บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพและการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวในระหว่างการขนส่งโดยรถบรรทุกสิบล้อ สามารถอธิบายได้ดังต่อไปนี้

4.1 ผลของภาชนะบรรจุต่อคุณภาพและการสูญเสียของส้มสายน้ำผึ้ง

4.1.1 ผลของภาชนะบรรจุต่อสมบัติทางกายภาพ

1) การเปลี่ยนแปลงสีผิว (Fruit Surface Color Change)

ภาชนะบรรจุมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีผิวของผลส้มเขียวหวานที่ผ่านการขนส่งจากผู้ผลิตไปยังตลาดกลางค้าส่ง โดยมีการเปลี่ยนแปลงค่า (L* value), Chroma(C*) และ Hue Angle (h^{O}) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) นอกจากนี้พบว่าความสัมพันธ์ระหว่าง จำนวนเที่ยวของการทดลองกับชนิดของภาชนะบรรจุที่ใช้ มีอิทธิพลร่วมกันต่อค่า L* value, C* และ h^{O} อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

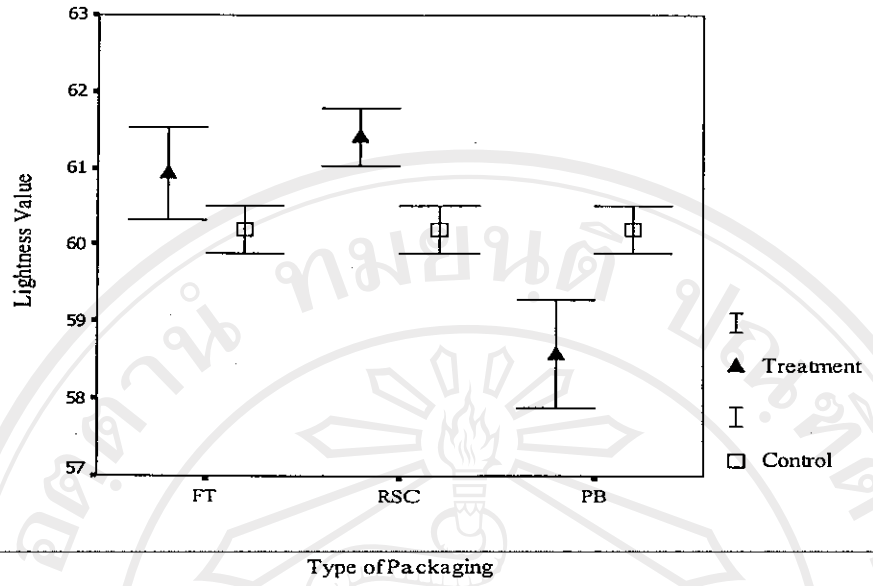
การเปลี่ยนแปลง ค่า L* value ของผลส้มที่ผ่านการขนส่งโดยใช้ภาชนะบรรจุต่างชนิดกันมีค่า L* value แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยค่า L* value ของส้มที่บรรจุในภาชนะบรรจุชนิดกล่องแบบสวม และภาชนะบรรจุชนิดกล่องแบบเปิด-ปิดไม่มีความแตกต่างอย่างนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) และมีค่า L* value หลังผ่านการขนส่งเท่ากับ 60.93 และ 61.41 ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับค่า L* value ของส้มที่บรรจุในตะกร้าพลาสติก ซึ่งมีค่า L* value เท่ากับ 58.57 (ตารางภาคผนวก 1) เมื่อเปรียบเทียบ ค่า L* value ของผลส้มที่ผ่านการขนส่งกับค่า L* value ของส้มชุดควบคุม พบว่า ผลส้มบรรจุในภาชนะบรรจุชนิดกล่องแบบสวม และ ผลส้มที่บรรจุในภาชนะบรรจุชนิดกล่องแบบเปิด-ปิด มีค่า L* value เพิ่มขึ้นเล็กน้อย ส่วนค่า L* value ของผลส้มที่บรรจุในตะกร้าพลาสติกมีค่าลดลงแสดงถึงสีของผลส้มที่คล้ำลง (ภาพ 4.1)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ค่า C* เป็นค่าที่แสดงให้เห็นถึงความเข้มของสี ถ้าค่า C* เข้าใกล้ศูนย์แสดงว่าวัตถุมีสีซีดจาง (เทา) หากค่า C* เข้าใกล้ 60 แสดงว่าวัตถุมีสีเข้ม จากการทดลองขนส่งส้มนาน 12 ชั่วโมง พบว่า ส้มที่ขนส่งโดยใช้ภาชนะบรรจุต่างชนิดกันมีการเปลี่ยนแปลง ค่า C* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) การเปลี่ยนแปลงของ ค่า C* จะสูงสุด เมื่อส้มถูกบรรจุในตะกร้าพลาสติก โดยส้มจะมีค่า C* ลดลงเมื่อผ่านการขนส่ง หลังผ่านการขนส่งส้มที่บรรจุในภาชนะบรรจุชนิดกล่องแบบสวม มีค่า C* เท่ากับ 49.32 ส้มที่บรรจุในภาชนะบรรจุชนิดกล่องแบบเปิด-ปิด มีค่า C* เท่ากับ 54.95 และส้มที่บรรจุในตะกร้าพลาสติก มีค่า C* เท่ากับ 44.04 (ตารางภาคผนวก 2) โดยค่า C* ของส้มที่บรรจุในภาชนะบรรจุชนิดกล่องแบบเปิด-ปิดมีค่า C* สูงสุด รองลงมาคือส้มที่บรรจุในภาชนะบรรจุชนิดกล่องแบบสวม และ ส้มที่บรรจุในตะกร้าพลาสติก ตามลำดับ (ภาพ 4.2)

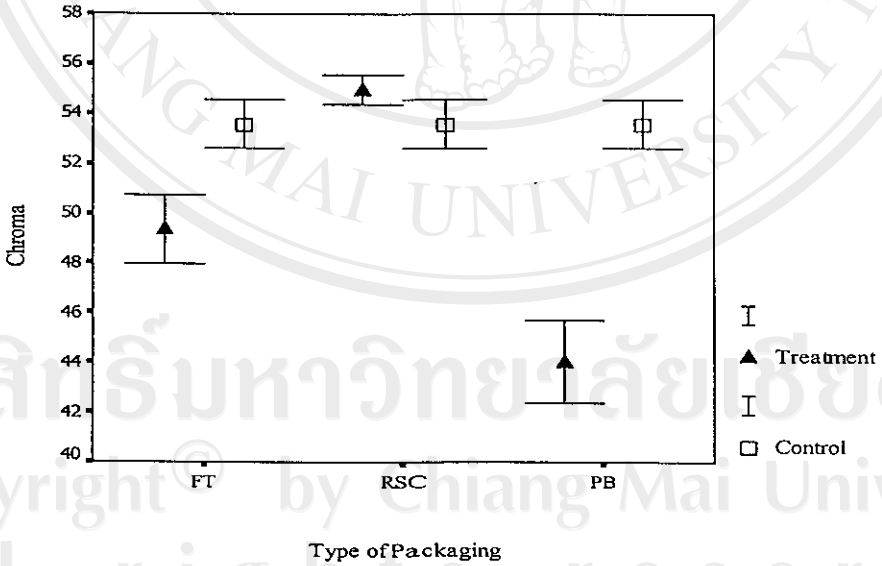
การเปลี่ยนแปลง ค่า h° ของส้มหลังจากผ่านการขนส่งที่บรรจุในภาชนะบรรจุต่างชนิดกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยพบว่า ค่า h° ของส้มที่บรรจุในภาชนะบรรจุแบบเปิด-ปิด มีค่าลดลง ในขณะที่ ค่า h° ของส้มที่บรรจุในภาชนะบรรจุแบบสวมและตะกร้าพลาสติก มีค่าเพิ่มขึ้น โดยส้มที่บรรจุในภาชนะบรรจุชนิดกล่องแบบเปิด-ปิด มีค่า h° เท่ากับ 59.23 ส้มที่บรรจุในภาชนะบรรจุชนิดกล่องแบบสวม มีค่า h° เท่ากับ 72.69 และส้มที่บรรจุในตะกร้าพลาสติก มีค่า h° เท่ากับ 74.57 แสดงให้เห็นว่า สีเปลือกผลส้มในตะกร้าพลาสติกมีสีเหลืองมากกว่าสีเปลือกผลส้มในภาชนะบรรจุชนิดกล่องแบบสวม (ตารางภาคผนวก 3)โดยค่า h° ของส้มที่บรรจุในตะกร้าพลาสติก มีค่า h° สูงสุด รองลงมาคือค่า h° ของส้มที่บรรจุในภาชนะบรรจุชนิดกล่องแบบสวม และ ส้มที่บรรจุในภาชนะบรรจุชนิดกล่องแบบเปิด-ปิด ตามลำดับ (ภาพ4.3)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



หมายเหตุ FT = ภาชนะบรรจุแบบสวม
RSC = ภาชนะบรรจุแบบเปิด-ปิด
PB = ตะกร้าพลาสติก

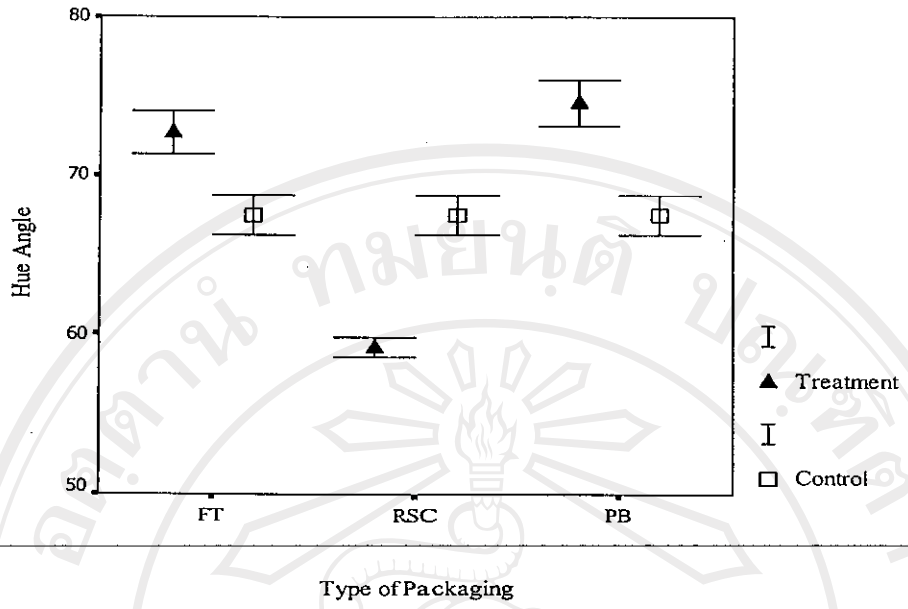
ภาพ 4.1 ค่า L* value ของเปลือกผลส้มเขียวหวานในแต่ละชนิดของภาชนะบรรจุที่ผ่านการขนส่งและชุดควบคุม



หมายเหตุ FT = ภาชนะบรรจุแบบสวม
RSC = ภาชนะบรรจุแบบเปิด-ปิด
PB = ตะกร้าพลาสติก

ภาพ 4.2 ค่า Chroma (C*) ของเปลือกผลส้มเขียวหวานในแต่ละชนิดของภาชนะบรรจุที่ผ่านการขนส่งและชุดควบคุม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



หมายเหตุ FT = ภาชนะบรรจุแบบสวม
RSC = ภาชนะบรรจุแบบเปิด-ปิด
PB = ตะกร้าพลาสติก

ภาพ 4.3 ค่า Hue Angle (h^{O}) ของเปลือกผลส้มเขียวหวานในแต่ละชนิดของภาชนะบรรจุที่ผ่านการขนส่งและชุดควบคุม

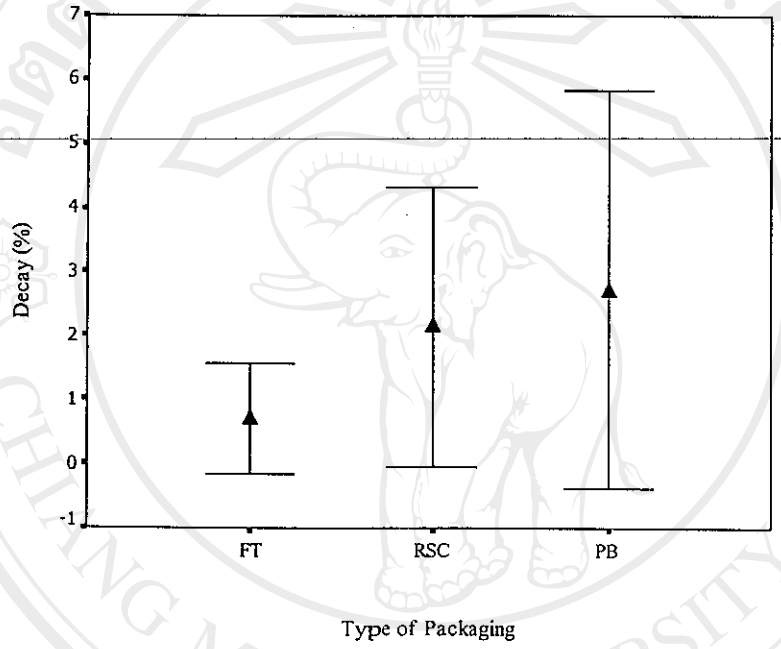
2) เปอร์เซ็นต์การเน่าเสีย (Decay Percentage)

ภาชนะบรรจุมีผลต่อเปอร์เซ็นต์การเน่าเสียผลส้มเขียวหวานที่ผ่านการขนส่งจากผู้ผลิตไปยังตลาดกลางค้าส่งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) นอกจากนี้พบว่าความสัมพันธ์ระหว่าง ตำแหน่งที่วางภาชนะบรรจุบนรถบรรทุกกับชนิดของภาชนะบรรจุที่ใช้ และ ชนิดของภาชนะบรรจุที่ใช้กับจำนวนเที่ยวของการเดินทาง มีอิทธิพลร่วมกันต่อเปอร์เซ็นต์การเน่าเสีย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

เปอร์เซ็นต์การเน่าเสียของส้มที่บรรจุในภาชนะบรรจุต่างชนิดกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยส้มที่บรรจุในภาชนะบรรจุแบบเปิด-ปิด และ ส้มที่บรรจุในตะกร้าพลาสติก ไม่มีความแตกต่างอย่างนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยส้มที่บรรจุในภาชนะบรรจุแบบเปิด-ปิด มีเปอร์เซ็นต์การเน่าเสียเท่ากับ 2.14% และส้มที่บรรจุในตะกร้าพลาสติก มีเปอร์เซ็นต์การเน่าเสียเท่ากับ 2.72% แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับ ส้มที่บรรจุในภาชนะบรรจุแบบสวม ซึ่งมีค่า 0.70% (ภาพ 4.4 และตารางภาคผนวก 4) ค่าเปอร์เซ็นต์การเน่าเสียของส้มที่บรรจุในภาชนะบรรจุแบบเปิด-ปิด และส้มที่บรรจุในตะกร้าพลาสติกมีค่า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

เปอร์เซ็นต์การเน่าเสียสูงกว่าส้มที่บรรจุในภาชนะบรรจุแบบสวม การเน่าเสียของส้มเกิดขึ้นจากการเกิดบาดแผล ช้ำ และแตกของส้ม ทำให้จุลินทรีย์เข้าทำลายผลส้มได้ง่าย ดังจะเห็นได้ว่าผลส้มที่บรรจุในลังพลาสติกและในภาชนะบรรจุแบบเปิด-ปิดมีเปอร์เซ็นต์การเน่าเสียมากกว่ากล่องแบบสวม นอกจากนั้นในการขนส่งส้มเป็นระยะเวลานาน ทำให้มีการสะสมของเอทธิลีนในบรรยากาศซึ่งจะทำให้ผลส้มอ่อนแอต่อการเน่าเสีย ประกอบกับอุณหภูมิและปริมาณความชื้นของอากาศรอบๆ ผลิตผลมีอิทธิพลโดยตรงต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์บนผลผลิต (จริงแท้, 2544)



หมายเหตุ FT = ภาชนะบรรจุแบบสวม
RSC = ภาชนะบรรจุแบบเปิด-ปิด
PB = ตะกร้าพลาสติก

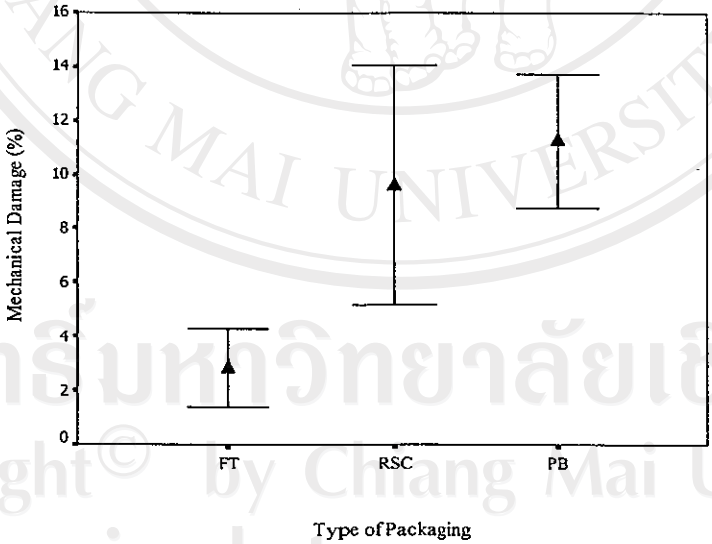
ภาพ 4.4 เปอร์เซ็นต์การเน่าเสียของผลส้มเขียวหวานในแต่ละชนิดของภาชนะบรรจุที่ผ่านการขนส่งและชุดควบคุม

3) เปอร์เซ็นต์ความเสียหายทางกล (Mechanical Damage Percentage)

ภาชนะบรรจุมีผลต่อเปอร์เซ็นต์ความเสียหายทางกล ของผลส้มเขียวหวานที่ผ่านการขนส่งจากผู้ผลิต ไปยังตลาดกลางค้าส่งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) นอกจากนี้พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่วางภาชนะบรรจุบนรถบรรทุกกับชนิดของภาชนะบรรจุที่ใช้ และชนิดของภาชนะบรรจุที่ใช้กับเที่ยวการขนส่งมีอิทธิพลร่วมกันต่อเปอร์เซ็นต์ความเสียหายทางกลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ความเสียหายทางกลของส้มที่บรรจุในภาชนะบรรจุต่างชนิดกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยส้มที่บรรจุในภาชนะบรรจุแบบสวม มีเปอร์เซ็นต์ความเสียหายทางกลเท่ากับ 2.85% ส้มที่บรรจุในภาชนะบรรจุแบบเปิด-ปิด มีเปอร์เซ็นต์ความเสียหายทางกลเท่ากับ 9.61% และส้มที่บรรจุในตะกร้าพลาสติก มีเปอร์เซ็นต์ความเสียหายทางกลเท่ากับ 11.24% เปอร์เซ็นต์ (ภาพ 4.5 และตารางภาคผนวก 5) จากการตรวจสอบความเสียหายทางกลของผลส้มที่ผ่านการขนส่ง พบว่า ส้มจะเกิดอาการช้ำ ผลส้มจะบุบเสียรูปทรง และผลแตก ส่วนมากจะตรวจพบความเสียหายทางกลของตะกร้าพลาสติกมากกว่าภาชนะบรรจุแบบสวม และภาชนะบรรจุแบบเปิด-ปิด ส่วนผลผลิตที่เกิดจากความเสียหายทางกล ถ้าพบในตะกร้าพลาสติกผู้ค้าส่งก็จะแยกผลที่มีตำหนิออกซึ่งไม่สามารถที่จะขายได้ ส่วนภาชนะบรรจุแบบสวม และภาชนะบรรจุแบบ เปิด-ปิด ถ้าพบความเสียหายทางกลทางผู้ค้าส่งก็จะตรวจนับของส่งคืนให้ผู้ประกอบการสวนส้ม เพราะไม่สามารถขายได้ จะเห็นได้ว่าการสั่นสะเทือนและเสียดสีมีผลโดยตรงกับความเสียหายที่เกิดขึ้นกับผลิตผลในระหว่างการขนส่ง การสั่นสะเทือนและเสียดสีจะขึ้นอยู่กับสภาพของถนน สภาพของยานพาหนะและความเร็วของรถในระหว่างการขนส่ง ในการขนส่งระยะทางไกลๆ พบว่า การสั่นสะเทือนเกิดขึ้นทำให้ผลไม้เกิดการยุบตัวลงจึงเกิดช่องว่างของภาชนะบรรจุ ช่องว่างบริเวณด้านบนของภาชนะบรรจุที่เกิดขึ้นในระหว่างการยุบตัวนี้จะทำให้ผลไม้กระดอนและกระแทกกับผนังของภาชนะบรรจุซึ่งจะทำให้ผลไม้เกิดความเสียหาย (Peleg, 1985)



หมายเหตุ FT = ภาชนะบรรจุแบบสวม
RSC = ภาชนะบรรจุแบบเปิด-ปิด
PB = ตะกร้าพลาสติก

ภาพ 4.5 เปอร์เซ็นต์ความเสียหายทางกลผลของส้มเขียวหวานในแต่ละชนิดของภาชนะบรรจุที่ผ่านการขนส่งและชุดควบคุม

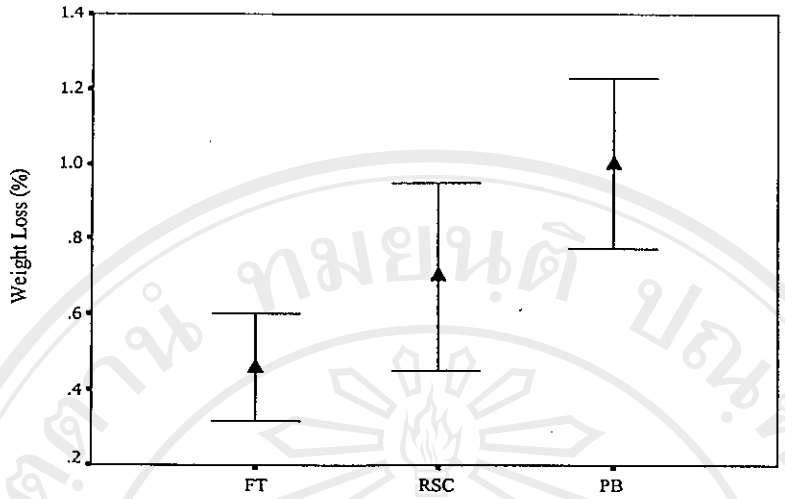
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4) เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด (Weight Loss Percentage)

