บทที่ 4

สรุปและอภิปรายผล

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาหาความรู้และเทคนิคพื้นฐานเพื่อนำไปสู่ความสำเร็จของการผลิตเมล็ดพืชเทียม เทคโนโลยีการผลิตเมล็ดพืชเทียมนับเป็นเทคโนโลยีใหม่ เริ่มมีการศึกษาและประสบผลสำเร็จเมื่อไม่กี่ปีที่ผ่านมานี้เอง ทำให้มีผลงานที่รายงานออกมาตามวารสารต่างๆ น้อยมาก นอกจากเหตุผลดังกล่าวแล้ว เทคโนโลยีประเภทนี้ยังมีผลต่อการค้าโดยตรง ดังนั้น แม้ว่านักวิทยาศาสตร์จะประสบผลสำเร็จอย่างมากในการผลิตเมล็ดพืชเทียม แต่ยังเก็บรายละเอียดของวิธีการนี้ไว้เป็นความลับอยู่ ดังนั้นผู้ที่สนใจศึกษาหาความรู้ทางด้านนี้จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องศึกษาทดลองหาความรู้พื้นฐานด้วยตนเอง เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในงานวิจัยอย่างมีประสิทธิภาพต่อไปในอนาคต

ปัจจัยสำคัญในการผลิตเมล็ดพืชเทียมคือการผลิตโซเมติกเอมบริโอหรือเอมบริออยด์ที่แข็งแรงและมีขนาดสม่ำเสมอกันเป็นอันดับแรก (มนทกานติ วัชราภัย,2531; Redenbeaugh et.al.,1987) เพื่อเพิ่มอัตราการงอกของเมล็ดพืชเทียมในสภาพธรรมชาติให้มากที่สุด (Fujii et.al.,1987) ดังได้กล่าวไว้แล้วว่า ส่วนประกอบที่สำคัญของเมล็ดพืชเทียมนั้นมี 3 ส่วนด้วยกันคือ เอมบริออยด์ (แทนเอมบริโอของเมล็ด) ส่วนที่หุ้มเอมบริออยด์ไว้ โดยที่ส่วนนี้จำเป็นต้องมีอาหารสะสมอยู่ด้วยเพื่อใช้แทนเอนโดสเปิร์ม ในงานวิจัยนี้ได้เรียกส่วนนี้ว่า เอนโดสเปิร์มเทียม และมีส่วนที่ค่อนข้างแข็งทำหน้าที่คล้ายเปลือกหุ้มเมล็ดเพื่อป้องกันอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นกับส่วนอื่นๆที่อยู่ภายใน (มนทกานติ วัชราภัย,2531; ชัยวัฒน์ น่าชม และมนทกานติ วัชราภัย,2531; Fujii et.al.,1987)

สำหรับการทำเอนโดสเปิร์มเทียมและเปลือกเมล็ดพืชเทียมนั้น เลือกใช้โซเดียมอัลจิเนต โดยผสมลงไปในอาหารเลี้ยงเนื้อเยื่อทำหน้าที่เป็นเอนโดสเปิร์มเทียม และอาศัยปฏิกิริยาระหว่างโซเดียมอัลจิเนตกับแคลเซียมไนเตรต ได้สารประกอบของแคลเซียมอัลจิเนตซึ่งมีลักษณะค่อนข้างแข็ง มีคุณสมบัติยอมให้น้ำ ความชื้นและอากาศผ่านเข้าออกได้เป็นอย่างดี เพื่อช่วยให้ขบวนการงอกของเมล็ดพืชเทียมเป็นไปตามปกติ (Redenbeaugh et.al.,1987)

<u>การชักนำให้เกิดแคลลัส</u>

ปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งที่ทำให้การผลิตเมล็ดพืชเทียมได้ผลมากน้อยเพียงใด คือปัจจัยเกี่ยวกับการชักนำให้เกิดแคลลัส และการชักนำแคลลัสให้เจริญเป็นเอมบริออยด์ได้ในปริมาณมากมีขนาดสม่ำเสมอและเป็นเอมบริออยด์ที่แข็งแรง จากการศึกษาพบว่าส่วนของพืชที่ใช้

ในการชักนำให้เกิดแคลลัสมีผลต่อการชักนำให้เกิดเอมบริออยด์ด้วย บ่อยครั้งที่พบว่าส่วนของพืชนั้นๆให้แคลลัสได้ดี แต่แคลลัสเหล่านั้นไม่ค่อยเปลี่ยนไปเป็นเอมบริออยด์เท่าที่ควร การศึกษานี้ได้ผลตรงกับรายงานของ Nomura and Komamine (1985)

งานวิจัยนี้เลือกศึกษาในพืช 3 ชนิด คือ แครอท (Daucus carota Linn.) ยาสูบ (Nicotiana rustica Linn.) และหน่อไม้ฝรั่ง (Asparagus officinalis Linn.) โดยเฉพาะแครอทนั้นเป็นตัวอย่างที่ได้ศึกษาถึงปัจจัยต่างๆโดยละเอียดทุกขั้นตอน

ขั้นตอนของการชักนำให้เกิดแคลลัสโดยการเลี้ยงเนื้อเยื่อจากส่วนต่างๆของต้นกล้าพืชและต้นพืช พบว่าส่วนของพืชที่ต่างกันอาจให้ผลในการชักนำแคลลัสคล้ายกันหรือต่างกันก็ได้ กล่าวคือ ในการเลี้ยงเนื้อเยื่อของแครอทส่วนของพืชที่สามารถชักนำให้เกิดแคลลัสได้ดีที่สุดคือส่วนของโพรแคมเบียมจากหัวแครอท ไฮโปโคทิลและก้านใบของต้นกล้าแครอท (ตารางที่ 2 และกราฟที่ 3) การชักนำแคลลัสของแครอทนี้สามารถทำได้ในที่มืดและที่สว่างซึ่งให้ผลดีพอๆกัน (Fujimura and Komamine, 1979; 1984 และ Nomura and Komamine, 1985) แต่สำหรับยาสูบนั้นพบว่าส่วนลำต้นและใบของต้นกล้าเป็นส่วนที่สามารถชักนำให้เกิดแคลลัสได้ดีทั้งในที่มืดและที่สว่าง แต่ส่วนของก้านใบเจริญให้แคลลัสน้อยกว่ามาก (ตารางที่ 19 ;กราฟที่ 10 และ 11) สำหรับหน่อไม้ฝรั่ง จากการทดลองเบื้องต้นพบว่าการชักนำแคลลัสให้ผลดีในที่มืด การทดลองนี้จึงเลือกใช้สภาพมืดเพื่อชักนำแคลลัสเท่านั้น โดยชักนำจากส่วนตายอดและตาข้าง และพบว่าสูตรอาหารที่ชักนำแคลลัสของหน่อไม้ฝรั่งนั้น สูตรทดลองที่ 3 ที่เติม NAA 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร kinetin 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้ผลดีที่สุด (ตารางที่ 26 และกราฟที่ 14)

จากการศึกษาลักษณะของแคลลัสที่ชักนำจากส่วนต่างๆของต้นกล้าพืชและต้นพืช พบว่าส่วนของพืชที่นำมาเลี้ยงเนื้อเยื่อส่วนเดียวกัน เช่น ส่วนก้านใบของต้นกล้าแครอทหรือส่วนใบของต้นกล้ายาสูบ ให้แคลลัสสองลักษณะที่แตกต่างกันเมื่อชักนำแคลลัสในที่มีแสงสว่าง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเกิด somaclonal variation ขึ้นก็ได้ เพราะเป็นที่ยอมรับกันมามากกว่าทศวรรษแล้วว่ากลุ่มเซลล์หรือเนื้อเยื่อในหลอดแก้วสามารถเกิด somaclonal variation ได้ (Vajrabhaya and Vajrabhaya, 1974; Vajrabhaya, 1977; 1988) ทั้งนี้เพราะในการเลี้ยงเนื้อเยื่อ กลุ่มเซลล์หลายร้อยล้านเซลล์ที่เจริญในหลอดทดลองแต่ละเซลล์มีโอกาสที่จะเกิดการผันแปรในทางพันธุกรรมได้เองตามธรรมชาติ ซึ่งจำนวนความถี่ของการแปรมีโอกาสมากกว่าสภาพภายนอกหลอดแก้ว ทั้งนี้เพราะได้รับสารเคมีบางชนิด เช่น สารควบคุมการเจริญของพืชและสารอินทรีย์อื่นๆ เป็นต้น ได้มีการทดลองพบว่าสารเคมีเหล่านี้ ทำตัวเสมือนมิวตาเจน (mutagen) ไปช่วยเร่งให้เกิดการแปรได้มากยิ่งขึ้น

การชักนำให้เกิดเอมบริออยด์

ลักษณะของแคลลัสมีความสำคัญในการชักนำให้เกิดเป็นเอมบริออยด์ ในแครอทพบว่าแคลลัสสีเขียวที่มีกลุ่มเซลล์รูปร่างกลมสีเหลืองเจริญอยู่ร่วมกัน เป็นแคลลัสที่มีศักยภาพสูงในการเจริญเป็นเอมบริออยด์ ยิ่งกว่านั้นยังพบว่าแคลลัสที่เจริญมาจากโพรแคมเบียมและไฮโปโคทิลสามารถชักนำให้เกิดเอมบริออยด์ได้ดี (ตารางที่ 4)

ในการชักนำให้เกิดเอมบริออยด์นั้น Komamine (1988) ได้รายงานถึงขนาดของเซลล์ของแครอทที่ย้ายมาเลี้ยงในอาหารเหลวเพื่อชักนำให้เกิดเอมบริออยด์ขนาดของเซลล์ที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 10 ถึง 18 ไมครอน โดยพบว่ามีความถี่และความสม่ำเสมอสูงในการเกิด somatic embryogenesis คือมีอัตราการเกิดเอมบริออยด์ประมาณร้อยละ 90 แต่ในการทดลองนี้เนื่องจากมีปัญหาในการหาวัสดุกรองที่มีรูถี่ที่จะกรองเซลล์เดี่ยวได้ จึงใช้วิธีคัดขนาดของกลุ่มเซลล์ (cell cluster) พบว่ากลุ่มเซลล์ที่มีขนาดโตกว่า 0.1 มิลลิเมตร เป็นกลุ่มเซลล์ที่พัฒนาไปเป็นเอมบริออยด์ได้สูงที่สุด โดยมีอัตราการเกิดเอมบริออยด์ถึง 95.75 เปอร์เซนต์ ซึ่งได้ผลเช่นเดียวกันกับรายงานของ Komamine (1988) การใช้กลุ่มเซลล์น่าจะได้ผลแน่นอนกว่าการใช้เซลล์เดี่ยว ทั้งนี้เป็นเพราะ embryogenic cluster เหล่านี้ได้มีการเปลี่ยนแปลงไปเป็นเอมบริออยด์ในระยะแรกๆแล้ว เมื่อนำมาเลี้ยงในอาหารสูตรชักนำให้เกิดเอมบริออยด์โอกาสของการเจริญไปเป็นเอมบริออยด์ในระยะตอร์ปิโดจึงสูงตาม

การศึกษาขั้นตอนของ embryogenesis นั้น พบว่า somatic embryogenesis คล้ายกับกระบวนการเกิด embryogenesis ในเมล็ดพืชปกติ กล่าวคือในแครอทพบว่าเมื่อกรองกลุ่มเซลล์ที่มีขนาด 0.1 ถึง 0.5 มิลลิเมตร และนำมาเลี้ยงในอาหารเหลวสูตรชักนำให้เกิดเอมบริออยด์ประมาณ 4 วัน กลุ่มเซลล์มีการพัฒนาไปเป็นเอมบริออยด์ระยะ globula ,มีรูปร่างกลมและมีสีเหลืองนวล พบเอมบริออยด์ในระยะ globula จำนวนมากในวันที่ 7ต่อมามีการพัฒนาไปเป็นเอมบริออยด์ระยะ heart stage (early - heart, heart, และ late - heart stage ตามลำดับ) เอมบริออยด์ในระยะนี้มีรูปร่างคล้ายรูปหัวใจขนาดของ heart stage เฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.5 ถึง 1.0 มิลลิเมตร มีสีเขียว พบมากในวันที่ 10 การพัฒนาขั้นสุดท้ายเป็นเอมบริออยด์ในระยะตอร์ปิโด (torpeto stage)ซึ่งพบมากในวันที่ 14 ของการชักนำเอมบริออยด์ (ภาพที่ 6 และกราฟที่ 5) ขนาดของ torpedo เฉลี่ยอยู่ระหว่าง 2.0 ถึง 7.0 มิลลิเมตร เอมบริออยด์มีสีเขียวเข้มขึ้นเช่นเดียวกันกับรายงานของ Nomura and Komamine (1985)

