

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

มะละกอ

มะละกอเป็นไม้ผลเขตร้อนชนิดหนึ่ง มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Carica papaya* L. และมีชื่อสามัญหลายชื่อ เช่น papaya, papaw, papane และ papepy แต่ที่นิยมเรียกมากที่สุดคือ papaya จัดอยู่ในวงศ์ Caricaceae ซึ่งมีอยู่ 4 สกุล ในจำนวนนี้ 3 สกุลเป็นพืชที่มีถิ่นกำเนิดในอเมริกาเขตร้อนและกึ่งร้อน ส่วนอีกสกุลหนึ่งมีแหล่งกำเนิดในทวีปแอฟริกา ลักษณะ ของไม้ในวงศ์นี้จะเป็นไม้ต้นขนาดเล็กเป็นพุ่มมีใบอยู่รวมกันเป็นกระจุก มีน้ำยาง (latex) อยู่ทุกส่วนของต้น แต่มีมากในส่วนของใบ ลำต้น และผลอ่อน ใบจัดเรียงเป็นแบบเกลียว (spiral) มีหูใบตรงก้านใบ มักจะมีดอกตัวเมีย ดอกตัวผู้ ดอกสมบูรณ์เพศหรือดอกกระเทยแยกกันอยู่คนละต้น (เสาวลักษณ์ ภูมิวิมล, 2527)

แม้ว่ามะละกอจะจัดเป็นพืชล้มลุกที่มีอายุสั้น แต่ถ้าปลูกในสภาพดินฟ้าอากาศที่เหมาะสมแก่การเจริญเติบโตและการพัฒนาการแล้ว จะมีชีวิตอยู่ได้นานถึง 15 ปี เป็นไม้ผลที่มีระบบรากแก้ว ลำต้นจะชุ่มน้ำ เนื้อไม้กลวงโตเต็มที่มีความสูงอยู่ระหว่าง 2-10 เมตร ไม่มีกิ่งแขนงบนลำต้น เจริญเติบโตเฉพาะส่วนยอด แต่ในบางครั้งอาจพบมีกิ่งแขนงแตกออกมาได้ในกรณีที่ส่วนยอดถูกทำลายหรือต้นล้ม ซึ่งสามารถให้ดอกและผลได้ (สุวรรณ อินทร์คงแก้ว, 2539)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

จาก การศึกษาพื้นฐานวิทยาในเรื่องระบบรากของมะละกอในต้นกล้า พบว่าระบบรากของมะละกอสามารถแบ่งได้เป็น 2 ชนิด

1) ระบบรากเดี่ยว รากแรกงอกออกจากเมล็ดก่อน จากนั้นเจริญเป็น Primary root และเจริญไปเป็นรากแก้วต่อไป

2) ระบบรากแขนง การงอกแรกสุดก็เช่นเดียวกันกับการงอกแบบแรก แต่แทนที่รากแก้วเจริญเป็นรากเดี่ยวที่เห็นได้อย่างชัดเจนกลับแตกเป็นหลายแขนงขนาดใกล้เคียงกัน ตั้งแต่ 2-3 รากขึ้นไปลักษณะเด่นเช่นนี้จะปรากฏให้เห็นอย่างเด่นชัด เมื่อต้นกล้าอายุได้หนึ่งเดือนหรือมากกว่านั้น ระบบรากของมะละกอจะไม่มีอิทธิพลต่อการแสดงเพศของมะละกอ

ลำต้น ลำต้นมะละกอมีลักษณะเป็นลำสูงชะลูดขึ้นไป มักพบเป็นลำเดี่ยวๆ ภายในลำต้นจะกลวง ยกเว้นตรงส่วนข้อต่อ ขนาดของลำต้นจะมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 10-30 เซนติเมตร มีท่อน้ำและท่ออาหารอัดแน่นอยู่เป็นจำนวนมากและมีเส้นใยอยู่น้อย ดังนั้นการควั่นกิ่งหรือลำต้นจึงไม่เป็นผลต่อต้นมะละกอเหมือนกับพืชใบเลี้ยงคู่ชนิดอื่น ๆ

ใบ ใบมะละกอมีขนาดใหญ่และกว้างประมาณ 25-75 เซนติเมตร ลักษณะทั่วไปคล้ายกับใบปาล์มแต่มีเนื้อผิวอ่อนนุ่มกว่า ส่วนของแผ่นใบประกอบด้วยก้านใบที่ยาวและกลวง ก้านใบมีสีเขียวอ่อนหรือเขียวเข้มกว่า แผ่นใบเป็นรูปคล้ายหัวใจ ลักษณะเป็นแฉก ๆ แต่ละใบจะมีประมาณ 7 แฉก ขนาดเล็กและเป็นซี่กว้าง ใบมะละกอจะเจริญติดอยู่ส่วนยอดของลำต้น

ดอก ดอกมะละกอจะเจริญเติบโตที่บริเวณส่วนล่างของลำต้น แต่ไม่ใช่ส่วนล่างที่ต่ำกว่าก้านใบ เพราะทุก ๆ ดอกจะเจริญออกมาตรงซอกเหนือก้านใบเสมอ ดอกอาจจะมีดอกเดียวหรือมากกว่าหนึ่งดอกในหนึ่งก้านดอก ดังนั้นต้นมะละกอที่สมบูรณ์มีจำนวนใบมาก ๆ ย่อมจะมีผลผลิตมากขึ้นด้วยเสมอ ส่วนของก้านดอกตัวเมียจะสั้นกว่าดอกกะเทยและดอกตัวผู้ ซึ่งมีก้านดอกยาวถึง 50-100 เซนติเมตร ดอกของมะละกอมืออยู่ 3 ชนิดด้วยกันคือ ดอกตัวผู้ (staminate or male flower) ดอกตัวเมีย (pistillate or female flower) และดอกกะเทย (hermaphroditic flower) ดังนั้นจึงอาจเกิดมะละกอต้นตัวผู้ ต้นตัวเมีย และต้นสมบูรณ์เพศหรือต้นกะเทย มะละกอต้นเดียวอาจจะมีดอกชนิดเดียวหรือสองชนิดหรืออาจมีสามชนิด แต่มีปรากฏน้อยมาก ระยะเวลาที่ต้นเดียวกันมีดอกมากกว่าหนึ่งชนิดมักจะสั้น

1) ดอกตัวผู้ ดอกตัวผู้ขนาดเล็กที่สุด เกิดเป็นช่อบนก้านดอกซึ่งมีลักษณะยาวห้อยลงมา ดอกย่อยแต่ละดอกประกอบด้วยกลีบเลี้ยง ซึ่งมีสีเขียวมีจำนวนเท่ากับกลีบดอก คือ 5 อัน กลีบเลี้ยงมีขนาดสั้นมากเกิดล้อมรอบฐานของหลอดกลีบดอก กลีบดอกมีสีขาวเชื่อมกันเป็นหลอดแต่ส่วนปลายแยกออกจากกัน เกสรตัวผู้มีจำนวน 10 อัน (ยาว 5 อัน และสั้น 5 อัน) เกิดสลับกันบนกลีบดอก ภายในดอกจะไม่มีรังไข่ ต้นตัวผู้บางต้นจะมีดอกกะเทยขนาดเล็กบริเวณปลายก้านช่อดอก และจะให้ผลที่มีลักษณะยาว รูปร่างผิดปกติ บางครั้งเรียกว่า “มะละกอนมยาน” มะละกอตัวผู้ที่ปลูกอยู่ในเขตที่มีอุณหภูมิเย็นมาก ๆ จะให้ดอกกะเทยบริเวณส่วนกลางของลำต้นผลมีลักษณะยาวและขั้วผลก็จะยาวด้วย

2) ดอกตัวเมีย ดอกตัวเมียจะสังเกตได้ง่ายคือจะมีดอกขนาดใหญ่ที่สุดยาวประมาณ 1-2.5 นิ้ว เกิดเป็นดอกเดี่ยวหรือช่อสั้นๆ ดอกประกอบด้วยกลีบเลี้ยง 5 กลีบเกิดติดกันอยู่บริเวณฐานกลีบดอกซึ่งมีจำนวน 5 อันเกิดแยกกัน เกสรตัวเมีย ประกอบด้วยรังไข่ขนาดใหญ่มีพู่รังไข่ 3 พู่สั้นๆ โดยทั่วไปดอกชนิดนี้จำเป็นต้องได้รับละอองเกสรจากที่อื่นมาผสมจึงจะติดเป็นผล ยกเว้นบางต้นอาจเกิดผลได้โดยไม่ต้องได้รับการผสม ผลที่เกิดจากดอกตัวเมียส่วนมากมีลักษณะป้อมกว่าผลที่เกิดจากดอกกะเทย

3) ดอกกะเทย (ดอกสมบูรณ์เพศ) มีขนาดกึ่งกลางระหว่างดอกตัวผู้และดอกตัวเมีย ดอกชนิดนี้มีก้านดอกสั้นและเกิดอยู่บริเวณง่ามใบ ดอกที่อยู่ส่วนปลายของก้านช่อจะสมบูรณ์กว่าดอกอื่นๆ มีเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียอยู่ครบในดอกเดียวกัน ซึ่งสามารถแบ่งดอกกะเทยนี้ออกได้ 3 แบบคือ

3.1) แบบ Pentendria เป็นดอกที่มีลักษณะคล้ายดอกตัวเมียเพียงแต่มีเกสรตัวผู้ขนาดใหญ่และเกิดอยู่ใกล้ฐานกลีบดอกแต่ละอัน เกสรตัวผู้มีจำนวน 5 อัน จะอยู่แนบชิดกับร่องของรังไข่พอดี รังไข่มีขนาดใหญ่และรูปร่างค่อนข้างกลม ผลที่เกิดจากดอกแบบนี้จึงมีลักษณะป้อมมีร่องลึกเกิดตรงแนวเดียวกันกับเกสรตัวผู้ทั้ง 5 อัน มีรอยแผลเป็นเกิดจากกลีบดอกเป็นรอยชัดเจนบริเวณฐานผล

3.2) แบบ Elongata เป็นดอกที่พบมากที่สุดใ้ในฤดูกาลเกิดดอก กลีบดอกเชื่อมติดกันเป็นหลอดจากฐานดอกจนถึงบริเวณประมาณครึ่งหนึ่งของความยาวกลีบ เกสรตัวผู้มีก้านสั้นและมีจำนวน 10 อัน เกิดอยู่บนขอบของหลอดกลีบดอก รังไข่มีรูปร่างยาว ผลที่เกิดจากดอกแบบนี้จึงมีลักษณะยาว ช่องว่างภายในแคบ รอยแยกของพู่รังไข่ภายในผลมีขนาดเล็ก

3.3) แบบ Intermediate เป็นดอกที่มีรูปร่างผิดปกติเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียอยู่รวมกันอย่างไม่เป็นระเบียบ รังไข่มีรูปร่างไม่ได้สัดส่วน ผลที่เกิดจากดอกแบบนี้จึงมีลักษณะผิดปกติ และไม่ค่อยมีประโยชน์ในแง่เศรษฐกิจ

การปลูกมะละกอจำเป็นต้องคัดเลือกแต่ต้นกะเทยและต้นตัวเมียเอาไว้ เพื่อให้ออกผลต่อไป โดยทั่วไปชาวสวนนิยมปลูกต้นกะเทยเพราะผลมีลักษณะกลมยาว และขายได้ราคาดีกว่าผลจากตัวเมีย วิธีปฏิบัติที่นิยมกันคือ ปลูกมะละกอ 2-3 ต้นต่อหลุมแล้วคัดเลือกต้นตัวผู้และต้นตัวเมียออกเหลือแต่ต้นกะเทยไว้เพียงต้นเดียว

ลักษณะเพศมะละกอในขณะยังเป็นต้นอ่อนหรือเมล็ด จะไม่สามารถแยกลักษณะเพศได้ แต่การใช้เมล็ดจากต้นกะเทยที่ผสมตัวเองมาปลูกก็จะได้ต้นกล้าที่เป็นกะเทย 2 ส่วน และต้นตัวเมีย 1 ส่วน หรือเมล็ดจากดอกตัวเมียผสมกับละอองเกสรจากดอกกะเทย ซึ่งจะให้ต้นกล้าที่เป็นกะเทย 1 ส่วน และต้นตัวเมีย 1 ส่วน

ผล ผลเป็นแบบผลเดี่ยว ยาวประมาณ 7-10 เซนติเมตร อาจมีน้ำหนักมากถึง 9 กิโลกรัม ผลมะละกอมีผิวเปลือกบางเรียบ เมื่ออ่อนมีสีเขียวหรือคล้ำเมื่อสุกมีสีเหลืองส้ม เนื้อมีสีส้มหรือส้มปนแดง เนื้อรับประทานได้มีรสชาติดี ตรงกลางผลมีช่องว่างที่มี 5 ร่องปรากฏอยู่ รูปร่างของผลขึ้นอยู่กับชนิดของพันธุ์และชนิดของดอก

ผลที่เกิดจากดอกตัวเมียจะมีรูปร่างกลมป้อม เนื้อขาว ช่องว่างภายในผลกว้าง ส่วนผลที่เกิดจากดอกกะเทย มีลักษณะต่างๆ กันตามแบบของดอก นั่นคือ ผลที่เกิดจากดอกแบบ Pentendria รูปร่างป้อม มีร่องลึกเกิดตรงแนวเดียวกันกับตำแหน่งของเกสรตัวผู้ทั้ง 5 อัน และมีรอยแผลอันเกิดจากกลีบดอกเป็นรอยชัดเจนบริเวณฐานของผล ผลที่เกิดจากดอกแบบ Elongata มีรูปร่าง ช่องว่างในแผลแคบ รอยแยกของพูรังไข่ภายในผลมีขนาดเล็ก และผลที่เกิดจากดอกแบบ Intermediate มีรูปร่างผิดปกติคือมีรอยคล้ายแผลที่เชื่อมติดกันอยู่ตรงด้านใดด้านหนึ่ง เรียกว่า "Catface" รอยนี้เกิดจากเกสรตัวผู้ที่เชื่อมติดกับเกสรตัวเมีย หรืออาจเกิดจากเกสรตัวเมียที่ไม่สมบูรณ์

เมล็ด มะละกอมีเมล็ดอยู่ภายในผลจำนวนมาก เมล็ดจะติดอยู่กับผนังด้านในของผล เมล็ดจะมีรูปร่างกลม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 5 มิลลิเมตร สีดำหรือเทา ผิวเปลือกย่นรอบๆ เมล็ดจะมีสารชนิดหนึ่งที่เป็นเนื้อเยื่อบางๆ หุ้มอยู่ มีชื่อว่า กีลาติน (gelatin) ในการเก็บเมล็ดไว้ควรล้างสารชนิดนี้ออกให้หมดเสียก่อน มิเช่นนั้นแล้วสารชนิดนี้จะดูดความชื้นจากบรรยากาศมาเก็บไว้ และจะทำให้เชื้อราเข้าทำลาย เมล็ดจะเสียและเปอร์เซ็นต์ความงอกลดน้อยลง คัพภะมีขนาดกลางและมีลักษณะตรง ใบเลี้ยงแบนรูปร่างเป็นรูปไข่ อาหารเลี้ยงคัพภะจะอยู่ล้อมรอบใบเลี้ยง น้ำหนักหนึ่งกรัมจะมีจำนวนเมล็ดแห้งจำนวนประมาณ 20 เมล็ด (กลุ่มรัก เกษตร, 2541; สุวรรณ อินทร์คงแก้ว, 2539)

การใช้ประโยชน์จากมะละกอ

1. เพื่อการบริโภคในครัวเรือนและอุตสาหกรรม

1.1 เพื่อบริโภคในครัวเรือน ผลมะละกอสามารถใช้บริโภคสดได้ทั้งดิบและสุก เช่น การใช้ผลดิบในการทำส้มตำ แกงส้มมะละกอ และแกงเหลืองมะละกอ เป็นต้น ส่วนมะละกอสุกก็เป็นที่ยอดนิยมของเพศทุกวัยมานานแล้ว ด้วยรสชาติที่หอมหวาน อุดมด้วยคุณค่าทางอาหารและช่วยทำให้ระบบขับถ่ายของร่างกายดีขึ้น

1.2 ใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมอาหาร โดยมะละกอดิบสามารถใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิต เช่น ซีแซ็กฉายา มะละกอดองสามรส มะละกอดองเต้าเจี้ยว มะละกอดองเค็มกับขิงแก่ ตังฉ่ายมะละกอ มะละกอดิบกวน หรือมะละกอเส้น แยมมะละกอดิบ แกงส้มมะละกอบรรจุกระป๋อง และแกงเหลืองมะละกอบรรจุกระป๋อง เป็นต้น นอกจากนี้ใช้ผลดิบแล้ว ฝักรื้อแกนในของต้นมะละกอก็สามารถจะนำมาดองได้เหมือนกัน ส่วนมะละกอสุกสามารถนำไปใช้ผลิตมะละกอในน้ำเชื่อมบรรจุกระป๋อง ฟรุตสลัดบรรจุกระป๋อง น้ำมะละกอบรรจุกระป๋อง แยมมะละกอ เยลลี่มะละกอ มะละกอแผ่น และซอสมะละกอ เป็นต้น

1.3 ยางมะละกอ ได้มาจากเปลือก ลำต้น ใบ และผลดิบ เนื่องจากยางมะละกอนี้มีน้ำย่อย (enzyme) ที่เรียกว่า papain อยู่มาก จึงมีประโยชน์ในการใช้หมักเนื้อที่เหนียวให้เปื่อยนุ่มน่ารับประทาน นอกจากนี้ papain ในยางมะละกอยังมีประโยชน์ในอุตสาหกรรมทำเบียร์ โดยผสมในเบียร์ก่อนทำการหมักเพื่อให้โปรตีนในเบียร์ตกตะกอน สามารถกรองออกได้และทำเบียร์ใส น้ำดื่มตลอดอายุการเก็บ (รัชนี ฉวีราช, 2531)

2. ประโยชน์มะละกอด้านเภสัชกรรมและเครื่องสำอาง

2.1 ใช้ papain เป็นส่วนผสมในยาระบายและช่วยย่อยสำหรับคนที่เป็นโรคกระเพาะหรือคนแก่ ซึ่งมักจะมีอาการจุกเสียดเนื่องมาจากอาหารที่รับประทานเข้าไปย่อยไม่หมด จึงทำให้เกิดแก๊สในกระเพาะ จึงใช้สาร papain เป็นองค์ประกอบในยา caroid และ papase

2.2 ใช้ในอุตสาหกรรมทำเครื่องสำอางค์ โดยผสม papain ในเครื่องสำอางค์ เพื่อลดรอยฝ้า จุดต่างดำบนใบหน้า

2.3 รักษาแผลเรื้อรัง ซึ่งเป็นที่ยอมรับในวงการแพทย์แผนปัจจุบันแล้วว่า papain สามารถรักษาแผลได้ โดยช่วยย่อยหนองเนื้อที่ตายแล้วได้ดีและเร็ว โดยย่อยเศษเลือดให้สลายตัวได้ภายใน 1 วัน นอกจากนี้ papain ยังช่วยยับยั้งเชื้อโรคพวกแบคทีเรียได้หลายชนิดทั้งพวกแกรมบวกและแกรมลบ และยังสามารถทำลายพิษของแบคทีเรียพวกแกรมลบได้อีกด้วย ทำให้สามารถลดอาการอักเสบ แต่อย่างไรก็ตาม การใช้ยางมะละกอรักษาแผล อาจจะมีอาการข้างเคียง เช่น ยางมะละกออาจทำปฏิกิริยากับเนื้อดีทำให้มีอาการแสบคันได้

2.4 ห้ามเลือด สาร papain ทำให้เลือดแข็งตัวดีขึ้น จึงใช้ห้ามเลือดในบาดแผลสดได้ แต่ข้อควรระวังเช่นเดียวกับข้อ 2.3

2.5 ขับพยาธิ ยางและเมล็ดมะละกอใช้ขับพยาธิได้หลายชนิดทั้งตัวกลมและตัวแบน แต่ขับพยาธิ ได้เดือนได้ดีที่สุด สารที่ออกฤทธิ์ขับพยาธิคือสาร papain และคาร์ซิน ที่พบในเมล็ดมะละกอ วิธีใช้ ใช้เมล็ดมะละกอดำบดละลายน้ำผึ้งกิน มีรสชาติเหมือนยาหอม นอกจากยางและเมล็ดแล้ว ใบมะละกอมีสารคาร์โบไฮเดรตที่มีฤทธิ์ขับพยาธิได้เช่นกัน

2.6 ขับปัสสาวะ รากหรือเหง้าของมะละกอมีกลิของโพแทสเซียมมาก เกล็ดนี้มีฤทธิ์ขับปัสสาวะ

เนื่องจาก papain มีประโยชน์ต่อวงการอุตสาหกรรมมาก ประเทศที่ผลิต papain เป็นอุตสาหกรรมจะมีการปลูกพันธุ์เพื่อการผลิตยางโดยเฉพาะ ประเทศที่ผลิตมากที่สุดคือประเทศศรีลังกา ออฟริกาตะวันออก คองโก ประเทศที่ใช้ papain เพื่ออุตสาหกรรมมากที่สุดคือ สหรัฐอเมริกา และญี่ปุ่น (โครงการสมุนไพรเพื่อการพึ่งตนเอง, 2530)

พันธุ์มะละกอที่นิยมปลูกในประเทศไทย

1. โกโก้ เป็นมะละกอพันธุ์ต้นเตี้ย ลำต้นบางต้นมีจุดประสีม่วง ก้านและใบสีม่วง และเขียวเห็นได้ชัดเจน เริ่มให้ผลผลิตเมื่ออายุ 8-9 เดือน ผลผลิตเฉลี่ย 16 กิโลกรัม/ต้น ทุกวันที่ปลูกจะเป็นมะละกอเพศเมียประมาณ 20 % เป็นมะละกอสมบูรณ์เพศ 80 % ผลมีขนาดปานกลาง หนัก 1.5 – 2 กิโลกรัม/ผล ทรงผลยาว ด้านหัวผลแคบกว่าทางด้านปลายผล ใหญ่ผลมนฐานผลราบ ใต้ใหญ่ผลลงไปเล็กน้อยจะคอดเข้า ปลายผลแหลม ผลมีขนาดกว้างยาวประมาณ 30 เซนติเมตร หนักประมาณ 1.6 กิโลกรัม/ผล มีช่องว่างระหว่างพูเป็นเหลี่ยมชัดเจน ช่องว่างภายในผลค่อนข้างกว้าง ด้านตัดเป็นรูปห้าเหลี่ยมมีมุมบ้าง เนื้อผลหนา เมื่อดิบเนื้อแน่นละเอียด แข็งกรอบกว่า ‘สายน้ำผึ้ง’ แต่ไม่เท่า ‘แขกดำ’ เมื่อสุกมีสีส้มอมเหลือง ฉ่ำน้ำรสหวานปานกลาง เหมาะสำหรับบริโภคผลสุก เมล็ดรูปไข่ ยาวประมาณ 8 มิลลิเมตร ผิวสีดำขรุขระเป็นร่อง ผลขนาดโตมีเมล็ดประมาณ 735 เมล็ด เป็นอีกพันธุ์หนึ่งที่ชาวสวนนิยมปลูกกันมาก

2. แยกดำ เป็นมะละกอฟันธุ์ต้นเตี้ย ออกดอกติดผลเร็ว เก็บผลได้ตลอดทั้งปี ผลมีขนาดปานกลางหนักประมาณ 1-2 กิโลกรัม/ผล ทรงผลกลมยาว ยาวประมาณ 27 เซนติเมตร หัวและท้ายผลเกือบมีขนาดเท่ากัน ด้านหัวเล็กกว่าปลายเล็กน้อย ใหญ่ผลมน ฐานผลราบ ปลายผลแหลมป้าน มีร่องระหว่างพูตื้น เปลือกบางมีสีเขียวเข้ม สีของผลสุกเป็นสีเขียวอมแดง ผิวผลหยาบ ช่องว่างภายในผลแคบ เมื่อตัดตามขวางกลางผลเป็นรูปห้าเหลี่ยม มีมุมป้านๆ เนื้อหนา 2.3-3.2 เซนติเมตร ผลดิบใช้ทำส้มตำได้ดี เพราะเนื้อแน่นละเอียด แข็งกรอบ เมื่อสุกมีสีส้มอมแดง ละเอียด รสหวานอร่อย หวานกว่าพันธุ์ 'โกโก้' ผลสุกมีน้ำหนักประมาณ 1.5 กิโลกรัม/ผล เมล็ดขนาดเล็กรูปไข่ ยาวประมาณ 6 มิลลิเมตร สีเทาดำ ผิวเป็นร่องไม่เป็นระเบียบ มีจำนวน 300-400 เมล็ด/ผล ค่อนข้างทนต่อโรคใบด่าง เป็นพันธุ์ที่นิยมบริโภคผลดิบและสุก และตลาดผู้บริโภครู้จักกว้างขวางมากที่สุดพันธุ์หนึ่ง เกษตรกรมักเก็บเมล็ดพันธุ์ปลูกเอง จึงทำให้มีลักษณะแปรปรวน และกลายพันธุ์ไป (ธวัชชัย รัตนชเลศ, 2542; อุไร จิรมงคลการ, 2547)

3. แยกดำศรีสะเกษ คัดเลือกจากมะละกอกแยกดำช่วงที่ 4 เป็นมะละกอฟันธุ์ต้นเตี้ย เริ่มออกดอกเมื่ออายุ 130 วันหลังปลูก ความสูงเฉลี่ยเมื่อเริ่มติดผลแรก 150 เซนติเมตร ติดผลไว เก็บเกี่ยวผลดิบได้ตั้งแต่อายุ 3-4 เดือนหลังดอกบาน และผลสุกเมื่อ 5-6 เดือนหลังดอกบาน ให้ผลดกประมาณ 50 กิโลกรัม/ต้นปี น้ำหนักผลเฉลี่ย 1.28 กิโลกรัม ความหนาของเนื้อ 2.5 เซนติเมตร ผลที่เกิดจากดอกสมบูรณ์เพศมีลักษณะกลมยาวไม่บิดเบี้ยว โคนเล็กกว่าปลายผลเล็กน้อย หัวผลกว้าง 7.9 เซนติเมตร ส่วนท้ายผลกว้าง 8.8 เซนติเมตร ผลยาว 29.2 เซนติเมตร ช่องว่างภายในผลประมาณ 14.8% โดยปริมาตร ผลดิบสีเขียวเข้ม เมื่อสุกผลสีแดงอมส้ม ลักษณะเนื้อแน่นละเอียด เนื้อในสีแดงเข้ม ช่องว่างภายในผลแคบ รสหวาน เปรี้ยวเล็กน้อย น้ำตาลประมาณ 10-13 องศาบริกซ์ เหมาะสำหรับบริโภคดิบและสุก มีความบริสุทธิ์ของสายพันธุ์สูงกว่า 'แยกดำ' พื้นเมืองทั่วไป เป็นพันธุ์แนะนำของกรมวิชาการเกษตร (ศุภนิวิชัย พิษสวนศรีสะเกษ, 2539) และเป็นพันธุ์ที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้

4. แยกนวล เป็นพันธุ์มะละกอกที่กลายพันธุ์มาจากพันธุ์ 'แยกดำ' จึงมีรูปทรงผลคล้ายคลึงกับ 'แยกดำ' จนบางครั้งไม่สามารถแยกแยะได้ เป็นพันธุ์ต้นเตี้ยลำต้นใหญ่กว่า 'แยกดำ' และใบเขียวเข้มกว่า ผลขนาดปานกลาง ผลรูปทรงกระบอกหนักประมาณ 1 กิโลกรัม/ผล ผิวของผลเห็นเป็นสีนวลชัดเจน เนื้อเมื่อสุกจะมีสีเหลืองเข้ม หรือส้มไม่ออกแดง ความหวานวัดได้ประมาณ 13.4 องศาบริกซ์ เมล็ดสีดำ ขนาดใหญ่และมีจำนวนมากกว่า 'แยกดำ' เหมาะสำหรับรับประทานผลสุก นิยมปลูกกันมากแถบดำเนินสะดวก จ.ราชบุรี ส่งโรงงานแปรรูป เพื่อผลิตทำซอส

5. สายน้ำผึ้ง เป็นมะละกอดันค่อนข้างสูง มีลักษณะภายนอกคล้ายพันธุ์ 'โกโก้' แต่ลำต้นและก้านใบสีเขียวอ่อนกว่า จำนวนแฉกใบน้อยกว่า ให้ผลช้ากว่า ผลค่อนข้างใหญ่ ขนาด 0.6-2.0 กิโลกรัม/ผล ทรงผลกลมแคบยาว หัวแหลม ปลายแหลม ขั้วผลเล็กและขยายด้านท้ายผลเล็กน้อย เปลือกผลมีสีเขียวและบางกว่าพันธุ์ 'แขกดำ' มองเห็นร่องพูที่ผลเป็นเหลี่ยมชัด ช่องว่างภายในผลกว้างปานกลาง เนื้อผลสุกมีสีแดงปนส้ม เนื้อไม่แข็งหนา ประมาณ 2-2.5 เซนติเมตร รสชาติหวานจัด (หวานกว่าพันธุ์โกโก้หรือพันธุ์อื่นๆ) เก็บไว้ได้ไม่นานเพราะเน่าเสียง่าย เมล็ดมีมากประมาณ 350 เมล็ดต่อผล เหมาะสำหรับบริโภคผลดิบ เพราะปริมาณเนื้อมาก ปัจจุบันไม่ค่อยนิยมปลูกกันแล้ว

6. ฮาวาย เป็นมะละกอส่งออกพันธุ์หนึ่ง เป็นพันธุ์ลูกผสมที่มีผลขนาดเล็ก รูปทรงป้อม โคนผลเป็นจุก ส่วนปลายป่องออก เนื้อสีส้มหรือเหลือง ผลจากต้นดอกเพศเมียจะติดห่ามมีทั้งผลกลมและยาวปนกัน แต่ถ้าเป็นดอกสมบูรณ์เพศจะติดผลแน่นมาก ผลทั้งสองลักษณะคุณภาพใกล้เคียงกัน ยกเว้นผลที่มีลักษณะยาวเนื้อจะหนากว่าผลกลม เนื้อนุ่ม รสชาติหวานมีเมล็ดค่อนข้างมาก ประมาณ 500 เมล็ด/ผล

7. พันธุ์ไต้หวัน เป็นพันธุ์ลูกผสม F1 จากไต้หวัน ผลสุกสีเหลืองสด เนื้อสีส้ม รสหวาน ถ้านำเมล็ดมาเพาะจะกลายเป็นพันธุ์ (ธวัชชัย รัตนขเลส, 2542; อุไร จิรมงคลการ, 2547)

การเตรียมดินปลูก

ในพื้นที่ที่เป็นที่ดอนและที่ลุ่มจะมีการเตรียมดินแตกต่างกัน ดังนี้

1. การเตรียมดินปลูกในที่ราบลุ่ม เป็นบริเวณที่มีน้ำท่วมขังเวลาน้ำหลากหรือในฤดูฝน ต้องมีการยกร่องปลูกเพื่อสะดวกในการให้น้ำและระบายน้ำ ในกรณีที่ปลูกมะละกอเพียงอย่างเดียวให้ยกสันร่องกว้างประมาณ 3-4 เมตร แต่ในกรณีที่ต้องการปลูกพืชอื่นด้วยให้ยกสันร่องกว้างประมาณ 6 เมตร ความกว้างของร่องน้ำประมาณ 1 เมตร ตากดินสันร่องให้แห้ง แล้วโรยด้วยปูนขาว รดน้ำให้ชุ่ม เพื่อปรับสภาพดินซึ่งโดยทั่วไปแล้วดินจะมีสภาพเป็นกรด ให้มีสภาพเป็นกลาง (pH=6.5-7) จากนั้นปรับปรุงดินและเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินด้วยการใส่ปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยคอก โดยใส่พร้อมกันกับการย่อยดิน ในกรณีที่เป็นพื้นที่เก่าที่ขุดร่องปลูกอย่างอื่นมาก่อนแล้ว ก็ทำการลอกเลนและตากเลนให้แห้งแล้วค่อยปรับปรุงดินด้วยปูนขาว ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมักตามความเหมาะสม ถ้าพื้นที่นั้นเป็นดินเหนียวจัด หลังการบำรุงดินด้วยปูนขาว ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมักแล้ว ควรปลูกพืชตระกูลถั่วก่อน จากนั้นไถกลบเป็นปุ๋ยพืชสด เพื่อปรับสภาพดินให้ร่วนซุย ระบายน้ำได้ดีขึ้น จึงปลูกมะละกอต่อไป

2. การเตรียมดินปลูกในที่ดอน กรณีพื้นที่นั้นเป็นป่าเปิดใหม่ ให้ทำการถางหญ้า และต้นไม้เล็กๆ ออก แต่อาจเหลือต้นไม้ใหญ่ไว้ช่วยบังลมได้ โดยทั่วไปแล้วดินที่มีแร่ธาตุอุดมสมบูรณ์อยู่แล้วก็ทำการไถพรวนดิน 2 ครั้ง คือ ไถตะและไถพรวน ก็สามารถปลูกมะละกอได้เลย แต่ในกรณีที่ดินในพื้นที่นั้นเป็นดินทรายหรือดินเหนียว ควรปรับปรุงดินด้วยปุ๋ยคอกและปุ๋ยหมัก หรือปุ๋ยพืชสดพวกตระกูลถั่วก่อน และควรวางระบบท่อน้ำจากแหล่งน้ำให้ทั่วแปลง โดยอาจทำเป็นระบบสปริงเกอร์หรือวางเป็นจุดๆ หรือเป็นก๊อกรน้ำที่สามารถต่อสายยางรดมะละกอได้ทั่วถึง เพราะจะอาศัยน้ำฝนเพียงอย่างเดียวไม่ได้ หากสวนมีการปลูกพืชอยู่ก่อนแล้วก็ปรับปรุงดินให้อุดมสมบูรณ์ด้วยปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมักและไถพรวนให้ดินร่วนซุยขึ้นก็สามารถปลูกมะละกอได้ (สมควร ศิริศรี, 2542)

วิธีปลูก

โดยทั่วไปมักปลูกด้วยเมล็ดพันธุ์จากผลที่มีลักษณะที่ดีและสุกแก่เต็มที่ ส่วนมากแล้วจะเก็บผลมาจากต้นกระเทยเสมอ เพราะเมื่อทำการเพาะปลูกจะมีโอกาสได้ต้นที่มีดอกกระเทย และติดผลดีกว่าเมล็ดที่ได้จากผลที่มีลักษณะกลมหรือค่อนข้างกลมเป็นผลที่ได้มาจากต้นตัวเมีย ในการศึกษาครั้งนี้ก็ปลูกด้วยเมล็ดจากต้นกระเทยที่มีผลมีลักษณะดีและสุกแก่เต็มที่ เมล็ดที่ได้จากผลสุกสามารถนำไปเพาะได้ทันที แต่ควรล้างเนื้อเยื่อออกให้สะอาด หากต้องการเก็บเมล็ดไว้นานๆ ควรตากเมล็ดให้แห้งเสียก่อน โดยการหมักเมล็ดจากผลสดไว้ในถุงพลาสติกเก็บไว้ในร่ม 2-3 วัน จากนั้นนำเมล็ดมาล้างในตะแกรง เพื่อให้เนื้อเยื่อรอบๆ เมล็ดหลุดไปโดยง่าย จึงนำเมล็ดไปผึ่งแดด ประมาณ 2-3 แดด ก็จะได้เมล็ดที่สะอาดและเก็บไว้ได้นาน ปกติถ้าเก็บไว้ในอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ความชื้น 60% จะสามารถเก็บไว้ได้ประมาณ 6 ปี

การเพาะเมล็ดมะละกอก็เหมือนกับการเพาะเมล็ดพืชทั่วไป แต่ต้องเอาใจใส่เป็นพิเศษ เพราะต้นกล้ามะละกอเป็นพืชที่บอบบางและเน่าตายได้ง่ายมาก ดังนั้นสถานที่เพาะเมล็ดควรเป็นที่โล่งแจ้งไม่มีวัตถุใดบังแสง เพื่อให้ต้นกล้าได้รับแสงแดดอย่างเต็มที่ ต้นกล้าจึงจะสมบูรณ์และแข็งแรง ตามปกติเมล็ดมะละกอสามารถงอกได้ดีที่สุดในอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส หากอุณหภูมิต่ำกว่า 23 องศาเซลเซียส หรือ สูงกว่า 44 องศาเซลเซียส เปอร์เซ็นต์การงอกจะลดลง โดยการปลูกด้วยการเพาะเมล็ดสามารถแบ่งได้เป็น 2 แบบใหญ่ๆ ดังนี้

