

คุณภาพของผลลำไยสดที่ผ่านการรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO₂)

โดยเทคนิคหมุนเวียนอากาศแบบบังคับในแนวตั้ง

The Quality of Fresh Longan Fruits Fumigated with Sulfur Dioxide under Vertical Forced-Air Technique

กนกวรรณ ชันนบ¹, จักรพงษ์ พิมพพิมล² และจิ่งแท้ ศิริพานิช¹Kanokwan Kubnop¹, Jakraphong Phimphimol² and Jingtair Siriphanich¹

Abstract

The implementation of SO₂ fumigation under vertical forced-air technique by direct SO₂ gas from a compressed gas tank and by burning of sulfur powder using two SO₂ concentrations (2,000 and 4,000 mg/l) at the end on the process was studied. This fumigation, the air flow rate was set at 0.60 m³/s with the trapezoid shape basket (commercial packaging). The results revealed that the quality of fresh longans treated with both SO₂ sources at all concentrations were similar after storage at 2°C and 95 %RH for 20 days. Total soluble solids content was about 16.7-19.9 °brix and the brightness value (L*) of longan peel was around 46-50. These qualities were not different from longan under the conventional application and better than the untreated control. The SO₂ residue in the peel and pulp were between 1,414-2,177 and 1-9 mg/kg, respectively. After 20 days of storage the residue declined to about 852-1,097 and 0 mg/kg, respectively. This technique was also effective in preventing post-harvest decay and browning on longan peel similar to those obtained from commercial fumigation process.

Keyword: Sulfur dioxide, air circulation, quality longan

บทคัดย่อ

การศึกษาคุณภาพของผลลำไยสดพันธุ์ดอที่ผ่านกระบวนการรมด้วย SO₂ โดยอากาศแบบบังคับในแนวตั้งด้วยการใช้ SO₂ จากถังอัดความดันโดยตรงและการเผาผงกำมะถันร่วมกับความเข้มข้นหลังสิ้นสุดการรม 2 ระดับ คือ 2,000 และ 4,000 mg/l โดยใช้อัตราการไหลของอากาศ 0.60 m³/s และใช้ตะกร้าทรงสี่เหลี่ยมคางหมู (บรรจุภัณฑ์ทางการค้า) เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2°C ความชื้นสัมพัทธ์ 95 % เป็นระยะเวลา 20 วัน พบว่าการใช้ SO₂ ทั้ง 2 รูปแบบและระดับความเข้มข้นหลังสิ้นสุดการรมทั้ง 2 ระดับ ไม่มีผลต่อคุณภาพของผลลำไย คือ มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ประมาณ 16.7-18.2 องศาบริกซ์และมีค่าความสว่าง (L*) ของผิวเปลือกประมาณ 46-48 ซึ่งไม่แตกต่างกับผลลำไยที่ผ่านกระบวนการ SO₂ จากผู้ประกอบการ และมีคุณภาพดีกว่าผลลำไยที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการ SO₂ (ชุดควบคุม) ส่วนปริมาณ SO₂ ตกค้างในเปลือกและเนื้อผลหลังการรมทันทีพบประมาณ 1,414-2,177 และ 1-9 mg/kg ตามลำดับ และลดลงจนเหลือประมาณ 852-1,097 และ 0 mg/kg ตามลำดับ เมื่อเก็บรักษาไว้ 20 วัน โดยยังคงป้องกันการเกิดโรคและการเกิดสีน้ำตาลบนเปลือกผลลำไยได้ดีเช่นเดียวกับการรมด้วยวิธีทางการค้าทั่วไป

