ISBN 974-7580-72-1

จีโนม : เรื่องที่ทุกคนควรรู้

สวทช.
ศช.8
344
2543
ฉ.1

BIOTEC

ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ
สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

จีโนม : เรื่องที่ทุกคนควรรู้

Understanding Genome

TECHNICAL INFORMATION ACCESS CENTER
ศูนย์บริการสารสนเทศทางเทคโนโลยี

ISBN 974-7580-72-1

เอกสารเผยแพร่

พิมพ์ครั้งที่ 1

สิงหาคม 2543

จำนวนพิมพ์ 5,000 เล่ม

เรียบเรียงโดย

นพ.ประสิทธิ์ ผลิตผลการพิมพ์

ดร.นเรศ ดำรงชัย

ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ

จัดพิมพ์โดย

หน่วยเผยแพร่เทคโนโลยีและประชาสัมพันธ์

ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ

ส.เทจ.
ศข.8
044
2543
ฉ.1

ในกรณีที่มีการคัดลอกหรือทำซ้ำส่วนใดส่วนหนึ่งหรือทั้งหมดของหนังสือเล่มนี้ ขอให้แจ้งเจ้าของลิขสิทธิ์ทราบด้วย

จีโนม : เรื่องที่ทุกคนควรรู้

QR Code by
RFID Lab NECTEC, STKS

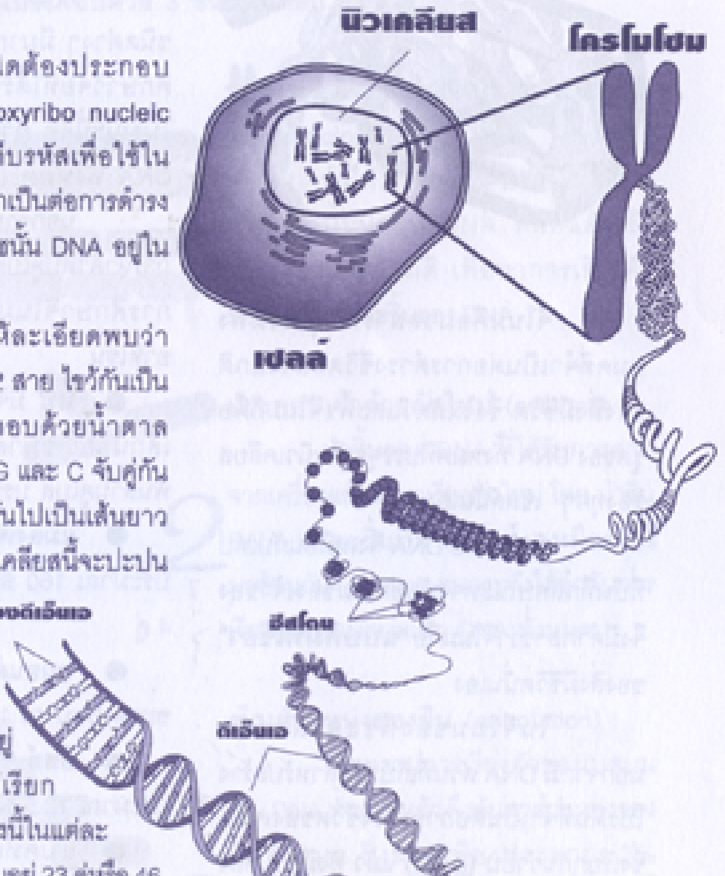
สารบัญ

จีโนมคืออะไร	...1
จีโนมในสิ่งมีชีวิต	...2
กรรมวิธีการหารหัสพันธุกรรม	...3
โครงการจีโนมมนุษย์	...4
ผลกระทบต่อชีวิตมนุษย์...	...5
มาตรการป้องกันผลกระทบด้านสังคม	...7
ประเทศไทยดำเนินการอะไรบ้างในขณะนี้	...10
ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายเพื่อการศึกษาวิจัย	...11
เอกสารอ้างอิง	...14

จีโนมคืออะไร

สิ่งมีชีวิตทุกชนิดต้องประกอบด้วยสารพันธุกรรม (Deoxyribo nucleic acid : DNA) สำหรับเก็บรหัสเพื่อใช้ในการสร้างโปรตีนต่างๆ ที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต สำหรับในสัตว์และพืชนั้น DNA อยู่ใน**นิวเคลียส** ภายในเซลล์

เมื่อพิจารณาให้ละเอียดพบว่า DNA นั้นมีโครงสร้างเป็น 2 สาย ไขว้กันเป็นเกลียว แต่ละสายประกอบด้วยน้ำตาลและเบส 4 ชนิดคือ A, T, G และ C จับคู่กันเรียกว่า **คู่เบส** เรียงต่อกันไปเป็นเส้นยาว เส้นของ DNA ที่พบในนิวเคลียสนี้จะปะปนอยู่กับโปรตีนบางชนิด โดยจะขดตัวรวมกันอยู่ลักษณะคล้ายปาท่องโก๋เรียกว่า **โครโมโซม** (ดังรูป) ทั้งนี้ในแต่ละเซลล์ของมนุษย์มีโครโมโซมอยู่ 23 คู่หรือ 46 ชิ้น ซึ่งชุดของ DNA ทั้งหมดนี้เรียกกันว่า **จีโนม** (จะประกอบด้วยคู่เบสประมาณ 3.1 พันล้านคู่เบส)



