

ผลของความดันบรรยากาศสูงและแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ต่ออายุการเก็บรักษา

ผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 72

Effect of High Atmospheric Pressure and Carbondioxide on Shelf-life of Strawberry Fruit cv. No.72

สาวิตรี ทิววงศ์¹ ธนะชัย พันธุ์เกษมสุข² และ ณรงค์ชัย พิพัฒน์ธนวนวงศ์³
Sawitree Tiwong¹, Tanachai Pankasemsuk² and Narongchai Pipattanawong³

Abstract

Strawberry (*Fragaria ananassa* Duchesne) cv. No.72 were harvested at 80-90% red stage. The fruits were kept in clear PVC clamshell containers (size = 8x12x15 cm) with 16 holes (diameter = 1 cm) then the fruits were put into a pressure tank (volume = 7,600 ml). Carbondioxide (CO₂) were used to increase the atmospheric pressure in the tank to 2.0 kg.cm⁻² for 0, 1, 2 and 4 hours. After that the atmospheric pressure were slowly decreased to normal atmospheric pressure (approximately 15 min.) then the fruits were stored at 4±1 °C , RH 87±5%. The fruits were randomly sampling to analyze every 2 days. The results showed that pH, total titratable acidity, reducing sugar contents and weight loss among every treatments were not significant difference ($\alpha = 0.05$). The fruits treated with CO₂ for 2 hours had the highest firmness but the lowest non-reducing sugar, total sugar contents and respiration rate. For the fruits treated with CO₂ for 4 hours had the highest vitamin C contents but the lowest total soluble solids and anthocyanin contents. All high CO₂ pressure treated fruits had 12 days shelf-life while the control had 8 days shelf-life.

Keyword : Strawberry , Atmospheric pressure, Carbondioxide

บทคัดย่อ

ผลสตรอเบอรี่ (*Fragaria x ananassa* Duchesne) พันธุ์พระราชทาน 72 เก็บเกี่ยวระยะผิวมีสีแดง 80-90% บรรจุในถาดพลาสติกใสชนิดที่มีฝาปิด (ขนาด 8x12x15 ซม.) และเจาะรูจำนวน 16 รู (เส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 1 ซม.) วางในหม้อควบคุมความดันบรรยากาศปริมาตร 7,600 มิลลิลิตร จากนั้นเพิ่มความดันบรรยากาศ โดยใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เพียงอย่างเดียวให้ได้ความดันภายในหม้อควบคุมเท่ากับ 2.0 kg.cm⁻² เป็นเวลา 0, 1, 2 และ 4 ชั่วโมง ต่อมาค่อยๆลดความดันให้เท่ากับความดันบรรยากาศปกติ (ใช้เวลาประมาณ 15 นาที) เมื่อเสร็จสิ้นกรรมวิธีดังกล่าวแล้วจึงนำผลสตรอเบอรี่ไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4±1 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 87±5 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นสุ่มผลสตรอเบอรี่ในแต่ละกรรมวิธีไปวิเคราะห์คุณภาพผลทุกๆ 2 วันพบว่า ผลสตรอเบอรี่ในทุกกรรมวิธีมีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้ น้ำตาลรีดิวซ์ และการสูญเสียน้ำหนักสดไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ($\alpha=0.05$) ผลสตรอเบอรี่ที่ได้รับความดัน บรรยากาศเป็นเวลา 2 ชั่วโมงมีค่าความแน่นเนื้อสูงที่สุด แต่มีปริมาณน้ำตาลอนรีดิวซ์ น้ำตาลทั้งหมด และอัตราการหายใจต่ำที่สุด ส่วนผลสตรอเบอรี่ที่ได้รับความดันบรรยากาศเป็นเวลา 4 ชั่วโมงมีปริมาณวิตามินซีสูงที่สุด แต่มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ และปริมาณแอนโทไซยานินต่ำที่สุด ผลสตรอเบอรี่ที่ได้รับความดันบรรยากาศที่ระยะเวลาต่างๆกันมีอายุการเก็บรักษาได้ 12 วัน ซึ่งมากกว่าชุดควบคุมที่มีอายุการเก็บรักษาได้ 8 วัน

