บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

ฝรั่ง (Guava) เป็นผลไม้ที่จัดอยู่ในตระกูล Myrtaceae สกุล *Psidium* ซึ่งมีอยู่ประมาณ 150 ชนิด(สรัสวดี, 2531) มีชื่อเรียกแตกต่างกันไปตามแต่ละภาคของประเทศ เช่น มะปุ่น (สุโขทัย, ตาก) บะก้วย (เชียงใหม่) บะกา (แม่ฮ่องสอน) บะมั่น (ลำปาง) จุ่มโป่ (สุราษฎร์ธานี) หมากสีดา (ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ) และชมพู่ (ปัตตานี) เป็นต้น (ขวัญตา, 2535) และชนิดที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจมาก คือ ฝรั่งชนิดที่ใช้รับประทานผล มีการปลูกกันอย่างแพร่หลายทั่วไป มีชื่อสามัญว่า Guava และชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Psidium guajava* linn. และชนิดอื่นๆ เช่น *P. guineense, P. pomiferum, P. pyiferum, P.montanum, P. friedrichshalianum* และ *P. cattleianum* (หลวงบุเรศรบำรุงการ, 2513) โดยทั่วไปฝรั่งเป็นพืชที่มีจำนวนโครโมโซม 2n = 22 แต่ในฝรั่งบางชนิดที่มีการปรับปรุงพันธุ์ใหม่จะมีจำนวนโครโมโซม 2n = 3x = 33 (Hammerschiag and Litz, 1992) มีถิ่นกำเนิดอยู่ในเขตร้อนและเขตอบอุ่นของทวีปอเมริกาใต้แถบประเทศเม็กซิโกไปจนถึงเปรู และต่อมาได้มีการแพร่กระจายไปยังประเทศใกล้เคียงต่างๆ (ไพโรจน์, 2541; เฉลิม, 2528) ชาวโปรตุเกสนำพันธุ์ฝรั่งเข้าไปปลูกในประเทศอินเดีย และชาวชาวสเปนได้นำฝรั่งไปปลูกในฟิลิปปินส์ ในราวต้นศตวรรษที่ 17 จากนั้นได้แพร่หลายไปยังประเทศต่างๆ ในแถบภูมิภาคเอเชียอย่างรวดเร็วและได้กลายเป็นพืชท้องถิ่นต่างๆ ของหลายประเทศ จนปัจจุบันประเทศอินเดียกลายเป็นประเทศที่มีพื้นที่ปลูกฝรั่งมากที่สุดในโลก รองลงมาได้แก่ เม็กซิโก ปากีสถาน โคลัมเบีย อียิปต์ บราซิล อัฟริกาใต้ (ปานจิตต์, 2543; Salunkhe and Kadam, 1995)

สำหรับการนำฝรั่งเข้ามาปลูกในประเทศไทยนั้นไม่มีหลักฐานที่ชัดเจนว่านำเข้ามาเมื่อไร (สุรพงษ์, 2525) แต่เข้าใจว่าถูกนำเข้ามาในสมัยที่ประเทศไทยเริ่มมีสัมพันธไมตรีกับชาวอเมริกัน โดยพวกมิชชันนารีอเมริกันเป็นคนนำเข้ามาแพร่พันธุ์ คนไทยจึงเรียกผลไม้นี้ว่า "ฝรั่ง" ต่อมาภายหลังได้มีการนำพันธุ์มาจากประเทศจีน ซึ่งเรียกว่าฝรั่งจีน นำเข้าจากประเทศอินเดียก็จะเรียกว่า ฝรั่งอินเดีย รวมทั้งนำเข้าพันธุ์ฝรั่งจากประเทศเวียดนามมาเพาะปลูกแพร่หลายจนกลายเป็นผลไม้พื้นบ้านของคนไทย (สรัสวดี, 2541) ซึ่งในอดีตการปลูกฝรั่งนั้นนิยมปลูกเป็นไม้ให้ร่มเงา ฝรั่งป่า มีผลขาดเล็ก เส้นผ่าศูนย์กลางผลประมาณ 2.54-7.62 เซนติเมตร มีเปลือกหนา เนื้อน้อย เมล็ดมาก ต่อมาเมื่อวิทยาการด้านการขยายพันธุ์และการปรับปรุงพันธุ์พืชก้าวหน้ามากขึ้น จึงได้มีการคิดค้นผสมพันธุ์ใหม่ขึ้นมา จนปัจจุบันได้มีฝรั่งพันธุ์ใหม่ๆ เกิดขึ้นมากมาย (สินธนา, 2531) และเป็นที่นิยมของตลาดทั้งในและต่างประเทศเป็นอย่างดี เช่น พันธุ์กลมสาลี่ พันธุ์เย็นสอง ฝรั่งพันธุ์แป้นสีทอง ฯลฯ เนื่องจากฝรั่งพันธุ์ใหม่เหล่านี้มีลักษณะผิวเปลือกบาง ผลมีขนาดใหญ่ขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

มีเนื้อมาก เมล็ดน้อย รสชาติดีกว่าฝรั่งป่า จึงได้รับความนิยมจากตลาดทั้งภายในและต่างประเทศเป็นอย่างดี (มหาวิทยาลัยแม่โจ้, 2546: ระบบออนไลน์) อย่างไรก็ตามการปลูกฝรั่งเป็นการค้าในประเทศไทยอย่างจริงจังนั้นมีการดำเนินมาได้ประมาณ 40 ปีมานี้เอง (ไพโรจน์, 2541) โดยมีการปลูกกระจายไปในทุกภาคของประเทศ แต่ที่มีการปลูกมากคือจังหวัดในแถบภาคกลาง เช่น อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม และ อำเภอดำเนินสะดวก จังหวัดราชบุรีเป็นต้น (มหาวิทยาลัยแม่โจ้, 2546: ระบบออนไลน์) ฝรั่งเป็นผลไม้ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจอีกชนิดหนึ่งและมีคุณค่าทางอาหารสูง โดยเฉพาะเป็นผลไม้ที่อุดมสมบูรณ์ด้วยวิตามินซี มีตั้งแต่ 10-20,000 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม จึงถูกเรียกว่าเป็น apple of the tropic (Menzel, 1985) สามารถขึ้นเองได้ตามธรรมชาติ มีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมได้ดี สามารถปลูกได้ในดินแถบทุกชนิด แต่หากมีการดูแลรักษาตามสมควร โดยการให้น้ำและปุ๋ย มีการตัดแต่งกิ่ง ดูแลรักษาโรคและแมลงบ้าง จะทำให้ผู้ปลูกได้รับผลผลิตที่มีคุณภาพดีและสม่ำเสมอตลอดทั้งปี (สรัสวดี, 2531)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ลำต้น มีกิ่งเหนียว แผ่กิ่งก้านสาขาออกไปกว้างพอประมาณ แตกกิ่งก้านสาขาที่บริเวณใกล้โคนต้น มีการแตกหน่อจากรากบริเวณใกล้กับลำต้นประธาน เปลือกมีสีน้ำตาลอมแดงหรือสีน้ำตาลอมเขียว โดยธรรมชาติเปลือกจะลอกออกเองเมื่อแก่ (Facciola, 1990) กิ่งอ่อนมีสีเขียวอมเหลืองเล็กน้อยหรือแดงเข้ม กิ่งอ่อนมีปีกเล็กๆ ทำให้รูปหน้าของกิ่งเป็นสี่เหลี่ยม และเมื่อกิ่งแก่เหลี่ยมเหล่านั้นก็จะหายไป มีขนปกคุมหนาแน่น ขนสีขาวเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลดล้ำ กิ่งแก่สีน้ำตาลอมแดงอ่อนไม่มีขนปกคลุมแต่จะมีลักษณะเป็นมันๆ (สรัสวดี, 2541)