ภาชนะบรรจุมีผลต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของผลส้มเขียวหวานที่ผ่านการขนส่งจากผู้ผลิตไปยังตลาดกลางค้าส่ง โดยมีผลต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของส้มที่บรรจุในภาชนะบรรจุต่างชนิดกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยส้มที่บรรจุในภาชนะบรรจุแบบสวม และส้มที่บรรจุในภาชนะบรรจุแบบเปิด-ปิด ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยส้มที่บรรจุในภาชนะบรรจุแบบสวม มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 0.45% ส้มที่บรรจุในภาชนะบรรจุแบบเปิด-ปิด มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 0.70% แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับส้มที่บรรจุในตะกร้าพลาสติก ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 1.00% (ภาพ 4.6 และตารางภาคผนวก 6) จากผลการทดลอง พบว่า ส้มที่บรรจุลงในตะกร้าพลาสติกมีการสูญเสียน้ำหนักสดมากกว่าภาชนะบรรจุแบบเปิด-ปิด และภาชนะบรรจุแบบสวมตามลำดับ ผลส้มที่บรรจุในตะกร้าพลาสติกมีการสูญเสียน้ำหนักสดมากเนื่องจาก ผลส้มมีการเคลื่อนตัวและถูกบีบอัด ทำให้ผลส้มกระทบกระเทือนได้ง่ายกว่าภาชนะบรรจุแบบสวม และภาชนะบรรจุแบบเปิด-ปิด นอกจากนั้นภายในยานพาหนะในการขนส่งมักมีความชื้นสูง ส่งผลให้ภาชนะบรรจุที่ทำจากกระดาษอ่อนตัวและเกิดการยุบตัวลงได้ (อมรรัตน์, 2528) การสูญเสียน้ำนอกจากจะทำให้น้ำหนักที่ขายได้ขาดหายไปแล้ว ยังทำให้รูปร่างลักษณะของผลิตผลเปลี่ยนแปลงไปในทางที่เลวลง ทำให้ขายไม่ได้ราคา และอาจจะทำให้รสชาติของผลิตผลนั้นๆ เปลี่ยนแปลงไปด้วย (Yehoshua, 1987) การสูญเสียน้ำหนักของผลส้มเขียวหวานมีความสัมพันธ์โดยตรงกับอัตราส่วนพื้นที่ผิวต่อปริมาตร ซึ่งตรงข้ามกับขนาดของผลส้ม นั่นคือผลส้มที่มีขนาดเล็กมีการสูญเสียน้ำมากกว่าผลส้มที่มีขนาดใหญ่ นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับความหนาของเปลือก โดยผลส้มที่มีเปลือกหนาจะสูญเสียน้ำมากกว่าผลส้มที่มีเปลือกบางเนื่องจากผลส้มที่มีเปลือกหนามีจำนวนปากใบ (stomata) มากกว่า ขณะเดียวกันผลส้มที่มีเปลือกบางมีชั้นของ flavedo ที่หนากว่าทำให้มีประสิทธิภาพการป้องกันการสูญเสียน้ำได้ดีกว่า (Kesta, 1990) ลักษณะตามธรรมชาติประการหนึ่งของผลิตผลต่อการบรรจุหีบห่อ คือ การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา ผลิตผลบางชนิดเมื่อเก็บเกี่ยวมาแล้วไม่มีการเปลี่ยนแปลงใดๆ มากนัก เช่น ส้มชนิดต่างๆ แต่ผลไม้พวกส้มค่อนข้างจะตอบสนองได้ไวต่อสภาพองค์ประกอบของบรรยากาศในภาชนะบรรจุ หากมีออกซิเจนน้อยเกินไปจะทำให้เกิดการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน หรือ anaerobic respiration ได้ง่าย เป็นผลให้มีการสะสมแอลกอฮอล์และอะเซทัลดีไฮด์ทำให้เกิดกลิ่นรสผิดปกติขึ้น (off-flavor) การบรรจุหีบห่อส้มจึงต้องจัดให้มีการถ่ายเทอากาศได้ดีพอควร (Mitchell, 1992)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



หมายเหตุ FT = ภาชนะบรรจุแบบสวม
RSC = ภาชนะบรรจุแบบเปิด-ปิด
PB = ตะกร้าพลาสติก

ภาพ 4.6 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของผลส้มเขียวหวานในแต่ละชนิดของภาชนะบรรจุที่ผ่านการขนส่งและชุดควบคุม

4.1.2 ผลของภาชนะบรรจุต่อสมบัติทางเคมี

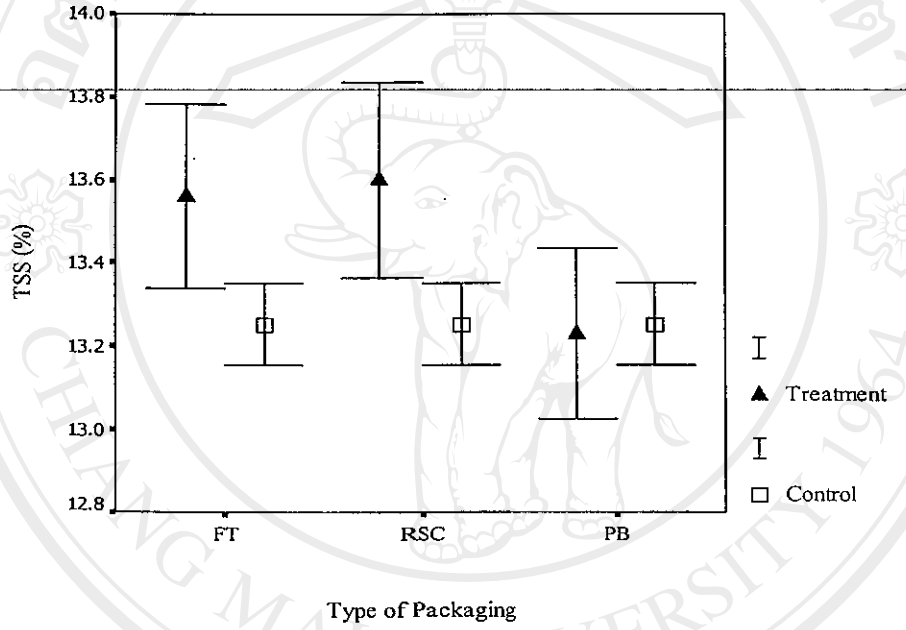
1) การเปลี่ยนแปลงของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Change of Total Soluble Solids; TSS)

ผลส้มเขียวหวานที่ผ่านการขนส่งจากผู้ผลิตไปยังตลาดกลางค้าส่งนั้น ภาชนะบรรจุมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) นอกจากนี้พบว่าความสัมพันธ์ระหว่าง ชนิดของภาชนะบรรจุที่ใช้กับเที่ยวการขนส่ง มีอิทธิพลร่วมกันต่อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

การเปลี่ยนแปลงของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของส้มที่บรรจุในภาชนะบรรจุต่างชนิดกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยการเปลี่ยนแปลงของค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของส้มที่บรรจุในภาชนะบรรจุชนิดกล่องแบบสวม และภาชนะบรรจุชนิดกล่องแบบเปิด-ปิดไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยส้มที่บรรจุในภาชนะบรรจุแบบสวมหลังผ่านการขนส่ง มีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 13.56% ส้มที่บรรจุในภาชนะบรรจุแบบเปิด-ปิด มีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 13.60% แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของส้มที่บรรจุในตะกร้า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

พลาสติก ซึ่งมีค่าเท่ากับ 13.23% (ตารางภาคผนวก 8) โดยส้มที่บรรจุในภาชนะบรรจุแบบเปิด-ปิด มีค่า ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูงสุด รองลงมาคือ ส้มที่บรรจุในภาชนะบรรจุแบบกล่อง และส้มที่บรรจุในตะกร้าพลาสติก ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของผลส้มที่ผ่านการขนส่ง กับปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของส้มชุดควบคุม พบว่า ผลส้มบรรจุในภาชนะบรรจุชนิดกล่องแบบสวม และผลส้มที่บรรจุในภาชนะบรรจุชนิดกล่องแบบเปิด-ปิด มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เพิ่มขึ้น ส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของผลส้มที่บรรจุในตะกร้าพลาสติกมีค่าใกล้เคียงกับชุดควบคุม (ภาพ 4.7) ปริมาณน้ำตาลเพิ่มขึ้นในส้มได้เมื่อเก็บรักษาไว้นานขึ้น (จริงแท้, 2544)



หมายเหตุ FT = ภาชนะบรรจุแบบสวม
RSC = ภาชนะบรรจุแบบเปิด-ปิด
PB = ตะกร้าพลาสติก

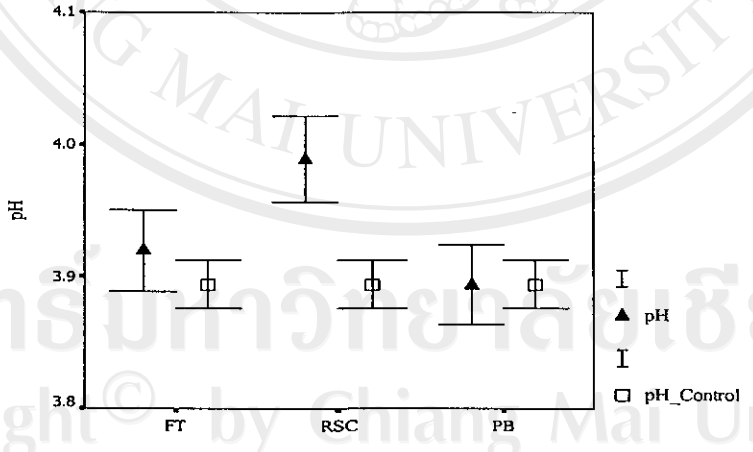
ภาพ 4.7 ค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของผลส้มเขียวหวานในแต่ละชนิดของภาชนะบรรจุที่ผ่านการขนส่งและชุดควบคุม

2) ค่าการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด-ด่าง (Change of pH)

ภาชนะบรรจุมีผลต่อค่าการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด-ด่างของผลส้มเขียวหวานที่ผ่านการขนส่งจาก ผู้ผลิตไปยังตลาดกลางค้าส่งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) นอกจากนี้พบว่าความสัมพันธ์ระหว่าง ชนิดของภาชนะบรรจุที่ใช้กับเที่ยวการขนส่ง และ ชนิดของภาชนะบรรจุที่ใช้กับสวนที่ใช้ทดลองมีอิทธิพลร่วมกันต่อค่าความเป็นกรด-ด่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ค่าการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด-ด่างของส้มที่บรรจุในภาชนะบรรจุต่างชนิดกัน มีค่าความเป็นกรด-ด่าง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่างของส้มที่บรรจุในภาชนะบรรจุแบบสวม และ ส้มที่บรรจุในตะกร้าพลาสติกไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) หลังการขนส่งส้มที่บรรจุในภาชนะบรรจุแบบสวม มีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 3.92 ส้มที่บรรจุในภาชนะบรรจุแบบเปิด-ปิดมีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 3.98 แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับค่าความเป็นกรด-ด่างของส้มที่บรรจุในตะกร้าพลาสติกซึ่งมีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 3.89 (ตารางภาคผนวก 10) โดยค่าความเป็นกรด-ด่างของส้มที่บรรจุในภาชนะบรรจุแบบเปิด-ปิดมีค่าสูงสุด รองลงมา คือ ค่าความเป็นกรด-ด่างของส้มที่บรรจุในภาชนะบรรจุแบบสวม และ ส้มที่บรรจุในตะกร้าพลาสติกตามลำดับเมื่อเปรียบเทียบค่าความเป็นกรด-ด่าง ของผลส้มที่ผ่านการขนส่งกับชุดควบคุม พบว่า ผลส้มบรรจุในภาชนะบรรจุชนิดกล่องแบบสวมและผลส้มที่บรรจุในตะกร้าพลาสติก มีค่าความเป็นกรด-ด่างใกล้เคียงกับชุดควบคุม ส่วนค่าความเป็นกรด-ด่างของผลส้มที่บรรจุในภาชนะบรรจุชนิดกล่องแบบเปิด-ปิดมีค่าเพิ่มสูงขึ้น (ภาพ4.8) ค่าความเป็นกรด-ด่างของผลไม้มีผลต่อชนิดและความสามารถในการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรียระหว่างการเก็บรักษาของผลไม้นั้นๆ ผลไม้ส่วนใหญ่เช่น มะนาว สับปะรด ท้อ แอปเปิล และส้ม มีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำกว่า 4.6 ซึ่งภายใต้สภาวะที่เป็นกรดเช่นนี้สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคได้ (Day, 1993; Brackett, 1994)



หมายเหตุ FT = ภาชนะบรรจุแบบสวม
RSC = ภาชนะบรรจุแบบเปิด-ปิด
PB = ตะกร้าพลาสติก

ภาพ 4.8 ค่าความเป็นกรด-ด่างของผลส้มเขียวหวานในแต่ละชนิดของภาชนะบรรจุที่ผ่านการขนส่งและชุดควบคุม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4.1.3 ผลของภาชนะบรรจุต่อการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

1) คะแนนการยอมรับลักษณะโดยรวม (Overall Acceptability Ratings)

จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคโดยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับคะแนน(n=50คน) พบว่า ภาชนะบรรจุมีผลต่อคะแนนความชอบลักษณะโดยรวมของผลส้มเขียวหวานที่ผ่านการขนส่งจากผู้ผลิตไปยังตลาดกลางค้าส่ง โดยมีผลต่อคะแนนความชอบลักษณะโดยรวมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) นอกจากนี้พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของภาชนะบรรจุที่ใช้กับเที่ยวการขนส่ง และตำแหน่งที่วางภาชนะบรรจุบนรถบรรทุกกับชนิดภาชนะบรรจุที่ใช้มีอิทธิพลร่วมกันต่อคะแนนความชอบลักษณะโดยรวมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

การยอมรับคุณภาพโดยรวมของส้มเขียวหวานโดยใช้ภาชนะบรรจุต่างชนิดกัน มีคะแนนความชอบลักษณะโดยรวมแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยคะแนนความชอบลักษณะโดยรวมของส้มที่บรรจุในภาชนะบรรจุชนิดกล่องแบบสวม และภาชนะบรรจุชนิดกล่องแบบเปิด-ปิดมีไม่มีความแตกต่างอย่างนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยส้มที่บรรจุในภาชนะบรรจุชนิดกล่องแบบสวมมีค่าคะแนนการยอมรับลักษณะโดยรวมเท่ากับ 5.4 ส้มที่บรรจุในภาชนะบรรจุชนิดกล่องแบบเปิด-ปิด มีค่าคะแนนการยอมรับลักษณะโดยรวมเท่ากับ 5.4 แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับค่าคะแนนความชอบลักษณะโดยรวมของส้มที่บรรจุในตะกร้าพลาสติก ซึ่งมีค่าคะแนนการยอมรับลักษณะโดยรวมเท่ากับ 5.0 เมื่อนำมาวิเคราะห์การทดสอบค่าเฉลี่ยของ 2 กลุ่มคือ ชนิดของภาชนะบรรจุที่ใช้กับชุดควบคุม ด้วยวิธี pair sample t-test พบว่า ส้มที่บรรจุในภาชนะบรรจุชนิดกล่องแบบสวมมีค่าคะแนนการยอมรับลักษณะโดยรวมเท่ากับ 5.4 ส้มที่บรรจุในภาชนะบรรจุชนิดกล่องแบบเปิด-ปิด มีค่าคะแนนการยอมรับลักษณะโดยรวมเท่ากับ 5.4 และส้มที่บรรจุในตะกร้าพลาสติก มีค่าคะแนนการยอมรับลักษณะโดยรวมเท่ากับ 5.0 ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับชุดควบคุม ที่มีค่าคะแนนการยอมรับลักษณะโดยรวมเท่ากับ 5.9 (ตารางภาคผนวก 15)

2) คะแนนการยอมรับด้านกลิ่นรส (Flavor Acceptability Ratings)

จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคโดยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับคะแนน(n= 50 คน) พบว่า ภาชนะบรรจุมีผลต่อคะแนนความชอบด้านกลิ่นรสของผลส้มเขียวหวานที่ผ่านการขนส่งจากผู้ผลิตไปยังตลาดกลางค้าส่ง โดยมีผลต่อคะแนนความชอบด้านกลิ่นรสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) นอกจากนี้พบว่าความสัมพันธ์ระหว่าง การขนส่งในแต่ละเที่ยวทั้งสามเที่ยวกับชนิดของภาชนะบรรจุที่ใช้ และตำแหน่งที่วางภาชนะบรรจุบนรถบรรทุกกับชนิดภาชนะบรรจุที่ใช้มีอิทธิพลร่วมกันต่อคะแนนความชอบด้านกลิ่นรสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การขนส่งโดยใช้ภาชนะ บรรจุต่างชนิดกันส่งผลต่อคะแนนความชอบด้านกลิ่นรสแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยคะแนนความชอบด้านกลิ่นรส ของส้มที่บรรจุในภาชนะบรรจุชนิดกล่องแบบสวม และภาชนะบรรจุชนิดกล่องแบบเปิด-ปิดไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยส้มที่บรรจุในภาชนะบรรจุชนิดกล่องแบบสวมมีค่าคะแนนความชอบด้านกลิ่นรสเท่ากับ 5.4 ส้มที่บรรจุในภาชนะบรรจุชนิดกล่องแบบเปิด-ปิด มีคะแนนความชอบด้านกลิ่นรสเท่ากับ 5.5 แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับค่า คะแนนความชอบด้านกลิ่นรสของส้มที่บรรจุในตะกร้าพลาสติกซึ่งมีเท่ากับ 5.0 เมื่อนำมาวิเคราะห์การทดสอบค่าเฉลี่ยของ 2 กลุ่มคือ ชนิดของภาชนะบรรจุที่ใช้กับชุดควบคุม ด้วยวิธี pair sample t-test พบว่า ส้มที่บรรจุในภาชนะบรรจุชนิดกล่องแบบสวมมีคะแนนความชอบด้านกลิ่นรสเท่ากับ 5.4 ส้มที่บรรจุในตะกร้าพลาสติก มีคะแนนความชอบด้านกลิ่นรสเท่ากับ 5.0 ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับชุดควบคุม ที่มีค่าคะแนนความชอบด้านกลิ่นรสเท่ากับ 5.8 ส่วนส้มที่บรรจุในภาชนะบรรจุชนิดกล่องแบบเปิด-ปิด มีคะแนนความชอบด้านกลิ่นรสเท่ากับ 5.5 ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)กับชุดควบคุม ที่มีค่าคะแนนความความชอบด้านกลิ่นรสเท่ากับ 5.8 (ตารางภาคผนวก 17)

3) ความเข้มของกลิ่นรส (Flavor Intensity Ratings)

จากการทดสอบผู้บริโภคโดยวิธีการให้คะแนนความเข้มของกลิ่นรส 9 ระดับคะแนน (n=50 คน) แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย พบว่า ค่าเฉลี่ยความเข้มของกลิ่นรสของส้มที่ผ่านการขนส่งมีคะแนนความเข้มของกลิ่นรสเฉลี่ย 5.3 ส่วนส้มชุดควบคุมมีคะแนนความเข้มของกลิ่นรสเฉลี่ย 5.6 คือมีความเข้มของกลิ่นรสอยู่ในระดับปานกลาง คะแนนความเข้มของกลิ่นรสเฉลี่ยของส้มชุดควบคุมมีค่าสูงกว่าส้มที่ผ่านการขนส่งเล็กน้อย เมื่อนำมาวิเคราะห์การทดสอบค่าเฉลี่ยของ 2 กลุ่มคือ ชนิดของภาชนะบรรจุที่ใช้กับชุดควบคุม ด้วยวิธี pair sample t-test พบว่า ส้มที่บรรจุในภาชนะบรรจุชนิดกล่องแบบสวมมีคะแนนความเข้มของกลิ่นรส เท่ากับ 5.4 ส้มที่บรรจุในตะกร้าพลาสติกมีคะแนนความเข้มของกลิ่นรส เท่ากับ 5.2 ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับชุดควบคุม ที่มีค่าคะแนนความเข้มของกลิ่นรส เท่ากับ 5.7 ส่วนส้มที่บรรจุในภาชนะบรรจุชนิดกล่องแบบเปิด-ปิด มีคะแนนความเข้มของกลิ่นรส เท่ากับ 5.5 ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) กับชุดควบคุม ที่มีค่า คะแนนความเข้มของกลิ่นรส เท่ากับ 5.7

4) ความเข้มของกลิ่นรสหมัก (Fermented Flavor Intensity Ratings)

จากการทดสอบผู้บริโภคโดยวิธีการให้คะแนนความเข้มของกลิ่นรสหมัก 9 ระดับคะแนน(n=50 คน) แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย พบว่า ค่าเฉลี่ยความเข้มของ กลิ่นรสหมัก ส้มที่ผ่านการขนส่งมีคะแนนความเข้มของกลิ่นรสหมัก เฉลี่ย 4.8 ส่วนส้มชุดควบคุมมีคะแนนความเข้มของกลิ่น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รสหมักเฉลี่ย 4.0 คือมีความเข้มของกลิ่นรสหมักอยู่ในระดับมีบ้างเล็กน้อย คะแนนความเข้มของกลิ่นรสหมักเฉลี่ยของส้มที่ผ่านการขนส่งมีค่าสูงกว่าส้มชุดควบคุมเล็กน้อย เมื่อนำมาวิเคราะห์การทดสอบค่าเฉลี่ยของ 2 กลุ่มคือ ชนิดของภาชนะบรรจุที่ใช้กับชุดควบคุม ด้วยวิธี pair sample t-test พบว่า ส้มที่บรรจุในภาชนะบรรจุชนิดกล่องแบบสวมมีคะแนนความเข้มของกลิ่นรสหมักเท่ากับ 4.4 ส้มที่บรรจุในภาชนะบรรจุชนิดกล่องแบบเปิด-ปิด มีคะแนนความเข้มของกลิ่นรสหมักเท่ากับ 5.5 และส้มที่บรรจุในตะกร้าพลาสติก มีคะแนนความเข้มของกลิ่นรสหมักเท่ากับ 4.4 ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับชุดควบคุม ที่มีค่าคะแนนความเข้มของกลิ่นรสหมัก เท่ากับ 4.0

4.2 ผลของตำแหน่งที่วางภาชนะบรรจุบนรถบรรทุกต่อคุณภาพและการสูญเสียของส้มสายน้ำผึ้ง

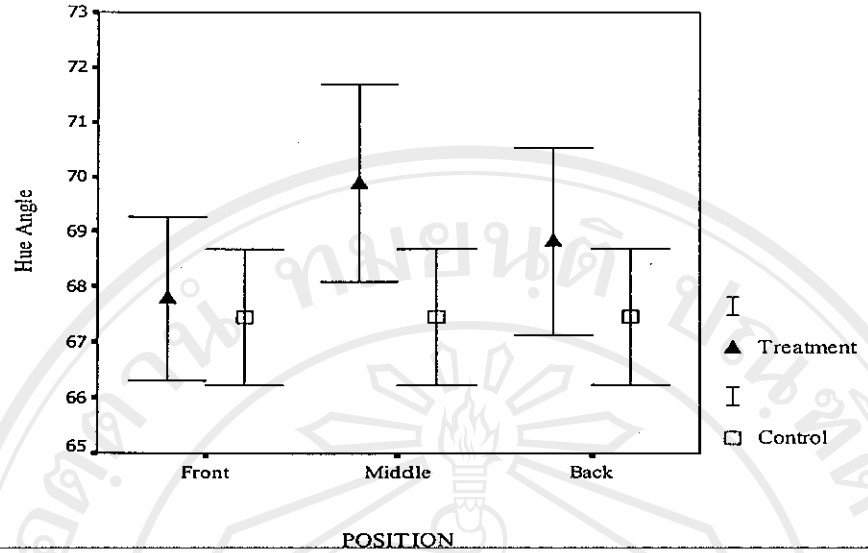
4.2.1 ผลของตำแหน่งที่วางภาชนะบรรจุบนรถบรรทุกต่อคุณภาพ

