บทที่ 2
การตรวจเอกสาร

กะหล่ำปลีเป็นพืชที่มีแนวโน้มความต้องการของตลาดสูง ในประเทศจีนกะหล่ำปลีเป็นพืชที่มีความสำคัญมาก ในช่วงระหว่าง 30 ปีที่ผ่านมาผลผลิตของกะหล่ำปลีได้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ปัจจุบันผลิตผลกะหล่ำปลีคิดเป็น 25 เปอร์เซ็นต์ ของผักที่ผลิตออกมาทั้งหมด และยิ่งในฤดูหนาวผลผลิตผักประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ คือกะหล่ำปลี (Talekar and Griggs, 1981) และจากข้อมูลสถิติการเกษตรการผลิตและการตลาดผัก มูลนิธิโครงการหลวง ในปีเพาะปลูก 2541/2542 มีพื้นที่เพาะปลูก 75,411 ไร่ ผลผลิต 36,269 ตัน (นิพนธ์และคณะ, 2544)

กะหล่ำปลี (cabbage) มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Brassica oleracea* var. *capitata* Linn. ซึ่งอยู่ในตระกูล Cruciferae หรือ Mustard (ดนัย, 2540) มีจำนวนโครโมโซม 2n=18 มีความสัมพันธ์กับผักในกลุ่ม *Brassica* ด้วยกัน เช่น ผักกาดหัว (*Rapbanus sativus*, 2n=18), ผักกาดขาวปลี (*Brassica juncea* L. Cross, 2n=36), มัสตาร์ด (*Brassica nigra* Koch, 2n=16), เอธิโอเปียมัสตาร์ด (*Brassica carinata* Braun, 2n=34), ผักกาดขาวปลี (*Brassica campestris*, 2n=20), รูทาบาก้าและเรป (*Brassica napus*, 2n=38) กะหล่ำปลีเป็นพืชเขตหนาว เจริญได้ดีในสภาพอุณหภูมิต่ำความชื้นสูง อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตอยู่ระหว่าง 15-20 องศาเซลเซียส หรืออุณหภูมิเฉลี่ย 24 องศาเซลเซียส (มณีฉัตร, 2545)

กะหล่ำปลีเป็นพืชข้ามฤดูแต่นำมาปลูกเป็นพืชฤดูเดียว ส่วนที่นำใช้มาบริโภคคือทั้งหัว ซึ่งประกอบด้วยใบ ก้านใบ และลำต้น อัดตัวกันแน่นหรือเรียกว่าการห่อหัวปลี ลักษณะการห่อหัวปลีของกะหล่ำปลีจะมีลักษณะที่ค่อนข้างหลากหลาย แต่โดยทั่วๆ ไปสามารถแยกลักษณะการห่อหัวปลีออกเป็น 2 แบบ คือ ลักษณะหัวป้าน (nappa-type) ซึ่งความยาวของหัวสั้นกว่าความกว้าง ปลายหัวมีลักษณะแบน และลักษณะหัวแหลมหรือที่เรียกว่าลักษณะรูปหัวใจ (michili-type) ซึ่งจะมีความยาวมากกว่าความกว้าง และปลายหัวจะแหลมกว่า โคน (Wang and Cerkauskas, 1999) ลักษณะคุณภาพกะหล่ำปลีโดยทั่วไปนั้นจะต้องห่อหัวปลีแน่นสม่ำเสมอ มีใบสีเขียวหลายชั้น ก้านใบและใบจะมีลักษณะเป็นคลื่นหยักเล็กน้อย ซึ่งลักษณะของรูปร่างหัวและใบอาจจะมีความแปรปรวนบ้างขึ้นกับพื้นที่ปลูก (Robert K. Prang, 2006) ปัจจุบันสามารถแบ่งกะหล่ำปลีเป็นกลุ่มใหญ่ได้ 3 กลุ่ม ได้แก่ (Shinohara, 1984 ; มณีฉัตร, 2545)

1. Common cabbage เป็นกะหล่ำปลีใบสีเขียวกลุ่มใหญ่ที่สุด มีความหลากหลายของพันธุ์ มีความหลากหลายในการห่อหัว มีทั้งห่อหัวแน่นและหลวม ใบมีทั้งใบบางและหนา สี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

มีทั้งสีเขียวเข้มและเขียวอ่อน การแทงช่อดอกเร็วหรือช้า และมีความทนร้อน และไม่ทนร้อน เป็นต้น เป็นกะหล่ำปลีที่ปลูกมากที่สุด

2. Red cabbage กะหล่ำปลีที่มีใบสีแดงออกม่วง ส่วนใหญ่มีหัวปลีกลม ใบหนา และไม่ทนอากาศร้อน นิยมใช้ตกแต่งอาหารเพื่อความสวยงาม การบริโภคในประเทศไทยมีความนิยมค่อนข้างน้อยเมื่อเทียบกับกะหล่ำปลีกลุ่มที่ 1
3. Savoy cabbage กะหล่ำปลีใบย่น (savoy หรือ crepe leave) กะหล่ำปลีกลุ่มนี้ถูกจัดอยู่ใน var. *bullata* ลักษณะใบตรง คล้ายใบกะหล่ำดาว (brussels sprout) มากกว่ากะหล่ำปลีในสองกลุ่มแรกที่กล่าวถึง กลีบดอกที่มีสีเหลืองเข้ม กลีบดอกกลม และฝักสั้นทรงกระบอกเมื่อเทียบกับกะหล่ำปลี ลักษณะที่กล่าวนี้คล้ายกับ *Brasica narinosa* (2n = 20) ซึ่งพบในประเทศจีน

กลิ่นของพืชตระกูลกะหล่ำเกิดจากสารประกอบ glycosinolate ซึ่งเมื่อเปลี่ยนรูปโดยเอนไซม์ myrosinase จะให้รสชาติที่ขม และให้สารกลุ่ม goitorogenic เช่น isothiocyanates, thiocyanates, nitriles และ goitrin สารประกอบเหล่านี้นอกจากจะให้รสชาติและกลิ่น ยังจำกัดการสร้าง thyroxine ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคต่อมไทรอยบวม สายพันธุ์ที่ได้รับการปรับปรุงใหม่มีปริมาณ glycosinolate ต่ำกว่าสายพันธุ์ดั้งเดิม หรือสายพันธุ์ป่า (นิพนธ์, 2550)

แหล่งผลิตกะหล่ำปลีที่สำคัญในประเทศไทย (มณีฉัตร, 2545)

แหล่งผลิตที่สำคัญอยู่แถบเหนือของประเทศไทย ปลูกได้ตลอดทั้งปี ในฤดูหนาวปลูกบนพื้นที่ราบ ส่วนในฤดูร้อนและฤดูฝนปลูกบนพื้นที่สูง เช่น ดอยอินทนนท์ ดอยเต่า และฝาง ซึ่งอยู่ในจังหวัดเชียงใหม่ ส่วนในจังหวัดอื่น เช่น เชียงราย และน่าน ก็มีการปลูกเช่นกัน

ดัชนีการเก็บเกี่ยว

ดัชนีที่ใช้ตัดสินการเก็บเกี่ยวกะหล่ำปลีนั้นค่อนข้างจะหลากหลายและไม่แน่นอนตายตัว (Ludford and Isenberg, 1987) ซึ่งส่วนมากจะเก็บเกี่ยวเมื่อกะหล่ำปลีมีการห่อหัวแน่นและใบชั้นนอกมีสีเขียวนวลเงา (Munro and Small, 1997) มีบางพันธุ์ปลูกที่ต้องใช้เชือกมัดหัวไว้ใน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สัปดาห์ที่ใกล้เก็บเกี่ยวเพื่อให้มีการห่อหัวที่แน่นหรือว่าต้องการให้หัวมีลักษณะยาวขึ้น (Ludford and Isenberg, 1987)

วิธีการเก็บเกี่ยวกะหล่ำปลี

ใช้มีดคมๆ ตัดโคนต้นใกล้ผิวดิน ระยะห่างจากผิวดินให้พิจารณาจากคุณภาพของต้นกะหล่ำปลีที่กำลังจะตัด ในอเมริกาบางแห่งเก็บเกี่ยวโดยใช้เครื่องจักร (ดนัย และนิธิยา, 2535)

