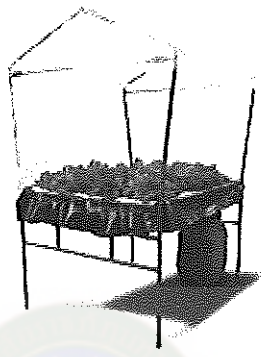
บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง



1. ปัจจัยที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช

การที่พืชจะดำรงชีพโดยเริ่มจากเมล็ดไปเป็นต้นกล้า แล้วเจริญเติบโตเป็นต้นโตแก่ พอติดดอกออกผล สร้างผลผลิต น้ำหนักสด และให้เมล็ดได้นั้น ต้องอาศัยปัจจัยต่าง ๆ มากมาย ซึ่งมีลักษณะอย่างใดหรือเป็นตัวการควบคุมการเจริญเติบโตของพืช พอสรุปได้ดังนี้

1.1 พันธุกรรมเป็นหน่วยขนาดเล็กที่สุดของสิ่งมีชีวิตทั้งหลาย และเป็นหน่วยที่สืบช่วงรุ่นพ่อแม่ไปสู่รุ่นลูก ทำหน้าที่ควบคุมลักษณะต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ปรากฏออกมาให้เห็น การเลือกใช้พันธุ์ที่ดี กับการจัดการสภาพแวดล้อมอื่น ๆ ที่ให้เหมาะสมด้วยย่อมให้ผลผลิตสูง (ถวิล, 2540;คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541)

1.2 แสงแดดเป็นปัจจัยสำคัญสำหรับการสังเคราะห์แสง พืชจะมีระดับความสามารถของการสังเคราะห์แสงขึ้นอยู่กับปริมาณความเข้มของแสง และคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศ ในการปลูกพืชที่จะให้พืชสวยสดงดงาม ปริมาณแสงจำเป็นต้องควบคุมให้มีอย่างเพียงพอและเหมาะสม ถ้าพืชได้รับแสงน้อยเกินไปก็จะทำให้พืชไม่เจริญเติบโตเท่าที่ควร ขณะเดียวกันถ้าความเข้มแสงมีมากเกินไปมีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตลดลง ช่วงระยะเวลาของแสงที่เป็นสิ่งที่ต้องพิจารณาด้วย พืชวันสั้นต้องการแสง 10-13 ชั่วโมงต่อวัน พืชวันยาวต้องการแสง 14-18 ชั่วโมงต่อวัน ปกติถ้าหากพืชไม่ได้รับแสงสว่างของวันหนึ่ง ๆ คิดเฉลี่ยเป็นจำนวนชั่วโมงอย่างต่ำสุดตามที่ต้องการแล้ว พืชก็จะไม่สามารถเจริญเติบโตได้บริบูรณ์ตามที่ควรจะเป็น (ถวัลย์, 2534; คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541)

1.3 น้ำมีความสำคัญต่อพืช คือทำหน้าที่ละลายธาตุอาหาร และทำให้เซลล์พืชเต่งตึง ต้นพืชมีน้ำเป็นองค์ประกอบสำคัญสำหรับหล่อเลี้ยงในส่วนต่าง ๆ ของลำต้น ซึ่งเป็นปัจจัยในด้านการสร้าง และการเจริญเติบโต นอกจากนี้การงอกของเมล็ดพืช ต้องมีความชื้นที่เพียงพอ และพืชยังต้องการน้ำในการหายใจและการกระบวนการต่าง ๆ ของพืช (ถวัลย์, 2534)

1.4 อากาศถือเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญของพืช โดยคาร์บอนในอากาศเมื่อรวมตัวกับออกซิเจนถูกดูดเข้าไปที่ปากใบ แล้วสร้างน้ำตาลและคาร์โบไฮเดรตสำหรับเป็นอาหารเพื่อการเจริญเติบโต ส่วนรากพืชก็ต้องการออกซิเจนเช่นเดียวกัน (ถวัลย์, 2534)

1.5 ที่สำหรับหยั่งรากยึดให้ลำต้นตั้งอยู่ได้ พืชที่ล้มเอียงไม่ตั้งตรงตรงมีลักษณะของการแตกกิ่งก้านและการเจริญเติบโตของส่วนยอดเลวกว่าพืชที่ตั้งตรงเสมอ เพราะการรับแสงไม่ทั่วถึงจึงกระทบถึงการสร้างแป้ง น้ำตาล การสะสมน้ำหนักแห้งและการกระจายของฮอร์โมนในพืช การที่มีวัสดุให้พืชหยั่งรากและยึดพยุงให้ต้นพืชตั้งตรง ย่อมมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช (ถวิล, 2540)

1.6 ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อพืชทั้งหมด 16 ธาตุ ได้แก่ คาร์บอน ออกซิเจน ไฮโดรเจน ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม กำมะถัน เหล็ก แมงกานีส โบรอน สังกะสี ทองแดง คลอรีน และโมลิบดินั่ม ธาตุเหล่านี้สามารถจัดแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มธาตุที่ได้จากอากาศและน้ำ ได้แก่ คาร์บอน ออกซิเจน ไฮโดรเจน ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของแป้งและน้ำตาล อีกกลุ่มคือธาตุที่พืชได้รับจากดิน ซึ่งประกอบด้วย ธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ธาตุอาหารรอง ได้แก่ แคลเซียม แมกนีเซียม และกำมะถัน สำหรับธาตุอาหารเสริมหรือจุลธาตุ ได้แก่ เหล็ก แมงกานีส สังกะสี ทองแดง โบรอน โมลิบดินั่ม และคลอรีน(ถวัลย์, 2534; ถวิล, 2540; คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541; มนูญ, 2544)

ธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองเป็นธาตุที่พืชต้องการปริมาณมาก เป็นองค์ประกอบหรือช่วยสังเคราะห์ของกรดอะมิโน โปรตีน แป้ง น้ำตาล และเอ็นไซม์ต่าง ๆ ช่วยการทำงานของเอ็นไซม์ต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช และเป็นองค์ประกอบในสารที่ใช้ในการถ่ายทอดพลังงานในกระบวนการต่าง ๆ ของพืช เช่น การสังเคราะห์แสงและหายใจ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541) หน้าที่ของธาตุเหล่านี้แต่ละธาตุ พอจะแยกกล่าวถึงได้ดังนี้

1) ไนโตรเจน (N) ในพืชอยู่ในรูปของสารอินทรีย์ เช่น กรดอะมิโน โปรตีน ฮอร์โมน กรดนิวคลีอิก นิวคลีโอโปรตีน คลอโรฟิลล์ สารพวกอัลคาลอยด์ โครโมโซม และเอ็นไซม์ในพืช นอกจากนี้ยังเป็นองค์ประกอบสำคัญของโปรตีนในโพรโทพลาซึม ไนโตรเจนมีความสำคัญในกระบวนการสังเคราะห์แสง และส่งเสริมการเจริญเติบโตของยอดอ่อน ใบ กิ่งก้าน ลำต้น ไนโตรเจนที่

เป็นประโยชน์ต่อพืชอยู่ในรูปของเกลือไนเตรต เกลือไนไตรต์ และแอมโมเนียมที่ละลายในน้ำ (นภดล, 2538; ถวิล, 2540; คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541; ยงยุทธ, 2543)

2) ฟอสฟอรัส (P) อยู่ในรูปไอออนฟอสเฟตที่ละลายน้ำในทางลำเลียงน้ำและอยู่ในน้ำในเซลล์ของพืช ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมระดับความเป็นกรด-ด่างภายในพืชให้คงที่ ฟอสฟอรัสเป็นวัตถุดิบของกระบวนการสร้างสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับระบบการถ่ายทอดพลังงานในพืช ในรูปสารประกอบฟอสเฟตในพืชที่เป็นกรดนิวคลีอิก นิวคลีโอโปรตีน สารไพติน ฟอสโฟลิปิด phosphorylated sugars ต่าง ๆ และ high energy phosphate ต่าง ๆ เช่น ADP, ATP di และ tri-phophate pyridine nucleotide, flavin nuclotide เป็นต้น (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541;มนูญ, 2544)

