บทที่ 1

บทนำ

1. บทนำต้นเรื่อง

ลองกอง (*Aglaia dookkoo* Griff.) เป็นไม้ผลเมืองร้อนสกุลลางสาดที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของภาคใต้ ปัจจุบันจึงมีการขยายพื้นที่ปลูกลองกองเพิ่มมากขึ้นจากพื้นที่ปลูกดั้งเดิมในภาคใต้แถบจังหวัดนราธิวาส ต่อมามีการขยายพื้นที่ปลูกในจังหวัดต่าง ๆของภาคใต้อีกหลายจังหวัดเช่น ปัตตานี ยะลา สงขลา นครศรีธรรมราช และ ชุมพร สำหรับเกษตรกรในจังหวัดทางภาคตะวันออก เช่น จันทบุรี ระยอง และตราด ก็นิยมปลูกลองกองกันมากขึ้น และปัจจุบันมีการนำพันธุ์ลองกองไปปลูกในจังหวัดแถบภาคกลาง ภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่ กาญจนบุรี สระบุรี อุตรดิตถ์ สุโขทัย ศรีสะเกษ และหนองคาย อย่างไรก็ตามผลผลิตของลองกองที่ออกสู่ท้องตลาดทั้งใน และนอกฤดูกาลมีคุณภาพที่แตกต่างกัน จากการศึกษาความมีชีวิตของละอองเกสรในพืชสกุลลางสาดพบว่าลองกองไม่มีการสร้างละอองเกสร (สมพร, 2538; อุไรวรรณ, 2542) หรือมีการสร้างละอองเกสรได้น้อยมาก และละอองเกสรทั้งหมดเป็นหมันก่อนดอกบาน (มงคล และคณะ, 2543) และเมื่อทำการศึกษาความหลากหลายของพันธุ์พืชสกุลลางสาดในประเทศไทยโดยอาศัยเทคนิคอาร์เอพีดี (RAPD) ซึ่งมีวิธีการตรวจสอบโดยการสกัดดีเอ็นเอจากชิ้นส่วนใบพืช แล้ววิเคราะห์ความแตกต่างของชิ้นส่วนดีเอ็นเอ พบว่าลองกองที่ปลูกเป็นการค้าจากแหล่งปลูกต่าง ๆ ให้ลายพิมพ์ดีเอ็นเอเหมือนกันทั้งหมด แสดงว่าลองกองเป็นพืชที่ไม่มีความแปรปรวนทางพันธุกรรม (จรัสศรี และ สุวิมล, 2547) ดังนั้นลองกองจึงมีพันธุ์เดียวประกอบกับลองกองเป็นพืชที่ไม่มีการผสมเกสร เมล็ดของลองกองสามารถเจริญพัฒนาขึ้นมาได้เองจึงไม่มีการกลายพันธุ์ในตัวเอง (รวี, 2543) ดังนั้นความแตกต่างของคุณภาพผลผลิตของลองกองจึงไม่ได้เกิดจากปัจจัยทางด้านพันธุกรรม แต่ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพผลผลิตของลองกองน่าจะเป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับสภาพแวดล้อมภายนอก ได้แก่ ความอุดมสมบูรณ์ของดิน สภาพภูมิอากาศ และการจัดการสวน ซึ่งปัจจัยเหล่านี้ล้วนมีความสัมพันธ์กัน

ธาตุอาหารพืชเป็นปัจจัยภายนอกที่เกี่ยวข้องกับความอุดมสมบูรณ์ของดิน ซึ่งมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของพืช หากพืชได้รับธาตุอาหารไม่เพียงพอกับความต้องการ พืชจะไม่สามารถเจริญเติบโต และพัฒนาจนครบวงจรชีวิตได้ การจัดการเกี่ยวกับธาตุอาหารพืชจึงมีความสำคัญมากขึ้นในการผลิตพืช โดยเฉพาะการผลิตไม้ผลในรูปแบบของธุรกิจเกษตรซึ่งผลตอบแทนที่ได้รับนอกจากจะขึ้นอยู่กับปริมาณผลผลิตแล้ว ยังขึ้นอยู่กับคุณภาพของผลผลิต ตลอดจนระยะเวลาที่ผลผลิตออกสู่ท้องตลาดด้วย การจัดการธาตุอาหารพืชให้กับไม้ผลจึงเป็นกลยุทธสำคัญที่ต้องนำมาใช้ในการพัฒนาระบบการผลิตไม้ผลที่มีคุณภาพได้อย่างต่อ

เนื่อง ซึ่งการจัดการธาตุอาหารสำหรับลองกองที่ให้ผลผลิตแล้วจะปฏิบัติเช่นเดียวกับไม้ผลชนิดอื่น โดยมีการใส่ปุ๋ย 3 ครั้ง คือ ครั้งที่ 1 การใส่ปุ๋ยหลังเก็บเกี่ยวผลผลิต เพื่อปรับปรุงและฟื้นฟูความความสมบูรณ์ของต้นให้มีความพร้อมสำหรับรอบฤดูการผลิตต่อไป ครั้งที่ 2 การใส่ปุ๋ยระยะก่อนออกดอกเพื่อส่งเสริมการพัฒนาของตาดอก ครั้งที่ 3 การใส่ปุ๋ยหลังติดผลโดยใส่ปุ๋ยผสมที่มีโพแทสเซียมสูง เช่น สูตร 13-13-21 (กลุ่มงานวิจัยดินและปุ๋ยพืชสวน, 2539) สำหรับสวนลองกองที่มีการผลิตในรูปแบบธุรกิจเกษตรจะใส่ปุ๋ยครั้งที่ 4 ด้วยซึ่งเป็นการใส่ปุ๋ยระยะผลโตเพื่อเพิ่มคุณภาพด้านรสชาติเป็นสำคัญ ดังนั้นก่อนการเก็บเกี่ยวผลผลิต 4-6 สัปดาห์จึงนิยมใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมซัลเฟต (K_2SO_4) หรือปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) อัตรา 1-2 กิโลกรัมต่อต้น (ชัยพร, 2545)

การใส่ปุ๋ยที่มีโพแทสเซียมสูงในระยะการพัฒนาของผล เนื่องจากธาตุโพแทสเซียมมีบทบาทต่อการพัฒนาของผล และคุณภาพของผลผลิต โดยโพแทสเซียมมีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของเอนไซม์ การสร้าง และเคลื่อนย้ายสาร มีเอนไซม์ประมาณ 50 ชนิดที่ใช้โพแทสเซียมช่วยปลุกฤทธิ์เป็นการเฉพาะ ซึ่งหากมีปริมาณของโพแทสเซียมที่เพียงพอจะทำให้การเกิดปฏิกิริยาต่าง ๆ เป็นไปได้เร็วขึ้น และโพแทสเซียมยังช่วยในการสร้างสารประกอบฟอสเฟตที่ให้พลังงานสูง ซึ่งเป็นสารที่มีความจำเป็นต่อการสร้างและเคลื่อนย้ายแป้งและน้ำตาลจากแหล่งผลิตไปยังผล (ยงยุทธ, 2546) โพแทสเซียมจึงเป็นธาตุที่มีบทบาทสำคัญมากเกี่ยวกับคุณภาพผลผลิตของไม้ผล มีรายงานว่าส้มที่ได้รับโพแทสเซียมเพิ่มขึ้นจะมีน้ำหนักผล และเส้นผ่านศูนย์กลางผลเพิ่มขึ้น (Smith, 1968) ในฝรั่งพบว่าการให้โพแทสเซียมเพิ่มขึ้นทำให้ขนาดของผลใหญ่ขึ้น น้ำหนักผล และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เพิ่มขึ้น (นิภาพร และ ตระกูล, 2544) สำหรับสับปะรดพบว่าเมื่อได้รับโพแทสเซียมเพิ่มขึ้นจะมีเปอร์เซ็นต์ความหวานเพิ่มขึ้น (ชัยพร, 2525) การศึกษาในอ้อยพบว่าอ้อยที่ได้รับปุ๋ยโพแทสเซียมจะมีค่าเปอร์เซ็นต์ความหวานเพิ่มขึ้น (สมภพ และคณะ, 2541) ส่วนทานตะวันเมื่อได้รับโพแทสเซียมเพิ่มขึ้นจะมีผลผลิตสูงขึ้น และมีเปอร์เซ็นต์น้ำมันในเมล็ดสูงขึ้น (อำนวยศิลป์ และคณะ, 2534) นอกจากนี้โพแทสเซียมยังช่วยลดไนเทรตในผลทำให้ยืดอายุการเก็บรักษาได้ (ยงยุทธ, 2546) และพบว่าหากพืชได้รับโพแทสเซียมที่เพียงพอจะสามารถเพิ่มความหนาของผนังเซลล์ ทำให้การเข้าทำลายของโรคเป็นไปได้ยาก

ลองกองใช้เวลาในการพัฒนาการของผลตั้งแต่ระยะดอกบานจนถึงเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ประมาณ 132-146 วัน จึงจัดเป็นไม้ผลประเภทที่มีการพัฒนาการของผลค่อนข้างช้า ถึงช้ามาก ช่วงที่ผลมีอายุ 8-12 สัปดาห์หลังดอกบาน จะเกิดการแข่งขันเพื่อแย่งอาหารระหว่างผลภายในต้นสูงจึงมีความต้องการธาตุอาหารพืชในปริมาณสูง ส่งผลให้มีการตอบสนองต่อปุ๋ยชนิดต่าง ๆได้ง่าย (ชัยพร, 2545) ธาตุอาหารในดินจะสูญเสียโดยติดไปกับผลผลิตของลองกองโดยเฉพาะธาตุโพแทสเซียมจะสูญเสียไปกับผลผลิตสูงถึง 400 กรัมต่อผลผลิต 100 กิโลกรัม (จำเป็นและคณะ, 2547) ซึ่งเป็นการสูญเสียในปริมาณที่สูงกว่าธาตุอื่น ๆ และเกษตรกรให้ความสำคัญต่อ

การใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมเพื่อบำรุงผลเป็นพิเศษจึงอาจจะใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมมากเกินความต้องการของพืช จากการเก็บตัวอย่างดินในสวนลองกองมาวิเคราะห์พบว่าดินใต้ทรงพุ่มของลองกองมีโพแทสเซียมในระดับสูงมาก ในขณะที่ดินนอกทรงพุ่มมีโพแทสเซียมในระดับปานกลาง (มนูญ, 2546; ราชัน, 2545; พิรุณ, 2543) แสดงว่ามีการนำปุ๋ยโพแทสเซียมมาใช้ในสวนลองกองมากจนมีผลทำให้เกิดการสะสมโพแทสเซียมในดินสูง ซึ่งอาจมีผลทำให้พืชดูดแคลเซียม และแมกนีเซียม ไปใช้ประโยชน์ได้น้อยลงเนื่องจากเกิดภาวะปฏิปักษ์ (antagonism) ระหว่างธาตุโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ซึ่งอาจทำให้เกิดความไม่สมดุลของธาตุอาหารในดิน การใส่ปุ๋ยบำรุงผลสำหรับลองกองจึงอาจจะให้ความสำคัญเฉพาะปุ๋ยโพแทสเซียม

ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องศึกษาการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมเป็นปุ๋ยบำรุงผลในการผลิตลองกอง เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาคุณภาพผลผลิตของลองกอง ทั้งนี้เพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพสอดคล้องกับความต้องการของตลาด และผู้บริโภค ทำให้ลดต้นทุนของการผลิตในด้านการใช้ปุ๋ยให้ต่ำลงได้

2. การตรวจเอกสาร

2.1 การปลูกลองกองในประเทศไทย

ลองกอง (*Aglaia dookkoo* Griff.) เป็นพืชในวงศ์ Meliaceae อันดับ Geraniales พืชที่อยู่ในวงศ์เดียวกันได้แก่ ลางสาด ดูกู กระท้อน ประยงค์ และจันทร์ชะมด (รวี, 2543) จากการจำแนกลักษณะของใบ ดอก และผล (มนตรี, 2537; บรรจง, 2528) และการจำแนกโดยใช้เทคนิคไอโซไซม์ (Techato *et.al*., 1995) ทำให้ได้ข้อสรุปว่าลองกองมีถิ่นกำเนิดแถบหมู่เกาะมลายู ประเทศอินโดนีเซีย ประเทศฟิลิปปินส์ และทางตอนใต้ของประเทศไทย

ลองกองสามารถเจริญเติบโตได้ดีในสภาพอากาศแบบร้อนและชุ่มชื้นมีฝนตกสม่ำเสมอ สำหรับสภาพภูมิอากาศที่เหมาะสมกับลองกองคืออุณหภูมิระหว่าง 25-30 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำฝน 2,000-3,000 มิลลิลิตรต่อปี จำนวนวันฝนตก 150-200 วันต่อปี ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศระหว่าง 70-80 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตามก่อนลองกองออกดอก 2 เดือน ปริมาณน้ำฝนไม่ควรเกิน 50 มิลลิเมตร สำหรับพื้นที่ปลูกที่เหมาะสมควรมีความสูงน้อยกว่า 60 เมตร จากระดับน้ำทะเล ดินควรเป็นดินร่วนปนทรายหรือดินร่วนปนดินเหนียวที่มีสภาพการระบายน้ำดี และมีอินทรียวัตถุค่อนข้างสูง (จำเป็น และคณะ, 2536; ชัยพร, 2545; ไสว, 2540)

ผลการสำรวจพันธุ์ไม้สกุลลางสาดในภาคใต้ปี พ.ศ. 2538-2539 (Lim, *et.al*., 1996) พบว่ามีการปลูกลองกองแซมในสวนไม้ผลชนิดอื่นในลักษณะของสวนไม้ผลหลังบ้านโดยมีระยะปลูกไม่แน่นอน เป็นการปลูกเพียงครัวเรือนละไม่กี่ต้นมีตั้งแต่ 10 ต้น ถึง 2 ไร่ และปัจจุบันส่วนใหญ่ยังคงมีสภาพสวนในลักษณะนี้เนื่องจากเกษตรกรมีอาชีพทำสวนยางพาราเป็น

หลัก สำหรับแหล่งปลูกดั้งเดิมอยู่ที่จังหวัดนราธิวาส ปลูกกันมากในกลุ่มชาวไทยมุสลิม ต่อมามีการขยายพื้นที่ปลูกในจังหวัดต่าง ๆ ของภาคใต้อีกหลายจังหวัดเช่น ปัตตานี ยะลา สงขลา นครศรีธรรมราช ชุมพร พังงา ระนอง และกระบี่ นอกจากนี้ชาวสวนในภาคตะวันออก เช่น จันทบุรี ระยอง และตราด ก็นิยมปลูกลองกองกันมากขึ้น เพราะมีสภาพแวดล้อมและสภาพภูมิอากาศที่คล้ายคลึงกับแหล่งปลูกดั้งเดิมทางภาคใต้ และปัจจุบันมีการนำพันธุ์ลองกองไปปลูกในเขตภาคกลาง ภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่ กาญจนบุรี ศรีสะเกษ อุตรดิตถ์ และสุโขทัย (กวิศร์ และ วันทนา, 2544) ทั้งนี้ในปี พ. ศ. 2547 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกลองกองทั้งหมด 397,567 ไร่ เป็นพื้นที่ที่ให้ผลผลิตแล้ว 230,991 ไร่ ให้ผลผลิต 1,048 กิโลกรัมต่อไร่ มีผลผลิตรวมทั้งประเทศประมาณ 242,202 ตัน ราคาผลผลิตโดยเฉลี่ยกิโลกรัมละ 29 บาท (ศูนย์สารสนเทศ, 2548)

การปลูกลองกองนิยมปลูกโดยใช้ทั้งต้นพันธุ์ที่ได้จากการเพาะเมล็ด และต้นพันธุ์จากการทาบกิ่ง และเสียบยอด ซึ่งการใช้ต้นพันธุ์ที่ได้จากการเพาะเมล็ด และต้นพันธุ์จากการทาบกิ่ง และการเสียบยอดไม่ได้ทำให้ลองกองกลายพันธุ์ (ชู จิ ต , 2537; มงคล และคณะ, 2545; ไสว, 2540) ต้นพันธุ์ที่ได้จากการเพาะเมล็ดต้องใช้ระยะเวลาตั้งแต่เริ่มปลูกจนถึงให้ผลผลิตประมาณ 6-8 ปี ในขณะที่ต้นพันธุ์ที่ขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศใช้เวลาเพียง 4-6 ปี ทั้งนี้จากผลการศึกษาโครงสร้างทรงพุ่มและการเจริญเติบโตของต้นพันธุ์ลองกองที่มีการขยายพันธุ์แบบเพาะเมล็ด เสียบยอด และตอนกิ่ง พบว่าต้นลองกองที่ขยายพันธุ์จากการเพาะเมล็ดมีความสูงมากกว่าต้นลองกองที่ขยายพันธุ์จากการเสียบยอดและตอนกิ่ง และมีทรงพุ่มที่แคบกว่า อีกทั้งยังให้ผลผลิตช้ากว่าถึง 2 ปี ในขณะที่ต้นลองกองจากการเสียบยอดมีทรงพุ่มที่แผ่กว้าง และให้ผลผลิตเร็วที่สุด (มงคล และคณะ, 2545) สำหรับระยะปลูกที่เหมาะสม คือระยะระหว่างต้น และระหว่างแถว เท่ากับ 4 × 4 เมตร ถึง 6 × 6 เมตร โดยต้นพันธุ์จากการเพาะเมล็ดจะใช้ระยะปลูกห่างกว่าต้นพันธุ์จากการทาบกิ่งและเสียบยอด เนื่องจากอาจมีปัญหาเกี่ยวกับการจัดการทรงพุ่มในระยะยาว และเกษตรกรมักไม่นิยมควบคุมทรงพุ่มของลองกอง (รวี, 2543) อย่างไรก็ตามลองกองเป็นไม้ผลยืนต้นที่สามารถให้ผลผลิตสูง และมีคุณภาพที่ดีได้เป็นระยะเวลานานหากมีการจัดการที่เหมาะสม ดังนั้นเกษตรกรจึงสามารถปลูกพืชชนิดนี้ในรูปแบบของธุรกิจเกษตรที่ยั่งยืนได้

2.2 การพัฒนาและการเจริญเติบโตของผลลองกอง

ลองกองเริ่มออกดอกเมื่อต้นลองกองมีอายุประมาณ 5-6 ปี โดยดอกของลองกองจะออกเป็นช่อ มีการจัดเรียงตัวของดอกภายในแบบ spike คือมีดอกย่อยแต่ละดอกเรียงติดกับก้าน ซึ่งเป็นแกนกลางสลับกันไปมา โดยดอกย่อยมีความกว้าง 0.5เซนติเมตร ยาว 0.6 เซนติเมตร ประกอบด้วยกลีบเลี้ยง (sepal) 5 กลีบ มีลักษณะอวบสีเขียวและเปลี่ยนเป็นสีขาวนวลเมื่อดอกแก่ กลีบดอก (petal) มี 5 กลีบมีสีขาวหรือสีขาวอมเหลือง เหยียดตรงอาจมีขนขึ้นปกคลุม โดยดอกย่อยจะไม่มีส่วนของก้านดอกย่อย (pedicel) และเป็นดอกสมบูรณ์เพศมีเกสรตัวผู้

และตัวเมียในดอกเดียวกัน แต่เกสรตัวผู้ไม่มีชีวิต (อุไรวรรณ, 2542) ตุ่มตาดอกของลองกองจะเกิดตามบริเวณลำต้นและกิ่งที่สมบูรณ์ อาจเกิดเดี่ยว ๆหรือเป็นกลุ่มตั้งแต่ 2-10 ตาดอก ในระยะแรกจะสังเกตเป็นตุ่มเล็ก ๆสีน้ำตาลอมเขียวประกอบด้วยใบประดับซ้อนกันหลายชั้น โดยมีดอกย่อยเกิดตามซอกใบประดับ ตาดอกใช้เวลาประมาณ 2-3 สัปดาห์ก็จะพัฒนาเป็นช่อดอกยาวประมาณ 2-3 เซนติเมตร หลังจากนั้นช่อดอกจะยืดออกและยาวมากขึ้นรวมทั้งมีการพัฒนาส่วนต่าง ๆของดอก ซึ่งโดยเฉลี่ยดอกจะมีความยาว 15-20 เซนติเมตร ในหนึ่งช่อดอกจะมีดอกย่อยประมาณ 10-30 ดอก ดอกของลองกองจะเริ่มบานในสัปดาห์ที่ 8 โดยเริ่มบานจากโคนก้านช่อและดอกจะบานอยู่ 3-5 วัน ดอกสุดท้ายจะบานหลังจากที่ดอกแรกบานแล้ว 4-5 สัปดาห์ (รวี, 2543; สมพร, 2535; หนึ่งฤทัย, 2541)

ผลของลองกองเกิดจากการพัฒนาของรังไข่ซึ่งไม่ได้รับการผสมเกสร (parthenocarpic fruit) ส่วนเนื้อผลเจริญมาจากก้านของไข่ (funiculus) เจริญเป็นเนื้อผล (aril) ห่อหุ้มเมล็ด (มนตรี, 2537) โดยผลจะเริ่มพัฒนาภายหลังจากดอกโรยแล้ว 2-3 วันรูปร่างของผลมีลักษณะค่อนข้างกลมหรือรี มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 2-3.5 เซนติเมตร ผลแบ่งเป็นกลีบ 4-5 กลีบ ขั้วผลสั้น ผลอ่อนมีเปลือกสีเขียว บนผิวของผลมีตุ่มนูนเล็ก ๆซึ่งเป็นต่อมน้ำหวาน สีเปลือกจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเข้มเมื่อผลแก่จัดเปลือกจะล่อน แกะออกจากเนื้อได้ง่าย เปลือกหนาไม่มียางเหนียวติดมือ รสชาติหวานหอม หรือหวานอมเปรี้ยวมีค่าความหวานประมาณ 17-19 เปอร์เซ็นต์บริก (หนึ่งฤทัย, 2541)

การพัฒนาของดอกจนเป็นผลของลองกองที่เก็บเกี่ยวได้จะใช้เวลาประมาณ 132 – 146 วัน การเจริญเติบโตของผลหลังดอกบานใช้เวลาประมาณ 84-96 วัน ซึ่งช่วงเวลาในการออกดอกติดผลจะเริ่มจากตาดอกจะเริ่มยืดในช่วงปลายเดือนกุมภาพันธ์ และดอกจะบานประมาณกลางเดือนเมษายน โดยใช้เวลาในการแทงช่อดอกประมาณ 8 สัปดาห์ สำหรับการบานของดอกและเริ่มติดผลใช้เวลา 1 สัปดาห์ (มงคล และคณะ, 2544) หลังจากที่ลองกองติดผลแล้วจะมีการร่วงของผลอ่อนเนื่องจากการเกิดการแข่งขันของผลอ่อนในช่อเดียวกันซึ่งอัตราการร่วงของผลจะสูงมากในช่วงระหว่างสัปดาห์ที่ 3 ถึงสัปดาห์ที่ 6 โดยผลที่ตำแหน่งปลายช่อจะร่วงหล่นมาก (อรพิน และ สุรกิตติ, 2535) การเจริญเติบโตด้านน้ำหนักและขนาดของผลลองกอง เพิ่มขึ้นแบบ Simple sigmoid curve คือ ระยะแรกจะมีการพัฒนาของผลเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ และจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในสัปดาห์ที่ 7-9 ในช่วงนี้เปลือกของลองกองจะมีการขับสารละลายของน้ำตาลออกมา และประมาณสัปดาห์ที่ 10 หลังดอกบานเปลือกผลของผลลองกองจะเริ่มเปลี่ยนสีจากสีเขียวเป็นสีเหลือง และมีการพัฒนาจนถึงระยะเก็บเกี่ยว (สุรกิตติ และคณะ, 2540) ระยะเวลาที่ใช้ในการเจริญเติบโต และพัฒนาของผลลองกองตั้งแต่เริ่มติดผลจนผลพัฒนาเต็มที่พร้อมที่จะเก็บเกี่ยวได้จะแปรผันตามสภาพพื้นที่ซึ่งเป็นแหล่งปลูก สภาพภูมิอากาศ และความสมบูรณ์ของต้น ทั้งนี้มีรายงานว่าการเจริญเติบโตและพัฒนาของผลลองกองที่จังหวัดนราธิวาสใช้เวลา 14-16 สัปดาห์ (สุธัญญา, 2527) ขณะที่ผลการศึกษาการเจริญเติบโต และการพัฒนาของผล

ลองกองในจังหวัดจันทบุรี พบว่าการเจริญเติบโตของผลลองกองเริ่มตั้งแต่ติดผลจนเก็บเกี่ยวได้ใช้เวลา 12-13 สัปดาห์ (นพรัตน์, 2528) สำหรับผลการศึกษาการพัฒนาของผลลองกองโดยทั่วไปพบว่าตั้งแต่เริ่มติดผลจนเก็บเกี่ยวใช้เวลาประมาณ 13 สัปดาห์ (สุรกิตติ และคณะ 2542) ทั้งนี้ในช่วงการเจริญเติบโตและการพัฒนาของผลลองกองจะมีการเปลี่ยนแปลงด้านต่าง ๆของลองกอง เช่นการเปลี่ยนแปลงขนาดของผล น้ำหนักผล ความหนาเปลือก การพัฒนาและเปลี่ยนแปลงสีของเปลือก ปริมาณน้ำตาล และกรดซิทริก โดยการพัฒนาและการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ เหล่านี้จะมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาอย่างต่อเนื่องตั้งแต่เริ่มติดผลจนผลแก่เต็มที่ซึ่งสามารถแบ่งการเปลี่ยนแปลงได้เป็น 3 ลักษณะดังนี้

2.2.1 การเปลี่ยนแปลงทางด้านการเจริญเติบโต

การเปลี่ยนแปลงทางด้านการเจริญเติบโตเป็นการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักผล เนื้อผล รวมทั้งเส้นผ่านศูนย์กลางของผล และการเปลี่ยนแปลงความหนาของเปลือกผล โดยผลศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางด้านการเจริญเติบโตของผลลองกอง พบว่าแบ่งได้เป็น 3 ระยะ (นพรัตน์, 2528; สุธัญญา และ สุรพงษ์, 2530; อรพิน และ สุรกิตติ, 2535) ดังนี้

ระยะที่ 1 เป็นระยะที่มีการเจริญเติบโตทางด้านน้ำหนักช้ามาก เป็นช่วงหลังติดผลจนถึงสัปดาห์ที่ 7 ระยะนี้องค์ประกอบของผลลองกองส่วนใหญ่จะเป็นเปลือกเนื่องจากในระยะแรกของการพัฒนาจะเป็นการพัฒนาของเปลือก ในสัปดาห์ที่ 5-7 อัตราส่วนของการเปลี่ยนแปลงระหว่างน้ำหนักเนื้อ และน้ำหนักเปลือกจะสูงขึ้น โดยเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเนื้อจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและน้ำหนักเปลือกจะลดลงในอัตราส่วนที่เท่ากัน ทั้งนี้เพราะเนื้อของลองกองจะมีการแบ่งเซลล์และมีการขยายขนาดของเซลล์มากกว่าเซลล์ของเปลือก

ระยะที่ 2 จัดเป็นระยะที่มีการเจริญเติบโตและมีการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักอย่างรวดเร็ว คือช่วงสัปดาห์ที่ 7-13 เป็นช่วงที่น้ำหนักเปลือกจะเพิ่มขึ้นในอัตราที่คงที่ และช้ากว่าการเพิ่มของน้ำหนักเนื้อ

ระยะที่ 3 เป็นระยะที่มีการเจริญเติบโตทางด้านน้ำหนักค่อนข้างคงที่ หรือมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย คือช่วงสัปดาห์ที่ 13-15 เป็นช่วงที่ความหนาของเปลือกยังคงลดลงในอัตราที่เท่ากันกับระยะที่ 2 ส่วนน้ำหนักเปลือกค่อนข้างคงที่ โดยระยะนี้จะมีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีภายในเปลือกและผลอย่างมาก

2.2.2 การเปลี่ยนแปลงทางด้านเคมีของผล

การเปลี่ยนแปลงที่มีผลต่อคุณภาพ และรสชาติของลองกอง เป็นการเปลี่ยนแปลงของความหวานซึ่งจะวัดค่าเป็นปริมาณรวมของของแข็งที่ละลายน้ำได้ (total soluble solid : TSS) หรือเปอร์เซ็นต์บริก (% Brix) รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงของกรดซิทริกซึ่งวัดค่าออกมาเป็นปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (titratable acidity: TA) ทั้งนี้มีรายงานว่าปริมาณรวมของของแข็งที่ละลายน้ำได้จะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องและช้าลงในสัปดาห์ที่ 5-9 และจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจนถึงสัปดาห์ที่ 14 เนื่องจากในสัปดาห์ที่ 9-14 จะมีการเปลี่ยนและเคลื่อนย้ายแป้งและน้ำตาลจาก

แหล่งผลิตคือใบไปยังผลได้มากและรวดเร็วขึ้น ในขณะที่ปริมาณกรดจะสูงที่สุดในสัปดาห์ที่ 8 และจะเริ่มลดลงอย่างรวดเร็วจากสัปดาห์ที่ 9 จนถึงสัปดาห์ที่ 13 แต่ในสัปดาห์ที่ 14 ถึงสัปดาห์ที่ 16 ปริมาณกรดจะลดลงอย่างช้า ๆ (สุธัญญา และ สุรพงษ์, 2530)

2.2.3 การเปลี่ยนแปลงด้านคุณภาพของเนื้อและเปลือก

ในระหว่างการพัฒนาของผลลองกองจะเกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านคุณภาพของส่วนเนื้อและเปลือกซึ่งแบ่งได้เป็น 3 ระยะดังนี้

ระยะที่ 1 ช่วงสัปดาห์ที่ 1-10 เป็นระยะที่มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยไม่เด่นชัด โดยผลอ่อนจะมีเปลือกสีเขียวเข้ม เนื้อผลจะมีสีขาวขุ่นและมีรสชาติเปรี้ยว

ระยะที่ 2 ช่วงสัปดาห์ที่ 10-13 สีของเปลือกจะมีการเปลี่ยนแปลงจากสีเขียวเป็นสีเหลือง โดยที่บางผลในช่อยังเป็นสีเขียวอยู่ สีของเนื้อผลจะขุ่นเป็นฝ้าและเริ่มมีรสหวาน

ระยะที่ 3 ช่วงสัปดาห์ที่ 13 ถึงเริ่มเก็บเกี่ยว เปลือกผลจะมีสีเหลืองนวล เนื้อผลใส มีกลิ่นหอม และมีรสชาติหวานสนิทซึ่งบ่งบอกว่าพร้อมที่จะเก็บเกี่ยวได้

2.3 คุณภาพผลผลิตของลองกอง

การพิจารณาคุณภาพผลผลิตของไม้ผลจะพิจารณาจากองค์ประกอบ 2 ด้าน คือ ลักษณะภายนอกซึ่งเป็นลักษณะที่ผู้บริโภคสามารถตัดสินใจเพื่อตอบสนองความพอใจได้จากการมองเห็นจากภายนอก ได้แก่ ขนาดของผล รูปร่าง ความเรียบ หรือขรุขระของผิวผล ลักษณะความสม่ำเสมอ ความสดใสของสีผล และตำหนิต่าง ๆของผล ลักษณะภายในเป็นลักษณะที่ผู้บริโภคไม่สามารถตัดสินใจเพื่อตอบสนองความพอใจได้จากการมองเห็นจากภายนอก ได้แก่ รสชาติ ความหวาน ความละเอียดของเนื้อ ความแข็ง ความเหนียว ความกรอบ คุณภาพของเส้นใย คุณค่าทางอาหารหรือคุณภาพด้านโภชนาการ ทั้งนี้ผลไม้ที่มีคุณภาพตรงกับความต้องการของผู้บริโภคควรจะต้องมีองค์ประกอบเหล่านี้ครบถ้วน ซึ่งความชอบที่ผู้บริโภคมีต่อลักษณะภายในของผลไม้อาจสรุปรวมได้จากการทดลองชิม สำหรับผลผลิตของลองกองโดยทั่วไปคุณสมบัติที่ใช้ประเมิน และวิเคราะห์คุณภาพ คือ ความยาวช่อผล น้ำหนักช่อผล ขนาดผล น้ำหนักผล จำนวนผลต่อช่อ น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของส่วนต่าง ๆ ปริมาตรน้ำคั้น ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในน้ำคั้น (มงคล และคณะ, 2541; สุรกิตติ และคณะ, 2540) ซึ่งสมบัติเหล่านี้ส่วนใหญ่มักใช้ในการประเมิน และวิเคราะห์คุณภาพเพื่อการทำการวิจัย อย่างไรก็ตามการพิจารณาคุณภาพผลผลิตของลองกองในภาพรวมอาจพิจารณาได้ดังนี้

2.3.1 การติดผลและการเจริญเติบโตทางด้านกายภาพของผล

การติดผลของลองกองจะขึ้นอยู่กับสภาพความชื้นในบรรยากาศในช่วงที่ดอกบานเป็นสำคัญ ซึ่งจำนวนการติดผลมีตั้งแต่ 2-20 ผล โดยในระยะแรกที่ผลมีอายุประมาณ 2-4 สัปดาห์ จะมีจำนวนผล 22-25 ผลต่อช่อ เนื่องจากผลยังไม่ร่วงมาก แต่เมื่อผลมีอายุประมาณ 7

สัปดาห์จะเกิดการร่วงของผลมาก อาจเหลือประมาณ 14-15 ผลต่อช่อ ในระยะ 10-14 สัปดาห์ ซึ่งเป็นช่วงสุดท้ายของการติดผลอาจมีการร่วงของผลอีกเล็กน้อยประมาณ 4 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นจึงเหลือจำนวนผลต่อช่อประมาณ 10 กว่าผล (มงคล, 2547) หากมีการเก็บเกี่ยวลองกองเมื่ออายุผล 13 สัปดาห์ ผลลองกองจะมีความกว้างของผลเฉลี่ย 34.28-36.90 มิลลิเมตร ความยาวผลเฉลี่ย 32.32-36.42 มิลลิเมตร ความหนาเปลือกเฉลี่ย 1.24-1.25 มิลลิเมตร และผลลองกองจะมีน้ำหนักโดยเฉลี่ย 19-20 กรัมต่อผล (กวิศร์ และ วันทนา, 2544; มุทิตา และคณะ, 2547) อย่างไรก็ตามอายุการเก็บเกี่ยว และตำแหน่งของผลในช่อผลจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพของผลลองกอง

คุณภาพผลผลิตของลองกองในความรู้สึกของผู้บริโภคอาจจะมีความแตกต่างกัน และเนื่องจากปัจจุบันการส่งผลผลิตลองกองไปจำหน่ายต่างประเทศยังมีน้อยจึงยังไม่มีการกำหนดมาตรฐานคุณภาพผลผลิตของลองกองเพื่อการส่งออกขึ้น อย่างไรก็ตามสำหรับตลาดท้องถิ่นอาจมีการจัดชั้นคุณภาพผลผลิตลองกองขึ้น ดังนี้

(1) ตลาดกลางอำเภอตันหยงมัส จังหวัดนราธิวาส มีการจัดชั้นของคุณภาพผลผลิตลองกองได้ 3 ระดับ คือ ลองกองเกรด เอ มีน้ำหนักผล 0.7 กิโลกรัมต่อช่อผล จำนวน 2-3 ผลต่อ 100 กรัม ลองกองเกรด บี มีน้ำหนักผลต่ำกว่า 0.7 กิโลกรัมต่อช่อผล จำนวน 4-5 ผลต่อ 100 กรัม ลองกองเกรด ซี ขนาดผลในช่อไม่สม่ำเสมอ ช่อผลมีขนาดเล็ก จำนวนผล 3-15 ผลต่อช่อ เนื้อผลไม่สุกจัด สำหรับลองกองเกรดต่ำกว่าเกรด ซี เป็นลองกองผลร่วง หรือมีผลอยู่ 3-4 ผลต่อช่อ มีรสชาติหวานอมเปรี้ยว อาจมีร่องรอยของโรคหรือแมลงเข้าทำลาย (มงคล, 2547)

(2) ตลาดหัวอิฐ อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช ซึ่งเป็นตลาดค้าส่งผักและผลไม้ที่สำคัญของภาคใต้ ได้จัดมาตรฐานและคุณภาพของลองกองออกเป็น 4 ระดับ คือ เบอร์ 0 (ขนาดพิเศษ) มีเส้นผ่านศูนย์กลางผลประมาณ 3.0 เซนติเมตร ความยาวช่อประมาณ 25 เซนติเมตร ไม่มีผลร่วง ผิวเหลืองเข้มเรียบสวย ปราศจากโรคแมลง หวานหอมไม่มีรสเปรี้ยว เบอร์ 1 (ขนาดใหญ่) มีเส้นผ่านศูนย์กลางผล 2.5-3.0 เซนติเมตร ความยาวช่อ 20-25 เซนติเมตร ไม่มีผลร่วง ผิวเหลืองถึงเหลืองเข้ม อาจมีราดำติดที่ผิวเปลือก หวานหอมไม่มีรสเปรี้ยว เบอร์ 2 (ขนาดกลาง) มีเส้นผ่านศูนย์กลางผล 2.0-2.5 เซนติเมตร ความยาวช่อ 10-15 เซนติเมตร ไม่มีผลร่วง ผิวเหลืองถึงเหลืองเข้ม อาจมีราดำติดที่ผิวเปลือก รสหวานอมเปรี้ยว และเบอร์ 3 (ขนาดเล็ก) มีเส้นผ่านศูนย์กลางผลน้อยกว่า 2.0 เซนติเมตร ความยาวช่อน้อยกว่า 10 เซนติเมตร มีผลร่วง ผิวเหลืองอ่อน มีราดำติดที่ผิวเปลือกผล รสหวานอมเปรี้ยว (ชัยพร, 2545)

2.3.2 สมบัติด้านเคมีของผล

ผลผลิตของลองกองประกอบด้วยน้ำตาลที่เป็นรีดิวส์ซิง (reducing sugar) ในปริมาณมากกว่าน้ำตาลที่ไม่เป็นรีดิวส์ซิง (non-reducing sugar) ในรูปของกลูโคส ฟรุกโตส และซูโครส ซึ่งวัดออกมาในรูปของปริมาณของของแข็งที่ละลายน้ำได้ และมีองค์ประกอบของธาตุอาหารรวมทั้งสารอื่นๆ (มงคล, 2547) นอกจากนี้ยังพบกรดโอลิอิก กรดไกลโคอิก กรดมาลิก

กรดมาเลอิก และกรดซิทริก (อับดุลฮากีม, 2546) โดยหากมีการเก็บเกี่ยวผลผลิตลองกองเมื่ออายุผล 13 สัปดาห์หลังติดผล ลองกองจะมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ประมาณ 17-19 เปอร์เซ็นต์บริก และมีปริมาณกรดทั้งหมด (วัดในรูปของกรดซิทริก) 0.67-0.74 เปอร์เซ็นต์ และอัตราส่วนระหว่างปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดต่อปริมาณกรดทั้งหมด 22.70-23.40 (กวิศร์ และ วันทนา, 2541) สำหรับคุณค่าทางอาหารของเนื้อผลลองกองในส่วนที่รับประทานได้ 100 กรัม ประกอบด้วยพลังงาน 66 แคลอรี โปรตีน 0.9 กรัม ไขมัน 0.1 กรัม คาร์โบไฮเดรต 15.3 กรัม วิตามินเอ 15 I.U. วิตามินบี 1 0.08 มิลลิกรัม วิตามินบี 2 0.04 มิลลิกรัม วิตามินซี 24 มิลลิกรัม และไนอาซีน 1.7 มิลลิกรัม (สุรกิตติ, 2537)

2.4 บทบาทของธาตุโพแทสเซียมต่อคุณภาพไม้ผล

โพแทสเซียมเป็นธาตุอาหารที่จำเป็นมากสำหรับไม้ผลเขตร้อน เนื่องจากเป็นธาตุที่มีบทบาทสำคัญต่อกระบวนการสังเคราะห์แสง และการหายใจรวมทั้งการทำงานของคลอโรฟิลล์ ซึ่งโพแทสเซียมเป็นธาตุที่สามารถเคลื่อนย้ายได้ง่ายและเร็ว จะมีบทบาทในการลดศักย์ออสโมติกในเซลล์ ซึ่งช่วยในการขยายขนาด และปรับความดันภายในเซลล์ โดยโพแทสเซียมจะเกี่ยวข้องกับการเปิด และปิดของปากใบ ซึ่งจะมีผลต่อการแลกเปลี่ยนแก๊ส และอัตราการสังเคราะห์แสงของพืช โพแทสเซียมยังเกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์โปรตีน ตลอดจนการสร้าง และเคลื่อนย้ายของแป้งและน้ำตาล ช่วยในการเคลื่อนย้ายในท่ออาหาร จากแหล่งผลิตไปยังแหล่งใช้ ทำให้พืชออกดอกเร็ว และผลผลิตแก่ช้าลง นอกจากนี้โพแทสเซียมยังมีบทบาทในการปลุกฤทธิ์ของเอนไซม์ ซึ่งมีเอนไซม์ประมาณ 50 ชนิด ที่ต้องใช้โพแทสเซียมช่วยปลุกฤทธิ์เป็นการเฉพาะ (ยงยุทธ, 2546) คุณภาพของผักและผลไม้ ในส่วนที่เกี่ยวกับ ขนาด สี ความเป็นกรด รวมทั้งคุณภาพในการเก็บรักษา จะเกี่ยวข้องกับบทบาทของโพแทสเซียมรวมทั้งความต้านทานโรคของพืช ซึ่งพบว่าโพแทสเซียมจะทำให้ผนังเซลล์ของพืชหนา และมั่นคง ยากต่อการเข้าทำลายของโรค และแมลง

โพแทสเซียมเป็นธาตุที่เคลื่อนที่ได้ (mobile) ในพืช เมื่อพืชขาดโพแทสเซียม อาการขาดจะเกิดขึ้นที่ใบแก่ก่อนใบอ่อน โดยขอบใบจะมีสีซีด (chlorosis) แล้วกลายเป็นสีน้ำตาลและแห้งไปในที่สุด โดยอาการจะเริ่มจากปลายใบสู่โคนใบ ระหว่างเส้นใบอาจจะมีจุดสีน้ำตาลไหม้ เมื่อพืชตระกูลหญ้า เช่น ข้าวโพดขาดโพแทสเซียมจะแสดงอาการขาดอย่างชัดเจน โดยจะให้ฝักที่มีขนาดเล็ก และมีรูปร่างผิดปกติ มีเมล็ดไม่เต็มจนถึงปลายฝัก การขาดโพแทสเซียมยังทำให้พืชล้มง่าย เพราะพืชที่ขาดโพแทสเซียมจะมีลำต้นอ่อน ไม้ผลที่ขาดโพแทสเซียมจะชะงักการเจริญเติบโต ผลไม้จะมีสีไม่สวย และเนื้อฟ่าม โดยบทบาทของธาตุโพแทสเซียมต่อการพัฒนาของผลและคุณภาพผลผลิตของไม้ผลมีดังนี้

2.4.1 ขนาดและน้ำหนักของผล

โพแทสเซียมมีบทบาทสำคัญต่อขนาด และน้ำหนักของผลไม้ การได้รับโพแทสเซียมในปริมาณเพิ่มขึ้นจะทำให้ขนาดผล และน้ำหนักผลเพิ่มขึ้น จากผลการปลูกฝรั่งพันธุ์กลมสาลี่ในกระถางดินเผาขนาดความจุ 50 ลิตรใช้ทรายละเอียดเป็นวัสดุปลูกโดยมีการควบคุมความเข้มข้นของโพแทสเซียม 4 ระดับคือ 600, 800, 1000 และ 1200 มิลลิอิควิวาเลนต์ต่อลิตร (meq/L) ทุกกรรมวิธีรดสารละลายประมาณ 1-2 ลิตรให้กับต้นฝรั่งทุกวัน พบว่าการเพิ่มระดับความเข้มข้นของโพแทสเซียมมีผลทำให้ฝรั่งมีน้ำหนักผล ขนาดของผล ความหนาของเนื้อเพิ่มขึ้น (นิภาพร และ ตระกูล, 2544) สอดคล้องกับที่มีการศึกษาพบว่าส้มที่ได้รับโพแทสเซียมในอัตราที่เพิ่มขึ้นจะมีน้ำหนักผล และเส้นผ่านศูนย์กลางของผลเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน (Smith, 1968) สำหรับเลมอน (lemon) เมื่อมีการเพิ่มอัตราปุ๋ยโพแทสเซียมสูงขึ้นทำให้ขนาดของผลและน้ำหนักของผลเพิ่มขึ้น (Quaggio *et al*., 2002)

2.4.2 ปริมาณกรดและปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้

โพแทสเซียมมีบทบาทต่อปริมาณของกรด และความหวานของผลไม้หลายชนิด การศึกษาผลของปุ๋ยโพแทสเซียมต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของแอปปริคอต (apricot) ซึ่งเป็นท้อชนิดหนึ่ง โดยการให้ปุ๋ยโพแทสเซียมที่แตกต่างกัน 2 ระดับ คือ 75 และ 150 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ติดต่อกันเป็นเวลา 4 ปี พบว่าการให้ปุ๋ยโพแทสเซียมในระดับที่สูงขึ้นมีแนวโน้มทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เพิ่มขึ้น (Bussi and Amiot, 1998) ส่วนในสับปะรดมีรายงานว่าการเพิ่มโพแทสเซียมจะทำให้มีการเพิ่มความเป็นกรดในเนื้อสับปะรดมากขึ้น และทำให้รสชาติดีขึ้น การเพิ่มความเข้มข้นของน้ำตาลในผลอันเป็นผลจากการให้โพแทสเซียมในระดับที่สูงขึ้นจะทำให้สับปะรดมีรสชาตินำรับประทานมากกว่าการมีกรดในผลต่ำ (Cannon,1988) สำหรับฝรั่งพบว่าเมื่อได้รับโพแทสเซียมในอัตราที่เพิ่มขึ้นจะมีปริมาณกรดรวม (TA) และปริมาณของของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) เพิ่มขึ้น (นิภาพร และ ตระกูล, 2544)

2.4.3 สีของผล

โพแทสเซียมมีบทบาทต่อสีของผล มีรายงานว่าสีของผลแอปปริคอตมีค่าเปอร์เซ็นต์ของสีแดงเพิ่มขึ้นเมื่อมีการให้ปุ๋ยโพแทสเซียมทางดินในระดับที่สูงขึ้น (Bussi and Amiot, 1998) ตรงกับที่มีรายงานว่าแอปเปิลพันธุ์ Elstar มีค่าเปอร์เซ็นต์ของสีแดงที่สีผลเพิ่มขึ้นเมื่อได้รับปุ๋ยโพแทสเซียมในอัตราที่สูงขึ้น (Awad and Jager, 2001)

2.5 การใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมเพื่อพัฒนาคุณภาพผลผลิตของไม้ผล

หลังจากที่ไม้ผลติดผลแล้ว ต้องได้รับน้ำและธาตุอาหารอย่างเพียงพอเพื่อให้ต้นมีความสมบูรณ์เพื่อที่จะสามารถสร้างอาหารให้เพียงพอต่อการเจริญเติบโต และการพัฒนาผลผลิต ทั้งนี้เนื่องจากจะมีการพัฒนาของผลอย่างต่อเนื่องทั้งที่เกี่ยวกับขนาด น้ำหนัก และคุณภาพด้านอื่นๆ ของผล ดังนั้นการส่งเสริมให้เกิดสภาวะการเพิ่มอัตราการสังเคราะห์แสงสูงขึ้น การ

เคลื่อนย้ายสารอาหารจากใบไปสู่ผลได้สะดวกยิ่งขึ้นจะเป็นผลให้อัตราการขยายขนาดของผลเป็นไปอย่างรวดเร็ว และต่อเนื่องส่งผลให้ผลมีขนาดใหญ่ขึ้น รวมทั้งมีการเปลี่ยนแปลงในด้านของคุณภาพที่เกี่ยวกับรสชาติด้วย ซึ่งธาตุโพแทสเซียมมีบทบาทที่สำคัญต่อกระบวนการดังกล่าว ปัจจุบันจึงมีการนำปุ๋ยโพแทสเซียมมาใช้เพื่อพัฒนาคุณภาพผลผลิตของไม้ผลกันมากขึ้น โดยแหล่งของปุ๋ยโพแทสเซียมที่นำมาใช้เพื่อพัฒนาคุณภาพผลผลิตของไม้ผลมีดังนี้

2.5.1 ปุ๋ยสูตร 13-13-21

ปุ๋ยผสมสูตร 13-13-21 ได้ถูกนำมาใช้เป็นปุ๋ยสำหรับบำรุงผลเพื่อพัฒนาคุณภาพผลผลิตของไม้ผลเศรษฐกิจหลายชนิด ทั้งนี้เนื่องจากเป็นปุ๋ยผสมที่มีอัตราส่วนของโพแทสเซียมสูง และโพแทสเซียมเป็นธาตุที่มีบทบาทสำคัญในการส่งเสริมการขยายขนาดของผลและปรับปรุงคุณภาพทั้งภายนอก และภายในของผลไม้ นอกจากนี้ยังเป็นปุ๋ยที่ให้ธาตุอาหารที่พืชต้องการเป็นปริมาณมาก คือ ไนโตรเจน และฟอสฟอรัสด้วย

2.5.2 ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์

ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ หรือ Muriate of potash มีโพแทสเซียมเป็นองค์ประกอบ 60-63 % K_2O ลักษณะเป็นผลึกสีขาว ชมพู หรือแดงขึ้นอยู่กับวิธีการผลิต ทั้งนี้ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์เป็นปุ๋ยโพแทสเซียมเชิงเดี่ยวที่มีราคาต่อหน่วยของโพแทสเซียมต่ำที่สุด จึงมีการนำไปใช้มากเป็นอันดับหนึ่งในสหรัฐอเมริการวมทั้งประเทศอื่น ๆ ทั่วโลก การผลิตส้มในสหรัฐอเมริกา และ ออสเตรเลีย มีการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์อย่างแพร่หลาย เนื่องจากเป็นปุ๋ยที่มีราคาถูก (Alva and Tucker, 1999; Weir and Cresswell,1995) โดยในทวีปอเมริกาเหนือโพแทสเซียมคลอไรด์มีส่วนแบ่งการตลาดมากถึง 95% (Ludwick,1994) แต่ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ ไม่เหมาะกับพืชบางชนิดที่มีความไวต่อคลอไรด์ เช่น พืชตระกูลถั่ว ตระกูลกะหล่ำ ยาสูบ รวมทั้งไม้ผลพวกอะโวคาโด และองุ่น (Ludwick, 1994) ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ไม่เหมาะกับดินที่มีปัญหาเรื่องความเค็ม เนื่องจากจะทำให้เกิดการสะสมของคลอไรด์ในดินได้ สำหรับสภาพของดินที่มีการระบายน้ำที่จำกัด และในดินที่มีระดับน้ำใต้ดินตื้นจะมีคลอไรด์สะสมอยู่ ซึ่งคลอไรด์สามารถเคลื่อนที่ด้วยแรง capillary เข้าไปในเขตรากพืช (root zone) ได้ และอาจตกตะกอนที่ผิวหน้าดิน หรือบริเวณใกล้ผิวหน้าดิน (Tisdale *et al*.,1999) อย่างไรก็ตามคลอไรด์จะถูกชะล้างออกไปจากดินได้เร็วกว่าซัลเฟต (Zehler *et al*.,1981)

2.5.3 ปุ๋ยโพแทสเซียมซัลเฟต

ปุ๋ยโพแทสเซียมซัลเฟต หรือ Muriate of sulphate มีโพแทสเซียมเป็นองค์ประกอบ 50-53 % K_2O และซัลเฟอร์ 18 % ปุ๋ยโพแทสเซียมซัลเฟตเป็นปุ๋ยโพแทสเซียมเชิงเดี่ยวที่มีราคาสูงกว่าปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์มาก เพราะมีต้นทุนการผลิตสูงกว่า อย่างไรก็ตามปุ๋ยโพแทสเซียมซัลเฟตสามารถใช้ได้กับดินทุกชนิดโดยเฉพาะอย่างยิ่งในดินที่มีปัญหาความเค็ม สำหรับการสะสมของซัลเฟตจะเพิ่มขึ้นตามความลึกของดิน (Lewis, 1999 ; Saha *et al*., 2001) และในสภาวะที่ดินมีความชื้นต่ำอาจเกิดการยับยั้งการดูดใช้ซัลเฟตได้ (Jones, 1998)

นอกจากปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ และโพแทสเซียมซัลเฟต ปุ๋ยโพแทสเซียมในรูปอื่น ๆ เช่น ปุ๋ยโพแทสเซียมไนเทรต (KNO_3) และโพแทสเซียม แมกนีเซียมซัลเฟต (K_2SO_4 $MgSO_4$) ก็มีการนำมาใช้บ้างแต่ค่อนข้างน้อย อย่างไรก็ตามปุ๋ยโพแทสเซียมทั้งหมดมีผลตกค้างเป็นกลางในดิน ยกเว้นปุ๋ยโพแทสเซียมไนเทรต ที่มีผลตกค้างเป็นด่างเล็กน้อย ส่วนอิทธิพลของชนิดของปุ๋ยโพแทสเซียมที่มีต่อค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินจะเป็นไปตามลำดับคือ KCl > KNO_3 > K_2SO_4 > K_2CO_3 (Yamasaki and Kishita, 1972)

สำหรับการศึกษาเกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมเป็นปุ๋ยบำรุงผล เพื่อพัฒนาคุณภาพผลผลิตของไม้ผล โดยใช้เป็นปุ๋ยทางดิน ทางใบ และทางดินร่วมกับทางใบ มีรายงานไว้ในไม้ผลหลายชนิด ดังนี้

(1) การศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยโพแทสเซียมซัลเฟตต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของสับปะรดพันธุ์ Smooth Cayenne พบว่าการให้ปุ๋ยโพแทสเซียมซัลเฟตในอัตราสูงสุด คือ 90 กิโลกรัมต่อไร่ จะให้ค่าความกว้างของใบ ความสูงของต้น น้ำหนักผล ความกว้างของแกนผลมากที่สุด โดยจะให้ผลแตกต่างทางสถิติกับการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมซัลเฟตที่ระดับอื่น ๆทุกระดับ แต่การให้ปุ๋ยโพแทสเซียมซัลเฟตระดับต่าง ๆ ไม่ได้ทำให้ความยาวของใบ ความยาวของผล เส้นผ่านศูนย์กลางของผล และเปอร์เซ็นต์การออกดอกของสับปะรด มีความแตกต่างกันทางสถิติ สำหรับด้านคุณภาพของผลผลิต พบว่าการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมซัลเฟตในอัตราสูงสุด คือ 90 กิโลกรัมต่อไร่ จะให้ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำตาลสูงที่สุด และให้ผลแตกต่างทางสถิติกับการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมซัลเฟตระดับอื่น ๆ ทุกระดับ แต่ไม่ได้ทำให้เปอร์เซ็นต์กรดซิทริก และเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ในเนื้อผลของสับปะรดมีความแตกต่างกันทางสถิติ (ชัยพร, 2525) ในขณะที่มีรายงานว่าการให้ปุ๋ยโพแทสเซียมแก่สับปะรดพันธุ์ Smooth Cayenne โดยให้ปุ๋ยในรูปของโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) เปรียบเทียบกับรูปโพแทสเซียมซัลเฟต พบว่าการให้ในรูปโพแทสเซียมซัลเฟต จะให้ผลผลิตและคุณภาพดีกว่าการให้ในรูปโพแทสเซียมคลอไรด์ เนื่องจากสับปะรดที่ให้ปุ๋ยโพแทสเซียมในรูปโพแทสเซียมซัลเฟตนั้นในปุ๋ยมีธาตุกำมะถัน (S) ซึ่งเป็นองค์ประกอบของโปรตีนบางชนิด และเป็นตัวช่วยให้คุณภาพของเนื้อสับปะรดเปลี่ยนแปลงไปในทางที่มีคุณภาพดีขึ้น ส่วนรูปของโพแทสเซียมคลอไรด์นั้นเข้าใจว่าหากสับปะรดได้รับคลอรีน (Cl) ในปริมาณที่มากจะเกิดเป็นพิษแก่สับปะรด (Samuel and Diaz 1980) และจากรายงานผลของการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมในรูปของโพแทสเซียมซัลเฟต และโพแทสเซียมคลอไรด์ที่มีต่อผลผลิตและคุณภาพของสับปะรดโดยใช้ในอัตรา 72 กิโลกรัมต่อไร่ พบว่าทั้งโพแทสเซียมซัลเฟต และโพแทสเซียมคลอไรด์ มีผลในการเพิ่มน้ำหนักเฉลี่ยของผล เพิ่มปริมาณน้ำตาล และกรดในผล แต่ความใส และฉ่ำ (translucent) ของเนื้อจะเพิ่มขึ้นเมื่อให้โพแทสเซียมในรูปโพแทสเซียมซัลเฟตเพิ่มขึ้น การใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมทั้งรูปโพแทสเซียมซัลเฟต และโพแทสเซียมคลอไรด์ สามารถทำให้เกิดการเพิ่มจำนวนผลย่อย (fruitlet) ต่อผล โดยการใช้ในรูปโพแทสเซียมคลอไรด์ จะเพิ่มจำนวนผลย่อยต่อผลได้ดีกว่าการใช้ในรูปของโพแทสเซียมซัลเฟต แต่หากสับปะรดขาดโพแทสเซียมจะ

ทำให้ได้ผลสับปะรดที่มีขนาดเล็ก และมีคุณภาพต่ำ (Sanford, 1988) สำหรับผลของการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมแก่สับปะรดในรูปโพแทสเซียมซัลเฟตโดยใส่ทางดินและให้ทางใบในระยะที่สับปะรดมีการเจริญเติบโตในระยะที่เกิดตาดอก พบว่าการใส่ปุ๋ยทางดินให้ผลต่อการเจริญเติบโตได้ดีกว่าการให้ปุ๋ยทางใบ (Page, 1972)

(2) การศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยที่มีธาตุโพแทสเซียมสูง ต่อคุณภาพของผลส้มพันธุ์ฟรีมองต์ พบว่าการให้ปุ๋ยสูตร 13-13-21, 0-0-60 และ 13-13-21 + 0-0-60 (2 : 1) อัตรา 500 กรัมต่อต้น ซึ่งเป็นการให้ปุ๋ยทางดิน ทำให้น้ำหนักผล และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของผลมีค่าสูงกว่าการให้ปุ๋ยทางใบ (พัชริน และ รวี, 2545)

(3) การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมให้องุ่นที่ใช้ทำไวน์ ในรูปของโพแทสเซียมคลอไรด์และโพแทสเซียมซัลเฟต อัตรา 232 และ 465 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ทำให้ผลผลิตขององุ่นเพิ่มขึ้น แต่การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมไนเทรตทำให้ผลผลิตลดลงทั้งสองระดับของอัตราปุ๋ย เนื่องจากการใส่ปุ๋ยในรูปโพแทสเซียมไนเทรตทำให้เกิด winter injury ซึ่งเป็นผลจากการที่มีไนโตรเจนในอัตราสูง (Cline and Bradt 1980) อย่างไรก็ตามมีรายงานว่าหากโพแทสเซียมทั้งหมดที่ใส่อยู่ในรูปของโพแทสเซียมคลอไรด์มากกว่า 62 เปอร์เซ็นต์ ผลผลิตขององุ่นพันธุ์ Gruner Veltliner ที่ปลูกในสารละลายลดลงแต่การใส่โพแทสเซียมคลอไรด์น้อยกว่า 62 เปอร์เซ็นต์ จะไม่มีผลกระทบต่อผลผลิตและคุณภาพผลผลิตขององุ่น (Edelbauer, 1979)

(4) การศึกษาผลของโพแทสเซียมจากแหล่งปุ๋ยต่างกันต่อความเข้มข้นของโพแทสเซียมในใบ ระดับผลผลิต และคุณภาพผลผลิตของพิสทาชิโอ (pistachio) พบว่าการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมในรูปของโพแทสเซียมซัลเฟต โพแทสเซียมไนเทรต และโพแทสเซียมคลอไรด์ ไม่ได้ทำให้ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในใบ ระดับผลผลิต และคุณภาพผลผลิตของพิสทาชิโอแตกต่างกัน (Zeng *et al*., 2001)

(5) การศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ และ โพแทสเซียมซัลเฟต ต่อความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบ และคุณภาพผลผลิตของทุเรียนพบว่าการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมในรูปของโพแทสเซียมคลอไรด์ และ โพแทสเซียมซัลเฟต ไม่ได้ทำให้ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในใบ และคุณภาพผลผลิตของทุเรียนแตกต่างกัน (นารี, 2548)

(6) การศึกษาผลของการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมต่างชนิดกันในสวนส้มที่จังหวัดเชียงราย และจันทบุรี พบว่าการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมในรูปของโพแทสเซียมซัลเฟต โพแทสเซียมไนเทรต และโพแทสเซียมคลอไรด์ ไม่ได้ทำให้คุณภาพผลผลิตของส้มแตกต่างกัน ไม่ว่าจะเป็นขนาดของผล ปริมาณน้ำตาล เปอร์เซ็นต์ของกรดที่ไทเทรตได้ เปอร์เซ็นต์ของปริมาตรน้ำคั้น และสีน้ำคั้น (นันทรัตน์, 2547)

2.6 การสะสมของโพแทสเซียมในดินในสวนไม้ผล

ดินที่ปลูกไม้ผลโดยทั่วไปกระจายอยู่ตามบริเวณสันดอนริมน้ำ สภาพธรรมชาติส่วนใหญ่เป็นดินกรด มีอินทรียวัตถุ และความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ทำให้ดินมีธาตุอาหารที่พืชต้องการมาก ได้แก่ ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมต่ำ

โพแทสเซียมเป็นธาตุที่พืชต้องการเป็นปริมาณมาก และพืชดูดไปใช้ในรูปของโพแทสเซียมไอออน (K^+) โดยจะอยู่ในสารละลายดิน (soil solution) และถูกดูดซับอยู่ที่ผิวคอลลอยด์ในรูปที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable form) เมื่อมีการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมลงไปในดินจะทำให้ K^+ ในสารละลายดิน และส่วนที่แลกเปลี่ยนได้จะสูงขึ้นกว่าปกติบางส่วนของ K^+ ที่แลกเปลี่ยนได้จึงถูกตรึงไว้ ซึ่งพืชไม่อาจจะใช้ประโยชน์ได้ชั่วคราว และหากมีการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมในอัตราที่สูงปริมาณของโพแทสเซียมที่ถูกตรึงก็จะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ทำให้เกิดการสะสมโพแทสเซียมในดินได้ โดยเมื่อระดับของ K^+ ที่แลกเปลี่ยนได้ในดินลดลง ส่วนใหญ่ของ K^+ ที่ถูกตรึงไว้ก็จะถูกปลดปล่อยออกมาได้

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระดับธาตุอาหารในดิน และต้นลำไยกับการแสดงอาการต้นโทรม ในสวนลำไย 10 สวน พบว่าดินมีโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 176.30-410.38 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งจัดอยู่ในเกณฑ์ที่สูงมาก ทั้งนี้เนื่องจากมีการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมซัลเฟต โพแทสเซียมคลอไรด์ หรือปุ๋ยผสมที่มีอัตราส่วนของโพแทสเซียมสูงเช่นสูตร 13-13-21 ในอัตรา 2-3 กิโลกรัมต่อต้น โดยใส่เพื่อเป็นปุ๋ยบำรุงผลในระยะก่อนการเก็บเกี่ยว (เมล็ดเริ่มเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล) ซึ่งระดับของโพแทสเซียมที่มีมากเกินไปอาจขัดขวางการดูดแคลเซียม และแมกนีเซียมของพืชได้ เนื่องจากเกิดภาวะปฏิปักษ์ระหว่างธาตุดังกล่าว และจากผลการวิเคราะห์ใบลำไยที่ปลูกในดินที่มีระดับโพแทสเซียมสูง พบว่ามีปริมาณแคลเซียม และแมกนีเซียมในใบต่ำกว่าใบลำไยที่ปลูกในดินที่มีระดับโพแทสเซียมต่ำ (ยุทธนา และคณะ, 2543) สอดคล้องกับที่มีรายงานว่าการให้โพแทสเซียมกับต้นแอปเปิลมากเกินไปจะทำให้พืชมีการดูดใช้แคลเซียมในใบ และลำต้นลดลง (Kaith and Awasthi, 1995) ตรงกับที่มีรายงานว่าระดับโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินสวนทุเรียนอยู่ในระดับปานกลางถึงสูง (76.9-131.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) นอกจากนี้ยังพบภาวะปฏิปักษ์ระหว่างโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมในดินในสวนทุเรียนด้วย (สุมิตรา และคณะ, 2544)

สำหรับดินที่ปลูกลองกองโดยทั่วไปมีความอุดมสมบูรณ์ตามสภาพธรรมชาติต่ำ แต่เนื่องจากมีการจัดการธาตุอาหารโดยการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยเคมี จึงทำให้มีการสะสมของอินทรียวัตถุ และธาตุอาหารพืชบางชนิดของดินภายใต้ร่มเงาของต้นลองกองสูงกว่าดินบริเวณภายนอกร่มเงาของต้นลองกอง (จำเป็น และคณะ, 2547) ผลการวิเคราะห์ดินใต้ทรงพุ่มของลองกองพบว่าโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีค่า 166.3-386.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งจัดอยู่ในเกณฑ์ที่สูงมาก ในขณะที่ดินบริเวณนอกทรงพุ่มมีค่าโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เท่ากับ 66.3-74.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งจัดอยู่ในระดับปานกลาง (พิรุณ, 2543; ราชัน, 2545; มนูญ, 2546) แสดงให้เห็นว่ามีการนำปุ๋ยโพแทสเซียมมาใช้ในสวนลองกองมาก โดยพบว่าระดับของ

โพแทสเซียมในดินภายใต้ร่มเงาของลองกองมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินในประเทศไทยมากคือสูงกว่า 120 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (เอิบ, 2544) การที่เกษตรกรนำปุ๋ยโพแทสเซียมมาใช้ในสวนลองกองมากและมีการใช้ซ้ำ ๆ ในระยะยาวอาจมีผลทำให้เกิดการสะสมโพแทสเซียมในดินสูงขึ้น ซึ่งจะมีผลต่อสมดุลของธาตุอาหาร และทำให้ความเป็นประโยชน์ของแคลเซียม และแมกนีเซียมลดต่ำลงได้

3. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

3.1 ศึกษาผลของปุ๋ยโพแทสเซียมต่อการพัฒนาผล และคุณภาพผลผลิตของลองกอง

3.2 ศึกษาผลของปุ๋ยโพแทสเซียมต่อความเข้มข้นของธาตุอาหารในผลผลิต และส่วนประกอบของผลผลิตลองกอง

3.3 ศึกษาผลของปุ๋ยโพแทสเซียมต่อความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบลองกองในระยะการพัฒนาของผลลองกอง

3.4 ศึกษาผลของปุ๋ยโพแทสเซียมต่อสมบัติของดินที่ใช้ปลูกลองกอง