บทที่ 4

ผลการวิจัย

สำรวจและรวบรวมข้อมูลบางประการทางชีววิทยาของกล้วยไม้น้ำ

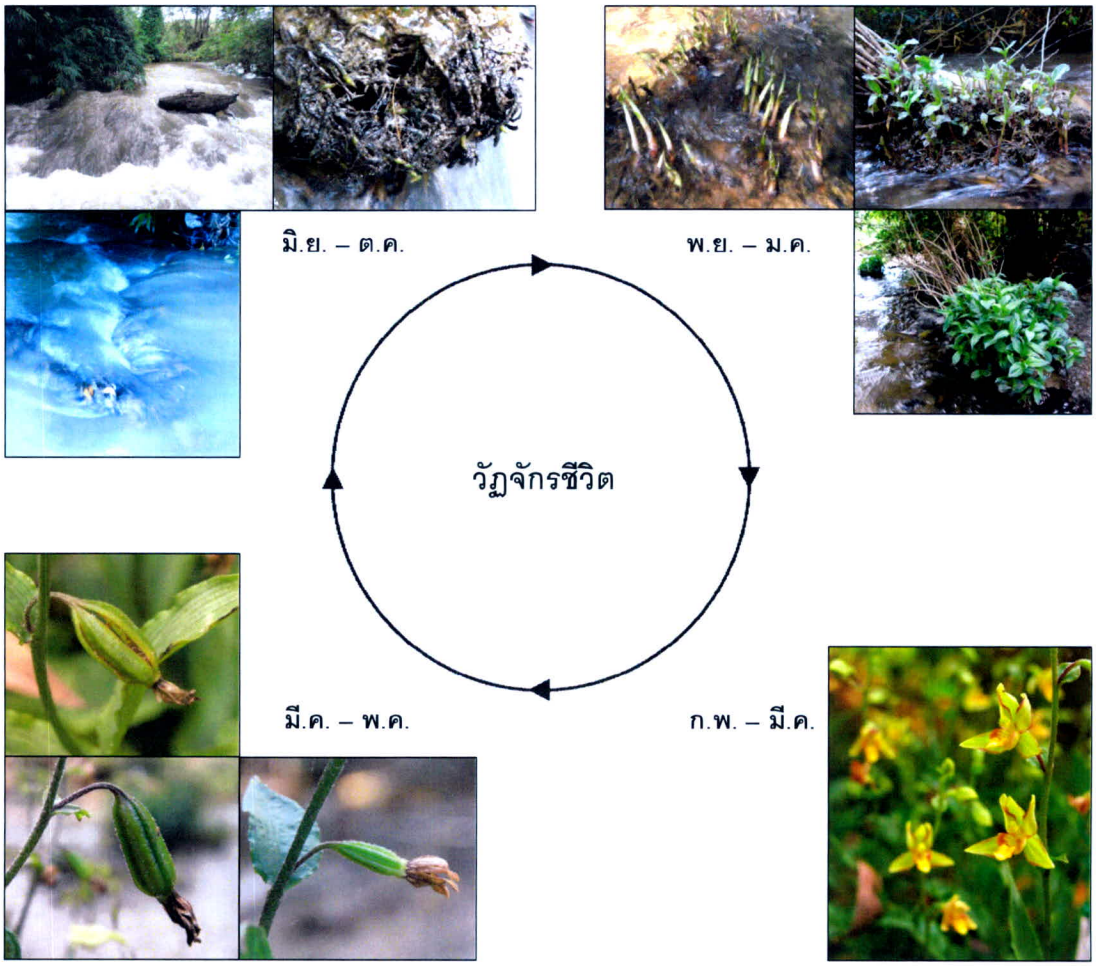
จากการสำรวจและรวบรวมข้อมูลบางประการทางชีววิทยาของกล้วยไม้น้ำ ที่มีการกระจายพันธุ์อยู่ในบริเวณลำธารห้วยแม่ตาว ที่ไหลผ่านหมู่บ้านถ้ำเสือ อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก ซึ่งลำธารสายดังกล่าวเป็นลำธารที่ไหลผ่านพื้นที่ป่าชุมชนที่มีสภาพเป็นป่าเต็งรังผสมป่าไผ่มาก่อน ในปัจจุบันสภาพพื้นที่ป่าดังกล่าวเริ่มเสื่อมโทรมลง เนื่องจากการเข้าบุกรุกทำลายผืนป่าเพื่อสร้างถนนเปิดทางเข้าสู่พื้นที่ทำการเกษตรที่อยู่ใกล้กับลำธารที่เกษตรกรสามารถอาศัยน้ำในลำธารมาใช้ทำการเกษตรได้เป็นอย่างดี (ภาพ 5) ซึ่งพืชที่เกษตรกรเพาะปลูกส่วนใหญ่จะเป็นพืชเศรษฐกิจ ได้แก่ อ้อย และข้าวโพด รวมไปถึงไม้ผลบางชนิด จากการสอบถามชาวบ้านท้องถิ่นที่อาศัยอยู่ใกล้กับบริเวณลำธารที่มีการกระจายพันธุ์ของกล้วยไม้น้ำนั้นทำให้ทราบว่า กล้วยไม้น้ำมีชื่อเรียกในท้องถิ่นว่า ดีงูหว้า (เฉพาะในบริเวณพื้นที่ที่พบกล้วยไม้น้ำ) ซึ่งใบและยอดอ่อนจะมีรสชาติขมและฝาดมาก ชาวบ้านจะนำมาบริโภคเป็นเครื่องเคียงคู่กับอาหาร และที่สำคัญชาวบ้านในพื้นที่ไม่รู้จักและทราบมาก่อนว่าพืชชนิดนี้คือ กล้วยไม้น้ำ ที่มีความสำคัญและใกล้จะสูญพันธุ์

ภาพ 5 บริเวณพื้นที่เพาะปลูกพืชของเกษตรกรใกล้กับลำธารที่มีกล้วยไม้น้ำแพร่กระจายพันธุ์อยู่

ชีพลักษณ์

การเจริญและการพัฒนาของกล้วยไม้น้ำในพื้นที่สำรวจ พบว่า เหง้าหรือไรโซมของกล้วยไม้น้ำแต่ละกลุ่มจะเกาะและเจริญเติบโตอยู่บนโขดหินปูนที่มีกระแสน้ำไหลผ่านสูงหรือต่ำกว่าโขดหินเล็กน้อยเท่านั้น ซึ่งจะไม่พบต้นกล้วยไม้น้ำในบริเวณโขดหินที่จมอยู่ใต้กระแสน้ำตลอดเวลา นอกจากนี้ยังพบว่ามีกลุ่มของประชากรกล้วยไม้น้ำอีกหลายกลุ่มขึ้นกระจัดกระจายอยู่บนโขดหินตามลำธารลงไปเรื่อยๆ แต่เป็นเพียงกอขนาดค่อนข้างเล็กและมีจำนวนกลุ่มประชากรไม่มาก

ในช่วงเวลาที่ทำการศึกษา ลักษณะทางกายภาพโดยทั่วไปของลำธารมีน้ำไหลผ่านตลอดทั้งปี การเจริญเติบโตและพัฒนาการที่เปลี่ยนแปลงไปของต้นกล้วยไม้น้ำในธรรมชาติขึ้นอยู่กับปริมาณของน้ำในลำธาร ซึ่งในแต่ละช่วงฤดูกาลจะมีปริมาณน้ำในลำธารที่แตกต่างกันออกไป ในช่วงฤดูฝนตั้งแต่เดือนมิถุนายนถึงเดือนตุลาคม ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรวมไปถึงจำนวนวันที่ฝนตกจะเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ปริมาณของน้ำในลำธารเพิ่มสูงขึ้นไหลเข้าท่วมบริเวณที่ต้นกล้วยไม้น้ำเจริญเติบโตอยู่ ทำให้ส่วนของลำต้นและใบจมอยู่ใต้กระแสน้ำเกิดการเน่าเปื่อยและยุบตายไป เหลือเพียงแต่รากและเหง้าที่ยังคงมีชีวิตเกาะติดอยู่กับโขดหิน เมื่อถึงช่วงฤดูหนาวตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนจนถึงเดือนมกราคม ในช่วงเวลาดังกล่าวปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรวมไปถึงจำนวนวันที่ฝนตกในพื้นที่จะลดลง ส่งผลให้น้ำในลำธารมีปริมาณลดลงตามไปด้วย ซึ่งจะเป็นช่วงเวลาที่ต้นกล้วยไม้น้ำสามารถเกิดการเจริญเติบโตได้อีกครั้ง โดยบริเวณปลายยอดของเหง้าจะเริ่มเกิดการยืดยาวออกและเปลี่ยนแปลงพัฒนาไปเป็นหน่ออ่อน (Young shoots) จนเจริญเติบโตสร้างส่วนของลำต้นและใบใหม่ที่สมบูรณ์ในที่สุด (Vegetative growth) เมื่อต้นกล้วยไม้น้ำเริ่มเกิดการพัฒนาในระยะสืบพันธุ์ (Reproductive growth) ช่วงเดือนกุมภาพันธ์ บริเวณปลายยอดของลำต้นจะเกิดการพัฒนาสร้างส่วนของช่อดอกขึ้น และเมื่อดอกของกล้วยไม้น้ำได้รับการผสมเกสร รังไข่ของดอกจะเริ่มขยายขนาดเพิ่มมากขึ้น จนเมื่อระยะเวลาผ่านไปประมาณ 7-8 สัปดาห์ ผนังของฝักกล้วยไม้น้ำจะเกิดการแตกออก เพื่อปล่อยให้เมล็ดปลิวออกกระจายพันธุ์ไปตามกระแสน้ำในช่วงฤดูแล้ง ซึ่งชีพลักษณ์และลักษณะการเจริญเติบโตของกล้วยไม้น้ำในธรรมชาติ เกิดขึ้นเป็นวัฏจักรเช่นนี้ ดังแสดงในภาพ 6



ภาพ 6 ชีพลักษณ์และลักษณะการเจริญเติบโตของกล้วยไม้น้ำ (*Epipactis flava* Seidenf.) ในธรรมชาติที่เปลี่ยนแปลงไปในรอบปี

การเจริญเติบโตทางลำต้นและพัฒนาการระยะสืบพันธุ์

จากการสังเกตการเจริญเติบโตทางลำต้น รวมไปถึงพัฒนาการระยะสืบพันธุ์ของกล้วยไม้น้ำที่เกิดขึ้นในพื้นที่ พบว่า ต้นกล้วยไม้น้ำที่เจริญอยู่ในที่กลางแจ้งมีแสงแดดส่องถึงตลอดทั้งวัน เมื่อเปรียบเทียบกับต้นที่เจริญอยู่ภายใต้ร่มเงาไม้ใหญ่ จะมีการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นและพัฒนาการของโครงสร้างส่วนต่างๆ อาทิ ขนาดความสูงของลำต้น และขนาดพื้นที่ของแผ่นใบ รวมไปถึงอัตราการสร้างช่อดอกของต้นกล้วยไม้น้ำที่แตกต่างกัน (ภาพ 7)

จากการบันทึกค่าความเข้มแสงในรอบวันที่ส่องลงมายังบริเวณกอของกล้วยไม้น้ำที่เจริญเติบโตอยู่ พบว่า ในพื้นที่ร่มเงาจะมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 108.58±17.78 $\mu mol.m^{-2}.s^{-1}$ (n=3 กอ) สำหรับในพื้นที่กลางแจ้งจะมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 414.39±24.98 $\mu mol.m^{-2}.s^{-1}$ (n=3 กอ) โดยค่าความเข้มแสงแดดสูงที่สุดอยู่ที่ 696.60 $\mu mol.m^{-2}.s^{-1}$ ในเวลาเที่ยงวัน เมื่อพิจารณาถึงการเจริญเติบโตและการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางสัณฐานด้านลำต้น (n=30 ต้นต่อกอ) พบว่า ต้นกล้วยไม้น้ำที่เจริญเติบโตในที่ร่มเงาและในที่กลางแจ้ง จะมีขนาดของลำต้น และจำนวนใบ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาถึงความสูงของลำต้น พบว่า ต้นกล้วยไม้น้ำที่เจริญเติบโตอยู่ภายใต้ร่มเงาสามารถชักนำให้ความสูงของลำต้นโดยเฉลี่ย (37.38±0.89 เซนติเมตร) มากกว่าต้นที่เจริญเติบโตอยู่ในที่กลางแจ้ง (16.52±0.69 เซนติเมตร) อีกทั้งขนาดแผ่นใบของต้นที่เจริญเติบโตภายใต้ร่มเงา (39.05±4.56 ตารางเซนติเมตร) จะมีพื้นที่แผ่นใบเฉลี่ยมากกว่าต้นที่เจริญเติบโตอยู่ในที่กลางแจ้ง (12.43±0.64 ตารางเซนติเมตร) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากความเข้มแสงที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตและการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางสัณฐานด้านลำต้นแล้ว ปัจจัยดังกล่าวยังเป็นปัจจัยสำคัญอีกประการหนึ่งที่ส่งผลต่อพัฒนาการในระยะสืบพันธุ์ของกล้วยไม้น้ำเช่นกัน เมื่อพิจารณาถึงการสร้างช่อดอกที่เกิดขึ้น พบว่า กอของกล้วยไม้น้ำที่เจริญเติบโตอยู่ในที่กลางแจ้งสามารถชักนำให้เกิดการสร้างช่อดอก (30.81±4.56 เปอร์เซ็นต์) (n=1488 ต้น) ได้มากกว่ากอที่เจริญเติบโตอยู่ในที่ร่มเงา (17.02±3.39 เปอร์เซ็นต์) (n=1661 ต้น) อย่างไรก็ตาม ช่อดอกที่สามารถสร้างฝักขึ้นได้ของกอกล้วยไม้น้ำที่เจริญอยู่ในที่กลางแจ้ง สามารถประสบความสำเร็จในการสืบพันธุ์ (49.38±5.39 เปอร์เซ็นต์) (n=438 ช่อ) มากกว่าช่อดอกของกอที่เจริญอยู่ในที่ร่มเงา (38.98±7.98 เปอร์เซ็นต์) (n=273 ช่อ) (ตาราง 3)

ตาราง 3 การเจริญเติบโตทางด้านลำต้นและพัฒนาการในระยะสืบพันธุ์ของกล้วยไม้น้ำในพื้นที่ที่ได้รับความเข้มแสงแตกต่างกัน

ตำแหน่ง	ความเข้มแสง** ($\mu mol.m^{-2}.s^{-1}$)	ความสูงต้น*** (cm)	ขนาดลำต้น (cm)	จำนวนใบ	พื้นที่แผ่นใบ (cm^2)	จำนวนช่อดอก (%) ที่สร้างขึ้น	จำนวนช่อดอก (%) ที่ติดฝัก
ที่กลางแจ้ง	414.39±24.98a*	16.52±0.69b	0.38±0.01a	7.92±0.13a	12.43±0.64b	30.81±4.56a	49.38±5.39a
ที่ร่มเงา	108.58±17.78b	37.38±0.89a	0.42±0.01a	8.24±0.17a	39.05±4.56a	17.02±3.39b	38.98±7.98b

หมายเหตุ: *ตัวอักษรเหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงถึงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

**ความเข้มแสงเฉลี่ยในรอบวัน จำนวน 3 กอ ตั้งแต่เวลา 09:00-16:00 น.

***ความสูงต้น, ขนาดลำต้น, จำนวนใบ (n=30 ต้นต่อกอ) และพื้นที่แผ่นใบ (n=10 ใบต่อกอ) (ใบตำแหน่งที่ 4 นับจากปลายยอด)

ภาพ 7 พัฒนาการทางด้านลำต้นและขนาดแผ่นใบของกล้วยไม้น้ำที่เจริญเติบโตในที่ร่มเงา (ก, ค) และในที่กลางแจ้ง (ข, ง)

รูปแบบการผสมเกสรต่อพัฒนาการของฝัก

จากการศึกษา พบว่า เมื่อดอกกล้วยไม้น้ำได้รับการผสมเกสรภายในดอกตัวเอง (Self pollination) หรือที่ได้รับการผสมเกสรข้ามดอก (Cross pollination) สามารถชักนำให้รังไข่เกิดพัฒนาการเปลี่ยนแปลงไปเป็นฝักได้