3) โพแทสเซียม (K) มีความสำคัญต่อกิจกรรมหรือกระบวนการสร้างสมต่าง ๆ ในเซลล์ที่มีชีวิต เช่น การสร้างน้ำตาลและแป้ง การเคลื่อนย้ายแป้งน้ำตาล การสังเคราะห์แสงและหายใจ โครงสร้างของเอ็นไซม์ ความต้านทานโรคและคุณภาพของผักและผลไม้ (Muckle, 1994;คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541)

4) แคลเซียม (Ca) เป็นองค์ประกอบของ calcium pectate ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของผนังเซลล์ และจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของยอดและปลายราก แคลเซียมมีความสำคัญต่อการสร้างโปรตีน การงอกของเมล็ด การผสมเกสร และช่วยให้เอ็นไซม์บางชนิดทำงานได้ดี(คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541; มนูญ, 2544)

5) แมกนีเซียม (Mg) เป็นองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์มีส่วนในการสร้างน้ำมัน เมื่ออยู่ร่วมกับกำมะถัน แมกนีเซียมทำหน้าที่เป็นตัวกระตุ้นให้เอ็นไซม์ที่เกี่ยวข้องกับเมทาบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรตและการหายใจของเซลล์ นอกจากนี้ยังช่วยการสังเคราะห์กรดอะมิโน วิตามิน ไขมันและน้ำตาล ทำให้สภาพเป็นกรด-ด่างในเซลล์พอเหมาะ และช่วยในการงอกเมล็ด (ถวิล, 2540;คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541)

6) กำมะถัน (S) มีความสำคัญต่อการสร้างโปรตีนและเป็นองค์ประกอบของกรดอะมิโน3 ชนิด คือ cystine, cystein, methionine และองค์ประกอบของวิตามิน เช่น thiamine coenzyme Aและ glutathione กำมะถันมีผลต่อการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ของพืช และเป็นองค์ประกอบของสารที่ระเหยได้ในพืช กำมะถันยังมีผลต่อการแบ่งเซลล์ ซึ่งเป็นการเจริญเติบโตของยอดและปลายราก (Bergmann, 1992; คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541)

ธาตุอาหารเสริมหรือจุลธาตุ มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับระบบการทำงานของเอ็นไซม์ที่จำเป็นต่อกระบวนการต่าง ๆ ที่สำคัญภายในพืช โดยเฉพาะกระบวนการสังเคราะห์แสงและการหายใจจะมีเอ็นไซม์หลายชนิดที่ต้องอาศัยจุลธาตุดังกล่าวเป็นตัวกระตุ้น นอกจากนั้นจุลธาตุยังเป็นองค์ประกอบของเอ็นไซม์

มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร RAJABHAT MAHAGARAKHAM UNIVERSITY

ซึ่งเกี่ยวข้องกับกระบวนการเมทาบอลิซึมของพืช (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541) ซึ่งหน้าที่ของธาตุอาหารเสริมแต่ละธาตุ พอจะแยกกล่าวถึงได้ดังนี้

1) เหล็ก (Fe) เป็นองค์ประกอบของ cytochrome ซึ่งอยู่ในไมโตรคอนเดรีย และเป็นตัวจักรสำคัญในกระบวนการหายใจของพืช เหล็กเป็นธาตุที่มีความสำคัญต่อกระบวนการสร้างคลอโรฟิลล์แม้ว่าเหล็กไม่ได้เป็นองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์ เหล็กเป็นธาตุที่จำเป็นต่อการส่งผ่านอิเล็กตรอนในกระบวนการสังเคราะห์แสง และเป็นองค์ประกอบของ iron porphyrins และferredoxins (ชัยฤกษ์,2536) ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่จำเป็นในกระบวนการสังเคราะห์แสง นอกจากนี้เหล็กยังเป็นตัวรับอิเล็กตรอนที่สำคัญในปฏิกิริยารีดอกซ์ และเป็นตัวกระตุ้นของเอ็นไซม์หลายๆชนิด เช่น catalase, succinic dehydrogenase และ aconitase (กองปฐพีวิทยา, 2540; คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541)

2) แมงกานีส (Mn) ความสำคัญของธาตุแมงกานีสที่มีต่อพืชในหลาย ๆ ด้านคล้ายกับเหล็ก แม้ว่าแมงกานีสไม่ได้เป็นองค์ประกอบอยู่ในโมเลกุลของคลอโรฟิลล์ แมงกานีสจะถูกรวมเข้ากับปฏิกิริยาออกซิเดชัน-รีดักชันในระบบการส่งผ่านอิเล็กตรอน และการหมุนเวียนของออกซิเจนในกระบวนการสังเคราะห์แสง เป็นตัวกระตุ้นของเอ็นไซม์หลาย ๆ ชนิด เช่น oxidase, peroxidase, dehydrogenase, decarboxylase และ kinase และแมงกานีสยังถูกใช้ในกระบวนการ
อื่น ๆ เช่น การสังเคราะห์โปรตีน การทำงานของ คลอโรพลาสต์ และการรีดิวซ์ไนเตรท นอกจากนี้แมงกานีสยังช่วยลดความเป็นพิษของเหล็กได้อีกด้วย (ชัยฤกษ์, 2536; คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541)

3) สังกะสี (Zn) เป็นตัวกระตุ้นเอ็นไซม์หลายชนิด เช่น carbonic anhydrase, alcohol dehydrogenase และ peptidase หลายชนิด สังกะสียังมีหน้าที่กระตุ้นเอ็นไซม์บางชนิดที่ทำหน้าที่เคลื่อนย้ายฟอสเฟต เช่น haxose kinase นอกจากนี้สังกะสียังเป็นธาตุที่จำเป็นต่อกระบวนการทางชีวเคมีที่เกิดขึ้น เช่น การสังเคราะห์ cytochrome และ nucleotide การเกิดเมทาบอลิซึมของออกซินการผลิตคลอโรฟิลล์ (ชัยฤกษ์, 2536; คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541)

4) ทองแดง (Cu) เป็นธาตุที่จำเป็นในการสังเคราะห์ลิกนิน และเป็นตัวกระตุ้นของเอ็นไซม์หลายชนิด เช่น ascorbic acid, oxidase, phenolase และ plastocyanin ทองแดงเป็นตัวควบคุมการเกิดปฏิกิริยาต่าง ๆ ของเอ็นไซม์ เป็นตัวเร่งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น และมีบทบาทต่อกระบวนการต่าง ๆ เช่น การเกิดเมทาบอลิซึมของโปรตีน คาร์โบไฮเดรตและฮอร์โมน กระบวนการสังเคราะห์แสงและกระบวนการหายใจ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541; ยงยุทธ, 2543)

5) โบรอน (B) จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของท่อนำนิวเคลียสของเรณู (pollen tube)และการงอกของละอองเรณู (pollen grain) โบรอนมีความจำเป็นต่อการแบ่งเซลล์ของพืช กระตุ้นให้การเคลื่อนย้ายน้ำ

ตาล และการดูดซึมธาตุแคลเซียมของรากพืชคือพืชต้องการแคลเซียมมากก็ต้องการโบรอนมากขึ้นด้วย (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541)

6) โมลิบดินัม (Mo) เป็นองค์ประกอบของเอ็นไซม์ nitrogenase ใช้ในขบวนการตรึงไนโตรเจนจากอากาศ และเป็นองค์ประกอบของ nitrate raductase ซึ่งเป็นประโยชน์เป็นการใช้ประโยชน์ของไนโตรเจนของพืช (กองปฐพีวิทยา, 2540; คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541)

7) คลอรีน (Cl) เกี่ยวข้องกับการผลิตรงควัตถุคลอโรฟิลล์ในคลอโรพลาสต์ และกระบวนการเปลี่ยนแปลงของคาร์โบไฮเดรต คลอรีนเป็นตัวเร่งการแก่ตัวของพืช การเปิด-ปิดของปากใบ และการแบ่งเซลล์ของพืชลดลง (นภดล, 2538; คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541)

2. การปลูกพืชไม่ใช้ดิน (Soilless Culture)

การปลูกพืชไม่ใช้ดินเป็นวิธีการปลูกพืชที่ใช้หลักการแบบวิทยาศาสตร์สมัยใหม่ ด้วยการเลียนแบบการปลูกพืชที่ใช้ดิน แต่ไม่นำดินมาใช้เป็นวัสดุในการปลูก หลักการพื้นฐานในการทำให้พืชเจริญงอกงามเติบโต ก็เพียงใช้น้ำที่มีธาตุอาหารต่าง ๆ ละลายอยู่ เป็นการทดแทนธาตุอาหารที่มีอยู่ในดิน ต้นพืชก็สามารถเจริญเติบโตได้เช่นกัน (ถวัลย์, 2534) การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินหรือปลูกพืชด้วยสารละลาย (hydroponics) คำนี้เป็นภาษากรีกมาจากสองคำ คือคำว่า "hudor" หมายถึง น้ำ และ "ponos" หมายถึง การทำงาน ซึ่งเมื่อรวมคำสองคำเข้าด้วยกันความหมายก็คือ "waterworking" หรือ "การปฏิบัติงานเกี่ยวกับน้ำ" แต่โดยความหมายจริง ๆ นั้นได้เกี่ยวข้องกับ การใช้สารละลายหรือการใช้ปุ๋ยเคมีกับการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน หลักการพื้นฐานในการปลูกพืชตามแบบวิธีนี้ทั้งในการปฏิบัติ และการดูแลก็จะเป็นไปในลักษณะเหมือนกับพืชที่ปลูกในดิน เพียงแต่ปลูกได้โดยไม่ต้องการดิน (Mason, 1990; นพดล, 2538; Jensen, 1997; มนูญ, 2544)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2.1 ระบบการปลูกพืชไม่ใช้ดิน

ระบบการปลูกพืชไม่ใช้ดิน ได้จัดแบ่งตามลักษณะวิธีการให้สารละลายธาตุอาหารแก่บริเวณรอบๆ รากพืชออกเป็น 3 แบบ คือ

2.1.1 แบบปลูกให้รากลอยอยู่กลางอากาศ โดยสร้างกล่องหรือตู้ที่มีหัวฉีดและให้โคนต้นยึดกับด้านบนส่วนรากอยู่ภายในแขวนห้อยกลางอากาศ จากนั้นจึงเติมธาตุอาหารแก่รากพืชด้วยการใช้ปั๊มอัดผ่านหัวฉีด ฉีดพ่นสารละลายให้เป็นฝอยละเอียดเป็นระยะๆ ตามช่วงเวลาที่กำหนด ข้อเสียของแบบวิธีการปลูกนี้คือ ต้องลงทุนใช้จ่ายในด้านวัสดุอุปกรณ์ค่อนข้างสูง (Mason, 1990; ถวัลย์, 2534; โสระยา, 2544)

2.1.2 แบบปลูกในวัสดุปลูก เป็นการปลูกโดยใช้วัสดุปลูกแทนการปลูกด้วยดิน ซึ่งช่วยให้รากพืชเกาะยึดพยุงลำต้นให้ทรงตัวอยู่ได้ หลักสำคัญในการเลือกใช้วัสดุปลูกคือ จะต้องให้เหมาะกับสภาวะต่างๆ ตามที่พืชต้องการ เช่น มีการระบายอากาศที่ดี อุ้มน้ำได้พอเหมาะ เป็นต้น ผู้ปลูกควรต้องดูแลไม่ปล่อยให้วัสดุปลูกแห้งจนไม่มีความชื้นอยู่ เพราะถ้าแห้งถึงในระดับหนึ่งราก ก็อาจจะไม่สามารถกลับคืนสู่สภาพที่ดีดังเดิมได้ อันจะเป็นการก่อให้เกิดความเสียหายต่อแปลงเพาะปลูกนั้นได้ ในด้านความแตกต่างของการให้สารละลายแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ แบบการให้สารละลายท่วมยังวัสดุปลูกและระบายกลับออกมาได้นั้น ยังสามารถทำได้ 2 วิธี คือ ใช้แรงโน้มถ่วงกับใช้ระบบควบคุมเวลา อีกแบบหนึ่งการให้ สารละลายโดยการหยด (ถวัลย์, 2534; Jones, 1997)

2.1.3 แบบปลูกในสารละลายธาตุอาหาร เป็นการปลูกโดยการให้รากพืชจุ่มแช่อยู่ในสารละลายโดยตรง แล้วมีการรองรับแก่ต้นพืชเป็นยึดเหนี่ยวของลำต้น เพื่อการทรงตัวสำหรับระบบการให้สารละลาย สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 แบบ คือ

1) แบบสารละลายไม่หมุนเวียน (deep water culture) เป็นระบบที่รากของพืชจะแช่อยู่ในสารละลายธาตุอาหารตลอดเวลา อาจจะมีการเติมอากาศเข้าไปในระบบรากหรือไม่มีการเติมอากาศก็ได้ (Schwaz, 1995; โสระยา, 2544)

2) แบบสารละลายหมุนเวียน สามารถแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ การให้ สารละลายไหลผ่านรากพืชอย่างต่อเนื่อง (nutrient flow technique) และการให้สารละลายไหลผ่านรากพืชเป็นน้ำบาง (nutrient film technique) (ถวัลย์, 2534; Resh, 1991a; Lee, 1999)

การปลูกพืชในสารละลายธาตุอาหาร โดยสารละลายอยู่นิ่งไม่ไหล ใช้ภาชนะบรรจุสารละลายธาตุอาหาร มีปั๊มลมช่วยสำหรับปั๊มออกซิเจนให้แก่รากพืช ระดับของสารละลายลึกประมาณ 10-20 เซนติเมตร รากของพืชจะเจริญเติบโตในสารละลายนี้ ภาชนะบรรจุสารละลายธาตุอาหารมีได้หลายแบบแล้วแต่ความเหมาะสมของพืช ความคงทน ความสวยงาม แต่ควรจะเป็นภาชนะที่ทึบแสง เนื่องจากรากพืชไม่ต้องการแสง เพราะแสงมีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของราก และเป็นการลดการเจริญเติบโตของพวกสาหร่ายในน้ำ ที่จะมาแย่งธาตุอาหารพืชที่ปลูก ส่วนฝาปิดนิยมใช้เป็นแผ่นโฟมที่เจาะรูเป็นระยะ เพื่อช่วยการพยุงต้นพืชให้ทรงตัวได้จากการนำต้นกล้าที่เพาะบนฟองน้ำหรือถ้วยปลูกมาสอดเข้าไว้ในรู และยังเป็นการป้องกันมิให้แสงสว่างส่องลอดลงในสารละลายได้ (ถวัลย์, 2534; Muckle, 1995; Schwaz, 1995; โสระยา, 2544)

3. วัสดุปลูก

ในการปลูกแบบที่ใช้วัสดุปลูก วัสดุปลูกที่นำมาใช้แทนดิน สามารถเลือกใช้วัสดุปลูกที่มีสมบัติเหมาะสมต่อการปลูกพืชแต่ละชนิดได้ ซึ่งมีอยู่หลายชนิด ได้แก่

3.1 เวอร์มิคูไลท์ (vermiculite) เป็นวัสดุผสมซึ่งมีลักษณะเป็นเกล็ดหรือเป็นก้อนเล็ก ๆ เวอร์มิคูไลท์เป็นวัสดุที่เบาแต่อุ้มน้ำได้ชนิดหนึ่ง เวอร์มิคูไลท์ทำจากแร่สองชนิดคือ แร่เวอร์มิคูไลท์กับแร่ไบโอไตท์ มีความสามารถดูดซับธาตุอาหารสูง เมื่อใช้ไปนานจะไม่ดูดซับ เนื่องจากความพรุนหมด (Schwarz, 1995; มนูญ, 2544)

3.2 หินฟอสเฟต (phosphate rock) เป็นวัสดุปลูกที่ให้ธาตุฟอสฟอรัสแก่พืช แต่ให้ในปริมาณที่ไม่มากนั้น หินฟอสเฟตที่ถูกย่อยให้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 มิลลิเมตร (นภดล, 2538)

3.3 เปอร์ไลท์ (perlite) มาจากหินภูเขาไฟ เมื่ออบที่อุณหภูมิ 982 องศาเซลเซียส ทำให้เกิดการขยายตัวและมีช่องว่าง จึงเป็นวัสดุมีน้ำหนักเบา แต่ความสามารถดูดซับน้ำไว้ได้มาก มีความโปร่งในตัวที่อากาศจะผ่านเข้าออกได้สะดวก มีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำ (มนูญ, 2544)

3.4 พลาสติกหยุ่นตัว (expanded plastics) เหมาะสำหรับการปลูกพืชในกระถางและกระบะได้ แต่ไม่เหมาะกับการปลูกพืชขนาดใหญ่มีความหยุ่นตัว พลาสติกหยุ่นตัวมีชื่อทางการค้าหลายชื่อ เช่น เบย์สะแตรท ไฮโกรพอร์ สะไตโรมุลเลก้า (นภดล, 2538)

3.5 ขุยมะพร้าวเป็นวัสดุปลูกที่ได้จากวัสดุเหลือใช้ของมะพร้าว สามารถดูดซับน้ำไว้ได้ดี มีการระบายน้ำและอากาศดี นิยมใช้ผสมกับทรายเป็นวัสดุเพาะเมล็ด และวัสดุปลูกที่ดี (มนูญ, 2544; โสระยา, 2544)

3.6 แกลบเป็นวัสดุปลูกที่มีความพรุนและมีความสามารถในการดูดซับน้ำได้ดี แกลบได้จากเปลือกข้าว ก่อนนำมาใช้ต้องนำไปหมักให้ย่อยสลายก่อน (โสระยา, 2544)

3.7 ขี้เถ้าแกลบเป็นวัสดุปลูกที่ได้จากการเผาเปลือกข้าวในสภาพที่อุณหภูมิสูง มีความสามารถอุ้มน้ำได้ดีและสะอาด แต่มีค่าความเป็นกรด-ด่างสูง ดังนั้นก่อนนำมาใช้ต้องแช่น้ำทิ้งไว้และล้างหลายครั้งเพื่อลดความเป็นด่างลง (โสระยา, 2544)

3.8 กรวด เป็นวัสดุปลูกที่ไม่มีความสามารถดูดซับน้ำ มีช่องให้อากาศผ่านได้สะดวก ควรมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางอนุภาคประมาณ 0.75 เซนติเมตร และควรมีอนุภาคขนาดเล็กกว่า 1เซนติเมตรมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ของวัสดุทั้งหมด ยังต้องระวังปริมาณคาร์บอเนตในกรวดที่มาจากหินปูน (Resh, 1991a; มนูญ, 2544; โสระยา, 2544)

3.9 ทรายหยาบ เป็นวัสดุปลูกเป็นทรายที่ได้จากแม่น้ำ มีขนาดประมาณ 2.00-0.20 มิลลิเมตร มีความสามารถดูดซับน้ำได้น้อย แต่มีการระบายอากาศได้ดี (มนูญ, 2544; โสระยา, 2544)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

3.10 ทรายละเอียด เป็นวัสดุปลูกเป็นทรายที่ได้จากแม่น้ำ ซึ่งมีอินทรียวัตถุเจือปนอยู่มี ขนาดประมาณ 0.20-0.02 มิลลิเมตร แต่มีความสามารถอุ้มน้ำได้ดีกว่าทรายหยาบ มีการระบายน้ำ และอากาศไม่ดี (มนูญ, 2544; โสระยา, 2544)

4. น้ำสกัดชีวภาพ

4.1 ความหมายของน้ำสกัดชีวภาพ

น้ำสกัดชีวภาพ (Bioextract : B.E.) หมายถึงสารละลายหรือน้ำสกัดที่ได้จากการย่อยสลายของวัสดุเหลือใช้จากส่วนต่าง ๆ ของพืชหรือสัตว์ โดยผ่านกระบวนการหมักในสภาพที่ไม่มีออกซิเจน (anaerobic condition) และมีออกซิเจน (aerobic condition) ซึ่งมีจุลินทรีย์ทำหน้าที่ย่อยสลายเศษซากพืชหรือสัตว์ให้กลายเป็นสารละลายหรือน้ำสกัดชีวภาพ รวมถึงการใช้เอ็นไซม์ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติหรือมีการเติมเอ็นไซม์เพื่อเร่งการย่อยสลายได้อย่างรวดเร็วยิ่งขึ้น โดยทั่วไปพบว่าจุลินทรีย์ที่มีบทบาทในการย่อยสลายเศษวัสดุดังกล่าวมีทั้งจุลินทรีย์ที่ต้องการออกซิเจนและไม่ต้องการออกซิเจน ซึ่งสามารถแบ่งเป็นกลุ่มต่าง ๆ ได้ คือ กลุ่มแบคทีเรีย (bacteria) ได้แก่ *Bacillus sp.*, *Lactobacillus sp.* และ *Streptococcus sp.* กลุ่มเชื้อรา (fungi) ได้แก่ *Aspergillus niger, Pennicillium sp.* และ *Rhizopus sp.* กลุ่มยีสต์ (yeast) ได้แก่ *Canida sp.* เป็นต้น (สุริยา, 2542; ชัยสิทธิ์ และคณะ, 2543; สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5, 2544)

4.2 ประเภทของน้ำสกัดชีวภาพ

น้ำสกัดชีวภาพสามารถจำแนกตามลักษณะของวัสดุเหลือใช้ที่นำมาผลิตออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ น้ำสกัดชีวภาพที่ได้จากพืชกับน้ำสกัดชีวภาพที่ได้จากสัตว์ (สุริยา, 2542)

4.2.1 น้ำสกัดชีวภาพที่ได้จากพืช โดยนำวัสดุเหลือใช้จากพืชทำการหมักด้วยกากน้ำตาล โดยใช้อัตราส่วนกากน้ำตาลต่อวัสดุเหลือใช้จากพืชเท่ากับ 1:3 จะได้น้ำสกัดชีวภาพที่มีสีน้ำตาลเข้ม มีกลิ่นหอม ซึ่งประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรต โปรตีน กรดอะมิโน ฮอร์โมน เอ็นไซม์ และอื่น ๆ (สุริยา, 2542; ชมรมเกษตรธรรมชาติแห่งประเทศไทย, 2542; สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5, 2544)

วัสดุเหลือใช้จากพืช กรมพัฒนาที่ดิน (2545) ได้จำแนกไว้ดังนี้

1) เศษพืชผักต่าง ๆ ได้แก่ ผักคะน้า ผักกาดขาว ผักกาดหอม กะหล่ำปลี มะเขือ มะเขือเทศ ข้าวโพดฝักอ่อน บวบ ฟักเขียว ฟักทอง และพืชตระกูลแตง เป็นต้น ในวัสดุดังกล่าวนี้จะมีองค์ประกอบของแร่ธาตุและสารอาหารที่เป็นประโยชน์หลายชนิด เช่น โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม เหล็ก วิตามินเอ ไรโบฟลาวิน ไนอาซีน และกรดแอสคอร์บิก

2) เศษผลไม้ต่าง ๆ ซึ่งอาจรวมส่วนของทั้งเปลือกด้วย ได้แก่ มะละกอ ส้ม มะนาว สับปะรด กล้วย เงาะ ชมพู่ มังคุด ขนุน สตรอเบอรี่ ลำไย และลิ้นจี่ เป็นต้น เศษชนิดนี้มีองค์ประกอบของแร่ธาตุและสารอาหารที่เป็นประโยชน์หลายชนิดคล้ายกันกับพืชผัก

3) พืชสมุนไพร ได้แก่ ใบสะเดา เมล็ดสะเดา ตะไคร้หอม ขมิ้นชัน หนอนตายอยาก โล่ติ้น สาบเสือ ข่าเหลือง ยาสูบ พริก และบอระเพ็ด เป็นต้น สารสกัดจากพืชสมุนไพรจะมีความเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตและสภาพแวดล้อมน้อยกว่าสารเคมี เนื่องจากความเป็นพิษจากพืชสมุนไพรมีการสลายตัวได้รวดเร็ว สารสกัดจากพืชสมุนไพรแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันในการป้องกันแมลงศัตรูพืช

4) เศษอาหารจากบ้านเรือน ขยะเปียกเป็นเศษอาหารจากบ้านเรือนประกอบด้วยเศษอาหาร เศษผักและผลไม้

ตารางที่ 1 สรรพคุณของพืชสมุนไพรบางชนิด

ชนิดของสมุนไพร	ศัตรูเป้าหมาย
สะเดา	ด้วงหมักผัก เพลี้ยอ่อน เพลี้ยฝ้าย เพลี้ยจักจั่นสีเขียว เพลี้ยกระโดดหลังขาว เพลี้ยจักจั่นสีน้ำตาล ผีเสื้อมวนหวาน หนอนกอสีครีม หนอนเจาะบัว ลำต้นลาย จุดในข้าวโพดและข้าวฟ่าง หนอนม้วนใบข้าว หนอนชอนใบส้ม หนอนกระทู้กัดต้น หนอนกระทู้ควายพระอินทร์ หนอนใยกะหล่ำ ด้วงเต่าฟักทอง หนอนใยผัก ตั๊กแตน ไส้เดือยฝอย และแมลงในโรงเก็บ
บอระเพ็ด	เพลี้ยกระโดด เพลี้ยจักจั่น หนอนกอ โรคยอดเหี่ยว โรคข้าวตายพลาย โรคข้าวลีบ
สาบเสือ	เพลี้ยกระโดด เพลี้ยจักจั่น เพลี้ยหอย เพลี้ยอ่อน เพลี้ยไฟ หนอนกระทู้กัดต้น หนอนกระทู้ควายพระอินทร์ หนอนใยผัก
กระเทียม	ด้วงปีกแข็ง เพลี้ยอ่อน เพลี้ยไฟ ไส้เดือยฝอย แมลงหวี่ขาว แมลงวันทอง ตั๊กแตน หนอนเสื้อกระโหลก หนอนใยผัก หนอนกะหล่ำปลี
ดอกดาวเรือง	เพลี้ยกระโดด เพลี้ยจักจั่น เพลี้ยหอย เพลี้ยไฟ แมลงหวี่ขาว แมลงวันทอง ตั๊กแตน หนอนเสื้อกระโหลก หนอนใยผัก หนอนกะหล่ำปลี ไส้เดือยฝอยด้วงปีกแข็ง
ตะไคร้หอม	แมลงทุกชนิด
พริกและพริกไทย	มด เพลี้ยอ่อน เพลี้ยไฟ หนอนผีเสื้อ หนอนกะหล่ำปลี ด้วงปีกแข็ง ด้วงในข้าว ไวรัสบางชนิด

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

น้อยหน่า	ตั๊กแตน เพลี้ยอ่อน เพลี้ยฝ้าย เพลี้ยกระโดด เพลี้ยจักจั่น ด้วงเต่า ฟักทอง มวนหนอนใยผัก หนอนทั่วไป มอดแป้ง
ใบยาสูบ	ฆ่าแมลง ขับไล่แมลง ฆ่าเชื้อรา ฆ่าไร ด้วงหมักผัก ด้วงเจาะเมล็ด หนอนกอ หนอนกอกะหล่ำปลี หนอนชอนใบ หนอนทั่วไป แมลงปากดูด เพลี้ยอ่อน เพลี้ยจักจั่น มวน ไรแดง โรคใบม้วนหรือยอดหงิก โรคราสนิมเหล็กในถั่วและข้าวสาลี โรคที่เกิดจากเชื้อรา
ไหลแดง	สารฆ่าแมลง ขับไล่แมลง ด้วงเจาะเมล็ด ด้วงถั่วเหลือง แมลงวันทอง เพลี้ยอ่อนฝ้าย หนอนกระทู้ยาสูบ หนอนกระทู้ หนอนคืบข้าวโพด หนอนคืบผัก
ฝักคูณแก่	ยาเบื่อหนู ฆ่าแมลง มด แมลงผลไม้ หนอนหลายชนิด

ที่มา : สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 6 กรมวิชาการเกษตร (2544)

4.2.2 น้ำสกัดชีวภาพที่ได้จากสัตว์ วัสดุเหลือใช้จากสัตว์ที่สามารถนำไปผลิตเป็นน้ำสกัดชีวภาพนั้นมีหลายชนิด เช่น หอยเชอรี่ แมลง เศษชิ้นส่วนของสัตว์ เปลือกกุ้ง กระดองปู ปลาเล็กปลาน้อย เศษวัสดุเหลือใช้จากปลา ทำการหมักโดยใช้อัตราส่วนกากน้ำตาลต่อวัสดุเหลือใช้จากสัตว์เท่ากับ 1:1 อาจมีการเติมหัวเชื้อจุลินทรีย์ละลายน้ำลงไปด้วย 1 ส่วน ปิดฝาและเก็บไว้ในที่ร่มอากาศถ่ายเทดี มีการกวนบ้างเป็นครั้งคราวเพื่อไม่ให้มีกลิ่นเหม็น จนกว่าวัสดุที่ใช้หมักจะย่อยสลายดีแล้ว จะได้น้ำสกัดชีวภาพ มีกลิ่นหอม

เศษวัสดุเหลือใช้จากปลา หรือปลาเล็กปลาน้อย ซึ่งมีธาตุอาหารพืชที่พบในปลาและวัสดุเหลือใช้จากปลา ได้แก่ ฟอสฟอรัส แคลเซียม แมกนีเซียม กำมะถัน เหล็ก ทองแดง แมงกานีส สังกะสี ซิลิกา ไอโอดีน โบรอน โซเดียมและธาตุอื่น ๆ นอกจากนี้ยังมีส่วนของกรดอะมิโน และโปรตีนที่เกิดจากการย่อยสลายโดยส่วนประกอบดังกล่าวนี้ จะมีผลในเชิงบวกต่อพืช เช่น ช่วยเร่งการแตกยอดของพืช เร่งการออกดอกของพืช มีผลให้ดอกไม้มีสีสด หรืออาจทำให้คุณภาพของไม้ผลในด้านรสชาติดีขึ้น เป็นต้น (สุริยา, 2542; ชัยสิทธิ์ และคณะ, 2543)

วัสดุเหลือใช้จากสัตว์ ประเทศไทยมีแหล่งอาหารประเภทเนื้อสัตว์ค่อนข้างอุดมสมบูรณ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งแหล่งอาหารทะเลประเภทปลานั้น ได้มีการนำมาแปรรูปในโรงงานอุตสาหกรรมปลากระป๋องจำนวนมาก จากการสำรวจข้อมูลโรงงานอุตสาหกรรมปลากระป๋องทั่วประเทศ ในปี 2540 พบว่ามีจำนวนโรงงานทั้งหมด 61 โรงงาน โรงงานเหล่านี้ตั้งในเขตภาคกลาง 50 โรงงาน และที่เหลืออีก 11 โรงงาน ตั้งอยู่ในแถบภาคใต้ ดังนั้นนำข้อมูลกำลังการผลิตของทั้งจำนวน 22 โรงงาน พบว่ามีของเสียรวมทั้งสิ้น 132,728 ตันต่อปี ประกอบด้วยเหงือก พุง และเลือด ปลา 34,144 ตันต่อปี ส่วนหัวและก้างปลา

และน้ำหมักหัวเชื้อจุลินทรีย์ธรรมชาติ ในอัตราส่วนหอยเชอรี่ต่อกากน้ำตาลต่อหัวเชื้อจุลินทรีย์เท่ากับ 3:3:1 ส่วนจรวย (2544) ได้ทดลองใช้ปลาผสมกับกากน้ำตาล และใส่จุลินทรีย์พด.1 ในอัตราส่วนปลาต่อกากน้ำตาล 10:3 ส่วนหัวเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ในการหมัก ได้แก่ แป้งข้าวหมาก ยาดูลท์ โยเกิร์ต มูลสัตว์กิน เนื้อ พด.1 พด.2 จุลินทรีย์แห้งหรือน้ำที่ขายในท้องตลาด มะเฟืองสุก ลูกยอสุก ตาสับปะรด น้ำมะพร้าว เป็นต้น ส่วนตัวช่วยให้พลังงานแก่จุลินทรีย์หรือเป็นจุลินทรีย์ในตัวด้วย เช่น นมสดจืดหรือเปรี้ยว นมสดจากสัตว์รีดใหม่ อาหารเสริมสำหรับคน ไข่สดทั้งเปลือก โดยใช้อัตราส่วนวัสดุเหลือใช้ต่อกากน้ำตาลเท่ากับ 1 : 1 อาจเปลี่ยนแปลงตามลักษณะวัสดุเหลือใช้ที่ใช้ และระยะเวลาที่ใช้ในการหมักขึ้นอยู่กับวัสดุเหลือใช้ที่ใช้ (วีระ, 2544; สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 6, 2544)

4.4 องค์ประกอบและสมบัติของน้ำสกัดชีวภาพ

องค์ประกอบและสมบัติของน้ำสกัดชีวภาพ มีลักษณะสีน้ำตาล ได้จากสารละลายเซลล์วัสดุและกิจกรรมของจุลินทรีย์ในระหว่างกระบวนการหมัก ประกอบด้วย คาร์โบไฮเดรต กรดอินทรีย์ กรดอะมิโน กรดฮิวมิก เอ็นไซม์ วิตามิน ฮอร์โมนและแร่ธาตุอาหาร

4.4.1 ธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองในน้ำสกัดชีวภาพ ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และกำมะถัน มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ในการสร้างกรดอะมิโน โปรตีน น้ำตาล แป้ง ผนังเซลล์ ส่วนต่าง ๆ ของพืช และเอ็นไซม์ในกระบวนการต่าง ๆ ของพืช (กองเกษตรเคมี, 2545; กรมพัฒนาที่ดิน, 2545)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
MAHASARAKHAM RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 2 ปริมาณธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองในตัวอย่างน้ำสกัดชีวภาพ

ชนิดน้ำสกัดชีวภาพ	ธาตุอาหารพืช (ช่วง) (%)					
	N	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO	S
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
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
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
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
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
ไข่ไก่ นมถั่ว	0.39-1.48	0.07-0.25	0.62-1.82	0.13-0.73	0.033-0.21	0.002-0.29

ที่มา : กองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร (2545)

4.4.2 จุลธาตุในน้ำสกัดชีวภาพ ได้แก่ เหล็ก แมงกานีส ทองแดง สังกะสี และโบรอน ช่วยยกระตุ้นการทำงานของเอ็นไซม์ ที่เกิดในกระบวนการต่างๆ ของพืช เช่น การสังเคราะห์แ สงและหายใจ (กองเกษตรเคมี, 2545; กรมพัฒนาที่ดิน, 2545)

ตารางที่ 3 ปริมาณธาตุอาหารเสริม (จุลธาตุ) ในน้ำสกัดชีวภาพ

ชนิดน้ำสกัดชีวภาพ	ธาตุอาหารเสริม (mg L^{-1})				
	เหล็ก	แมงกานีส	ทองแดง	สังกะสี	โบรอน
ผัก	10-640	1-130	3-68	4-30	2-100
ผลไม้	35-410	10-150	1-20	15-58	1-166
พืชสมุนไพร	30-850	5-70	3-10	2-20	2-10
ปลา	35-1700	6-130	3-10	8-50	2-12
หอยเชอรี่	45-3870	5-220	4-11	6-55	1-40
ไข่ไก่ นม ถั่ว	70-3500	2-10	4-13	9-40	1-10

ที่มา : กองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร (2545)

4.4.3 ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำสกัดชีวภาพทุกชนิดจะมีความเป็นกรดเป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากในกระบวนการหมักวัสดุแต่ละชนิดจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการย่อยสลายจะสร้างกรดอินทรีย์ในปริมาณมาก ได้แก่ กรดแลคติกและกรดอะซีติด (กรมพัฒนาที่ดิน, 2545)

4.4.4 ค่าการนำไฟฟ้าซึ่งเป็นตัวบ่งบอกระดับความเค็มของน้ำสกัดชีวภาพมีความแตกต่างกัน เนื่องจากชนิดและปริมาณวัสดุเหลือใช้ที่ใช้ในการหมักมีความแตกต่างกัน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2545)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 4 ความเป็นกรดและด่าง (pH) และค่านำไฟฟ้า (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)

4.4.5 กรดฮิวมิกในน้ำสกัดชีวภาพ จะมีองค์ประกอบของกรดฮิวมิกค่อนข้างแตกต่างกัน กรดฮิวมิกเกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการหมัก ในช่วงแรกของการหมักจะเกิดการย่อยสลายของสารอินทรีย์จากวัสดุอินทรีย์ กระบวนการแปรสภาพจะเกิดขึ้นได้รวดเร็ว หลังจากนั้นการย่อยสลายจะเกิดขึ้นช้าลงจนแปรสภาพเป็นสารฮิวมิก ซึ่งเป็นสารประกอบที่มีโครงสร้างซับซ้อนมากและสลายตัวได้ยากมีขนาดโมเลกุลใหญ่ สารฮิวมิกจะมีสมบัติเป็นสารคอลลอยด์ประกอบด้วย ฮิวมิน (humin) กรดฟุลวิค (fulvic acid) และกรดฮิวมิก (humic acid) (กองเกษตรเคมี, 2545; กรมพัฒนาที่ดิน, 2545)

ตารางที่ 5 ปริมาณกรดฮิวมิกในน้ำสกัดชีวภาพ

ชนิดน้ำสกัดชีวภาพ	กรดฮิวมิก (เปอร์เซ็นต์)
ผัก	0.02-0.14
ผลไม้	0.03-1.00
พืชสมุนไพร	0.02-0.31
ปลา	0.02-0.59
หอยเชอรี่	0.04-0.64
ไข่ไก่ นม ถั่ว	0.09-2.34

ที่มา : กองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร (2545)

4.4.6 ฮอร์โมนในน้ำสกัดชีวภาพ แต่ละชนิด พบว่ามีความแตกต่างกันในชนิดของฮอร์โมนของวัสดุอินทรีย์แต่ละชนิด เนื่องด้วยวัสดุอินทรีย์จากพืชผัก ผลไม้ และสัตว์ในสภาพที่สด

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

จะมีส่วนประกอบของฮอร์โมนในปริมาณสูงกว่าวัสดุอินทรีย์ที่มีอายุมากแล้ว ฮอร์โมนมีความสำคัญต่อการพัฒนาคุณภาพของสิ่งมีชีวิตทั้งพืช สัตว์ และจุลินทรีย์ (กองเกษตรเคมี , 2545; กรมพัฒนาที่ดิน, 2545)

ฮอร์โมนที่สำคัญมี 3 ชนิด คือ

1) ฮอร์โมนออกซิน (auxin) ที่มีบทบาทต่อพืช การเกิดรากฝอยและรากแขนงเพิ่มขึ้น เซลล์พืชมีการขยายตัวมากขึ้น การแบ่งเซลล์ของพืชมากขึ้น การติดผลดีขึ้นและการเจริญเติบโตดี ส่งเสริมการออกดอก กระตุ้นการสุกของผล เพิ่มกิจกรรมเอ็นไซม์

2) ฮอร์โมนจิบเบอเรลลิน (gibberellin) ที่มีบทบาทต่อพืช กระตุ้นการแบ่งเซลล์ของพืช การยืดตัวของลำต้นมากขึ้น ชักนำ ให้เกิดการงอกของเมล็ดพืช การติดผลดีขึ้น กระตุ้นการสุกของผล ส่งเสริมการออกดอก พัฒนาการเกิดหน่อข้าง

3) ฮอร์โมนไซโตไคนิน (cytokinin) ที่มีบทบาทต่อพืช เพิ่มการแบ่งตัวของเซลล์พืช ส่งเสริมการพัฒนารากพืช ส่งเสริมการเกิดรากขนอ่อน ทำให้เกิดหน่ออ่อน ทำให้เกิดตาดอก เกิดการขยายตัวของใบเพิ่มขึ้น เพิ่มอัตราการเกิดกระบวนการสังเคราะห์แสง

ตารางที่ 6 ปริมาณฮอร์โมนในน้ำสกัดชีวภาพ

ชนิดน้ำสกัดชีวภาพ	ฮอร์โมน (mg L^{-1})		
	ออกซิน	จิบเบอเรลลิน	ไซโตไคนิน
ผัก	< 0.10-3.00	9.05-38.05	1.40-13.32
ผลไม้	0.13-1.40	5.19-215.51	1.50-64.50
พืชสมุนไพร	0.17-5.82	9.51-49.02	0.93-90.09
ปลา	< 0.10-9.75	16.88-620.20	1.61-15.50
หอยเชอรี่	0.22-3.99	15.13-322.96	1.30-12.80
ไข่ไก่ นม ถั่ว	0.1-9.78	39.65-217.76	2.13-87.29

ที่มา : กองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร (2545)

4.4.7 เอ็นไซม์ในน้ำสกัดชีวภาพ ในกระบวนการหมักวัสดุอินทรีย์ลักษณะสดจะมีกลุ่มจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์บางชนิดผลิตเอ็นไซม์ เพื่อที่จะแปรสภาพอินทรียสารให้อยู่ในรูปของอนินทรียสาร ซึ่งเป็นรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชและจุลินทรีย์ ชนิดและปริมาณของเอ็นไซม์ที่พบใน

น้ำสกัดชีวภาพจะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของอินทรียสารที่มาจากพืชและสัตว์ เอ็นไซม์ที่เ
ย่อยสลายโปรตีน คือ เอ็นไซม์โปรเทส (protease) โดยการวิเคราะห์ปริมาณ โปรตีนที่ปลด
จากเซลล์พืชและสัตว์แทนการวิเคราะห์เอ็นไซม์โปรเทส เอ็นไซม์ฟอสฟาเทส พบมากในน
จากสัตว์ จะทำหน้าที่แปรสภาพฟอสฟอรัสในดินให้อยู่ในรูปที่แปรสภาพให้ฟอสฟอรัส ส
เซลลูเลสพบมากในน้ำสกัดชีวภาพจากพืช จะช่วยการย่อยสลายวัสดุอินทรีย์ที่เป็นพืชในดิ
สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ โดยจะถูกแปรสภาพให้มีขนาดโมเลกุลเล็กลงเพื่อให้พืช และ
ดินนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป (กรมพัฒนาที่ดิน, 2545)

ตารางที่ 7 ปริมาณเอ็นไซม์บางชนิดในน้ำสกัดชีวภาพ

ชนิดน้ำสกัดชีวภาพ	เอ็นไซม์ (milliunit mL^{-1})		ปริม
	เซลลูเลส	ฟอสฟาเทส	(μg
ผักรวม	440.2	69.0	1
ผักรวม	579.4	57.3	1
ผลไม้	470.5	39.5	1
ผลไม้	592.8	45.6	1
สมุนไพร	291.4	34.7	9
สมุนไพร	263.7	39.5	8
ปลา	72.5	406.8	74
ปลา	85.6	379.2	60
หอยเชอรี่	68.4	301.7	76
หอยเชอรี่	43.6	328.6	70

ที่มา : กรมพัฒนาที่ดิน (2545)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

4.4.8 จุลินทรีย์ในน้ำสกัดชีวภาพ มีปริมาณที่แตกต่างกันไปตามแต่ละชนิดข
ชีวภาพ มีจุลินทรีย์บางชนิดที่เป็นประโยชน์ในน้ำสกัดชีวภาพสามารถดำรงชีพอยู่ได้ในสภาพ
สารละลายที่มีค่าความเป็นกรดสูง (pH 3-4) ได้แก่ แบคทีเรียในสกุล *Lactobacillus sp.* ใช้น้ำต
แหล่งอาหารและพลังงาน ในสภาพที่ไม่มีออกซิเจน ซึ่งเป็นกลุ่มแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติก
(Lactic acid bacteria) แบคทีเรียในสกุล *Streptococcus sp.* จะใช้แอลกอฮอล์เป็นแหล่งอาหาร
พลังงาน เปลี่ยนเป็นให้กรดอะซีติกในสภาพที่มีออกซิเจน จึงเป็นกลุ่มแบคทีเรียที่ผลิตกรดอะซี

ส่วนแบคทีเรียในสกุล *Bacillus sp.* เป็นแบคทีเรียที่แปรสภาพฟอสฟอรัส และแปรสภาพอินทรียไนโตรเจนให้เป็นอนินทรียไนโตรเจน ผลิตภัณฑ์ที่ได้ส่วนใหญ่เป็นแอมโมเนีย แบคทีเรียชนิดนี้สามารถผลิตเอ็นไซม์ extracellular หรือเรียกว่า proteolytic enzyme (protease) ทำหน้าที่ย่อยโปรตีนให้เป็นกรดอะมิโน ส่วนราในสกุล *Aspergillus niger, Pennicillium sp.* และ *Rhizopus sp.*เป็นจุลินทรีย์ที่แปรสภาพฟอสฟอรัส โดยเปลี่ยนสารประกอบอินทรียฟอสฟอรัสและอนินทรียฟอสฟอรัสที่อยู่ในรูปไม่เป็นประโยชน์ให้เป็นฟอสฟอรัสในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชและจุลินทรีย์ สำหรับกลุ่มยีสต์ที่เกี่ยวข้องกับในกระบวนการหมัก สภาพที่ไม่มีอากาศ เช่น ยีสต์ในสกุล *Saccharomyces sp,.*และ *Canida sp.* ยีสต์ใช้น้ำตาลเป็นแหล่งอาหาร โดยการเปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นเอททิลแอลกอฮอล์และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และยังมีผลิตภัณฑ์ชนิดอื่นออกมาในปริมาณเล็กน้อยเช่น glyceral, acetic acid , organic acids, amino acids purines, pyrimidines และ anyl alcohol นอกจากนี้ยีสต์จะผลิตฮอร์โมน และวิตามินในกระบวนการหมัก ซึ่งพืชและจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในดินนำไปใช้ได้ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2546)

ตารางที่ 8 ปริมาณจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในน้ำสกัดชีวภาพ

ชนิดน้ำสกัดชีวภาพ	จุลินทรีย์ (log No. mL^{-1})			
	แบคทีเรียทั้งหมด	แบคทีเรียแปรสภาพฟอสฟอรัส	ราแปรสภาพฟอสฟอรัส	ยีสต์
ผัก	3.60	1.28	1.04	3.35
ผัก	4.17	1.05	1.28	3.17
ผัก	4.15	1.28	1.45	3.96
ผลไม้	3.95	1.68	1.23	2.11
ผลไม้	4.53	1.77	1.54	3.68
ผลไม้	3.68	1.43	1.67	3.54
ปลา	3.35	3.51	2.21	3.67
ปลา	3.68	3.04	2.11	2.15
ปลา	3.56	3.02	2.42	3.76
หอยเชอรี่	4.33	3.47	2.40	3.56
หอยเชอรี่	4.26	3.28	2.74	3.26

ที่มา : กรมพัฒนาที่ดิน (2545)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม MAHASARAKHAM UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์ งานวิจัย สำนักวิทยบริการฯ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

4.5 ประโยชน์ของน้ำสกัดชีวภาพ

รายงานการใช้ประโยชน์จากน้ำสกัดชีวภาพมีดังนี้

4.5.1 เป็นปุ๋ยโดยตรง เนื่องจากน้ำสกัดชีวภาพประกอบด้วย ธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และจุลธาตุ นอกจากนี้ยังมีเอ็นไซม์และฮอร์โมนต่าง ๆ ที่ได้จากจุลินทรีย์หรือจากการย่อยสลายของสารอินทรีย์ ช่วยให้ความแข็งแรงสำหรับพืชและเร่งการเจริญเติบโต พืชสามารถแตกตาออกใบได้เร็ว ส่วนจุลินทรีย์ในน้ำสกัดชีวภาพที่ใส่ลงไปในดิน จะย่อยสลายเศษอินทรียวัตถุในดินให้กลายเป็นสารอาหารสำหรับพืช ปรับโครงสร้างของดิน ช่วยให้ดินร่วนซุยขึ้น น้ำและอากาศจะผ่านสะดวก แต่เนื่องจากน้ำสกัดชีวภาพมีสารต่างๆ และจุลินทรีย์อยู่เป็นจำนวนมาก ทำให้มีความเข้มข้นมาก ดังนั้นเมื่อนำไปใช้เป็นปุ๋ยจำเป็นต้องทำให้เจือจางมากๆ (สุริยา, 2542; กรมพัฒนาที่ดิน, 2543; ชัยสิทธิ์ และคณะ, 2543; สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 6, 2544; อรรถ, 2544)

4.5.2 ป้องกันและกำจัดแมลง โดยการผสมน้ำสกัดชีวภาพในอัตราส่วนที่เจือจางฉีดพ่นไปยังพืชที่มีการระบาดของเพลี้ยแป้ง มีผลให้เพลี้ยแป้งจะตาย เนื่องจากการหมักในสภาพที่ไม่มีออกซิเจนจะได้แอลกอฮอล์ เมื่อแอลกอฮอล์รวมตัวกับออกซิเจนจะได้สารเอสเทอร์ จะมีกลิ่นหอมหรือกลิ่นเหม็นเฉพาะตัว ซึ่งทำหน้าที่เป็นสารดึงดูดแมลงและสารไล่แมลง (สุริยา, 2542; กรมพัฒนาที่ดิน, 2543; สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 6, 2544)

4.5.3 ประโยชน์ในการกำจัดน้ำเสียและการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ โดยใช้อัตราส่วนของน้ำสกัดชีวภาพ 1 ส่วน ต่อปริมาณน้ำในแหล่งน้ำ 1000 ส่วน เนื่องจากน้ำสกัดชีวภาพประกอบด้วยเอ็นไซม์และจุลินทรีย์อยู่หลายชนิด สามารถนำไปใช้ย่อยสลายสารอินทรีย์ในแหล่งน้ำต่างๆ เช่น บ่อน้ำ สระน้ำ บ่อปลา และบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำอื่น ๆ (สุริยา, 2542; กรมพัฒนาที่ดิน, 2543; สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 6, 2544; อรรถ, 2544)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

4.5.4 ประโยชน์ในการเลี้ยงสัตว์ โดยการใช้น้ำสกัดชีวภาพผสมน้ำดื่ม ในอัตราส่วน 1 : 1000 ในสัตว์ปีก สุกร โค และกระบือ ทำให้สัตว์แข็งแรง มีความต้านทานโรคต่าง ๆ ได้ดี โดยเฉพาะโรคระบบทางเดินอาหาร เนื่องจากเอ็นไซม์ร่วมกับจุลินทรีย์ในน้ำสกัดชีวภาพช่วยในการย่ออาหารและกระตุ้น การสร้างภูมิต้านทาน (สุริยา, 2542; สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 6, 2544)

4.5.5 เป็นหัวเชื้อผลิตปุ๋ยอินทรีย์ น้ำสกัดชีวภาพยังสามารถนำมาใช้เป็นหัวเชื้อสำหรับการทำปุ๋ยหมัก ปุ๋ยอินทรีย์ได้ดี เนื่องจากน้ำสกัดชีวสภาพมีเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราในขั้นสุดท้ายของการหมักในสภาพที่เป็นกรด เป็นหัวเชื้อสำหรับในการทำปุ๋ยหมักและปุ๋ยอินทรีย์ (สุริยา, 2542; กรมพัฒนาที่ดิน, 2543; อรรถ, 2544)

199684

5. ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของผักกาดกวางตุ้ง

ชื่อไทย : ผักกาดกวางตุ้ง

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Brassica chinensis* Jussl van parachinensis

ตระกูล : Cruciferae

ชื่อภาษาอังกฤษ : pakchoi, kuang futsei Chinese cabbage

ถิ่นกำเนิด : เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เช่น จีน ฮ่องกง ไต้หวัน ไทย และญี่ปุ่น

ผักกาดกวางตุ้งเป็น พืชผักฤดูเดียว ใช้บริโภคส่วนของใบและก้านใบ ลักษณะก้านใบหนามน เกือบกลมสีเขียว ปลายแผ่นใบมนสีเขียว พันธุ์ผักกาดกวางตุ้งในประเทศไทยที่รู้จักกันมีอยู่ 4 ชนิด คือ ผักกาดเขียวกวางตุ้ง ผักกาดขาวกวางตุ้ง ผักกาดฮ่องเต้ ผักกาดดอก (อุดม, 2537; สุนทร, 2540; เมฆ, 2541) ผักกาดกวางตุ้งสามารถเจริญเติบโตในดินแทบทุกชนิด แต่เจริญเติบโตได้ดีที่สุดในสภาพดินร่วนปนทรายที่มีความอุดมสมบูรณ์ดี อินทรียวัตถุสูงประมาณ 2-3 เปอร์เซ็นต์ ค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ระหว่าง 6.0-6.8 อุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 20-25 องศาเซลเซียส ความชื้นในดินสูงประมาณ 60-80 เปอร์เซ็นต์ อายุปลูกตั้งแต่หว่านหรือหยอดเมล็ดจนถึงเก็บเกี่ยวประมาณ 35-45 วัน (เมฆ, 2541; สุทธิชัย, 2543; วสันต์, 2544)

การปลูกและดูแลรักษา มีการปลูกแบบหว่านหรือเพาะกล้าแล้ว ย้ายปลูกเมื่อต้นกล้ามีใบจริง 3-5 ใบ หรืออายุ 21 วัน โดยใช้ระยะปลูก 20x25 เซนติเมตร การใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 20-11-11 ในอัตรา 30-50 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ยยูเรียหรือแอมโมเนียมไนเตรท ในอัตรา 20-30 กิโลกรัมต่อไร่ การให้น้ำควรให้อย่างเพียงพอและสม่ำเสมอ การพรวนดินควรทำพร้อมๆ กับการกำจัดวัชพืชและการใส่ปุ๋ย การพรวนดินต้องระมัดระวังอย่าให้รากและใบได้รับความกระทบกระเทือน (อุดม, 2537; สุนทร, 2540; เมฆ, 2541; วสันต์, 2544)

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
MAHASARAKHAM UNIVERSITY

6. ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของมะเขือเทศ

ชื่อไทย : มะเขือเทศ

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Lycopersicon esculentum* Mill.

วงศ์ : Solanaceae

ชื่อสามัญ : tomato

ชื่ออื่น : มะเขือ มะเขือส้ม น้ำเนอ

ลักษณะ : เป็นพืชล้มลุก อายุประมาณ 1 ปี สูงประมาณ 1-2 เมตร ลักษณะเป็นพุ่มและเจริญเติบโตรวดเร็ว ลำต้นมีขนปกคลุม มีกลิ่นเฉพาะตัว ใบเป็นใบเดี่ยวรูปหอกหรือรูปไข่เรียงสลับกัน ใบกว้าง 2-5

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สุรชัย พัฒนพิบูล (2546 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพของน้ำสกัดชีวภาพพืชและน้ำสกัดชีวภาพปลาต่อการเจริญเติบโตของผักกวางตุ้ง ผักกาดหอม และพริกยักษ์ ในระบบการปลูกพืชแบบไม่ใช้ดิน ซึ่งประกอบด้วยตำรับที่ใช้สารละลายน้ำสกัดชีวภาพเพียงอย่างเดียว ตำรับที่ใช้สารละลายที่มีธาตุอาหารครบ ตำรับที่ใช้สารละลายที่มีเฉพาะธาตุ N-P-K ตำรับที่ใช้น้ำสกัดชีวภาพร่วมกับสารละลายที่มีธาตุอาหารครบ และตำรับที่ใช้น้ำสกัดชีวภาพร่วมกับสารละลายที่มีเฉพาะธาตุ N-P-K โดยตำรับที่มีน้ำสกัดชีวภาพนั้นจะใช้น้ำสกัดชีวภาพในอัตราที่เจือจาง 1:1000 และ 1:500 ผลการทดลองพบว่า การใช้น้ำสกัดชีวภาพพืชหรือปลาแต่เพียงอย่างเดียว ทั้งในอัตราที่เจือจาง 1:1000 และ 1:500 จะทำให้พืชมีการเจริญเติบโตและการดูดกินธาตุอาหารน้อยมากและไม่แตกต่างกัน และน้อยกว่าการใช้สารละลายที่มีธาตุอาหารครบแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนตำรับที่ใช้น้ำสกัดชีวภาพร่วมกับสารละลายที่มีธาตุอาหารครบ พบว่าทำให้พืชมีการเจริญเติบโตและการดูดกินธาตุอาหารเพิ่มขึ้นดีกว่าการใช้สารละลายที่มีธาตุอาหารครบแต่เพียงอย่างเดียวแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สมเกียรติ สุวรรณคีรีและคณะ (2545 : บทคัดย่อ) ทำการสำรวจแหล่งผลิตและศึกษากระบวนการผลิตน้ำสกัดชีวภาพของเกษตรกรและทดสอบการใช้ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของผักกวางตุ้ง พบว่ากระบวนการผลิตน้ำสกัดชีวภาพที่เกษตรกรผลิตมากที่สุดคือ น้ำสกัดหอยเชอร์รี่ น้ำสกัดผลไม้ น้ำสกัดพืชผัก และน้ำสกัดสมุนไพร นำน้ำสกัดชีวภาพที่สำรวจได้ มาทดสอบประสิทธิภาพต่อการเจริญเติบโตของผักกวางตุ้งบนแปลงปลูกร่วมกับน้ำสกัดชีวภาพของสถานีวิจัยเกษตรเขตชลประทาน ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พบว่า น้ำสกัดคะน้าจากสถานีวิจัยฯ ให้ผลผลิตสูงที่สุด รองลงมาได้แก่ น้ำสกัดหอยเชอร์รี่ น้ำสกัดผักกาดจากสถานีวิจัยฯ และ น้ำสกัดผักบุ้งของเกษตรกร ตามลำดับ

RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY