บทที่ 1

บทนำ

บทนำต้นเรื่อง

มังคุดเป็นผลไม้เมืองร้อนที่ได้รับความนิยมและเป็นผลไม้สำคัญที่ทำรายได้เพื่อการส่งออกไปต่างประเทศ ทั้งในรูปผลไม้สดและแช่แข็ง โดยเฉพาะในรูปผลสด ปี พ.ศ. 2542 ประเทศไทยสามารถส่งออกประมาณ 5,000 เมตริกตัน มูลค่า 104 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2543) ทำให้มีการขยายพื้นที่ปลูกภายในประเทศเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ในปี พ.ศ. 2541-2542 มีพื้นที่ปลูกมังคุดที่ให้ผลแล้ว 157,970 ไร่ และที่ยังไม่ให้ผล 134,634 ไร่ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2543) มังคุดจึงจัดเป็นไม้ผลที่มีศักยภาพสูงในการส่งออกของประเทศไทย แต่ปัญหาสำคัญของผลมังคุดทั้งตลาดในประเทศและต่างประเทศ คือ มีคุณภาพไม่ตรงตามความต้องการของตลาด ซึ่งเกิดจากอาการเนื้อแก้วและยางไหลภายในผล ธีรวุฒิ (2544) รายงานว่า อาการเนื้อแก้วและยางไหลมีสาเหตุมาจากผลมังคุดได้รับน้ำในปริมาณมากเกินไป ทั้งทางรากและผิวผลโดยตรง ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาแนวทางที่มีความเป็นไปได้ ในการลดปัญหาการเกิดเนื้อแก้วและยางไหล โดยป้องกันการได้รับน้ำมากเกินไปทางดินและผิวผลมังคุด เพื่อสามารถนำไปใช้ประโยชน์และเป็นแนวทางในการปรับปรุงคุณภาพผลมังคุดต่อไป

ตรวจเอกสาร

1. ลักษณะทั่วไปของมังคุด

มังคุดมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Garcinia mangostana* Linn. อยู่ในวงศ์ Guttiferae มีชื่อสามัญคือ mangosteen มีถิ่นกำเนิดอยู่ในประเทศอินโดนีเซียและประเทศทางเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ มังคุดจัดเป็นไม้ยืนต้นขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ ไม่ผลัดใบ ทรงต้นเป็นแบบกรวยคว่ำหรือทรงปิรามิด (สุรีย์ และอนันต์, 2540) เจริญเติบโตได้ดีในดินเกือบทุกชนิด แต่ดินที่เหมาะสมควรเป็นดินเหนียวปนทรายที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง สามารถอุ้มน้ำและระบายน้ำได้ดี มีค่าความเป็นกรดด่างของดิน (pH) ประมาณ 5-6 มีสภาพภูมิอากาศร้อนและชุ่มชื้น คือ อุณหภูมิอยู่ในช่วง 25-30 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำฝนไม่น้อยกว่า 1,300 มิลลิเมตรต่อปี (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2536) ในประเทศไทยปลูกมากแถบจังหวัดในภาคตะวันออกและภาคใต้ เช่น จันทบุรี ตราด ระยอง ปราจีนบุรี ชุมพร สุราษฎร์ธานีและนครศรีธรรมราช เป็นต้น (สมศักดิ์, 2541) มังคุดออกดอกจากปลายยอดที่เจริญเติบโตเต็มที่แล้ว ส่วนของตายอด (terminal bud) เมื่ออยู่ภายใต้สภาพแวดล้อมที่มีความเหมาะสมจะเปลี่ยนจากตาใบ (vegetative bud) ไปเป็นตาดอก (flower bud) (รวี, 2540) ผลเป็นแบบฉ่ำน้ำ (berry) ลักษณะกลม เส้นผ่านศูนย์กลางผลประมาณ 3.5 – 7.0 เซนติเมตร หรือมากกว่า น้ำหนักผลเฉลี่ย 80 กรัมต่อผล ผิวเปลือกเรียบไม่มีหนาม เปลือกผลค่อนข้างแข็งและหนาประมาณ 0.8-1.0 เซนติเมตร บริเวณเปลือกมีท่อน้ำยาง มีรสขม (สมศักดิ์, 2541) เปลือกมังคุดประกอบด้วยเนื้อเยื่อสำคัญได้แก่ เอพิเดอร์มิส (epidermis) อยู่บริเวณผิวนอกของเปลือก และมีคิวติเคิล (cuticle) หนาด้านนอก, พาเรนไคมา (parenchyma) ชั้นนอกซึ่งมีท่อน้ำยางกระจายอยู่, สเคิลรีด (sclereid), พาเรนไคมาชั้นใน ซึ่งมีท่อน้ำแทรกอยู่ (สุภา, 2535) ผลมังคุดจัดเป็นผลไม้ประเภท apomitic fruit ที่เมล็ดเจริญจากนิวเซลลัส (nucellus) เนื้อผลจัดเป็น aril fruit ซึ่งเจริญจากเปลือกหุ้มไข่อ่อน (integument) มีจำนวนเมล็ดที่เจริญประมาณ 1-3 เมล็ด (สมโภชน์, 2535 อ้างโดย วรภัทร, 2539ก) ผลมังคุดสามารถติดผลและเจริญเติบโตโดยปราศจากการผสมเกสร (parthenocarpy) ส่วนเมล็ดเกิดจากเนื้อเยื่อไข่อ่อนที่ไม่ได้รับการผสมจากละอองเกสร (apomixis) (Jill, 1976 อ้างโดย ธีรวัฒน์, 2533) ผลอ่อนมีสีเขียว เมื่อแก่มีลายสีแดงหรือม่วงแดง เรียกว่า “สายเลือด” และจะเปลี่ยนเป็นสีม่วงแดงจนถึงดำภายใน 2-3 วัน ผลมังคุดมีการพัฒนาแบบ single sigmoid curve คือ ไม่มีช่วงหยุดพักการเจริญเติบโต โดยจะเริ่มต้นอย่างช้า ๆ ในระยะแรก จากนั้นมีการเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วในระยะต่อมาและจะลดลงเมื่อผลใกล้สุกแก่ นอกจากนี้ผลมังคุดจัดเป็น climateric fruit คือ มีอัตราการหายใจสูงขึ้นระหว่างการสุกของผล รวมระยะเวลาพัฒนาจากระยะผลอ่อนจนถึงระยะสุกแก่ประมาณ 13-14 สัปดาห์หลังดอกบาน ผลมีรส

ชาติหวานอมเปรี้ยวและหอม โดยมีความหวานประมาณ 18 องศาบริกซ์ และปริมาณกรดเฉลี่ย 0.49 เปอร์เซ็นต์ (ธีรวัฒน์, 2533) เป็นที่นิยมรับประทานทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ จนได้รับการขนานนามว่าเป็น "ราชินีแห่งผลไม้" และมีคุณค่าของสารอาหารหลายชนิด นอกจากนี้เปลือกมังคุดยังมีสรรพคุณเป็นยาสมุนไพรพื้นบ้าน แก้ท้องเสียและบิดได้ เมื่อนำเปลือกมาแปรสภาพสามารถทำเครื่องสำอางค์ได้ (สุรีย์ และอนันต์, 2540)

2. ลักษณะอาการเนื้อแก้วและยางไหลของผลมังคุด

วรภัทร (2539ข) อธิบายว่า เมื่อผลมังคุดเจริญถึงระยะแก่ทางสรีรวิทยาจะมีการสะสมน้ำตาลและกรด รวมทั้งสารอินทรีย์ มีผลให้ศักย์ของน้ำในผลลดต่ำลงมากขึ้น เมื่อต้นมังคุดได้รับน้ำในสภาพฝนตก ทำให้เซลล์เนื้อและเปลือกมังคุดดึงน้ำเข้ามาในเซลล์มาก จนดันให้เยื่อหุ้มเซลล์แตกและฉีกขาด จึงเป็นสาเหตุทำให้เกิดเนื้อแก้วในผลมังคุด จากการศึกษาลักษณะกายวิภาคของกลุ่มท่อน้ำในเปลือกมังคุดเนื้อแก้ว มีขนาดของกลุ่มท่อน้ำกว้างกว่าในผลมังคุดปกติเฉลี่ยเท่ากับ 1,280 และ 595 ไมโครเมตร ตามลำดับ (สายัณห์ และคณะ, 2544) จินดา และคณะ (2542) กล่าวว่า อาการเนื้อแก้วเป็นลักษณะที่ผิดปกติทางสรีรวิทยาของเนื้อมังคุด โดยเนื้อจะเปลี่ยนจากสีขาวฟูนุ่มเป็นเนื้อแข็ง ใส และกรอบ ซึ่งอาการเนื้อแก้วอาจพบเพียงบางส่วนของผลหรือทั้งผลก็ได้ โดยมักเกิดกับส่วนพูเนื้อผลที่ใหญ่ที่สุด ขณะเดียวกันเปลือกด้านในส่วนที่ติดกับเนื้อผลจะมีอาการฉ่ำน้ำด้วย ซึ่งอาการเนื้อแก้วสามารถเกิดได้ในระยะพัฒนาของผลมังคุดอายุ 8 สัปดาห์หลังดอกบาน (ศรียนต์, 2529) สอดคล้องกับการรายงานของ ธีรวุฒิ (2544) พบว่า ระยะพัฒนาของผลมังคุดที่สามารถเกิดอาการเนื้อแก้วได้อยู่ในช่วง 10-11 สัปดาห์หลังดอกบาน Pankasemsuk และคณะ (1996) รายงานว่า มังคุดเนื้อแก้วมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และกรดที่ไทเทรตได้น้อยกว่ามังคุดเนื้อปกติ นอกจากนี้มีลักษณะที่ผิดปกติทางสรีรวิทยาของมังคุดที่อาจเกิดร่วมกับอาการเนื้อแก้ว คือ อาการยางไหล โดยยางมีสีเหลืองบริเวณเปลือกผลหรือเนื้อผล หากมียางไหลบริเวณรอยต่อระหว่างเนื้อกับเปลือกผล เปลือกผลบริเวณนั้นจะแข็งและติดกับเนื้อผล ทำให้แกะออกได้ยาก โดยเมื่อต้นมังคุดได้รับน้ำเพิ่มขึ้นอาจทำให้น้ำเข้าไปในท่อน้ำยางมากขึ้น จนเกิดการขยายขนาดและฉีกขาด และเกิดอาการยางไหลตามมา หากน้ำมากจะทำให้ความเข้มข้นของน้ำยางและความหนืดลดลง การไหลของน้ำยางและปริมาณน้ำยางจะเกิดได้เร็วและมากขึ้น (ศรีสังวาลย์, 2537) สอดคล้องกับการรายงานของ ธนสิต (2541) กล่าวว่า การที่ต้นมังคุดได้รับปริมาณน้ำฝนมากเกินไป น้ำจะเข้าสู่เซลล์มากขึ้น ส่งผลให้ความดันในเซลล์เพิ่มขึ้น หากความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศสูง อากาศเคลื่อนไหวน้อย แสงแดดส่องลงไปไม่ทั่วถึง น้ำระเหยไม่ทัน หรือสภาพที่ต้นมังคุดขาดน้ำและมีความชื้นในดินต่ำจนถึงประมาณ –100 กิโลปาสคาล ทำให้ศักย์ของน้ำระหว่าง

ในดินและต้นมังคุดแตกต่างกันมาก เมื่อได้รับน้ำในปริมาณมากจึงทำให้เยื่อหุ้มเซลล์ท่อน้ำยางแตกและฉีกขาด น้ำยางจึงไหลออกมาได้ (เสาวภา, 2544) โดยท่อน้ำยางมีลักษณะเป็นเซลล์เดี่ยวหรือกลุ่มเซลล์ ซึ่งหากน้ำยางไหลออกจากท่อที่อยู่ตรงไส้กลางของเนื้อหรือจากท่อน้ำยางที่มีฐานอยู่ที่ผิวเมล็ดและปลายท่ออยู่ในระหว่างเนื้อ หรือท่อน้ำยางอยู่ที่ผิวเปลือกผลด้านใน เมื่อเกิดอาการยางไหลภายในผลรุนแรง จะทำให้ไม่สามารถบริโภคเนื้อมังคุดได้ (ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี, 2540)

3. ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดเนื้อแก้วและยางไหล

3.1 การได้รับน้ำของต้นมังคุด

จากการศึกษาการได้รับน้ำของต้นมังคุด ธีรวุฒิ (2544) พบว่า ผลมังคุดที่เก็บเกี่ยวในระยะที่มีฝนตกชุกหรือหลังจากได้รับน้ำฝนประมาณ 1-2 สัปดาห์ก่อนเก็บเกี่ยว ทำให้เกิดอาการเนื้อแก้วและยางไหลมากกว่าระยะที่ไม่มีฝนตกหรือมีฝนตกน้อย เสาวภา (2544); วรภัทร (2539ข) พบว่า การให้น้ำแก่ต้นมังคุดบริเวณใต้ทรงพุ่มติดต่อกันหลายชั่วโมงประมาณ 1-2 วันต่อครั้ง ทำให้มีเปอร์เซ็นต์การเกิดเนื้อแก้วและยางไหลมากขึ้น และหากต้นมังคุดได้รับน้ำทั้งบริเวณเหนือทรงพุ่มและใต้ทรงพุ่ม สามารถทำให้เกิดอาการเนื้อแก้วและยางไหลมากขึ้น และมีอาการผลแตกมากกว่าปกติด้วย นอกจากนี้ผลไม้อื่น ๆ ที่ได้รับน้ำในปริมาณมากและเกิดอาการผิดปกติในระหว่างการพัฒนาของผล เช่น ผลเชอร์รี่ที่ได้รับน้ำติดต่อกันนานหลายชั่วโมงทำให้เกิดการแตกของผล (Lane *et al.*, 2000; Christensen, 1996) จำนวนผลแตกของมะเขือเทศซึ่งสัมพันธ์กับปริมาณน้ำที่ได้รับทางลำต้น (Peet and Willits, 1995) การแตกของผลแอปเปิ้ลที่ได้รับน้ำทางผล (Byers *et al.*, 1990) การแตกของผลพริกในระยะเก็บเกี่ยว (Aloni *et al.*, 1999) เป็นต้น Lane และคณะ (2000) กล่าวว่า การแตกของผลเกิดจากสภาพที่มีความต่างศักย์ของน้ำระหว่างภายในต้นและผล ทำให้น้ำเคลื่อนที่ไปยังกิ่ง ใบและผลอย่างรวดเร็ว จึงเกิดแรงดันและทำให้เกิดการแตกของเซลล์

3.2 ลักษณะทรงพุ่มและสภาพอากาศบริเวณทรงพุ่ม

Wood และ Reilly (1999) พบว่า ผลพีแคน (pecan) ที่อยู่บริเวณส่วนบน ส่วนกลางและส่วนล่างของทรงพุ่ม มีเปอร์เซ็นต์ผลแตกแตกต่างกัน Barritt และคณะ (1987) พบว่า ทรงพุ่มต้นแอปเปิ้ลมีเปอร์เซ็นต์การส่องผ่านของแสงลดลงจากส่วนบนไปยังส่วนล่างของทรงพุ่ม มีผลทำให้ผลที่อยู่ในบริเวณที่ได้รับแสงน้อยมีคุณภาพผลลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับผลที่อยู่ในบริเวณที่ได้รับแสงอย่างเพียงพอ เช่น จำนวนผล การพัฒนาของผลและคุณภาพภายในผล (Jackson *et al.*, 1971) Tyas และ

คณะ (1998) พบว่า ทิศของทรงพุ่มและตำแหน่งของผลบริเวณทรงพุ่มมีผลต่อคุณภาพภายในและภายนอกของผลลิ้นจี่พันธุ์ "Tai So" Schumacher และคณะ (1980) พบว่า ในแต่ละส่วนของทรงพุ่มบริเวณผลแอปเปิ้ลมีอาการจุดด่างที่ผิว (bitter pit) แตกต่างกันและการตัดแต่งทรงพุ่ม สามารถช่วยลดอาการผิดปกติดังกล่าวได้

จากอาการผิดปกติของผลไม้หลายชนิด แสดงว่ามีความสัมพันธ์กับตำแหน่งของผลบริเวณทรงพุ่ม โดยในผลมังคุดมีแนวโน้มเกิดอาการเนื้อแก้วและยางไหลแตกต่างกันในแต่ละตำแหน่งของทรงพุ่มเช่นกัน (นพ และชัยพร, 2540; ธนสิต, 2541) ทั้งนี้จากการศึกษาโดย Lau และ Wong (1996) พบว่า ทรงพุ่มมังคุดมีลักษณะทึบแสงและมีการส่องผ่านของแสงน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับทรงพุ่มต้นทุเรียน มะม่วง จำปาดะ ละมุดและน้อยหน่า รวี และคณะ (2540) พบว่า ความหนาแน่นของทรงพุ่มมีความสัมพันธ์ต่อการส่องผ่านของแสงในทรงพุ่ม เช่น ต้นมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้และพันธุ์เขียวเสวย ซึ่งในสภาพที่ต้นมะม่วงไม่มีใบมีเปอร์เซ็นต์การส่องผ่านของแสงอยู่ระหว่าง 69-77 เปอร์เซ็นต์ แต่การส่องผ่านของแสงจะลดลงเหลือเพียง 2-7 เปอร์เซ็นต์ เมื่อมีใบเพิ่มขึ้นเป็น 2 ชั้น นอกจากนี้จากรายงานวิจัยของ Morales และคณะ (2000) พบว่า บริเวณทรงพุ่มที่มีอุณหภูมิต่ำและความชื้นสัมพัทธ์สูง ทำให้มีโรคมาก แต่การตัดแต่งทรงพุ่มจะสามารถช่วยเพิ่มอุณหภูมิและลดความชื้นสัมพัทธ์ลงได้และมีผลต่อการปรับปรุงคุณภาพผลให้ดีขึ้นได้ วิธีการตัดแต่งทรงพุ่มที่นิยมปฏิบัติในไม้ผล เช่น เปิดด้านบนของทรงพุ่มให้โล่ง ตัดแบบทรงกรวยคว่ำหรือกรวยหงาย เป็นต้น ซึ่งการตัดแต่งมีวัตถุประสงค์เพื่อลดขนาดทรงพุ่ม ควบคุมขนาดทรงพุ่มให้คงที่ และลดจำนวนกิ่งที่ไม่มีประโยชน์ (พีรเดช, 2540) เปรมปรี (2542) กล่าวว่า ไม้ผลเมืองร้อนหลายชนิดจะออกดอกที่ปลายพุ่มเป็นหลัก การปล่อยให้ทรงพุ่มใหญ่ขึ้นโดยไม่มีการควบคุม ทำให้มีการออกดอกเฉพาะส่วนปลายทรงพุ่มเท่านั้น รวี (2540) กล่าวว่า การขยายขนาดของทรงพุ่มต้นไม้ ทำให้สัดส่วนของชั้นในสุดเพิ่มมากขึ้น พื้นที่ส่วนที่ไม่ได้รับแสงจึงมีขนาดใหญ่ขึ้นด้วย การควบคุมขนาดทรงพุ่มสามารถทำได้ 3 วิธี คือ การใช้ต้นตอแคระ การใช้สารเคมี และการตัดแต่งซึ่งเป็นวิธีการที่มีความเหมาะสมกับไม้ผลเขตร้อนชื้น โดยต้องคำนึงถึงธรรมชาติในการเจริญเติบโตและนิสัยการออกดอก ยึดหลักให้ต้นไม้มีพื้นที่ผิว (surface area) ของการรับแสงเพื่อประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงที่ดีที่สุดและมีขนาดรูปทรงตรงกับความต้องการในการจัดการ ซึ่งจากการรายงาน พบว่าไม้ผลหลายชนิดควรมีการตัดแต่งทรงพุ่ม เช่น ทุเรียน (ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี, 2540) มังคุด (มนตรี, 2543) องุ่น มะม่วง ชมพู่ พุทราและลิ้นจี่ เป็นต้น ประทีป (2540)

3.3 การเปลี่ยนแปลงบริเวณผิวผลมังคุด

วรภัทร (2539ข); เสาวภา (2544) กล่าวว่า การเกิดเนื้อแก้วและยางไหลภายในผลมังคุดเกิดจากอิทธิพลของน้ำ ซึ่งสามารถเข้าสู่ผลทางลำต้นและผิวผลโดยตรง โดยพบว่า การให้น้ำเหนือทรงพุ่มทำให้มีเปอร์เซ็นต์การเกิดเนื้อแก้วและยางไหลในผลสูงกว่าการให้น้ำเฉพาะใต้ทรงพุ่ม แสดงให้เห็นว่าน้ำสามารถเข้าทางใบหรือผลได้ ชูศักดิ์ และคณะ (2543) พบว่า น้ำสามารถซึมผ่านผิวผลได้ หากผลมังคุดได้รับน้ำบริเวณขั้วและผิวผล ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์เนื้อแก้วมากที่สุดในผลที่ได้รับน้ำจากบริเวณขั้วผลโดยตรง นอกจากนี้ยังพบว่า มังคุดที่เป็นเนื้อแก้วมักมีรอยปริแตกของผิวเปลือกด้วย จากการศึกษาผลแอปเปิ้ลโดย Glenn และคณะ (1990) พบว่า บริเวณวงกลีบเลี้ยงใกล้ขั้วผลมีรอยแตกร้าวของผิวผลมากกว่าส่วนอื่น ๆ ของผล และมีปริมาณการสะสมของแว็กซ์ (wax) น้อยอีกด้วย Bally (1999) ได้ศึกษาพัฒนาการของมะม่วงพันธุ์ Kensington Pride พบว่า การเกิดรอยแตกและการลดลงของแว็กซ์บริเวณผิวผลเป็นสาเหตุให้น้ำและสารเคมีสามารถซึมผ่านเข้าไปและทำให้เกิดอาการผิดปกติของผลได้ การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและการเกิดอาการผิดปกติต่าง ๆ ในธรรมชาติพืชมีวิธีการป้องกันจากชั้นคิวติเคิล เช่น การเกิดรอยถลอก การสูญเสียน้ำและจัดเป็นชั้นแรกที่ป้องกันการเข้าทำลายของโรคพืช ชั้นคิวติเคิลประกอบด้วย 2 องค์ประกอบหลัก คือ สารที่มีโครงสร้างสลับซับซ้อน เรียกว่า คิวติน (cutin) และแว็กซ์ โดยแว็กซ์ถูกสร้างจากบริเวณเซลล์เอพิเดอร์มิส (Ponsamuel *et al.*, 1998) ซึ่งแทรกอยู่ในส่วนของคิวตินและบริเวณส่วนบนของคิวติน (Belding *et al.*, 1998) จริงแท้ (2541) กล่าวว่า แว็กซ์จัดเป็น fatty acid ester ของโมโนไฮดรอกซีแอลกอฮอล์ชนิดต่าง ๆ โดยทั่วไปเมื่อกล่าวถึงแว็กซ์จะรวมถึงสารอื่น ๆ ที่ปะปนกับแว็กซ์ด้วย เช่น คีโตน แอลกอฮอล์และไฮโดรคาร์บอน เป็นต้น แว็กซ์และคิวตินมีคุณสมบัติในการขัดขวางการเคลื่อนที่ของโมเลกุลน้ำ (hydrophobic) บริเวณชั้นคิวติเคิลซึ่งอยู่เหนือจากชั้นเพคติน (pectin) เป็นคิวติคิวลาร์ (cuticular) ชั้นในและชั้นนอก ทั้ง 2 ชั้นนี้มีสารประกอบของไขมันและคิวตินอยู่ โดยบริเวณผิวของคิวติคิวลาร์ที่มีการสะสมของแว็กซ์ เรียกว่า เอพิคิวติคิวลาร์ แว็กซ์ (epicuticular wax) (Bally, 1999) Storey และ Price (1999) พบว่า เอพิคิวติคิวลาร์ แว็กซ์จะมีลักษณะโครงสร้าง 2 ชั้น ลักษณะที่อ่อนนุ่มคล้ายผลึก (fine crystalline structure) จะอยู่บนชั้นที่มีลักษณะแข็งและรองเป็นส่วนฐานติดกับคิวติเคิล (underlying structure) นอกจากนี้ บริเวณผิวผลของพลัมมีช่องเปิดที่ผิวผล (fruit stomata) และถูกปกคลุมด้วยเอพิคิวติคิวลาร์แว็กซ์ ซึ่งจะถูกทำลายได้จากสภาพแวดล้อมบริเวณผิวผล เช่น อุณหภูมิและแสง เป็นต้น Blanke (1995) พบว่า จำนวนช่องเปิดที่ผิวผลในแต่ละพันธุ์ขององุ่นมีความแตกต่างกัน โดยมีจำนวนช่องเปิดที่ผิวผล 4-10 และ 16-18 หรือ 0.18-0.20 และ 0.23-0.32 ต่อตารางมิลลิเมตร ขององุ่นพันธุ์สีดำและสีแดง ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่า ลักษณะของช่องเปิดที่ผิวผลมีลักษณะรูปไข่คล้ายคลึงกับปากใบ

บริเวณใบ ในผลอาโวกาโดมีจำนวนช่องเปิดที่ผิวผล 50-75 ต่อตารางมิลลิเมตร หรือ 22,000-30,000 ต่อผล (Blanke and Bower, 1990) ส่วนในผลแอปเปิ้ลมีจำนวนช่องเปิดที่ผิวผล 600-6,000 ต่อผล หรือ 2-20 ต่อตารางมิลลิเมตร (Blanke and Lenz, 1988)

4. แนวทางการป้องกันความเสียหายของผลผลิต

Christensen (1996) กล่าวว่า การป้องกันความเสียหายของผลผลิตจากน้ำอาจทำได้หลายวิธี เช่น ลดปริมาณการดูดซึมของน้ำเข้าสู่ผล การเพิ่มการระเหยของน้ำออกจากผิวผล การปรับปรุงผิวผลให้มีความแข็งแรงหรือยืดหยุ่นได้ดีหรือมีคิวติเคิลดี เป็นต้น เช่นเดียวกับ Peet (1992) ได้เสนอวิธีการป้องกันความเสียหายของผล เช่น การแตกของผล โดยควบคุมปริมาณความชื้นในดิน ความเข้มแสง อุณหภูมิและการเพิ่มธาตุแคลเซียมทางใบและผล เป็นต้น

จากการศึกษาโดย มงคล และคณะ (2542) โดยใช้สารประกอบแคลเซียมคลอไรด์ ($CaCl_2$) พ่นช่อผลลองกอง พบว่า ช่วยลดอาการผลแตกของลองกองและมีแนวโน้มเพิ่มคุณภาพผลบางประการได้ ส่วนการศึกษาโดยใช้วิธีการหุ้มผลด้วยถุงพลาสติกและใส่สารดูดความชื้น เพื่อลดสภาพอากาศความชื้นสูงและเพิ่มการระเหยน้ำบริเวณผล พบว่า สามารถลดอาการผิดปกติของผลและเพิ่มการสะสมธาตุแคลเซียมในผลแอบเปิ้ลได้ (Cline and Hanson, 1992) นอกจากนี้มีการใช้สารเคมี สารควบคุมการเจริญเติบโตและฮอร์โมนบางชนิดแก่ผลแอปเปิ้ลที่มักได้รับความเสียหายจากการได้รับน้ำมากกว่าปกติในช่วงการพัฒนาของผล เช่น อาการผลแตก พบว่า การให้สารบางชนิด เช่น GA_{4+7}, daminozide, NAA และสาร vapor guard เป็นต้น จะช่วยลดความเสียหายของผลลงได้ (Byers *et al.*, 1990) สิริพันธ์ (2535) และ ไพฑูรย์ (2535) อ้างโดย นิธิยา และคณะ (2542) พบว่า การเคลือบผิวทุเรียนด้วยสารเคลือบ FMC Sta-fresh หมายเลข 7055 และ Semper fresh เช่นเดียวกับการใช้สารละลายน้ำมันปาล์มโอลีอีน (palm olein) นอกจากสามารถลดการผ่านเข้าออกของก๊าซและไอน้ำ ยังลดการแตกของผลทุเรียนได้ ขณะที่สารเคมีที่มีส่วนประกอบของกรดไขมันและกรดฟุลวิก สามารถลดการซึมผ่านของน้ำเข้าสู่ผลมังคุดได้ (ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี, 2540) หรือการใช้น้ำมันพืช เช่น น้ำมันถั่วเหลืองสามารถลดการเกาะของหยดน้ำฝนบริเวณผลได้ (Bondada *et al.*, 2000) Amarante และคณะ (2001) พบว่า การใช้สารเคลือบผลประเภทแว็กซ์เคลือบผิวผลแพร์ สามารถเคลือบรอยแตกที่ผิวผลและทำให้ลดการซึมผ่านของน้ำได้ สารเคลือบผิวจึงมีประโยชน์เพื่อปกคลุมหรือทดแทนไขที่เคยมีอยู่และปิดช่องเปิดต่าง ๆ บริเวณผิวของผักและผลไม้ ทำให้ลดการเข้าออกของน้ำได้ (จริงแท้, 2541) นอกจากนี้การใช้สารพาราฟินนิค ออยล์ (paraffinic oil) เคลือบผลมังคุดในช่วงที่มีฝนตกชุก สามารถลดการซึมผ่านของน้ำเข้าทางผิวผลได้ (ธีรวุฒิ, 2544) ทั้งนี้การใช้สารเคลือบที่สกัดจากน้ำมันปิโตรเลียม

นิยมใช้เพื่อกำจัดแมลงศัตรูพืชแต่มีพิษต่อพืชน้อย โดยได้รับการพัฒนาให้สามารถเกาะติดกับพื้นผิวของพืชและแตกตัวอย่างรวดเร็วเป็นแผ่นฟิล์มของน้ำมันเกาะบนพื้นผิวของพืชน้ำจึงไหลลงจากชิ้นส่วนของพืชได้ (รุจ, 2541) ปราโมทย์ และนุรักษ์ (2543) กล่าวว่า พาราฟินนิค ออยล์ จัดเป็นน้ำมันปิโตรเลียมชนิดหนึ่งที่สกัดจากน้ำมันดิบประเภทน้ำมันดิบพื้นฐานพาราฟิน (paraffinic base crudes) ซึ่งมีค่าดัชนีความหนืด (viscosity index; VI) เท่ากับ 100 โดยค่าความหนืดจะเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยถ้าอุณหภูมิเปลี่ยนไปจากเดิม และมีองค์ประกอบของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนหลายชนิด เช่น ไอโซพาราฟิน (isoparaffin) พาราฟินแบบกิ่ง (branched paraffins) และไซโคลพาราฟิน (cycloparaffins) เป็นต้น โดยเฉพาะไซโคลพาราฟินนิยมนำมาใช้ในทางการเกษตรและมีโมเลกุลของพาราฟินมากกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ ทำให้เกิดความเป็นพิษต่อพืชน้อย เพราะมีองค์ประกอบของพาราฟินมากแต่มีองค์ประกอบของอะโรมาติคน้อย (Beattie *et al.*, 1995) ส่วนการป้องกันการได้รับน้ำทางดินของต้นมังคุดจากการวิจัยของ วรภัทร (2539ข) พบว่า การใช้วิธีคลุมดินด้วยผ้าใยสังเคราะห์ (tyvek) บริเวณโคนต้นมังคุดสามารถลดการเกิดอาการเนื้อแก้วได้ เช่นเดียวกับการวิจัยของ ธีรวุฒิ (2544) พบว่า การป้องกันการได้รับน้ำทางดินโดยคลุมผ้าใยสังเคราะห์บริเวณโคนต้นร่วมกับการใช้สารเคลือบผลในระยะพัฒนาของผลมังคุดและช่วงที่มีฝนตกชุก สามารถลดเปอร์เซ็นต์การเกิดเนื้อแก้วและยางไหลลงได้ นอกจากนี้จากการรายงานของ เชวง (2539) พบว่า การคลุมโคนต้นด้วยผ้าใยสังเคราะห์ร่วมกับการพ่นปุ๋ยแคลเซียม-โบรอนหรือพ่นสารลดการคายน้ำ (เกา-ซิ-โม๊ะ) ในระหว่างการพัฒนาของผลกระท้อนและมีฝนตกชุก สามารถลดการแตกของผลได้

วัตถุประสงค์

ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดเนื้อแก้วและยางไหลของผลมังคุด รวมถึงหาวิธีการที่เหมาะสมในการป้องกัน และบรรเทาการเกิดเนื้อแก้วและยางไหลของผลมังคุด