

บทบาทของสารควบคุมการเจริญเติบโตพืชกับการปรับปรุงพันธุ์

หิรัญ หิรัญประดิษฐ์¹

บทกัณฑ์

บทบาทของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชต่อการปรับปรุงพันธุ์พอจะสรุปได้ดังนี้ 1. ช่วยเพิ่มการติดผล (increase fruit set) โดยการลดการร่วงหล่นของผลในช่วงระยะเวลาต่าง ๆ ของการเจริญเติบโตผล ทำให้สามารถเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์เพื่อใช้ประโยชน์ในแง่ปรับปรุงพันธุ์ได้เพิ่มขึ้น 2. ช่วยแก้ปัญหาการเข้ากันไม่ได้ (overcoming incompatibility) ซึ่งเกิดขึ้นได้ 2 กรณี คือ self-incompatibility และ cross-incompatibility การใช้สาร IAA, NAA, NAAm, BA, และ 2, 4, 5-T ช่วยแก้ปัญหานี้ได้ดีในพืชหลาย ๆ ชนิด 3. ช่วยทำให้ดอกออก (flower induction) พืชหลายชนิดมีลักษณะดี แต่มักไม่ค่อยออกดอก ทำให้ไม่สามารถทำการผสมพันธุ์ได้ พืชอีกหลายชนิดมีความต้องการเฉพาะตัว เช่น ต้องการช่วงอากาศหนาวเย็น หรือช่วงระยะวันยาวช่วงหนึ่งจึงจะออกดอก ปัญหาเหล่านี้สามารถแก้ไขได้โดยการฉีดพ่นสารควบคุมการเจริญเติบโต 4. ช่วยดัดแปลงเพศ (modification of sex expression) เป็นบทบาทที่สำคัญมากของสารควบคุมการเจริญเติบโตกับการปรับปรุงพันธุ์ ออกซิน สามารถเปลี่ยนดอกตัวผู้ให้เป็นดอกตัวเมียได้ในไม้ดอกหลายชนิด ในขณะที่ GA_3 ช่วยทำให้ดอกตัวเมียมกลายไปเป็นดอกตัวผู้ นอกจากนี้ยังมีบทบาทในการทำให้เกิด heterostylism คือการที่ยอดเกสรตัวเมียโผล่พ้นระดับยอดอับละอองเกสร ก่อนที่ละอองเกสรจะเจริญเติบโตเต็มที่ สภาพการดังกล่าวช่วยทำให้การผสมพันธุ์ถูกผสมเป็นไปได้ง่ายขึ้น โดยไม่ต้องทำการปลดช่อเกสรตัวผู้ (Emasculation) และ 5. ช่วยทำให้เกิดการเปลี่ยนจำนวนโครโมโซม (polyploidy) การที่สามารถบังคับให้เกิด polyploidy ได้โดยใช้สารควบคุมการเจริญเติบโต ทำให้นักปรับปรุงพันธุ์มีแหล่งของพันธุกรรมกว้างขวางขึ้น และสามารถใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงให้ได้พันธุ์แปลก ๆ ใหม่ ๆ ที่สามารถสนองความต้องการได้อย่างดีในอนาคต นอกจากนี้การปรับปรุงพันธุ์พืชโดยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อก็จำเป็นต้องใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตพืชเข้าช่วยเช่นกัน โดยช่วยทำให้เซลล์ขยายตัว เซลล์แบ่งตัว หรือเกิดการสร้างส่วนต่าง ๆ จากกลุ่มเซลล์ (callus) ซึ่งจะเจริญต่อไปจนเป็นราก และลำต้นในที่สุด บทบาทต่าง ๆ ดังกล่าวทำให้นักปรับปรุงพันธุ์พืชมีโอกาสที่จะแก้ไขปัญหา อุปสรรคและข้อขัดขวางต่าง ๆ ตามธรรมชาติได้ดียิ่งขึ้น โอกาสที่จะได้พันธุ์พืชที่แปลก ๆ ใหม่ ๆ และมีคุณประโยชน์ต่อมนุษยชาติในอนาคต จึงเพิ่มขึ้นอย่างมาก

ในเชิงวิชาที่จัดเป็นความก้าวหน้าหลัก ของการเกษตรกรรม ในช่วงคริสต์ศตวรรษที่ 20 นี้ ได้แก่

1. การใช้วิทยาศาสตร์ในการเพิ่มคุณภาพและผลผลิตพืช
2. ความเข้าใจและการใช้หลักการด้านพันธุกรรมในการปรับปรุงพันธุ์พืชและสัตว์
3. การใช้สารเคมีเพื่อควบคุมป้องกันและกำจัดศัตรูพืช

ในด้านการปรับปรุงพันธุ์พืช มนุษย์ได้พยายามคัดเลือกพันธุ์พืชที่มีคุณสมบัติ ตรงต่อความต้องการของตนมากที่สุดตลอดมา วิธีปรับปรุงพันธุ์เพื่อให้ได้พันธุ์ที่ต้องการ ได้กลายเป็น

วิทยาศาสตร์ประยุกต์ที่มีพัฒนาการสูง และมีผลกระทบอย่างใหญ่หลวงต่อการเกษตรในปัจจุบัน นักปรับปรุงพันธุ์พืชในปัจจุบันสามารถทำนายผลลัพธ์ที่จะเกิดขึ้นจากความเพียรพยายามของตนได้ และอาจตั้งเป้าหมายที่แน่นอนของพันธุ์พืชใหม่ ๆ ที่สามารถรับประกันความสำเร็จได้หลายส่วน ตัวอย่างที่เห็นได้ชัดได้แก่พันธุ์ข้าวโพดลูกผสมที่ให้ผลผลิตสูง พันธุ์ข้าวสาลีที่มีความต้านทานต่อโรคราสนิม ความเพียรพยายามที่จะใช้วิธีการ ผสมพันธุ์หรือสร้างพันธุ์โดยไม่ใช้เซลล์สืบพันธุ์แต่ใช้เซลล์ปกติทั่วไป (somatic cell hybridization) ในเชิงวิชาการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช (plant tissue culture) เพื่อผลิตพันธุ์ใหม่เป็นต้นว่า ที่เรียกว่า โปเมโต (Pomato) Pomato อันเป็นชื่อผสมติดต่อกันระหว่างมันฝรั่ง

¹ นักวิชาการเกษตร ปฏิบัติงานในฐานะผู้อำนวยการศูนย์วิจัยพืชสวนภาคกลาง สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร

(potato-po) กับมะเขือเทศ (tomato-mato) ซึ่งในต้นเดียวกันจะให้ผลมะเขือเทศตามกิ่งและรากสะสมอาหารกลายเป็นหัวมันฝรั่ง ซึ่งในต้นเดียวกันจะให้ผลมะเขือเทศตามกิ่งและรากสะสมอาหารกลายเป็นหัวมันฝรั่ง

เมื่อนักปรับปรุงพันธุ์พืชเผชิญกับปัญหาหลาย ๆ ประการที่เป็นอุปสรรคต่อการปรับปรุงพันธุ์ เช่น การผสมเข้าในหลาย ๆ กรณีกระทำได้อย่างมาก แต่เมื่อใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตพืชเข้าช่วยก็สามารถกระทำได้ง่ายขึ้น การผสมข้ามที่ไม่เคยกระทำได้สำเร็จ ก็สามารถกระทำได้สำเร็จ เมื่อใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตเข้าช่วย การปรับปรุงพันธุ์พืชโดยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อก็ก้าวหน้าไปข้างหน้าได้สำเร็จ เมื่อใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตเข้าช่วย เช่นกัน เพื่อให้มีการแบ่งตัวของเซลล์ จนได้เป็นแคลลัสและจากแคลลัสเจริญเติบโตเป็นรากและต้นที่สมบูรณ์ได้

หลักการพื้นฐาน

พืชประกอบด้วยกลุ่มเซลล์ซึ่งในแต่ละเซลล์ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ที่สำคัญ ได้แก่ โครโมโซม (chromosomes) ซึ่งมีลักษณะเป็นท่อนคล้ายส่วนหนึ่งของสายลูกบิดที่ร้อยด้วยเส้นด้าย บนโครโมโซมนี้มีการเรียงตัวเป็นแนวตรงของยีน (genes) ซึ่งเป็นตัวนำหรือควบคุมลักษณะต่าง ๆ ของพันธุกรรม (heredity)

ในการเจริญเติบโตของพืช เซลล์แต่ละเซลล์จะแบ่งตัวโดยกระบวนการแบ่งตัวแบบไมโทซิส (mitosis) จากหนึ่งเซลล์เป็นสอง และจากสองเซลล์เป็นสี่ ในกระบวนการแบ่งตัวแบบไมโทซิสนี้ โครโมโซมจะมาเรียงตัวกันตรงกึ่งกลางของเซลล์ แต่ละท่อนจะแยกตัวออกเป็นสอง และถูกดึงให้แยกออกจากกัน และมีการสร้างผนังเซลล์ขึ้นตรงกึ่งกลาง แยกเซลล์นั้น ๆ ออกเป็นสองเซลล์ เซลล์ใหม่ที่เกิดขึ้นแต่ละเซลล์จะประกอบด้วยท่อนโครโมโซมครบชุดของเซลล์เดิม

ในกระบวนการขยายพันธุ์ของพืชชั้นสูง จะมีการแบ่งเซลล์ที่มีลักษณะจำเพาะเกิดขึ้นในส่วนของดอกเพื่อผลิตเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ไมโครกามิต (microgametes) ซึ่งมีลักษณะเป็นเซลล์เพศผู้ (male cells) ขึ้นในละอองเกสร (pollen grains) ที่เรียกว่าอับเรณู (anther) ขณะเดียวกันก็มีการแบ่งเซลล์เพื่อผลิตเซลล์สืบพันธุ์เพศเมียหรือไข่หรือเมกากามิต (megagametes) ซึ่งมีลักษณะเป็นเซลล์ไข่ (egg cells) ขึ้นในรังไข่ (ovary) ซึ่งอยู่ในรังไข่ ขบวนการแบ่งเซลล์ที่มีลักษณะจำเพาะนี้เรียกว่าขบวนการแบ่งตัวแบบไมโอซิส (meiosis) โครโมโซมจะมาจับคู่กันตรงกึ่งกลางเซลล์ แต่ละคู่จะถูกดึงให้แยกออกจากกัน และมีการสร้างผนังเซลล์ขึ้นตรงกึ่งกลางแยกเซลล์นั้น ๆ ออกเป็นสองเซลล์ เซลล์ใหม่ที่เกิดขึ้นแต่ละเซลล์จะประกอบด้วยชุดโครโมโซม

เพียงครึ่งหนึ่งของเซลล์เดิม การมีจำนวนแท่งโครโมโซมลดลงครึ่งหนึ่งนี้เรียกว่า เซลล์นั้น ๆ มีจำนวนโครโมโซมเท่ากับ n ซึ่งเป็นลักษณะของเซลล์สืบพันธุ์ในพืชชั้นสูง สำหรับเซลล์ซึ่งมีจำนวนแท่งโครโมโซมครบชุดเป็นคู่เรียกว่าเซลล์นั้น ๆ มีจำนวนโครโมโซมเท่ากับ $2n$ ซึ่งเป็นลักษณะของเซลล์ส่วนอื่น ๆ ของพืช

ในการผสมละอองเกสร (pollination) ละอองเกสรจะมาตกลงบนยอดเกสรตัวเมีย (stigma) ท่อละอองเกสร (pollen tube) จะงอกลงไปยังไข่ (ovule) ในรังไข่ และเกิดการรวมตัวกันของนิวเคลียส (nucleus) เซลล์เพศผู้และเซลล์ไข่ตามขบวนการผสมพันธุ์ (fertilization) เกิดเป็นไซโกต (zygote) ซึ่งจะพัฒนาต่อไปเป็นคัพภะ (embryo) และผลสุดท้ายพัฒนาเป็นพืชเล็ก ๆ ต้นใหม่ ในการรวมกันของเซลล์เพศผู้และเซลล์ไข่นี้ทำให้จำนวนโครโมโซมในคัพภะมีจำนวนเท่ากับ $2n$

จำกัดความและการจำแนกสารควบคุมการเจริญเติบโต

จำกัดความ

สารควบคุมพืช (plant regulators) คือ สารประกอบอินทรีย์ ที่นอกเหนือไปจากธาตุอาหารต่าง ๆ ซึ่งเมื่อมีอยู่ในปริมาณเพียงเล็กน้อย จะช่วยเพิ่มหรือยับยั้ง หรืออีกนัยหนึ่งก่อให้เกิดความผันแปรแก่ขบวนการโคขบวนการหนึ่ง ในแง่สรีรวิทยาของพืช

ฮอร์โมนพืช (Plant hormones) คือ สารควบคุม (regulators) ที่ผลิตขึ้นในพืช ซึ่งเมื่อมีอยู่ในปริมาณเพียงเล็กน้อยจะสามารถควบคุมขบวนการต่าง ๆ ในแง่สรีรวิทยาของพืช

ตามปกติ ฮอร์โมนจะเคลื่อนตัวภายในพืชจากแหล่งที่ผลิต ฮอร์โมนนั้น ๆ ไปยังแหล่งที่ฮอร์โมนนั้น ๆ จะก่อให้เกิดปฏิกิริยา

จากข้อตกลงของนักวิทยาศาสตร์ที่มาประชุมกันเกี่ยวกับวิทยาการแขนงนี้ เห็นพร้อมต้องกันและจำกัดความหมายของคำว่า "ฮอร์โมน" สำหรับสารที่ผลิตขึ้นตามธรรมชาติเท่านั้น ส่วนคำว่า "สารควบคุม" ไม่จำเป็นที่จะจำกัดให้ใช้เฉพาะกับสารที่สังเคราะห์ (synthetic) ขึ้นเท่านั้น แต่ใช้ได้กับสารใด ๆ ก็ตาม ๆ ที่ก่อให้เกิดความผันแปรต่อขบวนการโคขบวนการหนึ่งทางด้านสรีรวิทยาของพืช

การจำแนกสารควบคุมการเจริญเติบโตพืช

ปัจจุบันฮอร์โมนและสารควบคุมการเจริญเติบโตพืชที่ค้นพบและมีอยู่ สามารถจัดแบ่งออกเป็นประเภทใหญ่ ๆ 9 ประเภท คือ

1. ออกซซิน (auxin) และสารประกอบต่าง ๆ ที่ทำหน้าที่คล้ายออกซซิน (auxin-related compounds)
2. จิบเบอเรลลิน (gibberellins)

3. ไซโตไคนิน (cytokinin)
4. ฮอรโมนที่รากต้องการ (hormones required by roots)
5. ฮอรโมนควบคุมการออกดอก (flowering hormones)
6. ฮอรโมนควบคุมการเกิดหัวชนิดต่าง ๆ (tubers and bulb-forming hormones)
7. ฮอรโมนควบคุมการพักตัวของตา (bud dormancy hormones)
8. เอทิลีน (ethylene)
9. สารต่าง ๆ ที่ทำหน้าที่ยับยั้ง (inhibitory substances)

ฮอรโมนและสารควบคุมการเจริญเติบโตพืช ที่มีบทบาทสำคัญในการปรับปรุงพันธุ์ได้แก่ ออกซซิน จิบเบอเรลลิน ไซโตไคนิน และเอทิลีน นอกจากนี้ ยังมีสารประกอบอื่น ๆ ที่คุณสมบัติไม่เข้ากับคำจำกัดความของ ฮอรโมน หรือ สารควบคุมการเจริญเติบโตที่เดียวนัก แต่ก็มีบทบาทในการปรับปรุงพันธุ์อย่างมาก เช่น โคลชิซิน (colchicine) เป็นต้น

บทบาทของสารควบคุมการเจริญเติบโต พืชกับการปรับปรุงพันธุ์

บทบาทของสารควบคุมการเจริญเติบโตพืชกับการปรับปรุงพันธุ์ พอจะสรุปได้ในแง่

ช่วยเพิ่มการติดผล (Increase fruit set)

ในการปรับปรุงพันธุ์พืชหลายชนิด นักปรับปรุงพันธุ์มักจะประสบปัญหาการร่วงหล่นของผลจากต้น ในช่วงระยะเวลาต่าง ๆ ของการเจริญเติบโตของผล ซึ่งทำให้ไม่สามารถเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ได้ ปัญหานี้เป็นปัญหาหลักในการในการปรับปรุงพันธุ์แตงฝรั่ง (cantaloups) ซึ่งพบว่า ในการผสมละอองเกสรด้วยมือมีการติดผลเพียง 10% การที่เปอร์เซ็นต์การติดผลมีน้อย ไม่ได้เกิดจากการเป็นหมัน (sterile) ปัญหานี้สามารถแก้ไขได้โดยใช้ IAA 1% ผสมในลาโนลิน ทาลงบนส่วนหนึ่งของยอดละอองเกสรทันทีที่ทำการผสมละอองเกสรด้วยมือ จะช่วยเพิ่มการติดผลได้ถึง 60% การร่วงของดอกและฝักอ่อนในถั่ว Lima bean ทำให้เก็บเมล็ดพันธุ์แทบไม่ได้เลย ปัญหานี้แก้ไขได้โดยใช้ IBA 1.8% ร่วมกับ 4-CPA 0.2% ผสมในลาโนลิน ทาลงบนฐานของดอกหลังจากผสมละอองเกสรแล้ว การใช้ BA ความเข้มข้น 0.2% ผสมในลาโนลิน ช่วยเพิ่มเปอร์เซ็นต์การติดผลของแตงไทย (Muskmelon) ที่ผสมละอองเกสรด้วยมือเช่นกัน ช่วงเวลาที่เหมาะสมที่สุดของการทาสารเคมีนี้ ได้แก่ ช่วงที่เริ่มติดผลใหม่ ๆ

ช่วยแก้ปัญหาการเข้ากันไม่ได้ (Overcoming incompatibility)

การเข้ากันไม่ได้ (incompatibility) อาจเกิดขึ้นได้ 2 กรณี คือ

1. ผสมตัวเองไม่ได้ (Self-incompatibility) เกิดขึ้นเมื่อ ทำการผสมละอองเกสรในต้นหรือดอกเดียวกัน
2. ผสมข้ามไม่ได้ (Cross-incompatibility) เกิดขึ้นเมื่อทำการผสมละอองเกสรข้ามต้น

การเข้ากันไม่ได้ อาจเกิดจากการที่ละอองเกสรตัวผู้ไม่สามารถงอกบนยอดของเกสรตัวเมีย หรือถ้างอกได้ ท่อละอองเกสรก็ไม่สามารถจะพัฒนาจนเข้าไปถึงรังไข่ได้ หรือมีการแตกของท่อละอองเกสรเกิดขึ้นกลางคัน มีเหตุผลเป็นไปได้ว่า มีสารยับยั้ง บางอย่างที่ยึดติดกัน ไม่ให้ละอองเกสรจากดอกเดียวกัน หรือข้ามดอก งอกและพัฒนาจนเข้าไปถึงไข่ในรังไข่

ในกรณีที่ผสมตัวเองไม่ได้ของกะหล่ำปลี อาจจะแก้ไขได้โดยทำการผสมละอองเกสร 1 ถึง 5 วันก่อนที่ดอกจะบาน ในกรณีของ ผสมตัวเองไม่ได้ของ petunia ให้ผสมละอองเกสรในช่วงที่กลีบดอกเริ่มจะมีสีม่วงแดง แต่วิธีการง่าย ๆ เหล่านี้ไม่สามารถใช้ได้ผลดีกับอีกหลาย ๆ พืช ซึ่งมีปัญหาเรื่องผสมไม่ติด หรือเข้ากันไม่ได้ การใช้สาร IAA, NAA, NAAM, BA, และ 2,4,5-T ความเข้มข้น 0.1 ถึง 1% ช่วยแก้ปัญหานี้ได้ โดยดื่กลีบดอกทิ้ง และทาสารลงบริเวณแผลที่เกิดขึ้นตรงฐานของรังไข่ทันทีที่ทำการผสมเกสร NAA 1% จะให้ผลดีที่สุด

ช่วยทำให้ออกดอก (Flower induction)

มันเทศประเภท Jersey type มีลักษณะหัวที่มีรูปร่างและขนาดสม่ำเสมอ ซึ่งถ้าสามารถนำลักษณะดีอันนี้ไปผสมเข้ากับพันธุ์ที่มีความต้านทานโรคสูง มีปริมาณไนโตรเจนสูง และแข็งแรงแล้ว ก็จะได้พันธุ์ที่น่าสนใจมาก ปัญหาที่เกิดขึ้นก็คือ มันเทศประเภท Jersey type มักไม่ค่อยออกดอก ทำให้ไม่สามารถทำการผสมพันธุ์ได้ การฉีดพ่นด้วยสาร 2,4-D ความเข้มข้น 100-500 ส่วนต่อล้าน (ppm) ในช่วงที่รากสะสมอาหารเริ่มขยายตัว จะช่วยทำให้ดอกออกได้อย่างดี

พืชผักหลายชนิดต้องการช่วงอากาศหนาวเย็นช่วงหนึ่ง จึงจะออกดอก อีกหลาย ๆ ชนิดต้องการช่วงระยะวันยาว จึงจะออกดอก ความต้องการเฉพาะตัวเหล่านี้ เป็นปัญหาในด้านการปรับปรุงพันธุ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เมื่อมีเวลาจำกัด ปัญหาเหล่านี้แก้ไขได้โดยการฉีดพ่นสาร GA₃ ความเข้มข้น 100 ถึง 10000 ppm ตรงบริเวณตายอด จำนวนครั้งของการฉีดอาจเพียงครั้งเดียวหรือหลายครั้ง แล้วแต่กรณี ในกรณีที่ต้องการฉีดหลายครั้ง

อาจฉีดทุก ๆ สัปดาห์จนออกดอก

ช่วยคัดแปลงเพศ (Modification of sex expression)

บทบาทที่สำคัญมากของสารควบคุมการเจริญเติบโตกับการปรับปรุงพันธุ์ ได้แก่ การควบคุมลักษณะเพศในพืชหลาย ๆ ชนิด ออกซ์ซินสามารถเปลี่ยนดอกตัวผู้ ให้เป็นดอกตัวเมียได้ในไม้ดอกหลายชนิด ในขณะนี้ GA_3 ช่วยทำให้ดอกตัวเมียมลายเป็นดอกตัวผู้

ในพืชตระกูลแตงหลายชนิด (Cucurbitaceous plants) ซึ่งมักมีปัญหาที่มีดอกตัวผู้มาก ออกซ์ซินช่วยกระตุ้นให้มีการสร้างดอกตัวเมียมากกว่าปกติ แตงกวาพันธุ์ที่เหมาะสมสำหรับใช้ดอง มีดอกตัวผู้และดอกตัวเมียในต้นเดียวกัน (monoecious) เมื่อปลูกในสภาพวันสั้น จะมีดอกตัวเมียเป็นจำนวนมาก เมื่อฉีดด้วย GA_3 ความเข้มข้น 100 ppm จะช่วยทำให้มีดอกตัวผู้มากขึ้น

ในแตงกวาหลาย ๆ พันธุ์ อัตราส่วนระหว่างดอกตัวผู้ : ดอกตัวเมียเท่ากับ 10 : 1 เมื่อฉีดพ่นด้วย ethephon ความเข้มข้น 120, 180 และ 240 ppm อัตราส่วนระหว่างดอกตัวผู้ : ดอกตัวเมียเท่ากับ 1 : 6 ถึง 1 : 14 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารเคมีที่ใช้ฉีด

เนื่องจากปัญหาด้านแรงงานและค่าใช้จ่ายในการเก็บเกี่ยว การใช้เครื่องทุ่นแรงเก็บเกี่ยวแตงกวา จึงมีความจำเป็นมากในต่างประเทศ จำเป็นต้องมีพันธุ์ลูกผสมซึ่งให้ผลผลิตสูงและมีความสม่ำเสมอมาก การผลิตพันธุ์ลูกผสมดังกล่าว ต้องคัดเลือกมาจากสายพันธุ์ที่มีดอกตัวเมียสูง (gynoecious lines) สายพันธุ์ลูกผสมดังกล่าว วิธีการแก้ไขกระทำได้โดยการฉีด GA_3 ความเข้มข้น 1,000 ppm สัปดาห์ละ 3 ครั้ง ในระยะที่ใบจริงใบแรกเริ่มขยายตัว โดยฉีด 1 แถว เว้น 3 แถว แถวที่ฉีดด้วย GA_3 จะมีดอกตัวผู้เกิดขึ้น มากพอที่จะเป็นแหล่งละอองเกสรไปทั่วทั้งแปลง

โดยปกติพวกที่มีดอกตัวเมียสูง (gynoecious plants) จะมีดอกตัวเมียล้วน แต่มักจะปรากฏว่าสายพันธุ์ที่คิดว่าเป็นพวกที่มีดอกตัวเมียสูง หลาย ๆ สายพันธุ์ มักมีดอกตัวผู้ถึง 50% ทำให้เกิดปัญหาในด้านการผลิตพันธุ์ลูกผสม การฉีดพ่นด้วยสาร ethephone ความเข้มข้น 50 ถึง 250 ส่วนต่อล้าน ในช่วงที่ใบจริงใบแรกของต้นกลายขยายตัวเต็มที่ ช่วยทำให้มีดอกตัวเมียเพิ่มขึ้น

พันธุ์องุ่นเกือบทุกพันธุ์ที่ปลูกกันอยู่ในปัจจุบันมีดอกกระเทย (hermaphrodite) และติดผลดกเนื่องจากการผสมละอองเกสรในดอกเดียวกัน จากการศึกษาพบว่า องุ่นพวกวิทิสวินิเฟอร่า (*Vitis vinifera*) มักจะมีดอกตัวผู้และดอกตัวเมียแยก

ต้นกัน (dioecious) จากการสังเกตพบว่า น้อยครั้งมากที่ต้นที่มีดอกตัวผู้จะผลิตดอกกระเทยได้เป็นครั้งคราว และสามารถผสมละอองเกสรและติดผลได้ตามปกติ จากการทดลองพ่นสารควบคุมความเจริญเติบโตพืชหลายชนิดพบว่า PBA ที่ความเข้มข้น 1,000 ppm ในช่วง 3 สัปดาห์ก่อนดอกบาน จะช่วยทำให้ดอกตัวผู้กลายเป็นดอกกระเทยและติดผลได้ตามปกติ อิทธิพลของไซโตไคนินตัวนี้ ต่อการแปลงเพศดอกขององุ่นในต้นตัวผู้ มีความสำคัญต่อการปรับปรุงพันธุ์องุ่นมาก เพราะทำให้นักปรับปรุงพันธุ์สามารถใช้ต้นตัวผู้เป็นต้นแม่พันธุ์ได้

เฮเทอโรสไตล์ลิซึม (Heterostylism) คือ การที่ยอดเกสรตัวเมียโผล่พ้นระดับยอดอับละอองเกสร ก่อนที่ละอองเกสรจะเจริญเต็มที่ สภาพการดังกล่าวช่วยทำให้การผสมพันธุ์ลูกผสมเป็นไปได้ง่ายขึ้น โดยไม่ต้องทำการปลิดช่อเกสรตัวผู้ (emasculation)

เมื่อต้องการให้เกิดสภาพ เฮเทอโรสไตล์ลิซึม (Heterostylism) ในมะเขือเทศ ให้ฉีดด้วย GA_3 6 วัน ก่อนดอกบาน จะทำให้ยอดเกสรตัวเมียยึดตัวโดยไม่ทำให้รังไข่ชะงักการเจริญเติบโตเมื่อทำการผสมละอองเกสรด้วยมือ ก็สามารถติดผลและให้เมล็ดพันธุ์ที่งอก วิธีการดังกล่าวช่วยเมื่อทำการผสมละอองเกสรด้วยมือ ก็สามารถติดผลและให้เมล็ดพันธุ์ที่งอก วิธีการดังกล่าวช่วยป้องกันการผสมตัวเองได้อย่างดี แต่มีข้อยกเว้นว่า จะใช้ได้ผลดีเฉพาะสายพันธุ์ที่เป็นความเจริญสิ้นสุดหรือไม่ทอดยอด (determinate) หรือกึ่งทอดยอด (semi-determinate) เท่านั้น นอกจากนี้ยังพบว่า GA_3 ช่วยทำให้มะเขือเทศสายพันธุ์ที่ไม่มีเกสรตัวผู้ (stamen) สร้างอับละอองเกสรและละอองเกสรที่แข็งแรงได้ด้วยซึ่งมีประโยชน์ในการปรับปรุงพันธุ์ เมื่อต้องการให้สายพันธุ์ดังกล่าวเป็นต้นพ่อพันธุ์

ตามธรรมชาติต้นฝ้ายที่มีเกสรตัวผู้เป็นหมัน (male sterile) มักหาได้ยาก ทำให้ไม่สามารถผลิตพันธุ์ลูกผสมที่มีคุณสมบัติได้ เมื่อฉีดด้วย FW-450 ความเข้มข้น 0.25% สามารถทำให้ดอกตัวผู้เป็นหมันได้ การผสมสารเคมีจะต้องกระทำประมาณ 1 อาทิตย์ ก่อนที่จะเห็นตาดอกตาแรก และต้องฉีดซ้ำทุก ๆ 3 อาทิตย์ในช่วงเวลาที่มีการเกิดตาดอก และมีการตกสมอฝ้าย

ช่วยทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงจำนวนโครโมโซม (Polyploidy)

โพลีพลอยดี (Polyploidy) คือ การเกิดการผันแปรในจำนวนโครโมโซม โดยทั่วไป พืชจะมีจำนวนโครโมโซมเท่ากับ 2n ดิพลอยด์ (diploid) พืชที่จะมีจำนวนโครโมโซมต่าง ๆ กัน

เรียกดังนี้

จำนวนชุดของโครโมโซม เรียกว่า

1	monoploid
2	diploid
3	triploid
4	tetraploid
5	pentaploid
6	hexaploid
7	septaploid
8	octoploid

พืชมีจำนวนชุดของโครโมโซมหลายชุดหรือโพลีพลอยด์ (polyploidy) มีเกิดขึ้นได้ในธรรมชาติ เช่น แอปเปิล และ สาลี่ บางสายพันธุ์เป็น triploid สตรอเบอร์รี่ที่ปลูกอยู่ในปัจจุบันเป็น octoploid เป็นต้น การเกิด polyploid นั้น ทำให้เกิดขึ้นได้โดยใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตพืช polyploidy นับว่า มีประโยชน์ในแง่ปรับปรุงพันธุ์ สามารถทำให้เกิดพันธุ์ใหม่ๆ ที่มีคุณลักษณะที่ต้องการได้ เช่น tetraploid ในองุ่น ทำให้มีข้อและขนาดผลในข้อใหญ่มาก แอปเปิลและสาลี่ที่เป็น triploid จะมีความแข็งแรงเติบโตเร็ว และมีผลขนาดใหญ่ แตงโมและกล้วยที่เป็น triploid จะไม่มีเมล็ด เป็นต้น นอกจากนี้ ยังใช้ประโยชน์ในการแก้ความเหนียวของการผสมข้ามโดยทำให้เกิดแอมพิติบพลอยด์ การที่สามารถบังคับให้เกิด polyploid ได้ โดยใช้สารควบคุมการเจริญเติบโต ทำให้นักปรับปรุงพันธุ์มีแหล่งของพันธุ์กรรมกว้างขวางขึ้น และสามารถใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงให้ได้พันธุ์แปลก ๆ ใหม่ ๆ ที่สามารถสนองความต้องการได้อย่างดีในอนาคต

สารโคลชิซีน (colchicine) เป็นอัลคาลอยด์ (alkaloid) ที่สกัดได้จากหัวของโครด์ัส (*Colchicum autumnale*) เป็นสารที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในการบังคับให้เกิด polyploidy ในพืช โดยเฉพาะอย่างยิ่งทำให้จำนวนโครโมโซมเพิ่มเป็น 2 เท่า ความเข้มข้นของสารโคลชิซีนที่ใช้ตั้งแต่ 0.1-0.3% โดยอาจจะใช้แช่เมล็ด หรือใช้ทาตรงตายอดของต้นกล้า หรือตายอดของพืชต้นใหญ่ก็ได้ พืชที่บังคับให้เกิด tetraploid จะมีใบและส่วนต่าง ๆ ของต้นหนาและใหญ่กว่าปกติ การเจริญเติบโตมักจะช้ากว่าปกติ และผลผลิตต่ำกว่าพืช diploid ปกติ

การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช (Plant tissue culture)

การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช คือ การนำเอาส่วนใดส่วนหนึ่งของพืช ไม่ว่าจะเป็นอวัยวะ (organs) เนื้อเยื่อ (tissues) เซลล์ (cells) หรือเซลล์ที่ไม่มีผนังเซลล์ (protoplast) มาฟอกฆ่า

เชื้อ แล้วเลี้ยงในอาหารสังเคราะห์ซึ่งประกอบด้วย แร่ธาตุ น้ำตาล วิตามิน และสารเร่งการเจริญเติบโตพืช ในสภาพปลอดเชื้อรา แบคทีเรีย และสาหร่าย และควบคุมสภาพแวดล้อมได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น และแสงสว่าง ส่วนของพืชที่นำมาเลี้ยงดังกล่าว อาจเจริญไปเป็นต้นหรือรากหรือบางทีก็เป็นดอกเรียกว่าออร์แกนโนเจนเนซิส (organogenesis) หรืออาจเจริญไปเป็น embryoid แล้วเจริญเป็นต้นที่มีราก เรียกว่า embryogenesis หรือเจริญเป็นกลุ่มของเซลล์ที่ยังไม่เปลี่ยนแปลงไปเป็นต้นหรือราก แต่สามารถทำให้เป็นต้นและมีรากได้ในภายหลังเรียกว่า ทำให้เกิดคัลลัส (callus formation)

ประโยชน์ของการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ อาจจำแนกเป็น

1. เพื่อผลิตสารเคมีที่อาจใช้ประโยชน์ได้ในแง่ต่าง ๆ
2. เพื่อขยายพันธุ์พืชให้ได้ปริมาณมาก
3. เพื่อการปรับปรุงพันธุ์พืช
4. เพื่อผลิตพืชที่ปลอดจากโรคไวรัส
5. เพื่อการเก็บรวบรวมพันธุ์พืช

ปัจจุบันการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชเพื่อการปรับปรุงพันธุ์ ยังจำกัดอยู่กับพืชเพียงไม่กี่ชนิด อ้อยเป็นพืชที่ได้รับความสำเร็จพอสมควร ในการใช้การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชเพื่อการปรับปรุงพันธุ์

ในพืชที่สามารถขยายพันธุ์ได้สำเร็จโดยวิธีเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ต้นที่ได้จะมีเปอร์เซ็นต์ การกลายพันธุ์เกิดขึ้น นาน้อย แล้วแต่นิคมของพืชและพันธุ์ที่นำมาขยาย ปริมาณพืชที่กลายพันธุ์ไปนี้อาจใช้เป็นแหล่งคัดพันธุ์ได้อย่างดี และมีโอกาสได้ต้นที่มีคุณสมบัติดีกว่าพันธุ์เดิมได้

การผสมพันธุ์โดยใช้เซลล์ร่าง (Somatic cell hybridization) เป็นเทคนิคที่ใช้เพื่อแก้ไขข้อขัดขวางทางธรรมชาติ ในการผสมพืชโดยวิธีทางเพศแบบปกติ ทำให้สามารถผสมพืชระหว่างชนิดได้อย่างกว้างขวาง เป็นวิธีการที่ละเอียดอ่อนและสลับซับซ้อน ถ้าทุกอย่างเป็นไปตามคาดหมาย ก็จะได้ลูกผสมที่ไม่สามารถเป็นไปในธรรมชาติ อย่างไรก็ตาม การใช้เทคนิคของการผสมเซลล์ร่าง น่าจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในพืชที่ขยายพันธุ์ด้วยเซลล์ร่าง หรือในพืชที่มีช่วงของการออกดอกที่ยาวนาน หรือพืชที่มีดอกแต่ไม่สามารถจะผสมพันธุ์ได้

การเพาะเลี้ยงโปรโตพลาส สามารถชักนำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของยีนหรือโครโมโซม ลักษณะแปลกใหม่ที่เกิดขึ้นในระดับเซลล์เหล่านี้ อาจนำไปคัดเลือกเซลล์ที่ต้านทานต่อความเข้มข้นของเกลือได้สูง ต้านทานต่ออุณหภูมิที่ผิดปกติ ต้านทานความแห้งแล้ง หรือต้านทานมลพิษบางอย่าง ตลอดจนเซลล์ซึ่ง

สามารถผลิตกรดไลซีน (lysine) ได้สูง

จากวิธีการดังกล่าวข้างต้น ถ้าสามารถเพาะเลี้ยงจนเป็นพืชและอยู่รอดได้ การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช จะเป็นเครื่องมืออันสำคัญในการที่จะผลิตพืชชนิดใหม่ ๆ อันเป็นประโยชน์ต่อมนุษย์

สารควบคุมการเจริญเติบโตที่ใช้มากในการเพาะเลี้ยงเบอเรลลินด้วยออกซินที่ใช้ได้แก่ IAA, NAA, 2,4-D, 2,4,5-T ไซโตไคนิน ได้แก่ kinetin, zeatin, BA หน้าที่ยของสารควบคุมการเจริญเติบโตเหล่านี้ ช่วยทำให้เซลล์ขยายตัว เซลล์แบ่งตัวหรือเกิด รูปร่าง morphogenesis ซึ่งทำให้เกิดการสร้างเป็นแคลลัส และเจริญต่อไปจนเป็นรากและลำต้นในที่สุด

สรุป

สารควบคุมการเจริญเติบโตพืชมีบทบาทต่อการปรับปรุงพันธุ์ ทั้งทางตรงและทางอ้อมอิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโตพืช ที่มีต่อการติดผลและการเข้ากันไม่ได้ การออกดอก การตัดแปลงเพศ ตลอดจนการทำให้เกิดการเปลี่ยนจำนวนโครโมโซม และบทบาทในด้านการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ทำให้นักปรับปรุงพันธุ์ มีโอกาสที่จะแก้ไขปัญหาลดอุปสรรค และข้อขัดขวางต่าง ๆ ตามธรรมชาติได้ดียิ่งขึ้น โอกาสที่จะได้พันธุ์พืชที่แปลก ๆ ใหม่ ๆ และมีคุณสมบัติเหมาะสมกับชีวิตในอนาคต จึงเพิ่มขึ้นอย่างมาก ปัจจุบันมีการค้นพบและสังเคราะห์สารควบคุมการเจริญเติบโตพืชเป็นจำนวนมาก และแต่ละสารต่างก็มีอิทธิพลในแง่ต่าง ๆ มากน้อยแตกต่างกันออกไป พืชแต่ละพันธุ์แต่ละชนิด species ก็มีการตอบสนองต่อสารตัวเดียวกันแตกต่างกันออกไป ดังนั้น ในอนาคต เราอาจจะได้ทราบอิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโต ที่มี

บทบาทในด้านอื่นในแง่ต่าง ๆ มากกว่าที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตพืชในการเกษตรของประเทศไทย ยังอยู่ในวงจำกัด โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในด้านพืชสวน ซึ่งมีปัญหาหลาย ๆ ประการที่น่าจะแก้ไขได้ โดยการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตพืช

เอกสารอ้างอิง

- อรดี สหวิชรินทร์. 2525. การขยายพันธุ์พืชโดยวิธีเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ. เอกสารโรเนียวประกอบการสัมมนาและอภิปรายเกี่ยวกับการเพาะเลี้ยงเนื้อ ณ สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน 24 พฤษภาคม 2525 จำนวน 2 หน้า.
- กฤษฎา สัมพันธ์ราษฎร์. 2525. อนาคตของการปรับปรุงพันธุ์พืช โดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ เอกสารโรเนียวประกอบการสัมมนาและอภิปรายเกี่ยวกับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ณ สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์บางเขน 24 พฤษภาคม 2525 จำนวน 7 หน้า.
- Janick, J. 1972. Horticultural Science. W.H. Freeman and Company, San Francisco and London, 2nd ed.
- Leopold, A.C. and P.E. Kriedemann. 1975. Plant Growth and Development. McGrawHill Book Company, New York, 3rd ed.
- Salisbury, F.B. and C. Ross. 1969. Plant Physiology. Wadsworth Publishing Company, Inc., Belmont, California.
- Tukey, H.B. (ed). 1954. Plant Regulators in Agriculture. Wiley, New York.
- Weaver, R.J. 1972. Plant Growth Substances in Agriculture. W.H. Freeman and Company, San Francisco.

The Role of Plant Growth Regulators in Plant Breeding

Hiran Hiranpradit

Horticulture Research Institute

Department of Agriculture

ABSTRACT

The role of plant growth regulators in plant breeding can be summarized as follow: 1. Increased fruit set. The high frequency with which fruits drop from the plant at various stages of growth is reduced and, therefore, more seeds can be obtained; 2. Overcoming incompatibility. Incompatibility can occur either as self-incompatibility or cross-incompatibility. These cross and self-incompatibilities or sterilities may offer serious obstacles to a breeding program. The application of IAA, NAA, NAAm, BA, and 2, 4, 5-T can solve incompatibility problems in many plant species; 3. Flower induction. The frequent failure to flower of many plant species with good characteristics is disadvantageous to plant breeders. Certain plant species do not flower unless growth is interrupted by a cold-induced dormancy or by a long-day photoperiod. These can be overcome

by the application of certain plant growth regulators; 4. Modification of sex expression. One of the most dramatic changes achieved with growth regulators has been the alteration of sex expression. Modification of sex has great potential for plant breeding. Heterostylism can also be induced in certain plant species. A heterostylous condition is one in which the stigma is extended beyond the stamen cone before pollen maturation. The existence of such condition might facilitate hybridization without the necessity of hand emasculation; 5. Polyploidy. Variation in chromosome number is referred to as polyploidy. Polyploidy may occur spontaneously or may be artificially induced by special treatment. Polyploidy is used in a number of important ways in breeding and, thus, ploidy manipulations have become a valuable tool in breeding. There has been great interest in the use of polyploidy as a means of extending variability by creating new species or by transferring genes from other species and, thus, a breeder can change plants to better suit his needs. Certain plant growth regulators are essential in tissue culture techniques to induce cell expansion, cell division, morphogenesis of callus formation to develop into roots, stem and, finally, a complete plant.