การสูญเสียภายหลังการเก็บเกี่ยวของกะหล่ำปลี

การสูญเสียภายหลังการเก็บเกี่ยวของผักที่เกิดขึ้นนั้น สาเหตุส่วนหนึ่งมาจากลักษณะโครงสร้างภายนอกของผักซึ่งสามารถจะบ่งบอกได้ถึงลักษณะโครงสร้างภายใน และปริมาณความชื้นที่มีอยู่ในผักชนิดนั้นได้ (Boonyakiat, 1999) กะหล่ำปลีเป็นผักที่บริโภคได้ทั้งต้น เหมือนกับผักหลายๆ ชนิด แต่กะหล่ำปลีจะทนทานต่อการขนส่ง และการเก็บรักษามากกว่า เพราะโครงสร้างของต้นเป็นแบบการห่อหัวปลี ทำให้มีพื้นที่สัมผัสน้อย และง่ายต่อการขนส่ง การสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวของกะหล่ำปลีเกิดจากหลายสาเหตุ ทั้งมาจากปัจจัยภายนอกและปัจจัยภายใน ซึ่งการสูญเสียที่พบได้นั้นคือ

1. อาการเหี่ยว

สำหรับผลิตผลที่เก็บเกี่ยวมาแล้วถูกตัดขาดจากแหล่งน้ำที่เคยได้จากราก แต่การสูญเสียน้ำเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา โดยเฉพาะผลิตผลทางพืชสวน ซึ่งส่วนใหญ่มีน้ำเป็นองค์ประกอบมากกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ การสูญเสียน้ำนอกจากจะทำให้น้ำหนักที่ขายได้ขาดหายไปแล้ว ยังทำให้รูปร่างของผลิตผลเปลี่ยนแปลงไปในทางที่เลวลง ทำให้ขายไม่ได้ราคา และอาจทำให้รสชาติของผลิตผลนั้นๆ เปลี่ยนแปลงไปด้วย (จริงแท้, 2544) โดยเฉพาะผลิตผลที่เป็นผักเมื่อมีการสูญเสียน้ำไปเพียง 5 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้ผักเหี่ยวได้ (ดนัย, 2540) และนอกจากนี้สภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม เช่น อุณหภูมิสูง หรือความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ การเหี่ยวจะเกิดขึ้นเร็วและรุนแรง (สายชล, 2531)

2. การเปลี่ยนแปลงสี

ปกติพันธุ์กะหล่ำปลีที่นิยมปลูกมี 2 สี คือ สีเขียว กับสีม่วงแดง เมื่อเก็บเกี่ยวใหม่ๆ จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงสี แต่เมื่อระยะเวลาผ่านไป จะมีการเปลี่ยนแปลงสีเกิดขึ้น โดยเฉพาะสีเขียวจะหายไปและมักปรากฏสีเหลืองขึ้นมาแทน สีที่เห็นเกิดจาก pigment หรือสารสีต่างๆ ที่มีอยู่ในเซลล์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารสีเขียว คือ คลอโรฟิลล์เอ และบี สารสีม่วงแดง คือ แอนโทไซยานิน สารสีเหล่านี้มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ทั้งถูกสร้างขึ้นและสลายตัว แต่ในระหว่างการชราภาพ (senescence) การสลายตัวจะเกิดขึ้นมากกว่าทำให้สีของผลิตผลเปลี่ยนไป (จริงแท้, 2540) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Boonyakiat (1999) ที่พบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ในปวยเหล็งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส นาน 6 วัน จะลดลงอย่างมีนัยสำคัญ และทำให้มีสีเหลืองเกิดขึ้น

3. การเน่าเสีย

การสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวของกะหล่ำปลีส่วนหนึ่งมาจากการเน่าเสีย ซึ่งสาเหตุเกิดจากเชื้อจุลินทรีย์โดยอาจถูกเชื้อจุลินทรีย์เข้าทำลายตั้งแต่ยังเป็นต้นอ่อน แต่ยังไม่ทำให้เกิดอาการของโรคขึ้นมา หรืออาจจะถูกเชื้อจุลินทรีย์เข้าทำลายในระหว่างการเก็บเกี่ยว หรือในระหว่างการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว เช่น ในช่วงการขนถ่าย รอยแผลซึ่งเกิดจากการเสียดสีทับกันของผลิตผลทำให้เกิดรอยช้ำ หรือรอยขูดขีดของเล็บมือ ตลอดจนรอยแผลที่ถูกแมลงเข้าทำลายนั้นจะทำให้เชื้อจุลินทรีย์เข้าทำลายได้ง่ายขึ้น (ดนัย, 2540)

เกษตรอินทรีย์

นิยามของเกษตรอินทรีย์จะแตกต่างกันไปตามข้อกำหนดของหน่วยงานรับรองมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ของแต่ละประเทศ ซึ่งมีความหมายที่แตกต่างจากผักไร้สารพิษ ผักปลอดภัยจากสารพิษ และผักอนามัย เกษตรอินทรีย์ (organic farming) ในความหมายของสหพันธ์เกษตรอินทรีย์นานาชาติ (International Federation of Organic Agriculture Movements : IFOAM) คือ "ระบบเกษตรที่ผลิตอาหารและเส้นใย ด้วยความยั่งยืนทางสิ่งแวดล้อม สังคม และเศรษฐกิจ โดยเน้นการปรับปรุงบำรุงดิน การเคารพต่อศักยภาพทางธรรมชาติของพืช สัตว์และนิเวศการเกษตร เกษตรอินทรีย์จึงลดการใช้ปัจจัยการผลิตจากภายนอก และหลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีสังเคราะห์ เช่น ปุ๋ยเคมี สารเคมีกำจัดศัตรูพืช และเวชภัณฑ์สำหรับสัตว์ ในขณะเดียวกันก็พยายามประยุกต์ใช้ธรรมชาติในการเพิ่มผลผลิต และพัฒนาความต้านทานต่อโรคของพืชและสัตว์เลี้ยง หลักการเกษตรอินทรีย์เป็นหลักการสากลที่สอดคล้องกับเงื่อนไขทางเศรษฐกิจ สังคม ภูมิอากาศ และวัฒนธรรมของท้องถิ่นด้วย เนื่องจากก่อให้เกิดผลผลิตที่ปลอดภัยจากสารพิษ และช่วยฟื้นฟูความอุดมสมบูรณ์ของดิน มีหลักการของการอยู่ร่วมกันและพึ่งพิงธรรมชาติทั้งบนดินและใต้ดิน ใช้ปัจจัยการผลิตอย่างเห็นคุณค่า และมีการอนุรักษ์ให้อยู่อย่างยั่งยืน นอกจากนี้ยังให้ความสำคัญกับการพัฒนาแบบเป็นองค์รวม และความสมดุลที่เกิดจากความหลากหลายทางชีวภาพในระบบนิเวศทั้งระบบ" ดังนั้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

การไม่ใช้ปุ๋ยเคมีและสารเคมีกำจัดศัตรู จึงมิได้หมายความว่าเป็นเกษตรอินทรีย์โดยอัตโนมัติและในขณะเดียวกัน การเกษตรแบบทิ้งๆ ขว้างๆ ก็มิใช่เกษตรอินทรีย์เช่นกัน (ดำริ, 2549 : วลัยเงิน และพิมพ์หทัย, 2549)

ตารางที่ 1 ความแตกต่างระหว่างผักอินทรีย์กับผักประเภทต่าง ๆ

กระบวนการผลิต	ผักอินทรีย์	ผักปลอดภัยจากสารพิษ	ผักอนามัย	ผักไร้สารพิษ
การใช้ปุ๋ยเคมี	ไม่ใช้	ใช้ได้	ใช้ได้	ไม่ใช้
การใช้สารเคมีกำจัดแมลง	ไม่ใช้	ใช้ได้	ใช้ได้	ไม่ใช้
การใช้สารเคมีกำจัดวัชพืช	ไม่ใช้	ใช้ได้	ใช้ได้	ไม่ใช้
การใช้ฮอร์โมนสังเคราะห์	ไม่ใช้	ใช้ได้	ใช้ได้	ไม่ใช้
การใช้เมล็ดพันธุ์ดัดแปลงพันธุกรรม (GMOs)	ไม่ใช้	ไม่ได้ระบุถึงการห้ามใช้	ไม่ได้ระบุถึงการห้ามใช้	ไม่ได้ระบุถึงการห้ามใช้
หน่วยงานที่รับผิดชอบในการรับรองคุณภาพ	สำนักงานมาตรฐานเกษตรอินทรีย์	กรมส่งเสริมการเกษตร	กรมวิชาการเกษตร	ชมรมเกษตรธรรมชาติและชมรมกสิกรรมไร้สารพิษ

