

ผลของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ต่อคุณภาพของมะขามหวานพันธุ์สีทองหลังการเก็บเกี่ยว
Effect of Sulfur dioxide on Postharvest qualities of Sweet tamarind cv. Si thong

จิตตา สารตร์เพชร¹ อนวัช สุวรรณกุล¹ มยุรา ล้านไชย¹ ธวัชชัย บุญกลาง¹ และจันทรา ปานขวัญ¹
Chitta Sartpetch¹ Anawat Suwanagul¹ Mayura Lanchai¹ Tawatchai Boonklang¹ and Jantra Pankhwan¹

บทคัดย่อ

การศึกษามผลของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ต่อคุณภาพของมะขามหวานพันธุ์สีทองหลังการเก็บเกี่ยว โดยการใช้ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO₂) ในการรมมะขามหวานพันธุ์สีทองที่ระดับปริมาณความเข้มข้นตั้งแต่ 5, 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบกับมะขามหวานที่ไม่ผ่านการรม ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (ชุดควบคุม) จากนั้นนำไปตรวจสอบคุณภาพ ได้แก่ ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตกค้างในเปลือกและเนื้อ ปริมาณความชื้น ความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ การเปลี่ยนแปลงสีเปลือก และเนื้อ (L* a* b*) การเกิดเชื้อราและการเข้าทำลายของแมลง และการยอมรับของผู้บริโภค โดยตรวจสอบเป็นระยะเวลา 0, 15, 30, 45, 60 และ 75 วัน พบว่า ปริมาณ SO₂ ที่เหมาะสมในการเก็บรักษามะขามหวานพันธุ์สีทองที่ดีที่สุดคือ ปริมาณ SO₂ ที่ระดับความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากตลอดการเก็บรักษา มีสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตกค้างในปริมาณที่น้อย และมะขามหวานมีคุณภาพดีกว่ากรรมวิธีอื่น โดยมีปริมาณ SO₂ ตกค้างในเปลือกเท่ากับ 49.34 ppm และในเนื้อ เท่ากับ 1.17 ppm เมื่อเก็บรักษาได้ 75 วัน ซึ่งปริมาณการตกค้างลดลงตลอดการเก็บรักษาและอยู่ในระดับที่ไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค ในขณะที่ปริมาณ SO₂ ที่ความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณ SO₂ ตกค้างมากที่สุด โดยมีปริมาณในเปลือก เท่ากับ 84.99 ppm และในเนื้อ เท่ากับ 4.07 ppm

ABSTRACT

Effects of sulfur dioxide on postharvest qualities of sweet tamarind cv. Si thong were studied. The experiments used fumigation with sulfur dioxide (SO₂) at different concentrations 5, 10, 15 and 20 percent compared with non-fumigation (control) and qualities inspection such as sulfur dioxide residues in the peel and pulp, moisture content, pH, total soluble solids, titratable acidity, color values (L* a* b*), fungal and insect infection and consumer acceptance at 0, 15, 30, 45, 60 and 75 days. The results showed that concentration of sulfur dioxide at 10 percent had less sulfur dioxide residues with better qualities better than other treatments. In addition, the sulfur dioxide residues in the peel and pulp at 49.34 and 1.17 ppm, respectively do not harm with the consumer. However, the concentrations of sulfur dioxide at 20 percent had higher sulfur dioxide residues in the peel and pulp at 84.99 and 4.07 ppm, respectively.

Key Words: Tamarind cv. Si thong, Sulfur dioxide, Postharvest technology

^{*} Corresponding author, e-mail address: Chitta@tistr.or.th

¹ฝ่ายเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย 35 หมู่ 3 ด.คลองห้า อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120

¹Department of Agricultural Technology, Thailand Institute of Science and Technological Research, 35 Moo 3, Khlong 5, Khlong Luang, Pathum Thani, 12120

คำนำ

มะขามหวานจัดเป็นไม้ผลที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของประเทศไทย สามารถจำหน่ายได้ดีทั้งในและต่างประเทศ การส่งออกมะขามไปต่างประเทศจากสถิติที่ผ่านมาในปี 2554 มีมูลค่า 617,804,220 บาท จนกระทั่งปี 2556 มีมูลค่าการส่งออกเพิ่มมากขึ้น 663,025,099 บาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2557) ถึงแม้ว่าปริมาณการส่งออกจะเพิ่มมากขึ้น แต่เกษตรกรก็ยังคงพบปัญหา การเก็บรักษา คุณภาพมะขามหวาน หลังการเก็บเกี่ยว โดยปัญหาที่พบคือ การเข้าทำลายของเชื้อราและแมลงเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งเกษตรกรได้มีวิธีการแก้ปัญหาเหล่านี้คือ การนึ่งไอน้ำ (ล้งถึง) เป็นวิธีที่นิยมและมีการใช้กันมากที่สุด การอบด้วยไอร้อน การอบด้วยตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ และการอบด้วยตู้อบไมโครเวฟ วิธีการดังกล่าวสามารถช่วยยับยั้งหรือควบคุมการเจริญของเชื้อรา และการเข้าทำลายแมลงบางชนิด แต่ไม่อาจทำลายแมลงปีกแข็งได้ สำนักสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ ได้ดำเนินการศึกษาวิจัย การใช้วิธีการฉายรังสี เพื่อลดการสูญเสียของมะขามหวาน ยุทธพงศ์ และ วชิรา (2542) ทำการ ศึกษาพบว่า ถ้านำมะขามหวานมาลดความชื้นลง ด้วยการผึ่งแดดหรืออบไอร้อน แล้วบรรจุในกล่องพลาสติกที่ปิดสนิท เพื่อป้องกันแมลงได้ นำไปฉายรังสี แกมมาปริมาณ 1 กิโลเกรย์ จะสามารถควบคุมการเจริญของเชื้อรา และทำลายแมลงที่ติดมาได้หมดสิ้น แต่การเก็บรักษาด้วยวิธีนี้จะเสียค่าใช้จ่าย สูง ไม่เหมาะสำหรับเกษตรกรบางราย

เนื่องจากวิธีการต่างๆ ที่กล่าวมาพบว่า ผลผลิต ยังมีการเข้าทำลายของแมลง ยกเว้นการฉายรังสี ที่ผู้วิจัยจึงได้มองหาแนวทางในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งจากการศึกษาค้นคว้าพบว่า ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) เป็นสารเคมีที่มีฤทธิ์เป็นกรด นิยมนำมาใช้ในการเก็บรักษาอาหาร มีประสิทธิภาพสูงในการควบคุมการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ และยับยั้งปฏิกิริยาบางอย่างที่ก่อให้เกิดการเสื่อมสภาพของผลผลิต ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นเพื่อศึกษานาปริมาณความเข้มข้นของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่เหมาะสมต่อคุณภาพของมะขามหวานพันธุ์สีทองหลังการเก็บเกี่ยว และสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับผลผลิตอื่นๆ ได้

อุปกรณ์และวิธีการ

มะขามหวานพันธุ์สีทองจากแปลงปลูก จังหวัดเพชรบูรณ์ ขนย้ายมายังห้องปฏิบัติการฝ่ายเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) โดยได้คัดเลือกฝักมะขามที่มีคุณภาพดี ไม่มีลักษณะแตกร้าว และแมลงเข้าทำลาย นำมะขามผึ่งแดด 1/2 วัน เพื่อให้ความชื้นลดลง โดยมีความชื้นของฝัก 6-8 เปอร์เซ็นต์ ก่อนที่จะนำมาสู่กระบวนการทดลอง วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ทำการรมซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ที่ความเข้มข้นตั้งแต่ 5, 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบกับมะขามหวานที่ไม่ผ่านการรม ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (ชุดควบคุม) โดยมีวิธีการ ดังนี้ ชั่งน้ำหนักมะขามหวานพันธุ์สีทองความเข้มข้นละ 3 กิโลกรัม ใส่ลงในถังขนาด 18.93 ลิตร ให้เทปกาวปิดฝาถังให้สนิทเพื่อไม่ให้ปริมาณ SO_2 ที่อยู่ภายในรั่วไหลออกมา บริเวณฝาถังจะมีจุกยางใช้สำหรับการบรรจุ ปริมาณ SO_2 เข้าไปในถัง โดยใช้เข็มฉีดยาสูดจากถัง SO_2 ในปริมาณความเข้มข้นที่ 5 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับ 796.25 ppm และความเข้มข้นที่ 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แล้วฉีดผ่านจุกยางเพื่อให้ปริมาณ SO_2 ผ่านลงไปในถัง โดยวิธีการคำนวณอัตราการใช้ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ จาก สดศรี (2557) ดังนี้

สูตรการคำนวณอัตราการใช้ซัลเฟอร์ไดออกไซด์

$$\begin{aligned} \text{น้ำหนัก SO}_2 \text{ (กรัม)} &= S + M \\ &= (A \times B \times C) + (D \times E) \end{aligned}$$

- โดยที่ A = ความเข้มข้นของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่เหลือค้างไว้เมื่อสิ้นสุดการรวม
B = ปริมาตรส่วนที่ว่างในห้องรวม มีหน่วยเป็นลิตร (ปริมาตรห้องรวม - ปริมาตรมะขาม)
C = ความหนาแน่นของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่อุณหภูมิเฉลี่ยภายในห้องรวม อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส (มีค่า = 2.575 กรัม/ลิตร)
D = น้ำหนักของมะขามที่ใช้รวม มีหน่วยเป็นกิโลกรัม
E = อัตราการดูดซึมซัลเฟอร์ไดออกไซด์ของมะขาม (มีค่า = 0.66 กรัม/กิโลกรัม)

จากนั้นนำมะขามแต่ละความเข้มข้นที่รวม SO₂ เสร็จ ทิ้งไว้ 30 นาที แล้วนำมาบรรจุใส่กล่อง กล่องละ 1.5 กิโลกรัม เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 28±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 0, 15, 30, 45, 60 และ 75 วัน ทำการวิเคราะห์ และตรวจสอบคุณภาพ ได้แก่ ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตกค้างในเปลือกและเนื้อ ปริมาณความชื้น ของเนื้อมะขาม ความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกและเนื้อ (L* a* b*) การเกิดเชื้อรา และการยอมรับของผู้บริโภค จากการชิมรสชาติและการดมกลิ่น โดยมีการให้คะแนน ดังนี้ 0 = ไม่ชอบมากที่สุด 1 = ไม่ชอบมาก 2 = ไม่ชอบ 3 = ชอบ 4 = ชอบมาก 5 = ชอบมากที่สุด จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติและเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ความเชื่อมั่น 95%

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การรวมซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO₂) ในปริมาณความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม), 5, 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 28±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 0, 15, 30, 45, 60 และ 75 วัน ในการวิเคราะห์ปริมาณ SO₂ ในเปลือกและเนื้อของมะขามหวานพันธุ์สีทอง มีปริมาณ SO₂ ลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาเป็นเวลา 75 วัน จากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า การรวม SO₂ มีความแตกต่างทางสถิติ ในทุกกรรมวิธี โดยการรวม SO₂ ที่ความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณ SO₂ ตกค้างในเปลือกเท่ากับ 84.99 ppm ในเนื้อเท่ากับ 4.07 ppm มีการตกค้างมากที่สุด รองลงมาที่การรวม SO₂ ที่ความเข้มข้น 15, 10 และ 5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Figure 1) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย ของ พงศ์พันธุ์ และคณะ (2550) ได้กล่าวไว้ว่า จากคุณสมบัติของก๊าซ SO₂ ที่ไวต่ออากาศ มีคุณสมบัติในการระเหยประกอบกับสภาวะการเก็บรักษา ทำให้ปริมาณของก๊าซ SO₂ ที่ตกค้างภายในเปลือกและเนื้อมีค่าลดลงในทุกกรรมวิธี นอกจากนี้การเกิดเชื้อราและการเข้าทำลายของแมลง ยังเป็นปัญหาต่อคุณภาพและการเก็บรักษา จากการรวม SO₂ ในมะขาม พบว่า มีการเกิดเชื้อราและการเข้าทำลายน้อยกว่าชุดควบคุม โดยที่ปริมาณ SO₂ ที่ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ มีการเกิดเชื้อราและแมลงน้อยที่สุดเท่ากับ 0.6 คะแนน (Figure 1) และการยอมรับของผู้บริโภค จากการชิมรสชาติและการดมกลิ่น พบว่า มะขามหวานที่ผ่านการรวม SO₂ ที่ความ

เข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ มีการยอมรับมากที่สุดเท่ากับ 4.6 คะแนน ในขณะที่การรม SO₂ ที่ความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ มีการยอมรับของผู้บริโภคคนน้อยที่สุดเท่ากับ 3.2 คะแนน (Figure 1) ได้สอดคล้องกับ Arthey (1975) พบว่า ระดับความเข้มข้นของสารเคลือบผิวมีผลต่อคุณภาพของผลไม้ ซึ่งทำให้เกิดกลิ่นและรสชาติที่ผิดปกติ

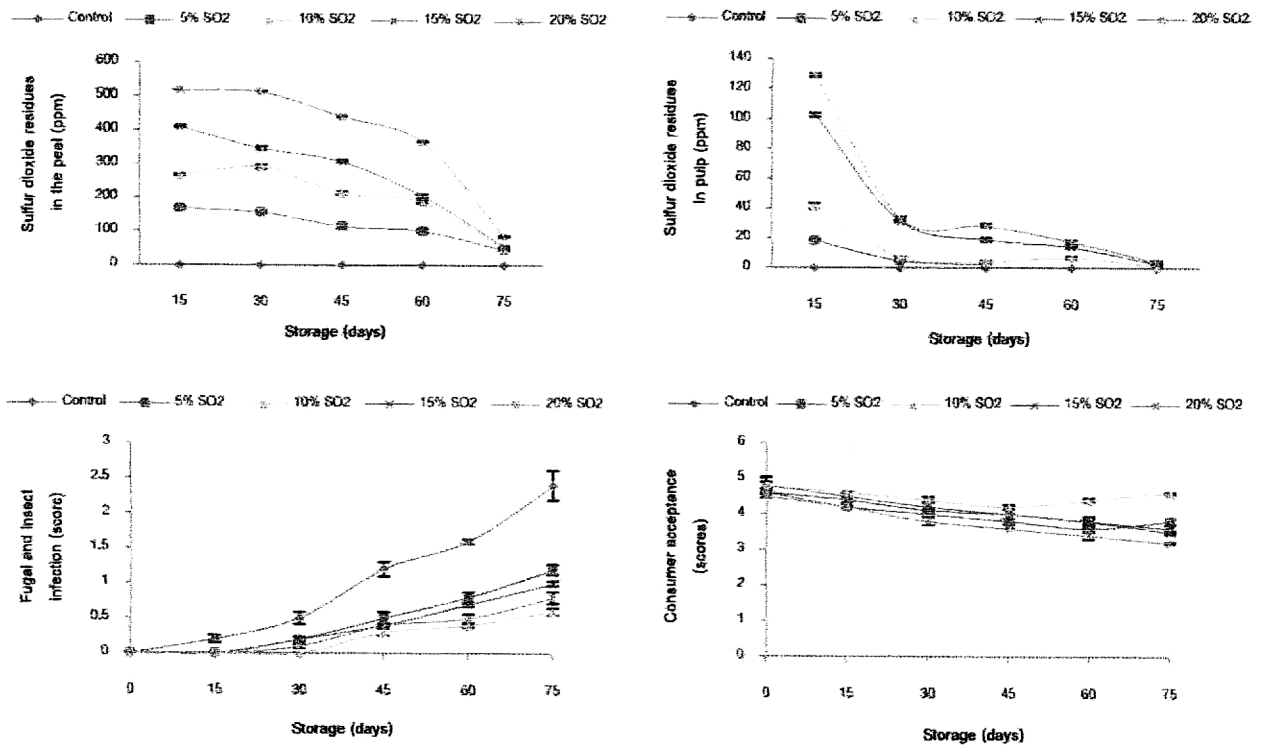


Figure 1 Sweet tamarind fumigation by sulfur dioxide (SO₂) at range of concentration after 75 days at temperature 28±2 °C, (A) sulfur dioxide residues in the peels, (B) sulfur dioxide residues in the pulps, (C) fungal and insect infection and (D) consumer acceptance.

การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพ ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงสีผิวของเปลือกและเนื้อของมะขามหวานพันธุ์สีทอง พบว่า สีเปลือกมีค่าความสว่าง (L*) อยู่ในช่วง 56.07-59.29 ค่า a* อยู่ในช่วง 5.97-7.54 ค่า b* อยู่ในช่วง 15.15-16.32 ส่วนสีเนื้อมะขามมีค่า L* อยู่ในช่วง 42.35-46.16 ค่า a* อยู่ในช่วง 6.60-7.43 และค่า b* อยู่ในช่วง 9.49-11.77 (Table 1)

นอกจากนี้การวิเคราะห์ทางด้านเคมี ได้แก่ ปริมาณความชื้นของเนื้อมะขาม อยู่ในช่วง 6.67-8.74 % ค่าความเป็นกรด-ด่าง อยู่ในช่วง 4.12-4.24 ส่วนปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ มีค่าลดลง ตลอดอายุการเก็บรักษา ที่นานขึ้น สาเหตุเหล่านี้เกิดจากกระบวนการหลังการเก็บเกี่ยวและการเก็บรักษาที่นานขึ้น ทำให้คุณภาพของมะขามหวานมีการเสื่อมสภาพลงตามอายุการเก็บรักษา (Table 1)

Table 1 Physiological and chemical analysis of fumigated sweet tamarind by range of sulfur dioxide concentration after 75 days at temperature 28±2 °C

Treatment	Color value in peel and pulp						Moisture content in pulp (%)	Titratable acidity (%)	Total soluble solid (° Brix)	pH
	L*		a*		b*					
	peel	pulp	peel	pulp	peel	pulp				
0 (Control)	56.07 ^a	42.35	5.97	6.60	15.15	10.72	7.86	0.78 ^b	21.70 ^c	4.12 ^a
5 % SO ₂	57.70 ^b	42.99	6.40	6.99	15.78	10.87	6.67	0.73 ^b	21.33 ^c	4.23 ^d
10 % SO ₂	57.31 ^a	45.77	7.54	7.43	16.32	9.49	8.74	0.72 ^b	17.87 ^b	4.24 ^d
15 % SO ₂	59.29 ^c	45.11	7.13	6.53	15.88	10.77	8.17	0.77 ^b	18.48 ^b	4.19 ^d
20 % SO ₂	57.99 ^b	47.16	7.46	6.78	15.97	11.77	7.63	0.61 ^a	16.53 ^a	4.21 ^c
F-test	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	**	*
CV. (%)	2.14	5.86	16.04	26.8	5.90	29.20	15.42	9.78	11.72	1.14

Means in the same column followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT

สรุป

การศึกษานหาปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO₂) ที่เหมาะสมต่อคุณภาพมะขามหวานพันธุ์สีทองหลังการเก็บเกี่ยว พบว่า ปริมาณ SO₂ ที่ความเข้มข้นระดับต่างๆ สามารถลดการเกิดเชื้อราและการเข้าทำลายของแมลงได้ดีกว่าชุดควบคุม และการเก็บรักษามี คุณภาพทางด้านกายภาพและเคมี ที่แตกต่างกันเล็กน้อย ส่วนความเข้มข้นที่เหมาะสมจากการศึกษาครั้งนี้คือ ปริมาณ SO₂ ที่ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณ SO₂ ตกค้างในเปลือกเท่ากับ 49.34 ppm และในเนื้อเท่ากับ 1.17 ppm เมื่อเก็บรักษาได้ 75 วัน ซึ่งปริมาณการตกค้างลดลงตลอดการเก็บรักษา และอยู่ในระดับที่ไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค

เอกสารอ้างอิง

- พงศ์พันธุ์ จิ่งอยู่สุข สมเพชร เจริญสุข และวิทยา อภัย. 2550. ศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการตกค้างของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในผลลำไยสด. กรมวิชาการเกษตร.
- ยุทธพงศ์ ประชาสิทธิศักดิ์ และวชิรา พริ้งคุลกะ. 2542. วิธีการฉายรังสีมะขามหวาน: เทคโนโลยีเพื่อการปรับปรุงคุณภาพมะขามหวานและการยอมรับมะขามหวานฉายรังสีของผู้บริโภค การประชุมวิชาการเทคนิคของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ชีวภาพ ครั้งที่ 15 2542. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน หน้า 85-95.
- สวดศรี เนียมเปรม . 2557. ซัลเฟอร์ไดออกไซด์กับการประยุกต์ใช้ ในอุตสาหกรรมการส่งออกลำไย . สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.). 28, 53/72 หน้า.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2557. ระบบแสดงข้อมูลด้านสถิติ [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://www.oae.go.th/oae_report/export_import/main.php, 15 กรกฎาคม 2557.
- Arthey, VD.1975. Quality of horticultural products, Butterworths, London, 288 pp.