ใบ เป็นใบเลี้ยงคู่ จัดเรียงแบบตรงข้ามกัน มีขนอ่อนปกคลุม ใบอ่อนสีเขียวมีลักษณะไม่เรียบ ด้านบนมีร่องลึก แผ่นใบเป็นรูปไข่ปลายมนขนาดความกว้าง 3-7 เซนติเมตร ยาว 5-15 เซนติเมตร ด้านหลังใบเรียบ ด้านท้องใบมีขนอ่อนอยู่ ฐานใบโค้งขอบใบเรียบและมีขอบโปร่งใส (สรัสวดี, 2541)

ดอก เกิดที่ตาข้างมักไม่เกิดที่ตายอด เป็นดอกเดี่ยวหรือดอกช่อจำนวน 2-3 ดอกต่อ 1 ช่อ ก้านดอกสีเขียวอมเหลือง มีขนอ่อนอยู่ทั่วไป มีกลีบรองดอกจำนวน 4-6 อัน สีเขียวอมเหลือง มีขนอ่อนปกคลุม ขณะที่ดอกตูมมีกลีบเลี้ยงหุ้มส่วนต่างๆ ของดอกและผลิออกเมื่อดอกเริ่มคลี่บาน กลีบเลี้ยงจะไม่หลุดร่วงจนกระทั่งผลแก่ก็ยังติดอยู่ กลีบดอกสีขาวรูปร่างรีจำนวน 5 กลีบ เกสรตัวผู้มีจำนวนมากและแทรกอยู่รอบๆ จานวงกลมสีขาว อับเกสรสีเหลืองอ่อนและแตกตามความยาว รังไข่มีจำนวน 4-5 ช่อง ก้านเกสรตัวเมียรูปร่างยาวเรียวสีเขียวอมเหลืองไม่มีขน ยอดเกสรตัวเมียเป็นตุ่มเล็กๆ ลักษณะของดอกจะมีเกสรตัวผู้และตัวเมียอยู่ในดอกเดียวกัน(รุ่งรัตน์, 2540; สรัสวดี, 2541)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผล ผลฝรั่งจัดเป็นผลเดี่ยวแบบ berry มีการเจริญเติบโตเป็นแบบ Sigmoid Curve ซึ่งจะมีการเพิ่มขนาดอย่างรวดเร็วในช่วง 50 วันแรกหลังออกดอก และจะยิ่งเร็วมากขึ้นหลังจาก 50 วัน จนถึง 110 วันและจะเจริญช้าลงหลังจากนั้น (ดนัย, 2540) ผลมีรูปร่างกลมหรือรูปไข่ป่องตรงปลาย ผิวผลบางสีเขียวหรือสีเหลือง มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 5-9 เซนติเมตร ยาว 5-12 เซนติเมตร มีชั้นกลีบเลี้ยงของดอกอยู่ที่ปลายผล เปลือกขรุขระเล็กน้อยแต่เป็นมัน เมื่อผลยังอ่อนผิวมีสีเขียวเข้มเมื่อผลแก่ผิวจะเป็นสีเขียวอ่อน และเมื่อสุกจะมีสีเหลืองอ่อน เปลือกชั้นกลางมีสีขาว ความหนาของเนื้อแตกต่างกันตามชนิดพันธุ์ เนื้อฉ่ำน้ำ เมื่อสุกมีรสหวาน กลิ่นแรง นิยมรับประทานเมื่อผลแก่จัดแต่ยังไม่สุก เนื่องจากรสชาติดี มีเปรี้ยวอมหวานและกรอบ รับประทานได้ทั้งผลยกเว้นเมล็ดซึ่งย่อยยาก เนื้อชั้นในติดกับเมล็ด มีทั้งสีขาวเหลือง ชมพู หรือแดง รสหวาน (สรัสวดี, 2541)

เมล็ด เกาะติดอยู่กับเนื้อชั้นในใจกลางของผลเป็นจำนวนมากหรือไม่มีเลย ขึ้นอยู่กับพันธุ์ มีสีเหลืองอ่อนหรือน้ำตาลอมเหลือง เปลือกแข็งมาก เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.2-0.3 เซนติเมตร และยาว 0.3-0.5 เซนติเมตร รูปร่างคล้ายไตมีลักษณะโค้ง (รุ่งรัตน์, 2540; ไพโรจน์, 2531; สรัสวดี, 2541; เกศิณี, 2528)

พันธุ์

พันธุ์ฝรั่งที่ปลูกในประเทศไทย มีทั้งพันธุ์ที่ใช้บริโภคผลสดและสำหรับการแปรรูป

1. พันธุ์ที่ใช้บริโภคผลสด ได้แก่

- พันธุ์กลมสาลี่ กลายพันธุ์มาจากการเพาะเมล็ดฝรั่งพันธุ์เวียดนาม ลักษณะโดยทั่วไปมีการเจริญเติบโตดี ทรงพุ่มเตี้ยแผ่กว้าง ใบค่อนข้างยาวรี อายุให้ผลหลังปลูกเร็ว ติดผลดก ผลกลมแป้น ผิวเขียวอมเหลือง ขนาดผลปานกลาง น้ำหนักผลประมาณ 350-700 กรัม รสอร่อย หวานกรอบอมเปรี้ยวเล็กน้อย เนื้อหนาละเอียดแน่นกรอบ สีขาว ไม่มีกาก มีเมล็ดปานกลาง เป็นพันธุ์ที่เกษตรกรนิยมปลูกมากในปัจจุบัน (ปริญญา, 2535; มหาวิทยาลัยแม่โจ้, 2546: ระบบออนไลน์)

- พันธุ์แป้นสีทอง มีการคาดว่าน่าจะกลายพันธุ์มาจากกลมสาลี่ มีทรงพุ่มเตี้ยกิ่งค่อนข้างเลื้อยทอดขนานไปกับพื้น ใบมีสีเขียวเข้ม เรียวยาว แผ่นใบใหญ่กว่ากลมสาลี่ ผลกลมแป้นใหญ่ ขั้วใหญ่ หัวนูน ผิวผลขรุขระเล็กน้อย เนื้อหนาละเอียด มีเมล็ดน้อย รสชาติ หวานกรอบติดผลดก ผลมีน้ำหนักมากที่สุดตั้งแต่ 1-2 กิโลกรัมหรือประมาณ 700-1,200 กรัมต่อผล (กรมวิชาการเกษตร, 2544) การออกดอกติดผลหลังปลูกด้วยกิ่งตอนประมาณ 4-6 เดือน ข้อเสียของฝรั่งพันธุ์นี้คือ หลังการเก็บเกี่ยวผิวเปลือกผลมักแสดงอาการเหี่ยวย่นได้ง่าย เป็นพันธุ์ที่เกษตรกรมีการขยายพื้นที่ปลูกมากที่สุดในปัจจุบัน (มหาวิทยาลัยแม่โจ้, 2546: ระบบออนไลน์)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

