



กรมป่าไม้

การขยายพันธุ์สัก



กรมป่าไม้

กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

พ.ศ. 2556

การขยายพันธุ์สัก



กรมป่าไม้

กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

คำนำ

สักเป็นไม้ที่มีศักยภาพเพื่อปลูกเป็นไม้เศรษฐกิจของประเทศไทย การปลูกสร้างสวนป่าสักต้องมีการจัดการพื้นที่ปลูก และใช้สายพันธุ์ที่มี พันธุกรรมดีและมีคุณภาพที่ผ่านการปรับปรุงพันธุ์แล้ว ตลอดจนต้องมีการ จัดการและวนวัฒนวิธีที่เหมาะสมตามหลักวิชาการ ซึ่งจำเป็นต้องทราบถึง เทคนิคและความรู้เกี่ยวกับสักหลายแขนงวิชา กรมป่าไม้ได้ดำเนินการศึกษา วิจัยที่เกี่ยวข้องกับพันธุกรรม การปรับปรุงพันธุ์ การขยายพันธุ์ การปลูก การบำรุงรักษา การจัดการสวนป่า การเติบโตและผลผลิต โรคและแมลง การใช้ประโยชน์ รวมทั้งผลตอบแทนการลงทุนและการตลาด ซึ่งองค์ความรู้ที่ ได้รับจากการศึกษาวิจัย จะนำไปถ่ายทอดและเผยแพร่สู่ประชาชน เพื่อให้เกิด ประโยชน์สูงสุดอย่างเป็นรูปธรรม

การขยายพันธุ์สักเป็นหนึ่งในองค์ความรู้ที่กรมป่าไม้ได้มีศึกษากันมา อย่างยาวนาน ซึ่งเป็นการขยายพันธุ์แบบอาศัยเพศโดยใช้เมล็ดและแบบ ไม่อาศัยเพศที่เป็นการติดตา การตอนกิ่ง การปักชำ และการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ปัจจุบันการขยายพันธุ์โดยไม่อาศัยเพศมีความสำคัญและจำเป็นอย่างมากใน กิจกรรมการพัฒนาและจัดสร้างแหล่งพันธุกรรมสัก โดยเฉพาะการปรับปรุง พันธุ์สัก ซึ่งช่วยลดระยะเวลา ค่าใช้จ่ายในการผสมพันธุ์ และการผลิตกล้าไม้ ปริมาณมาก รวมถึงยังได้ลักษณะพันธุกรรมดีตามความประสงค์ของการปลูก สร้างสวนป่าสักเพื่อเศรษฐกิจทั้งในภาครัฐและภาคเอกชน

กรมป่าไม้หวังเป็นอย่างยิ่งว่า เอกสาร “การขยายพันธุ์สัก” จะเป็น ประโยชน์ต่อผู้สนใจอย่างยิ่ง โดยนำไปใช้ในการปฏิบัติงานได้จริง ซึ่งจะเป็น การสนับสนุนและส่งเสริมให้การปลูกสร้างสวนป่าทั้งของภาครัฐและเอกชนมี คุณภาพและเพิ่มประสิทธิผลยิ่งขึ้น เป็นผลทำให้พื้นที่สวนป่าสักของประเทศไทย เพิ่มขึ้นทั้งในเชิงอนุรักษ์และเชิงเศรษฐกิจ



(นายบุญชอบ สุทธมนัสวงษ์)

อธิบดีกรมป่าไม้

กันยายน 2556



สารบัญ

หน้า

การขยายพันธุ์สัก	1
การขยายพันธุ์สักโดยใช้เมล็ด	2
การขยายพันธุ์สักโดยไม่อาศัยเพศ	19
การขยายพันธุ์สักโดยการติดตา	21
การขยายพันธุ์สักโดยการปักชำ	38
การขยายพันธุ์สักโดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ	73
เอกสารอ้างอิง	136



การขยายพันธุ์สักทำได้ทั้งวิธีอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศ ถึงแม้ว่าการขยายพันธุ์ด้วยเมล็ดสัก มีข้อเสียคือ เมล็ดสักมีความสามารถในการงอกค่อนข้างต่ำ โดยเฉลี่ยประมาณร้อยละ 35 (อภิชาติ, 2526) และมีอัตราการงอกไม่สม่ำเสมอ แต่การใช้เมล็ดยังเป็นที่ยอมรับ เพราะเป็นวิธีที่ง่ายและเหมาะสมสำหรับการผลิตกล้าหรือเหง้าสักจำนวนมากเพื่อการปลูกป่า ทั้งนี้เมล็ดที่ใช้ควรเก็บจากแม่ไม้หรือแหล่งผลิตเมล็ดคุณภาพดีที่เรียกว่า แหล่งเมล็ดคัดเลือก (Selected stand) แหล่งผลิตเมล็ดพันธุ์ (Seed production area) แหล่งเมล็ดพิสูจน์ถิ่นกำเนิด (Provenance seed stand) และสวนผลิตเมล็ดพันธุ์ (Seed orchard) สำหรับการขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศที่นับว่าได้ผลดี ได้แก่ การติดตา ปักชำ และเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ซึ่งข้อดีข้อเสียของแต่ละวิธีได้ระบุไว้ในส่วนของการขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ ในเอกสารนี้ได้รวบรวมขั้นตอนการปฏิบัติ ผลการศึกษาวิจัย ความรู้ และประสบการณ์ที่ได้รับการถ่ายทอดจากนักวิชาการป่าไม้ และผู้ที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมการขยายพันธุ์สักทั้งแบบอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศ

การขยายพันธุ์สักโดยใช้เมล็ด

การขยายพันธุ์ด้วยเมล็ดเป็นวิธีที่ง่ายที่สุด เพราะเป็นวิธีตามธรรมชาติ และเป็นวิธีที่ใช้สำหรับขยายพันธุ์เพื่อปลูกสร้างสวนป่าสักกว่าร้อยละ 90 ของสวนป่าที่ปลูกไปแล้วในปัจจุบัน การขยายพันธุ์ด้วยเมล็ดจะมีความผันแปรทางพันธุกรรม ทำให้สวนป่ามีการเติบโตไม่สม่ำเสมอ และมีโอกาสได้ต้นไม้ที่มีลักษณะด้อยกว่าต้นแม่เดิม แต่ในขณะเดียวกันก็มีโอกาสที่จะได้ต้นไม้ที่มีลักษณะดีกว่าต้นพ่อแม่ด้วย ดังนั้นการขยายพันธุ์ด้วยเมล็ดจึงถูกใช้เป็นเครื่องมือในการปรับปรุงพันธุ์ เพื่อสร้างสายพันธุ์ใหม่ที่มีลักษณะที่ดีขึ้น การขยายพันธุ์สักด้วยเมล็ดแบ่งเป็น 2 ลักษณะคือ เพื่อผลิตเป็นเหง้า และเพื่อผลิตเป็นกล้าสักถุง





การเพาะชำเมล็ดเพื่อผลิตเหง้าสัก

เหง้าสักเป็นส่วนของรากแก้วที่งอกขึ้นมาจากกล้าสักอายุ 1-2 ปี ตัดแต่งให้มีส่วนของลำต้นเพียงเล็กน้อยและตัดรากแขนงออกหมด ไม่ต้องมีภาชนะและวัสดุเพาะชำติดอยู่ นิยมใช้ในการปลูกป่ามากกว่าการปลูกด้วยกล้าไม้ถุง เพราะนอกจากสะดวกต่อการขนส่งแล้ว ยังมีอัตราการรอดตายและเติบโตดีอีกด้วย (Lauridsen, 1973; Lauridsen and Kaosa-ard, 1973; Kaosa-ard and Lauridsen, 1974; Kaosa-ard, 1977) ขบวนการผลิตเหง้าสักทำโดยหว่านเมล็ดลงแปลงเพาะ ดูแลให้เติบโตผ่านช่วงฤดูฝนและฤดูหนาวจนรากแก้วเก็บสะสมอาหารและทิ้งใบแล้ว จึงนำต้นกล้าขึ้นมาทำเหง้า

ในการคัดเลือกพื้นที่ทำแปลงเพาะนั้น ควรจะเป็นที่ราบ ดินร่วนระบายน้ำดี ควรหลีกเลี่ยงพื้นที่ลุ่มต่ำมีน้ำขัง มีสภาพเป็นดินเหนียวและแน่น ปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ไม่น้อยกว่า 1,200 มิลลิเมตร และมีแหล่งน้ำค่อนข้างสมบูรณ์ (อภิชาติ, 2526)



เป้าหมายในการเพาะเมล็ดสักเพื่อผลิตเห้านั้น ต้องการให้ได้เห้าที่เหมาะสมต่อการปลูก ซึ่งมีลักษณะตรงและยาว การเตรียมแปลงเพาะจึงจำเป็นต้องยกร่องสูงเหมือนร่องผัก ขั้นตอนการผลิตเห้าสัก แสดงดังภาพที่ 1 ซึ่ง อภิชาติ (2526) และสนั่น (2528) ได้จัดทำเป็นเอกสารเผยแพร่ เรื่องเทคนิคการเพาะเตรียมกล้าเห้าสักไว้อย่างละเอียด เกษตรกรสามารถนำไปใช้ประกอบอาชีพผลิตเห้าสักขายกันอย่างแพร่หลาย โดยขั้นตอนการผลิตสรุปได้ดังนี้

1. การกำจัดวัชพืชและการไถ ควรดำเนินการในเดือนตุลาคมถึงพฤศจิกายน เพื่อพลิกดินและให้วัชพืชต่างๆ ตากแดดแห้งตาย และไม่มีเมล็ดวัชพืชแก่พอจะสืบพันธุ์ได้

2. การใส่ปุ๋ยคอก แกลบ เปลือกถั่ว หรือขี้เลื่อย ควรใส่ให้ทั่วพื้นที่เพื่อเพิ่มความพรุนของดินให้มีการระบายน้ำได้ดีขึ้น และทำการพรวนดินที่ไถพลิกไว้ให้ละเอียดอีกครั้งหนึ่ง

3. การยกแปลงเพาะ ควรให้มีความกว้างของหลังแปลงประมาณ 1.0-1.2 เมตร และมีร่องทางเดินระหว่างแปลงประมาณ 30-50 เซนติเมตร ส่วนความยาวของแปลงประมาณ 50 เมตร มีถนนคั่นกลาง ความสูงของแปลงเพาะหรือความลึกไม่ต่ำกว่า 20-30 เซนติเมตร

4. การย่อยดินแต่งหน้าแปลงเพาะ ควรดำเนินการย่อยดินอีกครั้งหนึ่งเพื่อให้ดินที่ผิวหน้าแปลงเพาะไม่จับตัวเป็นก้อนแข็ง





ภาพที่ 1 การเพาะกล้าเพื่อผลิตเหง้าสัก (ก) การเตรียมแปลงเพาะเหง้าสัก (ข) กล้าอายุ 1 ปี พร้อมถอนมาทำเหง้า (ค) การแต่งเหง้าและมัดเหง้าเพื่อเก็บรักษา



การหว่านเมล็ดสักทั้งเพื่อผลิตเป็นเหง้าและเป็นกล้าสักถุนั้น ความหนาแน่นในการหว่านเมล็ดสักจะมีผลกระทบโดยตรงต่อการเติบโตของกล้าสัก ถ้ามีการหว่านที่หนาแน่นมาก กล้าสักจะมีการแก่งแย่งและเบียดบังกันทำให้มีกล้าไม้เล็กๆ ที่ไม่ได้ขนาดจำนวนมาก เนื่องจากถูกเบียดบังจากกล้าไม้ใหญ่ แต่ถ้ามีการหว่านห่างเกินไป กล้าไม้ที่ได้จะเติบโตเกินขนาดใช้ปลูก เพราะไม่ถูกเบียดบังและการแก่งแย่งของปริมาณแสงสว่าง และธาตุอาหาร

ความหนาแน่นในการหว่านเมล็ดสักขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ ได้แก่ (1) อัตราความมีชีวิตของเมล็ดที่จะหว่าน ถ้าเมล็ดมีความมีชีวิตต่ำ การหว่านควรหนาแน่นขึ้น (2) เทคนิคในการหว่าน เช่น ถ้าหว่านในแนวร่อง ความหนาแน่นอาจถูกจำกัดตามขนาดความกว้างของแนวร่อง แต่ถ้าใช้วิธีการหว่านแบบโปรย (Broadcast sowing) อาจต้องมีการชั่งหรือตวงเมล็ดที่จะทำการหว่านต่อพื้นที่ของแปลงเพาะ (3) เทคนิคในการดูแลและจัดการแปลงเพาะว่าดีขนาดไหน และอัตราการรอดตายของกล้าไม้มีมากน้อยแค่ไหน

ในทางปฏิบัติเกี่ยวกับการหว่านเมล็ดสัก พบว่า ความหนาแน่นในการหว่านเมล็ดสักในแปลงเพาะขององค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ที่อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง เท่ากับ 426 เมล็ดต่อตารางเมตร โดยหว่านเป็นแนวตามร่อง (Drill sowing) สำหรับสถานีเพาะชำกล้าไม้ จังหวัดลำปาง กรมป่าไม้ ใช้อัตราความหนาแน่นประมาณ 350 เมล็ดต่อตารางเมตร

จากการศึกษาเกี่ยวกับความหนาแน่นในการหว่านเมล็ดสัก Kaosa-ard (1981) พบว่า ในเวลา 1 ปี หากหว่านเมล็ดสักด้วยความหนาแน่นน้อยเท่าไร จะสามารถผลิตกล้าที่มีขนาดเหมาะสม (เส้นผ่านศูนย์กลางที่คอรากมากกว่า 1 เซนติเมตร) สำหรับการปลูกได้มากขึ้นเท่านั้น อย่างไรก็ตาม ปัญหาเรื่องความถี่ห่างของการหว่านเมล็ดสักนี้ นอกจากจะเป็นผลต่อการเติบโตของกล้าไม้แล้วยังต้องคำนึงถึงค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับเมล็ดพันธุ์ การเตรียมแปลงเพาะ และการบำรุงดูแลรักษากล้าไม้ด้วย เช่น ถ้ามีการหว่านเมล็ดสักแน่นขึ้นจะทำให้มี



ค่าใช้จ่ายในเรื่องเมล็ดสูง แต่จะได้กล้าสักรต่อน้ำที่แปลงเพาะมาก เนื่องจากมีจำนวนกล้าไม้ที่สามารถออกจำนวนมาก ซึ่งเป็นการลดค่าใช้จ่ายในการทำแปลงเพาะและการดูแลรักษา

หลังจากเตรียมเมล็ดก่อนหว่านแล้ว การหว่านเมล็ดพันธุ์สักทำโดยใช้เมล็ดประมาณ 1 ลิตรต่อ 1 ตารางเมตร หว่านกระจายบนหน้าแปลงให้เมล็ดกระจายอย่างสม่ำเสมอหรือหว่านเป็นแถวในร่องบนแปลงเพาะชำห่างกันแถวละ 10 เซนติเมตร แล้วใช้ไม้กระดานตบเบาๆ ให้เมล็ดจมลงพอเสมอดินผิวหน้าแปลง แล้วกลบด้วยเกลบหรือดินข้างแปลงบางๆ สำหรับวัสดุของแปลงเพาะอาจใช้ทราย ขี้เถ้าเกลบปนทราย หรือดินร่วนปนทรายก็ได้ ควรใช้เมล็ดพันธุ์ดีที่เก็บไว้ไม่เกิน 2 ปี หว่านช่วงต้นฤดูฝนประมาณเดือนพฤษภาคม อภิชาติ (2526) กล่าวว่า หลังหว่านแล้วให้กลบเมล็ดสักด้วยวัสดุต่างๆ เพื่อ (1) ป้องกันเมล็ดที่อาจถูกชะกระจายออกไปทั่วแปลงเพาะ เมื่อฝนตกหนักหรือเมื่อมีการรดน้ำ (2) ป้องกันการทำลายโดยสัตว์ประเภทกัดแทะ (Rodents)

(3) ให้เมล็ดมีการบ่มตัวให้พร้อมที่จะงอกเมื่อสภาวะแวดล้อมภายนอกเหมาะสม
(4) ให้วัสดุคลุมดินอุ้มน้ำหรือความชื้นไว้แล้วบ่มหรือถ่ายทอด (Diffusion) ให้แก่เมล็ดไม้เพื่อใช้ในกระบวนการงอก และ (5) ให้ระบบรากที่เริ่มงอกแทงจากเมล็ดไม้ไม่แขวนลอย ซึ่งจะช่วยให้แห้งตายได้ จากการศึกษาของ อภิชาติ และ กมลวัฒน์ (2523) พบว่า การหว่านเมล็ดที่ระดับเสมอผิวดิน เพียงแต่กดให้จมเสมอผิวน้ำแปลงเพาะ จะทำให้เมล็ดสักมีอัตราการงอกดี (Germination rate) และผลิตกล้าไม้ได้สูงสุด นอกจากนี้ยังพบว่า ความสามารถในการงอก และการผลิตกล้าสักของเมล็ดสักจะลดลงอย่างรวดเร็ว เมื่อเมล็ดถูกหว่านหรือกดให้ลึก 1.5, 3.0 และ 4.5 เซนติเมตร ได้ผิวน้ำแปลงเพาะตามลำดับ และได้เสนอว่าการหว่านเมล็ดสักที่ระดับเสมอผิวดิน อาจทำให้เมล็ดสักถูกชะล้างออกจากแปลงเพาะได้ แต่เพื่อที่จะให้เมล็ดสักยังคงสภาพที่มีความสามารถในการงอกดีอยู่เช่นเดิม ควรจะคลุมเมล็ดที่หว่านด้วยวัสดุที่ค่อนข้างจะโปร่งเบา เช่น แกลบ หญ้าคาสับละเอียด หรือขี้เลื่อยที่ได้ผ่านสภาพการย่อยสลายตัวแล้ว เป็นต้น จะทำให้เมล็ดมีโอกาสได้รับออกซิเจน แสงสว่าง และความชื้นอย่างเต็มที่ เพื่อเป็นผลดีต่อกระบวนการงอก



การดูแลรักษาแปลงผลิตเห้าง้าสัก

หลังจากที่ได้ทำการหว่านเมล็ดสักเรียบร้อยแล้ว มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการดูแลรักษาแปลงเพาะตั้งแต่ระยะก่อนเมล็ดเริ่มจะงอก (Pre-emergence) ระยะที่เมล็ดกำลังเริ่มงอก (Emergence) ระยะกล้าไม้ที่ยังอ่อน (Post-emergence) และกล้าไม้ (Seedling) ให้เติบโตจนพร้อมที่จะถอนไปใช้ปลูกได้

การดูแลรักษากล้าไม้ในแปลงเพาะที่สำคัญเป็นอย่างมาก ได้แก่ การกำจัดวัชพืช เนื่องจากสักต้องการแสงมาก ดังนั้นแปลงเพาะควรสะอาดปราศจากวัชพืช ส่วนการให้น้ำแปลงเพาะกล้าสักนั้นแทบไม่มีความจำเป็นเลย เนื่องจากเริ่มดำเนินการหว่านในต้นฤดูฝน ยกเว้นในช่วงที่เมล็ดเริ่มงอกใหม่ๆ แล้วเกิดฝนทิ้งช่วงนานๆ และกล้ามีอาการแห้งตายเท่านั้น หลังจากนั้นจะมีการปล่อยให้อยู่ตามสภาพของดินฟ้าอากาศ หลังการหว่าน 1-2 เดือน กล้าไม้อาจขึ้นหนาแน่นเกินไป ต้องถอนทิ้งหรือย้ายชำ เพื่อให้กล้าที่เหลือในแปลงเพาะเติบโตได้ขนาดที่เหมาะสม เลือกถอนกล้าไม้ที่มีขนาดเล็กเกินไปหรือกล้าไม้ที่เติบโตเกินไปจนเบียดบังกล้าไม้ส่วนใหญ่ออก อาจย้ายไปปลูกบริเวณที่กล้าขึ้นห่างๆ หรือย้ายไปเพาะเป็นกล้าไม้ถุง ในกรณีที่กล้าไม้ในแปลงเพาะเติบโตไม่สม่ำเสมอ ควรมีการตัดใบอ่อน หรือใบใหม่ของกล้าไม้ที่มีขนาดโตทิ้งเสีย เพื่อเปิดโอกาสให้กล้าไม้ที่เล็กกว่าได้รับแสงสว่าง ส่วนใบแก่หรือใบขนาดเล็กควรจะเหลือทิ้งเอาไว้เพื่อให้ปรุงอาหาร

โรคระบาดในแปลงเพาะสักส่วนใหญ่แล้วไม่ค่อยจะปรากฏ ทั้งนี้เพราะแปลงเพาะสักเป็นแปลงเพาะแบบเปิด (Open nursery) ได้รับแสงสว่างอย่างเต็มที่ อย่างไรก็ตามในสภาพที่ร้อนชื้น (Hot and humid) หรือในสภาวะที่การระบายน้ำของดินไม่ดี หรือในกรณีที่มีการนำเอาดินติดเชื้อมาใส่กล้าสัก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระยะแรกงอก หรือระยะเริ่มตั้งตัวอาจถูกทำลายโดยโรคเน่าคอดิน (Damping off) ซึ่งลำต้นและรากจะถูกทำลายโดยเชื้อรา (Fungi)

ทำให้เหี่ยวเฉาตาย ซึ่งโรคเน่าคอดินนี้จะเกิดโดยเชื้อรา *Fusarium* sp., *Phytophthora coctorum*, *Rhizoctonia solani* และ *Phythium* sp. การรักษาอาจทำได้โดยทำลายกล้าไม้ในแปลงที่เกิดการระบาด หรือพ่นกล้าสักด้วยยาฆ่าเชื้อรา (Fungicide) ต่างๆ ที่มีขายตามท้องตลาด

ส่วนสัตว์และแมลงทำลายเมล็ดสักและกล้าสักนับได้ว่า มีความสำคัญต่อการเตรียมกล้าสัก สัตว์ประเภทกัดแทะ จะมาขุดคุ้ยกินเมล็ดสักที่หวานในแปลง และกัดแทะเหง้าสักที่สะสมอาหาร ส่วนแมลงทำลายกล้าสักส่วนใหญ่แล้วจะเป็นพวกกินใบหรือทำลายใบ (Defoliator) ได้แก่ ตัวหนอนของผีเสื้อกินใบสัก ที่มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Hyblaea puera* ซึ่งจะกัดกินใบอย่างรวดเร็ว นอกจากนี้อาจมีพวกตั๊กแตนทำลายใบ และไรแดง (Red spider) ซึ่งจะดูดน้ำเลี้ยง (Cell sap) ของใบและยอดอ่อนทำให้ใบเป็นสีเหลืองปนน้ำตาล ลดความสามารถในการสังเคราะห์แสง ทำให้การเติบโตของกล้าไม้ชะงัก นอกจากนี้ยังมีปลวกที่กัดกินรากแก้วของกล้าสักเป็นอาหารทำให้กล้าสักเสียหายล้มตายได้ โดยเฉพาะในฤดูแล้ง ซึ่งบางครั้งอาจไม่ทราบสาเหตุการตายของกล้าสักหากไม่มีการถอนรากแก้ว ซึ่งการกำจัดแมลงดังกล่าวใช้การฉีดพ่นยาฆ่าแมลงเมื่อมีการระบาด

ข้อควรคำนึงถึงอีกประการหนึ่งของการดูแลรักษาแปลงเพาะเมล็ด ได้แก่ การป้องกันไฟในแปลงเพาะกล้าสัก ทั้งนี้เพราะสักมีการผลัดใบหมดทั้งต้นในฤดูแล้ง ใบสักที่ร่วงจะแห้งและเป็นเชื้อเพลิงอย่างดีพร้อมที่จะลุกไหม้และทำอันตรายต่อกล้าสักอยู่เสมอในช่วงฤดูแล้ง นอกจากจะเป็นอันตรายต่อกล้าสักโดยตรงแล้ว รอยแผลที่เกิดจากไฟไหม้จะเป็นส่วนที่โรคและแมลงเข้าทำลายได้ง่าย นอกจากนี้ไฟยังเป็นตัวกระตุ้นให้กล้าไม้ในแปลงมีการแตกยอดอ่อน ใบอ่อน เร็วขึ้น ทำให้เหง้าสักสูญเสียอาหารสำรองก่อนการถอนเหง้าในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงมีนาคม การป้องกันไฟควรจะทำในแปลงเพาะโดยการทำแนวป้องกันไฟรอบแปลง และเก็บกวาดใบสักแห้งในแปลงเพาะ

ออกให้หมด ห้ามมีการจุดไฟหรือก่อไฟในบริเวณแปลงเพาะ ตลอดจนหา
มาตรการต่างๆ ในการดับไฟเมื่อเกิดไฟไหม้ในแปลงเพาะขึ้น

ในการเตรียมเหง้าสำหรับปลูกลั้น ทำการถอนออกจากแปลงในช่วง
ฤดูแล้ง ทำการตัดแต่งเป็นเหง้า และเก็บรักษาไว้จนถึงฤดูปลูก หรืออาจทำการ
ถอนตัดแต่งเป็นเหง้าและนำไปปลูกลั้นทันทีในฤดูปลูก การถอนกล้าสักอาจ
อาศัยแรงคนหรือใช้เครื่องจักร กรณีของศูนย์เพาะชำกล้าไม้ควรใช้เครื่องจักร
เนื่องจากมีพื้นที่แปลงเพาะขนาดใหญ่ จึงต้องการความรวดเร็วในการถอน
และการถอนกล้าในฤดูแล้งซึ่งดินจะแข็งมาก หากใช้แรงคนขุดด้วยจอบอาจ
ทำให้รากแก้วเสียหาย ส่วนการถอนในฤดูปลูก (ฤดูฝน) ด้วยแรงคนอาจทำได้
สะดวก ในอัตราประมาณ 800-1,000 กล้าต่อคนต่อวัน ซึ่งเกิดอันตรายแก่
กล้าสักได้น้อยกว่าเครื่องจักรกลที่พ่วงรถแทรกเตอร์ล้อยางเข้าไปในแปลงเพาะ
ในขณะที่แปลงเพาะเปียกแฉะ

กล้าสักที่ถอนได้อาจตัดเอาส่วนของลำต้นออกบางส่วน เพื่อความ
สะดวกในการขนย้ายมายังสถานที่ตัดแต่งเหง้า ส่วนในการตัดแต่งเหง้าทำโดย
ใช้มีดตัดเอาส่วนของลำต้นเหนือคอรากโดยให้มีตาติดอยู่ประมาณ 2-3 คู่ หรือ
ตัดเหนือส่วนของคอรากประมาณ 3-5 เซนติเมตร และตัดส่วนของรากแขนง
ออกให้หมด เหลือส่วนของรากแก้วยาวประมาณ 15-20 เซนติเมตร จะได้เหง้า
ซึ่งประกอบด้วยส่วนของลำต้น 3-5 เซนติเมตร และส่วนของรากแก้ว 15-20
เซนติเมตร พร้อมทั้งจะนำไปเก็บรักษาหรือนำไปปลูกลั้นในพื้นที่ต่อไป

ศูนย์บำรุงพันธุ์ไม้สัก จังหวัดลำปาง พบว่า ขนาดกล้าที่เหมาะสมสำหรับ
การทำเหง้า แบ่งขนาดได้ดังต่อไปนี้

- กล้าที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางที่คอราก 7-9 มิลลิเมตร เป็นกล้า
ขนาดเล็ก แต่พอจะใช้ปลูกลั้นได้
- กล้าที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางที่คอราก 9-15 มิลลิเมตร เป็นกล้า
ขนาดที่เหมาะสมสำหรับการปลูกลำต้นมากที่สุด



■ กล้าที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางที่คอรากมากกว่าหรือเท่ากับ 16 มิลลิเมตร เป็นกล้าที่มีขนาดใหญ่

กล้าสักที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางที่คอรากเล็กกว่านี้ จะมีอัตราการรอดตายต่ำ หลังปลูก และในกรณีที่มีการเก็บรักษาเหง้าสักจะทำให้เหี่ยวแห้งเสียหายได้ง่าย ส่วนกล้าไม้ที่โตกว่านี้พบว่า หลังการปลูกจะมีการแตกของระบบรากแขนงไม่ค่อยดี ทำให้การดูดน้ำและธาตุอาหารจากดินในระยะแรกเป็นไปได้ช้า การเติบโตของหน่อใหม่ (Sprout) จึงไม่ดีเท่าที่ควร เหง้าสักที่ตัดแต่งและแยกขนาดจะถูกนำมามัดเป็นมัดโดยรัดด้วยยางรัดหรือตอก มัดละประมาณ 50 เหง้า (ภาพที่ 1ค) เพื่อความสะดวกในการตรวจนับและขนส่ง

การเก็บรักษาเหง้าสักที่ซุดขึ้นมาแล้วสามารถเก็บรักษาได้โดยไม่เสียชีวิต มี 2 แบบ กล่าวคือ (1) การเก็บรักษาเหง้าสักในระยะสั้น (Short term stump storage) เป็นการเก็บเหง้าสักที่ถอนจากแปลงเพาะในฤดูปลูก แล้วเก็บรักษาไว้เพื่อรอการขนย้ายไปสู่พื้นที่ปลูก โดยใช้กระสอบป่านชุบน้ำให้ชุ่มแล้วคลุมเหง้าสักไว้ หรือบรรจุเหง้าสักในถุงพลาสติกหรือถุงขนาดใหญ่ ซึ่งเจาะรูให้มีการระบายอากาศพอสมควร เก็บไว้ในที่ร่มไม่ควรนานเกิน 7 วัน และ (2) การเก็บรักษาเหง้าสักเป็นระยะเวลานาน (Long term stump storage) Lauridsen (1973) เริ่มศึกษาเมื่อปี พ.ศ. 2513 ที่สถานีบำรุงพันธุ์ไม้สัก อำเภองาว จังหวัดลำปาง โดยในระยะแรกทำการเก็บไว้ในสภาพที่เป็น (1) การเก็บไว้ในหีบสังกะสีบรรจุด้วยขี้เลื่อย (2) การเก็บไว้ในช่องพลาสติก (เย็บเป็นแผง) (3) การวางไว้บนชั้นเก็บของโดยไม่มีวัสดุคลุม ซึ่งทั้ง (1) (2) และ (3) เก็บไว้ในห้องมืด หลังการเก็บรักษานำกล้ามาปลูกเปรียบเทียบกับเหง้าสด ปรากฏว่าเหง้าสักสามารถเก็บไว้แบบ (1) และ (2) เป็นเวลานาน 2 เดือน มีอัตราการรอดตายและการเติบโตเท่ากันหรือดีกว่าเหง้าสด ต่อมาในปี พ.ศ. 2514 มีการทดสอบถอนเหง้าสักและนำไปเก็บรักษาไว้ในหลุมในที่ร่มวางเป็นชั้นๆ กลบด้วย แกลบ ขี้เลื่อย และใส่ถุงพลาสติก (ไม่มีการกลบ) แล้วนำมา

ปลูกเปรียบเทียบกับเหง้าสดที่จังหวัดตากและจังหวัดพะเยา ผลปรากฏว่าเหง้าที่เก็บไว้ในหลุมมีการรอดตายและการเติบโตดีกว่าเหง้าสด (Lauridsen and Kaosa-ard, 1973; Kaosa-ard, 1977)

เมื่อปลายปี พ.ศ. 2514 ได้มีการถอนเหง้าสักและเก็บในหลุมในที่ร่ม และกลบด้วยขี้เลื่อยเพียงอย่างเดียว หลังจากนั้นนำเหง้าไปปลูกเปรียบเทียบกับเหง้าสด ปรากฏว่า เหง้าเก็บแบบนี้มีการรอดตายและการเติบโตดีกว่าเหง้าสด (Kaosa-ard and Lauridsen, 1974; Kaosa-ard, 1977) ต่อมาในปี พ.ศ. 2515 ศูนย์เพาะชำกล้าไม้แม่มาะ จังหวัดลำปาง ขององค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ ได้ทดลองเก็บเหง้าแบบปฏิบัติการจริงเป็นจำนวนหนึ่งล้านเหง้าไว้ในถ้ำแล้วกลบด้วยขี้เลื่อย ปรากฏว่า เหง้าสักที่เก็บไว้เสียหายเกือบหมด ต่อมาได้คิดค้นหาเทคนิคใหม่มาใช้ โดยทำการเก็บเหง้าในหลุมในที่ร่มแล้วกลบด้วยทรายละเอียดที่แห้งและเย็น ปรากฏว่าได้ผลดี และได้มีการพัฒนารูปแบบโดยเก็บในหลุมแล้วใช้ทรายละเอียดที่สะอาด แห้ง และเย็นมาใช้กลบ ตลอดจนมีการตรวจสอบอุณหภูมิในหลุม จนเป็นวิธีการที่ค่อนข้างได้มาตรฐานและประหยัดค่าใช้จ่าย เพราะวัสดุจัดหาเองได้ วิธีการเก็บรักษาเหง้าสักขององค์การอุตสาหกรรมป่าไม้เป็นแบบเก็บไว้ในโรงเรือนปิดกันฝนกันแดดทุกด้าน และมีการขุดหลุม ก่ออิฐกันความชื้นจากดินซึมเข้าสู่ในหลุมสำหรับทรายที่ใช้กลบเป็นทรายละเอียด ผึ่งแดดให้แห้งแล้วเก็บในที่ร่มให้เย็น เหง้าที่จะทำการเก็บจะต้องถอนในฤดูที่กล้าสักผลัดใบหมด ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ถึงเมษายน แล้วมัดด้วยยางรัดอย่างหนา จำนวนมัดละ 50 เหง้า นำไปตั้งเรียงกันในหลุม แต่ละมัดห่างกันประมาณ 10 เซนติเมตร เมื่อได้ชั้นหนึ่งๆ แล้วทำการกลบด้วยทรายหนาประมาณ 10 เซนติเมตร แล้วเรียงชั้นต่อไปเรื่อยๆ จนเต็มหลุมที่ปากหลุมทำการกลบด้วยทรายหนาประมาณ 30 เซนติเมตร อุณหภูมิในหลุมควรจะต่ำกว่า 30 องศาเซลเซียส โดยต้องมีท่อสำหรับตรวจสอบอุณหภูมิในหลุมด้วย ถ้าหากพบว่าอุณหภูมิในหลุม

สูงผิดปกติ มากกว่า 30 องศาเซลเซียส ให้ทำการรื้อเอาเหง้าขึ้นมา อาจมีการพ่นยาฆ่าเชื้อรา ผึ่งให้เย็นแล้วทำการเก็บใหม่ (อภิชาติ, 2526) ซึ่งการเก็บรักษาเหง้าเป็นระยะเวลานานมีประโยชน์ดังนี้

1. เหง้าที่เก็บรักษาก่อนการผลิยอดใหม่สะสมอาหารไว้เต็มที่ เมื่อนำไปปลูกจะได้ต้นกล้าที่แข็งแรงกว่า

2. การถอนเหง้าในเดือนที่ฝนยังไม่ตกเป็นช่วงที่แรงงานหาง่ายไม่ต้องแย่งแรงงานจากภาคการเกษตรอื่นๆ

3. การถอนเหง้ามาเก็บไว้ก่อน ทำให้ทราบจำนวนเหง้าที่แน่ชัด สะดวกต่อการบริหารจัดการกรณีที่เป็นศูนย์ผลิตเหง้า และต้องจ่ายเหง้าสักให้สวนป่าต่างๆ หลายแห่งพร้อมกัน

4. การเก็บรักษาเหง้าในช่วงที่ฝนเต็มที่ จะมีการรอดตายเท่ากันหรือดีกว่าเหง้าสด และมีการเติบโตของเหง้าสักดีกว่าเหง้าสดมาก นอกจากนี้ยังพบว่า เหง้าสักสามารถเก็บรักษาได้นานถึง 9 เดือน ในสภาวะที่เหมาะสม โดยไม่มีการเสียหาย

วิธีการปลูกสักด้วยเหง้าทำได้ง่าย โดยใช้เหล็กชะแลงกระทุ้งลงดินให้เป็นรูลึกเท่าๆ กับความยาวของเหง้า เสียบเหง้าลงในรูจนมิด ให้ด้านที่เป็นคอรากอยู่ด้านบน ใช้ชะแลงกระทุ้งดินที่อยู่รอบรูเดิมอัดดินเข้าหาเหง้าสัก 2-3 ด้านให้ดินอัดรูให้แนบสนิทกับเหง้า

อาจกล่าวได้ว่าในการผลิตเหง้าสักโดยทั่วไป จะได้เหง้าที่เหมาะสมต่อการปลูก เฉพาะที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.8-1.5 เซนติเมตร ไม่เกินร้อยละ 50 ส่วนที่เหลือจะเป็นเหง้าที่มีขนาดเล็กเกินไป ซึ่งนิยมนำไปชำเป็นกล้าถุง กล้าถุงที่ได้จะเติบโตเร็วกว่าและแข็งแรงกว่ากล้าที่เพาะจากเมล็ดโดยตรง เพราะมีระบบรากที่ดีกว่าและมีอายุมากกว่า ซึ่งวิธีการผลิตกล้าแบบนี้ทำโดยการตัดแต่งเหง้าเช่นเดียวกับที่เตรียมเหง้าขนาดใหญ่ เหง้าที่ได้ควรมีความยาวประมาณ 5-10 เซนติเมตร แช่น้ำให้ท่วม ทิ้งไว้อย่างน้อย 2 ชั่วโมง หรือข้ามคืน เพื่อให้

เหง้าดูดน้ำให้เต็มที่ เหง้าจะมีลักษณะบวมเต่ง รดน้ำในถุงเพาะชำให้เปียกแฉะ ก่อนปักเหง้าลงถุงโดยตรงไม่ต้องใช้ไม้แทงนำไปก่อน ระวังให้ปักด้านที่เป็น คอรากขึ้นข้างบน กล้าที่ผลิตวิธีนี้ไม่ค่อยมีปัญหาการเน่าเนื่องจากฝนชุก ไม่มีความจำเป็นต้องทำกระโจมพลาสติก (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 การเพาะชำกล้าเพื่อผลิตกล้าถุงจากเหง้าขนาดเล็ก (ก) การแต่งเหง้า (ข) แช่น้ำอย่างน้อย 2 ชั่วโมง (ค) การชำเหง้าสัก (ง) ต้นกล้าออกประมาณ 2 สัปดาห์

การเพาะชำเมล็ดเพื่อผลิตกล้าสักถุง

เป็นที่ทราบกันดีในวงการเพาะชำกล้าสักว่า ความสามารถในการงอก (Germination capacity) ของเมล็ดสักค่อนข้างต่ำ คือประมาณร้อยละ 20-60 โดยเฉลี่ยประมาณร้อยละ 35 และมีพลังการงอก (Germinative energy) ค่อนข้างต่ำด้วย ทำให้อัตราการงอกของเมล็ดสักไม่สม่ำเสมอ คือเมล็ดสักจะเริ่มงอกหลังจากหว่านตั้งแต่ 7 วันไปจนถึง 2-3 เดือน หรือข้ามปี ซึ่งลักษณะการงอกดังกล่าวทำให้กล้าสักที่ผลิตได้มีขนาดไม่สม่ำเสมอ กล้าที่งอกก่อนจะเติบโตและเบียดบังกล้าที่งอกหลัง ทำให้กล้าที่งอกหลังมีขนาดเล็กมาก จากการศึกษาของ Bryndum (1968) พบว่า กล้าสักในแปลงเพาะอายุ 1 ปี มีเส้นผ่านศูนย์กลางระหว่าง 1-30 มิลลิเมตร และกล้าส่วนใหญ่จะเป็นกล้าขนาดเล็ก ซึ่งไม่สามารถที่จะนำมาตัดแต่งทำเหง้าสำหรับปลูกได้ สาเหตุสำคัญของความแตกต่างของกล้าไม้ดังกล่าว เนื่องมาจากการงอกไม่พร้อมกันของเมล็ดสักที่หว่าน สำหรับการหว่านเมล็ดสักในแปลงเพาะขนาดใหญ่ขององค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง พบว่า ในระยะเวลา 1 ปี ทำการผลิตกล้าที่ได้ขนาดเหมาะสมเพียงร้อยละ 4 ของเมล็ดที่หว่านลงไปเท่านั้น จากการศึกษาของ อภิชาติ (2526) พบว่า ในกระบวนการผลิตกล้าสักของศูนย์เพาะชำกล้าไม้ภาคเหนือ จังหวัดลำปาง จะมีการสูญเสียเมล็ด



ในอัตราที่สูงถึงร้อยละ 99 เมื่อทำการหว่านเมล็ดไป 100 เมล็ด จะผลิตกล้าที่ได้ขนาดเหมาะสมต่อการปลูกเพียง 1 กล้า ภายในระยะเวลา 1 ปี เท่านั้น ทำให้ต้องปล่อยกล้าสักที่ต่ำกว่าขนาดคงเหลือไว้ในแปลงเพาะต่อไป เพราะการงอกของเมล็ดสักที่ไม่สม่ำเสมอและมีอัตราการงอกต่ำนั่นเอง

ดังนั้น เพื่อลดความสูญเสียดังกล่าวข้างต้น และเพิ่มจำนวนกล้าที่ผลิตได้ต่อจำนวนเมล็ดที่หว่านลงไป เกษตรกรผู้ผลิตเหง้าขายจึงนิยมถอนเหง้าขนาดเล็กที่ไม่สามารถปลูกป่าได้มาย้ายชำลงถุงขาย เพราะมีเกษตรกรอีกเป็นจำนวนมากที่นิยมปลูกสักโดยใช้กล้าถุง นอกจากนี้การถอนกล้าที่งอกใหม่ออกจากแปลงเพาะที่เหง้าสักงอกหนาแน่นเกินไปเพื่อลดการแก่งแย่งในแปลง หรือจากแปลงเพาะที่ตั้งใจเพาะเพื่อการย้ายชำโดยตรงไปย้ายชำลงถุง เป็นอีกแนวทางหนึ่งในการใช้ประโยชน์เมล็ดให้เต็มศักยภาพ แทนที่จะปล่อยให้ถูกเบียดบังตายหรือมีขนาดเล็กจนต้องเสียเวลาเลี้ยงไปอีกหนึ่งปี

การเพาะชำเมล็ดเพื่อผลิตกล้าสักถุงเป็นการผลิตกล้าไม้จากเมล็ดโดยตรง ทำโดยเตรียมถุงเพาะชำพื้ข้างขนาด 2x6 นิ้ว บรรจุวัสดุเพาะชำที่เป็นดินร่วนผสมแกลบดิบและแกลบเผา อัตราส่วน 5:1:1 อัตราส่วนอาจเปลี่ยนแปลงตามคุณสมบัติของดิน ถ้าดินเหนียวอาจเพิ่มแกลบอีก นำเมล็ดที่ผ่านการแช่น้ำสลักกับการตากแดด 7 วัน มาเพาะลงแปลงเพาะที่ยกร่องเช่นเดียวกับแปลงผักหรือในกระบะเพาะ หว่านเมล็ดให้แน่น กลบด้วยดินหรือแกลบเผาบางๆ รดน้ำทุกวัน เมล็ดจะเริ่มงอกหลังการหว่าน 1 สัปดาห์ ใช้มือหรือเสียมคุ้ยเขี่ยเบาๆ นำเมล็ดที่เริ่มงอกมีรากแบบถ่วงงอก ย้ายไปเพาะชำในถุงที่เตรียมไว้และผ่านการรดน้ำชุ่มแล้ว ใช้ไม้แหลมแทงรูนำไปก่อน จากนั้นจึงใส่รากสักลงในรูแล้วกดดินรอบรูให้แนบกับราก ข้อควรระวังคือ การเนาของรากเนื่องจากฝนชุกเกินไปและดินระบายน้ำไม่ทัน หากมีฝนชุกต้องทำกระโจมพลาสติกครอบด้านบนเป็นหลังคากันน้ำฝน เพื่อควบคุมปริมาณน้ำให้พอดี เมื่อกกล้าไม้ตั้งตัวได้ดีแล้วนำกระโจมออก (ภาพที่ 3)



ก



ข



ค



ง



จ

ภาพที่ 3 การเพาะชำกล้าจากเมล็ดโดยตรง (ก) การเพาะเมล็ดลงแปลง (ข) กล้าที่เหมาะสมต่อการย้ายชำ (ค) การทำกระโจมพลาสติกช่วยให้กล้าฟื้นตัว และกันฝน (ง) เปิดกระโจมเมื่อกกล้าตั้งตัวได้ (จ) กล้าที่แข็งแรงพร้อมรับแสงเต็มที่



การขยายพันธุ์สักโดยไม่อาศัยเพศ

การขยายพันธุ์โดยไม่อาศัยเพศเป็นการใช้ส่วนอื่นๆ ของพืชที่ไม่ใช่เมล็ด ได้แก่ ราก กิ่ง ตา และเนื้อเยื่อ โดยต้นไม้ใหม่ที่ได้จะมีลักษณะทางพันธุกรรมเหมือนต้นแม่ทุกประการ นั่นคือโครงสร้างของโครโมโซมของต้นไม้ที่เกิดขึ้นใหม่จะมีลักษณะเช่นเดียวกับต้นแม่ทุกประการ ต้นไม้ที่เกิดใหม่เรียกว่าเป็นสายต้นเดียวกัน (Clone) การขยายพันธุ์โดยไม่อาศัยเพศเป็นขั้นตอนสำคัญอย่างยิ่งในการปรับปรุงพันธุ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเป็นวิธีการที่จะ (1) เป็นการรักษาด้านไม้ที่พึงประสงค์ ต้นไม้ที่ถึงกำหนดจะต้องตัดหรือโค่นตายเพราะอายุมาก ถ้าเป็นชนิดที่สามารถขยายพันธุ์ด้วยกิ่งหรือตาได้ก็อาจนำไปปลูกในที่ใหม่และรักษาให้คงอยู่ได้ต่อไป (2) การผลิตต้นไม้ที่มีลักษณะทางพันธุกรรมแบบหนึ่งให้มีจำนวนมากขึ้น โดยเฉพาะการเปรียบเทียบลักษณะของสายต้นต่างๆ หากแต่ละสายต้นมีจำนวนต้นหลายต้นจะเป็นผลดีในเชิงสถิติ และการเก็บเมล็ดจำนวนมากจากต้นไม้ที่คัดเลือกแล้วจึงจำเป็นต้องขยายพันธุ์ต้นไม้ที่เลือกแล้วโดยวิธีไม่อาศัยเพศเพื่อนำไปปลูกในสวนผลิตเมล็ดพันธุ์ (3) ช่วยการออกดอกเมื่ออายุน้อย โดยทั่วไปต้นไม้ที่เกิดจากการขยายพันธุ์ด้วยกิ่งหรือตามักจะออกดอกเมื่ออายุน้อย โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อนำตาหรือกิ่งมาจากส่วนที่ออก

ดอกของต้นไม้ที่มีอายุมากแล้วมักจะเป็นกิ่งปลายๆ จากตอนกลางของเรือนยอดขึ้นไป ข้อนี้มีความสำคัญต่อการผลิตเมล็ดของสวนผลิตเมล็ด เนื่องจากสามารถผลิตได้เร็วและในการผสมเกสรและการเก็บเมล็ดจะทำได้สะดวก เนื่องจากต้นไม้มีความสูงไม่มาก (4) เป็นการป้องกันโรค การนำกิ่งหรือตาจากต้นไม้ที่มีอายุมากแล้วมาขยายพันธุ์ทำให้หลีกเลี่ยงโรคที่ทำอันตรายแก่ต้นไม้ในระยะที่ยังเป็นต้นอ่อนได้ (5) ช่วยการอยู่รอดของต้นไม้ที่ไม่อาจสืบพันธุ์ตามธรรมชาติได้ ต้นไม้ที่ผลิตแต่เมล็ดลีบ เมล็ดไม่สมบูรณ์ เพาะไม่งอก หรือไม่ให้เมล็ดเลย สามารถนำมาขยายพันธุ์โดยกิ่งหรือตาได้

การขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศของสักทำได้หลายวิธี ได้แก่ การตอนกิ่ง การติดตา การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ และการปักชำ แต่ละวิธีมีขั้นตอนความยากง่ายและประโยชน์แตกต่างกันไป มีข้อแนะนำเกี่ยวกับการตอนกิ่งสักว่าไม่เหมาะสมและไม่มีเหตุผลที่จะนำวิธีนี้มาใช้เพราะไม่สะดวกที่จะป็นขึ้นไป ตอนกิ่งแม้ไม้โดยปกติจะมีความสูงมากมีความยุ่งยาก เสี่ยงอันตรายกว่าวิธีอื่นๆ และหากทำได้ก็จะได้กิ่งจำนวนน้อย นอกจากนี้ยังมีวิธีอื่นที่ทำได้ง่ายและสะดวก





การขยายพันธุ์สักโดยการติดตา

เป็นการนำเอาชิ้นส่วนบริเวณตาของต้นแม่ไม้ที่คัดเลือกไว้ไปติดบนต้นตอ เลี้ยงให้ตาพัฒนาขึ้นมาเป็นต้นใหม่โดยอาศัยระบบรากจากต้นตอ สำหรับความเป็นมาของการติดตาสัก พบว่า โครงการปรับปรุงพันธุ์สักมีพัฒนาการใช้วิธีติดตาหลายวิธี เริ่มตั้งแต่ศาสตราจารย์ ดร.สอาด บุญเกิด คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ประสบความสำเร็จในการติดตาสักครั้งแรกในปี พ.ศ. 2500 โดยใช้วิธีติดตาแบบ T-budding (Boonkird, 1964) แต่การขยายพันธุ์สักแบบไม่อาศัยเพศ เริ่มนำมาประยุกต์ใช้อย่างจริงจังในปี พ.ศ. 2502 เพื่อใช้ในการรวบรวมพันธุ์และสร้างสวนผสมพันธุ์ขนาดใหญ่ขึ้น ในโครงการปรับปรุงพันธุ์สักในครั้งนั้นได้ใช้วิธีการติดตาแบบ Forkert ทำโดยใช้เปลือกที่เปิดออกจากด้านล่างด้านเดียวปิดตาจนมิดซึ่งเป็นวิธีที่ใช้สำหรับการติดตาวางพาราอย่างแพร่หลายในสมัยนั้น (Keiding and Boonkird, 1960a) วิธีการติดตาแบบ Forkert นี้ใช้มาจนถึงปี พ.ศ. 2508 แต่พบว่าวิธีนี้

มีปัญหาเกี่ยวกับการติดตาที่เกิดจากสวณรวมพันธุ์ ซึ่งมีขนาดใหญ่กว่า อวบน้ำกว่า และง่าย (Hedegart, 1971) จากปี พ.ศ. 2509 เป็นต้นมาจึงเปลี่ยนมาใช้วิธี Open-two-flap ซึ่งเป็นวิธีที่ปรับปรุงจากวิธี Forkert โดยตัดเปลือกตรงกลาง ออกสำหรับให้ตาโผล่ออกมา เปิดเปลือกออกสองด้านทั้งด้านบนและล่าง ของรอยตัด เสียบตาไว้ระหว่างแผ่นเปลือกที่เปิดออกนี้ (Bryndum, 1969; Hedegart, 1971) ซึ่ง Hedegart (1971) มีความเห็นสอดคล้องกันว่า เหมาะสมกับตาที่ได้จากสวณรวมพันธุ์ และใช้ได้ผลดีกว่าวิธี Forkert ต่อมา อีกหลายปี Sumantakul (1980) ยังคงยืนยันว่าการติดตาด้วยวิธี Open-two-flap เป็นวิธีที่ดีที่สุดสำหรับสักในขณะนั้นจนกระทั่งในปี พ.ศ. 2524-2525 การติดตาโดยวิธี Chip-patch (โล่) ได้ถูกนำมาทดลองใช้อย่างได้ผล สำหรับการติดตาสักวิธีใหม่นี้ทำให้ง่ายและรวดเร็วกว่าวิธีเก่าถึง 3 เท่า (Kaosa-ard, 1983) วิธีนี้จึงได้ถูกใช้ต่อมาจนถึงปัจจุบัน



อุปกรณ์ที่ใช้ในการติดตาม

อุปกรณ์สำหรับติดตามมีการรายงานไว้อย่างละเอียดตั้งแต่ครั้งแรกที่ดำเนินการโดย Boonkird (1964) ว่าต้องใช้มีดจำนวน 3 เล่ม เพื่อวัตถุประสงค์ต่างกัน กล่าวคือ มีดเล่มใหญ่สำหรับตัดกิ่ง มีดเล่มกลางสำหรับตอกแต่งต้นตอ และมีดเล่มเล็กสำหรับปาดและแต่งตา มีดทั้งสามเล่มนี้ต้องทำให้คม และรักษาให้สะอาดอยู่เสมอระหว่างการติดตาม จึงต้องมีหินลับมีด นอกจากมีดแล้วยังต้องใช้ใบมะพร้าวยาว 6-8 เซนติเมตร สำหรับคลุมตา เชือกปอไผ่มัดใบมะพร้าว กระดาษไขหรือถุงพลาสติกไว้ห่อตาระหว่างนำตาไปติด และกล่องใส่อุปกรณ์เหล่านี้เพื่อความสะดวกในการทำงาน และอุปกรณ์ต่างๆ มีการเปลี่ยนแปลงไปบ้างเมื่อวิธีการติดตามเปลี่ยนจากการติดในแปลงปลูกมาติดบนเหง้า ไพรซ์ (2544) ได้แนะนำไว้ว่า อุปกรณ์ที่ต้องเตรียมให้พร้อมก่อนลงมือติดตามได้แก่ ต้นตอ (เหง้าสัก) กิ่งตา คัตเตอร์ เชือกฟาง ชนิดพองฟู มีดโต้ แท่นไม้รองตัด ป้ายชื่อ ถุงพลาสติกขนาด 3x6 นิ้ว ยางรัดถุงดำขนาด 3x9 นิ้ว ซึ่งบรรจุวัสดุปลูก ตั้งเรียงอยู่ในเรือขนพะชะ



ต้นตอที่ใช้ในการติดตาม

ในช่วงแรกของโครงการปรับปรุงพันธุ์สักนั้น การสร้างสวนผลิตเมล็ดพันธุ์ และสวนรวมพันธุ์จะทำการปลูกต้นตอลงในพื้นที่ก่อนประมาณ 1 ปี แล้วจึงนำแผ่นตามาติดภายหลัง ซึ่งพบว่า ให้ผลการติดตามต่ำมากและได้ต้นไม้ที่ไม่สม่ำเสมอทำให้ยากต่อการประเมินผลเพื่อเปรียบเทียบสายพันธุ์ ต่อมา Hedegart *et al.* (1974) จึงเปลี่ยนมาใช้วิธีติดตามบนเหง้าสัก อายุ 1 ปี แล้วย้ายปลูกในถุงพลาสติกประมาณ 1.5 เดือน ซึ่งมีข้อดีกว่าการติดตามในแปลงปลูกหลายประการ นอกจากเป็นการลดระยะเวลาในการขยายพันธุ์จาก 3-5 ปี เหลือเพียง 1-2 ปี ต้นไม้ที่ได้ยังมีความสม่ำเสมอมากกว่า การจัดการหมายเลขแม่ไม้ที่ติดตามง่ายกว่า ทำงานในร่มได้ซึ่งสบายกว่าการทำงานกลางแจ้ง เพียงแต่ต้องสร้างเรือนเพาะชำ และต้องขนส่งกล้าไม้เป็นถุง อายุของเหง้าที่ใช้เป็นต้นตอในการติดตาม พบว่า ไม่ได้จำกัดที่อายุ 1 ปีเท่านั้น ซึ่ง Keiding and Boonkird (1960a, 1960b) ใช้ต้นตอที่เป็นเหง้าอายุ 1-2 ปี เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 3 เซนติเมตร ขณะที่ประสิทธิ์ และ จันรรจ์ (2543) พบว่าสามารถใช้เหง้าอายุ 1-3 ปีได้ เพียงแต่ต้องเลือกขนาดที่เหมาะสมเท่านั้น



ปัจจุบันต้นตอที่ใช้ในการติดตามสักได้ใช้เหง้าสักที่มีอายุ 1 ปี ซึ่งปกติจะไม่มีการเพาะชำเมล็ดเพื่อผลิตเหง้าสำหรับใช้ติดตาม เนื่องจากใช้ไม่มากในแต่ละปี ดังนั้นจึงใช้วิธีคัดเลือกและรวบรวมเหง้าขนาดที่เหมาะสมจากแปลงเพาะเหง้าสักทั่วไป แต่หากต้องการเตรียมเหง้าสำหรับติดตามโดยตรง ไพรัช (2544) แนะนำวิธีจัดการแปลงเพาะที่แตกต่างจากการเตรียมเหง้าทั่วไป โดยลดความหนาแน่นของการหว่านให้มีระยะห่างมากกว่าการเตรียมเหง้าปกติ เป็นประมาณ 1 ลิตรต่อพื้นที่ 2 ตารางเมตร ไม่ต้องทำการลิดใบเนื่องจากกล้าที่จะใช้ทำต้นตอต้องมีขนาดใหญ่ถ้าลิดใบออกจะได้กล้าขนาดเล็ก เหง้าที่จะใช้เป็นต้นตอคัดเลือกจากกล้าที่มีขนาดใหญ่มีเส้นผ่านศูนย์กลางที่คอรากประมาณ 1.5 เซนติเมตร หรือเลือกให้มีขนาดใกล้เคียงกับขนาดของกิ่งตาที่จะนำมาทาบตัดแต่งรากแขนงออกหมด เหลือส่วนของลำต้นไว้ยาวกว่าการเตรียมเหง้าปกติ ประมาณ 10-15 เซนติเมตร เพื่อใช้สำหรับนำตามาติดถ้ารวมส่วนรากแก้วจะยาวประมาณ 20-25 เซนติเมตร หากติดตามแบบโล่ ซึ่งใช้กันอยู่ในปัจจุบันให้เฉือนเปลือกของต้นตอที่บริเวณเหนือคอรากประมาณ 5 เซนติเมตร หารอยแผลมีความยาวประมาณ 3 เซนติเมตร เพื่อนำแผ่นตามาติด (Kaosa-ard, 1983; ไพรัช, 2544; Pianhanuruk *et al.*, 1996) หากติดด้วยวิธี T-budding, Forkert หรือ Open-two-flap การเตรียมต้นตอจะแตกต่างกันออกไปตามที่กล่าวไว้ข้างต้น (Keiding and Boonkird, 1960a; Bryndum, 1969; Hedegart, 1971) ส่วนเหง้าที่ใช้ไม่หมดสามารถเก็บไว้ใช้ได้อีกในวันต่อไป โดยหมกไว้ในทรายชื้นแต่ไม่ควรเก็บไว้นานเกิน 3 วัน (ไพรัช, 2544)



การเลือกตาสักสายพันธุ์ดี

ตาที่ใช้ในการขยายพันธุ์ได้จากการคัดเลือกแม่ไม้ โดยทั่วไปจะต้องทำการเก็บกิ่งตาเพื่อขยายพันธุ์ด้วยในคราวเดียวกัน กิ่งตาอาจจะได้จากสวนรวมพันธุ์ก็ได้ การเลือกตาที่เหมาะสมนั้นมีการตั้งข้อสังเกตไว้ตั้งแต่เริ่มแรกของการติดตาม โดย Boonkird (1964) แนะนำวิธีการเลือกตาไว้ว่า ให้เลือกกิ่งตาอายุ 2 ปี ไม่อ่อนหรือแก่เกินไป สุขภาพดีพิจารณาจากลักษณะภายนอก เช่น สีทามัน รูปร่างกลมไม่เป็นเหลี่ยม ขนาดประมาณนิ้วหัวแม่มือ เพราะตานำมาติดจะมีผลต่อการเติบโตของสักในอนาคต กล่าวคือ ตำแหน่งของกิ่งตานำมาจากกิ่งแก่จะยังคงลักษณะเป็นกิ่งนานหลายปี แต่ตาที่เก็บจากกิ่งอ่อนจะโตเหมือนกล้าปกติ ในยุคหลังไพรซ์ (2544) แนะนำวิธีการเก็บกิ่งว่า ให้เก็บปลายกิ่งมาตัดเป็นท่อนยาวประมาณ 2 ฟุต โดยสังเกตให้มีตาที่งันติดอยู่ ตาที่จะนำมาติดบนต้นต่อไปจะต้องเป็นตาที่เริ่มผลิ ส่วนใหญ่แล้วตาสักจะเริ่มผลิในเดือนกุมภาพันธ์และแตกเต็มที่ในเดือนเมษายน (Kaosa-ard, 1982) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศในแต่ละท้องถิ่นที่แตกต่างจากภาคใต้ถึงภาคเหนือด้วย ในช่วงเดือนดังกล่าวเป็นช่วงเวลาที่เหมาะสมต่อการเก็บตามาติด แต่ถ้ากิ่งตาที่เก็บมาจากแม่ไม้ยังไม่เริ่มผลิก็สามารถที่จะเก็บไว้ได้โดยหมกไว้ในทรายเปียกหรือฟางชื้นเพื่อกระตุ้นให้ตาผลิโดยที่กิ่งไม่แห้งตายและสามารถเก็บได้เป็นเดือน (ไพรซ์, 2544) ทั้งนี้ Bryndum (1969) มีข้อสังเกตว่าการแตกตาของสักในสวนรวมพันธุ์อายุ 1-2 ปี เกิดก่อนฤดูติดตาม และ Hedegart (1971) กล่าวว่าป็นตาที่มีขนาดใหญ่กว่า อวบกว่า และง่าย แต่ตาที่มาจากต้นแก่ที่เป็นแม่ไม้จะมีขนาดเล็กและงัน ในส่วนของการขนส่งกิ่งตาในยุคแรกทำกันค่อนข้างพิถีพิถัน โดยให้กิ่งเปียกตลอดการขนส่งด้วยการห่อด้วยกระสอบป่านชื้น ชุบปลายกิ่งทั้งสองข้างด้วยขี้ผึ้งและไขมันก่อนบรรจุกล่องคลุมด้วยขี้เลื่อย ในการขนส่งทางอากาศสามารถรักษากิ่งให้สดได้โดยจุ่มปลายกิ่งด้วยไขหรือกลีเซอริน บรรจุถุงพลาสติก (Boonkird, 1964) แต่ในปัจจุบันพบว่า เพียงพรมน้ำให้กิ่งมีความชื้น แล้วบรรจุกิ่งในกระสอบฟางและเก็บในที่ร่มก็เพียงพอ



วิธีการติดตามสัปดาห์พันธุ์ดี

การติดตามสัปดาห์ทำได้ง่ายโดยเฉือนเปลือกไม้เป็นแผ่นขนาดยาวประมาณ 3 เซนติเมตร ให้มีส่วนของตาติดอยู่ด้วย ถ้ามีส่วนของเนื้อไม้ติดมาด้วยให้แกะออกไม่ว่าจะติดตามด้วยวิธีใดให้เตรียมแผ่นตาแบบเดียวกันทั้งหมด แต่ขนาดความยาวอาจแตกต่างกันบ้าง (ไพรัช, 2544; Keiding and Boonkird, 1960a, 1960b; Bryndum, 1969; Hedegart, 1971; Kaosa-ard, 1983; Pianhanuruk *et al.*, 1996) จากนั้นนำไปทาบบนรอยแผลของต้นตอที่เตรียมไว้ จัดแนวเนื้อเยื่อเจริญใต้เปลือกของต้นตอและแผ่นตาให้ตรงกัน พันแผ่นตาและต้นตอด้วยเชือกฟางให้แน่น (ภาพที่ 4) วิธีอื่นๆ จะเว้นตาให้เปิดไว้ยกเว้นวิธี Forkert ที่ใช้แผ่นเปลือกปิดตาไว้จนมิด ในปัจจุบันหลังจากติดตามแล้วให้ใช้ถุงพลาสติกใสขนาด 3x6 เซนติเมตร หุ้มตาไว้เพื่อเก็บความชื้นและป้องกันน้ำรวมถึงควบคุมไม่ให้ตาสัปดาห์ (ภาพที่ 4) (ไพรัช, 2544; Pianhanuruk *et al.*, 1996) แต่ระยะแรกใช้ใบมะพร้าวและเชือกในการครอบตาสัปดาห์ ซึ่งได้ผลเป็นอย่างดี (Keiding and Boonkird, 1960a, 1960b; Bryndum, 1969; Hedegart, 1971)



ภาพที่ 4 ขั้นตอนการติดตาสัก (ก) การเตรียมต้นตอ (ข) ตาที่เหมาะสมต่อการติดตา (ค) เฉือนต้นตอและตาเป็นรูปโล่ (ง) ติดตาบนต้นตอก่อนพันด้วยเชือกฟาง (จ) เหน็บติดตา

ฤดูกาลที่เหมาะสมในการติดตามสักสายพันธุ์ดี

Boonkird (1964) พบว่า สักสามารถติดตามได้ตลอดทั้งปีแต่ในฤดูแล้งจะมีปัญหาน้อยกว่าฤดูอื่น สำหรับประเทศไทยช่วงเวลาที่ดีที่สุดในการติดตามเริ่มจากกลางเดือนเมษายนถึงพฤษภาคม ซึ่งเป็นช่วงปลายฤดูแล้ง สอดคล้องกับการศึกษาของ Keiding and Boonkird (1960a, 1960b) และ Bryndum (1969) แต่ Bryndum (1969) ให้ความเห็นว่าการติดตามในเดือนพฤศจิกายนถึงธันวาคม จะได้ผลพอใช้และดีกว่าในแง่ของการบริหารและวิชาการ และให้ผลสำเร็จน้อยในฤดูฝน นอกจากนี้ Hedegart (1971) เห็นสอดคล้องกับ Bryndum (1969) ว่าการติดตามในเดือนพฤศจิกายนถึงธันวาคม ทำให้มีเวลาในการติดตามได้นานขึ้น และ Hedegart *et al.* (1974) กล่าวว่า การติดตามในเดือนมีนาคมถึงเมษายน โดยใช้เหง้าเป็นต้นตอก็ได้ผลดี ซึ่ง Boonkird (1964) ชี้แจงเหตุผลว่าการที่ฤดูแล้งสามารถติดตามได้ผลดีกว่าฤดูฝนเนื่องจาก (1) เป็นช่วงเวลาที่ตาแข็งแรงและยังไม่ผลิหรือยังงั้นอยู่ (2) หลังฝนตกครั้งแรก น้ำเลี้ยงเซลล์เริ่มต้นตัวและทำหน้าที่ส่งน้ำและอาหารไปยังยอด ทำให้ลอกเปลือกได้ง่ายโดยไม่ทำให้เนื้อเยื่อเจริญเสียหาย (3) มีน้ำเลี้ยงเซลล์ไม่มากพอที่จะสร้างแคลลัสหุ้มตาก่อนที่จะผลิ (4) เป็นช่วงเริ่มต้นฤดูกาลเติบโต ตามีเวลาในการพัฒนาได้ทั้งฤดูกาล (5) เป็นช่วงเวลาที่เหมาะสม สะดวกต่อการทำงาน ไม่มียุ่งและแมลงรบกวนระหว่างปฏิบัติงาน และ (6) ฝนช่วงนี้ไม่ชุกเกินไป ทำให้ตาสัก



ไม่เน่า หลังเดือนพฤษภาคม ตาที่แข็งแรงจะผลิหมดแล้ว เหลือเฉพาะตาที่อ่อนแอและผิดปกติ การติดตามเหล่านี้จึงล้มเหลวและเสียเวลา แต่ถ้าดำเนินการติดตามเร็วเกินไปตั้งแต่ใบสักเริ่มร่วง การแกะเปลือกจากต้นตอและตาออกจากกิ่งทำได้ยาก และตาสักที่ติดจะต้องอยู่ในช่วงแล้งที่ยาวนานทำให้มีโอกาที่จะแห้งตายก่อนที่ตาจะผลิเพราะอยู่ในช่วงการงัน (Boonkird, 1964)

อิทธิพลของสายต้นสักกับความสำเร็จในการติดตาม

ตั้งแต่เริ่มต้นโครงการปรับปรุงพันธุ์สักมีการติดตามแม่ไม้สักเพื่อจัดสร้างเป็นสวนรวมพันธุ์ สวนผลิตเมล็ดพันธุ์ และอื่นๆ หลายครั้ง โดยดำเนินการครั้งแรกที่สวนสาธิตการติดตามจำนวน 11 สายต้น (Boonkird, 1964) การติดตามบนเหง้าสักจำนวน 25 สายต้น (Hedegart *et al.*, 1974) และการติดตามในโครงการปรับปรุงพันธุ์เพื่อสร้างสวนรวมพันธุ์มากกว่า 500 สายต้น รวมถึงการติดตามเพื่อลดอายุกิ่งปักชำที่นำไปใช้ในการทดสอบแม่ไม้สัก (สมบูรณ์ และคณะ, 2550) จำนวน 100 สายต้น แต่ไม่พบว่ามีอิทธิพลของสายต้นสักต่อการติดตาม





สภาพแวดล้อมในการติดตาม

ในช่วงแรกของโครงการปรับปรุงพันธุ์สักรซึ่งใช้วิธีปลูกต้นตอลงในพื้นที่แปลงปลูกก่อนประมาณ 1 ปี หลังจากนั้นนำแผ่นตามาติดตาม ซึ่งสภาพแวดล้อมที่ยากต่อการควบคุมหลังการติดตามมีผลต่อความสำเร็จในการติดตามอย่างยิ่ง โดยเฉพาะความชื้นในดิน อุณหภูมิ และแสงแดด และให้ผลสำเร็จต่ำมาก และต้นไม้ไม่สม่ำเสมอ (Hedegart *et al.*, 1974) นอกจากนี้ ไพรัช และ จันรรจ์ (2539) พบว่าการติดตามในแปลงปลูกเป็นสาเหตุหลักของการเกิดรอยต่อระหว่างต้นติดตามและต้นตอซึ่งไม่เชื่อมเป็นเนื้อเดียวกัน (Incompatibility) และเชื้อราเข้าทำลายโคนต้นสักรในสวนผลิตเมล็ดพันธุ์อีกด้วย ในปี พ.ศ. 2517 Hedegart *et al.* (1974) ได้เปลี่ยนมาใช้วิธีติดตามบนเหง้าแล้วดูแลในเรือนเพาะชำก่อนการย้ายปลูกในแปลงซึ่งสามารถควบคุมสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมต่อการเชื่อมต่อของเซลล์ได้มากกว่า ต้นไม้มีความสม่ำเสมอ ความสำเร็จมากกว่า และลดระยะเวลาการสร้างสวนผลิตเมล็ดพันธุ์และสวนรวมพันธุ์จาก 3-5 ปีเหลือเพียง 1-2 ปี (Hedegart *et al.*, 1974) เป็นผลทำให้การไม่เชื่อมเป็นเนื้อเดียวกันและเชื้อราเข้าทำลายโคนต้นในสวนผลิตเมล็ดน้อยลงด้วย (ไพรัช และ จันรรจ์, 2539) นอกจากนี้ไพรัช (2544) ได้สรุปวิธีการควบคุมสภาพแวดล้อมของการติดตามไว้ว่าหลังจากคลุมตาด้วยถุงพลาสติก นำต้นติดตามไปปักชำในกระบะทรายรดน้ำให้ชุ่มแต่ไม่ท่วมขัง หากเจ้าหน้าที่ติดตามมีความชำนาญสูง การปักชำลงในถุงเพาะชำโดยตรงจะช่วยลดขั้นตอนโดยไม่ต้องปักชำในทรายก่อน ทั้งสองวิธีต้องวางกระบะทรายและถุงเพาะชำไว้ในที่ร่มภายในเรือนเพาะชำที่คลุมด้วยตาข่ายพรางแสง 50 เปอร์เซ็นต์



การดูแลรักษากลับกลักติดตาม

ในช่วงแรกของโครงการปรับปรุงพันธุ์สักรซึ่งเป็นการติดตามในแปลงปลูก Boonkird (1964) ได้แนะนำว่า ควรทำอย่างประณีตและสะอาด การติดตามกลับหัว ตาจะแตกช้า งอกลงด้านล่างก่อนที่จะโค้งกลับขึ้นด้านบน และไม่ควรติดตามขณะฝนตกเพราะฝนจะล้างน้ำเลี้ยงเซลล์ ถึงแม้รอยเชื่อมต่ออาจเกิดขึ้นภายใน 1 สัปดาห์ แต่เพื่อความมั่นใจควรปล่อยไว้ 10-15 วัน ก่อนที่จะเปิดใบมะพร้าวและแกะเชือกออก โดยต้องหมั่นตรวจสอบและทำลายกิ่งที่แตกจากต้นตอ ป้องกันไฟ และสัตว์เลื้อย ซึ่งการดูแลรักษาทำได้สะดวกและง่ายขึ้นเมื่อเปลี่ยนมาใช้ในการติดตามบนเหง้าในเรือนเพาะชำ ซึ่งไพรัช (2544) แนะนำไว้ว่าควรให้น้ำวันละ 1 ครั้ง เป็นเวลาประมาณ 1 สัปดาห์หลังการติดตาม และต้องตรวจตาที่แตกจากต้นตอถ้าพบให้ลิดทิ้งเสีย หากตาสักผลแล้วให้รีบแกะถุงพลาสติกออก เพื่อป้องกันไม่ให้ตาเน่า กรณีปักชำในทรายให้ย้ายใส่ถุงเพาะชำได้ นอกจากนี้ประมาณ 1 เดือนหลังการติดตามให้กรีดเชือกบางส่วนที่อยู่ใต้ตาออกและหลังติดตาม 3 เดือน กระตุ้นให้กล้าแข็งแรงโดยเพิ่มแสงและรดน้ำให้น้อยลง (ภาพที่ 5)



ภาพที่ 5 การดูแลกล้าติดตา (ก) ครอบถุงพลาสติก และเก็บในเรือนเพาะชำ (ข) ลิดตาที่แตกจากต้นต่อทิ้ง (ลูกศรชี้) (ค) เปิดถุงพลาสติกออกเมื่อตาผลิ (ง) กล้าติดตาอายุ 3 เดือน

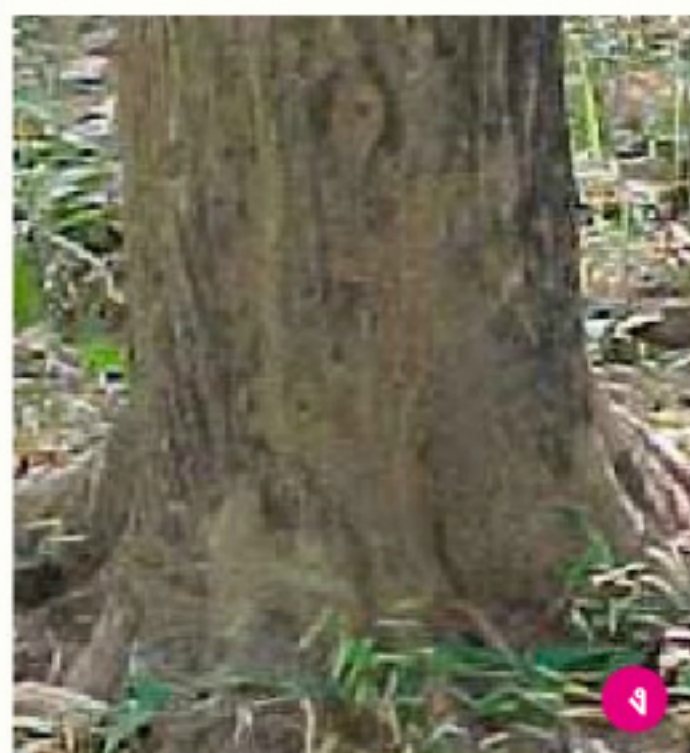
การติดตาระหว่างชนิดสั๊ก

การศึกษาการติดตาระหว่างชนิดสั๊กนั้น มีการวิจัยเพียงครั้งเดียว โดยศูนย์บำรุงพันธุ์สั๊ก ทำการทดลองติดตาสั๊กพม่า (*Tectona hamiltoniana*) ลงบนต้นตอของสั๊ก (*Tectona grandis*) เป็นผลสำเร็จประมาณร้อยละ 51.50 และเมื่อนำไปปลูกมีการรอดตายร้อยละ 38.33 แสดงให้เห็นว่าสามารถติดตาสั๊กทั้งสองชนิดข้ามกันได้ และคาดว่าจะสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการบำรุงพันธุ์สั๊กได้ในอนาคต (นิรนาม, 2521, 2522)

การไม่เชื่อมต่อเป็นเนื้อเดียวกันของสั๊ก

ในปี พ.ศ. 2522 นักวิจัยของศูนย์บำรุงพันธุ์สั๊กรายงานว่า ยังไม่พบการเกิดการไม่เชื่อมต่อเป็นเนื้อเดียวกันจากการติดตาในชนิดเดียวกันของสั๊กเลย (นิรนาม, 2521) แต่หลังจากการตรวจสอบอย่างถี่ถ้วน ไพรัช และ จันรรจ์ (2539) พบว่า ในสวนผลิตเมล็ดพันธุ์สั๊กที่ขยายพันธุ์ด้วยการติดตามีการไม่เชื่อมต่อเป็นเนื้อเดียวกันจำนวนมาก และพบว่ามีความสัมพันธ์กับการติดตาในแปลงปลูก ส่วนในแปลงปลูกที่ใช้วิธีติดตาโดยใช้เหง้าเป็นต้นตอในเรือนเพาะชำก่อนพบว่าเกิดการไม่เชื่อมต่อเป็นเนื้อเดียวกันและเชื้อราเข้าทำลายโคนต้นน้อยลง (ภาพที่ 6)





ภาพที่ 6 ปัญหาที่เกิดจากการติดตา (ก) ต้นตอเจริญเร็วกว่าตา (ข) ตาเจริญเร็วกว่าต้นตอ (ค) มีเชื้อโรคเข้ารอยแผล (ง) ไม่พบรอยต่อจึงไม่แน่ใจว่าต้นนี้เกิดจากต้นตอหรือไม่

การเก็บรักษาเหง้าสักติดตา

การวิจัยเกี่ยวกับการเก็บรักษาเหง้าสักติดตาพบว่ามีเพียง 2 ครั้ง กล่าวคือครั้งแรกเก็บไว้ใต้ดินภายในอุณหภูมิต้องก่อนนำออกปลูก พบว่า มีอัตราการแตกตาเพียงร้อยละ 27 เปรียบเทียบกับการติดตาสดแล้วปลูกในถุง มีถึงร้อยละ 98 (Hedegart *et al.*, 1974) และจำนรรจ์ (2544) ศึกษาวิธี บรรจุหีบห่อเหง้าสักติดตาเพื่อการขนส่ง โดยใช้วัสดุและอุณหภูมิต่างกัน พบว่า เหง้ามีการผลิตาระหว่างการเก็บ อุณหภูมิมีอิทธิพลต่อการผลิตอย่างยิ่ง กล่าวคือ อุณหภูมิห้องและกล่องใส่น้ำแข็ง จะมีจำนวนเหง้าที่ผลิตมากกว่า ในตู้เย็นซึ่งการผลิตในช่วงที่เก็บมีน้อยมาก และในระยะเวลา 4 สัปดาห์ ตาที่ผลิออกมาก่อน แม้จะมีลักษณะอ่อนแอแต่ไม่มีผลต่อการรอดตายหลัง การปลูก เหง้าสักติดตาสามารถขนส่งหรือเก็บรักษาได้อย่างน้อย 4 สัปดาห์ โดยที่ความมีชีวิตไม่ลดลง สภาพการเก็บในอุณหภูมิต้อง หากใช้สำลีห่อหุ้ม เป็นวิธีที่สะดวกที่สุด ประหยัดและรักษาความมีชีวิตได้นานถึง 3 สัปดาห์ แต่วิธีที่รักษาความมีชีวิตได้นานที่สุดและสูงที่สุดคือ ใช้ถุงพลาสติกห่อหุ้มเหง้า ติดตาและบรรจุในกล่องที่ใส่น้ำแข็ง ซึ่งเก็บได้นานอย่างน้อย 4 สัปดาห์ โดยมี จำนวนเหง้าที่มีชีวิตเฉลี่ย 9 เหง้าจากทั้งหมด 10 เหง้า



ข้อเสียในการติดตาม

ไพรัช (2544) และ Pianhanuruk *et al.* (1996) รายงานว่านอกจากการไม่เชื่อมต่อเป็นเนื้อเดียวกันและเชื้อราเข้าทำลายในภายหลังแล้วยังพบว่าการติดตามยังมีข้อเสียอีกหลายประการ กล่าวคือ หลังจากการติดตามแล้วต้องหมั่นตรวจสอบยอดที่แตกจากต้นต่อถ้าพบต้องลิดทิ้งเสีย หากผู้ปฏิบัติละเลยจะทำให้เกิดข้อกังขาอย่างมากว่าต้นไม้ที่เติบโตขึ้นมาเป็นส่วนที่นำมาติดตามไว้หรือไม่ ดังนั้นต้องตรวจสอบอย่างต่อเนื่องจนถึงหลังการปลูกในพื้นที่อีกด้วย นอกจากนี้การติดตามต้องการผู้ปฏิบัติที่มีความชำนาญจึงจะประสบความสำเร็จตามเป้าหมายที่กำหนด

การประยุกต์ใช้เทคนิคการติดตามในขบวนการปรับปรุงพันธุ์สักในอดีตจะใช้วิธีการติดตามในการผลิตกล้าไม้เพื่อสร้างสวนผลิตเมล็ดพันธุ์ทุกแห่ง (ประสิทธิ์, 2538) การสร้างแปลงทดสอบแม่ไม้ (ไพรัช และ อภิชาติ, 2544) และการสร้างสวนรวมพันธุ์ (ไพรัช, 2544) หลังจากพบว่าการติดตามมีข้อเสียและก่อให้เกิดปัญหาหลายประการ จึงมีความพยายามศึกษาหาวิธีการขยายพันธุ์วิธีอื่น เช่น การปักชำ (Pianhanuruk *et al.*, 1996) และเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ (จินตนา, 2544; จันรรจ์, 2544, 2546ก, 2546ข) มาทดแทน อย่างไรก็ตามการติดตามยังคงมีความสำคัญต่อการขยายพันธุ์สักมากเพราะ Pianhanuruk *et al.* (1996) พบว่าการปักชำแม่ไม้สักที่มีอายุมากต้องใช้การติดตามช่วยลดอายุกิ่งให้อ่อนลงก่อน กิ่งปักชำจึงจะแตกรากได้ ในขณะที่ จันรรจ์ (2544) พบว่า การลดอายุกิ่งด้วยการติดตามช่วยให้เนื้อเยื่อตอบสนองต่ออาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อดีขึ้น ปัจจุบันจึงใช้การติดตามในการขยายพันธุ์แม่ไม้ที่คัดเลือกมาไว้เป็นต้นตอในแปลงเพาะเพื่อผลิตกิ่งสำหรับขยายพันธุ์ด้วยวิธีการปักชำและการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ และนำกล้าไม้ไปใช้ในโครงการต่อไป



การขยายพันธุ์สักโดยการปักชำ

การปักชำ (Cutting) คือ การตัดกิ่ง ราก หรือใบมาจากต้นแม่แล้ว ชักน้ำให้เกิดรากและต้น อาจใช้สารเคมีช่วยและ/หรือให้สภาวะแวดล้อมที่เหมาะสม โดยต้นใหม่ที่ได้จะเป็นสายต้นที่มีลักษณะทางพันธุกรรมเหมือนต้นแม่ทุกประการ การปักชำมีข้อดีหลายประการ คือสามารถขยายพันธุ์พืชได้จำนวนมากโดยเริ่มต้นจากต้นแม่เพียงไม่กี่ต้น ใช้พื้นที่จำกัด ทำได้ง่าย เร็ว ใช้ต้นทุนต่ำ ไม่ต้องการเทคนิคพิเศษเหมือนการตอนกิ่ง การติดตา หรือการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ไม่มีปัญหาเรื่องการเข้ากันไม่ได้ของกิ่งพันธุ์กับต้นตอ หรือรอยต่อระหว่างกิ่งพันธุ์กับต้นตอไม่แข็งแรง ไม่มีปัญหาเรื่องการผิดพลาดระหว่างยอดที่เกิดจากต้นตอกับยอดจากกิ่งพันธุ์

ปัจจัยที่มีผลต่อการแตกรากของกิ่งปักชำ

การแตกรากของกิ่งปักชำขึ้นอยู่กับ 3 ปัจจัยหลัก ได้แก่ ต้นแม่พันธุ์ หรือสวนผลิตกิ่ง กิ่งปักชำ และสภาพแวดล้อมในการปักชำ

1. ต้นแม่พันธุ์หรือสวนผลิตกิ่ง

ต้นแม่พันธุ์มีผลต่อการแตกรากของกิ่งปักชำเพราะมีส่วนเกี่ยวข้องในการผลิตกิ่งที่ใช้ปักชำ กิ่งที่ได้จะออกรากดีหรือไม่ ขึ้นอยู่กับสรีระของต้นพันธุ์ อันเนื่องมาจากการได้รับการปฏิบัติและการจัดการแตกต่างกันไป

1.1 การจัดการต้นพันธุ์หรือสวนผลิตกิ่งสัก

การศึกษาเกี่ยวกับการจัดการสวนผลิตกิ่งสักโดยตรงมีเพียง 3 เรื่อง โดย สุนันทา และคณะ (2539ก) ศึกษาผลของความเข้มแสงต่อการเติบโตของต้นตอและการออกรากของกิ่งปักชำที่ตัดจากต้นตอที่เป็นกล้าไม้ อายุตั้งแต่ 6-16 สัปดาห์ และพบว่า ความเข้มแสงจะมีผลต่อการเติบโตของกล้าไม้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยความสูงของกล้าไม้ อายุ 16 สัปดาห์ ภายใต้ความเข้มแสงสัมพัทธ์ร้อยละ 32, 40 และ 100 มีค่าเท่ากับ 27.15, 29.52 และ 23.66 เซนติเมตร และมีความโต (เส้นผ่านศูนย์กลางที่คอราก) เท่ากับ 3.86, 4.02 และ 4.75 มิลลิเมตร ตามลำดับ ความเข้มแสงมีผลต่ออัตราการแตกราก ความยาวราก และการเกิดเซลล์ที่อยู่รวมตัวกันเป็นกลุ่มซึ่งไม่พัฒนาเป็นราก เรียกว่า แคลลัส (Callus) เมื่อทำการตัดชำกับกล้าสักที่มีอายุ 8 สัปดาห์ พบว่า กล้าไม้ที่อยู่ภายใต้ความเข้มแสงสัมพัทธ์ร้อยละ 32 จะให้กิ่งชำที่มีอัตราการแตกรากสูงสุดคือร้อยละ 85.56 กิ่งชำที่ได้จากกล้าไม้ที่มีการพรางแสง จะมีความยาวรากมากกว่าและมีการเกิดแคลลัสต่ำกว่า กิ่งชำจากกล้าไม้ที่ไม่มีการพรางแสง

ประสิทธิ์ และ จันรรจ์ (2545) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการจัดการสวนผลิตกิ่งที่เป็นกล้าติดตา โดยดำเนินการอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ปี พ.ศ. 2539-2545 เริ่มตั้งแต่วิธีการเตรียมต้นตอ การปลูก การดูแลสวนผลิตกิ่งด้วยการให้ปุ๋ย ฉีดฮอร์โมน การตัดแต่งกิ่ง การให้แสง จากผลการศึกษาสรุปได้ว่า ในการจัดการสวนผลิตกิ่งปักชำเพื่อให้ได้จำนวนกล้าเพียงพอต่อความต้องการปลูกสร้างสวนป่าขนาดใหญ่ แนวทางที่จะเป็นไปได้ดีที่สุดคือ การเตรียมต้นตอให้มีจำนวนมาก นั่นก็คือต้นตอที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ส่วนในกรณีที่จำเป็นต้องใช้กิ่งจากการติดตา ต้นตอที่เป็นเหง้าจะทำให้การปฏิบัติงานง่ายกว่าต้นตอที่เป็นต้นกล้า ซึ่งให้ผลไม่แตกต่างกัน เหง้าที่ใช้ในการติดตาจะมีอายุ 1, 2 หรือ 3 ปี ก็ได้ ขอให้มีขนาดเหมาะสม การปลูกไม่จำเป็นต้องชุบเหง้าด้วยฮอร์โมนเร่งราก และไม่ต้องใส่ปุ๋ยหลังการตัดแต่งกิ่งครั้งแรก แต่ควรให้แสงเต็มที่จะทำให้ต้นตอแข็งแรงขึ้น สำหรับจำนวนกิ่งที่ผลิตได้ต่อต้นพบว่า ระดับการตัดที่ปลายยอดและกลางยอดแล้วลิดใบหมดให้จำนวนยอดสูงสุดดีกว่าการตัดชิดโคนกิ่ง นอกจากนี้สายพันธุ์และการฉีดพ่นด้วยฮอร์โมนมีอิทธิพลอย่างยิ่งต่อจำนวนกิ่งที่ผลิตได้ต่อต้น ต้นตอที่ปลูกลงแปลงมีความแข็งแรงผลิทยอดได้มากกว่าต้นตอที่ปลูกลงถุง แต่ยอดไม่เหมาะสมต่อการปักชำ



นอกจากนี้ จันรรจ์ และคณะ (2554) ได้ศึกษาการจัดการต้นตอสักที่ได้จากกล้าเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ อายุประมาณ 1 เดือน จำนวน 3 สายต้น มาปลูกลงในกระถางพลาสติก 3 ขนาด คือ ขนาด 4, 6 และ 8 นิ้ว ใช้จำนวนต้นต่อกระถางดังนี้ 1, 2, 3 และ 4 ต้น ในกระถางบรรจุวัสดุปลูกเป็นส่วนผสมของดิน ขี้เถ้าแกลบ และแกลบดิบในอัตราส่วน 3:1:1 โดยปริมาตร ใส่ปุ๋ยเคมีทุกครั้งหลังการตัดกิ่งปักชำ หลังการเก็บข้อมูล 2 ปี พบว่า สามารถตัดกิ่งได้อย่างน้อยปีละ 5 ครั้ง สายต้นมีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญยิ่งต่อจำนวนกิ่งที่ตัดได้ต่อต้น และอัตราการแตกรากของกิ่งในสายต้นเดียวกัน ขนาดกระถางและจำนวนต้นต่อกระถางมีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญยิ่งต่อจำนวนกิ่งที่ตัดได้ต่อต้น แต่ไม่มีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญต่ออัตราการแตกราก โดยสายต้น 251 ในกระถางขนาด 4 นิ้ว ที่ปลูกเพียง 1 ต้นต่อกระถางผลิตกิ่งรวมต่อต้นต่อปีได้มากที่สุดเฉลี่ยถึง 10.5 กิ่ง ในปีแรก และ 8.9 กิ่ง ในปีที่ 2 กระถางยังมีขนาดใหญ่ขึ้นและจำนวนต้นต่อกระถางมากขึ้นยิ่งผลิตกิ่งรวมต่อต้นได้น้อยลง กระถางขนาด 8 นิ้ว ที่ปลูกต้นต่อ 4 ต้น ผลิตกิ่งรวมต่อต้นต่อปีได้น้อยที่สุดเฉลี่ยเพียง 4.9 กิ่ง ในปีแรก และ 4.7 กิ่ง ในปีที่ 2 อัตราการแตกรากของกิ่งปักชำไม่ขึ้นอยู่กับลำดับครั้งที่ตัด แต่น่าจะขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมในการปักชำแต่ละครั้ง นอกจากนี้ ประสิทธิ์ (2545) ได้จัดทำตำราเรื่อง “การปักชำสักเพื่อการปรับปรุงพันธุ์” โดยเฉพาะและได้กล่าวถึงการจัดการสวนผลิตกิ่งสักไว้อย่างละเอียด



1.2 วัสดุพันธุ์ที่ใช้ปลูกเป็นต้นต่อ

วัสดุพันธุ์กรรมเริ่มต้นที่จะใช้ในการจัดสร้างสวนผลิตกิ่งปักชำสักอาจจำแนกได้เป็น 2 รูปแบบ คือ เมล็ด และตาหรือเนื้อเยื่อจากแม่ไม้พันธุ์ดี

วัสดุพันธุ์กรรมเริ่มต้นที่เป็นเมล็ด ไม่ว่าจะนำไปใช้เป็นต้นต่อในลักษณะที่เป็นกล้าไม้ เหน้า กล้าปักชำ และกล้าเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ประสิทธิ์ (2545) ได้เสนอแนะข้อพิจารณาในการนำไปประยุกต์ใช้และวัตถุประสงค์ที่จะใช้เมล็ดเป็นวัสดุพันธุ์กรรมเริ่มต้น ในกรณีต่างๆ ไว้ดังต่อไปนี้

(1) กรณีที่เมล็ดเป็นวัสดุพันธุ์กรรมเพียงรูปแบบเดียว ที่มีอยู่ เช่น ในต่างประเทศที่ไม่ใช่ถิ่นกำเนิดสักและไม่เคยปลูกสักมาก่อน การมีเมล็ดจำนวนจำกัดอาจต้องเพิ่มจำนวนกล้าไม้ด้วยการปักชำ ไม่ว่าเมล็ดนั้นจะผ่านการปรับปรุงพันธุ์มาแล้วหรือไม่

(2) เมล็ดพันธุ์ตามลักษณะที่ต้องการมีอยู่จำนวนจำกัด โดยเฉพาะเมล็ดพันธุ์ดีที่ได้จากการผสมพันธุ์จากต้นพ่อต้นแม่ที่ให้ลูกไม้ลักษณะดีหรือจากแหล่งที่ดี ซึ่งส่วนใหญ่จะมีจำนวนน้อยและไม่เพียงพอต่อความต้องการในการปลูกสร้างสวนป่าหรือการปลูกทดสอบ การปักชำจะช่วยเพิ่มจำนวนกล้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ

(3) ขาดแคลนเมล็ดในปีที่มีผลผลิตเมล็ดน้อย ด้วยการจัดสร้างสวนผลิตกิ่งที่เป็นกล้าไม้ที่เพาะจากเมล็ด เพื่อเพิ่มจำนวนกล้าไม้ที่มีอยู่ให้มากขึ้นโดยนำกิ่งที่ได้ไปตัดปักชำ

แต่ในกรณีของเมล็ดทั่วไปที่ไม่ได้ผ่านการปรับปรุงพันธุ์มาก่อน หากเมล็ดมีจำนวนมากเพียงพอ ควรผลิตกล้าไม้จากการเพาะเมล็ดจะประหยัดค่าใช้จ่ายได้มากกว่า เพราะการปักชำหรือการขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศวิธีอื่นๆ ก็ไม่ใช่การปรับปรุงพันธุ์ไม้ให้ดีขึ้น เป็นเพียงการเพิ่มจำนวนกล้าไม้เท่าที่มีอยู่ให้มีจำนวนมากขึ้นเท่านั้นเอง โดยมีลักษณะทางพันธุกรรมเท่าที่มีอยู่เดิม



วัสดุพันธุ์กรรมเริ่มต้นที่เป็นกล้าติดตาหรือกล้าเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ข้อพิจารณาเลือกใช้ตาเป็นวัสดุพันธุ์กรรมเริ่มต้นในการจัดสร้างสวนผลิตกิ่งสักในรูปแบบของกล้าติดตา (สุนันทา และคณะ, 2539ข; ประสิทธิ์ และ จำนรรจ์, 2543, 2545; Pianhanuruk *et al.*, 1996) และกล้าเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ (ประสิทธิ์ และ จำนรรจ์, 2545) นั้น ประสิทธิ์ (2545) ได้เสนอแนะไว้ดังนี้

- เพื่อให้ได้ต้นกล้าที่มีลักษณะเหมือนต้นแม่ทุกประการ
- การเก็บตามาขยายพันธุ์จะไม่ก่อให้เกิดความเสียหายที่เป็นอันตรายกับแม่ไม้
- ตาเป็นชิ้นส่วนที่ขยายพันธุ์ได้ง่ายด้วยการติดตาและประสบความสำเร็จมากที่สุด
- การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อจะผลิตต้นต่อได้จำนวนมากในเวลาอันสั้นและผลิตกิ่งอ่อนซึ่งทำการปักชำให้แตกรากได้ง่าย (ภาพที่ 7)



ภาพที่ 7 กล้าพะเลียงเนื้อเยื่อใช้เป็นตัวต้นตอผลิตกิ่งปักชำขนาดจิ๋ว (ก) กล้าพะเลียงเนื้อเยื่ออายุ 1 เดือน ในถาดเพาะชำ (ข) กิ่งปักชำจากกล้าพะเลียงเนื้อเยื่อ (ค) กล้าปักชำอายุ 1 เดือน



1.3 การปลูกต้นพันธุ์

บุญชูบ และคณะ (2537) ใช้กล้าที่ปลูกในแปลงเพาะเป็นต้นตอที่เก็บกิ่งพันธุ์ในการทดลอง การศึกษาของประสิทธิ์ และคณะ (2537) ใช้กล้าที่ปลูกในถุงพลาสติก และ ประสิทธิ์ และ จ्ञานรรจ (2545) ทดลองปลูกต้นตอแปลงเปรียบเทียบกับ การปลูกลงถุ พบว่า ต้นตอที่ปลูกลงแปลงมีความแข็งแรง ผลิตยอดได้มากกว่าต้นตอที่ปลูกลงถุ แต่ยอดที่แตกไม่เหมาะสมต่อการปักชำ จ्ञานรรจ และคณะ (2554) ได้ศึกษาการปลูกต้นตอสักที่ได้จากกล้าเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ อายุประมาณ 1 เดือน จ्ञานวน 3 สายต้น มาปลูกลงในกระถางพลาสติก 3 ขนาด คือ ขนาด 4, 6 และ 8 นิ้ว ใช้จ्ञานวนต้นตอกระถางต่างๆ กันเป็น 1, 2, 3 และ 4 ต้น พบว่า ขนาดกระถางและจ्ञานวนต้นตอกระถางมีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญยิ่งต่อจ्ञานวนกิ่งที่ตัดได้ต่อต้น แต่ไม่มีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญต่ออัตราการแตกราก

1.4 อายุต้นตอ

สำหรับสักแล้วอายุของต้นตอมีอิทธิพลอย่างยิ่งต่อความสามารถในการแตกรากของกิ่งปักชำ โดยมีแนวโน้มว่ากิ่งจากต้นตออายุมากขึ้นความสามารถในการแตกรากของกิ่งปักชำจะลดลง ในการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า มีการใช้กล้าไม้อายุน้อยเริ่มตั้งแต่อายุ 3 สัปดาห์ 1 เดือน และ 1.5 เดือน สุন্নทา และคณะ (2539ค) พบว่า อายุกิ่งที่ต่างกันนี้ต้องใช้ส่วนผสมของออกซิน Indole-3 butyric acid (IBA) และ 1-naphthalene acetic acid (NAA) ในระดับความเข้มข้นที่ต่างกันในการเร่งราก ผลการศึกษาของสุন্নทา และคณะ (2539ก) แสดงให้เห็นว่าการแตกรากของกิ่งปักชำลดลงตามอายุที่มากขึ้นจาก 6, 8, 10, 12, 14 ถึง 16 สัปดาห์ ในทุกระดับแสงที่ให้แก่ต้นตอ อภิชาติ (2535) รายงานว่า กล้าไม้อายุระหว่าง 1-2 ปี ตัดปักชำได้โดยใช้ส่วนของลำต้น เหง้า หรือยอดอ่อนที่แตกออกมา ซึ่งสุন্নทา (2543) และ สุন্নทา และคณะ (2539ง) รวมถึง ประสิทธิ์ และคณะ (2537) ใช้กิ่งที่แตกจากต้นตออายุ 1 ปี ในการศึกษาเช่นเดียวกัน ในขณะที่บุญชูบ และคณะ (2537)



ใช้ส่วนยอดของต้นกล้าอายุ 5 เดือน มาทำการทดลอง คณิต และ สารโจน (2545) ทดลองเปรียบเทียบ พบว่า การใช้ต้นตอที่เป็นกล้าปักชำอายุ 3 เดือน และกล้าจากเมล็ดอายุ 5 เดือน แตกรากเร็วกว่าและมากกว่ากิ่งปักชำจากกล้าจากเมล็ดอายุ 1 ปี 5 เดือน และเหง้าอายุ 1 ปี 5 เดือน สำหรับกลุ่มที่ศึกษาการปักชำสักกิ่งแก่มี สุนันทา และคณะ (2539ข) ซึ่งพบว่า หน่ออายุ 2 สัปดาห์ และยอดของกิ่งที่แตก 3-4 สัปดาห์ จากต้นตอที่เป็นแม่ไม้ที่ผ่านการติดตามานาน 5 และ 20 ปี มีอัตราการแตกรากต่ำเพียงร้อยละ 27.78 ถึงแม้จะใช้ IBA 8,000 ppm ช่วยเร่งรากแล้วก็ตาม อัตราการแตกรากของกิ่งแก่จากแม่ไม้ อายุมากเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 52 เมื่อ Pianhanuruk *et al.* (1996) ใช้กิ่งปักชำที่ผ่านการลดอายุโดยการติดตามบนเหง้าอายุ 1 ปี และตัดแต่งกิ่งอีกครั้ง ให้ผลิตยอดใหม่มาใช้ปักชำ ประสิทธิ์ และ จ्ञานรรจ (2543, 2545) ได้ใช้เทคนิคเดียวกันนี้ในการศึกษาต่อมา และสามารถเพิ่มอัตราการแตกรากของกิ่งปักชำให้สูงขึ้นเฉลี่ยที่ร้อยละ 72 เมื่อทำการปรับสภาพแวดล้อมในการปักชำให้ดีขึ้น



1.5 การพรางแสงต้นตอ

แสงมีอิทธิพลต่อการเติบโตของต้นตอ และคุณภาพกิ่งปักชำที่ผลิต (สุนันทา และคณะ, 2539ก) กล้าไม้อายุ 8 สัปดาห์ ที่อยู่ภายใต้ความเข้มแสงสัมพัทธ์ร้อยละ 32 จะให้กิ่งชำที่มีอัตราการแตกรากสูงสุดคือ ร้อยละ 85.56 กิ่งชำที่ได้จากกล้าไม้ที่มีการพรางแสง จะมีความยาวรากมากกว่าและมีอัตราของการเกิดแคลลัส ต่ำกว่ากิ่งชำจากกล้าไม้ที่ไม่มีการพรางแสง ในขณะที่ ประสิทธิ์ และ จันรรจ์ (2545) พบว่า ความเข้มของแสง ที่ทำการทดสอบไม่มีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติต่อจำนวนกิ่งที่แตก โดยผลิตกิ่งได้เฉลี่ย 9.75, 11.5, 11.0 และ 10.75 กิ่งต่อ 10 ต้นตอ เมื่อเลี้ยงต้นตอไว้กลางแจ้ง พรางแสง 1, 2 และ 3 ชั้น ตามลำดับ แต่สังเกตพบว่า ต้นที่ผ่านการพรางแสงมียอดที่พอมลงและยืดยาวขึ้นตามลำดับความทึบของตาข่ายพรางแสง และจากยอดที่พอมนั้นแสดงให้เห็นได้อย่างชัดเจนถึงความอ่อนแอของต้นตอเมื่อไม่ได้รับแสงเต็มที่ ทำให้มีอัตราการตายเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเป็นร้อยละ 62.5, 70, 80 และ 87.5 ตามลำดับ แสดงว่าเมื่อทำการตัดแต่งต้นตอเพื่อผลิตกิ่งควรให้ต้นตอได้รับแสงเต็มที่เพื่อเพิ่มความแข็งแรงของต้นตอ



1.6 การตัดแต่งกิ่งต้นตอ

การตัดแต่งในที่นี้ไม่ได้มีวัตถุประสงค์ที่จะนำกิ่งไปปักชำ แต่ตัดเพื่อเพิ่มจำนวนกิ่ง และตัดกิ่งที่แก่เกินทิ้งไป เร่งให้กิ่งอ่อนแตกขึ้นมาแทน การตัดกิ่งเป็นประจำ จะช่วยกระตุ้นให้ต้นตอผลิตกิ่งปักชำที่เหมาะสมออกมาตลอด สุนันทา และคณะ (2543ก) ศึกษาการตัดแต่งกิ่งเพื่อเพิ่มจำนวนกิ่งปักชำต่อต้นตอ พบว่า การตัดต้นตอที่เป็นกล้าไม้อายุ 1-2 ปี ให้มีความสูง 10 และ 20 เซนติเมตร จะได้จำนวนกิ่งมากกว่าตอที่สูง 5 เซนติเมตร ส่วนจำนวนข้อที่เหลือไว้ไม่มีผลต่อการรอดตายของกล้าและขนาดกิ่งที่แตก แต่จำนวนครั้งในการตัดที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ขนาดกิ่งที่แตกเล็กลง ซึ่งส่งผลดีคือกิ่งปักชำแตกรากได้ดีขึ้น การลิดกิ่งไม่มีผลต่อจำนวนหน่อที่แตกใหม่แต่ทำให้การเติบโตของหน่อลดลง ประสิทธิ์ และ จันรรจ์ (2545) ศึกษาตำแหน่งที่ตัดต่อการแตกยอดของกล้าติดตา แล้วนับจำนวนยอดที่ผลิตได้และอัตราการตายของต้นตอ พบว่าการตัดเฉพาะปลายยอดและกลางยอด ซึ่งเป็นการตัดที่เหลือจำนวนตาไว้มากกว่า สามารถผลิตกิ่งได้มากกว่าการตัดชิดโคนอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ การที่วิธีตัดที่ปลายยอดซึ่งมีจำนวนตาที่เหลืออยู่มากกว่าแต่ผลิตกิ่งได้ไม่แตกต่างกับการตัดกลางยอดนั้น ผู้วิจัยสังเกตพบว่า ยอดที่แตกก่อนและเติบโตเป็นกิ่งที่ตัดชำได้จะเป็นยอดที่อยู่บนสุด ประมาณ 1-2 ยอด ส่วนยอดที่อยู่ด้านล่างจะเป็นยอดเล็กและไม่พัฒนา เนื่องจากถูกข่มจากยอดด้านบน เมื่อตัดยอดด้านบนไปปักชำแล้ว ยอดด้านล่างเหล่านี้จึงจะเติบโตได้ต่อไป การตัดทั้ง 3 ระดับมีอัตราการตายของต้นตอสูงเช่นเดียวกัน แสดงว่าการตายของต้นตอน่าจะมาจากสาเหตุอื่นที่ไม่เกี่ยวข้องกับระดับการตัดแต่งกิ่ง นอกจากตำแหน่งของการตัดแล้ว ประสิทธิ์ และจันรรจ์ (2545) ยังทดลองตัดยอดแล้วลิดใบออกหมด และตัดยอดแต่ไม่ลิดใบ พบว่า การลิดใบออกหมดให้จำนวนกิ่งมากกว่าการเหลือใบไว้หากต้นตอเป็นเหง้าติดตา แต่ต้นตอที่เป็นต้นกล้าติดตากลับให้ผลตรงข้าม

ในการใช้กล้าติดตาเป็นต้นตอนั้น ประสิทธิ์ และ จำนรรจ (2545) ได้ทดลองเปรียบเทียบต้นตอที่มาจากต้นกล้าและเหง้าควบคู่กับเทคนิคการลิดใบ พบว่าชนิดของต้นตอมีอิทธิพลอย่างยิ่งต่อจำนวนกิ่งที่ผลิตต่อต้นตอเท่านั้น แต่ไม่มีผลต่ออัตราการแตกรากของกิ่งปักชำและอัตราการตายของต้นตอแต่อย่างใด ซึ่งอิทธิพลต่อจำนวนกิ่งที่ผลิตต่อต้นตอดังกล่าวเป็นอิทธิพลร่วมกันระหว่างลักษณะของต้นตอที่เป็นกล้าอยู่กับต้นตอที่เป็นเหง้าและการลิดใบหลังการตัด ถ้าต้นตอเป็นเหง้าการลิดใบออกหมดจะให้จำนวนกิ่งมากกว่าการเหลือใบไว้ ในขณะที่การใช้ต้นตอที่เป็นต้นกล้าการเหลือใบไว้จะให้จำนวนกิ่งต่อต้นตอมากกว่า ตรงข้ามกับผลการทดลองของ สุันธา และคณะ (2543ก) ที่พบว่า การลิดใบของต้นตอไม่มีผลต่อจำนวนหน่อที่แตกมาใหม่ แต่มีผลทำให้การเติบโตของหน่อลดลง แต่ประสิทธิ์ และ จำนรรจ (2545) มีความเห็นว่าการติดตาบนเหง้าและการเตรียมต้นตอที่เป็นเหง้าทำได้ง่ายและสะดวกกว่าการติดตาบนต้นกล้ามาก



1.7 บทบาทของฮอร์โมนต่อการผลิตกิ่งปักชำ

ฮอร์โมนที่มีการทดลองใช้เพื่อเพิ่มจำนวนยอดของต้นตอ มี 3 ชนิด ได้แก่ 6-Benzylaminopurine (BAP), Kinetin (Kn) และ Gibberellic acid (GA_3) โดยใช้ในรูปฮอร์โมนเดี่ยว และผสม ถ้าใช้ BAP อย่างเดียวพบว่า ต้องใช้ความเข้มข้นสูงถึง 200 ppm จึงจะเพิ่มจำนวนกิ่งต่อต้นตอได้มากขึ้น แต่เมื่อผสมกับ Kn ในอัตราส่วนที่น้อยกว่า BAP มาก เป็น 10:1 หรือ 20:1 พบว่า ช่วยเพิ่มจำนวนกิ่งมากขึ้นแตกต่างกันไปตามสายพันธุ์ ในขณะที่ การใช้ส่วนผสมของ BAP และ Kn อัตราส่วนที่ใกล้เคียงกัน เป็น 10:10 และ 10:5 ไม่มีผลในการเพิ่มผลผลิตกิ่ง การทดลองฉีดด้วย GA_3 เพื่อยืดความยาวของยอดอายุ 2 สัปดาห์ที่ถูกข่ม พบว่า GA_3 ที่มีความเข้มข้นตั้งแต่ 50 ppm ขึ้นไปทำให้ยอดไหม้ (ประสิทธิ์ และ จันรรจ, 2545)

1.8 สายพันธุ์กับการผลิตยอดของต้นตอ

จากผลการศึกษาของ ประสิทธิ์ และ จันรรจ (2545) แสดงให้เห็นชัดเจนถึงความสามารถในการผลิตกิ่งที่แตกต่างกันของต้นตอสายพันธุ์ต่างๆ เมื่อทดลองใช้สารพวกไซโตไคนิน เช่น BAP และ Kn ในอัตราส่วนที่มี BAP สูง และ Kn ต่ำมากๆ พบว่า มีอิทธิพลร่วมกันระหว่างสายพันธุ์ต่างๆ กับฮอร์โมน นั่นคือ สักแต่ละสายพันธุ์จะผลิตยอดได้มากขึ้นเมื่อฉีดฮอร์โมน BAP:Kn ในอัตราส่วนที่แตกต่างกันออกไป





2. กิ่งปักชำ

การเลือกกิ่งปักชำที่มีคุณสมบัติเหมาะสม และการปฏิบัติต่อกิ่งปักชำ เป็นปัจจัยสำคัญยิ่งต่อการแตกรากของกิ่งปักชำ ในส่วนของสักได้มีการศึกษาถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องในเรื่องนี้ จำแนกเป็นหัวข้อต่างๆ ได้ดังนี้

2.1 อายุกิ่ง

อายุกิ่งในที่นี้หมายถึงอายุกิ่งที่แตกขึ้นมาหลังการตัดแต่งต้นตอ ซึ่งพบว่ามีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญยิ่งต่อการแตกรากของกิ่งปักชำสัก ประสิทธิ์ และ จำนรรจ์ (2543) พบว่าอายุกิ่งที่เหมาะสมต่อการปักชำคือไม่เกิน 4 สัปดาห์ หลังการตัดให้แตกกิ่งใหม่จากกล้าติดตาอายุ 3 เดือน ซึ่งแตกรากได้ถึงร้อยละ 75 แต่กิ่งที่มีอายุตั้งแต่ 5 สัปดาห์ ขึ้นไปมีอัตราการแตกราก ลดเหลือเพียงร้อยละ 25-30 และกิ่งที่เหลือส่วนใหญ่จะเกิดแคลลัสแทน ดังเช่นการทดลองของ Pianhanuruk *et al.* (1996) ได้ใช้กิ่งอายุประมาณ 1 เดือน ในงานทดลองครั้งแรก โดยสุนันทา และคณะ (2539ข) ใช้หน่ออายุ 2 สัปดาห์ และปลายยอดของกิ่งอายุ 3-4 สัปดาห์ของแม่ไม้สักติดตา อายุ 5 และ 20 ปี จากสวนรวมพันธุ์ แต่พบว่าอัตราการแตกรากต่ำกว่าการทดลองของ ประสิทธิ์ และ จำนรรจ์ (2545) และ Pianhanuruk *et al.* (1996) มาก ถึงแม้ว่าจะใช้อายุกิ่งเท่ากัน ความแตกต่างนี้น่าจะเกิดจากอายุและลักษณะของต้นตอที่แตกต่างกัน

ความสามารถในการแตกรากของกิ่งปักชำลดลงเมื่ออายุกล้าไม้เพิ่มมากขึ้น เห็นได้จากการศึกษาของ คณิต และ สาโรจน์ (2545) พบว่า กิ่งปักชำที่ได้จากส่วนยอดของกล้าปักชำอายุ 3 เดือน และกล้าจากเมล็ดอายุ 5 เดือน มีการแตกรากร้อยละ 87.5 และ 78.75 ในเดือนที่ 1 และเพิ่มเป็นร้อยละ 95 ในเดือนที่ 2 สำหรับกิ่งจากกล้าอายุ 5 เดือน แต่อัตราการแตกรากลดลงอย่างมากเมื่อกล้าไม้ที่เพาะจากเมล็ดอายุ 1 ปี 5 เดือน และกล้าไม้จากเหง้าอายุ 1 ปี 5 เดือน ที่อัตราการแตกรากเหลือเพียงร้อยละ 67.5 และ 21.25 ตามลำดับ

2.2 ลักษณะกิ่งอ่อนและแก่

ถึงแม้ว่าการใช้อายุกิ่งเป็นตัวกำหนดในการเลือกตัดกิ่งไปปักชำจะมีความเที่ยงตรงและแน่นอนกว่า แต่ในกรณีที่ไม่ทราบแน่ชัดว่ากิ่งที่จะตัดไปปักชำนั้นแตกขึ้นมาเมื่อไหร่และมีความเหมาะสมต่อการปักชำหรือไม่ การเก็บยอดที่อ่อนเกินไปจะเน่าง่าย แต่การเก็บยอดที่แก่เกินไปไปปักชำจะเกิดแคลลัสบริเวณโคนกิ่ง แต่ไม่เกิดราก การรู้จักวิธีสังเกตลักษณะยอดที่เหมาะสมต่อการปักชำของสัก ก็จะช่วยทำให้การเลือกตัดกิ่งได้ถูกต้อง ประสิทธิ์ (2545) ตั้งข้อสังเกตลักษณะกิ่งที่เหมาะสมต่อการปักชำสัก ไว้ดังนี้



(1) กิ่งที่มีอายุ 4 สัปดาห์หลังการแตกจะมีความยาวประมาณ 5-10 เซนติเมตรจากโคนกิ่ง

(2) กิ่งที่มีลักษณะแข็งแรง และปักชำได้ดีจะไม่อวบเกินไปหรือแก่จนเป็นเนื้อไม้ กิ่งที่มีลักษณะอวบส่วนใหญ่มักจะมีเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 0.5 เซนติเมตร ซึ่งจะแตกรากไม่ดี

(3) กิ่งอ่อนหรือกิ่งที่ชักนำให้อ่อนแล้ว ใบจะมีลักษณะเรียวยาวเป็นรูปหอก ผิวใบบาง ขนใบที่อยู่บนเส้นใบด้านล่างจะยาวเห็นได้ชัด ปลายยอดเป็นสีเขียวอ่อน ในขณะที่ใบลักษณะแก่ถึงแก่จัดจะเป็นยอดที่แตกใหม่นั่นเอง ผิวใบจะหนากว่า ขนใบละเอียดสั้นกว่า บนเส้นใบด้านล่างไม่มีขนยาว และปลายยอดเป็นสีน้ำตาล โคนใบจะแคบ กลางใบกว้างมาก

(4) ถ้าตัดด้านขวางของกิ่ง กิ่งที่อ่อนจะมีลักษณะกลม ขนบนกิ่งยาว ขณะที่กิ่งแก่จะมีรูปลิ่มเหลี่ยม ขนบนกิ่งสั้น

(5) นอกจากกิ่งแก่จะไม่เหมาะสมต่อการปักชำแล้ว กิ่งอ่อนที่มีข้อสั้นถี่ ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นกิ่งที่อยู่ด้านล่างของลำต้น จะมีลักษณะที่ไม่เหมาะสมต่อการปักชำ เพราะไม่มีส่วนของกิ่งที่จะปักลงในวัสดุปักชำ เมื่อตัดกิ่งที่อยู่ส่วนบนของลำต้นออกไป กิ่งอ่อนลักษณะนี้บางส่วนจะพัฒนาขึ้นมาและสามารถนำมาตัดปักชำได้ในภายหลัง





2.3 ลักษณะท่อนพันธุ์ที่ตัด

ผลการตรวจเอกสารพบว่า กิ่งปักชำที่ใช้ในการทดลองต่างๆ มีการตัดจากส่วนของต้นเป็น 2 ลักษณะ คือ ตัดจากแกนลำต้น และตัดจากกิ่งแขนง โดยงานวิจัยส่วนใหญ่ที่ใช้ส่วนของลำต้นเป็นกิ่งปักชำมักตัดจากต้นตอเป็นกล้าไม้ (บุญชูบ และคณะ, 2537; สุนันทา และคณะ, 2539ก, 2539ค, 2539ง; คณิต และ สารโจน์, 2545) และต้นตอที่เป็นกล้าขนาดเล็กอย่างกล้าปักชำ (คณิต และ สารโจน์, 2545) และกล้าเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ (ประสิทธิ์ และ จ्ञานรรจ์, 2545) ส่วนงานวิจัยที่เหลือจะใช้กิ่งแขนงที่แตกจากเหง้า แตกจากกล้าไม้ หรือแตกจากกล้าติดตา จากการทดลองของ สุนันทา และคณะ (2543ก) แสดงให้เห็นว่าการใช้ยอดชุดแรกที่เป็นลำต้นให้อัตราการแตกรากของกิ่งปักชำต่ำสุด และกิ่งปักชำแตกรากเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เมื่อใช้กิ่งที่แตกหลังการตัดครั้งต่อๆ มา สอดคล้องกับการศึกษาของ Pianhanuruk *et al.* (1996) ที่ประสบความสำเร็จในการปักชำกิ่งสักจากการติดตาโดยตัดยอดของกิ่งแรกที่แตกออกมาทิ้งไปก่อนแล้วใช้กิ่งที่แตกออกมาใหม่ไปปักชำ แต่ลักษณะนี้ไม่เป็นจริงในกรณีที่ต้นตอมีอายุน้อยกว่า 5 เดือน ซึ่งคณิต และ สารโจน์ (2545) ปักชำให้แตกรากได้ถึงร้อยละ 95

2.4 วิธีการแต่งกิ่งปักชำ

สุนันทา และคณะ (2539ก) ศึกษาการแต่งกิ่งโดยทำการตัดชำแบบข้อเดียว (One-node cutting) จากส่วนต่างๆ ได้แก่ ส่วนปลายยอด ข้อที่ 2, 3 และ 4 พบว่า กิ่งชำที่ได้จากส่วนของกล้าไม้ที่ใกล้กับคอรากมากที่สุดจะให้อัตราการแตกรากสูงสุด ตรงข้ามกับการศึกษาของ คณิต และ สารโจน์ (2545) ที่พบว่าส่วนยอดซึ่งเป็นไม้อ่อนจะมีการแตกรากดีกว่าส่วนล่างๆ ลงมา ซึ่งเป็นไม้ที่แก่กว่า สุนันทา และคณะ (2539ง) ทำการศึกษาขนาดของกิ่งชำและพื้นที่ผิวใบต่อความสามารถในการแตกรากของกิ่งชำที่เป็นปลายยอดของกล้าสัก พบว่า การตัดชำโดยใช้กิ่งชำที่มีจำนวนข้อเพียง 1 ข้อ จะให้ผลดีกว่าการใช้กิ่งชำที่มี 2 ข้อ การตัดแต่งกิ่งสำหรับการศึกษาอื่นๆ พบว่าตัดแต่งในลักษณะเดียวกันทั้งหมด คือ ตัดจากปลายยอด มีใบติดไว้ 1-2 คู่ ตัดใบครึ่งใบเพื่อลดการคายน้ำ แต่ความยาวกิ่งอาจแตกต่างกันไป เช่น 5-10 เซนติเมตร (ประสิทธิ์ และ จ्ञานรรจ์, 2543) 3-5 เซนติเมตร (ประสิทธิ์ และคณะ, 2537) เป็นต้น ขณะที่บุญชูบ และคณะ (2537) ตัดกิ่งยาว 10-12 เซนติเมตร และใช้คัตเตอร์กรีดโคนกิ่งเป็นรอยแผล 3 รอย เพื่อเพิ่มพื้นที่สัมผัสและดูดซับสารเคมี



2.5 การใช้สารเร่งราก

การศึกษาเรื่องการปักชำกิ่งสักส่วนใหญ่จะเน้นหาชนิดและความเข้มข้นของสารเร่งรากที่เหมาะสม สารเคมีที่ใช้ศึกษาพบว่ามี 2 ชนิดคือ 1) IBA ทั้งรูปแบบสารบริสุทธิ์และแบบสำเร็จรูป เช่น เซราดิกซ์ เบอร์ 3 ซึ่งก็คือ แป้งผสมกับ IBA 0.1-0.8 เปอร์เซ็นต์ (ณัฐากร และ บัณฑิต, 2554) และ 2) NAA เริ่มที่ บุญชูบ และคณะ (2537) ใช้ IBA และ NAA ที่ความเข้มข้น 300, 500 และ 1,000 ppm เทียบกับไมใส่ฮอร์โมน พบว่า NAA ที่ความเข้มข้น 1,000 ppm ทำให้แตกรากน้อยกว่าอย่างอื่น และให้จำนวนรากน้อยกว่า ประสิทธิ์ และคณะ (2537) ใช้ IBA ความเข้มข้น 500 ppm ในการศึกษาอิทธิพลของฤดูกาลต่อความสำเร็จในการปักชำกล้าสัก ประสิทธิ์ และจันรรจ์ (2543) ใช้เซราดิกซ์ เบอร์ 3 ในการทดลองปักชำกิ่งแก่ที่ผ่านการลดอายุด้วยการติดตา ซึ่ง Pianhanuruk *et al.* (1996) พบว่า IBA เพิ่มจำนวนรากและความยาวรากของกล้าปักชำอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง คณิต และ สาโรจน์ (2545) ทดลองเปรียบเทียบ IBA ที่ความเข้มข้น 0, 100, 200 และ 300 ppm



ในการปักชำกิ่งจากต้นกล้าในช่วงฤดูฝน ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของจำนวนรากและความยาวรากที่เกิดขึ้น และสรุปว่าหากใช้กล้าอ่อนและปักชำในฤดูฝนไม่มีความจำเป็นต้องใช้สารเร่งรากแต่อย่างใด ซึ่งตรงกับการศึกษาของ ไพรัช (2542) แต่ขัดแย้งกับการศึกษาของ สุนันทา และคณะ (2539ค) ที่พบว่า ออกซินมีผลต่อการแตกรากของกิ่งชำของกล้าสักอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยออกซินที่ใช้กับยอดจากเหง้าจำเป็นต้องใช้ในความเข้มข้นที่สูงกว่าออกซินที่ใช้กับยอดจากกล้า การใช้ออกซินมีผลทำให้การแตกรากเร็วขึ้น และมีความยาวของรากมากขึ้น โดยเฉพาะจำนวนราก พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นตามความเข้มข้นของออกซินที่ใช้ ออกซินที่เหมาะสมสำหรับการตัดชำยอดของกล้าจากแปลงเพาะที่อายุ 3 สัปดาห์ คือ IBA:NAA 50:50 ppm ที่อายุ 1 เดือน คือ IBA:NAA 100:100 ppm และที่อายุ 1.5 เดือน คือ IBA 200 ppm



สำหรับการทดลองตัดชำยอดจากเหง้าพบว่าจะมีการแตกราก ช้ากว่าการตัดชำจากกล้าซึ่งระดับของออกซินที่เหมาะสมกับการตัดชำยอด จากเหง้า เมื่อยอดมีอายุ 1 เดือน คือ IBA 300 ppm และที่อายุ 2 เดือน คือ IBA:NAA 100:100 ppm หรือ NAA 200 ppm และการตัดชำส่วนของ ปลายยอด จะมีความยาวของรากมากกว่าการตัดชำข้อที่ 2 ในทุกระดับ ความเข้มข้นของออกซิน นอกจากนี้ สุนันทา และคณะ (2539) ยังพบว่า มีปฏิกริยาร่วมกันระหว่างการเหลือพื้นที่ใบกับอิทธิพลของฮอร์โมนออกซิน และแนะนำว่า ในกรณีที่มีการใช้ออกซิน การเหลือพื้นที่ผิวใบไว้เพียงครึ่งใบจะให้ ผลดีกว่าการเหลือพื้นที่ผิวใบเพียง 1/3 ใบ ส่วนในกรณีที่ไม่มีการใช้ออกซิน การเหลือพื้นที่ผิวใบน้อยกว่าจะให้ผลดีกว่าการเหลือพื้นที่ผิวใบมากและยัง แนะนำเพิ่มเติมว่า ถ้าใช้ต้นกล้าที่อายุมากขึ้นถึง 1-2 ปี ใบจะมีลักษณะยาวขึ้น การแตกรากยากขึ้น การเตรียมกิ่ง อาจต้องตัดใบให้เหลือเพียง 1/3 ของ พื้นที่ใบ และการใช้ฮอร์โมน IBA ที่ระดับความเข้มข้น 200 ppm จะช่วยเพิ่ม การแตกรากของกิ่งปักชำ ส่วนการศึกษากิ่งที่มีอายุมาก 5 และ 20 ปี สุนันทา และคณะ (2539) พบว่าการใช้ IBA ที่ ความเข้มข้น 8000 ppm สามารถ เพิ่มอัตราการแตกรากของหน่อจากแม่ไม้ติดตาอายุ 20 ปี จากร้อยละ 2.78 เป็นร้อยละ 27.78

2.6 การปักชำกิ่งแก่จากแม่ไม้

เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาที่เกิดจากการติดตา จึงต้องหาวิธีการ ขยายพันธุ์วิธีอื่นเข้ามาแทน สำหรับขยายพันธุ์แม่ไม้เพื่อผลิตกล้าไว้สร้างสวน รวมพันธุ์ แปลงทดสอบสายต้น สวนผลิตเมล็ดพันธุ์ และสวนผสมพันธุ์ วิธีการ ที่ง่ายและประหยัดก็คือการปักชำ อย่างไรก็ตามการปักชำกิ่งแก่ไม่สามารถ ทำได้ง่ายเหมือนกับกิ่งอ่อน เนื่องจากมีข้อจำกัดในเรื่องของอายุของกิ่ง เช่น การศึกษาของ Nautiyal *et al.* (1992) ซึ่งพบว่าการปักชำสักจากกิ่งแก่ให้ อัตราการแตกรากต่ำ

2.7 การลดอายุกิ่งแก่สักระยะเพื่อการปักชำ

Padmanabha and Vijayalakshmi (1994) พบว่า ถ้าทำให้ต้นสักกลับเป็นหนุ่ม (Rejuvenation) ด้วยการตัดต้นให้ถึงโคน ยอดที่แตกขึ้นใหม่จะให้อัตราการแตกรากสูงขึ้น อย่างไรก็ตามการตัดต้นแม่ไม้ ไม่ใช่เรื่องที่จะทำได้ง่าย นอกจากผิดกฎหมายแล้วการกลับเข้าไปเก็บหน่อหลังจากนั้นก็เป็นการยากและเสียเวลา เนื่องจากแม่ไม้ส่วนใหญ่จะอยู่ห่างไกล และจำนวนหน่อที่แตกก็มีจำนวนจำกัดหรืออาจไม่แตกหน่อเลยก็ได้ Pianhanuruk *et al.* (1996) ได้ศึกษาเบื้องต้นพบว่าถ้าลดอายุกิ่งของต้นแก่ลงโดยการติดต่อก่อนแล้วตัดแต่งกิ่งให้แตกกิ่งใหม่ ก่อนนำกิ่งมาทดลองปักชำ (ภาพที่ 8) ปรากฏว่ามีอัตราการแตกรากถึงร้อยละ 52 สุนันทา และคณะ (2543) รายงานว่ารอบการตัดแต่งกิ่งที่เพิ่มขึ้น มีผลทำให้ขนาดกิ่งที่แตกเล็กลงซึ่งส่งผลดีคือกิ่งปักชำแตกรากได้ดีขึ้น แสดงว่าการตัดแต่งกิ่งซ้ำแล้วซ้ำอีกน่าจะเป็นเทคนิคหนึ่งในการลดอายุกิ่งด้วย หลังจากความสำเร็จในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อสัก กล้าไม้ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเมื่อนำออกปลูกมีลักษณะเหมือนต้นกล้าอ่อนซึ่งปักชำออกรากได้ดีมาก (ประสิทธิ์ และ จันรรจ, 2545) การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อจึงจะมีประสิทธิภาพสูงสุดในการลดอายุกิ่งแก่ให้อ่อนลง





ก



ข



ค



ง

ภาพที่ 8 การลดอายุกิ่งแก่ด้วยการตัดตา และตัดให้แตกยอด (ก) กล้าตัดตา อายุ 3 เดือน (ข) ตัดยอดและลิดใบ (ค) ยอดที่แตกใหม่ใช้ปักชำ (ง) ลักษณะ กิ่งที่เหมาะสมต่อการปักชำ

2.8 สายต้นกับการแตกรากของกิ่งปักชำสัก

จากการทดลองปักชำกิ่งแก่ที่ผ่านการลดอายุด้วยวิธีติดตา แล้วตัดให้แตกยอดใหม่เพื่อมาใช้ในการปักชำของสักจำนวนทั้งสิ้น 61 สายต้น ประสิทธิ์ และ จันรรจ์ (2543) พบว่าสายต้นมีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ต่อการแตกรากของกิ่งปักชำ บางสายต้นแตกรากได้ถึงร้อยละ 100 ในขณะที่ บางสายต้นแตกรากได้เพียงร้อยละ 16.67 แต่สายต้นส่วนใหญ่แตกรากได้เฉลี่ย อยู่ที่ร้อยละ 72



3. สภาพแวดล้อมในการปักชำ

3.1 อุณหภูมิ ความชื้น และแสง

เพื่อควบคุมอุณหภูมิ ความชื้นรอบกิ่งปักชำ และแสงให้เหมาะสม การทดลองส่วนใหญ่ใช้กระโจมพลาสติกที่อยู่ภายใต้เรือนเพาะชำพรางแสง โดย ประสิทธิ์ (2545) ได้บรรยายเกี่ยวกับการสร้างกระโจมปักชำสักไว้อย่างละเอียด พร้อมทั้งมีรูปประกอบ ซึ่งการทดลองอื่นๆ ก็ใช้กระโจมลักษณะเดียวกัน (การควบคุมความชื้นในอากาศ ในวัสดุปักชำ และควบคุมอุณหภูมิให้เหมาะสม ต่อการแตกรากของกิ่งปักชำสักได้โดยไม่ใช้ระบบพ่นหมอก ทำได้ด้วยการสร้าง กระโจมที่คลุมด้วยแผ่นพลาสติกใสไว้ในเรือนเพาะชำสูง 2 เมตร ที่คลุม ด้วยตาข่ายพรางแสงที่ให้ร่มประมาณร้อยละ 50 ทั้งด้านบนและด้านข้าง โดยรอบ) บุญชูบ และคณะ (2537) แนะนำว่าควรควบคุมให้อุณหภูมิอยู่ใน ช่วง 24–32 องศาเซลเซียส หากร้อนกว่านี้ต้องเปิดพลาสติกออกและเปิด สปริงเกลอร์น้ำลดความร้อนทันที ในขณะที่ประสิทธิ์ และ จันรรจ์ (2543) รายงานว่าสภาพแวดล้อมอันได้แก่ อุณหภูมิและความชื้นภายในกระโจมมีความสำคัญอย่างมากต่อการแตกรากของกิ่งปักชำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการปักชำ ในระบบไม่พ่นหมอก (Non-mist propagator) หากพบว่ามีอุณหภูมิสูง ความชื้นไม่คงที่ กิ่งปักชำภายในกระโจมจะเหี่ยวเฉาและเน่าตาย การปล่อยให้ อุณหภูมิในอากาศภายในกระโจมปักชำสูงมากเกินไปเกิน 30 องศาเซลเซียส





และความชื้นต่ำกว่าร้อยละ 70 แม้ระยะเวลาเพียงสั้นๆ จะทำให้กิ่งปักชำเหี่ยวเฉาและตายได้ และถ้ารดน้ำมากเกินไปทำให้ความชื้นในวัสดุปักชำสูงเกินไป ในลักษณะน้ำขัง ก็จะทำให้โคนกิ่งปักชำเน่าและตายเช่นกัน (ภาพที่ 9) จึงได้แนะนำวิธีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในและนอกกระโจมปักชำไว้ดังนี้

(1) ในวันที่อากาศภายนอกกระโจมร้อนจัด จะส่งผลให้อุณหภูมิภายในกระโจมสูงขึ้นด้วย การลดอุณหภูมิภายนอกกระโจมโดยการฉีดน้ำทั้งบนหลังคาเรือนเพาะชำ และด้านข้างโดยรอบเรือนเพาะชำให้เปียกชุ่ม จะช่วยลดอุณหภูมิภายนอกและภายในกระโจมอย่างได้ผล ในช่วงที่อากาศร้อนจัด อาจต้องฉีดวันละ 2-3 ครั้ง ในช่วงเที่ยงถึงบ่าย ดังนั้นการปักชำในฤดูฝนจะดีกว่าในฤดูอื่นๆ เพราะการที่มีฝนตกจะช่วยเพิ่มความชื้นและลดอุณหภูมิในอากาศ โดยไม่ต้องทำการฉีดน้ำดังกล่าว

(2) เมื่อวัดอุณหภูมิภายในกระโจมโดยใช้เทอร์โมมิเตอร์พบว่า อุณหภูมิภายในกระโจมขึ้นสูงเกิน 28 องศาเซลเซียส ให้ทำการระบายความร้อนออกจากกระโจมลง โดยการพับพลาสติกที่คลุมขึ้นครึ่งหนึ่งเพื่อให้อากาศภายนอกถ่ายเทเข้าออกประมาณครึ่งชั่วโมง ไม่ควรเปิดนานเกินไป เพราะนอกจากจะระบายความร้อนออกไปแล้ว ความชื้นในกระโจมและความชื้นบริเวณผิวใบจะถูกระบายออกไปด้วย ทำให้กิ่งปักชำเหี่ยวเฉาและตายได้

(3) ความชื้นสูงในกระโจมจะทำให้กิ่งปักชำสดชื้นไม่เหี่ยวเฉา แต่การให้น้ำต้องระวังไม่ให้ท่วมขังในวัสดุปักชำเพราะจะทำให้โคนกิ่งเน่า การยกถาดปักชำให้ลอยสูงจากพื้นดินจะช่วยระบายน้ำจากวัสดุปักชำให้เหลือพอเหมาะไม่ทำให้กิ่งเน่า น้ำที่ระบายลงสู่ดินใต้กระโจมจะระเหยขึ้นมาเพิ่มความชื้นในอากาศอีกทางหนึ่ง ดังนั้นจะต้องให้ดินใต้กระโจมเปียกชุ่มอยู่เสมอด้วย ซึ่งอาจทำได้โดยปล่อยน้ำให้ไหลเข้าใต้ถาดปักชำ

(4) เพื่อการรักษาความชื้นภายในกระโจมและความชื้นบริเวณผิวใบให้สูง ขนาดของกระโจมต้องให้พอเหมาะกับจำนวนกิ่งปักชำไม่ควรให้กระโจมใหญ่เกินไปเพราะความชื้นจากการคายน้ำของใบจะกระจายไปสู่ที่ว่าง ทำให้ความชื้นบริเวณผิวใบลดลง นอกจากนี้ ระยะปักชำไม่ควรให้ห่างมากเพราะจะทำให้ความชื้นรอบกิ่งปักชำลดลง การคายน้ำจากปากใบของแต่ละกิ่งจะช่วยรักษาความชื้นให้กิ่งข้างเคียงด้วย ระยะที่เหมาะสมจึงควรปักชำให้ใบชนกันพอดี ไม่ควรให้ใบซ้อนทับกันเพราะอาจเกิดเชื้อราและเป็นที่ซ่อนตัวของหนอนกินใบ





ก



ข



ค



ง

ภาพที่ 9 การดูแลกล้าปักชำสัก (ก) วัสดุเพาะชำและกระโจมพลาสติก (ข) คลุมกระโจมและรดน้ำรอบบริเวณเพื่อเพิ่มความชื้นและลดอุณหภูมิ (ค) เก็บกิ่งเน่าและตรวจสอบสภาพแปลง (ง) เปิดกระโจมเมื่อกล้าตั้งตัวได้

3.2 วัสดุและภาชนะในการปักชำ

บุญชูบ และคณะ (2537) ได้ทดลองครั้งแรกโดยใช้ขี้เถ้าแกลบบรรจุในกระบะพลาสติกขนาด 36x45x15 เซนติเมตร ประสิทธิ์ และคณะ (2537) และ สุนันทา และคณะ (2539ก, 2539ค) ใช้แกลบเผาผสมทรายหยาบในอัตราส่วน 1:1 คณิต และ สารโจน์ (2545) ศึกษาการปักชำกิ่งในวัสดุต่างๆ กันคือ 1) ทราย 2) ขี้เถ้าแกลบ 3) ทรายและขี้เถ้าแกลบ 4) ทรายขี้เถ้าแกลบและขุยมะพร้าว มีการแตกรากร้อยละ 100, 91.67, 100 และ 100 ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ประสิทธิ์ (2545) แนะนำว่า วัสดุปักชำที่ใช้ในการปักชำ ควรสะอาดปราศจากเชื้อโรค โปร่งและระบายน้ำดี เช่น ทรายหยาบ ขี้เถ้าแกลบ หรือส่วนผสมของขี้เถ้าแกลบผสมทรายหยาบ เพื่อความสะดวกในการปฏิบัติงานสามารถใช้วัสดุเพาะชำกล้าไม้ทั่วไป คือดินผสมขี้เถ้าแกลบและปุ๋ยหมักอัตราส่วน 1:1:1 บรรจุในถุงขนาด 4X6 นิ้ว ประมาณ 3/4 ของถุงแล้วใส่วัสดุปักชำไว้ด้านบน เรียงในกระบะปักชำที่เตรียมไว้ รดน้ำให้ชุ่มทั้งแปลงก่อนการปักชำ จะลดขั้นตอนการย้ายกล้าหลังการแตกรากมาลงถุงอีกที





3.3 ฤดูกาลในการแตกรากของกิ่งปักชำ

งานทดลองเกี่ยวกับการปักชำสัก พบว่า มีการดำเนินการในช่วงเดือนต่างๆ แตกต่างกันไป ตั้งแต่เดือนมีนาคมถึงพฤศจิกายน ตัวอย่างเช่น เดือนมีนาคมถึงตุลาคม (บุญชูบ และคณะ, 2537) เดือนเมษายนถึงพฤศจิกายน (ประสิทธิ์ และคณะ, 2537) เดือนเมษายนถึงกันยายน (สุนันทา และคณะ, 2539ก) เดือนพฤษภาคมถึงกรกฎาคม (สุนันทา และคณะ, 2539ค) เดือนพฤษภาคมถึงมิถุนายน (สุนันทา และคณะ, 2539ข, 2539ง) ผลการศึกษาของประสิทธิ์ และคณะ (2537) ชี้ชัดว่าอัตราการแตกรากของกิ่งปักชำสูงกว่าร้อยละ 75 เมื่อดำเนินการปักชำในเดือนเมษายนถึงกันยายน ซึ่งเป็นช่วงที่มีฝนตกสม่ำเสมอ และอยู่ในช่วงของการเติบโตของต้นสัก แต่อัตราการแตกรากของกิ่งปักชำลดลงเหลือเพียงร้อยละ 55 และ 14 ตามลำดับ เมื่อดำเนินการในเดือนตุลาคมถึงพฤศจิกายนซึ่งเป็นช่วงชะงักการเติบโตของสักสอดคล้องกับการศึกษาของ คณิต และ สารโจน์ (2545) ที่ศึกษาการปักชำสักในฤดูกาลต่างๆ ในส่วนที่พบว่า ฤดูฝน (เดือนสิงหาคม) มีการแตกรากสูงถึงร้อยละ 98.33 ใน 1 เดือน และฤดูหนาว (เดือนธันวาคม) ที่แตกรากต่ำร้อยละ 16.67 ในเดือนที่ 2 แต่ผลการทดลองขัดแย้งกับในฤดูร้อน (เดือนเมษายน) ซึ่งได้ผลการแตกรากเพียงร้อยละ 23.33 ทั้งนี้อาจอธิบายได้ว่าในเดือนเมษายนซึ่งเป็นต้นฤดูฝนมีความผันแปรสูงในเรื่องสภาพอากาศทั้งอุณหภูมิ ความชื้น และปริมาณน้ำฝน ระหว่างที่หนึ่งกับอีกที่หนึ่ง จึงมีผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมขณะปักชำเป็นอย่างมาก

3.4 ระยะเวลาในการแตกรากของกิ่งปักชำ

หลังจากการปักชำกิ่งพบว่าการศึกษาต่างๆ รายงานผลการเก็บข้อมูลการแตกรากของกิ่งปักชำที่เวลาแตกต่างกันตั้งแต่ 2 สัปดาห์ หลังการปักชำ (สุนันทา และคณะ, 2539ค, 2539ง) 15 วัน (ประสิทธิ์ และคณะ, 2537) ซึ่งสุนันทา และคณะ (2539ง) วิจารณ์ว่า น่าจะเป็นการเก็บข้อมูลที่เร็วเกินไป ทำให้ได้ผลการแตกรากต่ำต่างๆ ที่มีกิ่งสดที่ยังไม่แตกรากอีกมาก ถึงแม้ว่าการทดลองส่วนใหญ่จะเก็บข้อมูลหลังการปักชำ 1 เดือน (สุนันทา และคณะ, 2539ก, 2539ค; Pianhanuruk *et al.*, 1996) สุนันทา และคณะ (2543ก) และบุญชูบ และคณะ (2537) แต่ก็มีบางการทดลองที่เก็บข้อมูลช้าออกไป เช่น สุนันทา และคณะ (2539ข) เก็บที่ 6 สัปดาห์ ประสิทธิ์ และจำนรรจ์ (2543) เก็บที่ 2 เดือน มีการศึกษาเปรียบเทียบ พบว่า กิ่งปักชำจากต้นตออายุมากที่เป็นกล้าจากเมล็ดอายุ 1 ปี 5 เดือน เมื่อทิ้งให้ระยะเวลานานขึ้นเป็น 2 เดือน มีการแตกรากเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 67.5 จากร้อยละ 46.25 ที่ 1 เดือน และต้นตอที่เป็นกล้าจากเหง้าอายุ 1 ปี 5 เดือน มีอัตราแตกรากเป็นร้อยละ 21.25 ในเดือนที่ 2 ทั้งๆ ที่ไม่พบการแตกรากในเดือนที่ 1 แต่สำหรับกิ่งปักชำอายุน้อยที่ได้จากกล้าปักชำอายุ 3 เดือน และกล้าจากเมล็ดอายุ 5 เดือน มีการแตกรากสูงถึงร้อยละ 87.5 และร้อยละ 78.75 ในการเก็บข้อมูลเดือนที่ 1 (คณิต และ สารโจน์, 2545) ทั้งนี้ตรงกับข้อสังเกตของ สุนันทา และคณะ (2539ก) ที่พบว่า มีการแตกรากเพิ่มขึ้นเมื่อทำการเก็บข้อมูลช้าในเดือนที่ 2 ลักษณะรากของกล้าปักชำ และการเติบโตเมื่อนำไปปลูกแสดงดังภาพที่ 10





ภาพที่ 10 ระบบรากของกิ่งปักชำ และการเติบโต (ก) กิ่งแตกรากใน 1 เดือน (ข) ลักษณะรากของกล้าอายุ 1 ปี (ค) ต้นสักอายุ 4 เดือน จากกล้าปักชำสายต้นเดียวกัน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการปักชำสัก

อภิชาติ (2535) กล่าวว่า วิธีการตัดปักชำยังไม่สามารถที่จะทำได้กับแม่ไม้ แต่ทำได้กับกล้าไม้อายุ 1-2 ปี โดยใช้ส่วนของลำต้น เหง้า และยอดอ่อนที่แตกตามข้อ แต่รายงานเกี่ยวกับความสำเร็จของการปักชำสักในรูปงานวิจัยที่มีการตีพิมพ์ เริ่มที่บุญชูบ และคณะ (2537) ซึ่งศึกษาการนำยอดอ่อนจากกล้าสักอายุ 5 เดือน มาปักชำโดยใช้ฮอร์โมนเร่งราก IBA และ NAA ที่ความเข้มข้น 300, 500 และ 1,000 ppm เทียบกับ ไม่ใส่ฮอร์โมน พบว่า NAA ที่ความเข้มข้น 1,000 ppm ทำให้แตกรากน้อยกว่าอย่างอื่น และให้รากน้อยกว่า ในปีเดียวกัน ประสิทธิ์ และคณะ (2537) รายงานว่า ฤดูกาลมีอิทธิพลต่อการแตกรากของกิ่งปักชำกล้าสัก ในปีต่อมา สุนันทา และคณะ (2539ก, 2539ข, 2539ค, 2539ง) ได้ศึกษาถึงวิธีการปักชำสักจากกล้าไม้อย่างละเอียดเกือบทุกแง่มุม และประสบความสำเร็จในการปักชำกิ่งจากกล้าไม้ แต่ยังไม่ประสบความสำเร็จในเรื่องการปักชำสักจากกิ่งแก่มากนัก ขณะที่ Pianhanuruk *et al.* (1996) ได้สร้างจุดเปลี่ยนในขบวนการขยายพันธุ์สัก โดยค้นพบวิธีการลดอายุกิ่งของแม่ไม้สักด้วยการติดตามแล้วตัดให้แตกยอดใหม่ก่อนใช้ยอดนั้นมาทำการปักชำ ทำให้กิ่งแก่มีอายุอ่อนลงและออกรากได้ดีขึ้น หลังจากนั้น ประสิทธิ์ และ จรรย์ (2543) ได้ปรับปรุงเทคนิคการปักชำให้ดีขึ้น โดยศึกษาถึงปัจจัยสำคัญบางประการและเทคนิคในการควบคุมสภาพแวดล้อมของแปลงปักชำเพื่อให้กิ่งแก่ที่ปักชำมีอัตราการแตกรากสูงขึ้น โดยไม่ต้องใช้แปลงระบบพ่นหมอก ผลการทดลองนับว่าประสบความสำเร็จอย่างสูง และเพื่อให้สามารถผลิตกล้าปักชำได้จำนวนมาก การจัดการสวนผลิตกิ่งสักเพื่อการปักชำก็มีการศึกษาควบคู่กันไป (ประสิทธิ์ และ จรรย์, 2545) ขณะเดียวกัน สุนันทา และคณะ (2543ข) ได้ศึกษาการผลิตเหง้าสักจากกล้าปักชำและหาเทคนิคการเพิ่มจำนวนกิ่งปักชำด้วยการตัดแต่งกิ่งวิธีต่างๆ (สุนันทา และคณะ, 2543ก) การศึกษา

เกี่ยวกับวิธีการปักชำกิ่งจากกล้าสักได้มีการทำซ้ำอีกครั้ง โดยทีมวิจัยของ ศูนย์วนวัฒนวิจัยที่ 1 จังหวัดเชียงใหม่ (คณิต และ สารโจน์, 2545) และ เปรียบเทียบการเติบโตระหว่างกล้าทั่วไปและกล้าปักชำ (คณิต และคณะ, 2545) ในขณะที่ สมเกียรติ (2545) พยายามผลิตกิ่งสักนอกฤดูโดยใช้สาร Thiourea แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติกับต้นที่ไม่ใช้สาร จากการศึกษา ค้นคว้าเรื่องการปักชำสักอย่างต่อเนื่อง ประสิทธิ์ (2545) ได้รวบรวมและ เรียบเรียงผลงานวิจัยเขียนเป็นตำราเกี่ยวกับการปักชำสักเพื่อการปรับปรุง พันธุ์ขึ้น โดยมีเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการปักชำสักทั้งหมดอย่างละเอียด และ ผลการศึกษาได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในโครงการปรับปรุงพันธุ์สัก โดยใช้ขยาย พันธุ์สายต้นแม่ไม้สักที่มีอยู่ในโครงการทั้งสิ้นเกือบ 500 สายต้น จัดสร้างเป็น แปลงทดสอบแม่ไม้โดยใช้กล้าปักชำ โดยทำทั้งสิ้น 4 ชุดๆ ละ 100 สายต้น ปลุกทดสอบ 4 พื้นที่ (สมบูรณ์ และคณะ, 2550) ทำให้โครงการปรับปรุง พันธุ์สักมีความก้าวหน้ามากขึ้น สามารถประเมินค่าทางพันธุ์ของแม่ไม้ที่ คัดเลือกในโครงการได้สำเร็จ ผลการทดสอบดังกล่าวทำให้สามารถคัดเลือก แม่ไม้ที่จะส่งเสริมให้ราษฎรใช้ปลูกในพื้นที่ลักษณะต่างๆ และสามารถนำไปใช้ เป็นข้อมูลพื้นฐานในการคัดเลือกแม่ไม้ที่จะใช้ในโครงการทดสอบสายพันธุ์ แบบปิดอีกด้วย (ประสิทธิ์, 2550)

ปัจจุบันนี้กรมป่าไม้ได้นำผลการศึกษาเรื่องการปักชำสักทั้งหมด มาขยายผลสู่ภาคปฏิบัติแล้วอย่างเป็นรูปธรรม ที่เห็นได้ชัดเจนได้แก่ โครงการ ปลุกต้นสักเสาชิงช้า ซึ่งกรมป่าไม้ร่วมกับกรุงเทพมหานครและศูนย์พันธุ์ วิศวกรรม ผลิตกล้าสักเสาชิงช้า โดยกรมป่าไม้ รับผิดชอบในการขยายพันธุ์ กล้าไม้โดยใช้กล้าจากการขยายพันธุ์ด้วยวิธีเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อของศูนย์พันธุ์ วิศวกรรม จำนวน 200,000 กล้า ด้วยเทคนิคการปักชำเพื่อเพิ่มจำนวนให้เป็น 1,000,000 กล้า เพื่อแจกจ่ายแก่ประชาชน



การขยายพันธุ์สักโดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

เนื้อหาของเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อสักที่น่าเสนอในที่นี้จะครอบคลุม เฉพาะในส่วนของการจัดการพืชเท่านั้น เนื้อหาในส่วนของการปฏิบัติการ เช่น อุปกรณ์เครื่องมือ เทคนิคการทำงานในสภาพปลอดเชื้อ การเตรียมอาหาร และสารเคมี และการจัดการในห้องปฏิบัติการ ผู้อ่านสามารถค้นคว้าได้จาก ตำราทั่วไป แต่ถ้าหากจะให้ได้สามารถลงมือปฏิบัติการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อสักได้ จำเป็นต้องได้รับการศึกษา การฝึกอบรมเบื้องต้น หรือผ่านการทำงานในห้อง ปฏิบัติการจริงมาก่อน แล้วใช้ข้อมูลที่มีในเล่มนี้เพิ่มเติมในการปฏิบัติงานอีก ครั้งหนึ่ง

ชิ้นส่วนพืชที่ใช้ในการเพาะเลี้ยง

ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อสักนั้นพบว่า ชิ้นส่วนของสักที่นำเข้ามาเพาะ เลี้ยงเนื้อเยื่อนั้นสามารถนำมาใช้ได้ทั้งชิ้นส่วนที่เป็นยอดอ่อน ส่วนของเมล็ด ทั้งเมล็ดอ่อนและเมล็ดแก่ (จำนรรจ์, 2550; Gupta *et al.*, 1980; Reddy *et al.*, 1997) ซึ่งการที่จะใช้เนื้อเยื่อชนิดใดมาทำการเพาะเลี้ยงนั้น ขึ้นอยู่กับ วัตถุประสงค์ของการเพาะเลี้ยง การเลือกชิ้นส่วนที่ถูกต้องตามวัตถุประสงค์ จะให้ประโยชน์สูงสุดในการเพาะเลี้ยง จำนรรจ์ (2546ก) ได้แนะนำหลักการ เลือกพิจารณาเลือกชิ้นส่วนพืชของสักที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงไว้ดังนี้



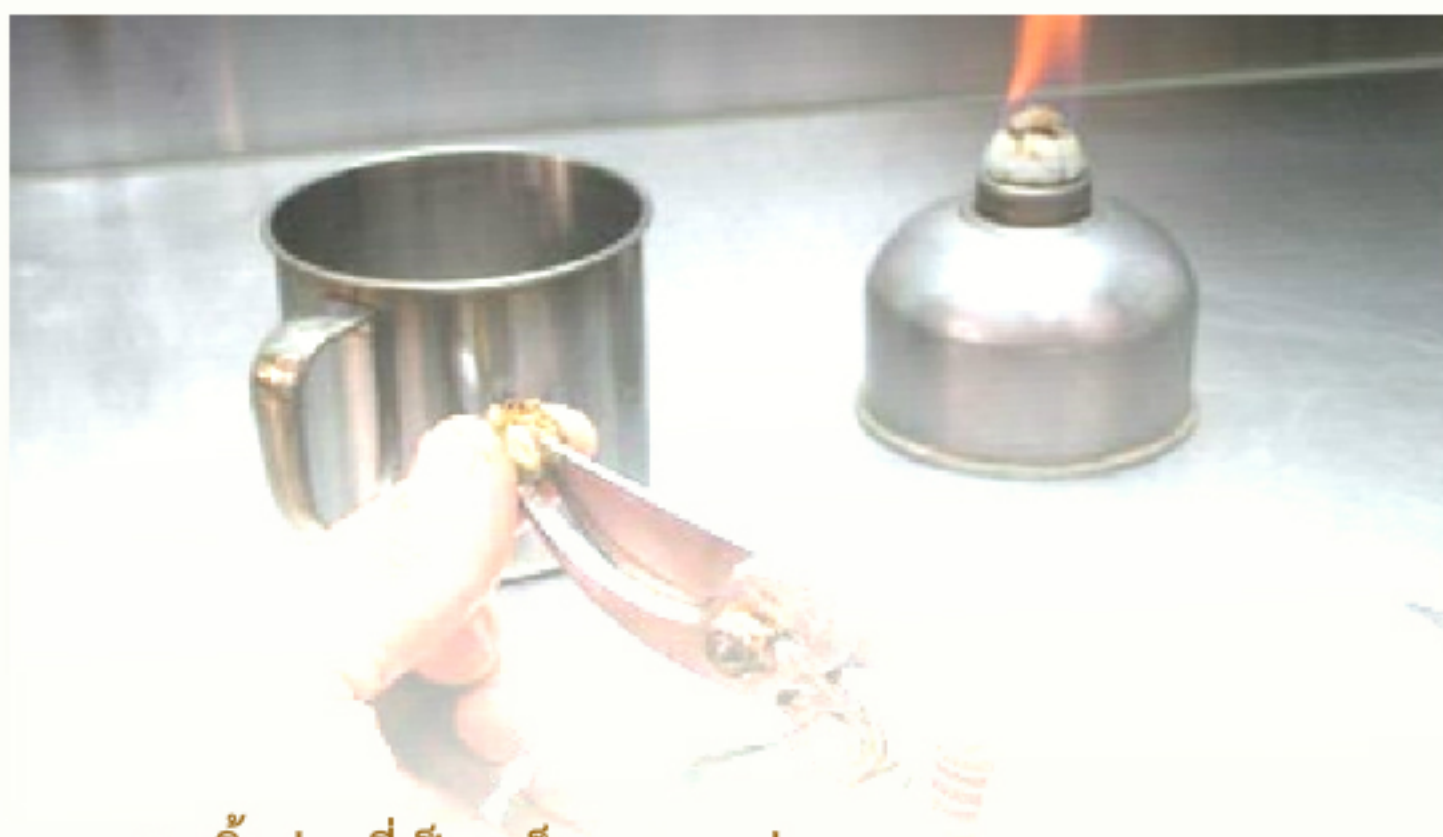
1. ชิ้นส่วนที่เป็นยอดอ่อน

การใช้ชิ้นส่วนที่เป็นยอดอ่อนมาเพาะเลี้ยง สามารถตอบสนองวัตถุประสงค์ในการขยายพันธุ์แม่ไม้พันธุ์ดีที่ผ่านการคัดเลือกหรือผ่านการทดสอบแล้วว่า มีลักษณะดีตามต้องการ เพื่อเพิ่มจำนวนสักพันธุ์ดีเหล่านี้ไปปลูกสร้างสวนป่าขนาดใหญ่ได้มากและรวดเร็ว (จินตนา, 2544) แม่ไม้เหล่านี้ควรเป็นต้นไม้ที่มีอายุมากพอที่จะแสดงลักษณะรูปทรงให้เห็นแล้ว หรือหาประวัติการเติบโตได้

2. ชิ้นส่วนที่เป็นเมล็ดจากผลอ่อน

การใช้เมล็ดจากผลอ่อนเป็นชิ้นส่วนในการเพาะเลี้ยง เพื่อช่วยเหลือเมล็ดให้มีชีวิตรอดเป็นต้นได้ก่อนที่จะถูกทำลายเสียหายด้วยแมลงหรือลมพายุ ในระหว่างการพัฒนาของผล (จำนรรจ์, 2550) อย่างไรก็ตามเมล็ดเหล่านี้จะต้องมีความสำคัญและมีราคาแพงจึงจะคุ้มค่าต่อการนำมาเพาะเลี้ยง เช่น เมล็ดที่ได้จากการผสมเกสรแบบควบคุมที่จะนำไปใช้ในการปลูกทดสอบสายพันธุ์ หรือเมล็ดที่เกิดจากการผสมของต้นพ่อต้นแม่ที่ได้รับการพิสูจน์แล้วว่าให้ลูกไม้ที่มีลักษณะเป็นเลิศและเป็นที่ต้องการสูง แต่มีผลผลิตเมล็ดเพียงเล็กน้อย การเลี้ยงผลอ่อนที่มีอายุยังน้อยจะยิ่งช่วยแก้ปัญหาเรื่องแมลงกินผลอ่อนได้ดีกว่า จำนรรจ์ (2550) พบว่า เมล็ดอ่อนที่เก็บในเดือนตุลาคมจำนวนหนึ่งมีลักษณะใบเลี้ยงแบนบางคล้ายจะเป็นเมล็ดลีบหรือมีขนาดเล็กกว่าปกติ คาดว่า จะไม่พัฒนาต่อไป แต่เมื่อนำมาเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ บางส่วนสามารถที่จะเพาะเลี้ยงเป็นกล้าปกติได้แต่บางส่วนก็ตายไป





3. ชิ้นส่วนที่เป็นเมล็ดจากผลแก่

การใช้เมล็ดแก่มาเพาะเลี้ยง เพื่อเป็นการเพิ่มปริมาณต้นกล้าของ สักพันธุ์ดีที่มีเมล็ดจำนวนจำกัดให้มีปริมาณมากขึ้นอย่างรวดเร็ว (อภิชาติ และ พิมพีใจ, 2535; สมหวัง, 2540) แต่การเพาะจากเมล็ดที่เก็บจากแหล่งทั่วไปและ เมล็ดมีปริมาณมาก ควรพิจารณาเลือกใช้วิธีการขยายพันธุ์ให้รอบคอบเพราะ การขยายพันธุ์ด้วยวิธีเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อนี้ไม่ได้เป็นการปรับปรุงพันธุ์ให้ดีขึ้น เพียงแต่เพิ่มปริมาณให้มากขึ้นเท่านั้น ดังนั้นหากเมล็ดพันธุ์ที่ได้มาไม่ใช่พันธุ์ดี ควรเลือกเพาะเมล็ดด้วยวิธีปกติ หากมีปริมาณไม่มากพออาจขยายพันธุ์ด้วยการปักชำจะง่ายกว่าและคุ้มค่ากว่า



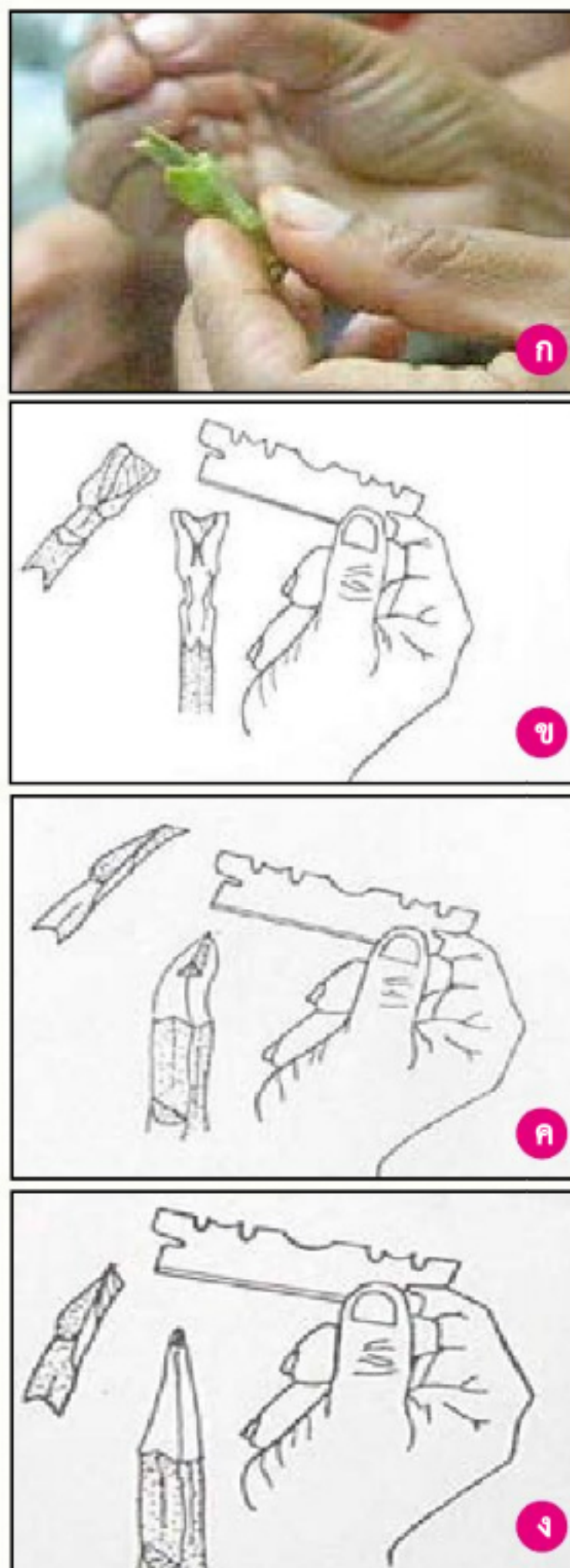


เทคนิคปลอดเชื้อเพื่อนำชิ้นส่วนพืชเข้าเพาะเลี้ยง

เทคนิคการฟอกฆ่าเชื้อเพื่อทำความสะอาดชิ้นส่วนพืชให้ปราศจากเชื้อ ก่อนนำเข้าเพาะเลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อ เป็นขั้นตอนแรกในกระบวนการเพาะเลี้ยง เนื้อเยื่อ สำหรับสั๊กมีเทคนิคแตกต่างกันไปตามลักษณะของชิ้นส่วนที่นำเข้า ได้แก่ ยอดอ่อน เมล็ดอ่อน และเมล็ดจากผลแก่ ดังนี้

1. เทคนิคการฟอกฆ่าเชื้อยอดอ่อน

สำหรับสั๊กมีการปฏิบัติแตกต่างกันเป็น 2 วิธี วิธีแรก เป็นการใช้ สารเคมีต่างๆ ฟอกฆ่าเชื้อบริเวณผิว (อภิชาติ และ พิมพีใจ, 2535; จินตนา, 2544) ส่วนอีกวิธีหนึ่งเป็นวิธีฟอกสด ซึ่งพัฒนาขึ้นโดยห้องปฏิบัติการเพาะเลี้ยง เนื้อเยื่อของมูลนิธิแม่ฟ้าหลวง พระตำหนักดอยตุง อำเภอแม่จัน จังหวัดเชียงราย แล้วถูกนำมาประยุกต์ใช้และพัฒนาต่อโดย จันรรจ์ (2545) จนประสบความสำเร็จ และได้ทำการทดลองเปรียบเทียบทั้ง 2 วิธี พบว่าการฟอกสดเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพดีกว่า และผู้ปฏิบัติงานได้รับความปลอดภัยจากสารเคมี มากกว่า และได้ให้ความเห็นว่า สาเหตุสำคัญที่การใช้สารเคมีมีประสิทธิภาพ น้อยกว่า น่าจะมาจากลักษณะของผิวชั้นนอกของยอดสั๊กที่มีขนละเอียดเล็กๆ ปกคลุมอยู่เป็นจำนวนมาก เป็นการยากที่สารเคมีจะสัมผัสกับผิวและฆ่าเชื้อ ได้อย่างทั่วถึง (ภาพที่ 11)



ภาพที่ 11 การฟอกฆ่าเชื้อขุดอ่อนด้วยวิธีฟอกสด (ก) ขุดอ่อนที่ฟันด้วยแอลกอฮอล์ ความเข้มข้นร้อยละ 70 แล้ว (ข) แนวการปอกขุดครั้งที่ 1 (ค) แนวการปอกขุดครั้งที่ 2 และ 3 (ง) แนวการปอกขุดครั้งที่ 4

ขั้นตอนการปฏิบัติการฟอกฆ่าเชื้อด้วยการใช้สารเคมีมีวิธีทำ โดยนำยอดผักที่แตกใหม่จากต้นพันธุ์หรือยอดติดตาที่ตัดให้แตกใหม่ ลักษณะปลายยอดมีใบตูมหุ้มยอดอยู่ตัดแต่งยอดให้มีขนาด 0.5-1.0 เซนติเมตร แล้วจึงนำไปฟอกฆ่าเชื้อในสารละลายของสารเคมีต่างๆ ที่ความเข้มข้นและเวลาต่างๆ กัน เช่น คลอโรกซ์ (6% Sodium hypochlorite- NaOCl) ความเข้มข้นร้อยละ 10 (จำนรรจ์, 2545) หรือ เมอคิวรีคลอไรด์ (Mercury chloride- HgCl_2) ความเข้มข้นร้อยละ 0.05 เป็นเวลา 20 นาที (จินตนา, 2544; Reddy *et al.*, 1997) ก่อนที่จะล้างซ้ำด้วยน้ำที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อแล้ว 3 ครั้ง ครั้งละประมาณ 1 นาที ทำการตัดแต่งบาดแผลยอดผักแล้วนำไปเพาะเลี้ยงในอาหารวิทยาศาสตร์ อภิชาติ และ พิมพใจ (2535) ได้ทดลองใช้ทั้ง HgCl_2 และคลอโรกซ์ ที่ความเข้มข้นต่างๆ และเวลาต่างๆ ได้ผลต่างกันตามฤดูกาล โดยพบว่า ฤดูกาลแตกตา (เดือนเมษายนถึงมิถุนายน) ได้ผลดีที่สุด ในขณะที่ จินตนา (2544) พบว่า ความยาวของยอดที่เหมาะสมในการนำมาทำความสะอาด คือ ยอดที่มีความยาวน้อยกว่า 0.5 เซนติเมตร

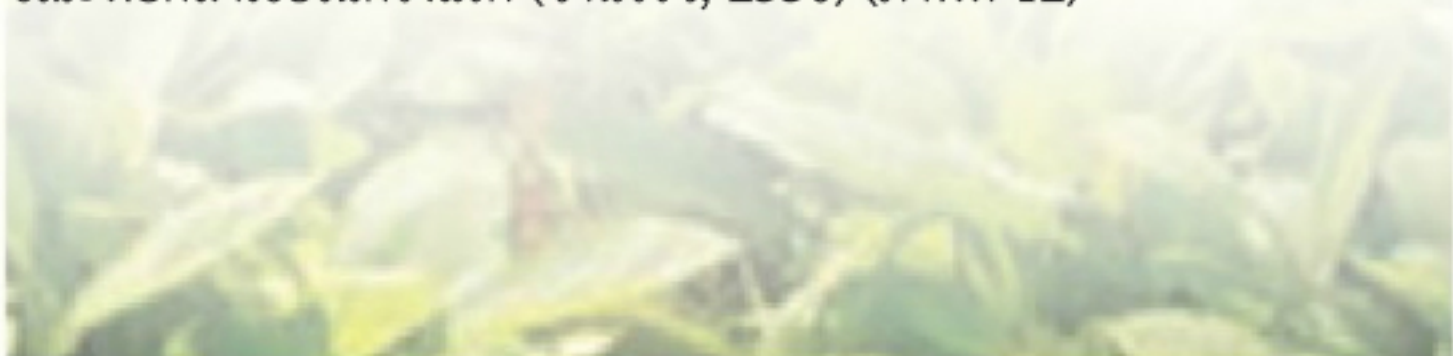


ขั้นตอนการปฏิบัติการด้วยการฟอกสด ทำโดยเลือกยอดลักษณะเดียวกันกับยอดที่ฟอกฆ่าเชื้อด้วยสารเคมี วิธีการที่พัฒนาโดยมูลนิธิแม่ฟ้าหลวง เริ่มด้วยการฉีดยอดอ่อนสักด้วยแอลกอฮอล์ความเข้มข้นร้อยละ 70 ให้ทั่วแล้วใช้มีดผ่าตัดปกผิวบริเวณปลายยอดออกหลายครั้งจนเหลือปลายยอดเล็กๆ มีขนาดประมาณ 0.1–0.2 เซนติเมตร ยาวประมาณ 0.5 เซนติเมตร พบว่า มีเปอร์เซ็นต์ยอดที่ปราศจากเชื้อสูงมาก แต่อย่างไรก็ตามยอดพัฒนาต่อไปได้น้อยเนื่องจากชิ้นส่วนที่นำมาเลี้ยงมีขนาดเล็กเกินไป โดยเฉพาะส่วนปลายยอด (จันรรจ, 2545) หลังจากการประยุกต์เทคนิคการฟอกฆ่าเชื้อดังกล่าวโดยหาวิธีตัดแต่งให้ได้ชิ้นส่วนที่มีขนาดใหญ่ขึ้นเพียงพอที่ยอดจะพัฒนาต่อไปได้ พบว่า เทคนิคที่ปรับปรุงใหม่นี้ได้ชิ้นส่วนที่มีความสะอาดปราศจากเชื้อสูงเช่นเดียวกัน และชิ้นส่วนพัฒนาต่อไปได้ดีมาก จันรรจ (2546ก) ได้บรรยายขั้นตอนการฟอกสดไว้อย่างละเอียดพร้อมทั้งมีภาพประกอบ อีกทั้งได้ถ่ายทอดความรู้ในรูปแบบของการฝึกอบรมแก่เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่ออื่นๆ จากหลายองค์กร เช่น องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ คณะวนศาสตร์ ส่วนเพาะชำ กรมป่าไม้ มหาวิทยาลัยนเรศวร ฯลฯ ในปัจจุบันเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการสถานีวิจัยวนวัฒนวิสัยาว ได้พัฒนาเทคนิคเพิ่มขึ้นโดยใช้ตาข้างที่อยู่ตามข้อต่ำลงมาจากปลายยอด 2-3 ข้อ แทนการใช้เฉพาะส่วนที่เป็นปลายยอดเท่านั้น พบว่าตาข้างมีการตอบสนองต่ออาหารได้เร็วกว่า ทำให้ได้จำนวนชิ้นส่วนต่อ 1 ยอดมากขึ้น อีกทั้งตาข้างเหี่ยวช้ากว่าจึงสามารถยืดเวลาเก็บไว้ได้นานขึ้นอย่างน้อย 2-3 วัน ก่อนการฟอกฆ่าเชื้อ ไม่จำเป็นต้องรีบฟอกฆ่าเชื้อทันที



2. การฟอกฆ่าเชื้อชิ้นส่วนที่เป็นเมล็ดอ่อน

การฟอกฆ่าเชื้อวิธีนี้ดำเนินการเพียง 2 ห้องปฏิบัติการ คือที่ สถานีวนวัฒนวิจัยาว (จันรจร, 2550) และห้องปฏิบัติการสวนป่าแม่เกาะ ขององคการอุตสาหกรรมป่าไม้ (นิรนาม, 2555ก) วิธีการฟอกฆ่าเชื้อเนื้อเยื่อ ที่เป็นเมล็ดอ่อน ทำโดยนำผลอ่อนที่ได้มาใหม่ๆ หรือก้างคินได้ไม่ควรเกิน 1 คิน ฉีดผลด้วยแอลกอฮอล์ความเข้มข้นร้อยละ 70 ก่อนเข้าตู้ ฉีดที่ละผล ฟอกฆ่าเชื้อ เสร็จแล้วค่อยฉีดเข้าไปใหม่ ใช้ปากคีบคีบผลที่จะฟอกฆ่าเชื้อ จุ่มลงในแอลกอฮอล์ ความเข้มข้นร้อยละ 95 แล้วลนด้วยเปลวไฟให้ลูกทวม 1 ครั้ง ใช้มีดผ่าตัดปอก เอาเนื้อผลอ่อนภายนอกออกให้หมดเหลือเฉพาะเปลือกแข็งด้านใน ก่อนใช้ กรรไกรตัดกิ่งที่นึ่งฆ่าเชื้อแล้วตัดตามรอยต่อในลักษณะกะเทาะ เมื่อเห็น เมล็ดอ่อนที่อยู่ข้างใน ใช้ปากคีบปลายแหลมคีบเมล็ดออกมาใส่ในจานตัด โดยระวังไม่ให้มือหรืออุปกรณ์ที่ยังไม่ได้เผาสัมผัสกับเมล็ดเป็นอันตราย ดึงเยื่อหุ้ม เมล็ดออกด้วยปากคีบให้เหลือใบเลี้ยง 2 ใบประกบกันอยู่ภายใน จึงคีบใส่ อาหารที่เตรียมไว้ 1 เมล็ด เลี้ยงในอาหาร 1 ขวด หรือ 1 หลอด แกะเมล็ด ที่เหลือไปจนหมด 1 ผล อาจแกะได้มากกว่า 1 เมล็ด (จันรจร, 2546ก) ภายหลังได้พัฒนาเทคนิคให้ทำได้ง่ายขึ้น โดยล้างผลด้วยแอลกอฮอล์ความเข้มข้นร้อยละ 70 ครั้งละประมาณ 20 ผลพร้อมกัน ก่อนนำเข้าตู้ปลอดเชื้อ จากนั้นแบ่งมา 5 ผล ใส่ในจานสแตนเลส ตัดไฟด้วยแอลกอฮอล์ความเข้มข้น ร้อยละ 95 ประมาณ 1 ช้อนชา ใช้กรรไกรตัดผลเลยโดยไม่ต้องปอกเอาเนื้อผล ออกแต่อย่างใด หลังจากพบเมล็ดแล้วคีบเมล็ดทิ้งเปลือกหุ้มเพาะในอาหาร ก่อนซัก 3-7 วัน ค่อยนำกลับมาดึงเยื่อหุ้มออก เยื่อหุ้มจะหลุดง่ายกว่าการดึง ขณะฟอกฆ่าเชื้อในครั้งแรก (จันรจร, 2550) (ภาพที่ 12)





ก



ข



ค



ง

ภาพที่ 12 การฟอกฆ่าเชื้อเมล็ดอ่อน (ก) แช่เมล็ดในแอลกอฮอล์ความเข้มข้นร้อยละ 70 เป็นเวลา 1 นาที (ข) เติมน้ำในแอลกอฮอล์ความเข้มข้นร้อยละ 95 (ค) กะเพาะ เปลือกด้วยกรรไกรที่ฆ่าเชื้อแล้ว (ง) คีบเมล็ดลงเพาะในขวดเพาะเลี้ยง

3. การฟอกฆ่าเชื้อเมล็ดแก่

เทคนิคการฟอกฆ่าเชื้อเมล็ดแก่ เริ่มจากการคัดเลือกผลที่จะนำมาฟอกฆ่าเชื้อ ต้องเลือกผลที่ไม่มีร่องรอยของแมลงทำลาย ไม่มีร่องรอยเชื้อราบนเมล็ด และเลือกผลที่เก็บใหม่จะตอบสนองและพัฒนาได้ดีกว่าเมล็ดที่เก็บค้างไว้นานหลายปี ส่วนขั้นตอนการฟอกฆ่าเชื้อ พบว่าถ้าใช้วิธีเดียวกับการฟอกฆ่าเชื้อผลอ่อน เมล็ดจะติดเชื้อมากถึงร้อยละ 50 แต่ถ้าทำการกะเทาะเปลือกแล้วนำเมล็ดมาฟอกฆ่าเชื้อด้วยสารเคมีจะได้ผลดีกว่า ส่วนวิธีการกะเทาะเมล็ดสักออกจากเปลือกมี 3 วิธี ได้แก่ การใช้ค้อนทุบ การใช้แม่แรงบีบ และใช้กรรไกรตัดกะเทาะตามโครงสร้างของเมล็ด ซึ่งวิธีหลังเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพสูงสุด แต่ไม่ว่าจะใช้เทคนิคการกะเทาะเมล็ดด้วยวิธีใดก็ตาม เมื่อได้เมล็ดมากเพียงพอ ให้คัดเฉพาะเมล็ดที่สมบูรณ์ไม่มีร่องรอยการเกิดเชื้อรามาทำการฟอกฆ่าเชื้อโดยใช้สารเคมี (จันรรจ์, 2546ก; จันรรจ์, 2550) ดังนี้

(1) นำเมล็ดที่ได้แช่ในน้ำยาคลอโรกซ์ ที่นำมาเจือจางลงโดยการผสมน้ำกลั่นหนึ่งฆ่าเชื้อที่ความเข้มข้นร้อยละ 30 ใส่ในน้ำยาล้างจาน 2-3 หยด เขย่าเป็นเวลา 10 นาที



(2) ล้างน้ำยาออกให้หมดโดยการล้างด้วยน้ำกลั่นหนึ่ง
ฆ่าเชื้อ 2-3 ครั้ง

(3) ฟอกฆ่าเชื้อซ้ำอีกครั้งด้วยคลอโรกซ์ที่เจือจางลงเหลือ
ร้อยละ 10 ใส่ น้ำยาล้างจาน 2-3 หยด เขย่าเป็นเวลา 10 นาที

(4) ล้างน้ำยาออกให้หมด โดยการล้างด้วยน้ำกลั่นหนึ่ง
ฆ่าเชื้อ 2-3 ครั้ง แต่ละครึ่งประมาณ 5 นาที จากนั้นย้ายเมล็ดลงบนอาหารเพาะ
เลี้ยง 1 เมล็ด ต่อ 1 ขวด หรือ 1 หลอด ขั้นตอนทั้งหมดนี้ทำในสภาพปลอดเชื้อ

ขั้นตอนการฟอกฆ่าเชื้อที่แสดงดังข้างต้นนี้เป็นขั้นตอนที่ใช้กัน
โดยทั่วไป แต่จะมีรายละเอียดต่างกันในตัวสารเคมีที่นำมาฆ่าเชื้อ ความเข้มข้น
ของสารเคมี และเวลาที่ใช้ เช่น อภิชาติ และ พิมพ์ใจ (2535) ใช้ น้ำยาคลอโรกซ์
ความเข้มข้นร้อยละ 10 เขย่านาน 10 นาที ขณะที่ สมหวัง (2540) ใช้เวลา
15 นาที Reddy *et al.* (1997) ทำการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อสักจากการเตรียม
ผลแก่ โดยนำผลไปล้างและแช่ในจิบเบอเรลลิก แอซิด (GA_3) เข้มข้น 10
มิลลิกรัมต่อลิตร จากนั้นจึงนำมาฟอกฆ่าเชื้อกำจัดเชื้อโดยใช้ $HgCl_2$ เป็นต้น



การดำเนินการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อสัก

เมื่อผ่านขั้นตอนการฟอกฆ่าเชื้อชิ้นส่วน และได้ชิ้นส่วนปลอดเชื้อของพืช มาอยู่ในหลอดทดลองหรือขวดเพาะเลี้ยง ชิ้นส่วนพืชจะมีระยะพัฒนาการของ เนื้อเยื่อแบ่งเป็น 3 ระยะแตกต่างกันอย่างชัดเจน คือ ระยะเริ่มต้น ระยะขยาย หรือเพิ่มจำนวน และระยะสุดท้ายที่เป็นการชักนำให้เกิดรากเพื่อเตรียมพร้อม ออกสู่สภาพภายนอกต่อไป (Kyte, 1990) แต่ละระยะจะมีเป้าหมายในการ เพาะเลี้ยง ลักษณะของเนื้อเยื่อ และสูตรอาหารที่ใช้เพาะเลี้ยงแตกต่างกัน การดำเนินการหรือการจัดการภายในห้องปฏิบัติการจึงมีความแตกต่างกัน ดังนี้

1. ระยะเริ่มต้น

ระยะเริ่มต้นเป็นระยะที่ชิ้นส่วนพืชถูกนำจากสภาพแวดล้อม ภายนอก มาเลี้ยงภายในขวดเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ พืชจะต้องมีการปรับตัวให้อยู่ ในสภาพแวดล้อมที่ควบคุมทั้งธาตุอาหาร อากาศ อุณหภูมิ แสง หรือแม้แต่ พื้นที่ในการเติบโต ซึ่งมีขนาดแคบมากเมื่อเทียบกับสภาพภายนอกที่มีอยู่ตาม ธรรมชาติ การปรับตัวนี้จะต้องใช้เวลาและมีวิธีในการจัดการ เป้าหมายของ การเพาะเลี้ยงในระยะเริ่มต้นนี้เพื่อชักนำให้เนื้อเยื่อปรับสภาพเข้าสู่ระยะ ขยายหรือเพิ่มจำนวน และให้มีชีวิตอยู่ในสภาพของการเพาะเลี้ยงได้

1.1 สูตรอาหารระยะเริ่มต้น

ในไม้ชนิดต่างๆ จะมีสูตรอาหารเริ่มต้นต่างๆ กัน บางชนิด สามารถใช้อาหารสูตรเดียวตลอดการเพาะเลี้ยง บางชนิดต้องเปลี่ยนแปลง ไปบ้าง ในชนิดไม้ที่ยังไม่เคยมีผู้ศึกษามาก่อนหรือผู้เพาะเลี้ยงยังไม่ทราบสูตร อาหารที่จะใช้ Kyte (1990) แนะนำการหาสูตรอาหารเริ่มต้นว่า อาจต้องเริ่ม ทดลองสูตรที่มีอยู่หลายๆ สูตร อาจจะเริ่มที่สูตรอาหารที่ทราบว่าใช้ได้ผลดีกับ ไม้ในตระกูล (Family) หรือสกุล (Genus) เดียวกัน อีกอย่างหนึ่งถ้าเป็นไม้พุ่ม หรือไม้เนื้ออ่อน อาจจะลองโดยใช้สูตรของ Murashige and Skoog (1962) ที่มีความเข้มข้นเพียงครึ่งเดียวโดยไม่ใส่ฮอร์โมน ถ้าเป็นไม้เนื้อแข็งอาจจะลอง

สูตรอาหารสำหรับไม้เนื้อแข็งของ McCown ที่ไม่ใส่ฮอร์โมน ในการศึกษาสัก จะเห็นได้ว่า การศึกษาส่วนใหญ่ใช้สูตรอาหาร MS แล้วได้ผลดี จึงควรเริ่มต้น ด้วยอาหารสูตรนี้ อย่างไรก็ตามดังที่กล่าวไว้เกี่ยวกับชิ้นส่วนที่นำเข้าเพาะเลี้ยง ของสักนั้นมี 3 ลักษณะ คือ เมล็ดอ่อน เมล็ดแก่ และยอดอ่อนนั้น พบว่า มีสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการพัฒนาของชิ้นส่วนทั้ง 3 แบบ ในระยะเริ่มต้น ต่างกันดังนี้

1.1.1 สูตรอาหารเริ่มต้นสำหรับชิ้นส่วนที่เป็นเมล็ดอ่อน

จากการศึกษาของ จันรรจ์(2550)พบว่าสามารถใช้สูตร 1/2 MS ที่เพิ่ม 6-Benzylaminopurine (BAP) 0.25 มิลลิกรัมต่อลิตร และ โคเนติน (Kn) 0.125 มิลลิกรัมต่อลิตร ได้ดีกับเมล็ดที่เก็บตั้งแต่เดือน ตุลาคมขึ้นไป ส่วนเมล็ดที่อ่อนมากๆ เช่น เมล็ดที่เก็บในเดือนสิงหาคม เมล็ดมีการพัฒนาในระยะเริ่มแรกเพียงสั้นๆ จากนั้นก็ตายไป จำเป็นต้องศึกษาเพิ่มเติม เพื่อหาสูตรอาหารที่จะเลี้ยงให้เอ็มบริโอที่ยังอ่อนนี้พัฒนาต่อไปได้



1.1.2 สูตรอาหารเริ่มต้นสำหรับชิ้นส่วนที่เป็นเมล็ดแก่

อาหารแข็งที่เป็นวันอย่างเดียวก็น่าจะสามารถเพาะเมล็ดสักให้งอกเป็นต้นสมบูรณ์ได้ เนื่องจากเมล็ดมีอาหารที่เก็บไว้ในใบเลี้ยงต้นที่เกิดขึ้นจะมีอาการปกติ แต่เมื่อเลี้ยงในอาหารเริ่มต้นที่เป็นสูตร 1/2 MS ที่เพิ่ม BAP 0.25 มิลลิกรัมต่อลิตร และ Kn 0.125 มิลลิกรัมต่อลิตร (จำนรรจ์, 2550) ต้นที่เกิดขึ้นจะมีลักษณะผิดปกติคือใบเลี้ยงบวมหนาและผิดรูป แต่ต้นอ่อนจะปกติ ซึ่งสามารถเพาะเลี้ยงต่อไปได้ (สมหวัง, 2540; จำนรรจ์, 2546ก) พบว่าเมล็ดสักสามารถงอกและพัฒนาเป็นต้นกล้าที่สมบูรณ์ เมื่อเลี้ยงบนอาหารดัดแปลงสูตร MS เป็นเวลา 30 วัน เมื่อเลี้ยงในอาหารสูตร 1/4 MS ที่ไม่มีฮอร์โมนได้จำนวนข้อมากที่สุด สำหรับสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อสักโดยใช้เมล็ดนั้น อภิชาติ และ พิมพ์ใจ (2535) พบว่า สูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการงอกและเติบโตของกล้าสักก่อนนำมาขยายพันธุ์ จะเป็นสูตรที่มีแร่ธาตุอาหารหลัก (Macro-nutrients) ในปริมาณต่ำโดยใช้สูตรอาหารของ White (1963) และใช้สูตรธาตุอาหารรอง (Micro-nutrients) และเกลือของ MS และสารอาหารอื่นๆ เช่น Glycine Nicotinic acid, Pyridoxine HCl, Thiamine HCl และ Sucrose แต่ขัดแย้งกับผลการศึกษาของ สมหวัง (2540) ที่พบว่า การเลี้ยงเมล็ดสักบนอาหารสูตร MS ที่ปริมาณธาตุอาหารระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน คือ 1, 1/2, 1/4 และ 1/8 เท่าเป็นเวลา 30 วัน มีการเติบโตได้ดีกว่าเมล็ดสักที่เลี้ยงบนอาหารสูตร White ที่ระดับความเข้มข้นของธาตุอาหารแตกต่างกันและอาหารที่เติมน้ำตาลซูโครสความเข้มข้นร้อยละ 2 น่าจะเป็นผลเนื่องจากอาหารสูตร MS ประกอบด้วยธาตุอาหารต่างๆ ที่พืชต้องการครบถ้วนและมีความเข้มข้นของธาตุอาหารในระดับสูง ในขณะที่อาหารสูตร White ประกอบด้วยธาตุอาหารพืชไม่ครบทุกธาตุอาหารและมีปริมาณธาตุอาหารในระดับต่ำ

1.1.3 สูตรอาหารเริ่มต้นสำหรับชิ้นส่วนที่เป็นยอดอ่อน

จำนรรจ์ (2545) พบว่า การลดความเข้มข้นอาหารสูตร MS ลงครึ่งหนึ่ง ร่วมกับการใส่ BAP 0.25 มิลลิกรัมต่อลิตร และ Kn 0.125 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้ชักจำนวน 43 สายพันธุ์ จาก 72 สายพันธุ์ พัฒนาในระยะเริ่มต้นได้ดีโดยมีใบและปล้อง (Internode) ยาวและพร้อมที่จะนำไปเลี้ยงในอาหารเพื่อการเพิ่มจำนวนยอดได้ การเริ่มฟอกฆ่าเชื้อยอดสักเข้าไปใหม่จึงควรเริ่มจากอาหารสูตรนี้ก่อน หากไม่ได้ผลจึงค่อยปรับความเข้มข้นของฮอร์โมนและอาหารให้แตกต่างออกไป จินตนา (2544) ศึกษาการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อปลายยอดสักจากแม่ไม้สักพันธุ์กรรมดี พบว่า ยอดที่ปราศจากเชื้อสามารถพัฒนาสู่ระยะขยายได้ภายใน 45 วัน เมื่อเลี้ยงในอาหารสูตร MS ที่ปราศจากสารควบคุมการเติบโตเป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อให้ยอดขับสารที่เรียกว่า Secondary metabolites ซึ่งเป็นสารพวกสารประกอบฟีนอลิก (Phenolic compounds) ออกมาในอาหาร แล้วย้ายไปเลี้ยงในอาหารสูตร MS ที่เติม BAP ความเข้มข้น 5 มิลลิกรัมต่อลิตร Apavatjirut *et al.* (1987) ทำการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อสักโดยใช้ส่วนที่เป็นข้อโดยนำไปเลี้ยงในอาหารสูตร SH (Schenk and Hilderland, 1972) และ MS ร่วมกับชูโครสความเข้มข้นร้อยละ 3 และ IBA กับ BAP ความเข้มข้น 0.3 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ



1.2 พัฒนาการของเนื้อเยื่อในระยะเริ่มต้น

1.2.1 พัฒนาการระยะเริ่มต้นของชิ้นส่วนที่มาจากเมล็ด

นำเมล็ดอ่อนที่แกะจากผลอ่อนที่มีอายุต่างๆ กันมา เพาะเลี้ยงในอาหารสูตร 1/2 MS ที่ลดความเข้มข้นลงครึ่งหนึ่ง ที่มี BAP 0.25 มิลลิกรัมต่อลิตร และ Kn 0.125 มิลลิกรัมต่อลิตร จานรรจ์ (2550) พบว่า เมล็ดอ่อนที่มีอายุต่างกันตอบสนองต่ออาหาร และมีพัฒนาการของการงอก (ภาพที่ 13) แตกต่างกันดังนี้

เมล็ดอ่อนที่เก็บในเดือนสิงหาคม เมื่อใส่เมล็ดลงไปในอาหารทั้งเมล็ดจะไม่มี การตอบสนองต่ออาหารเลย แต่ถ้าเมล็ดมีรอยแตก หรือขี้เปลือกออกจะมีการตอบสนองต่ออาหาร หลังการเพาะเลี้ยง 2 สัปดาห์ บางเมล็ดบริเวณที่เป็นรู้นี้ใสๆ จะมีเอ็มบริโองอกเป็นสีเขียวใสขนาดเล็กๆ บางเมล็ดจะเห็นเป็นใบเลี้ยง 2 ข้าง ขนาดประมาณ 3 มิลลิเมตร อย่างไรก็ตาม เมื่อเลี้ยงต่อไป เมล็ดเหล่านี้ก็ค่อยๆ เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลและตายไปในที่สุด จำเป็นต้องศึกษาเพิ่มเติมถึงวิธีการและสูตรอาหารที่จะช่วยให้เมล็ดอ่อนเหล่านี้ พัฒนาต่อไปได้

เมล็ดจากผลอ่อนที่เก็บในเดือนตุลาคมและเดือน ธันวาคมมีพัฒนาการใกล้เคียงกัน เพียงแต่เมล็ดในเดือนธันวาคมมีลักษณะ สมบูรณ์เต็มที่ มีอาหารสะสมในเมล็ดมากกว่า และเหมือนกับเมล็ดแก่ เมล็ด เหล่านี้เมื่อใส่ลงไปในอาหารทั้งเมล็ดจะตอบสนองต่ออาหารเพียงเล็กน้อย ด้วยการแตงขึ้น แต่ไม่สามารถที่จะดันเปลือกหุ้มเมล็ดให้หลุดออกได้ ต้องช่วย ขี้เปลือกหุ้มเมล็ดซึ่งมีอยู่ถึง 2 ชั้น ออกให้หมดโดยใช้ปากคีบ เมื่อไม่มีเปลือก หุ้มแล้ว เมล็ดก็จะมีการตอบสนองต่ออาหารอย่างรวดเร็วโดยแทงรากให้เห็น ภายใน 7 วัน ใบเลี้ยงก็จะพัฒนา ค่อยๆ เปลี่ยนจากสีขาวเป็นสีเขียวเข้มและ มียอดอ่อนแทงออกมาตรงกลางระหว่างใบเลี้ยงทั้งสองข้าง พร้อมทั้งจะเพาะเลี้ยง ในระยะขยายได้เลย



ภาพที่ 13 พัฒนาการของเมล็ด (ก) เมล็ดอ่อนที่เก็บในเดือนสิงหาคม (ข) เมล็ดที่เก็บตั้งแต่เดือนตุลาคมเป็นต้นไป

สำหรับเมล็ดแก่ สมหวัง (2540) พบว่าการงอก และการพัฒนาการของเมล็ดสักเมื่อเลี้ยงบนอาหารสูตร MS พบว่าเมล็ดสัก เริ่มงอกหลังจากเลี้ยงบนอาหารเป็นเวลา 3-5 วัน ซึ่งสามารถแบ่งการงอกออก ได้เป็น 2 ลักษณะคือ

(1) ส่วนของรากงอกแทงทะลุเยื่อหุ้มเมล็ดออก และส่วนของต้นอ่อนค่อยๆ ขยายขนาดเพิ่มขึ้นจนต้นเยื่อหุ้มเมล็ดฉีกขาดออก

(2) ส่วนของรากงอกต้นต้นอ่อนจนเยื่อหุ้มเมล็ด ฉีกขาดออกบริเวณด้านต้นอ่อนและต้นส่วนของต้นอ่อนออกมา ในขณะที่ส่วนของ ปลายรากยังคงอยู่ในเยื่อหุ้มเมล็ด

1.2.2 พัฒนาการระยะเริ่มต้นของเนื้อเยื่อที่มาจาก ยอดอ่อน

เนื้อเยื่อที่เริ่มจากยอดอ่อน มีระยะเริ่มต้นนานกว่า เนื้อเยื่อที่มาจากเมล็ด และลักษณะของการพัฒนาขึ้นอยู่กับลักษณะยอดที่ นำเข้ามา เทคนิคการฟอกฆ่าเชื้อ และสายพันธุ์ จันรรจ์ (2545) บรรยายว่า ถ้าเนื้อเยื่อที่ผ่านการฟอกฆ่าเชื้อและเลี้ยงในอาหารได้ระยะหนึ่งมีการสนองตอบ ในทางบวกต่ออาหาร จะพบว่าชิ้นส่วนที่ตัดจะเริ่มพัฒนาเป็นยอดใหม่เล็กๆ และยอดเล็กๆ นี้จะเล็กกว่าขนาดปกติของยอดจากต้นไม้โดยทั่วไปมาก สิ่งที่เกิดขึ้นนี้ยังไม่มีคำอธิบายที่แน่ชัด แต่การเปลี่ยนแปลงที่เป็นต้นเล็กๆ นี้ ทำให้ สามารถเลี้ยงเนื้อเยื่อในหลอดหรือขวดได้ แต่จะกลับเป็นต้นปกติได้อีกเมื่อนำ เอาเนื้อเยื่อที่มีรากออกมาลงปลูกในดิน

จินตนา (2544) สังเกตการเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อ ปลายยอด พบว่า ขึ้นอยู่กับอาหารที่เพาะเลี้ยงด้วย กล่าวคือ เมื่อเลี้ยงชิ้นส่วน ยอดในอาหาร MS ที่ไม่เติม BAP ยอดมีการพัฒนาในช่วง 15 วันแรกเท่านั้น คือ ใบคู่แรกคลี่ออกและชิ้นส่วนยังมีสีเขียวอยู่ แต่เมื่อเลี้ยงไปเป็นเวลา 30 วัน ยอดเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลและตายในเวลาต่อมา ชิ้นส่วนที่เลี้ยงในอาหาร MS

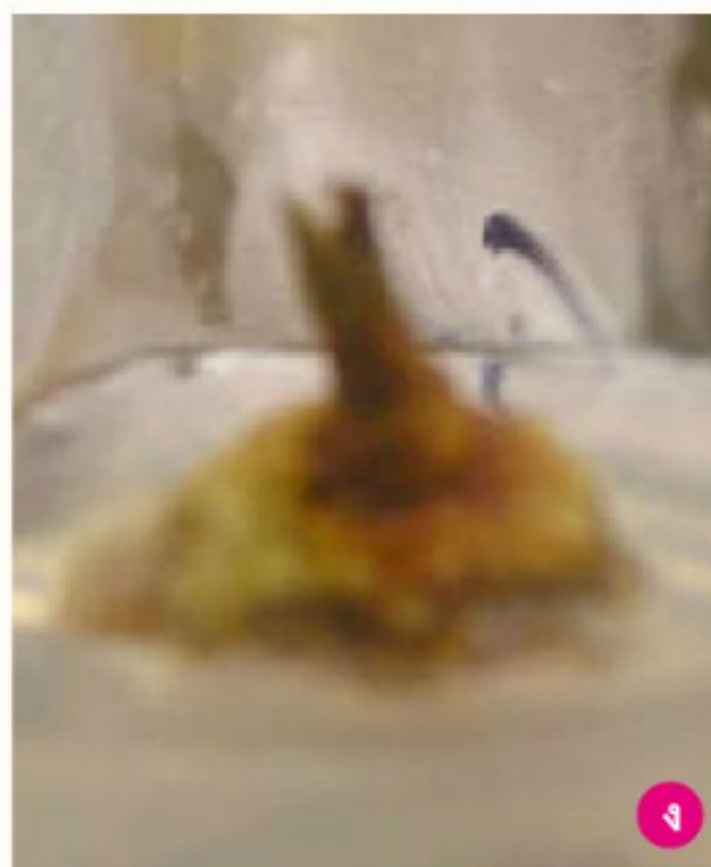
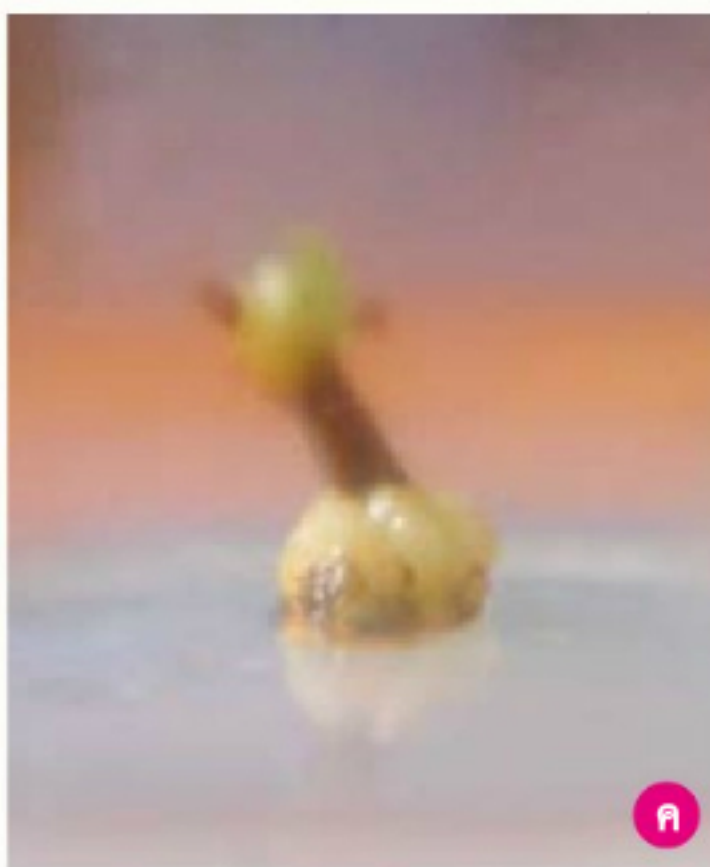
ที่เติม BAP 5 มิลลิกรัมต่อลิตร มีการพัฒนาของชิ้นส่วนยอดดีที่สุด คือ เมื่อเลี้ยงเป็นเวลา 15 วัน ใบคู่แรกคลี่ออก ใบมีสีเขียวอ่อน และเนื้อเยื่อปลายยอดมีสีเขียวอ่อน มีการสร้างแคลลัสขึ้นมาปิดแผลบริเวณรอยตัดด้านล่าง เมื่อเลี้ยงเป็นเวลา 30 วัน พบว่าใบคู่แรกแผ่ขยายออก ใบมีขนาดใหญ่และมีสีเขียวเข้มขึ้น บริเวณปลายยอดเกิดใบคู่ใหม่ และแคลลัสบริเวณรอยตัดด้านล่างมีขนาดประมาณ 0.5 เซนติเมตร เมื่อเลี้ยงเป็นเวลา 45 วัน พบว่า ยอดยืดยาวขึ้นและมีความยาวประมาณ 1 เซนติเมตร ใบคู่แรกเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล ใบคู่ที่ 2 และ 3 แผ่ขยายมีสีเขียวอ่อน แคลลัสบริเวณรอยตัดด้านล่างมีขนาดประมาณ 1.3 เซนติเมตร อาหารที่ทำให้ยอดมีการพัฒนาได้รองลงมา คือ อาหารที่เติม BAP ความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยพบว่าเมื่อเลี้ยงชิ้นส่วนยอดเป็นเวลา 15 วัน ใบคู่แรกขยายใหญ่ขึ้น ลักษณะใบบิดเบี้ยว และมีการสร้างแคลลัสขึ้นมาปิดบาดแผลบริเวณรอยตัดด้านล่าง เมื่อเลี้ยงชิ้นส่วนยอดเป็นเวลา 30 วัน พบว่า ใบคู่แรกบางส่วนเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล ทั้งใบลำต้น และยอดมีอาการฉ่ำ แคลลัสบริเวณรอยตัดด้านล่างเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล เมื่อเลี้ยงชิ้นส่วนยอดเป็นเวลา 45 วัน พบว่าใบคู่แรกเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล ใบคู่ที่ 2 และ 3 แผ่ขยาย ใบและยอดมีอาการฉ่ำเพิ่มขึ้น ลำต้นไม่มีการยืดยาวขึ้น ใบเรียงซ้อนกันเป็นกระจุก แคลลัสบริเวณรอยตัดด้านล่างเป็นสีน้ำตาล ส่วนอาหารที่เติม BAP ความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่า เมื่อเลี้ยงชิ้นส่วนยอดเป็นเวลา 15 วัน ใบคู่แรกคลี่ออกและปลายยอดมีสีเขียว แต่เมื่อเลี้ยงเป็นเวลา 30 วัน พบว่า ชิ้นส่วนยอดเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล และตาย

จำนรรจ์ (2545) พบว่า พัฒนาการในระยะเริ่มต้นของชิ้นส่วนที่เป็นยอดมีความแตกต่างกันมาก ระหว่างชิ้นส่วนที่ได้จากการลดอายุกิ่งและที่ได้จากแม่ไม้อายุมากโดยตรง โดยเนื้อเยื่อที่ไม่ผ่านการลดอายุของทุกสายพันธุ์ จะปล่อยสารสีน้ำตาลมากและชิ้นส่วนจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเป็นส่วนใหญ่ มีส่วนน้อยที่สร้างแคลลัส และแคลลัสจะพัฒนาหุ้มยอดจนมืด

ซึ่งทั้งหมดจะตายในที่สุด ไม่มียอดที่ได้จากการเตรียมเนื้อเยื่อวิธีนี้ที่พัฒนาจนเป็นต้นที่สมบูรณ์ ในขณะที่เนื้อเยื่อที่ผ่านการลดอายุจะไม่ปล่อยสารสีน้ำตาลออกมา และพัฒนาต่อไปได้ จินตนา (2544) ประสบความสำเร็จจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อสักโดยใช้ชิ้นส่วนที่ได้จากการลดอายุก็ด้วยการติดต่อก่อนเช่นเดียวกัน

นอกจากนี้ การพัฒนาชิ้นส่วนในระยะเริ่มต้นยังขึ้นอยู่กับสายพันธุ์และฮอร์โมนที่มีอยู่ในอาหารด้วย จันรรจ์ (2545) บรรยายว่า ชิ้นส่วนพืชจะมีสีเขียวอ่อน 2 สัปดาห์แรกจะเริ่มสร้างแคลลัส บางสายพันธุ์จะมีใบเริ่มพัฒนา การพัฒนาเป็นต้นที่ประกอบด้วยใบ ปล้อง และปลายยอดใช้เวลาอย่างน้อย 2 เดือน ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ บางสายพันธุ์พัฒนามาได้สักระยะก็ค่อยๆ ลดการเติบโตและตายไป คาดว่าเกิดจากความต้องการสัดส่วนของฮอร์โมนที่แตกต่างออกไปของแต่ละสายพันธุ์ พบว่ามีเพียง 3 สายพันธุ์ที่พัฒนาต่อไปได้ เนื้อเยื่อจากแต่ละสายพันธุ์มีการตอบสนองต่ออาหารสูตรต่างๆ แตกต่างกันไป โดยสายพันธุ์ส่วนใหญ่จะพัฒนาดีมาก (มีใบที่แข็งแรง ขนาดใหญ่อย่างน้อย 2 คู่ มียอดพุ่ง และมีข้อยาวกว่า 0.5 เซนติเมตร) เมื่อเลี้ยงในอาหารสูตร 1/2 M1 คือ มีมากถึง 43 สายพันธุ์ มี 3 สายพันธุ์ที่พัฒนาดีมากในสูตรอาหาร M1 และมี 6 สายพันธุ์ที่พัฒนาดีมากในสูตรอาหาร 3/4 M1 และมี 2 สายพันธุ์ที่พัฒนาดีมากในสูตรอาหาร 1/4 M1 ซึ่ง M1 คืออาหารสูตร MS ที่มี BAP 5 มิลลิกรัมต่อลิตร และ Kn 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนการพัฒนาของเนื้อเยื่อในระดับรองๆ ลงมา แสดงในระดับดีมากเช่นเดียวกัน สำหรับบางสายพันธุ์ที่ไม่แสดงการพัฒนาในระดับดีมากในอาหารใดๆ นั้น บางครั้งพบว่าเกิดการปนเปื้อนเชื้อราและแบคทีเรียในระหว่างการทดลอง จำเป็นต้องมีการทดลองซ้ำเพื่อหาสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อไป

จันรรจ์ (2546ก) ได้ประมวลอาการที่แสดงออกหรือพัฒนาการในระยะเริ่มต้นของเนื้อเยื่อที่มาจากยอดอ่อน ทั้งทางบวกและทางลบ (ภาพที่ 14) พร้อมทั้งแนะนำวิธีการจัดการเพื่อให้เนื้อเยื่อพัฒนาสู่ระยะขยาย ดังนี้



ภาพที่ 14 การตอบสนองของเนื้อเยื่อในระยะเริ่มต้น (ก) ตอบสนองดีที่สุด (ข) ตอบสนองดี (ค) ตอบสนองไม่ดี พัฒนาน้อย (ง) ตอบสนองไม่ดี แคลลัสใหญ่ท่วมยอด

1.3 อาการตอบสนองทางบวก

(1) บางครั้งมียอดที่พัฒนาข้ามระยะเริ่มต้นเข้าสู่ระยะขยายซึ่งมีลักษณะต้นผอมใบเล็กเร็วได้ภายใน 3 สัปดาห์ ลักษณะนี้ไม่พบบ่อยนัก แต่ถือว่าดีที่สุด เพราะจะนำไปเลี้ยงขยายได้เร็ว

(2) ยอดพัฒนาดีแต่มีใบขนาดค่อนข้างใหญ่ ถึงแม้จะเล็กเมื่อเทียบกับขนาดใบจริงจากภายนอก แต่ยังถือว่าใหญ่เมื่อเทียบกับใบในระยะขยาย เนื้อเยื่อลักษณะนี้ถือว่าเป็นอาการปกติของเนื้อเยื่อที่จะพัฒนาต่อไป การตอบสนองแบบนี้จะช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ สูตรอาหาร และลักษณะยอดที่นำเข้ามา เมื่อยอดพัฒนาไปได้ระยะหนึ่ง และมีข้อเพิ่มขึ้นเป็น 2 ข้อ ให้ตัดแบ่งเป็น 2 ท่อน ท่อนละ 1 ข้อ นำไปเลี้ยงในอาหารใหม่ เป็นสูตรที่ใช้ในระยะขยาย คือ สูตร MS ที่ใส่ฮอร์โมน BAP 0.25 มิลลิกรัมต่อลิตร และ Kn 0.125 มิลลิกรัมต่อลิตร ก็จะได้ยอดที่พัฒนาขึ้นมาเป็นยอดขนาดเล็กๆ 2 ยอดจากตาข้าง เป็นยอดที่เข้าสู่ระยะขยาย



1.4 อาการตอบสนองทางลบ

เนื้อเยื่อจะตอบสนองไม่ดี ต้องแก้ไขหรือป้องกันไม่ให้เกิดขึ้น
โดยอาการตอบสนองมีดังนี้

(1) การปล่อยสารสีน้ำตาล สิ่งแรกที่จะพบหลังการนำเนื้อเยื่อสักเข้าเพาะเลี้ยงคือการปล่อยสารสีน้ำตาล ซึ่งจินตนา (2544) เรียกว่าสาร Secondary metabolites และแนะนำให้เลี้ยงในอาหารสูตร MS ที่ปราศจากสารควบคุมการเติบโตเป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อให้ยอดขับสารนี้ออกมาในอาหาร ก่อนย้ายไปเลี้ยงในอาหารสูตร MS ที่เติม BAP ความเข้มข้น 5 มิลลิกรัมต่อลิตร จันรรจ์ (2546ก) ชี้แจงว่าตามธรรมชาติของสักจะมีสารสีแดงอยู่บริเวณยอดอ่อนอยู่แล้ว ถ้าใช้มือสัมผัสจะติดสีแดงในเวลาพอกฆ่าเชื้อที่ขึ้นส่วนยอดอ่อน เมื่อตัดแต่งและเลี้ยงในอาหารจะปล่อยสารสีน้ำตาลออกมาภายใน 1-5 วันหลังการเพาะเลี้ยงลงในอาหาร ซึ่งสารสีน้ำตาลนี้จะพบมาก



เมื่อใช้ยอดจากต้นแก่ แต่ถ้าใช้ยอดจากกล้าอ่อนหรือยอดที่ผ่านการติดตาม ซึ่งเป็นขั้นตอนการลดอายุกิ่ง จะไม่ปล่อยสารสีน้ำตาลหรือปล่อยเพียงเล็กน้อยเท่านั้น (จำนรรจ์, 2545) สารสีน้ำตาลจะยับยั้งการพัฒนาคอของเนื้อเยื่อ ดังนั้นหากพบ ควรย้ายไปใส่ในอาหารหลอดใหม่ สารสีน้ำตาลนี้ ผู้ไม่มีประสบการณ์อาจคิดว่าเป็นสิ่งปนเปื้อนเชื้อราจากการพอกฆ่าเชื้อที่ไม่สะอาด ซึ่งมีข้อแตกต่างที่พอจะสังเกตได้ คือสารสีน้ำตาลที่ปล่อยออกมาจากยอดจะแพร่ออกไปในอาหารเป็นลักษณะสีน้ำตาลใส แต่ถ้าเป็นเชื้อราหรือแบคทีเรีย จะมีสีขุ่นและมีเส้นใย (จำนรรจ์, 2546ก)

(2) ชิ้นส่วนพืชเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลและแห้ง อาการนี้จะสังเกตพบเมื่อตัดแต่งชิ้นส่วนให้มีขนาดเล็กเกินไป ชิ้นส่วนพืชอาจแห้งไปก่อนที่จะตอบสนองต่ออาหาร ชิ้นส่วนลักษณะนี้ส่วนใหญ่จะตาย ป้องกันโดยเลือกยอดที่มีขนาดใหญ่ขึ้นเพื่อให้มีพื้นที่ในการตัดแต่งชิ้นส่วนมากขึ้น

(3) ชิ้นส่วนพืชพัฒนาเฉพาะส่วนโคน จะเป็นก้อนแคลลัสขนาดใหญ่ แต่ส่วนยอดไม่พัฒนา สาเหตุของอาการนี้ อาจเกิดจากอาหารและฮอร์โมนเข้มข้นเกินไป ควรย้ายไปเลี้ยงในอาหารที่มีความเข้มข้นต่ำลง ลดฮอร์โมน หรือไม่ใส่ฮอร์โมนในระยะแรก การป้องกันอีกวิธีหนึ่ง คือ การแต่งชิ้นส่วนให้ยาวขึ้นเป็น 1–1.5 เซนติเมตร แคลลัสจะเกิดบริเวณโคน แต่ไม่พัฒนาจนท่วมปลายยอด ปลายยอดจึงพัฒนาต่อได้

(4) ชิ้นส่วนมีการเติบโตน้อยเกินไป มาจากหลายสาเหตุ ไม่ทราบแน่ชัด บางชิ้นส่วนถึงแม้จะพอกฆ่าเชื้อสะอาดดีแล้ว แต่มีการตอบสนองต่ออาหารเพียงเล็กน้อย ทำให้ไม่สามารถเลี้ยงให้เจริญต่อไปได้ อีกสาเหตุหนึ่งที่อาจเป็นไปได้ คือ ชิ้นส่วนอาจมีขนาดเล็กเกินไป

(5) มีเส้นใยขึ้นหรือมีสีขุ่นเป็นสายลงในอาหารเป็นอาการที่เกิดจากการปนเปื้อนให้ทิ้งไป

2. ระยะขยายหรือเพิ่มจำนวน

เมื่อเนื้อเยื่อที่เพาะเลี้ยงพัฒนาเข้าสู่ระยะขยายแล้ว ไม่ว่าชิ้นส่วนเดิมจะเป็นเมล็ดอ่อน เมล็ดแก่ หรือเป็นยอดอ่อน จะปรับสภาพให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมภายในขวดจนมีลักษณะเหมือนกัน ระยะขยายหรือเพิ่มจำนวนเป็นระยะที่จะทำการตัดแบ่งเนื้อเยื่อ แล้วนำไปเลี้ยงในอาหารสูตรต่างๆ ทำให้ต้นพืชแตกหน่อหรือแตกตาเพิ่มมากขึ้นเป็นทวีคูณ ซึ่งเป็นเป้าหมายหลักของการเพาะเลี้ยงในระยะนี้ ไม้บางชนิดอาจต้องเปลี่ยนสูตรอาหารสำหรับการเพิ่มปริมาณต้น ไม้บางชนิดใช้สูตรเดียวกันตลอดการเพาะเลี้ยง (Kyte, 1990) ระยะขยายนี้เองที่ทำให้การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมีข้อดีเหนือกว่าการขยายพันธุ์วิธีอื่นๆ เพราะทำให้สามารถผลิตต้นที่ต้องการได้จำนวนมากในเวลาอันสั้น เมื่อได้จำนวนมากพอจะนำไปชักนำให้เกิดราก และย้ายออกปลูกในภายหลัง (จำนรรจ์, 2546ก)

มีการศึกษาถึงปัจจัยต่างๆ ที่มีอิทธิพลต่อการเพิ่มจำนวนเนื้อเยื่อสักไว้หลากหลาย ตัวอย่างเช่น สูตรอาหาร ชนิดของชิ้นส่วน จำนวนชิ้นที่เลี้ยงในขวด จำนวนครั้งของการเปลี่ยนย้ายอาหาร และสายต้น (อภิชาติ และ พิมพิใจ, 2535; สมหวัง, 2540; จินตนา, 2544; จำนรรจ์, 2545, 2550; Apavatjirut *et al.*, 1987) ซึ่งผลการศึกษาต่างๆ เหล่านี้ พบว่า มีทั้งสอดคล้องกันและแตกต่างกันดังนี้



2.1 สูตรอาหารระยะเพิ่มจำนวน

สูตรอาหารที่ใช้ในการเพิ่มจำนวนพบว่าการทดลองส่วนใหญ่ใช้สูตรของ MS เป็นหลัก แต่จะผันแปร ระดับความเข้มข้น และอัตราส่วนของสารเร่งการเติบโตที่อยู่ในกลุ่มไซโตไคนิน 2 ชนิด คือ BAP และ Kn โดยความเข้มข้นของ BAP ที่ใช้อ้อยู่ระหว่าง 0.25-10 มิลลิกรัมต่อลิตร และความเข้มข้น Kn ที่ใช้อ้อยู่ระหว่าง 0.125-10 มิลลิกรัมต่อลิตร (สมหวัง, 2540; จินตนา, 2544; จันรรจ์, 2545, 2550) มีบางการทดลองที่ใช้สารเร่งการเติบโตกลุ่มออกซินที่เป็น IBA และ NAA เข้ามาผสมด้วย (สมหวัง, 2540) นอกจากอาหารสูตร MS แล้วอาหารสูตรอื่นๆ ที่มีการทดลองใช้ ได้แก่ White (อภิชาติ และ พิมพิใจ, 2535) และ SH (Apavatjirut *et al.*, 1987)



จากการทดลองเลี้ยงเนื้อเยื่อยอดสัก 2 สายต้น จันทนา (2544) ได้ข้อสรุปว่า สูตรอาหารที่ทำให้เพิ่มจำนวนยอดได้มากที่สุดคือ สูตร MS ที่ใส่ฮอร์โมน BAP 5 มิลลิกรัมต่อลิตร และ Kn 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนอาหารที่ไม่ให้จำนวนยอดและจำนวนข้อคือ อาหารที่เติม BAP 5 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ Kn 5 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่ทำให้เกิดอาการฉ่ำมากที่สุดถึงร้อยละ 100 แต่จันรรจ์ (2545) พบว่ายอดสัก 3 สายพันธุ์ผลิตยอดได้ดีในอาหารสูตรนี้ แต่อีก 2 สายพันธุ์แสดงอาการฉ่ำเหมือนกันและทำการทดลองโดยลดความเข้มข้นของฮอร์โมน BAP เหลือเพียง 0.25, 0.5, 0.75 และ 1 มิลลิกรัมต่อลิตร และใช้ Kn 0.25 มิลลิกรัมต่อลิตร จันรรจ์ (2545) พบว่า แม้ไม้สายพันธุ์ต่างๆ เติบโตได้ดีกว่าการใช้ฮอร์โมนความเข้มข้นสูง ขณะที่ผลสรุปของ สมหวัง (2540) พบว่า ใช้สูตร MS ที่ใส่ฮอร์โมน BAP 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้จำนวนยอดมากที่สุด



2.2 อิทธิพลของ BAP, IBA และ Kn ในสูตรอาหารที่มีต่อการเพิ่มจำนวนของเนื้อเยื่อเลี้ยง

จินตนา (2544) พบว่า การเติม BAP ร่วมกับ Kn ในระดับต่ำจะให้จำนวนข้อและความยาวยอดมากกว่าการเติม BAP ร่วมกับ Kn ในระดับสูง อาหารที่ทำให้จำนวนข้อและความยาวยอดมากที่สุดคือ อาหารที่เติม BAP 1 มิลลิกรัมต่อลิตร เพียงอย่างเดียว และเมื่อเติม BAP 5 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ Kn 1 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้เกิดจำนวนยอดเฉลี่ยได้มากที่สุด หากเติม BAP 5 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ Kn 5 มิลลิกรัมต่อลิตร จำนวนยอดและจำนวนข้อจะไม่เพิ่มขึ้น แต่จะทำให้เกิดอาการฉ่ำมากที่สุด ส่วนสมหวัง (2540) ศึกษาผลของ BAP ร่วมกับ IBA ต่อการชักนำให้เกิดยอดและข้อจากการเลี้ยงส่วนต่างๆ ของต้นกล้วย พบว่า จำนวนยอดที่ได้จากการเลี้ยงส่วนยอดบนอาหารสูตรต่างๆ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่จำนวนข้อมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ



2.3 สายต้นกับการเพิ่มจำนวนของเนื้อเยื่อ

ในอาหารสูตรเดียวกัน สัตว์ต่างสายต้นจะให้จำนวนยอดและความสูงแตกต่างกัน (สมหวัง, 2540; จินตนา, 2544; จำนรรจ์, 2545) และการตอบสนองต่ออาหารและฮอร์โมนของเนื้อเยื่อยังขึ้นอยู่กับสภาพของเนื้อเยื่อและปัจจัยอื่นๆ อีกมาก (Devi *et al.*, 1994) นอกจากนี้ จำนรรจ์ (2545) พบว่า แม่ไม้ 3 สายพันธุ์ ได้แก่ V120, V473 และ V478 ตอบสนองได้ดีในอาหารกระตุ้นสูตร MS ที่เติม BAP 5 มิลลิกรัมต่อลิตร และ Kn 1 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยผลิตยอดได้ 5-6 ยอดต่อข้อในเวลาเพียง 7 วัน แต่เมื่อนำมายืดยอดในอาหารสูตร MS ที่เติม BAP 1 มิลลิกรัมต่อลิตร และ Kn 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ยอดกลับชะงักการเติบโต ในขณะที่อีก 2 สายพันธุ์ V97 และ V84 แสดงอาการฉ่ำในบางขุดและใบโค้งลงเป็นส่วนใหญ่ เมื่อนำมาเลี้ยงในอาหารกระตุ้น และหยุดการเติบโตในอาหารยืดยอด การทดลองเพิ่มเติมโดยลดความเข้มข้นของ BAP ลง เป็น 4 ระดับ คือ 1, 0.75, 0.5 และ 0.25 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่ Kn คงที่ 0.25 มิลลิกรัมต่อลิตร เพื่อการยืดยอด พบว่าแต่ละสายพันธุ์มีการตอบสนองต่ออาหารแตกต่างกัน โดยสายพันธุ์ V120 ยืดยอด และเติบโตได้ดีในอาหารที่มี BAP และ Kn ต่ำ ในอัตราส่วน 0.75:0.25 0.5:0.25 และ 0.25:0.25 มิลลิกรัมต่อลิตร สายพันธุ์ V473 และ V478 ทดลองเฉพาะในอาหาร 0.5:0.25 ซึ่งพบว่า เติบโตดี ในขณะที่ V84 สามารถเติบโตได้ดีในอาหารที่มีอัตราส่วน 1.00:0.25 มิลลิกรัมต่อลิตร และยังเพิ่มจำนวนยอดได้บ้างในอาหารสูตรนี้ ในขณะที่ V97 ไม่แสดงอาการตอบสนองที่ดีต่ออาหารสูตรใดๆ เลย



2.4 จำนวนครั้งของการเปลี่ยนย้ายอาหารกับการเพิ่มจำนวนของเนื้อเยื่อ

จำนวนครั้งของการเปลี่ยนย้ายอาหารมีแนวโน้มต่อการชักนำให้เกิดปริมาณยอดเพิ่มขึ้น เมื่อเปลี่ยนย้ายอาหารทุกๆ 30 วัน จำนวน 4 ครั้ง (สมหวัง, 2540) ซึ่งต่างจากการทดลองของ Wirjodarmodjo (1987) ที่พบว่า จำนวนยอดสักที่ได้จากการเปลี่ยนย้ายอาหาร รวม 5 ครั้ง ทุกๆ 45 วัน มีจำนวนไม่แตกต่างกันทางสถิติ ตรงข้ามกับข้อสังเกตของ จันรรจ์ (2546ก) ที่ถึงแม้จะไม่ได้นับจำนวนครั้งของการย้ายเนื้อเยื่อโดยตรง แต่พบว่าการเลี้ยงเนื้อเยื่อสักหากเลี้ยงในอาหารเดิมแล้วขยายต่อไปเรื่อยๆ สักระยะหนึ่ง เนื้อเยื่อจะแสดงอาการตอบสนองช้าและแก่เร็ว หรือชะงักไป จึงแนะนำให้สลับอาหาร (จันรรจ์, 2550)



2.5 การสับเปลี่ยนสูตรอาหารกับการเพิ่มจำนวนของเนื้อเยื่อ

จำนรรจ์ (2546ก) สังเกตพบว่าการเลี้ยงเนื้อเยื่อสักไม่สามารถที่จะใช้อาหารสูตรเดียวแล้วขยายต่อไปเรื่อยๆ ได้ ถ้าหากเลี้ยงในอาหารเดิมไปได้สักระยะหนึ่งจะแสดงอาการตอบสนองช้าและแก่เร็ว หรือชะงักไป และได้แนะนำสูตรอาหารที่ใช้เลี้ยงเนื้อเยื่อสักในระยะขยายอยู่ด้วยกัน 4 สูตร ตามลักษณะของเนื้อเยื่อเดิม และวัตถุประสงค์การเลี้ยงดังนี้

(1) เนื้อเยื่อปกติใช้อาหารสูตร MS ที่มี BAP 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร และ Kn 0.25 มิลลิกรัมต่อลิตร

(2) สูตรกระตุ้นยอดกระจุกใช้อาหารสูตร MS ที่มี BAP 5 มิลลิกรัมต่อลิตร และ Kn 1 มิลลิกรัมต่อลิตร (จินตนา, 2544; จำนรรจ์, 2545; Devi *et al.*, 1994) เนื้อเยื่อที่ผ่านการเลี้ยงอาหารสูตร 1 สัก 2-3 รอบเมื่อนำมากระตุ้นด้วยอาหารสูตร 2 นี้ จะมีการตอบสนองดีขึ้น และแตกตาภายใน 3-7 วัน ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ เมื่อแตกตาแล้วให้รีบย้ายลงอาหารสูตร 1 ทันที ข้อควรระมัดระวังอย่างยิ่งในการใช้สูตรอาหารสูตร 2 นี้ คือ การทิ้งเนื้อเยื่อไว้นานเกินไป ซึ่งจะมีผลทำให้เนื้อเยื่อมีอาการผิดปกติที่รุนแรง คือ ฉ่ำ ต้นขาว ใบใหญ่หยักร่องลึก และเน่า ซึ่งแก้ไขยาก (จำนรรจ์, 2546ก)



(3) แก้ปัญหาต้นพอมใช้อาหารสูตร MS ที่ใส่ BAP 1 มิลลิกรัมต่อลิตร และ Kn 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร จะช่วยให้เนื้อแข็งแรงขึ้นและกลับเป็นปกติ

(4) เป็นสูตรแก้อาการผิดปกติอื่นๆ เช่น ใบเล็ก ขอสั้น อาการแก่ก่อนเวลา ฉ่ำ และชะงักการเติบโตโดยใช้สูตรอาหาร MS ที่ลด BAP และ Kn ลงเหลือ 0.25 และ 0.125 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

อย่างไรก็ตามการใช้สูตรอาหารเหล่านี้ จำนรรจ์ (2546ก) ได้แนะนำวิธีการใช้ และข้อควรระวังในการใช้ไว้ด้วย จำนรรจ์ (2550) ได้ศึกษาเพิ่มเติมพบว่าการสลับสูตรอาหารเพาะเลี้ยงที่เป็น MS มี BAP 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร และ Kn 0.25 มิลลิกรัมต่อลิตร กับ อาหารสูตร MS ที่เติม NAA 0.7 มิลลิกรัมต่อลิตร และ Kn 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร สูตรละ 1 เดือน จำนวน 3 รอบ เนื้อเยื่อมีลักษณะลำต้นที่แข็งแรง ตอบสนองต่ออาหารได้เร็ว มีจำนวนต้นมากขึ้น และรอดตายดีกว่าเนื้อเยื่อที่เลี้ยงในอาหารสูตรใดสูตรหนึ่งเพียงสูตรเดียว เมื่อนำออกปลูกสู่เรือนเพาะชำ



2.6 ชนิดของชิ้นส่วน

ในการเพาะเลี้ยงที่เริ่มจากเมล็ด กล้าไม้ที่เข้าสู่ระยะขยายในช่วงแรกจะมีลักษณะชิ้นส่วนที่ต่างกันแบ่งได้ 3 ชนิด คือ ส่วนไฮโปคอติลที่มีใบเลี้ยง ส่วนข้อ และส่วนยอด ซึ่งสมหวัง (2540) พบว่า ชิ้นส่วนเหล่านี้มีอิทธิพลร่วมกันกับสารเร่งการเติบโตในสูตรอาหารต่อการเกิดยอดของเนื้อเยื่ออย่างมีนัยสำคัญ โดยสรุปว่า ถ้าใช้ส่วนยอดเพาะเลี้ยง BAP 5 มิลลิกรัมต่อลิตร และ Kn 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ชักนำให้เกิดยอดเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 6 ยอดต่อชิ้นพืชที่นำมาเลี้ยง 1 ชิ้น แต่ถ้าใช้ส่วนข้อ BAP 2 มิลลิกรัมต่อลิตร และ Kn 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ชักนำให้เกิดยอดเฉลี่ยมากที่สุด หากเป็นส่วนไฮโปคอติลที่มีใบเลี้ยง BAP 1 มิลลิกรัมต่อลิตร และ Kn 10 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้เกิดยอดเฉลี่ยมากที่สุด ในขณะที่ จินตนา (2544) ทำการทดลองโดยใช้ส่วนยอดและส่วนข้อในอาหารสูตรต่างๆ พบว่าส่วนข้อสามารถผลิตยอดได้มากกว่าส่วนยอด แต่เลี้ยงได้ดีในอาหารสูตรเดียวกัน



2.7 จำนวนชั้นที่เลี้ยงในขวดกับการเพิ่มจำนวนของเนื้อเยื่อ

สมหวัง (2540) พบว่า จำนวนชั้นพืช 1, 2 และ 3 ชั้น ต่อภาชนะเลี้ยงให้จำนวนยอดและข้อเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ ในขณะที่ การปฏิบัติโดยทั่วไปของห้องเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อที่สถานีวนวัฒนวิจัยงาว อำเภองาว จังหวัดลำปาง ใช้ 5-6 ชั้น ต่อขวดเพาะเลี้ยงขนาด 4 ออนซ์ เนื้อเยื่อ สามารถเติบโตได้ดี

2.8 การประเมินอัตราการขยายของเนื้อเยื่อ

ในการประเมินผลของปัจจัยทดลองต่างๆ ต่อการตอบสนอง ของเนื้อเยื่อ พบว่ามีการประเมินแตกต่างกันหลายรูปแบบ เช่น นับจำนวน ยอดเฉลี่ย นับจำนวนข้อเฉลี่ยต่อต้น วัดความยาวยอด (สมหวัง, 2540; จินตนา, 2544) และผลคูณของจำนวนยอดเฉลี่ยกับจำนวนข้อเฉลี่ย ซึ่งจินตนา (2544) เรียกว่า ปริมาณยอด อันเป็นข้อมูลที่ให้รายละเอียดมากขึ้น แต่เพื่อความสะดวก ในทางปฏิบัติ การนับจำนวนขวดที่เพิ่มขึ้นในแต่ละรอบของการย้ายเนื้อเยื่อ มีประสิทธิภาพเพียงพอที่จะใช้ในการประเมินกำลังการผลิตและวางแผน การจัดการภายในห้องปฏิบัติการได้ (Kyte, 1991)





2.9 พัฒนาการของเนื้อเยื่อในระยะขยาย

ในระยะขยายของเนื้อเยื่อสำกนั้น ไม่ว่าชิ้นส่วนที่นำเข้าจะเป็นยอดอ่อนหรือเป็นเมล็ดก็ตาม เมื่อเข้าสู่ระยะขยายเนื้อเยื่อจะมีลักษณะเหมือนกัน เนื้อเยื่อที่มีลักษณะที่จะขยายได้ดีมีอาการปกติ จะมีใบขนาดเล็กๆ ประมาณ 0.5–1 เซนติเมตร ย่อยาวประมาณ 0.5–1 เซนติเมตร (ภาพที่ 15ก) และอาจแตกเป็นกอ กอละ 2–3 ยอดหรือเป็นต้นเดี่ยว บนก้อนแคลล์สที่ไม่ใหญ่มากนักประมาณ 0.5–1 เซนติเมตร เมื่อเลี้ยงไปได้ 2–3 สัปดาห์ เนื้อเยื่อเหล่านี้จะพร้อมสำหรับนำมาตัดแบ่งเป็นท่อนๆ แล้วนำไปเลี้ยงในอาหารขวดใหม่ เพื่อเพิ่มจำนวนขึ้นมาใหม่ที่พร้อมจะขยายต่อได้อีกในระยะ 2–3 สัปดาห์ (จำนรรจ์, 2546ก) ลักษณะของเนื้อเยื่อที่แตกต่างไปจากนี้ จำนรรจ์ (2546ก) ได้จำแนกไว้ว่าเป็นอาการผิดปกติ (ภาพที่ 15ข-จ) และคาดว่าปัจจัยที่มีผลต่อการแสดงออกที่ผิดปกติของเนื้อเยื่อได้แก่ สภาพของเนื้อเยื่อที่ฟอกฆ่าเชื้อ องค์ประกอบของอาหาร การปนเปื้อน สภาพแวดล้อม สภาพเนื้อเยื่อที่เลี้ยง และแนะนำเทคนิคการตรวจสอบหาสาเหตุของอาการผิดปกติ ข้อปฏิบัติเพื่อป้องกันอาการผิดปกติของเนื้อเยื่อสำกและวิธีแก้ไขแต่ละอาการไว้ดังนี้



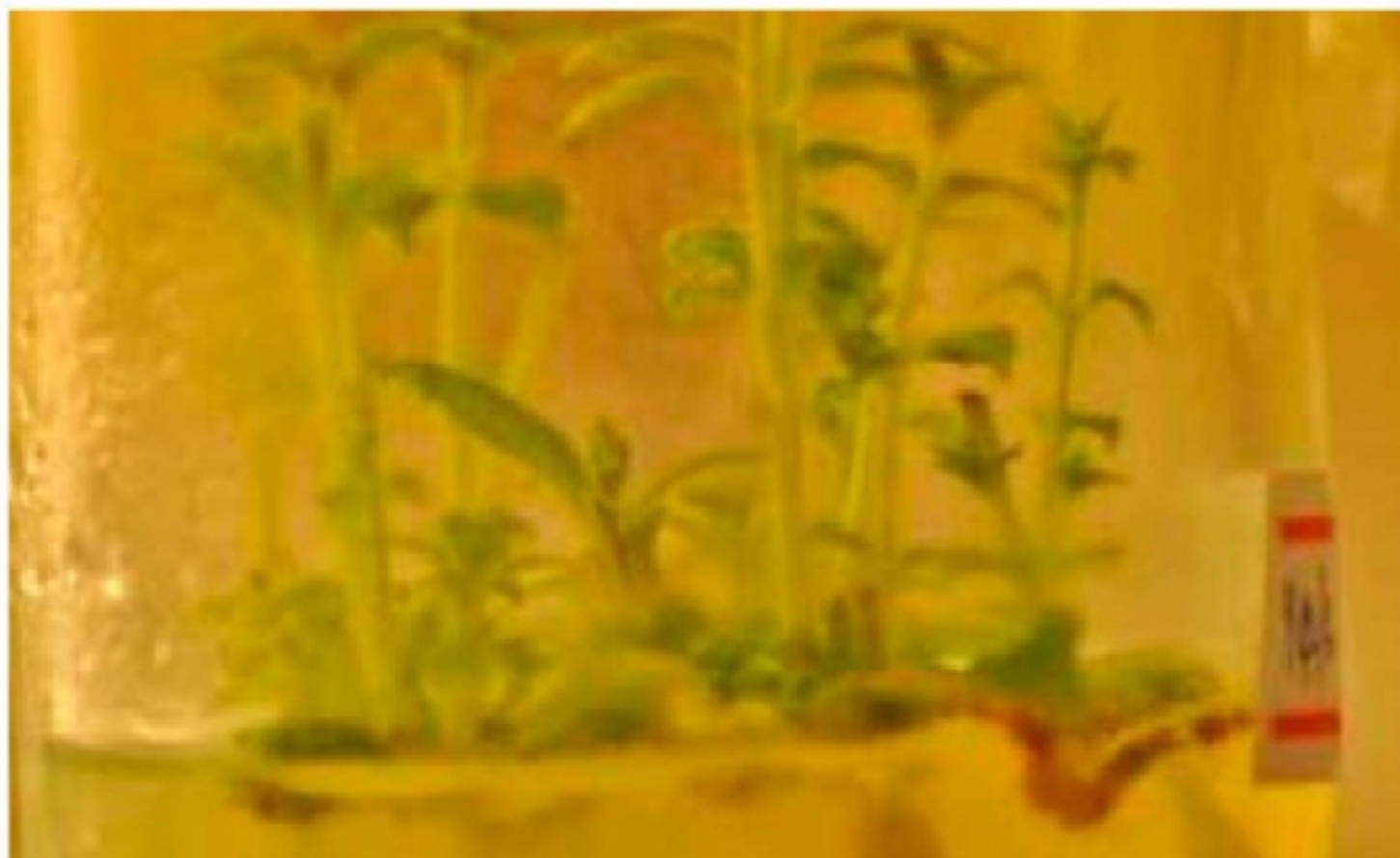
ภาพที่ 15 ลักษณะของเนื้อเยื่อในระยะขยาย (ก) เนื้อเยื่อปกติ (ข) อาการฉ่ำ (ค) ใบเล็ก
ข้อสั้น (ง) แคลลัสใหญ่ โคนยาว ปลายสั้น (จ) พอม ขัวยาว

(1) อาการฉ่ำ เนื้อเยื่อที่แสดงอาการฉ่ำจะมีลักษณะใส บวม บางครั้งมีสีซีดและใบหงิก ข่อสั้นเป็นกอผักกาด (ภาพที่ 15ข) สมหวัง (2540) พบว่า มีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของฮอร์โมน BAP ที่สูงเกินไป ซึ่งเป็นความจริงอย่างยิ่ง โดยเฉพาะถ้านำไปเลี้ยงในสูตร M_2 ของ Devi *et al.* (1994) ที่มีฮอร์โมน BAP สูงถึง 5 มิลลิกรัมต่อลิตร และ Kn 1 มิลลิกรัมต่อลิตร นานเกินไป และอีกสาเหตุหนึ่งพบว่า การถ่ายเทอากาศ ระหว่างภายในขวดและภายนอกขวดไม่ดีก็ทำให้เกิดอาการนี้ได้ การแก้ไข ทำได้ยากมากหากพบว่าเนื้อเยื่อฉ่ำหมดทั้งชิ้นแล้ว แต่ยังสามารถแก้ไขได้บ้าง หากพบว่าส่วนโคนยังมีเนื้อเยื่อที่ไม่ฉ่ำ โดยนำไปใส่ในอาหารที่ไม่มี BAP เช่น สูตรที่เป็นอาหารชักนำให้เกิดรากต่างๆ (จำนรรจ์, 2546ก) และ จินตนา (2544) พิจารณาแนวโน้มของการเกิดอาการฉ่ำพบว่า การเลี้ยงส่วนยอดบนอาหารที่มีระดับความเข้มข้นของ BAP สูงเพียงอย่างเดียว หรืออาหารที่มี Kn ระดับความเข้มข้นสูงร่วมด้วยจะทำให้ยอดเกิดอาการฉ่ำ โดยยอดเกิดอาการฉ่ำมากที่สุดเมื่อเลี้ยงในอาหารที่เติม BAP 5 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ Kn 5 มิลลิกรัมต่อลิตร มีอัตราการฉ่ำเท่ากับร้อยละ 100 รองลงมาคือร้อยละ 70 เมื่อเลี้ยงบนอาหารที่เติม BAP 5 มิลลิกรัมต่อลิตร เพียงอย่างเดียว นอกจากนี้ ยังพบว่ายอดสักที่มาจากสายต้นต่างกัน มีอัตราการฉ่ำแตกต่างกัน



(2) อาการใบเล็กมาก ข้อสันติตกกันเป็นกอ ใบหงิก ปลายใบโค้งลง (ภาพที่ 15ค) อาการดังกล่าวนี้มักเกิดขึ้นพร้อมๆ กัน สาเหตุหลักจะเกิดจากการเพาะเลี้ยงในอาหารที่มีฮอร์โมนสูงเกินไป หรือทั้งระยะการย้ายเนื้อเยื่อนานเกินไป อาการนี้มักพบว่าเมื่อย้ายไปเลี้ยงในอาหารที่มีฮอร์โมนต่ำลงจะกลับมาแสดงอาการปกติ

(3) มีแคลลัสใหญ่มาก ข้อส่วนโคนยาวและแก่แต่มียอดที่แตกใหม่สั้นและแสดงอาการงั้น (ภาพที่ 15ง) สาเหตุน่าจะเกิดจากการเพาะเลี้ยงในอาหารที่มีฮอร์โมนสูงเกินไป หรือ ทั้งระยะการย้ายเนื้อเยื่อนานเกินไป มักจะพบว่าแคลลัสเก่ามีสีน้ำตาล ดังที่ จินตนา (2544) พบว่า อาหารที่เติม Kn ในระดับความเข้มข้น 0–2 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ BAP ที่สูงขึ้น 0.5–5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ชักนำให้เกิดแคลลัสขนาดใหญ่ขึ้น แต่เมื่อเติม Kn ในระดับความเข้มข้นที่สูงขึ้น 2–5 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ BAP ที่สูงขึ้น 0.5–5 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่า แคลลัสมีขนาดลดลง และจะมีขนาดเล็กที่สุดเมื่อเลี้ยงบนอาหารที่เติม BAP 5 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ Kn ที่สูงขึ้น 5 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่ยอดจะเกิดการงั้นมากขึ้น การแก้ไขทำได้โดยย้ายเนื้อเยื่อ



ลงอาหารฮอร์โมนต่ำ อาจต้องตัดแคลลัสทิ้งไป และปักเนื้อเยื่อส่วนที่เป็นต้น
แข็งเอียงลงในอาหารเพื่อเพิ่มพื้นที่สัมผัสอาหารจะเกิดยอดใหม่ที่แข็งแรง
อย่างไรก็ตาม การเกิดแคลลัสในบางกรณีไม่ถือว่าเป็นอาการผิดปกติ แต่เป็น
ลักษณะดี เช่น จากการศึกษาของ จินตนา (2544) พบว่า ชิ้นส่วนยอดที่มี
การสร้างแคลลัสขนาดใหญ่สีเหลือง ลักษณะแข็งและอัดกันแน่นมีแนวโน้มใน
การเกิดยอดจำนวนมากกว่าชิ้นส่วนที่มีแคลลัสขนาดเล็ก ในขณะที่สมหวัง
(2540) สังเกตการเกิดแคลลัสบริเวณรอยต่อด้านล่างของชิ้นพืชที่เลี้ยง พบว่า
อาหารสูตร BAP ทุกระดับความเข้มข้นชักนำให้เกิดแคลลัสทุกชิ้นพืชที่นำมา
เลี้ยง และมีขนาดใหญ่ แคลลัสที่เกิดขึ้นมีลักษณะแข็งและอัดกันแน่น ส่วนอาหาร
ที่ปราศจากสารควบคุมการเติบโตพืช พบการเกิดแคลลัสน้อยมาก ดังนั้นการ
เกิดแคลลัสน่าจะเป็นผลเนื่องจากอิทธิพลของ BAP โดยชักนำให้เกิดการแบ่ง
เซลล์บริเวณรอยต่อด้านล่างของชิ้นพืชที่เลี้ยง

(4) ลักษณะลำต้นพอมมากและช้อยาว ถ้าอยู่ในอาหาร
สูตร MS ที่มี BAP 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร และ Kn 0.25 มิลลิกรัมต่อลิตร
ที่ใช้เลี้ยงเนื้อเยื่อปกติอาจเกิดจากแสงไม่พอ เช่นขวดเพาะเลี้ยงที่ตั้งอยู่ขอบ
ชั้นบริเวณมุมอับแสง หรือหลอดไฟเสีย เป็นต้น แก้ไขโดยย้ายไปตั้งในที่ที่มี
แสงสว่างมากขึ้น และตรวจสอบหลอดไฟ อีกสาเหตุหนึ่งคือ ในอาหารมี
ไซโตไคนินน้อยเกินไป เมื่อทำการแก้ปัญหาเนื้อเยื่อที่มีต้นสั้นที่ต้องใช้อาหาร
ที่มีฮอร์โมนต่ำ อาจได้ต้นที่มีลักษณะพอมเช่นนี้ (ภาพที่ 15จ) แทนต้นสั้น
การแก้ไขด้วยการย้ายไปเลี้ยงในอาหารที่มีไซโตไคนินมากขึ้น จะได้ต้นที่มี
ลักษณะปกติ

(5) ลำต้นขาวอวบและอ่อนแอ บางครั้งปลายยอดแห้ง
ตาย เกิดจากการเลี้ยงในอาหารที่มีฮอร์โมนสูงมาก่อน และนำมาเลี้ยงต่อใน
อาหารที่มีฮอร์โมนต่ำ พบว่าเมื่อเลี้ยงต่อไปจะมียอดใหม่แตกขึ้นมาจากด้าน
ข้างเป็นยอดปกติ

2.10 ระยะเวลาในการย้ายเนื้อเยื่อ

ระยะเวลาที่เหมาะสมในการย้ายเนื้อเยื่อ Kyte (1990) กล่าวว่าพืชแต่ละชนิดใช้เวลาไม่เท่ากัน แต่แนะนำไว้อย่างกว้างๆ ว่าควรเป็นเวลาก่อนที่อาหารจะไม่มีสี ใบเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล การเติบโตช้าลงหรือหยุดการเติบโต เนื้อเยื่อแน่นขดเกินไป ซึ่งจะบอกได้ต้องใช้ประสบการณ์เท่านั้น สำหรับสัคนั้น พบว่า ตามปกติแล้วจะใช้เวลา 30 วัน (สมหวัง, 2540; จินตนา, 2544; จันรรจ์, 2545) สำหรับเวลาย้ายเนื้อเยื่อที่แตกต่างกันนั้น Wirjodarmodjo *et al.* (1987) พบว่า ควรเปลี่ยนย้ายอาหารใน 45 วัน ในกรณีที่ใช้ฮอร์โมนสูง เช่น อาหารสูตร MS ที่มี BAP 5 มิลลิกรัมต่อลิตร และ Kn 1 มิลลิกรัมต่อลิตร จันรรจ์ (2546ก) แนะนำว่า เมื่อเนื้อเยื่อแตกตาแล้วให้ดำเนินการย้ายลงอาหารสูตรที่มีฮอร์โมนต่ำ ภายใน 3–7 วัน ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ หากทิ้งไว้นานเกินไป เนื้อเยื่อจะมีอาการผิดปกติที่รุนแรง คือ ฉ่ำ ต้นขาว ใบใหญ่หยักร่องลึก และเน่า ซึ่งแก้ไขยาก



3. ระยะชักนำให้เกิดราก

เมื่อทำการขยายเพิ่มจำนวนต้นได้มากเพียงพอแล้ว ขั้นตอนในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่ออีกขั้นตอนหนึ่งที่จะได้ต้นกล้าที่สมบูรณ์ จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ คือการชักนำให้เกิดราก วัตถุประสงค์หลักของการชักนำให้เนื้อเยื่อออกรากคือเตรียมความพร้อมของเนื้อเยื่อเพื่อนำออกปลูกในสภาพเรือนเพาะชำ อย่างไรก็ตามพืชส่วนใหญ่ไม่มีความจำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงสูตรอาหารเพื่อเร่งราก อาจใช้สูตรเดียวกันตลอดการเพาะเลี้ยงเลยก็ได้ และในบางครั้งสามารถปักชำให้ออกรากนอกห้องปฏิบัติการได้เลย (Kyte, 1990) ในส่วนของการศึกษาเรื่องนี้สำหรับสักพบว่า มีการดำเนินการทั้งสองวิธี คือการชักนำให้เกิดรากในห้องปฏิบัติการ และนอกห้องปฏิบัติการ



3.1 การชักนำให้เกิดรากในห้องปฏิบัติการ

ในช่วงแรกของการศึกษาการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อสัก จันรรจ์ (2545) ให้ความเห็นว่า การชักนำให้เกิดรากในห้องปฏิบัติการก่อนการย้ายออกปลูก จะทำให้มีอัตราการรอดชีวิตสูงกว่าการชักนำรากในเรือนเพาะชำ โดยให้เหตุผลว่า เพราะต้นพืชมีอวัยวะครบถ้วนสมบูรณ์ ซึ่งสอดคล้องกับนักวิจัยท่านอื่นๆ ที่มุ่งการศึกษาไปที่การเปลี่ยนแปลงสูตรอาหาร และปัจจัยอื่นๆ ที่จะมีผลทำให้เนื้อเยื่อออกรากในขวด ดังต่อไปนี้

3.1.1 สูตรอาหารที่ใช้ในการชักนำให้เนื้อเยื่อสักเกิดราก

งานวิจัยแทบทั้งหมดใช้สูตร MS ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ตั้งแต่เต็มสูตรและลดสูตรเป็น $1/2$, $1/3$ และ $1/4$ เป็นต้น แต่มีการศึกษาการปรับเปลี่ยนฮอร์โมนเร่งรากแตกต่างกันออกไป ทั้งชนิดและความเข้มข้น ชนิดของฮอร์โมนเร่งรากที่ถูกนำมาใช้ศึกษาในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อสักพบว่ามี 3 ชนิด คือ NAA, IBA และ IAA โดยใช้ที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันไป เช่น จินตนา (2544) ศึกษาโดยใช้อาหารสูตร $1/2$ MS ที่เติมวุ้นร้อยละ 0.8 และเติม NAA ที่ระดับความเข้มข้น 0, 0.5, 1, 2, 3, 4 และ





5 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลา 30 วัน พบว่า ยอดสักสามารถเกิดรากได้ทั้งในอาหารที่เติมและไม่เติม NAA แต่การเติม NAA ในระดับความเข้มข้นต่ำสามารถชักนำการเกิดรากได้ดีกว่าการเติม NAA ในระดับความเข้มข้นสูง โดยยอดที่เลี้ยงในอาหารที่ไม่เติม NAA ชักนำการเกิดรากได้ร้อยละ 60 อาหารที่เติม NAA ความเข้มข้น 1 และ 2 มิลลิกรัม สามารถชักนำการเกิดรากได้สูงสุดร้อยละ 100 และสรุปผลการทดลองว่าสูตรอาหารที่สามารถชักนำให้ยอดสักเกิดรากได้ดีที่สุด คือ อาหารสูตร 1/2 MS ที่เติมวุ้นร้อยละ 0.8 ซูโครสร้อยละ 3 และ NAA 2 มิลลิกรัมต่อลิตร และ NAA สามารถชักนำการเกิดรากได้ดีกว่า IAA และ IBA ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ สมหวัง (2540) ที่ศึกษาผลของความเข้มข้นของ IBA และ NAA ต่อการชักนำให้เกิดรากของยอดสักที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS เป็นเวลา 14 วัน พบว่าความเข้มข้นของ IBA และ NAA ที่ต่างกัน มีผลต่อจำนวนรากเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญ เนื้อเยื่อมีอัตราการเกิดรากอยู่ระหว่างร้อยละ 40-100 โดยอาหารที่เติม NAA 0.5, 1 และ 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้เนื้อเยื่อมีจำนวนรากเฉลี่ยมากที่สุด และมีอัตราการเกิดรากมากที่สุด เท่ากับร้อยละ 100 ส่วนยอดสักที่เลี้ยงใน

อาหารที่ปราศจากสารควบคุมการเติบโตพืช สามารถชักนำยอดสักให้เกิดรากได้ แต่รากที่ได้มีขนาดเล็กและมีเปอร์เซ็นต์ยอดที่เกิดรากต่ำกว่าในอาหารที่มีออกซิน และสรุปผลการทดลองว่า ยอดสักที่ชักนำให้เกิดรากในอาหารสูตร MS ที่เติม NAA 0.5, 1 และ 2 มิลลิกรัมต่อลิตร เกิดรากได้ดีกว่า ที่เติม IBA ซึ่งต่างจากวิธีการของ Wirjodormodjo *et al.* (1987) ที่ทำให้ออกรากโดยเลี้ยงในอาหารสูตร 1/3 MS ที่มี IBA เป็นส่วนประกอบหรือย้ายชำในทรายที่อบฆ่าเชื้อโดยจุ่มในสารละลาย IBA นาน 5–10 นาที ในสภาพความชื้นสูงเป็นเวลา 1 เดือน แล้วจึงย้ายปลูกลงในถุงเพาะชำ และคำแนะนำของ จันรรจ์ (2546ก) ซึ่งแนะนำสูตรอาหารที่ใช้ได้ดีกับการออกรากของเนื้อเยื่อสักไว้ 4 สูตร คือ 1) MS ไม่ใส่ฮอร์โมน 2) MS+IBA 1 มิลลิกรัมต่อลิตร 3) 1/2 MS+IBA 1–2 มิลลิกรัมต่อลิตร และ 4) MS+NAA 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร กลับให้เห็นว่าอาหารแต่ละสูตรเหล่านี้ทำให้เนื้อเยื่อสักพัฒนารากได้ทั้งนั้น แต่ระบบรากจะออกมาอย่างไร ไม่ได้ขึ้นกับปัจจัยอาหารอย่างเดียว แต่ขึ้นกับสภาพเนื้อเยื่อที่นำเข้าเลี้ยงด้วย จึงควรสังเกตว่าสูตรใดใช้ได้ดีกับเนื้อเยื่อลักษณะใด แล้วได้ระบบรากที่แข็งแรง



3.1.2 ปัจจัยอื่นๆ ที่มีผลต่อการแตกราก

ปัจจัยอื่นๆ ที่มีผลต่อการแตกรากของเนื้อเยื่อลัก นอกจากออกซินในอาหาร ที่มีการศึกษาวิจัยได้แก่ สถานะของอาหาร โดย จินตนา (2544) พบว่า ยอดที่เลี้ยงในอาหารแข็งมีอัตราการเกิดรากสูงกว่า ยอดที่เลี้ยงในอาหารเหลว โดยยอดที่เลี้ยงในอาหารแข็งที่เติม NAA สามารถชักนำการเกิดรากได้สูงถึงร้อยละ 100 นอกจากนี้ จินตนา (2544) ยังทำการศึกษาผลของระยะเวลาที่เลี้ยงยอดในสภาพปลอดเชื้อต่อการชักนำการเกิดราก โดยพบว่า ยอดที่เลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อเป็นเวลา 1 และ 2 เดือน สามารถชักนำการเกิดรากได้สูงสุดร้อยละ 100 รองลงมาคือ ยอดสักที่เลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อเป็นเวลา 3 เดือน มีอัตราการเกิดราก เท่ากับร้อยละ 50 และยอดสักที่เลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อเป็นเวลา 4 เดือน มีอัตราการเกิดราก ต่ำสุดคือร้อยละ 40 จึงสรุปว่ายอดที่เลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อเป็นเวลานานมากขึ้นมีแนวโน้มการเกิดราก มีจำนวนราก และความยาวของรากลดลง ส่วนสมหวัง (2540) ทำการศึกษาผลของจำนวนครั้งของการเปลี่ยนย้ายอาหาร และความเข้มข้นของ NAA ต่อการออกรากของยอดสัก พบว่า การย้ายอาหาร มีผลต่อจำนวนรากและความยาวรากเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ มีจำนวนรากเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 2.12, 2.09, 1.73 และ 1.72 รากต่อต้น เมื่อเปลี่ยนย้ายอาหารครั้งที่ 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ โดยมีแนวโน้มการออกรากลดลงเมื่อจำนวนรอบของการเปลี่ยนย้ายอาหารมากขึ้น การย้ายเนื้อเยื่อลงเลี้ยงบนอาหารเพิ่มปริมาณยอดและตาหลายๆ ครั้ง เป็นผลให้ยอดสักที่ได้ในแต่ละรอบของการเปลี่ยนย้ายอาหารมีแนวโน้มการเกิดรากในอาหารที่เติม NAA ลดลง อีกปัจจัยหนึ่งก็คือ การเตรียมเนื้อเยื่อ ในพืชต่างๆ ไป Kyte (1990) แนะนำให้กระตุ้นความสูงของเนื้อเยื่อ ก่อนนำไปใส่อาหารเร่งราก โดยตัดฮอร์โมนออกไปจากอาหาร ส่วนจันรรจ์ (2546ก) ซึ่งสังเกตจากประสบการณ์การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อสัก แนะนำให้เลือกต้นที่เหมาะสมต่อการ

เกิดราก ซึ่งมีลักษณะสมบูรณ์ปกติและเป็นต้นเด่นภายในขวด ซึ่งมีประมาณ 2-3 ต้น เท่านั้น และแนะนำการตัดเนื้อเยื่อให้เกิดรากว่า ควรตัดยาวกว่าการตัดเนื้อเยื่อที่จะนำไปขยาย คือ ตัดให้มีส่วนปลายยอดติดอยู่และมีข้อต่ำลงมาสัก 2-3 ข้อ

3.2 การชักนำให้เกิดรากนอกห้องปฏิบัติการ

การชักนำให้เกิดรากนอกห้องปฏิบัติการ อภิชาติ และ พิมพใจ (2535) รายงานว่าเป็นวิธีที่ง่ายและดีที่สุด ได้อัตราการแตกรากหรือการรอดตายสูงถึงร้อยละ 100 โดยจะมีค่าเฉลี่ยประมาณร้อยละ 86 ขณะที่ จันรรจ์ (2545) พบว่า การชักนำให้เกิดรากนอกห้องปฏิบัติการให้อัตราการรอดตายของเนื้อเยื่อต่ำกว่าการชักนำให้เกิดรากในห้องปฏิบัติการ แต่ตั้งข้อสังเกตว่า การชักนำให้เกิดรากนอกขวดหรือในเรือนเพาะชำก็ทำได้เช่นเดียวกัน แต่มีความเสี่ยงสูงกว่ามาก เพราะต้นมีความอ่อน บอบบาง หากมีความชื้นหรืออุณหภูมิไม่เหมาะสมเพียงเล็กน้อยจะตายได้ง่าย แต่ถ้าทำได้จะลดขั้นตอนการทำงานและลดค่าใช้จ่ายลงได้มาก อย่างไรก็ตามความสำเร็จในการชักนำให้เกิดรากนอกห้องปฏิบัติการนี้พบว่าขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง ซึ่งนักวิจัยหลายท่านได้ดำเนินการทดลองแตกต่างกันไปจำแนกได้ดังนี้คือ ลักษณะยอดหรือเนื้อเยื่อนำมาออกราก วัสดุและภาชนะเพาะชำ สภาพแวดล้อมและฤดูกาล การปรับสภาพเนื้อเยื่อ การปฏิบัติต่อเนื้อเยื่อ การระบาดของเชื้อโรค เป็นต้น

3.3 ลักษณะยอดหรือเนื้อเยื่อนำมาออกราก

แม้ไม่ได้มีการทดลองเปรียบเทียบแต่ อภิชาติ และ พิมพใจ (2535) ซึ่งย้ายเนื้อเยื่อออกปลูกได้ผลดี รายงานว่าทำได้โดยการตัดแยกยอด ขนาด 3-5 เซนติเมตร ที่ผลิตได้ออกจากกอให้เป็นยอดเดี่ยวๆ ขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์และความอวบของกล้าที่ย้ายชำ กล้าหรือยอดสักที่สมบูรณ์จะต้องมีลักษณะที่เขียว แข็งแรง ไม่อวบน้ำ มีใบ 3-5 คู่ เพื่อให้แต่ละหน่อหรือยอดแตกรากออกมาเป็นต้นกล้าที่สมบูรณ์

3.4 วัสดุและภาชนะเพาะชำ

จำนรรจ์ (2546ก) แนะนำให้ใช้ถุงเพาะชำที่บรรจุวัสดุเพาะชำที่เป็นทรายผสมขุยมะพร้าว อัตราส่วน 1:1 หรือทรายละเอียดล้วนๆ และการใส่ปุ๋ยละลายช้าประมาณ 5-6 เม็ดต่อถุง วัสดุเพาะชำช่วยให้กล้าไม้โตเร็วและแข็งแรง ในการทดลองของจำนรรจ์ (2550) ใช้วัสดุที่เป็นขี้เถ้าแกลบหรือทรายหยาบที่ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยการอบหรือตากแดด ใส่ตะกร้าพลาสติกแล้วรดยาฆ่าเชื้อราให้ชุ่มตั้งทิ้งไว้ให้สะเด็ดน้ำ จากนั้นนำตะกร้าบรรจุลงในถุงพลาสติกขนาดใหญ่อีกชั้นหนึ่ง จากการศึกษาเกี่ยวกับวัสดุเพาะชำโดยตรง จำนรรจ์ และ สารโจน์ (2553) พบว่าวัสดุเพาะชำที่เป็นทรายซึ่งใช้ได้ดีในการทดลองของอภิชาติ และ พิมพ์ใจ (2535) เท่านั้น ที่ให้อัตราการรอดตายของการย้ายชำกล้าสักต่ำ ในขณะที่วัสดุเพาะชำอื่นๆ เช่น ดิน ขี้เถ้าแกลบ ขุยมะพร้าว และส่วนผสมใดๆ ของวัสดุเหล่านี้ และวัสดุที่มีทรายเป็นส่วนผสม ในอัตราส่วน 1:1:1 รวมทั้งวัสดุผสมสำเร็จรูปมีเดีย ให้อัตราการรอดตายของกล้าที่ย้ายชำสูง แต่วัสดุที่มีความโปร่งและธาตุอาหารผสมอยู่บ้าง มีแนวโน้มที่ให้กล้าที่เติบโตดีกว่า สถานีวนวัฒนวิจัยงาว จึงเปลี่ยนมาใช้วัสดุผสมระหว่าง ดิน ขี้เถ้าแกลบ ขุยมะพร้าว และวัสดุผสมสำเร็จรูปมีเดีย จนถึงปัจจุบันและใช้ได้ผลดี



3.5 สภาพแวดล้อมและฤดูกาล

อภิชาติ และ พิมพ์ใจ (2535) รายงานว่าการแตกรากของยอดสักที่เพาะเลี้ยงยังมีปัญหาอยู่มาก ถ้าหากสภาพแวดล้อม และฤดูกาลในการปักชำไม่เหมาะสม และบรรยายสภาพที่เหมาะสมต่อการปักชำเพื่อให้แตกรากว่า จะต้องกระทำในร่ม อุณหภูมิไม่เกิน 25 องศาเซลเซียส และมีสภาพความชื้นสูง การปักชำยอดสักสามารถกระทำได้ตลอดปี และช่วงที่เหมาะสมที่สุดจะอยู่ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงพฤษภาคม และเดือนกันยายนถึงพฤศจิกายน ส่วนในช่วงฤดูฝน เดือนกรกฎาคมถึงสิงหาคม พบว่า กล้าสักจะมีการรอดตายต่ำ เนื่องมาจากการถูกทำลายโดยเชื้อราและแบคทีเรีย ส่วนในช่วงเดือนธันวาคม อากาศจะหนาวเย็นกว่าปกติจะทำให้ยอดสักพักตัวหรือ “จั่น” ทำให้อัตราการแตกรากและการรอดตายลดลง จันรรจ์ (2546ก) บรรจุถุงเพาะชำลงในถุงพลาสติกขนาดใหญ่อีกที ถุงพลาสติกใหญ่มีไว้รักษาความชื้นในอากาศรอบต้นกล้า



3.6 การระบาดของเชื้อโรค

เนื้อเยื่อที่จะย้ายออกปลูกจะต้องนำมาชะล้างอาหารออกให้หมดเพื่อป้องกันการแพร่ขยายตัวของเชื้อรา แบคทีเรีย และจุลินทรีย์อื่นๆ นอกจากนี้การระบาดของโรอยังพบว่ามีมากในช่วงฤดูฝน (อภิชาติ และ พิมพิใจ, 2535) แต่จำนรรจ์ (2545) มีความเห็นว่าการทดลองทำควรเริ่มที่ฤดูฝนก่อน เพราะเป็นฤดูที่ความชื้นและอุณหภูมิเหมาะต่อการเติบโตของพืช แม้จะมีเชื้อราบ้างการใช้ยาฆ่าเชื้อราจะช่วยได้

3.7 การปรับสภาพเนื้อเยื่อ

การศึกษาเกี่ยวกับการปรับตัวของกล้าให้ชินกับอากาศ (Acclimation) ของสมหวัง (2540) พบว่า การรักษาสภาพความชื้นในการย้ายชำให้มีความแตกต่างกับสภาพความชื้นภายในภาชนะที่เลี้ยงน้อยที่สุด จะทำให้อัตราการรอดตายของกล้าสูงมาก ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Kozai *et al.* (1992) ซึ่งพบว่า ในการย้ายชำถ้าขั้นตอนที่พืชปรับตัวเข้ากับสภาพอากาศภายนอก พืชมีการคายน้ำมากเกินไป มักจะทำให้ต้นพืชชะงักการเติบโต และเป็นสาเหตุของการตายของต้นพืช ซึ่งจำนรรจ์ (2546ก) แนะนำวิธีการปรับสภาพเนื้อเยื่อก่อนย้ายปลูกไว้ดังนี้





(1) ปรับสภาพเนื้อเยื่อที่มีรากแล้วไปไว้ในที่ๆ มีอุณหภูมิสูงกว่าสภาพที่เคยเพาะเลี้ยง เช่น จากห้องเพาะเลี้ยงที่ปรับอากาศประมาณ 25 องศาเซลเซียส ไปยังห้องข้างๆ ที่เป็นห้องอุณหภูมิปกติ ประมาณ 1 สัปดาห์

(2) หลังจากนั้นนำไปเลี้ยงในที่ๆ มีแสงเพิ่มขึ้น ใกล้เคียงกับความเข้มแสงที่จะปลูกจริง เช่น ย้ายจากห้องปรับอุณหภูมิไปไว้ที่ที่มีร่มรำไร ให้ได้รับแสงจากธรรมชาติบ้าง แต่ไม่ใช่แสงจากดวงอาทิตย์โดยตรง อาจวางไว้ในเรือนเพาะชำพรางแสงประมาณ 1 สัปดาห์

(3) ปรับสภาพความชื้นของพืชเพาะเลี้ยงให้ต่ำใกล้เคียงกับความชื้นในอากาศโดยการเปิดฝาขวดเติมน้ำให้สูงประมาณ 0.5 เซนติเมตร ก่อนการย้ายปลูก 2-3 วัน

ทั้งนี้ จ्ञำนรรจ (2546ก) ให้ความเห็นไว้ว่า การปรับความชื้นมีความสำคัญมาก เพราะความชื้นในขวดจะสูงเกือบร้อยละ 100 ในขณะที่ความชื้นภายนอกประมาณร้อยละ 60 เท่านั้น ถ้าเปิดฝาขวดอย่างรวดเร็วโดยไม่ปรับความชื้นก่อน ความชื้นจะถ่ายเทออกจากขวดและจากปากใบอย่างรวดเร็ว พืชจะเหี่ยวทันที แต่จากรายงานความก้าวหน้าผลการปฏิบัติงาน

ของสถานีบำรุงพันธุ์สักประจำปี พ.ศ. 2543 พบว่า ในเดือนสิงหาคมถึงตุลาคม ซึ่งเป็นฤดูฝน ได้ทดลองย้ายกล้าสักในขวดสุ่เรือนเพาะชำ โดยผ่านเวลาปรับตัวให้ชินกับอุณหภูมิภายนอก ด้วยการตั้งขวดทิ้งไว้ในร่มนอกห้องปรับอากาศ ที่เวลา 0, 3, 5 และ 7 วัน ก่อนเปิดฝาขวด และนำไปปลูกในถุงบรรจุดิน ซึ่งตั้งในกระโจมพลาสติกเพื่อควบคุมความชื้นใต้เรือนเพาะชำ ปรากฏว่าต้นกล้าสามารถตั้งตัวได้ดีเหมือนกันหมด จึงไม่จำเป็นต้องผ่านขั้นตอนการปรับตัว ด้วยวิธีดังกล่าว รวมทั้งการทำให้เกิดรากในอาหารวุ้นเปรียบเทียบกับ การทำให้เกิดรากในถุงเพาะชำโดยตรงก็ไม่แตกต่างกันคือ กล้าไม้มีการตั้งตัวและแตกรากเช่นเดียวกันทั้งหมด (ไพรัช, 2544) สอดคล้องกับการทดลองปรับสภาพก่อนการย้ายลงถุงเพาะชำ 8 วิธี ของจำนรรจ์ และ สาโรจน์ (2553) ซึ่งสรุปผลการทดลองว่าในการย้ายชำกล้าสักจากห้องเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อนั้น ไม่มีความจำเป็นต้องมีการปรับสภาพกล้าโดยการวางขวดไว้ที่อุณหภูมิห้อง เพื่อให้ต้นกล้าปรับตัว หรือย้ายชำกล้าลงตะกร้าเพื่อให้กล้าออกรากก่อนแล้ว ย้ายลงถุงอีกครั้งหนึ่งแต่อย่างใด หากควบคุมให้สภาพแวดล้อมในช่วงการย้ายลงถุงเพาะชำและให้การดูแลในระยะแรกให้เหมาะสม สามารถย้ายเนื้อเยื่อจากขวดลงถุงเพาะชำได้โดยตรง





3.8 การปฏิบัติต่อเนื้อเยื่อ

จำนรรจ์ (2550) นำกล้าสักที่เพาะเลี้ยงในอาหารสูตรเร่งรากมาแล้วตั้งแต่ 2 สัปดาห์ขึ้นไป มาเตรียมการเพื่อนำออกสู่เรือนเพาะชำโดยใช้กรรไกรตัดเอาส่วนที่อยู่เหนือดินเพื่อจะได้ไม่ต้องล้างรากออก หากเนื้อเยื่อมีหลายข้อแนะนำให้ตัดแบ่งครึ่งต้นทำให้ได้ชิ้นส่วนเพิ่มขึ้น แต่จำนรรจ์ และ สารโจน (2553) แนะนำว่าไม่ควรทำการตัดแบ่งเนื้อเยื่อที่จะย้ายชำให้มีขนาดเล็กเกินไป เพราะถึงแม้เนื้อเยื่อที่ถูกตัดแบ่งเป็นชิ้นเล็กๆ จะได้จำนวนชิ้นที่ไปย้ายชำมากกว่า แต่ได้กล้าที่มีการแตกรากใกล้เคียงกับกล้าที่ไม่ได้ตัดแบ่ง และได้กล้าที่มีความแข็งแรงน้อยกว่าเนื่องจากมีขนาดเล็ก

3.9 ปัจจัยอื่นๆ

จำนรรจ์ และ สาโรจน์ (2553) ซึ่งศึกษามุ่งเน้นที่อิทธิพลของสูตรอาหารที่ใช้เพาะเลี้ยงที่มีต่อการรอดตายของกล้าไม้ โดยไม่คำนึงถึงการเกิดรากของเนื้อเยื่อในขวดเพาะเลี้ยง พบว่า เนื้อเยื่อที่เลี้ยงในอาหาร MS ที่เพิ่มฮอร์โมนเร่งยอด (BAP และ Kn) หรือฮอร์โมนเร่งราก (IBA) มีแนวโน้มที่ช่วยให้อัตราการรอดตายของกล้าที่ย้ายชำมากกว่าเนื้อเยื่อที่เลี้ยงในอาหารสูตร MS ที่ไม่ใส่ฮอร์โมน

การย้ายออกปลูก

การย้ายออกปลูกในที่นี้หมายถึงการย้ายเนื้อเยื่อที่ชักนำให้ออกรากแล้วทั้งแบบที่ชักนำให้ออกรากในห้องปฏิบัติการและนอกห้องปฏิบัติการไปปลูกในถุงเพาะชำเพื่อเลี้ยงเป็นต้นกล้าปกติ นักวิจัยแต่ละท่านมีการปฏิบัติที่แตกต่างกันไปดังนี้ อภิชาติ และ พิมพ์ใจ (2535) รายงานว่า สักหลังจากที่นำออกจากห้องเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อและชักนำให้แตกรากประมาณ 45 วัน สามารถที่จะนำมาย้ายชำ เช่นเดียวกับการย้ายชำกล้าอ่อนจากการเพาะเมล็ดพันธุ์ไม้ป่าทั่วไป เพื่อผลิตเป็นกล้าสักสำหรับการปลูกสร้างสวนป่า เพื่อความสะดวกในการขนย้ายและดูแล ในระยะแรกควรจะย้ายชำลงในถาดหลุมขนาด 1 นิ้ว ในสภาพเรือนกระจก และความชื้นสูง ซึ่งจะทำให้ได้อัตราการรอดตายสูงถึงกว่าร้อยละ 90 แล้วค่อยย้ายชำลงในถุงพลาสติกเมื่อกล้าไม้ตั้งตัวได้ดี การย้ายชำกล้าสักลงในแปลงเพาะโดยตรง เพื่อผลิตกล้าหรือเหง้าดังเช่นการเพาะเมล็ดพันธุ์ ซึ่งสามารถกระทำได้แต่อัตราการรอดตายยังนับว่าต่ำมากประมาณร้อยละ 48 ขึ้นอยู่กับสภาพอากาศในระหว่างย้ายชำ และความละเอียดหรือการเอาใจใส่ของการย้ายชำ การย้ายชำโดยวิธีนี้ยังจะต้องมีการปรับปรุงอีกมาก จากการทดลองชักนำยอดสักให้แตกราก ของสมหวัง (2540) โดยนำ

ยอดสักที่ได้จากการเพิ่มปริมาณยอดและตา มาชักนำให้ออกรากในอาหาร
สูตร MS ที่เติม NAA ระดับความเข้มข้นต่างๆ กันเป็นเวลา 14 วัน แล้วย้าย
ปลูกในถาดนํ้าเกลือสภาพความชื้นสูงด้วยการรดน้ำให้ชุ่ม คลุมถุงพลาสติก
วางภายในเรือนเพาะชำที่พรางแสงร้อยละ 50 เป็นเวลา 30 วัน พบว่า อัตรา
การรอดตายสูงมากในทุกกรอบของกล้าสักที่ชักนำให้เกิดราก และทุกระดับ
ความเข้มข้น NAA ที่ชักนำให้เกิดราก ซึ่งการที่อัตราการรอดตายสูงมากนั้น
น่าจะเป็นผลเนื่องมาจากการรักษาสภาพความชื้นในการย้ายชำให้มีความ
แตกต่างกับสภาพความชื้นภายในภาชนะที่เลี้ยงน้อยที่สุด จินตนา (2544)
ย้ายสักออกปลูกในสภาพแวดล้อมภายนอก โดยใช้วัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของ



ดิน:ถ่านแกลบ ในอัตราส่วน 2:1 ให้ความชื้นสูงในระยะแรก หลังจากการย้ายปลูก 1 เดือน ต้นสักสามารถตั้งตัวได้ดี มีการเติบโตดีและมีอัตราการรอดตายร้อยละ 82 การรอดตายของกล้าสักที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ นอกจากจะขึ้นกับสภาพแวดล้อมหลังย้ายชำแล้ว คุณภาพของยอดมีส่วนสำคัญต่อการมีชีวิตรอดของกล้า โดยพบว่า ต้นกล้าที่ยอดยืดยาวมีความแข็งแรงและมีขนาดใหญ่ จะมีโอกาสในการรอดชีวิตมากกว่า ส่วนจำนรรจ (2546ก) แนะนำขั้นตอนการย้ายเนื้อเยื่อออกปลูกไว้ดังนี้

- (1) นำเนื้อเยื่อที่ปรับสภาพแล้วออกจากขวด ระวังอย่าให้ต้นพืชชำ
- (2) ล้างวุ้นที่ติดกับรากออกให้หมด เพื่อให้ล้างวุ้นออกง่าย สูตรอาหารชักนำราก อาจลดวุ้นลงเหลือเพียง 6 กรัมต่อลิตรก็ได้ การล้างวุ้นทำให้เสียเวลาและเกิดเชื้อราได้ง่าย ภายหลังจำนรรจ และ สารจัน (2553) ใช้เฉพาะส่วนเนื้อวุ้นได้ผลดีกว่า

- (3) นำต้นกล้าไปชำในถุงที่มีวัสดุเพาะชำ โดยใช้ไม้แหลมแทงเป็นรูนำไปก่อน แล้วค่อยหย่อนกล้าไม้ลงไปให้มิดราก กดดินทรายให้แน่นแนบกับราก

- (4) ปักชำจนครบหมดทุกต้น ฉีดน้ำและยาฆ่าเชื้อรา เช่น ออโรไซด์ในถุง ไม้ให้แฉะเกินไป



ระบบรากและการเติบโต

ถึงแม้ว่าสักที่ปลูกจากกล้าถุงจะมีรากแก้วที่ยังเล็กและแข็งแรงกว่า แต่ไม่ได้แสดงว่าการเติบโตจะดีกว่าสักที่ปลูกจากเหง้าและกล้าเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อซึ่งมีเพียงระบบรากแขนง ดังผลการทดลองของจำนงค์ และ จตุพร (2544) ที่พบว่า ต้นสักที่ปลูกจากกล้าถุงมีการเติบโตน้อยกว่าต้นที่ปลูกจากเหง้า และต้นที่ปลูกจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมีการเติบโตดีที่สุด ทั้งทางเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก และความสูง ทั้งนี้เนื่องจากรากที่ใช้ตุ่ธาตุอาหารและดินน้ำ เป็นรากฝอยและรากแขนง จากข้อมูลข้างต้นแต่ละวิธีปลูกมีระบบรากแขนงไม่แตกต่างกัน แต่สิ่งที่ทำให้การเติบโตของสักที่ปลูกจากกล้าเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมีการเติบโตดีกว่ากล้าที่ขยายโดยวิธีอื่นๆ น่าจะเนื่องจากเนื้อเยื่อที่นำเข้ามาเพาะเลี้ยงเป็นเนื้อเยื่อที่ผ่านการคัดเลือกสายพันธุ์แล้วนั่นเอง นอกจากนี้จากการสังเกตต้นไม้ในแปลงทดลองไม่พบอาการที่แสดงออกถึงความไม่แข็งแรงของระบบราก หรือมีไม้ต้นใดต้นหนึ่งโคนล้มแต่อย่างใด (จำนรงค์, 2546ข) เมื่อศึกษารายละเอียดของระบบรากของสัก อายุ 11 ปี ที่ปลูกจากกล้าเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเปรียบเทียบกับสักที่ปลูกด้วยเหง้าและกล้าไม้ในถุง จำนรงค์ (2546ข) ไม่มีความแตกต่างในเรื่องการกระจายของระบบราก ความลึกหรือขนาดของรากแต่อย่างใด มีเพียงสิ่งเดียวเท่านั้นที่แตกต่างกันอย่างเด่นชัดก็คือ ระบบรากของต้นสักที่ปลูกจากกล้าถุงจะมีรากแก้ว ในขณะที่ระบบรากของต้นสักที่ปลูกจากเหง้า และจากกล้าเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อไม่มีรากแก้ว



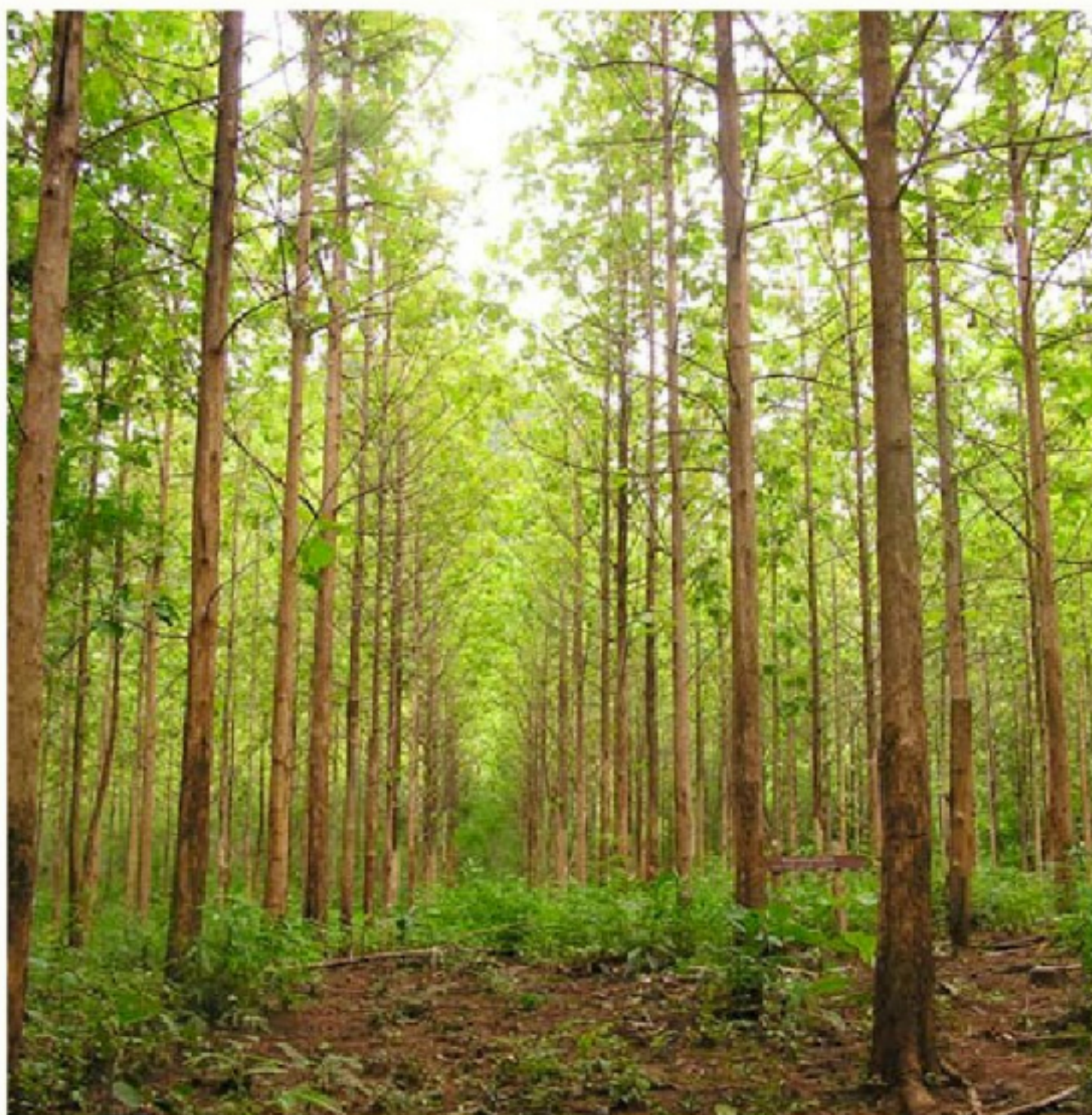
การเติบโตของสักที่ปลูกด้วยกล้าที่ขยายพันธุ์ด้วยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ มีผู้ศึกษาและเก็บข้อมูลไว้บ้างพอสมควร เช่น จันทงค์ และ จตุพร (2544) ศึกษาว่าที่อายุ 12 ปี ต้นสักจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมีเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกถึง 27.86 เซนติเมตร ในขณะที่ต้นสักจากกล้าถุงและเหง้า มีเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก 20.53 และ 24.91 เซนติเมตร ส่วนความสูงรวมเฉลี่ยเป็น 15.33, 12.52 และ 14.09 เมตร ตามลำดับ แสดงให้เห็นถึงลักษณะการเติบโตของสักที่ปลูกจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อที่เหนือกว่ากล้าไม้ที่ปลูกจากวิธีอื่นในทุกๆ ด้านแม้แต่การออกดอก ติดผล และผลิตเมล็ด

สมยศ (2540) ได้รวบรวมผลการรายงานเรื่องการเติบโตของสักที่ปลูกจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อจากที่ต่างๆ ไว้ทั้งในและต่างประเทศว่า เนื่องจากกล้าสักที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อของแม่ไม้ จะคงลักษณะที่ดีของแม่ไม้ไว้ได้จึงเติบโตเร็ว และมีความสม่ำเสมอในด้านความสูงและความโต





Gavinlertvatana (1995) รายงานว่า สักที่ปลูกจากกล้าที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อจะมีอัตราการเติบโตเฉลี่ยทางด้านเส้นรอบวงปีละ 15 เซนติเมตร ในขณะที่ Mascarenhas (1987) รายงานว่า ในประเทศอินเดีย กล้าจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อสัก มีอัตราการเติบโตสม่ำเสมอ และรวดเร็วมาก เมื่ออายุ 5 ปี อัตราการเติบโตจะเท่ากับสักในสวนป่าอายุ 10 ปี จึงสามารถทำการตัดขยายระยะได้ เมื่ออายุประมาณ 4-5 ปี แต่สวนสักธรรมชาติจะตัดขยายระยะได้เมื่ออายุ 8-10 ปี จันรรจ์ (2546ข) ได้เปรียบเทียบการเติบโตทั้งเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก ความสูงรวม และความสูงที่ใช้เป็นสินค้าได้ของสักอายุ 11 ปี ที่ปลูกจากกล้าเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ เปรียบเทียบกับสักที่ปลูกจากเหง้า ซึ่งเมล็ดเก็บจากป่าธรรมชาติ พบว่า ทั้ง 3 ลักษณะการเติบโต สักที่ปลูกจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมีการเติบโตที่ดีกว่าสักที่ปลูกจากเหง้าอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ภาพที่ 16)



ภาพที่ 16 สวนป่าสักอายุ 11 ปี จากกล้าเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

การประยุกต์ใช้เทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อสัก

หลังจากการศึกษาของอภิชาติ และ พิมพใจ (2535) ภาคเอกชนได้นำผลการศึกษาไปประยุกต์ใช้จนสามารถผลิตกล้าสักขายส่งออกต่างประเทศ โครงการปรับปรุงพันธุ์สักมีความก้าวหน้าขึ้นมากหลังจากการนำเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเข้ามาช่วยผลิตกล้าสักที่เกิดจากการผสมเกสรแบบควบคุมให้ได้จำนวนกล้าไม้เพียงพอสำหรับการปลูกทดสอบสายพันธุ์แบบปิด ในปี พ.ศ. 2550 และปี พ.ศ. 2552 (สาโรจน์ และคณะ, 2555) และที่เป็นข่าวโด่งดังทำให้การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อสักเป็นที่รู้จักและรับทราบโดยทั่วไป คือการใช้สำหรับขยายพันธุ์สักเสาชิงช้า จำนวน 1 ล้านกล้า เพื่อแจกจ่ายแก่ประชาชนทั่วไป (นิรนาม, 2555ก, 2555ข) อย่างไรก็ตามเป็นที่น่าเสียดายว่าการประยุกต์ใช้เทคนิคนี้ ให้ตรงตามวัตถุประสงค์หลักจริงๆ คือ ขยายพันธุ์สักพันธุ์ดีในการปลูกป่าแบบอุตสาหกรรมหรือแม้แต่สวนป่าทั่วไปขนาดเล็กยังจำกัดอยู่ที่เอกชนบางรายที่มีศักยภาพสูง ในส่วนของภาครัฐยังไม่มียุทธศาสตร์ที่แน่ชัดในเรื่องนี้เลย



ข้อเสนอแนะการประยุกต์ใช้เทคนิคการขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศของสัก

การตอนกิ่งสักทำได้ยากและไม่สะดวกจึงไม่กล่าวถึงในที่นี้ แต่วิธีการอื่นล้วนมีประโยชน์และต้องใช้ในขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์สักทั้งสิ้น แต่มีข้อดีข้อเสียและวัตถุประสงค์ที่จะนำไปประยุกต์ใช้แตกต่างกัน ดังนี้

1. การติดตาเป็นวิธีการที่ง่าย และมีความสำเร็จสูง ตลอดจนสามารถทำได้กับสักที่มีอายุมาก จึงควรใช้ในการขยายพันธุ์แม่ไม้ในขั้นตอนแรกหลังการคัดเลือกจากป่าเข้าสู่เรือนเพาะชำ ก่อนการดำเนินการขยายพันธุ์ด้วยวิธีอื่นต่อไป สักที่ได้จากการติดตาไม่ควรนำไปปลูกในสวนรวมพันธุ์ หรือสวนผลิตเมล็ดพันธุ์หรือแปลงทดสอบแม่ไม้โดยตรง เพราะปัญหาเกี่ยวกับการแตกตา



ของต้นตออันเป็นส่วนที่ไม่พึงประสงค์ ซึ่งเป็นจุดสำคัญที่ก่อให้เกิดข้อโต้แย้งของนักวิชาการทั้งหลายจนถึงทุกวันนี้ และปัญหารองลงมาก็คือ การเกิดการไม่ยอมรับซึ่งกันและกันของต้นตอกับกิ่งตาที่เรียกว่า Incompatibility อันมีผลต่อการเติบโตและการผลิตเมล็ดของสัก ส่วนการขยายพันธุ์เพื่อการปลูกสร้างสวนป่า ควรใช้การปักชำหรือการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อจากการปักชำจากต้นตอที่เป็นกล้าไม้แทน

2. การปักชำเป็นวิธีที่ทำได้ง่ายสามารถใช้เทคนิคและเครื่องมือพื้นฐาน เอกชนรายย่อยสามารถนำไปใช้ขยายพันธุ์แม่ไม้สักของตนเองได้ มีประโยชน์สำหรับการขยายพันธุ์สักสายต้นต่างๆ ที่จะใช้ในการปลูกทดสอบหรือจัดสร้างสวนผลิตเมล็ดพันธุ์และการปลูกสร้างสวนป่าสักพันธุ์ดีขนาดเล็ก รวมทั้งสามารถใช้วิธีนี้เพิ่มจำนวนกล้าไม้จากเมล็ดที่มีคุณภาพทางพันธุ์ที่ดีหรือกรณีขาดแคลนเมล็ด (โดยปักชำจากต้นกล้า) สำหรับการปักชำกิ่งแก่ก็สามารถทำได้เช่นกัน เพียงแต่ต้องอาศัยขั้นตอนการลดอายุกิ่งโดยวิธีการติดตาเสียก่อน



การที่เน้นเฉพาะสวนป่าขนาดเล็กและเกษตรกรรายย่อยนั้น เพราะศักยภาพในการขยายเพิ่มจำนวนของการปักชำมีไม่มาก เนื่องจากข้อจำกัดในการผลิตกิ่งที่จะนำมาปักชำ ต้นต่อหนึ่งจะสามารถผลิตกิ่งปักชำได้อย่างมาก 3-4 กิ่ง ต่อหนึ่งฤดูกาล และ 1 กิ่งที่ปักชำจะผลิตต้นกล้าได้เพียง 1 ต้น ใน 1 ปี ถ้านำต้นดังกล่าวมาขยายต่อต้องรอเวลานานกว่าจะแข็งแรงพอที่จะผลิตกิ่งรอบต่อไป

3. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเป็นวิธีการที่ใช้เทคโนโลยี ความเชี่ยวชาญและความละเอียดอ่อนในการปฏิบัติสูง และค่าใช้จ่ายเริ่มต้นสูง แต่มีศักยภาพในการขยายเพิ่มจำนวนได้มาก ในสายพันธุ์ที่มีสูตรอาหารในการเร่งยอดแล้วจากเนื้อเยื่อ 1 ยอด สามารถตัดตอนได้ 3-4 ข้อ แต่ละข้อสามารถกระตุ้นให้เป็นยอดใหม่ได้ 2-3 ยอดภายในวงรอบ 21 วัน และตัดขยายออกไปได้เรื่อยๆ จึงเหมาะที่จะใช้ขยายพันธุ์ในการปลูกป่าแบบอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ เพราะสามารถผลิตได้มากและรวดเร็ว แต่การผลิตจำนวนมากจะทำให้ค่าใช้จ่ายต่อต้นลดลง แต่เนื่องจากความผันแปรในความต้องการอาหารและฮอร์โมนของสายพันธุ์ต่างๆ มีสูงมากทำให้มีความยากลำบากและต้องลงทุนสูง จึงสมควรใช้การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในการขยายพันธุ์เฉพาะสายพันธุ์ที่ผ่านการทดสอบแล้วและมีลักษณะทางพันธุกรรมที่ดีเท่านั้น รวมถึงลูกผสมที่เป็นสายพันธุ์ดี เพื่อการปลูกสร้างสวนป่าขนาดใหญ่



เอกสารอ้างอิง

- คณิต รัตนวัฒน์กุล และ สาโรจน์ วัฒนสุขสกุล. 2545. การศึกษาการปักชำกล้าไม้สัก, น. 62-77. ใน รายงานนวนวัฒนวิจัย ประจำปี พ.ศ. 2544. ส่วนนวนวัฒนวิจัย สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.
- คณิต รัตนวัฒน์กุล, สมชาย นองเนื่อง และ สันติ กิตติบรรพชา. 2545. การเปรียบเทียบการเจริญเติบโตระหว่างกล้าไม้สักที่เพาะจากเมล็ดและกล้าจากการปักชำ, น. 78-88. ใน รายงานนวนวัฒนวิจัย ประจำปี พ.ศ. 2544. ส่วนนวนวัฒนวิจัย สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.
- จ้านงค์ กาญจนบุรากร และ จตุพร มังคลารัตน์. 2544. การปลูกทดลองเปรียบเทียบการเจริญเติบโต การออกดอก การติดเมล็ดของไม้สักที่ปลูกโดยใช้กล้าถุง เหง้า และกล้าปั่นตา ที่สถานีผลิตเมล็ดพันธุ์ไม้ป่าทองผาภูมิ. เอกสารวิชาการประกอบคำขอให้ประเมินบุคคลเพื่อดำรงตำแหน่งนักวิชาการป่าไม้ 8ว. กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ. 12 น.
- จันรรจ เพียรอรุณรักษ์. 2544. การบรรจุหีบห่อเพื่อการขนส่งเหง้าติดตาไม้สัก. เอกสารวิชาการประกอบคำขอให้ประเมินบุคคลเพื่อดำรงตำแหน่งนักวิชาการป่าไม้ 7ว. ส่วนนวนวัฒนวิจัย สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้. 19 น.
- จันรรจ เพียรอรุณรักษ์. 2545. เทคนิคการลดอายุกิ่งแก่ของไม้สักเพื่อการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ, น. 332-345. ใน รายงานการสัมมนาทางนวนวัฒนวิทยา ครั้งที่ 7 “นวนวัฒนวิทยาเพื่อพัฒนาสวนป่าเศรษฐกิจ”. 12-14 ธันวาคม 2544 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์และกรมป่าไม้, กรุงเทพฯ. 384 น.

- จำนรรจ เพียรอนุรักษ์. 2546ก. เทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อไม้สัก. เอกสารวิชาการประกอบคำขอให้ประเมินบุคคลเพื่อดำรงตำแหน่ง นักวิชาการป่าไม้ 8ว. กลุ่มงานวิชาการ สำนักบริหารจัดการในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ 15, กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช. 107 น.
- จำนรรจ เพียรอนุรักษ์. 2546ข. ระบบรากและการเจริญเติบโตของไม้สัก ที่ขยายพันธุ์ด้วยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ. เอกสารเผยแพร่ของสถานี บำรุงพันธุ์ไม้สัก อำเภองาว จังหวัดลำปาง. 15 น.
- จำนรรจ เพียรอนุรักษ์. 2550. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อไม้สักจากเมล็ดอ่อน, น. 55–63. ใน รายงานผลงานวิจัยประจำปี พ.ศ. 2550 เล่ม 3. สำนัก วิจัยการจัดการป่าไม้และผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้.
- จำนรรจ เพียรอนุรักษ์, ประสิทธิ์ เพียรอนุรักษ์ และ สาโรจน์ วัฒนสุขสกุล. 2554. การจัดการสวนผลิตกิ่งไม้สักในกระถางเพื่อการปักชำ. ใน การประชุมวิชาการด้านป่าไม้ โครงการ “เปิดบ้านวิชาการด้านป่าไม้” ภายใต้หัวข้อ “เทคโนโลยีด้านป่าไม้เพื่อประชาชน”. 28-29 มิถุนายน 2554 ณ ห้องประชุมใหญ่ อาคารกริต สามะพุทธิ กรมป่าไม้. (บทคัดย่อ)
- จำนรรจ เพียรอนุรักษ์ และ สาโรจน์ วัฒนสุขสกุล. 2553. การย้ายชำกล้า ไม้สักที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ. ใน การประชุมวิชาการกระทรวง ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. อิมแพคอารีนา เมืองทองธานี นนทบุรี. (บทคัดย่อ)
- จินตนา บุญเชิญ. 2544. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อไม้สัก (*Tectona grandis* L.F.) จากแม่ไม้พันธุ์กรรมดี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ณัฐากร เสมสันทด และ บัณฑิต โพธิ์น้อย. 2554. เทคนิคการปักชำพันธุ์ไม้ป่า. กลุ่มงานวนวัฒนวิจัย สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้. 36 น.

นิรนาม. 2521. Progress Report 1st October 1976- 30th September 1977, น. 12-23. ใน รายงานการประชุมคณะกรรมการธิการไทย-เดนมาร์ก ว่าด้วยการบำรุงพันธุ์ไม้สัก ไม้สน ประจำปี 2520. 7 เมษายน 2521 งานวนวัฒนวิจัย กองบำรุง กรมป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

นิรนาม. 2522. การทดลองติดตามไม้สัก *Tectona hamiltoniana* ลงบน *Tectona grandis* stock, น. 74-75. ใน ผลงานวนวัฒนวิจัยปี พ.ศ. 2520-2521. งานวนวัฒนวิจัย กองบำรุง กรมป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

นิรนาม. 2555ก. การผลิตกล้าสักจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ. แหล่งที่มา: www.northfio.com/web/index.php/km?download=11:2012-03-07-17, 19 พฤศจิกายน 2555.

นิรนาม. 2555ข. โครงการปลูกต้นสักมงคลสายพันธุ์เสาชิงช้า. แหล่งที่มา: www.klasakmongkol.org, 19 พฤศจิกายน 2555.

บุญชูบ บุญทวี, สุขสันต์ สายวา และ ไพรัช ปิยะพันธุ์. 2537. การขยายพันธุ์ไม้สักโดยวิธีการปักชำกล้าอ่อน, น. 29-45. ใน รายงานการประชุมวิชาการป่าไม้ ประจำปี 2537. 21-25 พฤศจิกายน 2537 กรมป่าไม้.

ประสิทธิ์ เพียรอรุณรักษ์. 2538. วิเคราะห์สวนผลิตเมล็ดพันธุ์ไม้สักในประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ประสิทธิ์ เพียรอรุณรักษ์. 2545. เทคนิคการปักชำเพื่อการปรับปรุงพันธุ์ไม้สัก. เอกสารวิชาการประกอบคำขอให้ประเมินบุคคลเพื่อดำรงตำแหน่งนักวิชาการป่าไม้ 8ว. ส่วนวนวัฒนวิจัย สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ. 78 น.

- ประสิทธิ์ เพียรอนุรักษ์. 2550. การผสมเกสรไม้สักเพื่อการทดสอบสายพันธุ์แบบปิด, น. 30–41. ใน รายงานผลงานวิจัยประจำปี พ.ศ. 2550 เล่ม 3. สำนักวิจัยการจัดการป่าไม้และผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้.
- ประสิทธิ์ เพียรอนุรักษ์ และ จ्ञานรรจ์ เพียรอนุรักษ์. 2543. ปัจจัยสำคัญและเทคนิคบางประการต่อความสำเร็จของการปักชำกิ่งจากแม่ไม้สักในแปลงในพ่นหมอก, น. 177–189. ใน รายงานนวนวัฒนวิจัย ประจำปี พ.ศ. 2543. ส่วนนวนวัฒนวิจัย สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้.
- ประสิทธิ์ เพียรอนุรักษ์ และ จ्ञานรรจ์ เพียรอนุรักษ์. 2545. การจัดการสวนผลิตกิ่งเพื่อการปักชำไม้สักกิ่งแก่. ใน การสัมมนาทางนวนวัฒนวิทยาครั้งที่ 7 “นวนวัฒนวิทยาเพื่อพัฒนาสวนป่าเศรษฐกิจ”. 12-14 ธันวาคม 2544 ส่วนนวนวัฒนวิจัย สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้.
- ประสิทธิ์ เพียรอนุรักษ์, ไพรัช ปิยะพันธุ์ และ บุญชู บุญทวี. 2537. ฤดูกาลในการปักชำไม้สักจากต้นกล้า, น. 56–62. ใน เอกสารสมทบการประชุมวิชาการป่าไม้ ประจำปี 2537. 21–25 พฤศจิกายน 2537 กรมป่าไม้ กรุงเทพฯ.
- ไพรัช ปิยะพันธุ์. 2542. การทำไม้สักกิ่งแก่ให้อ่อนโดยการปักชำและติดตา. เอกสารวิชาการประกอบคำขอให้ประเมินบุคคลเพื่อดำรงตำแหน่งนักวิชาการป่าไม้ 7ว. ส่วนนวนวัฒนวิจัย สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ. 11 น.
- ไพรัช ปิยะพันธุ์. 2544. การปรับปรุงพันธุ์ไม้สักในประเทศไทย. ส่วนนวนวัฒนวิจัย สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ. 179 น.

- ไพรัช ปิยะพันธุ์ และ จ्ञานรรจ์ เพียรอรุณรัช. 2539. สายพันธุ์และวิธีการติดต่อกับการเกิด Incompatibility และเชื้อราของไม้สักในสวนผลิตเมล็ดพันธุ์ 4 ชั้นอายุ. เอกสารวิชาการประกอบคำขอให้ประเมินบุคคลเพื่อดำรงตำแหน่งนักวิชาการป่าไม้ 7ว. กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ. 8 น.
- ไพรัช ปิยะพันธุ์ และ อภิชาติ ขาวสะอาด. 2544. การทดสอบแม่ไม้สักทองที่อำเภอวัง จ้งหวัดลำปาง. เอกสารวิชาการประกอบคำขอให้ประเมินบุคคลเพื่อดำรงตำแหน่งนักวิชาการป่าไม้ 8ว. ส่วนวนวัฒนวิจัยสำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ. 20 น.
- สนั่น กิ่งเมืองเก่า. 2528. เทคนิคการเพาะชำของไม้สำคัญบางชนิด. เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการป่าไม้. ฝ่ายวนวัฒนวิจัย กองบำรุง กรมป่าไม้. 22 น.
- สมเกียรติ กลั่นกลั่น. 2545. ผลของสาร Thiourea ต่อการเกิดตายอดและการเกิดรากของยอดสักปักชำในระยะกล้าสักพักตัว, น. 89-99. ใน รายงานวัฒนวิจัย ประจำปี พ.ศ. 2544. ส่วนวนวัฒนวิจัยสำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.
- สมบูรณ์ บุญยืน, จตุพร มังคลารัตน์, ประพาย แก่นนาค, ประสิทธิ์ เพียรอรุณรัช, สารโจน วัฒนสุขสกุล และ จ्ञานรรจ์ เพียรอรุณรัช. 2550. การประเมินครั้งที่ 1 แปลงทดสอบแม่ไม้สักจากกล้าปักชำชุดที่ 1 ที่อายุ 5 ปี, น. 42- 54. ใน รายงานผลงานวิจัยประจำปี พ.ศ. 2550 เล่ม 3. สำนักวิจัยการจัดการป่าไม้และผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้.
- สมยศ กิจคำ. 2540. กลยุทธ์การขยายพันธุ์ไม้ป่า. ส่วนวนวัฒนวิจัย สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ. 262 น.

สมหวัง หวังเศรษฐกุล. 2540. การเพิ่มปริมาณกล้าสักจากเมล็ดพันธุ์กรรมดี โดยใช้เทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สาโรจน์ วัฒนสุขสกุล, ประสิทธิ์ เพียรอนุรักษ์, จ्ञานรรจ์ เพียรอนุรักษ์, วิโรจน์ ครองกิจศิริ, จรัส ช่วยนะ และ พรเทพ เหมือนพงษ์. 2555. การประเมินผลเบื้องต้นของการทดสอบสายพันธุ์ไม้สักแบบปิด, น. 139–150. ใน รายงานการสัมมนาทางวนวัฒนวิทยา ครั้งที่ 9 “วนวัฒนวิทยาการฟื้นฟูป่าตามแนวพระราชดำริ ฝ่าวิกฤตสิ่งแวดล้อม”. 21–22 มิถุนายน 2555 อาคารวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุนันทา ขจรศรีชล, พงษ์ศักดิ์ สหุณาฬ, อธิโรยูกิ วาตานาเบ, วิเชียร สุ่มันตกุล และ บุญชูบ บุญทวี. 2539ก. ผลของการใช้ออกซินต่อความสามารถในการแตกรากของกิ่งชำจากกล้าไม้สัก, น. 149–158. ใน เอกสาร สมทบการประชุมป่าไม้แห่งชาติประจำปี 2538. 20–24 พฤศจิกายน 2538 กรมป่าไม้ กรุงเทพฯ.

สุนันทา ขจรศรีชล, สมเกียรติ จันทรไฟแสง, ไพรัช ปิยะพันธ์, วิเชียร สุ่มันตกุล และ บุญชูบ บุญทวี. 2539ข. อิทธิพลของวัสดุชำต่อการแตกรากของกิ่งชำจากกล้าไม้สัก, น. 240–248. ใน รายงานการประชุม การป่าไม้แห่งชาติ ประจำปี 2538. 20–24 พฤศจิกายน 2538 กรมป่าไม้ กรุงเทพฯ.

สุนันทา ขจรศรีชล, ไพรัช ปิยะพันธุ์, ทวี ไชยเรืองศิริกุล, วิเชียร สมนันทกุล และ บุญชู บุญทวี. 2539ค. ผลของการใช้ IBA ต่อความสามารถในการแตกรากของหน่อและปลายยอดของแม่ไม้สักติดตาอายุ 5 ปี และ 20 ปี จากสวนรวมพันธุ์ (Clone Bank), น. 159-166. ใน เอกสารสมทบการประชุมป่าไม้แห่งชาติประจำปี 2538. 20-24 พฤศจิกายน 2538 กรมป่าไม้ กรุงเทพฯ.

สุนันทา ขจรศรีชล, พงษ์ศักดิ์ สหุณาฬ, อีรียุกี วาตานาเบ, วิเชียร สมนันทกุล และ บุญชู บุญทวี. 2539ง. อิทธิพลของความเข้มแสงต่อการเจริญเติบโตของกล้าไม้และความสามารถในการแตกรากของกิ่งชำกล้าไม้สัก, น. 91-102. ใน เอกสารสมทบการประชุมการป่าไม้แห่งชาติ ประจำปี 2538. 20-24 พฤศจิกายน 2538 กรมป่าไม้ กรุงเทพฯ.

สุนันทา วิสัทธิพานิช. 2543. ผลของการตัดให้แตกหน่อต่อผลผลิตยอดและความสามารถในการแตกรากของยอดในกล้าไม้สัก, น. 99-112. ใน รายงานนวนววัฒนวิจัย ประจำปี พ.ศ. 2543. ส่วนนวนววัฒนวิจัย สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

สุนันทา วิสัทธิพานิช, ไพรัช ปิยะพันธุ์ และ วิเชียร สมนันทกุล. 2543ก. ผลของการตัดให้แตกหน่อต่อผลผลิตยอดและความสามารถในการแตกรากของยอดในกล้าไม้สัก, น. 99-112. ใน รายงานนวนววัฒนวิจัย ประจำปี พ.ศ. 2543. ส่วนนวนววัฒนวิจัย สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

สุนันทา วิสัทธิพานิช, ไพรัช ปิยะพันธุ์ และ วิเชียร สมนันทกุล. 2543ข. การผลิตเหง้าจากกิ่งปักชำของกล้าไม้สัก, น. 47-60. ใน รายงานนวนววัฒนวิจัย ประจำปี พ.ศ. 2543. ส่วนนวนววัฒนวิจัย สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

- อภิชาติ ขาวสอาด. 2526. เทคนิคการเพาะเตรียมกล้าสัก. เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการป่าไม้ เล่มที่ 2 เดือนพฤษภาคม 2526. ฝ่ายวนวัฒนวิจัย กองบำรุง กรมป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 62 น.
- อภิชาติ ขาวสอาด. 2535. การปรับปรุงพันธุ์และขยายพันธุ์ไม้สัก, น. 80-82. ใน สัมมนา 50 ปี สวนสักห้วยทาก เฉลิมพระเกียรติ 60 พรรษามหาราชนี. 5-8 สิงหาคม 2535 ณ โรงแรมเวียงทอง จังหวัดลำปาง. กรมป่าไม้.
- อภิชาติ ขาวสอาด และ กมลวัฒน์ วิเศษศิริ. 2523. ผลของการเพาะเมล็ดสักที่ระดับความลึกต่างกัน. วนสาร 38: 138-145.
- อภิชาติ ขาวสอาด และ พิมพ์ใจ อาภาวัชรุณ. 2535. การขยายพันธุ์ไม้สักโดยวิธีเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ, น. 154-168. ใน สัมมนา 50 ปี สวนสักห้วยทาก เฉลิมพระเกียรติ 60 พรรษามหาราชนี. 5-8 สิงหาคม 2535 ณ โรงแรมเวียงทอง จังหวัดลำปาง. กรมป่าไม้.
- Apavatjirut, P., A. Kaosa-ard and T. Paratasilpin. 1987. Current research on Teak (*Tectona grandis* Linn.f.) tissue culture in Thailand, pp. 107-115. In Symposium on the Application of Tissue Culture Techniques in Economically Important Tropical Trees. SEAMEO-BIOTROP, Bogor, Indonesia.
- Boonkird, S. 1964. Progress report on the first teak tree-show in Thailand. Natural History Bulletin of the Siam Society 20(4): 243-256.
- Bryndum, K. 1968. Genetic research of teak. Proc. of the 1st Silvicultural Seminar. RFD No. R. 118 Bangkok Thailand.



Bryndum, K. 1969. Budding of teak. Indian Forester 95(3): 155-157.

Devi, Y.S., B.B. Mukherjee and S. Gupta. 1994. Rapid cloning of elite teak (*Tectona grandis* Linn.f.) by in vitro multiple shoot production. Indian Journal of Experimental Biology 32: 668-671.

Gavinlertvatana, P. 1995. Commercial micropropagation of teak. Proceedings of the Seminar on Teak. 29 May–3 June 1995. Yangon, Myanmar.

Gupta, P.K., A.L. Nadgir, A.F. Mascarenhas and V. Jaganathan. 1980. Tissue culture of forest trees species : clonal multiplication of *Tectona grandis* L. (Teak) by tissue culture. Plant Sci. Lett. 17: 259–268.

Hedegart, T. 1971. The Thai-Danish Teak Improvement Centre five years after initiation. Unasylva (FAO) 25(100): 31-37.

Hedegart, T., B. Wangtara and T. Yingvanasiri. 1974. Budded/potted teak stock. The Vanasarn 32(4): 337-341.

Kaosa-ard, A. 1977. Physiological Studies on Sprouting of Teak (*Tectona grandis* L.f.) Planting Stumps. Ph.D. Thesis ANU, Canberra, Australia.

Kaosa-ard, A. 1981. Teak Seed Centre : Annual Report No. 2, Teak Seed Centre Ngao Lampang.

- Kaosa-ard, A. 1982. Seasonal shoot growth of teak (*Tectona grandis*) Silvicultural Research Sub-division RFD. Report 1982: 1-12.
- Kaosa-ard, A. 1983. Teak Improvement Programme Annual Report. Nos. 15-16. October 1980-September 1982. Silvicultural Research Sub-Division, Royal Forest Department, Bangkok, Thailand.
- Kaosa-ard, A. and E.B. Lauridsen. 1974. Underground storage of teak stumps, TIC. Report 1974, TIC Ngao, Lampang Thailand.
- Keiding, H. and S. Boonkird. 1960a. Budding and grafting of teak. Document, third session of the Teak Sub-commission, New Delhi, India, FAO/TSC 60/3.3.
- Keiding, H. and S. Boonkird. 1960b. Vegetative propagation of teak. *Unasylva* 14: 193-194.
- Kozai, T., K. Fujiwara, M. Hayashi and J. Aitken-Christie. 1992. The in vitro environment and its control in micropropagation, pp. 247-282. *In* K. Kurata and T. Kozai, eds. Transplant Production System. Kluwer Academic Publishers, Netherlands.
- Kyte, L. 1990. Plant from Test Tubes. Timber press, Portland. 160 pp.

- Kaosa-ard, A. 1982. Seasonal shoot growth of teak (*Tectona grandis*) Silvicultural Research Sub-division RFD. Report 1982: 1-12.
- Kaosa-ard, A. 1983. Teak Improvement Programme Annual Report. Nos. 15-16. October 1980-September 1982. Silvicultural Research Sub-Division, Royal Forest Department, Bangkok, Thailand.
- Kaosa-ard, A. and E.B. Lauridsen. 1974. Underground storage of teak stumps, TIC. Report 1974, TIC Ngao, Lampang Thailand.
- Keiding, H. and S. Boonkird. 1960a. Budding and grafting of teak. Document, third session of the Teak Sub-commission, New Delhi, India, FAO/TSC 60/3.3.
- Keiding, H. and S. Boonkird. 1960b. Vegetative propagation of teak. *Unasylva* 14: 193-194.
- Kozai, T., K. Fujiwara, M. Hayashi and J. Aitken-Christie. 1992. The in vitro environment and its control in micropropagation, pp. 247-282. *In* K. Kurata and T. Kozai, eds. Transplant Production System. Kluwer Academic Publishers, Netherlands.
- Kyte, L. 1990. Plant from Test Tubes. Timber press, Portland. 160 pp.



- Lauridsen, E.B. 1973. Teak plants survive and grow well after storage. TIC. Report 1973, TIC Ngao, Lampang Thailand.
- Lauridsen, E.B. and A. Kaosa-ard. 1973. Underground Storage of Teak Stumps. TIC. Report 1973, TIC Ngao, Lampang Thailand.
- Mascarenhas, A.F. 1987. Studies on tissue culture of raised trees-A brief review, pp. 69–75. *In* Proceedings of the Seminar on Tissue Culture of Forest Species. 15 – 18 June 1987, Kuala Lumpur.
- Murashige, T. and F. Skoog. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physio Plant.* 15: 473-497.
- Nautiyal, S., U. Singh and K. Gurumurti. 1992. Rooting response of branch cuttings of teak (*Tectona grandis*) as influenced by growth hormones and position of the cutting on the crown. *Indian Forester* 118: 112-121.
- Padmanabha, H.S.A. and G. Vijayalakshmi. 1994. Vegetative propagation of teak through branch cuttings and sprouts, pp. 8-9. *In* G. Vijayalakshmi and R. Finkeldey, eds. *Tree Breeding and Propagation News* Vol. 3 No. 2.
- Pianhanuruk, P., P. Piyaphan and C. Pianhanuruk. 1996. A Preliminary Study of Rejuvenation of Teak by the Budding Technique. ASEAN Forest Tree Seed Centre, Saraburi, Thailand. 7 pp.



- Lauridsen, E.B. 1973. Teak plants survive and grow well after storage. TIC. Report 1973, TIC Ngao, Lampang Thailand.
- Lauridsen, E.B. and A. Kaosa-ard. 1973. Underground Storage of Teak Stumps. TIC. Report 1973, TIC Ngao, Lampang Thailand.
- Mascarenhas, A.F. 1987. Studies on tissue culture of raised trees-A brief review, pp. 69–75. *In* Proceedings of the Seminar on Tissue Culture of Forest Species. 15 – 18 June 1987, Kuala Lumpur.
- Murashige, T. and F. Skoog. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physio Plant.* 15: 473-497.
- Nautiyal, S., U. Singh and K. Gurumurti. 1992. Rooting response of branch cuttings of teak (*Tectona grandis*) as influenced by growth hormones and position of the cutting on the crown. *Indian Forester* 118: 112-121.
- Padmanabha, H.S.A. and G. Vijayalakshmi. 1994. Vegetative propagation of teak through branch cuttings and sprouts, pp. 8-9. *In* G. Vijayalakshmi and R. Finkeldey, eds. *Tree Breeding and Propagation News* Vol. 3 No. 2.
- Pianhanuruk, P., P. Piyaphan and C. Pianhanuruk. 1996. A Preliminary Study of Rejuvenation of Teak by the Budding Technique. ASEAN Forest Tree Seed Centre, Saraburi, Thailand. 7 pp.

- Reddy, S.K., S. Nagaraju, P.V. Shrichari and S.A. Farooq. 1997. Rapid in vitro propagation of Teak (*Tectona grandis* L.f.). Indian Forester 123(8): 778–780.
- Schenk, R.U. and A.C. Hildebrant. 1972. Medium and techniques for induction and growth of monocotyledonous and dicotyledonous plant cell culture. Can. J. Bot. 50: 199–204.
- Sumantakul, V. 1980. Teak Improvement Center Progress Report. October 1978-September 1979. TIC Ngao, Lampang Thailand. 18 pp.
- White, P.R. 1963. The Cultivation of Animal and Plant Cells. 2nd ed. Ronald Press. New York.
- Wirjodarmodjo, H., S. Poernomo and E.D. Adiningrat. 1987. Commercially feasible micropropagation of Teak (*Tectona grandis* L.), pp. 97–107. In Symposium on the Application of Tissue Culture Techniques in Economically Important Tropical Trees.

การขยายพันธุ์สัก

จัดพิมพ์โดย สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้
61 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900

ISBN : 978-616-316-129-1

พิมพ์ครั้งที่ 1 กันยายน 2556

จำนวนเล่ม 1,000 เล่ม

จำนวนหน้า 152 หน้า

พิมพ์ที่ โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย
ถนนงามวงศ์วาน เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900

การอ้างอิง กรมป่าไม้. 2556. การขยายพันธุ์สัก. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย. กรุงเทพฯ. 152 หน้า

ผู้เรียบเรียง จ्ञานรรจ์ เพ็ชรอนุรักษ์ และ ประสิทธิ์ เพ็ชรอนุรักษ์



กรมป่าไม้

61 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900

โทร. 02-5614292-3

www.forest.go.th

