บทที่ 1

บทนำ

บทนำต้นเรื่อง

ปาล์มน้ำมัน (oil palm) เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ตระกูลปาล์ม (Family Arecaceae) เช่นเดียวกับ มะพร้าว จาก อินทผลัม และตาลโตนด มีถิ่นกำเนิดในทวีปแอฟริกาและเริ่มเข้าสู่ประเทศไทย โดยเข้ามาทางประเทศอินโดนีเซีย มาเลเซีย การปลูกปาล์มน้ำมันในประเทศไทยนั้น พระยาประดิพัทธ์ภูบาล เป็นผู้นำเข้ามาเป็นครั้งแรกประมาณ 60 ปีมาแล้ว แต่ปลูกเป็นไม้ประดับที่สถานีทดลองยางคอหงส์ จังหวัดสงขลา และสถานีกสิกรรมพริ้ว จังหวัดจันทบุรี ปาล์มน้ำมันได้รับการส่งเสริมปลูกเป็นรูปบริษัทเป็นการค้าอย่างจริงจังเมื่อปี พ.ศ. 2511 คือ โครงการนิคมสร้างตนเองพัฒนาภาคใต้ จังหวัดสตูล และโครงการบริษัทอุตสาหกรรมน้ำมันและสวนปาล์มจำกัด จังหวัดกระบี่ โดยมีพื้นที่ปลูกแห่งละ 20,000 ไร่ ภายหลังได้รับความสำเร็จทั้งสองโครงการ จึงมีผู้สนใจและบริษัทปลูกปาล์มเกิดขึ้นมาก ทำให้การปลูกปาล์มในประเทศไทยได้ขยายไปอย่างรวดเร็ว และมีแนวโน้มการปลูกปาล์มเพิ่มขึ้นทุกปี (ศักดิ์ศิลป์ โชติสกุล และคณะ, 2541) โดยในปี พ.ศ.2544 มีเนื้อที่ปลูกปาล์มทั้งหมดประมาณ 1,800,000 ไร่ (ธีระ เอกสมทราเมษฐ์ และคณะ, 2546)

น้ำมันปาล์มสกัดได้จากส่วนของผลในชั้นของเปลือก (mesocarp) และเนื้อใน (kernel) ปริมาณน้ำมันที่สกัดออกจากผลปาล์มน้ำมันเมื่อคิดเทียบออกมาในพื้นที่เท่ากันแล้ว ปาล์มน้ำมันจะสามารถให้ผลผลิตน้ำมันสูงกว่าพืชน้ำมันอื่น ๆ อีกหลายชนิด คือ ถั่วลิสง ถั่วเหลือง ทานตะวัน งา และ ละหุ่ง สามารถนำน้ำมันปาล์มนี้มาใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวางในชีวิตประจำวันมนุษย์ เช่น ใช้ทำสบู่ เนยเทียม น้ำมันทอดกรอบ ส่วนผสมของผงซักฟอก เครื่องสำอาง และอุตสาหกรรมฉาบเหล็กและโลหะต่างๆ (พรชัย เหลืองอาภาพงศ์, 2523) ประกอบกับน้ำมันปาล์มเป็นน้ำมันพืชที่มีราคาถูกเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันพืชชนิดอื่น ดังนั้นแนวโน้มในอนาคตคาดว่าความต้องการใช้น้ำมันปาล์มยังคงมีความต้องการที่สูงและเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ตามการเพิ่มขึ้นของความต้องการบริโภคน้ำมันพืชรวมของโลก (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2540)

ปาล์มน้ำมันที่ใช้ปลูกทางการค้าจัดอยู่ในสกุล *Elaeis* มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Elaeis guineensis* Jacq. แบ่งออกเป็น 3 พันธุ์ (varities) ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ คือพันธุ์ดูร่าเป็นพันธุ์แท้ที่มีลักษณะเด่น คือ มีกะลาหนาและไม่มีวงเส้นใยรอบเมล็ด พันธุ์พิสิเฟอร่าเป็นพันธุ์แท้ที่มีลักษณะด้อย คือ ไม่มีกะลา แต่มีวงเส้นใยรอบๆ เมล็ด และพันธุ์เทเนอร่า ซึ่งเป็นลูกผสมระหว่างพันธุ์ดูร่าและพันธุ์พิสิเฟอร่า มีลักษณะเด่น คือ กะลาบาง และมีวงเส้นใยรอบๆ เมล็ด ลักษณะผลใหญ่ สามารถให้ผลผลิตน้ำมันในชั้นของเปลือกและน้ำมันจากเมล็ดในของผลสูงกว่าพันธุ์ดูร่าและพันธุ์พิสิเฟอร่า จึงเป็นพันธุ์ที่นิยมใช้ปลูกเพื่อการค้า อย่างไรก็ตามการถ่ายทอดลักษณะของพันธุ์ดูร่าและพันธุ์พิสิเฟอร่าเป็นลักษณะข่มไม่สมบูรณ์ และจากการผสมตัวเองในต้นพันธุ์เทเนอร่า ทำให้ได้ลูกผสมในชั่วที่ 2 หรือ F_2 ได้เป็นพันธุ์ดูร่า พันธุ์เทเนอร่า และพันธุ์พิสิเฟอร่า ในอัตราส่วน 1:2:1 ตามลำดับ ดังนั้นในทางปฏิบัติจึงมีความจำเป็นต้องผลิตเมล็ดพันธุ์เทเนอร่า ที่ได้จากการผสมระหว่างพันธุ์ดูร่าและพันธุ์พิสิเฟอร่าตลอดเวลา โดยต้นพันธุ์ที่ใช้เป็นพันธุ์พ่อและพันธุ์แม่จะต้องมีลักษณะที่ดีด้วย พบว่าการปลูกปาล์มน้ำมันนั้นแม้แต่พันธุ์เทเนอร่าเองซึ่งเป็นลูกผสมชั่วแรก หรือ F_1ยังมีความแปรปรวนทางพันธุกรรมค่อนข้างสูง (ประมาณร้อยละ 20) ผลผลิตต่อต้นไม่สม่ำเสมอ ทำให้ผลผลิตต่อพื้นที่ไม่สูงเท่าที่ควรจะเป็น ดังนั้นการปลูกปาล์มน้ำมันด้วยต้นพันธุ์ที่ดีที่มีความสม่ำเสมอสูงจึงเป็นแนวทางหนึ่งที่จะเพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่ให้มากขึ้นได้ (ไพบูลย์ กวินเลิศวัฒนา และคณะ, 2526 อ้างโดย วิสุทธิ์ พัชรพิสุทธิ์สิน, 2532)

การที่จะได้ต้นที่มีความสม่ำเสมอทางพันธุกรรมนั้น สามารถได้มาโดยการคัดเลือกต้นพันธุ์ดี จากนั้นนำมาขยายพันธุ์โดยวิธีไม่อาศัยเพศ เช่น การปักชำ ตอนกิ่งและติดตา แต่พบว่าวิธีการดังกล่าวไม่สามารถนำมาใช้ได้กับปาล์มน้ำมัน เพราะปาล์มน้ำมันมีการเจริญเติบโตโดยเนื้อเยื่อเจริญปลายยอดเท่านั้น ไม่มีการแตกหน่อหรือหรือกิ่งแขนง ดังนั้นการนำเอาเทคนิคทางด้านการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมาช่วยในการขยายพันธุ์จึงเป็นวิธีการที่น่าสนใจ เนื่องจากสามารถผลิตปาล์มน้ำมันพันธุ์ดีที่มีความสม่ำเสมอทางพันธุกรรมได้เป็นจำนวนมาก ในระยะเวลาอันสั้น การศึกษาเกี่ยวกับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อปาล์มน้ำมันที่ผ่านมาส่วนใหญ่เป็นการเพาะเลี้ยงบนอาหารแข็ง ส่วนการเพาะเลี้ยงแบบเซลล์แขวนลอยในอาหารเหลวยังไม่ค่อยมีการศึกษามากนัก ซึ่งถ้าสามารถทำได้สำเร็จจะสามารถขยายพันธุ์ได้เร็วกว่าการเพาะเลี้ยงบนอาหารแข็ง การวิจัยครั้งนี้จึงเกิดขึ้น เพื่อหาสูตรอาหารที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อปาล์มน้ำมันในอาหารเหลว

การตรวจเอกสาร

อนุกรมวิธานของปาล์มน้ำมัน (ธีระ เอกสมทราเมษฐ์ และคณะ, 2543)

Class : Angiospermae

Subclass : Monocotyledonae

Order : Palmales

Family : Arecaceae (Palmae)

Sub-family : Cocoideae

Genus : *Elaeis*

Species : *Elaeis guineensis*

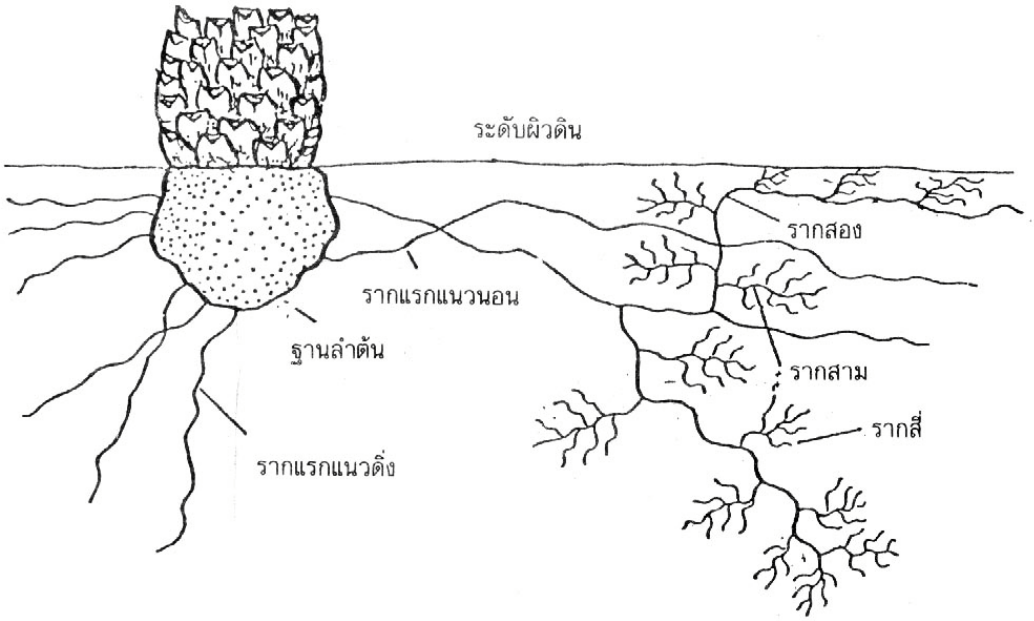
Scientific name : *Elaeis guineensis* Jacq.

