

บทที่ 2

แนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัย “ผลิตพริกหวานปลอดสารพิษโดยใช้น้ำสกัดทางชีวภาพในระบบไฮโดรโปนิก เพื่อทดแทนการใช้สารละลายปุ๋ยเคมีของเกษตรกรตำบลโป่งแยง อำเภอแมริม จังหวัดเชียงใหม่” ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นพื้นฐานและแนวทางในการวิจัยดังนี้

2.1 น้ำสกัดทางชีวภาพ

2.1.1 ความหมายและคำจำกัดความ

น้ำสกัดทางชีวภาพหรือน้ำหมักชีวภาพหรือปุ๋ยอินทรีย์น้ำหรือน้ำสกัดทางชีวภาพ ได้มีการเรียกชื่อและให้คำจำกัดความที่แตกต่างกันออกไปดังนี้

น้ำสกัดชีวภาพ คือ สารละลายเข้มข้นที่ได้จากการหมัก เศษพืช หรือสัตว์ ซึ่งจะถูกย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์ โดยใช้กากน้ำตาลเป็นแหล่งพลังงานของจุลินทรีย์ ถ้าได้ผ่านการหมักที่สมบูรณ์แล้ว จะพบสารประกอบพวกคาร์โบไฮเดรต โปรตีน กรดอะมิโน ฮอร์โมน เอนไซม์ ในปริมาณที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับวัตถุดิบที่ใช้ (พืชหรือสัตว์) (<http://kamphaengphet.doae.go.th>)

ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ หมายถึง ปุ๋ยอินทรีย์ที่อยู่ในรูปของเหลวที่ได้มาจากการย่อยสลายวัสดุเหลือใช้จากพืชหรือสัตว์ลักษณะสด โดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ในสภาพไร้อากาศที่ไม่มียอกซิเจนเป็นส่วนใหญ่ ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะเป็นของเหลวสีน้ำตาล ซึ่งประกอบไปด้วย คาร์โบไฮเดรต (Carbohydrates) กรดอินทรีย์ (Organic acid) กรดอะมิโน (Amino acids) กรดฮิวมิก (Humic acid) เอนไซม์ (Enzymes) วิตามิน (Vitamins) ฮอร์โมน (Hormones) และแร่ธาตุ (Mineral) (พงษ์, 2547)

ปุ๋ยน้ำสกัดทางชีวภาพ เป็นปุ๋ยอินทรีย์ชนิดหนึ่งที่อยู่ในรูปของเหลว ซึ่งเกิดจากการหมักอินทรีย์สารที่มีลักษณะสดหรือมีความชื้นสูง โดยเติมจุลินทรีย์ลงไปช่วยในการย่อยสลาย มีแหล่งอาหารและแหล่งพลังงานของจุลินทรีย์ คือ น้ำตาลสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลากหลายแต่ที่นิยมจะใช้เป็นปุ๋ยสำหรับพืช

ปุ๋ยน้ำสกัดทางชีวภาพ คือ ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดหนึ่งที่ทำมาจากการหมักซากพืช ซากสัตว์ในน้ำ โดยมีจุลินทรีย์ช่วยย่อยสลาย (ทิพวรรณ, 2542)

วิริยะ (2546) กล่าวว่าน้ำที่ได้จากการหมักต้องพืชอวบน้ำกับน้ำตาลในสภาพไร้อากาศ เรียกว่าน้ำสกัดทางชีวภาพ ซึ่งจะมีจุลินทรีย์และอินทรีย์สารหลายชนิด จุลินทรีย์ส่วนใหญ่จะเป็นพวกแบคทีเรียและยีสต์ น้ำสกัดทางชีวภาพไม่ใช่ปุ๋ยแต่เป็นหัวเชื้อจุลินทรีย์ เป็นฮอร์โมนส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชต้องใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์

ดังนั้นคำว่า “น้ำสกัดทางชีวภาพ หรือ น้ำสกัดทางชีวภาพ หรือ ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ” เป็นคำที่มีความหมายเดียวกัน (Enzyme Ionic Plasma) คือ เป็นสารละลายเข้มข้นที่ได้จากการหมักเศษพืชหรือสัตว์จะถูกย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์ โดยใช้กากน้ำตาลเป็นแหล่งพลังงานของจุลินทรีย์ การหมักมีสองแบบ คือ หมักแบบต้องการออกซิเจน (หมักแบบเปิดฝา) และหมักแบบไม่ต้องการออกซิเจน (หมักแบบปิดฝา) สารละลายเข้มข้นอาจจะมีสีน้ำตาลเข้มกรณีที่ใช้กากน้ำตาลเป็นตัวหมัก หรือมีสีน้ำตาลอ่อนเมื่อใช้น้ำตาลชนิดอื่นเป็นตัวหมัก ซึ่งถ้าไม่ผ่านการหมักที่สมบูรณ์แล้วจะพบสารประกอบพวกโปรตีน กรดอะมิโน คาร์โบไฮเดรต โปรตีน กรดอะมิโน ฮอร์โมนเอ็นไซม์ ในปริมาณที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับวัตถุดิบ ที่ใช้ (พืชหรือสัตว์) จุลินทรีย์ที่พบในน้ำสกัดชีวภาพหรือน้ำสกัดทางชีวภาพ หรือปุ๋ยอินทรีย์น้ำ มีทั้งที่ต้องการออกซิเจน และไม่ต้องการออกซิเจน มักเป็นกลุ่มแบคทีเรีย *Bacillus* sp., *Lactobacillus* sp., *Streptococcus* sp., นอกจากนี้ยังอาจพบเชื้อรา ได้แก่ *Aspergillus niger*, *Penicillium*, *Rhizopus* และ ยีสต์ ได้แก่ *Candida* sp. (ทิพวรรณ, 2542; วิริยะ, 2546)

2.1.2 ประเภทน้ำสกัดทางชีวภาพ

น้ำสกัดทางชีวภาพหมักได้จากเศษพืชและสัตว์ ดังนั้น จึงสามารถแบ่งประเภทตามวัตถุดิบที่นำมาใช้ในการผลิตได้เป็น 2 ประเภทคือ น้ำสกัดทางชีวภาพที่ผลิตจากพืช และที่ผลิตจากสัตว์

- น้ำสกัดทางชีวภาพที่ผลิตจากผักและเศษพืช การทำน้ำสกัดทางชีวภาพโดยการหมักเศษพืชสดในภาชนะที่มีฝาปิดปากกว้าง นำเศษผักมาผสมกับน้ำตาล ถ้าพืชผักมีขนาดใหญ่ให้สับเป็นชิ้นเล็ก ๆ จัดเรียงพืชผักเป็นชั้น ๆ โรยน้ำตาลทับสลับกันกับพืชผักอัตราส่วนของน้ำตาลต่อเศษผักเท่ากับ 1 : 3 หมักในสภาพไม่มีอากาศโดยการอัดผักใส่ภาชนะให้แน่น เมื่อบรรจุผักลงภาชนะเรียบร้อยแล้ว ปิดฝาภาชนะนำไปตั้งทิ้งไว้ในที่ร่ม ปล่อยให้หมักต่อไปประมาณ 3 - 7 วัน จะเกิดของเหลวข้นสีน้ำตาล มีกลิ่นหอมของสิ่งหมักเกิดขึ้น ของเหลวนี้เป็นน้ำสกัดจากเซลล์พืชผักประกอบด้วย คาร์โบไฮเดรต โปรตีน กรดอะมิโน ฮอร์โมน เอ็นไซม์ และอื่นๆ

- น้ำสกัดทางชีวภาพที่ผลิตจากสัตว์ อาทิ 1) ผลิตจากปลา เป็นน้ำสกัดทางชีวภาพที่ได้จากการย่อยสลายเศษอวัยวะปลา ได้แก่ หัวปลา ก้างปลา หางปลา พุงปลา และเลือดผ่านกระบวนการหมักโดยใช้เอ็นไซม์ ซึ่งเกิดขึ้นเองธรรมชาติ หลังจากหมักจนได้ที่แล้วจะได้สารละลายสีน้ำตาลเข้ม ประกอบด้วยธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส

โพแทสเซียม ธาตุอาหารรอง ได้แก่ แคลเซียม แมกนีเซียม และกำมะถัน ธาตุอาหารเสริม ได้แก่ เหล็ก ทองแดง และแมงกานีส นอกจากนี้ยังประกอบด้วยโปรตีนและกรดอะมิโน ซึ่งเกิดจากการย่อยสลายของโปรตีนในตัวปลา จากข้อมูลผลของกรดอะมิโนที่มีต่อพืช แต่จากคำบอกเล่าของเกษตรกรผู้เลี้ยงปลา พบว่าปุ๋ยปลาจะไปช่วยพัฒนาคุณภาพของผลผลิต เช่น ดอกไม้ให้มีสีสดขึ้นและผลไม้มีคุณภาพดีขึ้นและช่วยเร่งการแตกยอด และออกดอกใหม่ได้อีกด้วย โดยในการหมักจะใช้อัตราส่วน / 1 ถึง 200 ลิตร ปลาสด 40 กิโลกรัม กากน้ำตาล 20 กิโลกรัม สารเร่งผลิตปุ๋ยหมัก 200 กิโลกรัม (1 ชอง) วิธีการเตรียมสารเร่งผลิตปุ๋ยหมัก 1 ชอง ละลายน้ำอุ่น 20 ลิตร คนให้เข้ากัน 15 - 30 นาที (อย่าให้น้ำนิ่ง) นำปลาสดและกากน้ำตาลที่เตรียมไว้ใส่ถึง 200 ลิตร และนำสารเร่งทำปุ๋ยหมักที่เตรียมเสร็จแล้วใส่ในถังร่วมกับปลาสด และกากน้ำตาล ใส่ผ้าพอลิเอทิลีน (1/2) แล้วคนให้เข้ากันตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิ 30 - 35 องศาเซลเซียส ไม่ปิดฝา คนวันละ 4 - 5 ครั้ง ตลอดระยะเวลาในการหมักประมาณ 20 - 30 วัน ปลาจะย่อยสลายหมด เติมน้ำให้เต็มถัง และคนให้เข้ากันก่อนที่จะนำไปใช้จะได้ปุ๋ยชีวภาพ 200 ลิตร อัตราการใช้ปุ๋ยชีวภาพฉีดพ่นทางใบ 1 ลิตร/น้ำ 200 ลิตร และราดโคน 1 ลิตร / น้ำ 200 ลิตร 2) ผลผลิตจากหอยเชอรี่ การหมักน้ำสก๊ตทางชีวภาพจากหอยเชอรี่โดย นำตัวหอยเชอรี่ทั้งตัวมาทุบหรือบดให้ละเอียด จะได้หอยเชอรี่พร้อมเปลือกและน้ำจากตัวหอยเชอรี่ และนำผสมกับน้ำตาลและน้ำหมักหัวเชื้อจุลินทรีย์ธรรมชาติ อัตรา 3:3:1 คนให้เข้ากันและนำไปบรรจุในถังหมักขนาด 30 ลิตร อย่างใดอย่างหนึ่ง ปิดฝาทิ้งไว้อาจคนให้เข้ากัน หากมีการแบ่งชั้นให้สังเกตดูว่ากลิ่นเหม็นหรือไม่ ถ้ามีกลิ่นเหม็นให้ใส่น้ำตาลโมลาสเพิ่มขึ้น และคนให้เข้ากันจนกว่าจะหายเหม็น ทำอย่างนี้เรื่อยไปจนกว่าจะไม่เกิดแก๊สให้เห็นบนผิวหน้าของน้ำหมักหอยเชอรี่ แต่จะเห็นความระยิบระยับอยู่ที่ผิวหน้าน้ำหมักดังกล่าว บางครั้ง อาจจะพบว่าตัวหนอนลอยบนผิวหน้าและบริเวณข้างถังภาชนะบรรจุ ควรรอจนกว่าตัวหนอนดังกล่าวตัวใหญ่เต็มที่และตายไป ถือว่าน้ำหมักหอยเชอรี่ทั้งตัวเสร็จสิ้น ขบวนการกลายเป็นน้ำสก๊ตทางชีวภาพหอยเชอรี่ สามารถนำไปใช้ได้หรือนำไปพัฒนาผสมกับปุ๋ยน้ำอื่นๆ ใช้ประโยชน์ต่อไป(ทิพวรรณ, 2542; วิริยะ, 2546)

2.1.3 คุณสมบัติทั่วไปของน้ำสก๊ตทางชีวภาพ

- ค่า pH (ความเป็นกรดเป็นด่าง) อยู่ในช่วง 3.5 - 5.6 ปฏิกริยาเป็นกรดถึงกรดจัด ซึ่ง pH ที่เหมาะสมกับพืชควรอยู่ในช่วง 6 - 7
- ความเข้มข้นของสารละลายสูง โดยค่าของการนำไฟฟ้า (Electrical conductivity , E.C) อยู่ระหว่าง 2 - 12 desicemen / meter (ds / m) ซึ่งค่า E.C ที่เหมาะสมกับพืชควรจะอยู่ต่ำกว่า 4 ds / m
- ความสมบูรณ์ของการหมัก พิจารณาจากค่า C / N ration มีค่าระหว่าง 1 / 2 - 70 / 1 ซึ่งถ้า C / N ratio สูง เมื่อนำไปฉีดพ่นบนต้นพืชอาจแสดงอาการใบเหลืองเนื่องจากขาดธาตุไนโตรเจนได้

- ธาตุอาหารหลัก (N,P,K) ได้แก่ 1) ไนโตรเจน (% Total N) ถ้าใช้พืชหมัก พบไนโตรเจน 0.03 - 1.66 % แต่ถ้าใช้ปลาหมักจะพบประมาณ 1.06 - 1.70 % 2) ฟอสฟอรัส (% Total P_2O_5) ในน้ำหมักจากพืชจะมีตั้งแต่ไม่พบเลยจนถึง 0.4 % แต่ในน้ำหมักจากปลาพบ 0.18 - 1.14 % 3) โพแทสเซียมที่ละลายน้ำได้ (% Water Soluble K_2O) ในน้ำหมักพืชพบ 0.05 - 3.53 % และในน้ำหมักจากปลาพบ 1.0 - 2.39 %

- ธาตุอาหารรอง (Ca, Mg,S) ประกอบด้วย 1) แคลเซียม ในน้ำหมักจากพืชพบ 0.05 - 0.49 % และน้ำหมักจากปลาพบ 0.29 - 1.0% 2) แมกนีเซียมและซัลเฟอร์ ในน้ำหมักจากพืชและปลาพบในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน คือ 0.1- 0.37 %

- ธาตุอาหารเสริม ได้แก่ 1) เหล็ก ในน้ำหมักจากพืชพบ 30 - 350 ppm และน้ำหมักจากปลาพบ 500 - 1,700 ppm 2) คลอไรด์ น้ำหมักจากพืชและปลามีปริมาณเกลือคลอไรด์สูง 2,000 - 11,000 ppm 3) ธาตุอาหารเสริมอื่นๆ ได้แก่ แมงกานีส ทองแดง สังกะสี โบรอน และโมลิบดีนัม น้ำหมักทั้งจากพืชและปลาพบในปริมาณน้อย มีค่าตั้งแต่ตรวจไม่พบเลย ถึง 130 ppm

- ปริมาณกรดอะมิโน ในน้ำสกัดทางชีวภาพจะพบกรดอะมิโนชนิดต่างๆดังในตารางที่ 1

- ปริมาณฮอร์โมนพืช ในน้ำสกัดทางชีวภาพจะพบปริมาณฮอร์โมนพืช 3 กลุ่ม คือ 1) กลุ่ม auxin (Indole acetic acid : IAA) ตรวจพบทั้งในน้ำหมักจากพืชและสัตว์ แต่พบในปริมาณน้อย มีค่าในช่วงตั้งแต่ น้อยมากจนไม่สามารถวัดได้ - 2.37 ppm 2) กลุ่ม gibberellins (Gibberellic acid : GA3) ตรวจพบในน้ำหมักจากพืชบางชนิดในปริมาณ 18 - 140 ppm ไม่พบ GA3 ในน้ำหมักจากปลา 3) กลุ่ม cytokinins (Zeatin และ Kinetin) ตรวจพบในน้ำหมักจากพืชบางตัวอย่างในปริมาณน้อย 1 - 20 ppm และพบในน้ำหมักจากปลาที่ใส่น้ำมะพร้าว 2 - 4 ppm 4) kinetin ตรวจพบในน้ำหมักจากพืชบางชนิดในปริมาณ 1 - 14 ppm แต่ไม่พบในน้ำหมักจากปลา จะเห็นว่าคุณภาพและประสิทธิภาพของน้ำสกัดชีวภาพ ขึ้นอยู่กับวัตถุดิบที่ใช้ จุลินทรีย์ที่ทำให้ย่อยสลาย กระบวนการย่อยสลายที่สมบูรณ์ไม่เน่าเสีย ความเข้มข้นของสารละลาย และความเข้มข้นเป็นต่าง (ทิพวรรณ, 2542; วิริยะ, 2546)

ตารางที่ 1 ปริมาณกรดอะมิโนในน้ำสกัดทางชีวภาพ

กรดอะมิโน	มิลลิกรัม / 100 กรัม	กรดอะมิโน	มิลลิกรัม / 100 กรัม
กรดแอสปาร์ติก	346.06	เมไทโอนีน	9.37
ทรีโอนีน	26.34	ไอโซลิวซีน	26.26
ซีรีน	39.30	ลิวซีน	34.30
กรดกลูตามิก	127.45	ไทโรซีน	22.14
โพรลีน	1.26	ฟีนอลอะลานีน	4.44
ไกลซีน	13.24	ฮิสติดีน	16.28
อะลานีน	91.69	ไลซีน	30.20
ซีสทีน	17.88	อาร์จินีน	18.76
วาลีน	55.26	ทริปโตเฟน	6.22

2.1.4 คุณสมบัติของน้ำสกัดชีวภาพในด้านการป้องกันกำจัดศัตรูพืช

การหมักพืช หรือสัตว์ในกระบวนการหมักจะมีก๊าซมีเทน (CH_3) เกิดขึ้นซึ่งจุลินทรีย์หรือแบคทีเรียจะเปลี่ยนก๊าซมีเทน (CH_3) ให้กลายเป็นแอลกอฮอล์ และแอลกอฮอล์เมื่อถูกออกซิเจนในอากาศทำให้กลายเป็นเอสเทอร์ของแอลกอฮอล์จะมีกลิ่นหอมหรือเหม็นเฉพาะตัวถ้ามีกลิ่นหอมก็เป็นสารดึงดูดแมลง ถ้ามีกลิ่นเหม็นก็จะเป็นสารไล่แมลง

จากการวิเคราะห์น้ำสกัดชีวภาพของสำนักวิจัยและพัฒนาการผลิตสารธรรมชาติ กรมวิชาการเกษตร ปรากฏผลดังนี้

- น้ำสกัดทางชีวภาพที่หมักจากผลไม้ ผักสด หรือจากพืชสมุนไพร จะมีสารพวก polyphenol ได้แก่ 1,2 Benzenediol หรือ 1,3 Benzenediol พวก dimethoxy phenol, benzoic acid derivatives สารเหล่านี้มีคุณสมบัติเป็นกรด เช่น 1,3 Benzenediol(resorcinol) ทำให้เกิดการระคายเคืองต่อผิวหนังและเยื่อเมือก ทางสัตวแพทย์เคยใช้เป็น antiseptic ดังนั้น สารพวกนี้อาจก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อผิวหนังของแลงได้ นอกจากนี้ยังพบสารพวก ethylester ของพวกกรดไขมัน เช่น ethyl palmitate, ethyl linoleate ในสารละลายบางตัวพบ alcohol ได้แก่ bezenethanol

- น้ำสกัดทางชีวภาพจากหอยพบสารพวก poly phenol และ ethyl ester ของกรดไขมันเช่นเดียวกัน Ethyl ester เกิดจาก alcohol ชนิด ethyl alcohol ที่สกัดจากการหมักย่อยสารของพืชแล้ว alcohol นั้น ก็ทำปฏิกิริยากับกรดไขมันที่มีในพืชที่เป็น ethyl ester คุณสมบัติของ ester พวกนี้มีคุณสมบัติ เป็นสารไล่แมลงและสารล่อแมลงได้ แต่ถ้าเกษตรกรต้องการใช้พืชสมุนไพรที่มีศักยภาพในการป้องกันและกำจัดศัตรูพืช ควรใช้น้ำธรรมชาติหรือน้ำอุ่น (ในกรณีของพืชที่มีน้ำมันหอมระเหยปนอยู่ด้วย) ในอัตราส่วนพืช 1 กิโลกรัม แช่น้ำ 20 ลิตร คน

เป็นครั้งคราว ทั้งไว้ 1 คืน ไม่ควรเกิน 2 คืน นำเอาเอกสารละลายที่ได้มาผสมน้ำอีกเท่าตัว แล้วฉีดพ่นบนต้นพืช จะให้ผลดีกว่าการนำมาหมักผสมกันหลายๆ ชนิด กับกากน้ำตาลและการฉีดพ่นไม่ต้องฉีดพ่นรวมกับน้ำสกัดชีวภาพ หรือน้ำสกัดทางชีวภาพ หรือ บัวยอินทรีย์น้ำ ควรฉีดพ่นเมื่อต้องการนำมาใช้ป้องกันและกำจัดศัตรูพืชเท่านั้น พืชที่สามารถนำมาใช้ป้องกัน และกำจัดศัตรูพืช ได้แก่ สะเดา (ใช้ส่วนของเมล็ด) ตะไคร้หอม (ใช้ส่วนใบ) หนอนตายหยาก (ใช้ส่วนราก) ว่านน้ำ) ใช้ส่วนเหง้า) ข่า (ใช้ส่วนเหง้า) สาบเสือ (ใช้ส่วนใบ) เป็นต้น (ทิพวรรณ, 2542; พงษ์, 2547)

2.1.5 ข้อควรระวังในการทำน้ำสกัดทางชีวภาพ

- ในระหว่างการหมักห้ามปิดฝาภาชนะที่ใช้หมักโดยสนิทเพราะจะทำให้ระเบิดได้เนื่องจาก ระหว่างการหมักเกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ก๊าซมีเทน ฯลฯ
- หากมีการใช้น้ำประปาในการหมักต้องต้มให้สุกหรือตากแดด เพื่อไล่คลอรีน เพราะอาจเป็นอันตรายต่อจุลินทรีย์ที่ใช้ในการหมัก
- พืชบางชนิดไม่ควรใช้ในการหมักเช่น เปลือกส้ม เพราะมีน้ำมันที่ผิวเปลือกเป็นพิษต่อจุลินทรีย์ย่อยสลายในสภาพปลอดอากาศ
- การทำน้ำสกัดทางชีวภาพควรหมักให้ได้ที่ เพราะพบปัญหาเกิดเชื้อราที่ใบทุเรียนเพราะน้ำตาลที่เหลืออยู่จุลินทรีย์ใช้ไม่หมด (พงษ์, 2547)

2.1.6 วิธีใช้น้ำสกัดทางชีวภาพ

น้ำสกัดทางชีวภาพสามารถนำมาเจือจางด้วยการผสมน้ำธรรมดา แล้วนำไปใช้กับพืชผลทางการเกษตรดังนี้

- ฉีดพ่นพืชผัก ไม้ผล ไม้ยืนต้นอัตรา 1 ช้อนโต๊ะ ต่อน้ำ 5 - 10 ลิตร (1: 500 - 1,000) ควรฉีดพ่นให้บ่อยครั้ง
- ราดกองใบไม้ใบหญ้า สดแห้ง อัตรา 1 ช้อนโต๊ะ ต่อน้ำ 2 - 3 ลิตร (1: 200 - 250) ใช้พลาสติกคลุมกองพืชปล่อยให้เกิดการย่อยสลาย 1 - 2 สัปดาห์ นำมาใช้ประโยชน์ได้ ใช้ผสมดินหรือคลุมดินบริเวณต้นพืช
- ใช้ทำปุ๋ยหมักแห้ง โดยใช้ น้ำสกัดทางชีวภาพ อัตรา 2 ช้อนโต๊ะ ต่อน้ำ 10 ลิตร และเพิ่มกากน้ำตาล 2 ช้อนราดปุ๋ยหมักแห้งให้มีความชื้นหมาดๆ
- ราดดินแปลงเพาะปลูกปฏิบัติดังนี้ พรอนดินผสมคลุมน้ำกับวัชพืช หรือเศษพืชใช้อัตราเจือจาง 1 ช้อนโต๊ะ ต่อน้ำ 2 - 5 ลิตร (1: 200-500) ราด 1 ตร.ม ต่อ 0.5 - 1 ลิตร ปล่อยให้เกิดการย่อยสลาย 3 - 7 วัน ก็สามารถปลูกพืชหรือกล้าไม้ได้ ถ้าต้องการกำจัดวัชพืชพวกมีเมล็ดควรปล่อยให้วัชพืชงอกอีกครั้งหนึ่ง จึงพรอนซ้ำแล้วรดน้ำสกัดทางชีวภาพ โดยเจือจาง อัตรา 1 ช้อนโต๊ะต่อน้ำ 5 ลิตร (1:500) ปลูกพืชได้ภายใน 2 - 3 วัน

- ผสมน้ำอัตรา 1 ช้อนโต๊ะ ต่อน้ำ 1 - 5 ลิตร (1: 100 - 500) ราดพื้นที่ทำความสะอาดจะช่วยย่อยอินทรีย์วัตถุที่ติดพื้น นำไปเทในแอ่งน้ำขัง ช่วยย่อยอินทรีย์วัตถุในแอ่งน้ำให้ย่อยสลายลงทำให้แอ่งน้ำที่มีสภาพดีขึ้น

- การขยายหัวเชื้อทำได้โดยอัตราส่วน คือ น้ำสกัดทางชีวภาพ: น้ำ ในอัตราส่วน 1 : 1 : 10 ใส่ขวดปิดฝา 3 วัน นำไปใช้ได้

2.1.7 ข้อควรระวังในการใช้น้ำสกัดชีวภาพ

- การใช้น้ำสกัดทางชีวภาพกับพืชบางชนิด เช่น กล้วยไม้ อาจทำให้วัสดุที่ใช้ปลูก เช่น กาบมะพร้าวเร็วก่อนเวลาอันสมควร
- การใช้น้ำสกัดทางชีวภาพกับพืชนั้นในดินควรมีอินทรีย์วัตถุอยู่ เช่น มีการใส่ปุ๋ยหมัก และเศษพืชแห้งคลุมดินไว้ ซึ่งทำให้การใช้ประโยชน์จากน้ำสกัดชีวภาพหรือน้ำสกัดทางชีวภาพได้ผลดี
- ห้ามใช้อัตราที่กำหนดไว้ในคำแนะนำ เพราะอาจมีผลทำให้ใบไหม้ได้ เนื่องจากความเป็นกรดหรือความเค็มในน้ำสกัดทางชีวภาพ
- น้ำสกัดทางชีวภาพที่มีธาตุไนโตรเจนสูงระวังการใช้ เพราะใช้มากอาจทำให้เหี่ยวใบและไม่ออกดอก ออกผลได้ (พงษ์, 2547)

2.1.8 กระบวนการหมักน้ำสกัดทางชีวภาพ

กระบวนการหมักสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ออกจากเซลล์พืชหรือเซลล์สัตว์ อาจเกิดได้ 2 กระบวนการ คือ เกิดจากกระบวนการย่อยสลายของจุลินทรีย์ และ เกิดจากกระบวนการที่ของเหลวภายในเซลล์พืชหรือเซลล์สัตว์ถูกดึงดูดให้ไหลออกมานอกเซลล์ด้วยสารละลาย ที่มีมีความเข้มข้น มากกว่ากระบวนการนี้เรียกว่า "กระบวนการออสโมติก" ซึ่งการใช้กากน้ำตาล (molasses) ที่มีความเข้มข้นสูงก็เป็นวิธีหนึ่งในการดึงของเหลวออกจากเซลล์พืชหรือเซลล์สัตว์ในการหมักได้ แต่มีข้อระวังคือ ไม่ควรใช้สารละลายที่มีความเข้มข้นสูงเกินไปเนื่องจากจุลินทรีย์ที่ช่วยในการย่อยสลายเศษซากพืช-สัตว์ อาจเป็นอันตรายได้เช่นกัน ซึ่งในการหมักน้ำสกัดทางชีวภาพควรพิจารณาองค์ประกอบของการหมักที่เป็นปัจจัยที่สำคัญคือ

- อาหารจุลินทรีย์ เป็นสิ่งที่มีชีวิตที่ต้องการอาหารในการดำรงชีวิต จุลินทรีย์แต่ละชนิด ต้องการ อาหารที่แตกต่างกัน เช่น พวกยีสต์ จะมีประสิทธิภาพในการย่อยสลายอาหารพวกแป้งและน้ำตาลได้ดี พวกแบคทีเรีย บางชนิด สามารถย่อยสลายโปรตีนได้ดี ซึ่งโดยทั่วไปแล้วจุลินทรีย์ จะต้องการธาตุอาหารที่สำคัญ 2 ตัว คือ คาร์บอน และไนโตรเจน คาร์บอนจะเป็นองค์ประกอบของพวก แป้งและน้ำตาล และเซลล์ลูโลสในพืช ส่วนไนโตรเจน จะเป็นองค์ประกอบของโปรตีน ซึ่งจะมีมากในสัตว์ ในสูตรน้ำสกัดทางชีวภาพหลายชนิดจะมีการเติมกากน้ำตาล (molasses) ซึ่งองค์ประกอบ ส่วนใหญ่ของกากน้ำตาล คือ น้ำตาลซูโคส ส่วนที่

เหลือจากการผลิตน้ำตาลทรายน้ำตาลส่วนนี้ สามารถใช้เป็นแหล่ง อาหาร (คาร์บอน) สำหรับ จุลินทรีย์ในกระบวนการหมักปุ๋ยได้เป็นอย่างดี

- อากาศ จุลินทรีย์ที่ช่วยในการย่อยสลายเศษซากพืชซากสัตว์ใน กระบวนการหมัก แบ่งออกได้ 2 พวกใหญ่ ๆ คือ พวกที่ต้องการอากาศในการดำรงชีวิต และ พวกที่ไม่ต้องการอากาศหรือออกซิเจนในการดำรงชีวิต โดยปกติการย่อยสลายของเศษซากพืช ซากสัตว์ในสภาพแวดล้อมที่มีออกซิเจนจะมีประสิทธิภาพสูงกว่าการย่อยสลาย ในสภาพที่ไม่มี ออกซิเจน และการย่อยสลายในสภาพที่ไม่มีออกซิเจนหรืออับอากาศจะทำให้เกิดกลิ่นบูดเน่า ซึ่ง เป็นกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์จึงต้องมีการเติมอากาศให้กับกระบวนการหมักซึ่งอาจทำได้หลายวิธี เช่น การคนเป็นครั้งคราว หรือการใช้เครื่องพ่นอากาศแบบที่ใช้กับตู้ปลา
- อุณหภูมิ จุลินทรีย์ต่างชนิดกันจะมีการเจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิที่ แตกต่างกัน บางชนิดต้องการอุณหภูมิสูง บางชนิด ต้องการอุณหภูมิต่ำ แต่โดยทั่วไปจุลินทรีย์จะ เจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิที่ไม่สูงมากเกินไป
- ความชื้น ในการผลิตปุ๋ยน้ำสกัดทางชีวภาพ ความชื้นหรือน้ำในถังหมัก จะมีอย่างเพียงพอ จนกระทั่งมากเกินไปจนเป็นสาเหตุให้เกิดสภาพอับอากาศได้
- ความเป็นกรดเป็นด่าง ของปุ๋ยน้ำสกัดทางชีวภาพมีปฏิกิริยาเป็นกรด ถึงกรดจัด อยู่ในช่วง (พวงษ์, 2547;)

2.1.9 ประโยชน์ของน้ำสกัดชีวภาพ

- ใช้เป็นปุ๋ยโดยตรง น้ำสกัดทางชีวภาพ จะประกอบด้วยสารต่าง ๆ และ จุลินทรีย์อยู่เป็นจำนวนมาก ดังนั้นก่อนนำไปใช้ประโยชน์จึงต้องทำให้เจือจางมาก ๆ อัตราส่วนน้ำสกัดต่อน้ำสะอาดคือ 1 : 500 หรือ 1 : 1,000 การใช้เป็นน้ำสกัดทางชีวภาพจะต้องมี ความระมัดระวังมาก ถ้าเข้มข้นเกินไปพืชจะชะงักการเจริญเติบโตใบจะมีสีเหลืองถ้าใช้ในอัตราที่ พอเหมาะพืชจะแสดงสภาพเขียวสด ใบเป็นมัน ต้นพืชที่ชะงักการเจริญเติบโตที่พักอยู่จะ ขยายตัวแตกตาเป็นใบภายในเวลาหนึ่งสัปดาห์ ดังนั้นการใช้จึงควรใช้อัตราเจือจางมากเป็น เกณฑ์ ซึ่งสามารถใส่ให้แก่ต้นไม้ประมาณ 3 - 7 วันต่อครั้ง และเมื่อพืชเจริญงอกงามดีในเวลา ต่อมาจะใช้เดือนละครั้งก็ได้
- ใช้เป็นหัวเชื้อปุ๋ยอินทรีย์ การทำปุ๋ยหมักแห้ง เพื่อนำมาใช้ปรับปรุงบำรุงดิน และเสริมสร้างความเจริญเติบโต ให้กับพืชผัก ไม้ผล หลังจากปลูกพืชแล้วสามารถผลิตได้ง่ายใช้ เวลาค่อนข้างน้อย ด้วยการนำเศษหรือวัสดุเหลือใช้หมักผสมกับมูลสัตว์ แกลบดำ และรำละเอียด
- ใช้ป้องกันกำจัดแมลงและโรค โดยการผสมน้ำสกัดทางชีวภาพ ในอัตราเจือ จางฉีดพ่นโดยเฉพาะเพลี้ยแป้งใช้ได้ผลดี
- ใช้ประโยชน์ในการทำน้ำเสียและการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ นำน้ำสกัดทาง ชีวภาพไปใช้ย่อยสลายอินทรีย์วัตถุจากแหล่งน้ำต่าง ๆ เช่น บ่อน้ำ สระน้ำที่มีอินทรีย์วัตถุย่อย

สลายบูดเน่า ก็สามารถใส่น้ำสกัดทางชีวภาพลงในแหล่งน้ำดังกล่าว โดยใช้ น้ำสกัดทางชีวภาพ ในอัตราส่วน 1 : 100 , 1: 250 หรือ 1: 500 โดยคิดจากปริมาณน้ำในแหล่งน้ำ เช่น ปริมาณน้ำ 1,000 ส่วน เติมน้ำสกัดชีวภาพ 1 ส่วน ส่วนระยะเวลาการย่อยสลายใช้เวลาประมาณ 1 สัปดาห์ขึ้นไป

- ใช้กับสัตว์เลี้ยง (ไก่และสุกร) โดยใช้ น้ำสกัดทางชีวภาพจำนวน 20 ลิตร ผสมกับน้ำสะอาด 20 ลิตร นำไปใช้เลี้ยงไก่หรือสุกร เพื่อทำลายจุลินทรีย์ที่เป็นเชื้อโรค โดยวิธีดังกล่าวจะมีสรรพคุณทำให้สัตว์แข็งแรง มีภูมิคุ้มกันโรค และที่สำคัญพื้นคอกไก่ไม่มีกลิ่นแอมโมเนีย ซึ่งส่งผลให้ไก่ไม่เป็นโรค (ทิพวรรณ, 2542; พงษ์, 2547)

2.1.10 จุลินทรีย์ในการหมักน้ำสกัดทางชีวภาพ

องค์ประกอบด้านจุลินทรีย์ในขั้นตอนการผลิตน้ำสกัดทางชีวภาพ จุลินทรีย์เป็นสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก ประกอบด้วยเซลล์หรือหลายเซลล์ โดยเซลล์เหล่านั้นต่างก็เป็นเซลล์ชนิดเดียวกันและมีรูปร่างเหมือนกัน ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของเซลล์เพื่อทำหน้าที่เฉพาะเหมือนในสิ่งมีชีวิตชั้นสูง จุลินทรีย์มีหลายประเภท ได้แก่ แบคทีเรีย รา โปรโตซัว สาหร่าย ไวรัส ในขั้นตอนของการผลิตน้ำสกัดทางชีวภาพ พบจุลินทรีย์หลากหลายประเภท อาทิ

- แบคทีเรีย เป็นจุลินทรีย์ที่มีขนาดเล็ก ไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่าต้องใช้กล้องจุลทรรศน์ที่มีกำลังขยายสูงส่องดูจึงมองเห็น ประกอบด้วยเซลล์เพียงเซลล์เดียว เป็นจุลินทรีย์ที่พบในน้ำสกัดทางชีวภาพในจำนวนมากที่สุดและมีหลากหลายพันธุ์ที่สุด ในน้ำสกัดทางชีวภาพจากพืชผักกินใบ กินผลและจากผลไม้ จากสัตว์ เช่น ปลา หอย และจากไข่ มีแบคทีเรียสูงถึง 10^8 (100,000,000) เซลล์/มล. ที่ระยะต้น ๆ ของการผลิต แม้เมื่อเก็บไว้ในสภาพหมักเป็นระยะเวลา 1 ปี ยังคงพบแบคทีเรียในน้ำสกัดทางชีวภาพแต่จำนวนและความหลากหลายของสายพันธุ์จะลดลง แบคทีเรียที่พบส่วนใหญ่เป็นแบคทีเรียซึ่งย้อมสีแกรมแล้วจะติดสีแกรมบวกพบส่วนน้อยว่าเป็นพวกติดสีแกรมลบ พวกแกรมบวกจำนวนมากเป็นแบคทีเรียในจีนัส *Bacillus*. แบคทีเรียอีกกลุ่มที่พบในน้ำสกัดทางชีวภาพคือแบคทีเรียที่สร้างกรดแลคติกที่พบมากอยู่ในจีนัส *Lactobacillus* พบบ้างในจีนัส *Streptococcus*, *Leuconostoc* และ *Pediococcus*

- พังไจ เป็นจุลินทรีย์ที่มีเซลล์แบบที่ส่วนของนิวเคลียสเยื่อหุ้ม ซึ่งแตกต่างจากแบคทีเรียซึ่งเซลล์มีนิวเคลียสไม่มีเยื่อหุ้ม และมีขนาดใหญ่กว่าแบคทีเรีย มีทั้งชนิดเซลล์เดี่ยวคือยีสต์ และหลายเซลล์ซึ่งได้แก่ รา โดยมีรูปร่างเป็นเส้นใย ราที่พบในน้ำสกัดทางชีวภาพส่วนใหญ่เป็นราประเภทยีสต์ ในน้ำสกัดทางชีวภาพจากผักและจากปลา มียีสต์จำนวนสูงถึง 10^7 เซลล์/มล. และจำนวนยีสต์ลดลงตามระยะเวลาหมักจากการศึกษาพบว่าหลังระยะเวลา 120 วันของการหมัก จะพบยีสต์จำนวนน้อยและอาจจะไม่พบอีกเลยยีสต์ที่พบในน้ำหมักสามารถจำแนกบางส่วนเป็น *Saccharomyes cerevisiae*, *Candida zelandoides*, *C. boidinii* และ *C. krusei* รา

ที่พบเป็นส่วนน้อยทั้งด้านจำนวนและความหลากหลายของสายพันธุ์ คือราที่เป็นเส้นใย พบราเส้นใยในน้ำสกัดชีวภาพจากผักและผลไม้ที่ระยะเวลา 60 วัน มีจำนวนอยู่ในช่วง 10^1-10^4 (10-10,000) เซล/มล. ราเส้นใยที่พบส่วนหนึ่งอยู่ในกลุ่มรา *Phycomycetes* โดยพบราจิ้นัส *Mucor* (ทิพวรรณ, 2542; พงษ์, 2547)

2.1.11 บทบาทของจุลินทรีย์แต่ละประเภทในการหมักน้ำสกัดทางชีวภาพ

- แบคทีเรียที่พบในน้ำสกัดทางชีวภาพหลายสายพันธุ์มีบทบาทย่อยสลายวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตน้ำสกัดทางชีวภาพเป็นวัสดุอินทรีย์มาจากสิ่งที่มีชีวิตทั้งจากพืชและสัตว์แบคทีเรียย่อยสลายวัสดุอินทรีย์ทำให้สารประกอบโมเลกุลใหญ่ๆ เล็กลงปลดปล่อยธาตุอาหารออกมาในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ในการผลิตน้ำสกัดทางชีวภาพในกระบวนการผลิตที่มีน้ำตาลมาเกี่ยวข้อง จุลินทรีย์กลุ่มที่ผลิตกรดแลคติกจะมีส่วนเกี่ยวข้องอย่างมาก แบคทีเรียแลคติกอาศัยอยู่ในธรรมชาติมากมายหลายแหล่งโดยเฉพาะอย่างยิ่งในที่ที่มีน้ำตาลชนิดต่าง ๆ แบคทีเรียกลุ่มนี้สามารถสร้างกรดแลคติก กรดฟอร์มิก เอทานอล และ คาร์บอนไดออกไซด์แบคทีเรียหลายสายพันธุ์สามารถละลายตะกอนฟอสเฟตซึ่งพืชไม่สามารถใช้ประโยชน์ในการเป็นธาตุอาหารพืชได้ ให้เปลี่ยนอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์แบคทีเรียที่พบในน้ำหมักหลายสายพันธุ์มีประสิทธิภาพในการยับยั้งจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุโรคพืชบางชนิด

- ฟังไจ ซึ่งประกอบด้วย ยีสต์ที่เป็นราเซลล์เดี่ยว มักจะมีรูปทรงกลมหรือรีกระจายทั่วไปในธรรมชาติบนผิวผลไม้และใบไม้ ในน้ำสกัดทางชีวภาพ ยีสต์หมักน้ำตาลเป็นเอทิลแอลกอฮอล์ และ ก๊าซ คาร์บอนไดออกไซด์ และราเส้นใยเป็นจุลินทรีย์พวกที่ต้องการอากาศ ดังนั้นในลักษณะของการทำน้ำสกัดทางชีวภาพ ซึ่งเป็นการหมักที่มีออกซิเจนน้อยสภาพดังกล่าวไม่เหมาะสำหรับการเจริญเติบโตของราเส้นใย จึงมักจะพบราเส้นใยอยู่บนผิวหน้าของน้ำสกัดทางชีวภาพ หรือบนพื้นผิวภาชนะที่มีน้ำตาลติดอยู่ (ทิพวรรณ, 2542; พงษ์, 2547)

2.2 พริกหวาน

พริกเป็นพืชในตระกูล Solanceae ซึ่งเป็ตระกูลเดียวกับ มะเขือ มะเขือเทศ ยาสูบ มันฝรั่ง ซึ่งมีอยู่ประมาณ 90 สกุล 2,000 ชนิด และเป็นที่ยอมรับกันว่าพริกมีแหล่งกำเนิดในเขตร้อนของทวีปอเมริกา ซึ่งได้แก่อเมริกาใต้และกลาง สำหรับประเทศไทยเข้าใจว่าพริกถูกนำเข้ามาโดยชาวโปรตุเกสหลายร้อยปีมาแล้ว และเป็นที่ยอมรับอย่างมากว่าเป็นอาหาร ضرที่สำคัญของประเทศ พริกสามารถแบ่งออกได้ด้วยหลายวิธี แต่ที่นิยมกันคือใช้ การแบ่งประเภทตามลำต้น ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่

- กลุ่มต้นล้มลุก ซึ่งมีชื่อเรียกทางวิทยาศาสตร์ว่า *Capsicum annuum* L. เป็นพริกที่มีอายุในการให้ผลผลิตสั้น ดอกอาจมีสีขาวหรือม่วง มีหนึ่งดอกต่อข้อ ดังนั้นจึงเกิดเป็นผล

เดี่ยว มีทั้งชนิดการติดผลชี้ฟ้าและชี้ลงดิน ซึ่งยังสามารถแบ่งออกได้อีกหลายชนิดโดยพิจารณาจากขนาด รูปร่าง สีของผล ตลอดจนรสชาติว่ามีความเผ็ดมาน้อยเพียงใดหรือไม่เผ็ด ผลที่ยังอ่อนอยู่ สีของผลมักมีสีเขียว หรือสีม่วง เมื่อผลแก่จะมีสีแดงเข้ม เหลืองอมส้ม เหลืองน้ำตาล ม่วง หรือสีขาวนวล พริกที่จัดอยู่ในกลุ่มนี้ ได้แก่ พริกหยวก พริกหวาน พริกชี้ฟ้า พริกจินดา พริกชี้ฟ้า พริกมัน

- กลุ่มยืนต้น พริกที่อยู่ในกลุ่มพวกนี้มีชื่อเรียกทางวิทยาศาสตร์ว่า *Capsicum frutescens* L. เป็นพริกที่มีอายุในการให้ผลผลิตนานกว่ากลุ่มแรก ประมาณ 2-3 ปี ลักษณะต้นเป็นไม้กึ่งพุ่ม ดอกอาจมีสีขาวอมเหลือง มี 1-3 ดอกต่อข้อ ผลที่เกิดเป็นกลุ่ม ขนาดผลเล็ก ลักษณะของโคนผลใหญ่ ปลายเรียวเล็กประมาณ 2-3 เซนติเมตร ปลายของผลชี้ขึ้น แล้วผลจะมีสีแดงหรือเหลืองเมื่อสุก ส่วนใหญ่มีรสเผ็ดจัด เช่น พริกชี้ฟ้าสวน พริกตาบาสโก

สำหรับพริกที่ปลูกในประเทศไทย ส่วนใหญ่จะแตกต่างกันออกไปตามพื้นที่และท้องถิ่นที่ปลูกและชื่อพันธุ์ก็เรียกแตกต่างกันออกไปตามพื้นที่ด้วย เช่น พริกเชียงใหม่ พริกพันธุ์ห้วยสีทน พริกบางช้าง เป็นต้น แหล่งปลูกและผลิตพริกของประเทศไทยได้แก่ เชียงใหม่ นครสวรรค์ การให้น้ำและปุ๋ย ปุ๋ยที่ใช้ในการปลูกพริกหวานแบบไม่ใช้ดินเป็นปุ๋ยเกร็ดละลายน้ำได้ ประกอบด้วยชุดเอ และชุดบี โดยมีน้ำหนักลำพูน เพชรบูรณ์ ชัยภูมิ ขอนแก่น ราชบุรี กาญจนบุรี นครศรีธรรมราช และชุมพร เป็นต้น (นิพนธ์, 2542; จงรักษ์, 2547)

2.2.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของพริกหวาน

พริกหวาน *Capsicum annuum* var. *annuum* L. Grossum Group มีชื่อเรียก Chile, chillies, aji, piment, pimento, paprika, capsicum จัดเป็นพืชล้มลุก แตกกิ่งก้านที่ปลูกเป็น การค้ำสควมใหญ่จะปลูกฤดูเดียว ทำให้มีสายพันธุ์ใหม่จำนวนมาก มีความแตกต่างกันทั้งในด้านความสูง ขนาดทรงพุ่ม ขนาดของใบ จำนวนดอกต่อข้อ ลักษณะ ขนาด สีของผล ตลอดจน รสชาติและความเผ็ด ในระยะแรกของการเจริญเติบโตมีการเจริญเป็นลำต้นเดี่ยว ติดดอกข้อแรกตรงยอดของลำต้นเดี่ยว หลังจากนั้นมีการแตกกิ่งก้านแขนงในแนวตั้งออกเป็นสองกิ่ง และเมื่อดอกเจริญที่ปลายกิ่ง กิ่งแขนงก็จะเจริญเป็นสองกิ่ง ทำให้จำนวนกิ่งเพิ่มมากขึ้น ตลอดฤดูการเจริญเติบโตของผลผลิตจะขึ้นอยู่กับจำนวนกิ่งและจำนวนผลต่อต้น ในระยะแรกที่กิ่งเจริญเป็นกิ่งอ่อนและจะเปลี่ยนเป็นกิ่งที่แข็งเมื่อแก่ เพราะและหักง่าย โดยทั่วไปมีลำต้นสูง 0.5-1.5 เมตร

รากเจริญในแนวตั้งลึก 90-120 เซนติเมตร รากแขนงมีการแผ่กว้างออกด้านข้าง ประมาณ 90 เซนติเมตร และรากส่วนใหญ่อยู่อย่างหนาแน่นในระดับความลึก 50-60 เซนติเมตร

ใบเป็นใบเดี่ยว เจริญสลับกัน ขนาดแตกต่างกันขึ้นอยู่กับพันธุ์

ดอก เป็นดอกสมบูรณ์ ดอกเดี่ยว ประกอบด้วยกลีบดอก 5 กลีบ ส่วนใหญ่มีสีขาวแต่บางพันธุ์มีสีม่วง เกสรตัวผู้แยกกันมีจำนวน 5 อัน อับละอองเกสรมีสีม่วง ยอดเกสรตัวเมีย

บางพันธุ์อยู่สูงกว่าอับละองเกสร ดอกสามารถเจริญทั้งในสภาพที่ได้รับช่วงแสงยาว โดยทั่วไป
เจริญหลังย้ายปลูก 1-2 เดือน (นิพนธ์, 2546)

2.2.2 ลักษณะพันธุ์ของพริกหวาน

พริกหวานเป็นพืชที่ได้รับการส่งเสริมโดยมูลนิธิโครงการหลวงให้เกษตรกร
ชาวเขาในแถบภาคเหนือของไทยปลูกเพื่อทดแทนการปลูกฝิ่น และเป็นพืชที่มีตลาด
ภายในประเทศกว้างขวาง ปัจจุบันนิยมปลูกในฤดูฝน แต่มีแนวโน้มที่จะผลิตในฤดูร้อนมากขึ้น
พันธุ์ที่ได้รับการส่งเสริมให้ปลูก คือ พันธุ์แคลิฟอร์เนีย วัลเดอร์ (สีเขียว) พันธุ์วัลเดอร์ เบลล์ (สี
แดง) และพันธุ์โกลเดนท์ เบลล์ (สีเหลือง) ปัจจุบันทางโครงการหลวงส่งเสริมให้มีการปลูกพริก
หวานพันธุ์ ทอร์เคล (สีแดง) และ โกลเดนท์เฟรม (สีเหลือง) เพื่อจำหน่ายเพิ่มเติม ในเชิงการค้า
ได้มีการกำหนดเกณฑ์มาตรฐานของผลพริกหวานภายหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อจัดจำหน่ายโดย
พิจารณาจากขนาด รูปร่าง สีผิวของผล ดังนี้

เกรด 1 - ผลมีน้ำหนักตั้งแต่ 200 กรัมขึ้นไป มีรูปร่างตรงตามพันธุ์ ผิวมีสีเป็น
มัน สม่ำเสมอ ไม่มีรอยแผลที่เกิดจากโรค แมลง หรือตำหนิอื่นๆ

เกรด 2 - ผลมีน้ำหนักตั้งแต่ 150-200 กรัม รูปร่างของผลตรงตามพันธุ์ ผิวมีสี
เป็นมัน สม่ำเสมอ หรือ มีสีเขียวปนได้ไม่เกิน 5% ของพื้นที่ผิว ไม่มีรอยแผลที่เกิดจากโรค แมลง
หรือตำหนิอื่นๆ

เกรด 3 - ผลมีน้ำหนักตั้งแต่ 75-150 กรัม รูปร่างของผลผิดปกติได้ไม่เกิน 10%
ของพื้นที่ผิว ผิวมีสีเป็นมัน สม่ำเสมอ หรือ มีสีเขียวปนได้ไม่เกิน 10% ของพื้นที่ผิว ไม่มีรอยแผล
ที่เกิดจากโรค แมลง หรือตำหนิอื่นๆ (ดนัย, 2545)



ภาพที่ 1 ลักษณะต้นและผลพริกหวานสวนพันธุ์เอ็ดดิสัน

2.2.3 คุณค่าทางอาหารของพริกหวาน

พริกหวานนับว่าเป็นพืชเศรษฐกิจชนิดหนึ่งที่นิยมปลูกกันโดยทั่วไปและสามารถทำรายได้ให้แก่ผู้ปลูกได้มาก ทั้งยังเป็นพืชที่ได้รับความนิยมบริโภค เนื่องจากมีรสหวานและไม่เผ็ด มีคุณค่าทางอาหารสูง สารที่ทำให้เกิดรสชาติและความเผ็ดของพริกหวาน คือ capsaicin โดยพบสารดังกล่าวในผลพริกบริเวณเยื่อแกนกลางสีขาวหรือที่เรียกว่า “รกพริก” โดยส่วนของเนื้อผลพริก เปลือก และเมล็ดพริกมีสาร capsaicinอยู่น้อยมาก ทั้งนี้ปริมาณสารดังกล่าวมีความแตกต่างกันออกไปตามชนิดและพันธุ์ของพริกหวาน

พริกหวานเป็นแหล่งของพลังงานและสารอาหารชนิดต่างๆ เช่น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน เหล็ก แคลเซียม วิตามินเอ ซี และ อี (ตารางที่ 2) โดยเฉพาะวิตามินซี พบว่ามีมากกว่าพืชผักชนิดอื่นๆ การที่มีวิตามินซีสูงจึงเป็นแหล่งของกรดแอสคอร์บิก ซึ่งเป็นสารช่วยขยายเส้นเลือดในลำไส้ใหญ่ กระเพาะอาหารเพื่อให้ดูดซึมอาหารได้ดีขึ้น และช่วยร่างกายขับถ่ายของเสียและนำธาตุอาหารไปยังเนื้อเยื่อของร่างกาย ช่วยบรรเทาอาการหวัด ช่วยลดการอุดตันของเส้นเลือด ช่วยลดปริมาณคอเลสเตอรอล ลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็ง และช่วยเสริมสร้างสุขภาพและอารมณ์ดี รวมทั้งยังเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (ขวัญชนก, 2550 ; นิตดา, 2548)

ตารางที่ 2 คุณค่าทางโภชนาการและปริมาณธาตุอาหารในผลพริกหวาน 100 กรัม

พลังงาน / สารอาหาร	ปริมาณ /100 กรัม
แคลอรี	22 กิโลแคลอรี
โปรตีน	0.8 กรัม
ไขมัน	0.3 กรัม
คาร์โบไฮเดรต	4.0 กรัม
แคลเซียม	9 มิลลิกรัม
โพแทสเซียม	2.5 มิลลิกรัม
ไทอะมีน	0.1 มิลลิกรัม
ไรโบฟลาวิน	0.05 มิลลิกรัม
วิตามินซี	65 มิลลิกรัม

2.2.4 วิธีการดูแลรักษาพริกหวาน

- การให้น้ำและปุ๋ย ปุ๋ยที่ใช้ในการปลูกพริกหวานแบบไม่ใช้ดินเป็นปุ๋ยเกร็ดละลายน้ำได้ประกอบด้วยชุดเอและชุดบี แต่ละชุดมีน้ำหนักชุดละ 20 กิโลกรัม โดยจะนำปุ๋ยผสมน้ำแยกถึงชุดละ 100 ลิตร ซึ่งจะได้สารละลายธาตุอาหารเข้มข้น จากนั้นนำสารละลายทั้งชุดในปริมาณที่เท่ากับผสมกับน้ำลงในถังผสมใหญ่ปริมาตร 1,000-2,000 ลิตร โดยปรับค่า pH ให้อยู่ประมาณ 5.5 และค่าการนำไฟฟ้าประมาณ 2.5 จากนั้นจึงปล่อยสารละลายธาตุอาหารไปตามท่อระบบน้ำหยดวันละ 2-5 ครั้ง โดยแต่ละถังจะได้รับสารละลายธาตุอาหารประมาณ 1 ลิตร ตามสภาพอากาศและความเหมาะสม
- การมัดต้นพริกขึ้นค้าง เป็นการช่วยพยุงต้นพริก โดยชิงเชือกลงมาจากลวดที่ผูกติดกับคาน แล้วนำเชือกไปมัดเข้ากับถุงปลูกหรือโคนต้นพริก โดยต้องพันเชือกเข้ากับต้นพริกเป็นระยะๆ จนกว่าจะถอนต้นพริกทิ้ง
- การแต่งยอดพริก ควรมีการแต่งยอดที่ไม่สมบูรณ์ออกเป็นระยะให้เหลือยอดที่สมบูรณ์ที่สุดเพียงต้นละ 2 ยอดหรือกิ่ง ซึ่งยอดหรือกิ่งที่เหลือจะโตและได้สูงขึ้นไปตามเชือกที่พันพยุงต้นพริกไว้
- การแต่งดอกและผลพริก ควรมีการแต่งดอกหรือผลที่ไม่สมบูรณ์ออกให้เหลือดอกหรือผลที่สมบูรณ์ไว้เพียงข้อละ 1 ดอกหรือผลเท่านั้น เนื่องจากในแต่ละข้อของกิ่งก้านสาขาของต้นพริกจะเป็นจุดที่ติดดอก ซึ่งดอกเหล่านี้จะเจริญเติบโตเป็นผลพริก (ฐิติพร, 2549)
- การป้องกันและควบคุมโรค หนอน และแมลงศัตรูพริกหวาน ถึงแม้ว่าการปลูกพริกหวานแบบไม่ใช้ดินจะเป็นการลดปัจจัยเสี่ยงในการเกิดหรือระบาดของศัตรูและโรคพริกหวานได้พอสมควร อีกทั้งการดูแลความสะอาดภายในโรงเรือนปลูกพริกหวานและแปลงปลูกของเกษตรกรเป็นประจำ แต่ก็ยังพบการเกิดโรคและการเข้าทำร้ายของแมลงศัตรูพริกหวาน ซึ่ง

บางครั้งทำให้เกษตรกรมีความจำเป็นต้องใช้สารเคมีเพื่อการควบคุมและป้องกันตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

2.2.5 การเก็บเกี่ยวพริกหวาน

เมื่อทำการปลูกพริกหวานเป็นระยะเวลา 60-90 วัน จะสามารถเริ่มเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ สังเกตจากพริกหวานสีเขียวผลจะแข็ง ผิวเป็นมัน ส่วนพริกหวานผลสีแดงและสีเหลืองจะเก็บเมื่อผลเปลี่ยนสีประมาณร้อยละ 80 โดยใช้มีดหรือกรรไกรที่คมและสะอาดตัดบริเวณขั้วพริกหวานบริเวณที่ติดกับต้น แล้วจึงนำพริกหวานที่ได้มาล้างในน้ำผสมคลอรีนในอัตราส่วนของคลอรีน 1 ช้อนโต๊ะต่อน้ำ 100 ลิตร หลังจากนั้นเช็ดด้วยผ้าสะอาด แล้วใส่ตะกร้าพลาสติกที่กรุภายในด้วยกระดาษเพื่อกันกระแทก จากการคัดเกรดพริกหวานในตำบลโป่งแยงมีการจัดชั้นคุณภาพคล้ายคลึงกับคุณภาพของโครงการหลวงแต่มีการเรียกแตกต่างกันไป โดยที่ตำบลโป่งแยงจะเรียกเป็นเกรดเอ บี ซี แต่ของโครงการหลวงจะเรียกเป็นเกรดชั้นหนึ่ง ชั้นสอง และชั้นยู

2.3 การปลูกพืชแบบระบบไฮโดรโปนิค (อานันท์, 2549)

2.3.1 ความหมายของระบบไฮโดรโปนิค

ไฮโดรโปนิค (Hydroponics) คือระบบการปลูกพืชในน้ำที่มีสารละลายธาตุอาหารพืชอยู่ครบถ้วน ทำให้พืชเจริญเติบโตได้อย่างปกติ พืชไม่มีความเครียดจากการขาดน้ำและธาตุอาหาร ไฮโดรโปนิคเป็นรูปแบบหนึ่งของการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน นอกจากการปลูกพืชในน้ำแล้วอาจปลูกในกรวด ทราย หรือกาบมะพร้าวก็ได้ ที่ไม่เป็นพิษหรือปลดปล่อยธาตุอาหารใดออกมาจากวัสดุนั้น ดังนั้นการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิค พืชจะต้องได้รับธาตุอาหารจากสารละลายที่มีมนุษย์เตรียมให้ทั้งหมด

2.3.2 ข้อได้เปรียบและเสียเปรียบของระบบไฮโดรโปนิค

ข้อได้เปรียบ

- (1) ควบคุมการใช้ธาตุอาหารของพืชได้ง่ายกว่าการปลูกพืชในดิน
- (2) ลดค่าใช้จ่ายแรงงานในการเตรียมพื้นที่ปลูกได้มาก
- (3) ประหยัดน้ำกว่าการให้น้ำกับพืชที่ปลูกทางดินไม่น้อยกว่า 10 เท่า
- (4) ควบคุมโรคในดินได้ง่ายกว่าการปลูกพืชในดินตามปกติ
- (5) สามารถปลูกพืชได้ในดินที่มีสภาพไม่เหมาะสมต่อการปลูกพืช
- (6) ได้ผลผลิตที่มีความสม่ำเสมอ และมีคุณภาพดีกว่าการปลูกในดิน
- (7) ให้ผลตอบแทนสูงกว่าการปลูกพืชในดิน

ข้อด้อย

- (1) ต้องลงทุนสูงในการสร้างโรงเรือนและการติดตั้งระบบ
- (2) ต้องมีความรู้ด้านการจัดการ และเทคโนโลยีที่ใช้ระบบปลูกถึงจะประสบผลสำเร็จ
- (3) ต้องมีระบบน้ำและระบบไฟฟ้าที่พร้อม
- (4) มีข้อจำกัดของชนิดพืชที่จะปลูกได้
- (5) มีการแพร่กระจายของเชื้อโรคทางน้ำในระบบได้เร็ว และยากต่อการควบคุม
- (6) เมื่ออุณหภูมิของสารละลายเกิน 29 องศาเซลเซียส ปริมาณออกซิเจนในสารละลายจะต่ำกว่า 7 ppm ซึ่งจะส่งผลเสียต่อการปลูกผักในระบบนี้ในไทย

2.3.3 การแบ่งประเภทของระบบไฮโดรโปนิค

2.3.3.1 การปลูกพืชในสารละลาย (water culture)

จัดเป็นระบบการปลูกพืชที่เป็นไฮโดรโปนิคอย่างแท้จริง โดยมีหลักการที่สำคัญคือ ให้ธาตุอาหารพืชในรูปของสารละลาย ให้รากพืชจุ่มอยู่ในสารละลายธาตุอาหารโดยตรง และคำนวณต้นพืชไว้เพื่อการทรงตัวของต้นพืช ระบบนี้แบ่งเป็น 3 ระบบย่อยคือ

- (1) ระบบ NFT (Nutrient Film Technology) เป็นการปลูกพืชในรางดินๆ ที่ติดตั้งให้มีความลาดเอียง 1-3% โดยให้สารละลายไหลผ่านรากพืชเป็นชั้นแผ่นผิวนบางๆ สารละลายจะไหลหมุนเวียนผ่านรากตลอดเวลา
- (2) ระบบ DFT (Deep Floating Technique) เป็นระบบการปลูกพืชในสารละลายลึก 15-20 เซนติเมตร ในกระบะปลูกที่ไม่มีความลาดเอียง ปลูกบนแผ่นโฟม หรือวัสดุที่ลอยน้ำได้ เพื่อใช้เป็นที่ยึดลำต้น มีการหมุนเวียนสารละลายจากถังพักขึ้นมาใช้ใหม่โดยใช้ปั๊ม เพื่อเป็นการเพิ่มปริมาณออกซิเจนให้สารละลาย
- (3) ระบบ DRF (Dynamic Root Floating) เป็นการปลูกที่ให้รากพืชแช่อยู่ในน้ำส่วนหนึ่ง และอีกส่วนหนึ่งลอยอยู่ในอากาศสร้างรากอากาศ เพื่อช่วยในการหายใจ ทำให้พืชสามารถเจริญในสารละลายที่มีอุณหภูมิสูงได้ดีกว่าระบบอื่นๆ

2.3.3.2 การปลูกพืชในวัสดุปลูก (substrate culture)

เป็นการปลูกพืชในวัสดุที่ไม่ใช่ดิน เช่น วัสดุที่เป็นสารอินทรีย์ ได้แก่ กาบมะพร้าวสับ แกลบ ฟางข้าว เปลือกถั่ว ชานอ้อย เป็นต้น หรือวัสดุที่เป็นสารอนินทรีย์ เช่น ทราาย กรวด ดินเผา เพอร์ไลต์ เวอร์มิคูไรท์ เป็นต้น การปลูกพืชระบบนี้นิยมกันมากในเขตที่มีแหล่งน้ำน้อย และใช้ปลูกพืชที่มีอายุเก็บเกี่ยวยาว ในประเทศไทยปัจจุบันนิยมใช้มะพร้าวสับ ในการปลูกพริกหวาน มะเขือเทศ และแตงเมลอน เนื่องจากเป็นวัสดุที่ราคาไม่แพงและหาง่าย อุ่นน้ำได้ดี

รูปแบบการปลูกพืชในวัสดุปลูก มีหลายแบบได้แก่

- (1) ปลุกในถุงพลาสติกที่ป้องกันแสงยูวี เพื่อเป็นการลดความร้อนจากแสงอาทิตย์
- (2) ปลุกในกระสอบที่บรรจุวัสดุปลุกไว้ภายใน แต่มีปัญหาที่กระสอบจะแตกง่ายหากโดนแดดโดยตรง
- (3) การปลุกในรางที่ใส่วัสดุปลุกไว้ภายใน

2.3.3.3 ระบบปลุกในรางลอยอยู่ในอากาศ (aeroponics)

เป็นระบบที่รากพืชไม่ได้จุ่มอยู่ในสารละลายธาตุอาหาร แต่จะลอยอยู่ในอากาศ และได้รับธาตุอาหาร โดยการพ่นสารละลายที่มีธาตุอาหารพืชในรูปละอองน้ำคล้ายหมอก เป็นระยะอย่างต่อเนื่อง รากพืชจะมีความชื้นอึดตัวอยู่ตลอดเวลา โดยให้รากคงความชื้นสัมพัทธ์อยู่ในระดับ 95-100% ในระบบปิด ระบบนี้จะให้ผลผลิตสูงและใช้เวลาในการผลิตน้อย

2.3.4 ธาตุอาหารสำหรับการปลูกด้วยระบบไฮโดรโปนิค

ธาตุอาหารพืชที่มีความสำคัญต่อการเจริญของพืช โดยทั่วไปประกอบด้วย 16 ธาตุ โดย 3 ธาตุแรก ไฮโดรเจน (H), คาร์บอน (C), และออกซิเจน (O) พืชจะได้รับจาก อากาศ และน้ำ สำหรับ 13 ธาตุที่เหลือพืชจะได้รับดิน แต่การปลูกในวัสดุปลูกที่ไม่ใช่ดิน หรือการปลูกพืชในน้ำ จำเป็นต้องเตรียมธาตุอาหารทั้ง 13 ตัว ให้กับพืชใช้ในการเจริญเติบโต โดยธาตุไนโตรเจน (N), ฟอสฟอรัส (P), และโพแทสเซียม (K) อยู่ในกลุ่มธาตุอาหารหลัก พืชจะดูดนำไปใช้มากที่สุด รองลงมาคือ ธาตุแคลเซียม (Ca), แมกนีเซียม (Mg) และกำมะถัน (S) จัดอยู่ในกลุ่มธาตุอาหารรอง สำหรับธาตุโบรอน (B), สังกะสี (Zn), ทองแดง (Cu), เหล็ก (Fe), แมงกานีส (Mn), โมลิบดีนัม (Mo) และคลอรีน (Cl) อยู่ในกลุ่มจุลธาตุ พืชจะดูดไปใช้น้อย

พืชแต่ละชนิดจะใช้ปริมาณธาตุอาหารพืชในการเจริญเติบโตแตกต่างกัน ดังนั้นในการเตรียมสารละลายจึงได้กำหนดสูตรสารละลายมาตรฐานขึ้นมาเป็นสูตรสำหรับการปลูกพืชในแต่ละกลุ่มที่มีความต้องการปริมาณธาตุอาหารที่ใกล้เคียงกัน เช่น สารละลายธาตุอาหารสำหรับผักกินใบ และสารละลายสำหรับผักกินผล เป็นต้น โดยเตรียมในรูปสารละลายเข้มข้นก่อนแล้วในการนำมาใช้จะนำมาเจือจางน้ำให้มีค่าการนำไฟฟ้า (EC) และค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชแต่ละชนิดต่อไป

ตารางที่ 3 สูตรสารละลายธาตุอาหารพืชระบบไฮโดรโปนิค ในระยะการเจริญเติบโตของพืชที่แตกต่างกัน

ปุ๋ย/สารเคมี (กรัม/1000ลิตร)	ระยะต้นกล้า	ระยะการเจริญทาง ต้นและใบ	ระยะออกดอก	ระยะติดผล
Ca(NO ₃) ₂ ·4H ₂ O	496	620	826	1239
KNO ₃	364	455	606	909
NH ₄ H ₂ PO ₄	91	114	152	228
MgSO ₄ ·7H ₂ O	222	277	369	554
Fe.EDTA	20	25	25	25
H ₃ BO ₃	1.2	1.5	1.5	1.5
MnCl ₂ ·4H ₂ O	0.72	0.72	1.0	1.0
ZnSO ₄ ·5H ₂ O	0.09	0.09	0.09	0.09
CuSO ₄ ·5H ₂ O	0.04	0.04	0.04	0.04
Na ₂ MoO ₄ ·2H ₂ O	0.01	0.01	0.01	0.01
EC (mS/cm)	1.2	1.5	2.0	3.0
pH	5.5-6.0	5.5-6.0	5.5-6.0	5.5-6.0

ที่มา: อานันท์, 2549.

2.4 เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อรพิน เกิดชูชื่น และณัฏฐา เลหากุลจิตต์ (2546) ได้ศึกษาการเจริญเติบโตของผักกาดหอมในระบบการปลูกพืชไร้ดินโดยใช้น้ำทิ้งจากโรงงานผลิตน้ำตาล พบว่าการเจริญเติบโตของผักกาดหอมในระบบการปลูกพืชไร้ดินโดยใช้น้ำทิ้ง จากโรงงานผลิตน้ำตาล 5 ความเข้มข้น คือ 0, 25, 50, 75 และ 100 และศึกษาในวัสดุปลูก 4 ชนิด คือ ทราย, ขุยมะพร้าว, ขี้เลื่อย และขี้เถ้าแกลบ โดยใช้น้ำทิ้งร้อยละ 100 พบว่า ผักกาดหอมที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิคส์ โดยใช้น้ำทิ้ง 100 นอกจากมีการสะสมโครเมียม แคลเซียม ตะกั่ว ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมสูงที่สุด สำหรับทองแดง นิกเกิล แคลเซียม และแมกนีเซียม พบสะสมในผักกาดหอมที่ปลูกน้ำประปาสูงสุด นอกจากนี้ยังพบว่าผักกาดหอมที่ปลูกในน้ำทิ้ง ร้อยละ 50 มีการเจริญเติบโตส่วนยอด อัตราการเจริญเติบโต ความกว้างของใบ พื้นที่ทรงพุ่ม ดัชนีพื้นที่ใบ น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งสูงที่สุด เมื่อปลูกผักกาดหอมในวัสดุปลูกโดยใช้น้ำทิ้ง พบว่า ผักกาดหอมที่ปลูกในขุยมะพร้าวมีการสะสมของโครเมียมสูง ส่วนผักกาดหอมที่ปลูกขี้เถ้าแกลบมีตะกั่วและทองแดงสะสมสูง และการปลูกในทรายและขี้เลื่อยทำให้มีนิกเกิลสะสมมากที่สุด แต่เมื่อ

ปลูกผักกาดหอมในวัสดุปลูกทุกชนิดไม่พบการสะสมของแคดเมียม และผักกาดหอมที่ปลูกในขุยมะพร้าวมีการเจริญเติบโตส่วนยอด อัตราการเจริญเติบโต ความกว้างของใบ พื้นที่ทรงพุ่ม ดัชนีพื้นที่ใบ น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งดีที่สุด

อรพิน เกิดชูชื่น และคณะ (2547) ศึกษาอิทธิพลของน้ำสกัดชีวภาพต่อการเจริญของผักกาดหอมที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิกส์ในโรงเรือน พบว่า อิทธิพลของน้ำสกัดชีวภาพเข้มข้นร้อยละ 0 (control), 25, 33 และ 50 ร่วมกับสารละลายสูตรประยุกต์ Knop สำหรับปลูกผักกาดหอมพันธุ์ grand rapid ในระบบไฮโดรโปนิกส์แบบท่อ ที่มีการพรางแสงและไม่มีการพรางแสง พบว่าผักกาดหอมที่ปลูกโดยใช้น้ำหมักชีวภาพร้อยละ 33 มีการเจริญเติบโตมากกว่าการใช้น้ำหมักร้อยละ 25 และ 50 และการปลูกแบบพรางแสงทำให้ผักกาดหอมมีการเจริญเติบโตด้านความกว้างทรงพุ่ม มากกว่าการปลูกกลางแจ้ง ถึงแม้ว่าผักกาดหอมจะมีการสะสมไนเตรทลดลงเมื่ออายุมากขึ้น แต่การสะสมไนเตรทจะสูงขึ้น โดยผักกาดหอมที่ปลูกในสารละลายสูตรประยุกต์ Knop (control) มีการสะสมไนเตรทและไนเตรทสูงสุดทั้งปลูกภายใต้การพรางแสงและไม่พรางแสง จากการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าการปลูกผักกาดหอมโดยไม่พรางแสง โดยใช้น้ำหมักชีวภาพร้อยละ 33 ผักกาดหอมจะมีการสะสมไนเตรทและไนเตรทต่ำ และการเจริญเติบโตจะอยู่ในระดับปานกลางเมื่อเทียบกับ control

สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตปทุมธานี (2548) ได้ศึกษาน้ำสกัดชีวภาพต่อการเจริญเติบโตของผักกาดเขียววางตุ้งโดยใช้สารสกัดชีวภาพรูปน้ำและรูปผง วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block (RCB) มี 9 ทรีทเมนต์ ซ้ำ ทดลองที่ โรงเรือนไฮโดรโปนิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ วิทยาเขตปทุมธานี ตั้งแต่วันที่ 20 ธันวาคม 2546 ถึง 29 กุมภาพันธ์ 2547 โดยศึกษาความสูงของลำต้น เส้นผ่านศูนย์กลาง น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และจำนวนใบ พบว่าสารสกัดรูปน้ำที่ระดับความเข้มข้น 4.0, 3.0, 2.0, 1.0 และ 0 mmhoes/cm ตามลำดับ ผลต่อการเจริญเติบโตของผักกาดเขียววางตุ้งคือ ความสูงของลำต้น เส้นผ่านศูนย์กลาง น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และจำนวนใบมากที่สุด รองลงมาคือน้ำสกัดชีวภาพรูปผงที่มีความเข้มข้น 4.0, 3.0, 2.0, 1.0 และ 0 mmhoes/cm ตามลำดับ