คำสำคัญ: ซัลเฟอร์ไดออกไซด์, หมุนเวียนอากาศ, คุณภาพลำไย

คำนำ

การนำระบบหมุนเวียนอากาศแบบบังคับ (forced-air) เข้ามาใช้ในกระบวนการรม SO₂ กับผลลำไยสดช่วยให้มีอัตราการไหลของอากาศไหลผ่านเข้าภายในตะกร้าบรรจุผลลำไยสูงและสม่ำเสมอมากกว่าการใช้ระบบหมุนเวียนอากาศแบบปกติ (circulating-air) ตามที่ผู้ประกอบการใช้อยู่ และเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุด จำเป็นจะต้องเลือกใช้บรรจุภัณฑ์ที่สามารถวางเรียงซ้อนกันได้โดยไม่มีช่องว่างเกิดขึ้น เนื่องจากการใช้ระบบหมุนเวียนอากาศแบบนี้เป็นการบังคับอากาศที่อยู่รอบๆ ภาชนะบรรจุให้ไหลผ่านภาชนะบรรจุเข้ามาสัมผัสกับผลลำไยได้มากขึ้น แต่ในทางการค้าโดยทั่วไป ภาชนะที่ใช้บรรจุผลลำไยเป็นตะกร้าทรงสี่เหลี่ยมคางหมู เมื่อนำมาวางเรียงซ้อนกันแล้วมีช่องว่างเกิดขึ้นระหว่างตะกร้า ส่งผลให้อากาศที่อยู่รอบๆ ภาชนะบรรจุไหลผ่านช่องว่างนั้นมากกว่าที่จะสัมผัสกับผลลำไย ด้วยเหตุนี้จึงเป็นข้อจำกัดอย่างหนึ่งสำหรับการนำเอาระบบหมุนเวียน

¹ ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร/ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

¹ Department of Horticulture, Faculty of Agriculture/Postharvest Technology Innovation Center, Kasetsart University, Kumphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140

² ภาคเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

² Department of Postharvest Technology Faculty of Engineering and Agro-Industry, Maejo university, Chaingmai 50290

อากาศแบบ forced-air มาใช้ในกระบวนการรม SO_2 กับผลลำไยสดมาใช้ในปัจจุบัน การปรับรูปแบบการรม SO_2 กับผลลำไยสดด้วยวิธีหมุนเวียนอากาศแบบบังคับจากเดิมเป็นแนวนอนให้เป็นแนวตั้ง จะสามารถช่วยให้มีความเร็วการไหลของอากาศในตะกร้าเพิ่มมากขึ้น (จักรพงษ์ และคณะ, 2550) การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ทราบคุณภาพของผลลำไยสดที่ผ่านการรม SO_2 ด้วยวิธีหมุนเวียนอากาศบังคับในแนวตั้ง เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการปรับรูปแบบการรม SO_2 กับผลลำไยสดในทางการค้าต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. รูปแบบการใช้และระดับความเข้มข้นของ SO_2 หลังสิ้นสุดการรมที่มีต่อคุณภาพของผลลำไยสด

นำผลลำไยสดพันธุ์ตอจากจังหวัดลำพูน (ม.ย.-ก.ย. 2552) มารมด้วย SO_2 โดยระบบหมุนเวียนอากาศแบบบังคับในแนวตั้งที่อัตราการไหลของอากาศ $0.60 \text{ m}^3/\text{s}$ วางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) จัดสิ่งทดลองแบบ 2×2 factorial ประกอบด้วยปัจจัยแรก คือการใช้แก๊ส SO_2 จากถังอัดความดันโดยตรงและการเผาผงกำมะถัน ส่วนปัจจัยที่สอง คือความเข้มข้น SO_2 หลังสิ้นสุดการรม 2,000 และ 4,000 mg/l สุ่มเก็บตัวอย่างจากแต่ละกรรมวิธี (3 ซ้ำๆ ละ 25 ตะกร้า) เพื่อทำการวิเคราะห์ปริมาณ SO_2 ตกค้างในเปลือกและเนื้อด้วยวิธี Modified Monier - William Method (AOAC, 1984) แล้วตรวจสอบคุณภาพดังนี้ การเกิดโรค, การเกิดสีน้ำตาลด้วยการให้คะแนน 0 - 4 (0 คือ ไม่มีการเกิดโรคและสีน้ำตาล, 1-4 คือ การเกิดโรคและสีน้ำตาลเรียงจากน้อยไปมาก) โดยประเมินจากสายตา, ค่าความสว่างผลลำไยโดยใช้เครื่องวัดสี Minolta แล้วรายงานผลเป็นค่า L^* ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 0 (สีดำ) จนถึง 100 (สีขาว) และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) โดยใช้เครื่อง hand refractometer แล้วรายงานค่าเป็นองศาบริกซ์ ทั้งหลังจากการรมทันทีและหลังจากการเก็บผลลำไยที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 95 % ทุกๆ 5 วัน เป็นระยะเวลา 20 วัน

