแบบสีที่ใช้งานได้ดี (คลิก "html" ใต้คอลัมน์คะแนนในหน้าแสดงผล) โดยไฟล์ที่ป้อนเข้าจะต้องอยู่ในรูปแบบ FASTA format

ClustalW:
→ www.clustal.org/clustal2/

ใช้งานง่ายเพียงป้อนลำดับที่อยู่ในรูปไฟล์ FASTA format โดยไม่ต้องกรอกค่าตัวแปรเสริมใดๆ

ผู้แต่ง/แหล่งที่มา

Science Buddies Staff. (2017, July 28). The Tree of Life – I (basic). Retrieved from
→ **https://www.sciencebuddies.org/science-fair-projects/project-ideas/Genom_p004/genetics-genomics/tree-of-life-basic**