บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

ประวัติความเป็นมาและความสำคัญ

กระเจี๊ยบเขียว หรือ กระเจี๊ยบมอญ มีชื่อสามัญว่า okra หรือ lady's finger ในภาษาอังกฤษ ในภาษาฝรั่งเศสและทางตอนใต้ของสหรัฐอเมริกาเรียกกระเจี๊ยบเขียว รวมถึงอาหารที่ทำจากกระเจี๊ยบเขียวว่า gumbo ในภาษาฮินดูเรียกว่า bhendi กระเจี๊ยบเขียวเป็นพืชเพาะปลูกที่เก่าแก่ชนิดหนึ่งของโลก มีบันทึกเป็นหลักฐานในหนังสือศักดิ์สิทธิ์ของชาวอินเดีย (Salunkhe และ Kadam, 1998) และโดยชาวอียิปต์ ประมาณคริสตศักราช 1216 นักพฤกษศาสตร์บางท่านเชื่อว่ากระเจี๊ยบเขียว น่าจะมีถิ่นกำเนิดและมีการใช้ประโยชน์ในแถบ เอธิโอเปีย และซูดาน ตั้งแต่ก่อนจะมีการเริ่มบันทึกเป็นลายลักษณ์อักษร (Lamont, 1999) แต่นักพฤกษศาสตร์อีกหลายท่านชี้ว่า ถิ่นกำเนิดของกระเจี๊ยบเขียวอาจจะเป็น อินเดีย บราซิล หรือเป็นทั้งแถบเอเชียและอัฟริกาตะวันตก (Salunkhe และ Kadam, 1998)

กระเจี๊ยบเขียวมีการกระจายพันธุ์ไปทางเหนือของอัฟริกาจนถึงแถบรอบๆ ทะเลเมดิเตอร์เรเนียน ทางตะวันออกและตะวันออกเฉียงใต้ของเอเชีย และอเมริกาใต้ กระเจี๊ยบเขียวถูกนำเข้าไปยังอเมริกาประมาณต้นคริสตศักราช 1700 โดยทาสจากอัฟริกาและชุมชนชาวฝรั่งเศสที่มาตั้งรกรากแถบ ลุยเซียน่า จากนั้นก็กระจายขึ้นทางเหนือไปถึงฟิลาเดลเฟีย (Peirce, 1987; Lamont, 1999)

ปัจจุบัน มีการเพาะปลูกกระเจี๊ยบเขียวทั่วไปในเขตร้อนและเขตกึ่งร้อนของทั้งทวีปเอเชีย อัฟริกา อเมริกา และแถบเมดิเตอร์เรเนียน (Lamont, 1999) ผลผลิตของทั้งโลกแต่ละปีประมาณ 5-6 ล้านตัน คิดเป็นประมาณ 1.5 % ของปริมาณผลผลิตผักของโลก (Siemonsma และ Piluek, 1993) กระเจี๊ยบเขียวเป็นพืชผักที่สำคัญของเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ อินเดีย ตอนเหนือของบราซิล อัฟริกาตะวันตก ตอนใต้ของสหรัฐอเมริกา ซึ่งมีพื้นที่ปลูกประมาณ 15,000 เอเคอร์ ในรัฐจอร์เจีย เท็กซัส อลาบามา เทนเนสซี ลุยเซียน่า และ ฟลอริดา ซึ่งมีการบริโภคทั้งแบบใช้ฝักสดประกอบอาหาร หรือการแปรรูปเป็นแบบแช่แข็ง ทำกระป๋อง ทำแห้ง หรือทำเป็นผง (Lamont, 1999)

ในประเทศไทย กระเจี๊ยบเขียวเป็นผักที่ขึ้นเองหรือปลูกตามท้องไร่ท้องนามานาน แต่ก็ไม่ได้มีการบริโภคกันมากนัก จะเป็นที่นิยมในกลุ่มชาวมอญมากกว่า ชาวไทยภาคกลางจึง

เรียกกระเจี๊ยบเขียวอีกชื่อหนึ่งว่ากระเจี๊ยบมอญ แต่ไม่ปรากฏหลักฐานแน่ชัดว่ามีความเป็นมาอย่างไร ปัจจุบันกระเจี๊ยบเขียวเป็นผักส่งออกที่สำคัญ โดยกรมส่งเสริมการเกษตรเริ่มส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกเพื่อการส่งออกตั้งแต่ปี พ.ศ. 2538 ซึ่งประมาณ 95% เป็นการส่งออกไปยังประเทศญี่ปุ่น เนื่องจากญี่ปุ่นมีความต้องการในการบริโภคกระเจี๊ยบเขียวมากแต่ในบางฤดูกาลไม่สามารถปลูกได้เพราะสภาพอากาศที่เย็นเกินไป จึงต้องนำเข้าจากประเทศอื่นเช่นประเทศไทยซึ่งปลูกได้ตลอดทั้งปี นิยมปลูกกันในแถบภาคกลางและตะวันตกมีพื้นที่รวมประมาณ 8,522 ไร่ (ชื่นขวัญ บุญทวี, 2545)

คุณค่าทางอาหาร

ใน 100 กรัมของกระเจี๊ยบเขียวส่วนที่รับประทานได้ประกอบด้วย น้ำ 89.6-90 กรัม คาร์โบไฮเดรต 6.4-7.6 กรัม โปรตีน 1.9-2 กรัม เส้นใย (fiber) 0.9-1.2 กรัม แร่ธาตุ 0.7 กรัม วิตามินซี 13 มิลลิกรัม และ วิตามินอื่นๆ (Lamont, 1999; Salunkhe และ Kadam, 1998) กระเจี๊ยบเขียวมีคุณสมบัติทางยา เช่น แก้พยาธิตัวจี๊ด เคลือบกระเพาะอาหาร ป้องกันแผลในกระเพาะไม่ให้ลุกลาม เนื่องจากมีสารเมือกมาก ซึ่งเป็นสารพวก pectin (ชื่นขวัญ บุญทวี, 2545) สารเมือก (mucilage) ในฝักกระเจี๊ยบเขียวเป็นสารพวก acidic polysaccharides ร่วมกับโปรตีนและแร่ธาตุ เมื่อย่อยสลายจะได้สาร polysaccharides ที่ประกอบด้วย galacturonic acid, glucouronic acid และ galactose, rhamnose, glucose, arabinose อีกเล็กน้อยซึ่งเหมือนกับ pectic substances นอกจากนี้ยังบรรเทาแผลเปื่อย และริดสีดวงทวาร (Salunkhe และ Kadam, 1998) ช่วยรักษาระดับความดันโลหิตให้เป็นปกติ (สุรชัย มัจฉาชีพ, 2535)

กระเจี๊ยบเขียวนิยมปลูกเพื่อบริโภคฝักอ่อน ทั้งเป็นฝักสด หรือปรุงสุก เป็นส่วนประกอบของซุป ทอด ทำแห้งเป็นผง หรือดอง ใบอ่อน ยอดอ่อนและดอกอ่อนใช้รับประทานเหมือนผักโขมหรือเป็นอาหารสัตว์ เมล็ดมีน้ำมันและโปรตีนปริมาณสูงพอสมควร ใช้แต่งกลิ่นอาหาร เมล็ดแห้งบดใช้แทนกาแฟ มีกลิ่นหอมแต่ไม่มีคาเฟอีน และยังสามารถทำเป็น curd ในอินเดีย ผลจะถูกหั่นและดองในน้ำเกลือที่ปรุงรส ในอัฟริกาและตุรกี มีทั้งการดองในน้ำเกลือ ตากแห้ง ในอเมริกามีการนำไปแช่แข็งหรือ ทำเป็นผง (Lamont, 1999; Martin, 1982 Salunkhe และ Kadam, 1998; Siemonsma และ Piluek, 1993)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

กระเจี๊ยบเขียวมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench. อยู่ในตระกูล Malvaceae โดยทั่วไปเป็นพืชล้มลุก แต่ก็มีบางสายพันธุ์ที่มีอายุหลายปี ต้นเป็นพุ่มตั้งตรง สูงประมาณ 0.9 – 1.8 เมตร มีรากแก้ว ใบเป็นแบบ palmate ออกสลับแบบ alternate ขอบใบเป็นคลื่นเล็กน้อยหรืออาจเป็นหยักลึก โดยมากเป็น 5 หยัก มีหูใบขนาดเล็ก ดอกเป็นดอกเดี่ยว กลีบดอกสีเหลืองอ่อน มี 5 กลีบ มีแต้มสีม่วงที่ฐาน ปกติกระเจี๊ยบเขียวเป็นพืชผสมตัวเอง (self-pollinated) แต่มีการผสมข้ามได้บ้างโดยผึ้งและแมลง ฝักรูปทรงกระบอกกึ่งปิรามิด หรือรูปยาวรี ยาว 5-35 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 1-5 เซนติเมตร มีตั้งแต่สีเหลืองอมเขียว สีเขียวอ่อน จนถึงสีเขียวเข้ม แดง หรือม่วง เมื่อแก่จะแห้งเป็นสีน้ำตาลอาจจะแตกตามยาวได้ ผิวฝักมีทั้งแบบเรียบมันหรือแบบเป็นขน เมล็ดกลมสีเทา กระเจี๊ยบเขียวจะออกดอกประมาณ 40-90 วันหลังจากเริ่มเพาะเมล็ด (Lamont, 1999; Salunkhe และ Kadam, 1998; Siemonsma และ Piluek, 1993) เกือบทั่วทั้งต้นมีขนแบบ unicellular trichome ปกคลุม (Lamont, 1999) แต่ Metcalfe และ Chalk (1957) รายงานว่าโดยทั่วไปพืชในตระกูลนี้มีขนแบบ multicellular capitate glandular hair ซึ่งประกอบด้วยเซลล์ epidermis 2-3 เซลล์ (อ้างถึงใน Salunkhe และ Kadam, 1998)

ในปัจจุบันพันธุ์กระเจี๊ยบเขียวที่ปลูกมีการปรับปรุงพันธุ์เพื่อให้มีลักษณะ ต้นค่อนข้างเตี้ย กิ่งน้อยลง ใบหยักพอสมควรเพื่อให้มองเห็นฝักได้ดีขึ้น ฝักเรียบและมีสีเขียวเข้ม และมีการพัฒนาเส้นใยช้า (Lamont, 1999) การปรับปรุงพันธุ์อย่างมีระบบส่วนใหญ่ทำในอเมริกา อินเดียและบราซิล เพื่อให้มีลักษณะ การปรับตัวต่อสภาพแวดล้อม คุณภาพผลผลิตดี และต้านทานโรคแมลง (Salunkhe และ Kadam, 1998) สำหรับในประเทศไทย พันธุ์กระเจี๊ยบเขียวที่ใช้ปลูกเพื่อการส่งออกและแช่แข็ง จะต้องเป็นฝักที่มี 5 เหลี่ยม สีเขียวเข้ม มีเส้นใยน้อย ต้นเตี้ย ผิวฝักมีขนละเอียด ฝักดก ให้ผลผลิตสูง ซึ่งมีทั้งพันธุ์ลูกผสมรุ่นที่1 (F1) จากประเทศญี่ปุ่นและอินเดีย ซึ่งมีคุณสมบัติที่ตลาดญี่ปุ่นนิยมมาก ฝักรูป 5 เหลี่ยม ต้นแข็งแรงผลผลิตสูง และมีพันธุ์ผสมเปิดซึ่งมีฝักเรียวเป็นรูป 8 เหลี่ยม ใช้ในการแปรรูปบรรจุกระป๋อง และพันธุ์ที่เกษตรกรเก็บเองซึ่งต้องทำการคัดเลือกอย่างถูกวิธีเพราะมีผลต่อคุณภาพฝักแต่ก็ขึ้นกับผู้ซื้อกำหนดเป็นประการสำคัญ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2543)

การเปลี่ยนแปลงคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลิตผล

ผลิตผลทางพืชสวน มักเป็นส่วนของพืชที่ยังมีชีวิต จึงเสื่อมสภาพได้เร็ว และเน่าเสียหายได้ง่ายเมื่อเปรียบเทียบกับผลิตผลทางพืชไร่ (จริงแท้ ศิริพานิช, 2544) ผักที่บริโภคฝักอ่อน เช่น แตงกวา ถั่วกินฝักต่างๆ และกระเจี๊ยบเขียว จัดเป็นผลิตผลที่อยู่ในระยะกำลังเจริญเติบโต (immature stage) ทำให้ยังคงมีอัตรา metabolism สูงอย่างต่อเนื่องในระยะเวลาหลังการเก็บเกี่ยว (Wills และคณะ, 1998) คือ มีอัตราการหายใจสูง มีการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีมาก บอบบาง เสียหายง่าย มีการสูญเสียน้ำเป็นปัจจัยสำคัญในการเสื่อมคุณภาพ และมีการเจริญเติบโตขึ้นตลอดเวลา (จริงแท้ ศิริพานิช, 2544)

การเปลี่ยนแปลงต่างๆ ที่เกิดขึ้นหลังการเก็บเกี่ยวเหล่านี้ ส่งผลถึงคุณภาพของผลิตผล ทั้งคุณภาพในส่วนที่มองเห็น (visual appearance) เช่น ขนาด สี รูปร่าง รอยช้ำ ตำหนิ ความเต่งตึง ซึ่งมีผลมากต่อการตัดสินใจของผู้บริโภคเพราะเป็นสิ่งที่เห็นเป็นอันดับแรก และคุณภาพในการบริโภค เช่น ผิวสัมผัส (texture) ความแน่นเนื้อ ความเหนียว และ รสชาติ (flavor) กากใย วิตามินและแร่ธาตุต่างๆ (Piagentini, Guemes และ Piagentini, 2002; Wills และคณะ, 1998) ซึ่งมีปัจจัยที่สำคัญที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพดังกล่าวหลายประการทั้งปัจจัยภายใน เช่น การคายน้ำ การหายใจ การผลิตเอทิลีน การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมี การเจริญเติบโตของผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยว และปัจจัยภายนอก เช่น อุณหภูมิ ความชื้น องค์ประกอบของบรรยากาศ แสง แรงโน้มถ่วง โรคและแมลง (จริงแท้ ศิริพานิช, 2544)

การหายใจเป็นการเปลี่ยนอาหารสะสมไปอยู่ในรูปของพลังงานที่นำไปใช้ในกิจกรรมต่างๆ ของพืช ในผลิตผลที่เก็บเกี่ยวมาแล้ว อาหารสะสมที่มีอยู่อย่างจำกัดจะถูกใช้ไปเรื่อยๆ ถ้าอาหารถูกใช้จนหมด ความมีชีวิตของผลผลิตก็จะหมดไปด้วย ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยวมีหลายประการ เช่น พันธุกรรม ส่วนของพืชและการพัฒนาหลังเก็บเกี่ยว และการปฏิบัติก่อนการเก็บเกี่ยว องค์ประกอบของบรรยากาศ ความเครียดทางกายภาพ และอุณหภูมิซึ่งเป็นปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญที่สุด (จริงแท้ ศิริพานิช, 2544)

ผลิตผลแต่ละชนิดมีอัตราการหายใจแตกต่างกัน แม้แต่ในพืช species เดียวกัน เช่น กะหล่ำและบรอคโคลี ก็มีอัตราการหายใจแตกต่างกันเนื่องจากพันธุกรรมที่แตกต่างกัน ผลิตผลที่กำลังเจริญเติบโตมีอัตราการหายใจสูงเพราะต้องใช้พลังงานในการพัฒนาส่วนต่างๆ และภายหลังการเก็บเกี่ยวอัตราการหายใจจะลดลงเรื่อยๆ โดยลดลงอย่างรวดเร็วในส่วนที่เป็น vegetative tissue หรือในผลไม้ที่ยังอ่อน และมีรายงานว่าสภาพภูมิอากาศในระหว่างการ

เจริญเติบโตและการดูแลรักษาจะส่งผลต่ออัตราการหายใจตลอดจนคุณภาพภายหลังการเก็บเกี่ยวได้ (จริงแท้ ศิริพานิช, 2544)

การสูญเสียน้ำในผลิตผลทางพืชสวนเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา ทำให้ผลิตผลสูญเสียน้ำหนัก เกิดการเหี่ยว เปราะ เปลี่ยนสี มีรสชาติที่เปลี่ยนไป คุณค่าทางอาหารและความน่ารับประทานลดลง (Grierson และ Wardowski, 1978; Schlimme, 1995; Wills และคณะ, 1998) และมีรูปร่างลักษณะเปลี่ยนไปในทางที่เลวลงซึ่งทำให้มีมูลค่าทางการค้าลดลงด้วย การสูญเสียน้ำเป็นกระบวนการที่น้ำเคลื่อนที่จากตัวผลิตผลไปสู่อากาศภายนอก ซึ่งขึ้นกับปัจจัยหลายประการ เช่น ขนาดของผลิตผล lenticel ลักษณะของผิว บาดแผล สภาพบรรยากาศ ฯลฯ (จริงแท้ ศิริพานิช, 2544) ผลิตผลบางชนิด เช่น แอปเปิ้ล ส้ม เมื่อสูญเสียน้ำหนักเพียง 5% ก็จะไม่มีคุณภาพเพียงพอที่จะขายได้ ในขณะที่ ถั่วแขก (green bean) อาจจะยังมีคุณภาพที่จะขายได้จนกระทั่งสูญเสียน้ำหนักถึง 37% (Grierson และ Wardowski, 1978) Robinson และคณะ (1975) รายงานว่าในผลไม้ประเภทที่อ่อนนิ่ม การสูญเสียน้ำเพียง 6% ก็จะทำให้คุณภาพทางการตลาดเสียไป (อ้างถึงใน Garcia, Medina และ Olias, 1998)

ปัจจัยหนึ่งที่สำคัญที่ทำให้เกิดการสูญเสียน้ำคือ อัตราส่วนระหว่างพื้นที่ผิวต่อปริมาตรของผลิตผล (Lownds, Banaras และ Bosland, 1993; Wills และคณะ, 1998) แม้ผลิตผลขนาดใหญ่จะมีพื้นผิวมากกว่าแต่เมื่อเปรียบเทียบกันต่อน้ำหนักแล้ว ผลขนาดเล็กจะมีพื้นที่ผิวมากกว่าทำให้สูญเสียน้ำได้มากและเหี่ยวเร็วกว่าผลขนาดใหญ่ (จริงแท้ ศิริพานิช, 2544) Lownds, Banaras และ Bosland (1994) รายงานว่าในพริกที่ศึกษาทั้ง 9 สายพันธุ์การสูญเสียน้ำเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดที่ทำให้คุณภาพลดลง เพราะส่งเสริมให้เกิดปัจจัยที่มีผลเสียอื่นๆ ตามมา

ธรรมชาติของพื้นผิวของผลิตผลก็เป็นปัจจัยสำคัญอีกประการหนึ่ง ผลิตผลหลายชนิดจะมี cuticle เคลือบอยู่ภายนอกผิว ซึ่งมีหน้าที่สำคัญในการรักษาระดับ water content ในเนื้อเยื่อพืช (Wills และคณะ, 1998) พืชสูญเสียน้ำออกผ่านทาง cutin ประมาณ 5 % เท่านั้น (Taiz และ Zeiger, 1998) ชั้น cuticle ประกอบด้วยสารประเภทไขหลายชนิด เช่น cutin ซึ่งเป็น macromolecule ประกอบด้วย polymer ของ long-chain fatty acids และ wax ซึ่งประกอบด้วย long-chain acyl lipids หลายชนิด (Taiz และ Zeiger, 1998) มีคุณสมบัติไม่ชอบน้ำ (hydrophobic) อยู่บนผนังชั้นนอกของ epidermis ชั้น cuticle จะขัดขวางการเคลื่อนที่ของโมเลกุลของน้ำในการผ่านเข้าออก และช่วยป้องกันเนื้อเยื่อจากศัตรูพืชพวกรา และ แบคทีเรีย (จริงแท้ ศิริพานิช, 2544; Mauseth, 1991; Taiz และ Zeiger, 1998) รวมทั้งมีส่วนในการสะท้อนแสงอาทิตย์ (Mauseth, 1988) Metcalfe และ Chalk (1979) รายงานว่านอกจากชนิดของพืชแล้ว ความหนา

ของชั้น cuticle มีความแปรผันตามสภาพแวดล้อม เช่น แสง อุณหภูมิ ดิน และความชื้น ในข้าวโพดสายพันธุ์ ZPBL1304 ซึ่งมีชั้น cuticle และ epidermal cell wall หนากว่า มีอัตราการสูญเสียน้ำออกจากใบน้อยกว่าสายพันธุ์ ZPL389 ซึ่งมีชั้น cuticle และ epidermal cell wall บางกว่า แต่ปริมาณของ cuticular wax ไม่มีความสัมพันธ์กับอัตราการสูญเสียน้ำ (Ristic และ Jenks, 2002) หากความแตกต่างของลักษณะพื้นผิวและความหนาของชั้น cuticle มีผลต่ออัตราการสูญเสียน้ำและอายุการเก็บรักษาหลังการเก็บเกี่ยวของพริก (Lownds และคณะ, 1993)

ปากใบ (stomata) เป็นช่องเปิดที่พืชคายน้ำและรับเอาคาร์บอนไดออกไซด์และออกซิเจนสำหรับการสังเคราะห์ด้วยแสงและการหายใจ (จริงแท้ ศิริพานิช, 2544) น้ำที่สูญเสียออกจากใบพืชส่วนใหญ่จะผ่านทาง stomata ซึ่งเชื่อมต่อกับ intercellular airspace network ภายในเนื้อเยื่อพืช (Taiz และ Zeiger, 1998; Wills และคณะ, 1998) จำนวน ขนาด โครงสร้างของปากใบและการปิดเปิดล้วนมีส่วนกำหนดอัตราการสูญเสียน้ำ (จริงแท้ ศิริพานิช, 2544) stomata พบได้ทั่วไปทุกส่วนสีเขียวของพืช โดยเฉพาะใบและก้าน รวมถึงส่วนอื่นๆ ที่อาจไม่มีสีเขียว เช่น กลีบดอก ผล และเมล็ด แต่จะมีความหนาแน่นและการกระจายตัว ขนาด รูปร่าง ต่างกันไปในพืชแต่ละชนิด (Mauseth, 1988; Metcalfe และ Chalk, 1979) พืชบางชนิดก็มีความแปรผันของขนาดของ stomata Quintana และคณะ (2001) พบว่า ความหนาแน่นของ stomata ของฝัก snap bean 6 สายพันธุ์มีความแตกต่างกัน แต่บางสายพันธุ์ในกลุ่มที่ทดลองมีใกล้เคียงกัน นอกจากนี้แสง ธาตุอาหาร ความชื้นในอากาศและในดินยังมีอิทธิพลต่อขนาดและความหนาแน่นของ stomata ด้วย (Metcalfe และ Chalk, 1979)

Trichome หรือขนก็มีส่วนเกี่ยวข้องกับการสูญเสียน้ำเช่นกัน trichome เป็นส่วนที่เจริญมาจากชั้น epidermis อาจมีเซลล์เดียวหรือหลายเซลล์ก็ได้ มีรูปร่างลักษณะแตกต่างกันไป ซึ่งอาจมีส่วนทั้งเพิ่มพื้นที่ผิวในการคายน้ำออกจากผลิตผล หรืออาจจะช่วยสร้างชั้นของอากาศบางๆ ที่อิ่มตัวด้วยไอน้ำ (boundary layer) รอบๆ ผลิตผล เมื่อโมเลกุลของน้ำในชั้นนี้มีการเคลื่อนไหวน้อย โมเลกุลของน้ำจากผลิตผลก็จะแพร่ออกมาได้น้อยลงด้วย (จริงแท้ ศิริพานิช, 2544; Mauseth, 1991) เนื่องจากไอน้ำต้องผ่านพื้นที่ผิวที่วกวนทำให้ระเหยสู่บรรยากาศได้ช้าลง (Will, และคณะ,1998) trichome อาจช่วยป้องกันใบจากแสงแดด และ ป้องกันศัตรูพืช มีรายงานว่าจำนวน trichome ในพืชบางชนิดมีความสัมพันธ์กับการเข้าทำลายจากแมลง (Mauseth, 1991; Metcalfe และ Chalk, 1979)

ปัจจัยภายนอกที่เกี่ยวกับการสูญเสียน้ำของผลิตผลมีหลายปัจจัย เช่น ความชื้นในอากาศซึ่งโดยปกติจะมีความชื้นสัมพัทธ์น้อยกว่า 100% จึงมีโอกาสที่จะรับน้ำได้อีกมาก ส่วนใน

ผักผลไม้ส่วนใหญ่จะมีน้ำมากกว่า 90% จึงมีการสูญเสียน้ำออกจากผลิตผลตลอดเวลาขึ้นกับว่าบรรยากาศภายนอกจะมีน้ำอยู่มากน้อยเพียงใด หรือแม้ว่าบรรยากาศรอบๆ จะอิ่มตัวด้วยไอน้ำ ก็ยังมีการสูญเสียน้ำออกจากผลิตผลได้เนื่องจากผลิตผลจะหายใจมีการถ่ายเทความร้อนสู่บรรยากาศรอบๆ ทำให้อุณหภูมิสูงขึ้นและรับไอน้ำได้มากขึ้นอีก ดังนั้นอุณหภูมิจึงเป็นอีกปัจจัยที่สำคัญ ซึ่งนอกจากจะต้องควบคุมให้ต่ำแล้วยังต้องให้สม่ำเสมอด้วย (จริงแท้ ศิริพานิช, 2544; Grierson และ Wardowski, 1978)

องค์ประกอบทางเคมีที่เปลี่ยนไปก็เป็นส่วนที่มีผลต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวด้วย น้ำตาลเป็นคาร์โบไฮเดรตชนิดหนึ่งที่พบมากในผักผลไม้ ภายหลังการเก็บเกี่ยวปริมาณน้ำตาลอาจเพิ่มขึ้นหรือลดลงแล้วแต่ชนิดของผลิตผลและสภาพแวดล้อม ผลิตผลที่มีน้ำตาลอยู่น้อย เช่น หน่อไม้ฝรั่งและข้าวโพดอ่อน เมื่อเก็บเกี่ยวมาแล้วไม่เก็บในที่เย็น น้ำตาลจะหมดไปอย่างรวดเร็ว ในทางตรงข้ามปริมาณน้ำตาลอาจเพิ่มขึ้น เช่นในส้มชนิดต่างๆ เมื่อเก็บไว้นานมีการสูญเสียน้ำไประหว่างการเก็บรักษาทำให้ความเข้มข้นของน้ำตาลสูงขึ้น pectin เป็นคาร์โบไฮเดรตอีกชนิดหนึ่งซึ่งอาจมีการเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยว ประกอบด้วย polymer ของ galacturonic acid อาจมีหมู่เมทิล (methyl group) และน้ำตาลอื่นๆ ด้วย แล้วแต่ว่ามาจากพืชชนิดไหน ส่วนใด (Ensminger และคณะ, 1994) ทำหน้าที่เชื่อมโมเลกุลต่างๆ ในผนังเซลล์เข้าด้วยกัน ในผลไม้หลายชนิดเมื่อสุกจะนิ่มลงเนื่องจากสารเหล่านี้จะสลายตัว (จริงแท้ ศิริพานิช, 2544; Wakabayashi, 2000) และยังทำให้ความหนืด (viscosity) ในผลิตผลหลายชนิดเปลี่ยนไป (Ensminger และคณะ, 1994)

วิตามินซีเป็นวิตามินที่มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นค่อนข้างมากกว่าวิตามินชนิดอื่นๆ โดยทั่วๆไป ผักรับประทานใบมักมีการสูญเสียวิตามินค่อนข้างสูง การให้ความชื้นกับผลิตผลระหว่างการเก็บรักษาจะช่วยรักษาคุณค่าทางอาหารไว้ องค์ประกอบของอากาศก็มีผลต่อวิตามินซีด้วย เช่น ออกซิเจนมีผลเร่งให้มีการสูญเสียวิตามินซีเร็วขึ้นใน parsley ส่วนคาร์บอนไดออกไซด์ที่ความเข้มข้นต่ำอาจมีผลชะลอการสูญเสียวิตามินซี แต่ถ้าความเข้มข้นสูงอาจมีผลในทางตรงกันข้าม (จริงแท้ ศิริพานิช, 2544) ความเครียดเนื่องจากการขาดน้ำมีผลทำให้วิตามินซีลดลงเร็วขึ้นในผักรับประทานใบ (Lazan และคณะ, 1987) Nunes และคณะ (1998) พบว่าในสตรอเบอรี่ การสูญเสียน้ำเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการสูญเสียวิตามินซีมากกว่าอุณหภูมิ

เอทิลีนเป็นฮอร์โมนพืชที่มีสถานะเป็นก๊าซ โดยทั่วไปจะเร่งอัตราการเสื่อมสภาพของพืชหรือส่วนของพืช เพราะมีคุณสมบัติกระตุ้นเนื้อเยื่อให้มีอัตราการหายใจสูงขึ้น เร่งการสุกของผลไม้ กระตุ้นการเสื่อมของคลอโรฟิลล์ (chlorophyll) ทำให้ผลิตผลเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลือง ทำให้เกิดแผลสีน้ำตาลในผักกาดหอมห่อ กระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ peroxidase เกิดการสร้าง

ลิกนินทำให้หน่อไม้ฝรั่งสร้างเส้นใยมากขึ้น (จริงแท้ ศิริพานิช, 2544; Haard และคณะ, 1974) Baxter และ Waters (1990) สันนิษฐานว่ากระเจี๊ยบเขียวที่เก็บในสภาพอากาศควบคุมมีความเหนียวน้อยกว่ากระเจี๊ยบที่เก็บรักษาในสภาพอากาศปกติ เนื่องจากในสภาพอากาศควบคุมกระเจี๊ยบมีการผลิตเอทิลีนน้อยกว่าทำให้เกิดการสร้างเส้นใยน้อยกว่าด้วย กระเจี๊ยบเขียวมีอัตราการผลิตเอทิลีนอยู่ในกลุ่มต่ำ 0.1-1.0 นาโนลิตรต่อกิโลกรัมชั่วโมงที่ 20 องศาเซลเซียส (จริงแท้ ศิริพานิช, 2544)

การเก็บรักษาผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยว

การเก็บรักษาผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยวให้อยู่ในสภาพดีได้นานที่สุดนั้น อาจทำได้โดยการควบคุมปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงผลิตผลให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสม เพื่อให้ผลิตผลมีการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด ปัจจัยที่สำคัญที่สุดในการเก็บรักษาคืออุณหภูมิ อุณหภูมิที่สูงขึ้นมีผลให้การหายใจสูงขึ้น และทำให้ปฏิกิริยาเคมีต่างๆ เกิดในอัตราที่สูงขึ้นด้วย เมื่อลดอุณหภูมิให้กับผลิตผล กระบวนการต่างๆ ทางสรีรวิทยาจะเกิดขึ้นในอัตราที่ช้าลงทำให้อายุการเก็บรักษานานขึ้น (Wills และคณะ, 1998) ดังนั้นควรเก็บรักษาผลิตผลไว้ในสภาพที่มีอุณหภูมิต่ำที่สุดที่ไม่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงหรือเกิดอาการสะท้านหนาว (chilling injury) ซึ่งอาจทำให้ผิวของผลิตผลเกิดรอยแผลสีน้ำตาลหรือดำและมีรอยบุ๋ม พืชเมืองร้อนส่วนใหญ่จะเกิดอาการผิดปกติเมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 12-15 องศาเซลเซียส (จริงแท้ ศิริพานิช, 2544)

กระเจี๊ยบเขียวเป็นผลิตผลที่มีการหายใจสูง และเสียหายได้ง่ายมาก โดยจะเหี่ยวเหนียว และมีการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ (เบ็ญจวรรณ ชุติชูเดช, 2534; Baxter และ Waters, 1990) นอกจากนี้ยังไวต่อการสะท้านหนาว โดยจะมีลักษณะฉ่ำน้ำ ผิวเป็นรอยบุ๋ม เปลี่ยนสี และขอบฝักเป็นสีดำ (เบ็ญจวรรณ ชุติชูเดช, 2534; Lamont, 1999) เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส (Lamont, 1999; Perkins-Veazie และ Collins,1992) ส่วนกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับการเก็บรักษาที่ความชื้นสัมพัทธ์ 90-95% ที่อุณหภูมิ 12.5 องศาเซลเซียสจะรักษาคุณภาพน่าพอใจได้นาน 7-10 วัน (Lamont, 1999; Ryall และ Lipton, 1983) Salunkhe และ Kadam (1998) แนะนำให้เก็บที่อุณหภูมิ 7-10 องศาเซลเซียสและความชื้นสัมพัทธ์ 85-90%

การเลือกใช้บรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมจะช่วยลดการสูญเสียของผลิตผล การเก็บรักษาผลิตผลในภาชนะบรรจุซึ่งมีสภาพบรรยากาศดัดแปลง (Modified atmosphere) โดยการลดความเข้มข้นของออกซิเจนและเพิ่มปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยวได้ เนื่องจากมีผลต่อกระบวนการหายใจของผลิตผล การลดความเข้มข้นของ

ออกซิเจนที่ทำให้การหายใจของผลิตผลช้าลง และปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่เพิ่มสูงกว่าปกติยังลดการสลายของ pectic substances ซึ่งเป็นส่วนประกอบของผนังเซลล์ ทำให้ผลิตผลยังคงความแน่นเนื้ออยู่ได้นาน ทั้งลดอัตราการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ในผักสีเขียวหลายชนิด ลดการเสื่อมของกระบวนการต่างๆ (Pantastico, 1975; Wills และคณะ, 1998) และอาจยับยั้งบางขั้นตอนของกระบวนการหายใจได้ และยังมีคุณสมบัติขัดขวางการทำงานของเอทิลีน นอกเหนือจากองค์ประกอบของก๊าซขึ้นอยู่กับอุณหภูมิที่เก็บรักษาด้วย ยิ่งอุณหภูมิต่ำการหายใจจะยิ่งช้าลง (จริงแท้ ศิริพานิช, 2544) การเก็บรักษาด้วยวิธีนี้จึงมีจุดมุ่งหมายให้มีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์สูงพอที่ทำให้เกิดการหายใจน้อยที่สุด และเกิดการใช้น้ำตาลน้อยที่สุด (Pantastico, 1975)

เมื่อมีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในสถานที่เก็บรักษาผักกาดหอมเพิ่มขึ้น พบว่าอัตราการเกิดคาร์บอนไดออกไซด์ของผักกาดหอมลดลง (Pantastico, 1975) และมีการเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลลดลงด้วย (Piagentini และคณะ, 2002) บรอคโคลีที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 75 องศาฟาเรนไฮต์ มีปริมาณออกซิเจนต่ำลงจาก 20.9%- 0% มีอัตราการหายใจน้อยลง (Pantastico, 1975) ในผักโขมที่เก็บรักษาในที่มีคาร์บอนไดออกไซด์สูงจะชะลอการเปลี่ยนเป็นสีเหลือง (Piagentini และคณะ, 2002)

สำหรับกระเจี๊ยบเขียวมีรายงานว่าเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8-12 องศาเซลเซียส ควบคุมบรรยากาศให้มีออกซิเจน 3-5% คาร์บอนไดออกไซด์ 0% ได้ประโยชน์พอสมควร แต่ยังไม่มีการใช้ในทางค้า (จริงแท้ ศิริพานิช, 2544) Baxter และ Waters (1990) ทดลองเก็บฝักกระเจี๊ยบเขียวในบรรยากาศที่ประกอบด้วยออกซิเจน 5% คาร์บอนไดออกไซด์ 10% ที่ 10 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90-93% พบว่ามีอัตราการหายใจต่ำกว่าฝักที่เก็บในสภาพอากาศปกติ ซึ่งทำให้มีปริมาณของแข็งทั้งหมด (total solids) ความหนืดของเมือก (viscosity) สูงกว่า แต่มีอัตราการเกิดโรค การเปลี่ยนสี ความเหนียวและการผลิตเอทิลีนต่ำกว่า มีคุณภาพดีกว่า ส่วนฝักกระเจี๊ยบเขียวที่เก็บรักษาในบรรยากาศที่มีคาร์บอนไดออกไซด์ 5-10% อุณหภูมิ 11-13 องศาเซลเซียส จะมีอายุการเก็บรักษานานขึ้นประมาณ 1 สัปดาห์ แต่ถ้าคาร์บอนไดออกไซด์มากกว่านี้จะทำให้เกิดกลิ่นผิดปกติ (Lamont, 1999; Ryall และ Lipton, 1983)

อย่างไรก็ดีสภาพบรรยากาศดัดแปลงที่มีออกซิเจนน้อย มีคาร์บอนไดออกไซด์มากจนเกินไปอาจทำให้เกิดอันตรายต่อผลิตผล เนื้อเยื่อถูกทำลาย (Pantastico, 1975) ผิวเป็นสีน้ำตาลคล้ายถูกน้ำร้อนลวก มีรสชาติและกลิ่นผิดปกติ (จริงแท้ ศิริพานิช, 2544) ผลิตผลแต่ละชนิดยังทนต่อสภาพออกซิเจนต่ำ คาร์บอนไดออกไซด์สูงได้ไม่เท่ากัน (จริงแท้ ศิริพานิช, 2544; Pantastico,

1975) สตรอเบอรี่และเชอรี่ทนทานต่อบรรยากาศดัดแปลงที่มีคาร์บอนไดออกไซด์สูงได้ ในขณะที่แอปเปิ้ลบางพันธุ์จะเสียหายเมื่อบรรยากาศมีคาร์บอนไดออกไซด์มาก (Wills และคณะ, 1998)

การใช้ฟิล์มพลาสติกในการเก็บรักษา

พลาสติกเป็นวัสดุหนึ่งที่มีการใช้ในในการเก็บรักษาผลิตผลหลายชนิด สามารถทำให้เกิดสภาพบรรยากาศดัดแปลง (Modified atmosphere) คือมีความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มสูงขึ้นและมีความเข้มข้นของออกซิเจนลดลงโดยธรรมชาติ (Exama และคณะ, 1993) เพราะสามารถควบคุมการถ่ายเทอากาศรอบๆ ผลิตผลกับอากาศภายนอก และยังมีความแข็งแรง (จริงแท้ ศิริพานิช, 2544; Wills และคณะ, 1998) การเลือกใช้ฟิล์มพลาสติกที่ยอมให้อากาศแพร่ผ่านได้ จะช่วยให้สามารถควบคุมการสูญเสียน้ำ รักษาลักษณะ และลดอัตราการเปลี่ยนแปลงของรสชาติของผลิตผล (Bussel และ Keningsberger, 1975; Piagentini และคณะ, 2002)

ฟิล์มพลาสติกที่ใช้ในการบรรจุผักผลไม้มีหลายชนิด แต่ละชนิดมีคุณสมบัติแตกต่างกัน อัตราการสูญเสียน้ำของผลิตผลจะลดลงมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ permeability ของฟิล์มนั้นๆ (Wills และคณะ,1998) การเลือกใช้ควรคำนึงถึงการยอมให้อากาศและไอน้ำผ่าน ความใส ความหนาของฟิล์ม (จริงแท้ ศิริพานิช, 2544) รวมทั้ง ความชื้น ระยะเวลาที่เก็บรักษา ชนิดและน้ำหนักของผลิตผลด้วย (Pantastico, 1975) เพราะชนิดของฟิล์มมีผลมากต่ออาการผิดปกติของผลิตผล และอาจทำให้เกิดความเสียหายในการเก็บรักษาได้ (Piagentini และคณะ, 2002; Pirovani และคณะ, 1997) โดยปกติฟิล์มจะยอมให้คาร์บอนไดออกไซด์ผ่านเข้าออกได้ดีกว่าออกซิเจน และทำให้ความชื้นสัมพัทธ์ภายในสูงขึ้นเกือบถึง 100% (Pantastico, 1975)

ฟิล์มพลาสติกที่ผลิตจาก polyethylene สามารถป้องกันการระเหยของน้ำได้ดี มี 2 ชนิดคือ LDPE (low-density polyethylene) เป็นที่นิยมมาก ราคาถูก ทนทานต่อสภาพแวดล้อม (Wills และคณะ, 1998) และถ่ายเทอากาศได้ดี โดยเฉพาะออกซิเจนผ่านเข้าออกได้ดีมาก ประมาณ 8000 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อตารางเมตรต่อวัน ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50% ไอน้ำผ่านเข้าออกได้ระดับปานกลาง (Man และ Jones, 2000) คาร์บอนไดออกไซด์ผ่านเข้าออกได้ดี ป้องกันการเกิดฝ้าไอน้ำได้ ความหนาที่ใช้ประมาณ 25-65 ไมโครเมตร (ดนัย บุณยเกียรติ และ นิธิยา รัตนาปนนท์, 2535) เป็นพลาสติกที่เหมาะและนิยมใช้ในการทำให้เกิดสภาพอากาศดัดแปลงในผลิตผลหลายชนิด (Exama และคณะ, 1993)

ฟิล์มพลาสติกที่ผลิตจาก polyethylene อีกชนิดคือ HDPE (high-density polyethylene) มีความแข็งแรงสูงกว่าแต่ขุ่นกว่า (จริงแท้ ศิริพานิช, 2544)และไม่เป็นเงา ไอน้ำผ่านเข้าออกได้ดี (Man และ Jones, 2000) ป้องกันการสูญเสียน้ำ ไม่ทำให้เกิดรสชาติผิดปกติ ชะลอการเสื่อมสลายของผลิตผล นิยมใช้กับผลิตผลพวกส้ม (ดนัย บุณยเกียรติ และ นิธิยา รัตนาปนนท์, 2535) สามารถลดการสูญเสียน้ำได้ถึง 13.8 เท่า โดยไม่มีผลในการยับยั้งการแลกเปลี่ยนก๊าซผลไม้พวกส้มหลายชนิดเมื่อเก็บในถุง HDPE มีอายุการเก็บรักษา 2-3 เดือน ที่อุณหภูมิห้อง (Ben-Yehoshua, 1985)

ฟิล์มพลาสติกที่ผลิตจาก polypropylene (PP) ซึ่งมีความโปร่งใสกว่า LDPE ยอมให้ไอน้ำผ่านเข้าออกได้มากกว่า LDPE แต่น้อยกว่า HDPE (Man และ Jones, 2000) มีการนำมาใช้กับผลิตผลหลายชนิด Garcia และคณะ (1998) พบว่าสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาในถุง PP ที่ไม่ได้เจาะรูทำให้มีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มสูงขึ้นและปริมาณออกซิเจนลดต่ำลงที่สุดเมื่อเทียบกับที่บรรจุในถุงที่เจาะรูหรือถุงพวกที่ทำจาก cellulose แต่ก็สามารถคงคุณภาพไว้ได้ดีที่สุดด้วย ผลมะนาวที่เก็บรักษาที่ 10 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์85 %ในถุง PP เจาะรูสามารถเก็บรักษาได้ถึง 2 เดือนโดยยังคงคุณภาพดีแต่เปลี่ยนเป็นสีเหลือง แต่สูญเสียน้ำหนักเพียง 1-4% (จินดา ศรศรีวิชัย และ จำนง อุทัยบุตร, 2530)

ฟิล์มพลาสติก Nylons (NY) ผลิตจาก polyamides มีความแข็งแรงสูง แต่ยอมให้อากาศผ่านเข้าออกน้อย โดยที่อัตราการผ่านเข้าออกของออกซิเจนขึ้นอยู่กับความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 10-150 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อตารางเมตรต่อวัน ที่ 25 องศาเซลเซียส ส่วนอัตราการซึมผ่านของไอน้ำแตกต่างกันแล้วแต่สัดส่วนของวัสดุที่ใช้ (Man และ Jones, 2000)

ฟิล์มที่ปิดผนึกช่วยคงคุณภาพและลักษณะที่ดีในผลิตผลหลายชนิด (Pantastico, 1975) ฟิล์มที่เจาะรูช่วยปกป้องผลิตผลจากการทำลายทางกายภาพได้ แต่ฟิล์มที่ไม่เจาะรูทำให้เกิดสภาพบรรยากาศดัดแปลงขึ้นภายในถุงซึ่งมีผลดีต่อผลไม้พวกเบอรี่ ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาของสตรอเบอรี่ โดยชะลอการลดลงของความแน่นเนื้อ การเปลี่ยนสี และการเน่าเสีย (Garcia และคณะ , 1998) อย่างไรก็ดีการที่อุณหภูมิสูงขึ้นเพียงเล็กน้อยจะมีผลต่อการหายใจและการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศภายในถุง (Wills และคณะ, 1998) การเก็บผลิตผลในถุงที่ปิดสนิทจะทำให้ปริมาณก๊าซออกซิเจนถูกใช้ไปในเวลาอันสั้น และมีการเพิ่มขึ้นของคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งทำให้เกิดการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic respiration) ทำให้เกิดรสและกลิ่นผิดปกติหรืออาจจะทำให้เกิดการควบแน่นและเกิดหยดน้ำขึ้นภายในถุง ผลิตผลจะเกิดการเน่าเสียหายได้ (จริงแท้ ศิริพานิช, 2544; Pantastico, 1975)

ผลิตผลที่มีอัตราการหายใจสูงเช่น ถั่วแขกเมื่อเก็บในถุง PE ที่ปิดผนึก ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์จะเพิ่มสูงขึ้นมากเกิน 20% ภายใน 3 วันและทำให้ผลิตผลเสียหาย แต่บรอคโคลี่และกะหล่ำที่เก็บรักษาในถุงปิดสนิทกลับมีลักษณะที่สดอยู่ได้นานกว่า แต่ถ้าเก็บที่อุณหภูมิสูง เมื่อเวลาผ่านไปจะเกิดกลิ่นผิดปกติขึ้น ผักกาดหอมที่เก็บในถุง PE หรือ polystyrene จะมีการสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่าและมีอายุการเก็บรักษานานกว่าที่ไม่ได้บรรจุถุง (Pantastico, 1975)

Lazan และคณะ (1987) พบว่า การเก็บรักษา *Brassica juncea* (L.) และ *Amaranthus caudatus* (L.) ทั้งที่อุณหภูมิห้อง (24-28 องศาเซลเซียส) และอุณหภูมิต่ำ (2-4 องศาเซลเซียส) ในถุงพลาสติก LDPE ที่ปิดสนิทซึ่งควบคุมการสูญเสียน้ำ รักษา water content ให้อยู่ในระดับสูง ช่วยลดอาการเหลืองของใบและการลดลงของวิตามินซีเนื่องจากการขาดน้ำในระหว่างการเก็บรักษาได้

Piagentini และคณะ (2002) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของผักโขมที่เก็บรักษาในถุง monooriented polypropylene (OPP) ความหนา 30 ไมโครเมตร และถุง LDPE ความหนา 40 ไมโครเมตร ที่ 4 องศาเซลเซียสที่ปิดสนิท พบว่า ลักษณะทั่วไป สี การเหี่ยวไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ชนิดของฟิล์มมีผลต่อกลิ่นผิดปกติ โดยผักที่บรรจุในถุง OPP มีกลิ่นผิดปกติเกิดขึ้นเร็วกว่า เช่นเดียวกับ Pirovani และคณะ (1997) ที่พบว่ากะหล่ำปลีที่บรรจุในถุง OPP มีกลิ่นผิดปกติเกิดขึ้น แต่ก็มีลักษณะภายนอกที่ดี และไม่มีการเหี่ยว หรือเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล และมีอายุการเก็บรักษาในเกณฑ์ดี

Barth และคณะ (1993) พบว่าบรอคโคลีที่เก็บรักษาในถุงฟิล์ม MAP (modified atmosphere package) ซึ่งมีคุณสมบัติทำให้เกิดสภาพดัดแปลงที่กำหนดได้ขึ้นในถุง มีความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มสูงขึ้นและมีความเข้มข้นของออกซิเจนลดลงภายใน 24 ชั่วโมง สามารถคงปริมาณ water content ไว้ได้มากกว่าในระยะเวลาการเก็บรักษาที่เท่ากัน และยังมีอัตราการลดลงของวิตามินซีน้อยกว่าที่ไม่ได้เก็บในถุงมาก และเมื่อศึกษาเปรียบเทียบกับถุงเจาะรูและการสเปรย์น้ำ (automatic misting) การบรรจุในถุง MAP ยังคงรักษาปริมาณคาโรตินอยด์ ไว้ได้สูงกว่าด้วย (Barth และ Zhuang, 1996) Gillies และคณะ (1997) ที่พบว่าบรอคโคลีที่เก็บรักษาในถุงฟิล์ม polyethylene MAP และ Broccoli MAP มีสภาพดีตลอดระยะเวลาทดลองคือ 15 วัน

Watada และคณะ (1987) ได้ทดลองเก็บรักษา ถั่วแขก พริกหวาน (bell pepper) และผักโขม ในถุง polyethylene ที่ 10 และ 20 องศาเซลเซียสพบว่า ผักแต่ละชนิดมีรูปแบบการ

สูญเสียน้ำต่างกันไป การบรรจุถุงช่วยลดการสูญเสียน้ำของถั่วแขก และผักโขม แต่ไม่มีผลต่อการสูญเสียน้ำของพริกหวานและการเหี่ยวของพริกหวานไม่สัมพันธ์กับการสูญเสียน้ำเสมอไป นอกจากนี้อัตราการสูญเสียน้ำยังขึ้นอยู่กับอุณหภูมิที่เก็บรักษาด้วย โดยที่อุณหภูมิสูง อัตราการเสียน้ำจะเพิ่มสูงกว่า

Meir และคณะ (1995) ได้ทดลองใช้ถุง PE หลายชนิดที่มีอัตราการซึมผ่านของก๊าซต่างกัน เก็บรักษาพริกหวานสีแดง พบว่าสามารถลดการสูญเสียน้ำได้ดีทั้งที่อุณหภูมิ 3, 7 และ 8 องศาเซลเซียส การเก็บรักษาในถุง PE ช่วยลดการสูญเสียน้ำได้ 40-50% และยืดอายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ ออกไปอีก รวมทั้งไม่มีผลต่อการเกิดโรคในระหว่างการเก็บรักษา

Lownds และคณะ (1994) ทดลองเก็บรักษาพริก 9 สายพันธุ์ที่อุณหภูมิ 8, 14 และ 20 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 75% พบว่าพริกที่บรรจุในถุง PE ที่เจาะรูเล็กๆ (microperforated) มีอัตราการสูญเสียน้ำน้อยกว่าที่ไม่ได้บรรจุถุง 20 เท่า ลดการอ่อนนิ่ม และชะลอการเปลี่ยนสี แต่ว่ามีการเกิดโรคขึ้น พริกเขียว (green chili peppers) ที่บรรจุในถุง polyethylene ที่เก็บรักษาที่ 24 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 สัปดาห์ สูญเสียน้ำหนักเพียง 0.3% ส่วนพริกที่เก็บรักษาที่ 8 องศาเซลเซียสไม่สูญเสียน้ำหนัก และยังสามารถรักษาคุณภาพได้นานถึง 4 สัปดาห์ (Wall และ Berghage, 1996)

Bussel และ Keningsberger (1975) พบว่าพริกหวานเขียวที่เก็บรักษาในถุง PE มีอัตราการสูญเสียน้ำน้อยกว่าพริกที่เก็บในภาชนะห่อด้วยฟิล์ม polyvinyl chloride (PVC) แต่ก็ทำให้เกิดการควบแน่นของไอน้ำภายในโดยเฉพาะที่อุณหภูมิสูง ทำให้เกิดโรคและสูญเสียคุณภาพ

Perkins-Veazie และ Collins (1992) ได้ทดลองเก็บรักษาฝักกระเจี๊ยบพันธุ์ Clemson Spineless ในถุง HDPE ความหนา 12.7 ไมโครเมตร และถุง PE ความหนา 44 ไมโครเมตร พบว่าหลังจาก 7 วัน ฝักกระเจี๊ยบที่เก็บรักษาในถุง HDPE มีน้ำหนักลดลงมากกว่าฝักที่เก็บในถุง PE เล็กน้อย แต่มีลักษณะที่ปรากฏดีกว่า

เบ็ญจวรรณ ชุติชูเดช (2534) ทดลองเก็บรักษาฝักกระเจี๊ยบเขียวในถุงตาข่ายไนล่อน ถุงตาขายไนล่อนใส่กล่องกระดาษลูกฟูก และถาดโฟมหุ้มด้วยฟิล์มพลาสติก พบว่าฝักที่บรรจุในถาดโฟมหุ้มด้วยฟิล์มพลาสติกมีการสูญเสียน้ำหนักและวิตามินซีน้อยกว่า การเหี่ยวเกิดขึ้นช้ากว่า มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มากกว่า และการเพิ่มขึ้นของเส้นใยน้อยกว่าฝักที่เก็บรักษาด้วยวิธีอื่น ทั้งที่อุณหภูมิ 10 และ 15 องศาเซลเซียส