คำสำคัญ : สตรอเบอรี่, ความดันบรรยากาศ, แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์

คำนำ

สตรอเบอรี่จัดเป็นไม้ผลเขตหนาว (temperate fruit) ชนิดหนึ่งที่สามารถเพาะปลูกและให้ผลผลิตได้ดีเมื่อนำมาปลูกในบริเวณพื้นที่สูงและพื้นที่ราบบางแห่งในเขตภาคเหนือของประเทศไทย ปัจจุบันมีพื้นที่การผลิตส่วนใหญ่อยู่ที่ ตำบลป่อแก้ว

¹ สถานวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

¹ Postharvest Technology Institute, Chiangmai University

² ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

² Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Chiangmai University

³ สถาบันค้นคว้าและพัฒนากระบวนการผลิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

³ Agro-Ecological System Research and Development Institute, Kasetsart University

อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ โดยในฤดูกาลผลิตปี2545-2546 มีจำนวน 1,050 ไร่ และได้ผลผลิตทั้งหมด 3,762.5 ตัน (สำนักงานเกษตร อำเภอสะเมิง, 2546)

สตอเบอรี่เป็นไม้ผลที่มีรูปร่างลักษณะสวยงาม สีสด กลิ่นหอม และรสชาติอร่อย จึงดึงดูดความสนใจของผู้บริโภค ทั้งยังเป็นผลไม้ที่มีวิตามินซีและกรดฟอลิก (folic acid) ในปริมาณที่สูงกว่าผลไม้ชนิดอื่น ๆ (ณรงค์ชัย, 2543) แต่ผลผลิตที่นิยมบริโภคเป็นผลสดยังมีข้อจำกัด เนื่องจากผลสตอเบอรี่มีลักษณะบอบบาง และชอกช้ำเสียหายได้ง่ายทั้งในขณะเก็บเกี่ยว และระหว่างการขนส่ง อีกทั้งยังมีอัตราการทำลายที่สูงมาก (Darrow, 1966) โดยเฉพาะการเก็บรักษาผลสตอเบอรี่ไว้ในที่อุณหภูมิสูงและความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ โดยที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ที่ 90-95 เปอร์เซ็นต์ สามารถเก็บรักษา สตอเบอรี่ได้นาน 5-7 วัน (ประสาทรและคณะ, 2543) ปัญหาในการผลิตสตอเบอรี่ของประเทศไทยเท่าที่พบและเป็นปัญหา มากที่สุด คือ การชอกช้ำของผลในระหว่างการขนส่ง ซึ่งทำให้ผลที่ช้ำถูกเชื้อโรคเข้าทำลายได้ง่ายและเกิดความเสียหายมาก (สังคม, 2532) โดยเฉพาะโรคราสีเทา (Botrytis gray mold rot) เป็นโรคที่เกิดจากเชื้อรา *Botrytis cinerea* Pres. เป็นต้นเหตุที่ทำให้เกิดผลเน่าในช่วงฤดูการผลิตสตอเบอรี่ โดยเชื้อรานี้จะเข้าทำลายในช่วงก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวสตอเบอรี่ ซึ่งจะแสดงอาการของโรคเมื่อผลแก่จัด (ณรงค์ชัย, 2543) จากการศึกษาการใช้ความดันต่ำในช่วงระยะเวลาหนึ่งเพื่อควบคุมโรคเน่าที่เกิดหลังจากการเก็บเกี่ยวผลสตอเบอรี่พบว่า ความดันต่ำที่ 0.25 และ 0.50 atm เป็นเวลา 4 ชั่วโมง สามารถลดอัตราการเกิดโรคราสีเทา ที่มีสาเหตุจากเชื้อ *Botrytis cinerea* Pres. และโรคผลเน่า ที่มีสาเหตุจากเชื้อ *Rhizopus stolonifer* ตามลำดับ (Romanazzi et al., 2000) และจากการศึกษาการใช้ความดันสูงที่ 2 kg/cm² โดยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์แก่เม็ด ฟางนาน 0(control), 30, 60 และ 90 นาที พบว่าดอกเห็ดฟางที่ได้รับความดันสูงนาน 90 นาที เกิดสีคล้ำช้าที่สุด มีความแน่น เนื้อและอายุการเก็บรักษามากที่สุด (ณัฐพงษ์, 2546) ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้จึงมุ่งศึกษาผลของการใช้ความดันบรรยากาศสูง ร่วมกับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์กับผลสตอเบอรี่ก่อนการเก็บรักษา