จีโนมในสิ่งมีชีวิต

จีโนมคือมวลสารพันธุกรรมทั้งหมดที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตอย่างปกติของสิ่งมีชีวิต ซึ่งในสัตว์และพืชจีโนมก็คือชุดของ DNA ทั้งหมดที่บรรจุอยู่ในนิวเคลียสของทุกๆ เซลล์นั่นเอง

ดังนั้นสาย DNA จึงเหมือนกับเทปที่บันทึกลักษณะทางพันธุกรรมของเจ้าของ จึงมีคำกล่าวว่าจีโนมคือ **"แบบพิมพ์เขียว"** ของสิ่งมีชีวิตนั่นเอง

ในจีโนมของพืชและสัตว์นั้นนอกจากมี DNA ส่วนที่เก็บรหัสสำหรับสร้างโปรตีนที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของเซลล์ ซึ่งเรียกกันว่ายีน (gene) แล้ว ยังมีส่วนของ DNA ที่ไม่ใช่ยีน และยังไม่ทราบหน้าที่ที่แน่ชัดทั้งหมด ซึ่งในการศึกษาจีโนมนั้นต้องศึกษาทั้งหมด ทั้งส่วนที่เป็นยีนและไม่ใช่ยีน

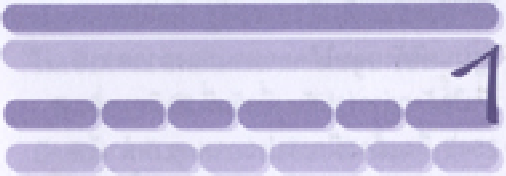
การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆ มีมากมายหลายอย่าง แต่การศึกษาวิจัยที่ได้รับการกล่าวถึงอย่างมากในขณะนี้คือ **การหาลำดับคู่เบสในสาย DNA ทั้งหมด** (genome sequencing)

นอกจากงานวิจัยจีโนมมนุษย์ ซึ่งมีการหาลำดับคู่เบสได้เกือบหมดแล้วนั้น ยังมีการศึกษาจีโนมของสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น ๆ อาทิเช่น

- **หนู** มีจีโนมขนาดเล็กกว่ามนุษย์เล็กน้อย ขนาดของจีโนมประมาณ 3 พันล้านคู่เบส บรรจุอยู่ในโครโมโซม 20 คู่
- **แมลงหวี่** *Drosophila* มีจีโนมขนาดประมาณ 160 ล้านคู่เบส และมีโครโมโซม 4 คู่
- **หนอนตัวกลม** *C. elegans* มีจีโนมขนาดประมาณ 100 ล้านคู่เบส
- **ยีสต์** *S. cerevisiae* มีจีโนมขนาดประมาณ 12.5 ล้านคู่เบส
- **แบคทีเรีย** *E. coli* มีโครโมโซมเดียวและมีจีโนมขนาดเล็กเพียง 5 ล้านคู่เบส
- สำหรับแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคในมนุษย์ ส่วนใหญ่มีการศึกษาลำดับของจีโนมเสร็จแล้ว

กรรมวิธีการหารหัสพันธุกรรม

วิธีการหารหัสพันธุกรรมประกอบด้วย 3 ขั้นตอนหลัก คือ

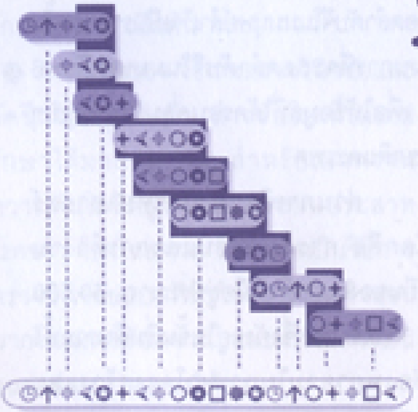


1 **หาการเรียงตัวของเบสบนเส้น DNA (sequencing)**

ทำได้โดยตัดเส้น DNA เป็นชิ้นๆ หลังจากนั้นนำชิ้น DNA ที่ตัดแล้วเข้าเครื่องอ่านอัตโนมัติ เพื่อหาการเรียงตัวของเบสในแต่ละชิ้นของ DNA

2 **ประกอบเข้าด้วยกันใหม่ (assembly)**

นำชิ้นของ DNA ที่ได้รับการอ่านจากเครื่องแล้วนำมาเรียงกันใหม่ โดย นำชิ้น DNA แต่ละชิ้นที่มี marker เหมือนกันมาซ้อนกัน (overlap) จนกระทั่งได้ลำดับการเรียงตัวของเบสบนเส้น DNA ทั้งหมด

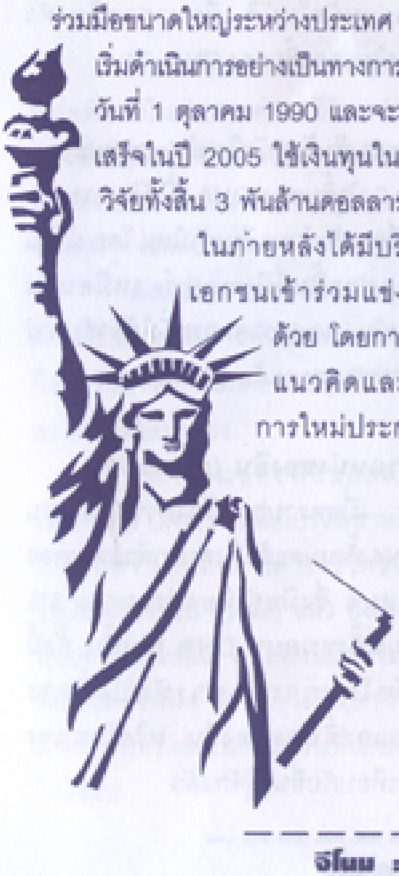


3 **ระบุตำแหน่งของยีน (annotation)**

เมื่อทราบการเรียงตัวของเบสบนเส้น DNA ทั้งหมดแล้ว จึงค้นหาตำแหน่งของยีนทั้งหมด ซึ่งมีอยู่เพียงประมาณ 3% ในข้อมูลทั้งหมดบน DNA เส้นนั้น ทั้งนี้อาจทำโดยการค้นหารหัสบ่งชี้การเริ่มต้นและสิ้นสุดของยีน หรือโดยการเปรียบเทียบกับยีนที่รู้จักแล้ว

โครงการจีโนมมนุษย์
The Human Genome Project

เริ่มเกิดขึ้นจากกระทรวงพลังงาน (Department of Energy) ของสหรัฐฯ ต่อมามีหน่วยงานของรัฐ ทั้งในสหรัฐฯ (เช่น National Institute of Health) และนอกสหรัฐฯ (เช่น มูลนิธิ Wellcome Trust) ร่วมด้วย ในที่สุดโครงการดังกล่าวจึงกลายเป็นโครงการความร่วมมือขนาดใหญ่ระหว่างประเทศ โดยเริ่มดำเนินการอย่างเป็นทางการเมื่อวันที่ 1 ตุลาคม 1990 และจะแล้วเสร็จในปี 2005 ใช้เงินทุนในการวิจัยทั้งสิ้น 3 พันล้านดอลลาร์



ในภายหลังได้มีบริษัทเอกชนเข้าร่วมแข่งขันด้วย โดยการนำแนวคิดและวิธีการใหม่ประกอบกับความก้าวหน้าทางคอมพิวเตอร์ในการถอดลำดับคู่เบสของจีโนมมนุษย์ จึงทำให้โครงการดังกล่าวสำเร็จก่อนกำหนดถึง 5 ปี โดยประธานาธิบดีของสหรัฐฯ และนายกรัฐมนตรีอังกฤษได้ออกมาแถลงข่าวความสำเร็จดังกล่าวร่วมกัน เมื่อวันที่ 26 มิถุนายน 2543 ถึงแม้จะมีการประกาศความสำเร็จร่วมกันไปแล้วก็ตาม แต่โครงการนี้ยังไม่เสร็จสิ้นสมบูรณ์ เนื่องจากยังมีลำดับคู่เบสบางส่วนที่ยังถอดไม่เสร็จ และดูเหมือนจะทำให้เสร็จในเวลาอันสั้นได้ลำบาก

บริษัทเซเลร่า (Celera Genomics) ซึ่งถอดลำดับจีโนมมนุษย์สำเร็จเป็นรายแรกนั้น มีแผนการที่จะถอดลำดับจีโนมมนุษย์อีก 6 ครั้ง เพื่อให้ข้อมูลที่ได้ครอบคลุมมนุษย์ทุก ๆ เชื้อชาติและเพศ

ส่วนภารกิจของนักวิทยาศาสตร์ทั่วโลกคือ การค้นหายีนและการทำงานของยีนของมนุษย์ (ที่มีอยู่ประมาณ 50,000 ถึง 130,000 ยีน) ซึ่งยังอยู่ในขั้นเริ่มต้นรวมทั้งจะต้องพยายามในการหาโครงสร้างและหน้าที่ของโปรตีน กระทั่งศึกษาการควบคุมการทำงานของโปรตีน ซึ่งภารกิจต่างๆ เหล่านี้จะต้องใช้เวลาอีกหลายปี

ผลกระทบต่อชีวิตมนุษย์

การทราบข้อมูลของจีโนมจะมีผลกระทบต่อชีวิตมนุษย์อย่างไร

ประโยชน์ที่เห็นได้ชัดเจนคือประโยชน์ในเชิงการแพทย์และสาธารณสุข เช่น

● เนื่องจากโรคของมนุษย์จำนวนมากมีปัจจัยทางพันธุกรรมร่วมด้วย ดังนั้นการที่สามารถระบุตำแหน่งและหน้าที่ของยีนได้จะนำไปสู่ **การบำบัดรักษาด้วยยีน (gene therapy)** หรืออย่างน้อยก็จะสามารถใช้ยีนนั้นผลิตโปรตีนที่ใช้ในการรักษาโรคได้หลายชนิด เช่น โรคมะเร็ง บาดแผลเรื้อรังที่รักษาไม่หาย เป็นต้น

● การค้นพบยา วิธีการตรวจวินิจฉัยและวัคซีนใหม่ๆ เกิดขึ้น สำหรับโรคที่ไม่เคยรักษาได้มาก่อน เช่น สำหรับเบาหวาน ความดันโลหิตสูง โรคทางระบบประสาท โรคชรา โรคไหลตาย หรืออาจเป็นวิธีการตรวจวินิจฉัยแบบที่ทำให้ทราบโรคจำนวนมากในเวลาพร้อมๆ กัน และทราบการตอบสนองต่อยาก่อนการให้ยา

● ประโยชน์ต่อสุขภาพของประชาชนโดยรวม อย่างไรก็ดีสำหรับประเทศไทยนั้นของเหล่านี้จะมีราคาสูงในช่วงแรก ซึ่งจะทำให้รายจ่ายทางด้านสาธารณสุขของประเทศเพิ่มขึ้น

● บริษัทยาจากต่างประเทศอาจมาทดลองยาใหม่ๆ ในประเทศไทย เนื่องจากเสียค่าใช้จ่ายต่ำกว่าในต่างประเทศ และมีพื้นฐานระบบสาธารณสุขค่อนข้างดี ซึ่งอาจเป็นประโยชน์เชิงธุรกิจและวิชาการ แต่ขณะเดียวกันทำให้มีความจำเป็นต้องระมัดระวังการละเมิดสิทธิของคนไทยมากยิ่งขึ้น

ผลกระทบด้านเศรษฐกิจ-ธุรกิจ

เนื่องจากบริษัทผู้ผลิตยาของไทยจะผลิตยาที่หมดสิทธิบัตร คือ ผลิตยาเก่าเป็นหลัก เนื่องจากยังขาดเทคโนโลยีที่จะผลิตยาใหม่ ซึ่งการมียาใหม่จำนวนมากที่เกิดจากความรู้ที่เพิ่มขึ้นในเรื่องของยีนจะทำให้อัตราส่วนของการใช้ยาจากต่างประเทศสูงขึ้น ในขณะที่บริษัทยาของไทยจะมีความสามารถในการแข่งขันน้อยลง ทำให้เสียเปรียบดุลการค้าในด้านยามากขึ้น

ผลกระทบด้านเศรษฐกิจ-สังคม

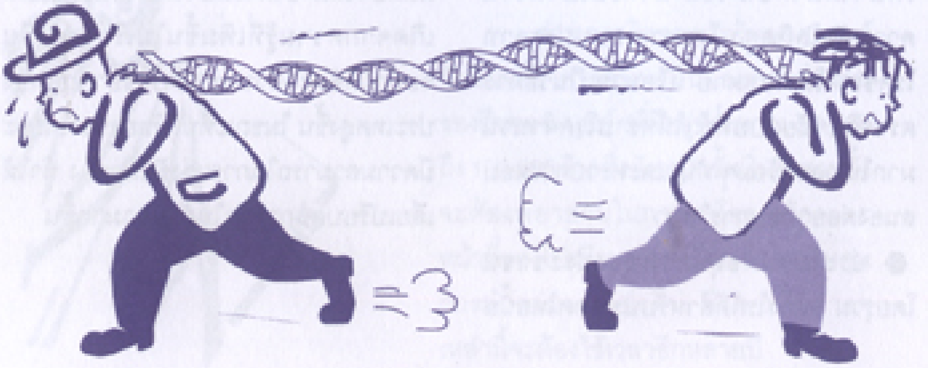
โครงการจีโนมมนุษย์จะสร้างผลกระทบในเชิงเศรษฐกิจ-สังคมอย่างมาก เนื่องจากการที่สามารถตรวจหาลักษณะทางพันธุกรรมของมนุษย์โดยละเอียดได้นั้น ทำให้สามารถตรวจสอบและวินิจฉัยโรคหลายชนิดได้ล่วงหน้า ช่วยให้ผู้ป่วยสามารถรักษาโรคนั้นได้ตั้งแต่ในระยะเริ่มแรก รวมทั้งรักษาให้หายขาดได้ ซึ่งจะช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายในการรักษา เมื่อคนมีสุขภาพดีจะส่งผลให้ประสิทธิภาพในการทำงานเพิ่มขึ้น รายได้ของคนนั้นก็จะเพิ่มขึ้น และนำไปสู่การเพิ่มขึ้นของรายได้ประชาชาติในที่สุด

แต่ในอีกด้านหนึ่งก็อาจจะนำไปสู่ประเด็นปัญหาความขัดแย้งทางสังคมได้ เช่น ปัญหาเรื่องใครเป็นเจ้าของยีน ใครเป็นเจ้าของความรู้ว่าลักษณะของยีนของคนๆ หนึ่งเป็นอย่างไร หรือแม้กระทั่งว่าการที่ผู้ป่วยหรือที่ยังไม่ป่วยล่วงรู้ชะตากรรมของตนเองล่วงหน้าเป็นสิ่งที่พึงปรารถนาหรือไม่ เป็นต้น

ส่วนโครงการวิจัยจีโนมของสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น ๆ เช่น ข้าว ซึ่งขณะนี้ประเทศไทยมีส่วนร่วมวิจัยอยู่ด้วยนั้น สามารถนำมาใช้เป็นประโยชน์ในการปรับปรุงพันธุ์ข้าว เพื่อเพิ่มคุณสมบัติที่พึงประสงค์ เช่น คุณสมบัติทนแล้ง เป็นต้น

ผลกระทบต่อการวิจัยด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ประเทศไทยจะมีความเสียเปรียบในกิจกรรมการวิจัยหลังจีโนม ซึ่งเป็นกระบวนการวิจัยใหม่ที่มีความก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว เนื่องจากกิจกรรมเหล่านี้มักจะทำกับยีนของมนุษย์ทั้งหมดหลายหมื่นยีนพร้อมๆ กัน ซึ่งจะทำให้เสียค่าใช้จ่ายสูง



มาตรการป้องกัน ผลกระทบด้านสังคม

มาตรการป้องกันล่วงหน้าที่มีขึ้นแล้วในต่างประเทศด้านผลกระทบเชิงสังคม

แม้ว่าในขณะนี้จะยังไม่เกิดกรณีที่เป็นปัญหาเนื่องจากข้อมูลหรือความรู้เรื่องจีโนม แต่ได้ปรากฏแล้วว่ามีความขัดแย้งในเรื่องของการจดสิทธิบัตรยีนหรือข้อมูลพันธุกรรมเกิดขึ้นในต่างประเทศ หรือในเรื่องของความขัดแย้งที่เกิดขึ้นจากการถือครองสิทธิในชิ้นส่วนของมนุษย์ที่เกิดขึ้นระหว่างการศึกษาวิจัย ดังนั้นประเทศต่าง ๆ จึงได้มีการคาดการณ์ล่วงหน้าเกี่ยวกับปัญหาที่อาจเกิดขึ้นจากความรู้ใหม่ ซึ่งความกังวลเหล่านี้รวมทั้งมาตรการป้องกันในปัจจุบันพอประมวลได้ดังต่อไปนี้

- เซลล์ทั้งหมดในร่างกายของคนเรามีทั้งหมดประมาณ 50 ล้านเซลล์
- เซลล์ที่มีขนาดใหญ่ที่สุดของร่างกายคือ เซลล์ไข่สตรี มีขนาดเท่ากับจุดปลายดินสอ ส่วนเซลล์ที่มีขนาดเล็กที่สุดอยู่ในสมองมีขนาดเล็กกว่าไข่ถึง 100 เท่าตัว

รู้หรือเปล่า?

ตารางที่ 1

ปัญหาสังคมที่คาดว่าอาจเกิดขึ้นจากการวิจัยและประยุกต์ใช้ความรู้จากจีโนมมนุษย์

ประเด็นที่เกี่ยวข้องกับผู้ถูกตรวจสอบ/ผู้ป่วยโดยรวม

- เจตน์จำนงเสรี, สิทธิในการตัดสินใจชีวิตของตนเอง
- สิทธิในการรับรู้, สิทธิในการไม่รู้
- ความเป็นส่วนตัว
- ความเหมาะสมในการวิจัย, ตรวจวินิจฉัย หรือ รักษาผู้ป่วยหรือผู้ถูกตรวจสอบที่ไม่สามารถตอบรับหรือปฏิเสธได้
- สิทธิของครอบครัว
- การกีดกันทางสังคม

ประเด็นเฉพาะด้าน

	การวิจัยเกี่ยวกับจีโนม	สมดุลระหว่างเสรีภาพในการวิจัย ของนักวิจัยกับสิทธิของผู้ถูกตรวจสอบ
การตรวจวินิจฉัยยีน	การตรวจก่อนกำเนิด	การกีดกันหรือการทำแท้งทารกในครรภ์ เมื่อทราบผลการตรวจวินิจฉัย
	การตรวจหลังกำเนิด	การกีดกันทางสังคมในเรื่องของการว่าจ้างการประกันชีวิต ประกันสังคม อันเนื่องมาจากข้อมูลพันธุกรรม
	การรักษาด้วยยีน (gene therapy)	การกีดกันทางสังคมอันเนื่องมาจากการรับการรักษาด้วยยีน

มาตรการป้องกัน

- สร้างระบบการจัดการเก็บรักษาตัวอย่างและการนำไปใช้
- จัดการให้มีการยินยอมล่วงหน้า (informed consent)
- การกลั่นกรองโดยคณะกรรมการจริยธรรม
- เตรียมระบบให้คำปรึกษาด้านยีน
- สร้างความรู้ความเข้าใจสาธารณะ และสร้างกฎเกณฑ์ในสังคม

นอกจากปัญหาสังคมที่อาจเกิดขึ้นได้ในทันทีเหล่านี้แล้ว ยังมีปัญหาที่มีความเป็นไปได้ในระยะยาวคือการเปลี่ยนแปลงเผ่าพันธุ์มนุษย์ด้วยเทคโนโลยีพันธุวิศวกรรม (germ-line modification) เช่น คนที่มีกำลังทรัพย์จะมีโอกาสที่จะสามารถกำจัดยีนที่บกพร่อง และ/หรือคัดเลือกยีนที่มีลักษณะพึงประสงค์ให้แก่บุตรหลานของตน ในอนาคตแนวโน้มเช่นนี้อาจทำให้เกิดความเหลื่อมล้ำระหว่างกลุ่มมนุษย์ที่ได้รับการปรับปรุงยีนกับกลุ่มที่ไม่ได้รับความเปลี่ยนแปลงนี้ จากประเด็นที่มีความเป็นห่วงเหล่านี้นำไปสู่การจัดทำกฎระเบียบหรือแนวปฏิบัติขึ้นในระดับสากลและระดับประเทศ ดังสรุปไว้ในตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2

สถานภาพของกฎระเบียบหรือแนวปฏิบัติในต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยจีโนมมนุษย์

	เกี่ยวข้องกับจีโนมมนุษย์โดยเฉพาะ		เกี่ยวข้องกับจีโนมมนุษย์และเทคโนโลยีชีวภาพในวงกว้าง	
	สากล, พหุภาคี	ในประเทศ	สากล, พหุภาคี	ในประเทศ
ด้านการวิจัย	● ยูเนสโก World Declaration on Human Genome and Human Rights ● คำแถลงของ HUGO (1996, 1998)	● แนวปฏิบัติของ NHGRI แห่งสหรัฐฯ เกี่ยวกับการ sequence DNA (1996)	● อนุสัญญาว่าด้วยสิทธิมนุษยชนและเทคโนโลยีชีวภาพทางการแพทย์แห่งยุโรป (1997)	● รายงานของ NBAC แห่งสหรัฐฯ เกี่ยวกับการควบคุมของการใช้ชิ้นส่วนจากมนุษย์ (1999)
ด้านการตรวจวินิจฉัยและรักษา	● แนวปฏิบัติสากลว่าด้วยปัญหาเชิงจริยธรรมเกี่ยวกับพันธุเวชศาสตร์และการบริการด้านพันธุกรรม โดย WHO (1998)	● แนวปฏิบัติของ NHGRI แห่งสหรัฐฯ เกี่ยวกับการตรวจวินิจฉัยเชิงพันธุกรรม (1997) ● กฎหมายรัฐบาลกลางสหรัฐฯ (1996) ● กฎหมายมลรัฐ (1990 -) ● รายงานของคณะกรรมการว่าด้วยปัญหาที่เกิดจากพันธุศาสตร์มนุษย์, อังกฤษ (1997, 1999)	● คำประกาศลิสบอนของแพทยสมาคมสากลว่าด้วยสิทธิของผู้ป่วย (1981, 1995)	● กฎหมายชีวจริยธรรม, ฝรั่งเศส (1994) ● กฎหมายคุ้มครองตัวอ่อน, เยอรมัน (1990) ● กฎหมายว่าด้วยการวิจัยการปฏิสนธิและตัวอ่อนของมนุษย์ อังกฤษ (1990) ● กฎหมายฐานข้อมูลการรักษาพยาบาลของประชาชน, ไอซ์แลนด์ (1998)

ประเทศไทย
ดำเนินการอะไรบ้างในขณะนี้

ประเทศไทยทำอะไรอยู่บ้างด้านจีโนม

ประเทศไทยได้มีการดำเนินงานวิจัยเพื่อศึกษาจีโนมไปบ้างแล้ว เช่น

โครงการจีโนมข้าว

โดยหน่วยปฏิบัติการเครือข่ายของศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ ร่วมกับมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เพื่อนำไปใช้ในการปรับปรุงพันธุ์มีความสามารถในการหาลำดับเบสได้ประมาณ 1 ล้านเบสต่อปี

โครงการจีโนม *Burkholderia pseudomallei*

ซึ่งเป็นสาเหตุของโรค melioidosis ที่เป็นโรคติดเชื้อสำคัญในประเทศไทย โดยห้องปฏิบัติการของมหาวิทยาลัยมหิดล

นับว่าประเทศไทยมีการพัฒนาและความก้าว หน้าในการศึกษาด้านนี้มากพอสมควร เมื่อเทียบกับประเทศกำลังพัฒนาอื่นๆ

ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย เพื่อการศึกษาวิจัย

ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายเพื่อการศึกษาวิจัยและเตรียมรับกับผลกระทบของการประยุกต์ใช้ความรู้ในเรื่องจีโนม

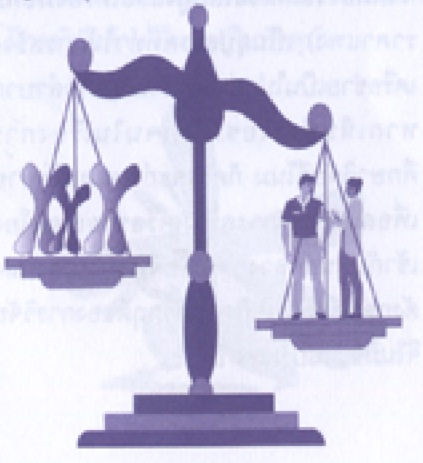
เสริมสร้างความสามารถของอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง

โดยสนับสนุนให้อุตสาหกรรมยาในประเทศสามารถพัฒนาและผลิตยาใหม่ขึ้นได้เอง เนื่องจากการผลิตยาใหม่สิ้นค่าใช้จ่ายถึงประมาณ 10,000 ล้านบาทต่อยาที่เข้าสู่ท้องตลาด 1 ตัว ในขณะที่อุตสาหกรรมยาในประเทศมียอดจำหน่ายเพียงประมาณ 20,000 ล้านบาท ทำให้ภาครัฐอาจต้องมีบทบาทช่วยสนับสนุนการวิจัยและพัฒนาในเบื้องต้น ในด้านนี้ไบโอเทคมีบทบาททั้งในการสนับสนุนและดำเนินการวิจัย และพัฒนาที่เกี่ยวข้องกับโรคติดเชื้อ โรคมะเร็ง โรคที่เกิดจากภูมิคุ้มกัน โดยพัฒนาวิธีการรักษาจากภูมิปัญญาท้องถิ่น ทรัพยากรธรรมชาติ และวิธีการใหม่ๆ ที่เกิดขึ้น มีการวิจัยหลังจีโนมเพื่อพัฒนายารักษาโรคมาเลเรียและวัณโรค เป็นต้น

สนับสนุนให้มีการพัฒนาและผลิตชุดตรวจวินิจฉัยในระดับอุตสาหกรรมในประเทศ

ปัจจุบันมีบริษัทอุตสาหกรรมที่ผลิตชุดตรวจวินิจฉัยโรคในประเทศอยู่จำนวนไม่มากนัก จำเป็นต้องเร่งสนับสนุนให้มีการวิจัยและพัฒนาชุดตรวจใหม่ๆ ขึ้น เพื่อให้ภาคอุตสาหกรรมนำไปใช้ผลิตเพื่อจำหน่ายต่อไป

ไบโอเทคได้ให้การสนับสนุนโครงการวิจัยลักษณะเช่นนี้ ซึ่งจากการสนับสนุนดังกล่าวทำให้เกิดต้นแบบของชุดตรวจวินิจฉัยขึ้นจำนวนหนึ่ง โดยส่วนใหญ่เป็นชุดตรวจวินิจฉัยโรคติดเชื้อ



สนับสนุนการสร้างเครือข่ายวิจัยในระดับจีโนม

แม้ว่าการหาลำดับของ DNA เสร็จสิ้นไปแล้ว แต่การศึกษาหลังจีโนมยังต้องการความสามารถในการหาลำดับ DNA อยู่ระดับหนึ่ง ขณะนี้ไบโอเทคได้ดำเนินการโครงการจีโนมข้าวที่หน่วยปฏิบัติการในสถาบันเครือข่ายที่มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และกำลังขยายเครือข่ายไปยังสถาบันการศึกษาอื่นๆ นอกจากนี้ในประเทศไทยยังมีห้องปฏิบัติการจีโนมของเชื้อแบคทีเรีย *Burkholderia pseudomallei* อีกแห่งหนึ่ง ทั้งสองแห่งนี้เป็นหน่วยวิจัยด้านจีโนมที่มีความสามารถในระดับแนวหน้าของประเทศไทยในขณะนี้ แต่ความสามารถของหน่วยงานข้างเคียงที่ยังจำกัดอยู่ (เนื่องจากต้องใช้เทคโนโลยีสูงและเครื่องมือที่มีราคาแพง) เป็นอุปสรรคที่ทำให้การสร้างเครือข่ายเป็นไปอย่างล่าช้าและยากลำบาก หากเห็นประโยชน์ชัดเจนในเรื่องการศึกษาวิจัยจีโนม ก็ควรจะกำหนดนโยบายเพื่อสนับสนุนการสร้างเครือข่ายเชื่อมโยงเข้ากับศูนย์กลางการวิจัยจีโนมทั้งสองแห่งดังกล่าว เพื่อให้เกิดมวลวิกฤติของการวิจัยจีโนมขึ้นในประเทศไทย

สนับสนุนการวิจัยระดับหลังจีโนม
(Post-genomics Research)

ประกอบด้วยการวิจัยชีวสารสนเทศ (bioinformatics) และการปฏิบัติการหลังจีโนมอื่นๆเช่น comparative genomics, DNA microarray และ proteomics เป็นต้น ไบโอเทคได้จัดทำแผน 5 ปีของการสนับสนุนการวิจัยและการปฏิบัติการวิจัยทางด้าน bioinformatics ไว้แล้วในเบื้องต้นเป็นช่วงของการสร้างความสามารถด้านต่างๆ ไบโอเทคร่วมกับมหาวิทยาลัยมหิดล ยังมีการวิจัยในเบื้องต้นทางด้าน comparative genomics นอกจากนี้ยังมีแผนการสร้างความสามารถด้านการวิจัยหลังจีโนมด้านอื่นๆ

การศึกษาเหล่านี้อยู่ในขั้นเริ่มต้นและต้องการการสนับสนุนอย่างจริงจังทั้งด้านงบประมาณและกำลังคนต่อไป โดยที่ประเทศไทยจะมีข้อได้เปรียบที่มีความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และทรัพยากรธรรมชาติทางชีวภาพจำนวนมาก เช่น มีพันธุ์ข้าวอยู่ถึง 3,000 กว่าชนิด เป็นต้น ความหลากหลายเหล่านี้มีประโยชน์อย่างมากในการศึกษาหลังจีโนมทั้งทางตรงและทางอ้อม

การสนับสนุนการวิจัยทางด้านมนุษยพันธุศาสตร์

ไบโอเทค ให้การสนับสนุนการวิจัยทางด้านมนุษยพันธุศาสตร์ ไปยังห้องปฏิบัติการต่างๆ กล่าวคือ การวิจัยทางด้านมนุษยพันธุศาสตร์ของโรคเลือดและโรคไตในโรงพยาบาลศิริราช การวิจัยทางด้านมนุษยพันธุศาสตร์ของโรคมะเร็งในโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ นอกจากนี้ยังมีการวิจัยทางด้านมนุษยพันธุศาสตร์ในโรคระบบต่อมไร้ท่อในโรงพยาบาลราชวิถีและโรงพยาบาลรามาธิบดี

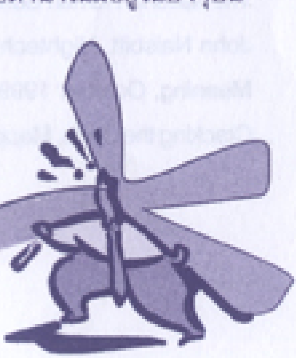
เสริมสร้างความเข้าใจและการมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาทางจริยธรรมอันเนื่องมาจากโครงการจีโนมของบุคลากรที่ไม่ใช่นักวิทยาศาสตร์

- ผู้ที่ทำงานเกี่ยวข้องกับกฎหมาย
- ผู้ที่ทำงานเกี่ยวกับสวัสดิภาพของประชาชน
- ประชาชนทั่วไป

นอกจากนี้อาจต้องมีการดำเนินการจัดตั้งคณะผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้าน เช่น ในรูปแบบของ "คณะกรรมการชีวจริยธรรมแห่งชาติ" เป็นต้น โดยมีตัวแทนของนักวิชาการจากสาขาต่างๆ ทั้งด้านวิทยาศาสตร์ ศาสนศาสตร์ สังคมศาสตร์ ฯลฯ รวมทั้งตัวแทนของประชาชนทั่วไป เพื่อให้เกิดกลไกในการตัดสินใจในเรื่องที่สำคัญ

สนับสนุนให้มีการศึกษาเชิงนโยบายเกี่ยวกับสถานภาพและผลกระทบของความรู้เรื่องจีโนม

เพื่อให้เกิดกระบวนการรวบรวมความรู้ และข้อมูลข่าวสารในวงกว้างและลึก ที่เพียงพอที่ต่อการเสนอแนะเชิงนโยบายที่จะนำไปสู่การกำหนดมาตรการที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย โดยมาตรการนั้นจะต้องให้ความสำคัญที่สมดุลต่อทั้งความก้าวหน้าในเชิงวิจัย และการเตรียมการเพื่อรับมือกับผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นต่อเศรษฐกิจ-สังคมในอนาคต เช่นเดียวกับที่ได้มีการดำเนินการแล้วในต่างประเทศที่มีการวิจัยด้านจีโนมอยู่ในปัจจุบัน



เอกสารอ้างอิง

1. ประสิทธิ์ ผลิตผลการพิมพ์, **เอกสารประกอบการเสนอข้อมูลเกี่ยวกับโครงการจีโนมมนุษย์ (Human Genome Project) และการดำเนินงานของศูนย์พันธุ วิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติต่อคณะกรรมาธิการสาธารณสุข**, ก.ค. 2543
2. อภิชาติ วรรณวิจิตร และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ, **แนวทางการวิจัยจีโนมทางการเกษตร (สาขาพืช, สาขาสัตว์)**, 2540
3. ศูนย์พันธุวิศวกรรม และเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ, **จีโนมมนุษย์**, 30 มิ.ย. 2543
4. National Institute of Science and Technology Policy (ภาษาญี่ปุ่น), **การวิจัยจีโนมมนุษย์และการคาดการณ์ถึงปัญหาสังคมที่เกิดจากการนำไปประยุกต์ใช้**, June 2000.
5. Finally, the Book of Life and Instructions for Navigating It, Science, Vol. 288 No. 5475, 30 June 2000.
6. Nature's Genome Gateway, Nature & Nature Genetics, http://www.nature.com/genome/
7. The National Human Genome Research Institute, http://www.nhgri.nih.gov/
8. John Naisbitt, Hightech Hightouch: **Technology and Our Search for** Meaning, October 1999.
9. Cracking the Code, Mapping our DNA, TIME, July 3, 2000.

จีโนม : เรื่องที่ทุกคนควรรู้
Understanding Genome

หน่วยเผยแพร่เทคโนโลยีและประชาสัมพันธ์
ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ
539/2 อาคารมหานครยิบซั่ม ชั้น 15
ถนนศรีอยุธยา เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400
โทรศัพท์ 642-5322-31 โทรสาร 248-8303-5