หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ ๑

บทนำ

๑.๑ ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ประเทศไทยเป็นประเทศกสิกรรม ซึ่งอยู่ในระหว่างการพัฒนามีประชากรประมาณ ๔๕ ล้านคน อาศัยอยู่ตามเมืองใหญ่ ๆ ประมาณ ๖ ล้านคน นอกนั้นอาศัยอยู่ตามหมู่บ้านเล็ก ๆ กระจายอยู่ทั่วไปในชนบทของประเทศ สิ่งที่จำเป็นสำหรับการครองชีพและการพัฒนาชุมชน คือ น้ำกิน น้ำใช้ น้ำเพื่อการเกษตร

ถ้าเราเดินทางไปชนบทในหน้าแล้ง จะพบว่าพืชต่าง ๆ มิได้เขียวชะอุ่มเหมือนฤดูฝน บางแห่งเหี่ยวเฉาตาย สาเหตุก็คือ พืชเหล่านั้นขาดน้ำที่จะใช้ละลายอาหารในดินให้พืชดูดไปเลี้ยงลำต้น

ประชาชนบางท้องถิ่นที่ขยัน จะทำการปลูกผักสวนครัวในหน้าแล้งโดยการหาบน้ำจากลำธาร ห้วยหนอง คลองบึง บ่อ ซึ่งอยู่ใกล้บ้าน หรือหาบน้ำมารดผักเป็นระยะทางไกลถึง ๑๐๐ เมตร ทั้งนี้เป็นเพราะยังมีความจำเป็นจะต้องปลูกพืชเพื่อช่วยเศรษฐกิจของครอบครัว

ปัจจุบัน การใช้น้ำอย่างประหยัด และถูกหลักวิชา จำเป็นจะต้องศึกษากันอย่างจริงจัง เพราะราคาของน้ำได้ทวีความสำคัญต่อการลงทุนของการผลิตอย่างมาก การนำน้ำจากแหล่งน้ำชลประทานมายังแปลงเพาะปลูกให้ทั่วถึง จะต้องลงทุนอย่างมาก ซึ่งประเทศที่กำลังพัฒนาทุกด้าน อย่างประเทศไทยย่อมทำไม่ได้รวดเร็วและแพร่หลาย

การขยายตัวของเมืองต่าง ๆ เป็นเหตุให้พื้นที่เพาะปลูกที่อุดมสมบูรณ์ เช่น บริเวณรอบ ๆ กรุงเทพฯ ลดลงเรื่อย ๆ ดินและน้ำที่มีอยู่ จึงเป็นสิ่งที่จะต้องสนใจเป็นพิเศษ ถ้าหากไม่มีวิธีใช้น้ำและพื้นที่อันจำกัดนี้ให้มีประสิทธภาพมากที่สุดแล้ว ย่อมจะเกิดปัญหาการขาดแคลนน้ำขึ้นอย่างมากในอนาคตอันใกล้นี้ ในด้านการเกษตรอาจจะต้องปรับปรุงวิธีการให้น้ำแก่พืช ให้มีประสิทธิภาพมากที่สุดได้

การชลประทานในประเทศไทย ส่วนมากเป็นการชลประทานแบบผิวดิน (Surface Irrigation) ซึ่งรู้จักกันมาหลายพันปีแล้ว ประสิทธิภาพของการชลประทานแบบนี้ต่ำมาก เกิดปัญหาเรื่องน้ำเจิ่ง (Water Logging) ปัญหาเรื่องการสะสมของเกลือ ฯลฯ ในประเทศที่พัฒนาแล้วได้เริ่มเปลี่ยนวิธีการให้น้ำแก่พืชเสียใหม่ โดยเริ่มที่สหรัฐอเมริกา ในปี พ.ศ. ๒๔๖๓ – ๒๔๘๓ ใช้การชลประทานแบบฝนโปรย (Sprinkler irrigation) แบบง่าย ๆ เช่นแบบ Impact Type Rotating Sprinklers แต่ไม่สู้จะแพร่หลายนัก จนถึงปี พ.ศ.๒๔๘๕ อุตสาหกรรมท่ออลูมิเนียมได้ก้าวหน้ามากขึ้น การชลประทานแบบฝนโปรยจึงเป็นที่ยอมรับ และใช้กันอย่างกว้างขวาง การชลประทานแบบนี้มีข้อจำกัดอยู่ที่ คือ ราคาแพง อาศัยพลังงานไฟฟ้า หรือน้ำมันเชื้อเพลิง ซึ่งมีราคาไม่แน่นอน การให้น้ำไม่สม่ำเสมอในที่โล่งแจ้ง มีลมแรง และมีการสูญเสียน้ำเนื่องจากการระเหยและน้ำซึมผ่านดินตรงบริเวณที่ไม่มีรากพืช ในปี พ.ศ. ๒๔๐๓ แนวความคิดที่จะให้น้ำแก่รากพืชโดยตรง เรียกว่าการชลประทานแบบน้ำหยด (Drip Irrigation) โดยได้มีการทดลองส่งน้ำให้กับพืชในท่อใต้ดิน (Tile drainage) ขึ้นในประเทศเยอรมัน ฝรั่งเศส และรัสเซีย การชลประทานแบบน้ำหยดที่ใช้ในปัจจุบันนี้เริ่มต้นที่ประเทศอังกฤษ ประมาณ พ.ศ. ๒๔๘๓ โดยให้น้ำและปุ๋ยพร้อมกัน ทดลองในเรือนกระจก และได้รับการพัฒนาวิธีการอย่างจริงจังในปี พ.ศ.๒๔๙๓ – ๒๕๐๓ ที่ประเทศอิสราเอล การชลประทานแบบน้ำหยดยังมีข้อจำกัดอยู่อย่างมากในเรื่องที่ต้องใช้พลังงาน ในเรื่องพื้นที่ทำการเพาะปลูก และอื่น ๆ

แนวความคิดที่จะปลูกพืช ใช้น้ำอย่างประหยัด โดยมิต้องใช้ดิน หรือปลูกพืชไร้ดิน หรือการปลูกพืชโดยวิธีไฮโดรโพนิค (Hydroponic plant) จึงได้รับความสนใจ ประมาณปี พ.ศ. ๒๔๗๒ ได้มีการรายงานผลการทดลองของ Dr. W.F. Gericke แห่งมหาวิทยาลัยแคลิฟอเนีย ออกมาเผยแพร่ การปลูกพืชแบบนี้ การทำโดยการส่งสารละลายไปยังรากของต้นพืชโดยตรง ซึ่งเหมาะสำหรับในฤดูที่มีน้ำขาดแคลน ในบริเวณที่มีพื้นที่จำกัด อาจจะปลูกกลางแจ้ง ในร่ม บนดาดฟ้าอาคาร สวนหลังบ้าน ในทะเลทราย หรือในที่อื่น ๆ ที่ปลูกพืชโดยวิธีธรรมดาไม่ได้ ด้วยการใช้ปุ๋ย และน้ำอย่างประหยัด เนื่องจากการขยายตัวของเมืองต่าง ๆ เป็นเหตุให้เนื้อที่ทำการเพาะปลูกลด

ลงเรื่อย ๆ ดังทราบแล้วนั้น การปลูกพืชโดยวิธีไฮโดรโพนิค มีอุปกรณ์ที่มีน้ำหนักเบา คือไม่เกิน ๕๐ กิโลกรัมต่อตารางเมตร สามารถใช้ที่ว่างในเมือง หรือบนดาดฟ้าตึกสูงให้เป็นที่เพาะปลูกได้ การปลูกพืชไร้ดินสามารถให้ผลผลิตสูง คือประมาณ ๑๐ – ๒๐ เท่าของการปลูกพืชบนดิน

ถึงแม้จะแก้ปัญหาเรื่องพื้นที่เพาะปลูก แต่ความสำคัญอยู่ที่ความต้องการน้ำของพืชด้วย ถ้าทราบความต้องการของพืชแต่ละชนิด แต่ละวัน แต่ละครั้ง ระยะไหนควรให้น้ำ กี่ครั้งต่อวันได้อย่างถูกต้อง ก็จะเป็นสถิติที่สำคัญ สำหรับการนำไปใช้ในการจัดระบบการใช้น้ำให้มีประสิทธิภาพสูงสุดได้

๑.๒ รายงานเอกสารการปลูกพืชโดยวิธีไฮโดรโพนิค

๑.๒.๑ หลักทั่วไปของการปลูกพืชโดยวิธีไฮโดรโพนิค

ไฮโดรโพนิค (Hydroponic) คือการปลูกพืชโดยไม่ต้องใช้ดิน คำว่า 'Hydroponic' มาจากคำกรีก สองคำได้แก่ Hydro (water) และ ponos (Labour หรือ Worker) Dr. Gericke (พ.ศ. ๒๔๗๒) เป็นผู้นำเอาคำนี้มาใช้เป็นครั้งแรก และมีความหมายตามตัวอักษรว่า 'water - working' การปลูกพืชโดยวิธีนี้ มีชื่อเรียกหลายอย่างเช่น Soil-less culture, Nutriculture, Aggregate culture หรือ Chemiculture แต่ชื่อที่ใช้กันแพร่หลายและใช้ได้เหมาะสม คือ ไฮโดรโพนิค (Hydroponics)(๓๑)

การปลูกพืชโดยวิธีไฮโดรโพนิคนั้น แทนที่พืชจะสร้างระบบรากเพื่อส่งไปหาธาตุอาหารในดิน เรามีการนำเอาสารละลายธาตุอาหารที่พืชต้องการมาให้พืชโดยผ่านท่อส่งสารละลายเช่นท่อยาง ท่อPVC หรือนำเอารากของพืชจุ่มลงในสารละลายธาตุอาหาร พืชจะเจริญเติบโตเร็ว ได้ธาตุอาหารเต็มที่ ธาตุอาหารที่ใช้ก็หาง่าย สารละลายจะผสมด้วยแร่ธาตุต่าง ๆ ที่พืชต้องการอย่างครบถ้วน เกษตรกรอาจจะผสมเองหรือหาซื้อจากที่เขาผสมไว้ขายก็ได้(๒๗)

๑.๒.๒ ประวัติและวิวัฒนาการการปลูกพืชแบบไฮโดรโพนิค

วิธีนำสารละลายธาตุอาหารไปสู่รากของต้นพืชโดยตรงได้มีมาก่อนสมัย Aristotle โดยเชื่อกันว่า Theophastus (๓๗๒ – ๒๘๗ B.C) เป็นผู้ทดลอง

ปลูกพืชโดยวิธีนี้ แต่ไม่ได้มีการบันทึกผลการทดลองไว้เป็นหลักฐาน (๒๘) ต่อมาในปี ค.ศ. ๑๖๔๙ ชาวอังกฤษชื่อ Woodward ได้ทดลองปลูกพืชโดยวิธีนี้และได้รายงานไว้ โดยใช้สารละลายผสมธาตุอาหารให้แก่พืช แต่เนื่องจากยังขาดอุปกรณ์และสารเคมีอยู่มาก การทดลองจึงไม่ได้ผลก้าวหน้าเท่าที่ควร (๓๕)

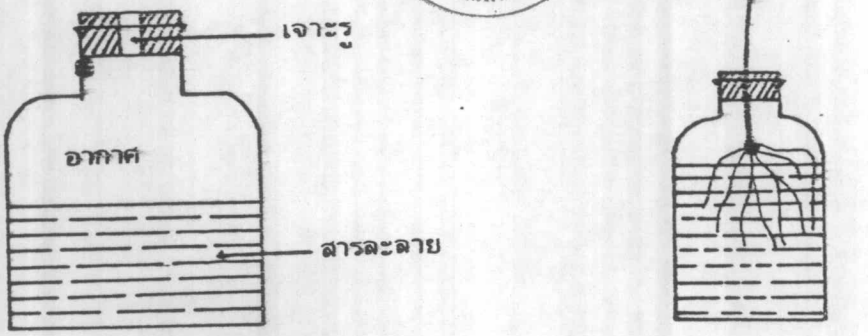
ในศตวรรษที่ ๑๘ – ๑๙ ได้มีการค้นคว้าวิจัยกันอย่างจริงจัง ทำให้มีผลต่อการทดลอง ผสมธาตุอาหารของพืช และสามารถนำมาทดลองใช้กับพืชก้าวหน้ายิ่งขึ้น ในระหว่างปี ค.ศ. ๑๘๕๔ – ๑๘๖๕ Sachs (๑๘๖๐) Knop (๑๘๖๑–๕) ได้มีการทดลองจนสามารถทำให้พืชเจริญเติบโตในสารละลายได้ อุปกรณ์ที่ใช้ทดลองประกอบด้วย ขวดบรรจุสารละลายไว้ประมาณครึ่งขวด นอกนั้นมีอากาศอยู่ภายใน ที่จุกขวดเจาะช่องไว้ให้ต้นพืชเจริญเติบโต (๓๑) (รูปที่ ๑.๑)

การทดลองที่ได้ผลสำเร็จและก้าวหน้าที่สุดได้แก่การทดลองของ Dr. W.F. Gericke แห่งมหาวิทยาลัยแคลิฟอเนียร์ โดยทดลองปลูกพืชในอ่างที่บรรจุสารละลายไว้ตอนล่าง ถัดจากชั้นสารละลายจะเป็นชั้นอากาศ ชั้นบนสุดจะเป็นทรายหรือกรวด ใช้มะเขือเทศเป็นพืชที่ทำการทดลอง (รูปที่ ๑.๒)แนวความคิดและวิธีทดลอง Dr. W.F. Gericke ได้แพร่หลายไปยังนักวิชาการของมหาวิทยาลัย Illinois, Ohio, และ Purdue และขยายออกไปยังประเทศแคนาดา อังกฤษ และประเทศยุโรป อื่น ๆ (๒๙)

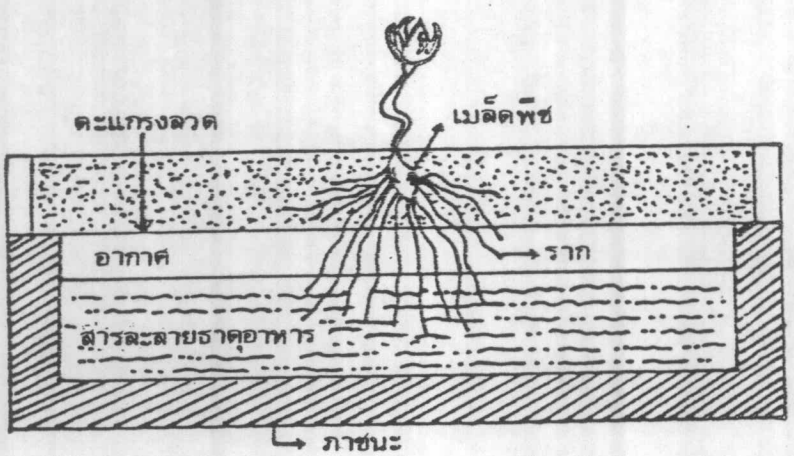
หลังจากสงครามโลกครั้งที่ ๒ กองทัพบกสหรัฐอเมริกาได้ขยายการปลูกพืชโดยวิธีไฮโดรโพนิคออกไปจนมีพื้นที่ ๕๕ เอเคอร์ เพื่อปลูกผักสวนครัวขึ้นที่ Chofu Island ในประเทศญี่ปุ่น ที่อเมริกาใต้ก็ได้มีการปลูกมะเขือเทศโดยวิธีเดียวกันในทะเลทราย Oranjemund ได้ผลดี (๒๘) และผลผลิตต่อเอเคอร์ มีปริมาณมากขึ้นถึง ๑๐ เท่า เช่น การทดลองปลูกมะเขือเทศของ Dr. W.F. Gerike ได้ ๑๕๐,๐๐๐ ปอนด์ต่อเอเคอร์ ซึ่งปลูกโดยวิธีธรรมดา จะได้ประมาณ ๒๒,๐๐๐ ปอนด์ต่อเอเคอร์ (๓๑)

เริ่มตั้งแต่ปี ค.ศ. ๑๙๔๕ เป็นต้นมาได้มีการพัฒนาวิธีการปลูกพืชโดยวิธีไฮโดรโพนิค เพื่อการค้าและการอุตสาหกรรม เช่นที่ Illinios, Ohio ,

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่๑.๑ อุปกรณ์ทดลองการปลูกพืชโดยวิธีไฮโดรโพนิค โดย Sachs และ Knop



รูปที่ ๑.๒ อุปกรณ์ทดลองไฮโดโพนิคครั้งแรกของ Dr.Gerick

California , Mexico และอเมริกาใต้ที่ New York ชาวเมืองได้มีการปลูกพืชโดยวิธีไฮโดรโพนิก เพื่อใช้บริโภคภายในครอบครัว และเป็นงานอดิเรกหรือที่เรียกว่าสวนครัวลอยฟ้า (Skyscraper gardening) และมีรายงานว่าทั้งสหรัฐอเมริกาได้มีการทำสวนครัวลอยฟ้ามีถึง ๑,๐๐๐,๐๐๐ ครอบครัว(๒๘)

การปลูกพืชโดยวิธีไฮโดรโพนิกนี้ได้แพร่หลายไปทั่วโลก และที่สำคัญได้มีการรวมตัวของผู้สนใจมีทั้งนักวิทยาศาสตร์และวิศวกร ขึ้นในปี ค.ศ. ๑๙๕๕ เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและเอกสารต่าง ๆ กลุ่มบุคคลเหล่านี้เรียกว่า International Working Group on Soilless Culture (I.W.O.S C) จำนวนสมาชิกจากทั่วโลกถึง ๒๓๔ คน (๑๙๗๘) จากปี ค.ศ. ๑๙๕๕ – ๑๙๘๐ ได้มีการพบปะกันเพื่อแลกเปลี่ยนประสบการณ์ในระดับชาติแล้ว ๕ ครั้ง การประชุมครั้งที่ ๕ (Fifth International Congress on Soilless Culture) จัดขึ้นที่ Wageningen ประเทศเนเธอแลนด์ ระหว่างวันที่ ๑๘ – ๒๔ พ.ศ. ๒๕๒๓(๓๘)

ที่เมืองกิลสตัน รัฐควีนแลนด์ ประเทศออสเตรเลีย มีชาวสวนผัก ชื่อนายจอฟฟรีย์ รัสเซลล์ ได้ใช้วิธีไฮโดรโพนิกปลูกผัก ให้สารละลายธาตุอาหารผ่านไปบนร่องสังกะสีลูกฟูก บนแผ่นสังกะสีจะมีสังกะสีแผ่นเรียบวางอยู่เจาะรูที่แผ่นบน ให้ตรงกับร่องลูกฟูกเบื้องล่าง แล้วนำกล้าผักกาดหอมสอดไว้ มันจะเติบโตโดยรากของมันจะผ่านไปยังร่องลูกฟูกที่น้ำผสมปุ๋ยขังอยู่ รากที่แช่ในน้ำผสมปุ๋ยจะดูดปุ๋ยได้อย่างเต็มที่ การเก็บผักกาดหอมที่เจริญเติบโตได้ที่แล้วทำได้โดยเพียงแต่ยกแผ่นสังกะสีแผ่นเรียบข้างบนเท่านั้น วิธีการแบบนี้ เป็นวิธีที่ประหยัด ลดการใช้แรงงาน และสิ้นเปลืองสารเคมีธาตุอาหารน้อยที่สุด นอกจากนี้ยังพบว่า อัตราการระเหยของน้ำก็ลดน้อยลงมากด้วย

ประเทศสิงคโปรเป็นอีกประเทศหนึ่งที่พัฒนาการปลูกพืชไฮโดรโพนิค โดยมีหน่วยงานรับผิดชอบศึกษาความเป็นไปได้ และทดลองการปลูก งานนี้เริ่มมาตั้งแต่ปี ค.ศ. ๑๙๗๐ คือ The Agriculture Division of Primary Production Department และมีแปลงทดลองถึง ๔๐ เอเคอร์ ตั้งอยู่ที่ถนน Bah Soop Pah Rd. และในปี ๑๙๗๓ หน่วยงานนี้ได้ขยายการแนะนำวิธีการปลูก และอุปกรณ์ไปสู่

หน่วยทหารต่าง ๆ เพื่อสะดวกต่อการจัดหาผักสดสำหรับให้ทหารรับประทาน[๓๔] (รูปที่ ๑.๓)

Sholto Douglas (๑๙๗๖) ได้พบว่าการปลูกพืชโดยวิธีนี้ ได้ผลดีมาก สำหรับพืชที่มีรากตื้น เช่นมะเขือเทศ ถั่วต่าง ๆ แตงกวา ผักต่าง ๆ ผักกาดหอม และพริกเป็นต้น พืชที่มีหัว เช่น มันเทศ ถั่วลิสง มันฝรั่ง ไม่แนะนำให้ปลูก เพราะมีที่ไม่พอสำหรับหัวลง แต่เหมาะสำหรับพืชที่มีหัวเล็ก เช่น หอมเล็กและเรดีช ยาสูบ และองุ่น ก็เหมาะที่จะปลูกโดยวิธีนี้ และถ้าจะนำวิธีไปใช้สำหรับเพาะกล้าต้นไม้ต่าง ๆ จะดีที่สุด[๒๗]

๑.๒.๓ ภาชนะที่ใช้ปลูก

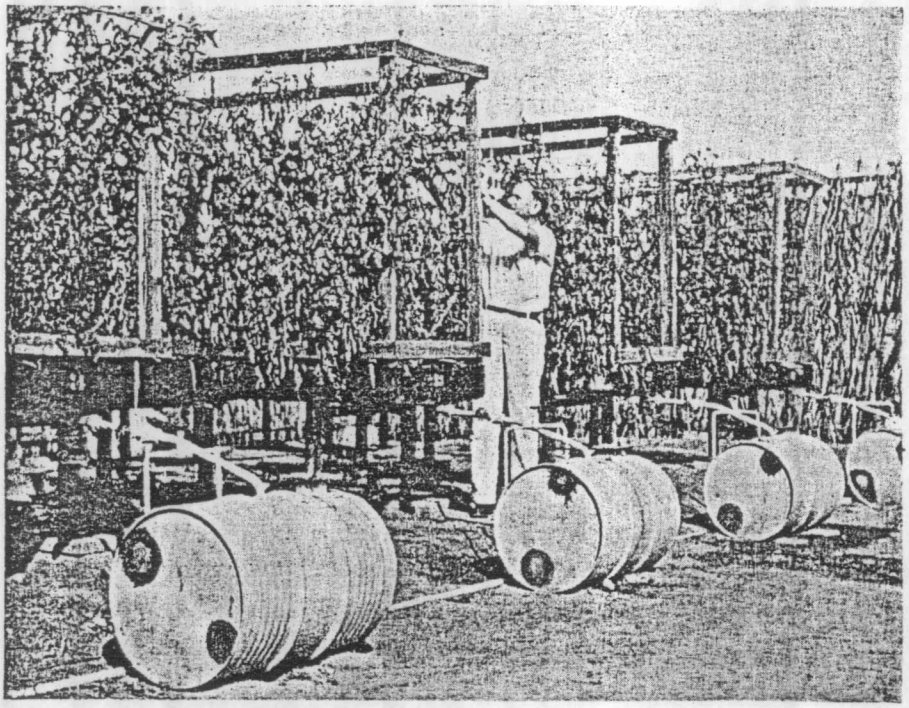
ภาชนะที่รองรับที่ปลูกพืชไฮโดรโพนิค ควรจะหาได้ในท้องถิ่น หรือท้องตลาด เช่น อ่างอาบน้ำที่ไม่ใช้แล้ว ถังน้ำมันผ่าซีก ยางรถยนต์ผ่าซีก กระป๋องใส่นม ท่อดิน เหนียวเผา สังกะสีมุงหลังคา ลูกฟูก กระเบื้องลอนคู่ ไม้ไผ่หรืออาจจะสร้างรางปลูกจากท่อ PVC ก็ได้แต่จะต้องมีความลึกพอที่จะให้รากของพืชงอก วัตถุที่นำมาทำภาชนะสำหรับปลูกจะต้องไม่มีพิษสำหรับพืช เช่น ไม่เคลือบด้วยตะกั่ว นอกจากของเหล่านั้นจะทาด้วยสีหรือวานิชเสียก่อน ที่กันภาชนะจะต้องเจาะรูหรือช่องเพื่อใช้ถ่ายสารละลายธาตุอาหารของพืช ออกครั้งคราว (รูปที่ ๑.๔)

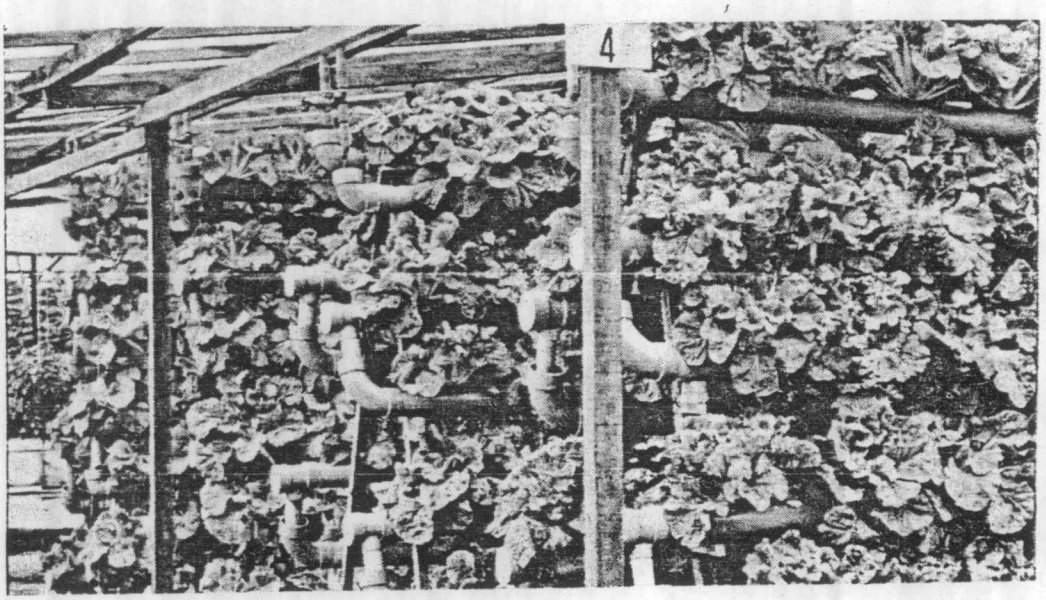
๑.๒.๔ เครื่องปลูก

เพื่อให้พืชเจริญเติบโตเป็นปกติก็จะต้องมีเครื่องปลูก ซึ่งควรจะเป็นวัสดุที่หาได้ง่าย ราคาถูก หรือไม่ต้องใช้เงินเลย ต้องเป็นวัสดุที่ไม่เป็นพิษต่อพืช รากของพืชสามารถเกาะยึดได้ เก็บความชื้นได้พอที่รากของพืชจะดูดน้ำเข้าไปได้ วัสดุที่เหมาะสมได้แก่ วัสดุหยาบ (Aggregate) เช่นก้อนหินเล็ก ๆ ทรายหยาบ อิฐหัก ถ่านไม้ เศษไม้สับเป็นชิ้น ๆ สั้น ๆ กระเบื้องกับกรวด ขี้เลื่อย ท่อนพลาสติก เป็นต้น

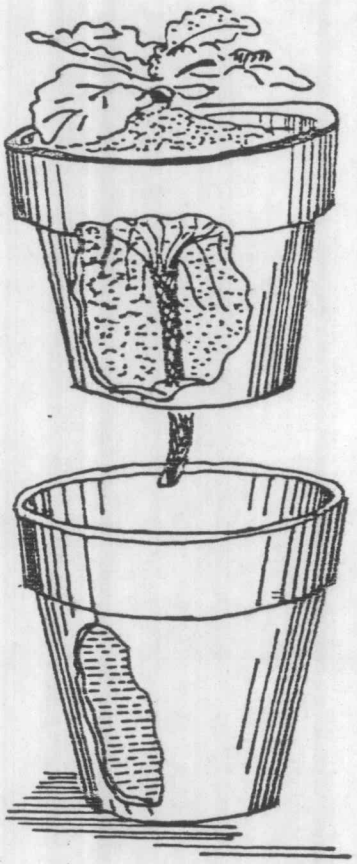
๑.๒.๔.๑ วัสดุหยาบ (Aggregate)

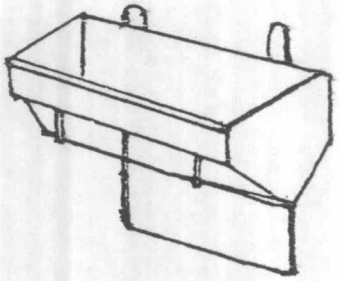
ประกอบด้วยก้อนหิน ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางระหว่าง $\frac{1}{4}$ นิ้ว ถึง $\frac{1}{8}$ นิ้ว หรือทรายขนาดประมาณ $\frac{1}{20}$ นิ้ว ถึง $\frac{1}{10}$ นิ้ว ควรเป็นทรายแม่น้ำ หรือเป็นทรายที่ใช้ก่อสร้างทั่วไปก็ได้ ไม่ควรมีเปลือกหอยหรือหินปูนปนมากนัก เมื่อผสมกับน้ำสะอาดแล้วหา pH ควรจะได้น้ำเป็นกลางคือ pH = ๗ การทดสอบว่า ทรายมีหินปูนปนอยู่หรือไม่



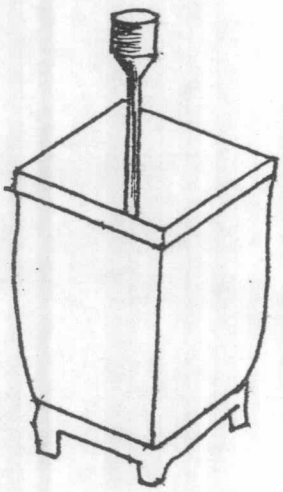


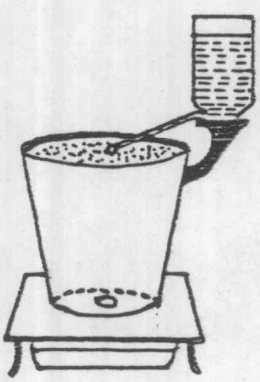
รูปที่ ๑.๓ การปลูกพืชโดยวิธีไฮโดรโพนิคที่ทำเป็นอุตสาหกรรม

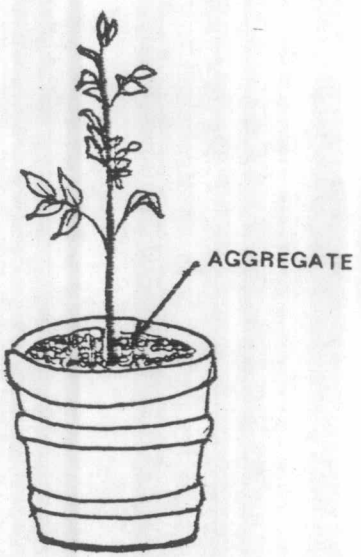




WINDOW BOX







BUSHEL BASKET

รูปที่ ๑.๔ ภาชนะต่าง ๆ ที่ใช้สำหรับปลูกพืชโดยวิธีไฮโดรโพนิค

ทำได้ง่าย ๆ โดยนำทรายใส่ในขวดประมาณ ๑ ใน ๔ และเติม Hydrochloric acid ลงไปในขวด ในปริมาณเท่ากัน ถ้ามีหินปูนจะเกิดฟองขึ้นมาก

๑.๒.๔.๒ เฟอรมิคูไลต์ (Vermiculite)

วัสดุนี้ประกอบแร่ Mica ได้มาจากเหมืองในอเมริกาใต้ และสหรัฐอเมริกา ทนไฟ เป็นสารที่มีความเฉื่อยโดยสมบูรณ์ สารละลายมีความเป็นกลาง ถ้าสารละลายผ่าน Vermiculite pH เกิน๔ไม่ควรใช้เพื่อเตรียมสำหรับเป็นเครื่องปลูก จะต้องย่อยให้ขนาด ๑/๔ นิ้ว แล้วนำไปเผาที่อุณภูมิ ๒,๐๐๐°F เมื่อผ่านการเผาเรียกว่า exfoliation จะขยายตัวประมาณ ๒๐ เท่าของความหนา จะเกิดช่องอากาศขึ้นเป็นร่อย ๆ น้ำหนักประมาณ ๗ ปอนด์ ต่อลูกบาศก์ฟุต ถ้าจมอยู่ในน้ำจะมีช่องว่างสำหรับอากาศเพื่อให้รากพืชได้หายใจ ราคาค่อนข้างจะแพงเมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุปลูกชนิดอื่น

๑.๒.๔.๓ เฟอรไรต์ (Ferlite)

เฟอรไรต์ มีส่วนผสมของโซเดียมโปเตสเซี่ยม อลูมิเนียม ซิลิเกต ใช้เป็นวัสดุปลูกโดยทั่วไปในสหรัฐอเมริกา โดยผ่านความร้อน สูงถึง ๑,๗๐๐°F เกิดฟองและเป็นรูขึ้นตลอดผิว มีขนาด ๑ – ๓ มม. บดด้วยนิ้วมือจะเป็นผงละเอียด น้ำสะอาดเมื่อผ่านเฟอรไรต์ จะมีความเป็นกลาง

๑.๓ สารละลาย

การให้สารละลายธาตุอาหารไม่มีกฎเกณฑ์แน่นอนว่าควรให้บ่อยครั้งแค่ไหน จะต้องสังเกตเอาเองอย่างใกล้ชิด โดยถือหลักว่าวัสดุที่ใช้ปลูกจะต้องชุ่มอยู่เสมอ แต่ต้องไม่แฉะและจะต้องไม่แห้ง บางครั้งก็ต้องทำให้สารละลายแห้งจากระบบบ้างเพื่อรากจะได้รับอากาศอย่างเพียงพอและป้องกันการสะสมของธาตุอาหารที่เหลือเกินความต้องการตกค้างอยู่ตามเครื่องปลูก ควรใช้น้ำสะอาดล้างเครื่องปลูกบ้างตามสมควร

การผสมธาตุอาหาร ควรทำการชั่งส่วนผสมด้วยความระมัดระวัง แล้วนำมารวมกันในรูปของผงละเอียดและแห้ง ผสมให้เข้ากันดีโดยเฉพาะเมื่อผสมกับแร่ธาตุปลีกย่อย (ตามตารางที่ ค.๑)

๑.๔ ประเภทของไฮโดรโพนิค

Dudley and Charl R. (๑๙๗๘) ได้แบ่งประเภทของไฮโดรโพนิคได้ ๓ อย่าง

๑. Water culture ปลูกในน้ำ

๒. Aggregate culture ปลูกในมวลรวม

๓. Peat culture ปลูกในพีท

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

๑.๔.๑ Water culture

เป็นวิธีของ Dr. Geriche หรือเรียกว่า Solution culture ซึ่งถือว่าเป็นวิธีไฮโดรโพนิคจริง ๆ คือ หาภาชนะที่เก็บน้ำได้ เช่นกระป๋องสีหรือกระป๋องนม มีลวดตะแกรงถี่กั้นไว้ใกล้ปากกระป๋องหรือที่รองปลูก ภายในภาชนะใส่สารละลายธาตุอาหารของพืชที่จะปลูกไว้ ลวดตะแกรงหรือลวดตาข่ายจะต้องให้รากของพืชลงไปถึงสารละลายได้ บนตะแกรงใส่วัสดุช่วยยึดราก เช่นไม้แห้ง ฟางข้าว Muslin peat ระหว่างตะแกรงและสารละลายควรจะมีช่องว่างของอากาศตลอด เวลาที่ปลูกพืช จะต้องตรวจสอบระดับของสารละลาย คือถ้าระดับสูงเกินไปก็จะต้องระบายออก ถ้าน้อยไปจะต้องเพิ่มสารละลายเข้าไป และจะต้องหมั่นตรวจสอบความเป็นกรด – ด่างของสารละลายอยู่เสมอ ในการเติมสารละลายอาจจะใช้ระบบอัตโนมัติหรือจะคอยใช้แรงคนคอยเติมก็ได้ดูตามรูปที่ ๑.๑

๑.๔.๒ Aggregate culture

คือเป็นประเภทที่รากพืช จะต้องเกาะของแข็งในภาชนะบรรจุ วัสดุปลูกเป็นของแข็ง เช่น หิน กรวด หรือทราย มีหลักการง่ายใช้สูบสารละลายขึ้นสู่ถังสูง แล้วปล่อยให้สารละลายไหลลงมาตามท่อเข้าสู่ระบบซึ่งมีต้นพืช และวัสดุปลูกเตรียมไว้ เมื่อสารละลายเข้าสู่ระบบได้เต็มก็จะปิดและเปิดให้สารละลายนั้นระบายออกสู่ถังรองรับตามที่เวลาที่กำหนด เมื่อปล่อยหมดแล้ว ขอให้วัสดุปลูกได้รับอากาศแล้ว ปล่อยสารละลายเข้าสู่ระบบอีกหมุนเวียนไปตลอด หรือจะเริ่มต้นจากสูบสารละลาย จากถังเข้าสู่ระบบปลูก สารละลายจะถูกแรงดันเข้าสู่กรวดหรือหิน หรืออิฐหักที่อยู่ในเครื่องปลูก เมื่อเลิกสูบสารละลายจะไหลกลับสู่ถังบรรจุสารละลายอย่างเดิม คำว่า Aggregate

ไม่ได้หมายถึงหิน และกรวดอย่างเดียว แต่หมายถึงวัสดุอื่นที่มีคุณสมบัติอย่างเดียวกัน แต่ขนาดจะอยู่ระหว่าง $\frac{1}{16} - \frac{3}{8}$ นิ้ว ถ้าเป็นกรวดหิน จะต้องมีขนาดเล็กพอที่จะเก็บความชื้นไว้ได้ และในขณะเดียวกัน จะต้องให้น้ำสามารถระบายออกได้ดีด้วย ดูตามรูปที่ ๔

(๓) **Peat culture** ระบบการให้น้ำจะไม่ต่างกับไฮโดรโพนิคประเภทอื่น นอกจาก เครื่องปลูกใช้พวกอินทรีย์สาร **organic** ซึ่งมีความเฉื่อยต่อการทำปฏิกริยา และเครื่องปลูกตามวิธีนี้ มิได้หมายเฉพาะ **peat** อย่างเดียวอาจเป็นพวกถ่านหินลิอไนท์ หรือ **organic** อื่น ๆก็ใช้ได้

๑.๕ พืชที่สามารถปลูกโดยวิธีไฮโดรโพนิค

พืชที่นำมาปลูกโดยวิธีไฮโดรโพนิค ที่ได้ผลแล้วคือ

ถั่วต่าง ๆ	ผักกาด	มันเทศ
พริก	แตงกวา	กระเทียม
บีทหัว	มะเขือเทศ	องุ่น
กะหล่ำปลี	คะน้า	ฯลฯ
คะน้าดอก	ผักกาดหอม	
แครรอท	ข้าวโพด	
สตรอเบอรี่	ต้นหอม	

๑.๓ รายงานเอกสารการให้น้ำแบบหยดน้ำ

๑.๓.๑ หลักทั่วไปของการชลประทานแบบหยดน้ำ

การชลประทานแบบหยดน้ำ เป็นระบบการให้น้ำแก่ต้นพืชในบริเวณดินที่โคนต้นพืชโดยตรง ในช่วงเวลาและปริมาณน้ำที่เท่ากับความต้องการ น้ำของพืช ได้อย่างสม่ำเสมอ ด้วยจำนวนที่ละน้อยโดยรักษาความชื้นในดินที่พืชสามารถนำน้ำไปใช้ได้สะดวก (**Field capacity**) ระบบชลประทานแบบหยดน้ำนี้ จะต้องใช้ท่อส่งน้ำเป็นจำนวนมาก โดยมากจะใช้เป็นท่อ **PVC** หรือ **Polyethylene** วางไว้ระหว่างต้นพืชบนผิวดิน มีส่วนประกอบสำคัญคือ ส่วนจ่ายน้ำ (**head unit**) ท่อประธาน

(main line) และส่วนปล่อยน้ำ (drip lines with emitters)

ส่วนจ่ายน้ำ อยู่ใกล้กับแหล่งน้ำ ประกอบด้วย สูบน้ำ มาตรวัดปริมาณน้ำ ที่ปรับระดับความดันและอุปกรณ์ใส่ปุ๋ย

ส่วนท่อประธาน ส่วนจ่ายน้ำไปยังพื้นที่เพาะปลูก ควรเป็นท่อไม่เป็นสนิม เช่น PVC เพื่อป้องกันอุดตัน

ส่วนปล่อยน้ำ เป็นส่วนที่นำน้ำไปปล่อย บริเวณโคนต้นพืช และให้น้ำซึมลงรากพืช โดยแรงโน้มถ่วงของโลกเท่านั้น ส่วนปล่อยน้ำนี้จะต้องสามารถปรับปริมาณน้ำที่ปล่อยได้อย่างดี ดูรูปที่ ๑.๕

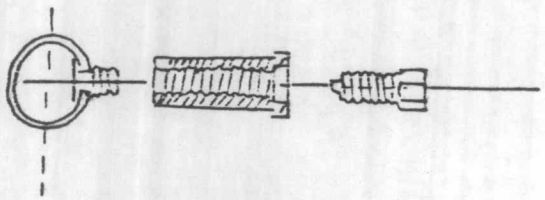
๑.๓.๒ ประวัติและวิวัฒนาการการชลประทานแบบหยดน้ำ

การชลประทานแบบหยดน้ำ ได้เริ่มต้นและวิวัฒนาการมาจาก การชลประทานแบบส่งน้ำใต้ดิน (Sub-irrigation) ได้มีการทดลองครั้งแรกในประเทศเยอรมันนี ใน ค.ศ. ๑๘๖๐ โดยใช้ท่อดินเหนียวสั้น ๆ ต่อกัน และเปิดรอยต่อไว้ มีวัสดุกรองคลุมรอยต่อ ปรากฏว่าได้ผลผลิตเพิ่มเป็นสองเท่า (๒๕)

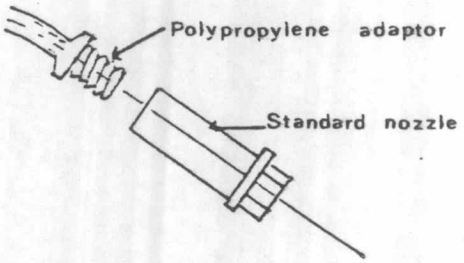
ในประเทศสหรัฐอเมริกา ได้มีการทดลองครั้งแรกในปี ค.ศ. ๑๙๑๓ โดยระบบท่อเป็นแบบฝังใต้ดิน และจ่ายน้ำโดยตรงบริเวณรากพืช ผลปรากฏว่าเป็นวิธีที่แพงเกินไปสมัยนั้น (๒๔)

ในปี ค.ศ. ๑๙๒๐ ในประเทศเยอรมันนีได้มีการทดลองฝังท่อเจาะรูโดยรอบ (Perforated pipe) ในเขตรากพืช และใช้ได้ผลดี และได้มีการทดลองดังกล่าวในประเทศฝรั่งเศสเช่นกัน เพื่อพัฒนาระบบท่อ และได้มีการนำไปใช้ในหลายประเทศ เช่น เนเทอรแลนด์ สหรัฐและอังกฤษ และสหรัฐอเมริกาเองได้นำเอาสายยางมีรูพรุนมาใช้เป็นครั้งแรก (๒๖)

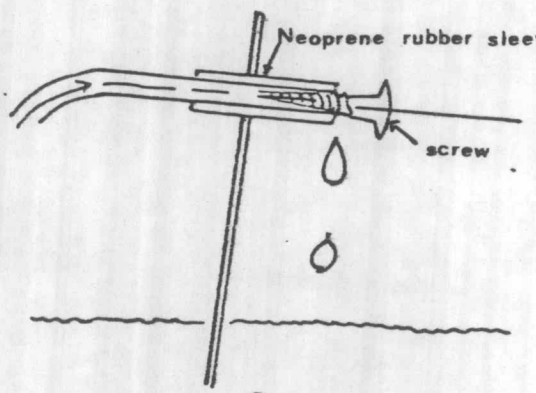
ก้าวสำคัญของการวิวัฒนาการชลประทานแบบหยดน้ำ เกิดขึ้นในปี ค.ศ. ๑๙๕๐ โดย ศาสตราจารย์ แคน โกลัดเบอร์ หัวหน้าแผนกวิชาชลประทาน แห่งมหาวิทยาลัยฮิบรู



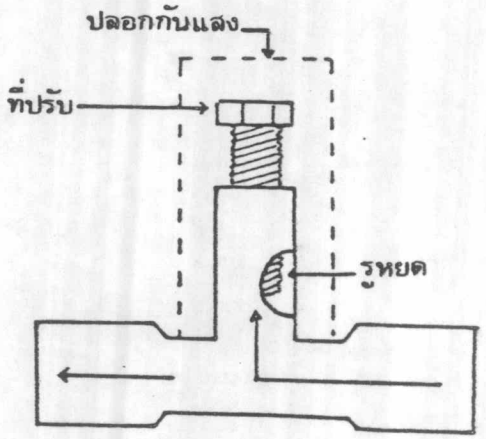
ก



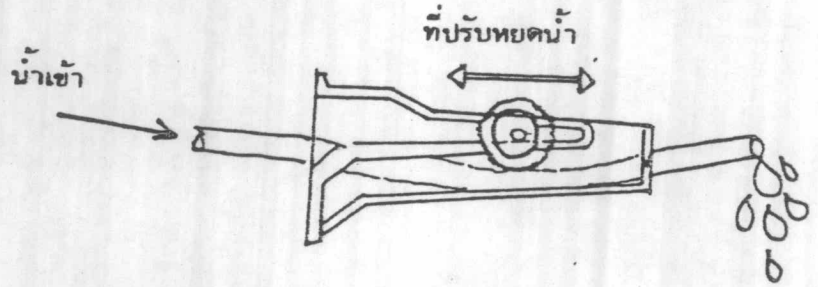
ข



ค



ง



จ

รูปที่ ๑.๕ ลักษณะของหัวปล่อยน้ำแบบต่าง ๆ ที่สามารถปรับอัตราการไหลได้ง่าย ๆ

(ก – จ)

ประเทศอิสราเอล ได้มีการทดลองจนได้ผลเป็นที่พอใจ โดยเฉพาะพื้นที่เป็นทะเลทราย ถึงแม้จะเป็นดินเค็มและเป็นทรายก็ยังสามารถปลูกพืชเมืองหนาวได้(๒๓) จากรายงานปรากฏว่า มีพื้นที่ใช้การชลประทานแบบหยดน้ำ ในอิสราเอลตอนปลายปี ค.ศ. ๑๙๗๓ มีถึง ๓๗,๕๐๐ ไร่ และอัตราเพิ่มปีละ ๓,๐๐๐ ไร่ ถึง ๖,๔๐๐ ไร่(๒๓) ในสหรัฐอเมริกา ในปีค.ศ. ๑๙๗๐ มีพื้นที่ชลประทานแบบหยดน้ำเพียง ๓,๔๐๐ ไร่ และในปี ค.ศ. ๑๙๗๓ มีพื้นที่เพิ่มเป็น ๑๔๐,๐๐๐ ไร่(๓๔) และนอกจากประเทศที่กล่าวมานี้ ยังมีอีกหลายประเทศที่เริ่มใช้กันอย่างกว้างขวาง ซึ่งปัจจุบันคาดว่ามีพื้นที่ที่ทำการชลประทานแบบหยดน้ำทั้งหมดไม่น้อยกว่าสองล้านไร่

004103

สำหรับประเทศไทยนั้น ได้มีนักวิชาการไปศึกษาและดูงานทั้งในประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศอิสราเอล นำเอาระบบมาปรับปรุงทดลองใช้แต่ไม่แพร่หลายเนื่องจากอุปกรณ์ต่าง ๆ ต้องส่งมาจากต่างประเทศ ซึ่งมีราคาแพงมาก ภายหลังมีผู้นำมาปรับปรุงแก้ไข ข้อบกพร่องต่าง ๆ จนเกษตรกรทั่วไป สามารถทำได้เอง ราคาถูก เช่น ชาวไร่จากจังหวัดจันทบุรี คือ คุณจรวย พงษ์ชีพ ซึ่งสามารถจะพูดได้ว่าเป็นคนแรกในประเทศไทยที่ประสบความสำเร็จในการนำเอาระบบนี้มาใช้(๔)

การชลประทานแบบหยดน้ำนี้มีข้อควรสังเกตุคือ ระบบนี้ไม่เหมาะสมกับพืชทุกชนิดและทุกสถานการณ์ วิธีนี้เหมาะที่จะใช้กับพื้นที่ไม่สามารถใช้การชลประทานแบบอื่น หรือถ้าใช้แบบอื่นแล้วจะได้ผลไม่คุ้มกับการลงทุน แต่อย่างไรก็ตามการชลประทานแบบหยดน้ำนี้ ช่วยลบล้างความเชื่อเก่า ๆ ที่ว่า "ผลผลิตทางการเกษตรจะได้ผลดี ก็ต่อเมื่อมีพื้นที่เพาะปลูกที่เหมาะสม และน้ำบริบูรณ์เท่านั้น"(๓๕)

๑.๔ วัตถุประสงค์ และขอบข่ายการวิจัย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย เพื่อศึกษาอัตราการใช้น้ำของพืชผักสวนครัว โดยเฉพาะพริกซึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจที่ปลูกโดยวิธีไฮโดรโพนิค และวิธีการส่งน้ำและสารละลายธาตุอาหารให้ถึงต้นพริก ตลอดจนวิธีการทำและควบคุมการระเหยน้ำและสารละลายธาตุอาหารออกจากบริเวณต้นพืชในขณะที่ยังไม่ต้องการน้ำและอาหาร

ขอบข่ายการวิจัย ในการวิจัยครั้งนี้ได้ทำการทดลอง ปลูกพริกโดยวิธีไฮโดรโพนิค และการปลูกพริกที่ให้น้ำโดยวิธีหยดน้ำ โดยวัดและเปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำจากแปลงทดลองโดยตรง

การสร้างแปลงทดลอง ใช้พื้นที่บริเวณเดียวกันใช้ปุ๋ยชนิดเดียวกัน ในปริมาณการใช้ปุ๋ยเท่ากัน การส่งน้ำและสารละลายธาตุอาหารของทั้งสองวิธีจะต้องให้สม่ำเสมอตลอดเวลา รวบรวมข้อมูลทางภูมิอากาศเพื่อนำมาวิเคราะห์และคำนวณหาอัตราการใช้น้ำของพริกจากสูตรสำเร็จ

๑.๕ ประโยชน์ที่ได้จากการวิจัย

ประโยชน์หลักที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้

๑.๕.๑ ศึกษาวิธีการปลูกพืช โดยวิธีไฮโดรโพนิค (**Hydroponic plant**) ที่เหมาะสมกับการปลูกผักสวนครัวบางชนิด เช่น พริก โดยเสาะแสวงหา เครื่องปลูกที่ไม่ยุ่งยากในการจัดทำวัสดุปลูกหาง่าย และมีอยู่ตามท้องถิ่น ไม่ยุ่งยากต่อการบำรุงรักษา

๑.๕.๒ หาปริมาณน้ำที่ผักสวนครัว (พริก) ว่าตลอดอายุของต้นพริก ต้องการน้ำจำนวนเท่าใด ในการดำรงชีวิต จากแปลงทดลอง และคำนวณจากข้อมูลภูมิอากาศ

๑.๕.๓ ทราบระบบการส่งน้ำ ตลอดจนข้อดี ข้อเสียของระบบส่งน้ำ และวิธีการควบคุมการส่งน้ำและสารละลายธาตุอาหาร เพื่อเป็นแนวทางในการวิจัยต่อไป

๑.๖ วิธีดำเนินการวิจัย

เพื่อให้บรรลุจุดประสงค์ของการวิจัย จึงได้กำหนดขั้นตอนการวิจัยตามลำดับดังนี้

๑.๖.๑ ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการปลูกพืชโดยวิธีไฮโดรโพนิค (**Hydroponic plant**) และศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการปลูกพืชชนิดเดียวกันโดยให้น้ำด้วยวิธีการชลประทานน้ำหยด (**Dripping Irrigation**)

๑.๖.๒ ศึกษาวิธีการวัดการใช้น้ำของพืช โดยวิธีไฮโดรโพนิค อย่างละเอียด ศึกษาเปรียบเทียบที่ได้จากการคำนวณข้อมูลทางภูมิอากาศ

๑.๖.๓ วางแผนการจัดสร้างแปลงทดลองและระบบการส่งน้ำและสารละลายธาตุอาหาร พร้อมระบบนำน้ำออกเมื่อต้องการ

๑.๖.๔ ดำเนินการทดลองปลูกพืช โดยเลือกเอาพืชผักสวนครัว คือ พริก พร้อมกับหาค่าการใช้น้ำโดยการวัดโดยตรง และจากวิธีคำนวณจากข้อมูลทางภูมิอากาศ และจากการวัดโดยตรงจากอ่างระเหยแบบต่าง ๆ

๑.๖.๕ เปรียบเทียบค่าที่ได้จากการวัด จากแปลงทดลอง กับค่าที่คำนวณได้จากข้อมูลทางภูมิอากาศด้วยสูตรสำเร็จ

๑.๖.๖ วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง

๑.๖.๗ ให้ข้อเสนอแนะในการที่จะศึกษาต่อไป