1) การเปลี่ยนแปลงสีผิว (Fruit Surface Color Change)

ตำแหน่งที่วางภาชนะบรรจุบนรถบรรทุกมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีผิวของผลส้มเขียวหวานที่ผ่านการขนส่งจากผู้ผลิตไปยังตลาดกลางค้าส่ง โดยมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า Hue Angle (h^o) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) นอกจากนี้พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนเที่ยวของการทดลองกับตำแหน่งที่วางภาชนะบรรจุ บนรถบรรทุก มีอิทธิพลร่วมกันต่อค่า h^o อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

การเปลี่ยนแปลง ค่า h^o ของส้มที่วางในตำแหน่งที่แตกต่างกันบนรถบรรทุกมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยส้มที่วางในตำแหน่งตรงกลาง และ ส้มที่วางในตำแหน่งท้ายรถบรรทุกไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยส้มที่วางในตำแหน่งตรงกลางหลังผ่านการขนส่งมีค่า h^o เท่ากับ 69.88 และตำแหน่งที่วางภาชนะบรรจุด้านท้าย มีค่า h^o เท่ากับ 68.82 แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับค่า h^o ของส้มในตำแหน่งที่วางภาชนะบรรจุด้านหน้า ซึ่งมีค่า h^o เท่ากับ 67.79 (ตารางภาคผนวก 3) เมื่อเปรียบเทียบค่า h^o ของตำแหน่งที่วางภาชนะบรรจุบนรถ กับค่า h^o ส้มชุดควบคุม พบว่า ตำแหน่งที่วางภาชนะบรรจุด้านหน้า ตำแหน่งที่วางภาชนะบรรจุตรงกลาง และ ตำแหน่งที่วางภาชนะบรรจุด้านท้ายรถบรรทุก มีค่า h^o สูงกว่าส้มชุดควบคุมเล็กน้อย แสดงให้เห็นว่าสีเปลือกผลส้มมีสีเหลืองมากขึ้น (ภาพ 4.11)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 4.9 ค่า Hue Angle (h^{o}) ของเปลือกผลส้มเขียวหวานในตำแหน่งบนรถบรรทุกที่ผ่านการขนส่งและชุดควบคุม

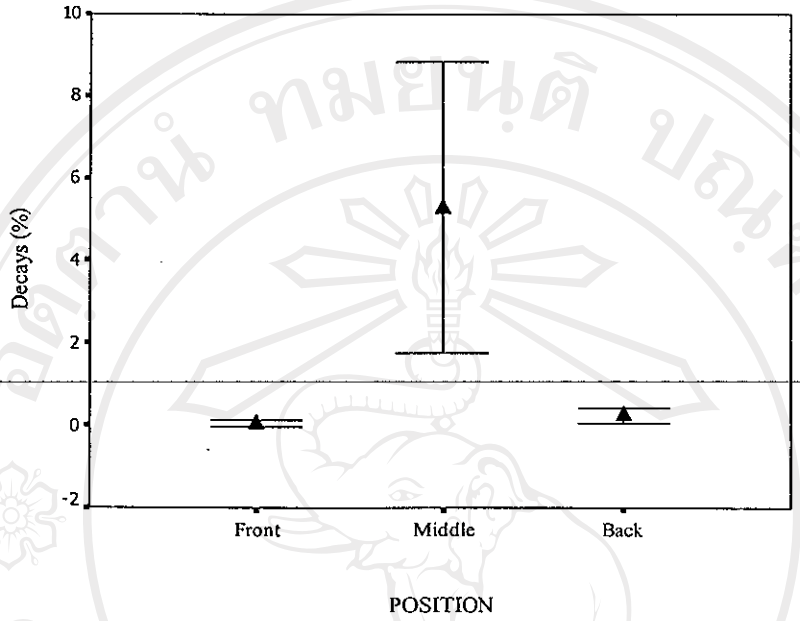
2) เปอร์เซ็นต์การเน่าเสีย (Decay Percentage)

ตำแหน่งที่วางภาชนะบรรจุบนรถบรรทุกมีผลต่อเปอร์เซ็นต์การเน่าเสียของผลส้มเขียวหวานที่ผ่านการขนส่งจากผู้ผลิตไปยังตลาดกลางค้าส่ง โดยมีผลต่อเปอร์เซ็นต์การเน่าเสียอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) นอกจากนี้พบว่าความสัมพันธ์ระหว่าง ตำแหน่งที่วางภาชนะบรรจุบนรถบรรทุกกับชนิดของภาชนะบรรจุที่ใช้ และ ตำแหน่งที่วางภาชนะบรรจุบนรถบรรทุกกับเที่ยวการขนส่ง มีอิทธิพลร่วมกันต่อเปอร์เซ็นต์การเน่าเสียอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

เปอร์เซ็นต์ การเน่าเสียของตำแหน่งที่วางภาชนะบรรจุบนรถบรรทุกมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดย ตำแหน่งที่วางภาชนะบรรจุด้านหน้า และ ตำแหน่งที่วางภาชนะบรรจุด้านท้าย ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยตำแหน่งที่วางภาชนะบรรจุด้านหน้า มีเปอร์เซ็นต์การเน่าเสียเท่ากับ 0.03% ตำแหน่งที่วางภาชนะบรรจุด้านท้าย มีเปอร์เซ็นต์การเน่าเสียเท่ากับ 0.23% แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับตำแหน่งที่วางภาชนะบรรจุตรงกลาง ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การเน่าเสียเท่ากับ 5.29% (ภาพ 4.12 และตารางภาคผนวก 4) การเน่าเสียของตำแหน่งที่วางบนรถบรรทุกพบว่าการวางภาชนะบรรจุตรงกลางมีเปอร์เซ็นต์การเน่าเสียสูงกว่าการวางตำแหน่งภาชนะบรรจุด้านหน้าและท้ายรถบรรทุก การที่ตำแหน่งตรงกลางมีเปอร์เซ็นต์การเน่าเสียสูงอาจมีสาเหตุมาจากอุณหภูมิและความชื้นที่ค่อนข้าง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สูงในบริเวณตรงกลาง มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ บนผลผลิตประกอบกับมีการสะสมของแก๊สเอทธิลีนสูง ทำให้ผลส้มอ่อนแอต่อการเน่าเสีย



ภาพ 4.10 เปอร์เซ็นต์การเน่าเสียของผลส้มเขียวหวานในตำแหน่งบนรถบรรทุกที่ผ่านการขนส่งและชุดควบคุม

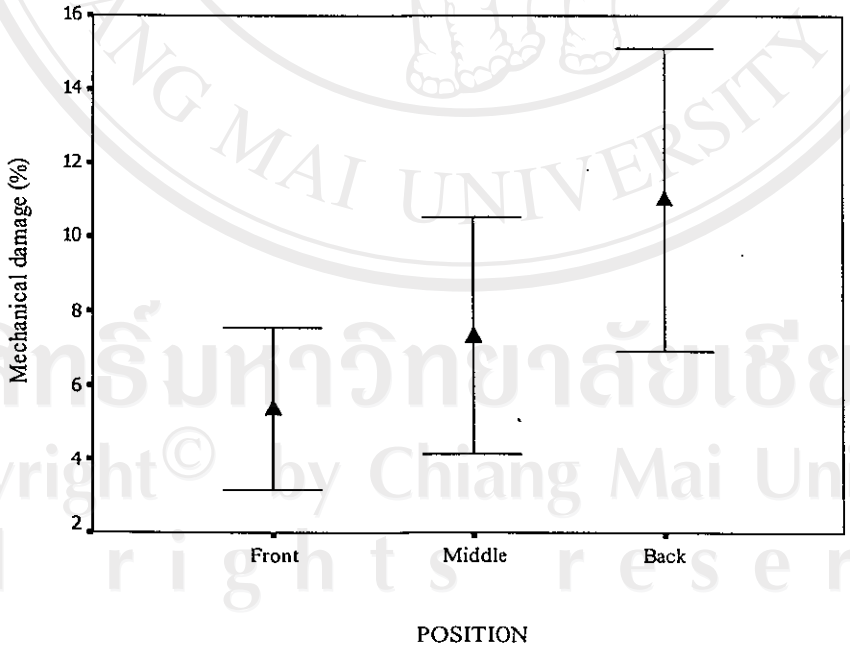
3) เปอร์เซ็นต์ความเสียหายทางกล (Mechanical Damage Percentage)

ตำแหน่งที่วางภาชนะบรรจุบนรถบรรทุกมีผลต่อเปอร์เซ็นต์ความเสียหายทางกลของผลส้มเขียวหวานที่ผ่านการขนส่งจากผู้ผลิตไปยังตลาดกลางค้าส่ง โดยมีผลต่อเปอร์เซ็นต์ความเสียหายทางกลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) นอกจากนี้พบว่าความสัมพันธ์ระหว่าง ตำแหน่งที่วางภาชนะบรรจุบนรถบรรทุกกับชนิดของภาชนะบรรจุที่ใช้ และ ตำแหน่งที่วางภาชนะบรรจุบนรถบรรทุกกับเที่ยวการขนส่งมีอิทธิพลร่วมกันต่อเปอร์เซ็นต์ความเสียหายทางกลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ความเสียหายทางกลของตำแหน่งที่วางภาชนะบรรจุบนรถบรรทุกมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดย ตำแหน่งที่วางภาชนะบรรจุด้านหน้า มีเปอร์เซ็นต์ความเสียหายทางกลเท่ากับ 5.36% ตำแหน่งที่วางภาชนะบรรจุตรงกลาง มีเปอร์เซ็นต์ความเสียหายทางกลเท่ากับ 7.32% ตำแหน่งที่วางภาชนะบรรจุด้านท้าย มีเปอร์เซ็นต์ความเสียหายทางกลเท่ากับ 11.0% (ภาพ 4.13 และ ตารางภาคผนวก 5) ผลผลิตที่เกิดจากความเสียหายทางกลถ้าพบในตะกร้าพลาสติก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผู้ค้าส่งก็จะแยกผลที่มีตำหนิออกซึ่งไม่สามารถที่จะขายได้ ส่วนภาชนะบรรจุแบบสวม และภาชนะบรรจุแบบเปิด-ปิด ถ้าพบความเสียหายทางกลทางผู้ค้าส่งก็จะตรวจนับภาชนะบรรจุที่เสียหายส่งคืนให้ผู้ประกอบการสวนส้ม เพราะไม่สามารถที่จะขายได้ และ การวางตำแหน่งของภาชนะบรรจุบนรถบรรทุกที่ตำแหน่งต่างกันมีผลกระทบโดยตรงกับเปอร์เซ็นต์ความเสียหายทางกล เมื่อวางภาชนะบรรจุบนรถบรรทุกที่ตำแหน่งด้านท้ายพบว่าเปอร์เซ็นต์ความเสียหายทางกลสูงกว่าการวางตำแหน่งตรงกลางรถบรรทุก และตำแหน่งด้านหน้าอย่างชัดเจน เนื่องจากอยู่ในช่วงล้อหลังของรถบรรทุกจึงทำให้เกิดการสั่นสะเทือนของภาชนะบรรจุบริเวณนั้นมากที่สุด ซึ่งส่วนประกอบของรถบรรทุกที่ทำหน้าที่รับอาการสั่นสะเทือนหรืออาการกระแทกของตัวรถคือ สปริงซึ่งจะมี โช๊คอัพ ทำหน้าที่ดูดซับอาการสั่นสะเทือนของสปริงเพื่อช่วยในการขับขี่สะดวกสบายขึ้น และปัจจัยอีกอย่างที่ส่งผลต่ออาการสั่นสะเทือนและการกระแทก ที่รถบรรทุกได้รับเกิดจากความไม่ราบเรียบของพื้นผิวถนน (วสันต์, 2545) การทดลองของ ณพวีร์ (2543) กล่าวว่า เมื่อทดสอบใช้ปัจจัยคุม 3 ตัวคือ ความถี่ แอมพลิจูด และระยะเวลาในการสั่นสะเทือน โดยพิจารณาคุณสมบัติการสั่นสะเทือนของส้มเขียวหวานจากปัจจัยที่ผันแปรได้ 3 ตัว คือ ค่าดัชนีการทรงตัว ค่าเปอร์เซ็นต์การยุบตัว และค่าเปอร์เซ็นต์ความช้ำ จากการทดสอบกับชุดทดสอบ พบว่า ปัจจัยคุมทั้ง 3 มีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แก่ตัวแปรที่แปรผันทั้ง 3 ตัว



ภาพ 4.11 เปอร์เซ็นต์ความเสียหายทางกลของผลส้มเขียวหวานในตำแหน่งบนรถบรรทุกที่ผ่านการขนส่งและชุดควบคุม

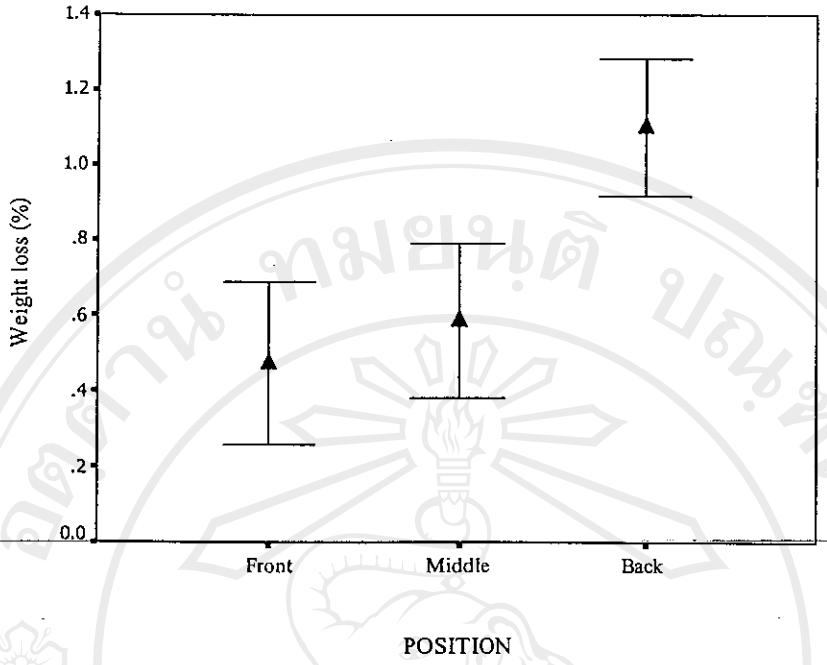
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4) เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด (Weight Loss Percentage)

ตำแหน่งที่วางภาชนะบรรจุบนรถบรรทุกมีผลต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของผลส้มเขียวหวานที่ผ่านการขนส่งจากผู้ผลิตไปยังตลาดกลางค้าส่ง โดยมีผลต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของตำแหน่งที่วางภาชนะบรรจุบนรถบรรทุกมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยตำแหน่งที่วางภาชนะบรรจุด้านหน้า และตำแหน่งที่วางภาชนะบรรจุตรงกลาง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยตำแหน่งที่วางภาชนะบรรจุด้านหน้า มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 0.47% ตำแหน่งที่วางภาชนะบรรจุตรงกลาง มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 0.58% แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับตำแหน่งที่วางภาชนะบรรจุด้านท้าย ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 1.10% (ภาพ 4.14 และตารางภาคผนวก 6) จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าตำแหน่งที่วางภาชนะบรรจุบนรถบรรทุกมีผลต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก โดยตำแหน่งที่วางภาชนะบรรจุด้านท้ายพบเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักมากที่สุด เนื่องจากการสั่นสะเทือนของรถบรรทุกและการเสียดสีระหว่างผลผลิตกับภาชนะบรรจุมีผลโดยตรงกับความเสียหายที่เกิดขึ้นกับผลผลิตในระหว่างการขนส่ง การสั่นสะเทือนและเสียดสีจะขึ้นอยู่กับสภาพของถนน สภาพของยานพาหนะและความเร็วของรถในระหว่างการขนส่ง ในการขนส่งระยะทางไกลๆ พบว่าการสั่นสะเทือนเกิดขึ้นทำให้ผลไม้เกิดการยุบตัวลงจึงเกิดช่องว่างภายในภาชนะบรรจุ ช่องว่างบริเวณด้านบนของภาชนะบรรจุที่เกิดขึ้นในระหว่างการยุบตัวนี้จะทำให้ผลไม้กระดอน และกระแทกกับผนังของภาชนะบรรจุ ซึ่งจะทำให้ผลไม้เกิดความเสียหาย (Peleg, 1985) และเป็นสาเหตุให้ผลผลิตมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดสูง การปกป้องผลผลิตจากการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา เช่น การสูญเสียน้ำระหว่างการขนส่งภายในประเทศมีการป้องกันเพียงเล็กน้อย รถบรรทุกส่วนใหญ่ใช้ระบบเปิด ระหว่างการขนส่งใช้ผ้าใบสำหรับบังแดดและฝนเป็นส่วนใหญ่ ผ้าใบป้องกันแดดได้ดี แต่ไม่สามารถป้องกันความร้อนที่แผ่เข้าไปถึงผลิตผล ทำให้อุณหภูมิสูงและเสื่อมสภาพเร็ว การปิดผ้าใบมิดชิดนอกจากจะทำให้ความร้อนภายในสูงแล้ว ยังอาจก่อให้เกิดสภาพขาดออกซิเจนจนกระทั่งทำให้ผลิตผลเสียหายได้ (สายพิณ, 2535) การสูญเสียน้ำออกจากผลิตผล เป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ การสูญเสียน้ำออกจากผลิตผล นอกจากจะทำให้น้ำหนักที่ขายได้ลดลงแล้ว ยังทำให้รสชาติของผลิตผลลดลงด้วย โดยเฉพาะในแง่ของเนื้อสัมผัส (texture) และยังทำให้ผิวเหี่ยวย่นไม่ดึงดูดใจต่อผู้บริโภค

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 4.12 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของผลส้มเขียวหวานในตำแหน่งบนรถบรรทุกที่ผ่านการขนส่งและชุดควบคุม

5) การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

5.1) ความเข้มของกลิ่นรส (Flavor Intensity Ratings)

จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคโดยวิธีการให้คะแนนความเข้มของกลิ่นรส 9 ระดับคะแนน(n=50 คน) แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย พบว่า ค่าเฉลี่ยการยอมรับความเข้มของกลิ่นรสของส้มที่ผ่านการขนส่งมีคะแนนความเข้มของกลิ่นรสเฉลี่ย 5.3 ส่วนส้มชุดควบคุมมีคะแนนความเข้มของกลิ่นรสเฉลี่ย 5.6 คือมีความเข้มของกลิ่นรสอยู่ในระดับปานกลาง คะแนนความเข้มของกลิ่นรสเฉลี่ยของส้มชุดควบคุมมีค่าสูงกว่าส้มที่ผ่านการขนส่งเล็กน้อย เมื่อนำมาวิเคราะห์การทดสอบค่าเฉลี่ยของ 2 กลุ่ม คือ ตำแหน่งที่วางภาชนะบรรจุบนรถบรรทุกกับชุดควบคุม ด้วยวิธี pair sample t-test พบว่า ส้มในตำแหน่งที่วางภาชนะบรรจุด้านหน้า มีค่าคะแนนความเข้มของกลิ่นรส เท่ากับ 5.4 ตำแหน่งที่วางภาชนะบรรจุด้านท้าย มีค่าคะแนนความเข้มของกลิ่นรส เท่ากับ 5.1 ที่แตกต่างกับชุดควบคุม ซึ่งมีค่า คะแนนความเข้มของกลิ่นรส เท่ากับ 5.7 ส่วนตำแหน่งที่วางภาชนะบรรจุตรงกลางมีค่าคะแนนความเข้มของกลิ่นรส เท่ากับ 5.5 ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับชุดควบคุม ที่มีค่าคะแนนความเข้มของกลิ่นรส เท่ากับ 5.7 (ตารางภาคผนวก 18)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

5.2) ความเข้มของกลิ่นรสหมัก (Fermented Flavor Intensity Ratings)

จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคโดยวิธีการให้คะแนนความเข้มของกลิ่นรสหมัก 9 ระดับคะแนน(n=50 คน) แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย พบว่า ค่าเฉลี่ยการยอมรับความเข้มของ กลิ่นรสหมัก ของส้มที่ผ่านการขนส่งมีคะแนนความเข้มของกลิ่นรสหมัก เฉลี่ย 4.8 ส่วนส้มชุดควบคุมมีคะแนนความเข้มของกลิ่นรสหมักเฉลี่ย 4.0 คือมีความเข้มของกลิ่นรสหมักอยู่ในระดับมีบ้างเล็กน้อย คะแนนความเข้มของกลิ่นรสหมักเฉลี่ยของส้มที่ผ่านการขนส่งมีค่าสูงกว่าส้มชุดควบคุมเล็กน้อย เมื่อนำมาวิเคราะห์การทดสอบค่าเฉลี่ยของ 2 กลุ่มคือ ตำแหน่งที่วางภาชนะบรรจุบนรถบรรทุกกับชุดควบคุม ด้วยวิธี pair sample t-test พบว่าส้มในตำแหน่งที่วางภาชนะบรรจุด้านหน้า มีค่าคะแนนความเข้มของกลิ่นรสหมัก เท่ากับ 4.9 ตำแหน่งที่วางภาชนะบรรจุตรงกลางมีค่าคะแนนความเข้มของกลิ่นรสหมัก เท่ากับ 5.4 ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) กับชุดควบคุมที่มีค่าคะแนนความเข้มของกลิ่นรสหมัก เท่ากับ 4.0 ส่วน ตำแหน่งที่วางภาชนะบรรจุด้านท้าย มีค่าคะแนนความเข้มของกลิ่นรสหมัก เท่ากับ 4.0 ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) กับชุดควบคุม ที่มีค่า คะแนนความเข้มของกลิ่นรสหมัก เท่ากับ 4.0 (ตารางภาคผนวก 19)

4.3 ผลของสวนที่ใช้ในการทดลองต่อคุณภาพและการสูญเสียของส้มสายน้ำผึ้ง

4.3.1 ผลของส้มจากสวนที่ใช้ในการทดลองต่อคุณสมบัติทางกายภาพ

1) การเปลี่ยนแปลงสีผิว (Fruit Surface Color Change)

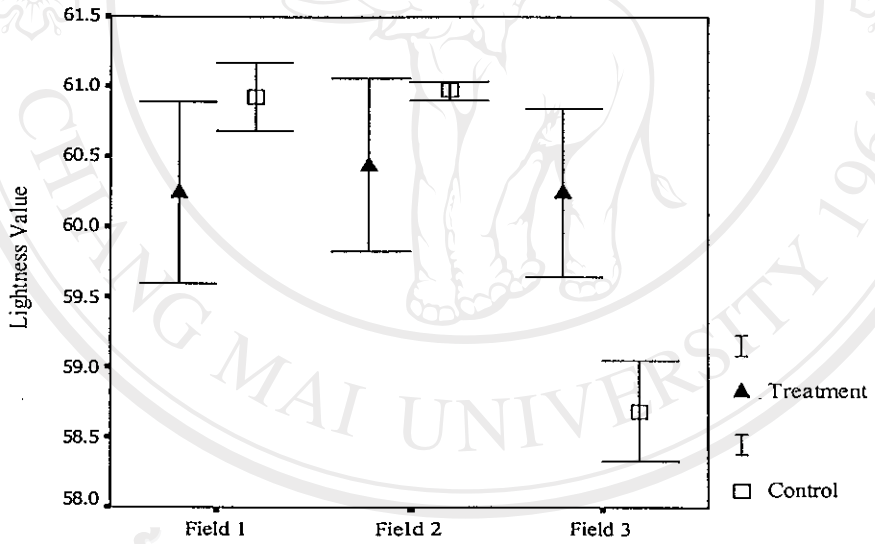
สวนที่ใช้ในการทดลองต่างกันมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีผิวของผลส้มเขียวหวานที่ผ่านการขนส่งจากผู้ผลิตไปยังตลาดกลางค้าส่ง โดยมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า L* value, Chroma (C^*) และ Hue Angle (h^o) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) นอกจากนี้พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างส้มจากสวนที่ใช้ในการทดลองต่างกัน และ จำนวนครั้งของการทดลองกับสวนที่ใช้ในการทดลองต่างกัน มีอิทธิพลร่วมกันต่อค่า L* value, C* และ h^o อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)

การเปลี่ยนแปลง ค่า L* value ของส้มจากสวนที่ใช้ในการทดลองจำนวน 3 สวน ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยส้มที่ผ่านการขนส่งจากสวนที่ 1 มี ค่า L* value เท่ากับ 60.24 สวนที่ 2 มี ค่า L* value เท่ากับ 60.43 และสวนที่ 3 มี ค่า L* value เท่ากับ 60.24 (ตารางภาคผนวก 1) เมื่อเปรียบเทียบ ค่า L* value ของสวนที่ใช้ในการทดลองจำนวน 3 สวน กับ ค่า L* value ของส้มชุดควบคุม พบว่าค่า L* value ของผลส้มจากสวนที่ใช้ในการทดลองสวนที่ 1 และ ผลส้มจากสวนที่ใช้ในการทดลองสวนที่ 2 มีค่า L* value ลดลงแสดงถึงสีของผลส้มที่คล้ำลง เมื่อเทียบกับชุดควบคุม ส่วนค่า L* value ของผลส้มจากสวนที่ใช้ในการทดลองสวนที่ 3 มีค่าเพิ่มขึ้นแสดงถึงสีของผลส้มที่สว่างขึ้น (ภาพ 4.15)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

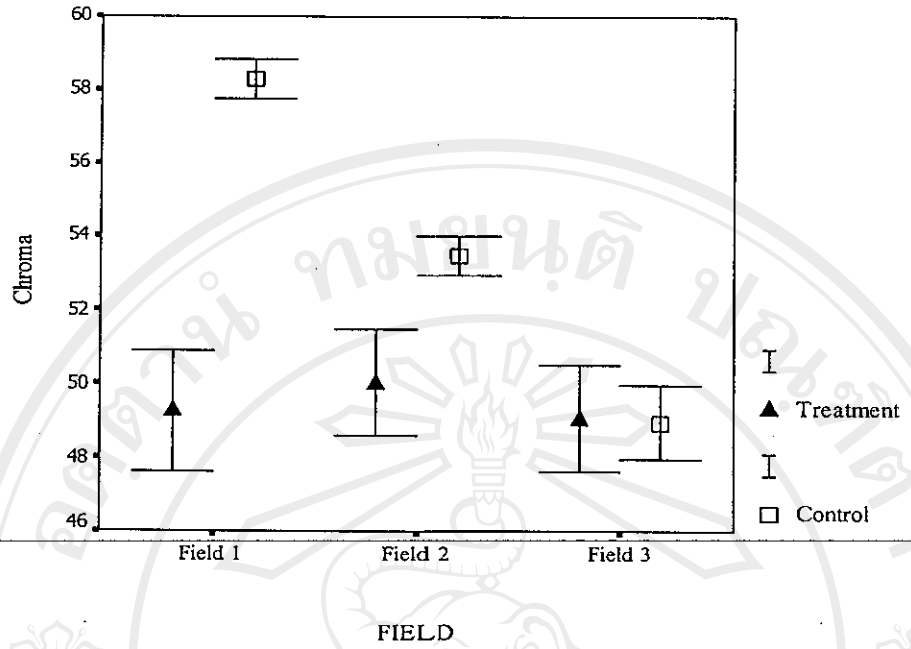
ค่า C* เป็นค่าที่แสดงให้เห็นถึงความเข้มของสี ถ้าค่า C* เข้าใกล้ศูนย์แสดงว่าวัตถุมีสีซีดจาง (เทา) หากค่า C* เข้าใกล้ 60 แสดงว่าวัตถุมีสีเข้ม จากการทดลองขนส่งส้มนานประมาณ 12 ชั่วโมง พบว่า การเปลี่ยนแปลงของค่า C* จากส้ม 3 สวน ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยส้มที่ผ่านการขนส่งของสวนที่ 1 มี ค่า C* เท่ากับ 49.25 สวนที่ 2 มี ค่า C* เท่ากับ 50.02 และสวนที่ 3 มี ค่า C* เท่ากับ 49.04 (ตามตารางภาคผนวก 2) เมื่อเปรียบเทียบ ค่า C* ของสวนที่ใช้ในการทดลองจำนวน 3 สวน กับ ค่า C* ของส้มชุดควบคุม พบว่า ค่า C* ของสวนที่ 1 และ สวนที่ 2 มีค่า C* ลดลง ส่วนค่า C* ของสวนที่ 3 มีค่าใกล้เคียงกับชุดควบคุม (ภาพ 4.16)

การเปลี่ยนแปลง ค่า h° ของส้มจากสวนที่ใช้ในการทดลองจำนวน 3 สวน ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยส้มที่ผ่านการขนส่งของสวนที่ 1 มีค่า H° เท่ากับ 68.73 สวนที่ 2 มี ค่า h° เท่ากับ 68.59 และสวนที่ 3 มีค่า h° เท่ากับ 69.17 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผลส้มที่ผ่านการขนส่งแล้วมีสีเหลืองมากขึ้น (ตารางภาคผนวก 3)

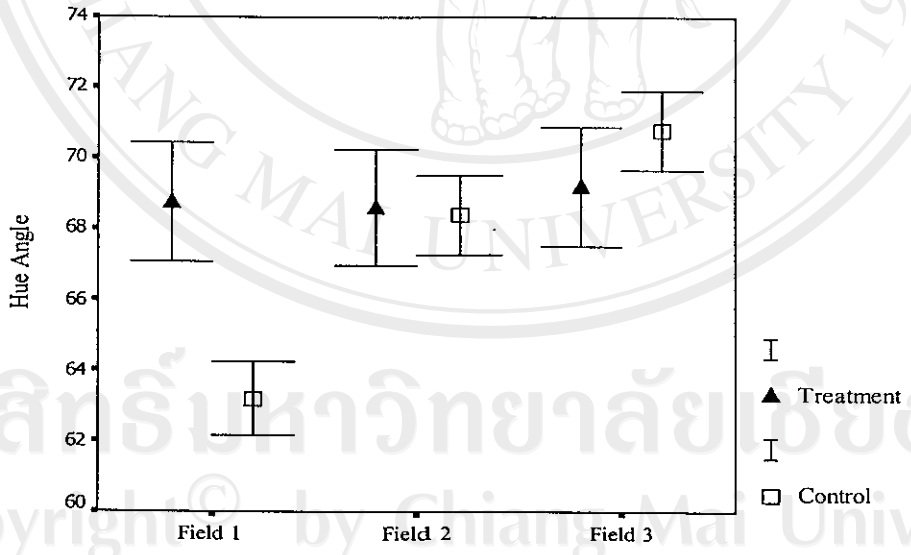


ภาพ 4.13 ค่า L* value ของเปลือกผลส้มเขียวหวานของสวนที่ใช้ในการทดลองที่ผ่านการขนส่งและชุดควบคุม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 4.14 ค่า Chroma (C*) ของเปลือกผลส้มเขียวหวานของสวนที่ใช้ในการทดลองที่ผ่านการขนส่งและชุดควบคุม



ภาพ 4.15 ค่า Hue Angle (h°) ของเปลือกผลส้มเขียวหวานของสวนที่ใช้ในการทดลองที่ผ่านการขนส่งและ ชุดควบคุม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

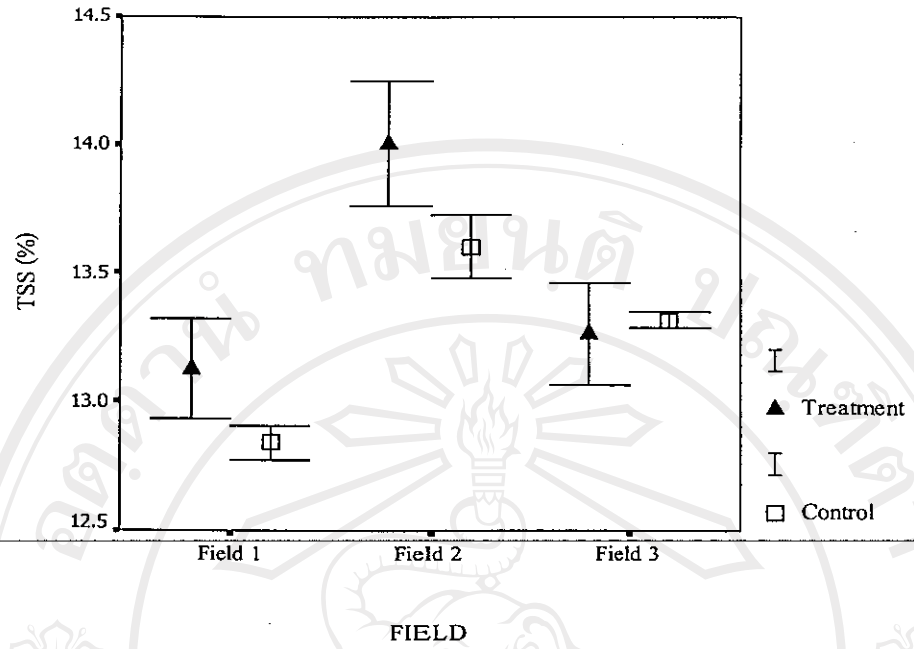
4.3.2 ผลของส้มจากสวนที่ใช้ในการทดลองต่อสมบัติทางเคมี

1) การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Change of Total Soluble Solids; TSS)

สวนที่ใช้ในการทดลองต่างกันมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของผลส้มเขียวหวานที่ผ่านการขนส่งจากผู้ผลิตไปยังตลาดกลางค้าส่งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) นอกจากนี้พบว่าความสัมพันธ์ระหว่าง เที่ยวการขนส่งกับสวนที่ใช้ในการทดลองต่างกัน มีอิทธิพลร่วมกันต่อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของส้มจากสวนที่ใช้ในการทดลองจำนวน 3 สวน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยสวนที่ 1 และ สวนที่ 3 มีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยสวนที่ 1 หลังผ่านการขนส่งมีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 13.12 สวนที่ 3 มีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 13.26 แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับสวนที่ 2 ซึ่งมีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 14.00 (ตารางภาคผนวก 8) เมื่อเปรียบเทียบปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของส้มจากสวนที่ใช้ในการทดลองจำนวน 3 สวน กับปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของส้มชุดควบคุม พบว่า ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของส้มเขียวหวานชุดทดลองจากสวนที่ใช้ในการทดลองต่างกันมีค่าสูงกว่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของส้มเขียวหวานชุดควบคุมเล็กน้อย ยกเว้นส้มจากสวนที่ 3 มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของส้มเขียวหวานชุดทดลองกับชุดควบคุมใกล้เคียงกัน (ภาพ 4.18) เมื่อผลส้มเริ่มแก่จะมีการสร้างน้ำตาลเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ ขณะที่ปริมาณกรดจะลดลง (Kimball, 1984) ปริมาณน้ำตาลในผลจะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น การบำรุงรักษาต้น ถ้าต้นสมบูรณ์และแข็งแรงได้รับอาหารและน้ำในอัตราที่พอเหมาะจะมีปริมาณน้ำตาลมาก อายุผลก็เช่นเดียวกัน ถ้าปล่อยให้ส้มอยู่บนต้นนานๆ ความหวานหรือปริมาณน้ำตาลจะเพิ่มขึ้น และปัจจัยที่สำคัญอีกประการหนึ่งที่มีผลต่อการสร้างน้ำตาลในผลส้มคืออุณหภูมิในช่วงที่ผลเริ่มแก่ ถ้าอุณหภูมิสูงผลส้มจะสร้างน้ำตาลได้มาก ยิ่งมีช่วงอุณหภูมิสูงติดต่อกันนานจะทำให้ผลส้มมีน้ำตาลมากขึ้นหรือรสหวานขึ้น (Baldwin, 1993)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 4.16 ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของผลส้มเขียวหวานในจำนวนสวนที่ใช้ในการทดลองที่ผ่านการขนส่งและชุดควบคุม

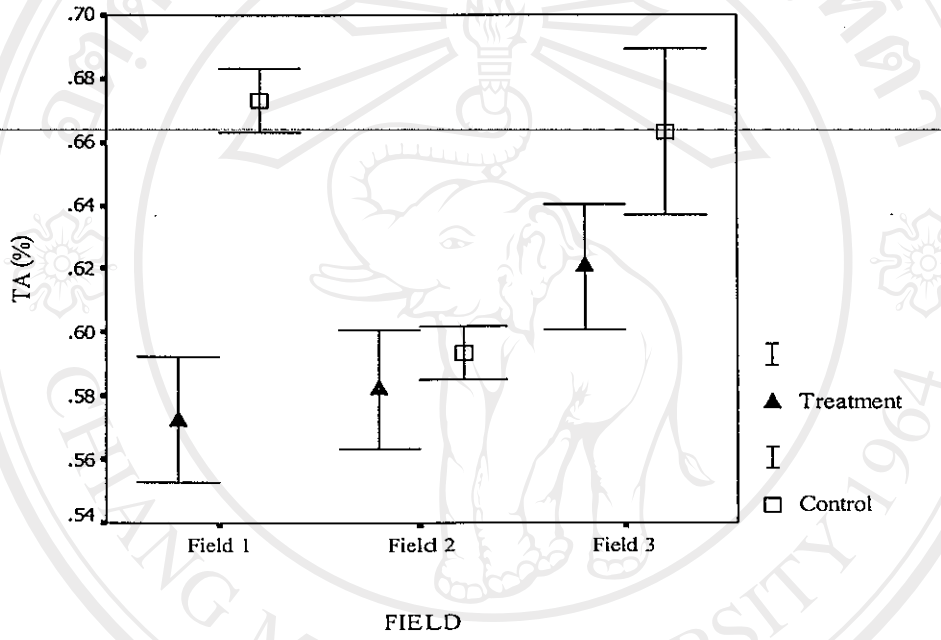
2) การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ (Change of Titratable Acidity; TA)

สวนที่ใช้ในการทดลองต่างกันมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของผลส้มเขียวหวานที่ผ่านการขนส่งจากผู้ผลิตไปยังตลาดกลางค้าส่งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) นอกจากนี้พบว่าความสัมพันธ์ระหว่าง เที่ยวของการขนส่งกับสวนที่ใช้ในการทดลองมีอิทธิพลต่อปริมาณกรดที่ ไทเทรตได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของสวนที่ใช้ในการทดลองจำนวน 3 สวน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยส้มที่ผ่านการขนส่งจากสวนที่ 1 และ สวนที่ 2 มีปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยสวนที่ 1 มีปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ เท่ากับ 0.57% สวนที่ 2 มีปริมาณกรดที่ ไทเทรตได้เท่ากับ 0.58% แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับสวนที่ 3 ซึ่งมีปริมาณกรดที่ไทเทรตได้เท่ากับ 0.62% (ตารางภาคผนวก 9) เมื่อเปรียบเทียบปริมาณกรดที่ ไทเทรตได้ของส้มจากสวนที่ใช้ในการทดลองจำนวน 3 สวน กับปริมาณกรดที่ ไทเทรตได้ของส้มชุดควบคุม พบว่า ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้มีแนวโน้มลดลงเมื่อผ่านการขนส่ง (ภาพ 4.19) หากพิจารณาขั้นตอนการพัฒนาของผลส้ม จะพบว่า ผลส้มมีปริมาณกรดโดยรวมซึ่งส่วนใหญ่เป็นกรดซิตริกเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ในช่วง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ต้นของการเจริญเติบโตจากนั้นมีค่าคงที่ (Ting and Attaway, 1971) และเริ่มมีค่าลดลงตั้งแต่สัปดาห์ที่ 20 หลังดอกบาน ในขณะที่การพัฒนาของผลส้มยังอยู่ในระยะแรกซึ่งเป็นระยะการแบ่งเซลล์ โดยผลส้มยังคงมีการเพิ่มขนาดและปริมาณน้ำภายในผล ปริมาณน้ำที่เพิ่มขึ้นเป็นเหตุให้ปริมาณกรดที่มีอยู่คงที่นั้นถูกเจือจางลง (Baldwin, 1993) ฉะนั้นเมื่อผลส้มพัฒนาเข้าสู่ระยะผลแก่ปริมาณกรดจึงมีค่าลดลง (Monselise, 1986) เนื่องจากส้มเป็นผลไม้ประเภท non-climacteric จึงมีการเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยวเพียงเล็กน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับผลไม้ประเภท climacteric (สายชล, 2528)



ภาพ 4.17 ค่าปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของผลส้มเขียวหวานในจำนวนสวนที่ใช้ในการทดลองที่ผ่านการขนส่งและชุดควบคุม

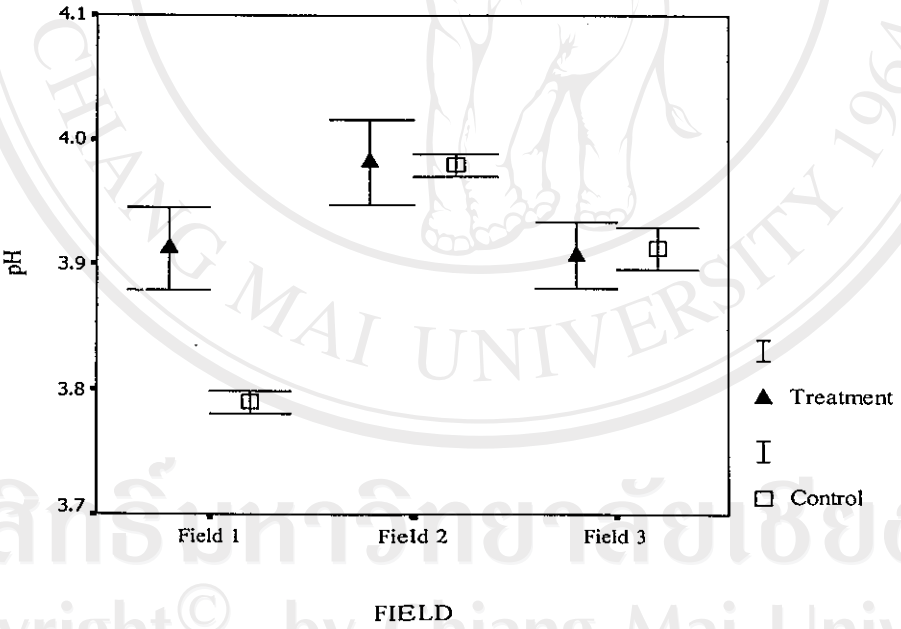
3) การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่าง (Change of pH)

สวนที่ใช้ในการทดลองต่างกันมีผลต่อส้มเขียวหวานที่ผ่านการขนส่งจากผู้ผลิตไปยังตลาดกลางค้าส่งโดยมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) นอกจากนี้พบว่าความสัมพันธ์ระหว่าง ชนิดของภาชนะบรรจุที่ใช้กับสวนที่ใช้ทดลองและเที่ยวในการขนส่งกับสวนที่ใช้ในการทดลอง มีอิทธิพลร่วมกันต่อค่าความเป็นกรด-ด่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่างของผลส้มจากสวนที่ใช้ในการทดลองจำนวน 3 สวน มีความ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)โดยส้มที่ผ่านการขนส่งจากสวนที่ 1 และ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สวนที่ 3 มีค่าความเป็นกรด-ด่างไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยส้มที่ผ่านการขนส่งจากสวนที่ 1 มีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 3.91 สวนที่ 3 มีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 3.90 แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) กับส้มจากสวนที่ 2 ซึ่งมีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 3.98 (ตารางภาคผนวก 10) เมื่อเปรียบเทียบค่าความเป็นกรด-ด่างของส้มจากสวนที่ใช้ในการทดลองจำนวน 3 สวน กับค่าความเป็นกรด-ด่างของส้มชุดควบคุม พบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่างของสวนที่ใช้ทดลองสวน ที่ 1 และ สวนที่ 2 มีค่าสูงกว่าชุดควบคุม ส่วนค่าความเป็นกรด-ด่างของสวนที่ 3 มีค่าใกล้เคียงกับชุดควบคุม (ภาพ 4.20) ผลไม้บางชนิดที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง สูงกว่า 4.6 อาจทำให้เชื้อจุลินทรีย์เกือบทุกชนิดสามารถเจริญเติบโตได้ดี โดยเฉพาะเชื้อแบคทีเรียสามารถเจริญเติบโตได้ดีกว่าเชื้อราในภาวะค่าความเป็นกรด-ด่างเช่นนี้ โดยทั่วไปขณะที่ผลไม้ยังอ่อนอยู่จะมีปริมาณกรดอยู่สูงทำให้ไม่เหมาะกับการรับประทานและในขณะเดียวกันก็อาจทำให้ไม่เหมาะต่อการเข้าทำลายของโรคด้วย เพราะสภาพที่มีกรดสูง pH จะต่ำ เมื่อผลไม้สุกปริมาณกรดมักจะลดต่ำลงทำให้ค่า pH สูงขึ้นทำให้สีของผลไม้เปลี่ยนไปด้วย (จริงแท้, 2544)