1) การเพาะเมล็ดในแปลงปลูกจริง มีข้อดีที่ไม่ต้องทำงานหลายครั้ง ต้นกล้าก็ไม่กระทบกระเทือนมาก แต่ก็มีข้อเสียตรงที่การดูแลต้นกล้าอาจไม่ทั่วถึง ทำให้ต้นกล้าตายมาก การเพาะแบบนี้ให้เตรียมหลุมปลูกตามระยะปลูกจริง ปรับปรุงดินในหลุมปลูกให้ดีแล้วหยอดเมล็ดมะละกอหลุมละ 3-4 เมล็ด ห่างกันพอสมควร หลังจากต้นกล้างอก 1-2 สัปดาห์ ให้ถอนต้นที่ไม่ค่อยแข็งแรงออก หรือ 2-3 ต้น/หลุม และหลังจากงอกได้ 1 เดือน ถอนแยกกล้าอีกครั้งหนึ่ง เหลือต้นที่แข็งแรงที่สุดเพียงต้นเดียวต่อหลุม ในกรณีที่แน่ใจว่าเมล็ดพันธุ์นั้นได้คัดเลือกมาอย่างดีแล้ว ถ้าไม่แน่ใจให้เหลือไว้ 2 ต้น/หลุม จนอายุได้ 4 เดือนหรือ 100 วันขึ้นไป ต้นมะละกอก็จะแสดงเพศให้เห็น ให้เลือกไว้เฉพาะต้นกะเทยหรือต้นตัวเมียเพียงต้นเดียว

2) การเพาะต้นกล้าก่อนแล้วค่อยย้ายปลูก การเพาะต้นกล้ามีการทำ 2 แบบ

2.1) การเพาะเมล็ดในภาชนะ และได้ใช้การทดลองครั้งนี้ ในกรณีที่เพาะเมล็ดจำนวนไม่มากนัก ควรเพาะเมล็ดในภาชนะต่างๆ เช่น ถุงพลาสติก และกระถาง เป็นต้น ดินที่ใช้เพาะเมล็ดควรเป็นดินที่ร่วนซุย มีอินทรีย์วัตถุมาก เพื่อให้เมล็ดเติบโตได้ดี เติบโตเร็ว แข็งแรง ดินปลูกอาจผสมขึ้นมาเอง โดยใช้ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก ดินทราย ผสมเข้าด้วยกัน และถ้าทำได้ให้เผาหรือควักดินเพาะเสียก่อน เพื่อกำจัดโรคต่างๆที่อยู่ในดินให้หมดไป โดยเฉพาะเชื้อโรคเน่าคอดิน โรคโคนเน่า ซึ่งเป็นโรคที่ร้ายแรงของต้นกล้า ถ้าไม่เผาหรือควักดินก็ให้ตากดินหลาย ๆ วัน กลับกองดินไปมาให้โดนแดดอย่างทั่วถึง

ดินเพาะผสมตามอัตราส่วน ดังนี้ ดิน 3 ส่วน ปุ๋ยคอก 1 ส่วน และปุ๋ยหมัก 1 ส่วน คลุกเคล้าให้เข้ากันแล้วใส่ลงในภาชนะ โดยที่ภาชนะที่ใช้ใช้นั้นต้องมีรูระบายน้ำเสมอ นำเมล็ดมาปลูกกดให้ลึกลงในดินไม่เกิน $\frac{1}{2}$ นิ้ว ใช้ 4-5 เมล็ด แล้วแต่ขนาดของภาชนะ กลบดินบางๆ รดน้ำให้ชุ่มวางไว้ในที่ร่ม จนกระทั่งเมล็ดงอกมีใบจริง 2-3 ใบ ซึ่งจะใช้เวลาประมาณ 21 วัน จากนั้นนำต้นกล้ามะละกอไปไว้ในที่ที่ได้รับแสงแดดอย่างเต็มที่อีกประมาณ 1-2 สัปดาห์ เพื่อต้นกล้าจะได้แข็งแรง ก็สามารถนำไปปลูกได้ และอย่าปล่อยให้ต้นกล้าไว้ในภาชนะนานเกินไป รากมะละกอจะชดเป็นวง รากไม่กระจาย จะทำให้ต้นมะละกอล้มได้ง่าย

การปลูกด้วยต้นกล้านั้นเมื่อเตรียมดินในหลุมปลูกเรียบร้อยแล้ว ให้นำถุงต้นกล้าที่แข็งแรงที่เตรียมไว้แล้วมาวางไว้ที่ปลูกทุกหลุมแล้วค่อยๆ แกะถุงพลาสติกออก อย่าให้ดินในถุงแตกเพราะจะกระทบกระเทือนรากของต้นกล้าได้ แล้วค่อยๆ วางลงให้กลางหลุมปลูก กลบดินให้แน่นจนครบทุกหลุมแล้วรดน้ำให้ชุ่ม ถ้ามีเศษหญ้าแห้งหรือฟางให้นำมาคลุมบริเวณโคนต้นเพื่อรักษาความชุ่มชื้น ในกรณีที่ต้นกล้าในหลุมใดเหี่ยวหรือรากได้รับความกระทบกระเทือน ควรทำที่ป้องกันแดดให้ในตอนกลางวันเพื่อลดการสูญเสียน้ำ จนกระทั่งต้นกล้าแข็งแรงจึงเอาที่บังแดดออก

2.2) การเพาะในกระบะ ในแปลงเพาะกล้า ในกรณีที่ต้องการเพาะเมล็ดจำนวนมากๆ ควรเพาะในกระบะเพาะหรือแปลงเพาะก่อน แล้วย้ายกล้าภายหลัง เพื่อจะได้เลือกเอาเฉพาะต้นที่สมบูรณ์แข็งแรงไปปลูก

กระบะเพาะ ทำด้วยไม้ เป็นรูปสี่เหลี่ยม ขนาดตามที่ต้องการ ลึกอย่างน้อย 6 นิ้ว ด้านล่างตีไม้ห่างๆ ให้ระบายน้ำได้ดี รองก้นด้วยอิฐหัก ปูทับด้วยฟาง ใส่วัสดุเพาะลงไปเกือบๆเต็ม กระบะ วัสดุเพาะประกอบด้วย ทราวยหยาบ และถ่านแกลบ อย่างละเท่าๆกัน คลุกเคล้ากันอย่างสม่ำเสมอ เมื่อใส่วัสดุเพาะแล้ว ให้รดน้ำจนยวบตัวดี แล้วจึงลงมือเพาะ

แปลงเพาะ เป็นแปลงดิน ยกสูง เพื่อให้ระบายน้ำได้ดี หลังแปลงไค้งเล็กน้อยและปรับปรุงดินให้ร่วนซุยมากที่สุด โดยการผสมปุ๋ยคอกและปุ๋ยหมักให้มากที่สุด ตากดินหลายๆวัน หรือคลุมด้วยฟางแล้วจุดไฟเผา เพื่อทำลายเชื้อโรคต่างๆในดิน ก่อนปลูกควรปรับแต่งหน้าดินให้เรียบสม่ำเสมออย่าให้น้ำขังเป็นจุดๆ ในแปลงเพาะ และรดน้ำให้ดินยวบตัว

วิธีเพาะเมล็ดในกระบะหรือในแปลงเพาะ ให้เพาะเป็นแถวๆ โดยใช้ไม้เล็กๆ ชิดเป็นร่อง ลึกประมาณครึ่งนิ้ว ห่างกันแถวละ 2 นิ้ว หยอดเมล็ดลงไปในเรื่องที่ละเมล็ด ห่างกันประมาณ 1 นิ้ว ต่อเมล็ด กลบเมล็ดบางๆ รดน้ำให้ชุ่มอยู่เสมอ แต่อย่าให้แฉะประมาณ 10-14 วัน เมล็ดจะงอกโผล่พ้นดิน หลังจากงอกแล้วประมาณ 15 วัน ก็ขุดย้ายไปปลูกในถุงพลาสติก โดยเลือกเอาเฉพาะต้นที่สมบูรณ์แข็งแรง ต้นที่อ่อนแอ หรือโตช้าให้ถอนทิ้งหรือปล่อยให้ไว้ในแปลงเพาะก่อน เก็บไว้ย้ายในรุ่นหลังๆ

การย้ายกล้าให้ทำด้วยความระมัดระวัง โดยใช้มีดหรือไม้บางๆ แทะลงไปนดินห่างต้นพอสมควร แล้วขุดขึ้นทั้งดินและต้นกล้า ให้มีดินติดรากมากที่สุด เพื่อให้ตั้งตัวเร็วเปอร์เซ็นต์รอดสูง ดินที่ใช้ปลูกต้นกล้าต้องเป็นดินดี ร่วนซุย เมื่อปลูกเสร็จ นำถุงพลาสติกมาวางเรียงกัน รดน้ำทุกวัน เข้าเย็น เลี้ยงต้นกล้าจนกระทั่งสูงประมาณ 1 คืบ หรือประมาณ 30-40 วัน หลังจากย้ายปลูก จึงนำไปปลูกในแปลงจริงได้ สำหรับต้นกล้าที่ย้ายลงปลูกในถุงใหม่ๆ อาจเหี่ยวเฉาบ้างตอนแดดจัดๆ ควรมีการบังแดดบ้าง ในช่วงเที่ยงถึงบ่ายสองโมง ประมาณ 4-5 วัน เมื่อต้นกล้าฟื้นตัวแข็งแรง ก็ไม่ต้องพรางแสง

การปลูกมะละกอสามารถปลูกได้ตลอดทั้งปี แต่ที่นิยมกันมากคือ การปลูกในช่วงฤดูฝนหรือปลายฝน เพื่อหลีกเลี่ยงไม่ให้น้ำท่วมหรือแห้งเกินไป ต้นอ่อนของมะละกอจะไม่ทนต่อน้ำท่วม น้ำขังแฉะ หรือดินแฉะเลย การนำต้นกล้าลงปลูกในหลุมที่เตรียมไว้ให้ทำด้วยความระมัดระวังอย่าให้ดินแตกและไม่ให้รากขาดมาก ต้นจะตั้งตัวได้เร็ว เมื่อวางต้นกล้าลงหลุมปลูกแล้วให้กลบดินและกดดินรอบโคนให้แน่น ให้ระดับดินในหลุมปลูกเสมอกับระดับดินเดิมที่ติดมากับต้นกล้า อย่ากลบโคนต้นกล้าหรือกลบดินสูงกว่าดินเดิม จะทำให้ต้นโคนเน่าได้ง่าย เสร็จแล้วรดน้ำให้ชุ่มแล้วหาทางมะพร้าวหรือวัสดุคลุมบังแดดให้ต้นกล้า ไม่ให้ต้นกล้าโดนแดดจัด เพื่อจะได้ตั้งตัวได้เร็วและตายน้อยหลังจากปลูกได้ประมาณ 7-10 วัน ต้นจะเริ่มตั้งตัวได้ ระยะนี้ถ้าฝนไม่ตกให้รดน้ำทุกวันจะช่วยให้ต้นเจริญเติบโตเร็วและให้ผลเร็ว ส่วนต้นที่ขาดน้ำในระยะแรกจะแคระแกรน โตช้า และให้ผลผลิตช้า (กลุ่มรักเกษตร, 2541)

แหล่งธาตุอาหารพืช

พืชได้รับอาหารจาก 2 แหล่ง ได้แก่

1) ได้จากน้ำและอากาศ คือ พืชได้รับธาตุคาร์บอนในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ส่วนธาตุออกซิเจนนั้นพืชดูดก๊าซออกซิเจนมาใช้ และยังรับออกซิเจนที่เป็นส่วนประกอบของน้ำและคาร์บอนไดออกไซด์อีกด้วย สำหรับธาตุไฮโดรเจนนั้นพืชได้รับจากน้ำแหล่งเดียว ดังนั้นแม้พืชจะต้องการธาตุทั้งสามนี้มาก หากมีการให้น้ำอย่างเหมาะสม องค์ประกอบของอากาศในดินและบรรยากาศเป็นปกติ พืชทั่วไปย่อมได้รับสารพวกนี้อย่างเพียงพอเสมอ

2) ได้จากดิน คือพืชได้รับธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรองและจุลธาตุจากดินในรูปของไอออนธาตุอาหารพืชในดิน

ธาตุอาหารพืชในดิน

สารประกอบของธาตุอาหารในดินมีอยู่สองรูปคือ รูปที่เป็นประโยชน์ และรูปที่ไม่เป็นประโยชน์ต่อพืชดังนี้คือ

1) ธาตุอาหารในดินรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืช แบ่งได้เป็น 2 ส่วน คือ ไอออนในสารละลายดินและไอออนซึ่งถูกดูดซับที่ผิวของคอลลอยด์ดินอันมีทั้งคอลลอยด์ดินประเภทอนินทรีย์ ได้แก่ แร่ดินเหนียว และคอลลอยด์ดินประเภทอินทรีย์ ได้แก่ ฮิวมัส

2) ธาตุอาหารรูปที่ไม่เป็นประโยชน์ต่อพืช มี 3 ประเภท ได้แก่

ก. ธาตุที่เป็นองค์ประกอบในหินและแร่ ซึ่งยังเป็นภาวะเป็นสารประกอบโมเลกุลใหญ่และไม่ละลายน้ำ เช่น โพลีฟอสเฟตที่เป็นองค์ประกอบของแร่เฟลด์สปาร์จะยังไม่เป็นประโยชน์ต่อพืชจนกว่าแร่ดังกล่าวจะสลายตัวซึ่งการสลายตัวทางเคมีของหินและแร่ตามธรรมชาติใช้เวลานาน

ตารางที่ 2.1

บทบาทโดยสรุปของธาตุอาหารพืช

กระบวนการ	ธาตุที่มีบทบาทสำคัญ								
	ธาตุหลัก			ธาตุรอง			จุลธาตุ		
การสังเคราะห์แสง	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Cu	Mn
							Zn	Cl	B
การหายใจและการใช้คาร์โบไฮเดรต	N	P	K		Mg	S	Zn	Cu	Mn
การสังเคราะห์และการใช้โปรตีน	N	P	K		Mg	S	Fe	Ni	Mo
							Zn		Mn
การสังเคราะห์กรดนิวคลีอิก	N	P	K			S	Zn		B
เสถียรภาพของเยื่อหุ้มเซลล์และเยื่ออื่นๆ	N	P		Ca		S	Zn		Mo
									B
การสังเคราะห์ออกซินและการควบคุม บทบาทของออกซิน	N	P		Ca			Zn	Cu	
การเคลื่อนย้ายของอินทรียสารทางโพลี เอ็ม			K						
ความแข็งแรงของผนังเซลล์				Ca	Mg			Cu	B
การลดพิษของอนุมูลอิสระซูเปอร์ ออกไซด์ในเซลล์	N	P					Fe	Cu	Mn
							Zn		B

ที่มา: ยงยุทธ โอสถสภา (2546)

ข. ธาตุอาหารซึ่งถูกดินตรึงเอาไว้อย่างเหนียวแน่น เช่น ฟอสฟอรัสที่ถูกตรึงโดยทำปฏิกิริยากับสารหลายชนิดในดิน จนกลายเป็นสารประกอบที่ละลายน้ำยากและโพแทสเซียมที่ถูกตรึงไว้ในหลีบของแร่ดินเหนียวบางชนิด พืชจึงไม่อาจดูดฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมส่วนนี้ไปใช้ประโยชน์ได้

ค. สารประกอบอินทรีย์ที่ยังไม่สลายตัวและยังเป็นสารประกอบโมเลกุลใหญ่ เช่น โปรตีน ฟอสโฟลิพิดและกรดนิวคลีอิก เป็นต้น กล่าวคือแม้ว่าโปรตีนจะมีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบอยู่มาก แต่โมเลกุลของสารก็ใหญ่เกินกว่าที่พืชจะดูดได้ อย่างไรก็ตามโปรตีนในอินทรีย์วัตถุ จะถูกจุลินทรีย์ดินย่อยสลายอย่างช้าๆ ได้สารประกอบที่มีโมเลกุลเล็กลง เช่น กรดอะมิโนซึ่งแปรสภาพต่อไปเป็นแอมโมเนียมและไนเตรตไอออนอันเป็นรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืช

ดินมีองค์ประกอบทางเคมีที่ซับซ้อนและมีปฏิกิริยาเคมีต่างๆ เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง เป็นเหตุให้ธาตุอาหารรูปที่ไม่เป็นประโยชน์ แปรสภาพสู่รูปที่เป็นประโยชน์หรือเกิดปฏิกิริยาในทางตรงข้าม โดยธาตุอาหารรูปที่เป็นประโยชน์แปรสภาพมาสู่รูปที่ไม่เป็นประโยชน์ได้เช่นเดียวกัน (ยงยุทธ โอสถสภา, 2546)

ความต้องการธาตุอาหารของมะละกอ

ความต้องการธาตุอาหารจากดินของมะละกอในระยะแรกของการเจริญเติบโตมีปริมาณค่อนข้างต่ำ แต่ปริมาณความต้องการจะค่อย ๆ เพิ่มมากขึ้นเมื่อมะละกอเข้าสู่ระยะออกดอกครั้งแรก จนถึงระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต (ทวีเกียรติ ยิ้มสวัสดิ์, 2533) จากการวิเคราะห์ธาตุอาหารของผลมะละกอที่เก็บเกี่ยวจากต้น Awada and Suehisa (1970) พบว่า มีลำดับของปริมาณการเคลื่อนย้ายธาตุอาหารไปกับผลผลิตมะละกอจากมากไปหาน้อย คือ โพแทสเซียม ไนโตรเจน แคลเซียม แมกนีเซียม และฟอสฟอรัส สอดคล้องกับที่ Veeranah and Selvaraj (1987) (อ้างใน ทวีเกียรติ ยิ้มสวัสดิ์, 2533) พบว่า ปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ที่มะละกอดูดไปจากดิน ตั้งแต่ปลูกจนถึงเก็บเกี่ยวผลผลิตมีปริมาณเท่ากับ 68.7 26.6 203.2 58.9 และ 31.2 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ หากมะละกอได้รับธาตุอาหารจากดินไม่เพียงพอกับความต้องการจะมีผลกระทบกับการเจริญเติบโตและผลผลิตเป็นอย่างมาก และแสดงอาการขาดปรากฏให้เห็น

