สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

สไลด์ประกอบคำบรรยายเรื่องการโคลนนิ่งในสัตว์
SOUND SLIDE ON CLONING IN ANIMAL

โดย

นายรัฐกรภูริ ธนากรรฐ์

ปพ.
ร 352 ส
2540
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 30327
วัน, เดือน, ปี 6 ก.ค. 2541

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร-การผลิตสัตว์
ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ
ปีการศึกษา 2540

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ
ปีการศึกษา 2540

ชื่อเรื่อง สไลด์ประกอบคำบรรยายเรื่องการโคลนนิ่งในสัตว์
SOUND SLIDE ON CLONING IN ANIMAL

ชื่อ - สกุล นายรัฐกรภูริ ธนากรรฐ์
สาขาวิชา เทคโนโลยีการเกษตร-การผลิตสัตว์ **ภาควิชา** ครุศาสตร์เกษตร
คณะ ครุศาสตร์อุตสาหกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์สมจิตต์ กล่ำกลิ่น

บทคัดย่อ

การผลิตสไลด์ประกอบคำบรรยายเรื่องการโคลนนิ่งในสัตว์ในครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้เป็นสื่อการเรียน การสอนในรายวิชาการปรับปรุงพันธุ์สัตว์ (03622203) ในระดับปริญญาตรีต่อเนื่อง 2 ปี หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง พุทธศักราช 2537 โดยได้เน้นใน เรื่อง การทำโคลนนิ่งโดยกระบวนการโคลนจากเซลล์เต้านมแกะ และเทคโนโลยีการโคลนนิ่งในสัตว์

ขั้นตอนในการสร้างอุปกรณ์ในการเรียน การสอนประเภทสไลด์ประกอบคำบรรยาย เรื่อง การโคลนนิ่งในสัตว์ เริ่มด้วยการศึกษาหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต พุทธศักราช 2537 ศึกษารายละเอียดเนื้อเกี่ยวกับเซลล์ การแบ่งเซลล์ เทคโนโลยีการโคลนยีน วิธีการทำโคลนจากเต้านมแกะ เพื่อนำมาเขียนคำบรรยายประกอบสไลด์ และทำการกำหนดภาพถ่ายที่ถ่ายทำและติดต่อแหล่งข้อมูล และทำการถ่ายทำภาพที่กำหนดไว้ในสคริปต์ด้วยฟิล์มสี และนำภาพที่ได้มาจัดเรียงตามสคริปต์ และทำการสำเนาภาพถ่ายเป็นภาพสไลด์ โดยการทำสัญลักษณ์อักษรย่อ สจล. ลงบนฟิล์ม ทำการตรวจสอบ และทำการตรวจสอบ และทำการแก้ไขปรับปรุงในส่วนที่ยังไม่สมบูรณ์ พร้อมทั้งบันทึกเสียงสไลด์ที่สมบูรณ์จะประกอบไปด้วยภาพ 71 ภาพ พร้อมเทปประกอบคำบรรยาย 1 ม้วน และเอกสารประกอบคำบรรยาย 1 เล่ม และได้นำสไลด์ที่สมบูรณ์ไปตรวจสอบคุณภาพสไลด์ โดยการตรวจสอบเป็นสองลักษณะ คือตรวจสอบโครงสร้างของสไลด์ และตรวจสอบทางด้านเนื้อหาของสไลด์ว่าจะเหมาะสำหรับการนำมาเป็นสื่อการเรียนการสอนหรือไม่ โดยอาจารย์สมจิตต์ กล่ำกลิ่น เป็นผู้ตรวจสอบทั้งโครงสร้าง และเนื้อหาสไลด์ แล้วทำการแก้ไขในส่วนที่ยังไม่สมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะ ในการสร้างอุปกรณ์การเรียนการสอนประเภทสไลด์ ผู้ทำจะต้องมีความเข้าใจ และมีพื้นฐานทางภาพถ่ายพอสมควร ต้องมีความรู้ในการใช้อุปกรณ์ทำสไลด์ทุกชนิด จึงจะปฏิบัติงานได้อย่างรวดเร็ว ไม่ว่าจะเป็นตัวกล้องถ่ายภาพ เครื่องฉายสไลด์ ต้องรู้ระบบการทำงานเครื่องมือต่างๆ ต้องมีการวางแผนในการทำงานทุกขั้นตอน ต้องทำตามแผนที่วางไว้อย่างเคร่งครัด

ประโยชน์ที่ได้รับ สามารถนำสไลด์ประกอบคำบรรยาย เรื่องการโคลนนิ่งในสัตว์ไปเป็นสื่อในการเรียนการสอน ในรายวิชาการปรับปรุงพันธุ์สัตว์ (03622203) ตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต ปริญญาตรีต่อเนื่อง 2 ปี สาขาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ ในภาคทฤษฎีบทที่ 1 พื้นฐานการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม เพื่อศึกษาการโคลนนิ่ง และการโคลนยีนโดยกระบวนการโคลนจากเซลล์เต้านมแกะ และผู้ที่สนใจก็สามารถศึกษาหาดูได้เพื่อเป็นแนวทางประกอบอาชีพต่อไป รวมทั้งผู้จัดทำเองก็ได้รับความรู้โดยตรงเกี่ยวกับการโคลนนิ่งในสัตว์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษเรื่องการทำโคลนนิ่งในสัตว์สำเร็จลุล่วงลงได้ ด้วยความกรุณาของท่านอาจารย์สมจิตต์ กล่ำกลิ่น ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษที่ได้เสียสละเวลาในการให้คำปรึกษา ให้คำแนะนำและที่สำคัญ คือการให้กำลังใจในการทำงาน และตลอดจนช่วยตรวจทานแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ จนกระทั่งปัญหาพิเศษเรื่องการทำโคลนนิ่งในสัตว์สำเร็จลุล่วงลงได้ด้วยดี

ปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี ด้วยความกรุณาด้านงบประมาณ และกำลังใจจากครอบครัวตระกูลธนากรรฐ์ด้วยดีเสมอมา และขอบคุณเพื่อนๆ ที่ช่วยให้การทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้เสร็จสมบูรณ์ลงได้ ผู้จัดทำต้องขอขอบคุณทุกท่านมา ณ โอกาสนี้ด้วยความจริงใจ

ผู้จัดทำ
นายรัฐกรภูริ ธนากรรฐ์
พฤศจิกายน 2540

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อปัญหาพิเศษ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่	
1. บทนำ	
1.1 ความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของปัญหา	1
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
2. การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง	
2.1 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการผลิตสไลด์ประกอบคำบรรยาย	4
2.2 ด้านเนื้อหาวิชาเน้นเฉพาะเรื่องการโคลนนิ่งในสัตว์	13
3. วิธีการสร้างอุปกรณ์	
3.1 การวิเคราะห์หลักสูตร	34
3.2 การวิเคราะห์เนื้อหา	35
3.3 การกำหนดภาพที่จะถ่ายทำ	35
3.4 คำบรรยายประกอบสไลด์	37
3.5 การผลิตสไลด์	55
4. การตรวจอุปกรณ์และการแก้ไข	
4.1 แสดงวิธีการตรวจสอบ	57
4.2 แสดงผลของการตรวจสอบ อุปกรณ์และการแก้ไข	60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. สรุปและข้อเสนอแนะ หน้า
5.1 สรุปการดำเนินงาน 63
5.2 ปัญหาและอุปสรรค 64
5.3 ข้อเสนอแนะ 64
บรรณานุกรม 65
ภาคผนวก 67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.	แสดงชนิด HARDWARE และ SOFTEARE	6
2.	จุดประสงค์เทคโนโลยีชีวภาพทางวิทยาการสัมพันธ์	65
3.	EMBRYO BIOTECHNOLOGY APPLICATION IN ANIMAL REPRODUCTION	66
4.	วิวัฒนาการของการย้ายฝากนิวเคลียส	67
5.	ประสิทธิภาพและจำนวนของตัวอ่อนที่เกิดจากการ CLONING และ RECLONING	70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.	ตัวอ่อนระยะ 2 เซลล์	19
2.	การผลิตโคลน (แฝดเหมือนจากวิธีการแบ่งเซลล์)	20
3.	การโคลนโดยแยกเซลล์แบบจับคู่	20
4.	การโคลนด้วยการแบ่งตัวอ่อนระยะมอรูล่า (อายุ 5-6 วัน ในโค)	21
5.	การตัดแบ่งตัวอ่อนระยะบลาสโตซิส (อายุ 7-8 วัน ในโค)	22
6.	ความคิดของการทำ CLONING และ RECLONING	23
7.	ขั้นตอนการทำโคลนนิ่ง	26
8.	วงจรของเซลล์	28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

ในกระบวนการเรียนการสอนนั้นปัญหาที่สำคัญคือทำอย่างไรจึงจะสามารถทำให้ผู้เรียนรับรู้ และเรียนรู้ได้โดยชัดเจนถูกต้องรวด เร็วและน่าสนใจ ซึ่งแนวทางที่น่าจะช่วยได้คือการให้ผู้เรียนได้ใช้ประสาทสัมผัสหลายๆ ทางพร้อมๆ กัน จะช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้รวดเร็ว และแม่นยำจดจำได้นาน

ในการเรียนการสอนในหัวข้อเรื่องการโคลนนิ่ง ซึ่งเป็นก้าวใหม่ในการปรับปรุงพันธ์สัตว์ และขยายสัตว์พันธุ์ดีให้ได้อย่างรวดเร็วนั้น ยังขาดอุปกรณ์ประกอบการสอน ดังนั้นการทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้ ผู้จัดทำได้เลือกทำสไลด์ประกอบคำบรรยายเรื่องการโคลนนิ่งในสัตว์ ซึ่งคาดว่าจะเกิดประโยชน์ในด้านการเรียนการสอน และผู้ที่สนใจความก้าวหน้าของวิทยาการด้านนี้

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อผลิตสไลด์ประกอบคำบรรยายเรื่อง การโคลนนิ่งในสัตว์ สำหรับประกอบการเรียนการสอน วิชา การปรับปรุงพันธุ์สัตว์ (03622203) ระดับปริญญาตรีต่อเนื่อง 2 ปี หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง พุทธศักราช 2537

1.3 ขอบเขตของปัญหา

1. จัดทำสไลด์ประกอบคำบรรยายเรื่องการโคลนนิ่งในสัตว์ เพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนวิชาการปรับปรุงพันธุ์สัตว์ (03622203) ระดับปริญญาตรีต่อเนื่อง 2 ปี หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง พุทธศักราช 2537

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. จัดทำคู่มือเพื่อประกอบการศึกษาการใช้สไลด์ประกอบคำบรรยายเรื่องการโคลนนิ่ง โดยมีหัวข้อเรื่องดังต่อไปนี้ คือ

2.1 การนำเซลล์เต้านมจากแม่แกะฟินน์ดอร์เซ็ต อายุ 6 ปี ซึ่งตั้งท้องมานานกว่า 100 วัน ลักษณะภายในเซลล์เต้านมทุกเซลล์จะบรรจุยีนที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตเป็นตัวแกะ ไว้ครบทุกยีน แต่จะมีเฉพาะยีนที่สร้างโปรตีนสำหรับการเจริญเป็นเซลล์เต้านมเท่านั้นที่ทำงาน ส่วนยีนอื่นๆ จะถูกปิดสวิตซ์ไว้ไม่ให้ทำงาน

2.2 การเพาะเลี้ยงเซลล์เต้านมในสภาวะที่อดอาหารประมาณ 5 วัน โดยการลด ซีรั่มในสารเพาะเลี้ยงเซลล์ให้เหลือเพียง 1 ใน 20 เพื่อให้เซลล์เข้าสู่ระยะพักตัว และหยุดการแบ่งตัว ณ ภาวะเช่นนี้ ยีนทุกยีนภายในเซลล์เริ่มเปิดสวิตซ์ใหม่อีกครั้ง

2.3 การเก็บเซลล์ไข่ที่ยังไม่ปฏิสนธิจากท่อนำไข่หลังจากการฉีดฮอร์โมนกระตุ้นการตกไข่ไปแล้ว 28-33 ชั่วโมง

2.4 การดูดเอานิวเคลียส (มี DNA อยู่ภายใน) ของเซลล์ไข่ออกไป

2.5 การทำให้ภายในเซลล์ไข่ว่างเปล่า เหลือแต่องค์ประกอบไซโทพลาสซึม ที่จำเป็นต่อการสร้างตัวอ่อน

2.6 การนำเซลล์เต้านมและเซลล์ไข่มาหลอมรวมกัน โดยใช้กระแสไฟฟ้าอ่อนๆกระตุ้น

2.7 เมื่อกระตุ้นด้วยไฟฟ้าอีกครั้ง เซลล์ไข่เริ่มยอมรับนิวเคลียสใหม่และเหนี่ยวนำให้ยีนในนิวเคลียสเริ่มต้นทำงานและแบ่งตัว เพื่อพัฒนาเป็นตัวอ่อนขึ้นมาใหม่

2.8 หลังจากปล่อยให้เซลล์แบ่งตัวประมาณ 6 วัน เซลล์ของตัวอ่อนจะเข้าสู่ระยะบลาสโตซิส

2.9 นำตัวอ่อนในระยะบลาสโตซิส ไปฝังในมดลูกของแม่แกะอีกตัวหนึ่งซึ่งทำหน้าที่อุ้มท้อง

2.10 แม่แกะที่อุ้มท้อง ให้กำเนิดลูกแกะ ซึ่งมีลักษณะทางพันธุกรรมเหมือนแม่เจ้าของเต้านม ทุกประการ

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ด้านการศึกษา

ได้สไลด์ประกอบคำบรรยายเรื่องการโคลนนิ่งในสัตว์ เพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนวิชาการปรับปรุงพันธุ์สัตว์และใช้เป็นสื่อเผยแพร่ความรู้ ด้านเทคโนโลยีการถ่ายโอนยีน (Transgenic Technology)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ด้านส่วนตัวของผู้จัดทำ

ผู้จัดทำได้ความรู้ประสบการณ์ในการทำสไลด์ประกอบคำบรรยายเรื่องการโคลนนิ่ง ซึ่งอาจใช้เป็นแนวทางในการทำอุปกรณ์การสอนชุดอื่นๆ ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

การผลิตสไลด์ประกอบคำบรรยายเรื่องการโคลนนิ่งในสัตว์ ในรายวิชาการปรับปรุงพันธุ์สัตว์ (03622203) ระดับปริญญาตรีต่อเนื่อง 2 ปี หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง พุทธศักราช 2537 ผู้จัดทำได้ศึกษาค้นคว้าจากเอกสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องประกอบด้วย

1. ด้านการผลิตสไลด์ประกอบการเรียนการสอน
2. ด้านเนื้อหาวิชาเน้นเฉพาะเรื่องการโคลนนิ่งในสัตว์

2.1 ด้านการผลิตสไลด์ประกอบการเรียนการสอน

ความหมายของสื่อการสอน

วาสนา ชาวหา (2522 : 59) ได้กล่าวถึงความหมายของคำว่า สื่อการเรียนการสอนไว้ดังนี้ สื่อการเรียนการสอนหมายถึง สิ่งใดก็ตามที่เป็นตัวกลางนำความรู้ไปสู่ผู้เรียน และทำให้การเรียนการสอนนั้นเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้เป็นอย่างดี

ชม ภูมิภาค (2524 : 18-19) ได้ให้ความหมายของคำว่า สื่อการสอนว่า "คำว่าสื่อการสอนตรงกับภาษาอังกฤษว่า Instructional Media เราจึงควรแยกคำนี้ออกมาพิจารณาได้ 2 คำ คือ สื่อ (Medium หรือเมื่อเป็นพหูพจน์เป็น Media) อีกคำคือ การสอน

สันทัดและพิมพ์ใจ ภิบาลสุข (2523 : 35) ได้กล่าวถึงสื่อการสอนว่าสื่อการสอนคือสิ่งต่างๆ ที่ใช้เป็นเครื่องมือหรือช่องทางสำหรับช่วยถ่ายทอด หรือ นำความรู้ประสบการณ์ไปสู่ผู้เรียนและ ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามวัตถุประสงค์อย่างมีประสิทธิภาพ

โอวาท พูลศิริ (2531 : 64) กล่าวว่าการสื่อความหมาย จะได้ผลดีก็ต่อเมื่อสามารถเข้าใจเรื่องราวที่ได้รับตรงตามความต้องการ ดังนั้นเพื่อให้ผู้รับสารเข้าใจเรื่องราวตรงกับผู้ส่งสาร ผู้ส่งจึงต้องใช้วิธีการ การส่งร่วมกันหลายวิธีด้วยกัน เช่น พูด เขียน ท่าทางประกอบ

ณรงค์ สมพงษ์ (2530 : 40) ได้ให้ความหมายของคำว่า สื่อ ไว้ดังนี้ "สื่อ" คือ ตัวกลาง หรือ พาหนะซึ่งนำข่าวสารจากผู้ส่งไปยังจุดหมายปลายทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กายสัมผัส 1 ½ %

รสสัมผัส 1 %

นวัตสัมผัส 3 ½ %

วันหนึ่งเราใช้ประสาทสัมผัสทางตา และทางหู หรือคนเราจะดูและฟังถึง 94 % ส่วนประสาทสัมผัสอื่นใช้เพียง 6 %

พฤฒิพงษ์ เล็กศิริรัตน์ (2536 : 1) กล่าวถึงสื่อการสอนว่า สิ่งที่สำคัญประการหนึ่งของกระบวนการเรียนการสอนที่นอกเหนือไปจากครู วิธีสอนและการประเมินผล ก็คือสื่อการสอน ทั้งนี้เพราะสื่อการสอนช่วยเพิ่มพูนประสบการณ์ความรู้ให้แก่ผู้เรียน ช่วยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการสอนอย่างแข็งขัน ทำให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ดีขึ้น และใช้เวลาในการเรียนน้อยลง นอกจากนี้สื่อการสอนยังช่วยแก้ปัญหา หรือข้อจำกัดต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนได้อีกเช่น ทำสิ่งที่ซับซ้อนให้ง่ายขึ้น ทำนามธรรมให้เป็นรูปธรรมขึ้น ขยายขนาดของสิ่งของที่เล็กมากให้มีขนาดใหญ่ขึ้น นำอดีตมาให้ศึกษาได้ เป็นต้น

สมบูรณ์ สงวนญาติ (2434 : 43) ได้ให้ความหมายของสื่อการสอนว่า ทุกสิ่งทุกอย่างที่ ผู้สอนและผู้เรียน นำมาใช้ในการเรียนการสอนเพื่อช่วยให้กระบวนการเรียนรู้ ดำเนินไปสู่เป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพ ได้แก่ วัตถุสิ่งของที่มีอยู่ตามธรรมชาติ หรือสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้น รวมทั้งวิธีสอนและกิจกรรมในรูปแบบต่างๆ

สมบูรณ์ สงวนญาติ (2534 : 48) ได้จำแนกสื่อการเรียนการสอนออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. สื่อประเภทโสต-ทัศนวัสดุ (audio visual materials)
2. สื่อประเภทโสต-ทัศนอุปกรณ์ (audio visual equipments)
3. สื่อประเภทเทคนิควิธีการ (techniques)

สื่อประเภทโสต-ทัศนวัสดุ แบ่งออกเป็น 6 จำพวก

1. รูปภาพ ได้แก่ ภาพเขียน ภาพถ่าย ภาพพิมพ์

2. วัสดุลายเส้น ได้แก่ แผนภูมิ แผนสถิติ แผนภาพ ภาพโฆษณา การ์ตูน แผนที่ ลูกโลก

3. วัสดุสามมิติ ได้แก่ ของจริง หุ่นจำลอง ของตัวอย่าง หุ่นกระบอก

4. วัสดุประกอบแผ่นป้าย ได้แก่ ตัวแสดงที่ใช้ กับแผ่นป้าย ผ้าสำลี แผ่นป้ายแม่เหล็ก แผ่นป้ายไฟฟ้า แผ่นป้ายกระเป๋าผนัง

5. วัสดุสิ่งพิมพ์ ได้แก่ หนังสือ ตำรา และเอกสารประกอบการเรียนการสอน

6. วัสดุประกอบการทดลอง ได้แก่ ตัวอย่างและสื่อราคาเยาที่ใช้ในการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สื่อประเภทโสต-ทัศนอุปกรณ์ แบ่งออกเป็น 2 จำพวก

1. จำพวกเครื่องฉายและเครื่องเสียง ประกอบด้วยเครื่อง (hardware) และเครื่อง (software) แบ่งออกเป็นหลายชนิดตามตาราง

ตารางที่ 1 แสดงชนิดของ HARDWARE และ SOFTEARE

HARDWARE	SOFTWARE
1. เครื่องฉายภาพยนต์ 8 มิลลิเมตร 16 มิลลิเมตร	1. ฟิล์มภาพยนต์
2. เครื่องฉายฟิล์มลูฟ	2. ฟิล์ม
3. เครื่องฉายสไลด์	3. สไลด์
4. เครื่องฉายฟิล์มสตริป	4. ฟิล์มสตริป
5. เครื่องฉายภาพทึบแสง	5. ภาพทึบแสง
6. เครื่องฉายภาพข้ามศรีษะ	6. แผ่นโปร่งใส
7. เครื่องฉายจุลทรรศ์	7. กระจกสไลด์
8. เครื่องเล่นแผ่นเสียง	8. แผ่นเสียง
9. เครื่องเล่นเทปบันทึกเสียง	9. เส้นเทปบันทึกเสียง
10. เครื่องเทปบันทึกภาพ	10. เส้นเทปบันทึกภาพ
11. เครื่องขยายเสียง	11. ข้อความที่พูด
12. เครื่องรับวิทยุ	12. รายการวิทยุ
13. เครื่องรับโทรทัศน์ 2	13. รายการโทรทัศน์

ที่มา : สมบูรณ์ , 2534: 50

2. จำพวกเครื่องมือ (apparatus) ได้แก่ เครื่องมือวัด เครื่องมือตรวจ เครื่องมือแสดง และเครื่องมือทดลองประเภทต่างๆ ที่มีราคาค่อนข้างแพง

สื่อประเภทเทคนิค วิธีการ แบ่งออกเป็น 2 พวกใหญ่

1. จำพวกกิจกรรม ได้แก่การทดลอง การเล่นละคร การแสดงบทบาท การทัศนาจร การสาธิต นิทรรศการ และกิจกรรมในรูปแบบอื่น ๆ

2. จำพวกบทเรียนแบบโปรแกรม ได้แก่ บทเรียนสำเร็จรูป เครื่องช่วยสอน ชุดการสอน และโปรแกรมการสอนรูปแบบอื่น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความหมายของสไลด์

วิรุฬห์ ลีลาพฤทธ์ (2521) ได้กล่าวถึง ความหมายของคำว่า สไลด์ หมายถึง ภาพนิ่งโปร่งใส ติดอยู่บนแผ่นฟิล์ม หรือกระจกแผ่นละ 1 รูป ที่นิยมใช้กันมากมี 2 ขนาด ได้แก่ ขนาด 2 " x 2 " และ 3 ¼ x 4" ตามปกติ สไลด์ขนาด 2 " x 2" เป็นภาพจากฟิล์มถ่ายรูป อาจเป็นฟิล์ม ขาวดำ หรือฟิล์มสีชนิดต่างๆ ก็ได้ สไลด์ 2" x 2" ถ่ายด้วยกล้องถ่ายรูปที่ใช้ฟิล์ม 35 มม. เมื่อถ่ายและล้างฟิล์มแล้ว เขาจะตัดฟิล์มออกเป็นภาพ ๆ และเอาภาพเหล่านั้นเข้าผนึกไว้ในกรอบ กระดาษ หรือกรอบโลหะอีกชั้นหนึ่ง เพื่อความแข็งแรงและความสะดวกในการฉาย ถ้าจะให้คงทนถาวรกว่านี้ มักจะใช้แผ่นกระจกใส 2 แผ่น ประกบฟิล์มสไลด์ อีกทีหนึ่ง เพื่อกันฟิล์มโค้งงอ เมื่อถูกความร้อนจากหลอดฉายในกรณีที่จำเป็นต้องใช้เวลาฉายนาน

ลัดดา ศุขปรีดี (2533 : 7-19) กล่าวว่าสไลด์ คือ ภาพบางชนิดที่โปร่งแสงที่นำมาฉายกับเครื่องฉาย ให้ปรากฏภาพบนจอที่มีขนาดใหญ่ให้ผู้ดูจำนวนมากได้เห็นพร้อม ๆ กัน ลักษณะของแผ่นสไลด์จะเป็นภาพที่โปร่งแสดงที่บันทึก หรือเขียนภาพไว้แล้ว หุ้มกรอบด้วยกระดาษ พลาสติก หรือ โลหะมีขนาดต่างๆ กัน 3 ¼ x 4 นิ้ว และ 2 x 2 นิ้ว วิธีทำสไลด์มีการทำได้ 2 วิธีการ คือ

1. เขียนภาพลงบนแผ่นพลาสติกอาซีเตท หรือแผ่นกระจกแสงแล้วนำไปเข้ากรอบขนาด 3 ¼ นิ้ว เรียกว่า Hand Made Lantern Slide

2. ใช้วิธีการถ่ายภาพ (Photo - graphic Slide) ใช้ฟิล์มขาว-ดำ หรือฟิล์มสี บันทึกภาพต่างๆ ไว้ เมื่อล้างฟิล์มแล้วนำมาตัดเป็นภาพ ๆ แล้วนำเข้ากรอบพลาสติก หรือกระดาษส่วนมากทำด้วยกล้อง 35 มม. ชนิดแบ่งครึ่งกรอบภาพหรือชนิดเต็มกรอบ แล้วนำฟิล์มมาตัดเข้ากรอบขนาด 2 x 2 นิ้ว ก็จะได้สไลด์ขนาดที่นิยมใช้กันโดยทั่วไป ส่วนพื้นที่ของภาพที่ปรากฏในฟิล์มจะแตกต่างกันไปตามขนาดภาพ

ประโยชน์และข้อดีของสไลด์ต่อการศึกษา

1. นักเรียนสามารถศึกษาได้ด้วยตัวเอง โดยการใช้เทปบันทึกเสียงประกอบคำบรรยาย
2. ใช้ศึกษาทั้งรายบุคคล กลุ่มย่อย และรวมกันทั้งชั้น
3. สามารถฉายให้ดูซ้ำได้หลายครั้ง จนกว่าจะเข้าใจ
4. ช่วยกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี
5. ช่วยให้ผู้เรียนจำสิ่งต่างๆ ได้นาน
6. ช่วยให้นักเรียน และครูมีส่วนร่วมในกิจกรรม การเรียนการสอน เช่น การอภิปราย ซักถาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง เจตคติ และค่านิยมต่างๆ ได้

8. นำไปใช้ร่วมกับสื่ออื่น ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น โทรทัศน์ชุดการสอน เป็นต้น

9. ทำให้บทเรียนมีความหมายมากขึ้น นักเรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาได้ดี และถูกต้องมากกว่าการฟังอย่างเดียว

10. สามารถตัดและต่อเติมเนื้อหาบางตอนได้ใหม่ในกรณีที่บางภาพ หรือบางตอนล้าสมัย จึงทำให้สไลด์ทันสมัยอยู่ตลอดเวลา

11. สไลด์มีขนาดเล็กทำให้เก็บรักษา และนำไปใช้ตามสถานที่ต่างๆ ได้สะดวก

12. การทำสไลด์เป็นการลงทุนที่คุ้มค่า เมื่อเทียบกับความสะดวก และประโยชน์ที่ได้รับ และยังกล่าวเพิ่มเติมว่า

1. เปลี่ยนบรรยากาศในห้องเรียน ทำให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้นสนใจมากขึ้น

2. ทำให้ผู้เรียนมีประสบการณ์เกี่ยวกับกิจกรรม การเรียน การสอนหลายอย่าง เช่น แบบเรียน คำบรรยาย คู่มือและฝึกหัด ภาพและเสียงประกอบ ย่อมทำให้เกิดความรู้ได้ดียิ่งขึ้น

3. ทำให้ผู้เรียนได้เห็นทั้งภาพ และเสียงที่สัมพันธ์กัน เป็นเรื่องราวต่อเนื่องกันทำให้เกิดความเข้าใจได้ดียิ่งขึ้น

4. สไลด์ประกอบเสียงสามารถนำมาดูซ้ำได้อีกเมื่อต้องการ เพื่อทบทวน เตือนความจำหรือเพื่อการประเมินผล

5. สไลด์ประกอบเสียงสามารถนำมาเป็นสื่อที่ใช้เรียนเพียงคนเดียว เรียนเป็นกลุ่มเล็กหรือเป็นกลุ่มใหญ่ก็ได้

6. ทำให้ตรึงความสนใจของผู้เรียนได้เป็นเวลานานกว่าสื่อบางประเภท และยังก่อให้เกิดความรู้สึกว่าผู้เรียนได้ประสบการณ์ร่วมกัน

7. สไลด์ประกอบเสียงที่ผลิตขึ้นโดยมีหลักการที่ดี และวางแผนเป็นอย่างดี ผลิตเป็นอย่างดี จะทำให้เกิดทฤษฎีการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

8. สไลด์ประกอบเสียงนั้นสามารถทำเป็นสำเนา (Duplicate) แจกจ่ายไปตามสถานศึกษาต่างๆ ได้ จึงทำให้ผู้เรียนในที่ต่างๆ หรืออยู่ในที่ห่างไกลกันอาจได้เรียนรู้เรื่องนั้นอย่างเท่าเทียมกัน

ก. คุณค่าทางวิชาการ

ผู้เรียนที่ได้รับการสอนจากการใช้โสตทัศนวัสดุ ประกอบการสอนจะได้รับประสบการณ์ตรง และเรียนรู้ได้ดีมากกว่า ผู้เรียนที่ไม่มีโสตทัศนวัสดุประกอบการเรียนการสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. คุณค่าทางด้านเศรษฐกิจการศึกษา

1. โสตทัศนวัสดุ สามารถช่วยให้นักเรียนที่เรียนช้าให้เรียนได้เร็วมากขึ้น ส่วนนักเรียนที่เรียนไปได้เร็วก็จะเรียนได้มากและเร็วขึ้นไปอีก

2. การสอนโดยใช้วิธีอธิบายเพียงอย่างเดียว เป็นการสิ้นเปลืองเวลามากและผู้เรียนจะลืมง่าย การใช้โสตทัศนวัสดุจะช่วยขจัดความสิ้นเปลืองนี้ และยังช่วยให้ครูที่สอนดีอยู่แล้วสอนดียิ่งขึ้น

โสตทัศนศึกษาช่วยประหยัดคำพูดและเวลาของครูที่สำคัญยิ่งกว่านั้น ยังประหยัดเวลาของนักเรียน ทำให้มีเวลาศึกษาบทเรียนต่อไป

การใช้สไลด์

สุนันท์ สังข์อ่อง (2526 : 73) ได้กล่าวเกี่ยวกับหลักการนำสไลด์ไปใช้ในการสอนว่า กำหนดวัตถุประสงค์ที่จะให้นักเรียน จากการใช้สไลด์ และเตรียมคำถามที่จะถามนักเรียนขณะดูสไลด์ หรือ หลังจากดูสไลด์ไปแล้ว

1. ขณะฉายถ้าบรรยายด้วยปากเปล่า ควรชี้ให้นักเรียนเห็นความคิดรวบยอด ที่สำคัญๆ ในแต่ละภาพ

2. ติดตามผลหลังจากดูสไลด์แล้ว เช่น ให้นักเรียนตอบคำถามหรือแสดงความคิดเห็น

นอกจากนี้แล้วยังมี ข้อเสนอแนะ 7 ประการ ในการใช้สไลด์ให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น คือ

1. หากผู้สอนจะบรรยายด้วยตนเอง ควรฝึกซ้อมจนแน่ใจในหัวข้อที่จะบรรยาย

2. กำหนดเวลาในการพูด หรือบรรยายว่าจะใช้เวลาเท่าใด จะเหลือเวลาสำหรับซักถามเท่าใด

3. กำหนดเวลาในการฉายสไลด์แต่ละภาพ ควรจะกำหนดเวลาในการฉายแต่ละภาพให้สัมพันธ์กับคำบรรยาย เมื่อบรรยายภาพจบควรเปลี่ยนภาพทันที

4. จัดเตรียมอุปกรณ์ในการฉายไว้ให้พร้อม ถ้าเป็นไปได้ควรเตรียมอุปกรณ์ไว้ด้วย เช่น หลอดไฟสำรอง

5. จัดเตรียมสไลด์เข้าถาดไว้ให้เรียบร้อย พร้อมที่จะฉายได้ทันที

6. ต้องแน่ใจว่าทุกอย่างอยู่ในสภาพที่พร้อมที่จะแสดง

7. ผู้สอนต้องพักผ่อนและเตรียมให้พร้อมที่จะแสดง

ลัดดา ศุขปรีดี (2533 : 107) ได้รายงานเกี่ยวกับข้อแนะนำในการใช้สไลด์ควรทำดังนี้ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. เลือกชุดสไลด์ที่สอดคล้องกับเนื้อหา และ จุดมุ่งหมาย

2. เพื่อความสะดวก และ ป้องกันข้อผิดพลาด ในการฉายควรทำเครื่องหมายด้านล่างซ้ายของกรอบ สไลด์ไว้เป็นที่สังเกต เรียกว่า รอยหัวแม่มือ (Thumb Stamp) เวลาใส่ในเครื่องฉายให้ใช้นิ้วจับที่รอยหัวแม่มือ ในด้านที่มีเครื่องหมายหันเข้าหาหลอดฉาย แล้วกลับหัวภาพลง

3. จัดเตรียมสไลด์ที่จะใช้ในการเรียนการสอนตามลำดับก่อน หลัง โดยเขียนเครื่องหมายเลขกำกับที่ขอบสไลด์ และอาจใช้หมายเลขลำดับที่ของสไลด์ แทนหัวแม่มือ ขณะที่กลับหัวภาพลงแล้วก็ได้

4. ผู้สอนควรจัดเตรียมคำบรรยายภาพ และฟิล์มแต่ละภาพก่อนนำไปสอนการบรรยายอาจทำได้ดังนี้

4.1 เขียนคำบรรยายไว้ในกระดาษแข็งขนาด 3 x 5 นิ้ว โดยใส่หมายเลขให้ตรงกับแผ่นสไลด์ ไว้จำนวนหลายๆ ชุด ควรเขียนชื่อเรื่องไว้ด้วย เมื่อฉายสไลด์ก็นำข้อความนั้นมาบรรยายตามลำดับภาพ

4.2 ถ้าใช้เทปบันทึกเสียง บันทึกคำบรรยายไว้ เวลาฉายก็เปิดเทปบันทึกเสียงไปพร้อม ๆ กับการฉาย

การผลิตสไลด์

ประทิน คล้ายนาค (2538 : 28) ได้กล่าวว่า ฟิล์มโพสิทีฟ หรือมักจะเรียกกันว่า ฟิล์มสไลด์สีเมื่อฟิล์มชนิดนี้ถูกใช้ และผ่านกระบวนการล้างฟิล์มแล้ว ภาพที่ได้จะเหมือนกับตาเห็น ประโยชน์ใช้สอยของฟิล์มสไลด์คือ ใช้กับสิ่งตีพิมพ์ การนำไปฉายเพื่อการแสดงภาพหรือสื่อการสอน และเหมาะสำหรับใช้เป็นฟิล์มฝึกหัดถ่ายภาพ เพราะจะเห็นข้อบกพร่องหรือข้อผิดพลาดของผู้ถ่ายอย่างชัดเจน

ประทิน คล้ายนาค (2527 : 53) ได้ให้ข้อแนะสำหรับการถ่ายภาพระยะใกล้ และการทำทำสำเนาภาพไว้ดังนี้

1. ควรใช้แท่นก๊อบปี้หรือขากล้องยึดตัวกล้องเสมอ

2. กรณีแสงไม่พอควรใช้โคมไฟเข้าช่วยโดยส่องทั้งด้านซ้ายด้านขวาของกล้อง ทำมุม 45 องศากับวัตถุที่ถ่ายหรือกับกล้อง และควรใช้เครื่องมือวัดแสงทุกครั้งก่อนถ่ายภาพ

3. ควรใช้กล้องที่สามารถปรับรูรับแสงได้ และปรับให้แคบที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ เช่น f /11, f/16, f/22 เพื่อให้ได้ภาพที่มีความชัดลึกมากที่สุด การตั้งความเร็วชัตเตอร์ไว้ต่ำมากควรใช้สายลั่นชัตเตอร์ด้วยเพื่อป้องกันกล้องสั่นไหวหรือทำให้ภาพเบรอได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. หากไม่มีโคมไฟอาจทำการทำสำเนาภาพในที่ร่ม ซึ่งมีแสงสว่างเพียงพอ เช่น ตามระเบียงของอาคารโดยหันหน้าไปทางแสงที่ส่องเข้ามา ไม่ควรใช้สถานที่ใต้ร่มไม้เพราะขนาดความเข้มของแสงจะไม่เท่ากัน

สันทัด ภิบาลสุข และพิมพ์ใจ (2524 : 127) กล่าวว่า สไลด์เป็นภาพโปร่งแสง ซึ่งแต่ละภาพแยกเป็นอิสระจากกัน อาจเป็นภาพถ่ายฟิล์มหรือเขียนบนแผ่นกระจก หรือแผ่นอาซีเตทอาจเป็นภาพสีหรือขาวดำก็ได้ แต่ละภาพใส่ไว้ในกรอบ (frame) กระดาษหรือพลาสติกตามขนาดและชนิดของสไลด์ ขนาดและชนิดของสไลด์ วัดจากขนาดความกว้างและความยาว ของกรอบ ใส่สไลด์มีหลายขนาดที่นิยมใช้อยู่ในปัจจุบันมี 2 ขนาด คือ

1. สไลด์ 2 x 2 นิ้ว เป็นสไลด์ขนาดเล็กถ่ายทำด้วยฟิล์มขนาด 35 มม. หรือฟิล์มอื่นที่สามารถใส่ในกรอบขนาด 2 x 2 นิ้ว เป็นชนิดที่ใช้กันโดยทั่วไป และในวงการศึกษาที่มีใช้กันมาก

2. สไลด์ 3 x 4 นิ้ว เรียกว่า สไลด์ขนาดมาตราฐาน (Standard Slide) เนื่องจากมีขนาดใหญ่สามารถเขียนภาพต่าง ลงบนแผ่นกระจกหรือแผนอาซีเตทด้วยมือได้ จึงเรียกว่า "Handmade Lantem Slide" แต่อาจทำด้วยฟิล์มซึ่งสามารถใส่กรอบขนาด 3 x 4 นิ้วก็ได้ สไลด์ขนาดนี้มีใช้ทั่วไปในการโฆษณา

สาโรจน์ แพ่งยัง (2529) ได้กล่าวถึง การผลิตสื่อการสอน เพื่อให้ได้ ประสิทธิภาพและประสิทธิผล ซึ่งจะถ่ายทอดความรู้ให้ผู้เรียนนั้น ต้องอาศัยหลักการจากแนวความคิดของทฤษฎีทางจิตวิทยา ดังนี้ คือ

1. สื่อการสอนที่ดี ต้องสามารถให้ผู้เรียนทราบผลในการเรียนทันที
2. สื่อการสอนที่ดี ต้องให้ความรู้แก่ผู้เรียนเป็นขั้นตอนทีละน้อย ๆ จากง่ายไปหายาก
3. สื่อการสอนที่ดี ต้องเร้าความสนใจของผู้เรียน และผู้เรียนตอบสนองได้ทันที
4. สื่อการสอนที่ดี ต้องเหมาะกับวุฒิ ภาวะ และความสามารถของผู้เรียน
5. สื่อการสอนที่ดี ต้องให้ผู้เรียนได้ประสบการณ์ในความสำเร็จของตนเอง
6. สื่อการสอน ควรออกมาในรูป ที่ให้ประสาทสัมผัส ทั้งการมองเห็น การได้ยิน และจับต้องได้
7. สื่อควรเป็นลักษณะสื่อสำเร็จ คือมีคำอธิบายให้พร้อม เหมาะที่จะให้ใครไปใช้ก็ได้

สุวิมล วัชราภัย (2533 : 27) กล่าวถึง ขั้นตอนในการผลิตสไลด์ประกอบคำบรรยายไว้ดังนี้

1. การวางแผนผลิตสไลด์วางจุดมุ่งหมายให้ชัดเจนว่าผลิตเพื่ออะไร
2. กำหนดรายละเอียดในการผลิต เช่น จำนวนภาพ
3. เริ่มผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ทดลองภาพและคำบรรยาย

5. นำสไลด์ไปทดลองใช้

6. ทำการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง

7. นำออกไปใช้งานจริงๆ ต่อไป

นอกจากนี้ยังได้เสนอแนะว่า ตัวอักษรที่ใช้ในการผลิตสไลด์มีหลายชนิด เช่น ตัวอักษรสามมิติ , ตัวอักษรพิมพ์ , ตัวอักษรจากการเขียน และตัวอักษรจากแหล่งอื่น เช่น ตัวอักษรลอก (Letter Press) ตัวอักษรที่เป็น "Sticker" ซึ่งเป็นตัวอักษรเหล่านี้ขนาดต่างๆ รูปแบบต่างๆ และอาจมีสีต่างๆ ด้วย นอกจากนั้นมีอักษรสำเร็จรูปจากหนังสือพิมพ์, วารสาร, ใบโฆษณาและตัวอักษรจากการเขียนลงบนแผ่นสไลด์ ขนาดของตัวอักษรที่ผู้ชมสามารถอ่านออกได้ เราต้องยึดหลัก 8 Hale คือ การกำหนดว่าผู้ชมที่นั่งจากจอ ซึ่งมีภาพอยู่เต็มจอ คือ ถ้าฉายภาพให้เต็มจอ ผู้ชมนั่งห่างออกไป 8 เท่า ความสูงของภาพที่อยู่บนจอจะมองเห็นและอ่านตัวอักษรบนจอได้ การเก็บรักษา (Storage) ฟิล์มสไลด์ที่ยังไม่ได้นำมาฉายแสงถ่ายภาพนั้น ควรเก็บรักษาเป็นอย่างดี เพราะเกิดความเสื่อมเสียได้จากความชื้น ความร้อน ไอระเหยของแก๊สหรือสารเคมีต่างๆ แสงเอ็กซเรย์และรังสีต่าง ๆ สิ่งเหล่านี้ทำให้คุณภาพของฟิล์มด้อยลงทั้งความสมดุลของสี ความไวแสงและความต่างของสี เพื่อหลีกเลี่ยงความเสื่อมสภาพของฟิล์ม หรือทำให้อายุยืนยาวในสภาพดีควรเก็บรักษาฟิล์มไว้ที่แห้งและเย็น และทำการล้างฟิล์มทันที หลังจากที่ฉายแสงถ่ายภาพหลังอุณหภูมิที่ดีที่สุด ในการเก็บรักษาสไลด์ไว้ให้นานที่สุดเท่าที่เป็นไปได้ เช่น การเก็บรักษาสไลด์ที่สำคัญทางประวัติศาสตร์ ควรจัดหาสถานที่โดยเฉพาะ ซึ่งเป็นสถานที่มืดสนิท เย็นจัด ความชื้น สัมพันธ์ระหว่าง 15-16 % และปราศจากแก๊สต่างๆ ที่เป็นผลต่อสไลด์

จิรพันธ์ เขมะสุวรรณ (2517 : 19) ได้ทำการวิจัยเรื่องการใช้ประโยชน์จาก สไลด์เทปเสียง ในการสอนวิชาสุขศึกษา ชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 3 โดยการแบ่งนักเรียนเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มหนึ่งควบคุมการเรียนด้วยวิธีบรรยาย อีกกลุ่มทดลองเรียนโดยสไลด์ เทปเสียง ประกอบผลการวิจัยพบว่า การสอนโดยใช้สไลด์ประกอบเสียง ได้ผลดีกว่าการสอนแบบบรรยาย

การนำไปใช้

ไพโรจน์ เบาใจ (2526 : 45-47) ได้ทำการทดลองเปรียบเทียบ ความคงทนในการจำของการสอนโดยใช้สไลด์ประกอบสอนด้วยวิธีต่างๆ คือ ฉายสไลด์ประกอบเทปให้นักเรียนทันที อธิบายเพื่อหาค่าของความจำแล้วฉายสไลด์ประกอบเทปให้นักเรียน อธิบายเนื้อเรื่องแล้วฉายสไลด์ประกอบเทป และอภิปรายซ้ำ สอนอภิปรายโดยไม่มีอุปกรณ์การสอนโดยทำการทดลองกับนักเรียน ชั้นประถมปีที่ 7 จำนวน 170 คน แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม เป็นกลุ่มทดลอง 3 กลุ่ม ควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1 กลุ่ม ผลการทดลองปรากฏว่าการสอนแบบอภิปราย เนื้อเรื่องแล้วฉายสไลด์ประกอบเทปและอภิปรายซ้ำ ได้ผลดีที่สุดกว่าวิธีอื่นๆ ทั้งด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ และความคงทนในการจำ

การประเมินผลการใช้สไลด์

ปฏิวัติ จันทร์ทิพย์ (2528 : 17) ได้ทำการประเมินผลการใช้สไลด์เรื่องการผสมเทียมไก่ กลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษาชั้น ปวส. 2 วิทยาเขตปทุมธานี จำนวน 78 คน โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 30 คน คือ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองเรียนด้วยสไลด์ประกอบคำบรรยาย กลุ่มควบคุมเรียนด้วยการสอนแบบบรรยาย ผลการศึกษาพบว่า ประสิทธิภาพของสไลด์ประกอบคำบรรยายเรื่องการผสมเทียมไก่ จัดอยู่ในเกณฑ์ดีมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 70.40 ส่วนการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลอง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

บุญลือ นาคอิ่ม (2529 : 18) ได้ศึกษาถึงผลสัมฤทธิ์ในการเรียนภาษาไทย เรื่อง นิราศพระบาท ระหว่างการสอนด้วยบทเรียนสไลด์ประกอบเสียงกับการสอนแบบบรรยาย ปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ของการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05

จากผลการศึกษาใช้ สื่อประกอบการเรียนการสอน ประเภทสไลด์ เพื่อประกอบการสอนนั้นสามารถทำให้นักศึกษาเข้าใจในบทเรียนดีกว่าการสอนแบบบรรยายเพียงอย่างเดียว เพราะการใช้ สื่อการสอนประเภทสไลด์นี้ นักเรียนจะสามารถรับรู้ทั้งประสาทตา และประสาทหู ซึ่งจะทำให้นักเรียนสนใจในบทเรียนนี้ เมื่อนักเรียนสนใจบทเรียนแล้วการเรียบรู้หรือการรับรู้สิ่งต่างๆ ก็ง่ายขึ้นและมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้นอีกด้วย

2.2 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการโคลนนิ่ง CLONING

ความหมายของการโคลนนิ่ง

คำว่าโคลน (clone) มาจากคำภาษากรีกว่า "Klon" แปลงว่า แขนง กิ่ง ก้าน ซึ่งใช้อธิบายการแบ่งตัวแบบไม่มีเพศ (asexual) ในพืชและสัตว์

การโคลนนิ่ง คือ การผลิตสัตว์ให้มีลักษณะทางกายภาพ (Phenotype) และทางพันธุกรรม (Genotype) เหมือนกัน (identical twin) ในภาษาอังกฤษเรียกว่า "Genetic duplication"

ดังนั้นการโคลนนิ่งจึงเป็นการทำสิ่งมีชีวิตให้เป็นแฝดเหมือนกัน คือ มีเพศเหมือนกัน มีผิวเหมือนกัน กรุ๊ปเลือดเหมือนกัน ตำหนิเหมือนกัน เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งในทางธรรมชาติโดยเฉพาะในปศุสัตว์เกิดขึ้นได้น้อยมาก บางรายงานกล่าวว่าแผดคู่สองมีโอกาสเกิดน้อยกว่า 1-5% และแฝดคู่สาม คู่สี่ หรือมากกว่ามีรายงานน้อยมาก

คำจำกัดความ "โคลนนิ่ง" คือ สำเนาพันธุกรรม (GENTIC DUPLICATION)

ประวัติการโคลน (Clone)

คศ. 1852 นักวิทยาศาสตร์ที่รัฐเพ็นซิลวาเนีย สามารถโคลนกบได้จากตัวอ่อน

คศ. 1950 นักวิทยาศาสตร์ประสบความสำเร็จในการนำตัวอสุจิของวัวตัวผู้มาแช่แข็งที่ความเย็น -79 องศาเซลเซียส เพื่อใช้ในการขนส่งและการผสมเทียมในอนาคต

คศ. 1952 มีบันทึกการทำโคลนนิ่งในสัตว์เป็นครั้งแรก เมื่อนักวิทยาศาสตร์ ชื่อ โรเบิร์ต บริกก์ และ โทมัส คิง สร้างกบจากเซลล์ลูกอ๊อด

คศ. 1962 จอห์น เกอร์ดอน ใช้เซลล์จากลูกกบที่แก่กว่าลูกอ๊อดมาโคลนกบได้สำเร็จ

คศ. 1970 ทำโคลนตัวอ่อนของหนูได้สำเร็จ

คศ. 1978 ภาพยนตร์เรื่อง "เด็กชายจากบราซิล" (THE BOYS FROM BRAZIL) ซึ่งสร้างจากนวนิยายขายดีชื่อเดียวกันออกฉาย เนื้อเรื่องกล่าวถึงความพยายามที่จะใช้เซลล์จากร่างกายของฮิตเลอร์มาโคลนเด็กชายได้สำเร็จถึง 94 คน

คศ. 1978 การผสมเทียมเด็กในหลอดแก้ว (IVF = IN VITRO FERTILIZATION) โดย แพทริก เสต็ปโท และอาร์ จี เอ็ดเวิร์ดแห่งประเทศอังกฤษประสบความสำเร็จจนได้ทารกเพศหญิง ชื่อ หลุยส์

คศ. 1979 นักวิทยาศาสตร์ทดลองโคลนแกะจากตัวอ่อนเป็นผลสำเร็จ

คศ. 1980 นักวิทยาศาสตร์ทำการโคลนตัวอ่อนของโค เป็นผลสำเร็จ

คศ. 1983 มีการย้ายตัวอ่อนจากหญิงหนึ่งไปสู่อีกหญิงหนึ่งสำเร็จ

คศ. 1985 ห้องปฏิบัติการของราล์ฟ บรินสเตอร์ ทำการปลูกถ่ายพันธุกรรมสำเร็จจนได้หมูพันธุ์พิเศษที่สามารถสร้างฮอร์โมนเพื่อการเจริญเติบโตของมนุษย์ได้

คศ. 1996 ดร.เอียน วิลมุต (DR. Ian Wilmut) และทีมงาน ประสบผลสำเร็จในการสร้าง "แกะโคลน" คู่แรกของโลกที่ชื่อ เมแกน และ มอแร็ก โดยวิธีการแยกเซลล์ในตัวอ่อน

คศ. 1977 ดร.เอียน วิลมุต (DR. Ian Wilmut) และทีมงาน สามารถโคลนแกะ ขึ้นจากเซลล์เต้านมของแม่แกะที่โตเต็มที่แล้ว ที่ชื่อ "ดอลลี่"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความคิดเห็นเกี่ยวกับการทำโคลนนิ่ง

ท่ามกลางความตื่นเต้นของคนทั่วโลกเกี่ยวกับความสำเร็จของนักวิทยาศาสตร์ในการสร้าง "สำเนาสัตว์" ด้วยกระบวนการโคลนนิ่งนั้น หลายฝ่ายห่วงใยในผลกระทบที่จะมีต่อมนุษยชาติถ้าหากมีการสร้างสำเนามนุษย์ได้

ดร. เอียน วิลมุต (2540 : 45) นักวิทยาศาสตร์ชาวสก็อตผู้เป็นเจ้าของความสำเร็จในการสร้างแกะชื่อ ดอลลี่ กล่าวต่อที่ประชุมกรรมาธิการสภาผู้แทนราษฎร สหรัฐฯ ว่า การลองเทคโนโลยีโคลนนิ่งกับมนุษย์ยังเป็นเรื่องที่ผิดมนุษยธรรม เนื่องจากเทคนิคที่ยังไม่เหมาะในทางปฏิบัติและยังผิดจริยธรรมอีกด้วย เขาเองไม่เห็นเหตุผลดี ๆ ใดๆ เลยที่ว่า คนๆ หนึ่งจะต้องสร้างสำเนาของตนเองขึ้นมาและเขาไม่เห็นประโยชน์ของเทคนิคนี้ในการสร้างสำเนาชีวิตที่พอจะยอมรับได้ในทางจริยธรรม ดร.วิลมุต กล่าวว่า งานวิจัยของเขากำลังมุ่งสร้างสัตว์ที่สามารถให้นมที่มีโปรตีนพิเศษช่วยรักษาโรคได้ นอกจากนี้เทคนิคโคลนนิ่งยังอาจนำไปสู่การรักษาโรคฮีโมฟีเลียและซิสติก ไฟโบรซิสได้

ทอม ฮาร์กิน (2540 : 45) แห่งสหรัฐอเมริกา กล่าวว่า การทำโคลนนิ่งมนุษย์จะเกิดขึ้นในชั่วคนนี้ เขาคิดว่าเป็นเรื่องที่ถูกต้อง และเหมาะสมเพราะจะนำประโยชน์แก่มนุษย์ในอนาคตอย่างมหาศาล รัฐบาลสหรัฐฯจึงมิควรจะชะลอความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์

นายแพทย์ฮาโรลด์ วาร์มุส (2540 : 45) ผู้อำนวยการ สถาบันสาธารณสุขแห่งชาติของสหรัฐอเมริกา กล่าวว่า วิทยาศาสตร์ยังไม่พร้อมในทางเทคนิคสำหรับการวิจัยโคลนนิ่งในมนุษย์ อีกทั้งยังมีคำถามทางเทคนิคเกี่ยวกับกระบวนการ ที่จะตอบได้ด้วยการวิจัยในสัตว์ทดลองมากกว่า อย่างไรก็ตามเขาคิดว่า ถ้าจะมีกฎระเบียบอะไรออกมาก็ไม่ควรจะกระทบงานวิจัยทางพันธุศาสตร์ เพราะการวิจัยโคลนนิ่งจะช่วยให้เราสามารถควบคุมหน่วยพันธุกรรม และสั่งให้มันทำประโยชน์แก่เราในการต่อสู้โรคภัยไข้เจ็บทั้งหลาย

นายคาร์ล เฟลด์บอม (2540 : 46) ประธานองค์กรอุตสาหกรรมเทคโนโลยีชีวภาพ เชื่อว่าโคลนนิ่งควรทำในสัตว์เท่านั้น เพราะไม่มีเหตุผลใดๆ เลยที่จะใช้กับคน

ดร.รอน เจมส์ (2540 : 46) กรรมการผู้จัดการบริษัท พีพีแอล ผู้ร่วมอุปถัมภ์การวิจัยโครงการแกะดอลลี่ กล่าวว่าการค้นพบครั้งนี้จะนำไปสู่วิธีการอันมีประสิทธิภาพในการผลิตสัตว์ด้วยการบวนการพันธุวิศวกรรม

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงการวิจัย ประเทศเยอรมันกล่าวว่าไม่ควรมีและจะไม่มีการทำโคลนนิ่งมนุษย์

สถาบันวิจัยทางเกษตรแห่งชาติ ของฝรั่งเศลคัดค้านการวิจัยเรื่องโคลนนิ่งในมนุษย์ และเรียกร้องให้องค์การสหประชาชาติร่างกฎหมายครอบคลุมเกี่ยวกับเรื่องนี้ทั่วโลก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดร.คอลิน สจ๊วต (2540) ผู้เชี่ยวชาญเรื่องชีวิตในครรภ์ ของสถาบันมะเร็งแห่งชาติ ในเมืองเฟรเดอริก รัฐแมรีแลนด์ ให้ความเห็นว่า เทคนิคนี้ไม่น่าจะนำมาใช้กับสัตว์อื่นได้ง่ายนัก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในหนูและมนุษย์

เหตุผลก็คือ แม้ดีเอ็นเอ จากเซลล์ร่างกายทุกเซลล์ จะยังมียีนครบทุกยีนที่สามารถสร้างสิ่งมีชีวิตตัวใหม่ขึ้นมาได้ แต่ในการให้กำเนิดสิ่งมีชีวิตตัวใหม่ยีนจะต้องถูก "ปรับโปรแกรม" (reprogramming) ก่อนที่จะเริ่มเข้าสู่วงจรของการพัฒนาเป็นตัวอ่อนใหม่อีกครั้ง นั่นคือ จะต้องค้นให้พบสิ่งที่เป็นสวิตช์เปิดปิดยีน ที่กำหนดให้ยีนทำงาน และสั่งให้สวิตช์ทุกอันเปิดขึ้นเสียก่อน ดร.สจ๊วต กล่าวว่ายีนในเซลล์ตัวอ่อนของแกะจะไม่เริ่มทำงาน จนกระทั่งเซลล์ตัวอ่อนมีการแบ่งตัวไปแล้ว 3 หรือ 4 ครั้ง (คือ ได้จำนวนเซลล์เป็น 8 หรือ 16) สำหรับหนู การเปิดสวิตช์ต้องเริ่มทันทีหลังจากเซลล์แบ่งตัวครั้งแรก ส่วนมนุษย์จะเริ่มต้นหลังจากแบ่งตัวครั้งที่ 2 จึงอาจเป็นได้ว่ายีนของมนุษย์ ไม่มีเวลาพอที่จะปรับตัวสู่สภาพ "เตรียมพร้อม" ได้อีก

อลัน โคลแมน ผู้อำนวยการวิจัยของ พีพีแอล กล่าวว่า "ด้วยเทคนิคการถ่ายโอนยีน เราจะได้แกะที่ผลิตโปรตีนตามต้องการ 1-2 ตัว จากการทดลองทุก ๆ 10 ตัวเท่านั้น แต่โคลนนิ่ง เราจะได้สัตว์ที่มีคุณสมบัติตามต้องการทุกตัว และสามารถผลิตได้เป็นฝูงภายในชั่วรุ่นแรก"

ดังนั้นเมื่อวิลมุต และแคมป์เบลล์ ได้พิสูจน์ว่า เทคนิคการถ่ายทอดนิวเคลียส (nuclear transplantation) สามารถให้กำเนิดสัตว์ตัวใหม่ที่มีพันธุกรรมเหมือนเดิม คือ ลูกแกะที่มีชื่อว่า "ดอลลี่" ด้วยเงินลงทุน 18,750,000 บาท และแม้จะประสบความสำเร็จในอัตราเพียง 0.3% แต่ก็ถือได้ว่าเป็นข่าวที่น่ายินดีอีกข่าวหนึ่งในเรื่องของความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

อ.นิธิ เลียวรานนท์ (2540 : 34) เสนอประเด็นไว้อย่างคมคายว่าการโคลนนิ่งไม่ว่าทางนิเวศวิทยา หรือทางการเมือง ล้วนแล้วแต่สร้างผลกระทบต่อความอยู่รอดของมนุษย์ทั้งสิ้น เนื่องจากการโคลนนิ่งคือการสร้างอะไร ๆ ที่เหมือนกัน การกระทำดังกล่าวเป็นการทำลายความหลากหลายซึ่งในที่สุดแล้วจะสร้างภัยให้กับตนเอง ตัวอย่างเช่น ในทางการเมือง การที่มีแนวความคิดเดียวหรือทำให้คนมีความเห็นเป็นอย่างเดียวกันนั้น ในท้ายที่สุดก็จะทำให้สังคมทั้งหมดพังพินาศไปพร้อมๆ กัน

อ.เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2540 : 34) เสนอว่าความสำคัญของมนุษย์ที่แตกต่างจากสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ก็คือ มนุษย์มีลักษณะแห่งปัจเจกภาพอันเป็นลักษณะเฉพาะตน มนุษย์รู้สึกว่าตนเองมีคุณค่าก็ด้วยเหตุที่สามารถแสดงให้คนอื่นๆ ได้เห็นถึงลักษณะของตน การโคลนนิ่งคือการทำลายลักษณะแห่งปัจเจกภาพนี้เสีย และมนุษย์ก็จะขาดความภูมิใจในตนเองไปในที่สุด

ความเห็นการต่อต้านเรื่องโคลนนิ่งที่พูดถึงบ่อยมากที่สุดทั้งในประเทศ และต่างประเทศ ก็คือความกังวลที่โคลนนิ่งจะสร้างผลกระทบต่อระเบียบทางสังคม ซึ่งเท่าที่ผ่านมาถูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง_พระจอมเกล้าลาดกระบัง

สร้างและเชื่อมโยงกันโดยระบบการแต่งงาน ระบบครอบครัว และเครือญาติ เมื่อการผสมพันธุ์เพื่อสืบต่อเผ่าพันธุ์โดยอาศัยเพศไม่มีความจำเป็นต่อไป มนุษย์จักยึดถือสิ่งใดเพื่อสร้างพื้นฐานของสังคม สังคมที่ไม่มีระบบครอบครัวจะเหมือนกับโลก ที่ประกอบขึ้นจากผู้คนทั้งหมด ซึ่งเติบโตมาจากเด็กที่ขาดความอบอุ่นเต็มไปหมดกระนั้นหรือ ?

อีกประเด็นที่พูดถึงกันมากก็คือ ความก้าวหน้าในเรื่องโคลนนิ่ง อาจจะสามารถนำมาใช้กับการรักษามนุษย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการปลูกถ่ายอวัยวะ ต่อไปเราอาจจะสร้างธนาคารอวัยวะได้โดยไม่ต้องขอรับบริจาค เนื่องจากสามารถสร้างแหล่งสำรองไว้สำหรับแต่ละคนได้ ใครที่เคยอ่านหรือดูเรื่อง "โคม่า" ซึ่งดูเหมือนว่าจะถูกนำเข้ามาฉายราวๆ สิบปีก่อน อาจจะรู้สึกสยดสยองมากกว่าจะเห็นด้วยกับเรื่องนี้กระมัง ? ลองนึกถึงภาพที่เศรษฐีบางคนโคลนตัวเองก็บเอาไว้ในธนาคารอวัยวะ แล้วค่อยๆ ตัดอวัยวะเป็นชิ้นๆ มาเป็นอะไหล่ทดแทนอวัยวะที่สึกหรอของตนเอง และถ้าสักวันหนึ่งมีคนทำแบบนี้ได้ ผู้เขียนก็เชื่อแน่ว่าจะมีคนบางจำพวกที่อาจจะโคลนมนุษย์ประเภทที่ตนเองต้องการมาทำหน้าที่บางอย่าง เช่น เป็นกรรมกร นักกีฬา หรือนางบำเรอ เป็นต้น ตอนนี้ต้นทุนการทำโคลนนิ่งอาจจะยังสูงอยู่ แต่ในอีกสัก 10-20 ปีข้างหน้า ราคาของเทคโนโลยีนี้คงจะถูกพอๆ กับการทำศัลยกรรมเต้านม เมื่อถึงวันนั้นถึงแม้จะมีกฎหมายห้าม แต่จะมีคนเป็นจำนวนมากลักลอบโคลนมนุษย์ด้วยวัตถุประสงค์ต่างๆ กัน

การพูดถึงการโคลนนิ่งในแง่ประโยชน์ทางการแพทย์ ได้ขยายประเด็นแห่งการถกเถียงไปสู่จริยธรรมของปฏิบัติการ ด้านชีววิทยาระดับโมเลกุล และเทคโนโลยีชีวภาพไปพร้อมๆ กันด้วย ทั้งนี้เนื่องจากภายในอนาคตอันใกล้ เราจะมีขีดความสามารถในการสร้างมนุษย์ที่มีลักษณะทางพันธุกรรมบางประการที่ตนเองต้องการได้โดยผ่านกระบวนการตัดต่อยีน คุณหมอที่มีชื่อเสียงหลายท่าน สนับสนุนที่จะใช้ความก้าวหน้าด้านชีววิทยาระดับโมเลกุมารักษาโรคที่เกี่ยวกับพันธุกรรม ผู้เขียนเองยังนึกเหตุผลที่จะโต้แย้ง การนำเอาความรู้เรื่องนี้มาแก้ปัญหาความบกพร่องของมนุษย์ที่เกิดมาแล้ว (จากกระบวนการตามธรรมชาติ) มิได้ แต่รู้สึกหวั่นไหวอยู่ภายในใจว่า ถ้าหากเราเอาความรู้เพื่อจะ "เยียวยา" ความบกพร่องทางพันธุกรรมไปใช้เพื่อการ "สร้าง" มนุษย์ที่มีพันธุกรรมที่เราต้องการจะเกิดอะไรขึ้น ? ในเมื่อทั้งสองเรื่องต่างใช้ความรู้เกี่ยวกับตำแหน่งและหน้าที่ของยีนเช่นเดียวกัน ก็ความรู้เกี่ยวกับนิวเคลียร์มิใช่หรือที่นำเราไปสู่การสร้างทั้งโรงไฟฟ้านิวเคลียร์และระเบิดนิวเคลียร์ ?

ดูเหมือนว่าสาธารณชนและรัฐโดยส่วนใหญ่ จะมิได้เห็นดีเห็นงามกับการดัดแปลงพันธุกรรมของมนุษย์ (ยกเว้นเพื่อการรักษาโรคและความบกพร่องทางพันธุกรรม) แต่ในทางตรงกันข้ามกลับไม่มีคนต่อต้านในการเอายีนของมนุษย์ไปใส่ในสัตว์ ตัวอย่างซึ่งได้เกิดขึ้นแล้วก็คือการใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
30327

เทคนิคการถ่ายยีนดังกล่าว เพื่อผลิตหมูสำหรับเปลี่ยนหัวใจให้มนุษย์ ความแตกต่างของมนุษย์ที่มียีนของสัตว์ กับสัตว์ที่มียีนของมนุษย์อยู่ตรงไหน ?

เทคโนโลยีการถ่ายโอนยีน (transgenic technology)

เทคโนโลยีการถ่ายโอนยีน คือ การนำยีนหรือหน่วยพันธุกรรมตั้งแต่ 1 ยีน ขึ้นไปจากสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่ง ไปใส่ไว้ในสายดีเอ็นเอของสิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่ง เช่น นำยีนของมนุษย์ที่ทำหน้าที่ สร้างโปรตีน มาใส่ไว้ใน ดีเอ็นเอ ของวัว เพื่อให้วัวสร้างโปรตีนของมนุษย์ออกมากับน้ำนม

เทคนิคที่นิยมใช้ในปัจจุบัน คือนำยีนที่มีคุณสมบัติตามต้องการ มาใส่ไว้ในไข่ที่ผ่านการปฏิสนธิแล้ว ยีนจะต้องเชื่อมต่อกับชิ้นส่วนของดีเอ็นเอ ที่เรียกว่า โปรโมเตอร์ (promoter) เพื่อกำหนด "สถานที่" ที่ยีนจะออกฤทธิ์ เช่น กำหนดให้เซลล์ของต่อมน้ำนมทำหน้าที่ผลิตโปรตีนชนิดนั้น ในที่สุดโปรตีนก็จะอยู่ในน้ำนมเท่านั้น สัตว์ที่รับฝากยีนจึงไม่มีความผิดปกติอื่นใดเกิดขึ้น

ทำโคลนนิ่งได้กี่วิธี

หากต้องการทำลูกสัตว์แฝด ด้วยวิธีทางวิทยาศาสตร์สามารถทำได้สองวิธี คือ

1. การแยกเซลล์หรือตัดแบ่งตัวอ่อนในระยะก่อนการฝังตัว (Blastomerel Separation or Embryo Bisection)

1.1 การแยกเซลล์ (Blastomere Separation)

หลังปฏิสนธิตัวอ่อนระยะ 1 เซลล์จะมีการแบ่งตัวเป็นทวีคูณ จากหนึ่งเป็นสอง สองเป็นสี่ สี่เป็นแปด เรื่อย ๆ ไป

หากต้องการทำแฝดเราสามารถทำโดยการแยกเซลล์เดี่ยวๆ ออกมา เช่น หากเป็น 2 เซลล์ก็นำมาแยกเป็น 1:1 หรือหากเป็น 4 ก็แยกเป็น 4 ส่วน 1:1:1:1 หรือหากเป็น 8 เซลล์ก็แยกเป็น 8 ส่วน

อย่างไรก็ตามพบว่าการเจริญเป็นตัวอ่อนปกติหรือตัวเต็มวัย ตัวอ่อนหลังแบ่งต้องประกอบด้วยเซลล์จำนวนหนึ่งที่พอเพียง หากแบ่งแล้วไม่พอเพียงก็ไม่สามารถเจริญเป็นตัวอ่อนที่ปกติหรือตัวเต็มวัยได้ ดังนั้นการแบ่งเซลล์โดยเฉพาะระยะต้น ๆ นี้จึงมีข้อจำกัด คือ

1. ไม่สามารถแบ่งได้อย่างไม่มีขอบเขต เช่น หากเป็นตัวอ่อนระยะ 8 เซลล์ก็ไม่สามารถเป็น 8 ส่วน แล้วให้แต่ละส่วนเป็นตัวอ่อน 8 ตัว หรือตัวอ่อนระยะ 16 เซลล์ก็ไม่สามารถทำให้เกิดลูกแฝด 16 ตัวได้เช่นกัน อย่างไรก็ตามการเพิ่มจำนวนเซลล์สามารถทำได้โดยจับเป็นคู่ ๆ เช่น คู่สอง หรือคู่สี่ สำหรับตัวอ่อนระยะ 8 หรือ 16 เซลล์เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

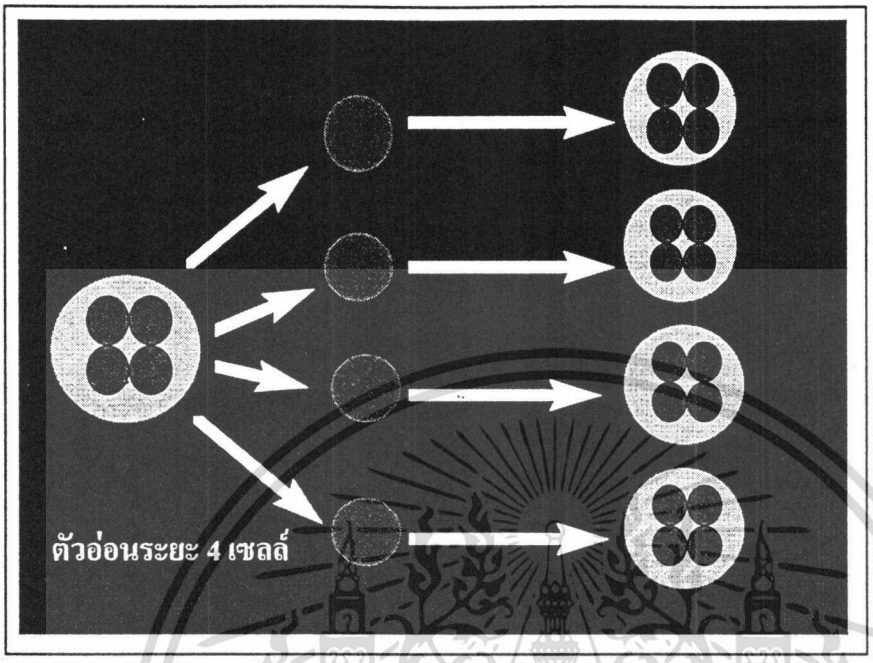
2. วิธีการแบ่งเซลล์ไม่เหมาะสำหรับปศุสัตว์โดยเฉพาะในโค เพราะตัวอ่อนที่เก็บจากการชะล้างมดลูกนั้นเป็นตัวอ่อนอายุตั้งแต่ 5 วันขึ้นไป โดยอาจอยู่ในระยะมอรูล่า (Morula , อายุ 5-7 วัน) จนถึงระยะ บลาสโตซีส (Blastocyst, อายุ 7-8 วัน) ส่วนตัวอ่อนระยะต้น 2, 4, 8, 16 เซลล์ ต้องเก็บด้วยวิธีการผ่าตัดชะล้างจากท่อนำไข่ ซึ่งไม่มีผู้นิยมยกเว้นในงานวิจัยเท่านั้น ดังนั้นวิธีการแยกเซลล์จึงไม่ใช้ในทางปฏิบัติในโค ต้องใช้วิธีการตัดแบ่งกลุ่มเซลล์ออกมา (Embryo Bisection)

รูปที่ 1 ตัวอ่อนระยะ 2 เซลล์

ที่มา : มงคล, 2540 : 39

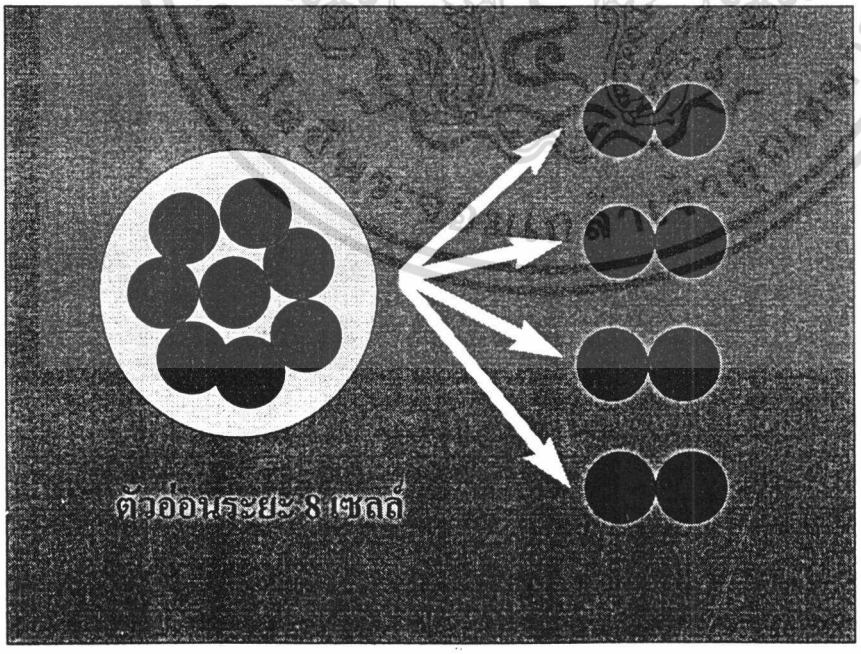
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2 การผลิตโคลน (แฝดเหมือน) จากวิธีการแบ่งเซลล์



ที่มา : มงคล, 2540 : 39

รูปที่ 3 การโคลนโดยแยกเซลล์แบบจับคู่



ที่มา : มงคล, 2540 : 39

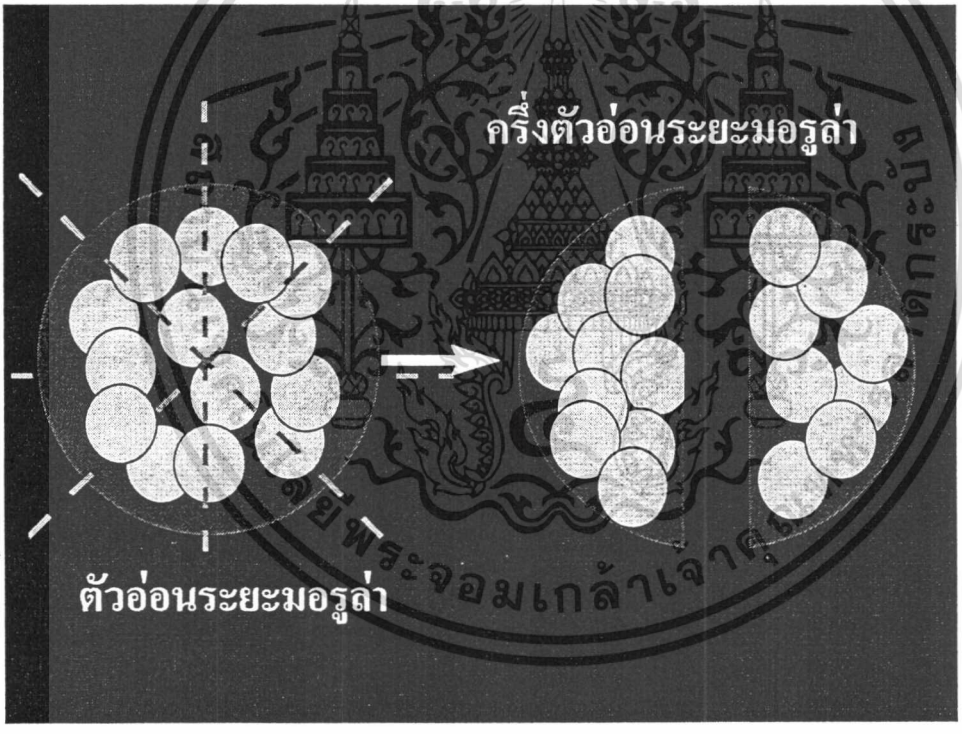
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 การตัดแบ่งตัวอ่อน (Embryo Bisection)

ตัวอ่อนระยะมอรูล่าหรือระยะบลาสโตซีสามารถแบ่งเป็นสองส่วนเท่าๆ กัน โดยใช้ใบมีขนาดเล็ก (microblade) ติดกับเครื่องมือพิเศษที่เรียกว่า "micromanipulator" ซึ่งทำได้ง่ายมากในปัจจุบันโดยใช้เวลาไม่กี่นาทีต่อการแบ่งตัวอ่อนหนึ่งใบ

ข้อแตกต่าง ของการตัดแบ่งระยะมอรูล่า และระยะบลาสโตซีส คือ แนวการแบ่ง หากเป็นตัวอ่อนระยะมอรูล่า สามารถแบ่งในแนวใดก็ได้ให้สมดุลย์ (Symmetry) แต่หากเป็นตัวอ่อน ระยะบลาสโตซีส ต้องตัดแบ่งในแนวที่ผ่านเซลล์ภายในที่เรียกว่า อินเนอร์ เซลล์แมส (Inner Cell Mass, ICM) ทั้งนี้เพราะตัวอ่อนระยะนี้เซลล์ได้มีการเปลี่ยนแปลงไปแล้ว (Differentiation)

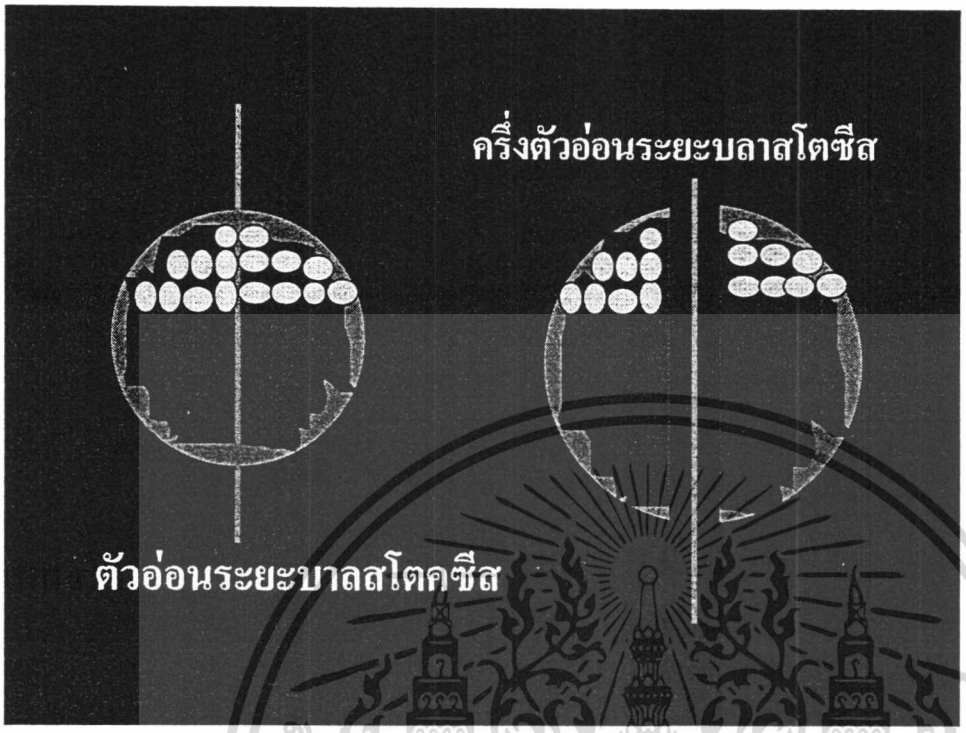
รูปที่ 4 การโคลนด้วยการแบ่งตัวอ่อนระยะมอรูล่า (อายุ 5-6 วัน)



ที่มา : มงคล, 2540 : 40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5 การตัดแบ่งตัวอ่อนระยะบลาสโตซีส (อายุ 7-8 วัน)



ที่มา : มงคล, 2540 : 40

การตัดแบ่งตัวอ่อนนี้สามารถนำไปปฏิบัติใช้ในการผลิตโค โดยในทวีปอเมริกาและยุโรปได้มีการนำไปใช้อย่างกว้างขวาง และเป็นที่ปรากฏแน่ชัดว่าลูกโคที่ได้มีลักษณะเหมือนกันและไม่มีความผิดปกติแต่อย่างใด

การโคลนสัตว์แบบการแยกเซลล์หรือการตัดแบ่งตัวอ่อนนี้มีข้อดี คือสามารถได้เร็ว ไม่ต้อมีขั้นตอนมากมาย และให้ผลค่อนข้างดี แต่ก็มีข้อจำกัดคือ ไม่สามารถแบ่งตัวอ่อนได้มากตามจำนวนเซลล์ ซึ่งหมายความว่าหากต้องการฝาแฝดมากกว่า 4 ตัว นั้นทำได้ยาก

ดังนั้น จึงมีผู้คิดวิธีการผลิตสัตว์ที่มีพันธุกรรมเหมือนกันจำนวนมาก ๆ ด้วยวิธีที่เรียกว่า "การย้ายฝากนิวเคลียส (Nuclear Transfer or Nuclear Transplantation)"

การผลิตสัตว์โดยวิธีโคลนนิ่งซ้ำ (RECLONING)

ตัวอ่อนที่ผลิตจากการย้ายฝากนิวเคลียสเรียกว่า "cloned embryo" ซึ่งปัจจุบันสามารถนำบลาสโตเมียร์ของ cloned embryo ไปผลิตเป็นนิวเคลียสตัวให้และย้ายฝากในไซโตพลาสซึ่มของโอโอไซต์ตัวรับอีก วิธีนี้เราเรียกว่า recloning และตัวอ่อนที่เกิดขึ้นเรียกว่า "recloned embryo"

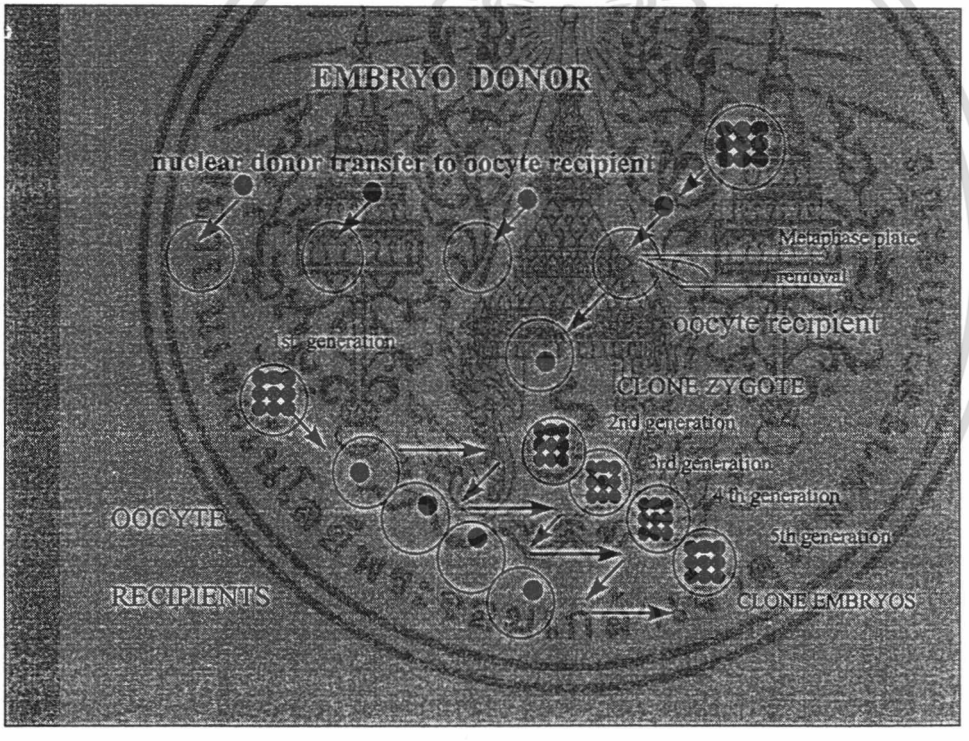
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งเป็นวิธีการเพิ่มปริมาณสัตว์ที่มีพันธุกรรมดีได้อย่างทวีคูณ และไม่สิ้นสุด (Multiple generation cloning)

ตัวอย่างเช่น ตัวอ่อนหนึ่งระยะมอรูล่าใบหนึ่งให้ 10 clone embryos สำหรับรุ่นแรก พอรุ่นที่สองจะเพิ่มเป็น 100 cloned embryo และจะเพิ่มเป็น 100,000 cloned embryo เมื่อผ่านรุ่นที่ห้า

หากเป็นเช่นนี้ดังการคำนวณจริง จะเห็นได้ว่าเราสามารถเพิ่มสัตว์ที่มีพันธุกรรม ที่ต้องการอย่างมหาศาลในช่วงเวลาอันสั้น

รูปที่ 6 ความคิดของการทำ CLONING และ RECLONING



ที่มา : มงคล, 2540 : 41

เรื่องนี้ เมื่อปีที่แล้ว ดร.วิลมุต และทีมงานก็ประสบความสำเร็จในการสร้าง "แกะโคลน" คู่แรกของโลก ที่มีชื่อ "เมแกน" และ "มอแร็ก" โดยใช้วิธีการแยกเซลล์ตัวอ่อนนี้มาก่อนเช่นกัน

แต่การเกิดของดอลลี่ไม่เหมือนกับวิธีที่กล่าวมา คือ ปกติการโคลนสัตว์ไม่ว่าจะเป็นการโคลนจากตัวอ่อนหรือการโคลนในกรณีของดอลลี่ จะต้องใช้ เทคนิคการถ่ายทอดนิวเคลียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(nuclear transfer) โดยการนำเซลล์ 2 เซลล์ คือ เซลล์ต้นแบบ (donor cell) กับเซลล์ไข่ มารวมเข้าด้วยกัน ในกรณีของดอลลี่นี้เป็นการนำเซลล์เต้านมของแม่แกะที่กำลังตั้งท้อง ซึ่งมีดีเอ็นเออยู่ครบถ้วน มารวมกับเซลล์ไข่ที่ยังไม่ปฏิสนธิ และทำการสกัดเอาดีเอ็นเอหรือสารพันธุกรรมในนิวเคลียสออกไปแล้ว จากนั้นจึงใช้กระแสไฟฟ้าอ่อนๆ กระตุ้น เพื่อให้เซลล์เต้านมกับเซลล์ไข่รวมกัน แล้วกระตุ้นอีกหน ให้เซลล์เริ่มแบ่งตัวเกิดเป็นตัวอ่อนขึ้นมาใหม่ ตัวอ่อนนี้จะถูกนำไปฝากให้เจริญเติบโตในมดลูกของแม่แกะอีกตัวหนึ่ง ซึ่งรับหน้าที่เป็นแม่อุ้มท้อง (surrogate mother) จนกระทั่งลูกแกะคลอดออกมา

ก่อนหน้านี้ การทดลองโคลนสัตว์โดยใช้เซลล์ร่างกาย (somatic cell) ของสัตว์ที่โตเต็มที่แล้วมาให้กำเนิด "โคลน" ของมันอีกตัวหนึ่งล้วนแต่ประสบความล้มเหลว และทำให้เกิดความผิดปกติทางโครโมโซมอย่างร้ายแรง ไม่เคยมีใครรู้มาก่อนเลยว่า ความล้มเหลวนั้นเป็นเพราะว่าเซลล์ร่างกายของสัตว์ที่โตเต็มที่ แล้วได้สูญเสียหน้าที่ ในการกระตุ้นให้ยีนบางส่วนกลับขึ้นมาทำงานอีกครั้ง หรือเป็นเพียงเพราะความบกพร่องทางเทคนิค จึงไม่สามารถทำให้ยีนเหล่านี้ทำงานได้ เมื่อนำมารวมกับเซลล์ไข่ที่ไม่มีนิวเคลียส

ดอลลี่

ดร.วิลมุต และทีมงานต้องทดลองนำเซลล์เต้านมจากแม่แกะ ที่โตเต็มที่แล้วมากถ่ายทอดให้กับเซลล์ไข่ที่ปราศจากนิวเคลียสถึง 277 ครั้ง และในที่สุด มีลูกแกะเพียงตัวเดียวที่รอดชีวิตมาได้ นั่นก็คือ ดอลลี่ แต่แม้ว่าจะรอดมาเพียงชีวิตเดียว ก็เป็นที่แน่ชัดไม่มีข้อสงสัยว่าการโคลนสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ที่โตเต็มที่แล้วนั้นเป็นสิ่งที่กระทำได้

นอกจากจะประสบความสำเร็จในการโคลนแกะดอลลี่จากเซลล์เต้านมแล้ว การทดลองครั้งนี้ ดร.วิลมุต และทีมงานยังประสบความสำเร็จในการโคลนแกะ จากเซลล์ของตัวอ่อนในระยะฟีตัส (ตัวอ่อนที่อายุประมาณ 26 วัน) ซึ่งเซลล์ เริ่มมีการเปลี่ยนแปลง (differentiate) ไปเป็นอวัยวะบ้างแล้ว และได้แกะโคลนออกมา 3 ตัว แม้จะไม่น่าทึ่งเท่ากับดอลลี่ แต่ก็แสดงให้เห็นว่าเซลล์ที่เริ่มมีการเปลี่ยนแปลงไปทำหน้าที่เฉพาะอย่างแล้ว สามารถกลับมาตั้งต้นพัฒนาการเป็นสิ่งมีชีวิตตัวใหม่ได้จริง

คำถามทางด้านวิทยาศาสตร์

ข้อที่หนึ่ง ดอลลี่และเพื่อนแกะที่เกิดขึ้นมาด้วยวิธีนี้ จะรอดชีวิตจนโตเต็มที่ได้หรือไม่

ข้อที่สอง การเจริญเติบโตและการเปลี่ยนแปลงไปสู่ความแก่ชราของดอลลี่จะเหมือนกับแกะตัวอื่นหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อที่สาม เทคนิคเดียวกันนี้จะนำมาใช้โคลนสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมชนิดอื่นได้หรือไม่

ในระหว่างการเติบโตของสิ่งมีชีวิตเซลล์ จะต้องผ่านกระบวนการที่เรียกว่า differentiation คือ การเปลี่ยนแปลงจากเซลล์เริ่มต้นไปเป็นเซลล์ที่มีลักษณะเฉพาะของเซลล์ของหัวใจ เซลล์ประสาท เซลล์เม็ดเลือด ฯลฯ ก่อนที่ดอลลี่จะเกิด ไม่มีใครรู้แน่ว่าเมื่อเซลล์ได้แบ่งตัวและเปลี่ยนแปลงไปทำหน้าที่ต่างๆ แล้วมันจะสามารถย้อนศรกลับมาสู่ภาวะเริ่มต้นอีกครั้งหนึ่งได้หรือไม่ ถ้าไม่ได้ ก็แสดงว่าโคลนนิ่งเป็นสิ่งต้องห้ามสำหรับสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่โตเต็มที่แล้ว แต่ถ้าเป็นไปได้ วงการวิทยาศาสตร์ก็จะก้าวเข้าสู่ยุคของการโคลนนิ่ง โดยไม่มีทางจะถอยหลังกลับไปได้อีก

ดีเอ็นเอในร่างกายของแม่แกะได้ผ่านการแบ่งตัวมาแล้วหลายครั้งแล้ว การแบ่งตัวแต่ละครั้งย่อมมีความผิดพลาดเกิดขึ้นในดีเอ็นเอ แม้ความผิดพลาดเหล่านั้นจะไม่เป็นอุปสรรคต่อการเกิดของดอลลี่ แต่ถ้าย้อนไปดูผลการทดลองโคลนนิ่งในสัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ เช่น กบ จะพบว่าตัวอ่อนที่เกิดจากการโคลนเซลล์ของกบ ในระยะโตเต็มวัย จะไม่สามารถเจริญเติบโตได้อย่างปกติ คือโตไม่พ้นจากระยะของลูกอ๊อด

ด้วยเหตุนี้ การอยู่รอดของดอลลี่ จึงนับว่าน่าสนใจมาก ปัญหาน่าถามในแง่วิทยาศาสตร์ก็คือ ดอลลี่ จะมีอายุยืนยาวสักแค่ไหน มันจะมีการพัฒนา การเติบโต และแก่ตัวลง ตามกระบวนการปกติเหมือนสัตว์ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติหรือไม่ เพราะดีเอ็นเอที่มีความสำคัญในการพัฒนาของสัตว์นั้นมีอยู่เฉพาะในนิวเคลียสเท่านั้น ยังมีดีเอ็นเอบางส่วนที่ถูกเก็บไว้ในองค์ประกอบของเซลล์ที่ล่องลอยอยู่ในไซโทพลาซึม ที่เรียกว่า ไมโตคอนเดรีย ด้วย

ครั้งหนึ่งในวิวัฒนาการเมื่อนานแสนนานมาแล้ว ไมโตคอนเดรีย เป็นแบคทีเรียที่ใช้ชีวิตอยู่โดยอิสระ แต่ในปัจจุบัน ไมโตคอนเดรียเข้ามาทำหน้าที่เป็นองค์ประกอบหนึ่งของเซลล์ทำหน้าที่ให้พลังงานเซลล์ ดังนั้น หากเซลล์ใดไม่มีไมโตคอนเดรีย หรือมีไมโตคอนเดรียผิดปกติก็ไม่น่าจะมีชีวิตอยู่ได้ยืนยาว

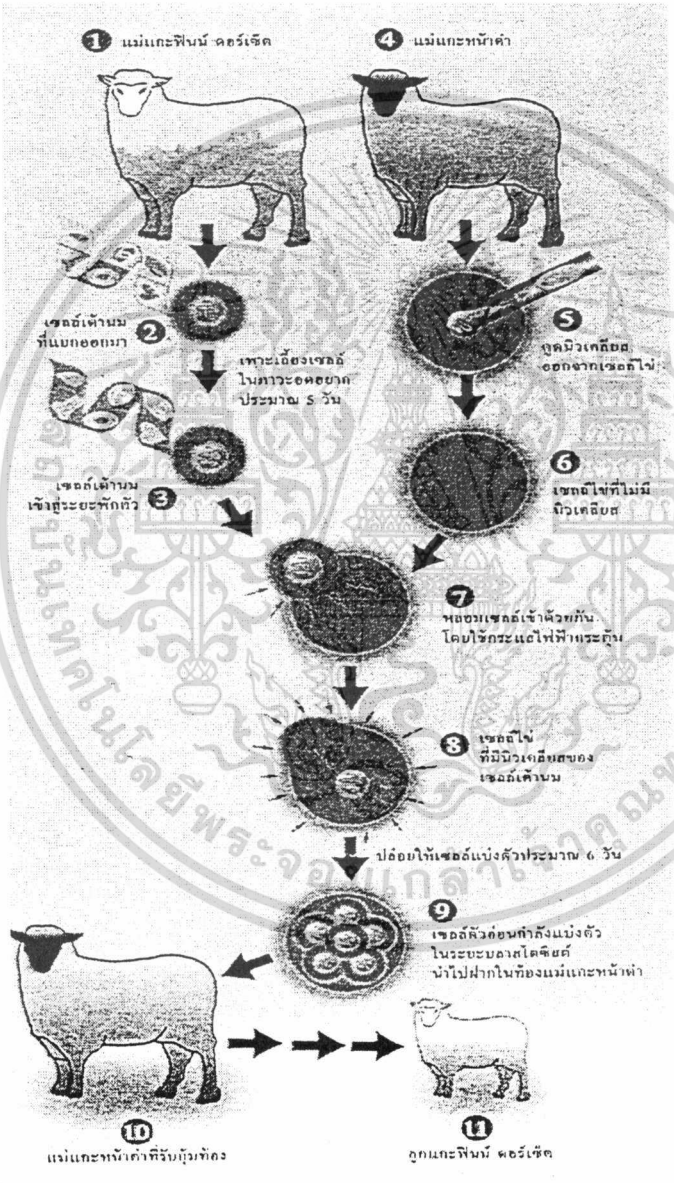
ในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ไมโตคอนเดรียที่ถ่ายทอดตัวมันเองไปสู่รุ่นลูก จะมาจากแม่เท่านั้น เซลล์ไข่ทุกใบจะมีไมโตคอนเดรียนับร้อย ซึ่งถูกแบ่งสรรไปให้เซลล์ลูกแต่ละเซลล์ตั้งแต่ระยะแรกของการแบ่งตัว ไมโตคอนเดรีย แต่ละชิ้นจะมียีนของมันเอง ซึ่งมีลักษณะเฉพาะที่ไม่จำเป็นต้องเหมือนกันทั้งหมด และตลอดช่วงชีวิตของสัตว์ ความสมดุลหรือการกระจายของดีเอ็นเอในไมโตคอนเดรีย อาจเปลี่ยนแปลงได้ โรคบางโรคที่เกิดขึ้นกับมนุษย์ เช่น โรคอัลไซเมอร์ โรคพาร์กินสัน และโรคเบาหวานบางรูปแบบ ก็เกิดจากการเสียสมดุลของ ไมโตคอนเดรีย นั่นเอง

เซลล์ของสัตว์ที่โตเต็มที่แล้ว เช่น เซลล์เต้านมของแกะที่เป็นแม่ดอลลี่ ซึ่งถือว่าเป็นเซลล์เก่า เมื่อนำมารวมกับเซลล์ไข่ อาจจะเกิดปัญหาขึ้นได้ 2 ประการ คือ ประการที่หนึ่ง ไมโต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอนเดรียของเซลล์ทั้ง 2 อาจจะเข้ากันไม่ได้ แต่การที่คอลลี่มีชีวิตรอดมาถึง 7-8 เดือน แสดงว่าเรื่องนี้ไม่น่าจะมีปัญหา แต่ปัญหาประการที่สอง ซึ่งสำคัญยิ่งกว่าคือ ไมโตคอนเดรียที่คอลลี่ได้มาจากเซลล์เต้านมของแม่นั้น เป็นไมโตคอนเดรียที่อาจเสียสมดุลไปแล้วในช่วงชีวิตของแม่คอลลี่ จึงมีโอกาสจะทำให้คอลลี่มีชีวิตสั้นลง หรือเกิดโรคจากไมโตคอนเดรียได้ง่าย

รูปที่ 7 ขั้นตอนการทำโคลนนิ่ง



ที่มา : ดร.เยส, 2540 :42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการทำโคลนนิ่ง (CLONING)

1. นำเซลล์เต้านมจากแม่แกะฟินน์ ดอร์เซ็ต อายุ 6 ปี ซึ่งตั้งท้องมากว่า 100 วันแล้ว (แกะตั้งท้อง 150 วัน)

2. ภายในเซลล์เต้านมทุกเซลล์จะบรรจุยีนที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโต เป็นตัวแกะไว้ครบทุกยีน แต่จะมีเฉพาะยีนที่สร้างโปรตีน สำหรับการเจริญเป็นเซลล์เต้านมเท่านั้นที่ทำงาน ส่วนยีนอื่น ๆ จะถูกปิดสวิตช์ไว้ไม่ให้ทำงาน

3. นำเซลล์เต้านมมาเพาะเลี้ยงในภาวะอดอาหารประมาณ 5 วัน โดยลดซีรั่มในสารเพาะเลี้ยงเซลล์ให้เหลือ เพียง 1 ใน 20 เพื่อให้เซลล์เข้าสู่ระยะพักตัว และหยุดการแบ่งตัว ณ ภาวะเช่นนี้ ยีนทุกยีน ภายในเซลล์เริ่มเปิดสวิตช์ใหม่อีกครั้ง

4. เก็บเซลล์ไข่ที่ยังไม่ปฏิสนธิ มาจากท่อนำไข่ของแม่แกะหน้าดำพันธุ์ สก๊อต หลังจากฉีดฮอร์โมนกระตุ้น การตกไข่ไปแล้ว 28-33 ชั่วโมง

5. ทำการดูดเอานิวเคลียส (มีดีเอ็นเออยู่ภายใน) ของเซลล์ไข่ออกไป

6. ภายในเซลล์ไข่จะว่างเปล่า เหลือแต่เพียงองค์ประกอบภายในไซโทพลาซึม ที่จำเป็นต่อการสร้างตัวอ่อน

7. นำเซลล์เต้านมและเซลล์ไข่มาหลอมรวมกันโดยใช้กระแสไฟฟ้าอ่อนๆ กระตุ้น

8. เมื่อกระตุ้นด้วยกระแสไฟฟ้าอีกครั้ง เซลล์ไข่เริ่มยอมรับนิวเคลียสใหม่ และเหนี่ยวนำให้ยีนทุกยีนในนิวเคลียสเริ่มต้นทำงานและแบ่งตัว เพื่อพัฒนาเป็นตัวอ่อนขึ้นมาใหม่

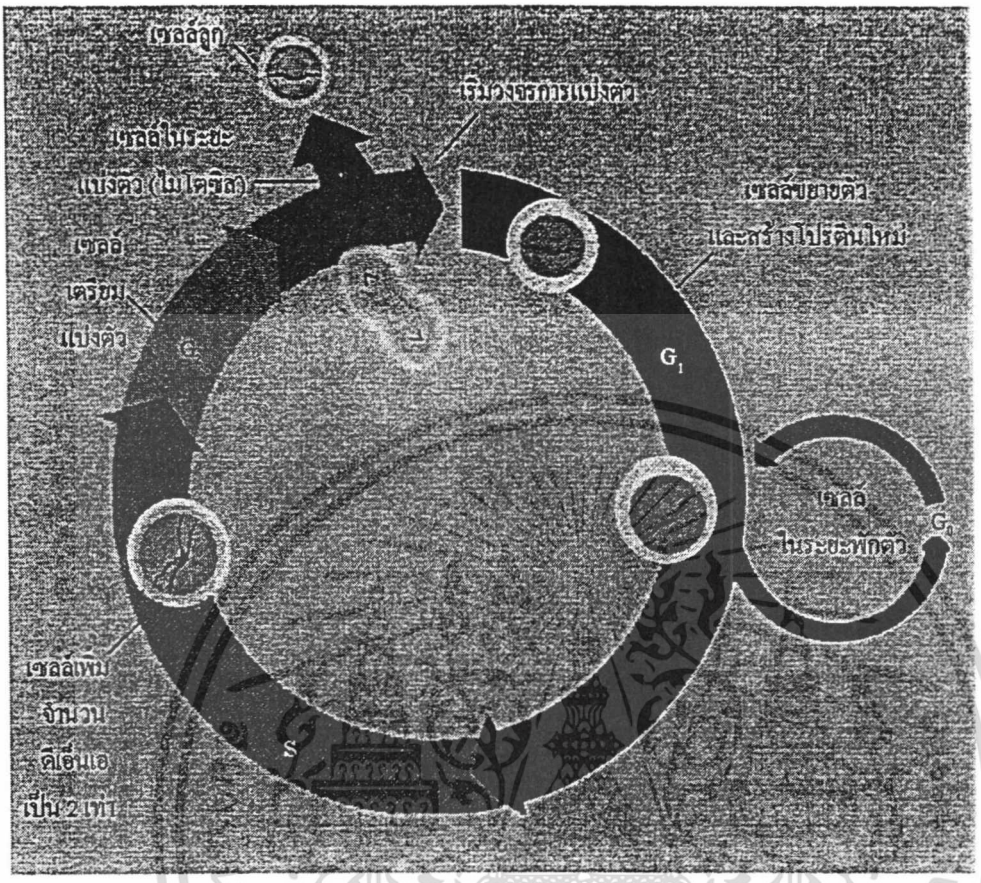
9. หลังจากปล่อยให้เซลล์แบ่งตัวประมาณ 6 วัน เซลล์ของตัวอ่อนจะเข้าสู่ระยะพลาสโตซิสต์

10. นำตัวอ่อนในระยะพลาสโตซิสต์ ไปฝังในมดลูกของแม่แกะหน้าดำอีกตัวหนึ่งซึ่งรับหน้าที่อุ้มท้อง

11. แม่แกะหน้าดำที่อุ้มท้อง ให้กำเนิดลูกแกะฟินน์ ดอร์เซ็ต ซึ่งมีลักษณะทางพันธุกรรมเหมือนแม่แกะฟินน์ ดอร์เซ็ต เจ้าของเซลล์เต้านมทุกประการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>รูปที่</u> 8 วงจรของเซลล์



ที่มา : เยส, 2540 :47

วงจรของเซลล์

เซลล์ของสัตว์ชั้นสูง ที่เรียกว่า eukaryotic cell มีลักษณะพิเศษคือ มีเยื่อหุ้มนิวเคลียส นักชีววิทยาทราบว่า เซลล์มีการหมุนเวียนผ่านระยะต่างๆ เป็นวัฏจักร เรียกว่า วงจรของเซลล์ (cell cycle) ทุกครั้งที่เซลล์หนึ่งเซลล์จะแบ่งตัว มันต้องปรับตัวเข้าสู่ระยะที่เรียกว่า ระยะ S (synthetic phase) ซึ่งมีการเพิ่มจำนวนดีเอ็นเอ (DNA) จากนั้นจึงเข้าสู่ระยะ G_2 (growth) เพื่อรอการแบ่งตัว

ระยะที่เซลล์แบ่งตัว เรียกว่า ระยะ M หรือ ระยะไมโตซิส (mitosis phase) มีการแยกโครโมโซมออกจากกัน กลายเป็น 2 เซลล์ เซลล์ที่ผ่านการแบ่งตัวแล้ว จะเข้าสู่ระยะที่เรียกว่า G_1 (growth 1)

เซลล์แต่ละชนิด มีเวลาที่อยู่ในระยะ G_1 แตกต่างกันมาก ในระยะนี้ เซลล์จะมีการสร้าง mRNA เพื่อใช้สังเคราะห์โปรตีน และดำเนินชีวิตของเซลล์แต่ไม่มีการสังเคราะห์ DNA ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะนี้ อาจเรียกได้ว่า ระยะ G_0 หรือ G_1 เป็นระยะแห่งการใช้ชีวิตของเซลล์ และหากไม่มีการกระตุ้นให้แบ่งตัว เซลล์จะเข้าสู่ระยะ G_0

เซลล์บางชนิด เมื่อระยะ G_0 แล้ว จะไม่แบ่งตัวอีกเลย เช่น เซลล์ประสาท นักวิจัยนิยมเรียกเซลล์ในระยะ G_0 นี้ว่าเป็นเซลล์ในระยะ "พัก" หรือ "หยุด" (quiescent) ซึ่งที่จริงหมายความว่า เซลล์ "พัก" จากการแบ่งตัวเท่านั้น แต่เซลล์ยังต้องทำงานตามหน้าที่ของมันต่อไป เช่น เซลล์ของต่อมจะต้องทำหน้าที่ผลิตสารหลั่ง เซลล์ประสาททำหน้าที่รับส่งสัญญาณ เซลล์ของระบบภูมิคุ้มกันก็ต้องต่อสู้กับเชื้อโรค

เซลล์ส่วนใหญ่เมื่อเข้าสู่ระยะ G_0 แล้ว จะไม่กลับสู่ระยะ G_1 อีก แต่จะปฏิบัติหน้าที่ไปเรื่อยๆ จนกว่าจะตายไปเอง แต่ก็มีเซลล์บางชนิดสามารถกลับจากระยะ G_0 เข้ามาสู่วงจรของเซลล์ได้อีก เช่น เซลล์เม็ดเลือดขาว (lymphocyte) ในกระแสเลือด ถ้าถูกกระตุ้นโดยเชื้อโรคหรือแอนติเจน (antigen) ก็จะเปลี่ยนจากระยะ G_0 เข้าสู่ระยะ G_1 และกลับมาแบ่งตัวได้อีกครั้งหนึ่ง เพื่อเพิ่มปริมาณในการต่อสู้กับเชื้อโรค

ดร.วิลมุตและคณะ เลือกใช้เซลล์ในระยะ "พัก" มาใช้ทำโคลนนิ่ง ซึ่งเป็นวิธีที่แตกต่างไปจากคณะวิจัยอื่น ๆ และนำไปสู่ความสำเร็จครั้งแรก ในการนำเซลล์ร่างกายของสัตว์ที่โตแล้ว มากระตุ้นให้ย้อนกลับสู่ระยะต้นของพัฒนาการ คือ กลับมาเป็นตัวอ่อนใหม่ และเกิดเป็นสิ่งมีชีวิตตัวใหม่ขึ้นมาได้

การเตรียมดีเอ็นเอสำหรับโคลน

การเตรียมหรือเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอนั้น ในขั้นแรกต้องเตรียมดีเอ็นเอก่อน เมื่อได้ดีเอ็นเอจากแหล่งที่ต้องการแล้ว จึงนำมาเชื่อมต่อกับเวคเตอร์ (vector) เพื่อให้ได้ดีเอ็นเอสายผสม (recombinant DNA) แล้วจึงนำไปถ่ายฝากลงในเซลล์ผู้รับ (host) ที่มาของดีเอ็นเอมี 3 แหล่งคือ 1) ดีเอ็นเอที่แยกได้จากเซลล์หรือเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิตที่ต้องการศึกษา เป็นดีเอ็นเอทั้งหมดในจีโนมของสิ่งมีชีวิตชนิดนั้นเรียกว่า genomic DNA 2) ดีเอ็นเอที่สังเคราะห์ขึ้นจาก mRNA เรียกว่า complementary DNA หรือ cDNA ซึ่งเป็นดีเอ็นเอที่มาจากยีนที่มีการแสดงออก โดยสร้างอาร์ดีเอ็นเอในอวัยวะหนึ่งในช่วงหนึ่งของชีวิต และ 3) สังเคราะห์ขึ้นโดยวิธีทางเคมี หรือใช้เอนไซม์ หรือใช้ร่วมกันทั้งวิธีทางเคมีและใช้เอนไซม์

การเตรียมดีเอ็นเอ จากเซลล์

การเตรียมดีเอ็นเอ ที่มีขนาดโมเลกุลใหญ่จากพืชหรือสัตว์ชั้นสูง เตรียมได้จากหลายแหล่ง วิธีพิจารณาว่าจะเตรียมจากส่วนไหนนั้น ให้เลือกจากสิ่งที่หาได้และใช้วิธีที่ง่ายเป็นหลัก ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมัยก่อนนิยมแยกส่วนของนิวเคลียสออกจากเซลล์ก่อน แล้วจึงนำมาเตรียมดีเอ็นเอ แต่ปัจจุบันไม่ค่อยทำเนื่องจาก พบว่าดีเอ็นเอจากไมโตคอนเดรียและคลอโรพลาสต์ไม่ได้ทำให้เกิดปัญหาในการโคลนยีนแต่อย่างใด รวมทั้งอาร์เอ็นเอที่ปะปนอยู่บ้าง ก็ไม่มีผลต่อการย่อยดีเอ็นเอด้วยเอ็นไซม์ตัดจำเพาะหรือเอนไซม์อื่นๆ ที่ใช้ สิ่งสำคัญ คือ การเตรียมดีเอ็นเอให้มีขนาดโมเลกุลใหญ่ เพื่อให้เหมาะสมกับการนำไปโคลนหรือนำไปวิเคราะห์โดยวิธี Southern blot นั่นคือควรเตรียมดีเอ็นเอให้ได้ขนาดไม่ต่ำกว่า 100-200 กิโลเบส (kb) ซึ่งสามารถตรวจสอบได้โดยนำไปแยกด้วยอิเล็กโทรโฟรีซิสในอะกาโรสเจลความเข้มข้น 0.3 %

ดีเอ็นเอจากสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมอาจเตรียมได้จากตับ ม้าม หรือไต ในกรณีที่ต้องการเตรียมจากตับต้องให้สัตว์ทดลองอดอาหารก่อนเป็นเวลา 24 ชั่วโมงก่อนที่จะนำมาฆ่า ทั้งนี้เพื่อลดระดับของไกลโคเจนที่มีอยู่ โดยทั่วไปนิยมเตรียมจากม้าม เพราะจะให้ดีเอ็นเอบริสุทธิ์ได้ในปริมาณมาก การเตรียมจากเนื้อเยื่อสดทันทีหรือตัดเนื้อเยื่อให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ แล้วใส่ลงในไนโตรเจนเหลว (liquid nitrogen) แล้วจึงนำชิ้นเนื้อเยื่อเก็บไว้ในตู้แช่แข็งอุณหภูมิ - 80 องศาเซลเซียส การเก็บเนื้อเยื่อโดยวิธีนี้จะเก็บได้นานกว่า 1 ปี เมื่อต้องการนำมาสกัดดีเอ็นเอจึงนำออกมาจากตู้แช่แข็ง นอกจากนี้อาจเตรียมดีเอ็นเอจากเลือด หรือจากเซลล์ที่เลี้ยงในอาหารเพาะเลี้ยงก็ได้

หลักการเตรียมดีเอ็นเอโดยย่อ คือ นำเซลล์มาทำให้แตกเพื่อสกัดดีเอ็นเอที่อยู่ภายใน ถ้าเป็นเนื้อเยื่อชิ้นใหญ่ต้องบดให้ละเอียดก่อนในไนโตรเจนเหลว ถ้าเป็นเลือดก็ต้องแยกเอาส่วนของเซลล์ก่อน แล้วทำให้เซลล์เม็ดเลือดแดงแตก ให้เหลือเฉพาะเซลล์เม็ดเลือดขาว เนื่องจากเซลล์เม็ดเลือดแดงไม่มีนิวเคลียส ถ้าเป็นเซลล์ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงในอาหารก็นำมาใช้ได้ทันที เมื่อได้เนื้อเยื่อที่เป็นผงละเอียดหรือเซลล์ที่ต้องการแล้ว จึงนำมาทำให้เซลล์แตกโดยใช้สารประกอบพวกดีเทอร์เจนท์ (detergent) เช่น sodium dodecyl sulfate (SDS) หรือ sodium lauroyl sarcosinate (sarkosyl) ร่วมกับเอนไซม์ proteinase K หลังจากนั้นจึงสกัดโปรตีนและเศษเซลล์ออกด้วยสารละลายฟีนอล แล้วจึงตกตะกอนดีเอ็นเอด้วย แอลกอฮอล์ (ethanol หรือ isopropanol) และอาจทำให้ดีเอ็นเอบริสุทธิ์มากขึ้นโดยนำไปเซนตริฟิวจ์ให้สมดุลย์ในสารละลายซีเซียมคลอไรด์และเอธิเดียมโบรไมด์ เมื่อได้ดีเอ็นเอแล้วจึงนำไปตรวจสอบขนาดโดยอิเล็กโทรโฟรีซิส และหาปริมาณดีเอ็นเอโดยวัดจากค่าการดูดแสงที่ความยาวคลื่น 260 นาโนเมตร ดังที่กล่าวแล้วในบทที่ 2

การเตรียมดีเอ็นเอจากพืชเตรียมได้จากเนื้อเยื่อต่างๆ เช่น เตรียมจากใบ กิ่ง ใบเลี้ยง ต้นอ่อน และกลุ่มเซลล์ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ (callus) เป็นต้น ทั้งนี้เนื้อเยื่อหรือส่วนของพืชดังกล่าวอาจจะเก็บไว้ในรูปแช่แข็งแบบที่ไม่มีน้ำ (freeze-dry) หรือส่วนของพืชสดก็ได้ หลักการเตรียมดีเอ็นเออย่างง่าย ๆ คือ นำส่วนของพืชนั้นมาบดในไนโตรเจนเหลว แล้วใส่ในบัฟเฟอร์สำหรับสกัดดีเอ็นเอที่ประกอบด้วยสารดีเทอร์เจนต์ เช่น SDS แล้วจึงเติมสารโปแตสเซียมอะซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เตท ที่มีคุณสมบัติเป็นกรดลงไปเพื่อให้ส่วนต่างๆ ของเซลล์พืชตกตะกอน นำส่วนของเหลวที่อยู่ด้านบนมากรองผ่านแผ่นกรอง แล้วจึงตกตะกอนดีเอ็นเอ โดยใช้แอลกอฮอล์ และดำเนินการขั้นต่อไปเช่นเดียวกับการเตรียมดีเอ็นเอจากเซลล์สัตว์

การถ่ายฝากยีนในเซลล์สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม

เซลล์ของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่นำมาเลี้ยงในอาหารสังเคราะห์ สามารถจะรับยีนจากภายนอกได้เช่นเดียวกับ เซลล์ของแบคทีเรียหรือยีสต์นั่นเอง และยีนที่ได้รับนี้ก็สามารถแสดงออกได้ ถ้าต่ออยู่กับโปรโมเตอร์ที่ทำงานได้ในเซลล์ของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่ใช้ มีรายงานแสดงถึงการถ่ายฝากยีนในเซลล์สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมนี้ตั้งแต่ปี 1962 โดย Szybalska และ Szybalski โดยเลี้ยงเซลล์กลายพันธุ์ชนิดหนึ่งมาจากเซลล์ของคน (human cell line) เป็นเซลล์ที่ไม่สามารถสร้างเอนไซม์ hypoxanthine guanine phosphoribosyl transferase (HGPRT) ซึ่งเป็นเอนไซด์ที่อยู่ในกระบวนการสังเคราะห์นิวคลีโอไทด์ของเซลล์ แล้วถ่ายดีเอ็นเอที่ได้มาจากเซลล์ของคนที่มีเอนไซม์ดังกล่าวโดยไม่ผ่านการโคลนแต่อย่างใด แล้วคัดเลือกเซลล์ที่เลี้ยงอยู่นั้นโดยใช้อาหารสังเคราะห์เติมสาร hypoxanthine aminopterin และthymidine (HAT medium) เซลล์ที่สามารถสร้างขึ้นได้ คือ เซลล์ที่สามารถสังเคราะห์เอนไซม์ HGPRT ได้เท่านั้น

กระบวนการสังเคราะห์นิวคลีโอไทด์ในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตนั้น มี 2 ทาง คือ สังเคราะห์จากสารโมเลกุลเล็ก ได้แก่ กรดอะมิโน คาร์บอนไดออกไซด์ แอมโมเนีย น้ำตาลไรโบสฟอสเฟต มาตามลำดับ เรียกว่า de novo synthesis และสังเคราะห์ทางลัดโดยเปลี่ยนแปลงจากเบสที่มีอยู่แล้ว เรียกว่า salvage pathway สารยับยั้งปฏิกิริยาชนิดหนึ่งที่นำมาใช้ คือ aminopterin (APT) ซึ่งจะยับยั้งกระบวนการสังเคราะห์นิวคลีโอไทด์พิจรีนและไพริมิดีนแบบ de novo ดังนั้นเซลล์ที่เลี้ยงจะเจริญได้เมื่อสังเคราะห์เอนไซม์ใน salvage pathway ได้ และมีเบสหรือนิวคลีโอไทด์เริ่มต้นที่เหมาะสมเท่านั้น

ในการทดลองที่กล่าวแล้ว การคัดเลือกเซลล์ทำโดยเลี้ยงในอาหารที่มี hypoxanthine และ thymidine โดย hypoxanthine สามารถเปลี่ยนไปเป็น IMPได้เมื่อมีเอนไซม์ HGPRT และจะเปลี่ยนไปเป็น GMP และ AMP ในที่สุด ส่วน thymidine จะเปลี่ยนไปเป็น TMP ได้โดยเอนไซม์ thymidine kinase (TK) ดังนั้นเซลล์ที่เลี้ยงในอาหาร HAT จะเจริญได้เมื่อมีเอนไซม์ HGPRT และTK ถ้าเป็นเซลล์ที่ขาดเอนไซม์ชนิดใดชนิดหนึ่ง (HGPRT หรือ TK) หรือทั้ง 2 ชนิด จะไม่สามารถเจริญได้ การถ่ายฝากยีนในเซลล์สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมในปัจจุบันได้นำยีนที่ใช้สร้างเอนไซม์ทั้งสองชนิดนี้มาใช้เป็นยีน เครื่องหมายกันอย่างกว้างขวาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การนำดีเอ็นเอเข้าสู่เซลล์

เซลล์สัตว์ที่จะถ่ายฝากดีเอ็นเอเข้าไปนี้ ถ้าเป็นเซลล์ชั้นเดียว (monolayer) ที่เลี้ยงมาใหม่ๆ จะทำ transfection ได้ดี แต่เซลล์ที่เลี้ยงมานานแล้วก็ใช้ได้ วิธีการนำดีเอ็นเอเข้าสู่เซลล์มี 3 วิธี คือ ใช้ แคลเซียมฟอสเฟต เพื่อให้ดีเอ็นเอตกตะกอนรวมเป็นสารประกอบเชิงซ้อนก่อน แล้วนำมาใส่ลงในเซลล์ที่เลี้ยง หรือเตรียมดีเอ็นเอในสารละลาย DEAE-dextran แล้วนำมาใส่ลงในเซลล์ที่เลี้ยง หรืออีกวิธีหนึ่ง คือ ใช้กระแสไฟฟ้าเพื่อทำให้เกิดช่องขนาดเล็กที่เยื่อหุ้มเซลล์ (electroporation) โดยผสมเซลล์และดีเอ็นเอเข้าด้วยกัน แล้วผ่านกระแสไฟฟ้าลงไป หลังจากถ่ายดีเอ็นเอลงในเซลล์ด้วยวิธีใดวิธีหนึ่งแล้ว จึงย้ายมาเลี้ยงในอาหารเป็นเวลา 2-3 วัน แล้วจึงทดสอบว่ามีการแสดงออกของยีนที่ใส่ลงไปหรือไม่

การถ่ายฝากยีนในสัตว์

เซลล์สัตว์นั้น แม้ว่าจะถ่ายฝากยีนจากภายนอกเข้าไป แล้วนำมาเลี้ยงในอาหารสังเคราะห์ ก็ไม่สามารถพัฒนาไปเป็นตัวที่สมบูรณ์ได้ แต่ก็มีความพยายามที่จะสร้างสัตว์ที่มียีนจากภายนอกเข้าใจจนได้ โดยฉีดดีเอ็นเอเข้าไปในไข่ก่อนการผสมหรือไข่ที่เพิ่งผสมยังอยู่ในระยะ 1 หรือ 2 เซลล์

เทคนิคนี้เริ่มทำครั้งแรกในคางคก (Xenopus laevis) โดย Gurdon ในปี คศ 1977 โดยฉีดนิวเคลียสจากเซลล์ของลำไส้ของลูกอ๊อดเข้าไปในไข่คางคกที่เอานิวเคลียสออกไปก่อนแล้ว ต่อมาจึงนำวิธีนี้มาใช้ฉีดดีเอ็นเอเข้าไปในไข่ งานทดลองที่ทำในช่วงแรกนั้นคงใช้ไข่ของคางคก เนื่องจากไข่ของสัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำมีการพัฒนาภายนอกตัวแม่ หลังจากฉีดดีเอ็นเอเข้าไปในไข่แล้วก็ปล่อยให้ไข่พัฒนาเป็นตัวสมบูรณ์ และทดสอบการแสดงออกของยีนที่ถ่ายฝากเข้าไปได้ ไม่ว่าจะเป็นยีนที่มาจากสัตว์อื่นหรือมาจากแบคทีเรียก็ตาม บางครั้งดีเอ็นเอที่ถ่ายฝากเข้าไปจะสอดแทรกเข้าไปในโครโมโซม บางครั้งก็หายไป การฉีดดีเอ็นเอเข้าไปในไข่นี้ใช้หลอดแก้วขนาดเล็กมาก ยีนที่ถ่ายฝากเข้าไปแล้วมีการลอกรหัสในช่วงการพัฒนาของไข่คางคกที่พบ เช่น ยีนที่กำหนดการสร้าง tRNA ของกรดอะมิโนลิวซีนของยีสต์ ยีนสำหรับเบตาโกลบินจากหนู ดีเอ็นเอจากไวรัส SV40 ยีนสำหรับฮีสโตนของเม่นทะเล เป็นต้น

ต่อมามีการฉีดยีนเข้าไปในไข่ของหนู โดยใช้ไข่ที่เพิ่งผสมใหม่ๆ นิวเคลียสของสเปอร์มและนิวเคลียสของไข่ยังไม่ได้ผสมกัน โดยฉีดดีเอ็นเอเข้าไปในนิวเคลียสของสเปอร์ ซึ่งจะมีขนาดใหญ่กว่านิวเคลียสของไข่ แล้วจึงนำกลับไปใส่ลงในหนูที่ใช้เป็นแม่ เพื่อให้มีการพัฒนาของไข่เป็นตัวสมบูรณ์ แล้วจึงนำลูกที่ได้มาตรวจสอบว่ามียีนที่ถ่ายฝากลงไปหรือไม่ โดยสกัดดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอ็นเอจากส่วนหางของหนูนำไปทดสอบ สัตว์ที่มียีนจากภายนอกถ่ายฝากเข้าไปนี้ เรียกว่า สัตว์แปลงพันธุ์ (transgenic animal)

งานที่ทดลองที่ได้ลงพิมพ์และเป็นข่าวเกรียวกราวมาก คือ การถ่ายยีนที่กำหนดการสร้างฮอร์โมนเร่งการเจริญเติบโต (growth hormone) จากหนูใหญ่ (rat) ลงไปในไข่ของหนูเล็ก (mouse) ทำให้หนูเล็กที่ได้โตจนมีขนาดเท่ากับหนูใหญ่ งานทดลองนี้ทำโดยกลุ่ม Brinster และ Palmiter ในปี 1982 โดยใช้โปรโมเตอร์จากยีน metallothionein-1 ของหนู mouse (MMT) ยีนนี้กำหนดการสร้างโพลีเพพไทด์ชนิดหนึ่ง ซึ่งมีกรดอะมิโนซีสเตอีนอยู่มาก ทำหน้าที่เกี่ยวกับการจับโลหะหนักและขจัดออกไปเพื่อให้เกิดความสมดุลย์ของโลหะหนักนั้น ยีนนี้มีการแสดงออกได้ตลอดเวลาในเนื้อเยื่อหลายชนิด โดยเฉพาะมีมากในตับ ยีนนี้จะถูกชักนำให้มีการแสดงออกมากขึ้นถ้ามีโลหะหนักและฮอร์โมนบางชนิด Brinster และคณะได้นำโปรโมเตอร์ของยีนนี้ (MMT) มาต่อเข้ากับยีนที่กำหนดการสร้างฮอร์โมนควบคุมการเจริญเติบโตของหนู rat (rGH) เรียกว่าเป็น MGH แล้วนำมาฉีดเข้าไปในไข่ของหนู mouse 21 ฟอง พบว่าได้หนู 7 ตัวที่มียีน MGH อยู่ และในจำนวนนี้ 6 ตัวโตเร็วกว่าหนูที่ไม่ได้ถ่ายยีนถึง 2 เท่า ในเวลา 74 วัน หนูตัวที่มียีนนี้มาตรวจพบว่ามียีน MGH นี้อยู่ถึง 20-40 ซ้ำ และผลิตฮอร์โมนได้มากถึง 100-800 เท่าของหนูปกติ

นอกจากมีการ สร้างหนู แปลงพันธุ์ (transgenic mice) แล้วมีการถ่ายยีนเข้าไปในสัตว์เลี้ยงด้วย เช่น หมู แกะ เป็นต้น ยีนที่ใช้ถ่ายฝาก นอกจากยีนที่กำหนดการสร้างฮอร์โมนเร่งการเจริญเติบโตจากหนู rat แล้ว ยังมีการนำยีนที่กำหนดการสร้างฮอร์โมนเร่งการเจริญเติบโตจากวัวและคนมาใช้ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการสร้างอุปกรณ์

3.1 การวิเคราะห์หลักสูตร

การจัดทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ เป็นการทำสไลด์ประกอบการเรียนการสอน วิชาการปรับปรุงพันธ์สัตว์ เป็นวิชาชีพบังคับในกลุ่มวิชาชีพเทคโนโลยีการเกษตร-การผลิตสัตว์ ตามหลักสูตรระดับปริญญาตรีต่อเนื่อง 2 ปี หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 3 หน่วยกิต เรียนภาคทฤษฎี จำนวน 3 คาบ/สัปดาห์/ภาคเรียน โดยเป็นทฤษฎีทั้งหมด

คำอธิบายรายวิชา

เทคโนโลยีการปรับปรุงพันธ์ Technology for Improved Breed of Livestock การคัดเลือกพันธุ์ การผสมพันธุ์และการปรับปรุงพันธุ์สัตว์ให้เหมาะสมกับการผลิตในประเทศ เทคโนโลยีการคัดเลือก การผสมและการปรับปรุงพันธุ์ให้เหมาะสมในแต่สภาวะแวดล้อม

การสอนในภาคทฤษฎี

บทที่	จำนวนคาบ
1. พื้นฐานการถ่ายทอดพันธุกรรม	18
1.1 เซลล์และองค์ประกอบของเซลล์	
1.2 การแบ่งเซลล์	
1.3 ขบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์	
1.4 การโคลนนิ่ง	
2. การถ่ายทอดลักษณะเกี่ยวกับเพศ	3
3. หลักสถิติสำหรับวิชาการปรับปรุงพันธุ์	3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ความถี่ของยีนและสภาพความสมดุลย์ของยีน	3
5. การเปลี่ยนแปลงความถี่ของยีน	2
6. อัตราเลือดชิดและอัตราสัมพันธ์ระหว่างญาติ	4
7. การถ่ายทอดลักษณะปริมาณ	2
8. สหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม	2
9. ระบบการผสมพันธุ์	2
10. การคัดเลือกโดยดูบันทึกของตัวเอง	3
11. การคัดเลือกโดยดูบันทึกหลายแห่ง	6
รวม	48

การทำปัญหาพิเศษเรื่องการโคลนนิ่งในสัตว์เป็นการผลิตอุปกรณ์ประกอบการสอนสำหรับบททฤษฎีบทที่ 1 พื้นฐานการถ่ายทอดพันธุ์กรรม มีรายละเอียดของเนื้อหาวิชาที่สอนดังนี้

3.2 การวิเคราะห์เนื้อหา

จากการวิเคราะห์เนื้อหา วิชาการปรับปรุงพันธุ์สัตว์ (03622203) ในหัวข้อเรื่องการทำโคลนนิ่ง ซึ่งการทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้จะเน้นเฉพาะการโคลนนิ่งในสัตว์ ซึ่งมีเนื้อหาดังนี้

1. การนำเซลล์เต้านมจากแม่แกะฟินน์ดอร์เซ็ต
2. การเพาะเลี้ยงเซลล์เต้านมในสภาวะที่อดอาหาร
3. การเก็บเซลล์ไข่ที่ยังไม่ปฏิสนธิจากท่อนำไข่
4. การดูดเอานิวเคลียสของเซลล์ไข่
5. การทำให้ภายในเซลล์ว่างเปล่า หรือแต่องค์ประกอบไซโทพลาสซึม
6. การนำเซลล์เต้านมและเซลล์ไข่มาหลอมรวมกันโดยใช้กระแสไฟฟ้ากระตุ้น
7. กระตุ้นด้วยไฟฟ้าอีกครั้งเพื่อให้เซลล์ไข่ยอมรับนิวเคลียสใหม่
8. เซลล์ไข่จะเข้าสู่ระยะบลาสโตซิสต์
9. นำตัวอ่อน ไปฝังในมดลูกของแม่แกะอีกตัวหนึ่ง
10. แม่แกะที่อุ้มท้องให้กำเนิดลูกแกะ

3.3 การกำหนดภาพที่จะถ่ายทำ

การกำหนดภาพต่างๆ ในการถ่ายทำ โดยยึดหลักขั้นตอนการทำโคลนนิ่งในสัตว์ (ดอลลี่) ของ ดร.เอียน วิลมุต เป็นหลักการในการทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ภาพบทนำ	จำนวน	4	ภาพ
2. ภาพจุดประสงค์ของการทำโคลนนิ่ง	จำนวน	1	ภาพ
3. ภาพจุดประสงค์ของผู้จัดทำ	จำนวน	1	ภาพ
4. ภาพความหมายของคำว่า Clon	จำนวน	1	ภาพ
5. ภาพแกะโคลนนิ่ง	จำนวน	5	ภาพ
6. ภาพวิธีโคลนนิ่ง	จำนวน	8	ภาพ
7. ภาพมีด microblade	จำนวน	2	ภาพ
8. ภาพข้อจำกัดในการแบ่งเซลล์	จำนวน	4	ภาพ
9. ภาพการผลิตสัตว์โดยวิธีการโคลนนิ่งซ้ำ	จำนวน	2	ภาพ
10. ภาพ Genetic engineering in livestock production	จำนวน	1	ภาพ
11. ภาพจุดประสงค์เทคโนโลยีชีวภาพทางวิทยาการสืบพันธุ์	จำนวน	5	ภาพ
12. ภาพ Embryo Biotechnology Application in animal Reproduction	จำนวน	4	ภาพ
13. ภาพไดอะแกรมการทำโคลนนิ่ง	จำนวน	12	ภาพ
14. ภาพการแบ่งเซลล์แบบไมโตซิส	จำนวน	6	ภาพ
15. ภาพวงจรเซลล์	จำนวน	1	ภาพ
16. ภาพลักษณะเซลล์	จำนวน	1	ภาพ
17. ภาพ ดร.เอียน วิลมุต	จำนวน	2	ภาพ
18. ภาพสรุปการโคลนนิ่ง	จำนวน	6	ภาพ
19. ภาพกุญแจสำคัญของการทำโคลนนิ่ง	จำนวน	1	ภาพ
20. ภาพผู้จัดทำ	จำนวน	1	ภาพ
21. ภาพขอบคุณ	จำนวน	1	ภาพ
22. ภาพโคลนผู้จัดทำ	จำนวน	1	ภาพ
23. ภาพสวัสดี	จำนวน	1	ภาพ
รวม	จำนวน	71	ภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 คำบรรยายประกอบสไลด์

เรื่อง การโคลนนิ่งในสัตว์ จำนวน 71 ภาพ

ลำดับ	ภาพ	คำบรรยาย
1	เพลงบรรเลง	เพลงบรรเลง
2	เสนอ สไลด์ประกอบคำบรรยาย เรื่อง การโคลนนิ่งในสัตว์ SOUND SLID IN CLONING IN ANIMAL	เสนอ สไลด์ประกอบคำบรรยาย เรื่อง การโคลนนิ่งในสัตว์ SOUND SLID IN CLONING IN ANIMAL
3	ชื่อผู้จัดทำ (ตัวอักษร)	จัดทำโดย นายรัฐกรภูริ ธนากรรฐ์ สาขาเทคโนโลยีการเกษตร-ผลิตสัตว์ ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์ อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระ จอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
4	อาจารย์ที่ปรึกษา (ตัวอักษร)	อาจารย์สมจิตต์ กล่ำกลิ่น อาจารย์ที่ปรึกษา ประจำภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ ทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	ภาพ	คำบรรยาย
5	การโคลนนิ่ง Cloning แกะ "ดอลลี่" (ตัวอักษร)	การโคลนนิ่ง Cloning แกะ "ดอลลี่" โดย ดร.เอียน วิลมุต DR.IAN WILMUT
6	ภาพ ดร.เอียน วิลมูต	ดร.เอียน วิลมูล ค.ศ. 1996 เป็นผู้สร้างมอแร็กและเมแกน ซึ่งเกิดจากการโคลนคู่แรกของโลก ค.ศ. 1997 ผู้จัดทำการโคลนแกะดอลลี่จากเซลล์เต้านม เป็นนักวิทยาศาสตร์ประจำสถาบันรอสริน ประเทศสก๊อตแลนด์
7	จุดประสงค์ของการทำโคลนนิ่งของ ดร.เอียน วิลมุต (ตัวอักษร)	จุดประสงค์ของการทำโคลนนิ่งของ ดร.เอียน วิลมุต 1. สร้างโคหรือแกะที่ให้นม ที่มีส่วนผสมของโปรตีนจากมนุษย์ และเป็นโปรตีนจำเพาะ คือ สามารถนำไปใช้ทำยารักษาโรคได้ 2. การนำ technology ไปประยุกต์ใช้ในการผลิตเวชภัณฑ์ เช่น แกะฝูงใหญ่ที่ได้รับการดัดแปลงด้วยเทคนิคพันธุวิศวกรรม จนสามารถผลิตน้ำนมที่มีส่วนผสมของเอนไซม์ และยารักษาโรคได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	ภาพ	คำบรรยาย
8	จุดประสงค์ผู้จัดทำ (ตัวอักษร)	จุดประสงค์ผู้จัดทำ 1. เพื่อใช้ประกอบการเรียนวิชาปรับปรุงพันธุ์สัตว์ 2. เพื่อกระตุ้นจิตสำนึกให้มีการอนุรักษ์พันธ์สัตว์ป่าเมืองไทย
9	ความหมายของการ CLONNING (ตัวอักษร)	Clon มาจากภาษากรีกว่า “klon” แปลว่า แขนง กิ่งก้าน ซึ่งอธิบายถึงการแบ่งตัวแบบไม่มีเพศ (Asexual) ในพืชและสัตว์
10	ภาพแกะโคลน	Cloning เป็นการผลิตสัตว์ให้มีลักษณะทางกายภาย (Phenotype) และทางพันธุกรรม (Genotype) เหมือนกัน (Identical twin) หรือเรียกว่า การทำสำเนาพันธุกรรม “Genetic duplication” คือ การทำสิ่งมีชีวิตให้เป็นแฝดเหมือนกัน คือ มีเพศเหมือนกัน สีผิวเหมือนกัน กรุ๊ปเลือดเหมือนกัน ตำหนิเหมือนกัน
11	โคลนนิ่งได้กี่วิธี	โคลนนิ่งได้กี่วิธี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	ภาพ	คำบรรยาย
12	วิธีการโคลนนิ่ง (ตัวอักษร)	การแยกเซลล์หรือตัดแบ่งตัวอ่อนในระยะก่อนการฝังตัว (Blastomere Separation or Embryo Bisection) การแยกเซลล์ (Blastomere Separation)
13	ภาพตัวอ่อนระยะ 2 เซลล์	เป็นภาพตัวอ่อนระยะ 2 เซลล์ ที่ได้จากการแบ่งเซลล์เดี่ยวๆ ออกมา จาก 1 เซลล์ เป็น 2 เซลล์
14	ภาพตัวอ่อนระยะ 4 เซลล์	เป็นภาพตัวอ่อนระยะ 4 เซลล์ ก็จำเซลล์มาทำการแบ่งเซลล์จาก 1 เซลล์ เป็น 4 เซลล์ เป็นการผลิตแฝดเหมือน
15	ภาพตัวอ่อนระยะ 8 เซลล์	เป็นภาพตัวอ่อนระยะ 8 เซลล์ เป็นการโคลนโดยแยกเซลล์แบบจับคู่
16	1.2 การตัดแบ่งตัวอ่อน (Embryo Bisection) (ตัวอักษร)	การตัดแบ่งตัวอ่อน (Embryo Bisection) ตัวอ่อนระยะมอรูล่าหรือระยะบลาสโตซิสสามารถแบ่งสองส่วนเท่า ๆ กัน โดยใช้ใบมีดขนาดเล็ก (microblade) ติดกับเครื่องมือพิเศษที่เรียกว่า “micromanipulator” ซึ่งทำได้ง่ายมากในปัจจุบันโดยใช้เวลาไม่กี่นาทีต่อการตัวแบ่งตัวอ่อนหนึ่งใบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	ภาพ	คำบรรยาย
17	ภาพการแบ่งตัวระยะมอรูล่า	เป็นการโคลนด้วยการแบ่งตัวระยะมอรูบ่า (ระยะมอรูบ่า อายุ 5-6 วัน) โดยแบ่งในแนวใดก็ได้ให้สมดุลย์ (Symmetry)
18	ภาพมีด microblade	มีด microblade ติดอยู่กับเครื่องมือพิเศษที่เรียกว่า micromanipulator
19	ภาพมีด microblade	มีด microblade ที่กำลังจะทำการผ่าแบ่งเซลล์
20	ภาพตัวอ่อนระยะพลาสโตซิสต์ (ตัวอักษร)	การตัดแบ่งตัวอ่อนระยะบลาสโตซิสต้องตัดแบ่งในแนวที่ผ่านเซลล์ายในที่เรียกว่า อินเนอร์ เซลล์แมส (Inner Cell Mass, ICM) ทั้งนี้เพราะตัวอ่อนระยะนี้เซลล์ ได้ มี การเปลี่ ยนแปลงไปแล้ ว (Differentiation)
21	ข้อจำกัดในการแบ่งเซลล์ (ตัวอักษร)	ข้อจำกัดในการแบ่งเซลล์ มีดังนี้ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	ภาพ	คำบรรยาย
22	ข้อจำกัดในการแบ่งเซลล์ (ตัวอักษร)	1) ไม่สามารถแบ่งได้อย่างไม่มีขอบเขต เช่น หากเป็นตัวอ่อนระยะ 8 เซลล์ก็ไม่สามารถเป็น 8 ส่วน แล้วให้แต่ละส่วนเจริญเป็นตัวอ่อน 8 ตัว หรือตัวอ่อนระยะ 16 เซลล์ก็ไม่สามารถทำให้เกิดลูกแฝด 16 ตัวได้เช่นกัน อย่างไรก็ตามการเพิ่มจำนวนเซลล์สามารถทำได้โดยจับเป็นคู่ ๆ เช่น คู่สอง หรือคู่สี่ สำหรับตัวอ่อนระยะ 8 หรือ 16 เซลล์ เป็นต้น
23	ข้อจำกัดในการแบ่งเซลล์ (ตัวอักษร)	2) วิธีการแบ่งเซลล์ไม่เหมาะสำหรับปศุสัตว์ เพราะตัวอ่อนที่เก็บจากการชะล้างมดลูกนั้นเป็นตัวอ่อนอายุตั้งแต่ 5 วันขึ้นไป โดยอาจอยู่ในระยะมอรูล่า (Molula, อายุ 5-7 วัน) จนถึงระยะ บลาส โตซิส (Blastocyst, อายุ 7-8 วัน) ส่วนตัวอ่อนระยะต้น 2, 4, 8, 16 เซลล์ต้องเก็บด้วยวิธีการผ่าตัดชะล้างจากท่อนำไข่ ซึ่งไม่มีผู้นิยมยกเว้นในงานวิจัยเท่านั้น ดังนั้นวิธีการแยกเซลล์จึงไม่ใช้ในทางปฏิบัติในโคต้องใช้วิธีการตัดแบ่งกลุ่มเซลล์ออกมา (Embryo Bisection)
24	ข้อจำกัดในการแบ่งเซลล์ (ตัวอักษร)	3) ไม่สามารถแบ่งตัวอ่อนได้มากตามจำนวนเซลล์ ซึ่งหมายความว่าหากต้องการฝาแฝดมากกว่า 4 ตัว นั้นทำได้ยาก 4) พบว่าการเจริญเป็นตัวอ่อนปกติหรือตัวเต็มวัย ตัวอ่อนหลังแบ่งต้องประกอบด้วยเซลล์จำนวนหนึ่งที่พอเพียง หากแบ่งแล้วไม่พอเพียงก็ไม่สามารถเจริญเป็นตัวอ่อนที่ปกติหรือตัวเต็มวัยได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	ภาพ	คำบรรยาย
25	การผลิตสัตว์โดยวิธีโคลนนิ่งซ้ำ (RECLONING) (ตัวอักษร)	การผลิตสัตว์โดยวิธีโคลนนิ่งซ้ำ (ReCloning) ตัวอ่อนที่ผลิตจากการย้ายฝากนิวเคลียสเรียกว่า 'cloned embryo' ซึ่งปัจจุบันสามารถนำบลาสโตเมียของ clone embryo ไป ผลิตเป็นนิวเคลียสตัวให้และย้ายฝากในไซโตพลาสซึ่มของโอโอไซต์ตัวรับอีก วิธีนี้เราเรียกว่า "Recloning" และตัวอ่อนที่เกิดขึ้นเรียกว่า "recloned embryo" ซึ่งเป็นวิธีการเพิ่มปริมาณสัตว์ที่มีพันธุกรรมดีได้อย่างทวีคูณ และไม่สิ้นสุด (Multiple generation cloning)
26	ภาพความคิดของการทำ Cloning และ Recloning	ตัวอ่อนหนึ่งระยะมอรูล่าใบหนึ่งให้ 10 clone embryos สำหรับรุ่นแรก พอรุ่นที่สองจะเพิ่มเป็น 100 clone embryos และจะเพิ่มเป็น 100,000 clone embryos เมื่อผ่านรุ่นที่ห้า 5th generation
27	ภาพ Genetic engineering in livestock production	แผนผังทางวิศวพันธุศาสตร์ในการผลิตสัตว์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	ภาพ	คำบรรยาย
28	จุดประสงค์เทคโนโลยีชีวภาพทางวิทยาการสืบพันธ์ (ตัวอักษร)	จุดประสงค์เทคโนโลยีชีวภาพทางวิทยาการสืบพันธ์มีดังต่อไปนี้
29	จุดประสงค์ เทคโนโลยีชีวภาพทางวิทยาการสืบพันธ์ (ตัวอักษร)	1. Artification Insemination (การผสมเทียม) เพื่อปรับปรุงพันธุกรรม (สายพ่อ) 2. Embrio Transfer (การย้ายฝากตัวอ่อน) เพื่อปรับปรุงพันธุกรรม (สายแม่)
30	จุดประสงค์ เทคโนโลยีชีวภาพทางวิทยาการสืบพันธ์ (ตัวอักษร)	3. Embryo Culture (การผสมเทียม) เพื่อยืดอายุตัวอ่อนนอกร่างกาย 4. Embryo Freezing (การย้ายฝากตัวอ่อน) เพื่อเก็บรักษาพันธุกรรม 5. Embryo Splitting (การตัดแบ่งตัวอ่อน) เพื่อการผลิตลูกแฝดเหมือน
31	จุดประสงค์ เทคโนโลยีชีวภาพทางวิทยาการสืบพันธ์ (ตัวอักษร)	6. In Vitro Fertilization (การปฏิสนธิของร่างกาย) เพื่อการผลิตลูกอ่อน 7. Embryo Sexing (การคัดเลือกเพศตัวอ่อน) เพื่อการคัดเพศผู้หรือเพศเมีย 8. Sperm Microinjection (การฉีดอสุจิ) เพื่อการปฏิสนธิกับไข่ตัวอ่อน
32	จุดประสงค์ เทคโนโลยีชีวภาพทางวิทยาการสืบพันธ์ (ตัวอักษร)	9. Nuclear Transfer (การย้ายฝากนิวเคลียส) เพื่อผลิตลูกแฝดเหมือนจำนวนมาก 10. gene Transfer (อนาคต) (การย้ายฝากยีนส์) เพื่อการผลิตสัตว์ที่มีพันธุกรรมดีเลิศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	ภาพ	คำบรรยาย
33	หัวข้อ EMBRIO BIOTECNOLOGY APPLICATION IN ANIMAL REPRODUCTION (ตัวอักษร)	การใช้เทคโนโลยีชีวภาพ มาประยุกต์ใช้ในการผลิตสัตว์
34	GENERATION 1 ARTIFICIAL INSEMINATION, (AI) GENERATION 2 EMBRYO TRANSFER (ET) AND RELATED TECHNOLOGY (ตัวอักษร)	GENERATION 1 ARTIFICIAL INSEMINATION, (AI) การผสมเทียม GENERATION 2 EMBRYO TRANSFER (ET) AND RELATED TECHNOLOGY การย้ายฝากตัวอ่อนและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง
35	GENERATION 3 EMBRYO BISECTION SPERM SEXING IVM-IVF-IVC CLONING BY NUCLEAR TRANSFER (ตัวอักษร)	GENERATION 3 EMBRYO BISECTION การตัดแบ่งตัวอ่อน SPERM SEXING การคัดแยกเพศ IVM-IVF-IVC CLONING BY NUCLEAR TRANSFER การทำโคลนนิ่งโดยการย้ายฝากนิวเคลียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	ภาพ	คำบรรยาย
36	GENERATION 4 GENE TRANSFER AND GENE TECHNOLOGY GENERATION 5 (ตัวอักษร)	GENERATION 4 GENE TRANSFER AND GENE TECHNOLOGY การถ่ายโอนยีนและเทคโนโลยีเกี่ยวกับยีน GENERATION 5 เทคโนโลยีที่ก้าวหน้าในอันดับต่อไปซึ่งจะเกิดขึ้นในอนาคต
37	ภาพแกะคู่	ลูกแกะโดยวิธีการโคลนนิ่ง ซึ่งจัดอยู่ใน Generation 4
38	ไดอะแกรมการทำโคลนนิ่ง CLONING วิธีการโคลนจากเซลล์เต้านม โดย DR.IAN WILMUT สถาบันรอสริน ประเทศสก็อตแลนด์ (ตัวอักษร)	ไดอะแกรมการทำโคลนนิ่ง CLONING วิธีการโคลนจากเซลล์เต้านม โดย DR.IAN WILMUT สถาบันรอสริน ประเทศสก็อตแลนด์
39	ภาพแม่แกะฟินน์ดอร์เซ็ต	1. นำเซลล์เต้านมมาจากแม่แกะฟินน์ดอร์เซ็ต อายุ 6 ปี ซึ่งตั้งท้องมากว่า 100 วันแล้ว (โดยปกติ แกะตั้งท้อง 150 วัน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	ภาพ	คำบรรยาย
40	ภาพเซลล์เต้านมที่แยกออกมาเพาะเลี้ยงเซลล์ในสภาวะอดอยากประมาณ 5 วัน	2. ภายในเซลล์เต้านมทุกเซลล์จะบรรจุยีน ที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตเป็นตัวแกะไว้ครบทุกยีน แต่จะเฉพาะยีนที่สร้างโปรตีน สำหรับการเจริญเป็นเซลล์เต้านมเท่านั้นที่ทำงาน ส่วนยีนอื่นๆ จะถูกปิดสวิตซ์ ไว้ไม่ให้ทำงาน
41	ภาพเซลล์เต้านมเข้าสู่ระยะพักตัว	3. นำเซลล์เต้านมมาเพาะเลี้ยงภาวะอดอาหารประมาณ 5 วัน โดยลดซีรั่มในสารเพาะเลี้ยงเซลล์ให้เหลือเพียง 1 ใน 20 เพื่อให้เซลล์เข้าสู่ระยะพักตัว และหยุดการแบ่งตัว ณ ภาวะเช่นนี้ ยีนทุกยีนภายในเซลล์เริ่มเปิดสวิตซ์ใหม่อีกครั้ง
42	ภาพแม่แกะหน้าดำ	4. เก็บเซลล์ไข่ที่ยังไม่ปฏิสนธิ มาจากท่อนำไข่ของแม่แกะห้าดำพันธ์สก็อต หลังจากฉีดฮอร์โมนกระตุ้นการตกไข่ไปแล้ว 28-33 ชั่วโมง
43	ภาพการดูดนิวเคลียสออกจากเซลล์ไข่	5. ทำการดูดเอานิวเคลียส (มีดีเอ็นเออยู่ภายใน) ของเซลล์ไข่ออกไป
44	ภาพเซลล์ไข่ที่ไม่มีนิวเคลียส	6. ภายในเซลล์ไข่จะว่างเปล่า เหลือแต่เพียงองค์ประกอบภายในไซโทพลาสซึมที่จำเป็นต่อการสร้างตัวอ่อน
45	ภาพหลอมเซลล์เข้าด้วยกัน โดยใช้กระแสไฟฟ้ากระตุ้น	7. นำเซลล์เต้านมและเซลล์ไข่มาหลอมรวมกันโดยใช้กระแสไฟฟ้าอ่อน ๆ กระตุ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	ภาพ	คำบรรยาย
46	ภาพเซลล์ไข่ที่มีนิวเคลียสของเซลล์เต้านม	8. เมื่อกระตุ้นด้วยกระแสไฟฟ้าอีกครั้ง เซลล์ไข่เริ่มยอมรับนิวเคลียสใหม่และเหนี่ยวนำให้ยีนทุกยีนในนิวเคลียสเริ่มต้นทำงานและแบ่งตัว แบบไมโตซิส (mitosis) ซึ่งสามารถแบ่งได้ 6 ระยะ เพื่อพัฒนาเป็นตัวอ่อนขึ้นมาใหม่
47	ภาพเซลล์แบบตัวแบบไมโตซิสระยะ Interphase	ระยะอินเตอร์เฟส (interphase) และระยะแบ่งเซลล์ (division phase) ในระยะอินเตอร์เฟสเป็นระยะที่เซลล์มีกิจกรรมและเมทาบอลิซึมสูงที่สุด มีการจำลองตัวเองของ DNA (DNA replication) ในระยะ S และ การสังเคราะห์ RNA โปรตีน เอนไซม์และสารชีวโมเลกุลต่างๆ ในระยะ G_1 และ G_2 เพื่อใช้สำหรับในระยะการแบ่งเซลล์ สามารถแบ่งได้เป็น 4 ระยะ ตามทฤษฎีการโคลนนิ่งของเอียน วิลมุต
48	ภาพวงจรเซลล์	G_1 เป็นระยะที่นิวเคลียสและไซโตปลาสซึมขยายตัว มีการสังเคราะห์โปรตีนและ RNA S เป็นระยะที่มีการสังเคราะห์ DNA และโปรตีนฮิสโตน สำหรับ DNA นั้นมีปริมาณเพิ่มจากเดิมเป็นสองเท่า ทั้งนี้จะเห็นได้ว่าในระยะนี้แต่ละโครโมโซมมีการแบ่งตัวเป็น 2 เส้น แต่ละเส้นเรียกว่าโครมาติด (chromatid)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	ภาพ	คำบรรยาย
	ภาพวงจรเซลล์ (ต่อ)	G_2 เป็นระยะสุดท้ายของวงจร ไม่มีการสังเคราะห์ DNA แต่มีการสังเคราะห์โปรตีนในระดับต่ำ ซึ่งเป็นระยะแบ่งตัวแบบไมโทซิส G_0 เป็นระยะที่เซลล์พักจากการแบ่งตัว แต่ ดร.เอียน วิลมุต ใช้ระยะ G_0 มาทำการโคลนนิ่งได้สำเร็จ ซึ่งเป็นการแหกกฎทฤษฎีธรรมชาติ
49	ภาพเซลล์สัตว์ ANIMAL CELL	ลักษณะส่วนต่างๆ ของเซลล์มีดังนี้
50	ภาพเซลล์แบ่งตัวแบบไมโตซิสระยะ Prophase	ระยะโปรเฟส (prophase) โครโมโซมเป็นเส้นยาวบาง และเริ่มหดหนาขึ้นในปลายระยะนี้ เซลล์สัตว์ centrosome จะแบ่งตัวเป็นสองแล้วเคลื่อนไปอยู่คนละด้านของนิวเคลียส ทำหน้าที่เป็นขั้วของเส้นใยสปินเดิล (spindle fiber) ระยะนี้เห็นโครโมโซมมีสองโครมาติด แต่ละโครมาติดยึดติดกันตรงเซนโทรเมียร์นิวคลิโอลัส (nucleolus) และเยื่อหุ้มนิวเคลียส (nuclear membrane) เริ่มสลายไป
51	ภาพเซลล์แบ่งตัวแบบไมโตซิสระยะ Metaphase	ระยะเมตาเฟส (metaphase) โครโมโซมหดสั้นหนาขึ้นเห็นเป็นแท่งชัดเจน เซนโทรเมียร์ของแต่ละโครโมโซมเรียงกันอยู่บริเวณกลางเซลล์ เรียกตำแหน่งนี้ว่า equatorial plane หรือ metaphase plate ระยะนี้เห็นเส้นใยสปินเดิลเป็นเส้นจางๆ ไม่เห็นเยื่อหุ้มนิวเคลียสและนิวคลิโอลัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	ภาพ	คำบรรยาย
52	ภาพเซลล์แบ่งตัวแบบไมโตซิสระยะ Anaphase	ระยะแอนนาเฟส (anaphase) โครมาติดของแต่ละโครโมโซมแยกจากกันตรงเซนโทรเมียร์ โดยการดึงของเส้นใยสปินเดิล แต่ละโครมาติดจะเคลื่อนไปยังขั้วตรงข้าม และเป็นโครโมโซมใหม่
53	ภาพเซลล์แบ่งตัวแบบไมโตซิสระยะ Telophase	ระยะเทโลเฟส (telophase) โครโมโซมที่เคลื่อนไปยังขั้วทั้งสองของเซลล์คลายตัว ทำให้ได้สองนิวเคลียส เส้นใยสปินเดิลสลายไป เยื่อหุ้มนิวเคลียสและนิวคลิโอลัสเริ่มสร้างขึ้นมาอีกครั้ง
54	ภาพการแบ่งนิวเคลียสแบบไมโตซิส และการแบ่งโซโตพลาสซึมในที่สุดได้เซลล์ใหม่ เรียกว่า Daughter Cell	การแบ่งเซลล์แบบที่มีการแบ่งนิวเคลียสแบบไม่โตซิส (mitotic cell division) หมายถึงการแบ่งของเซลล์ร่างกาย ประกอบด้วยการแบ่งนิวเคลียสแบบไมโตซิส และการแบ่งไซโตพลาสซึม ในที่สุดจะได้เซลล์ใหม่ (daughter cells) 2 เซลล์ ที่มีพันธุกรรมเหมือนกันทุกประการ ถ้าไม่มีมิวเทชัน การแบ่งเซลล์แบบนี้ในยูคาริโอตเป็นการเพิ่มจำนวนเซลล์ เพื่อการเจริญเติบโต หรือเพื่อพัฒนาไปเป็นเนื้อเยื่อ และอวัยวะที่ทำหน้าที่เฉพาะอย่าง (differentiation)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	ภาพ	คำบรรยาย
55	ภาพเซลล์ตัวอ่อนกำลังแบ่งตัวในระยะบลาสโตซิสต์ นำไปฝากในท้องแม่แกะหน้าดำ	9. หลังจากปล่อยให้เซลล์แบ่งตัวประมาณ 6 วัน เซลล์ของตัวอ่อนจะเข้าสู่ระยะบลาสโตซิสต์
56	ภาพแม่แกะหน้าดำที่รับอุ้มท้อง	10. นำตัวอ่อนไประยะบลาสโตซิสต์ไปฝังในมดลูกของแม่แกะหน้าตาอีกตัวหนึ่งซึ่งรับหน้าที่อุ้มท้อง
57	ภาพลูกแกะฟินน์ดอร์เซ็ต	11. แม่แกะหน้าดำที่อุ้มท้อง ให้กำเนิดลูกแกะฟินน์ดอร์เซ็ตซึ่งมีลักษณะทางพันธุกรรมเหมือนแม่แกะฟินน์ดอร์เซ็ต เจ้าของเซลล์เต้านมทุกประการ
58	ภาพแกะดอลลี่กับ ดร.เอียน วิลมุต	ผลงานที่เป็นความภูมิใจของ ดร.เอียน วิลมุต กับการพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพไปถึง Generation ที่ 5
59	สรุปการโคลนนิ่ง การสร้างแกะดอลลี	สรุปการโคลนนิ่ง การสร้างแกะดอลลี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	ภาพ	คำบรรยาย
60	ภาพการนำเซลล์จากเต้านมของแม่แกะฟินน์ดอร์เซ็ตมาเลี้ยงในอาหารเลี้ยงตัวอ่อน	1. นักวิทยาศาสตร์แยกเซลล์จากเต้านมของแกะตัวเมียพันธุ์ฟินน์ดอร์เซ็ท อายุ 6 ปี ที่กำลังตั้งท้องแล้วนำมาเพาะเลี้ยงโดยให้สารอาหารน้อย ๆ เพื่อจะบังคับให้เซลล์อยู่ในสภาพขาดอาหารแล้วจะได้หยุดกิจกรรมการแบ่งตัว พร้อมทั้งหยุดกิจกรรมของพันธุกรรมไว้ชั่วคราว
61	ภาพการนำไข่ที่ยังไม่ได้ปฏิสนธิจากแกะพันธุ์หน้าดำมาดูดเอานิวเคลียสออก	2. ระหว่างนั้นนักวิทยาศาสตร์ก็ไปเก็บเซลล์ไข่ ที่ยังไม่ได้ปฏิสนธิมาจากแกะสก็อตพันธุ์หน้าดำ เมื่อได้แล้วก็จัดการดูดนิวเคลียส หรือไข่แดงออก (ภายในนิวเคลียสจะมีหน่วยพันธุกรรมสำคัญ คือ ดีเอ็นเอ) ทำให้เหลือแต่เซลล์ไข่ที่มีคุณสมบัติของความเป็นเซลล์ พร้อมที่จะสร้างตัวอ่อนได้
62	ภาพการรวมเซลล์โดยใช้กระแสไฟฟ้า	3. นักวิทยาศาสตร์นำเซลล์ทั้งสองมาวางเคียงข้างกันแล้วปล่อยกระแสไฟฟ้าเพื่อให้เซลล์ทั้งสองรวมตัวเข้าด้วยกันราวกับการเอาฟองสบู่ 2 ฟองมารวมกัน เสร็จแล้วปล่อยกระแสไฟฟ้าที่เลียนแบบการพุ่งออกมาของพลังงานขณะเกิดการปฏิสนธิ ตามธรรมชาติ เพื่อกระตุ้นการแบ่งตัวของเซลล์ให้ได้ตัวอ่อน
63	ภาพการนำตัวอ่อนไปฝากแม่แกะหน้าดำอีกตัวหนึ่งเพื่อให้อุ้มท้อง	4. ประมาณ 6 วันต่อมานักวิทยาศาสตร์นำตัวอ่อนที่เกิดขึ้น ไปฝังตัวที่มดลูกของแกะพันธุ์หน้าดำอีกตัวหนึ่ง เพื่อให้ช่วยอุ้มบุญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	ภาพ	คำบรรยาย
64	ภาพ ลูกแกะดอลลี่	5. พอครบกำหนดแกะพันธุ์หน้าดำก็คลอดทารกเป็นแกะพันธุ์ฟินน์ดอร์ เซ็ทชื่อ "ดอลลี่" ซึ่งมีหน่วยพันธุกรรม เหมือนเปี๊ยบกับแกะตัวที่ให้เซลล์เต้านมมาเป็นต้นแบบ และเป็นผลิตผลทางโคลนนิ่งตัวแรกที่สร้างจากเซลล์ของสัตว์ที่โตแล้ว
65	ภาพแกะดอลลี่	แกะดอลลี่ที่สมบูรณ์ของ ดร.เอียน วิลมุต จากการโคลนนิ่งโดยใช้เซลล์เต้านม
66	กุญแจสำคัญของการทำ Cloning (ตัวอักษร)	กุญแจสำคัญของการทำ Cloning คือ การทำให้เซลล์เดียวดีจะนำมาเป็นต้นแบบนั้น สงบเงียบเป็นการชั่วคราว เพราะในความสงบนิ่งเฉยอยู่นั้น หน่วยพันธุกรรมทั้งหมดที่ปรากฏภายในเซลล์จะมีศักยภาพในการแสดงบทบาทได้ทุกหน่วย หน้าที่ต่อไปคือ หาเซลล์ไข่ที่มีโปรตีนสำคัญในการกระตุ้นหน่วยพันธุกรรมให้ทำงาน
67	ขอขอบคุณ อาจารย์สมจิตต์ กล่ำกลิ่น อาจารย์ที่ปรึกษา ดร.เอียน วิลมุต อาจารย์โสตทัศนศึกษาและอาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์เกษตรทุกท่าน (ตัวอักษร)	ขอขอบคุณ อาจารย์สมจิตต์ กล่ำกลิ่น อาจารย์ที่ปรึกษา ดร.เอียน วิลมุต อาจารย์โสตทัศนศึกษาและอาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์เกษตรทุกท่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	ภาพ	คำบรรยาย
68	ภาพโคลนผู้จัดทำ	เพลงบรรเลง
69	ภาพแกะ	เพลงบรรเลง
70	ภาพ DR.IAN WILMUT	เพลงบรรเลง
71	สวัสดี	เพลงบรรเลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 การผลิตสไลด์

3.5.1 อุปกรณ์ที่ใช้เพื่อการสร้างสไลด์

1. กล้องถ่ายรูป พร้อมอุปกรณ์ประกอบด้วย
   1.1 สายลั่นไก
   1.2 ขาตั้งกล้อง
   1.3 เลนส์ไมโคร
2. ฟิล์มสไลด์ 5 ม้วน
3. ฟิล์มสี 5 ม้วน
4. กระดาษโรเนี้ยว ขนาด A4 จำนวน 3 รีม
5. ชุดเครื่องเขียน 1 ชุด
6. เทปคาสเซ็ตบันทึกเสียง 1 ม้วน
7. ชุดบันทึกเสียงระบบเลื่อนภาพอัตโนมัติ 1 ชุด
8. เครื่องคอมพิวเตอร์ พร้อมอุปกรณ์
   - เครื่องสแกนเนอร์ 1 เครื่อง
   - เครื่อง Print 1 เครื่อง
   - แผ่น Diskette 20 แผ่น
9. อักษรลอก 3 แผ่น

3.5.2 วิธีดำเนินการ

1. เสนอและตรวจสอบชื่อหัวเรื่องของปัญหาพิเศษ
2. ศึกษาหลักสูตรการปรับปรุงพันธุ์สัตว์
3. ศึกษาเอกสารและรายละเอียดที่เกี่ยวกับการโคลนนิ่ง เพื่อกำหนดทิศทางและขอบเขตของปัญหา
4. ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับแหล่งข้อมูล จากวารสาร หนังสือ หน่วยงานราชการ สถานศึกษา เพื่อนำข้อมูลมาประกอบการเขียนโครงร่าง
5. เขียนโครงร่างปัญหาพิเศษ
6. เสนอโครงร่างปัญหาพิเศษต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อการพิจารณาอนุมัติ
7. กำหนดเนื้อหา ทำ Script คำบรรยายบรรจุในสไลด์
8. ติดต่อสถานที่ถ่ายทำและแหล่งข้อมูล
   - มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- มหาวิทยาลัยมหิดล คณะวิทยาศาสตร์
- จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย คณะวิทยาศาสตร์

9. ถ่ายภาพตามที่กำหนดใน Script
10. ทำการบันทึกคำบรรยายและสัญญาณเลื่อนภาพอัตโนมัติ
11. นำผลงานไปตรวจสอบกับเจ้าหน้าที่ห้องโสต เพื่อแก้ไขและปรับปรุง เป็นการประมวลผลงานเบื้องต้น ส่วนความถูกต้องของเนื้อหาได้รับการตรวจสอบแก้ไขโดย อ.สมจิตต์ กล่ำกลิ่น
12. จัดทำภาคเอกสาร
13. เสนอผลงานที่เสร็จสมบูรณ์แล้วต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อการพิจารณา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การตรวจสอบอุปกรณ์ และการแก้ไข

4.1 แสดงวิธีการตรวจสอบ

เมื่อทำสไลด์ประกอบคำบรรยายเรื่องโคลนนิ่งในสัตว์เสร็จเรียบร้อยแล้ว ได้จำนวนภาพสไลด์ทั้งหมด 71 ภาพ แล้วนำมาตรวจสอบโดยจะแบ่งการตรวจสอบเป็น 2 กรณี คือ

กรณีที่ 1 ตรวจสอบเนื้อหาวิชาการเกี่ยวกับคำบรรยายสไลด์ ว่าตรงกับวัตถุประสงค์การเรียนการสอน รายวิชาปรับปรุงพันธุ์สัตว์ (03622203) โดยอาจารย์ สมจิตต์ กล่ำกลิ่น ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาในการทำปัญหาพิเศษ ในครั้งนี้

กรณีที่ 2 การตรวจสอบทางด้านโสตทัศนศึกษา ว่ามีคุณภาพทางด้านสื่อการเรียนที่ดีหรือไม่ โดยเรียนเชิญอาจารย์ทางด้านโสตทัศนศึกษาประจำคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม เป็นผู้ประเมินผล โดยใช้แบบประเมินผลทั้งสองกรณีดังนี้

แบบประเมินผลคุณภาพสไลด์

1. ทางด้านโครงสร้างสไลด์

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่าง และเติมข้อความลงในช่องว่างที่กำหนดให้

ระดับคะแนน 1 หมายถึง ระดับแก้ไข ระดับคะแนน 4 หมายถึง ระดับดี

ระดับคะแนน 2 หมายถึง ระดับพอใช้ ระดับคะแนน 5 หมายถึง ระดับดีมาก

ระดับคะแนน 3 หมายถึง ระดับปานกลาง

คำถาม	ระดับความคิดเห็น				
	1 แก้ไข	2 พอใช้	3 ปานกลาง	4 ดี	5 ดีมาก
ความชัดเจนของภาพ					
ขนาดของตัวอักษร					
องค์ประกอบของภาพ					
ความยากง่ายในการอ่านตัวอักษร					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำถาม	ระดับความคิดเห็น				
	1 แก้ไข	2 พอใช้	3 ปานกลาง	4 ดี	5 ดีมาก
ความถูกต้องของตัวอักษร					
ความสมดุลย์ ของแสงและสีในแผ่นสไลด์					
เสียงดนตรีเหมาะสมกับเรื่อง					
ความสัมพันธ์ของเสียงดนตรีกับคำบรรยาย					
ความชัดเจนของเสียงคำบรรยาย					
การออกเสียงตามอักขรวิธี					
การเว้นวรรคตอนขณะอ่านคำบรรยาย					
การเน้นความสำคัญของเนื้อเรื่องขณะอ่านคำบรรยาย					

ข้อเสนอแนะอื่นๆ.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ทางด้านเนื้อหาสไลด์

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่าง และเติมข้อความลงในช่องว่างที่กำหนดให้

ระดับคะแนน 1 หมายถึง ระดับแก้ไข ระดับคะแนน 4 หมายถึง ระดับดี

ระดับคะแนน 2 หมายถึง ระดับพอใช้ ระดับคะแนน 5 หมายถึง ระดับดีมาก

ระดับคะแนน 3 หมายถึง ระดับปานกลาง

คำถาม	ระดับความคิดเห็น				
	1 แก้ไข	2 พอใช้	3 ปานกลาง	4 ดี	5 ดีมาก
เนื้อหาถูกต้องตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตร					
ความสัมพันธ์ต่อเนื่องกัน ระหว่างภาพกับคำบรรยาย					
ความครบถ้วนของเนื้อหาที่ต้องการสอน					
เนื้อหาเหมาะสมกับระดับปริญญาตรี					
การเรียบเรียงเนื้อหาจากง่ายไปหายากตามขั้นตอน					

ข้อเสนอแนะอื่นๆ.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 แสดงผลการตรวจสอบอุปกรณ์และการแก้ไข

เมื่อทำสไลด์ประกอบคำบรรยายเรื่องโคลนนิ่งในสัตว์เสร็จเรียบร้อยแล้ว ได้จำนวนภาพสไลด์ทั้งหมด 71 ภาพ แล้วนำมาตรวจสอบโดยจะแบ่งการตรวจสอบเป็น 2 กรณี คือ

กรณีที่ 1 ตรวจสอบเนื้อหาวิชาการเกี่ยวกับคำบรรยายสไลด์ ว่าตรงกับวัตถุประสงค์การเรียนการสอน รายวิชาปรับปรุงพันธุ์สัตว์ (03622203) โดยอาจารย์ สมจิตต์ กล่ำกลิ่น ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาในการทำปัญหาพิเศษ ในครั้งนี้

กรณีที่ 2 การตรวจสอบทางด้านโสตทัศนศึกษา ว่ามีคุณภาพทางด้านสื่อการเรียนที่ดีหรือไม่ โดยเรียนเชิญอาจารย์ทางด้านโสตทัศนศึกษาประจำคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม เป็นผู้ประเมินผล โดยใช้แบบประเมินผลทั้งสองกรณีดังนี้

แบบประเมินผลคุณภาพสไลด์

1. ทางด้านโครงสร้างสไลด์

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่าง และเติมข้อความลงในช่องว่างที่กำหนดให้

ระดับคะแนน 1 หมายถึง ระดับแก้ไข ระดับคะแนน 4 หมายถึง ระดับดี

ระดับคะแนน 2 หมายถึง ระดับพอใช้ ระดับคะแนน 5 หมายถึง ระดับดีมาก

ระดับคะแนน 3 หมายถึง ระดับปานกลาง

คำถาม	ระดับความคิดเห็น				
	1 แก้ไข	2 พอใช้	3 ปานกลาง	4 ดี	5 ดีมาก
ความชัดเจนของภาพ					✓
ขนาดของตัวอักษร					✓
องค์ประกอบของภาพ				✓	
ความยากง่ายในการอ่านตัวอักษร					✓

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำถาม	ระดับความคิดเห็น				
	1 แก้ไข	2 พอใช้	3 ปานกลาง	4 ดี	5 ดีมาก
ความถูกต้องของตัวอักษร				✓	
ความสมดุลย ของแสงและสีในแผ่นสไลด์					✓
เสียงดนตรีเหมาะสมกับเรื่อง					✓
ความสัมพันธ์ของเสียงดนตรีกับคำบรรยาย				✓	
ความชัดเจนของเสียงคำบรรยาย					✓
การออกเสียงตามอักขรวิธี				✓	
การเว้นวรรคตอนขณะอ่านคำบรรยาย					✓
การเน้นความสำคัญของเนื้อเรื่องขณะอ่านคำบรรยาย					✓

ข้อเสนอแนะอื่นๆ.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ทางด้านเนื้อหาสไลด์

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่าง และเติมข้อความลงในช่องว่างที่กำหนดให้

ระดับคะแนน 1 หมายถึง ระดับแก้ไข ระดับคะแนน 4 หมายถึง ระดับดี

ระดับคะแนน 2 หมายถึง ระดับพอใช้ ระดับคะแนน 5 หมายถึง ระดับดีมาก

ระดับคะแนน 3 หมายถึง ระดับปานกลาง

คำถาม	ระดับความคิดเห็น				
	1 แก้ไข	2 พอใช้	3 ปานกลาง	4 ดี	5 ดีมาก
เนื้อหาถูกต้องตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตร					✓
ความสัมพันธ์ต่อเนื่องกัน ระหว่างภาพกับคำบรรยาย					✓
ความครบถ้วนของเนื้อหาที่ต้องการสอน					✓
เนื้อหาเหมาะสมกับระดับปริญญาตรี					✓
การเรียบเรียงเนื้อหาจากง่ายไปหายากตามขั้นตอน				✓	

ข้อเสนอแนะอื่นๆ.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปการดำเนินงาน

การทำปัญหาพิเศษเกี่ยวกับ สไลด์ประกอบคำบรรยาย เรื่องโคลนนิ่งในสัตว์ (SOUND SLIDE ON CLONING IN ANIMAL) ในครั้งนี้เพื่อใช้เป็นสื่อและอุปกรณ์การสอน ในรายวิชาการปรับปรุงพันธ์สัตว์ (03622203) ตามหลักสูตร ระดับปริญญาตรีต่อเนื่อง 2 ปี หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง สังกัดทบวงมหาวิทยาลัย พอที่จะสรุปได้ดังนี้

ในระยะแรกผู้จัดทำได้ให้ความสนใจกับการปรับปรุงพันธุ์เป็นทุนเดิมอยู่แล้ว หลังจากมีข่าวการทำโคลนนิ่ง แกะดอลลี่ ของ DR. IAN WILMUT และคณะ ทำให้ผู้จัดทำเกิดความสนใจ จึงได้ศึกษาและค้นคว้าจากแหล่งวิชาการด้านการศึกษา วารสารและนิตยสาร แล้วนำมาประมวลผลดังนี้

1. ในสาระของเนื้อหาคำบรรยาย นำข้อมูลที่ได้มาเรียบเรียงแล้วลำดับก่อนหลังตามความสำคัญเนื้อหาวิชาการ

2. ในส่วนของสไลด์ ทำการถ่ายรูปภาพที่สมบูรณ์ที่สุด และทำเครื่องหมายอักษรย่อย สจล. ให้อยู่ที่มุมขวาของสไลด์ด้วย และทำสัญญาณเลื่อนภาพอัตโนมัติ

แล้วนำผลงานทั้ง 2 ฝ่าย มาประเมินผล โดยทำการตรวจสอบทั้ง 2 ด้าน คือ ทั้งด้านเนื้อหาวิชาการ และทางด้านโสตทัศนูปกรณ์ มีคุณภาพเหมาะสมที่จะนำมาเป็นสื่อการเรียนสอนหรือไม่

หากนับระยะเวลาในการดำเนินการทำปัญหาพิเศษ สไลด์ประกอบคำบรรยายเรื่อง การโคลนนิ่งในสัตว์ (SOUND SLIDE ON CLONING IN ANIMAL) ในครั้งนี้ เริ่มดำเนินการตั้งแต่ 2 มิถุนายน 2540 ถึงเดือน กันยายน 2540 ได้ผลงานดังนี้

1. สไลด์	1 ชุด	จำนวน	72	ภาพ
2. เทปบันทึกเสียงคำบรรยาย			1	ม้วน
3. คำบรรยายประกอบสไลด์			1	เล่ม
4. รูปเล่มปัญหาพิเศษ			4	เล่ม
ค่าใช้จ่ายในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้			9,080	บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

ปัญหาและอุปสรรคของการทำสไลด์ ประกอบคำบรรยาย เรื่องการโคลนนิ่งในสัตว์ (SOUND SLIDE ON CLONING IN ANIMAL) สรุปได้ดังนี้

ส่วนเนื้อหาวิชาการ

เนื่องจากการโคลนนิ่งเป็นเรื่องใหม่ เมื่อเดือนกุมภาพันธ์ 2540 นี้ ระยะ 4-8 เดือน ทำให้ข้อมูลมีน้อยมาก จึงเป็นการอยากที่จะศึกษา ค้นคว้า ส่งผลให้การดำเนินการทำปัญหาพิเศษเป็นไปค่อนข้างมีปัญหาอยู่บ้าง

ส่วนของการทำสไลด์

1. การใช้อุปกรณ์ในการถ่ายทำ ผู้จัดทำยังขาดความชำนาญ
2. อุปกรณ์ที่ใช้ทำสไลด์ มีน้อย ส่งผลให้การทำปัญหาพิเศษเป็นไปด้วยความล่าช้า
3. ผู้จัดทำยังขาดเทคนิค การทำสไลด์บางประการ

5.3 ข้อเสนอแนะ

การทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้ ทำให้ผู้จัดทำได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับงานครั้งนี้ ซึ่งขอเสนอแนะไว้ดังนี้

1. ก่อนทำการตัดสินใจจะทำเรื่องปัญหาพิเศษ ผู้จัดทำควรทำการ สำรวจเรื่อง วิเคราะห์เรื่องถึงความเป็นไปได้ และควรทำการปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาเป็นระยะ ๆ เพื่อการตัดสินใจที่ถูกต้อง

2. ผู้จัดทำควรทำการศึกษาการทำสไลด์ และถ่ายรูปให้ละเอียด หรือแม้แต่การใช้คอมพิวเตอร์ เพื่อความสะดวกในการทำงานมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กองบรรณาธิการ. Cloning special UPDATE . ปีที่ 11 (เมษายน 2540) : หน้า 59-65.

จิรพันธ์ เขมะสุวรรณ. "การใช้ประโยชน์สไลด์เทปเสียงในการสอนวิชาสุขศึกษา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3" วิทยาศาสตร์นิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์บัณฑิต แผนกวิชาโสตทัศนศึกษาบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2517.

ชม ภูมิภาค. เทคโนโลยีทางการสอนและการศึกษา . พิมพ์ครั้งที่ 2 . กรุงเทพฯ : ม.ป.พ., 2524.

ณรงค์ สมพงค์. สื่อเพื่องานส่งเสริมเผยแพร่. งานการพิมพ์ฝ่ายสื่อการศึกษา สำนักและฝึกอบรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ . กรุงเทพฯ, 2530.

บุญลือ นาคอิ่ม. "การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาษาไทยเรื่องนิราศพระบาท ระหว่างการสอนด้วยบทเรียนสไลด์กับการสอนแบบธรรมดาในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย" วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. 2529.

ปฏิวัติ จันทร์ทิพย์. "การประเมินผลการใช้สไลด์ประกอบคำบรรยายเรื่องการผสมเทียมไก่" ปัญหาพิเศษ ภาควิชาครุศาสตร์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2528.

ประทิน คล้ายนาค. การผลิตวัสดุสำหรับเครื่องฉายภาพนิ่ง. มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2527.

พฤฒิพงษ์ เล็กศิริรัตน์. การออกแบบสื่อการสอน. ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สงขลา, ม.ป.ป..

ไพโรจน์ เบาใจ. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการสอนวิชาสุขศึกษา . การศึกษามหาบัณฑิต วิทยาลัยวิชาศึกษาประสานมิตร กรุงเทพฯ : ม.ป.พ., 2526.

ไพรัตน์ ยิ้มวิลัย. Cloning spacial UPDATE. ปีที่ 11 (เมษายน 2540) : หน้า 67-70.

ไพศาล เหล่าสุวรรณ. พันธุศาสตร์ . พิมพ์ครั้งที่ 1 . กรุงเทพฯ :ไทยวัฒนาพานิช, 2515.

มงคล เตชะกำพุ. เอกสารประกอบการสอน เทคโนโลยีชีวภาพในการปรับปรุงพันธุ์โคนม . ภาควิชาสูติศาสตร์ เธนุเวชวิทยาและวิทยาการสืบพันธุ์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , ม.ป.ป.

เยส โคลนนิ่งเมื่อนิยายกลายเป็นจริง . UPDATE . ปีที่ 11 (เมษายน 2540) : หน้า 42-58.

ลัดดา สุขปรีดี . เทคโนโลยีการสอน . กรุงเทพฯ : อักษรวัฒนา, 2523.

สันทัดและพิมพ์ใจ ภิบาลสุข. สื่อการสอน. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : พีระพาณิช, 2540.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมบูรณ์ สงวนญาติ. เทคโนโลยีทางการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์การศาสนา, 2534.

สาโรจน์ เกษมสุขโชติกุล. สะเก็ดข่าวโคลนนิ่ง. UPDATE. ปีที่ 11 (เมษายน 2540) : หน้า 66.

สาโรจน์ แพ่งยัง. เทคโนโลยีการผลิตสื่อการสอนหลักการและทฤษฎีที่นำมาใช้. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ, 2529.

สุนันท์ สังข์อ่อง. สื่อการสอนและนวัตกรรมทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, 2526.

สุรินทร์ ปิยโชคณากุล. พันธุวิศกรรมเบื้องต้น. ภาควิชาพันธุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2539.

สุวิมล วัชราภัย. ความรู้เบื้องต้นเรื่องสื่อการสอน. คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ, 2523.

เศรษฐวัชร ฉ่ำศาสตร์. ปฏิบัติการพันธุศาสตร์. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา, 2539.

วิฑูรย์ เลี่ยนจำรูญ. โคลงนิ่งแง่มุมทางสังคมและนิเวศวิทยา. UPDATE. ปีที่ 11 (เมษายน 2540) : หน้า 34-35.

วิรุฬห์ ลีลาพฤทธ์. โสตทัศนอุปกรณ์ประเภทเครื่องฉายและเครื่องเสียง. พิมพ์ครั้งที่ 2 . กรุงเทพฯ :ม.ป.พ., 2519.

วิลาส นิรันดร์สุขศิริ. โคลนนิ่ง. UPDATE. ปีที่ 12 (มิถุนายน 2540) : หน้า 56-58.

วาสนา ชาวหา. สื่อการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ :โอเอสพริ้นติ้งเฮาส์, 2532.

โอวาท พูลศิริ. เอกสารประกอบการสอนในรายวิชาสื่อการเรียนการสอนชุดชุดการผลิตสไลด์. ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, ม.ป.ป..

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 จุดประสงค์เทคโนโลยีชีวภาพทางวิทยาการสืบพันธุ์

Technology	Objective
Artificial Insemination (AI) การผสมเทียม	ปรับปรุงพันธุกรรม (สายพ่อ)
Embryo Transfer (ET) การย้ายฝากตัวอ่อน	ปรับปรุงพันธุกรรม (สายแม่)
Embryo Culture การเลือกตัวอ่อน	ยืดอายุตัวอ่อนนอกร่างกาย
Embryo Freezing การแช่แข็งตัวอ่อน	การเก็บรักษาพันธุกรรม
Embryo splitting การตัดแบ่งตัวอ่อน	การผลิตลูกแฝดเหมือน
In vitro Fertilization การปฏิสนธินอกร่างกาย	การผลิตตัวอ่อน
Embryo Sexing การคัดเลือกเพศตัวอ่อน	คัดเพศผู้หรือเพศเมีย
Sperm micro injection การฉีดอสุจิ	การปฏิสนธิกับไข่ตัวอ่อน
Nuclear transfer การย้ายฝากนิวเคลียส	การผลิตลูกแฝดเหมือนจำนวนมาก
Gene transfer การย้ายนิวเคลียส (อนาคต)	การผลิตสัตว์ที่มีพันธุดีเลิศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 EMBRYO BIOTECHNOLOGY APPLICATION IN ANIMAL REPRODUCTION

GENERATION I ⇨ ARITFICIAL INSEMINATION , (AI)
GENERATION II ⇨ EMBRYO TRANSFER (ET) AND RELATED TECHNOLOGIES - embryo culture การนำตัวอ่อนมาเลี้ยงนอกร่างกาย - embryo freezing การนำตัวอ่อนมาเก็บในไนโตรเจน เหลวที่ 196^{0}C (liquid Nitrogen)
GENERATION III ⇨ EMBRYO BISECTION SPERM SEXING การคัดเลือกเพศอสุจิ IVM-IVF-IVC การปฏิสนธินอกร่างกาย CLONING BY NUCIEAR TRANSFER การผลิตสัตว์เหมือน
GENERATION IV ⇨ GENE TRASFER AND GENE TEDHNOLOGY การปรับปรุงพันธุ์สัตว์โดยใช้ การย้ายฝากยีนต์ และ การ ใช้เทคโนโลยีทางยีนต์
GENERATION V ⇨ ?? ??

ประวัติความเป็นมาในการย้ายฝากนิวเคลียส

วิธีการย้ายฝากนิวเคลียสมีการค้นพบมาเกือบ 60 ปีแล้ว ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1938 โดย Speeman โดยมีความคิดที่ว่า

"เซลล์ที่มีในร่างกายไม่ว่าจะเป็นเซลล์ส่วนไหนของร่างกาย เช่น เซลล์กล้ามเนื้อ เซลล์ตับ เซลล์ไต ฯลฯ จะมีการเปลี่ยนแปลง (differentiate) จากเซลล์ดั้งเดิมคือ บลาสโตเมียร์ของตัวอ่อน นั้นอาจหมายความว่าเซลล์ทุกเซลล์มีความสามารถในการพัฒนาเป็นเซลล์ชนิดอื่น ๆ ได้ (totipotency)"

Speeman ได้ทดลองย้ายฝากนิวเคลียสของเซลล์ของตัวอ่อนกบ ระยะมอรูล่าไปยังไข่ที่ยังไม่ปฏิสนธิ (โอโอไซต์) ที่เอานิวเคลียสออกไป (enucleated oocyte) พบว่าสามารถได้ตัวอ่อนจำนวนหนึ่งที่มีลักษณะทางพันธุกรรม (genotype) เหมือนกับตัวอ่อนที่เป็นตัวให้นิวเคลียส วิวัฒนาการของการศึกษาการย้ายฝากนิวเคลียสแสดงในตารางที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การย้ายฝากนิวเคลียสได้มีการทดลองมานานแล้วโดยเฉพาะในสัตว์ที่มีกระดูกสันหลัง โดย Briggs และ King (1952) ได้ทดลองในกบ (Rana pipiens) โดยอาศัยเทคนิคที่พัฒนาโดย Speeman ในปี ค.ศ. 1938 และต่อมาได้มีการวิจัยในสัตว์ที่ไม่ได้เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม เช่น ใน Xenopus laevis (Gurdon, 1986) Rana pipiens (McKinnell. 1981) และในปลา (Tung et al. 1965)

ตารางที่ 4 วิวัฒนาการของการย้ายฝากนิวเคลียส

ปี ค.ศ.	ชนิดของสัตว์	เอกสารอ้างอิง
1938-1962	Amphibian (กบ)	Speeman (1938) Briggs & King (1952) Fischberg et al. (1958) McKinnell (1962)
1981	หนูเม้าส์	Illmensee & Hoppe (1981)
1986	แกะ	Willadsen (1968)
1989	สุกร กระต่าย	Prather et al. (1989) Stice & Robl (1989)
1990	โค	Prather et al. (1990)
1996	แกะ (Cell line, TNT)	Campbell et al. (1996)
1997	Dolly (Mammary Gland Cell Line)	Campbell et al. (1996)

ได้มีการวิวัฒนาการของวิธีการทำการย้ายฝากนิวเคลียส โดยเฉพาะยึดเอางานของ Brigges และ King (1952) มาเป็นรูปแบบการพัฒนาในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม

ในปี ค.ศ. 1981 นักวิทยาศาสตร์ ชาวสวีส Illmensee และ Hoppe ได้นำวิธีการย้ายฝากนิวเคลียสมาใช้กับสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ซึ่งนับเป็นจุดเริ่มต้นของการศึกษาการย้ายฝากนิวเคลียสในสัตว์ทดลองและปศุสัตว์อย่างจริงจัง แต่เป็นที่น่าเสียดายว่างานของ Illmensee & Hoppe ไม่สามารถทำซ้ำได้ โดยนักวิทยาศาสตร์กลุ่มอื่น ๆ

ต่อมา Robl และคณะ (1982) ได้ใช้เทคนิคของ McGrath และ Solter (1983) ได้แสดงให้เห็นว่านิวเคลียสของเซลล์หนึ่งเซลล์ของตัวอ่อนหนูเม้าส์ระยะ 2 เซลล์ สามารถนำไปทดแทนโปรนิวเคลียสของตัวอ่อนระยะ 1 เซลล์ได้ แต่เมื่อนำเอาบลาสโตเมียร์ของตัวอ่อนระยะ 8 เซลล์มาฝากในบลาสโตเมียร์ของตัวอ่อนระยะ 2 เซลล์ พบว่า ไม่ประสบผลสำเร็จ จึงสรุปได้ว่าหนูเม้าส์ไม่ใช่ต้นแบบ (model) ในการศึกษาการย้ายฝากนิวเคลียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การนำเอาวิธีการนี้ไปใช้ในสัตว์เศรษฐกิจได้มีการศึกษาโดย Willadsen (1986) ซึ่งนับว่าเป็นผู้บุกเบิกงานวิจัยนี้ในสัตว์เศรษฐกิจ โดยพบว่า

1) โอโอไซต์เหมาะสำหรับเป็นไซโตพลาสซึ่มตัวรับ (cytoplasmic recipient) กว่าตัวอ่อนระยะ 1 เซลล์ (zygote) ทุกวันนี้ได้มีการใช้โอโอไซต์ที่ได้จากการเลี้ยงในหลอดทดลอง (in vitro matured oocyte) หรือ จากที่เจริญในฟอลลิเคิล (in vitro matured oocyte)

2) บลาสโตเมียร์ของตัวอ่อนแกะระยะมอรูล่าสามารถใช้เป็นนิวเคลียสตัวให้ (totipotent)

จนถึงปัจจุบันการย้ายฝากนิวเคลียสได้มีการศึกษามากมาย มีรายงานความสำเร็จในสัตว์หลายชนิดทั้งในกระต่าย แกะ โค เป็นต้น จนถึงขั้นการใช้เซลล์ที่เลี้ยงไว้ (Cell Line) ทั้งที่มาจากเซลล์ที่เปลี่ยนแปลงแล้ว (differentiated cell) และเซลล์โซมาติก เช่น เซลล์จากต่อมน้ำนม (mammary)

การย้ายฝากนิวเคลียส (Nuclear transfer)

ในการเลี้ยงโคนมปัญหาที่สำคัญที่สุดอย่างหนึ่ง คือความแปรปรวนด้านพันธุกรรม โคบางตัวแม้มาจากพ่อแม่ตัวเดียวกันอาจให้ผลผลิตน้ำนมที่ต่างกัน ความแปรปรวนดังกล่าวทำให้การจัดการการเลี้ยง การให้อาหารแตกต่างกัน เพราะบางตัวมีความต้องการทางโภชนาการที่ต่างกัน แม้จะผลิตน้ำนมในปริมาณเดียวกัน ดังนั้นวิธีที่จะลดความแปรปรวนของพันธุกรรมคือการผลิตสัตว์ให้มีลักษณะทางพันธุกรรมเหมือนกัน เช่น การตัดตัวอ่อน (embryo splitting) หรือการผสมแบบ เลือดชิด แต่อย่างไรก็ตามวิธีการตัดตัวอ่อนมีข้อจำกัดคือ อาจผลิตได้เป็นคู่สอง คู่สาม หรือคู่สี่ เนื่องจากการสร้างตัวอ่อนที่สมบูรณ์คือประกอบด้วยเซลล์ inner cell mass และ trophoblast นั้น จะต้องมีจำนวนเซลล์ที่พอเพียง ดังนั้นหากมีการแบ่งตัวอ่อนเป็นส่วนๆ มากเกินไปอาจมีผลจะเกิดตัวอ่อนที่ผิดปกติ อาจมีเพียงเซลล์ trophoblast เท่านั้นเป็นส่วนเรียกว่า embryonic vesicle

การลดความแปรปรวนทางพันธุกรรม สามารถทำได้ด้วยเทคโนโลยีสมัยใหม่ ด้วยการนำเอานิวเคลียส ของตัวอ่อนตัวหนึ่งเพียงนิวเคลียสเดียวไปฝากในโอโอไซต์ที่ยังไม่ถูกปฏิสนธิ (unfertilized oocyte) โดยโอโอไซต์นั้นจะต้องเป็นโอโอไซต์ที่อยู่ในระยะพร้อมปฏิสนธิ (mature oocyte) เรียกวิธีนี้ว่า nuclear transfer หรือ nuclear transplantation

วิธีการนี้ไม่ใช่เพิ่งมีการค้นพบ แต่ค้นพบมาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1938 โดย Speeman มีความคิดว่า เซลล์ที่มีในร่างกายไม่ว่าจะเป็นเซลล์ส่วนใดของร่างกาย เช่น เซลล์กล้ามเนื้อ เซลล์ตับ ฯลฯ จะมีการเปลี่ยนแปลง (differentiate) จากเซลล์ดั้งเดิม คือ บลาสโตเมียร์ของตัวอ่อน นั่นอาจหมายความว่าเซลล์ทุกเซลล์มีความสามารถในการพัฒนาเป็นเซลล์ชนิดอื่นๆ ได้ (totipotency) Speeman

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้ทดลองย้ายฝากนิวเคลียสของเซลล์ตัวอ่อนกบระยะมอรูล่าไปยังโอโอไซต์ที่เอานิวเคลียสออกไป (enucleated oocyte) พบว่าได้ตัวอ่อนจำนวนหนึ่งที่มีลักษณะทางพันธุกรรม (genetic) เหมือนกับตัวอ่อนที่เป็นตัวให้นิวเคลียส จากปี 1938 ได้มีการวิวัฒนาการของวิธีการย้ายฝากนิวเคลียส โดยเฉพาะงานของ Briggs และ King (1952)

การย้ายฝากนิวเคลียส

การย้ายฝากนิวเคลียสเป็นวิธีการที่ค่อนข้างจะซับซ้อน โดยยึดเอางานของ Briggs และ King (1952) ที่ทำ โดยมีรายละเอียดคือ

1. การเตรียมโอโอไซต์ตัวรับ โดยการนำเอาโครโมโซมซึ่งเป็นสารพันธุ์กรรม ออกจากไซโทพลาซึมของโอโอไซต์ที่โตเต็มที่แต่ยังไม่ได้รับการปฏิสนธิ เรียกวิธีนี้ว่า "enucleation" การนำเอาสารพันธุ์กรรมออกนี้ต้องอาศัยการดูดด้วยไปเปต ขนาดเล็กมาก (micropipette) โดยแทงทะลุผ่านเปลือกของตัวอ่อน (zona pellucida) และผนังเซลล์ (plasma membrane) ในปัจจุบันนิยมแช่โอโอไซต์ขณะดูดโครโมโซมออกในสารละลายที่มีสาร cytochalasin B ซึ่งจะมีผลทำให้ผนังเซลล์ยืดหยุ่น (elastic) ช่วยลดการแตกสลายของผนังเซลล์ได้ หรืออาจทำการดูดบริเวณขอบของผนังเซลล์ที่อยู่ติดกับ first polar body ตามปกติโครโมโซมของโอโอไซต์ โดมักจะอยู่บริเวณนั้น แต่อาจใช้ไม่ได้กับโอโอไซต์ของสัตว์อื่นๆ เนื่องจากอาจไม่ได้อยู่บริเวณริมของโอโอไซต์ บางห้องปฏิบัติการอาจทำการดูดประมาณครึ่งหนึ่ง เหลือโอโอไซต์เพียงครึ่งเดียว หรือ นำไปปั่นด้วยความแรงมากซึ่งมีผลในการแยกเอาไซโทพลาซึมออกซึ่งเป็น วิธี nucleation อย่างหนึ่ง สามารถตรวจสอบว่าสารพันธุ์กรรมได้หลุดออกมาหรือไม่ โดยการย้อมดูด้วยสีย้อมพิเศษ เช่น สี Hoechst 33342 ซึ่งเป็นสีย้อมที่ไม่ทำให้เซลล์ตาย (vital dye)

2. การแยกเอานิวเคลียส (nuclear donor) ที่ย้ายฝากออกจากตัวอ่อน นิวเคลียสแต่ละนิวเคลียสได้จากเซลล์บลาสโตเมียร์แต่ละบลาสโตเมียร์ เช่น ตัวอ่อนระยะ 4 เซลล์ ก็ได้ 4 บลาสโตเมียร์ หรือ ตัวอ่อนระยะ 16 เซลล์ก็จะได้ 16 บลาสโตเมียร์ เป็นต้น ในการแยกเซลล์บลาสโตเมียร์หากเป็นตัวอ่อนระยะแรกๆ ทำโดยการดูดเข้าออก (pipetting) โดยใช้ไปเปตขนาดเล็กกว่าขนาดตัวอ่อนเล็กน้อย ด้วยแรงดูดเข้าออกจะทำให้เปลือกตัวอ่อนขาดและเซลล์จะถูกแยก แต่หากเป็นตัวอ่อนที่เริ่มรวมตัวกัน เช่น ตัวอ่อนระยะ early morula หรือ morula จะต้องมีการใส่เอนไซม์ชนิดย่อยโปรตีน เช่น Pronase หรือ ในน้ำยาที่ไม่มีส่วนประกอบของเกลือแคลเซียมหรือแมกนีเซียม (free calcium or magniseum) ขั้นตอนนี้สำคัญมากเพราะหากรุนแรงอาจทำให้ผนังเซลล์ (plasma membrane) เกิดการฉีดขาด และส่งผลต่อการนำไปฝากกับไซโทพลาซึมของโอโอไซต์ โดยจะไม่ติดกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การดูดเอานิวเคลียสตัวให้ไปใส่ยังไซโทพลาซึมของโอโอไซต์ ทำโดยการดูดเซลล์แต่ละอันในไปเปตชนิดปากฉลาม (bevel micropipette) แล้วแทงทะลุผ่านเปลือกตัวอ่อน (zona penetration) จากนั้นใช้วิธีดันตัวอ่อนอย่างช้า ๆ เข้าไปใต้เปลือก zona ปกติการควบคุมการเคลื่อนไหวของนิวเคลียสนั้นคุมด้วยน้ำมันที่อยู่ในตัวไปเปต และมีการควบคุมการเคลื่อนไหวเข้า-ออกด้วย micromanipulator ขั้นตอนนี้เรียกว่า nuclear transfer นั่นเอง

4. การเชื่อมนิวเคลียสให้ติดกับไซโทพลาซึมของโอโอไซต์ (fusion) เดิมใช้ fusogenic virus เช่น sendai virus ที่มีขนาดใหญ่ เป็นตัวเชื่อมเซลล์ โดยการ incubate โอโอไซต์หลังย้ายฝากนิวเคลียสด้วยสารละลายที่มี sendai virus เป็นส่วนประกอบ อย่างไรก็ตามพบว่า sendai virus ไม่เหมาะต่อการนำไปใช้กับเซลล์ของตัวอ่อนโค เมื่อเทียบกับตัวอ่อนของหนูเมาส์ หรือไวรัสบางชนิด เช่น bovid herpesvirus ที่เหมาะสำหรับเชื่อมเซลล์ต่อเซลล์ แต่เมื่อนำมาใช้กับตัวอ่อนของโคแล้วกลับไม่ได้ผล ต่อมาในปี ค.ศ. 1982 Berg พบว่าเซลล์จะเชื่อมต่อกันได้ดีเมื่อนำมาวางไว้ระหว่างอิเลคโทรด ขั้วบวกและขั้วลบ กระแสไฟฟ้าที่ผลทำให้เกิดการแตกของผนังเซลล์และเกิดรูขึ้นในผนังเซลล์ เมื่อรูนี้ปิดลงจะเกิดช่องระหว่างเซลล์ทั้งสอง ช่องดังกล่าวจะขยายใหญ่และเกิดการเชื่อมเป็นเซลล์ๆ เดียวในเวลาต่อมา การเชื่อมเซลล์ด้วยไฟฟ้าได้มีการทดลองในหนูเมาส์ แกะ โค สุกร หนูแรท แพะ แกะ และระหว่างเซลล์ของตัวอ่อนวัวกับไบซั่น การเชื่อมเซลล์ทั้งสองมีผลทำให้กลายเป็นเซลล์เดียวกัน เมื่อเซลล์รวมกันแล้ว จะเลี้ยงตัวอ่อนในน้ำยาเลี้ยงตัวอ่อน หลังจากนั้นตรวจผลการรวมตัวของเซลล์ เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นหลังรวมตัวกันคือการเกิด nuclear remodeling และ nuclear reprogramming

ตารางที่ 5 ประสิทธิภาพและจำนวนเซลล์ของตัวอ่อนโคที่เกิดจากการ cloning และ recloning

DONOR EMBRYO	FUSION RATE	MORULA/BLASTO-CYST (%)	CELL NUMBER / EMBRYO
Original 40.9 cells	584/887 (66%)	84/417 (20%)	27.5
1 st Gen.NT	576/961 (60%)	63/610 (10%)	27.5
2 nd Gen.NT	230/441 (52%)	49/225 (19%)	35.4
3 rd Gen.NT	67/124 (54%)	8/68 (12%)	not counted

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาการย้ายฝากนิวเคลียส

ความสำเร็จในการย้ายฝากนิวเคลียสในการผลิตลูกสัตว์ที่มีลักษณะเหมือนกันทางพันธุ์กรรม (Identical genetic animal)

1) อัตราความสำเร็จในการย้ายฝากนิวเคลียส โดยคิดเริ่มจากจำนวนโอโอไซต์เริ่มต้นไม่มากกว่า 6-7 % แม้แต่งานการผลิตแกะ (Dolly) โดย Dr. Wilmut และคณะ มีอัตราความสำเร็จเพียง 1% เท่านั้น

2) อัตราการตายของตัวอ่อนหลังการย้ายฝาก มีมากและไม่สอดคล้องกับอัตราการแบ่งตัว และการเจริญเป็นตัวอ่อนระยะบลาสโตซีสในหลอดทดลองได้

3) ลูกโคที่เกิดมามีเพียง 60-70% ที่ปกติ

4) ลูกโคที่เกิดมา 20-30% จะมีรูปร่างใหญ่ผิดปกติ เรียกว่า "large calf syndrome" โดยมีขนาดใหญ่กว่าลูกโคปกติประมาณ 2 เท่า ผลทกให้เกิดการคลอดยาก (dystocia) สำหรับสาเหตุยังไม่มีการศึกษาแน่นอน ส่วนหนึ่งอาจเกิดในขณะที่ตัวอ่อนผ่านกระบวนการต่างๆ ในหลอดทดลอง

5) ความผิดปกติของลูกโคที่พบนอกจากมีขนาดใหญ่แล้ว ยังพบปัญหาของข้อขาซึ่งมากกว่าลูกโคปกติประมาณ 10%

6) ระยะของการตั้งท้องยาวกว่าปกติ เมื่อเปรียบเทียบกับแม่โคปกติ

7) ยังมีปัจจัยอีกมากที่มี ยังรอคำตอบ อาทิเช่น แหล่งของนิวเคลียส ความสัมพันธ์ระหว่างนิวเคลียสกับไซโตพลาสซึ่มของโอโอไซต์ วงจรเซลล์ของตัวนิวเคลียส เป็นต้น

ความเป็นไปได้ในการผลิตลูกโคจากการย้ายฝากนิวเคลียส ได้มีรายงานทั้งในอเมริกาและในยุโรป โดยทั่วไปอัตราความสำเร็จยังอยู่ในระดับที่ไม่น่าพอใจ และยังไม่สามารถนำไปใช้ในระดับอุตสาหกรรมการผลิตโคได้อย่างแท้จริง รายงานของ Heyman และคณะ (1995) ได้อัตราการตั้งท้องที่ 21 วัน ประมาณ 60% และอัตราการตกลูก (calving rate) เพียงประมาณ 20-30% ทั้งนี้ขึ้นกับจำนวนตัวอ่อนที่ย้ายฝาก หากฝากมากกว่า 1 ใบจะได้อัตราสูงกว่าฝากใบเดียวประมาณ 10% ส่วนใหญ่พบว่ามีการตายของ clone embryo ระหว่าง 21 วันถึงคลอดในระดับสูง

สรุปขั้นตอนการถ่ายฝากนิวเคลียส (PROCESS OF NUCLEAR TRASFER)

- Oocyte Reciptent Preparation
- Nuclear Donor Preparation
- Blastomere Transfer
- fusion And Acttivation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

■ Viability Test

1) By Cutture (In Vitro)

2) By Transfer (In Vivo)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจสอบอุปกรณ์ และการแก้ไข

1 แสดงวิธีการตรวจสอบ

เมื่อทำสไลด์ประกอบคำบรรยายเรื่องโคลนนิ่งในสัตว์เสร็จเรียบร้อยแล้ว ได้จำนวนภาพสไลด์ทั้งหมด 71 ภาพ แล้วนำมาตรวจสอบโดยจะแบ่งการตรวจสอบเป็น 2 กรณี คือ

กรณีที่ 1 ตรวจสอบเนื้อหาวิชาการเกี่ยวกับคำบรรยายสไลด์ ว่าตรงกับวัตถุประสงค์การเรียนการสอน รายวิชาปรับปรุงพันธุ์สัตว์ (03622203) โดยอาจารย์ สมจิตต์ กล่ำกลิ่น ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาในการทำปัญหาพิเศษ ในครั้งนี้

กรณีที่ 2 การตรวจสอบทางด้านโสตทัศนศึกษา ว่ามีคุณภาพทางด้านสื่อการเรียนที่ดีหรือไม่ โดยเรียนเชิญอาจารย์ทางด้านโสตทัศนศึกษาประจำคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม เป็นผู้ประเมินผล โดยใช้แบบประเมินผลทั้งสองกรณีดังนี้

แบบประเมินผลคุณภาพสไลด์

1. ทางด้านโครงสร้างสไลด์

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่าง และเติมข้อความลงในช่องว่างที่กำหนดให้

ระดับคะแนน 1 หมายถึง ระดับแก้ไข ระดับคะแนน 4 หมายถึง ระดับดี

ระดับคะแนน 2 หมายถึง ระดับพอใช้ ระดับคะแนน 5 หมายถึง ระดับดีมาก

ระดับคะแนน 3 หมายถึง ระดับปานกลาง

คำถาม	ระดับความคิดเห็น				
	1 แก้ไข	2 พอใช้	3 ปานกลาง	4 ดี	5 ดีมาก
ความชัดเจนของภาพ					✓
ขนาดของตัวอักษร					✓
องค์ประกอบของภาพ				✓	
ความยากง่ายในการอ่านตัวอักษร					✓

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ทางด้านเนื้อหาสไลด์

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่าง และเติมข้อความลงในช่องว่างที่กำหนดให้

ระดับคะแนน 1 หมายถึง ระดับแก้ไข ระดับคะแนน 4 หมายถึง ระดับดี

ระดับคะแนน 2 หมายถึง ระดับพอใช้ ระดับคะแนน 5 หมายถึง ระดับดีมาก

ระดับคะแนน 3 หมายถึง ระดับปานกลาง

คำถาม	ระดับความคิดเห็น				
	1 แก้ไข	2 พอใช้	3 ปานกลาง	4 ดี	5 ดีมาก
เนื้อหาถูกต้องตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตร					✓
ความสัมพันธ์ต่อเนื่องกัน ระหว่างภาพกับคำบรรยาย					✓
ความครบถ้วนของเนื้อหาที่ต้องการสอน					✓
เนื้อหาเหมาะสมกับระดับปริญญาตรี					✓
การเรียบเรียงเนื้อหาจากง่ายไปหายากตามขั้นตอน				✓	

ข้อเสนอแนะอื่นๆ.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำถาม	ระดับความคิดเห็น				
	1 แก้ไข	2 พอใช้	3 ปานกลาง	4 ดี	5 ดีมาก
ความถูกต้องของตัวอักษร				✓	
ความสมดุลย ของแสงและสีในแผ่นสไลด์					✓
เสียงดนตรีเหมาะสมกับเรื่อง					✓
ความสัมพันธ์ของเสียงดนตรีกับคำบรรยาย				✓	
ความชัดเจนของเสียงคำบรรยาย					✓
การออกเสียงตามอักขรวิธี				✓	
การเว้นวรรคตอนขณะอ่านคำบรรยาย					✓
การเน้นความสำคัญของเนื้อเรื่องขณะอ่านคำบรรยาย					✓

ข้อเสนอแนะอื่นๆ.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้