2. การเปรียบเทียบคุณภาพของผลลำไยสดที่ผ่านการรมแบบบังคับในแนวตั้งกับแบบของผู้ประกอบการทั่วไป

นำผลลำไยพันธุ์ตอที่ผ่านกระบวนการรมด้วย SO_2 โดยระบบหมุนเวียนอากาศแบบบังคับในแนวตั้ง (เลือกกรรมวิธีที่เหมาะสมจากการทดลองแรก) มาเปรียบเทียบกับผลลำไยที่ผ่านกระบวนการรม SO_2 จากผู้ประกอบการทั่วไปและผลลำไยที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการรม SO_2 (ชุดควบคุม) โดยวางแผนการทดลองแบบ CRD รวมเป็น 3 กรรมวิธี แล้วเก็บตัวอย่างเพื่อศึกษาเช่นเดียวกับการทดลองแรก

ผลและวิจารณ์

1. รูปแบบการใช้และระดับความเข้มข้นของ SO_2 หลังสิ้นสุดการรมที่มีต่อคุณภาพของผลลำไยสด

เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2°C ความชื้นสัมพัทธ์ 95 % เป็นระยะเวลา 20 วัน พบว่า ณ ระดับความชื้น 95 % การใช้ SO_2 ทั้ง 2 รูปแบบและระดับความเข้มข้นหลังสิ้นสุดการรมทั้ง 2 ระดับ ไม่มีผลต่อคุณภาพของผลลำไย คือมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ประมาณ 16.7-18.2 องศาบริกซ์และมีค่าความสว่างของผิวเปลือกประมาณ 46-48 ส่วนปริมาณ SO_2 ตกค้างในเปลือกและเนื้อผลหลังการรมทันทีพบใกล้เคียงกันประมาณ 1,414-2,177 และต่ำกว่า 9 mg/kg ตามลำดับ และลดลงจนเหลือประมาณ 852-1,097 และ 0 mg/kg ตามลำดับ เมื่อเก็บรักษาไว้ 20 วัน เนื่องจากปริมาณการดูดซึมของ SO_2 ของผลลำไยมีค่าคงที่เป็น 0.66-0.80 g/kg (ชิงชิง, 2535) ซึ่งยังคงป้องกันการเกิดโรคและการเกิดสีน้ำตาลบนเปลือกผล (Figure 1) เพราะ SO_2 เป็นแก๊สที่มีฤทธิ์เป็นกรดจึงสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราที่เป็นสาเหตุของโรคเน่าได้ ขณะเดียวกันยังสามารถป้องกันการทำงานของเอนไซม์ polyphenol oxidase (PPO) ซึ่งเป็นเอนไซม์สำคัญในปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลของผักผลไม้ (จิ่งแท้, 2549)

2. การเปรียบเทียบคุณภาพของผลลำไยสดที่ผ่านการรมแบบบังคับในแนวตั้งกับแบบของผู้ประกอบการทั่วไป

เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2°C ความชื้นสัมพัทธ์ 95 % เป็นระยะเวลา 20 วัน พบว่าผลลำไยที่ผ่านกระบวนการรม SO_2 จากถังอัดความดันโดยตรงด้วยระบบหมุนเวียนอากาศแบบบังคับในแนวตั้งที่ระดับความเข้มข้น 4,000 mg/l และผลลำไยที่ผ่านกระบวนการรม SO_2 จากผู้ประกอบการมีคุณภาพของผลลำไยไม่แตกต่างกันคือ มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ประมาณ 16.7-17.8 องศาบริกซ์และมีค่าความสว่างของผิวเปลือกประมาณ 47 ซึ่งมีคุณภาพดีกว่าชุดควบคุม ส่วนปริมาณ SO_2 ตกค้างในเปลือกหลังรมทันทีของผลลำไยที่ผ่านกระบวนการรม SO_2 จากทั้งสองกรรมวิธีพบใกล้เคียงกันประมาณ 2,050-2,100 mg/kg และลดลงจนเหลือประมาณ 1,000-1,110 mg/kg เมื่อเก็บรักษาไว้ 20 วัน ขณะที่ผลลำไยที่ผ่านกระบวนการรม SO_2 ด้วยระบบหมุนเวียนอากาศแบบบังคับในแนวตั้งพบปริมาณ SO_2 ตกค้างในเนื้อหลังรมทันทีเพียง 8 mg/kg เท่านั้น และไม่พบเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 5 วัน แต่ผลลำไยที่ผ่านกระบวนการรม SO_2 จากผู้ประกอบการพบหลังรมทันที 34 mg/kg และ

ยังคงพบ 2 mg/kg เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 20 วัน เนื่องจากระดับความเข้มข้นของ SO₂ หลังสิ้นสุดการรมที่ใช้ในระบบ หมุนเวียนอากาศแบบบังคับมีระดับต่ำกว่าที่ชิงชิง (2553) หรือสถาบันอาหาร (2541) แนะนำไว้ คือ 12,000-15,000 mg/l ถึง 4 เท่าและการใช้ระบบนี้ช่วยให้มีความเร็วในการไหลของอากาศภายในตะกร้าลำไยเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นจึงทำให้เกิด SO₂ สัมผัสกับผลลำไยโดยเฉพาะบริเวณผิวเปลือกได้มากกว่าที่จะซึมลงไปในส่วนเนื้อของผล (จักรพงษ์, 2550) โดยกระบวนการรม SO₂ จากทั้งสองกรรมวิธียังคงป้องกันการเกิดโรคและการเกิดสีน้ำตาลบนเปลือกผลได้ดีเมื่อเทียบกับผลลำไยชุดควบคุม (Figure 2)

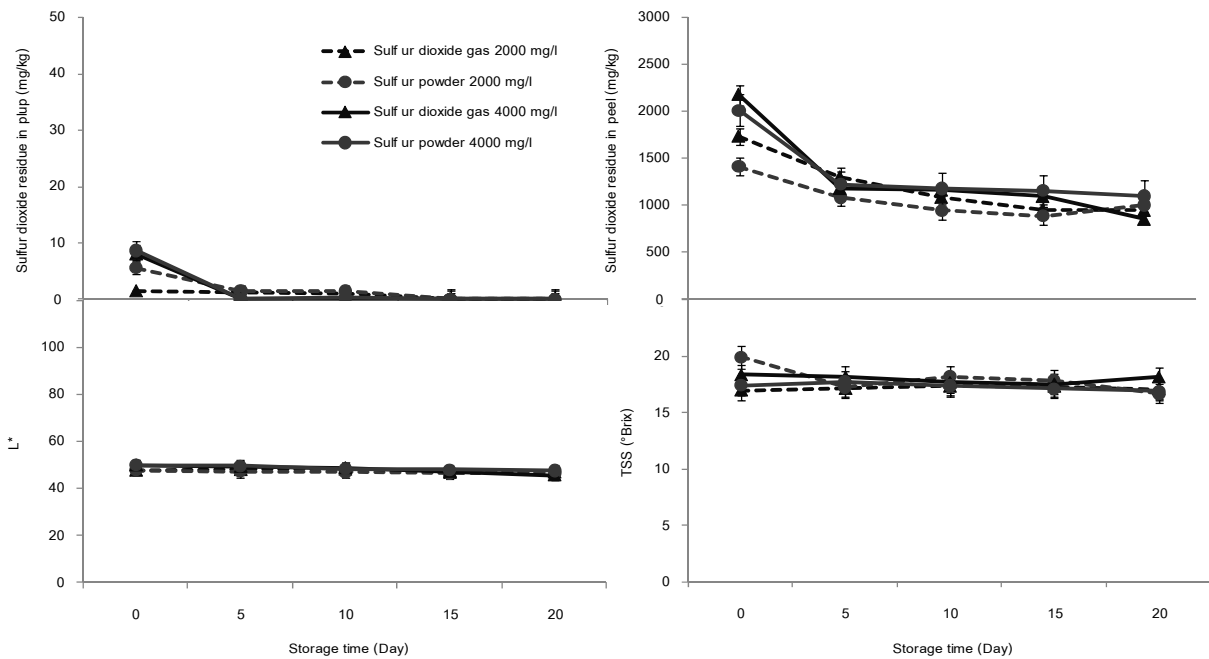


Figure 1 The SO₂ residue in pulp and peel, lightness (L*), and total soluble solids content of longan after fumigation by a vertical forced-air technique at 0.60 m³/s during 20 days of storage at 2 °C and 95% RH

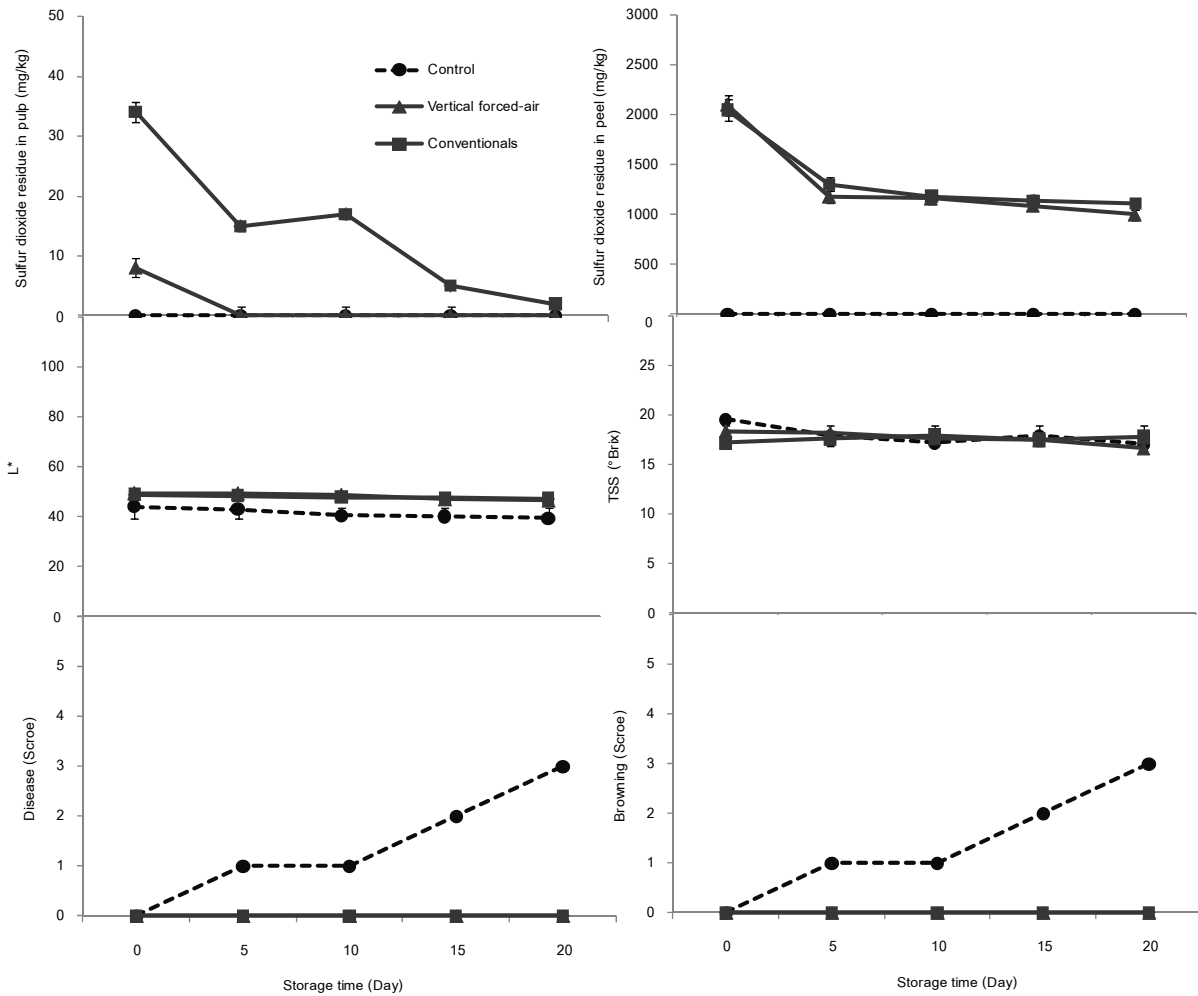


Figure 2 The SO₂ residue in pulp and peel, disease incidence, skin browning, lightness (L*) and total soluble solids content of longan after fumigation during 20 days of storage at 2 °C and 95% RH

สรุป

คุณภาพของผลลำไยในบรรจุภัณฑ์ทางการค้าที่ผ่านกระบวนการรม SO₂ จากถังอัดความดันโดยตรงด้วยระบบหมุนเวียนอากาศแบบบังคับในแนวตั้งที่อัตราการเร็วของอากาศ 0.60 m³/s ความเข้มข้น SO₂ หลังสิ้นสุดการรม 4,000 mg/l และผลลำไยที่ผ่านกระบวนการ SO₂ จากผู้ประกอบการไม่แตกต่างกันและมีคุณภาพดีกว่าชุดควบคุม โดยยังคงป้องกันการเกิดโรคและการเกิดสีน้ำตาลบนเปลือกผลได้ดีเมื่อเทียบกับผลลำไยชุดควบคุม เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 95 % เป็นระยะเวลา 20 วัน

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยและศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว

เอกสารอ้างอิง

จักรพงษ์ พิมพ์พิมล, จาตุพงษ์ วาฤทธิ์ และ สมเกียรติ จตุรงค์กล้าเลิศ. 2550. การรมซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO₂) กับผลลำไยสดด้วยวิธีหมุนเวียนอากาศแบบ forced-air. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่. 87น.
 จรุงแท้ ศิริพานิช. 2549. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. พิมพ์ครั้งที่ 6. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม. 396 น.
 ชิงชิง ทองดี. 2535. การปฏิบัติการที่ถูกต้อง (GMP) ในการรมควันลำไยด้วย SO₂, เอกสารการฝึกอบรมกรมควินซัลเฟอร์ไดออกไซด์กับลำไยสดหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อการส่งออก. โรงแรมรามมารีเด้นส์, กรุงเทพฯ. 80น.
 สถาบันอาหาร. 2541. คู่มือการอบรมควัน - อบแห้งลำไย (พร้อมกรรมวิธีการผลิตและแบบแปลน). พิมพ์ครั้งที่ 1. บริษัท อินโนมีเดีย จำกัด, กรุงเทพฯ. 74 น.