Cibes and Gaztambide (1978) ศึกษาการขาดธาตุอาหารของมะละกอที่ปลูกในทราย (sand culture) พบว่า มะละกอที่ขาดไนโตรเจน มีการเจริญเติบโตของส่วนที่เป็นลำต้นเหนือดินลดลงมากที่สุด ลำต้นพอมและแคระแกร็น ขอบปล้องสั้น ใบแก่ระดับล่างเปลี่ยนจากสีเขียวเข้มเป็นสีเขียวกมเหลืองแล้วเปลี่ยนเป็นเหลืองซีดทั่วทั้งใบในที่สุด หลังจากนั้นใบจะร่วงหล่นอย่างรวดเร็ว และมีรากที่ผอมยาว การขาดฟอสฟอรัส ทำให้มะละกอมีการเจริญด้านลำต้นลดลงรองจากการขาดไนโตรเจน อาการขาดเกิดขึ้นกับใบแก่ระดับล่างๆก่อน โดยมีจุดประสีเหลืองตามขอบใบในระยะแรกเมื่ออาการขาดรุนแรงขึ้น พื้นที่จุดประมีการตายของเนื้อเยื่อเกิดขึ้น (necrotic spot) ทำให้ใบเป็นมุ่มและขอบใบม้วนงอขึ้น ในที่สุดใบเหล่านี้จะมีสีเหลืองทั่วทั้งใบและร่วงหล่นอย่างรวดเร็ว ใบอ่อนมีขนาดเล็กและมีสีเขียวเข้ม รากจะสั้นและมีจำนวนน้อย การขาดโพแทสเซียม มีผลทำให้การเจริญเติบโตโดยรวมลดลงรองจากไนโตรเจนและฟอสฟอรัส มะละกอที่ขาดโพแทสเซียม มีระบบรากที่ไม่เจริญซึ่งตรงกันข้ามกับการเจริญของลำต้นที่มีมาก ทำให้มะละกอที่ขาดโพแทสเซียมมีสัดส่วนของต้น/รากที่กว้าง อาการที่ขาดโพแทสเซียมปรากฏให้เห็นรวดเร็วเช่นกัน อาการขั้นต้นที่บ่งชี้ถึงการขาดโพแทสเซียมคือการมีมุมก้านใบที่เจริญสัมพันธ์กับลำต้นผิดไปจากปกติ โดยที่มะละกอที่เจริญเป็นปกติจะมีมุมก้านใบที่สัมพันธ์กับลำต้นเป็นมุมฉากขึ้นเล็กน้อย แต่ในมะละกอที่ขาดโพแทสเซียมมีแนวโน้มที่มีก้านใบทำมุมกับลำต้นในลักษณะเอียงลง ใบแก่เปลี่ยนเป็นสีเหลืองแกมเขียว ขอบใบจะเกิดอาการตายของเนื้อเยื่อ (necrosis) ใบจะเริ่มแห้งจากปลายใบเข้าหาบริเวณกลางใบ ทำให้มองดูคล้ายกับมีลักษณะต้นรุ่งรัง ลำต้นมีสีน้ำตาลแกมเขียว มะละกอที่ขาดแคลเซียม จะมีการเจริญเติบโตของลำต้นมากกว่าการขาดโพแทสเซียม ใบแก่จะเปลี่ยนเป็นสีเขียวจาง พร้อมกับมีรอยดำงกระจัดกระจายตามพื้นใบ แต่ไม่มีจุดเนื้อเยื่อที่ตาย ใบมีแกนน้อยกว่าใบมะละกอที่ได้รับธาตุอาหารครบปกติ ใบจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองโดยสมบูรณ์เมื่อมีอาการขาดธาตุรุนแรงขึ้น มะละกอที่ขาดแมกนีเซียม กำมะถัน เหล็ก และแมงกานีส มีการเจริญของลำต้นและรากลดลง มะละกอที่ขาดโพแทสเซียม แมกนีเซียม กำมะถัน และแมงกานีส สามารถออกดอกได้ แต่มะละกอที่ขาดโพแทสเซียมและแมงกานีสเท่านั้นที่ยังสามารถติดผลได้ การขาดโบรอน ต้นมะละกอจะมียอดผิดปกติ เป็นพุ่มแจ้หรือช่อหงิก จะมีผลที่มีรูปร่างผิดปกติ ผิวขรุขระเป็นตะปุ่มตะป่ำ มียางไหล (Chang *et al.*, 1983; Chan and Raveedranathan, 1984) นอกจากนี้มะละกอที่ขาดสังกะสี ทองแดง และโมลิบดีนัม ก็มีการเจริญเติบโตและน้ำหนักแห้งลดลง (Nautiyal *et al.*, 1986) ดังนั้นการปลูกมะละกอจึงมีความต้องการธาตุอาหารที่ครบถ้วน ต้องการทั้งปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยอนินทรีย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการให้ผลผลิตสูงของมะละกอต้องการระดับการใส่ปุ๋ยที่สูงขึ้น (Williams *et al.*, 1987)

อิทธิพลของ ธาตุอาหารหลัก (N P K) ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของมะละกอ

อิทธิพลของไนโตรเจน

การใส่ไนโตรเจนมีผลทำให้ขนาดเส้นรอบวงของลำต้นมะละกอเพิ่มขึ้นตามอัตราปุ๋ยที่เพิ่มขึ้น มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใส่ปุ๋ย (Awada and Long, 1971) ต่อมา Awada (1977) พบว่า การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราปานกลาง เพิ่มการเจริญเติบโตของลำต้นมะละกอในระยะที่มีการเจริญเติบโตของลำต้นได้มากกว่าการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ในอัตราต่ำและสูง Perez and Childers (1982) พบว่า มะละกอที่ปลูกในทราย มีความสูงของลำต้น จำนวนข้อของต้น ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ความสดของใบ และน้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้นตามระดับการเพิ่มของไนโตรเจนในสารละลายธาตุอาหารที่ให้ เช่นเดียวกับผลงานของ Luna and Caldas (1984) ที่พบว่าไนโตรเจนช่วยเพิ่มขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นและความสูงของต้นมะละกอ นอกจากนี้ไนโตรเจนยังช่วยให้มะละกอออกดอกเร็วขึ้น เพิ่มผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่ จำนวนผลต่อต้น น้ำหนักผลโดยเฉลี่ยรวมทั้งจำนวนผลขนาดเล็ก ทั้งนี้การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนตามลำพังมีผลกระทบต่อคุณภาพของผลมะละกอทำให้ปริมาณน้ำตาล และ total soluble solid ลดลง (Husseini, 1970; Jauhari and Singh, 1971; Purohit, 1977)

อิทธิพลของฟอสฟอรัส

อิทธิพลของฟอสฟอรัสมีลักษณะคล้ายคลึงกับไนโตรเจน มีผลทำให้มะละกอมีการเจริญเติบโตทางลำต้นเพิ่มขึ้น Purohit (1977) พบว่า การเพิ่มอัตราฟอสฟอรัส มีผลทำให้มะละกอมีความสูงและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นเพิ่มขึ้น ทุกระยะการเจริญเติบโต ต่อมา Reddy *et al.* (1986) ทำการทดลองพบว่า ระดับของไนโตรเจน และฟอสฟอรัส ที่เพิ่มให้กับมะละกอมีผลกระทบต่อขนาดความสูงและขนาดของลำต้น เช่นเดียวกับที่ สุรศักดิ์ เสรีพงศ์ และคณะ (2531) พบว่า ดินปลูกที่ขาดไนโตรเจน และฟอสฟอรัส มีผลทำให้การเจริญเติบโตด้านความสูงของลำต้นและน้ำหนักแห้งลดลงโดยเฉพาะอย่างยิ่งการขาดฟอสฟอรัส นอกจากนี้ฟอสฟอรัสช่วยเพิ่มจำนวนผลขนาดเล็ก เพิ่มจำนวนผลที่เก็บเกี่ยวได้ ช่วยปรับปรุงคุณภาพผลผลิต (Reddy *et al.*, 1986; Purohit *et al.*, 1979) และ ผลมะละกอมีระดับน้ำตาลทั้งหมดเพิ่มขึ้นตามอัตราการใช้ฟอสฟอรัส (Jayaprakash *et al.*, 1989)

อิทธิพลของโพแทสเซียม

อิทธิพลของโพแทสเซียม มีผลทำให้การเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น Gallard (1972) และ Purohit (1977) พบว่า มีอิทธิพลต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นแต่ไม่มีอิทธิพลต่อความสูง ลำต้น Awada (1977) พบว่า โพแทสเซียมช่วยเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตของลำต้นมะละกอในช่วงเลี้ยงผล มีบทบาทในการเพิ่มจำนวนผลที่เก็บเกี่ยวได้ น้ำหนักของผลและช่วยปรับปรุงคุณภาพผลผลิตมะละกอ งานทดลองของ Awada และ Long (1971) พบว่า การเพิ่มอัตราปุ๋ยโพแทสเซียม จาก 0 กรัมต่อต้นเป็น 94.4 และ 235.6 กรัมต่อต้น ทำให้จำนวนผลที่เก็บเกี่ยวได้มีปริมาณเท่ากับ 107 186 และ 174 ผลต่อต้น ตามลำดับ เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีน้ำหนักของผลเฉลี่ย เท่ากับ 12.7 13.2 และ 13.8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เช่นเดียวกับที่ Jauhari และ Singh (1971) พบว่า การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมในระดับสูงร่วมกับไนโตรเจนและฟอสฟอรัส มะละกอมีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตสูงสุด รวมทั้งมีปริมาณน้ำตาล และ total soluble solid ในผลมะละกอเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับที่ Purohit (1977) พบว่า มะละกอที่ได้รับการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม อัตรา 0 415 และ 830 กรัม/ต้น/ปี มีผลผลิตรวมเท่ากับ 14.5 25.8 และ 14.2 ตัน/ไร่ ตามลำดับ และมีจำนวนผลต่อต้นเท่ากับ 34 48 และ 34 ผล มีการลดลงของผลผลิตในการใส่โพแทสเซียมในระดับสูง ซึ่งคล้ายคลึงกับการทดลองของ Awada and Long (1971) และมีความแตกต่างทางสถิติของปริมาณ total soluble solid ในผลมะละกออันเป็นผลมาจากการเพิ่มโพแทสเซียม โดยมีค่าเท่ากับ 7.6 11.9 และ 12.0 ตามลำดับ

อิทธิพลของปุ๋ยคอกต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของมะละกอ

มีงานทดลองการใส่ปุ๋ยคอกกับมะละกอก่อนข้างน้อย โดยมากนิยมใส่เป็นปุ๋ยรองพื้น ร่วมกับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ การใส่ปุ๋ยคอกกับมะละกอที่มีอายุน้อย ทำให้มะละกอมีการดูดธาตุอาหารโดยรวมดีขึ้น มีขนาดและการเจริญเติบโตดีกว่ามะละกอที่ไม่มีปุ๋ยคอก (Page, 1966) เช่นเดียวกับ สุรศักดิ์ เสรีพงศ์ และคณะ (2531) ทำการทดลองปุ๋ยกับมะละกอในแปลงเกษตรกร พบว่า การใส่ปุ๋ยคอกร่วมกับปุ๋ยเคมี มะละกอให้ผลผลิตดีกว่าการใส่ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยเคมีชนิดใดชนิดหนึ่งเพียงอย่างเดียว ส่วนงานทดลองของ สนั่น รัตนานุกูล และคณะ (2536) พบว่า อัตราปุ๋ยคอก 4 กิโลกรัม/ต้น/ปี ร่วมกับ ปุ๋ยเคมี 600 กรัม/ต้น/ปี ให้ผลผลิตมะละกอสูงสุด คือ 13 กิโลกรัม/ต้น เป็นที่ทราบกันว่าปุ๋ยคอกมีปริมาณธาตุอาหารค่อนข้างน้อย (กรมพัฒนาที่ดิน, 2545) ต้องใส่

ในปริมาณมากถึงจะมีธาตุอาหารเทียบเท่ากับปุ๋ยเคมีได้ แต่ปุ๋ยคอกนั้นช่วยปรับปรุงโครงสร้างของดินพร้อมกับการให้ธาตุอาหารไปด้วย งานทดลองของ Lahav (1973) โดยการนำปุ๋ยคอกในปริมาณมากมาใส่ต้นกล้วย พบว่า มีประสิทธิภาพเทียบเท่ากับปุ๋ยเคมี ผลการทดลองใส่ปุ๋ยคอกในอัตราสูง เท่ากับ 12.8 เมตร³/ไร่/ปี ช่วยเพิ่มการเจริญเติบโตของกล้วย เมื่อเปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ยเคมีในอัตรา 192 และ 256 กิโลกรัม/ไร่/ปี จะไม่แตกต่างกันมากนัก แต่ข้อได้เปรียบของการใส่ปุ๋ยคอกในอัตราสูง คือ กล้วยมีหน่อขนาดใหญ่กว่า ออกดอกเร็วขึ้น และให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงกว่าการใส่ปุ๋ยคอกอัตราต่ำและปานกลาง

อัตราและระยะเวลาของการใส่ปุ๋ย

ดังที่ได้กล่าวไปแล้วว่ามะละกามีความต้องการปุ๋ยเป็นจำนวนมากเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตและให้ผลผลิต ปริมาณความต้องการนั้นขึ้นอยู่กับสภาพความอุดมสมบูรณ์ของดิน แหล่งปลูก วิธีเขตกรรมและอายุของพืช (วิจิตร วังใน, 2517)

Purohit *et al.* (1979) ทดลองปลูกมะละกอกายใต้สภาวะน้ำฝน ในดินที่มีอินทรีย์วัตถุอุดมสมบูรณ์และมีโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ได้สูง พบว่า การใส่ไนโตรเจนทั้งหมดและฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้ อย่างละ 250 กรัม/ต้น/ปี โดยมีการแบ่งใส่ 3 ครั้ง เป็นอัตราการใช้ปุ๋ยที่ดีที่สุดสำหรับสภาวะดังกล่าว งานทดลองภายใต้สภาพแปลงปลูกส่วนใหญ่ พบว่า ความต้องการปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม สำหรับการให้ผลผลิตสูงอยู่ระหว่าง 140-250 70-375 และ 140-500 กรัม/ต้น/ปี (Hussein, 1970; Jauhari and Singh, 1971; Gallard, 1972; Purohit, 1977; Das *et al.*, 1981; Luna and Caldas, 1984; Reddy *et al.*, 1986; Jayaprakash *et al.*, 1989) การกำหนดใช้สูตรหรือเกรดปุ๋ยจึงมีความแตกต่างกันตามสภาพท้องถิ่นและลักษณะของดินตลอดจนช่วงอายุของมะละกอ ที่ฟลอริดา ประเทศสหรัฐอเมริกา แนะนำให้ใช้ปุ๋ยเกรด 4:8:5 (N:P:K) อัตรา 0.1 กิโลกรัม/ต้น ใส่ทุก 2 สัปดาห์ในระยะ 6 เดือนแรก และหลังจากนั้นให้ในอัตรา 0.2 กิโลกรัม/ต้น ในความถี่เดียวกัน ส่วนในควีนส์แลนด์ ประเทศออสเตรเลีย แนะนำให้ใช้ปุ๋ยเกรด 12:34:12 (N:P:K) ในอัตรา 200 กิโลกรัม/ไร่ หวานและไถกลบก่อนปลูก และใส่ปุ๋ยหลังปลูกทุก 2 เดือน ด้วยปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 40 กิโลกรัมไนโตรเจน/เฮกแตร์ การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ควรผสมกับดินในหลุมปลูกและให้เพิ่มเติมประจำปี (Williams, 1975; Samsom, 1980) สำหรับการใส่ปุ๋ยมะละกอในประเทศไทย นิยมใช้ปุ๋ยผสมสำเร็จเกรดต่าง ๆ โดยประเสริฐ อนุพันธ์ และคณะ (2524) รายงานผลการทดลองปุ๋ยมะละกอ พบว่า ปุ๋ยเกรด 10-10-20 เป็นเกรดปุ๋ยที่เหมาะสมของ

มะละกอ โดยใส่ร่วมกับปุ๋ยคอกจำนวน 5 กิโลกรัม/ต้น มะละกอให้จำนวนผลมากที่สุด (116 ผล/ต้น) และผลมะละกามีความหวานมากที่สุด 10.10° Brix ประเสริฐ อนุพันธ์ และคณะ (2524) ศึกษาผลของการตัดแต่งกิ่งและการแบ่งใส่ปุ๋ยต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของมะละกอ พบว่าการใช้ปุ๋ยเกรด 10-10-20 อัตรา 100 กิโลกรัม/ไร่ แบ่งใส่ปุ๋ย 4 ครั้ง/ปี ทุก 3 เดือน ทำให้มะละกามีผลผลิตสูงสุด ทรงยศ ตันติพัฒน์ (2527) รายงานว่า ดินปลูกมะละกอ ควรมีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์เพื่อช่วยปรับปรุงดินให้ร่วนซุย การใช้ปุ๋ยวิทยาศาสตร์เกรด 10-10-10 หรือ 15-15-15 แบ่งใส่ทุก 2-3 เดือน โดยใส่ครั้งแรกหลังปลูกแล้วประมาณ 2-5 สัปดาห์ ปริมาณการใส่ครั้งละ 100-200 กรัม/ต้น ฉลองชัย แบบประเสริฐ (2531) กล่าวว่า การใส่ปุ๋ยรองพื้นกันหลุม ยังไม่พอเพียงกับการเจริญเติบโตและผลผลิตมะละกอ ต้องมีการให้ปุ๋ยเสริมเพิ่มขึ้น ปุ๋ยอินทรีย์ควรรีใส่หลังปลูกแล้ว 2-3 เดือน โดยแบ่งใส่ 3-4 ครั้งในรอบ 1 ปี ครั้งละประมาณ 5 กิโลกรัม/ต้น ปุ๋ยวิทยาศาสตร์อาจใช้ปุ๋ยทางใบเกรด 21-21-21 ชนิดที่มีธาตุอาหารรอง ฉีดพ่นทุก 14 วันต่อครั้งหลังย้ายปลูก อัตรา 5 ช้อน/น้ำ 20 ลิตร หรืออาจใช้ปุ๋ยทางดินเกรด 15-15-15 อัตรา 100 กรัมผสมกับปุ๋ยยูเรียอัตรา 50 กรัม/ต้น หว่านรอบต้นพรวนดินกลบและรดน้ำตาม ส่วน สันทนา วรรณกะลัศ (2530) แนะนำว่า การปลูกมะละกอควรใส่ปุ๋ยทั้งปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ช่วยปรับสภาพดินปลูก ช่วยให้พืชดูดใช้ปุ๋ยเคมีดีขึ้น โดยสามารถใส่ตั้งแต่เตรียมดินในแปลงปลูก ในหลุมปลูกและหลังปลูกทุกปี การใส่ปุ๋ยเคมีเริ่มใส่ตั้งแต่หลังย้ายกล้าปลูก 2-3 สัปดาห์ โดยใช้ปุ๋ยที่มีไนโตรเจนสูง เช่น ยูเรีย แอมโมเนียมซัลเฟต อัตรา 1 ช้อนชา/ต้นในระยะแรกและเพิ่มขึ้นเรื่อยๆจนมะละกอติดดอก จึงใส่ปุ๋ยครบสูตรหรือเกรดทุก 3-4 สัปดาห์ ปริมาณการใส่แตกต่างกันตามอายุ ศูนย์วิจัยพืชสวนศรีสะเกษ (2539) แนะนำการใส่ปุ๋ยมะละกอพันธุ์แขกดำ โดยใส่ปุ๋ยรองพื้นก่อนปลูกด้วยปุ๋ยคอกประมาณครึ่งปี๊บและหินฟอสเฟต อัตรา 150-220 กรัมต่อหลุม ร่วมกับปุ๋ยเกรด 15-15-15 และใส่ปุ๋ยเพิ่มเติมหลังปลูก โดยใส่ปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยอินทรีย์ครั้งละครึ่งปี๊บต่อต้นจำนวน 3-4 ครั้งต่อปี ส่วนปุ๋ยเคมีใช้ปุ๋ยเกรด 15-15-15 อัตรา 50 กรัม/ต้น ใส่หลังย้ายปลูกแล้ว 1 เดือน และใส่ทุกเดือนจนถึงเดือนที่ 3 จึงเพิ่มเป็นอัตรา 100 กรัมต่อต้นทุกเดือน เมื่อมะละกอเริ่มติดผล แนะนำให้ใส่ปุ๋ยเพิ่มโดยใช้ปุ๋ยเกรด 15-15-15 อัตรา 100 กรัมร่วมกับปุ๋ยยูเรีย 50 กรัมต่อต้น การใส่ปุ๋ยหว่านให้ห่างจากโคนต้นแล้วใช้ดินกลบ อาจมีการให้ปุ๋ยทางใบ ได้แก่ ปุ๋ยเกรด 21-21-21 ชนิดที่มีธาตุอาหารรองฉีดพ่นทุก 2 สัปดาห์ อัตรา 5 ช้อนแกงต่อน้ำ 20 ลิตร

การเพิ่มธาตุอาหารชนิดใดให้กับพืช จะทำให้มีธาตุอาหารชนิดนั้นในเนื้อเยื่อส่วนต่างๆ ของพืชเพิ่มขึ้นจนถึงความเข้มข้นที่จุดหนึ่ง ถึงแม้จะมีการเพิ่มปริมาณธาตุอาหารนั้นให้กับพืชอีก การตอบสนองของพืชในแง่ของการเจริญเติบโตและผลผลิตจะไม่เพิ่มขึ้นอีกต่อไป ความเข้มข้นของธาตุอาหารในเนื้อเยื่อพืช ณ จุดนี้คือ ความเข้มข้นวิกฤต (critical concentration) (สุรศักดิ์ เสรีพงศ์ และคณะ, 2531) งานศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นธาตุอาหารในเนื้อเยื่อมะละกอกับการเจริญเติบโตหรือผลผลิตสูงสุด พบว่า ความเข้มข้นของ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และ โพแทสเซียม ในก้านใบมะละกอกที่มีการพัฒนาเต็มที่ (recently mature) โดย Bowen (1992) กำหนดค่าความเข้มข้นวิกฤตของ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และแคลเซียม ดังนี้ 1.28 0.185 2.78 และ 0.22 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้งตามลำดับ ส่วน Reuter and Robinson (1986) กำหนดเป็นช่วงความเข้มข้นของธาตุอาหารพืชทั่วไปในระดับที่พอเพียงดังนี้ ไนโตรเจน 1.3-2.5% ฟอสฟอรัส 0.2-0.4% โพแทสเซียม 3.0-6.0% แคลเซียม 1.0-2.5% แมกนีเซียม 0.5-1.5% และ โบรอน 20-50 ppm

แมลงศัตรูที่สำคัญของมะละกอ

แมลงที่ทำลายมะละกอกมีไม่กี่ยชนิด แต่ถ้ามีการระบาดก็จะทำให้มะละกอเสียหายจนไม่สามารถเก็บผลผลิตได้เช่นกัน บางชนิดเป็นพาหะนำเชื้อโรค บางชนิดไม่ทำให้ต้นมะละกอตายแต่ทำให้คุณภาพของมะละกอลดลง แมลงศัตรูที่สำคัญของมะละกอดังนี้

1) เพลี้ยอ่อน เป็นแมลงขนาดเล็ก มีปากแบบเจาะดูด ลำตัวมีหลายสี เช่น สีเขียว สีน้ำตาลและสีดำ เป็นต้น แล้วแต่ชนิดของมัน มีทั้งชนิดมีปีกและไม่มีปีก มีวงจรชีวิตสั้น ขยายพันธุ์ได้อย่างรวดเร็ว เพลี้ยอ่อนทั้งตัวอ่อนและตัวเต็มวัยจะดูดกินน้ำเลี้ยงทุกส่วนของมะละกอ เช่น บริเวณยอดอ่อนหรือใบอ่อน มีผลทำให้ยอดและใบบิดเบี้ยว เป็นคลื่น ลำต้นแคระแกร็น ต้นโทรม และยังเป็นพาหะนำโรคต่างวงแหวนอีกด้วย พวกมีปีกสามารถบินไปดูดกินน้ำเลี้ยงและพาโรคต่างวงแหวนไปยังต้นอื่น ทำให้โรคต่างวงแหวนระบาดไปอย่างรวดเร็วยากที่จะกำจัดได้ ส่วนพวกที่ไม่มีปีกจะอาศัยลมเป็นตัวพาไปยังต้นอื่น

การป้องกันกำจัดทำได้โดยกำจัดวัชพืชในแปลงให้สะอาด และไม่ควรปลูกพริก ยาสูบ แตงหรือฟักทอง ในสวนมะละกอ เพราะจะเป็นที่อยู่ และควรฉีดพ่นสารเคมีพวงมาลาไทออนเมื่อระบาด แต่ถ้าพบการระบาดไม่มากนักอาจใช้แรงน้ำฉีดทำลายเพลี้ยอ่อนได้ ถ้าไม่จำเป็นจริงๆ ไม่ควรพ่นสารเคมีเนื่องจากในธรรมชาติจะมีแมลงศัตรูธรรมชาติ เช่น แมลงช้างปีกใส แมลงเต่าทอง (ตัวอ่อน) คอยทำลายอยู่แล้ว

2) เพ็ลี่ยหอย ลำตัวจะมีเกร็ดหรือเกราะหุ้ม ตัวเมียจะออกไข่ภายใต้เกราะหุ้ม เมื่อตัวอ่อนฟักออกจากไข่และออกจากเกราะแล้วก็จะเกาะนิ่งสร้างเกร็ดหรือเกราะหุ้มตัว เริ่มแรกเกราะจะมีสีขาวต่อมาจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลและมีขนาดใหญ่ขึ้นตามขนาดรูปร่าง มีปากแบบเจาะดูด โดยจะเกาะดูดกินน้ำเลี้ยงบริเวณลำต้นและผล สำหรับใบและลำต้นที่ถูกทำลายจะเหลือง แคระแกร็น ต้นมะละกอจะโทรม และถ้าถูกทำลายมากๆ ต้นจะแห้งตายไปได้ ส่วนผลที่ถูกทำลายทำให้ผิวไม่สวยเนื้อมะละกอเหนียว เนื่องจากลำตัวมีเกราะหุ้ม จึงทำให้กำจัดเพ็ลี่ยหอยได้ยาก

การป้องกันกำจัดทำได้โดยนำส่วนที่ถูกทำลาย และนำไปเผาทิ้งเมื่อพบการระบาดน้อยหรือฉีดพ่นสารเคมีพวกมาลาไรออน ไดอะซินอน ทริโทออน ควรฉีดพ่นในระยะตัวอ่อน คือ ก่อนที่จะสร้างเกราะหุ้มตัว จะได้ผลดีกว่าและคุ้มกับค่าสารเคมี

3) เพ็ลี่ยแป้ง มักพบในฤดูหนาว ไม่ค่อยพบในฤดูฝนมีลำตัวขนาดเล็ก มีทั้งชนิดทางสั้นและหางยาวตัวอ่อนมีสีเหลือง เมื่อโตขึ้นจะสร้างสารขี้ผึ้งสีขาวคล้ายแป้งหุ้มตัว มีปากแบบเจาะดูดเคลื่อนไหวช้า ส่วนใหญ่จะเกาะนิ่งอยู่กับที่ไม่ค่อยเคลื่อนไหว มดพาเคลื่อนย้ายไปยังต้นอื่นหรือลมพัดตัวอ่อนไปยังต้นอื่นได้ ซึ่งจะเกาะนิ่งดูดกินน้ำเลี้ยงที่ใบ ผล บริเวณที่เพ็ลี่ยทำลายมักจะพบราดำเข้าทำลายด้วย และมดจะอาศัยน้ำหวานที่เพ็ลี่ยแป้งขับออกมา การทำลายของเพ็ลี่ยแป้งจะทำให้ต้นโทรม ใบเหลือง ลำต้นแคระแกร็น

การป้องกันและกำจัดทำได้โดยใช้น้ำฉีดล้างบริเวณที่เพ็ลี่ยแป้งปกคลุมอยู่ แรงน้ำจะทำให้เพ็ลี่ยอ่อนหลุดออกจากต้นมะละกอและขาดอาหาร ช่วยลดจำนวนเพ็ลี่ยแป้งได้มาก ใช้สารเคมีฆ่ามดป้องกันการแพร่ไปยังต้นอื่น และถ้ามีการระบาดมากให้ฉีดพ่นสารเคมีจำพวกมาลาไรออน 2-3 สัปดาห์ต่อครั้ง

4) ไรแดง พบการระบาดทุกฤดูปลูก มีลำตัวขนาดเล็กมาก มองด้วยตาเปล่าแทบไม่คอยเห็นถ้าสังเกตไม่ดี ตัวเต็มวัยของไรแดงจะมีสีแดงอมชมพูหรือสีแดงอาศัยอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม พบว่ามีการระบาดมากในฤดูร้อนและฤดูหนาว โดยจะดูดกินน้ำเลี้ยงตามส่วนต่างๆของมะละกอ โดยเฉพาะบริเวณที่อ่อนๆ โดยจะดูดกินน้ำเลี้ยงอยู่ใต้ใบทำให้ใบเหลือง ใต้ใบจะเป็นสีขาว ต่อไปจะเป็นสีน้ำตาลและแห้งร่วงไปส่วนผลที่ถูกไรแดงดูดกินน้ำเลี้ยงจะแก่ก่อนกำหนด มีผลทำให้เนื้อมะละกอไม่หวาน

การป้องกันกำจัด หากพบการระบาดอย่างรุนแรงโดยเฉพาะในช่วงที่ติดผล ให้ฉีดพ่นสารเคมีพวก เดลเทน หรือสารอะคาร์ หรือใช้ผงกำมะถันตามอัตราส่วนที่กำหนดไว้ในฉลาก แต่โดยปกติในธรรมชาติจะมีศัตรูธรรมชาติคอยทำลายไรแดงอยู่แล้ว ฉะนั้นถ้ามีการเข้าทำลายไม่มากไม่ควรฉีดพ่นสารเคมี

5) เพลี้ยไฟ มีขนาดเล็กมาก มี 6 ขา มีลำตัวแคบยาวสำหรับชนิดที่ทำลายมะละกอมีสี่เหลี่ยมขีด เมื่อโตเต็มที่ปีกจะแคบยาวสามารถบินได้ เป็นศัตรูที่ระบาดมากในช่วงฤดูแล้ง และก็จะหายไปเองในเมื่อฝนตกมา จะทำลายมะละกอโดยดูดกินน้ำเลี้ยงทำให้ส่วนที่ถูกเพลี้ยไฟทำลายแสดงอาการผิดปกติไปจากเดิม

การป้องกันกำจัด เพลี้ยไฟเป็นศัตรูมะละกอที่ทนทานต่อยาฆ่าแมลงมากและสามารถสร้างความต้านทานได้ในระยะอันสั้น ดังนั้นในการใช้ยาฆ่าแมลงจะต้องมีการเปลี่ยนชนิดของยาอยู่เสมอ ยาฆ่าแมลงที่ใช้ได้ดีคือ ไดเมทโรเอท แอนธิโอ โดยใช้ตามคำแนะนำของยาชนิดนั้น นอกจากนี้อาจจะใช้น้ำฉีดแรงๆ เพื่อให้เพลี้ยไฟกระเด็นหลุดออกจากต้นมะละกอเป็นการลดจำนวนลงได้มาก

6) ไข่เดือนฝอยที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคในมะละกอ มีอยู่ 2 ชนิด คือ เรนนิฟอร์ม (reniform) ชื่อ *Rotylenchulus reniformis* ไข่เดือนฝอยชนิดนี้จะฝังตัวอยู่ตามรากทำให้รากเกิดลักษณะคล้ายเม็ดทรายเล็กๆ ตามบริเวณผิว ทำให้ต้นชะงักการเจริญเติบโตและผลผลิตลดลง ส่วนพวกที่ทำให้เกิดรากปม (root knot) ชื่อ *Meleiodogyne* sp. ไข่เดือนฝอยชนิดนี้จะทำให้รากบวมเป็นหูด รากจะชะงักการเจริญเติบโตต่อมาจะเริ่มเหลืองและร่วงก่อนกำหนด การป้องกันกำจัด โดยการอบฆ่าเชื้อในดินด้วยสารเคมี เช่น ฟูมาโซน หรือนีมาคอน อัตรา 3-6 กก. ต่อไร่

นอกจากนี้ยังมีแมลงศัตรูมะละกอชนิดอื่นๆ ได้แก่ จิ้งหรีด ทำลายโดยการกัดกินลำต้นมะละกอ ในขณะที่ยังมีขนาดเล็กและยังอ่อนอยู่ โดยจะกัดกินในตอกลางคืน ปลวก ทำลายโดยการกัดกินรากและลำต้นมะละกอ ทำให้มะละกอเหี่ยวเฉาและล้มได้ง่าย จะพบมากในแปลงปลูกมะละกอที่เพิ่งบุกเบิกป่าใหม่และ แมลงวันทอง เป็นแมลงศัตรูที่ทำลายโดยการวางไข่ไว้ในผลไม้ต่างๆ ไป แต่สำหรับมะละกอไม่ค่อยมีปัญหาเรื่องแมลงวันทองรบกวน เพราะเกษตรกรผู้ปลูกมักจะเก็บเกี่ยวมะละกอที่ผลสุกประมาณ 5% (สุวรรณา อินทร์คงแก้ว, 2539)

โรคที่สำคัญของมะละกอ

แม้ว่ามะละกอจะเป็นพืชที่ปลูกง่าย ดูแลง่าย แต่ในกรณีที่ปลูกมะละกอเป็นจำนวนมากและปลูกเพื่อขายนั้น จะต้องป้องกันและกำจัดโรคต่างๆ ที่จะเข้าทำลายมะละกอให้ดีด้วย เนื่องจากถ้ามีโรคเข้าทำลายมะละกอโดยไม่มี การป้องกันกำจัดและดูแลตั้งแต่เริ่มแรก ปล่อยให้โรคนั้นเกิดการระบาด ก็จะทำให้เกิดผลเสียมาก อาจจะได้ผลผลิตเลย ในที่นี้ขอยกตัวอย่างโรคที่พบว่าทำความเสียหายให้กับมะละกอมากและมักพบในประเทศไทย ดังนี้

1) โรคใบด่างวงแหวน เป็นโรคที่พบการระบาดมากทั่วประเทศ โดยเฉพาะภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เกิดได้กับทุกระยะของมะละกอ เป็นโรคที่ไม่ทำให้ต้นมะละกอตายแต่ทำให้ผลผลิตและคุณภาพของมะละกอต่ำ ขายไม่ได้ราคา และเป็นโรคที่เป็นแล้วหรือมีการระบาดแล้ว ต้องตัดทิ้งเท่านั้น ไม่มีสารเคมีป้องกันและกำจัด สาเหตุเกิดจากเชื้อไวรัส Papaya Ringspot Virus มีเพลี้ยอ่อนเป็นพาหะนำโรคไปสู่ต้นอื่นจะปรากฏอาการทุกส่วนของต้นมะละกอ ไม่ว่าจะเป็นที่ก้านใบ ต้น และผล ลักษณะใบที่เป็นโรค ใบยอดจะมีสีเหลืองซีด ใบหยาบและหนา ใบด่างสีเขียวสลับเหลือง เป็นคลื่นเห็นได้ชัดเจน ใบที่เกิดใหม่จะบิดเบี้ยว เนื้อใบบางส่วนหายไป อาการที่ใบแก่จะเห็นเป็นสีเขียวสลับเหลือง และเป็นคลื่น และจะพบเห็นลักษณะการต่อเป็นวงกลมซ้อนกัน ลักษณะที่ก้านใบก็เช่นเดียวกันลักษณะลำต้นที่เป็นโรค จะพบรอยขีดสีเขียวเข้มที่ลำต้น ต้นอ่อนที่เป็นโรคนี้อาจชะงักการเจริญเติบโต ลำต้นแคระแกร็น ถ้าเชื้อโรคนี้นี้เข้าทำลายผลจะทำให้ผลบอบช้ำเป็นวงทั่วผล มีลักษณะต่างเป็นวงแหวน มีผลทำให้ผิวมะละกอขรุขระไม่สวย เนื้อของมะละกอบริเวณซึ่งเป็นรอยด่างจะแข็งเป็นไตเมื่อเกิดกับผลแก่จะทำให้ผลนั้นเน่าเสียได้ง่าย รสชาติของมะละกอเสียไปจนอาจมีรสขม ทำให้ขายไม่ได้ราคา การแพร่ระบาดมักเกิดกับสวนมะละกอที่ถูกปล่อยปละละเลยไม่ได้รับการดูแลรักษาอย่างดี วัชพืชกรุงรัง หรือต้นที่ปลูกให้เจริญเติบโตตามธรรมชาติปล่อยให้ต้นเป็นโรคและตายไปเอง ซึ่งถือเป็นแหล่งแพร่เชื้อโรคที่ดีทีเดียว และพาหะที่สำคัญคือ เพลี้ยอ่อน

การป้องกันและกำจัด เนื่องจากสาเหตุคือเชื้อไวรัส จึงไม่มีสารเคมีกำจัดได้ควรบำรุงต้นให้สมบูรณ์แข็งแรง กำจัดวัชพืชไม่ให้กรุงรังเพราะวัชพืชเป็นที่อยู่อาศัยของแมลงพาหะ โดยเฉพาะเพลี้ยอ่อน ไม่ควรปลูกมะละกอใกล้กับแปลงปลูกพืชที่เป็นอาหารของเพลี้ยอ่อน เช่น พริก แตงโม ยาสูบ เป็นต้น ในกรณีที่พบต้นเป็นโรค ให้ทำลายโดยการตัดต้นทิ้งไปแล้วเผาหรือปลูกด้วยพันธุ์ที่ต้านทานโรค

2) โรคแอนแทรคโนส เป็นโรคที่พบในแปลงที่ปลูกมะละกอติดต่อกันนาน เป็นปัญหา มากกับมะละกอที่ส่งขายต่างประเทศ สาเหตุเกิดจากเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* การแพร่ระบาดพบทุกฤดูกาล โดยสปอร์ของเชื้อราจะปลิวไปตามลม ลักษณะใบที่เป็นโรคเริ่มแรกจะเป็นจุดเล็กๆ สีเหลือง ต่อมาจะกลายเป็นสีน้ำตาลและแห้งบริเวณกลางแผลจะนุ่มหรือหลุดหายไปทำให้ใบเป็นรู ที่ก้านใบจะเป็นแผลนูน มีขีดสีดำหรือสีน้ำตาลเข้ม เชื้อราชนิดนี้จะเข้าทำลายผลตั้งแต่ยังเป็นลูกอ่อนแต่ยังไม่แสดงอาการ ต่อเมื่อผลเริ่มแก่หรือสุกจึงแสดงอาการให้เห็น เริ่มจากเป็นแผลใหญ่ขึ้น ตรงกลางแผลจะนุ่มลงไป ขอบแผลนูน และถ้าสภาพแวดล้อมเหมาะสมคือมีความชื้นและอุณหภูมิพอเหมาะ ก็เห็นสปอร์ที่เชื้อราสร้างขึ้นมีลักษณะเป็นวงสีดำหรือน้ำตาลเข้มบริเวณกลางแผล แผลจะลุกลามทำให้ผลเน่า

การป้องกันและกำจัด ทำได้โดยหมั่นตรวจดูแลแปลง ถ้าพบอาการให้ทำลายใบหรือต้นที่เป็นโรค โดยการตัดและเผาทิ้งไป ทำความสะอาดแปลง กำจัดวัชพืชและเศษซากพืช เช่น ใบหรือผลมะละกอที่หล่นอยู่ตามแปลงทิ้งไป เพราะซากเหล่านี้เป็นแหล่งเพาะเชื้อโรคได้ ฉีดพ่นสารเคมีเมื่อพบการระบาดของ เบนโนมิล แคปแทน เป็นต้น หรือควรฉีดพ่นสารเมื่อมะละกอยังเป็นผลอ่อนอยู่ ป้องกันการเข้าทำลายของเชื้อรา เนื่องจากโรคนี้จะไม่แสดงอาการขณะที่ผลยังเขียวอยู่ ดังนั้นเมื่อเก็บผลเพื่อขายควรเก็บผลที่เขียวอยู่เสมอ ก่อนส่งขายตลาดควรนำผลมะละกอแช่ในน้ำอุ่น (50 องศาเซลเซียส) จะช่วยยับยั้งการเจริญของเชื้อราชนิดนี้ได้

3) โรคเน่าคอดินของต้นกล้า พบว่ามีการระบาดของแปลงที่มีการปลูกมะละกอติดต่อกันเป็นระยะเวลายาวนาน เกิดจากเชื้อราที่อาศัยอยู่ในดินคือ *Pythium aphanidermatum* และ *Phytophthora palmivora* โดยเชื้ออาจติดมากับเมล็ด และถ้าสปอร์ไหลไปกับน้ำที่รดต้นกล้า ทำให้เข้าทำลายต้นอื่นได้อาการที่เกิดขึ้นกับต้นกล้ามะละกอ โดยจะสังเกตเห็นว่าต้นกล้ามะละกอเหี่ยวและถ้าดูที่โคนต้นเหนือพื้นดินเล็กน้อยจะเห็นรอยฉ่ำน้ำสีน้ำตาลรอบโคนต้น ทำให้ต้นอ่อนแอและหักพับตายในที่สุด ถ้าสภาพแวดล้อมเหมาะสมคือมีความชื้นและอุณหภูมิเหมาะสมจะเห็นเส้นใยของเชื้อรา บริเวณดินใกล้กับรอยแผลเป็นสีชมพูหรือสีขาว

การป้องกันกำจัด ทำได้ดังนี้

- ใช้เมล็ดพันธุ์ที่สะอาดปราศจากโรค หรือคลุกเมล็ดก่อนปลูกด้วยสารเคมีอะโกราซานหรือ ซิริซาน
- พื้นที่ที่การปลูกมะละกอติดต่อกันนาน ควรเตรียมดินให้ดีก่อนการปลูก โดยการไถตากดินให้นานกว่าปกติ หรือใช้การอบฆ่าเชื้อราในดินที่จะเพาะกล้ามะละกอโดยใช้เมทิลโบไมด์
- ควรปรับปรุงดินปลูกให้ร่วนซุย มีการระบายน้ำดี และควรใส่ปุ๋ยขาวเพื่อปรับสภาพดินไม่ให้เหมาะต่อการเจริญเติบโตของเชื้อรา
- ในการเพาะเมล็ดไม่ควรฝังเมล็ดถี่และลึกเกินไป เพื่อให้เมล็ดงอกได้เร็ว และไม่ให้เกิดการอับชื้น เนื่องจากมีต้นกล้าแน่นเกินไป
- ไม่ควรใส่ปุ๋ยยูเรียให้กับต้นกล้ามากนัก เนื่องจากจะทำให้ลำต้นอวบน้ำ และจะอ่อนแอต่อเชื้อรา
- แปลงเพาะกล้าควรอยู่ในที่กลางแจ้งเพื่อให้ได้รับแสงเต็มที่ต้นกล้าจะได้แข็งแรง
- ถ้าพบต้นกล้าที่เป็นโรคให้ทำลายทิ้งไป
- ถ้าพบการระบาดของ ไร่ราดดินหรือรดต้นกล้าด้วยสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราในดิน

4) โรครากเน่าและโคนเน่า มักพบการระบาดในสวนที่มีการปลูกมะละกอเป็นเวลานาน เกิดจากเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* หรือ *Phytophthora palmivora* เช่นเดียวกับโรคต้นเน่าคอคอดินของต้นกล้า โดยสปอร์ของเชื้อราจะไหลตามน้ำไปยังต้นอื่นได้จึงพบการระบาดอย่างรุนแรงในช่วงฤดูฝน เชื้อจะเข้าทำลายทุกระยะการเจริญของต้นมะละกอ อาการที่สังเกตเห็นคือ ต้นจะเหี่ยวโทรม ใบเหลือง ใบล่างจะร่วงลงดิน ส่วนใบยอดยังเขียวอยู่ และต้นจะแห้งตายในที่สุด ถ้าดูที่โคนต้นและรากจะเห็นที่โคนต้นมีรอยฉ่ำน้ำและจะเริ่มเน่า ส่วนรากจะเป็นสีน้ำตาลและเน่า เมื่อมะละกอขาดน้ำก็จะตายในที่สุด ซึ่งทำความเสียหายมาก ถ้ามีการระบาดมากจะไม่ได้ผลผลิตทั้งแปลง

การป้องกันและกำจัด ทำได้ดังนี้

- ในพื้นที่ปลูกที่เคยมีการระบาดของโรคนี้ ควรเว้นระยะการปลูกสักกระยะหนึ่ง อาจหันไปปลูกพืชอย่างอื่นแทน หรือไถพลิกดินตากแดดไว้สักกระยะ 2-3 ปี
- ปรับปรุงดินปลูกให้ร่วนซุย มีการระบายน้ำดี
- เว้นระยะห่างของหลุมปลูกให้แสงแดดส่องถึงพื้นดินได้อย่างทั่วถึง
- กำจัดเศษซากพืชและวัชพืชออกไปให้แปลงสะอาดและไม่อัดขึ้น
- ป้องกันการระบาดโดยการราดสารเคมีกำจัดเชื้อราในดิน ลงไปบนบริเวณที่เป็นโรคหรือหลุมปลูกที่เป็นโรคนั้น (นิพนธ์ วิสารทานนท์, 2542)

5) โรคราแป้งมักพบในสวนปลูกมะละกอในที่สูง มีอากาศเย็น เกิดจากเชื้อรา *Oidium caricae* โดยเชื้อราจะสร้างสปอร์และสปอร์สามารถปลิวตามลมไปยังต้นอื่นได้ และเนื่องจากส่วนใหญ่แล้วราแป้งจะปกคลุมที่ด้านหลังใบมากกว่าท้องใบ ทำให้สปอร์แพร่ระบาดได้ง่ายและรวดเร็ว ส่วนใหญ่จะพบอาการที่ใบและผล ซึ่งจะมีลักษณะผงสีขาวปกคลุมที่ใบและผล เมื่อเข้าทำลายใบจะทำให้บริเวณที่ถูกทำลายเหลือง และเป็นสีน้ำตาลแห้งตายในที่สุด ต้นมะละกอจะโทรม ผลที่ถูกทำลายจะบิดเบี้ยว ผิวไม่สวย ทำให้เก็บขายไม่ได้ราคา

การป้องกันทำได้โดยทำลายเศษซากพืชที่แห้งเหี่ยวนำไปเผาทำลาย ทำลายต้นที่เป็นโรค โดยการตัดและนำไปเผา ถ้าพบการระบาดให้ฉีดพ่นสารเคมีพวกเบนเลท กำมะถันผง เป็นต้น

6) โรคใบจุด เกิดจากเชื้อรา *Cercospora papayae* สปอร์เชื้อราปลิวไปตามลมในแปลงปลูกทั่วไปแต่ไม่ค่อยรุนแรงนัก แต่ถ้ามีการระบาดมากจะทำให้ไม่ได้ผลผลิตเลย โดยใบที่ถูกทำลายจะเห็นเป็นจุดสีขาวอมเทาเป็นวง ต่อมาใบจะเหลืองและแห้ง ส่วนผลที่ถูกทำลายก็จะพบเป็นจุดฉ่ำน้ำทั่วผล และจุดนั้นก็จะลามเป็นจุดใหญ่ เนื้อมะละกอบริเวณแผลจะเป็นไตแข็ง

การป้องกันทำได้โดยทำลายใบหรือผลที่เป็นโรค ตัดไปเผาทิ้ง กำจัดเศษซากพืชที่ร่วงหล่น โดยการเผาทิ้งไป ถ้าพบการระบาดของเชื้อดงพญาไฟพวกไดเทเนอิม -45 แคปเทน ออร์โทไซดี เป็นต้น

7) โรครากปม ส่วนใหญ่พบในภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่มีลักษณะเป็นดินปนทราย โดยไส้เดือนฝอยสามารถเคลื่อนที่ไปกับน้ำได้ และจะเข้าทำลายที่ราก ทำให้รากมะละกอเป็นปุ่มปม ไส้เดือนฝอยจะเข้าไปอุดตันท่อลำเลียงน้ำ ทำให้รากคุดน้ำแล้วส่งไปเลี้ยงลำต้นไม่ได้ ทำให้ต้นมะละกอเหี่ยว ใบเหลือง ชะงักการเจริญเติบโต ต้นแคระแกร็น บาดแผลที่เกิดจากการเข้าทำลายของไส้เดือนฝอยยังเป็นสาเหตุให้เชื้อโรคชนิดอื่นเข้าทำลายอีก และถ้าพบว่ามีการระบาดของโรคต่างวงแหวนด้วย จะทำให้อาการของโรครุนแรงและทำความเสียหายต่อมะละกอมาก

ป้องกัน ได้โดยบำรุงดินให้อุ้มน้ำ ใส่ปุ๋ยบำรุงต้นมะละกอให้แข็งแรงสมบูรณ์ทำลายต้นเป็นโรค และเว้นการให้น้ำโดยไม่ให้น้ำไหลผ่านบริเวณนั้น ในกรณีพื้นที่นั้นมีการระบาดของไส้เดือนฝอยมาก่อน ควรเว้นระยะการปลูก หรืออาจใช้สารเคมีพวกฟูมาโซม นิมากอน ซ่าไส้เดือนฝอย (ศักดิ์สิทธิ์ ศรีวิชัย, 2545)

การเก็บเกี่ยวมะละกอ

การเก็บผลมะละกอนั้นควรเลือกระยะเวลาให้เหมาะสม สามารถเก็บได้ตลอดปี โดยพิจารณาถึงคุณภาพของผลผลิต ระยะเวลาในการเก็บ ระยะเวลาการขนส่งที่จะไปถึงตลาด การกระทบกระเทือนในระหว่างการขนส่ง รวมถึงโรคและแมลงที่จะเข้าทำลายด้วย

ดรชนี้ความแก่และระยะการเก็บผลมะละกามี 6 ระยะ ดังนี้

1. ระยะที่ผลแก่จัดมีสีเขียว เปลือกมะละกอจะมีสีเขียวเข้ม เนื้อในบริเวณผิวที่ติดกับช่องว่างของผลและบริเวณสันปลายผลจะมีสีชมพูเรื่อๆ แต่เนื้อยังแน่นแข็ง

2. ระยะที่ผลเริ่มเปลี่ยนสี บริเวณปลายผล เปลือกของมะละกอมีแต่มีสีเขียวอ่อนหรือสีเหลือง เนื้อในมีสีชมพูเรื่อๆ ตลอดทั้งผล แต่เนื้อยังแน่นและแข็ง เป็นระยะที่เหมาะสมสำหรับการเก็บผลเพื่อส่งขายต่างประเทศ หรือส่งโรงงานเพื่อแปรรูปอุตสาหกรรมอาหารต่างๆ

3. ระยะเวลาที่ผลสุกหนึ่งในสี่ ผิวเปลือกจะเห็นสีเหลืองชัดเจนขึ้นแต่ผิวผลส่วนใหญ่ยังเป็นสีเขียวอยู่ เนื้อในผลเปลี่ยนเป็นสีชมพูอมแดงตลอดทั้งผล เว้นแต่บริเวณที่ติดกับขั้วผล ส่วนสันบริเวณปลายผลนั้นเนื้อบริเวณใกล้กับช่องว่างของผลจะเริ่มนิ่ม แต่สามารถทนต่อแรงกระแทกในขณะขนส่งได้โดยที่เนื้อไม่บอบช้ำมากนัก เป็นระยะที่เหมาะสมสำหรับเก็บผลเพื่อขายปลีกภายในประเทศ

4. ระยะเวลาที่ผลสุกหนึ่งในสอง สีเปลือกนอกของมะละกอจะมีสองสีชัดเจนคือ สีเหลืองครึ่งหนึ่งและสีเขียวอีกครึ่งหนึ่ง เนื้อในมีสีแดงอมชมพูเกือบตลอดทั้งผล เว้นแต่บริเวณที่ติดกับขั้วผลจะมีสีชมพูอมเหลืองเนื้อแน่นและนิ่มเล็กน้อย ถ้าใช้นี้วัดเนื้อจะนุ่มเล็กน้อย เป็นระยะที่เหมาะสมสำหรับเก็บผลไว้รับประทานเองหรือเก็บผลขายในตลาดใกล้ๆ

5. ระยะเวลาที่ผลสุกสามในสี่ สีของเปลือกจะมีสีเหลืองมากกว่าสีเขียว เนื้อนิ่ม ถ้าใช้นี้วัดเนื้อจะนุ่มลง เนื้อในมีสีแดงอมชมพู เนื้อที่ติดอยู่บริเวณผลเริ่มนิ่ม เป็นระยะที่เหมาะสมสำหรับเก็บผลรับประทานเอง

6. ระยะเวลาที่ผลสุกเต็มที่ สีเปลือกของผลจะมีสีเหลืองเกือบตลอดทั้งผล แต่ยังมีสีเขียวปะปนเล็กน้อย เนื้อในจะนิ่มและมีสีแดงอมชมพูตลอดทั้งผล เป็นระยะที่เหมาะสมสำหรับเก็บผลไว้รับประทานสด

แต่ระยะมีผลต่อความหวานของมะละกอ ถ้าเก็บไว้รับประทานเองที่บ้านควรปล่อยให้สุกที่ต้น จะได้ผลมะละกอสุกที่มีรสหวานจัด (ศูนย์วิจัยพืชสวนศรีสะเกษ, 2543)

วิธีการเก็บผล

ในกรณีที่ดินไม่สูงและติดผลต่ำ สามารถเอื้อมถึง ผู้เก็บผลควรใส่ถุงมือป้องกันยางมะละกอ แล้วใช้มีดหรือกรรไกรที่คมตัดขั้วผล อย่าให้ติดต้นและติดผลมากนัก เก็บผลที่ตัดได้ภาชนะหรือตะกร้าที่บุด้วยกระดาษหรือกระสอบหลายชั้น เพื่อป้องกันการกระทบกระเทือน

ส่วนผลที่อยู่สูงควรใช้ไม้สอยที่มีตาข่ายรองรับผล ซึ่งส่วนใหญ่ไม้สอยนั้นจะทำด้วยไม้ไผ่ที่ผ่าปลายออกให้เป็นสองซีก ปลายของซีกหนึ่งทำให้คมเพื่อตัดขั้วผล ส่วนอีกซีกหนึ่งผูกติดกับตาข่าย การเก็บนั้นต้องสวมตาข่ายเข้าที่ผลแล้วพยายามตัดขั้วผลมะละกออย่างระมัดระวังอย่าให้ผลช้ำและกระทบกระเทือนผลอื่น และระวังอย่าให้ยางติดผิวผลเพราะจะทำให้เป็นคราบไม่สวย เมื่อเก็บผลมาแล้วก็นำมาคัดขนาดผลและห่อผลด้วยกระดาษเพื่อเตรียมขนส่งไปยังตลาดต่อไป (รวิ เสรรฐภักดี, 2528)

น้ำสกัดชีวภาพ

น้ำสกัดชีวภาพ (Bioextract : B.E.) หมายถึงสารละลายหรือสารสกัดที่ได้จากการย่อยสลายของวัสดุเหลือใช้จากส่วนต่างๆ ของพืชหรือสัตว์ โดยผ่านกระบวนการหมักในสภาพที่ไม่มีออกซิเจน (anaerobic condition) และมีออกซิเจน (aerobic condition) ซึ่งมีจุลินทรีย์ทำหน้าที่ย่อยสลายเศษซากพืชหรือสัตว์ให้กลายเป็นสารละลายหรือน้ำสกัดชีวภาพ รวมถึงการใช้เอ็นไซม์ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติหรือมีการเติมเอ็นไซม์ เพื่อเร่งการย่อยสลายได้อย่างรวดเร็วยิ่งขึ้น โดยทั่วไปพบว่าจุลินทรีย์ที่มีบทบาทในการย่อยสลายเศษวัสดุดังกล่าว มีทั้งจุลินทรีย์ที่ต้องการออกซิเจนและไม่ต้องการออกซิเจน ซึ่งสามารถแบ่งเป็นกลุ่มต่างๆ ได้ คือ กลุ่มแบคทีเรีย (bacteria) ได้แก่ *Bacillus* sp., *Lactobacillus* sp. และ *Streptococcus* sp. กลุ่มเชื้อรา (fungi) ได้แก่ *Aspergillus niger*, *Penicillium* sp. และ *Rhizopus* sp. และกลุ่มยีสต์ (yeast) ได้แก่ *Canida* sp. เป็นต้น (สุริยา สาสนรักกิจ, 2542)

ประเภทของน้ำสกัดชีวภาพ

น้ำสกัดชีวภาพสามารถจำแนกตามลักษณะของวัสดุเหลือใช้ที่นำมาผลิตออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ ดังนี้

1. น้ำสกัดชีวภาพที่ได้จากพืช เป็นการนำวัสดุเหลือใช้จากพืชและทำการหมักด้วยกากน้ำตาล โดยใช้อัตราส่วนกากน้ำตาลต่อวัสดุเหลือใช้จากพืชเท่ากับ 1:3 จะได้น้ำสกัดชีวภาพที่มีสีน้ำตาลเข้ม มีกลิ่นหอม ซึ่งประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรต โปรตีน กรดอะมิโน ฮอริโมน เอ็นไซม์ และอื่นๆ (ชมรมเกษตรธรรมชาติแห่งประเทศไทย, 2542)

วัสดุเหลือใช้จากพืช ได้จำแนกไว้ดังนี้

1.1) เศษพืชผักต่างๆ ได้แก่ ผักคะน้า ผักกาดขาว ผักกาดหอม กะหล่ำปลี มะเขือ มะเขือเทศ ข้าวโพดฝักอ่อน บวบ ฟักเขียว ฟักทอง และพืชตระกูลแตง เป็นต้น ในวัสดุดังกล่าวนี้จะมีองค์ประกอบของแร่ธาตุและสารอาหารที่เป็นประโยชน์หลายชนิด เช่น โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม เหล็ก วิตามินเอ วิตามินบี ไนอาซิน และกรดแอสคอร์บิก เป็นต้น

1.2) เศษผลไม้ต่างๆ ซึ่งอาจรวมส่วนของเปลือกด้วย เช่น มะละกอ ส้ม มะนาว สับปะรด กัลฉวย เงาะ ชมพู มังคุด ขนุน สตรอเบอรี่ ลำไย และลิ้นจี่ เป็นต้น เศษชนิดนี้มีองค์ประกอบของแร่ธาตุและสารอาหารที่เป็นประโยชน์หลายชนิดคล้ายกันกับพืชผัก

1.3) พืชสมุนไพร เช่น ใบสะเดา เมล็ดสะเดา ตะไคร้หอม ขมิ้นชัน หนอนตายอยาก โล้ดิน สาบเสือ ข่าเหลือง ยาสูบ พริก และบอระเพ็ด เป็นต้น สารสกัดจากพืชสมุนไพรจะมีความเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตและสภาพแวดล้อมน้อยกว่าสารเคมี เนื่องจากความเป็นพิษของพืชสมุนไพรมีการสลายตัวได้รวดเร็ว สารสกัดจากพืชสมุนไพรแต่ละชนิด มีความแตกต่างกันในการป้องกันแมลงศัตรูพืช

1.4) เศษอาหารจากบ้านเรือน ขยะเปียกเป็นเศษอาหารจากบ้านเรือนประกอบด้วย เศษอาหาร เศษผักและผลไม้

2. น้ำสกัดชีวภาพที่ได้จากสัตว์ วัสดุเหลือใช้จากสัตว์ที่สามารถนำไปผลิตเป็นน้ำสกัดชีวภาพนั้นมีหลายชนิด เช่น หอยเชอรี่ แมลง เศษชิ้นส่วนของสัตว์ เปลือกกุ้ง กระดองปู ปลา เล็กปลาน้อย และเศษวัสดุเหลือจากปลา เป็นต้น ทำการหมักโดยใช้อัตราส่วนกากน้ำตาลต่อวัสดุเหลือใช้จากสัตว์เท่ากับ 1:1 อาจมีการเติมหัวเชื้อจุลินทรีย์ละลายน้ำลงไปด้วย 1 ส่วน ปิดฝาและเก็บไว้ในที่ร่มอากาศถ่ายเทดี มีการกวนบ้างเป็นครั้งคราวเพื่อไม่ให้มีกลิ่นเหม็น จนกว่าวัสดุที่หมักจะย่อยสลายดีแล้ว จะได้น้ำสกัดชีวภาพที่มีกลิ่นหอม ในประเทศไทยมีแหล่งอาหารประเภทเนื้อสัตว์ค่อนข้างอุดมสมบูรณ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งแหล่งอาหารทะเลประเภทปลา ได้มีการนำมาแปรรูปในโรงงานอุตสาหกรรมปลากระป๋องจำนวนมาก ภาชนะอาหารที่พบในปลาและของเหลือจากปลานั้นจึงขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมที่ปลาอาศัยอยู่ คือน้ำและอาหารที่ปลากิน แร่ธาตุที่พบทั้งในปลาน้ำจืดและปลาน้ำเค็มมีประมาณ 60 ชนิด ได้แก่ ออกซิเจน 75 เปอร์เซ็นต์ ไฮโดรเจน 10 เปอร์เซ็นต์ คาร์บอน 9.5 เปอร์เซ็นต์ ไนโตรเจน 2.5-3.0 เปอร์เซ็นต์ แคลเซียม 1.2-1.5 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 0.6-0.8 เปอร์เซ็นต์ และกำมะถัน 0.3 เปอร์เซ็นต์ เกล็ดปลามีไนโตรเจน 2.5-3.5 เปอร์เซ็นต์ อยู่ในรูปโปรคอลลาเจน

ดังนั้นเศษวัสดุเหลือจากปลาหรือปลาเล็กปลาน้อย จึงมีธาตุอาหารที่พืชต้องการ ได้แก่ ฟอสฟอรัส แคลเซียม แมกนีเซียม กำมะถัน เหล็ก ทองแดง แมงกานีส สังกะสี ซิลิกา ไอโอดีน โบรอน โซเดียมและธาตุอื่นๆ นอกจากนี้ยังมีส่วนของกรดอะมิโน และโปรตีนที่เกิดจากการย่อยสลายโดยส่วนประกอบดังกล่าวนี้ จะมีผลในเชิงบวกต่อพืช เช่น ช่วยเร่งการแตกยอดของพืช เร่งการออกดอกของพืช มีผลให้ดอกไม้มีสีสด และอาจทำให้คุณภาพของไม้ผลในด้านรสชาติดีขึ้นเป็นต้น (ชัยสิทธิ์ ทองจุ และ สุตประสงค์ สุวรรณเลิศ, 2543)

กระบวนการผลิตน้ำสกัดชีวภาพ

เป็นกระบวนการหมักโดยการย่อยสลายอินทรีย์สารให้อยู่ในรูปของเหลวที่มีสีน้ำตาลเข้ม ในสภาพที่ไม่มีออกซิเจนและมีออกซิเจน โดยมีจุลินทรีย์เป็นตัวการสำคัญในการย่อยสลายอินทรีย์สาร กระบวนการผลิตน้ำสกัดชีวภาพได้แบ่งตามการหมักออกเป็น 2 แบบ คือ

1. การหมักแบบธรรมชาติ เป็นการนำเศษพืชและสัตว์หรือเศษอาหารที่ลักษณะสดและอวบน้ำ นำมาหมักโดยใช้กากน้ำตาลเนื่องจากน้ำตาลมีธาตุคาร์บอนสูงเป็นแหล่งพลังงานให้แก่จุลินทรีย์ในการเจริญเติบโตและขยายพันธุ์ของจุลินทรีย์มากขึ้น นอกจากนี้ยังสามารถใช้น้ำตาลทรายแดง น้ำตาลทรายขาว น้ำมะพร้าว หรือรำละเอียด เป็นแหล่งพลังงานของจุลินทรีย์ก็ได้ เช่น ได้มีการทดลองนำเอาเศษปลาหมักโดยใช้กรดนมหรือกรดน้ำส้มสายชูเข้มข้น ในปริมาณ 3.5 เปอร์เซ็นต์ และเติมกากน้ำตาล (molasses) ในปริมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งในการหมักปลาอาจเกิดกรดอินทรีย์หรือกรดอนินทรีย์เพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์บางชนิด ทำให้เกิดกลิ่นเหม็นรุนแรง (สุริยา สาสนรักรกิจ, 2542) ส่วนการหมักพืชจะใช้อัตราส่วนของเศษพืชผักผลไม้ต่อกากน้ำตาลเท่ากับ 3 : 1 หรืออาจเพิ่มเติมได้ถ้าการหมักมีกลิ่นเหม็นเกิดขึ้น และระยะเวลาในการหมักขึ้นอยู่กับวัสดุเหลือใช้ ถ้าวัสดุมีลักษณะสด อวบน้ำ จะใช้เวลาในการหมักสั้นกว่า

2. การหมักแบบใช้หัวเชื้อจุลินทรีย์ เป็นการนำเอาสบู่นไพรหรือเศษสัตว์ มาหมักโดยใช้กากน้ำตาลเป็นแหล่งพลังงานให้แก่จุลินทรีย์ และเติมหัวเชื้อจุลินทรีย์ เพื่อเป็นแหล่งจุลินทรีย์ที่ใช้ในการย่อยสลายอินทรีย์สาร หัวเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ในการหมักเช่น แป้งข้าวหมาก ยาकुูลท์ โยเกิร์ต มูลสัตว์กินเนื้อ พด.1 พด.2 จุลินทรีย์แห้งหรือน้ำที่ขายในท้องตลาด มะเฟืองสุก ลูกยอสุก เปลือกสับปะรด และน้ำมะพร้าว เป็นต้น ส่วนตัวช่วยให้พลังงานแก่จุลินทรีย์หรือเป็นจุลินทรีย์ในตัวด้วย เช่น นมสดจืดหรือเปรี้ยว นมสดจากสัตว์รีดใหม่ อาหารเสริมสำหรับคน และไข่สดทั้งเปลือก เป็นต้น โดยใช้อัตราส่วนวัสดุเหลือใช้ต่อกากน้ำตาลเท่ากับ 1:1 อาจเปลี่ยนแปลงตามลักษณะวัสดุเหลือใช้ที่ใช้ และระยะเวลาที่ใช้ในการหมักขึ้นอยู่กับวัสดุเหลือใช้ (ชมรมเกษตรธรรมชาติแห่งประเทศไทย, 2542)

องค์ประกอบและสมบัติของน้ำสกัดชีวภาพ

น้ำสกัดชีวภาพ เป็นของเหลวสีน้ำตาล ได้จากสารละลาย เซลล์วัสดุและกิจกรรมของจุลินทรีย์ในระหว่างกระบวนการหมัก ประกอบด้วย

1. ธาตุอาหารหลักและในน้ำสกัดชีวภาพ ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และกำมะถัน มีผลต่อการสร้างกรดอะมิโน โปรตีน น้ำตาล แป้ง ผนังเซลล์ และเอ็นไซม์ในกระบวนการต่างๆของพืช

2. ธาตุอาหารรองในน้ำสกัดชีวภาพ ได้แก่ เหล็ก แมงกานีส ทองแดง สังกะสี และโบรอน ช่วยกระตุ้นการทำงานของเอ็นไซม์ในกระบวนการต่างๆของพืช เช่น การสังเคราะห์แสง และหายใจ (กองเกษตรเคมี, 2545)

ซึ่งปริมาณธาตุอาหารหลักและรองในน้ำสกัดชีวภาพ ได้มีการศึกษามาบ้างแล้ว เช่น กองเกษตรเคมี (2545) ได้ทำการวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหารในน้ำสกัดชีวภาพจาก ผัก ผลไม้ พืชสมุนไพร ปลา หอยเชอรี่ และจากไข่ไก่ นม ถั่ว ดังแสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2

ปริมาณธาตุอาหารในตัวอย่างน้ำสกัดชีวภาพ

ชนิด น้ำสกัดชีวภาพ	ธาตุอาหารพืช (ช่วง) (%)					ธาตุอาหารเสริม (mg.L ⁻¹)					
	N	P ₂ O	K ₂ O	CaO	MgO	S	Fe	Mn	Cu	Zn	B
ผัก	0.07-0.92	0.01-0.40	0.14-1.84	0.01-1.19	0.009-0.19	0.001-0.29	10-640	1-130	3-68	4-30	2-100
ผลไม้	0.07-1.91	0.03-0.78	0.05-1.84	0.09-1.06	0.026-0.35	0.008-0.54	35-410	10-150	1-20	15-58	1-166
พืชสมุนไพร	0.03-1.06	0.02-0.19	0.22-2.00	0.04-0.37	0.021-0.25	0.004-0.27	30-850	5-70	3-10	2-20	2-10
ปลา	1.45-3.42	1.04-1.30	1.04-2.39	0.14-1.00	0.038-0.22	0.002-0.30	35-1700	6-130	3-10	8-50	2-12
หอยเชอรี่	0.24-2.61	0.02-0.93	0.42-1.47	0.13-1.98	0.045-0.16	0.006-0.42	45-3870	5-220	4-11	6-55	1.40
ไข่ไก่ นม ถั่ว	0.39-1.48	0.07-0.25	0.62-1.82	0.13-0.73	0.033-0.21	0.002-0.29	70-3500	2-10	4-13	9-40	1-10

ที่มา : กองเกษตรเคมี (2545)

3. ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) น้ำสกัดชีวภาพทุกชนิดจะมีความเป็นกรดเป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากในกระบวนการหมักวัสดุแต่ละชนิด จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการย่อยสลายจะสร้างกรดอินทรีย์ในปริมาณมาก ได้แก่ กรดแลคติกและกรดอะซีติก

4. ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ซึ่งเป็นตัวบ่งบอกระดับความเค็มของน้ำสกัดชีวภาพ มักพบว่า น้ำสกัดชีวภาพมีค่า EC ที่แตกต่างกัน เนื่องจากชนิดและปริมาณวัสดุเหลือใช้ที่ใช้ในการหมักมีความแตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 2.3 (กรมพัฒนาที่ดิน, 2545)

ตารางที่ 2.3

ความกรดและด่าง (pH) และค่าการนำไฟฟ้า (EC) ในตัวอย่างน้ำสกัดชีวภาพ

ชนิดน้ำสกัดชีวภาพ	ค่า pH			ค่า EC (dS m ⁻¹)		
	ต่ำสุด	สูงสุด	เฉลี่ย	ต่ำสุด	สูงสุด	เฉลี่ย
ปลา	4.0	4.7	4.4	20.30	27.00	21.60
ผัก	3.6	4.9	4.3	2.14	49.00	15.93
ผลไม้	3.4	3.9	3.6	1.42	16.82	3.78
หอยเชอรี่	4.3	4.9	4.7	17.35	45.00	29.18
พืชพื้นเมือง	3.6	4.1	3.8	1.73	2.85	2.19

ที่มา : กรมพัฒนาที่ดิน (2545)

5. กรดฮิวมิก ในน้ำสกัดชีวภาพจะมีองค์ประกอบของกรดฮิวมิกค่อนข้างแตกต่างกัน กรดฮิวมิกเกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการหมัก ในช่วงแรกของการหมักจะเกิดการย่อยสลายของสารอินทรีย์จากวัสดุอินทรีย์ กระบวนการแปรสภาพจะเกิดขึ้นได้รวดเร็ว หลังจากนั้นการย่อยสลายจะเกิดขึ้นช้าลงจนแปรสภาพเป็นสารฮิวมิก ซึ่งเป็นสารประกอบที่มีโครงสร้างซับซ้อนมากและสลายตัวได้ยากมีขนาดโมเลกุลใหญ่ สารฮิวมิกจะมีสมบัติเป็นสารคอลลอยด์ประกอบด้วย ฮิวมิน (hummin) กรดฟุลวิก (fulvic acid) และกรดฮิวมิก (humic acid) (กองเกษตรเคมี, 2545)

6. ฮอริโมน ในน้ำสกัดชีวภาพแต่ละชนิดพบว่า มีความแตกต่างกันในชนิดของฮอริโมนของวัสดุอินทรีย์แต่ละชนิด ซึ่งฮอริโมนมีความสำคัญต่อการพัฒนาคุณภาพของสิ่งมีชีวิตทั้งพืช สัตว์ และจุลินทรีย์ โดยฮอริโมนที่สำคัญมี 3 ชนิด คือ auxin giberellin และ cytokinin

7. เอ็นไซม์ ในน้ำสกัดชีวภาพ ที่พบคือ protease phosphatase และ cellulase จะช่วยการย่อยสลายวัสดุอินทรีย์ในดิน เพื่อให้พืชและจุลินทรีย์ในดินนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป (กรมพัฒนาที่ดิน, 2545)

8. จุลินทรีย์ในน้ำสกัดชีวภาพ มีปริมาณที่แตกต่างกันไปตามแต่ละชนิดของน้ำสกัดชีวภาพ มีจุลินทรีย์บางชนิดที่เป็นประโยชน์และสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ในสภาพของสารละลายที่มีค่าความเป็นกรดสูง (pH 3-4) เป็นต้น โดยแบคทีเรียที่พบในน้ำสกัดชีวภาพ ได้แก่

แบคทีเรียสกุล *Lactobacillus sp.* โดยในการหมักในสภาพที่ไม่มีออกซิเจน จะพบกลุ่มแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติก (lactic acid bacteria) เป็นส่วนใหญ่ โดยใช้น้ำตาลเป็นแหล่งอาหารและพลังงาน

แบคทีเรียสกุล *Streptococcus sp.* จะเปลี่ยนแอลกอฮอล์ไปเป็นกรดอะซิติกในสภาพที่มีออกซิเจน จึงเป็นกลุ่มแบคทีเรียที่ผลิตกรดอะซิติก

แบคทีเรียสกุล *Bacillus sp.* เป็นแบคทีเรียที่แปรสภาพฟอสฟอรัส และแปรสภาพอินทรีย์ในโตรเจนให้เป็นอนินทรีย์ในโตรเจน ผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่เป็นแอมโมเนีย แบคทีเรียชนิดนี้สามารถผลิตเอ็นไซม์ extracellular หรือเรียกว่า proteolytic enzyme (protease) ทำหน้าที่ย่อยโปรตีนให้เป็นกรดอะมิโน

ราในสกุล *Aspergillus niger*, *Penicillium sp.* และ *Rhizopus sp.* เป็นจุลินทรีย์ที่แปรสภาพฟอสฟอรัส โดยเปลี่ยนสารประกอบอินทรีย์ฟอสฟอรัสและอนินทรีย์ฟอสฟอรัสที่อยู่ในรูปไม่เป็นประโยชน์ให้อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชและจุลินทรีย์

กลุ่มยีสต์ที่เกี่ยวข้องกับในกระบวนการหมักในสภาพที่ไม่มีอากาศ เช่น ยีสต์ในสกุล *Saccharomyces sp.* และ *Candida sp.* เป็นต้น ยีสต์ใช้น้ำตาลเป็นแหล่งอาหารโดยการเปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นเอทิลแอลกอฮอล์และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และยังมีผลิตภัณฑ์ชนิดอื่นออกมาในปริมาณเล็กน้อย เช่น glycerol, acetic acid, organic acids, amino acids purines, pyrimidines และ anyl alcohol เป็นต้น นอกจากนี้ยีสต์จะผลิตฮอร์โมน และวิตามินในกระบวนการหมัก ซึ่งพืชและจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในดินสามารถนำไปใช้ได้ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2545)

ประโยชน์ของน้ำสกัดชีวภาพ

1. เป็นปุ๋ยโดยตรง เนื่องจากน้ำสกัดชีวภาพประกอบด้วย ธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรอง นอกจากนี้ยังมีเอ็นไซม์และฮอร์โมนต่างๆที่ได้จากจุลินทรีย์หรือจากการย่อยสลายของสารอินทรีย์ ส่วนจุลินทรีย์ในน้ำสกัดชีวภาพ จะย่อยสลายเศษอินทรีย์วัตถุในดินให้กลายเป็นสารอาหารสำหรับพืช นอกจากนี้ยังช่วยปรับโครงสร้างของดิน ช่วยให้ดินร่วนซุยขึ้น น้ำและอากาศจะผ่านสะดวก แต่เนื่องจากน้ำสกัดชีวภาพมีสารต่างๆและจุลินทรีย์อยู่เป็นจำนวนมาก ทำให้มีความเข้มข้นมาก ดังนั้นเมื่อนำไปใช้จำเป็นต้องทำให้เจือจางมากๆ

2. ป้องกันและกำจัดแมลง โดยการผสมน้ำสกัดชีวภาพในอัตราส่วนที่เจือจางฉีดพ่นไปยังพืชที่มีการระบาดของเพลี้ยแป้ง มีผลให้เพลี้ยแป้งตาย เนื่องจากการหมักในสภาพที่ไม่มีออกซิเจนจะได้แอลกอฮอล์ เมื่อแอลกอฮอล์รวมตัวกับออกซิเจนจะได้สารเอสเทอร์ จะมีกลิ่นหอมหรือกลิ่นเหม็นเฉพาะตัวซึ่งทำหน้าที่เป็นสารดึงดูดแมลงหรือสารไล่แมลง

3. ประโยชน์ในการกำจัดน้ำเสียและการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ โดยใช้อัตราส่วนของน้ำสกัดชีวภาพ 1 ส่วน ต่อปริมาณน้ำในแหล่งน้ำ 1,000 ส่วน เนื่องจากน้ำสกัดชีวภาพประกอบด้วยเอ็นไซม์และจุลินทรีย์อยู่หลายชนิด สามารถนำไปใช้ย่อยสลายสารอินทรีย์ในแหล่งน้ำต่างๆ เช่น บ่อน้ำ สระน้ำ บ่อปลา และบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำอื่นๆ เป็นต้น

4. ประโยชน์ในการเลี้ยงสัตว์ โดยการใช้น้ำสกัดชีวภาพผสมน้ำดื่ม ในอัตราส่วน 1:1,000 ในสัตว์ปีก สุกร โค และกระบือ ทำให้สัตว์แข็งแรง มีความต้านทานโรคต่างๆได้ดี เนื่องจากเอ็นไซม์ร่วมกับจุลินทรีย์ในน้ำสกัดชีวภาพช่วยในการย่อยอาหารและกระตุ้นการสร้างภูมิคุ้มกัน

5. เป็นหัวเชื้อผลิตปุ๋ยอินทรีย์ เนื่องจากน้ำสกัดชีวภาพมีเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราในขั้นสุดท้ายของการหมักในสภาพที่เป็นกรด จึงสามารถนำมาเป็นหัวเชื้อสำหรับผลิตปุ๋ยอินทรีย์ (สุรียา สาสนรักกิจ และคณะ, ไม่ปรากฏปี)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นฤมล วชิรปัทมา และเยาวพา จิระเกียรติกุล (2548) ได้นำวัสดุ 6 ชนิดจากปลีกล้วย กวางตุ้ง ผลกล้วย หอยเชอรี่ มูลค่างคาว และปลาป่นมาหมักกับกากน้ำตาลและน้ำเป็นเวลา 6 เดือน หาปริมาณ total Nitrogen (N) ในน้ำสกัดชีวภาพด้วยวิธี Kjeldahl วิเคราะห์หาปริมาณ phosphorus (P) ด้วยวิธี spectrophotometry และปริมาณ potassium (K) ด้วยวิธี Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS)

จากผลการวิจัยธาตุอาหารหลัก พบว่า %N ของปลาป่นมีค่าสูงที่สุด ในกลุ่มของวัสดุที่หมักจากสัตว์ และกวางตุ้งมีค่าสูงที่สุดในกลุ่มของวัสดุที่หมักจากพืช %P ของปลาป่นมีค่าสูงสุด รองลงมาคือมูลค่างคาว %K ของผลกล้วยมีค่าสูงสุด รองลงมาคือปลาป่น (ตารางที่ 2.4)

ตารางที่ 2.4

ปริมาณธาตุ N, P และ K ในน้ำสกัดชีวภาพที่ได้จากวัสดุ 6 ชนิด

น้ำสกัดชีวภาพ	%N	%P	%K
ปลาป่น	2.06	0.20	2.12
กวางตุ้ง	0.44	0.04	1.80
ผลกล้วย	0.39	0.05	2.53
ปลีกล้วย	0.81	0.04	0.69
หอยเชอรี่	0.97	0.01	0.82
มูลค่างคาว	0.85	0.07	1.34

ที่มา : นฤมล วชิรปัทมา และ เยาวพา จิระเกียรติกุล (2548)

จารุรัตน์ พุ่มประเสริฐ และธัญพิสิษฐ์ พวงจิก (2548) ทำการปลูกคะน้าในวัสดุปลูกผสมขุยมะพร้าวและทรายหยาบ (1:1) จากนั้นรดด้วยสารละลายธาตุอาหารหนึ่งส่วนร่วมกับน้ำสกัดชีวภาพปลาป่นอีกหนึ่งส่วน โดยใช้ความเข้มข้นของน้ำสกัดชีวภาพที่เจือจางด้วยน้ำ 0 1:200 1:400 1:600 1:800 และ 1:1,000 โดยปริมาตร คะน้าที่รดด้วยสารละลายธาตุอาหารเต็ม ปริมาตรเป็นสิ่งทดลองควบคุม พบว่า พบว่าการใช้สารละลายธาตุอาหารร่วมกับน้ำสกัดชีวภาพที่เจือจาง 1:200 มีแนวโน้มให้น้ำหนักสูงที่สุด

ชลธิชา วิเชียร และธัญพิสิษฐ์ พวงจิก (2548) ทำการศึกษาเกี่ยวกับต้นดาวเรืองฝรั่งเศส โดยรดด้วยสารละลายธาตุอาหารร่วมกับน้ำสกัดชีวภาพปลาปนอัตราส่วน 1:1,000 โดยปริมาตร ในอัตราส่วนที่ต่างกัน 5 ระดับ คือ 1:0, $\frac{3}{4}$: $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$: $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$: $\frac{3}{4}$ และ 0 : 1 พบว่าในสัปดาห์ที่ 4 หลังย้ายปลูก ต้นดาวเรืองฝรั่งเศสที่รดด้วยอัตราส่วน $\frac{3}{4}$: $\frac{1}{4}$ โดยปริมาตร มีความสูงเฉลี่ยและความกว้างทรงพุ่มมากที่สุด และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับต้นดาวเรืองฝรั่งเศสที่รดด้วยอัตราส่วน 0 : 1 โดยปริมาตร (รดด้วยน้ำสกัดชีวภาพเพียงอย่างเดียว) ต้นดาวเรืองฝรั่งเศสที่รดด้วยสารละลายธาตุอาหารร่วมกับน้ำสกัดชีวภาพในทุกอัตราส่วนมีระยะเวลาออกดอก และระยะเวลาออกดอกถึงดอกบานไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนจำนวนดอกเฉลี่ยต่อต้นพบว่าต้นดาวเรืองฝรั่งเศสที่รดด้วยอัตราส่วน 1 : 0 โดยปริมาตร (รดด้วยสารละลายธาตุอาหารเพียงอย่างเดียว) มีจำนวนดอกเฉลี่ยต่อต้นมากที่สุด เท่ากับ 59.50 ดอก แต่ดอกของต้นดาวเรืองฝรั่งเศสที่รดด้วยอัตราส่วน $\frac{1}{2}$: $\frac{1}{2}$ โดยปริมาตร มีขนาดใหญ่ที่สุดเท่ากับ 4.85 เซนติเมตร ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับต้นดาวเรืองฝรั่งเศสที่รดด้วยอัตราส่วน 0 : 1 โดยปริมาตร

ธัญพิสิษฐ์ พวงจิก และคณะ (2549a) ศึกษาผลของน้ำสกัดชีวภาพชนิดต่างๆ ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของเขี้ยวหมื่นปี น้ำสกัดชีวภาพที่ใช้ในการทดลองคือ น้ำสกัดชีวภาพกวาดุ้ง และปลาปน อัตราส่วน 1:250 1:500 และ 1:1,000 ร่วมกับสารละลายธาตุอาหาร พบว่าต้นเขี้ยวหมื่นปีที่ให้สารละลายธาตุอาหารร่วมกับน้ำสกัดชีวภาพปลาปนอัตราส่วน 1:1,000 มีจำนวนใบ ความกว้างใบ ความยาวใบ ความสูง ขนาดทรงพุ่ม จำนวนหน่อและจำนวนดอก ที่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติกับการละลายธาตุอาหารเพียงอย่างเดียว โดยเขี้ยวหมื่นปีที่รดด้วยสารละลายธาตุอาหารร่วมกับน้ำสกัดชีวภาพปลาปนอัตราส่วน 1:1,000 มีจำนวนใบที่เพิ่มขึ้นมากที่สุดคือ 11.63 ใบ และมีขนาดทรงพุ่มกว้างที่สุดคือ 33.54 เซนติเมตร และยังพบว่าเขี้ยวหมื่นปีที่รดด้วยสารละลายธาตุอาหารร่วมกับน้ำสกัดชีวภาพปลาปนอัตราส่วน 1:1,000 มีจำนวนหน่อมากที่สุดคือ 4.63 หน่อต่อต้น ส่วนความกว้างใบ ความยาวใบ และความสูง พบว่าเขี้ยวหมื่นปีที่รดด้วยสารละลายธาตุอาหารเพียงอย่างเดียวมีความกว้างใบ ความยาวใบ และความสูงมากที่สุด คือ 8.39 16.80 และ 32.86 เซนติเมตร ตามลำดับ ปริมาณธาตุอาหารหลักที่พบในใบ พบว่า ปริมาณไนโตรเจนสูงสุดเมื่อรดด้วยน้ำสกัดชีวภาพปลาปนอัตราส่วน 1:250 (3.23%) ปริมาณฟอสฟอรัสไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอยู่ในช่วง 0.09-0.13% และปริมาณโพแทสเซียมสูงสุดในน้ำสกัดชีวภาพจากกวาดุ้ง 1:250 (5.58%) สารละลายธาตุอาหารเพียงครั้งหนึ่งร่วมกับน้ำสกัดชีวภาพจากปลาปนความเข้มข้น 1:500 และ 1:1,000 มีผลต่อการเจริญเติบโตใกล้เคียงกับการใช้สารละลายเพียงอย่างเดียว ดังนั้นสามารถใช้น้ำสกัดชีวภาพทดแทนสารละลายธาตุอาหารได้ครึ่งส่วนของปริมาตรที่ใช้

ชัยนาท รมมีชัย (2548) ทดลองปลูกต้นเขียวหมื่นปีโดยวัสดุปลูกที่ใช้ในการทดลอง คือ ถ่านแกลบ ปุ๋ยคอก แกลบ ใบก้ามปู กาบมะพร้าวสับ ผสมเป็นวัสดุปลูกในอัตรา 1:1:1:1:6 โดยปริมาตร รดด้วยน้ำสกัดชีวภาพวางตั้ง และปลาป่น อัตราส่วน 1:250 1:500 และ 1:1000 สารละลายปุ๋ยสูตร 15-15-15 และน้ำเป็นสิ่งทดลองควบคุม พบว่าต้นเขียวหมื่นปีที่รดด้วยน้ำ สารละลายปุ๋ยสูตร 15-15-15 และน้ำสกัดชีวภาพ มีจำนวนใบ ความกว้างใบ ความยาวใบ ความสูง และขนาดทรงพุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่การให้น้ำสกัดชีวภาพวางตั้ง อัตราส่วน 1:250 มีอัตราการเจริญเติบโตโดยรวมดีที่สุด จากการวิเคราะห์ธาตุอาหารหลักในใบ พบว่า ทุกสิ่งทดลองไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยต้นเขียวหมื่นปีที่รดด้วยสารละลายปุ๋ยเคมี สูตร 15-15-15 พบว่ามีปริมาณไนโตรเจน และฟอสฟอรัสในใบสูงที่สุด คือ 3.54% และ 0.34% ตามลำดับ ส่วนปริมาณโพแทสเซียมไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอยู่ในช่วง 3.89-4.68% และเมื่อทำการวิเคราะห์วัสดุปลูกหลังปลูกต้นเขียวหมื่นปีไปแล้ว 8 เดือน พบว่า ค่า EC pH ปริมาณไนโตรเจน โพแทสเซียม และฟอสฟอรัส มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยวัสดุปลูกที่รดด้วยสารละลายปุ๋ยเคมี มีค่า pH น้อยที่สุดเท่ากับ 4.30 และมีค่า EC ไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมสูงที่สุด เท่ากับ 5.45 0.89% 0.24% และ 0.87% ตามลำดับ

ภัทรพล จังสถิตย์กุล (2549) ได้ศึกษาหาชนิดและอัตราส่วนของน้ำสกัดชีวภาพที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตของกระชายดำ โดยข้กลงในกระถางพลาสติกขนาด 8 นิ้ว ที่บรรจุวัสดุปลูกซึ่งมีส่วนผสมระหว่าง ถ่านแกลบ ใบก้ามปูหมัก แกลบ ปุ๋ยคอก และกากมะพร้าวสับ อัตราส่วน 1:1:1:1:1 โดยปริมาตร แล้วรดด้วยสารละลายปุ๋ยเคมี 15-15-15 น้ำสกัดชีวภาพวางตั้ง น้ำสกัดชีวภาพปลาป่น อัตราส่วน 1:250 1:500 1:1,000 (น้ำสกัดชีวภาพ:น้ำ โดยปริมาตร) สัปดาห์ละหนึ่งครั้ง และรดด้วยน้ำเป็นสิ่งทดลองควบคุม พบว่า น้ำสกัดชีวภาพที่ความเข้มข้นต่างๆ ส่งผลต่อจำนวนใบ ความกว้างใบ ความยาวใบ ความสูง ขนาดทรงพุ่ม จำนวนต้น/กอ และน้ำหนักหัวสด ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับการให้สารละลายปุ๋ยเคมี 15-15-15 และน้ำ การให้สารละลายปุ๋ยเคมี น้ำสกัดชีวภาพวางตั้งอัตราส่วน 1:250 , 1:1,000 และน้ำสกัดชีวภาพปลาป่นอัตราส่วน 1:1,000 มีแนวโน้มให้น้ำหนักหัวสดสูงกว่าต้นที่รดด้วยน้ำ

ัญพิสิษฐ์ พวงจิก และคณะ (2549b) ได้ศึกษาผลของน้ำสกัดชีวภาพที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของมะละกอเมื่อปลูกลงในวัสดุปลูกที่มีส่วนผสมระหว่างทราย: ถ่านแกลบ: ขุยมะพร้าว อัตราส่วน 3:2:1 โดยปริมาตร ใช้น้ำสกัดชีวภาพวางตั้ง และปลาป่น อัตราส่วน 1:250 1:500 และ 1:1,000 ร่วมกับสารละลายธาตุอาหาร พบว่า ความสูงของมะละกอ 2 เดือนแรกหลังการย้ายปลูก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการให้สารละลายธาตุอาหาร น้ำสกัดชีวภาพปลาป่นอัตราส่วน 1:250 และ 1:1,000 มีความสูงของต้นมะละกอมากกว่าสิ่งทดลองอื่นๆ แต่ในช่วงเดือนที่ 3 ถึงเดือนที่ 7 หลังจากย้ายปลูก ความสูงของต้นมะละกอ ในแต่ละสิ่งทดลองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นพบว่าในช่วงห้าเดือนแรกหลังจากย้ายปลูก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยลำต้นของมะละกอที่ได้รับสารละลายธาตุอาหาร มีเส้นผ่านศูนย์กลางมากที่สุด แต่ช่วงเดือนที่ 6 และ 7 หลังย้ายปลูก เส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นในแต่ละสิ่งทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ จำนวนใบในช่วงเดือนที่ 2 และเดือนที่ 7 หลังย้ายปลูก ในแต่ละสิ่งทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่ในเดือนที่ 1 และ เดือนที่ 4 ถึงเดือนที่ 6 หลังจากย้ายปลูก จำนวนใบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการให้สารละลายธาตุอาหารและน้ำสกัดชีวภาพปลาป่นอัตราส่วน 1:1,000 ให้จำนวนใบมากที่สุด จำนวนผลเฉลี่ยของมะละกอในช่วงเดือนที่ 7 หลังจากย้ายปลูกมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยในน้ำสกัดชีวภาพวางตั้งอัตราส่วน 1: 250 ให้จำนวนผลสูงสุด (10.13 ผล) รองลงมาคือ น้ำสกัดชีวภาพปลาป่นอัตราส่วน 1:1,000 (9.5 ผล) ปริมาณธาตุอาหารหลักในใบไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติโดยพบปริมาณไนโตรเจนอยู่ในช่วง 4.51-5.32% ฟอสฟอรัส 0.23-0.31% และโพแทสเซียม 2.05-2.37% สารละลายธาตุอาหารเพียงครึ่งส่วนของปริมาตรที่ใช้ร่วมกับ น้ำสกัดชีวภาพวางตั้งอัตราส่วน 1:250 และน้ำสกัดชีวภาพปลาป่นอัตราส่วน 1:1,000 มีผลต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตใกล้เคียงกับสารละลายธาตุอาหารเพียงอย่างเดียว