Common name : Oil palm, Palm Num Mun (in Thai)

ลักษณะทางพันธุศาสตร์ของปาล์มน้ำมัน (ศักดิ์ศิลป์ โชติสกุล และคณะ, 2541)

ลักษณะของราก ลำต้น ใบ (Vegetative characters)

ราก เกิดขึ้นตรงฐานโคนของลำต้นเป็นระบบแขนง (adventitious root system) แบ่งออกเป็นหลายชุดดังนี้คือ รากชุดแรก (primary root) เกิดตรงโคนลำต้นมีขนาดใหญ่ที่สุด เส้นผ่าศูนย์กลาง 4-10 มิลลิเมตร ส่วนใหญ่เจริญตามแนวนอน อาจจะยาวออกไปไกล 15-20 เมตร อีกส่วนหนึ่งจะเจริญไปตามแนวลึก จากรากชุดนี้จะมีการแตกแขนงจากรากชุดที่สี่จะลดลงตามลำดับ รากชุดที่สามจะไม่มีขนราก รากชุดที่สี่จะทำหน้าที่ดูดน้ำและธาตุอาหารแทน ความหนาแน่นของรากจะพบในบริเวณรัศมีของพุ่มใบและลึกลงไปประมาณ 15 เซนติเมตรจากผิวดิน การแผ่กระจายของรากจะขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมต่าง ๆ เช่น สภาพของดิน ปริมาณธาตุอาหาร ความชื้นของระดับน้ำใต้ดิน เป็นต้น นอกจากนี้จะพบรากพิเศษคือ รากอากาศ (aerial หรือ phneumathodes) ตรงบริเวณโคนต้น ทำหน้าที่ถ่ายเทอากาศระหว่างรากกับบรรยากาศด้วย (ภาพที่ 1)

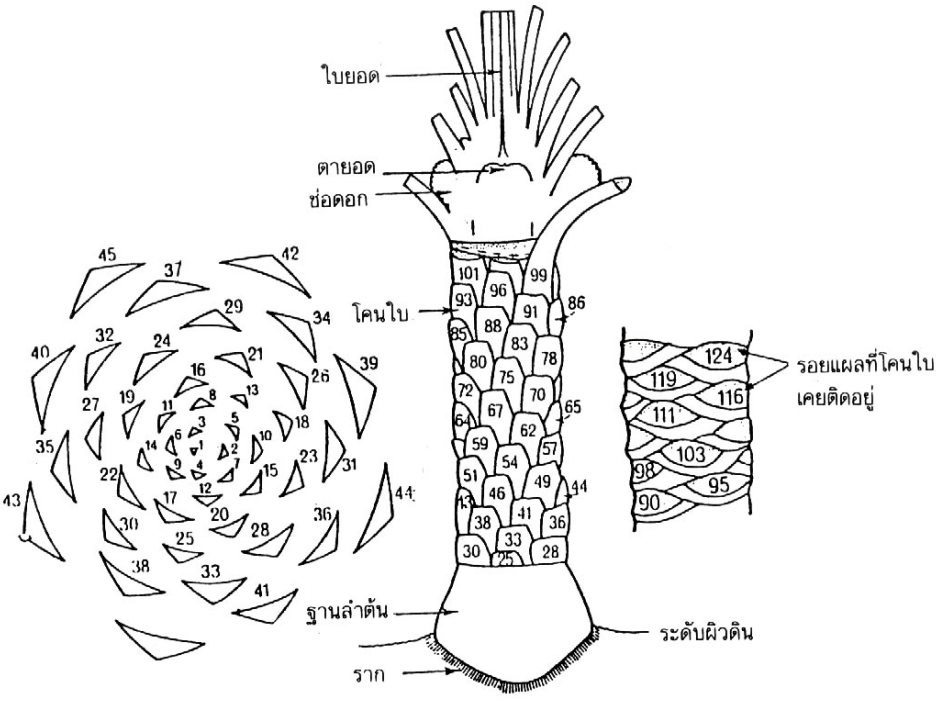


ภาพที่ 1 ระบบรากของปาล์มน้ำมัน

Figure 1 Root system of oil palm

Source : พิพัฒน์ เซี่ยงหลิว และเที่ยง ตู้แก้ว, 2532

ลำต้น มีลักษณะเป็นต้นเดี่ยวตั้งตรงรูปร่างทรงกระบอกมีเนื้อเยื่อเจริญเฉพาะตรงปลายยอด ซึ่งใน 2-3 ปีแรกจะช่วยในการเจริญเติบโตทางด้านกว้าง หลังจากนั้นแล้วจึงมีการเจริญทางด้านความสูงเรื่อยไปประมาณ 25-50 เซนติเมตรต่อปี ต้นที่ขึ้นอยู่ในสภาพป่าอาจจะสูงถึง 20-30 เมตร อายุมากกว่า 100 ปีขึ้นไป เช่น ต้นดั้งเดิมที่ Bogor ขณะนี้อายุ 137 ปีแล้ว ที่ปลูกเป็นสวนปาล์มนิยมให้ต้นสูงประมาณ 10-11 เมตร อายุประมาณ 25-35 ปี ขนาดของลำต้นและความสูงขึ้นอยู่กับพันธุ์และสภาพแวดล้อม เช่น ปาล์ม Dumpy มีลักษณะต้นอ้วนและเตี้ยกว่าปาล์ม Deli เป็นต้น ลำต้นมีข้อสั้น ๆ เป็นที่เกิดของใบ เวลาตัดทางใบจะเห็นตอใบเวียนเป็นเกลียวรอบต้น ต้นที่มีอายุมากเมื่อใบร่วงหล่นเองลำต้นจะเรียบ (ภาพที่ 2)



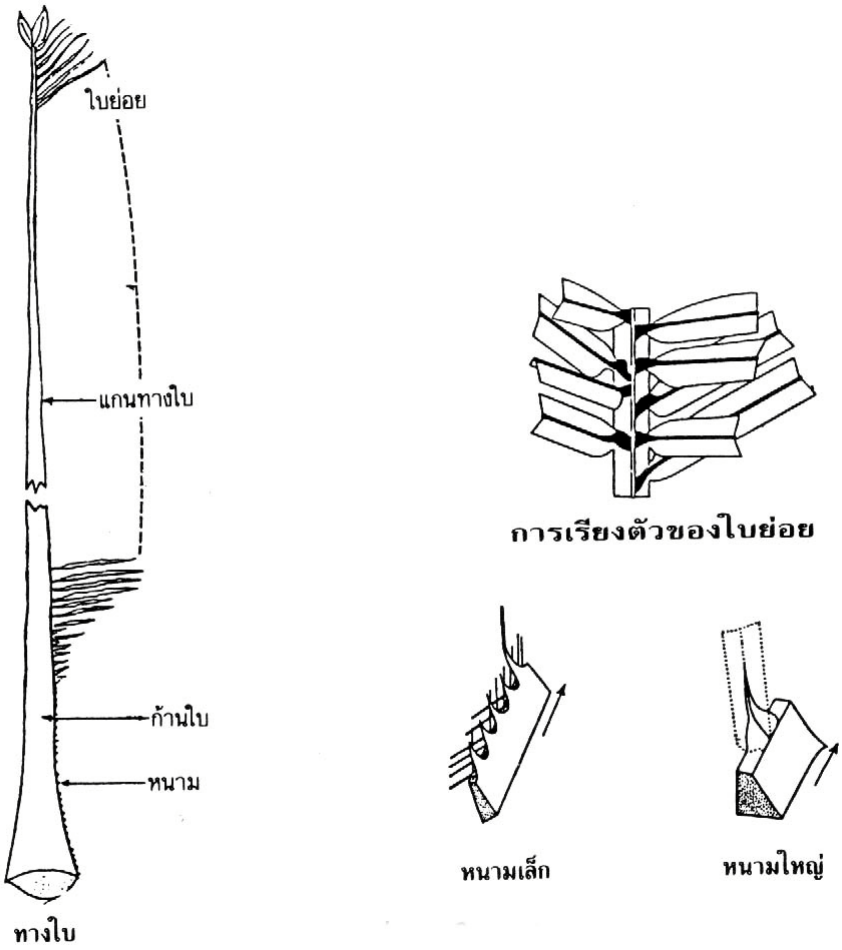
ภาพที่ 2 ลำต้นและการเรียงตัวของทางใบ

Figure 2 Stem and arrangement of fronds

Source : พิพัฒน์ เซี่ยงหลิว และเที่ยง ตู้แก้ว, 2532

ใบ ในสภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต ปาล์มน้ำมันที่เจริญเติบโตเต็มที่แล้วจะมีทางใบ (frond) เกิดขึ้นที่รอบยอด (crow) ประมาณ 40-50 ทาง และมีทางใบอ่อนที่กำลังพัฒนาจากเนื้อเยื่อเจริญปลายยอดอีกประมาณ 40-50 ทางด้วยกัน จะมีการสร้างประมาณเดือนละ 2 ทาง การเจริญภายในแต่ละทางใบเป็นไปอย่างเชื่องช้ากินเวลาร่วม 2 ปี จึงปรากฏให้เป็นยอดแหลม (spear) ออกมาหลังจากนั้นก็เจริญอย่างรวดเร็ว ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมภายนอกด้วย เมื่อทางใบหนึ่งคลี่จะมีทางใบถัดไปในรูปยอดแหลมเกิดขึ้นมาแทนเป็นลำดับ ทางใบคลี่แล้วจะทำหน้าที่สังเคราะห์แสงและอื่น ๆ ประมาณ 2 ปี ทางใบจะประกอบด้วยแกนทางใบซึ่งเป็นลักษณะจำเพาะของระเบียบในแต่ละข้างของแกนทางใบ (rachis) ก้านใบ (petiole) ที่ริมทั้งสองข้าง มีหนามใบ ใบย่อย (leaflet) ประมาณ 150-250 อัน โดยเรียงอยู่ในลักษณะสองระดับเหลื่อมกันอย่างเป็นระเบียบในแต่ละข้างของแกนทางใบ ซึ่งเป็นลักษณะจำเพาะของ *E. guineensis* ที่ต่างจากชนิดอื่น (ภาพที่ 3) ทางใบปาล์มจะเรียงอยู่บนลำต้นเป็นระเบียบคือ มีลักษณะเป็นเกลียวทั้งวนขวาและวนซ้าย โดยวนขวาเกลียวทางใบด้านสูงอยู่ทางขวาด้านต่ำอยู่ทางซ้าย ซึ่งมักจะพบเป็นส่วนใหญ่ ทั้งนี้ทางใบปาล์มน้ำมันจะติดอยู่กับลำต้นหลาย ๆ ปี ไม่

หลุดออกจากต้นง่าย ๆ เคยพบว่าอยู่นานถึง 20 ปีก็มี ดังนั้นจึงต้องมีการตัดแต่งทางใบคงเหลือตอใบค้างอยู่ที่ลำต้น ดังที่เห็นอยู่เป็นส่วนมาก



ภาพที่ 3 ใบปาล์มน้ำมัน

Figure 3 Oil palm leaves

Source : พิพัฒน์ เซี่ยงหลิว และเที่ยง ตู้แก้ว, 2532

ลักษณะของช่อดอก ผล เมล็ด หรือส่วนสืบพันธุ์ (Reproductive characters)

ช่อดอก ปาล์มน้ำมันจะเริ่มออกดอกเมื่ออายุประมาณ 2-3 ปี หลังจากปลูกลงในแปลงแล้ว ช่อดอกจะเกิดจากตาดอกซึ่งอยู่ตรงซอกโคนก้านใบทุกใบใช้เวลาพัฒนาจนถึงดอกบานประมาณ 33-34 เดือน และมีโอกาสที่จะเกิดเป็นช่อดอกเพศผู้ เพศเมีย หรือในบางโอกาสดอกผสมหรือกะเทยได้ ขึ้นอยู่กับพันธุกรรม อายุพืช สภาพแวดล้อม และการจัดการ ซึ่งจะได้กล่าว

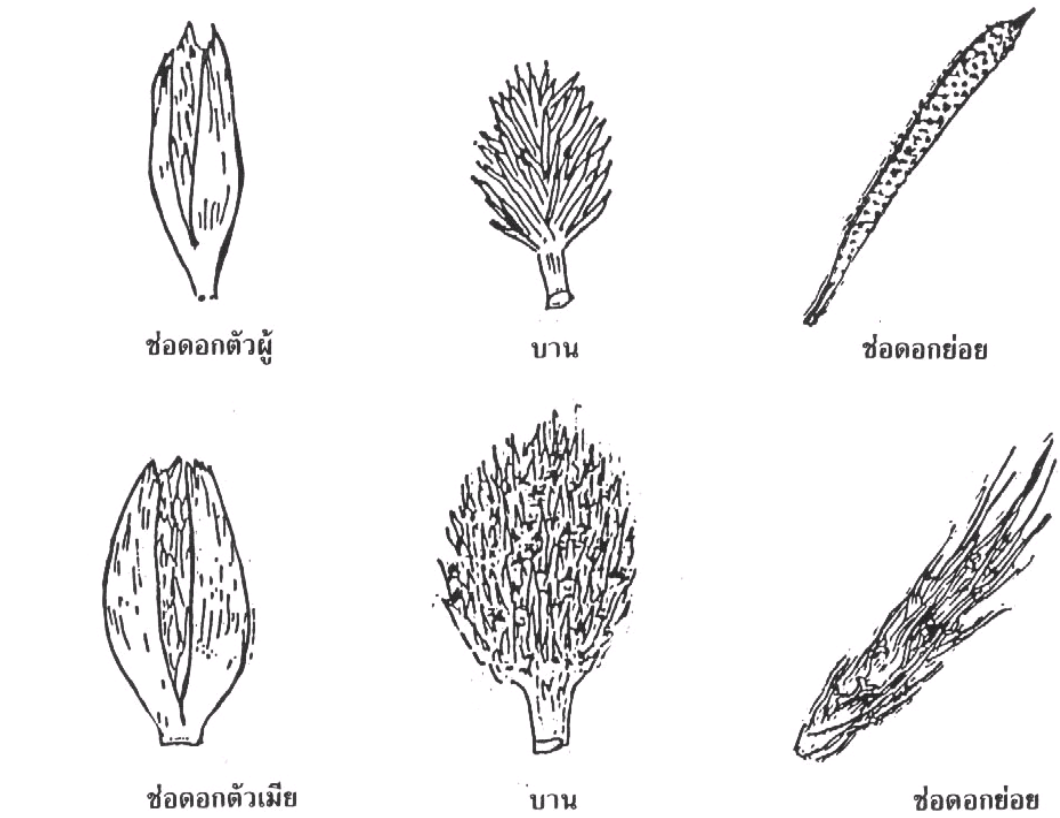
ต่อไปว่าช่อดอกที่เกิดขึ้นใหม่จะถูกหุ้มด้วยกาบหุ้มช่อดอก (spathe) ซึ่งจะเปิดออก 6-8 สัปดาห์ก่อนดอกบาน ช่อดอกชนิดต่าง ๆ (ภาพที่ 4) นั้น มีลักษณะ ดังนี้

1. ช่อดอกเพศผู้ ประกอบด้วยช่อดอกย่อย (spikelet) ที่มีลักษณะยาวเรียวคล้ายนิ้วมือ แต่ละอันยาวประมาณ 12-20 เซนติเมตร เรียงอยู่บนแกนกลาง ช่อดอก แต่ละช่อดอกย่อยจะมีดอกตัวเล็ก ๆ (ภาพที่ 5) เกิดโดยรอบประมาณ 600-2,000 ดอก เวลาดอกบานจะเห็นเป็นสีเหลืองอ่อน กลิ่นหอม จะบานออกจากโคนมายังปลายช่อใช้เวลา 2-3 วัน ช่อดอกทั้งช่อจะให้เกสรตัวผู้ประมาณ 25-50 กรัม เกสรจะมีชีวิตอยู่ได้ประมาณ 3-5 วันแล้วแต่สภาพแวดล้อม แต่ถ้ามีการเก็บที่อุณหภูมิและความชื้นพอเหมาะแล้วจะเก็บเกสรสำหรับไว้ผสมได้เป็นเวลานาน หลังจากดอกบานเรียบร้อยแล้วช่อดอกเหล่านั้นจะมีราเกิดขึ้น จึงปรากฏให้เห็นเป็นสีเทา ๆทั่วไป

2. ช่อดอกเพศเมีย เป็นแบบ spike หรือ spadix ยาวประมาณ 24-45 เซนติเมตร ประกอบด้วยช่อดอกย่อยซึ่งมีใบประดับที่ยาวแหลม (spinous bract) เรียงเป็นเกลียวบนแกนช่อดอกใหญ่ ช่อดอกย่อยที่อยู่ตรงกลางแกนจะมีดอกตัวเมียประมาณ 12-30 ดอก และจะมีน้อยลงทางโคนและปลายแกนของช่อ ทั้งช่อดอกจะมีตัวเมียทั้งสิ้นหลายพันดอก เมื่อดอกพร้อมที่จะผสม (receptive) จะเห็นยอดเกสรตัวเมีย (stigma) ซึ่งมี 3 แฉก (ภาพที่ 5) จะมีสีขาวหรือเหลืองอ่อนแถบแดงเคลือบด้วยเมือกเหนียว ๆ เมื่อพ้นระยะนี้แล้วจะเปลี่ยนเป็นสีแดงและม่วง ระยะเวลาที่ดอกพร้อมผสมนี้คือ 3-5 วัน การทราบลักษณะดังกล่าวนี้จะมีประโยชน์ในกรณีที่จะมีการช่วยผสมเกสร ดอกตัวเมียแต่ละดอกจะมีรังไข่ที่แยกออกเป็น 3 พู (tricarpellary ovary) แต่ส่วนใหญ่จะพัฒนาเป็นผลเพียงพูเดียว นอกจากบางกรณีเท่านั้น

3. ช่อดอกผสมหรือกะเทย ช่อดอกประเภทนี้คือ ช่อดอกที่มีช่อดอกย่อยทั้งเพศผู้และเพศเมียอยู่ในช่อดอกเดียวกัน เกิดขึ้นในบางโอกาสเท่านั้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระยะที่ปาล์มเริ่มผลิตช่อดอกใหม่ ๆ (อายุประมาณ 3-4 ปี) โดยทั่วไปช่อดอกย่อยเพศเมียจะอยู่บริเวณส่วนกลางและช่อดอกย่อยเพศผู้จะอยู่ทางส่วนโคนและปลายของช่อดอกใหญ่ ช่อดอกประเภทนี้เป็นลักษณะที่ไม่พึงประสงค์เพราะจะให้ผลผลิตต่ำ

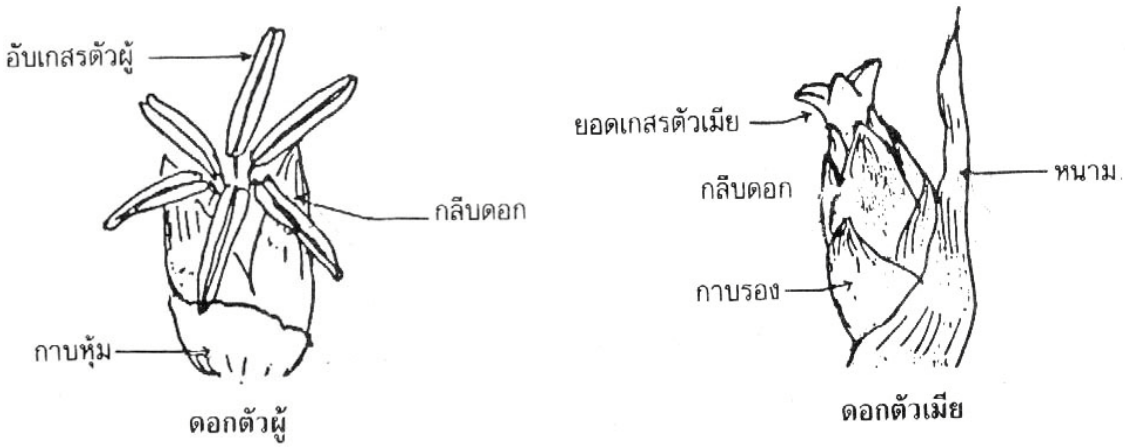
นอกจากช่อดอกประเภทต่าง ๆ ดังกล่าวแล้ว ช่อดอกอาจจะเกิดการลีบหรือไม่พัฒนาเป็นดอก (abortion) ซึ่งมักจะปรากฏเมื่อปาล์มอายุยังน้อยเริ่มผลผลิตดอกใหม่ ๆ หรือบางกรณีที่มีการกระทบแล้งมาก ๆ ที่จะมีผลต่อดอกที่กำลังพัฒนา



ภาพที่ 4 ช่อดอกปาล์มน้ำมัน

Figure 4 Oil palm inflorescense

Source : พิพัฒน์ เซี่ยงหลิว และเที่ยง ตู้แก้ว, 2532



ภาพที่ 5 ดอกปาล์มน้ำมัน

Figure 5 Oil palm flower

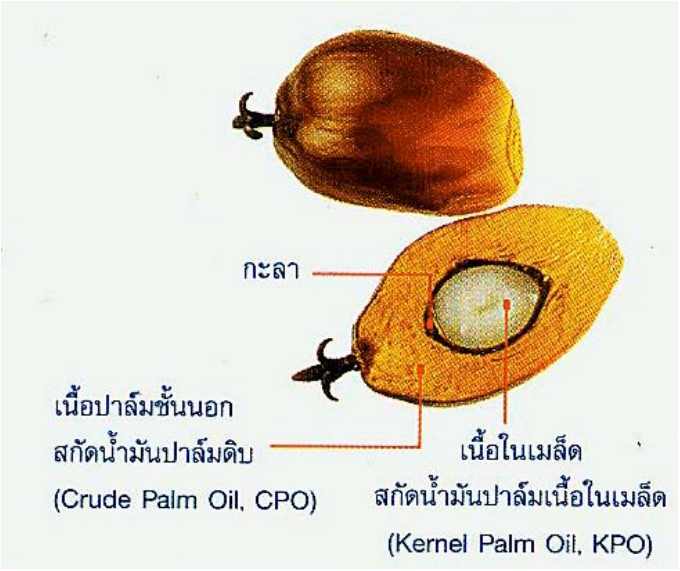
Source : พิพัฒน์ เซี่ยงหลิว และเที่ยง ตู้แก้ว, 2532

การเกิดช่อดอกเพศผู้และเพศเมียดูเหมือนว่าจะเวียนกันเป็นรอบ กล่าวคือ จะมีการสร้างช่อดอกเพศหนึ่ง 4-5 เดือน (8-10 ช่อดอก) แต่เนื่องจากอิทธิพลของสิ่งแวดล้อมจะทำให้ไม่เป็นไปตามสภาพดังกล่าวนี้เสมอไป ตัวอย่างเช่น ถ้าสภาพแวดล้อมเหมาะสมต่อการเจริญ เติบโตของปาล์ม จะมีการสร้างช่อดอกเพศเมียสูง การตัดช่อดอกทิ้ง (ablation) ในระยะที่ปาล์มเริ่มผลิตช่อดอกใหม่ ๆ จะมีการชักนำให้มีการสร้างช่อดอกเพศเมียสูงเช่นกัน ขณะทำการตัดแต่งทางใบ (frond pruning) จะทำให้มีการสร้างช่อดอกเพศผู้มากขึ้น เป็นต้น การที่มีช่อดอกเพศเมียสูงและมีช่อดอกเพศผู้เพียงพอต่อการผสมเกสร จึงมีความสำคัญต่อการปฏิบัติเพื่อให้ปาล์มมีผลผลิตสูง การคิดอัตราส่วนการผลิตช่อดอกเพศเมียต่อการผลิตช่อดอกทั้งหมดของปาล์มแต่ละต้นเรียกว่า " อัตราส่วนเพศ " (sex-ratio) จึงมีประโยชน์ในแง่ของการปฏิบัติ เช่น การพิจารณาความเหมาะสมในการที่จะต้องมีการช่วยผสมเกสรให้กับปาล์มหรือไม่ เป็นต้น

ผลและเมล็ด หลังจากดอกได้รับการผสมแล้วประมาณ 5 ½ เดือน ผลก็จะสุก การสุกของผลจะช้าเร็วยังขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม เช่นถ้ามีฝนตกสม่ำเสมอตลอดปีผลจะสุกเร็วกว่าในสภาพฝนแล้งตกไม่สม่ำเสมอ เป็นต้น ปาล์มที่มีอายุเต็มที่แล้วจะสามารถให้ผลผลิตประมาณ 1,600 ผลต่อทะลาย (ภาพที่ 6) ผลปาล์มเป็นแบบ drupe ประกอบด้วยเปลือกชั้นนอก (exocarp) เปลือกชั้นกลางหรือกาบ (mesocarp) ซึ่งเป็นส่วนที่มีน้ำมันอยู่ทั้งสองส่วนเรียกรวมกันว่า pericarp และมีชั้นในสุดเป็นกะลา (endocarp) ถัดจากส่วนนี้ไปก็เป็นส่วนของเมล็ดซึ่งประกอบด้วย เนื้อในเมล็ด (kernel หรือ endosperm) ซึ่งมีน้ำมันอยู่เช่นกัน และส่วนของเอ็มบริโอ (embryo) ผลและเมล็ดเป็นส่วนที่มีความสำคัญที่สุดเพราะเป็นส่วนที่จะให้น้ำมัน (ภาพที่ 7) และมีลักษณะที่น่าสนใจ กล่าวคือ ลักษณะสีและความหนาบางของกะลาซึ่งถูกควบคุมด้วยจีนเพียงน้อยคู่

ภาพที่ 6 ทะลายปาล์มน้ำมัน

Figure 6 Oil palm bunch



ภาพที่ 7 ส่วนประกอบของผลปาล์มน้ำมัน

Figure 7 The component of oil palm fruit

Source : ธีระ เอกสมทราเมษฐ์ และคณะ, 2546

พันธุ์ปาล์มน้ำมัน (ธีระ เอกสมทราเมษฐ์ และคณะ, 2546)

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชยืนต้นผสมข้ามประเภทที่มีช่อดอกตัวผู้และตัวเมียอยู่บนต้นเดียวกัน แต่ช่วงเวลาการออกดอกจะไม่พร้อมกัน เป็นพืชดิพลอยด์ มีจำนวนโครโมโซม 2n = 2x = 32 พืชนี้จัดอยู่ในสกุล *Elaeis* ซึ่งสามารถ แบ่งออกเป็น 3 ชนิดคือ *E. guineensis*, *E. oleifera* และ *E. odora* รายละเอียดของแต่ละชนิดพอสรุปได้ดังนี้

1. *E. guineensis* เป็นปาล์มน้ำมันชนิดที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ เนื่องจากเป็นพันธุ์ปลูกที่นิยมปลูกเป็นการค้าในปัจจุบัน มีถิ่นกำเนิดดั้งเดิมอยู่ในประเทศต่าง ๆ ในทวีปแอฟริกา บริเวณตอนกลางและตะวันตกของทวีป อาจเรียกปาล์มน้ำมัน พวกนี้ว่า African oil palm พันธุ์หรือสายพันธุ์ของปาล์มน้ำมันชนิดนี้สามารถจำแนกได้ 3 แบบ (type) คือ แบบดูร่า แบบเทเนอร่า และแบบพิสิเฟอร่า โดยอาศัยความแตกต่างของลักษณะความหนาของกะลาปาล์ม การปรากฏของเส้นใยสีน้ำตาลบริเวณเนื้อปาล์มชั้นนอกรอบ ๆ กะลาและความหนาของเนื้อนอกปาล์ม ลักษณะที่แตกต่างดังกล่าว พบว่าถูกควบคุมด้วยจีนเพียงคู่เดียวโดยลักษณะผลปาล์มน้ำมันแบบดูร่าถูกควบคุมด้วยจีโนไทป์ Sh+Sh+ ลักษณะผลปาล์มน้ำมันแบบเทเนอร่า

ถูกควบคุมด้วยจีโนไทป์ Sh+sh- และลักษณะผลปาล์มน้ำมันแบบพิสิเฟอร่าถูกควบคุมด้วยจีโนไทป์ sh-sh-

ปาล์มน้ำมันแบบพิสิเฟอร่า เป็นพันธุ์ที่ไม่ปลูกกันเป็นการค้า เนื่องจากช่อดอกตัวเมียมีโอกาสเป็นหมันสูง ผลมีขนาดเล็กและให้ผลผลิตต่ำ แต่มีข้อดีตรงที่ลักษณะของกะลาบางจึงนิยมใช้เป็นพ่อพันธุ์ในโครงการปรับปรุงพันธุ์ โดยใช้ผสมกับแม่พันธุ์ดูร่าเพื่อผลิตลูกผสมปาล์มน้ำมันแบบเทเนอร่า ดังนั้นพันธุ์ที่นิยมปลูกเป็นการค้าคือ พันธุ์แบบดูร่า และเทเนอร่า โดยเฉพาะพันธุ์แบบเทเนอร่ามีการปลูกกันอยู่อย่างกว้างขวางในปัจจุบัน เนื่องจากให้ผลผลิตน้ำมันและลักษณะต่าง ๆ หลายอย่างที่ดีกว่าพันธุ์แบบดูร่า

2. *E. oleifera* (ชื่อเดิมคือ *E. melanococca* หรือ *Corozo oleifera*) กลุ่มพันธุ์ปาล์มน้ำมันพวกนี้มีถิ่นกำเนิดอยู่แถบประเทศต่าง ๆ ทางภาคเหนือของลุ่มแม่น้ำอะเมซอนของทวีปอเมริกาใต้ยาวติดต่อไปถึงทวีปอเมริกากลางบริเวณประเทศคอสตาริกา อาจเรียกปาล์มน้ำมันพวกนี้ว่า American oil palm ไม่นิยมปลูกเป็นการค้า เนื่องจากมีการเจริญเติบโตช้า ผลผลิตมีขนาดเล็กและให้ผลผลิตน้ำมันต่ำกว่าปาล์มน้ำมันชนิด *E. guineensis* อย่างไรก็ตามได้มีการอาศัยลักษณะได้เปรียบบางประการในกลุ่มพันธุ์พวกนี้ เช่น ต้นเตี้ย การเจริญเติบโตช้าเป็นต้น เพื่อใช้ในโครงการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันพันธุ์ปลูกในกลุ่ม *E. guineensis* โดยสร้างเป็นพันธุ์ลูกผสมข้ามชนิด (*E. guineensis* **X** *E. oleifera*) ปัจจุบันลูกผสมที่ได้อยู่ระหว่างการปลูกทดสอบในต่างประเทศ

3. *E. odora* (ชื่อเดิมคือ *Barcella odora*) มีรายงานพบปาล์มน้ำมันพวกนี้บริเวณเดียวกับ *E. oleifera* คือ แถบลุ่มแม่น้ำอะเมซอน บทบาทและความสำคัญของปาล์มน้ำมันในกลุ่มนี้ยังไม่มีรายงาน

ลักษณะปาล์มน้ำมันพันธุ์ต่าง ๆ (พิพัฒน์ เซี่ยงหลิว และเที่ยง ตู้แก้ว, 2532) (ภาพที่ 8)

1. พันธุ์ดูร่า (Dura) มีชั้นนอกของเปลือกที่ให้น้ำมัน (mesocarp) 35-60 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักผลปาล์มทั้งหมด ปาล์มน้ำมันดูร่าที่ดีพบในแถบตะวันออกไกลเรียกว่า Deli Dura ซึ่งให้น้ำมันต่อทะลายประมาณ 18-19.5 เปอร์เซ็นต์ กะลาขนาดปานกลาง 2-8 มิลลิเมตร หรือ 25-30 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักผล และมีชั้นเปลือก (pericarp) หนา 20-60 มิลลิเมตร ปาล์มน้ำมันดูร่าที่มีกะลาหนามาก ๆ 4-8.5 มิลลิเมตร หรือ 50 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักผล มีส่วนเปลือก

นอกบาง (0.75-2.5 มิลลิเมตร) เรียกว่าพวกมาโครคราย่า (Macrocraya) พันธุ์ดูร่านี้ใช้เป็นแม่พันธุ์สำหรับผลิตลูกผสมเทเนอร่า

2. พันธุ์พิสิเฟอร่า (Pisifera) มีกะลาบางมาก เปลือกนอกหนากว่าพันธุ์ดูร่า (5.0-10.0 มิลลิเมตร) เมล็ดในเล็ก แต่มีข้อเสียคือ ขนาดของผลเล็ก ช่อดอกตัวเมียมักเป็นหมัน และมีการผลิตทะลายต่อต้นจำนวนต่ำดังนั้นจึงไม่เหมาะสมที่จะปลูกเป็นการค้า ปัจจุบันใช้พันธุ์พิสิ-เฟอร่านี้เป็นพันธุ์พ่อสำหรับผลิตพันธุ์ลูกผสมเทเนอร่า

3. พันธุ์เทเนอร่า (Tenera) เป็นพันธุ์ผสมระหว่างพันธุ์ดูร่ากับพันธุ์พิสิเฟอร่า โดยใช้พันธุ์ดูร่าเป็นพันธุ์แม่และพันธุ์พิสิเฟอร่าเป็นพันธุ์พ่อ (ภาพที่ 9) จึงรวมเอาคุณสมบัติดีเด่นของพันธุ์ดูร่าและพันธุ์พิสิเฟอร่าเข้าด้วยกัน พันธุ์เทเนอร่ามีกะลาบาง (0.5-4 มิลลิเมตร หรือ 3.0-10.0 มิลลิเมตร) มีน้ำมันทั้งทะลายประมาณ 22-25 เปอร์เซ็นต์ มีทะลายดกกว่าพันธุ์ดูร่า เนื่องจากพันธุ์เทเนอร่ามีคุณสมบัติดีหลายประการจึงมักนิยมปลูกเป็นการค้า

พันธุกรรมของปาล์มน้ำมัน

จากการศึกษาทางด้านเซลล์พันธุศาสตร์ของปาล์มน้ำมัน โดยทั่วไปพบว่าปาล์มน้ำมันมีจำนวนโครโมโซม 2n = 2x = 32 อย่างไรก็ตามจำนวนโครโมโซมภายในเซลล์ของรากอาจพบว่ามีจำนวน 2n = 18 หรือ 24 โครโมโซมของปาล์มน้ำมันมีขนาดเล็กอยู่ในช่วงตั้งแต่ 1.15-2.97 ไมครอน ซึ่งสามารถแยกออกเป็นโครโมโซมขนาดยาว 3 คู่ ขนาดปานกลาง 4 คู่ และขนาดสั้น 9 คู่

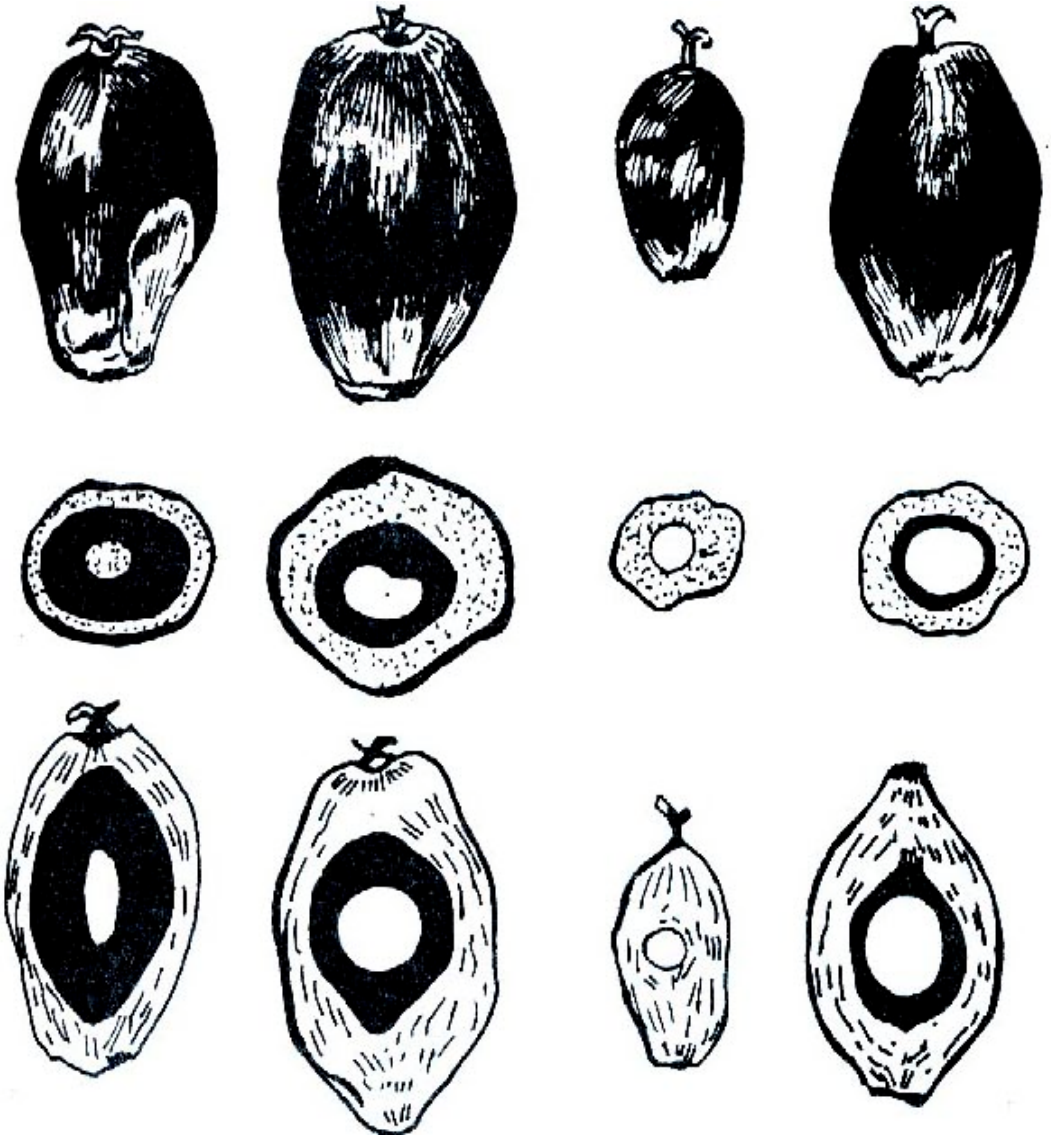
การขยายพันธุ์ปาล์มน้ำมัน

1. แบบอาศัยเพศ (sexual propagation) ได้แก่ การขยายพันธุ์โดยใช้เมล็ด

2. แบบไม่อาศัยเพศ (asexual หรือ vegetative propagation) เนื่องจากปาล์มน้ำมันมีการเจริญเติบโตโดยเนื้อเยื่อเจริญปลายยอด ไม่มีการแตกหน่อหรือกิ่งแขนง จึงไม่สามารถขยายพันธุ์โดยวิธีไม่อาศัยเพศโดยทั่วไป เช่น การปักชำ ตอนกิ่ง และติดตา ดังนั้นการ ขยายพันธุ์ปาล์มน้ำมันโดยวิธีไม่อาศัยเพศวิธีเดียวที่สามารถทำได้คือ การขยายพันธุ์โดยใช้วิธีการทางด้านการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

มาโครกาย่า **ดูร่า** **พิสิเฟอร่า**

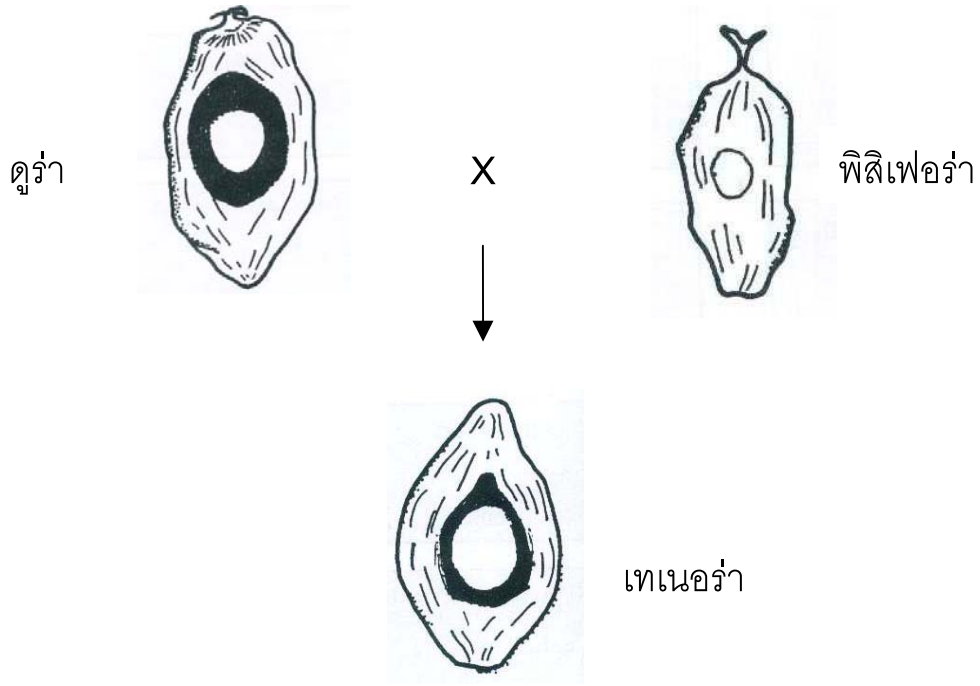
เทเนอร่า



ภาพที่ 8 ผลปาล์มน้ำมันพันธุ์ต่าง ๆ

Figure 8 Different oil palm fruits

Source : พรชัย เหลืองอาภาพงศ์, 2523



ภาพที่ 9 การถ่ายทอดทางพันธุกรรมของลักษณะความหนาของกะลาปาล์มน้ำมัน

Figure 9 Shell characteristic inheritance of oil palm.

Source : พรชัย เหลืองอาภาพงศ์, 2523

การขยายพันธุ์โดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ คือ การนำเอาส่วนใดส่วนหนึ่งของพืชไม่ว่าจะเป็นเซลล์ โพโท-พลาสต์ เนื้อเยื่อ และอวัยวะมาเลี้ยงในอาหารสังเคราะห์ซึ่งประกอบด้วยเกลือแร่ น้ำตาล วิตามิน และสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ในสภาพปลอดเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหลาย ภายใต้สภาวะแวดล้อมที่ควบคุมอุณหภูมิและแสงสว่าง

การขยายพันธุ์ปาล์มน้ำมันโดยเทคนิคทางด้านการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอนใหญ่ ๆ (Lioret, 1981) คือ

1. การชักนำให้เกิดแคลลัสจากชิ้นส่วนพืช
2. การชักนำให้เกิดแคลลัสเจริญเร็ว (fast growing callus) จากแคลลัสเริ่มต้น (primary callus)
3. การชักนำให้เกิดเอ็มบริโอเจเนซีส (embryogenesis)
4. การทำให้ได้ต้นกล้าที่สมบูรณ์

การขยายพันธุ์ปาล์มน้ำมันโดยเทคนิคทางด้านการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมีหลายวิธีด้วยกัน หนึ่งในวิธีการเหล่านั้นคือ เทคนิคการเพาะเลี้ยงเซลล์แขวนลอย

การเพาะเลี้ยงเซลล์แขวนลอย (Cell suspension culture)

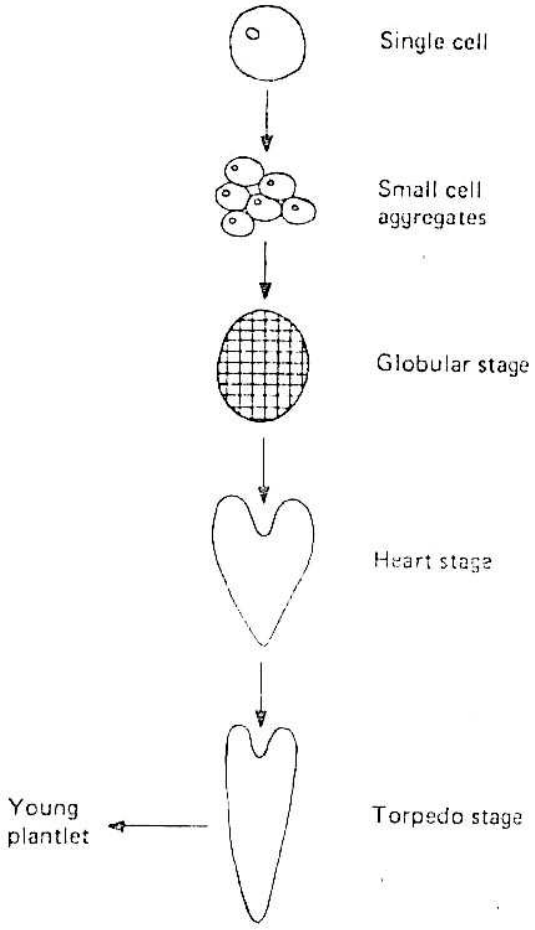
การเพาะเลี้ยงเซลล์แขวนลอย คือ การเลี้ยงเซลล์เดี่ยวหรือกลุ่มเซลล์ในอาหารเหลวที่เขย่าตลอดเวลา ทำได้โดยการย้ายเอาแคลลัสลงไปในอาหารเหลว หรืออาจเลี้ยงชิ้นส่วนพืช เช่น ชิ้นส่วนใต้ใบเลี้ยงหรือใบเลี้ยงลงในอาหารเหลวโดยตรง แรงเขย่าจากเครื่องเขย่าทำให้เซลล์ที่เกิดขึ้นใหม่กลายเป็นสารแขวนลอย ซึ่งถ้าการเพาะเลี้ยงเซลล์แขวนลอยเริ่มจากแคลลัสควรใช้ฟรายเอเบิลแคลลัส (friable callus) ซึ่งเป็นแคลลัสที่อยู่กันอย่างหลวม ๆ ไม่ติดกันแน่น แรงเหวี่ยงจากเครื่องเขย่าทำให้เซลล์หลุดออกจากกันได้ การเริ่มต้นเลี้ยงเซลล์แขวนลอยนั้นมักเริ่มจากแคลลัสหนัก 2-3 กรัม ต่ออาหาร 100 ซีซี การอินนอคคูเลตครั้งแรกนี้ ถ้าปริมาณเซลล์น้อยเกินไปเซลล์อาจไม่มีการเจริญ ถ้าปริมาณเซลล์มากพอก็จะได้เป็นเซลล์แขวนลอย (คำนูณ กาญจนภูมิ, 2540)

แคลลัส (callus) คือ เซลล์ที่อยู่รวมกันเป็นกลุ่ม และยังไม่มีการเปลี่ยนแปลงพัฒนาไปเป็นเนื้อเยื่อหรืออวัยวะชนิดต่าง ๆ ประกอบด้วยเซลล์พาเรนไคมา (parenchyma) แต่เพียงอย่างเดียว ภายในเซลล์มีแวคิวโอลจำนวนมาก ส่วนใหญ่ไม่มีรงควัตถุ แต่อาจมีสีเขียวเนื่องจากมีคลอโรฟิลล์ (chlorophyll) สีเหลืองจากแคโรทีนอยด์ (carotenoids) และฟลาโว-นอยด์ (flavonoid) หรือสีม่วงจากแอนโทไซยานิน (anthocyanins) ปริมาณและชนิดของรงค-วัตถุเหล่านี้ขึ้นอยู่กับชนิดของพืช ธาตุอาหาร และปัจจัยสภาพแวดล้อมของการเพาะเลี้ยง โดยเฉพาะอย่างยิ่งแสง แคลลัสที่มีกลุ่มเซลล์เกาะกันแน่นเรียกว่าคอมแพคแคลลัส (compact callus) แต่ถ้าเกาะกันอย่างหลวม ๆ เรียกว่า ฟรายเอเบิลแคลลัส (รังสฤษฎ์ กาวีต๊ะ, 2541)

โซมาติกเอ็มบริโอเจเนซีส (Somatic embryogenesis)

somatic embryogenesis หมายถึง การเกิดเอ็มบริโอจากเซลล์หรือเนื้อเยื่อร่างกาย (somatic cells หรือ tissues) ซึ่งตรงกันข้ามกับ zygotic embryogenesis ที่ได้จากการปฏิสนธิของเซลล์ไข่กับสเปิร์ม อาจใช้คำอื่นแทนได้ เช่น embryoid, adventitious embryo, vegetative embryo, embryo-like-structure และกระบวนการที่เกิดอาจเรียกได้หลายชื่อ เช่น adventitious embryogenesis, asexual embryogenesis เป็นต้น

ระยะต่าง ๆ ของการเกิดโซมาติกเอ็มบริโอเจเนซีส เริ่มจากเซลล์เริ่มต้นมีการแบ่งเซลล์แบบซ้ำ ๆ เกิดเป็นกลุ่มเซลล์เล็ก ๆ จากนั้นจะมีการพัฒนาผ่านระยะรูปกลม (globular) รูปหัวใจ (heart) และรูปทอร์ปิโด (torpedo) ตามลำดับ ก่อนที่จะเกิดเป็นต้นพืชที่สมบูรณ์ ดังภาพที่ 10 (Dodd and Roberts, 1983)



ภาพที่ 10 ระยะต่าง ๆ ของการเกิดโซมาติกเอ็มบริโอเจเนซีส

Figure 10 Stages of somatic embryogenesis

Source : Dodd and Roberts (1983)

การศึกษาการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในพืชตระกูลปาล์ม

สูตรอาหารพื้นฐานที่ใช้ในการทดลอง

ได้แก่ สูตรอาหาร Blaydes (1966) มีการใช้ในปาล์มน้ำมัน โดย Rajesh และคณะ (2003) สูตรอาหาร MS (Murashige and Skoog, 1962) มีการใช้ในอินทผลัม (*Phoenix dactylifera* L.) (Gabr และ Tisserat, 1985 ; Omar และ Novak, 1990 ; Al-Khayri และ Al-Bahrany, 2001 ; Fki และคณะ, 2003) ใน Canary Island date palm (*Phoenix canariensis*) โดย Huong และคณะ (1999) ในปาล์มน้ำมัน (Touchet และคณะ, 1991 ; Teixeira และคณะ, 1995 ; Te-chato, 1998 ; Rajesh และคณะ, 2003 ; อาสลัน หิเล, 2545) สูตรอาหาร Y_3 (Eeuwens, 1976) มีการใช้ในมะพร้าว (*Cocos nucifera* L.)(Chan และคณะ, 1998 ; Apeitia และคณะ, 2003) ในปาล์มน้ำมัน (ทรงรัตน์ ถิ่นหนองจิก, 2533 ; บุญสนอง ช่วยแก้ว, 2534 ; Teixeira และคณะ, 1993 ; 1995)

อรดี สหวัชรินทร์ (2526) กล่าวไว้ว่าสูตรอาหาร Y_3 เหมาะสำหรับใช้ในการเพาะเลี้ยงใบอ่อนหรือช่อดอกของมะพร้าวและพืชตระกูลปาล์ม

ชิ้นส่วนพืชที่ใช้ในการทดลอง

ได้แก่ ใบอ่อนอินทผลัมและปาล์มน้ำมัน (Fki และคณะ, 2003 ; อาสลัน หิเล, 2545) ช่อดอกอินทผลัม (Fki และคณะ, 2003) Plumule ของมะพร้าว (Chan และคณะ, 1998 ; Apeitia และคณะ, 2003) Ovule segment ของอินทผลัม (Omar และ Novak, 1990) ปลายยอดอินทผลัม (Gabr และ Tisserat, 1985 ; Al-Khayri และ Al-Bahrany, 2001) และโซมาติกเอ็มบริโออินทผลัมและปาล์มน้ำมัน (Huong และคณะ, 1995 ; Touchet และคณะ, 1991 ; Teixeira และคณะ, 1995 ; Te-chato, 1998 ; Rajesh และคณะ, 2003)

สารเคมีที่ใช้ในการฟอกฆ่าเชื้อที่ผิว

Sarasan และคณะ (2002) ฟอกฆ่าเชื้อเมล็ด Bottle Palm [*Hyophorbe lagenicaulis* (L. Bailey) H.E. Moore] โดยใช้สารละลาย 0.5 % sodium dichloroisocyanurate เป็นเวลา 40 นาที Fki และคณะ (2003) ฟอกฆ่าเชื้อใบอ่อนและช่อดอกอ่อนของ date palm โดยใช้สารละลาย 0.01% mercuric chloride เป็นเวลา 1 ชั่วโมง Rajesh และคณะ (2003) ฟอกฆ่าเชื้อเอ็มบริโอ

ปาล์มน้ำมัน โดยใช้สารละลาย 0.01% mercuric chloride เป็นเวลา 15 นาที Al-Khayri และ Al-Bahrany (2001) ฟอกฆ่าเชื้อปลายยอดของ date palm โดยใช้ 1.6 % w/v sodium hypochlorite (30 % v/v Clorox) เป็นเวลา 15 นาที Huong และคณะ (1999) ฟอกฆ่าเชื้อเอ็มบริโอและปลายยอดของ Canary island date palm โดยใช้ 2.6 % sodium hypochlorite เป็นเวลา 30 นาที Teixeira และคณะ (1993) ฟอกฆ่าเชื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันโดยใช้ 1.58 % v/v sodium hypochlorite เป็นเวลา 30 นาที ฟอกฆ่าเชื้อเอ็มบริโอปาล์มน้ำมัน ด้วย 0.1% w/v mercuric chloride เป็นเวลา 15 นาที Te-chato (1998) ฟอกฆ่าเชื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ตัดแต่งแล้วโดยใช้ 20 % Clorox เป็นเวลา 20 นาที วิสุทธิ์ พัชรพิสุทธิ์สิน (2532) และ บุญสนอง ช่วยแก้ว(2534) ฟอกฆ่าเชื้อชิ้นส่วนปาล์มน้ำมันด้วย Clorox ความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่า 40 % Clorox ให้เปอร์เซ็นต์ของเนื้อเยื่อที่ไม่ปนเปื้อนสูงสุด

การชักนำต้นจากโซมาติกเอ็มบริโอ

Sarasan และคณะ (2002) เพาะเลี้ยงเอ็มบริโอของ Bottle palm บนอาหารแข็งสูตร MS ที่มีผงถ่าน 2 ก/ล

วิสุทธิ์ พัชรพิสุทธิ์สิน (2532) เพาะเลี้ยงเอ็มบริโอปาล์มน้ำมันบนอาหารแข็งสูตร MS ที่มี N^6-benzyladenine (BA) 10 มก/ล ร่วมกับผงถ่าน 0.05 เปอร์เซ็นต์

บุญสนอง ช่วยแก้ว (2534) เพาะเลี้ยงบนอาหารแข็งสูตร Y_3 ที่มี BA 1 มก/ล ร่วมกับผงถ่าน (activated charcoal) 0.05 เปอร์เซ็นต์

การชักนำแคลลัสและเอ็มบริออยด์

ทวีพงศ์ สุวรรณโร (2529) ชักนำแคลลัสจากส่วนต่าง ๆ ของอินทผลัม (*Phoenix dactylifera* L.) ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อ โดยใช้ส่วนตายอด โคนใบ และราก เลี้ยงในอาหารสังเคราะห์ พบว่าสามารถเกิดแคลลัสได้ทั้งในสูตร MS และ Y_3 โดยตายอดเกิดแคลลัสดีที่สุดในอาหารสูตร Y_3 ที่มี 2,4-dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D) 2 มก/ล โคนใบเกิดแคลลัสดีที่สุดในอาหารสูตร MS ที่มี 2,4-D 8 มก/ล ส่วนรากเกิดแคลลัสดีที่สุดทั้งในอาหารสูตร MS และ Y_3 ที่มี 2,4-D 2 มก/ล สูตรอาหารที่ใช้ในการเพิ่มปริมาณแคลลัสและการเจริญเป็นโซมาติกเอ็มบริโอใช้อาหารสูตร MS ที่มี α-naphthylacetic acid (NAA) 4 มก/ล และ 6-furfurylaminopurine (kinetin) 0.4 มก/ล พบว่าในอาหารที่มีสารควบคุมการเจริญเติบ

โตกลุ่มออกซิน แคลลัสเจริญได้ดีที่สุดในอาหารที่มี 3–indolylacetic acid (IAA) 6 มก/ล หรือ NAA 2 มก/ล ส่วนในกลุ่มไซโทไคนิน พบว่าแคลลัสที่เลี้ยงใน kinetin เจริญได้ดีกว่าใน BA โดยดีที่สุดที่ 1 มก/ล

Huong และคณะ (1999) เพาะเลี้ยงเอ็มบริโอและปลายยอดของ Canary Island date palm (*Phoenix canariensis*) ในอาหารชักนำแคลลัสคือ อาหารสูตร MS ที่เติมน้ำตาล 30 ก/ล ผงถ่าน 0.3 เปอร์เซ็นต์ และใช้ 2,4-D ร่วมกับ N^6-[2-Isopentenyl]adenine (2iP) หรือ 4-amino-3,5,6-trichloropicolinic acid (picloram) ร่วมกับ kinetin ในความเข้มข้นต่าง ๆ กัน พบว่าเอ็มบริโอมีศักยภาพในการผลิตเอ็มบริโอเจนิคแคลลัสสูงกว่าส่วนปลายยอด และเปอร์เซ็นต์การเกิดเอ็มบริโอเจนิคแคลลัสสูงสุดจากเอ็มบริโอพบในสูตรอาหารที่เติม 2,4-D 10.08 ไมโครโมลาร์ ร่วมกับ 2iP 2.46 ไมโครโมลาร์ หรือ picloram 100 ไมโครโมลาร์ ร่วมกับ kinetin 9.5 ไมโครโมลาร์ ส่วนเปอร์เซ็นต์การเกิดโซมาติกเอ็มบริโอจากปลายยอดมีค่าต่ำกว่าจากเอ็มบริโอโดยเกิดสูงสุดในอาหารที่มี 2,4-D 45.25 ไมโครโมลาร์ และ kinetin 9.5 ไมโครโมลาร์ และสามารถเกิดโซมาติกเอ็มบริโอได้โดยตรง ไม่ต้องผ่านแคลลัส ในทั้ง 2 ชิ้นส่วนพืช พบว่า 2,4-D มีเปอร์เซ็นต์การชักนำให้ชิ้นส่วนพืชเกิดโซมาติกเอ็มบริโอได้สูงกว่า picloram โดย 2,4-D เป็นสิ่งจำเป็นในตอนแรก ๆ สำหรับการชักนำเอ็มบริโอเจนิคแคลลัสและต่อ ๆ มาช่วยในการเพิ่มปริมาณเอ็มบริโอเจนิคแคลลัส แต่จำเป็นต้องลดความเข้มข้นลงเพื่อลดการเกิดความผิดปกติที่อาจเกิดขึ้นในการพัฒนาของโซมาติกเอ็มบริโอ โดยอาหารที่เหมาะสมที่สุดในการเพิ่มปริมาณเอ็มบริโอเจนิคแคลลัสคือ อาหารพื้นฐานที่มี 2,4-D 2.26 ไมโครโมลาร์ kinetin 0.83 ไมโครโมลาร์ และ abscisic acid (ABA) 2 ไมโครโมลาร์

Chan และคณะ (1998) ใช้ส่วนของยอดแรกเกิด (plumule) จากเอ็มบริโอแก่ของมะพร้าว (*Cocos nucifera* L.) เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร Y_3 ที่มี 2,4-D 1 10 100 และ 1,000 ไมโครโมลาร์ ร่วมกับผงถ่าน 2.5 ก/ล เลี้ยงในที่มืดเป็นเวลา 6 เดือน พบว่าที่ความเข้มข้น 2,4-D 100 ไมโครโมลาร์ เหมาะสมที่สุดในการชักนำแคลลัสโดยพบว่า 40 เปอร์เซ็นต์ ของ plumule เริ่มพัฒนาเป็นแคลลัสหลังเพาะเลี้ยงได้ 3 เดือน ชิ้นส่วนไม่แสดงอาการตอบสนองใด ๆ ที่ 2,4-D ความเข้มข้นสูงสุดและต่ำสุด ส่วนที่ความเข้มข้น 2,4-D 10 ไมโครโมลาร์ เกิดการพัฒนาเป็นยอด ไม่เกิดแคลลัส จากนั้นย้ายแคลลัสที่ได้ไปยังอาหารที่ลด 2,4-D เหลือ 1 ไมโครโมลาร์ ร่วมกับ BA 50 ไมโครโมลาร์ ทำการย้ายเลี้ยงทุก 3 เดือน พบว่าการเพาะเลี้ยงในที่มีแสงดีกว่าการเพาะเลี้ยงในที่มืด โดยพบการพัฒนาของโซมาติกเอ็มบริโอภายใน 3 เดือน และภายใต้

สภาวะนี้โซมาติกเอ็มบริโอเกิดการงอกอย่างต่อเนื่องและกลุ่มของยอดเริ่มมีการพัฒนาเกิดขึ้นภายใน 3-6 เดือน

ถิรพงศ์ ญาณิสราพันธ์ (2528) ชักนำให้เกิดแคลลัสจากใบอ่อน ราก และตายอดของต้นอ่อนปาล์มน้ำมันที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเอ็มบริโอในสภาพปลอดเชื้อมาเพาะเลี้ยงบนอาหารแข็งสูตร MS หรือ Y_3 ที่เติม 2,4-D 1-10 มก/ล พบว่าเนื้อเยื่อที่สามารถเกิดแคลลัสได้ดีคือใบอ่อนและราก โดยใบอ่อนเกิดแคลลัสภายใน 45-60 วัน เมื่อเลี้ยงในอาหารที่มี 2,4-D 1-3 มก/ล ส่วนรากจะเกิดแคลลัสภายใน 20-45 วันเมื่อเลี้ยงในอาหารที่มี 2,4-D 3-9 มก/ล การชักนำแคลลัสจากเอ็มบริโอ ทำได้โดยเลี้ยงในอาหาร MS ที่มี NAA 5-6 มก/ล พบการเกิดเอ็มบริ-ออยด์เมื่อเลี้ยงแคลลัสในอาหารสูตร MS ที่มีอะดินีนซัลเฟต (adenine sulfate) 40 มก/ล และ NAA 100 มก/ล เป็นเวลา 3-4 เดือน

ทานตะวัน พูลสวัสดิ์ (2531) เลี้ยงใบอ่อนปาล์มน้ำมันบนอาหารสูตร Y_3 ที่มี 2,4-D 1-5 มก/ล พบว่าสูตรที่มี 2,4-D 2 มก/ล เกิดแคลลัสมากที่สุด และยังพบว่าการชักนำแคลลัสในที่มืดเกิดแคลลัสได้ดีกว่าที่สว่าง บางแคลลัสมีการเจริญเป็นเอ็มบริออยด์เมื่อเลี้ยงบนอาหารสูตร ½ MS ที่มี NaH_2PO_4 170 มก/ล และ 2,4-D 0.5 มก/ล เป็นเวลา 150-300 วัน เอ็มบริออยด์มีการเพิ่มปริมาณจำนวนมากที่ความเข้มข้น 2,4-D 0.1 มก/ล

วิสุทธิ์ พัชรพิสุทธิ์สิน (2532) เลี้ยงเอ็มบริโอปาล์มน้ำมันในอาหารสูตร MS ที่มี 2,4-D 1-10 มก/ล พบว่าสามารถชักนำให้เกิดแคลลัสภายในเวลา 2 เดือน โดยแคลลัสเกิดดีที่สุดที่ 2,4-D 3 มก/ล พีเอช 6.0 น้ำตาล 6 เปอร์เซ็นต์ การเติมผงถ่านลงในสูตรอาหารสามารถชักนำให้เกิดแคลลัสได้แต่ปริมาณออกซินที่ใช้ต้องเพิ่มสูงขึ้น จากนั้นย้ายแคลลัสลงในอาหาร MS ที่มี 2,4-D 5 มก/ล ร่วมกับผงถ่าน 0.05 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 3 เดือน จะเกิดการพัฒนาเป็นเอ็มบริออยด์ขึ้น ส่วนเอ็มบริโอที่เลี้ยงในอาหารสูตรที่ใช้ NAA ร่วมกับผงถ่าน 0.05 เปอร์เซ็นต์ พบว่าปริมาณ NAA ที่ 30 มก/ล ให้แคลลัสดีกว่าที่ 50 และ 70 มก/ล และจะเกิดเอ็มบริออยด์ขึ้นหลังจากย้ายเลี้ยงในอาหารที่มี NAA 70 มก/ล

Lioret (1981) ใช้ชิ้นส่วนใบอ่อนจากต้นปาล์มอายุ 2 ปี ในการชักนำแคลลัส พบว่าสามารถเกิดแคลลัสในระยะเวลา 60 วัน โดยแคลลัสมีลักษณะแข็งและเจริญเติบโตช้า เรียกว่าแคลลัสเริ่มต้น และเมื่อย้ายเลี้ยงลงในอาหารใหม่ แคลลัสจะเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว โดยแคลลัสมีสีจางกว่าเมื่อเทียบกับแคลลัสเริ่มต้น มีลักษณะฟู โปร่ง และเป็นเม็ดเล็ก ๆ เรียกลักษณะนี้ว่าแคลลัสเจริญเร็ว โดย Lioret กล่าวว่า ขั้นตอนที่จะนำไปสู่ความสำเร็จในการชัก

นำให้เกิดเอ็มบริโอเจเนซีสก็คือ การทำให้เกิดแคลลัสเจริญเร็ว การชักนำให้เกิดเอ็มบริโอ-เจเนซีสโดยการย้ายเลี้ยงแคลลัสเจริญเร็วลงในอาหารที่เหมาะสม จะเกิดการพัฒนาของเอ็ม-บริออยด์ขึ้นบนก้อนแคลลัสเจริญเร็วนั้น

Thomas และ Roa (1985) ใช้ชิ้นส่วนใบอ่อนจากต้นปาล์มอายุ 6 เดือน เลี้ยงในอาหารสูตร MS ที่มี ½ macronutrient และ micronutrient, NaH_2PO_4 170 มก/ล เคซีนไฮโดรไลเสท (casein hydrolysate) 1.0 ก/ล ผงถ่าน 0.5 มก/ล ร่วมกับ 2,4-D พบว่าการตอบสนองการเกิดแคลลัสจะดีที่สุดในสูตรอาหารที่มี 2,4-D 50-70 มก/ล โดยประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ ของชิ้นส่วนพืชจะให้แคลลัสภายใน 6-8 สัปดาห์ จากนั้นย้ายเลี้ยงในอาหารที่ลดระดับ 2,4-D ลง (2,4-D 10 มก/ล) ร่วมกับ 2iP 0.01 มก/ล การเกิดโซมาติกเอ็มบริโอเจเนซีส จะเกิดขึ้นเมื่อย้ายเลี้ยงแคลลัสเจริญเร็วไปยังอาหารสูตร MS ที่มี 2iP เพียงอย่างเดียวที่ระดับความเข้มข้น 0.01-0.5 มก/ล ซึ่งจะเกิดเอ็มบริออยด์ให้เห็นหลังจากย้ายเลี้ยง 1 สัปดาห์ นอกจากนี้ยังพบว่าการเกิดเอ็มบริโอเจเนซีสเกิดได้ดีทั้งในอาหารเหลวและบนอาหารแข็ง

Te-chato (1998) ชักนำแคลลัสปาล์มน้ำมันโดยเพาะเลี้ยงเอ็มบริโอปาล์มน้ำมันในอาหารสูตร MS ที่เติม NAA และ 2,4-D ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่า NAA ความเข้มข้น 40 มก/ล และ 2,4-D ความเข้มข้น 5 มก/ล ชักนำแคลลัสได้ดีที่สุด ส่วนเอ็มบริโอเจนิคแคลลัสสามารถชักนำได้โดยการย้ายแคลลัสไปเลี้ยงในอาหารสูตรเดิมที่เติม 2,4-D หรือ 3,6-dichloro-o-anisic acid (dicamba) ความเข้มข้น 0.1 มก/ล casein hydrolysate เข้มข้น 1,000 มก/ล และกรดแอสคอบิก (ascorbic acid) 200 มก/ล เอ็มบริออยด์เกิดขึ้นเมื่อย้ายไปเลี้ยงในอาหารที่มี dicamba 0.1 มก/ล ภายใต้แสง 4,500-6,000 ลักซ์

การชักนำให้เกิดเอ็มบริออยด์จากการเพาะเลี้ยงเซลล์แขวนลอย

Fki และคณะ (2003) ชักนำแคลลัสอินทผลัม (*Phoenix dactylifera* L., cv. Deglet Nour) โดยใช้ 2 ชิ้นส่วนคือ ใบอ่อนและช่อดอก โดยใบอ่อนเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่มี 2,4-D 0.5 มก/ล (M_2) ช่อดอกเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่มี 2,4-D 10 มก/ล (M_1) เลี้ยงในที่มืด ย้ายเลี้ยงทุก 2 เดือน พบว่าแคลลัสจากใบอ่อนใช้เวลา 4 เดือน ส่วนช่อดอกใช้เวลา 8 เดือน จากนั้นนำแคลลัสที่ได้ไปเพิ่มปริมาณโดยการเลี้ยงในอาหารเหลวสูตร ½ MS ที่มี 2,4-D 1 มก/ล ร่วมกับผงถ่าน 300 มก/ล (M_3) ปริมาณอาหาร 50 มิลลิลิตรใน ฟลาสก์ขนาด 250 มิลลิลิตร เขย่า 120

รอบต่อนาที ทำการย้ายเลี้ยงทุกสัปดาห์ พบว่าเกิดการดิฟเฟอเรนทิเอชั่นของโซมาติกเอ็มบริ-โอจำนวนมาก

Touchet และคณะ (1991) ได้ทำการทดลองโดยใช้ฟรายเอเบิลแคลลัสปาล์มน้ำมันเป็นแคลลัสเริ่มต้นในการเลี้ยงเซลล์แขวนลอย โดยใช้สูตรอาหารเหลวพื้นฐานคือ macroelement MS ดัดแปลง (Rabechault and Martin, 1976), microelement (Nitsch, 1969), vitamins (Morel and Wetmore,1951), โซเดียมแอสคอร์เบท (sodium ascorbate) 100 มก/ล พีเอช 5.0 และเติมผงถ่าน โดยเริ่มแรกเลี้ยงในอาหารสูตรพื้นฐานที่มีกลูโคส 2 เปอร์เซ็นต์ adenine sulfate 30 ก/ล BA 1 มก/ล และผงถ่าน 1 ก/ล มีการแปรค่าความเข้มข้นของ 2,4-D (80 100 150 และ 200 มก/ล) เพื่อศึกษาผลของ 2,4-D ที่เหมาะสมที่ใช้เป็นสารแขวนลอยเริ่มต้น โดยใช้แคลลัสประมาณ 0.5 กรัม เลี้ยงในฟลาสก์ขนาด 100 มิลลิลิตรที่มีอาหาร 20 มิลลิลิตร เขย่า 90 รอบต่อนาที อุณหภูมิ 27 $\pm$ 1 องศาเซลเซียส เปลี่ยนอาหารใหม่ทุก 4-6 สัปดาห์ ชั่งน้ำหนักมวลสารทุกครั้งที่ย้ายเลี้ยง พบการเกิดเป็นสารแขวนลอยขึ้นครั้งแรกหลังจากทำการย้ายเลี้ยงได้ 2 ครั้งในอาหารที่มี 2,4-D 80 และ 100 มก/ล ส่วนที่ความเข้มข้น 2,4-D 150 และ 200 มก/ล พบว่ามีความเข้มข้นสูงเกินไปสำหรับการเกิดเป็นเซลล์แขวนลอย ในการเพิ่มปริมาณสารแขวนลอย ได้มีการทดลองหาน้ำหนักแคลลัสเริ่มต้นที่เหมาะสม (0.05-0.5 กรัม) และปริมาณความเข้มข้น 2,4-D (25, 50 และ 100 มก/ล) พบว่าน้ำหนักอินนอคคูลัมที่ดีที่สุดคือ 0.1-0.3 กรัม ส่วนความเข้มข้นของ 2,4-D ที่เหมาะสมสำหรับการเพิ่มปริมาณเซลล์แขวนลอย พบว่าที่ความเข้มข้น 100 มก/ล ดีที่สุด สำหรับในขั้นตอนการพัฒนาของเอ็มบริโอ พบว่าถ้าเลี้ยงเซลล์แขวนลอยในอาหารเหลวที่ไม่มีสารควบคุมการเจริญเติบโตจะไม่มีการพัฒนาของเอ็มบริโอและจะค่อย ๆ ตายในที่สุดเมื่อย้ายลงอาหารแข็ง และถ้าเลี้ยงในอาหารที่ไม่มีหรือมี 2,4-D ความเข้มข้นต่ำ (25 และ 50 มก/ล) เป็นเวลานาน จะพบการเกิดโครงสร้างที่คล้ายฮอสโทเรียม (haustorium-like structure) ขึ้น บางครั้งก็อาจเกิดรากขึ้นด้วยและจะอยู่แค่ในระยะนี้ไปตลอด ส่วนในกรณีที่นำสารแขวนลอยจากอาหารสูตรที่มี 2,4-D ปริมาณ 80 และ 100 มก/ล มาเลี้ยงในอาหารแข็ง พบว่ามีการพัฒนาของเอ็มบริโอ

Teixeira และคณะ (1995) ทำการทดลองโดยใช้เอ็มบริโอของปาล์มพันธุ์เทเนอร่าชักนำให้เกิดเป็นแคลลัส พบว่าได้ primary globular callus (PGC) จากการเลี้ยงเอ็มบริโอที่ยังอ่อนในอาหารสูตร Y_3 ที่มี 2,4-D 500 ไมโครโมลาร์ ร่วมกับผงถ่าน 0.3 เปอร์เซ็นต์ และได้ friable embryogenic tissue (FET) จากการเลี้ยงเอ็มบริโอแก่ในอาหารสูตร MS ที่มี 2,4-D 475 ไม-

โครโมลาร์ หรือ picloram 250 ไมโครโมลาร์ ร่วมกับผงถ่าน 0.3 เปอร์เซ็นต์ นำแคลลัสที่ได้เลี้ยงในอาหารเหลวที่ใช้เลี้ยงเซลล์แขวนลอยสูตร Y_3 ที่มี 2,4-D 10 ไมโครโมลาร์ ascorbic acid 250 มก/ล ในฟลาสก์ขนาด 125 มิลลิลิตรที่มีอาหาร 50 มิลลิลิตร เขย่า 140 รอบต่อนาที เลี้ยงในที่มืด ที่อุณหภูมิ 26-27 องศาเซลเซียส พบว่าจะเกิดเป็นเซลล์แขวนลอยขึ้นภายใน 2 เดือนจากการเลี้ยงแคลลัสจาก FET โดยขนาดอินนอคคูลัมที่เหมาะสมคือ 1.5 กรัมของน้ำหนักสดในอาหารเหลว 50 มิลลิลิตร ในขณะที่แคลลัสจาก PGC ใช้เวลา 3-5 เดือนจึงจะเกิดเป็นเซลล์แขวนลอย และเมื่อย้ายเซลล์แขวนลอยที่ได้ไปเลี้ยงในอาหารพัฒนาเอ็มบริโอสูตร Y_3 ที่มี NAA 15 ไมโครโมลาร์ และ ABA 2 ไมโครโมลาร์ พบว่าเฉพาะเซลล์แขวนลอยจาก FET เท่านั้นที่สามารถพัฒนาไปเป็นเอ็มบริโอได้ซึ่งสามารถสังเกต เห็นภายใน 4-6 สัปดาห์

การชักนำให้เกิดต้นจากเอ็มบริออยด์

ถิรพงศ์ ญาณิสราพันธ์ (2528) แยกเอ็มบริออยด์อินทผลัมที่ได้จากการชักนำแคลลัสจากใบอ่อนและรากไปเลี้ยงในอาหารสูตร MS พบการเจริญ 4 แบบคือ ไม่มีการเจริญเติบโต มีแต่ยอดไม่มีราก มีแต่รากไม่มียอด และมีทั้งยอดและรากที่สมบูรณ์

ทวีพงศ์ สุวรรณโร (2529) พบว่าเอ็มบริออยด์ที่ได้จากการชักนำแคลลัสอินทผลัมเจริญเป็นต้นที่มีรากเมื่อย้ายลงอาหารสูตร MS หรือ Y_3 ที่เติมผงถ่าน 3 ก/ล

Huong และคณะ (1999) พบว่าการพัฒนาของโซมาติกเอ็มบริโออินทผลัมบนอาหารแข็งเกิดได้ช้ามาก ดังนั้นจึงมีการทดลองเลี้ยงในอาหารเหลวที่มีส่วนประกอบอาหารเหมือนกัน พบว่าเมื่อเลี้ยงในอาหารเหลวที่มี ABA 2 ไมโครโมลาร์ โซมาติกเอ็มบริโอมีการพัฒนาจากระยะรูปกลมไปสู่ระยะทอร์ปิโดและเมื่อเลี้ยงในอาหารสูตรเดิมนี้ไปนาน ๆ จะเกิดรากขึ้นแต่ไม่เกิดยอด ดังนั้นจึงย้ายโซมาติกเอ็มบริโอรูปทอร์ปิโดไปเลี้ยงในอาหารเหลวที่มีไซโทไค-นินเพื่อชักนำยอด พบว่า ถ้ามี BA, kinetin หรือ 2iP เพียงอย่างเดียวโซมาติกเอ็มบริโอจะไม่มีการพัฒนา แต่จะเกิดการพัฒนาของโซมาติกเอ็มบริโอในอาหารที่มี BA 1 ไมโครโมลาร์ และ kinetin 0.46 ไมโครโมลาร์ โดยโซมาติกเอ็มบริโอรูปทอร์ปิโดประมาณ 76 เปอร์เซ็นต์ จะมีการสร้างยอดเดี่ยวและรากขึ้น จากนั้นย้ายไปเลี้ยงในอาหารเหลวที่มี BA 0.45 ไมโครโมลาร์ และ NAA 0.06 ไมโครโมลาร์ เพื่อให้เกิดการยืดยาวของยอดและราก และย้ายไปเลี้ยงในอาหารเหลวสูตร MS ที่ไม่มีสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชก็จะได้พืชต้นใหม่ขึ้นมา แต่เปอร์เซ็นต์ค่อนข้างต่ำ (5 เปอร์เซ็นต์)

Fki และคณะ (2003) เลี้ยงโซมาติกเอ็มบริโออินทผลัมที่ได้จากเซลล์แขวนลอยบนอาหารแข็ง MS ที่ไม่มีสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช พบว่าโซมาติกเอ็มบริโอมีอัตราการงอก 25 เปอร์เซ็นต์และระยะเวลาการเลี้ยงในอาหารเหลวสำคัญมากในการเกิดการงอกที่สมดุล กล่าวคือการเลี้ยงโซมาติกเอ็มบริโอในอาหารเหลวมากกว่า 1 เดือนนำไปสู่การเกิดภาวะฉ่ำน้ำ การทำให้โซมาติกเอ็มบริโอแห้งขึ้น พบว่ามีผลช่วยปรับปรุงอัตราการงอกอย่างมีนัยสำคัญ (จาก 25 เปอร์เซ็นต์ เป็น 90 เปอร์เซ็นต์)

ทานตะวัน พูลสวัสดิ์ (2531) เลี้ยงเอ็มบริออยด์ที่ได้จากการชักนำแคลลัสใบอ่อนปาล์มน้ำมันในอาหารสูตร ½ MS ที่มี NaH_2PO_4 170 มก/ล 2,4-D 0.1 มก/ล BA 2.5 มก/ล และ ผงถ่าน 0.5 ก/ล พบการเจริญเป็นต้นปาล์มที่สมบูรณ์ในเวลา 1-3 เดือน

วิสุทธิ์ พัชรพิสุทธิ์สิน (2532) พบว่าหลังจากเลี้ยงย้ายเอ็มบริออยด์ที่ได้จากการชักนำแคลลัสเอ็มบริโอปาล์มน้ำมันไปเลี้ยงในอาหารสูตร MS ดัดแปลงที่มีผงถ่าน 0.05 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับน้ำมะพร้าว 15 เปอร์เซ็นต์ไปเรื่อย ๆ จะเกิดการพัฒนาเป็นต้นขึ้น

Guerra และ Handro (1998) ย้ายเอ็มบริออยด์ที่ชักนำจากเอ็มบริโอ ช่อดอกอ่อนและใบอ่อนปาล์มน้ำมันไปยังอาหารพื้นฐานที่มี 2iP 2.5 มก/ล และ NAA 0.1 มก/ล และย้ายลงในอาหารพื้นฐานที่ลดความเข้มข้นลงครึ่งหนึ่งและไม่มีสารควบคุมความเจริญเติบโต เพื่อเปลี่ยนเอ็มบริโอไปเป็นต้นอ่อน

Te-chato (1998) พบว่าการพัฒนาเป็นปาล์มน้ำมันต้นใหม่ได้จากการย้ายกลุ่มเอ็มบริ-ออยด์ที่แก่ไปเลี้ยงในอาหารเหลวสูตร MS ที่เติม NAA 0.06 มก/ล และ BA 0.03 มก/ล

Aberlenc-Bertossi และคณะ (1999) ศึกษาอิทธิพลของ BA ต่อการงอกของโซมาติกเอ็มบริโอปาล์มน้ำมันที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเซลล์แขวนลอย โดยใช้อาหาร MS ที่มี sodium ascorbate 100 มก/ล ผงถ่าน 30 มก/ล ในการทดลองแรกมีการเติม BA ที่ความเข้มข้น 0 1 5 และ 10 ไมโครโมลาร์ ทำการเลี้ยงเป็นเวลา 4 อาทิตย์ การทดลองที่สอง มีการแปรค่าช่วงเวลาในการให้ BA 1 2 3 และ 4 สัปดาห์ โดยมีการย้ายเลี้ยงทุกสัปดาห์ จากนั้นนำโซมาติกเอ็มบริโอจากทุกการทดลองเลี้ยงในอาหารแข็งสูตร MS ที่ไม่มีสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช พบว่า การเติม BA ในระหว่างการเจริญพัฒนา จะช่วยกระตุ้นการเกิดปลายยอดและเพิ่มอัตราการงอกของโซมาติกเอ็มบริโอถึง 70 เปอร์เซ็นต์ โดยจะเกิดยอดรวมเมื่อได้รับ BA เป็นระยะเวลานานในระหว่างการเจริญพัฒนาของโซมาติกเอ็มบริโอ และจะเกิดเป็นยอดเดี่ยวเมื่อเลี้ยงในอาหารที่มี BA เป็นระยะเวลาสั้น ๆ ในตอนต้นของการเจริญพัฒนาของโซมาติก

เอ็มบริโอ ผลของความเข้มข้น BA ต่อเปอร์เซ็นต์การเกิดยอดเดี่ยวของโซมาติกเอ็มบริโอยังขึ้นอยู่กับโคลน (clone) โดย 3 ใน 4 โคลน มีเปอร์เซ็นต์ยอดเดี่ยวเพิ่มขึ้น 60-73 เปอร์เซ็นต์เมื่อมี BA และมากที่สุดที่ความเข้มข้น BA 1 ไมโครโมลาร์ เปอร์เซ็นต์การเกิดรากลดลงเมื่อความเข้มข้น BA เพิ่มขึ้น

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาสูตรอาหารที่เหมาะสมในการชักนำต้นจากโซมาติกเอ็มบริโอ
2. ศึกษาสูตรอาหารที่เหมาะสมในการชักนำแคลลัสจากเอ็มบริโอ การเพิ่มปริมาณแคลลัส และการชักนำให้เกิดเอ็มบริโอเจเนซีสจากการเพาะเลี้ยงเซลล์แขวนลอย ปาล์มน้ำมัน