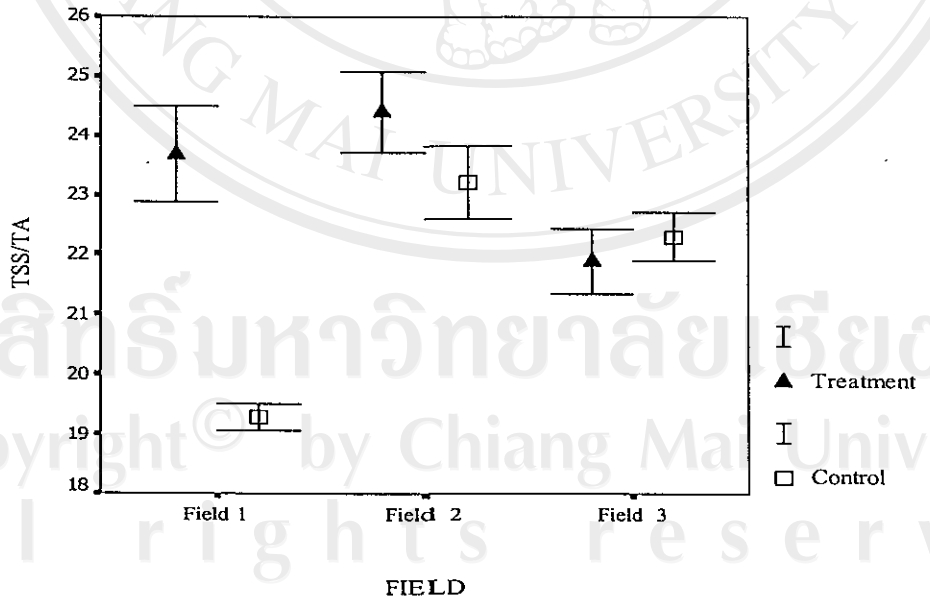
ภาพ 4.18 ค่าความเป็นกรด-ด่างของผลส้มเขียวหวานในจำนวนสวนที่ใช้ในการทดลองที่ผ่านการขนส่งและชุดควบคุม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4) การเปลี่ยนแปลงของค่าอัตราส่วนของปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้เทียบกับปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (TSS/TA)

ส้มจากสวนที่ใช้ในการทดลองต่างกันที่ผ่านการขนส่งจากผู้ผลิตไปยังตลาดกลางค้าส่ง มีการเปลี่ยนแปลงของค่าTSS/TA แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) นอกจากนี้พบว่าความสัมพันธ์ระหว่าง เที่ยวการขนส่งกับสวนที่ใช้ในการทดลอง และ ตำแหน่งที่วางภาชนะบรรจุบนรถบรรทุกกับสวนที่ใช้ทดลอง มีอิทธิพลร่วมกันต่อTSS/TAอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

การเปลี่ยนแปลงของค่า TSS/TA ของส้มจากสวนที่ใช้ในการทดลองจำนวน 3 สวน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยส้มที่ผ่านการขนส่งจากสวนที่ 1และ สวนที่ 2 มีTSS/TAไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยส้มที่ผ่านการขนส่งจากสวนที่ 1 TSS/TA เท่ากับ 23.68 สวนที่ 2 TSS/TA เท่ากับ 24.40 แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$) กับTSS/TAของสวนที่ 3 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 21.89 (ตารางภาคผนวก 11) เมื่อเปรียบเทียบTSS/TA ของชุดทดลอง กับ TSS/TAของส้มชุดควบคุม พบว่า TSS/TAของสวนที่ 1 และสวนที่ 2 มีค่าสูงกว่าชุดควบคุม ส่วนส้มจากสวนที่ 3 มีค่าต่ำกว่าชุดควบคุม (ภาพ 4.21) การที่ TSS/TA มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อผ่านการขนส่ง เกิดจากการที่ปริมาณกรดที่สามารถไทเตรทได้มีค่าลดลงมากกว่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (Kesta, 1988)



ภาพ 4.19 อัตราส่วนของปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้เทียบกับปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของผลส้มเขียวหวานในสวนที่ใช้ในการทดลองที่ผ่านการขนส่งและชุดควบคุม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.3.3 ผลของส้มจากสวนที่ใช้ในการทดลองต่อการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

1) คะแนนการยอมรับลักษณะโดยรวม (Overall Acceptability Ratings)

จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคโดยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับคะแนน (n=50 คน) พบว่า ส้มจากสวนที่ใช้ในการทดลองต่างกันที่ผ่านการขนส่งจากผู้ผลิตไปยังตลาดกลางค้าส่งมีผลต่อคะแนนความชอบลักษณะโดยรวมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p\leq0.05$) นอกจากนี้พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างการขนส่งในแต่ละเที่ยวทั้งสามเที่ยว กับสวนที่ใช้ในการทดลองมีอิทธิพลร่วมกันต่อคะแนนความชอบลักษณะโดยรวมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)

การขนส่งส้มจากสวนที่ใช้ในการทดลอง ส่งผลต่อคะแนนความชอบของลักษณะโดยรวม สวนที่ใช้ในการทดลองจำนวน 3 สวนมีคะแนนการยอมรับโดยรวมแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) โดยสวนที่ 2 และสวนที่ 3 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยสวนที่ 2 มีค่าคะแนนการยอมรับลักษณะโดยรวมเท่ากับ 5.5 และสวนที่ 3 มีค่าคะแนนการยอมรับลักษณะโดยรวมเท่ากับ 5.4 แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p\leq0.05$) กับสวนที่ 1 ซึ่งมีค่าคะแนนการยอมรับลักษณะโดยรวมเท่ากับ 5.1 (ตารางภาคผนวก 14)

2) คะแนนการยอมรับด้านกลิ่นรส (Flavor Acceptability Ratings)

จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคโดยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับคะแนน (n= 50 คน) พบว่า ผลส้มเขียวหวานจากสวนที่ใช้ในการทดลองต่างกันที่ผ่านการขนส่งจากผู้ผลิตไปยังตลาดกลางค้าส่ง มีผลต่อคะแนนความชอบด้านกลิ่นรสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) นอกจากนี้พบว่าความสัมพันธ์ระหว่าง การขนส่งในแต่ละเที่ยวทั้งสามเที่ยวกับสวนที่ใช้ในการทดลองมีอิทธิพลร่วมกันต่อคะแนนความชอบด้านกลิ่นรสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)

การขนส่งที่ใช้ในการทดลองส่งผลต่อคะแนนความชอบด้านกลิ่นรส ของส้มจากสวนที่ใช้ในการทดลองจำนวน 3 สวนโดยมีคะแนนความชอบด้านกลิ่นรสแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) ทั้งนี้สวนที่ 2 และ สวนที่ 3 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยสวนที่ 2 มีค่าคะแนนความชอบด้านกลิ่นรสเท่ากับ 5.5 และสวนที่ 3 มีค่าคะแนนความชอบด้านกลิ่นรสเท่ากับ 5.4 แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) กับสวนที่ 1 ซึ่งมีคะแนนความชอบด้านกลิ่นรสเท่ากับ 5.1 (ตารางภาคผนวก 16)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

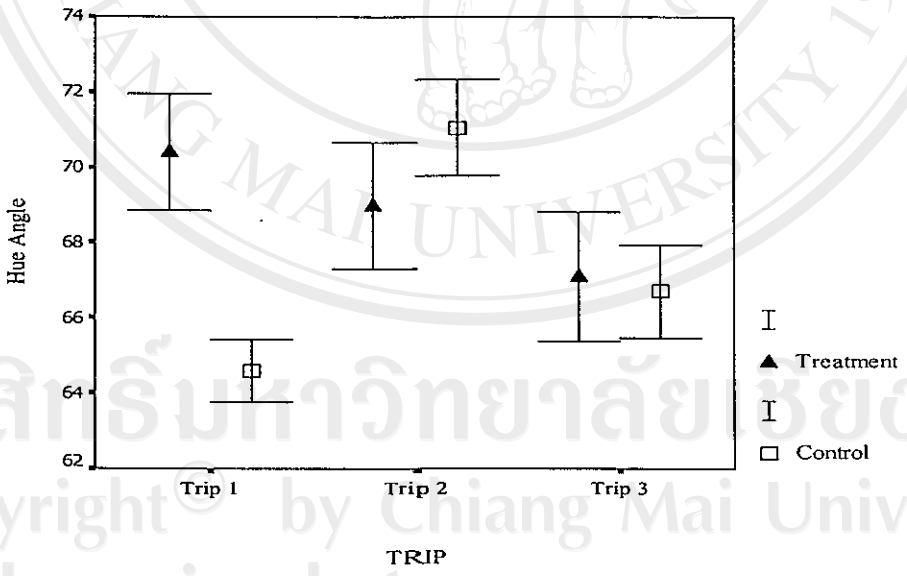
4.4 ผลของเที่ยวในการขนส่งต่อคุณภาพการสูญเสียของส้มสายน้ำผึ้ง

4.4.1 ผลของเที่ยวในการขนส่งต่อสมบัติทางกายภาพ

1) การเปลี่ยนแปลงสีผิว (Fruit Surface Color Changes)

เที่ยวในการขนส่งมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีผิวของผลส้มเขียวหวานที่ผ่านการขนส่งจากผู้ผลิตไปยังตลาดกลางค้าส่ง โดยมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า Hue Angel (h^o) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) นอกจากนี้พบว่าความสัมพันธ์ระหว่าง เที่ยวในการขนส่งกับตำแหน่งที่วางภาชนะบรรจุ บนรถบรรทุก เที่ยวในการขนส่งกับชนิดของภาชนะบรรจุที่ใช้ และ เที่ยวในการขนส่งกับสวนที่ใช้ในการทดลองมีอิทธิพลร่วมกันต่อค่า H^o อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

การเปลี่ยนแปลง ค่า h^o ของส้มที่ผ่านการขนส่งในแต่ละเที่ยวทั้งสามเที่ยวมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยส้มที่ผ่านการขนส่งเที่ยวที่ 1 และ ส้มที่ผ่านการขนส่งเที่ยวที่ 2 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดย มีค่า h^o เท่ากับ 70.42 และ 68.98 ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$) กับส้มที่ผ่านการขนส่งเที่ยวที่ 3 ซึ่งมีค่า h^o เท่ากับ 67.09 ตามลำดับ ซึ่งแสดงว่าส้มมีสีเหลืองมากขึ้น (ภาพ 4.22 และตารางภาคผนวก 3)



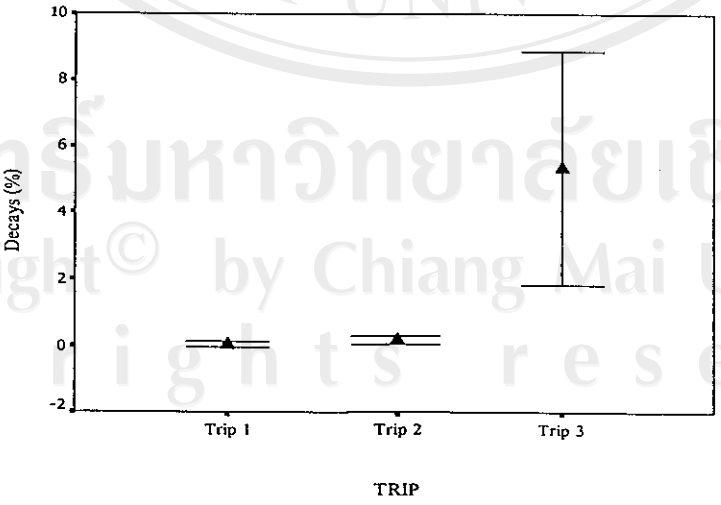
ภาพ 4.20 ค่า Hue Angel (h^o) ของเปลือกผลส้มเขียวหวานในแต่ละเที่ยวการขนส่งและชุดควบคุม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2) เปอร์เซ็นต์การเน่าเสีย (Decay Percentage)

เที่ยวในการขนส่งมีผลต่อเปอร์เซ็นต์การเน่าเสียของผลส้มเขียวหวานที่ผ่านการขนส่งจากผู้ผลิตไปยังตลาดกลางค้าส่งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) นอกจากนี้พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของภาชนะบรรจุที่ใช้กับเที่ยวในการขนส่ง และ ตำแหน่งที่วางภาชนะบรรจุบนรถบรรทุกกับเที่ยวในการขนส่งมีอิทธิพลร่วมกันต่อเปอร์เซ็นต์การเน่าเสียอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ส้มที่ผ่านการขนส่งในแต่ละเที่ยวทั้งสามเที่ยวมีเปอร์เซ็นต์การเน่าเสียแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ส้มที่ผ่านการขนส่งเที่ยวที่ 1 และ ส้มที่ผ่านการขนส่งเที่ยวที่ 2 มีเปอร์เซ็นต์การเน่าเสียไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยส้มที่ผ่านการขนส่งเที่ยวที่ 1 มีเปอร์เซ็นต์การเน่าเสียเท่ากับ 0.03% ส้มที่ผ่านการขนส่งเที่ยวที่ 2 มีเปอร์เซ็นต์การเน่าเสียเท่ากับ 0.17% แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับส้มที่ผ่านการขนส่งเที่ยวที่ 3 ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การเน่าเสียเท่ากับ 5.35% (ภาพ 4.23 และตารางภาคผนวก 4) จากผลการทดลองพบว่าเที่ยวในการขนส่งเที่ยวที่ 3 มีเปอร์เซ็นต์การเน่าเสียของผลส้มเขียวหวานสูงกว่า เที่ยวในการขนส่งที่ 1 และ 2 ตามลำดับ ซึ่งอาจเกิดจากอุณหภูมิและความชื้นในการขนส่งเที่ยวที่ 3 สูงกว่า การขนส่งในเที่ยวที่ 1 และ 2 ตามลำดับ อุณหภูมิสูงจะเร่งปฏิกิริยาเคมีต่างๆ ให้เกิดเร็วขึ้น ดังนั้นการหายใจและการเปลี่ยนแปลงทางเคมีอื่นๆภายในผลิตผลก็จะเกิดขึ้นเร็ว ทำให้ผลิตผลเสียหายได้ง่าย (Kader, 1992) อาการเน่าเสียที่พบ คือ โรคเน่าที่เกิดจากราสีเขียว (green mold) และราสีน้ำเงิน (Blue Mold) ซึ่งเกิดจาก *Penicillium* spp. เชื้อราชนิดนี้จะเข้าทำลายทางบาดแผลอาการเน่าที่พบจะรุนแรงมาก เมื่อเก็บเกี่ยวผลส้มขณะที่เปียกชื้น (ดนัย, 2543)



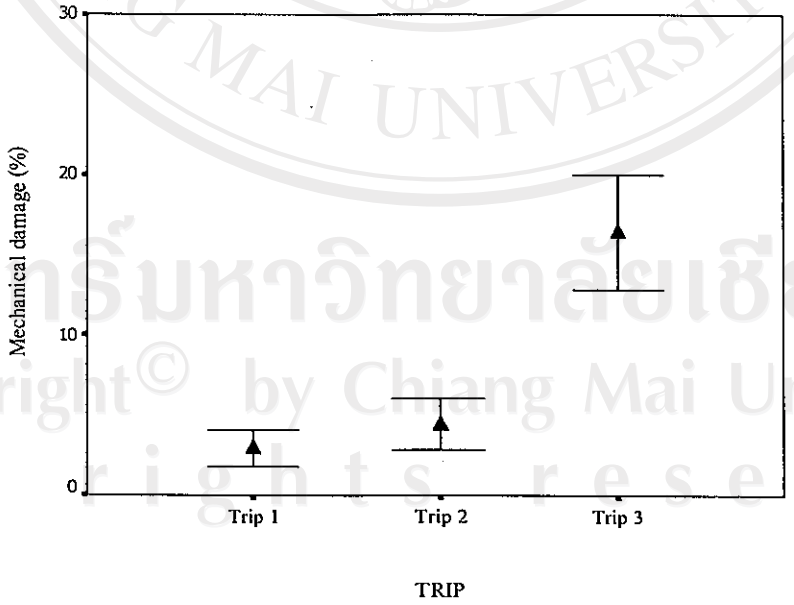
ภาพ 4.21 เปอร์เซ็นต์การเน่าเสียของผลส้มเขียวหวานในแต่ละเที่ยวการขนส่งและชุดควบคุม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3) เปอร์เซ็นต์ความเสียหายทางกล (Mechanical Damage Percentage)

เที่ยวในการขนส่งมีผลต่อเปอร์เซ็นต์ความเสียหายทางกลของ ผลส้มเขียวหวานที่ผ่านการขนส่งจากผู้ผลิตไปยังตลาดกลางค้าส่งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$) นอกจากนี้พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของภาชนะบรรจุที่ใช้กับเที่ยวในการขนส่ง และ ตำแหน่งที่วางภาชนะบรรจุบนรถบรรทุกกับเที่ยวในการขนส่งมีอิทธิพลร่วมกันต่อเปอร์เซ็นต์ความเสียหายทางกลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ส้มที่ผ่านการขนส่งในแต่ละเที่ยวทั้งสามเที่ยวมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยส้มที่ผ่านการขนส่งเที่ยวที่ 1 และ ส้มที่ผ่านการขนส่งเที่ยวที่ 2 มีเปอร์เซ็นต์ความเสียหายทางกลไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยส้มที่ผ่านการขนส่งเที่ยวที่ 1 มีเปอร์เซ็นต์ความเสียหายทางกลเท่ากับ 2.90% ส้มที่ผ่านการขนส่งเที่ยวที่ 2 มีเปอร์เซ็นต์ความเสียหายทางกลเท่ากับ 4.42% แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับส้มที่ผ่านการขนส่งเที่ยวที่ 3 ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์ความเสียหายทางกลเท่ากับ 16.38% (ภาพ 4.24 และตารางภาคผนวก 5) ผลการทดลองพบว่าเที่ยวในการขนส่งที่ 3 มีเปอร์เซ็นต์ความเสียหายทางกลสูงกว่า เที่ยวในการขนส่งที่ 1 และ 2 ตามลำดับ เปอร์เซ็นต์ความเสียหายทางกลในแต่ละเที่ยวการขนส่งเกิดจากสภาพของรถบรรทุก วิธีการขับและตัวของผู้ขับขี่ ที่แตกต่างกันไปในแต่ละเที่ยวการขนส่งที่ต่างกัน



ภาพ 4.22 เปอร์เซ็นต์ความเสียหายทางกลของผลส้มเขียวหวานในแต่ละเที่ยวการขนส่งที่ผ่านการขนส่งและชุดควบคุม

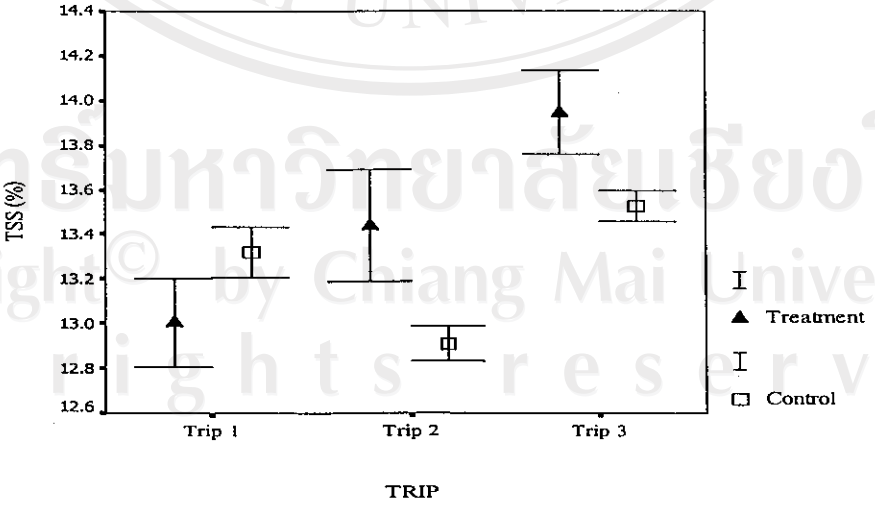
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.4.2 ผลของเที่ยวในการขนส่งต่อคุณสมบัติทางเคมี

1) การเปลี่ยนแปลงของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Change of Total Soluble Solids; TSS)

เที่ยวในการขนส่งมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในผลส้มเขียวหวานที่ผ่านการขนส่งจากผู้ผลิตไปยังตลาดกลางค้าส่งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) นอกจากนี้พบว่าความสัมพันธ์ระหว่าง ชนิดของภาชนะบรรจุที่ใช้กับเที่ยวในการขนส่งและ เที่ยวในการขนส่งกับจำนวนสวนที่ใช้ในการทดลองมีอิทธิพลร่วมกันต่อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ส้มที่ผ่านการขนส่งทั้งสามเที่ยวมีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยส้มที่ผ่านการขนส่งเที่ยวที่ 1 มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 13.32% ส้มที่ผ่านการขนส่งเที่ยวที่ 2 มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 13.44% และส้มที่ผ่านการขนส่งเที่ยวที่ 3 มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ13.94% (ตารางภาคผนวก 8) เมื่อเปรียบเทียบปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของส้มที่ผ่านการขนส่งทั้ง 3 เที่ยว กับปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของส้มชุดควบคุม พบว่า เที่ยวในการขนส่งทั้ง 3 เที่ยว มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูงกว่าชุดควบคุม (ภาพ4.26) และ ภายหลังการเก็บเกี่ยว ปริมาณน้ำตาลอาจเพิ่มขึ้นหรือลดลงแล้วแต่ชนิดของผลิตผลและสภาพแวดล้อม น้ำตาลอาจจะเปลี่ยนไปเป็นกรดอินทรีย์ต่างๆ เช่นที่พบในผลไม้ตระกูลส้ม ในทางตรงข้ามปริมาณน้ำตาลที่วัดได้อาจเพิ่มขึ้นในส้มชนิดต่างๆเมื่อเก็บรักษาไว้นานขึ้น เนื่องจากมีการสูญเสียน้ำไประหว่างการเก็บรักษา ทำให้ความเข้มข้นของน้ำตาลสูงขึ้น



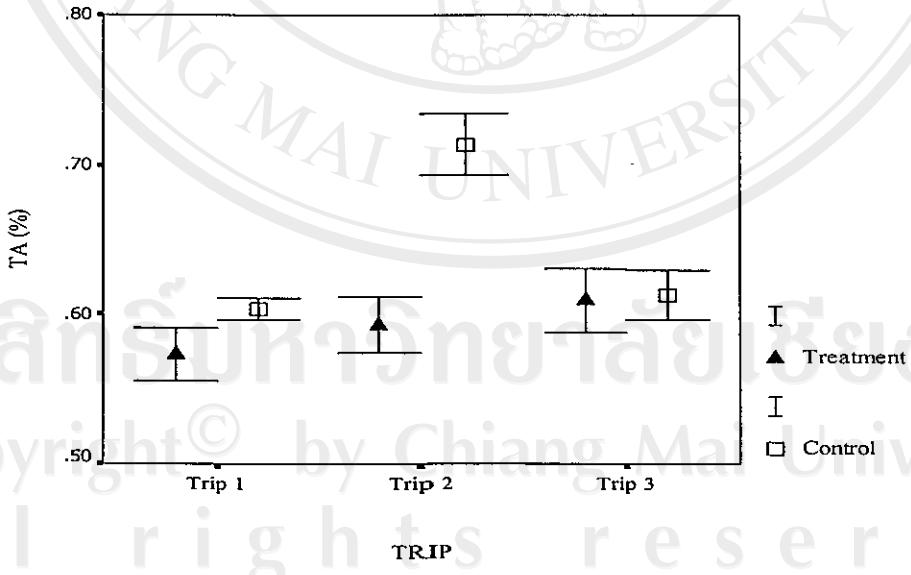
ภาพ 4.23 ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของผลส้มเขียวหวานในแต่ละเที่ยวการขนส่งและชุดควบคุม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2) การเปลี่ยนแปลงของปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (Change of Titratable Acidity; TA)

