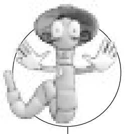
# จะเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตพืชแบบไม่ใช้ดินทางการค้าได้อย่างไร?

อิทธิสุนทร นันทกิจ [1]

**ระบบปลูกพืชแบบไม่ใช้ดินเป็นระบบการปลูกพืชรูปแบบหนึ่งที่มีการปลูกอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน เนื่องจากสามารถควบคุมปัจจัยที่เหมาะสมต่อการเจริญของพืชได้มาก และยังสามารถเพิ่มรอบปลูกต่อปีให้มากขึ้นได้ เพื่อให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่าต่อการลงทุน** เช่น การปลูกผักสลัดสามารถเพิ่มรอบปลูกได้ถึง 18-20 ครั้งต่อปี ในขณะที่การปลูกในดินสามารถปลูกได้เพียง 3-4 ครั้งต่อปี ปัจจุบันระบบปลูกพืชแบบไม่ใช้ดินที่นิยมใช้สำหรับการปลูกพืชผัก คือ การปลูกผักสลัดด้วยระบบ Nutrient Film Technique (NFT) การปลูกผักไทยในระบบ Dynamics root Floating Technique (DRFT) การปลูก Melon หรือมะเขือเทศ ในระบบแบบมีวัสดุปลูก (substrate culture) เพื่อรับประทานสด และการปลูกเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์ เป็นต้น

ถ้าพิจารณาถึงระบบปลูกพืชที่ให้ผลตอบแทนสูงคือการปลูกผักสลัดในระบบ NFT จะมีผลตอบแทนต่อพื้นที่มากที่สุด แต่เป็นระบบที่ต้องมีการดูแลจัดการอย่างดีโดยเฉพาะการจัดการเกี่ยวกับสารละลายธาตุอาหารพืช กล่าวคือ ต้องใช้สารละลายที่มีองค์ประกอบถูกต้องเหมาะสมกับพืช ควบคุมค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) และค่าการนำไฟฟ้า (electric conductivity : EC) ให้เหมาะสม และจะต้องมีการถ่ายสารละลายทิ้งอย่างต่อเนื่อง เช่น ทุก 2 สัปดาห์ เหตุที่ต้องมีการถ่ายสารละลายทิ้ง เนื่องจากขณะที่ปลูกผักสลัดผักจะมีการดูดใช้ธาตุอาหารตามที่พืชต้องการขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม ชนิดและอายุผัก ดังนั้นจะเกิดความไม่สมดุลของธาตุอาหาร เช่นธาตุไหนที่พืชดูดน้อยก็จะสะสมในสารละลาย แต่ธาตุไหนพืชดูดมาก ความเข้มข้นในสารละลายจะลดลง นอกจากนี้บางธาตุที่ปนอยู่ในน้ำและปุ๋ย และพืชไม่ต้องการ เช่น โซเดียม (Na) ที่มักพบปนอยู่ในน้ำและในปุ๋ยที่ใช้ พืชต้องการใช้น้อยมาก และถ้ามีปริมาณมากก็จะเป็นพิษแก่พืช ดังนั้น **เมื่อปลูกผักสลัดไปสักพัก จะเกิดความไม่สมดุลของธาตุอาหาร บางธาตุมีมากไป บางธาตุมีน้อยไป ทำให้การเจริญเติบโตไม่ดี จึงทำให้ต้องมีการถ่ายสารละลายทิ้งออกจากระบบ และสารละลายที่ถ่ายทิ้งจะยังคงมีธาตุอาหารที่พืชต้องการอยู่สูง** ซึ่งสามารถนำไปใช้ปลูกพืชที่มีความทนทานได้ เช่น พวกผักไทยในระบบ DRFT หรือ Melon, มะเขือเทศ, แตงกวาในวัสดุปลูก ซึ่งถ้ามีการจัดการที่เหมาะสม สามารถนำสารละลายเหล่านี้นำกลับมาใช้ใหม่ได้ ดังนั้น **ในบทความนี้จะกล่าวถึงการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตด้วยแนวทางการนำสารละลายเหลือใช้กลับมาใช้ใหม่จนไม่มีสารละลายเหลือใช้ปล่อยลงสู่สภาพแวดล้อม (zero waste)**

[1] รองศาสตราจารย์ ดร., ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีทางการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง





ระบบปลูกแต่ละระบบมีผลต่อการจัดการสารละลายธาตุอาหารที่แตกต่างกันไป ในระบบที่ไม่หมุนเวียนนำสารละลายกลับมาใช้ใหม่ (ให้แล้วปล่อยให้ระบายทิ้งไป) เช่น การปลูกพืชในวัสดุปลูก การจัดการสารละลายจะมีเพียงให้สารละลายเริ่มต้นที่มีองค์ประกอบของแร่ธาตุตามความต้องการของพืช ปรับค่าต่างๆ ได้แก่ ค่าการนำไฟฟ้า (EC) และค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ให้เหมาะสม ตลอดจนควบคุมปริมาณสารละลายที่ใช้ให้สอดคล้องกับช่วงอายุการเจริญเติบโตของพืช ทั้งนี้ โดยให้มีส่วนเกินที่ไหลออก (run off) บางส่วน เพื่อป้องกันการสะสมของเกลือในวัสดุปลูก

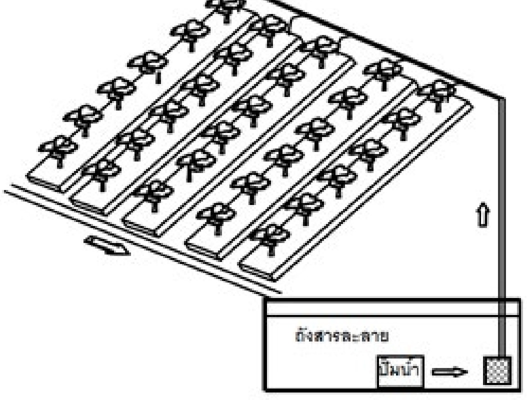
**ระบบที่มีการหมุนเวียนนำสารละลายกลับมาใช้ใหม่ สารละลายธาตุอาหารจะหมุนเวียนอยู่ในระบบอย่างต่อเนื่อง จึงต้องมีการปรับหรือควบคุมสมบัติของสารละลายให้คงที่อยู่ตลอดเวลา** ตัวอย่างเช่น ความเข้มข้นของแร่ธาตุในสารละลายฯ ที่วัดจากปริมาณไอออนที่ละลายอยู่ในน้ำแล้ว ซึ่งวัดออกมาเป็นค่า EC จะค่อยๆ เปลี่ยนแปลงเมื่อระยะเวลาผ่านไป เนื่องจากพืชมีการดูดใช้แร่ธาตุในรูปไอออนที่ละลายอยู่ในน้ำออกไป หรือในกรณีของค่า pH ก็เช่นกัน ที่มีการเปลี่ยนแปลงตามปริมาณการดูดใช้กลุ่มแร่ธาตุที่เป็นประจุบวก (cation) กับประจุลบ (anion) แต่ทั้งสองกรณี สามารถควบคุมได้โดยใช้เครื่องควบคุม EC และ pH อัตโนมัติ ซึ่งจะมีการเติม stock สารละลายธาตุอาหารหรือกรด เมื่อค่าสารละลายที่อ่านได้ ออกนอกช่วงค่าที่กำหนดไว้ อย่างไรก็ตาม เครื่องมือดังกล่าวเป็นการอ่านค่าโดยรวมของปริมาณแร่ธาตุที่ละลายอยู่ในน้ำ ในขณะที่พืชอาจมีการดูดใช้แร่ธาตุแต่ละตัวไม่เท่ากัน ผลที่ตามมาก็คือแร่ธาตุบางตัวที่พืชดูดใช้ขึ้นไปน้อย หรือไม่ถูกนำไปใช้ จะเกิดการสะสมมากขึ้นๆ เมื่อมีการเติมสารละลายธาตุอาหารใหม่ลงไปผสมกับสารละลายเดิมที่ไหลเวียนอยู่ในระบบ ส่วนแร่ธาตุตัวใดที่พืชมีการดูดใช้มากก็จะมีสัดส่วนที่น้อยลง ดังนั้นพืชอาจแสดงอาการเป็นพิษหรือแสดงอาการขาดธาตุอาหารได้ แม้ค่า EC จะยังอยู่ในช่วงที่กำหนดไว้ก็ตาม อันเนื่องมาจากสัดส่วนของแร่ธาตุในสารละลายธาตุอาหารได้เปลี่ยนไป ในทางปฏิบัติ เกษตรกรจึงเปลี่ยนถ่ายสารละลายใหม่ทั้งหมดหรือถ่ายทิ้งออกครึ่งหนึ่งทุกๆ 2-3 สัปดาห์ อย่างการปลูกผักสลัดในระบบ NFT พื้นที่ 2 ไร่ ต้องการน้ำเพื่อใช้ในการเตรียมสารละลายธาตุอาหารถึงประมาณวันละ 1,500-2,500 ลิตร

**หลักการจัดการสารละลายธาตุอาหารพืชอย่างมีประสิทธิภาพคือเลือกระบบปลูกและชนิดพืชที่มีระบบปลูกต่างกัน มีรูปแบบการใช้ธาตุอาหารต่างกัน** โดยเริ่มจากระบบที่มีความละเอียดอ่อนในการจัดการธาตุอาหารพืชเป็นระบบเริ่มต้น ระบบปลูกที่ 1 เป็นผักสลัด ปลูกในระบบ NFT ซึ่งเป็นระบบที่มีผลตอบแทนสูงสุด มีความต้องการ EC ต่ำประมาณ 1.5-1.8 mS/cm และจะต้องมีการถ่ายสารละลายทิ้งบ่อยเพื่อรักษาสมดุลของธาตุอาหารพืช เนื่องจากผักสลัดเป็นพืชที่มีความอ่อนแอต่อการผันแปรของธาตุอาหารและการปลูกในระบบ NFT รากพืชจะแช่อยู่ในน้ำโดยตรง ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงของสารละลายจะมีผลกระทบกับผลผลิตอย่างมาก แต่เป็นระบบที่สามารถเพิ่มรอบปลูกต่อปีได้สูงสุด สามารถปลูกได้ถึงประมาณ 18-20 ครั้งต่อปี ทำให้เป็นพืชที่มีผลตอบแทนสูงที่สุดในการปลูกแบบไม่ใช้ดิน การถ่ายสารละลายธาตุอาหารพืชทิ้งในระบบ NFT มีวัตถุประสงค์เพื่อรักษาสมดุลของธาตุอาหาร

ในสารละลาย (การเปลี่ยนถ่ายสารละลายคือการถ่ายสารละลายที่ปลูกพืชไประยะเวลาหนึ่งจนเกิดความไม่สมดุลของธาตุอาหาร ทิ้งออกจากระบบปลูกและเตรียมสารละลายใหม่ที่มีความสมดุลของธาตุอาหาร) โดยสารละลายที่มีการถ่ายทิ้งนี้จะถูกส่งไปปลูกพืชในระบบที่ 2 ได้แก่ระบบปลูกผักไทยในระบบ DRFT เนื่องจากผักไทยเป็นพืชที่ปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมในเขตร้อนได้ดี มีความทนทานต่อความไม่สมดุลของธาตุอาหาร ทนต่อความเข้มข้นของ Na ได้สูง โดยจะเลือกกลุ่มผักไทยที่มีความต้องการ EC สูง อยู่ในช่วง 3-4 mS/cm เนื่องจากสารละลายจากระบบ NFT มีค่า EC ต่ำ ดังนั้นเราสามารถจัดการเติมธาตุอาหารในส่วนที่ขาดได้ ผักที่ใช้ในการทดลองได้แก่ คะน้า โดยจะมีการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารที่มาจากระบบ NFT และถ้ามีความไม่สมดุลของธาตุอาหาร ก็จะมีการคำนวณปรับองค์ประกอบของสารละลายให้เหมาะสมที่สุดในการปลูกในระบบ DRFT สารละลายส่วนที่ผ่านการปลูกในระบบ DRFT จะนำไปปลูกพืชในระบบที่ 3 ซึ่งเป็นระบบปลูกพืชในวัสดุปลูก เนื่องจากวัสดุปลูกจะมีสมบัติในการดูดซับและปลดปล่อยธาตุอาหารได้ คือสามารถรักษาสมดุลของธาตุอาหารได้ด้วยสมบัติของค่า CEC ของวัสดุปลูก เช่น เมื่อธาตุอาหารจากระบบที่ 2 มีการสะสมของ Na สูง วัสดุปลูกสามารถดูดซับไว้ได้ ทำให้ลดการเป็นพิษของ Na ต่อพืช ซึ่งจะมีการวิเคราะห์ธาตุอาหารจากระบบที่ 2 เพื่อปรับสูตรสารละลายให้เหมาะกับพืชที่ปลูก และการควบคุมการให้น้ำจะทำโดยเครื่องวัดความชื้นในวัสดุปลูก ซึ่งจะเป็นการควบคุมการให้น้ำอย่างแม่นยำ โดยกำหนดให้ระบบมีการระบายสารละลายออกจากวัสดุปลูกอยู่ที่ 5-10% เพื่อป้องกันการสะสมของเกลือในวัสดุปลูก ซึ่งจะเกิดอันตรายกับพืชที่ปลูก สารละลายที่ระบายออกจากระบบในจุดนี้ มีปริมาณน้อย ก็จะถูกนำไปใช้ในการปลูกพืชในดินต่อไป รูปแบบการจัดระบบปลูกพืชให้สอดคล้องกับการจัดการสารละลายธาตุอาหารพืชเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต มีดังนี้

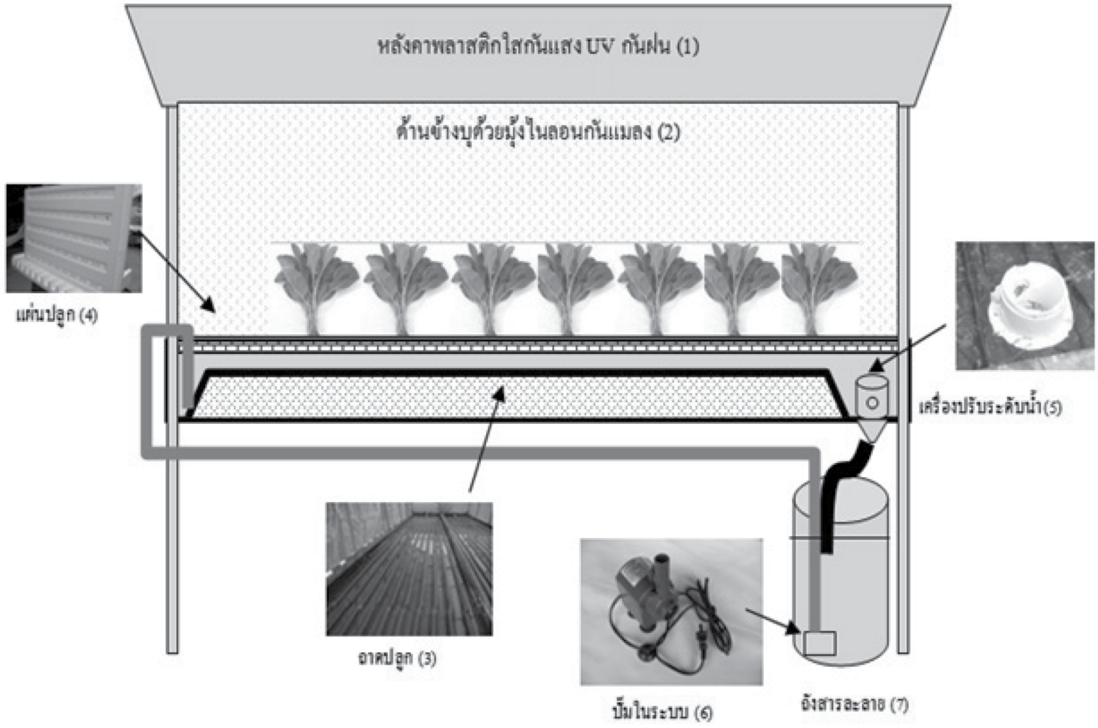
1. การปลูกผักสลัดในระบบ NFT (ภาพที่ 1 และ 2)

2. การปลูกผักไทยในระบบ DRFT (ภาพที่ 3 และ 4)




**ภาพที่ 1** หลักการระบบ NFT

**ภาพที่ 2** ผักสลัดที่ปลูกในระบบ NFT

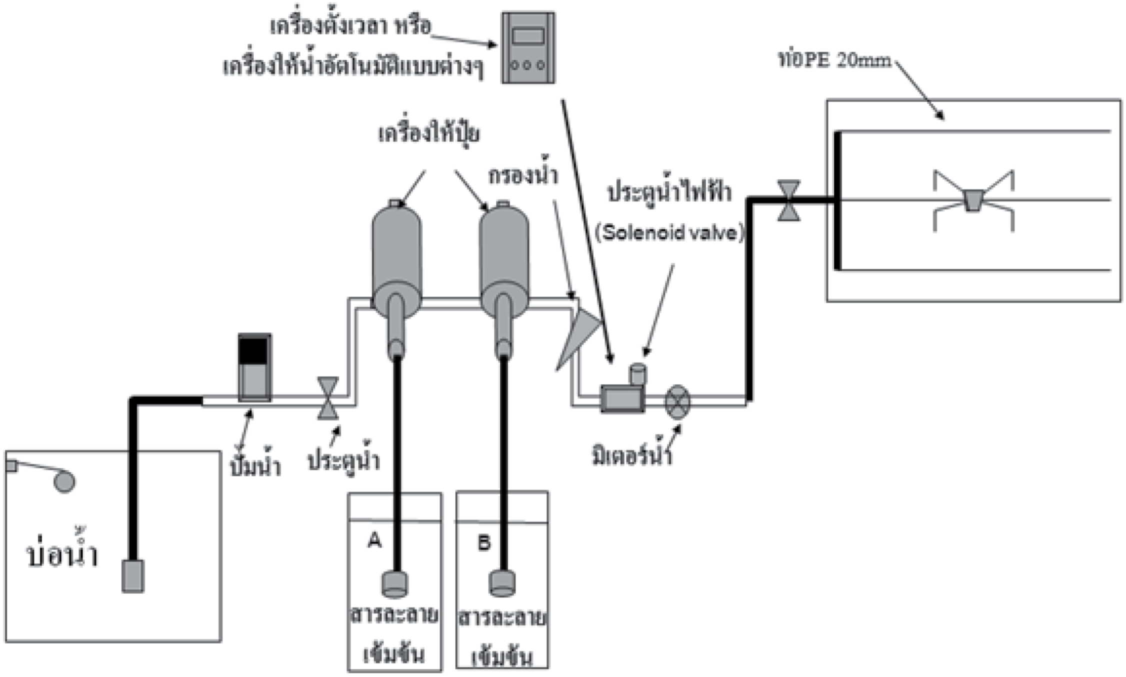



**ภาพที่ 3** โครงสร้างระบบปลูก DRFT

**ภาพที่ 4** ผักไทยปลูกในระบบ DRFT

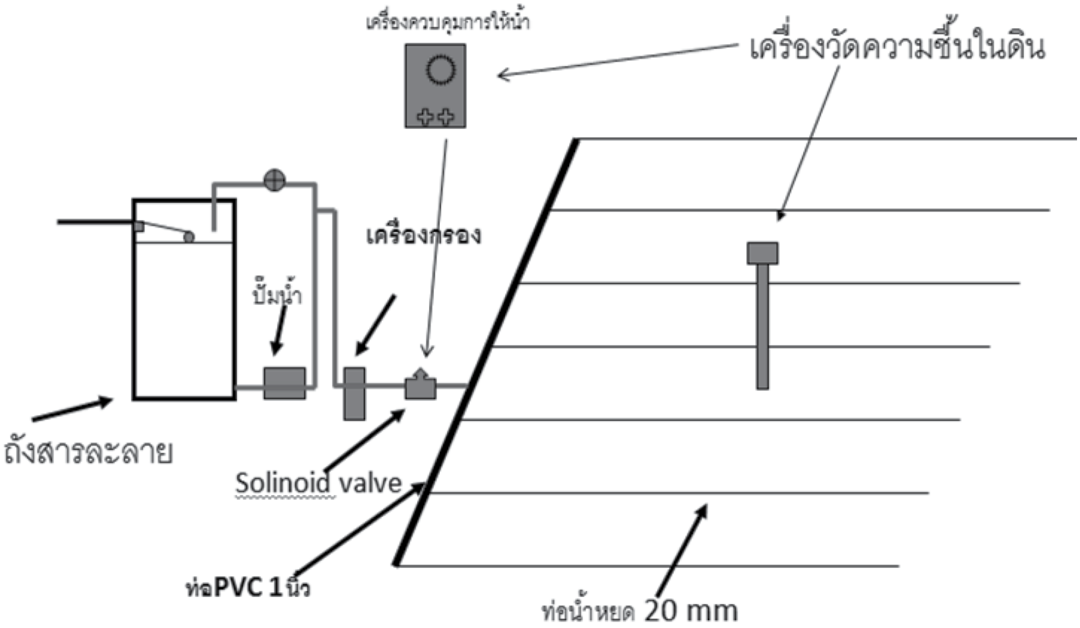
3. การปลูกพืชในระบบปลูกแบบวัสดุปลูก หรือ Substrate culture เช่น ปลูก Melon ในกระถางพลาสติก ใช้ขุยมะพร้าวเป็นวัสดุปลูก มีการให้น้ำแบบน้ำหยด (ภาพที่ 5 และ 6)

4. การปลูกพืชในดิน เป็นการปลูกพืชบนดิน มีการให้น้ำแบบ Fertigation และมีการควบคุมการให้น้ำแบบอัตโนมัติ (ภาพที่ 7 และ 8)




**ภาพที่ 5** ระบบเตรียมสารละลายการปลูกในวัสดุปลูก

**ภาพที่ 6** การปลูก Melon ในวัสดุปลูก

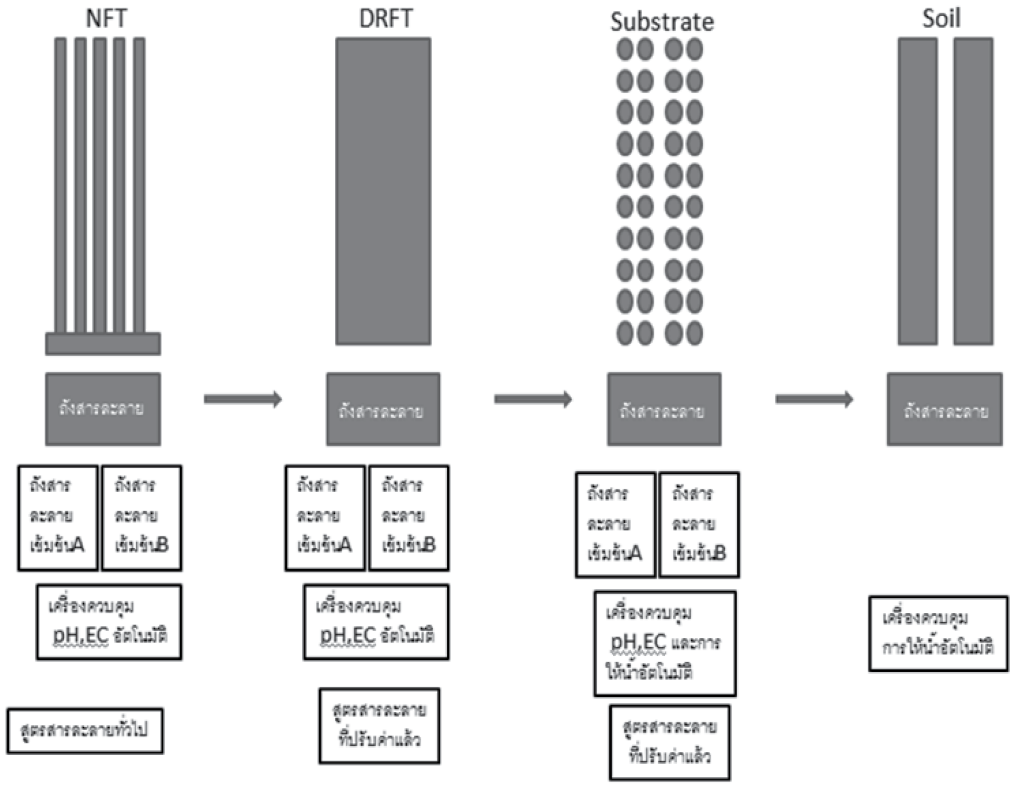



**ภาพที่ 7** ระบบควบคุมการให้น้ำปลูกพืชในดิน

**ภาพที่ 8** การปลูกข้าวโพดหวานในดิน

ระบบที่ใช้ปลูกระบบแรกจะเริ่มจากระบบปลูกแบบ NFT ซึ่งสารละลายจะทำการเปลี่ยนทุก 2 สัปดาห์ (เป็นวิธีการปฏิบัติของเกษตรกรทั่วไป) สารละลายที่ถ่ายออกมานี้จะทำการวิเคราะห์ธาตุอาหารต่างๆ และคำนวณสารละลายที่ต้องใช้ในการปลูกผักไทยในระบบที่ 2 เนื่องจากผักไทยที่ใช้ปลูกจะต้องการสารละลายที่มีค่า EC สูงกว่าของผักสลัด ดังนั้น เราสามารถผสมสารละลายเข้มข้นที่ใช้เตรียมสารละลายได้ (ภาพที่ 3 ระบบปลูก DRFT) ซึ่งในการเตรียมจะใช้เครื่องเตรียมสารละลายโดยอัตโนมัติ ควบคุมค่า pH และ EC ให้เหมาะกับความต้องการของผักไทยโดยใช้สารละลายเข้มข้น A และ B ที่ได้ปรับสูตรแล้ว

หลังจากปลูกพืชในระบบที่ 2 จนเก็บเกี่ยวแล้วเสร็จ สารละลายที่เหลืออยู่จะทำการนำไปปลูกพืชในระบบที่ 3 ซึ่งเป็นการปลูกพืชในวัสดุปลูก โดยปลูก Melon ซึ่งเป็นพืชที่นิยมปลูกเป็นการค้าในวัสดุปลูก ต้องทำการวิเคราะห์ธาตุอาหารที่เหลือจากการปลูกผักไทยและทำการคำนวณเพื่อปรับสูตรธาตุอาหารให้เหมาะกับการปลูก Melon ในวัสดุปลูก โดยวัสดุปลูกที่ใช้เป็นขุยมะพร้าว และมีการให้น้ำแบบน้ำหยด ใช้เครื่องให้ปุ๋ยในระบบน้ำอัตโนมัติแบบ Dosatron โดยสารละลายเข้มข้นที่ใส่ในระบบน้ำได้จากการคำนวณให้มีองค์ประกอบที่เหมาะสมกับ Melon ในวัสดุปลูก

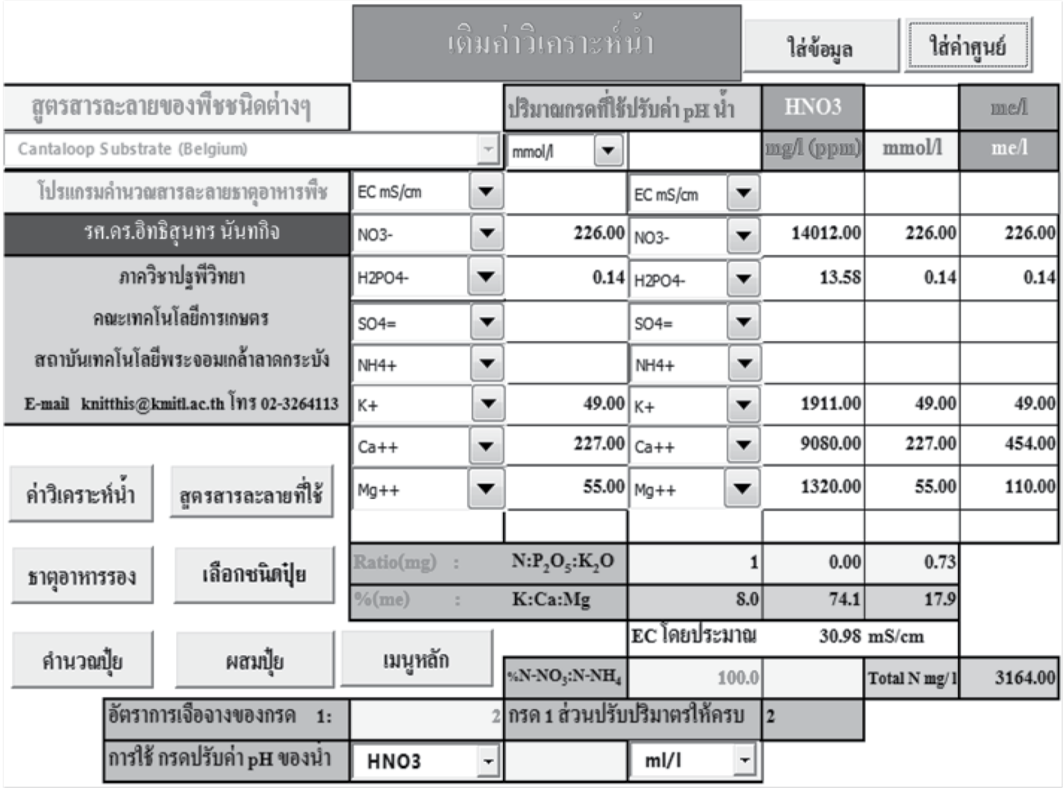



**ภาพที่ 9** ระบบปลูกที่แสดงการทำงานอย่างต่อเนื่อง

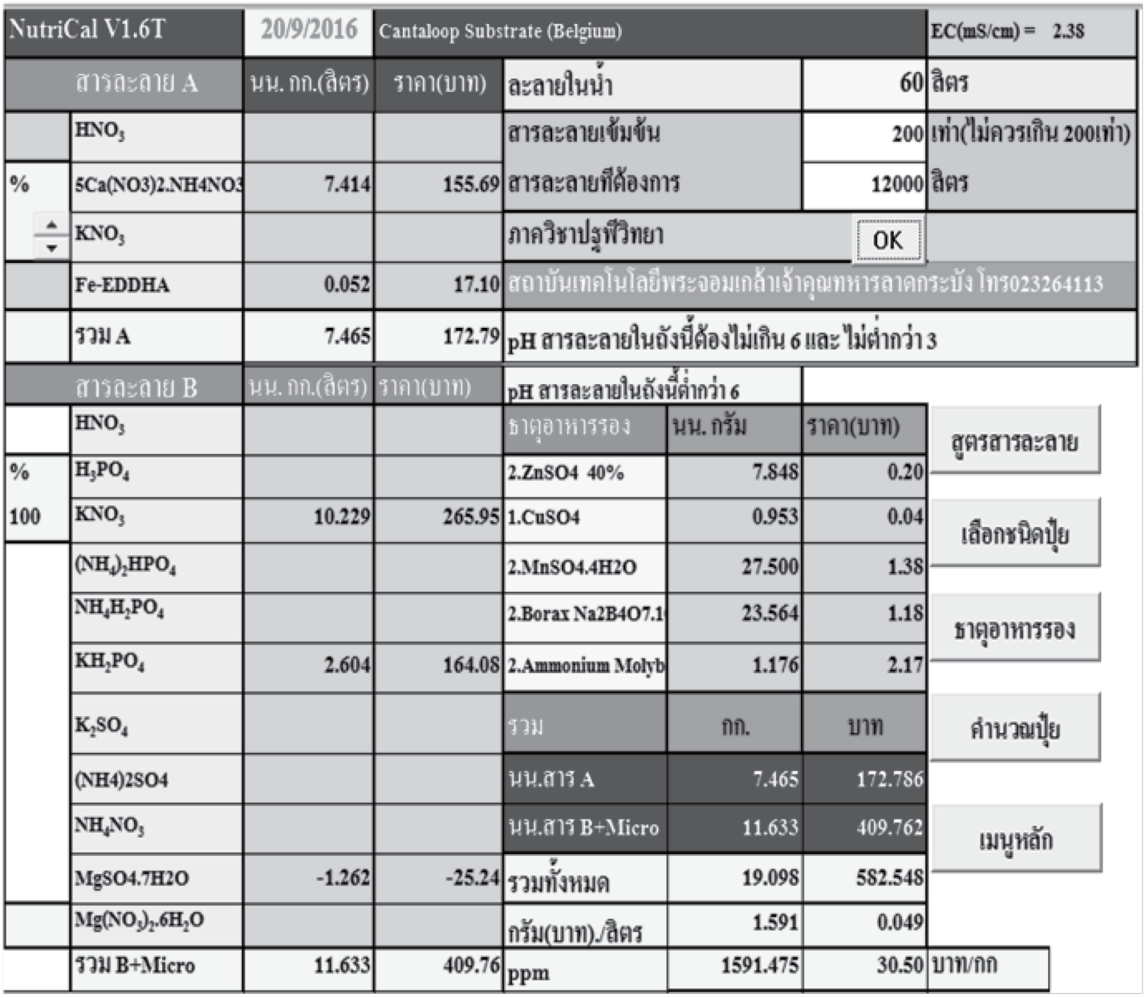
การปลูกพืชในวัสดุปลูก จำเป็นต้องมีการให้น้ำเกินความต้องการของพืช เพื่อชะล้างเกลือที่จะสะสมในวัสดุปลูกจนเป็นอันตรายกับพืชที่ปลูก โดยควบคุมให้มีการระบายน้ำออกจากวัสดุปลูกประมาณ 5-10% ซึ่งน้ำที่ระบายออกนี้ยังมีธาตุอาหารที่พืชต้องการอยู่ จึงนำไปใช้กับพืชที่ปลูกในดิน โดยเป็นการให้แบบ Fertigation ซึ่ง**ระบบที่กล่าวมานี้จะไม่มีปุ๋ยเหลือจากระบบลงสู่สิ่งแวดล้อมเลย**

อนึ่ง **การคำนวณปริมาณปุ๋ยที่ต้องเติมเพิ่มในแต่ละระบบปลูก จะคำนวณโดยใช้โปรแกรม NutriCal** ซึ่งเป็นโปรแกรมสำเร็จรูปที่ผู้เขียนได้สร้างขึ้น เพื่อช่วยคำนวณการเตรียมสารละลายธาตุอาหารพืชในการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินและการให้ปุ๋ยในระบบน้ำ ตัวอย่างการปลูกผักสลัดในระบบ NFT ร่วมกับการปลูก Melon ในวัสดุปลูก เริ่มจากวิเคราะห์องค์ประกอบของสารละลายที่เหลือจาก NFT ใส่ข้อมูลลงในโปรแกรมในค่าวิเคราะห์น้ำ (ภาพที่ 10) โปรแกรมจะทำการคำนวณว่าต้องผสมปุ๋ยเพิ่มในสารละลายเพื่อปลูก Melon ในปริมาณเท่าใด (ภาพที่ 11) ทำให้สามารถนำสารละลายจากการปลูกผักมาใช้ปลูก Melon ได้อย่างถูกต้อง และจะประหยัดปุ๋ยที่ใช้ในการปลูกพืชได้อย่างมาก

การจัดการสารละลายธาตุอาหารพืชด้วยระบบปลูกพืชแบบผสมผสานในลักษณะนี้ นอกจากจะเป็นการจัดการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตซึ่งเกิดประโยชน์โดยตรงต่อผู้ผลิตแล้ว ยังเกิดผลดีต่อทรัพยากรสิ่งแวดล้อมและสังคมของประเทศเราอีกด้วย




**ภาพที่ 10** การใส่ข้อมูลผลวิเคราะห์องค์ประกอบสารละลายหลังใช้จากระบบ NFT ในโปรแกรม NutriCal



| NutriCal V1.6T | | 20/9/2016 | Cantaloop Substrate (Belgium) | | | EC(mS/cm) = 2.38 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| สารละลาย A | | นน. กก.(ลิตร) | ราคา(บาท) | ละลายในน้ำ | 60 | ลิตร |
| | $HNO_3$ | | | สารละลายเข้มข้น | 200 | เท่า(ไม่ควรเกิน 200เท่า) |
| % | 5Ca(NO3)2.NH4NO3 | 7.414 | 155.69 | สารละลายที่ต้องการ | 12000 | ลิตร |
| | $KNO_3$ | | | ภาควิชาปฐพีวิทยา | OK | |
| | Fe-EDDHA | 0.052 | 17.10 | สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โทร023264113 | | |
| | รวม A | 7.465 | 172.79 | pH สารละลายในถังนี้ต้องไม่เกิน 6 และไม่ต่ำกว่า 3 | | |

| | สารละลาย B | นน. กก.(ลิตร) | ราคา(บาท) | pH สารละลายในถังนี้ต่ำกว่า 6 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $HNO_3$ | | | ธาตุอาหารรอง | นน. กรัม | ราคา(บาท) | สูตรสารละลาย |
| % | $H_3PO_4$ | | | 2.ZnSO4 40% | 7.848 | 0.20 | |
| 100 | $KNO_3$ | 10.229 | 265.95 | 1.CuSO4 | 0.953 | 0.04 | เลือกชนิดปุ๋ย |
| | $(NH_4)_2HPO_4$ | | | 2.MnSO4.4H2O | 27.500 | 1.38 | |
| | $NH_4H_2PO_4$ | | | 2.Borax Na2B4O7.1 | 23.564 | 1.18 | ธาตุอาหารรอง |
| | $KH_2PO_4$ | 2.604 | 164.08 | 2.Ammonium Molyb | 1.176 | 2.17 | |
| | $K_2SO_4$ | | | รวม | กก. | บาท | คำนวณปุ๋ย |
| | (NH4)2SO4 | | | นน.สาร A | 7.465 | 172.786 | |
| | $NH_4NO_3$ | | | นน.สาร B+Micro | 11.633 | 409.762 | เมนูหลัก |
| | MgSO4.7H2O | -1.262 | -25.24 | รวมทั้งหมด | 19.098 | 582.548 | |
| | $Mg(NO_3)_2.6H_2O$ | | | กรัม(บาท)./ลิตร | 1.591 | 0.049 | |
| | รวม B+Micro | 11.633 | 409.76 | ppm | 1591.475 | 30.50 | บาท/กก |

**ภาพที่ 11** โปรแกรม NutriCal ทำการคำนวณปุ๋ยที่ต้องใส่เพิ่มเพื่อใช้ปลูก Melon