อุปกรณ์และวิธีการ

ผลสตอเบอรี่ (*Fragaria ananassa* Duchesne) พันธุ์พระราชทาน 72 เก็บเกี่ยวระยะผิวมีสีแดง 80-90% บรรจุใน ถาดพลาสติกใสชนิดที่มีฝาปิด (ขนาด 8x12x15 ซม.) และเจาะรูจำนวน 16 รู (ด้านบน 8 รูและด้านล่าง 8 รู เส้นผ่าศูนย์กลาง ขนาด 1 ซม.) กล่องละประมาณ 25 ผล วางในหม้อควบคุมความดันบรรยากาศปริมาตร 7,600 มิลลิลิตร จากนั้นเพิ่มความดัน บรรยากาศ โดยใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เพียงอย่างเดียวให้ได้ความดันภายในหม้อควบคุมเท่ากับ 2.0 kg.cm⁻² เป็นเวลา 0, 1, 2 และ 4 ชั่วโมง ต่อมาค่อยๆลดความดันให้เท่ากับความดันบรรยากาศปกติ (ใช้เวลาประมาณ 15 นาที) เมื่อเสร็จสิ้นกรรมวิธีดังกล่าวแล้วจึงนำผลสตอเบอรี่ไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4±1 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 87±5 เปอร์เซ็นต์ นาน 12 วัน วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 3 ซ้ำๆ ละ 1 ถาด จากนั้นสุ่มผลสตอเบอรี่ในแต่ละกรรมวิธีไปวิเคราะห์คุณสมบัติ กายภาพและทางเคมีทุก 2 วัน

ผลและวิจารณ์

ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของผลสตอเบอรี่ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษานาน 12 วัน แสดงดัง Fig.1 และ 2 ตามลำดับ พบว่าสีผิวของผลสตอเบอรี่ในทุกกรรมวิธีมีค่า L*, a*, b*, chroma และ hue angle ลดลงตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษา และมีค่าใกล้เคียงกันในช่วง 4 วันแรก แต่หลังจากเก็บรักษาได้นาน 8 วันพบว่า ชุดควบคุมชุดมีค่าดังกล่าวต่ำกว่ากรรมวิธีอื่นๆ ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ(Fig.1) ส่วนปริมาณแอนโทไซยานินนั้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติใน 6 วันแรกของการเก็บรักษา แต่หลังจากนั้นพบว่าชุดควบคุมมีปริมาณแอนโทไซยานินที่เพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วมากกว่ากรรมวิธีอื่นๆ แสดงว่าการให้ความดันบรรยากาศร่วมกับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ช่วยชะลอการสังเคราะห์แอนโทไซยานิน จึงเปลี่ยนสีผิวให้ช้าลงได้

ความแน่นเนื้อของผลสตอเบอรี่ในช่วง 6 วันแรกของการเก็บรักษาพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Fig.1) แต่หลังจากวันที่ 8 ชุดควบคุมมีค่าความแน่นเนื้อต่ำที่สุด คือ 0.80 N และชุดที่ได้รับความดันบรรยากาศร่วมกับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เป็นเวลา 2 ชั่วโมงมีค่าสูงที่สุด คือ 0.94 N แสดงว่าการให้ความดันบรรยากาศร่วมกับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ช่วยชะลอการอ่อนนุ่มของผลสตอเบอรี่ได้ค่าพีเอชและปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษา โดยช่วงหลังของการเก็บรักษาชุดควบคุมมีค่าพีเอชที่สูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้ในรูปของกรดซิตริกที่ลดลง ขณะเดียวกันปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ก็ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติใน 8 วันแรกของการเก็บรักษา แต่หลังจากนั้นพบว่า ปริมาณ

ของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของชุดควบคุมมีแนวโน้มสูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆ(Fig.2) ดังนั้นค่าพีเอชที่เพิ่มขึ้น ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้ลดลง และปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ต่ำกว่าชุดควบคุมนั้น ทำให้ผลสตรอเบอรี่ที่ได้รับความดันบรรยากาศร่วมกับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เกิดขบวนการเมทาบอลิซึมช้าลง

การสูญเสียน้ำหนักสดในทุกกรรมวิธีมีค่าใกล้เคียงกันและแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษา (Fig.1) แต่ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษาพบว่าชุดที่ได้รับความดันบรรยากาศร่วมกับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เป็นเวลา 2 ชั่วโมง มีการสูญเสียน้ำหนักสดต่ำที่สุด คือ 6.65 เปอร์เซ็นต์ และชุดที่ได้รับความดันเป็นเวลา 4 ชั่วโมงมีค่าสูงที่สุดคือ 9.57 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือชุดควบคุมมีค่าเท่ากับ 7.49 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่าผลสตรอเบอรี่ที่ได้รับความดันบรรยากาศร่วมกับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ช่วยลดการสูญเสียน้ำได้เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม และถ้าให้ความดันในระยะเวลาที่นานขึ้น ก็ทำให้ผลสตรอเบอรี่มีการสูญเสียน้ำเพิ่มขึ้น

ผลสตรอเบอรี่ที่ได้รับความดันบรรยากาศร่วมกับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เป็นเวลา 4 ชั่วโมงมีอัตราการหายใจสูงที่สุดคือ 71.50 มก.CO₂/กก./ชม. ส่วนชุดควบคุมและชุดที่ได้รับความดันบรรยากาศร่วมกับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เป็นเวลา 2 ชั่วโมงมีอัตราการหายใจต่ำที่สุดคือ 64.85 และ 65.94 มก.CO₂/กก./ชม. ตามลำดับ แสดงว่าการให้ความดันบรรยากาศร่วมกับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในระยะเวลาที่เหมาะสม สามารถลดอัตราการหายใจของผลสตรอเบอรี่ได้

ผลสตรอเบอรี่ที่ได้รับความดันบรรยากาศร่วมกับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เป็นระยะเวลาต่างๆกันนั้นเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคและมีอายุการเก็บรักษามากกว่าชุดควบคุม โดยมีอายุการเก็บรักษาได้นาน 12 วัน ในขณะที่ชุดควบคุมมีอายุการเก็บรักษาได้เพียง 8 วัน (Table 1)

Table 1 Consumer preferred score for strawberries treated with high atmospheric pressure and carbondioxide at kg.cm⁻² then the fruits were stored at 4±1 °C , RH 87±5% for 12 days.

Treatments	Storage time (days)						
	0	2	4	6	8	10	12
control	3.67*±0.58a	3.33±0.58a	3.67±0.58a	3.33±0.58a	3.67±0.58a	2.67±0.58a	2.00±0.00b
1 hr.	3.33±0.58a	3.33±0.58a	3.00±0.00a	3.33±0.58a	4.00±0.00a	3.33±0.58a	3.00±0.00a
2 hr.	3.33±0.58a	3.33±0.58a	3.67±0.58a	3.67±0.58a	3.67±0.58a	3.00±0.00a	3.67±0.58a
4 hr.	3.67±0.58a	3.67±0.58a	4.00±0.00a	3.67±0.58a	3.67±0.58a	3.33±0.58a	3.33±0.58a
C.V. (%)	16.49	16.89	11.40	16.41	13.33	16.22	13.62

ab Means with in the same column followed by the same letter did not significant differences at P = 0.05 by Duncan's multiple range test.

* Consumer preferred score lower than 3 = end of shelf-life.

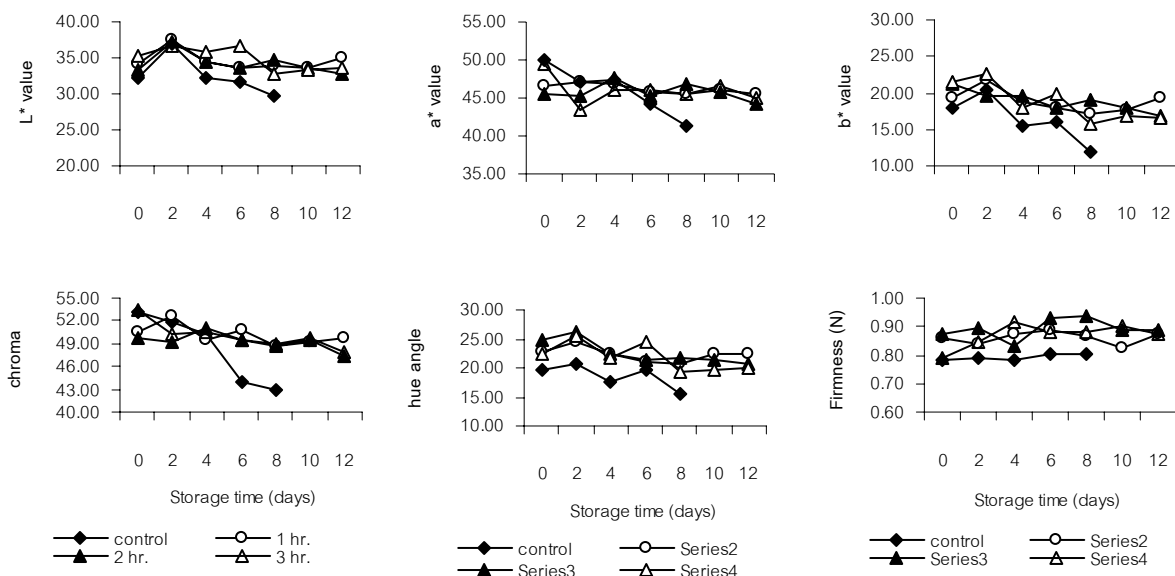


Fig.1 Color and firmness changes of strawberries treated with high atmospheric pressure and carbondioxide at 2.0 kg.cm⁻² then the fruits were stored at 4±1 °C , RH 87±5% for 12 days.

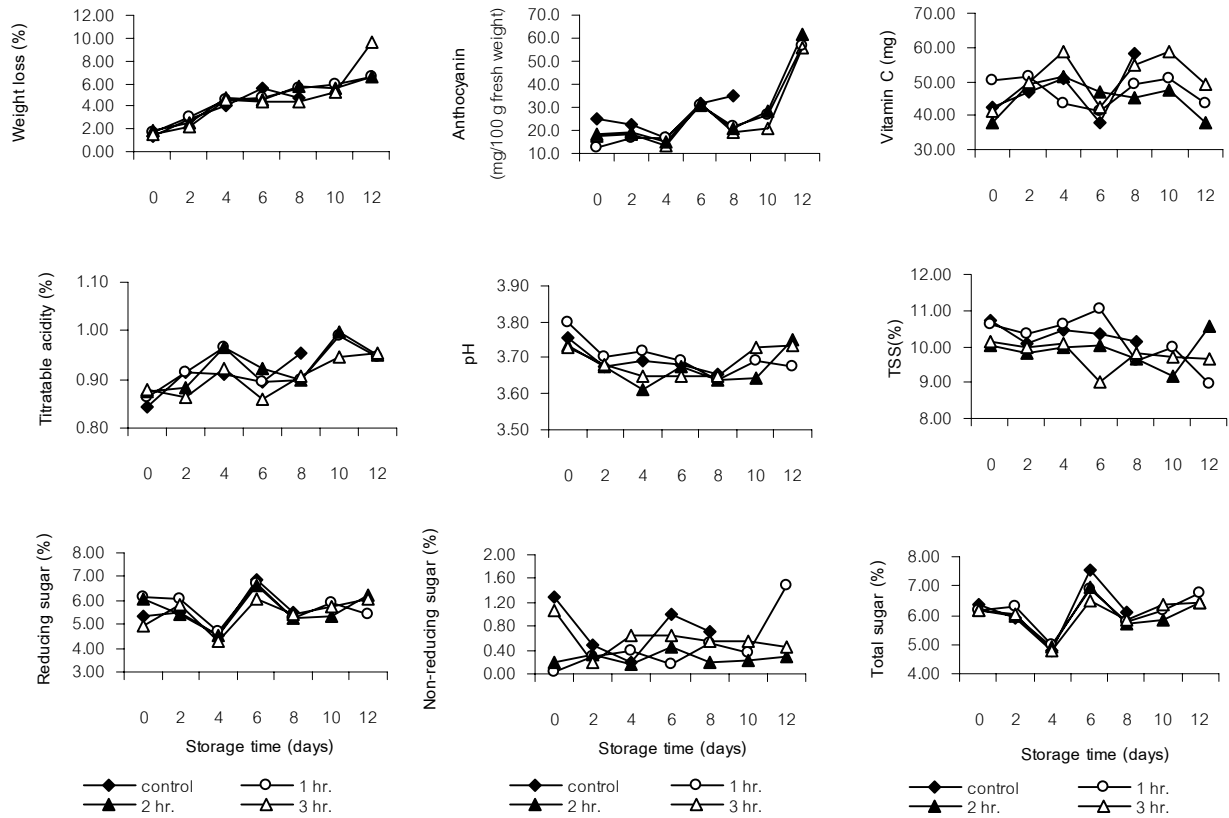


Fig.2 Weight loss and chemical changes of strawberries treated with high atmospheric pressure and carbon dioxide at 2.0 kg.cm^{-2} then the fruits were stored at $4 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$, RH $87 \pm 5\%$ for 12 days.

สรุป

การให้ความดันบรรยากาศร่วมกับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่ระยะเวลาต่าง ๆ กันนั้นไม่มีผลต่อค่าพีเอช และปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้ แต่ช่วยชะลอการสังเคราะห์แอนโทไซยานิน ทำให้การเปลี่ยนสีผิวเกิดช้าลง นอกจากนี้ยังเป็นที่ยอมรับของบริโภคและช่วยยืดอายุการเก็บรักษาได้มากกว่าชุดควบคุม การให้ความดันบรรยากาศร่วมกับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เป็นเวลา 2 ชั่วโมงมีค่าความแน่นเนื้อสูงที่สุด นอกจากนี้ยังสามารถลดอัตราการหายใจและการสูญเสียน้ำของผลสตรอเบอรี่ได้เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติที่ให้ทุนอุดหนุนในการทำวิจัย และสถานวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวที่เอื้อเฟื้อสถานที่และให้ทุนในการทำวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

ณรงค์ชัย พิพัฒน์ธนะวงศ์. 2543. ขนาดตตรอบเออรี่เพื่ออุตสาหกรรมในประเทศไทย. วารสาร ส.ก.ว. 7(1): 1-4.
 ณัฐพงษ์ สายกับ. 2546. ผลของความดันสูงโดยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ต่อคุณภาพเห็ดฟาง. ปัญหาพิเศษระดับปริญญาตรี. ภาควิชาพืชสวน, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัย เชียงใหม่. 35 หน้า.
 ประสาทพร สมิตะมาน และคณีย์ บุญเกียรติ. 2543. สตรอเบอรี่. ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ, สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, กรุงเทพฯ. 48 หน้า.
 สังคม เตชะวงศ์เสถียร. 2532. สตรอเบอรี่. วิทยาลัยอุบลราชธานี, มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น. 33 หน้า.
 สำนักงานเกษตรอำเภอสะเมิง. 2546. ข้อมูลการปลูกสตรอเบอรี่. เอกสารอัดสำเนา. สำนักงานเกษตรอำเภอสะเมิง, เชียงใหม่.
 Darrow, G.M. 1966. *The Strawberry : History Breeding and Physiology*. Holt, Rinehart&Winston, New York. 447 pp.
 Romanazzi, G., F. Nigro, A. Ippolito, and M. Salerno. 2000. Effect of short hypobaric treatment on postharvest rots of Sweet cherry, Strawberries and Table Grapes. *Postharvest Biology and Technology* 22: 1-6.