- พันธุ์เย็น 2 มีการสันนิษฐานว่าได้จากการผสมข้ามตามธรรมชาติระหว่างกลมสาลี่และกลมทูลเกล้า เป็นพันธุ์ที่มีทรงพุ่มค่อนข้างสูงกว่า กลมสาลี่ มีการเจริญเติบโตเร็ว ใบมีลักษณะเรียวยาว และมีสีเขียวเข้มกว่ากลมสาลี่ ผลมีขนาดค่อนข้างใหญ่ ผิวผลขรุขระเล็กน้อย มีกลีบขึ้นบริเวณขั้ว เนื้อสีขาว รสชาติหวานอมเปรี้ยว เป็นพันธุ์ที่เกษตรกรปลูกปานกลาง (มหาวิทยาลัยแม่โจ้, 2546: ระบบออนไลน์)
- พันธุ์ขาวไต้หวัน มีลักษณะคล้ายกับพันธุ์กลมสาลี่ สีเนื้อขาวออกเหลือง ผลค่อนข้างโต (สรัสวดี, 2541)
- พันธุ์บางกอกแอปเปิล เป็นพันธุ์ลูกผสมระหว่างพันธุ์อีแห้วกับพันธุ์กลมสาลี่ มีลักษณะผลกลมคล้ายแอปเปิล ผิวเป็นคลื่นเล็กน้อย เนื้อหนา แน่นตลอดทั้งผล กรอบ อมเปรี้ยวเล็กน้อย สุกช้า ติดผลยาก ซึ่งเป็นข้อเสียของพันธุ์นี้ ฝรั่งพันธุ์บางกอกแอปเปิลมีข้อสังเกตที่เห็นได้ชัดเจน คือ สีของส่วนใบ ยอด และเปลือกผล มีสีม่วงแดงเห็นได้ชัดว่าแตกต่างจากพันธุ์อื่นๆ (สรัสวดี, 2541)
- กลมทูลเกล้า ลักษณะเหมือนพันธุ์ขาวเศวตแต่มีรูปร่างผลกลมมากกว่า ลักษณะใบกลม รสชาติเหมือนพันธุ์ขาวเศวต (สรัสวดี, 2541)
- ขาวเศวต ผลขนาดใหญ่มาก เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 15 เซนติเมตร รูปร่างยาว รสหวาน ผิวสีเขียวอ่อนเกือบขาว (สรัสวดี, 2541)
- พันธุ์พื้นเมือง ซึ่งเรียกทั่วไปว่าฝรั่งขี้นก ผลมีขนาดเล็กมาก จำนวน 20-25 ผลต่อกิโลกรัม เนื้อแข็งหยาบ มีเมล็ดมาก ขยายพันธุ์ด้วยเมล็ด โดยมนุษย์หรือมูลนกที่ถ่ายไว้ ไส้สีแดง ติดผลเป็นกลุ่ม ไม่นิยมปลูกเป็นการค้า ปัจจุบันหาดูได้ยาก เมื่อสุกมีกลิ่นหอม ผิวสีนวล รสหวานเข้มข้น (ขวัญตา, 2535; ไพโรจน์, 2541)

2. พันธุ์ที่ใช้สำหรับการแปรรูป เป็นฝรั่งที่มีลักษณะเหมาะสมที่ใช้ในการแปรรูปต่างๆ เช่น น้ำฝรั่งคั้น พันธุ์ประเภทนี้ได้ถูกนำเข้ามาในประเทศไทยไม่นานมานี้ ได้แก่ พันธุ์เบอมองท์ (Beaumount) และพันธุ์คาหัวลูคา (Kahuakula) เป็นพันธุ์ที่รู้จักกันมาก ใบรูปไข่คอนข้างกลม ขอบใบเป็นคลื่น ปลายใบมน ฐานใบแหลม ขนาดของใบยาว 15-16 เซนติเมตร กว้าง 8-9 เซนติเมตร ผลมีลักษณะผลกลม ผิวเรียบ เนื้อไม่แน่น (สรัสวดี, 2541) แต่ก็พบว่าประมาณหนึ่งในสี่ของผลผลิตจะมีลักษณะยาวรี ติดผลดก น้ำหนักผลประมาณ 55 กรัม ความยาวผล 5-6 เซนติเมตร ความกว้าง 4-5 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางไส้เมล็ด 2-3 เซนติเมตร ความหนาของเนื้อ 1 เซนติเมตร น้ำหนักของเมล็ด 10 กรัม จำนวนเมล็ด 230 เมล็ด (ไพโรจน์,2541) เปลือกผลมีสีเหลืองสดใส มีเนื้อสีชมพู รสชาติเปรี้ยว กลิ่นละมุนละไม (ศิวพร และคณะ, 2535)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของฝรั่ง

ฝรั่งเป็นพืชที่สามารถเจริญเติบโตได้ทั้งในประเทศเขตร้อนและเขตกึ่งร้อน สามารถทนต่ออากาศหนาวที่ไม่มีน้ำค้างแข็ง ชอบแสงแดด เจริญได้ดีในสภาพอากาศที่แห้งแล้งและความชื้นสูง (Facciola, 1990) ในประเทศไทยพบว่ามีการปลูกฝรั่งตั้งแต่ชายทะเลไปจนถึงบนเขาสูง 1,200-1,300 เมตร (ไพโรจน์, 2541) หรือตั้งแต่ระดับน้ำทะเลถึงความสูง 1500 เมตร จากระดับน้ำทะเล (มหาวิทยาลัยแม่โจ้, 2546: ระบบออนไลน์) สภาพภูมิอากาศที่เหมาะสมกับฝรั่งคือ อากาศแห้งและเย็นเล็กน้อย ต้องการอุณหภูมิที่เหมาะสมในการให้ผลผลิตอยู่ระหว่าง 23-28 องศาเซลเซียส การเจริญของใบ กิ่งก้าน ต้องการอุณหภูมิตั้งแต่ 15-28 องศาเซลเซียส และระยะการออกดอก ติดผล ต้องการอุณหภูมิสูงกว่า 16 องศาเซลเซียส นานประมาณ 3-6 เดือน ในสภาพที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า 15 องศาเซลเซียส จะทำให้คุณภาพของผลลดต่ำลงได้ (จารุพันธ์ และคณะ, 2541) โดยทั่วไปไม่ทนต่อสภาพอากาศหนาวและไม่ทนต่อสภาพน้ำขัง (วิจิตร, 2532) ในแต่ละพันธุ์นั้นมีความทนทานต่อสภาพอากาศหนาวเย็นแตกต่างกัน (จารุพันธ์ และคณะ, 2541) การติดผลลดลงเมื่ออุณหภูมิต่ำกว่า 20 องศาเซลเซียส หรือสูงเกิน 28 องศาเซลเซียส และยิ่งอุณหภูมิสูงมากขึ้นทำให้มีการร่วงหล่นมากขึ้น (โรจน์รวี, 2542) ต้นฝรั่งต้องการปริมาณน้ำฝนประมาณ 1,000-2,000 มิลลิเมตรต่อปี จึงให้ผลผลิตที่ดีโดยเฉพาะในช่วงการออกดอกติดผล (มหาวิทยาลัยแม่โจ้, 2546: ระบบออนไลน์) แต่ในระยะผลแก่นั้นไม่ต้องการปริมาณน้ำมากนักจะทำให้ผลแตกและกลิ่นน้อยลงได้ สภาพดินร่วนที่มีความอุดมสมบูรณ์และระบายน้ำดีเหมาะต่อการเติบโตของต้น ระดับความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 4.5-8.2 (สัมฤทธิ์, 2538) ที่เหมาะสมที่สุดคือ 5.5-6.5 (มหาวิทยาลัยแม่โจ้, 2546: ระบบออนไลน์) และยังเป็นพืชที่มีความทนต่อสภาพดินเค็มได้ดีอีกด้วย (Pessarakli, 1999) ฝรั่งให้ผลผลิตดีในช่วงอายุ 10-12 ปีเท่านั้น (Grech, 1988) ถึงแม้ว่าต้นสามารถให้ผลผลิตต่อเนื่องไปได้ถึง 30 ปี แต่ในบางพื้นที่อาจจะให้ผลได้เพียง 6-8 ปีเท่านั้นในสภาพพื้นที่ที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต(Menzel, 1985)

คุณค่าทางอาหารของฝรั่ง

ผลฝรั่งประกอบด้วยส่วนของเปลือก 20 เปอร์เซ็นต์ ส่วนของเนื้อ 50 เปอร์เซ็นต์ และส่วนของเมล็ด 30 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งคุณค่าทางอาหารประกอบด้วยน้ำตาล 6.8 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณของแข็งละลายน้ำได้ 12 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณกรด 0.8 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณความชื้น 83.3 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณเยื่อใย 3.8 เปอร์เซ็นต์ เถ้า 0.66 เปอร์เซ็นต์ (Menzel, 1985) นอกจากนี้ยังพบส่วนประกอบอื่นๆ อีก เช่น ไนอะซิน ไธอะมิน ไรโปฟลาวิน คาร์โรทีน แคลเซี่ยม เหล็ก ฟอสฟอรัส และวิตามินเอมาก ปริมาณของกรดอินทรีย์ในผลพบทั้งกรดซิตริก มาลิก ไกลโคลิก ทาร์ทาริก และแลคติก โดยพบกรดซิตริกและมาลิกในปริมาณมากที่สุด (Salunkhe and Kadam, 1995) โดยปริมาณกรดเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ ในช่วงแรก และจะเพิ่มมากขึ้นตอนช่วงผลสุก(Pantastico,1975) จัดเป็นผลไม้ที่อุดมด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

วิตามิน โดยเฉพาะวิตามินซีและวิตามินเอมีมากกว่ามะนาวถึง 4 เท่า จึงมีส่วนช่วยเพิ่มภูมิต้านทานของร่างกายและมีฤทธิ์ยับยั้งปฏิกิริยาการเกิดไนโตรซามีนส์ ซึ่งเป็นสารที่ทำให้เกิดโรคมะเร็ง (บริษัท แอ็บบอต ลาบอแรตอรีส จำกัด, มปป) และมีคุณค่าในการสร้างความต้านทานโรคหวัดได้เป็นอย่างดี (สรัสวดี, 2531) นอกจากนี้ในฝรั่งยังมีแคลเซี่ยม, ฟอสฟอรัส, เหล็ก และมีกรดแอสคอบิก ซึ่งกรดแอสคอบิกเป็นสารที่ป้องกันมิให้เกิดโรคโลหิตออกตามไรฟันได้ด้วย (หลวงบุเรศรบำรุงการ, 2513) ในเนื้อเยื่อของผลบริเวณที่พบวิตามินซีมากที่สุด คือ บริเวณผิวเปลือกของผลและลดลงในส่วนของเนื้อผล ในเนื้อมี 286 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ส่วนแกนในเมล็ดมี 122 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม(จารุพันธ์ และคณะ, 2541; Pantastico, 1975) อย่างไรก็ตามปริมาณวิตามินซีในผลมากหรือน้อยยังขึ้นอยู่กับพันธุ์ และฤดูการเก็บเกี่ยว แต่โดยทั่วไปฝรั่งเนื้อแดงมีปริมาณวิตามินซีสูงกว่าฝรั่งเนื้อขาว (Kumar and Hoda, 1974) นอกจากนี้ สรัสวดี (2541) ยังได้กล่าวถึงคุณค่าทางอาหารของผลฝรั่ง ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 คุณค่าทางอาหารของฝรั่ง

คุณค่าทางอาหาร	ค่าที่วัดได้
วิตามินบี 1	0.06 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม
วิตามินบี 2	0.13 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม
วิตามินซี	160 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม
วิตามินเอ	89 หน่วยสากลต่อ 100 กรัม
ค่าพลังงานความร้อน	51 กิโลแคลอรี่ต่อ 100 กรัม
แคลเซี่ยม	13 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม
เหล็ก	0.5 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม
ฟอสฟอรัส	25 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม
คาร์โบไฮเดรท	11.6 เปอร์เซ็นต์
โปรตีน	0.9 เปอร์เซ็นต์
เส้นใย	6 เปอร์เซ็นต์
ไขมัน	0.1 เปอร์เซ็นต์
ความชื้น	80.7 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ฝรั่งมีเพคตินเป็นจำนวนมาก ซึ่งมีสรรพคุณในทางยา ช่วยเคลือบลำไส้ และเพคตินนี้ยังเป็นสารที่มีความสำคัญในการทำให้แยมและเยลลีแข็งตัว (สรัสวดี, 2541) จะพบมากในระยะที่ผลสุกแก่เต็มที่ ซึ่งจะมีอยู่ระหว่าง 0.1-0.8 เปอร์เซ็นต์ (Menzel, 1985) มีประโยชน์ช่วยรักษาอาการท้องผูก ลดระดับน้ำตาลในเลือด คลอเลสเตอรอล ขับสารตะกั่วและสารปรอทให้ออกจากร่างกายได้มากขึ้น (วราภรณ์, 2538)

พัมมิซและบทบาทในทางการเกษตร

พัมมิซ(Pumice) เป็นหินแก้วภูเขาไฟชนิดหนึ่ง ซึ่งถูกนำมาใช้เป็นวัสดุปลูกสำหรับพืชล้มลุก เช่น มะเขือเทศ, แตงกวาและพืชประเภทพริกไทย ทั้งยังเป็นวัสดุปลูกที่ดีสำหรับไม้ดอกหรือพืชตัดดอก พัมมิซเป็นวัสดุทางธรรมชาติที่มีต้นทุนต่ำและใช้ง่ายไม่ยุ่งยาก ไม่เป็นอันตรายต่อสภาพแวดล้อมและสามารถใช้ปริมาณมาก ปัจจุบันกำลังได้รับความสนใจเพิ่มมากขึ้นในการใช้เป็นวัสดุปลูก (Boertje, 1995)

พัมมิซเป็นวัสดุปลูกที่มีน้ำหนักเบา สะอาด ปลอดจากเชื้อโรค และไม่มีเมล็ดวัชพืชเจือปน มีธาตุอาหารในปริมาณที่ต่ำมากไม่เป็นพิษต่อพืชและมนุษย์ (ตารางที่ 2) เป็นวัสดุที่มีความเฉื่อยต่อการเกิดปฏิกิริยาการแลกเปลี่ยนประจุและมีความสามารถในการปรับความเป็นกรด-เป็นด่างของน้ำในวัสดุปลูกได้ดี หินพัมมิซมีความพรุนในตัวสูงหากนำไปใช้จะทำให้วัสดุปลูกหรือดินมีความโปร่ง ช่วยรักษาสมดุลของปริมาณน้ำและอากาศในดินให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช ทั้งยังเป็นตัวดูดซึมที่ดี สามารถดูดความชื้นไว้ในดินได้ดี ช่วยให้ดินไม่แฉะหรือแห้งจนเกินไป และสามารถดูดซับธาตุอาหารพืชต่างๆ ไม่ให้ถูกน้ำชะล้างออกไปได้ง่าย มีความเป็นกรด-เป็นด่างประมาณ 7.0 (Boertje, 1995; บริษัทไทยทริด์ไมท์ จำกัด (มปป)) จึงสามารถนำพัมมิซมาใช้เป็นวัสดุปลูกพืชต่างๆ ได้เป็นอย่างดี (นันทิยา, 2538) จากการศึกษาถึงความเป็นไปได้ในการใช้พัมมิซเป็นวัสดุปลูก โดยเปรียบเทียบกับการใช้วัสดุปลูกอื่น เช่น เพอร์ไลท์, พีท และ Rockwool พบว่าสามารถใช้พัมมิซเป็นวัสดุปลูกพืชต่างๆ ได้เป็นอย่างดีเช่นเดียวกับวัสดุปลูกอื่นๆ (Manios *et al.*, 1995)

ในประเทศไทยมักพบพัมมิซได้ในแถบจังหวัดลพบุรีและสระบุรี ซึ่งจากการรายงานของบริษัทไทยทริด์ไมท์ จำกัด (มปป) พบว่า พัมมิซมีซิลิคอนเป็นองค์ประกอบอยู่ประมาณ 70-75 % โดยน้ำหนัก และยังมีธาตุอื่นที่เป็นประโยชน์ต่อพืชเช่น โปแตสเซียม แมกนีเซียม เหล็ก เป็นองค์ประกอบด้วย (ตารางที่ 3)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 2 แสดงค่าต่างๆ ทางด้านเคมีและฟิสิกส์ของพัมมิซ

ค่าต่างๆ ทางด้านเคมีของพัมมิซ	
PH	7.0
EC (1:2) dS/m 251C	0.2
CEC	0.0
Moisture % by weight	45
Bulk density (kg/m^3)	400
Pore space (%)	85
Water at –10 cm volume %	45
Air space at –10 cm volume %	40

ที่มา: Boertje (1995)

ตารางที่ 3 แสดงส่วนประกอบทางเคมี (ร้อยละโดยน้ำหนัก) ของพัมมิซ

ธาตุที่เป็นส่วนประกอบทางเคมีของพัมมิซ	ร้อยละโดยน้ำหนัก
SiO_2	71.00
MgO	0.36
K_2O	5.66
MnO	0.05
Al_2O_3	13.2
Cao	0.77
Tio_2	0.28
LOI	6.22
Fe_2O_3	1.33
Na_2O	1.65
P_2O_5	0.01

ที่มา: ปรับปรุงจาก บริษัทไทยทริด์ไมท์ จำกัด (มปป)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ประโยชน์ของซิลิคอนในพืช

เนื่องจากพืชมีส่วนประกอบหลัก คือ ซิลิคอน ซึ่งเป็นธาตุที่เป็นประโยชน์ต่อพืช โดยเฉพาะอย่างยิ่งต่อการเจริญเติบโตของพืช ซิลิคอนเป็นธาตุที่จัดอยู่กลุ่มธาตุเสริมประโยชน์ (beneficial mineral elements) กล่าวคือ เป็นธาตุที่ช่วยกระตุ้น (stimulate) การเจริญเติบโตของพืช แต่ไม่ใช่ธาตุอาหารพืชหรือไม่ได้เป็นธาตุอาหารจำเป็นสำหรับพืช (Mengal and kirkby, 1978) และมีแนวโน้มที่ธาตุนี้จะกลายเป็นธาตุอาหารจุลภาคหรือธาตุอาหารรองที่จำเป็นสำหรับพืชบางชนิดในอนาคตอันใกล้ (ยงยุทธ, 2543) โดยเฉพาะในข้าวแล้วซิลิคอนมีบทบาทหน้าที่ในเรื่องของการกระตุ้น (stimulate) การพัฒนาการของระบบรากข้าว ช่วยเสริมสร้างความแข็งแรงของลำต้น และทำให้ใบข้าวมีความแข็งแรงไม่หักงอได้ง่ายส่งผลให้ข้าวมีการเจริญเติบโตดีขึ้น (Achim and Thomas, 1998; ยงยุทธ, 2543)

ซิลิคอนในดิน

ซิลิคอนเป็นธาตุที่มีมากที่สุดในชั้นผิวโลก แต่ปริมาณที่ละลายได้และอยู่ในสารละลายดินมีเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ซึ่งจะอยู่ในรูปของกรดโมโนซิลิซิก (monosilicic acid, H_4SiO_4) ที่เป็นกรดอ่อน สามารถทำปฏิกิริยากับเพคทินและพอลิฟีนอลในผนังเซลล์ได้ดี และส่วนใหญ่พบอยู่ในผนังเซลล์ มีผลด้านเสริมประโยชน์แก่พืชในบางสถานะการณ์ (Epstein, 1994) กรดดังกล่าวเมื่อละลายในน้ำ (ที่ 25 °C) มีปริมาณของซิลิคอนประมาณ 2 มิลลิโมลาร์ หรือ 56 มิลลิกรัมซิลิคอนต่อลิตร ความเข้มข้นของกรดโมโนซิลิซิกในสารละลายดินโดยเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 14-20 มิลลิกรัมซิลิคอนต่อลิตร หากมีค่าเกิน 56 มิลลิกรัมซิลิคอนต่อลิตร ถือว่าเป็นสารละลายอิ่มตัวอย่างยิ่ง หรือกรดดังกล่าวเริ่มรวมตัวกันเป็นพอลิเมอร์ ความเข้มข้นของกรดซิลิซิกในสารละลายดินอาจลดลงเนื่องจากสภาพของดินมี pH สูงกว่า 7 และมี Sesquioxides ในดินมากเป็นสาเหตุให้เกิดการดูดซับแอนไอออนสูง ซึ่งจะพบได้ในดินเขตร้อน (Marschner, 1995; ยงยุทธ, 2543)

การดูดซิลิคอนของรากและการกระจายในพืช

พืชชั้นสูงดูดซิลิคอนจากดินมาใช้ได้มากน้อยแตกต่างกัน โดยพิจารณาความเข้มข้นของซิลิคอนในส่วนเหนือดิน (%SiO_2 คิดจากน้ำหนักแห้ง) พบว่า พืชในวงศ์ Cyperaceae เช่น *Equisetum arvense* และวงศ์ Graminaceae ซึ่งอยู่ในดินน้ำขัง เช่น ข้าว มีซิลิคอนสูงประมาณ 2-12 % (Achim and Thomas, 1998) หรือประมาณ 10 – 15 % SiO_2 (ยงยุทธ, 2543) ส่วนพืชที่มีซิลิคอนปานกลางเป็นพืชวงศ์ Graminaceae ซึ่งอยู่ในดินไร่ เช่น อ้อย กับธัญพืชส่วนมากและพืชใบเลี้ยงคู่บางชนิด มี 1 – 3 % SiO_2 ส่วนมากพืชที่มีซิลิคอนต่ำเป็นพืชใบเลี้ยงคู่โดยเฉพาะอย่างยิ่งพืชตระกูลถั่วมีน้อยกว่า 0.5 % SiO_2 (ยงยุทธ, 2543)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ซิลิคอนเคลื่อนย้ายจากรากสู่ส่วนเหนือดินทางไซเลม และสะสมอยู่ในผนังของไซเลมเวสเซลค่อนข้างมาก ช่วยให้ไซเลมแข็งแรงและไม่ยุบตัวขณะที่พืชมีอัตราการคายน้ำสูง ส่วนปริมาณการสะสมซิลิคอนในแต่ละส่วนเหนือดินของพืชขึ้นอยู่กับอัตราการคายน้ำของอวัยวะนั้นๆ โดยสะสมที่อะโพพลาสต์ของเซลล์และมีมากขึ้นตามอายุของพืช การสะสมเกิดขึ้นเสมอบริเวณด้านนอกของผนังเซลล์ชั้นผิวใบทั้งด้านบนและล่าง ใบประดับ (bracts) ของดอกหญ้า ขนหรือไตรโคม (Trichomes) และเซลล์ม้วนหรือเซลล์ยนต์ (bulliform cell) จัดเรียงเป็นชั้นในผนังเซลล์ ซึ่งมีประโยชน์โดยตรงต่อพืชในแง่ของการช่วยลดการคายน้ำผ่านผิวเคลือบคิวทินและเป็นสิ่งขัดขวางการเข้าทำลายของเชื้อโรคสู่เซลล์ (Balasta, 1989)

บทบาทของซิลิคอนในขบวนการเมตาบอลิซึมของพืช

ซิลิคอนเป็นธาตุอาหารที่จำเป็นของไดอะตอมซึ่งเป็นพืชเซลล์เดียวและพืชชั้นสูงบางชนิด เช่น ข้าว หากขาดธาตุซิลิคอนพืชจะมีการเจริญเติบโตในช่วงวัฒนภาคต่ำ และส่งผลให้ผลผลิตลดลงมาก ใบเหี่ยวง่ายและเนื้อใบบางส่วนตาย แต่ข้าวยังมีชีวิตต่อไปได้ ดังนั้น ซิลิคอนจึงมิใช่ธาตุอาหารอย่างไรก็ตามข้าวต้องการธาตุนี้ในช่วงวัฒนภาคเพียงเล็กน้อย แต่ต้องการปริมาณมากขึ้นในช่วงเจริญพันธุ์ก่อนข้าวตั้งท้องซิลิคอนจะเคลื่อนย้ายไปสะสมในใบธง หากขาดแคลนในช่วงนี้ช่อดอกข้าวจะไม่สมบูรณ์ (Ma *et al.*, 1989)

อ้อยก็เป็นอีกพืชหนึ่งที่ตอบสนองดีมากเมื่อได้รับซิลิคอน กล่าวคือ ใบอ้อยปกติซึ่งปลูกในไร่ควรมีซิลิคอน 1 % (2.1 % SiO_2) ถ้ามีน้อยเพียง 0.25 % จะทำให้ผลผลิตลดลงเหลือประมาณครึ่งหนึ่ง ใบซึ่งรับแสงเต็มที่มีรอยด่างทั่วไป แต่อ้อยที่ปลูกในเรือนทดลองต้องการซิลิคอนเพียงเล็กน้อย ข้อมูลทั้งสองส่วนไม่อาจใช้พิสูจน์ว่าธาตุนี้จำเป็นสำหรับอ้อย (Anderson, 1991) สำหรับพืชอื่น เช่น มะเขือเทศ แตงกวา ถั่วเหลือง และสตรอเบอรี่ ก็มีผู้รายงานว่าต้องการซิลิคอน หากขาดธาตุนี้จะแสดงอาการผิดปกติ เช่น ผลผลิตลดลง ใบที่แตกใหม่มีรูปทรงบิดเบี้ยวและเหี่ยวง่าย ละอองเรณูไม่งอกและไม่ติดผล อย่างไรก็ตามเมื่อมีการทดสอบซ้ำในแตงกวาซึ่งเป็นพืชที่ไม่สะสมซิลิคอน พบว่าอาการขาดธาตุนี้จะปรากฏเมื่อพืชได้รับ 1) ฟอสฟอรัส มากเกินไป และ 2) สังกะสีน้อยเกินไป หรือเมื่อพืชอยู่ในภาวะขาดสังกะสี และเป็นพิษจากฟอสฟอรัส จึงเชื่อว่าซิลิคอนช่วยแก้ไขสภาพดังกล่าว ขณะเดียวกันก็ช่วยให้สังกะสีในพืชมีบทบาททางสรีระมากกว่าเดิม (Marschner *et al.*, 1990)

สาเหตุสำคัญประการหนึ่งที่ทำให้การพิสูจน์บทบาทของซิลิคอนในแง่ธาตุอาหารพืชเป็นเรื่องที่ทำได้ยาก ก็คือ น้ำที่ขจัดสิ่งเจือปนออกอย่างเต็มที่แล้วยังมีซิลิคอนถึง 20 นาโนโมลาร์ และพืชพวกสะสมซิลิคอนซึ่งปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่ไม่เติมธาตุนี้ก็ยังมีในใบ 1 – 4 มิลลิกรัมซิลิคอนO_2 ต่อใบพืชแห้งหนึ่งกรัม อย่างไรก็ตามผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงด้านเมตาบอลิซึม เมื่อไม่ใส่ซิลิคอนในสารละลายปลูกพืชหรือการใส่กรดเยอมานิก (germanic acid) ซึ่งเป็นสารยับยั้งเมแทบอลิซึมของซิลิคอนอย่างจำเพาะเจาะจง พบว่า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1) เมื่อขาดซิลิคอน ปฏิกิริยาการสังเคราะห์ ATP, ADP และน้ำตาลฟอสเฟตจากฟอสเฟตไอออนของใบอ้อยมีอัตราลดลง และทำให้ความต้านทานต่อโรค *Bipolaris Oryzae* ของข้าวลดลง (Achim and Thomas, 1998)

2) สัดส่วนของลิกนินในผนังเซลล์ของรากข้าวสาลีต่ำลง ส่วนสารฟีนอลิกสูงขึ้นกว่าปกติ บทบาทของซิลิคอนในผนังเซลล์มีความสำคัญ เนื่องจาก ก) ซิลิคอนในผนังเซลล์อยู่ในรูปอนุพันธ์ของซิลิซิกเอสเทอร์ ($R^1 - O - Si - O - R^2$) ทำหน้าที่เป็นสะพานเชื่อมให้พอลิยูโรไนด์ (polyuronides) มีโครงสร้างที่เหมาะสม และ ข) ซิลิคอนมีอิทธิพลต่อเมแทบอลิซึมของพอลิฟีนอลในผนังเซลล์ กล่าวคือ กรดซิลิซิกคล้ายกรดบอริกในแง่มีสัมพันธ์ภาพสูงต่อ *O* – diphenols เช่น กรดแคฟเฟอิก และเอสเทอของกรดนี้ จึงทำปฏิกิริยาได้โมโน-, ได- และพอลิเมอริกซิลิคอนคอมเพล็ก ซึ่งมีเสถียรภาพสูงและสภาพละลายน้ำต่ำ

3) ซิลิคอนมิใช่มีบทบาทเพียงแต่เป็นองค์ประกอบในผนังเซลล์ และทำให้เซลล์มีเสถียรภาพสูงขึ้นเท่านั้น แต่ยังช่วยลดการสังเคราะห์ลิกนินอีกด้วย การมีซิลิคอนเข้าเสริมในผนังเซลล์ทำให้ผนังแข็งแรง โดยใช้พลังงานต่ำกว่าการสังเคราะห์ลิกนิน หากต้องการลิกนิน 1 กรัม ต้องอาศัยพลังงานจากกลูโคสถึง 2 กรัม และเมื่อเทียบความสิ้นเปลืองพลังงานสำหรับสร้างลิกนินกับการใช้ซิลิคอนเพื่อการนี้คิดเป็นสัดส่วนได้ 20 : 1 ซึ่งแสดงว่าซิลิคอนช่วยเสริมความแข็งแรงให้เซลล์พืชด้วยกระบวนการที่ประหยัดพลังงานอย่างมาก (Raven, 1983)

4) ซิลิคอนช่วยให้ผนังเซลล์มีสภาพยืดหยุ่น (elasticity) ระหว่างที่เซลล์กำลังขยายขนาด ธาตุนี้ในผนังปฐมภูมิจับอยู่กับเพคทิน และพอลิฟีนอลในลักษณะเชื่อมไขว้ (crosslinks) ซึ่งช่วยให้ผนังมีสภาพยืดหยุ่นที่ดีจึงขยายขนาดเซลล์ได้ตามปกติ สำหรับเส้นใยฝ้ายในช่วงที่มีการยืดยาวนั้นจะมีซิลิคอนมาก (0.5 % ซิลิคอน โดยน้ำหนัก) แต่ธาตุนี้ลดลงเมื่อมีการสะสมเซลลูโลส เพื่อสร้างผนังทุติยภูมิ ฝ้ายที่มีเส้นใยยาวจะยิ่งมีซิลิคอนสูง นอกจากซิลิคอนแล้วโบรอนก็มีบทบาทด้านความมั่นคงของโครงสร้างผนังปฐมภูมิ อย่างไรก็ตามสำหรับพืชแต่ละชนิดธาตุทั้งสองอาจมีความสำคัญในเชิงเปรียบเทียบแตกต่างกันไป ทั้งนี้เนื่องจากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและใบเลี้ยงคู่มีองค์ประกอบของผนังเซลล์และความต้องการโบรอนต่างกัน ความสามารถในการดูดซิลิคอนและตอบสนองต่อการได้รับธาตุนี้ก็แตกต่างกันด้วย (Boylston *et al.*, 1990)

ผลด้านธาตุอาหารเสริม

ซิลิคอนมีผลด้านเสริมประโยชน์ต่อพืชหลายประการ เช่น ช่วยให้ใบตั้งชัน (erectness) ลำต้นแข็งไม่ล้มง่าย ป้องกันการล่วงล้ำของเชื้อโรคเข้าไปในรากและใบ และป้องกันการเป็นพิษของแมงกานีส หรือเหล็กหรือทั้งสองธาตุ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1) ช่วยให้ใบตั้งขึ้น แปลงที่มีพืชค่อนข้างหนาแน่นหรือใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตราสูง ใบพืชส่วนปลายมีแนวโน้มโค้งลงจึงบังแสงกันเอง เมื่อพืชได้รับซิลิคอนเพียงพอก็เคลื่อนย้ายมาสะสมที่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผนังเซลล์ชั้นผิวนอกของใบ แผ่นใบก็แข็งและตั้งชันจึงรับแสงได้ดีขึ้น นอกจากนั้นบางพืช เช่น แตงกวายังมีปริมาณคลอโรฟิลล์สูงขึ้น และยืดอายุใบทำให้ใบร่วงหล่นช้าลง (Adatia and Besford, 1986; Achim and Thomas, 1998)

2) ลดการล้ม ข้าวที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจนอัตราสูงมักมีลำต้นอ่อนและล้มง่าย ซิลิคอนช่วยให้ลำต้นข้าวแข็งแรงขึ้นและล้มน้อยลง (Idris *et al.*, 1975)

3) ป้องกันการเข้าทำลายของเชื้อโรคเข้าไปในรากและใบ ความแข็งแรงของเซลล์ผิวนอกที่มีซิลิคอนสูงช่วยป้องกันมิให้เชื้อราสาเหตุของโรคพืชบางชนิด ส่วงล้ำเข้าไปในเซลล์และแมลงกัดกินใบน้อยลง (Marschner, 1995)

4) ป้องกันความเป็นพิษของแมงกานีสหรือเหล็ก แสดงว่าเมื่อถั่วได้รับแมงกานีส 5.0 ไมโครโมลาร์ ซิลิคอนช่วยป้องกันมิให้เป็นพิษ แต่ถ้าได้รับแมงกานีสสูงขึ้น (10.0 ไมโครโมลาร์) ซิลิคอนลดความเป็นพิษของแมงกานีสลงได้บ้าง ส่วนบทบาทของซิลิคอนที่แท้จริงคือช่วยให้พืชทนต่อแมงกานีสได้ดีขึ้น เนื่องจากในสภาพดังกล่าวพืชยังดูดแมงกานีสได้มาก เพียงแต่ซิลิคอนช่วยให้แมงกานีสกระจายในใบอย่างทั่วถึง ไม่สะสมบริเวณใดบริเวณหนึ่งมากเกินไป แต่ถ้าพืชไม่ได้รับซิลิคอนจะพบแมงกานีสสะสมอยู่ในใบบางบริเวณมากจนเป็นพิษและเกิดจุดสีน้ำตาล หรือเนโครซิส (necrosis) (Horst and Marschner, 1978; Achim and Thomas, 1998; ยงยุทธ, 2543)

ซิลิคอนช่วยให้ข้าวทนอยู่ได้แม้สารละลายที่ใช้ปลูกจะมีแมงกานีสและเหล็กสูงดังนี้ คือ ก) ลดการสะสมเหล็กและแมงกานีสในส่วนเหนือดิน และ ข) เพิ่มอำนาจการออกซิไดส์ (oxidising power) ของราก กล่าวคือ ทั้งในรากและส่วนเหนือดิน ออกซิเจนจึงเคลื่อนย้ายลงไปถึงรากสะดวกและออกซิไดส์แมงกานีสกับเหล็กมิให้เป็นอันตรายต่อราก

5) ซิลิคอนยังมีผลในด้านอื่น ๆ อีก เช่น ช่วยปลดปล่อยฟอสเฟตที่ถูกตรึงในดินไร่ ลดการคายน้ำผ่านผิวเคลือบคิวทินของใบข้าว และช่วยให้เมล็ดข้าวสาลีงอกดีขึ้นเมื่อสารละลายที่ใช้เพาะเมล็ดมีโซเดียมคลอไรด์มากกว่าปกติ (ยงยุทธ, 2543)

Nelwamondo(1999) รายงานว่า การให้ซิลิคอนแก่ *Vigna unguiculata* ทำให้การตรึงไนโตรเจนเพิ่มขึ้น มีผลต่อการเจริญเติบโตของ *Vigna unguiculata* ดีขึ้นกว่าต้นที่ไม่ได้รับซิลิคอน และ ซิลิคอนยังช่วยทำให้การติดดอกออกผลในพืชดีขึ้น ซึ่งมีรายงานพบว่า ซิลิคอน ทำให้มะเขือเทศ และแตงกวามีการติดผลดีขึ้น และยังมีผลต่อการเคลื่อนย้ายฟอสฟอรัสในพืชด้วย (Marschner, 1986) นอกจากนี้ Liang(1999) ได้ศึกษาผลของซิลิคอนต่อกิจกรรมของเอนไซม์และความเข้มข้นของโซเดียม โปแตสเซียม และแคลเซียมในข้าวบาร์เลย์ภายใต้สภาพเครียดเนื่องจากเกลือในดินสูง โดยปลูกข้าวบาร์เลย์ 2 สายพันธุ์ คือ พันธุ์ที่มีความไวต่อสภาพเกลือในดินสูงและพันธุ์ที่มีความทนทานต่อสภาพเกลือในดินสูง ในระบบไฮโดรโปนิค ซึ่งประกอบด้วยโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้น 120 โมล ต่อ 1000 ลิตร เพียงอย่างเดียวและโซเดียมคลอไรความเข้มข้น 120 โมล ต่อ 1000 ลิตร ผสมกับซิลิคอน(ในรูปโปแตสเซียมซิลิเคท)ความเข้มข้น 1.0 โมล ต่อ 1000 ลิตร พบว่า กิจกรรม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ของเอนไซม์ Superoxide dismutase(SOD)ในใบ และเอนไซม์ H^+- ATPase ในรากมีมากขึ้นเมื่ออยู่ในสภาพเครียดจากเกลือ และข้าวบาร์เลย์ที่ได้รับเกลือโซเดียมคลอไรด์ร่วมกับซิลิคอนทำให้ความเข้มข้นของ Malondialdehyde(MDA) ในใบของทั้งสองพันธุ์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในทางสถิติ และการเพิ่มซิลิคอนให้พืชนั้น ยังมีผลทำให้ความเข้มข้นของโซเดียมทั้งในใบ และรากลดลง แต่ทำให้ความเข้มข้นของโปแตสเซียมเพิ่มมากขึ้น

ผลของพัมมิซในทางการเกษตร

การศึกษาผลของพัมมิซที่มีต่อการเจริญเติบโต การให้ผลผลิต และคุณภาพของผลผลิต ได้มีการศึกษาไว้มากพอสมควร เช่น Manios *et al.* (1995) ศึกษาผลของวัสดุปลูกต่อการเจริญเติบโตของมะเขือเทศ และเยอร์บีรา โดยใช้วัสดุที่แตกต่างกัน คือ พัมมิซ Rockwool และ ส่วนผสมของเพอร์ไลท์ (85%) กับพีท (15 กรัม) พบว่า การใช้พัมมิซมีผลต่อปริมาณผลผลิตต่อต้นของมะเขือเทศมากกว่ากรรมวิธีอื่น ส่วนในเยอร์บีราให้ผลไม่ชัดเจน Fakhri *et al.* (1996) ศึกษาผลของวัสดุปลูก 3 ชนิดได้แก่ เพอร์ไลท์ พีทผสมเพอร์ไลท์อัตรา 1:1 และพัมมิซ ร่วมกับการให้น้ำต่อปริมาณและคุณภาพผลผลิตของ *Gerbera jamesonii* จำนวน 3 สายพันธุ์ พบว่า พัมมิซมีผลทำให้ผลผลิตทั้งด้านคุณภาพและปริมาณของ *Gerbera jamesonii* ทั้ง 3 สายพันธุ์ อยู่ในเกณฑ์ที่น่าพอใจ นอกจากนี้ Boztok *et al.* (1995) รายงานว่า เมื่อปลูกคาร์เนชัน จำนวน 3 สายพันธุ์ ในวัสดุปลูกที่แตกต่างกัน เช่น พัมมิซ, tuff และ พีทผสมทรายอัตรา 1:1 พบว่า พืชที่ปลูกในพัมมิซให้ผลผลิตและความยาวของก้านดอกมากที่สุด ประสิทธิ์ (2545) ศึกษาผลของหินเพอร์ไลท์และพัมมิซต่อผลผลิตของสตรอเบอรี่ โดยปลูกสตรอเบอรี่ในกระถางพลาสติกสีดำขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 20.32 ซม ใช้หินเพอร์ไลท์ และหินพัมมิซ ผสมในเครื่องปลูกจำนวน 6 อัตรา คือ 1) ดินผสมหินเพอร์ไลท์ อัตราส่วน 30:70 2) ดินผสมหินเพอร์ไลท์ อัตราส่วน 70:30 3) ดินผสมหินพัมมิซและเพอร์ไลท์ อัตราส่วน 30:35:35 4) ดินผสมหินพัมมิซและเพอร์ไลท์ อัตราส่วน 70:15:15 5) หินพัมมิซผสมหินเพอร์ไลท์ อัตราส่วน 30:70 และกรรมวิธีสุดท้ายคือ หินพัมมิซผสมหินเพอร์ไลท์ อัตราส่วน 70:30 พบว่า ในวัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของพัมมิซในอัตราสูงทำให้จำนวนผลสตรอเบอรี่เฉลี่ยลดลง แต่ให้น้ำหนักเฉลี่ยต่อผลมากกว่ากรรมวิธีอื่น ในทำนองเดียวกัน สรรญศิริ (2546) ได้ศึกษาผลของเพอร์ไลท์และพัมมิซต่อการเกิดรากของกิ่งตอนลำไยและฝรั่งที่ใช้เป็นวัสดุปลูกในการตอนกิ่ง คือ ดินเหนียว ขุยมะพร้าว เพอร์ไลท์ และพัมมิซ โดยผสมวัสดุในอัตราส่วนต่างๆ กัน เพื่อศึกษาเปอร์เซ็นต์การออกราก การออกรากของกิ่งตอน คะแนนการออกราก จำนวนราก ความยาวราก เส้นผ่าศูนย์กลางของราก น้ำหนักสดราก น้ำหนักแห้งราก การเกิดแคลลัสบริเวณเหนือรอยควั่นของกิ่งตอนหลังจากการตอนกิ่ง 90 วัน พบว่า การใช้วัสดุผสมระหว่างขุยมะพร้าว เพอร์ไลท์ และพัมมิซในอัตราส่วน 1:1:1 โดยน้ำหนักทำให้ได้กิ่งตอนที่มีจำนวนราก ความยาวราก เส้นผ่าศูนย์กลางของราก และน้ำหนักสดรากมากที่สุด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

นอกจากนี้ Greifenberg and Linardakis (1985) รายงานว่า การใช้พัมมิซเป็นวัสดุปลูกมะเขือเทศ พันธุ์ Etna F1 ให้ผลผลิตสูงสุดเมื่อเทียบกับการปลูกในพัมมิซผสมเพอร์ไลท์ อัตรา 1:1 ทั้งนี้อาจเนื่องจากซิลิคอน ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักในพัมมิซ เป็นธาตุที่เป็นประโยชน์ต่อพืช โดยเฉพาะอย่างยิ่งต่อการเจริญเติบโตของพืช

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved