

ตรวจเอกสาร

1. ผักกาดหอม (Lettuce)

ผักกาดหอม (Lettuce) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า “*Lactuca sativa* L.” จัดอยู่ในตระกูล Compositae มีถิ่นกำเนิดอยู่ในแถบทะเลเมดิเตอร์เรเนียน (อภิกฤษ์, 2539) นิยมบริโภคเป็นผักสด จนได้รับสมญานามว่าเป็น The King of Salad Plant (Shoemaker, 1949) ผักกาดหอมมีคุณค่าทางอาหารมากมาย ดังนี้

ผักกาดหอมที่น้ำหนัก 112.00 กรัม	
คุณค่าทางอาหาร	ปริมาณ
แคลลอรี	15.68 กรัม
โปรตีน	1.81 กรัม
คาร์โบไฮเดรต	2.65 กรัม
ไฟเบอร์	3.80 กรัม
ไขมัน	0.22 กรัม
น้ำ	106.30 กรัม
วิตามินเอ	2912.00 IU
วิตามินบี 1	0.11 มิลลิกรัม
วิตามินบี 2	0.11 มิลลิกรัม
วิตามินบี 3	0.56 มิลลิกรัม
วิตามินบี 6	0.05 มิลลิกรัม
วิตามินซี	26.88 มิลลิกรัม
วิตามินอี	0.84 มิลลิกรัม
โพแทสเซียม	324.80 มิลลิกรัม
แคลเซียม	40.32 มิลลิกรัม
เหล็ก	1.23 มิลลิกรัม
สังกะสี	0.20 มิลลิกรัม
แมกนีเซียม	6.72 มิลลิกรัม

ที่มา : George Matelian Foundation (2006)

ผักกาดหอมมีการปลูกกันอย่างแพร่หลายทั้งปลูกในดิน และปลูกโดยไม่ใช้ดิน ซึ่งกำลังเป็นที่นิยมของประเทศไทยในปัจจุบันนี้ แต่ผักกาดหอมบางพันธุ์ นำมาจากต่างประเทศ จึงต้องการสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม การปลูกโดยไม่ใช้ดินจะสามารถควบคุมสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตได้ดีกว่าการปลูกในดิน และผักกาดหอม มีหลายชนิด เมื่อแบ่งตามลักษณะทางพฤกษศาสตร์ สามารถแบ่งออกเป็น 4 ชนิด คือ (ธรรมศักดิ์, 2544; Shoemaker, 1949)

1. ผักกาดหอมห่อหัว (Head-type lettuce) แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

1.1 ชนิดห่อหัวแน่น (Crisphead type) ลักษณะใบจะบาง กรอบเปราะง่าย เห็นเส้นกลางใบชัดเจน ใบห่อเป็นหัวแข็งคล้ายกะหล่ำปลี พันธุ์ที่นิยมปลูกโดยไม่ใช้ดิน เช่น Iceberg

1.2 ชนิดห่อหัวไม่แน่น (Butter head type) ลักษณะห่อเป็นหัวหลวมๆ ใบจะอ่อนนุ่ม และผิวใบเป็นมัน ใบไม่กรอบเหมือนชนิดห่อหัวแน่น พันธุ์ที่นิยมปลูกโดยไม่ใช้ดิน เช่น Butter head

2. ชนิดห่อหัวหลวม และรูปร่างใบค่อนข้างยาว (Cos or Romaine type) ซึ่งชนิดนี้มักอ่อนแอต่อการเกิดอาการปลายยอดไหม้ (Tip burn) ซึ่งเกิดจากการขาดธาตุแคลเซียม (Ca) ที่บริเวณปลายยอด ที่มาจากความผิดปกติของการคายน้ำในบริเวณนั้น (Morgan, 1999)

3. ชนิดผักกาดหอมใบ (Leafy type) เป็นผักกาดหอมที่ทนต่ออากาศร้อนได้ดีกว่าประเภทอื่นๆ พันธุ์ที่นิยมปลูกโดยไม่ใช้ดิน เช่น Red oak, Green oak, Red coral, และ Batavia

4. ชนิดผักกาดหอมต้น นิยมนำส่วนลำต้นมาใช้ประโยชน์ ไม่นิยมปลูกเท่า 3 กลุ่มแรก

2. การปลูกพืชไม่ใช้ดิน

การปลูกพืชไม่ใช้ดิน (Soilless Culture) หมายถึงการปลูกพืชในวัสดุปลูกใด ๆ ที่ไม่มีธาตุอาหารพืชอยู่ก่อน พืชจะได้รับธาตุอาหารจากสารละลายธาตุอาหาร ซึ่งผู้ปลูกเป็นผู้ควบคุมปริมาณ และช่วงเวลาการให้อย่างสมบูรณ์ ถ้าหากวัสดุที่นำมาใช้เป็นน้ำ โดยรากพืชต้องแช่ หรือสัมผัสกับสารละลายโดยตรงตลอดเวลา จะเรียกการปลูกแบบนี้ว่า ไฮโดรโปนิกส์ โดยมีรากศัพท์จากภาษา

กรีก 2 คำ คือ Hydro แปลว่า น้ำ (Water) และ Ponos แปลว่า งาน (Working) บัญญัติขึ้นโดยศาสตราจารย์ชาวอเมริกันชื่อ Dr. William F. Gericke แห่ง มหาวิทยาลัยมลรัฐแคลิฟอร์เนีย ซึ่งเป็นบุคคลแรกที่แสดงให้เห็นว่าวิธีการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินสามารถนำไปปลูกเป็นการค้าได้ ในปี 1929 และได้รับยกย่องว่าเป็นบิดาแห่งการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน (Bridwell, 1972 ; Sunstrom, 1987)

การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินมีประโยชน์ในการใช้เป็นวิธีปลูกพืชวิธีหนึ่ง เมื่อการปลูกพืชในดินที่มีปัญหา ขาดความอุดมสมบูรณ์ ดินเป็นกรด หรือค้างจัด นอกจากนี้ยังช่วยประหยัดพื้นที่ที่จะใช้ปลูก นำไปปลูกบนอาคารบ้านเรือนได้ ถ้าทำการค้าก็สามารถควบคุมโรคและแมลงได้สะดวก พืชจะมีการเจริญเติบโตที่ดี เก็บเกี่ยวได้เร็วขึ้น (Douglas, 1988) แต่ก็มีปัญหาที่การลงทุนสูงกว่าการปลูกพืชในดินทั่ว ๆ ไป และผู้ปลูกต้องทราบเทคนิคของการปลูกแบบไร้ดินพอควร โดยเฉพาะเรื่องของการเตรียม และการจัดการสารละลายธาตุอาหาร (นภคณ, 2538; คิเรก, 2546)

3. การจัดการสารละลายธาตุอาหาร

สารละลายธาตุอาหาร หมายถึง สารละลายที่มีธาตุอาหารสำหรับพืช โดยใช้ปุ๋ยที่ละลายน้ำได้ และพืชสามารถดูดธาตุอาหารที่มีอยู่ในสารละลายธาตุอาหารนั้นไปใช้ประโยชน์ได้ สารละลายธาตุอาหารเป็นหัวใจที่สำคัญของการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน เพราะเป็นปัจจัยการผลิตที่สำคัญ และพืชต้องได้รับอย่างต่อเนื่องตลอดเวลาจนกระทั่งเก็บเกี่ยว ความเหมาะสมของสารละลายที่ให้แก่พืชจึงมีผลโดยตรงต่อการเจริญเติบโตของพืช และเป็นต้นทุนที่สำคัญ (อิทธิสุนทร, 2538)

การจัดการสารละลายธาตุอาหาร ทำโดยการรักษา หรือควบคุมค่าการนำไฟฟ้าของสารละลาย (Electrical Conductivity; EC) และค่าความเป็นกรด - ค่าง (pH) ในสารละลายธาตุอาหาร เพื่อให้พืชสามารถดูดใช้ปุ๋ย หรือสารละลายธาตุอาหารได้ดีตลอดจนกระทั่งเก็บเกี่ยว รวมถึงการควบคุมอุณหภูมิ และออกซิเจนในสารละลายธาตุอาหารพืช และการเปลี่ยนถ่ายสารละลายธาตุอาหาร (อิทธิสุนทร, 2542; โสระยา, 2544)

4. ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลาย (Electrical Conductivity, EC)

ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลาย (Electrical Conductivity; EC) หมายถึง ความสามารถของสารละลายที่จะให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน เนื่องจากปุ๋ยที่ละลายในน้ำแตกตัวเป็นไอออน ทำให้น้ำ

สามารถนำไฟฟ้าได้ การวัดค่าการนำไฟฟ้า ทำได้โดยใช้เครื่องวัดการนำไฟฟ้า (EC meter) มีหน่วยวัดเป็นมิลลิโมห์ต่อเซนติเมตร (mMho/cm) หรือ มิลลิซิเมนต่อเซนติเมตร (mS/cm) (ดิเรก, 2546; Resh, 1985)

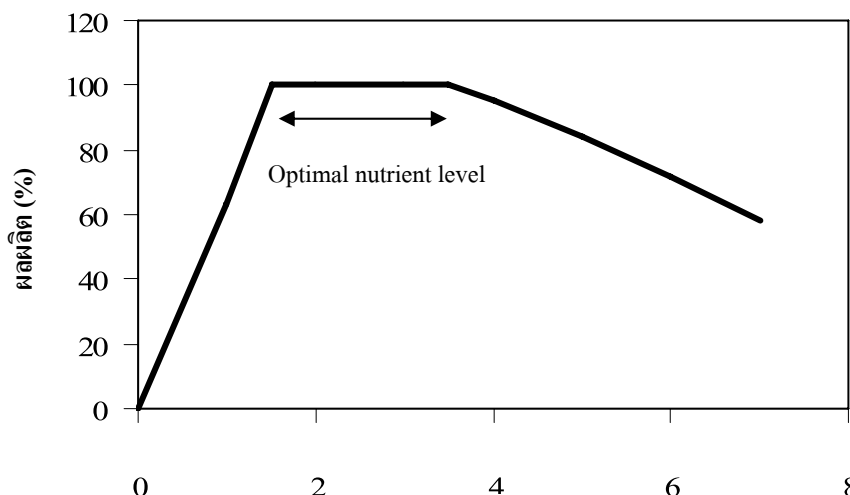
การวัดค่าการนำกระแสไฟฟ้าในสารอาหาร ในปัจจุบันนิยมใช้หน่วยวัดเป็น “ซิเมน” เนื่องจากค่าของการนำกระแสไฟฟ้าในสารละลายธาตุอาหารนี้มีค่อนข้างน้อยมาก ค่าอยู่ในระดับ มิลลิซิเมนต่อเซนติเมตร (mS/cm) มากกว่าการใช้ มิลลิโมห์ต่อเซนติเมตร (mmhos/cm) ซึ่งเป็นค่าที่ได้จากการวัดการนำกระแสไฟฟ้าในสารละลายธาตุอาหารที่มีปริมาตรลูกบาศก์เซนติเมตร โดยใช้ อิเล็กโทรด (electrode) วัดที่มีหน้าตัดขนาด 1 ตารางเซนติเมตร วางห่างกัน 1 เซนติเมตร

คำว่า “ซิเมน” มาจากชื่อนักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมัน คือ Ernst Siemen ที่เป็นผู้คิดค้นเกี่ยวกับเรื่องนี้ ดังนั้นจึงใช้อักษรย่อว่า “S”

$$\begin{aligned} 1 \text{ S} &= 1,000 \text{ mS} = 1,000,000 \text{ }\mu\text{S} \\ 1 \text{ mS/cm} &= 1 \text{ mMho/cm} \\ 1 \text{ mS/cm} &= 10 \text{ CF (Conductivity Factor) (ดิเรก, 2546)} \end{aligned}$$