สำหรับการพัฒนาเป็นเอมบริออยด์ของยาสูบนั้นพบเอมบริออยด์ในระยะตอร์ปิโดมากที่สุดในสัปดาห์ที่ 2 (14 วัน) เช่นเดียวกัน โดยมีขนาดความยาวเฉลี่ย 2.0 ถึง 7.0 มิลลิเมตร

พบว่าตอร์ปิโดของยาสูบในระยะนี้มีสีขาว ซึ่งอาจจะเกิดจากความเข้มของแสงไม่เพียงพอ ดังรายงานของ Haccius (1987) ที่ศึกษาเกี่ยวกับการชักนำโซเมติก เอมบริโอของยาสูบ (Nicotiana tabacum) พบว่าต้องการความเข้มของแสงสูงมาก แต่ในแครอทเอมบริออยด์เกิดได้ดีในที่มีความเข้มของแสงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น จากการทดลองนี้ได้ผลตรงกับการทดลองของ Ammirato and Steward (1971)

สำหรับหน่อไม้ฝรั่งเมื่อย้ายแคลลัสมาเลี้ยงในอาหารเหลวสูตรชักนำให้เกิดเอมบริออยด์ 3 สูตร คือ Steward et.al,(1971), Redenbeaugh et.al.,(1987) และสูตรทดลองที่ 3 ที่ปรับปรุงจากสูตรที่ 1 และ 2 พบว่าสูตรที่ให้ผลดีที่สุดคือสูตรที่ 3 และการพัฒนาของเอมบริออยด์ในอาหารเหลวนั้น พบเอมบริออยด์ในระยะตอร์ปิโดมากที่สุดในสัปดาห์ที่ 3 (21 วัน) และขนาดของเอมบริออยด์มีความยาวโดยเฉลี่ยประมาณ 2.0 ถึง 7.0 มิลลิเมตร ตอร์ปิโดมีสีเหลืองเขียวและเขียวปนกัน ในหน่อไม้ฝรั่งไม่ว่าจะเป็นการชักนำให้เกิดแคลลัสหรือการชักนำให้เกิดเอมบริออยด์ให้ผลดีที่สุดในสูตรอาหารทดลองสูตรที่ 3 ที่มีน้ำมะพร้าว 100 มิลลิลิตรต่อลิตรเป็นองค์ประกอบ น้ำมะพร้าวจัดเป็นสารอินทรีย์ที่ช่วยเพิ่มปริมาณไนเตรตซึ่งมีผลต่อการชักนำให้เกิดแคลลัสและเอมบริออยด์มากที่สุด (Steward and Shantz,1959)

<u>การผลิตเมล็ดพืชเทียม</u>

การผลิตเมล็ดพืชเทียมโดยการหุ้มส่วนของเอมบริออยด์ไว้ในอัลจิเนต เจล (alginate gel) ที่ผสมอาหารลงไปด้วยโดยมีแคลเซียมอัลจิเนตทำหน้าที่เป็นเปลือกหุ้มเมล็ดนั้น พบว่าจำนวนเอมบริออยด์ในแต่ละเมล็ด (ซึ่งอาจจะมี 1,2 หรือ 3 เอมบริออยด์) ไม่มีผลต่อการงอกของเมล็ดพืชเทียม แต่กลับพบว่าเปอร์เซนต์ความงอกของเมล็ดพืชเทียมขึ้นอยู่กับความแข็งแรงของเอมบริออยด์ที่ผลิตได้เป็นอย่างมาก และขนาดของเอมบริออยด์ก็มีความสำคัญเช่นกัน

สำหรับแครอทนั้นพบว่าเอมบริออยด์ที่แข็งแรงที่สุด คือเอมบริออยด์ที่มีขนาดความยาวมากกว่า 4.0 มิลลิเมตร โดยมีเปอร์เซนต์ความงอกสูงที่สุดเท่ากับ 98.75 เปอร์เซนต์ ส่วนพวกที่มีขนาดรองลงมาได้แก่เอมบริออยด์ที่มีขนาดความยาว 2.0 ถึง 4.0 มิลลิเมตร พบว่าเมื่อนำมาผลิตเป็นเมล็ดพืชเทียมแครอทเปอร์เซนต์ความงอกลดลงเหลือ 90.25 เปอร์เซนต์ และสำหรับเอมบริออยด์ที่มีขนาดความยาวน้อยกว่า 2.0 มิลลิเมตร มีเปอร์เซนต์ความงอกต่ำมากเพียง 33 เปอร์เซนต์เท่านั้น (ตารางที่ 11,12 และกราฟที่ 6)

เอมบริออยด์ของยาสูบที่เหมาะในการทำเมล็ดพืชเทียมคือเอมบริออยด์ที่มีขนาดความยาว 5.0 ถึง 7.0 มิลลิเมตร โดยมีเปอร์เซนต์ความงอกเท่ากับ 84.75 เปอร์เซนต์ ส่วนหน่อไม้ฝรั่งนั้นขนาดของเอมบริออยด์ที่มีความยาวที่เหมาะสมคือ 5.0 ถึง 6.0 มิลลิเมตร แต่เมื่อนำมาผลิตเป็นเมล็ดพืชเทียมแล้ว พบว่ามีเปอร์เซนต์การอยู่รอดต่ำกว่าของแครอทและยาสูบ

มาก เมื่อนำมาทดสอบความงอกมีเปอร์เซนต์ความงอกเพียง 65.25 เปอร์เซนต์ เท่านั้น

สรุปได้ว่าขนาดของเอมบริออยด์ที่แข็งแรง ที่นำมาผลิตเป็นเมล็ดพืชเทียมนั้นแตกต่างกันไปตามชนิดของพืช ซึ่งจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทดสอบสำหรับพืชแต่ละชนิด

การทดสอบความงอกของเมล็ดพืชเทียมในสภาพปลอดเชื้อ

การวิจัยในเรื่องนี้มีจุดประสงค์เพื่อที่ต้องการทราบว่าสารอาหารหรือปุ๋ยมีความจำเป็นต่อการงอกของเมล็ดพืชเทียมในระยะสองสัปดาห์แรกหรือไม่ ในการทดลองนี้ได้ใช้สูตรอาหารพื้นฐานของ MS และน้ำปุ๋ยสูตร WP เปรียบเทียบกับน้ำประปา พบว่าน้ำปุ๋ยหรืออาหารเสริมจากภายนอกเมล็ดพืชเทียมไม่มีผลต่อการงอกในระยะสองสัปดาห์แรก ซึ่งได้ผลตรงกันในพืชทั้ง 3 ชนิด แต่เมื่อต้นกล้าเริ่มงอกจนมีใบจริงเกิดขึ้นและมีการใช้สารอาหารในเมล็ดพืชเทียมไปมากแล้ว การให้ปุ๋ยเสริมจากภายนอกเมล็ดพืชเทียมมีส่วนช่วยให้การเจริญของกล้าพืชดีขึ้น

การศึกษาปัจจัยทางกายภาพต่อการเก็บรักษาเมล็ดพืชเทียม

การวิจัยนี้ได้ศึกษาผลของอุณหภูมิและแสงที่มีต่อการเก็บรักษาเมล็ดพืชเทียมของแครอท โดยได้ทดลองเก็บเมล็ดพืชเทียมแครอทไว้ที่อุณหภูมิ 4, 25 และ 31 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 สัปดาห์ พบว่าอุณหภูมิที่ให้ผลดีที่สุดคือ 25 องศาเซลเซียส เมื่อนำมาทดสอบความงอกดูพบว่ามีเปอร์เซนต์ความงอกสูงถึง 94.75 เปอร์เซนต์ ส่วนเมล็ดพืชเทียมแครอทที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 31 องศาเซลเซียส แม้ว่าจะมีเปอร์เซนต์ความงอกสูงถึง 92.75 เปอร์เซนต์ แต่ก็พบว่าเมล็ดพืชเทียมมีการงอกในระหว่างการเก็บรักษาค่อนข้างมากซึ่งไม่เหมาะสมสำหรับการขนย้าย ส่วนการเก็บรักษาเมล็ดพืชเทียมแครอทที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสนั้นพบว่าเอมบริออยด์ส่วนใหญ่ตายก่อนที่จะครบสองสัปดาห์ โดยพบว่ามีเปอร์เซนต์ความงอกเพียง 38 เปอร์เซนต์ เท่านั้น ดังนั้นอุณหภูมิที่ 4 องศาเซลเซียสนี้จึงไม่เหมาะสมที่จะใช้ในการเก็บรักษาเมล็ดพืชเทียม

งานวิจัยในส่วนนี้ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในเรื่องการเก็บรักษาเมล็ดพืชเทียมของแครอทในช่วงของอุณหภูมิ 10 ถึง 25 องศาเซลเซียส และศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมของพืชแต่ละชนิด ซึ่งคาดว่าน่าจะได้ข้อมูลพื้นฐานที่เป็นประโยชน์ต่อการเก็บรักษาและการขนส่งเมล็ดพืชเทียมชนิดต่างๆ

การศึกษาควบคุมการปนเปื้อนของเชื้อราในเมล็ดพืชเทียมแครอท

การใช้เบนโนมิลเพื่อป้องกันการปนเปื้อนจากเชื้อรา นับได้ว่าเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งต่อการเลี้ยงเซลล์และเนื้อเยื่อพืช รวมทั้งต่อการนำเมล็ดพืชเทียมออกมาจากขวดปลอดเชื้อมาปลูกในสภาพแวดล้อมภายนอก โดยเฉพาะประเทศไทยซึ่งมีภูมิอากาศแบบร้อนชื้นนับได้ว่าเป็น

แหล่งที่มีปัญหาจากการปนเปื้อนของเชื้อราสูง ซึ่งเป็นอันตรายต่อการเจริญของเอมบริออยด์ในระยะแรกๆเป็นอย่างมาก การทดลองนี้เลือกใช้เบนโนมิลซึ่งเป็นยาฆ่าเชื้อราประเภทดูดซึมเป็นสารทดลอง เพราะได้มีรายงานการทดลองออกมาแล้วว่าสารนี้มีพิษต่อเนื้อเยื่อพืชน้อย (ศิริลักษณ์ เอี่ยมธรรม และ มนทกานติ วัชราภัย,2531; Yang,1976)

จากงานวิจัยนี้พบว่าถ้าใช้เบนโนมิลขนาดความเข้มข้นไม่เกิน 20 มิลลิกรัมต่อลิตร ไม่ว่าจะผสมสารนี้ลงในเอนโดสเปิร์มเทียมโดยตรง หรือผสมลงในน้ำปุ๋ยที่ใช้รดชะทำการเพาะเมล็ดพืชเทียม หรือผสมทั้งในเอนโดสเปิร์มเทียมและน้ำปุ๋ยที่ใช้รด พบว่าความเข้มข้นขนาดนี้ไม่เป็นอันตรายต่อเอมบริออยด์ที่อยู่ภายในเมล็ดพืชเทียม โดยเมื่อนำมาทดสอบความงอกแล้ว เปอร์เซนต์ความงอกจะอยู่ระหว่าง 82 ถึง 91 เปอร์เซนต์ แต่ถ้าใช้ความเข้มข้นของเบนโนมิลที่สูงขึ้น ซึ่งในการทดลองนี้ใช้ความเข้มข้นของเบนโนมิล 40,80 และ 160 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าเมล็ดพืชเทียมมีเปอร์เซนต์ความงอกลดลงอย่างมาก (ตารางที่ 18)

การวิจัยในส่วนนี้น่าจะมีการทดลองเพิ่มเติมโดยใช้เบนโนมิลในความเข้มข้น 20 ถึง 40 มิลลิกรัมต่อลิตร เพื่อจะได้ทราบว่าความเข้มข้นสูงสุดของเบนโนมิลที่ไม่มีอันตรายต่อเอมบริออยด์คือเท่าไร การศึกษาสารอื่นๆที่มีฤทธิ์ทำลายแบคทีเรียและเชื้อราอื่นๆที่เบนโนมิลไม่สามารถฆ่าได้มาผสมกันเข้า อาจให้ผลในการยับยั้งการเจริญของจุลชีพที่เป็นภัยต่อการเจริญของเอมบริออยด์ในระยะแรกได้ดีขึ้นอีก

<u>ข้อเสนอแนะ</u>

เนื่องจากงานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยบุกเบิกของการผลิตเมล็ดพืชเทียมโดยการเลี้ยงเนื้อเยื่อ และผลการศึกษาต่างๆของนักวิทยาศาสตร์ยังเก็บรักษาเป็นความลับ เนื่องจากมีผลประโยชน์เกี่ยวเนื่องทางการค้ามาก หลังจากที่ประสบความสำเร็จจากงานวิจัยนี้มีข้อเสนอแนะบางประการ ได้แก่

1. ในการผลิตเมล็ดพืชเทียมจำเป็นต้องศึกษาความรู้พื้นฐานในด้านการชักนำให้เกิดแคลลัสและชักนำให้เกิดเอมบริออยด์ของพืชแต่ละชนิดโดยละเอียด เพื่อให้ได้เอมบริออยด์ที่แข็งแรง มีความสม่ำเสมอสูง และสามารถผลิตได้ครั้งละมากๆ

2. การทำเอนโดสเปิร์มเทียมน่าจะทดลองใช้สารอื่นๆแทนอัลจิเนต และควรมีการเติมออสโมติคัมบางชนิดลงไป เพื่อลดความชื้น ซึ่งอาจเป็นหนทางหนึ่งที่จะช่วยให้การเก็บรักษาเมล็ดพืชเทียมในสภาพพักตัวได้นานขึ้น

3. ปัจจัยทางกายภาพของการเก็บรักษาเมล็ดพืชเทียม ควรมีการศึกษาเพิ่มเติม ซึ่งนอกจากจะใช้อุณหภูมิแล้ว อาจทดลองเก็บในแกสเฉื่อยบางชนิด หรือเคลือบเมล็ดด้วยสารที่ป้องกันการระเหยของน้ำ และเสริมความแข็งแรงมากขึ้น ซึ่งอาจจะช่วยให้การเก็บ

รักษาเมล็ดพืชเทียมได้ในระยะเวลายาวนานขึ้น และสะดวกต่อการขนส่ง

4. ปัญหาในการเพาะเมล็ดพืชเทียมในสภาพแวดล้อมภายนอก ยังเป็นปัญหาใหญ่ ทั้งนี้เนื่องจากอาหารที่ผสมเป็นเอนโดสเปิร์มเทียมนั้น มีน้ำตาลผสมอยู่ด้วย ซึ่งเป็นแหล่งอาหารอย่างดีของเชื้อรา ดังนั้นเมื่อนำเมล็ดพืชเทียมมาเพาะในสภาพธรรมชาติ เชื้อราในอากาศและในดินที่ปนเปื้อนมาอาจเจริญได้ดีกว่า และเป็นอันตรายต่อการเจริญของเอมบริออยด์ ซึ่งเป็นสาเหตุให้เปอร์เซนต์ความงอกลดน้อยลง

การศึกษาในเรื่องดังกล่าวมาจึงเป็นหัวข้อที่น่าสนใจที่ควรจะแก้ปัญหาต่อไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย