

แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ลำไยเป็นไม้ผลเขตร้อนและกึ่งร้อนเพราะสามารถปลูกได้ทั้งในเขตร้อนและกึ่งร้อนขึ้นกับชนิดของพันธุ์ ลำไยจัดเป็นพืชที่อยู่ในวงศ์ (Order) Sapindaceae มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Euphoria longona* Lamk. และต่อมาได้เปลี่ยนเป็น *Dimocarpus longan* Lour. มีพืชที่อยู่วงศ์เดียวกันหลายชนิด ได้แก่ เงาะ (*Nephclium lappaceum* Linn.) และ คอแลน (*N. hypoleucum* Kurz.) เป็นต้น (พิจิตร ศรีปิ่นตา. 2549 : 1)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของลำไย

ลำต้น

มีลำต้นขนาดปานกลางถึงใหญ่ขึ้นอยู่กับพันธุ์ ต้นที่เกิดจากเมล็ดมีลำต้นลักษณะตรงเมื่อเจริญเติบโตเต็มที่ที่มีความสูงประมาณ 10 - 20 เมตร และต้นที่เกิดจากกิ่งตอนมักแตกกิ่งก้านสาขาใกล้พื้นดิน ต้นที่เกิดขึ้นไม่ค่อยเหยียดตรงมักเอนหรือโค้งงอ ทรงพุ่มต้นสวยงาม มีการแตกกิ่งก้านสาขาดี เนื้อไม้เปราะ ทำให้กิ่งหักง่ายกว่าต้นลั่นจี่ ลักษณะเปลือกลำต้นขรุขระไม่เรียบ แตกสะเก็ดและหลุดล่อนเป็นแผ่นบาง (ธีรวัฒน์ กันยานี. 2557 : 2)

ใบ

เป็นใบรวมที่ประกอบด้วยใบย่อยอยู่บนก้านใบรวมกัน (Pinnately Compound Leaves) มีปลายใบเป็นคู่ มีใบย่อย 3 - 5 คู่ ความยาวใบรวมประมาณ 20 - 30 เซนติเมตร ใบย่อยเรียงตัวสลับหรือเกือบตรงข้าม ความกว้างของใบย่อย 3 - 6 เซนติเมตร ยาว 7 - 15 เซนติเมตร รูปร่างใบเป็นรูปรีหรือรูปหอก ส่วนปลายใบและฐานใบค่อนข้างป้าน ใบด้านบนมีสีเขียวเข้มกว่า ด้านล่างสาเล็กน้อย ขอบใบเรียบไม่มีหยัก ใบเป็นคลื่นเล็กน้อย และเห็นเส้นแขนง (Vein) แตกออกมาจากเส้นกลางใบชัดเจนและมีจำนวนมาก (พัชรา แสนสุข. 2554 : 2) ดังภาพประกอบ 1

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



ภาพประกอบ 1 ลักษณะใบของลำไย

ช่อดอก

เป็นช่อดอกแบบ Compound Dichasia ซึ่งก้านดอกเป็นแขนงย่อยจากก้านหลัก และแต่ละก้านแขนงนั้นมีแขนงอีก ส่วนมากเกิดจากตาที่ปลายยอด บางครั้งอาจเกิดจากตาข้างของกิ่ง ความยาวของช่อดอก 15 - 16 เซนติเมตร ช่อดอกขนาดกลาง รูปทรงกรวย ก้านของช่อดอกอวบ แข็งแรง เหยียดตรง เจริญออกไปโดยรอบ ก้านที่เจริญออกไปเหล่านี้เป็นที่เกิดของดอกเล็ก ๆ มากมาย (วารจนา จักรสาร. 2550 : 2) ดังภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 ลักษณะช่อดอกของลำไย

ดอก

ดอกสีขาวหรือสีขาวออกเหลือง ขนาดเล็กเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 6 - 8 มิลลิเมตร มีกลิ่นหอม ช่อดอกหนึ่ง ๆ อาจมีดอก 3 ชนิด คือ ดอกตัวผู้ ดอกตัวเมีย และดอกสมบูรณ์เพศ ซึ่งมีทั้งเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียอยู่ในดอกเดียวกัน ลักษณะที่คล้ายคลึงกันของดอกทั้ง 3 ชนิด คือ กลีบดอกบาง 5 กลีบ สีขาว กลีบเลี้ยงหนาแข็ง 5 กลีบ มีสีเขียวปนน้ำตาล (พัชรา แสนสุข. 2554 : 3) ดังภาพประกอบ 3 4 และ 5

โดยปกติดอกตัวผู้มีจำนวนมากว่าดอกประเภทอื่น ๆ ซึ่งสัดส่วนเพศดอกสามารถแปรผันไปตามชนิดพันธุ์ของต้นลำไย การปฏิบัติ การดูแลรักษา และสภาพอากาศในแต่ละปี ซึ่งพบว่าการมีดอกตัวเมียอยู่ในสัดส่วนที่สูง มีผลทำให้สัดส่วนของการติดผลมีเพิ่มขึ้นตามมาด้วยเช่นเดียวกัน โดยปกติแล้วพบว่า ต้นที่เจริญจากการเพาะปลูกด้วยเมล็ดมีสัดส่วนในการติดผลดีกว่าต้นที่ปลูกด้วยกิ่งตอน (กมล พงษ์เขียว. 2549 : 3)



ภาพประกอบ 3 ดอกตัวผู้ของลำไย

ที่มา : ศูนย์วิจัยและพัฒนาลำไยแม่โจ้. ออนไลน์. 2557



ภาพประกอบ 4 ดอกตัวเมียของลำไย

ที่มา : ศูนย์วิจัยและพัฒนาลำไยแม่โจ้. ออนไลน์. 2557



ภาพประกอบ 5 ดอกสมบูรณ์เพศของลำไย

ที่มา : ศูนย์วิจัยและพัฒนาลำไยแม่โจ้. ออนไลน์. 2557

ลักษณะของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ผล

มีผลทรงกลมเบี้ยว เปลือกสีน้ำตาลปนเหลืองหรือปนเขียว ผลสุกมีเปลือกสีเหลืองหรือสีน้ำตาลอมแดง ผิวเปลือกเรียบหรือเกือบเรียบ มีคุ่มแบนปกคลุมที่ผิวเปลือกด้านนอก เนื้อลำไยเป็นเนื้อเยื่อพารนไคมาที่เจริญล้อมรอบเมล็ด และอยู่ระหว่างเปลือกกับเมล็ด ซึ่งมีสีขาว

คล้ายวุ้น มีสีขาวนุ่น ใสหรือสีชมพูเรื่อ ๆ มีกลิ่นหอม รสหวาน แตกต่างกันไปตามพันธุ์ (พัชรา แสนสุข. 2554 : 3) ดังภาพประกอบ 6



ภาพประกอบ 6 ลักษณะผลของลำไย

เมล็ด

มีลักษณะทรงกลมรี หรือรูปไข่ อาจแบนด้านข้าง ขนาดเล็กมากถึงใหญ่มาก ยาว 5.8 - 15.5 มิลลิเมตร กว้าง 5.4 - 17.7 มิลลิเมตร ปริมาตร 0.08 - 4.66 มิลลิลิตร น้ำหนัก 0.09 - 2.31 กรัม เมื่อยังไม่แก่มีสีขาว แล้วค่อยเปลี่ยนเป็นสีดำมัน (วิลาสินี วงศ์ใหญ่. 2549 : 3)

พันธุ์ของลำไย

พันธุ์ลำไยในประเทศไทยนั้น มีผู้สันนิษฐานว่านำมาจากประเทศจีนตอนใต้เข้ามาพร้อมกับชาวจีนอพยพ โดยการนำเอาเมล็ดมาปลูก จากนั้นอาจมีการผสมข้ามกันเองตามธรรมชาติ หรือมีการกลายพันธุ์ และปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อม จนเกิดพันธุ์ใหม่ขึ้นหลายพันธุ์ ในเวลาต่อมาจึงกระจายไปยังแหล่งปลูกต่าง ๆ ทั่วประเทศ ลำไยที่ปลูกในประเทศไทย สามารถแบ่งได้ 2 ชนิด ตามลักษณะการเจริญเติบโต (วันพร เข้มมุกด์. 2547 : 4) คือ ลำไยเครือหรือลำไยเถา มีลำต้นเลื้อย คล้ายเถาวัลย์ มีผลเล็ก เมล็ดโต เนื้อผลมีกลิ่นคล้ายก้ามมด ปลูกไว้เป็นไม้ประดับมากกว่า

รับประทาน และลำไยต้น แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ ลำไยพันธุ์พื้นเมือง และลำไยกะโหลก มีอยู่หลายพันธุ์ ดังนี้

1. พันธุ์คอหรืออีคอ เป็นลำไยพันธุ์เบา คือออกดอกและเก็บผลก่อนพันธุ์อื่น ชาวสวน นิยมปลูกมากที่สุด ราคาดี เป็นพันธุ์ที่เจริญเติบโตดี โดยเฉพาะในดินอุดมสมบูรณ์ และมีน้ำพอเพียง ฝนแล้งและทนน้ำได้ดีปานกลาง พันธุ์คอแบ่งตามสีของยอดอ่อนได้ 2 ชนิด (กระทรวงเกษตร และสหกรณ์. 2546 : 3) คือ

1.1 อีคอดอกแดง เจริญเติบโตเร็วมากเมื่อเปรียบเทียบกับอีคอดอกเขียว ลำต้นแข็งแรง ไม่ฉีกหักง่าย เปลือกลำต้นสีน้ำตาลปนแดง ใบแบนสีแดง ปัจจุบันคอดอกแดงไม่ค่อยนิยมปลูก เนื่องจากออกดอกติดผลไม่ดี และเมื่อผลเริ่มสุกถ้าเก็บไม่ทันอาจทำให้ผลร่วงเสียหายมาก

1.2 อีคอดอกเขียว มีลักษณะคล้ายอีคอดอกแดง แต่ใบอ่อนเป็นสีเขียว ออกดอกติดผลง่าย แต่อาจไม่สม่ำเสมอ นอกจากนี้ลำไยพันธุ์อีคอก็ยังแบ่งตามลักษณะของก้านช่อผลได้ 2 ชนิด คือ อีคอก้านอ่อน เปลือกของผลมีลักษณะค่อนข้างบาง และอีคอก้านแข็ง เปลือกของผลมีลักษณะค่อนข้างหนา ขนาดของผลค่อนข้างใหญ่ ทรงผลกลมแป้นเบี้ยว ผิวสีน้ำตาล มีกระหรือตาห่าง สีน้ำตาลเข้ม เนื้อค่อนข้างเหนียว สีขาวขุ่น เมล็ดขนาดใหญ่ปานกลาง รูปร่างแบนเล็กน้อย

2. พันธุ์ชมพูหรือสีชมพู ออกดอกและติดผลดีกว่าพันธุ์คอ ผลไม่สม่ำเสมอ เริ่มให้ผลเมื่ออายุ 4 ปี ออกดอกปลายเดือนมกราคม เก็บผลปลายเดือนกรกฎาคม - สิงหาคม ลักษณะผลค่อนข้างกลม กว้าง 2.9 เซนติเมตร หนา 2.7 เซนติเมตร ยาว 2.7 เซนติเมตร สีน้ำตาลอ่อน เนื้อกรอบ สีชมพูเล็กน้อย สีเนื้อเข้มขึ้นเมื่อผลแก่จัด รสหวานจัด กลิ่นหอม ขนาดผลโดยเฉลี่ยใกล้เคียงกับพันธุ์คอ นิยมบริโภคสดและแปรรูป (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2546 : 3)

3. พันธุ์แห้วหรืออีแห้ว เป็นลำไยพันธุ์หนัก ลำต้นไม่ค่อยแข็งแรง เปลือกลำต้นสีน้ำตาลปนแดงเขียว เป็นพันธุ์ที่เจริญเติบโตมาก ทนแล้งได้ดี พันธุ์แห้วแบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ แห้วยอดแดงและแห้วยอดเขียว ลักษณะแตกต่างกันที่สีของใบอ่อนหรือยอด แห้วยอดแดงมีใบอ่อนเป็นสีแดง แห้วยอดเขียวมีใบอ่อนหรือยอดเป็นสีเขียว เกิดดอกและติดผลค่อนข้างยาก อาจให้ผลเว้นปี ช่อดอกสั้น ขนาดผลในช่อมักไม่สม่ำเสมอ รสหวานแหลม กลิ่นหอม มีน้ำปานกลาง เมล็ดขนาดค่อนข้างเล็ก แห้วยอดแดงจะออกดอกง่ายกว่าแห้วยอดเขียว และมีเนื้อสีค่อนข้างขุ่น น้อยกว่า และมีปริมาณน้ำมากกว่าแห้วยอดเขียว (ฉลองชัย แบบประเสริฐ. 2551 : 4)

