

Thesis Title	Application of Chitosan-based Coating Incorporated with Citric Acid and Potassium Sorbate to Delay Pericarp Browning, Chilling Injury and Decay of Fresh Longan Fruit	
Author	Mr. Wittaya Apai	
Degree	Doctor of Philosophy (Postharvest Technology)	
Thesis Advisory Committee	Asst. Prof. Dr. Uraporn Sardsud	Chairperson
	Asst. Prof. Dr. Vicha Sardsud	Member
	Dr. Pichaya Boonprasom	Member
	Dr. Benjamas Ratanachinakorn	Member

ABSTRACT

An alternative treatment for replacing sulfur dioxide (SO₂) fumigation of fresh longan fruit was studied. Fresh longan fruits were dipped in 1 - 3% citric acid (CA) mixed with 1 - 1.2% (w/v) chitosan (Cts) and packed in foam trays wrapped with 11 µm PVC films. It was found that pericarp browning was significantly delayed for 5 and 27 days at ambient temperature and 5°C. The delay in pericarp browning of fruit treated with CA alone and the control fruit was less than 5 and 20 days respectively. The CA content in pericarp homogenate had a negative correlation with the pericarp pH and browning index. CA mixed with Cts delayed CA degradation in the pericarp and lowered pericarp pH, compared to 1.0% CA treatment. In addition, an increase in polyphenol oxidase (PPO) activity was also delayed. However, the disease incidence of this treatment was still persisted. Application of 0.3% (w/v) potassium sorbate (PS) in 1.2% Cts dissolved with 3.0% CA reduced the mold and yeast population on the pericarp. It decreased the disease incidence up to 15 days when compared with 6 days of control fruit at 10°C. In addition, sorbic acid residue was not detected in the

longan flesh and the pericarp color was not affected when compared with the application of PS at the concentration of more than 0.6% in chitosan.

The effect of Cts, CA and PS on the growth of *Lasiodiplodia theobromae* LP20 was investigated in both *in vitro* and *in vivo* trials. The inhibition of spore germination and radial growth *in vitro* increased as their concentrations increased. Abnormalities of hypha subjected to each component were found under microscopic observation. *In vivo* trials showed that 1.2% Cts+0.3% PS+3.0% CA combination showed high efficacy to delay the disease development compared to those treated with 0.3% PS+3.0% CA and 0.3% PS alone. The effects of Cts component on pathogenesis-related proteins (PR-proteins): chitinase; and β -1, 3-glucanase activity were studied. It was found that PR-proteins were slightly induced but not sufficient to delay disease development. The enzyme induction was mostly related to wounding and pathogenic infection. Chitosan along with PS+CA maintained the highest amount of sorbic acid content in the pericarp, which is known to be of great importance in longan resistance to this fungus.

The optimum storage temperatures after coating with 1.2% Cts + 3.0% CA + 0.3% PS at pH 2.8 was assessed by storing the fruits at 2, 5 and 20°C. The temperature at 5°C was most suitable for storage and delayed browning due to less severe chilling injury (CI) than that at 2°C. Adjusting pH of 1.2% Cts + 3.0% CA + 0.3% PS to 3.3 significantly delayed pericarp browning for 32 days at 4±1°C, 90% RH, longer than those treated at pH 2.8 and control fruit for 24 and 28 days respectively. Moreover, the fruit decay, weight loss, increase of pericarp pH, PPO activity, total phenolic content loss and sorbic acid degradation in fruit pericarp were also delayed. The PR-proteins were related to the CI tolerance. SO₂ stimulated PR-proteins production; however, the fruits showed the poorest eating qualities. Whereas, the fruits dipped in 1.2% Cts + 3.0% CA + 0.3% PS at pH 3.3 retained excellent fruit color and eating qualities during cold storage and subsequent display for sale at ambient conditions.

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์	การใช้ไคโตซานร่วมกับกรดซิตริก และ โปแตสเซียมซอร์เบต เพื่อชะลอการเปลี่ยนสีน้ำตาลของเปลือก อากาศะทำนหนาว และการเน่าเสียของผลลำไยสด	
ผู้เขียน	นายวิทยา อภัย	
ปริญญา	วิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต (วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว)	
คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผศ.ดร. อูราภรณ์ สอาดสุด	ประธานกรรมการ
	ผศ.ดร. วิชชา สอาดสุด	กรรมการ
	อาจารย์ ดร. พิชญญา บุญประสม	กรรมการ
	ดร. เบญจมาศ รัตนชินกร	กรรมการ

บทคัดย่อ

การทดลองเพื่อหาสารทดแทนการใช้ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในลำไยสด โดยการแช่ผลลำไยใน กรดซิตริก 1 - 3% ร่วมกับไคโตซาน 1 - 1.2% (w/v) เก็บรักษาในถาดโฟมหุ้มด้วยฟิล์ม PVC ความหนา 11 ไมโครเมตร สามารถชะลอการเปลี่ยนสีน้ำตาลได้นานที่สุด 5 และ 27 วันเมื่อเก็บรักษาที่ อุณหภูมิห้อง และที่ 5°C ตามลำดับ ในขณะที่การใช้กรดซิตริกอย่างเดียว และชุดควบคุม ชะลอการ เปลี่ยนสีน้ำตาลได้น้อยกว่า 5 วัน และ 20 วัน ตามลำดับ ปริมาณกรดซิตริกในเปลือกมีความสัมพันธ์เชิง ลบกับค่า pericarp pH และ browning index การใช้กรดซิตริกร่วมกับไคโตซานช่วยชะลอการสูญเสีย ปริมาณกรดซิตริกในเปลือก และลด pericarp pH เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้กรดซิตริก 1% เพียงอย่าง เดียว และยังชะลอการเพิ่มขึ้นของกิจกรรมของเอนไซม์ polyphenol oxidase (PPO) แต่อย่างไรก็ตาม กรรมวิธีดังกล่าวยังไม่สามารถควบคุมการเกิดโรคบนผลได้นัก การผสมวัตถุกันเสียโปแตสเซียมซอร์ เบต 0.3% (w/v) ในไคโตซาน 1.2% ที่ละลายด้วยกรดซิตริก 3.0% ช่วยลดปริมาณเชื้อราและยีสต์บนผิว เปลือก และมีประสิทธิภาพเพียงพอต่อการลดการเกิดโรคได้เป็นเวลา 15 วัน ในขณะที่ชุดควบคุมลดได้ เพียง 6 วันเมื่อเก็บรักษาที่ 10°C นอกจากนี้ยังตรวจไม่พบการตกค้างของกรดซอร์บิกในส่วนเนื้อ และ ไม่มีผลต่อสีผิว เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้โปแตสเซียมซอร์เบตที่ความเข้มข้นสูงกว่า 0.6%

การทดสอบผลขององค์ประกอบสารเคลือบผิว ได้แก่ ไคโตซาน, กรดซิตริก และโปแตสเซียมซอร์เบตต่อเชื้อรา *Lasiodiplodia theobromae* LP20 ในสภาพ *in vitro* และ *in vivo* พบว่าการยับยั้งการงอกของสปอร์และการเจริญของเส้นใยมีค่าสูงขึ้นตามความเข้มข้นขององค์ประกอบสารเคลือบผิวที่สูงขึ้น และมีผลต่อลักษณะผิปกติของเส้นใยของเชื้อราเมื่อศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ การทดลองในสภาพ *in vivo* พบว่าการใช้ไคโตซาน 1.2% ร่วมกับกรดซิตริก 3.0% และโปแตสเซียมซอร์เบต 0.3% ช่วยชะลอพัฒนาการของความรุนแรงของโรคจาก *L. theobromae* LP20 บนผลลำไยซึ่งปลูกเชื้อได้ดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้โปแตสเซียมซอร์เบต 0.3% ร่วมกับกรดซิตริก 3.0% และการใช้โปแตสเซียมซอร์เบต 0.3% เพียงอย่างเดียว การศึกษาผลของไคโตซานที่เป็นส่วนผสมในสารเคลือบผิวต่อการสร้าง Pathogenesis-related proteins (PR-proteins) ในเปลือก ได้แก่ กิจกรรมของเอนไซม์ chitinase และ β -1,3-glucanase พบว่าไคโตซานช่วยกระตุ้นการสร้างได้เพียงเล็กน้อยไม่เพียงพอต่อการชะลอการพัฒนาการของโรค ส่วนใหญ่แล้วพบว่าการสร้างเอนไซม์ทั้งสองชนิดเกิดจากผลที่เกิดจากการปลูกเชื้อและการติดเชื้อ การชะลอการเกิดโรคเกิดจากส่วนผสมที่เป็นโปแตสเซียมซอร์เบตในสารเคลือบผิวไคโตซานที่ละลายด้วยกรดซิตริกซึ่งตรวจพบปริมาณกรดซอร์บิกซึ่งเป็นสารออกฤทธิ์ในเปลือกจากกรรมวิธีดังกล่าวมากที่สุด

การทดสอบเพื่อหาอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเก็บรักษาผลลำไย 3 ระดับ ได้แก่ 2, 5 และ 20 °C ภายหลังจากการเคลือบผิวด้วยไคโตซาน 1.2% ร่วมกับกรดซิตริก 3.0% และโปแตสเซียมซอร์เบต 0.3% pH 2.8 พบว่าอุณหภูมิ 5 °C เหมาะสมที่สุดสำหรับการเก็บรักษาและช่วยชะลอการเปลี่ยนสีน้ำตาลเนื่องจากอาการสะท้อนหนาวได้ดีกว่าที่ 2 °C การปรับ pH ของสารเคลือบผิวไคโตซาน 1.2% ร่วมกับกรดซิตริก 3.0% และโปแตสเซียมซอร์เบต 0.3% เท่ากับ 3.3 มีผลช่วยลดการเปลี่ยนสีน้ำตาลได้นานที่สุด 32 วันที่อุณหภูมิ 4±1 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 90% นานกว่าที่ pH 2.8 และ ชุดควบคุมที่ชะลอการเปลี่ยนสีน้ำตาลได้นาน 24 และ 28 วัน นอกจากนี้ยังช่วยชะลอการเกิดโรค, การสูญเสียน้ำหนัก, การเพิ่มของ pericarp pH, กิจกรรมของเอนไซม์ PPO, การลดลงของ total phenolic content และลดการสลายตัวของปริมาณกรดซอร์บิกในเปลือก PR-proteins สัมพันธ์กับการทนทานต่ออาการสะท้อนหนาว จากการศึกษาพบว่าการใช้ SO₂ ช่วยกระตุ้นการสร้าง PR-proteins ได้มากที่สุด แต่อย่างไรก็ตาม SO₂ มีผลทำให้คุณภาพเนื้อต่ำที่สุด ในขณะที่การใช้สารเคลือบผิวไคโตซาน 1.2% ร่วมกับกรดซิตริก 3.0% และโปแตสเซียมซอร์เบต 0.3% ที่ปรับ pH 3.3 มีการยอมรับของผู้บริโภคที่สูงทั้งคุณภาพด้านสีผิวเปลือกและเนื้อทั้งเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำและนำมาวางจำหน่ายที่อุณหภูมิห้อง