5. ความสัมพันธ์ระหว่าง EC กับการเจริญเติบโตของพืช

ระดับ EC ของสารละลายธาตุอาหาร มีความสัมพันธ์กับการเจริญเติบโต และผลผลิตของพืช เมื่อไม่มีธาตุอาหารใด ๆ ในน้ำ ค่า EC ที่วัดได้จะเป็นศูนย์ ทำให้พืชไม่สามารถเจริญเติบโตได้ และถ้ามีการให้ปุ๋ยในระดับที่น้อย ผลผลิตที่ได้จึงต่ำ จนกว่าค่า EC จะถูกเพิ่มให้ถึงจุดที่เหมาะสม ผลผลิตที่ได้จึงจะสูงสุดและไม่เปลี่ยนแปลง ค่าของ EC ระดับนี้ เรียกว่า “ระดับที่ความเข้มข้นของปุ๋ยน้อยที่สุดที่ทำให้ผลผลิตสูงสุด (Optimal nutrient level)” แต่เมื่อเพิ่มระดับความเข้มข้นสูงขึ้นต่อไปจนถึงระดับหนึ่ง ผลผลิตจะเริ่มลดลง ซึ่งแต่ละพืชจะมีระดับ EC ที่น้อยที่สุด ที่ทำให้ผลผลิตสูงสุด (Resh, 1985) (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่าง ความเข้มข้น EC (mS/cm) ธาตุอาหาร (EC) กับ ปริมาณผลผลิตของพืช

การปลูกพืชในสารละลายธาตุอาหาร โดยทั่วไปจะรักษาระดับ EC ของสารละลายธาตุอาหาร ให้อยู่ในช่วง 2.0 – 4.0 mS/cm ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส แต่ก็ขึ้นอยู่กับชนิดของพืช อายุของพืช และสภาพแวดล้อม

ในพืชแต่ละชนิดมีความต้องการธาตุอาหารที่แตกต่างกัน เช่น ผักสลัด ค่า EC 0.5 – 2.5 mS/cm , แตงกวา ค่า EC 1.5 – 2.0 mS/cm และ มะเขือเทศ ค่า EC 2.5 – 3.5 mS/cm เป็นต้น (ดิเรก, 2546; Morgan, 1999)

ดังนั้นในการปลูกพืชในสารละลายธาตุอาหารควรเลือกระดับ EC ให้เหมาะสมกับชนิดของพืช โดย Iersel (1999) กล่าวว่า การปลูก Pansy ‘Majestic Giant’ ในวัสดุปลูก และมีการให้น้ำในรูปของสารละลายธาตุอาหาร โดยใช้สารละลายธาตุอาหารอัตรา 20N-4.4P-16.6K ระดับ EC 0.6, 1.2, 1.8, 2.4, 3.0 และ 3.6 dS/m พบว่า ความเข้มข้นที่เหมาะสม ทำให้ Pansy ‘Majestic Giant’ เจริญเติบโตได้ดีที่สุด คือ ระดับ EC ที่ 1.2 – 1.8 mS/cm

Auerswald *et al.* (1999) กล่าวว่า ในการปลูกมะเขือเทศในสารละลายธาตุอาหารที่ระดับ EC 1.0, 3.5 และ 6.0 dS/m พบว่า น้ำตาลในผลมะเขือเทศ และกรด เพิ่มขึ้น ทำให้รสชาติและรสสัมผัสดีขึ้น เมื่อระดับ EC สูงขึ้น แต่เมื่อระดับ EC สูงถึง 6.0 dS/m น้ำตาลในผลมะเขือเทศ และกรดจะลดลง

และเมื่อพืชมีอายุที่แตกต่างกันความต้องการธาตุอาหารก็แตกต่างกันด้วย ดังเช่น จิตตานันท์ (2545) กล่าวว่า การปลูกผักกาดหอม พันธุ์ Green royal ที่ปลูกโดยไม่ใช้ดิน ระบบ Deep Water Culture (DWT) และใช้สารละลายธาตุอาหารสูตร Enshi พบว่า ระดับความเข้มข้นของ สารละลายธาตุอาหารมีผลต่อการเจริญเติบโต ดังนี้ ในสัปดาห์ที่ 1 – 3 ใช้ระดับ EC 0.5 mS/cm และสัปดาห์ที่ 4 ใช้ระดับ EC 0.75 mS/cm. เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอม พันธุ์ Green royal

อุดมพงษ์ (2543) ทำการศึกษาการเจริญเติบโต และการใช้ปุ๋ยในโตรเจนของผักกาดหอมที่ ปลูกโดยไม่ใช้ดินด้วยเทคนิค Deep Water Culture พบว่าความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารมี ผลต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมอย่างชัดเจนในสัปดาห์ที่ 3 และ 4 และความเข้มข้นของ สารละลายธาตุอาหารที่สูงขึ้นทำให้การเจริญเติบโตของผักกาดหอมเพิ่มขึ้น

ส่วนสภาพแวดล้อมก็มีผลต่อการเลือกใช้ระดับ EC ที่แตกต่างกัน เช่น ค่า EC จะแตกต่างกัน ไป ตามความเข้มข้นของแสง เช่น ถ้าแสงแดดจ้า หรือมีความเข้มของแสงมาก พืชจะต้องการ สารละลายที่มีความเข้มข้นน้อยลง เนื่องจากพืชจะดูดน้ำมากกว่าธาตุอาหาร ในขณะที่แสงแดดน้อย หรือมีเมฆมาก พืชจะมีแนวโน้มที่จะดูดธาตุอาหารมากกว่าน้ำ ดังนั้นเพื่อการเจริญเติบโตจึงควรให้ สารละลายที่มีความเข้มข้นมากขึ้น (อิทธิสุนทร, 2542)

สภาพภูมิอากาศส่งเสริมให้พืชเกิดการคายน้ำ เช่น อากาศร้อนจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง ของค่า EC เร็วกว่าในสภาพอากาศชื้น หรือ ฝนตก และการปลูกพืชจำนวนมากโดยใช้ถังบรรจุ สารละลายธาตุอาหารพืชขนาดใหญ่จะมีการเปลี่ยนแปลงของ ค่า EC น้อยกว่าการใช้ถังบรรจุ สารละลายธาตุอาหารขนาดเล็ก แต่การใช้ถังขนาดใหญ่จะเสียค่าใช้จ่ายมากกว่า (อิทธิสุนทร, 2542; ดิเรก, 2546)

ดังนั้นถ้าสามารถเลือกใช้ EC ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชไม่สูงหรือต่ำ จนเกินไปก็จะทำให้ได้ผลผลิตสูง โดยอิทธิสุนทร (2538) กล่าวว่าในความสัมพันธ์ระหว่างความ เข้มข้นของธาตุอาหารกับการเจริญเติบโตของพืช การปลูกพืชที่ความเข้มข้นต่ำ ๆ จะมีผลใน ทางการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักแห้ง จนถึงที่ความเข้มข้นค่าหนึ่ง การเจริญเติบโตทางด้านน้ำหนักแห้ง จะคงที่ และเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของธาตุอาหารให้สูงขึ้นจะทำให้น้ำหนักแห้งลดลง แสดงว่าการให้

ธาตุอาหารแก่พืชมากเกินไปจะไม่ก่อให้เกิดผลดีต่อการเจริญเติบโตของพืช เนื่องจากอาจเกิดความเป็นพิษต่อพืชได้

Morgan (1999) กล่าวว่า การปลูกผักกาดหอมถ้าใช้ระดับ EC ที่สูงเกินไปจะทำให้เกิดอาการ ใบไหม้ (Tip burn) ซึ่งมีผลต่อคุณภาพของผักกาดหอม นอกจากนี้ เมื่อมีการใช้ระดับ EC สูง โซเดียม (Na) ก็สูงขึ้น ทำให้การใช้ประโยชน์ของธาตุอาหารของพืชลดลง ซึ่งโดยทั่วไประดับความเป็นพิษของโซเดียมต่อพืชอยู่ที่ประมาณ 50 ppm

Shinohara and Suzuki (2547) กล่าวว่า การปลูกผักกาดหอม และ Japanese honewort ในสารละลายธาตุอาหารที่มีความเข้มข้น 1/4 ของความเข้มข้นเต็มสูตร จะทำให้พืชทั้ง 2 ชนิด มีปริมาณวิตามินซี และปริมาณน้ำตาล เพิ่มขึ้น ส่วนปริมาณไนเตรตสะสมลดลง

Giacomelli *et al.* (1998) กล่าวว่า อัตราการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ใบของผักกาดหอม พันธุ์ Ostinata ที่งอกในตู้เพาะเมล็ด และ เจริญเติบโตใน ระบบไฮโดรโปนิกส์ และให้สภาพ nutrient stress คือ 0%, 50%, 150% และ 100% (control) พบว่า สภาพ nutrient stress ที่ 50% และ 150% ไม่ทำให้พื้นที่ใบของผักกาดหอมแตกต่างกับ 100% (control) ซึ่ง 100% มีระดับ EC 2.0 mS/cm

Chen *et al.* (1997) พบว่า การลดความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารลงเหลือ 1 ใน 10 เท่าของความเข้มข้นเต็มสูตร ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโต อัตราการดูดธาตุอาหาร และการสะสมของ N P และ K ในการปลูกผักกาดหอมเป็นการค้าในระบบการปลูกพืชไม่ใช้ดิน

6. ค่าความเป็นกรด - ด่างของสารละลายธาตุอาหาร (pH)

ในปี 1909 Sorensen ได้เสนอวิธีการบอกความเป็นกรด เป็นด่างของสารละลาย คือ pH scale ซึ่ง pH ย่อมาจาก Power of Hydrogen ion โดยกำหนดให้

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+] \quad \text{หรือ} \quad \text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$$

และส่วนมากสารละลายทั่วไปจะมี pH อยู่ระหว่าง 0 – 14 ทั้งนี้เพราะว่าสารละลายเหล่านั้นมีความเข้มข้นของ H_3O^+ ไม่เกิน 1 โมลต่อลิตร แต่อย่างไรก็ตามอาจมีค่าน้อยกว่า 0 หรือมีค่ามากกว่า 14 ก็ได้ (สำราญ และ พงษ์จันทร์, 2534)

ค่า pH ของสารละลายธาตุอาหาร มีผลต่อ ความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืช ซึ่งพืชจะสามารถดูดธาตุอาหารนั้นๆ ไปใช้ได้ ถ้าค่าของ pH สูง หรือต่ำเกินไป อาจจะทำให้เกิดการตกตะกอน ดังนั้นเพื่อให้พืชสามารถดูดใช้ปุ๋ย หรือสารอาหารพืชได้ดี จะต้องมีการควบคุม pH ให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม (มนูญ, 2544)

การเปลี่ยนแปลงของค่า pH จะเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของความเข้มข้นของ $[\text{H}^+]$ ในสารละลาย เมื่อ pH 5 จะมีค่าไอออนของไฮโดรเจนไอออน $[\text{H}^+] = 10^{-5}$ โมล/ลิตร ในขณะที่ pH 6 จะมีค่าไอออนของไฮโดรเจนไอออน $[\text{H}^+] = 10^{-6}$ โมล/ลิตร ดังนั้น pH 5 จะมีไอออนของไฮโดรเจนไอออนมากกว่า pH 6 เท่ากับ 10 เท่า ในระหว่างการปลูกพืชในสารละลายธาตุอาหาร ค่า pH ในสารละลายธาตุอาหารมีการเปลี่ยนแปลงได้ เนื่องจากการที่รากพืชดูดธาตุอาหารในสารละลายธาตุอาหารที่มีประจุลบ จะปลดปล่อยไฮโดรเจน (H^+) และการที่รากพืชดูดธาตุอาหารในสารละลายธาตุอาหารที่มีประจุบวก จะปลดปล่อยไฮดรอกไซด์ไอออน (OH^-) สู่สารละลายธาตุอาหาร (ดิเรก, 2546 ; Muckle, 1995)

ระดับ pH ที่เหมาะสมกับการปลูกผักกาดหอมประมาณ 5.5 – 6.5 และโดยปกติแล้วในการปรับ เพื่อเพิ่มหรือลด pH จะไม่นิยมใช้กรดหรือด่าง ที่มีธาตุอาหารอยู่ในสูตรเคมีไปใช้ปรับ pH ของสารละลายธาตุอาหาร เพราะจะทำให้สัดส่วนของธาตุอาหารผิดไปจากสูตรที่ต้องการ ดังนั้นส่วนมากจึงนิยมใช้ โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) เพื่อปรับเพิ่ม pH และใช้กรดไฮโดรคลอริก (HCl) เพื่อปรับลด pH (ดิเรก, 2546 ; โสระยา, 2544)

Iersel (2003) กล่าวว่า pH ของสารละลายธาตุอาหารมีความสำคัญต่อผลของการดูดใช้ธาตุอาหาร และการเจริญเติบโตของพืช และปุ๋ยแต่ละชนิดจะมี pH ที่แตกต่างกัน เนื่องจากมีปริมาณเกลือของสารละลายธาตุอาหาร และองค์ประกอบของปุ๋ยที่ใช้ ที่แตกต่างกันไป จากการศึกษาการให้ dolomitic lime ที่แตกต่างกันตั้งแต่ 0 – 8 kg/m^{-3} และให้ปุ๋ย 3 ชนิด คือ 20 – 10 – 20 , 15 – 16 – 17 และ 15 – 5 – 15 โดยมี pH 6.2 , 5.9 และ 3.6 แก่ ดาวเรือง บีโกเนีย และ impatiens พบว่า ปุ๋ยแต่ละชนิดจะมีผลกระทบต่อ pH อย่างมากเมื่อมีเกลือ 0 – 2 kg/m^{-3}

7. ความสัมพันธ์ระหว่าง pH กับการเจริญเติบโตของพืช

อิทธิสุนทร (2542) อธิบายว่าค่า pH ในสารละลายที่เหมาะสมสำหรับพืชทั่วไปควรอยู่ในช่วง 5.5 – 6.0 และหากต่ำกว่า 4.0 จะเกิดอันตรายแก่ต้นพืช และหากสูงเกินกว่า 7.0 เป็นเวลาติดต่อกัน 2 – 3 วัน จะทำให้การดูดใช้ฟอสฟอรัส เหล็ก และแมงกานีสของพืชน้อยกว่าปกติ หลังเตรียมสารละลายธาตุอาหารเสร็จ ก่อนที่จะใช้ปลูกพืช ควรมีการปรับค่า pH ของสารละลายให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสม และหลังจากการปลูกไปแล้ว ต้องมีการตรวจติดตามการเปลี่ยนแปลงค่า pH อยู่เสมอ หากมีการปลูกผักกินใบ ที่ดูดใช้ NO_3^- เป็นส่วนใหญ่ และปลดปล่อย HCO_3^- ออกมา ทำให้ค่า pH ของสารละลายเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป และแนะนำให้ปรับค่า pH ของสารละลายด้วยกรดไนตริก หรือกรดฟอสฟอริก

Fisher *et al.* (2003) กล่าวว่า การปลูกต้น *calibrachoa* ในวัสดุปลูกที่มี pH 6.9 – 7.4 จะทำให้พืชแสดงอาการ chlorosis, necrosis, stunt และ ไม่เกิดดอก เนื่องจากขาดธาตุเหล็ก ดังนั้นจึงศึกษา และพบว่า การฉีดพ่น Fe – EDTA จะทำให้พืชสามารถดูดใช้ธาตุเหล็กเพิ่มขึ้น

Zieslin and Abolitz (1994) กล่าวว่า ค่า pH มีผลต่อการปลดปล่อย phenolic compounds ของรากพืช ซึ่ง กุหลาบ พืชตระกูลถั่ว และอ้อพริกกัน ลิลลี่ จะปลดปล่อย phenolic compounds ที่ pH เท่ากับ 6.2 ได้น้อยกว่าที่ pH เท่ากับ 7.6

Bres and Weston (1992) กล่าวว่า การศึกษาอิทธิพลของระดับ pH 4 ระดับ คือ 5.0, 5.5, 6.0 และ 6.5 ในการปลูกผักกาดหอมพันธุ์ต่าง ๆ ด้วยระบบ NFT พบว่า พันธุ์ Buttercrunch และ Summer Bibb น้ำหนักสดของผักกาดหอมเพิ่มขึ้น เมื่อระดับ pH เพิ่มขึ้น และจะเกิดอาการใบไหม้ (Tip Burn) เพิ่มขึ้นเล็กน้อย

Silber *et al.* (2000) กล่าวว่า pH มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของต้น *Leucadendron* ‘Safari Sunset’ ในการปลูกแบบ aero-hydroponics โดยมี pH บริเวณราก 2 ระดับ คือ 5.5 และ 7.5 ซึ่ง pH บริเวณรากเป็นปัจจัยสำคัญมากต่อการควบคุมการเจริญเติบโต เซลล์ของรากที่ได้รับ pH 5.5 จะยาวกว่าที่ได้รับ pH 7.5 และปริมาณธาตุอาหาร N, P, K, Zn และ Mn ในดินพืชที่ pH 5.5 ก็มากกว่าที่ 7.5

Tu and Ma (2003) กล่าวว่า ผลของ pH ที่มีต่อการดูดธาตุ As และ P และการเจริญเติบโตของเฟิร์น (*Pteris vittata* L.) ในการปลูกแบบ hydroponics โดยจะต้องปรับ pH ให้เหมาะสม ซึ่ง pH 5.21 ทำให้ การดูดธาตุ As เพิ่มขึ้น และ pH 6.25 ทำให้การดูดธาตุ P มากขึ้น แต่ที่ pH 6.33 จะทำให้น้ำหนักของต้นมาก

8. โรคปลายยอดไหม้ (Tip burn)

โรคปลายยอดไหม้ เป็น ลักษณะที่ผิดปกติทางสรีรวิทยา เกิดขึ้นบริเวณขอบใบ โดยขอบใบจะเริ่มแห้งตาย

ปัจจัยที่ก่อให้เกิด Tip burn คือ

1. สภาพอุณหภูมิสูงและแสงแดดจัด
2. มีลมร้อนและแห้ง
3. ค่า EC สารละลายสูง
4. สภาพรากพืชเจริญไม่ดีเนื่องจากรากขาดออกซิเจน
5. สารละลายมีปริมาณ K^+ และไนโตรเจนโดยเฉพาะในรูป NH_4^+ สูง เนื่องจากทั้งสองตัวจะยับยั้งการดูด Ca^{++}
6. สภาพที่อากาศมีความชื้นสัมพัทธ์สูง

พันธุ์ที่นิยมปลูกโดยไม่ใช้ดิน เช่น Cos ซึ่งพันธุ์นี้มักจะพบการเกิด Tip burn เนื่องจากเป็นพันธุ์ที่มีน้ำหนักมาก และมีการห่อหุ้ม (Morgan, 1999)

Hassan *et al.* (2001) กล่าวว่า ผักกาดหอมที่มีความต้านทานต่อการเกิด Tip burn จะพบว่ามีปริมาณแคลเซียมในใบของผักกาดหอมสูง

9. ไนเตรตก้างหลังการเก็บเกี่ยว

ไนเตรตก้างหลังการเก็บเกี่ยว เกิดจากพืชได้รับสภาพเครียด หรือได้รับไนโตรเจนในรูปของไนเตรตมากเกินไป ซึ่งไนเตรต ก่อให้เกิดอันตรายกับมนุษย์ เนื่องจากเป็นสารก่อมะเร็ง และ

เมื่อเด็กทารกได้รับไนเตรดจะทำให้เกิดโรค baby blue ถ้าเป็นมากอาจทำให้เด็กขาดออกซิเจนและตายได้ (Walker, 1990)

Serio *et al.* (2001) กล่าวว่า การใช้ EC ของสารละลายธาตุอาหารที่ 1.5 2.5 และ 3.5 mS/cm ในการปลูกผักกาดหอม จะทำให้ปริมาณไนเตรดสะสมมากที่สุดเมื่อใช้ EC ที่ 2.5 mS/cm

Miguel *et al.* (1998) กล่าวว่า ในการปลูกผักกาดหอมด้วยระบบ NTF ถ้ามีการงดให้นิเตรดในสารละลายธาตุอาหารช่วงสัปดาห์สุดท้ายจะทำให้ไนเตรดสะสมลดลง และ Santamaria *et al.* (1998) กล่าวว่า ปริมาณไนเตรดสะสมใน Chicory และ Rocket จะลดลง ถ้าลดการใช้ไนโตรเจนในรูปของไนเตรด ในสารละลายธาตุอาหารลง หรือแทนที่สารละลายบางส่วนด้วยไนโตรเจนในรูปของแอมโมเนียม ก่อนการเก็บเกี่ยวเพียงเล็กน้อย