ความสำคัญของเกษตรอินทรีย์

เกษตรอินทรีย์เกิดจากการตื่นตัวในการหาทางเลือกใหม่ทางการเกษตรเพื่อหลีกเลี่ยงให้พ้นวัฏจักรเคมี และโดยเฉพาะความตื่นตัวด้านสุขภาพของผู้บริโภค ที่เริ่มให้ความสนใจมากขึ้น และความตื่นตัวด้านสิ่งแวดล้อมที่มีผลกระทบมาจากเกษตรเคมี (วิฑูรย์, 2545) Warmanand และ Havard (1996) พบว่าปัจจุบันผู้บริโภคจำนวนมากเห็นว่าอาหารที่มาจากเกษตรอินทรีย์มีคุณภาพความปลอดภัย รวมทั้งสารอาหารที่มีประโยชน์ต่อร่างกายมากกว่าอาหารที่มาจากเกษตรเคมี และความต้องการอาหารที่มาจากเกษตรอินทรีย์ก็เพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ (Maria *et al.*, 2002) การใช้ทรัพยากรดินโดยไม่คำนึงถึงผลเสียของปุ๋ยเคมีสังเคราะห์ก่อให้เกิดความไม่สมดุลในแร่ธาตุ และกายภาพของดินทำให้สิ่งมีชีวิตที่มีประโยชน์ในดินนั้นสูญหายและไร้สมรรถภาพ ความไม่สมดุลนี้เป็นอันตรายอย่างยิ่ง กระบวนการนี้เมื่อเกิดขึ้นแล้วจะก่อให้เกิดความเสียหายอย่างต่อเนื่อง ผืนดินที่ถูกผลาญไปนั้นได้สูญเสียความสามารถในการดูดซับแร่ธาตุ ทำให้ผลิตผลมีแร่ธาตุ วิตามิน และ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

พลังชีวิตต่ำ เป็นผลทำให้เกิดการขาดแคลนธาตุอาหารรองของพืช พืชจะอ่อนแอขาดภูมิต้านทานโรค และทำให้การคุกคามของแมลงเชื้อโรคเกิดขึ้นได้ง่าย จึงจะนำไปสู่ใช้สารเคมีสังเคราะห์ฆ่าแมลงและเชื้อราเพิ่มมากขึ้น ดินที่เสื่อมคุณภาพนั้นจะเร่งการเจริญเติบโตของวัชพืชให้แข่งกับพืชเกษตรและนำไปสู่การใช้สารเคมีสังเคราะห์กำจัดวัชพืช ข้อบกพร่องเช่นนี้ก่อให้เกิดวิกฤติในห่วงโซ่อาหารและระบบการเกษตรของเรา ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาทางสุขภาพและสิ่งแวดล้อมอย่างยิ่งในโลกปัจจุบัน จากรายงานการสำรวจขององค์การอาหารและเกษตรแห่งประชาชาติ เมื่อปี พ.ศ. 2543 พบว่าประเทศไทยมีเนื้อที่ทำการเกษตรอันดับที่ 48 ของโลก แต่ใช้ยาฆ่าแมลงเป็นอันดับ 5 ของโลก ใช้ยาฆ่าหญ้าเป็นอันดับ 4 ของโลก ใช้ฮอร์โมนเป็นอันดับ 4 ของโลก ประเทศไทยนำเข้าสารเคมีสังเคราะห์ทางการเกษตร เป็นเงินสามหมื่นล้านบาทต่อปี เกษตรกรต้องมีปัจจัยการผลิตที่เป็นสารเคมีสังเคราะห์ในการเพาะปลูก ทำให้เกิดการลงทุนสูงและเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ขณะที่ราคาผลผลิตในรอบยี่สิบปีไม่ได้สูงขึ้นตามสัดส่วนของต้นทุนที่สูงขึ้นนั้นมีผลให้เกษตรกรขาดทุน มีหนี้สิน การเกษตรอินทรีย์จะเป็นหนทางของการแก้ปัญหาเหล่านั้นได้ (สุพจน์, 2549)

เกษตรอินทรีย์ในประเทศไทย

เกษตรอินทรีย์ในประเทศไทยยังคงอยู่ในระยะเริ่มต้น ช่วงหลายปีที่ผ่านมา มีกลุ่มเกษตรกรเริ่มที่จะปรับเปลี่ยนการผลิตเข้าสู่เกษตรอินทรีย์มากขึ้นทุกปี ทำให้การเจริญเติบโตของเกษตรอินทรีย์ไทยยังคงขยายตัวอย่างต่อเนื่อง ระหว่างปี พ. ศ. 2545-2546 นับเป็นช่วงที่สำคัญของกระบวนการเกษตรอินทรีย์ไทยโดยเป็นช่วงจังหวะของการเปิดตัวเกษตรอินทรีย์ต่อสังคมไทยอย่างกว้างขวาง หลายๆ หน่วยงานได้ประกาศนโยบายสนับสนุนเกษตรอินทรีย์ หรือประกาศแผนที่จะจัดทำโครงการเกี่ยวกับเกษตรอินทรีย์ รวมทั้งมีการประชาสัมพันธ์เรื่องเกษตรอินทรีย์ในระดับชนบท และในหมู่เยาวชนตามสถานศึกษาด้วย สหกรณ์กรีนเนทจำกัด และมูลนิธิสายใยแผ่นดิน ได้ประมาณการว่าพื้นที่เกษตรอินทรีย์ของประเทศไทยขยายตัวเพิ่มขึ้นจาก 14,910 ไร่ ในปี พ.ศ. 2544 เป็น 55,992.31 ไร่ในปี พ.ศ. 2545 คิดเป็น 0.043 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่เกษตรทั้งหมดในประเทศ (วิฑูรย์และเจษณี, 2546) มูลนิธิโครงการหลวงได้มีการส่งเสริมให้เกษตรกรผลิตผักอินทรีย์ โดยตั้งแต่ มกราคม 2546 ถึง ธันวาคม 2546 โครงการหลวงผลิตผักอินทรีย์ทั้งหมด 162,685.95 กิโลกรัม คิดเป็น 21.37 เปอร์เซ็นต์ ของผักที่ปลูกทั้งหมด และคิดเป็นเงินมูลค่า 3,888,953.53 บาท

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

องค์ประกอบทางเคมีของผลิตผลอินทรีย์

1. น้ำ

น้ำเป็นส่วนประกอบหลักที่สำคัญมากในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตทุกชนิด โดยเฉพาะในเซลล์ของผักและผลไม้จะมีน้ำปริมาณสูงมาก เนื้อเยื่อของผลิตผลมีน้ำเป็นส่วนประกอบประมาณ 80-95 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นการสูญเสียน้ำของผลิตผลภายหลังการเก็บเกี่ยวจึงเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดความเสียหายแก่ผลิตผลนอกจากนี้การสูญเสียน้ำยังทำให้ผลิตผลมีน้ำหนักลดลงและมีรูปร่างที่เปลี่ยนไป โดยทั่วๆ ไปหากผลิตผลมีการสูญเสียน้ำไปเพียง 5 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้ผลิตผลเหี่ยว มีคุณภาพลดลงและอาจขายไม่ได้ราคา (ดนัย, 2540)

