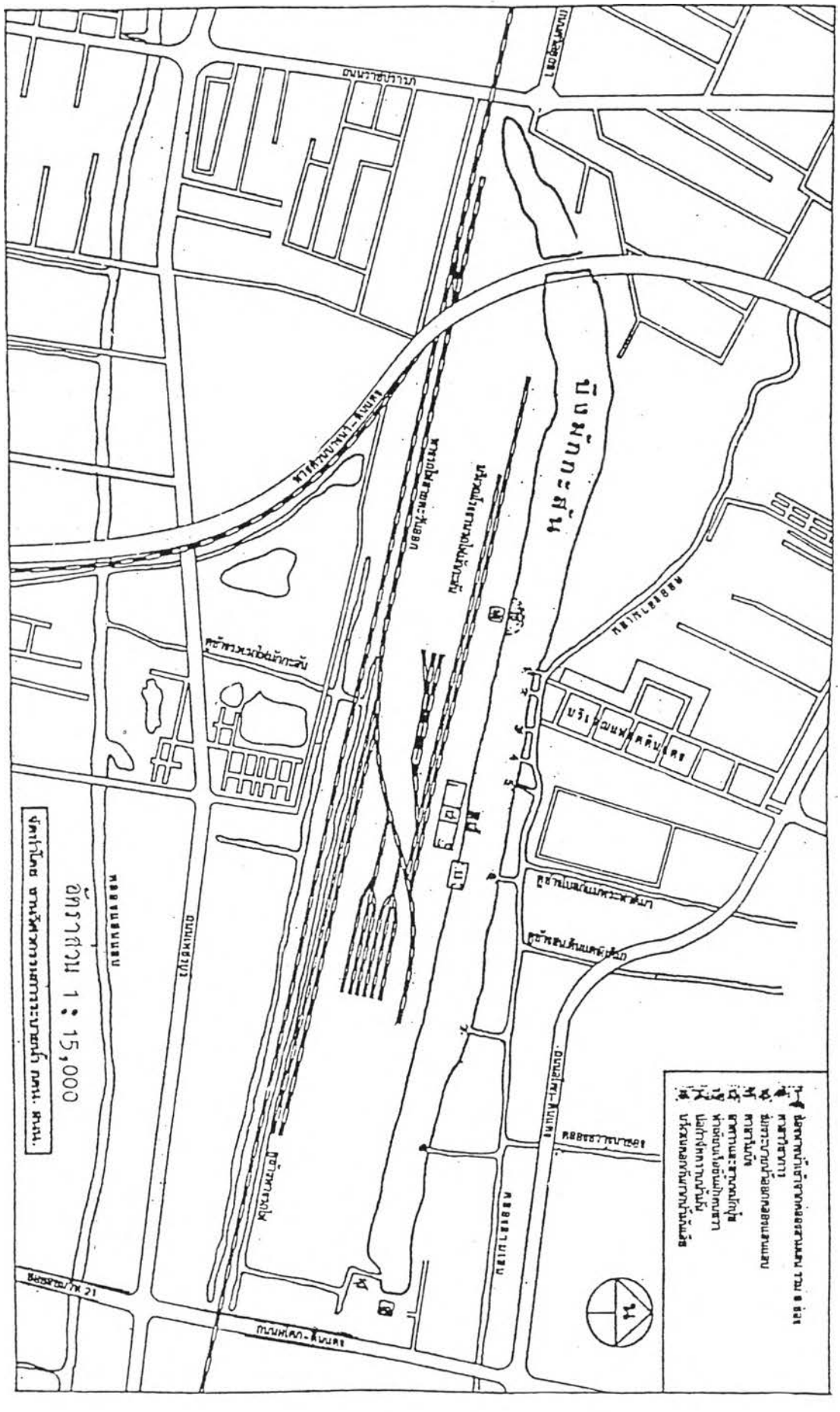
บทที่ 1

บทนำ

บึงมักกะสันเป็นบึงใหญ่กลางกรุงเทพมหานคร ขุดเมื่อประมาณปี พ.ศ. 2474 ความลึกประมาณ 15 เมตร กว้างประมาณ 60 เมตร และมีพื้นที่ผิวบึงประมาณ 92 ไร่ ขุดขึ้นมาเพื่อการระบายน้ำ และระบายของเสียออกจากโรงงานมักกะสัน แต่การระบายน้ำเข้าออกเป็นไปได้ช้าหรือแทบไม่มีเลย มีการระบายน้ำเข้าออกคลองสามเสนบ้างในฤดูน้ำหลากเท่านั้น จึงก่อให้เกิดการเน่าเสียของน้ำและมีการตกตะกอนมากขึ้นทุกปี จนตื้นเขินเหลือความลึกเพียง 2-3 เมตรเท่านั้น ในปี พ.ศ. 2526 เกิดน้ำท่วมกรุงเทพมหานครอย่างรุนแรง เนื่องจากฝนตกหนักและการระบายน้ำออกไม่ทัน ก่อให้เกิดความเสียหายแก่ประชาชนและทรัพย์สินเป็นจำนวนมาก ตามพระราชดำริของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ทรงต้องการให้หน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องคือ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพมหานคร กรมชลประทาน การรถไฟแห่งประเทศไทย และอื่น ๆ ช่วยกันหาหนทางแก้ไขและป้องกันปัญหาน้ำท่วมในกรุงเทพมหานครและเขตปริมณฑล โดยทำการขยายทางน้ำหรือเปิดทางน้ำ และหาสถานที่เก็บกักน้ำตามจุดต่าง ๆ เช่น บึงบ้านม้า เขตพระโขนง บึงกุ่ม เขตบางกะปิ และบึงมักกะสัน เขตพญาไท เป็นแหล่งรับน้ำเสียในฤดูแล้ง และเก็บน้ำฝนในฤดูฝน และทรงแนะนำให้ใช้วิธีประหยัดแบบธรรมชาติ โดยให้ระบายน้ำเสียจากคลองสามเสนผ่านประตูน้ำขนาดเล็กลงสู่บึงมักกะสันและปลูกผักตบชวาเพื่อดูดซึมสารอินทรีย์และอนินทรีย์ที่ละลายในน้ำขึ้นมาใช้ทำหน้าที่เป็นเสมือนตัวฟอกของเสียและสามารถนำผักตบชวาไปใช้ประโยชน์ด้านอื่น ๆ ได้อีก

ในประเทศไทย การบำบัดของเสียโดยใช้พืชน้ำพบว่า ยังมีน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับต่างประเทศ [สำหรับพารามิเตอร์ที่จะใช้เป็นดัชนีบ่งชี้ถึงความสามารถในการบำบัดน้ำเสียของพืชน้ำต่าง ๆ (ผักตบชวา ผักบุ้ง ผักกระเฉด ต้นกก ต้นอ้อและอื่น ๆ) นั้น ได้แก่ ปริมาณแอมโมเนียม ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โปตัสเซียม เหล็ก แมกนีเซียม แมงกานิส แคดเมียมและตะกั่ว] นอกจากนี้การใช้ประโยชน์จากน้ำเสียในด้านอื่น ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเพื่อการปลูกพืชน้ำรวมทั้งพืชบกต่าง ๆ ยังไม่เป็นที่ไว้วางใจของคนทั่วไป เพราะเกรงว่าสิ่งมีพิษจากน้ำอาจสะสมอยู่ในพืชได้ ประกอบกับมีความเชื่อกันว่า การปลูกต้นไม้นั้นจำเป็นต้องใช้ดินปลูก นักวิทยาศาสตร์จึงได้พยายามคิดค้นการปลูกพืชผักโดยไม่ใช้ดิน แต่ใช้น้ำที่มีสารอาหารตามธรรมชาติแทน ซึ่งเป็นการพัฒนาการใหม่ ๆ ที่เกิดขึ้นจากวิวัฒนาการปลูกพืชในน้ำที่มีสารอาหาร จึงเรียกระบบการปลูกพืชในน้ำว่า "ไฮโดรโปนิกส์" ฉะนั้นในการนำน้ำเสียจากบึงมักกะสันซึ่งมีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นสารอินทรีย์มาใช้ประโยชน์ในการเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้แก่พืช น่าจะเป็นวิธีการที่เป็นไปได้ อย่างไรก็ดีแม้น้ำเสียบึงมักกะสันน่าจะมีประโยชน์ในการนำมาใช้ปลูกพืชได้ แต่อาจมีสารพิษตกค้างอยู่ในพืชผักได้เช่นกัน ฉะนั้นการใช้น้ำบึงมักกะสันเพื่อการปลูกพืช ควรคำนึงถึงความปลอดภัยในการบริโภคเป็น



รูปที่ 1.1 แสดงแผนที่ที่ตั้งบึงมักกะสัน

(ชาญชัย วิฑูรปัญญากิจ วารสารวิจัยสภาวะแวดล้อม พ.ศ.2532)

สำคัญด้วย

กลุ่มวิชาการโครงการวิจัยปรับปรุงบึงมักกะสัน (2530) ศึกษาคุณภาพน้ำในบึงทั้งทางกายภาพและเคมี รวมทั้งปริมาณความเข้มข้นของสารละลายไนโตรเจน ฟอสฟอรัส อยู่ในเกณฑ์สูงเพียงพอต่อการเจริญเติบโตของพืชได้อย่างดี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่น ๆ ด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งความสกปรกเน่าเสียนั้นไม่มากจนเกินไป เนื่องจากน้ำในบึงเกือบทุกจุดมีค่าออกซิเจนละลายอยู่และมีสาหร่ายเกิดขึ้นอยู่ทั่วไป ส่วนปริมาณโลหะหนักบางชนิดในบึงมักกะสัน ได้แก่ เหล็ก สังกะสี แมงกานิส ทองแดง โครเมียม ตะกั่ว และปรอท นั้น ค่าความเข้มข้นที่ ตรวจพบไม่เกินค่ามาตรฐานสำหรับน้ำผิวดิน ซึ่งกำหนดโดยสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ

จากการศึกษาวิจัยของ WOLVERTON, 1975 (อ้างตาม สนธิ คชวัฒน์, 2530) พบว่าการกำจัดน้ำเสียโดยวิธีทางชีวภาพ (BIOLOGICAL METHODS) ประหยัดในแง่เศรษฐกิจมากกว่าวิธีทางเคมี-ฟิสิกส์ (PHYSICAL-CHEMICAL METHODS) และพืชมีความสามารถในการสะสมสารอินทรีย์และโลหะหนักที่เป็นอาหารของมันได้ค่อนข้างมาก

จากหลักการและเหตุผลข้างต้น แนวคิดและแนวทางการดำเนินงานเกี่ยวกับการนำน้ำเสียจากบึงมักกะสันมาใช้ประโยชน์ในการเกษตร จึงเป็นเรื่องที่น่าสนใจอย่างยิ่งและสมควรที่จะมีการศึกษาในวงกว้างเพื่อนำไปสู่การป้องกันและแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม เนื่องจากการเพิ่มปริมาณของน้ำเสียในอนาคต อีกทั้งยังก่อประโยชน์ให้แก่เกษตรกรอีกด้วย

1.1 การตรวจเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.1.1 ประวัติการปลูกพืชในน้ำ (HYDROPONICS)

การปลูกพืชในน้ำได้มีการบันทึกในเอกสารเกือบ 3 ศตวรรษแล้ว โดย WOODWARD เป็นบุคคลแรกที่ได้เริ่มทดลองปลูกพืชหลายชนิดในน้ำที่เก็บจากแหล่งต่าง ๆ เช่น น้ำพุ แม่น้ำ ท่อโสโครก น้ำฝน และน้ำกลั่น เพื่อศึกษาหาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพืช สำหรับการปลูกพืชในน้ำที่มีธาตุอาหารละลายอยู่ SACH เป็นบุคคลแรกที่คิดค้นสูตรสารละลายมาตรฐาน ซึ่งมีธาตุอาหารที่จำเป็นต่อพืชคือ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) ซัลเฟอร์ (S) โปตัสเซียม (K) แมกนีเซียม (Mg) และเหล็ก (Fe) และพบว่าการปลูกในสารละลายธาตุอาหารนั้นสะดวกกว่าการใช้ทรายเป็นวัสดุปลูก วิธีนี้จึงเป็นที่นิยมในการศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยของธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช (ELLIS & SWANEY, 1953)

สูตรสารละลายมาตรฐานดังกล่าวได้แพร่หลายไปอย่างกว้างขวางและได้ผลดี อย่างไรก็ดีการให้ความสนใจกันอย่างจริงจังถึงความเป็นไปได้ของการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินเลยนั้น มีจุดเริ่มต้นไม่นานนัก จนกระทั่ง PROFESSOR GERICKE แห่งมหาวิทยาลัยแคลิฟอเนียร์ได้แสดงให้เห็นว่า มันฝรั่งสามารถเจริญเติบโตได้เป็นอย่างดีในสารละลายที่เตรียมจากธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช และเริ่มให้คำนิยามว่า "ไฮโดรโปนิกส์" ซึ่งหมายถึงการปลูกพืชใน

สารละลาย และในปัจจุบันนี้คำนี้ยังใช้อยู่โดยทั่วไป (สุรเดช จินตกานนท์, 2523)

การปลูกพืชแบบ ไฮโดรโปนิกส์ มีการพัฒนาเทคนิค วิธีการ ระบบการให้สารอาหารมาเรื่อย ๆ (STEINER, 1980) และในงานเอ็กซ์โป ปี ค.ศ. 1985 ที่เมือง ซูกูบะ (TSUKUBA) ประเทศญี่ปุ่น ได้สร้างความเกรียงไกรไปทั่วโลกเกี่ยวกับการปลูกมะเขือเทศในน้ำยา หรือไฮโครโปนิกส์ให้ผลผลิตถึง 12,000 ผลต่อต้น (OTTAWA, 1986)

1.2 การแบ่งชนิดของการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน "ไฮโดรโปนิกส์"

1.2.1 การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน แบ่งออกตามการใช้วัสดุปลูก (SUBSTRATE) ได้ดังนี้ (DOUGLAS, 1972)

1.2.1.1 Hydroponics แบ่งได้เป็น

1.2.1.1.1 WATER CULURE รากพืชจะสัมผัสกับสารอาหารที่เป็นแผ่นน้ำตลอดเวลา

1.2.1.1.2 AEROPONICS รากพืชจะสัมผัสกับสารอาหารในสภาพที่เป็นละอองสารละลาย

1.2.1.2 AGGREGATOPONICS แบ่งได้เป็น

1.2.1.2.1 SAND CULTURE รากของพืชจะโตใน SOLID SUBSTRATE ที่มีรูพรุนหรือไม่มีรูพรุนก็ได้ เช่น ทราย พลาสติก ซึ่งเม็ดของแข็งต้องมีเส้นผ่าศูนย์กลางน้อยกว่า 3 มิลลิเมตร

1.2.1.2.2 GRAVEL CULTURE มีสภาพเช่นเดียวกับ SAND CULTURE แต่เม็ดของแข็งต้องมีเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่า 3 มิลลิเมตร

1.2.2 สามารถแบ่งออกตามลักษณะของวัสดุปลูก (SUBSTRATE) ได้ดังนี้ (DAVTYAN, 1980)

1.2.2.1 WATER CULTURE รากพืชหยั่งลงไปในสารละลายอาหาร เช่น นิวเตรียน-ฟิลม์เทคนิค (NFT)

1.2.2.2 AEROPONICS รากพืชสัมผัสกับอากาศในรูปละอองน้ำ

1.2.2.3 SAND CULTURE รากพืชจะเจริญเติบโตในสารที่เป็นของแข็งขนาดเล็ก

1.2.2.4 GRAVEL CULTURE รากพืชจะเจริญเติบโตในสารที่เป็นของแข็งขนาดใหญ่ที่มีรูพรุน

1.2.2.5 VEMICULAPONICS รากพืชจะเจริญในวัตถุที่มีองค์ประกอบเป็นอนินทรียสาร เช่น สารประกอบ ALUMINIUM IRON MAGNESIUM SILICATE

1.2.2.6 ROCK-WOOL CULTURE รากพืชจะเจริญเติบโตในวัตถุที่เป็น

เนื้อไม้ เช่น ก้อนก่าน ไม้ผุ ๆ

1.2.2.7 HYDROCULTURE เป็นวิธีทั้งหมดที่กล่าวมา แต่นำมาเลี้ยงในบ้านหรือในอาคารที่อยู่อาศัย

1.2.3 สามารถแบ่งวิธีการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์ ออกเป็น 3 ระบบง่าย ๆ ดังนี้ (SOFFER, 1980)

1.2.3.1 NUTRIENT FILM TECHNIQUE (NFT) เป็นการปลูกพืชในสารละลายที่มีการไหลผ่านรากพืช โดยลำต้นของพืชถูกค้ำจุนให้ตั้งตรง วิธีการปลูกพืชโดยวิธีนี้พืชจะสามารถรับออกซิเจนได้โดยไม่ต้องเบ่าอากาศให้กับรากพืช การปลูกพืชแบบนี้อาจปลูกในวัสดุปลูกเช่น ทราย, กรวด, วัสดุดังกล่าวสามารถรองรับต้นไม้ได้ดี รากพืชจะได้รับอากาศอย่างสม่ำเสมอ และไม่จำเป็นต้องทำให้มืด การให้ธาตุอาหารต่าง ๆ ที่จำเป็นแก่พืชได้ดังนี้

1.2.3.1.1 รดสารละลายอาหารบนวัสดุปลูกในปริมาณที่พอเหมาะโดยให้บางส่วนไหลออกไปจากภาชนะ (ที่เอียงลงเล็กน้อย เพื่อให้สารละลายไหลได้ : SLOPE CULTURE)

1.2.3.1.2 ปล่อยให้สารละลายค่อย ๆ หยดลงไปบนวัสดุปลูกติดต่อกันตลอดเวลา ในอัตราที่สม่ำเสมอ (DROP IRRIGATION)

1.2.3.1.3 ใช้ระบบอัตโนมัติที่เหมาะสม โดยปั๊มสารละลายเข้าไปทางด้านล่างของวัสดุปลูกไหลผ่านขึ้นไปจนถึงผิวบนของวัสดุปลูกในปริมาณที่รากสามารถดูดซึมสารละลายเหล่านั้นไว้ได้

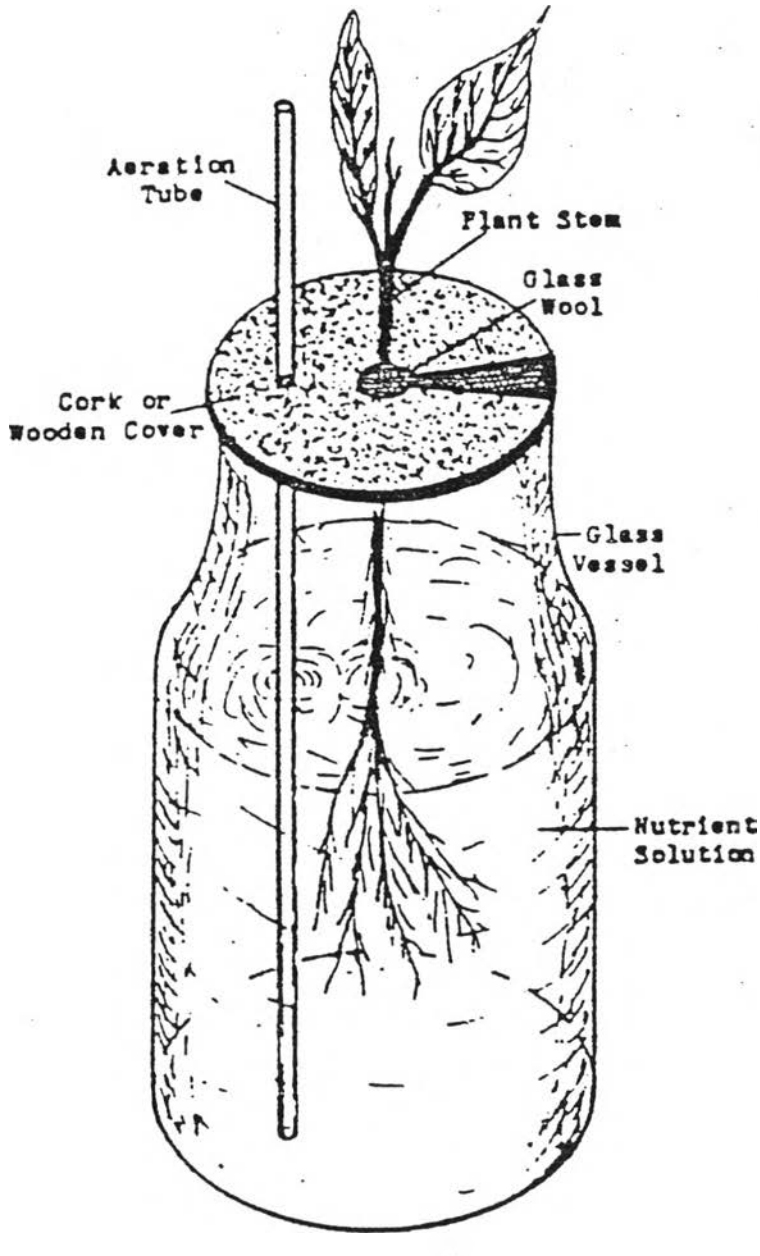
1.2.3.2 DEEP FLOW TECHNIQUE (DFT)

1.2.3.2.1 เนื่องจากขาดออกซิเจน สารละลายเหล่านั้นจึงต้องได้รับอากาศอยู่เสมอ โดยการเบ่าอากาศลงไปในสารละลาย

1.2.3.2.2 ต้องเปลี่ยนสารละลายทุก 2-3 วัน หรือบางทีอาจต้องเปลี่ยนทุกสัปดาห์เนื่องจากพืชอาจดูดซึมสารอาหารบางชนิดหมด

1.2.3.2.3 ต้องเก็บสารละลายไม่ให้ถูกแสงรบกวน เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาสาหร่ายที่เกิดขึ้น และจะมาแย่งสารอาหารของพืชไปได้

1.2.3.3 Aeroponics เป็นการปลูกพืชโดยที่พืชถูกยึดให้ลำต้นตั้งตรง รากจะอยู่ในภาชนะซึ่งเรียกว่า Root Chamber ด้านล่างจะมีภาชนะซึ่งสารอาหารจะถูกปั๊มขึ้นมาแล้วรากพืชก็จะดูดซึมสารอาหารเหล่านี้ไว้ ละอองสารอาหารที่พืชไม่ได้ดูดซึมเข้าไปใช้ก็จะถูกแรงดึงดูดของโลกทำให้ตกลงมาในภาชนะรองรับสารอาหารด้านล่างและสารอาหารนี้ก็จะถูกดูดขึ้นไปใช้ได้อีก วิธีนี้จะต้องมีการเตรียมสารอาหารเติมลงไปเรื่อย ๆ เนื่องจากจะต้องพ่นสารอาหารให้เป็นละอองฝอย ดังนั้นจึงต้องใช้ปั๊มที่ให้ความดันสูง วิธีนี้จึงต้องสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีอื่นดังที่กล่าวมาข้างต้น จึงไม่เป็นที่นิยมมากนัก



รูปที่ 1.2 การปลูกพืชในสารละลายโดยบรรจุในภาชนะที่เป็นขวดแก้ว

The glass jar home unit (Harris, Hydroponics, 1966)

1.3 ผลการศึกษาทดลองเกี่ยวกับไฮโดรโปนิกส์

ADAM และ MASSEY (1984) ศึกษาการดูดซึมสารอาหารของมะเขือเทศจากกระบวนการไหลเวียนของสารอาหาร และพบว่ามะเขือเทศนั้นมีความต้องการสารอาหารมาก เนื่องจากต้องใช้ในการสร้างดอกและผล ซึ่งอัตราการดูดซึมไนโตรเจนและโปตัสเซียมของมะเขือเทศนั้นจะสัมพันธ์กับความเข้มของแสง โดยจะมีการดูดซึมมากที่สุดตอนกลางวัน และดูดซึมน้อยที่สุดในตอนกลางคืน ดังรูปที่ 1.3

FEIGIN และคณะ (1984) ทดลองปลูกพืชด้วยระบบไฮโดรโปนิกส์แบบเปิด โดยกระบวนการไหลเวียนของสารอาหาร พบว่า ระบบไฮโดรโปนิกส์ซึ่งเป็นกระบวนการไหลเวียนของสารอาหารผ่านส่วนของรากพืชนั้น ทำให้รากพืชรับอาหารได้ดีกว่าเมื่อเทียบกับการปลูกพืชในดิน ทั้งนี้เพราะส่วนของรากพืชที่ถูกหล่อเลี้ยงด้วยสารละลายอาหารจะมีอุณหภูมิสูงกว่ารากพืชในดิน ทำให้รากพืชมีการดูดซึมไนเตรตได้มากกว่ารากพืชที่อยู่ในอุณหภูมิปกติ ระบบนี้สามารถวัดธาตุอาหารที่ถูกดูดซึมโดยพืช และวิเคราะห์ด้วยวิธีทางสถิติได้

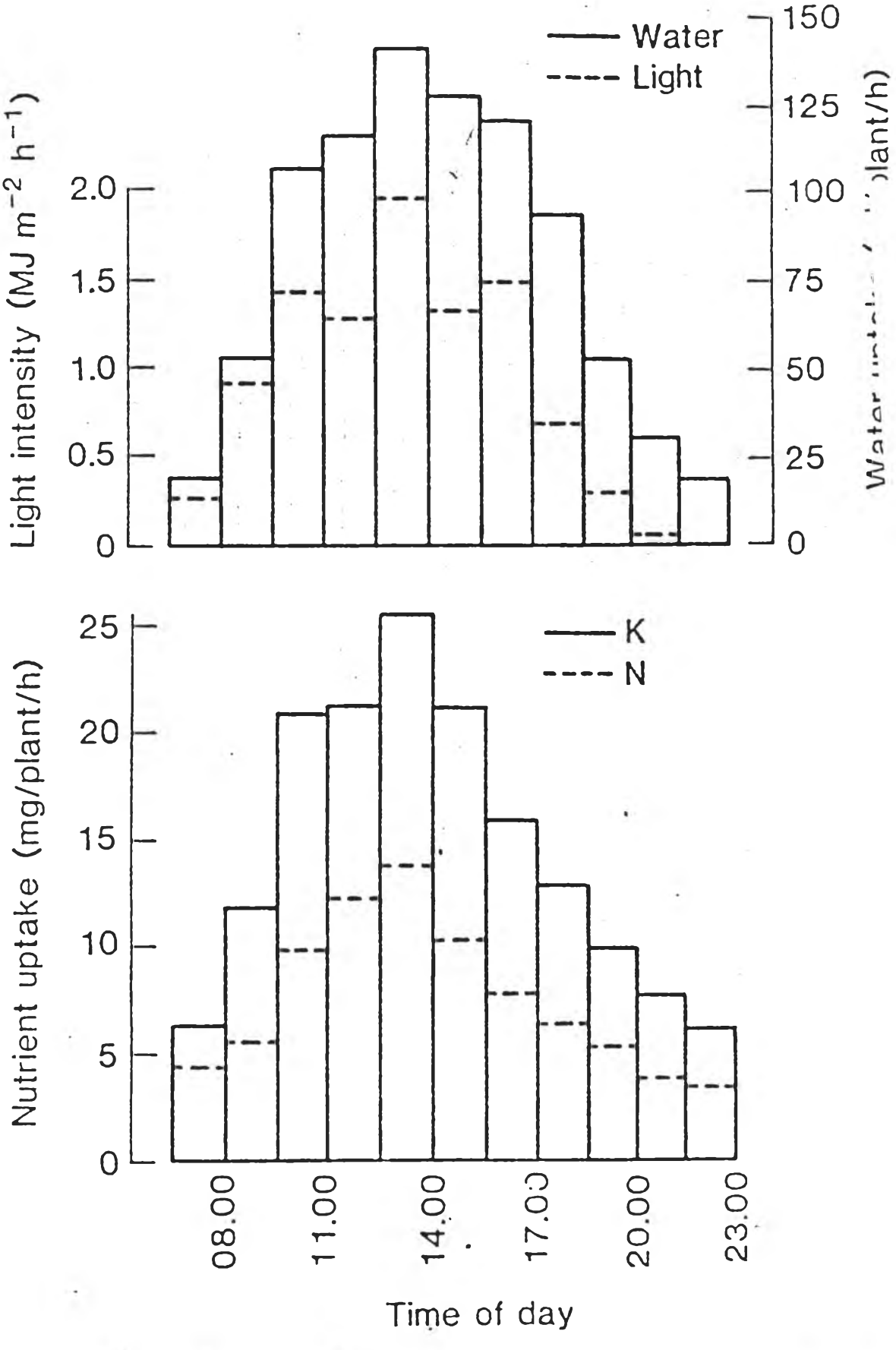
FISHCHER (1984) ศึกษาความคงตัวของเหล็กคีเลตหลายรูปแบบในสารละลายที่มีการไหลเวียนอย่างต่อเนื่องพบว่า ในสารละลายอาหารที่มีการไหลเวียนจะมี ค่าพีเอช เพิ่มขึ้น 7-9.2 ซึ่งจะมีปริมาณของเหล็กคีเลตลดลง และพืชสามารถดูดซึมรูปของเหล็กคีเลตไปใช้ได้น้อย ทำให้สีของใบพืชนั้นปรากฏสีเขียวปนเหลือง เพราะสารละลายที่มีค่าพีเอชมากกว่า 5.5 ความคงตัวของเหล็กคีเลตทุกรูปแบบจะลดลง ดังนั้นพืชจึงใช้รูปของเหล็กคีเลตได้ไม่เพียงพอ

NIELSEN (1984) ศึกษาผลผลิตของพืชที่ปลูกด้วยสารอาหารโดยกระบวนการหมุนเวียนพบว่า ถ้าสารอาหารมีส่วนประกอบทางเคมีของประจุบวก และประจุลบที่เหมาะสมตามความต้องการของพืชแล้วจะทำให้ค่าพีเอช ในสารละลายสามารถควบคุมปริมาณการเจริญเติบโตได้ และการไหลหมุนเวียนโดยอัตโนมัตินั้น จะเป็นการควบคุมความสมดุลของประจุบวกและประจุลบได้

PEGG และ HOLDERNESS (1984) ศึกษาโรคติดต่อที่เกิดขึ้นในการปลูกมะเขือเทศในสารละลายอาหารพบว่า โรคติดต่อเหล่านี้เกิดขึ้นที่ราก เพราะรากเป็นบริเวณที่สัมผัสกับคาร์โบไฮเดรต และเป็นส่วนที่บอบบางมากของต้นพืช สามารถนำเชื้อโรคไปยังลำต้นและผลของพืชได้ พืชจะสามารถรอดชีวิตได้ถ้ามีการสร้างรากใหม่ให้ทันกับส่วนที่ถูกทำลายไป

STEINER (1984) ศึกษาสารละลายอาหารที่ใช้ได้กับพืชทุกชนิดพบว่า อัตราส่วนระหว่าง CATION K^+ : Ca^{2+} : Mg^{2+} = 35 : 45 : 20 และอัตราส่วนระหว่าง ANION NO_3^- :PO_4^{2-} : SO_4^{2-} = 60 : 5 : 3 เป็นปัจจัยที่สำคัญของสารละลายอาหาร เพราะจะทำให้สารละลายอาหารมีค่าพีเอช และความเข้มข้นที่เหมาะสมกับพืชชนิดต่าง ๆ

SUZUKI (1984) ศึกษาระบบการปลูกพืชโดยใช้ทรายพบว่า ธรรมชาติของเม็ดทรายนั้นมีผลต่อการเจริญเติบโตของรากพืชเป็นอย่างมาก ทำให้มีอัตราการเติบโตสูงรากสามารถแลกเปลี่ยนก๊าซและระบายน้ำได้ดี ซึ่งระบบการปลูกพืชโดยใช้ทรายนี้มีข้อดีคือ สะดวกในการควบคุมทั้ง



รูปที่ 1.3 อัตราการดูดซึมน้ำ ไนโตรเจนและโปตัสเซียม เปรียบเทียบกับความเข้มของแสงตลอดวันในกลางเดือนมิถุนายน

Rates of uptake for water, nitrogen and potassium, together with the prevailing light intensity, during a day in mid-June (Adam and Massey, ISOSC Proceedings, 1984)

ระบบการให้น้ำและให้ปุ๋ย ดังรูปที่ 1.4

DEVONALD (1984) เปรียบเทียบการหายใจและการเจริญเติบโตของมะเขือเทศที่ปลูกในสารละลายอาหารกับที่ปลูกในดินพบว่า มะเขือเทศจะเจริญเติบโตในสารละลายอาหารได้ดีกว่า และแข็งแรงกว่าต้นที่ปลูกในดิน

HEW และ CHAI (1984) ศึกษาถึงผลของความเข้มข้นของแสงต่อปริมาณการดูดซึมไนเตรตและโมลิบดินัมของผักกระหล่ำ CHOY SAM พบว่า ความเข้มของแสงจะมีผลต่อปริมาณการดูดซึมของไนเตรตและโมลิบดินัมในสารละลายอาหาร ทั้งนี้เนื่องจากมีการเจริญเติบโตของใบและต้นมากขึ้น

KAFKAFI และคณะ (1984) ศึกษาไนเตรตที่ถูกดูดซึมโดยมะเขือเทศจากสารละลายอาหารในสภาพเชิงพาณิชย์พบว่า ความเข้มข้นของไนเตรตไนโตรเจนเพียง 0.25-0.5 โมลาร์ ก็เพียงพอสำหรับการเจริญเติบโตของพืช แต่ถ้าความเข้มข้นถึง 25 โมลาร์ จะยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชได้เช่นกัน

JAMES (1969) ศึกษาการปลูกพืชด้วยระบบไฮโดรโปนิกส์ โดยนำน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียขั้นที่ 2 (SECONDARY-TREATED) มาใช้ในการปลูกต้นหญ้าสำหรับเป็นอาหารสัตว์ พบว่า ต้นหญ้าเจริญเติบโตได้ดีและสามารถลดปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส ค่าบีโอดี ค่าซีโอดี ได้ดังรูปที่ 1.5

1.4 ข้อดีและข้อเสียของการปลูกพืชแบบ "ไฮโดรโปนิกส์"

1.4.1 ข้อดีของการปลูกพืชแบบดังกล่าว สามารถจำแนกเป็นข้อ ๆ ดังนี้

1.4.1.1 อัตราการเจริญเติบโตของพืชรวดเร็วมากกว่า 3-5 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับการปลูกพืชในดิน เนื่องจากได้รับสารอาหารโดยตรง

1.4.1.2 พืชตอบสนองต่อสารอาหารได้ดีทางสรีรวิทยา และการยอมรับสารอาหารอย่างรวดเร็ว ทำให้ลดความสูญเสียจากสภาพแสงแดดจัดเกินไป อากาศร้อนเกินไป หรือเย็นเกินไป พืชก็ไม่หยุดการเจริญเติบโต

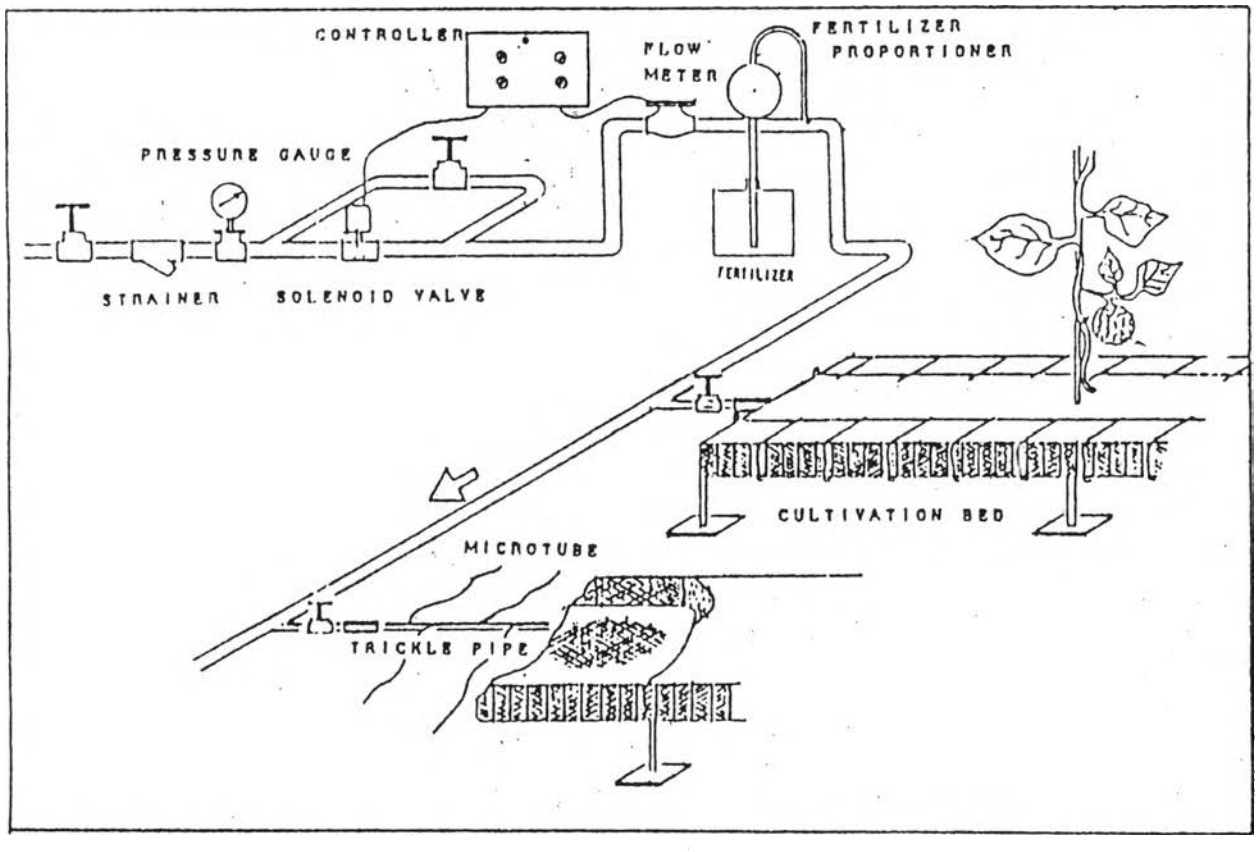
1.4.1.3 พืชจะแข็งแรงสามารถต้านทานโรคได้ดี เนื่องจากได้รับอาหารอย่างสมดุล และสามารถหลีกเลี่ยงวัชพืชได้

1.4.1.4 คุณภาพของผลผลิตตรงกับความต้องการของตลาด และมีรสชาติดี ปลอดภัยจากสารพิษ ปราศจากโรคที่ติดมาจากดิน

1.4.1.5 ผลผลิตที่ได้สูง ประหยัดเนื้อที่และแรงงาน

1.4.1.6 ช่วยทำให้สภาพแวดล้อมดีขึ้น ทั้งด้านน้ำและอากาศ

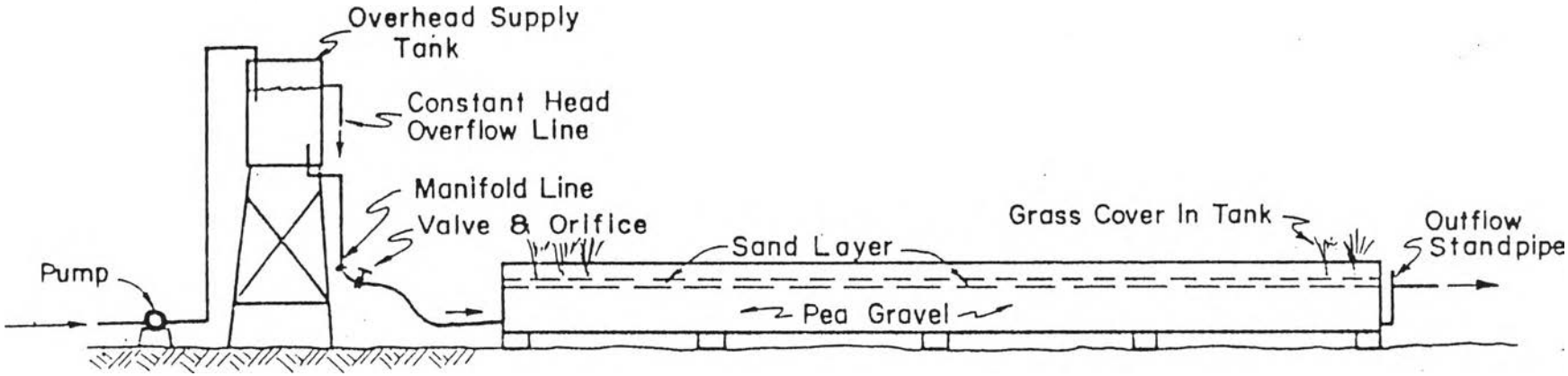
1.4.1.7 สามารถควบคุมปริมาณธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตได้อย่างใกล้ชิด ซึ่งการปลูกพืชโดยวิธีธรรมดา (ดิน) ปัญหาของการให้ปุ๋ยแก่พืชอย่างมีประสิทธิภาพ



รูปที่ 1.4 ระบบการปลูกพืชไม่ใช้ดินโดยใช้ทรายเป็นวัสดุปลูก

Sandponics Soilless cultivation system

(Suzuki, ISOSC Proceedings, 1984)



รูปที่ 1.5 การปลูกพืชด้วยระบบไฮโดรโปนิกส์ โดยนำน้ำทิ้งมาปลูกต้นหญ้า (James, 1969)

เต็มที่ และประหยัดนั้นทำได้ยาก

1.4.1.8 ในแง่ของการศึกษาลักษณะการเจริญเติบโตของพืชสามารถตรวจสอบความผิดปกติอันเนื่องมาจากธาตุอาหารพืชได้สะดวก ไม่ว่าส่วนของพืชนั้นจะเป็นใบ ลำต้น หรือ ราก โดยไม่ทำให้พืชนั้นได้รับความกระทบกระเทือน

1.4.1.9 สามารถที่จะได้ผลผลิต ถึงแม้ว่าในสภาวะนั้นไม่มีดินเลย เช่น บริเวณดาดฟ้าหลังคาบ้าน หรือในกรณีที่มีดินแต่ไม่อยู่ในสภาพที่ไม่เหมาะสม เช่นดินเค็มจัด ดินเสีย อันเนื่องมาจากสภาพแวดล้อมเป็นพิษ

1.4.2 ข้อเสียของการปลูกพืชแบบดังกล่าว สามารถจำแนกเป็นข้อ ๆ ดังนี้

1.4.2.1 ต้นทุนของการดำเนินการโดยทั่วไป ถ้าใช้สารละลายอาหารที่ได้มาจากการใช้ส่วนผสมของสารแล้วมักจะสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการปลูกในดิน ดังนั้นในแง่ของการค้านั้นจะใช้ปลูกเฉพาะพืชที่มีราคาแพงเท่านั้น

1.4.2.2 การใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการปลูกพืชในสารละลายอย่างมีประสิทธิภาพอย่างสูงสุดนั้น จะต้องมีความรู้ความเข้าใจในอุปกรณ์เหล่านั้นอย่างดี มิฉะนั้นโอกาสผิดพลาดจะเกิดขึ้นได้ง่ายกว่าการปลูกพืชโดยวิธีธรรมดาเป็นอย่างมาก

1.4.2.3 ความเสียหายหรือความล้มเหลวในการปลูกพืชในสารละลายอาจเกิดขึ้นได้ง่าย ถ้าหากไม่มีการเตรียมอุปกรณ์ไว้สำรอง หรืออุปกรณ์ป้องกันต่าง ๆ เช่น กรณีของไฟฟ้าดับ ปั๊มอากาศชำรุด (หมอต้นไม้, 2530)

อนึ่ง การปลูกพืชไม่ว่าจะเป็นการปลูกพืชในสารละลายธาตุอาหาร หรือการปลูกพืชในดิน สิ่งที่เหมือนกันนั้นคือ คุณภาพทางด้านรสชาติของผลผลิตนั่นเอง

1.5 องค์ประกอบของสารละลายที่ใช้เป็นธาตุอาหารของพืช

พืชต่างชนิดกันต้องการปริมาณธาตุอาหารเพื่อการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน แต่จากประสบการณ์เกี่ยวกับการปลูกพืชในสารละลายของ TURNER และ HENRY (1948) พบว่า พืชหลายชนิดสามารถจะเจริญเติบโตได้เป็นอย่างดีในสารละลายธาตุอาหารที่มีองค์ประกอบและความเข้มข้นระดับเดียวกัน ในเวลาต่อมามีผู้คิดค้นสูตรสารละลายอาหารที่ใช้ปลูกพืชกันมากมายนับร้อยสูตร (HEWITT, 1966) ส่วนสูตรที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย คือ สูตร HOAGLAND เบอร์ 2 (ASHER, 1975) ดังภาคผนวก ก.

1.6 ข้อมูลพื้นฐาน และชนิดของผักคะน้าที่ใช้ในการทดลอง

1.6.1 การแบ่งชนิดของผักคะน้า คะน้าเป็นพืชผักสวนครัว ซึ่งคนไทยทุกคนรู้จักกันมานานแล้วจนคนไทยเข้าใจว่าเป็นผักของไทย อันที่จริงแล้วคะน้าเป็นผักที่มีกำเนิดมาจาก

ประเทศจีน มีชื่อทางภาษาจีนว่าไก่หลั่นไช่ (KAAI LOAN TSOI) ซึ่งแพร่กระจายสู่เอเชียตอนใต้มาช้านานแล้ว มีอยู่ประมาณ 7 พันธุ์ (ไพพรรณ คติการ, 2528) ดังนี้คือ

1.6.1.1 ไป่ฮวาไก่หลัน (PAAK FA KAAI LAAN) ดอกสีขาว นิยมปลูกที่ฮ่องกง

1.6.1.2 หงฮวาไก่หลัน (HUN FA KAAILAAN) ดอกสีแดง นิยมปลูกที่ฮ่องกง

1.6.1.3 ชุยอิบไก่หลัน (TSAU IP KAAI LAAN) ใบย่น นิยมปลูกที่ฮ่องกง

1.6.1.4 เอินอิบไก่หลัน (UEN IP KAAI LAAN) พันธุ์นี้ได้รับการปรับปรุงให้มีใบน้อยลง และปล้องยาวขึ้น มีดอกสีขาว ซึ่งนิยมปลูกกันในประเทศไทยทั่วทุกภาค

1.6.1.5 เอินอิบไป่ฮวา (UEN IP PAAK FA) มีใบกลม ดอกสีขาว อายุเก็บเกี่ยวโตเต็มที่ประมาณ 80 วัน หลังหยอดเมล็ด

1.6.1.6 เอินอิบวองฮวา (UEN IP WONG FA) มีใบกลม ดอกสีเหลือง อายุเก็บเกี่ยวโตเต็มที่ 70-80 วัน หลังย้ายกล้า

1.6.1.7 ซิมอิบไป่ฮวา (TSIM IP PAAK FA) ปลายใบแหลม ดอกสีขาว อายุการเก็บเกี่ยวโตเต็มที่ 70-80 วันหลังจากหยอดเมล็ด ซึ่งได้มาจากประเทศจีน เป็นพันธุ์ที่นิยมปลูกในประเทศไทย

1.6.2 ข้อดีของผักคะน้า (โกสินทร์ สายแสงจันทร์, 2524) คือ

1.6.2.1 <u>ในด้านการปลูก</u> สามารถขึ้นได้ในดินเกือบทุกชนิดปลูกได้ตลอดปี โดยเฉพาะในช่วงระหว่างฤดูหนาว นับเป็นฤดูกาลที่เหมาะสมมากที่สุดในการปลูก

1.6.2.2 <u>ในด้านโภชนาการ</u> คะน้าเป็นพืชที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ประกอบด้วย คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ปริมาณมาก นอกจากนี้ยังมีวิตามินเอ วิตามินบี และวิตามินซีมาก ส่วนรสชาติของผักคะน้านั้นถูกกับความนิยมของคนทั่วไป คือหวานปนขมนิด ๆ กรอบเคี้ยวง่าย ใบสีเขียวชวนรับประทาน สามารถนำเอามาเก็บไว้ได้นานประมาณ 4 สัปดาห์ ถ้าเก็บรักษาโดยใส่ถุงพลาสติกปิดปากถุงที่อุณหภูมิ 1 - 4 องศาเซลเซียส เพื่อลดอัตราการหายใจของผักลง (สมชาย ภู่ชัย, 2528)

1.6.2.3 <u>ในด้านเศรษฐกิจ</u> ราคาในการซื้อขายผักคะน้ามักจะได้ราคาดีเสมอ เนื่องจากผักนี้เป็นที่นิยมบริโภคกว้างขวางมาก

1.7 <u>บทบาทของธาตุอาหารหลักต่อการเจริญเติบโตของพืช</u>

แหล่งน้ำหลายแห่งในประเทศไทยมีสภาวะเป็นมลพิษเนื่องจากสารประกอบของไนเตรตและฟอสฟอรัส ซึ่งมาจากของเสียและน้ำทิ้งจากบ้านเรือน และโรงงานอุตสาหกรรม ประชาชนใช้น้ำจากแหล่งน้ำเพื่อการเพาะปลูก อุตสาหกรรมการประมง คมนาคม ตลอดจนในบ้านเรือน

ปริมาณสารไนเตรต และฟอสฟอรัสจะปนเปื้อนอยู่ในน้ำทิ้งและน้ำเสียของบ้านเรือน และโรงงานอุตสาหกรรมประเภทสารอินทรีย์ ซึ่ง CASSEY (1975) ได้ศึกษาปริมาณไนเตรตรีดิวซิงแบคทีเรียที่เกี่ยวข้องกับวัฏจักรของไนโตรเจน ซึ่งเป็นธาตุอาหารที่มีความสำคัญต่อผลผลิตของพืช พบว่า มีไนเตรตรีดิวซิงแบคทีเรียโดยเฉลี่ย 1.5×10^{6} เอ็มพีเอ็น/100 มิลลิเมตร

ในพืชผักมักมีไนเตรตติดมาด้วยเสมอ เนื่องจากการใช้ปุ๋ยเคมีและจากธรรมชาติ ไนเตรตที่มีอยู่ในพืชอาจเกิดจากกระบวนการทางธรรมชาติ เช่น การตรึงไนโตรเจน (NITROGEN FIXATION) การดูดซึมโดยตรงจากดินหรือปุ๋ยเคมี จากการวิจัยของกุลชลี งามจี้ (2525) พบว่า พืชผักที่มักพบไนเตรต เช่น หัวเรดิช หัวบีต กระหล่ำปลี คื่นช่าย ผักกาดหอม เป็นต้น จะมีปริมาณไนเตรต 10-15,000 พีพีเอ็ม

BARKER (1972) กล่าวว่า พืชดูดแอมโมเนียมและไนเตรตทางราก เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ สำหรับแอมโมเนียมนั้นพืชนำไปสร้างกรดอมิโน และอินทรียสารอื่น ๆ ได้โดยตรง ส่วนไนเตรตที่ถูกดูดเข้าไปในพืชนั้นจะต้องผ่านขบวนการรีดิวส์ให้เป็นแอมโมเนียมเสียก่อนจึงจะนำไปใช้ในการสร้างสารประกอบอินทรีย์เช่นกัน โดยทั่วไปปริมาณการสะสมไนเตรตจะมีมากในช่วงต้นและช่วงกลางของการเจริญเติบโต และจะค่อย ๆ ลดลงเมื่อพืชเจริญเต็มที่ เพราะเป็นช่วงที่พืชกำลังสร้างผลและเมล็ดนั่นเอง

BARKER และ MAYNARD (1972) พบว่า ปริมาณของฟอสฟอรัสนั้นไม่มีผลต่อการสะสมไนเตรตในพืช โดยเฉพาะพวกผัก

ส่วนโปตัสเซียมโดยทั่วไป เมื่อพืชดูดธาตุโปตัสเซียมมากขึ้นจะส่งเสริมให้มีการดูดซึมไนเตรตเป็นปริมาณมากตามไปด้วย CANTLIFFE (1973) พบว่า นอกจากไนโตรเจนแล้วโปตัสเซียมมีส่วนทำให้เพิ่มสะสมไนเตรตมากขึ้นด้วย ทั้งนี้เพราะว่าเมื่อพืชดูดธาตุโปตัสเซียมมากขึ้น และการดูดไนเตรตของพืชจะสูงขึ้นแล้วยังผลให้เกิดความสมดุลของประจุไฟฟ้าในพืชนั้น อย่างไรก็ตาม BROWN (1966) กล่าวว่าในผักส่วนใหญ่การขาดธาตุโปตัสเซียมไม่มีผลกระทบต่อการสะสมไนเตรตมากนัก

ทั้งแคลเซียมและแมกนีเซียมนั้น MAYNARD (1972) ศึกษาพบว่าธาตุทั้งสองไม่มีผลโดยตรงต่อการสะสมไนเตรตในพืช ถ้าขาดธาตุแคลเซียมอาจทำให้ระบบรากไม่เจริญเติบโตเท่าที่ควรทำให้การดูดธาตุอาหารลดลง ส่วนแมกนีเซียมเป็นธาตุที่สำคัญในขบวนการเมตาบอลิซึมในพืช และเป็นองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์ จึงมีผลทางอ้อมต่อการสะสมไนเตรตในพืช

สำหรับจุลธาตุที่สำคัญต่อพืชคือ โมลิบดินัม และแมงกานีสนั้น EVANS (1955) กล่าวว่าการขาดธาตุทั้งสองในพืช ส่งผลให้มีการสะสมไนเตรตเกิดขึ้น เพราะว่าธาตุทั้งสองตัวเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของเอ็นไซม์ที่ใช้ในการรีดิวส์ไนเตรต ส่วนธาตุคลอรีนนั้น NIGHTINGALE (1948) พบว่า การมีเกลือคลอไรด์ในระดับสูงทำให้การดูดไนเตรตลดลง การเจริญเติบโตก็จะลดลงด้วย

1.8 บทบาทของโลหะ : แคดเมียม ตะกั่ว แมงกานีส และเหล็กในพืช

โดยทั่วไปสามารถที่จะแบ่งโลหะต่าง ๆ ออกตามคุณสมบัติที่มีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตได้เป็น 4 ประเภทคือ

1.8.1 โลหะประเภทที่ให้คุณประโยชน์ต่อสิ่งมีชีวิต เช่น เหล็ก ทองแดง

1.8.2 โลหะประเภทที่ไม่ก่อประโยชน์ และไม่เกิดโทษต่อสิ่งมีชีวิต เช่น อลูมิเนียม

1.8.3 โลหะประเภทที่สะสมในสิ่งมีชีวิต และก่อให้เกิดโทษ เช่น ตะกั่ว ปรอท

1.8.4 โลหะประเภทที่ก่อประโยชน์ ถ้าสิ่งมีชีวิตได้รับเพียงเล็กน้อย แต่ให้โทษถ้าได้รับในปริมาณสูง เช่น สังกะสี แมงกานิส

เป็นที่ทราบกันแล้วว่า ในธรรมชาติพืชอาศัยสารอินทรีย์และอนินทรีย์ในการเจริญเติบโตและดำรงชีวิตอยู่ เนื่องจากโครงสร้างพืชประกอบด้วยธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โปตัสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และพืชยังต้องการเหล็ก แมงกานิส ทองแดง สังกะสี คลอรีน และอื่น ๆ ซึ่งธาตุที่พืชรับเข้าไปใช้.เหล่านี้อาจเป็นโลหะหนัก ซึ่งถ้าสะสมมากเกินไปอาจจะเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตที่บริโภคได้ จึงมีผู้สนใจทำการวิจัยในด้านความเป็นพิษของโลหะหนักต่ออาหารที่สิ่งมีชีวิตนำมาใช้ในการบริโภคมากมาย โดยเฉพาะในพืช

แคดเมียม

แคดเมียมเป็นโลหะหนักที่อยู่ในความสนใจอย่างมาก เพราะมีความเป็นพิษสูง เป็นอันตรายกันแทบทุกระบบในร่างกายมนุษย์และสัตว์ไม่ว่าจะได้รับจากการบริโภค การสูดดมหรือการฉีดเข้าสู่ร่างกาย ปัจจุบันได้มีการนำเอาแคดเมียมไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ มากมาย โอกาสที่แคดเมียมจะปนเปื้อนเข้าสู่สิ่งแวดล้อมสูงขึ้น ซึ่งจะส่งผลให้ระดับของแคดเมียมในพืชสูงขึ้นด้วย ปริมาณแคดเมียมที่ก่อให้เกิดพิษต่อพืช อยู่ในช่วงกว้างคือ 5-700 มิลลิกรัม/กิโลกรัมของน้ำหนักแห้งของพืช หรือหน่วยพีพีเอ็ม (CHANEY, 1982)

FRANCES (1976) ทดลองปลูกพืชสามชนิดคือ ห้าผักกาดแดง ถั่ว และบีท ในสารละลายที่มีแคดเมียมเพียง 0.2 พีพีเอ็ม พบว่า การเจริญเติบโตของพืชในสารละลายเหล่านั้นลดลงไปถึง 50 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ข้าวโพดที่ปลูกในสารละลายที่มีแคดเมียมผสมอยู่ด้วย 1 พีพีเอ็ม ก็แสดงอาการเป็นพิษ เนื่องจากแคดเมียมเป็นโลหะที่เคลื่อนที่ได้ดีในพืชเมื่อเทียบกับตะกั่ว จึงถูกลำเลียงจากส่วนรากไปยังส่วนลำต้นและใบอย่างสม่ำเสมอ

PELIGARD (1986) กล่าวว่าความเป็นพิษของแคดเมียมต่อพืชเกิดจากการที่แคดเมียมไปมีผลต่อเมตาบอลิซึมของพืช ทั้งยังมีผลยับยั้งกระบวนการสังเคราะห์แสง และกระบวนการคายน้ำของพืชด้วย และยังมีผลต่อการลดปริมาณคลอโรฟิลล์ ทำให้โครงสร้างของคลอโรพลาสต์ผิดปกติ

JOHN (1972) รายงานว่าอาการผิดปกติ เนื่องจากแคดเมียมที่สังเกตได้ชัดเจนคือ

015726

เนื้อเยื่อระหว่างเส้นใบซีดเหลือง พืชบางชนิดมีใบบางลง ปลายใบม้วน ลำต้นเล็กแกรน อัตราการเจริญของรากลดลง

จากการศึกษาปริมาณแคดเมียมในผักบุ้งจีนของวิไลภรณ์ บุญญกิจจินดา (2523) พบว่า แคดเมียมจะถูกสะสมไว้ในรากของผักบุ้งจีนเป็นส่วนใหญ่ การเจริญของใบและต้นถูกยับยั้งเนื่องจากพิษของแคดเมียมรุนแรงกว่าส่วนราก ทั้ง ๆ ที่สะสมได้น้อยกว่าส่วนราก แสดงว่าใบและต้นไวต่อพิษของแคดเมียมมากกว่าราก

วรวิทย์ ชีวาภรณาภิวัฒน์ (2528) ศึกษาปริมาณของแคดเมียมในผักคะน้า โดยแยกศึกษาลำต้น และใบ ผลปรากฏว่า ปริมาณแคดเมียมในลำต้นมีค่าสูงกว่าในใบโดยเฉลี่ยในลำต้นมี 0.95 พีพีเอ็ม และในใบมี 0.45 พีพีเอ็ม

พัชราวดี สุวรรณชาดา (2529) ศึกษาปริมาณของแคดเมียมในผักคะน้าที่ปลูกด้วยกากตะกอนจากการบำบัดน้ำเสีย ผลปรากฏว่า ผักคะน้าที่ปลูกมีการดึงดูดเอาแคดเมียมมาสะสมในปริมาณเฉลี่ย 2.42 พีพีเอ็ม ซึ่งค่าการสะสมใกล้เคียงกับการสะสมในผักคะน้าที่ปลูกบนดินที่ได้รับปุ๋ยเคมี และไม่ก่อให้เกิดความเป็นพิษต่อพืช

เมื่อเทียบกับพืชทั่ว ๆ ไป MENGAL (1982) พบว่า พืชทั่ว ๆ ไปตามปกติจะมีปริมาณแคดเมียมอยู่ระหว่าง 0.1-1.0 พีพีเอ็ม จะแสดงความเป็นพิษต่อมนุษย์เมื่อบริโภคพืชที่มีปริมาณแคดเมียมมากกว่า 3 พีพีเอ็ม เป็นประจำ

ตะกั่ว

PUCKETT (1973) พบว่า ในบรรดาโลหะหนัก เมื่อเรียงความสามารถในการดูดซับของพืชจากมากไปหาน้อยตามลำดับ จะเรียงได้ดังนี้ เหล็ก > ตะกั่ว > แคดเมียม เห็นได้ว่าตะกั่วมีแนวโน้มจะถูกดูดซับโดยรากพืชได้มากรองจากเหล็ก

ZIMDAHL (1975) พบว่า ตะกั่วอยู่ในรูปที่พืชใช้ไม่ได้ และพืชจะรับธาตุตะกั่วทางรากได้เพียง 0.003-0.005 เปอร์เซ็นต์

KRAUSE (1977) ทดลองพ่นสารประกอบออกไซด์ของตะกั่วที่ไม่ละลายน้ำที่ใบของพืช พบว่า พืชสามารถดูดซับสารประกอบตะกั่วจากบรรยากาศได้ทางใบมากกว่าทางราก

JOHN (1972) พบว่า ตะกั่วมีหลายรูปแบบ ซึ่งสารประกอบของตะกั่วบางรูปละลายน้ำได้ บางรูปไม่ละลายน้ำ จากการทดลองปรากฏว่ารากพืชสามารถดูดตะกั่วได้ทั้ง 2รูป และตะกั่วในรูปคาร์บอเนตซึ่งไม่ละลายน้ำ อาจถูกเคลื่อนย้ายจากรากพืชไปยังส่วนบนของพืช นอกจากนี้ปริมาณการดูดซับตะกั่วของรากพืช ยังขึ้นกับชนิดของสารตะกั่วและอัตราการดูดซับตะกั่วของรากพืชยังแตกต่างกันไปตามชนิดของพืชอีกด้วย

JOHNES (1973) พบว่า หญ้าที่ปลูกในสารละลายของธาตุอาหารที่มีตะกั่วเจือปนจะมีตะกั่วในต้นเพียง 0.2-58.4 พีพีเอ็มของน้ำหนักแห้ง ส่วนรากมีถึง 5.5-5,310 พีพีเอ็ม ของน้ำหนักแห้ง ส่วนปริมาณตะกั่วที่ถูกดูดซับขึ้นสู่ลำต้นนั้น ส่วนใหญ่จะเกาะติดกับผนังเซล และจะไปกระจายในไซโตปลาสซึม ตะกั่วบางชนิดสามารถแทรกผ่านผนังของคลอโรพลาสต์เข้าไปจับอยู่บน

กรานาของคลอโรพลาสต์ได้ และคาดว่าตะกั่วมีผลต่อการดูดซับและการลำเลียงธาตุเหล็กของพืช อันจะมีผลรบกวนต่อการสร้างคลอโรฟิลล์ของพืช

SIMOLA (1977) พบว่า ตะกั่วจะเข้าไปสะสมในเนื้อเยื่อของพืชโดยทางราก ด้วยความเข้มข้นมากกว่าความเข้มข้นของตะกั่วในสารละลายของธาตุอาหารภายนอกรากเสมอ จากการทดลองปลูกพืชใน SAND CULTURE พบว่า พืชอาจสะสมตะกั่วเอาไว้ได้สูงถึง 2,000 พีพีเอ็ม ของน้ำหนักแห้ง โดยไม่มีอาการผิดปกติเลย

วรวิทย์ ชีวาภรณ์ภิวัฒน์ (2528) พบว่า ปริมาณตะกั่วในพืชสัมพันธ์กับปริมาณของน้ำในพืช โดยปริมาณตะกั่วจะเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณน้ำในพืชเพิ่มขึ้น เพราะพืชได้ดูดซึมเอาสารตะกั่วที่ละลายอยู่ในน้ำเข้ามาสะสมในพืช ส่วนปริมาณตะกั่วในผักคะน้าโดยแยกเป็นลำต้นและใบ พบว่าตะกั่วในลำต้นสูงกว่าในใบ มีค่าเฉลี่ย 25.6 พีพีเอ็ม และ 14.8 พีพีเอ็ม ตามลำดับ

พัชราวดี สุวรรณชาดา (2529) พบว่า ผักคะน้าที่ปลูกในกากตะกอนนั้นมีปริมาณตะกั่วสะสมในส่วนต่าง ๆ ของผักคะน้าโดยเฉลี่ยพบปริมาณตะกั่ว 10.85 พีพีเอ็ม ผักคะน้าสามารถทนความเป็นพิษของตะกั่วในรูปที่ละลายน้ำได้ดีโดยไม่กระทบกระเทือน ความสามารถในการเจริญเติบโตได้ถึง 100 พีพีเอ็ม จากการศึกษาของอรวรรณ ศิริรัตน์พิริยะ (2525) พบว่า ปริมาณตะกั่วในใบคะน้าจากพื้นที่เกษตรกรรมอยู่ในช่วง 9.78-23.61 พีพีเอ็ม จะเห็นได้ว่าค่าตะกั่วสะสมที่พบในผักคะน้ายังอยู่ในช่วงที่ยังอยู่ในช่วงที่ยังไม่เกิดพิษต่อผักคะน้า

แมงกานีส

แมงกานีสเป็นจุลธาตุอาหารธาตุหนึ่งของพืช จากรายงานการตรวจสอบพบธาตุแมงกานิสในพืชและสัตว์ UNDERWOOD (1971) พบว่า แมงกานีสเป็นส่วนประกอบสำคัญของเอ็นไซม์บางชนิดที่ใช้ในการรีดิวส์ไนเตรต

HODGESON (1965) พบว่า แมงกานีสสามารถรวมตัวเป็นสารประกอบเชิงซ้อนกับอินทรีย์วัตถุในดินได้ ซึ่งพืชสามารถดูดขึ้นไปใช้ได้

CHANEY (1982) พบว่า ปริมาณของแมงกานีสที่จะก่อความเป็นพิษต่อพืชนั้นมีค่าเฉลี่ยมากกว่า 500 พีพีเอ็ม

พัชราวดี สุวรรณชาดา (2529) พบว่า ผักคะน้าที่ปลูกในกากตะกอนมีปริมาณแมงกานีสเฉลี่ย 239.87 พีพีเอ็ม

REILLY (1980) พบว่า การเกิดพิษของแมงกานิสต่อมนุษย์นั้น เกิดจากการได้รับแมงกานีสทางระบบหายใจมากกว่าอาหาร ซึ่งเป็นโลหะที่มีพิษน้อย เมื่อพิจารณาในแง่ของการบริโภค

เหล็ก

สำหรับพืชทั่ว ๆ ไปของปริมาณเหล็กสะสม WINTON (1935) รายงานถึงปริมาณเหล็กสะสมในส่วนที่กินได้ของผักกระหล่ำปลี มีค่าเฉลี่ยประมาณ 132 พีพีเอ็ม REILLY (1980) พบว่าพืชผักใบเขียวทั่ว ๆ ไป มีปริมาณเหล็กอยู่ระหว่าง 0.4-18.00 พีพีเอ็ม ส่วน MENGAL (1982) พบว่า ปริมาณเหล็กในพืชทั่ว ๆ ไป เฉลี่ย ประมาณ 100 พีพีเอ็มของน้ำหนักแห้ง

CHANEY (1982) รายงานว่า ปริมาณเหล็กซึ่งอยู่ในระดับที่พืชสามารถเจริญเติบโตได้อยู่ในช่วง 30-300 พีพีเอ็ม

พัชราวดี สุวรรณธาดา (2529) พบปริมาณธาตุเหล็กในผักคะน้าที่ปลูกในกากตะกอนโดยเฉลี่ยประมาณ 195.48 พีพีเอ็ม

1.9 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.9.1 เพื่อศึกษาการปลูกผักคะน้าโดยวิธีปลูกพืชในน้ำด้วยน้ำเสียบึงมักกะสัน

1.9.2 เพื่อวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในเนื้อเยื่อผักคะน้า และในน้ำ

1.9.3 เพื่อประเมินปริมาณโลหะหนักบางชนิดที่ตกค้างในผักทดลอง

1.10 ขอบเขตการศึกษา

1.10.1 วัสดุที่ใช้ปลูกได้แก่ น้ำเสียบึงมักกะสัน และพืชที่ใช้คือ ผักคะน้า

1.10.2 น้ำที่ใช้ในการศึกษาทดลองเพื่อการเพาะปลูกคือ น้ำเสียจากบึงมักกะสัน และน้ำเสียบึงมักกะสันผสมปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-16 ในอัตราส่วนต่าง ๆ กัน

1.10.3 ปัจจัยคุณภาพน้ำที่ทำการศึกษาได้แก่ พีเอช การนำไฟฟ้า NH_4-N NO_3-N P K Mg Cd Fe Mn และ Pb

1.10.4 ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อเยื่อผักคะน้าได้แก่ NH_4-N NO_3-N P K Mg Cd Fe Mn และ Pb

1.10.5 การทดลองปลูกผักคะน้า โดยใช้น้ำเสีย และน้ำเสียผสมปุ๋ยเปรียบเทียบกับน้ำควบคุมที่เป็นสารละลายมาตรฐาน ทดลองในสภาพกึ่งโรงเรือนของภาคพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.11 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ผลของการศึกษาวิจัยนี้คาดว่าจะเป็นประโยชน์ คือ

1.11.1 ได้แนวทางปฏิบัติ ในการนำน้ำเสียจากบึงมักกะสันมาปลูกผักคะน้า ซึ่งถูกสุขลักษณะในการบริโภค โดยไม่ต้องใช้ปุ๋ย เป็นการลดค่าใช้จ่ายในการปลูกพืช รวมทั้งเป็นการลดปัญหาการเน่าเสียของน้ำด้วย

1.11.2 ได้ข้อมูลพื้นฐานในการประยุกต์เพื่อการเกษตร โดยใช้บึงมักกะสันเป็นแหล่งปลูกพืชเพื่อการบริโภค

รูป 1.6 บึงมักกะสัน

รูป 1.7 สภาพทั่วไปของบึงมักกะสัน