21011351 สารทางการเกษตรเพื่อการผลิตพืช

(Agricultural Substances for Plant Production)

รองศาสตราจารย์ ดร.อนุชา จันทรบูรณ์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา น่าน

กระทรวงศึกษาธิการ

2555

รายละเอียดของรายวิชา

ชื่อสถาบันอุดมศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
เขตพื้นที่/คณะ/สาขา เขตพื้นที่น่าน / คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร / สาขาพืชศาสตร์

หมวดที่ 1. ลักษณะและข้อมูลโดยทั่วไปของรายวิชา

1.รหัสและชื่อรายวิชา 21011351 สารทางการเกษตรเพื่อการผลิตพืช (Agricultural Substances for Plant Production)
2. จำนวนหน่วยกิต 3 หน่วยกิต 3(2-3-5)
3. หลักสูตร และประเภทของรายวิชา **3.1 หลักสูตร** วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาพืชศาสตร์ **3.2 ประเภทของรายวิชา** วิชาชีพเฉพาะ
4. อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชาและอาจารย์ผู้สอน **4.1 อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชา** รศ.ดร.อนุชา จันทรบูรณ์ **4.2 อาจารย์ผู้สอน** รศ.ดร.อนุชา จันทรบูรณ์
5. ภาคการศึกษา ชั้นปีที่เรียน ภาคปลาย ชั้นปีที่ 3
6. รายวิชาที่ต้องเรียนมาก่อน (Pre-requisites) ไม่มี
7. รายวิชาที่ต้องเรียนพร้อมกัน (Co-requisites) ไม่มี
8. สถานที่เรียน สาขาพืชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร เขตพื้นที่น่าน
9. วันที่จัดทำหรือปรับปรุงรายละเอียดของรายวิชา ครั้งล่าสุด 16 มิถุนายน พ.ศ. 2553

หมวดที่ 2. จุดมุ่งหมายและวัตถุประสงค์

1. จุดมุ่งหมายของรายวิชา

1.1 รู้และเข้าใจเกี่ยวกับรูปของสารเคมีและวิธีการใช้

1.2 รู้และเข้าใจเกี่ยวกับคุณสมบัติของสารเคมี ที่จัดเป็นสารฮอร์โมนพืชทุกกลุ่ม ที่มีต่อสรีรวิทยาพืชสวน

1.3 ปฏิบัติและทดลองการใช้สารฮอร์โมนในรูปต่าง ๆ ของพืช

1.4 ปฏิบัติการเตรียมสารฮอร์โมน และฝึกการคำนวณสาร ก่อนที่จะได้นำไปใช้กับพืช

1.5 มีเจตคติที่ดีต่อวิชาสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

2. วัตถุประสงค์ในการพัฒนาปรับปรุงรายวิชา

มีการปรับปรุงหลักสูตรใหม่ ในปี พ.ศ. 2553 และเป็นนโยบายของมหาวิทยาลัย

หมวดที่ 3. ลักษณะและการดำเนินการ

1. คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและฝึกปฏิบัติเกี่ยวกับประเภท คุณสมบัติทางกายภาพและเคมี กลไกการออกฤทธิ์ การเตรียม พฤติกรรมในต้นพืช พฤติกรรมในสภาพแวดล้อม และความเป็นพิษของสารทางการเกษตร ตลอดจนการประยุกต์ใช้สารกับพืชที่สำคัญทางเศรษฐกิจ

2. จำนวนชั่วโมงที่ใช้ต่อภาคการศึกษา

บรรยาย	สอนเสริม	การฝึกปฏิบัติ/งานภาคสนาม/การฝึกงาน	การศึกษาด้วยตนเอง
30 ชั่วโมง	ไม่มี	45 ชั่วโมง	75 ชั่วโมง

3. จำนวนชั่วโมงต่อสัปดาห์ที่อาจารย์ให้คำปรึกษาและแนะนำทางวิชาการแก่นักศึกษาเป็นรายบุคคล

1 ชั่วโมง/สัปดาห์

หมวดที่ 4. การพัฒนาผลการเรียนรู้ของนักศึกษา

1. คุณธรรม จริยธรรม

1.1 คุณธรรม จริยธรรม ที่ต้องพัฒนา

- ตระหนักในจรรยาบรรณวิชาชีพด้านความรับผิดชอบต่อผู้บริโภค ในเรื่องความปลอดภัยจากการบริโภคผลผลิตพืช ที่อาจมีอันตรายจากสารทางการเกษตร (1.2)
- มีวินัยต่อการเรียน ส่งมอบงานที่มอบหมายตามเวลาที่กำหนด (1.3)
- รับฟังการแสดงความคิดเห็นของเพื่อนในชั้นเรียน ทั้งในกลุ่มและนอกกลุ่ม (1.4)
- มีสัมมาคารวะให้ความเคารพแก่ผู้อาวุโส (เพิ่มเติมเฉพาะรายวิชานี้)

1.2 วิธีการสอน

- ใช้การสอนแบบสื่อสารสองทาง โดยเปิดโอกาสให้นักศึกษามีการตั้งคำถามหรือตอบคำถามหรือแสดงความคิดเห็นที่เกี่ยวข้องกับคุณธรรม จริยธรรม ในชั้นเรียนในโอกาสต่าง ๆ
- ยกตัวอย่างกรณีศึกษา ตัวอย่างที่ขาดความรับผิดชอบต่อหน้าที่ และการประพฤติที่ผิดจรรยาบรรณในวิชาชีพ
- อาจารย์ปฏิบัติตนเป็นตัวอย่าง ให้ความสำคัญต่อจรรยาบรรณวิชาชีพ การมีวินัยเรื่องเวลา การเปิดโอกาสให้นักศึกษาแสดงความคิดเห็น และรับฟังความคิดเห็นของ นักศึกษา การเคารพและให้เกียรติแก่อาจารย์อาวุโส เป็นต้น

1.3 วิธีการประเมินผล

- ประเมินผลจากพฤติกรรมที่แสดงออกในชั้นเรียน และในโอกาสที่สาขา/คณะจัดกิจกรรมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องทางด้านคุณธรรมและจริยธรรม การมีสัมมาคารวะต่อผู้อาวุโส และอาจารย์
- การตรวจสอบการมีวินัยต่อการเรียน การตรงต่อเวลาในการเข้าชั้นเรียน และการส่งรายงาน
- ประเมินการรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น โดยนักศึกษาอื่นๆ ในรายวิชา
- นักศึกษาประเมินตนเอง

2. ความรู้

2.1 ความรู้ที่ต้องได้รับ

ความรู้เกี่ยวกับประเภท คุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และกลไกการออกฤทธิ์
การเตรียมสาร พฤติกรรมในต้นพืช พฤติกรรมในสภาพแวดล้อม
และความเป็นพิษของสารทางการเกษตร
ตลอดจนการประยุกต์ใช้สารกับพืชที่สำคัญทางเศรษฐกิจ

2.2 วิธีการสอน

- ใช้การสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ได้แก่ การสอนบรรยาย ร่วมกับการสื่อสารสองทาง โดยเน้นให้นักศึกษาหาทางค้นคว้าหาข้อมูลเพิ่มเติม การสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ (Co-Operative Learning) การสอนแบบศึกษาด้วยตนเอง การค้นคว้าทางอินเตอร์เน็ต การสอนแบบ e-Learning เป็นต้น

- เพิ่มการสอนนอกห้องเรียน โดยศึกษาจากประสบการณ์จริงในเรื่องที่ต้องสร้างความเข้าใจ

2.3 วิธีการประเมินผล

- การสอบกลางภาค และสอบปลายภาค
- ทำรายงานรายบุคคล
- การทำรายงานการผลิตพืช โดยการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโต

3. ทักษะทางปัญญา

3.1 ทักษะทางปัญญา ที่ต้องพัฒนา

- สามารถคิดวิเคราะห์ แสดงความคิดเห็นต่อปัญหาทั้งใน และนอกชั้นเรียน (3.1)
- สามารถใช้ความรู้ทางทฤษฎีเพื่อการพัฒนาปรับปรุงการปฏิบัติงานการผลิตพืชที่มีคุณภาพในสถานที่จริง (3.1)
- สามารถร่วมจัดทำระบบเกษตรดีที่เหมาะสมในพื้นที่จริง (3.2)

3.2 วิธีการสอน

- การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem Based Learning : PBL)
- ฝึกตอบปัญหาในชั้นเรียน และการแสดงความคิดเห็นต่อปัญหา และระดมสมองในการแก้ไขปัญหา จากกรณีศึกษาตามประเด็นปัญหาที่กำหนดไว้แล้ว โดยแบ่งนักศึกษาเป็นกลุ่ม ภายในกลุ่มจะต้องกำหนดแนวทางไปสู่การแก้ปัญหาหรือเสนอแนวทางปฏิบัติที่มีความ น่าเชื่อถือและความเป็นไปได้
- มอบหมายงานกลุ่มร่วมเกษตรกรจัดทำระบบเกษตรดีที่เหมาะสมจากพื้นที่การผลิตจริง

3.3 วิธีการประเมินผล

- ประเมินจากการตอบปัญหาและการแสดงความคิดเห็นในชั้นเรียน ทั้งรายบุคคลและกลุ่ม
- รายงานกลุ่ม
- การสอบข้อเขียนกลางภาค และปลายภาค

4. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ

4.1 ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ ที่ต้องพัฒนา

- สามารถปรับตัวในการทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ในทุกสถานภาพ (4.2)
- มีความรับผิดชอบในการทำงานที่ได้รับมอบหมายทั้งรายบุคคล และงานกลุ่ม (4.3)
- วางตัวและร่วมแสดงความคิดเห็นในกลุ่มได้อย่างเหมาะสม (4.3)

4.2 วิธีการสอน

- จัดกิจกรรมเสริมในชั้นเรียน และนอกชั้นเรียนที่นักศึกษามีโอกาสปฏิสัมพันธ์กับนักศึกษาอื่นและบุคคลภายนอก
- มอบหมายงานกลุ่มและมีการเปลี่ยนกลุ่มทำงานตามกิจกรรมที่มอบหมาย เพื่อให้นักศึกษาทำงานได้กับผู้อื่น โดยไม่ยึดติดกับเฉพาะเพื่อนที่ใกล้ชิด
- กำหนดความรับผิดชอบของนักศึกษาแต่ละคนในการทำงานกลุ่ม อย่างชัดเจน

4.3 วิธีการประเมินผล

- ประเมินการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน
- ประเมินความรับผิดชอบจากรายงานกลุ่มของนักศึกษา
- ให้นักศึกษาประเมินสมาชิกในกลุ่ม ทั้งด้านทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล และด้านความรับผิดชอบ
- ให้นักศึกษาประเมินนักศึกษาอื่นๆ ในรายวิชา ด้านทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล

5. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

5.1 ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศที่ต้องพัฒนา

- สามารถใช้ Power point ในการนำเสนองานที่ได้รับมอบหมาย (5.1)
- สามารถคัดเลือกแหล่งข้อมูล (5.2)
- สามารถค้นคว้าหาข้อมูล / ติดตามการเปลี่ยนแปลงทางอินเตอร์เน็ต (5.2)
- สามารถใช้ภาษาไทยในการนำเสนอด้วยการเขียนและการพูดได้อย่างเหมาะสม (5.3)

5.2 วิธีการสอน

- ใช้ PowerPoint ที่น่าสนใจ ชัดเจน ง่ายต่อการติดตามทำความเข้าใจ ประกอบการสอนในชั้นเรียน
- การสอนโดยมีการนำเสนอข้อมูลจากการค้นคว้าทางอินเตอร์เน็ต เพื่อเป็นตัวอย่างกระตุ้นให้นักศึกษาเห็นประโยชน์จากการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการนำเสนอและสืบค้นข้อมูล
- การแนะนำเทคนิคการสืบค้นข้อมูลและแหล่งข้อมูล
- การมอบหมายงานที่ต้องมีการสืบค้นข้อมูลด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศ
- การมอบหมายงานที่ต้องมีการนำเสนอทั้งในรูปเอกสารและด้วยวาจาประกอบสื่อเทคโนโลยี

5.3 วิธีการประเมินผล - ประเมินทักษะการใช้ภาษาเขียนจากเอกสารรายงาน - ประเมินทักษะการใช้สื่อและการใช้ภาษาพูดจากการนำเสนอรายงานหน้าชั้นเรียน - ประเมินรายงานการสืบค้นข้อมูลด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศ
หมายเหตุ หมายเลขท้ายข้อผลการเรียนรู้ คือ ลำดับข้อของผลการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในรายละเอียดตามประกาศ มทร.ล้านนา เรื่อง มาตรฐานผลการเรียนรู้ของ มทร.ล้านนา

หมวดที่ 5 แผนการสอนและการประเมินผล

1. แผนการสอน

สัปดาห์ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวนชั่วโมง	กิจกรรมการเรียนการสอน และสื่อที่ใช้	ผู้สอน
1	1. ชนิดของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช 1.1-1.2 ความหมาย ประเภทของสารควบคุม ฯ บทปฏิบัติการที่ 1 เทคนิคการเตรียมสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช บทปฏิบัติการที่ 2 การคำนวณสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช	2 2 1	ชี้แจงการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน มอบหมายโจทย์ปัญหา แนะนำวิธีการและแหล่งสืบค้นข้อมูล นักศึกษาสืบค้นข้อมูลและสรุปรายงานการศึกษาตามโจทย์ปัญหา อาจารย์ให้ข้อมูลย้อนกลับรายกลุ่ม บรรยายเพิ่มเติม	รศ.ดร.อนุชา
2	1.2 ประเภทของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช บทปฏิบัติการที่ 2 การคำนวณสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช บทปฏิบัติการที่ 3 การใช้สารเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ	2 1 2	บรรยายนำ ยกตัวอย่าง	รศ.ดร.อนุชา

3	2. รูปของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช 2.1-2.3 องค์ประกอบหลัก รูปของสาร และหน่วยวัดความเข้มข้นของสารควบคุม ฯ บทปฏิบัติการที่ 4 การเกิดรากของกิ่งปักชำ โดยการใช้สารควบคุม	2 3	บรรยายนำ ยกตัวอย่าง	รศ.ดร.อนุชา
4	3. การใช้สารควบคุม ฯ 3.1 – 3.2 ผลของสาร และการใช้สาร ฯ บทปฏิบัติการที่ 4 การเกิดรากของกิ่งปักชำ โดยการใช้สารควบคุม	2 3	บรรยายนำ แสดงความคิดเห็น อาจารย์สรุปให้ข้อมูลย้อยกลับ	รศ.ดร.อนุชา
5	3.3 – 3.4 ลักษณะการทำงานของสาร และการคำนวณความเข้มข้น ฯ บทปฏิบัติการที่ 5 การติดผลและการพัฒนาของผลไม่มีเมล็ด โดยการใช้สารควบคุม ฯ	2 3	ใช้การเรียนแบบร่วมมือ และศึกษาด้วยตนเอง ตามบทเรียนในเอกสารคำสอน และนำมาถ่ายทอดในห้องเรียน อาจารย์สรุปและปรับความเข้าใจให้ถูกต้อง และเพิ่มเติมเนื้อหาให้สมบูรณ์	รศ.ดร.อนุชา
6	3.4 การคำนวณความเข้มข้น ฯ 4. ปัจจัยที่มีผลต่อการใช้สารควบคุม 4.1 ปัจจัยเกี่ยวกับพืช บทปฏิบัติการที่ 5 การติดผลและการพัฒนาของผลไม่มีเมล็ดโดยการใช้สารควบคุม ฯ	2 3	บรรยาย ซักถาม	รศ.ดร.อนุชา
7	4.2 ปัจจัยสภาพแวดล้อม 4.2 ปัจจัยสารที่ใช้ บทปฏิบัติการที่ 5 สารควบคุม ฯ กับการออกดอก	2 3	บรรยาย ซักถาม	รศ.ดร.อนุชา
8		5	ทบทวน	รศ.ดร.อนุชา
9		5	การสอบเก็บคะแนน ระหว่างภาค สอบหน่วยที่ 1 - 4	รศ.ดร.อนุชา

10	5 การใช้สารเพิ่มประสิทธิภาพของสารที่จะให้กับพืช 5.1- 5.2 กลุ่มของสารเพิ่มประสิทธิภาพ ข้อคำนึงในการใช้สาร บทปฏิบัติการที่ 6 การใช้สารควบคุม ฯ กับการออกดอกของพืช	2 3	บรรยาย ซักถาม อภิปราย นำเสนอความคิดเห็น อาจารย์ให้ข้อมูลย้อนกลับ	รศ.ดร.อนุชา
11	6. การใช้สารควบคุมกับพืชสวน 6.1 – 6.2 การใช้สารกับการขยายพันธุ์ การใช้สารกับการออกดอก และการแสดงเพศดอก บทปฏิบัติการที่ 7 สารควบคุม ฯ กับการแตกตาข้างของพืช	2 3	บรรยาย ซักถาม อภิปราย นำเสนอความคิดเห็น อาจารย์ให้ข้อมูลย้อนกลับ	รศ.ดร.อนุชา
12	6.3 – 6.4 การใช้สารกับการติดผลและพัฒนาการของผล การใช้สารกับการควบคุมขนาดพืช บทปฏิบัติการที่ 8 สารควบคุม ฯ กับการแตกตาข้างของพืช	2 3	บรรยาย ซักถาม อภิปราย นำเสนอความคิดเห็น อาจารย์ให้ข้อมูลย้อนกลับ	รศ.ดร.อนุชา
13	6.5 – 6.6 การใช้สารกับการพักตัวของพืช การใช้สารกับการเสื่อมสภาพของพืช บทปฏิบัติการที่ 8 สารควบคุม ฯ กับการพักตัวของพืช	2 3	บรรยาย ซักถาม อภิปราย นำเสนอความคิดเห็น อาจารย์ให้ข้อมูลย้อนกลับ	รศ.ดร.อนุชา
14	6.7 – 6.8 การใช้สารกับการแก่และการสุกของผล การใช้สารกับการร่วงของพืช บทปฏิบัติการที่ 8 สารควบคุม ฯ กับการพักตัวของพืช	2 3	บรรยาย ซักถาม อภิปราย นำเสนอความคิดเห็น อาจารย์ให้ข้อมูลย้อนกลับ	รศ.ดร.อนุชา
15	6.9 – 6.10 การใช้สารกับการกำจัดวัชพืช การใช้สารกับวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว บทปฏิบัติการที่ 9 การควบคุมขนาดของพืชโดยใช้สารชะลอการเจริญเติบโต	2 3	บรรยาย ซักถาม อภิปราย นำเสนอความคิดเห็น อาจารย์ให้ข้อมูลย้อนกลับ	รศ.ดร.อนุชา

16	7. ความเป็นพิษของสาร ฯ 7.1 – 7.2 ปัญหาที่เกิดขึ้นเนื่องจากการใช้สารควบคุม ความเป็นพิษของสารควบคุม บทปฏิบัติการที่ 9 การควบคุมขนาดของพืชโดยใช้สารชะลอการเจริญเติบโต	2 3	บรรยาย ซักถาม ทบทวนสรุปเนื้อหาทั้งรายวิชา	รศ.ดร.อนุชา
17		5	**ทบทวน** **ส่งงาน ตรวจ แก้ไข**	รศ.ดร.อนุชา
18		5	**การสอบเก็บคะแนนปลายภาคเรียน** **สอบหน่วยที่ 5 - 7**	รศ.ดร.อนุชา

2. แผนการประเมินผลการเรียนรู้

ผลการเรียนรู้	วิธีการประเมินผลนักศึกษา	สัปดาห์ที่ประเมิน	สัดส่วนของการประเมินผล
1.3,2.1, 3.1	รายงานจากบทปฏิบัติการ	1-15	18%
1.3,2.1, 4.3, 5.1,5.3	รายงานกลุ่ม เรื่อง การใช้สาร ฯ ในการผลิตพืชสวน	10	9%
2.1, 2.2, 2.3, 3.1, 3.2	การสอบกลางภาค	9	23%
2.1, 2.2, 2.3, 3.1, 3.2	การสอบปลายภาค	18	30%
1.1, 1.2, 1.3, 1.4	การประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม	1-15	5%
1.3, 4.2, 4.3, 4.4	การประเมินพฤติกรรมด้านความรับผิดชอบ	1-15	5%
1.1, 1.2, 1.3, 1.4	การประเมินตนเองของนักศึกษา พฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม และความรับผิดชอบ	1-15	4%

4.1, 4.2, 4.3, 4.4	การประเมินด้านความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบในการทำงานกลุ่ม โดยนักศึกษาสมาชิกกลุ่ม	1-15	3%
2. แผนการประเมินผลการเรียนรู้			
ผลการเรียนรู้	**วิธีการประเมินผลนักศึกษา**	**สัปดาห์ที่ประเมิน**	**สัดส่วนของการประเมินผล**
5.1, 5.2, 5.3	การประเมินด้านความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและและการมีส่วนร่วมในกิจกรรมในชั้นเรียน โดยนักศึกษาอื่นๆ ในรายวิชา	1-15	3%

หมวดที่ 6. ทรัพยากรประกอบการเรียนการสอน

1. หนังสือ ตำรา และเอกสารประกอบการสอนหลัก

อนุชา จันทรบูรณ์. 2540. สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา น่าน. 264 หน้า.

2. หนังสือ เอกสาร และข้อมูลอ้างอิง ที่สำคัญ

1) กฤษณา กฤษณพุกต์. 2537. การเกิดและการใช้สารแร่งราก, น 90-93. ในคณะอนุกรรมการประสานงานวิจัยฮอร์โมนพืชและสารที่เกี่ยวข้อง (ผู้รวบรวม). เอกสารประกอบการฝึกอบรม เรื่อง การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชทางการเกษตร. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.
2) กฤษณา กฤษณพุกต์. 2537. การพักตัวของพืชและการทำการพักตัว, น 94-107. ในคณะอนุกรรมการประสานงานวิจัยฮอร์โมนพืชและสารที่เกี่ยวข้อง (ผู้รวบรวม). เอกสารประกอบการฝึกอบรม เรื่อง การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชทางการเกษตร. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.
3) คณาพล จุฑามณี. 2537. การคำนวณและผสมสารเคมี, น.74-79. ใน คณะอนุกรรมการประสานงานวิจัยฮอร์โมนพืชและสารที่เกี่ยวข้อง (ผู้รวบรวม). เอกสารประสานการฝึกอบรม เรื่อง การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชทางการเกษตร. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.
4) คณาพล จุฑามณี. 2537. การแสดงเพศดอกและการเปลี่ยนเพศดอก, น.112-117 ใน คณะอนุกรรมการประสานงานวิจัยฮอร์โมนพืชและสารที่เกี่ยวข้อง (ผู้รวบรวม). เอกสารประกอบการฝึกอบรม เรื่อง การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชทางการเกษตร สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
5) คณาพล จุฑามณี. 2537. เอทธิลีน, น.55-62. ใน คณะอนุกรรมการประสานงานวิจัยฮอร์โมนพืชและสารที่เกี่ยวข้อง (ผู้รวบรวม). เอกสารประกอบการฝึกอบรม เรื่อง การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชทางการเกษตร. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
6) จำนง อุทัยบุตร. มปป. เอกสารประกอบการสอนภาคบรรยาย วิชาสารสังเคราะห์ที่ใช้ควบคุมการเจริญเติบโตของพืช. ภาควิชาชีววิทยา. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 268 น.

7) จำนง อุทัยบุตร. มปป. เอกสารประกอบการสอนภาคปฏิบัติ วิชาสารสังเคราะห์ที่ใช้ควบคุมการเจริญเติบโตของพืช. ภาควิชาชีววิทยา. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 33 น.

8) ดนัย บุณยเกียรติ, 2540 สรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยวพืชสวน. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 222 น.

9) ธนัท ธัญญาภา. 2538. สารควบคมการเจริญเติบโตของพืชที่ใช้ในพืชสวน. น. 56 -65. ใน บัณฑูรย์ วาฤทธิ์ (ผู้รวบรวม). หลักพืชสวน. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

10) นพดล จรัสสัมฤทธิ์. 2537. ฮอร์โมนพืชและสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช, วี.บี.บุ๊ค เซ็นเตอร์ (เค ยู.) ประตู 2 มก. ตึกสหกรณ์ร้านค้า. เขตจตุจักร, กรุงเทพ 128 น.

11) พีรเดช ทองอำไพ. 2529. ฮอร์โมนพืชและสารสังเคราะห์ แนวทางการใช้ประโยชน์ในประเทศไทย. หจก.ไดนามิคการพิมพ์ ถนนสีลม เขตบางรัก, กรุงเทพ. 196 น.

12) พีรเดช ทองอำไพ. 2537. สารชะลอการเจริญเติบโตของพืช. น.63-68. ใน คณะอนุกรรมการประสานงานวิจัยฮอร์โมนพืชและสารที่เกี่ยวข้อง (ผู้รวบรวม). เอกสารประกอบการฝึกอบรม เรื่อง การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชทางการเกษตร. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

13) พีรเดช ทองอำไพ. 2537. สารยับยั้งการเจริญเติบโต. น.69-73. ใน คณะอนุกรรมการประสานงานวิจัยฮอร์โมนพืชและสารที่เกี่ยวข้อง (ผู้รวบรวม). เอกสารประกอบการฝึกอบรม เรื่อง การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชทางการเกษตร. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

14) พีรเดช ทองอำไพ. 2537. ออกซิน. น.1-12. ใน คณะอนุกรรมการประสานงานวิจัยฮอร์โมนพืชและ สารที่เกี่ยวข้อง (ผู้รวบรวม). เอกสารประกอบการฝึกอบรม เรื่อง การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชทางการเกษตร. สำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ.

15) ภูวนาถ นนทรี. มปป. การใช้ฮอร์โมนกับไม้ผลบางชนิด. โครงการหนังสือเกษตรชุมชน. ตู้ ปณ. 1074 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพ. 72 น.

16) รวี เสรฐภักดี. 2523. บทปฏิบัติการหลักการไม้ผล. ภาควิชาพืชสวน. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพ. 98 น.

17) รวี เสรฐภักดี. 2537. จิบเบอเรลลิน. น. 13-35. ใน คณะอนุกรรมการประสานงานวิจัยฮอร์โมนพืชและสารที่เกี่ยวข้อง (ผู้รวบรวม). เอกสารประกอบการฝึกอบรม เรื่อง การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชทางการเกษตร. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.

18) รวี เสรฐภักดี. 2537. ไซโตไคนิน. น. 36-54. ใน คณะอนุกรรมการประสานงานวิจัย ฮอร์โมนพืชและสารที่เกี่ยวข้อง (ผู้รวบรวม). เอกสารประกอบการฝึกอบรม เรื่อง การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชทางการเกษตร. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.

19) รัตนาภรณ์ พรหมศรัทธา. 2537. ผลของสารที่มีต่อสภาวะแวดล้อมและความเป็นพิษ. น.147 – 151. ใน คณะอนุกรรมการประสานงานวิจัยฮอร์โมนพืชแบะสารที่เกี่ยวข้อง (ผู้รวบรวม). เอกสารประกอบการฝึกอบรม เรื่อง การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชทางการเกษตร. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.

20) ศิริมา ธีระสกุลชล. 2531. คู่มือบทปฏิบัติการวิชาสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช. ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์บางพระ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล, ชลบุรี. 50 น.
21) สายชล เกตุษา. 2531. เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวของดอกไม้. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพ. น. 125-128.
22) สุรนันต์ สุภัทรพันธุ์. 2526. สรีรวิทยาของพืช. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.กรุงเทพ. 135น.
23) สัมพันธ์ คัมภิรานนท์. 2527. ฮอร์โมนพืช. ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพ. 136น.
24) สัมฤทธิ์ เฟื่องจันทร์. 2527. หลักวิชาพืชสวน เล่ม 2. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น. 403 น.
25) Macmillan, J. 1980. Hormonal Regulation of Development I. New York: Springer – Verlag. 681 p.
26) Moore, T.C.. 1979. Biochemistry and Physiology of Plant Hormones. New York: Springer – Verlag. 274 p.
27) Nickell, L.G. 1982. Plant Growth Regulators. New York: Springer – Verlag.173 p.
28) Scott, T.K.. 1979. Plant Regulation and World Agriculture. New York: Plenum Press. 575 p.
29) Weaver, R.J.. 1972. Plant Growth Substance in Agriculture. San Francisco: W.H. Freeman and Company. 594 p.

2. หนังสือ เอกสาร และข้อมูลอ้างอิง ที่แนะนำ

-

หมวดที่ 7. การประเมินและปรับปรุงการดำเนินการของรายวิชา

1. การประเมินประสิทธิผลของรายวิชาโดยนักศึกษา

ให้นักศึกษาทุกคนประเมินประสิทธิผลของรายวิชา ซึ่งรวมถึง วิธีการสอน การจัดกิจกรรมในและนอกห้องเรียน สิ่งสนับสนุนการเรียนการสอน ซึ่งมีผลกระทบต่อการเรียนรู้ และผลการเรียนรู้ที่ได้รับ และเสนอแนะเพื่อการปรับปรุงรายวิชา ด้วยระบบคอมพิวเตอร์ของมหาวิทยาลัย

2. การประเมินการสอน

การประเมินการสอน โดยคณะกรรมการประเมินการสอนที่แต่งตั้งโดยสาขา จากการสังเกตขณะสอน และการสัมภาษณ์ตัวแทนนักศึกษา

3. การปรับปรุงการสอน

สาขากำหนดให้อาจารย์ผู้สอนทบทวนและปรับปรุงกลยุทธ์ และวิธีการสอนจากผลการประเมินประสิทธิผลของรายวิชา แล้วจัดทำรายงานรายวิชาตามรายละเอียดที่ สกอ.กำหนดทุกภาคการศึกษา สาขากำหนดให้อาจารย์ผู้สอนเข้ารับการฝึกอบรมกลยุทธ์การสอน/การวิจัยในชั้นเรียน และมอบหมายให้อาจารย์ผู้สอนรายวิชาที่มีปัญหา ทำวิจัยในชั้นเรียนอย่างน้อยภาคการศึกษาละ 1 รายวิชา มีการประชุมอาจารย์ทั้งสาขาเพื่อหารือปัญหาการเรียนรู้ของนักศึกษาและร่วมกันหาแนวทางแก้ไข

4.การทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาในรายวิชา

สาขามีคณะกรรมการประเมินการสอนทำหน้าที่ทวนสอบผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาในรายวิชา โดยการสุ่มประเมินข้อสอบและความเหมาะสมของการให้คะแนน ทั้งคะแนนดิบและระดับคะแนน ของรายวิชา 60% ของรายวิชาทั้งหมดในความรับผิดชอบของสาขา ภายในรอบเวลาหลักสูตร

5. การดำเนินการทบทวนและวางแผนปรับปรุงประสิทธิผลของรายวิชา

สาขามีระบบการทบทวนประสิทธิผลของรายวิชา โดยพิจารณาจากผลการประเมินการสอนโดยนักศึกษา ผลการประเมินโดยคณะกรรมการประเมินการสอนของสาขา การรายงานรายวิชาโดยอาจารย์ผู้สอน หลังการทบทวนประสิทธิผลของรายวิชา อาจารย์ผู้สอนรับผิดชอบในการทบทวนเนื้อหาที่สอน และกลยุทธ์การสอนที่ใช้ และนำเสนอแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาในรายงานผลการดำเนินการของรายวิชา เสนอต่อหัวหน้าสาขา เพื่อนำเข้าที่ประชุมอาจารย์ประจำหลักสูตรพิจารณาให้ความคิดเห็นและสรุปวางแผนพัฒนาปรับปรุงสำหรับใช้ในปีการศึกษาถัดไป

คำนำ

เอกสารประกอบการสอนวิชา 03 - 932 - 403 สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช เล่มนี้เป็นเอกสารที่ผู้สอนได้รวบรวม จัดทำขึ้นเพื่อใช้ประกอบการสอน ในวิชาสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช เมื่อครั้งได้เริ่มสอนวิชาดังกล่าวแก่นักศึกษา ในระดับปริญญาตรี พืชศาสตร์ ของวิทยาเขตน่าน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2540 เอกสารประกอบการสอนเล่มนี้เป็นเอกสารที่ใช้ในการประกอบการเรียนการสอน ทั้งภาคทฤษฎี และภาคปฏิบัติ ประกอบด้วยเอกสาร 4 ส่วนคือ ส่วนที่ 1 หลักสูตรรายวิชา ซึ่งได้ปรับและเพิ่มเติมมาจากคำอธิบายรายวิชา ให้มีความละเอียดมากยิ่งขึ้น โดยแบ่งเป็นหน่วยเรียนและบทเรียน ซึ่งได้ระบุไว้ในจุดประสงค์การสอน มีแนวการวัดผล การประเมินผล และรายชื่อหนังสือที่ใช้ประกอบในการเรียนการสอนในบทนั้น ๆ ส่วนที่ 2 คือกำหนดการสอน เป็นส่วนที่เกี่ยวข้องกับการวางแผนการสอนในตลอดภาคเรียน และส่วนที่ 3 เป็นแนวการสอนภาคทฤษฎี ซึ่งเป็นส่วนที่ให้รายละเอียด ในการสอนของแต่ละบทเรียน ซึ่งประกอบด้วย วัตถุประสงค์การสอน เนื้อหาวิชา วิธีการสอน และกิจกรรมสื่อการสอน งานที่มอบหมาย ตลอดจนถึงการวัดผล และส่วนที่ 4 เป็นแนวการสอนภาคปฏิบัติ ซึ่งมีลักษณะที่คล้ายกับส่วนที่ 3 แต่ส่วนนี้เป็นส่วนที่ใช้ประกอบการสอนในภาคปฏิบัติของวิชานี้

เอกสารประกอบการสอนวิชา 03 - 932 - 403 สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช เล่มนี้ สามารถใช้เป็นคู่มือประกอบการสอน ทั้งในระดับปริญญาตรี และระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)

อนุชา จันทรบูรณ์
สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล
วิทยาเขตน่าน
พฤศจิกายน 2540

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

สารบาญ

เรื่อง	หน้า
สารบาญ	(1)
สารบาญตาราง	(3)
สารบาญภาพ	(4)
แผนพัฒนาการศึกษาของสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล	1
หลักสูตรรายวิชา สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช	2
ลักษณะรายวิชา	3
การแบ่งหน่วยการเรียน	4
จุดประสงค์การสอน	8
การวัดและประเมินผลการเรียน	19
ตารางกำหนดน้ำหนักคะแนนและเกณฑ์ผ่าน	20
เอกสารและหนังสือประกอบการเรียน	21
กำหนดการสอน	24
แนวการสอนภาคทฤษฎี	
หน่วยการเรียนที่ 1 ชนิดของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช	30
หน่วยการเรียนที่ 2 รูปของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช	77
หน่วยการเรียนที่ 3 การใช้และประสิทธิภาพของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช	84
หน่วยการเรียนที่ 4 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการซึมของสารเข้าสู่พืช	105
หน่วยการเรียนที่ 5 การใช้สารจับใบเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของสารที่จะให้กับพืช	117
หน่วยการเรียนที่ 6 แนวทางการใช้ประโยชน์สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช	123
หน่วยการเรียนที่ 7 ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชต่อสรีรวิทยาของพืชสวน	191
แนวการสอนภาคปฏิบัติ	
บทปฏิบัติการที่ 1 เทคนิคการเตรียมสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช	211
บทปฏิบัติการที่ 2 การคำนวณสาร	215
บทปฏิบัติการที่ 3 การใช้สารเพิ่มประสิทธิภาพ	223

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

บทปฏิบัติการที่ 4 การเกิดรากของกิ่งปักชำ โดยใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช 227
บทปฏิบัติการที่ 5 การติดผล และการพัฒนาของผล โดยใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช 234
บทปฏิบัติการที่ 6 สารควบคุมการเจริญเติบโตกับการออกดอกของพืช 239
บทปฏิบัติการที่ 7 สารควบคุมการเจริญเติบโตกับการแตกตาข้างของพืช 244
บทปฏิบัติการที่ 8 สารควบคุมการเจริญเติบโตกับการพักตัวของพืช 248
บทปฏิบัติการที่ 9 การควบคุมขนาดของพืช โดยใช้สารชะลอการเจริญเติบโตของพืช 253

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

สารบาญตาราง

ตารางที่ 1	ผลของสาร IBA และ NAA ที่มีต่อการเกิดรากของกิ่งปักชำและกิ่งตอนของพืชชนิดต่าง ๆ ในประเทศไทย	39
ตารางที่ 2	สรุปการตอบสนองของพืช 88 ชนิด ต่อการให้สารชะลอการเจริญเติบโตชนิดต่าง ๆ	66
ตารางที่ 3	แสดงตัวอย่างการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโต เพื่อเร่งการเกิดรากของพืชบางชนิด	129
ตารางที่ 4	แสดงกลุ่มของพืชที่ตอบสนองต่อ C : N ratio ในการออกดอก	136
ตารางที่ 5	แสดงการชักนำให้เกิด parthenocarpic fruit ในพืชบางชนิด โดยการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช	144
ตารางที่ 6	แสดงระดับค่าความเป็นพิษโดยอาศัยค่า LD_{50}	196

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

สารบาญภาพ

ภาพที่ 1ปัจจัยทางสรีรวิทยาบางอย่างที่มีผลต่อวงจรการพักตัวของเมล็ดและตา 155

ภาพที่ 2ส่วนต่าง ๆ ของผักที่นำมาใช้ประโยชน์ 185

ภาพที่ 3ส่วนต่าง ๆ ของผลไม้ที่นำมาใช้ประโยชน์ 186

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

แผนพัฒนาการศึกษา สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล

วัตถุประสงค์

เพื่อผลิตครูอาชีวศึกษาระดับปริญญาตรี ผลิตและพัฒนากำลังคนในสาขาวิชาชีพต่าง ๆ ทั้งระดับต่ำกว่าปริญญา และปริญญาที่มีคุณภาพ คุณธรรม จริยธรรม สามารถปฏิบัติงานได้จริงและสอดคล้องกับการพัฒนาประเทศ ทำการวิจัยส่งเสริมการศึกษาทางด้านวิชาชีพ ให้บริการแก่สังคม ทำนุบำรุงศิลปวัฒนธรรม และอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

นโยบายการวิจัยและความเป็นเลิศทางวิชาการ

ส่งเสริมการวิจัยและความเป็นเลิศทางวิชาการ โดยสนับสนุนให้มีการวิจัยทางสายวิชาชีพ การจัดทำเอกสารทางวิชาการ การผลิตสื่อการเรียนการสอน การแข่งขันทักษะทางวิชาชีพ การประดิษฐ์คิดค้นสิ่งใหม่ ๆ การเผยแพร่ผลงานทางวิชาการและผลการวิจัย เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อการศึกษาและการประกอบอาชีพ ของประชาชนโดยทั่วไป

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

หลักสูตรรายวิชา

03 - 932 - 403

สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช
(Plant Growth Regulators)

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

ลักษณะรายวิชา

1. รหัสและชื่อวิชา	03 - 932 - 403 สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช (Plant Growth Regulators)
2. สภาพรายวิชา	เป็นวิชาบังคับ ในหลักสูตรปริญญาตรีพืชสวน และเป็นวิชาเลือกในหลักสูตรปริญญาตรี (เกษตรศึกษา - พืชสวน)
3. ระดับรายวิชา	ชั้นปีที่ 4
4. พื้นฐาน	01 - 423 - 101 อินทรีย์เคมี (Organic Chemistry) 03 - 122 - 302 สรีรวิทยาของพืช (Plant Physiology)
5. เวลาศึกษา	วิชานี้ใช้เวลาเรียนภาคทฤษฎี 2 คาบเรียนต่อสัปดาห์ ภาคปฏิบัติ 3 คาบเรียนต่อสัปดาห์รวมเวลาเรียนทฤษฎี 36 คาบ ปฏิบัติ 54 คาบ ตลอดภาคเรียน และเวลาศึกษานอกเวลาอีกสัปดาห์ละ 3 ชั่วโมง
6. หน่วยกิต	3 หน่วยกิต
7. จุดมุ่งหมายรายวิชา	7.1 รู้และเข้าใจเกี่ยวกับรูปของสารเคมี และวิธีการใช้ 7.2 รู้และเข้าใจเกี่ยวกับคุณสมบัติของสารเคมี ที่จัดเป็นสารฮอร์โมนพืชทุกกลุ่ม ที่มีต่อสรีรวิทยาของพืชสวน 7.3 ปฏิบัติและทดลอง การใช้สารฮอร์โมนในรูปต่าง ๆ กับพืช 7.4 ปฏิบัติการเตรียมสารฮอร์โมน และฝึกการคำนวณสาร ก่อนที่จะได้นำไปใช้กับพืช 7.5 มีเจตคติที่ดี ต่อวิชาสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช
8. คำอธิบายรายวิชา	บรรยายเกี่ยวกับรูปของสารเคมี การใช้และประสิทธิภาพของสารควบคุมการเจริญเติบโต การใช้สารจับใบเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของสารที่จะให้กับพืช ปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการซึมของสารเข้าสู่พืช ชนิดของสารควบคุมการเจริญเติบโต การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตในการผลิตพืชสวน และผลของสารเหล่านี้ที่มีต่อสรีรวิทยาของพืชสวน

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

การแบ่งหน่วยการเรียนภาคทฤษฎี

หน่วยเรียนที่	บทเรียนที่	ชื่อหน่วยเรียน และ ชื่อบทเรียน	คาบ
1		**ชนิดของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช**	**6 คาบ**
	1	ความหมายของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช	25 นาที
	2	ประเภทของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช	275 นาที
2		**รูปของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช**	**2 คาบ**
	1	องค์ประกอบหลักของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช	25 นาที
	2	รูปของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช	25 นาที
	3	หน่วยวัดความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช	50 นาที
3		**การใช้และประสิทธิภาพของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช**	**3 คาบ**
	1	ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อพืช	25 นาที
	2	การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช	25 นาที
	3	ลักษณะการทำงานของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช	25 นาที
	4	การคำนวณความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช	75 นาที
4		**ปัจจัยที่มีผลต่อการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช**	**3 คาบ**
	1	ปัจจัยเกี่ยวกับพืช	50 นาที
	2	ปัจจัยเกี่ยวกับสภาพแวดล้อม	50 นาที
	3	ปัจจัยเกี่ยวกับสารที่ใช้	50 นาที
5		**การใช้สารเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของสารที่จะให้กับพืช**	**2 คาบ**
	1	กลุ่มของสารเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของสารที่จะให้กับพืช	50 นาที
	2	ข้อคำนึงในการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช	50 นาที
6		**การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตกับพืชสวน**	**10 คาบ**
	1	การใช้สารกับการขยายพันธุ์พืช	50 นาที
	2	การใช้สารกับการออกดอกและการแสดงเพศของดอก	50 นาที
	3	การใช้สารกับการติดผลและการพัฒนาการของผล	50 นาที
	4	การใช้สารกับการควบคุมขนาดของพืช	50 นาที
	5	การใช้สารกับการพักตัวของพืช	50 นาที
	6	การใช้สารกับการมีอายุและการเสื่อมสภาพของพืช	50 นาที
	7	การใช้สารกับการแก่และการสุกของผลไม้	50 นาที
	8	การใช้สารกับการร่วงของพืช	50 นาที
	9	การใช้สารกับการทำจัดวัชพืช	50 นาที
	10	การใช้สารกับวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวพืชผลทางการเกษตร	50 นาที

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

หน่วยเรียนที่	บทเรียนที่	ชื่อหน่วยเรียน และ ชื่อบทเรียน	คาบ
7		**ความเป็นพิษของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช**	2 คาบ
	1	ปัญหาที่เกิดขึ้นเนื่องจากการใช้สารเคมีทางการเกษตร	60 นาที
	2	ความเป็นพิษของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช	60 นาที
		รวม	28 คาบ
		ทดสอบ - ทบทวน	8 คาบ
		รวมทั้งสิ้น	36 คาบ

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

การแบ่งหน่วยการเรียนภาคปฏิบัติ

บทปฏิบัติการที่	บทที่	ชื่อบทปฏิบัติการ และ ชื่อบทเรียน	คาบ
1		**เทคนิคการเตรียมสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช**	2 คาบ
	1	การเตรียมสารในรูปต่าง ๆ	50 นาที
	2	ปฏิบัติการเตรียมสารในรูปต่าง ๆ	50 นาที
2		**การคำนวณสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช**	2 คาบ
	1	การคำนวณสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชแบบต่าง ๆ	50 นาที
	2	คำนวณสารแบบต่าง ๆ เพื่อไปใช้กับพืชตามต้องการ	50 นาที
3		**การใช้สารเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ**	2 คาบ
	1	การแบ่งสารเพิ่มประสิทธิภาพ	50 นาที
	2	ปฏิบัติการใช้สารเพิ่มประสิทธิภาพ	50 นาที
4		**การเกิดรากของกิ่งปักชำโดยการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช**	6 คาบ
	1	ผลของออกซินต่อการเกิดรากของกิ่งปักชำ	50 นาที
	2	ปฏิบัติการใช้ออกซินในการออกรากของกิ่งปักชำ	250 นาที
5		**การติดผลและการพัฒนาของผลไม่มีเมล็ด โดยใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช**	6 คาบ
	1	การพัฒนาของผลที่ไม่มีเมล็ด	50 นาที
	2	ปฏิบัติการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชเพื่อการพัฒนาของผลไม่มีเมล็ด	250 นาที
6		**สารควบคุมการเจริญเติบโตกับการออกดอกของพืช**	6 คาบ
	1	การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตกับการออกดอกของพืช	50 นาที
	2	ปฏิบัติการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตกับการออกดอกของพืช	250 นาที
7		**สารควบคุมการเจริญเติบโตกับการแตกตาข้างของพืช**	6 คาบ
	1	การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตกับการแตกตาข้างของพืช	50 นาที
	2	ปฏิบัติการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตกับการแตกตาข้างของพืช	250 นาที
8		**สารควบคุมการเจริญเติบโตกับการพักตัวของพืช**	6 คาบ
	1	การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตกับการพักตัวของพืช	50 นาที
	2	ปฏิบัติการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตกับการพักตัวของพืช	250 นาที

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

บทปฏิบัติการที่	บทที่	ชื่อบทปฏิบัติการ และ ชื่อบทเรียน	คาบ
9		**การควบคุมขนาดของพืชโดยใช้สารชะลอการเจริญเติบโต**	6 คาบ
	1	การควบคุมขนาดของพืชโดยใช้สารชะลอการเจริญเติบโต	50 นาที
	2	ปฏิบัติการควบคุมขนาดของพืชโดยใช้สารชะลอการเจริญเติบโต	250 นาที
		รวม	**42 คาบ**
		ทดสอบ - ทบทวน	**12 คาบ**
		รวมทั้งสิ้น	**54 คาบ**

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

จุดประสงค์การสอนภาคทฤษฎี

หน่วยเรียนที่ 1 ชนิดของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

บทที่ 1 ความหมายของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

1.1 รู้ความความหมายของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

1.1.1 บอกความหมายของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

1.1.2 บอกความหมายของฮอร์โมนพืช

1.1.3 บอกคุณสมบัติของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

บทที่ 2 ประเภทของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

1.2 เข้าใจประเภทของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

1.2.1 อธิบายสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชกลุ่มออกซิน

1.2.2 อธิบายสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชกลุ่มจิบเบอเรลลิน

1.2.3 อธิบายสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชกลุ่มไซโตไคนิน

1.2.4 อธิบายสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชกลุ่มเอทธิลีน

1.2.5 อธิบายสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชกลุ่มสารชะลอการเจริญเติบโต

1.2.6 อธิบายสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชกลุ่มสารยับยั้งการเจริญเติบโต

1.2.7 อธิบายสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชกลุ่มอื่น ๆ

หน่วยเรียนที่ 2 รูปของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

บทที่ 1 องค์ประกอบหลักของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

2.1 รู้องค์ประกอบหลักของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

2.1.1 บอกสารออกฤทธิ์

2.1.2 บอกสารทำให้เจือจาง

2.1.3 บอกสารเพิ่มประสิทธิภาพ

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

บทที่ 2 รูปของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่มีจำหน่าย และรูปที่ใช้

2.2 รู้รูปของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่มีจำหน่าย และรูปที่ใช้งาน

2.2.1 บอกรูปของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่มีจำหน่าย

2.2.2 บอกรูปของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่ใช้งาน

บทที่ 3 หน่วยวัดความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

2.3 รู้หน่วยวัดความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

2.3.1 บอกหน่วยวัดความเข้มข้นเป็น percentage (%)

2.3.2 บอกหน่วยวัดความเข้มข้นเป็น part per million (ppm.)

2.3.3 บอกหน่วยวัดความเข้มข้นเป็น weight per volume (W/V)

2.3.4 บอกหน่วยวัดความเข้มข้นเป็น molarity (M.)

2.3.5 บอกหน่วยวัดความเข้มข้นเป็น normarity (N.)

หน่วยเรียนที่ 3 การใช้และประสิทธิภาพของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

บทที่ 1 ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อพืชสวน

3.1 รู้ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อพืชสวน

3.1.1 บอกผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการออกราก

3.1.2 บอกผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการแตกตา

3.1.3 บอกผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการออกดอก

3.1.4 บอกผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการป้องกันการร่วงของดอกและผล

3.1.5 บอกผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการเจริญของผล

3.1.6 บอกผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการเพิ่มผลผลิตพืช

3.1.7 บอกผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการปรับปรุงคุณภาพผลผลิต

3.1.8 บอกผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการเก็บรักษาผลผลิตภายหลังการเก็บเกี่ยว

3.1.9 บอกผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการทนทานต่อความเครียด

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

บทที่ 2 การให้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชสวน

3.2 รู้รูปการให้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชสวน

3.2.1 บอกการให้สารในรูปก๊าซ

3.2.2 บอกการให้สารในรูปของแข็ง

3.2.3 บอกการให้สารในรูปของเหลว

3.2.4 บอกการจุ่มพืชในสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

3.2.5 บอกการพ่นสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

บทที่ 3 ลักษณะการทำงานของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

3.3 เข้าใจลักษณะการทำงานของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

3.3.1 อธิบายลักษณะการทำงานของสารแบบ simple action

3.3.2 อธิบายลักษณะการทำงานของสารแบบ interaction

บทที่ 4 การคำนวณความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

3.4 คำนวณความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

3.4.1 คำนวณความเข้มข้นเป็น percent (%)

3.4.2 คำนวณความเข้มข้นเป็น molarity (M.)

3.4.3 คำนวณความเข้มข้นเป็น part per million (ppm.)

3.4.4 คำนวนความเข้มข้นของสารแบบต่าง ๆ

หน่วยเรียนที่ 4 ปัจจัยที่มีผลต่อการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

บทที่ 1 ปัจจัยเกี่ยวกับพืช

4.1 เข้าใจปัจจัยเกี่ยวกับพืช

4.1.1 อธิบายเกี่ยวกับองค์ประกอบและโครงสร้างของพืช

4.1.2 อธิบายเกี่ยวกับอายุและส่วนต่าง ๆ ของพืช

4.1.3 อธิบายเกี่ยวกับความสมบูรณ์ของพืช

บทที่ 2 ปัจจัยเกี่ยวกับสภาพแวดล้อม

4.2 เข้าใจปัจจัยเกี่ยวกับสภาพแวดล้อม

4.2.1 อธิบายเกี่ยวกับสภาพภูมิประเทศ

4.2.2 อธิบายเกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศ

4.2.3 อธิบายเกี่ยวกับเชื้อโรคและแมลง

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

บทที่ 3 ปัจจัยเกี่ยวกับสารที่ใช้

4.3 เข้าใจปัจจัยเกี่ยวกับสารที่ใช้

4.3.1 อธิบายเกี่ยวกับรูปของสารที่ใช้

4.3.2 อธิบายเกี่ยวกับชนิดและประเภทของสารที่ใช้

4.3.3 อธิบายเกี่ยวกับความเข้มข้นของสาร

4.3.4 อธิบายเกี่ยวกับสารช่วยเพิ่มประสิทธิภาพ

4.3.5 อธิบายเกี่ยวกับวิธีการใช้สาร

4.3.6 อธิบายเกี่ยวกับการสูญเสียของสารที่ใช้

หน่วยเรียนที่ 5 การใช้สารเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของสารที่จะให้กับพืช

บทที่ 1 กลุ่มของสารเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของสารที่จะให้กับพืช

5.1 รู้กลุ่มของสารเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของสารที่จะให้กับพืช

5.1.1 บอกสารในกลุ่มของ surfactants

5.1.2 บอกสารในกลุ่มของ emulsifying agents

5.1.3 บอกสารในกลุ่มของ dispering agents

บทที่ 2 ข้อคำนึงในการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

5.2 รู้ข้อคำนึงในการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

5.2.1 บอกการพิจารณาถึงคุณสมบัติของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชแต่ละชนิด

5.2.2 บอกระยะการเจริญเติบโตของพืช

5.2.3 บอกสภาพดินฟ้าอากาศ

5.2.4 บอกลักษณะของพืชแต่ละชนิด

5.2.5 บอกความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

หน่วยเรียนที่ 6 แนวทางการใช้ประโยชน์ของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

บทที่ 1 การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชในการขยายพันธุ์

6.1 เข้าใจการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชในการขยายพันธุ์

6.1.1 อธิบายการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตกับการขยายพันธุ์แบบอาศัยเพศ

6.1.2 อธิบายการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตกับการขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ

บทที่ 2 การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชในการออกดอกและการแสดงเพศของดอก

6.2 เข้าใจการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชในการออกดอกและการแสดงเพศของดอก

6.2.1 อธิบายปัจจัยที่มีผลต่อการออกดอกและการแสดงเพศของดอก

6.2.2 อธิบายแนวทางการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการออกดอกและแสดงเพศของดอก

บทที่ 3 การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชในการติดผลและการพัฒนาการของผล

6.3 เข้าใจการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชในการติดผลและการพัฒนาการของผล

6.3.1 อธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระหว่างการติดผล และการพัฒนาการของผล

6.3.2 อธิบายแนวทางการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตในการติดผลและการพัฒนาการของผล

บทที่ 4 การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชในการควบคุมขนาดของพืช

6.4 เข้าใจการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชในการควบคุมขนาดของพืช

6.4.1 อธิบายการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตในการควบคุมขนาดของพืช

6.4.2 อธิบายแนวทางการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตในการควบคุมขนาดของพืช

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

บทที่ 5 การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชในการพักตัวของพืช

6.5 เข้าใจการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชในการพักตัวของพืช

6.5.1 อธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระหว่างที่พืชมีการพักตัว

6.5.2 อธิบายปัจจัยที่มีผลต่อการพักตัวของพืช

6.5.3 อธิบายการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตกับการพักตัวของเมล็ดและตา

บทที่ 6 การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชกับการมีอายุและการเสื่อมสภาพของพืช

6.6 เข้าใจการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชกับการมีอายุและการเสื่อมสภาพของพืช

6.6.1 อธิบายปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการมีอายุและการเสื่อมสภาพของพืช

6.6.2 อธิบายแนวทางการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตกับการมีอายุและการเสื่อมสภาพของพืช

บทที่ 7 การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชกับการแก่และการสุกของผลไม้

6.7 เข้าใจการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชกับการแก่และการสุกของผลไม้

6.7.1 อธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระหว่างที่ผลไม้แก่และสุก

6.7.2 อธิบายปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก่และสุกของผลไม้

6.7.3 อธิบายแนวทางการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชกับการแก่และการสุกของผลไม้

บทที่ 8 การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชกับการร่วงของพืช

6.8 เข้าใจการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชกับการร่วงของพืช

6.8.1 อธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระหว่างการร่วงของพืช

6.8.2 อธิบายปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการร่วงของพืช

6.8.3 อธิบายแนวทางการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชกับการร่วงของพืช

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

บทที่ 9 การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชกับการกำจัดวัชพืช

6.9 เข้าใจการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชกับการกำจัดวัชพืช

6.9.1 อธิบายปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการกำจัดวัชพืช

6.9.2 อธิบายแนวทางการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชในการกำจัดวัชพืช

บทที่ 10 การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชกับวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวพืชผลทางการเกษตร

6.10 เข้าใจการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชกับวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวพืชผลทางการเกษตร

6.10.1 อธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับพืชผลหลังการเก็บเกี่ยว

6.10.2 อธิบายปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของพืชผลหลังการเก็บเกี่ยว

6.10.3 อธิบายแนวทางการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชกับวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวพืชผลทางการเกษตร

หน่วยที่ 7 ความเป็นพิษของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

บทที่ 1 ปัญหาที่เกิดขึ้นเนื่องจากการใช้สารเคมีทางการเกษตร

7.1 เข้าใจปัญหาที่เกิดขึ้นเนื่องจากการใช้สารเคมีทางการเกษตร

7.1.1 อธิบายปัญหาที่เกิดขึ้นต่อสภาพแวดล้อม

7.1.2 อธิบายปัญหาที่เกิดขึ้นต่อสุขภาพ

บทที่ 2 ความเป็นพิษของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

7.2 เข้าใจความเป็นพิษของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

7.2.1 อธิบายความเป็นพิษและทดสอบความเป็นพิษของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

7.2.2 บอกข้อควรคำนึงในการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชอย่างปลอดภัย

7.2.3 บอกคุณสมบัติบางประการของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

จุดประสงค์การสอนภาคปฏิบัติ

บทปฏิบัติการที่ 1 เทคนิคการเตรียมสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

บทที่ 1 การเตรียมสารในรูปต่าง ๆ

1.1 เข้าใจการเตรียมสารในรูปต่าง ๆ

1.1.1 อธิบายการเตรียมสารในรูปสารละลาย (solution)

1.1.2 อธิบายการเตรียมสารในรูปแป้งเปียก (paste)

1.1.3 อธิบายการเตรียมสารในรูปผง (dust)

1.1.4 อธิบายการเตรียมสารในรูปไอระเหยและก๊าซ (aerosal and gas)

บทที่ 2 ปฏิบัติการเตรียมสารในรูปต่าง ๆ

1.2 ปฏิบัติการเตรียมสารในรูปต่าง ๆ

1.2.1 ปฏิบัติการเตรียมสารในรูปสารละลาย

1.2.2 ปฏิบัติการเตรียมสารในรูปผง

1.2.3 ปฏิบัติการเตรียมสารในรูปแป้งเปียก

บทปฏิบัติการที่ 2 การคำนวณสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

บทที่ 1 การคำนวณสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชแบบต่าง ๆ

2.1 เข้าใจการคำนวณสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชแบบต่าง ๆ

2.1.1 อธิบายความเข้มข้นของสารแบบเปอร์เซนต์

2.1.2 อธิบายความเข้มข้นของสารแบบส่วนในล้านส่วน

2.1.3 อธิบายความเข้มข้นของสารแบบน้ำหนักต่อปริมาตร

2.1.4 อธิบายความเข้มข้นของสารแบบโมลาริที

บทที่ 2 คำนวณสารแบบต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้กับพืชตามต้องการ

2.2 คำนวณสารแบบต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้กับพืชตามต้องการ

2.2.1 คำนวณความเข้มข้นของสารแบบเปอร์เซนต์

2.2.2 คำนวณความเข้มข้นของสารแบบส่วนในล้านส่วน

2.2.3 คำนวณความเข้มข้นของสารแบบน้ำหนักต่อปริมาตร

2.2.4 คำนวณความเข้มข้นของสารแบบแบบโมลาริที

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

บทปฏิบัติการที่ 3 การใช้สารเพิ่มประสิทธิภาพ

บทที่ 1 การแบ่งสารเพิ่มประสิทธิภาพ

3.1 รู้การแบ่งสารเพิ่มประสิทธิภาพ

3.1.1 บอกสารเพิ่มประสิทธิภาพกลุ่ม surfactant

3.1.2 บอกสารเพิ่มประสิทธิภาพกลุ่ม emulsifier

3.1.3 บอกสารเพิ่มประสิทธิภาพกลุ่ม dispersants

บทที่ 2 การใช้สารเพิ่มประสิทธิภาพ

3.2 ปฏิบัติการใช้สารเพิ่มประสิทธิภาพ

3.2.1 ปฏิบัติการใช้สารเพิ่มประสิทธิภาพของพืช

3.2.2 เปรียบเทียบผลของการใช้สารเพิ่มประสิทธิภาพต่างชนิดกัน

บทปฏิบัติการที่ 4 การเกิดรากของกิ่งปักชำโดยการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

บทที่ 1 ผลของออกซินต่อการเกิดรากของกิ่งปักชำ

4.1 เข้าใจผลของออกซินต่อการเกิดรากของกิ่งปักชำ

4.1.1 อธิบายขั้นตอนการเกิดรากของกิ่งปักชำ

4.1.2 อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างออกซินกับการเกิดราก

บทที่ 2 การใช้ออกซินในการออกรากของกิ่งปักชำ

4.2 ปฏิบัติการใช้ออกซินในการออกรากของกิ่งปักชำ

4.2.1 ศึกษาผลของออกซินที่มีต่อการออกรากของกิ่งปักชำ

4.2.2 เปรียบเทียบลักษณะของรากจากการใช้และไม่ใช้สาร

บทปฏิบัติการที่ 5 การติดผลและการพัฒนาของผลที่ไม่มีเมล็ดโดยการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

บทที่ 1 การพัฒนาการของผลที่ไม่มีเมล็ด

5.1 เข้าใจการพัฒนาการของผลที่ไม่มีเมล็ด

5.1.1 อธิบายพัฒนาการของผล

5.1.2 อธิบายการพัฒนาของผลที่ไม่มีเมล็ด

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

บทที่ 2 การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชเพื่อการพัฒนาของผลที่ไม่มีเมล็ด

5.2 ปฏิบัติการการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชเพื่อการพัฒนาของผลที่ไม่มีเมล็ด

5.2.1 ปฏิบัติการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชต่อการติดผลของมะเขือเทศ

5.2.2 ศึกษาผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชต่อการติดผลของมะเขือเทศ

บทปฏิบัติการที่ 6 สารควบคุมการเจริญเติบโตกับการออกดอกของพืช

บทที่ 1 การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตกับการออกดอกของพืช

6.1 เข้าใจการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตกับการออกดอกของพืช

6.1.1 อธิบายปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกดอกของพืช

6.1.2 อธิบายการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตกับการออกดอกของพืช

บทที่ 2 ปฏิบัติการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตกับการออกดอกของพืช

6.2 ปฏิบัติการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตกับการออกดอกของพืช

6.2.1 ปฏิบัติการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการออกดอกของพืช

6.2.2 เปรียบเทียบผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการออกดอกของพืช

บทปฏิบัติการที่ 7 สารควบคุมการเจริญเติบโตกับการแตกตาข้างของพืช

บทที่ 1 การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตกับการแตกตาข้างของพืช

7.1 เข้าใจการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตกับการแตกตาข้างของพืช

7.1.1 อธิบายผลของออกซินต่อการข่มการแตกตาข้างของพืช

7.1.2 อธิบายผลของไซโตไคนินต่อการกระตุ้นการแตกตาข้างของพืช

บทที่ 2 ปฏิบัติการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตกับการแตกตาข้างของพืช

7.2 ปฏิบัติการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตกับการแตกตาข้างของพืช

7.2.1 ปฏิบัติการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตกับการแตกตาข้างของพืช

7.2.2 เปรียบเทียบผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการแตกตาข้างของพืช

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

บทปฏิบัติการที่ 8 สารควบคุมการเจริญเติบโตกับการพักตัวของพืช

บทที่ 1 การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตกับการพักตัวของพืช

8.1 เข้าใจการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตกับการพักตัวของพืช

8.1.1 อธิบายการพักตัวของเมล็ดพืชและการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

8.1.2 อธิบายการพักตัวของตาพืชและการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

บทที่ 2 ปฏิบัติการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตกับการพักตัวของพืช

8.2 ปฏิบัติการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตกับการพักตัวของพืช

8.2.1 ปฏิบัติการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตกับการพักตัวของพืช

8.2.2 เปรียบเทียบความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการกระตุ้นการงอกของเมล็ด

บทปฏิบัติการที่ 9 การควบคุมขนาดของพืชโดยใช้สารชะลอการการเจริญเติบโต

บทที่ 1 การควบคุมขนาดของพืชโดยใช้สารชะลอการการเจริญเติบโต

9.1 เข้าใจการควบคุมขนาดของพืชโดยใช้สารชะลอการการเจริญเติบโต

9.1.1 อธิบายลักษณะการทำงานของสารในกลุ่มชะลอการเจริญเติบโตของพืช

9.1.2 บอกชื่อสารในกลุ่มชะลอการเจริญเติบโตของพืช

บทที่ 2 ปฏิบัติการควบคุมขนาดของพืชโดยใช้สารชะลอการการเจริญเติบโตของพืช

9.2 ปฏิบัติการควบคุมขนาดของพืชโดยใช้สารชะลอการการเจริญเติบโตของพืช

9.2.1 ปฏิบัติการควบคุมขนาดของพืชโดยใช้สารชะลอการการเจริญเติบโตของพืช

9.2.2 เปรียบเทียบความเข้มข้นของสารกลุ่มชะลอการเจริญเติบโตต่อการเจริญเติบโตของพืช

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

การวัดและประเมินผลการเรียน

วิชานี้แบ่งเป็นภาคทฤษฎี 7 หน่วยเรียน และภาคปฏิบัติ 9 บทปฏิบัติการ การวัดและประเมินผลการเรียน จะดำเนินการดังต่อไปนี้

1. วิธีการ แยกการวัดและการประเมินผลการเรียนออกเป็น 4 ส่วน โดยแบ่งแยกคะแนนแต่ละส่วนจากคะแนนเต็ม 100 คะแนน ดังนี้

1.1 จิตพิสัย	10 คะแนน
1.2 ทักษะพิสัย	18 คะแนน
1.3 พุทธิพิสัย	62 คะแนน
1.4 งานมอบหมาย	10 คะแนน

2. เกณฑ์ผ่าน ผู้ที่จะผ่านรายวิชานี้จะต้อง

2.1 คะแนนจิตพิสัยต้องไม่ต่ำกว่า	6 คะแนน
2.2 คะแนนทักษะพิสัยต้องไม่ต่ำกว่า	13 คะแนน
2.3 คะแนนพุทธิพิสัยผ่านทุกหน่วยเรียนตามเกณฑ์ผ่าน	
2.4 คะแนนงานมอบหมายต้องไม่ต่ำกว่า	6 คะแนน

3. เกณฑ์ค่าระดับคะแนน 3.1 การประเมินผลแบ่งได้ 2 ขั้นตอน

การประเมินผลขั้นที่ 1 โดยพิจารณาผ่าน กับ ไม่ผ่าน ตามเกณฑ์ผ่าน ขั้นที่ 2 ผู้ที่ไม่ผ่านวิชานี้ จะได้รับคะแนน จ หรือ E หรือ F

3.2 ผู้ที่ผ่านจะนำมาแบ่งค่าระดับคะแนนตามเกณฑ์ดังนี้

คะแนนร้อยละ 80 - 100	ได้ ก หรือ A
คะแนนร้อยละ 70 - 79	ได้ ข หรือ B
คะแนนร้อยละ 60 - 69	ได้ ค หรือ C
คะแนนร้อยละ 50 - 59	ได้ ง หรือ D

4. การทดสอบ แบ่งน้ำหนักของแต่ละจุดประสงค์ในระดับพฤติกรรมต่าง ๆ ตลอดจนคะแนนแต่ละหน่วย และเกณฑ์ผ่าน ตามตารางกำหนดน้ำหนักคะแนนและเกณฑ์ผ่าน

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

ตารางกำหนดน้ำหนักคะแนนและเกณฑ์ผ่าน

เลขที่หน่วย	คะแนนรายหน่วย / เกณฑ์ผ่านและน้ำหนักคะแนนข้อสอบ / ชื่อหน่วยเรียน และ ชื่อบทปฏิบัติการ	คะแนนรายหน่วย	เกณฑ์ผ่านรายหน่วย (%)	น้ำหนักคะแนน								
				พุทธิพิสัย				เกณฑ์ผ่านภาคปฏิบัติ (%)	ทักษะพิสัย			จิตพิสัย
				ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	สูงกว่า		เลียนแบบ	ปฏิบัติได้ถูกต้อง	คล่องว่องไว	
1	ชนิดของสารควบคุมการเติบโตของพืช	8	70	3	3	2	-	-	-	-	-	-
2	รูปของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช	5	60	3	2	-	-	-	-	-	-	-
	- เทคนิคการเตรียมสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช	3	-	1	-	-	-	70	1	1	-	-
	- การผสมสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช	3	-	1	-	-	-	70	1	1	-	-
3	การใช้และประสิทธิภาพของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช	5	60	3	2	-	-	-	-	-	-	-
4	ปัจจัยที่มีผลต่อการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช	5	60	3	2	-	-	-	-	-	-	-
5	การใช้สารเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของสารที่จะให้กับพืช	5	60	3	2	-	-	-	-	-	-	-
	- การใช้สารเพิ่มประสิทธิภาพ	3	-	1	-	-	-	70	1	1	-	-
6	การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชในการผลิตพืชสวน	20	70	10	6	4	-	-	-	-	-	-
	- การเกิดรากของกิ่งปักชำโดยการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช	3	-	1	-	-	-	70	1	1	-	-
	- การติดผลและการพัฒนาของผลไม่มีเมล็ดโดยใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช	3	-	1	-	-	-	70	1	1	-	-
	- สารควบคุมการเจริญเติบโตกับการออกดอกของพืช	3	-	1	-	-	-	70	1	1	-	-
	- สารควบคุมการเจริญเติบโตกับการแตกตาข้างของพืช	3	-	1	-	-	-	70	1	1	-	-
	- สารควบคุมการเจริญเติบโตกับการพักตัวของพืช	3	-	1	-	-	-	70	1	1	-	-
	- การควบคุมขนาดของพืชโดยการใช้สารระงับการเจริญเติบโต	3	-	1	-	-	-	70	1	1	-	-
7	ความเป็นพิษของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช	5	60	3	2	-	-	-	-	-	-	-
	รวม	80	-	37	19	6	-	-	9	9	-	10
ก	คะแนนภาคพุทธิพิสัย	62	จากการประเมินในแต่ละหน่วยเรียน									
ข	คะแนนภาคทักษะพิสัย	18	จากความรับผิดชอบ และ ผลงานที่ได้รับมอบหมาย									
ค	คะแนนภาคจิตพิสัย	10	การตรงต่อเวลา การเข้าชั้นเรียน การร่วมกิจกรรม									
ง	งานที่มอบหมาย	10										
	รวมคะแนนทั้งสิ้น	100										

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

เอกสารและหนังสือประกอบการเรียน

1. กฤษณา กฤษณพุกต์. 2537. การเกิดและการใช้สารเร่งราก, น 90 - 93. ใน คณะอนุกรรมการประสานงานวิจัยฮอร์โมนพืชและสารที่เกี่ยวข้อง (ผู้รวบรวม). เอกสารประกอบการฝึกอบรม เรื่อง การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชทางการเกษตร. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.
2. กฤษณา กฤษณพุกต์. 2537. การพักตัวของพืชและการทำลายการพักตัว, น 94 - 107. ใน คณะอนุกรรมการประสานงานวิจัยฮอร์โมนพืชและสารที่เกี่ยวข้อง (ผู้รวบรวม). เอกสารประกอบการฝึกอบรม เรื่อง การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชทางการเกษตร. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.
3. คณาพล จุฑามณี. 2537. การคำนวณและผสมสารเคมี, น. 74 - 79. ใน คณะอนุกรรมการประสานงานวิจัยฮอร์โมนพืชและสารที่เกี่ยวข้อง (ผู้รวบรวม). เอกสารประกอบการฝึกอบรม เรื่อง การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชทางการเกษตร. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.
4. คณาพล จุฑามณี. 2537. การแสดงเพศดอกและการเปลี่ยนเพศดอก, น. 112 - 117. ใน คณะอนุกรรมการประสานงานวิจัยฮอร์โมนพืชและสารที่เกี่ยวข้อง (ผู้รวบรวม). เอกสารประกอบการฝึกอบรม เรื่อง การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชทางการเกษตร. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.
5. คณาพล จุฑามณี. 2537. เอทธิลีน, น. 55 - 62. ใน คณะอนุกรรมการประสานงานวิจัยฮอร์โมนพืชและสารที่เกี่ยวข้อง (ผู้รวบรวม). เอกสารประกอบการฝึกอบรม เรื่อง การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชทางการเกษตร.สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.
6. จำนงค์ อุทัยบุตร. มปป. เอกสารประกอบการสอนภาคบรรยาย วิชาสารสังเคราะห์ที่ใช้ควบคุมการเจริญเติบโตของพืช. ภาควิชาชีววิทยา. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 268 น.
7. จำนงค์ อุทัยบุตร. มปป. เอกสารประกอบการสอนภาคปฏิบัติ วิชาสารสังเคราะห์ที่ใช้ควบคุมการเจริญเติบโตของพืช. ภาควิชาชีววิทยา. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 33 น.
8. ดนัย บุณยเกียรติ. 2540. สรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยวพืชสวน. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 222 น.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

9. ธนัท ธัญญาภา. 2538. สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่ใช้ในพืชสวน. น. 56 - 65. ใน บัณฑูรย์ วาฤทธิ์ (ผู้รวบรวม). หลักพืชสวน. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

10. นพดล จรัสสัมฤทธิ์. 2537. ฮอร์โมนพืชและสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช. วี.บี. บุ๊ค เซนเตอร์ (เค ยู.) ประตู 2 มก. ตึกสหกรณ์ร้านค้า. เขตจตุจักร, กรุงเทพ. 128 น.

11. พีรเดช ทองอำไพ. 2529. ฮอร์โมนพืชและสารสังเคราะห์ แนวทางการใช้ประโยชน์ในประเทศไทย. หจก.ไดนามิคการพิมพ์ ถนนสีลม เขตบางรัก, กรุงเทพ. 196 น.

12. พีรเดช ทองอำไพ. 2537. สารชะลอการเจริญเติบโตของพืช. น.63 - 68. ใน คณะอนุกรรมการประสานงานวิจัยฮอร์โมนพืชและสารที่เกี่ยวข้อง (ผู้รวบรวม). เอกสารประกอบการฝึกอบรม เรื่อง การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชทางการเกษตร. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.

13. พีรเดช ทองอำไพ. 2537. สารยับยั้งการเจริญเติบโต. น. 69 - 73. ใน คณะอนุกรรมการประสานงานวิจัยฮอร์โมนพืชและสารที่เกี่ยวข้อง (ผู้รวบรวม). เอกสารประกอบการฝึกอบรม เรื่อง การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชทางการเกษตร. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.

14. พีรเดช ทองอำไพ. 2537. ออกซิน. น. 1 - 12. ใน คณะอนุกรรมการประสานงานวิจัยฮอร์โมนพืชและสารที่เกี่ยวข้อง (ผู้รวบรวม). เอกสารประกอบการฝึกอบรม เรื่อง การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชทางการเกษตร. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.

15. ภูวนาถ นนทรีย์. มปป. การใช้ฮอร์โมนกับไม้ผลบางชนิด. โครงการหนังสือเกษตรชุมชน. ตู้ ปณ. 1074 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพ. 72 น.

16. รวี เสรฐภักดี. 2523. บทปฏิบัติการหลักการไม้ผล. ภาควิชาพืชสวน. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพ. 98 น.

17. รวี เสรฐภักดี. 2537. จิบเบอเรลลิน. น. 13 - 35. ใน คณะอนุกรรมการประสานงานวิจัยฮอร์โมนพืชและสารที่เกี่ยวข้อง (ผู้รวบรวม). เอกสารประกอบการฝึกอบรม เรื่อง การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชทางการเกษตร.สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.

18. รวี เสรฐภักดี. 2537. ไซโตไคนิน. น. 36 - 54. ใน คณะอนุกรรมการประสานงานวิจัยฮอร์โมนพืชและสารที่เกี่ยวข้อง (ผู้รวบรวม). เอกสารประกอบการฝึกอบรม เรื่อง การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชทางการเกษตร.สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

19. รัตนาภรณ์ พรหมศรัทธา. 2537. ผลของสารที่มีต่อสภาวะแวดล้อมและความเป็นพิษ. น. 147 - 151. ใน คณะอนุกรรมการประสานงานวิจัยฮอร์โมนพืชและสารที่เกี่ยวข้อง (ผู้รวบรวม). เอกสารประกอบการฝึกอบรม เรื่อง การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชทางการเกษตร. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.

20. ศิริมา ธีรสกุลชล. 2531. คู่มือบทปฏิบัติการวิชาสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช. ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์บางพระ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล, ชลบุรี. 50 น.

21. สายชล เกตุษา. 2531. เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวของดอกไม้. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพ. น. 125 - 128.

22. สุรนันต์ สุภัทรพันธุ์. 2526. สรีรวิทยาของพืช. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพ. 135 น.

23. สัมพันธ์ คัมภิรานนท์. 2527. ฮอร์โมนพืช. ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพ. 136 น.

24. สัมฤทธิ์ เฟื่องจันทร์. 2527. หลักวิชาพืชสวน เล่ม 2. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น. 403 น.

25. Macmillan, J. 1980. Hormonal Regulation of Development I. New York : Springer - Verlag. 681 p.

26. Moore, T.C.. 1979. Biochemistry and Physiology of Plant Hormones. New York : Springer - Verlag. 274 p.

27. Nickell, L.G. 1982. Plant Growth Regulators. New York : Springer - Verlag. 173 p.

28.Scott, T.K.. 1979. Plant Regulation and World Agriculture. New York : Plenum Press . 575 p.

29. Weaver, R.J. 1972. Plant Growth Substance in Agriculture. San Francisco : W.H. Freeman and Company. 594 p.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

กำหนดการสอน

วิชา 03 - 932 - 403 สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

สัปดาห์ที่	วัน/เดือน	คาบที่	รายการสอน	หมายเหตุ
1			**1. ชนิดของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช**	
		1	1.1 ความหมายของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช	
		1	1.2 ประเภทของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช	
		2	1.2 ประเภทของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช	
			บทปฏิบัติการที่ 1 เทคนิคการเตรียมสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช	
		3	1.1 การเตรียมสารในรูปต่าง ๆ	
		4	1.2 ปฏิบัติการเตรียมสารในรูปต่าง ๆ	
			บทปฏิบัติการที่ 2 การคำนวณสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช	
		5	2.1 การคำนวณสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชแบบต่าง ๆ	
2		1 - 2	1.2 ประเภทของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช **บทปฏิบัติการที่ 2 การคำนวณสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช**	
		3	2.2 คำนวณสารแบบต่าง ๆ เพื่อไปใช้กับพืชตามต้องการ **บทปฏิบัติการที่ 3 การใช้สารเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ**	
		4	3.1 การแบ่งสารเพิ่มประสิทธิภาพ	
		5	3.2 ปฏิบัติการใช้สารเพิ่มประสิทธิภาพ	
3			**2. รูปของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช**	
		1	2.1 องค์ประกอบหลักของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช	
		1	2.2 รูปของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช	
		2	2.3 หน่วยวัดความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช	
			บทปฏิบัติการที่ 4 การเกิดรากของกิ่งปักชำโดยการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช	
		3	4.1 ผลของออกซินต่อการเกิดรากของกิ่งปักชำ	
		4 - 5	4.2 ปฏิบัติการใช้ออกซินในการออกรากของกิ่งปักชำ	

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

สัปดาห์ที่	วัน/เดือน	คาบที่	รายการสอน	หมายเหตุ
4			**3. การใช้สารและประสิทธิภาพของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช**	
		1	3.1 ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช	
		2	3.2 การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช	
			บทปฏิบัติการที่ 4 การเกิดรากของกิ่งปักชำโดยการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช	
		3 - 5	4.2 ปฏิบัติการใช้ออกซินในการออกรากของกิ่งปักชำ	
5			3.3 ลักษณะการทำงานของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช	
		1		
			3.4 การคำนวณความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช	
		2		
			บทปฏิบัติการที่ 5 การติดผลและการพัฒนาของผลไม่มีเมล็ด โดยใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช	
		3	5.1 การพัฒนาของผลไม่มีเมล็ด	
		4 - 5	5.2 ปฏิบัติการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชเพื่อการพัฒนาของผลไม่มีเมล็ด	
6			3.4 การคำนวณความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช	
		1		
			4. ปัจจัยที่มีผลต่อการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช	
		2	4.1 ปัจจัยเกี่ยวกับพืช	
			บทปฏิบัติการที่ 5 การติดผลและการพัฒนาของผลไม่มีเมล็ด โดยใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช	
		3 - 5	5.2 ปฏิบัติการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชเพื่อการพัฒนาของผลไม่มีเมล็ด	

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

สัปดาห์ที่	วัน/เดือน	คาบที่	รายการสอน	หมายเหตุ
7		1 2 3 4 - 5	4.2 ปัจจัยเกี่ยวกับสภาพแวดล้อม 4.3 ปัจจัยเกี่ยวกับสารที่ใช้ **บทปฏิบัติการที่ 6 สารควบคุมการเจริญเติบโตกับการออกดอกของพืช** 6.1 การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตกับการออกดอกของพืช 6.2 ปฏิบัติการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตกับการออกดอกรองพืช	
8		1 - 5	**ทบทวน**	
9		1 - 5	**วัดผลระหว่างภาคเรียน**	
10		 1 2 3 - 5	**5. การใช้สารเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของสารที่จะให้กับพืช** 5.1 กลุ่มของสารเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของสารที่จะให้กับพืช 5.2 ข้อคำนึงในการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช **บทปฏิบัติการที่ 6 สารควบคุมการเจริญเติบโตกับการออกดอกของพืช** 6.2 ปฏิบัติการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตกับการออกดอกของพืช	
11		 1 2 3 4 – 5	**6. การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตกับพืชสวน** 6.1 การใช้สารกับการขยายพันธุ์พืช 6.2 การใช้สารกับการออกดอกและการแสดงเพศของดอก **บทปฏิบัติการที่ 7 สารควบคุมการเจริญเติบโตกับการแตกตาข้างของพืช** 7.1 การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตกับการแตกตาข้างของพืช 7.2 ปฏิบัติการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตกับการแตกตาข้างของพืช	

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

สัปดาห์ที่	วัน/เดือน	คาบที่	รายการสอน	หมายเหตุ
12		1	6.3 การใช้สารกับการติดผลและการพัฒนาการของผล	
		2	6.4 การใช้สารกับการควบคุมขนาดของพืช **บทปฏิบัติการที่ 7 สารควบคุมการเจริญเติบโตกับการแตกตาข้างของพืช**	
		3 - 5	7.2 ปฏิบัติการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตกับการแตกตาข้างของพืช	
13		1	6.5 การใช้สารกับการพักตัวของพืช	
		2	6.6 การใช้สารกับการมีอายุและการเสื่อมสภาพของพืช **บทปฏิบัติการที่ 8 สารควบคุมการเจริญเติบโตกับการพักตัวของพืช**	
		3	8.1 การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตกับการพักตัวของพืช	
		4 - 5	8.2 ปฏิบัติการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตกับการพักตัวของพืช	
14		1	6.7 การใช้สารกับการแก่และการสุกของผลไม้	
		2	6.8 การใช้สารกับการร่วงของพืช **บทปฏิบัติการที่ 8 สารควบคุมการเจริญเติบโตกับการพักตัวของพืช**	
		3 - 5	8.2 ปฏิบัติการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตกับการพักตัวของพืช	
15		1	6.9 การใช้สารกับการกำจัดวัชพืช	
		2	6.10 การใช้สารกับวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวพืชผลทางการเกษตร **บทปฏิบัติการที่ 9 การควบคุมขนาดของพืชโดยใช้สารชะลอการเจริญเติบโต**	
		3	9.1 การควบคุมขนาดของพืชโดยใช้สารชะลอการเจริญเติบโต	
		4 – 5	9.2 ปฏิบัติการควบคุมขนาดของพืชโดยใช้สารชะลอการเจริญเติบโต	

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

สัปดาห์ที่	วัน/เดือน	คาบที่	รายการสอน	หมายเหตุ
16			**7. ความเป็นพิษของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช**	
		1	7.1 ปัญหาที่เกิดขึ้นเนื่องจากการใช้สารเคมีทางการเกษตร	
		2	7.2 ความเป็นพิษของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช **บทปฏิบัติการที่ 9 การควบคุมขนาดของพืชโดยใช้สารชะลอการเจริญเติบโต**	
		3 - 5	9.2 ปฏิบัติการควบคุมขนาดของพืชโดยใช้สารชะลอการเจริญเติบโต	
17		1 - 5	**ทบทวน**	
18		1 - 5	**วัดผลปลายภาคเรียน**	

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

แนวการสอนภาคทฤษฎี

วิชา

03 -932 - 403

สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

(Plant Growth Regulators)

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

แนวการสอน	รหัสวิชา 03-932-403 หน่วยเรียนที่ 1 บทเรียนที่ 1
ชื่อหน่วยเรียน ชนิดของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช	เวลา 25 นาที

ชื่อบทเรียน ความหมายของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

จุดประสงค์ 1.1 รู้ความหมายของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

1.1.1 บอกความหมายของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

1.1.2 บอกความหมายของฮอร์โมนพืช

1.1.3 บอกคุณสมบัติของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

ความหมายของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช (plant growth regulators : PGR.) เป็นสารอินทรีย์ที่พืชสร้างขึ้น หรืออาจสร้างขึ้นโดยมนุษย์ก็ได้ ซึ่งสารนี้ใช้ปริมาณเพียงเล็กน้อย ก็สามารถกระตุ้น ยับยั้ง หรือเปลี่ยนแปลงสภาพทางสรีรวิทยาของพืชได้

ความหมายของฮอร์โมนพืช

ฮอร์โมนพืช (plant hormones) เป็นสารอินทรีย์ที่พืชสร้างขึ้นในปริมาณเล็กน้อย และมีผลในการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาในพืชนั้น ๆ ซึ่งอาจมีความหมายรวมถึงวิตตามิน บางชนิด แต่ไม่ได้รวมถึงอาหารที่พืชสร้างขึ้น

อาจกล่าวได้ว่าสารควบคุมการเจริญเติบโต (PGR.) มีความหมายรวมถึงฮอร์โมนพืช และสารที่มนุษย์สังเคราะห์ขึ้นมาใช้ประโยชน์ ในทางการเกษตรไม่อาจใช้ฮอร์โมนพืชได้โดยตรง เนื่องจากการสกัดสารดังกล่าวทำได้ยาก และใช้ต้นทุนสูง ดังนั้นสารที่ใช้กันอยู่ทุกวันนี้จึงเป็นสารสังเคราะห์แทบทั้งสิ้น

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

คุณสมบัติของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชจะต้องมีคุณสมบัติดังนี้

1. ต้องเป็นสารอินทรีย์ ซึ่งจะต้องประกอบด้วยคาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) และออกซิเจน (O) เป็นหลัก มีสารหลายชนิดที่สามารถกระตุ้น หรือเร่งการเจริญเติบโตของพืชได้ เช่น ปุ๋ยชนิดต่าง ๆ หรือโปรแตสเซี่ยมไนเตรท (KNO_3) ซึ่งใช้เร่งการออกดอกของมะม่วง แต่สารเหล่านี้ไม่จัดเป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช เนื่องจากไม่ใช่สารอินทรีย์

2. ใช้หรือมีในปริมาณเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ก็สามารถแสดงผลต่อพืชได้ ส่วนใหญ่ที่ใช้กันจะใช้ที่ความเข้มข้นต่ำมาก ๆ เช่น 1 มก./ลิตร ก็สามารถมีผลต่อพืชได้ แต่บางครั้งอาจใช้ถึง 5,000 มก./ลิตร ก็ยังถือว่าเป็นความเข้มข้นต่ำ ความเข้มข้นที่ใช้ขึ้นอยู่กับชนิดของสาร และจุดประสงค์ที่ต้องการ

วิธีสอนและกิจกรรม บรรยายโดยยกตัวอย่างประกอบ แล้วให้นักศึกษาซักถาม		
สื่อการสอน	**หนังสืออ้างอิง**	9,10,12,23,24,27
	เอกสารประกอบ	-
	วัสดุโสตทัศน์	แผ่นใส
งานมอบหมาย -		
การวัดผล ทดสอบย่อยหลังบทเรียน		

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

แนวการสอน	รหัสวิชา 03-932-403 หน่วยเรียนที่ 1 บทเรียนที่ 2
ชื่อหน่วยเรียน ชนิดของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช	**เวลา 175 นาที**

ชื่อบทเรียน ประเภทของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

จุดประสงค์ 1.2 เข้าใจประเภทของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

1.2.1 อธิบายสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชกลุ่มออกซิน

1.2.2 อธิบายสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชกลุ่มจิบเบอเรลลิน

1.2.3 อธิบายสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชกลุ่มไซโตไคนิน

1.2.4 อธิบายสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชกลุ่มเอทธิลีน

1.2.5 อธิบายสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชกลุ่มชะลอการเจริญเติบโต

1.2.6 อธิบายสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชกลุ่มยับยั้งการเจริญเติบโต

1.2.7 อธิบายสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชกลุ่มอื่น ๆ

ประเภทของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชสามารถแบ่งออกได้ 7 ประเภทด้วยกัน ดังนี้

1. ออกซิน (auxins)
2. จิบเบอเรลริน (gibberellins)
3. ไซโตไคนิน (cytokinins)
4. เอทธิลีนและสารปลดปล่อย เอทธิลีน (ethylene and ethylene releasing compounds)
5. สารชะลอการเจริญเติบโต (plant growth retardants)
6. สารยับยั้งการเจริญเติบโต (plant growth inhibitors)
7. สารอื่น ๆ

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชกลุ่มออกซิน

ออกซินเป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชกลุ่มแรกที่มีการค้นพบ ประมาณปี ค.ศ. 1930 สารออกซินชนิดแรกที่ค้นพบ คือ IAA (indol - 3 - yl acetic acid) ซึ่งเป็นสารที่พืชสร้างขึ้นมาเอง โดยมีคุณสมบัติในการเร่งการเจริญเติบโต มีผลกระตุ้นในการขยายขนาดของเซลล์ การยืดตัวของเซลล์ และยังมีผลกระตุ้นการเกิดราก การเจริญเติบโตในส่วนต่าง ๆ ของพืช

ออกซินมีทั้งออกซินธรรมชาติ และออกซินสังเคราะห์ มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชในหลายทางด้วยกัน ได้แก่ ส่งเสริมหรือยับยั้งการขยายเซลล์ส่งเสริมการแบ่งเซลล์ ส่งเสริมการออกดอก ยับยั้งการเจริญเติบโตของราก ยับยั้งการเจริญเติบโตของส่วนตา หรือการสร้างตาของพืช เพิ่มหรือยับยั้งการร่วงหล่น เพิ่มหรือยับยั้งการออกดอก สร้างผลที่ปราศจากเมล็ด ส่งเสริมขบวนการหายใจ ส่งเสริมขบวนการสังเคราะห์โปรตีน

ออกซินจะเกี่ยวพันกับสารเคมีที่ควบคุมพืชอีกหลายชนิด และพร้อมเสมอที่จะเคลื่อนย้ายไปได้ทั่วทุกส่วนของพืช ในหลักการแล้วจะเคลื่อนย้ายไปในทิศทางจากส่วนยอดลงสู่ส่วนโคน ออกซินในธรรมชาติจะอยู่ในเนื้อเยื่อที่กำลังเจริญ เช่น ยอดและตาข้างปล้องอ่อน และส่วนจุดกำเนิดในเมล็ดที่กำลังเจริญ ออกซินจะผลิตขึ้นได้มากในส่วนปลายก้าน หรือส่วนที่กำลังเจริญเติบโต และเมื่อผลิตได้แล้วก็จะเคลื่อนย้ายผ่านทางท่อน้ำ (xylem) ท่ออาหาร (pholem) ทำให้เกิดปรากฏการณ์ที่เรียกว่าการข่มโดยส่วนยอด (apical dominance) กล่าวคือ ถ้ามีการเจริญเติบโตทางด้านส่วนยอดของพืช ตาข้างจะไม่แตกแขนงออกมา เพราะว่ามีออกซินที่อยู่เหนือตาข้างจะยับยั้งการเจริญเติบโตของตาข้าง แต่ถ้ามีการยับยั้งออกซินที่เคลื่อนลงมาจากยอดได้ หรือตัดยอดออก จะทำให้ออกซินที่มีอยู่บริเวณเหนือตามีปริมาณเล็กน้อย และจะทำให้ตาข้างเจริญเติบโตขึ้น โดยปรากฏการณ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของเหตุผลที่ว่า ทำไมเมื่อเอายอดพืชออกจึงมีกิ่งข้างแตกขึ้น

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

ตัวอย่างของออกซินธรรมชาติ และออกซินสังเคราะห์

ออกซินธรรมชาติมีดังนี้ คือ

1. IAA indole acetic acid (Syn. indole - 3 - acetic acid, 3 - indole acetic acid, indolylacetic acid, heteroauxin),
2. IAAld Indole acetaldehyde (Syn. indole - 3 - acetaldehyde),
3. IALt ethylindoleacetate (Syn. ethyl - 3 - indoleacetate, indole - 3 - ethylacetate),
4. IAN indoleacetanitrite (Syn. indole - 3 - acetonitrite),
5. IPyA indolepyruvic acid (Syn. indole - 3 - pyruvic acid), Glucobrussicin, Ascorbigen.

ออกซินสังเคราะห์มีดังนี้ คือ

1. IBA indolebutyric acid (Syn. indole - 3 - butyric acid),
2. NAA naphthaleneacetic acid (Syn. naphthaleneacetic acid),
3. NAAmide naphthalene acetamide (Syn. NAD, NAAmide),
4. BOA benzothiazole - 2 - oxyacetic acid (Syn. BTOA),
5. BNOA naphthoxyacetic acid,
6. POA phenoxyacetic acid,
7. MCPB 4 - (4 - chloro - 0 - tolyl) oxy - butyric acid (Syn. 4 - chloro - 2 - methylp - henoxy - butyric acid),
8. MCPA (4 - chloro - 0 - tolyl) oxy - acetic acid (Syn. 4 - chloro 2 - methylphen - oxyacetic acid, Methoxone),
9. 2,4 - D 2,4 dichlorophenoxy acetic acid,
10. 4 - CPA 4 - chlorophenoxyacetic acid (Syn. P - chlorophenoxy acetic acid, PCPA),

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

11. 2,6 - D 2,6 - dichlor phenoxyacetic acid,

12. 2 - (2,6 - dichlorophenoxy) butyric acid,

13. 2,6 - dichlorophenoxyacetamide,

14. 2,3,6 - trimethylbenzoic acid,

15. 2,4,5 - trichlorophenoxyacetic acid,

16. 2,4,5 - trichlorophenoxybutyric acid,

17. 2,4,5 - tri - iodobenzoic acid (Syn. TIBA)

ผลของออกซินที่มีต่อพืช

ออกซินที่มีอยู่ในพืชตามธรรมชาติ มีหน้าที่ในการส่งเสริม หรือควบคุมการเจริญเติบโตทั้งทางด้านการแบ่งเซลล์ การขยายขนาดของเซลล์ การออกดอกติดผล การหลุดร่วงของอวัยวะต่าง ๆ โดยมีผลร่วมกับฮอร์โมนชนิดอื่น ๆ ในพืช เมื่อมีการใช้สารสังเคราะห์ที่มีผลคล้ายออกซินเพิ่มเข้าไปให้แก่พืช จะมีผลทำให้ความสมดุลของสารฮอร์โมนภายในเปลี่ยนแปลงไป ผลที่ตามมา คือการเจริญเติบโตอาจเปลี่ยนแปลงไปทั้งทางด้านที่เกิดผลดีและผลเสีย ดังนั้นการใช้สารสังเคราะห์เหล่านี้ ในการผลิตพืชเพื่อให้ได้ผลตามที่ต้องการ จึงจำเป็นต้องศึกษาคุณสมบัติของสาร และผลที่เกิดขึ้นกับพืชโดยละเอียด ก่อนที่จะนำไปใช้ประโยชน์ สารออกซินสังเคราะห์ใช้ประโยชน์ในการผลิตพืชได้หลายอย่าง เช่น เร่งการเกิดราก การติดผล การออกดอก ป้องกันผลร่วง อย่างไรก็ตามสารเหล่านี้ ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์กับพืชได้ทุกชนิด โดยทั่ว ๆ ไปออกซินจะมีผลต่อพืช ดังนี้

1. การแบ่งเซลล์และการขยายขนาดของเซลล์ ออกซินที่มีผลต่อการแบ่งเซลล์ของแคมเบียม เช่น พืชที่ผลัดใบ (deciduous plants) เมื่อเข้าสู่ฤดูใบไม้ผลิ จะเริ่มมีการเจริญเติบโตต่อไป พบว่าออกซินที่สร้างจากปลายยอดจะเคลื่อนที่ลงมาทางด้านล่าง และจะทำให้เกิดการแบ่งเซลล์ของแคมเบียมที่อยู่ใต้ปลายยอดลงมา แต่ถ้ามีการตัดยอดออกจะทำให้การแบ่งเซลล์หยุดชงักลง และถ้าให้ IAA เพิ่มเข้าไปทดแทน จะทำให้เกิดการแบ่งเซลล์ตามปกติ ถึงแม้ฮอร์โมนชนิดอื่น เช่น ไซโตไคนิน จะมีผลในการแบ่งตัวของแคมเบียมได้เช่นกัน แต่จากการตัดยอดพืชออก แล้วให้สาร

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

IAA ทดแทนเข้าไป และทำให้พืชเกิดการแบ่งเซลล์ได้นั้น แสดงว่า IAA ต้องมีผลอย่างมากต่อการแบ่งเซลล์ของแคมเบี่ยม ออกซินยังมีผลต่อการขยายขนาด และการยืดตัวของเซลล์ ออกซินที่มีอยู่ในพืชจะเพียงพอต่อการยืดตัว หรือขยายขนาดของเซลล์ได้ตามปกติ การเพิ่มออกซินจากภายนอกเข้าไปอีก ไม่สามารถทำให้เกิดการยืดตัว หรือขยายขนาดเพิ่มขึ้นได้อีก แต่ถ้าพืชอยู่ในสภาพขาดออกซิเจน พืชนั้นจะตอบสนองต่อออกซินในปริมาณสูงควบคู่ไปกับการพัฒนาดังกล่าว เช่นในระหว่างการคลี่ของใบเฟิร์น (*Osmunda cinnamomea*) จะมีออกซินสูง และจะค่อย ๆ ต่ำลงเมื่อหยุดการคลี่ใบ

2. การติดผลและการเจริญเติบโตของผล เมื่อพืชเกิดการถ่ายละอองเกสร ไม่ว่าจะเกิดการปฏิสนธิหรือไม่ก็ตาม จะพบว่าปริมาณออกซินภายในรังไข่จะเพิ่มขึ้นอย่างมาก ออกซินที่เพิ่มขึ้นนี้ไม่ได้มาจากละอองเกสรตัวผู้ เนื่องจากละอองเกสรตัวผู้มีขนาดเล็กมาก และมีออกซินน้อย การที่ออกซินเพิ่มขึ้นอย่างมากในรังไข่ น่าจะเกิดจากรังไข่สร้างออกซินขึ้นมาใหม่ โดยได้รับการกระตุ้นจากสารบางอย่างที่มีอยู่ภายในละอองเกสรตัวผู้ เมื่อรังไข่มีออกซินมากขึ้น จึงทำให้ดอกนั้นไม่หลุดร่วง และสามารถพัฒนาต่อไปเป็นผลได้ เมื่อเกิดการปฏิสนธิก่อนที่ผลจะมีการขยายขนาดจะพบว่ามีออกซินภายในผลมาก ซึ่งทำให้ผลเจริญเติบโตเป็นปกติ ในช่วงนี้ถ้าผลขาดออกซิน จะทำให้ไม่เติบโต และหลุดร่วงได้ในที่สุด เมล็ดเป็นแหล่งของออกซินที่สำคัญแหล่งหนึ่ง จะสังเกตได้ว่าผลไม้ที่มีเมล็ดมาก จะมีผลขนาดใหญ่กว่าผลที่ไม่มีเมล็ด เช่น องุ่นพันธุ์ที่มีเมล็ด จะมีขนาดใหญ่กว่าองุ่นพันธุ์ที่ไม่มีเมล็ด ส่วนผลไม้ชนิดอื่น ๆ จะพบว่าถ้าคัพภะตายในระหว่างที่มีการพัฒนาของผล จะทำให้การเจริญเติบโตหยุดชงักลง ผลขยายขนาดต่อไปได้น้อยมาก และอาจหลุดร่วงก่อนถึงอายุ ผลไม้บางชนิดที่จัดเป็นผลกลุ่ม (aggregate fruits) หรือผลรวม (multiple fruits) เช่น น้อยหน่า ขนุน สตรอเบอรี่ ถ้าผลย่อยผลใดในผลไม่พัฒนา จะทำให้เกิดการบิดเบี้ยวของผลได้ เนื่องจากเกิดการเจริญเติบโตไม่เท่ากันภายในผล ในกรณีของผลสตรอเบอรี่ ถ้าดึงผลย่อย (achene) ออก จะทำให้เนื้อเยื่อบริเวณนั้นไม่พัฒนาแต่ถ้าใช้ IAA ทาที่บริเวณนั้น จะทำให้ผลพัฒนาต่อไปได้อย่างปกติ

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

3. การหลุดร่วง ออกซินมีผลยับยั้งการหลุดร่วงของใบ ดอก ผล ซึ่งผลของออกซินข้อนี้ตรงกันข้ามกับเอทธิลีน และ ABA ในสภาพปกติ พืชจะมีทั้งออกซิน เอทธิลีน และ ABA อยู่ด้วยกัน แต่ใบ ดอก หรือผล จะไม่หลุดร่วง เนื่องจากออกซินสามารถยับยั้งการทำงานของเอทธิลีน และ ABA จนกระทั่งเมื่อปริมาณออกซินลดลง หรือไม่สามารถเคลื่อนที่ไปยังจุดที่เกิดรอยแยก (abscission zone) ได้เพียงพอ จึงจะทำให้เกิดการหลุดร่วงได้ Nito และ Kuraishi (1979) ได้ศึกษาการหลุดร่วงของผลองุ่น Kyoho ที่ประเทศญี่ปุ่น พบว่าสาเหตุใหญ่ของการหลุดร่วงของผล เกิดเนื่องจากออกซินมีการกระจายตัวผิดปกติภายในช่อผล บริเวณปลายช่อมีออกซินปริมาณสูงกว่าตอนกลาง จึงทำให้ผลในบริเวณกลางช่อหลุดร่วงมาก และเหลือติดอยู่ที่ปลายช่อเท่านั้น เมื่อมีการตัดปลายช่อดอกทิ้งก่อนดอกบาน จะทำให้ผลบริเวณกลางช่อหลุดร่วงน้อยลง เนื่องจากมีการกระจายของออกซินอย่างสม่ำเสมอภายในช่อ นอกจากนี้ยังพบว่าการตัดปลายช่อดอก มีผลทำให้การเคลื่อนที่ของออกซินเข้าสู่ฐาน (basipetal transport) เกิดขึ้นมากกว่าเคลื่อนที่ออกจากฐาน (acropetal transport) จึงทำให้ออกซินในจุดที่เกิดรอยแยก มีมากพอที่จะป้องกันการหลุดร่วงได้

4. การยับยั้งการเจริญของตาข้าง (apical dominace) พืชส่วนใหญ่มีการเจริญขึ้นทางด้านบนโดยไม่มีการเจริญของตาข้าง (axillary buds) ตายอดและตาข้างของพืชเป็นแหล่งสร้างออกซิน แต่ออกซินที่สร้างขึ้นที่ตายอดส่วนหนึ่งจะเคลื่อนที่ลงมาทางด้านล่าง ทำให้ปริมาณออกซินภายในตาข้าง มีมากเกินกว่าที่ตานั้นจะเจริญออกมาได้ เนื่องจากออกซินความเข้มข้นสูงจะยับยั้งการเจริญของตา ดังนั้น ถ้าแหล่งสร้างออกซินในส่วนอื่นถูกทำลาย จะมีผลทำให้ปริมาณออกซินภายในตาข้างลดลง และสามารถเจริญเติบโตต่อไปได้ เช่น การตัดยอด การเด็ดใบทิ้ง หรือการใช้สารยับยั้งการเคลื่อนที่ของออกซิน เมื่อมีการใช้สารยับยั้งการเคลื่อนที่ของออกซินบางชนิดกับพืช เช่น คอลฟลูรีนอล (chlorflurenol), TIBA (2,3,5 - triiodobenzoic acid), MTPA (N - m - tolylphthalamic acid) จะทำให้ตาข้างที่อยู่ด้านล่างของตายอด เจริญเป็นกิ่งได้โดยไม่ต้องมีการตัดยอด เนื่องจากสารเหล่านี้ ยับยั้งการเคลื่อนที่ของออกซินจากปลายยอด ไม่ให้ลดมาทางด้านล่าง จึงทำให้ปริมาณออกซินในตาข้างลดลงจนเหมาะสมต่อการเติบโต นอกจากนี้ สารในกลุ่มไซโตไคนิน เช่น BAP (^{6}N - benzylaminopurine) ก็มีผลในการลบล้างอิทธิพลของออกซินที่ส่งลงมาจากตายอดได้ โดยสามารถกระตุ้นการเจริญของตาข้างโดยไม่ต้องมีการตัดยอด เมื่อมีการใช้สารนี้ทาที่ตาข้างของพืชก็จะสามารถกระตุ้นให้ตานั้นเจริญออกมาเป็นกิ่งใหม่ได้ ไม่ว่าจะมีการตัดยอดหรือไม่ก็ตาม

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

5. การเจริญเติบโตของราก ออกซินมีผลในการควบคุมการเจริญเติบโตของรากเป็นอย่างมาก ออกซินความเข้มข้นสูงสามารถกระตุ้นให้เกิดจุดกำเนิดราก แต่เมื่อเกิดจุดกำเนิดรากแล้ว พืชต้องการออกซินความเข้มข้นต่ำมาก ๆ เพื่อการเจริญของรากต่อไปเนื่องจากออกซินความเข้มข้นสูงมีผลยับยั้งการเจริญของราก ปลายรากพืชเป็นแหล่งสร้างออกซินที่สำคัญแหล่งหนึ่ง ปลายรากสร้างออกซินได้น้อยกว่าที่ปลายยอด แต่มีมากพอสำหรับการเจริญเติบโตของรากตามปกติ

6. การตอบสนองต่อสิ่งเร้า ออกซินมีผลทำให้ต้นพืชโค้งงอเข้าหาแสง และมีการโค้งงอหนีแรงดึงดูดของโลกได้ เมื่อต้นพืชได้รับแสงเพียงด้านใดด้านหนึ่ง จะทำให้ออกซินในด้านที่ถูกแสงนั้น เคลื่อนที่ทางด้านขวางไปยังด้านที่ไม่ถูกแสง จึงเกิดการขยายขนาดของเซลล์ในด้านที่ไม่ถูกแสงมากกว่าปกติต้นจึงโค้งงอเข้าหาแสงได้ ในกรณีของการโค้งงอหนีแรงดึงดูดของโลกก็อธิบายได้โดยเหตุผลเดียวกัน คือ เมื่อต้นนอนราบอยู่กับพื้น จะมีการเคลื่อนที่ของออกซินทางด้านขวาง ลงมาสะสมยังด้านล่าง จึงเกิดการโค้งงอขึ้นด้านบน ส่วนการเติบโตของรากนั้นเป็นไปในทางตรงกันข้าม นั่นคือ จะมีการโค้งงอหนีแสง และโค้งงอตามแรงดึงดูดโลก เนื่องจากเมื่อรากถูกแสง จะทำให้มีการเคลื่อนย้ายออกซินไปสะสมยังด้านที่ไม่ถูกแสงมากขึ้น การเติบโตของรากนั้นต้องการออกซินความเข้มข้นต่ำมาก เมื่อมีการสะสมของออกซินมากเกินไปในด้านใดด้านหนึ่ง จะทำให้การขยายขนาดของเซลล์เกิดได้น้อยลง ดังนั้นจึงเกิดการโค้งงอหนีแสงได้ ในทำนองเดียวกัน การโค้งงอเข้าสู่แรงดึงดูดของโลก ก็เป็นไปตามหลักการเดียวกันนี้

การใช้ประโยชน์จากออกซินทางการเกษตร

จากผลของออกซินที่มีต่อพืชในด้านต่าง ๆ กันดังได้กล่าวมาแล้ว จะเห็นได้ว่ามีแนวทางที่จะนำมาใช้ประโยชน์ในการควบคุมพืช ให้เกิดลักษณะที่ต้องการได้ โดยการใช้สารสังเคราะห์ที่มีผลคล้ายออกซิน ให้กับพืชในช่วงเวลาที่เหมาะสม เพื่อเปลี่ยนแปลงสมดุลของฮอร์โมนภายใน หรือเข้าไปมีผลทดแทนออกซินธรรมชาติโดยตรง นักวิจัยต่าง ๆ ได้พยายามหาทางใช้ประโยชน์ จากสารสังเคราะห์เหล่านี้ในการผลิตพืช จนกระทั่งในปัจจุบันสามารถใช้ประโยชน์ได้ในทางปฏิบัติ และยังมีอีกหลายกรณีที่ยังอยู่ในระหว่างการทดลองเพิ่มเติม และมีแนวทางที่จะนำมาใช้ประโยชน์ได้ในโอกาสต่อไป การใช้ประโยชน์จากออกซินทางการเกษตร มีแนวทางเป็นไปได้ในแง่ต่าง ๆ ดังนี้

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

1. เร่งการเกิดรากของกิ่งปักชำและกิ่งตอน ออกซินสามารถกระตุ้นการเกิดรากของกิ่งปักชำและกิ่งตอนของพืชได้หลายชนิด พืชบางชนิดมีจุดกำเนิดรากอยู่แล้ว และสามารถออกรากได้ง่าย เช่น ฤษีผสม ไทร ถ้ามีการใช้ออกซินกับพืชเหล่านี้ จะทำให้เกิดรากได้มากขึ้นและเร็วขึ้นกว่าปกติ แต่พืชบางชนิดออกรากได้ยาก เช่น มะม่วง มังคุด การใช้ออกซินอาจมีผลช่วยให้เปอร์เซ็นต์กิ่งที่เกิดรากมีมากขึ้น ในพืชเหล่านี้ สารที่นิยมใช้ในการเร่งรากของกิ่งปักชำและกิ่งตอน คือ IBA และ NAA โดยเฉพาะอย่างยิ่ง IBA เป็นสารที่แสดงผลของออกซินค่อนข้างต่ำ เคลื่อนย้ายได้ช้ามาก และสลายตัวได้เร็วพอประมาณซึ่งเป็นคุณสมบัติที่เหมาะสมในการเร่งการเกิดราก ส่วน NAA เป็นสารที่แสดงผลของออกซินสูง สลายตัวช้ากว่า และเคลื่อนที่ได้ดี ดังนั้น โอกาสที่จะเกิดพิษต่อพืช (phytotoxic) จึงมีมากกว่า IBA แต่ถ้าใช้ความเข้มข้นที่ไม่สูงเกินไป ก็สามารถเร่งการเกิดรากได้ดีเช่นกัน สารสังเคราะห์อื่น ๆ ในกลุ่ม chlorophenoxy acids เช่น 2,4-D ไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ประโยชน์เพื่อการนี้ เนื่องจากสารเหล่านี้แสดงผลของออกซินสูงมาก และช่วงความเข้มข้นที่เหมาะสมค่อนข้างแคบ โอกาสที่จะเกิดพิษ และทำให้พืชตายมีมาก และรากพืชที่เกิดจากการใช้สารกลุ่มนี้มักจะมีลักษณะผิดปกติ เช่น รากสั้น หนา และเป็นกระจุก

ตารางที่ 1 ผลของสาร IBA และ NAA ที่มีต่อการเกิดรากของกิ่งปักชำ และกิ่งตอนของพืชชนิดต่าง ๆ ในประเทศไทย

ชนิดพืช	วิธีการ	สาร	ความเข้มข้น (ppm)	เปอร์เซ็นต์กิ่งเกิดราก
มังคุด	การตอน	NAA	10,000	33
มะม่วง	การตอน	NAA	16,000	80
เฟื่องฟ้าขาว	ปักชำ	NAA	5,000	24
เฟื่องฟ้าแสด	ปักชำ	IBA	7,500	73
เฟื่องฟ้าสองสี	ปักชำ	IBA	5,000	80

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

ชนิดพืช	วิธีการ	สาร	ความเข้มข้น (ppm)	เปอร์เซ็นต์กิ่งเกิดราก
ลดาวัลย์	ปักชำ	NAA	5,000	50
แคฝรั่ง	ปักชำ	NAA	10,000	70
ช้องนาง	ปักชำ	NAA	7,500	79
ช่อม่วง	ปักชำ	NAA	5,000	26
เล็บครุฑ	ปักชำ	NAA	7,500	100
แสยก	ปักชำ	NAA	7,500	93
โมกบ้าน	ปักชำ	NAA	5,000	9
ลั่นทม	ปักชำ	IBA	7,500	41
ชวนชม	การตอน	IBA	6,000	95
เทียนหยด	ปักชำ	IBA	10,000	46
บานเช้า	ปักชำ	IBA	5,000	77
ใบนาก	ปักชำ	IBA	10,000	98
ชบาแดง	ปักชำ	IBA	10,000	70
เข็มแดง	ปักชำ	NAA	5,000	95
มะลิลา	ปักชำ	NAA	5,000	64
มะลิซ้อน	ปักชำ	IBA	10,000	73
ผกากรอง	ปักชำ	IBA	5,000	67
หูปลาช่อน	ปักชำ	IBA	5,000	100
Song of India	ปักชำ	NAA	5,000	63
อาโวกาโด	การตอน	IBA	20,000	30

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

2. เร่งการเกิดดอก ผลของออกซินในการเร่งการเกิดดอกยังไม่เด่นชัดนัก เคยมีรายงานว่า การใช้ NAA พ่นไปที่ต้นสับปะรด มีผลทำให้สับประรดออกดอกได้ ปัจจุบันยังไม่ทราบแน่ชัดว่า NAA มีผลโดยตรงต่อการออกดอกของสับประรด หรือมีผลกระตุ้นการสร้างเอทธิลีนภายในต้น และเอทธิลีนที่เกิดขึ้นจึงมีผลกระตุ้นการออกดอก ปัจจุบันการเร่งดอกสับปะรดส่วนใหญ่ใช้สารปลดปล่อยเอทธิลีน เช่น เอทีฟอน (ethephon) อย่างไรก็ตาม มีบางรายยังนิยมใช้สาร NAA ในการเร่งดอก เนื่องจากมีราคาถูกกว่าการใช้สารเอทีฟอน ส่วนพืชชนิดอื่น ยังไม่มีรายงานเด่นชัดว่าสารออกซินสามารถกระตุ้นการออกดอกได้

3. การเปลี่ยนเพศดอก ออกซินเป็นสารที่มีผลในการกระตุ้นการเจริญของเพศเมีย ในกรณีของพืชที่มีดอกเพศเมียและเพศผู้แยกกันอยู่ต่างดอก หรือต่างต้นกัน เช่น พืชตระกูลแตง พบว่าการใช้สาร NAA พ่นต้นแตงในระยะต้นกล้า มีผลทำให้เกิดการพัฒนาดอกเพศเมียได้มากและเร็วขึ้น การใช้สาร NAA ความเข้มข้น 100 ถึง 200 ppm กับช่อดอกมะม่วงในระยะที่เริ่มแทงช่อดอก มีผลทำให้สัดส่วนระหว่างดอกสมบูรณ์เพศต่อดอกเพศผู้ เพิ่มขึ้นประมาณ 3 เท่า นั่นคือ ทำให้เกิดดอกสมบูรณ์เพศมากขึ้น อย่างไรก็ตาม การใช้สาร NAA กับพืชบางชนิด เช่น เงาะ ลิ้นจี่ ในระยะดอกเริ่มบาน หรือบานครึ่งช่อแล้ว จะมีผลในการขงักการเจริญของเกสรตัวเมีย และกระตุ้นให้เกสรตัวผู้เจริญขึ้นมาแทน ซึ่งดอกเหล่านี้จะส่งละอองเกสรตัวผู้ ไปผสมกับดอกข้างเคียง ทำให้เกิดการติดผลได้

4. ป้องกันการร่วงของผล ออกซินเป็นสารที่มีผลยับยั้ง การสร้างรอยแยกที่ขั้วผล (abscission layer) จึงมีผลช่วยป้องกันการร่วงของผลได้ สารที่นิยมใช้ในการป้องกันการร่วงของผลได้แก่ NAA และ 2,4-D มีการทดลองกับพืชหลายชนิด พบว่าสารเหล่านี้สามารถป้องกันการร่วงของผลได้ดี เช่นการใช้สาร 2,4-D ความเข้มข้น 24 ppm สามารถป้องกันการร่วงของผลส้มได้ การใช้ NAA 100 ถึง 400 ppm กับลองกอง โดยการพ่นสารในระยะที่ผลเริ่มเปลี่ยนจากเขียวเป็นเหลือง สามารถป้องกันการร่วงของผลระหว่างการเก็บเกี่ยวและขนส่งได้ดี นอกจากนี้ ยังมีรายงานว่าการใช้ NAA ความเข้มข้น 10 ถึง 40 ppm ในระยะที่ผลมีอายุ 5-6 สัปดาห์ จะช่วยป้องกันการร่วงของผลก่อนเก็บเกี่ยวได้เช่นกัน

5. ขยายขนาดผล ออกซินมีผลช่วยในการขยายขนาดของผลไม้บางชนิดได้ เช่น สับปะรด การใช้ NAA ความเข้มข้น 100 ppm พ่นที่ผลสับปะรดในระยะที่กลีบดอกเริ่มแห้ง จะทำให้ผลมีขนาดใหญ่ขึ้นได้ ส่วนในพืชอื่น ๆ ยังไม่มีรายงานว่าออกซินช่วยในการเพิ่มขนาดผลได้

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

6. เพิ่มการติดผล ออกซินช่วยเพิ่มการติดผลของพืชบางชนิดได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งพืชที่มีหลายเมล็ด เช่น มะเขือเทศ มะเขือม่วง สารที่นิยมใช้เพิ่มการติดผลของพืชเหล่านี้คือ 4-CPA (4-chlorophenoxyacetic acid) โดยการพ่นสารนี้ในระยะดอกบาน โดยใช้ความเข้มข้นในช่วง 20 ถึง 50 ppm พืชชนิดอื่นที่มีเมล็ดเพียงเมล็ดเดียว มักไม่ตอบสนองต่อออกซินในแง่ของการติดผล ดังนั้น จึงไม่อาจใช้สารเหล่านี้เพื่อเพิ่มการติดผลได้

7. กำจัดวัชพืช ออกซินเป็นสารที่มีผลในการฆ่าพืชได้เมื่อใช้ในอัตราสูง ดังนั้น จึงมีการใช้สารที่มีผลของออกซินสูง เช่น 2,4-D เป็นสารกำจัดวัชพืชใบกว้างหลายชนิด ส่วนออกซินชนิดอื่นที่มีผลของออกซินต่ำกว่า ไม่นิยมนำมาใช้เป็นสารกำจัดวัชพืช เนื่องจากต้องใช้ความเข้มข้นสูงมากจึงจะสามารถทำให้พืชตายได้

จากประโยชน์ของออกซินที่กล่าวมานี้ ทำให้สามารถนำมาใช้ช่วยในการผลิตพืชได้อย่างกว้างขวาง และหากมีการวิจัยต่อไปในอนาคต ก็คาดว่าการใช้ประโยชน์จากสารกลุ่มนี้ จะมีมากขึ้น

สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชกลุ่มจิบเบอเรลลิน

จิบเบอเรลลิน (gibberellins) ค้นพบครั้งแรกในประเทศญี่ปุ่น เมื่อปี คศ.1926 โดยนักวิทยาศาสตร์ชาวญี่ปุ่นที่ศึกษาโรคของข้าวที่มีสาเหตุมาจากเชื้อ Gibberella fujikuroi พืชที่มีเชื้อนี้อยู่จะมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วและผิดปกติ เมื่อสกัดเอาส่วนของพืชที่เป็นโรคนี้ไปใส่ในพืชอื่นที่เป็นปกติ ก็จะเกิดอาการเช่นเดียวกัน จนกระทั่งปี ค.ศ. 1939 จึงได้ผลิตสารนี้จากพืชที่เป็นโรคในรูปของผลึกขึ้นในชื่อว่า Gibberellin การค้นคว้าเกี่ยวกับจิบเบอเรลลินในยุคแรก ๆ ของนักวิทยาศาสตร์ชาวญี่ปุ่นก้าวรุดหน้าไปอย่างเงียบ ๆ โดยที่นักวิทยาศาสตร์ในโลกตะวันตกไม่ทราบในเรื่องการค้นพบจิบเบอเรลลินมาก่อนเลย จนถึงปี คศ. 1950 นักวิทยาศาสตร์โลกตะวันตก จึงได้มีการศึกษากันอย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะในประเทศสหรัฐอเมริกา และอังกฤษ ทำให้มีการค้นพบจิบเบอเรลลิน จากพืชชั้นต่ำและพืชชั้นสูง อีกหลายชนิดด้วยกัน และจำนวน จิบเบอเรลลิน ที่ค้นพบในปัจจุบันมีไม่ต่ำกว่า 72 ชนิด ซึ่งชนิดที่ 72 นี้ ค้นพบในปี 1987

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

จิบเบอเรลลินทั้ง 72 ชนิดนี้มีโครงสร้างของโมเลกุลคล้ายกัน เพียงแต่การเรียงตัวของบางอะตอม แตกต่างกันเล็กน้อย ดังนั้น จิบเบอเรลลิน จึงมีชื่อเหมือนกันหมดคือ จิบเบอเรลลินเอ (gibberellin A) แล้วตามด้วยหมายเลขตั้งแต่ 1 ถึง 72 เช่น gibberellin A_1 (GA_1) gibberellin A_3 (GA_3) เมื่อเรียกจิบเบอเรลลิน โดยทั่วไปมักใช้คำย่อ คือ GA_3 แต่ถ้าระบุชนิดลงไป จะใช้หมายเลขตามอักษร GA เช่น GA_4, GA_7, GA_{72} คุณสมบัติในการกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืชของ GA_3 แต่ละชนิดจะแตกต่างกันไปเล็กน้อย สาร GA_3 ที่นิยมใช้ในปัจจุบันมี 3 ชนิด คือ GA_3 หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า KYOWA GA_4 และ GA_7 การผลิตสารเหล่านี้ในเชิงพาณิชย์ปัจจุบันทำได้โดยการเพาะเลี้ยงเชื้อราบางชนิดแล้วสกัดสารดังกล่าวออกมา จึงทำให้ต้นทุนการผลิตค่อนข้างสูงกว่าสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชชนิดอื่น ๆ

สาร GA_3 มีประสิทธิภาพอย่างมากในการกระตุ้น การยืดตัวของเซลล์ และการแบ่งตัวของเซลล์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพืชแคระ จะตอบสนองมากกว่าพืชปกติ นอกจากนี้ GA_3 ยังควบคุมกระบวนการต่าง ๆ ในพืช ดังนี้

1. การกระตุ้นการงอกของเมล็ดและตา เมล็ดหรือตาของพืชบางชนิดมีการพักตัวทำให้ไม่สามารถงอกได้ในสภาพปกติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งพืชที่มีถิ่นกำเนิดอยู่ในเขตหนาวการใช้ GA_3 จะช่วยทำลายการพักตัวของเมล็ดหรือตาพืชเหล่านี้บางชนิดได้ เช่น เมล็ดผักกาดหอม ส้ม องุ่น หัวมันผรั่ง หัวแกลดิโอลัส และยังใช้เร่งการแตกตาขององุ่นบางพันธุ์ได้

2. เพิ่มการติดผล มีการทดลองในประเทศไทยโดยใช้ GA_3 กับส้มเขียวหวานในระยะดอกบานพบว่าจะทำให้การติดผลมากขึ้น นอกจากนี้ GA_3 ยังช่วยในการติดผลของมะเขือเทศทำให้เกิดการติดผลได้โดยไม่ต้องมีการผสมเกสร แต่การใช้ GA_3 ช่วยการติดผลของมะเขือเทศนี้ยังไม่ได้ทำเป็นการค้า GA_3 ยังมีผลช่วยในการติดผลขององุ่นพันธุ์ที่ไม่มีเมล็ดบางพันธุ์ เช่น Thompson seedless และยังช่วยขยายขนาดของผลองุ่นได้อีกหลายพันธุ์ ทั้งทำให้ช่อผลยืดยาวขึ้นได้ นอกจากองุ่นแล้วพืชชนิดอื่น เช่น มะเขือเกือบทุกชนิด ส้มบางชนิด สามารถใช้ GA_3 เพื่อเพิ่มขนาดของผลได้เช่นกัน

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

3. เปลี่ยนเพศดอก พืชที่ตอบสนองต่อ GA_3 ได้ดีในกรณีนี้ คือพืชตระกูลแตง เช่น แตงกวา สควอช โดยมีผลทำให้เกิดดอกตัวผู้มากขึ้น ซึ่งเป็นประโยชน์สำหรับการปรับปรุงพันธุ์พืชและการผลิตเมล็ดพันธุ์

4. เร่งการเกิดดอก พืชหลายชนิดสามารถถูกกระตุ้นให้เกิดดอกได้โดยการใช้ GA_3 โดยเฉพาะอย่างยิ่งพืชที่มีลักษณะทรงพุ่มเป็นกระจุก (rosette) เช่นผักกาดหอม ผักกาดขาวปลี กระหล่ำปลี โดย GA_3 จะทำให้ลำต้นยืดยาวขึ้นมาและเกิดดอกได้ ไม้ดอกบางชนิดที่ต้องการอากาศเย็นในการออกดอก ก็อาจใช้ GA_3 เข้าช่วยได้ในกรณีที่อากาศไม่เย็นพอเพียงแต่ GA_3 ก็ยังมีผลยับยั้งการเกิดดอกของพืชได้อีกหลายชนิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งพวกที่เป็นไม้ยืนต้น และต้องการอากาศเย็นในการออกดอก เช่น มะม่วง ส้ม แอบเปิล

การใช้ประโยชน์ของ gibberellin ทางการเกษตร

1. fruit setting GA ช่วยเพิ่มการติดผลของผลไม้ที่ไม่มีเมล็ดให้สูงขึ้นได้ หรือทดแทนส่วนของเมล็ดในผล โดยการชักนำให้ผลนั้นไม่เกิดการติดเมล็ดขึ้น เช่น ผรั่ง ชมพู่ องุ่น มะเขือเทศ

2. increase fruit size GA ช่วยให้ผลที่ติดซึ่งมีขนาดเล็กให้เกิดการขยายใหญ่ขึ้นได้ เช่น apple ชมพู่ หรือช่วยให้องุ่นที่ไม่มีเมล็ดซึ่งขาดแหล่งของการสังเคราะห์ GA ที่จะมาช่วยในการเติบโตของผล ทำให้ผลนั้นสามารถเติบโตได้ตามปกติ

3. increasing fruit stem length GA ช่วยในการยืดช่อของพืชหลายชนิด เช่น องุ่น ลางสาด ลองกอง ทำให้ส่วนของก้านช่อขยายออก และมีช่องว่างระหว่างผลกว้างหรือใหญ่ขึ้น การเบียดกันของผล ภายในช่อจึงลดน้อยลง ยังผลให้การหลุดร่วงลดน้อยลง ผลที่พลอยได้มาคือขนาดของช่อผลใหญ่ขึ้น เนื่องจากการหลุดร่วงลดน้อยลง

4. flowering inhibition การออกดอกของไม้ผลยืนต้นจะถูกยับยั้งด้วย GA เนื่องจาก GA มีผลในการ promote vegetative growth เราสามารถยับยั้งการออกดอกของพืชหลายชนิดในช่วงฤดูกาลที่ไม่ต้องการ (ในฤดู) เพื่อให้มีโอกาสที่จะออกดอกในนอกฤดูได้ เช่น มะม่วง มะนาว โดยในมะนาวนั้นจะต้องใช้ในระยะก่อนที่จะมีการสร้างตาดอก (ในระยะที่ก่อนหรือเริ่มผลิยอดอ่อนใหม่)

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

5. bolting in long day plants การชักนำการออกดอก (bolting) ของ LDP (พืชวันยาว) สามารถทดแทนได้ด้วยอุณหภูมิต่ำ ซึ่งพืชกลุ่มนี้มักมีลักษณะเป็นแบบ rosette (มีปล้องสั้น ข้อจึงซ้อนกันถี่) เช่น ผักกาดหอม artichoke กะหล่ำดอก กระหล่ำปลี จากการทดลองที่กำแพงแสนกับผักกาดหอมห่อพบว่า สามารถชักนำให้ต้นมีการแทงช่อได้แม้ว่าสภาพอากาศจะมีอุณหภูมิไม่ต่ำเท่าที่ควรได้

6. sex expression อิทธิพลของ GA ที่มีต่อพืชอย่างหนึ่ง คือการชักนำให้เกิดความเป็นตัวผู้ (maleness) ในพืชหลายชนิด เช่น พวก cucurbits และมะม่วง การเพิ่มสัดส่วนของดอกเพศผู้บางส่วน อาจมีผลให้เกิดการผสมเกสรและมีการติดผลดีขึ้นได้ อย่างไรก็ตาม หากมีการใช้ทั้งต้นแล้ว ก็อาจก่อให้เกิดผลในทางตรงข้ามได้ เนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงเพศดอกเป็นดอกเพศผู้มากขึ้น การติดผลจึงย่อมลดลง

7. malting of barley จากการที่ GA มีส่วนช่วยให้เกิดการสังเคราะห์ RNA และ protein เพิ่มมากขึ้นนั้น แม้ว่าเมล็ด barley นั้นจะไม่มีชีวิตแล้วก็ตาม (embryo ตายไปแล้ว) ก็มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์ของข้าว malt ที่ได้สูงขึ้นด้วย

8. delay fruit ripening GA สามารถชักนำให้ผลไม่มีการแก่ตัว (senescence) หรือเกิดกระบวนการสุก (ripening process) ช้าลงได้ ทั้งนี้ อาจให้ได้ทั้งในระยะก่อนเก็บเกี่ยว หรือหลังเก็บเกี่ยวได้ ทำให้สามารถยืดอายุการเก็บรักษาเพื่อรอให้มีราคาได้ เช่น มะนาว

9. breaking dormancy พืชหัว หรือเมล็ดที่มีการพักตัวภายหลังการเก็บเกี่ยวช่วยระยะเวลาหนึ่งอาจเป็นลักษณะที่ไม่พึงประสงค์ GA มีบทบาททำหน้าที่ช่วยให้เมล็ดหรือหัวเหล่านั้นมีการงอกได้รวดเร็วขึ้นได้

10. correction of growth retardant effects ปัจจุบันได้มีการนำเอา growth retardants โดยเฉพาะสารพวก paclobutrazol มาใช้กับพืชหลายชนิด ซึ่งส่วนใหญ่คือมะม่วง และทุเรียน บังคับให้ต้นมะม่วงและทุเรียนมีการออกดอกก่อนหรือนอกฤดู สารกลุ่มนี้ไปยับยั้งกระบวนการสังเคราะห์ GA และมีผลตกค้างค่อนข้างยาวนาน ทำให้ต้นพืชขาดแคลนสาร GA โดยธรรมชาติ ซึ่งการให้ GA จากภายนอกจะเป็นวิธีการหนึ่งที่จะไปลดปัญหาดังกล่าวได้

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชกลุ่มไซโตไคนิน

ไซโตไคนิน ในปี ค.ศ. 1913 Haberlandt พบว่านอกเหนือจากออกซินแล้วยังมีฮอร์โมนอีกชนิดหนึ่งที่สามารถกระตุ้นให้เกิดการแบ่งตัวของเซลล์ได้ เขาทดลองใช้น้ำที่สกัดจากท่ออาหารของพืชใส่ลงในชิ้นส่วนมันฝรั่งที่เขาเพาะเลี้ยงอยู่ พบว่าน้ำสกัดดังกล่าวสามารถทำให้ชิ้นมันฝรั่งแบ่งตัวได้ ต่อมาในปี 1938 Bonner ได้สกัดกรดไขมันชนิดหนึ่งเรียกว่า traumatin ($C_{12}H_{20}O_4$) จากฝักถั่ว พบว่าเมื่อใส่สารนี้ลงบนฝักถั่วจะทำให้เกิดการแบ่งตัวของเซลล์มากขึ้นในปี ค.ศ. 1942 van Overbeek ก็พบว่าน้ำมะพร้าวประกอบด้วยฮอร์โมนสำคัญที่สามารถกระตุ้นการแบ่งเซลล์ของเนื้อเยื่อที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงได้

การค้นคว้าอย่างจริงจังเกี่ยวกับฮอร์โมน ส่งเสริมการแบ่งเซลล์เริ่มขึ้นจากการทดลองเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อของ Skoog (ค.ศ. 1948) ที่มหาวิทยาลัย Wisconsin สหรัฐอเมริกา เขาพบว่าเมื่อเลี้ยงเนื้อเยื่อในอาหารธรรมดา เนื้อเยื่อจะเจริญได้ภายในระยะเวลาที่จำกัดเท่านั้น แต่ถ้าเติมน้ำมะพร้าว หรือสารที่สกัดได้จากยีสต์ จะทำให้ระยะเวลาการเจริญของเนื้อเยื่อยาวขึ้น และจากการทดลองในลำดับต่อมาทำให้ทราบว่า DNA ของยีสต์สามารถกระตุ้นการแบ่งเซลล์ของเนื้อเยื่อได้ ต่อมาในปี ค.ศ. 1928 Skoog และ Miller ก็พบว่าสารที่ได้จากการสกัด DNA ของยีสต์ได้แก่สารที่มีชื่อว่า 6 - furfuryladenine เนื่องจากสารนี้สามารถเร่งการแบ่งเซลล์ของพืช โดยทั่วไปจึงเรียกสารนี้ว่า kinetin

นอกจาก kinetin แล้วยังมีสารชนิดอื่นที่มีคุณสมบัติคล้าย kinetin อีกหลายชนิด ตัวอย่างเช่น 6 - benzylamino purine ซึ่งสารดังกล่าวนี้เกิดขึ้นจากการสังเคราะห์ทางเคมี สารนี้มีชื่อเรียกกันอย่างกว้างขวางว่า Verdan สำหรับ kinetin และกลุ่มของสารอีกหลายชนิดที่มีคุณสมบัติทางสรีรคล้ายกัน ปัจจุบันนี้มีชื่อเรียกว่า ไซโตไคนิน

นอกจาก 6 - furfuryladenine จะเป็นฮอร์โมนที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติแล้ว Letham (คศ. 1964) ยังพบว่ามีไซโตไคนินในผลของลูกพลับด้วย แต่ในปริมาณเล็กน้อยไม่สามารถสกัดออกมาศึกษาได้ ในปีเดียวกันนี้เองเขาประสบความสำเร็จ ในการสกัดไซโตไคนินจาก เอนโดสเปร์มของเมล็ดข้าวโพด และเรียกสารที่สกัดได้นี้ว่า zeatin ซึ่งสารดังกล่าวนี้จัดว่าเป็นไซโตไคนินชนิดแรกที่สกัดได้จากพืชชั้นสูง

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

การใช้ประโยชน์ของไซโตไคนินทางการเกษตร

1. ใช้กระตุ้นการเจริญของกิ่งแขนง สารไซโตไคนินสามารถกระตุ้นให้ตาข้างของพืชเจริญออกมาเป็นกิ่งได้ จึงมีประโยชน์ในการควบคุมทรงพุ่ม ส่วนใหญ่ใช้กับไม้กระถางประดับ นอกจากนี้ยังใช้กระตุ้นตาที่นำไปขยายพันธุ์ด้วยวิธีติดตา (budding) ให้เจริญออกมาเป็นกิ่งใหม่ได้เร็วขึ้น โดยการทาสารที่ตาซึ่งติดสนิทดีแล้ว จะทำให้ตานั้นเจริญออกมาภายใน 7 - 14 วัน ภายหลังการให้สาร ไซโตไคนินที่นิยมให้ในกรณีนี้คือสาร BAP โดยนำมาผสมกับลาโนลิน (lanolin) เพื่อให้อยู่ในรูปครีมซึ่งสะดวกแก่การใช้

2. ชะลอการแก่ ไซโตไคนินโดยเฉพาะอย่างยิ่ง BAP สามารถชะลอการแก่ของพืชได้หลายชนิด เช่น ผักกาดหอมห่อ หอมต้น หน่อไม้ฝรั่ง บร็อกโคลี่ ขึ้นฉ่ายฝรั่ง (celery) โดยการพ่นสาร BAP ความเข้มข้นต่ำ ๆ บนใบพืชเหล่านี้ภายหลังเก็บเกี่ยว หรือจุ่มต้นลงในสารละลาย BAP โดยตรง จะมีผลทำให้ใบผักเหล่านี้คงความเขียวสดอยู่ได้นาน เป็นการยืดอายุการเก็บรักษาผักเหล่านี้ได้ นอกจากนี้ยังสามารถใช้ผสมลงในสารละลายที่ใช้ปักแจกัน เพื่อยืดอายุการปักแจกันของดอกคาร์เนชั่นได้ แต่อย่างไรก็ตามการใช้ BAP เพื่อยืดอายุผักดังกล่าวยังไม่เริ่มทำอย่างจริงจังในเชิงพาณิชย์ อาจเป็นเพราะว่าสารดังกล่าวมีราคาสูงเกินกว่าที่จะใช้ได้คุ้มค่าทางเศรษฐกิจ

สรีรวิทยาของไซโตไคนิน

นอกเหนือจากบทบาทในด้านการแบ่งเซลล์แล้ว cytokinin ยังแสดง physiological effects ต่าง ๆ อย่างกว้างขวางเมื่อให้ทางภายนอกกับพืชทั้งต้น เฉพาะชิ้นส่วนของเนื้อเยื่อหรือ organ ต่าง ๆ จากการให้ทางภายนอกและสามารถก่อให้เกิดผลในด้าน การเปลี่ยนรูป และ การชราภาพ ทำให้เชื่อว่ากระบวนการเหล่านี้อาจถูกควบคุมด้วยระดับของ endogenous cytokinin ด้วย ผลจากงานวิจัยที่ผ่านมาทำให้เข้าใจในเรื่องปฏิกริยาของ endogenous cytokinin ในพืชชั้นสูงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ทั้งนี้เนื่องจากความยากลำบากในการแยก และวัดปริมาณสารซึ่งมีอยู่ในระดับที่ต่ำมากในธรรมชาติ อีกทั้งยังขาดความรู้ในด้านกลไกการทำงาน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

ตำแหน่งที่เป็นจุดสังเคราะห์ (sites of production) และจุดที่เกิดปฏิกริยา (sites of action) รวมทั้งความสัมพันธ์ระหว่างส่วนที่ทำหน้าที่เหล่านี้ (inter - and/or intra - cellular compartmentations) อย่างไรก็ตาม physiological action ที่จะอธิบายต่อไปนี้เป็นผลสนองของพืชจากการใช้ cytokinin จากภายนอกและใช้หลักฐานการค้นพบ endogenous cytokinin เป็นส่วนร่วมในการอธิบาย ซึ่งมีลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

1. การเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานวิทยา ผลของ cytokinin ที่เด่นชัดมากที่สุดอย่างหนึ่งคือ redifferentiation ของการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชให้เกิดเป็นอวัยวะขึ้นใหม่ เมื่อนำมารวมกับ auxin แล้ว cytokinin สามารถแสดงผลในความสัมพันธ์เชิงปริมาณ (quantitative relationships) ในการควบคุม morphogenesis ได้อย่างมาก งานทดลองที่เรียกว่า classic ของ Skoog and Miller (1957) ได้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนของปริมาณ cytokinin/auxin (C/A) เกี่ยวกับ organ formation โดยใช้ tobacco pith tissue culture(โดยใช้ IAA ความเข้มข้น 2 mg 1^{-1} และ kinetin ระหว่าง 0.02 - 10 mg 1^{-1}) หากสัดส่วนของ C/A ต่ำ ผลที่ได้คือ มีการสร้างรากเป็นจำนวนมาก เมื่อค่อย ๆ เพิ่มสัดส่วนนี้ให้สูงขึ้น (เพิ่ม cytokinin) เนื้อเยื่อจะมีการเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็วและได้เซลล์ที่มีผนังบางขนาดใหญ่แต่ไม่มี differentiation เมื่อ kinetin เพิ่มสูงขึ้นมาอยู่ในระดับ 0.2 - 1.0 mg 1^{-1} ก้อนเนื้อเยื่อมีการสร้างตา (buds) จำนวนมากและตาเหล่านี้สามารถนำมาเลี้ยงเป็นต้นยาสูบที่สมบูรณ์ในสูตรอาหารที่เหมาะสมได้ เมื่อสัดส่วนนี้เพิ่มสูงขึ้นอีก ก้อนเนื้อเยื่อจะได้เป็น callus ที่เข็งแต่ไม่มี differentiation และหยุดการเจริญหรือถูกยับยั้งเมื่อระดับความเข้มข้นของ kinetin เพิ่มสูงถึง 10 mg 1^{-1}

อีกด้านหนึ่งที่เกี่ยวกับการควบคุม differentiation โดย endogenous cytokinin ที่มีการศึกษากันมากคือ เนื้อเยื่อจากส่วนของ crown gall ซึ่งเกิดจากเชื้อ bacteria ที่ชื่อ *Agrobacterium tumefaciens* เนื้อเยื่อนี้สามารถเจริญเติบโตได้ในอาหารโดยไม่ต้องมีการเติม auxin และ cyokinin เลย ซึ่งได้มีการพิสูจน์แล้วว่า crown gall tissue สามารถสร้างสาร cytokinin ได้ในปริมาณมาก (Weiler and Spanier, 1981)

2. การเพิ่มขนาดของเซลล์ cytokinin สามารถเพิ่มขนาดเนื้อเยื่อใบ (leaf disc) และเนื้อเยื่อของใบเลี้ยง (cotyledonary tissue) โดยการขยายขนาดของเซลล์ จากการใช้ leaf disc ของใบถั่วที่แช่ลอย (floating) ในสารละลาย kinetin เข้มข้น 5×10^{-4} M พบสามารถเพิ่มขนาดของ

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

เนื้อเยื่อนี้ได้ถึง 3 เท่าเมื่อเปรียบเทียบกับที่แช่ลอยในน้ำ ผลของการทดลองนี้ ได้นำมาใช้เป็นวิธีการหนึ่งของการทำ bioassay ด้วย สาร 2 - (3 - methyl - but - 2 - enylamino) purine - 6 - one ซึ่งเป็น cytokinin ที่สกัดจากน้ำมะพร้าวช่วยกระตุ้นให้มีการขยายตัวของเซล (cell expansion) อย่างมาก แต่ไม่มีผลในการชักนำให้เกิดการแบ่งเซลล์เลย cytokinin เมื่อนำมารวมกับ gibberellins พบว่า สารผสมนี้สามารถไปเปลี่ยนแปลงรูปร่างของใบได้อย่างเด่นชัด ทำให้เกิดข้อแนะนำว่า การพัฒนาของใบน่าจะเกิดจากการควบคุมของ gibberellin/cytokinin ratio (G / C ratio)

3. ชะลอการแก่ ผลที่แสดงออกเด่นชัดอย่างหนึ่งเมื่อให้ cytokinin กับใบพืช คือ ความสามารถในการชะลออัตราการสลายตัวของ chlorophyll และ protein ซึ่งเหตุการณ์เหล่านี้มักเกิดขึ้นพร้อม ๆ กับกระบวนการ senescence จากผลการทดลองปักชำใบให้เกิดรากที่ส่วนโคนของ petiole หรือการเกิดรากในใบที่ปักชำทำให้ใบเกิด senescence ช้าลง รวมทั้งผลจากการทำ bioassay จากส่วน root tip และ root exudate ทำให้เกิดแนวความคิดที่ฝังใจอยู่ว่า รากเป็นแหล่งที่มีการสังเคราะห์ cytokinin อย่างไรก็ตามหลักฐานโดยตรงเกี่ยวกับรากที่จะทำหน้าที่เป็นแหล่งผลิต cytokinin ยังไม่ปรากฏ จึงควรที่จะต้องระมัดระวังในสิ่งนี้ด้วย

4. เกิดการเคลื่อนย้ายของสาร cytokinin นอกจากการชะลอ senescence แล้วยังสามารถชักจูงให้มีการเคลื่อนย้ายสารต่าง ๆ มาสะสมยังจุดที่ให้ cytokinin นี้ หรืออีกนัยหนึ่งทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางของการเคลื่อนย้าย (center of mobilization) ในบริเวณที่ให้ cytokinin นี้พบว่ามีอัตราของ metabolism ที่สูงมาก ทำให้เชื่อว่าน่าจะเป็น metabolism เป็นตัวชักนำให้มีการเคลื่อนย้ายสารมายังส่วนนี้ ทำให้สามารถชะลอการเกิด senescence ได้

5. เพิ่มการเปิดของปากใบ cytokinin แสดงผลต่อ stomata ที่แยก (isolate) ออกมาต่างหากน้อยมาก แต่เมื่อให้สารนี้กับใบพืชทั้งใบโดยเฉพาะพืชในวงศ์หญ้า (Graminaceous crops) มีผลทำให้การคายน้ำ (transpiration) เพิ่มสูงขึ้น อันสืบเนื่องมาจากปากใบเปิดมากขึ้น ซึ่งในบางพืชอาจเพิ่มการเปิดของปากใบสูงขึ้นถึง 50 %

6. ทดแทนแสง cytokinin สามารถทดแทนแสงหรือมีปฏิกริยาร่วมกับแสงในหลายกระบวนการ เช่น การงอกของเมล็ด pigment synthesis และ chloroplast development ตัวอย่าง เช่น ในการงอกของเมล็ดผักกาดหอม (*Lactuca sativa*) นั้น ถูกควบคุมด้วยแสง (ควบคุมด้วย phytochrome pigment) เมล็ดไม่สามารถงอกได้ในที่มืด cytokinin สามารถทดแทนความต้องการแสงสีแดง (red light) สำหรับการงอกและยังทำหน้าที่สนับสนุนร่วมกับแสงด้วย

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชกลุ่มเอทธิลีน

เอทธิลีนเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนชนิดไม่อิ่มตัว ที่มีสถานะเป็นก๊าซที่อุณหภูมิปกติมีสูตรโมเลกุลเป็น C_2H_4 และมีน้ำหนักโมเลกุล 28 ในปี ค.ศ. 1900 Neljubow เป็นคนแรกที่พบว่า เอทธิลีนมีคุณสมบัติเป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช และอีก 50 ปีต่อมา Denny ได้แสดงให้เห็นว่า เอทธิลีนเร่งการเปลี่ยนสีเขียวเป็นสีเหลือง (degreen) ของผลส้มได้ และทำให้ผลส้มมีอัตราการหายใจเพิ่มขึ้น จากผลงานของ Denny ทำให้ทราบว่าเอทธิลีนเร่งการสุกของผลไม้ และเป็นสารที่ถูกปล่อยออกมาจากผลไม้ขณะที่ผลไม้กำลังสุก เอทธิลีนจึงถูกจัดว่าเป็นฮอร์โมนพืชที่ทำให้เกิดการสุกของผลไม้ และทำให้จำแนกผลไม้ออกเป็น 2 กลุ่มคือ climacteric และ non - climacteric fruits

เอทธิลีนเป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชตั้งแต่ระยะการเจริญเติบโต การพัฒนา การแก่ การสุก และการเสื่อมสภาพ ในดอกไม้และผลไม้ขณะเจริญเติบโตในช่วงของการแบ่งเซลล์จะมีอัตราการสังเคราะห์เอทธิลีนสูงมาก แต่ยังไม่ทราบสาเหตุแน่ชัดที่พืชมีอัตราการสังเคราะห์เอทธิลีนสูง หลังจากนั้นจะเป็นช่วงของการเพิ่มขนาดของเซลล์ และเริ่มแก่อัตราการสังเคราะห์เอทธิลีนจะค่อย ๆ ลดลง เมื่อผลไม้มีการเจริญเติบโตไปได้ประมาณครึ่งหนึ่ง (half - grown stage) จะมีการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีปรากฏขึ้น เช่น การเปลี่ยนสีผิว การให้เอทธิลีนจากภายนอกแก่ผลไม้ จะทำให้การเปลี่ยนแปลงเกิดได้เร็วขึ้นทั้งการเปลี่ยนสีผิว และการอ่อนตัวของผลไม้ (softening) เมื่อผลไม้มีระยะแก่เต็มที่ จะมีอัตราการสังเคราะห์เอทธิลีนเพิ่มขึ้นอีกครั้งหนึ่ง และเนื้อเยื่อของผลไม้มีความไวในการตอบสนองต่อเอทธิลีนเปลี่ยนไป ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากการกระตุ้นของเอทธิลีน เรียกปรากฏการณ์นี้ว่าเป็นการสุกของผลไม้ และเอทธิลีนทำหน้าที่เป็นฮอร์โมนที่ทำให้เกิดกระบวนการสุกของผลไม้

การที่จัดเอทธิลีนว่าเป็นฮอร์โมน เนื่องจากเอทธิลีนมีคุณสมบัติในการออกฤทธิ์ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลง กับพืชได้ในปริมาณที่น้อยมาก และเนื้อเยื่อพืชสามารถสังเคราะห์เอทธิลีนได้ นอกจากนั้นการออกฤทธิ์ของเอทธิลีนในเนื้อเยื่อพืชยังเกิดลักษณะการเสริมกัน (synergism) หรือเกิดการขัดกัน (antagonism) กับฮอร์โมนพืชชนิดอื่น ๆ ได้อีกด้วย

เอทธิลีนเป็นฮอร์โมนพืชชนิดเดียวที่อยู่ในรูปก๊าซ แต่มีผลมากมายต่อการเติบโตของพืช พืชสามารถสร้างเอทธิลีนได้มากโดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงที่ผลไม้ใกล้สุก ก่อนการหลุดร่วงของใบและก่อนการออกดอกของพืชบางชนิด เอทธิลีนมีหน้าที่ควบคุมการแก่ของพืช ดังนั้น

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

ช่วงใดก็ตามถ้ามีเอทธิลีนมากจะเป็นการเร่งให้พืชแก่ได้เร็วขึ้น เอทธิลีนมีประโยชน์ในการเกษตรอย่างมาก แต่เนื่องจากสารนี้อยู่ในรูปก๊าซจึงทำให้การใช้ประโยชน์ค่อนข้างจำกัด จึงได้มีการค้นคว้าหาสารรูปอื่นซึ่งเป็นของแข็งหรือของเหลว แต่สามารถปลดปล่อยก๊าซเอทธิลีนออกมาได้ จนในที่สุดพบว่าสาร ethephon (2 - chloroethylphosphonic acid) มีคุณสมบัติดังกล่าว จึงได้นำมาใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวางจนถึงปัจจุบัน ประโยชน์ของเอทธิลีนที่นำมาใช้ทางเกษตรมี ดังนี้

1. เร่งการสุกของผลไม้ ผลไม้เมื่อแก่จัด และเข้าสู่ระยะการสุกจะมีการสร้างเอทธิลีนขึ้นมาซึ่งเอทธิลีนที่ผลไม้สร้างขึ้นนั้นเป็นตัวการสำคัญในการกระตุ้นให้ผลไม้สุก ดังนั้นถ้ามีการให้สารเอทธิลีนในระยะที่ผลไม้แก่จัดแต่ยังไม่สุก ก็จะมีผลเร่งให้เกิดการสุกได้เร็วขึ้น การบ่มผลไม้โดยการใช้ก๊าซเอทธิลีนโดยตรงมักจะทำได้ยาก เนื่องจากต้องสร้างห้องบ่มที่ปิดสนิทป้องกันอากาศถ่ายเท ซึ่งต้องมีการลงทุนสูง ชาวสวนในประเทศไทยนิยมใช้ถ่านก๊าซ (calcium carbide) ในการบ่มผลไม้แทนก๊าซเอทธิลีน โดยการใช้ถ่านก๊าซห่อกระดาษแล้ววางไว้กลางเข่ง ที่บรรจุผลไม้เมื่อผลไม้คายน้ำออกมาไอน้ำจะทำปฏิกิริยาเคมีกับถ่านก๊าซ เกิดเป็นก๊าซอะเซทิลีน (acetylene) ซึ่งมีสูตรโครงสร้าง และคุณสมบัติคล้ายก๊าซเอทธิลีน จึงทำให้ผลไม้สุกได้เช่นกัน ผลไม้ที่บ่มด้วยก๊าซชนิดนี้และได้ผลดีคือ มะม่วง กล้วย ละมุด เป็นต้น นอกจากเอทธิลีนจะเร่งการสุกของผลไม้แล้วยังมีผลเร่งการแก่ของผลไม้บนต้นได้เช่นกัน ยกตัวอย่างการใช้ ethephon กับเงาะ องุ่น ลองกอง มะเขือเทศ ในระยะที่ผลแก่จัดแต่ยังไม่เปลี่ยนสี จะทำให้ผลเปลี่ยนสีได้เร็วขึ้น และสม่ำเสมอมากขึ้น สามารถเก็บเกี่ยวได้พร้อม ๆ กัน

2. เร่งการเกิดดอก เอทธิลีนสามารถเร่งการเกิดดอกของพืชบางชนิดได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่เห็นได้ชัดคือ การใช้ถ่านก๊าซ หรือ ethephon เร่งการเกิดดอกของต้นสับปะรด ปัจจุบันใช้กันอย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรมการผลิตสับปะรดกระป๋อง ส่วนในพืชอื่นเช่นมะม่วง ลิ้นจี่ ก็เคยมีรายงานเช่นกันว่าการใช้ ethephon สามารถเร่งการเกิดดอกของพืชดังกล่าวได้ แต่ในประเทศไทยยังไม่มีการทดลองยืนยันในเรื่องนี้

3. ทำลายการพักตัวของพืช สารในกลุ่มเอทธิลีนสามารถทำลายการพักตัว ของหัวมันฝรั่ง แกลดิโอลัส และพืชหัวอีกหลายชนิด ทำให้งอกได้เร็วและสม่ำเสมอมากขึ้น พืชหัวเหล่านี้โดยปกติจะต้องนำไปเก็บไว้ในที่อุณหภูมิต่ำ ระยะหนึ่งก่อนนำไปปลูกจึงจะงอกได้ การใช้สารเอทธิลีนกระตุ้นการงอกจึงมีประโยชน์ในการย่นระยะเวลา ทำให้นำหัวพืชไปปลูกต่อได้เร็วขึ้น

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

4. ใช้ในการปลิดผล เอทธิลีนมีผลต่อการหลุดร่วงของใบ ดอก ผล ดังนั้นจึงอาจใช้ประโยชน์ข้อนี้ในการปลิดผลไม้บางชนิดในกรณีที่ติดผลมากเกินไป โดยใช้สาร ethephon พ่นไปยังต้นในขณะที่ผลยังอ่อนอยู่ แต่การปลิดผลโดยใช้สาร ethephon อาจเกิดผลเสียได้ง่ายเนื่องจากผลที่เราต้องการเก็บไว้อาจหลุดร่วงได้เช่นกัน การใช้ ethephon กับเงาะพันธุ์สีชมพูในระยะที่แก่จัดพร้อมที่จะเก็บเกี่ยว จะทำให้ผลร่วงได้ภายหลังการให้สาร 2 - 3 วัน โดยไม่ต้องใช้เครื่องมือเก็บเกี่ยว นอกจากนี้ยังมีผลลดความเหนียวของขั้วผลในพืชหลายชนิด เช่น ส้ม เชอรี่ แอบเปิล ทำให้เก็บเกี่ยวได้ง่ายขึ้น ในประเทศไทยเคยมีการทดลองใช้ ethephon พ่นต้นท้อเพื่อให้ใบร่วงและเข้าสู่ระยะพักตัวเร็วขึ้น

เอทธิลีนหรือ ethephon ยังมีประโยชน์ในด้านอื่น ๆ อีก เช่น เร่งการไหลของน้ำยางพารา เพิ่มปริมาณน้ำยางมะละกอเพื่อการผลิตปาเปน (papain) ช่วยในการลงหัวของหอมหัวใหญ่ เร่งการเกิดรากของพืชหลายชนิด ลดความสูงหรือลดการยืดตัวของต้นพืชบางชนิดเช่น มันเทศ พิทูเนีย บางชื่น ทำลายการพักตัวของตาองุ่น และกระตุ้นการงอกของเมล็ดพืชหลายชนิด อย่างไรก็ตามในบางกรณีที่พืชสร้างเอทธิลีนหรือได้รับเอทธิลีนโดยบังเอิญในบางช่วงของการเจริญเติบโตอาจก่อให้เกิดผลเสียที่ไม่ต้องการได้เช่นกัน ดังในกรณีต่อไปนี้

1. ใบร่วง พืชที่ได้รับเอทธิลีนในปริมาณมาก เช่น ถูกรมด้วยควันไฟเป็นเวลานานจะทำให้ใบร่วงได้ เนื่องจากในควันไฟมีเอทธิลีนเป็นองค์ประกอบ ในบางสภาวะที่พืชอยู่ในสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม เช่น น้ำท่วม แล้งจัด หรือถูกรบกวนจากแมลง โรค หรือพืชได้รับการกระทบกระเทือนและเกิดบาดแผล สภาพเหล่านี้จะส่งเสริมให้พืชสร้างเอทธิลีนขึ้นมามากผิดปกติ และจะทำให้ใบร่วงได้เช่นกัน

2. ผลสุกเร็วเกินไป ผลไม้บางชนิดที่ใช้บริโภคผลดิบเช่นมะม่วงมัน ถ้าเก็บไว้เพียงไม่กี่วันก็จะเกิดการสุกและขายได้ราคาต่ำลง การสุกของผลในกรณีนี้เป็นสิ่งที่เราไม่ต้องการให้เกิดขึ้น เช่นเดียวกับกรณีที่ต้องการเก็บผลไม้บางชนิด ให้อยู่ในสภาพดิบเป็นเวลานานเพื่อประโยชน์ในการขนส่งไปจำหน่ายไกล ๆ เช่นส่งไปต่างประเทศ การสุกของผลเกิดขึ้นจากการที่ผลไม้สร้างเอทธิลีนขึ้นมา ดังนั้นถ้าสามารถกำจัดเอทธิลีนออกไปได้ ก็จะสามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลไม้เหล่านี้ให้อยู่ในสภาพดิบได้เป็นเวลานานขึ้น

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

3. การเหี่ยวของดอกไม้ ดอกไม้ที่ได้รับการผสมเกสรแล้วจะพบว่ากลีบดอกเหี่ยวอย่างรวดเร็ว เนื่องจากในช่วงนั้นดอกไม้จะสร้างเอทธิลีนขึ้นมามากกว่าปกติ ในกรณีไม้ตัดดอกก็เช่นกัน เมื่อตัดดอกจากต้นแล้วจะเกิดการสร้างเอทธิลีนขึ้นมาอย่างมากมายที่บริเวณรอยตัดซึ่งมีผลทำให้กลีบดอกเหี่ยว ท่อน้ำในบริเวณก้านดอกใกล้รอยตัดเกิดการอุดตัน ดังนั้นอายุการปักแจกันของดอกไม้จึงสั้น

คุณสมบัติบางประการและวิธีการใช้ PGR ในกลุ่มเอทธิลีน

1. อะเซทิลีน (acetylene) เป็นก๊าซที่เกิดขึ้นจากปฏิกริยา ระหว่างถ่านก๊าซ (calcium carbide) และน้ำ ก๊าซที่เกิดขึ้นเป็นก๊าซไม่มีสี กลิ่นหอม ติดไฟได้ง่าย ดังนั้นการใช้ก๊าซนี้จึงต้องระมัดระวัง ส่วนใหญ่ใช้ในการบ่มผลไม้ และในอดีตมีการใช้ถ่านก๊าซเพื่อเร่งดอกสับปะรดในประเทศไทย ซึ่งปัจจุบันนี้ยังใช้อยู่ในบางประเทศ ถ่านก๊าซมีลักษณะเป็นก้อนแข็งคล้ายหิน แต่ถ้าทำปฏิกริยากับน้ำแล้วจะปลดปล่อยก๊าซอะเซทิลีนออกมาแล้ว จะเปลี่ยนไปอยู่ในสภาพผงสีเทาซึ่งไม่สามารถนำมาใช้ได้อีก

2. ethephon (2 - chloroethylphosphonic acid) เป็นสารที่สามารถปลดปล่อยก๊าซเอทธิลีนออกมาได้ ethephon บริสุทธิ์ลักษณะเป็นสารกึ่งแข็งคล้ายขี้ผึ้ง สีขาว ละลายได้ทั้งในน้ำและแอลกอฮอล์ เป็นสารที่ไม่ระเหย และไม่ติดไฟ ผลิตออกมาจำหน่ายโดยมีชื่อการค้าต่าง ๆ กัน เช่น อีเทรล (Ethrel®) ซีฟา (Cepha®) อีเทรล ลาเท็กซ์ (Ethrel® Latex) สารที่ผลิตออกมามีทั้งรูปสารละลาย และรูปครีม (paste) โดยมีความเข้มข้นต่าง ๆ กันไป การให้สาร ethephon กับพืชในรูปสารละลายทำได้โดยการพ่นให้ทั่วต้นหรือพ่นเฉพาะจุดที่ต้องการ สารสามารถแทรกซึมและเคลื่อนย้ายไปในพืชได้โดยผ่านทางท่ออาหาร จึงสามารถเคลื่อนที่จากใบแก่ไปยังยอดอ่อน ดอก และผลได้ การให้สาร ethephon ในรูปครีมซึ่งใช้เฉพาะในการเร่งการไหลของน้ำยางพารา ทำได้โดยใช้แปรงจุ่มสารนี้แล้วทาที่ใต้รอยกรีด จะทำให้ปริมาณน้ำยางต่อการกรีด 1 ครั้งมากขึ้น ethephon ใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวางในการเร่งดอกสับปะรดให้ออกพร้อม ๆ กัน เพื่อความสะดวกในการเก็บเกี่ยวผลและการดูแลรักษา นอกจากนี้ยังใช้เร่งสี และเร่งการแก่ของผลมะเขือเทศสำหรับแปรรูปเพื่อความสะดวกในการเก็บเกี่ยวเช่นกัน เกษตรกรหลายรายในประเทศไทยใช้

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

สาร ethephon ในการบ่มผลไม้ เช่น กล้วย ละมุด ซึ่งทำให้ผลสุกเร็วขึ้น และสุกพร้อมกันทั้งหมด ethephon จัดว่าเป็นสารมีพิษระดับปานกลาง และถ้าเข้าไปอยู่ในร่างกายของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม จะถูกขจัดออกมาจากร่างกาย อย่างรวดเร็วภายใน 3 วัน

ethephon จะคงตัวอยู่ได้โดยไม่สลายเมื่ออยู่ในสภาพกรดจัด และจะเริ่มสลายตัวให้ก๊าซเอทธิลีนเมื่อมีความเป็นด่างมากขึ้น ดังนั้นสารที่ผลิตออกมาจำหน่ายจึงใช้กรดเข้มข้นเป็นตัวทำละลาย ซึ่งถ้านำมาผสมน้ำจะทำให้ความเป็นด่างเพิ่มขึ้น และเริ่มสลายตัวอย่างรวดเร็วจึงไม่ควรนำ ethephon มาผสมน้ำทิ้งไว้นานเกิน 24 ชั่วโมง ควรผสมสารในปริมาณที่พอเหมาะแก่การใช้ในแต่ละครั้ง และรีบใช้ให้หมดภายในวันเดียวกัน การใช้ ethephon จะต้องทำด้วยความระมัดระวังเป็นพิเศษ อย่าให้สารละลายเข้มข้นสัมผัสกับผิวหนัง หรือตา เนื่องจากกรดที่ใช้เป็นตัวทำละลายสามารถก่อให้เกิดอันตรายได้ กรดดังกล่าวยังมีผลในการกัดกร่อนภาชนะโลหะที่ใช้พ่นสาร (ถังฉีดยา) ดังนั้นเพื่อหลีกเลี่ยงความเสียหายดังกล่าว จึงควรใช้ภาชนะชนิดอื่นแทนโลหะ

ความสัมพันธ์ของเอทธิลีนกับสารควบคุมการเจริญเติบโตชนิดอื่น ๆ

1. ออกซิน เป็นฮอร์โมนที่มีความสำคัญต่อการสร้างเอทธิลีน ซึ่งความสัมพันธ์สรุปได้ดังนี้

1. ออกซินกระตุ้นให้มีการสร้างเอทธิลีนมากขึ้น และการสร้างเอทธิลีนจะต้องมีออกซินอยู่ตลอดเวลา

2. เอทธิลีนยับยั้งการสร้างออกซิน โดยมีผลยับยั้งการเปลี่ยน tryptophan ไปเป็น IAA

3. ออกซินมีผลขัดขวางการทำงานของเอทธิลีน เช่น เอทธิลีนกระตุ้นการหลุดร่วงและขราภาพของพืช แต่ออกซินจะขัดขวาง

4. เอทธิลีนขัดขวางการทำงานของออกซิน เช่น ออกซินส่งเสริมให้เกิดการยืดตัวของเซลล์ แต่เอทธิลีนจะขัดขวาง ทำให้เซลล์ไม่ยืดตัวในกรณีที่มีเอทธิลีนมาก

5. เอทธิลีนขัดขวางการเคลื่อนย้ายออกซิน

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

2. จิบเบอเรลลิน มีผลเล็กน้อยต่อการสร้างเอทธิลีน โดยมีผลค่อนข้างจำเพาะเจาะจงต่อพืช ในบางกรณีจิบเบอเรลลินกระตุ้นให้มีการสร้างเอทธิลีนเพิ่มขึ้น แต่บางกรณีจิบเบอริลลิน ไม่มีผลต่อการสร้างเอทธิลีน และบางกรณีมีผลลดการสร้างเอทธิลีน

3. ไซโตไคนิน มีผลเพิ่มการสร้างเอทธิลีนได้ในหลายพืช แต่มีอิทธิพลน้อยกว่าออกซิน นอกจากนี้ไซโตไคนินยังมีผลในทางสนับสนุนการทำงานของเอทธิลีน โดยไปขัดขวางกระบวนการสลายตัวของออกซิน ทำให้ออกซินคงสภาพได้นานขึ้น ทำให้ออกซินไปกระตุ้นการสร้างเอทธิลีนได้มากขึ้น

4. abscisic acid (ABA) กระตุ้นการสร้างเอทธิลีนในใบ และผลของพืชบางชนิด แต่ผลดังกล่าวน้อยมากเมื่อเทียบกับผลของออกซิน ABAมีผลกระตุ้นการหลุดร่วงของอวัยวะพืชได้ และสามารถกระตุ้นการสร้างเอทธิลีนได้ แต่ทั้ง 2 กระบวนการนี้แยกกัน ABA อาจมีผลยับยั้งการสร้างเอทธิลีนได้ในบางพืช เช่น ในเมล็ดถั่วลิสง ต้นกล้าถั่วเหลือง แต่มีผลยับยั้งเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

5. สารชะลอการเจริญเติบโต สารในกลุ่มนี้ยับยั้งการสร้างเอทธิลีน สารชะลอการเจริญเติบโตมีผลในการลดการสร้างเอทธิลีนได้ อาจเป็นเพราะว่าต้นพืชที่ได้รับสารชะลอการเจริญเติบโตส่วนใหญ่จะมีออกซินน้อยกว่าปกติ ซึ่งออกซินมีส่วนสำคัญในการควบคุมการสร้างเอทธิลีน ดังนั้นผลของสารชะลอการเจริญเติบโต ที่มีต่อการสร้างเอทธิลีนจึงเป็นผลทางอ้อม

เอทธิลีนในสภาวะเครียด (strees ethylene)

การสร้างเอทธิลีนในพืชจะเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา แต่ในบางกรณี เช่น ถูกทำลายด้วยโรค แมลง พืชได้รับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไป เช่น แห้งแล้งจัด น้ำท่วม การขนส่งผลไม้ที่ไม่ระมัดระวังทำให้เกิดบาดแผล หรือ แม้แต่เมื่อพืชเกิดการถ่ายละอองเกสร สภาพดังกล่าวพืชจะมีการสร้างเอทธิลีนมากผิดปกติ เอทธิลีนที่เกิดจากสาเหตุเหล่านี้เรียกรวม ๆ ว่า wound ethylene ในปัจจุบันเรียกว่า stress - induce ethylene หรือเรียกสั้น ๆ ว่า stress ethylene เอทธิลีนที่เกิดขึ้นนี้จะเหมือนกับที่พืชสร้างตามปกติ และแสดงผลต่อพืชได้เช่นเดียวกัน แต่ปริมาณที่สร้างจะมากกว่าในสภาพปกติมาก การที่พืชสร้างเอทธิลีนขึ้นมาเพื่อความอยู่รอดของพืช เป็นระบบควบคุมการเจริญเติบโตที่พืชสร้างขึ้นเอง

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

ผลของเอทธิลีนต่อพืช

1. การพักตัว (dormancy) ในเมล็ดพืชหลายชนิดที่มีการพักตัว เอทธิลีนสามารถทำลายการพักตัวได้ ไม้ตอกประเภทหัวหลายชนิด เช่น ทิวลิป แกลดิโอลัส การให้เอทธิลีนในช่วงระยะเวลาที่เหมาะสมทำให้มีการออกดอกที่เร็วขึ้น โดยจะไปกระตุ้นให้มีการเจริญของยอดและราก ซึ่งกลไกของเอทธิลีนที่ทำลายการพักตัวของไม้หัวประเภทนี้ยังไม่เป็นที่เข้าใจ ในมันฝรั่งการออกยอด (sprouting) ที่เกิดโดยเอทธิลีนมีผลทำให้พืชมีการหายใจที่เพิ่มขึ้น และมีการเคลื่อนย้ายของคาร์โบไฮเดรท ซึ่งการเคลื่อนย้ายของคาร์โบไฮเดรทเกี่ยวข้องกับการย่นระยะเวลาการพักตัวและทำให้พืชพวกหัวออกดอกได้เร็วขึ้น

2. การเจริญเติบโตของลำต้น (shoot growth) เอทธิลีนมีผลต่อการเจริญเติบโตของลำต้น 3 ทาง คือ ทำให้เกิดการยืดยาว การบวม และการเติบโตที่มีทิศทางใหม่ ในพืชที่เจริญในน้ำหลายชนิด เช่น ข้าว และ star - wort จะเจริญได้เร็วมากขึ้น ถ้าได้รับเอทธิลีน หรือถ้าเกิดน้ำท่วมพืชเหล่านี้จะมีการยืดยาวของปล้องได้พ้นผิวน้ำ นอกจากนี้การให้สาร $AgNO_3$ สามารถยับยั้งการยืดยาวของปล้องพืชที่อยู่ในสภาพน้ำท่วมได้ ในสภาพที่น้ำท่วมจะมีการสร้างเอทธิลีนที่มากในช่องว่างระหว่างเซลล์ (intercellular) จากนั้น เอทธิลีนเหล่านี้จะเคลื่อนที่ไปสู่บริเวณที่เหนือน้ำแล้วแพร่ออกสู่อากาศภายนอก เพื่อเป็นการรักษาให้เอทธิลีนต่ำอยู่เสมอ

การให้เอทธิลีนแก่พืช จะทำให้พืชมีการเจริญเติบโตลงด้านล่าง หรือมีใบบิดเป็นเกลียว ซึ่งลักษณะนี้เรียกว่า epinasty ซึ่งเกิดจากการแพร่กระจายของออกซิน อันเนื่องมาจากเอทธิลีนในด้านส่วนบนมีมาก ทำให้พืชเกิดการโค้งหรือบิดของกิ่งและใบ การเกิด epinasty เป็นสัญญาณบอกให้ทราบว่ามีพืชกำลังอยู่ในสภาวะเครียด

ในพืชทั่ว ๆ ไป เอทธิลีนจะมีผลยับยั้งการยืดตัวของเซลล์ แต่พืชจะดูดน้ำจากลำต้นได้เหมือนเดิม ลักษณะดังกล่าวทำให้พืชเกิดการบวมขึ้นได้ ซึ่งอาการบวมสามารถเกิดขึ้นได้ในทุกส่วน เช่น ปลายยอด ราก ฐานใบของพืชหัว ปลาย stolon ซึ่งคุณสมบัติข้อนี้เองสามารถนำมาใช้เพิ่มผลผลิตของพืชหัว (bulb และ tuber) ได้

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

3. การเกิดและพัฒนาของราก (root initiation and differentiation) เอทธิลีนความเข้มข้นต่ำ สามารถชักนำให้เกิดรากได้ แต่ถ้าความเข้มข้นสูงจะยับยั้งการเติบโตของราก นอกจากนี้เอทธิลีนยังกระตุ้นการเกิดรากได้จากส่วนต่าง ๆ ของพืช เช่น จากใบ ต้น หรือก้านดอก เอทธิลีนสามารถกระตุ้นการเจริญของขนรากได้

ออกซินมีผลในการกระตุ้นการเกิดราก และกระตุ้นการสร้างเอทธิลีนด้วย แต่เชื่อว่าการเกิดรากของพืชเนื่องจากการให้ออกซินคงไม่ใช่เป็นเพราะออกซินกระตุ้นให้เกิดเอทธิลีน แล้วเอทธิลีนจึงแสดงผลการเกิดราก ออกซินน่าจะมีผลเกี่ยวข้องกับการเกิดรากได้โดยตรงมากกว่า

4. การเกิดดอกและแสดงเพศดอก (flower induction and sex expression) ในสับปะรดเอทธิลีน หรือสารปลดปล่อยเอทธิลีนสามารถกระตุ้นการออกดอกได้ นอกจากนี้ในมะม่วงการรมควันสามารถกระตุ้นการออกดอกได้เช่นเดียวกัน แต่ปัจจุบันยังไม่ทราบกลไกที่ชัดเจนของเอทธิลีนในการออกดอกของพืชกลุ่มนี้ แต่เอทธิลีนก็สามารถยับยั้งการออกดอกของพืชบางชนิด เช่น การให้เอทธิลีนแก่ *Pharbitis nil* ในสภาพวันยาวจะป้องกันการออกดอกได้

เอทธิลีนมีผลในการเปลี่ยนแปลงของพืชหลายชนิด โดยเฉพาะในพืชตระกูลแตง (Cucurbitaceae) การให้ $AgNO_3$ หรือ AVG สามารถชักนำให้เกิดดอกเพศผู้บนแตงกวาสายพันธุ์เพศเมียได้

5. การผสมเกสร (pollination) ในไม้ดอกทั่ว ๆ ไปภายหลังการผสมเกสรจะมีการสร้างเอทธิลีนที่มาก และทำให้เกิดการเหี่ยวของดอกอย่างรวดเร็ว มีรายงานทดลองที่เสนอว่าตัวกระตุ้นการผสมเกสร (pollination stimulus) คือ ออกซิน ซึ่งจะพบมากในละอองเกสร แต่พบว่าออกซินไม่สามารถเคลื่อนที่ใน stigma ได้ ในช่วงต่อมาพบว่าในละอองเกสรมี ACC อยู่ ทำให้สันนิษฐานว่า ACC อาจจะเป็นตัวกระตุ้นให้พืชตอบสนองต่อการผสมเกสร ในพืชบางชนิด เช่น ดาวกระจาย (cosmos) ในละอองเกสรมี ACC ปริมาณที่น้อยมาก แต่มีผลอย่างมากในการกระตุ้นการผลิตเอทธิลีนบน stigma ของพิทูเนีย นอกจากนี้ยังพบว่าภายหลังการผสมเกสรหรือดอกไม้ได้รับบาดแผล จะมีการเพิ่มกิจกรรมของ ACC Synthase และผลิตเอทธิลีนที่เพิ่มขึ้น

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

6. การชราภาพ (senescence) เอทธิลีนเป็นฮอร์โมนที่เกี่ยวข้องกับการชราภาพของพืช ก่อนที่ใบพืชจะเข้าสู่การชราภาพจะเกิดการเหลืองของใบขึ้น เนื่องจากการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ การที่เอทธิลีนมีผลกระตุ้นการเหลืองของใบ อาจเกิดเนื่องจากเอทธิลีนกระตุ้นการทำงานหรือกระตุ้นการสร้างเอ็นไซม์ นอกจากนี้เอทธิลีนอาจมีผลเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของเมมเบรน ทำให้เกิดการเคลื่อนย้ายของสารต่าง ๆ รวมทั้งเอนไซม์ผ่านเมมเบรนได้ดีขึ้น ทำให้ปฏิกริยาการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ เกิดได้ดีขึ้น

ในไม้ดอก การชราภาพจะเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนสี และการเหี่ยวของดอก การให้เอทธิลีนจากภายนอกจะมีผลต่อการเหี่ยวของดอกขึ้นกับอายุของดอก ในดอกที่เริ่มเปิด (opening buds) การให้เอทธิลีนจะไม่ค่อยมีผลต่อการเหี่ยว เมื่อเปรียบเทียบกับดอกที่บานมาเป็นเวลา 1 วัน การชราภาพของดอกจะเกี่ยวข้องกับการเพิ่มกิจกรรมของเอ็นไซม์ 2 ตัว คือ ACC synthase และ EFE และการให้ $AgNO_3$ ก็สามารถยืดอายุของไม้ตัดดอกให้นานออกไปได้

7. การตอบสนองต่อการเกิดบาดแผล (wound response) เมื่อต้นไม้ได้รับบาดแผลหรืออยู่ในสภาวะเครียด เช่น สภาพแห้งแล้ง ต้นไม้จะผลิตเอทธิลีนขึ้นมา เพื่อเป็นการลดความเครียด หรือ ป้องกันการเข้าทำลายบาดแผลของเชื้อโรค ตัวอย่างเช่น เมื่อพืชได้รับสภาพแห้งแล้งติดต่อกันเป็นเวลานาน พืชจะเกิดการร่วงของใบเพื่อลดการสูญเสียน้ำ นอกจากนี้การตอบสนองต่อเอทธิลีนของพืชที่ได้รับบาดแผล จะมีการสร้างสารเมือก เช่น ยาง (gum) เกิดขึ้น ในไม้ตัดดอกจะมีการสร้างสารเหล่านี้ขึ้นมาในระบบท่อลำเลียงทำให้พืชเกิดการเหี่ยวได้ แต่อย่างไรก็ตาม การเกิดยางขึ้นในบางพืชมีผลในแง่การค้า เช่น การให้เอทีฟอน (Ethephon) ซึ่งเป็นสารปลดปล่อยเอทธิลีนแก่พืชจำพวก ยางพารา สามารถเพิ่มอัตราการไหลของยางให้มากขึ้นได้

8. การสุกและการพัฒนาของผล (fruit ripening and development) เป็นที่ทราบกันเป็นเวลานานแล้วว่า ก๊าซเอทธิลีนสามารถกระตุ้นการสุกของผลได้ และได้นำมาปฏิบัติกันในเชิงพาณิชย์กับผลไม้หลายชนิด เช่น กล้วย มะม่วง เป็นต้น ในต่างประเทศมีรายงานการใช้เอทีฟอนกับมะเขือเทศเพื่อให้สุกพร้อม ๆ กัน โดยทั่วไปผลไม้จะแบ่งเป็น 2 ประเภท ตามชนิดของการหายใจ คือ climacteric fruit และ non - climacteric fruit ในผลไม้พวก climacteric fruit ส่วนมากการเพิ่มการสร้างเอทธิลีนจะเกิดขึ้นพร้อม ๆ กัน หรือเกิดหลังการเพิ่มขึ้นของการหายใจ แต่อย่างไรก็ตามมีการรายงานว่าในเมลอน (melon) การเพิ่มขึ้นของเอทธิลีนจะเกิดก่อนการเพิ่มขึ้น

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

ของการหายใจ ในอาโวกาโดบางพันธุ์พบว่าจะไม่มีการสุกของผลเกิดขึ้น ถ้าผลนั้นอยู่บนต้น หรือถูกพ่นด้วยเอทธิลีนความเข้มข้นสูง ๆ ก็ตาม แต่ถ้ามีการเก็บมาแล้วนำมาให้ได้รับเอทธิลีน ก็จะสุกได้ภายในเวลาอันสั้น ดังนั้นจึงเป็นไปได้ว่าภายในต้นพืชอาจมีการส่งสารยับยั้งการสุก (ripening inhibitor) มายับยั้งการสุกของผลขณะอยู่บนต้นได้ ในผลไม้พวก non - climacteric fruit จะไม่มีการเพิ่มของการหายใจ เมื่อผลไม้เข้าสู่ระบบชราภาพ และจะไม่มีการเกิดการสุกได้ แต่อย่างไรก็ตามจะตอบสนองต่อเอทธิลีนโดย ทำให้มีการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ ทำให้ใช้ประโยชน์ในการบ่มผิวให้เป็นสีเหลือง (degreening) ได้

สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชกลุ่ม สารชะลอการเจริญเติบโต

สารชะลอการเจริญเติบโต จัดเป็นกลุ่มหนึ่งของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช สารในกลุ่มนี้ทั้งหมดเป็นสารอินทรีย์ที่สังเคราะห์ขึ้นมา และไม่พบสารกลุ่มนี้ในพืชตามธรรมชาติ จึงไม่จัดเป็นฮอร์โมนพืช เหตุที่เรียกสารในกลุ่มนี้ว่า สารชะลอการเจริญเติบโต เนื่องจากสารกลุ่มนี้เป็นสารที่มีผลทำให้ต้นพืชเตี้ยลง โดยไปชะลอการแบ่งเซลล์ และการยืดตัวของเซลล์ในบริเวณใต้ปลายยอด (subapical meristem) แต่มักไม่ทำให้เกิดการผิดปกติในส่วนอื่น เช่น ไม่ทำให้ต้นโค้งงอ หรือใบผิดรูปร่าง การเจริญเติบโตของพืชที่ได้รับสาร ยังดำเนินไปได้เกือบปกติ และไม่กระทบกระเทือนต่ออัตราการพัฒนาของอวัยวะต่าง ๆ ของพืช รวมทั้งความแข็งแรงของพืชก็ยังเป็นปกติ ซึ่งผลเหล่านี้แตกต่างจากการใช้สารยับยั้งการเจริญเติบโต (plant growth inhibitors) เนื่องจากสารยับยั้งการเจริญเติบโตจะยับยั้งการแบ่งเซลล์ที่บริเวณปลายยอด (apical meristem) และจะยับยั้งการเจริญเติบโตในส่วนอื่น ๆ ของพืชด้วย ซึ่งอาจก่อให้เกิดอาการผิดปกติของลำต้น ใบ หรือดอกได้

สารชะลอการเจริญเติบโตนี้ นอกจากจะมีประโยชน์ในการใช้ควบคุมขนาดของพืชบางชนิดแล้ว ยังพบว่าสารกลุ่มนี้มีประโยชน์อีกมากมายในการผลิตพืช เช่น ช่วยเพิ่มผลผลิตได้ในพืชหลายชนิด เพิ่มความทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมบางประการ เพิ่มคุณภาพของผลผลิต จึงนับว่าสารชะลอการเจริญเติบโต เป็นสารกลุ่มหนึ่งซึ่งมีแนวโน้มว่าจะใช้กันแพร่หลายในอนาคต และมีประโยชน์อย่างมากต่อการผลิตพืชสวนและพืชไร่

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

ประวัติการค้นพบ

สารชะลอการเจริญเติบโตมีอยู่หลายชนิด และในปัจจุบันก็ได้มีการสังเคราะห์สารใหม่ ๆ ขึ้นมาอย่างไม่หยุดยั้ง และสารที่สังเคราะห์ขึ้นมาใหม่นี้มักจะเป็นสารที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าสารเดิมที่มีอยู่ ดังนั้นถ้าจัดลำดับการค้นพบสารชะลอการเจริญเติบโตตั้งแต่ในอดีตจนถึงปัจจุบัน จะได้ดังนี้คือ เมื่อปี ค.ศ. 1949 Mitchell และผู้ร่วมงาน ได้รายงานว่า สารในกลุ่ม nicotiniums สามารถทำให้ต้นถั่วมีความสูงลดลงได้ โดยไม่เกิดการผิดปกติในส่วนอื่น การที่ต้นถั่วมีความสูงลดลง เป็นเพราะความยาวของลำต้นลงลง แต่จำนวนข้อไม่เปลี่ยนแปลง สารที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดในกลุ่มนี้คือ 2,4 - DNC การใช้สารนี้ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ในรูปครีม ลาโนลิน ทาที่ต้นถั่ว จะทำให้ปล้องสั้นลง 75 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับต้นที่ไม่ได้รับสาร และยังพบว่าน้ำหนักใบจะเพิ่มมากขึ้นด้วย ในปีต่อมา Wirwille และ Mitchell (1950) ได้รายงานว่าสารในกลุ่ม quartemary ammonium carbamates สามารถชะลอการเจริญเติบโตของต้นถั่ว (sanp bean) ได้โดยไม่ทำให้ต้น ราก หรือดอก เกิดการผิดปกติ และเรียกชื่อสารที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดในกลุ่มนี้ว่า Amo - 1618 ต่อมาในปี ค.ศ. 1955 Gowing และ Leeper พบว่าสาร β - hydroxyethylhydrazine ซึ่งต่อมาเรียกว่า BOH และจัดเป็นสารในกลุ่ม hydrazine มีผลในการลดการยืดตัวของต้นพืชได้ ในปีเดียวกันนี้ ได้มีรายงานว่าสารในกลุ่ม phosphoniums มีผลต่อพืชในลักษณะของสารชะลอการเจริญเติบโตเช่นกัน ซึ่ง Preston และ Link (1958) ได้พบว่าสารที่มีประสิทธิภาพสูงสุดในกลุ่มนี้คือ 2,4 - dichlorobenzyl tributyl phosphonium chloride และเรียกชื่อสารนี้ว่า Phosfon (ชื่อสามัญ คือ คลอฟอเนียม : chlorphonium) สารนี้สามารถชะลอการเจริญเติบโตของพืชได้ถึง 17 ชนิด (species) ซึ่งจัดว่ามีประสิทธิภาพสูงกว่า Amo - 1618 ในปี ค.ศ. 1960 Tolbert รายงานว่าสารในกลุ่ม quaternary ammonium compounds คือ (2 - chloroethyl) trimethylammonium chloride สามารถชะลอการเจริญเติบโตของพืชได้หลายชนิดกว่าสารอื่น ๆ ที่กล่าวมาทั้งหมดข้างต้น สารนี้มีชื่อเรียกทั่ว ๆ ไปว่า chlorocholine chloride หรือเรียกย่อว่า CCC และมีชื่อสามัญว่า คลอมีควอท (chlormequat) ต่อมา Riddell และผู้ร่วมงาน (1962) พบว่าสารในกลุ่ม substituted maleamic และ succinamic acids สามารถชะลอการเจริญเติบโตของต้นถั่ว มันฝรั่ง ไม้เลื้อย (vine crops) และไม้ประดับหลายชนิด สารที่มีประสิทธิภาพสูงที่สุดในกลุ่มนี้คือ N - dimethylamino maleamic acid ซึ่งมีชื่อเรียกว่า CO11 แต่ก็พบว่าสารนี้ไม่คงตัวเมื่ออยู่ในน้ำ ต่อมา

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

จึงพบสารอีกชนิดหนึ่ง ซึ่งคงตัวได้ดีในน้ำ และมีผลกับพืชเช่นเดียวกันกับ CO11 สารนี้คือ N - dimethylamino succinamic acid และตั้งชื่อว่า B995 ซึ่งต่อมามีชื่อสามัญคือ แดมิโนไซด์ (daminozide) เมื่อปี ค.ศ. 1971 มีรายงานว่าสาร α - cyclopropyl - α - (4 - methoxyphenyl) - 5 - pyrimidinemethanol ซึ่งเป็นสารในกลุ่ม pyrimidines สามารถลดการยืดตัวของลำต้นได้ และมีผลต่อพืชหลายชนิด สารนี้ทางบริษัทผู้ผลิตตั้งชื่อว่า EL - 531 ซึ่งต่อมามีชื่อสามัญว่า แอนไซมิดอล (ancymidol) ต่อมาเมื่อปี ค.ศ. 1980 ได้มีการพบว่าสารในกลุ่ม triazoles มีผลอย่างมากในการลดความสูงของต้นพืชหลายชนิด สารที่สำคัญคือ (2R, 3R + 2S, 3S) 1 - (4 - chlorophenyl) - 4, 4 - dimethyl - 2 - (1, 2, 4 - triazol - l - yl) pentan - 3 - ol ซึ่งทางบริษัทผู้ผลิตให้ชื่อว่า PP333 และต่อมามีชื่อสามัญว่า แพคโคลบิวทราโซล (paclobutrazol)

จากประวัติการค้นพบสารชะลอการเจริญเติบโตที่กล่าวมาทั้งหมดข้างต้นนี้ จะเห็นได้ว่ามีการค้นพบสารใหม่ ๆ ที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้นเป็นลำดับอยู่ตลอดมา แม้กระทั่งในปัจจุบันก็ยังมีการค้นคว้าเพิ่มเติม เพื่อหาสารใหม่ขึ้นมาใช้ทางการเกษตร คาดว่าในอนาคตอาจมีสารที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าสารที่กล่าวมาข้างต้นอีกเป็นจำนวนมาก สารที่ยังนิยมใช้กันอยู่ในปัจจุบันนี้ และมีการศึกษาวิจัยกันอย่างกว้างขวาง ก็คือ คลอมีควอท แอนไซมิดอล และแพคโคลบิวทราโซล ส่วนสารอื่น ๆ ที่มีการค้นพบในช่วงแรก ๆ เช่น Amo - 1618, Phosfon และอื่น ๆ นั้น ปัจจุบันนี้แทบไม่มีการศึกษาวิจัยเพิ่มเติม และไม่มีการใช้ทางการเกษตรอีกต่อไป เนื่องจากว่าสารดังกล่าวมีประสิทธิภาพต่ำมากเมื่อเทียบกับสารที่ค้นพบขึ้นมาใหม่เป็นลำดับ

คุณสมบัติและการใช้สารชะลอการเจริญเติบโตบางชนิด

1. chlormequat (2 - chloroethyl) - trimethylammonium chloride) เป็นสารที่ใช้กันมากที่สุดในโลก โดยใช้ในการผลิตไม้ผล และป้องกันการหักล้มของต้นธัญญพืช เช่น ข้าว ข้าวสาลี ในกรณีของไม้ดอกไม้ประดับจะช่วยลดความสูงของต้นได้ เช่น คาร์เนชั่น คริสต์มาส เจอราเนียม พิทูเนีย ดาวเรือง เวอร์บีนา เพิ่มผลผลิตของโกโก้ และมันสำปะหลัง ช่วยในการติดผลขององุ่นหลายพันธุ์ ป้องกันการเกิดไหล (stolon) ของสตรอเบอรี่ สารนี้ผลิตขึ้นมาเมื่อ 20 กว่าปีที่แล้ว และยังใช้กันมากในปัจจุบัน โดยมีชื่อการค้าว่า Cycocel® แต่น่าเสียดายที่ไม่มีการสั่งสารนี้เข้ามาจำหน่ายในประเทศไทย สาร chlormequat บริสุทธิ์มีลักษณะเป็นผลึกไม่มีสี มีกลิ่นคล้ายคาวปลา ละลายในน้ำได้ดีมาก เป็นสารที่มีพิษสูงปานกลาง ควรใช้ด้วยความระมัดระวัง

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

การให้สาร chlormequat แก่พืชทำได้โดยการรดสารละลายลงดิน หรือพ่นบนใบพืชโดยตรง การให้สารทางใบอาจก่อให้เกิดอาการเหลืองซีดของใบในระยะแรก แต่สามารถกลับเป็นปกติได้ในภายหลัง

2. daminozide (butanedioic acid mono - (2, 2 - dimethylhydrazide) เป็นสารที่ผลิตขึ้นมาภายหลัง chlormequat และใช้กันอย่างกว้างขวางทั้งไม้ดอกไม้ประดับ ผักและไม้ผลใช้ลดความสูงของต้นเบญจมาศ ไฮเดรนเจีย อะซาเลีย คาร์เนชั่น คริสต์มาส ได้เป็นอย่างดี และใช้กันมากกับแอบเปิล และมะเขือเทศเพื่อเพิ่มการติดผล และเพิ่มคุณภาพของผล เพิ่มผลผลิตผักได้หลายชนิด สารชนิดนี้มีจำหน่ายในประเทศไทยภายใต้ชื่อการค้า อาล่าร์ 85 (Alar® 85) โดยอยู่ในรูปผงละลายน้ำความเข้มข้น 85% สาร daminozide บริสุทธิ์เป็นผลึกสีขาวระเหยได้เล็กน้อย และมีกลิ่นเล็กน้อย สามารถละลายน้ำได้ดี เป็นสารที่จัดว่าเกือบไม่มีพิษต่อคน และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม

สารนี้ถึงแม้จะนำมาละลายน้ำก็ยังคงสภาพอยู่ได้นานโดยไม่สลาย วิธีการให้สารนี้แก่พืชคือการพ่นทางใบ สารสามารถแทรกซึมเข้าทางใบและเคลื่อนย้ายไปได้ทั่วทั้งต้น ถ้าให้สารในขณะที่มีความชื้นในอากาศสูง และใบยังเต่งอยู่จะทำให้สารดูดซึมเข้าไปได้มาก แต่จะต้องไม่มีฝนตกภายใน 12 - 24 ชั่วโมง ภายหลังการให้สารเนื่องจากสารนี้ถูกชะล้างได้ง่าย การให้สารนี้โดยการรดลงดินอาจก่อให้เกิดพิษต่อรากพืชได้

3. ancymidol -∝ (4 - cyclopropyl ∝ (4 - methoxyphenyl - 5 - pyrimidine methanol) สารนี้มีประสิทธิภาพสูงมาก ในการลดความสูงของไม้ดอกไม้ประดับได้หลายชนิด โดยไม่เกิดผลเสียต่อคุณภาพดอก เป็นสารที่ใช้จำกัดเฉพาะไม้ดอกและไม้ประดับเท่านั้น ไม่มีการนำมาใช้กับพืชผัก ไม้ผล หรือธัญญพืชอื่นใด เป็นสารที่มีราคาสูงมากโดยผลิตภายใต้ชื่อการค้าว่า A - Rest® การให้สารชนิดนี้กับพืชทำได้โดยการรดลงดินหรือพ่นทางใบ ซึ่งให้ประสิทธิภาพสูงมากพอ ๆ กัน โดยไม่เกิดพิษต่อใบหรือรากพืช สารนี้ดูดซึมเข้าทางราก และทางใบได้ดี ถึงแม้จะมีฝนตกภายหลังการให้สารเพียง 5 นาทีก็ตาม

4. mepiquat chloride (1, 1 - dimethyl - piperidinium chloride) เป็นสารที่ใช้ลดความสูงของต้น และเพิ่มผลผลิตพืชไร่บางชนิด ใช้ได้ผลดีกับฝ้ายและถั่วต่าง ๆ และยังใช้ลดความสูงของต้นธัญญพืชเพื่อป้องกันการหักล้ม สารนี้มีจำหน่ายในประเทศไทยโดยมีชื่อการค้าว่า

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

พิกซ์ (Pix®) ซึ่งผลิตอยู่ในรูปของสารละลาย เป็นสารที่มีพิษสูงปานกลางต่อคนและสัตว์ สารนี้ดูดซึมเข้าทางใบได้ดีจึงเหมาะที่จะใช้โดยการพ่นทางใบ

5. Paclobutrazol (2 RS, 3 RS) - 1 - (4 - chlorophenyl) - 4, 4 - dimethyl - 2 - (1 H - 1, 2, 4 - triazol - 1 - yl) pentan - 3 - ol) เป็นสารชนิดใหม่ล่าสุด ซึ่งนักวิทยาศาสตร์กำลังให้ความสนใจอย่างมากโดยเน้นการวิจัยเพื่อประโยชน์ในการผลิตไม้ผลและพืชไร่ สารนี้มีประสิทธิภาพสูงมาก และมีแนวโน้มที่จะนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวางในอนาคต ผลของสารนี้พอสรุปได้ว่าช่วยเพิ่มความแข็งแรงให้พืช เร่งการเกิดดอก ลดความยาวของปล้องซึ่งเป็นการลดค่าใช้จ่ายในการตัดแต่งกิ่งไม้ผล สารนี้เริ่มออกจำหน่ายในต่างประเทศโดยมีชื่อการค้าคือ Cultar® วิธีการให้สารแก่พืชที่เหมาะสมคือ การรดลงดินเนื่องจากรากพืชสามารถดูดซึมสารนี้ได้ดี และส่งผ่านทางท่อน้ำขึ้นไปยังส่วนอื่น ๆ ของต้น หรืออาจให้สารโดยการฉีดที่ลำต้นโดยตรง (stem injection) แต่วิธีการยุ่งยากกว่าการรดลงดิน ส่วนการให้สารทางใบ โดยการพ่นมักจะเกิดปัญหาว่าสารไม่ค่อยเคลื่อนย้ายไปยังส่วนอื่น จึงเป็นวิธีที่ไม่แนะนำให้ทำ

ผลของสารชะลอการเจริญเติบโตกับพืช

สารชะลอการเจริญเติบโตมีผลต่อพืชในหลาย ๆ ด้าน ทั้งทางด้านกายวิภาค (anatomy) และทางสรีรวิทยา (physiology) ซึ่งสามารถแบ่งได้ดังนี้

1. การแบ่งเซลล์และการขยายขนาดของเซลล์ สารชะลอการเจริญเติบโตมีผลยับยั้งการแบ่งเซลล์ และการขยายขนาดของเซลล์ ในบริเวณเนื้อเยื่อเจริญใต้ปลายยอด (apical meristem) ไม่ถูกกระทบกระเทือน ดังนั้นจึงยังคงแบ่งเซลล์ได้ตามปกติ จำนวนใบและขนาดใบก็ยังเหมือนพืชในสภาพปกติ มีการทดลองใช้สาร Amo - 1618 กับเบญจมาศ (*Chrysanthemum morifolium* 'Crystal Queen') พบว่าภายหลังการให้สาร 18 วัน การแบ่งเซลล์ที่บริเวณใต้ปลายยอดหยุดชะงัก ส่วนการแบ่งเซลล์ที่บริเวณปลายยอดยังคงเป็นปกติ แต่ถ้ามีการให้สารจิบเบอเรลลินเข้าไปด้วย จิบเบอเรลลินจะลบล้างอิทธิพลของ Amo - 1618 ได้ และทำให้การแบ่งเซลล์กลับเป็นปกติ

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

2. ความหนาของใบ สารสารชะลอการเจริญเติบโตมักจะมีผลทำให้ใบของพืชหนาขึ้นกว่าปกติ เช่น การใช้แดมิโนไซด์กับผักกาดขาวปลีพันธุ์ไม่ทนร้อน จะทำให้ใบหนาขึ้น (เพื่อนแก้ว, 2525) หรือการใช้แพคโคลบิวทราโซลกับบีท (sugar beet) จะทำให้ความหนาของใบเพิ่มขึ้น 40 เปอร์เซ็นต์ (Jaggard etal., 1982) การใช้แดมิโนไซด์ หรือคลอมีควอทกับมะเขือเทศ ก็มีผลทำให้ใบหนาขึ้นเช่นกัน รวมทั้งยังมีผลทำให้จำนวน palisade cell เพิ่มมากขึ้น และมีช่องว่างระหว่างเซลล์น้อยลง

การที่ใบพืชหนาขึ้นนั้น มีประโยชน์ในการเพิ่มการทนร้อน และทนแล้งของพืชเอง มีรายงานว่าผักกาดขาวปลีพันธุ์ทนร้อนจะมีใบหนากว่าพันธุ์ไม่ทนร้อน เมื่อมีการให้สารแดมิโนไซด์กับผักกาดขาวปลีพันธุ์ทนร้อน พบว่าใบยังคงเป็นปกติ และไม่หนาขึ้น แต่ถ้าใช้กับพันธุ์ไม่ทนร้อน พบว่าใบจะหนาขึ้น และสามารถห่อปลีได้ในสภาพอากาศร้อน ซึ่งตามปกติแล้วพันธุ์ไม้ทนร้อนนี้ไม่สามารถห่อปลีได้ในสภาพดังกล่าว การใช้สารคลอมีควอท หรือแดมิโนไซด์กับมะเขือเทศก็เช่นกัน สารดังกล่าวสามารถเพิ่มความทนแล้งให้กับมะเขือเทศได้ ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่ามะเขือเทศที่ได้รับสารมีใบหนาขึ้น จำนวน palisade cell เพิ่มมากขึ้น และช่องว่างระหว่างเซลล์ลดลง ซึ่งเป็นผลให้การคายน้ำลดลง และทำให้การเคลื่อนที่ของน้ำภายในเนื้อเยื่อระหว่างเซลล์ต่อเซลล์เป็นไปได้ดีขึ้น พืชจึงทนแล้งได้มากกว่าปกติ

3. การสังเคราะห์แสง สารชะลอการเจริญเติบโตมีผลต่อการสังเคราะห์แสงของพืชทั้งทางด้านบวกและลบ ส่วนใหญ่แล้วมักจะมีผลทำให้การสังเคราะห์แสงเพิ่มมากขึ้น เช่น การใช้แดมิโนไซด์กับมะเขือเทศ แรดิช สามารถเพิ่มการสังเคราะห์แสงได้ การที่สารชะลอการเจริญเติบโตมีผลในการเพิ่มการสังเคราะห์แสง อาจมาจากหลายสาเหตุ เช่น การที่ใบมีปริมาณคลอโรฟิลเพิ่มขึ้น หรือใบมีความหนาขึ้น จึงทำให้ปริมาณคอลโรฟิลต่อพื้นที่ใบเพิ่มมากขึ้น palisade cell มากขึ้น และช่องว่างระหว่างเซลล์ลดลง จึงทำให้คาร์บอนไดออกไซด์เข้าไปสัมผัสกับเซลล์ซึ่งมีหน้าที่สังเคราะห์แสงได้ดีขึ้น ใบพืชที่ได้รับสารชะลอการเจริญเติบโตจึงมักจะมีสีเขียวเข้มกว่าปกติ อย่างไรก็ตามสาเหตุที่พืชมีการสังเคราะห์แสงเพิ่มขึ้นนั้น ยังไม่เป็นที่ทราบแน่ชัด บางกรณีการใช้สารชะลอการเจริญเติบโตมีผลทำให้การสังเคราะห์แสงลดลงได้ เช่น การใช้แพคโคลบิวทราโซลกับทานตะวัน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เมื่อใช้ความเข้มข้นสูง ๆ จะทำให้พื้นที่ใบลดลง และปริมาณคลอโรฟิลไม่ได้เพิ่มขึ้น แต่สารชนิดเดียวกันนี้ เมื่อให้กับบีทจะทำให้พื้นที่ใบลดลง แต่ปริมาณคลอโรฟิลเพิ่มขึ้น และการสังเคราะห์แสงจะมากขึ้น ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่า พืชต่างชนิดกัน จะตอบสนองต่อสารได้ไม่เหมือนกัน

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

4. การเคลื่อนย้ายและสะสมอาหาร โดยปกติอาหารที่พืชสร้างขึ้นจะเคลื่อนย้ายจากแหล่งสร้าง (source) ไปยังแหล่งที่ต้องการใช้อาหาร หรือแหล่งสะสม (sink) สารชะลอการเจริญเติบโตมีผลช่วยในการเคลื่อนย้ายอาหารดังกล่าว ให้เป็นไปได้ดียิ่งขึ้นและมากขึ้น รวมทั้งอาจมีผลในการเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ของอาหาร โดยปกติสารชะลอการเจริญเติบโตมักจะมีผลให้อาหารจากใบเคลื่อนย้ายไปยังราก ยกตัวอย่างเช่น การใช้แดมิโนไซด์กับแครอท หรือแรดิช ซึ่งเป็นพืชหัว จะมีผลทำให้การเจริญเติบโตของใบลดลง แต่หัวมีขนาดใหญ่ขึ้น เนื่องจากมีการเคลื่อนย้ายอาหารจากใบ ลงไปสะสมในรากมากขึ้นซึ่งประโยชน์ข้อนี้อาจเป็นแนวทางในการเพิ่มผลผลิตพืชหัวได้ทางหนึ่ง

5. การหายใจและการคายน้ำ สารชะลอการเจริญเติบโตมีผลในการลดอัตราการหายใจ และคายน้ำได้ในพืชบางชนิด การใช้สารแพคโคลบิวทราโซลกับทานตะวัน จะทำให้การคายน้ำลดลงถึง 38 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการใช้แดมิโนไซด์ หรือคอลมีควอท กับมะเขือเทศ ก็มีผลลดอัตราการคายน้ำเช่นกัน การที่สารเหล่านี้มีผลลดการคายน้ำ จึงทำให้พืชมีความทนแล้งมากขึ้น

จากผลของสารชะลอการเจริญเติบโตที่มีต่อพืชทั้งทางด้านสรีรวิทยา และกายวิภาคดังกล่าว จึงอาจนำมาใช้เป็นแนวทางเพื่อการใช้ประโยชน์จากสารเหล่านี้ในการเกษตรด้านต่าง ๆ ได้แก่

1. ใช้ควบคุมความสูงของต้นพืช จากการที่สารชะลอการเจริญเติบโตมีผลในการลดการแบ่งเซลล์ และการขยายขนาดของเซลล์ในบริเวณเนื้อเยื่อใต้ปลายยอด โดยไม่กระทบกระเทือนต่อบริเวณปลายยอด และขนาดของใบ จึงอาจนำผลข้อนี้มาใช้ประโยชน์ในทางการเกษตรได้อย่างกว้างขวางในการควบคุมขนาดทรงพุ่มของต้นพืช ทั้งไม้ประดับ ไม้ดอก และไม้ยืนต้น รวมทั้งผักและธัญญพืชต่าง ๆ เพื่อป้องกันการหักล้ม จากการทดลองของ Cathey (1975) ซึ่งได้ทดลองกับไม้ประดับ 88 ชนิด โดยใช้สารชะลอการเจริญเติบโตชนิดต่าง ๆ คือ Amo - 1618, คลอฟอเนียม คลอมีควอท แดมิโนไซด์ และแอนไซมิดอล พบว่าไม้ประดับทั้ง 88 ชนิด มีการตอบสนองต่อสารแต่ละชนิดได้ไม่เท่ากัน ดังตารางที่ 2

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

ตารางที่ 2 สรุปการตอบสนองของพืช 88 ชนิด ต่อการให้สารชะลอการเจริญเติบโตชนิดต่าง ๆ

สารชะลอการเจริญเติบโต	จำนวนชนิดที่ตอบสนอง	จำนวนชนิดที่ไม่ตอบสนอง
Amo - 1618	5	83
Chlorphonium	12	76
Chlormequat	21	67
Daminozide	44	44
Ancymidol	68	20

จะเห็นได้ว่า สารแอนไซมิดอล ซึ่งเป็นสารใหม่ที่สุดในกลุ่ม มีผลในการลดความสูงของพืชได้มากชนิดที่สุดเมื่อเทียบกับสารอื่นที่ทดลอง สารที่นิยมใช้ในการลดความสูงของต้นพืชในปัจจุบัน คือ คลอมีควอท แอนไซมิดอล ส่วนสารแพคโคลบิวทราโซล ยังอยู่ในขั้นทดลองกับพืชอีกหลายชนิด แต่ก็มีการนำมาใช้ประโยชน์บ้างในการลดความสูงของพืชบางชนิด ซึ่งนอกจากจะนำมาใช้กับไม้ประดับ แล้วยังมีการนำมาใช้กับไม้ผล เพื่อควบคุมไม่ให้ทรงพุ่มใหญ่เกินไป

การใช้สารชะลอการเจริญเติบโตในประเทศ เพื่อจุดประสงค์ในการลดความสูงของต้นนั้น ยังไม่แพร่หลายเท่าที่ควร มีงานทดลองใช้สารเหล่านี้กับไม้ดอก และไม้ประดับบางชนิด เช่น ดาวเรือง ดาวกระจาย แกลดิโอลัส พิทูเนีย ซึ่งพืชเหล่านี้ตอบสนองต่อสารแอนไซมิดอล และแดมิโนไซด์ได้ดี ส่วนการทดลองใช้แพคโคลบิวทราโซลกับกล้วยไม้ (หวาย และคัทลียา) และไทร พบว่าพืชเหล่านี้ตอบสนองต่อสารได้ดี

2. เร่งการออกดอก สารชะลอการเจริญเติบโตมีผลทั้งการเร่ง และยับยั้งการออกดอกของพืชได้ สารแพคโคลบิวทราโซล สามารถกระตุ้นการออกดอกของไม้ผลบางชนิด เช่น แอบเปิล มะม่วง สาลี่ ทุเรียน และมะนาว ส่วนสารคลอมีควอท ก็มีผลช่วยการออกดอกและเพิ่มจำนวนดอกของมะเขือเทศ ถั่ว บีโกเนีย แกลดิโอลัส ได้ การที่สารชะลอการเจริญเติบโตมีผลช่วยในการออกดอก อาจเป็นเพราะว่าสารเหล่านี้มีผลในการลดการเจริญเติบโตทางด้านกิ่งใบ (vegetative growth) จึงมีผลส่งเสริมการเจริญเติบโตทางด้านการสืบพันธุ์ (reproductive growth) และสารเหล่า

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

นี้ยังมีผลต่อสมดุลของฮอร์โมนต่าง ๆ ภายในพืช โดยเฉพาะอย่างยิ่ง จิบเบอเรลลิน ซึ่งมีรายงานว่า สารจิบเบอเรลลินเป็นสารที่กระตุ้นการเติบโตทางด้านกิ่งใบ และยับยั้งการออกดอกของไม้ผลหลายชนิด ดังนั้นเมื่อการสังเคราะห์จิบเบอเรลลินในพืชถูกขัดขวางโดยการใช้สารชะลอการเจริญเติบโต จึงมีผลทำให้พืชนั้นเกิดการออกดอกได้

พืชบางชนิด เช่น ผักกาดหอม ซึ่งเป็นพืชพุ่มเตี้ย (rosette plants) และการแทงช่อดอก (bolting) ถูกควบคุมโดยจิบเบอเรลลิน ดังนั้นเมื่อมีการใช้สารชะลอการเจริญเติบโตกับพืชเหล่านี้จึงมีผลยับยั้งการแทงช่อดอกได้

3. การเกิดราก สารชะลอการเจริญเติบโตมีผลทั้งการเร่ง และชะลอการเกิดรากของพืช เช่น สารแดมิโนไซด์ สามารถเร่งการเกิดรากของกิ่งปักชำ เจอราเนียม เบญจมาศ คาร์เนชั่น คริสต์มาส และดาเลีย ได้ โดยทำให้เกิดรากได้มาก และยาวขึ้น ส่วนการใช้ Amo - 1618 กับเบญจมาศ มีผลทำให้การออกรากช้าลง ในกรณีของกิ่งตอน และกิ่งปักชำของมะม่วง พบว่าการใช้สารคลอมีควอท ก่อนการตัดชำหรือตอน ร่วมกับการใช้สาร IBA พบว่าจะทำให้เกิดรากได้มากขึ้น และดีกว่าการใช้ IBA เพียงอย่างเดียว (Sadhu, 1979) จากการทดลองครั้งนี้พบว่ากิ่งที่ได้รับคลอมีควอท มีการสะสมน้ำตาล คาร์โบไฮเดรท และโปรตีนมากขึ้นในบริเวณที่จะเกิดราก

4. การติดผลและคุณภาพของผล สารชะลอการเจริญเติบโต เช่น คลอมีควอท และแดมิโนไซด์ สามารถเพิ่มการติดผลขององุ่นได้ การใช้แดมิโนไซด์กับองุ่นไม่มีเมล็ด พันธุ์ Himrod จะทำให้การติดผลเพิ่มขึ้นเป็น 100 เปอร์เซ็นต์ โดยขนาดผลไม่เล็กลง สำหรับองุ่น Concord พบว่าการติดผลก็เพิ่มขึ้นได้ แต่ผลมีขนาดเล็กลง พืชชนิดอื่นนอกเหนือจากองุ่น เช่น แอบเปิล มะเขือเทศ ก็สามารถเพิ่มการติดผลได้ โดยการใช้สารชะลอการเจริญเติบโต

การใช้แดมิโนไซด์กับแอบเปิล มีผลทำให้คุณภาพผลดีขึ้น เช่น เนื้อแน่นขึ้น และสามารถเก็บรักษาได้นานขึ้นโดยเนื้อไม่นุ่ม ส่วนการใช้สารนี้กับเชอรี่ มีผลทำให้ปริมาณแอนโทไซยานินมากขึ้น จึงทำให้ผลมีสีแดงเข้มขึ้น อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันนี้ได้มีการห้ามใช้สารแดมิโนไซด์ ในการเกษตรแล้ว เนื่องจากพบว่ามีแนวโน้มเป็นสารก่อมะเร็ง (carcinogen)

5. ชะลอการเข้าสู่ระยะชราภาพ สารชะลอการเจริญเติบโตทำให้อายุการเก็บรักษาผลผลิตยาวนานขึ้นในพืชหลายชนิด ทั้งผัก ไม้ผล และไม้ดอก เช่น คลอมีควอท จะช่วยลดการสูญเสียน้ำของผลกระเจี๊ยบเขียว (okra) ระหว่างการเก็บรักษา ส่วนสารแดมิโนไซด์ สามารถลดการ

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

สูญเสียน้ำของผักกาดขาวปลี ทำให้เก็บรักษาได้นานขึ้น ลดการสลายตัวของคลอโรฟิลในใบถั่ว ชะลอการเน่าเสีย และการเปลี่ยนสีของเห็ด ชะลอการแก่ของบร็อคโคลี่ ยืดอายุการเก็บรักษาของผลแอบเปิล และผักบางชนิด เช่น ผักกาดหอม หน่อไม้ฝรั่ง และยังมีผลยืดอายุการปักแจกันของดอกไม้บางชนิด เช่นคาร์เนชั่น สแนบดรากอน ดาวเรือง สารชะลอการเจริญเติบโตมีผลยับยั้งการสร้างเอทธิลีน จึงมีผลทำให้การแก่ช้าลง

จากที่กล่าวมาทั้งหมดข้างต้น จะเห็นได้ว่าสารชะลอการเจริญเติบโต มีแนวโน้มที่จะใช้ประโยชน์ในการผลิตพืชสวนได้มาก โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในเรื่องของการควบคุมการออกดอกของไม้ผลบางชนิด ซึ่งเป็นที่สนใจของนักวิชาการและเกษตรกรทั่วไป อย่างไรก็ตาม ยังมีความจำเป็นอย่างมากที่จะต้องมีการทดลองเกี่ยวกับสารต่าง ๆ เหล่านี้กับพืชชนิดต่าง ๆ เพื่อให้การใช้ประโยชน์จากสารกลุ่มนี้ เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพที่สุด

สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชกลุ่มสารยับยั้งการเจริญเติบโต

สารในกลุ่มนี้สามารถยับยั้ง หรือชะลอกระบวนการทางสรีรวิทยา หรือกระบวนการทางชีวเคมีของพืชได้ อาจมีผลโดยตรงต่อพืชคือทำให้พืชชะงักการเจริญเติบโต และมีผลทางอ้อมอื่น ๆ ซึ่งอาจนำมาใช้ทางการเกษตรได้ เช่น ใช้เพิ่มผลผลิตพืช ยับยั้งการงอกของหัวพืชบางชนิด เพิ่มการแตกหน่อ เพิ่มการติดผล สารกลุ่มนี้เป็นสารกลุ่มใหญ่กลุ่มหนึ่ง แต่ยังนำมาใช้ประโยชน์ทางการเกษตรน้อยมาก เนื่องจากสารสังเคราะห์ที่จัดอยู่ในกลุ่มสารยับยั้งการเจริญเติบโตยังมีอยู่น้อยชนิด และการใช้สารกลุ่มนี้ มักมีผลข้างเคียง (side effect) ที่ไม่ต้องการตามมาด้วย แต่อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบัน มีการใช้สารกลุ่มนี้เพื่อช่วยในการผลิตพืชเป็นการค้าเช่นกัน ส่วนสารยับยั้งการเจริญเติบโตที่พบตามธรรมชาติในพืชนั้น มีมากมายหลายชนิด และได้รับความสนใจจากนักวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องเป็นอย่างมาก ส่วนใหญ่เป็นการศึกษาผลของสารเหล่านี้ที่มีต่อพืชตามธรรมชาติ อันจะเป็นแนวทางเพื่อควบคุมกระบวนการต่าง ๆ ของพืชโดยใช้สารเคมีชนิดอื่นต่อไป

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

สารยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชที่พบตามธรรมชาติ

ตามธรรมชาติของพืชจำเป็นต้องมีสารยับยั้งการเจริญเติบโตอยู่ด้วยเสมอ เพื่อควบคุมกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นภายในพืชไม่ให้เกิดมากเกินไป เป็นการถ่วงดุลกับสารเร่งการเจริญเติบโต นอกจากนี้ยังมีหน้าที่ควบคุมการแก่ของพืช การหลุดร่วงของใบ ดอก ผล รวมทั้งยังมีผลในการยับยั้งไม่ให้พืชเติบโตในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม เช่น ทำให้เกิดการพักตัวของเมล็ด ตา หรือหัวของพืชในฤดูหนาว สารที่มีความสำคัญมากในกลุ่มนี้ และเป็นที่รู้จักกันดี คือ ABA (abscisic acid) ซึ่งจัดเป็นสารฮอร์โมนพืชชนิดหนึ่ง มีผลในการควบคุมกระบวนการต่าง ๆ ของพืชเป็นอย่างมาก การค้นพบสารนี้ในพืช เริ่มขึ้นเมื่อปี ค.ศ. 1961 โดยพบว่าสารที่สกัดได้มีผลต่อการหลุดร่วงของใบ จึงเรียกชื่อสารนั้นว่า "abscisin" ต่อมาในปี ค.ศ. 1963 Ohkuma และผู้ร่วมงาน ได้สกัดสารจากผลอ่อนของฝ้าย ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงมากต่อการหลุดร่วงของใบ จึงเรียกสารนั้นว่า "ablcisin II" ต่อมาในปี ค.ศ. 1964 Wareing และผู้ร่วมงานได้สกัดสารชนิดหนึ่งขึ้นมาจากต้นกล้าของซิคามอร์ (sycamore: *Acer pseudoplatanus*) และเมื่อพ่นสารนี้ทางใบให้แก่ต้นกล้าซิคามอร์ ก็จะมีผลทำเกิดการพักตัวของตา สารนี้จึงมีชื่อเรียกว่า "dormins" ซึ่งในปีต่อมาจึงพบว่าสาร abscisin II และ dormins เป็นสารชนิดเดียวกัน และในปี ค.ศ. 1968 จึงได้มีการให้ชื่อสาร abscisin II ใหม่ว่า abscisic acid (ABA) ต่อมาได้มีการศึกษาเกี่ยวกับสารนี้อย่างกว้างขวาง และมีการค้นพบสารนี้ในส่วนต่าง ๆ ของพืชหลายชนิด เช่น จากเมล็ด ต้นกล้า และคลอโรพลาสต์ของถั่วลันเตา จากผลและใบของพืชหลายชนิด ซึ่งในที่สุด สรุปได้ว่าสาร ABA เกิดขึ้นได้ในทุก ๆ ส่วนของพืช แต่จะพบมากในเมล็ด และผลอ่อนของพืช โดยปกติสาร ABA ที่พบในเนื้อเยื่อของพืช จะมีความเข้มข้นประมาณ 0.01 ppm แต่ในบางพืช อาจพบสูงถึง 4 ppm ปริมาณ ABA จะเพิ่มขึ้นมากเมื่อพืชอยู่ในสภาพขาดน้ำ และเกิดการเหี่ยวโดย ABA มีผลในการปิดปากใบเพื่อลดการคายน้ำ ในพืชปกติถ้ามีการให้สาร ABA เข้าไป ก็จะมีการปิดปากใบเช่นกัน ดังนั้นสาร ABA จึงมีความเกี่ยวข้องกับการคายน้ำของพืชเป็นอย่างมาก และอาจจัดได้ว่าเป็นสารยับยั้งการคายน้ำ (antitranspirant) ชนิดหนึ่ง นอกจากสาร ABA ซึ่งพบตามธรรมชาติในพืชแล้ว ยังมีสารที่จัดว่าเป็นสารยับยั้งการเจริญเติบโตชนิดอื่น ๆ อีก ซึ่งในปัจจุบันมีการค้นพบแล้วไม่ต่ำกว่า 197 ชนิด แต่ละชนิดจะพบในส่วนของพืชที่แตกต่างกันไป หน้าที่ของสารเหล่านี้แตกต่างกัน บางชนิดเป็นสารยับยั้งการเกิดราก หรือยับยั้งการแบ่งเซลล์ เป็นต้น สารยับยั้งการเจริญเติบโตเหล่านี้ ถ้าจัดเป็นกลุ่มโดยอาศัยโครงสร้างของโมเลกุล จะแบ่งได้เป็น 5 กลุ่ม ดังนี้

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

1. Aromatic compounds เป็นกลุ่มใหญ่ของสารยับยั้งการเจริญเติบโตตามธรรมชาติในพืช โดยจะพบในรูป phenol และ benzoic acid ซึ่งมีโครงสร้างโมเลกุลอย่างง่าย จนกระทั่งพวกที่มีโครงสร้างที่ซับซ้อน (polymeric tannins) ยกตัวอย่างสารในกลุ่มนี้ เช่น cinnamic acid, p-coumaric acid, caffeic acid, ferulic acid, benzoic acid, salicylic acid เป็นต้น

2. Nitrogen - containing compounds สารประกอบไนโตรเจนหลายชนิด มีผลต่อการเติบโตของพืช เช่น colchicine มีผลในการขัดขวางการสร้าง microtubule (องค์ประกอบอย่างหนึ่งในเซลล์ ซึ่งเป็นโครงสร้างขนาดเล็กมากรูปทรงกระบอก กระจายอยู่ทั่วไปในไซโตพลาสต์) และหยุดยั้งไมโตซิส นอกจากนี้ยังมีสารพวก caffeine, quinone ซึ่งมีผลยับยั้งการงอกของเมล็ด

3. Terpenoid compounds มีหลายชนิดที่เป็นสารยับยั้งการเจริญเติบโตของพืช เช่น achilline ยับยั้งการพัฒนาของรากในเมล็ดที่กำลังงอก สารพวก steroid และ triterpenoid ต่าง ๆ เช่น cucurbitacin B, 1 - tomatine, sitosterol มีผลยับยั้งการเติบโตของพืชเช่นกัน

4. Aliphatic compounds สารพวกอัลกอฮอล์ อัลดีไฮด์ คีโตน เอสเทอร์ และกรดหลายชนิด มีผลในการยับยั้งการเจริญเติบโตของพืช เช่น fumaric acid, oleic acid, capric acid, linoleic acid รวมทั้งสาร abscisic acid ก็จัดอยู่ในกลุ่มนี้เช่นกัน

5. สารอื่น ๆ เป็นสารที่นอกเหนือกลุ่มทั้ง 4 ที่กล่าวมา ยกตัวอย่างสารในกลุ่มนี้ เช่น ascorbic acid มีผลในการยับยั้งการเจริญเติบโตของพืช ascorbic acid ซึ่งสกัดได้จากหน่อไม้ฝรั่ง มีผลในการกระตุ้นการเติบโตของหน่อไม้ฝรั่ง แต่ยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชอื่น เช่น ผักกาดหอม

ในบรรดาสารยับยั้งการเจริญเติบโตทั้งหลายนั้น สาร ABA เป็นสารที่มีบทบาทต่อพืชมาก เมื่อเทียบกับสารอื่น ดังนั้น จึงขอกล่าวรายละเอียดบางประการเกี่ยวกับสาร ABA ในพืชเป็นส่วนใหญ่ สาร ABA เป็นสารที่ค้นพบมาเป็นเวลา 30 กว่าปีที่ผ่านมานี้ และมีการค้นคว้าวิจัยกันอย่างกว้างขวาง แต่อย่างไรก็ตาม ยังมีเรื่องราวต่าง ๆ อีกมากเกี่ยวกับสารนี้ที่ยังไม่สามารถสรุปได้กระจ่างชัดนัก จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาเรื่องนี้ต่อไปอีกมาก เพื่อให้ได้คำตอบที่เป็นประโยชน์เพื่อใช้ในการควบคุมพืชให้เป็นไปตามที่ต้องการต่อไป

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

การสังเคราะห์ ABA ในพืช

ABA พบได้ในทุก ๆ ส่วนของพืช ปริมาณที่พบจะมากน้อยแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับชนิดของพืช ชนิดของเนื้อเยื่อ ช่วงเวลาการเจริญเติบโต และอายุของพืช เป็นต้น โดยปกติปริมาณ ABA จะเพิ่มมากขึ้นเมื่อพืชอยู่ในสภาพแห้งแล้ง พืชแก่จัด หรือช่วงที่จะมีการหลุดร่วงของใบ ดอก ผล ช่วงที่พืชมีการพักตัว ABA ในพืชมีการสังเคราะห์ขึ้นมาโดยมี mevalonic acid เป็นสารตั้งต้น (precursor) ซึ่งเหมือนกับการสังเคราะห์จิบเบอเรลลิน

การเปลี่ยนแปลงของ ABA ในพืช

สาร ABA เมื่อได้สังเคราะห์ขึ้นมาแล้ว จะมีการเปลี่ยนแปลงไปอยู่ในรูปอื่นได้ เช่น ถูกออกซิไดซ์กลายเป็นสารที่ไม่แสดงผลของ ABA หรือเข้าไปรวมตัวกับกลูโคส กลายเป็น ester glucoside หรือเรียกว่า conjugated ABA การที่ ABA เข้าไปรวมตัวกับกลูโคสนี้ เป็นกระบวนการลดปริมาณ ABA ทางหนึ่งแต่เมื่อใดก็ตามที่ ABA แยกตัวออกจากกลูโคสได้ ABA นั้นก็ยังคงแสดงผลต่อพืชได้เหมือนเดิม ในเมล็ดพืชที่กำลังพักตัว เช่น เมล็ดท้อ จะมี ABA อิสระ (free ABA) ในปริมาณมาก แต่ถ้านำเมล็ดมาทำลายการพักตัวโดย stratification จะพบว่าปริมาณของ conjugated ABA จะเพิ่มมากขึ้นตามลำดับ ในขณะเดียวกัน ABA อิสระจะลดปริมาณลง ลักษณะการเพิ่มหรือลดปริมาณของ conjugated ABA นี้ ในพืชที่มีการพักตัวจะมีลักษณะคล้าย ๆ กัน ซึ่งพอสรุปได้ว่า ในระหว่างที่พืชมีการพักตัว จะมีปริมาณของ ABA อิสระค่อนข้างสูง แต่เมื่อพ้นระยะการพักตัว ABA อิสระจะลดลง แต่ conjugated ABA จะเพิ่มมากขึ้น ดังนั้น conjugated ABA นี้จึงเปรียบเสมือน ABA ที่อยู่ในรูปของสารสำรอง (storage form) ซึ่งสามารถนำกลับมาใช้ได้อีกเมื่อพืชต้องการ โดยการเปลี่ยนเป็น ABA อิสระ

กลไกการทำงานของ ABA

ABA เป็นสารยับยั้งการเจริญเติบโตที่มีผลกว้างขวางมาก มีหน้าที่เกี่ยวกับการแก่ชรา (senescence) ของพืช ทำให้พืชเข้าสู่ระยะชราภาพเร็วขึ้น กระตุ้นการหลุดร่วงของใบ ดอก ผล และยับยั้งการเจริญเติบโตในส่วนต่าง ๆ ของพืชหลายชนิด ชักนำให้เกิดการพักตัวของตา

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

และเมล็ด สาร ABA มีผลในทางตรงกันข้ามกับสารกระตุ้นการเจริญเติบโต เช่น ออกซิน จิบเบอเรลลิน และไซโตไคนิน ยกตัวอย่าง เช่น การสังเคราะห์ α - amylase ในเมล็ดข้าวบาร์เลย์ ถูกกระตุ้นโดยจิบเบอเรลลินแต่ ABA จะมีผลในการยับยั้งการสังเคราะห์ดังกล่าว ดังนั้นสมดุลระหว่าง ABA กับสารกระตุ้นการเจริญเติบโต จึงเป็นตัวการสำคัญในการควบคุมการเจริญเติบโตของพืช การที่ ABA มีผลในการยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชได้ อาจเป็นเพราะว่ามีผลยับยั้งการสังเคราะห์เอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับเมตาบอลิสซึมของพืช เช่น hydrolytic enzymes ปัจจุบันนี้ ยังไม่ทราบแน่ชัดว่าจุดที่สารจะแสดงผล (site of action) อยู่ที่ใด

สารยับยั้งการเจริญเติบโตประเภทสารสังเคราะห์

เนื่องจากสาร ABA เป็นสารที่มีราคาสูงมาก จนกระทั่งไม่อาจนำมาใช้ในทางการเกษตรได้ ดังนั้น จึงมีการศึกษาค้นคว้าหาสารต่าง ๆ ที่มีผลในการยับยั้งการเจริญเติบโตของพืช เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ ในบรรดาสารต่าง ๆ เหล่านี้ นอกจากจะมีผลในการยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชแล้ว มีสารบางชนิดที่ให้ผลทางอ้อมซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการผลิตพืชเป็นอย่างมากเช่นกัน สารสังเคราะห์เหล่านี้มักจะมีผลต่อพืช โดยการเปลี่ยนระดับความสมดุลของฮอร์โมนภายในพืช หรือเข้าไปยับยั้งการเจริญเติบโตโดยตรง ซึ่งส่วนใหญ่แล้ว การใช้สารเหล่านี้กับพืชมักจะก่อให้เกิดผลที่ไม่ต้องการขึ้นมาก ดังนั้น ในทางการเกษตร จึงมีการใช้สารเหล่านี้ค่อนข้างจำกัดเฉพาะกับพืชบางชนิด เพื่อประโยชน์บางอย่างเท่านั้น สารสังเคราะห์ที่น่าสนใจได้แก่

1. มาเลอิกไฮดราไซด์ (maleic hydrazide) เป็นชื่อสามัญของสาร 1,2 - dihydro - 3,6 - pyridazinedione มีชื่อเรียกอย่างอื่น เช่น MH, maleic hydrazine, Sucker - Stuff, Sprout Stop, MH - 30, OZO - MH จัดว่าเป็นทั้งสารยับยั้งการเจริญเติบโต และสารกำจัดวัชพืช ผลิตขึ้นเมื่อปี ค.ศ. 1949 ปัจจุบันมีการผลิตจำหน่ายในรูปผงเปียกน้ำ (wettable powder) สารละลายน้ำ และสารละลายน้ำมัน (emulsifiable concentrate) เป็นสารที่มีผลยับยั้งการแบ่งเซลล์ สามารถเคลื่อนย้ายเข้าไปในพืชได้ภายใน 24 ชั่วโมง โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อเซลล์พืชมีความเต่ง (turgid) ดังนั้น การใช้สารนี้จะต้องไม่มีฝนตกภายหลังการให้ สารภายใน 24 ชั่วโมง เพื่อป้องกันการชะล้าง สารนี้มีผลต่อพืช คือ ยับยั้งการออกดอก ยับยั้งการงอกของเมล็ด ยับยั้งการงอกของหัวพืช ป้องกัน

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

การแทงช่อดอกของพืชพวก rosettes (ป้องกัน bolting) ยับยั้งการเจริญเติบโตของตายอด ลดอัตราการหายใจของพืชบางชนิด เช่น sugar beets เพิ่มปริมาณโปรตีนในหญ้าเลี้ยงสัตว์ เพิ่มปริมาณน้ำตาลในพืชที่ใช้ผลิตน้ำตาล ทำให้ผลหลุดร่วงในพืชบางชนิด และชักนำให้เกิดการเป็นหมันของเกสรตัวผู้ (male sterility)

ในการปลูกยาสูบ จะมีการใช้สารนี้เพื่อป้องกันการเจริญของหน่อดิน (sucker) โดยการให้สารนี้กับใบด้านบนของต้นภายหลังการเด็ดยอดแล้ว ใช้ป้องกันการแทงหน่อ (sprouting) ของหอมใหญ่ ในระหว่างการเก็บรักษา โดยการพ่นสารในแปลงปลูกก่อนการเก็บเกี่ยวประมาณ 10 ถึง 14 วัน ในระยะที่ใบเริ่มตกแต่ยังเขียวอยู่ และหัวแก่เต็มที่ นอกจากนี้ยังใช้ป้องกันการแทงหน่อของมันฝรั่งในระหว่างการเก็บรักษา โดยการพ่นสารก่อนการเก็บเกี่ยวประมาณ 4 ถึง 6 สัปดาห์ วิธีการให้สารเพื่อป้องกันการแทงหน่อของมันฝรั่งหรือหอมหัวใหญ่นี้ จะทำก่อนการเก็บเกี่ยว และสารนี้จะเคลื่อนที่ไปยังหัว และสะสมอยู่ในนั้น เป็นการป้องกันการแทงหน่อได้ สารนี้ยังใช้ชักนำให้เกิดการเจริญของตาข้างของไม้ผลและไม้พุ่มหลายชนิด โดยมีผลยับยั้งการเจริญของตายอด ประโยชน์ที่สำคัญอีกข้อหนึ่งคือ ชะลอการเจริญเติบโตของหญ้าสนาม ซึ่งเป็นการลดความถี่ในการตัดหญ้าลง

2. คลอฟลูรีนอล (chlorflurenol) เป็นชื่อสามัญของสาร methyl - 2 - chloro - 9 - hydroxyfluorene - 9 - carboxylate มีชื่อเรียกอื่น ๆ คือ chlorflurecol, morphactin, CF - 125, Maintain - CF 125 เป็นสารที่สังเคราะห์ขึ้นเมื่อปี ค.ศ. 1967 และผลิตจำหน่ายในรูปของสารละลายน้ำมัน มีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชหลายชนิด โดยมีผลทำลายตายอด ซึ่งเป็นการ กระตุ้นให้ตาข้างเจริญออกมาได้มากมาย ใช้ควบคุมการเจริญเติบโตของหญ้าสนาม เพื่อลดความถี่ในการตัดหญ้าลง และอาจใช้เป็นสารกำจัดวัชพืชได้ การใช้สารนี้กับไม้ยืนต้นอาจมีผลทำให้ใบผิดปกติ ใบเล็กลง การออกดอกน้อยลง แต่สามารถใช้ยับยั้งการเจริญเติบโตของไม้ยืนต้นบางชนิดเพื่อเป็นการควบคุมขนาดทรงพุ่มได้ ในประเทศไทยเคยมีการทดลองใช้สารนี้กับสับปะรดประดับเพื่อช่วยในการแตกหน่อ สำหรับใช้ในการขยายพันธุ์ปรากฏว่าการใช้สารนี้ความเข้มข้น 200 ถึง 400 ppm โดยให้ภายหลังการใช้สารเร่งดอกแล้ว 2 สัปดาห์ จะทำให้เกิดหน่อได้มาก แต่ขนาดใบจะเล็กลง และมีอาการผิดปกติเกิดขึ้น แต่ไม่ได้ก่อความเสียหายมากนัก ดังนั้น จึงอาจใช้เป็นแนวทางในการนำสารนี้มาใช้ประโยชน์ในการขยายพันธุ์สับปะรดประดับได้ สารนี้ยังมีผลให้ดอกและผลหลุดร่วงได้ ซึ่งอาจเป็นประโยชน์ในการช่วยให้การเก็บเกี่ยวง่ายขึ้น อย่างไรก็ตาม สารนี้มีการนำมาใช้ประโยชน์ค่อนข้างน้อยในการผลิตพืช

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

3. TIBA (2,3,5 - triiodobenzoic acid) เป็นสารที่สามารถยับยั้งการเคลื่อนย้ายของออกซิน ดังนั้นจึงมีผลในการทำลาย apical dominace ของพืช ทำให้ตาข้างเจริญขึ้นมาได้ ถึงแม้ TIBA จะเป็นสารยับยั้งการเจริญเติบโต แต่ก็สามารถเพิ่มผลผลิตถั่วเหลืองได้ นอกจากนี้ ยังอาจใช้ชะลอความสูงของพืชบางชนิด แต่อย่างไรก็ตาม การใช้ประโยชน์จากสารนี้ทางการเกษตรไม่กว้างขวางมากนัก

สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชกลุ่มอื่น ๆ

สารหลายชนิดไม่สามารถจัดเข้าอยู่ในกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง ที่ได้กล่าวมาข้างต้นได้อย่างเหมาะสม แต่มีคุณสมบัติเป็น PGR เช่นกัน และมีผลต่อพืชผลต่อพืชค่อนข้างจำเพาะเจาะจง ซึ่งได้นำมาใช้ประโยชน์ทางการเกษตรอย่างกว้างขวางเช่นกัน ประโยชน์ของสารเหล่านี้คือ ใช้เร่งการเติบโตของต้น เพิ่มผลผลิต เพิ่มคุณภาพผลผลิต กระตุ้นการร่วงของใบ คุณสมบัติและการใช้ประโยชน์จากสารเหล่านี้บางชนิดมีดังต่อไปนี้

1. Folcisteine (3 - acetylthiazolidine - 4 - carboxylic acid) เป็นสารสังเคราะห์ที่มีผลในการกระตุ้นให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีและสรีรวิทยาของพืช ใช้ประโยชน์ในการกระตุ้นการงอกของเมล็ด เร่งการเติบโตโดยทั่วไปของต้นพืช เพิ่มการติดผล และเพิ่มผลผลิตพืชได้หลายชนิด เช่น ข้าวสาลี ข้าวโพด ข้าว มันฝรั่ง องุ่น ส้ม สตรอเบอรี่ ชื่อการค้าของสารนี้ในประเทศไทยและต่างประเทศคือ เออร์โกสติม (Ergostim®) ถ้าเป็นสารบริสุทธิ์จะมีลักษณะเป็นผลึกสีขาวละลายได้ดีในน้ำร้อน แต่ไม่ละลายในแอลกอฮอล์ ความเป็นพิษของสารนี้อยู่ในระดับเป็นพิษน้อย จึงค่อนข้างปลอดภัยแก่การใช้กับผลิตผลเพื่อการบริโภค

2. glyphosine (N,N - bis (phosphonomethyl) glycine) เป็นสารสังเคราะห์ที่ใช้เร่งการแก่ของอ้อย และเพิ่มปริมาณน้ำตาลซูโครสภายในต้นได้มากขึ้นประมาณ 10% สารนี้เป็น 1 ใน 6 ชนิดของ PGR ที่ใช้กันมากที่สุดในโลก โดยมีชื่อการค้าว่า Polaris® เป็นสารที่มีพิษน้อยแต่มีผลทำให้ผิวหนังระคายเคืองได้ และมีพิษต่อนัยน์ตาอย่างมาก ประโยชน์ของสารนี้ในด้านอื่น ๆ ยังไม่มีผู้ใดศึกษาไว้

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

3. glyphosate (N- (phosphonomethyl) glycine) เป็นสารที่คล้ายคลึงกับ glyphosine ใช้เป็นยากำจัดวัชพืชประเภทยาดูดซึม และยังใช้เร่งการแก่และเพิ่มปริมาณน้ำตาลในอ้อยได้ เป็นสารที่จำหน่ายมากชนิดหนึ่งเช่นกันทั้งในและต่างประเทศ ภายใต้ชื่อ ราวด์อัพ (Roundup®) สารนี้มีจำหน่ายในประเทศไทยโดยใช้ในรูปของสารกำจัดวัชพืช และจัดเป็นสารที่มีพิษน้อย

4. marine algal extracts หรือสารสกัดจากสาหร่ายทะเล สารนี้แสดงผลของ PGR เช่นกัน และพบว่ามีสารในกลุ่มไซโตไคนินผสมอยู่ด้วย จึงมีผลกระตุ้นการแบ่งเซลล์ชะลอการแก่ของพืช ให้เพิ่มผลผลิตส้มและมะเขือเทศได้ เพิ่มปริมาณน้ำตาลในพืชหัวบางชนิด เช่น บีท (sugar beet) และมีแนวโน้มที่จะใช้เพิ่มผลผลิตมันฝรั่ง ฝ้าย และข้าวโพดได้ สารในกลุ่มนี้มีจำหน่ายใต้ชื่อการค้าต่าง ๆ กัน สำหรับในประเทศไทยมีสารนี้จำหน่ายโดยมีชื่อการค้าว่า ซี - บอร์น (Sea born®) ความเป็นพิษของสารนี้มีน้อยมาก จัดอยู่ในระดับปลอดภัย

5. Tria (I - triacontanol) เป็นสารที่สกัดได้จากถั่วอิลฟ่าฟ่า (alfafa) มีผลอย่างมากในการเร่งการเติบโตของพืชหลายชนิด โดยมีผลเพิ่มการแบ่งเซลล์ พืชที่ตอบสนองต่อการใช้สารนี้ได้ดี คือ ข้าว ข้าวโพด มะเขือ ยาสูบ ส้ม และพืชอื่น ๆ รวมทั้งไม้ประดับอีกหลายชนิด คุณสมบัติของสารนี้แปลกกว่าสารชนิดอื่นคือใช้ในความเข้มข้นที่ต่ำมาก ๆ (ประมาณ 1 มก/ล) แต่พืชสามารถตอบสนอง และแสดงผลออกมาให้เห็นได้อย่างรวดเร็วภายในเวลาระดับนาที หรือชั่วโมงเท่านี้ สารบริสุทธิ์ของ Tria เป็นผลึกขาวใส ละลายได้ยากมาก คือไม่ละลายทั้งในน้ำ แอลกอฮอล์หรือสารอินทรีย์อื่น ๆ จึงต้องใช้วิธีการพิเศษในการผสมสาร ซึ่งมีผลกระทบต่อประสิทธิภาพของสารด้วย การใช้สารนี้กับพืชต่าง ๆ มักพบว่าได้ผลไม่คงที่ บางครั้งได้ผลแต่บางครั้งอาจไม่ได้ผลทั้ง ๆ ที่เป็นพืชชนิดเดียวกัน พืชที่จะใช้สารนี้ได้ต้องมีความสมบูรณ์สูงจึงจะตอบสนองได้ดี ภาชนะที่ใช้พ่นสารก็มีความสำคัญมาก นั้นคือถ้าเป็นพวกพลาสติกจะสามารถทำปฏิกริยากับ Tria ได้ แม้กระทั่งส่วนประกอบของถังพ่นยาที่เป็นพลาสติกเช่นสายยาง ก็มีผลลดประสิทธิภาพของ Tria เช่นกัน การใช้ Tria เราใช้ในความเข้มข้นต่ำมาก ๆ ดังนั้น ถ้าสารบางส่วนหมดประสิทธิภาพไปก็จะทำให้ความเข้มข้นต่ำลงกว่าปกติ จนกระทั่งพืชไม่อาจตอบสนองได้ การค้นคว้าเกี่ยวกับผลของสารนี้ที่มีต่อพืชได้ทำกันอย่างกว้างขวางในประเทศสหรัฐอเมริกาขณะนี้แต่ยังไม่ได้นำผลดังกล่าวมาใช้ในเชิงพาณิชย์ แต่ในประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ได้ใช้สารนี้เพื่อเพิ่มผลผลิตข้าว ฝ้าย อ้อย ถั่วต่าง ๆ และใช้ขยายขนาดผลส้ม ส่วนในประเทศไทยกำลังอยู่ในขั้นทดลองเพื่อหาความเหมาะสมสำหรับการใช้สารนี้กับพืชต่าง ๆ และขณะนี้ยังไม่มีจำหน่าย

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

6. paraquat (1,1' - dimethyl - 4,4' - bipyridyldiylium ion) เป็นสารกำจัดวัชพืชชนิดหนึ่งมีผลทำลายส่วนที่เป็นสีเขียวของพืช ใช้ประโยชน์เป็น PGR เช่นกัน โดยมีผลกระตุ้นให้ใบร่วงเพื่อความสะดวกในการเก็บเกี่ยว ใช้ได้ผลดีกับฝ้าย สารนี้ผลิตใต้ชื่อการค้าว่า กรัมม็อกโซน (Gramoxone®) เป็นสารที่มีพิษต่อคนและสัตว์อย่างมาก ซึมเข้าทางผิวหนังได้ดีเป็นอันตรายต่อนัยน์ตา และถ้าสูดดมเข้าไปจะทำให้เลือกออกในโพรงจมูก

สารที่ยกตัวอย่างมาทั้งหมดนี้เป็นเพียงส่วนหนึ่งเท่านั้น ยังมีอีกหลายชนิดที่แสดงคุณสมบัติของ PGR ได้โดยส่วนใหญ่ใช้กับพืชเขตหนาว ซึ่งมีประโยชน์ค่อนข้างจำกัดในประเทศไทย

วิธีสอนและกิจกรรม บรรยายโดยฉายภาพข้ามศีรษะ ประกอบการใช้รูปภาพ ตัวอย่างจริง มีการยกตัวอย่างประกอบ และให้นักศึกษาซักถาม

สื่อการสอน	หนังสืออ้างอิง	1,2,3,4,5,6,9,10,11,12,13,14,15,17,18,23,24,27
	เอกสารประกอบ	-
	วัสดุโสตทัศน์	แผ่นใส สไลด์ รูปภาพ ตัวอย่างจริง

งานมอบหมาย ให้นักศึกษาไปค้นคว้าเพิ่มเติมในเรื่อง กลุ่มของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชทั้ง 7 กลุ่ม ตลอดจนถึงลักษณะการทำงาน และผลที่มีต่อพืช

การวัดผล วัดผลหลังบทเรียน

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

แนวการสอน	รหัสวิชา 03-932-403 หน่วยเรียนที่ 2 บทเรียนที่ 1
ชื่อหน่วยเรียน รูปของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช	**เวลา 25 นาที**

ชื่อบทเรียน องค์ประกอบหลักของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

จุดประสงค์ 2.1 รู้องค์ประกอบหลักของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

2.1.1 บอกสารออกฤทธิ์

2.1.2 บอกสารทำให้เจือจาง

2.1.3 บอกสารเพิ่มประสิทธิภาพ

องค์ประกอบหลักของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

1. สารออกฤทธิ์ (active ingredient หรือ a.i.) หมายถึง เนื้อสารจริง ๆ ที่จะแสดงผลต่อพืชได้ตามคุณสมบัติที่สารนั้นมีอยู่ มักจะบอกเป็นเปอร์เซ็นต์ของสารออกฤทธิ์ในสารผสมทั้งหมด หรือแสดงหน่วยน้ำหนักต่อปริมาตร (เช่น กรัม ต่อลิตร) เช่น Planofix® ระบุว่ามี NAA 4.5% เป็นสารออกฤทธิ์ หมายความว่า สาร Planofix® 1 ขวด ปริมาตร 100 มิลลิลิตร มีเนื้อสาร NAA ผสมอยู่ 4.5 กรัม

2. สารทำให้เจือจาง (diluent) หมายถึง สารอื่น ๆ ไม่ว่าจะเป็นของแข็งของเหลวหรือก๊าซ ที่ใช้ผสมกับสารออกฤทธิ์ เพื่อให้ความเข้มข้นของสารออกฤทธิ์ ลดลงมาอยู่ในระดับเหมาะสมเพื่อสะดวกในการใช้ สารทำให้เจือจางที่ผสมอยู่ในส่วนผสม จะต้องไม่ทำปฏิกิริยาเคมีกับสารออกฤทธิ์ และต้องไม่เกิดผลเสียต่อพืช สารทำให้เจือจางอาจเป็นอะไรก็ได้ เช่น น้ำ แอลกอฮอล์ ดิน แป้ง หรืออากาศ ยกตัวอย่างสาร Planofix® 1 ขวด ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ซึ่งมีเนื้อสาร NAA ผสมอยู่ 4.5 กรัม แสดงว่าส่วนที่เหลือเกือบทั้งหมด (ประมาณ 95%) เป็นสารทำให้เจือจาง

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

3. สารเพิ่มประสิทธิภาพ (adjuvants) หมายถึง สารใดก็ตามที่ผสมอยู่ในส่วนผสมแล้ว มีผลทำให้ประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์สูงขึ้น หรือให้อยู่ในรูปที่มีประสิทธิภาพสูงสุด เช่น อาจทำให้การดูดซึมสารควบคุมการเจริญเติบโตเข้าไปในพืชดีขึ้น ทำให้สารคงทนอยู่บนในพืชหรือในต้นพืชนานขึ้น หรืออาจปรับปรุงคุณสมบัติในการละลายของสารนั้นให้ดีขึ้น อาจแบ่งกลุ่มของสารเพิ่มประสิทธิภาพได้ ดังนี้

3.1 Surfactant หรือ surface active agents เป็นสารที่มีผลต่อผิวสัมผัส ระหว่างหยดของสารละลายและผิวใบ ซึ่งแบ่งย่อยได้ ดังนี้

3.1.1 สารเปียกใบหรือยาเปียกใบ (wetting agents) เป็นสารที่ช่วยลดแรงตึงผิวของสารละลาย จึงมีผลทำให้หยดของสารละลายแผ่กระจายแบนราบไปกับผิวใบ ดังนั้นโอกาสที่สารจะถูกดูดซึมเข้าไปภายในใบพืชจึงมีมากขึ้นเนื่องจากพื้นที่ที่หยดสารละลายสัมผัสกับใบมีมากขึ้น

3.1.2 สารจับใบหรือยาจับใบ (stickers หรือ sticking agents) เป็นสารที่ทำหน้าที่คล้ายกาว เมื่อผสมลงไปในสารละลายพ่นให้พืช จะทำให้หยดของสารละลายเกาะติดแน่นอยู่บนใบ จึงป้องกันการชะล้าง เนื่องจากน้ำฝนได้พอสมควร สารจับใบบางชนิดมีคุณสมบัติเป็นสารเปียกใบในตัวด้วย จึงทำให้หยดสารละลายแผ่กระจายแบนราบ และติดแน่นบนผิวใบ ทำให้การดูดซึมสารดีขึ้น

3.1.3 ผงซักฟอก (detergents) เป็นสารที่มีคุณสมบัติลดแรงตึงผิวของสารละลายเช่นเดียวกับสารเปียกใบ และยังมีคุณสมบัติในการละลาย หรือทำลายไขมันได้ดี ดังนั้นเมื่อใช้ผงซักฟอกผสมลงในสารละลายพ่นให้พืช จะทำให้หยดสารละลายแผ่แบนราบบนใบ และยังทำลายไข (wax) บนใบอีกด้วย สารจึงผ่านเข้าทางเนื้อใบได้ง่ายขึ้น เนื่องจากผงซักฟอกมีฤทธิ์เป็นด่างและมีคุณสมบัติในการทำลายไขมันบนใบพืช จึงไม่แนะนำให้ใช้ผสมกับสารละลายของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งอาจทำให้สารเสื่อมประสิทธิภาพ หรือเกิดอันตรายต่อใบพืชได้

3.2 emulsifying agents หรือ emulsifiers เป็นสารที่มีคุณสมบัติในการละลายได้ดีทั้งในน้ำหรือน้ำมัน จึงใช้เป็นตัวกลางในการผสมน้ำกับน้ำมันให้รวมเป็นเนื้อเดียวกันโดยไม่แยกชั้น สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ที่อยู่ในรูปสารละลายน้ำมัน (emulsifiable concentrate) จะต้องมีการผสมสารนี้ด้วยเสมอเมื่อนำมาผสมกับน้ำจะได้สารผสม ซึ่งมีลักษณะขุ่นคล้ายน้ำนม ซึ่งเรียกว่า emulsion การขุ่นของสารผสมเกิดจากหยดน้ำมันขนาดเล็กมาก แตกตัวกระจายแทรกอยู่

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

ในน้ำโดยมี emulsifiers เป็นตัวกลาง ซึ่งพยุงหยดน้ำมันเหล่านี้ให้แขวนลอยอยู่ได้ในน้ำ และในหยดน้ำมันเหล่านี้จะมีเนื้อสารออกฤทธิ์ผสมอยู่ ดังนั้นเมื่อพ่นสารผสมดังกล่าวบนใบพืช จะมีผลทำให้หยดน้ำมันกระจายอย่างสม่ำเสมอบนใบพืช และค่อย ๆ ปลดปล่อยสารออกฤทธิ์เข้าสู่ใบพืช ใบพืชมีไขมันเคลือบอยู่ซึ่งสามารถเข้ากันได้ดีกับหยดน้ำมัน ดังนั้นจึงทำให้สารออกฤทธิ์ซึมผ่านเข้าไปในเนื้อใบได้ดี

3.3 dispersing agents หรือ dispersants เป็นสารที่มีคุณสมบัติผลักดันอนุภาคของแข็งชนิดเดียวกัน ให้แยกออกจากกัน ดังนั้นจึงใช้ผสมในสารเคมีเกษตรที่อยู่ในรูปผงเปียกน้ำ (wettable powder หรือ w.p.) หรือสารแขวนลอยเข้มข้น (suspension concentrate) เมื่อนำสารเคมีเกษตรเหล่านี้มาผสมน้ำ จะไม่ตกตะกอน เนื่องจากมีสารพวก dispersants ผสมอยู่ ซึ่งจะผลักดันไม่ให้อนุภาคของแข็ง ซึ่งผสมสารออกฤทธิ์เข้ามารวมกันเป็นอนุภาคใหม่ จึงทำให้อนุภาคเล็ก ๆ เหล่านี้ แขวนลอยอยู่ได้นานโดยไม่ตกตะกอน

วิธีสอนและกิจกรรม บรรยายโดยฉายภาพข้ามศีรษะ ประกอบตัวอย่างจริง และยกตัวอย่างประกอบ และให้นักศึกษาซักถาม		
สื่อการสอน	**หนังสืออ้างอิง**	3,10,33
	เอกสารประกอบ	-
	วัสดุโสตทัศน์	แผ่นใส ตัวอย่างจริง
งานมอบหมาย ให้นักศึกษาศึกษาฉลากขวดสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช แล้วบอกส่วนประกอบของสารขวดนั้น ๆ แล้วทำเป็นรายงาน		
การวัดผล วัดผลในการสอบเก็บคะแนนระหว่างภาค		

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

แนวการสอน	รหัสวิชา 03-932-403 หน่วยเรียนที่ 2 บทเรียนที่ 2
ชื่อหน่วยเรียน รูปของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช	เวลา 25 นาที

ชื่อบทเรียน รูปของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่มีจำหน่าย และรูปที่ใช้งาน

จุดประสงค์ 2.2 รู้รูปของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่มีจำหน่าย และรูปที่ใช้งาน

2.2.1 บอกรูปของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่มีจำหน่าย

2.2.2 บอกรูปของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่ใช้งาน

รูปของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่มีจำหน่าย

1. ผงละลายน้ำ (water soluble powder หรือ w.s.p.) เป็นผลิตภัณฑ์ที่อยู่ในรูปผงเมื่อจะใช้จึงนำมาผสมน้ำ ซึ่งจะได้เป็นสารละลายใส ไม่ตกตะกอน และให้กับพืชโดยวิธีจุ่ม แช่ พ่นทางใบ รดทางดิน เป็นต้น ผลิตภัณฑ์ที่เตรียมในรูปผงละลายน้ำได้แก่ Alar® 85, Gibberellin Kyowa®

2. สารละลายเข้มข้น (water soluble concentrate หรือ w.s.c.) เป็นผลิตภัณฑ์ที่อยู่ในรูปสารละลายใส เมื่อจะใช้จึงนำมาผสมน้ำ ซึ่งจะได้สารละลายใสเช่นกัน ผลิตภัณฑ์ที่เตรียมในรูปนี้ เช่น Pro - Gibb®, Planofix®, Ethrel®

3. สารละลายน้ำมัน (emulsifiable concentrate หรือ e.c.) สารบางชนิดละลายได้ดีในน้ำมัน จึงต้องเตรียมอยู่ในรูปนี้ และผสมสารที่จับตัวกับน้ำ และน้ำมันได้ดี (emulsifier) ลงไปด้วย เมื่อจะใช้นำมาผสมน้ำ จะได้สารผสมซึ่งมีลักษณะขุ่นเหมือนน้ำนม แต่ไม่ตกตะกอนหรือแยกชั้น ผลิตภัณฑ์ที่เตรียมในรูปนี้ได้แก่ Maintain® ,CF 125

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

4. สารในรูปครีม (paste) เป็นผลิตภัณฑ์ที่เตรียมขึ้นมาเพื่อใช้เป็นประโยชน์โดยตรง โดยการทาหรือป้ายสารในบริเวณที่ต้องการ สารทำให้เจือจางที่ใช้อาจเป็นลาโนลิน ขี้ผึ้ง หรือสารกึ่งเหลวอื่น ๆ ที่ผลิตขึ้นมาเป็นพิเศษผลิตภัณฑ์ที่เตรียมในรูปนี้ได้แก่ Cepha®

5. ผง (dust) เป็นผลิตภัณฑ์ที่เตรียมขึ้นมาเพื่อประโยชน์โดยตรงเช่นกัน และไม่ต้องผสมน้ำหรือสารใด ๆ เพิ่มเติมอีก การให้สารในรูปนี้แก่พืชทำได้โดยจุ่มส่วนของพืชลงในผงของสารโดยตรง ส่วนใหญ่ใช้ในการเร่งรากกิ่งปักชำของพืช สารที่เตรียมในรูปนี้ได้แก่ Seradix®, Trihormone®

6. สารแขวนลอยเข้มข้น (suspension concentrate หรือ s.c.) เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะขุ่นคล้ายแป้งผสมน้ำ เมื่อจะใช้จึงนำมาผสมน้ำ ซึ่งจะได้สารผสมซึ่งขุ่นคล้ายแป้งผสมน้ำเช่นกัน ผลิตภัณฑ์ที่เตรียมนรูปนี้ ได้แก่ Cultar®

รูปของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่ใช้งาน

สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่ใช้กันอยู่แบ่งได้เป็น 4 รูป คือ

1. สารละลาย (solution)
2. รูปของแป้งเปียก (paste)
3. ผง (dust)
4. ไอระเหยและก๊าซ (aerosol and gas)

วิธีสอนและกิจกรรม บรรยายโดยภาพฉายข้ามศีรษะ ประกอบกับตัวอย่างจริง และให้นักศึกษาซักถาม		
สื่อการสอน	**หนังสืออ้างอิง**	3,6,10,11
	เอกสารประกอบ	-
	วัสดุโสตทัศน์	แผ่นใส ตัวอย่างจริง
งานมอบหมาย ให้นักศึกษารายงานเกี่ยวกับรูปของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่มีจำหน่ายในท้องตลาด พร้อมยกตัวอย่างประกอบ		
การวัดผล วัดผลในการสอบเก็บคะแนนระหว่างภาค		

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

แนวการสอน	รหัสวิชา 03-932-403 หน่วยเรียนที่ 2 บทเรียนที่ 3
ชื่อหน่วยเรียน รูปของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช	**เวลา 50 นาที**

ชื่อบทเรียน หน่วยวัดความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

จุดประสงค์ 2.3 รู้หน่วยวัดความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

2.3.1 บอกหน่วยวัดความเข้มข้นเป็น percentage (%)

2.3.2 บอกหน่วยวัดความเข้มข้นเป็น part per million (ppm.)

2.3.3 บอกหน่วยวัดความเข้มข้นเป็น weight per volume (W/V)

2.3.4 บอกหน่วยวัดความเข้มข้นเป็น molarity (M.)

2.3.5 บอกหน่วยวัดความเข้มข้นเป็น normarity (N.)

หน่วยวัดความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

1. percentage (%) วัดในรูปส่วนของสารออกฤทธิ์ใน 100 ส่วนของสารผสม เช่น NAA 5% หมายความว่า สารผสม 100 ส่วน มีสารออกฤทธิ์ คือ NAA 5 ส่วน

2. parts per million (ppm) วัดในรูปส่วนของสารออกฤทธิ์ใน 1 ส่วนของสารผสม เช่น GA_3 20 ppm หมายความว่า สารผสม 1 ล้านส่วนจะมีสารออกฤทธิ์ คือ GA_3 อยู่ 20 ส่วน

3. weight per volume (W / V) หมายถึง จำนวนน้ำหนักของสารออกฤทธิ์ในสารผสมปริมาตรหนึ่ง เช่น NAA 2 กรัม/ลิตร หมายความว่า สารผสมปริมาตร 1 ลิตร มีสารออกฤทธิ์ คือ NAA อยู่ 2 กรัม

4. Molarity (M) วัดความเข้มข้นเป็นโมลาร์ (Molar) เช่น สารผสมเข้มข้น 1 M หมายความว่าในสารผสม 1 ลิตร มีสารออกฤทธิ์ 1 กรัม - โมเลกุล

1 กรัม - โมเลกุล หมายความว่า 1 กรัม - โมเลกุล ของสารนั้นจะเท่ากับน้ำหนักโมเลกุลของสารนั้น เช่น 2, 4 - D มีน้ำหนักโมเลกุล 22.1048 ดังนั้น 2, 4 - D 1 กรัม - โมเลกุล จะหนัก 22.1048 กรัม

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

5. นอร์มาลิตี้ (normality, N) หมายถึง จำนวนสมมูลของสารในสารผสม 1 ลิตร เช่น 6N hydrochloric acid (HCl) หมายความว่า สารผสมมี HCl ละลายอยู่ 6 สมมูล ในสารผสมปริมาตร 1 ลิตร

น้ำหนักสมมูล (equivalent mass) เป็นน้ำหนักของสารที่สามารถรวมกับ hydrogen (H) 1 กรัมอะตอมได้

น้ำหนักกรัมสมมูล (gram - equivalent mass) คือน้ำหนักสมมูลที่มีหน่วยเป็นกรัม

$$\text{น้ำหนักกรัมสมมูล} = \frac{\text{น้ำหนักโมเลกุล}}{\text{จำนวน H หรือ OH atom ที่ถูกแทนที่}}$$

วิธีสอนและกิจกรรม บรรยายโดยฉายภาพข้ามศีรษะ และให้นักศึกษาซักถาม		
สื่อการสอน	**หนังสืออ้างอิง**	3,6,10,11
	เอกสารประกอบ	-
	วัสดุโสตทัศน์	แผ่นใส
งานมอบหมาย -		
การวัดผล วัดผลในการสอบเก็บคะแนนระหว่างภาค		

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

แนวการสอน	รหัสวิชา 03-932-403 หน่วยเรียนที่ 3 บทเรียนที่ 1
ชื่อหน่วยเรียน การใช้และประสิทธิภาพของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช	เวลา 50 นาที

ชื่อบทเรียน ผลของสารควบตุมการเจริญเติบโตต่อพืชสวน

จุดประสงค์ 3.1 รู้ผลของสารควบตุมการเจริญเติบโตต่อพืชสวน

3.1.1 บอกผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการออกราก

3.1.2 บอกผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการแตกตา

3.1.3 บอกผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการออกดอก

3.1.4 บอกผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการป้องกันการร่วงของดอกและผล

3.1.5 บอกผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการเจริญของผล

3.1.6 บอกผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการเพิ่มผลผลิตพืช

3.1.7 บอกผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการปรับปรุงคุณภาพผลผลิต

3.1.8 บอกผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการเก็บรักษาผลผลิตภายหลังการเก็บเกี่ยว

3.1.9 บอกผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการทนทานต่อความเครียด

ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อพืชสวน

1. **เร่งการเกิดราก** ในการตัดกิ่งปักชำจะได้รับความสำเร็จมากน้อยเพียงใดขึ้นกับการเกิดรากของกิ่งปักชำนั้น ๆ กิ่งบางชนิดสามารถเกิดรากได้ง่าย กิ่งบางชนิดเมื่อตัดชำแล้วไม่เกิดรากได้ง่าย ๆ หรืออาจใช้เวลานานซึ่งนับว่าเป็นปัญหาสำคัญอย่างหนึ่งของการปักชำ การเกิดรากของพืช เป็นขบวนการที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ฮอร์โมน ความชื้น อุณหภูมิ เป็นต้น ถ้าปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้ไม่เหมาะสม การเกิดรากจะเป็นไปอย่างช้า ๆ หรืออาจไม่เกิดขึ้นเลย ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับฮอร์โมนนั้นพบว่า ฮอร์โมนหลายชนิดสามารถนำมาใช้เร่งการเกิดรากของพืชได้ เนื่องจากความสามารถในการเกิดรากของพืชแต่ละชนิดมีความยากง่ายไม่เท่ากัน ดังนั้น

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

ปริมาณฮอร์โมนที่ต้องการสำหรับพืชแต่ละชนิดจึงไม่เท่ากัน ฮอร์โมนที่มีจำหน่ายในปัจจุบันจึงมักกำหนดลงไปเลยว่า สำหรับไม้เนื้ออ่อน ไม้กึ่งเนื้อแข็ง หรือ ไม้เนื้อแข็งเป็นต้น สำหรับฮอร์โมนที่ใช้ในการเร่งรากในปัจจุบัน ส่วนใหญ่เป็นฮอร์โมนในกลุ่มออกซินสังเคราะห์

2. เร่งการแตกตา การติดตาของพืชจากต้นที่มีลักษณะดีไปยังต้นตอนั้นนับเป็นวิธีการขยายพันธุ์ที่รวดเร็ว และได้ผลแน่นอนวิธีหนึ่ง ในการติดตานั้น เมื่อตาติดกับต้นตอเรียบร้อยแล้วจำเป็นที่จะต้องตัดกิ่งยอดเหนือตานั้นทิ้งไป เพื่อป้องกันมิให้เกิดการข่มตาขึ้น (apical dominance) โดยทั่วไปเมื่อตัดกิ่งยอดทิ้งไปแล้ว ตาที่ติดใหม่ก็จะเจริญเป็นกิ่งต่อไป จากการศึกษาพบว่าความสามารถของตาที่จะเจริญไปเป็นกิ่งได้รวดเร็วเพียงใดนั้นขึ้นกับปริมาณของฮอร์โมนที่ตาได้รับ การป้ายตาด้วยฮอร์โมนในกลุ่มไซโตไคนินจะช่วยให้การแตกตาเกิดได้เร็วขึ้น

3. ช่วยในการออกดอก ในธรรมชาติพืชจะมีการออกดอกตามฤดูกาลโดยไม่จำเป็นที่จะต้องได้รับฮอร์โมนจากภายนอกแต่อย่างใด แต่ทั้งนี้มิได้หมายความว่าฮอร์โมนไม่เกี่ยวข้องกับการออกดอกของพืช เพราะในธรรมชาตินั้นพืชได้สร้างฮอร์โมนมา เพื่อควบคุมการออกดอกอยู่แล้ว แม้ว่านักวิทยาศาสตร์โดยทั่วไป จะยอมรับว่าฮอร์โมนเป็นสารที่มีบทบาทสำคัญในการควบคุมการออกดอกของพืช แต่จนกระทั่งปัจจุบันก็ยังไม่ปรากฏว่า มีนักวิทยาศาสตร์คนใดสามารถสกัดฮอร์โมนนี้ได้สำเร็จ อย่างไรก็ตามฮอร์โมนสังเคราะห์บางชนิด เช่น จิบเบอเรลลิน สามารถกระตุ้นการออกดอกของพืชพวกที่มีปล้องสั้น (rosette) หรือพืชที่ต้องการความเย็นสำหรับการออกดอก (coldrequirement) ได้ นอกจากนี้ ฮอร์โมนที่มีส่วนผสมเป็นออกซินสังเคราะห์ เช่น เอ็น เอ เอ (NAA, naphthalene acetic acid) หรือ เอธิลิน (ethylene) ก็สามารถเร่งการออกดอกของพืชบางชนิดได้

4. ป้องกันการร่วงของดอกและผล ปัญหาที่สำคัญอย่างหนึ่งของการให้ผลผลิตต่ำของพืช ได้แก่การร่วงของดอกและผล เนื่องจากการร่วงเป็นขบวนการที่เกี่ยวข้องกับฮอร์โมนหลายชนิด ดังนั้น จึงเป็นการยากที่จะบอกว่าการร่วงเกิดขึ้น เนื่องจากพืชขาดฮอร์โมนชนิดใด ในธรรมชาติการร่วงของดอก และผลเป็นขบวนการปกติที่เกิดขึ้นในพืช เพื่อให้พืชสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ แม้ในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมนัก พืชที่มีดอกหรือผลมากเกินไปจะทำให้ต้นพืชหาอาหารมาเลี้ยงดอกและผลไม่เพียงพอ ดอกหรือผลที่เกิดขึ้นจะไม่แข็งแรง หรือไม่สมบูรณ์เท่าที่ควร เมื่อนำ

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

ไปขยายพันธุ์ก็อาจให้ต้นกล้าที่ไม่แข็งแรง หรือไม่อาจมีชีวิตรอดอยู่ได้ นอกเหนือจากการร่วงหล่นตามธรรมชาติแล้ว ดอกและผลอาจร่วงได้ ถ้าหากสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม เช่น แล้งจัดหรือร้อนจัดเกินไปในสภาพเช่นนี้ การสร้างฮอร์โมนที่ยับยั้งการร่วงของดอกและผล จะมีน้อยกว่าปกติ ในขณะเดียวกันสร้างฮอร์โมนที่ส่งเสริมการร่วงกลับสูงขึ้น ดอกและผลบางส่วนจึงร่วงหล่นไปจากต้น ฮอร์โมนที่สามารถยับยั้ง หรือชลอการร่วงหล่นได้แก่ฮอร์โมนในกลุ่มออกซิน และไซโตไคนิน

5. ช่วยการเจริญของผล การเจริญของผลซึ่งเกิดขึ้นภายหลังจากการผสมเกสรนั้น เกิดขึ้นเนื่องจากการกระตุ้นของฮอร์โมนที่สร้างขึ้นภายในเมล็ด ซึ่งทั้งนี้สามารถพิสูจน์ได้โดยการทดลองแกะเมล็ดสตรอเบอรี่ จากผลที่มีขนาดเล็กออกพบว่าผลสตรอเบอรี่ไม่มีการเจริญ ผลไม้บางชนิดสามารถเจริญเติบโตอาศัยฮอร์โมนจากแหล่งอื่น ๆ นอกเหนือจากเมล็ด ในกรณีเช่นนี้จะทำให้การเจริญของผลพึ่งพาฮอร์โมนจากเมล็ดน้อยลงหรืออาจไม่ต้องการเลย ดังนั้นแม้การผสมเกสรจะไม่เกิดขึ้นแต่ผลก็อาจเจริญเติบโตได้เป็นปกติ โดยจะเป็นผลชนิดที่ไม่มีเมล็ด (seedless) ซึ่งนับว่ามีความสำคัญต่อการผลิตผลไม้บางชนิด ได้มีผู้ทดลองฉีดฮอร์โมนกลุ่มออกซินกับมะเขือพริก และมะเขือเทศ พบว่า ผลที่เกิดขึ้นมีเมล็ดน้อยลงแต่เนื่องจากเมล็ดของพืชที่ได้กล่าวมานั้นไม่ได้เป็นอุปสรรคสำคัญต่อการบริโภคเลย ดังนั้น ผลการทดลองจึงไม่ได้รับความสนใจอย่างจริงจัง เนื่องจากฮอร์โมนช่วยเร่งการเจริญเติบโตของผลได้ ดังนั้นในปัจจุบันจึงมีผู้นำเข้ามาใช้ช่วยเร่งการเจริญของผลในพืชหลายชนิด โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อให้ผลมีขนาดใหญ่ขึ้น มากกว่าที่จะให้เกิดผลโดยไม่มีเมล็ด

6. ช่วยเพิ่มผลผลิตของพืช ฮอร์โมนหลายชนิดสามารถเพิ่มผลผลิตของพืชได้ ซึ่งการเพิ่มผลผลิตนี้อาจเป็นผลทางตรงหรือผลทางอ้อมก็ได้ เนื่องจากผลผลิตของพืชเกี่ยวข้องกับลักษณะอื่น ๆ อีกหลายประการ ดังนั้นฮอร์โมนที่ควบคุมลักษณะต่าง ๆ เหล่านี้ ก็จะมีบทบาทสำคัญต่อการเพิ่มผลผลิตของพืช หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่า ผลผลิตของพืชถูกควบคุมโดยฮอร์โมนหลายชนิด แทนที่จะถูกควบคุมโดยฮอร์โมนเพียงชนิดเดียว ตัวอย่างของฮอร์โมนที่เกี่ยวข้องกับผลผลิตของพืช ได้แก่ฮอร์โมนที่ช่วยเสริมสร้างความแข็งแรงของต้น ฮอร์โมนที่ควบคุมจำนวนฝักต่อต้น หรือเมล็ดต่อฝัก ฮอร์โมนที่ทำให้รากแข็งแรง และฮอร์โมนที่ควบคุมขนาดเมล็ด เป็นต้น

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

7. ช่วยปรับปรุงคุณภาพของผลผลิต คุณภาพของผลผลิตพืชนับว่ามีความสำคัญไม่แพ้ปริมาณของผลผลิต เพราะถ้าหากพืชผลให้ผลผลิตสูงแต่คุณภาพไม่ดี ก็จะมีผลทำให้ขายไม่ได้ราคาดีเท่าที่ควร สำหรับสาเหตุที่ทำให้คุณภาพของผลผลิตไม่ดีอาจเนื่องมาจากสาเหตุหลายประการ เช่น โรค แมลง อุณหภูมิสูงหรือต่ำเกินไป ถ้ากำจัดสาเหตุเหล่านี้ออกไป ก็จะมีส่วนทำให้ผลผลิตมีคุณภาพดีขึ้น สำหรับวิธีการใหม่อีกวิธีหนึ่งได้แก่การใช้ฮอร์โมน เช่นใช้ฮอร์โมนในกลุ่มสารชะลอการเติบโตของพืช ฉีดพ่นมะเขือเทศ จะทำให้ผลมะเขือเทศสุกสม่ำเสมอ มีผลดีต่อการนำไปใช้ในกิจการอุตสาหกรรม หรือฉีดในแอปเปิ้ล จะทำให้ผลมีสีแดงสม่ำเสมอน่ารับประทาน เมื่อฉีดกับฝ้ายพบว่าคุณภาพในการปั่นและทอดีขึ้น มีผู้ทดลองฉีดกับอ้อยพบว่าปริมาณน้ำตาลในอ้อยเพิ่มขึ้น สำหรับในดอกไม้นั้น เมื่อใช้ฮอร์โมนโดยเฉพาะฮอร์โมนในกลุ่มสารชะลอการเติบโตขึ้น จะทำให้ขนาดของดอกโตขึ้น หรือเมื่อใช้กับไม้ดอกกระถาง จะทำให้ทรงพุ่มของไม้ดอกกระทัดรัดสวยงาม

8. ช่วยในการเก็บรักษาพืชผลหลังเก็บเกี่ยว พืชผลหลายชนิดภายหลังจากการเก็บเกี่ยว แล้วจะมีปัญหาในด้านการเก็บรักษา เป็นต้นว่าหอมหัวใหญ่เมื่อเก็บได้ระยะเวลาหนึ่งมักจะงอกจึงนับเป็นความเสียหายอย่างหนึ่ง การใช้ฮอร์โมนที่ยับยั้งการเจริญเติบโต (inhibitors) จะทำให้สามารถลดความเสียหายเนื่องจากการงอกในระหว่างเก็บรักษาได้ สำหรับในไม้ตัดดอกนั้น การแช่ก้านช่อดอกในสารละลายฮอร์โมนร่วมกับสารอื่น ๆ อีกบางชนิด เช่น น้ำตาลและสารป้องกันเชื้อจุลินทรีย์จะทำให้สามารถยืดอายุการปักแจกันได้

9. ช่วยให้พืชทนทานต่อความเครียด (stress) โดยทั่วไปพืชจะไม่สามารถทนทานต่อความเครียดได้เป็นระยะเวลานาน โดยเฉพาะความแห้งแล้ง ความเค็มของดิน ความเปรี้ยว (ความเป็นกรด) ของดิน ลักษณะต่าง ๆ ที่ได้กล่าวมานี้จะส่งผลกระทบอย่างรุนแรงต่อขบวนการทางสรีรวิทยาของพืช ทำให้การทำงานของพืชผิดปกติ หรืออาจหยุดชะงักจนกระทั่งพืชตายได้ เป็นที่น่าสังเกตว่าเมื่อมีการใช้ฮอร์โมนฉีดพ่นพืช จะทำให้พืชสามารถทนทานต่อความเครียดได้มากกว่าปกติ ซึ่งสังเกตเห็นง่าย ๆ เมื่อถั่วเขียวหรือถั่วลิสงได้รับสารชะลอการเติบโตจะมีอาการเขียวสดเป็นปกติ ในขณะที่พืชที่ไม่ได้สารดังกล่าวเริ่มเหี่ยวเฉา อันเนื่องมาจากการขาดน้ำในประเทศไทย นั้นมีพืชที่อยู่จำนวนมากที่ไม่สามารถนำมาใช้ทำการเกษตรได้ เพราะไม่เหมาะต่อการเจริญ

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

เติบโตของพืช เช่นในพื้นที่ที่มีเกลืออยู่เป็นจำนวนมากในแถบภาคอิสาน เป็นต้น ถ้าได้มีการทดลองนำเอาฮอร์โมนเข้าไปช่วยในการเพาะปลูก ก็อาจจะเป็นหนทางอันหนึ่งที่จะทำให้มีการพัฒนาพื้นที่ดังกล่าวให้เป็นประโยชน์ต่อประชาชน และต่อประเทศชาติได้

วิธีสอนและกิจกรรม บรรยายโดยฉายภาพข้ามศีรษะ และให้นักศึกษาซักถาม		
สื่อการสอน	**หนังสืออ้างอิง**	23,24,25,26,28,29
	เอกสารประกอบ	-
	วัสดุโสตทัศน์	แผ่นใส
งานมอบหมาย -		
การวัดผล วัดผลในการสอบเก็บคะแนนระหว่างภาค		

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

แนวการสอน	รหัสวิชา 03-932-403 หน่วยเรียนที่ 3 บทเรียนที่ 2
ชื่อหน่วยเรียน การใช้และประสิทธิภาพของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช	เวลา 50 นาที

ชื่อบทเรียน การให้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชสวน

จุดประสงค์ 3.2 รู้รูปการให้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชสวน

3.2.1 บอกการให้สารในรูปก๊าซ

3.2.2 บอกการให้สารในรูปของแข็ง

3.2.3 บอกการให้สารในรูปของเหลว

3.2.4 บอกการจุ่มพืชในสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

3.2.5 บอกการพ่นสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

รูปการให้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชสวน

สามารถให้ได้ทั้งในรูปของก๊าซ ของเหลว และของแข็ง ดังมีรายละเอียดของการปฏิบัติ ดังนี้

1. **การให้ในรูปของก๊าซ** (gaseous form) สำหรับในรูปที่เป็นก๊าซนั้นวิธีปฏิบัติทำโดยนำเอาฮอร์โมนซึ่งอยู่ในรูปของก๊าซ เช่น เอธิลีนปริมาณเท่าที่ต้องการใส่ในภาชนะหรือห้องที่ปิดสนิท ซึ่งมีพืชหรือชิ้นส่วนของพืชบรรจุอยู่แล้ว ทิ้งไว้ตามระยะเวลาที่ต้องการ ข้อดีของการให้ฮอร์โมนโดยวิธีนี้ ได้แก่การที่ทุกส่วนของพืชมีโอกาสได้รับฮอร์โมนโดยทั่วถึงมากกว่าการให้โดยวิธีอื่น ๆ ข้อเสียของวิธีนี้ได้แก่ ความยุ่งยากในการเตรียมภาชนะในการอบตัวอย่างพืช ยิ่งถ้าพืชมีขนาดใหญ่ หรือมีปริมาณมากด้วยแล้ว จะเกิดปัญหาในทางปฏิบัติเป็นอย่างมาก แต่เนื่องจากเอธิลีนเป็นฮอร์โมนที่มีบทบาทสำคัญหลายประการภายในพืช นักวิชาการจึงหาวิธีการต่าง ๆ ที่จะทำให้พืชได้รับฮอร์โมนชนิดนี้โดยวิธีที่ไม่ยุ่งยากนัก สำหรับวิธีที่นิยมในปัจจุบันได้แก่การให้ในรูปของ เอทีฟอน ซึ่งเป็นของเหลว จึงมีความสะดวกในการใช้มากกว่า และเมื่อถูกดูดเข้าไปในพืชแล้ว เอทีฟอน จะเกิดปฏิกิริยาเคมีปลดปล่อยเอทธิลีนออกมาภายในต้นพืช

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

2. การให้ในรูปของของแข็ง (solid form) ได้แก่ การให้ฮอร์โมนในรูปของผง (powder) หรือ แป้งเปียก (paste) สำหรับการให้ฮอร์โมนในรูปผงนั้นสามารถทำได้กับการปฏิบัติบางชนิด เช่นการใช้ฮอร์โมนเพื่อเร่งการเกิดรากของกิ่งปักชำ เป็นต้น วิธีการปฏิบัติทำโดยจิ้มกิ่งปักชำลงในผงฮอร์โมนที่ใช้เร่งราก ความชื้นซึ่งอยู่ในกิ่ง หรือ ความชื้นในดินจะทำให้ผงฮอร์โมนละลายจนพืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ส่วนการใช้ฮอร์โมนในรูปของแป้งเปียกนั้นนิยมใช้ในกรณีที่ต้องการให้พืชได้รับอิทธิพลจากฮอร์โมนนั้น ๆ ติดต่อกันเป็นระยะเวลานาน และสามารถให้เพียงส่วนใดส่วนหนึ่งของต้นก็ได้ จึงเป็นการใช้ฮอร์โมนแบบประหยัด เช่น ในกรณีใช้ฮอร์โมนแบบแป้งเปียกป้ายบริเวณตาของพืช เพื่อเร่งการแตกตา เป็นต้น สำหรับการเตรียมฮอร์โมนแบบแป้งเปียกนี้ สารเฉื่อยที่นิยมใช้เป็นตัวนำได้แก่ ลาโนลิน (lanolin) ทำลาโนลินให้เหลวโดยใช้ความร้อน แล้วใส่ฮอร์โมนความเข้มข้นตามที่ต้องการ กวนให้ทั่วแล้วทิ้งไว้ให้เย็น จากนั้นก็สามารถนำไปใช้ได้

3. การให้ฮอร์โมนในรูปของเหลว (liquid form) การให้ในรูปของของเหลวนี้สามารถให้แก่พืชได้ 2 วิธี คือวิธีการจุ่มและการพ่นสำหรับวิธีการจุ่มนี้นิยมปฏิบัติกับบางส่วนของพืช เช่น กิ่งปักชำ ช่อดอก หรือผล ส่วนการพ่นนั้นนิยมใช้กับพืชทั้งต้น หรือพืชที่ปลูกในพื้นที่มาก ๆ การพ่นจะสามารถทำได้เร็วประหยัดเวลา

การจุ่มพืชในสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

การจุ่มพืชในสารควบคุมการเจริญเติบโต แบ่งออกได้เป็น 2 วิธี ทั้งนี้ขึ้นกับระยะเวลาของการจุ่ม

1. การจุ่มในเวลาอันสั้น (quick dip method) โดยทั่วไปจะหมายถึงการจุ่มส่วนของพืชลงในสารละลายฮอร์โมนในระยะเวลาอันสั้นเพียงไม่กี่วินาที เนื่องจากระยะเวลาที่ส่วนของพืชสัมผัสกับฮอร์โมนนั้นสั้นมาก ดังนั้นเพื่อที่จะให้ส่วนของพืชได้รับฮอร์โมนมากพอจึงควรใช้สารละลายที่มีความเข้มข้นสูง ตัวอย่างของการปฏิบัติโดยวิธีนี้ ได้แก่การจุ่มกิ่งปักชำในสารละลายฮอร์โมนเพื่อเร่งการเกิดราก โดยทั่วไปจะจุ่มกิ่ง (เฉพาะส่วนปลายที่จะเกิดราก) เพียง 5 วินาที ในสารละลายฮอร์โมนที่มีความเข้มข้นสูงระหว่าง 500 - 10,000 ppm ทั้งนี้ขึ้นกับชนิดของพืชว่าเกิดรากง่ายหรือยาก จากนั้นก็นำไปปักชำทันที ข้อดีของการปฏิบัติเช่นนี้ คือสามารถทำได้ง่ายโดยไม่ต้องอาศัยเครื่องมือพิเศษใด ๆ การเกาะติดของฮอร์โมนกับชิ้นส่วนพืชก็เป็นไปโดย

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

สม่ำเสมอ ทำให้ปริมาณของฮอร์โมนในกิ่งต่าง ๆ มีใกล้เคียงกัน และใกล้เคียงกับปริมาณที่คำนวณไว้ ตลอดจนสภาพแวดล้อมก็ไม่มีผลต่อการดูดฮอร์โมนของกิ่งเพราะการจุ่มเกิดขึ้นในเวลาอันสั้น นอกจากนี้ฮอร์โมนที่ใช้เสร็จแล้วก็ยังสามารถนำมาใช้ได้อีก เพียงแต่ต้องระมัดระวังแอลกอฮอร์ที่ใช้เป็นตัวละลายฮอร์โมนมิให้ระเหยหนีไปมิเช่นนั้นแล้ว ความเข้มข้นของฮอร์โมนจะสูงขึ้นจนเป็นอันตรายต่อพืช

2. การจุ่มเป็นเวลานาน (prolonged soaking method) สำหรับระยะเวลา ในการจุ่มไม่แน่นอนอาจเพียง 15 นาที เช่น การจุ่มผลไม้ในสารละลายเอทีฟอน หรือ 24 ชั่วโมง เช่น การจุ่มกิ่งปักชำ หรือหลายวันเช่นการแช่ก้านช่อดอกในขณะปักแจกันก็ได้ สำหรับการจุ่มโดยวิธีนี้ปริมาณฮอร์โมนที่พืชได้รับจะขึ้นกับ ชนิดของพืช สภาพแวดล้อม และระยะเวลาในการจุ่ม สำหรับชนิดของพืชนั้นพืชที่มีเนื้อแข็งมีโอกาสที่จะดูดฮอร์โมนได้น้อยกว่าไม้เนื้ออ่อนหรือพืชกิ่งเนื้ออ่อน สิ่งต่าง ๆ ที่ได้กล่าวมานี้จะมีส่วนช่วยในการพิจารณาเกี่ยวกับความเข้มข้นที่เหมาะสมของฮอร์โมนที่จะใช้กับพืช สำหรับสภาพแวดล้อมนั้น พบว่า ถ้าอากาศร้อนและความชื้นในอากาศต่ำพืชจะดูดฮอร์โมนได้เร็ว ส่วนในสภาพที่อากาศเย็นและความชื้นในอากาศสูงพืชจะดูดฮอร์โมนได้ช้า ส่วนระยะเวลาในการจุ่มนั้นพบว่ามีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของฮอร์โมน ถ้าฮอร์โมนมีความเข้มข้นสูง จะใช้ระยะเวลาจุ่มน้อยกว่าการใช้ฮอร์โมนที่เจือจาง ตัวอย่างเช่น การเร่งการเกิดรากของพืชชนิดหนึ่งสามารถทำได้โดย การจุ่มกิ่งปักชำลงในสารละลายฮอร์โมนความเข้มข้น 100 ppm เป็นเวลา 1 - 2 ชั่วโมง และถ้าจุ่มลงในสารละลายฮอร์โมนความเข้มข้น 5 ppm เป็นเวลา 10 - 24 ชั่วโมงก็จะให้ผลเช่นเดียวกัน

การพ่นสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

การพ่นที่จะกล่าวต่อไปนี้ เป็นการพ่นเคมีภัณฑ์เพื่อการเกษตรโดยทั่ว ๆ ไปมิได้จำกัดเฉพาะการพ่นฮอร์โมนเท่านั้น และการพ่นบางวิธีก็ยังไม่ได้นำมาใช้กับสารพวกฮอร์โมน การพ่นที่พบในปัจจุบันมีอยู่ 4 วิธี คือ

1. การพ่นแบบสเปรย์ เป็นวิธีการพ่นที่ใช้มานานแล้ว หลักการของการพ่นแบบนี้ ได้แก่ การบังคับให้สารละลาย หรือสารผสมไหลผ่านออกมาทางรูเล็ก ๆ (orifice) ของหัวพ่น (spray nozzle) โดยอาศัยความดันซึ่งจะอยู่ระหว่าง 2 - 60 บาร์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของเครื่องมือ โดยทั่วไปแล้วเมื่อปรับขนาดของรูให้เล็กและใช้ความดันสูงจะทำให้หยดที่พ่นออกมามีขนาดเล็ก แต่ถ้า

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

ปรับขนาดของรูให้กว้างและใช้ความดันต่ำจะทำให้หยดที่พ่นออกมามีขนาดใหญ่ ข้อดีของการพ่นแบบนี้ ได้แก่ เครื่องพ่นมีราคาถูกตั้งแต่ไม่กี่สิบบาทขึ้นไป การใช้ง่าย การดูแลรักษาไม่ยุ่งยาก ความดันของเครื่องพ่นอาจบังคับด้วยมือ หรือเครื่องยนต์ก็ได้ สำหรับข้อเสียของการพ่นแบบนี้ ได้แก่ การที่ไม่สามารถบังคับขนาดของหยดให้เป็นไปตามความต้องการได้ แม้ว่าจะสามารถปรับรูของหัวพ่น และความดันได้ก็ตาม แต่ขนาดของหยดจะมีได้ตั้งแต่ 1 - 1,000 ไมครอน ซึ่งสัดส่วนของหยดเล็กต่อหยดใหญ่จะขึ้นกับการปรับขนาดของรูหัวพ่นกับความดันที่ได้กล่าวมาแล้ว สารเคมีที่มีขนาดของหยดเล็กมากจะสูญหายไปกับสายลมได้ง่าย ส่วนสารเคมีที่มีขนาดของหยดใหญ่จะทำสิ้นเปลืองมากขึ้นเพราะต้องใช้สารในปริมาณที่มากกว่า จึงจะสามารถพ่นให้ครอบคลุมพื้นที่ที่เท่ากันได้

2. การพ่นแบบควบคุมขนาดของหยดหรือการพ่นแบบ CDA (control droplet application) การพ่นแบบนี้กำลังได้รับความสนใจมากในปัจจุบัน เพราะเป็นวิธีการพ่นที่สามารถควบคุมขนาดของหยดได้ โดยทั่วไปแล้วขนาดของหยดจะถูกควบคุมให้เล็กกว่าหยดที่เกิดจากการพ่นแบบสเปรย์มาก โดยทั่ว ๆ ไปจะอยู่ระหว่าง 175 - 250 ไมครอน จึงช่วยลดความสูญเสียอันเนื่องมาจากกระแสลม (wind drift) และความสิ้นเปลืองสารเคมีอันเนื่องมาจากขนาดของหยดใหญ่ เครื่องพ่นสารเคมีชนิดนี้ จะได้รับการออกแบบแตกต่างไปจากเครื่องพ่นแบบสเปรย์ เพราะเครื่องพ่นแบบ CDA นี้ ไม่ต้องอาศัยความดัน แต่จะอาศัยการหมุนของจาน (rotary disc) ซึ่งอาศัยพลังไฟฟ้าจากถ่านไปฉาย หรือ แบตเตอรี่ เครื่องพ่นแบบนี้เรียกว่า rotary atomize และจากการศึกษาพบว่าขนาดของหยดที่พ่นออกมาจะเป็นปฏิภาคกลับกับจำนวนหยด นั่นคือสารเคมีที่มีปริมาณเท่ากัน เมื่อพ่นให้หยดมีขนาดใหญ่ จะได้จำนวนหยดน้อย แต่ถ้าพ่นให้หยดมีขนาดเล็กก็จะได้จำนวนหยดมาก การลดขนาดของหยดลงครึ่งหนึ่ง จะมีผลทำให้จำนวนหยดเพิ่มขึ้น 8 เท่า เนื่องจากโอกาสการซึมผ่านของฮอร์โมนเข้าไปในต้นพืชขึ้นกับจำนวนหยดที่สัมผัสกับต้นพืช ดังนั้นการพ่นให้หยดมีขนาดเล็ก ย่อมดีกว่าพ่นให้หยดมีขนาดใหญ่ ดังนั้นจึงสามารถลดปริมาณของสารละลายที่จะฉีดต่อหน่วยพื้นที่ลงได้ ตัวอย่างเช่น การพ่นแบบสเปรย์ ซึ่งต้องใช้สารละลาย 1000 ลิตร/เฮกตาร์ เมื่อพ่นแบบ CDA จะลดปริมาณสารละลายลงเหลือเพียง 5 - 20 ลิตร/เฮกตาร์เท่านั้น แต่ทั้งนี้ปริมาณเนื้อยาจะต้องเท่ากันหรือใกล้เคียงกัน นั่นย่อมหมายความว่า การพ่นแบบ CDA จะต้องใช้สารละลายที่เข้มข้นกว่าการพ่นแบบสเปรย์มาก

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

อย่างไรก็ตาม แม้ว่าแบบ CDA จะมีข้อดีอยู่หลายประการ แต่การพ่นแบบนี้ก็มีข้อเสียอยู่บ้าง เช่น กสิกรไม่ค่อยคุ้นเคย เครื่องมือมีราคาแพง (แม้ว่า rotary stomizer แบบมือถือจะไม่แพงนักก็ตาม) การดูแลรักษายาก เปลืองพลังงานและข้อเสียอีกประการหนึ่ง โดยเฉพาะสารละลายที่ใช้น้ำเป็นตัวทำละลาย จะระเหยได้เร็วมาก สารละลายใด ๆ ที่ระเหยได้เร็ว จะทำให้ตัวละลายหรือเนื้อยาซึมเข้าไปในต้นพืชได้น้อย เป็นการลดประสิทธิภาพของยาหรือสารเคมีไป วิธีแก้ปัญหานี้วิธีหนึ่ง ได้แก่การใช้ตัวทำละลาย หรือสารตัวกลางเป็นสารที่ระเหยยาก

3. การพ่นแบบ Electrlodynamic spraying หรือ Electrostatic charging การพ่นแบบนี้เป็นวิธีใหม่ที่ทันสมัยมากไม่ต้องใช้แรงดันเหมือนการพ่นแบบสเปรย์ หรือมีส่วนหนึ่งส่วนใดหมุนเหมือนการพ่นแบบ CDA เครื่อง electrodyn ทำงานโดยอาศัยไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ ซึ่งหัวพ่นระบบ electrodynamic nozzle system จะเปลี่ยนให้เป็นไฟฟ้าแรงสูง ผลสุดท้ายจะทำให้สารละลายซึ่งหลุดออกมาจากหัวพ่นอยู่ในรูปของประจุไฟฟ้า ซึ่งแตกต่างจากประจุของต้นพืช จึงทำให้การเกาะติดต้นพืชมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ขณะเดียวกันก็เป็นการลดอัตราเสี่ยงของผู้พ่นหรือสิ่งแวดล้อมอันเนื่องมาจากการที่หยดขนาดเล็กพลาดเป้าหมาย (off target) การพ่นแบบ electrodynamic spraying สามารถทำได้ในทุกท้องที่โดยไม่มีปัญหาเรื่องน้ำเลย ทั้งนี้เพราะเป็นการพ่นที่ไม่อาศัยน้ำเลย และสามารถลดปริมาณสารที่ใช้พ่นให้เหลือเพียง 0.5 ลิตร/เฮกตาร์ เท่านั้น ซึ่งแน่นอนที่สุดการใช้ปริมาณเล็กน้อยเพียงนี้ สารที่ใช้พ่นจะต้องอยู่ในรูปของน้ำมัน (oil based formulation) เพื่อหลีกเลี่ยงการระเหยตัวอย่างรวดเร็ว

จากที่ได้กล่าวมาจะเห็นได้ว่าขนาดของหยดมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณของสารละลายที่ต้องใช้ในการพ่นต่อหน่วยเนื้อที่ ดังนั้นการพ่นในแต่ละวิธีจึงใช้ปริมาณสารละลายแตกต่างกันออกไป (แต่ปริมาณเนื้อยาต้องเท่ากัน) ตามข้อตกลงนานาชาติได้กำหนดประเภทของการพ่นได้ 5 ประเภท โดยถือเอาปริมาณสารละลายต่อเนื้อที่ 1 เฮกตาร์เป็นหลักดังนี้

1. UULV (Ultra Ultra Low Volume) ปริมาณสารละลายที่ใช้จะต่ำกว่า 0.5 ลิตร/เฮกตาร์
2. ULV (Ultra Low Volume) ปริมาณสารละลายที่ใช้อยู่ระหว่าง 0.5 - 5 ลิตร/เฮกตาร์
3. LV (Low Volume) ปริมาณสารละลายที่ใช้อยู่ระหว่าง 5 - 50 ลิตร/เอกตาร์
4. MV (Medium Volume) ปริมาณสารละลายที่ต้องใช้อยู่ระหว่าง 50 - 150 ลิตร/เอกตาร์
5. HV (High Volume) ปริมาณสารละลายที่ใช้จะมากกว่า 150 ลิตร/เฮกตาร์

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

จากประเภทต่าง ๆ ที่กล่าวมานี้ การพ่นโดยทั่ว ๆ ไปจึงจัดเป็นประเภท MV หรือ HV ในปัจจุบันได้มีการผลิต atomizer ซึ่งสามารถพ่นประเภท LV (5 - 20 ลิตร/เฮกตาร์) ได้ แต่ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวกำลังอยู่ในขั้นพัฒนาจึงยังไม่แพร่หลายเท่าที่ควร

4. การพ่นด้วยเครื่องบิน การพ่นโดยเครื่องบินนับว่าเป็นวิธีการที่ค่อนข้างทันสมัยสำหรับเมืองไทย แต่ในประเทศที่เจริญมากแล้ว เช่น รัสเซีย สหรัฐอเมริกาได้มีการใช้เครื่องบินช่วยในการพ่นมานานแล้ว และทำกันอย่างกว้างขวาง การพ่นโดยเครื่องบินนับว่าเป็นวิธีการที่ประหยัดทั้งเวลาและปริมาณสารละลายที่ใช้ รวมทั้งเนื้อยาก็อาจใช้น้อยกว่าอัตราที่ใช้อัตราที่ใช้พ่นโดยการสเปรย์ องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO) คำนวณไว้ว่า เนื้อที่ในการเกษตร ป่าไม้กว่า 200 ล้านเฮกตาร์ใน 60 ประเทศ เกี่ยวข้องกับการใช้เครื่องบินซึ่งมีอยู่ทั้งหมดประมาณ 19,000 เครื่อง โดยรัสเซียเป็นประเทศที่ใช้เครื่องบินในกิจการนี้มากที่สุด

วิธีสอนและกิจกรรม บรรยายโดยฉายภาพข้ามศีรษะ ประกอบรูปภาพ และให้นักศึกษาซักถาม

สื่อการสอน	**หนังสืออ้างอิง**	3,10,11,23
	เอกสารประกอบ	-
	วัสดุโสตทัศน์	แผ่นใส รูปภาพ

งานมอบหมาย ให้นักศึกษาทำรายงานเกี่ยวกับวิธีการให้สารควบคุมการเจริญเติบโตกับพืช

การวัดผล วัดผลในการสอบเก็บคะแนนระหว่างภาค

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

แนวการสอน	รหัสวิชา 03-932-403 หน่วยเรียนที่ 3 บทเรียนที่ 3
ชื่อหน่วยเรียน การใช้และประสิทธิภาพของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช	**เวลา 50 นาที**

ชื่อบทเรียน ลักษณะการทำงานของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

จุดประสงค์ 3.3 เข้าใจลักษณะการทำงานของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

3.3.1 อธิบายลักษณะการทำงานของสารแบบ simple action

3.3.2 อธิบายลักษณะการทำงานของสารแบบ interaction

ลักษณะการทำงานของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่ให้แก่พืชหรือส่วนต่าง ๆ ของพืชจะแสดงฤทธิ์ต่อพืชใน 2 ลักษณะคือ 1) ลักษณะการเร่งหรือกระตุ้นกิจกรรมต่าง ๆ ภายใต้พืช 'promotive effect' และ 2) ลักษณะการชะลอหรือยับยั้งกิจกรรมต่าง ๆ ภายในพืช (inhibitory effect) ถึงแม้ว่าในบางกรณีอาจไม่พบการตอบสนองของพืชหรือส่วนต่าง ๆ ของพืชต่อสารที่ให้แก่พืชอย่างเด่นชัดก็ตาม แต่มิได้หมายความว่าสารชนิดนี้ไม่มีผลต่อพืชเสียทีเดียว สารชนิดนี้อาจจะแสดงผลในแง่อื่น ๆ ซึ่งผู้วิจัยมิได้สนใจหรือตรวจวัดก็ได้ ด้วยเหตุนี้จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องศึกษาถึงกลไกการทำงานของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช เพื่อให้เข้าใจถึงการทำงานของสารแต่ละประเภทและรูปแบบของการตอบสนองของพืชที่มีต่อสารแต่ละประเภท

การแสดงผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่ให้แก่พืชในบางกรณีสารนั้นมิได้แสดงผลโดยตรงต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของพืช แต่จะไปมีผลกระตุ้นให้พืชหรือส่วนต่าง ๆ ของพืชมีการสร้างฮอร์โมนพืชเพิ่มขึ้น จนถึงระดับที่เพียงพอต่อการชักนำกระบวนการใดกระบวนการหนึ่ง ในพืชแล้วฮอร์โมนพืชนี้จึงแสดงผลออกมาให้เห็น ตัวอย่างเช่น การบ่มผลไม้โดยการให้สารในกลุ่มของเอทธิลีนแก่ผลไม้ที่ยังดิบ ซึ่งในผลไม้ดิบจะมีการสร้างสารเอทธิลีนน้อยมาก ทำให้ไม่เพียงพอที่จะชักนำการสุก ต่อเมื่อได้รับสารนี้จากภายนอกในปริมาณที่พอเหมาะ

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

สารนี้จะกระตุ้นให้ผลไม้มีการสร้างสารเอทธิลีนภายในผลเพิ่มขึ้นจนถึงระดับที่เพียงพอที่จะแสดงผลในการกระตุ้นกระบวนการสุกของผลไม้ต่อไป

ลักษณะการทำงานของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชมีอยู่หลายรูปแบบด้วยกัน กล่าวคือ สารบางประเภทอาจจะทำงานด้วยตัวเองโดยลำพัง ส่วนสารอีกบางประเภทจะทำงานร่วมกับสารอื่น ๆ ซึ่งพอจะสรุปลักษณะของการทำงานออกได้ดังนี้

1. simple action เป็นลักษณะการทำงานของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่เกิดขึ้นจากการทำงานของสารใดสารหนึ่งเพียงสารเดียว โดยผลของการทำงานของสารนี้อาจจะแสดงออกมาในแง่บวกหรือลบก็ได้ หรืออาจจะไปมีผลชักนำให้พืชหรือส่วนต่าง ๆ ของพืชมีการสร้างฮอร์โมนพืชขึ้นมาเพื่อดำเนินกิจการต่าง ๆ ต่อไป

2. interaction เป็นลักษณะของการทำงานร่วมกันของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป ซึ่งมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงเดียวกัน โดยทั่วไปจะเป็นลักษณะการทำงานร่วมของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช 2 ชนิด ซึ่งลักษณะของการทำงานสามารถแบ่งย่อย ๆ ได้เป็น

2.1 independent interaction เป็นการทำงานร่วมกันของสารในลักษณะเสริมกัน (additive fashion) โดยสารแต่ละตัวจะไปทำงานในตำแหน่งที่แตกต่างกัน

2.2 interdependent interaction เป็นการทำงานร่วมกันเพื่อลักษณะที่แสดงออกเดียวกัน แต่สารแต่ละตัวจะทำงานในลักษณะ non - additive fashion โดยสารทั้ง 2 จะไปทำงานในตำแหน่งเดียวกัน ของกระบวนการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับลักษณะที่แสดงออก

2.3 opposite interaction เป็นลักษณะการทำงานร่วมกันของสารในกลไกการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาเดียวกัน โดยสารตัวหนึ่งทำหน้าที่เร่งหรือกระตุ้น ส่วนสารอีกตัวหนึ่งทำหน้าที่ชะลอหรือยับยั้งในกระบวนการเดียวกัน

2.4 synergistic interaction คำว่า "synergism" มาจากภาษากรีกว่า "synergos" แปลว่า "ทำงานร่วมกัน (working together)" การทำงานในลักษณะที่เป็น synergism จะใช้เรียกเป็นกรณีพิเศษสำหรับลักษณะของการทำงานร่วมกันแบบ interdependen interaction ซึ่งมีสาร 2 ชนิดทำงานร่วมกัน โดยผลที่ได้จะมีมากกว่าลักษณะ additive fashion ของการใช้สารแต่ละชนิดแยกกัน การทำงานในลักษณะนี้แบ่งออกเป็น 2 ประเภทย่อย ๆ คือ

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

2.4.1 Synergistic promotive interaction เป็นการทำงานร่วมกันของสารเพื่อกระตุ้นกระบวนการทางสรีรวิทยาของพืช โดยสารที่ใช้จะใช้ร่วมกัน

2.4.2 Synergistic inhibitory interaction เป็นการทำงานร่วมกันของสารในการชะลอหรือยับยั้งกระบวนการทางสรีรวิทยาของพืช

2.5 Antagonistic interaction เป็นการทำงานร่วมกัน จะใช้เรียกเป็นกรณีพิเศษสำหรับลักษณะที่เป็น opposite interaction ซึ่งมีสาร 2 ชนิด ทำงานในลักษณะที่สารชนิดหนึ่งมีผลในแง่เร่งหรือกระตุ้นกระบวนการหนึ่ง ซึ่งผลของการทำงานของสารชนิดแรกนั้นถูกยับยั้งหรือชะลอโดยสารอีกชนิดหนึ่งเนื่องจากสารชนิดหลังนี้มีความเข้มข้นมากกว่าสารชนิดแรก

วิธีสอนและกิจกรรม บรรยายโดยฉายภาพข้ามศีรษะ และให้นักศึกษาซักถาม

สื่อการสอน	**หนังสืออ้างอิง**	6
	เอกสารประกอบ	-
	วัสดุโสตทัศน์	แผ่นใส

งานมอบหมาย -

การวัดผล วัดผลในการสอบเก็บคะแนนระหว่างภาค

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

แนวการสอน	รหัสวิชา 03-932-403 หน่วยเรียนที่ 3 บทเรียนที่ 4
ชื่อหน่วยเรียน การใช้และประสิทธิภาพของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช	เวลา 100 นาที

ชื่อบทเรียน การคำนวณความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

จุดประสงค์ 3.4 คำนวณความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

3.4.1 คำนวณความเข้มข้นเป็น percent (%)

3.4.2 คำนวณความเข้มข้นเป็น molarity (M.)

3.4.3 คำนวณความเข้มข้นเป็น part per million (ppm.)

3.4.4 คำนวณความเข้มข้นของสาร

การคำนวณความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

1. ความเข้มข้นเป็นเปอร์เซนต์

ตัวอย่างการเตรียมสารละลาย Amo - 1618 ความเข้มข้น 0.1% จำนวน 1 ลิตร จาก Amo - 1618 ชนิดผงความเข้มข้น 100%

วิธีการ Amo - 1618 ความเข้มข้น 0.1% หมายความว่าในสาร

ในสารละลาย 100 มิลลิลิตร มีเนื้อยา = 0.1 กรัม

ในสารละลาย 1000 มิลลิลิตร มีเนื้อยา = $\frac{0.1 \times 1000}{100}$ กรัม

= 1 กรัม

นั่นคือต้องนำผง Amo - 1618 จำนวน 1 กรัม ละลายในน้ำ 1000 มิลลิลิตร (1 ลิตร)

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

2. ความเข้มข้นเป็น Molarity

ตัวอย่างการเตรียมสารละลาย IAA ความเข้มข้น 0.001 โมลาร์ จำนวน 0.1 ลิตร จาก IAA ซึ่งมีน้ำหนักโมเลกุล 175.18

วิธีการ สารละลาย 0.001 โมลาร์ หมายความว่า

ในสารละลาย 1 ลิตร จะมี IAA = 0.001 โมล

ดังนั้น สารละลาย 0.1 ลิตร จะมี IAA = 0.0001 โมล

น้ำหนักโมเลกุลของ IAA 175.18 หมายความว่า

IAA 1 โมล มีน้ำหนัก = 175.18 กรัม

ถ้า IAA 0.0001 โมล มีน้ำหนัก = 175.18 X 0.0001 กรัม

= 0.0175

นั้นคือในสารละลาย 1 ลิตร ต้องมี IAA อยู่ 0.0175 กรัม

แต่เนื่องจาก IAA เป็นสารที่ไม่ละลายในน้ำ แต่ละลายในอัลกอฮอล์ ดังนั้นจึงนำ IAA 0.0175 กรัม ละลายในแอลกอฮอล์ประมาณ 10 มิลลิลิตร คนให้เข้ากันดีแล้วจึงเติมน้ำให้ครบ 0.1 ลิตร

3. ความเข้มข้นเป็น ppm

ตัวอย่างการเตรียมสารละลาย Phosphon - D ความเข้มข้น 1000 ppm จำนวน 1 ลิตร จาก Phosphon - D ชนิดผง ความเข้มข้น 100%

วิธีการ Phosphon - D 1,000 ppm หมายความว่า

ในสารละลาย 1,000,000 มิลลิลิตร จะมี Phosphon - D = 1000 กรัม

ดังนั้น สารละลาย 1000 มิลลิลิตร จะมี Phosphon - D = 1 กรัม

นั่นคือต้องนำผง Phosphon - D มา 1 กรัม ละลายในน้ำ 1 ลิตร

ในบางกรณีฮอร์โมนที่ผลิตขึ้นมามีความเข้มข้นไม่ถึง 100% เช่น SADH ชนิดผงมีความเข้มข้น 85% (อีก 15% เป็นสารเฉื่อย) ดังนั้นการคำนวณให้คิดเฉพาะเนื้อยาเท่านั้น

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

ตัวอย่างการเตรียมสารละลาย SADH ความเข้มข้น 1,000 ppm จำนวน 1 ลิตร จาก SADH ชนิดผงความเข้มข้น 85%

วิธีการ ในสารละลาย 1,000,000 มิลลิลิตร มี SADH = 1000 กรัม

สารละลาย 1,000 มิลลิลิตร มี SADH = 1

แต่เนื่องจาก SADH ชนิดผง ความเข้มข้นมี 85%

นั่นคือ เนื้อยา 85 กรัม มีอยู่ในผง SADH = 100 กรัม

เนื้อยา 1 กรัม มีอยู่ในผง SADH = $\frac{100 \times 1}{85}$ กรัม

= 1.18 กรัม

ดังนั้นต้องใช้ผง SADH 1.18 กรัม ละลายในน้ำ 1 ลิตร

ฮอร์โมนบางชนิดไม่ได้ผลิตขึ้นในรูปที่เป็นผง แต่อยู่ในรูปของเหลว การคำนวณก็สามารถทำได้เช่นเดียวกันดังนี้

ตัวอย่างการเตรียมสารละลาย mepiquat chloride ความเข้มข้น 100 ppm จำนวน 1 ลิตร จากสารละลาย mepiquat chloride ความเข้มข้น 50 กรัม (เนื้อยา)/ลิตร

วิธีการ ในสารละลาย 1,000,000 มิลลิลิตร มีเนื้อยา = 100 กรัม

ดังนั้นในสารละลาย 1,000 มิลลิลิตร มีเนื้อยา = 0.1 กรัม

และเนื้อยา 50 กรัม ได้จากสารละลาย = 1 ลิตร

ดังนั้น เนื้อยา 0.1 กรัม ได้จากสารละลาย = $\frac{1 \times 0.1}{50}$ ลิตร

= 0.002 ลิตร

= 2 มิลลิลิตร

นั้นคือ ใช้สารละลาย mepiquat chloride 2 มิลลิลิตร ผสมกับน้ำ 998 มิลลิลิตร

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

การคำนวณความเข้มข้นของสาร

1. การเตรียมสารละลายความเข้มข้นสูง (stock solution) เตรียมจากสารออกฤทธิ์ ซึ่งอาจจะอยู่ในรูป สารบริสุทธิ์หรือไม่ก็ นำมาผสมกับตัวทำละลายเพื่อให้ได้สารละลายความเข้มข้นสูงเพื่อใช้ในการเจือจางต่อไป การเตรียมจะเตรียมในรูปสารละลายเข้มข้นที่มีน้ำน้อยที่สุด

ตัวอย่าง ต้องการเตรียมสารละลาย NAA ความเข้มข้น 20,000 ppm จำนวน 200 มิลลิลิตร จากผง NAA บริสุทธิ์ 80%

วิธีทำ สารละลาย NAA ความเข้มข้น 20,000 ppm หมายความว่า

สารละลาย NAA 10^6 มิลลิลิตร มี NAA 20,000 กรัม

ต้องการสารละลาย NAA 200 มิลลิลิตร มี NAA $\frac{20,000 \times 200}{10^6}$ กรัม

ต้องใช้สารออกฤทธิ์ 4 กรัม

NAA มีความบริสุทธิ์ 80% หมายความว่า

สารออกฤทธิ์ 80 กรัม อยู่ในสารผสม 100 กรัม

สารออกฤทธิ์ 4 กรัม อยู่ในสารผสม $\frac{100 \times 4}{80}$ กรัม

= 5 กรัม

เตรียมโดย นำผง NAA 80% จำนวน 5 กรัม ละลายในเอธิลแอลกอฮอล์ 90% จนได้ปริมาตร 200 มิลลิลิตร

2. การเตรียมในรูปสารเจือจาง เตรียมได้จากนำสารละลายความเข้มข้นสูง นำมาทำให้เจือจาง โดยใช้สูตรในการคำนวณดังนี้

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

$N_1 V_1 = N_2 V_2$

โดย N_1 = ความเข้มข้นของสารความเข้มข้นสูง

V_1 = ปริมาณความเข้มข้นของสารความเข้มข้นสูง

N_2 = ความเข้มข้นของสารเจือจางที่ต้องการ

V_2 = ปริมาณความเข้มข้นของสารเจือจาง

ตัวอย่าง จงเตรียมสารละลาย NAA 10 ppm จำนวน 1 ลิตร จากสารละลายเข้มข้นในข้อ 1

วิธีทำ

จากสูตร $N_1 V_1 = N_2 V_2$

ดังนั้นปริมาณความเข้มข้นของสารความเข้มข้นสูงที่ต้องการใช้ คือ

$$\frac{10 \text{ ppm} \times 1{,}000 \text{ ml}}{20{,}000 \text{ ppm}}$$

= 0.5 มิลลิลิตร

เตรียมโดย ตวงสาร NAA ความเข้มข้น 20,000 ppm จำนวน 0.5 มิลลิลิตร เติมน้ำจนครบ 1 ลิตร

3. การเตรียมสารในรูปของแป้งเปียก

ตัวอย่าง จงบอกวิธีการเตรียมสาร BA ความเข้มข้น 4,000 มิลลิลิตร/กิโลกรัม โดยใช้ลาโนลินเป็นส่วนผสม เพื่อใช้เร่งการแตกตาของพืช

วิธีทำ

สาร BA ความเข้มข้น 4000 มิลลิกรัม / กิโลกรัม หมายความว่า

สารผสม BA 1 กิโลกรัม (1,000 กรัม) มีเนื้อ BA 4,000 มิลลิกรัม

ต้องการสารผสม BA 100 กรัม มีเนื้อ BA $\frac{4{,}000 \times 100}{1{,}000}$

= 400 มิลลิกรัม หรือ 0.4 กรัม

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

วิธีการผสมคือ ซึ่งสารลาโนลิน 100 กรัม ใส่ในภาชนะทนไฟแล้วนำไปหลอมบนเตาไปจนกระทั่งลาโนลินหลอมเหลว จากนั้นนำสาร BA บริสุทธิ์ จำนวน 0.4 กรัม มาละลายในสารละลายด่างเช่น KOH โดยใช้ด่างเพียงเล็กน้อย (BA ไม่ละลายในแอลกอฮอล์และน้ำ แต่ละลายได้ดีในสารละลายด่าง) จากนั้นนำสารละลาย BA มาใส่ในลาโนลินหลอมเหลว คนให้เข้ากัน ทิ้งให้สารผสมเย็นลง ลาโนลินจะเย็นตัวลงเป็นสารคล้ายขี้ผึ้ง จึงนำไปใช้ประโยชน์ได้

4. การเตรียมสารผสมมากกว่า 1 ชนิด ใช้ในการเตรียมสารผสม ซึ่งมีเนื้อสารออกฤทธิ์มากกว่า 1 ชนิดรวมกันอยู่

ตัวอย่าง ต้องการเตรียมสารเร่งรากซึ่งมี NAA และ IBA ผสมอยู่ความเข้มข้น 2000 mg/ 1 และ 4000 mg / 1 จำนวน 1 ลิตร โดยใช้เอทิลแอลกอฮอล์ 50% เป็นตัวทำละลาย โดยเตรียมจาก NAA 20,000 mg / 1 และ IBA 40,000 mg / 1

วิธีทำ

จากสูตร $N_1 V_1 = N_2 V_2$

ต้องใช้สารละลายความเข้มข้นสูงของ NAA $= \frac{2{,}000 \text{ mg / 1} \times 1{,}000 \text{ ml}}{20{,}000 \text{ mg / 1}}$

$= 100$ ml

ต้องใช้สารละลายความเข้มข้นสูงของ IBA $= \frac{4{,}000 \text{ mg / 1} \times 1{,}000 \text{ml}}{40{,}000 \text{ mg / 1}}$

$= 100$ ml

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

วิธีการเตรียม คือ เทสารละลาย NAA และ IBA อย่างละ 100 ml แล้วเติมเอธิลแอลกอฮอล์ 99% ลงไป 500 ml เติมน้ำกลั่น จนครบ 1,000 ml ก็จะได้สารผสมระหว่าง NAA และ IBA ปริมาณ 1000 ml ตามต้องการ

วิธีสอนและกิจกรรม บรรยายโดยอายภาพข้ามศีรษะ ยกตัวอย่างประกอบ และให้นักศึกษาซักถาม

สื่อการสอน	**หนังสืออ้างอิง**	3,6,10,11,16,23
	เอกสารประกอบ	-
	วัสดุโสตทัศน์	แผ่นใส

งานมอบหมาย ให้โจทย์เกี่ยวกับการคำนวณสารแบบต่าง ๆ ให้นักศึกษาทำเป็นการบ้าน

การวัดผล วัดผลในการสอบเก็บคะแนนระหว่างภาค

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

แนวการสอน	รหัสวิชา 03-932-403 หน่วยเรียนที่ 4 บทเรียนที่ 1
ชื่อหน่วยเรียน ปัจจัยที่มีผลต่อการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช	เวลา 50 นาที

ชื่อบทเรียน ปัจจัยเกี่ยวกับพืช

จุดประสงค์ 4.1 เข้าใจปัจจัยเกี่ยวกับพืช

4.1.1 อธิบายเกี่ยวกับองค์ประกอบและโครงสร้างของพืช

4.1.2 อธิบายเกี่ยวกับอายุและส่วนต่าง ๆ ของพืช

4.1.3 อธิบายเกี่ยวกับความสมบูรณ์ของพืช

ปัจจัยที่มีผลต่อการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

(Factors affecting on the application of plant growth regulators)

บ่อยครั้งที่การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชไม่ค่อยได้ผลที่ดี ที่เป็นเช่นนี้เนื่องมาจากการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชนั้นมีปัจจัยหลายประการที่เข้ามามีบทบาทต่อการแสดงผล จึงทำให้ผลที่ได้ไม่เป็นไปตามที่ผู้ใช้ได้คาดหวัง หรือตั้งเป้าหมายเอาไว้ ปัจจัยหลัก ๆ ที่มีผลต่อการใช้สารเหล่านี้กับพืชพอจะแบ่งออกได้เป็น 3 ปัจจัย ได้แก่

1. ปัจจัยของพืช
2. ปัจจัยของสภาพแวดล้อม
3. ปัจจัยเกี่ยวกับสารที่ใช้

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

ปัจจัยของพืช

พืชแต่ละชนิดจะมีความแตกต่างกันในหลาย ๆ แง่มุม ซึ่งมีผลทำให้การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ต้องใช้วิธีการที่แตกต่างกันไป ปัจจัยของพืชที่มีบทบาทสำคัญในเรื่องนี้ได้แก่

1 องค์ประกอบ และโครงสร้างของพืช พืชแต่ละชนิดจะมีองค์ประกอบหลักของเนื้อเยื่อ 3 ประเภทด้วยกันคือ dermal tissue, ground or fundamental tissue และ vascular tissue ซึ่งการจัดเรียงและปริมาณของเนื้อเยื่อแต่ละชนิดจะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับอายุ และชนิดของพืชรวมทั้งตำแหน่งและส่วนต่าง ๆ ของพืช

องค์ประกอบและโครงสร้างของพืชมีบทบาทสำคัญในการดูดซึมสารและการแสดงผลหรือการตอบสนองต่อสารที่ได้รับ นอกจากนี้ในแง่ของการลำเลียงสาร จากที่หนึ่งไปอีกที่หนึ่งนั้นก็ต้องอาศัยระบบการลำเลียงที่มีประสิทธิภาพด้วย การดูดซึมสารเข้าไปสู่ส่วนต่าง ๆ ของพืชนั้น โดยทั่วไปจะเกิดขึ้นที่บริเวณราก และใบของพืช แต่อาจจะพบว่ามีการซึมของสารเข้าสู่พืชโดยผ่านรอยแตกตามธรรมชาติ และบาดแผลที่พบตามลำต้น และกิ่งก้านได้เช่นกัน

องค์ประกอบที่สำคัญของ dermal tissue ซึ่งถือว่าเป็นด่านแรกของการเข้าไปของสารที่ให้จากภายนอกแก่พืช ได้แก่

ก. สารพวกไข (wax and cutin) เป็นสารที่เคลือบอยู่ที่บริเวณผิวใบและผิวของส่วนต่าง ๆ ของพืช ทำหน้าที่ป้องกันการสูญเสียน้ำออกจากพืช สารพวกไขเหล่านี้มักจะไม่ละลายน้ำ จึงเป็นตัวที่ขัดขวางการเข้าออกของสาร และเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

ข. โครงสร้างของชั้น epidermis ในพืชบางชนิดอาจจะมีส่วนของ ขน หรือหนามปรากฏอยู่ที่ชั้นนี้ ซึ่งจะมีหน้าที่ป้องกันอันตรายให้กับพืชแต่ในพืชบางชนิด เช่น เงาะ พบว่าส่วนของขนเงาะที่เรียกว่า "spintern" จะมีจำนวนของปากใบมากกว่าที่บริเวณผิวของผล ประมาณ 5 เท่า ซึ่งมีผลต่อการสูญเสียน้ำของผลเงาะ นอกจากนี้ในพืชบางชนิดจะมีชั้นของ epidermis มากกว่า 1 ชั้น ซึ่งเรียกว่า "multiple epidermis" การที่มีจำนวนชั้นของ epidermis หลายชั้น จะมีผลต่อการดูดซึมของสารเข้าไปสู่ภายในพืชด้วย

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

ค. ปากใบ (stomata) และช่องเปิดตามธรรมชาติ เช่น lenticel และรอยแตกตามธรรมชาติ เป็นช่องทางที่สารจะเข้าสู่ส่วนต่าง ๆ ของพืช พืชบกโดยทั่วไปจะมีจำนวนของปากใบอยู่ที่ด้านหลังของใบมากกว่าที่ด้านหน้าของใบ ดังนั้นการให้สารกับพืชด้วยการให้ทางใบ จึงนิยมฉีดพ่นทั้งทางด้านหน้าใบและหลังใบ นอกจากนี้ในส่วนของกิ่งก้านและลำต้นก็ยังมีช่องทางที่สารจะผ่านเข้าไปได้เช่นกัน

สำหรับ ground tissue และ vascular tissue เป็นเนื้อเยื่อ ที่มีบทบาทในการส่งต่อสารที่พืชรับเข้ามา เพื่อลำเลียงไปยังบริเวณที่จะตอบสนองต่อสารชนิดนั้น ๆ

2 อายุของพืชและส่วนต่าง ๆ ของพืช การตอบสนองต่อการควบคุมการเจริญเติบโตของพืช อาจจะแตกต่างกัน แม้ว่าเราใช้สารชนิดเดียวกัน และความเข้มข้นที่เท่ากัน เหตุที่เป็นเช่นนี้ก็เพราะว่า พืชที่มีอายุต่างกันนั้นจะมีความสมบูรณ์ของเซลล์ และเนื้อเยื่อจะแตกต่างกัน นอกจากนี้ ระดับของสารอาหาร และฮอร์โมนพืชก็จะแตกต่างกันด้วย ดังนั้นถึงแม้ว่าเราจะเคยใช้สารชนิดหนึ่ง ที่ระดับความเข้มข้นหนึ่ง ได้ผลดีก็ตาม แต่เราอาจจะไม่ได้ผลเลยถ้าใช้ผิดระยะหรือผิดอายุของพืช การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช อาจต้องระบุถึงตำแหน่ง หรือส่วนของพืชที่จะให้สารด้วย เพื่อลดปัญหาที่จะเกิดขึ้น

ระยะต่าง ๆ ของพืชพอจะแยกออกได้เป็น

ก. ระยะการเจริญเติบโตทางกิ่งก้าน (vegetative phase) เป็นระยะที่พืชมีการเจริญเติบโตทางกิ่งก้าน โดยที่ไม่มีการเกิดดอกหรือผล ซึ่งจะเริ่มตั้งแต่เมล็ดเริ่มงอกจนต้นโตเต็มที่ ในระยะนี้กิจกรรมต่าง ๆ จะเกิดขึ้นมาก มีการสร้างอาหารและใช้อาหารที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อการเจริญเติบโต

ข. ระยะการสืบพันธุ์ (reproductive phase) เป็นระยะที่พืชมีการสร้างดอก และมีการผสมพันธุ์ รวมทั้งมีการติดผลและการพัฒนาของผล ในระยะนี้อาหารที่ถูกสร้างขึ้นส่วนใหญ่จะถูกลำเลียงมาสะสมไว้ในส่วนของผล ซึ่งทำหน้าที่ในการเก็บสะสมอาหาร อย่างไรก็ดี อาหารที่ถูกสร้างขึ้นบางส่วนก็จะถูกนำมาใช้ในการดำรงชีพ

ค. ระยะเสื่อมสภาพ (senescence phase) เป็นช่วงที่พืชเข้าสู่กระบวนการถดถอย และนำไปสู่การตายของพืช และส่วนต่าง ๆ ของพืช ในระยะนี้กระบวนการสร้างอาหารจะลดน้อยลง เนื่องจากอวัยวะต่าง ๆ ของพืชเริ่มเสื่อมลง ในขณะที่กระบวนการสลายสารอาหารเพื่อให้ได้พลังงานในการดำรงชีพยังคงมีอยู่ ดังนั้นอาหารที่ถูกสะสมไว้ในส่วนต่าง ๆ ของพืช ก็ถูกนำออกมาใช้อย่างต่อเนื่องจึงเป็นเหตุให้พืชและส่วนต่าง ๆ ของพืชตายลงไปในที่สุด

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

จากเหตุผลข้างต้น ทำให้เราต้องพิจารณาถึงความพร้อมทางด้านอายุ และระยะของพืช รวมทั้งตำแหน่งหรือส่วนต่าง ๆ ของพืชเป็นหลัก ในการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชเป็นปัจจัยสำคัญอีกปัจจัยหนึ่ง

3 ความสมบูรณ์ของพืช และส่วนต่าง ๆ ของพืช ในหัวข้อนี้ นอกจากเรื่องเกี่ยวกับความสมบูรณ์ในแง่สารอาหารและระดับฮอร์โมน ภายในของพืช (endogenous hormone) แล้ว ยังครอบคลุมถึงเรื่องเกี่ยวกับความสมบูรณ์ในแง่การปราศจากโรคและแมลงที่เข้าทำลายพืชและส่วนต่าง ๆ ของพืชอีกด้วย ความสมบูรณ์ของพืชเป็นตัวบ่งบอกถึงความพร้อมของพืชต่อการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่จะเกิดขึ้น แต่ในบางกรณีต้นพืชต้องอยู่ในสภาพที่พักตัวจึงจะตอบสนองต่อการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชเพื่อการทำลายการพักตัว ถ้าพืชพร้อมในทุก ๆ ด้านแล้ว การตอบสนองต่อสิ่งเร้าจากภายนอกก็จะเห็นได้ชัดเจนขึ้น

วิธีสอนและกิจกรรม บรรยายโดยฉายภาพข้ามศีรษะ และให้นักศึกษาซักถาม		
สื่อการสอน	**หนังสืออ้างอิง**	6
	เอกสารประกอบ	-
	วัสดุโสตทัศน์	แผ่นใส
งานมอบหมาย ให้นักศึกษาทำรายงานเรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชเพิ่มเติมจากเอกสารเล่มนี้ แล้วให้คะแนน		
การวัดผล วัดผลในการสอบเก็บคะแนนระหว่างภาค		

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

แนวการสอน	รหัสวิชา 03-932-403 หน่วยเรียนที่ 4 บทเรียนที่ 2
ชื่อหน่วยเรียน ปัจจัยที่มีผลต่อการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช	เวลา 50 นาที

ชื่อบทเรียน ปัจจัยที่เกี่ยวกับสภาพแวดล้อม

จุดประสงค์ 4.2 เข้าใจปัจจัยที่เกี่ยวกับสภาพแวดล้อม

4.2.1 อธิบายเกี่ยวกับสภาพภูมิประเทศ

4.2.2 อธิบายเกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศ

4.2.3 อธิบายเกี่ยวกับเชื้อโรคและแมลง

ปัจจัยของสภาพแวดล้อม

สภาพแวดล้อมโดยทั่วไปมักจะมุ่งเน้นในแง่ที่เข้ามามีส่วนเกี่ยวข้อง กับการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งประกอบไปด้วยสิ่งต่าง ๆ ต่อไปนี้

1 สภาพภูมิประเทศ การเจริญเติบโตของพืชชนิดเดียวกัน ที่ปลูกในท้องถิ่นที่ต่างกัน จะแสดงผลแตกต่างกัน ที่เป็นเช่นนี้เพราะสภาพของท้องถิ่นที่ต่างกัน จะมีความแตกต่างกันไปเรื่องของสภาพภูมิอากาศ เช่น เขตขั้วโลก กับเขตศูนย์สูตร จะมีสภาพภูมิอากาศที่แตกต่างกัน นอกจากนี้สภาพภูมิประเทศที่แตกต่างกันยังเป็นตัวกำหนดชนิด และพืชพรรณที่แตกต่างกัน ด้วยตัวอย่าง เช่น ในเขตภาคเหนือที่มีอากาศหนาวเย็น สามารถปลูกไม้ผลในเขตหนาวได้เช่น ท้อ สาลี่ และสตรอเบอรี่ ในขณะที่ภาคกลางไม่สามารถปลูกได้ เป็นต้น สภาพภูมิประเทศที่เป็นที่ราบและภูเขาสูงจะมีผลกระทบต่อการใช้สารในแง่การปฏิบัติ

2 สภาพภูมิอากาศ มีผลต่อการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช มีดังนี้

ก. แสง ต้องคำนึงถึงทั้งในแง่ของคุณภาพ และปริมาณของแสงควบคู่กัน ช่วงแสง ชนิดของแสง และความเข้มของแสง มีบทบาทสำคัญต่อการกระตุ้นให้สารเข้าไปสู่พืชเร็วขึ้น หรือช้าลง และยังมีผลต่อการทำลายสารที่ตกค้างอยู่ของพืช (photodegradation) การให้สารกับพืชในขณะที่แสงแดดจัด จะมีผลเสียต่อพืชมากกว่าการให้สารกับพืชในตอนเช้า หรือตอนเย็น เพราะหยดสาร

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

ที่ค้างบนใบพืชเมื่อถูกแสงแดดจัด ๆ จะทำให้เนื้อเยื่อบริเวณใต้หยดน้ำ ไหม้หรือเสียหายได้ นอกจากนี้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชบางชนิดอาจจะสลายตัวเมื่อถูกความร้อนและแสงแดด จึงมีผลให้พืชได้รับสารไม่เต็มที่

ข.อุณหภูมิ ในช่วงที่มีการให้สารควบคุมการเจริญเติบโตแก่พืช ต้องพิจารณาถึงอุณหภูมิระหว่างที่ให้สารแก่พืช เพราะกิจกรรมต่าง ๆ ของพืชที่เกี่ยวข้องกับสารที่ได้รับเข้าไปนั้น จะเกิดขึ้นช้าหรือเร็ว ก็ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิที่เหมาะสม (optimum temperature) เนื่องจากเอ็นไซม์จะเสียสภาพไปเมื่อได้รับอุณหภูมิสูง เป็นระยะเวลานาน ๆ ในทางตรงกันข้าม สภาพที่มีอุณหภูมิต่ำเกินไปก็มีผลเสียต่อการทำงานของเอ็นไซม์ด้วย

ค. น้ำ เป็นปัจจัยที่มีบทบาทมากในพืชและสิ่งที่มีชีวิตทุกชนิด น้ำจัดได้ว่าเป็นตัวทำละลายที่ดีที่สุด นอกจากนี้น้ำยังเป็นตัวพาเอาแร่ธาตุและสารเคมีต่าง ๆ เข้าสู่ระบบลำเลียงของพืช การให้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ต้องสังเกตสภาพของพืชขณะที่ให้สารด้วย เพราะสารบางชนิดเช่น Phosfon - D นิยมให้ทางดิน โดยการรดให้กับพืช ในกรณีที่ฝนตกใหม่ ๆ ดินชุ่มไปด้วยน้ำ ถ้าให้สารนี้สารก็จะไหลบ่าไปตามผิวดิน สูญเสียไปโดยเปล่าประโยชน์ แต่ถ้าให้สารนี้ขณะที่ต้นพืชขาดน้ำอย่างหนักจนกระทั่งใบเริ่มเหี่ยว สารนี้จะเข้าไปสู่พืชเร็วมาก จนอาจจะทำให้พืชเสียหายได้ ดังนั้นจึงต้องทดลองหาสภาพที่เหมาะสมสำหรับพืช และสารชนิดนั้น ๆ ก่อนที่จะนำไปใช้จริง ๆ

ง. ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ (relative humidity) ปัจจัยนี้มีบทบาทมากต่อการให้สารแก่พืชโดยการฉีดพ่นให้ทางใบ โดยความชื้นสัมพัทธ์นี้จะมีผลต่อการปิดเปิดของปากใบ ซึ่งจะทำให้อัตราการเข้าของสารสู่พืชเป็นไปได้เร็วช้าแตกต่างกัน0

จ. ลม ความเร็วและทิศทางของลม เป็นตัวการที่สำคัญในการกำหนดรูปแบบและทิศทางในการให้สารแก่พืช ซึ่งโดยทั่วไปถ้าลมแรงมากเกินไปก็จะไม่ให้สารแก่พืช

ฉ. ฝน ภายหลังจากการให้สารแก่พืชแล้วอย่างน้อย 6 ชั่วโมง ควรจะปลอดจากฝน เพราะฝนที่ตกลงมาจะไปชะล้างสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ที่ค้างอยู่บนใบพืช ทำให้พืชได้รับสารไม่เต็มที่ อีกประการหนึ่งคือฝนที่ตกหนักจะทำให้สารที่ให้แก่พืชทางดินนั้นถูกชะล้าง และซึมลงไปเกินกว่ารากพืชจะนำขึ้นมาใช้ประโยชน์ได้อีก

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

3 เชื้อโรคและแมลง เป็นสาเหตุที่สำคัญอีกสาเหตุหนึ่ง ที่ทำให้พืชผิดปกติ และตายก่อนที่จะแสดงผล บางครั้งเมื่อให้สารกับพืชแล้ว จำเป็นต้องดูแลพืชหรือส่วนต่าง ๆ ของพืชให้ดีเพื่อจะได้ผลการทดลองที่ดี ไม่ได้มีผลมาจากเรื่องของปัจจัยอื่น ๆ ที่นอกเหนือไปจากผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

วิธีสอนและกิจกรรม บรรยายประกอบฉายภาพข้ามศีรษะ และให้นักศึกษาซักถาม		
สื่อการสอน	**หนังสืออ้างอิง**	6
	เอกสารประกอบ	-
	วัสดุโสตทัศน์	แผ่นใส
งานมอบหมาย -		
การวัดผล วัดผลในการสอบเก็บคะแนนระหว่างภาค		

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

แนวการสอน	รหัสวิชา 03-932-403 หน่วยเรียนที่ 4 บทเรียนที่ 3
ชื่อหน่วยเรียน ปัจจัยที่มีผลต่อการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช	**เวลา 50 นาที**

ชื่อบทเรียน ปัจจัยเกี่ยวกับสารที่ใช้

จุดประสงค์ 4.3 เข้าใจปัจจัยเกี่ยวกับสารที่ใช้

4.3.1 อธิบายเกี่ยวกับรูปของสารที่ใช้

4.3.2 อธิบายเกี่ยวกับชนิดและประเภทของสารที่ใช้

4.3.3 อธิบายเกี่ยวกับความเข้มข้นของสาร

4.3.4 อธิบายเกี่ยวกับสารช่วยเพิ่มประสิทธิภาพ

4.3.5 อธิบายเกี่ยวกับการสูญเสียของสารที่ใช้

ปัจจัยเกี่ยวกับสารที่ใช้

สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่ใช้กันอยู่ทั่วไป มีความแตกต่างกันทั้งในเรื่องของชนิด และประสิทธิภาพของสาร ซึ่งทำให้ผลที่พืชตอบสนองนั้นแตกต่างกัน ปัจจัยเกี่ยวกับสารที่ใช้ที่จะกล่าวถึงในที่นี้ ได้แก่

1 รูปของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่ใช้ ส่วนใหญ่อยู่ในรูปของสารละลาย (solution) ซึ่งจะมีตัวทำละลายที่แตกต่างกันไป โดยทั่ว ๆ ไปได้แก่ น้ำ แอลกอฮอล์ (นิยมใช้ ethyl alcohol มากกว่า methyl alochol เพราะ ethyl alcohol เป็นพิษต่อเนื้อเยื่อของพืชน้อยกว่าการใช้ ethyl alcohol ในกรณีที่ใช้ในความเข้มข้นเดียวกัน) และด่างอ่อน เป็นต้น บางชนิดอยู่ในรูปของผง (dust) เช่น ฮอร์โมนเร่งจากกลุ่มออกซินที่ใช้ชื่อการค้าว่า "Seradix" นอกจากนี้มีสารบางชนิด เช่น เอทธิลีน จะอยู่ในรูปของก๊าซ เมื่อเราทราบถึงรูปต่าง ๆ ของสารแล้ว ก็จะทำให้เราสามารถเลือกรูปแบบใช้สารต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม และมีประสิทธิภาพ

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

2 ชนิด และประเภทของสารที่ใช้ การเลือกใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ต้องพิจารณาถึงคุณสมบัติของสาร และเป้าหมายของการใช้ประกอบกับประเภทของสารด้วย สารบางชนิดแม้จะอยู่ในประเภทเดียวกัน แต่แสดงผลแตกต่างกัน ข้อมูลเหล่านี้ต้องทำการทดลองจึงจะทราบผล

3 ความเข้มข้นของสาร สารเคมีโดยทั่วไปจะประกอบไปด้วย สารออกฤทธิ์หรือเนื้อสาร และสารทำให้เจือจาง นอกจากนี้อาจจะมีการผสมสารช่วยเพิ่มประสิทธิภาพลงไปด้วย ซึ่งมักจะปกปิดเป็นความลับทางการค้า เพราะสารชนิดเดียวกันและความเข้มข้นเท่ากัน อาจจะมีประสิทธิภาพแตกต่างกัน เนื่องจากพืชสามารถนำสารเข้าไปใช้ได้มากน้อยต่างกัน ความเข้มข้นของสารหนึ่ง ๆ มักจะเฉพาะเจาะจงกับพืชกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง หรือชนิดใดชนิดหนึ่ง เท่านั้น และเมื่อความเข้มข้นของสารเปลี่ยนไป ผลลัพธ์อาจจะออกมาตรงกันข้ามหรือไม่แสดงผลก็ได้ อย่างไรก็ดีในการเลือกซื้อสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ควารพิจารณาจากปริมาณและชนิดของสารออกฤทธิ์และราคาประกอบกันในการตัดสินใจ

4 สารช่วยเพิ่มประสิทธิภาพ สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่มีขายกันอยู่ทั่วไปนั้นบางยี่ห้อแทบจะไม่มีอะไรแตกต่างกันเลย แม้กระนั้นผู้ใช้ก็ยังนิยมซื้อยี่ห้อหนึ่งมากกว่าอีกยี่ห้อหนึ่งที่เป็นเช่นนี้ให้ตั้งข้อสังเกตเอาไว้ในแง่ของประสิทธิภาพในการใช้สาร เพราะสารเคมีทางการเกษตรที่มีขายอยู่อาจจะผสมสารช่วยเพิ่มประสิทธภาพลงไปในแง่การใช้ เราต้องพิจารณาผลดีผลเสียของการใช้หรือไม่ใช้สารช่วยเพิ่มประสิทธิภาพด้วย และในกรณีที่ต้องการใช้สารช่วยเพิ่มประสิทธิภาพ ก็ต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมว่าจะใช้สารใด โดยพิจาณาจากวัตถุประสงค์ในการใช้ ตัวอย่างของสารช่วยเพิ่มประสิทธิภาพที่ใช้กันอยู่ทั่ว ๆ ไป สามารถแบ่งได้เป็น 6 ชนิด คือ wetting agent, emulsifier, sticking agent, spreader, dispersing agent และ detergent

5 วิธีการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช โดยทั่ว ๆ ไป มักจะสัมพันธ์กับรูปของสารที่ใช้ ซึ่งพอจะแบ่งได้เป็น 6 วิธี ได้แก่

ก. วิธีฉีดพ่นให้กับพืช หรือส่วนต่าง ๆ ของพืชใช้กับสารที่อยู่ในรูปของสารละลายที่เข้าสู่พืชได้ดีทางใบและรอยเปิดตามธรรมชาติที่อยู่ที่ใบและกิ่งก้าน

ข. วิธีรดให้ทางดิน ใช้กับสารที่อยู่ในรูปสารละลายที่สามารถเข้าสู่พืชได้ดีทางราก โดยรากจะดูดซับเอาสารเข้าไปสู่ระบบลำเลียง แล้วลำเลียงไปสู่ส่วนที่ต้องการใช้สารดังกล่าว

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

ค. วิธีทา หรือป้ายสารลงที่ตำแหน่งใดตำแหน่งหนึ่งของพืช ซึ่งสารมักจะอยู่ในรูปของแป้งเปียก หรือ ผสมอยู่ในลาโนลิน ในบางกรณีอาจจะอยู่ในรูปของสารละลายก็ได้ วิธีนี้จะทำให้ปริมาณของการใช้สารลดน้อยลงกว่า 2 วิธีแรก เพราะเราให้ตรงตำแหน่งที่เราต้องการจะใช้สาร

ง. วิธีแช่หรือจุ่มลงในสารเป็นระยะเวลาหนึ่ง ซึ่งมักจะใช้กับสารในรูปสารละลายโดยนำส่วนของพืชมาแช่หรือจุ่มลงในสารละลายที่เตรียมเอาไว้ วิธีนี้ค่อนข้างประหยัดกว่าวิธีในข้อ ก. และ ข.

จ. วิธีอบ หรือรมด้วยก๊าซ ใช้กับสารที่อยู่ในรูปก๊าซ หรือแตกตัวได้สารที่อยู่ในรูปก๊าซ ข้อจำกัดคือต้องระวังเรื่องปริมาณของก๊าซอื่นที่เกี่ยวข้องในการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ของพืช และการรั่วไหลของก๊าซที่ใช้

ฉ.วิธีผสมสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ลงในดินปลูกหรืออาหารที่ใช้เลี้ยงพืช วิธีนี้นิยมใช้กับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช

วิธีที่นิยมใช้มากที่สุด คือวิธีฉีดพ่นให้กับพืชหรือส่วนต่าง ๆ ของพืชเนื่องจากส่วนใหญ่ก่อนที่จะถูกนำมาใช้มักจะถูกเตรียมให้อยู่ในรูปของสารละลาย วิธีที่นิยมใช้รองลงมาคือ วิธีรดให้ทางดิน

6 การสูญเสียของสารที่ใช้ จากรูปแบบและวิธีการใช้สาร ทำให้ทราบว่าการให้สารแก่พืชด้วยวิธีดังกล่าวข้างต้นนี้ แต่ละวิธีก็จะมีข้อดีและข้อเสียที่แตกต่างกันไป นอกจากนี้ก็ยังมีความเหมาะสมกับสารแต่ละประเภทแตกต่างกันไปอีกด้วย ในการใช้สารย่อมมีการสูญเสียไปบ้างทั้งในระหว่างการใช้ และหลังการใช้ โดยในช่วงก่อนการใช้ก็อาจจะมีการสูญเสียได้เช่นกัน

ก. การสูญเสียช่วงก่อนการใช้สาร รูปแบบของการสูญเสียที่พบกันมากในช่วงของการเตรียมสารก็คือ

- การเตรียมสารไม่ถูกต้อง ซึ่งอาจจะเกิดขึ้นเนื่องจาก การคำนวณความเข้มข้นที่จะใช้ไม่ถูกต้อง

- การเลือกตัวทำละลายและความเป็นกรด - ด่างของตัวทำลาย ไม่ถูกต้อง ทำให้สารตำตะกอนหรือไม่ละลาย

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

- การผสมสารหลาย ๆ ชนิดรวมกัน โดยไม่ทราบว่าสารใดกับสารใดผสมกันไม่ได้ และการผสมสารเอาไว้นานเกินไปทำให้สารเสื่อมสภาพ

- การเก็บรักษาสารขั้นต้นในกรณีที่เตรียมสารขั้นต้นไว้ที่ความเข้มข้นสูง ๆ หรือที่เรียกว่า "stock solution" แล้วนำไปเจือจางเพื่อเตรียมที่จะนำไปใช้กับพืชต่อไป โดยทั่วไปนิยมเก็บรักษาไว้ในตู้เย็น ที่มีอุณหภูมิต่ำประมาณ 0 - 10° ซ.

- การเลือกภาชนะที่ใช้บรรจุสารเนื่องจากสารบางชนิดสลายตัวเมื่อถูกแสงสว่าง

ข. การสูญเสียระหว่างการใช้สาร ในที่นี้จะขอกล่าวถึงการสูญเสียระหว่างการใช้สารด้วยวิธีฉีดพ่นให้กับพืช ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมใช้กันมากที่สุด

ในกรณีของการสูญเสียของสารที่ให้ทางดิน มักจะอยู่ในรูปของการไหลบ่าไปตามผิวหน้าของดิน และการซึมลึกลงไปในดิน เกินกว่าที่ระบบรากพืชจะดูดซับขึ้นมาใช้ ส่วนการระเหยก็มีอยู่บ้าง นอกจากนี้สารบางส่วนอาจถูกพืชอื่นแย่งไปใช้ และบางส่วนอาจถูกทำลายหรือย่อยสลายโดยแสงแดด และสิ่งที่มีชีวิตอยู่ในดิน

ค. การสูญเสียภายหลังจากการใช้สาร โดยทั่วไปจะเกิดขึ้น เนื่องจากปัจจัยของสภาพแวดล้อมเป็นหลัก เช่น ฝนตกหนัก หลังจากการให้สารเสร็จใหม่ ๆ จะทำให้สารถูก ชะล้างไป แสงแดดจัดและอุณหภูมิสูง ก็มีผลต่อการระเหยของสาร ทำให้สารไม่สามารถเข้าสู่พืชได้ นอกจากนี้ก็ยังมีการสูญเสียอันเนื่องมาจาก ลมพายุและลูกเห็บ ทำให้กิ่งก้าน และใบพืชที่ได้รับสาร ฉีกขาด หรือหักลงไป จึงมีผลต่อการลำเลียงของสารสู่ส่วนต่าง ๆ ของพืช

จากการศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยต่าง ๆ ข้างต้น ทำให้เราพอที่จะเลือกหาวิธีการ และรูปแบบการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น และคงจะพอเป็นแนวทางในการทดลองหาวิธีการ ความเข้มข้นของสาร และระยะของพืชที่ถูกต้อง และเหมาะสม

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

ต่อการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช เพื่อให้ได้ตามวัตถุประสงค์ของผู้ทดลองที่วางไว้ต่อไป แต่ที่จะต้องพิจารณาอีกเรื่องก็คือ การตกค้างของสารในพืชทดลองและในแปลงทดลอง รวมทั้งพิษภัยที่จะมีต่อสิ่งที่มีชีวิต

วิธีสอนและกิจกรรม บรรยายโดยฉายภาพข้ามศีรษะ แล้วให้นักศึกษาซักถาม		
สื่อการสอน	**หนังสืออ้างอิง**	6
	เอกสารประกอบ	-
	วัสดุโสตทัศน์	แผ่นใส
งานมอบหมาย ให้นักศึกษาทำรายงาน เรื่องการสูญเสียของสาร และการคำนวณปริมาณสารต่อพื้นที่ แล้วให้คะแนน		
การวัดผล วัดผลในการสอบเก็บคะแนนระหว่างภาค		

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

แนวการสอน	รหัสวิชา 03-932-403 หน่วยเรียนที่ 5 บทเรียนที่ 1
ชื่อหน่วยเรียน การใช้สารเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของสารที่จะให้กับพืช	เวลา 50 นาที

ชื่อบทเรียน กลุ่มของสารเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของสารที่จะให้กับพืช

จุดประสงค์ 5.1 รู้กลุ่มของสารเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของสารที่จะให้กับพืช

5.1.1 บอกสารในกลุ่มของ surfactants

5.1.2 บอกสารในกลุ่มของ emulsifying agents

5.1.3 บอกสารในกลุ่มของ dispering agents

การใช้สารเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของสารที่จะให้กับพืช

สารเพิ่มประสิทธิภาพ หมายถึง สารใดก็ตามที่ใช้ผสมกับ PGR แล้วทำให้ประสิทธิภาพของ PGR สูงขึ้น เช่น อาจทำให้การดูดซึม PGR เข้าไปในพืชดีขึ้น ทำให้สารคงทนอยู่บนใบพืชหรือในต้นพืชนานขึ้น หรืออาจปรับปรุงคุณสมบัติในการละลายของ PGR ให้ดีขึ้น ถ้าจะแบ่งกลุ่มของสารเพิ่มประสิทธิภาพออกเป็นพวก ๆ เพื่อสะดวกต่อการเข้าใจจะได้ดังนี้

1. surfactants หรือ surface active agents เป็นสารที่มีผลต่อผิวสัมผัสระหว่างหยดของสารและผิวใบ ซึ่งแบ่งย่อยได้ดังนี้

1.1 สารเปียกใบ หรือยาเปียกใบ (wetting agents) เป็นสารที่ช่วยลดแรงตึงผิวของสารละลายจึงมีผลทำให้หยดของสารแผ่กระจายแบนราบไปกับผิวใบ ดังนั้นโอกาสที่สารจะถูกดูดซึมเข้าไปภายในใบจึงมีมากขึ้นเนื่องจากพื้นที่ที่หยดสารสัมผัสกับใบมีมากขึ้น

1.2 สารจับใบ หรือยาจับใบ (stickers หรือ sticking agents) เป็นสารที่คล้ายกาวเมื่อผสมลงไปในสารละลายพ่นให้พืช จะทำให้หยดของสารเกาะติดแน่นอยู่บนใบ จึงป้องกันการชะล้างเนื่องจากน้ำฝนได้พอสมควร สารจับใบบางชนิดมีคุณสมบัติเป็นสารเปียกใบด้วยในตัว จึงทำให้หยดสารแผ่กระจายแบนราบ และติดแน่นบนผิวใบ ทำให้การดูดซึมสารดีขึ้น

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

1.3 ผงซักฟอก (detergents) เป็นสารที่มีคุณสมบัติลดแรงตึงผิวของสารละลาย เช่นเดียวกับสารเปียกใบ และยังมีคุณสมบัติในการละลายหรือทำลายไขมันได้ดี ดังนั้นเมื่อใช้ผงซักฟอกผสมในสารละลายพ่นให้พืช จะทำให้หยดสารแผ่แบนราบบนใบและยังทำลายไข (wax) บนใบอีกด้วย สารจึงผ่านเข้าทางเนื้อใบได้ง่ายขึ้น เนื่องจากผงซักฟอกมีฤทธิ์เป็นด่าง และมีคุณสมบัติในการทำลายไขมันบนใบพืชจึงไม่แนะนำให้ใช้ผสมกับสารละลาย PGRC ซึ่งอาจทำให้สารเสื่อมประสิทธิภาพ หรือเกิดอันตรายต่อใบพืช

2. emulsifying agents หรือ emulsifiers เป็นสารที่มีคุณสมบัติในการละลายได้ดีทั้งในน้ำหรือน้ำมัน จึงใช้เป็นตัวกลางในการผสมน้ำกับน้ำมันให้รวมเป็นเนื้อเดียวกัน โดยไม่แยกชั้น PGR ที่อยู่ในรูปสารละลายน้ำมัน (emulsifiable concentrate) จะต้องมีการผสมสารนี้ด้วยเสมอ เมื่อนำมาผสมกับน้ำ จะได้สารผสมซึ่งมีลักษณะขุ่นคล้ายน้ำนมซึ่งเรียกว่าอีมัลชัน (emulsion) การขุ่นของสารผสมเกิดจากหยดน้ำมันขนาดเล็กมากแตกตัวกระจายแทรกอยู่ในน้ำโดยมี emulsifiers เป็นตัวกลาง ซึ่งพยุงหยดน้ำมันเหล่านี้ให้แขวนลอยอยู่ได้ในน้ำ และในหยดน้ำมันเหล่านี้จะมีเนื้อสารออกฤทธิ์ผสมอยู่ ดังนั้นเมื่อพ่นสารผสมดังกล่าวบนใบพืช จะมีผลทำให้หยดน้ำมันกระจายอย่างสม่ำเสมอบนใบพืชและค่อย ๆ ปลดปล่อยสารออกฤทธิ์เข้าสู่ใบพืช ใบพืชมีไขมันเคลือบอยู่ซึ่งสามารถเข้ากันได้ดีกับหยดน้ำมัน ดังนั้นจึงทำให้สารออกฤทธิ์ซึมผ่านเข้าไปในเนื้อใบได้ดี

3. dispersing agents หรือ dispersants เป็นสารที่มีคุณสมบัติผลักดันอนุภาคของแข็งชนิดเดียวกัน ให้แยกออกจากกัน ดังนั้นจึงใช้ผสมในสารเคมีเกษตรที่อยู่ในรูปผงเปียกน้ำ (wettable powder หรือ w.p.) หรือสารแขวนลอยเข้มข้น (suspension concentrate) เมื่อนำสารเคมีเกษตรเหล่านี้มาผสมน้ำจะได้สารผสมซึ่งมีลักษณะขุ่นคล้ายแป้งผสมน้ำ แต่ไม่ตกตะกอน เนื่องจากมีสารพวก dispersants ผสมอยู่ซึ่งจะผลักดันไม่ให้อนุภาคของแข็งซึ่งผสมสารออกฤทธิ์ เข้ามารวมกันเป็นอนุภาคใหญ่ จึงทำให้อนุภาคเล็ก ๆ เหล่านี้แขวนลอยอยู่ได้นานโดยไม่ตกตะกอน

นอกจากสารที่กล่าวมาทั้ง 3 ประเภทนี้แล้วยังมีสารเพิ่มประสิทธิภาพชนิดอื่น ๆ อีกซึ่งมีความสำคัญทางการเกษตรค่อนข้างน้อย จึงไม่ขอกล่าวถึงรายละเอียด

สารพวก emulsifier และ dispersant จะมีอยู่ในผลิตภัณฑ์เคมีเกษตรที่อยู่ในรูปสารละลายน้ำมันหรือสารแขวนลอยเข้มข้น และผงเปียกน้ำ ซึ่งมีการผสมมาจากโรงงานผลิตโดยตรง จึงไม่จำเป็นจัดหามาผสมเพิ่มเติมลงไปอีก แต่สารประเภทแรกคือ พวกสารเปียกใบหรือสารจับใบ

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

อาจมีความจำเป็นต้องใช้เพื่อให้ประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์ดีขึ้น อย่างไรก็ตามควรปฏิบัติตามคำแนะนำบนสลากของผลิตภัณฑ์นั้น ๆ ว่าจำเป็นต้องใช้หรือไม่ เนื่องจากผลิตภัณฑ์บางชนิดมีการผสมมาเรียบร้อยแล้วจากโรงงานผลิต การผสมเพิ่มเติมเข้าไปอีก อาจก่อให้เกิดผลเสียมากกว่าผลดี วิธีทดสอบว่าผลิตภัณฑ์นั้น ๆ มีการผสมสารพวก surfactants มาเรียบร้อยแล้วหรือไม่ สามารถทำได้ง่ายโดยการผสมสารตามอัตราที่กำหนดในสลากแล้วพ่นไปยังใบพืชเปรียบเทียบกับการใช้น้ำเปล่า ถ้าหยดสารแบนราบและเกาะติดบนผิวใบอย่างสม่ำเสมอ แสดงว่ามีการผสม surfactants อยู่ด้วย และในทางตรงกันข้ามถ้าหยดสารเกาะเป็นเม็ดขนาดใหญ่ ไม่สม่ำเสมอ และไม่ต่างจากการใช้น้ำเปล่า แสดงว่าไม่มี surfactants ผสมอยู่

วิธีสอนและกิจกรรม บรรยายโดยฉายภาพข้ามศีรษะ ประกอบตัวอย่างจริง และให้นักศึกษาซักถาม		
สื่อการสอน	**หนังสืออ้างอิง**	11
	เอกสารประกอบ	-
	วัสดุโสตทัศน์	แผ่นใส ตัวอย่างจริง
งานมอบหมาย -		
การวัดผล ทดสอบย่อยหลังบทเรียน		

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

แนวการสอน	รหัสวิชา 03-932-403 หน่วยเรียนที่ 5 บทเรียนที่ 2
ชื่อหน่วยเรียน การใช้สารเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของสารที่จะให้กับพืช	เวลา 50 นาที

ชื่อบทเรียน ข้อคำนึงในการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

จุดประสงค์ 5.2 รู้ข้อคำนึงในการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

5.2.1 บอกการพิจารณาถึงคุณสมบัติของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชแต่ละชนิด

5.2.2 บอกระยะการเจริญเติบโตของพืช

5.2.3 บอกสภาพดินฟ้าอากาศ

5.2.4 บอกลักษณะของพืชแต่ละชนิด

5.2.5 บอกความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

ข้อคำนึงในการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

การใช้ฮอร์โมนพืชเพื่อให้มีประสิทธิภาพหรือ เพื่อให้เป็นไปตามที่เราต้องการเป็นเรื่องที่กระทำได้ไม่ง่ายนัก ผู้ใช้จำเป็นต้องศึกษาให้ดี มิฉะนั้นผลที่ได้รับอาจเป็นไปในทางตรงกันข้าม เช่น ต้องการใช้การเจริญเติบโตชนิด เอ็นเอเอ ช่วยให้พืชติดผล แต่ถ้าใช้ความเข้มข้นมากเกินไปทำให้ผลร่วงได้ ฉะนั้นผู้ใช้ควรได้คำนึงถึงหลักใหญ่ ๆ ดังนี้

1. พิจารณาถึงคุณสมบัติของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชแต่ละชนิด

ฮอร์โมนพืชที่มีขายในท้องตลาดมีมากมายหลายชนิด แต่ละชนิดก็มีคุณสมบัติที่แตกต่างกันไป ฉะนั้นจึงไม่ควรใช้ฮอร์โมนชนิดหนึ่งมาใช้แทนฮอร์โมนอีกชนิดหนึ่ง ในการแก้ไขปัญหา เช่น ไม่ควรใช้ฮอร์โมนจิบเบอเรลลิน แทนเอทีฟอนในการบังคับให้สับปะรดออกดอก หรือในการปักชำ ไม่สามารถใช้ฮอร์โมนจิบเบอเรลลิน แทนออกซินชนิดเอ็นเอเอได้ เหล่านี้เป็นต้น

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

2. ระยะการเจริญเติบโตของพืช

การใช้ฮอร์โมนพืชให้ได้ผลดีจะต้องใช้ให้ถูกต้องตรงกับระยะการเจริญเติบโตของพืช การที่พืชจะออกดอกได้นั้นพืชจะต้องผ่านระยะเยาว์วัย และระยะที่พืชสามารถกระตุ้นให้ฟอร์มตาดอก (ripeness to flower) มาก่อน จึงสามารถบังคับให้พืชออกดอกได้ นอกจากนี้อาจพิจารณาถึงรูปร่างลักษณะของพืช อายุพืช การนับจำนวนใบหรือขนาดของพืช

3. สภาพดินฟ้าอากาศ

ในบางครั้งแม้เกษตรกรได้ทดลองแล้วว่าควรใช้ฮอร์โมนชนิดใด หรือควรฉีดสารระยะไหนของพืช จึงจะทำให้พืชออกได้ดี แต่เมื่อนำไปปฏิบัติในสวนจริง ๆ บางครั้งอาจไม่ได้ผลก็ได้ ยกตัวอย่างเช่น การใช้เอทีฟอนบังคับให้สับปะรดออกดอก จะต้องไม่มีฝนตกลงมาอย่างน้อย 24 ชั่วโมง หลังจากหยอดฮอร์โมน ถ้าหากมีฝนตกลงมาในช่วงนี้อาจทำให้เปอร์เซ็นต์การออกดอกลดลงก็ได้ หรือการใช้สารแพลนโนฟิกซ์ เพื่อเพิ่มเปอร์เซ็นต์การติดผลของเงาะ จะต้องฉีดที่ช่อดอกในขณะที่ดอกยังไม่บานและฝนไม่ตก เป็นต้น

4. ลักษณะของพืชแต่ละชนิด

การฉีดฮอร์โมนไปที่ต้นพืช จุดประสงค์ส่วนใหญ่เพื่อต้องการให้พืชได้รับฮอร์โมนมากที่สุด เพื่อให้พืชนำฮอร์โมนที่ฉีดไปใช้เสริมฮอร์โมนที่พืชสร้างขึ้นมาเอง ซึ่งมีปริมาณน้อยไม่พอกับความต้องการเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ในต้นพืช ดังนั้น การที่จะใช้ฮอร์โมนได้ดีในเวลากลางวันที่มีอากาศแจ่มใส ฉะนั้น ถ้าต้องการบังคับให้สับปะรดออกดอกในเปอร์เซ็นสูง ๆ ควรหยอดหรือฉีดฮอร์โมนในเวลากลางคืน

5. ความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

พืชทุกชนิดต้องการฮอร์โมนเพียงปริมาณเล็กน้อยเท่านั้น การใช้ฮอร์โมนที่มนุษย์สังเคราะห์ขึ้นมาฉีดไปที่พืช เพื่อไปเสริมฮอร์โมนที่พืชผลิตขึ้นมาได้เอง ทำให้พืชเปลี่ยนไปตามความต้องการ เช่น ออกดอกได้เร็วขึ้น ออกรากได้เร็วขึ้นหรือป้องกันผลร่วง อย่างไรก็ตามการฉีดพ่นฮอร์โมนไปที่พืชควรคำนึงถึงความพอดีด้วย กล่าวคือ ถ้าให้ความเข้มข้นน้อยเกินไปจะไม่ได้

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

ผลตามต้องการ แต่ถ้าให้มากเกินไปอาจเป็นอันตรายต่อพืชได้ เช่น การใช้ออกซินชนิด 2, 4 - D เพื่อเร่งการเจริญเติบโตของพืช ถ้าใช้ความเข้มข้นมากเกินไปแทนที่ 2, 4 - D จะไปเร่งการเจริญเติบโต กลับทำให้ต้นพืชตายได้ เนื่องจากใช้ความเข้มข้นมากเกินไปนั้นเอง

วิธีสอนและกิจกรรม บรรยายโดยฉายภาพข้ามศีรษะ และให้นักศึกษาซักถาม		
สื่อการสอน	**หนังสืออ้างอิง**	6,11,15
	เอกสารประกอบ	-
	วัสดุโสตทัศน์	แผ่นใส
งานมอบหมาย -		
การวัดผล ทดสอบย่อยหลังบทเรียน		

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

แนวการสอน	รหัสวิชา 03-932-403 หน่วยเรียนที่ 6 บทเรียนที่ 1
ชื่อหน่วยเรียน แนวทางการใช้ประโยชน์ของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช	เวลา 50 นาที

ชื่อบทเรียน การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชในการขยายพันธุ์พืช

จุดประสงค์ 6.1 เข้าใจการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชในการขยายพันธุ์พืช

6.1.1 อธิบายการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตกับการขยายพันธุ์แบบอาศัยเพศ

6.1.2 อธิบายการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตกับการขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ

การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชในการขยายพันธุ์พืช

การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตกับการขยายพันธุ์แบบอาศัยเพศ

การขยายพันธุ์พืชด้วยเมล็ด เมล็ดเป็นสิ่งสำคัญที่ใช้ในการขยายพันธุ์ของพืชชั้นสูง ที่มีดอกทั่ว ๆ ไป เมล็ดที่ได้รับการผสมพันธุ์ เป็นแหล่งที่มียีน (gene) ที่ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมของทั้งต้นพ่อ และต้นแม่มาอยู่ร่วมกัน พืชบางชนิดอาจจะมีผลที่มีเมล็ดเพียงเมล็ดเดียว เช่น มะม่วง และพุทรา เป็นต้น แต่พืชบางชนิดจะมีเมล็ดหลายเมล็ดในผลเดียวกัน เช่น มะละกอ และมะขาม เป็นต้น ในแง่ของการขยายพันธุ์พืชด้วยเมล็ด การงอก และการมีชีวิตอยู่รอดของเมล็ด ถือได้ว่าเป็นสิ่งสำคัญมาก ดังนั้นวิธีการเพิ่มเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดจึงเป็นสิ่งที่หลาย ๆ คนสนใจและทำการศึกษากันมาก

การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นระหว่างการงอกของเมล็ด

การงอกของเมล็ด เริ่มต้นเมื่อใดนั้น เป็นสิ่งที่หาข้อตกลงกันได้ค่อนข้างยาก เพราะเรามักจะดูจากผลลัพธ์ที่ออกมาให้เห็นด้วยตาเปล่าแล้วจึงตัดสินใจ อย่างไรก็ดีกลไกการงอกของเมล็ดเริ่มต้นตั้งแต่เมล็ดได้รับน้ำหรือดูดซับน้ำเข้าไปสู่ภายในเมล็ด โดยน้ำจะทำหน้าที่เป็นสิ่งกระตุ้นกระบวนการต่าง ๆ ที่จะเกิดขึ้น กระบวนการที่เกิดขึ้นระหว่างเมล็ดงอก

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

1. การดูดซึมน้ำ (imbibition of water) ซึ่งจากการดูดซึมน้ำเข้าไปในเมล็ดจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงดังต่อไปนี้

1.1 เปลือกหุ้มเมล็ดอ่อนนุ่มลง

1.2 เมล็ดมีขยายตัวใหญ่ขึ้น

1.3 การแลกเปลี่ยนก๊าซดีขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งก๊าซออกซิเจนเข้าสู่ภายในได้ดีขึ้น

2. การย่อยสลายอาหารสะสม (digestion of stored food) เมื่อน้ำซึ่งเป็นตัวทำละลายที่ดี และก๊าซออกซินเจน ที่เกี่ยวข้องกับการหายใจในพืช เข้าสู่เมล็ดได้ดีก็จะมีผลทำให้กิจกรรมต่าง ๆ ของเมล็ดเกิดเพิ่มขึ้น ซึ่งมีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงดังต่อไปนี้

2.1 มีการสร้างเอ็นไซม์ใหม่หรือกิจกรรมของเอ็นไซม์เพิ่มขึ้น

2.2 มีการย่อยสลายอาหารสะสมที่มีอยู่

2.3 มีการสร้างพลังงานเพื่อการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ เพิ่มขึ้นจากปกติ

3. การงอกของเมล็ด (seed germination) พลังงานที่สร้างขึ้นจะถูกนำมาใช้ในกิจกรรมเกี่ยวกับการแบ่งเซลล์ และการเจริญเติบโต เมื่อพิจารณาจากภายนอก จะพบว่า ส่วนของรากจะโผล่พ้นส่วนของเปลือกหุ้มเมล็ดออกมา ซึ่งบางครั้งอาจใช้ลักษณะนี้เป็นตัวบ่งชี้ถึงการงอกของเมล็ด การงอกของเมล็ดพืชต้องอาศัยปัจจัยภายในเมล็ด และปัจจัยภายนอกด้วยเช่นกัน แต่ที่สำคัญที่สุดก็คือความมีชีวิตของเมล็ด (seed viability) ในกรณีของการวัดความงอกของเมล็ดอาจทำได้ 3 วิธีคือ

3.1 การวัดเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ด โดยนับจำนวนต้นพืชที่งอกในระยะเวลาที่กำหนด

3.2 การวัดอัตราการงอกของเมล็ด เป็นการนับจำนวนวันที่ใช้ในการที่ทำให้เมล็ดพืชมีเปอร์เซ็นต์ความงอกตามที่กำหนด

3.3 การวัดค่าสัมประสิทธิ์ของความเร็วในการงอกของเมล็ด โดยหาได้จากสูตรต่อไปนี้

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

$$\text{สัมประสิทธิ์ของความเร็วในการงอก} = \frac{\text{จำนวนต้นพืชที่งอกทั้งหมด X 100}}{A1\ T1 + A2\ T2 + ...Ax\ Tx}$$

A = จำนวนต้นที่งอกในแต่ละวัน

T = ครั้งที่ทำการนับต้นที่งอก

ปัจจัยที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด

การงอกของเมล็ดขึ้นอยู่กับปัจจัยภายนอก และปัจจัยภายในของพืช ซึ่งคล้ายคลึงกับปัจจัยที่มีผลต่อการพักตัวของพืช นอกจากนี้ในเมล็ดพืชบางชนิดอาจจะมีสารยับยั้งการงอกของเมล็ดสะสมอยู่ จึงทำให้เมล็ดไม่สามารถงอกได้ ดังนั้นในแง่ของการศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด จึงจำเป็นต้องพิจารณา เรื่องนี้ด้วย

ระดับของสารส่งเสริมและยับยั้งการงอกที่มีอยู่ภายในเมล็ดก็เป็นตัวการสำคัญต่อแนวทางการหาวิธีเร่งการงอกของเมล็ด ส่วนเมล็ดพืชบางชนิดต้องการอุณหภูมิต่ำในการงอก ในขณะที่เมล็ดพืชบางชนิดอาจถูกยับยั้งการงอก เมื่อเพาะเลี้ยงไว้ในสภาพที่มีอุณหภูมิต่ำ การปรับสมดุลของสารส่งเสริมและยับยั้งการงอก เป็นสิ่งที่ต้องนำมาใช้พิจารณาประกอบกับการเปลี่ยนแปลงของเมล็ดพืชในแต่ละระยะ

แนวทางการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชกับการงอกของเมล็ด

การทดลองใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชต่อการงอกของเมล็ดมีไม่มากนัก โดยส่วนใหญ่มักจะใช้กับพืชผลในเขตหนาวซึ่งเมล็ดมีการพักตัว ซึ่งมักจะใช้สารในกลุ่มของ gibberellins เพื่อช่วยทำลายการพักตัว นอกจากนี้ยังมีวัตถุประสงค์อื่น ๆ เช่น

1. เพื่อเร่งอัตราการหายใจของเมล็ด ซึ่งเกี่ยวข้องกับการสร้างพลังงานของเมล็ด เพื่อนำไปใช้ในการงอก

2. เพื่อเร่งกิจกรรมอื่น ๆ เช่น การลำเลียงอาหาร และการทำงานของเอ็นไซม์ ที่เกี่ยวข้องกับการงอก เป็นต้น

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

3. เพื่อปรับสมดุลของสารกระตุ้นการงอก และสารยับยั้งการงอกของเมล็ด โดยถ้าสารหนึ่งสารใดมีปริมาณ และมีฤทธิ์มากกว่าสารอีกกลุ่มหนึ่ง ก็จะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของเมล็ดได้

4. เพื่อเพิ่มเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ด ในพืชที่งอกยาก หรือมีอัตราการงอกต่ำ และเมล็ดที่หายาก หรือมีราคาแพง

การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชกับการขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ

การขยายพันธุ์พืชด้วยส่วนต่าง ๆ ของพืช ในที่นี้หมายถึง การขยายพันธุ์พืชโดยใช้ส่วนอื่น ๆ ที่ไม่ใช่เมล็ด โดยมากนิยมใช้ส่วนของกิ่ง ก้าน ใบ และราก เป็นต้น ซึ่งเป็นวิธีที่ไม่อาศัยเพศ ต้นใหม่ที่ได้จะมีลักษณะตรงตามพันธุ์เดิม หรือต้นแม่เดิมทุกประการ กลุ่มของต้นพืชที่ขยายพันธุ์ด้วยวิธีนี้รวมเรียกว่า "clone" ยกเว้นในกรณีที่เกิดการเปลี่ยนแปลงที่ผิดปกติ เช่น การเกิด chimera และการกลายพันธุ์เนื่องจากมนุษย์ทำขึ้น เป็นต้น

การเปลี่ยนแปลงของส่วนต่าง ๆ ของพืชระหว่างการขยายพันธุ์

ส่วนต่าง ๆ ของพืชที่นิยมนำมาใช้ในการขยายพันธุ์ คือส่วนของลำต้นรองลงมา ได้แก่ส่วนของราก และส่วนพิเศษอื่น ๆ เพราะจะทำให้ได้ต้นพืชใหม่ที่ตรงตามพันธุ์ การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นระหว่างการขยายพันธุ์ที่สำคัญ ได้แก่ การเกิดราก และยอดใหม่ของส่วนที่นำมาใช้ในการขยายพันธุ์

1. การเกิดรากของกิ่งปักชำ โดยทั่วไปรากที่เกิดจากกิ่งปักชำ มักเป็นรากที่เรียกกันว่า "adventitious root" ซึ่งมักจะพบอยู่ในกลุ่มเซลล์ที่สามารถเปลี่ยนเป็น meristematic cell ได้ กลุ่มเซลล์เหล่านี้จะทำให้เกิดการแบ่งเซลล์ได้ จุดกำเนิดของรากซึ่งจะพัฒนาต่อไปให้ได้ส่วนของรากต่อไป ระยะเวลาที่ใช้ในการเกิดรากใหม่ของกิ่งปักชำจะเร็วหรือช้า ก็ขึ้นอยู่กับชนิดของพืชที่จะนำส่วนต่าง ๆ มาใช้ในการขยายพันธุ์ ต้นแม่ควรมีอาหารสะสมและสารอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเกิดรากและยอด อย่างเหมาะสม

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

1.1 อายุของต้นแม่ กิ่งที่จะนำมาใช้ในการปักชำ หรือขยายพันธุ์ด้วยวิธีอื่น ๆ โดยทั่วไปควรมีอายุที่เหมาะสม คือ ไม่แก่จนเกินไปหรืออ่อนจนเกินไป แต่ในพืชบางชนิดอาจต้องใช้กิ่งอ่อนหรือกิ่งแก่ในการขยายพันธุ์

1.2 ชนิดของพืช โดยทั่วไปกิ่งปักชำของพืชแต่ละชนิดจะแตกต่างกันทั้งในเรื่องของสภาพของกิ่ง และความสามารถในการเกิดรากของกิ่งปักชำ ทำให้สามารถแบ่งชนิดของพืชออกได้เป็น

ก) พืชพวกที่ออกรากง่าย เช่น ฤษีผสม และพลูด่าง

ข) พืชพวกที่ออกรากได้ปานกลาง เช่น มะลิ และขบา

ค) พืชพวกที่ออกรากยาก เช่น มะม่วง และมังคุด

1.3 ฤดูกาลในการขยายพันธุ์พืช โดยทั่วไปมักจะทำได้ตลอดทั้งปี แต่ในบางฤดูกาลอาจจะได้ผลช้ากว่าปกติ อย่างไรก็ดีต้องพิจารณาถึงระยะของการเจริญเติบโต และการพักตัวของส่วนต่าง ๆ ของพืชด้วย

2. การเกิดยอดของกิ่งปักชำ ใบ และยอดใหม่ของกิ่งปักชำ จะพัฒนาขึ้นจากส่วนของตาซึ่งอาจจะเกิดขึ้นก่อน หรือพร้อม ๆ กับการเกิดรากของกิ่งปักชำก็ได้ ในบางกรณีกิ่งปักชำอาจจะมีใบเดิมหรือมียอดที่กำลังพัฒนาอยู่แล้ว ซึ่งใบและยอดก็จะพัฒนาต่อไปหรืออาจจะร่วงหลุดไป

การเกิดรากและยอดของกิ่งปักชำ เป็นสิ่งที่บ่งบอกถึงการเกิดของต้นพืชต้นใหม่จากส่วนที่นำมาใช้ในการขยายพันธุ์ ซึ่งสามารถนำไปเพาะปลูกเพื่อขยายพันธุ์ต่อ ๆ ไป

นอกจากการปักชำแล้ว การตอน การติดตา การทาบกิ่งและการแยกหน่อ ก็เป็นการขยายพันธุ์พืชที่แพร่หลายเช่นกัน ซึ่งจะใช้กับพืชแตกต่างกันไป แต่โดยหลักการแล้วมีเป้าหมายเดียวกันคือ เพื่อเพิ่มจำนวนต้นพืชให้มีมากขึ้น

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการขยายพันธุ์พืชโดยใช้ส่วนต่าง ๆ ของพืช

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการขยายพันธุ์ด้วยวิธีนี้ขึ้นอยู่กับสิ่งต่อไปนี้คือ

1. สภาพของส่วนที่นำมาใช้ในการขยายพันธุ์

1.1 ธาตุอาหารที่มีอยู่ในต้นแม่ ความสมบูรณ์ของต้นแม่

1.2 สมดุลของระดับสารควบคุมการเจริญเติบโตในส่วนต่าง ๆ ของพืช

1.3 ตำแหน่งและอายุของส่วนต่าง ๆ ของพืช

2. สภาพของสิ่งแวดล้อม ได้แก่ น้ำหรือความชื้นในแปลงขยายพันธุ์ อุณหภูมิ แสงสว่าง และลม เป็นต้น

3. วิธีการปฏิบัติ การเลือกวิธีการขยายพันธุ์ให้เหมาะสมกับพืชแต่ละชนิด เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการขยายพันธุ์พืช นอกจากนี้การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชเพื่อเร่งการเกิดราก และยอดของส่วนที่นำมาใช้ในการขยายพันธุ์ ก็ถือว่าเป็นวิธีการที่น่าสนใจวิธีหนึ่งที่ถูกนำมาปฏิบัติกันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน

แนวทางการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช กับการขยายพันธุ์โดยใช้ส่วนต่าง ๆ ของพืช

ในปัจจุบันได้มีการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช เพื่อประโยชน์ในการขยายพันธุ์พืชมากขึ้นจนกระทั่งมีการผลิตสารต่าง ๆ ออกมาขายในเชิงการค้าซึ่งส่วนมากเป็นสารในกลุ่มของ auxins ได้แก่ IBA และ NAA เป็นต้น นอกจากนี้ก็ยังพบว่าสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชกลุ่มอื่น ๆ เช่น เอทธิลีน สามารถชักนำมาเกิดราก และยอดของพืชที่ออกรากได้ยาก บางชนิดด้วย

การเกิดราก และยอดของกิ่งปักชำหรือส่วนต่าง ๆ ของพืชที่นำมาขยายพันธุ์ ต้องอาศัยปัจจัยต่าง ๆ หลายประการ เพราะส่วนของพืชที่ถูกแยกออกมาจากต้นแม่ จะต้องพึ่งพาตัวเองทั้งในเรื่องของอาหาร น้ำ และแร่ธาตุ รวมทั้งสารอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง การใช้สารกระตุ้นการเกิดรากจากภายนอกเสริมให้แก่ส่วนต่าง ๆ ของพืช จะเป็นการช่วยให้สมดุลภายในของพืชเปลี่ยน

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

แปลงไป ดังนั้นเพื่อมีปริมาณของสารกระตุ้นการเกิดรากในปริมาณที่มากขึ้น พืชก็จะนำสารนี้ไปใช้ ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้ก็จะถูกแสดงออกมาอยู่ในรูปของการเกิดรากของพืช ถึงแม้ว่าในพืชบางชนิดอาจจะไม่แสดงผลในแง่การเกิดราก แต่ก็ไม่ได้หมายความว่าสารที่ใช้ไม่ได้ผลเสียทีเดียว ทั้งนี้เพราะระดับของการตอบสนองต่อสาร และสภาพความสมบูรณ์ของส่วนต่าง ๆ ของพืชที่นำมาใช้อาจจะต้องการปัจจัยอื่น ๆ หรือสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชกลุ่มอื่น ๆ เข้าร่วมในการใช้สาร และการทำงานของสาร ในเรื่องนี้คงต้องทำการศึกษากันต่อไป เพื่อให้ได้ผลที่สามารถนำไปใช้ได้ในเชิงการค้า ตัวอย่างของการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชเพื่อเร่งการเกิดรากของพืชบางชนิดที่ได้มีการศึกษามาแล้ว ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงตัวอย่างการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตเพื่อเร่งการเกิดรากของพืชบางชนิด

ชนิดของพืช	สารที่ใช้	%การเกิดราก
มังคุด	NAA 10,000 ppm	33
(กิ่งตอน)	Control	25
มะม่วง	NAA 16,000 ppm	80
(กิ่งตอน)	Control	25
เฟื่องฟ้า (แดง)	IAA 2,000 ppm	80
(กิ่งปักชำ)	Control	37
เฟื่องฟ้า (สองสี)	IBA 5,000 ppm	80
(กิ่งปักชำ)	Control	41
ชบา (แดง)	IBA 10,000 ppm	70
(กิ่งปักชำ)	Control	30

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ชนิดของพืช	สารที่ใช้	%การเกิดราก
เทียนหยด	IBA 10,000 ppm	46
(กิ่งปักชำ)	Control	4
เล็บครุฑ	NAA 7,500 ppm	100
(กิ่งปักชำ)	Control	88
มะลิซ้อน	IBA 10,000 ppm	73
(กิ่งปักชำ)	Control	49
บานบุรี (ม่วง)	IBA 7,500 ppm	56
(กิ่งปักชำ)	Control	6
เข็ม (แดง)	NAA 5,000 ppm	95
(กิ่งปักชำ)	Control	7

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

จากตัวอย่างข้างต้น คงพอเป็นแนวทางในการศึกษาต่อไป และควรตั้งข้อพิจารณาเกี่ยวกับชนิด และพันธุ์เข้ามาประกอบในการศึกษาด้วย

วิธีสอนและกิจกรรม บรรยายโดยฉายภาพข้ามศีรษะ ยกตัวอย่างประกอบ และใช้ตัวอย่างจริง แล้วให้นักศึกษาซักถาม		
สื่อการสอน	**หนังสืออ้างอิง**	1,6,11,14
	เอกสารประกอบ	-
	วัสดุโสตทัศน์	แผ่นใส ตัวอย่างจริง
งานมอบหมาย ให้นักศึกษาศึกษาผลของออกซินต่อการเกิดรากเพิ่มเติม		
การวัดผล วัดผลในการสอบเก็บคะแนนปลายภาคเรียน		

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

แนวการสอน	รหัสวิชา 03-932-403 หน่วยเรียนที่ 6 บทเรียนที่ 2
ชื่อหน่วยเรียน แนวทางการใช้ประโยชน์ของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช	เวลา 50 นาที

ชื่อบทเรียน การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชในการออกดอกและการแสดงเพศดอก

จุดประสงค์ 6.2 เข้าใจการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชในการออกดอกและการแสดงเพศดอก

6.2.1 อธิบายปัจจัยที่มีผลต่อการออกดอกและการแสดงเพศของดอก

6.2.2 อธิบายแนวทางการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชในการออกดอกและการแสดงเพศดอก

การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชกับการออกดอกและการแสดงเพศของดอก

ปัจจัยที่มีผลต่อการออกดอก และการแสดงเพศของดอก ประกอบไปด้วยปัจจัยภายในของพืช และปัจจัยภายนอก ซึ่งจะขอกล่าวแยกเป็นเรื่อง ๆ ไป ดังนี้

1. ปัจจัยภายในของพืช ประกอบไปด้วยปัจจัยย่อย ๆ อีกหลายประการ เช่น

1.1 ชนิดหรือพันธุ์ของพืช พืชที่มีถิ่นกำเนิดในเขตหนาว โดยทั่วไปจะมีช่วงของการพักตัวในระหว่างฤดูหนาว และจะพัฒนาให้ได้กิ่งก้านหรือดอกเมื่อพ้นฤดูหนาว อย่างไรก็ตามพืชต่างชนิดหรือต่างพันธุ์จะตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการออกดอกแตกต่างกัน

1.2 ความสมบูรณ์ของพืช การออกดอกของพืชมักจะเกิดขึ้นในช่วงที่พืชมีความอุดมสมบูรณ์เต็มที่ โดยจะมีดอกที่สมบูรณ์ ซึ่งต่างจากการออกดอกของพืชในช่วงที่พืชไม่ค่อยสมบูรณ์ เช่น พืชใกล้จะตายหรือขาดน้ำและอาหาร พืชจะสร้างดอกขึ้นเพื่อในช่วงที่พืชไม่ค่อยสมบูรณ์ เช่น พืชใกล้จะตายหรือขาดน้ำและอาหาร พืชจะสร้างดอกขึ้นเพื่อการขยายพันธุ์ ดอกที่ได้มักจะไม่ค่อยสมบูรณ์ และอาจจะไม่มีการพัฒนาต่อไป

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

ความสมบูรณ์ของพืชยังมีผลต่อการแสดงเพศของดอกด้วย โดยทั่วไปถ้าต้นพืชไม่ค่อยสมบูรณ์โอกาสที่จะเกิดดอกเพศผู้จะมีมากกว่าดอกเพศเมีย ตัวอย่างของพืชที่พบได้แก่ มะละกอ

1.3 อายุของพืช พืชที่ขยายพันธุ์ด้วยเมล็ดจะมีช่วงระยะเวลาของการเจริญเติบโตแบ่งได้เป็น 2 ช่วง คือ ช่วงที่มีการเจริญเติบโตในแง่กิ่งก้านและใบ (vegetative phase) และช่วงที่มีการพัฒนาในแง่การสืบพันธุ์ (reproductive phase) โดยแต่ละช่วงจะมีระยะเวลาที่ค่อนข้างแน่นอนในพืชแต่ละชนิด ทั้งนี้เนื่องจากองค์ประกอบต่าง ๆ ภายในพืชและระดับของฮอร์โมนพืชที่แต่ละอายุจะแตกต่างกัน

สำหรับพืชที่ขยายพันธุ์ด้วยวิธีอื่น ๆ ที่ไม่อาศัยเพศ ช่วงของการเจริญเติบโตในแง่กิ่งก้านและใบ จะมีระยะเวลาสั้นกว่า การปลูกด้วยเมล็ด โดยพืชที่ได้จากการติดตา เสียบกิ่ง และการตอน จะมีการออกดอกเร็วขึ้น

1.4 ตำแหน่งของกิ่งก้าน และตา กิ่งก้านที่เกิดขึ้นบางกิ่งอาจจะมีลักษณะที่อยู่ในระหว่างเยาว์วัย (juvenile stage) ซึ่งมักจะไม่ค่อยมีตาดอกที่พร้อมจะพัฒนาไปเป็นดอกมากเท่ากับในกิ่งที่อยู่ในระยะโตเต็มวัย (mature stage) ดังนั้นการเลือกกิ่งก้านที่เหมาะสมก็จะเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่จะทำให้พืชมีการออกดอกได้อย่างเหมาะสม

2. ปัจจัยภายนอก นอกเหนือจากปัจจัยที่กล่าวข้างต้นแล้ว ปัจจัยที่มีบทบาทสำคัญอีกประการหนึ่งก็คือ ปัจจัยภายนอก ซึ่งเกี่ยวข้องกับตัวพืชทั้งทางตรง และทางอ้อม โดยพืชแต่ละชนิดจะตอบสนองต่อปัจจัยภายนอกแตกต่างกัน ในที่นี้จะขอกล่าวแยกเป็นแต่ละปัจจัยดังนี้

2.1 แสง ในที่นี้หมายความรวมถึง ความเข้มของแสงและช่วงแสงที่พืชได้รับ พืชบางชนิดตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของช่วงแสงในการออกดอก แต่บางชนิดไม่ตอบสนอง และจากลักษณะที่แตกต่างกันในแง่นี้ จึงมีผู้ที่แบ่งพืชออกตามลักษณะในการตอบสนองต่อช่วงแสง (photoperiodism) เป็น 3 พวกใหญ่ ๆ คือ

ก. พืชวันสั้น (short day plant) พืชกลุ่มนี้จะมีการออกดอกเมื่อได้รับช่วงแสงน้อยกว่าค่าวิกฤต (critical light period) เช่น เบญจมาศ กุหลาบ

ข. พืชวันยาว (long day plant) พืชกลุ่มนี้จะมีการออกดอกเมื่อได้รับช่วงแสงมากกว่า ค่าวิกฤต เช่น สะระแหน่

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

ค. พืชที่ไม่ตอบสนองต่อช่วงแสง (day neutral plant) พืชกลุ่มนี้จะมีการออกดอกได้โดยไม่ขึ้นอยู่กับช่วงแสง เช่น มะละกอ อย่างไรก็ดีพืชต้องได้รับช่วงแสงอย่างเพียงพอต่อการดำรงชีพจึงสามารถเจริญเติบโตและออกดอกได้ตามปกติ

2.2 อุณหภูมิ การออกดอกของพืชบางชนิด ต้องอาศัยอุณหภูมิต่ำ เพื่อชักนำการสร้างตา ดอก หรือทำลายการพักตัวของตา ในปี ค.ศ. 1928 นักวิทยาศาสตร์ชาวรัสเซียชื่อ T.D.Lysenko ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลของอุณหภูมิต่อการเกิดดอกของพืช ซึ่งรู้จักในคำว่า "vernalization" โดยเชื่อกันว่าพืชที่ได้รับอุณหภูมิต่ำจะถูกกระตุ้นให้มีการสร้างสาร vernalin ขึ้นมามีผลต่อการเกิดดอก เราสามารถจำแนกพืชออกตามลักษณะการตอบสนองต่ออุณหภูมิในการออกดอกได้ดังนี้

ก. พืชที่ไม่ตอบสนองต่ออุณหภูมิในการออกดอก พืชกลุ่มนี้มักจะออกดอกได้ทุกฤดูกาล เมื่ออายุของพืชเหมาะสม และพืชมีความสมบูรณ์ เช่น กล้วย มะละกอ และมะพร้าว เป็นต้น

ข. พืชที่ตอบสนองต่ออุณหภูมิแบบส่งเสริม พืชกลุ่มนี้จะออกดอกได้ดีขึ้นเมื่อได้รับอุณหภูมิที่แตกต่างไปจากอุณหภูมิปกติที่พืชเจริญเติบโตทางกิ่งก้านและใบ เช่น สตรอเบอรี่ และมะเขือเทศ เป็นต้น

ค. พืชที่ตอบสนองต่ออุณหภูมิแบบจำเป็น พืชกลุ่มนี้ต้องการอุณหภูมิที่แตกต่างไปจากอุณหภูมิปกติที่พืชเจริญเติบโตทางกิ่งก้านและใบ ถ้าขาดอุณหภูมิแล้ว พืชจะไม่ออกดอก ซึ่งต่างจากพืชในกลุ่มที่ 2 ตัวอย่างเช่น ทิวลิป และแครอท เป็นต้น

พืชที่มีถิ่นกำเนิดในเขตหนาวส่วนใหญ่ จะต้องผ่านช่วงฤดูหนาว เพื่อทำลายการพักตัวของตา และเริ่มเกิดตาดอก เตรียมพร้อมเอาไว้สำหรับในฤดูใบไม้ผลิ อย่างไรก็ตามพืชแต่ละชนิดจะตอบสนองต่ออุณหภูมิแตกต่างกัน

2.3 น้ำ พืชต้องการน้ำในกระบวนการต่าง ๆ ของการดำรงชีพ พืชต้องการปริมาณน้ำในแต่ละช่วงของการเจริญเติบโตแตกต่างกัน ในสภาวะที่ขาดน้ำของพืชในเขตร้อนหลายชนิด เช่น เงาะ ทุเรียน มังคุด และมะม่วง เป็นต้น จะมีผลช่วยเร่งการเกิดจุดกำเนิดของดอก เนื่องจากสภาพภายในของพืชเปลี่ยนแลงมีการสะสมอาหาร หยุดการเจริญเติบโตทางกิ่งก้านและใบ ด้วยเหตุนี้ในการผลิตพืชบางชนิด เช่น ส้ม จะใช้วิธีการกักน้ำ หรืองดการให้น้ำแก่พืชเพื่อทำให้พืชออกดอก

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

นอกจากนี้การปฏิบัติต่อพืช เช่น การให้ปุ๋ย และสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ก็มีผลต่อการออกดอกและการแสดงเพศของดอกด้วย

แนวทางการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชต่อการออกดอกและการแสดงเพศของดอก

การออกดอกของพืช เป็นสิ่งที่มีความสำคัญมาก ต่อพืชที่จะถูกนำส่วนของดอก ผล และเมล็ด มาใช้ประโยชน์อย่างไรก็ตามในไม้ประดับบางชนิด เช่น หมากผู้ หมากเมีย ปาล์ม และไม้ใบประดับอื่น ๆ การชะลอการออกดอก เพื่อให้ต้นเจริญเติบโตทางกิ่งก้านและใบต่อไปเรื่อย ๆ เป็นสิ่งที่ต้องศึกษามากกว่าเพราะเมื่อพืชเหล่านี้ออกดอก ต้นมักจะตาย ดังนั้นการหาแนวทางในการออกดอกของพืชจึงต้องพิจารณาแยกเป็นชนิด ๆ ไปว่ามีพืชชนิดใดต้องการลักษณะเช่นใด

สมมุติฐานเกี่ยวกับการออกดอกของพืช มีหลายสมมุติฐานด้วยกัน แต่ที่ได้รับความสนใจกันมากเป็นกรณีพิเศษ ได้แก่

1. สมมุติฐานเกี่ยวกับอัตราส่วนระหว่าง สารประกอบของคาร์โบไฮเดตรต่อสารประกอบของไนโตรเจน (C : N ratio) เป็นสัดส่วนที่บ่งบอกถึงปริมาณของสารอาหารที่สะสมอยู่ในรูปของคาร์โบไฮเดรต และปริมาณของสารประกอบที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบโดย C : N ratio ที่เหมาะสมต่อการออกดอกของพืชหนึ่ง ๆ จะมีค่าแตกต่างกันไป

เราสามารถแบ่งกลุ่มของพืชที่ตอบสนองต่อ C : N ratio ในการออกดอกได้เป็น 4 กลุ่ม ดังตารางที่ 4

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

ตารางที่ 4 แสดงกลุ่มของพืชที่ตอบสนองต่อ C : N ratio ในการออกดอก

กลุ่มที่	ปริมาณของ C และ N ในพืช	Vegetative growth	Reproductive growth
1.	C น้อย N มาก	น้อย	น้อยมาก หรือไม่มีเลย
2.	C ปานกลาง N มาก	มาก	น้อย
3.	C มาก N ปานกลาง	ปานกลาง	มาก
4.	C มาก N น้อย	น้อย	น้อย

สังเกตจากปริมาณของ C และ N จะช่วยให้เราสามารถเลือกวิธีปฏิบัติต่อพืชได้เหมาะสม และทำให้พืชออกดอกได้ดีขึ้น

2. สมมุติฐานเกี่ยวกับระดับของฮอร์โมนภายในพืช พืชช่วงที่มีการเจริญเติบโตทางกิ่งก้านและใบจะมีระดับของฮอร์โมนภายในแตกต่างไปจากช่วงที่มีการออกดอก หรือติดผล ระดับของฮอร์โมนภายในพืช จะเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาล และอายุของพืชนอกจากนี้จะให้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช เสริมให้แก่พืช จะมีผลทำให้ระดับของฮอร์โมนต่าง ๆ ภายในพืชเปลี่ยนแปลงไปซึ่งจะมีผลต่อการออกดอก และการแสดงเพศของดอกได้

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ต้องพิจารณาให้เหมาะสม และมองถึงต้นทุนที่เพิ่มขึ้นด้วย ตัวอย่างของการใช้สารเหล่านี้เพื่อช่วยเร่งการออกดอก และการแสดงเพศของดอกได้แก่ การใช้สารกลุ่มเอทธิลีนเร่งการออกดอกของสับปะรด การใช้ GA_3 เปลี่ยนเพศของดอก ทำให้ได้ดอกเพศผู้มากขึ้นในพืชตระกูลแตง และการใช้สารกลุ่มออกซินหรือเอทธิลีนเพื่อให้เกิดดอกเพศเมียในพืชตระกูลแตง เป็นต้น การจะเลือกใช้สารใด ๆ ต้องพิจารณาถึงระดับของฮอร์โมนภายในของพืชชนิดนั้นด้วย

วิธีสอนและกิจกรรม บรรยายโดยฉายภาพข้ามศีรษะ ประกอบตัวอย่างจริง และยกตัวอย่างประกอบ และให้นักศึกษาซักถาม		
สื่อการสอน	**หนังสืออ้างอิง**	4,6,11
	เอกสารประกอบ	-
	วัสดุโสตทัศน์	แผ่นใส ตัวอย่ายจริง
งานมอบหมาย ให้นักศึกษาศึกษาการออกดอกและการแสดงเพศดอกเพิ่มเติม		
การวัดผล วัดผลในการสอบเก็บคะแนนปลายภาค		

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

แนวการสอน	รหัสวิชา 03-932-403 หน่วยเรียนที่ 6 บทเรียนที่ 3
ชื่อหน่วยเรียน แนวทางการใช้ประโยชน์ของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช	เวลา 50 นาที

ชื่อบทเรียน การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชในการติดผลและการพัฒนาการของผล

จุดประสงค์ 6.3 เข้าใจการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชในการติดผลและการพัฒนาการของผล

6.3.1 อธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระหว่างการติดผลและการพัฒนาการของผล

6.3.2 อธิบายแนวทางการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตในการติดผลและการพัฒนาการของผล

การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชกับการติดผลและการพัฒนาของผล

ในระหว่างที่พืชมีการติดผล และผลมีการพัฒนาต่อไปนั้น อาหารที่พืชสร้างขึ้นมาในช่วงนี้ส่วนหนึ่งจะถูกนำไปใช้ในการพัฒนาของผล และอีกส่วนหนึ่งจะถูกนำไปใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ ของพืช นอกจากนี้อาจจะมีบางส่วนที่ถูกนำไปสะสมไว้ในส่วนต่าง ๆ ของพืช ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระหว่างที่มีการติดผลและการพัฒนาของผลจึงเป็นสิ่งที่สำคัญและอาจเป็นกลไกที่จะเกี่ยวพันถึงเรื่องอื่น ๆ ต่อไป สำหรับการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญ ๆ ได้แก่

1. การเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานวิทยา และกายวิภาควิทยา (morphological and anatomical changes) ส่วนต่าง ๆ ของดอกจะเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม โดยมีการร่วงของส่วนที่ไม่จำเป็นคงเหลือไว้แต่ส่วนที่จะมีการพัฒนาต่อไป โครงสร้างของผลที่ประกอบไปด้วย จำนวนและขนาดของเซลล์ซึ่งมักจะมีการแบ่งเซลล์มากที่สุดในช่วง 2 สัปดาห์แรกหลังจากการผสมพันธุ์ หลังจากนั้นจะเป็นการเพิ่มขนาดของเซลล์ ประเภทของเนื้อเยื่อ และการจัดเรียงของเนื้อเยื่อต่าง ๆ ของผลไม้ในช่วงอายุที่ต่างกันจะมีโครงสร้างแตกต่างกันด้วย เช่น stomata จะพบในผลแอปเปิลที่

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

มีอายุในช่วง 30 วัน หลังจากดอกบานเท่านั้น หลังจากนั้นจะพบ lenticel เกิดขึ้นแทนที่ และเมื่อผลพัฒนาขึ้นมากจนกระทั่งเก็บเกี่ยวได้จะมีการเปลี่ยนแปลงในเรื่องของขนาดของเซลล์ ปริมาณของ lenticel ที่เกิดขึ้น และการเกิดขึ้นใหม่ของโครงสร้างต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

2. การเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี และสรีรวิทยา (biochemical and physiological changes) เมื่อเริ่มมีการพัฒนาของรังไข่ หรือส่วนหนึ่งส่วนใดของดอกเกิดขึ้น อาหารที่พืชสร้างขึ้นจากส่วนต่าง ๆ ที่ทำหน้าที่สร้างอาหาร (source) จะถูกผลที่กำลังพัฒนาดูดดึงเอาอาหารจากส่วนต่าง ๆ มาสะสมเอาไว้ที่แหล่งสะสมอาหาร (sink) การพัฒนาของผลจะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องและรวดเร็วในช่วงแรกหลังจากนั้นก็จะช้าลง โดยจะไปเน้นในแง่ของการพัฒนาคุณภาพของผลไม้ มากกว่าในแง่ของปริมาณ

การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในเชิงชีวเคมี และสรีรวิทยาที่พบในผลไม้ทั่ว ๆ ไปได้แก่

2.1 อาหารสะสมภายในผลเช่น ปริมาณกรด และน้ำตาลในแต่ละระยะของการเจริญเติบโต

2.2 ระดับของฮอร์โมนภายในพืช ในระหว่างที่ผลไม้มีการพัฒนาจากระยะหนึ่งไปสู่อีกระยะหนึ่งระดับของฮอร์โมนภายในส่วนต่าง ๆ ของผล ก็จะเปลี่ยนแปลงไปด้วย

2.3 สีผิวของผล และสีเนื้อ

2.4 ความแน่นเนื้อ

2.5 อัตราการหายใจและการสร้างเอทธิลีนของผลไม้ในแต่ละระยะ ซึ่งจะมีผลต่อการสุกของผลไม้

2.6 รสชาติและกลิ่นของผลไม้

2.7 การเปลี่ยนแปลงของเอ็นไซม์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

2.8 การเกิดสารพวกไข (wax) เคลือบผิวผล

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

3. ลักษณะพิเศษที่เกิดขึ้นในผลไม้ โดยทั่วไปผลจะพัฒนามาจากรังไข่ที่ได้รับการผสมพันธุ์ และผลไม้บางชนิดรังไข่มีการพัฒนาขึ้นมาโดยไม่มีการผสมพันธุ์ของเกสรตัวผู้กับ ovule เราเรียกผลไม้เหล่านี้ว่า "parthenocarpic fruit" ผลประเภทนี้จะไม่มีเมล็ด หรือเมล็ดไม่สามารถนำมาปลูกให้ได้ต้นใหม่ โดยทั่วไปการเกิดผลไม้ในลักษณะนี้มี 2 แบบ คือ

3.1 vegetative parthenocarpy เป็นผลไม้ที่พัฒนาขึ้นมาโดยไม่มีการถ่ายละอองเกสร (pollination) เช่น สับปะรด ส้มพันธุ์ Washington Navel และกล้วย (พันธุ์ที่ปลูกเป็นการค้า) เป็นต้น

3.2 stimulative parthenocarpy เป็นผลไม้ที่ได้รับการกระตุ้นจากละอองเกสรแต่ไม่มีการผสมพันธุ์ (fertilization) เช่น องุ่นพันธุ์ Black Corinth

นอกจากนี้ผลไม้ประเภทนี้อาจเกิดขึ้นโดยมนุษย์ทำขึ้น ตัวอย่างเช่น การผลิตแตงโมไม่มีเมล็ด (seedless watermelon) และการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช เช่นการใช้ GA_3 ในการผลิตองุ่นไม่มีเมล็ด เป็นต้น

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการติดผลและการพัฒนาของผล

ปัจจัยของพืช

1 ความสมบูรณ์ของต้นพืช เป็นปัจจัยสำคัญในการดำรงชีพของพืช เมื่อต้นพืชมีความสมบูรณ์เพียงพอก็จะสามารถพัฒนาส่วนอื่น ๆ เช่น ดอก และผล ให้เกิดขึ้นมาได้

2 ระดับของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช เมื่อดอกได้รับการผสมรังไข่จะมีการพัฒนาขึ้นมาก โดยจะมีระดับของฮอร์โมนภายในเพิ่มขึ้น

3 ตำแหน่งของการติดผล และจำนวนของผลต่อกิ่ง เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับการติดผล และการพัฒนาของผล โดยจะเป็นตัวการในการจัดสมดุลของอาหารที่พืชสร้างขึ้นมากับอาหารที่ถูกนำไปใช้หรือสะสมเอาไว้ในผลไม้ นอกจากนี้ จำนวนของเมล็ดที่พบในผลไม้ก็มีผลต่อการพัฒนาของผลไม้ โดยส่วนของเมล็ดเป็นแหล่งที่มีการสร้างฮอร์โมนกลุ่ม auxins มาก ซึ่งช่วยในการแบ่งเซลล์

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

ปัจจัยของสภาพแวดล้อม

1 น้ำและฝน ในระหว่างการพัฒนาของผล ถ้าขาดน้ำในช่วงนี้เซลล์จะไม่ขยายขนาดทำให้ผลไม่เจริญเติบโต นอกจากนี้การได้รับน้ำ และการขาดน้ำเป็นช่วง ๆ นั้นจะมีผลต่อการพัฒนาของผลด้วย สำหรับผลที่แก่จัด ถ้าได้รับน้ำในปริมาณมากก็อาจจะมีผลต่อการแตกของผลไม้ ทำให้เกิดการเสียหายได้

2 ฤดูกาล และอุณหภูมิ ต้นไม้จะออกดอก และติดผลในแต่ละฤดูกาลแตกต่างกันไป ต้นไม้บางชนิดจะออกดอกและติดผลได้ดี ในช่วงฤดูหนาว ที่มีอุณหภูมิไม่เกิน 15 - 25° ซ แต่บางชนิดออกดอกและติดผลในช่วงฤดูร้อน

3 แสงและความเข้มของแสง มีบทบาทสำคัญต่อกระบวนการสังเคราะห์แสง ซึ่งเป็นกระบวนการสร้างอาหารในพืช นอกจากนี้แล้วยังมีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาสีผิวของผลไม้บางชนิด และช่วงแสงของแต่ละฤดูกาลก็มีผลต่อการพัฒนาของผลไม้ด้วย

4 การแก่งแย่งแข่งขัน ระหว่างต้นไม้หลักกับพืชอื่น ๆ เป็นการแย่งปุ๋ยและธาตุอาหารในดิน ซึ่งจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นพืช และส่วนต่าง ๆ ของพืช

การดูแลและการปฏิบัติต่อพืช

1 การให้ปุ๋ย และยาป้องกันกำจัดศัตรูพืช ควรเลือกชนิดของปุ๋ย และยาป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่จะใช้ให้เหมาะสมกับระยะของการเจริญเติบโตของพืช เพราะอาจจะมีผลต่อคุณภาพของผลไม้และการพัฒนาของผลไม้

2 การตัดแต่งกิ่งและผล ผลไม้ติดมากเกินไปจะต้องทำการตัดแต่งออกบ้างเพื่อให้เหมาะสมกับสภาพความสมบูรณ์ของต้น เพราะถ้าปล่อยให้มีการติดผลมากเกินไป อาจทำให้ผลไม้พัฒนาได้ไม่ดีนัก ในบางครั้งอาจมีการตัดแต่งกิ่งหลังจากเก็บเกี่ยวผลไม้แล้วเพื่อเตรียมต้นไม้ไว้ในฤดูต่อไป

3 การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช เป็นวิธีการที่ควรระมัดระวัง เพราะอาจมีผลเสียต่อผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อม อย่างไรก็ดีการเลือกใช้สารที่เหมาะสม และถูกต้องก็จะให้ผลที่ดีต่อต้นไม้

4 วิธีการปลูก เป็นการดำเนินเพื่อควบคุมต้นไม้ให้เจริญเติบโตอย่างเหมาะสมซึ่งอาจใช้วิธีต่าง ๆ กันไป และผลที่ได้ก็อาจแตกต่างกันไปด้วย

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

แนวทางการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชกับการติดผลและการพัฒนาของผล

สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชแต่ละกลุ่มจะแสดงผลต่อพืชแต่ละกลุ่มจะแสดงผลต่อพืชในแง่ของการติดผล และการพัฒนาของผลแตกต่างกันไป บางกลุ่มแสดงผลที่ดีกับพืชชนิดหนึ่ง แต่ไม่แสดงผลกับพืชอีกชนิดหนึ่ง ในที่นี้จะขอกล่าวถึงสารที่ใช้กันอย่างแพร่หลายและเป็นที่รู้จักดีของผู้ใช้ ดังนี้

สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช กับการติดผล

1 สารกลุ่ม auxins สารที่ใช้กันมากในการเพิ่มเปอร์เซ็นต์ การติดผลได้แก่ สารสังเคราะห์พวก 4 - CPA และ BNOA โดยทั่วไปจะได้ผลดีกับพืชที่มีผลซึ่งมีเมล็ดอยู่มาก เช่น มะเดื่อ สตรอเบอรี่ มะเขือเทศ ยาสูบ กุหลาบ และมะเขือม่วง เป็นต้น แต่จะไม่ค่อยได้ผลกับผลไม้ประเภท stone fruit เช่น ท้อ พลัม และเชอร์รี่ เป็นต้น

2 สารกลุ่ม gibberellins สารกลุ่มนี้ใช้ได้ดีกับผลไม้กลุ่มเดียวกันกับในข้อ 1.1 และมีผลชักนำให้เกิด parthenocarpy ในผลไม้บางชนิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพวก stone fruit เช่น ท้อ และบ๊วย เป็นต้น ซึ่งขนาดของผลที่ได้ใกล้เคียงกับผลที่ได้รับการผสมพันธุ์ตามปกติ

3 สารกลุ่ม cytokinins เช่น BA และ PBA ช่วยเพิ่มเปอร์เซ็นต์การติดผลขององุ่นไม่มีเมล็ดพันธุ์ Black Corinth และพันธุ์ Thompson Seedless นอกจากนี้พบว่า BA ช่วยให้ muskmelon ติดผลได้ดีขึ้น

4 สารกลุ่ม ethylene สารในกลุ่มนี้มีผลในทางตรงกันข้ามคือทำให้ผลร่วง

5 สารกลุ่มชะลอการเจริญเติบโตของพืช เช่น SADH มีผลช่วยเพิ่มเปอร์เซ็นต์การติดผลของแอปเปิล และ CCC ช่วยเพิ่มเปอร์เซ็นต์การติดผลขององุ่นพันธุ์ Muscat of Alexandria

6 สารกลุ่มยับยั้งการเจริญเติบโตของพืช เช่น ABA สารกลุ่มนี้มีผลต่อการทำให้ผลไม้หรือส่วนต่าง ๆ ของพืชร่วง

สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชกับการพัฒนาของผล

1 สารกลุ่ม auxins มีผลต่อการเพิ่มขนาดของเซลล์ซึ่งมีผลต่อเนื่องไปถึงรูปร่างและขนาดของผลไม้ ส่วนที่มีการสร้าง auxins นอกจากส่วนของปลายยอด แล้วก็ยังพบที่ส่วนของเมล็ดด้วย ผลไม้ชนิดเดียวกันผลที่มีเมล็ด และผลที่ไม่มีเมล็ดมักจะมีรูปร่างของผลแตกต่างกัน

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

เช่น สาลี่ พันธุ์ Conference และ สตรอเบอรี่ เป็นต้น แต่อย่างไรก็ดี เราสามารถทดแทนสาร endogenous auxin โดยการให้สาร BNOA หรือสารกลุ่ม auxins ตัวอื่นได้

2 สารกลุ่ม gibberellins ในเมล็ดที่ยังอ่อนอยู่ จะมีการสร้างสารกลุ่ม gibberellins มาก ซึ่งจะมีผลต่อการพัฒนาของผล และส่วนต่าง ๆ ของผล

3 สารกลุ่ม cytokinins สารกลุ่มนี้มีบทบาทสำคัญต่อการแบ่งเซลล์ โดย PBA ช่วยเพิ่มขนาดของผลองุ่นไม่มีเมล็ดพันธุ์ Black Corinth แต่มีผลเสียต่อองุ่นปกติ พันธุ์ Almeria โดยทำให้ได้ผลขนาดเล็กเพิ่มขึ้น และผลขนาดเล็ก ๆ เหล่านี้จะไม่มีการพัฒนาต่อไป

4 สารกลุ่ม ethylene มีผลเร่งการแก่ของผลในบางกรณีอาจทำให้ผลไม้ร่วง ในประเทศไทยได้มีการนำสารกลุ่มนี้มาใช้เร่งการแก่ของลองกอง และเร่งการพัฒนาสีของเงาะ เป็นต้น

5 สารกลุ่มชะลอการเจริญเติบโตของพืช โดยมากจะมีผลทำให้ขนาดของผลเล็กลง

6 สารกลุ่มยับยั้งการเจริญเติบโตของพืช จะทำให้ผลไม่เจริญเติบโต และร่วงก่อนถึงเวลาอันควร

แนวทางการเลือกใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชกับการติดผลและการพัฒนาของผล

จะได้ผลดีหรือไม่ต้องอาศัยการวิจัย และศึกษาผลกระทบต่าง ๆ ดังนั้นจึงขอให้ระมัดระวังในเรื่องนี้ด้วย

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

ตารางที่ 5 แสดงการชักนำให้เกิด parthenocarpic fruit ในพืชบางชนิด โดยสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

Plant	Auxins	Gibberellins	cytokinin	Acid	Combination of IAA, GA,cytokinin
Pepper	x				
Cucurbits	x				
Solanaceae	x				
Begonia	x				
Blackberries	x				
Cymbidium	x				
Figs	x				
Gladiolus	x				
Grape	x				
Holly	x				
Primula	x				
Pear	x				
Snapdragon	x				
Avocado	x				
Muskemelon	x				
Oil palm	x				
Rosa rugosa	x				
Strawberry	x				

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

Plant	Auxins	Gibberellins	cytokinin	Acid	Combination of IAA, GA,cytokinin
Apple		x			
Almond		x			
Apricot		x			
Peach		x			
Blueberry		x			
Fig		x			
Delaware grape		x			
Grapefruit		x			
Mandarin		x			
Guava		x			
Pear		x			
Plum		x			
Pereskin aculeata		x			
Rosa sherardii		x			
Tomato		x			
Fig			x		
Grape			x		
Muskmelon			x		
Rosa sherardii				x	
Blueberry					x
Cherry					x
Apple					x
Mango					x

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

วิธีสอนและกิจกรรม บรรยายโดยฉายภาพข้ามศีรษะ ประกอบตัวอย่างจริง และยกตัวอย่างประกอบ แล้วให้นักศึกษาซักถาม		
สื่อการสอน	หนังสืออ้างอิง	6,10,11,14,17,22
	เอกสารประกอบ	-
	วัสดุโสตทัศน์	แผ่นใส ตัวอย่างจริง
งานมอบหมาย ให้นักศึกษาศึกษาการติดผลและการพัฒนาของผลเพิ่มเติม		
การวัดผล วัดผลในการสอบเก็บคะแนนปลายภาคเรียน		

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

แนวการสอน	รหัสวิชา 03-932-403 หน่วยเรียนที่ 6 บทเรียนที่ 4
ชื่อหน่วยเรียน แนวทางการใช้ประโยชน์ของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช	เวลา 50 นาที

ชื่อบทเรียน การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชในการควบคุมขนาดของพืช

จุดประสงค์ 6.4 เข้าใจการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชในการควบคุมขนาดของพืช

6.4.1 อธิบายการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตในการควบคุมขนาดของพืช

6.4.2 อธิบายแนวทางการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตในการควบคุมขนาดของพืช

การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชกับการควบคุมขนาดของพืช

การควบคุมขนาดของพืช

พืชแต่ละชนิดมีการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน บางชนิดมีทรงพุ่มใหญ่ แต่บางชนิดมีทรงพุ่มเล็กหรือบางชนิดมีลำต้นที่ตั้งตรง ไม่ค่อยมีการแตกของกิ่งแขนง แต่บางชนิดมีการแตกของกิ่งแขนงมาก ด้วยเหตุนี้ การหาวิธีการควบคุมขนาดของพืชจึงมีความสำคัญและทำได้ค่อนข้างยาก ถ้าสามารถควบคุมขนาดของพืชได้ก็จะมีประโยชน์ในแง่ของแนวทางการเพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่ ด้วยการเพิ่มจำนวนต้นต่อพื้นที่โดยใช้ระบบการปลูกพืชระยะชิด (high density planting system) ซึ่งวิธีนี้จำเป็นต้องหาต้นพืชที่มีขนาดเล็ก หรือใช้ต้นตอ (root stock) ที่ทำให้ต้นพันธุ์ดีที่อยู่ข้างบนมีลักษณะแคระ (dwarf) จึงจะทำให้ได้ต้นพืชที่มีขนาดกระทัดรัด (compact plant) หรืออาจใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชในการควบคุมขนาดของพืช หรือใช้วิธีการตัดแต่ง (pruning) ส่วนของกิ่งและรากเพื่อให้พืชมีขนาดที่เหมาะสม ถ้าทำได้เช่นนี้ระยะปลูกของพืชก็จะลดลง หรือสามารถปลูกพืชได้หลายต้นในพื้นที่ที่เท่ากัน

การเจริญเติบโตของพืช ถูกจำกัดด้วยปัจจัยหลายประการซึ่งได้แก่ปัจจัยของพืชเอง เช่น gene ที่ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรม และความสมบูรณ์ของพืช เป็นต้น และปัจจัยของสภาพแวดล้อมโดยแต่ละปัจจัยมีผลร่วมกัน และมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน การที่พืชจะแสดง

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

ลักษณะหนึ่งลักษณะใดออกมาอย่างเต็มที่หรือไม่นั้น ขึ้นอยู่กับความพร้อมของสภาพอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ถ้าสภาพอื่น ๆ ไม่พร้อมก็จะส่งผลให้การแสดงออกของ gene ที่ควบคุมลักษณะนั้นเกิดขึ้นไม่ถึงขีดสูงสุด

การเร่งหรือกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืช สามารถทำได้โดยการให้ปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพืชอย่างเต็มที่ ในขณะที่การชะลอการเจริญเติบโตของพืชก็ทำให้ทิศทางตรงกันข้ามกับที่กล่าวข้างต้น การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชเพื่อเร่งหรือชะลอการเจริญเติบโตของพืชเป็นสิ่งที่ทำให้สภาพสมดุลของพืช โดยเฉพาะอย่างยิ่งสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชในกลุ่มที่ช่วยเร่งการเจริญเติบโตของพืช กับสารในกลุ่มชะลอการเจริญเติบโตของพืช มีสภาพของสมดุลที่เปลี่ยนแปลงไป ซึ่งจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช สารในกลุ่มของ auxins และ gibberellins เป็นสารที่มีบทบาทในการเร่งการเจริญเติบโตของพืช ส่วนสารในกลุ่มของสารชะลอการเจริญเติบโตของพืชซึ่งเป็นสารที่สังเคราะห์ขึ้นมานั้น จะมีผลในทางตรงกันข้าม โดยจะไปยับยั้งการทำงานของสารในกลุ่มแรก นอกจากนี้ยังมีสารในกลุ่มของสารยับยั้งการเจริญเติบโตของพืช เช่น ABA มีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของพืช และการลำเลียงฮอร์โมนพืชบางชนิดที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช นอกจากนี้ยังมีผลชักนำให้พืชเข้าสู่ระยะการพักตัว จึงทำให้พืชเจริญเติบโตช้าลง และมีการแตกกิ่งก้านสาขาน้อยลง

แนวทางการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชกับการควบคุมขนาดของพืช

อาศัยหลักการในการจัดการหรือปฏิบัติต่อพืชให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของระดับสารควบคุมการเจริญเติบโตในพืช โดยทำให้พืชมีระดับของสารชะลอหรือยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชมีปริมาณมากกว่าระดับของสารเร่งการเจริญเติบโตของพืช ก็จะมีผลทำให้พืชนั้นไม่เจริญเติบโต หรือมีอัตราการเจริญเติบโตที่ลดลง

การใช้สารในกลุ่มสารชะลอการเจริญเติบโตของพืช เช่น SADH (daminozide), CCC (cyclocel) และ Paclobutrazol (PP 333 or Cultar) เป็นต้น สารเหล่านี้จะไปมีผลยับยั้งการทำงานของสาร gibberellins ทำให้ส่วนของเซลล์ที่บริเวณ sub - apical meristem และเซลล์บริเวณ intercallary meristem ไม่ยืดยาว จึงทำให้ต้นพืชมีขนาดเตี้ยลง เมื่อเทียบกับต้นปกติ นอกจากผลดังกล่าวข้างต้นแล้ว สารกลุ่มนี้ยังแสดงผลอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น ทำให้ใบมีขนาดเล็กลงและมีสี

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

เขียวเข้มขึ้น ทำให้ข้อปล้องสั้นลง และมีผลต่อการเคลื่อนย้ายสารอาหารภายในต้นพืช ซึ่งเป็นผลที่ช่วยส่งเสริมให้พืชที่ได้รับสารชะลอการเจริญเติบโตของพืช สามารถสร้างอาหารและดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ อย่างมีประสิทธิภาพ

ปัจจุบันได้มีการนำสารชะลอการเจริญเติบโตของพืช มาใช้ในการปลูกไม้ประดับในกระถางเป็นการค้ามากขึ้น เนื่องจากไม้ประดับหลายชนิดที่เป็นที่นิยมนั้นมีขนาดของทรงพุ่มใหญ่เกินไปทำให้ไม่สามารถนำมาปลูกไว้ในกระถางได้ แต่เมื่อใช้สารชะลอการเจริญเติบโตของพืชก็สามารถนำไม้ประดับหลายชนิดมาปลูกในกระถางได้ โดยไม่ทำให้ขนาดของดอกเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม แต่ต้องระมัดระวังในเรื่องของความเข้มข้นของสารที่ใช้ และระยะเวลาหรืออายุของพืชเพื่อให้ได้ผลที่ดี ควรทำการศึกษาให้ดีก่อนจะทำเป็นการค้าต่อไป

ในบางกรณีที่เราต้องการให้พืชแตกกิ่งก้านสาขาในตำแหน่งที่ต้องการ ก็สามารถชักนำตา (bud) ที่ตำแหน่งนั้น ๆ โดยการให้สารในกลุ่มของ cytokinins ป้ายให้ที่ตาบริเวณนั้น สารที่ให้จะไปชักนำให้เกิดการแบ่งเซลล์ และการแตกตา ได้ยอดใหม่เกิดขึ้นแต่อาจจะใช้ไม่ได้ผลกับพืชบางชนิด ซึ่งต้องศึกษาว่ามีปัจจัยใดเกี่ยวข้องอีกบ้าง

นอกจากมีการใช้สารชะลอการเจริญเติบโตของไม้ดอกไม้ประดับแล้ว ยังมีการใช้สารในกลุ่มของสารยับยั้งการเจริญเติบโตของพืช เช่น MH (maleic hydrazide) ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชตระกูลหญ้า แต่ยังไม่ค่อยแพร่หลายมากนัก อย่างไรก็ดีการใช้สารในกลุ่มนี้ต้องระวังในแง่ของผลกระทบที่จะเกิดขึ้นกับพืช เช่น การร่วงของใบและส่วนต่าง ๆ ของพืช เป็นต้น

ในแง่ของไม้ผลก็มีการทดลองใช้สารในกลุ่มชะลอการเจริญเติบโตของพืชกันมากในต่างประเทศแต่ยังไม่เป็นเชิงการค้า สำหรับการใช้สาร Paclobutrazol ในมะม่วง เพื่อเร่งการออกดอกของมะม่วง และชะลอการเจริญเติบโตของต้นมะม่วง ในประเทศไทยนั้น ปัจจุบันมีการใช้กันมากขึ้นจนทำให้เป็นข้อสงสัยกันว่าสารนี้ปลอดภัยจริงหรือ และตลาดในต่างประเทศยอมรับมะม่วงที่ได้รับสารนี้หรือแม้ว่าจะเป็นสารที่มีประโยชน์แต่ต้องคำนึงถึงโทษที่จะมีตามมาด้วย

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

งานทางด้านการศึกษา ผลกระทบของการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ในการควบคุมขนาดของต้นพืช จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องติดตามผลอย่างต่อเนื่อง เพื่อดูพิษตกค้าง ที่มีผลต่อพืชและสิ่งที่มีชีวิตอื่น ๆ รวมทั้งสภาพแวดล้อมด้วย

วิธีสอนและกิจกรรม บรรยายโดยฉายภาพข้ามศีรษะ ประกอบของจริง และยกตัวอย่างประกอบ และให้นักศึกษาซักถาม		
สื่อการสอน	**หนังสืออ้างอิง**	6,10,11,12,13,17
	เอกสารประกอบ	-
	วัสดุโสตทัศน์	แผ่นใส ตัวอย่างของจริง
งานมอบหมาย ให้นักศึกษาศึกษาผลของสารชะลอการเจริญเติบโตต่อการควบคุมขนาดทรงพุ่มเพิ่มเติม		
การวัดผล วัดผลในการสอบเก็บคะแนนปลายภาคเรียน		

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

แนวการสอน	รหัสวิชา 03-932-403 หน่วยเรียนที่ 6 บทเรียนที่ 5
ชื่อหน่วยเรียน แนวทางการใช้ประโยชน์ของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช	เวลา 50 นาที

ชื่อบทเรียน การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชในการพักตัวของพืช

จุดประสงค์ 6.5 เข้าใจการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชในการพักตัวของพืช

6.5.1 อธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระหว่างที่พืชมีการพักตัว

6.5.2 อธิบายปัจจัยที่มีผลต่อการพักตัวของพืช

6.5.3 อธิบายการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชในการพักตัวของเมล็ดและตา

การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช กับการพักตัวของพืช

การพักตัวของพืช (Dormancy in plants)

การพักตัวของพืชเกิดขึ้นเมื่อพืชอยู่ในสภาพที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต กลไกในการพักตัวของพืชเป็นกลไกที่มีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตของพืช เนื่องจากในแต่ละปีสภาพแวดล้อมมีการเปลี่ยนแปลงแตกต่างกันไป ในประเทศเขตร้อน เช่น ประเทศไทย ในรอบปีหนึ่ง ๆ มี 3 ฤดูกาล คือ ฤดูร้อน ฤดูฝน และฤดูหนาว สำหรับประเทศเขตหนาว เช่น ประเทศญี่ปุ่น ในรอบปีหนึ่ง ๆ มี 4 ฤดูกาล คือ ฤดูร้อน ฤดูใบไม้ร่วง ฤดูหนาว และฤดูใบไม้ผลิ สภาพภูมิอากาศของแต่ละฤดูกาลมีลักษณะที่แตกต่างกันซึ่งจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช การที่พืชไม่เจริญเติบโตหรือเจริญเติบโตได้เพียงเล็กน้อย เมื่ออยู่ในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมนั้น นอกจากจะแสดงถึงลักษณะการปรับตัวของพืชแล้วยังเป็นการบ่งบอกถึงการเข้าสู่การพักตัวของพืชอีกด้วย

การพักตัวของพืชมักเกิดกับส่วนหนึ่งส่วนใดของพืชโดยเฉพาะ เช่นการพักตัวของเมล็ด (seed dormancy) และการพักตัวของตา (bud dormancy) เป็นต้น ซึ่งลักษณะการพักตัวของเมล็ดและตา เป็นเรื่องที่น่าสนใจและติดตามศึกษาอย่างใกล้ชิด เพราะการพักตัวของเมล็ดและตามีผลโดยตรงต่อการเจริญเติบโตของพืช

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นระหว่างที่พืชมีการพักตัว

ในระหว่างที่พืชมีการพักตัว กิจกรรมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น ภายในพืชจะลดน้อยลงเพื่อให้เหมาะสมกับสภาวะของพืช ซึ่งในพืชส่วนใหญ่นั้นจะมีการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในช่วงของการพักตัวที่คล้ายคลึงกัน การเปลี่ยนแปลงที่สำคัญได้แก่

1. การเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานวิทยา และกายวิภาควิทยา (morphological and anatomical changes) ส่วนที่พบเห็นการเปลี่ยนแปลงลักษณะข้างต้นอย่างชัดเจนได้แก่ ส่วนของตาที่อยู่ตามกิ่งก้านของพืช โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพืชเขตหนาว เช่น ท้อ สาลี่ และแอปเปิล เป็นต้น ตาที่มีการพักตัวจะมีส่วนของ bud scale มาปกปิดส่วนของตาเพื่อป้องกันอันตรายอันเนื่องมาจากอุณหภูมิต่ำ ส่วนของเนื้อเยื่อเจริญจะไม่ค่อยมีการเจริญเติบโต หรือไม่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดช่วงของการพักตัว ซึ่งมีผลทำให้ส่วนของตาพักตัวจนกว่าจะได้รับปัจจัยต่าง ๆ อย่างเหมาะสมเสียก่อน

2. การเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี และสรีรวิทยา (biochemical and physiological changes) อัตราการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี และสรีรวิทยาที่พบในพืชที่มีการพักตัวมีอัตราต่ำมาก เมื่อเปรียบเทียบกับพืชปกติ หรือพืชที่กำลังเจริญเติบโต การเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี และสรีรวิทยาที่น่าสนใจ ได้แก่

2.1 การหายใจ อัตราการหายใจของพืชที่อยู่ในช่วงที่มีการพักตัว มีค่าน้อยกว่าในพืชชนิดเดียวกันที่กำลังเจริญเติบโต ตัวอย่างที่พบมากได้แก่ การหายใจของเมล็ดพืชที่มีการพักตัว

2.2 การเปลี่ยนแปลงของอาหารสะสมและสารอื่น ๆ เนื่องจากพืชที่พักตัวอยู่จะมีกิจกรรมต่าง ๆ น้อยกว่าพืชที่กำลังเจริญเติบโต ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงของอาหารสะสม และการเคลื่อนย้ายของสารอาหารต่าง ๆ จึงมีน้อยมาก ต่อเมื่อเริ่มพ้นจากระยะการพักตัว กิจกรรมต่าง ๆ และการเคลื่อนย้ายสารอาหาร จึงเกิดเพิ่มขึ้น อาหารจะถูกนำไปใช้ในการเจริญเติบโต นอกจากนี้ระดับของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชก็เปลี่ยนแปลงไปด้วย

2.3 การเปลี่ยนแปลงของกรดนิวคลีอิก ในเมล็ดพืชที่มีการพักตัวอัตราการเปลี่ยนแปลงของกรดนิวคลีอิก มีน้อยมาก กรดนิวคลีอิกเป็นองค์ประกอบของ RNA และ DNA ซึ่งทำหน้าที่สำคัญในการสร้างโปรตีน และเอ็นไซม์ เพื่อใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ ของพืช นี้ก็เป็นอีกเหตุผล

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

หนึ่งที่ทำให้เมล็ดที่มีการพักตัวมีอัตราการหายใจ และกิจกรรมอื่น ๆ ต่ำ และมีชนิดและปริมาณของเอ็นไซม์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการต่าง ๆ น้อยกว่าที่พบในเมล็ดที่กำลังงอก

ปัจจัยที่มีผลต่อการพักตัวของพืช

การพักตัวของพืชขึ้นอยู่กับปัจจัยภายนอก และปัจจัยภายในของพืช โดยปัจจัยที่มีบทบาทสำคัญต่อการพักตัวของพืช คือ ปัจจัยภายนอก ซึ่งได้แก่สภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปในรอบปีหนึ่ง ๆ ปัจจัยภายนอกนี้จะมีผลชักนำให้เกิดการปรับตัวของพืชเพื่อให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสมต่อการดำรงชีพ

ปัจจัยภายนอก

1. ฤดูกาล (seasons) การโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของฤดูกาลในรอบปีหนึ่ง ๆ ตำแหน่งหรือที่ตั้งของพื้นที่บนโลกก็เป็นสิ่งที่ทำให้ฤดูกาลของแต่ละเขตแตกต่างกันไปบ้าง ยกตัวอย่างเช่นประเทศที่ตั้งอยู่ในเขตร้อนมักจะมี 3 ฤดู คือ ฤดูร้อน ฤดูฝน และฤดูหนาว ส่วนประเทศที่อยู่ในเขตหนาวจะมี 4 ฤดู คือ ฤดูใบไม้ผลิ ฤดูร้อน ฤดูใบไม้ร่วง และฤดูหนาว ฤดูกาลที่เปลี่ยนแปลงไปนั้นมีผลทำให้เกิดการปรับตัวของพืชเพื่อการดำรงชีพ

2. สภาพภูมิอากาศ (climate) การเปลี่ยนแปลงของฤดูกาลมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศซึ่งประกอบไปด้วย อุณหภูมิ ฝน และลม การที่อุณหภูมิสูงขึ้นในช่วงฤดูร้อน และต่ำลงในช่วงฤดูหนาว จะมีผลต่อกิจกรรมต่าง ๆ ของพืช ในสภาพที่มีอุณหภูมิต่ำมาก ๆ กิจกรรมต่าง ๆ ของพืชก็จะลดต่ำลง และพืชจะมีการสร้างระบบป้องกันตัวเองขึ้น เช่น การสร้างเยื่อหุ้มส่วนของพืชที่อ่อนแอ และการสร้างสารที่ไปมีผลทำให้พืชมีกิจกรรมน้อยลง เป็นต้น สำหรับน้ำซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยน้ำเป็นตัวทำละลายที่สำคัญของกระบวนการต่าง ๆ ในพืช พืชโดยทั่วไปได้น้ำจากฝนที่ตกลงมาตามธรรมชาติ ปริมาณของน้ำฝนที่ตกลงมามากหรือน้อยแตกต่างกันไปตามฤดูกาล ดังนั้นจะเห็นได้ว่า พืชมีการเจริญเติบโตเร็วหรือช้า แตกต่างกันไปด้วย ในบางฤดูกาลพืชอาจจะมีการเจริญเติบโตน้อยมาก หรือไม่มีการเจริญเติบโตเลย การงอกของเมล็ดพืชหลายชนิด ต้องการสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมและที่สำคัญก็คือ เมล็ดพืชเหล่านี้ต้องการน้ำในการงอก ส่วนในการงอกของเมล็ดบางชนิดนอกจากต้องการน้ำแล้วยังต้องการอุณหภูมิที่เหมาะสมในการงอกอีกด้วย

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

3. แสง (light) การที่โลกหมุนรอบตัวเองพร้อม ๆ ไปกับการหมุนรอบดวงอาทิตย์ ทำให้แต่ละตำแหน่งของโลกได้รับแสงสว่างแตกต่างกัน ซึ่งจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช แสงในที่นี้ หมายความถึง คุณภาพของแสงและปริมาณของแสง ซึ่งได้แก่ ชนิดของแสง และความยาวของช่วงแสงที่พืชได้รับในแต่ละวัน การตอบสนองของพืชต่อแสงจะแตกต่างกันไปแล้วแต่ชนิดของพืช

4. ธาตุอาหาร (nutrients) แร่ธาตุต่าง ๆ ที่อยู่ในดิน มีส่วนเกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพืชที่แตกต่างกัน เช่น ธาตุอาหารในรูปของไนโตรเจน มีผลต่อการเจริญทางด้านใบและกิ่งก้าน เป็นต้น

5. สัดส่วนของก๊าซ (gas components) ก๊าซที่มีบทบาทสำคัญต่อการดำรงชีวิตของพืช ได้แก่ ก๊าซออกซิเจน และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ สัดส่วนของก๊าซทั้ง 2 ชนิดนี้ มีผลต่อการพักตัวของพืช และการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ของพืช

ปัจจัยภายในของพืช

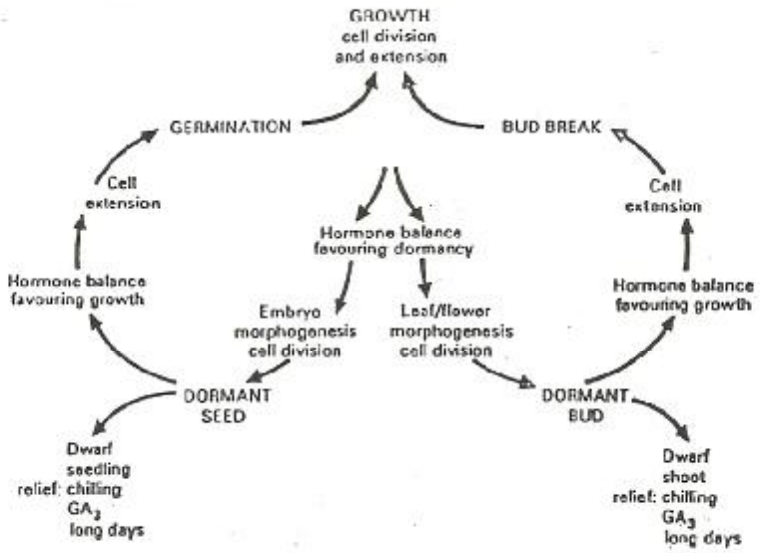
1. โครงสร้างของพืช (plant structure) ส่วนต่าง ๆ ของพืชที่แบ่งหน้าที่ไปทำงานที่แตกต่างกันนั้นมักจะมีลักษณะหรือองค์ประกอบที่แตกต่างกันไปด้วย เช่นเดียวกันกับส่วนที่มักพบว่ามีการพักตัว เช่น ส่วนของตา (bud) ส่วนของหัว (bulb) และส่วนของเมล็ด (seed) เป็นต้น การศึกษาโครงสร้างของส่วนต่าง ๆ ของพืชควบคู่ไปกับการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีและกระบวนการต่าง ๆ ได้ดียิ่งขึ้นจะทำให้ทราบถึงกลไกการพักตัวและการเจริญของพืช

2. สมดุลภายในของพืช การพักตัวของพืชเมื่อพืชอยู่ในสภาพที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต โดยสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่พบในแต่ละระยะของการเจริญเติบโตของพืชเปลี่ยนแปลงไป สารในกลุ่มที่ทำให้พืชเข้าสู่ระยะการพักตัว มีปริมาณเพิ่มขึ้น ในขณะที่สารในกลุ่มตรงกันข้ามกับสารกลุ่มแรกมีปริมาณน้อยลง ดังนั้นระดับสมดุลภายในของพืชเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย การแสดงออกของพืชจึงเกิดขึ้นตามผลลัพธ์ระหว่างสาร 2 กลุ่ม ข้างต้น การให้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชเพิ่มเติมเข้าไปก็เท่ากับเป็นการทำให้สมดุลภายในพืชเปลี่ยนแปลงไป อย่าไรก็ดีพบว่าพืชบางชนิดอาจจะไม่ตอบสนองต่อการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชในการทำลายการพักตัว ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากลักษณะการพักตัวของพืชหรือชิ้นส่วนของพืชนั้นแตกต่างกัน

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

การพักตัวของเมล็ด (seed dormancy)

เมล็ด (seed) พัฒนาขึ้นภายหลังที่มีการปฏิสนธิ (fertilization) สารอาหารและน้ำได้จากต้นแม่ (mother plant) และบางส่วนจากละอองเกสรตัวผู้ เมล็ดที่ได้รับการปฏิสนธิจะพัฒนาต่อไปจนเจริญไปเป็นต้นใหม่ทดแทนต้นพ่อและต้นแม่เดิม



ภาพที่ 1 ปัจจัยทางสรีรวิทยาบางอย่าง ที่มีผลต่อวงจรการพักตัวของเมล็ดและตา

สาเหตุของการพักตัวของเมล็ด

1. ความไม่สมบูรณ์ของเอ็มบริโอ (rudimentary embryo) ซึ่งพบใน กล้วยไม้ และแปะก๊วย (ginkgo) เป็นต้น ต้องรอจนกระทั่งเอ็มบริโอพัฒนาสมบูรณ์แล้วจึงสามารถงอกได้

2. เมล็ดที่ยังไม่แก่ทางสรีรวิทยา (physiologically immature embryo) เช่น ผักกาดหอม และข้าวบาร์เล่ย์ เป็นต้น เมล็ดเหล่านี้จะไม่งอก ถึงแม้ว่าสภาพแวดล้อมจะเหมาะสมก็ตามเมล็ดจะงอกได้ก็ต่อเมื่อเมล็ดแก่แล้วเท่านั้น

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

3. ความแข็งแรงและทนทานของเปลือกหุ้มเมล็ด (mechanically resistant seed coat) เช่น เมล็ดของพืชตระกูลถั่วบางชนิด ต้องย่อยผนังหุ้มเมล็ด เพื่อให้ผนังหุ้มเมล็ดอ่อนนุ่มลงจะได้สะดวกต่อการงอกของรากและต้นอ่อนของพืช

4. การไม่ยอมให้น้ำและอากาศผ่านเข้าออกของเปลือกหุ้มเมล็ด (impermeable seed coat) เช่น เมล็ดพืชตระกูลถั่วหลายชนิด แก้ไขโดยต้องทำให้เปลือกหุ้มเมล็ดมีช่องเปิดให้น้ำและอากาศผ่านเข้าออกได้สะดวก เพราะน้ำอากาศเป็นปัจจัยสำคัญในการงอกของเมล็ด

5. สารยับยั้งการงอกที่มีอยู่ที่เมล็ด (presence of germination inhibitors) เช่น เมล็ดมะเขือเทศ มีสารยับยั้งการงอกอยู่ในส่วนของเมือกที่อยู่รอบ ๆ เมล็ด โดยต้องล้างออกก่อน แล้วนำไปเพาะจึงจะทำให้เมล็ดงอกได้ดี

การพักตัวของเมล็ดพืชบางชนิดอาจเกิดขึ้นเนื่องจากสาเหตุข้างต้นเพียงสาเหตุเดียว หรือจากหลาย ๆ สาเหตุร่วมกัน ซึ่งทำให้ยากต่อการหาวิธีทำลายการพักตัวของพืช อย่างไรก็ดีช่วงของการพักตัวไปจนถึงการงอกของเมล็ดพืช มีระยะของการเปลี่ยนแปลงซึ่งพอจะแบ่งได้เป็น 4 ระยะดังนี้

1. ระยะชักนำ (induction phase) เป็นระยะที่เมล็ดพืชที่แก่จัดถูกชักนำให้เข้าสู่การพักตัว ในระยะนี้สามารถใช้ปัจจัยภายนอก เช่น แสง อุณหภูมิ และสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช เพื่อทำลายการเข้าสู่การพักตัวของพืชได้

2. ระยะดำรงการพักตัว (maintenance phase) เป็นระยะที่เมล็ดพืชเข้าสู่การพักตัวซึ่งโดยทั่วไปอัตราการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ของพืชจะมีน้อยมาก การจะดำรงระยะนี้ไว้ก็ขึ้นอยู่กับปัจจัยภายนอกที่มีผลกระทบต่อพืช นอกจากนี้ยังเชื่อว่าสมดุลระหว่างสารในกลุ่มกระตุ้น และสารในกลุ่มยับยั้งการเจริญของพืชก็มีบทบาทสำคัญเช่นกัน ในการดำรงระยะการพักตัวของพืช

3. ระยะกระตุ้น (trigger phase) เป็นระยะที่มีการกระตุ้นให้พืชเริ่มเปลี่ยนแปลง จากการพักตัวไปสู่การเจริญเติบโตอีกครั้ง ในระยะนี้สารในกลุ่มกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืชมีปริมาณเพิ่มมากขึ้น การให้สารจากภายนอกหรือปัจจัยภายนอกเพื่อกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืชจะมีผลทำให้การพักตัวของพืชนั้นหมดไป

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

4. ระยะการงอก (germination phase) เป็นการบ่งบอกถึงการสิ้นสุดการพักตัวของเมล็ด โดยเมล็ดจะดูดน้ำเข้าไปภายใน กิจกรรมต่าง ๆ ภายในเมล็ด เช่น อัตราการหายใจ และกิจกรรมของเอ็นไซม์เกิดเพิ่มขึ้นมากกว่าระยะที่มีการพักตัว ระยะที่เมล็ดงอกนั้นปัจจัยที่เกี่ยวกับการงอกของเมล็ดจะเข้ามามีบทบาทสำคัญโดยเฉพาะอย่างยิ่ง น้ำ และอากาศ เมล็ดพืชบางชนิด เช่น สตรอเบอรี่ และผักกาดหอม ต้องการแสงสว่างเพื่อช่วยในการงอก โดยแสงจะช่วยทำให้เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดเพิ่มขึ้น นอกจากนี้เมล็ดพืชบางชนิดต้องผ่านอุณหภูมิต่ำจึงจะงอก

การทำลายการพักตัวของเมล็ด

เมื่อทราบถึงสาเหตุของการพักตัวของเมล็ด และระยะต่าง ๆ ของการเปลี่ยนแปลงของเมล็ดที่เกิดขึ้น ก็สามารถหาวิธีการในการทำลายการพักตัวของเมล็ด หรือทำให้เมล็ดงอกได้ง่ายขึ้น และตรงตามเป้าหมายที่ต้องการ อย่างไรก็ตามการพักตัวของเมล็ดที่เกิดขึ้นเนื่องจากบางสาเหตุ เช่น การเจริญไม่เต็มที่ของเอ็มบริโอ และการขาดแหว่งของส่วนที่สำคัญต่อการงอกของเมล็ด เป็นต้น การพักตัวประเภทนี้ไม่สามารถกระตุ้นหรือทำลายการพักตัวของเมล็ด ดังนั้นจึงต้องรอให้เมล็ดนั้นเปลี่ยนแปลงไปสู่ขั้นตอนการงอกเอง สำหรับเมล็ดที่มีการพักตัวจากสาเหตุอื่น ๆ ก็ต้องเลือกวิธีต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. การทำลายเปลือกหุ้มเมล็ด หรือที่เรียกว่า "seed scarification" ซึ่งอาจใช้วิธีกล เช่น ทุบให้เปลือกแตก หรือฝนให้เกิดรูที่เปลือก เป็นต้น บางครั้งอาจใช้วิธีนำเมล็ดไปแช่ในกรด เพื่อให้กรดย่อยเปลือกหุ้มเมล็ดหรือที่เรียกว่า "acid scarification"

2. การนำเมล็ดไปให้ได้รับอุณหภูมิต่ำ (0 - 10° C) และมีความชื้นสูง หรือที่เรียกว่า "seed stratification" การปฏิบัติต่อเมล็ดด้วยวิธีนี้ต้องคำนึงถึงระยะเวลาและอุณหภูมิที่ใช้ด้วย

3. การทำลายสารยับยั้งการงอกของเมล็ดที่มีอยู่ตามธรรมชาติ วิธีที่นิยมก็คือ การล้างเมล็ดและการตากเมล็ดให้แห้ง เมล็ดที่พืชบางชนิด เช่น มะเขือเทศ และมะละกอ ต้องล้างน้ำแล้วนำไปผึ่งให้แห้งก่อนนำมาเพาะ จึงจะได้เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดมากกว่าการเพาะเมล็ดโดยตรง ที่เป็นเช่นนี้เพราะสารเมือกที่อยู่รอบ ๆ เมล็ดมีสารยับยั้งการงอกของเมล็ดอยู่ด้วย ถ้านำเมล็ดพืชชนิดอื่นไปแช่ในเมือกที่ได้จากเมล็ดพืชดังกล่าวจะพบว่าเปอร์เซ็นต์ของการงอกของเมล็ดนั้นลดลงด้วย

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

4. การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชในการทำลายการพักตัวของเมล็ด ปัจจัยเกี่ยวกับสมดุลของสารกระตุ้นการงอกของเมล็ด และสารยับยั้งการงอกของเมล็ดเป็นอีกสาเหตุหนึ่งของการพักตัวของเมล็ด ซึ่งถ้าสามารถกระตุ้นการงอกของเมล็ดมีมาก และแสดงผลได้เต็มที่เมล็ดก็จะงอก แต่ถ้าสารยับยั้งการงอกของเมล็ดมีมาก ผลที่ได้ก็จะตรงข้ามกัน การให้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชจากภายนอก ก็เท่ากับเป็นการทำให้สมดุลของสารเปลี่ยนไปซึ่งก็แล้วแต่ว่าเป็นไปในทิศทางใด สารกระตุ้นการงอกของเมล็ดที่นิยมใช้กันมากได้แก่ สารในกลุ่มของ gibberellins ส่วนสารที่ยับยั้งการงอกของเมล็ดที่ใช้กันมาก ได้แก่สารกลุ่มของ abscisic acid

การพักตัวของตา (bud dormancy)

ตา (bud) ที่อยู่บนกิ่งหรือลำต้นที่โผล่พ้นดินของพืชเป็นส่วนที่ได้รับสภาพของช่วงแสง อุณหภูมิและปัจจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ทำให้ส่วนของตามีการพักตัวเนื่องจากได้รับสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม สำหรับการพักตัวของตาข้าง (lateral bud) อาจเป็นผลเนื่องจากอิทธิพลของตายอด (apical bud) บ่มตาข้างที่เรียกว่า "apical dominance" ร่วมกับการที่ได้รับสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม

การพักตัวของตาพืชที่มีถิ่นกำเนิดในเขตร้อน เช่น มะม่วง และมะขาม เป็นต้น จะสังเกตได้ยากกว่าการพักตัวของตาของพืชที่มีถิ่นกำเนิดในเขตหนาว เช่น แอปเปิล และท้อ เป็นต้น ตาของพืชเขตหนาวจะแตกให้ได้ใบหรือดอก ก็ต่อเมื่อได้ผ่านพ้นช่วงฤดูหนาวไปแล้ว หรือไม่ได้รับอุณหภูมิต่ำ ไประยะหนึ่งซึ่งต้องไม่น้อยกว่าระยะเวลาที่ตาของพืชนั้นต้องการ หรือที่เรียกกันว่า "chilling requirement period" อุณหภูมิต่ำที่พืชในเขตหนาวต้องการ เรียกว่า "chilling temperature " จะมีอุณหภูมิประมาณ 7.2° C การนำพืชในเขตหนาวมาปลูกในเขตร้อนหรือ เขตกึ่งร้อนต้องคำนึงถึงสภาพภูมิอากาศด้วยเพราะถ้าเลือกพันธุ์ที่ไม่เหมาะสมก็จะมีปัญหาได้

พืชในกลุ่มที่ต้องการอุณหภูมิต่ำ เป็นระยะเวลานานในการทำลายการพักตัวนั้นอยากที่จะหาวิธีการใดมาทดแทน แต่สามารถเร่งการแตกตาหลังจากที่ได้รับอุณหภูมิต่ำในระยะเวลาที่ต้องการเพียงพอแล้ว สำหรับในพืชที่ต้องการอุณหภูมิต่ำเพียงระยะเวลาสั้น ๆ หรือไม่ต้องการอุณหภูมิต่ำในการทำลายการพักตัวเนื่องจากการพักตัวของตาของพืชกลุ่มนี้เกิดขึ้นเนื่องจากสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมเป็นสาเหตุหลักดังนั้นจึงสามารถเร่งหรือกระตุ้นการแตกตาได้ง่าย

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

การพักตัวของตาที่อยู่ที่ส่วนของหัวที่ทำหน้าที่สะสมอาหารประเภท tuber เช่น มันฝรั่ง หรือหัวประเภท corm เช่น เผือก และส่วนของ rhizome มีลักษณะที่คล้ายคลึงกับการพักตัวที่พบที่ตาของกิ่งหรือลำต้นทั่วไป แต่พบว่ามักจะเป็นการพักตัวเนื่องจากสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต

การทำลายการพักตัวของตา

การพักตัวของตา เกิดจากสาเหตุใหญ่ ๆ คือ เนื่องจากตายอดข่มตาข้าง และเนื่องจากตาพักตัวเฉพาะสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมหรือมีปริมาณของสารยับยั้งการแตกตาอยู่มากกว่าปริมาณของสารกระตุ้นการแตกตา วิธีทำลายการพักตัวของตาอาจทำได้ดังนี้

1. การทำลายส่วนของยอด ตาข้างของพืชหลายชนิดถูกข่มด้วยอิทธิพลจากยอดเนื่องจากส่วนของยอดสร้างฮอร์โมนกลุ่มออกซินได้แก่ IAA ส่งลงมาควบคุมการแตกตาข้างของพืช ดังนั้นการทำลายส่วนของยอดก็เท่ากับทำลายแหล่งที่ทำหน้าที่สร้างฮอร์โมนกลุ่มออกซิน ตาข้างก็จะแตกออกมาได้ อาจจะใช้วิธีโน้มยอดให้เอนลงมาเพื่อขัดขวางการลำเลียงของสารจากยอดมาสู่ตาข้าง

2. การแกะส่วนของ bud scale ที่ห่อหุ้มตาออกในช่วงที่ตาพืชบางชนิดเริ่มเข้าสู่ระยะของการพักตัว พืชจะเริ่มสร้าง bud scale ขึ้นมาห่อหุ้มตาเพื่อป้องกันอันตรายอันเนื่องมาจากสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม โดยมากมักจะพบกับพืชในเขตหนาว และพืชในเขตกึ่งร้อน การแกะเอาส่วนของ bud scale ที่ห่อหุ้มออก ก็จะเป็นการเร่งให้ตานั้นแตกออกมาได้เร็วขึ้น แต่ที่สำคัญคือ ต้องปฏิบัติในช่วงที่สภาพแวดล้อมเหมาะสม เช่น อากาศอบอุ่น และมีความชื้นของอากาศที่พอเหมาะ เพราะเมื่อแกะส่วนของ bud scale ออก ส่วนของเนื้อเยื่อเจริญจะได้รับแสง อุณหภูมิ และปัจจัยภายนอกอื่น ๆ เต็มที่ ถ้าปัจจัยนี้ต้องใช้ความละเอียดและระมัดระวังอย่างมากจึงไม่ค่อยจะเป็นที่นิยมมากนัก

3. การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช เพื่อทำลายการพักตัวของตา เนื่องจากตาของพืชที่พักตัวมีปริมาณของสารยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชในระดับที่มาก ในขณะที่ปริมาณของสารกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืชมีอยู่ในระดับต่ำ ซึ่งไม่เพียงพอที่จะกระตุ้นการเจริญเติบโตของตาได้ นอกจากนี้กิจกรรมต่าง ๆ ก็ต่ำกว่าพืชที่อยู่ในสภาพปกติ ดังนั้นการใช้สารกระตุ้นการ

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

เจริญเติบโตของพืชหรือสารที่กระตุ้นให้พืชดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ เพิ่มขึ้น เช่น สารกลุ่มจิบเบอเรลลิน ไซโตไคนิน และเอทธิลีน เป็นต้น ก็จะช่วยให้พืชมีการแตกตาได้เร็วขึ้น ซึ่งการใช้สารเหล่านี้ต้องพิจารณาเกี่ยวกับปริมาณของสารภายในพืช สภาพแวดล้อม และอายุของพืช เพื่อเป็นแนวทางประกอบไปด้วย

4. การใช้อุณหภูมิต่ำในการทำลายการพักตัวของตาพืชในเขตหนาวหลายชนิด ต้องการอุณหภูมิต่ำในระยะเวลาหนึ่งเพื่อทำลายการพักตัว และปรับระดับของฮอร์โมนภายใน การใช้อุณหภูมิต่ำเพื่อทำลายการพักตัวของพืชเหล่านี้จึงจำเป็นมาก ในประเทศอิสราเอล ได้มีการศึกษาเกี่ยวกับการผลิตท้อนอกฤดู โดยการนำต้นท้อที่แข็งแรงและพร้อมที่จะให้ผลผลิตไปปลูกเลี้ยงไว้ในห้องเย็นที่ปรับอุณหภูมิ และแสงสว่างได้ปลูกเลี้ยงไว้ระยะเวลาหนึ่ง ซึ่งขึ้นอยู่กับพันธุ์และความต้องการอุณหภูมิต่ำ ในการทำลายการพักตัวของตา เมื่อนำออกมาปลูกในสภาพปกติ ตาที่พักตัวจะแตกออกมาได้ดอก และใบ ทำให้ได้ผลผลิตออกนอกฤดู ตามช่วงที่ต้องการในประเทศไทยก็มีการทดลองใช้อุณหภูมิต่ำ เพื่อเร่งการเกิดดอกของไม้ดอกประเภทหัว เช่น แกลดิโอลัส และบัวสวรรค์ เป็นต้น โดยนำหัวพันธุ์ไปเก็บไว้ในห้องเย็น เป็นระยะเวลาหนึ่งแล้วจึงนำไปปลูกจะทำให้การพักตัวของตาดอกถูกทำลายไปได้

การทำลายการพักตัวของพืชหรือส่วนต่าง ๆ ของพืชได้ผลหรือไม่ก็ต้องพิจารณาจากปัจจัยภายในของพืช และปัจจัยภายนอกประกอบกันไป นอกจากนี้การเลือกใช้วิธีการต่าง ๆ ในการทำลายการพักตัวของพืชก็มีส่วนสำคัญซึ่งจะต้องแยกศึกษารายละเอียดของพืชแต่ละชนิดไปจึงจะได้ผลที่ดี ปัจจุบันแนวโน้มในการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชมีเพิ่มมากขึ้น โดยมีเป้าหมายของการใช้เพื่อทำลายการพักตัวของพืช และเพื่อป้องกันการแตกตาและการงอกของเมล็ด ดังนั้นการศึกษาในเรื่องเหล่านี้จึงได้รับความสนใจเพิ่มขึ้นมาก อย่างไรก็ดีต้องคำนึงถึงเรื่องของอันตรายที่จะมีต่อผู้ใช้และผู้บริโภคด้วย

วิธีสอนและกิจกรรม บรรยายโดยฉายภาพข้ามศีรษะ ประกอบตัวอย่างจริง และยกตัวอย่างประกอบ และให้นักศึกษาซักถาม

สื่อการสอน	**หนังสืออ้างอิง**	2,6,10,11,17
	เอกสารประกอบ	-
	วัสดุโสตทัศน์	แผ่นใส ตัวอย่างจริง

งานมอบหมาย ให้นักศึกษาศึกษาสาเหตุการพักตัวของพืช และวิธีการแก้ไขสาเหตุการพักตัวเพิ่มเติม

การวัดผล วัดผลในการสอบเก็บคะแนนปลายภาคเรียน

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

แนวการสอน	รหัสวิชา 03-932-403 หน่วยเรียนที่ 6 บทเรียนที่ 6
ชื่อหน่วยเรียน แนวทางการใช้ประโยชน์ของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช	เวลา 50 นาที

ชื่อบทเรียน การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชกับการมีอายุ และการเสื่อมสภาพของพืช

จุดประสงค์ 6.6 เข้าใจการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชกับการมีอายุ และการเสื่อมสภาพของพืช

6.6.1 อธิบายปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการมีอายุและการเสื่อมสภาพของพืช

6.6.2 อธิบายแนวทางการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชกับการมีอายุและการเสื่อมสภาพของพืช

การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชเกี่ยวกับการมีอายุและการเสื่อมสภาพของพืช

การมีอายุ และการเสื่อมสภาพของพืช

การมีอายุ (aging) ของพืชหรือส่วนต่าง ๆ ของพืช เป็นช่วงของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นตั้งแต่พืชหรือส่วนต่าง ๆ ของพืชถูกสร้างขึ้นมา ไปถึงวาระสุดท้ายของการมีชีวิตอยู่ของพืชหรือส่วนต่าง ๆ ของพืช ซึ่งจะครอบคลุมทุกระยะของการเจริญและการพัฒนาของพืช

พืชโดยทั่วไปเจริญเติบโตมาจากเมล็ด แล้วเจริญทางกิ่งก้าน (vegetative growth) ไปเรื่อง ๆ โดยยังไม่มีการสร้างดอก แม้ว่าสภาพแวดล้อมจะเหมาะสมก็ตาม เราเรียกพืชที่อยู่ในระยะนี้ว่า "juvenile plant" ช่วงของการพัฒนาทางกิ่งก้านของพืชอาจจะเป็นระยะเวลาเพียง 1 - 2 เดือนหรือ เป็นปีก็ได้ เช่น ไผ่ และปาล์มบางชนิด เป็นต้น เมื่อพ้นช่วงนี้ไปแล้ว พืชก็จะเข้าสู่การเจริญทางด้านการสืบพันธุ์ (reproductive growth) แล้วมีการติดผลและพัฒนาไปจนสิ้นสุดอายุขัยต่อไป ช่วงของการมีอายุของพืชแต่ละชนิดจะแตกต่างกันไป โดยมีปัจจัยทางด้านพันธุกรรมเป็นตัวกำหนดที่สำคัญ

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

การเสื่อมสภาพ (senescence) ของพืชหรือส่วนต่าง ๆ ของพืช เป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นต่อเนื่องจากการที่พืชหรือส่วนต่าง ๆ ของพืชพัฒนาไปถึงจุดสูงสุดแล้ว พืชหรือส่วนต่าง ๆ ของพืชจะเริ่มเสื่อมสภาพหรืออ่อนแอลง โดยทั่วไปพืชหรือส่วนต่าง ๆ ของพืชต้องผ่านขั้นตอนของการเสื่อมสภาพ แล้วสิ้นสุดลงที่การตายของเซลล์ เนื้อเยื่ออวัยวะหรือส่วนต่าง ๆ ของพืช และพืชทั้งต้น ซึ่งถือได้ว่าเป็นโปรแกรม ที่ต้องพบในสิ่งที่มีชีวิตทุกชนิด และจะหลีกเลี่ยงไปไม่ได้ แต่สามารถชะลอให้ช้าลงได้

การศึกษาถึงกลไกการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นของพืชส่วนต่าง ๆ ของพืช ตั้งแต่เริ่มต้นจนสิ้นสุดลงเป็นเรื่องที่สลับซับซ้อน และต้องอาศัยความรู้ความเข้าใจอย่างละเอียดของกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น เนื่องจากมีทั้งปัจจัยภายนอก และปัจจัยของพืชเองเข้ามาเกี่ยวข้อง

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการมีอายุและการเสื่อมสภาพของพืช

ปัจจัยที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการมีอายุ และการเสื่อมสภาพของพืชที่สำคัญ ๆ สามารถแบ่งได้ดังนี้

ปัจจัยของพืช

1 ชนิดและอายุของพืช หรือส่วนต่าง ๆ ของพืช ตัวอย่างเช่น พืชคนละชนิดหรือคนละพันธุ์จะมี gene ที่ควบคุมลักษณะที่แสดงออกมา แตกต่างกันและมีการสร้างเอ็นไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการมีอายุและการเสื่อมสภาพของพืช แตกต่างกันด้วย ในพืชหรือส่วนต่าง ๆ ของพืชที่มีอายุแตกต่างกัน จะมีความสามารถในการแบ่งเซลล์และมีกิจกรรมต่าง ๆ ในการดำรงชีพที่มีประสิทธิภาพที่แตกต่างกัน ชิ้นส่วนที่มีอายุมากจะมีประสิทธิภาพที่ต่ำกว่าจึงทำให้เกิดการผิดพลาดในการทำงานซึ่งมีผลให้กิจกรรมนั้น ๆ ดำเนินไปอย่างไม่สมบูรณ์ เมื่อเกิดต่อเนื่องกันนานเข้าก็มีผลให้กลไกภายในทั้งหมดทำให้ส่วนต่าง ๆ ของพืชเสื่อมสภาพลง

2 ตำแหน่งของส่วนต่าง ๆ ของพืช จะมีผลต่อการได้รับน้ำและธาตุอาหารรวมทั้งฮอร์โมนพืชที่เกี่ยวข้องกับการดำรงชีพ

3 ระดับของฮอร์โมนภายในพืชหรือส่วนต่าง ๆ ของพืช ฮอร์โมนในกลุ่มของ gebberellins และ cytokinins มีผลช่วยชะลอการเสื่อมสภาพของพืช และช่วยให้พืชกลับมาสู่สภาพเยาว์วัยได้ในขณะที่ฮอร์โมนในกลุ่มของ ethylene และ abscisic acid (ABA) มีบทบาท

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

สำคัญในการเร่งกระบวนการมีอายุและการเสื่อมสภาพของพืช ดังนั้นสมดุลของฮอร์โมนทั้ง 2 กลุ่ม จึงมีบทบาทที่สำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวข้างต้นมาก

ปัจจัยของสภาพแวดล้อม

1 น้ำ การเจริญเติบโตของพืชและกิจกรรมต่าง ๆ ของพืชต้องอาศัยน้ำเป็นตัวการสำคัญ การที่พืชขาดน้ำจะมีผลทำให้เซลล์ของพืชไม่สามารถดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ได้ดีเท่ากับในสภาพปกติซึ่งจะมีผลต่อไปถึงส่วนรวม เช่น ใบ ดอก ผล หรือพืชทั้งต้น การขาดน้ำต่อเนื่องเป็นระยะเวลานาน ๆ จะทำให้พืชต้องปรับตัวให้เหมาะสมด้วยการปล่อยให้ส่วนหนึ่งส่วนใดตายไปหรือร่วงหลุดไป เพื่อป้องกันส่วนอื่น ๆ ที่สำคัญกว่า

2 อุณหภูมิ พืชในเขตหนาวหลายชนิด จะผลัดใบเมื่อเข้าสู่ฤดูใบไม้ร่วง เพื่อช่วยรักษาสมดุลภายในของพืช เนื่องจากในช่วงฤดูใบไม้ร่วง อากาศค่อนข้างเย็น และแห้งแล้ง จึงทำให้พืชขาดน้ำและมีกิจกรรมต่าง ๆ ลดลง นอกจากนี้ฮอร์โมนที่เร่งการเสื่อมสภาพของพืช เช่น ABA ก็มีปริมาณเพิ่มขึ้น

3 แสง ในสภาพวันสั้น หรือมีช่วงมืดนาน ๆ จะชักนำให้เกิดการเสื่อมสภาพของพืชได้เร็ว โดยทั่วไปสภาพวันสั้นจะพบในช่วงฤดูใบไม้ร่วงและฤดูหนาวซึ่งจะสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงซึ่งมีอิทธิพลมาจากอุณหภูมิด้วย

4 สัดส่วนของก๊าซต่าง ๆ ปริมาณและสัดส่วนของก๊าซต่าง ๆ มีผลต่อพืชผลหลังการเก็บเกี่ยวมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งก๊าซออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ และเอทธิลีน เป็นต้น ถ้าสภาพของการเก็บรักษาพืชผล มีสัดส่วนของก๊าซแต่ละชนิดเหมาะสมก็จะช่วยชะลอการเสื่อมสภาพของพืชผลได้ เนื่องจากกลไกการเสื่อมสภาพต้องอาศัยพลังงาน และก๊าซออกซิเจนในการทำงาน

ปัจจัยเกี่ยวกับการปฏิบัติต่อพืช

1 การจำกัดแหล่งที่ใช้อาหารของพืช ในแง่ของการสมดุลของอัตราการสร้างอาหาร และอัตราการใช้อาหาร ถ้ามีการใช้อาหารมากกว่า การสร้างหรือสังเคราะห์อาหาร พืชก็จะขาดอาหารและไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ ดังนั้นจึงต้องพิจารณาถึง ส่วนที่ทำหน้าที่สร้างอาหาร (source) เช่น ใบ เปรียบเทียบกับส่วนที่ทำหน้าที่ใช้อาหาร (sink) เช่น ดอก ผล และยอดอ่อน โดยจะเปรียบเทียบในแง่ของปริมาณและประสิทธิภาพของการทำงาน

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

การออกดอกติดผลของพืชหลายชนิดมีผลทำให้การเจริญทางด้านกิ่งก้าน และใบลดลงเนื่องจาก ดอก และผล จะแย่งอาหารมาไว้ใช้ในกิจกรรมของตนเองทำให้ส่วนของกิ่งก้านที่จะเกิดขึ้นมาใหม่นั้นมีอาหารไม่เพียงพอ การกำจัดแหล่งที่ใช้อาหารของพืช เช่น ดอก และผล จะเป็นวิธีการหนึ่งที่จะช่วยชะลอการมีอายุ และการเสื่อมสภาพของพืช อย่างไรก็ดีในแง่ของการปลูกไม้ผลสิ่งที่ต้องการก็คือ ผลไม้ การตัดแต่งหรือกำหนดจำนวนของผลต่อกิ่งหรือต่อต้น จะช่วยให้ได้ผลไม้ที่มีคุณภาพดี และช่วยชะลอการทรุดโทรมของต้นไม้ได้วิธีหนึ่ง

2 การตัดแต่งกิ่งก้านและราก การปฏิบัติเช่นนี้จะช่วยให้เกิดการสร้างกิ่งก้านและรากขึ้นมาใหม่ หรือที่เรียกว่า "เกิดการ rejuvenile" ซึ่งกิ่งก้านและรากที่เกิดขึ้นมาใหม่นี้จะมีกิจกรรมต่าง ๆ สูงกว่า กิ่งก้านและรากเดิมทำให้พืชมีสภาพเยาว์วัยขึ้นอีกครั้งหนึ่ง

แนวทางการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชกับการมีอายุ และการเสื่อมสภาพของพืช

สารในกลุ่มของเอทธิลีนและ ABA เป็นสารที่มีบทบาทสำคัญในการเร่ง หรือการกระตุ้นกลไกต่าง ในกระบวนการมีอายุและการเสื่อมสภาพของพืช ในขณะที่สาร gibberellins และ cytokinins มีผลตรงกันข้ามกับสารในกลุ่มแรก

สาร ABA จะเร่งการสูญเสียของคลอโรฟิลล์ ในพืชสีเขียว เช่น ผักกาดหอม ในขณะที่สาร GA_3 และ kinetin ชะลอการสูญเสียคลอโรฟิลล์ โดยจะเห็นได้ว่า การใช้สาร GA_3 และ kinetin จะชะลอการสูญเสียคลอโรฟิลล์ ได้ดีกว่าชุดควบคุม นอกจากนี้ที่ระดับความเข้มข้นของ ABA ต่าง ๆ กันนั้น GA_3 และ kinetin ก็ยังแสดงผลต้านฤทธิ์ของ ABA ได้ดี

ก๊าซเอทธิลีนจะไปกระตุ้นการสุกของผลไม้ และเร่งกลไกการเสื่อมสภาพของพืช โดยไปทำให้มีการสังเคราะห์เอ็นไซม์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเสื่อมสภาพขึ้นมามาก ซึ่งสามารถชะลอการเสื่อมสภาพได้ด้วยการขจัดการสะสมก๊าซเอทธิลีน และชะลอหรือยับยั้งการสร้างและการทำงานของก๊าซเอทธิลีน

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

การเลือกใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชในแง่การชะลอการมีอายุ และการเสื่อมสภาพของพืชจะทำได้ในขอบเขตที่ค่อนข้างจำกัด เนื่องจากปัจจัยที่สำคัญอยู่ที่ตัวของพืชหรือส่วนต่าง ๆ ของพืช อย่างไรก็ดี ถ้าจะชะลอการเปลี่ยนแปลงข้างต้นก็ต้องเลือกระยะเวลาที่จะใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชให้เหมาะสม

วิธีสอนและกิจกรรม บรรยายโดยฉายภาพข้ามศีรษะ ประกอบตัวอย่างจริง และยกตัวอย่างประกอบ และให้นักศึกษาซักถาม		
สื่อการสอน	**หนังสืออ้างอิง**	5,6,10,11,23
	เอกสารประกอบ	-
	วัสดุโสตทัศน์	แผ่นใส ตัวอย่างจริง
งานมอบหมาย ให้นักศึกษาศึกษาเรื่องการเสื่อมสภาพ และการมีอายุเพิ่มเติม		
การวัดผล วัดผลในการสอบเก็บคะแนนปลายภาคเรียน		

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

แนวการสอน	รหัสวิชา 03-932-403 หน่วยเรียนที่ 6 บทเรียนที่ 7
ชื่อหน่วยเรียน แนวทางการใช้ประโยชน์ของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช	**เวลา 50 นาที**

ชื่อบทเรียน การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชกับการแก่และการสุกของผลไม้

จุดประสงค์ 6.7 เข้าใจการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชกับการแก่และการสุกของผลไม้

6.7.1 อธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระหว่างที่ผลไม้แก่และสุก

6.7.2 อธิบายปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก่และสุกของผลไม้

6.7.3 อธิบายแนวทางการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชกับการแก่และการสุกของผลไม้

การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชกับการแก่และการสุกของผลไม้

การแก่และสุกของผลไม้ (maturity and ripening in fruits)

หลังจากที่ดอกหรือส่วนต่าง ๆ ของดอกได้พัฒนาขึ้นมาเป็นผลไม้ การเจริญเติบโตของผลไม้ก็จะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง และมีการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบต่าง ๆ ภายในผลไม้ในแต่ละระยะ ของการพัฒนาของผลไม้ การแก่และการสุกของผลไม้บางชนิดเป็นระยะที่มีการต่อเนื่องและแยกออกจากกันได้ยาก แต่ในผลไม้บางชนิดอาจจะพบระยะของการแก่เพียงระยะเดียวก็ได้

การแก่ของผลไม้ (fruit maturity) เป็นระยะที่ผลไม้มีการพัฒนาไปสู่การมีคุณลักษณะที่ดี และเหมาะสมในการใช้ประโยชน์ที่แตกต่างกัน ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 2 แบบ คือ

1. commercial maturity (การแก่ในเชิงการค้า) เป็นระยะที่ผลไม้มีการพัฒนามาถึงระยะที่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค ทั้งนี้จะคำนึงถึงในแง่ของการนำไปใช้ประโยชน์เป็นหลัก

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

2. physiological maturity (การแก่ในเชิงสรีรวิทยา) เป็นระยะที่ผลไม้มีการเจริญเติบโตสูงสุดแล้ว พัฒนาไปสู่การมีคุณภาพที่ดี แม้ว่าจะเด็ดออกมาจากต้นแม่ หรือปล่อยเอาไว้บนต้นแม่ก็ตาม

การสุกของผลไม้ (fruit ripening) เป็นการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี และสรีรวิทยาของผลไม้ ที่เกิดขึ้นต่อเนื่องจากการแก่ของผลไม้ ผลไม้โดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ ผลไม้ที่บ่มให้สุกได้ (climacteric fruit) เช่น กล้วย มะม่วง และแอปเปิล เป็นต้น อีกประเภทหนึ่ง คือ ผลไม้ที่บ่มให้สุกไม่ได้ (non - climacteric fruit) เช่น องุ่น ผลไม้ตระกูลส้ม ลิ้นจี่ และลำไย เป็นต้น การสุกของผลไม้มีบทบาทสำคัญต่อผลไม้ประเภทที่บ่มให้สุกได้ โดยจะทำให้ผลไม้พัฒนาไปสู่การมีรสชาติและคุณภาพที่ดีที่สุด ก่อนจะเข้าสู่การเสื่อมสภาพ (senescence) และตายในที่สุด

การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระหว่างที่ผลไม้แก่และสุก

ช่วงที่ผลไม้มีการพัฒนาขึ้นมานั้น การเปลี่ยนแปลงที่สำคัญก็คือการเพิ่มขึ้นของขนาดของผลไม้ และการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบต่าง ๆ ภายในผลไม้ในช่วงการแก่และสุกของผลไม้ ซึ่งเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญ ๆ คือ

1. การพัฒนาของเมล็ด เมล็ดจะพัฒนาไปสู่การแก่และมีผลทำให้มีการเปลี่ยนแปลงของสารต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น โดยมีการสร้างสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชบางชนิดขึ้นมาใช้ในการขยายขนาดและการพัฒนาของผลไม้

2. การเปลี่ยนสีของผลไม้ ซึ่งรวมทั้งสีผิวของผล และสีของเนื้อผล การเปลี่ยนแปลงเช่นนี้มักจะมีส่วนสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลไม้

3. การอ่อนนุ่มของผลไม้ ผลไม้ที่แก่จัดและเริ่มสุก เนื้อผลจะอ่อนนุ่มลงเนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของผนังเซลล์ ทำให้เกิดการแยกตัวออกจากกันของเซลล์

4. การเปลี่ยนแปลงของอาหารสะสมที่มีภายในผลไม้ เช่น มีการเปลี่ยนแปลงจากแป้งไปเป็นน้ำตาล ทำให้ผลไม้มีรสชาติดีขึ้น นอกจากนี้อาจมีการเปลี่ยนแปลงของสารละลาย ทำให้มีกลิ่นหอมเป็นต้น

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

5. การเปลี่ยนแปลงของการหายใจ และการสร้างเอทธิลีน ของผลไม้ ซึ่งเป็นสิ่งที่ใช้ในการแยกประเภทของผลไม้ ขณะที่ผลไม้ประเภทบ่มให้สุกไม่ได้ เจริญเติบโตอัตราการหายใจจะลดลงโดยตลอดจนกระทั่งผลแก่ แต่ในผลไม้ประเภทที่บ่มให้สุกได้ จะพบว่ามีการหายใจเพิ่มขึ้นในช่วงที่ผลไม้มีการสุก และปริมาณของเอทธิลีนซึ่งเป็นฮอร์โมนที่เกี่ยวข้องกับการสุกของผลไม้ ก็มีปริมาณเพิ่มขึ้นด้วย ในขณะที่ผลไม้ที่บ่มให้สุกไม่ได้นั้น ไม่มีการสร้างเอทธิลีนเพิ่มขึ้นอย่างที่พบในผลไม้ที่บ่มให้สุกได้

ในกรณีของผลไม้ที่บ่มให้สุกไม่ได้ เช่น องุ่น และส้ม เมื่อผลไม้แก่จัด จะมีสีที่เปลี่ยนแปลงไป รสชาติดีขึ้น แต่ถ้าเก็บเกี่ยวก่อนหน้าที่จะถึงระยะเวลาที่เหมาะสมผลผลิตจะมีสีและรสชาติไม่ดีแต่อาจจะทำให้มีสีเปลี่ยนแปลงไปได้ เช่น การขจัดสีเขียวของผลส้ม (degreening) โดยใช้ก๊าซเอทธิลีน ทำให้ผลส้มมีสีเหลือง แต่รสชาติจะไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก ดังนั้นในผลไม้ประเภทนี้จึงนิยมเก็บเกี่ยวเมื่อผลแก่จัดเพื่อให้ได้ผลไม้ที่มีรสชาติดี

ปัญหาของเกษตรกรผู้ผลิตผลไม้ก็คือ เรื่องของราคาผลผลิต ในแต่ละช่วงของการผลิต ซึ่งมักจะประสบปัญหาในช่วงที่ผลผลิตออกมาสู่ตลาดมากเกินไป ทำให้ผลผลิตมีราคาต่ำ เกษตรกรส่วนใหญ่จึงต้องการหลีกเลี่ยงการนำผลผลิตออกมาขายในช่วงที่ผลผลิตมีมากเกินความต้องการของตลาด โดยอาจจะทำการเร่งให้ผลผลิตออกนอกฤดู หรือสามารถเก็บเกี่ยวได้ก่อนจะถึงฤดูกาลจริง ๆ ของผลไม้นั้น ๆ ซึ่งคงต้องใช้เทคนิคต่าง ๆ มากมาย เช่น การบำรุงและการปฏิบัติต่อพืชผล การเลือกหาพันธุ์ที่เหมาะสมหรือการใช้สารเร่งการออกดอก การติดผล และการพัฒนาของผล เป็นต้น

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก่และสุกของผลไม้

ปัจจัยที่มีผลต่อการพัฒนาของผลไม้ จะมีผลกระทบต่อการแก่และสุกของผลไม้ โดยทำให้ผลไม้แก่และสุกเร็วขึ้นหรือช้าลงกว่าปกติ ปัจจัยที่มีบทบาทสำคัญต่อการแก่และสุกของผลไม้ได้แก่

1. **ชนิดและพันธุ์ของพืช** พืชต่างชนิดหรือต่างพันธุ์กันจะมีระยะเวลาของการออกดอก และการพัฒนาของผลจนกระทั่งเก็บเกี่ยวแตกต่างกัน บางพันธุ์อาจใช้เวลานับตั้งแต่ออกดอกจนกระทั่งเก็บเกี่ยวสั้นกว่าพันธุ์อื่น ๆ นั้นหมายความว่า ถ้าออกดอกพร้อมกัน พันธุ์ที่เก็บเกี่ยวได้เร็วกว่า จะมีผลที่พัฒนาขึ้นมาได้เร็วกว่าหรือแก่เร็วกว่าอีกพันธุ์หนึ่ง

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

2. อุณหภูมิในช่วงของการพัฒนาของผลไม้ ในช่วงที่ผลไม้มีการพัฒนาขึ้นมานั้น กิจกรรมต่าง ๆ ภายในผลจะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง แต่อัตราเร็วในการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ นั้น จะขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมที่เข้ามามีส่วนในการเร่งหรือชะลอกิจกรรมดังกล่าว กิจกรรมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นมักจะมีเอ็นไซม์เข้ามาเกี่ยวข้อง และการทำงานของเอ็นไซม์ก็มักจะต้องการสภาพที่เหมาะสมในการทำงาน ซึ่งปัจจัยที่สำคัญประการหนึ่งคือ อุณหภูมิ ในสภาพอุณหภูมิต่ำหรือสูงเกินไป จะมีผลต่อการทำงานของเอ็นไซม์ ดังนั้นในช่วงการพัฒนาของผลไม้สู่การแก่และสุก จึงต้องอาศัยปัจจัยเกี่ยวกับอุณหภูมิในการพัฒนาด้วย ผลไม้บางชนิดแม้ว่าจะทำการบ่มให้สุก แต่การสุกอาจจะเกิดขึ้นช้าหรือผิดปกติ ถ้าในช่วงของการบ่มอยู่ในสภาพที่ไม่เหมาะสม เช่น อุณหภูมิต่ำหรือสูงเกินไป

3. แสง ผลไม้บางชนิดต้องการแสงกระตุ้นการพัฒนาสีผิวของผล เช่น การพัฒนาสีแดงของแอปเปิล และการพัฒนาสีเขียวของแตงโม เป็นต้น แสงช่วยในการสังเคราะห์แสงของพืชในบริเวณส่วนที่มีสีเขียว เช่น ผล ใบ และลำต้น เป็นต้น การที่ผลไม้ได้รับแสงนั้นจะมีผลทำให้ผลไม้มีการพัฒนาและการเปลี่ยนแปลงไปสู่การแก่ได้เร็วขึ้น นอกจากนี้ยังทำให้ผลไม้มีสีสันที่สวยงามและคุณภาพดีขึ้น

4. น้ำ และแร่ธาตุอาหาร สิ่งเหล่านี้มีผลต่อการพัฒนาของผลไม้ และการแก่ของผลไม้เช่นเดียวกับปัจจัยภายนอกอื่น ๆ ข้างต้น โดยน้ำและแร่ธาตุอาหาร จะเข้าไปมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาของผลไม้และการเปลี่ยนแปลงระหว่างการแก่และสุกของผลไม้

5. สัดส่วนของก๊าซออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซทั้ง 2 ชนิดนี้มีบทบาทโดยตรงต่อการพัฒนาไปสู่การสุกของผลไม้ประเภทที่บ่มให้สุกได้ โดยผลไม้ที่ถูกเก็บเกี่ยวมาจากต้นแม่จะมีการเปลี่ยนแปลงไปสู่การสุก และการเสื่อมสภาพในที่สุด สัดส่วนของก๊าซทั้ง 2 จะควบคุมหรือชะลอกระบวนการสุกและการเสื่อมสภาพของผลไม้

6. ปริมาณของก๊าซเอทธิลีน และสารที่ปลดปล่อยก๊าซเอทธิลีน หรือก๊าซที่มีคุณสมบัติเช่นเดียวกับก๊าซเอทธิลีน ก๊าซเอทธิลีนเป็นฮอร์โมนที่เกี่ยวข้องกับการสุกของผลไม้ ก๊าซนี้จะมีผลกระตุ้นการสุกของผลไม้ที่บ่มให้สุกได้ และเร่งการแก่ของผลไม้หลายชนิด โดยทั่วไปผลไม้ก่อนที่จะสุกต้องมีการสร้างก๊าซเอทธิลีนสะสมเอาไว้ปริมาณหนึ่งซึ่งอย่างน้อยต้องเพียงพอที่จะกระตุ้นการสุกของผลไม้ชนิดนั้น ๆ ได้ อย่างไรก็ดีการสร้างและการทำงานของเอทธิลีนต้องอาศัยก๊าซออกซิเจน และเอ็นไซม์เข้ามาเกี่ยวข้อง ดังนั้นจึงต้องคำนึงถึงในเรื่องนี้ด้วย

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

7. สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช สารบางกลุ่มเช่น สารกลุ่ม gibberellins และ cytokinins เป็นต้น มีผลชะลอการแก่และสุกของผลไม้บางชนิด ในขณะที่สารบางกลุ่มมีผลเร่งการแก่และสุกของผลไม้ สัดส่วนระหว่างสารที่เร่งกับสารที่ชะลอการแก่และสุกของผลไม้ เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของผลไม้

แนวทางการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชกับการแก่และสุกของผลไม้

สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชหลายชนิด มีบทบาทสำคัญในการเร่งหรือชะลอการแก่และสุกของผลไม้ ซึ่งถูกนำมาใช้ในวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกันคือ

1. การเร่งหรือกระตุ้นการแก่และสุกของผลไม้ ทำเพื่อให้ผลไม้แก่และสุกอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งจะช่วยให้สะดวกต่อการเก็บเกี่ยวและการตลาด รวมทั้งในแง่ของการบริโภค ในที่นี้จะขอแยกวิธีใช้สารเหล่านี้ตามประเภทของผลไม้

1.1 ผลไม้ที่บ่มให้สุกได้ เป้าหมายที่สำคัญก็คือ การทำให้ผลไม้มีคุณภาพที่ดี และสุกอย่างสม่ำเสมอ แนวทางการปฏิบัติสามารถทำได้ทั้งก่อนหรือหลังการเก็บเกี่ยว โดยทั่วไปนิยมทำหลังการเก็บเกี่ยว เช่น การบ่มกล้วย และการบ่มละมุด เป็นต้น ส่วนใหญ่จะใช้ถ่านแก๊ส (calcium carbide) ในการบ่มผลไม้ หรืออาจนำผลไม้มาแช่ในสารละลายเอทิฟอน (ethephon) ซึ่งสารละลายนี้จะปลดปล่อยก๊าซเอทธิลีนทำให้ผลไม้สุกได้ ในบางแห่งอาจใช้วิธีผ่านก๊าซเอทธิลีนเข้าไปในห้องที่ใช้ในการบ่มผลไม้ อย่างไรก็ดีสิ่งที่ต้องคำนึงก็คือ อายุของผลไม้ ชนิดและความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่ใช้ และระยะเวลาที่ใช้ในการบ่มจึงจะได้ผลดี

1.2 ผลไม้ที่บ่มให้สุกไม่ได้ สำหรับผลไม้ประเภทนี้สิ่งที่ต้องการก็คือ การเร่งการแก่ของผล ซึ่งอาจจะแสดงผลออกมาในรูปของการพัฒนาของสีผิวของผล เช่น การพัฒนาสีแดงของลิ้นจี่ และการพัฒนาสีส้มของส้ม เป็นต้น แนวทางการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช เพื่อเร่งการแก่ของผลมักจะทำในช่วงก่อนการเก็บเกี่ยวผลไม้ ปัจจุบันได้มีการทดลองใช้สาร ABA เร่งสีแดงขององุ่น และมีการใช้สารเอทิฟอน เร่งสีของเงาะ และส้ม ที่สำคัญต้องใช้สารให้ถูกระยะมิฉะนั้น ผลผลิตอาจจะมีคุณภาพไม่ดีหรือร่วงได้

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

2. การชะลอการแก่และสุกของผลไม้ โดยทั่วไปมักจะใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่อยู่ในกลุ่มของ gibberellins และ cytokinins เพื่อชะลอการแก่และสุกของผลไม้ก่อนการเก็บเกี่ยว หรือหลังจากเก็บเกี่ยวจากต้นแม่แล้วทันที สารเหล่านี้จะมีผลในการชะลอการเปลี่ยนแปลงสีผิวของผลไม้ นอกจากจะใช้สารดังกล่าวข้างต้นแล้ว ยังต้องใช้เทคนิคอื่น ๆ ร่วมด้วย จึงจะได้ผล เช่น การใช้อุณหภูมิต่ำ และการใช้สารดูดซับก๊าซเอทธิลีน ที่ผลไม้ผลิตขึ้นมา เป็นต้น

การเร่งหรือชะลอการแก่และสุกของผลไม้ จะมีผลต่อผู้ผลิต พ่อค้าคนกลาง และผู้บริโภค ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาให้เหมาะสมเพื่อจะได้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งเอาไว้

วิธีสอนและกิจกรรม บรรยายโดยฉายภาพข้ามศีรษะ ประกอบตัวอย่างจริง และยกตัวอย่างประกอบ และให้นักศึกษาซักถาม		
สื่อการสอน	**หนังสืออ้างอิง**	5,6,10,11,21,23
	เอกสารประกอบ	-
	วัสดุโสตทัศน์	แผ่นใส ตัวอย่างจริง
งานมอบหมาย ให้นักศึกษาศึกษาผลของเอทธิลีนต่อการสุกของผลไม้เพิ่มเติม		
การวัดผล วัดผลในการสอบเก็บคะแนนปลายภาคเรียน		

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

แนวการสอน	รหัสวิชา 03-932-403 หน่วยเรียนที่ 6 บทเรียนที่ 8
ชื่อหน่วยเรียน แนวทางการใช้ประโยชน์ของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช	เวลา 50 นาที

ชื่อบทเรียน การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชกับการร่วงของพืช

จุดประสงค์ 6.8 เข้าใจการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชกับการร่วงของพืช

6.8.1 อธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระหว่างการร่วงของพืช

6.8.2 อธิบายปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการร่วงของพืช

6.8.3 อธิบายแนวทางการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชกับการร่วงของพืช

การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชกับการร่วงของพืช

การร่วงของพืช (abscission in plants)

การควบคุมสภาวะสมดุลของพืช สามารถทำได้หลายวิธี ไม่ว่าจะเป็นการควบคุมจากภายนอกหรือ จากภายในของพืช แต่ที่สำคัญคือ ต้องไม่ทำอันตรายต่อพืชจนทำให้พืชตาย การร่วงของพืชเป็นวิธีหนึ่งในการรักษาภาวะสมดุลของพืช โดยการร่วงของส่วนต่าง ๆ ของพืชเกิดขึ้นเมื่อพืชต้องผจญกับสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม หรือพืชมีความสมบูรณ์ไม่เพียงพอต่อสภาพในขณะนั้น ซึ่งถือว่าเป็นกลไกที่มีความสำคัญต่อพืชอย่างมาก พืชบางชนิดไม่สามารถดำรงชีพอยู่ได้ เพราะขาดกระบวนการป้องกันตัวเองและขาดการรักษาสภาวะสมดุลของพืช

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นระหว่างการร่วงของพืช

การร่วงของพืช เป็นการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา และกายวิภาควิทยาโดยส่วนของพืช เช่น ใบ ดอก หรือ ผล มีการแยกตัวออกจากส่วนของต้นแม่ มักพบในพืชใบเลี้ยงคู่ทั่ว ๆ ไป ซึ่งประกอบไปด้วยการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญ ๆ คือ

1. การเปลี่ยนแปลงทางกายวิภาควิทยา (anatomical changes) ก่อนที่ส่วนหนึ่งส่วนใดของพืชจะร่วงหลุดจากต้นแม่ จะพบว่าในบริเวณที่จะเกิดรอยแยกที่เรียกว่า "abscission zone" จะมีการแบ่งเซลล์ทำให้ได้ชั้นของเนื้อเยื่อป้องกัน (protective layer) เกิดขึ้นมาปกปิดบริเวณบาดแผลที่เกิดขึ้นเมื่อเกิดการร่วง แต่อาจจะไม่พบการแบ่งเซลล์เช่นนี้ในพืชบางชนิด เช่น Impatiens เป็นต้น นอกจากนี้เราอาจจะสังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงของสีและรูปร่างของเซลล์ได้เช่นกัน

2. การเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี และสรีรวิทยา (biochemical and physiological changes) ระดับของฮอร์โมนภายในพืชมีการเปลี่ยนแปลงไปเมื่อเข้าสู่กระบวนการร่วง เซลล์ที่เคยเชื่อมติดกันก็จะแยกออกจากกัน เนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างและองค์ประกอบทางเคมีของผนังเซลล์ นอกจากนี้อาจจะพบว่าเซลล์บริเวณที่มีการร่วงจะมีการสร้าง หรือสะสมสารประกอบพวกลิกนิน เพื่อป้องกันเซลล์ที่อยู่ถัดไปจากบาดแผลที่เกิดขึ้น ขั้นตอนของการเปลี่ยนแปลงใหญ่ ๆ ที่เกิดขึ้น ได้แก่

2.1 สมดุลของสารประกอบคาร์โบไฮเดรต และไนโตรเจน (carbohydrate -nitrogen balance) สัดส่วนระหว่างคาร์โบไฮเดรต และไนโตรเจน นอกจากจะเป็นสิ่งที่มีความสำคัญต่อการออกดอกของพืชแล้ว ยังมีบทบาทสำคัญต่อการร่วงของส่วนต่าง ๆ ของพืชอีกด้วย กล่าวคือ ถ้าพืชมีปริมาณของสารประกอบคาร์โบไฮเดรตมาก มีแนวโน้มว่าพืชนั้นจะยับยั้งหรือชะลอการร่วงของส่วนต่าง ๆ ได้ แต่การมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตปริมาณมากนั้นต้องสัมพันธ์กับการมีปริมาณของสารประกอบไนโตรเจนด้วย

2.2 การหายใจ (respiration) เนื่องจากการร่วงของพืช สิ่งเป็นกระบวนการที่มีเอ็นไซม์เข้ามาเกี่ยวข้อง ประกอบกับต้องอาศัยพลังงาน เพื่อดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ซึ่งจะพบว่าอัตราการหายใจของส่วนต่าง ๆ ที่กำลังจะเข้าสู่กระบวนการร่วง มีอัตราที่เพิ่มขึ้น แม้ว่าอาจจะไม่เห็นเด่นชัดแต่ก็ถือว่า เป็นการเปลี่ยนแปลงที่มีความสำคัญประการหนึ่ง

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

2.3 การเปลี่ยนแปลงระดับโมเลกุล (molecular changes) สิ่งที่พบคือ การสร้างเอ็นไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการร่วงของส่วนต่าง ๆ ของพืช การสังเคราะห์สารและสลายสาร รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงของระดับฮอร์โมนภายในพืช โดยเฉพาะอย่างยิ่งสารในกลุ่มของสารยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชมีปริมาณเพิ่มขึ้น จนทำให้เกิดการร่วงของส่วนต่าง ๆ ของพืช เพื่อปรับสมดุลในการดำรงชีพของพืช

ปัจจัยที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการร่วงของพืช

1. ปัจจัยภายในของพืช ประกอบไปด้วยปัจจัยในเรื่องต่าง ๆ ต่อไปนี้

1.1 ความสมบูรณ์ของพืช ต้นพืชที่สมบูรณ์จะสามารถดำรงชีพอยู่ได้โดยปกติ แต่เมื่อต้นพืชไม่สมบูรณ์ พืชก็ต้องหาวิธีป้องกันตัว โดยการร่วงของส่วนต่าง ๆ ของพืชบางส่วนจะเกิดขึ้น เพื่อป้องกันไม่ให้ต้นพืชตาย และรักษาสมดุลของการสร้างอาหารและการใช้อาหาร การร่วงของส่วนต่าง ๆ ของพืชนั้นจะเกิดขึ้นเร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับระดับของความสมบูรณ์ของพืช ขนาดและจำนวนของแหล่งที่นำอาหารไปใช้ รวมทั้งตำแหน่งและการแก่งแย่งกันระหว่างส่วนต่าง ๆ ของพืชเพื่อการดำรงชีพ ซึ่งเราจะพบว่าแต่ละส่วนของพืชจะร่วงเร็วช้าแตกต่างกัน ถึงแม้ว่าจะอยู่บนต้นเดียวกันหรืออยู่ในส่วนเดียวกันก็ตาม

1.2 สมดุลของสารยับยั้ง และสารกระตุ้น การร่วงของส่วนต่าง ๆ ของพืช ในระหว่างที่มีการเปลี่ยนแปลงไปสู่การร่วงนั้น ระดับของฮอร์โมนภายในพืชมีการเปลี่ยนแปลงโดยระดับของ abscisic acid มีปริมาณเพิ่มขึ้น แล้วไปมีผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่นำไปสู่การเสื่อมสภาพของเซลล์นอกจากนี้ยังมีผลกระตุ้นการสร้างฮอร์โมนเอทธิลีน ทำให้เกิดการเสื่อมสภาพอย่างรวดเร็วของเซลล์และเนื้อเยื่อ จึงมีผลให้เกิดการแยกตัวของส่วนต่าง ๆ ของพืช ระดับของสารที่ยังยั้งหรือชะลอการร่วงมีน้อยและมีเพียงพอที่จะป้องกันการทำงานของสารกระตุ้นหรือเร่งการร่วง การรักษาสมดุลของสารทั้ง 2 ประเภท จะช่วยให้พืชดำรงชีพได้ตามปกติ

1.3 ชนิดและพันธุ์พืช ในพืชต่างชนิดกัน ระดับของความสามารถในการชะลอการร่วงของพืชมีค่าแตกต่างกัน ที่เป็นเช่นนี้เพราะ gene เป็นตัวควบคุมที่สำคัญในการสร้างเอ็นไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการร่วงและนอกจากนี้โครงสร้างและองค์ประกอบของพืชก็แตกต่างกันด้วย ซึ่งจะมีบทบาทสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

2. **ปัจจัยภายนอก** สภาพแวดล้อมจะมีผลทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อกระบวนการร่วงของพืชซึ่งจะกล่าวแยกเป็นปัจจัย ๆ ที่สำคัญดังนี้

2.1 อุณหภูมิ เป็นตัวการสำคัญที่มีผลต่อกิจกรรมต่าง ๆ ของพืช และการหายใจโดยทั่วไป ในสภาพอุณหภูมิสูง กิจกรรมต่าง ๆ จะสูงขึ้น ซึ่งจะมีผลต่อการร่วงของใบพืชหรือส่วนต่าง ๆ ของพืชในบางกรณีอุณหภูมิต่ำก็อาจจะมีผลทำให้เกิดการร่วงของพืชได้ ยกตัวอย่างเช่น การเกิด frost (น้ำค้างแข็ง) อาจทำให้ใบพืชหรือส่วนต่าง ๆ ของถูกทำลายไปได้

2.2 แสง พืชนำพลังงานแสงมาใช้ประโยชน์ในกระบวนการสังเคราะห์แสง ซึ่งเป็นการสร้างอาหารให้แก่พืช ถ้ามีการสร้างอาหารไม่เพียงพอต่อความต้องการที่จะใช้ในการดำรงชีพหรือสร้างเสริมส่วนต่าง ๆ ของพืชก็จะมีผลทำให้พืชไม่เจริญเติบโต และมีการร่วงของส่วนที่ไม่จำเป็นหรือส่วนที่ร่วงได้ง่าย ออกไปบ้างเพื่อให้พืชมีการใช้อาหารน้อยลง นอกจากนี้ช่วงแสงก็มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับฮอร์โมนภายในพืช โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงวันสั้น ซึ่งมักจะอยู่ในช่วงฤดูหนาว พืชหลายชนิดมีการทิ้งใบเพื่อเข้าสู่ระยะของการพักตัว ซึ่งพบว่าในช่วงนี้พืชมีระดับของสาร abscisic acid (ABA) อยู่ในปริมาณที่สูงกว่าการร่วงของส่วนต่าง ๆ ของพืช

2.3 น้ำ การเจริญเติบโตของพืชต้องอาศัยน้ำ เป็นสิ่งสำคัญประการหนึ่ง ในกรณีที่พืชขาดน้ำ ส่วนต่าง ๆ ของพืชก็จะขาดน้ำไปด้วยซึ่งมีผลต่อการสร้างเซลล์ หรือเนื้อเยื่อชุดใหม่ และที่สำคัญอีกประการหนึ่งก็คือ การพยายามหาวิธีการต่าง ๆ เพื่อป้องกันการสูญเสียน้ำ ซึ่งมีผลต่อการดำรงชีพของพืชในสภาพแวดล้อมที่ขาดน้ำ วิธีการหนึ่งที่พืชใช้ในการรักษาน้ำเอาไว้ก็คือการปิดของปากใบ อย่างไรก็ตามพืชอาจจะปล่อยให้ผลอ่อน ดอก และใบ ร่วงไปบ้างเพื่อลดการสูญเสียน้ำ ในกรณีน้ำท่วม หรือพืชได้รับน้ำมากเกินไปติดต่อกันหลาย ๆ วัน พืชก็อาจจะแสดงอาการผิดปกติ หรือมีการร่วงของส่วนต่าง ๆ ของพืชเกิดขึ้นได้เช่นกัน

2.4 ก๊าซ เนื่องจากกระบวนการร่วง เป็นกิจกรรมที่ต้องอาศัยพลังงาน ดังนั้นปริมาณของก๊าซออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ จึงมีผลต่อการหายใจและกระบวนการร่วงของพืช ซึ่งอาจจะเป็นในแง่ของการเร่งการร่วง หรือการชะลอการร่วงของพืชทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสัดส่วนของก๊าซทั้ง 2

2.5 ปริมาณของแร่ธาตุในดิน และธาตุอาหารอื่น ๆ สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้จะมีผลต่อความอุดมสมบูรณ์ของพืช และเป็นวัตถุดิบในการสร้างอาหาร และฮอร์โมนของพืชซึ่งจะถูกนำไปใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ ต่อไป

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

2.6 สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช สารแต่ละประเภทจะแสดงผลที่แตกต่างกันไป ซึ่งพอที่จะแยกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ กลุ่มสารชะลอหรือยับยั้งการร่วง เช่น cytokinins และ gibberellins เป็นต้น และกลุ่มสารเร่งหรือกระตุ้น การร่วง เช่น ABA และ เอทธิลีน เป็นต้น ซึ่งการใช้สารเพื่อเร่งการร่วงของพืช ในบางกรณีอาจใช้สารเคมีอื่น ๆ แทนก็ได้ ซึ่งต้องพิจารณาให้ดีก่อนที่จะใช้

2.7 เชื้อโรค แมลงและสิ่งที่มีชีวิตอื่น ๆ สิ่งเหล่านี้มักจะทำให้ส่วนต่าง ๆ ของพืชเสียหาย และไม่สามารถคงสภาพอยู่ได้ จึงร่วงหลุดไป

แนวทางการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตกับการร่วงของพืช

การทำงานของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชมีทั้งชะลอหรือยับยั้งการร่วงและเร่งหรือกระตุ้นการร่วงของส่วนต่าง ๆ ของพืช ซึ่งจะมีสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่เกี่ยวข้อง เช่น สารกลุ่ม auxin (IAA), gibberellin (GA), cytokinin (CK), ethylene (ETH) และ abscisic acid (ABA) นอกจากนี้ ก็ยังมีสาร nicotinic acid (NIC), pyridoxine (B6), thiamin (B1) และ amino acids (Aas) เข้ามามีส่วนร่วมในการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ

นอกจากนี้ แนวทางที่จะให้สาร auxin, gibberellin และ cytokinin จากภายนอกเสริมให้กับพืช เพื่อช่วยลดอัตราการร่วงของส่วนต่าง ๆ ของพืชนั้นต้องพิจารณาเป้าหมายของการใช้สารและสภาพของพืชด้วย เพราะการใช้สารบางกลุ่มจะมีข้อจำกัดมากพอสมควร ถ้าใช้ผิดพลาดอาจจะได้ผลไม่ดีเท่าที่ควร หรืออาจมีผลตรงกันข้ามกับสิ่งที่ต้องการ

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

ในปัจจุบัน ได้มีการนำสารที่กระตุ้นการร่วงของพืชมาใช้ในการปลิดผลที่มีจำนวนมากเกินไป เช่น ในการผลิตผลไม้ เพื่อให้เหลือจำนวนผลต่อต้นเหมาะสมกับขนาดและความสมบูรณ์ของต้น ในบางกรณีอาจมีการใช้สารเหล่านี้ในการเร่งการร่วงของใบไม้เพื่อป้องกันอันตราย เนื่องจากสภาพอุณหภูมิต่ำ อย่างไรก็ตาม การใช้สารเร่งการร่วงของพืชนั้น ต้องคำนึงถึงผลข้างเคียงและปัญหาอื่น ๆ ที่จะพบด้วย

วิธีสอนและกิจกรรม บรรยายโดยฉายภาพข้ามศีรษะ ประกอบตัวอย่างจริง และยกตัวอย่างประกอบ		
สื่อการสอน	**หนังสืออ้างอิง**	6,10,11,22,23
	เอกสารประกอบ	-
	วัสดุโสตทัศน์	แผ่นใส ตัวอย่างจริง
งานมอบหมาย ให้นักศึกษาศึกษาสารกลุ่มต่าง ๆ ที่มีผลต่อการร่วงของพืช		
การวัดผล วัดผลในการสอบเก็คะแนนปลายภาค		

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

แนวการสอน	รหัสวิชา 03-932-403 หน่วยเรียนที่ 6 บทเรียนที่ 9
ชื่อหน่วยเรียน แนวทางการใช้ประโยชน์ของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช	เวลา 50 นาที

ชื่อบทเรียน การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชกับการกำจัดวัชพืช

จุดประสงค์ 6.9 เข้าใจการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชกับการกำจัดวัชพืช

6.9.1 อธิบายปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการกำจัดวัชพืช

6.9.2 อธิบายแนวทางการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชกับการกำจัดวัชพืช

การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชในการกำจัดวัชพืช

วัชพืช (weed) หมายถึง พืชที่งอกและเจริญขึ้นมาผิดที่หรือพืชขึ้นในที่ที่ไม่ใช่ที่ที่ควรขึ้น เช่น หญ้าแห้วหมูในแปลงปลูกผักบุ้งจีน และผักกาดขาวปลีในแปลงปลูกอ้อย เป็นต้น ทั้งหญ้าแห้วหมู และผักกาดขาวปลี จัดได้ว่าเป็นวัชพืช เนื่องจากแปลงปลูกควรมีแต่พืชที่เราต้องการปลูก เพื่อเป็นพืชหลักเท่านั้น ซึ่งในที่นี้ ได้แก่ ผักบุ้งจีน และอ้อย ตามลำดับ ดังนั้นพืชอื่น ๆ ที่มาเจริญในแปลงปลูกพืชหลัก ถึงแม้ว่าจะสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หรือไม่ก็ตามจะถือว่าเป็นวัชพืชทั้งหมด (ยกเว้นในกรณีที่ผู้ปลูกตั้งใจปลูกพืชชนิดอื่นแซมลงในแปลงปลูกพืชหลัก)

วัชพืชแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ วัชพืชใบแคบ (วัชพืชที่เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว) และวัชพืชใบกว้าง (วัชพืชที่เป็นพืชใบเลี้ยงคู่) วัชพืชทั้ง 2 ประเภทนี้จะมีลักษณะพิเศษ คือ สามารถขยายพันธุ์และเจริญเติบโตได้รวดเร็ว จึงทำให้มีปัญหาต่อพืชหลัก คือ

1. วัชพืชจะแก่งแย่งน้ำ ธาตุอาหารและแสงกับพืชหลัก ทำให้พืชหลักได้รับน้ำและธาตุอาหารไม่เพียงพอ และทำให้ไม่สามารถสังเคราะห์แสงได้เต็มที่

2. วัชพืชบางชนิด ปลดปล่อยสารที่มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชออกมา ทำให้พืชที่ปลูกบริเวณใกล้เคียง ไม่สามารถเจริญเติบโตได้เท่าที่ควร หรือตายไปในที่สุด

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

3. ทำให้เกิดการปนเปื้อนในผลผลิต และมีผลเสียต่อการปฏิบัติงานทางการเกษตร เช่น มีกลิ่นเหม็น หรือปะปนในนมสดที่ได้จากวัวที่กินวัชพืชชนิดนี้เข้าไป ทำให้สัตว์เลี้ยงตาย และทำให้เครื่องจักรเกิดปัญหาในการใช้งาน

4. วัชพืชเป็นแหล่งหลบซ่อนของแมลงและเชื้อโรคที่เป็นอันตรายต่อพืชปลูก ทำให้มีปัญหาในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช

วิธีการที่ใช้ในการควบคุม และกำจัดวัชพืช มีหลายวิธี ซึ่งมีการพัฒนาขึ้นมาตามลำดับคือ

1. การใช้มือเปล่า เช่น การถอน หรือเด็ดส่วนที่สำคัญในการเจริญเติบโตของวัชพืช

2. การใช้ไม้ขุด

3. การใช้มีด หรือโลหะอื่นที่ทำเป็นแผ่นบาง ๆ ตัดหรือขุดวัชพืช

4. การใช้จอบหรือเสียม

5. การใช้คราดเทียมวัวเพื่อไถกำจัดวัชพืช

6. การใช้รถไถเพื่อไถกลบวัชพืช

7. การใช้สารเคมีป้องกันกำจัดวัชพืช

การใช้สารควบคุมกำจัดวัชพืช เริ่มต้นขึ้นมาในสมัยของ Chales Darwin (ค.ศ. 1881) ต่อมามีการสังเคราะห์สาร 2, 4 - dichlorophenoxyacetic acid (2, 4 - D) ขึ้นมาใช้ในปี ค.ศ. 1941 และใช้ในแปลงทดลองครั้งแรกในปี ค.ศ. 1944 ซึ่งในปัจจุบันก็ยังคงมีการใช้สาร 2, 4 - D ในการกำจัดวัชพืชอยู่ ถึงแม้ว่าจะเป็นวิธีที่ได้ผล แต่ในการเลือกวิธีการกำจัดวัชพืชจะต้องพิจารณาให้เหมาะสมกับสภาพที่เป็นอยู่ ซึ่งบางกรณีอาจจะไม่จำเป็นต้องทำการกำจัดวัชพืชเลย หรือทำการกำจัดวัชพืชเฉพาะบางส่วนเท่านั้น เช่น ในแปลงปลูกไม้ผล แต่ในแปลงปลูกผักและไม้ดอกไม้ประดับ คงต้องทำการกำจัดวัชพืชมากกว่าในแปลงปลูกไม้ผล เพราะวัชพืชเป็นตัวการสำคัญที่จะทำให้ผลผลิตลดลง

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการกำจัดวัชพืช

1. ชนิดของวัชพืช วัชพืชแต่ละชนิดมีลักษณะของการแพร่พันธุ์ที่แตกต่างกัน บางชนิดใช้เมล็ดในการแพร่พันธุ์แต่บางชนิดให้ส่วนของลำต้นใต้ดินในการแพร่พันธุ์ ซึ่งทำให้ยากแก่การป้องกันกำจัด

2. ชนิดของพืชหลักที่ปลูก วัชพืชที่พบในแปลงปลูกพืชหลักนั้น บางครั้งอาจจะไม่สามารถทำอันตรายต่อพืชหลัก เหตุที่เป็นเช่นนี้เพราะพืชหลักมีความแข็งแรงและแก่งแย่งเอาปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตมาจากวัชพืชได้ อย่างไรก็ตามในช่วงแรกของการเจริญเติบโต ต้องมีการป้องกันกำจัดวัชพืชให้เหมาะสมเพื่อสร้างโอกาสให้พืชหลักได้เจริญเติบโตขึ้นมาก่อนที่วัชพืชจะเจริญเติบโตจนสามารถแก่งแย่งอาหารจากพืชหลักได้มากจนกระทั่งทำให้พืชหลักไม่สามารถเจริญเติบโตต่อไปได้

3. ชนิดของสารป้องกันกำจัดวัชพืช เนื่องจากการป้องกันกำจัดวัชพืชสามารถกระทำได้ตั้งแต่เริ่มเตรียมแปลงปลูกไปจนกระทั่งหลังจากเริ่มเพาะปลูกพืชแล้ว และจากความแตกต่างในแง่ของชนิดของวัชพืช และพืชหลักที่ปลูกจึงได้มีการผลิตสารกำจัดวัชพืชที่แตกต่างกัน คือ มีลักษณะของการเลือกทำลาย (selectivity) วัชพืชแตกต่างกัน ซึ่งพอจะแยกได้เป็น สารกำจัดวัชพืชที่เป็นพวกวัชพืชใบแคบ และสารกำจัดวัชพืชที่เป็นพวกวัชพืชใบกว้าง นอกจากนี้ยังอาจแบ่งย่อยตามลักษณะการเข้าทำลายได้เป็นสารกำจัดวัชพืชประเภทสัมผัส และประเภทดูดซึม ซึ่งการเลือกใช้สารเหล่านี้จึงควรระมัดระวัง และเลือกใช้ให้เหมาะสมกับวัชพืชแต่ละประเภทด้วย

4. อายุ และสภาพของพืชหลัก ความแข็งแรงและความสมบูรณ์ของพืชหลัก รวมทั้งสภาพของวัชพืช เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการเลือกหาวิธีในการกำจัดวัชพืช ให้มีประสิทธิภาพ และไม่ทำอันตรายต่อพืชหลัก

5. สภาพแวดล้อมอื่น ๆ เช่น ลม ฝน แสงสว่าง และอุณหภูมิ เป็นต้น สิ่งเหล่านี้จะมีผลต่อการใช้สารกำจัดวัชพืชทั้งทางตรงและทางอ้อม

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

แนวทางการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชในการกำจัดวัชพืช

การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ในการกำจัดวัชพืชมักกระทำในส่วนที่จำเป็นเท่านั้น เนื่องจากเราสามารถใช้วิธีอื่น ๆ แทนการใช้สารเหล่านี้ได้ และยังเป็นการช่วยอนุรักษ์สภาพแวดล้อม อย่างไรก็ตามในบางกรณีอาจต้องใช้สารเคมีในการกำจัดวัชพืช สารที่ใช้ในการป้องกันกำจัดวัชพืชจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ของวัชพืชพอสรุปได้ดังนี้

1. ทำให้เมล็ดไม่งอก
2. ทำให้เกิดอาหารผิดปกติกับต้นวัชพืชที่งอกขึ้นมาใหม่
3. ทำให้รากแขนงที่เกิดขึ้นมีลักษณะผิดปกติ
4. ทำให้ใบของวัชพืชมีอาหารไหม้ และแห้งตาย
5. ทำให้ทุกส่วนของวัชพืชตาย

สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ที่นิยมนำมาใช้ในการกำจัดวัชพืชได้แก่ สารในกลุ่มของ auxins และสารยับยั้งการเจริญเติบโตของพืช เช่น 2, 4 - D (2, 4 - dichlorophenoxyaceticacid), 2, 4, 5 - trichlorophenoxyacetic acid) และ MH (maleichydrazide) เป็นต้น

สาร 2, 4 - D เป็นสารที่ได้รับการศึกษากันมากในแง่ของการกำจัดวัชพืชโดยสารนี้จะไปมีผลต่อการงอกของเมล็ด และอาการผิดปกติของรากแขนงที่เกิดขึ้น ซึ่งจะเห็นได้ว่า สาร 2, 4 - D ทำให้รากที่เกิดขึ้นมีลักษณะผิดปกติ ไม่ยืดยาวเหมือนกับในชุดที่ไม่ได้รับสาร 2, 4 - D รากที่เกิดเป็นกระจุกและไม่ยืดยาวนี้จะทำหน้าที่ในการดูดน้ำและแร่ธาตุต่าง ๆ ได้ไม่ดีเท่ากับรากปกติ จึงเป็นเหตุให้วัชพืชที่ได้รับสารนี้ขาดน้ำ และธาตุอาหารทำให้ต้นพืชอ่อนแอ และตายไปในที่สุด

สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชบางชนิด เช่น ABA และสารอื่น ๆ ที่อยู่ในกลุ่มของสารยับยั้งการเจริญเติบโตของพืช อาจจะแสดงผลทางอ้อมในแง่ของการกำจัดวัชพืช ตัวอย่างเช่น ทำให้ใบของวัชพืชร่วงก่อนกำหนด หรือทำให้วัชพืชเจริญเติบโตช้าลง ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะมีผลทำให้วัชพืชไม่สามารถแข่งขันกับพืชหลักได้ สารบางชนิดอาจจะไม่มีลักษณะของการเลือกทำลายวัชพืช ดังนั้น การใช้จึงมักจะกระทำอย่างระมัดระวัง หรือกระทำเมื่อพืชหลักเติบโต และมีความสมบูรณ์เพียงพอที่จะทนทานต่อฤทธิ์ของสารที่ใช้กำจัดวัชพืช

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

ในปัจจุบันมีการใช้ยากำจัดวัชพืชกันอย่างแพร่หลายโดยสารเหล่านี้ ส่วนใหญ่จะมีผลทำให้ต้นพืชไม่เจริญเติบโต หรือขาดความสมบูรณ์ แต่สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชบางชนิดกลับมีผลเร่งการเจริญเติบโตทำให้ส่วนที่เจริญเติบโตขึ้นอย่างรวดเร็วผิดปกติจนเกิดความอ่อนแอ และตายในที่สุด ดังนั้นใช้ก่อนวัชพืชจะงอก แต่สารบางชนิดจะใช้เป็นยาฆ่าวัชพืช หรือใช้หลังจากวัชพืชงอก เป็นต้น ถ้าเลือกใช้สารต่าง ๆ ให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ก็คงเป็นสิ่งที่ดีที่เดียว

วิธีสอนและกิจกรรม บรรยายโดยฉายภาพข้ามศีรษะ ประกอบตัวอย่างจริง และยกตัวอย่างประกอบ และให้นักศึกษาซักถาม		
สื่อการสอน	**หนังสืออ้างอิง**	6,10,11
	เอกสารประกอบ	-
	วัสดุโสตทัศน์	แผ่นใส ตัวอย่างจริง
งานมอบหมาย ให้นักศึกษาศึกษาผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตชนิดต่าง ๆ ที่ใช้กำจัดวัชพืช		
การวัดผล วัดผลในการสอบเก็บคะแนนปลายภาคเรียน		

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

แนวการสอน	รหัสวิชา 03-932-403 หน่วยเรียนที่ 6 บทเรียนที่ 10
ชื่อหน่วยเรียน แนวทางการใช้ประโยชน์ของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช	เวลา 50 นาที

ชื่อบทเรียน การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชกับวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวพืชผลทางการเกษตร

จุดประสงค์ 6.10 เข้าใจการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชกับวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวพืชผลทางการเกษตร

6.10.1 อธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับพืชผลหลังการเก็บเกี่ยว

6.10.2 อธิบายปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของพืชผลหลังการเก็บเกี่ยว

6.10.3 อธิบายแนวทางการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชกับวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวพืชผลทางการเกษตร

การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตกับวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวพืชผลทางการเกษตร

วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวพืชผลทางการเกษตร (Postharvest technology of agricultural crops)

ผลผลิตทางการเกษตร แบ่งออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ คือ ผลผลิตทางพืชสวน เช่น ผัก ผลไม้ และดอกไม้ เป็นต้น ผลผลิตทางพืชไร่ เช่น ธัญญพืชต่าง ๆ และผลผลิตทางสัตวบาล เช่น ผลผลิตพวกเนื้อสัตว์ และผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องในที่นี้จะขอเน้นเฉพาะผลผลิตทางพืช ซึ่งต้องการการจัดการเป็นพิเศษ เนื่องจากผลผลิตแต่ละชนิดมีคุณลักษณะที่แตกต่างกันไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งผลผลิตทางพืชสวนแม้ว่าจะเป็นชนิดเดียวกัน แต่ก็จะมีความหลายหลายในแง่ของรูปร่าง ขนาด และองค์ประกอบภายใน เป็นต้น ในขณะที่ผลผลิตทางพืชไร่นั้นจะไม่ค่อยแตกต่างกันมากนัก

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

ส่วนต่าง ๆ ของผลผลิตทางพืชสวนและพืชไร่ที่มนุษย์นำมาใช้บริโภค สามารถแยกออกเป็นประเภท ๆ ได้ดังนี้คือ

1. ธัญญพืช ส่วนใหญ่เราจะบริโภคส่วนของเมล็ด เช่น ข้าว และถั่วเหลือง เป็นต้น หรือบริโภคส่วนของผล เช่น ข้าวโพด โดยผลผลิตส่วนใหญ่จะมีความชื้นต่ำ

2. ผัก จำแนกตามโครงสร้างของส่วนที่นำมาใช้บริโภคได้เป็น 6 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ

2.1 เมล็ด (seed) เช่น สะตอ และฝัก (pod) เช่น ถั่วฝักยาว และถั่วลันเตา

2.2 ราก (root) เช่น ผักกาดหัว และแครอท และลำต้นใต้ดิน เช่น เผือกและมันฝรั่ง

2.3 ใบและก้านใบ เช่น celery และผักคะน้า

2.4 ดอกและช่อดอก เช่น กะหล่ำดอก

2.5 ลำต้นเหนือผิวดิน เช่น หน่อไม้ฝรั่ง

2.6 ผล เช่น มะเขือต่าง ๆ และแตงกวา

ดังที่แสดงในรูปที่ 2

3. ผลไม้ จำแนกตามโครงสร้างของส่วนที่นำมาใช้บริโภคได้เป็น 8 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ

3.1 ใบเลี้ยง (cotyledon) เช่น พวก nut ต่าง ๆ และเอ็นโดสเปิร์ม (endosperm) เช่น มะพร้าว

3.2 เนื้อเยื่อจากก้านหรือขั้วของเมล็ด (aril) เช่น ลำไย ลิ้นจี่ มังคุด ทุเรียน และเงาะ

3.3 เปลือกหุ้มเมล็ดชั้นนอก (outer layer of testa) เช่น ทับทิม

3.4 pericarp เช่น องุ่น ท้อ และมะม่วง

3.5 ฐานรองดอก (receptacle) เช่น สตรอเบอร์รี่

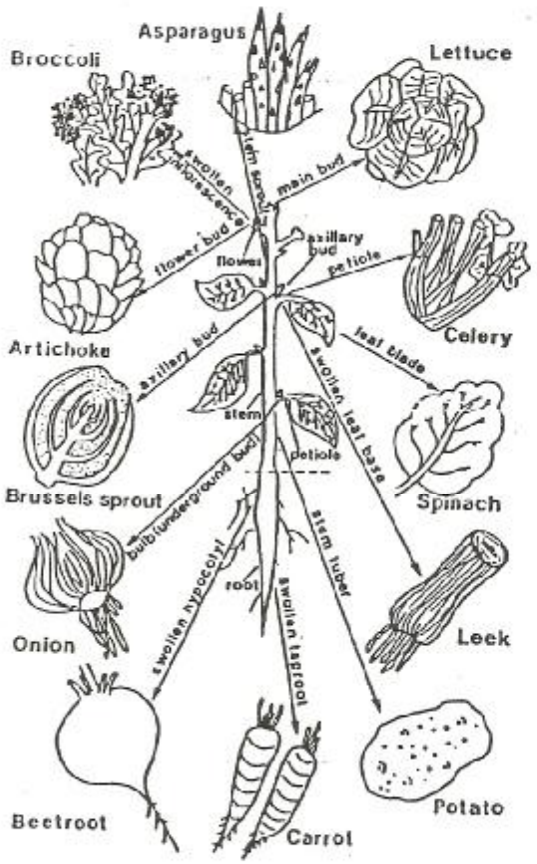
3.6 รังไข่ (ovary) เช่น ขนุน น้อยหน่า และสาเก

3.7 endodermal intralocular tissue เช่น ผลไม้ตระกูลส้ม

3.8 placental intralocular tissue เช่น มะเขือเทศ

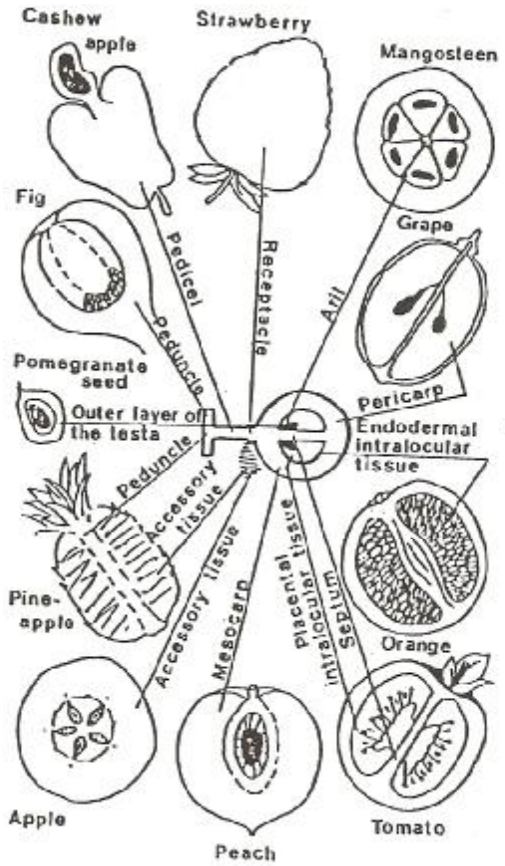
ดังที่จะแสดงในรูปที่ 3

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



ภาพที่ 2 ส่วนต่าง ๆ ของผักที่นำมาใช้ประโยชน์

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



ภาพที่ 3 ส่วนต่าง ๆ ของผลไม้ที่นำมาใช้ประโยชน์

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

4. ดอกไม้ โดยทั่วไปจะแยกเป็น 2 ประเภทคือ

4.1 ดอกเดี่ยว เช่น กุหลาบ และดอกบัว

4.2 ดอกช่อ เช่น กล้วยไม้ และแกลดิโอลัส

จากที่ได้กล่าวมาข้างต้นนี้ จะเห็นได้ว่า ผลผลิตแต่ละประเภทมีความแตกต่างกัน ซึ่งมีผลทำให้แนวทางในการปฏิบัติต่อพืชผลหลังการเก็บเกี่ยว เป็นไปได้ค่อนข้างจะเฉพาะเจาะจงกับชนิดของพืชผลแต่อย่างไรก็ตามแนวทางหลัก ๆ จะคล้ายคลึงกันในกลุ่มหรือประเภทของพืชผลชนิดเดียวกัน

หลักการที่สำคัญ และถือว่าเป็นหัวใจสำคัญของงานทางด้านวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว ก็คือส่วนต่าง ๆ ของพืชผล เมื่อเก็บเกี่ยวมาแล้ว ยังคงมีชีวิตและดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ อยู่แม้ว่าจะถูกตัดขาดจากระบบลำเลียงธาตุอาหารและน้ำ ที่เคยได้รับจากต้นแม่ กิจกรรมภายหลังการเก็บเกี่ยวจะเกิดขึ้นเร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับชนิดของพืช และสภาพแวดล้อม ซึ่งสามารถชะลอหรือเร่งกิจกรรมต่าง ๆ ได้โดยการปรับสภาพแวดล้อม และใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชบางชนิด

การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับพืชผลหลังการเก็บเกี่ยว

การเปลี่ยนแปลงของพืชผลหลังการเก็บเกี่ยวส่วนใหญ่จะเป็นไปในแง่ของการนำไปสู่การสูญเสียทั้งในแง่ของคุณภาพและปริมาณซึ่งเกิดจากสาเหตุที่สำคัญ ๆ คือ

1. Physical damage or mechanic damage เป็นการสูญเสียเนื่องจากการปฏิบัติ เช่น การเกิดบาดแผลเนื่องจากวิธีการเก็บเกี่ยวไม่เหมาะสม และการขอกช้ำเนื่องจากการขนส่ง เป็นต้น

2. Environmental damage เป็นการสูญเสียเนื่องจากสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม เช่น อุณหภูมิสูงหรือต่ำเกินไป และความชื้นต่ำเกินไป เป็นต้น

3. Biological damage เป็นการสูญเสียเนื่องจากสิ่งที่มีชีวิต เช่น เชื้อโรค แมลง นก และหนู เป็นต้น

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

4. Physiological damage เป็นการสูญเสียเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของพืชผล เช่น การแตกหน่อใหม่ (sprouting) และการเสื่อมสภาพของพืชผล (senescence) เป็นต้น

การเสียหายในข้อ 1, 2 และ 3 นั้น สามารถป้องกันหรือแก้ไขได้ โดยการจัดให้พืชผลอยู่ในสภาพที่เหมาะสม ส่วนในข้อ 4 นั้น ต้องหาวิธีการที่เหมาะสมกับพืชผลแต่ละชนิด เพราะสาเหตุใหญ่เกิดจากตัวของผลผลิตเอง ดังนั้นสภาพของผลผลิตก่อนเก็บเกี่ยวควรจะมีสภาพที่ดี มิฉะนั้นก็ไม่มีความจำเป็นที่จะต้องทำการเก็บรักษาเพราะพืชผลที่จะนำมาเก็บรักษาเพราะพืชผลที่จะนำมาเก็บรักษานั้นมีคุณภาพไม่ดีอยู่แล้ว เก็บรักษาเอาไว้ก็มีแต่คุณภาพจะแย่ลงกว่าเดิม

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของพืชผลหลังการเก็บเกี่ยว

ปัจจัยที่มีบทบาทสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงของพืชผลหลังการเก็บเกี่ยวประกอบไปด้วยปัจจัยของพืชและสภาพแวดล้อมรอบ ๆ ตัวของผลผลิตได้แก่

1. ปัจจัยของพืช ซึ่งอาจแบ่งออกเป็นปัจจัยย่อย ๆ ลงไปได้แก่

1.1 ชนิด และประเภทของพืช

1.2 ส่วนที่นำมาใช้ประโยชน์ และองค์ประกอบที่สำคัญ

1.3 อายุของผลผลิต

1.4 ขนาด รูปร่างและสีสันของผลผลิต

2. ปัจจัยของสภาพแวดล้อม เป็นปัจจัยที่เกี่ยวกับการดำรงชีพของผลผลิต เช่น อุณหภูมิ แสง น้ำ และลม เป็นต้น

3. การปฏิบัติต่อพืชผลหลังการเก็บเกี่ยว ก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงของพืชผล การใช้เทคนิคใหม่ ๆ ในการชะลอการเสื่อมสภาพและการสูญเสียของพืชผลยังเป็นสิ่งที่ต้องศึกษาและวิจัยกันมากขึ้น เพื่อหาแนวทางปฏิบัติที่เหมาะสมต่อไป

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

แนวทางการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชกับงานด้านวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวพืชผลทางการเกษตร

สารควบคุมการเจริญเติบโต เช่น ก๊าซเอทธิลีน จะมีผลเร่งการสุกของผลไม้ และทำให้ผลไม้เสื่อมสภาพ ดังนั้นถ้าจะชะลอการเสื่อมสภาพของพืชผล ก็ต้องหาแนวทางในการชะลอการสร้างหรือ ยับยั้งการทำงานของก๊าซเอทธิลีน ในผัก และดอกไม้ ก็ได้รับผลกระทบจากก๊าซเอทธิลีน เช่นเดียวกับในผลไม้

พืชสามารถสร้างก๊าซเอทธิลีนได้จากขั้นตอนการเปลี่ยนจากสาร methionine มาตามลำดับจนได้ก๊าซเอทธิลีนในที่สุด กลไกในการสร้างก๊าซเอทธิลีนนี้พบในพืชทุกชนิด แต่จะเกิดในปริมาณมาก หรือน้อยแตกต่างกัน ในผลผลิตที่มีบาทแผลเกิดขึ้น จะมีการสร้างก๊าซเอทธิลีนเพิ่มขึ้น ก๊าซเอทธิลีน จะไปกระตุ้นการหายใจและกิจกรรมต่าง ๆ ที่นำไปสู่การเสื่อมสภาพของเซลล์ ซึ่งอาจแสดงให้เห็นในรูปของสีสันที่เปลี่ยนแปลงไป

สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ในกลุ่มของ gibberellins และ cytokinins มีผลในการชะลอการเสื่อมสภาพของเซลล์ และการเปลี่ยนแปลงสีของพืชผล เช่น ส้ม มะนาว และผักสีเขียว การใช้สารในกลุ่มชะลอการเจริญเติบโตของพืช เช่น SADH และ CCC จะมีผลชะลอการหายใจและการคายน้ำ ซึ่งจะช่วยยืดอายุการปักแจกันของไม้ตัดดอกได้ โดยทั่วไปจะมีการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชในช่วงที่ผลผลิตยังอยู่บนต้น เนื่องจากถ้าใช้หลังการเก็บเกี่ยวอาจมีปัญหาในเรื่องของอันตรายต่อผู้บริโภค และเหตุผลอีกประการหนึ่งคือ ผลผลิตที่ได้รับสารก่อนเก็บเกี่ยวจะเสื่อมสภาพหรือเสียหายน้อยกว่าพืชผลปกติ ซึ่งต้องเลือกใช้สารแต่ละชนิดให้เหมาะสม

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

ในปี ค.ศ. 1989 นักวิทยาศาสตร์ชาวสหรัฐ ทำการวิจัยพบว่า สาร SADH (Alar or daminozide) ที่เคยใช้ในการเร่งสีของแอปเปิลมีผลข้างเคียงทำให้เกิดมะเร็งกับผู้บริโภคได้ ดังนั้น ทางรัฐบาลของสหรัฐอเมริการจึงประกาศห้ามใช้สาร SADH กับพืชผลที่นำมาบริโภค แต่ในแง่ที่ใช้กับไม้ดอกไม้ประดับยังคงมีการใช้กันอยู่ ในปัจจุบันสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่ยอมให้นำมาใช้กับพืชผล ที่นำมาบริโภคมีเพียง 2 กลุ่ม คือ gibberellins และ ethylene เท่านั้น

วิธีสอนและกิจกรรม บรรยายโดยฉายภาพข้ามศีรษะ ประกอบตัวอย่างจริง และยกตัวอย่างประกอบ และให้นักศึกษาซักถาม		
สื่อการสอน	**หนังสืออ้างอิง**	6,10,21
	เอกสารประกอบ	-
	วัสดุโสตทัศน์	แผ่นใส ตัวอย่างจริง
งานมอบหมาย ให้นักศึกษาทำรายงานเรื่อง การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตกับการยืดอายุการเก็บรักษาไม้ผล		
การวัดผล วัดผลในการสอบเก็บคะแนนปลายภาคเรียน		

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

แนวการสอน	รหัสวิชา 03-932-403 หน่วยเรียนที่ 7 บทเรียนที่ 1
ชื่อหน่วยเรียน ความเป็นพิษของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช	**เวลา 50 นาที**

ชื่อบทเรียน ปัญหาที่เกิดขึ้นเนื่องจากการใช้สารเคมีทางการเกษตร

จุดประสงค์ 7.1 เข้าใจปัญหาที่เกิดขึ้นเนื่องจากการใช้สารเคมีทางการเกษตร

7.1.1 อธิบายปัญหาที่เกิดขึ้นต่อสภาพแวดล้อม

7.1.2 อธิบายปัญหาที่เกิดขึ้นต่อสุขภาพ

ปัญหาที่เกิดขึ้นเนื่องจากการใช้สารเคมีทางการเกษตร

ปัจจุบันมีการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโต เพื่อเพิ่มคุณภาพและปริมาณผลผลิตทางการเกษตรเป็นจำนวนมาก และได้มีการนำเข้าสารเคมีหลายชนิด เช่น สารกำจัดศัตรูพืช สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ตลอดจนวัตถุเคมีอื่น ๆ เพื่อนำมาใช้ในด้านการเกษตร สำหรับสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชนั้น เป็นสารประกอบอินทรีย์ธรรมชาติหรือเป็นสารที่สังเคราะห์ขึ้นมา และยังจัดเป็นวัตถุมีพิษชนิดหนึ่งด้วย ซึ่งขณะนี้มีพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย ปี พ.ศ. 2535 ควบคุมการนำเข้า และขึ้นทะเบียนวัตถุอันตราย

ปัญหาที่เกิดจากการใช้สารเคมีการเกษตร

1. ด้านสิ่งแวดล้อม ทุกครั้งที่มีการใช้สารเคมีการเกษตร เช่น ยาฆ่าแมลง ยากำจัดวัชพืช นั้น ไม่ทั้งหมดของสารที่ถูกใช้ไปโดยพืชนั้น ๆ เนื่องจากยังมีการระเหย สารบางส่วนตกลงบนพื้นดิน และในที่สุดจะถูกชะล้างไปสู่แหล่งน้ำ ซึ่งเป็นที่อยู่อาศัยของปลา และสิ่งมีชีวิตอื่นที่อาศัยอยู่ในน้ำนั้น สารใดที่มีความคงตัวสูง มีแนวโน้มที่จะสะสมอยู่ในสิ่งแวดล้อม ในดิน หรือในน้ำได้นานเมื่อสารตกค้างมาก ก็ยิ่งต้องใช้เวลามากในการสลายตัวให้เป็นโมเลกุลเล็กลง

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

ซึ่งจะนำไปสู่สารประกอบที่ไม่เป็นพิษ ในพื้นที่เพาะปลูกที่ใช้ยากำจัดศัตรูพืชมาก แหล่งน้ำมีโอกาสถูกเจือปนด้วยวัตถุมีพิษเหล่านี้ ซึ่งทำให้เกิดความเสียหายต่อการประมง และน้ำใช้

ดังนั้นจะเห็นได้ว่า สิ่งที่น่าวิตกกังวลมาก คือ มลพิษที่เกิดจากการใช้สารเคมี ต่าง ๆ อย่างไม่ถูกต้อง ซึ่งจะมีผลกระทบมากน้อยเพียงใดต่อสิ่งแวดล้อม ไม่ว่าทางน้ำ หรืออากาศ ซึ่งสามารถก่อให้เกิดอันตรายต่อมนุษย์และสัตว์ได้ สารเคมีตกค้าง (residue) จึงเป็นเรื่องที่ทุก ๆ ฝ่าย ให้ความสนใจเป็นพิเศษ และพยายามหามาตรการป้องกันให้มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด

องค์ประกอบที่มีความเกี่ยวข้องกับปริมาณสารตกค้าง ได้แก่

1. ความเข้มข้นของสารที่ใช้

2. เวลาในการฉีดพ่น ซึ่งพิจารณาว่าเป็นระยะที่พืชกำลังพัฒนาส่วนที่ใช้ในการบริโภค หรือไม่ และระยะเวลาระหว่างการฉีดพ่นครั้งสุดท้าย กับการเก็บเกี่ยว ห่างกันมากน้อยเพียงใด

3. การดูดซึม หรือยึดติด โดยพืชนั้น ๆ

4. อัตราการสลายตัวของสารที่จะสะสมในพืช ซึ่งขึ้นอยู่กับ อุณหภูมิ แสงแดด และความสามารถในการระเหยของสาร

5. กระบวนการ หรือการเอาสิ่งตกค้างออกเมื่อนำผลิตผลนั้นไปใช้ เป็นต้น

ผลของการใช้สารหรือวัตถุเคมีการเกษตรเพื่อกำจัดศัตรูพืช หรือเพิ่มผลผลิตซ้ำหลาย ๆ ครั้ง ทำให้เกิดการดื้อยา หรือความไวในการตอบสนองต่ำลง นั้นคือ ต้องมีการใช้สารนั้น ๆ บ่อยครั้งขึ้น หรือเพิ่มปริมาณมากขึ้น หรือใช้สารอื่นที่มีราคาสูงขึ้นอีก ซึ่งเป็นสาเหตุให้เสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น ผลที่ได้รับต่อมาคือ เพิ่มมลภาวะต่อสภาพแวดล้อม สิ่งสำคัญสำหรับผู้ใช้ คือ ควรรู้องค์ประกอบ และคุณสมบัติของสารที่ใช้ เช่น การระเหย ความคงตัวทางเคมี ความเป็นพิษ และไม่ควรใช้เกินกว่าที่ระบุไว้

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

การวิเคราะห์สารตกค้าง

การวิเคราะห์สารตกค้างที่ใช้ในด้านการเกษตร ซึ่งเป็นสารอินทรีย์ มีความยุ่งยากมาก เนื่องจากสารเหล่านี้มีโครงสร้างซับซ้อน และมีหมู่ที่แสดงหน้าที่ (functional group) แตกต่างกันออกไป เช่น carboxylic acid, ester, alcohol, aldehyde, ketone, nitro และ ether เป็นต้น ซึ่งทำให้มีคุณสมบัติแตกต่างกันออกไป ดังนั้นจึงต้องทำการแยกและวิเคราะห์โดยผ่านขั้นตอนดังนี้

1. การเตรียมตัวอย่าง (sample preparation)

2. การสกัด (extraction) โดยใช้ตัวทำลาย (solvent) ที่เหมาะสม

3. การทำให้สารสกัด เข้มข้นขึ้น (concentration)

4. การแยก (separation) โดยแยกสารที่จะวิเคราะห์โดยวิธี chromatography เช่น High Performance Liquid Chromatography (HPLC), Gas Chromatography (GC), Column Chromatography, Thin Layer Chromatography (TLC) เป็นต้น

5. ตรวจชี้ว่าเป็นสารใด (identification)

6. การวิเคราะห์ปริมาณ (quantitation)

ปัจจุบันมีความก้าวหน้า ในด้านเครื่องมือวิเคราะห์เป็นอย่างมากสามารถวิเคราะห์ได้ทั้งปริมาณและคุณภาพของสารอินทรีย์ตกค้างไปพร้อมกัน โดยวิธี Gas Chromatography - Mass Spectrometry (GCMS) หรือ โดยวิธี Gas Chromatography - Fourier Transform Infrared Spectroscopy (GC - FTIR) ซึ่งสามารถใช้วิเคราะห์สารปริมาณน้อย ๆ ในระดับ nanogram และ picogram ได้ รวมทั้งการวิเคราะห์โครงสร้างของสารเพื่อตรวจสอบว่าเป็นสารใด

2. **ด้านสุขภาพ** นั่นคือ ความเป็นพิษ (toxicity) ของสารเคมี ที่มีต่อสุขภาพ และชีวิต การใช้สารเคมีนอกจากจะต้องคำนึงถึงมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมแล้ว ยังต้องคำนึงถึงอันตรายต่อผู้เกี่ยวข้อง คือ เกษตรกรหรือผู้ใช้ และผู้บริโภคด้วย วัตถุมีพิษอาจเข้าสู่ร่างกายได้โดย ทางปาก ผิวหนัง และการหายใจ การตรวจสอบความเป็นพิษหรืออันตรายของวัตถุมีพิษที่มีต่อคน ทำได้โดยการทดสอบความเป็นพิษในสัตว์ทดลอง เช่น กระต่าย หนู โดยทั่วไป เป็นที่ยอมรับว่าอันตรายที่ตรวจพบในสัตว์ทดลอง สามารถใช้ทำนายอันตรายที่อาจเกิดขึ้นกับคนได้ ความไว

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

หรือการตอบสนองของสัตว์แต่ละชนิดที่มีต่อสารพิษ มักจะแตกต่างกันไปตามปริมาณที่ได้รับ (dose) ซึ่งแสดงค่าออกมาในรูป Lethal Dose (LD) และค่าที่นิยมใช้คือ LD_{50} (Lethal Dose Fifty) ซึ่ง LD_{50} หมายถึง ปริมาณวัตถุมีพิษต่ำสุด ที่ทำให้สัตว์ทดลองตายไป 50 เปอร์เซ็นต์ ของสัตว์ทดลองที่ใช้ ถ้า LD_{50} มีค่าน้อย แสดงว่าสารนั้นมีพิษมาก

วิธีสอนและกิจกรรม บรรยายโดยฉายภาพข้ามศีรษะ และให้นักศึกษาซักถาม		
สื่อการสอน	**หนังสืออ้างอิง**	19
	เอกสารประกอบ	-
	วัสดุโสตทัศน์	แผ่นใส
งานมอบหมาย ให้นักศึกษาศึกษาพิษตกต้างของสารควบคุมการเจริญเติบโตเพิ่มเติม		
การวัดผล วัดผลในการสอบเก็บคะแนนปลายภาคเรียน		

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

แนวการสอน	รหัสวิชา 03-932-403 หน่วยเรียนที่ 7 บทเรียนที่ 2
ชื่อหน่วยเรียน ความเป็นพิษของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช	เวลา 50 นาที

ชื่อบทเรียน ความเป็นพิษของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

จุดประสงค์ 7.2 เข้าใจความเป็นพิษของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

7.2.1 อธิบายความเป็นพิษ และทดสอบความเป็นพิษของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

7.2.2 บอกข้อควรคำนึงในการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชอย่างปลอดภัย

7.2.3 บอกคุณสมบัติบางประการของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

ความเป็นพิษของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

สารเคมีการเกษตรทุกชนิดเป็นสารที่มีพิษทั้งสิ้น แม้แต่ PGR ก็ตาม ยิ่งไปกว่านั้น PGR บางชนิดมีพิษสูงกว่ายาฆ่าแมลงบางชนิดเสียอีก การใช้สารเหล่านี้จึงต้องทำด้วยความระมัดระวังเช่นเดียวกับการใช้สารพิษทั้งหลาย ความเป็นพิษของสารแต่ละชนิดมีระดับไม่เท่ากัน สารบางชนิดทำให้คนตายได้แม้จะได้รับสารเข้าไปในร่างกายเพียงเล็กน้อยก็ตาม แต่บางชนิดต้องได้รับเป็นปริมาณมาก ๆ จึงจะมีโอกาสตาย ดังนั้นจึงมีการกำหนดค่าความเป็นพิษของสารแต่ละชนิดเพื่อใช้บอกระดับอันตรายของสารนั้น ๆ ค่าความเป็นพิษของสารที่นิยมใช้กันมากคือ LD_{50} (Lethal Dose Fifty) ค่า LD_{50} เป็นค่าที่คำนวณขึ้นมาจากปริมาณของสารพิษ (dose) ที่คาดว่าจะทำให้สัตว์ทดลองตายไปครึ่งหนึ่งของประชากรที่ใช้ทดลองเมื่อได้รับสารนั้นในปริมาณดังกล่าวไม่ว่าโดยทางปาก หรือผิวหนังยกเว้นทางเดินหายใจ สัตว์ที่ใช้ทดลองส่วนมากนิยมใช้หนูโดยให้กินสารติดต่อกันระยะหนึ่งเพื่อศึกษาปริมาณของสารที่จะทำให้หนูนั้นตาย หน่วยน้ำหนักที่นิยมใช้ในการบอกปริมาณของสารพิษ คือมิลลิกรัมโดยเทียบกับน้ำหนักร่างกายสัตว์ทดลองเป็นกิโลกรัม

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

(มก/กก) เช่นค่า LD_{50} ของสาร ancymidol เท่ากับ 4,500 มก/กก หมายความว่าถ้าสัตว์ทดลองน้ำหนัก 1 กิโลกรัม กินสารนี้เข้าไป 4,500 มิลลิกรัม จะมีโอกาสตาย 50 เปอร์เซ็นต์ ค่า LD_{50} นี้อาจใช้ประมาณความเป็นพิษของสารเมื่อคนได้รับสารนั้นเข้าไปได้ เช่นกัน เช่นคนมีน้ำหนัก 60 กิโลกรัม ถ้าได้รับสาร ancymidol 4,500 x 60 มิลลิกรัม หรือเท่ากับ 270,000 มิลลิกรัม หรือเท่ากับ 270 กรัม จึงจะมีโอกาสตายได้ 50 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นถ้าสารใดมีค่า LD_{50} สูง หมายความว่าคนหรือสัตว์จะต้องได้รับสารนั้นในปริมาณมากจึงจะมีโอกาสตายได้ จึงจัดว่าเป็นสารที่มีพิษน้อย เมื่อเทียบกับสารที่มีค่า LD_{50} ต่ำ ซึ่งอาจทำให้คนหรือสัตว์ตายได้เมื่อได้รับสารในปริมาณเพียงเล็กน้อย ดังนั้นการใช้สารที่มีค่า LD_{50} ต่ำ (หมายถึงมีความเป็นพิษมาก) จะต้องทำด้วยความระมัดระวังเพื่อป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้น สารเคมีการเกษตรนอกจากจะทำให้เกิดอันตรายได้เมื่อมีการกินเข้าไปแล้ว ยังอาจเกิดอันตรายในทางอื่นอีก เช่น อาจซึมเข้าทางผิวหนัง นัยน์ตา หรือเข้าทางจมูก (ทางเดินหายใจ) ซึ่งจะแสดงพิษของสารได้เช่นกัน

เมื่อจำแนกระดับความเป็นพิษของสารโดยอาศัยค่า LD_{50} เป็นหลักจะแบ่งชนิดของสารเคมีออกเป็นประเภทต่าง ๆ ได้ 6 ประเภท ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 แสดงระดับความเป็นพิษของสารโดยอาศัยค่า LD_{50}

	LD_{50} (มก/กก)
1. มีพิษสูงมาก (extremely toxic)	1
2. มีพิษสูง (highly toxic)	1 - 50
3. มีพิษปานกลาง (moderately toxic)	50 - 500
4. มีพิษเล็กน้อย (slightly toxic)	500 - 5,000
5. ถือได้ว่าไม่มีพิษ (practically non - toxic)	5,000 - 15,000
6. ปลอดภัย (relatively harmless)	> 15,000

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

การทดสอบความเป็นพิษ

1. ทดสอบความเป็นพิษเฉียบพลัน (acute exposure test) เป็นการทดสอบให้สารแก่สัตว์ทดลองครั้งเดียว หรือต่อเนื่องภายในระยะเวลา 24 ชั่วโมง โดยสัตว์ทดลองจะตายภายใน 14 วัน

2. ทดสอบแบบรองเฉียบพลัน (subchronic exposure test) เป็นการทดสอบโดยให้สารแก่สัตว์ทดลองเป็นเวลา 5 ถึง 90 วัน

3. การทดสอบพิษระยะยาว (long - term chronic exposure test) สัตว์ทดลองได้รับสารทุกวันตลอดระยะเวลาประมาณ 2 ปี

ความเป็นพิษในระดับเฉียบพลันอาจเกิดจากการถูกสารเคมีความเข้มข้นสูง ส่วนความเป็นพิษระยะสั้นแต่พิษเรื้อรัง (chronic effect) เกิดเนื่องจากถูกสารเป็นเวลานานที่ระดับความเข้มข้นต่ำ ตัวอย่าง สารพิษเช่น paraquat มีความเป็นพิษต่อสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม จะทำลายปอด มีผลต่อระบบการหายใจ ดังนั้นขวด หรือภาชนะที่บรรจุวัตถุมีพิษ จะต้องมีสลากปิดไว้ บอกถึงอันตราย ได้แก่ รูปกะโหลกศีรษะ และกระดูกไขว้ แสดงถึงวัตถุมีพิษร้ายแรง หรือพิษสูง รูปกากบาท แสดงถึงพิษอย่างอ่อนหรือทำให้เกิดระคายเคือง

โดยทั่วไป การเกิดความเป็นพิษอย่างเฉียบพลันมักเกิดจากอุบัติเหตุ เช่น ทำสารหกถูกผิวหนังโดยตรง ดื่มน้ำจากภาชนะที่มียากำจัดศัตรูพืช อาการที่เกิดจะเกิดได้ภายใน 24 ชั่วโมง เช่น ไต ตับ ระบบโลหิต พิษอื่น ๆ เช่น การกลายพันธุ์ การก่อมะเร็งและเนื้องอก และพิษต่อระบบประสาท ผู้ที่ทำงานเกี่ยวข้องกับวัตถุมีพิษ ส่วนมากคือเกษตรกร ซึ่งมักจะขาดความระมัดระวังในการหยิบจับ ไม่สวมถุงมือ ไม่แยกภาชนะที่ใช้เตรียมยาจากภาชนะเครื่องใช้อื่น ๆ เก็บวัตถุมีพิษในที่ที่ไม่ปลอดภัย ไม่ได้ใช้เครื่องป้องกันขณะฉีดพ่น ทำให้ได้รับวัตถุมีพิษนั้นโดยตรง ทางอื่นที่ได้รับคือการดูดซึมเข้าไปในปริมาณ ไม่มากนักโดยผ่านทางอาหารที่ได้จากผลิตผลการเกษตร และน้ำดื่ม ถ้าผลิตผลการเกษตรถูกฉีดพ่นก่อนเก็บเกี่ยวไม่นาน อาจทำให้มีสารพิษตกค้างได้ อาจกล่าวได้ว่า ความเป็นพิษมากน้อยที่เกิดจากการใช้สารเคมี ขึ้นกับชนิดของสารออกฤทธิ์และปริมาณ (dose) ที่ได้รับ และระยะเวลาที่ถูกสารนั้น

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

ข้อควรปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยในการใช้สารเคมี คือ อ่านสลากอย่างละเอียดก่อนใช้ ระมัดระวังในการตวงวัดเพราะทำกับสารที่มีความเข้มข้นสูง สวมถึงมือ ตรวจอุปกรณ์เครื่องพ่นยาว่ารั่วหรือไม่ สวมเสื้อผ้าและเครื่องป้องกันให้มิดชิด ไม่ดื่มน้ำหรือสูบบุหรี่ขณะฉีดพ่น หลังฉีดพ่นเสร็จต้องชำระร่างกายและเปลี่ยนเสื้อผ้าทันที

เนื่องจากสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชจัดเป็นวัตถุมีพิษ จึงต้องคำนึงถึงความปลอดภัยในการใช้ด้วย ตารางข้างล่างนี้ แสดงถึงข้อมูลเกี่ยวกับความเป็นพิษในสัตว์ทดลอง (หนู) ของสารควบคุมการเจริญเติบโตบางชนิด

ข้อควรคำนึงในการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชอย่างปลอดภัย

ในการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช เพื่อวัตถุประสงค์ที่เด่นชัด เช่น ต้องการใช้สารชะลอการเจริญเติบโตกับไม้ดอกชนิดหนึ่ง เพื่อทำเป็นไม้ดอกกระถางประดับตกแต่งบนโต๊ะทำงาน ใช้สารกระตุ้นการเจริญเติบโตเพื่อให้มะม่วงออกดอกติดผลนอกฤดู หรือมีความต้องการใช้สารในการยืดอายุการเก็บรักษาผลผลิตผักสด เป็นต้น

เมื่อได้วัตถุประสงค์ที่เด่นชัดอย่างนี้แล้ว ก็ถึงขั้นตอนการเลือกใช้ชนิดของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ที่ได้รับการระบุแล้วว่ามีอิทธิพลต่อพืชอย่างที่ต้องการ ในขั้นตอนการคัดเลือกนี้ นอกจากจะต้องทราบถึงคุณสมบัติของสารนั้น ๆ ที่มีต่อพืชแล้ว ยังจำเป็นต้องทราบคุณสมบัติทางกายภาพ และเคมีอีกด้วย ซึ่งได้แก่ สารนั้นจะละลายอะไร รูปผลิตภัณฑ์ที่มีจำหน่ายในท้องตลาดอยู่ในรูปใด หรือมีความเป็นพิษกับคนหรือต่อพืชไม่เพียงใด มีพิษตกค้างหรือไม่

ความเป็นพิษของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชบางชนิด มีพิษสูงกว่าสารเคมีที่ใช้ฆ่าแมลงบางชนิดเสียอีก การใช้สารเหล่านี้จึงต้องทำด้วยความระมัดระวัง เช่นเดียวกันกับการใช้สารพิษทั้งหลาย ความเป็นพิษของสารแต่ละชนิดมีระดับไม่เท่ากัน สารบางชนิดอาจทำให้คนตายได้ แม้จะได้รับสารเข้าไปในร่างกายเพียงเล็กน้อยก็ตาม แต่บางชนิดต้องได้รับเป็นปริมาณมาก ๆ จึงจะมีโอกาสตาย ดังนั้นจึงมีการกำหนดความเป็นพิษของสารแต่ละชนิดเพื่อใช้บอกระดับอันตรายของสารนั้น ๆ ค่าความเป็นพิษที่นิยมใช้กันมากคือค่า LD_{50} (Lethal Dose Fiffy) ค่า LD_{50} เป็นค่าที่คำนวณจากปริมาณของสารพิษ (dose) ที่คาดว่าจะทำให้สัตว์ทดลองตายไปครึ่ง

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

หนึ่งของประชากรที่ใช้ทดลอง เมื่อได้รับสารนั้นในปริมาณดังกล่าว ไม่ว่าโดยทางปากหรือผิวหนัง ยกเว้นทางเดินหายใจ สัตว์ที่ใช้ทดลองส่วนมากนิยมใช้หนู โดยให้กินสารติดต่อกันระยะหนึ่ง เพื่อศึกษาปริมาณของสารที่ทำให้หนูนั้นตาย หน่วยน้ำหนักที่นิยมใช้ในการบอกปริมาณของสารพิษคือมิลลิกรัม โดยเทียบกับน้ำหนักร่างกายสัตว์ทดลองเป็นกิโลกรัม (มก./กก.) เช่นค่า LD_{50} ของสาร 2, 4, 5 - T 300 มก./ กก. ของสาร ancymidol เท่ากับ 4,500 มก./กก. หมายความว่า ถ้าสัตว์ทดลองน้ำหนัก 1 กิโลกรัม กินสาร 2, 4, 5 - T 300 มิลลิกรัม หรือกินสาร ancymidol 4,500 มิลลิกรัม จะมีโอกาสตาย 50 เปอร์เซ็นต์ ค่า LD_{50} นี้อาจใช้ประมาณความเป็นพิษของสารเมื่อมนุษย์ได้รับสารนี้เข้าไปเช่นกัน เช่นคนที่มีน้ำหนัก 60 กิโลกรัม ถ้าได้รับสาร 2, 4, 5 - T 300 x 60 มิลลิกรัม หรือเท่ากับ 18,000 มิลลิกรัม หรือเท่ากับ 18 กรัม หรือถ้าได้รับสาร ancymidol 4,500 x 60 มิลลิกรัม ซึ่งเท่ากับ 270,000 มิลลิกรัม หรือเท่ากับ 270 กรัม จึงจะมีโอกาสตายได้ 50 เปอร์เซ็นต์ จะเห็นได้ชัดเจนว่าสารที่มี LD_{50} สูง (เช่น ancymidol) หมายความว่า คนหรือสัตว์จะต้องได้รับสารนั้นในปริมาณมาก จึงจะมีโอกาสตายได้ จึงจัดเป็นสารที่มีพิษน้อย เมื่อเทียบกับสารที่มีค่า LD_{50} ต่ำ (เช่น 2, 4, 5 - T) ซึ่งจะทำให้คนหรือสัตว์ตายได้ เมื่อได้รับสารในปริมาณเพียงเล็กน้อย ดังนั้นการใช้สารที่มีค่า LD_{50} ต่ำ (หมายถึงมีความเป็นพิษมาก) จะต้องทำด้วยความระมัดระวังเพื่อป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้น สารเคมีการเกษตร นอกจากจะทำให้เกิดอันตรายได้เมื่อกินเข้าไปแล้ว ยังอาจเกิดอันตรายในทางอื่นอีก เช่น อาจซึมเข้าทางผิวหนัง นัยน์ตา หรือเข้าทางจมูก (ทางเดินหายใจ) ซึ่งจะแสดงพิษของสารได้เช่นกัน

คุณสมบัติบางประการของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

คุณสมบัติเกี่ยวกับการละลายและค่าความเป็นพิษของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการเลือกใช้สารอย่างถูกต้อง และปลอดภัย ซึ่งในที่นี้จะขอกล่าวถึงเฉพาะสารที่สำคัญ ๆ ดังต่อไปนี้

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

1. IAA (indoleacetic acid)

molecular weight = 175.18 melting point = 168 - 170° ซ

toxicity : LD_{50} = 150 mg/kg (ipr - mus)

solubility : ไม่ละลายในน้ำหรือ chloroform

ละลายได้ดีใน alcohol

ละลายได้บ้างใน acetone และ ether

2. IBA (indolebutyric acid)

molecular weight = 203.23 melting poing = 123 - 125° ซ

toxicity : LD_{50} = 100 mg/kg (orl - mus)

solubility : ไม่ละลายในน้ำหรือ chloroform

ละลายได้ดีใน alcohol, ether และ acetone

3. NAA (alpha - naphthaleneacetic acid)

molecular weight = 186.20 melting poing = 134 - 135° ซ

toxicity : LD_{50} = 1000 mg/kg (orl - rat)

solubility : ละลาย ได้ดีใน acetone, ether และ chloroform

ละลายได้ดีใน alcohol

ละลายได้เล็กน้อยในน้ำ (0.038 กรัม ในน้ำ 1 ลิตร ที่ 17° ซ)

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

4. NAAm (naphthaleneacetamide)

molecular weight = 185.20 melting point = 184° ซ

toxicity : LD_{50} = 1000 mg/kg (orl - man)

solubility : ละลายได้ใน organic solvent

ละลายได้บ้างในน้ำ

5. 2,4 - D (2,4 - dichlorophenoxyacetic acid)

molecular weight = 221.0 melting poing = 140.5° ซ

toxicity : LD_{50} = 375 mg/kg (orl- mus)

solubility : ละลายได้ใน organic solvent เช่น alcohol

และ acetone เป็นต้น

ละลายได้เล็กน้อยใน xylene

ละลายได้น้อยในน้ำ (0.09 กรัม ในน้ำ 100 กรัม ที่ 25° ซ)

(ถ้าอยู่ในรูป isopropyl ester จะละลายในน้ำมัน ถ้าอยู่ในรูป sodium salts หรือ amine salts จะละลายได้ในน้ำ)

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

7. 4 - CPA (4 - chlorophenoxyacetic acid)

molecular weight = 186.4

toxicity : LD_{50} = 850 mg/kg (orl - rat)

solubility : ละลายได้ดีในน้ำ ethanol, acetone และ ether

8. BNOA (beta - naphthoxyacetic acid)

molecular weight = 202.20 melting poing = 156° ซ

toxicity : LD_{50} = 600 mg/kg (orl - rat)

solubility : ละลายได้ใน ethanol, acetone, ether และกรด

ละลายได้ปานกลางในน้ำร้อน

ละลายได้น้อยมากในน้ำที่อุณหภูมิห้อง

9. GA_3 (gibberellic acid)

molecular weight = 346.37 melting point = 223 - 225° ซ

toxicity : LD_{50} = 6300 mg/kg (orl - rat)

solubility : ละลายได้ดีใน ethanol

ละลายได้ใน ethyl acetate และ butyl acetate

ละลายได้เล็กน้อยใน diethyl ether

ไม่ละลายใน chloroform

ละลายได้บ้างในน้ำ (5 กรัมในน้ำ 1 ลิตร)

(ถ้าสารอยู่ในรูปเกลือโปแตสเซียม (Poatassium gibberellate) จะละลายน้ำได้ดีคือ ละลายได้ 1 กรัม ในน้ำ 20 ml)

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

หมายเหตุ GA_3 ในรูปผงซึ่งแห้ง จะคงตัว (stable) ที่อุณหภูมิห้อง แต่ถ้าอยู่ในรูปสารละลาย (aqueous หรือ aqueous - alcoholic solution) จะค่อย ๆ สลายตัว และจะสลายตัวเร็วขึ้นเมื่อมีความร้อนสูงขึ้น หรือมีคลอรีนผสมอยู่ในน้ำ

10. Kinetin (6 - furfurylamino purine)

molecular weight = 215.20 melting poing = 266 - 267° ซ

toxicity : -

solubility : ละลายได้ดีในสารละลายเจือจางของ HCl หรือ NaOH

ละลายได้เล็กน้อยในน้ำเย็น, methanol และ ethanol

11. BA (6 - benzylamino purine)

molecular weight = 235

toxicity : LD_{50} = 1380 mg/kg (orl - rat)

solubility : ละลายได้ในสารละลายด่าง เช่น NaOH และ KOH

ไม่ละลายใน ethanol และน้ำ

12. PBA [6 - (benzylamino) - 9 - (2 - tetrahydropyrapyl) - 9H - purine]

molecular weight = 309

toxicity : LD_{50} = 1640 mg/kg (orl - rat)

solubility : ละลายได้ในน้ำและ polar organic solvent

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

13. Ethephon (2 - chloroethylphosphonic acid)

molecular weight = 144.5 melting poing = 74 - 75° ซ

toxicity : LD_{50} = 4229 mg/kg (orl - rat)

solubility : ละลายได้ดีมากในน้ำ alcohol และ glycols

ละลายได้บ้างใน non - polar organic solvent

หมายเหตุ ethephon จะคงตัว (stable) เมื่อ pH ต่ำกว่า 3 และจะสลายตัวเมื่อ pH สูงกว่า เป็นสารไม่ติดไฟ แต่สารนี้ทำอันตรายต่อผิวหนังและตา ถ้ามีการสัมผัสโดยตรง

14. BON (beta - hydroxyethylhydrazine)

molecular weight = 76.10 melting poing = 70° ซ

toxiciyt : LD_{50} = 572 mg/kg (orl - rat)

solubility : ละลายใน lower alcohol และน้ำ

ละลายได้บ้างใน ether

15. ABA (abscisic acid)

molecular weight = 264.31 melting point = 188 - 190° ซ

toxicity : -

solubility : ละลายได้ใน $NaHCO_3$, chloroform, acetone, ethylacetate และ ether

ละลายได้บ้างใน benzene และน้ำ

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

16. MH (maleic hydrazide)

molecular weight = 112.11 melting poing = 296 - 298° ซ

toxicity : LD_{50} = 4000 mg/kg (orl - rat)

solubility : ละลายได้ดีในน้ำร้อน

ละลายได้ในน้ำธรรมดา (6 กรัมในน้ำ 1 ลิตร ที่ 25° ซ)

ละลายได้บ้างใน alcohol (1 กรัม / 1 กก. ของ ethanol)

(ถ้าอยู่ในรูป diethanclamine salt จะละลายได้ดีในน้ำคือ ละลายได้ 700 กรัมในน้ำ 1 กก. ที่ 25° ซ)

หมายเหตุ สาร MH ค่อนข้างคงตัว (stable) แต่จะสลายตัวได้ถ้าถูกกรดเข้มข้น

17. TIBA (2, 3, 5 - triiodobenzoic acid)

molecular weight = 500 melting point = 224 - 226° ซ

toxicity : LD_{50} = 813 mg/kg (orl - rat)

= 1100 mg/kg (orl - mus)

solubility : ละลายได้ใน alcohol, acetone และ ether

ละลายได้บ้างใน aromatic solvent เช่น benzene และ toluene

ไม่ละลายน้ำ

18. Chloroflurenol (2 - chloro - 9 - hydroxyfluorene - 9 - carboxylic acid)

molecular weight = 274.7 melting poing = 152° ซ

toxicity : LD_{50} = 3100 mg/kg (orl - rat)

non - toxic to honey bees

solubility : ละลายได้ดีใน acetone (260 กรัมใน acetone 1 ลิตรที่ 20° ซ)

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

ละลายได้ใน metanol (150 กรัมใน 1 ลิตร) และ ethanol (80 กรัมใน 1 ลิตร)

ละลายได้เล็กน้อยในน้ำ (18 mg ในน้ำ 1 ลิตรที่ 20° ซ)

19. CBBP (2, 4 - dichlorobenzyl - tributylphosphonium chloride)

molecular weight = 397.8 melting poing = 144 - 120° ซ

toxicity : LD_{50} = 178 mg/kg (orl - rat)

solubility : ละลายได้ดีในน้ำ, acetone และ alcohol

ไม่ละลายใน hexane และ diethyl ether

หมายเหตุ สาร CBBP ทำอันตรายต่อผิวหนังและตาได้ ถ้าสัมผัสโดยตรง

20. Chlormequat (2 - chloroethyl trimethylammonium chloride)

molecular weight = 122.6

toxicity : LD_{50} = 670 mg/kg (orl - rat)

= 440 mg/kg (skn - man)

solubility : ละลายได้ดีมากในน้ำ (1 กก. ในน้ำ 1 กก. ที่ 20° ซ)

ละลายได้ใน lower alcohol

ละลายได้น้อยมากใน diethyl ether และ hydrocarbon

หมายเหตุ สาร chlormequat จะเริ่มสลายตัวที่อุณหภูมิ 245° C สามารถทำลายโลหะได้ จึงต้องเก็บในภาชนะที่เป็นแก้ว หรือภาชนะอื่นที่ไม่ใช่โลหะ สลายตัวได้ง่ายในดิน

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

21. Daminozide (succinic acid - 2, 2 - dimethylhydrazide)

molecular weight = 160.2 melting point = 154 - 156° ซ

toxicity : LD_{50} = 8400 mg/kg (orl - rat)

solubility : ละลายได้ดีในน้ำ (100 กรัมในน้ำ 1 กก. ที่ 25° ซ)

ละลายได้ใน acetone (25 กรัมใน 1 กก. acetone) และ methanol

(50 กรัมใน 1 กก. methanol) ไม่ละลายใน hydrocarbon

22. Paclobutrazol [(2RS, 3RS) - 1 - (4 - chlorophenyl) - 4, 4 - dimethyl - 2 - (1H 1, 2, 4 - triazol - 1 - yl) pentan - 3 ol]

molecular weight = 293.5 melting point = 165 - 166° ซ

toxicity : LD_{50} = 1300 - 2000 mg/kg (orl - rat)

solubility : ละลายใน methanol และสารละลายอินทรีย์อื่น ๆ

การจัดระดับความเป็นพิษของสารเคมี

ระดับ	LD_{50} (mg/kg)
1. เป็นพิษสูงมาก (extremely toxic)	1
2. เป็นพิษสูง (highly toxic)	1 - 50
3. เป็นพิษบางกลาง (moderately toxic)	50 - 500
4. เป็นพิษน้อย (slightly toxic)	500 - 5000
5. เกือบไม่มีพิษ (practically non - toxic)	5000 - 15000
6. ปลอดภัย (relatively harmless)	มากกว่า 15000

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

อธิบายคำย่อ

orl = orally หมายถึงสารเข้าทางปาก

skn = skin หมายถึงสารเข้าทางผิวหนัง

ihl = inhalation หมายถึงสารเข้าทางหายใจ

ipr = Intraperitoneally หมายถึงสารเข้าทางช่องว่างในช่องท้อง

rat = rat (หนู)

mus = mouse (หนูตัวเล็ก)

hmn = human (คน)

mky = monkey (ลิง)

man = man (ผู้ชาย)

LD_{50} = lethal dose fifty (ปริมาณของสารที่ทำให้คนหรือสัตว์ทดลองที่ได้รับสารตายไป 50 %)

TDLo = toxic dose low (ปริมาณของสารน้อยที่สุดที่ทำให้เป็นพิษต่อคนหรือสัตว์)

วิธีสอนและกิจกรรม บรรยายโดยฉายภาพข้ามศีรษะ และให้นักศึกษาซักถาม

สื่อการสอน	**หนังสืออ้างอิง**	6,10,11,19
	เอกสารประกอบ	-
	วัสดุโสตทัศน์	แผ่นใส

งานมอบหมาย -

การวัดผล วัดผลในการสอบเก็บคะแนนปลายภาคเรียน

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

แนวการสอนภาคปฏิบัติ

วิชา

03 - 932 - 403

สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

แนวการสอน	รหัสวิชา 03-932-403 บทปฏิบัติการที่ 1 บทเรียนที่ 1
ชื่อบทปฏิบัติการ เทคนิคการเตรียมสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช	**เวลา 50 นาที**

ชื่อบทเรียน การเตรียมสารในรูปต่าง ๆ

จุดประสงค์ 1.1 เข้าใจการเตรียมสารในรูปต่าง ๆ

1.1.1 อธิบายการเตรียมสารในรูปสารละลาย (solution)

1.1.2 อธิบายการเตรียมสารในรูปแป้งเปียก (paste)

1.1.3 อธิบายการเตรียมสารในรูปผง (dust)

1.1.4 อธิบายการเตรียมสารในรูปไอระเหยและก๊าซ (aerosal and gas)

เทคนิคการเตรียมสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่ใช้กันอยู่ทั่วไปแบ่งได้เป็น 4 รูป คือ

1. รูปสารละลาย (solution)
2. รูปแป้งเปียก (peste)
3. รูปผง (dust)
4. รูปไอระเหยและก๊าซ (aerosol and gas)

การเตรียมสารในรูปของสารละลาย

สารควบคุมการเจริญเติบโตในรูปของสารละลายนี้ ส่วนใหญ่มักจะมาจากการผสมของสารในรูปผลึก หรือเกลือกับตัวทำละลาย (solvent) หรือในรูปของเหลวนำมาผสมกับตัวทำละลายส่วนมากผลึกของสารควบคุมการเจริญเติบโตนี้มักจะไม่ค่อยละลายน้ำ เช่น ผลึกของ NAA, IBA ดังนั้นในการผสมจะต้องผสมกับตัวทำละลายอื่น ๆ เช่น แอลกอฮอล์ แล้วจึงเติมน้ำภายหลัง ความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ในสารละลายที่ผสมเสร็จแล้วไม่ควรสูงเกิน 50 เปอร์เซนต์

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

เนื่องจากว่าถ้าความเข้มข้นของแอลกอฮอล์สูงมากอาจจะเป็นอันตรายต่อพืชได้ สารควบคุมการเจริญเติบโตบางชนิดอยู่ในรูปเกลือที่ละลายน้ำได้ ในการเตรียมจึงไม่จำเป็นต้องใช้แอลกอฮอล์ เช่น NAA ในรูปของเกลือโซเดียม เป็นต้น สารควบคุมการเจริญเติบโตที่อยู่ในรูปของเหลว เช่น เอทีฟอน มักจะละลายน้ำได้ดี ดังนั้นจึงมักใช้ผสมกับน้ำโดยตรง

การเตรียมสารในรูปของสารละลายนั้นบางครั้งจะเตรียมในรูปของความเข้มข้นสูง ๆ เป็น stock solution เนื่องจากว่าถ้าเตรียมความเข้มข้นต่ำ ๆ สารนั้นจะเสื่อมสภาพลงไป และอีกประการหนึ่ง ถ้าต้องการใช้สารละลายความเข้มข้นต่ำ ๆ จำนวนน้อย ๆ จะเป็นการลำบากมากในการเตรียม เนื่องจากต้องชั่งสารในปริมาณน้อยมาก ทำให้เกิดความผิดพลาดได้ง่าย ดังนั้นในการเตรียมสารจึงมักจะเตรียมความเข้มข้นสูง ๆ แล้วจึงนำมาทำให้เจือจางก่อนนำไปใช้ stock solution ที่เตรียมนี้ถ้าเป็นสารที่ต้องละลายในแอลกอฮอล์ก็มักจะใช้แอลกอฮอล์ค่อนข้างบริสุทธิ์ (95 %) เป็นตัวทำละลายโดยไม่ต้องผสมน้ำจนกว่าจะนำมาทำให้เจือจาง จึงนำมาผสมน้ำให้ได้ปริมาตรตามที่ต้องการ

การเตรียมสารในรูปแป้งเปียก

ในบางครั้งเราอาจใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตกับพืชเฉพาะจุด การใช้สารในรูปสารละลายอาจไม่เหมาะสม จึงมักใช้ในรูปของแป้งเปียก แล้วนำไปทา หรือป้ายเฉพาะจุดที่ต้องการ การเตรียมทำได้โดยการใช้ลาโนลิน (lanolin) ซึ่งมักมีลักษณะเหนียวคล้ายแป้งเปียกเป็นตัวทำลาย นำสารควบคุมการเจริญเติบโตในรูปของผลึก เช่น ผลึก NAA มาละลายในแอลกอฮอล์จนกระทั่งละลายหมดแล้วค่อย ๆ เทใส่ลาโนลิน ซึ่งทำให้เหลวโดยใช้ความร้อนคนให้เข้ากัน แล้วปล่อยทิ้งไว้ให้เย็นลาโนลินจะคืนรูปคล้ายแป้งเปียกอย่างเดิมแล้วจึงนำไปใช้

การเตรียมสารในรูปผง

การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตในรูปผง เป็นที่นิยมน้อยกว่าในรูปของสารละลาย แต่บางครั้งอาจใช้ในรูปผงได้ เช่น ยากำจัดวัชพืช (herbicide) และยากำจัดแมลง

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

(insecticide) บางชนิด การเตรียมสารกระตุ้นการเจริญเติบโตในรูปผง ทำได้โดยนำผลึกของสารละลายในน้ำหรือแอลกอฮอล์จนกระทั่งสารละลายหมด แล้วจึงนำมาคลุกกับแป้งซึ่งเป็นสารเฉื่อย ซึ่งอาจทำมาจาก ดินเหนียว ซัลเฟอร์ เปลือกถั่วบด ขี้เลื่อย แคลเซี่ยมคาร์บอเนต หรือแคลเซี่ยม-ซัลเฟต เป็นต้น ทำให้แห้งโดยการผึ่งลมแล้วจึงนำมาใช้

การเตรียมสารในรูปไอระเหยและก๊าซ

การใช้สารในรูปไอระเหยและก๊าซเหมาะสำหรับใช้ในที่ที่มีอากาศถ่ายเทช้าหรือในห้อง หรือภาชนะปิดสนิท เช่น ห้องรมหรือเรือนกระจก การเตรียมทำได้โดยผสมสารเคมีที่มีคุณสมบัติในการระเหยสูง แล้วอัดใส่ภาชนะด้วยความดัน เมื่อเปิดภาชนะเวลาใช้ ไอของสารก็จะระเหยขึ้นมา

สารกระตุ้นการเจริญเติบโตที่อยู่ในรูปก๊าซ เช่น เอทธิลีน (ethylene) การเตรียมทำได้โดยคำนวณความจุของภาชนะหรือห้องปิดสนิทสำหรับใส่สารเข้าไป แล้วจึงนำก๊าซตามปริมาณที่คำนวณได้อัดใส่เข้าไปในภาชนะหรือห้องตามต้องการ

วิธีสอนและกิจกรรม บรรยายโดยฉายภาพข้ามศีรษะ และให้นักศึกษาซักถาม		
สื่อการสอน	**หนังสืออ้างอิง**	3,6,10,11,20
	เอกสารประกอบ	-
วัสดุโสตทัศน์ แผ่นใส		
งานมอบหมาย -		
การวัดผล สอบเก็บคะแนนหลังบทปฏิบัติการ		

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

แนวการสอน	รหัสวิชา 03-932-403 บทปฏิบัติการที่ 1 บทเรียนที่ 2
ชื่อบทปฏิบัติการ เทคนิคการเตรียมสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช	**เวลา 50 นาที**

ชื่อบทเรียน ปฏิบัติการเตรียมสารในรูปต่าง ๆ

จุดประสงค์ 1.2 ปฏิบัติการเตรียมสารในรูปต่าง ๆ

1.2.1 ปฏิบัติการเตรียมสารในรูปสารละลาย

1.2.2 ปฏิบัติการเตรียมสารในรูปผง

1.2.3 ปฏิบัติการเตรียมสารในรูปแป้งเปียก

งานที่ต้องปฏิบัติ

1. เตรียม stock solution ของ IBA ความเข้มข้น 10,000 ppm. จำนวน 50 ml. จากผลึกบริสุทธิ์ของ IBA

2. เตรียม stock solution ของ NAA ความเข้มข้น 10,000 ppm. จำนวน 50 ml. จากผลึกบริสุทธิ์ของ NAA

3. จงเตรียมสารผสมระหว่าง NAA กับ IBA จำนวน 100 ml. โดยมี NAA ความเข้มข้น 2,500 ppm. และ IBA ความเข้มข้น 2,500 ppm. จาก stock solution ของ IBA (ข้อ 1) และ NAA (ข้อ 2)

4. จงเตรียมสารละลายของ NAA ในรูปผง ความเข้มข้น 500 ppm. จำนวน 20 กรัม

5. จงเตรียมสารละลายของ NAA ในรูปแป้งเปียก ความเข้มข้น 400 , 600 , 800 และ 1,000 ppm. จำนวน 20 กรัม ในลาโนลิน

ทั้ง 5 ข้อ จงแสดงวิธีการคำนวณ และอธิบายวิธีการเตรียมสารทั้ง 5 ข้อมาโดยละเอียด

ผลการทดลอง

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

สรุปและวิจารณ์

วิธีสอนและกิจกรรม

1. ทำการสอนแบบบรรยาย ประกอบการสาธิตการเตรียมสารควบคุมการเจริญเติบโตทั้ง 3 รูป ได้แก่ รูปสารละลาย รูปผง และรูปแป้งเปียก ให้นักศึกษาดู

2. ให้นักศึกษาแสดงวิธีการคำนวณ และอธิบายวิธีการเตรียมสาร ทั้ง 5 ข้อ จากงานที่ต้องปฏิบัติ

3. ให้นักศึกษาลงมือปฏิบัติเตรียมสารควบคุมการเจริญเติบโต รูปต่าง ๆ เพื่อที่จะนำไปใช้กับพืชได้ตามต้องการ

สื่อการสอน	**หนังสืออ้างอิง**	3,6,10,11,20,23
	เอกสารประกอบ	-

วัสดุโสตทัศน์

1. สารควบคุมการเจริญเติบโต ชนิด NAA และ IBA
2. เครื่องชั่งสารอย่างละเอียด
3. ผงแป้ง
4. ลาโนลิน (lanolin)
5. เอทธิลแอลกอฮอล์ 95 %
6. บิกเกอร์ (beaker)
7. แท่งแก้วคนสาร
8. กระบอกตวงสาร (cylinder)
9. เตาไฟฟ้า
10. หม้อต้มสาร (water bath)
11. น้ำกลั่น

งานมอบหมาย ให้นักศึกษาเตรียมสารควบคุมการเจริญเติบโต รูปต่าง ๆ แล้วบันทึกผลการทดลอง สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง ส่ง

การวัดผล ให้คะแนนจากงานมอบหมาย และคะแนนการสอบหลังบทปฏิบัติการ

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

แนวการสอน	รหัสวิชา 03-932-403 บทปฏิบัติการที่ 2 บทเรียนที่ 1
ชื่อบทปฏิบัติการ การคำนวณสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช	เวลา 50 นาที

ชื่อบทเรียน การคำนวณสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชแบบต่าง ๆ

จุดประสงค์ 2.1 เข้าใจการคำนวณสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชแบบต่าง ๆ

2.1.1 อธิบายความเข้มข้นของสารแบบเปอร์เซนต์

2.1.2 อธิบายความเข้มข้นของสารแบบส่วนในล้านส่วน

2.1.3 อธิบายความเข้มข้นของสารแบบน้ำหนักต่อปริมาตร

2.1.4 อธิบายความเข้มข้นของสารแบบโมลาริที

การคำนวณสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

ในการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโต จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการคำนวณสารก่อน เพื่อที่จะให้พืชได้รับสารในระดับความเข้มข้นที่ต้องการ ซึ่งความเข้มข้นของสารมีหน่วยวัดได้หลายแบบ แต่ที่ใช้กันมากในงานด้านนี้ ได้แก่

1. เปอร์เซ็นต์ (percentage : %) การวัดความเข้มข้นของสารเป็นเปอร์เซ็นต์ หมายความว่า วัดสารออกฤทธิ์เป็นส่วนในการผสม 100 ส่วน เช่น IBA มีความเข้มข้น 1 % หมายความว่าในสารผสมนั้น 100 ส่วน มีสารออกฤทธิ์ (active ingredient, ai) คือ IBA อยู่ 1 ส่วน

2. ส่วนในล้านส่วน (part per million : ppm) การวัดความเข้มข้นของสารเป็น ppm หมายความว่าวัดสารออกฤทธิ์เป็นส่วนในสารผสม 1,000,000 ส่วน เช่น 50 ppm หมายความว่าในสารผสมนั้น 1,000,000 ส่วนจะมีสารออกฤทธิ์ คือ IBA 50 ส่วน

3. น้ำหนักต่อปริมาตร (weight per volume, (W/V)) การวัดความเข้มข้นของสารเป็น W/V หมายถึง จำนวนน้ำหนักของสารออกฤทธิ์ ซึ่งหน่วยอาจเป็นกรัมหรือมิลลิกรัม ในสารผสมปริมาตรหนึ่ง ซึ่งหนึ่งหน่วยอาจจะเป็นลิตรหรือมิลลิลิตร เช่น ความเข้มข้นของ IBA 1 กรัม ต่อลิตรหมายความว่า ในสารผสมปริมาตร 1 ลิตร จะมีสารออกฤทธิ์อยู่ 1 กรัม

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

4. โมลาริที (molarity) วัดความเข้มข้นของสารเป็นหน่วย โมล่าร์ (M) เช่น สารผสมมีความเข้มข้น 1 M หมายความว่าในสารผสมนั้น 1 ลิตรจะมีสารออกฤทธิ์ผสมอยู่ 1 กรัม - โมเลกุล และน้ำหนักโมเลกุลของสารแต่ละชนิดไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับสูตรโครงสร้างของสารนั้น เช่น 2, 4 - D มีน้ำหนักโลเลกุล 221.048 หมายความว่าสาร 2, 4 - D 1 กรัม - โมเลกุลหนัก 221.048 กรัม ถ้าต้องการเตรียม 2, 4 - D ความเข้มข้น 1 M จะต้องใช้สาร 2, 4 - D บริสุทธิ์ 221.048 กรัม ผสมน้ำ 1 ลิตร

การคำนวณความเข้มข้นของสารระบบต่าง ๆ

1. ต้องการเตรียมสารละลายของ NAA ความเข้มข้น 1,000 ppm ให้มีปริมาตร 1 ลิตร จะต้องชั่ง NAA กี่มิลลิกรัม

วิธีทำ สารละลายของ NAA ความเข้มข้น 1,000 ppm หมายความว่า

ในสารละลาย 1,000,000 ml มีสารออกฤทธิ์ 1,000 ml

ในสารละลาย 1,000 ml มีสารออกฤทธิ์ $\frac{1,000 \times 1,000}{1,000,000}$ ml

$= 1$ ml

∴ จะต้องชั่ง NAA มา 1 กรัม = 1,000 มิลลิกรัม

2. ต้องการเตรียมสารละลายของ IBA ความเข้มข้น 4,500 ppm จำนวน 500 ml จากผลึก IBA บริสุทธิ์ จะทำอย่างไร จงอธิบายวิธีการเตรียม

วิธีทำ สารละลายของ IBA ความเข้มข้น 4,500 ppm หมายความว่า

ในสารละลาย 1,000,000 ml มีสารออกฤทธิ์ 4,500 ml

ในสารละลาย 500 ml มีสารออกฤทธิ์ $\frac{4,500 \times 500}{1,000,000}$ ml

$= 2.25$ ml

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

วิธีเตรียมชั่งผลึก IBA บริสุทธิ์มา 2.25 กรัม มาละลายในเอทธิลแอลกอฮอล์จำนวนเล็กน้อย คนให้ผลึกของ IBA ละลายหมาดแล้วค่อย ๆ เติมน้ำจนครบ 500 ml

∴ จะได้สารละลาย IBA ที่มีความเข้มข้น 4,500 ppm จำนวน 50 ml ตามต้องการ

3. ต้องการเตรียม stock solution ของ GA_3 80,000 ppm จำนวน 1 ลิตร

ก. จะต้องใช้ บริสุทธิ์เท่าใด

ข. ถ้าต้องการเจือจางเป็น 5,000 ppm จะต้องเติมน้ำเท่าใด

วิธีทำ ก. สารละลายของ GA_3 80,000 ppm หมายความว่า

ในสารละลาย GA_3 1,000,000 ml มี GA_3 บริสุทธิ์ผสมอยู่ 80,000 ml

ในสารละลาย 1,000 ml มี GA_3 " $\frac{80,000 \times 1,000 \text{ ml}}{1,000,000}$

$= 80$ ml

∴ จะต้องชั่ง GA_3 บริสุทธิ์มา 80 กรัม

ข. นำสารละลายของ GA_3 80,000 ppm มาทำให้เจือจางเป็น 5,000 ppm

ใช้สูตร $N_1 V_1 = N_2 V_2$

N_1 = ความเข้มข้นของ stock solution = 80,000 ppm

V_1 = ปริมาตรของ stock solution = 1,000 ml

N_2 = ความเข้มข้นของสารที่ต้องการ = 5,000 ppm

V_2 = ปริมาตรของสารที่ต้องการ = ?

แทนค่าในสูตร

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

$80,000 = 1,000 = 5,000 \times V_2$

$$V_2 = \frac{80,000 \times 1,000}{5,000 \text{ ml}}$$

$= 15,000$ ml

$\therefore$ ต้องเติมน้ำ = 16,000 - 1,000 = 15,000 ml

ส่วนใหญ่แล้วสารกระตุ้นการเจริญเติบโตมักจะไม่อยู่ในรูปของสารบริสุทธิ์ เช่น NAA ในรูปของเกลือโซเดียม มีความบริสุทธิ์ของสาร 98% หมายความว่าในทุก ๆ 100 กรัมของผง NAA ในรูปของเกลือโซเดียมจะมีสารออกฤทธิ์คือ NAA 98 กรัม และมีสารเสื่อม (inert ingredient) 2 กรัม

4. ต้องการเตรียมสารละลาย NAA ความเข้มข้น 10,000 ppm 1,000 ml จาก NAA ในรูปของเกลือโซเดียม ซึ่งมีค่า ai 98% จะต้องทำอย่างไร

วิธีทำ สารละลายของ NAA 10,000 ppm หมายความว่า

สารละลาย 1,000,000 ml มีสาร NAA บริสุทธิ์ 10,000 ml

สารละลาย 1,000 ml มีสาร NAA บริสุทธิ์ $\frac{10,000 \times 1,000 \text{ ml}}{1,000,000}$

$= 10$ กรัม

ในสารละลาย 1,000 ml จะมีสารออกฤทธิ์ 10 กรัม

สารออกฤทธิ์ 98 กรัม ได้จากผง NAA 100 กรัม

สารออกฤทธิ์ 10 กรัม ได้จากผง NAA $\frac{100 \times 10}{98} = 10.204$ กรัม

จะต้องชั่ง NAA ในรูปของเกลือโซเดียมมา 10.204 กรัม มาละลายในน้ำจำนวน 1,000 ml จะได้สารละลายความเข้มข้น 10,000 ppm

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

5. มี cycocel ชนิด 50% ai จะใช้เตรียม cycocel ความเข้มข้น 10^{-3} M จำนวน 500 ml จะต้องใช้ cycocel กี่กรัม (น้ำหนักโมเลกุลของ cycocel = 158.1)

วิธีทำ ความเข้มข้น 1^{-3} M คือในสารละลาย 1,000 ml

มีสารออกฤทธิ์ 1 กรัมโมเลกุล = 158.1 กรัม

ความเข้มข้น 10^{-3} M คือในสารละลาย 1,000 ml

มีสารออกฤทธิ์ $\frac{158.1 \times 10^{3}}{1}$ กรัม

มีความเข้มข้น 10^{-3} M คือในสารละลาย 500 ml

มีสารออกฤทธิ์ $\frac{158.1 \times 10^{-3} \times 500}{1,000 \times 1}$ กรัม

$= \frac{158.1 \times 10^{-3}}{2}$ กรัม

$\therefore$ ในสารละลาย 500 ml มีสารออกฤทธิ์ $\frac{158.1 \times 10^{-30}}{2}$ กรัม

สารออกฤทธิ์ 50 กรัม ต้องใช้ cycocel 100 กรัม

สารออกฤทธิ์ $\frac{158.1 \times 10\text{-}3}{2}$ กรัม ต้องใช้ cycocel $\frac{100 \times 158.1 \times 10^{-3}}{50 \times 2}$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

= 0.1581 กรัม

∴ จะต้องใช้ cycocel = 0.1581 กรัม

วิธีสอนและกิจกรรม	บรรยายโดยฉายภาพข้ามศีรษะ และให้นักศึกษาซักถาม	
สื่อการสอน	**หนังสืออ้างอิง**	3,6,10,1120
	เอกสารประกอบ	-
วัสดุโสตทัศน์	แผ่นใส	
งานมอบหมาย	-	
การวัดผล	สอบเก็บคะแนนหลังบทปฏิบัติการ	

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

แนวการสอน	รหัสวิชา 03-932-403 บทปฏิบัติการที่ 2 บทเรียนที่ 2
ชื่อบทปฏิบัติการ การคำนวณสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช	**เวลา 50 นาที**

ชื่อบทเรียน คำนวณสารแบบต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้กับพืชตามต้องการ

จุดประสงค์ 2.2 คำนวณสารแบบต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้กับพืชตามต้องการ

2.2.1 คำนวณความเข้มข้นของสารแบบเปอร์เซนต์

2.2.2 คำนวณความเข้มข้นของสารแบบส่วนในล้านส่วน

2.2.3 คำนวณความเข้มข้นของสารแบบน้ำหนักต่อปริมาตร

2.2.4 คำนวณความเข้มข้นของสารแบบโมลาริที

งานที่ต้องปฏิบัติ

จงคำนวณความเข้มข้นของสารแบบต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้กับพืชตามต้องการดังต่อไปนี้

1. มี NAA บริสุทธิ์ 1 กรัม จะใช้เตรียม NAA ความเข้มข้น 10 ,000 ppm. ได้กี่มิลลิลิตร

2. แพลนโนฟิกซ์ มีสารออกฤทธิ์คือ NAA 30 กรัมต่อลิตร จงหาว่าแพลนโนฟิกซ์มีความเข้มข้นกี่ ppm. และกี่ %

3. ต้องการเตรียมสารละลายของจิบเบอเรลลิน ความเข้มข้น 50 ppm. จำนวน 450 ml. โดยเตรียมจากจิบเบอเรลลินผงที่มีความเข้มข้น 1 % จงหาว่าจะต้องใช้จิบเบอเรลลินผลกี่กรัม

4. ต้องการเตรียมสารจิบเบอเรลลิน ความเข้มข้น 50 ppm. จำนวน 500 ml. โดยเตรียมจากสารละลายจิบเบอเรลลิน ความเข้มข้น 500 ppm. จะต้องทำอย่างไร อธิบายวิธีการเตรียม

5. สารละลาย IBA จำนวน 370 ml. ความเข้มข้น 12,000 ppm. จะมี IBA บริสุทธิ์กี่กรัม และเมื่อเติมตัวทำละลายลงไปอีก 74 ml. สารละลายใหม่จะมีความเข้มข้นกี่ ppm.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

6. ต้องการเตรียมสารละลายจาก stock solution ของ IBA ที่มีความเข้มข้น 20,000 ppm. และ stock solution ของ NAA ที่มีความเข้มข้น 20,000 ppm. โดยต้องการ IBA ความเข้มข้น 4,000 ppm. ผสม NAA ความเข้มข้น 4,500 ppm. จำนวน 500 ml. ถามว่า จะดำเนินวิธีการเตรียมอย่างไร อธิบายโดยละเอียด

7. จงเตรียมสารละลาย อาล่าร์ - 85 ความเข้มข้น 5,000 ppm. จำนวน 500 ml. จากสาร อาล่าร์ - 85 ที่มีค่า ai = 85 %

ก. จะต้องใช้ อาล่าร์ - 85 เท่าใด

ข. ถ้าต้องการเตรียมสารละลาย อาล่าร์ - 85 ความเข้มข้น 2,500 ppm. จะต้องทำอย่างไร อธิบายวิธีการเตรียม

8. การทดลองใช้เอทีฟอนเพื่อเร่งการเกิดรากของมะม่วง โดยแบ่งการทดลองเป็น 4 ทรีตเม้นต์ คือใช้เอทีฟอนความเข้มข้น 0 , 200 , 250 , 300 ppm. พ่นที่ต้นมะม่วง โดยพ่นในปริมาณ 1 ลิตรต่อต้น แต่ละทรีตเม้นต์ มี 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำใช้มะม่วง 5 ต้น สารละลายเอทีฟอนความเข้มข้นต่าง ๆ เตรียมได้จากสารละลาย อีเทรล ซึ่งมีเนื้อสารออกฤทธิ์ 30 กรัมต่อลิตร

ก. จงหาปริมาตรของสารละลายความเข้มข้นต่าง ๆ ที่ต้องเตรียม เพื่อใช้ในการทดลอง

ข. จงหาปริมาตรของสารละลาย อีเทรล ทั้งหมดที่ใช้ในการทดลอง

ค. อธิบายวิธีการเตรียมสารละลายความเข้มข้นต่าง ๆ โดยละเอียด

วิธีสอนและกิจกรรม	1. คำนวณสารแบบต่าง ๆ ตามบทปฏิบัติการที่ 2 บทที่ 1 ให้นักศึกษาดู 2. ให้นักศึกษาแสดงวิธีการคำนวณ ตามงานที่ต้องปฏิบัติส่งเป็นงานมอบหมาย	
สื่อการสอน	**หนังสืออ้างอิง**	3,6,10,11,20
	เอกสารประกอบ	-
วัสดุโสตทัศน์	1. เครื่องคิดเลข	
งานมอบหมาย	ให้นักศึกษาแสดงวิธีการคำนวณ ตามงานที่ต้องปฏิบัติส่ง	
การวัดผล	ให้ คะแนนจากงานมอบหมาย และคะแนนจากการสอบหลังบทปฏิบัติการ	

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

แนวการสอน	รหัสวิชา 03-932-403 บทปฏิบัติการที่ 3 บทเรียนที่ 1
ชื่อบทปฏิบัติการ การใช้สารเพิ่มประสิทธิภาพ	**เวลา 50 นาที**

ชื่อบทเรียน การแบ่งสารเพิ่มประสิทธิภาพ

จุดประสงค์ 3.1 รู้การแบ่งสารเพิ่มประสิทธิภาพ

3.1.1 บอกสารเพิ่มประสิทธิภาพกลุ่ม surfactant

3.1.2 บอกสารเพิ่มประสิทธิภาพกลุ่ม emulsifier

3.1.3 บอกสารเพิ่มประสิทธิภาพกลุ่ม dispersants

การใช้สารเพิ่มประสิทธิภาพ (adjuvants)

การใช้สารเคมีในการเกษตรบางครั้งพบว่าเมื่อให้สารกับพืชแล้ว อาจจะไม่สามารถแสดงประสิทธิภาพได้อย่างเต็มที่ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเนื่องจากสารเคมีนั้นเกิดการแยกชั้นหรือตกตะกอน หรือไม่เกาะติดบนใบพืช ทั้งนี้อาจจะเกิดจากการที่พืชมีผิวเป็นฝุ่นนวล ๆ หรือมีลักษณะเป็นไขมันเคลือบด้านนอกหรือเนื่องจากการที่พืชมีขนเล็ก ๆ ปกคลุมอยู่ภายนอก ทำให้น้ำไม่สามารถแผ่กระจายไปบนใบพืชได้ เนื่องจากโมเลกุลของน้ำยึดกันด้วยแรงตึงผิว (surface tension) ถ้าลดแรงตึงผิวก็จะทำให้น้ำเกาะติดบนผิวใบดีขึ้น

เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของสารเคมี จึงมีการเติมสารบางอย่างลงไปเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพดังกล่าว ซึ่งสารเพิ่มประสิทธิภาพแบ่งได้เป็นพวก ๆ ดังนี้

1. surfactant หรือ surface active agents เป็นสารช่วยลดแรงตึงผิวของสารละลาย ทำให้น้ำสามารถแผ่กระจายไปบนผิวใบได้ดีขึ้น โอกาสที่สารจะถูกดูดซึมเข้าไปก็มีมากขึ้น

1.1 สารเปียกใบหรือยาเปียกใบ (wetting agents) เป็นสารช่วยลดแรงตึงผิวของสารละลาย ทำให้น้ำสามารถแผ่กระจายไปบนผิวใบได้ดีขึ้น โอกาสที่สารจะถูกดูดซึมเข้าไปก็มีมากขึ้น

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

1.2 สารจับใบหรือยาจับใบ (stickers หรือ sticking agents) มีผลทำให้สารที่ให้กับพืชเกาะติดบนใบพืชดียิ่งขึ้น ป้องกันการชะล้างเนื่องจากน้ำได้ และสารจับใบบางชนิดทำหน้าที่เป็นสารเปียกใบด้วย

1.3 ผงซักฟอก (detergents) มีคุณสมบัติลดแรงตึงผิวของสารละลาย เช่นเดียวกับสารเปียกใบ และยังสามารถละลายไขมันได้ดี ทำให้สารผ่านเข้าใบพืชได้ดียิ่งขึ้น แต่เนื่องจากผงซักฟอกมีฤทธิ์เป็นด่าง และสามารถทำลายไขมันบนใบพืช เมื่อผสมกับสารเคมีแล้วอาจทำให้สารเสื่อมประสิทธิภาพ หรือเกิดอันตรายต่อใบพืช จึงไม่ควรใช้ผงซักฟอกผสมลงไปในสารเคมี

2. emulsifying agents หรือ emulsifier สารที่อยู่ในรูปสารละลายน้ำมัน มักจะเกิดการแยกชั้นเมื่อนำมาผสมกับน้ำ จึงมีการผสมสารพวก emulsifier ลงไป ซึ่งสารนี้จะเป็นตัวกลางระหว่างน้ำมันกับน้ำ โดยจะพยุงหยดน้ำมันให้แขวนลอยอยู่ในน้ำได้ สารพวกนี้เมื่อนำมาผสมกับน้ำจะได้สารผสมซึ่งมีลักษณะขุ่นคล้ายน้ำนม ซึ่งเรียกว่า อีมัลชัน (emulsion) เมื่อพ่นให้กับพืชแล้วจะสามารถซึมเข้าสู่ใบพืชได้เป็นอย่างดี

3. dispersing agents หรือ dispersants มีคุณสมบัติผลักดันอนุภาคของแข็งชนิดเดียวกันให้แยกออกจากกัน ใช้ผสมในสารที่อยู่ในรูปผงเปียกน้ำ (wettable powder หรือ w.p.) หรือสารแขวนลอยเข้มข้น (suspension concentrate) เมื่อนำมาผสมน้ำจะมีลักษณะขุ่นคล้ายแป้งผสมน้ำแต่ไม่ตกตะกอน

สารพวก emulsifier และ dispersant จะมีอยู่ในผลิตภัณฑ์เคมีเกษตรที่อยู่ในรูปสารละลายน้ำมัน หรือสารแขวนลอยเข้มข้น และผงเปียกน้ำอยู่แล้วไม่ต้องผสมเข้าไปอีก ส่วนสารเปียกใบหรือสารจับใบอาจมีความจะเป็นต้องใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของสารดังกล่าว

วิธีสอนและกิจกรรม บรรยายโดยฉายภาพข้ามศีรษะ		
สื่อการสอน	**หนังสืออ้างอิง**	6,11,20
	เอกสารประกอบ	-
วัสดุโสตทัศน์ แผ่นใส		
งานมอบหมาย -		
การวัดผล สอบเก็บคะแนนหลังบทปฏิบัติการ		

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

แนวการสอน	รหัสวิชา 03-932-403 บทปฏิบัติการที่ 3 บทเรียนที่ 2
ชื่อบทปฏิบัติการ การใช้สารเพิ่มประสิทธิภาพ	เวลา 50 นาที

จุดประสงค์ 3.2 ปฏิบัติการใช้สารเพิ่มประสิทธิภาพ

3.2.1 ปฏิบัติการใช้สารเพิ่มประสิทธิภาพของพืช

3.2.2 เปรียบเทียบผลการใช้สารเพิ่มประสิทธิภาพต่างชนิดกัน

งานที่ต้องปฏิบัติ

1. พ่นน้ำให้เป็นละอองบนใบพืช ดูการกระจายตัวของหยดน้ำบนใบพืช ทำการบันทึกผลการเปรียบเทียบระหว่าง

- น้ำธรรมดา
- น้ำผสมสารจับใบ
- น้ำผสมผงซักฟอก

โดยให้วาดรูปประกอบคำอธิบาย

2. จุ่มใบไม้ลงในสารจับใบ แล้วพ่นน้ำธรรมดา แล้วสังเกตลักษณะและการกระจายตัวของหยดน้ำ เปรียบเทียบการพ่นน้ำธรรมดาลงบนใบไม้ ที่ไม่ได้จุ่มลงในสารจับใบ

โดยให้วาดรูปประกอบคำอธิบาย

ผลการทดลอง

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

วิธีสอนและกิจกรรม	1. ทำการสอนแบบบรรยายประกอบการสาธิต เกี่ยวกับการใช้สารเพิ่มประสิทธิภาพ ให้นักศึกษาดู 2. ให้นักศึกษาลงมือปฏิบัติตามงานที่ต้องปฏิบัติ แล้วทำการบันทึกผลการทดลอง สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง ส่ง	
สื่อการสอน	**หนังสืออ้างอิง**	6,11,20
	เอกสารประกอบ	-
วัสดุโสตทัศน์	1. ใบพืช 2. สารจับใบ 3. ผงซักฟอก 4. บิกเกอร์ 5. ไปเปต (pipette) 6. กระบอกตวง 7. แท่งแก้วคนสาร 8. น้ำกลั่น 9. กระบอกฉีดยา	
งานมอบหมาย	ให้นักศึกษาทำการทดลองตามงานที่ต้องปฏิบัติ ทำการบันทึกผลการทดลอง วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง ส่ง	
การวัดผล	ให้คะแนนจากงานมอบหมาย และคะแนนการสอบหลังบทปฏิบัติการ	

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

แนวการสอน	รหัสวิชา 03-932-403 บทปฏิบัติการที่ 4 บทเรียนที่ 1
ชื่อบทปฏิบัติการ การเกิดรากของกิ่งปักชำโดยการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช	เวลา 50 นาที

ชื่อบทเรียน ผลของออกซินต่อการเกิดรากของกิ่งปักชำ

จุดประสงค์ 4.1 เข้าใจผลของออกซินต่อการเกิดรากของกิ่งปักชำ

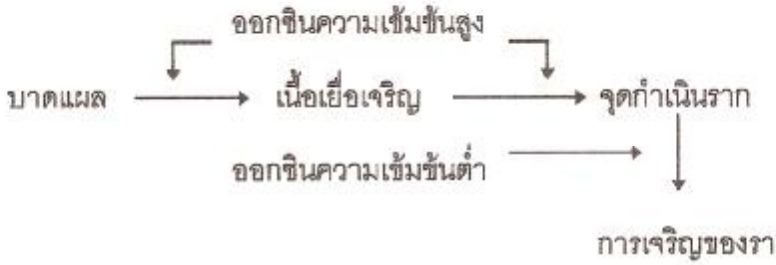
4.1.1 อธิบายขั้นตอนการเกิดรากของกิ่งปักชำ

4.1.2 อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างออกซินกับการเกิดราก

ผลของออกซินต่อการเกิดรากของกิ่งปักชำ

การเกิดรากของกิ่งปักชำและกิ่งตอนในพืช โดยทั่วไปจะเกิดได้ 2 กรณี คือ เกิดจากจุดกำเนิดรากที่มีอยู่แล้วในพืช และอีกกรณีเกิดจากแคลลัส ซึ่งจะเกิดขึ้นเมื่อมีบาดแผล ในกรณีนี้รากจะมีกำเนิดมาจากกลุ่มเซลล์ของเนื้อเยื่อ parenchyma ซึ่งเนื้อเยื่อนี้จะกลายเป็นเยื่อเจริญ (meristem) และจะกลายเป็นจุดกำเนินราก (root initial) ต่อไป จุดกำเนิดรากจะแบ่งตัวและเกิดเป็นกลุ่มเซลล์เล็ก ๆ ขึ้นเป็นจำนวนมาก และพัฒนาต่อไปเป็นปุ่มราก (root primordia) จากนั้นจะมีการแบ่งเซลล์ต่อไปเกิดเป็นปลายราก และแทงออกมาจากลำต้น

สารควบคุมการเจริญเติบโตที่เกี่ยวข้อง ที่สำคัญในการเกิดรากของกิ่งปักชำ หรือกิ่งตอนนั้น คือ ออกซิน



PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

ออกซินจะกระตุ้นให้เนื้อเยื่อเจริญบริเวณรอยแผลเกิดการแบ่งตัวอย่างรวดเร็ว และถ้ามีสภาพแวดล้อมเหมาะสม คือ ความชื้นสูง ออกซินเจนเพียงพอ และอุณหภูมิพอเหมาะ จะทำให้เนื้อเยื่อเจริญนั้นเปลี่ยนเป็นจุดกำเนิดราก และพัฒนาออกเป็นรากได้ในภายหลัง นอกจากออกซินแล้ว ชนิดของกิ่ง ฤดูกาล อุณหภูมิ ความชื้น องค์ประกอบของวัสดุปักชำหรือตอน ความอุดมสมบูรณ์ของกิ่ง รวมถึงอาหารสะสมภายในกิ่ง ก็มีผลเกี่ยวข้องกับการเกิดรากทั้งสิ้น

ถ้าจะแบ่งพืชตามนิสัยการเกิดราก แบ่งได้ 3 พวก คือ

1. พวกที่เกิดรากง่าย
2. พวกที่เกิดรากยากปานกลาง
3. พวกที่เกิดรากยาก

ออกซินที่เกี่ยวข้องต่อการเกิดราก ที่มีอยู่แล้วในธรรมชาติ คือ IAA (indole acetic acid) ในปัจจุบันได้มีการสังเคราะห์ออกซินขึ้น เพื่อใช้ประโยชน์ในการกระตุ้นการออกรากของกิ่งชำหรือกิ่งตอนเพื่อจุดประสงค์ในการย่นระยะเวลาการเกิดรากให้เร็วขึ้น และเพิ่มเปอร์เซ็นต์การเกิดรากของกิ่งชำและกิ่งตอน และที่นิยมใช้คือ IBA (indole butyric acid) และ NAA (napthalene acetic acid) NAA มีความเป็นพิษกับพืชมากกว่า IBA ถ้าใช้ความเข้มข้นสูง ๆ อาจเป็นอัตรายต่อพืชได้ในบางชนิดการใช้สารผสมระหว่าง IBA กับ NAA ในอัตราส่วน 1 : 1 จะให้ผลดีกว่าการใช้สารใดสารหนึ่งเพียงตัวเดียว ความเข้มข้นของสารที่ใช้แตกต่างกันขึ้นอยู่กับ ชนิดของพืช อายุของกิ่งและสภาพแวดล้อม

การเกิดรากของกิ่งปักชำนั้น นอกจากสารกระตุ้นคือออกซินแล้วยังจำเป็นต้องมี cofactor บางตัวเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย เชื่อว่า กิ่งที่มีใบติดอยู่จะออกรากได้ง่ายกว่ากิ่งที่ไม่มีใบติด เนื่องจาก cofactor ส่วนใหญ่จะมาจากใบ เช่น น้ำตาล, phenolic compound ฯลฯ และพืชที่ออกรากยากนั้นอาจเนื่องจากขาด cofactor หรือมีสารยับยั้งอยู่ภายใน

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

ข้อควรคำนึงในการใช้สาร

การใช้สารบางครั้งมีปัญหาว่า เมื่อให้สารแก่พืชแล้วไม่ได้ผลตามที่ต้องการ อาจเนื่องมาจากสารที่ใช้นั้นเสื่อมคุณภาพแล้ว เพราะเตรียมทิ้งไว้นานเกินไป ดังนั้นการใช้สารกับพืชจึงควรใช้สารที่เตรียมขึ้นมาใหม่ ๆ ในปริมาณที่พอดีกับการใช้ เมื่อใช้แล้วสารที่เหลือให้ทิ้งไป โดยปกติสารพวกออกซินควรเก็บไว้ในที่เย็นและแห้ง ไม่ถูกแสง ถ้าอยู่ในรูปสารละลายควรปิดขวดให้สนิทเพื่อป้องกันการระเหยของน้ำ หรือแอลกอฮอร์ซึ่งจะทำให้ความเข้มข้นของสารละลายเปลี่ยนแปลงไป

ในการใช้สารออกซินกับกิ่งปักชำ ไม่ควรจุ่มกิ่งปักชำลงในขวดของสารละลาย ควรเทสารออกมาใส่ภาชนะอื่นให้มีปริมาณตามที่ต้องการ เมื่อใช้เสร็จแล้วห้ามเทกลับคืนลงในขวด เพราะในกิ่งพืชมียางหรือสารอื่น ๆ ซึ่งอาจจะทำให้สารละลายในขวดเสื่อมสภาพได้ง่าย

วิธีสอนและกิจกรรม	บรรยายโดยฉายภาพข้ามศีรษะ และให้นักศึกษาซักถาม	
สื่อการสอน	**หนังสืออ้างอิง**	1,6,11,14,20
	เอกสารประกอบ	-
วัสดุโสตทัศน์	แผ่นใส	
งานมอบหมาย	-	
การวัดผล	สอบเก็บคะแนนหลังบทปฏิบัติการ	

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

แนวการสอน	รหัสวิชา 03-932-403 บทปฏิบัติการที่ 4 บทเรียนที่ 2
ชื่อบทปฏิบัติการ การเกิดรากของกิ่งปักชำโดยการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช	**เวลา 250 นาที**

ชื่อบทเรียน การใช้ออกซินในการออกรากของกิ่งปักชำ

จุดประสงค์ 4.2 ปฏิบัติการใช้ออกซินในการออกรากของกิ่งปักชำ

4.2.1 ศึกษาผลของออกซินที่มีต่อการออกรากของกิ่งปักชำ

4.2.2 เปรียบเทียบลักษณะของรากจากการใช้ และไม่ใช้สาร

งานที่ต้องปฏิบัติ

ปักชำกิ่งพืชชนิดต่าง ๆ โดยใช้ออกซินความเข้มข้นต่าง ๆ ดังนี้

1. กิ่งพืชสีเขียวมีใบติดอยู่ 3 - 4 ใบ ขนาดสม่ำเสมอกัน เช่น เข็มแดง เฟื่องฟ้า มะลิ กุหลาบ ฯลฯ

2. เตรียมกิ่งพืชตามข้อ 1 แล้วตัดใบออกให้หมด

3. สาร IBA ความเข้มข้น 0 , 2,000 , 4,000 , 6,000 , 8,000 ppm.

4. สาร NAA ความเข้มข้น 0 , 2,000 , 4,000 , 6,000 , 8,000 ppm. ใช้กิ่งพืช 4 กิ่งต่อความเข้มข้น ปักชำกิ่งพืช โดยจุ่มกิ่งลงในสารละลายตามความเข้มข้นที่กล่าวมา โดยวิธี quick dip method โดยจุ่มในสารละลายอย่างรวดเร็ว ใช้เวลาประมาณ 5 วินาที ให้กิ่งแช่ในสารละลายลึกประมาณ 1 นิ้ว อาจกรีดโคนกิ่งก่อนแช่สารละลาย ยาวประมาณ 1 นิ้ว 3 - 4 รอย เพื่อเพิ่มพื้นที่ในการดูดซึมสาร แล้วนำไปปักชำในกระบะชำที่มีส่วนผสมของ ทราย : ขี้เถ้าแกลบ อัตราส่วน 1 : 1 ทำการบันทึกผลเมื่อปักชำไปแล้ว 3 สัปดาห์

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

ผลการทดลอง

สารที่ใช้.....

ตาราง แสดงความยาวของราก จำนวนราก จำนวนกิ่งที่ออกราก และลักษณะของรากหลังใช้สาร

ความเข้มข้น 0 ppm.

	ความยาวของรากเฉลี่ย (ซ.ม.)	จำนวนราก (เฉลี่ย)	จำนวนกิ่งที่ออกราก	ลักษณะของราก
กิ่งที่มีรากติด.....	.....	.....	.....	.....
กิ่งที่ไม่มีรากติด	.....	.....	.....	.....

ความเข้มข้น 2,000 ppm.

	ความยาวของรากเฉลี่ย (ซ.ม.)	จำนวนราก (เฉลี่ย)	จำนวนกิ่งที่ออกราก	ลักษณะของราก
กิ่งที่มีรากติด.....	.....	.....	.....	.....
กิ่งที่ไม่มีรากติด	.....	.....	.....	.....

ความเข้มข้น 4,000 ppm.

	ความยาวของรากเฉลี่ย (ซ.ม.)	จำนวนราก (เฉลี่ย)	จำนวนกิ่งที่ออกราก	ลักษณะของราก
กิ่งที่มีรากติด.....	.....	.....	.....	.....
กิ่งที่ไม่มีรากติด	.....	.....	.....	.....

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

ความเข้มข้น 6,000 ppm.

	ความยาวของรากเฉลี่ย (ซ.ม.)	จำนวนราก (เฉลี่ย)	จำนวนกิ่งที่ออกราก	ลักษณะของราก
กิ่งที่มีรากติด	.....	.....	.....	.....
กิ่งที่ไม่มีรากติด	.....	.....	.....	.....

ความเข้มข้น 8,000 ppm.

	ความยาวของรากเฉลี่ย (ซ.ม.)	จำนวนราก (เฉลี่ย)	จำนวนกิ่งที่ออกราก	ลักษณะของราก
กิ่งที่มีรากติด	.....	.....	.....	.....
กิ่งที่ไม่มีรากติด	.....	.....	.....	.....

สรุปและวิจารณ์

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

วิธีสอนและกิจกรรม 1. ทำการสอนแบบบรรยาย ประกอบการสาธิต การจุ่มกิ่งไม้ในสารแบบ quick dip method และสาธิตการปักชำให้นักศึกษาดู 2. ให้นักศึกษาปฏิบัติ ตามขั้นตอนของการปฏิบัติ		
สื่อการสอน	**หนังสืออ้างอิง**	1,6,11,14,20
	เอกสารประกอบ	-
วัสดุโสตทัศน์ 1. กิ่งพืชที่มีใบติด 3 - 4 ใบ 2. กิ่งพืชที่ไม่มีใบติด 3. สาร IBA 4. สาร NAA 5. เครื่องชั่งชนิดละเอียด 6. เอทธิลแอลกอฮอล์ 7. บิกเกอร์ 8. กระบอกตวงสาร 9. แท่งแก้วคนสาร 10. น้ำกลั่น 11. กะบะชำที่มีส่วนผสมของ ทราบ : ขี้เถ้าแกลบ อัตราส่วน 1 : 1		
งานมอบหมาย ให้นักศึกษารดน้ำดูแลกิ่งปักชำ จนครบ 3 สัปดาห์ จากนั้นทำการถอนโดยอย่าให้รากของกิ่งปักชำขาด ทำการบันทึกข้อมูลตามแบบตารางบันทึก แล้วสรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง ส่ง		
การวัดผล ให้คะแนนจากงานมอบหมาย และคะแนนการสอบหลังบทปฏิบัติการ		

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

แนวการสอน	รหัสวิชา 03-932-403 บทปฏิบัติการที่ 5 บทเรียนที่ 1
ชื่อบทปฏิบัติการ การติดผลและการพัฒนาของผลที่ไม่มีเมล็ดโดยการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช	เวลา 50 นาที

ชื่อบทเรียน การพัฒนาการของผลที่ไม่มีเมล็ด

จุดประสงค์ 5.1 เข้าใจการพัฒนาการของผลที่ไม่มีเมล็ด

5.1.1 อธิบายพัฒนาการของผล

5.1.2 อธิบายการพัฒนาของผลที่ไม่มีเมล็ด

การติดผลและการพัฒนาของผล ไม่มีเมล็ดโดยใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

ผล (fruit) คือส่วนของรังไข่ที่พัฒนาขึ้นมาจากดอก การติดผลเป็นขบวนการซึ่งเกิดจากการที่ไข่ (ovule) ได้รับการปฏิสนธิโดยละอองเกสรตัวผู้ (pollen) นอกจากนี้แล้วยังมีผลบางชนิดซึ่งเจริญขึ้นได้โดยไม่มีการปฏิสนธิ เรียกว่า parthenocarpic fruit การพัฒนาของผลไม่มีเมล็ดที่เกิดในธรรมชาติ มี 2 แบบ คือ

1. vegetative parthenocarpy คือการพัฒนาของผลโดยที่ไม่มีการถ่ายละอองเกสร (pollination) เช่น สับปะรด กล้วย

2. stimulative parthenocarpy คือการพัฒนาของผลโดยที่ไม่มีการปฏิสนธิ แต่ได้รับการกระตุ้นจากละอองเกสร (pollen grain)

พัฒนาการของผลที่ไม่มีเมล็ด

การพัฒนาของผลไม่มีเมล็ด อาจเกิดขึ้นได้โดยการกระตุ้นของออกซิน (auxin) เพราะว่าในรังไข่ของพืชที่มีเมล็ดมากบางชนิดมีปริมาณของออกซินต่ำกว่าพวก parthenocarpic fruit และในผลไม้บางอย่างเมล็ดมีความสำคัญต่อการพัฒนาของผลมาก เช่นในสตรอเบอรี่ ถ้าดึงเมล็ดออกไม่ว่าระยะใดของการเจริญเติบโต ผลจะหยุดการพัฒนา แต่ในพวก parthenocarpic fruit นั้น การพัฒนาของผลจะไม่เกี่ยวข้องหรือไม่ขึ้นอยู่กับการพัฒนาของเมล็ด

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

การพัฒนาของผลที่ไม่มีเมล็ดนี้ นอกจากจะเกิดขึ้นโดยธรรมชาติแล้ว ยังสามารถชักนำให้เกิดขึ้นได้ โดยการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตบางชนิด เช่นสารในกลุ่มออกซิน (auxine) และจิบเบอเรลลิน (gibberellin, GA) ออกซินที่ช่วยเพิ่มการติดผล (fruit set) ที่ใช้กันมาก ได้แก่ 4 - CPA และ BNOA ออกซินใช้ได้ผลดีในผลที่มี ovule มาก เช่น มะเขือเทศ มะเขือยาว ยาสูบ แต่ใช้ไม่ได้ผลกับพวกที่มีกะลาแข็ง (stone fruits) จิบเบอเรลลินสามารถกระตุ้นให้เกิดการติดผลได้ เช่นเดียวกับออกซิน และยังสามารถช่วยเพิ่มขนาดของผลในพืชบางชนิดด้วย

ปัจจุบันในประเทศไทยมีการปลูกมะเขือเทศกันมาก การติดผลของมะเขือเทศจะมีน้อยถ้าอุณหภูมิสูงหรือต่ำเกินไป ในประเทศไทยอุณหภูมิเฉลี่ยค่อนข้างสูง การติดผลของมะเขือเทศมักจะน้อย การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตช่วยในการติดผลอาจเป็นสิ่งจำเป็นต่อการผลิตมะเขือเทศต่อไปในอนาคต ในต่างประเทศมีการทดลองใช้ออกซิน เพิ่มการติดผลในมะเขือเทศที่ปลูกในเรือนกระจก โดย 4 - CPA ความเข้มข้น 15 ppm หรือ BNOA ความเข้มข้น 50 ppm พ่นทุก ๆ 7 - 10 วัน โดยพ่นจากดอกในช่อบนประมาณ 3 - 4 ดอก สำหรับมะเขือเทศที่ปลูกในแปลงได้มีการทดลองใช้ 4 - CPA ความเข้มข้น 50 ppm ปรากฏว่าสามารถเพิ่มการติดผลได้ดี นอกจากนี้จิบเบอเรลลินยังสามารถเพิ่มการติดผลได้เช่นกัน และช่วยให้เกิดผลที่ไม่มีเมล็ดด้วย จิบเบอเรลลินที่นิยมใช้ คือ gibberellic acid (GA_3) และ gibberellin kyowa powder โดยมีการใช้ gibberellin kyowa powder กับมะเขือเทศ โดยใช้ความเข้มข้น 80, 160 และ 320 ppm ปรากฏว่า ทุกความเข้มข้นสามารถชักนำให้เกิดผลที่ไม่มีเมล็ดได้ และผลที่ได้จะมีโพรงในผล และในผรั่ง จิบเบอเรลลินเข้มข้น 20 - 300 ppm พ่นในระยะดอกบานสามารถทำให้ผรั่งมีเมล็ดน้อยลงได้

วิธีสอนและกิจกรรม บรรยายโดยฉายภาพข้ามศีรษะ และให้นักศึกษาซักถาม		
สื่อการสอน	**หนังสืออ้างอิง**	6,10,11,14,20
	เอกสารประกอบ	-
วัสดุโสตทัศน์ แผ่นใส		
งานมอบหมาย -		
การวัดผล สอบเก็บคะแนนหลังบทปฏิบัติการ		

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

แนวการสอน	รหัสวิชา 03-932-403 บทปฏิบัติการที่ 5 บทเรียนที่ 2
ชื่อบทปฏิบัติการ การติดผลและการพัฒนาของผลที่ไม่มีเมล็ดโดยการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช	เวลา 250 นาที

ชื่อบทเรียน การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชเพื่อการพัฒนาของผลที่ไม่มีเมล็ด

จุดประสงค์ 5.2 ปฏิบัติการการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชเพื่อการพัฒนาของผลที่ไม่มีเมล็ด

5.2.1 ปฏิบัติการการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชต่อการติดผลของมะเขือเทศ

5.2.2 ศึกษาผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชต่อการติดผลของมะเขือเทศ

งานที่ต้องปฏิบัติ

พ่นสารกับช่อดอกมะเขือเทศ ในขณะที่ดอกยังไม่บาน โดยใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตชนิดต่าง ๆ ความเข้มข้นดังต่อไปนี้

PCPA ความเข้มข้น 0 , 40 , 60 , 80 ppm.

BNOA ความเข้มข้น 0 , 40 , 120 , 160 ppm.

NAA ความเข้มข้น 0 , 40 , 60 , 80 ppm.

GA ความเข้มข้น 0 , 80 , 120 , 160 ppm.

พ่นสาร 3 ครั้ง แต่ละครั้งห่างกัน 7 วัน

การบันทึกข้อมูล

บันทึกข้อมูลในทุก treatment ดังต่อไปนี้

1. การร่วงของดอกหลังจากใช้สาร
2. จำนวนผลต่อช่อ
3. น้ำหนักผลเฉลี่ยต่อผล
4. ขนาดผลเฉลี่ยต่อผล
5. จำนวนเมล็ดในผลเฉลี่ยต่อผล

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

ผลการทดลอง

สารที่ใช้.....

ตารางที่ 1 แสดงการร่วงของดอก และจำนวนผล/ช่อ ของมะเขือเทศหลังใช้สาร

ความเข้มข้น (ppm.)	การร่วงของดอก	จำนวนผลต่อช่อ
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....

ตารางที่ 2 แสดงน้ำหนักผลเฉลี่ย / ผล ขนาดผลเฉลี่ย / ผล ของมะเขือเทศหลังเก็บเกี่ยว

ความเข้มข้น (ppm.)	น้ำหนักผลเฉลี่ย / ผล (กรัม)	ขนาดผลเฉลี่ย / ผล (ซ.ม.)
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....

ตารางที่ 3 แสดงจำนวนเมล็ดเฉลี่ย / ผล ของมะเขือเทศหลังเก็บเกี่ยว

ความเข้มข้น (ppm.)	จำนวนเมล็ดเฉลี่ย / ผล
.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

สรุปและวิจารณ์		
วิธีสอนและกิจกรรม	1. ทำการสอนแบบบรรยาย และสาธิตการพ่นสารควบคุมการเจริญเติบโตให้นักศึกษาดู 2. ให้นักศึกษาปฏิบัติขั้นตอน ของงานที่ต้องปฏิบัติ	
สื่อการสอน	**หนังสืออ้างอิง**	6,10,11,14,20
	เอกสารประกอบ	-
วัสดุโสตทัศน์	1. ต้นกล้ามะเขือเทศ 2. สารควบคุมการเจริญเติบโตบางชนิด เช่น PCPA BNOA NAA และ GA 3. เครื่องชั่งสาร 4. เอทธิลแอลกอฮอล์ 95 % 5. กระบอกตวงสาร 6. แท่งแก้วคนสาร 7. น้ำกลั่น 8. กระบอกฉีด	
งานมอบหมาย	ให้นักศึกษาดูแลต้นกล้ามะเขือเทศ แล้วทำการพ่นสารชนิดต่าง ๆ ตามขั้นตอนการปฏิบัติ แล้วทำการบันทึกผลการทดลอง	
การวัดผล	ให้คะแนนจากงานมอบหมาย และคะแนนการสอบหลังบทปฏิบัติการ	

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

แนวการสอน	รหัสวิชา 03-932-403 บทปฏิบัติการที่ 6 บทเรียนที่ 1
ชื่อบทปฏิบัติการ สารควบคุมการเจริญเติบโตกับการออกดอกของพืช	เวลา 50 นาที

ชื่อบทเรียน การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตกับการออกดอกของพืช

จุดประสงค์ 6.1 เข้าใจการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตกับการออกดอกของพืช

6.1.1 อธิบายปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกดอกของพืช

6.1.2 อธิบายการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตกับการออกดอกของพืช

สารควบคุมการเจริญเติบโตกับการออกดอกของพืช

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกดอกของพืช

การออกดอกของพืช ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการอาทิเช่น อุณหภูมิ ความชื้นในดิน และสารควบคุมการเจริญเติบโต ซึ่งทุกปัจจัยที่กล่าวมานั้นมีผลกระทบต่อระดับฮอร์โมนในพืชแทบทั้งสิ้น ในช่วงที่มีการออกดอกของไม้ผลยืนต้นหลายชนิด พบว่าปริมาณจิบเบอเรลลินจะลดลง และเอทธิลีนจะเพิ่มขึ้นนั่นคือ จิบเบอเรลลินเป็นสารที่ส่งเสริมให้พืชเติบโตด้าน กิ่ง ใบ หรือเป็นฮอร์โมนที่เกี่ยวข้องกับเยาวภาพ (juvenility) ส่วนเอทธิลีนจะส่งเสริมให้เกิดการชราภาพ (senesecnce)

การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตกับการออกดอกของพืช

ปัจจุบันได้มีการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโต เพื่อกระตุ้นให้พืชออกดอกได้ตามต้องการ เช่น เอทีฟอน (ethephon ; 2 - chloroethyl phosphonic acid) เป็นสารที่สามารถปลดปล่อยก๊าซเอทธิลีนให้แก่พืช มีผู้นำเอทีฟอนมาใช้ในการเกษตรเพื่อประโยชน์หลายประการ ประการหนึ่งคือ กระตุ้นให้พืชบางชนิดออกดอกได้ เช่น มีการใช้เอทีฟอน จีดในไร่สับปะรด ในปริมาณ 1, 2, 4 ปอนด์ต่อเอเคอร์ พบว่าทุกความเข้มข้นสามารถชักนำให้สับปะรดออกดอกได้ถึง

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

100 % เมื่อใช้ปริมาณสูงจะทำให้ออกดอกเร็วขึ้น คือพืชได้รับ 4 ปอนด์/เอเคอร์ จะออกดอกเร็วกว่าได้รับ 1 ปอนด์/เอเคอร์ ถึง 3 สัปดาห์ นอกจากนี้เอทีฟอน 750 ppm สามารถทำให้พืชเกิดการใบร่วงได้ และผลที่ตามมาคือเกิดตาดอกขึ้น แต่เอทธิลีนไม่จัดเป็น flowering hormone เนื่องจากสามารถกระตุ้นการออกดอกของพืชบางชนิดเท่านั้น นอกจากเอทธิลีนแล้วมีผู้ทดลองใช้ NAA ความเข้มข้น 10 - 75 ppm เพื่อเร่งการออกดอกของมะลิในฤดูหนาว ปรากฏว่า NAA เข้มข้น 75 ppm ให้จำนวนดอกเฉลี่ยต่อต้นมากที่สุด

วิธีสอนและกิจกรรม บรรยายโดยฉายภาพข้ามศีรษะ และให้นักศึกษาซักถาม		
สื่อการสอน	**หนังสืออ้างอิง**	4,6,11,20
	เอกสารประกอบ	-
วัสดุโสตทัศน์ แผ่นใส		
งานมอบหมาย -		
การวัดผล สอบเก็บคะแนนหลังบทปฏิบัติการ		

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

แนวการสอน	รหัสวิชา 03-932-403 บทปฏิบัติการที่ 6 บทเรียนที่ 2
ชื่อบทปฏิบัติการ สารควบคุมการเจริญเติบโตกับการออกดอกของพืช	เวลา 250 นาที

ชื่อบทเรียน ปฏิบัติการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตกับการออกดอกของพืช

จุดประสงค์ 6.2 ปฏิบัติการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตกับการออกดอกของพืช

6.2.1 ปฏิบัติการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตกับการออกดอกของพืช

6.2.2 เปรียบเทียบผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการออกดอกของพืช

งานที่ต้องปฏิบัติ

1. พ่นเอทีฟอน ความเข้มข้น 0 , 100 , 200 , 300 ppm. กับมะลิลา โดยใช้มะลิลา 3 ต้น / ความเข้มข้น พ้น 2 ครั้ง แต่ห่างกัน 2 สัปดาห์

2. พ่น NAA ความเข้มข้น 0 , 25 , 50 , 75 ppm. กับมะลิลา โดยใช้มะลิลา 3 ต้น / ความเข้มข้น พ้น 2 ครั้ง แต่ห่างกัน 1 สัปดาห์

3. บันทึกจำนวนวันที่มะลิลาเริ่มแทงช่อดอก หลังจากพ่นสารครั้งสุดท้าย

4. บันทึกจำนวนดอกต่อต้นทุกวันในทุกความเข้มข้น เป็นเวลา 30 วัน โดยเริ่มนับหลังพ่นสารครั้งสุดท้าย 1 สัปดาห์

5. วัดขนาดของดอกในทุกความเข้มข้น

6. สังเกตลักษณะของดอก และใบ หลังจากใช้สาร

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

ผลการทดลอง

สารที่ใช้.....

ตารางที่ 1 วันเริ่มแทงช่อดอก และจำนวนดอก / ต้น ของมะลิลาหลังใช้สาร

ความเข้มข้น (ppm.)	วันเริ่มแทงช่อดอก	จำนวนดอก / ต้น
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....

ตารางที่ 2 แสดงลักษณะของดอก และลักษณะอื่น ๆ ที่ผิดปกติของมะลิ

ความเข้มข้น (ppm.)	เส้นผ่าศูนย์กลางดอก (ซ.ม.)	ลักษณะที่ผิดปกติ
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....

สรุปและวิจารณ์

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

วิธีสอนและกิจกรรม	1. ทำการสอนแบบบรรยาย ประกอบการสาธิตการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชกับการออกดอกของมะลิลา ดู 2. ให้นักศึกษาปฏิบัติตามขั้นตอน ของงานที่ต้องปฏิบัติ	
สื่อการสอน	**หนังสืออ้างอิง**	4,6,14,20
	เอกสารประกอบ	-
วัสดุโสตทัศน์	1. ต้นมะลิลา 2. สารเอทีฟอน 3. สาร NAA 4. เครื่องชั่งสารชนิดละเอียด 5. เอทธิลแอลกอฮอล์ 95 % 6. บิกเกอร์ 7. กระบอกตวงสาร 8. แท่งแก้วคนสาร 9. น้ำกลั่น 10. กระบอกฉีด	
งานมอบหมาย	ให้นักศึกษาดูแลรักษาต้นมะลิลา แล้วปฏิบัติตามขั้นตอนของงานที่ต้องปฏิบัติ บันทึกผลการทดลอง สรุปและวิจารณ์ผลการทดลองส่ง	
การวัดผล	ให้คะแนนจากงานมอบหมาย และคะแนนการสอบหลังบทปฏิบัติการ	

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

แนวการสอน	รหัสวิชา 03-932-403 บทปฏิบัติการที่ 7 บทเรียนที่ 1
ชื่อบทปฏิบัติการ สารควบคุมการเจริญเติบโตกับการแตกตาข้างของพืช	เวลา 50 นาที

ชื่อบทเรียน การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตกับการแตกตาข้างของพืช

จุดประสงค์ 7.1 เข้าใจการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตกับการแตกตาข้างของพืช

7.1.1 อธิบายผลของออกซินต่อการข่มการแตกตาข้างของพืช

7.1.2 อธิบายผลของไซโตไคนินต่อการกระตุ้นการแตกตาข้างของพืช

สารควบคุมการเจริญเติบโตกับการแตกตาข้างของพืช

ผลของออกซินต่อการข่มการแตกตาข้างของพืช

ไม้ประดับบางชนิดเมื่อเจริญเติบโตได้ระยะหนึ่งแล้ว มักจะทิ้งใบล่างทำให้ไม่เกิดความสวยงามเนื่องจากต้นจะสูงไปเรื่อย ๆ โดยไม่มีการเจริญของตาข้างออกมาทดแทน การที่ตาข้างไม่เจริญออกมาในขณะที่ตายอดยังอยู่นั้น เป็นผลของ apical dominance คือ การที่ตายอดมีอิทธิพลข่มการเจริญเติบโตของตาข้าง ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากออกซินธรรมชาติที่มีอยู่ในพืชโดยทั่ว ๆ ไปแล้วถ้าไม่มีการตัดยอด ยอดนั้นก็มักจะเจริญไปได้เรื่อย ๆ โดยที่ตาข้างไม่แตกออกมาเป็นกิ่ง แต่ถ้ามีการตัดยอดซึ่งเป็นแหล่งที่สร้างออกซินออก ก็จะทำให้ปริมาณออกซินลดลงจนพอเหมาะแก่การเจริญของตาข้าง จึงทำให้ตานั้นเจริญออกมาแทนตายอดได้ แต่ในไม้ประดับนั้นบางครั้งเราต้องรักษายอดไว้ และต้องการให้เกิดแขนงด้านข้างด้วยเพื่อให้เกิดพุ่มสวยงาม จึงได้มีการค้นคว้าหาสารเพื่อทำให้เกิดการแตกตาข้างได้ โดยไม่ทำลายตายอด

ผลของไซโตไคนินต่อการกระตุ้นการแตกตาข้างของพืช

เนื่องจากไซโตไคนิน (cytokinins) เป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตที่สามารถกระตุ้นการแตกของตา และเร่งการเจริญของแคลลัสได้ ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช (tissue culture) จึงได้มีการนำเอาไซโตไคนินมาใช้กับพืช ซึ่งมีผู้พบว่าการให้ ไคเนติน (kinetin) ซึ่งเป็นสารในกลุ่มไซโตไคนินแก่พืช สามารถลบล้างอิทธิพลของออกซินต่อการเกิด apical dominance ได้

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

โดยทั่วไปในสภาพที่มีความเข้มของแสงสูง และไนโตรเจนสูงจะกระตุ้นให้เกิดไซโตไคนินมากขึ้นในพืชซึ่งจะมีผลทำให้เกิดการแตกตาข้างได้โดยธรรมชาติ

สารยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชบางตัว เช่น TIBA มีผลขัดขวางการเคลื่อนย้ายของออกซิน (auxin - transport inhibitor) การใช้ TIBA ทารอบ ๆ กิ่งได้ตายอดพบว่า TIBA สามารถทำลายอิทธิพลของออกซินที่มีต่อ apical dominance ได้ และในขณะเดียวกันก็ไม่ทำให้ตายอดชะงักการเจริญเติบโต

วิธีสอนและกิจกรรม บรรยายโดยฉายภาพข้ามศีรษะ และให้นักศึกษาซักถาม		
สื่อการสอน	**หนังสืออ้างอิง**	10,11,18,20
	เอกสารประกอบ	-
วัสดุโสตทัศน์ แผ่นใส		
งานมอบหมาย -		
การวัดผล สอบเก็บคะแนนหลังบทปฏิบัติการ		

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

แนวการสอน	รหัสวิชา 03-932-403 บทปฏิบัติการที่ 7 บทเรียนที่ 2
ชื่อบทปฏิบัติการ สารควบคุมการเจริญเติบโตกับการแตกตาข้างของพืช	เวลา 250 นาที

ชื่อบทเรียน ปฏิบัติการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตกับการแตกตาข้างของพืช

จุดประสงค์ 7.2 ปฏิบัติการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตกับการแตกตาข้างของพืช

7.2.1 ปฏิบัติการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตกับการแตกตาข้างของพืช

7.2.2 เปรียบเทียบผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการแตกตาข้างของพืช

งานที่ต้องปฏิบัติ

1. ใช้สาร TIBA ความเข้มข้น 0 , 4,000 , 8,000 และ 12,000 ppm. ในรูปแป้งเปียกทารอบ ๆ กิ่ง บริเวณใต้ปลายยอดของเล็บครุฑ โกสน หรือสาวน้อยประแป้ง

2. ใช้สาร BA ความเข้มข้น 0 , 2,000 , 4,000 และ 6,000 ppm. ในรูปแป้งเปียกทาที่ตาข้างของพืช

บันทึกผลหลังจากใช้สาร 2 สัปดาห์

ผลการทดลอง

พืช.....สารที่ใช้.....

ตาราง แสดงจำนวนตา % แตกตา และลักษณะของตาหลังให้สาร 2 สัปดาห์

ความเข้มข้น	จำนวนตาที่ใช้สาร	จำนวนตาที่แตก	% การแตกตา	ลักษณะของตา
.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง		
วิธีสอนและกิจกรรม 1. ทำการสอบแบบบรรยาย ประกอบการสาธิตการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช กับการแตกตาข้าง ด้วยการป้ายสารให้นักศึกษาดู 2. ให้นักศึกษาปฏิบัติตามขั้นตอน ของงานที่ต้องปฏิบัติ		
สื่อการสอน	**หนังสืออ้างอิง**	10,11,18,20
	เอกสารประกอบ	-
วัสดุโสตทัศน์ 1. ไม้ประดับในกระถาง เช่น เล็บครุฑ โกสน สาวน้อยประแป้ง ฯลฯ 2. สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชกลุ่มไซโตไคนิน เช่น BA 3. สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชกลุ่มสารยับยั้ง เช่น TIBA 4. เครื่องชั่งชนิดละเอียด 5. เอทธิลแอลกอฮอล์ 95 % 6. บิกเกอร์ 7. กระบอกตวงสาร 8. แท่งแก้วคนสาร 9. น้ำกลั่น 10. โซเดี่ยมไฮดรอกไซด์ (Na oH) 0.5 M. 11. สาโนสิน 12. หม้อต้มน้ำ 13. เตาไฟฟ้า 14. สำลีพันก้าน		
งานมอบหมาย ให้นักศึกษาดูแลรักษาต้นไม้ที่ทำการทดลอง บันทึกผลการทดลอง สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง ส่ง		
การวัดผล ให้คะแนนจากงานมอบหมาย และคะแนนการสอบหลังบทปฏิบัติการ		

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

แนวการสอน	รหัสวิชา 03-932-403 บทปฏิบัติการที่ 8 บทเรียนที่ 1
ชื่อบทปฏิบัติการ สารควบคุมการเจริญเติบโตกับการพักตัวของพืช	เวลา 50 นาที

ชื่อบทเรียน การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตกับการพักตัวของพืช

จุดประสงค์ 8.1 เข้าใจการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตกับการพักตัวของพืช

8.1.1 อธิบายการพักตัวของเมล็ดพืช และการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

8.1.2 อธิบายการพักตัวของตาพืช และการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

สารควบคุมการเจริญเติบโตกับการพักตัวของพืช

การพักตัวของพืช เป็นกลไกที่เกิดขึ้นในพืช เพื่อต่อสู้กับสิ่งแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมเพื่อการอยู่รอดของพืช ซึ่งอาจเป็นการพักตัวของเมล็ด การพักตัวของลำต้น การพักตัวของหน่อหรือตาข้าง หรือการพักตัวของหัวในดิน เป็นต้น และเมื่อสิ่งแวดล้อมเหมาะสมการพักตัวก็จะสิ้นสุดลง

การพักตัวของเมล็ด เกิดจากปัจจัยหลายประการ

1. สภาพแวดล้อมภายนอก เช่น แสง เมล็ดพืชบางชนิดถ้าได้รับแสงจะไม่งอก แต่บางชนิดต้องการแสงในการงอก อุณหภูมิสูงหรือต่ำเกินไป และการขาดน้ำ เป็นต้น

2. สภาพภายในพืชเอง เช่น

- เปลือกหุ้มเมล็ดแข็ง และหนาไป ซึ่งจะขัดขวางการซึมเข้าของน้ำและออกซิเจน
- เอ็มบริโอยังไม่เจริญเต็มที่
- มีสารยับยั้งการงอก

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

การพักตัวของเมล็ดขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการดังกล่าวมาแล้ว แต่ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะอิทธิพลของสารยับยั้งการงอกที่อยู่ภายในเมล็ด โดยเฉพาะ ABA (abscissic acid) เมล็ดพืชบางชนิดจะต้องผ่านความเย็นระยะหนึ่งก่อนเมล็ดจึงจะงอกได้ ซึ่งพบว่าเมล็ดพวกนี้จะมีปริมาณ ABA สูง เมื่อผ่านความเย็นแล้วปริมาณ ABA จะลดลง และจิบเบอเรลลินจะเพิ่มขึ้น เมล็ดจึงสามารถงอกได้

ในส้มบางชนิด เช่น sweet orange เมล็ดงอกช้ามาก การใช้จิบเบอเรลลินความเข้มข้น 1,000 ppm แช่เมล็ดเป็นเวลา 24 ช.ม. เมล็ดจะงอกได้ดีขึ้น เมล็ดองุ่นจะต้องผ่านความเย็นที่ 5 $^{\circ}$ C เป็นเวลา 3 เดือนเมล็ดจึงจะงอกได้ แต่ถ้าใช้จิบเบอเรลลินความเข้มข้น 8,000 ppm แช่เมล็ดเป็นเวลา 20 ช.ม. จะสามารถทดแทนความเย็นได้

ในมะละกอพบว่า ใช้จิบเบอเรลลินความเข้มข้น 250 ppm แช่เมล็ดก่อนนำไปเพาะจะทำให้เมล็ดงอกได้เร็วกว่าปกติประมาณ 4 วัน นอกจากจิบเบอเรลลินแล้ว ไซโตไคนินสามารถทำลายการพักตัวของเมล็ดพืชบางชนิดได้ โดยสามารถทำลายผลของ ABA ได้

การพักตัวของตา

มีกลไกคล้ายกับการพักตัวของเมล็ด และปัจจัยที่สามารถทำลายการพักตัวนี้ได้คือ แสง อุณหภูมิ และสารควบคุมการเจริญเติบโตบางชนิด

พืชบางชนิดมีการพักตัวของตาแต่ลบล้างได้โดยความยาวช่วงแสง พืชบางชนิดต้องการอุณหภูมิต่ำ เพื่อทำลายการพักตัว ในหัวมันฝรั่ง การพักตัวของตาถูกควบคุมโดยสารยับยั้งภายใน แต่ถ้าใช้จิบเบอเรลลิน ไซโตไคนิน และสารที่ปลดปล่อยก๊าซเอทธิลีน จะสามารถลบล้างการพักตัวของตาในหัวมันฝรั่งได้ การพักตัวของหัวแกล็ดดิโอลัส (gladiolus) ก็เช่นกัน มีการทดลองจุ่ม

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

หัวมันฝรั่งลงในสารละลายจิบเบอเรลลิน เข้มข้น 0.05 ถึง 5 ppm เป็นเวลา 10 นาที ก่อนนำไปปลูก จะสามารถกระตุ้นการงอกได้ หรือใช้สาร BAP ซึ่งเป็นสารในกลุ่มไซโตไคนิน ความเข้มข้น 20 ถึง 100 ppm แช่หัวมันฝรั่งทิ้งไว้ 24 ช.ม. จะกระตุ้นการงอกได้ดีกว่าการใช้จิบเบอเรลลิน

วิธีสอนและกิจกรรม บรรยายโดยฉายภาพข้ามศีรษะ และให้นักศึกษาซักถาม		
สื่อการสอน	**หนังสืออ้างอิง**	2,6,10,11,17,20
	เอกสารประกอบ	-
วัสดุโสตทัศน์	แผ่นใส	
งานมอบหมาย	-	
การวัดผล	สอบเก็บคะแนนหลังบทปฏิบัติการ	

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

แนวการสอน	รหัสวิชา 03-932-403 บทปฏิบัติการที่ 8 บทเรียนที่ 2
ชื่อบทปฏิบัติการ สารควบคุมการเจริญเติบโตกับการพักตัวของพืช	เวลา 250 นาที

ชื่อบทเรียน ปฏิบัติการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตกับการพักตัวของพืช

จุดประสงค์ 8.2 ปฏิบัติการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตกับการพักตัวของพืช

8.2.1 ปฏิบัติการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตกับการพักตัวของพืช

8.2.2 เปรียบเทียบความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการกระตุ้นการงอกของเมล็ด

งานที่ต้องปฏิบัติ

1. นำเมล็ดมะละกอที่ล้างเมือกออกเรียบร้อยแล้ว แช่ในสารละลายของ GA_3 ความเข้มข้น 0 , 100 , 200 , 300 และ 400 ppm. ความเข้มข้นละ 50 เมล็ด เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำไปเพาะในวัสดุเพาะ
2. บันทึกจำนวนวันในการงอกของเมล็ด ในทุกระดับความเข้มข้น
3. หาเปอร์เซนต์ความงอกของเมล็ด ในทุกระดับความเข้มข้น

ผลการทดลอง

ตาราง แสดงจำนวนวันในการงอก และเปอร์เซนต์การงอกของเมล็ดมะละกอหลังใช้สาร

ความเข้มข้น (ppm.)	จำนวนวันในการงอก	% การงอก
0	.....	.....
100	.....	.....
200	.....	.....
300	.....	.....
400	.....	.....

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

วิธีสอนและกิจกรรม 1. ทำการสอนแบบบรรยาย ประกอบการสาธิตการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชในการทำลายการพักตัวของเมล็ดพืช ให้นักศึกษาดู

2. ให้นักศึกษาปฏิบัติตามขั้นตอน ของงานที่ต้องปฏิบัติ

สื่อการสอน	**หนังสืออ้างอิง**	2,6,10,11,17,20
	เอกสารประกอบ	-

วัสดุโสตทัศน์ 1. เมล็ดมะละกอ
2. สาร GA_3
3. เอทิลแอลกอฮอล์ 95 %
4. บิกเกอร์
5. เครื่องชั่งชนิดละเอียด
6. กระบอกตวง
7. แท่งแก้วคนสาร
8. น้ำกลั่น
9. วัสดุเพาะเมล็ด

งานมอบหมาย ให้นักศึกษาปฏิบัติตามขั้นตอนที่ต้องปฏิบัติ ทำการบันทึกผลการทดลอง และวิจารณ์และสรุปผลการทดลอง ส่ง

การวัดผล ให้คะแนนจากงานมอบหมาย และคะแนนการสอบหลังบทปฏิบัติการ

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

แนวการสอน	รหัสวิชา 03-932-403 บทปฏิบัติการที่ 9 บทเรียนที่ 1
ชื่อบทปฏิบัติการ การควบคุมขนาดของพืชโดยการใช้สารชะลอการเจริญเติบโต	เวลา 50 นาที

ชื่อบทเรียน การควบคุมขนาดของพืชโดยการใช้สารชะลอการเจริญเติบโต

จุดประสงค์ 9.1 เข้าใจการควบคุมขนาดของพืชโดยการใช้สารชะลอการเจริญเติบโต

9.1.1 อธิบายลักษณะการทำงานของสารในกลุ่มชะลอการเจริญเติบโตของพืช

9.1.2 บอกชื่อสารในกลุ่มชะลอการเจริญเติบโตของพืช

การควบคุมขนาดของพืชโดยใช้สารชะลอการเจริญเติบโต

สารชะลอการเจริญเติบโตของพืช (plant growth retardants) เป็นสารที่สามารถชะลอการยืดตัวของลำต้น และยับยั้งการแบ่งเซลล์บริเวณเนื้อเยื่อเจริญใต้ส่วนยอด (sub - apical meristem) โดยไม่มีผลทำให้เกิดการโค้งงอของลำต้น หรือการแคระแกร็นของใบ นอกจากนี้สารในกลุ่มนี้ยังมีผลทำให้ใบพืชมีสีเขียวเข้มขึ้น ใบหนาขึ้น ทำให้ทนทานกับสภาพแวดล้อมได้ดีกว่าปกติ

สารในกลุ่มนี้เป็นสารที่มนุษย์สังเคราะห์ขึ้นทั้งหมด โดยเริ่มนำมาใช้เมื่อปี ค.ศ. 1949 เพื่อประโยชน์ในการควบคุมความสูงของไม้ดอกไม้ประดับให้มีขนาดกระทัดรัด เหมาะแก่การปลูกในกระถาง ผลทางอ้อมจากการใช้สารกลุ่มนี้มีประโยชน์อย่างมากในการเกษตร เช่น เพิ่มผลผลิตของผักหลายชนิด เพิ่มคุณภาพของผล ช่วยในการติดผล และเร่งการออกดอกของพืช เป็นต้น ตัวอย่างเช่น มีการใช้ daminozide ความเข้มข้น 2,500 ถึง 5,000 ppm พ่นทางใบจะช่วยลดความสูงของดาวเรืองได้ หรือใช้ chlormequat ความเข้มข้น 5,000 ppm พ่นทางใบกับคาร์เนชั่น ก็จะสามารถทำให้ทรงต้นของคาร์เนชั่นกระทัดรัดขึ้น นอกจากจะลดความสูงของต้นแล้ว มีการใช้

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

daminozide ความเข้มข้น 2,000 และ 4,000 ppm พ่นต้นผักกาดเขียวปลีที่ปลูกในฤดูร้อน จะทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นจากเดิมต้นละ 40 กรัม เป็นต้นละ 100 ถึง 106 กรัม มะม่วงน้ำดอกไม้ทะวายเบอร์ 4 อายุ 1 ปีหลังติดตาเมื่อได้รับสาร paclobutrazol อัตรา 2 กรัม / ต้น โดยการรดลงดิน จะออกดอกหลังให้สาร 1 - 2 เดือน

รายชื่อสารที่อยู่ในกลุ่มสารชะลอการเจริญเติบโต

สารชะลอการเจริญเติบโตที่รู้จักกันดี ได้แก่

SADH (Alar 85, B - Nine, B - 9, daminozide)

Phosphon - D (Phosphonium, CBBP)

Cycocel (CCC, Chlormequat)

A - rest (Ancymidal, Reducymol)

Mepiquat chloride (Pix)

Paclobutrazol (Culta)

วิธีสอนและกิจกรรม บรรยายโดยฉายภาพข้ามศีรษะ และให้นักศึกษาซักถาม		
สื่อการสอน	**หนังสืออ้างอิง**	6,10,11,12,13,17,20
	เอกสารประกอบ	-
วัสดุโสตทัศน์	แผ่นใส	
งานมอบหมาย	-	
การวัดผล	สอบเก็บคะแนนหลังบทปฏิบัติการ	

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

แนวการสอน	รหัสวิชา 03-932-403 บทปฏิบัติการที่ 9 บทเรียนที่ 2
ชื่อบทปฏิบัติการ การควบคุมขนาดของพืชโดยการใช้สารชะลอการเจริญเติบโต	เวลา 250 นาที

ชื่อบทเรียน ปฏิบัติการควบคุมขนาดของพืชโดยการใช้สารชะลอการเจริญเติบโต

จุดประสงค์ 9.2 ปฏิบัติการควบคุมขนาดของพืชโดยการใช้สารชะลอการเจริญเติบโต

9.2.1 ปฏิบัติการควบคุมขนาดของพืชโดยการใช้สารชะลอการเจริญเติบโต

9.2.2 เปรียบเทียบความเข้มข้นของสารกลุ่มชะลอการเจริญเติบโต ต่อการเจริญเติบโตของพืช

งานที่ต้องปฏิบัติ

ให้นักศึกษาปลูกดาวเรืองในกระถางขนาด 8 นิ้ว กลุ่มละ 20 ต้น กระถางละ 1 ต้น ใช้สาร daminozide ความเข้มข้น 0 , 2,000 , 4,000 และ 6,000 ppm. โดยการพ่นสารทางใบให้เปียกทั่วต้น เริ่มพ่นครั้งแรกเมื่อดาวเรืองอายุ 21 วัน นับจากวันที่เพาะเมล็ด ให้สาร 3 ครั้ง แต่ละครั้งห่างกัน 1 สัปดาห์

บันทึกผลการทดลองดังนี้

1. วัดความสูงของต้นดาวเรือง จากระดับใบเลี้ยงจนสุดยอดพุ่มต้น โดยวัดทุกครั้งเมื่อพ่นสารไปแล้ว 1 สัปดาห์

2. วัดความสูงของต้นเมื่อพ่นสารครั้งสุดท้ายไปแล้ว 1 สัปดาห์

3. นับจำนวนวันที่เริ่มออกดอก ตั้งแต่เพาะเมล็ดจนดอกมีขนาดเท่ากับเมล็ดถั่วเขียว

4. ศึกษาลักษณะของดาวเรืองเมื่อพ่นสารไปแล้ว 1 สัปดาห์

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

ผลการทดลอง

ตารางที่ 1 แสดงความสูงของต้นดาวเรือง

ความเข้มข้น (ppm.)	ความสูงของต้นเฉลี่ย (ซ.ม.) เมื่อให้สาร			ความสูงของต้นเฉลี่ยเมื่อให้สาร
	1	2	3	ครั้งสุดท้ายแล้ว 1 สัปดาห์
0	.....	.....	.....	.....
2,000	.....	.....	.....	.....
4,000	.....	.....	.....	.....
6,000	.....	.....	.....	.....

ตารางที่ 2 วันออกดอกของดาวเรืองนับจากวันที่เพาะเมล็ด จนดอกมีขนาดเท่ากับเมล็ดถั่วเขียว

ความเข้มข้น (ppm.)	วันที่ออกดอก
0	.....
2,000	.....
4,000	.....
6,000	.....

ตารางที่ 3 ลักษณะของดาวเรืองหลังให้สาร

ความเข้มข้น (ppm.)	ลักษณะของใบ	ลักษณะของดอก
0	.....	.....
2,000	.....	.....
4,000	.....	.....
6,000	.....	.....

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง		
วิธีสอนและกิจกรรม	1. ทำการสอบแบบบรรยาย ประกอบการสาธิตการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช เพื่อชะลอการเจริญเติบโตของดาวเรือง ให้นักศึกษา ดู 2. ให้นักศึกษาปฏิบัติตามขั้นตอน ของงานที่ต้องปฏิบัติ	
สื่อการสอน	**หนังสืออ้างอิง**	6,10,11,12,13,17,20
	เอกสารประกอบ	-
วัสดุโสตทัศน์	1. ต้นดาวเรือง 2. วัสดุปลูก 3. กระถางขนาด 8 นิ้ว 4. สาร daminozide 5. เครื่องชั่งสารชนิดละเอียด 6. กระบอกตวงสาร 7. แท่งแก้วคนสาร 8. น้ำกลั่น 9. กระบอกฉีด 10. ไม้บรรทัด	
งานมอบหมาย	ให้นักศึกษาปลูกต้นดาวเรือง และปฏิบัติตามขั้นตอนที่ต้องปฏิบัติ ทำการบันทึกผลการทดลอง สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง ส่ง	
การวัดผล	ให้คะแนนจากงานมอบหมาย และคะแนนการสอบหลังบทปฏิบัติการ	

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com