บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

2.1 อนุกรมวิธาน

งามีชื่อสามัญภาษาอังกฤษว่า sesame หรือ simsim (อนันต์, 2526) เป็นพืชล้มลุก ประเภทไม้พุ่มเนื้ออ่อน (กองบรรณาธิการแก่นเกษตร, 2529) จัดอยู่ในวงศ์ Pedaliaceae ประกอบด้วย 16 สกุล 60 ชนิด ซึ่งพบในเขตร้อนและเขตอบอุ่น (Kobayashi, 1981) งาที่ใช้บริโภคจัดอยู่ในสกุล *Sesamum* ประกอบด้วยพันธุ์ป่า 25 ชนิด แต่มีเพียง *Sesamum indicum* Linn (2n=26) (Warren, 1998) เท่านั้นที่เป็นพันธุ์ปลูก (ทักษิณา และเทวา, 2526)

2.2 ลักษณะทางพฤษศาสตร์

ราก

งามีระบบรากแบบรากแก้ว (tap root system) ที่สามารถหยั่งลึกลงในดินได้ประมาณ 90 ซม. ทำหน้าที่ยึดลำต้น และมีรากแขนงแตกอยู่มากบริเวณผิวดิน (กองบรรณาธิการแก่นเกษตร, 2529) งาชนิดไม่แตกกิ่งมักมีรากน้อยกว่าพวกแตกกิ่ง (อนันต์, 2526)

ลำต้น

งามีลำต้นที่ตั้งตรง ไม่มีแก่น (erect annual plant) (อนันต์, 2526) มีลักษณะเป็นเหลี่ยมมีร่องยาวขนานไปตามลำต้น สีของลำต้นมีสีเขียวหรือสีม่วง บริเวณลำต้นอาจมีขนเล็กน้อยหรือหนาแน่นขึ้นอยู่กับพันธุ์ (Weiss, 2000) ลำต้นอาจมีกิ่งแขนงหรือไม่มีกิ่งแขนงแล้วแต่พันธุ์ ลักษณะการแตกกิ่งเป็นลักษณะเด่นข่ม ลักษณะไม่แตกกิ่ง (ทักษิณา และเทวา, 2526)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ใบ

ลักษณะรูปร่างและขนาดของใบงาผันแปรไปตามอายุ สภาพแวดล้อม และพันธุ์งา ใบงาที่อยู่ส่วนล่างของลำต้นเป็นใบงาที่เกิดเมื่ออายุน้อย มีการจัดเรียงตัวของใบเป็นแบบตรงกันข้าม (opposite) ใบพวกนี้มีลักษณะกลมรี (ovate) หรืออาจเป็นแฉกลึกหรือแฉกตื้น (palmately lobe or palmately compound) ยาวประมาณ 5 ซม. (อนันต์, 2526) ใบที่อยู่ส่วนบนมีการจัดเรียงตัวแบบสลับ (alternate) หรือ แตกเยื้องสลับ (sub opposite) ใบพวกนี้มีก้านใบยาวประมาณ 1-2 ซม. ลักษณะการเรียงใบแบบแตกเยื้องสลับ เป็นลักษณะเด่นข่มต่อแตกตรงกันข้าม (ทักษิณา และเทวา, 2526) ใบมีขนทั้งหน้าใบและหลังใบ สีของใบมีตั้งแต่สีเขียวจางถึงสีเขียวเข้ม บางพันธุ์มีสีเหลือง (อนันต์, 2526)

ดอก

ดอกของงาเป็นดอกประเภทสมบูรณ์เพศ (perfect flower) ดอกเกิดในซอกใบ (leaf axil) ในแต่ละซอกใบมี 1-3 ดอก แล้วแต่พันธุ์ ก้านดอก (peduncle) สั้น ยาวประมาณ 5 มม. ที่ฐานดอกทั้งสองข้างมีต่อมน้ำหวาน (extra floral nectary) สีเหลืองหรือสีดำอยู่ 2 ต่อมข้างละต่อม ดอกมีกลีบประดับ (bract) ยาว 1 ซม. กลีบเลี้ยง (calyx) และกลีบดอก (petal) เชื่อมติดกันเป็นท่อยาวคล้ายระฆัง ยาวประมาณ 3 ซม. ปลายดอกแยกเป็น 5 กลีบ กลีบล่างตรงกลางยาวที่สุด มีลักษณะเหมือนลิ้นยื่นออกมา ขอบกลีบดอกหยัก (กองบรรณาธิการแก่นเกษตร, 2529) ดังภาพ 2.1 กลีบดอกมีสีชมพู ขาว ขาวอมม่วง หรือเหลือง (Warren, 1998) ภายในดอกมีเกสรเพศผู้ (stamen) 4 อัน ยาว 1.5-2.0 ซม. จำนวน 2 อัน และ 1.0 – 1.1 ซม. จำนวน 2 อัน ก้านชูเกสรเพศเมีย (style) ยาว 1.5-2.0 ซม. จำนวน 1 อัน ปลายยอดเกสรเพศเมีย (stigma) แยกเป็น 2 แฉก (อนันต์, 2526) การบานของดอก บานจากโคนไปสู่ปลายช่อดอก (ภาพ 2.2) ระยะเวลาการปลูกจนกระทั่งให้ดอกจนสุดช่อใช้เวลาประมาณ 2 – 3 เดือน (Laconcepcion, 2001) ดอกงามีอายุการบาน 2 – 3 วัน (เบญจมาภรณ์, 2545) การบานของดอกเป็นแบบต่อเนื่องกันไป (acropetal succession) ถ้ามีดอกตูม 3 ดอกต่อซอกใบ ดอกที่อยู่ตรงกลางบานก่อนดอกที่อยู่ด้านข้างสองดอก โดยทั่ว ๆ ไปดอกงาเริ่มมีการผสมเกสรระหว่างเวลา 04:00 - 07:00 น. ก่อนที่กลีบดอกคลี่บาน หลังจากมีการผสมเกสรไปแล้วกลีบดอกคลี่ออก และหลังเที่ยงวันไปแล้วดอกงาเริ่มเหี่ยว โดยทั่วไปดอกงาเริ่มหลุดร่วงไปในเวลา 17:00-19:00 น. อย่างไรก็ตาม ระยะเวลาการผสมเกสรดังกล่าวอาจขึ้นอยู่กับสถานที่ การเจริญเติบโตและพันธุ์ (Weiss, 2000)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพ 2.1 ลักษณะดอก

ภาพ 2.2 ลักษณะการบานของดอก

ฝักหรือผล

ฝักหรือผลของงามีรูปร่างและลักษณะแตกต่างตามพันธุ์ ซึ่งอาจมีลักษณะกลมป้อม ทรงกระบอก หรือแบน ที่ฝักมีร่องยาวขนานตามความยาวของฝัก ทำให้แบ่งเป็นพู (carpel) (ประหยัด, 2532) ฝักยาว 2 – 3 ซม. เส้นผ่าศูนย์กลาง 1 ซม. ฝักอยู่ในลักษณะวางเฉียงกับลำต้นหรือกิ่ง ฝักมีร่องตามความยาวของฝักและมีขนปกคลุม ปลายฝักมีจงอยปาก (beak) แหลม เมื่อฝักแก่ปลายฝักแตก ทำให้เมล็ดร่วงออกไป การแตกของผลแตกตามยาว จากด้านปลายสู่ฐาน ซึ่งควบคุมโดยผนังชั้นกลาง (mesocarp) รังไข่ (ovary) ประกอบไปด้วย 2-4 carples มีตั้งแต่ 4-12 locules การแก่ของฝักเริ่มแก่จากส่วนโคนต้นไปหาส่วนยอด (อนันต์, 2526)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เมล็ด

งามีเมล็ดขนาดเล็ก มีลักษณะกลมรีหรือแบน สีของเมล็ดมีหลายสี คือ ขาว เหลือง เทา น้ำตาล และดำ (ประหยัด, 2532) เมล็ดงาพันธุ์ปลูกในประเทศไทยมีทั้งหมด 3 สี คือ สีขาว 10 เปอร์เซ็นต์ สีดำ 25 เปอร์เซ็นต์ และสีแดงหรือน้ำตาล 65 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดสีน้ำตาลและขาวปลูกกันในภาคเหนือและภาคกลาง ส่วนเมล็ดสีดำปลูกกันมากในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (Pornparn and Sorasak, 2001) ขนาดของเมล็ดแตกต่างกันตามพันธุ์และความอุดมสมบูรณ์ภายในเมล็ดมีน้ำมันประมาณ 35 – 37 เปอร์เซ็นต์ และมีโปรตีน 17-19 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดสีจางมักมีเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูงกว่าเมล็ดสีเข้ม (อนันต์, 2526)

2.3 สภาพภูมิอากาศและภูมิประเทศที่เหมาะสมต่อการปลูกงา

อุณหภูมิ

งาเป็นพืชเขตร้อนชอบอากาศร้อนชุ่มชื้นและกึ่งชุ่มชื้น แต่พบว่าปลูกงาได้ในเขตกึ่งแห้งแล้ง ขึ้นได้ในที่ราบและที่สูงเหนือระดับน้ำทะเลกว่า 1,000 เมตร ส่วนใหญ่ปลูกกระจายอยู่ระหว่างละติจูด 25 องศาใต้ และ 25 องศาเหนือ (อนันต์, 2526) อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต 27-33 องศาเซลเซียส (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2545) อุณหภูมิดินที่เหมาะสมกับการงอก 25-32 องศาเซลเซียส (พรรณทิพา และคณะ, 2529) งาไม่ชอบอากาศหนาวเย็น หากอุณหภูมิต่ำกว่า 20 องศาเซลเซียส ทำให้การงอกช้าลงหรือชะงักการเจริญ แต่ถ้าอุณหภูมิสูงกว่า 40 องศาเซลเซียส ทำให้การผสมเกสรติดยาก การสร้างฝักเป็นไปได้ช้า (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2545)

ดิน

งาสามารถขึ้นได้ดีในดินแทบทุกชนิด แต่เจริญเติบโตได้ดีที่สุดในดินร่วนทรายที่มีความอุดมสมบูรณ์พอสมควร มีการระบายน้ำดีและมีความเป็นกรด-ด่าง ระหว่าง 6.0-6.5 ไม่ทนต่อสภาพน้ำขัง ถ้าปลูกในดินเค็มรากของงาชะงักการเจริญเติบโต ทำให้ผลผลิตของงาลดลง (Oplinger *et al.*, 1977)

น้ำ

งามีความสามารถทนต่อความแห้งแล้งและการขาดน้ำได้ดีกว่าพืชอื่น (อนันต์, 2526) งาปลูกได้ในเขตที่มีปริมาณน้ำฝน 300-1,000 มม. งาสามารถเจริญอยู่ได้ถ้าฝนแล้งในช่วงสั้น ๆ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อัตราการใช้น้ำของงาหลังจากงอกเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงช่วงระยะออกดอกเป็นช่วงที่งาใช้น้ำมากที่สุด หลังจากระยะออกดอกจนถึงเก็บเกี่ยวแล้ว อัตราการใช้น้ำลดลง (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2545) การทนแล้งของงามีความสัมพันธ์โดยตรงกับการดูดน้ำไปใช้ งาพันธุ์ทนแล้งได้ดีมีอัตราการดูดน้ำจากดินมาใช้ได้ช้ากว่าพันธุ์ที่ทนแล้งได้น้อย (พรรณทิพา และคณะ, 2529)

ช่วงแสง

งามีทั้งพืชวันสั้น และพืชวันยาว ต้นงาเจริญเติบโตได้ตามปกติภายใต้ช่วงแสง 12 ชั่วโมง ถ้าช่วงแสงลดลงต่ำกว่า 10 ชั่วโมงต่อวัน มีผลทำให้ออกดอกช้า เนื่องจากการเติบโตของพืชถูกจำกัด ที่ช่วงวัน 13-15 ชั่วโมง พบว่ามีตาดอกและดอกต่อต้นมากที่สุด ความแตกต่างของช่วงวัน (11-13 ชั่วโมง) ทำให้จำนวนวันดอกบาน ต่างกันถึง 7 วัน (อานนท์, 2533) ซึ่งโดยปกติงาออกดอกเมื่ออายุประมาณ 42-45 วัน หลังจากปลูก หากช่วงแสงยาวขึ้นทำให้งาออกดอกช้าลง แต่ความสูงเพิ่มขึ้น (อนันต์, 2526)

ความเข้มของแสง

ความเข้มของแสง มีอิทธิพลต่อผลผลิตและปริมาณน้ำมันในเมล็ด ในระยะเริ่มออกดอกถึงระยะกำลังสร้างเกสรตัวผู้ ถ้างาได้รับแสงไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโต ส่งผลให้ผลผลิตและปริมาณน้ำมันในเมล็ดลดลง หากปลูกงาในที่ร่ม ทำให้ออกดอกล่าช้า ติดฝักน้อยและผลผลิตเมล็ดลดลงกว่าพวกที่ปลูกในที่ได้รับแสงแดดอย่างเต็มที่ (อนันต์, 2526)

ธาตุอาหาร

งาต้องการธาตุอาหารทั่วไปเหมือนกับพืชชนิดอื่น ๆ อัตราการดูดธาตุอาหารหลักของงาผันแปรไปตามอายุการเจริญเติบโตของงา อัตราการใช้ธาตุอาหาร ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ของงาเพิ่มสูงขึ้นในระยะแรกจนถึงอายุประมาณ 60 วัน จากนั้นความต้องการธาตุโพแทสเซียมลดลง และเพิ่มขึ้นอีกในระยะติดฝัก ส่วนความต้องการธาตุไนโตรเจนเริ่มลดลงในระยะติดฝัก และธาตุฟอสฟอรัสนั้น พบว่างามีความต้องการในปริมาณที่สูงตลอดฤดูปลูก (พรรณทิพา และคณะ, 2529)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.4 ฤดูปลูก (กรมวิชาการเกษตร, 2537)

วันปลูกมีอิทธิพลต่องามาก เพราะเกี่ยวข้องกับความเข้มของแสง ความยาวของช่วงแสง อุณหภูมิ การกระจายของฝน และการระบาดของโรคและแมลง ช่วงปลูกที่เหมาะสม แบ่งเป็น 2 ช่วง คือ

1. ต้นฤดูฝน ปลูกกลางเดือนมีนาคม – กลางเดือนเมษายน
2. ปลายฤดูฝน ปลูกกลางเดือนกรกฎาคม – กลางเดือนสิงหาคม

สำหรับฤดูปลูกงาของเกษตรกรตามภาคต่าง ๆ ในประเทศไทยมีดังนี้

ภาคเหนือ

สภาพนา ก่อนปลูกข้าว ที่เพชรบูรณ์และนครสวรรค์ ปลูกเดือนมีนาคม – เมษายน เก็บเกี่ยว เดือนมิถุนายน – สิงหาคม

สภาพไร่ ปลูกเดือนมิถุนายน – สิงหาคม เก็บเกี่ยวเดือนพฤศจิกายน – ธันวาคม

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

สภาพนา ก่อนปลูกข้าว ปลูกเดือนกุมภาพันธ์ – เมษายน เก็บเกี่ยวเดือน มิถุนายน – กรกฎาคม

สภาพไร่ ปลูกเดือนกุมภาพันธ์ – เมษายน เก็บเกี่ยวเดือนมิถุนายน – กรกฎาคม และปลูกเดือนกรกฎาคม – สิงหาคม เก็บเกี่ยวเดือน พฤศจิกายน – ธันวาคม

ภาคตะวันออก

ปลูกเดือนกรกฎาคม – สิงหาคม เก็บเกี่ยวเดือนพฤศจิกายน – ธันวาคม

ภาคตะวันตก

ปลูกเดือนกรกฎาคม – สิงหาคม เก็บเกี่ยวเดือนพฤศจิกายน – ธันวาคม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.5 การเตรียมดิน (กรมวิชาการเกษตร, 2537)

งาเป็นพืชเมล็ดเล็ก การเตรียมดินจึงมีความสำคัญมาก ควรทำให้ดินร่วนซุย ถ้าเป็นดินเหนียวต้องไถพรวนมาก ถ้าเป็นดินร่วน การไถพรวนควรทำน้อยครั้งกว่า ปกติควรทำการไถ 1 – 2 ครั้ง และพรวน 1 ครั้ง เพื่อย่อยดินให้ละเอียดและกำจัดวัชพืชไปพร้อมกัน

2.5.1 การปลูกและระยะปลูก

การปลูกงา มี 2 วิธี คือ

1. ปลูกโดยวิธีหว่าน เป็นวิธีที่เกษตรกรใช้กันทั่วไป เพราะสะดวกในการปฏิบัติ ประหยัดเวลาและแรงงาน แต่มีข้อเสียอยู่บ้างคือ การปฏิบัติดูแล การกำจัดวัชพืชทำได้ลำบาก การปลูกวิธีนี้ใช้เมล็ดพันธุ์ประมาณ 1-2 กิโลกรัมต่อไร่ เพื่อช่วยให้เมล็ดพันธุ์กระจายได้ดีสม่ำเสมอ อาจใช้เมล็ดพันธุ์คลุกกับดินทรายละเอียดหรือขี้เถ้าแกลบแล้วหว่าน

2. การปลูกโดยวิธีการหยอดเป็นหลุมหรือโรยเป็นแถว การปลูกวิธีนี้สะดวกในการดูแลรักษาและการกำจัดวัชพืช ควรใช้ระยะปลูก 50 × 10 ซม. หรือ 50 × 5 ซม. จำนวน 1-2 ต้นต่อหลุม โดยใช้จอบเปิดหน้าดินเป็นร่องตื้น ๆ แล้วโรยเมล็ดลงไปในร่องใช้ดินกลบบาง ๆ เมื่องามีอายุ 5 – 10 วัน ให้ซ่อมต้นที่เสียหายหรือไม่งอก และเริ่มถอนแยกให้เหลือ 1 – 2 ต้นต่อหลุม และให้มีระยะระหว่างหลุม 5 – 10 ซม.

2.5.2 การใส่ปุ๋ย

ถ้าปลูกงาในดินทรายหรือดินร่วนทรายที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำควรใช้ปุ๋ยสูตร 15 – 15 – 15, 16 – 16 – 8 หรือ 13 – 13 – 21 อัตรา 20 – 25 กิโลกรัมต่อไร่ ถ้าเป็นดินร่วนเหนียวที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง ควรใช้ปุ๋ยสูตร 16 – 20 – 0 อัตรา 20 – 25 กิโลกรัมต่อไร่ หรืออาจไม่ต้องใช้ปุ๋ย ถ้างามีการเจริญเติบโตดีและให้ผลผลิตมากกว่า 150 กิโลกรัมต่อไร่ ในกรณีที่ปลูกโดยวิธีการหว่านควรใส่ปุ๋ยพร้อมปลูกซึ่งทำให้สะดวกกว่าการปลูกเป็นแถว การใส่ปุ๋ยควรใส่หลังจากกำจัดวัชพืชครั้งแรก 15 วันหลังงอก โดยการเปิดร่องตื้น ๆ ตามแถวปลูก ลึกประมาณ 5 – 8 ซม. โรยปุ๋ยแล้วกลบด้วยดิน ในดินร่วนทรายที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ อินทรีย์วัตถุเป็นสารปรับปรุงดินที่เหมาะสมที่สุดต่อการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตของงา

2.6 แนวทางการปรับปรุงพันธุ์งา (ประสิทธิ์, 2529)

งาเป็นพืชน้ำมันที่สำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของประเทศ การปลูกงามีทั้งในสภาพไร่และสภาพนาขึ้นอยู่กับสภาพพื้นที่ของแต่ละท้องถิ่น เมล็ดงาและน้ำมันงามีคุณค่าทางด้านโภชนาการสูง เมล็ดงาประกอบด้วยน้ำมัน โปรตีน คาร์โบไฮเดรต วิตามิน และแร่ธาตุต่าง ๆ ที่จำเป็นหลายชนิด ในเมล็ดงามีน้ำมันงาประมาณ 47-60 เปอร์เซ็นต์ มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง จึงเหมาะสมกับการนำมาใช้บริโภค เพราะช่วยรักษาระดับโคเลสเตอรอลในร่างกาย ป้องกันไม่ให้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เกิดหลอดเลือดแข็งตัวหรือเส้นเลือดอุดตัน (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2545) งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับงาส่วนใหญ่ล้วนเป็นงานที่เกี่ยวข้องกับการเพิ่มผลผลิตในประโยชน์ของพืชไร่ทั้งสิ้น

2.6.1 ประวัติการปรับปรุงพันธุ์งา

การวิจัยเกี่ยวกับงาได้เริ่มตั้งแต่ปี พ.ศ. 2491 โดยศึกษาการปลูกงาของเกษตรกรในจังหวัดสุโขทัย ต่อมาได้มีการเปรียบเทียบพันธุ์งาพันธุ์พื้นเมืองและพันธุ์ต่างประเทศที่สถานีกสิกรรมศรีสำโรง ในปี พ.ศ. 2502 สถานีกสิกรรมบางเขนได้รวบรวมพันธุ์งาจากไต้หวันจำนวน 11 พันธุ์ และจากสหรัฐอเมริกาจำนวน 8 พันธุ์ เมื่อปลูกเปรียบเทียบผลผลิตกับพันธุ์พื้นเมืองของไทย ปรากฏว่า พันธุ์ต่างประเทศส่วนใหญ่ยังให้ผลผลิตด้อยกว่าพันธุ์พื้นเมือง ระหว่างปี พ.ศ. 2523-2525 สถานีทดลองพืชไร่มหาสารคามเป็นสถานีหลักในการวิจัยเรื่องงา และเริ่มมีการรวบรวมพันธุ์งาจากแหล่งต่าง ๆ ทั่วโลก โดยความช่วยเหลือผ่านทางองค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ นอกจากนี้ได้ริเริ่มรวบรวมตัวอย่างพันธุ์งาจากจังหวัดต่าง ๆ ทั่วประเทศไว้จำนวน 70 ตัวอย่าง และเปรียบเทียบผลผลิตของงาพันธุ์ต่าง ๆ ที่รวบรวมไว้ ในปี พ.ศ. 2528 ได้ย้ายที่เก็บรวบรวมพันธุ์งาจากสถานีทดลองพืชไร่มหาสารคามมาไว้ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี ซึ่งทำหน้าที่เป็นสถานีหลักในการวิจัย

2.6.2 ลักษณะของพันธุ์งาที่ดี

ในทัศนะของนักปรับปรุงพันธุ์แล้ว พันธุ์งาที่ดีควรมีลักษณะดังนี้ คือ

1. เป็นงาขาวหรืองาดำที่มีขนาดเมล็ดโต โดยงาขาวควรมีเมล็ดขาวสะอาด และงาดำควรมีเมล็ดดำสนิท
2. เป็นพันธุ์ที่ฝักไม่แตกง่ายเมื่อแก่ ซึ่งในสภาพการผลิตของเกษตรกรไทยในปัจจุบัน ต้องการพันธุ์ที่แตกเฉพาะตรงปลายฝักเมื่อแก่เต็มที่ แต่ไม่ต้องการพันธุ์ที่แตกอ้าทั้งฝัก
3. เป็นพันธุ์ที่มีอายุเก็บเกี่ยวสั้น ไม่ไวต่อช่วงแสง และถ้าเป็นไปได้ควรเป็นพันธุ์ที่ออกดอกในเวลาใกล้เคียงกันหรือออกดอกพร้อม ๆ กัน
4. เป็นพันธุ์ที่ไม่แตกกิ่ง หรือแตกกิ่งน้อย และมีฝักดกอย่างน้อย 3 ฝักต่อหนึ่งซอกใบ โดยฝักเกิดตั้งแต่ระดับต่ำ ๆ
5. เป็นพันธุ์ที่มีเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูงหรือมีโปรตีนสูง
6. เป็นพันธุ์ที่ทนแล้งและโตเร็ว สามารถขึ้นแข่งกับวัชพืชได้ดี
7. เป็นพันธุ์ที่ต้านทานต่อโรคที่สำคัญบางชนิด เช่น โรคโคนเน่า โรคยอดฝอย โรคต้นเหี่ยว เป็นต้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

8. เป็นพันธุ์ที่ต้านทานแมลงศัตรูที่สำคัญบางชนิด เช่น หนอนห่อยอด หนอนผีเสื้อหัวกะโหลก เป็นต้น
9. ผลิตเป็นพันธุ์ลูกผสม (hybrid) โดยใช้ประโยชน์จากการเป็นหมันของงาแบบ genetic male sterility ซึ่งพบว่า พันธุ์งาที่มีลักษณะที่เป็นหมันนั้น มียีนตรวจสอบ (marker gene) ที่ใช้ตรวจสอบการเป็นหมันได้ คือ ต้นที่เป็นหมันมีอับเรณูสีเขียวอ่อนเห็นได้ชัดเจนตั้งแต่ก่อนดอกบาน 3 – 4 วัน จึงสามารถใช้ประโยชน์จากการเป็นหมันแบบนี้ในการผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมได้ แม้ว่าประสิทธิภาพไม่ดีเท่ากับกับการเป็นหมันแบบ cytoplasmic genetic male sterility (ยังไม่มีรายงานว่าพบในงา) แต่ช่วยเพิ่มผลผลิตและใช้ในการสร้างความแปรปรวนทางพันธุกรรม (genetic variability) และการปรับปรุงประชากร (population improvement) เพื่อประโยชน์ในการคัดสายพันธุ์บริสุทธิ์ต่อไปได้อีกด้วย

2.6.3 ลักษณะทางพันธุกรรมของงา

ในการปรับปรุงพันธุ์งานั้น ถ้านักปรับปรุงพันธุ์ ทราบถึงพันธุกรรมของลักษณะที่ต้องการปรับปรุงก็ช่วยให้การดำเนินงานประสบความสำเร็จตามวัตถุประสงค์ได้แน่นอนยิ่งขึ้น ลักษณะทางพันธุกรรมบางประการทั้งที่มีความสัมพันธ์และไม่มีความสัมพันธ์กับองค์ประกอบของผลผลิต ซึ่งถูกควบคุมด้วยยีนเพียงคู่เดียว และสามารถใช้เป็นยีนตรวจสอบสำหรับตรวจสอบลูกผสม ได้แก่

1. ลักษณะฝักแตกเมื่อแก่ข่มฝักไม่แตกเมื่อแก่ ซึ่งพันธุ์ที่ฝักแตกปรากฏร่วมกับลักษณะใบติ่ง (leaf enation) หรือใบรูปถ้วย (cup shape leaf)
2. ลักษณะใบมีขนข่มใบไม่มีขน
3. ดอกสีม่วงข่มดอกสีชมพูและขาว เช่นเดียวกับดอกสีแดงข่มดอกสีขาว
4. ลักษณะกลีบดอกเปิด ข่มลักษณะกลีบดอกปกติ
5. ลักษณะแตกกิ่ง ข่มลักษณะไม่แตกกิ่ง
6. ลักษณะมี 1 ฝักต่อซอกใบ ข่มลักษณะ 3 ฝักต่อซอกใบ
7. ลักษณะฝัก 4 พู ข่ม 8 พู
8. เมล็ดผิวขรุขระข่มเมล็ดผิวเรียบ
9. เมล็ดมีสีข่มเมล็ดสีขาว
10. ลักษณะใบเรียบข่มใบย่น
11. ลักษณะทอดยอด (indeterminate) ข่มลักษณะไม่ทอดยอด (determinate)

นอกจากนี้แล้วยังมีลักษณะทางพันธุกรรมที่นักปรับปรุงพันธุ์งาควรทราบอีก ได้แก่ จำนวนพูของฝักงาเท่ากับจำนวนแฉกของยอดเกสรตัวเมีย งาที่มีเมล็ดสีดำมีดอกสีม่วง และลำต้นกับก้าน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ใบอาจมีสีแดงอีกด้วย งาที่มีลักษณะต้นแบนถูกควบคุมโดยยีนด้อย และการเป็นหมันในงาถูกควบคุมโดยยีนด้อยเพียงคู่เดียว โดยมีลักษณะการเป็นหมันแบบ genetic male sterility ซึ่งมียีนตรวจสอบการเป็นหมันได้คือ ต้นที่เป็นหมันมีอับเรณูสีเขียวอ่อนและใส

2.6.4 การปรับปรุงพันธุ์งา

งาเป็นพืชผสมตัวเอง ดังนั้นวิธีการปรับปรุงพันธุ์พืชที่ใช้กับพืชผสมตัวเองทั่ว ๆ ไป สามารถนำมาใช้ในการปรับปรุงพันธุ์งาได้ แต่เนื่องจากวิธีการปรับปรุงพันธุ์ผสมตัวเองนั้นมีหลายวิธี การเลือกใช้วิธีไหนนั้นอาจต้องพิจารณา ให้เหมาะสมกับลักษณะที่ต้องการปรับปรุง เช่น

1. ถ้าต้องการทำให้เมล็ดพันธุ์บริสุทธิ์ มีความสม่ำเสมอของสายพันธุ์มากขึ้น ควรใช้วิธีการคัดเลือกพันธุ์บริสุทธิ์ (pure line selection)

2. ถ้าต้องการปรับปรุงพันธุ์งาให้ต้านทานโรคหรือแมลง ควรหาแหล่งพันธุกรรมของงาที่ต้านทานต่อโรคหรือแมลงชนิดนั้น ๆ เมื่อหามาได้อาจใช้เป็นพันธุ์ให้ (donor parent) ในการผสมพันธุ์โดยวิธีการผสมกลับ (backcrossing) นอกจากนี้อาจใช้วิธีนี้ในการปรับปรุงลักษณะทางคุณภาพ (ลักษณะที่ถูกควบคุมโดยยีนน้อยคู่) บางอย่างได้ เช่น อายุเก็บเกี่ยว ความสูง และสีเมล็ด เป็นต้น

3. การปรับปรุงพันธุ์งาเพื่อเพิ่มผลผลิตของงาให้สูงขึ้น ในกรณีนี้อาจใช้วิธีการคัดเลือกพันธุ์แบบรู้ประวัติ (pedigree method) หรือ การคัดเลือกพันธุ์แบบหนึ่งเมล็ดต่อต้น (single seed descent)

4. การปรับปรุงพันธุ์งาโดยการชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ (mutation breeding) โดยใช้สารเคมีหรือรังสีชนิดต่าง ๆ เพื่อสร้างสายพันธุ์ใหม่ ๆ ขึ้นมา หรือสร้างความแปรปรวนทางพันธุกรรมเพื่อใช้ในการคัดเลือกพันธุ์โดยวิธีปกติต่อไป

2.7 การปรับปรุงพันธุ์โดยการกระตุ้นให้เกิดการกลายพันธุ์

Hugo de Vries ชาวเนเธอร์แลนด์ เป็นผู้บัญญัติศัพท์การกลายพันธุ์ (mutation) โดยให้ความหมายว่า เป็นการเปลี่ยนแปลงลักษณะของสิ่งมีชีวิตอย่างฉับพลัน อันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงของสารพันธุกรรม และลักษณะที่เปลี่ยน สามารถถ่ายทอดไปยังลูกหลานได้ การเปลี่ยนแปลงของสารพันธุกรรมหมายถึง การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของยีน รูปร่างหรือจำนวนโครโมโซม (นพพร, 2543) ทั้งนี้อยู่กับการเปลี่ยนแปลงของโครโมโซมว่ามีการเปลี่ยนแปลงทั้งชุด เปลี่ยนแปลงบางแท่ง หรือเป็นการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของโครโมโซม นอกจากนี้อาจมีการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของยีน โดยเปลี่ยนเบส (base) เนื่องจากการขาดหายหรือเพิ่มเบส หรือเกิดการหักของ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สายโพลีนิวคลีโอไทด์ (polynucleotide) (อรุณี, 2536) การกลายพันธุ์โดยธรรมชาติที่สำคัญเกิดเนื่องจากระบบสรีรวิทยา และระบบทางพันธุกรรมของพืช (อดิศร, 2540) หรืออาจเกิดจากการชักนำการกลายพันธุ์ (induced mutation) การกลายพันธุ์ อาจนำไปสู่การได้พันธุ์ดี แม้ว่าส่วนใหญ่แล้วมักได้ลักษณะที่ไม่พึงต้องการก็ตาม อย่างไรการกลายพันธุ์มีประโยชน์ในการปรับปรุงพันธุ์พืช (สุทัศน์, 2528)

2.7.1 ชนิดของการกลายพันธุ์

การเปลี่ยนแปลงของสารพันธุกรรมแบ่งได้เป็น 4 ประเภท

1. การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของยีน (gene mutation) ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างในระดับยีนจากอัลลีลหนึ่งเป็นอีกอัลลีลหนึ่ง เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงนิวคลีโอไทด์ (nucleotide) ในดีเอ็นเอ (นพพร, 2543) ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของยีนลักษณะข่ม (dominant gene) ไปเป็นยีนลักษณะแฝง (recessive gene) หรือในทางตรงกันข้าม (เกศิณี, 2522)

ผลจากการเปลี่ยนแปลงทำให้การแสดงออกของลักษณะเปลี่ยนแปลงไปได้ 2 แบบ (นพพร, 2543) คือ

1.1 macro mutation สามารถสังเกตเห็นได้ง่าย หรือแยกได้ด้วยเทคนิคง่าย ๆ ส่วนมากเป็นลักษณะด้อย

1.2 micro mutation เกิดกับลักษณะทางปริมาณซึ่งควบคุมด้วยยีนจำนวนมาก การตรวจสอบต้องอาศัยเทคนิคหรือแผนการทดลองพิเศษ

2. การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของโครโมโซม (chromosome mutation) การกลายพันธุ์แบบนี้มีผลต่อโครงสร้างโครโมโซม ทำให้โครงสร้างของโครโมโซมเปลี่ยนแปลงไป ตำแหน่งของยีนบนโครโมโซมเปลี่ยนแปลง สามารถเกิดได้ 4 แบบด้วยกัน คือ ชิ้นส่วนของโครโมโซมขาดหายไป (deletion) มีการเพิ่มชิ้นส่วนของโครโมโซมขึ้นมา (insertion) เส้นโครโมโซมเกิดจากการสร้างห่วงหรือมีการวกกลับของเส้นโครโมโซม (inversion) และ เกิดการขาดของส่วนโครโมโซมที่จุดหนึ่ง แล้วมีการเคลื่อนย้ายชิ้นส่วนของโครโมโซมไปทั้งชุด (translocation) (ณัฐา และคณะ, 2545) พืชที่เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของโครโมโซมอาจดำรงชีวิต ให้ผลผลิต และขยายพันธุ์ต่อไปได้ หากชิ้นส่วนที่ขาดหายไปหรือเพิ่มขึ้นมามีขนาดเล็กมาก เป็นที่อยู่ของยีนที่แสดงผลน้อย หรือพืชนั้นมีโครโมโซมมากกว่า 2 ชุด (นพพร, 2543)

3. การกลายพันธุ์ที่ชุดโครโมโซม (genome mutation) โดยอาจเพิ่มขึ้นเป็น 2 หรือหลายเท่า ซึ่งทำให้พืชมีขนาดใหญ่ขึ้น หรือลดลงเหลือครึ่งหนึ่ง (n) ซึ่งสามารถนำไปเพิ่มโครโมโซมเป็น 2 เท่า (2n) เพื่อสร้างสายพันธุ์แท้ (pure line) หรือสายพันธุ์บริสุทธิ์ (inbred line) ได้ (นพพร, 2543)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4. การกลายพันธุ์ในส่วนที่นอกเหนือจากนิวเคลียส (extranuclear mutation) เป็นการกลายพันธุ์ที่เกิดขึ้นในส่วนของคลอโรพลาสต์ หรือ ไมโตคอนเดรีย ซึ่งเกิดการกลายพันธุ์แบบนี้ส่วนใหญ่ถ่ายทอดได้จากแม่สู่ลูก หรือที่เรียกว่า cytoplasmic inheritance (ณัฐา และคณะ, 2545)

2.7.2 การชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ด้วยรังสี

รังสี ประกอบด้วยอนุภาคขนาดเล็ก ที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็วและแรงขนาดต่าง ๆ กันเมื่ออนุภาคดังกล่าวเคลื่อนที่เข้ากระทบสารพันธุกรรม ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงกับส่วนของสารพันธุกรรมนั้น ซึ่งส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการแสดงออกของลักษณะ และพฤติกรรมการถ่ายทอดลักษณะนั้น ๆ เนื่องจากการกระทบเป็นไปอย่างสุ่มและมีผลในทางทำลายเป็นส่วนใหญ่ การใช้รังสีจึงมักให้ผลที่แตกต่างกันบ้างในการปฏิบัติแต่ละครั้ง และลักษณะที่ได้ส่วนใหญ่เป็นลักษณะผิดปกติ ฉะนั้นจึงควรทำกับพืชจำนวนมาก เพื่อเพิ่มโอกาสการพบลักษณะที่พึงประสงค์ (นพพร, 2543) ซึ่งเริ่มมีการนำรังสีมาใช้ในการปรับปรุงพันธุ์พืชตั้งแต่ปี ค.ศ. 1930 (Charlotte, 1975)

2.7.2.1 แหล่งของรังสี (อดิศร, 2539) แบ่งออกเป็น

1. แหล่งรังสีจากภายนอก (external source) ได้แก่ การใช้รังสีที่มีพลังงานสูงสามารถผ่านเนื้อเยื่อของวัตถุเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นได้ รังสีที่นิยมใช้ ได้แก่ รังสีแกมมา รังสีเอ็กซ์ และนิวตรอนพลังงานสูง

2. แหล่งรังสีที่อยู่ภายใน (internal source) ได้แก่ การใช้รังสีซึ่งไม่มีอำนาจทะลุทะลวงวัตถุจึงไม่สามารถผ่านชั้นของเซลล์ที่หนาได้ จึงนิยมป้อนเข้าไปในต้นเพื่อให้ผลต่อส่วนที่ต้องการให้เกิดการกลายพันธุ์ แหล่งของรังสีดังกล่าว คือ radioactivity isotope ซึ่งสามารถแผ่รังสีได้เป็นเวลานาน ที่นิยมใช้คือ ^{32}P เนื่องจากมี half life สั้น คือ 14.3 วัน และมี E max สูง คือ 1.7 MeV.

2.7.2.2 รังสี (radiation) ที่นำมาใช้ในการชักนำเกิดการกลายพันธุ์แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1. ionizing radiation เป็นรังสีประเภทที่มีอำนาจทะลุทะลวงสูง มีคุณสมบัติเบื้องต้นในการทำให้เกิดการไอออนไนเซชั่น แก่อะตอมหรือโมเลกุลที่ได้รับรังสี ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงระดับโครโมโซม ทำให้โครโมโซมผิดปกติ และยังอาจก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของดีเอ็นเอ ซึ่งส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของยีน (นพพร, 2543) รังสีที่นิยมใช้ในการกลายพันธุ์ได้แก่

รังสีเอ็กซ์ (X-ray) นิยมใช้มากที่สุด เพราะเครื่องมือใช้สะดวก และคำนวณปริมาณรังสี (dosage) ได้ง่าย ใช้กับพืชได้ทุกส่วน และไม่มีปัญหาในการเคลื่อนย้ายในต้นพืช (นพพร, 2543) รังสีเอ็กซ์เป็นรังสีคลื่นสั้น ที่มีอำนาจทะลุทะลวงดี แต่มีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในระดับโมเลกุลค่อนข้างน้อย รังสีชนิดนี้ได้มาจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ทำงานโดยกระแสไฟฟ้าไปเร่งให้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อิเลคตรอนวิ่งในสภาพสูญญากาศ เข้าชนกับโมลิบดีนัมหรือทังสเตน เกิดการหยุดอย่างกระทันหันของอิเลคตรอน ทำให้มีการปล่อยรังสีออกมาในรูปของโฟตอน ซึ่งโฟตอนนี้เองเป็นพลังงานในการก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงภายในเซลล์ (ณัฐา และคณะ, 2545)

รังสีนิวตรอน (neutron) นิวตรอนที่ใช้ได้มาจากการแตกตัวของ uranium 235 ใน atomic reactor แล้วมีการปลดปล่อยออกมา มีอำนาจการทะลุทะลวงสูง บางครั้งก่อให้เกิดโครโมโซมแตกหักได้มากมาย (ณัฐา และคณะ, 2545) ซึ่งแบ่งรังสีนิวตรอนได้เป็น 2 ชนิด คือ ฟาสท์นิวตรอน (fast neutron) และเทอร์มอลนิวตรอน (thermal neutron) การใช้รังสีนี้ต้องติดตั้งเครื่องปฏิกรปรมาณู เพื่อทำให้สารเกิดกัมมันตภาพและปล่อยรังสีออกมา ผลที่ได้จากรังสีนิวตรอนเป็นเช่นเดียวกับรังสีเอ็กซ์ แต่อาจแตกต่างกันบ้างในบางพืช (นพพร, 2543)

รังสีแกมมา (gamma ray) รังสีแกมมา เป็นรังสีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (electromagnetic radiation) ซึ่งต่างจาก อนุภาคแอลฟา และเบต้า ตรงที่รังสีแกมมาไม่มีประจุและไม่มีมวล การเกิดรังสีแกมมานั้นเกิดขึ้นจาก การสลายตัวของธาตุบางธาตุที่ให้อนุภาคแอลฟาและอนุภาคเบต้า ซึ่งให้นิวเคลียสของธาตุตัวใหม่ อยู่ในสภาวะของอะตอมหรือโมเลกุลที่มีพลังงานมากกว่าที่มีอยู่ในสภาวะของอะตอมหรือโมเลกุลที่มีพลังงานต่ำที่สุด (excited state) และพลังงานส่วนเกินที่ถูกขับออกมานั้นสูญเสียในรูปของการแผ่รังสีแกมมา (อดิศร, 2539) รังสีชนิดนี้มีช่วงคลื่นสั้นกว่ารังสีเอ็กซ์ จึงมีพลังงานสูงกว่าและแทรกเข้าไปในเนื้อเยื่อพืชได้ลึกกว่า (นพพร, 2543) ธาตุกัมมันตรังสีที่นิยมใช้เพื่อให้รังสีแกมมา คือ โคบอลต์-60 (Cobalt-60) และซีเซียม-137 (Cesium-137) (สิรนุช, 2536)

2. non-ionization radiation เป็นรังสีที่มีอำนาจทะลุทะลวงต่ำ เซลล์ของพืชสามารถดูดรังสีนี้เข้าไปแล้วก่อให้เกิดการกลายพันธุ์ ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นการเปลี่ยนแปลงของยีนมากกว่าการเปลี่ยนแปลงของโครโมโซมที่นิยมใช้มีอยู่ชนิดเดียว คือ รังสีอัลตราไวโอเลต (ultraviolet radiation) (นพพร, 2543) ซึ่งรังสีชนิดนี้มีความยาวคลื่นอยู่ที่ 250-290 นาโนเมตร สามารถชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ในละอองเรณูของพืชได้ เนื่องจากกรดนิวคลีอิกสามารถดูดซับช่วงแสงที่มีความยาวคลื่นในช่วงนี้ได้ดีที่สุด (ณัฐา และคณะ, 2545)

การชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ หลักการของการใช้รังสีชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ในพืชเกิดขึ้นเมื่อเซลล์พืชได้รับรังสีแล้วถ่ายพลังงานให้โมเลกุลต่าง ๆ ของเซลล์ทำให้โมเลกุลแตกตัวเป็นไอออน (ion) และ ฟรีแรดิคอล (free radical) ต่าง ๆ มีการจัดเรียงตัวของโมเลกุลใหม่ มีการทำปฏิกิริยาทางเคมีระหว่างกัน เกิดเป็นโมเลกุลที่มีคุณสมบัติทางชีวเคมีต่างไปจากเดิม แต่ภายในเซลล์มีกระบวนการซึ่งทำหน้าที่ลดอันตรายที่เกิดจากรังสีให้น้อยลง ความเสียหายของดีเอ็นเอหากไม่ร้ายแรงนัก สามารถทำการซ่อมแซมให้กลับเป็นปกติได้เอง ส่วนของดีเอ็นเอ ที่มีความ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เสียหายรุนแรง หรือเป็นความเสียหายชนิดซับซ้อนเซลล์ไม่สามารถซ่อมแซมให้กลับคืนได้ ผลดังกล่าวทำให้เกิดการตายกับเซลล์นั้น และในกระบวนการซ่อมแซมยังเกิดความผิดพลาดขึ้นได้ ซึ่งความผิดพลาดที่เกิดขึ้นนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม เรียกว่า การกลายพันธุ์ (สิรนุช, 2536)

สิรนุช (2536) กล่าวว่าการเปลี่ยนแปลงทางฟีโนไทป์เป็นสิ่งที่บ่งชี้ว่า สิ่งมีชีวิตนั้นมีการกลายพันธุ์เกิดขึ้น ตัวอย่างเช่น การกลายพันธุ์ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในรูปทรงของต้น เปลี่ยนแปลงสีของดอก จำนวนและขนาดของผล อายุการเก็บเกี่ยวเร็วขึ้นหรือช้าลง ซึ่งการกลายพันธุ์ชนิดนี้สามารถคัดเลือกนำมาใช้ประโยชน์ได้ง่าย ส่วนของพืชที่ใช้ขยายพันธุ์ได้ เช่น เมล็ด หัว ราก ไหล กิ่งทาบ กิ่งตอน พืชทั้งต้น หรือเนื้อเยื่อเพาะเลี้ยง สามารถนำมาฉายรังสีได้ทั้งสิ้น การพิจารณาเลือกส่วนใดมาฉายรังสีขึ้นอยู่กับชนิดของพืช วิธีการขยายพันธุ์ ความสะดวกในการนำมาฉายรังสี ความสะดวกในการปลูก และดูแลรักษา เป็นต้น

เนื่องจากการปรับปรุงพันธุ์งา เพื่อใช้ประโยชน์ในทางไม้ดอกไม้ประดับยังไม่เคยมีการทำมาก่อน มี แต่งานวิจัยที่เกี่ยวกับการปรับปรุงพันธุ์งาเพื่อใช้ประโยชน์ในเชิงเศรษฐกิจอื่น ๆ ได้แก่ การปรับปรุงพันธุ์โดยการใช้รังสีและสารเคมีเพื่อการชักนำให้งามีคุณลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

Das and Haque (1977) ได้นำเมล็ดงาสายพันธุ์ T6 มาฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณรังสี 300-700 Gy และใช้ ethyl methanesulfonate (EMS) ที่ความเข้มข้น 0.5-1.1 เปอร์เซ็นต์เพื่อชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ พบว่ารังสีแกมมาและ EMS มีผลต่อการลดการงอกของเมล็ดทำให้เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดอยู่ระหว่าง 5.5-56.2 และ 4.2-69.8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ความสูงเฉลี่ยเมื่ออายุ 21 วัน ของ ต้นกล้า การอยู่รอดของต้นกล้า และความสมบูรณ์ของเรณูลดลง เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของปริมาณรังสีและ EMS พบว่า EMS มีผลต่อการเกิดการกลายพันธุ์มากกว่ารังสีแกมมา ปริมาณรังสีที่ช่วง 500-600 Gy และ EMS ที่ความเข้มข้น 0.7-0.9 เปอร์เซ็นต์ มีผลต่อการชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ได้

Kobayashi (1981) ได้ให้รังสี 4 ชนิด คือ รังสีเบต้า เอ็กซ์ แกมมา และเทอร์มอล นิวตรอน กับเมล็ดงา 3 สายพันธุ์ คือ BAN, 3BO และ QAN โดยศึกษาเป็นเวลา 15 ปี จากการสังเกตและคัดเลือก พบว่าเกิดการกลายพันธุ์หลัก คือ การเปลี่ยนแปลงทางด้านสัณฐานวิทยา การเรียงตัวของใบเปลี่ยนแปลงไป คือ จากเดิมเรียงแบบสลับแต่เปลี่ยนมาเรียงแบบตรงกันข้าม และใบแทบไม่มีการเวียนขึ้นเลย ฝักมีขนาดใหญ่ขึ้นซึ่งพัฒนามาจากต่อมน้ำหวานของดอก จำนวนของเมล็ดต่อฝักเพิ่มขึ้น และมีข้อปล้องสั้น รวมทั้งมีต้นที่เตี้ยลง การเปลี่ยนแปลงทางด้านสรีรวิทยา พบว่าอายุการเก็บเกี่ยวเร็วขึ้น ฝักไม่แตก และปริมาณน้ำมันเพิ่มมากขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Murty (1980) นำเมล็ดงาสายพันธุ์ N 62-32 ไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 500 Gy พบว่า ลักษณะที่ได้ในรุ่นลูกมีความสูงใกล้เคียงกับพ่อแม่ มีจำนวนฝักและน้ำหนักเมล็ดสูงกว่าพ่อแม่ และต่อมา Murty *et al.* (1985) ใช้รังสีแกมมาและเทอร์มอล นิวตรอน กับเมล็ดงาสายพันธุ์แท้ 72 สายพันธุ์ พบว่าลักษณะการกลายพันธุ์ที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่ได้ลักษณะที่ดีกว่าพ่อแม่ ในด้านปริมาณผลผลิต และเกิดลักษณะดีกว่าพ่อแม่ในด้านของจำนวนเมล็ด และปริมาณน้ำมัน

Reddy (1986) นำเมล็ดงาสายพันธุ์ Jordan Early, E8 และ Bangalore พื้นเมือง ไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 100 – 1,200 Gy จากการศึกษาเบื้องต้น และประเมินผลในรุ่น M2 พบว่า จำนวนฝักต่อต้นเพิ่มขึ้น การติดฝักเร็วขึ้น และ ขนาดฝักยาวขึ้น

Ramachandran and Gopinathan (1977) ทดลองนำเอาเมล็ดงาสายพันธุ์ Kayamkulam 1 ไปฉายรังสีแกมมา ที่ปริมาณ 50 – 300 Gy พบว่า ปริมาณรังสีไม่มีผลต่อการงอก การตั้งต้นของต้นกล้า (seedling emergence) และความสูงของต้นในรุ่น M1 และปริมาณรังสีที่สูงมีผลทำให้ความแข็งแรง และสมบูรณ์ของเรณูลดลง ในรุ่น M2 พบการกลายพันธุ์ที่ปริมาณรังสี 100 Gy และที่ต่ำกว่า 250 Gy จึงสรุปได้ว่ารังสีแกมมาตั้งแต่ปริมาณรังสีต่ำจนถึงปานกลางสามารถชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ในงาได้

ในปี 1996 Cargigan ทำการทดลองผลของรังสีแกมมาต่องา turkish โดยนำเมล็ดงาสายพันธุ์ Muganlii-57, Ozberk-82, Camdibi และ Golmarmara ไปฉายรังสีที่ปริมาณ 150, 300, 450, 600 และ 750 Gy พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณรังสีสูงขึ้นมีผลทำให้การอยู่รอด ความสูงลดลง และการออกดอกล่าช้าลง สรุปได้ว่าปริมาณรังสี 300 และ 450 Gy เป็นปริมาณสูงสุดที่ทำให้เกิดอันตรายกับงา ในรุ่น M1 ของงา turkish ทั้ง 4 สายพันธุ์

FAO/IAEA (2001) ร่วมมือกันศึกษาถึงการชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ของงาในปี 1994 และอีกครั้งในปี 1996 พบว่า รังสีแกมมาที่ปริมาณ 200-700 Gy และฟาสท์ นิวตรอน ที่ปริมาณรังสี 40 และ 70 Gy EMS ที่ความเข้มข้นที่ 0.2-0.8 เปอร์เซ็นต์และ sodium azide 4-6 mM สามารถทำให้ต้นงาเกิดการกลายพันธุ์ได้

ในประเทศไทย สุรศักดิ์ และคณะ (2540) ได้ทดลองวิธีการอาบรังสี เพื่อลดการแตกของฝัก โดยได้นำเมล็ดงาสายพันธุ์พื้นเมือง คือ งาแดงพิษณุโลกและงาดำบุรีรัมย์ ไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 500 Gy แล้วคัดเลือก M1ไว้ 24 ต้น แล้วคัดเลือกจนกระทั่งถึง M7 ได้คัดเลือก พันธุ์ที่มีความต้านทานต่อการร่วงของเมล็ดงาจากฝัก 2 สายพันธุ์ ได้แก่ สายพันธุ์ PMUB 1 และ 19 สายพันธุ์ที่มีอายุสั้นกว่าพันธุ์เดิม 7 วัน จำนวน 4 สายพันธุ์ สายพันธุ์ที่ให้น้ำหนัก 1,000 เมล็ดสูงกว่าพันธุ์ตรวจสอบอีก 9 สายพันธุ์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.8 การศึกษาการใช้สารเคมีชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ในพืช

การชักนำให้พืชมีการกลายพันธุ์ นอกเหนือจากการชักนำให้มีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของโครโมโซมแล้ว ยังมีสารเคมีบางกลุ่มที่ทำให้จำนวนชุดของโครโมโซมเพิ่มขึ้นจากเดิม พืชที่เกิดขึ้นจากวิธีการนี้นอกจากช่วยให้มีความสมบูรณ์พันธุ์ (fertility) สูงขึ้น การติดเมล็ดดีขึ้นในพืชที่ไม่สามารถติดเมล็ดได้ตามธรรมชาติแล้ว มักได้ลักษณะใหม่ ๆ ที่น่าสนใจ และมีคุณค่าทางเศรษฐกิจเพิ่มมากขึ้น เช่น การเพิ่มขนาดของต้นและผล การผลิตพันธุ์ผัก และพันธุ์ไม้ผลที่ไม่มีเมล็ดจากลูกผสมที่มีจำนวนชุดของโครโมโซม 3 ชุด และยังสามารถใช้เป็นเครื่องมือในการสร้างลูกผสมข้าม จากต้นแม่พันธุ์ที่มีการเปลี่ยนแปลงให้มีจำนวนชุดโครโมโซมเพิ่มขึ้นได้อีก (Hancock, 1997) สารเคมีที่นำมาใช้เพื่อชักนำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงจำนวนชุดของโครโมโซมในพืชมีหลายชนิด เช่น colchicine, para-dichlorobenzene, oryzalin, amiprophosmethyl, pronamide และ caffeine เป็นต้น (ถกลวรรณ และธีรพล, 2541)

โคลชิซิน (colchicine) หรือ acetyltrimethy colchicine acid เป็นสารเคมีประเภทอัลคาลอยด์ มีชื่อทางเคมี คือ (S) – N - (5,6,7,9 – tetrahydro – 1,2,3,10 – tetramethoxy - 9 – oxobenzo (a) heptalen - 7 - yl) acetamide น้ำหนักโมเลกุล เท่ากับ 399.43 สูตรเคมี คือ $C_{22}H_{25}NO_6$ สกัดสารได้จาก meadow saffron (*Colchicum autumnale*) (Lucy, 1998; Matthew, 1998; Rainforest, 2000) นอกจากนั้นแล้วยังสกัดได้จากดองดึง (*Gloriosa superba* L.) (นันทวัน, 2541) โดยในดองดึงพบสารโคลชิซินในหัวและส่วนอื่น ๆ ของพืช ประมาณ 0.1 – 0.8 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสารโคลชิซินเป็นพิษมากกับมนุษย์ (Rainforest, 2000) และแสดงผลทางพันธุกรรมในพืช (Van Tuyl *et al.*, 1992)

สารโคลชิซินมีประโยชน์ในด้านการศึกษาเกี่ยวกับพันธุศาสตร์ของเซลล์ สารโคลชิซินมีผลต่อกระบวนการแบ่งเซลล์ ไปอุดตามปลายท่อต่าง ๆ ของ microtubule ภายในเซลล์ทำให้ microtubule ไม่สามารถต่อกับ spindle fiber ในการช่วยดึงโครโมโซมในระยะ metaphase ได้ (อมรา, 2540) ซึ่งคุณสมบัตินี้ได้นำมาใช้ในด้านการปรับปรุงพันธุ์พืช ให้มีจำนวนชุดของโครโมโซมเพิ่มเป็น 2 เท่าได้ (ศุภฤกษ์ และสุมิตตรา, 2530) การใช้สารละลายโคลชิซินกับพืชเพื่อชักนำให้พืชเพิ่มจำนวนโครโมโซม ต้องใช้กับส่วนของพืชที่กำลังเจริญ มีอัตราการแบ่งเซลล์สูง ดังนั้นจึงใช้กับเมล็ดที่กำลังงอก ตาหรือยอดที่กำลังงอกใบใหม่ (วิมล, 2527) สำหรับความเข้มข้นและระยะเวลาที่ใช้ผันแปรไปตามชนิดและส่วนของพืชที่ใช้ (อดิศร, 2539)

การชักนำให้เกิดการเพิ่มจำนวนโครโมโซมโดยสารโคลชิซิน อาจพบความผิดปกติในลักษณะแตกต่างกันออกไปจากการเพิ่มจำนวนชุดของจำนวนโครโมโซม ลักษณะผิดปกติที่พบบ่อย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ได้แก่ aneuploidy และ chimera กฤษฎา (2519) ได้กล่าวว่า ความผิดปกติแบบ chimera ซึ่งเกิดจากพืชที่ถูกชักนำให้เกิดเป็น polyploid เพียงบางส่วนของเนื้อเยื่อ มักพบในสองลักษณะคือ sectorial ploid-chimera คือ การเกิดการเปลี่ยนแปลงเพียงบางส่วนของตาที่เจริญเป็น polyploid แต่ส่วนอื่น ๆ ยังคงปกติ และความผิดปกติแบบ periclinal ploid-chimera เกิดจากเซลล์ชั้นของ epidermis และเซลล์ชั้นในมีจำนวนโครโมโซมที่แตกต่างกัน ผลที่ได้อาจส่งผลให้เซลล์ปากใบซึ่งเจริญมาจากชั้นนอกแสดงผลเป็น polyploid คือ มีลักษณะใหญ่กว่าต้นปกติ แต่ขนาดของละอองเรณู เจริญมาจากเซลล์ชั้นในมีลักษณะปกติ

วิมล (2527) ได้กล่าวว่า การตรวจหาลักษณะพืชที่ถูกชักนำให้เกิด polyploid วิธีที่ดีที่สุด คือ การตรวจนับจำนวนโครโมโซม ซึ่งมักนิยมใช้กัน แต่เป็นวิธีที่ใช้เวลา ฉะนั้นในการศึกษาดูจำนวนโครโมโซมควรมีการสังเกตลักษณะทางกายภาพร่วมกันไปด้วย เช่น รูปร่าง และขนาดของส่วนต่าง ๆ ของพืช เช่น ใบ ดอก ผลและเมล็ด ซึ่งอาจช่วยแยกพืชได้เป็น 2 กลุ่ม คือ พวกที่ตอบสนองต่อสารโคลชิซินกับพวกที่ไม่ตอบสนอง ต่อมาพิจารณาดูขนาดละอองเกสร รูปร่างใบ ขนาดของเซลล์คุมตลอดจนเปอร์เซ็นต์ความเป็นหมัน พืชต้นใดที่เข้าเกณฑ์ว่าเป็น polyploid จึงตรวจนับจำนวนโครโมโซม

การใช้สารเคมีชักนำให้มีการเปลี่ยนแปลงของจำนวนโครโมโซมในงาได้มีรายงานของ Haiyang *et al.* (2001) ได้ทดลองแช่เมล็ดพันธุ์งาในสารละลายโคลชิซิน ที่ความเข้มข้น 0.05, 0.1, 0.3, 0.5, 0.7 และ 1.0 เปอร์เซ็นต์ พบว่าที่ความเข้มข้น 0.05-0.5 เปอร์เซ็นต์ ณ อุณหภูมิต่ำกว่า 28 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง สามารถชักนำให้เกิด autotetraploid ได้ โดยมีลักษณะการแสดงออกคือ มีลำต้นที่เหนียวขึ้น ใบและดอกใหญ่ขึ้น เมล็ดโต อัตราการเจริญช้าลงเมื่อเทียบกับต้นที่เป็น diploid

งานทดลองการใช้สารเคมีชักนำในงามีการทำกันน้อยมากจึงขอกล่าวถึงการศึกษาการใช้สารเคมีชักนำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงจำนวนโครโมโซมของพืชอื่น ๆ ดังนี้

วิมล และอนันต์ (2526) ทดลองใช้สารละลายโคลชิซินชักนำให้เกิด polyploid จากการใช้เมล็ดพริกไร่ (*Capsicum* sp.) โดยแช่เมล็ดในสารละลายความเข้มข้น 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์ นาน 48 และ 24 ชั่วโมง ตามลำดับ พบว่าเมล็ดที่แช่สารละลายโคลชิซินความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ นาน 24 ชั่วโมง ต้นที่เป็น polyploid มีความสูงของต้นไม่แตกต่างจากต้น diploid และเกือบทุกต้นที่เป็น polyploid มีใบขนาดใหญ่ หนา สีเขียวเข้ม กิ่งค่อนข้างเปราะ ขนาดของเซลล์ปากใบใหญ่ขึ้น วันออกดอกช้า เปอร์เซ็นต์ความเป็นหมันสูง ขนาดของผลและการติดผลลดลง

Pryor (1972) ได้ชักนำให้เกิด tetraploid จาก *Gerbera jamesonii* Bolus ex Hook โดยใช้สารละลายโคลชิซิน 0.50 เปอร์เซ็นต์ แช่เมล็ดนาน 1 – 3 ชั่วโมง แล้วล้างเมล็ดในน้ำก่อนนำไปปลูก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การตรวจสอบการเกิด polyploid จากส่วนต่าง ๆ ของต้น พบว่า โครโมโซมปลายรากจากต้นที่ได้รับสารละลายโคลชิซินมีจำนวน 100 แท่ง ในขณะที่ต้นควบคุมมีจำนวนโครโมโซมเพียง 50 แท่ง และยังพบว่าเซลล์ปากใบ และละอองเกสรของต้นที่ได้รับสารละลายโคลชิซินมีขนาดเกือบเป็น 2 เท่าของต้นที่ควบคุม ทั้งใบและกลีบดอกหนากว่า และดอกมีขนาดใหญ่กว่าต้นควบคุม

Griesbach and Bhat (1990) ศึกษาการชักนำ polyploid โดยให้โคลชิซินแก่ต้นกล้า *Eustoma grandiflorum* พันธุ์ Blue Poppy, Yodel Pink, Blue Poppy × Somaclonal variant และ Yodel Pink × Somaclonal variant ที่มีความสูง 2 – 3 ซม. โดยหยดโคลชิซินความเข้มข้น 0.05 เปอร์เซ็นต์ บนยอดของเนื้อเยื่อเจริญทุกวันเป็นเวลา 0, 3 และ 5 วัน หลังจากนั้น นำต้นพืชมาล้างโคลชิซินที่เหลือ จากนั้นนำตาดอกความยาว 5 – 6 มม. มาตรวจนับจำนวนโครโมโซม ตรวจดูปากใบ พบว่ามีต้น tetraploid เกิดขึ้น ต้นเหล่านี้มีลำต้นยาวกว่า และขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของต้นลดลง และยังพบว่าให้ดอกดีกว่าต้นที่เป็น diploid

Khalipova (1990) ทดลองกับ floxglove 2 พันธุ์ คือ *Digitalis purpurea* และ *D. lutea* โดยใช้สารละลายโคลชิซินเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์กับเมล็ดแห้ง และจุดเจริญของต้นอ่อน ทั้ง 2 พันธุ์ พบว่าขนาดของต้น ขนาดของกิ่ง การแตกกิ่งข้าง สี ขนาดและรูปร่างของดอก ของต้นที่ได้รับโคลชิซินแตกต่างจากพันธุ์เดิม

Jones (1992) ทดลองนำเมล็ด *Lolium perenne* และ *L. multifolum* ที่งอกอายุได้ 1 สัปดาห์ แช่ในสารละลายโคลชิซิน 0.2 เปอร์เซ็นต์ นาน 3 ชั่วโมง เป็นผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของการเจริญเติบโต น้ำหนักสด การแตกกอ ระยะเวลาการบานของดอก และจำนวนคลอโรพลาสต์ต่อเซลล์ และขนาดของมีโซฟิลล์ (mesophyll) ที่ใบ

Umoh and Etim (1992) นำเมล็ดของ *Vigna unguiculata* 2 พันธุ์ คือ Ife Brown และ TVX3236 แช่ในสารละลายโคลชิซินเข้มข้น 0.4 เปอร์เซ็นต์ นาน 1-4 วัน พบว่าการงอกของเมล็ดช้ากว่าปกติ การเจริญของต้นผิดปกติ และจำนวนต้นที่งอกลดลงตามเวลาที่แช่ คือ 1, 2 และ 3 วัน ตามลำดับ และต้นที่ได้รับโคลชิซินนาน 4 วัน ไม่พบการงอก โดยทั่วไปความสูงของต้น จำนวนใบ ขนาดของข้อ จำนวนกิ่ง จำนวนเมล็ดต่อฝัก และจำนวนฝักลดลง แต่การแช่เวลา 1 วัน เมล็ดที่ได้จากต้นที่งอกทั้ง 2 พันธุ์มีขนาดใหญ่ขึ้น

Verma and Raina (1993) ทดลองจุ่มปลายยอดที่อยู่ระหว่างใบเลี้ยงของต้นฟล็อกซ์ (*Phlox drummondii* Hook) ในสารละลายโคลชิซินความเข้มข้น 0.10–0.20 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 5–6 ชั่วโมงต่อวัน ติดต่อกันนาน 2–3 วัน พบว่าสามารถชักนำให้เกิดต้นที่มีจำนวนโครโมโซม 4 ชุด ซึ่งมีดอกขนาดใหญ่ขึ้น และบานได้นานขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ฉวีวรรณ (2540) ได้ศึกษาผลของโคลชิซินต่อการงอกและการเพิ่มจำนวนโครโมโซมของเมล็ดต้อยติ่ง โดยแช่เมล็ดในสารละลายโคลชิซินเข้มข้น 0.1 และ 0.2 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบกับการแช่ในน้ำกลั่นนาน 24 ชั่วโมง พบว่าสารละลายมีผลต่อการงอกของเมล็ดต้อยติ่ง โดยทำให้การงอกลดลง และต้นอ่อนที่งอกจากเมล็ดที่ได้รับโคลชิซินมีโครโมโซมเป็น mixoploid (2n, 4n และมากกว่า 4n ปะปนกัน) นอกจากนี้ยังทำให้เกิดต้นอ่อนที่มีลักษณะผิดปกติ ได้แก่ ใบเลี้ยงมีสีเขียวเข้ม หนา งองุ้มลง ใบจริงหยิกงอ ต้นและรากสั้น และมีการเจริญเติบโตที่ช้ากว่าต้นที่ไม่ได้รับสารโคลชิซิน

โสภิตา (2544) ทดลองชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ในกระดุมบราซิลด้วยสารโคลชิซินโดยทดลองหยอดสารละลายโคลชิซินความเข้มข้น 0.05, 0.10, 0.20 และ 0.30 เปอร์เซ็นต์ที่ยอดของต้นอ่อนกระดุมบราซิล ในเวลา 1 วันและ 3 วัน เปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม คือ ไม่ได้รับสารโคลชิซิน พบว่า การใช้สารละลายโคลชิซินความเข้มข้น 0.10 เปอร์เซ็นต์ ระยะเวลาได้รับสาร 1 วัน ทำให้กระดุมบราซิลมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางดอกขณะดอกบานเต็มที่เพิ่มขึ้น แต่ความสูงของต้น จำนวนวันตั้งแต่ปลูกจนถึงออกดอก จำนวนวันบานดอก ความยาวก้านดอกและจำนวนดอกต่อต้น ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีควบคุมและไม่เกิดลักษณะผิดปกติของใบและดอก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved