Agricultural Sci. J. 37 : 5 (Suppl.) : 116-119 (2006) ว. วิทย. กษ. 37 : 5 (พิเศษ) : 116-119 (2549)

ผลของการห่อผลต่อองค์ประกอบทางเคมีในเปลือกผลลำไยพันธุ์อีดอ

Effects of Bagging on Chemical Components of Longan Fruit Pericarp (*Dimocarpus longan* Lour.) cv. E-Daw

สมชาติ ไหมชู[1] ธีรนุช เจริญกิจ[1] พาวิน มะโนชัย[1] และสุจิตรา รตนะมโน[2]
Somchad Maicho[1], Theeranuch Jaroenkit[1], Pawin Marnochai[1] and Sujitra Ratanamarno[2]

Abstract

Effect of bagging on chemical components of longan (*Dimocarpus longan* Lour.) rind cv. "E-Daw" was studied compared to un-bagged fruit. The result showed that total phenolic, chlorophyll a, chlorophyll b, total chlorophyll, β-carotene and total anthocyanins in the rind of bagged fruit had a chance to be higher than that of un-bagged fruit. In other hand, total phenolic compounds of bagged fruit was lower than that of un-bagged fruit. L-value of bagged fruit was higher than that of un-bagged fruit whereas, a-value and b-value trended to be lower.

Keyword: Longan, bagging, pigments in rind

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของการห่อผลต่อองค์ประกอบทางเคมีในเปลือกผลลำไยพันธุ์อีดอ พบว่าการห่อผลมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณรงควัตถุ(pigment) และสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมด(total phenolic) โดยปริมาณของคลอโรฟิลล์ เอ (chlorophyll a) คลอโรฟิลล์ บี (chlorophyll b) คลอโรฟิลล์ทั้งหมด (total chlorophyll) เบตา-คาโรทีน (β-carotene) และปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด (total anthocyanin) ในเปลือกผลลำไยที่ห่อผลมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับผลลำไยที่ไม่ได้ห่อ ส่วนปริมาณสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมดในเปลือกลำไยที่ห่อผลมีแนวโน้มลดลง สำหรับการเปลี่ยนแปลงค่าของ L-value(L^*), a-value(a^*) และ b-value(b^*) พบว่าการห่อผลมีผลทำให้ค่าของ L^* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ในขณะที่ค่าของ a^* และ b^* มีปริมาณที่ลดลง

คำสำคัญ ลำไย การห่อผล รงควัตถุในเปลือกลำไย

คำนำ

ลำไย (*Dimocarpus longan* Lour.) เป็นไม้ผลที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของประเทศไทย ซึ่งปลูกมากในจังหวัดเชียงใหม่และลำพูน ปัจจุบันพื้นที่ปลูกลำไยกำลังขยายไปทั่วทุกภาคของประเทศไทย ลำไยมีพื้นที่ปลูกในปี พ.ศ. 2544 ประมาณ 357,887 ไร่ และในปี พ.ศ. 2544 ผลผลิตลำไยทั้งในรูปของผลสด แช่แข็ง ลำไยบรรจุภาชนะอัดลมและอบแห้ง สามารถทำรายได้เข้าสู่ประเทศเป็นมูลค่า 3,651.90 ล้านบาท(พาวิน และคณะ, 2547) และมีแนวโน้มว่าจะมีการส่งออกเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งลำไยอบแห้ง จนกระทั้งทำให้รัฐบาลจัดให้ลำไยอยู่ในกลุ่มสินค้าเพื่อการส่งออกอีกด้วย ในปัจจุบันการผลิตลำไยจะมีปัญหาในเรื่องของการผลิตลำไยให้มีคุณภาพ และต้นทุนต่ำ ลำไยที่มีคุณภาพและมีคุณค่าทางการตลาดนั้น ต้องมีลักษณะขนาดผลใหญ่(ใหญ่กว่า 3 เซนติเมตร) ขนาดผลสม่ำเสมอ ผิวเปลือกผลมีสีเหลืองทอง หรือสีเหลืองอมเขียว เนื้อหนาไม่แฉะน้ำ ได้มีการตั้งข้อสังเกตพบว่าลำไยที่ติดผลในทรงพุ่มมักจะมีลักษณะเป็นที่ต้องการตลาด และจากการศึกษาของธีรนุช และคณะ (2545) พบว่าการห่อผลลำไยทำให้สีของผลมีสีเหลืองทองมากกว่าลำไยที่ไม่ได้ห่อ แต่กระบวนการเปลี่ยนสีในช่วงระหว่างการห่อผลนี้จะเป็นเช่นไรยังไม่เป็นที่ทราบแน่ชัด และในปัจจุบันยังไม่พบรายงานการศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณรงควัตถุในผลลำไยเลย ดังนั้นการศึกษาผลของการห่อผลต่อองค์ประกอบทางเคมีในเปลือกผลลำไยจึงน่าจะเป็นประโยชน์ และเป็นแนวทางในการวิจัยเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการเพิ่มมูลค่าของผลผลิตลำไยต่อไป

[1] ภาควิชาพืชสวน คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ 50290
[1] Department of Horticulture, Faculty of Agricultural Production, Maejo University, Chiangmai, 50290
[2] ภาควิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ 50290
[2] Department of Post Harvest Technology, Faculty of Engineering and Agro-Industry, Maejo University, Chiangmai, 50290

อุปกรณ์และวิธีการ

ต้นลำไยสวนอุทยานเกษตรและฟาร์มมหาวิทยาลัยแม่โจ้ พันธุ์อีดอ อายุประมาณ 6 ปี จำนวนต้นประมาณ 4 - 6 ต้น จะทำการห่อผลเมื่อผลลำไยมีการเจริญเติบโตถึงระยะก่อนการเก็บเกี่ยว 9 สัปดาห์ ก่อนการห่อผลจะคัดเลือกช่อผลและตัดแต่งช่อให้มีปริมาณผลต่อช่อประมาณ 60 ผล การสุ่มช่อผลจะสุ่มให้กระจายทั้งต้น หลังจากนั้นใช้กระดาษหนังสือพิมพ์ 2 คู่ซ้อนทับกัน(ธีรนุช และพาวิน, 2548) ห่อช่อผลแล้วใช้เชือกฟางมัดรวบด้านบน ส่วนของปลายถุงให้ทำการเปิดปลายถุงไว้ ทั้งนี้ลำไยแต่ละต้นจะมีช่อลำไยที่ห่อผล 30 ช่อต่อต้น และไม่ห่อผล 30 ช่อต่อต้น หลังจากนั้นสุ่มเก็บตัวอย่างมาวิเคราะห์ทุกสัปดาห์ จนถึงระยะหลังการเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์ ทั้งนี้การวิเคราะห์จะแยกเป็นการวิเคราะห์ทางกายภาพ และทางเคมี การวิเคราะห์ทางกายภาพได้แก่ การวัดการเปลี่ยนแปลงสีของเปลือกผลลำไย โดยเครื่องวัดสี (chromameter) รายงานผลเป็นค่า L^*, a^* และ b^* ในระบบ CIE (Commission Internationalae de l' Eclairage) สำหรับการวิเคราะห์ทางเคมีได้แก่ การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด คลอโรฟิลล์ เอ คลอโรฟิลล์ บี แอนโทไซยานินทั้งหมด เบตา-คาโรทีน และสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด

ผลและวิจารณ์

การศึกษาผลของการห่อผลต่อองค์ประกอบทางเคมีในเปลือกผลลำไยพันธุ์อีดอ โดยให้สภาพของผลลำไยที่แตกต่างกัน คือ การไม่ห่อผล และการห่อผล ซึ่งจากการศึกษาทางด้านกายภาพ พบว่าค่าความสว่าง(L-value) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตั้งแต่ช่วงสัปดาห์หลังการห่อที่ 5-9 มีค่า L-value เท่ากับ 45.27-46.28 มากกว่าลำไยที่ไม่ห่อ(43.71-38.46) ส่วนค่าแสดงลักษณะสีแดง-เขียว(a-value) มีแนวโน้มน้อยกว่าลำไยที่ไม่ห่อตั้งแต่ช่วงสัปดาห์หลังการห่อที่ 5-9 ซึ่งมีค่า a-value เท่ากับ 6.47-4.26 น้อยกว่าลำไยที่ไม่ห่อ(7.85-10.84) และค่าที่แสดงลักษณะสีเหลือง-น้ำเงิน(b-value) พบว่าลำไยที่ห่อผลทำให้โอกาสของค่า b-value มีน้อยกว่าลำไยไม่ห่อผล ตั้งแต่ช่วงสัปดาห์หลังการห่อที่ 3-11 มีค่า b-value เท่ากับ 29.90-22.63 น้อยกว่าลำไยที่ไม่ห่อผล(30.02-23.83) ทั้งนี้จะเห็นได้ว่าค่า b-value จะลดลงตั้งแต่สัปดาห์ที่ 3 จนถึงระยะการสุกแก่ของลำไย(Table 1) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาระยะการห่อผลต่อการเปลี่ยนสีผิวของผลลำไย พบว่าช่วงการห่อผลก่อนการเก็บเกี่ยว 5-16 สัปดาห์ จะมีค่าความสว่างมากกว่าการไม่ห่อผล นอกจากนี้พบว่าการห่อผลลำไยก่อนการเก็บเกี่ยว 4-7 สัปดาห์จะช่วยลดเปอร์เซ็นต์ผลร่วงหลังการเก็บเกี่ยว ดังนั้นหากต้องการให้ผลลำไยมีสีผิวตรงกับความต้องการของตลาด ควรห่อผลในช่วงก่อนการเก็บเกี่ยว 5-7 สัปดาห์ ทั้งนี้เนื่องจากผลลำไยจะเริ่มมีการเปลี่ยนสีหลังจากการห่อผลในสัปดาห์ที่ 5 (ศุภาวรรณ , 2547)

Table 1 Effects of bagging on L-value, a-value and b-value in pericarp after bagging. Mean separation within columns for each treatment using Duncan's multiple range test at $P<0.05$.

Treatment	Week after bagging										
L-value	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Non-Bagging	39.24	39.36	40.05	43.69	43.71b	46.41	42.44b	40.46b	38.46b	35.85b	34.16b
Bagging	39.27	39.93	41.13	44.30	45.27a	46.58	45.18a	45.19a	46.28a	38.18a	37.38a
	Week after bagging										
a-value	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Non-Bagging	6.50	10.49	5.62	4.03	7.85a	7.37	9.44a	9.12	10.84a	9.43	8.59
Bagging	5.36	7.22	6.06	3.92	6.47b	6.76	7.58b	7.96	4.26b	9.06	7.40
	Week after bagging										
b-value	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Non-Bagging	31.28	37.75	30.02	32.37	32.14	31.39a	29.87	28.71	25.31b	24.64	23.83
Bagging	33.30	41.03	29.20	32.09	31.16	29.40b	29.74	29.34	28.93a	24.24	22.63

สำหรับการศึกษาทางด้านเคมี พบว่าลำไยที่ห่อผลมีปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด และคลอโรฟิลล์ บี มากกว่าลำไยที่ไม่ห่อผลอย่างมีนัยสำคัญในช่วงสัปดาห์ที่ 4, 5 และ 11 โดยปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 11.29, 11.93 และ

5.49 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด เทียบกับการไม่ห่อผลซึ่งมีค่าเท่ากับ 8.79, 10.14 และ 4.24 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด และปริมาณคลอโรฟิลล์ บี มีค่าเท่ากับ 0.30, 0.30 และ 0.008 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด เทียบกับการไม่ห่อผลซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.025, 0.024 และ 0.006 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ ส่วนปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในลำไยที่ห่อผลจะมีค่ามากกว่าอย่างมีนัยสำคัญในช่วงสัปดาห์ที่ 4 และ 5 มีค่าเท่ากับ 0.27 และ 0.30 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด เทียบกับการไม่ห่อผลซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.019 และ 0.027 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ ทั้งนี้การห่อผลมีโอกาสทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด คลอโรฟิลล์ เอ และคลอโรฟิลล์ บี ตั้งแต่ช่วงสัปดาห์หลังการห่อผลที่ 4-11 มากกว่าลำไยที่ไม่ห่อ(Table 2) ทั้งนี้การห่อผลอาจช่วยลดการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ เนื่องจากการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ไม่ได้มีเฉพาะช่วงที่ผลไม้สุกเท่านั้น ซึ่งคลอโรฟิลล์เป็นโมเลกุลที่ไม่ค่อยเสถียร สลายตัวได้ง่ายจากความร้อน ออกซิเจน และสารเคมีอื่นๆ (จริงแท้, 2549) นอกจากนี้การห่อผลมีผลทำให้ปริมาณแอนโทไซยานิน มากกว่าลำไยที่ไม่ห่อผลอย่างมีนัยสำคัญในช่วงสัปดาห์ที่ 11 โดยมีค่าเท่ากับ 1.91 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด เทียบกับการไม่ห่อผลซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.58 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด และมีโอกาสทำให้ปริมาณแอนโทไซยานินในลำไยที่ห่อผลมากกว่าในลำไยชุดที่ไม่ห่อผล สุจิตรา (2541) พบว่าการห่อผลมังคุดทำให้ปริมาณแอนโทไซยานินเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในทุกระยะและระยะที่ 6 ชุดที่ห่อผลมีค่าสูงกว่าชุดที่ไม่ห่อผลแต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งต่างจากผลไม้อื่นๆ ที่แสงมีผลต่อการสังเคราะห์แอนโทไซยานิน เช่น ลิ้นจี่พันธุ์โอเฮียะ และมะม่วงพันธุ์เคนท์ เป็นต้น

ส่วนการเปลี่ยนแปลงปริมาณเบตา-คาโรทีน พบว่าการห่อผลทำให้ปริมาณเบตา-คาโรทีน มีมากกว่าลำไยที่ไม่ห่อผลอย่างมีนัยสำคัญในช่วงสัปดาห์ที่ 7 โดยมีค่าเท่ากับ 0.17 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด เทียบกับการไม่ห่อผลซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.008 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด ทั้งนี้ปริมาณเบตา-คาโรทีนในลำไยที่ห่อผลและลำไยที่ไม่ห่อผลของแต่ละสัปดาห์ที่ทำการสุ่มวิเคราะห์ส่วนใหญ่มีค่าใกล้เคียงกันมาก อาจเนื่องจากการสังเคราะห์คาโรตินอยด์ไม่ได้ขึ้นอยู่กับแสง ไม่เหมือนกับคลอโรฟิลล์ และแอนโทไซยานิน(Jen, 1974) การห่อผลจึงไม่มีผลกระทบต่อการสังเคราะห์คาโรตินอยด์ ทั้งนี้สอดคล้องกับการทดลองในมะม่วงพันธุ์เคนท์ ซึ่งพบว่าการห่อผลและไม่ห่อผลไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณเบตา-คาโรทีน(กอบเกียรติ และคณะ,2540) ในขณะที่ การห่อผลมีผลทำให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมด มีน้อยกว่าลำไยชุดที่ไม่ห่อผลอย่างมีนัยสำคัญในช่วงสัปดาห์ที่ 10 โดยมีค่าเท่ากับ 843 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด เทียบกับการไม่ห่อผลซึ่งมีค่าเท่ากับ 1225 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด ทั้งนี้การห่อผลมีโอกาสทำให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมดในลำไยที่ห่อผลมีปริมาณที่น้อยกว่าลำไยที่ไม่ห่อผล(Table 3) นอกจากนี้ยังพบว่าการเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด ปริมาณเบตา- คาโรทีน ปริมาณสารประกอบฟีนอลิค และปริมาณแอนโทไซยานินทั้งในลำไยที่ห่อผลและลำไยชุดที่ไม่ห่อผล มีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่อง เมื่อผลลำไยเข้าสู่ระยะการสุกแก่มากขึ้น

Table 2 Effects of bagging on chlorophyll a, chlorophyll b and total chlorophyll in pericarp(mg/100g fresh weight) after bagging. Mean separation within columns for each treatment using Duncan's multiple range test at $P<0.05$

Treatment	Week after bagging										
chlorophyll a	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Non-Bagging	0.049	0.049	0.040	0.019b	0.027b	0.025	0.016	0.018	0.011	0.016	0.010
Bagging	0.054	0.036	0.034	0.027a	0.030a	0.032	0.016	0.018	0.011	0.019	0.013
	Week after bagging										
chlorophyll b	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Non-Bagging	0.044	0.046	0.036	0.025b	0.024b	0.021	0.016	0.019	0.014	0.016	0.006b
Bagging	0.048	0.040	0.039	0.030a	0.030a	0.027	0.018	0.019	0.015	0.018	0.008a
	Week after bagging										
total chlorophyll	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Non-Bagging	18.54	19.02	15.09	8.79b	10.14b	8.88	6.46	7.51	4.77	6.25	4.24b
Bagging	20.43	15.46	14.59	11.29a	11.93a	11.72	6.90	7.42	5.12	7.28	5.49a

Table 3 Effects of bagging on total anthocyanins, β-carotene and total phenolic in pericarp(mg/100g fresh weight) after bagging. Mean separation within columns for each treatment using Duncan's multiple range test at $P<0.05$.

Treatment	Week after bagging										
anthocyanins	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Non-Bagging	4.60	4.09	3.82	3.74	2.84	3.75	2.39	2.49	2.04	2.87	1.58b
Bagging	4.70	4.14	4.19	3.36	3.04	3.43	2.90	2.63	1.85	2.66	1.91a
	Week after bagging										
β-carotene	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Non-Bagging	0.043	0.029	0.023	0.018	0.015	0.031	0.008b	0.012	0.015	0.016	0.013
Bagging	0.026	0.024	0.016	0.021	0.016	0.020	0.017a	0.018	0.010	0.020	0.016
	Week after bagging										
total phenolic	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Non-Bagging	1700	1803	1771	1386	1233	1423	1383	1226	1114	1225a	1100
Bagging	1843	1757	1291	1259	1338	1271	1293	1048	1292	843b	1012

สรุป

การห่อผลสามารถทำให้สีผิวของผลลำไยมีลักษณะสีเหลืองอมเขียว หรือสีเหลืองทอง ซึ่งสอดคล้องกับผลจากการวัดการเปลี่ยนแปลงสีผิวด้วยเครื่องวัดสี ซึ่งสีผิวผลลำไยเริ่มมีการเปลี่ยนสีหลังจากการห่อผลผ่านไปประมาณสัปดาห์ที่ 5-8 ค่าความสว่าง(L-value) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ส่วนทางด้านเคมีพบว่าการห่อผลมีแนวโน้มทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี และปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ห่อผล และยังมีโอกาสทำให้ปริมาณปริมาณของแอนโทไซยานินมีปริมาณที่มากกว่าลำไยที่ไม่ห่อผล ส่วนปริมาณเบตา-คาโรทีน(β-carotene) พบว่าการห่อผลมีผลทำให้ปริมาณเบตา-คาโรทีนมีการเปลี่ยนแปลงที่น้อยมาก ขณะที่ปริมาณสารประกอบฟีนอลิคพบว่า ส่วนใหญ่การห่อผลมีผลทำให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิคมีแนวโน้มที่ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับลำไยที่ไม่ห่อผล

คำขอบคุณ

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ธีรนุช เจริญกิจ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุจิตรา รตนะมโน และผู้ช่วยศาสตราจารย์พาวิน มะโนชัย ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาและแนะนำตั้งแต่เริ่มการทดลอง ตลอดจนตรวจทานแก้ไขเอกสารจนเสร็จสมบูรณ์ ขอขอบคุณภาควิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการทำการวิจัยในครั้งนี้ และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ภาควิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว ที่ให้ความอนุเคราะห์และอำนวยความสะดวกในการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ ตลอดการทดลอง สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ พ่อจบ แม่ผ่อน ใหมชู และทุกๆ คนในครอบครัวที่ให้การสนับสนุนคอยดูแลให้คำปรึกษา และเป็นกำลังใจที่ดีเสมอมา

เอกสารอ้างอิง

กอบเกียรติ แสงนิล มยุรี แก้วลับแล และจำนงค์ อุทัยบุตร. 2540. การเปลี่ยนแปลงปริมาณรงควัตถุและสีแดงในเปลือกผลมะม่วงที่ห่อและไม่ห่อผลบนต้น. ว. สงขลานครินทร์ วทท.

จริงแท้ ศิริพานิช. 2548. ชีววิทยาหลังการเก็บเกี่ยว และการวายของพืช. โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ ,นครปฐม.

ธีรนุช เจริญกิจ พาวิน มะโนชัย และนพดล จรัสสัมฤทธิ์. 2545. อิทธิพลของการห่อผลต่อคุณภาพสีผิวลำไยหลังการเก็บเกี่ยว. เอกสารประกอบการสัมมนาวิชาการเกษตรนเรศวร ครั้งที่ 1. มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.

ธีรนุช เจริญกิจ และพาวิน มะโนชัย. 2548. การศึกษาเปรียบเทียบชนิดวัสดุห่อต่อคุณภาพผลลำไย พันธุ์ดอ(บทคัดย่อ). เอกสารประกอบการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 6. มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

พาวิน มะโนชัย ยุทธนา เขาสุเมรุ ชิติ ศรีตนทิพย์ และสันติ ช่างเจรจา. 2547. เทคโนโลยีการผลิตลำไย. ห้างหุ่นส่วนจำกัด สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์. กรุงเทพฯ.

ศุภวรรณ อะกะเรือน. 2547. อิทธิพลของระยะเวลาการห่อผลต่อสีผิวและคุณภาพของลำไยนอกฤดู. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี สาขาไม้ผล ภาควิชาพืชสวน คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่.

สุจิตรา รตนะมโน. 2541. ผลของแสงและอุณหภูมิต่อปริมาณรงควัตถุและแอคติวิตีของเอนไซม์ฟีนิลอลานีน แอมโมเนียไลเอสในเปลือกผลมังคุด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

Jen, J.J. 1974. Influence of spectral quality of light on pigment system of ripening tomatoes. J. Food Sci. 39:907-910.