ปริมาณน้ำในผลิตผลภายหลังการเก็บเกี่ยวจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำในช่วงของการเก็บเกี่ยวและระยะเวลาในการเก็บเกี่ยว ซึ่งปริมาณน้ำในผลิตผลจะแตกต่างกันออกไป จากการรายงานของ Moreira *et al.* (2003) ซึ่งทำการศึกษาคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของสวิสชาร์ดที่ผลิตในระบบอินทรีย์เปรียบเทียบกับสวิสชาร์ดที่ผลิตในระบบปกติ โดยเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 2-4 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 98 เปอร์เซ็นต์ พบว่าปริมาณน้ำคงเหลือของสวิสชาร์ดที่ผลิตจากทั้ง 2 ระบบ ลดลงจากวันแรกที่ทำการเก็บรักษา โดยเมื่อเก็บรักษานาน 20 วัน พบว่าสวิสชาร์ดที่ผลิตในระบบอินทรีย์มีปริมาณน้ำคงเหลือเท่ากับ 92.22±0.09 เปอร์เซ็นต์ และสวิสชาร์ดที่ผลิตในระบบปกติมีปริมาณน้ำคงเหลือเท่ากับ 92.12±0.22 เปอร์เซ็นต์

อุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษาผลิตผลเป็นอีกปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการสูญเสียน้ำของผลิตผล เพราะในสภาพที่มีอุณหภูมิอากาศสูงจะทำให้อากาศสามารถอุ้มน้ำได้มากขึ้น จึงทำให้เกิดความไม่สมดุลของความดันไอน้ำบริเวณรอบๆ ผลิตผลกับตัวผลิตผล ดังนั้นผลิตผลจึงมีการคายน้ำออกมาเพื่อให้เกิดความสมดุลของความดันไอน้ำในผลิตผลกับอากาศบริเวณรอบๆ (ดนัย, 2540)

2. คาร์โบไฮเดรต

ผักและผลไม้จะมีคาร์โบไฮเดรตอยู่ประมาณ 2-40 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักสด คาร์โบไฮเดรตในผักและผลไม้แม้ว่าจะไม่ใช่แหล่งสำคัญสำหรับความต้องการคาร์โบไฮเดรตของมนุษย์ แต่คาร์โบไฮเดรตก็เป็นองค์ประกอบสำคัญในผักและผลไม้ที่ให้ทั้งรสชาติ คุณค่าทางอาหาร และเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยวค่อนข้างมาก ทั้งนี้คาร์โบไฮเดรตในผักและผลไม้อยู่ทั้งในรูปของอาหารสะสม เช่น แป้ง และน้ำตาลชนิดต่างๆ (จริงแท้, 2544)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การเปลี่ยนแปลงคาร์โบไฮเดรตจะเกิดขึ้นในระหว่างการเก็บรักษา ซึ่งการเปลี่ยนแปลงนั้นมีความสำคัญมาก เพราะคาร์โบไฮเดรตใช้เป็นสารตั้งต้นในการผลิตพลังงานออกมาเพื่อใช้ในกระบวนการต่างๆ ของพืช

คาร์โบไฮเดรตที่อยู่ในรูปของโพลีแซคคาไรด์ได้แก่ แป้ง ซึ่งเป็นส่วนที่พืชสะสมไว้และมีเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส ลิกนิน และเพคติน ซึ่งเป็นส่วนประกอบของผนังเซลล์ นอกจากนั้นจะอยู่ในรูปของน้ำตาลซึ่งมีทั้งที่เป็นไดแซคคาไรด์ คือน้ำตาลซูโครส และโมโนแซคคาไรด์ คือน้ำตาลกลูโคส และฟรุคโตส ซึ่งจะละลายอยู่ในส่วนของของเหลวในเซลล์ (ดนัย, 2540) ภายหลังการเก็บเกี่ยวปริมาณแป้งในผลิตผลจะลดลง โดยแป้งจะเปลี่ยนไปเป็นน้ำตาลเพื่อใช้ในการหายใจ ส่วนปริมาณน้ำตาลอาจเพิ่มขึ้นหรือลดลงแล้วแต่ชนิดของผลิตผลและสภาพแวดล้อม (จริงแท้, 2544)

ระบบพื้นฐานของกระบวนการเมแทบอลิซึมในผลิตผลแต่ละชนิดที่ต่างกันนั้นส่วนหนึ่งมาจากปัจจัยความแตกต่างของระบบการผลิต ซึ่งทำให้อัตราส่วนของผลิตภัณฑ์ที่เป็นองค์ประกอบสำคัญของสารประกอบ เช่น โปรตีน และ คาร์โบไฮเดรต มีการเปลี่ยนแปลงไป พืชที่มีการเจริญเติบโตภายใต้ระบบการผลิตแบบเกษตรปกติมีผลิตภัณฑ์โปรตีนสูง แต่จะมีผลิตภัณฑ์ที่เป็นคาร์โบไฮเดรตลดลง รวมไปถึงมีการสังเคราะห์สารสีและวิตามินต่ำด้วย ในทางกลับกันพืชที่มีการเจริญเติบโตภายใต้ระบบการผลิตแบบเกษตรอินทรีย์มีผลิตภัณฑ์คาร์โบไฮเดรตสูง แต่มีผลิตภัณฑ์ที่เป็นโปรตีนต่ำ (Worthington, 2001) ชนิดของธาตุอาหาร ปริมาณธาตุอาหาร หรือรูปแบบของธาตุอาหารที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ที่มีอยู่ในดินนั้นมีความสำคัญมากต่อปริมาณผลิตภัณฑ์ เช่น โปรตีน หรือ คาร์โบไฮเดรต ที่มีสะสมอยู่ในผลิตผลนั้น ซึ่ง Brandt and Molgarrd (2001) กล่าวว่าเป็นไปตามทฤษฎีความสมดุลระหว่างธาตุคาร์บอนและธาตุไนโตรเจน (C/N) balance เมื่อธาตุไนโตรเจนมีเพียงพอต่อการนำไปใช้และอยู่ในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ง่าย พืชจะนำธาตุไนโตรเจนไปสร้างเป็นสารประกอบเป็นอันดับแรก ทำให้พืชมีผลิตภัณฑ์ที่มีธาตุไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบสูง เช่น โปรตีน และสาร secondary metabolites ที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ เช่น alkaloids แต่เมื่อธาตุไนโตรเจนมีจำกัดหรืออยู่ในรูปที่พืชนำไปใช้ไม่ได้ กระบวนการเมแทบอลิซึมของพืชจะมีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม โดยพืชจะใช้ธาตุคาร์บอนแทน และมีการสะสมธาตุคาร์บอนในรูปสารประกอบ เช่น แป้งและเซลลูโลส

Warman and Harvard (1998) สุ่มวัดปริมาณน้ำตาลกลูโคสและน้ำตาลฟรุกโตสในมันฝรั่งที่ผลิตในระบบอินทรีย์และมันฝรั่งที่ผลิตในระบบปกติซึ่งวางขายในตลาด พบว่ามันฝรั่งที่ผลิตในระบบอินทรีย์มีปริมาณน้ำตาลกลูโคสและน้ำตาลฟรุกโตสสูงกว่ามันฝรั่งที่ผลิตในระบบปกติ ส่วน Woese *et al.* (1997) ศึกษาความแตกต่างของปริมาณน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวในผักโขม บีทรูท แครอท

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เซลารี่ และกระเทียมต้นที่ผลิตในระบบอินทรีย์และที่ผลิตในระบบปกติ ปรากฏว่าไม่พบความแตกต่างของปริมาณน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวของผักที่ผลิตจากทั้ง 2 ระบบ เช่นเดียวกับที่ศึกษาปริมาณแป้งในผักโขม ชาร์ด ซาวอย และกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์และที่ผลิตในระบบปกติไม่พบความแตกต่างของปริมาณแป้งในผักที่ผลิตจากทั้ง 2 ระบบ เช่นเดียวกัน

3. โปรตีน

ผักและผลไม้สดมีปริมาณโปรตีนต่ำ ในผักสดและผักใบจะมีโปรตีนประมาณ 2-4 เปอร์เซ็นต์ โปรตีนที่มีอยู่ในผักและผลไม้จะทำหน้าที่เป็นส่วนประกอบในไซโตพลาสซึมและเป็นเอนไซม์มากกว่าที่จะเป็นส่วนสะสม (ดนัย, 2540)

ปริมาณธาตุอาหารที่พืชได้รับมีผลต่อปริมาณโปรตีนในพืชและคุณภาพของโปรตีนด้วย ซึ่งพบว่าการให้ปุ๋ยไนโตรเจนในระดับที่สูงกับพืชนั้นทำให้พืชมีปริมาณโปรตีนเพิ่มขึ้นแต่พบว่าคุณภาพของโปรตีนลดลง โดยเฉพาะโปรตีนที่ทำหน้าที่ในการสังเคราะห์พันธุกรรม การที่คุณภาพของโปรตีนลดลงนั้นเป็นเพราะว่ามีการสะสมกรดอะมิโนที่จำเป็นลดลง ในข้าวสาลีและผักโขมที่มีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในระดับสูง พบอัตราส่วนของปริมาณกรดอะมิโน ไลซีน และเมทไทโอนีนต่ำมาก ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้คุณภาพของโปรตีนลดลง (Schuphan, 1961)

Eppendorfer *et al.* (1979) พบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไนโตรเจนและความเข้มข้นของปริมาณโปรตีนทั้งหมด โดยเฉพาะกรดอะมิโนหลายๆ ชนิดรวมไปถึงกรดอะมิโนอิสระ และเอไมด์ด้วย เมื่อให้ปุ๋ยไนโตรเจนในระดับสูงขึ้นกับมันฝรั่ง พบว่ามีการเพิ่มขึ้นของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในส่วนของน้ำหนักแห้งซึ่งในขณะเดียวกันคุณภาพของโปรตีนลดลง

เมื่อดินที่ใช้ปลูกพืชมีปริมาณธาตุไนโตรเจนอยู่เพียงพอ และอยู่ในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ พืชจะนำธาตุไนโตรเจนไปเป็นองค์ประกอบในการสร้างสารประกอบโปรตีน ปุ๋ยอินทรีย์ที่ใช้เป็นแหล่งของธาตุไนโตรเจนในการผลิตผลิตผลในระบบอินทรีย์นั้น อาจมีปริมาณธาตุไนโตรเจนน้อยเกินไปหรือว่ามีการปลดปล่อยธาตุในส่วนที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ช้ากว่าปุ๋ยเคมีทั่วไป ดังนั้นจึงพบว่าผลิตผลที่ผลิตในระบบปกติทั่วไปที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีจึงมีระดับของโปรตีนทั้งหมดสูง แต่คุณภาพของโปรตีนต่ำกว่าผลิตผลที่ผลิตในระบบอินทรีย์ (Finesilver, 2007) ซึ่ง Petterson, 1977 พบว่าความเข้มข้นของปริมาณโปรตีนทั้งหมดในส่วนของน้ำหนักแห้งของมันฝรั่ง ข้าวสาลี และข้าวบาร์เลย์ที่ผลิตในระบบปกติสูงกว่าและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับมันฝรั่ง ข้าวสาลี และข้าวบาร์เลย์ที่ผลิตในระบบอินทรีย์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Lockeretz *et al.* (1981) และWolfson and Shearer (1981) พบว่าสาเหตุสำคัญที่ทำให้ข้าวโพดหวานที่ผลิตในระบบปกติมีปริมาณโปรตีนทั้งหมดสูงกว่าและแตกต่างกันกับข้าวโพดหวานที่ผลิตในระบบอินทรีย์คือ เปอร์เซ็นต์ของกรดอะมิโนที่เป็นส่วนประกอบของโปรตีน โดยพบว่ากรดอะมิโนเมทไทโอนิน ฮิสติดิน ไทรโอนิน และไลซีนซึ่งเป็นกรดอะมิโนสำคัญในข้าวโพดหวานที่ผลิตในระบบอินทรีย์สูงกว่าและแตกต่างกันทางสถิติกับข้าวโพดหวานที่ผลิตในระบบปกติ ส่วนกรดอะมิโนไอโซลูซีนและกรดอะมิโนลูซีน นั้นพบสูงมากในข้าวโพดหวานที่ผลิตในระบบปกติและเป็นสาเหตุที่ทำให้ปริมาณโปรตีนในข้าวโพดหวานที่ผลิตในระบบปกติสูงกว่าข้าวโพดหวานที่ผลิตในระบบอินทรีย์

4. คลอโรฟิลล์

คลอโรฟิลล์เป็นสารสีที่มีสีเขียวซึ่งเกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช พบในพืชสีเขียวทุกชนิด ในใบพืชที่มีสีเขียวจะมีคลอโรฟิลล์ประมาณ 0.1 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักสด กระจายตัวอยู่ในอวัยวะภายในเซลล์ชื่อว่า คลอโรพลาสต์ คลอโรฟิลล์มีหลายชนิด เช่น คลอโรฟิลล์ เอ บี ซี และดี เป็นต้น แต่ที่สำคัญคือ คลอโรฟิลล์เอและบี ซึ่งจะปรากฏในผักและผลไม้ในอัตราส่วน 3 : 1 โครงสร้างของคลอโรฟิลล์ประกอบด้วย prophyrin ซึ่งประกอบด้วย pyrrole ring 4 วง เรียงตัวกันเป็นวง และ phytol ซึ่งประกอบด้วยคาร์บอน 20 อะตอม มีลักษณะโครงสร้างแบบ isoprenoid ส่วนตรงกลางของโมเลกุลของคลอโรฟิลล์มีธาตุแมกนีเซียมอยู่ (ดนัย, 2540)

จากการศึกษาความเข้มข้นของสารสีในปวยเหล็งขนาดเล็ก (baby spinach) ที่ผลิตในระบบอินทรีย์ และที่ผลิตในระบบปกติ Bush *et al.* (2007) พบว่าปวยเหล็งขนาดเล็กที่ผลิตในระบบอินทรีย์มีความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์เอ และบี สูงกว่าปวยเหล็งขนาดเล็กที่ผลิตในระบบปกติ โดยปวยเหล็งขนาดเล็กที่ผลิตในระบบอินทรีย์มีค่าเฉลี่ยของปริมาณคลอโรฟิลล์เอ และบีเท่ากับ 17.973 และ 16.148 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ตามลำดับ ส่วนปวยเหล็งขนาดเล็กที่ผลิตในระบบปกติมีค่าเฉลี่ยของปริมาณคลอโรฟิลล์เอ และบีเท่ากับ 17.924 และ 7.089 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ตามลำดับ สาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดความแตกต่างของความเข้มข้นปริมาณคลอโรฟิลล์เอ และบีในปวยเหล็งขนาดเล็กที่ผลิตในระบบอินทรีย์และที่ผลิตในระบบปกติมาจากปัจจัยสภาพแวดล้อมที่พืชได้รับความเครียดจากการขาดธาตุอาหาร โดยเฉพาะธาตุที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชซึ่งพืชต้องการใช้ธาตุนั้นในลำดับแรกๆ โดยเฉพาะธาตุไนโตรเจน พบว่าเมื่อพืชขาดจะทำให้พืชมีผลิตภัณฑ์จำพวกสารสีต่างๆ เพิ่มขึ้น เมื่อธาตุไนโตรเจนเป็นปัจจัยที่จำกัดการเจริญเติบโตของพืช

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ดังนั้นพืชจะมีการสะสมสารประกอบพวกคาร์บอน เช่น คาร์โบไฮเดรต เพิ่มขึ้น เพื่อที่จะใช้ในการซ่อมแซมหรือนำมาสร้างเป็นสารตั้งต้นในการใช้สร้างเป็นผลิตภัณฑ์จำพวกสารสี เช่น คลอโรฟิลล์ เอ คลอโรฟิลล์บี เบตา- แคโรทีน และแซนโทฟิลล์ (Brandt and Molgaard, 2001) จึงเป็นสาเหตุให้ผักที่ผลิตในระบบอินทรีย์มีปริมาณความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์มากกว่าผักที่ผลิตในระบบปกติ

5. วิตามินซี

ผักและผลไม้เป็นแหล่งวิตามินที่สำคัญสำหรับมนุษย์ โดยเฉพาะวิตามินเอและซี ภายหลังการเก็บเกี่ยวมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณวิตามินซีเกิดขึ้นค่อนข้างมากกว่าวิตามินชนิดอื่นๆ โดยทั่วไปผักบริโภคใบและช่อดอกมักมีการสูญเสียวิตามินซีค่อนข้างสูง สภาพแวดล้อมในระหว่างการเก็บรักษาผลิตผลมีอิทธิพลอย่างมากต่อการสลายตัวของวิตามินซี ปริมาณการสูญเสียน้ำออกจากผลิตผลทำให้มีการสูญเสียวิตามินซีมากขึ้น (จริงแท้, 2544)

อุณหภูมิที่สูง ความชื้นสัมพัทธ์ที่ต่ำ ความเสียหายทางกายภาพ และการเกิดอาการสะท้านหนาว ส่งผลให้ผักและผลไม้มีการสูญเสียวิตามินซีเกิดขึ้น ปัจจัยก่อนการเก็บเกี่ยว ระหว่างการเก็บเกี่ยว และโดยเฉพาะปัจจัยหลังการเก็บเกี่ยวหลายๆ ปัจจัย มีผลต่อปริมาณวิตามินซีในผลิตผลระหว่างการเก็บรักษา (Lee and Kader, 2000)

ปริมาณวิตามินซีในผลิตผลมีความสัมพันธ์กับปริมาณธาตุไนโตรเจนที่ผลิตผลได้รับ โดย Augustin (1975) พบว่ามันฝรั่งที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจนระหว่างการปลูก มีปริมาณวิตามินซีน้อยกว่ามันฝรั่งที่ปลูกโดยไม่มีการให้ปุ๋ยไนโตรเจน ซึ่งสอดคล้องกับ Lisiewsk and Kmiecik (1996) ที่รายงานว่าเมื่อเพิ่มปริมาณการให้ปุ๋ยไนโตรเจนกับต้นกะหล่ำดอกจาก 80 กิโลกรัมต่อเฮกแตร์ เป็น 120 กิโลกรัมต่อเฮกแตร์ เมื่อนำกะหล่ำดอกมาวิเคราะห์ปริมาณวิตามินซี พบว่ากะหล่ำดอกมีปริมาณวิตามินซีลดลง 7 เปอร์เซ็นต์ การลดลงของปริมาณวิตามินซีในน้ำคั้นของผลส้ม มะนาว องุ่น และแมนดารีน มีความสัมพันธ์กับการเพิ่มปริมาณการให้ปุ๋ยไนโตรเจนกับพืชเหล่านี้ นอกจากนี้ยังพบว่าการเพิ่มปุ๋ยโพแทสเซียมในแปลงปลูกยังทำให้ผลิตผลมีปริมาณวิตามินซีลดลงอีกด้วย (Nagy, 1980) การเพิ่มปริมาณการให้ปุ๋ยไนโตรเจนในระดับสูงกับพืชแล้วส่งผลให้พืชนั้นมีปริมาณวิตามินซีลดลง เพราะปุ๋ยไนโตรเจนจะส่งเสริมให้พืชมีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นโดยจะทำให้มีจำนวนใบมากกว่า และขนาดของใบที่ใหญ่กว่าพืชที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจนในระดับต่ำ ซึ่งพบว่าเมื่อพืชมีจำนวนใบมากขึ้นและใบมีขนาดใหญ่ขึ้นจะทำให้เกิดการบดบังแสงต่อกันมากขึ้นส่งผลให้การสะสมปริมาณวิตามินซีลดลง (Mozafar, 1993) นอกจากนี้ยังพบว่าปุ๋ยไนโตรเจนจะไปเพิ่มปริมาณ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

และคุณภาพของโปรตีนในพืช เพราะธาตุไนโตรเจนเป็นส่วนประกอบหลักในการสร้างโปรตีน เมื่อพืชได้รับธาตุไนโตรเจนจากปุ๋ยหรือแหล่งอื่นๆ ก็ตามทำให้พืชมีปริมาณโปรตีนเพิ่มขึ้น ซึ่งส่งผลให้พืชมีการสะสมคาร์โบไฮเดรตลดลง และคาร์โบไฮเดรตเป็นสารตั้งต้นของการเกิดวิตามินซี ดังนั้นเมื่อปริมาณคาร์โบไฮเดรตลดลงการสังเคราะห์วิตามินซีจึงลดลงด้วย (Worthington, 2001)

Lampkin (1990) รายงานว่าผักที่ผลิตในระบบอินทรีย์มีปริมาณวิตามินซีสูงกว่าผักที่ผลิตในระบบปกติถึง 28 เปอร์เซ็นต์ เช่นเดียวกับ Kumpulainen (2001) รายงานว่าอาหารที่ได้มาจากการผลิตในระบบอินทรีย์มีปริมาณวิตามินซีสูงกว่าอาหารที่ได้มาจากการผลิตในระบบปกติเล็กน้อย และจากการศึกษาปริมาณวิตามินซีในมันฝรั่งที่ผลิตในระบบอินทรีย์เปรียบเทียบกับมันฝรั่งที่ผลิตในระบบปกติ พบว่ากว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ของตัวอย่างมันฝรั่งที่ผลิตในระบบอินทรีย์มีปริมาณวิตามินซีสูงกว่ามันฝรั่งที่ผลิตในระบบปกติ ซึ่งสอดคล้องกับ Woese *et al.* (1997) ที่ทำการทดลองวัดปริมาณวิตามินซีในมันฝรั่งที่ผลิตในระบบอินทรีย์และที่ผลิตในระบบปกติ 2 ครั้ง พบว่าทั้ง 2 ครั้ง ของการทดลองมันฝรั่งที่ผลิตในระบบอินทรีย์มีปริมาณวิตามินซีสูงกว่ามันฝรั่งที่ผลิตในระบบปกติ

Worthington (2001) ศึกษาคุณภาพและธาตุอาหารในผัก ผลไม้ และเมล็ด ที่ผลิตในระบบอินทรีย์เปรียบเทียบกับที่ผลิตในระบบปกติ โดยได้ทำการสุ่มตัวอย่างมาศึกษาจำนวน 41 ตัวอย่าง พบว่าปริมาณวิตามินซีในตัวอย่างผลิตผลที่ผลิตในระบบอินทรีย์มีปริมาณวิตามินซีมากกว่าตัวอย่างผลิตผลที่ผลิตในระบบปกติถึง 27 เปอร์เซ็นต์

6. สารประกอบฟีนอล

สารประกอบฟีนอลในพืชถูกสังเคราะห์มาจากกรดชิกิมิค และ วิถี malonate-acetate metabolic สารประกอบฟีนอลจัดเป็นสาร secondary product ที่เกิดมาจากกระบวนการ secondary metabolism ของพืช สารนี้เกิดมาจากการที่เซลล์บางเซลล์พัฒนาไปทำหน้าที่เฉพาะ โดยที่พืชแต่ละชนิดมีไม่เหมือนกัน สารนี้ถูกสร้างขึ้นมาโดยไม่ได้มีบทบาทหน้าที่โดยตรงต่อการเจริญเติบโต แต่สารนี้มีบทบาทสำคัญหลากหลายอื่นๆ เช่น พืชสร้างขึ้นมาเพื่อป้องกันตัวเองจากการเข้าทำลายของศัตรู หรือเพิ่มสีสันให้แก่ตัวเองเพื่อดึงดูดให้แมลงช่วยในการผสมเกสร สารประกอบกลุ่มนี้มีมากถึงประมาณ 8,000 ชนิด ซึ่งมีบางชนิดที่ถูกสร้างมาพร้อมกับการเจริญเติบโตของพืช แต่บางชนิดถูกสร้างขึ้นมาทีหลังเมื่อได้รับการกระตุ้นจากสภาวะที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต จนทำให้พืชเครียด เช่น ขาดธาตุอาหารในการเจริญเติบโต เติบโตในสภาพแล้ง บาดแผลที่เกิดจากถูกโรคและแมลงเข้าทำลาย มีพืชแข่งขันจำนวนมาก ได้รับแสงในความเข้มข้นที่มากเกินไป หรือเกิดขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ระหว่างการเก็บเกี่ยวและการป้องกันตัวเองจากการเข้าทำลายของพวกรา แบคทีเรีย และไวรัส (Brandt and Molgaard, 2001; Lucarini *et al.*, 1999)

ปริมาณธาตุอาหารโดยเฉพาะธาตุไนโตรเจนมีความสำคัญมากต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลที่มีสะสมอยู่ในพืช ดังนั้นพืชที่ผลิตในระบบอินทรีย์ที่มีปริมาณธาตุไนโตรเจนจำกัด รวมถึงมีการป้องกันตัวเองจากกระบวนการเข้าทำลายของศัตรู พืชจะสร้างสารประกอบฟีนอลมาก แต่พืชที่ผลิตในระบบปกติได้รับธาตุไนโตรเจนเพียงพอและมีการป้องกันการเข้าทำลายของศัตรูด้วยการฉีดพ่นสารเคมี พืชจึงไม่เกิดสภาวะเครียดทำให้สร้างสารประกอบฟีนอลน้อย (Brandt and Molgarrd, 2001)

7. ธาตุอาหาร

การทำการเกษตรในระบบเกษตรอินทรีย์มีวิธีการเพิ่มธาตุอาหารให้กับดินโดยการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ เช่น ปุ๋ยคอก และเศษพืชแทนปุ๋ยเคมี นอกจากจะทำให้ดินมีโครงสร้างที่โปร่ง และร่วนซุยแล้วยังทำให้ดินนั้นเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ดินซึ่งช่วยย่อยสลายธาตุอาหารในดิน ทำให้ดินมีการปลดปล่อยธาตุอาหารที่เหมาะสมต่อการนำไปใช้ของพืชออกมาทีละน้อย จึงทำให้พืชได้รับธาตุอาหารอย่างต่อเนื่องและยาวนานขึ้น นอกจากนี้ Stevenson and Ardakani, 1972 ยังพบว่าจุลินทรีย์ดินนั้นสามารถช่วยให้พืชนำธาตุอาหาร เช่น citrate และ lactate ไปใช้ประโยชน์ได้ ในทางกลับกันการทำการเกษตรแบบเคมี ที่มีวิธีการเพิ่มธาตุอาหารให้กับดินโดยการใส่ปุ๋ยเคมี ที่มีธาตุไนโตรเจน โพแทสเซียม และฟอสฟอรัสเป็นหลักนั้น ซึ่งปุ๋ยเคมีเหล่านั้นสามารถละลายน้ำได้ง่าย พืชจึงสามารถนำไปใช้ได้รวดเร็วกว่าปุ๋ยอินทรีย์ ทำให้พืชมีการเจริญเติบโตทางด้านปริมาณที่รวดเร็ว แต่พบว่าปุ๋ยเคมีที่ใส่ให้กับพืชนั้น พืชไม่สามารถนำไปใช้ได้ทั้งหมดและไม่สามารถใช้ได้ยาวนานเหมือนปุ๋ยอินทรีย์ เพราะว่าส่วนหนึ่งจะถูกชะล้างลงสู่ใต้ดินหรือถูกชะล้างไปตามน้ำที่ใช้รด (Cacek and Lagner, 1986)

ความแตกต่างของระบบการผลิตพืช การจัดการดินและปุ๋ยมีผลต่อกระบวนการต่างๆ ของดิน และกระบวนการเมแทบอลิซึมของพืช ซึ่งส่งผลให้พืชนั้นมีองค์ประกอบและปริมาณธาตุอาหารที่ใช้สร้างเป็นองค์ประกอบแตกต่างกันออกไป (Hader, 1986 ; Henis, 1986) ธาตุอาหารที่พบมากในพืชหรือเป็นองค์ประกอบหลักของพืชได้แก่ธาตุ ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม โซเดียม แมงกานีส โบรอน เหล็ก และ ทองแดง (Bordeleau *et al.*, 2007)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Warman and Harvard (1998) เปรียบเทียบปริมาณธาตุอาหารในมันฝรั่งและข้าวโพดหวานที่ผลิตในระบบอินทรีย์และที่ผลิตในระบบปกติ เป็นเวลานาน 5 ปี พบว่าในหัวมันฝรั่งที่ผลิตในระบบอินทรีย์มีปริมาณธาตุฟอสฟอรัส แมกนีเซียม และโซเดียมสูงกว่าหัวมันฝรั่งที่ผลิตในระบบปกติ แต่พบปริมาณธาตุแมงกานีส น้อยกว่าหัวมันฝรั่งที่ผลิตในระบบปกติ ในส่วนของใบพบว่าใบของมันฝรั่งที่ผลิตในระบบอินทรีย์มีธาตุโบรอน และเหล็ก สูงกว่าใบของมันฝรั่งที่ผลิตในระบบปกติ แต่พบปริมาณธาตุแมกนีเซียม ไนโตรเจน และทองแดง ต่ำกว่าในใบของมันฝรั่งที่ผลิตในระบบปกติ ส่วนใบของข้าวโพดหวานที่ผลิตในระบบอินทรีย์พบปริมาณธาตุเหล็ก และทองแดงสูงกว่าในใบข้าวโพดหวานที่ผลิตในระบบปกติ ส่วนปริมาณธาตุอื่นๆ ที่วัดได้พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน ส่วน Worthington (2001) ทำการศึกษาคุณภาพของธาตุอาหารในผัก ผลไม้ และเมล็ดของผลิตผลที่ผลิตในระบบอินทรีย์และผลิตผลที่ผลิตในระบบปกติ พบว่าผลิตผลที่ผลิตในระบบอินทรีย์มีปริมาณธาตุอาหารสูงกว่าผลิตผลที่ผลิตในระบบปกติถึงจำนวน 21 ชนิด

ปัจจัยต่างๆ เช่น ปริมาณน้ำฝน แสง ล้วนมีอิทธิพลต่อปริมาณธาตุอาหารในผลิตผล ความเหมือน ความแตกต่างของการเจริญเติบโตของผลิตผล วิธีการใส่ปุ๋ย วิธีการเก็บรักษา ปัจจัยเหล่านี้สามารถมีผลต่อข้อมูลของปริมาณธาตุอาหารที่วัดได้ (Worthington, 2001)

การรักษาคุณภาพผลิตผลอินทรีย์

ผลิตผลภายหลังการเก็บเกี่ยวยังคงมีการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและชีวเคมี ซึ่งผลิตผลเมื่อถูกตัดออกจากต้นแล้วจะถูกตัดออกจากแหล่งน้ำ แร่ธาตุ และอาหาร แต่ผลิตผลที่ตัดมาแล้วยังมีชีวิตและยังมีการเปลี่ยนแปลงหลายอย่างเช่นเดียวกันกับขณะที่ยังอยู่บนต้นเดิม เช่น การหายใจ การสร้างเอทธิลิน และการคายน้ำ การเปลี่ยนแปลงเหล่านี้ส่งผลต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของผลิตผล (สายชล, 2531)

อุณหภูมิเป็นปัจจัยที่มีบทบาทสำคัญในการควบคุมการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและชีวเคมีที่เกิดขึ้นขณะที่ผลิตผลยังมีชีวิตอยู่ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้มีความสัมพันธ์กับคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของผลิตผล ดังนั้นการลดอุณหภูมิของผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยวให้ต่ำลงอย่างรวดเร็ว เช่น การเคลื่อนย้ายความร้อนจากแปลงปลูกที่ติดมากับผลิตผลออกให้เร็วที่สุดจะทำให้ผลิตผลคงคุณภาพและมีอายุการเก็บรักษานานขึ้น การเลือกใช้ความเย็นของอุณหภูมิที่เหมาะกับชนิดของผลิตผลก็มีผลต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาผลิตผลนั้นๆ เหมือนกัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Trevor (2002) ทดลองใช้อุณหภูมิต่ำเพื่อรักษาคุณภาพของผลิตผลอินทรีย์หลายรูปแบบ เช่น การเก็บรักษาไว้ในห้องเย็นธรรมดา สามารถชะลอการสูญเสียน้ำให้ช้าลง วิธีการนี้เหมาะสมกับผลิตผลอินทรีย์ที่มีการบรรจุหีบห่อ การลดอุณหภูมิโดยการผ่านอากาศเย็น (forced-air cooling) นิยมทำมากในการรักษาคุณภาพของผลิตผลอินทรีย์ที่วางจำหน่ายบนชั้น การลดอุณหภูมิโดยน้ำเย็น (hydrocooling) สามารถนำพาความร้อนที่ติดมากับผลิตผลอินทรีย์ให้ออกไปกับน้ำที่ไหลผ่าน แต่วิธีการนี้ไม่สามารถที่จะนำไปใช้กับผลิตผลอินทรีย์ได้ทุกชนิด การลดอุณหภูมิโดยสุญญากาศ (vacuum cooling) วิธีการนี้ก็สามารถเคลื่อนย้ายความร้อนออกจากเนื้อเยื่อผลิตผล ซึ่งผลิตผลอินทรีย์ที่นิยมลดอุณหภูมิด้วยวิธีการนี้ ส่วนมากเป็นผลิตผลอินทรีย์ที่มีพื้นผิวสัมผัสมาก เช่น ผักกาดหอมห่อ เซลารี่ คื่นฉ่าย

ผลิตผลหั่นชิ้น

ผลิตผลหั่นชิ้น หมายถึง ผลิตผลที่นำมาผ่านการปฏิบัติใดๆ ก็ตามภายหลังการเก็บเกี่ยว เช่น การปอก การตัดแต่ง การหั่นชิ้น การหั่นฝอย เป็นต้น โดยที่ผลิตผลยังมีชีวิตอยู่ (Wiley, 1994)

การแปรรูปผลิตผลหั่นชิ้น เป็นที่นิยมอย่างแพร่หลายของผู้บริโภคในปัจจุบัน เนื่องจากทำให้สะดวกในการจัดเตรียมวัตถุดิบอาหาร โดยไม่ต้องจัดเตรียมให้เสียเวลา ผักที่นิยมนำมาหั่นชิ้นส่วนใหญ่ที่พบ ได้แก่ ผักกาดหอมห่อ แครอท เซลารี่ กะหล่ำดอก และกะหล่ำปลี เป็นต้น (Cantwell, 2002) ผลิตผลชนิดต่างๆ ผ่านกระบวนการหั่นชิ้นจะมีการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาอย่างรวดเร็ว เนื่องจากเซลล์และเนื้อเยื่อของผลิตผลดังกล่าวอยู่ในสภาพที่ถูกทำลายจากกระบวนการหั่นชิ้น อีกทั้งยังง่ายต่อการเข้าทำลายหรือการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับการเน่าเสียและความปลอดภัยสำหรับการบริโภค ดังนั้นจึงมีวิธีการรักษาคุณภาพผลิตผลหั่นชิ้นหลากหลายวิธีเพื่อคงคุณภาพและความปลอดภัยของผลิตผลหั่นชิ้นไว้ เช่น การใช้ความร้อน การใช้รังสี การใช้สารละลายคลอรีน การใช้สารยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชัน การใช้บรรจุภัณฑ์แบบต่างๆ การดัดแปลงบรรยากาศในการเก็บรักษา และการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ ซึ่งแต่ละวิธีสามารถปฏิบัติร่วมกันหรือแยกกัน เพื่อรักษาคุณภาพของผลิตผลหั่นชิ้นในระหว่างการเก็บรักษา (Wiley, 1994)

การหั่นชิ้นกะหล่ำปลีในประเทศไทย ส่วนมากจะเป็นการหั่นแบบหั่นฝอย ซึ่งใช้ประโยชน์ในการบรรจุเป็นสลัดรวมผักผลไม้ และใช้ประกอบอาหารประเภทอื่นๆ เล็กน้อย ส่วนการหั่นแบบหั่นชิ้นขนาดใหญ่ นิยมเฉพาะในบางภาคของประเทศไทย ซึ่งใช้ประโยชน์เป็นผักเคียงกับน้ำพริกหรืออาหารบางประเภท และใช้ประกอบอาหารประเภทอื่นๆ เล็กน้อย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การรักษาคุณภาพผลิตผลหั่นชิ้น

1. อุณหภูมิต่ำ

อุณหภูมิเป็นปัจจัยสำคัญในการรักษาคุณภาพของผลิตผลหั่นชิ้น การควบคุมการปฏิบัติที่ถูกต้องในการเก็บรักษาผลิตผลหั่นชิ้นในอุณหภูมิที่เหมาะสม จะไม่ทำให้ผลิตผลหั่นชิ้นเกิดอาการสะท้านหนาวเมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำ อุณหภูมิที่ใช้เก็บรักษาผลิตผลหั่นชิ้นส่วนใหญ่จะอยู่ในช่วง 5–15 องศาเซลเซียส อัตราการหายใจของผลิตผลหั่นชิ้นจะเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น ค่า Q_{10} ของผลิตผลหั่นชิ้นที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 ถึง 10 องศาเซลเซียส อยู่ในช่วง 2-7.5 (Watada *et al.* 1996) อัตราการหายใจที่เพิ่มขึ้น หมายถึงมีการใช้สารตั้งต้นมากขึ้น นั้นคือทำให้ผลิตผลหั่นชิ้นมีอายุการเก็บรักษาที่สั้นลง

เบญจมาศ และคณะ (2549) ทำการเก็บรักษากะหล่ำปลีหั่นฝอยไว้ที่อุณหภูมิ 5, 10 และ 15 องศาเซลเซียส พบว่ากะหล่ำปลีหั่นฝอยมีอายุการเก็บรักษานาน 10, 8 และ 4 วันตามลำดับ และ Izumi *et. al.* (1995) พบว่าการสูญเสียน้ำหนักของแครอทหั่นชิ้นจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น และเมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส พบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เป็น 100 เท่า ของแครอทหั่นชิ้นที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ซุกกินีที่สไลด์เป็นแผ่น พบว่าเกิดอาการเน่าเสียเพิ่มขึ้นตามลำดับ เมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 0, 5 และ 10 องศาเซลเซียส (Izumi and Watada, 1995) และจากการรายงานของ O'Cannor-Shaw *et al.* (1994) พบว่าอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เหมาะสมในการเก็บรักษาแตงน้ำผึ้ง และแตงมีกลิ่นหอมหั่นชิ้น เพราะทำให้เกิดการเน่าเสียน้อยเมื่อเทียบกับอุณหภูมิสูง ถึงแม้ว่าที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จะทำให้เกิดอาการสะท้านหนาว แต่ก็เกิดความเสียน้อยมากเมื่อเทียบกับเก็บรักษาที่อุณหภูมิสูงแล้วเกิดการเน่าเสีย แต่อย่างไรก็ตามอุณหภูมิต่ำที่เหมาะสมในการเก็บรักษาผลิตผลหั่นชิ้นแตกต่างกันออกไป ตามชนิดของผลิตผล พันธุ์ และฤดูการปลูก (Hardenburg *et al.* 1986)

2. การใช้สารละลายคลอรีน

ผลิตผลหั่นชิ้นเป็นผลิตผลที่ผู้บริโภคมั่นใจว่าได้ผ่านกระบวนการต่างๆ มาแล้ว พร้อมนำมาบริโภคได้ ถ้าผลิตผลหั่นชิ้นไม่มีความสะอาดปลอดภัย จะทำให้ผู้บริโภคเกิดอันตรายได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ปัจจุบันมีการนำสารฆ่าเชื้อจุลินทรีย์มาใช้กับผลิตผลหั่นชิ้น เพื่อลดความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรค เช่น ด่างทับทิม สารประกอบไบคาร์บอเนต สารละลายกรด ตลอดจนสารละลายคลอรีนชนิดต่างๆ เช่น สารประกอบโซเดียมไฮโปคลอไรท์ สารประกอบแคลเซียมไฮโปคลอไรท์ และสารประกอบคลอรีนออกไซด์ เป็นต้น ซึ่งพบว่าสามารถทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นเชื้อสาเหตุ เช่น *E. coli* O157:H7, *Salmonella, Shigella, Listeria, Cryptosporidium, Cyclospora* และเชื้อไวรัสที่เป็นสาเหตุของโรค Hepatitis ได้ดี สถาบัน California Certified Organic Farmers (CCOF) ได้แนะนำให้มีการใช้สารละลายไฮโปคลอไรท์ที่ความเข้มข้น 4-10 ppm ค่าความเป็นกรดด่าง 6.5-7.5 กับผลิตผลที่ผลิตในระบบอินทรีย์ ซึ่งสามารถคงคุณภาพผลิตผลได้ดี (Trevor, 2002)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved