

บทที่ 1 เซลล์ และการแบ่งเซลล์แบบ Meiosis

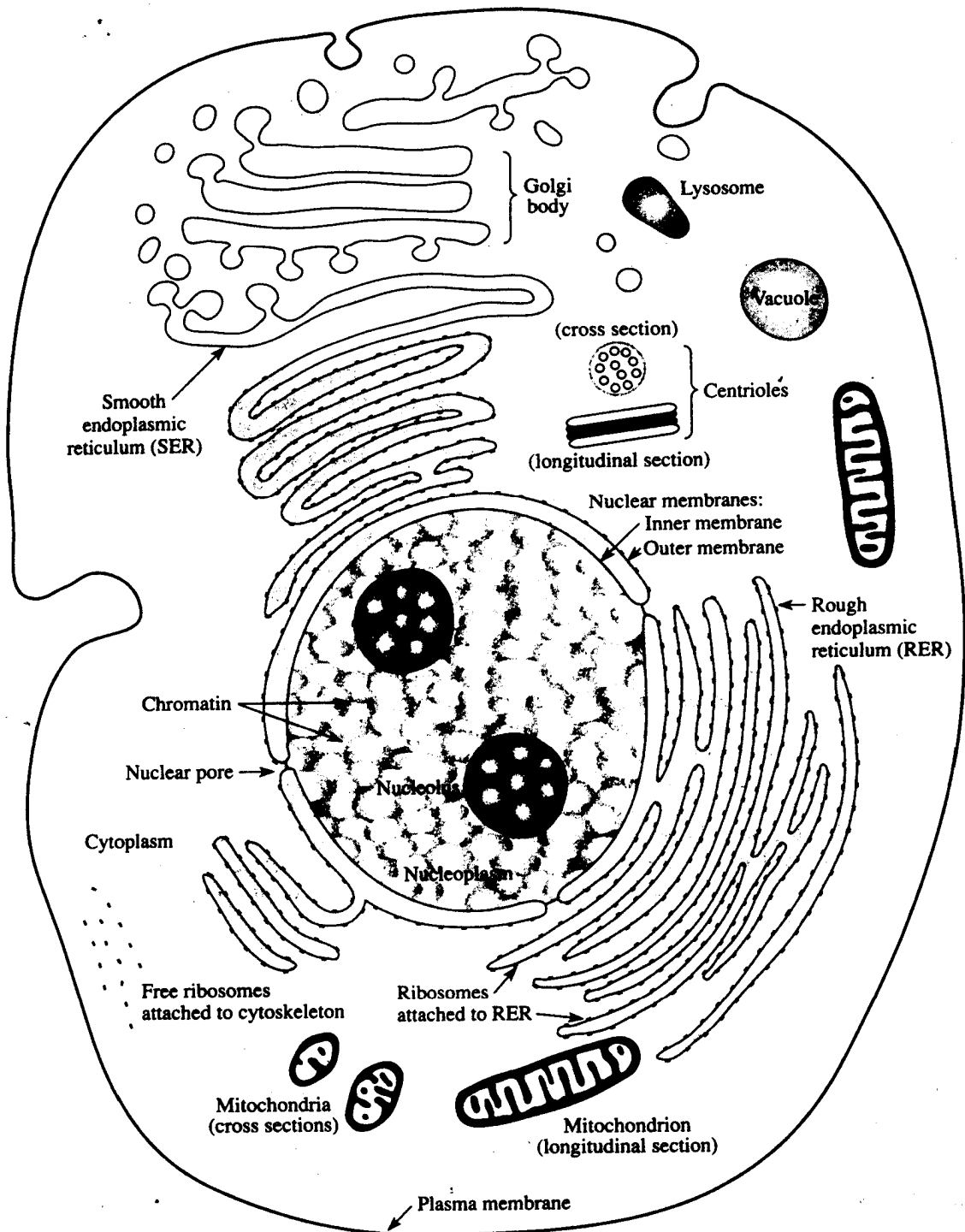
1. เซลล์และองค์ประกอบของเซลล์ (Cell and its composition)

เซลล์เป็นหน่วยเล็กที่สุดของสิ่งมีชีวิต สิ่งมีชีวิตบางชนิดก็ประกอบด้วยเซลล์เพียงเซลล์เดียว เช่นแบคทีเรีย โปรโตซัว เป็นต้น บางชนิดก็ประกอบด้วยเซลล์หลายเซลล์ เช่น มะม่วง แมว คน เป็นต้น สามารถจำแนกสิ่งมีชีวิตออกเป็น 2 พวกใหญ่ ๆ ได้ตามความแตกต่างของโครงสร้างภายในเซลล์ คือ