เที่ยวในการขนส่งมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของผลส้มเขียวหวานที่ผ่านการขนส่งจากผู้ผลิตไปยังตลาดกลางค้าส่งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) นอกจากนี้พบว่าความสัมพันธ์ระหว่าง เที่ยวของการขนส่งกับสวนที่ใช้ในการทดลอง มีอิทธิพลต่อปริมาณกรดที่ไทเทรตได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ส้มที่ผ่านการขนส่งทั้งสามเที่ยวมีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณกรดที่ไทเทรตได้แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยส้มที่ผ่านการขนส่งเที่ยวที่ 1 และ ส้มที่ผ่านการขนส่งเที่ยวที่ 3 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยส้มที่ผ่านการขนส่งเที่ยวที่ 1 มีค่าปริมาณกรดที่ไทเทรตได้เท่ากับ 0.57% และส้มที่ผ่านการขนส่งเที่ยวที่ 3 มีปริมาณกรดที่ไทเทรตได้เท่ากับ 0.60% แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) กับ ส้มที่ผ่านการขนส่งเที่ยวที่ 2 ซึ่งมีปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ เท่ากับ 0.59% (ตารางภาคผนวก 9) เมื่อเปรียบเทียบปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ ของการขนส่งทั้ง 3 เที่ยว กับปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ชุดควบคุม พบว่า เที่ยวในการขนส่งทั้ง 3 เที่ยวมีปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ลดลงจากชุดควบคุมทั้ง 3 เที่ยว (ภาพ 4.27) ปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อปริมาณกรดทั้งหมดในผลส้ม คือความแตกต่างของอุณหภูมิในช่วงเวลากลางวันกับเวลากลางคืน หากอุณหภูมิมีความแตกต่างกันมากปริมาณกรดอินทรีย์ในผลส้มจะมีมากขึ้น (Spiegel and Goldschmidt, 1996)



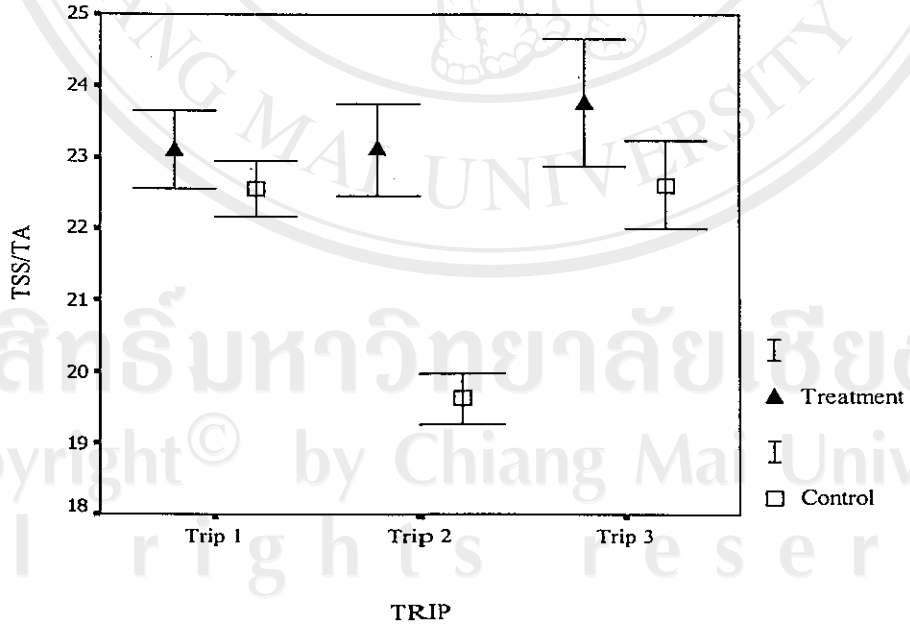
ภาพ 4.24 ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของผลส้มเขียวหวานในแต่ละเที่ยวการขนส่งและชุดควบคุม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3) การเปลี่ยนแปลงของค่าอัตราส่วนของปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้เทียบกับปริมาณกรดที่สามารถสามารถไทเตรทได้ (Change of TSS/TA)

เที่ยวในการขนส่งมีผลต่อส้มเขียวหวานที่ผ่านการขนส่งจากผู้ผลิตไปยังตลาดกลางค้าส่งโดยมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่า TSS/TA อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) นอกจากนี้พบว่าความสัมพันธ์ระหว่าง จำนวนเที่ยวของการเดินทางกับสวนที่ใช้ในการทดลอง มีอิทธิพลร่วมกันต่อ TSS/TA อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

การเปลี่ยนแปลงของค่า TSS/TA ของผลส้มมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในระหว่างการขนส่ง พบว่าในแต่ละเที่ยวส้มที่ผ่านการขนส่งทั้งสามเที่ยวมี TSS/TA ไม่มีความแตกต่างอย่างนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยส้มที่ผ่านการขนส่งเที่ยวที่ 1 มี TSS/TA เท่ากับ 23.10 ส้มที่ผ่านการขนส่งเที่ยวที่ 2 มี TSS/TA เท่ากับ 23.11 และส้มที่ผ่านการขนส่งเที่ยวที่3 มี TSS/TA เท่ากับ 23.75 (ตารางภาคผนวก 11) เมื่อเปรียบเทียบ TSS/TA ของเที่ยวในการขนส่งทั้ง 3 เที่ยว กับ TSS/TA ของชุดควบคุม พบว่า TSS/TA ของการขนส่งทั้ง 3 เที่ยว มีค่าสูงกว่าชุดควบคุม (ภาพ 4.28) โดยการเปลี่ยนแปลงของค่าอัตราส่วนของปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้เทียบกับปริมาณกรดที่สามารถสามารถไทเตรทได้สูงที่สุดในเที่ยวที่ 3 ทั้งนี้เป็นผลมาจากอุณหภูมิและค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่สูงกว่าของอากาศภายในภาชนะบรรจุในเที่ยวการขนส่งที่ 3



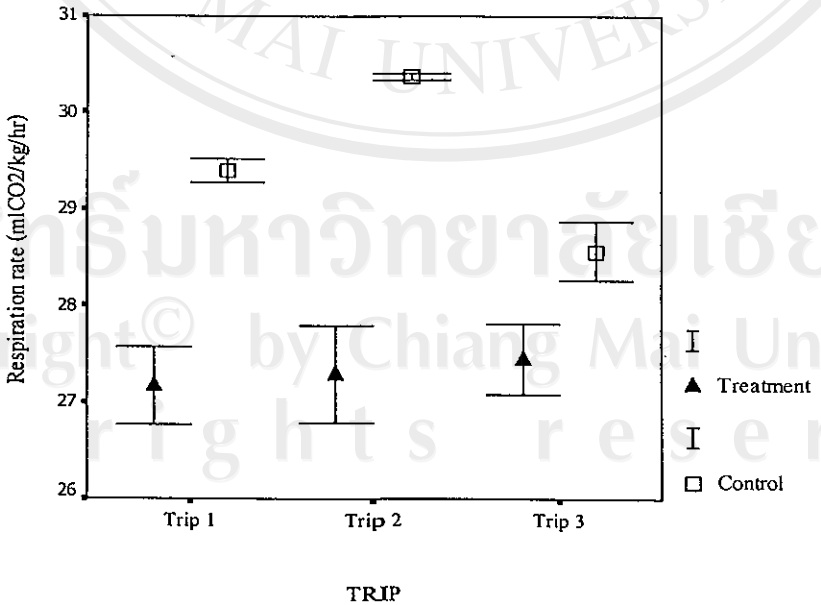
ภาพ 4.25 อัตราส่วนของปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้เทียบกับปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของผลส้มเขียวหวานในแต่ละเที่ยวการทดลองและชุดควบคุม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4) การเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจ (Change of Respiration Rate)

เที่ยวในการขนส่งมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจของผลส้มเขียวหวานที่ผ่านการขนส่งจากผู้ผลิตไปยังตลาดกลางค้าส่งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) นอกจากนี้พบว่าความสัมพันธ์ระหว่าง เที่ยวของการขนส่งกับชนิดของภาชนะบรรจุที่ใช้ทดลอง มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ส้มเขียวหวานมีการเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจเพียงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับชุดควบคุม การเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจของผลส้มที่ผ่านการขนส่งทั้งสามเที่ยวไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยส้มที่ผ่านการขนส่งเที่ยวที่ 1 มีอัตราการหายใจเท่ากับ 27.16 มิลลิกรัมCO_2/กิโลกรัม/ชั่วโมง ส้มที่ผ่านการขนส่งเที่ยวที่ 2 มีอัตราการหายใจเท่ากับ 27.29 มิลลิกรัมCO_2/กิโลกรัม/ชั่วโมง และ ส้มที่ผ่านการขนส่งเที่ยวที่ 3 มีอัตราการหายใจเท่ากับ 27.44 มิลลิกรัมCO_2/กิโลกรัม/ชั่วโมง (ตารางภาคผนวก 12) เมื่อเปรียบเทียบอัตราการหายใจของผลส้มเขียวหวานที่ผ่านการขนส่งทั้ง 3 เที่ยว กับ อัตราการหายใจของส้มชุดควบคุม พบว่า อัตราการหายใจของส้มชุดควบคุมสูงกว่าส้มชุดทดลอง (ภาพ 4.29) ส้มที่นำมาทดลองเป็นส้มที่เก็บเกี่ยวใหม่ จากนั้นนำมาผ่านกระบวนการคัดบรรจุที่โรงคัดบรรจุแล้วจึงขนส่งทันที อัตราการหายใจเมื่อเก็บเกี่ยวผลส้มมีอัตราการหายใจสูงในช่วงแรกซึ่งเป็นช่วงที่ผลไม้เจริญเติบโต ภายหลังการเก็บเกี่ยวอัตราการหายใจจึงค่อยๆ ลดลงเนื่องจากกระบวนการหายใจของผลไม้ใช้น้ำตาลเป็นแหล่งอาหาร ส้มเป็นผลไม้ประเภท non-climacteric จึงมีอัตราการหายใจต่ำ (ดนัย, 2540)



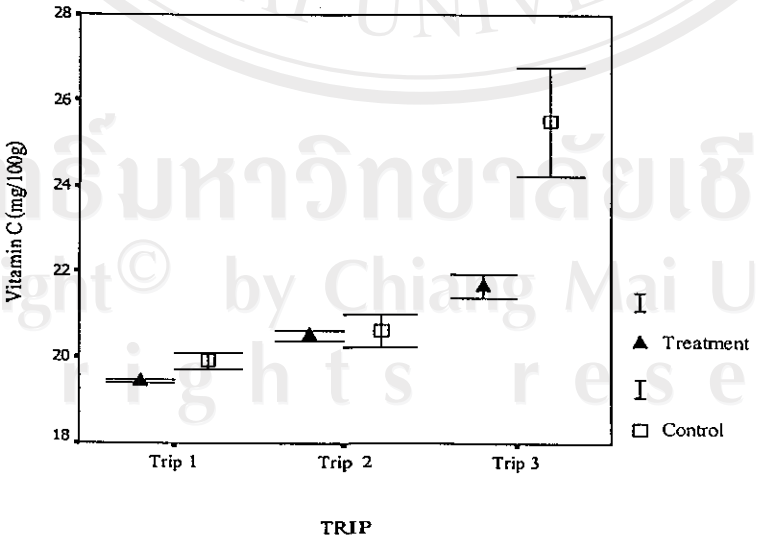
ภาพ 4.26 อัตราการหายใจของผลส้มเขียวหวานในแต่ละเที่ยวการขนส่งที่และชุดควบคุม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4) การเปลี่ยนแปลงปริมาณวิตามินซี (Change of Vitamin C)

เที่ยวในการขนส่งมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณวิตามินซีของผลส้มเขียวหวานที่ผ่านการขนส่งจากผู้ผลิตไปยังตลาดกลางค้าส่ง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) นอกจากนี้พบว่าความสัมพันธ์ระหว่าง เที่ยวในการขนส่งกับสวนที่ใช้ในการทดลอง และเที่ยวในการขนส่งกับตำแหน่งที่วางภาชนะบรรจุบนรถบรรทุกมีอิทธิพลต่อปริมาณวิตามินซีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

การเปลี่ยนแปลงของปริมาณวิตามินซีของผลส้มที่ผ่านการขนส่ง พบว่าในแต่ละเที่ยวของส้มที่ผ่านการขนส่งทั้งสามเที่ยวมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยการเปลี่ยนแปลงปริมาณวิตามินซีของส้มที่ผ่านการขนส่งเที่ยวที่ 1 และ ส้มที่ผ่านการขนส่งเที่ยวที่ 2 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยส้มที่ผ่านการขนส่งเที่ยวที่ 1 มีปริมาณวิตามินซีลดลง 1.0 มิลลิกรัม/100 กรัม และ ส้มที่ผ่านการขนส่งเที่ยวที่ 2 มีปริมาณวิตามินซีลดลง 0.6 มิลลิกรัม/100 กรัม แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับปริมาณวิตามินซีของส้มที่ผ่านการขนส่งเที่ยวที่ 3 ซึ่งมีปริมาณวิตามินซีลดลง 3.48 มิลลิกรัม/100 กรัม (ตารางภาคผนวก 13) เมื่อเปรียบเทียบปริมาณวิตามินซีของเที่ยวในการขนส่งทั้ง 3 เที่ยว กับ ปริมาณวิตามินซีของส้มชุดทดลอง พบว่า เที่ยวในการขนส่งทั้ง 3 เที่ยวมีปริมาณวิตามินซีลดลงจากส้มชุดควบคุมสูงกว่าเที่ยวที่ 1 และ2 ทั้งนี้เนื่องจากอุณหภูมิของการขนส่งในเที่ยวที่ 3 สูงกว่าในเที่ยวที่ 1 และ 2 ค่อนข้างมาก โดยอุณหภูมิเฉลี่ยในเที่ยวที่ 1 2 และ 3 เป็น 20.55 20.71 และ 26.45 ตามลำดับ (ภาพ 4.30) ภายหลังการเก็บเกี่ยวปริมาณวิตามินซีมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นค่อนข้างมากกว่าวิตามินชนิดอื่นๆ



ภาพ 4.27 ค่าปริมาณวิตามินซีของผลส้มเขียวหวานในแต่ละเที่ยวการขนส่งและชุดควบคุม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.4.3 ผลของเที่ยวในการขนส่งต่อการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

1) คะแนนการยอมรับลักษณะโดยรวม (Overall Acceptability Ratings)

จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคโดยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับคะแนน (n=50คน) พบว่า เที่ยวในการขนส่งมีผลต่อคะแนนความชอบลักษณะโดยรวมของผลส้มเขียวหวานที่ผ่านการขนส่งจากผู้ผลิตไปยังตลาดกลางค้าส่งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p\leq0.05$) นอกจากนี้ พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างการขนส่งในแต่ละเที่ยวทั้งสามเที่ยวกับชนิดของภาชนะบรรจุที่ใช้ การขนส่งในแต่ละเที่ยวทั้งสามเที่ยวกับตำแหน่งที่วางภาชนะบรรจุ และการขนส่งในแต่ละเที่ยวทั้งสามเที่ยวกับสวนที่ใช้ในการทดลองมีอิทธิพลร่วมกันต่อคะแนนความชอบลักษณะโดยรวมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)

ส้มที่ผ่านการขนส่งในแต่ละเที่ยวทั้ง 3 เที่ยวมีคะแนนความชอบโดยรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) โดยส้มที่ผ่านการขนส่งเที่ยวที่ 1 และ ส้มที่ผ่านการขนส่งเที่ยวที่ 3 มีคะแนนความชอบโดยรวมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยส้มที่ผ่านการขนส่งเที่ยวที่1 มีคะแนนการยอมรับลักษณะโดยรวมเท่ากับ 5.1 ส้มที่ผ่านการขนส่งเที่ยวที่ 3 มีคะแนนการยอมรับลักษณะโดยรวมเท่ากับ 5.1 แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p\leq0.05$) กับส้มที่ผ่านการขนส่งเที่ยวที่ 2 ซึ่งมีคะแนนการยอมรับลักษณะโดยรวมเท่ากับ 5.6 (ตารางภาคผนวก 14)

2) คะแนนการยอมรับด้านกลิ่นรส (Flavor Acceptability Ratings)

จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคโดยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับคะแนน (n=50คน) พบว่า เที่ยวในการขนส่งมีผลต่อคะแนนความชอบด้านกลิ่นรสของผลส้มเขียวหวานที่ผ่านการขนส่งจากผู้ผลิตไปยังตลาดกลางค้าส่ง โดยมีผลต่อคะแนนความชอบด้านกลิ่นรสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) นอกจากนี้พบว่ามีความสัมพันธ์ระหว่างการขนส่งในแต่ละเที่ยวทั้งสามเที่ยวกับชนิดของภาชนะบรรจุที่ใช้ การขนส่งในแต่ละเที่ยวทั้งสามเที่ยวกับตำแหน่งที่วางภาชนะบรรจุบนรถบรรทุก และ การขนส่งในแต่ละเที่ยวทั้งสามเที่ยวกับสวนที่ใช้ในการทดลองมีอิทธิพลร่วมกันต่อคะแนนความชอบด้านกลิ่นรสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)

ส่วนส้มที่ผ่านการขนส่งในแต่ละเที่ยวทั้ง 3 เที่ยว มีคะแนนความชอบด้านกลิ่นรสแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) โดยส้มที่ผ่านการขนส่งเที่ยวที่ 1 มีคะแนนความชอบด้านกลิ่นรสเท่ากับ 5.2 ส้มที่ผ่านการขนส่งเที่ยวที่ 2 มีคะแนนความชอบด้านกลิ่นรสเท่ากับ 5.5 และ ส้มที่ผ่านการขนส่งเที่ยวที่ 3 มีคะแนนความชอบด้านกลิ่นรสเท่ากับ 5.0 (ตารางภาคผนวก 16) โดยคะแนนความชอบด้านกลิ่นรสของส้มเที่ยวที่2 มีคะแนนความชอบด้านกลิ่นรสสูงสุด รองลงมา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

คือคะแนนความชอบด้านกลิ่นรสของส้มเที่ยวที่ 1 และ คะแนนความชอบด้านกลิ่นรสของส้มเที่ยวที่ 3 ตามลำดับ

4.5 ผลของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

จากผลการทดลองเก็บข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในภาชนะบรรจุแต่ละชนิดระหว่างการขนส่ง (ภาพ 4.28-4.33) ซึ่งเรากำหนดให้อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เป็นปัจจัยที่ไม่สามารถควบคุมได้ (covariate) ไว้ในการวิเคราะห์ผลทางสถิติ อุณหภูมิในแต่ละเที่ยวการขนส่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยเที่ยวการขนส่งที่ 1 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 20.54 °C เที่ยวการขนส่งที่ 2 มีค่าเฉลี่ยค่าเท่ากับ 20.71 °C เที่ยวการขนส่งที่ 3 มีค่าเฉลี่ยค่าเท่ากับ 26.45 °C (ภาพ 4.35) เมื่อนำผลที่ได้ไปทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD (Least-Significant Difference) พบว่า เที่ยวการขนส่งที่ 1 กับ เที่ยวการขนส่งที่ 2 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ส่วนเที่ยวการขนส่งที่ 3 มีความแตกต่างกับเที่ยวการขนส่งที่ 1 และ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

อุณหภูมิของแต่ละเที่ยวการขนส่งมีผลต่อเปอร์เซ็นต์การเน่าเสีย ของส้มเขียวหวานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อแยกอุณหภูมิของแต่ละภาชนะบรรจุในแต่ละเที่ยวการขนส่งพบว่าอุณหภูมิจะค่อยๆ เพิ่มสูงขึ้นในแต่ละเที่ยวการขนส่ง ซึ่งสังเกตได้ว่าอุณหภูมิของภาชนะบรรจุที่วางในตำแหน่งตรงกลางมีอุณหภูมิสูงกว่าบริเวณด้านหน้าและด้านหลัง และเมื่อตรวจดูเปอร์เซ็นต์การเน่าเสีย พบว่า ตำแหน่งตรงกลางที่วางภาชนะบรรจุไว้พบเปอร์เซ็นต์การเน่าเสียสูงกว่าตำแหน่งด้านหน้าและท้ายรถ ส่วนเปอร์เซ็นต์การเน่าเสียของผลส้มเขียวหวานในแต่ละเที่ยวการขนส่งพบว่าเที่ยวการขนส่งที่ 3 มีเปอร์เซ็นต์การเน่าเสียสูงกว่าเที่ยวการขนส่งที่ 1 และ 2 เนื่องมาจากอุณหภูมิของเที่ยวการขนส่งที่ 3 สูงกว่าเที่ยวการขนส่งที่ 1 และ 2

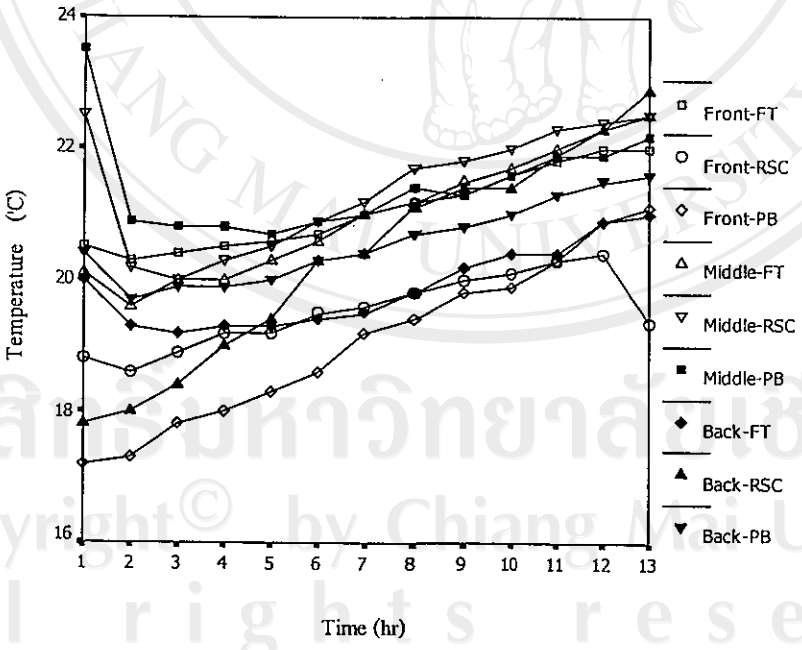
นอกจากนี้ความชื้นสัมพัทธ์ในแต่ละเที่ยวของการทดลองมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยเที่ยวการขนส่ง 1 มีค่าความชื้นสัมพัทธ์เท่ากับ 84.88 % เที่ยวการขนส่ง 2 มีค่าความชื้นสัมพัทธ์เท่ากับ 82.57 % และเที่ยวการขนส่ง 3 มีค่าความชื้นสัมพัทธ์เท่ากับ 85.06 % เมื่อนำผลที่ได้ไปทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย โดยวิธี LSD (Least-Significant Difference) พบว่าความชื้นสัมพัทธ์เที่ยวการขนส่งที่ 1 กับ ความชื้นสัมพัทธ์เที่ยวการขนส่งที่ 3 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับความชื้นสัมพัทธ์เที่ยวการขนส่งที่ 2 นอกจากนี้ความชื้นสัมพัทธ์แต่ละเที่ยวการขนส่งมีผลต่อเปอร์เซ็นต์การเน่าเสียของส้มเขียวหวานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) การสูญเสียน้ำของผลิต

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลจะเกิดขึ้นตลอดเวลา ขึ้นอยู่กับบรรยากาศภายนอกว่าจะมีความชื้นมากน้อยเพียงใด (Yehoshua, 1987)

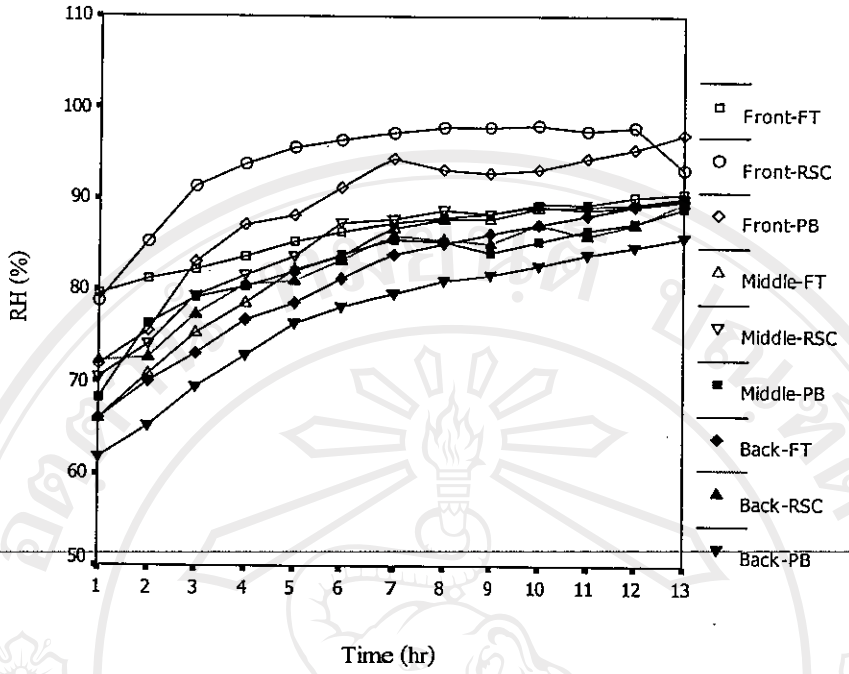
จะเห็นได้ว่าแต่ละเที่ยวการขนส่งมีผลทำให้วิตามินซีของส้มเขียวหวานมีปริมาณลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ผลของอุณหภูมิทำให้ปริมาณวิตามินซีมีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ผลของปริมาณวิตามินซีในเที่ยวการขนส่งที่ 3 มีการสูญเสียวิตามินซีมากกว่าเที่ยวการขนส่งที่ 1 และ 2 ตามลำดับ เนื่องมาจากอุณหภูมิในขณะขนส่งของเที่ยวที่ 3 สูงจึงส่งผลให้ปริมาณวิตามินซีลดลง จะสังเกตได้ว่าที่อุณหภูมิสูงๆ การสูญเสียวิตามินจะมีมากขึ้น

อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่เพิ่มสูงขึ้นในขณะการขนส่งก็เนื่องมาจากผลส้มมีการหายใจอยู่ตลอดเวลาและขณะขนส่งการกระทบกระเทือนของผลผลิตนอกจากจะก่อให้เกิดอาการชอกช้ำได้แล้ว ยังทำให้อัตราการหายใจเพิ่มสูงขึ้นด้วย การเพิ่มขึ้นของอัตราการหายใจเนื่องจากความเครียดทางกายภาพนี้เกิดขึ้นพร้อมๆ กับการเพิ่มของอัตราการผลิตเอทธิลีน ผลส้มเกิดความเครียดก็ยิ่งเร่งอัตราการหายใจของผลส้มให้สูงขึ้น และเมื่อผลส้มมีอัตราการหายใจที่สูงก็มีโอกาสสูญเสียน้ำจากผลผลิตให้กับบรรยากาศได้ ทั้งนี้เนื่องจากผลผลิตเป็นสิ่งมีชีวิต มีการหายใจให้พลังงานความร้อนออกมาสู่บรรยากาศรอบๆ ทำให้อุณหภูมิของอากาศสูงขึ้น

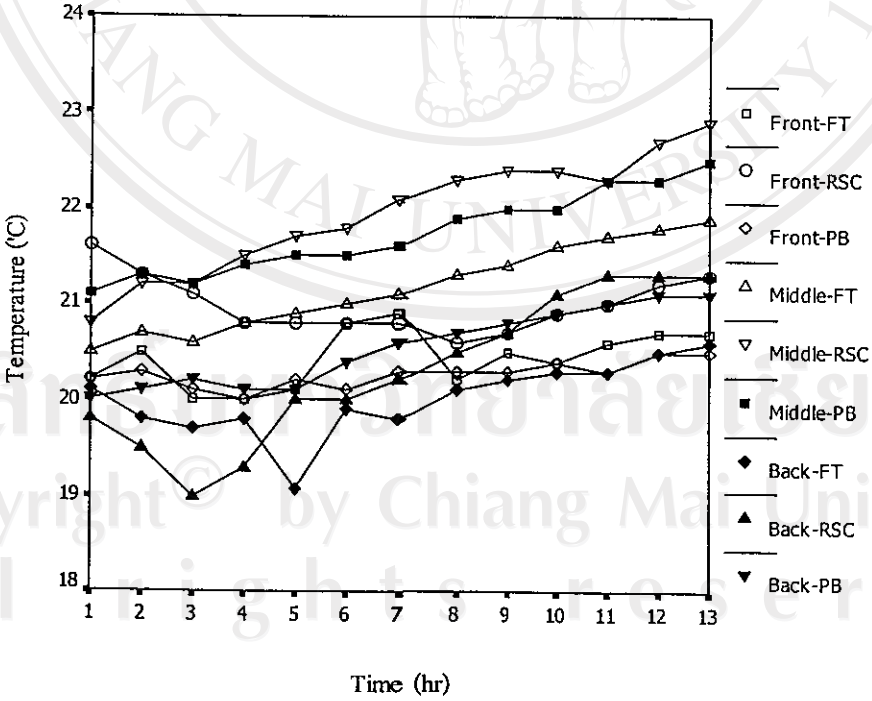


ภาพ 4.28 อุณหภูมิขณะขนส่งส้มเขียวหวานไปยังตลาดกลางค้าส่งสี่แยกมหานาคทุก 1 ชั่วโมงในการเดินทางเที่ยวที่ 1 ในภาชนะบรรจุและตำแหน่งต่างๆ บนรถบรรทุก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

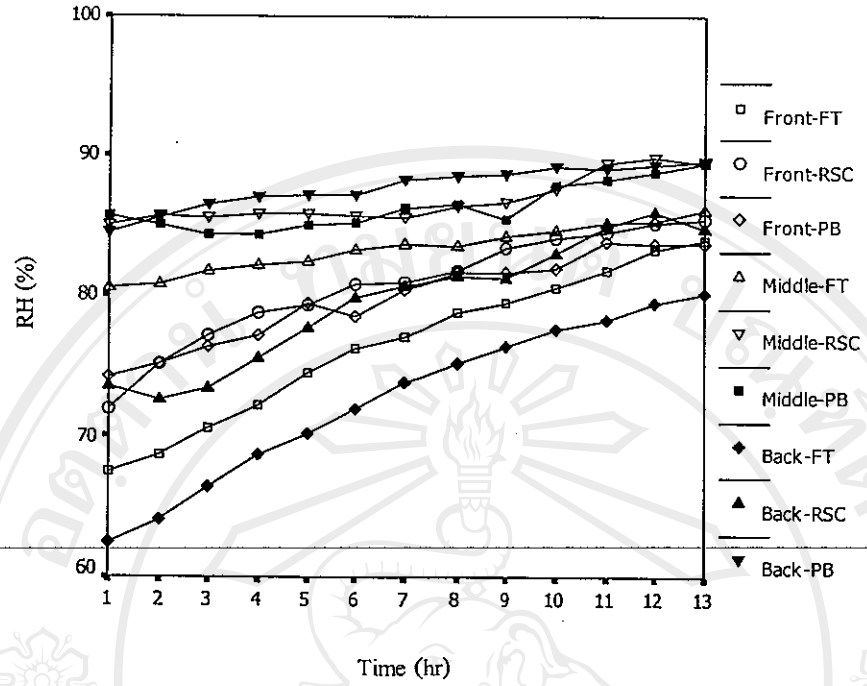


ภาพ 4.29 ความชื้นสัมพัทธ์ขณะขนส่งส้มเขียวหวานไปยังตลาดกลางค้าส่งสี่แยกมหานาคทุก 1 ชั่วโมงในการเดินทางเที่ยวที่ 1 ในภาชนะบรรจุและตำแหน่งต่างๆ บนรถบรรทุก

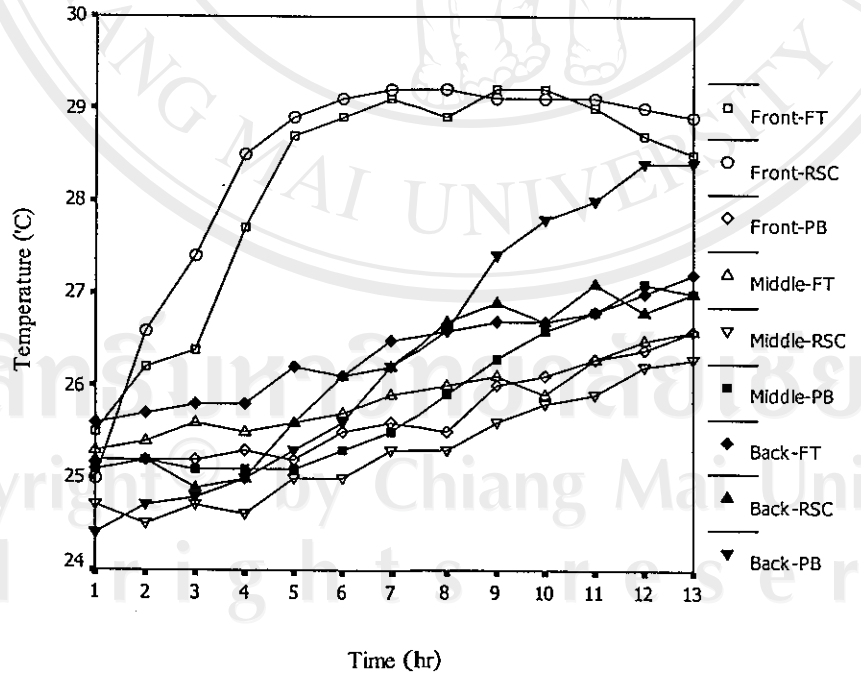


ภาพ 4.30 อุณหภูมิขณะขนส่งส้มเขียวหวานไปยังตลาดกลางค้าส่งสี่แยกมหานาคทุก 1 ชั่วโมง ในการเดินทางเที่ยวที่ 2 ในภาชนะบรรจุและตำแหน่งต่างๆ บนรถบรรทุก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

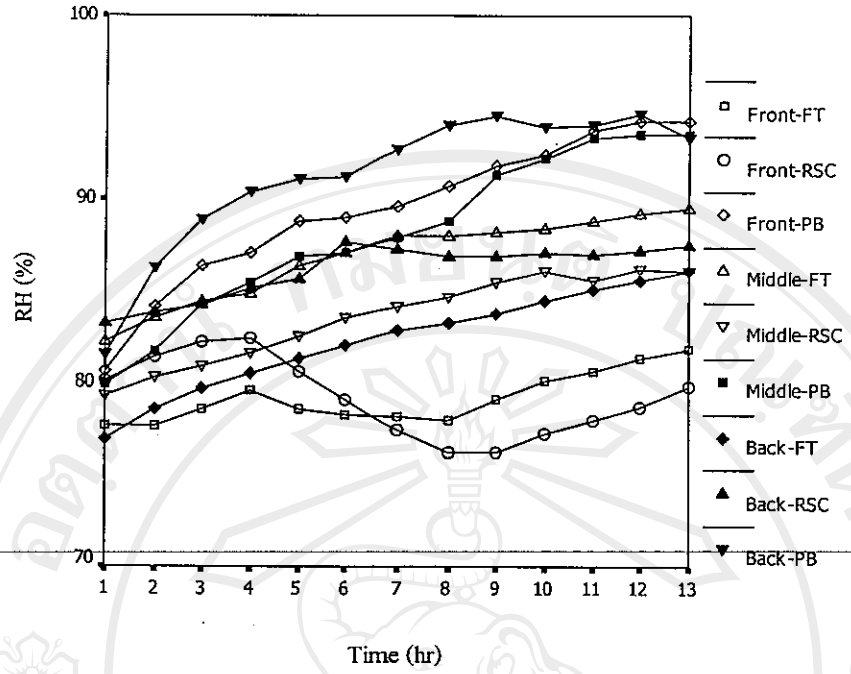


ภาพ 4.31 ความชื้นสัมพัทธ์ขณะขนส่งส้มเขียวหวานไปยังตลาดกลางค้าส่งสี่แยกมหานาคทุก 1 ชั่วโมงในการเดินทางเที่ยวที่ 2 ในภาชนะบรรจุและตำแหน่งต่างๆ บนรถบรรทุก



ภาพ 4.32 อุณหภูมิขณะขนส่งส้มเขียวหวานไปยังตลาดกลางค้าส่งสี่แยกมหานาคทุก 1 ชั่วโมงในการเดินทางเที่ยวที่ 3 ในภาชนะบรรจุและตำแหน่งต่างๆ บนรถบรรทุก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 4.33 ความชื้นสัมพัทธ์ขณะขนส่งส้มเขียวหวานไปยังตลาดกลางค้าส่งสี่แยกมหานาคทุก 1 ชั่วโมงในการเดินทางเที่ยวที่ 3 ในภาชนะบรรจุและตำแหน่งต่างๆ บนรถบรรทุก

4.6 แบบจำลองทำนายคุณภาพส้มสายน้ำผึ้งภายหลังการขนส่งทางรถบรรทุก

จากการทดลองดังกล่าวข้างต้นได้นำข้อมูลทั้งตัวแปรอิสระและตัวแปรตามมาสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยวิธีการวิเคราะห์รีเกรสชันเส้นตรงแบบหลายตัวแปร (Multiple Linear Regression) เพื่อใช้ในการทำนายการสูญเสียของส้มสายน้ำผึ้งหลังการขนส่ง อย่างไรก็ตามสมการที่ได้นี้ตัวแปร X เป็นปัจจัยเชิงคุณภาพ สามารถอธิบายได้เฉพาะสวน 3 สวน ที่ใช้ทดลองนี้เท่านั้น ทำให้สมการมีข้อจำกัดไม่สามารถใช้ได้อย่างกว้างขวาง จากผลการทดลองนี้ พบว่า อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ส่งผลต่อคุณภาพส้มสายน้ำผึ้งหลังการขนส่ง

สมการทำนายคุณภาพส้มสายน้ำผึ้งระหว่างการขนส่งที่มีค่า $R^2 < 0.5$ จะไม่แสดงในที่นี้ ดังนั้นจากการทดลองนี้จะได้สมการที่มี $R^2 > 0.5$ ทั้งหมด 4 สมการ ดังนี้

1. สมการทำนายความเสียหายทางกลของส้ม สวนที่ 1

$$Y = 7.13 + 2.98X_1 + 5.36X_2 + 4.59X_3 \qquad R^2 = 0.76$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เมื่อ X_1 = เที่ยวการขนส่ง โดย X_1 = -1 เมื่อ เที่ยวการขนส่งเป็นเที่ยวที่ 1

X_1 = 0 เมื่อ เที่ยวการขนส่งเป็นเที่ยวที่ 2

X_1 = 1 เมื่อ เที่ยวการขนส่งเป็นเที่ยวที่ 3

X_2 = ตำแหน่งที่วางภาชนะบรรจุ โดย X_2 = -1 เมื่อ ตำแหน่งที่วางภาชนะบรรจุด้านหน้า

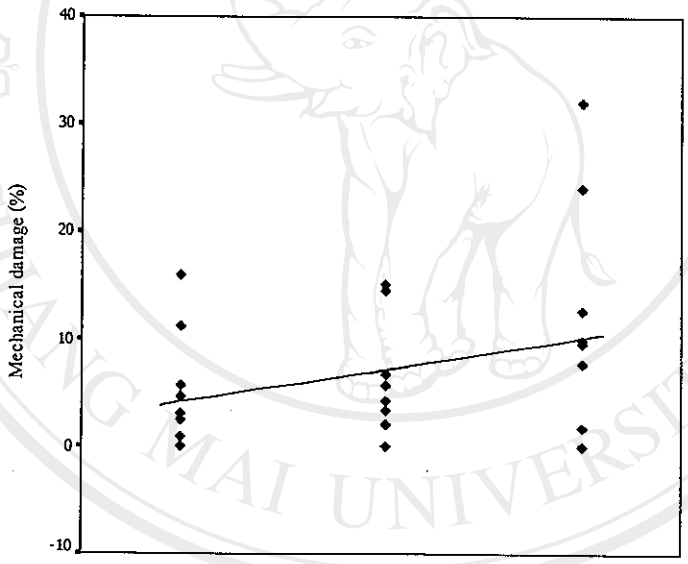
X_2 = 0 เมื่อ ตำแหน่งที่วางภาชนะบรรจุตรงกลาง

X_2 = 1 เมื่อ ตำแหน่งที่วางภาชนะบรรจุด้านท้าย

X_3 = ชนิดของภาชนะบรรจุที่ใช้ โดย X_3 = -1 เมื่อ ตำแหน่งที่วางภาชนะบรรจุด้านหน้า

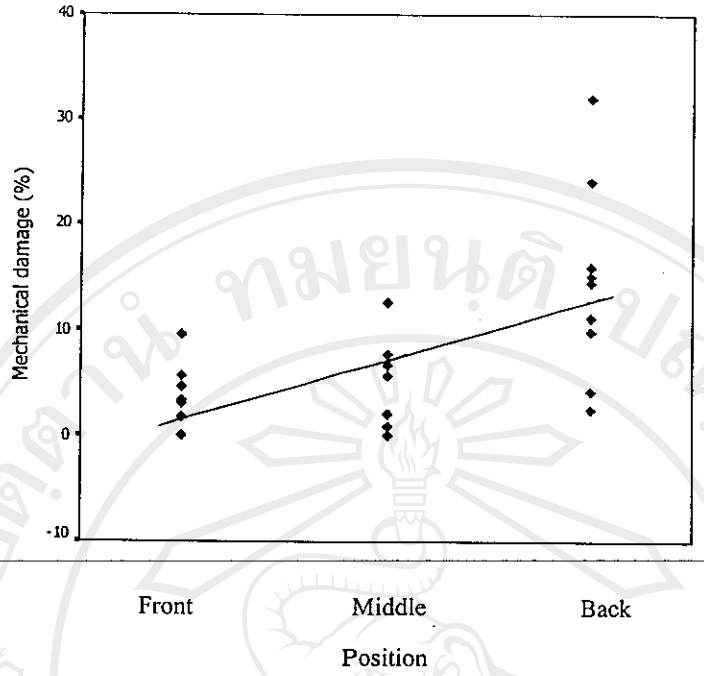
X_3 = 0 เมื่อ ตำแหน่งที่วางภาชนะบรรจุตรงกลาง

X_3 = 1 เมื่อ ตำแหน่งที่วางภาชนะบรรจุด้านท้าย

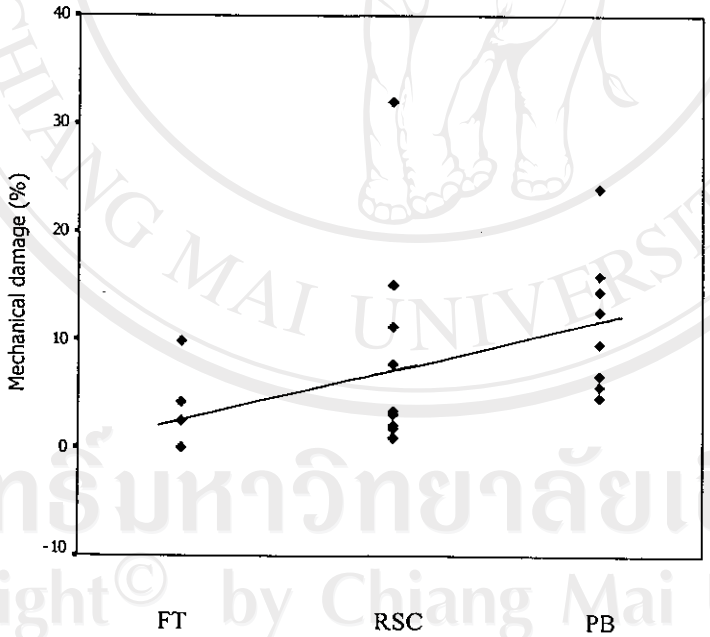


ภาพ 4.34 ความสัมพันธ์ของความเสียหายทางกลและเที่ยวการขนส่ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 4.35 ความสัมพันธ์ของความเสียหายทางกลและตำแหน่งที่วางภาชนะบรรจุ



หมายเหตุ FT = ภาชนะบรรจุแบบสวม
RSC = ภาชนะบรรจุแบบเปิด-ปิด
PB = ตะกร้าพลาสติก

ภาพ 4.36 ความสัมพันธ์ของความเสียหายทางกลและชนิดของภาชนะบรรจุที่ใช้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากสมการที่ 1 พบว่า ตัวแปรที่มีผลต่อความเสียหายทางกลของส้มสวนที่ 1 คือ จำนวนเที่ยวการขนส่ง ตำแหน่งที่วางภาชนะบรรจุ ชนิดของภาชนะบรรจุที่ใช้ ผลของความเสียหายทางกล (Y) ที่ได้เป็นผลหรืออิทธิพลจากตัวแปร จำนวนเที่ยวการขนส่ง (X_1) ตำแหน่งที่วางภาชนะบรรจุ (X_2) ชนิดของภาชนะบรรจุที่ใช้ (X_3) 76 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่เหลืออีก 24 เปอร์เซ็นต์ เป็นผลจากตัวแปรหรือปัจจัยอื่นที่ไม่ทราบค่าได้

2. สมการทำนายความเสียหายทางกลของส้ม สวนที่ 2

$$Y = 8.12 + 2.72X_1 + 7.16X_2 + 3.96X_3 \qquad R^2 = 0.74$$

เมื่อ X_1 = เที่ยวการขนส่ง โดย X_1 = -1 เมื่อ เที่ยวการขนส่งเป็นเที่ยวที่ 1

X_1 = 0 เมื่อ เที่ยวการขนส่งเป็นเที่ยวที่ 2

X_1 = 1 เมื่อ เที่ยวการขนส่งเป็นเที่ยวที่ 3

X_2 = ตำแหน่งที่วางภาชนะบรรจุ โดย X_2 = -1 เมื่อ ตำแหน่งที่วางภาชนะบรรจุด้านหน้า

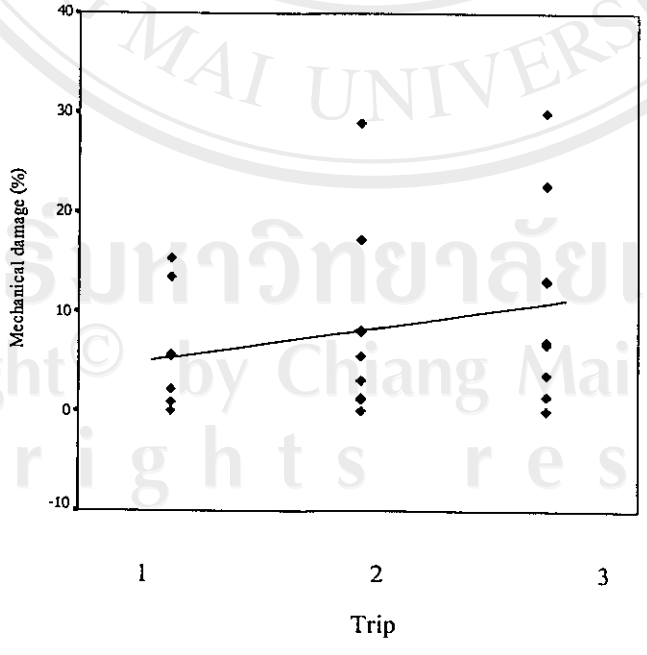
X_2 = 0 เมื่อ ตำแหน่งที่วางภาชนะบรรจุตรงกลาง

X_2 = 1 เมื่อ ตำแหน่งที่วางภาชนะบรรจุด้านท้าย

X_3 = ชนิดของภาชนะบรรจุที่ใช้ โดย X_3 = -1 เมื่อ ตำแหน่งที่วางภาชนะบรรจุด้านหน้า

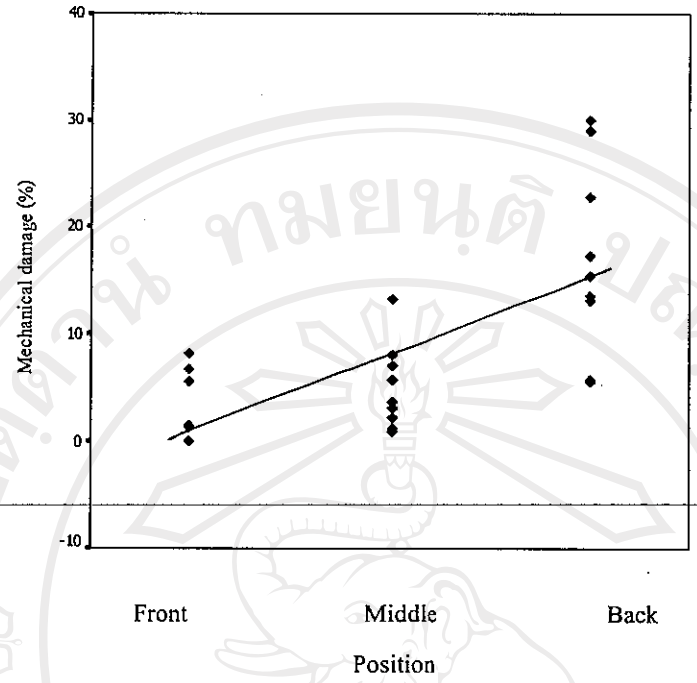
X_3 = 0 เมื่อ ตำแหน่งที่วางภาชนะบรรจุตรงกลาง

X_3 = 1 เมื่อ ตำแหน่งที่วางภาชนะบรรจุด้านท้าย

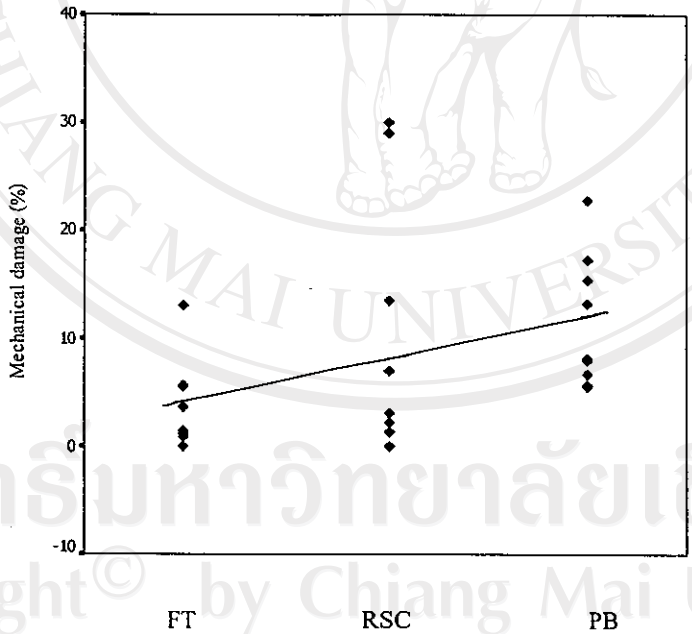


ภาพ 4.37 ความสัมพันธ์ของความเสียหายทางกลและเที่ยวการขนส่ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 4.38 ความสัมพันธ์ของความเสียหายทางกลและตำแหน่งที่วางภาชนะบรรจุ



หมายเหตุ FT = ภาชนะบรรจุแบบสวม
RSC = ภาชนะบรรจุแบบเปิด-ปิด
PB = ตะกร้าพลาสติก

ภาพ 4.39 ความสัมพันธ์ของความเสียหายทางกลและชนิดของภาชนะบรรจุที่ใช้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากสมการที่ 2 พบว่า ตัวแปรที่มีผลต่อความเสียหายทางกลของส้มสวนที่ 2 คือ จำนวนเที่ยวการขนส่ง ตำแหน่งที่วางภาชนะบรรจุ ชนิดของภาชนะบรรจุที่ใช้ ผลของความเสียหายทางกล (Y) ที่ได้เป็นผลหรืออิทธิพลจากตัวแปร จำนวนเที่ยวการขนส่ง (X_1) ตำแหน่งที่วางภาชนะบรรจุ (X_2) ชนิดของภาชนะบรรจุที่ใช้ (X_3) 74 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่เหลืออีก 26 เปอร์เซ็นต์ เป็นผลจากตัวแปรหรือปัจจัยอื่นที่ไม่ทราบค่าได้

3. สมการทำนายความเสียหายทางกลของส้ม สวนที่ 3

$$Y = 8.44 + 7.43X_1 + 4.03X_2 \qquad R^2 = 0.69$$

เมื่อ X_1 = ตำแหน่งที่วางภาชนะบรรจุ โดย X_1 = -1 เมื่อ ตำแหน่งที่วางภาชนะบรรจุด้านหน้า

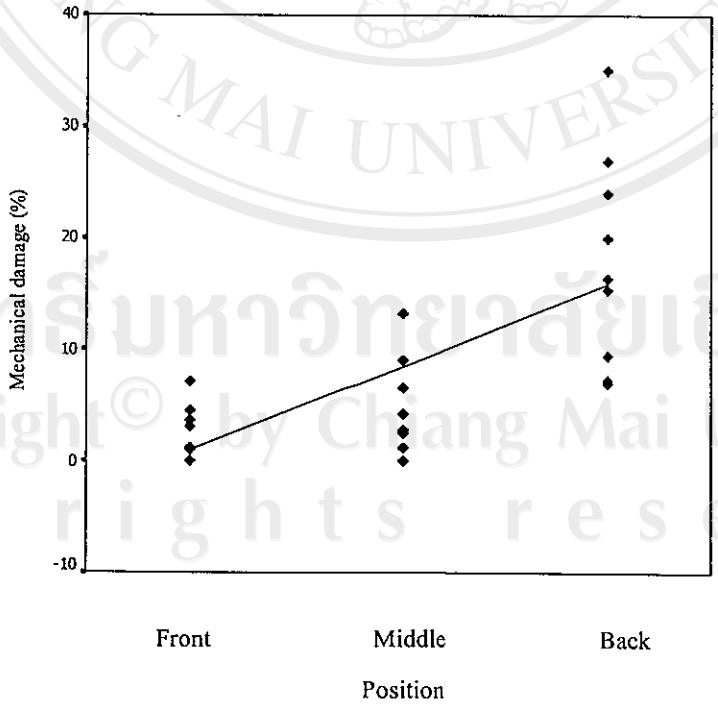
X_1 = 0 เมื่อ ตำแหน่งที่วางภาชนะบรรจุตรงกลาง

X_1 = 1 เมื่อ ตำแหน่งที่วางภาชนะบรรจุด้านท้าย

X_3 = ชนิดของภาชนะบรรจุที่ใช้ โดย X_2 = -1 เมื่อ ตำแหน่งที่วางภาชนะบรรจุด้านหน้า

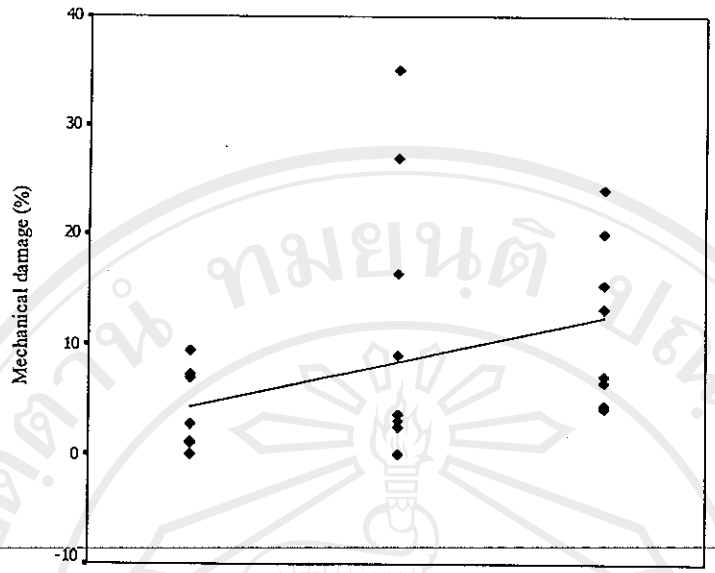
X_2 = 0 เมื่อ ตำแหน่งที่วางภาชนะบรรจุตรงกลาง

X_2 = 1 เมื่อ ตำแหน่งที่วางภาชนะบรรจุด้านท้าย



ภาพ 4.40 ความสัมพันธ์ของความเสียหายทางกลและตำแหน่งที่วางภาชนะบรรจุ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



หมายเหตุ FT = ภาชนะบรรจุแบบสวม
RSC = ภาชนะบรรจุแบบเปิด-ปิด
PB = ตะกร้าพลาสติก

ภาพ 4.41 ความสัมพันธ์ของความเสียหายทางกลและชนิดของภาชนะบรรจุที่ใช้

จากสมการที่ 3 พบว่า ตัวแปรที่มีผลต่อความเสียหายทางกลของส้มสวนที่ 3 คือ ตำแหน่งที่วางภาชนะบรรจุ ชนิดของภาชนะบรรจุที่ใช้ ผลของความเสียหายทางกล (Y) ที่ได้เป็นผลหรืออิทธิพลจากตัวแปร ตำแหน่งที่วางภาชนะบรรจุ (X_1) ชนิดของภาชนะบรรจุที่ใช้ (X_2) 69 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่เหลืออีก 31 เปอร์เซ็นต์ เป็นผลจากตัวแปรหรือปัจจัยอื่นที่ไม่ทราบค่าได้

4. สมการทำนายการสูญเสียน้ำหนักสดของส้ม สวนที่ 1

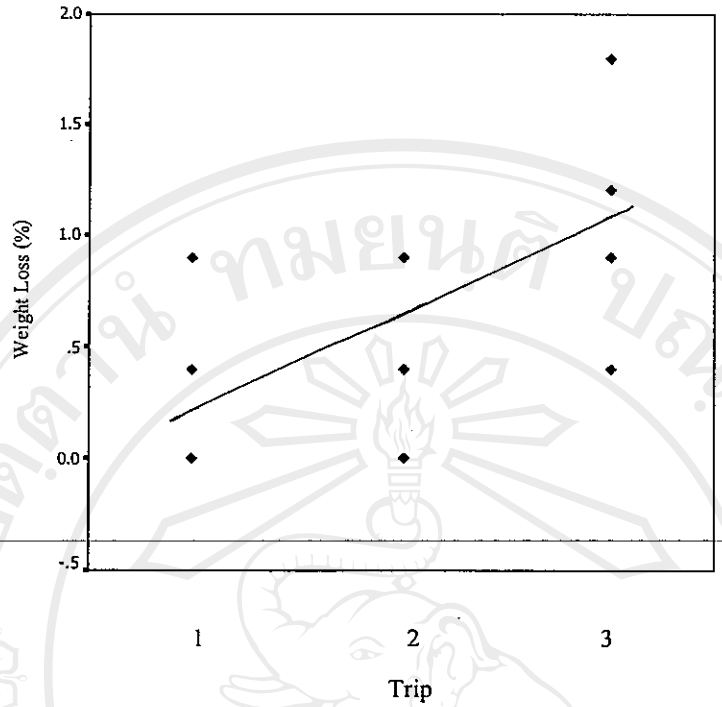
$$Y = 0.64 + 0.43X_1 \qquad R^2 = 0.55$$

เมื่อ X_1 = เที่ยวการขนส่ง โดย X_1 = -1 เมื่อ เที่ยวการขนส่งเป็นเที่ยวที่ 1

X_1 = 0 เมื่อ เที่ยวการขนส่งเป็นเที่ยวที่ 2

X_1 = 1 เมื่อ เที่ยวการขนส่งเป็นเที่ยวที่ 3

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 4.4 ความสัมพันธ์ของการสูญเสียน้ำหนักสดและเที่ยวการขนส่ง

จากสมการที่ 4 พบว่า ตัวแปรที่มีผลต่อการสูญเสียน้ำหนักสดของส้มสวนที่ 1 คือ จำนวนเที่ยวการขนส่ง ผลของการสูญเสียน้ำหนักสด (Y) ที่ได้เป็นผลหรืออิทธิพลจากตัวแปร จำนวนเที่ยวการขนส่ง (X_1) 55 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่เหลืออีก 45 เปอร์เซ็นต์ เป็นผลจากตัวแปรหรือปัจจัยอื่นที่ไม่ทราบค่าได้

4.7 การคิดมูลค่าการสูญเสียของส้มสายน้ำผึ้ง

การคิดมูลค่าการสูญเสียของส้มคิดโดยใช้ข้อมูลของสวนส้มขนาดกลางดังนี้

- มีพื้นที่ปลูกส้ม 650 ไร่
- สวนผลิตส้มได้ 1,300,000 กิโลกรัมต่อปี
- ส่งขายในจังหวัดเชียงใหม่จำนวน 300,000 กิโลกรัมต่อปี
- ขนส่งไปจำหน่ายยังกรุงเทพมหานครจำนวน 1,000,000 กิโลกรัมต่อปี
- ขนส่งทั้งภาชนะบรรจุชนิดกล่องแบบสวม ภาชนะบรรจุชนิดกล่องแบบเปิด-ปิด และตะกร้าพลาสติก
- ภาชนะบรรจุแบบกล่องบรรจุได้ 10 กิโลกรัม
- ตะกร้าพลาสติกบรรจุได้ 22 กิโลกรัม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

○ ส้มที่บรรจุในภาชนะบรรจุชนิดกล่องแบบสวมราคากล่องละ 400 บาท ภาชนะบรรจุชนิดกล่องแบบเปิด-ปิดราคากล่องละ 380 บาท ตะกร้าพลาสติกตะกร้าละ 770 บาท

○ ต้นทุนภาชนะบรรจุชนิดกล่องแบบสวมราคากล่องละ 39 บาท ภาชนะบรรจุชนิดกล่องแบบเปิด-ปิดราคากล่องละ 32 บาท และตะกร้าพลาสติก 150 บาท/ตะกร้า

○ อายุการใช้งานของตะกร้าพลาสติกคือ 3 ปี

○ สวนมีจำนวนตะกร้าพลาสติก 5,000 ใบ

○ ขนส่งส้มทั้งปี จำนวน 63 เที่ยว

○ รถบรรทุกบรรทุกส้มได้ไม่เกิน 16,000 กิโลกรัม

จากการศึกษาต้องการแสดงมูลค่าการสูญเสียผลผลิตส้มที่ผ่านการขนส่งจากอำเภอฝางจังหวัดเชียงใหม่ ไปยังตลาดกลางค้าส่งสี่แยกมหานาคในแต่ละเที่ยวการขนส่ง ซึ่งแสดงผลตามตาราง 4.1-4.4

ตาราง 4.1 แสดงมูลค่าการสูญเสียรวมของส้มเที่ยวที่ 1

ชนิดของภาชนะบรรจุ	เปอร์เซ็นต์ความสูญเสีย (%)			
	ความเสียหายทางกล (%)	การเน่าเสีย (%)	การสูญเสียน้ำหนัก (%)	คิดเป็นมูลค่า (บาท)
กล่องแบบสวม	0.2	0	0.2	808
กล่องแบบเปิด-ปิด	1.0	0.1	0.3	3,030
ตะกร้าพลาสติก	2.0	0	0.4	7,799
รวม	3.2	0.1	0.9	11,637

ตาราง 4.2 แสดงมูลค่าการสูญเสียรวมของส้มเที่ยวที่ 2

ชนิดของภาชนะบรรจุ	เปอร์เซ็นต์ความสูญเสีย (%)			
	ความเสียหายทางกล (%)	การเน่าเสีย (%)	การสูญเสียน้ำหนัก (%)	คิดเป็นมูลค่า (บาท)
กล่องแบบสวม	0.6	0	0.2	1,616
กล่องแบบเปิด-ปิด	2.1	0.1	0.2	5,050
ตะกร้าพลาสติก	2.6	0.1	0.3	9,833
รวม	5.3	0.2	0.7	16,499

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.3 แสดงมูลค่าการสูญเสียรวมของส้มเที่ยวที่ 3

ชนิดของภาชนะบรรจุ	เปอร์เซ็นต์ความสูญเสีย (%)			
	ความเสียหายทางกล (%)	การเน่าเสีย (%)	การสูญเสียน้ำหนัก (%)	คิดเป็นมูลค่า (บาท)
กล่องแบบสวม	4.0	1.2	0.3	11,110
กล่องแบบเปิด-ปิด	3.0	2.4	0.4	29,088
ตะกร้าพลาสติก	10.5	3.4	0.5	33,568
รวม	17.5	7.0	1.2	73,766

ตาราง 4.4 แสดงการคำนวณมูลค่าการสูญเสียของส้มภายใน 1 ปีโดยใช้ข้อมูลของสวนขนาดกลางในอำเภอ ฝาง จังหวัดเชียงใหม่

ชนิดของภาชนะบรรจุ	ต้นทุนของภาชนะบรรจุ (บาท)	มูลค่ารวมของส้มสายน้ำผึ้ง (กรณีไม่เกิดการสูญเสีย) (บาท)	เปอร์เซ็นต์ส้มที่ไม่สามารถขายได้ (%)	มูลค่าการสูญเสียของส้มสายน้ำผึ้ง (บาท)	มูลค่ารวมของส้มสายน้ำผึ้ง (กรณีเกิดการสูญเสีย) (บาท)
กล่องแบบสวม	3,900,000	40,000,000	4	1,600,000	39,400,000
กล่องแบบเปิด-ปิด	3,200,000	38,000,000	12.5	4,750,000	37,250,000
ตะกร้าพลาสติก	250,000	35,000,000	15	5,133,333	29,750,000

การคำนวณ

1. ต้นทุนของภาชนะบรรจุแบบกล่อง = (ราคาภาชนะบรรจุ x จำนวนภาชนะบรรจุที่มีใช้)
2. ต้นทุนของตะกร้าพลาสติก = $\frac{\text{(ราคาภาชนะบรรจุ x จำนวนภาชนะบรรจุที่มีใช้)}}{\text{อายุการใช้งาน}}$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3. มูลค่าการสูญเสียของส้มสายน้ำผึ้งแบบกล่องแบบสวม

$$\frac{\text{(ผลผลิตที่ขนส่งไปยังตลาดกลางค้าส่ง x เปอร์เซ็นต์การสูญเสีย) x 400}}{10}$$

4. มูลค่าการสูญเสียของส้มสายน้ำผึ้งแบบกล่องแบบเปิด-ปิด

$$\frac{\text{(ผลผลิตที่ขนส่งไปยังตลาดกลางค้าส่ง x เปอร์เซ็นต์การสูญเสีย) x 380}}{10}$$

5. มูลค่าการสูญเสียของส้มสายน้ำผึ้งตะกร้าพลาสติก

$$\frac{\text{(ผลผลิตที่ขนส่งไปยังตลาดกลางค้าส่ง x เปอร์เซ็นต์การสูญเสีย) x 770}}{22}$$

6. มูลค่ารวมของส้มสายน้ำผึ้งแบบกล่อง (กรณีไม่เกิดการสูญเสีย)

$$\frac{\text{(ผลผลิตที่ขนส่งไปยังตลาดกลางค้าส่ง) x 400}}{10}$$

7. มูลค่ารวมของส้มสายน้ำผึ้งแบบกล่อง (กรณีไม่เกิดการสูญเสีย)

$$\frac{\text{(ผลผลิตที่ขนส่งไปยังตลาดกลางค้าส่ง) x 380}}{10}$$

8. มูลค่ารวมของส้มสายน้ำผึ้งแบบตะกร้า (กรณีไม่เกิดการสูญเสีย)

(ผลผลิตที่ขนส่งไปยังตลาดกลางค้าส่ง) x 35

9. มูลค่ารวมหลังการขนส่ง (กรณีเกิดการสูญเสีย)

มูลค่ารวมของส้มสายน้ำผึ้ง – มูลค่าการสูญเสียของส้มสายน้ำผึ้ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved