

อาการเนื้อแก้วและยางไหลเป็นปัญหาสำคัญในการผลิตมังคุด เนื่องจากเป็นอาการที่เกิดขึ้นภายในผลและไม่สามารถสังเกตได้จากภายนอก ดังนั้น จึงทำการทดลองเพื่อศึกษาอิทธิพลของการใส่ปุ๋ยแคลเซียมและโบรอนต่อการเกิดอาการเนื้อแก้วและยางไหลในมังคุด เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับการแนะนำการจัดการธาตุอาหารแก่เกษตรกร โดยมีวัตถุประสงค์ดังนี้ 1) เพื่อศึกษาอิทธิพลของการใส่แคลเซียมและโบรอนทางดินและการฉีดพ่นทางใบต่ออาการเนื้อแก้ว และยางไหลในมังคุด 2) ศึกษาอัตราการเจริญเติบโตและการสะสมธาตุอาหารของผลมังคุด 3) หาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณธาตุแคลเซียมและโบรอนในผนังเซลล์และเนื้อเยื่อในส่วนต่าง ๆ ของผลกับอาการเนื้อแก้วและยางไหลในมังคุด

ทำการศึกษาในสวนมังคุดอายุ 22 ปีของเกษตรกร ที่อำเภอมะขาม จังหวัดจันทบุรี ดำรับการทดลองประกอบด้วย 1) Control 2) ใส่ CaSO_4 ทางดิน 3) ใส่ CaSO_4 ทางดิน + ฉีดพ่น CaCl_2 ทางใบและผล 4) ใส่ CaSO_4 ทางดิน + ฉีดพ่น CaCl_2 + B ทางใบและผล วางแผนการทดลองแบบ RCBD จำนวน 4 ซ้ำ ๆ ละ 2 ต้น ใส่ CaSO_4 ในรูปข ของยิบซัมในเดือนกันยายน 2552 ฉีดพ่น CaCl_2 ในรูป $2\%\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ จำนวน 6 ครั้ง และ B ในรูป solubor 0.25% จำนวน 3 ครั้ง เก็บตัวอย่างผลมังคุดอ่อนมาศึกษาอัตราการเจริญเติบโตและความเข้มข้นของธาตุอาหารในผล เมื่อผลแก่พร้อมเก็บเกี่ยว เก็บเกี่ยวผลมังคุดแล้วแยกออกเป็น 3 ขนาดตามความต้องการของตลาดคือ ขนาดเล็ก (<60 กรัม) ขนาดกลาง (60-80 กรัม) และ ขนาดใหญ่ (>80 กรัม) ทำการสุ่มตัวอย่างผลมังคุดในแต่ละขนาดจำนวน 5-10 ผล ทำซ้ำแบบเดียวกันจำนวน 3 ครั้ง เพื่อนำมาวิเคราะห์คุณภาพโดยแยกออกเป็น 4 ชนิดคือ ผลปกติ ผลเนื้อแก้ว ผลยางไหล และ ผลเนื้อแก้ว+ยางไหล หลังจากนั้น แยกผลออกเป็น เนื้อ เปลือก ขั้วผล และกลีบเลี้ยง แล้วนำส่วนของผลที่แยกได้ส่วนหนึ่งไปวิเคราะห์หาความเข้มข้นของ K, Ca, Mg และ B อีกส่วนหนึ่งนำไปสกัดหา cell wall material (CMW) โดยวิเคราะห์ส่วนที่เป็น alcohol insoluble solid (AIS) หลังจากนั้น นำ CWM ไปวิเคราะห์หาเพกตินโดยสกัดด้วยสารละลายตามลำดับดังนี้ 1) น้ำ 2) CDTA 3) Na_2CO_3 4°C 4) Na_2CO_3 20°C 5) KOH 1M และ 6) KOH 4 M สารละลายแต่ละ fraction ที่สกัดได้นำไปวิเคราะห์หาเพกติน และอีกส่วนหนึ่งนำไปวิเคราะห์หา Ca

ผลการทดลองพบว่า

ผลมังคุดมีลักษณะการเจริญเติบโตแบบ single sigmoid curve และมีอายุการเก็บเกี่ยวตั้งแต่ 12-13 สัปดาห์เป็นต้นไป ความเข้มข้นของธาตุ K, Ca, Mg, และ B ในผลมังคุดลดลงเมื่อผลมีอายุเพิ่มขึ้น เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักผล ทำให้เกิด dilution effect ส่วนกลีบเลี้ยงมี Ca ค่อนข้างคงที่ ในขณะที่ธาตุอื่น ๆ มีแนวโน้มลดลง ในกรณีของขั้วผลพบว่า Ca เพิ่มขึ้น ส่วนธาตุอื่น ๆ ลดลง

การใส่ Ca ทางดินร่วมกับการฉีดพ่น Ca+B ทางใบ (T4) ให้ผลมังคุดที่เป็นผลปกติมากกว่าอีก 3 ดำรับการทดลอง ผลมังคุดที่มีขนาดใหญ่มีแนวโน้มที่จะพบอาการยางไหล และ/หรือเนื้อแก้ว+

ยางไหลมากกว่าผลขนาดเล็ก และมีเปลือกหนากว่าผลขนาดเล็กด้วย ผลมังคุดในตำรับการทดลองที่ได้รับ Ca ทางดินร่วมกับการฉีดพ่น Ca อย่างเดียวหรือฉีดพ่น Ca+B ทางใบและผล มีเปลือกบางกว่า มีค่า total soluble solid (TSS) สูงกว่า และมี % titratable acidity ต่ำกว่าตำรับการทดลองอื่น ความเข้มข้นของ K, Ca และ B ในผลที่มีอาการเนื้อแก้ว และเนื้อแก้ว+ยางไหลสูงกว่าผลปกติและยางไหล ส่วนในเปลือกพบว่า Ca และ B ในผลที่มีอาการเนื้อแก้วทั้ง 2 ชนิดต่ำกว่าผลปกติเช่นกัน ในทางตรงกันข้าม ในเกล็ดเลี้ยงของผลปกติมี K และ Mg ต่ำกว่าผลเนื้อแก้ว และเนื้อแก้ว+ยางไหล ส่วน Ca และ B ไม่แตกต่างกัน ในส่วนของขั้วผลพบว่า Mg และ B ของผลที่มีอาการเนื้อแก้วสูงกว่าผลปกติ

เมื่อวิเคราะห์ cell wall material (CWM) พบว่า เนื้อมังคุดทุกคุณภาพผลมี CWM ไม่แตกต่างกันแต่ เปลือกของผลปกติมี CWM สูงกว่าผลเนื้อแก้วทั้ง 2 ชนิด ส่วนธาตุอาหารใน CWM พบว่าเมื่อคำนวณเป็นความเข้มข้นของธาตุอาหารต่อน้ำหนักแห้งของ CWM ทุกธาตุที่ศึกษาไม่แตกต่างกันทางสถิติทั้งในเนื้อและเปลือก ในทำนองเดียวกัน fraction ต่าง ๆ ของเพกตินในเนื้อและเปลือกไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ยกเว้น fraction ของเนื้อที่สกัดด้วยน้ำ และ Na_2CO_3 ที่ 4°C ซึ่งเพกตินในเนื้อที่ละลายน้ำได้ของผลปกติและผลยางไหลสูงกว่าผลที่มีอาการเนื้อแก้วทั้ง 2 ชนิด แต่เพกตินที่ละลายใน Na_2CO_3 ที่ 4°C ในผลเนื้อแก้วสูงกว่าผลปกติและผลยางไหล ผลรวมของเพกตินทั้งหมดในเนื้อและเปลือกไม่แตกต่างกัน แต่มีแนวโน้มว่าเพกตินในเปลือกของผลที่มีเนื้อแก้วต่ำกว่าผลปกติ

เมื่อวิเคราะห์ Ca ในสารละลายที่ได้จากการสกัดเพกตินแต่ละ fraction พบว่าผลรวมของ Ca ไม่แตกต่างกัน ถึงแม้ว่า Ca ในผลยางไหลสูงกว่าผลกลุ่มอื่นก็ตาม แต่เมื่อพิจารณาแต่ละ fraction พบว่าผลที่มีอาการเนื้อแก้วมี WS-Ca ต่ำกว่า แต่มี CDTA-Ca สูงกว่าผลปกติ เนื่องจาก CDTA-Ca ไม่สามารถเปลี่ยนรูปไปเป็น WS-Ca เมื่อผลสุก ส่วนในเปลือกซึ่งวิเคราะห์ได้เฉพาะ WS และ CDTA พบว่าผลที่มีอาการเนื้อแก้วทั้ง 2 ชนิดมี Ca น้อยกว่าผลปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนั้นยังพบว่าสัดส่วนของ WS-pectin/Ca ในเนื้อและเปลือกมังคุดของเนื้อแก้วสูงกว่าผลปกติประมาณ 2.3 เท่า ข้อมูลจากการทดลองสามารถสรุปได้ว่า อาการผิดปกติของมังคุดเกิดจากการขาด Ca ในผนังเซลล์ โดยในเนื้อแสดงอาการเซลล์แตกและของเหลวภายในเซลล์ไหลออกมาแทนที่อากาศที่อยู่ระหว่างเซลล์ จึงมองเห็นเป็นสีใสและเนื่องจาก wall bound-Ca และเนื่องจาก wall bound-Ca ไม่สามารถเปลี่ยนรูปไปเป็น water soluble-Ca เนื้อมังคุดจึงมีความแข็ง ส่วนในเปลือกแสดงอาการท่อน้ำยางแตก ทำให้ยางที่อยู่ภายในท่อไหลออกมา อาการเนื้อแก้ว+ยางไหล ซึ่งพบมากในผลขนาดใหญ่ และมักพบว่าเปลือกจะติดกับเนื้อมังคุด เกิดจากการที่เนื้อมังคุดที่ได้รับน้ำมากเมื่ออายุประมาณ 10 สัปดาห์ขึ้นไปขยายตัวมากขึ้น ซึ่งเป็นช่วงที่ผลหยุดขยายตัวแล้ว เนื้อที่ขยายตัวจึงไปกระแทกทำให้เปลือกฉีก (สามารถมองเห็นได้จากด้านในของเปลือก) ท่อน้ำยางภายในเปลือกแตก ปล่อยน้ำยางออกมา น้ำยางจึงเชื่อมติดกับเนื้อ เมื่อผ่าผลจึงมักพบว่ามีชิ้นส่วนของเปลือกติดอยู่กับเนื้อและมียางอยู่ด้วย เป็นที่มาของชื่ออาการเนื้อแก้ว/ยางไหล

Mangosteen (*Garcinia mangostana* L.) is susceptible to translucent flesh disorder (TFD) and gamboge disorder (GD). Both are apparent only on the fruit's flesh making external visual inspection impossible. To understand these disorders, an experiment was set up with the following objectives 1) to investigate mangosteen fruit growth and nutrient accumulation in fruit 2) to evaluate the importance of soil calcium application and pre-harvest Ca and B sprays on TFD and GD incidences and 3) establish the relationship between Ca and B in cell wall material (CWM) of mangosteen fruit and the occurrence of physiological disorders. The experiment was carried out at a twenty two years old mangosteen orchard in Chantaburi, Eastern Thailand. The design was RCBD with four replications and two mangosteen trees for each replicate. These treatments were 1) no treatment (control), 2) soil Ca only, 3) soil Ca and Ca spray and 4) soil Ca and Ca + B spray. Soil Ca was applied as gypsum in September 2009. The Ca spray was applied six times using 2% $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ while B spray was applied three times each using 0.25% solubor. The fruit samples were harvested in the middle of May of 2010. At harvest, the fruits were separated into three groups based on their size: small (<60 g), medium (60-80 g) and large (>80 g). Then, they were classified as normal fruits, TFD fruits, GD fruits or TFD+GD fruits. The concentrations of K, Ca, Mg and B in the flesh, rind and peduncle were analyzed. Cell wall material (CWM) in form of alcohol insoluble solid (AIS) of flesh and rind was extracted and analyzed for pectin fractions by sequentially solubilized in 1) water 2) CDTA 3) Na_2CO_3 at 4 and 20°C and 4) KOH 1M and 4M. Calcium was also determined in each fractions of pectin.

It was found that the soil Ca application with foliar sprays of Ca+B significantly increased the number of normal fruit compared to other three treatment. Large fruits are susceptible to both TFD and GD disorders and has thicker rind than small fruits. Treatments with soil Ca combined with Ca +B sprays resulted in fruit with thinner rind, higher total soluble solid and lower % titratable acidity than other treatments. Flesh K, Ca and B concentrations in TFD and TFD+GD were significantly higher than normal or GD fruits. Rind Ca and B were lower in fruits with TFD and TFD+GD. In contrast, calyx Ca and B were similar among all fruit quality but K and Mg were lower in TFD and TFD+GD fruits. In case of peduncle, Mg and B were higher in both TFD and GD compared to normal fruits.

Mangosteen fruit fresh weight, dry weight increased throughout the growing season in a pattern fitted well by a single sigmoid curve and could be harvested after 12-13 weeks after fruit set. Concentration of K, Ca, Mg and B in mangosteen fruit declined sharply during the first 5 weeks after

fruit set to reach values which remained relatively constant or decreased only gradually until harvest. This occurred because the rate of nutrient accumulation was less than that of dry and fresh weight accumulation during early fruit development. Calyx Ca remains constant while other nutrients decreased.

No differences were detected in the amount of CWM from mangosteen flesh of all four fruit categories but rind CWM of normal fruit was significantly higher than both TFD and TFD+GD. All nutrient concentrations in CWM calculated as cell wall dry weight in both flesh and rind were not significantly different. Similarly, all pectin fractions of CWM from both flesh and rind were the same except flesh water soluble (WS) and Na_2CO_3 at 4 °C fractions. The pectin of WS in normal and GD were higher but the Na_2CO_3 at 4 °C fraction was lower than TFD and TFD+GD resulted in similar amount of total pectin. Nonetheless, pectin of TFD rind was slightly lower than normal fruit.

Calcium content in WS fraction of both TFD and TFD+GD flesh was lower than normal fruits. The lower WS in disorder fruits coincided with the increased in CDTA-Ca which is considered wall bound. The harder flesh tissue of TFD was due to higher wall bound Ca which was not solubilized during ripening. In contrast, rind Ca in both WS and CDTA fractions was lower in TFD and TFD+GD. In addition, the ratios of WS-pectin to Ca in both flesh and rind were 2.3 times higher than normal fruits. We postulated that TFD and GD disorders were both due to Ca deficiency in cell wall tissues. In TFD, the weak cell wall of flesh was disrupted by high pressure from water uptake. Solute then leak out and fill the air space between cells. The TFD+GD being a more advanced stage of Ca deficiency were caused by the swollen flesh from high water uptake at the stage where fruit growth and expansion ceased. The yellow latex from broken vessels in the rind is then released onto the flesh and hardening. The sticky gum pulled away part of the inner rind when the fruit was opened resulted in TFD with GD symptoms. The lower Ca in various fractions of TFD+GD may not be enough to support a strong cell wall of the latex vessel.