1. โพรคาริโอต (prokaryote, procaryote) ได้แก่ แบคทีเรีย ภายในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตเหล่านี้ไม่มีเยื่อหุ้มนิวเคลียสและเยื่อหุ้มออร์แกเนลล์อย่างเด่นชัด มีโครโมโซมเพียง 1 โครโมโซมเป็นรูปร่างแหวน มีดีเอ็นเอ (DNA) เป็นสายคู่ ไม่มี histone protein
2. ยูคาริโอต (eukaryote, eucaryote) ได้แก่ เชื้อรา โปรโตซัว สาหร่าย พืชและสัตว์ มีเยื่อหุ้มนิวเคลียส และเยื่อหุ้มออร์แกเนลล์ต่าง ๆ ในนิวเคลียสมีนิวคลีโอลัส มีโครโมโซมมากกว่า 1 โครโมโซมที่ประกอบด้วย DNA, histone protein, และ non histone protein

เซลล์ล้อมรอบด้วยเยื่อหุ้มเซลล์ (cell membrane) ที่มีความหนาประมาณ 80 - 100 Angstrom ($1 \text{ Angstrom} = 10^{-10}$ เมตร = $1/10,000,000,000$ เมตร) เยื่อหุ้มเซลล์ยอมให้แก๊สและโมเลกุลของสารบางอย่างผ่านเข้าในเซลล์ได้ คือมีคุณสมบัติเป็น semipermeable membrane ในเซลล์พืช ส่วนนอกสุดจะเป็นผนังเซลล์ (cell wall) ที่มีเซลลูโลส และเพกตินเป็นองค์ประกอบ ผนังเซลล์นี้เป็นส่วนที่ทำให้เซลล์พืชคงรูปอยู่ได้ องค์ประกอบที่อยู่ในเซลล์ส่วนใหญ่คือน้ำ นอกจากนี้ได้แก่ไขมัน โปรตีน คาร์โบไฮเดรต กรดนิวคลีอิก และแร่ธาตุต่าง ๆ ภายในของเซลล์แบ่งเป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ นิวเคลียส (nucleus) และไซโทพลาซึม (cytoplasm) นิวเคลียสเป็นส่วนที่อยู่กลางเซลล์หรือชิดขอบเซลล์ก็ได้ มีเยื่อหุ้มนิวเคลียส (nuclear membrane) ล้อมรอบ อาจมีรูปร่างกลม รูปรี หรือรูปไข่ นิวเคลียสเป็นส่วนที่สำคัญที่สุดของเซลล์ ประกอบด้วยโครโมโซม (chromosome) ซึ่งมี DNA ทำหน้าที่ควบคุมลักษณะพันธุกรรมในสิ่งมีชีวิต ส่วนไซโทพลาซึมนั้นประกอบด้วยออร์แกเนล (organelle) ต่าง ๆ ดังนี้

1. เอนโดพลาสมิก เรติคูลัม (endoplasmic reticulum) เป็นท่อยาว อาจต่ออยู่กับเยื่อหุ้มเซลล์ เยื่อหุ้มนิวเคลียส หรือเยื่อหุ้มออร์แกเนลล์ อาจมีไรโบโซมเกาะอยู่ที่เยื่อหุ้มเรียกว่า rough endoplasmic reticulum ทำหน้าที่ลำเลียงโปรตีนที่สังเคราะห์จากไรโบโซม พวกที่ไม่มีไรโบโซมเกาะอยู่เรียกว่า smooth endoplasmic reticulum ทำหน้าที่สังเคราะห์ไลปิด
2. กอลจิคอมเพลกซ์ (Golgi complex) เป็นท่อแบน ๆ ซ้อนกันอยู่ ทำหน้าที่เก็บสะสมสารที่ลำเลียงมาจาก endoplasmic reticulum และทำให้เข้มข้นขึ้นเพื่อส่งไปยัง vacuole หรือ organelle อื่น ๆ



3. ไมโทคอนเดรีย (mitochondria) มีรูปร่างเป็นแท่ง กลม หรือรูปร่างรี ล้อมรอบด้วยเยื่อ 2 ชั้น เยื่อชั้นนอกเรียบ เยื่อชั้นในพับไปมาเป็นคลื่น ภายใน mitochondria มี DNA และ RNA จึงสามารถจำลองตัวเองได้ และเป็นแหล่งสร้างพลังงาน ATP จากสารอาหารต่าง ๆ
4. พลาสติด (plastid) พบเฉพาะในเซลล์พืชเท่านั้น พวกที่ทำหน้าที่สะสมอาหารเรียกว่า ลิโวพลาสต (leucoplast) พวกที่มีคลอโรฟิลล์ (chlorophyll) ทำหน้าที่สังเคราะห์แสงเรียกว่า คลอโรพลาสต (chloroplast) เป็นแหล่งของพลังงาน
5. ไลโซโซม (lysosome) มี enzyme ต่าง ๆ ย่อยสลายสิ่งแปลกปลอมที่เข้าสู่เซลล์ โครงสร้างของเซลล์ที่เสื่อม และเซลล์ที่ตายแล้ว

6. เซนทริโอล (centriole) พบในเซลล์สัตว์เท่านั้น รูปร่างเป็นทรงกระบอก มี 2 อัน มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการแบ่งเซลล์
7. แวกิวโอล (vacuole) ทำหน้าที่เก็บสะสมอาหารและขับถ่ายสารภายในเซลล์

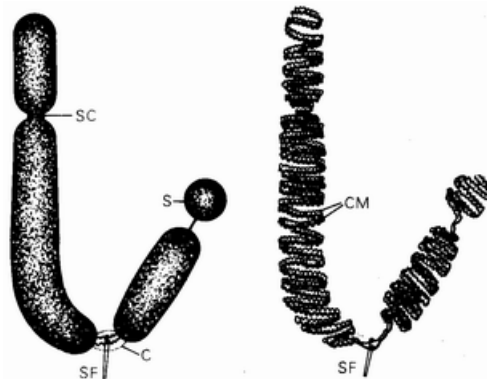
2. โครโมโซม Chromosome

chromosome จัดเป็นองค์ประกอบพิเศษของ nucleus มีความเป็นอิสระและมีหน้าที่เฉพาะอย่าง chromosome สามารถสร้างและเพิ่มจำนวนเอง (replication) ได้ สามารถดำรงรูปร่างลักษณะและคุณสมบัติของกิจกรรมต่างๆ ได้ แม้จะมีการแบ่งเซลล์ก็ครั้งก็ตาม เราสามารถมองเห็น chromosome ได้ชัดเจนในระยะที่เซลล์มีการแบ่งตัว chromosome จะหดตัวสั้นเข้าและย้อมสีติดได้ดี บางระยะ chromosome มีลักษณะเป็นเส้นสายขนาดเล็กและยาวกระจายอยู่ทั่ว nucleus และมีการติดสีจางมองเห็นไม่ชัดเจน

ในระยะ interphase. chromosome จะมีลักษณะเป็นเส้นสายขนาดเล็กยัดตัวออกยาวมากและกระจายตัวอยู่เต็ม nucleus. chromosome ที่อยู่ในระยะดังกล่าว เรียกว่า chromatin เมื่อย้อมสีแล้ว chromatin จะติดสีไม่เท่ากันทุกส่วน บางส่วนจะติดสีจาง บางส่วนจะติดสีเข้ม การที่ chromatin ติดสีแตกต่างกัน เรียกว่า heteropycnosis ส่วนที่ติดสีจางเรียกว่า euchromatin ส่วนที่ติดสีเข้มเรียกว่า heterochromatin การที่ heterochromatin ติดสีเข้มเนื่องจากส่วนของ chromatin นี้หดตัวมาก gene ซึ่งเป็นหน่วยนำลักษณะส่วนใหญ่จะอยู่บนส่วนของ euchromatin ส่วน heterochromatin เชื่อกันว่าไม่มี gene อยู่

โครงสร้างของ chromosome

chromosome ประกอบด้วยส่วนที่สามารถมองเห็นจากกล้องจุลทรรศน์ ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1-1 ซ้ายมือแสดงรูปร่างภายนอกของ chromosome ที่มี satellite (S) secondary constriction (SC) centromere (C) spindle fiber (SF) รูปขวามือเป็นรูปร่างภายในที่มี chromonemata (CM) สองเส้นพันกัน

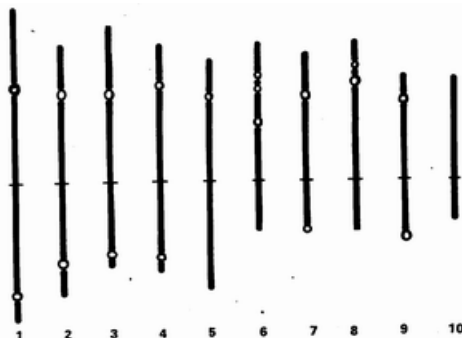
1. **chromonemata.** chromosome ประกอบด้วยเส้นสายขนาดเล็กจำนวนหนึ่ง เรียกว่า chromonemata การศึกษารูปร่างลักษณะของ chromonemata จะต้องใช้เทคนิคพิเศษของการย้อมสีจึงสามารถมองเห็นได้ chromonemata จะหดม้วนตัวมากขึ้นขึ้นอยู่กับระยะของการแบ่งเซลล์ สารพันธุกรรมซึ่งเป็นส่วนประกอบที่สำคัญอยู่บน chromonemata นี้
2. **matrix** เป็นส่วนของ chromosome ที่ chromonemata ฝังตัวอยู่ ส่วนของ matrix จะห่อหุ้มด้วย pellicle ทั้ง matrix และ pellicle นี้ไม่มีสารพันธุกรรมอยู่
3. **centromere** เป็นส่วนที่คออดกิวของ chromosome โดยทั่วไป chromosome หนึ่งจะมี centromere หนึ่งอัน แต่ chromosome บางอันอาจมี centromere หลายอัน ซึ่งเรียกว่า polycentric เช่นในไส้เดือนตัวกลมชนิดหนึ่ง (*Ascaris megalocephala*) centromere จะแบ่ง chromosome ออกเป็นสองส่วน แต่ละส่วนเรียกว่า แขน (arm) centromere เป็นส่วนที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของ chromosome

4. **secondary constriction** เป็นส่วนคอดกึ่งอีกอันที่แตกต่างไปจาก centromere ซึ่งส่วนคอดกึ่งดังกล่าวนี้ไม่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของ chromosome เป็นส่วนที่มีการติดสีจางกว่าส่วนอื่นๆ มีประโยชน์ในการจำแนก chromosome ออกเป็นหมวดหมู่
5. **satellite** มีลักษณะกลมยาวที่แยกออกจากท่อน chromosome โดยมีเส้นใย (filament) เป็นตัวเชื่อม satellite อาจมีเส้นผ่าศูนย์กลางด้านตัดขวางเท่ากับของ chromosome หรือเล็กกว่า chromosome ที่มี satellite อยู่นี้เรียกว่า SAT-chromosome
6. **nucleolar zone หรือ nucleolar organizer** คือ secondary constriction ทำหน้าที่ในการสร้าง nucleolus

จำนวน chromosome

ในสิ่งมีชีวิต จำนวน chromosome ในเซลล์ที่ประกอบเป็นอวัยวะต่างๆ จะคงที่ และเป็นลักษณะประจำของสิ่งมีชีวิตชนิดนั้น ในเซลล์สืบพันธุ์ เช่น ไข่ เซ็่อสุจิ ละอองเกสรตัวผู้ จะมีจำนวน chromosome เป็นครึ่งหนึ่งของเซลล์ที่เป็นส่วนประกอบของร่างกาย สิ่งมีชีวิตที่ต่างชนิดกันจะมีจำนวน chromosome แตกต่างกันไป เช่น พยาธิไส้เดือนตัวกลม (*Ascaris megalocephala*) มี chromosome 2 อัน แมลงหมีมี 8 อัน ข้าวโพดมี 20 อัน ข้าวมี 24 อัน มนุษย์ มี 46 อัน ลิง มี 48 อัน เฟิร์น มี 200 อัน และ กุ้ง มี 254 อัน เป็นต้น จำนวน chromosome ของพืชบางชนิด แสดงไว้ในตารางที่ 1

chromosome ในแต่ละเซลล์จะมีจำนวนเป็นคู่ ยกเว้น chromosome ที่เกี่ยวข้องกับเพศ chromosome แต่ละอันที่เป็นคู่กันเมื่อมองจากกล้องจุลทรรศน์จะมีลักษณะเหมือนกัน chromosome ที่เป็นคู่กันนั้นอันหนึ่งมาจากฝ่ายพ่อและอีกอันหนึ่งมาจากฝ่ายแม่ chromosome อาจระบุจำนวนเป็นคู่ เช่น พยาธิไส้เดือนตัวกลมมีจำนวน chromosome 1 คู่ แมลงหมีมี 4 คู่ ข้าวโพดมี 10 คู่ ข้าวมี 12 คู่ มนุษย์ มี 23 คู่ ลิงมี 24 คู่ เฟิร์น มี 100 คู่ และกุ้งมี 127 คู่ เป็นต้น ในข้าวโพดมีจำนวน chromosome อยู่ 20 อัน หรือ 10 คู่ ในแต่ละคู่ของทั้ง 10 คู่ มีความแตกต่างกันทุกคู่ จากความแตกต่างกันในด้านรูปร่างสีฐานทำให้เราสามารถกำหนดหมายเลขกำกับ chromosome แต่ละคู่เพื่อสะดวกแก่การเรียกหรืออ้างอิง เช่น ในข้าวโพดมี chromosome คู่ที่ 1, 2, 3 จนถึง chromosome คู่ที่ 10 chromosome ที่กำหนดให้เป็นคู่ที่ 1 มีความยาวมากที่สุด คู่ที่ 2 ยาวรองลงมาจากคู่ที่ 1 chromosome คู่ที่ 3 สั้นกว่า chromosome คู่ที่ 2 ความยาวของคู่ต่อๆ มาจะลดลงตามลำดับจนกระทั่ง chromosome คู่ที่ 10 จะสั้นที่สุด



ภาพที่ 1-2 chromosome ของข้าวโพด อันที่ 1 ถึง 10

ตารางที่ 1-1 จำนวน chromosome ของพืชบางชนิด

ชื่อไทย	ชื่ออังกฤษ	ชื่อวิทยาศาสตร์	จำนวน chromosome
ข้าว	rice	<i>Oryza sativa</i>	24
ข้าวโพด	maize	<i>Zea mays</i>	20
ข้าวฟ่าง	great millet	<i>Sorghum vulgare</i>	20
ถั่วลิสง	peanut, ground nut	<i>Arachis hypogaea</i>	40
ถั่วเหลือง	soybean	<i>Glycine max</i>	40
ถั่วเขียว	mung bean, green gram	<i>Phaseolus aureus</i>	22
ฝ้าย	upland cotton	<i>Gossypium hirsutum</i>	52
มะม่วง	mango	<i>Mangifera indica</i>	40
มันสำปะหลัง	cassava	<i>Manihot utilissima</i>	36
อ้อย	sugarcane	<i>Saccharum officinarum</i>	80

3. การแบ่งเซลล์แบบ Meiosis

การแบ่งเซลล์เพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์ หรือเรียกว่า meiosis นั้นเกิดขึ้นกับเซลล์ซึ่งมีการแปรสภาพและถูกกำหนดหน้าที่มาเพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์ ซึ่ง daughter cell ที่ได้จากการแบ่งเซลล์นั้น จะมีจำนวน chromosome เป็นครึ่งหนึ่งของ mother cell

สำหรับเซลล์สัตว์มี meiosis เกิดกับเซลล์เยื่อผนังของอวัยวะสืบพันธุ์ กระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ (gamete) ของเพศเมียเรียกว่า oogenesis ซึ่งเกิดที่รังไข่ เซลล์สืบพันธุ์ที่ได้เรียกว่าไข่ (ovum) กระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของเพศผู้เรียกว่า spermatogenesis ซึ่งเกิดที่อัณฑะ เซลล์สืบพันธุ์ที่ได้เรียกว่า sperm

สำหรับเซลล์พืช meiosis เกิดกับเซลล์ microsporocyte โดยแบ่งได้เซลล์สืบพันธุ์เพศผู้เรียกว่า microspore และเกิดกับเซลล์ megasporocyte แบ่งได้เซลล์สืบพันธุ์เพศเมียเรียกว่า megaspore

meiosis ถูกแบ่งกระบวนการเป็น 2 ขั้นตอน

ขั้นตอนแรกเรียกว่า meiotic I หรือ reductional division เป็นขั้นตอนที่มีการลดจำนวน chromosome ลงครึ่งหนึ่ง มีการแบ่งเซลล์ 1 เซลล์ ได้เป็น 2 เซลล์ ซึ่งแต่ละเซลล์มีการลดจำนวน chromosome

ขั้นตอนที่ 2 เรียก meiotic II หรือ equational division เป็นขั้นตอนที่ไม่มีการลดจำนวน chromosome เป็นการแบ่งเซลล์ต่อจากขั้นที่ 1 คือจาก 2 เซลล์ แบ่งได้เป็น 4 เซลล์

Meiotic I แบ่งย่อยเป็นระยะต่าง ๆ ดังนี้

Interphase I

Prophase I เป็นระยะที่มีการแบ่งย่อยออกได้อีก 5 ระยะ คือ

Leptotene, Zygotene, Pachytene, Diplotene, Diakinesis

Metaphase I

Anaphase I

Telophase I

Meiotic II แบ่งย่อยเป็น 5 ระยะ

Interphase II

Prophase II

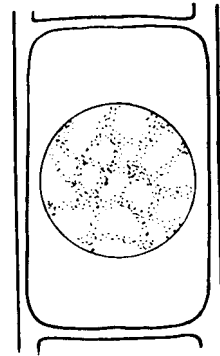
Metaphase II

Anaphase II

Telophase II

Meiotic I แบ่งออกเป็นระยะต่าง ๆ คือ

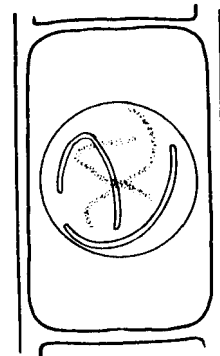
Interphase I เป็นระยะที่มีการสังเคราะห์ DNA อีก 1 เท่าตัว คือมีการจำลองโครโมโซมอีก 1 ชุด ซึ่งยังติดกันอยู่ที่เซนโทเมียร์ (centromere) ดังนั้น โครโมโซม 1 อัน จึงประกอบด้วยโครมาทิด (chromatid) 2 อัน



ภาพที่ 1-3 Interphase I

Prophase I เป็นระยะที่มีการแบ่งย่อยออกได้อีก 5 ระยะ

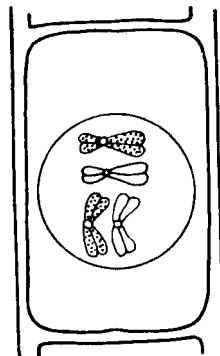
(1) **Leptonema หรือ Leptotene** (มาจากภาษากรีก leptos + nema หรือ leptos + tene คำว่า leptos แปลว่า fine - ละเอียดย, small - เล็ก, thin - บาง, delicate - ประณีต ; คำว่า nema แปลว่า thread - เส้นด้าย ; คำว่า tene มาจากคำว่า tainia ในภาษากรีก ซึ่งแปลว่า band - แถบ, ribbon - ริบบิ้น) เป็นระยะที่เริ่มมีการพันเกลียวของโครโมโซมให้สั้นเข้าและหนาขึ้น จะเห็นเส้นสายของโครโมโซมยาวและบางคล้ายเส้นด้าย



ภาพที่ 1-4 early prophase I

(2) **Zygonema หรือ Zygotene** (มาจากภาษากรีก zugon + nema คำว่า zugon แปลว่า yoke - แอกที่ใช้ยึดวัวหรือม้าสองตัวให้อยู่คู่กันตอนลากเกวียน) ระยะนี้มีการเข้าแนบชิดกันของ chromosome ที่เป็นคู่กัน (homologous chromosome) เป็นการเข้าแนบชิดกันสนิททุกจุดตามความยาวของ chromosome เรียกการเข้าแนบชิดกันในลักษณะนี้ว่า synapsis

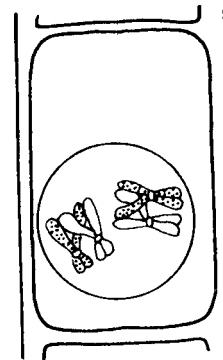
คู่ของ homologous chromosome ที่เกิด synapsis กันอยู่นั้น เรียกว่า bivalent ซึ่งแต่ละ bivalent มี chromatid 4 แท่ง เรียกว่า tetrad



ภาพที่ 1-5 synapsis

(3) Pachnema หรือ Pachytene (มาจากภาษากรีก pakh + nema คำว่า pakhus แปลว่า thick - หนา, large - ขนาดใหญ่ จำนวนมาก, massive - ใหญ่ หนัก) ระยะนี้ chromosome หดตัวมากขึ้น

บางตำแหน่งของ chromosome จะมีการแลกเปลี่ยนชิ้นส่วนกันระหว่างคู่ของ homologous chromosome เรียกว่าเกิด crossing over เมื่อมี crossing over เกิดขึ้นแล้วจะมีผลทำให้ gene ในระหว่าง chromosome ที่เป็น homologous กันนั้นเกิดการจัดลำดับที่แตกต่างไปจากเดิม เรียกว่าเกิด gene recombination



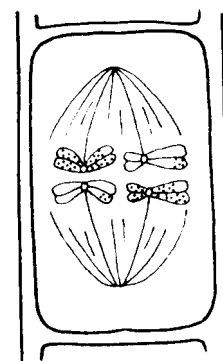
ภาพที่ 1-6 crossing over

(4) Diplonema หรือ Diplotene (มาจากภาษากรีก diploos + nema หรือ diploos + nema คำว่า diploos หรือ diploos แปลว่า double - เป็นสองเท่า) ระยะนี้เกิดขึ้นเมื่อมีการสิ้นสุดของการแนบสนิทเข้าคู่กันของคู่ chromosome ที่เป็นคู่กัน แต่ระหว่างคู่ chromosome ดังกล่าวมีการพันไขว้กันที่จุดที่มีการแลกเปลี่ยนชิ้นส่วน chromosome เรียกลักษณะการพันไขว้กันของ chromosome นี้ว่า chiasma (พหูพจน์ เป็น chiasmata) สังเกตได้ว่าแต่ละ chromosome ของแต่ละ tetrad จะมีการแลกเปลี่ยนชิ้นส่วนของ chromosome เกิดขึ้นระหว่าง chromatid ที่มีได้มาจาก chromosome เดียวกัน (nonsister chromatid) จำนวนและตำแหน่งของ chiasma ขึ้นอยู่กับชนิดและความยาวของแท่ง chromosome ในปลายของระยะ diplotene จะพบว่าคู่ chromosome ที่เป็นคู่กันมีการผลัดตัวออกจากกัน โดยสังเกตเห็นได้ว่า chiasma เคลื่อนสู่ปลายแท่ง chromosome (terminalization)

(5) Diakinesis (มาจากภาษากรีก dia + kinesis คำว่า dia แปลว่า through - ผ่านตลอด คำว่า kinesis แปลว่า motion - การเคลื่อนที่ การเคลื่อนไหว) เป็นระยะที่ chromosome หดสั้นมากและหนา tetrad มีลักษณะคล้ายวงแหวนเนื่องจากจำนวน chiasma ในแต่ละ tetrad ลดลง

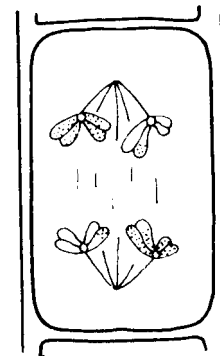
ในปลายระยะ prophase I นี้ ส่วนของเยื่อหุ้ม nucleus จะจางหายไป และเริ่มปรากฏระยะ metaphase I

Metaphase I เป็นการปรากฏของ bivalent เรียงตัวตาม equatorial plate ปลาย chromosome ทุกแท่งมีระยะห่างจากขั้วทั้งสองของ cell เป็นระยะทางเท่า ๆ กัน



ภาพที่ 1-7 metaphase I

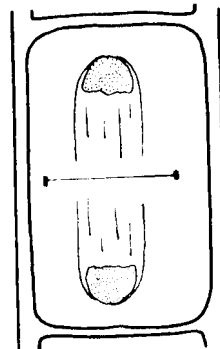
Anaphase I เมื่อเริ่มระยะ anaphase I จะมีการแยกจากกันของคู่ bivalent โดยที่ centromere ของคู่ chromosome แยกออกจากกันไปคนละขั้วของ cell ระยะนี้ไม่มีการแบ่งของ centromere อย่างใน mitosis และแต่ละ chromosome ยังคงมี chromatid 2 อัน แต่ละขั้ว cell ได้รับ chromosome เป็นครึ่งหนึ่ง (n) ของจำนวน chromosome เริ่มต้นแบ่ง cell (2n) จึงเรียก meiotic I เป็นระยะการแบ่ง cell ให้เกิดขั้นตอนการลดจำนวน chromosome เรียกการแบ่งช่วงนี้ว่า reduction division



ภาพที่ 1-8 anaphase I

Telophase I ระยะนี้ใน cell พี่จะมีการสร้างเยื่อหุ้ม nucleus ใหม่ล้อมรอบ chromosome แต่ละกลุ่ม และตามด้วยการแบ่งของ cytoplasm เนื่องจาก cell เริ่มต้น 1 cell แบ่งถึงระยะนี้ได้เป็น 2 cell จึงเรียก cell ลูกทั้งสองนี้ว่า diad จากนั้นจึงมีการแบ่งของ meiotic II ได้ cell ลูกรวมเป็น 4 cell เรียก cell ลูกทั้งสี่นี้ว่า tetrad

ใน cell สัตว์ส่วนใหญ่เมื่อสิ้นสุด telophase I แล้วจะตามด้วย meiotic II ทันที

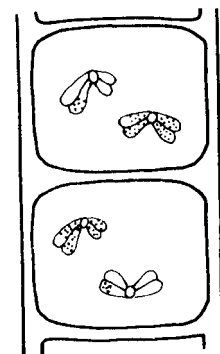


ภาพที่ 1-9 telophase I

Meiotic II แบ่งออกเป็นระยะต่าง ๆ คือ

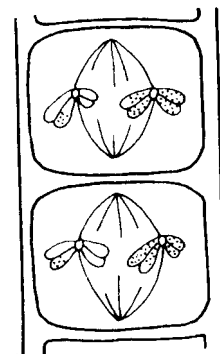
Interphase - II เป็นระยะพักตัว ซึ่งมีหรือไม่มีก็ได้ ขึ้นอยู่กับชนิดของเซลล์ ไม่มีการสังเคราะห์ DNA หรือจำลองโครโมโซมแต่อย่างใด

Prophase - II chromatid จะหดสั้นมากขึ้น ไม่มีการเกิด synapsis, chiasma, crossing over แต่อย่างใด



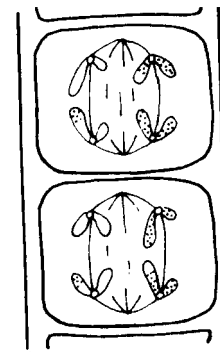
ภาพที่ 1-10 prophase II

Metaphase II มีการสร้างสายใย spindle ภายใน cell พร้อมทั้ง chromatid มีการเรียงตัวที่แนวกึ่งกลางเซลล์ (equatorial plate)



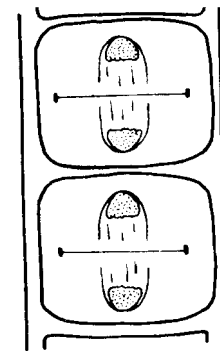
ภาพที่ 1-11 metaphase II

Anaphase II centromere จะแบ่งเป็น 2 ส่วน sister chromatid แยกจากกันไปคนละขั้วของ cell



ภาพที่ 1-12 anaphase II

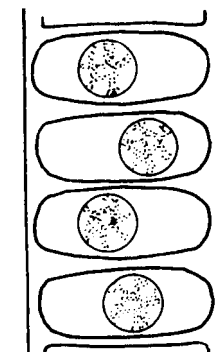
Telophase II มีการแบ่ง cytoplasm จนได้เซลล์ใหม่ 4 เซลล์ ซึ่งแต่ละเซลล์ มีจำนวน chromosome เท่ากับ n



ภาพที่ 1-13 telophase II

meiotic II เป็นการแบ่งที่คล้ายกับการแบ่งแบบ mitosis แต่ไม่มีการจำลอง chromosome เพราะเนื่องจากแต่ละ chromosome มี chromatid 2 อันอยู่แล้ว ผลของการแบ่งในระยะที่สองนี้ไม่มีการลดจำนวน chromosome แต่อย่างใด จึงเรียกการแบ่งช่วงนี้ว่า equational division

ผลของการแบ่งแบบ meiosis ซึ่งเกิดการแบ่ง cell 2 ระยะ (meiotic I และ meiotic II) มีผลให้ cell เริ่มต้นหรือ cell แม่ (ซึ่งเป็น diploid) 1 cell ได้ cell ลูก 4 cell (ซึ่งเป็น haploid) cell ลูกที่ได้จะมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างเพื่อให้เหมาะสมกับหน้าที่ต่อไป



ภาพที่ 1-14 daughter cells

*