รายงานโครงการวิจัย

# วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อลดอาการเนื้อแก้วยางไหลภายในผลมังคุด

# Research and Development to Lessen Translucent Flesh Disorder and Internal Gumming Fruit of Mangosteen (*Garcinia mangostana* L.)

หัวหน้าโครงการวิจัย

นางสาวมาลัยพร เชื้อบัณฑิต

Miss Malaiphorn Chuebandit

ปี พ.ศ. 2558

รายงานโครงการวิจัย

# วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อลดอาการเนื้อแก้วยางไหลภายในผลมังคุด

# Research and Development to Lessen Translucent Flesh Disorder and Internal Gumming Fruit of Mangosteen (*Garcinia mangostana* L.)

หัวหน้าโครงการวิจัย

นางสาวมาลัยพร เชื้อบัณฑิต

Miss Malaiphorn Chuebandit

ปี พ.ศ. 2558

**สารบัญเรื่อง**


| | หน้า |
|---|---|
| สารบัญเรื่อง | ก |
| สารบัญตาราง | ข |
| สารบัญภาพ | ง |
| บทคัดย่อ | 1 |
| บทนำ | 2 |
| ระเบียบวิธีการวิจัย (อุปกรณ์และวิธีการทดลอง) | 5 |
| ผลการวิจัย | 8 |
| สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ | 31 |
| เอกสารอ้างอิง | 33 |
| ภาคผนวก | 35 |

# วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อลดอาการเนื้อแก้วยางไหลภายในผลมังคุด

# Research and Development to Lessen Translucent Flesh Disorder and Internal Gumming Fruit of Mangosteen (*Garcinia mangostana* L.)

**มาลัยพร เชื้อบัณฑิต [1/] ชมภู จันที [1/] สำเริง ช่างประเสริฐ [1/] อภิรดี กอร์ปไพบูลย์ [1/]**

**สมโภชน์ น้อยจินดา [2/]**

## บทคัดย่อ

การหาความสัมพันธ์ของการเกิดเนื้อแก้วยางไหลกับการทำลายของเพลี้ยไฟ ดำเนินการในสวนมังคุดของเกษตรกร จำนวน 5 สวน ได้แก่ จังหวัดระยอง 2 สวน จังหวัดจันทบุรี 2 สวน และจังหวัดตราด 1 สวน โดยคัดเลือกมังคุดที่มีลักษณะการทำลายของเพลี้ยไฟ แตกต่างกัน แบ่งเป็น ผิวมัน ผิวลาย 1 ผิวลาย 2 ผิวลาย 3 และผิวลาย 4 ในช่วงต้นฤดู กลางฤดู และปลายฤดู จากนั้นผ่าดูเนื้อแก้วยางไหล พบว่าลักษณะผิวของมังคุดมีความสัมพันธ์กับอาการเนื้อแก้วยางไหลภายในผลมังคุด เป็นไปในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือ มังคุดที่ถูกเพลี้ยไฟทำลายผิวเปลือกมาก (ลาย1-4) พบการเกิดอาการเนื้อแก้วยางไหลน้อยกว่ามังคุดที่ไม่ถูกเพลี้ยไฟทำลาย เป็นไปในทิศทางเดียวกันทั้ง 3 จังหวัด แตกต่างกันบ้างตามสภาพพื้นที่ของแต่ละจังหวัด การศึกษาจัดการสารควบคุมการเจริญเติบโตเพื่อลดอาการเนื้อแก้วยางไหลภายในผล พบว่า การพ่นสาร $GA_3$ 50 ppm + Blassinosteroid 2 ppm มีเปอร์เซ็นต์การเกิดอาการเนื้อแก้วน้อยที่สุดเฉลี่ย 19.80 % และมีระดับความรุนแรงของอาการเนื้อแก้วน้อยที่สุดเฉลี่ย 1.25 คะแนน แต่ไม่แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการพ่นน้ำเปล่า ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การเกิดอาการเนื้อแก้วเฉลี่ย 26.00 % และมีระดับความรุนแรงของอาการเนื้อแก้วเฉลี่ย 1.39 คะแนน ส่วนการเกิดอาการยางไหล พบว่า การพ่นสาร $GA_3$ 50 ppm มีเปอร์เซ็นต์การเกิดอาการยางไหลน้อยที่สุดเฉลี่ย 14.80 % รองลงมาคือการพ่นสาร $GA_3$ 50 ppm+ Blassinosteroid 2 ppm มีเปอร์เซ็นต์การเกิดอาการยางไหลเฉลี่ย 16.20 % ซึ่งทั้งสองกรรมวิธีนี้มีระดับความรุนแรงของอาการยางไหลน้อยที่สุดเฉลี่ย 1.23 คะแนน แต่ไม่แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการพ่นน้ำเปล่า มีเปอร์เซ็นต์การเกิดอาการยางไหลเฉลี่ย 27.00 % และมีระดับความรุนแรงของอาการยางไหลเฉลี่ย 1.44 คะแนน และการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสุกของผลมังคุดกับการเกิดอาการเนื้อแก้ว มังคุดที่มีอาการเนื้อแก้วเมื่อมีการสุกแก่เพิ่มมากขึ้น พบว่า เอนไซม์ฟีนิวอะลานีนแอมโมเนียไลเอส ในปริมาณใกล้เคียงกัน ส่วนมังคุดเนื้อปกติจะพบเอนไซม์ในปริมาณที่ลดลง ส่วนเอนไซม์เพอออกซิเดส และ เอ็นไซม์ Cinnamy Alcohol Dehydrogenase ในมังคุดที่เป็นเนื้อแก้วจะมีปริมาณใกล้เคียงกันตลอดระยะการสุกของมังคุด ส่วนในมังคุดปกติ จะพบว่าเอนไซม์ทั้ง 2 ชนิดมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นตามระยะการสุกแก่

คำสำคัญ : เนื้อแก้วยางไหล สารควบคุมการเจริญเติบโต เอนไซม์ เพลี้ยไฟ

---

[1/] ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี

[2/] มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯพระนครเหนือ

ทะเบียนวิจัยเลขที่ :

**บทนำ**

มังคุดเป็นผลไม้ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ ที่ได้รับความนิยมมากจากทั้งชาวไทยและชาวต่างประเทศ ประเทศไทยเป็นประเทศผู้ผลิตมังคุดรายใหญ่ติดอันดับโลก ซึ่งในปี 2546-2551 ประเทศไทยผลิตมังคุดได้เฉลี่ยปีละ 221,966 ตัน โดยในปี 2550 มีผลผลิต 348,181 ตัน ปี 2551 มีผลผลิต 173,511 ตัน แม้มีพื้นที่ที่ให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นจากปี 2550 ที่มีพื้นที่ 488,049 ไร่ เป็น 489,767 ไร่ แหล่งผลิตที่สำคัญจะเป็นภาคตะวันออก ได้แก่ จันทบุรี ระยอง ตราด ภาคใต้ได้แก่ นครศรีธรรมราช ชุมพร และสุราษฎร์ธานี ปี 2551 ประเทศไทยส่งออกมังคุดสดและแช่แข็ง รวมทั้งสิ้น 43,803 ตัน คิดเป็นมูลค่ารวม 732 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2552) และในปี 2558 ประเทศไทยส่งออกมังคุดสดและแช่แข็ง รวมทั้งสิ้น 177.78 ล้านตัน คิดเป็นมูลค่ารวม 4,316 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2558) โดยมีตลาดส่งออกที่สำคัญ ได้แก่ จีน ฮ่องกง เวียดนาม เมียนมาร์ ลาว กัมพูชา และสหรัฐอเมริกา ซึ่งปริมาณความต้องการมีแนวโน้มสูงขึ้นเรื่อยๆ เนื่องจากมีรูปทรงสวย สีสันของผลสุกสวยงามสะดุดตา และรสชาติที่หวานอมเปรี้ยว จึงเป็นที่ชื่นชอบของผู้บริโภคทั่วไป ตลาดต่างประเทศมีความต้องการเป็นจำนวนมาก แต่ประเทศไทยไม่สามารถผลิตมังคุดที่มีคุณภาพ คือผลมังคุดที่มีน้ำหนัก $\geq$ 70 กรัม ผิวมันสดใส ไม่มีร่องรอยการเข้าทำลายของแมลง หรือมีน้อยมาก และคุณภาพภายในปราศจากอาการเนื้อแก้วยางไหล ได้ในปริมาณที่มากเพียงพอกับความต้องการของตลาด เพราะอาการเนื้อแก้วยางไหลมักพบช่วงที่มีฝนตกก่อนเก็บเกี่ยว โดยมังคุดที่เก็บเกี่ยวได้มักพบกับปัญหาอาการเนื้อแก้ว ยางไหลรวมระหว่าง 21.76-48.43% ของผลผลิตทั้งหมด (ชมภู และคณะ, 2552) ซึ่งลักษณะดังกล่าวไม่สามารถคัดแยกจากลักษณะภายนอกได้

มังคุดเป็นหนึ่งในผลไม้ไทยเพียงไม่กี่ชนิดที่มีการซื้อขายกันตามมาตรฐานคุณภาพ ภายใต้ข้อตกลงของผู้ซื้อและผู้ขาย ผู้ขายหรือเกษตรกรผู้ผลิตจะขายผลผลิตที่มีคุณภาพได้ราคาสูงกว่าผลผลิตที่ด้อยคุณภาพ โดยผลที่มีขนาดใหญ่ (มีน้ำหนักมากกว่า 80 กรัมต่อผล) ผิวสวยไม่มีอาการผิดปกติภายในผล จะขายได้ราคาดีกว่าผลที่มีขนาดเล็ก ผิวลาย และผลเป็นเนื้อแก้วยางไหล (อัมพิกาและคณะ, 2536)

อาการเนื้อแก้วและยางไหลภายในผลมังคุด สันนิษฐานว่าน่าจะเกิดจากการที่ผนังเซลล์ไม่ยืดหยุ่น และแตกออกจากกันเมื่อถูกแรงดันน้ำในช่วงที่เซลล์ขยายขนาด โดยพรรณีและคณะ (2554) สันนิษฐานว่าผลแตกและยางไหลในมังคุดน่าจะเกิดจากการสูญเสียการยึดติดกันของผนังเซลล์ที่เชื่อมระหว่างเซลล์ โดยเกี่ยวข้องกับการยืดหยุ่นของเพกตินเจล ซึ่งสามารถมีระดับเพิ่มขึ้นได้ หากมีการเชื่อมโยงข้ามของแคลเซียมไอออน กับส่วนที่ไม่เกิดเมทิลเอสเตอร์ของพอลิแซคคาไรด์ ในส่วนของเพกตินที่บริเวณมิดเดิลลาเมลา กับจุดเชื่อมสามทางระหว่างเซลล์ อาการนี้เกิดได้ตลอดช่วงพัฒนาการของผลมังคุด

อาการเนื้อแก้ว เป็นลักษณะอาการผิดปกติที่ส่วนเนื้อมังคุดเมื่อสุกมีลักษณะใสและแข็ง พบมากเมื่อเก็บเกี่ยวผลมังคุดในช่วงที่ผ่านการมีฝนตกหนักมาแล้ว ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี (2540) พบว่าผลมังคุดที่เก็บเกี่ยวก่อนเข้าฤดูฝนไม่ปรากฏอาการเนื้อแก้วเลย แต่อาการเนื้อแก้วจะพบในมังคุดที่เก็บเกี่ยวหลังฝนตกในช่วงต้นฤดูและตกต่อเนื่องกัน 2-3 วันจากนั้นอีกประมาณ 3-7 วัน เมื่อทำการเก็บเกี่ยว

จะพบผลที่เกิดเนื้อแก้วและความรุนแรงของเนื้อแก้วจะพบมากในช่วงที่ฝนทิ้งช่วงนานสลับกับฝนตกมาก (ฝนมากกว่า 20 มม.ต่อวัน) ซึ่งการที่ฝนตกมากส่งผลให้ความชื้นสัมพัทธ์มีมากด้วย Sdoodee และ Chiarawipa (2003) จึงได้ทำการทดลองจัดการความชื้นสัมพัทธ์ที่ระดับต่างๆกันต่อการเกิดเนื้อแก้ว พบว่า ยิ่งจัดการให้ต้นมังคุดได้รับความชื้นสัมพัทธ์มากอาการเนื้อแก้วก็มีมากขึ้นเช่นกัน โดยวรภัทร (2539) ยืนยันว่าอาการเนื้อแก้วเกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาวะน้ำภายในผลเป็นสาเหตุหลัก โดยผลมังคุดที่เจริญผ่านช่วงใกล้สุกแล้วมีการให้น้ำเหนือทรงพุ่มหรือมีฝนตกลงมาจะทำให้เกิดอาการเนื้อแก้วในอีก 3-7 วันต่อมาได้มากกว่าการให้น้ำเฉพาะใต้ทรงพุ่ม ซึ่งน้ำที่ให้เหนือทรงพุ่มหรือฝนที่ตกลงมาจะสัมผัสกับผลมังคุดทำให้ผลมังคุดดูดน้ำเข้าไปในผลได้โดยตรงอย่างรวดเร็วและต่อเนื่อง เซลล์ของเนื้อจะดูดน้ำเข้าไปมากเกินกว่าแรงต้านขยายผนังเซลล์ (turgor pressure) ที่จะต้านไว้ได้ทำให้เซลล์ของส่วนเนื้อแตกและฉีกขาด เซลล์ตาย และมีสารละลายในเซลล์ไหลออกมาเคลือบเนื้อภายในผลโดยรอบ ส่วนของสารที่ทำละลายส่วนเกินจะถูกเปลือกดูดซึมเข้าไปไว้ในกลุ่มเซลล์ที่เรียกว่า พาเรนไคมา ซึ่งเกาะกันอยู่หลวมๆ แทน สำหรับเนื้อมังคุดที่เหลือจะหยุดหรือถูกยับยั้งไม่ให้มีการเจริญในกระบวนการสุกแก่ ทำให้การปรับเปลี่ยนเนื้อที่มีโครงสร้างแข็งใสไม่สามารถเปลี่ยนไปสู่เนื้อที่มีโครงสร้างที่นิ่มสีขาวขุ่นเกิดขึ้นได้ หากการยับยั้งการเจริญนี้รุนแรงจะพบลักษณะอาการเนื้อแก้วทั้งผล แต่ถ้าการยับยั้งการเจริญไม่รุนแรงมากจะพบอาการเฉพาะในเนื้อที่มีเมล็ดสมบูรณ์เพียง 1 หรือ 2 พูเนื้อเท่านั้น จากรายงานของศิริวรรณ (2543) พบว่า การที่ผลมังคุดได้รับน้ำเข้าไปมากเกินไป ทำให้เซลล์เกิดความเสียหาย สารละลายต่างๆ จึงรั่วไหลออกมาภายนอกแทนที่อากาศในช่องว่างระหว่างเซลล์ ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงกับเพกติน ซึ่งเป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์เปลี่ยนสภาพจากละลายน้ำเป็นไม่ละลายน้ำ ทำให้มังคุดที่มีอาการเนื้อแก้วมีลักษณะใสและแข็งกว่าผลมังคุดปกติ

อาการยางไหลภายในผลเกิดจากสาเหตุเดียวกันกับการเกิดอาการเนื้อแก้ว ซึ่งปัจจัยภายนอกคือ น้ำ ทำให้สภาวะน้ำภายในผลเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วและรุนแรง จนทำให้ท่อน้ำยาง (Latex vessel) ซึ่งอยู่ในเซลเดี่ยวหรือกลุ่มเซลที่เรียกว่า เลทิซิเฟอร์ (Laticifer) ได้รับน้ำส่วนเกินอย่างรวดเร็วและต่อเนื่อง ในช่วงสั้นๆ ทำให้ท่อน้ำยางหรือกลุ่มเซลเลทิซิเฟอร์แตก และมีน้ำยางไหลออกมาจากท่อที่อยู่ตรงไส้กลางของเนื้อ หรือจากท่อน้ำยางที่มีฐานอยู่ที่ผิวเมล็ดและปลายท่อแทรกอยู่ในระหว่างเนื้อหรือท่อน้ำยางที่อยู่ที่ผิวเปลือกผลด้านใน และหากมีการปรับเปลี่ยนสภาวะน้ำภายในผลเป็นระยะๆ อย่างรุนแรง จะทำให้ท่อน้ำยางนั้นขับน้ำยาง (Latex) ให้ไหลออกมาอยู่ที่เนื้อมากขึ้น จนเกิดอาการยางไหลภายในผลรุนแรง จนไม่สามารถบริโภคเนื้อมังคุดจากผลนั้นได้ ธีรวุฒิ (2544) ได้กล่าวไว้ว่า อาการเนื้อแก้วและยางไหลภายในผลมังคุด เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของสภาวะน้ำภายในผล ในช่วงการเจริญของผลโดยมีผลทำให้เซลล์เนื้อแตก ฉีกขาด และกลุ่มท่อน้ำยางในผลแตก ทำให้เกิดอาการเนื้อแก้วและยางไหลขึ้น สาเหตุหลักมาจากผลมังคุดได้รับน้ำมากเกินไป ซึ่งพบว่าการเกิดอาการเนื้อแก้วมีความสัมพันธ์กับปริมาณฝนที่ตกก่อนเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์ จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของเอนไซม์เพกติน เมทิลเอสเทอเรส ในมังคุดหลังเก็บเกี่ยวของ Noichinda และคณะ (2007) เมื่อเก็บมังคุดไว้นานขึ้น ปริมาณของเอนไซม์ เพกติน เมทิลเอสเทอเรส มีมากขึ้นด้วย โดยเอนไซม์ เพกติน เมทิลเอสเทอ

เรส จะเป็นตัวดึงกลุ่ม เมทิล ของโพลีเมอร์ กรดกาแลกตูโรเนส และโพลีกาแลกตูโรเนสจะไปทำให้เพกตินเปลี่ยนไปอยู่ในรูปที่ละลายน้ำ ดังนั้นเอนไซม์ที่น่าจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของเพกตินจากรูปที่ไม่ละลายน้ำไปอยู่ในรูปที่ละลายน้ำได้ (Wakabayashi *et al*. 2000 อ้างโดย Noichinda *et al*. 2007) ซึ่งอาจเป็นสาเหตุให้เนื้อมังคุดเปลี่ยนจากเนื้อปกติเป็นแข็งใสได้ คือ เพกติน เมทิลเอสเทอเรส และ โพลีกาแลกตูโรเนส หทัยวรรณ์ (2553) ได้ศึกษาเอนไซม์ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารประกอบโครงสร้างของเซลล์และผนังเซลล์เช่น Pectin Hemicellulose และ Lignin ในมังคุดที่เกิดเนื้อแก้ว พบว่ามังคุดในระยะวัยสายเลือด ที่เป็นเนื้อแก้วมีการสร้างลิกนินมากกว่าปกติแต่เมื่อเข้าสู่ระยะสุกเต็มที่ลิกนินจะลดลง การเปลี่ยนแปลงของสารประกอบเพกติน เฮมิเซลลูโลส และเซลลูโลส มังคุดเนื้อปกติจะมีผลอ่อนนุ่มเนื่องจากมีเพกตินในรูปที่ไม่ละลายน้ำชนิด $Na_2CO_3$ soluble pectic ($Na_2CO_3$-SP) ไปอยู่ในรูปที่ละลายน้ำได้ water solble pectin (WSP) เพิ่มขึ้นโดยกิจกรรมของ endo –PG และ PL จะส่งผลโดยตรงกับค่าความแน่นเนื้อ ส่วนมังคุดที่เป็นเนื้อแก้วแม้จะพบปริมาณเพกตินที่ละลายน้ำเพิ่มขึ้นแต่ก็พบการจับตัวกันของโมเลกุลของแพกตินโดยมีแคลเซียมไอออนเป็นตัวเชื่อมให้เพกตินมีความแข็งแรง ในส่วนของเพกติน ที่ไม่ลายน้ำ EDTA soluble pectic (EDTA-SP) และ $Na_2CO_3$ soluble pectic ($Na_2CO_3$-SP) ก็เพิ่มขึ้นตลอดการเก็บรักษา ส่วนสารประกอบเฮมิเซลลูโลสและเซลลูโลส ในมังคุดที่เป็นเนื้อแก้วจะมีปริมาณเฮมิเซลลูโลสและเซลลูโลส ต่ำกว่าเนื้อผลปกติ กลุ่มของเอ็นไซม์อินเวอร์เทส ซึ่งจะไปเปลี่ยนแปลงน้ำตาลฟรุกโตส กลูโคส และซูโครส ในเนื้อมังคุด พบว่ามังคุดเนื้อแก้วมีกิจกรรมสูงกว่ามังคุดเนื้อปกติ โดยเอ็นไซม์จะไปเปลี่ยนน้ำตาลซูโครสไปอยู่ในรูปของน้ำตาลฟรุกโตส กลูโคส เพื่อใช้ในกระบวนการสุก และเอ็นไซม์ไกลโคซิเดส มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารที่เป็นองค์ประกอบของโครงสร้างเซลล์ ทั้ง 4 ชนิด คือ $\alpha$-mannosidase $\alpha$-galactosidase $\beta$-galuctosidase และ $\beta$-galactosidase มีกิจกรรมในเนื้อแก้วต่ำกว่าเนื้อปกติ ดังนั้นกิจกรรมของเอ็นไซม์จึงมีบทบาทในการย่อยสลายองค์ประกอบของผนังเซลล์ทำให้สารละลายต่างๆเข้าแทนที่อากาศในช่องวางระหว่างเซลล์และยังมีการเพิ่มขึ้นของเพกตินที่ไม่ละลายน้ำ EDTA soluble pectic (EDTA-SP) และ $Na_2CO_3$ soluble pectic ($Na_2CO_3$-SP) ซึ่งเป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์ และมีการจับตัวกันของเพกตินกับแคลเซียมไอออนและปริมาณพันธะเอสเทอร์ และมีการสร้างสารประกอบลิกนิน จึงทำให้มังคุดมีอาการเนื้อแก้วได้ ปัญจพรและคณะ (2553) ได้ทำการจัดการแบบผสมผสานเพื่อลดอาการเนื้อแก้วยางไหลในผลมังคุด โดยการจัดการน้ำให้สม่ำเสมอ การจัดการปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินและผลผลิตมังคุดร่วมกับการให้แคลเซียม เปรียบเทียบกับสวนเกษตรกรที่ปฏิบัติโดยทั่วไป พบว่าการจัดการแบบผสมผสานในด้านเขตกรรม การจัดการน้ำ การจัดการปุ๋ย ร่วมกับการให้แคลเซียมทางดินและทางใบในรูปของแคลเซียมคลอไรด์มีแนวโน้มให้จำนวนผลที่ผิดปกติจากอาการเนื้อแก้วลดน้อยลงกว่ากรรมวิธีควบคุม 15 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่ไม่ทำให้อาการยางไหลมีปริมาณที่แตกต่างกันมากนัก

ที่ผ่านมามีการศึกษาเพื่อลดอาการเนื้อแก้วและยางไหลอย่างต่อเนื่อง แต่ยังไม่สามารถแก้ปัญหาได้อย่างเด็ดขาด การศึกษาในการหาแนวทางเชิงลึกแบบสหสาขาวิชา โดยเฉพาะกระบวนการของเอนไซม์เพื่อหาแนวทางใหม่ในการช่วยลดปัญหาอาการเนื้อแก้วการจัดการธาตุอาหารพืช และการ

หาความสัมพันธ์ระหว่างการเกิดอาการเนื้อแก้วและยางไหลภายในผลมังคุดกับการทำลายของเพลี้ยไฟ เพื่อเป็นทางเลือกในการจัดการด้านเขตกรรม และนำมาจัดการแบบผสมผสานเพื่อลดการเกิดอาการเนื้อแก้วต่อไป

**วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย**

1.เพื่อทราบข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างการทำลายของเพลี้ยไฟต่อการเกิดอาการเนื้อแก้วและยางไหลภายในผลมังคุด

2.เพื่อทราบชนิดของเอ็นไซม์และไอออนของธาตุอาหารในเนื้อเยื่อที่มีผลทำให้เกิดเนื้อแก้วยางไหลในผลมังคุด

3.เพื่อให้ได้วิธีการจัดการสารควบคุมการเจริญเติบโต ควบคู่กับการจัดการธาตุอาหารและเขตกรรมที่เหมาะสม เพื่อลดการเกิดอาการเนื้อแก้ว ยางไหลภายในผลมังคุด ที่เกษตรกรสามารถนำไปปฏิบัติได้สะดวก นำไปสู่การเพิ่มปริมาณการส่งออกมังคุดต่อไป

**ระเบียบวิธีการวิจัย (อุปกรณ์และวิธีการทดลอง)**

ประกอบด้วย 3 การทดลอง ได้แก่

**การทดลองที่ 1.** ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเข้าทำลายของเพลี้ยไฟ ต่อการเกิดอาการเนื้อแก้วยางไหลในผลมังคุด (2556-2558)

**การทดลองที่ 2**. วิจัยและพัฒนาการจัดการสารควบคุมการเจริญเติบโต เพื่อลดอาการเนื้อแก้วยางไหลภายในผล (2556-2558)

**การทดลองที่ 3.** ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสุกของผลมังคุดกับการเกิดอาการเนื้อแก้ว (2556-2558)

**การทดลองที่ 1.** ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเข้าทำลายของเพลี้ยไฟ ต่อการเกิดอาการเนื้อแก้วยางไหลในผลมังคุด

**อุปกรณ์ ที่ใช้ในการดำเนินงาน** ประกอบด้วย

1 มังคุด จากสวนของเกษตรกรจำนวน 5 สวน ในพื้นที่จังหวัด ระยอง 2 สวน จันทบุรี 2 สวน และ ตราด 1 สวน ในช่วงต้นฤดู กลางฤดู และปลายฤดู จำนวน 500 ผล / สวน / ครั้ง

1 เครื่องมือเช็คคุณภาพผลผลิต ได้แก่ มีด เครื่องชั่ง กระดาษทิชชู ปากกา กระดาษ ฯลฯ

**วิธีการ**

1. คัดเลือกสวนที่มีต้นมังคุดอายุ 15-20 ปี ต้นมีความสม่ำเสมอ จำนวน 5 สวน ในพื้นที่จังหวัด ระยอง 2 สวน จันทบุรี 2 สวน และตราด 1 สวน

2. สุ่มเก็บผลผลิต 3 ช่วง ได้แก่ ต้นฤดู กลางฤดู ปลายฤดู จากทั้ง 5 สวน โดยแบ่งเก็บตามระดับการทำลายของเพลี้ยไฟ ระดับละ 100 ผล (ทั้งหมดครั้งละ 500 ผล / สวน) โดยแบ่งระดับการทำลายออกเป็น

ผิวมัน = ไม่ถูกทำลายโดยเพลี้ยไฟ

ผิวลาย 1 = ถูกเพลี้ยไฟทำลาย 1-25%

ผิวลาย 2 = ถูกเพลี้ยไฟทำลาย 26-50 %

ผิวลาย 3 = ถูกเพลี้ยไฟทำลาย 51-75 %

ผิวลาย 4 = ถูกเพลี้ยไฟทำลาย 76-100 %

3. ตรวจวัดคุณภาพภายในผล โดยการผ่าทั้งผล และประเมินการเกิดอาการเนื้อแก้วยางไหล แบ่งตามลักษณะการเกิดอาการ ได้แก่ เนื้อดี เนื้อแก้ว ยางไหล หรือทั้งเนื้อแก้วและยางไหล

4. บันทึก รวบรวม และแปรผลข้อมูล

5. วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ Chi-Square Test หาความสัมพันธ์ของลักษณะผิวมังคุดกับการเกิดอาการเนื้อแก้วและยางไหล

**การบันทึกข้อมูล**

1. การเกิดเนื้อแก้วยางไหลภายในผลมังคุด แบ่งตามการทำลายของเพลี้ยไฟ

2. ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาที่สำคัญ ได้แก่ อุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน ในช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิต

**การทดลองที่ 2**. วิจัยและพัฒนาการจัดการสารควบคุมการเจริญเติบโต เพื่อลดอาการเนื้อแก้วยางไหลภายในผล

**อุปกรณ์**

1. ต้นมังคุดอายุ 14 ปี จำนวน 40 ต้น

2. อุปกรณ์การให้น้ำ การตัดแต่งกิ่ง เก็บเกี่ยวผลผลิต และตรวจสอบคุณภาพผลผลิต

3. ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-16, 8-24-24, 12-12-17+2, 46-0-0 ปุ๋ยเกร็ดสูตร 0-52-34 ธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริม และปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ฯลฯ

4. สารเคมีกำจัดโรคแมลงเช่น คลอไพริฟอส, อะบาเมกติน, อิมิดาคลอพริด, คาร์เบนดาซิม

5. สารควบคุมการเจริญเติบโตได้แก่ NAA, gibberellins และ Brassinosteriod

6. สารเคมีวิเคราะห์ธาตุอาหารในดินและใบพืช ได้แก่ สารโซเดียมไฮดรอกไซด์,กรดไนตริก

7. อุปกรณ์บันทึกข้อมูลสภาพภูมิอากาศแบบอัตโนมัติอุปกรณ์บันทึกภาพ และบันทึกข้อมูล

**วิธีการ**

*แบบและวิธีการทดลอง*

แผนการวิจัย:วางแผนการทดลองแบบ RCB 8 กรรมวิธี จำนวน 5 ซ้ำ ประกอบด้วย

กรรมวิธีที่ 1 พ่นน้ำเปล่า

กรรมวิธีที่ 2 พ่นสารควบคุมการเจริญเติบโต NAA 100 ppm

กรรมวิธีที่ 3 พ่นสารควบคุมการเจริญเติบโต NAA 100 ppm + $GA_3$ 50 ppm

กรรมวิธีที่ 4 พ่นสารควบคุมการเจริญเติบโต Blassinosteroid 2 ppm

กรรมวิธีที่ 5 พ่นสารควบคุมการเจริญเติบโต NAA 100 ppm + Blassinosteroid 2 ppm

กรรมวิธีที่ 6 พ่นสารควบคุมการเจริญเติบโต $GA_3$ 50 ppm

กรรมวิธีที่ 7 พ่นสารควบคุมการเจริญเติบโต $GA_3$ 50 ppm+ Blassinosteroid 2 ppm

กรรมวิธีที่ 8 พ่นสารควบคุมการเจริญเติบโต NAA 100 ppm + Blassinosteroid 2 ppm + $GA_3$ 50 ppm

*วิธีปฏิบัติการทดลอง*

1. คัดเลือกสวนที่มีต้นมังคุดอายุ 14 ปี ต้นมีความสม่ำเสมอ

2. เตรียมความพร้อมต้น โดยการตัดแต่งกิ่ง ใส่ปุ๋ยและพ่นสารป้องกันกำจัดโรคแมลง เพื่อให้ต้นมีความสมบูรณ์ใกล้เคียงกันตรวจเช็คปริมาณธาตุอาหารในดิน และใบ

3. ชักนำให้มีการแตกใบอ่อนในช่วงเดียวกันโดยการฉีดพ่นปุ๋ยยูเรีย หรือสารไทโอยูเรีย

4. เมื่อใบอ่อนมีอายุได้ 8 สัปดาห์ ชักนำการออกดอกตามคำแนะนำของศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี

5. เมื่อดอกบานพ่นสารควบคุมการเจริญเติบโตตามกรรมวิธีที่กำหนด จำนวน 5 ครั้ง ครั้งแรก หลังดอกบาน 1 วัน และครั้งที่ 2-5 หลังดอกบาน 7, 14, 21 และ 28 วัน ตามลำดับ

7. ตรวจวัดคุณภาพภายในผลและประเมินการเกิดอาการเนื้อแก้ว ยางไหล

8. บันทึก รวบรวม และแปรผลข้อมูล

9. วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล

**การบันทึกข้อมูล**

1. ประเมินการออกดอก และการติดผลบนต้น

2. ตรวจสอบคุณภาพของผลผลิต ได้แก่ น้ำหนักผลเฉลี่ย, ขนาดผล (ความกว้าง ความยาว และเส้นรอบวง) น้ำหนักเปลือก เนื้อ และเมล็ด, ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (TSS) เปอร์เซ็นต์ผลที่เกิดอาการเนื้อแก้วและยางไหลและความรุนแรงของอาการ

3. วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ สรุปและรายงานผลการทดลอง

**การทดลองที่ 3.** ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสุกของผลมังคุดกับการเกิดอาการเนื้อแก้ว

**อุปกรณ์**

1. ผลมังคุด 5 ระยะ
2. สารเคมีที่ใช้วิเคราะห์น้ำตาล
3. สารเคมีที่ใช้สกัดเพคติน
4. สารเคมีที่ใช้สกัดเอ็นไซม์
5. เครื่อง HPLC
6. เครื่องแก้ว

**วิธีดำเนินการ**

เก็บผลมังคุดในระยะต่างๆ 5 ระยะประกอบ ด้วย สีเขียวตองอ่อน สีวัยสายเลือด สีน้ำตาลแดง สีม่วงแดง และสีม่วงดำ นำมาวิเคราะห์กิจกรรมของเอ็นไซม์ Phenylalanine Ammonia Lyase (PAL) , Cinnamy Alcohol Dehydrogenase (CDA) และ Peroxidase (POD) และวิเคราะห์น้ำตาล mannose, glucose, fructose, galactose, xylose, arabinose, rhamnose, galacuronic acid ในสารสกัดเพคตินที่ละลายน้ำได้ Water soluble pectin (WSP) และสารสกัดเพคตินที่ไม่ละลายน้ำได้ EDTA soluble pectin (EDTA-SP) และ $Na_2CO_3$ soluble pectin ($Na_2CO_3$-SP) ในเนื้อปกติและเนื้อแก้ว

**การบันทึกข้อมูล**

1. ปริมาณเอ็นไซม์แต่ละชนิดและระยะการสุกของมังคุด
2. ชนิดและปริมาณน้ำตาลในสารสกัดเพคตินในระยะการสุกของมังคุด

**ผลการวิจัย**

**การทดลองที่ 1.** ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเข้าทำลายของเพลี้ยไฟ ต่อการเกิดอาการเนื้อแก้วยางไหลในผลมังคุด

ได้ผลการทดลอง ดังนี้

จากการดำเนินการทดลองเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างการเข้าทำลายของเพลี้ยไฟต่อการเกิดอาการเนื้อแก้วยางไหลในผลมังคุด ดำเนินการในพื้นที่จังหวัด ระยอง จันทบุรี และตราด สำรวจและสอบถามข้อมูลการออกดอกของมังคุด วางแผนและเตรียมการคัดเลือกผลผลิตมาเช็คคุณภาพภายในเริ่มดำเนินการ ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2556 สิ้นสุดเดือนกันยายน พ.ศ. 2558 โดยสุ่มเก็บผลผลิต 3 ช่วง ได้แก่ ต้นฤดู กลางฤดู ปลายฤดู จากทั้ง 5 แปลง โดยแบ่งเก็บตามระดับการทำลายของเพลี้ยไฟ

ระดับละ 100 ผล (ทั้งหมดครั้งละ 500 ผล / แปลง) ตรวจวัดคุณภาพภายในผล และประเมินการเกิดอาการเนื้อแก้วยางไหล มีผลการดำเนินงาน จากการเช็คคุณภาพผลผลิตมังคุด พบการเกิดอาการเนื้อแก้วและยางไหลภายในผลมังคุด มีแนวโน้มที่มังคุดที่เป็นผิวมัน จะพบอาการเนื้อแก้วและยางไหลมากกว่ามังคุดผิวลาย และพื้นที่ จ. ระยอง และ จ . ตราด พบอาการเนื้อแก้วยางไหลมากกว่า จ.จันทบุรี โดยมีผลดังนี้

**1. ผลการทดลองในปี2556/2557**

ผลการทดลองระหว่างเดือนตุลาคม พ.ศ. 2556 – เดือนมีนาคม พ.ศ. 2557 หาความสัมพันธ์ระหว่างการทำลายของเพลี้ยไฟต่อการเกิดอาการเนื้อแก้วยางไหลภายในผลมังคุด ได้ผลดังตารางที่ 1.1.1-1.1.15

**ตารางที่1.1.1** การเกิดอาการเนื้อแก้วยางไหล สวนที่ 1 จังหวัดจันทบุรี (ต้นฤดู) ปี 2556/2557

| ลักษณะมังคุด | การเกิดเนื้อแก้วยางไหล (%) | | | เนื้อดี | Chi-Square |
|---|---|---|---|---|---|
| | เนื้อแก้ว | ยางไหล | เนื้อแก้ว+ยางไหล | (%) | |
| ผิวมัน | 48 | 8 | 0 | 44 | 47.284 |
| ผิวลาย 1 | 12 | 12 | 0 | 76 | (.000) |
| ผิวลาย 2 | 24 | 4 | 8 | 64 | |
| ผิวลาย 3 | 20 | 24 | 0 | 56 | |
| ผิวลาย 4 | 28 | 8 | 4 | 60 | |

**หมายเหตุ** ในวงเล็บ คือ ค่าระดับนัยสำคัญ

**ตารางที่1.1.2** การเกิดอาการเนื้อแก้วยางไหล สวนที่ 2 จังหวัดจันทบุรี (ต้นฤดู)ปี 2556/2557

| ลักษณะมังคุด | การเกิดเนื้อแก้วยางไหล (%) | | | เนื้อดี | Chi-Square |
|---|---|---|---|---|---|
| | เนื้อแก้ว | ยางไหล | เนื้อแก้ว+ยางไหล | (%) | |
| ผิวมัน | 64 | 0 | 0 | 36 | 115.490 |
| ผิวลาย 1 | 20 | 0 | 4 | 76 | (.000) |
| ผิวลาย 2 | 20 | 0 | 0 | 80 | |
| ผิวลาย 3 | 16 | 0 | 0 | 84 | |
| ผิวลาย 4 | 8 | 8 | 0 | 84 | |

**หมายเหตุ** ในวงเล็บ คือ ค่าระดับนัยสำคัญ

**ตารางที่1.1.3** การเกิดอาการเนื้อแก้วยางไหล สวนจังหวัดตราด (ต้นฤดู) ปี 2556/2557

| ลักษณะมังคุด | การเกิดเนื้อแก้วยางไหล (%) | | | เนื้อดี | Chi-Square |
|---|---|---|---|---|---|
| | เนื้อแก้ว | ยางไหล | เนื้อแก้ว+ยางไหล | (%) | |
| ผิวมัน | 32 | 4 | 4 | 60 | 66.643 |
| ผิวลาย 1 | 4 | 0 | 0 | 96 | (.000) |
| ผิวลาย 2 | 20 | 12 | 0 | 68 | |
| ผิวลาย 3 | 16 | 0 | 0 | 84 | |
| ผิวลาย 4 | 4 | 4 | 0 | 92 | |

**หมายเหตุ** ในวงเล็บ คือ ค่าระดับนัยสำคัญ

**ตารางที่ 1.1.4** การเกิดอาการเนื้อแก้วยางไหล สวนที่ 1 จังหวัดระยอง (ต้นฤดู) ปี 2556/2557

| ลักษณะมังคุด | การเกิดเนื้อแก้วยางไหล (%) | | | เนื้อดี | Chi-Square |
|---|---|---|---|---|---|
| | เนื้อแก้ว | ยางไหล | เนื้อแก้ว+ยางไหล | (%) | |
| ผิวมัน | 40 | 0 | 12 | 48 | 108.212 |
| ผิวลาย 1 | 28 | 12 | 12 | 48 | (.000) |
| ผิวลาย 2 | 16 | 4 | 4 | 76 | |
| ผิวลาย 3 | 4 | 4 | 8 | 84 | |
| ผิวลาย 4 | 0 | 4 | 0 | 96 | |

**หมายเหตุ** ในวงเล็บ คือ ค่าระดับนัยสำคัญ

**ตารางที่ 1.1.5** การเกิดอาการเนื้อแก้วยางไหล สวนที่ 2 จังหวัดระยอง (ต้นฤดู) ปี 2556/2557

| ลักษณะมังคุด | การเกิดเนื้อแก้วยางไหล (%) | | | เนื้อดี | Chi-Square |
|---|---|---|---|---|---|
| | เนื้อแก้ว | ยางไหล | เนื้อแก้ว+ยางไหล | (%) | |
| ผิวมัน | 48 | 4 | 4 | 44 | 122.777 |
| ผิวลาย 1 | 4 | 12 | 4 | 80 | (.000) |
| ผิวลาย 2 | 16 | 0 | 0 | 84 | |
| ผิวลาย 3 | 4 | 12 | 0 | 84 | |
| ผิวลาย 4 | 8 | 4 | 0 | 88 | |

**หมายเหตุ** ในวงเล็บ คือ ค่าระดับนัยสำคัญ

**ตารางที่1.1.6** การเกิดอาการเนื้อแก้วยางไหล สวนที่ 1 จังหวัดจันทบุรี (กลางฤดู) ปี 2556/2557

| ลักษณะมังคุด | การเกิดเนื้อแก้วยางไหล (%) | | | เนื้อดี (%) | Chi-Square |
|---|---|---|---|---|---|
| | เนื้อแก้ว | ยางไหล | เนื้อแก้ว+ยางไหล | | |
| ผิวมัน | 36 | 10 | 8 | 46 | 28.451 |
| ผิวลาย 1 | 32 | 4 | 6 | 58 | (.000) |
| ผิวลาย 2 | 14 | 14 | 4 | 68 | |
| ผิวลาย 3 | 20 | 16 | 6 | 58 | |
| ผิวลาย 4 | 18 | 20 | 8 | 54 | |

**หมายเหตุ** ในวงเล็บ คือ ค่าระดับนัยสำคัญ

**ตารางที่ 1.1.7** การเกิดอาการเนื้อแก้วยางไหล สวนที่ 2 จังหวัดจันทบุรี (กลางฤดู) ปี 2556/2557

| ลักษณะมังคุด | การเกิดเนื้อแก้วยางไหล (%) | | | เนื้อดี (%) | Chi-Square |
|---|---|---|---|---|---|
| | เนื้อแก้ว | ยางไหล | เนื้อแก้ว+ยางไหล | | |
| ผิวมัน | 42 | 4 | 6 | 48 | 85.975 |
| ผิวลาย 1 | 14 | 4 | 0 | 82 | (.000) |
| ผิวลาย 2 | 10 | 24 | 10 | 56 | |
| ผิวลาย 3 | 40 | 10 | 0 | 50 | |
| ผิวลาย 4 | 36 | 10 | 12 | 42 | |

**หมายเหตุ** ในวงเล็บ คือ ค่าระดับนัยสำคัญ

**ตารางที่ 1.1.8** การเกิดอาการเนื้อแก้วยางไหล สวนจังหวัดตราด (กลางฤดู) ปี 2556/2557

| ลักษณะมังคุด | การเกิดเนื้อแก้วยางไหล (%) | | | เนื้อดี (%) | Chi-Square |
|---|---|---|---|---|---|
| | เนื้อแก้ว | ยางไหล | เนื้อแก้ว+ยางไหล | | |
| ผิวมัน | 56 | 8 | 2 | 34 | 27.472 |
| ผิวลาย 1 | 34 | 12 | 10 | 44 | (.001) |
| ผิวลาย 2 | 28 | 6 | 8 | 58 | |
| ผิวลาย 3 | 30 | 8 | 6 | 56 | |
| ผิวลาย 4 | 40 | 10 | 8 | 42 | |

**หมายเหตุ** ในวงเล็บ คือ ค่าระดับนัยสำคัญ

**ตารางที่ 1.1.9** การเกิดอาการเนื้อแก้วยางไหล สวนที่ 1 จังหวัดระยอง (กลางฤดู) ปี 2556/2557

| ลักษณะมังคุด | การเกิดเนื้อแก้วยางไหล (%) | | | เนื้อดี (%) | Chi-Square |
|---|---|---|---|---|---|
| | เนื้อแก้ว | ยางไหล | เนื้อแก้ว+ยางไหล | | |
| ผิวมัน | 52 | 4 | 16 | 28 | 19.318 |
| ผิวลาย 1 | 32 | 10 | 12 | 46 | (.013) |
| ผิวลาย 2 | 34 | 12 | 16 | 38 | |
| ผิวลาย 3 | 30 | 14 | 18 | 38 | |
| ผิวลาย 4 | 28 | 16 | 14 | 42 | |

**หมายเหตุ** ในวงเล็บ คือ ค่าระดับนัยสำคัญ

**ตารางที่1.1.10** การเกิดอาการเนื้อแก้วยางไหล สวนที่ 2 จังหวัดระยอง (กลางฤดู) ปี 2556/2557

| ลักษณะมังคุด | การเกิดเนื้อแก้วยางไหล (%) | | | เนื้อดี (%) | Chi-Square |
|---|---|---|---|---|---|
| | เนื้อแก้ว | ยางไหล | เนื้อแก้ว+ยางไหล | | |
| ผิวมัน | 36 | 10 | 6 | 48 | 4.249 |
| ผิวลาย 1 | 36 | 6 | 16 | 42 | (.834) |
| ผิวลาย 2 | 38 | 8 | 12 | 42 | |
| ผิวลาย 3 | 40 | 10 | 12 | 38 | |
| ผิวลาย 4 | 40 | 12 | 12 | 36 | |

**หมายเหตุ** ในวงเล็บ คือ ค่าระดับนัยสำคัญ

**ตารางที่ 1.1.11** การเกิดอาการเนื้อแก้วยางไหล สวนที่ 1 จังหวัดจันทบุรี (ปลายฤดู) ปี 2556/2557

| ลักษณะมังคุด | การเกิดเนื้อแก้วยางไหล (%) | | | เนื้อดี (%) | Chi-Square |
|---|---|---|---|---|---|
| | เนื้อแก้ว | ยางไหล | เนื้อแก้ว+ยางไหล | | |
| ผิวมัน | 28 | 8 | 36 | 28 | 18.489 |
| ผิวลาย 1 | 20 | 8 | 12 | 60 | (.018) |
| ผิวลาย 2 | 24 | 6 | 22 | 48 | |
| ผิวลาย 3 | 28 | 16 | 6 | 50 | |
| ผิวลาย 4 | 24 | 12 | 24 | 40 | |

**หมายเหตุ** ในวงเล็บ คือ ค่าระดับนัยสำคัญ

**ตารางที่ 1.1.12** การเกิดอาการเนื้อแก้วยางไหล สวนที่ 2 จังหวัดจันทบุรี (ปลายฤดู) ปี 2556/2557

| ลักษณะมังคุด | การเกิดเนื้อแก้วยางไหล (%) | | | เนื้อดี (%) | Chi-Square |
|---|---|---|---|---|---|
| | เนื้อแก้ว | ยางไหล | เนื้อแก้ว+ยางไหล | | |
| ผิวมัน | 47 | 5 | 11 | 37 | 3.950 |
| ผิวลาย 1 | 46 | 7 | 4 | 43 | (.862) |
| ผิวลาย 2 | 49 | 8 | 5 | 38 | |
| ผิวลาย 3 | 50 | 10 | 7 | 33 | |
| ผิวลาย 4 | 51 | 11 | 5 | 33 | |

**หมายเหตุ** ในวงเล็บ คือ ค่าระดับนัยสำคัญ

**ตารางที่ 1.1.13** การเกิดอาการเนื้อแก้วยางไหล สวนจังหวัดตราด (ปลายฤดู) ปี 2556/2557

| ลักษณะมังคุด | การเกิดเนื้อแก้วยางไหล (%) | | | เนื้อดี (%) | Chi-Square |
|---|---|---|---|---|---|
| | เนื้อแก้ว | ยางไหล | เนื้อแก้ว+ยางไหล | | |
| ผิวมัน | 10 | 20 | 1 | 69 | 3.376 |
| ผิวลาย 1 | 14 | 22 | 3 | 61 | (.909) |
| ผิวลาย 2 | 11 | 23 | 2 | 64 | |
| ผิวลาย 3 | 15 | 21 | 3 | 61 | |
| ผิวลาย 4 | 10 | 20 | 2 | 68 | |

**หมายเหตุ** ในวงเล็บ คือ ค่าระดับนัยสำคัญ

**ตารางที่ 1.1.14** การเกิดอาการเนื้อแก้วยางไหล สวนที่ 1 จังหวัดระยอง (ปลายฤดู) ปี 2556/2557

| ลักษณะมังคุด | การเกิดเนื้อแก้วยางไหล (%) | | | เนื้อดี (%) | Chi-Square |
|---|---|---|---|---|---|
| | เนื้อแก้ว | ยางไหล | เนื้อแก้ว+ยางไหล | | |
| ผิวมัน | 36 | 18 | 13 | 33 | 47.734 |
| ผิวลาย 1 | 22 | 23 | 12 | 43 | (.000) |
| ผิวลาย 2 | 46 | 3 | 17 | 34 | |
| ผิวลาย 3 | 13 | 3 | 18 | 66 | |
| ผิวลาย 4 | 24 | 13 | 35 | 28 | |

**หมายเหตุ** ในวงเล็บ คือ ค่าระดับนัยสำคัญ

**ตารางที่ 1.1.15** การเกิดอาการเนื้อแก้วยางไหล สวนที่ 2 จังหวัดระยอง (ปลายฤดู) ปี 2556/2557

| ลักษณะมังคุด | การเกิดเนื้อแก้วยางไหล (%) | | | เนื้อดี (%) | Chi-Square |
|---|---|---|---|---|---|
| | เนื้อแก้ว | ยางไหล | เนื้อแก้ว+ยางไหล | | |
| ผิวมัน | 33 | 8 | 3 | 56 | 27.773 |
| ผิวลาย 1 | 24 | 0 | 4 | 72 | (.001) |
| ผิวลาย 2 | 10 | 4 | 0 | 86 | |
| ผิวลาย 3 | 17 | 7 | 3 | 73 | |
| ผิวลาย 4 | 16 | 8 | 0 | 76 | |

**หมายเหตุ** ในวงเล็บ คือ ค่าระดับนัยสำคัญ

จากตาราง ส่วนใหญ่ลักษณะผิวของมังคุด มีความสัมพันธ์กับการเกิดอาการเนื้อแก้วและยางไหล โดย มังคุดผิวมันมีการเกิดอาการเนื้อแก้วยางไหลมากกว่ามังคุดผิวลาย ยิ่งผิวลายมากยิ่งเกิดเนื้อแก้วยางไหลน้อย ยกเว้น ตารางที่ 1.10, 1.12 และ 1.13 ที่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดเนื้อแก้วยางไหลไม่แตกต่างกันทั้งในมังคุดผิวมัน และมังคุดผิวลาย

**2. ผลการทดลองในปี 2557/2558**

ผลการทดลองในปี 2557/2558 พบว่า อาการเนื้อแก้วและยางไหลภายในผลมังคุดมีความสัมพันธ์กับการทำลายของเพลี้ยไฟ โดยมังคุดผิวมันมีแนวโน้มพบอาการเนื้อแก้วยางไหลมากกว่ามังคุดผิวลาย ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองในปีที่ผ่านมา เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ โดย chi-Square Test ก็มีความสัมพันธ์กัน ดังข้อมูลในตารางที่ 2.1 - 2.15

**ตารางที่ 1.2.1** การเกิดอาการเนื้อแก้วยางไหล สวนที่ 1 จังหวัดจันทบุรี (ต้นฤดู) ปี 2557/2558

| ลักษณะมังคุด | การเกิดเนื้อแก้วยางไหล (%) | | | เนื้อดี (%) | Chi-Square |
|---|---|---|---|---|---|
| | เนื้อแก้ว | ยางไหล | เนื้อแก้ว+ยางไหล | | |
| ผิวมัน | 32 | 8 | 8 | 52 | 49.903 |
| ผิวลาย 1 | 28 | 16 | 12 | 44 | (.000) |
| ผิวลาย 2 | 20 | 8 | 4 | 68 | |
| ผิวลาย 3 | 19 | 4 | 0 | 77 | |
| ผิวลาย 4 | 8 | 25 | 0 | 67 | |

**หมายเหตุ** ในวงเล็บ คือ ค่าระดับนัยสำคัญ

**ตารางที่ 1.2.2** การเกิดอาการเนื้อแก้วยางไหล สวนที่ 2 จังหวัดจันทบุรี (ต้นฤดู) ปี 2557/2558

| ลักษณะมังคุด | การเกิดเนื้อแก้วยางไหล (%) | | | เนื้อดี (%) | Chi-Square |
|---|---|---|---|---|---|
| | เนื้อแก้ว | ยางไหล | เนื้อแก้ว+ยางไหล | | |
| ผิวมัน | 40 | 4 | 8 | 48 | 86.437 |
| ผิวลาย 1 | 20 | 0 | 4 | 76 | (.000) |
| ผิวลาย 2 | 40 | 0 | 12 | 48 | |
| ผิวลาย 3 | 0 | 4 | 0 | 96 | |
| ผิวลาย 4 | 16 | 4 | 0 | 80 | |

**หมายเหตุ** ในวงเล็บ คือ ค่าระดับนัยสำคัญ

**ตารางที่ 1.2.3** การเกิดอาการเนื้อแก้วยางไหล สวนจังหวัดตราด (ต้นฤดู) ปี 2557/2558

| ลักษณะมังคุด | การเกิดเนื้อแก้วยางไหล (%) | | | เนื้อดี (%) | Chi-Square |
|---|---|---|---|---|---|
| | เนื้อแก้ว | ยางไหล | เนื้อแก้ว+ยางไหล | | |
| ผิวมัน | 40 | 4 | 4 | 52 | 90.438 |
| ผิวลาย 1 | 28 | 8 | 24 | 40 | (.000) |
| ผิวลาย 2 | 8 | 4 | 32 | 56 | |
| ผิวลาย 3 | 4 | 4 | 16 | 76 | |
| ผิวลาย 4 | 7 | 3 | 23 | 67 | |

**หมายเหตุ** ในวงเล็บ คือ ค่าระดับนัยสำคัญ

**ตารางที่ 1.2.4** การเกิดอาการเนื้อแก้วยางไหล สวนที่ 1 จังหวัดระยอง (ต้นฤดู) ปี 2557/2558

| ลักษณะมังคุด | การเกิดเนื้อแก้วยางไหล (%) | | | เนื้อดี (%) | Chi-Square |
|---|---|---|---|---|---|
| | เนื้อแก้ว | ยางไหล | เนื้อแก้ว+ยางไหล | | |
| ผิวมัน | 36 | 4 | 20 | 40 | 43.334 |
| ผิวลาย 1 | 44 | 12 | 16 | 28 | (.000) |
| ผิวลาย 2 | 28 | 8 | 8 | 56 | |
| ผิวลาย 3 | 44 | 0 | 4 | 52 | |
| ผิวลาย 4 | 28 | 4 | 8 | 60 | |

**หมายเหตุ** ในวงเล็บ คือ ค่าระดับนัยสำคัญ

**ตารางที่ 1.2.5** การเกิดอาการเนื้อแก้วยางไหล สวนที่ 2 จังหวัดระยอง (ต้นฤดู) ปี 2557/2558

| ลักษณะมังคุด | การเกิดเนื้อแก้วยางไหล (%) | | | เนื้อดี | Chi-Square |
|---|---|---|---|---|---|
| | เนื้อแก้ว | ยางไหล | เนื้อแก้ว+ยางไหล | (%) | |
| ผิวมัน | 36 | 4 | 8 | 52 | 14.447 |
| ผิวลาย 1 | 44 | 8 | 8 | 40 | (.071) |
| ผิวลาย 2 | 28 | 4 | 8 | 52 | |
| ผิวลาย 3 | 36 | 4 | 16 | 44 | |
| ผิวลาย 4 | 24 | 4 | 12 | 60 | |

**หมายเหตุ** ในวงเล็บ คือ ค่าระดับนัยสำคัญ

**ตารางที่ 1.2.6** การเกิดอาการเนื้อแก้วยางไหล สวนที่ 1 จังหวัดจันทบุรี (กลางฤดู) ปี 2557/2558

| ลักษณะมังคุด | การเกิดเนื้อแก้วยางไหล (%) | | | เนื้อดี | Chi-Square |
|---|---|---|---|---|---|
| | เนื้อแก้ว | ยางไหล | เนื้อแก้ว+ยางไหล | (%) | |
| ผิวมัน | 12 | 8 | 8 | 72 | 61.440 |
| ผิวลาย 1 | 8 | 12 | 8 | 52 | (.000) |
| ผิวลาย 2 | 24 | 8 | 12 | 56 | |
| ผิวลาย 3 | 4 | 0 | 4 | 92 | |
| ผิวลาย 4 | 0 | 12 | 0 | 88 | |

**หมายเหตุ** ในวงเล็บ คือ ค่าระดับนัยสำคัญ

**ตารางที่ 1.2.7** การเกิดอาการเนื้อแก้วยางไหล สวนที่ 2 จังหวัดจันทบุรี (กลางฤดู) ปี 2557/2558

| ลักษณะมังคุด | การเกิดเนื้อแก้วยางไหล (%) | | | เนื้อดี | Chi-Square |
|---|---|---|---|---|---|
| | เนื้อแก้ว | ยางไหล | เนื้อแก้ว+ยางไหล | (%) | |
| ผิวมัน | 16 | 20 | 4 | 60 | 69.668 |
| ผิวลาย 1 | 32 | 28 | 4 | 36 | (.000) |
| ผิวลาย 2 | 20 | 12 | 28 | 40 | |
| ผิวลาย 3 | 24 | 8 | 16 | 52 | |
| ผิวลาย 4 | 0 | 12 | 4 | 84 | |

**หมายเหตุ** ในวงเล็บ คือ ค่าระดับนัยสำคัญ

**ตารางที่ 1.2.8** การเกิดอาการเนื้อแก้วยางไหล สวนจังหวัดตราด (กลางฤดู) ปี 2557/2558

| ลักษณะมังคุด | การเกิดเนื้อแก้วยางไหล (%) | | | เนื้อดี | Chi-Square |
|---|---|---|---|---|---|
| | เนื้อแก้ว | ยางไหล | เนื้อแก้ว+ยางไหล | (%) | |
| ผิวมัน | 12 | 12 | 28 | 48 | 99.655 |
| ผิวลาย 1 | 32 | 4 | 28 | 36 | (.000) |
| ผิวลาย 2 | 32 | 0 | 16 | 52 | |
| ผิวลาย 3 | 0 | 12 | 8 | 80 | |
| ผิวลาย 4 | 8 | 8 | 4 | 80 | |

**หมายเหตุ** ในวงเล็บ คือ ค่าระดับนัยสำคัญ

**ตารางที่ 1.2.9** การเกิดอาการเนื้อแก้วยางไหล สวนที่ 1 จังหวัดระยอง (กลางฤดู) ปี 2557/2558

| ลักษณะมังคุด | การเกิดเนื้อแก้วยางไหล (%) | | | เนื้อดี | Chi-Square |
|---|---|---|---|---|---|
| | เนื้อแก้ว | ยางไหล | เนื้อแก้ว+ยางไหล | (%) | |
| ผิวมัน | 24 | 8 | 16 | 52 | 23.472 |
| ผิวลาย 1 | 37 | 7 | 11 | 37 | (.003) |
| ผิวลาย 2 | 24 | 12 | 16 | 48 | |
| ผิวลาย 3 | 28 | 16 | 4 | 52 | |
| ผิวลาย 4 | 12 | 16 | 4 | 64 | |

**หมายเหตุ** ในวงเล็บ คือ ค่าระดับนัยสำคัญ

**ตารางที่ 1.2.10** การเกิดอาการเนื้อแก้วยางไหล สวนที่ 2 จังหวัดระยอง (กลางฤดู) ปี 2557/2558

| ลักษณะมังคุด | การเกิดเนื้อแก้วยางไหล (%) | | | เนื้อดี | Chi-Square |
|---|---|---|---|---|---|
| | เนื้อแก้ว | ยางไหล | เนื้อแก้ว+ยางไหล | (%) | |
| ผิวมัน | 36 | 20 | 24 | 36 | 42.799 |
| ผิวลาย 1 | 24 | 4 | 16 | 56 | (.000) |
| ผิวลาย 2 | 16 | 8 | 12 | 64 | |
| ผิวลาย 3 | 32 | 12 | 12 | 44 | |
| ผิวลาย 4 | 16 | 12 | 4 | 68 | |

**หมายเหตุ** ในวงเล็บ คือ ค่าระดับนัยสำคัญ

**ตารางที่ 1.2.11** การเกิดอาการเนื้อแก้วยางไหล สวนที่ 1 จังหวัดจันทบุรี (ปลายฤดู) ปี 2557/2558

| ลักษณะมังคุด | การเกิดเนื้อแก้วยางไหล (%) | | | เนื้อดี | Chi-Square |
|---|---|---|---|---|---|
| | เนื้อแก้ว | ยางไหล | เนื้อแก้ว+ยางไหล | (%) | |
| ผิวมัน | 32 | 8 | 8 | 52 | 49.903 |
| ผิวลาย 1 | 28 | 16 | 12 | 44 | (.000) |
| ผิวลาย 2 | 20 | 8 | 4 | 68 | |
| ผิวลาย 3 | 19 | 4 | 0 | 77 | |
| ผิวลาย 4 | 8 | 25 | 0 | 67 | |

**หมายเหตุ** ในวงเล็บ คือ ค่าระดับนัยสำคัญ

**ตารางที่ 1.2.12** การเกิดอาการเนื้อแก้วยางไหล สวนที่ 2 จังหวัดจันทบุรี (ปลายฤดู) ปี 2557/2558

| ลักษณะมังคุด | การเกิดเนื้อแก้วยางไหล (%) | | | เนื้อดี | Chi-Square |
|---|---|---|---|---|---|
| | เนื้อแก้ว | ยางไหล | เนื้อแก้ว+ยางไหล | (%) | |
| ผิวมัน | 40 | 4 | 8 | 48 | 86.437 |
| ผิวลาย 1 | 20 | 0 | 4 | 76 | (.000) |
| ผิวลาย 2 | 40 | 0 | 12 | 48 | |
| ผิวลาย 3 | 0 | 4 | 0 | 96 | |
| ผิวลาย 4 | 16 | 4 | 0 | 80 | |

**หมายเหตุ** ในวงเล็บ คือ ค่าระดับนัยสำคัญ

**ตารางที่ 1.2.13** การเกิดอาการเนื้อแก้วยางไหล สวนที่ 1 จังหวัดตราด (ปลายฤดู) ปี 2557/2558

| ลักษณะมังคุด | การเกิดเนื้อแก้วยางไหล (%) | | | เนื้อดี | Chi-Square |
|---|---|---|---|---|---|
| | เนื้อแก้ว | ยางไหล | เนื้อแก้ว+ยางไหล | (%) | |
| ผิวมัน | 40 | 4 | 4 | 52 | 90.438 |
| ผิวลาย 1 | 28 | 8 | 24 | 40 | (.000) |
| ผิวลาย 2 | 8 | 4 | 32 | 56 | |
| ผิวลาย 3 | 4 | 4 | 16 | 76 | |
| ผิวลาย 4 | 7 | 3 | 23 | 67 | |

**หมายเหตุ** ในวงเล็บ คือ ค่าระดับนัยสำคัญ

**ตารางที่ 1.2.14** การเกิดอาการเนื้อแก้วยางไหล สวนที่ 1 จังหวัดระยอง (ปลายฤดู) ปี 2557/2558

| ลักษณะมังคุด | การเกิดเนื้อแก้วยางไหล (%) | | | เนื้อดี | Chi-Square |
|---|---|---|---|---|---|
| | เนื้อแก้ว | ยางไหล | เนื้อแก้ว+ยางไหล | (%) | |
| ผิวมัน | 36 | 4 | 20 | 40 | 43.334 |
| ผิวลาย 1 | 44 | 12 | 16 | 28 | (.000) |
| ผิวลาย 2 | 28 | 8 | 8 | 56 | |
| ผิวลาย 3 | 44 | 0 | 4 | 52 | |
| ผิวลาย 4 | 28 | 4 | 8 | 60 | |

**หมายเหตุ** ในวงเล็บ คือ ค่าระดับนัยสำคัญ

**ตารางที่ 1.2.15** การเกิดอาการเนื้อแก้วยางไหล สวนที่ 2 จังหวัดระยอง (ปลายฤดู) ปี 2557/2558

| ลักษณะมังคุด | การเกิดเนื้อแก้วยางไหล (%) | | | เนื้อดี | Chi-Square |
|---|---|---|---|---|---|
| | เนื้อแก้ว | ยางไหล | เนื้อแก้ว+ยางไหล | (%) | |
| ผิวมัน | 36 | 4 | 8 | 52 | 16.685 |
| ผิวลาย 1 | 44 | 8 | 8 | 40 | (.034) |
| ผิวลาย 2 | 28 | 4 | 8 | 52 | |
| ผิวลาย 3 | 36 | 4 | 16 | 44 | |
| ผิวลาย 4 | 24 | 4 | 12 | 60 | |

**หมายเหตุ** ในวงเล็บ คือ ค่าระดับนัยสำคัญ

จากตารางส่วนใหญ่ลักษณะผิวของมังคุด มีความสัมพันธ์กับการเกิดอาการเนื้อแก้วและยางไหล โดย มังคุดผิวมันมีการเกิดอาการเนื้อแก้วยางไหลมากกว่ามังคุดผิว ไม่ว่าจะมีเปอร์เซ็นต์การลายเท่าใด ก็มีแนวโน้มพบอาการเนื้อแก้วและยางไหลน้อยกว่ามังคุดผิวมัน โดยเฉพาะมังคุดผิวลาย 3 และผิวลาย 4 มีโอกาสพบเนื้อดีในปริมาณที่มาก ทั้งนี้ เนื่องจาก ผิวเปลือกมังคุดปกติ (ผิวมัน) ประกอบด้วยชั้นคิวติเคิล (cuticle) และ เอพิเดอร์มิส (epidermis) ใต้ลงไปเป็นชั้นของเนื้อเยื่อพาเรนไคม่า (parenchyma) ส่วนมังคุดผิวลายที่เกิดจากการทำลายของเพลี้ยไฟมีลักษณะโครงสร้างของผิวเปลือกเปลี่ยนแปลงไป ชั้นคิวติเคิลบางลงและไม่ต่อเนื่อง ชั้นเอพิเดอร์มิส ถูกทำลาย และมีการสร้าง เพอริเดิอร์ม (periderm) และเลนติเซลล์ (lenticel) ขึ้นแทน เมื่อมังคุดมีอายุมากขึ้น โครงสร้างดังกล่าวทำให้มังคุดผิวลายมีอัตราการสูญเสียน้ำมากกว่ามังคุดผิวมัน ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ สุภาและคณะ (2537) ที่รายงานว่ามังคุดผิวลายมีการสูญเสียน้ำหนัก ประมาณ 2.23% ต่อวัน มากกว่ามังคุดผิวมันซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.63% ต่อวัน

**การทดลองที่ 2** วิจัยและพัฒนาการจัดการสารควบคุมการเจริญเติบโต เพื่อลดอาการเนื้อแก้วยางไหลภายในผล ได้ผล ดังนี้

**1. เปอร์เซ็นต์การเกิดและระดับความรุนแรงของอาการเนื้อแก้วภายในผล**

ฤดูกาลผลิตปี 2556 พบว่าเปอร์เซ็นต์การเกิดอาการเนื้อแก้วภายในผลมังคุด มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยการพ่น $GA_3$ 50 ppm + Blassinosteroid 2 ppm (กรรมวิธีที่ 7) มีเปอร์เซ็นต์การเกิดอาการเนื้อแก้วน้อยที่สุด เฉลี่ย 14.00 % แต่ไม่แสดงความแตกต่างทางสถิติกับการพ่นน้ำเปล่า (control) มีเปอร์เซ็นต์การเกิดอาการเนื้อแก้วเฉลี่ย 21.33% ส่วนฤดูกาลผลิตปี 2557 และ ปี 2558 พบว่าการพ่น $GA_3$ 50 ppm + Blassinosteroid 2 ppm (กรรมวิธีที่ 7) มีเปอร์เซ็นต์การเกิดอาการเนื้อแก้วน้อยที่สุดเช่นกัน มีค่าเฉลี่ย 27.99 และ 19.80 % ในขณะที่การพ่นน้ำเปล่า (control) มีเปอร์เซ็นต์การเกิดอาการเนื้อแก้วเฉลี่ย 40.00 และ 26.00% ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกกรรมวิธี เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยทั้ง 3 ปี พบว่าการพ่นสาร $GA_3$ 50 ppm + Blassinosteroid 2 ppm (กรรมวิธีที่ 7) มีแนวโน้มทำให้เปอร์เซ็นต์การเกิดอาการเนื้อแก้วภายในผลลดลง 6.2-12.01 % หรือลดลงเฉลี่ย 8.51 % เมื่อเปรียบเทียบกับการพ่นน้ำเปล่า (control) (ตารางที่ 2.1)

ระดับความรุนแรงของการเกิดอาการเนื้อแก้วไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งในฤดูกาลผลิตปี 2556, ปี 2557 และปี 2558 โดยมีระดับความรุนแรงของอาการเนื้อแก้วเฉลี่ยระหว่าง 1.19-1.73, 1.60-2.20 และ 1.25-1.55 คะแนน ตามลำดับ เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยทั้ง 3 ปี พบว่าการพ่นสาร $GA_3$ 50 ppm + Blassinosteroid 2 ppm (กรรมวิธีที่ 7) มีแนวโน้มทำให้ระดับความรุนแรงของการเกิดอาการเนื้อแก้วภายในผลลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับกับการพ่นน้ำเปล่า (control) (ตารางที่ 2.3)

**2. เปอร์เซ็นต์การเกิดและระดับความรุนแรงของอาการยางไหลภายในผล**

ฤดูกาลผลิตปี 2556 พบว่าเปอร์เซ็นต์การเกิดอาการยางไหลภายในผลมังคุด ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติซึ่งการพ่น$GA_3$ 50 ppm+Blassinosteroid 2 ppm (กรรมวิธีที่ 7) มีเปอร์เซ็นต์การเกิดอาการยางไหลน้อยที่สุด เฉลี่ย 16.00 % ลดลงจากการพ่นน้ำเปล่า (control) 2.66% ส่วนฤดูกาลผลิตปี 2557 พบว่าการพ่น NAA 100 ppm + Blassinosteroid 2 ppm + $GA_3$ 50 ppm (กรรมวิธีที่ 8) มีเปอร์เซ็นต์การเกิดอาการยางไหลน้อยที่สุดมีค่าเฉลี่ย 14.00% ลดลงจากการพ่นน้ำเปล่า (control) 26.66 % แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ยังพบว่าฤดูกาลผลิตปี 2558 การพ่น $GA_3$ 50 ppm มีเปอร์เซ็นต์การเกิดอาการยางไหลน้อยที่สุด มีค่าเฉลี่ย 14.80 % ลดลงจากการพ่นน้ำเปล่า (control) 12.20% แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยทั้ง 3 ปี พบว่าการพ่น NAA 100 ppm+Blassinosteroid 2 ppm (กรรมวิธีที่ 5) มีแนวโน้มทำให้เปอร์เซ็นต์การเกิดอาการยางไหลภายในผลลดลงมากที่สุดเฉลี่ย 6.71 % เมื่อเปรียบเทียบกับการพ่นน้ำเปล่า (control) (ตารางที่ 2.2)

ระดับความรุนแรงของการเกิดอาการยางไหลไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งในฤดูกาลผลิตปี 2556, ปี 2557 และปี 2558 โดยมีระดับความรุนแรงของอาการยางไหลเฉลี่ย ระหว่าง 1.22-1.66, 1.18-1.69 และ 1.23-1.46 คะแนน ตามลำดับ เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยทั้ง 3 ปี พบว่าการพ่น $GA_3$ 50 ppm (กรรมวิธีที่ 6) มีแนวโน้มทำให้ระดับความรุนแรงของการเกิดอาการยางไหลภายในผลลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับการพ่นน้ำเปล่า (control) (ตารางที่ 2.4)

**3. จำนวนผล/ต้น น้ำหนักผลเฉลี่ย ขนาดผล (ความกว้างและความยาวผล) และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (TSS)**

มังคุดที่ทำการทดลองในปี 2556 มีค่าเฉลี่ยจำนวนผล/ต้น น้ำหนักผลเฉลี่ย ความกว้างผล ความยาวผล และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (TSS) ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าเฉลี่ยจำนวนผล/ต้น ระหว่าง 337-494 ผล (ตารางที่ 2.5) มีน้ำหนักผลเฉลี่ย ระหว่าง 93.03-100.43 กรัม (ตารางที่ 2.6) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (TSS) ระหว่าง 15.51-16.20 % (ตารางที่ 2.7) ความกว้างผล ระหว่าง 5.60-5.80 เซนติเมตร (ตารางที่ 8) ความยาวผล ระหว่าง 4.93-5.23 เซนติเมตร (ตารางที่ 2.9)

มังคุดที่ทำการทดลองในปี 2557 มีค่าเฉลี่ยจำนวนผล/ต้น น้ำหนักผลเฉลี่ย ความกว้างผล ความยาวผล และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (TSS) ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน โดยมีค่าเฉลี่ยจำนวนผล/ต้นระหว่าง 255-363 ผล (ตารางที่ 2.5) มีน้ำหนักผลเฉลี่ยระหว่าง 87.10-100.17กรัม (ตารางที่ 2.6) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (TSS) ระหว่าง 15.64-16.85 % (ตารางที่ 2.7) ความกว้างผล ระหว่าง 5.57-5.87 เซนติเมตร (ตารางที่ 2.8) ความยาวผล ระหว่าง 4.87-5.08เซนติเมตร (ตารางที่ 2.9)

มังคุดที่ทำการทดลองในปี 2558 มีค่าเฉลี่ยจำนวนผล/ต้น น้ำหนักผลเฉลี่ยความกว้างผล ความยาวผล และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (TSS)ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกันโดยมีค่าเฉลี่ยจำนวนผล/ต้นระหว่าง 565-666 ผล (ตารางที่ 2.5) มีน้ำหนักผลเฉลี่ยระหว่าง 94.27-110.67กรัม (ตารางที่ 2.6) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (TSS) ระหว่าง 15.25-16.04 % (ตารางที่ 2.7) ความกว้างผลระหว่าง 5.59-5.97 เซนติเมตร (ตารางที่ 2.8) ความยาวผลระหว่าง 5.09-5.43 เซนติเมตร(ตารางที่ 2.9)

**ตารางที่ 2.1** ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การเกิดอาการเนื้อแก้วภายในผลมังคุด เมื่อได้รับการจัดการตามกรรมวิธีต่างกัน ปี 2556, ปี 2557 และปี 2558

| กรรมวิธี | เปอร์เซ็นต์การเกิดเนื้อแก้ว (%) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ปี 2556 | ปี 2557 | ปี 2558 | เฉลี่ย |
| 1. น้ำเปล่า | 21.33 bc | 40.00 | 26.00 | 29.11 |
| 2. NAA 100 ppm | 28.66 abc | 33.33 | 32.80 | 31.60 |
| 3. NAA 100 ppm+$GA_3$ 50 ppm | 17.33 c | 53.33 | 27.80 | 32.82 |
| 4. Blassinosteroid 2 ppm | 22.00 bc | 51.33 | 34.20 | 35.84 |
| 5. NAA 100 ppm+Blassinosteroid 2 ppm | 24.66 bc | 46.00 | 26.00 | 32.22 |
| 6. $GA_3$ 50 ppm | 50.66 ab | 52.66 | 32.00 | 45.11 |
| 7. $GA_3$ 50 ppm+Blassinosteroid 2 ppm | 14.00 c | 27.99 | 19.80 | 20.60 |
| 8. NAA 100 ppm+Blassinosteroid 2 ppm +$GA_3$ 50 ppm | 57.33 a | 44.66 | 25.60 | 42.53 |
| F-test | * | ns | ns | |
| c.v. (%) | 79.01 | 52.86 | 44.10 | |

**ตารางที่ 2.2** ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การเกิดอาการยางไหลภายในผลมังคุด เมื่อได้รับการจัดการตามกรรมวิธีต่างกัน ปี 2556, ปี 2557 และปี 2558

| กรรมวิธี | เปอร์เซ็นต์การเกิดยางไหล (%) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ปี 2556 | ปี 2557 | ปี 2558 | เฉลี่ย |
| 1. น้ำเปล่า | 18.66 | 40.66 | 27.00 | 28.77 |
| 2. NAA 100 ppm | 40.00 | 33.33 | 22.60 | 31.98 |
| 3. NAA 100 ppm+$GA_3$ 50 ppm | 30.00 | 27.33 | 24.40 | 27.24 |
| 4. Blassinosteroid 2 ppm | 28.66 | 41.33 | 22.40 | 30.80 |
| 5. NAA 100 ppm+Blassinosteroid 2 ppm | 23.33 | 22.66 | 20.20 | 22.06 |
| 6. $GA_3$ 50 ppm | 27.33 | 26.00 | 14.80 | 22.71 |
| 7. $GA_3$ 50 ppm+Blassinosteroid 2 ppm | 16.00 | 36.00 | 16.20 | 22.73 |
| 8. NAA 100 ppm+Blassinosteroid 2 ppm +$GA_3$ 50 ppm | 53.33 | 14.00 | 24.40 | 30.58 |
| F-test | ns | ns | ns | |
| c.v. (%) | 61.52 | 54.43 | 37.40 | |

**ตารางที่ 2.3** ค่าเฉลี่ยระดับความรุนแรงของการเกิดอาการเนื้อแก้วภายในผลมังคุด เมื่อได้รับการจัดการตามกรรมวิธีต่างกัน ปี 2556, ปี 2557 และปี 2558

| กรรมวิธี | ระดับความรุนแรงของอาการเนื้อแก้ว (คะแนน) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ปี 2556 | ปี 2557 | ปี 2558 | เฉลี่ย |
| 1. น้ำเปล่า | 1.29 | 1.86 | 1.39 | 1.51 |
| 2. NAA 100 ppm | 1.60 | 1.90 | 1.55 | 1.68 |
| 3. NAA 100 ppm+$GA_3$ 50 ppm | 1.20 | 2.20 | 1.41 | 1.60 |
| 4. Blassinosteroid 2 ppm | 1.24 | 2.11 | 1.54 | 1.63 |
| 5. NAA 100 ppm+Blassinosteroid 2 ppm | 1.49 | 2.16 | 1.44 | 1.70 |
| 6. $GA_3$ 50 ppm | 1.66 | 2.07 | 1.44 | 1.72 |
| 7. $GA_3$ 50 ppm+Blassinosteroid 2 ppm | 1.19 | 1.60 | 1.25 | 1.35 |
| 8. NAA 100 ppm+Blassinosteroid 2 ppm +$GA_3$ 50 ppm | 1.73 | 2.05 | 1.38 | 1.72 |
| F-test | ns | ns | ns | |
| c.v. (%) | 33.05 | 32.28 | 17.90 | |

**หมายเหตุ** ระดับความรุนแรงของอาการเนื้อแก้ว (คะแนน)

1. ไม่พบอาการเกิดเนื้อแก้ว 2. มีอาการเนื้อแก้ว 1-25% 3. มีอาการเนื้อแก้ว 26-50%

4. มีอาการเนื้อแก้ว 51-75% 5. มีอาการเนื้อแก้ว 76-100%

**ตารางที่ 2.4** ค่าเฉลี่ยระดับความรุนแรงของการเกิดอาการยางไหลของมังคุด เมื่อได้รับการจัดการตามกรรมวิธีต่างกัน ปี 2556, ปี 2557 และปี 2558

| กรรมวิธี | ระดับความรุนแรงของอาการยางไหล (คะแนน) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ปี 2556 | ปี 2557 | ปี 2558 | เฉลี่ย |
| 1. น้ำเปล่า | 1.23 | 1.65 | 1.44 | 1.44 |
| 2. NAA 100 ppm | 1.58 | 1.46 | 1.35 | 1.46 |
| 3. NAA 100 ppm+$GA_3$ 50 ppm | 1.43 | 1.34 | 1.42 | 1.39 |
| 4. Blassinosteroid 2 ppm | 1.34 | 1.61 | 1.46 | 1.47 |
| 5. NAA 100 ppm+Blassinosteroid 2 ppm | 1.40 | 1.32 | 1.34 | 1.35 |
| 6. $GA_3$ 50 ppm | 1.22 | 1.40 | 1.23 | 1.28 |
| 7. $GA_3$ 50 ppm+Blassinosteroid 2 ppm | 1.32 | 1.69 | 1.23 | 1.41 |
| 8. NAA 100 ppm+Blassinosteroid 2 ppm +$GA_3$ 50 ppm | 1.66 | 1.18 | 1.43 | 1.42 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| F-test | ns | ns | ns | |
| c.v. (%) | 23.83 | 22.83 | 11.70 | |

**หมายเหตุ** ระดับความรุนแรงของอาการยางไหล (คะแนน)

1 = ไม่พบอาการยางไหลภายในผล 2= พบอาการยางไหล 1 จุด ตรงบริเวณเนื้อก้นผล

3 = พบอาการยางไหล เป็นจุดตรงเนื้อบริเวณก้นผล และตรงบริเวณไส้กลางผล

4 = พบอาการยางไหลแทรกในเนื้อระหว่างเมล็ด แต่สามารถบริโภคเนื้อบางส่วนได้

5 = พบอาการยางไหลทั่วไป ไม่สามารถบริโภคได้

**ตารางที่ 2.5** ค่าเฉลี่ยจำนวนผล/ต้น ของมังคุด เมื่อได้รับการจัดการตามกรรมวิธีต่างกัน ปี 2556, ปี 2557 และ ปี 2558

| กรรมวิธี | จำนวนผล/ต้น (ผล) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ปี 2556 | ปี 2557 | ปี 2558 | เฉลี่ย |
| 1. น้ำเปล่า | 494 | 255 | 649 | 466 |
| 2. NAA 100 ppm | 410 | 270 | 658 | 446 |
| 3. NAA 100 ppm+$GA_3$ 50 ppm | 384 | 314 | 565 | 421 |
| 4. Blassinosteroid 2 ppm | 416 | 285 | 644 | 448 |
| 5. NAA 100 ppm+Blassinosteroid 2 ppm | 400 | 345 | 653 | 466 |
| 6. $GA_3$ 50 ppm | 409 | 235 | 666 | 437 |
| 7. $GA_3$ 50 ppm+Blassinosteroid 2 ppm | 414 | 304 | 643 | 454 |
| 8. NAA 100 ppm+Blassinosteroid 2 ppm +$GA_3$ 50 ppm | 337 | 363 | 609 | 436 |
| F-test | ns | ns | ns | |
| c.v. (%) | 32.70 | 28.21 | 12.30 | |

**ตารางที่ 2.6** ค่าเฉลี่ยน้ำหนักผลเฉลี่ยของมังคุด เมื่อได้รับการจัดการตามกรรมวิธีต่างกัน ปี 2556,ปี 2557 และปี 2558

| กรรมวิธี | น้ำหนักผลเฉลี่ย (กรัม) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ปี 2556 | ปี 2557 | ปี 2558 | เฉลี่ย |
| 1. น้ำเปล่า | 100.43 | 100.17 | 98.23 | 99.61 |
| 2. NAA 100 ppm | 100.33 | 97.47 | 106.77 | 101.52 |
| 3. NAA 100 ppm+$GA_3$ 50 ppm | 97.17 | 98.87 | 96.07 | 99.07 |
| 4. Blassinosteroid 2 ppm | 94.43 | 99.07 | 108.37 | 100.62 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 5. NAA 100 ppm+Blassinosteroid 2 ppm | 93.40 | 92.64 | 94.27 | 93.44 |
| 6. $GA_3$ 50 ppm | 98.44 | 91.70 | 95.37 | 95.17 |
| 7. $GA_3$ 50 ppm+Blassinosteroid 2 ppm | 96.04 | 87.10 | 95.00 | 92.71 |
| 8. NAA 100 ppm+Blassinosteroid 2 ppm +$GA_3$ 50 ppm | 93.03 | 94.75 | 110.67 | 99.48 |
| F-test | ns | ns | ns | |
| c.v. (%) | 10.10 | 11.28 | 14.60 | |

**ตารางที่ 2.7** ค่าเฉลี่ยปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด(TSS) ของมังคุด เมื่อได้รับการจัดการตามกรรมวิธีต่างกัน ปี 2556, ปี 2557 และปี 2558

| กรรมวิธี | ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด(%) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ปี 2556 | ปี 2557 | ปี 2558 | เฉลี่ย |
| 1. น้ำเปล่า | 15.90 | 16.54 | 15.99 | 16.14 |
| 2. NAA 100 ppm | 16.09 | 16.68 | 15.64 | 16.14 |
| 3. NAA 100 ppm+$GA_3$ 50 ppm | 15.99 | 16.73 | 16.04 | 16.25 |
| 4. Blassinosteroid 2 ppm | 15.95 | 16.61 | 15.25 | 15.94 |
| 5. NAA 100 ppm+Blassinosteroid 2 ppm | 16.19 | 16.85 | 16.17 | 16.40 |
| 6. $GA_3$ 50 ppm | 15.49 | 15.64 | 16.04 | 15.72 |
| 7. $GA_3$ 50 ppm+Blassinosteroid 2 ppm | 16.20 | 15.64 | 15.99 | 15.94 |
| 8. NAA 100 ppm+Blassinosteroid 2 ppm +$GA_3$ 50 ppm | 15.51 | 16.47 | 15.93 | 15.97 |
| F-test | ns | ns | ns | |
| c.v. (%) | 5.80 | 6.03 | 3.20 | |

**ตารางที่ 2.8** ค่าเฉลี่ยความกว้างผลของมังคุด เมื่อได้รับการจัดการตามกรรมวิธีต่างกัน ปี 2556, ปี 2557 และปี 2558

| กรรมวิธี | ความกว้างผล (ซม.) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ปี 2556 | ปี 2557 | ปี 2558 | เฉลี่ย |
| 1. น้ำเปล่า | 5.80 | 5.87 | 5.81 | 5.83 |
| 2. NAA 100 ppm | 5.75 | 5.71 | 5.95 | 5.80 |
| 3. NAA 100 ppm+$GA_3$ 50 ppm | 5.71 | 5.65 | 5.76 | 5.71 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 4. Blassinosteroid 2 ppm | 5.64 | 5.80 | 5.97 | 5.80 |
| 5. NAA 100 ppm+Blassinosteroid 2 ppm | 5.60 | 5.69 | 5.59 | 5.63 |
| 6. $GA_3$ 50 ppm | 5.73 | 5.64 | 5.68 | 5.68 |
| 7. $GA_3$ 50 ppm+Blassinosteroid 2 ppm | 5.74 | 5.57 | 5.76 | 5.69 |
| 8. NAA 100 ppm + Blassinosteroid 2 ppm +$GA_3$ 50 ppm | 5.63 | 5.72 | 5.97 | 5.77 |
| F-test | ns | ns | ns | |
| c.v. (%) | 4.00 | 3.71 | 5.70 | |

**ตารางที่ 2.9** ค่าเฉลี่ยความยาวผลของมังคุด เมื่อได้รับการจัดการตามกรรมวิธีต่างกัน ปี 2556, ปี 2557 และปี 2558

| กรรมวิธี | ความยาวผล (ซม.) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ปี 2556 | ปี 2557 | ปี 2558 | เฉลี่ย |
| 1. น้ำเปล่า | 5.23 | 5.08 | 5.21 | 5.17 |
| 2. NAA 100 ppm | 5.15 | 4.99 | 5.32 | 5.15 |
| 3. NAA 100 ppm+$GA_3$ 50 ppm | 4.93 | 4.96 | 5.15 | 5.01 |
| 4. Blassinosteroid 2 ppm | 4.96 | 5.07 | 5.18 | 5.07 |
| 5. NAA 100 ppm+Blassinosteroid 2 ppm | 5.01 | 4.91 | 5.09 | 5.00 |
| 6. $GA_3$ 50 ppm | 5.09 | 5.05 | 5.13 | 5.09 |
| 7. $GA_3$ 50 ppm+Blassinosteroid 2 ppm | 5.00 | 4.87 | 5.32 | 5.06 |
| 8. NAA 100 ppm+Blassinosteroid 2 ppm +$GA_3$ 50 ppm | 5.04 | 5.02 | 5.43 | 5.16 |
| F-test | ns | ns | ns | |
| c.v. (%) | 4.10 | 4.31 | 5.50 | |

**การทดลองที่ 3.** ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสุกของผลมังคุดกับการเกิดอาการเนื้อแก้ว ได้ผล ดังนี้

**1. ศึกษาชนิดและปริมาณของน้ำตาล** Glucose , Fructose , Arabinose , Mannose , Xylose , Galacuronic acid , Rhamnose และ Galactose ในสารสกัดเพคตินที่ละลายน้ำได้ Water soluble pectin (WSP) และสารสกัดเพคตินที่ไม่ละลายน้ำ EDTA soluble pectin (EDTA-SP) และ $Na_2CO_3$ soluble pectin ($Na_2CO_3$-SP) ในมังคุดเนื้อปกติและเนื้อแก้ว

**1.1** ชนิดและปริมาณน้ำตาลที่วิเคราะห์ได้จากสารสกัดเพคติที่ละลายน้ำได้ Water soluble pectin (WSP) ของมังคุดเนื้อปกติ พบว่ามีชนิดของน้ำตาลจำนวน 6 ชนิด ได้แก่ Glucose , Fructose , Arabinose , Mannose , Xylose และ Galacuronic acid และไม่พบ Galactose , Rhamnose โดย ระยะสีม่วงดำมีปริมาณน้ำตาล Glucose , Fructose และ Arabinose มากกว่าทุกระยะมีค่าเท่ากับ 52.324 , 22.306 , 29.043 และ 48.288 mg/gFW ตามลำดับ ส่วนระยะ สีน้ำตาลแดงมีปริมาณน้ำตาล Mannose , Xylose มากกว่าทุกระยะมีค่าเท่ากับ 77.506 และ 58.529 mg/gFW ตามลำดับ (ตารางที่ 3.1 ภาคผนวก)

1.2 ชนิดและปริมาณน้ำตาลที่วิเคราะห์ได้จากสารสกัดเพคติที่ไม่ละลายน้ำ EDTA soluble pectin (EDTA-SP) ของมังคุดเนื้อปกติพบว่ามีชนิดของน้ำตาล 7 ชนิด ได้แก่ Glucose , Fructose , Galactose , Arabinose , Mannose , Xylose และ Galacuronic acid และไม่พบน้ำตาล Rhamnose โดยระยะผลสีน้ำตาลแดงมีปริมาณน้ำตาล Glucose , Galactose , Arabinose , Mannose และ Xylose มากกว่าทุกระยะมีค่าเท่ากับ 81.478 , 101.687 , 42.505 , 132.563 และ 87.347 mg/gFW ตามลำดับ ส่วนระยะสีม่วงดำมีปริมาณน้ำตาล Fructose มากกว่าทุกระยะมีค่าเท่ากับ 14.674 mg/gFW และสีเขียวตองอ่อน มีปริมาณน้ำตาล Galacuronic acid มากกว่าทุกระยะมีค่าเท่ากับ 243.858 mg/gFW (ตารางที่ 3.2 ภาคผนวก)

1.3 ชนิดและปริมาณน้ำตาลที่วิเคราะห์ได้จากสารสกัดเพคติที่ไม่ละลายน้ำ $Na_2CO_3$ soluble pectin ($Na_2CO_3$-SP) ของมังคุดเนื้อปกติ พบว่ามีชนิดของน้ำตาล 7 ชนิด ได้แก่ Glucose , Fructose , Rhamnose , Arabinose , Mannose , Xylose และ Galacuronic acid และไม่พบน้ำตาล Galactose โดยระยะสีน้ำตาลแดงมีปริมาณน้ำตาล Glucose , Fructose , Rhamnose , Arabinose , Mannose , Xylose และ Galacuronic acid มากกว่าทุกระยะมีค่าเท่ากับ 6.787 , 8.712 , 36.648 , 41.87 352.514 และ 171.750 mg/gFW ตามลำดับ และ สีสายเลือด มีปริมาณน้ำตาล Glucose มากกว่าทุกระยะ มีค่าเท่ากับ 10.112 mg/gFW ( ตารางที่ 3.3 ภาคผนวก )

1.4 ชนิดและปริมาณน้ำตาลที่วิเคราะห์ได้จากสารสกัดเพคติที่ละลายน้ำได้ Water soluble pectin (WSP) ของมังคุดเนื้อแก้วพบว่ามีชนิดของน้ำตาล 6 ชนิด ได้แก่ Glucose, Fructose , Arabinose , Mannose , Xylose และ Galacuronic acid และไม่พบน้ำตาล Rhamnose และ Galactose โดยระยะสีม่วงดำมีปริมาณ Glucose, Fructose , Arabinose , Mannose , Xylose และ Galacuronic acid มากกว่าทุกระยะมีค่าเท่ากับ 60.536 , 101.257 , 64.607 , 33.753 , 79.478 และ 111.520 mg/gFW ตามลำดับ (ตารางที่ 3.4 ภาคผนวก)

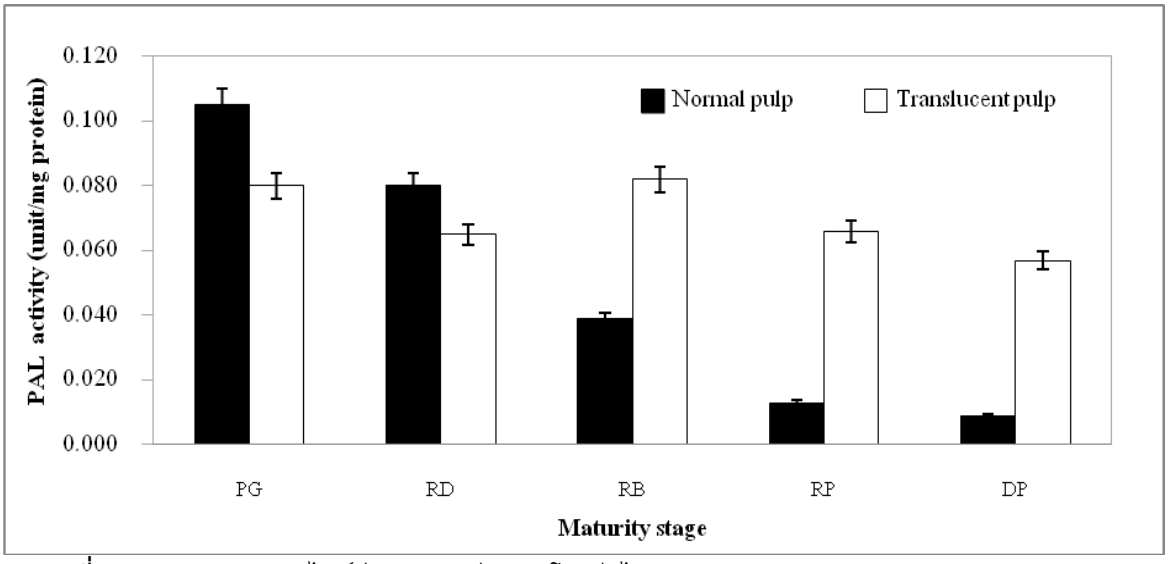
1.5 ชนิดและปริมาณน้ำตาลที่วิเคราะห์ได้จากสารสกัดเพคติที่ไม่ละลายน้ำ EDTA soluble pectin (EDTA-SP) ของมังคุดเนื้อแก้วพบว่ามีชนิดของน้ำตาล 7 ชนิด ได้แก่ Glucose, Fructose , Galactose , Arabinose , Mannose , Xylose และ Galacuronic acid และไม่พบน้ำตาล Rhamnose โดยผลสีน้ำตาลแดงมีปริมาณน้ำตาล Fructose , Galactose และ Mannose มากกว่าทุกระยะมีค่าเท่ากับ 74.758 , 10.264 และ 86.307 mg/gFW ส่วนผลสีม่วงแดงมีปริมาณน้ำตาล Arabinose มากกว่าทุกระยะมีค่าเท่ากับ 18.719 mg/gFW และผลสีม่วงดำมีปริมาณน้ำตาล Glucose, Xylose และ Galacuronic acid มากกว่าทุกระยะมีค่าเท่ากับ 15.947 45.774 และ 26.121 mg/gFW ตามลำดับ (ตารางที่ 3.5 ภาคผนวก)

1.6 ชนิดและปริมาณน้ำตาลที่วิเคราะห์ได้จากสารสกัดเพคติที่ไม่ละลายน้ำ $Na_2CO_3$ soluble pectin ($Na_2CO_3$-SP) ของมังคุดเนื้อแก้วของมังคุด พบว่ามีชนิดของน้ำตาล 7 ชนิด ได้แก่ Glucose , Fructose , Rhamnose , Arabinose , Mannose , Xylose และ Galacuronic acid และไม่พบน้ำตาล Galactose โดยผลสีน้ำตาลแดงมีปริมาณน้ำตาล Glucose , Fructose , Rhamnose , Arabinose , Mannose , Xylose และ Galacuronic acid มากกว่าทุกระยะ มีค่าเท่ากับ 7.301 8.658 4.356 14.728 39.494 40.162 และ 98.846 mg/gFW ตามลำดับ (ตารางที่ 3.6 ภาคผนวก)

**2.ศึกษาเอ็นไซม์ที่มีผลต่อการสร้างสารประกอบลิกนินในเนื้อปกติและเนื้อแก้ว**

2.1 กิจกรรมของเอ็นไซม์ Phenylalanine Ammonia Lyase (PAL)

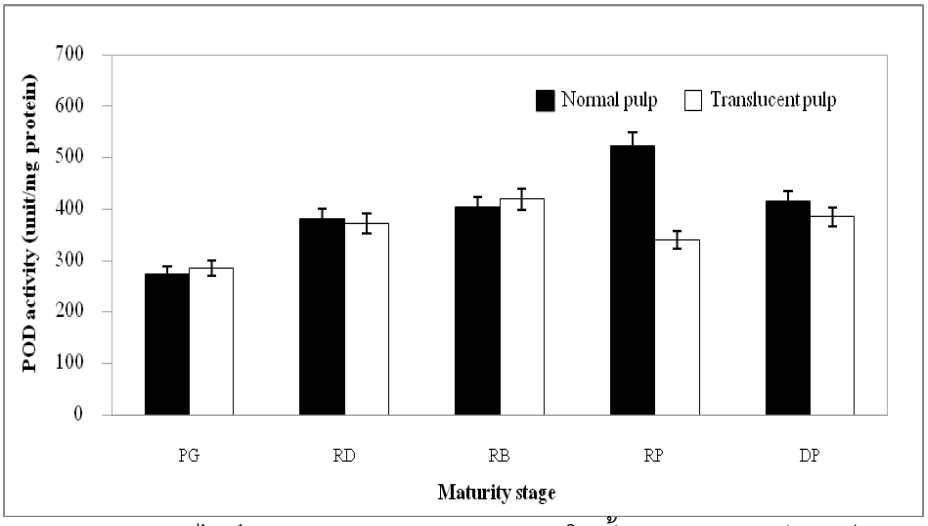
การวิเคราะห์เอ็นไซม์ Phenylalanine Ammonia Lyase ในมังคุดเนื้อแก้วและเนื้อปกติ ในมังคุด 5 ระยะ ประกอบด้วย ระยะสีเขียวตองอ่อน วัยสายเลือด, สีน้ำตาลแดง, สีม่วงแดง และ สีม่วงดำ พบว่า มังคุดเนื้อปกติ ระยะสีม่วงแดง มีปริมาณเอ็นไซม์มากที่สุด มีค่าเท่ากับ 0.1286 unit/mg protein รองลงมาคือ ระยะสีเขียวตองอ่อน สายเลือด สีน้ำตาลแดง และสีม่วงดำ มีค่าเท่ากับ 0.1054 , 0.0802 , 0.0386 และ 0.0094 unit/mg protein ตามลำดับ มังคุดเนื้อแก้ว ระยะสีอ่อนตองอ่อน และ ระยะสีน้ำตาลแดง มีปริมาณเอ็นไซม์ที่ไม่แตกต่างกัน มีค่าเท่ากับ 0.0820 และ 0.0820 unit/mg protein ตามลำดับ รองลงมาคือ วัยสายเลือด และสีม่วงดำ และสีม่วงแดง มีค่าเท่ากับ 0.0650 , 0.0660 และ 0.0570 unit/mg protein ตามลำดับ (ภาพที่ 1)




**ภาพที่ 1** กิจกรรมของเอนไซม์ฟีนิวอะลานีนแอมโมเนียไลเอส (Phenylalanine ammonia lyase) ในทั้ง 5 ระยะการพัฒนาสีผิวของผลมังคุดเนื้อปกติและเนื้อแก้ว โดย PG = สีเขียวตองอ่อน, RD = วัยสายเลือด, RB = สีน้ำตาลแดง, RP = สีม่วงแดง และ DP = สีม่วงดำ

2.2 กิจกรรมเอ็นไซม์ Peroxidase (POD)

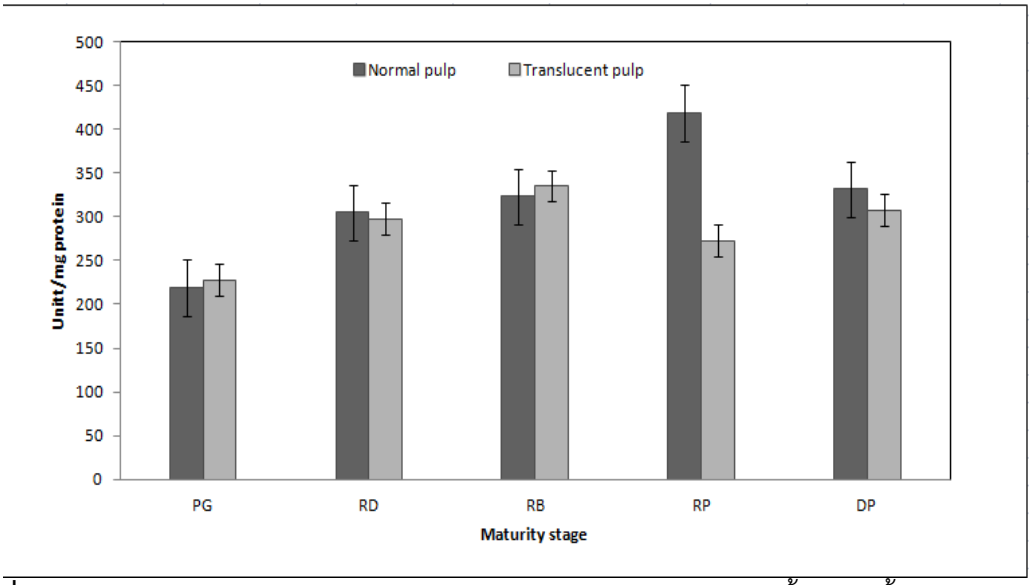
การวิเคราะห์เอ็นไซม์ Peroxidase ในมังคุดเนื้อแก้วและเนื้อปกติ ในมังคุด 5 ระยะ ประกอบด้วย ระยะสีเขียวตองอ่อน , วัยสายเลือด, สีน้ำตาลแดง, สีม่วงแดง และ สีม่วงดำ พบว่า 1) เนื้อมังคุดปกติ ระยะสีม่วงแดงมีปริมาณเอ็นไซม์มากที่สุด มีค่าเท่ากับ 523.114 unit/mg protein รองลงมาคือ ระยะสีม่วงดำ , สีน้ำตาลแดง , วัยสายเลือด และสีเขียวตองอ่อน มีปริมาณเอ็นไซม์เท่ากับ 414.643, 404.037 , 381.544 และ 273.809 unit/mg protein ตามลำดับ 2) มังคุดเนื้อแก้ว ระยะสีน้ำตาลแดงมีปริมาณเอ็นไซม์มากที่สุด มีค่าเท่ากับ 419.122 unit/mg protein รองลงมาคือ สีม่วงดำ วัยสายเลือด สีม่วงแดง และสีเขียวตองอ่อน มีค่าเท่ากับ 384.761 372.390 340.884 และ 285.181 unit/mg protein (ภาพที่ 2)




**ภาพที่ 2** กิจกรรมของเอนไซม์เพอออกซิเดส (Peroxidase) ในทั้ง 5 ระยะการพัฒนาสีผิวของผลมังคุดเนื้อปกติและเนื้อแก้ว โดย PG = สีเขียวตองอ่อน, RD = วัยสายเลือด, RB = สีน้ำตาลแดง RP = สีม่วงแดง และ DP = สีม่วงดำ

2.3 กิจกรรมเอ็นไซม์ Cinnamy Alcohol Dehydrogenase (CDA)

การวิเคราะห์เอ็นไซม์ Cinnamy Alcohol Dehydrogenase ในมังคุดเนื้อแก้วและเนื้อปกติในมังคุด 5 ระยะ ประกอบด้วย ระยะสีเขียวตองอ่อน , วัยสายเลือด, สีน้ำตาลแดง, สีม่วงแดง และ สีม่วงดำ พบว่า 1) เนื้อมังคุดปกติ ระยะม่วงแดงมีปริมาณเอ็นไซม์มากที่สุด มีค่าเท่ากับ 418.515 unit/mg protein รองลงมาคือ ระยะสีม่วงดำ , สีน้ำตาลแดง , วัยสายเลือด และสีเขียวตองอ่อน มีปริมาณเอ็นไซม์เท่ากับ 331.715, 323.230 , 305.235 และ 219.047 unit/mg protein ตามลำดับ 2) มังคุดเนื้อแก้ว ระยะสีน้ำตาลแดงมีปริมาณเอ็นไซม์มากที่สุด มีค่าเท่ากับ 335.297 unit/mg protein รองลงมาคือ สีม่วงดำ วัยสายเลือด สีม่วงแดง และสีเขียวตองอ่อน มีค่าเท่ากับ 307.808 , 372.390 297.912 และ 228.144 unit/mg protein ตามลำดับ (ภาพที่ 3)




**ภาพที่ 3** กิจกรรมของเอนไซม์ Cinnamy Alcohol Dehydrogenase ในเนื้อมังคุดทั้ง 5 ระยะสีผิวของผลมังคุดเนื้อปกติและเนื้อแก้ว โดย PG = สีเขียวตองอ่อน, RD = วัยสายเลือด, RB = สีน้ำตาลแดง RP = สีม่วงแดง และ DP = สีม่วงดำ

**สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ**

1. จากการการเก็บข้อมูล พบว่ามังคุดผิวมัน มีโอกาสพบการเกิดอาการเนื้อแก้วยางไหลภายในผลมากกว่ามังคุดผิวลาย

2. มังคุดผิวลายเนื่องจากการทำลายของเพลี้ยไฟมีการสูญเสียโครงสร้างของผิวเปลือก ทำให้เกิดการสูญเสียน้ำมากกว่ามังคุดผิวมัน และในช่วงที่มังคุดใกล้สุกเมื่อ มีฝนตกมามาก การระบายน้ำออกจากผลจึงมากกว่ามังคุดผิวมัน ทำให้พบอาการเนื้อแก้วยางไหลภายในผลน้อยกว่ามังคุดผิวมัน

3. ลักษณะผิวเปลือกของมังคุดที่ถูกเพลี้ยไฟทำลายมีความสัมพันธ์กับการเกิดอาการเนื้อแก้วยางไหลภายในผลมังคุด โดยผลที่ถูกเพลี้ยไฟทำลายมากพบอาการเนื้อแก้วยางไหลภายในผลน้อยกว่าผลที่ถูกเพลี้ยไฟทำลายน้อย

4. จากผลการทดลองพบว่าการพ่น GA3 50 ppm + Blassinosteroid 2 ppm ทำให้เปอร์เซ็นต์การเกิดอาการเนื้อแก้วภายในผลลดลง 6.2-12.01 % หรือลดลงเฉลี่ย 8.51 % และทำให้เปอร์เซ็นต์การเกิดอาการยางไหลภายในผลลดลง 2.66-10.80 % หรือลดลงเฉลี่ย 6.04 % เมื่อเปรียบเทียบกับกับการพ่นน้ำเปล่า (control) ซึ่งกรรมวิธีนี้มีแนวโน้มทำให้ระดับความรุนแรงของการเกิดอาการเนื้อแก้วและยางไหลภายในผลลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับกับการพ่นน้ำเปล่า (control) ส่วนน้ำหนักผลเฉลี่ย ขนาดผล (ความกว้างและความยาวผล) และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (TSS) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

5. ชนิดของน้ำตาลที่พบในเพกตินที่ละลายน้ำได้ ( Water soluble pectin (WSP) ) ของมังคุดเนื้อปกติ ผลสีม่วงดำมีปริมาณน้ำตาล Glucose , Fructose และ Arabinose มากกว่าทุกระยะ ผลสีน้ำตาลแดงมีปริมาณน้ำตาล Mannose , Xylose มากกว่าทุกระยะ ส่วนชนิดของน้ำตาลในเนื้อแก้ว พบว่าผลสีม่วงดำมีปริมาณ Glucose, Fructose , Arabinose , Mannose , Xylose และ Galacuronic acid มากกว่าทุกระยะ การวิเคราะห์น้ำตาลในเพกตินที่ไม่ละลายน้ำ (EDTA soluble pectin (EDTA-SP) ) ของมังคุดเนื้อปกติ โดยผลสีน้ำตาลแดงมีปริมาณน้ำตาล Glucose , Galactose , Arabinose , Mannose และ Xylose มากกว่าทุกระยะ ส่วนชนิดของน้ำตาลในเนื้อแก้ว โดยผลสีน้ำตาลแดงมีปริมาณน้ำตาล Fructose , Galactose และ Mannose มากกว่าทุกระยะ ผลสีม่วงแดงมีปริมาณน้ำตาล Arabinose มากกว่าทุกระยะและผลสีม่วงดำมีปริมาณน้ำตาล Glucose, Xylose และ Galacuronic acid มากกว่าทุกระยะ การวิเคราะห์น้ำตาลในเพกตินที่ไม่ละลายน้ำ ( Na2CO3 soluble pectin (Na2CO3-SP) ) ของมังคุดเนื้อปกติ ผลสีน้ำตาลแดงมีปริมาณน้ำตาล Glucose , Fructose , Rhamnose , Arabinose , Mannose , Xylose และ Galacuronic acid ผลสีสายเลือด มีปริมาณน้ำตาล Glucose มากกว่าทุกระยะ ส่วนชนิดน้ำตาลในเนื้อแก้วโดยผลสีน้ำตาลแดงมีปริมาณน้ำตาล Glucose , Fructose , Rhamnose , Arabinose , Mannose , Xylose และ Galacuronic acid มากกว่าทุกระยะ

6. เอ็นไซม์ที่มีผลต่อการสร้างสารประกอบลิกนินในเนื้อปกติและเนื้อแก้ว ในมังคุดเนื้อปกติ เอ็นไซม์ Phenylalanine Ammonia Lyase ( PAL) , Peroxidase (POD) และ Cinnamy Alcohol Dehydrogenase (CDA) ผลสีม่วงแดงมีกิจกรรมของเอ็นไซม์มากที่สุด ส่วนมังคุดเนื้อแก้ว เอ็นไซม์ Phenylalanine Ammonia Lyase ( PAL) ผลสีอ่อนตองอ่อน และผลสีน้ำตาลแดง มีกิจกรรมของเอ็นไซม์มากที่สุดส่วนเอ็นไซม์ Peroxidase (POD) ผลสีน้ำตาลแดงมีกิจกรรมเอ็นไซม์มากที่สุดและเอ็นไซม์ Cinnamy Alcohol Dehydrogenase (CDA) ผลสีน้ำตาลแดงมีกิจกรรมเอ็นไซม์มากที่สุด

## เอกสารอ้างอิง

ชมภู จันที, ศิริพร วรกุลดำรงชัย, อัจฉรา ศรีทองคำ และอัมพิกา ปุนนจิต. 2552. สำรวจการเกิดอาการเนื้อแก้วและยางไหลของผลมังคุดและพัฒนาวิธีการแก้ปัญหา. เอกสารการประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติครั้งที่ 8. วันที่ 6-9 พฤษภาคม 2552. ณ โรงแรม ดิเอ็มเพรส จ. เชียงใหม่. หน้า 102.

ธีรวุฒิ ชุตินันทกุล. 2544. การป้องกันการเกิดเนื้อแก้วและยางไหลภายในผลของมังคุดและเทคนิคการคัดแยก. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่.

พรรณี ชื่นนคร พรชัย ไพบูลย์ และสุนทรีย์ ยิ่งชัชวาลย์.2545. อัตราไหลของน้ำกับการเกิดอาการเนื้อแก้วและยางไหลภายในผลของมังคุด. 188 หน้า.

ปัญจพร เลิศรัตน์ ดวงพร อมัติรัตนะ จิตติลักษณ์ พลพวก บงกช ยอทำนบ มาลัยพร เชื้อบัณฑิต เสริมสุขสลักเพ็ชร์. 2553. การจัดการแบบผสมผสานเพื่อลดอาการเนื้อแก้วและยางไหลในผลมังคุด.ในรายงานเรื่องเต็มผลการทดลองที่สิ้นสุด ปีงบประมาณ 2553.สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร.13 น.

วรภัทร ลัคนทินวงค์. 2539 ก. อิทธิพลของน้ำที่มีต่อการเกิดลักษณะผิดปกติทางสรีรวิทยาของผลมังคุด. เคหการเกษตร. 20 (27) : 163-165.

วรภัทร ลัคนทินวงค์. 2539 ข. การศึกษาองค์ประกอบทางเคมี ความมีชีวิตของเซลล์ และปัจจัยของน้ำที่มีผลต่อการเกิดเนื้อแก้วในผลมังคุด (Garcinia mangostana L.,) วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม.

ศิริวรรณ แดงฉ่ำ. 2543. กลไกการเกิดอาการเนื้อแก้วของผลมังคุด (*Garcinia mangostana* Linn.). วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี. 2540. เทคโนโลยีเพื่อการผลิตมังคุดให้มีคุณภาพ. เอกสารวิชาการ ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร. 38 หน้า.

สุภา ผ่องโสภา จิตติมา สิงหวรกิจ และจริงแท้ ศิริพานิช. 2537. โครงสร้างคุณภาพและการเคลือบผิวในผลมังคุดผิวปกติและผิวลาย. วารสารเกษตรศาสตร์ (วิทย.) 28: 161-166.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2552. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2551. http://www.oae.go.th/ statistic/ yearbook49/

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2558. สถิติการส่งออกมังคุด : ปริมาณและมูลค่าการส่งออกรายเดือน. www.ae.go.th/oae_report/export_import_result_printout.php?value=596x2556x2558.

หทัยวรรณ์ ศิริสุขชัยถาวร สมโภชน์ น้อยจินดา กิตติ โพธิปัทมะ และเฉลิมชัย วงษ์อารี .2553. การเปลี่ยนแปลงของกิจกรรมของเพกเตทไลเอส , ไซแลเนส และเซลลูเลส ในผลมังคุดเนื้อปกติและเนื้อแกว ที่ระยะการพัฒนาของสีผิวเปลือกตางกัน. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร ปีที่ 41 ฉบับที่ 2 (พิเศษ) พฤษภาคม-สิงหาคม 2553. หน้า 709-712.

อัมพิกา ปุนนจิต, เสริมสุข สลักเพ็ชร์, สุขวัฒน์ จันทรปรรณิก และหิรัญ หิรัญประดิษฐ์. 2536. การเพิ่มผลผลิตและปรับปรุงคุณภาพของมังคุดโดยการปรับปรุงคุณภาพของมังคุด โดยการปรับ Phenological development และความสมบูรณ์ของต้นที่มีผลกระทบต่อ Source - Sink Relationship. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2536. ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร.

Noichinda, S., K. Bodhipadma and S. Singkhornart. 2007. Changes in pectic substances and cell wall hydrolase enzymes of mangosteen (Garcinia mangostana ) fruit during storage. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science 35 : 229-233.

Sdoodee, S. and R. Chiarawipa. 2003. The effect of fruit position on fruit characteristics and the incidence of fruit disorders in mangoteen. Thai J. Agric. Sci. 36(3) : 267-278.

**ภาคผนวก**

**ตารางที่ 3.1** ชนิดและปริมาณน้ำตาลของมังคุดเนื้อปกติในระยะต่างที่วิเคราะห์ได้จาก **Water soluble pectin (WSP)**

| ระยะ | **ชนิดของน้ำตาล ( mg/gFw )** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Glucose | Fructose | Arabinose | Mannose | Xylose | Galacturonic acid |
| 1.สีเขียวตองอ่อน | 9.719±0.605 | 2.178±0.062 | 6.586±0.252 | 49.131±0.061 | 33.329±0.699 | 8.289±0.128 |
| 2.สีสายเลือด | 12.89±0.042 | 4.238±0.073 | 7.569±0.439 | 56.792±0.822 | 46.769±1.196 | 11.809±0.169 |
| 3.สีน้ำตาลแดง | 27.168±0.571 | 5.74±0.107 | 12.76±0.281 | 77.506±0.330 | 58.529±0.131 | 16.336±0.101 |
| 4. สีม่วงแดง | 47.628±0.384 | 8.757±1.058 | 22.625±0.329 | 26.114±0.998 | 35.477±0.634 | 33.785±0.092 |
| 5.สีม่วงดำ | 52.324±0.363 | 22.306±0.802 | 29.043±0.310 | 32.329±0.928 | 45.313±1.339 | 48.288±0.454 |

**ตารางที่ 3.2** ชนิดและปริมาณน้ำตาลของมังคุดเนื้อปกติในระยะต่างๆที่วิเคราะห์ได้จาก **EDTA soluble pectin (EDTA-SP)**

| ระยะ | ชนิดของน้ำตาล ( mg/gFw ) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Glucose | Fructose | Galactose | Arabinose | Mannose | Xylose | Galacturonic acid |
| 1.สีเขียวตองอ่อน | 163.883±4.990 | 4.788±0.025 | 45.469±0.664 | 4.083±0.051 | 10.047±0.053 | 41.782±0.400 | 243.858±0.470 |
| 2.สีสายเลือด | 120.323±0.308 | 8.235±0.325 | 61.199±0.834 | 5.149±0.053 | 32.278±0.708 | 66.865±0.530 | 88.746±1.039 |
| 3.สีน้ำตาลแดง | 81.478±1.366 | 10.832±0.034 | 101.687±0.228 | 42.505±0.783 | 132.563±0.433 | 87.347±0.704 | 37.68±0.121 |
| 4.สีม่วงแดง | 11.297±0.290 | 2.686±0.050 | 73.493±0.581 | 25.743±0.562 | 109.208±1.689 | 26.237±0.361 | 13.265±0.164 |
| 5.สีม่วงดำ | 34.971±0.149 | 14.674±0.940 | 79.514±0.044 | 31.799±0.746 | 124.689±0.088 | 59.221±0.147 | 64.212±0.083 |

**ตารางที่ 3.3** ชนิดและปริมาณน้ำตาลของมังคุดเนื้อปกติในระยะต่างๆที่วิเคราะห์ได้จาก **$Na_2CO_3$ soluble pectin ($Na_2CO_3$-SP)**

| ระยะ | ชนิดของน้ำตาล ( mg/gFw ) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Glucose | Fructose | Rhamaose | Arabinose | Mannose | Xylose | Galacturonic acid |
| 1.สีเขียวตองอ่อน | 3.302±0.159 | 4.119±0.066 | 2.549±0.006 | 4.600±0.035 | 3.773±0.026 | 30.740±0.535 | 11.378±0.188 |
| 2.สีสายเลือด | 10.112±0.014 | 5.206±0.043 | 4.506±0.010 | 9.533±0.526 | 16.330±0.889 | 45.854±0.292 | 126.079±1.171 |
| 3.สีน้ำตาลแดง | 30.721±0.56 | 6.787±0.038 | 8.712±0.387 | 36.648±0.375 | 41.873±0.066 | 52.514±0.084 | 171.75±1.483 |
| 4.สีม่วงแดง | 3.497±0.108 | 2.065±0.003 | 3.450±0.099 | 20.145±0.568 | 6.916±0.072 | 34.045±0.569 | 10.241±0.277 |
| 5.สีม่วงดำ | 7.161±0.195 | 3.166±0.219 | 7.419±0.270 | 21.523±0.234 | 12.841±0.118 | 38.163±0.118 | 16.815±0.042 |

**ตารางที่ 3.4** ชนิดและปริมาณน้ำตาลของมังคุดเนื้อแก้วในระยะต่างที่วิเคราะห์ได้จาก **Water soluble pectin (WSP)**

| ระยะ | **ชนิดของน้ำตาล ( mg/gFw )** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Glucose | Fructose | Arabinose | Mannose | Xylose | Galacturonic acid |
| 1.สีเขียวตองอ่อน | 6.511±0.267 | 4.243±4.234 | 29.985±0.425 | 8.386±0.387 | 36.304±36.305 | 12.439±0.286 |
| 2.สีสายเลือด | 10.484±0.088 | 11.208±0.096 | 36.622±1093 | 13.315±0.008 | 40.893±0.046 | 35.765±0.936 |
| 3.สีน้ำตาลแดง | 11.715±0.82 | 15.612±0.848 | 45.766±0.656 | 16.215±0.235 | 43.331±0.279 | 82.550±0.531 |
| 4.สีม่วงแดง | 35.468±0.628 | 44.689±0.140 | 49.875±0.342 | 23.098±0.474 | 54.365±0.385 | 96.560±1.414 |
| 5.สีม่วงดำ | 60.536±0.297 | 101.257±0.218 | 64.607±0.495 | 33.753±1.533 | 79.478±0.546 | 111.52±1.015 |

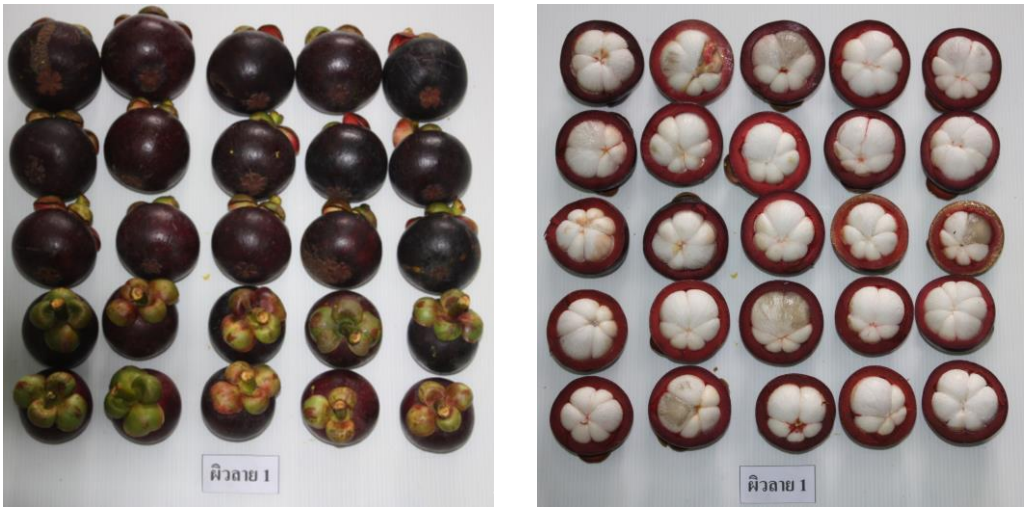
**ตารางที่ 3.5** ชนิดและปริมาณน้ำตาลของมังคุดเนื้อแก้วในระยะต่างๆที่วิเคราะห์ได้จาก **EDTA soluble pectin (EDTA-SP)**

| ระยะ | **ชนิดของน้ำตาล ( mg/gFw )** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Glucose | Fructose | Galactose | Arabinose | Mannose | Xylose | Galacturonic acid |
| 1.สีเขียวตองอ่อน | 3.940±0.064 | 26.281±0.324 | 3.768±0.311 | 2.743±0.005 | 3.453±0.107 | 10.772±0.252 | 5.948±0.042 |
| 2.สีสายเลือด | 5.857±0.151 | 48.675±0.046 | 6.297±0.168 | 3.053±0.051 | 4.838±0.189 | 20.418±0.608 | 8.328±0.098 |
| 3.สีน้ำตาลแดง | 8.598±0.194 | 74.758±0.099 | 10.264±0.291 | 5.370±0.012 | 86.307±0.401 | 38.382±0.061 | 22.196±0.239 |
| 4.สีม่วงแดง | 3.720±0.049 | 21.577±0.048 | 4.7189±0.133 | 18.719±0.268 | 57.287±1.339 | 28.466±0.543 | 13.779±0.187 |
| 5.สีม่วงดำ | 15.947±0.272 | 16.177±0.231 | 7.149±0.024 | 10.792±0.163 | 74.367±0.708 | 45.774±1.674 | 26.121±0.964 |

**ตารางที่ 3.6** ชนิดและปริมาณน้ำตาลของมังคุดเนื้อแก้วในระยะต่างๆที่วิเคราะห์ได้จาก **$Na_2CO_3$ soluble pectin ($Na_2CO_3$-SP)**

| ระยะ | **ชนิดของน้ำตาล ( mg/gFw )** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Glucose | Fructose | Rhamnose | Arabinose | Mannose | Xylose | Galacturonic acid |
| 1.สีเขียวตองอ่อน | 3.372±0.015 | 2.188±0.170 | 1.960±0.006 | 2.798±0.054 | 5.835±0.078 | 6.122±0.054 | 11.361±0.140 |
| 2.สีสายเลือด | 3.684±0.113 | 4.702±0.141 | 2.056±0.002 | 4.121±0.004 | 8.621±0.139 | 26.137±0.092 | 32.450±0.426 |
| 3.สีน้ำตาลแดง | 7.301±0.384 | 8.658±0.074 | 4.356±0.169 | 14.728±0.214 | 39.494±0.498 | 40.162±0.873 | 98.846±0.085 |
| 4.สีม่วงแดง | 3.490±0.035 | 2.542±0.079 | 2.449±0.004 | 10.460±0.123 | 12.175±0.169 | 32.532±0.475 | 16.747±0.244 |
| 5.สีม่วงดำ | 4.057±0.041 | 6.477±0.275 | 2.123±0.014 | 12.805±0.129 | 24.308±0.067 | 38.098±0.226 | 22.883±0.753 |

**ภาพที่ 1** ลักษณะภายนอกและภายในของมังคุดผิวมัน




**ภาพที่ 2** ลักษณะภายนอกและภายในของมังคุดผิวลาย 1

**ภาพที่ 3** ลักษณะภายนอกและภายในของมังคุดผิวลาย 2

**ภาพที่ 4** ลักษณะภายนอกและภายในของมังคุดผิวลาย 3

**ภาพที่ 5** ลักษณะภายนอกและภายในของมังคุดผิวลาย 4