การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการปรับปรุงกระบวนการรม SO_2 กับผลลำไยสดโดยเป็นการออกแบบห้องรม SO_2 ที่มีระบบหมุนเวียนอากาศแบบบังคับทั้งแนวตั้งและแนวนอนเข้ามาช่วยในกระบวนการรม SO_2 ซึ่งผลจากการศึกษาพบว่า ระบบหมุนเวียนอากาศแบบบังคับแนวตั้ง (vertical forced-air) มีความเหมาะสมอย่างยิ่งที่จะนำมาใช้ในกระบวนการรม SO_2 กับผลลำไยสด เนื่องจากสามารถบังคับอากาศหรือแก๊ส SO_2 เข้าไปสัมผัสกับผลลำไยที่บรรจุในตะกร้าทั้งทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้าและทรงสี่เหลี่ยมคางหมูซึ่งเป็นตะกร้าที่ใช้ในทางการค้ามากกว่าระบบหมุนเวียนอากาศแบบบังคับแนวนอน (horizontal forced-air) ที่สามารถบังคับอากาศหรือแก๊ส SO_2 ได้เฉพาะผลลำไยซึ่งบรรจุในตะกร้าทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้าเท่านั้น และพัดลมดูดอากาศสำหรับระบบหมุนเวียนอากาศแบบบังคับแนวตั้งที่จะนำมาใช้ในกระบวนการรม SO_2 กับผลลำไยสดต้องมีอัตราการไหลอากาศไม่ต่ำกว่า 0.60 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที จึงจะทำให้มีความเร็วการไหลอากาศภายในตะกร้าบรรจุผลลำไยที่เหมาะสมและช่วยให้ผลลำไยมีปริมาณ SO_2 ตกค้างที่สม่ำเสมอใกล้เคียงกัน

เมื่อทำการศึกษาถึงกระบวนการรม SO_2 ทั้งที่ได้จากการเผาผงกำมะถันและจากถังอัดความดันโดยตรงกับผลลำไยสดที่บรรจุในตะกร้าทรงสี่เหลี่ยมคางหมูซึ่งเป็นตะกร้าที่ใช้ในทางการค้าด้วยระบบหมุนเวียนอากาศแบบบังคับแนวตั้งพบว่า การใช้แก๊ส SO_2 จากถังอัดความดันโดยตรงใช้เวลาสำหรับขั้นตอนการปล่อยแก๊ส SO_2 เข้าสู่ห้องรมน้อยกว่าการเผาผงกำมะถันประมาณ 3-4 เท่า แต่การใช้แก๊ส SO_2 ทั้งสองรูปแบบมีผลต่อปริมาณ SO_2 ตกค้างและคุณภาพของผลลำไยสดใกล้เคียงกัน ($p \geq 0.05$) โดยระดับความเข้มข้นของแก๊ส SO_2 หลังสิ้นสุดการรม 4,000 ppm ซึ่งต่ำกว่าระดับความเข้มข้นตามคำแนะนำของสถาบันอาหารหรือตามที่ผู้ประกอบการใช้กันโดยทั่วไปคือ 15,000-20,000 ppm ประมาณ 4-5 เท่า มีความเหมาะสมที่สุดสำหรับนำมาใช้ในกระบวนการรม SO_2 กับผลลำไยสด โดยสามารถป้องกันการเกิดโรคและการเกิดสีน้ำตาลที่เปลือกผลลำไยได้ไม่ต่ำกว่า 20 วัน ที่อุณหภูมิ 2 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 95 เปอร์เซ็นต์ ที่สำคัญคือ ช่วยให้ผลลำไยมีปริมาณ SO_2 ตกค้าง โดยเฉพาะในเนื้อผลหลังจากรมทันทีไม่เกิน 8 ppm ต่ำกว่าเกณฑ์สูงสุดที่ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนกำหนดไว้คือ 50 ppm ถึงร้อยละ 80 และจากการศึกษาร่วมกับสถานประกอบการถึงความเป็นไปได้ในการนำเอาแก๊ส SO_2 จากถังอัดความดันโดยตรงมาใช้ปฏิบัติในเชิงการค้ากับผลลำไยสด โดยการส่งออกผลลำไยสดซึ่งผ่านกระบวนการรม SO_2 จากถังอัดความดันโดยตรงตามกรรมวิธีที่เหมาะสมดังกล่าวไปยังประเทศฮ่องกงและประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนแล้วพบว่า มีความเป็นไปได้สูงที่จะนำเอาแก๊ส SO_2 จากถังอัดความดันโดยตรงมาใช้งานในเชิงการค้า เนื่องจากช่วยให้ผลลำไยมีลักษณะปรากฏโดยเฉพาะความสดของผิวเปลือกดีกว่าผลลำไยที่ผ่านกระบวนการรม SO_2 จากการเผาผงกำมะถันของสถานประกอบการ สาเหตุนั้นอาจเป็นไปได้ว่า การเผาผงกำมะถันเพื่อให้ได้แก๊ส SO_2 ออกมา

ต้องใช้ความร้อนสูงถึง 250 °ซ ดังนั้นจึงทำให้ภายในห้องรม SO_2 มีความร้อนเกิดขึ้นและส่งผลกระทบต่อความสดของผิวเปลือกผลลำไยดังกล่าว

สำหรับการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์ของกระบวนการรม SO_2 ทั้งที่ได้จากถังอัดความดันโดยตรงและจากการเผาผงกำมะถันกับผลลำไยสดด้วยระบบหมุนเวียนอากาศแบบบังคับแนวตั้งพบว่า การใช้แก๊ส SO_2 จากถังอัดความดันโดยตรงมีค่าใช้จ่ายหรือต้นทุนต่อหน่วยประมาณ 0.50 บาทต่อกิโลกรัมผลลำไยสด ส่วนการเผาผงกำมะถันมีค่าใช้จ่ายหรือต้นทุนต่อหน่วยประมาณ 0.10 บาทต่อกิโลกรัมผลลำไยสด หรือถูกกว่าการใช้แก๊ส SO_2 จากถังอัดความดันโดยตรงประมาณ 5 เท่า และเมื่อนำเอาค่าใช้จ่ายในการลงทุนสร้างห้องรม SO_2 ด้วยระบบหมุนเวียนอากาศแบบบังคับแนวตั้งพร้อมชุดอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้สำหรับดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้ ซึ่งมีกำลังการผลิต 10.6 ตันต่อวัน มารับจ้างรม SO_2 กับผลลำไยสดในราคา 1 บาทต่อกิโลกรัมผลลำไยสด พบว่า การใช้แก๊ส SO_2 จากถังอัดความดันโดยตรง มีจุดคุ้มทุนที่ 1,075 ตันต่อปี และมีระยะเวลาคืนทุนที่ 3.4 เดือน ส่วนการใช้แก๊ส SO_2 จากการเผาผงกำมะถัน มีจุดคุ้มทุนที่ 617 ตันต่อปี และมีระยะเวลาคืนทุนที่ 2 เดือน

The objective of this research was to improve the SO_2 fumigation process on fresh longan by applying the forced-air circulation technique in semi-industrial scale. The SO_2 fumigation chamber was designed to facilitate both vertical and horizontal forced-air circulation experiments. It is found that the vertical forced-air circulation was suitable for both rectangular (ideal experimental purpose) and trapezoidal baskets (commonly used in commercial practice). The vertical forced-air circulation allowed SO_2 gas to contact with pre-packed longan inside both types of baskets better than the horizontal forced-air circulation which worked well only for the rectangular basket. The basket flow-thru for vertical-forced air circulation must be supplied at least 0.6 m^3/sec to ensure a uniform air flow throughout the basket and SO_2 residue on the longan.

The study of SO_2 fumigation process on the longan pre-packed in trapezoidal basket using vertical forced-air technique indicates that SO_2 gas from direct gas tank required less process time than SO_2 fumigation from incinerating sulfur powder 3-4 times. However, SO_2 residue and quality of fumigated longan were not significant different ($p>=0.05$). The final SO_2 concentration of 4,000 ppm was effective to extend shelf life of fresh longan longer than 20 days at 2 $^{\circ}C$ / 95%RH. This SO_2 concentration was 4-5 times lower than the recommended dose by National Food Institute or the regular usage by the processor of 15,000 and 20,000 ppm. The SO_2 residue in the pulp on our fumigation experiment was 8 ppm, less than the maximum residue level (MRL) exported to China of 50 ppm by 80%. Preliminary study of commercial practice on direct-gaseous with vertical forced-air fumigated longan shipped to Hong Kong and China showed satisfaction to longan exporter where fumigated longan appeared more peel freshness than the longan fumigated by regular commercial technique. It was possible that the high process temperature of SO_2 fumigation by sulfur powder incineration which required 250$^{\circ}C$ in the burning process causing high temperature in fumigation room deteriorate the quality of longan fruit.

For economic analysis of SO_2 fumigation process on longan with forced-air technique, it was found that directly SO_2 gas yielded the operating expense about 0.5 baht/kg fresh longan. Meanwhile the fumigation expense from sulfur incineration was about 0.10 baht/kg fresh longan, which was lower than those from directly SO_2 gas by 5 times. With the estimated investment of research-graded fumigation chamber with capacity of 10.6 tons/day, applying on fumigation service price of 1 baht/kg fresh longan using directly SO_2 gas, the breakeven point and pay back period were 1,075 tons/year and 3.4 months whereas the breakeven point and pay back period of sulfur incineration were 617 tons/year and 2 months.