



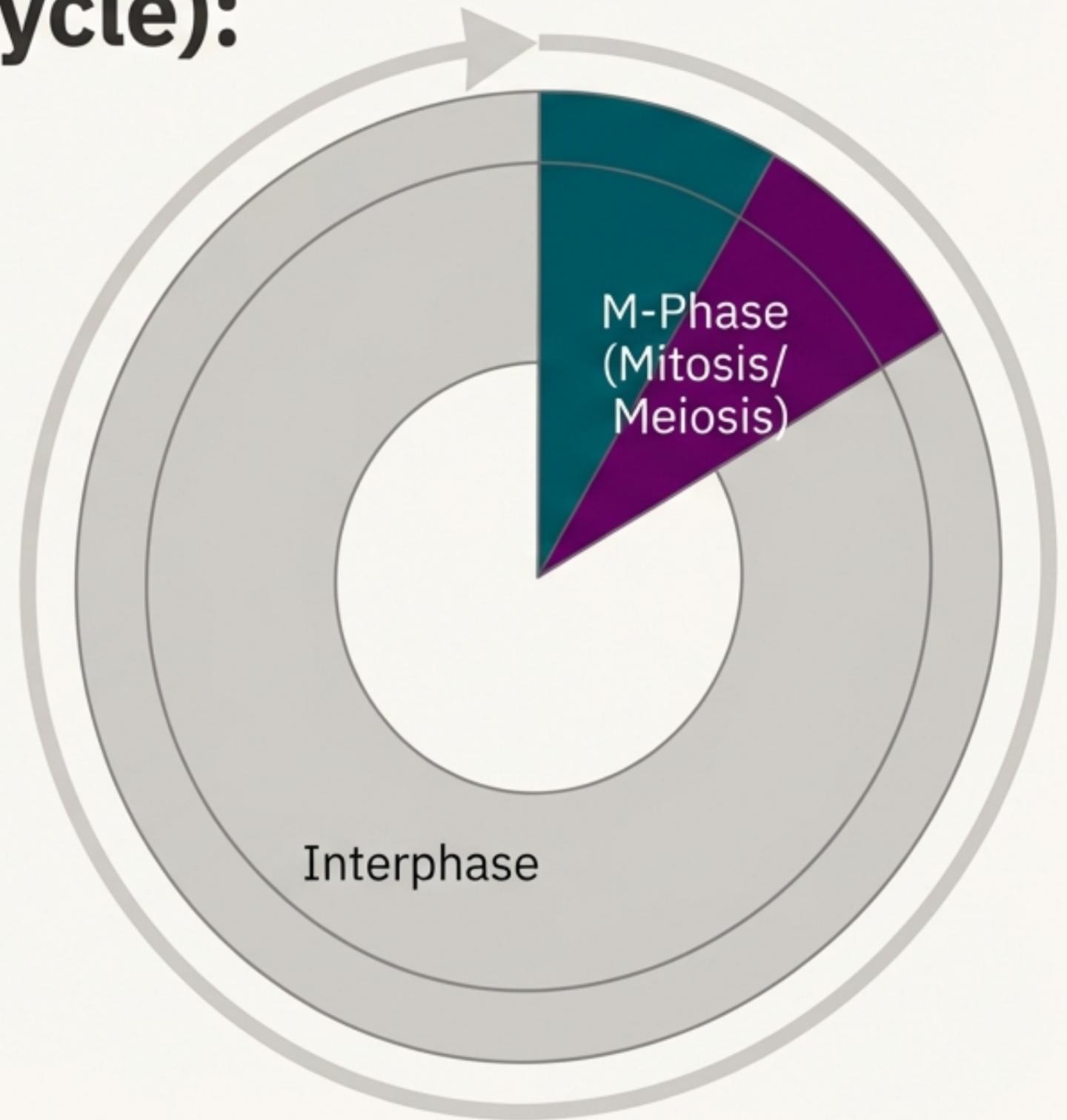
การแบ่งเซลล์: กลไกพื้นฐานแห่งชีวิต

การเจริญเติบโต การซ่อมแซม และการสืบทอดเผ่าพันธุ์ ล้วนเริ่มล้าจากที่นี่

วัฏจักรของเซลล์ (The Cell Cycle): วงจรชีวิตของหนึ่งเซลล์

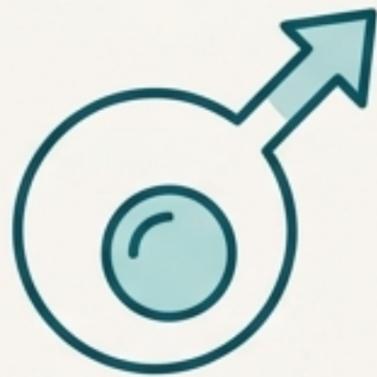
วัฏจักรของเซลล์คือช่วงเวลาการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดของเซลล์ ตั้งแต่การเตรียมตัวไปจนถึงการแบ่งตัวจนเสร็จสิ้น ประกอบด้วย 2 ระยะหลัก:

1. ****ระยะอินเตอร์เฟส (Interphase):**
ระยะเตรียมความพร้อมที่ยาวนานที่สุด
2. ****ระยะ M (M-phase):** ระยะของการแบ่งนิวเคลียสและไซโทพลาสซึม



ระยะอินเตอร์เฟส (Interphase): การเตรียมตัวก่อนเข้าสู่สนามรบ

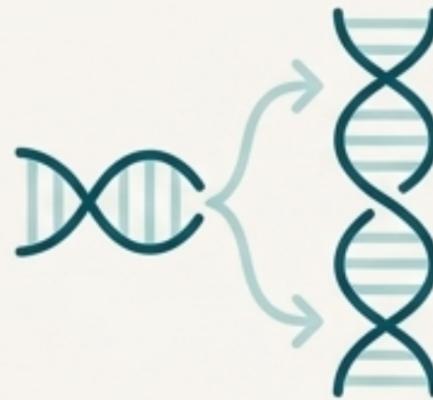
ก่อนการแบ่งเซลล์จะเริ่มต้น เซลล์ต้องเตรียมทรัพยากรและจำลองสารพันธุกรรมให้พร้อม ในระยะนี้โครโมโซมจะยังมองเห็นไม่ชัดเจนเพราะกำลังจำลองตัวเองอยู่ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนย่อย:



G1 (Gap 1):

ระยะก่อนสร้าง DNA

เซลล์เติบโตและสร้างสารต่างๆ ที่จำเป็น



S (Synthesis):

ระยะสังเคราะห์ DNA

มีการจำลองโครโมโซมเพิ่มขึ้นเป็นสองเท่า



G2 (Gap 2):

ระยะหลังสร้าง DNA

เซลล์เตรียมพร้อมเข้าสู่การแบ่งนิวเคลียสและไซโทพลาสซึม

ไมโทซิส (Mitosis): การคัดลอกเพื่อการเติบโต

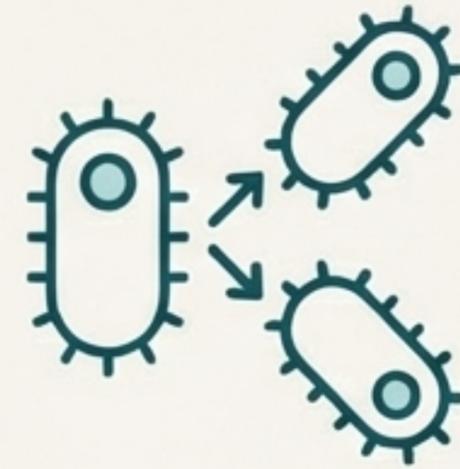
เป็นการแบ่งเซลล์เพื่อเพิ่มจำนวนเซลล์ร่างกาย (Somatic Cells) โดยที่เซลล์ลูกที่ได้จะมีลักษณะและจำนวนโครโมโซมเหมือนเซลล์แม่ทุกประการ ($2n \rightarrow 2n$)



การเจริญเติบโต (Growth):
ของสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์



การซ่อมแซม (Repair):
ทดแทนเซลล์ที่เสียหาย
หรือตายไป



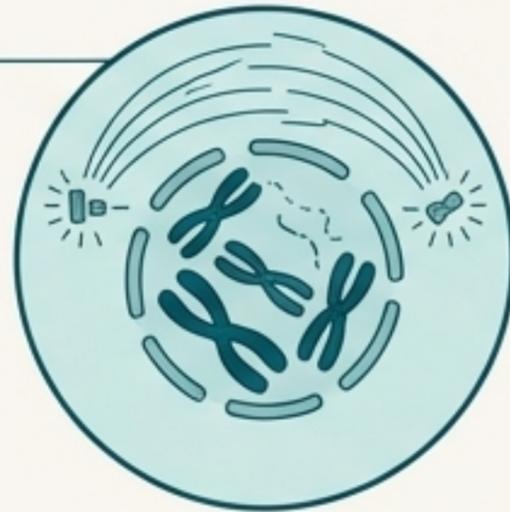
การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ (Asexual Reproduction):
ในสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว

Where it Happens: พบได้ที่เนื้อเยื่อเจริญปลายยอด ปลายรากของพืช หรือเนื้อเยื่อบุผิวและไขกระดูกในสัตว์

4 ขั้นตอนของไมโทซิส: จากหนึ่งสู่สอง

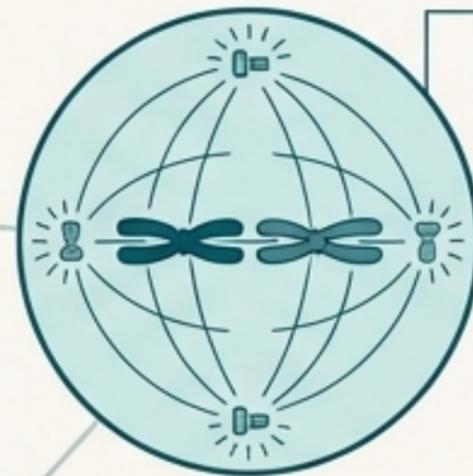
1. โพรเฟส (Prophase) - จัดระเบียบ

โครโมโซมขดตัวจนเห็นได้ชัดเจน
เยื่อหุ้มนิวเคลียสและนิวคลีโอลัส
สลายไป



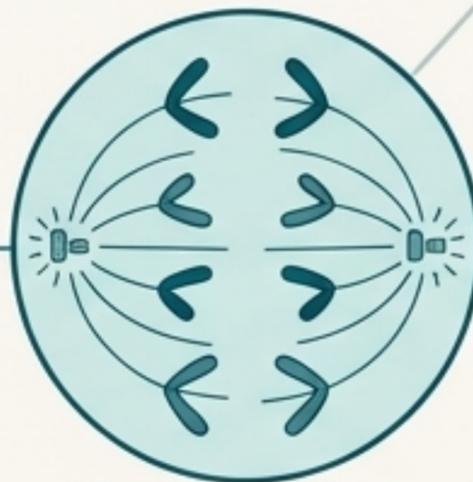
2. เมทาเฟส (Metaphase) - เข้าแถว

โครโมโซมมาเรียงตัวอยู่บริเวณ
กึ่งกลางเซลล์



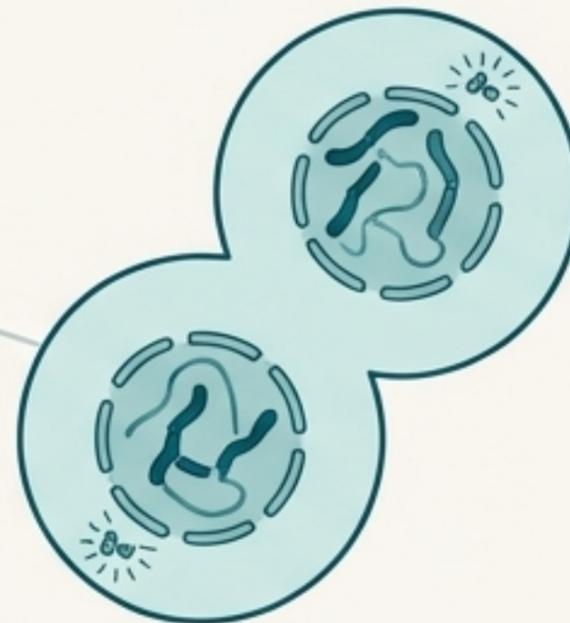
3. แอนาเฟส (Anaphase) - แยกจาก

โครมาทิดของแต่ละโครโมโซมแยก
ออกจากกันไปยังแต่ละขั้วของเซลล์



4. เทโลเฟส (Telophase) - สร้างบ้านใหม่

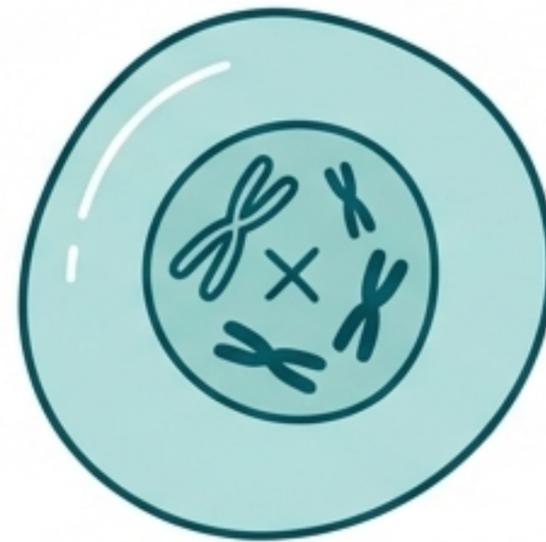
โครโมโซมลูกไปรวมกันที่ขั้วเซลล์
เกิดเป็นนิวเคลียสใหม่ 2 นิวเคลียส



ผลลัพธ์ของไมโทซิส: ได้สำเนาที่สมบูรณ์แบบ



เซลล์แม่ (2n)



เซลล์ลูก (2n)



เซลล์ลูก (2n)

- เซลล์แม่ 1 เซลล์ → เซลล์ลูก 2 เซลล์
- จำนวนโครโมโซมเท่าเดิม ($2n \rightarrow 2n$)
- สารพันธุกรรมเหมือนเดิมทุกประการ

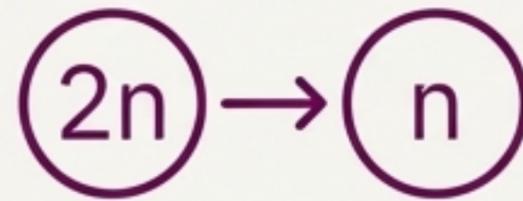
ไมโอซิส (Meiosis): การผสมผสานเพื่อความหลากหลาย

เป็นการแบ่งเซลล์เพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์ (Gametes) ซึ่งเป็นกระบวนการที่สำคัญที่สุดในการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ



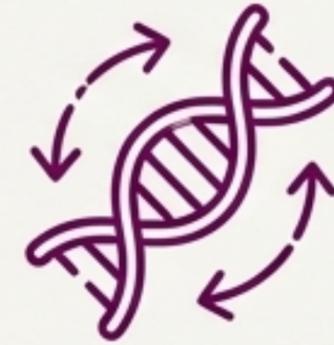
**สร้างเซลล์สืบพันธุ์
(Gamete Creation)**

ผลิตอสุจิและไข่



**ลดจำนวนโครโมโซม
(Chromosome Reduction)**

จาก 2 ชุด (2n) เหลือเพียง 1 ชุด (n)
เพื่อให้จำนวนโครโมโซมคงที่ใน
แต่ละสปีชีส์เมื่อมีการปฏิสนธิ



**สร้างความหลากหลายทาง
พันธุกรรม
(Genetic Variation)**

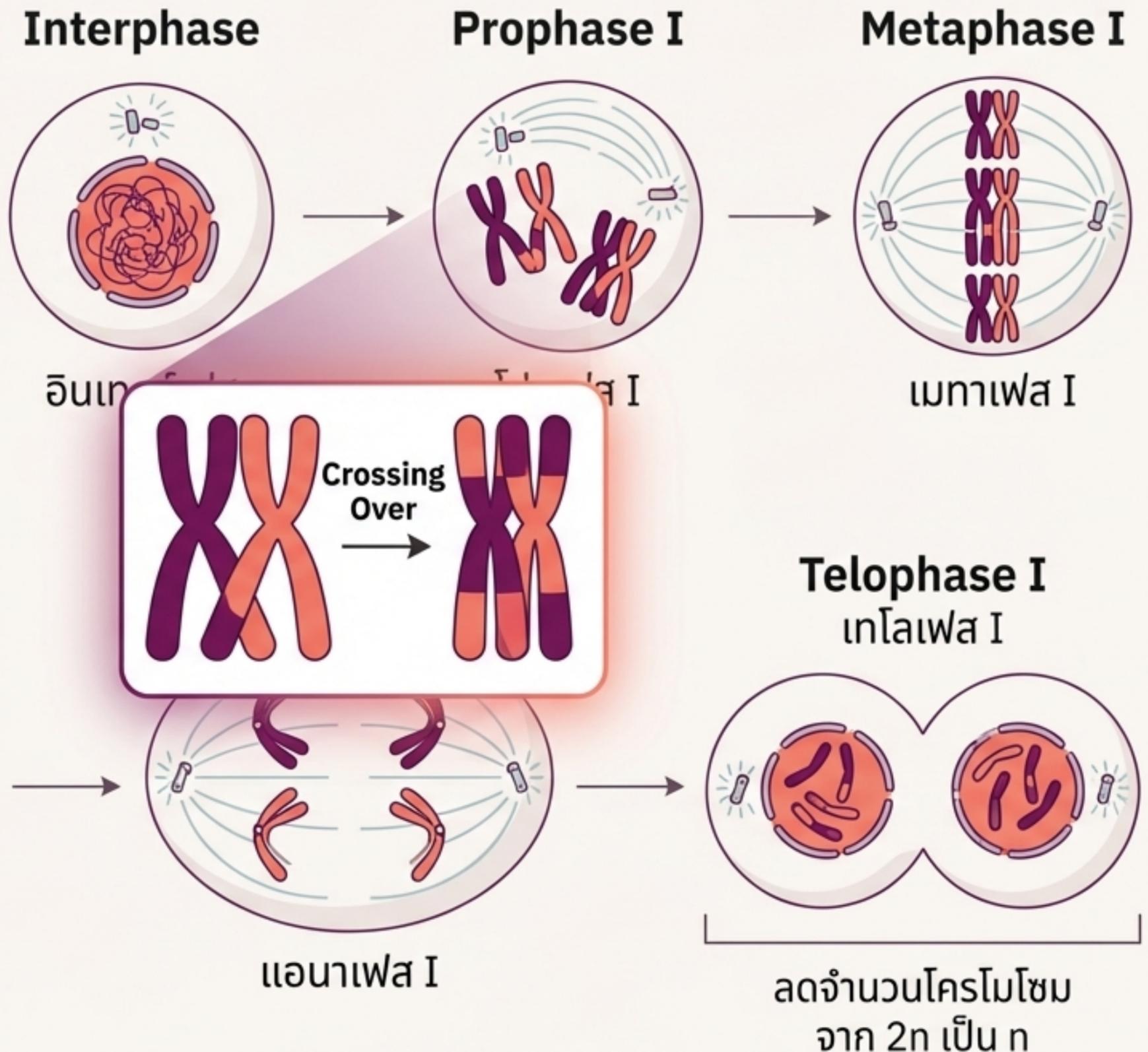
Where it Happens: พบในอวัยวะ (Testis) และรังไข่ (Ovary) ของสัตว์ หรือในอับละอองเรณู (Pollen Sac) และออวูล (Ovule) ของพืช

ไมโอซิส I: การแบ่งเพื่อลดจำนวนและสับเปลี่ยนยีน

การแบ่งครั้งแรกคือหัวใจของไมโอซิส ที่ซึ่งโครโมโซมคู่เหมือน (Homologous Chromosome) มาเข้าคู่กัน และจำนวนโครโมโซมถูกลดลงครึ่งหนึ่ง

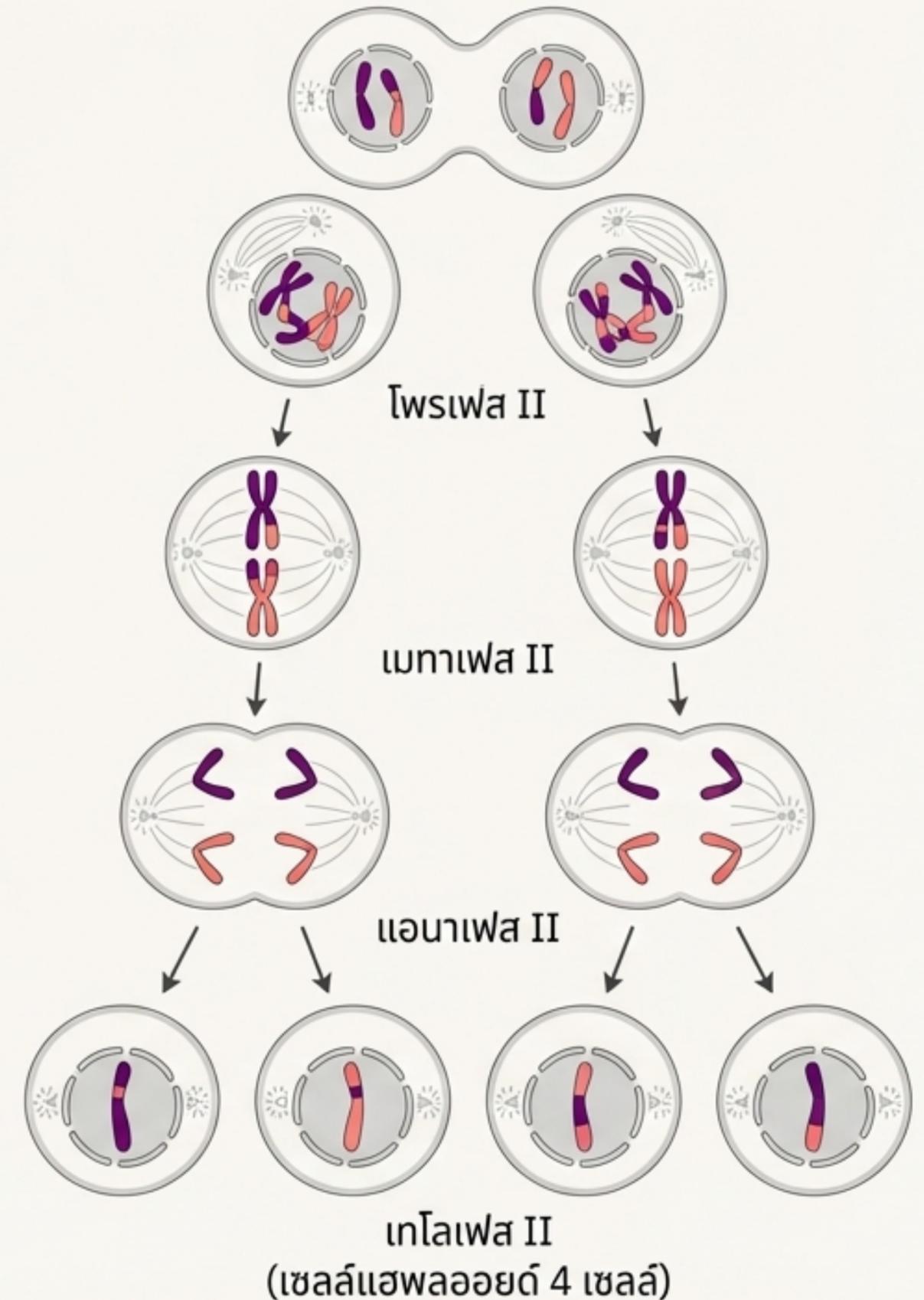
Highlight - Prophase I: เกิดเหตุการณ์สำคัญที่เรียกว่า **Crossing Over** ซึ่งโครโมโซมคู่เหมือนมีการแลกเปลี่ยนชิ้นส่วนของสารพันธุกรรมกัน ทำให้เกิดการแปรผันทางพันธุกรรม

Key Step - Anaphase I: โครโมโซมคู่เหมือน (ไม่ใช่โครมาทิด) จะแยกออกจากกันไปยังคนละขั้วเซลล์ นี่คือนั่นตอนที่ลดจำนวนโครโมโซมจาก $2n$ เป็น n

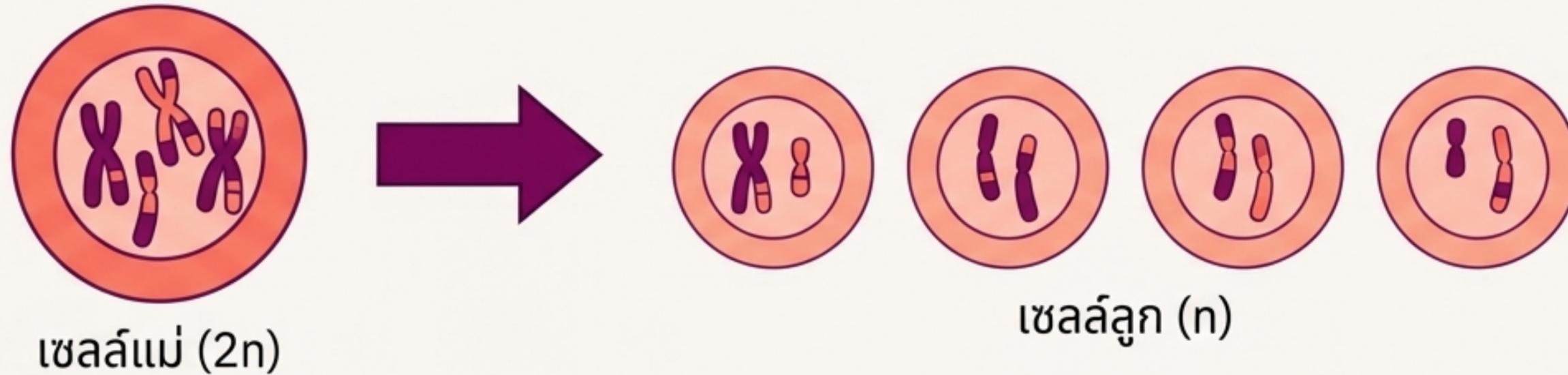


ไมโอซิส II: การแบ่งครั้งที่สองที่คล้ายกับไมโทซิส

- การแบ่งครั้งที่สองมีกลไกคล้ายกับไมโทซิสมาก แต่เริ่มต้นจากเซลล์ที่มีโครโมโซมเพียงชุดเดียว (n) และไม่มีกำลอง DNA ซ้ำ
- โครมาทิดของแต่ละโครโมโซมจะถูกแยกออกจากกัน (คล้าย Anaphase ของ Mitosis)
- เมื่อสิ้นสุด ไมโอซิส II จะได้เซลล์ลูกทั้งหมด 4 เซลล์



ผลลัพธ์ของไมโอซิส: เซลล์ใหม่ 4 เซลล์ที่ไม่เหมือนใคร



เซลล์แม่ 1 เซลล์ → เซลล์ลูก 4 เซลล์
จำนวนโครโมโซมลดลงครึ่งหนึ่ง ($2n \rightarrow n$)
เกิดความหลากหลายทางพันธุกรรม

ตัวอย่างในมนุษย์



เพศชาย (ในอสุจิ):
ได้เซลล์อสุจิ 4 ตัว

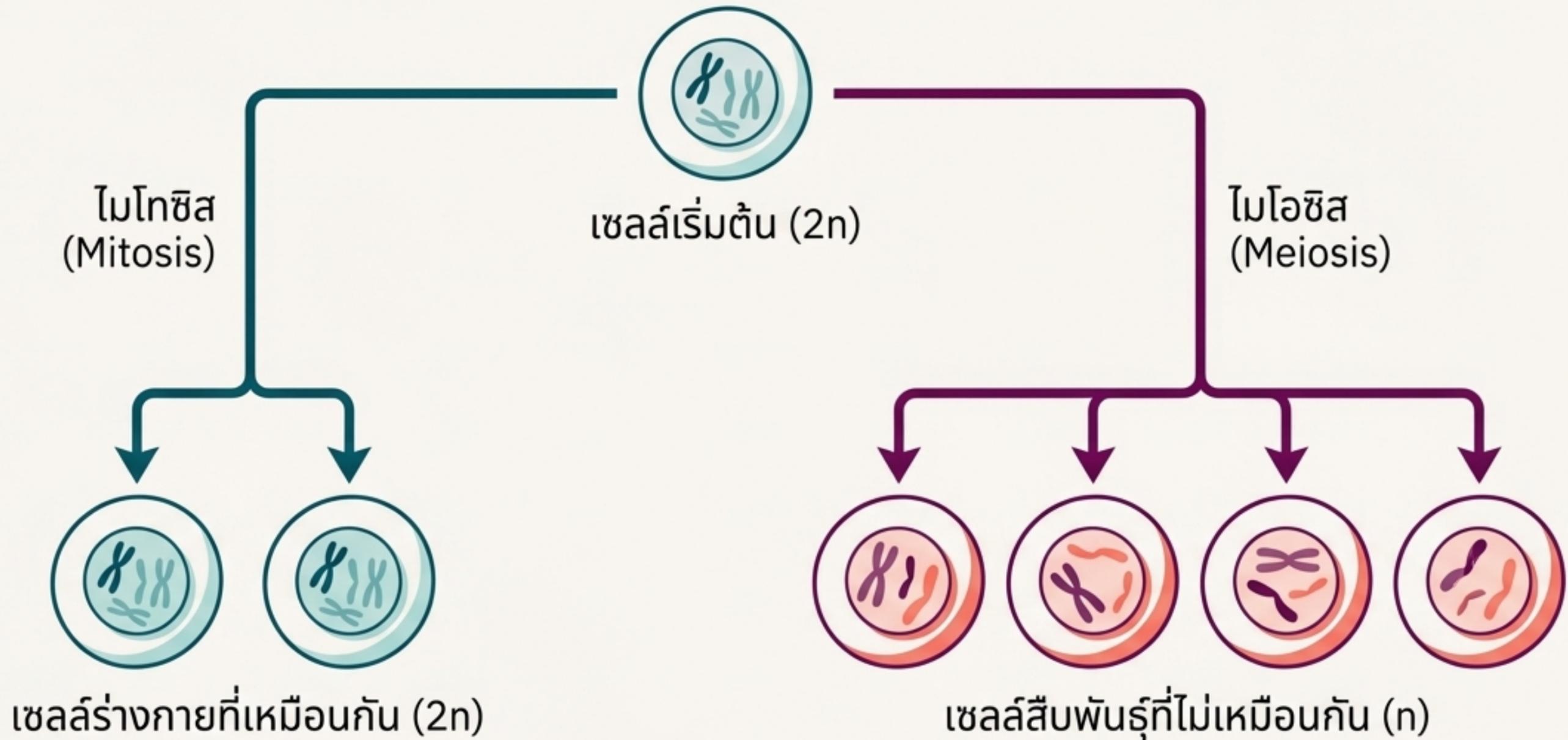


เพศหญิง (ในรังไข่):
ได้เซลล์ไข่ที่ใช้งานได้ 1 ใบ (และโพลาร์บอดี)

ไมโทซิส vs. ไมโอซิส: สรุปความเหมือนและความต่าง

คุณสมบัติ (Feature)	ไมโทซิส (Mitosis)	ไมโอซิส (Meiosis)
วัตถุประสงค์ (Purpose)	เพิ่มจำนวนเซลล์ร่างกาย, เติบโต, ซ่อมแซม	สร้างเซลล์สืบพันธุ์
จำนวนการแบ่ง (Divisions)	1 ครั้ง	2 ครั้ง (Meiosis I & II)
Crossing Over	ไม่เกิดขึ้น	เกิดขึ้นใน Prophase I
จำนวนเซลล์ลูก (Daughter Cells)	2 เซลล์	4 เซลล์
โครโมโซมสุดท้าย (Final Chromosome)	เท่าเดิม ($2n$)	ลดลงครึ่งหนึ่ง (n)
ลักษณะทางพันธุกรรม	เหมือนเซลล์แม่	แตกต่างจากเซลล์แม่และกันเอง

สองเส้นทางแห่งการแบ่งเซลล์



เส้นทางหนึ่งเพื่อความคงที่และเติบโต อีกเส้นทางหนึ่งเพื่อความหลากหลายและอนาคต