

การใช้สารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์และกรดออกซาลิกเพื่อลดการเกิดสีน้ำตาลของเปลือกผลลำไยระหว่างการเก็บรักษา

Applications of Sodium Metabisulfite and Oxalic Acid to Reduce the Pericarp Browning of Longan during Storage

จuthามาศ พร้อมบุญ¹ กาญจนา วรราชกร² ปฐมพงศ์ เพ็ญไชยา² สมโภชน์ น้อยจินดา³ และ เฉลิมชัย วงษ์อารี^{1,2}
Juthamad Promboon¹, Kanjana Worarad², Pathompong Penchaiya² Sompoch Noichinda³ and Chalermchai Wongs-Aree^{1,2}

Abstract

The development in finding appropriate alternative postharvest technologies to reduce sulfur dioxide fumigation on long browning and decay control is a real challenge. In the present experiment, 'E-dor' longan was trimmed to be individual fruit and then dipped in 1.0% oxalic acid (OA) containing 1.0% (1.0% SMS) or 2.5% sodium metabisulfite (2.5%SMS) for 5 min, compared to SO₂ fumigated and nontreated fruit. All fruit was stored at 5°C, 90-95% RH. After treatments of SO₂ and SMS+OA, fruit peels changed to brighter yellow colour compared to nontreated control. Peel of control turned brown quickly after storage, and SMS+OA fruit peels gradually changed to brown within 9 days, whereas SO₂ treated fruit remained bright yellow with slight changes in the peel colour throughout storage of 15 days. Pulp soluble solid contents were stable in each treatment. Furthermore, disease incidence was 8.0% in control, 5.6% in 1.0% SMS+OA, and 1.3% in 2.5% SMS+OA on day 15, while it was not found in SO₂ treatment. Nevertheless, sulfur-remaining compounds were detected in the peel of SO₂ fumigated fruit at 1,200-1,300 ppm throughout storage and in the pulp at 72.8 ppm at the first 6 days. On the other hand, it was less than 10 ppm in the peel and undetectable in the pulp of SMS+OA treated fruit during storage.

Keywords: longan, E-dor, SO₂ fumigation replacement, oxidizing agents, pericarp browning

บทคัดย่อ

การพัฒนาเทคโนโลยีทางเลือกหลังการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมเพื่อทดแทนการรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ในการควบคุมการเกิดสีน้ำตาลและการเน่าเสียของผลลำไยเป็นสิ่งที่ท้าทายสำหรับงานวิจัยทางด้านวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว ในการทดลองนี้ นำผลลำไยพันธุ์อีโดร์มาตัดชิ้นให้เป็นผลเดี่ยวแล้วแช่สารละลาย กรดออกซาลิก (OA) ความเข้มข้นร้อยละ 1.0 ที่มีโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ (SMS) ร้อยละ 1.0 (1.0%SMS+OA) หรือ 2.5 (2.5%SMS+OA) นาน 5 นาที เปรียบเทียบกับผลที่รมซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO₂) ทางการค้า และผลปกติ (nontreated control) แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90-95 หลังการทำทรีทเมนต์เปลือกลำไยที่แช่ SMS+OA และที่รม SO₂ เปลี่ยนไปเป็นสีเหลืองและสว่างมากขึ้นเมื่อเทียบกับผลสดควบคุม โดยเปลือกผลสดควบคุมเปลี่ยนไปเป็นสีน้ำตาลอย่างรวดเร็วหลังการเก็บรักษา ส่วนเปลือกลำไยที่แช่สาร SMS+OA ทั้ง 2 ระดับ ค่อยๆ เปลี่ยนไปเป็นสีน้ำตาลมากขึ้นภายใน 9 วัน ในขณะที่ลำไยที่รม SO₂ สีเปลือกยังคงเหลืองสว่างและมีค่าการเปลี่ยนแปลงสีเพียงเล็กน้อยตลอดการเก็บรักษา 15 วัน ค่าของแข็งที่ละลายน้ำได้ของเนื้อในแต่ละชุดการทดลองค่อนข้างคงที่ นอกจากนี้ผลลำไยในชุดควบคุมการเกิดโรค 8.0%, 1%SMS+OA เกิด 5.6% และ 2.5%SMS+OA พบ 1.3% ในวันที่ 15 ในขณะที่ผลที่รม SO₂ ไม่มีการเกิดโรค อย่างไรก็ตามผลที่รม SO₂ มีสารซัลเฟอร์ตกค้างในเปลือก 1,200-1,300 ppm ตลอดการเก็บรักษา ส่วนในเนื้อพบ 72.8 ppm ในช่วง 6 วันแรก ส่วนผลที่แช่ SMS+OA มีซัลเฟอร์ตกค้างในเปลือกน้อยกว่า 10 ppm และไม่พบสารตกค้างในเนื้อตลอดการเก็บรักษา

คำสำคัญ: ลำไย อีโดร์ การทดแทนการรม SO₂ สารออกซิไดซิ่ง เปลือกสีน้ำตาล

¹ สาขาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (บางขุนเทียน) กรุงเทพฯ 10150

¹ Division of Postharvest Technology, School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi (Bangkhuntien), Bangkok 10150

² ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม กรุงเทพมหานคร 10400

² Postharvest Technology Innovation Center, Ministry of Higher Education, Science, Research and Innovation, Bangkok 10400

³ สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพฯ 10800

³ Division of Agro-Industrial Technology, Faculty of Applied Science, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Bangkok 10800

บทนำ

ประเทศไทยมีศักยภาพสูงในการผลิตและส่งออกลำไยสด ไทยส่งออกลำไยเป็นอันดับ 1 ของโลก ปริมาณการส่งออกลำไยในปี พ.ศ. 2562 (ก่อนเข้าสู่วิกฤตเชื้อโคโรนาไวรัสระบาดในปี 2563) รวมทั้งสิ้น 28,904 ล้านบาท โดยตลาดส่งออกที่สำคัญ คือ จีน และอินโดนีเซีย เป็นต้น (กรมการค้าต่างประเทศ, 2564)

อย่างไรก็ตาม ลำไยมีอายุการเก็บรักษาเพียง 2-3 วัน สีผิวเปลือกจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลและเน่าเสียง่าย จึงมีการรมลำไยสดด้วยแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) เพื่อให้เปลือกสวยและช่วยยืดอายุการเก็บรักษาได้นานขึ้น แต่ก็มี SO_2 ตกค้างในลำไยในปริมาณที่มีผลเสียต่อสุขภาพ (Subhadrabandhu and Yapwattanaphun, 2000; Jiang *et al.*, 2002) โดยกฎหมายระหว่างประเทศอนุญาตให้มี SO_2 ตกค้างในอาหารได้ไม่เกิน 50 ppm (FAO/WHO, 2006) ดังนั้นจึงมีการพยายามหาวิธีที่จะนำมาทดแทนการรม SO_2 มีทั้งการใช้กรดอินทรีย์ เช่น กรดซิตริก ไฮโดรคลอริก และออกซาลิก (OA) หรือสารในกลุ่ม reducing agents เช่น โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ (SMS) ซึ่งยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลในผักและผลไม้ได้ การใช้ OA กับมะพร้าวตัดแต่งช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงสีของเปลือกมะพร้าวได้ดี แต่ยังคงดีกว่าการใช้ SMS (ลัดดาวลัย และคณะ, 2552) การแช่มะพร้าวน้ำหอมตัดแต่งใน OA เข้มข้นร้อยละ 2.5 ร่วมกับโซเดียมคลอไรด์เข้มข้นร้อยละ 4 นาน 5 นาที ก่อนการเก็บรักษาสามารถยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลและการเกิดโรคได้ดีไม่แตกต่างจากการแช่ใน SMS เข้มข้นร้อยละ 3 (พนิดา และคณะ, 2554) ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาแนวทางการใช้สารโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ (SMS) ร่วมกับกรดออกซาลิก (OA) กับผลลำไยเพื่อเป็นแนวทางในการยืดอายุผลลำไยทดแทนการรมซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในโรงอุปทานเพื่อการค้าปลีกทั้งในประเทศและการส่งออก

อุปกรณ์และวิธีการ

นำผลลำไยพันธุ์ดอสดที่ไม่ผ่านการรมสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์จากสวนในจังหวัดจันทบุรี ขนส่งโดยรถห้องเย็นมายังห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพมหานคร ทำการคัดเลือกลำไยโดยแยกผลลำไยออกจากก้าน จากนั้นนำไปล้างทำความสะอาด และแช่ในสารละลายคลอโรกซ์ (Clorox) เข้มข้น 200 ppm เพื่อทำการฆ่าเชื้อเบื้องต้น และผึ่งให้แห้งด้วยพัดลม จากนั้นนำลำไยที่แห้งแล้วมาแบ่งเป็นชุดการทดลองได้ดังนี้

- | | |
|----------------|---|
| ชุดการทดลองที่ | 1 ผลปกติที่ไม่ผ่านการรมสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และแช่สารใด ๆ (ชุดควบคุม) |
| ชุดการทดลองที่ | 2 ผลที่ผ่านการรม SO_2 จากโรงคัดบรรจุตามระบบการค้า |
| ชุดการทดลองที่ | 3 ผลที่แช่ OA เข้มข้นร้อยละ 1 ที่มี SMS ร้อยละ 1 นาน 10 นาที |
| ชุดการทดลองที่ | 4 ผลที่แช่ OA เข้มข้นร้อยละ 1 ที่มี SMS ร้อยละ 2.5 นาน 10 นาที |

นำผลลำไยทั้งหมดมาเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90-95 ตรวจเช็คการเปลี่ยนแปลงสีเปลือก (โดยเครื่อง Minolta รุ่น CR-400), อัตราการเปลี่ยนแปลงสีเปลือก (ΔE), ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของเนื้อ (โดยเครื่อง digital refractometer), การสูญเสียคุณภาพของผลลำไยจากการเกิดเชื้อรา (%Fungal incidence = (จำนวนผลลำไยที่เกิดเชื้อรา / จำนวนผลลำไยทั้งหมด) \times 100) และปริมาณสารประกอบซัลเฟอร์ตกค้างในผล

ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

หลังการทำทริทเมนต์เปลือกลำไยที่แช่ SMS+OA และที่รม SO_2 เปลี่ยนไปเป็นสีเหลือง และสว่างมากขึ้นอย่างเด่นชัดเมื่อเทียบกับผลปกติที่ไม่ได้ใช้สาร โดยมีค่า L^* และ hue angle ที่มากขึ้น (Figure 1 A และ B) โดยเปลือกผลชุดควบคุมเปลี่ยนไปเป็นสีน้ำตาลอย่างรวดเร็วหลังการเก็บรักษา ส่วนเปลือกลำไยที่แช่สาร SMS+OA ค่อยๆ เปลี่ยนไปเป็นสีน้ำตาลมากขึ้นภายใน 9 วัน และไม่แตกต่างกันในทั้ง 2 ระดับ แต่ผลที่แช่ 1%SMS+OA มีสีสดและอิมกว่า 2.5%SMS+OA เล็กน้อย (Figure 1 C) ในขณะที่ลำไยที่รม SO_2 สีเปลือกยังคงเหลืองสว่างและมีค่าการเปลี่ยนแปลงสีเพียงเล็กน้อยตลอดการเก็บรักษา 15 วัน (Figure 1 D) SO_2 และ SMS เป็นสารในกลุ่ม reducing agents ที่สูญเสียอิเล็คตรอนในการทำปฏิกิริยา ทั้ง SO_2 และ SMS สามารถใช้ฟอกสีในผัก ผลไม้ และอาหารให้มีสีซีดลงหรือสว่างขึ้น โดยสารซัลเฟอร์มีผลลด chromophoric carbonyl group ของเม็ดสี นอกจากนี้สารประกอบซัลเฟอร์นี้ยังลดบทบาทการใช้ออกซิเจนและยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ออกซิเดสในปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล เนื่องจาก SO_2 เป็น reducing agents ที่แรงมาก (Castle, 2004) ส่วน OA มีฤทธิ์เป็น acidulate ทำให้ pH ของเซลล์ลดลงซึ่งมีผลยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ออกซิเดสได้เช่นกัน (ลัดดาวลัย, 2552) ดังผลการทดลองของพรรณ

ทิพา และคณะ (2549) พบว่าการแช่ผลลำไยสดใน SMS เข้มข้นร้อยละ 7.5 ร่วมกับการแช่ OA เข้มข้นร้อยละ 5 นาน 5 นาที ช่วยชะลอการเปลี่ยนสีผิวเปลือกลำไยและสีมีความสม่ำเสมอ

ค่าของแข็งที่ละลายน้ำได้ของเนื้อในแต่ละชุดทดลองค่อนข้างคงที่โดยมีค่าในช่วง 19-20 %Brix ตลอดการเก็บรักษา (Figure 2A) นอกจากนี้ผลลำไยในชุดควบคุมเกิดโรคร้อยละ 8 ส่วน 1%SMS+OA เกิดร้อยละ 5.6 และ 2.5%SMS+OA พบ ร้อยละ 1.3 ในวันที่ 15 ในขณะที่ผลที่รม SO₂ ไม่มีการเกิดโรคระหว่างการเก็บรักษา เนื่องมาจากฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อแบคทีเรีย และเชื้อราที่ดีของสารประกอบซัลเฟอร์ (Nwachukwu *et al.*, 2012)

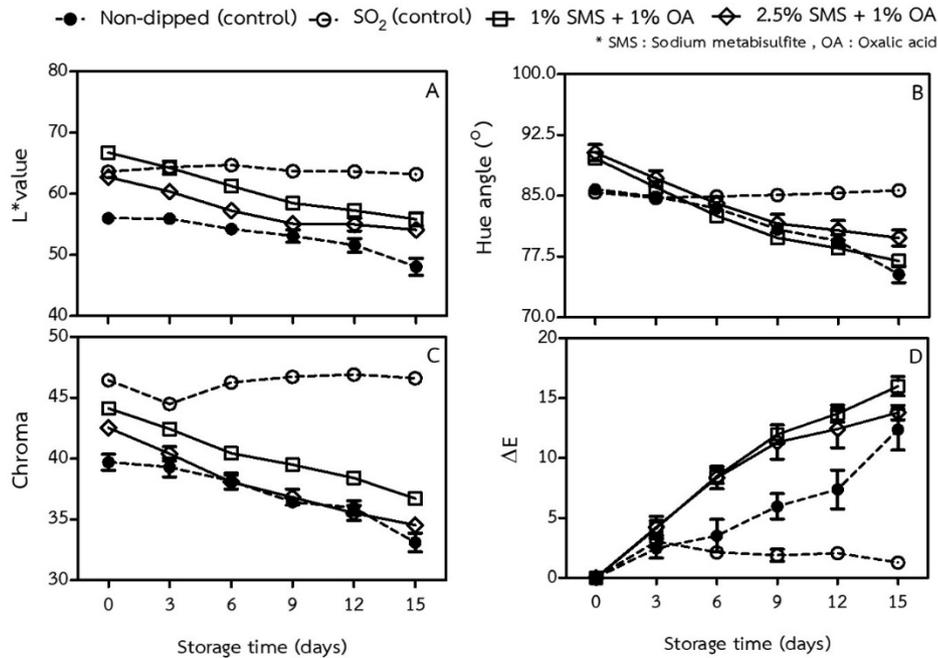


Figure 1 Changes in peel colours in L* values (A), hue angles (B), chroma (C), and ΔE (D) of longan fruit commercially fumigated with SO₂, or dipped in 1%SMS+1%OA or 2.5%SMS+1%OA compared to non-treated control, and then stored at 5°C, 90-95% RH.

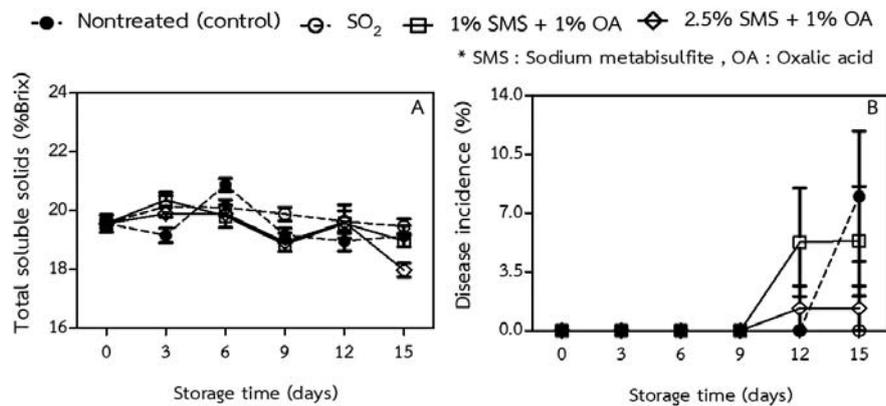


Figure 2 Changes in pulp soluble solids (A), and disease incidence (B) of longan fruit commercially fumigated with SO₂, or dipped in 1%SMS+1%OA or 2.5%SMS+1%OA compared to non-treated control, and then stored at 5°C, 90-95% RH.

อย่างไรก็ตามผลลำไยที่รม SO₂ มีสารซัลเฟอร์ตกค้างในเปลือก 1,200-1,300 ppm ตลอดการเก็บรักษา ส่วนในเนื้อพบ 72.8 ppm ในช่วง 6 วันแรกแต่ตรวจไม่พบในวันที่ 15 ส่วนผลที่แช่ SMS+OA มีซัลเฟอร์ตกค้างในเปลือกน้อยกว่า 10 ppm และไม่พบสารตกค้างในเนื้อตลอดการเก็บรักษา ยังคงเป็นเรื่องท้าทายอย่างมากในการหาวิธีการอื่นแทนการรมด้วย SO₂ เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาผลลำไยสด หากผู้บริโภคยังไม่เป็นเปลี่ยนทัศนคติในการบริโภค อย่างไรก็ตามการแช่ผลลำไยใน 1%SMS+

1%OA ช่วยรักษาคุณภาพผลลำไยหลังเก็บเกี่ยว และเป็นวิธีการทางเลือกหนึ่งเพื่อทดแทนการรมด้วย SO₂ โดยอาจนำไปใช้ร่วมกับวิธีการอื่นๆ ในการเก็บรักษาผลลำไยสดต่อไป

Table 1 Sulfur compounds remaining in fruit parts of longan commercial fumigated with SO₂ or dipped in 1%SMS + 1%OA and stored at 5°C, 90-95% RH

Treatments	Fruit Part	Sulfur compounds (mg/kg·FW)		
		D0	D6	D15
SO ₂	Pericarp	1,247.9±40.4	1,197.5±3.6	1,310.3±14.2
	Pulp	35.6±2.8	110.0±19.0	ND
1%SMS	+ Pericarp	<10	<10	<10
1%OA	Pulp	ND	ND	ND

สรุปผลการทดลอง

การแช่ผลลำไยใน 1%SMS+1%OA และ 2.5%SMS+1%OA จะลดการเกิดสีน้ำตาลในระหว่างการเก็บรักษาที่ 5 องศาเซลเซียสได้นาน 9 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับผลปกติที่เปลือกลำไยตั้งแต่วันแรกของการเก็บรักษา ขณะที่การรม SO₂ สามารถยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลได้ดีตลอดการเก็บรักษา แต่มีสารซัลเฟอร์ตกค้างในผลสูง

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับเงินสนับสนุนจากศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (รหัสโครงการ PS.P.8/2561) และขอขอบคุณ UGSAS, Gifu University, Japan สำหรับอุปการณ่วิทยาศาสตร์ในการทำงานวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- กรมการค้าต่างประเทศ. 2564. สินค้าที่มีมาตรการ นำเข้า-ส่งออก-นำผ่าน – ลำไยสด. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : <https://www.dft.go.th/th-th/Search-Results?search=%E0%B8%A5%E0%B8%B3%E0%B9%84%E0%B8%A2> (27 May 2021).
- พรพนทิพา บุญอินทร์, กานดา หวังชัย, กอบเกียรติ แสงนิล และจันทน์ อุทัยบุตร. 2549. ผลของสารยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลต่อสีเปลือกและคุณภาพของผลลำไยพันธุ์ตอระหว่างการเก็บรักษา. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 37(5 พิเศษ): 144-147.
- พนิดา พวงพันธ์, ชัยรัตน์ เตชวุฒิมพร, อภิรดี อุทัยรัตนกิจ, ผ่องเพ็ญ จิตอารีย์รัตน์ และวาริช ศรีละออง. 2554. การใช้สารทดแทนโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์เพื่อยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลในมะพร้าวอ่อน. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 42 (3 พิเศษ): 53-56.
- ลัดดาวัลย์ โกวิทย์เจริญ, วาริช ศรีละออง, เฉลิมชัย วงษ์อารี, ผ่องเพ็ญ จิตอารีย์รัตน์ และ ชัยรัตน์ เตชวุฒิมพร. 2552. การยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลบนเปลือกมะพร้าวอ่อนโดยใช้สารป้องกันการเกิดสีน้ำตาล. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 40 (3 พิเศษ) : 315-318.
- Castle, M.S.L. 2004. Chemical Interactions between additives in foodstuffs: A Review. Food Additives and Contaminants 21(2): 93-124.
- FAO/WHO. 2006. Codex Alimentarius. Codex General Standard for Food Additives. CODEX STAN 192-1995, Rev. 7-2006. 120 pp.
- Jiang, Y., Z. Zhang, D.C. Joyce and S. Ketsa. 2002. Postharvest biology and handling of longan fruit (*Dimocarpus longan* Lour.). Postharvest Biology and Technology 26: 241-252.
- Nwachukwu, I.D., A.J. Slusarenko and M.C.H. Gruhke. 2012. Sulfur and sulfur compounds in plant defence. Natural Product Communications 7(3): 395-400.
- Subhadrabandhu, S. and C. Yapwattanaphun. 2000. Lychee and longan production in Thailand. The First International Symposium on Litchi and Longan, Guangzhou, China, 19-23 June, 2000.446 p.