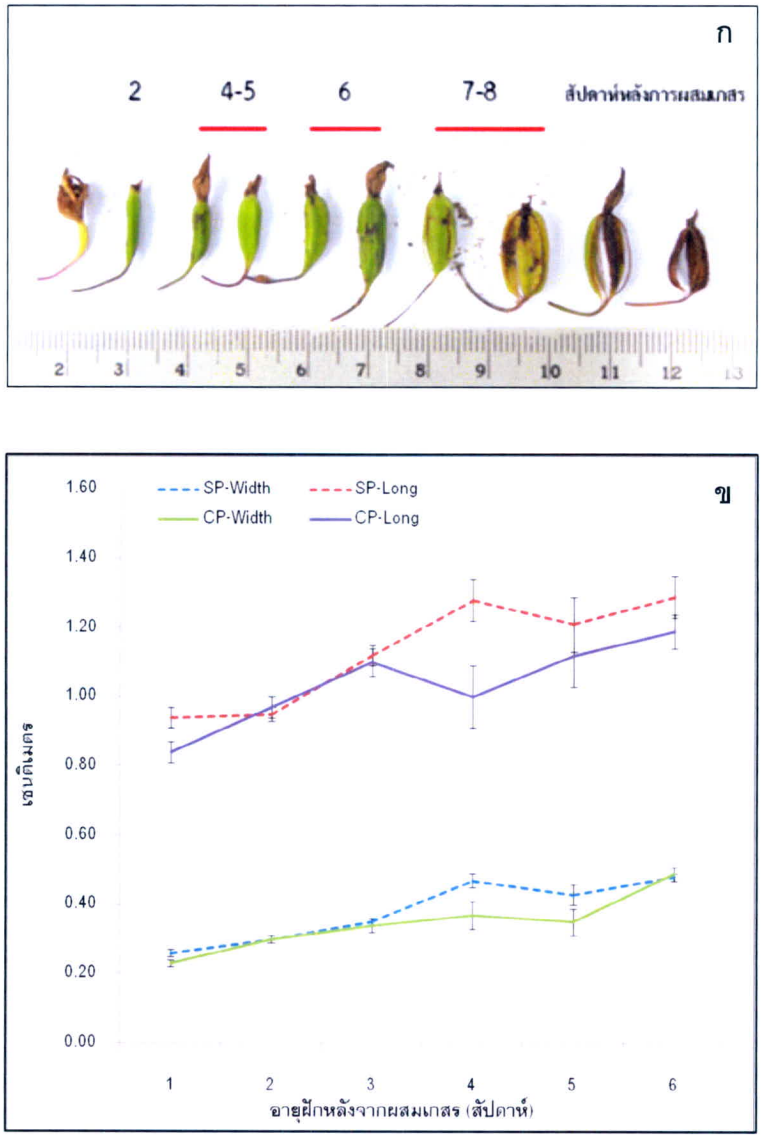
เมื่อระยะเวลาผ่านไป 2-3 สัปดาห์ หลังจากได้รับการผสมเกสร ฝักของกล้วยไม้น้ำจะมีการขยายขนาดเพิ่มมากขึ้น ทั้งขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางและขนาดของความยาว ซึ่งขนาดฝักที่เพิ่มขึ้นจะมีขนาดที่ใกล้เคียงกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ทั้งที่เกิดจากการผสมเกสรภายในดอกและที่ผสมเกสรข้ามดอก ต่อมาเมื่ออายุของฝักหลังจากได้รับการผสมเกสรเพิ่มมากขึ้น ฝักที่เกิดจากการผสมเกสรแตกต่างกันจะมีอัตราการขยายขนาดของฝักแตกต่างกันออกไป โดยฝักที่เกิดจากการผสมเกสรภายในดอก จะมีอัตราการขยายขนาดความยาวและความกว้างในช่วงสัปดาห์ที่ 4 เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และหลังจากนั้นฝักจะไม่เกิดการขยายขนาดเพิ่มขึ้นอีก ในขณะที่ฝักจากการผสมเกสรข้ามดอก จะมีอัตราการขยายขนาดเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในภายหลัง เมื่ออายุผ่านไป 6 สัปดาห์ หลังจากผสมเกสร

อย่างไรก็ตาม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและความยาวของฝักกล้วยไม้น้ำที่มีอายุครบ 6 สัปดาห์ หลังจากได้รับการผสมเกสรภายในดอก (0.48±0.08 และ 1.29±0.03 เซนติเมตร) (n=15 ฝัก) และที่ได้รับการผสมเกสรข้ามดอก (0.49±0.14 และ 1.19±0.04 เซนติเมตร) (n=15 ฝัก) จะมีขนาดฝักที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ และเมื่อฝักมีอายุผ่านไป 7-8 สัปดาห์ ที่บริเวณรอยต่อ (Dehiscence zone) ของผนังของฝักส่วน Fertile valve กับผนังฝักส่วน Sterile valve จะแยกหลุดออกจากกัน ทำให้เมล็ดที่อยู่ภายในปลิวหลุดออกมา ด้วยเหตุนี้ เมล็ดของกล้วยไม้น้ำจากฝักอายุ 7-8 สัปดาห์ หลังผสมเกสร (Mature capsule) (ตาราง 4 และ ภาพ 8) จึงเป็นเมล็ดที่แก่เต็มที่

ตาราง 4 การพัฒนาและการเปลี่ยนแปลงของฝักกล้วยไม้น้ำ หลังจากได้รับการผสมเกสร

ขนาด	ประเภท	อายุฝักหลังจากผสมเกสร (สัปดาห์)					
(cm)	ผสมเกสร	1	2	3	4	5	6
กว้าง	ในดอก	0.27±0.01de*	0.30±0.01cd	0.35±0.01bc	0.47±0.02a	0.43±0.03a	0.48±0.01a
(n=15)	ข้ามดอก	0.23±0.01e	0.30±0.01cd	0.34±0.02bc	0.37±0.04b	0.35±0.04bc	0.49±0.02a
ยาว	ในดอก	0.94±0.03de	0.95±0.02de	1.12±0.03bc	1.28±0.06a	1.21±0.08ab	1.29±0.03a
(n=15)	ข้ามดอก	0.84±0.03e	0.97±0.03de	1.10±0.04bc	1.00±0.09cd	1.12±0.09bc	1.19±0.04ab

หมายเหตุ: *ตัวอักษรเหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงถึงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี DMRT



ภาพ 8 ลักษณะทางสัณฐานของฝักกล้วยไม้น้ำ (ก) และพัฒนาการของฝักอายุ 1-6 สัปดาห์ หลังจากได้รับการผสมเกสรที่แตกต่างกัน (ข)

หมายเหตุ: SP-Width; ขนาดความกว้างของฝักที่ได้รับการผสมเกสรภายในดอกตัวเอง, SP-Long; ขนาดความยาวของฝักที่ได้รับการผสมเกสรภายในดอกตัวเอง, CP-Width; ขนาดความกว้างของฝักที่ได้รับการผสมเกสรข้ามดอก, CP-Long; ขนาดความยาวของฝักที่ได้รับการผสมเกสรข้ามดอก (n=15 ฝักต่อรูปแบบผสมเกสร)

การศึกษากายวิภาค

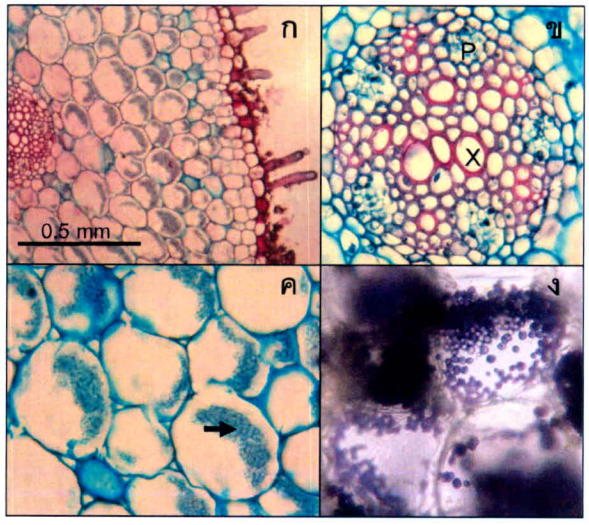
จากการศึกษาโครงสร้างทางกายวิภาคตัดตามขวาง (Cross-section) ของกล้วยไม้น้ำส่วนต่างๆ ได้แก่ ราก เหง้า ลำต้น แผ่นใบ ก้านช่อดอก และฝัก ตามวิธีการทางไมโครเทคนิค (Microtechnique) พบว่า โครงสร้างภายในของส่วนต่างๆ มีลักษณะดังต่อไปนี้ (ตาราง 5)

รากกล้วยไม้น้ำ

รากของกล้วยไม้น้ำที่เกิดจากเหง้าจะมีลักษณะเป็นรูปทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 2-3 มิลลิเมตร ตั้งแต่โคนถึงปลายรากที่เป็นสีเขียวอ่อน ลักษณะมน โดยรากของกล้วยไม้น้ำทำหน้าที่ยึดให้เหง้าเกาะติดอยู่กับพื้นผิวของโขดหิน และจะพบว่าบริเวณโคนของลำต้นจะมีรากเกิดขึ้นมากกว่าบริเวณอื่น ซึ่งทำให้ลำต้นของกล้วยไม้น้ำที่เกิดขึ้น สามารถต้านทานต่อกระแสน้ำที่ไหลผ่านได้เป็นอย่างดี (ภาพ 9)

จากการตัดตามขวางของรากกล้วยไม้น้ำ เพื่อศึกษาโครงสร้างทางกายวิภาค พบว่าโครงสร้างภายในของรากกล้วยไม้น้ำ เนื้อเยื่อด้านนอกสุดจะประกอบไปด้วยชั้นของเซลล์ผิว (Epidermis) ที่เรียงตัวต่อกันเพียง 1 ชั้นเซลล์ ผนังเซลล์ด้านนอกมีลักษณะหนากว่าผนังเซลล์ด้านใน และบางเซลล์ยังสามารถยืดยาวออกไปเป็นขนราก (Root hair) ขนาดประมาณ 0.1-0.2 มิลลิเมตร (ภาพ 10ก) เนื้อเยื่อชั้นคอร์เทกซ์ (Cortex) ประกอบไปด้วยเซลล์พาเรนไคมา (Parenchyma cell) เรียงตัว 8-10 ชั้นเซลล์ และในบางเซลล์มีการสะสมเม็ดแป้ง (Starch grains) ไว้ภายใน (ภาพ 10ค-ง) เนื้อเยื่อบริเวณตรงกลางประกอบด้วยกลุ่มของเนื้อเยื่อมัดท่อลำเลียง (Vascular bundle) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.02 มิลลิเมตร มัดท่อลำเลียงอาหาร (Phloem; P) และมัดท่อลำเลียงน้ำ (Xylem; X) เรียงตัวสลับกันเป็นแบบ 5 แฉก (Pentarch) เซลล์ของท่อลำเลียงน้ำบริเวณตรงกลางจะมีขนาดใหญ่กว่าเซลล์อื่นๆ (ภาพ 10ข)

ภาพ 9 รากของกล้วยไม้น้ำที่เกาะติดกับโขดหินปูนในลำธาร



ภาพ 10 โครงสร้างตัดตามขวางของรากกล้วยไม้น้ำ (ก), กลุ่มของมัดท่อลำเลียงบริเวณตรงกลางราก (ข), พาเรนไคมาเซลล์ที่สะสมเม็ดแป้งไว้ภายในเซลล์ (ลูกศร) (ค), เมื่อนำมาย้อมด้วยสารละลายไอโอดินจะเปลี่ยนเป็นสีม่วง (ง)

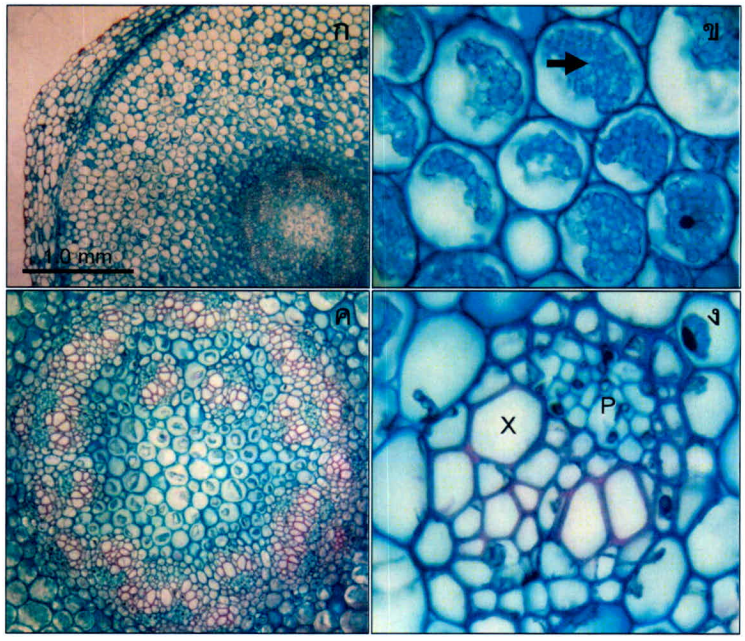
หมายเหตุ: X หมายถึง Xylem, P หมายถึง Phloem

เหง้า (Rhizome) กล้วยไม้น้ำ

เหง้า จัดเป็นโครงสร้างของลำต้นรูปแบบหนึ่ง ซึ่งเหง้าของกล้วยไม้น้ำมีลักษณะเป็นข้อปล้องค่อนข้างชัดเจน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 4-6 มิลลิเมตร เมื่อหน่ออ่อนของกล้วยไม้น้ำบริเวณปลายเหง้ามีการเจริญเติบโตไปเป็นลำต้นใหม่ที่สมบูรณ์แล้ว บริเวณข้อปล้องหรือตาข้างจะเกิดการยืดยาวออกของเหง้าใหม่ไปพร้อมๆ กัน เพื่อรอการเจริญเติบโตในฤดูกาลต่อไป (ภาพ 11)

เมื่อนำเหง้ากล้วยไม้น้ำมาตัดตามขวาง พบว่า โครงสร้างภายในของเหง้าทางด้านนอกสุดเป็นชั้นเนื้อเยื่อของกาบหุ้มประกอบด้วยพาเรนไคมาเซลล์ลักษณะรูปรีแบบเรียงตัวซ้อนกัน 5-6 ชั้นเซลล์ ไม่มีการสะสมเม็ดแป้งไว้ภายใน (ภาพ 12ก) ชั้นเนื้อเยื่อผิวของเหง้าประกอบด้วยเซลล์ขนาดเล็ก ผนังเซลล์บาง จัดเรียงตัวต่อกัน 1 ชั้นเซลล์ แตกต่างจากเนื้อเยื่อชั้นคอร์เทกซ์ที่พาเรนไคมาเซลล์มีขนาดใหญ่กว่ารูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัสหรือวงกลม ผนังเซลล์บาง จัดเรียงตัวซ้อนกันเป็นชั้นเนื้อเยื่อประมาณ 19-20 ชั้นเซลล์ นอกจากนี้ภายในเซลล์ยังมีการสะสมเม็ดแป้งไว้ภายใน (ภาพ 12ข) โดยชั้นเซลล์ที่อยู่ทางด้านในติดกับกลุ่มของมัดท่อลำเลียงจะมีเม็ดแป้งสะสมไว้ภายในมากกว่าเซลล์ที่อยู่ห่างไกลออกไป กลุ่มของมัดท่อลำเลียงอยู่รวมกันเป็นกลุ่มๆ กระจายตัวตามแนวรัศมี ประมาณ 20-22 มัดท่อลำเลียง (ภาพ 12ค) ซึ่งแต่ละกลุ่มประกอบไปด้วยท่อลำเลียงน้ำ (Xylem; X) ที่มีผนังเซลล์หนา 10-12 ท่อ และท่อลำเลียงอาหาร (Phloem; P) ที่มีผนังเซลล์บางที่รวมตัวเป็นกลุ่มทางด้านบนของท่อลำเลียงน้ำ เนื้อเยื่อบริเวณตรงกลาง (Pit) ของเหง้ากล้วยไม้น้ำประกอบด้วย พาเรนไคมาเซลล์ลักษณะคล้ายกับเซลล์ในชั้นคอร์เทกซ์ (ภาพ 12ง)

ภาพ 11 เหง้า (Rhizome) ของกล้วยไม้น้ำที่เกาะอยู่บนโขดหินปูนในลำธาร ที่เกิดการยืดยาวออกของเหง้าใหม่ (ลูกศร)



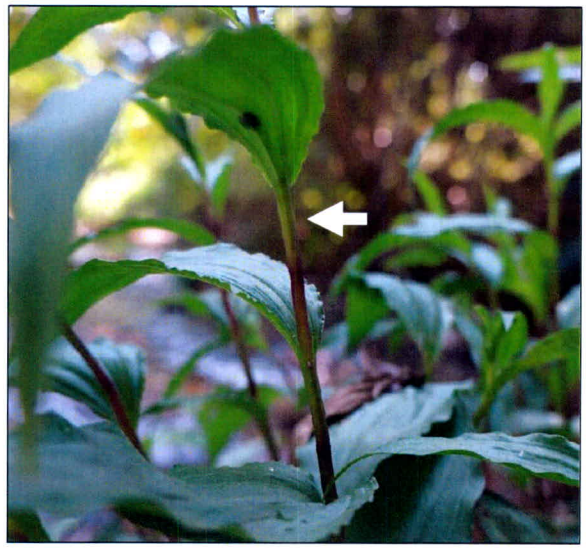
ภาพ 12 โครงสร้างตัดตามขวางของเหง้ากล้วยไม้น้ำ (ก), พาเรนไคมาเซลล์ในชั้นคอร์-เทกซ์มีการสะสมเม็ดแป้งไว้ภายในเซลล์ (ลูกศร) (ข), กลุ่มมัดท่อลำเลียงที่มารวมตัวกันบริเวณตรงกลางเหง้า (ค) และลักษณะมัดท่อลำเลียง (ง)

หมายเหตุ: X หมายถึง Xylem, P หมายถึง Phloem

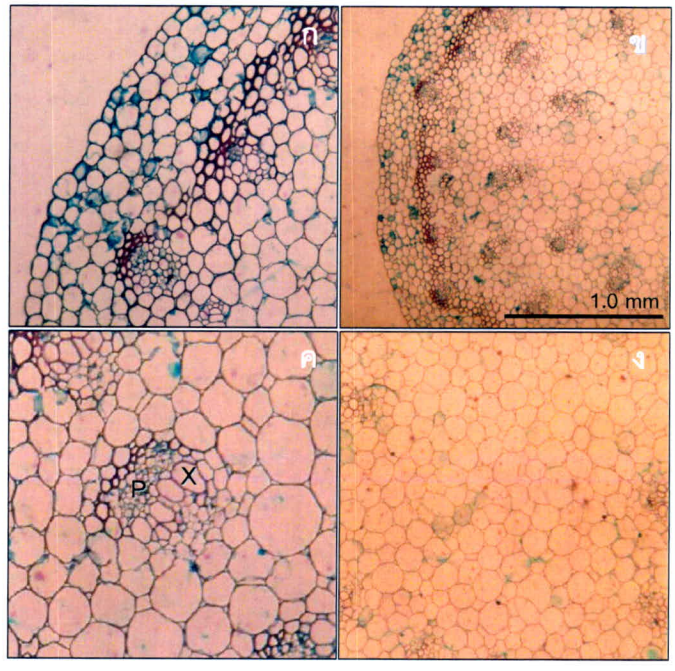
ลำต้นกล้วยไม้น้ำ

เมื่อปริมาณน้ำในลำธารลดลง ลำต้นของกล้วยไม้น้ำจะเกิดจากหน่ออ่อนบริเวณปลายเหง้าที่เกิดพัฒนาการไปกลายเป็นลำต้นใหม่ โดยทั่วไปลำต้นจะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยประมาณ 3-5 มิลลิเมตร (ภาพ 13)

จากการนำส่วนของลำต้นมาศึกษาโครงสร้างภายในโดยการตัดตามขวาง พบว่า เนื้อเยื่อชั้นนอกสุดประกอบด้วยชั้นเซลล์ผิวที่จัดเรียงตัวเพียง 1 ชั้นเซลล์ ผนังเซลล์บาง และไม่มีสารจำพวกคิวติเคิล (Cuticle) สะสมที่ผนัง ชั้นเนื้อเยื่อต่อมาเป็นชั้นคอร์เทกซ์ประกอบด้วยเซลล์พาเรนไคมาเรียงตัวซ้อนกัน 5-6 ชั้นเซลล์ ผนังเซลล์บางลักษณะกลม (ภาพ 14ก) ต่อมาเป็นชั้นของกลุ่มเซลล์ไฟเบอร์ (Fiber) ที่มีผนังเซลล์หนาจัดเรียงตัวต่อกันล้อมรอบทางด้านนอกเพื่อเพิ่มความแข็งแรงให้แก่ลำต้น กลุ่มเซลล์ด้านในประกอบด้วย กลุ่มมัดท่อลำเลียงประมาณ 47-50 กลุ่ม ที่มีลักษณะเหมือนกับกลุ่มมัดท่อลำเลียงภายในเหง้า ซึ่งกระจายแทรกตัวอยู่ในชั้นเนื้อเยื่อพิท (Pith) (ภาพ 14ข) โดยแต่ละกลุ่มประกอบด้วยท่อลำเลียงน้ำ (Xylem; X) 10-11 ท่อ ผนังเซลล์หนา และท่อลำเลียงอาหาร (Phloem; P) ผนังเซลล์บาง รวมตัวกันเป็นกลุ่มอยู่ด้านบนของท่อลำเลียงน้ำ (ภาพ 14ค) เนื้อเยื่อบริเวณตรงกลางลำต้นประกอบด้วยเซลล์พาเรนไคมา ลักษณะกลม ผนังเซลล์บาง และไม่พบการสะสมเม็ดแป้งไว้ภายในเซลล์เหมือนกับโครงสร้างภายในของเหง้าและราก (ภาพ 14ง)



ภาพ 13 ลักษณะทางสัณฐานของลำต้นกล้วยไม้น้ำในธรรมชาติ (ลูกศร)



ภาพ 14 โครงสร้างตัดตามลักษณะของเซลล์ผิวและเนื้อเยื่อคอร์เทกซ์ (ก), ลักษณะการกระจายตัวของกลุ่มมัดท่อลำเลียง (ข), ลักษณะของมัดท่อลำเลียงภายในลำต้น (ค) และกลุ่มของพาเรนไคมาเซลล์บริเวณกลางลำต้น (pit) (ง)

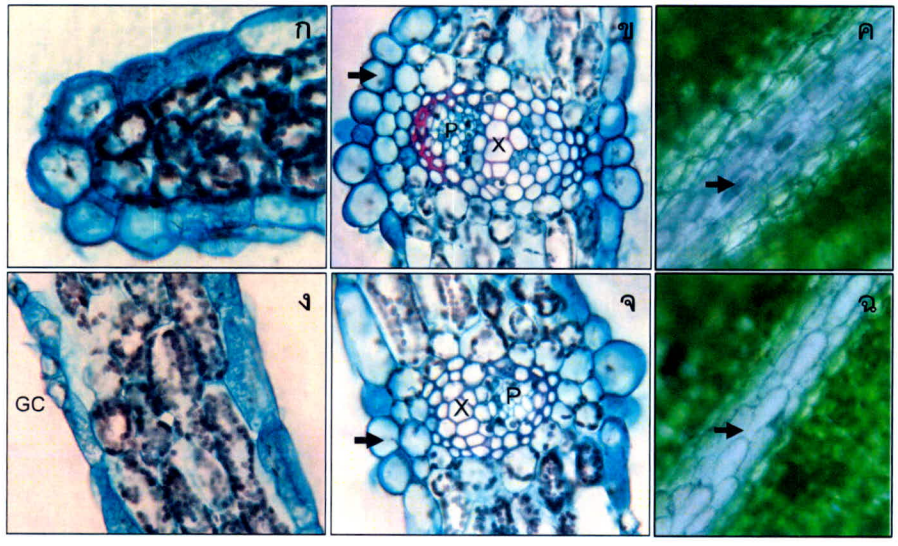
หมายเหตุ: X หมายถึง Xylem, P หมายถึง Phloem

ใบกล้วยไม้น้ำ

เมื่อต้นกล้วยไม้น้ำเจริญเติบโตเต็มที่ ลำต้นจะสามารถสร้างใบเฉลี่ยต่อต้นประมาณ 7-9 ใบ ลักษณะแผ่นใบพับจีบตามยาว (Plicate) ซึ่งแผ่นใบจะมีรูปทรงที่แตกต่างกันออกไปตามตำแหน่งที่อยู่บนลำต้น โดยแผ่นใบบริเวณปลายยอดมีลักษณะเป็นรูปหอก (Lanceolate shape) และจะขยายขนาดความกว้างเพิ่มขึ้นบริเวณตรงกลางลำต้น ซึ่งจะทำให้แผ่นใบมีลักษณะเป็นรูปไข่ (Ovate shape) ส่วนแผ่นใบบริเวณโคนลำต้นจะมีลักษณะเป็นรูปไข่กว้าง (Broadly ovate shape) (ภาพ 15)

เมื่อนำแผ่นใบของกล้วยไม้น้ำมาตัดตามขวาง เพื่อศึกษาโครงสร้างภายใน พบว่า ลักษณะทางกายวิภาคของแผ่นใบทั้งสามรูปแบบมีลักษณะที่เหมือนกัน คือ แผ่นใบจะมีความหนาประมาณ 5-6 ชั้นเซลล์ ขอบใบมน (ภาพ 16ก) เซลล์ผิวใบ (Epidermis) ผนังบางไม่มีการสร้างแวกซ์ปกคลุมที่ผิวเซลล์ด้านนอก แผ่นใบทางด้านล่าง บางเซลล์เปลี่ยนไปเป็นปากใบ (Guard cells; GC) (ภาพ 16ง) นอกจากนี้ กลุ่มของเซลล์ผิวที่บริเวณเส้นใบมีลักษณะพิเศษ โดยเซลล์จะเปลี่ยนแปลงไป มีลักษณะเป็นติ่ง หรือปุ่มขนาดเล็ก (Papillae) ซึ่งจะพบว่าที่แผ่นใบทางด้านล่างบริเวณเส้นกลางใบ (Midrib) จะมีประมาณ 6-7 เซลล์ (ภาพ 16ข-ค) มากกว่าทางด้านบนที่มีประมาณ 3-4 เซลล์ และ ที่บริเวณเส้นใบย่อย (Vein) ทั้งแผ่นใบด้านบนและล่าง จะมีประมาณ 3-4 เซลล์ เช่นกัน (ภาพ 16จ-ฉ) เมื่อพิจารณาถึง โครงสร้างภายในของเส้นกลางใบ พบว่า ประกอบไปด้วย มัดท่อลำเลียงน้ำ (Xylem; X) ที่เซลล์มีขนาดใหญ่ ผนังเซลล์หนา จำนวน 8-10 เซลล์ จัดเรียงตัวติดกันอยู่ทางด้านบนของมัดท่อลำเลียงอาหาร (Phloem; P) ที่มีผนังเซลล์บางอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม ซึ่งถูกล้อมรอบด้วยกลุ่มของเซลล์ไฟเบอร์ (Fiber) โครงสร้างภายในของเส้นใบย่อยจะมีลักษณะคล้ายกับโครงสร้างภายในของเส้นกลางใบ แต่เซลล์ไฟเบอร์ที่สร้างความแข็งแรงให้แก่มัดท่อลำเลียงมีจำนวนน้อยกว่า

ภาพ 15 ลักษณะทางสัณฐานของใบกล้วยไม้น้ำ ณ ตำแหน่งปลายยอด (ลูกศรสีเหลือง) บริเวณกลางลำต้น (ลูกศรสีแดง) (ก) และบริเวณโคนลำต้น (ข)



ภาพ 16 โครงสร้างตัดขวางของใบกล้วยไม้น้ำ บริเวณขอบใบ (ก), เส้นกลางใบ (Midrib) และลักษณะของ Papillae (ลูกศร) (ข-ค), ชั้นมีโซฟิลล์ของแผ่นใบ (ง), เส้นใบย่อย (Vein) และลักษณะของ Papillae (ลูกศร) (จ-ฉ)

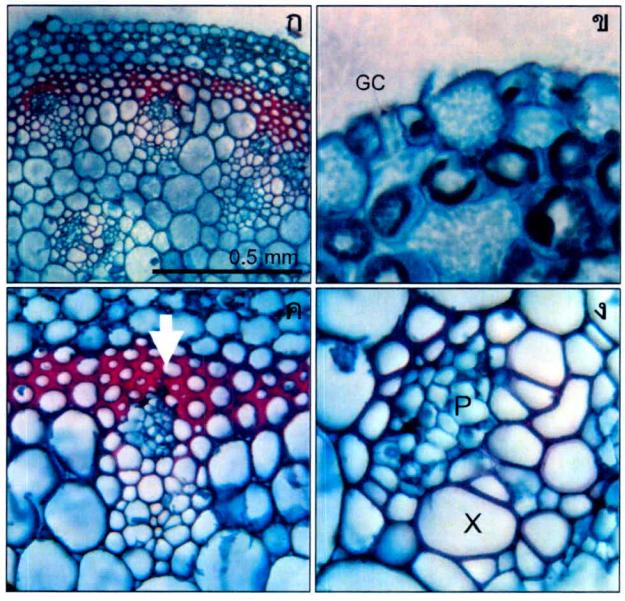
หมายเหตุ: X หมายถึง Xylem, P หมายถึง Phloem

ช่อดอกกล้วยไม้น้ำ

ช่อดอก เป็นโครงสร้างที่พัฒนาขึ้นเมื่อต้นกล้วยไม้น้ำเจริญเข้าสู่ระยะสืบพันธุ์ โดยจะถูกสร้างขึ้นที่บริเวณปลายยอดของลำต้น สีเขียวเข้ม ลักษณะช่อดอกแบบกระจะ (Raceme) ที่ดอกล่างสุดจะเริ่มบานก่อน ซึ่งภายในช่อสามารถสร้างดอกได้เฉลี่ย 4-6 ดอก นอกจากนี้ บนก้านช่อดอกยังสามารถสร้างแผ่นใบรูปหอกขนาดเล็กขึ้นได้ตรงบริเวณที่สร้างดอก (ภาพ 17)

เมื่อนำก้านช่อดอกกล้วยไม้น้ำมาตัดตามขวาง พบว่า โครงสร้างภายในของก้านช่อดอกมีลักษณะคล้ายกับลำต้น (ภาพ 18ก) โดยชั้นเนื้อเยื่อผิว เป็นเซลล์ผนังบางจัดเรียงตัวเพียงหนึ่งชั้น บางเซลล์เปลี่ยนแปลงไปเป็นปากใบ (ภาพ 18ข) เนื้อเยื่อชั้นคอร์เทกซ์ เรียงตัวซ้อน 4-5 ชั้นเซลล์ ประกอบด้วยเซลล์พาเรนไคมา ที่ปรากฏเม็ดคลอโรพลาสต์อยู่ภายในเซลล์ และนอกจากนี้ยังพบกลุ่มของเซลล์ไฟเบอร์ (ภาพ 18ค) จำนวนมาก ซึ่งทำหน้าที่เสริมสร้างความแข็งแรงให้แก่ก้านช่อดอก จัดเรียงตัวต่อกันเป็นชั้นล้อมรอบโครงสร้างของกลุ่มมัดท่อลำเลียง (ภาพ 18ง) ที่มีประมาณ 24-26 กลุ่ม กระจัดกระจายแทรกตัวอยู่ในชั้นเนื้อเยื่อพิท (Pith) ที่ประกอบด้วยเซลล์พาเรนไคมา ผนังเซลล์บาง ลักษณะกลม ขนาดแตกต่างกัน อีกทั้งตัวเซลล์ไม่มีการสะสมสารจำพวกเม็ดไว้ภายในเหมือนกับโครงสร้างของราก และเหง้า

ภาพ 17 ลักษณะทางสัณฐานของช่อดอกกล้วยไม้น้ำ



ภาพ 18 โครงสร้างตัดตามขวางของก้านช่อดอกกล้วยไม้น้ำ (ก), บริเวณชั้นเซลล์ผิว (ข), กลุ่มเซลล์ไฟเบอร์ (ลูกศร) (ค) ที่ล้อมลอบกลุ่มของมัดท่อลำเลียง (ง)

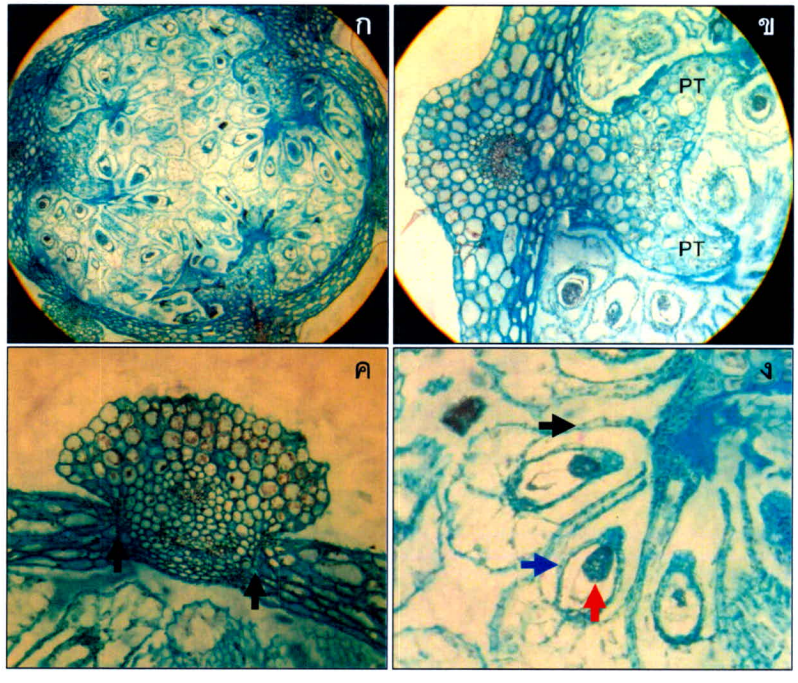
หมายเหตุ: X หมายถึง Xylem, P หมายถึง Phloem

ผลหรือฝักกล้วยไม้น้ำ

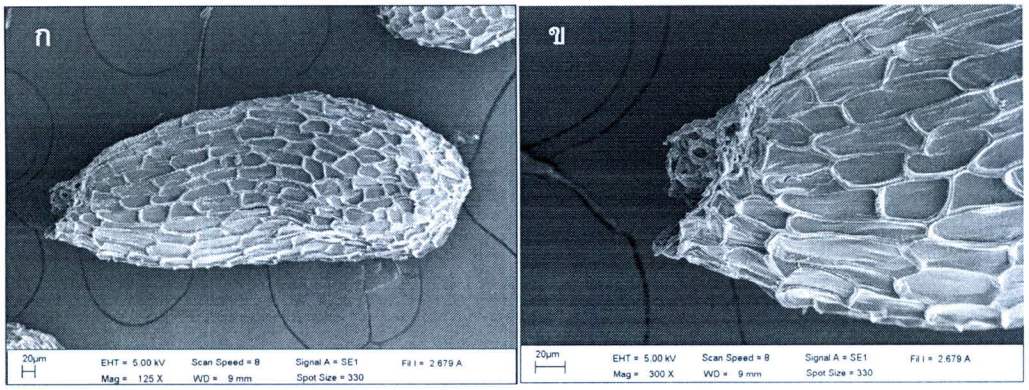
เมื่อดอกกล้วยไม้น้ำได้รับการผสมเกสร รังไข่บริเวณฐานดอกจะเกิดการเปลี่ยนแปลงขยายขนาดเพิ่มขึ้น เพื่อรองรับพัฒนาการของเมล็ดที่เกิดขึ้น (ภาพ 19)

โครงสร้างตัดตามขวางของฝักกล้วยไม้น้ำ อายุ 6 สัปดาห์ พบว่า ภายในฝักไม่มีแผ่นหรือผนังกั้น (Septum) ผนังของฝัก (Carpel) จะแบ่งออกเป็น 3 ส่วน (ภาพ 20ก) แต่ละส่วนประกอบด้วย ผนังส่วนที่สามารถขยายขนาดเพิ่มขึ้นได้ (Fertile valve) เมื่อดอกกล้วยไม้น้ำได้รับการผสมเกสร จะมีความหนาประมาณ 7-8 ชั้นเซลล์ ชั้นเซลล์ผิวเรียบ ผนังเซลล์ไม่หนา บริเวณตรงกลางของผนังจะปรากฏกลุ่มของมัดท่อลำเลียง ซึ่งเมล็ดที่เกิดขึ้นจะเชื่อมต่อกับผนังฝักส่วนนี้ผ่านทางรก (Placenta; PT) (ภาพ 20ข) เมื่อฝักแก่เต็มที่ ผนังฝักส่วนที่กั้นกลางระหว่างผนังดังกล่าว (Sterile valve) จะขาดออกจากกันได้ (Dehiscence zone) (ภาค 20ค) โครงสร้างของเมล็ดประกอบด้วยเยื่อหุ้มชั้นใน (Testa) ทำหน้าที่ห่อหุ้มส่วนของเอมบริโอ (Embryo) และเยื่อหุ้มชั้นนอก (Outer layer of testa) เป็นเยื่อหุ้มผนังบางล้อมรอบเยื่อหุ้มชั้นใน (ภาพ 20ง) เมื่อศึกษาลักษณะทางสัณฐานของเมล็ดกล้วยไม้น้ำที่แก่เต็มที่ ภายใต้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning electron microscope; Leo 1455VP) พบว่า สัณฐานภายนอกของเมล็ดมีรูปร่างทรงกลมแบนข้าง คล้ายลูกรักบี้ หรือเมล็ดข้าว (Prolate spheroid) เมล็ดมีขนาดกว้างประมาณ 254.2 ไมโครเมตร และยาวประมาณ 715.9 ไมโครเมตร (ภาพ 21ก) ผิวเปลือกหุ้มเมล็ด (Testa) เรียบ มีสันนูนเป็นร่างแหและเป็นตาข่ายยาว ปลายด้านหนึ่งของเมล็ดค่อนข้างกลมมน และอีกด้านหนึ่งเป็นบริเวณปลายเปิด (Suspensor end opening) ซึ่งเป็นบริเวณที่เอมบริโอภายในเมล็ดเชื่อมต่อกับผนังฝัก ซึ่งมีขนาดประมาณ 60-80 ไมโครเมตร (ภาพ 21ข)

ภาพ 19 ลักษณะทางสัณฐานของฝักกล้วยไม้น้ำ



ภาพ 20 โครงสร้างตัดตามขวางของฝักกล้วยไม้น้ำ (ก), ผนังฝักส่วน Fertile value ที่เชื่อมต่อกับเมล็ดผ่านทางรก (PT) (ข), บริเวณ Dehiscence zone (ลูกศร) (ค) และโครงสร้างของเมล็ดและเอมบริโอ (ลูกศรสีแดง) เยื่อหุ้มชั้นใน (ลูกศรสีน้ำเงิน) และชั้นนอก (ลูกศรสีดำ) (ง)



ภาพ 21 ลักษณะสัณฐานของเมล็ดกล้วยไม้น้ำภายใต้กล้องจุลทรรศน์ SEM (ก) และบริเวณปลายด้านหนึ่งของเมล็ดลักษณะเป็นรูเปิด (ข)

ตาราง 5 เปรียบเทียบโครงสร้างทางกายวิภาคกล้วยไม้น้ำ (*Epipactis flava* Seidenf.)

โครงสร้างภายใน	จำนวน		เม็ดแป้ง	ปากใบ	คลอโรพลาสต์
	มัดท่อลำเลียง	ชั้นคอร์เทกซ์			
ราก	5	8-10	/	X	X
เหง้า (Rhizome)	22-23	19-20	/	X	X
ลำต้น	47-50	5-6	X	X	X
ใบ	7	4-5*	X	/	/
ก้านช่อดอก	24	4-5	X	/	/
ฝัก	3	5-7**	X	X	/

หมายเหตุ: *ชั้นมีโซฟิลล์เซลล์

**ชั้นผนังฝัก

เมื่อ / หมายถึง ปรากฏ และ X หมายถึง ไม่ปรากฏ

การเพาะเลี้ยงกล้วยไม้น้ำในสภาพปลอดเชื้อ

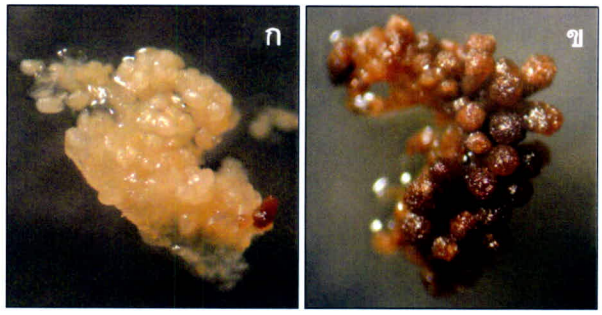
1. การงอกของเมล็ดและการพัฒนาของโปรโตคอร์ม

จากการนำเมล็ดกล้วยไม้น้ำที่มีอายุ 2 4 6 และ 8 สัปดาห์ หลังจากได้รับการผสมเกสรภายในดอก (Self pollination) (n=5 ฝักต่ออายุฝัก) หรือได้รับการผสมเกสรข้ามดอก (Cross pollination) (n=5 ฝักต่ออายุฝัก) มาเพาะเลี้ยงลงบนอาหารกึ่งแข็งดัดแปลงสูตร VW (1949) เพื่อศึกษากระบวนการงอกของเมล็ด และการพัฒนาไปเป็นโปรโตคอร์ม ในสภาพปลอดเชื้อ

เมื่อเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่า เมล็ดอายุ 2 สัปดาห์ หลังจากผสมเกสรภายในดอก หรือข้ามดอก ไม่สามารถชักนำให้เกิดกระบวนการงอกเกิดขึ้นได้ อีกทั้งสีของเปลือกหุ้มเมล็ด (Testa) เกิดการเปลี่ยนแปลงจากสีเหลืองน้ำตาลไปเป็นสีดำคล้ำ (ภาพ 22) ในขณะที่เมล็ดกล้วยไม้น้ำอายุ 4 6 และ 8 สัปดาห์ หลังจากได้รับการผสมเกสรภายในดอก หรือข้ามดอก สามารถชักนำให้เมล็ดเกิดกระบวนการงอกขึ้นได้ โดยเมล็ดจากฝักอายุ 6 สัปดาห์ สามารถทำให้การงอกของเมล็ดเกิดขึ้นเฉลี่ยสูงที่สุด 53.4 เปอร์เซ็นต์ (ผสมเกสรข้ามดอก) และ 49.2 เปอร์เซ็นต์ (ผสมเกสรภายในดอก) เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดจากฝักอายุ 4 และ 8 สัปดาห์ อย่างมีนัยสำคัญ และเมื่อพิจารณาถึงพัฒนาการของโปรโตคอร์มที่เกิดขึ้นในระยะที่ II (เอมบริโอขยายขนาดต่อเนื่องและปรากฏส่วนของไรซอยด์) พบว่า เมล็ดจากฝักอายุ 6 และ 8 สัปดาห์ ที่เกิดจากการผสมเกสรข้ามดอก สามารถชักนำให้พัฒนาการของโปรโตคอร์มในระยะดังกล่าวเพิ่มขึ้นเฉลี่ยสูงที่สุด (24.0 และ 23.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) มากกว่าการผสมเกสรภายในดอกตัวเอง (8.8 และ 5.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตาม มีเพียงเมล็ดจากฝักอายุ 6 สัปดาห์ที่สามารถชักนำให้เอมบริโอเกิดพัฒนาการไปเป็นโปรโตคอร์มในระยะที่ III (ปรากฏเนื้อเยื่อเจริญบริเวณด้านตรงข้ามกับส่วนของไรซอยด์) ได้เฉลี่ยสูงที่สุด ทั้งที่เกิดจากการผสมเกสรภายในดอกตัวเอง (40.4 เปอร์เซ็นต์) และที่ผสมข้ามดอก (29.4 เปอร์เซ็นต์) (ตาราง 6 และภาพ 23)

และเมื่อระยะเวลาเพาะเลี้ยงผ่านไป 10 สัปดาห์ พบว่า เมล็ดกล้วยไม้น้ำเกิดกระบวนการงอกและการพัฒนาเพิ่มมากขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม กระบวนการงอกและการพัฒนาของเมล็ดจากฝักอายุ 2 สัปดาห์ ยังคงไม่เกิดขึ้น ในขณะที่เมล็ดจากฝักอายุ 6 สัปดาห์ หลังได้รับการผสมเกสรข้ามดอก (Cross pollination) สามารถชักนำให้การงอกของเมล็ดเพิ่มขึ้นเฉลี่ยสูงที่สุด (79.2±2.5 เปอร์เซ็นต์) เมื่อเปรียบเทียบกับฝักที่อายุเท่ากันหลังจากได้รับการผสมเกสรภายในดอกตัวเอง (54.4±10.4 เปอร์เซ็นต์) รวมไปถึง ฝักที่มีอายุ 4 และ 8 สัปดาห์ หลังจากผสมเกสรข้ามดอกยังสามารถชักนำให้เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดที่เกิดขึ้น (53.8±2.1 และ 47.2±2.5 เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) สูงกว่าการผสมเกสรภายในดอกตัวเอง (25.6±2.1 และ 8.8±3.6

เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) ที่อายุฝักเท่ากัน อย่างมีนัยสำคัญ และเมื่อพิจารณาถึงพัฒนาการของโปรโตคอร์มที่เกิดขึ้น พบว่า มีเพียงฝักกล้วยไม้น้ำที่อายุ 6 สัปดาห์ หลังจากได้รับการผสมเกสรภายในดอก หรือข้ามดอก และฝักที่อายุ 4 สัปดาห์ หลังจากผสมเกสรข้ามดอก ที่สามารถชักนำให้โปรโตคอร์มเกิดพัฒนาการสร้างใบแรกยืดยาวออกและสร้างส่วนของรากขึ้นได้ (ระยะพัฒนาที่ V) คิดเป็นร้อยละ 19.1±2.3 24.0±1.8 และ 12.6±5.3 ตามลำดับ ดังนั้น เมล็ดกล้วยไม้น้ำที่มีอายุ 6 สัปดาห์ หลังจากได้รับการผสมเกสรข้ามดอก จึงเหมาะสมที่สุดสำหรับการเพาะเลี้ยงเมล็ดกล้วยไม้น้ำเพื่อขยายพันธุ์ในสภาพปลอดเชื้อ (ตาราง 7 และภาพ 24)

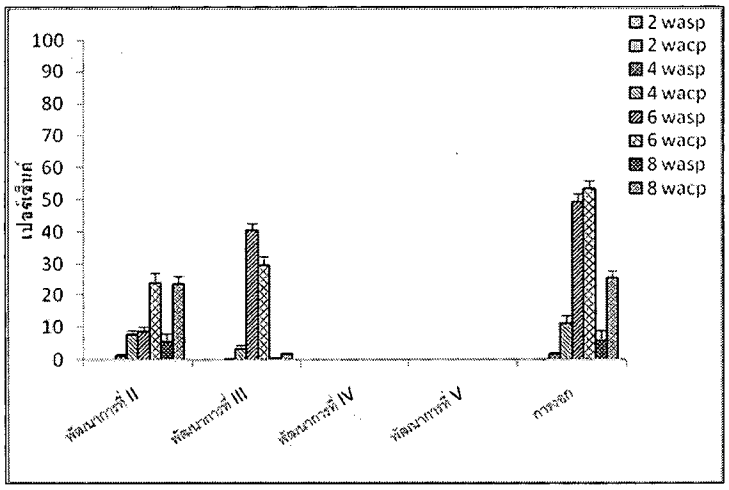


ภาพ 22 เมล็ดกล้วยไม้น้ำจากฝักอายุ 2 สัปดาห์ ที่เปลือกหุ้มเมล็ดเกิดการเปลี่ยนแปลงจากสีเหลืองน้ำตาล (ก) ไปเป็นสีดำคล้ำ (ข)

ตาราง 6 การงอกของเมล็ดและการพัฒนาของโปรโตคอร์มกล้วยไม้น้ำ ที่เพาะเลี้ยงไว้ในที่มืดเป็นเวลานาน 4 สัปดาห์

การผสมเกสร	อายุฝัก (สัปดาห์)	ระยะพัฒนาที่				การงอก (%)
		II**	III	IV	V	
ผสมในดอก	2	-	-	-	-	-
	4	1.4±0.5b*	0.4±0.2b	-	-	1.8±0.7c
	6	8.8±1.4b	40.4±2.4a	-	-	49.2±2.7a
	8	5.6±2.7b	0.4±0.4b	-	-	6.0±3.0c
ผสมข้ามดอก	2	-	-	-	-	-
	4	7.8±1.3b	3.4±1.2b	-	-	11.2±2.5c
	6	24.0±3.0a	29.4±3.0a	-	-	53.4±2.6a
	8	23.6±2.4a	1.8±0.5b	-	-	25.4±2.3b

หมายเหตุ: *ตัวอักษรเหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงถึงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี DMRT



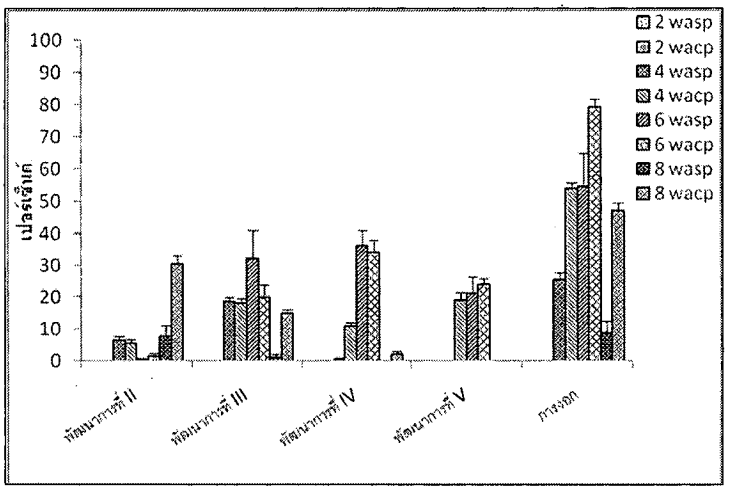
ภาพ 23 การงอกของเมล็ดและการพัฒนาของโปรโตคอร์มกล้วยไม้น้ำ ที่เพาะเลี้ยงไว้ในที่มืดเป็นเวลานาน 4 สัปดาห์

หมายเหตุ: wasp; weeks after self pollination, wacp; weeks after cross pollination

ตาราง 7 การงอกของเมล็ดและการพัฒนาของโปรโตคอร์มกล้วยไม้น้ำ ที่เพาะเลี้ยงไว้ในที่มืดเป็นเวลานาน 10 สัปดาห์

การผสมเกสร	อายุฝัก (สัปดาห์)	ระยะพัฒนาที่				การงอก (%)
		II**	III	IV	V	
ผสมในดอก	2	-	-	-	-	-
	4	6.5±1.1bc*	18.5±1.5a	0.6±0.6c	-	25.6±2.1c
	6	0.8±0.4c	19.4±9.2a	21.6±5.1ab	12.6±5.3b	54.4±10.4b
	8	7.6±3.5b	1.2±0.8b	-	-	8.8±3.6d
ผสมข้ามดอก	2	-	-	-	-	-
	4	5.7±1.2bc	18.0±1.5a	11.0±1.0ab	19.1±2.3b	53.8±2.1b
	6	1.6±0.9bc	19.8±4.2a	33.8±4.1a	24.0±1.8a	79.2±2.5a
	8	30.4±2.5a	14.8±1.5ab	2.0±0.9c	-	47.2±2.5b

หมายเหตุ: *ตัวอักษรเหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงถึงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี DMRT



ภาพ 24 การงอกของเมล็ดและการพัฒนาของโปรโตคอร์มกล้วยไม้น้ำ ที่เพาะเลี้ยงไว้ในที่มืดเป็นเวลานาน 10 สัปดาห์

หมายเหตุ: wasp; weeks after self pollination, wacp; weeks after cross pollination

2. ปัจจัยบางประการที่มีผลต่อการทวีจำนวนหน่ออ่อนกล้วยไม้น้ำในหลอดทดลอง

ต้นอ่อนกล้วยไม้น้ำที่ได้จากการเพาะเมล็ดในสภาพปลอดเชื้อ ถูกนำมาใช้เป็นชิ้นส่วนเริ่มต้นในการศึกษาปัจจัยบางประการ ได้แก่ อัตราส่วนของสารประกอบอนินทรีย์บางชนิด ระยะเวลาการได้รับแสงสว่างในรอบวัน ความเป็นกรดด่างของอาหารเพาะเลี้ยง อีกทั้งสารประกอบอินทรีย์เชิงซ้อน รวมไปถึงสารควบคุมการเจริญเติบโตที่เติมร่วมกับอาหารเพาะเลี้ยง และสถานะของอาหารที่มีผลต่อการเพิ่มจำนวนและการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางสัณฐานของกล้วยไม้น้ำในหลอดทดลอง ดังต่อไปนี้

2.1 ผลของสูตรอาหารหรืออัตราส่วนของสารประกอบอนินทรีย์บางชนิด

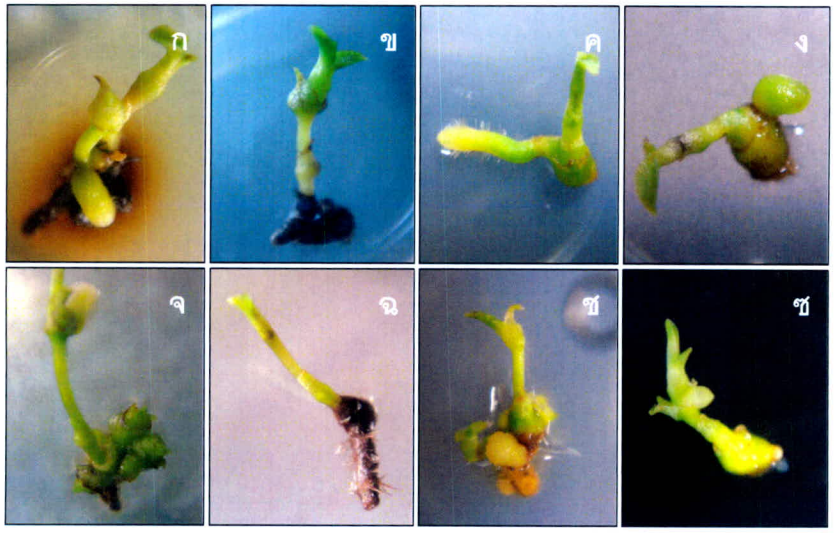
จากการย้ายเลี้ยงต้นอ่อนกล้วยไม้น้ำอายุ 14-15 สัปดาห์ หลังจากเพาะเมล็ดที่มีจำนวนหน่ออ่อน ใบ และรากต่อต้นเท่ากัน ลงบนอาหารกึ่งแข็งที่มีอัตราส่วนของสารประกอบอนินทรีย์บางชนิดแตกต่างกัน (สูตรอาหาร) ได้แก่ สูตร VW (1949), MS (1962), BM-1, MM (1996), ½VW (1949), ½MS (1962), ½BM-1 และ ½MM (1996)

เมื่อเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 9 สัปดาห์ พบว่า ต้นอ่อนที่เลี้ยงบนอาหารสูตร ½VW (1949) สามารถเจริญเติบโตและเกิดพัฒนาการสร้างหน่ออ่อนเพิ่มขึ้นเฉลี่ยสูงที่สุด (1.31±0.11 หน่อต่อต้น) ในขณะที่อาหารสูตร VW (1949) สามารถชักนำให้ต้นอ่อนเกิดการสร้างรากเพิ่มขึ้นเฉลี่ยสูงที่สุด (2.16±0.23 รากต่อต้น) เมื่อเปรียบเทียบกับอาหารเพาะเลี้ยงสูตรอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาถึงอัตราการตาย (Mortality rate) ของต้นอ่อน พบว่าต้นอ่อนที่เพาะเลี้ยงลงบนอาหารสูตร ½MS (1962) และ MS (1962) ทำให้ต้นอ่อนมีอัตราการตายเฉลี่ยสูงที่สุด (70 และ 56 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) แต่ในทางตรงข้ามอาหารสูตร BM-1, ½BM-1, MM (1996) และ ½MM (1996) สามารถทำให้ต้นอ่อนที่เพาะเลี้ยงมีอัตราการรอดชีวิตสูงที่สุด ดังนั้น อาหารเพาะเลี้ยงที่มีการลดปริมาณความเข้มข้นของธาตุอาหารลงครึ่งสูตร Vacin and Went (1949) (½VW) จึงเป็นสูตรอาหารที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการเพิ่มจำนวนหน่อใหม่ของต้นอ่อนกล้วยไม้น้ำในหลอดทดลอง (ตาราง 8 และภาพ 25)

ตาราง 8 การเจริญเติบโตของต้นอ่อนกล้วยไม้น้ำ บนอาหารเพาะเลี้ยงสูตรต่างๆ ที่มีอัตราส่วนของสารประกอบอนินทรีย์บางชนิดแตกต่างกัน เมื่อเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 9 สัปดาห์

สูตรอาหาร	จำนวน			การตาย
	ยอด/หน่อ	ใบ	ราก	(%)
VW	1.11±0.05b*	0.55±0.12b	2.16±0.23a	24
MS	1.00±0.00b	1.00±0.12a	0.77±0.13cd	56
BM	1.04±0.03b	0.08±0.05c	1.44±0.12b	0
MM	1.00±0.00b	0.22±0.07c	0.76±0.08cd	0
½VW	1.31±0.11a	1.12±0.15a	1.06±0.16bc	2
½MS	1.00±0.00b	0.00±0.00c	0.53±0.13d	70
½BM	1.06±0.03b	0.04±0.03c	1.26±0.10b	0
½MM	1.06±0.04b	0.27±0.09bc	0.69±0.12cd	2

หมายเหตุ: *ตัวอักษรเหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงถึงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี DMRT



ภาพ 25 การเจริญและการพัฒนาของต้นอ่อนกล้วยไม้น้ำ บนสูตรอาหารเพาะเลี้ยง VW (1949) (ก), MS (1962) (ข), BM-1 (ค), MM (1996) (ง), ½VW (1949) (จ), ½MS (1962) (ฉ), ½BM-1 (ช) และ ½MM (1996) (ซ) เมื่อเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 9 สัปดาห์

2.2 ระยะเวลาการได้รับแสงในรอบวัน

เมื่อย้ายต้นอ่อนกล้วยไม้น้ำอายุ 14-15 สัปดาห์ หลังจากเพาะเมล็ด ที่มีจำนวนหน่ออ่อน ใบ และรากต่อต้นเท่ากัน เพาะเลี้ยงลงบนอาหารกึ่งแข็งดัดแปลงสูตร VW (1949) จากนั้นนำไปเลี้ยงไว้พื้นที่ที่ได้รับแสงแตกต่างกัน (6 12 18 และ 24 ชั่วโมงต่อวัน) ภายใต้ความเข้มแสง 20 $\mu mol.m^{-2}.s^{-1}$

เมื่อเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 10 สัปดาห์ พบว่า การให้แสงสว่างจากหลอดฟลูออเรสเซนต์แก่ต้นอ่อนกล้วยไม้น้ำที่เพาะเลี้ยงลงบนอาหารสูตรดังกล่าว เป็นเวลานาน 12 ชั่วโมงต่อวัน สามารถชักนำให้ต้นอ่อนเกิดการสร้างยอดเพิ่มขึ้นเฉลี่ยสูงที่สุด (1.72±0.17 หน่อต่อต้น) นอกจากนี้ลักษณะของต้นอ่อนยังมีความสมบูรณ์ และแข็งแรงอีกด้วย ในขณะที่ต้นอ่อนที่เพาะเลี้ยงไว้ในที่ได้รับแสงสว่างเป็นเวลา 6 ชั่วโมงต่อวัน สามารถสร้างใบใหม่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยสูงสุด (1.38±0.16 ใบต่อต้น) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับต้นอ่อนที่ได้รับแสงสว่าง 12 18 และ 24 ชั่วโมงต่อวัน อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาถึงจำนวนรากที่เกิดขึ้น พบว่า การให้แสงสว่างแก่ต้นอ่อนเป็นเวลานานแตกต่างกัน ไม่สามารถชักนำให้จำนวนรากของต้นอ่อนกล้วยไม้น้ำเพิ่มขึ้นได้แตกต่างกัน ด้วยเหตุนี้การให้ต้นอ่อนที่เพาะเลี้ยงได้รับแสงสว่างเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน จึงเป็นระยะเวลาที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการเพาะเลี้ยงกล้วยไม้ในหลอดทดลอง (ตาราง 9 และภาพ 26)

ตาราง 9 การเจริญเติบโตของต้นอ่อนกล้วยไม้น้ำ ที่ได้รับระยะเวลารับแสงแตกต่างกัน เป็นเวลา 10 สัปดาห์

ระยะเวลารับแสง (ชั่วโมงต่อวัน)	จำนวน		
	ยอด/หน่อ	ใบ	ราก
6	1.30±0.08b*	1.38±0.16a	0.77±0.12a
12	1.72±0.17a	1.02±0.13b	0.72±0.13a
18	1.55±0.10ab	0.91±0.14b	0.53±0.10a
24	1.54±0.12ab	0.85±0.13b	0.56±0.11a

หมายเหตุ: *ตัวอักษรเหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงถึงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี DMRT

ภาพ 26 การเจริญและการพัฒนาของต้นอ่อนกล้วยไม้น้ำ ที่ได้รับแสงสว่างนาน 6 (ก), 12 (ข), 18 (ค) และ 24 (ง) ชั่วโมงต่อวัน เป็นเวลา 10 สัปดาห์

2.3 ความเป็นกรดด่าง (pH) ของอาหารเพาะเลี้ยง

เมื่อนำต้นอ่อนกล้วยไม้น้ำอายุ 14-15 สัปดาห์ หลังจากเพาะเมล็ด ที่มีจำนวนหน่ออ่อน ใบ และรากต่อต้นเท่ากัน เพาะเลี้ยงลงบนอาหารกึ่งแข็งดัดแปลงสูตร VW (1949) ที่ปรับให้มีค่าความเป็นกรดด่างแตกต่างกัน 5.0 5.2 5.4 และ 5.6 ด้วยสารละลาย 1N โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) และ 1N ไฮโดรคลอริก (HCl)

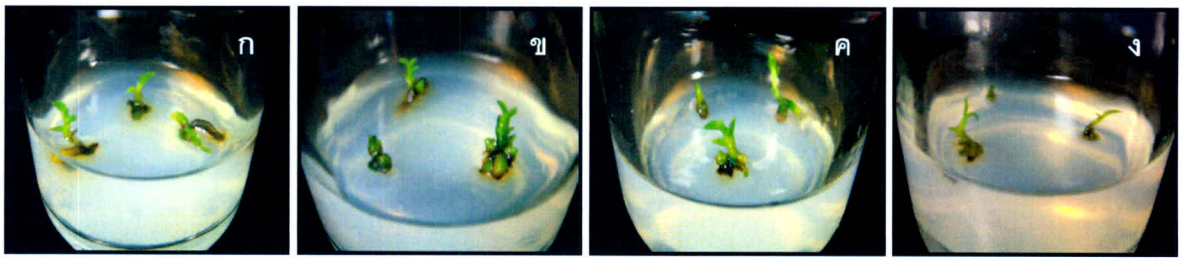
เมื่อเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า อาหารเพาะเลี้ยงที่ถูกปรับให้มีค่าความเป็นกรดด่างแตกต่างกัน ไม่สามารถชักนำให้ต้นอ่อนที่เพาะเลี้ยงสร้างหน่ออ่อน ใบ และรากเพิ่มขึ้นเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาถึงน้ำหนักสดของต้นอ่อน พบว่า อาหารเพาะเลี้ยงที่ปรับให้ค่าความเป็นกรดด่างเป็น 5.2 สามารถทำให้ต้นอ่อนมีน้ำหนักสดเพิ่มขึ้นเฉลี่ยสูงที่สุด (39.1±0.72 มิลลิกรัมต่อต้น) (ตาราง 10 ภาพ 27)

เมื่อระยะเวลาเพาะเลี้ยงผ่านไป 16 สัปดาห์ พบว่า อาหารกึ่งแข็งดัดแปลงสูตร VW (1949) ที่ปรับค่าความเป็นกรดด่างเป็น 5.2 สามารถชักนำให้สร้างหน่ออ่อนเพิ่มขึ้นเฉลี่ยสูงที่สุด (3.00±0.30 ยอดต่อต้น) ในขณะที่ จำนวนใบที่เพิ่มขึ้นของต้นอ่อน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และเมื่อพิจารณาถึงจำนวนรากของต้นอ่อนกล้วยไม้น้ำที่เกิดขึ้น พบว่า มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น เมื่อค่าความเป็นกรดด่างภายในอาหารเพาะเลี้ยงเพิ่มสูงขึ้น (ตาราง 11 ภาพ 28) ดังนั้น ค่าความเป็นกรดด่างของอาหารเพาะเลี้ยงที่ 5.2 จึงเป็นค่าความเป็นกรดด่างที่เหมาะสมที่สุดสำหรับ การเพาะเลี้ยงต้นอ่อนกล้วยไม้น้ำในหลอดทดลอง

ตาราง 10 การเจริญเติบโตของต้นอ่อนกล้วยไม้น้ำ บนอาหารเพาะเลี้ยงที่มีค่าความเป็นกรดด่างแตกต่างกัน เป็นเวลานาน 8 สัปดาห์

ความเป็นกรดด่าง (pH)	จำนวน			น้ำหนักสด (มิลลิกรัม)
	ยอด/หน่อ	ใบ	ราก	
5.0	1.73±0.43a*	1.67±0.29ab	1.60±0.36a	33.4±0.62b
5.2	1.47±0.17a	2.33±0.32a	2.20±0.31a	39.1±0.72a
5.4	1.40±0.21a	1.20±0.45b	1.27±0.32a	20.3±0.58b
5.6	1.40±0.27a	1.87±0.29ab	1.40±0.25a	21.4±0.39b

หมายเหตุ: *ตัวอักษรเหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงถึงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี DMRT



ภาพ 27 การเจริญและการพัฒนาของต้นอ่อนกล้วยไม้น้ำ บนอาหารเพาะเลี้ยงที่มีค่าความเป็นกรดด่างแตกต่างกันที่ 5.0 (ก), 5.2 (ข), 5.4 (ค) และ 5.6 (ง) เมื่อเพาะเลี้ยงเป็นเวลานาน 8 สัปดาห์

ตาราง 11 การเจริญเติบโตของต้นอ่อนกล้วยไม้น้ำ บนอาหารเพาะเลี้ยงที่มีค่าความเป็นกรดด่างแตกต่างกัน เป็นเวลานาน 16 สัปดาห์

ความเป็นกรดด่าง	จำนวน		
(pH)	ยอด/หน่อ	ใบ	ราก
5.0	2.67±0.33ab*	3.08±0.54a	3.42±0.45b
5.2	3.00±0.30a	3.42±0.40a	4.25±0.77b
5.4	2.08±0.23b	3.08±0.31a	4.50±0.60b
5.6	2.00±0.23b	3.31±0.40a	5.08±0.67a

หมายเหตุ: *ตัวอักษรเหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงถึงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี DMRT

ภาพ 28 การเจริญและการพัฒนาของต้นอ่อนกล้วยไม้น้ำ บนอาหารเพาะเลี้ยงที่มีค่าความเป็นกรดด่างแตกต่างกันที่ 5.0 (ก), 5.2 (ข), 5.4 (ค) และ 5.6 (ง) เมื่อเพาะเลี้ยงเป็นเวลานาน 16 สัปดาห์

3.4 สารประกอบอินทรีย์เชิงซ้อน (น้ำมะพร้าวอ่อน และน้ำต้มมันฝรั่ง)

จากการย้ายเลี้ยงต้นอ่อนกล้วยไม้น้ำอายุ 26-27 สัปดาห์ หลังจากเพาะเมล็ดในสภาพปลอดเชื้อ ลงบนอาหารกึ่งแข็งดัดแปลงสูตร ½VW (1949) ที่เติมสารประกอบอินทรีย์เชิงซ้อน (น้ำมะพร้าวอ่อน และน้ำต้มมันฝรั่ง) ในปริมาณที่แตกต่างกัน พบว่า

เมื่อระยะเวลาผ่านไป 4 สัปดาห์ ต้นอ่อนมีการเจริญเติบโตที่ค่อนข้างช้า ซึ่งพบว่าอาหารเพาะเลี้ยงสูตรที่เติมน้ำต้มมันฝรั่ง 25.0 กรัมต่อลิตร ร่วมกับน้ำมะพร้าวอ่อน 75 มิลลิลิตรต่อลิตร สามารถชักนำให้จำนวนยอด และราก เกิดขึ้นเฉลี่ยสูงที่สุด (1.73±0.18 ยอด และ 3.13±0.34 รากต่อต้น) อย่างไรก็ตาม จำนวนใบที่เกิดขึ้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตาราง 12)

เมื่อเวลาเพาะเลี้ยงผ่านไป 8 สัปดาห์ ต้นอ่อนเกิดการเจริญเติบโตเพิ่มมากขึ้น โดยอาหารสูตรที่เติมน้ำมะพร้าวอ่อน 75 มิลลิลิตร ร่วมกับน้ำต้มมันฝรั่ง 12.5 กรัมต่อลิตร หรือ 25.0 กรัมต่อลิตร และสูตรที่เติมน้ำมะพร้าวอ่อน 125 มิลลิลิตร ร่วมกับน้ำต้นมันฝรั่ง 25.0 กรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้ต้นอ่อนกล้วยไม้น้ำเกิดการสร้างหน่ออ่อนเพิ่มขึ้นเฉลี่ยสูงที่สุด 2.53±0.32, 2.27±0.36 และ 2.00±0.38 ยอดต่อต้น ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาถึงจำนวนราก รวมไปถึงน้ำหนักสดของต้นอ่อนที่เพิ่มขึ้น พบว่า อาหารสูตรที่เติมน้ำต้มมันฝรั่ง 25 กรัมต่อลิตร ร่วมกับการแปรผันน้ำมะพร้าวอ่อนปริมาณ 50 75 100 และ 125 มิลลิลิตรต่อลิตร สามารถชักนำให้ต้นอ่อนเกิดการสร้างรากเพิ่มขึ้นเฉลี่ยสูงที่สุด (3.67±0.29, 3.67±0.29, 4.33±0.42 และ 3.87±0.38 รากต่อต้น ตามลำดับ) รวมไปถึงมีน้ำหนักสดเพิ่มขึ้นเฉลี่ย (70.2±6.6, 62.4±4.7, 74.2±7.3 และ 60.1±6.2 มิลลิกรัมต่อต้น ตามลำดับ) มากกว่าอาหารเพาะเลี้ยงสูตรอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ แต่ในทางตรงกันข้าม อาหารเพาะเลี้ยงที่เติมน้ำต้มมันฝรั่งเพิ่มมากขึ้นกลับชักนำให้ต้นอ่อนมีแนวโน้มสร้างหน่ออ่อนลดน้อยลง (ตาราง 13 และภาพ 29)

ตาราง 12 การเจริญเติบโตและการพัฒนาของต้นอ่อนกล้วยไม้น้ำบนอาหารเพาะเลี้ยงที่เติมน้ำมะพร้าวอ่อน และน้ำต้นมันฝรั่งแตกต่างกัน เมื่อเพาะเลี้ยงเป็นเวลานาน 4 สัปดาห์

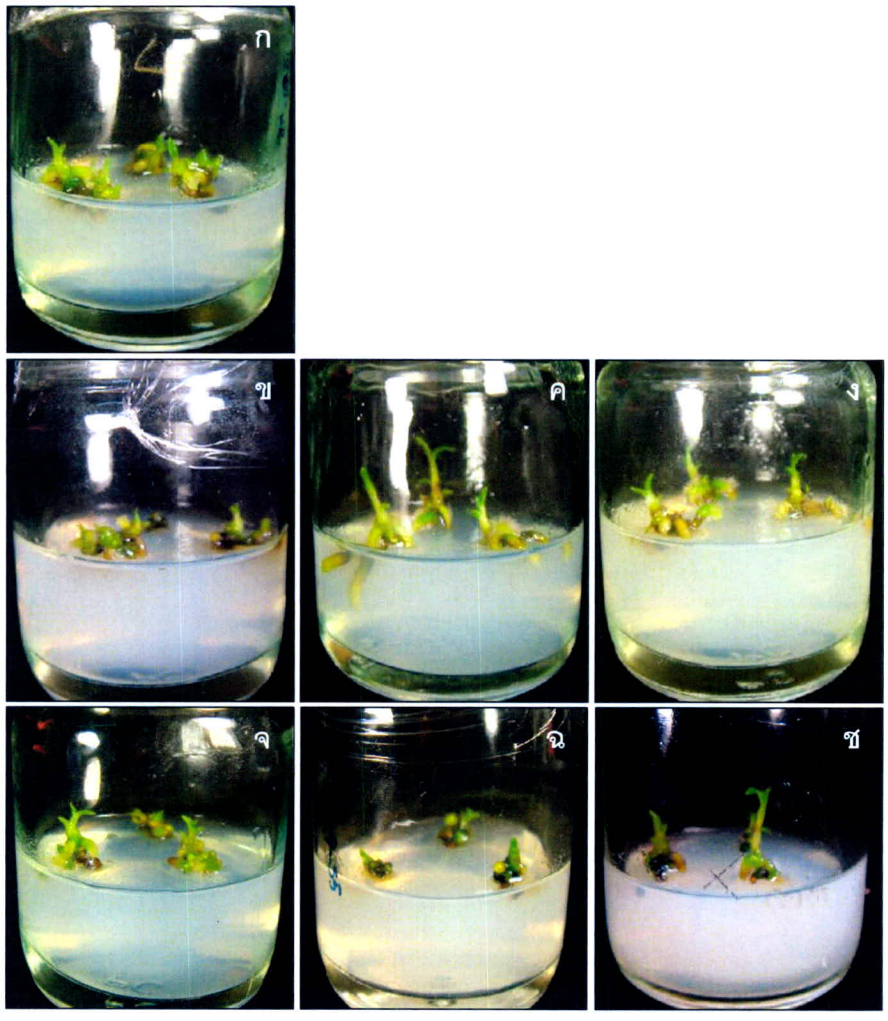
สารประกอบอินทรีย์เชิงซ้อน		จำนวน			น้ำหนักสด
		ยอด/หน่อ	ใบ	ราก	(mg)
ควบคุม (PE 25.0 g/l + CW 75 ml/l)		1.73±0.18a*	0.80±0.24a	3.13±0.34a	-
PE 25.0 g/l	CW 50 ml/l	1.20±0.11b	0.93±0.25a	2.53±0.26ab	-
	CW 100 ml/l	1.07±0.07b	1.07±0.27a	2.13±0.22bc	-
	CW 125 ml/l	1.20±0.11b	0.47±0.17a	1.33±0.21de	-
CW 75 ml/l	PE 12.5 g/l	1.22±0.10b	1.11±0.24a	1.33±0.18de	-
	PE 37.5 g/l	1.11±0.08b	0.39±0.16a	0.78±0.21e	-
	PE 50.0 g/l	1.22±0.13b	0.56±0.20a	1.06±0.22de	-

ตาราง 13 การเจริญเติบโตและการพัฒนาของต้นอ่อนกล้วยไม้น้ำบนอาหารเพาะเลี้ยงที่เติมน้ำมะพร้าวอ่อน และน้ำต้นมันฝรั่งแตกต่างกัน เมื่อเพาะเลี้ยงเป็นเวลานาน 8 สัปดาห์

สารประกอบอินทรีย์เชิงซ้อน		จำนวน			น้ำหนักสด
		ยอด/หน่อ	ใบ	ราก	(mg)
ควบคุม (PE 25.0 g/l + CW 75 ml/l)		2.27±0.36ab*	1.00±0.28bc	3.67±0.29ab	70.2±6.6a
PE 25.0 g/l	CW 50 ml/l	1.73±0.28bc	0.53±0.24c	3.67±0.29ab	62.4±4.7a
	CW 100 ml/l	1.60±0.25bc	1.73±0.28a	4.33±0.42a	74.2±7.3a
	CW 125 ml/l	2.00±0.38abc	0.80±0.31bc	3.87±0.38ab	60.1±6.2a
CW 75 ml/l	PE 12.5 g/l	2.53±0.32a	0.60±0.24c	1.80±0.22d	42.8±3.9b
	PE 37.5 g/l	1.20±0.11c	0.93±0.32bc	2.73±0.41c	34.4±5.0bc
	PE 50.0 g/l	1.20±0.20c	1.60±0.29ab	2.93±0.25bc	33.8±3.8bc

หมายเหตุ: *ตัวอักษรเหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงถึงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี DMRT

PE หมายถึง Potato extract และ CW หมายถึง Coconut water



ภาพ 29 การเจริญเติบโตและการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางสัณฐานของต้นอ่อนกล้วยไม้น้ำบนอาหารเพาะเลี้ยงสูตรที่เติม PE 25.0 g/l + CW 75 ml/l (ก), PE 25.0 g/l + CW 50 ml/l (ข), PE 25.0 g/l + CW 100 ml/l (ค), PE 25.0 g/l + CW 125 ml/l (ง), CW 75 ml/l + PE 12.5 g/l (จ), CW 75 ml/l + PE 37.5 g/l (ฉ) และ CW 75 ml/l + PE 50.0 g/l (ช) เมื่อ PE หมายถึง Potato extract และ CW หมายถึง Coconut water ที่ระยะเวลาเพาะเลี้ยง 8 สัปดาห์

3.5 สารควบคุมการเจริญเติบโต

เมื่อย้ายต้นอ่อนกล้วยไม้น้ำอายุ 26-27 สัปดาห์ หลังจากเพาะเมล็ดในสภาพปลอดเชื้อมาเลี้ยงลงบนอาหารกึ่งแข็งดัดแปลงสูตร ½VW (1949) เติมสารควบคุมการเจริญเติบโตกลุ่มไซโตไคนิน (BA, Zeatin, Kinetin และ TDZ) และออกซิน (NAA, IAA, IBA และ 2,4-D) ที่แปรผันความเข้มข้นแตกต่างกัน พบว่า

ที่อายุเพาะเลี้ยง 4 สัปดาห์ อาหารเพาะเลี้ยงสูตรที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโตในกลุ่มไซโตไคนิน (BA 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร, Zeatin 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร, Kinetin 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และ TDZ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร) และออกซิน (NAA 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร, IAA 0.5, 1.0 และ 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และ 2,4-D 0.5 และ 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร) สามารถชักนำให้จำนวนยอดเฉลี่ยของต้นอ่อนเพิ่มขึ้นมากกว่าอาหารเพาะเลี้ยงสูตรที่ไม่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต อย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตามมีเพียงอาหารสูตรที่เติม Kinetin 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร NAA 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และ IAA 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ชักนำให้จำนวนใบเกิดขึ้นเฉลี่ยสูงที่สุด (3.00±0.17, 2.44±0.24 และ 2.33±0.17 ใบต่อต้น ตามลำดับ) และเมื่อพิจารณาถึงจำนวนรากที่เกิดขึ้น พบว่า สารควบคุมการเจริญเติบโตที่เติมลงในอาหารเพาะเลี้ยงไม่สามารถชักนำให้จำนวนรากของต้นอ่อนกล้วยไม้น้ำเกิดขึ้นได้แตกต่างจากสูตรที่ไม่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโตอย่างมีนัยสำคัญ (ตาราง 14 และภาพ 31-32)

เมื่อเวลาเพาะเลี้ยงผ่านไปจนครบ 8 สัปดาห์ ต้นอ่อนที่เพาะเลี้ยงลงในอาหารสูตรที่เติมไซโตไคนิน พบว่า TDZ 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้ต้นอ่อนสร้างหน่อใหม่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยสูงที่สุด (3.50±0.40 ยอดต่อต้น) ในขณะที่อาหารสูตรที่เติม Kinetin 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และสูตรที่เติม IBA 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้ต้นอ่อนสร้างใบใหม่เฉลี่ยได้มากที่สุด (3.56±0.38 และ 3.56±0.50 ใบต่อต้น ตามลำดับ) อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาถึงจำนวนรากของต้นอ่อนที่เพิ่มขึ้นในอาหารสูตรที่เติมออกซิน พบว่า IBA 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้ต้นอ่อนสร้างรากใหม่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยสูงที่สุด (6.50±0.87 รากต่อต้น) ในขณะที่ความสูงเฉลี่ยของต้นอ่อนจะเพิ่มขึ้นมากที่สุด เมื่อเพาะเลี้ยงลงบนอาหารสูตรที่เติม IBA 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร (1.57±0.32 เซนติเมตรต่อต้น) (ตาราง 15 และภาพ 33-34)

ตาราง 14 การเจริญเติบโตและการพัฒนาของต้นอ่อนกล้วยไม้น้ำบนอาหารเพาะเลี้ยงที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต เมื่อเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 4 สัปดาห์

สารควบคุมการเจริญเติบโต	ความเข้มข้น (mg/l)	จำนวน ยอด/หน่อ	ใบ	ราก
ควบคุม	0.0	1.00±0.00c*	2.00±0.24bcd	2.44±0.29ab
BA	0.5	1.44±0.24abc	1.44±0.34bcd	1.67±0.33bcde
	1.0	1.11±0.11bc	1.33±0.24cd	1.44±0.18cde
	2.0	1.11±0.11bc	1.33±0.29cd	1.00±0.00e
Zeatin	0.5	1.00±0.00c	1.89±0.31bcd	1.44±0.18cde
	1.0	1.44±0.34abc	1.78±0.40bcd	1.56±0.24bcde
	2.0	1.22±0.15bc	1.89±0.35bcd	1.89±0.31abcde
Kinetin	0.5	1.33±0.17bc	1.44±0.34bcd	2.33±0.65abcde
	1.0	1.22±0.15bc	1.44±0.29bcd	1.56±0.29bcde
	2.0	1.44±0.24abc	3.00±0.17a	2.67±0.24a
TDZ	0.1	1.13±0.13bc	2.00±0.27bcd	2.38±0.42abc
	0.5	1.44±0.18abc	1.67±0.17bcd	1.44±0.18cde
	1.0	1.33±0.17bc	1.33±0.33cd	1.67±0.17bcde
NAA	0.5	1.00±0.00c	1.33±0.29cd	1.89±0.26abcde
	1.0	1.44±0.24abc	2.44±0.24ab	2.44±0.18ab
	2.0	1.44±0.24abc	1.78±0.40bcd	2.22±0.43abc
IAA	0.5	1.50±0.33abc	1.38±0.32cd	1.50±0.19cde
	1.0	1.44±0.30abc	2.33±0.17abc	2.33±0.33abc
	2.0	2.29±0.30a	1.43±0.43bcd	1.57±0.30bcde
IBA	0.5	1.33±0.33bc	1.11±0.26d	1.22±0.15de
	1.0	1.67±0.33ab	1.56±0.44bcd	2.44±0.48ab
	2.0	1.00±0.00c	1.78±0.28bcd	2.11±0.26abcd
2,4-D	0.5	1.33±0.24bc	1.22±0.36d	1.67±0.17bcde
	1.0	2.00±0.33ab	1.56±0.29bcd	2.00±0.24abcd
	2.0	1.67±0.17ab	1.00±0.29d	1.67±0.17bcde

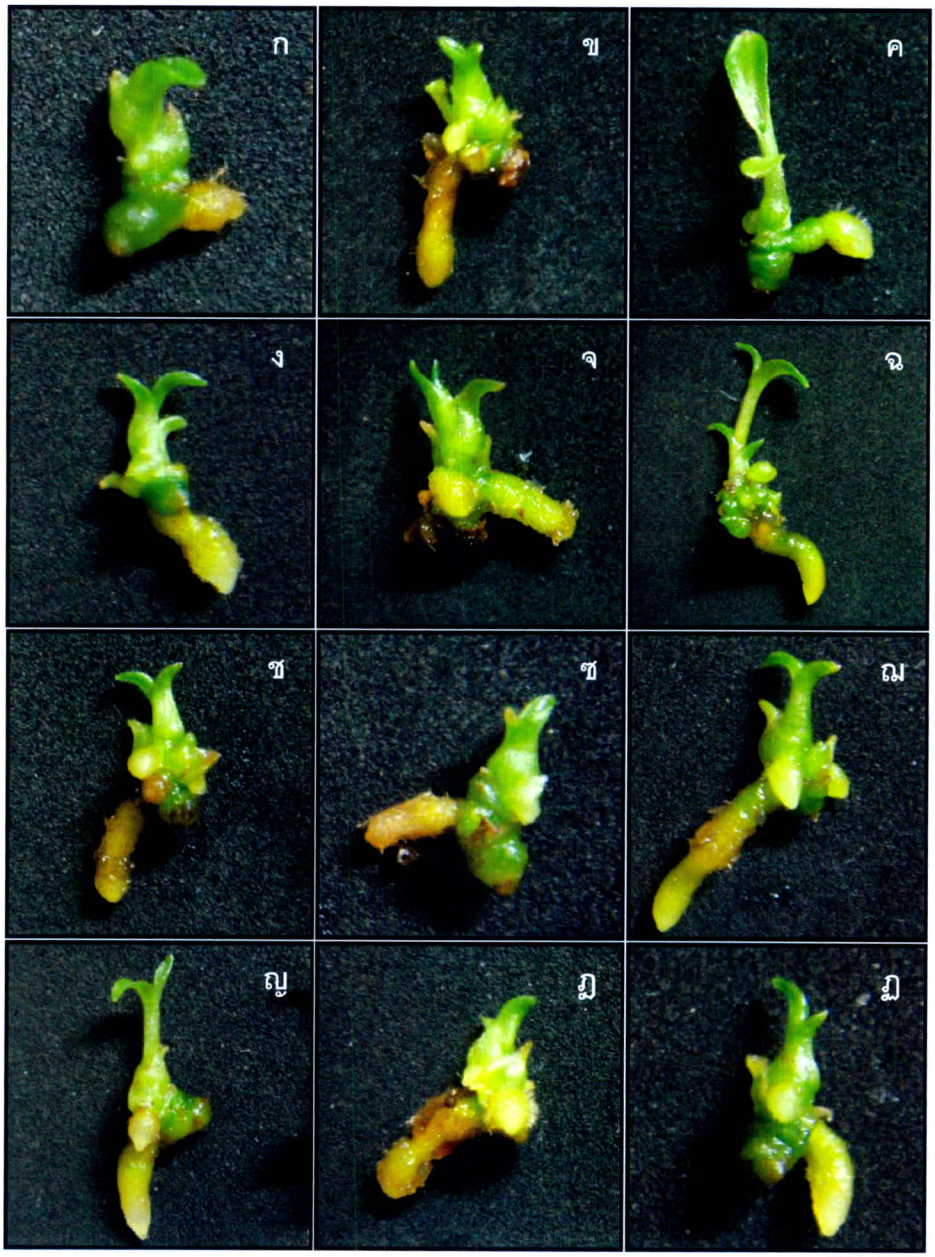
หมายเหตุ: *ตัวอักษรเหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงถึงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี DMRT

ตาราง 15 การเจริญเติบโตและการพัฒนาของต้นอ่อนกล้วยไม้น้ำบนอาหารเพาะเลี้ยงที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต เมื่อเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 8 สัปดาห์

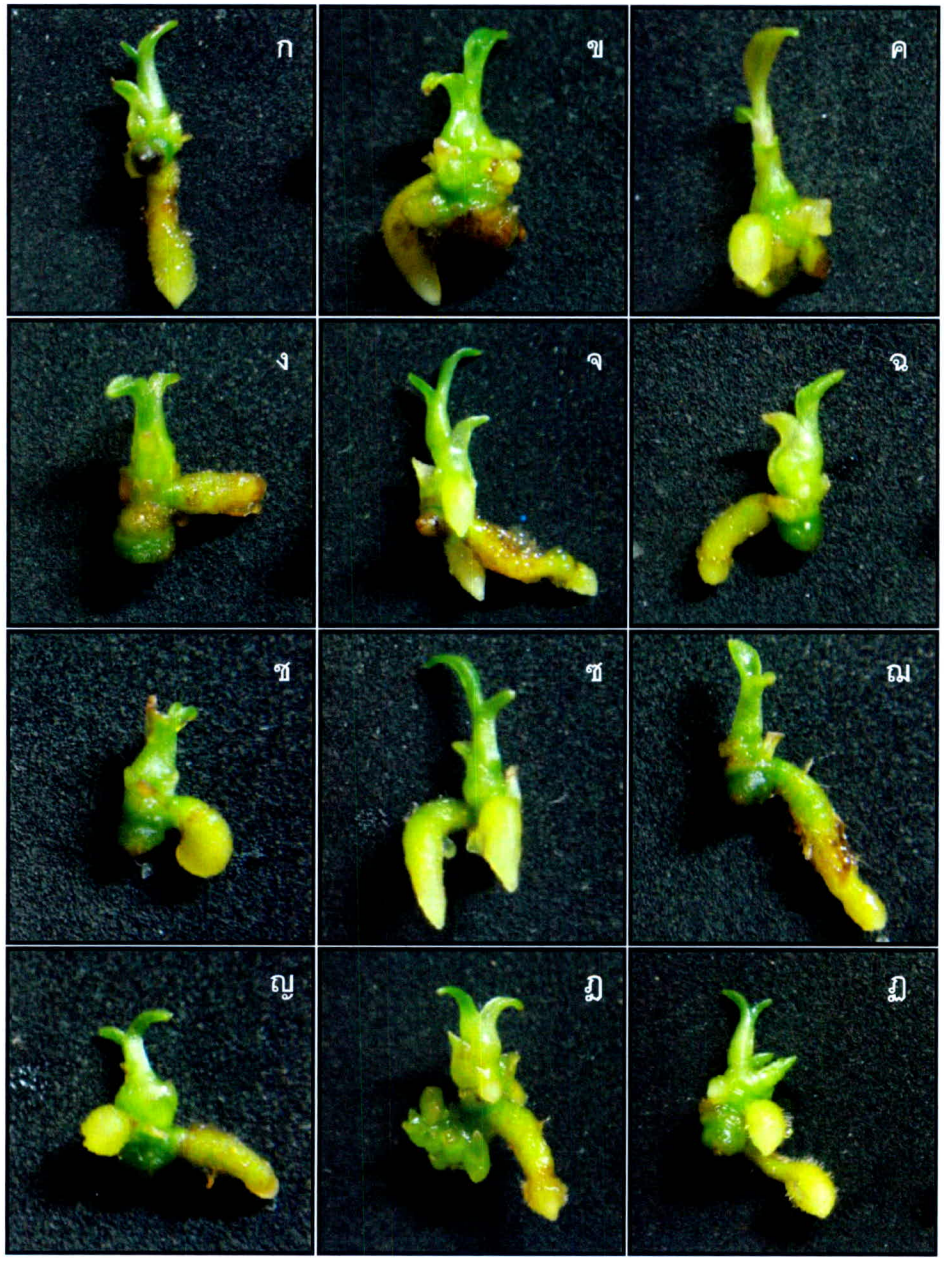
สารควบคุมการเจริญเติบโต	ความเข้มข้น (mg/l)	จำนวน ยอด/หน่อ	จำนวน ใบ	จำนวน ราก	ความสูงต้น (ซม.)
ควบคุม	0.0	2.56±0.29ab*	3.44±0.24ab	5.78±0.98ab	1.10±0.17ab
BA	0.5	1.89±0.66c	1.44±0.53d	3.11±0.77c	0.40±0.08b
	1.0	2.00±0.27bc	2.88±0.40abcd	6.00±0.89ab	0.73±0.18ab
	2.0	1.56±0.24c	2.11±0.56abcd	3.44±0.71bc	0.66±0.22ab
Zeatin	0.5	1.78±0.22c	2.67±0.17abcd	4.11±0.35abc	0.60±0.06ab
	1.0	2.67±0.44ab	2.33±0.17abcd	5.00±0.62ab	0.43±0.06b
	2.0	1.89±0.26c	3.00±0.60abc	5.78±0.94ab	1.19±0.32ab
Kinetin	0.5	2.33±0.37abc	2.11±0.45abcd	4.00±0.41abc	0.54±0.12ab
	1.0	2.67±0.33ab	3.33±0.55ab	4.11±0.70abc	0.59±0.11ab
	2.0	3.00±0.37ab	3.56±0.38a	5.78±0.78ab	0.90±0.24ab
TDZ	0.1	3.50±0.40a	2.25±0.67abcd	6.00±1.04ab	0.68±0.18ab
	0.5	2.33±0.47abc	2.44±0.34abcd	4.67±0.83abc	0.54±0.10ab
	1.0	2.11±0.48abc	2.78±0.15abcd	3.33±0.33bc	0.69±0.16ab
NAA	0.5	2.00±0.38bc	3.00±0.50abc	4.50±0.94abc	1.03±0.22ab
	1.0	2.67±0.29ab	2.67±0.44abcd	5.67±0.96ab	1.02±0.39ab
	2.0	2.56±0.38ab	2.00±0.58bcd	3.11±0.63c	0.44±0.14b
IAA	0.5	2.67±0.29ab	2.44±0.34abcd	4.00±0.78abc	0.61±0.16ab
	1.0	2.00±0.42bc	2.00±0.46bcd	3.88±0.48bc	0.59±0.14ab
	2.0	2.22±0.32abc	1.67±0.50cd	3.44±0.67bc	0.61±0.18ab
IBA	0.5	2.56±0.29ab	3.56±0.50a	5.22±0.95ab	1.57±0.32a
	1.0	2.44±0.24ab	2.44±0.34abcd	5.67±0.78ab	0.76±0.14ab
	2.0	2.13±0.30abc	3.50±0.38ab	6.50±0.87a	1.40±0.25ab
2,4-D	0.5	2.44±0.38ab	2.56±0.41abcd	5.22±0.32ab	0.88±0.26ab
	1.0	3.56±0.50a	2.56±0.29abcd	4.44±0.38abc	0.61±0.08ab
	2.0	1.67±0.29c	2.22±0.32abcd	3.22±0.40c	0.58±0.15ab

หมายเหตุ: *ตัวอักษรเหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงถึงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี DMRT

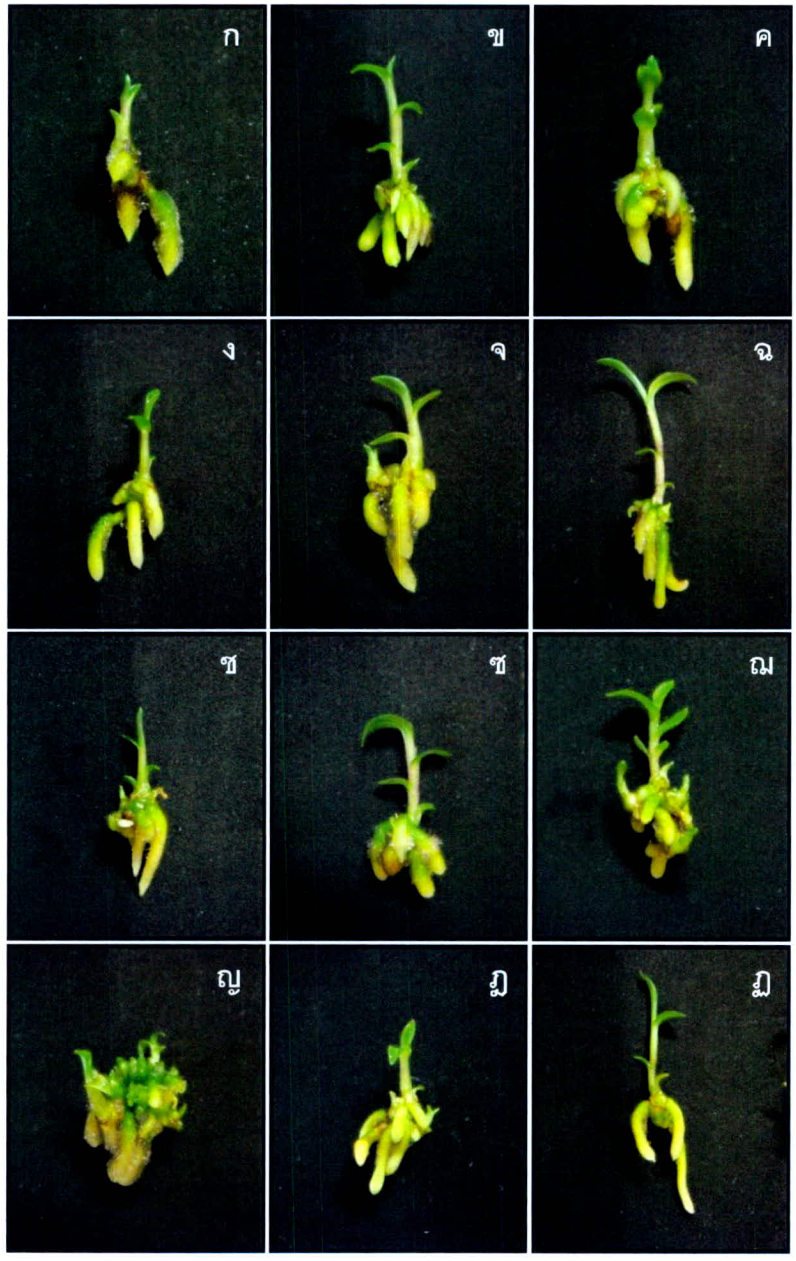
ภาพ 30 การเจริญเติบโตและการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางสัณฐานของต้นอ่อนกล้วยไม้น้ำ บนอาหารเพาะเลี้ยงสูตรที่ไม่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต เมื่อเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 4 สัปดาห์ (ก) และ 8 สัปดาห์ (ข)



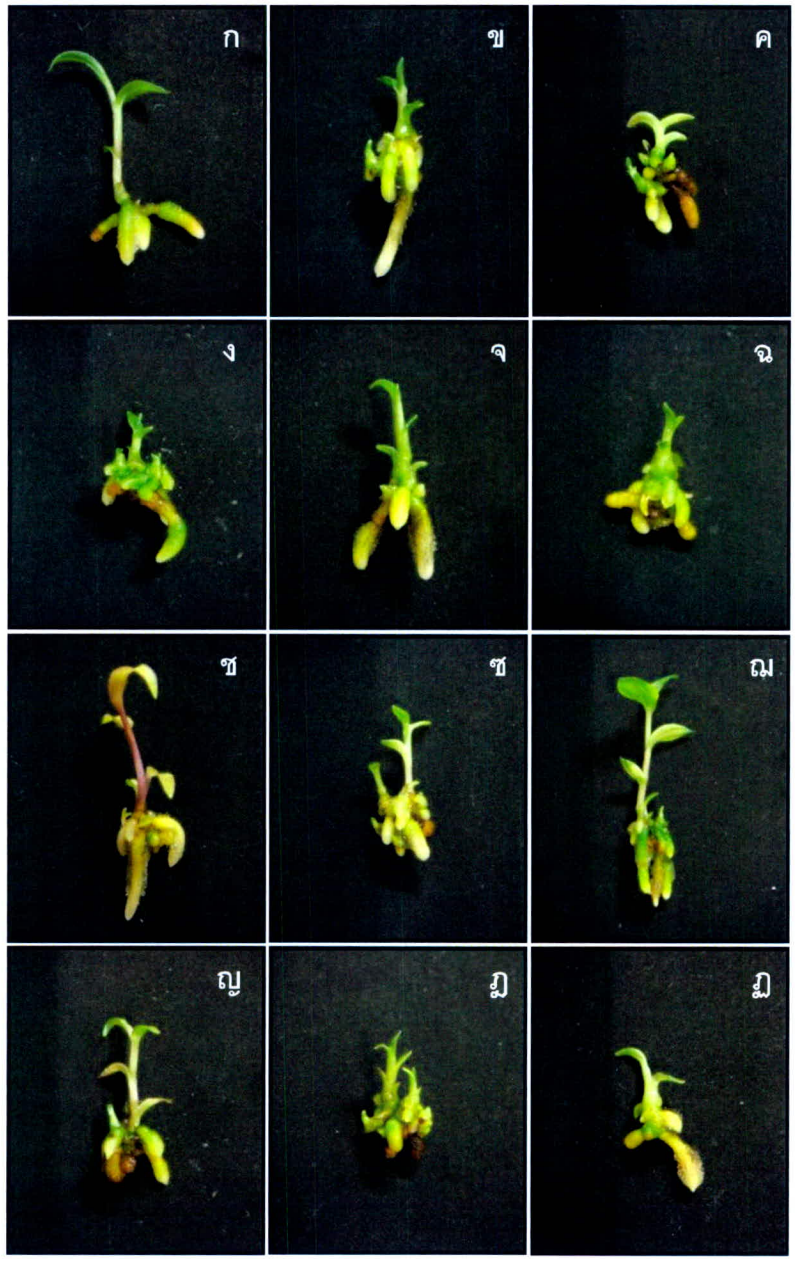
ภาพ 31 การเจริญเติบโตและการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางสัณฐานของต้นอ่อนกล้วยไม้น้ำ บนอาหารเพาะเลี้ยงสูตรที่เติมไซโตไคนิน ได้แก่
BA ความเข้มข้น 0.5, 1.0 และ 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร (ก-ค)
Zeatin ความเข้มข้น 0.5, 1.0 และ 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร (ง-ฉ)
Kinetin ความเข้มข้น 0.5, 1.0 และ 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร (ช-ณ)
TDZ ความเข้มข้น 0.1, 0.5 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร (ญ-ฏ)
เมื่อเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 4 สัปดาห์



ภาพ 32 การเจริญเติบโตและการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางสัณฐานของต้นอ่อนกล้วยไม้น้ำ บนอาหารเพาะเลี้ยงสูตรที่เติมออกซิน ได้แก่ NAA ความเข้มข้น 0.5, 1.0 และ 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร (ก-ค) IAA ความเข้มข้น 0.5, 1.0 และ 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร (ง-ฉ) IBA ความเข้มข้น 0.5, 1.0 และ 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร (ช-ณ) 2,4-D ความเข้มข้น 0.5, 1.0 และ 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร (ญ-ฏ) เมื่อเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 4 สัปดาห์



ภาพ 33 การเจริญเติบโตและการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางสัณฐานของต้นอ่อนกล้วยไม้น้ำ บนอาหารเพาะเลี้ยงสูตรที่เติมไซโตไคนิน ได้แก่ BA ความเข้มข้น 0.5, 1.0 และ 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร (ก-ค) Zeatin ความเข้มข้น 0.5, 1.0 และ 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร (ง-ฉ) Kinetin ความเข้มข้น 0.5, 1.0 และ 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร (ช-ฌ) TDZ ความเข้มข้น 0.1, 0.5 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร (ญ-ฏ) เมื่อเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 8 สัปดาห์



ภาพ 34 การเจริญเติบโตและการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางสัณฐานของต้นอ่อนกล้วยไม้น้ำ บนอาหารเพาะเลี้ยงสูตรที่เติมออกซิน ได้แก่ NAA ความเข้มข้น 0.5, 1.0 และ 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร (ก-ค) IAA ความเข้มข้น 0.5, 1.0 และ 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร (ง-ฉ) IBA ความเข้มข้น 0.5, 1.0 และ 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร (ช-ณ) 2,4-D ความเข้มข้น 0.5, 1.0 และ 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร (ญ-ฏ) เมื่อเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 8 สัปดาห์

3.6 สถานะของอาหารเพาะเลี้ยง

เมื่อนำต้นอ่อนกล้วยไม้น้ำอายุ 37 สัปดาห์ หลังจากเพาะเมล็ด ในสภาพปลอดเชื้อ มาทำการศึกษาผลของรูปแบบการเลี้ยงในอาหารสถานะต่างๆ ต่อการเจริญเติบโตและการเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานของต้นอ่อนกล้วยไม้น้ำ ได้แก่ รูปแบบอาหารกึ่งแข็ง อาหารเหลว และอาหารสองสถานะ โดยเพาะเลี้ยงต้นอ่อนลงในอาหารดัดแปลงสูตร ½VW (1949) พบว่า สถานะของอาหารทั้งสามรูปแบบสามารถชักนำให้ต้นอ่อนกล้วยไม้น้ำมีการเจริญเติบโตเพิ่มจำนวนหน่อ ใบ และรากต่อต้น รวมไปถึงความสูงของลำต้นเพิ่มมากขึ้น โดยพบว่า ต้นอ่อน ที่เลี้ยงในอาหารเหลว สามารถสร้างหน่อใหม่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยมากที่สุด (2.00±0.13 ยอดต่อต้น) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเทียบกับต้นอ่อนที่เลี้ยงบนอาหารสถานะกึ่งแข็ง และแบบสองสถานะ อย่างไรก็ตาม อาหารเพาะเลี้ยงทั้งสามรูปแบบ ไม่สามารถชักนำให้ต้นอ่อนเกิดการสร้างใบ และราก รวมไปถึงการพัฒนาทางด้านความสูงของลำต้นได้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเพาะเลี้ยงไปเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ (ตาราง 16 และภาพ 35)

หลังจากเลี้ยงผ่านไปจนครบ 8 สัปดาห์ พบว่า ต้นอ่อนกล้วยไม้น้ำที่เลี้ยงในอาหารเหลว ยังคงสามารถผลิตหน่อใหม่เพิ่มมากขึ้นเฉลี่ยสูงที่สุด (4.30±0.50 ยอดต่อต้น) ในขณะที่อาหารสถานะกึ่งแข็งสามารถชักนำให้ต้นอ่อนสร้างใบใหม่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยดีที่สุด (3.50±0.17 ใบต่อต้น) อย่างไรก็ตาม จำนวนรากของต้นอ่อนกล้วยไม้น้ำจะเพิ่มขึ้นเฉลี่ยสูงที่สุด เมื่อเลี้ยงต้นอ่อน บนอาหารสถานะกึ่งแข็ง (6.00±0.80 รากต่อต้น) หรือบนอาหารสองสถานะ (6.30±0.58 รากต่อต้น) แต่เมื่อพิจารณาถึงความสูงของลำต้นที่เพิ่มขึ้น กลับพบว่า อาหารเพาะเลี้ยงทั้งสามรูปแบบ ไม่สามารถกระตุ้นให้ต้นอ่อนมีความสูงเฉลี่ยเพิ่มขึ้นได้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตาราง 17) อีกทั้งจากการสังเกตลักษณะของแผ่นใบ พบว่า แผ่นใบของต้นอ่อนที่เลี้ยงในอาหารเหลวที่สร้างขึ้นใหม่นั้นจะมีขนาดเล็ก และลักษณะไม่สมบูรณ์เหมือนกับแผ่นใบของต้นอ่อนที่เลี้ยงบนอาหาร กึ่งแข็ง หรือบนอาหารสองสถานะ ซึ่งส่งผลถึงคุณภาพการเจริญเติบโตกลายเป็นต้นกล้วยไม้น้ำที่สมบูรณ์ต่อไป (ภาพ 36)

ตาราง 16 การเจริญเติบโตและการพัฒนาของต้นอ่อนกล้วยไม้น้ำบนอาหารเพาะเลี้ยงสถานะแตกต่างกัน เป็นเวลา 4 สัปดาห์

อาหารเพาะเลี้ยง	จำนวน			ความสูงต้น (ซม.)
	ยอด/หน่อ	ใบ	ราก	
สถานะกึ่งแข็ง (Semi-solid)	1.20±0.13b*	3.60±0.16a	3.30±0.21a	1.15±0.11a
สถานะเหลว (Liquid)	2.00±0.13a	4.00±0.58a	3.80±0.42a	1.07±0.13a
สองสถานะ (Two-phase)	1.60±0.22b	3.40±0.22a	3.70±0.37a	0.90±0.08a

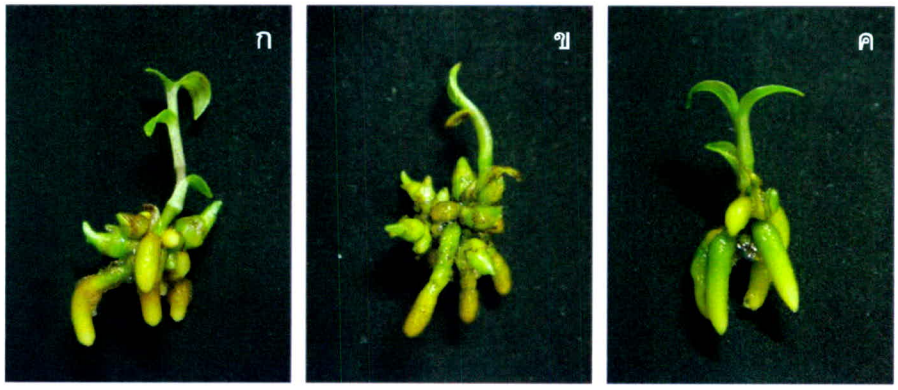
หมายเหตุ: *ตัวอักษรเหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงถึงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี DMRT

ภาพ 35 การเจริญเติบโตและการเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานของต้นอ่อนกล้วยไม้น้ำบนอาหาร**กึ่งแข็ง** (Semi-solid) (ก), อาหาร**เหลว** (Liquid) (ข) และ อาหาร**สองสถานะ** (Two-phase) (ค) เมื่อเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 4 สัปดาห์

ตาราง 17 การเจริญเติบโตและการพัฒนาของต้นอ่อนกล้วยไม้น้ำบนอาหารเพาะเลี้ยงสถานะแตกต่างกัน เป็นเวลา 8 สัปดาห์

อาหารเพาะเลี้ยง	จำนวน			ความสูงต้น
	ยอด/หน่อ	ใบ	ราก	(ซม.)
สถานะกึ่งแข็ง (Semi-solid)	3.30±0.45ab*	3.50±0.17a	6.00±0.80a	1.08±0.10a
สถานะเหลว (Liquid)	4.30±0.50a	2.80±0.13ab	4.50±0.45b	1.16±0.15a
สองสถานะ (Two-phase)	2.60±0.37b	3.00±0.21ab	6.30±0.58a	1.05±0.11a

หมายเหตุ: *ตัวอักษรเหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงถึงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี DMRT



ภาพ 36 การเจริญเติบโตและการเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานของต้นอ่อนกล้วยไม้น้ำบนอาหารกึ่งแข็ง (Semi-solid) (ก), อาหารเหลว (Liquid) (ข) และอาหารสองสถานะ (Two-phase) (ค) เมื่อเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 8 สัปดาห์

การออกปลูกในสภาพแวดล้อมภายนอกหลอดทดลอง

จากการนำต้นกล้วยไม้น้ำที่มีขนาดกอแตกต่างกัน ย้ายออกปลูกลงในวัสดุปลูกเม็ดดินเผา เม็ดหินภูเขาไฟ และเม็ดดินเผาผสมรวมกับเม็ดหินภูเขาไฟ (1: 1) เพื่อศึกษาผลของวัสดุปลูกต่ออัตราการรอดชีวิต และการเจริญเติบโตของกล้วยไม้น้ำ

เมื่อระยะเวลาผ่านไป 9 สัปดาห์ พบว่า กล้วยไม้น้ำกอที่มีขนาดใหญ่ สามารถรอดชีวิตได้สูงที่สุด (100 เปอร์เซ็นต์) ในสภาพแวดล้อมภายนอกหลอดทดลอง เมื่อปลูกลงในวัสดุปลูกที่แตกต่างกัน แต่อย่างไรก็ตาม มีเพียงวัสดุปลูกเม็ดดินเผาผสมรวมกับเม็ดหินภูเขาไฟ (1: 1) ที่สามารถทำให้กอกล้วยไม้น้ำสร้างหน่อใหม่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยสูงที่สุด (100 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งมากกว่ากอที่ปลูกลงในวัสดุเม็ดดินเผา (80.0 เปอร์เซ็นต์) หรือเม็ดหินภูเขาไฟ (60.0 เปอร์เซ็นต์) เพียงอย่างเดียว ในขณะที่กอกล้วยไม้น้ำขนาดกลาง และขนาดเล็ก พบว่า มีอัตราการรอดชีวิตสูงสุด (100 และ 98.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) เมื่อปลูกลงในวัสดุเม็ดดินเผาผสมรวมกับเม็ดหินภูเขาไฟ (1: 1) ซึ่งกอขนาดกลางสามารถสร้างหน่อให้เพิ่มขึ้นได้เฉลี่ยสูงที่สุด เมื่อปลูกลงในวัสดุเม็ดหินภูเขาไฟ (62.8 เปอร์เซ็นต์) ในขณะที่กอขนาดเล็กสามารถสร้างหน่อให้งอกเพิ่มขึ้นใหม่ได้เฉลี่ยสูงที่สุด เมื่อปลูกลงในวัสดุเม็ดดินเผา (55.0 เปอร์เซ็นต์) (ตาราง 18 และภาพ 37-39)

และหลังจากย้ายกล้วยไม้น้ำออกไปเพาะเลี้ยงไว้ในโรงเรือนเพาะชำจนครบ 14 สัปดาห์ พบว่า มีเพียงกอกล้วยไม้น้ำขนาดกลาง และขนาดเล็ก ที่ปลูกลงในวัสดุเม็ดดินเผา และกอกล้วยไม้น้ำขนาดเล็กที่ปลูกลงในวัสดุเม็ดดินเผาผสมรวมกับเม็ดหินภูเขาไฟ (1: 1) ที่อัตราการรอดชีวิตลดลงจากเดิมเล็กน้อย (7.3, 10.0 และ 4.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อระยะเวลาผ่านไป ต้นกล้วยไม้น้ำที่ปลูกลงในวัสดุปลูกทั้งสามชนิด สามารถเจริญเติบโตและฟื้นฟูให้เกิดการสร้างหน่อใหม่ได้เพิ่มขึ้นจากเดิม ยกเว้นกอขนาดกลาง และขนาดเล็ก ที่ปลูกลงในวัสดุเม็ดดินเผานั้นมีการสร้างหน่อใหม่ได้ลดลงจากเดิมเพียงเล็กน้อย (ตาราง 19 และภาพ 40-42)

ตาราง 18 การรอดชีวิตและการเจริญเติบโตของต้นกล้วยไม้น้ำ บนวัสดุปลูกที่แตกต่างกัน เมื่อระยะเวลาผ่านไป 9 สัปดาห์

ขนาดกอ	วัสดุปลูก	การรอดชีวิต (%)	การสร้างหน่อใหม่* (%)
ใหญ่	เม็ดดินเผา	100	80.0
	เม็ดดินเผา+หินภูเขาไฟ (1: 1)	100	100
	หินภูเขาไฟ	100	60.0
กลาง	เม็ดดินเผา	98.2	55.6
	เม็ดดินเผา+หินภูเขาไฟ (1: 1)	100	53.3
	หินภูเขาไฟ	93.3	62.8
เล็ก	เม็ดดินเผา	95.0	55.0
	เม็ดดินเผา+หินภูเขาไฟ (1: 1)	98.0	46.9
	หินภูเขาไฟ	92.0	43.5

หมายเหตุ: *หน่อใหม่มีความสูง > 1.0 เซนติเมตร

ภาพ 37 ลักษณะของต้นกล้วยไม้น้ำจากกอขนาดเล็กที่เจริญเติบโตในวัสดุปลูกเม็ดดินเผา (ก), เม็ดดินเผาผสมหินภูเขาไฟอัตราส่วน 1: 1 (ข) และหินภูเขาไฟ (ค) อายุเพาะเลี้ยง 9 สัปดาห์

ภาพ 38 ลักษณะของต้นกล้วยไม้น้ำจากกอขนาดกลางที่เจริญเติบโตในวัสดุปลูกเม็ดดินเผา (ก), เม็ดดินเผาผสมหินภูเขาไฟอัตราส่วน 1: 1 (ข) และหินภูเขาไฟ (ค) อายุเพาะเลี้ยง 9 สัปดาห์

ภาพ 39 ลักษณะของต้นกล้วยไม้น้ำจากกอขนาดใหญ่ที่เจริญเติบโตในวัสดุปลูกเม็ดดินเผา (ก), เม็ดดินเผาผสมหินภูเขาไฟอัตราส่วน 1: 1 (ข) และหินภูเขาไฟ (ค) อายุเพาะเลี้ยง 9 สัปดาห์

ตาราง 19 การรอดชีวิตและการเจริญเติบโตของต้นกล้วยไม้น้ำ บนวัสดุปลูกที่แตกต่างกัน เมื่อระยะเวลาผ่านไป 14 สัปดาห์

ขนาดกอ	วัสดุปลูก	การรอดชีวิต (%)	การสร้างหน่อใหม่* (%)
ใหญ่	เม็ดดินเผา	100	90.0
	เม็ดดินเผา+หินภูเขาไฟ (1: 1)	100	100
	หินภูเขาไฟ	100	80.0
กลาง	เม็ดดินเผา	90.9	52.0
	เม็ดดินเผา+หินภูเขาไฟ (1: 1)	100	63.3
	หินภูเขาไฟ	93.3	64.3
เล็ก	เม็ดดินเผา	85.0	47.1
	เม็ดดินเผา+หินภูเขาไฟ (1: 1)	94.0	53.2
	หินภูเขาไฟ	92.0	48.9

หมายเหตุ: *หน่อใหม่มีความสูง > 1.0 เซนติเมตร

ภาพ 40 ลักษณะของต้นกล้วยไม้น้ำจากกอขนาดเล็กที่เจริญเติบโตในวัสดุปลูกเม็ดดินเผา (ก), เม็ดดินเผาผสมหินภูเขาไฟอัตราส่วน 1: 1 (ข) และหินภูเขาไฟ (ค) อายุเพาะเลี้ยง 14 สัปดาห์ [Scale bar 2.0 ซม.]

ภาพ 41 ลักษณะของต้นกล้วยไม้น้ำจากกอขนาดกลางที่เจริญเติบโตในวัสดุปลูกเม็ดดินเผา (ก), เม็ดดินเผาผสมหินภูเขาไฟอัตราส่วน 1: 1 (ข) และหินภูเขาไฟ (ค) อายุเพาะเลี้ยง 14 สัปดาห์ [Scale bar 2.0 ซม.]

ภาพ 42 ลักษณะของต้นกล้วยไม้น้ำจากกอขนาดใหญ่ที่เจริญเติบโตในวัสดุปลูกเม็ดดินเผา (ก), เม็ดดินเผาผสมหินภูเขาไฟอัตราส่วน 1: 1 (ข) และหินภูเขาไฟ (ค) อายุเพาะเลี้ยง 14 สัปดาห์ [Scale bar 2.0 ซม.]