4. พันธุ์เขียวหรืออีเขียว เป็นลำไยพันธุ์หนักเจริญเติบโตดี ทนแล้งได้ดีแต่มักอ่อนแอต่อโรคพุ่มไม้กวาด เกิดดอกยาก มักเว้นปี ช่อผลหลวม สีของผลเมื่อมีขนาดเล็กสีเขียว พันธุ์เขียวแบ่งได้เป็น 2 ชนิด เขียวเขียวก้านแข็ง (เขียวเขียวป่าเส้า) และเขียวเขียวก้านอ่อน (เขียวเขียวป่าแดด) เขียวเขียวก้านแข็งให้ผลไม่ตกแต่ขนาดผลใหญ่มากและติดผลน้อย

ส่วนเบี๊ยะวเจี๊ยะวกำันอ่อนให้ผลคกเป็นพวงใหญ่ ผลมีขนาดใหญ่ ทรงผลกลมแบนและเบี๊ยะวมาก
ผิวสีเบี๊ยะวอมน้ำตาล ผิวเรียบ เปลือกหนาและเหนียว เมล็ดค่อนข้างเล็ก (ฉล่องชัย แบบประเสริฐ.
2551 : 4)

การเลือกพื้นที่ปลูก

พื้นที่ปลูกลำไยที่เหมาะสม ควรมีความสูงจากระดับน้ำทะเลไม่เกิน 1000 เมตร เป็นที่ราบ
หรือมีความลาดเอียงไม่เกิน 15 เปอร์เซ็นต์ ลำไยเจริญเติบโตได้ในดินแทบทุกชนิด แต่ดิน
ที่เหมาะสมที่สุดคือ ดินร่วนปนทรายและดินตะกอนที่มีความอุดมสมบูรณ์สูงถึงปานกลาง มีการ
ระบายน้ำได้ดี จึงควรเป็นที่ดอนหรือเนินเล็กน้อยเพราะช่วยให้ระบายน้ำได้ดีกว่าพื้นที่ลุ่ม มีหน้าดินลึก
อย่างน้อย 50 เซนติเมตร ดินควรเป็นกลางหรือเป็นกรดเล็กน้อย มีความเป็นกรด - ด่าง ประมาณ
5.5 - 6.5 ความเป็นกรดของดินมีความสำคัญต่อการละลายธาตุอาหารต่าง ๆ ที่มีอยู่ในดิน น้ำเป็น
สิ่งจำเป็นในการปลูกลำไยโดยเฉพาะช่วงต้นเล็กหลังปลูกใหม่และช่วงที่ลำไยติดผลแล้ว ควรมี
การกระจายตัวของฝนค่อนข้างดีคือประมาณ 100 - 150 วันต่อปี พื้นที่ปลูกไม่มีระบบชลประทาน
ควรมีปริมาณน้ำฝน 1000 - 2000 มิลลิเมตรต่อปี ถ้ามีฝนตกน้อยกว่า 1000 - 1200 มิลลิเมตรต่อปี
จำเป็นต้องให้น้ำเสริม ลำไยสามารถเจริญเติบโตได้ดีในช่วงอุณหภูมิ 20 - 30 องศาเซลเซียส
แต่ต้องการอุณหภูมิต่ำ 10 - 15 องศาเซลเซียส ในเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนมกราคมเพื่อกระตุ้น
ให้ออกดอก เนื่องจากลำไยเป็นไม้ผลที่ต้องการแสงแดดเต็มที่ในการเจริญเติบโตออกดอก
และติดผล พื้นที่ปลูกจึงควรเป็นพื้นที่โล่งแจ้ง (จงรัก อิ่มใจ. 2551 : 5)

การผลิตลำไยนอกฤดู

ปัจจุบันปัญหาเรื่องการออกดอกไม่สม่ำเสมอของลำไยสามารถแก้ไขได้โดยการใช้
สารโพแทสเซียมคลอเรตกระตุ้นหรือชักนำการออกดอกของลำไย โดยเฉพาะในแหล่งผลิตลำไย
ที่จังหวัดลำพูน เชียงใหม่ ลำปาง เชียงราย พะเยาและจันทบุรี ซึ่งกรรมวิธีการใช้สารโดยการราดทางดิน
(ละลายน้ำแล้วราดภายในทรงพุ่ม หรือหว่านสารภายในทรงพุ่มแล้วให้น้ำตาม)หรือวิธีการพ่นทางใบ
วิธีใดวิธีหนึ่งก็สามารถกระตุ้นให้ลำไยออกดอกได้ภายใน 21 - 35 วัน โพแทสเซียมคลอเรตมี
สูตรทางเคมีคือ $KClO_3$ สามารถละลายน้ำได้และละลายในสาร เช่น กลีเซอรอล และแอลกอฮอล์
ลักษณะเป็นผลึกใสไม่มีสี อาจเป็นผงสีขาวหรือเม็ดสีขาว คุณสมบัติเป็นของแข็ง และเป็นตัวเติม
ออกซิเจนที่รุนแรงมาก สามารถติดไฟและระเบิดได้เมื่อนำไปปฏิกิริยากับสารบางชนิด เช่น กำมะถัน
ฟอสฟอรัส ซัลไฟด์ บั๊ยะยูเรีย น้ำตาลทราย เกลือแอมโมเนียเกือบทุกชนิดและสารตัวเติมออกซิเจน
ชนิดอื่น ๆ ควรหลีกเลี่ยงการใช้สารผสม ดังกล่าวข้างต้น (ยุทธนา เขาสุเมรุ และคณะ. 2559 : 6)

โพแทสเซียมคลอเรต

คุณสมบัติของโพแทสเซียมคลอเรต

พิจิตร ศรีปิ่นตา (2549 : 7) กล่าวถึงคุณสมบัติของโพแทสเซียมคลอเรต ดังนี้

ข้อมูลทั่วไป

ชื่อเคมี	: Potassium Chlorate
ชื่อสามัญและชื่อพ้อง	: คลอเรตโพแทส (Chlorate of Potash) เกลิอเบอโทเรต (Bertholler Salt) โพแทสเซียมออกซิบูเรต (Potassium Oxymurate)
การจัดกลุ่มทางเคมี	: Inorganic Salt
ชื่อผลิตภัณฑ์	: โพแทสเซียมคลอเรต โพแทสเซียมคลอเรต โพแทสเซียมคลอเรต
สูตรทางเคมี	: KClO_3
น้ำหนักโมเลกุล	: 122.55

โพแทสเซียมคลอเรต 1 โมเลกุล ประกอบด้วย ธาตุโพแทสเซียม (K) 1 อะตอม ธาตุคลอรีน (Cl) 1 อะตอม และธาตุออกซิเจน (O) 3 อะตอม

กลไกการทำงานในพืช

เอนไซม์ไนเตรรีดักเตส (Nitrate Reductase : NR) ซึ่ง NR เป็นเอนไซม์ที่พืชมีไว้ช่วยให้ อนุมูลไนเตรท (Nitrate : NO_3^-) เกิดการรีดิวซ์ไปเป็นอนุมูลไนไตรท์ (NO_2^-) ก่อนที่เอนไซม์ไนไตรท์รีดักเตส (Nitrite Reductase : NiR) จะมาช่วยการรีดิวซ์ต่อไปเป็นอนุมูลแอมโมเนียม (NH_4^+) ที่พืชนำไปใช้ได้ โดยการทำงานของเอนไซม์ไนเตรรีดักเตสต้องอาศัยสารให้อิเล็กตรอน (NADH หรือ NADPH) ที่ได้จากการสังเคราะห์แสงของพืช ในพืชนั้นอนุมูลของคลอเรตเป็นสารประกอบที่มีคุณสมบัติ เป็นคู่แข่งกับอนุมูลไนเตรท ในการทำปฏิกิริยารีดักชันเปลี่ยนคลอเรต (ClO_3^-) ไปเป็นคลอไรท์ (ClO_2^-) ที่ทำให้เกิดความเป็นพิษในใบถั่วเหลือง ใบของต้นกล้าข้าว และสาหร่ายสีเขียว เมื่ออนุมูล คลอเรตถูกทำลายลง จะไปเกาะกับเอนไซม์ไนเตรรีดักเตส แล้วเกิดเป็นอนุมูลคลอไรท์ ซึ่งมีผลทำให้ เอนไซม์ไนเตรรีดักเตสไม่สามารถทำงานต่อไปได้อีก ดังนั้นประสิทธิภาพการทำงานของ เอนไซม์ไนเตรรีดักเตสภายในต้นพืชจึงลดลงภายหลังการได้รับสารประกอบคลอเรต เนื่องจาก เอนไซม์ไนเตรรีดักเตส เป็นเอนไซม์ที่สร้างขึ้นโดยการกระตุ้นของสารตั้งต้น ดังนั้น อนุมูลคลอเรต จึงมีส่วนกระตุ้นการสร้างไนเตรรีดักเตส เอ็มอาร์เอ็นเอ ด้วย (Nitrate Reductase mRNA) ซึ่งเป็น รหัสทางพันธุกรรมในการสร้างเอนไซม์ไนเตรรีดักเตสด้วย เมื่อวัดปริมาณของไนเตรรีดักเตส

เอ็มอาร์เอ็นเอ จึงมีค่าเพิ่มขึ้น แต่เมื่อวัดปริมาณของเอนไซม์ในเตรตรีคเตส พบว่า มีน้อยลง (พัชรินทร์ จงรักไทย, 2551 : 7)

เมื่อกระตุ้นการออกดอกด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์ ลำไยจะเริ่มแทงช่อหลังใส่สารประมาณ 20 - 25 วัน โดยเริ่มแรกจะไม่เห็นชัดเจนว่าเป็นช่อดอกหรือช่อใบ แต่หลังจาก 1 สัปดาห์ จะเห็นตาออกลักษณะคล้ายตุ่มสีขาวตามซอกของใบอ่อนรวมทั้งปลายยอด จากนั้น 2 - 3 วัน ช่อใบอ่อนจะฝ่อและแห้งทำให้ตาออกพุ่งตัว และเจริญต่อเนื่องจนยาวที่สุดในระยะเวลา 20 - 30 วัน หลังการออกช่อ ดังนั้น อาจมีความเป็นไปได้ว่าอนุมูลคลอไรด์ หรืออนุมูลคลอไรท์ ที่เกิดจากการแตกตัวของอนุมูลคลอไรด์ มีส่วนทำให้ใบอ่อนฝ่อตัวที่ความยาวไม่เกิน 1 เซนติเมตร และการฝ่อตัวมีส่วนกระตุ้นการพัฒนาตาออกให้เจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว จากการสังเกตพบผลอย่างชัดเจนว่า ช่อดอกที่นำมาศึกษานั้นไม่พบการยึดตาออกก่อนการฝ่อตัวของใบอ่อน ดังนั้นจึงน่าจะเป็นข้อสันนิษฐานอีกเรื่องหนึ่งเกี่ยวกับกลไกการออกดอกของลำไยหลังถูกกระตุ้นด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์ (สุรพล ใจแสน, 2544 : 8)

การชักนำให้ลำไยออกดอกโดยใช้โพแทสเซียมคลอไรด์

การใช้โพแทสเซียมคลอไรด์เพื่อกระตุ้นการออกดอกของลำไย ตามรายงานทางวิชาการในประเทศไทยพบว่ามีการศึกษาถึงระดับความเข้มข้นที่ใช้และรูปแบบของการใช้สาร โดยได้ศึกษากับต้นลำไยพันธุ์คือเป็นส่วนใหญ่ เพราะเป็นพันธุ์ที่ตรงกับความต้องการของท้องตลาด และเป็นพันธุ์ที่มีช่อยาวให้ผลดก การใช้โพแทสเซียมคลอไรด์กระตุ้นการออกดอกของลำไยสามารถทำได้โดยการโรยโคนต้นรอบทรงพุ่มหรือใช้ละลายน้ำพ่นทางใบ (สุรพล ใจแสน, 2544 : 18) ในปัจจุบันพบว่าโพแทสเซียมคลอไรด์ สามารถกระตุ้นการออกดอกของลำไยได้ โดยที่อนุมูลของคลอไรด์เป็นตัวกระตุ้นให้ลำไยเกิดการออกดอก ซึ่งอนุมูลของคลอไรด์เป็นสารประกอบที่คุณสมบัติในการเป็นคู่แข่งกับอนุมูลไนเตรท ในการทำปฏิกิริยารีดักชันโดยมีเอนไซม์ไนเตรตรีคเตส เป็นตัวกระตุ้น โดยอนุมูลคลอไรด์มีความสามารถในการเกาะจับกับเอนไซม์ไนเตรตรีคเตสได้ดีกว่าอนุมูลไนเตรท (พัชรินทร์ ทองมาก, 2552 : 8)

เมื่อนำไปใช้ในรูปแบบของการผสมน้ำราด ให้ทางดินหรือโรยรอบโคนต้น รากสามารถลำเลียงคลอไรด์เข้าสู่ลำต้น โดยการเคลื่อนย้ายแบบอพอพลาส (Apoplast) ส่วนวิธีการพ่นให้ทางใบนั้น มีการเคลื่อนย้ายจากใบลงไปยังส่วนล่างของต้น โดยผ่านชั้นผนังเซลล์ด้านนอก (Cuticle) วิธีการให้สารทางใบจึงไม่มีผลทำให้รากพืชได้รับความเสียหาย เมื่อคลอไรด์ถูกลำเลียงไปยังรากผ่านทางลำต้นนั้น ส่วนของอนุมูลคลอไรด์จะเกาะกับ เอนไซม์ไนเตรตรีคเตสได้ด้วยเหตุผลที่คลอไรด์เป็นอนุพันธ์ของไนเตรต หรือเป็นสารที่มีรูปร่างคล้ายกัน มีคุณสมบัติจับกับเอนไซม์ไนเตรตรีคเตส

ในการทำปฏิกิริยารีดักชันได้ดีกว่าในเตรต จากนั้นคลอเรตจะลดรูปเป็นคลอไรด์ ไปยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ในเตรตรีดักเตส โดยปกติแล้วพืชจะใช้เอนไซม์ในเตรตรีดักเตสในการรีดิวซ์ในเตรตให้เป็นไนไตรท์ และเอนไซม์ในเตรตรีดักเตสจะรีดิวซ์ไนไตรท์เป็นแอมโมเนียม ก่อนจะถ่ายทอดสู่การสร้างกรดอะมิโน และโปรตีนตามลำดับ ทำให้เกิดการเจริญเติบโตทางด้านกิ่งใบ และยังพบว่าคลอไรด์ที่เกิดจากการสลายคลอเรตจากเอนไซม์ในเตรตรีดักเตส สามารถยับยั้งกระบวนการเติมหมู่เมทิลเข้าไปในสายดีเอ็นเอ (DNA Methylation) โดยไปยับยั้งการสร้างกรดจิบเบอ - เรลลิน ทำให้กระตุ้นการออกดอกได้ ส่วนโพแทสเซียมที่เหลือจากการแตกตัวของโพแทสเซียมคลอเรต เป็นธาตุอาหารหลักของพืช เพื่อใช้สร้างความแข็งแรงของกิ่งก้าน ลำต้น และช่วยในกระบวนการเจริญเติบโต หรือเมทาบอลิซึม ดังนั้นการให้โพแทสเซียมคลอเรต ส่งผลให้ขบวนการใช้ในโตรเจนของพืชในการเจริญเติบโตทางด้านกิ่งใบถูกรบกวนอย่างรุนแรง ทำให้ต้นลำไยออกดอกหลังจากได้รับสารแล้ว 25 วัน (วิชชุดา ทองอ่อน. 2555 : 9)

ปัจจัยที่มีผลต่อการตอบสนองของต้นลำไยต่อสารโพแทสเซียมคลอเรต

ความบริสุทธิ์ของสารและอัตราการใช้ที่เหมาะสม

ในช่วงแรกของการค้นพบโพแทสเซียมคลอเรต ยังไม่ทราบแน่ชัดถึงอัตราการใช้ในปริมาณที่เหมาะสมต่อการกระตุ้นให้ออกดอกและไม่เป็นพิษต่อต้นลำไย เกษตรกร ผู้บริโภค และสภาพแวดล้อม ซึ่งในระหว่างนั้นโพแทสเซียมคลอเรตถูกควบคุมโดยกระทรวงกลาโหมอย่างเข้มงวดจึงมีการนำมาปลอมปนกับสารอื่นแล้วจำหน่ายในรูปของผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ทำให้ความบริสุทธิ์ของสารลดลง อัตราการใช้ไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับผลิตภัณฑ์ที่ถูกผลิตขึ้นมา ในปัจจุบันพบว่า ช่วงอัตราที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 5 - 20 กรัมต่อตารางเมตรของพื้นที่ทรงพุ่ม (Diczbalis and Drinnan. 2007 : 24) การกำหนดอัตราของสารนั้นจะขึ้นอยู่กับพันธุ์และฤดูกาล ถ้าเป็นฤดูหนาวควรให้สารในอัตราที่ต่ำ ส่วนในฤดูฝนควรให้ในอัตราที่สูง (พาวิน มะโนชัย และคณะ. 2560 : 10) การใช้สารปริมาณน้อยสามารถชักนำให้ลำไยออกดอกได้แต่จำเป็นต้องใช้ในช่วงเดือนพฤศจิกายน อัตรา 8 กรัมต่อตารางเมตร สามารถชักนำให้ลำไยพันธุ์ดอออกดอกได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ส่วนอัตราที่ต่ำกว่านี้คือ 4 กรัมต่อตารางเมตร ชักนำให้ออกดอกได้ 86 เปอร์เซ็นต์ ส่วนพันธุ์สีชมพูนั้น การให้สารเพียง 1 กรัมต่อตารางเมตร สามารถชักนำให้ออกดอกได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นการให้เสริมการออกดอกในฤดู (นิพัฒน์ สุขวิบูลย์. 2547 : 11)

ระยะการพัฒนาหรือการเจริญเติบโตของใบ

ต้นลำไยที่สามารถตอบสนองต่อสารคลอเรตได้ดีนั้นควรให้สารในระยะใบแก่ อายุใบ 25 - 40 วัน (สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร. 2549 : 7) หรืออย่างน้อยต้องอยู่ในระยะใบเพสลาด

ทั้งนี้เนื่องจากใบอ่อนหรือยอดอ่อนเป็นส่วนของพืชที่มีการใช้อาหารหรือใช้พลังงานสูง ดังนั้นในการราดสารในระยะนี้จึงทำให้ต้นลำไยมีอาหารสะสมไม่มากพอที่จะพัฒนาดอก จึงทำให้ไม่มีการตอบสนองต่อสารคลอเรตในการชักนำให้ออกดอก มีการแย่งชิงอาหารระหว่างใบอ่อนและส่วนของตาที่จะพัฒนาเป็นดอก (พิจิตร ศรีปิ่นตา, 2549 : 7)

ฤดูในการให้สาร

ช่วงแรกที่เหมาะสมสำหรับการให้สารควรมีสภาพอากาศปลอดโปร่ง ดินแห้งโดยเฉพาะช่วงปลายฤดูฝน แต่มีข้อจำกัดว่าหากใช้สารแล้วดอกบานตรงฤดูหนาว ดอกตัวเมียจะมีขนาดเล็กและละอองเกสรตัวผู้มีเปอร์เซ็นต์การงอกต่ำทำให้ไม่ติดผล ดังนั้นต้องคำนวณระยะเวลาการให้สารที่เหมาะสม ซึ่งระยะเวลาที่เหมาะสมในการให้สารได้แก่ปลายเดือนกันยายนถึงต้นเดือนตุลาคมต้น ซึ่งจะทำให้ลำไยสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ก่อนฤดูปกติ แต่การให้สารปลายเดือนตุลาคมดอกจะบานตรงอากาศหนาวเย็นพอดีทำให้ลำไยไม่ติดผล ช่วงที่ 2 คือให้สารเดือนธันวาคมถึงเดือนมกราคม ขณะที่อากาศเย็นต้นลำไยสามารถออกดอกได้พร้อมกับลำไยในฤดูและมีข้อดีคือผลค่อนข้างดกมากกว่าลำไยในฤดูซึ่งไม่ให้สาร ช่วง 3 ได้แก่ การผลิตลำไยนอกฤดูให้เก็บเกี่ยวได้ตรงเทศกาลปีใหม่หรือตรุษจีน โดยการให้สารเดือนพฤษภาคมถึงเดือนมิถุนายน ซึ่งเป็นระยะที่ฝนยังไม่ตกชุกมากนัก การให้สาร 3 ช่วงดังกล่าวนี้ สามารถทำให้ต้นลำไยออกดอกติดผลค่อนข้างดีสำหรับช่วงอื่น ๆ ในรอบปีนั้นได้ผลน้อย เช่น เดือนมีนาคมมีอากาศร้อนเกินไป ทำให้ช่อดอกมีลักษณะสั้น จำนวนดอกในช่อมีน้อย ดอกบานเร็วและติดผลน้อย ส่วนการให้สารเดือนกรกฎาคมถึงเดือนสิงหาคมเป็นช่วงที่มีอากาศมีดครึ้มด้วยเมฆหมอกและดินชุ่มน้ำด้วยน้ำ การให้สารในลักษณะนี้ได้ผลน้อย และหากโคนต้นมีน้ำท่วมขังให้งดใช้สาร โดยเด็ดขาดมิฉะนั้นต้นลำไยอาจตายได้ (นิพนธ์ สุขวินุลย์, 2547 : 11)

พันธุ์ลำไย

การตอบสนองของลำไยในแต่ละพันธุ์ต่อสารคลอเรตแตกต่างกัน พันธุ์สีชมพูตอบสนองดีที่สุดคือใช้สารในเดือนพฤศจิกายนเพียง 2 กรัมต่อตารางเมตร สามารถกระตุ้นให้ต้นลำไยออกดอกได้ ส่วนพันธุ์แก้วและใบด้าใช้สารในอัตรา 4 กรัมต่อตารางเมตร ออกดอกได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ส่วนพันธุ์ดอใช้สารในอัตรา 8 กรัมต่อตารางเมตร สามารถชักนำให้ต้นลำไยออกดอกได้ดี (นิพนธ์ สุขวินุลย์, 2547 : 11)

กระบวนการเกิดดอก

การเกิดดอกของพืชต้องอาศัยกระบวนการต่าง ๆ ทางสรีรวิทยาที่ซับซ้อน โดยมีปัจจัยทั้งทางด้านสภาพแวดล้อมภายนอก ตลอดจนทั้งเกิดจากอิทธิพลภายในต้นพืช เช่น การเจริญเติบโตจาก

ระยะเยาวภาพ (Juvenile Phase) ไปเป็นระยะเต็มวัย (Mature Phase) จากนั้นเมื่อสิ่งแวดล้อมเหมาะสม พืชจะถูกกระตุ้นให้สร้างดอกได้ซึ่งถือว่าเข้าสู่ระยะเจริญพันธุ์ อย่างไรก็ตามการชักนำการออกดอกของพืชจะถูกกำหนดโดยพันธุกรรม เช่นเดียวกับกระบวนการสรีรวิทยาอื่น ๆ ในขณะที่สิ่งแวดล้อมที่จำเพาะจะทำปฏิกิริยาร่วมส่งผลให้พืชสร้างดอก โดยทั่วไปกระบวนการเกิดและพัฒนาของดอกแบ่งออกเป็นระยะต่าง ๆ ดังนี้

ระยะการเจริญเต็มวัย

พืชทั่วไปจะออกดอกได้เมื่อมีการเจริญเต็มวัย (Mature) หมายถึง ความพร้อมของอายุของต้นพืชนอกเหนือจากอาหารสะสมและสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม พืชจึงตอบสนองต่อปัจจัยที่กระตุ้นให้เกิดดอกได้ ระยะที่พืชโตเต็มวัยจะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับชนิดของพืช พันธุ์พืช ฤดูกาล และสภาพแวดล้อม ในไม้ยืนต้นซึ่งมีการเจริญเติบโตทางกิ่งใบสลับกับการออกดอก มักมีระยะเวลาการเจริญเติบโตนานกว่าจะสามารถออกดอกได้ (วิชชุดา ทองอ่อน, 2555 : 11)

ระยะชักนำ

เป็นระยะที่พืชเริ่มมีการตอบสนองต่อการกระตุ้นหรือชักนำจากปัจจัยต่าง ๆ ที่ทำให้ระยะกิ่งใบเปลี่ยนเป็นระยะเจริญพันธุ์ เช่น แสง อุณหภูมิ อายุและความสมบูรณ์ของต้น การชักนำหมายถึง การเกิดเหตุการณ์ที่เป็นจุดเริ่มต้นของกระบวนการที่ทำให้พืชมีความสามารถในการออกดอก โดยการสร้างการเข้ารหัสอาร์เอ็นเอ (RNA) จากกระบวนการถอดรหัส (Transcription) ส่งผลต่อการแสดงออกของยีน ซึ่งไปควบคุมการออกดอก การชักนำไม่จำเป็นต้องเกิดขึ้นตรงตำแหน่งที่ดอกจะปรากฏ แต่อาจเกิดที่ส่วนอื่นของต้นพืช เช่น พืชที่ออกดอกตอบสนองต่อช่วงแสง จะมีใบเป็นตัวรับสัญญาณภายนอก ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงกระบวนการเมตาบอลิซึม (Metabolism) ส่งผลให้เกิดการสังเคราะห์สารตัวกลางซึ่งอาจเป็นสารอินทรีย์และฮอร์โมน แล้วเคลื่อนย้ายไปยังตำแหน่งที่จะกระตุ้นให้มีการออกดอก (รุ่งนภา ทวนทอง, 2554 : 12)

ระยะการเกิดตาดอก

เป็นระยะที่เริ่มเห็นการเปลี่ยนแปลงของตายอดที่จะเจริญเป็นดอก (Floral Primodial) โดยเซลล์เนื้อเยื่อเจริญเริ่มขยายตัวมีลักษณะค่อนข้างแบนและกว้าง สามารถเห็นได้ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ (รุ่งนภา ทวนทอง, 2554 : 12) มีการพองตัวของตาดอก (Floral Bud) พร้อมกับมีไมโทซิสเพิ่มขึ้น เป็นระยะที่เริ่มเห็นการเปลี่ยนแปลงของตาที่จะเปลี่ยนเป็นดอก (วิชชุดา ทองอ่อน, 2555 : 11)

ระยะการพัฒนาของดอก

เป็นระยะที่มีการสร้างส่วนประกอบของดอกหลังจากตายอดเปลี่ยนเป็นตาดอกแล้ว ได้แก่ กลีบเลี้ยง กลีบดอก เกสรเพศผู้ เกสรเพศเมีย และฐานรองดอก (รุ่งนภา ทวนทอง, 2554 : 12)

โดยทั่วไปแล้วชั้นของกลีบเลี้ยง (Calyx) จะถูกสร้างขึ้นก่อนส่วนประกอบชั้นอื่น ตามด้วยชั้นของกลีบดอก (Corolla) ชั้นเกสรเพศผู้ (Androecium) และชั้นเกสรเพศเมีย (Gynoecium) ส่วนประกอบต่าง ๆ ของดอกจะมีการเจริญและพัฒนาขึ้นมาจนถึงระยะเวลาดอกบาน (Anthesis) ถือเป็นขั้นสุดท้ายของการพัฒนาของดอกในพืช (วิชชุตา ทองอ่อน. 2555 : 11)

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องหรือชักนำให้ลำไยออกดอก

ลำไยเป็นไม้ผลที่มีนิสัยออกดอกไม่แน่นอนในแต่ละปี คือมีลักษณะการออกดอกไม่สม่ำเสมอในแต่ละปี (Irregular Bearing) หรือมีการออกดอกเว้นปี (Alternate Bearing) จากการที่ลำไยออกดอกไม่สม่ำเสมอ นั้น สาเหตุมาจากหลายปัจจัย ซึ่งพอจำแนกได้ดังนี้

ปัจจัยภายใน

1. พันธุ์

ลำไยพันธุ์ที่ออกดอกง่าย มีนิสัยออกดอกมากกว่า 1 ครั้งต่อปีหรือออกดอกได้ตลอดทั้งปี ได้แก่ พันธุ์เพชรสาคร ซึ่งเป็นพันธุ์ที่พบว่ามี การปลุกในแถบที่ลุ่มภาคกลาง ส่วนพันธุ์ที่ปลูกในภาคเหนือ นั้น พันธุ์ที่ออกดอกง่ายที่สุดถือว่าเป็นพันธุ์เบา ได้แก่ พันธุ์ดอ พันธุ์กลาง ได้แก่ พันธุ์สีชมพู พันธุ์ที่ออกดอกยากถือว่าเป็นพันธุ์หนัก ได้แก่ พันธุ์แก้ว และเบ็ญเจียว ทั้งนี้ อาจจะ เป็นเพราะพันธุ์เบา มีโอกาสสะสมอาหารภายในต้นได้มากกว่าพันธุ์หนัก เนื่องจากมีช่วงเวลาเก็บเกี่ยว ผลผลิตได้เร็ว (พิจิตร ศรีปิ่นตา. 2549 : 13)

2. ความสมบูรณ์ของต้น

ต้นลำไยที่มีการออกดอกได้ดี ต้องเป็นต้นที่มีความสมบูรณ์ ซึ่งสังเกตได้จากการแตกใบอ่อน 2 - 3 ครั้ง ทั้งนี้เนื่องจากลำไยเป็นไม้ผลที่มีระยะการพัฒนาผลยาวนาน (6 - 7 เดือน) จึงทำให้มีระยะเวลาในการสร้างและสะสมอาหารเป็นช่วงเวลาด้าน จึงจำเป็นต้องมีใบเพื่อช่วยในการสะสมอาหารให้เพียงพอ ซึ่งเป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ลำไยมีการออกดอกปีเว้นปี (Alternate Bearing) (พิจิตร ศรีปิ่นตา. 2549 : 13) เช่นเดียวกับ ชรัสพันธ์ ตาชม (2548 : 10) กล่าวว่า ลำไยใช้เวลาในการออกดอกจนถึงผลแก่พร้อมเก็บเกี่ยวรวมทั้งสิ้นประมาณ 7 - 8 เดือน ซึ่งเป็นช่วงที่มีการใช้อาหารสำหรับเลี้ยงผลในปริมาณมาก และมีเวลาสะสมอาหารเพื่อใช้ในการออกดอกครั้งต่อไปเพียง 4 - 5 เดือน ดังนั้นหากไม่มีการดูแลรักษาต้นลำไยให้สมบูรณ์เพียงพอ อาจทำให้เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ในปีต่อไป ลำไยออกดอกน้อยลง

3. ช่วงเวลาในการแตกใบอ่อน หรือการผลิใบอ่อน

ลำไยที่มีการเจริญเติบโต ควรมีการแตกใบอ่อนอย่างรวดเร็วหลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิต ดังนั้นจึงมีการแนะนำให้มีการตัดแต่งกิ่ง ใส่ปุ๋ยและให้น้ำหลังจากการเก็บเกี่ยวเพื่อเร่งการแตกใบอ่อน

อีกประการหนึ่งช่วงเวลาการแตกใบอ่อนควรอยู่ในช่วงฤดูฝน ไม่ควรให้มีการแตกใบอ่อนในช่วงฤดูหนาว โดยเฉพาะอย่างยิ่งตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนเป็นต้นไป เนื่องจากจะทำให้ลำไยออกดอกน้อยหรือไม่ออกดอก (พิจิตร ศรีปิ่นดา, 2549 : 14)

4. สัดส่วนระหว่างปริมาณคาร์โบไฮเดรตต่อปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด

การเกิดดอกในไม้ผลเป็นการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์โบไฮเดรต เนื่องจากคาร์โบไฮเดรตเป็นแหล่งพลังงานที่ใช้ในการเจริญเติบโต โดยอยู่ในรูปของคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ได้อยู่ในรูปโครงสร้าง จากการศึกษาและในงานทดลองมักมีการกล่าวถึงความสัมพันธ์ของปริมาณคาร์โบไฮเดรตและไนโตรเจนต่อการสร้างตาดอก โดยสัดส่วนระหว่างปริมาณคาร์โบไฮเดรตต่อปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (TNC/TN) มีค่าสูงมีผลต่อการเสริมสร้างตาดอก แต่หากมีค่าต่ำจะส่งเสริมการสร้างใบและกิ่งก้าน (รุ่งนภา ทวนทอง, 2554 : 16) คาร์โบไฮเดรตสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท 1) คาร์โบไฮเดรตที่อยู่ในรูปโครงสร้าง (Structural Carbohydrate) ได้แก่ เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน ทำหน้าที่เป็นโครงสร้างภายในพืช 2) คาร์โบไฮเดรตที่ไม่อยู่ในรูปโครงสร้าง (TNC) ได้แก่ กลูโคส ฟรุคโตส ซูโครส และเด็คซ์ทริน ทำหน้าที่สะสมอาหาร คาร์โบไฮเดรตคือน้ำตาลหรือแป้งที่ได้มาจากกระบวนการสังเคราะห์แสงซึ่งเป็นอาหารสะสม และเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญ (มะลิวรรณ นาสี, 2557 : 14) จากการศึกษาของคารณี เกียรติสกุล และตระกูล ต้นสุวรรณ (2545 : 13) พบว่า ปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ได้อยู่ในรูปโครงสร้าง ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (TN) และอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N Ratio) ในยอดลำไยที่ได้รับโพแทสเซียมคลอไรด์ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับต้นที่ไม่ได้รับสาร แต่ปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่อยู่ในรูปโครงสร้างในใบไม่มีความแตกต่างกัน อาจเนื่องจากเป็นแหล่งสังเคราะห์คาร์โบไฮเดรตแล้วส่งออกไปยังส่วนอื่น ๆ ของพืช ไม่ได้เก็บสะสมไว้ ทำให้ปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ได้อยู่ในรูปโครงสร้างในใบมีน้อยกว่าในยอดและราก อย่างไรก็ตามพบว่า การศึกษาปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ได้อยู่ในรูปโครงสร้างในยอดลำไยก่อนการออกดอกมีปริมาณค่อนข้างคงที่ในสัปดาห์ที่ 8 และ 6 ก่อนการออกดอก และเพิ่มสูงสุดในสัปดาห์ที่ 4 ก่อนการออกดอก หลังจากนั้นจะลดลงในสัปดาห์ที่ 2 ก่อนการออกดอก (วันทนา ทองเล่ม, 2543 : 15) จากศึกษาผลของโพแทสเซียมคลอไรด์ต่อปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ได้อยู่ในรูปโครงสร้างและไนโตรเจนทั้งหมดของลำไยพันธุ์ดอพบว่า ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของกลุ่มที่ได้รับโพแทสเซียมคลอไรด์มีแนวโน้มสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับโพแทสเซียมคลอไรด์ และยังพบว่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนในช่วงพัฒนาของตาดอกของลำไย มีแนวโน้มต่ำกว่าช่วงที่ไม่มีการพัฒนาตาดอก (วิชชุดา ตองอ่อน, 2555 : 18)

5. ฮอร์โมน

ฮอร์โมนที่พืชสร้างขึ้นก็มีส่วนอย่างมากต่อการออกดอก ปัจจุบันพบว่าพืชหลายชนิดได้แก่ มะม่วง ส้ม สตรอเบอร์รี่ ผลไม้เขตร้อนต่าง ๆ เช่น ท้อ แอปเปิล เชอร์รี่ อัลมอนด์ จะมีการออกดอกได้ก็ต่อเมื่อปริมาณจิบเบอเรลลินภายในต้นมีน้อยลง เนื่องจากจิบเบอเรลลินเป็นฮอร์โมนที่ช่วยกระตุ้นให้เกิดการเติบโตทางกิ่งใบ ดังนั้นวิธีการใดก็ตามที่มีผลทำให้ปริมาณจิบเบอเรลลินลดต่ำลงก็ย่อมจะกระตุ้นให้พืชเหล่านี้ออกดอกมากขึ้น วิธีหนึ่งที่จะลดปริมาณจิบเบอเรลลิน ภายในต้นพืชคือ ให้สารชะลอการเจริญเติบโตบางชนิดกับพืชนั้น เช่น ดามิโนไซด์ กลอมีควอท พาโคลบิวทราโซล ซึ่งสารเหล่านี้มีผลลดการสร้างจิบเบอเรลลินภายในพืช มีการทดลองในต่างประเทศ โดยการใช้กรดจิบเบอเรลลิก (GA_3) พ่นไปที่ต้นมะม่วง พบว่า มีผลยับยั้งการออกดอกแต่จะกระตุ้นให้เกิดการเติบโตทางกิ่งใบแทน และถ้าใช้กลอมีควอท หรือดามิโนไซด์ พ่นที่ต้นมะม่วงจะทำให้ดอกออกได้มากขึ้น โดยพบว่าความยาวกิ่งจะลดลงด้วย แสดงว่าสารดังกล่าวลดการเติบโตทางกิ่งใบได้ ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากการยับยั้งการสร้างจิบเบอเรลลินในพืช (พีรเดช ทองอำไพ. 2537 : 14) ฮอร์โมนภายในของต้นลำไยเป็นปัจจัยที่สำคัญอีกปัจจัยหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับการออกดอกของลำไย โดยฮอร์โมนที่เกี่ยวข้องกับการออกดอกไม่ได้มีเพียงชนิดเดียวแต่เป็นการทำงานร่วมกันของฮอร์โมนหลายชนิดโดยเฉพาะไซโตไคนิน จิบเบอเรลลิน และกรดแอบไซซิก (Abscissic Acid) (วิลาสินี วงศ์ใหญ่. 2549 : 17) อย่างไรก็ตาม มีผู้ทดลองใช้พาโคลบิวทราโซลซึ่งเป็นตัวยับยั้งการสร้างจิบเบอเรลลิน แต่ไม่สามารถชักนำให้ลำไยออกดอกได้ แสดงให้เห็นว่าการลดระดับของจิบเบอเรลลิน เพียงอย่างเดียวไม่สามารถชักนำให้ลำไยออกดอกได้เพราะการพัฒนาดอก และผลลำไยถูกควบคุมด้วยสมดุลของฮอร์โมนหลายชนิด (ธีรวัฒน์ กันยานี. 2557 : 19)

ปัจจัยภายนอก

1. แสง

จำเป็นต่อการสร้างคลอโรฟิลล์ในใบพืช และมีบทบาทสำคัญกับกระบวนการสังเคราะห์แสง ปริมาณแสงอาทิตย์ที่ตกลงมากระทบใบทั้งหมด ถ้าคิดเป็น 100 เปอร์เซ็นต์ พบว่ามีประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ ที่ใบพืชดูดเอาไว้ 10 - 15 เปอร์เซ็นต์ สะท้อนออกไป และ 5 เปอร์เซ็นต์ ทะลุลงใต้ใบ ปริมาณแสงที่นำไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสงมีเพียง 0.5 - 3.5 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณแสงทั้งหมดที่พืชดูดเอาไว้ได้ แสงเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญในกระบวนการสร้างอาหารของพืช โดยทั่วไปพืชส่วนใหญ่ต้องการความเข้มของแสงในปริมาณสูงในการออกดอก โดยมีผลต่อการสะสมปริมาณสารอาหารในพืช (ธีรวัฒน์ กันยานี. 2557 : 19) ลำไยต้องการแสงแดดตลอดเวลา ถ้าอยู่ในที่ร่มหรือที่ทึบแสง ลำไยจะแทงช่อดอกน้อย (พัชรา แสนสุข. 2554 : 14) เนื่องจากลำไยออกดอกที่ปลายยอดบริเวณที่ได้รับแสง ส่วนกิ่งที่ไม่ได้รับแสงจะออกดอกน้อย ทั้งนี้

เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์แสงและปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้างซึ่งพืชต้องการใช้ในการออกดอก นอกจากนี้พบว่าลำไยที่มีพุ่มหนาทึบ ออกดอกน้อยกว่าต้นที่มีทรงพุ่มโปร่งและใบได้รับแสงอย่างทั่วถึง (วิลาสินี วงศ์ใหญ่, 2549 : 14)

2. อุณหภูมิ

ปัจจัยสำคัญที่สุดที่ทำให้ลำไยออกดอกได้ คือ ความหนาวเย็นของอากาศ เพราะแม้ต้นลำไยไม่สมบูรณ์หรือปริมาณน้ำฝนมีปานกลางหรือน้อยแต่หากอากาศหนาวเย็นเพียงพอก็ส่งผลให้ลำไยออกดอกได้ (วิลาสินี วงศ์ใหญ่, 2549 : 16) แต่ในทางตรงกันข้ามถ้าสภาพอุณหภูมิต่ำสลับกับอุณหภูมิสูง หรืออุณหภูมิไม่ต่ำพอ ลำไยจะออกดอกน้อยทั้งที่ต้นลำไยมีความสมบูรณ์ (พัชรินทร์ ทองมาก, 2552 : 15)

3. ปริมาณน้ำ

ปริมาณน้ำที่เกี่ยวข้องกับการออกดอกของลำไย ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน ปริมาณไอน้ำในอากาศหรือความชื้นสัมพัทธ์ และปริมาณน้ำในดินหรือความชื้นในดิน การเปลี่ยนแปลงจากตาใบ (Vegetative Bud) ไปเป็นตาดอก (Flower Bud) ถือเป็นช่วงภาวะวิกฤติของลำไยซึ่งมีระยะเวลาสั้นมาก (วิลาสินี วงศ์ใหญ่, 2549 : 16) ปริมาณน้ำฝนสำหรับแหล่งปลูกลำไยควรมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยประมาณ 1,250 มิลลิเมตรต่อปี มีการกระจายตัวประมาณ 100 - 150 วันต่อปี ซึ่งลำไยจะออกดอกเมื่ออยู่ในสภาพแล้งหลังจากฤดูฝน และไม่ต้องการน้ำในช่วงระหว่างการชักนำให้เกิดการสร้างตาดอก ดังนั้นในช่วงก่อนการออกดอกควรงดการให้น้ำเพื่อลดการดูดธาตุไนโตรเจน และป้องกันการผลิใบอ่อนหรือดอกแซมใบ (วรารัณ จักรสาร, 2550 : 15) ในช่วงก่อนการออกดอก ความชื้นสัมพัทธ์จะลดลง ซึ่งสัมพันธ์กับการลดลงของปริมาณน้ำฝนและลมในฤดูที่แห้งและเย็น ซึ่งผลกระทบดังกล่าวทำให้ความชื้นในดินลดลงส่งผลถึงปริมาณน้ำที่รากพืชดูดขึ้นไปใช้ รวมถึงเมทาบอลิซึมของการใช้คาร์โบไฮเดรตลดลง การสะสมอาหารที่จะใช้ในการออกดอก ดังนั้นความชื้นในดินต่ำจึงเพิ่มโอกาสในการเกิดดอกมากขึ้น (วิลาสินี วงศ์ใหญ่, 2549 : 16) ปริมาณน้ำในดินมีผลต่อการออกดอกของพืชในสภาพที่พืชขาดน้ำ หรือเกิดความเครียดในพืช จะสามารถชักนำในการสร้างตาดอก เช่น อะโวคาโด มะนาว มะม่วง และลิ้นจี่ ในลิ้นจี่ถ้าความชื้นในดินสูงในช่วงที่มีการสร้างตาดอก จะช่วยส่งเสริมการแตกใบอ่อนและยับยั้งการสร้างตาดอก แต่ในระยะการเจริญของตาดอกถ้าพืชเกิดการขาดน้ำมากเกินไปทำให้ตาดอกไม่สามารถเจริญต่อไปได้ กระบวนการสร้างตาดอกจะหยุดชะงักอยู่จนกว่าจะได้รับน้ำ (พัชรินทร์ ทองมาก, 2552 : 15)

4. ธาตุอาหารในดิน

เป็นปัจจัยในกระบวนการเสริมสร้างการเจริญเติบโตของพืช วงจรการดำรงชีพ และกิจกรรมต่าง ๆ ของพืช เพื่อเป็นองค์ประกอบ เป็นวัตถุดิบ และเป็นสารเร่งในกระบวนการต่าง ๆ

เช่น กระบวนการหายใจ กระบวนการสังเคราะห์แสง และการทำงานของเอนไซม์ เป็นต้น ธาตุอาหารต่าง ๆ มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาของพืชในด้านต่าง ๆ กัน เช่น แมกนีเซียม เป็นองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์ที่ใช้ในการสังเคราะห์แสง ฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบของทั้ง โปรตีน ไขมันและโมเลกุลอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเมแทบอลิซึม ในทุกกระบวนการของพืช แคลเซียม มีความสัมพันธ์กับโครงสร้างของผนังเซลล์รวมถึงเมแทบอลิซึมต่าง ๆ การที่พืชขาดธาตุอาหารส่งผลโดยตรงต่อการเจริญเติบโตและการพัฒนาทำให้พืชมีการเจริญเติบโตที่ผิดปกติ (ธีรวัฒน์ กันยานี. 2557 : 17)

การบังคับการออกดอกของไม้ผลยืนต้น

การออกดอกของพืชเป็นการเปลี่ยนจากสภาพการเจริญทางกิ่งใบมาเป็นการเจริญทางด้านการสืบพันธุ์ พืชทั่วไปไม่สามารถเจริญได้พร้อมกันทั้ง 2 ด้าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งไม้ผลยืนต้น เมื่อมีการเจริญทางกิ่งใบพืชจะไม่ออกดอก และเมื่อพืชมีการออกดอกจะหยุดการเจริญทางกิ่งใบ ดังนั้นการบังคับการออกดอกของไม้ผลหลายชนิดจึงทำได้โดยการลดการเติบโตทางกิ่งใบ เช่น ลดปุ๋ยไนโตรเจน งดการให้น้ำก่อนการออกดอก ซึ่งมีผลให้ต้นมีการเติบโตทางกิ่งใบน้อยลง และออกดอกได้ ส่วนวิธีการอื่น ๆ ที่ใช้บังคับการออกดอก ได้แก่ การควั่นกิ่ง การรัดกิ่ง การตัดราก การตัดแต่งกิ่ง รวมถึงการใช้สารชะลอการเติบโต พาโคลบิวทราโซลมีผลอย่างมากในการลดการสร้างจิบเบอเรลลินในพืช เมื่อทดลองใช้กับมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ทะวายเบอร์ 4 พบว่า ทำให้ความยาวกิ่งลดลง และกระตุ้นให้เกิดดอกได้มากขึ้นและเร็วขึ้น การออกดอกเป็นกระบวนการเข้าสู่ระยะชราภาพของพืช การใช้สารชะลอการเจริญเติบโตมีผลลดการสร้างจิบเบอเรลลิน ซึ่งทำให้พืชหยุดการเติบโตทางกิ่งใบ มีผลเร่งให้พืชเข้าสู่ระยะชราภาพ ซึ่งการปฏิบัติดังกล่าวจะช่วยลดการเติบโตทางกิ่งใบ และเพิ่มการสะสมอาหารในกิ่ง ทั้งหมดนี้จะส่งผลให้พืชเกิดการออกดอก (พีรเดช ทองอำไพ. 2537 : 15)

ความสำคัญของสารชะลอการเจริญเติบโตต่อพืช

สารชะลอการเจริญเติบโตจัดเป็น (Plant Growth Regulating Chemical : PGRC) ที่พืชไม่สามารถสร้างขึ้นเองได้ สารในกลุ่มนี้ทั้งหมดเป็นสารอินทรีย์ที่มนุษย์สังเคราะห์ขึ้นเพื่อประโยชน์ในการเกษตร คุณสมบัติหลักของสารในกลุ่มนี้คือชะลอการแบ่งเซลล์และการยืดตัวของเซลล์ในบริเวณได้ปลายยอดของกิ่งพืช จึงมีผลทำให้ต้นพืชที่ได้รับสารมีความสูงน้อยกว่าปกติ ซึ่งเป็นประโยชน์ในการควบคุมความสูงของไม้ดอกไม้ประดับให้มีขนาดกะทัดรัดเหมาะแก่การปลูกในกระถาง พืชที่ได้รับสารชะลอการเจริญเติบโตมักมีใบหนาและเขียวเข้มกว่าปกติ (สุริย์ เปลี่ยนเดชา.

2544 : 17) ผลทางอ้อมจากการใช้สารกลุ่มนี้มีประโยชน์อย่างมากทางการเกษตร เช่น เพิ่มผลผลิต ผักหลายชนิด เพิ่มคุณภาพผล ช่วยการติดผล เร่งการออกดอก ปัจจุบันมีสารชะลอการเจริญเติบโตหลายชนิดที่ผลิตขึ้นมาจำหน่ายในโลก และมีอยู่ 2 ชนิดที่ใช้กันมากที่สุดเมื่อเทียบกับสารชะลอการเจริญเติบโตชนิดอื่น นั่นคือ คลอมีควอท และดามิโนไซด์ ส่วนสารอื่นยังมีการใช้ประโยชน์น้อยกว่าแต่ก็มีความสำคัญเช่นกัน ได้แก่ แอนซิมิดอล, เมพิควอทคลอไรด์ และพาโคลบิวทราโซล (พีรเดช ทองอำไพ. 2537 : 16)

กลุ่มของสารชะลอการเจริญเติบโตของพืช

สุรทิน ใจดี (2553 : 15) ได้กล่าวถึงสารชะลอการเจริญเติบโตของพืชที่ยับยั้งการสังเคราะห์ จิบเบอเรลลิน (Gibberellin Biosynthesis Inhibitors) ว่ามี 4 กลุ่ม ได้แก่

1. กลุ่มโอเนียม (Onium Compounds) สารกลุ่มนี้มีหลาย ชนิด ได้แก่ คลอมีควอท (Chlormequat) เมพิควอทคลอไรด์ (Mepiquat Chloride) เอเอ็มโอ - 1618 (AMO - 1618) ฟอสฟอนดี (Phosphon D) และไพเพอริเดียมโบรไมด์ (Piperidium Bromide) ที่ใช้กันมากคือ คลอมีควอท และ เมพิควอทคลอไรด์ กลไกแรกของการเกิดปฏิกิริยาของสารกลุ่มโอเนียม คือ ยับยั้งการ เกิดโครงสร้างแบบไซคลิก (Cyclization) ของเจอร์รานิลเจอร์รานิลไพโรฟอสเฟต (Geranylgeranyl Pyrophosphate) ไปเป็นโคปาลิลไพโรฟอสเฟต (Copallyl Pyrophosphate) ทำให้เกิดการยับยั้งการสร้างจิบเบอเรลลิน พืชที่ได้รับสารกลุ่มโอเนียมจะมีปล้องสั้นและใบหนาสีเขียวเข้มกว่าปกติ การที่การเจริญเติบโตถูกจำกัดก็อาจทำให้เกิดประโยชน์อย่างอื่น มีรายงานว่าสารกลุ่มโอเนียมทำให้การสังเคราะห์ด้วยแสงเพิ่มขึ้น เพิ่มการทนแล้ง แต่ก็ยังไม่ชัดเจน การทนแล้งอาจเกิดจากการลดพื้นที่ใบ ซึ่งเป็นผลจากสารโอเนียม ทำให้พื้นที่ผิวของการคายน้ำลดลงส่งผลให้พืชเสียน้ำน้อยลง คลอมีควอทยังสามารถชักนำการปิดปากใบ ซึ่งทำให้ลดการคายน้ำลง นอกจากนั้นสารโอเนียมยังทำให้เกิดการสะสมของสารเช่น กรดอะมิโน น้ำตาล ซึ่งเป็นตัวทำให้พืชรักษาความเต่งไว้ได้ภายใต้สภาพที่ค่าชลศักย์ของใบลดลง พืชที่ได้รับสารโอเนียม ยังทนต่อความเครียดจากสิ่งที่ไม่มีชีวิต (Abiotic Stress) ต่าง ๆ เช่น เกลือ อุณหภูมิ และความเครียดจากสิ่งที่มีชีวิต (Biotic Stress) เช่น แมลง โรคพืช และไส้เดือนฝอย เป็นต้น

2. กลุ่มไพริดีน (Pyridines) สารกลุ่มนี้สองชนิดที่ใช้กันมากคือแอนซิมิดอล และฟลูร์พรีมิดอล (Flurprimidol) กลไกการเกิดปฏิกิริยาอันแรกของสารกลุ่มนี้คือ ยับยั้งเอนไซม์ไซโทโครม P - 450 (Cytochrome P - 450) ซึ่งควบคุมการเกิดออกซิเดชันของคอรีนิ (Kaurene) ไปเป็นกรดคอรีโนอิก (Kaurenoic Acid) ในการสังเคราะห์จิบเบอเรลลิน นอกจากนั้นยังรบกวนการสังเคราะห์ สเตอรอล

และกรดแอบไซลิกด้วย สารกลุ่มนี้มีผลน้อยมาก หรือไม่มีผลต่อกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง แต่ทำให้การใช้น้ำของพืชลดลง

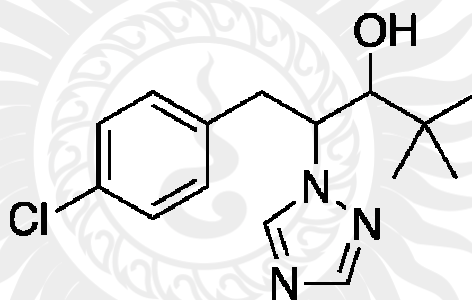
3. กลุ่มไตรอะโซล (Triazoles) สารกลุ่มนี้มีความสามารถในการชะลอการเจริญเติบโตของพืชสูงมาก สารกลุ่มนี้ที่รู้จักกันดี ได้แก่ พาโคลบิวทราโซล ยูนิโคนาโซล (Uniconazole) ไตรอะเพนทีนอล (Triapenthenol) สารไตรอะโซลลดการเจริญเติบโตของพืชโดยการยับยั้งไมโครโซมอลออกซิเดชัน (Microsomal Oxidation) ของคอรีน คอรีนอล (Kaurenol) และคอรีแนล (Kaurenal) ซึ่งถูกกระตุ้นโดยคอรีนออกซิเดส (Kaurene Oxidase) ในการสังเคราะห์จิบเบอเรลลิน นอกจากนี้ยังยับยั้งการสังเคราะห์สเตอรอล ลดปริมาณของกรดแอบไซลิก เอทิลีน และกรดอินโดลแอซิดิก (IAA) และเพิ่มปริมาณไซโทไคนิน (บุษยมาศ พุยมูลศรี. 2557 : 19) ถึงแม้จะพบการเพิ่มจำนวนคลอโรพลาสต์ในพืชที่ได้รับสารไตรอะโซล แต่ก็มีผลโดยตรงต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงเพียงเล็กน้อย พบว่า มีผลทางอ้อมต่อปฏิกิริยาการสังเคราะห์ด้วยแสง พืชที่ได้รับสารไตรอะโซลจะทนทานต่อความเครียดจากน้ำและซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ซึ่งการชักนำความทนทานต่อความเครียดของสารกลุ่มไตรอะโซลนั้นเกิดจากการเพิ่มปริมาณ หรือเพิ่มกิจกรรมของสารแอนติออกซิเด้นท์ (Antioxidant) ในต้นพืช

4. สารกลุ่มอื่น ๆ เช่น เตตราไซลาซิส (Tetcyclacis) สารนี้จะไปลดการสังเคราะห์จิบเบอเรลลิน โดยไปขัดขวางไมโครโซมอลออกซิเดชันของคอรีนไปเป็นกรดคอรีโนอิก สารเตตราไซลาซิส ยังยับยั้งการสังเคราะห์สเตอรอล และโดยทั่วไปจะมีผลเหมือนกับสารกลุ่มไตรอะโซล โพรเฮกซาไดโอนีแคลเซียม (Prohexadione Calcium) มีผลชะลอการเจริญเติบโตของพืชโดยไปยับยั้ง 3b - hydroxylation ของ GA_{20} ไปเป็น GA_1 และยับยั้ง 2b - hydroxylation ของ GA_1 ไปเป็น GA_4 Inabenfide เป็นสารอนุพันธ์ของแอนิลิด (Anilide Derivative) ของ กรดไอโซนิกอติค (Isonicotinic Acid) ยับยั้งการสังเคราะห์จิบเบอเรลลินโดยไปขัดขวางออกซิเดทีฟคอนเวอร์ชัน (Oxidative Conversion) ของคอรีนไปเป็นกรดคอรีโนอิก

คุณสมบัติและการใช้สารชะลอการเจริญเติบโตบางชนิด

1. Paclobutrazol (PBZ) เป็นสารสังเคราะห์ที่ถูกจัดอยู่ในกลุ่มสารประกอบไตรอะโซล ชื่อทางเคมีคือ (2RS, 3RS) - 1 - (4 - Chlorophenyl) - 4, 4 - dimethyl - 2 - (1H-1, 2, 4 - triazol - 1 - yl) Pentan - 3 - ol หรือ $C_{15}H_{20}ClN_3O$ มีน้ำหนักโมเลกุลเท่ากับ 293.8 กรัมต่อโมล (ภาพประกอบ 7) (นิติพัฒน์ พัฒนฉัตรชัย. 2557 : 17) ; (มะลิวรรณ นาสี. 2557 : 20) จุดหลอมเหลวละลายประมาณ 164 - 168 องศาเซลเซียส ละลายได้ดีในเมทานอลไดคลอไรด์ (Methanol Dichloride) อะซิโตน (Acetone) ไซโคลเฮกซานอน (Cyclohexanone) และเมทิลีน (Methylene) พาโคลบิวทราโซลคงสภาพ

ได้ทุกอุณหภูมิจนถึง 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลาอย่างน้อย 6 เดือน ไม่มีพืชต่อพืช พาโคลบิวทราโซล ประกอบด้วย สาร 4 ชนิด คือ (+) - (2R, 3R) และ (-) - (3RS, 2S) มีประสิทธิภาพสูงในการควบคุมเชื้อราและชะลอการเจริญเติบโตของพืช การพ่นพาโคลบิวทราโซลทางใบสามารถป้องกันกำจัดโรคราแป้ง และโรคสแคปในแอปเปิ้ลได้ มีพืชต่อนก ผี และจุลินทรีย์ในดินน้อย มีผลตกค้างในผลไม้ต่ำ สามารถใช้ได้ดีกับพืชหลายชนิด (นพดล ศรีเหรา. 2557 : 21) พาโคลบิวทราโซลเป็นสารชะลอการเจริญเติบโตของพืชที่นิยมใช้กับมะม่วงและพืชไร่ และเป็นสารกำจัดเชื้อราในกลุ่มไตรอะโซล ออกฤทธิ์ในทางตรงข้ามกับจิบเบอเรลลิน โดยยับยั้งการสังเคราะห์จิบเบอเรลลินลดการยืดตัวของปล้อง เพิ่มการเจริญเติบโต ของราก เร่งให้เกิดดอก ทำให้ออกลูกเร็วและเพิ่มการผลิตเมล็ดในพืช (Berova and Zlatev. 2000 : 119) พาโคลบิวทราโซลมีประสิทธิภาพสูงมาก และมีแนวโน้มที่จะนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวางในอนาคต เริ่มออกจำหน่ายในต่างประเทศโดยมีชื่อการค้าคือ Cultar® (พีรเดช ทองอำไพ. 2537 : 17)



ภาพประกอบ 7 โครงสร้างของพาโคลบิวทราโซล

ที่มา : นิรนาม. ออนไลน์. 2563

พาโคลบิวทราโซลส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ได้อยู่ในรูปโครงสร้าง ปริมาณไนโตรเจน และอัตราส่วนของปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้างต่อปริมาณไนโตรเจน โดยการราดทางดินด้วยพาโคลบิวทราโซล อัตรา 2.4 และ 8 กรัมต่อตารางเมตรของพื้นที่ได้ทรงพุ่ม ในมะม่วงพันธุ์เขียวเสวย มีผลทำให้ความยาวของยอด พื้นที่ผิวใบลดลง แต่ช่วยเพิ่มการออกดอก เมื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ได้อยู่ในรูปโครงสร้าง ปริมาณไนโตรเจนที่ปลายยอด พบว่า ปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ได้อยู่ในรูปโครงสร้างในยอด และปริมาณไนโตรเจนในใบมีค่าเพิ่มขึ้น โดยปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ได้อยู่ในรูปโครงสร้างในใบเพิ่มสูงสุดเมื่อทดลองได้ 62.76 และ 96 วัน ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (Reducing Sugar : RS) ในยอดและในใบเพิ่มมากขึ้น หลังจากราดสารจนกระทั่งถึงช่วงก่อนการออกดอก แต่เมื่อถึง

ช่วงเวลาออกดอกพบว่า ปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ได้อยู่ในรูปโครงสร้าง และปริมาณไนโตรเจน มีค่าลดลง (มะลิวรรณ นาสี. 2557 : 21)

พาโคลบิวทราโซลเคลื่อนย้ายได้ดีในท่อลำเลียงน้ำ (Xylem) และถูกดูดซึมจากราก เพื่อเคลื่อนย้ายไปยังส่วนของตาและใบ ชัยยังการสร้างจิบเบอเรลลินบริเวณยอด สำหรับการให้ พาโคลบิวทราโซลแก่พืชนั้นสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การฉีดพ่นทางใบ (Foliar Spray) การราดสาร ลงดิน (Soil Drench) ฉีดเข้าลำต้น (Trunk Injection) และการทาสารที่ลำต้น (Stem Paint Application) ซึ่งในการเลือกวิธีให้สารแก่พืชนั้น ขึ้นอยู่กับความเหมาะสม และการตอบสนองของพืช (การิตา จงเจือกกลาง. 2552 : 19) วิธีการให้สารแก่พืชที่เหมาะสมคือการราดลงดิน เนื่องจากรากพืช สามารถดูดซึมสารนี้ได้ดี (นิติพัฒน์ พัฒนฉัตรชัย. 2557 : 21) และส่งผ่านทางท่อน้ำขึ้นไปยัง ส่วนอื่น ๆ ของต้น หรืออาจให้สารโดยการฉีดที่ลำต้นโดยตรง (Stem Injection) แต่วิธีการยุ่งยาก กว่า การราดลงดิน กรณีการพ่นสารทางใบสารจะไม่ค่อยเคลื่อนจากใบแก่ไปยังยอดอ่อน (พีรเดช ทองอำไพ. 2537 : 18) ทำให้ประสิทธิภาพของการราดสารทางดินสูงกว่าการพ่นทางใบ ปัจจัยที่มีผลต่อการใช้พาโคลบิวทราโซล คือ ความแห้งแล้ง และอุณหภูมิต่ำ ผลรวมของสภาพแวดล้อม ที่เหมาะสมสำหรับสร้างตาออก (มะลิวรรณ นาสี. 2557 : 22) พืชหลายชนิดมีความเหมาะสมที่จะให้ พาโคลบิวทราโซลโดยวิธีการราดลงดิน การให้สารด้วยวิธีนี้จะต้องให้สารบริเวณรอบโคนต้น หรือบริเวณเขตแนวรากพืช โดยพาโคลบิวทราโซลเป็นสารที่ละลายน้ำได้น้อยมาก ซึ่งละลายได้ ประมาณ 25 มิลลิกรัมต่อลิตร อีกทั้งสารบางส่วนที่ไม่ละลายน้ำจะถูกยึดเกาะไว้ด้วยอนุภาคของดิน และสารอินทรีย์ต่าง ๆ ภายในดิน ในการเคลื่อนย้ายของสารขึ้นกับปัจจัยหลายประการ เช่น การให้น้ำ แก่พืช ปริมาณน้ำที่มีอยู่ในดิน ความสามารถในการดูดซับสารของราก ซึ่งรากพืชจะดูดเฉพาะ สารที่อยู่ใกล้กับรากพืชเท่านั้น และขึ้นอยู่กับการดูดซับสารของดินชนิดต่าง ๆ ในบริเวณที่มีการเคลื่อนที่ของน้ำในดินในบริเวณที่ให้สาร (การิตา จงเจือกกลาง. 2552 : 20)

จากการศึกษาของนพดล ศรีเหรา (2557 : 22) พบว่า ต้นลำไยที่ได้รับพาโคลบิวทราโซล ด้วยวิธีการราดทางดินอัตรา 1.0 และ 2.0 กรัมต่อตารางเมตรพื้นที่ได้ทรงพุ่ม มีเปอร์เซ็นต์การออกดอก มากกว่าต้นลำไยที่ได้รับสารทางดินอัตรา 0.5 กรัมต่อตารางเมตรพื้นที่ได้ทรงพุ่ม ต้นลำไยที่ฉีดพ่น สารทางใบความเข้มข้น 500 และ 2,000 มิลลิกรัมต่อลิตร และชุดควบคุม เพราะการให้พาโคลบิวทราโซล ทางดินทำให้ต้นลำไยมีการตอบสนองที่ดีกว่า ทำให้ระดับฮอร์โมนภายในต้นลำไยมีการเปลี่ยนแปลง การสะสมอาหารที่ยอดเพิ่มขึ้น การใช้พาโคลบิวทราโซลร่วมกับการใช้โพแทสเซียมคลอไรด์ ส่งเสริมการออกดอกของลำไยเพิ่มขึ้น

พิจิตร ศรีปิ่นตา และคณะ (2552 : 22) ได้ศึกษาการชักนำให้ต้นลำไยออกดอกและ ติดผลในฤดูร้อน พบว่า การราดโพแทสเซียมคลอไรด์ อัตรา 50 กรัมต่อเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่ม

1 เมตร ร่วมกับการพ่นสารเคมีเพื่อเพิ่มการติดผลทุกชนิด ได้แก่ แคลเซียมโบรอน พาโคลบิวทราโซล สารสกัดจากสาหร่ายทะเล และกรดจิบเบอเรลลิก สามารถเพิ่มขนาดของผลลำไยให้มีขนาดใหญ่ เมื่อเปรียบเทียบกับการราดโพแทสเซียมคลอไรด์เพียงอย่างเดียว

สุรทิน ใจดี (2553 : 23) รายงานว่า การใช้สารชะลอการเจริญเติบโตในเขตร้อนชื้นจะต้องมีการฉีดพ่นหลายครั้ง แต่ครั้งจะห่างกันประมาณ 2 สัปดาห์ เนื่องจากสภาพอากาศในเขตร้อนชื้นมีปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิที่สูง ทำให้การสังเคราะห์จิบเบอเรลลินเกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็วแม้ว่าจะมีการใช้สารชะลอการเจริญเติบโต ซึ่งโดยปกติสารเหล่านี้จะมีฤทธิ์ควบคุมการสังเคราะห์จิบเบอเรลลินได้ประมาณ 15 วัน

2. Mepiquat Chloride (1,1 - dimethyl - piperidinium Chloride) เป็นสารที่ใช้ลดความสูงของต้นและเพิ่มผลผลิตพืชไร่บางชนิด ใช้ได้ผลดีกับฝ้ายและถั่วต่าง ๆ และยังใช้ลดความสูงของต้นธัญพืชเพื่อป้องกันการหักล้ม สารนี้มีจำหน่ายในประเทศไทยโดยมีชื่อการค้าว่า พิกซ์ (Pix) ซึ่งผลิตอยู่ในรูปของสารละลาย เป็นสารที่มีพิษสูงปานกลางต่อคนและสัตว์ สารนี้ดูดซึมเข้าทางใบได้ดี จึงเหมาะที่จะใช้โดยการพ่นทางใบ (พีรเดช ทองอำไพ. 2537 : 19) เมพิควอทคลอไรด์ (MC) มีชื่อทางเคมีว่า 1, 1 - dimethyl - piperidinium Chloride อยู่ในรูปของสารละลาย (ภาพประกอบ 8) (อิทธิฤทธิ์ อึ้งวิเชียร. 2535 : 21) ได้จดทะเบียนครั้งแรกที่สหรัฐอเมริกา ในปี 1980 นอกจากนี้ยังพบว่าการใช้เมพิควอทคลอไรด์สามารถเพิ่มผลผลิตของ แอปเปิล องุ่น และส้ม เป็นต้น เมพิควอทคลอไรด์เมื่อพ่นสารทางใบจะให้ประสิทธิภาพสูงกว่าการราดสารทางดิน



ภาพประกอบ 8 โครงสร้างของเมพิควอทคลอไรด์

ที่มา : มะลิวรรณ นาดี. 2557 : 16)

การพ่นทางใบด้วยเมพิควอทคลอไรด์ 700 มิลลิกรัมต่อลิตรผสมกับคลอร์มีควอทคลอไรด์ 3,000 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถกระตุ้นการออกดอกของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ได้เร็วกว่า พาโคลบิวทราโซลและชุดควบคุม ยังมีแนวโน้มให้เพิ่มเปอร์เซ็นต์การออกดอก และคุณภาพของ

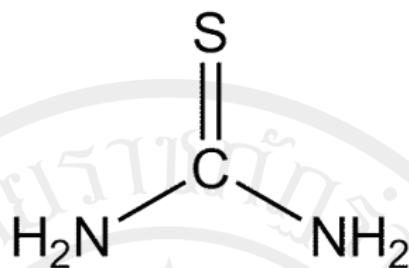
ช่อดอก ส่งผลให้มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ได้อยู่ในรูปโครงสร้างในใบมะม่วงมากที่สุด สำหรับการศึกษาในทุเรียน พบว่า เมื่อให้เมพิควอทคลอไรด์ ที่ความเข้มข้น 2,500 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชะลอการแตกใบอ่อนได้ การใช้เมพิควอทคลอไรด์ มีผลในการชักนำให้ต้นมะนาวพันธุ์แป้นออกดอกได้ โดยมีเปอร์เซ็นต์การออกดอกเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของสารที่เพิ่มขึ้น (มะลิวรรณ นาสี. 2557 : 17)

ในการผลิตทุเรียนพบว่า การใช้เมพิควอทคลอไรด์ ในช่วงระหว่างการพัฒนาของผล (หลังติดผล 1 - 10 สัปดาห์) สามารถแก้ปัญหาการแตกใบอ่อนในช่วงที่ทุเรียนติดผล และป้องกันผลอ่อนหลุดร่วงได้ (ปราโมช ร่วมสุข และคณะ. 2561 : 21)

กรรชิต พุทธโกษาและกัญญารัตน์ อาจิวชัย (2533 : 34) รายงานว่า ผลของเมพิควอทคลอไรด์ จะคงอยู่ในต้นพืชที่ได้รับสารประมาณ 20 วัน หลังจากนั้นจะกลับเป็นปกติ

3. ไทโอยูเรีย เป็นผลึกแข็งสีขาว ละลายน้ำและแอลกอฮอล์ได้ดี และละลายได้ในสารละลายอื่น ๆ เล็กน้อย (สิทธา จิตอารีรัตน์. 2545 : 19) เรียกอีกอย่างหนึ่งว่าไทโอคาร์บามेट เป็นสารอินทรีย์ที่มีกำมะถันหรือออร์กาโนซัลเฟอร์ชนิดหนึ่ง มีสูตร โครงสร้างคล้ายกับยูเรีย สูตรโมเลกุลคือ $\text{CH}_4\text{N}_2\text{S}$ (ภาพประกอบ 9) มีกำมะถัน (S) เข้าไปแทนที่อนุภาคของออกซิเจนในโมเลกุลของยูเรีย ซึ่งอนุภาคกำมะถันเป็นส่วนประกอบของกรดอะมิโนซิสเทอีนและเมไทโอนีน ซึ่งเป็นส่วนประกอบของโปรตีน กรดอะมิโนทั้งสองชนิดเป็นสารในการสังเคราะห์อินทรีย์สารหลายชนิด โดยกำมะถันจะเปลี่ยนรูปเป็นซัลเฟต การรีดิวซ์ซัลเฟตในใบนำไปสู่การสังเคราะห์กลูตาไทโอน ซึ่งละลายน้ำง่ายและเคลื่อนย้ายสารนี้ทางท่ออาหารเพื่อใช้สังเคราะห์โปรตีนที่ย่อยอ่อนผลหรือปลายราก การดึงดูดซัลเฟตของรากทำให้พืชมีอาหารสะสมมากขึ้น ดังนั้นไทโอยูเรียจึงมีคุณสมบัติทำลายการพักตัวของพืชโดยมีผลลดปริมาณสารยับยั้งการเจริญเติบโตภายในพืช (เสาวคนธ์ ทิมทอง. 2550 : 23) การสังเคราะห์ไทโอยูเรียทำได้สองวิธี คือ จากปฏิกิริยาเคมีของสารไซยานาไมด์กับไฮโดรเจนซัลไฟด์ หรืออีกวิธีหนึ่งโดยการเผาแอมโมเนียมไทโอไซยานาต (รุ่งนภา ทวนทอง. 2554 : 20) ประเทศไทยเริ่มนำเข้าไทโอยูเรียมาทดลองเมื่อปี 2529 โดยทดลองใช้กระตุ้นการงอกของหัวมันฝรั่ง และกระตุ้นการแตกใบอ่อนของมะม่วง ซึ่งพบว่าใช้ได้ผลดี (ธีรพงศ์ ชมใจ. 2544 : 19)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



ภาพประกอบ 9 โครงสร้างของไทโอยูเรีย

ที่มา : นิรนาม. ออนไลน์. 2562

ในการผลิตมะนาวฤดูแล้ง พบว่า ไทโอยูเรียมีคุณสมบัติเร่งการแตกตา หรือทำลายการพักตัวของตา สามารถกระตุ้นให้มะนาวออกดอกได้ ด้วยการพ่นไทโอยูเรีย อัตรา 0.25 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 2 ครั้ง ห่างกัน 1 สัปดาห์ ทำให้เกิดการแตกตาดอกของมะนาวได้ภายในระยะ 2 สัปดาห์ (สำนักงานเกษตรและถ่ายทอดเทคโนโลยีการพัฒนาดิน. 2550 : 4)

สิทธิจิตอริย์รัตน์ (2545 : 66) ได้ศึกษาผลของโพแทสเซียมคลอไรด์ โซเดียมไฮโปคลอไรท์ แคลเซียมไฮโปคลอไรท์ โพแทสเซียมไนเตรต และไทโอยูเรียต่อการออกดอกของลำไยพันธุ์ดอ โดยทำการพ่นไทโอยูเรียทางใบหลังจากต้นลำไยมีการแตกใบอ่อน 3 ชุด และใบในชุดที่ 3 แก่เต็มที่ ซึ่งเป็นช่วงที่ลำไยมีการพักตัว ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ พบว่า ต้นลำไยที่พ่นไทโอยูเรีย ทำให้ดกลำไยที่แตกออกมาเป็นตาใบทั้งหมด โดยมีเปอร์เซ็นต์การผลิใบ 92 เปอร์เซ็นต์

ชัยวัฒน์ มกรเพศ และคณะ (2537 : 533) ศึกษาผลของพาโคลบิวทราโซล โมโน - โพแทสเซียมฟอสเฟต และไทโอยูเรียต่อการออกดอกและติดผลของเงาะพันธุ์โรงเรียน ซึ่งในทรีตเมนต์ที่ฉีดพ่นพาโคลบิวทราโซลร่วมกับโมโนโพแทสเซียมฟอสเฟตและไทโอยูเรีย สามารถออกดอกได้เร็วกว่าต้นที่ไม่ได้ฉีดพ่นสารถึง 21 วัน

สุรพล จิตธนากุล และสุชาติ เชิงทอง (2557 : 25) ศึกษาผลของโพแทสเซียมคลอไรด์ โพแทสเซียมไนเตรต (KNO_3) และไทโอยูเรีย (Thiourea) ต่อการแตกตาในเงาะ (*Nephelium lappaceum* L.) พันธุ์โรงเรียน พบว่า โพแทสเซียมไนเตรต 3.0 เปอร์เซ็นต์ ไทโอยูเรีย 0.5 เปอร์เซ็นต์ และโพแทสเซียมไนเตรต 2.0 เปอร์เซ็นต์ สามารถทำลายการพักตัวกระตุ้นให้ เงาะเริ่มแตกตาใบหลังจากได้รับสาร 7 วัน โดยมีการแตกตาใบ 32.5, 30.0 และ 10.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และหลังจากให้สารเพียง 14 วัน สารทั้งสามชนิดทำให้มีการแตกตาใบเพิ่มขึ้นเป็น 87.5, 72.5 และ 71.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

รุ่งนภา ทวนทอง (2554 : 68) ศึกษาผลของไทโอยูเรียต่อการออกดอกของส้มโอพันธุ์หอมหาคใหญ่ โดยศึกษาผลของไทโอยูเรียที่ความเข้มข้น 750, 1000 และ 1500 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่า การให้ไทโอยูเรียสามารถกระตุ้นการออกดอกของส้มโอพันธุ์หอมหาคใหญ่ ซึ่งการให้ไทโอยูเรียที่ความเข้มข้น 1500 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้ส้มโอพันธุ์หอมหาคใหญ่ออกดอกมากที่สุด

บทบาทและหน้าที่ของธาตุอาหารพืช

ธาตุอาหารพืชประกอบด้วยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม มีบทบาทต่อการเจริญเติบโตของพืชแต่ละชนิดแตกต่างกันไป เมื่อขาดธาตุอาหารที่จำเป็น พืชจะแสดงอาการขาดธาตุอาหาร ถ้าพืชได้รับธาตุอาหารอย่างเพียงพอจะส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช เช่น การสร้างดอก ผล และเมล็ด ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม (ขงยุทธ โอสดสภา. 2558 : 2)

ไนโตรเจน

ไนโตรเจนมีบทบาทควบคุมการพัฒนาในแต่ละช่วงชีวิตของพืช ความเข้มข้นของไนโตรเจนในใบสัมพันธ์กับการเจริญเติบโตของพืช ส่วนรูปของไนโตรเจนมีบทบาทต่อการเจริญเติบโตและการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีของพืช โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระยะเจริญพันธุ์ เป็นระยะที่พืชตอบสนองต่อสัญญาณภายใน (Endogenous Signal) และสัญญาณภายนอก (Exogenous Signal) ซึ่งนำไปสู่การออกดอก อย่างไรก็ดีตามวิถี (Pathway) ของการออกดอก 5 แบบ คือ วิถีการใช้ความเย็น กระตุ้นให้ออกดอก (Vernalization Pathway) วิถีกระตุ้นการออกดอกด้วยช่วงแสง (Photoperiod Pathway) วิถีกระตุ้นด้วยจิบเบอเรลลิน (Gibberellin Pathway) วิถีกระตุ้นอัตโนมัติ (Autonomous Pathway) และวิถีกระตุ้นจากภายใน (Endogenous Pathway) (ขงยุทธ โอสดสภา. 2558 : 121) กระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์และการแยกสลายของสารชีวภาพ การออกดอกติดผลในพืช มีฮอร์โมนพืชเป็นตัวควบคุมอยู่ ถ้าในต้นพืชมีไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้น จะช่วยส่งเสริมการสังเคราะห์ฮอร์โมนดังกล่าว นั่นก็หมายความว่านอกจากไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบเบื้องต้นของอินทรีย์สารแล้วยังมีอิทธิพลต่อสมดุลของฮอร์โมนในต้นพืช ช่วยควบคุมเมแทบอลิซึมพลังงาน และกลไกการสร้าง ตลอดจนระยะเวลาการใช้และสลายตัวของสารในพืช ซึ่งเรียกสิ่งนี้ว่าการกระทำทางอ้อมของไนโตรเจน แนวทางความคิดนี้เป็นประโยชน์ในการอธิบายผลที่เกิดขึ้นจากธาตุอาหารตัวนี้ได้อย่างกระจ่างขึ้น เช่น ไนโตรเจนส่งเสริมการสังเคราะห์ไซโตไคนิน และจิบเบอเรลลิน สารเหล่านี้จะไปควบคุมกระบวนการสังเคราะห์ ชะลอการเกิดสีเหลืองในส่วนของพืชที่มีสีเขียวยับยั้งกระบวนการชีวภาพ ชีตการเข้าเมล็ด (Filling Period) ในธัญพืช สภาพการขาดไนโตรเจนจะทำให้การสังเคราะห์ไซโตไคนินในรากช้าลง จึงไปส่งเสริมการสังเคราะห์กรดแอบไซสิก

ซึ่งกลับทำให้ระยะเข้าเมล็ดสั้นลง (เมล็ดลึบถ้ำรากได้รับไนโตรเจนน้อยเกินไป สภาพแห้งแล้งมีผลเช่นเดียวกันเพราะสภาพเครียดน้ำจะไปเพิ่มปริมาณเอ็บไซลิกในพืชได้เช่นกัน) หรือนำไปสู่ชราภาพเร็วขึ้น (อรทัย ธัญชัย, 2555 : 25)

ฟอสฟอรัส

ในด้านธาตุอาหารพืช แมฟอสฟอรัสเป็นธาตุหลัก ซึ่งความเข้มข้นในพืชต่ำกว่าไนโตรเจนและโพแทสเซียม แต่มีบทบาทเกี่ยวข้องกับเมตาบอลิซึมของเซลล์อย่างกว้างขวาง เพราะหน้าที่หนึ่งของฟอสฟอรัส คือ เป็นองค์ประกอบของสารที่แจกจ่ายพลังงานแก่กระบวนการทางชีวเคมีของเซลล์ (ขงยุทธ โอสดสภา, 2558 : 170) และเป็นองค์ประกอบในสารอินทรีย์ที่มีความสำคัญต่อพืชมากมาย เช่น นิวคลีโอไทด์ ฟอสโฟลิปิด กรดในตริก กรดนิวคลีอิก และโคเอนไซม์บางชนิด เป็นองค์ประกอบของเมมเบรนในเซลล์และมีบทบาทอย่างมากในกระบวนการเมตาบอลิซึมของพลังงาน โดยเฉพาะเป็นองค์ประกอบของการสังเคราะห์พันธะเคมีในรูป เอทีพี (ATP) เอดีพี (ADP) และ เอ็นเอดีพี (NADP) เป็นต้น ฟอสฟอรัสเป็นธาตุหนึ่งที่ส่งเสริมการออกดอกของลำไย การขาดธาตุอาหารในระหว่างการออกดอกทำให้พัฒนาการของดอกไม่สมบูรณ์ จำนวนดอกมีน้อย ปริมาณฟอสฟอรัสรวมในหน้าดินส่วนมากอยู่ในระดับต่ำ มีค่าเฉลี่ยเพียง 0.6 เปอร์เซ็นต์ (วิชชุดา ทองอ่อน, 2555 : 27)

โพแทสเซียม

โพแทสเซียมมีบทบาทในกระบวนการสังเคราะห์แสงอย่างน้อย 3 ขั้นตอน คือ ควบคุมให้ปากใบเปิดเมื่อมีแสง จึงช่วยให้คาร์บอนไดออกไซด์เข้าสู่ใบได้สะดวก ส่งเสริมการสังเคราะห์อะดีโนซีนไตรฟอสเฟต ในกระบวนการโฟโตฟอสฟอรีเลชัน (Photophos Phorylation) และมีบทบาทในการคงสภาพโครงสร้างของคลอโรพลาสต์ และ โปรพลาสต์ (Proplastids) ที่เหมาะสมกับกิจกรรมการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ โพแทสเซียมมีบทบาทในการเคลื่อนย้ายน้ำตาลไปยังดอก กำลังพัฒนาและช่วยกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแป้ง หากขาดโพแทสเซียมจะมีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีมาก เช่น เกิดการสะสมคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ลดปริมาณแป้ง และเพิ่มการสะสมสารประกอบไนโตรเจนที่ละลายน้ำได้ ส่งผลให้การออกดอกของพืชลดลง (ขงยุทธ โอสดสภา, 2558 : 198) หากพืชขาดโพแทสเซียมในระยะแรกการสังเคราะห์แสงจะลดลง ส่วนการหายใจจะเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากผลกระทบต่อการควบคุมการเปิดปิดของปากใบ การแพร่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เข้าสู่ใบ และการสะสมน้ำตาลในใบ เพราะการเคลื่อนย้ายน้ำตาลหยุดชะงัก ใบใบแก่จะมีโพแทสเซียมอย่างอุดมสมบูรณ์ เมื่อได้รับโพแทสเซียมอย่างเพียงพอเท่านั้น เช่น เมื่อมีการให้ปุ๋ยโพแทสเซียมในปริมาณมาก การดูใช้โพแทสเซียมจึงค่อย ๆ เพิ่มขึ้น

ตลอดระยะเวลาการเจริญเติบโตจนถึงระยะออกดอก ถ้าพืชสามารถดูดใช้โพแทสเซียมได้มากผลผลิตจะยิ่งเพิ่มสูงขึ้น (วิชชุดา ทองอ่อน. 2555 : 28)

แคลเซียม

แคลเซียมจัดเป็นธาตุอาหารรองในกลุ่มเดียวกับแมกนีเซียม (Mg) และกำมะถัน ที่พืชต้องการใช้ในปริมาณน้อยในการเจริญเติบโต และไม่มีปัญหาขาดแคลนในดินทั่วไปเหมือนธาตุอาหารหลักซึ่งได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม อย่างไรก็ตาม แคลเซียมเป็นธาตุสำคัญที่เป็นองค์ประกอบหลักช่วยในการแบ่งเซลล์และใช้กระบวนการภายในเซลล์ในระหว่างการเจริญเติบโต อาการขาดธาตุแคลเซียมในพืชบางอย่างอาจคล้ายอาการของพืชเป็นโรค ดังนั้นการวินิจฉัยอาการผิดปกติของพืชจึงควรพิจารณาอย่างระมัดระวัง พืชที่ขาดแคลเซียมมักจะแสดงอาการที่ยอดและผล คือ ตายอดไม่เจริญ ยอดอ่อนตาย ใบอ่อนบิดเบี้ยว ขอบใบม้วนลงไม่เรียบ และแห้ง ใบมีจุดประขาวอยู่บนใบส่วนยอด คล้ายอาการยอดค่าง ส่วนผลแสดงอาการขั้วผลไม่แข็งแรง หลุดร่วงง่ายและมีจุดดำที่ก้นของผล เช่น โรคก้นเน่าของมะเขือเทศ เกิดจากการขาดแคลเซียม หรือความไม่สมดุลของธาตุแคลเซียมในดิน พืชที่ขาดแคลเซียมมานานและรุนแรงมีลักษณะเป็นพุ่มเตี้ย การเจริญเติบโตชะงักงัน แคลเซียมเป็นองค์ประกอบหนึ่งของผนังเซลล์พืช การที่พืชอ่อนนุ่มลงในช่วงการสุกเกิดจากการสูญเสียแคลเซียมออกจากส่วนนี้ ดังนั้นการให้แคลเซียมเพิ่มจากภายนอกจะช่วยทำให้ผนังเซลล์ของพืชยังคงความแข็งแรงและเพิ่มความแข็งแรงของแรงดึงระหว่างเซลล์พืช (เฉลิมชัย วงษ์อารี. 2560 : 27)

แมกนีเซียม

แมกนีเซียมเป็นธาตุอาหารรองที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยแมกนีเซียมเป็นองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์ ซึ่งมีความสำคัญในกระบวนการสังเคราะห์แสง (ขงยุทธ โอสดสภา. 2558 : 265) หากพืชที่ได้รับแมกนีเซียมไม่เพียงพอจะแสดงอาการใบเหลืองระหว่างเส้นใบในขณะที่เส้นใบยังคงเขียวอยู่ (ธนพันธ์ พงษ์ไทย และคณะ. 2560 : 26) อย่างไรก็ตาม การใส่ปุ๋ยแมกนีเซียมที่มากเกินไป อาจมีผลให้เกิดอันตรกิริยาระหว่างธาตุอาหาร โดยเฉพาะธาตุโพแทสเซียมและแคลเซียม ซึ่งจะมีผลซึ่งกันและกันต่อการดูดและการเคลื่อนย้ายภายในพืช (ขงยุทธ โอสดสภา. 2558 : 272)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี