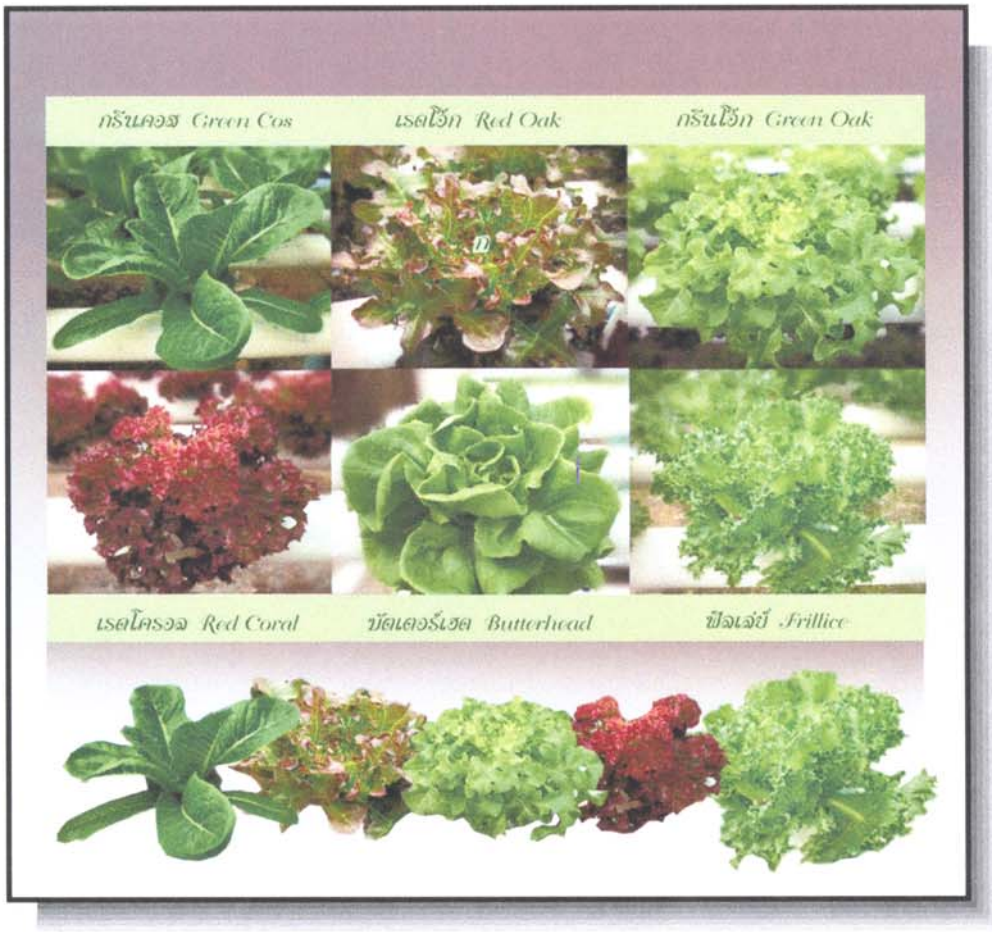
วว.

โครงการวิจัยที่ ภ. 53-03 / ย. 4 / รายงานฉบับที่ 1 (ฉบับสมบูรณ์)

การศึกษาความเป็นไปได้ทางธุรกิจของการผลิตพืชผักสุขภาพด้วยระบบการปลูกพืชไร้ดิน



สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

โครงการวิจัยที่ ภ. 53-03

โครงการการศึกษาความเป็นไปได้ทางธุรกิจของการผลิตพืชผักสุขภาพ

ด้วยระบบการปลูกพืชไร้ดิน

โครงการย่อยที่ 4

การศึกษาความเป็นไปได้ทางธุรกิจของการผลิตผักสุขภาพ

ด้วยระบบการปลูกพืชไร้ดิน

รายงานฉบับสมบูรณ์
การศึกษาความเป็นไปได้ทางธุรกิจของการผลิตผักสุขภาพ
ด้วยระบบการปลูกพืชไร้ดิน

โดย

ธเนส เตชะเสน **มนัสนันท์ ไทยกมล**

ปรีญาลักษณ์ มังกรแก้ว **ณัฐฐพัชร์ อั้นทรัพย์**

บรรณาธิการ วว., ปทุมธานี 2556

ลิขิต หาญจางสิทธิ์ สงวนลิขสิทธิ์

บุญเรียม น้อยชุมแพ

ศิริสุข ศรีสุข

รายงานฉบับนี้ได้รับการอนุมัติให้พิมพ์โดย
ผู้ว่าการสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

(นายยงวุฒิ เสาวพฤกษ์)
ผู้ว่าการ

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้จัดทำโครงการการศึกษาความเป็นไปได้ทางธุรกิจของการผลิตผักสุขภาพด้วยระบบการปลูกพืชไร้ดิน (hydroponics) ที่ดำเนินการวิจัยโดยสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. ใคร่ขอขอบคุณหน่วยงานและบริษัทเอกชนที่ได้ให้ข้อมูลและความร่วมมือในการดำเนินการทำแปลงทดลองรวมทั้งสนับสนุนข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับต้นทุนและรายได้ของการดำเนินธุรกิจ ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินการตลอดจนทิศทางการตลาดในอนาคต. ห้องสมุดสภาวิจัยแห่งชาติ, ห้องสมุดสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทยในการสืบค้นข้อมูล จนงานวิจัยนี้ได้สำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ และหวังว่าผลการศึกษานี้จะสามารถนำไปใช้ประโยชน์และเป็นข้อมูลให้กับบุคคลที่สนใจต่อไปได้.

สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ	ก
สารบัญตาราง	ค
สารบัญรูป	ง
บทสรุปสำหรับผู้บริหาร	จ
ABSTRACT	1
บทคัดย่อ	2
1. บทนำ	3
2. การผลิตพืชไร้ดิน	6
3. การตลาดพืชไร้ดิน หรือไฮโดรพอนิกส์	25
4. การตัดสินใจลงทุนและผลตอบแทนพืชไร้ดิน หรือไฮโดรพอนิกส์	29
5. สรุปและข้อเสนอแนะ	42
6. เอกสารอ้างอิง	44

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1. รายชื่อผู้ผลิตผัก (คู่แข่งขัน) ในแต่ละประเภทที่วางจำหน่ายในห้างสรรพสินค้า 28

ตารางที่ 2. สรุปเกณฑ์ชี้วัดผลที่ได้จากการวิเคราะห์โครงการ 33

ตารางที่ 3. การลงทุนสร้างเครื่องมืออุปกรณ์ต่างๆ 36

ตารางที่ 4. รายรับและสภาพการผลิต 37

ตารางที่ 5. กระแสเงินสดรับ-จ่ายของโครงการศึกษาความเป็นไปได้ทางธุรกิจของการผลิต ผักสุขภาพ ด้วยระบบการปลูกพืชไร้ดิน 38

ตารางที่ 6. ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมทางการเงินของโครงการ 41

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1. องค์ประกอบของระบบการผลิตพืช 7

บทสรุปผู้บริหาร

การเกษตรนับเป็นสาขาการผลิตที่มีความสำคัญและช่วยให้ประเทศมีความมั่นคงทั้งทางด้านเศรษฐกิจและสังคม เนื่องจากปัจจุบันความเจริญทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีส่วนสำคัญต่อการพัฒนาการเกษตร โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเพาะปลูกพืชซึ่งปัจจุบันประชาชนทั่วโลกต่างหันมาสนใจการผลิตที่ไม่ทำให้เกิดความเสียหายแก่สภาพแวดล้อม รวมทั้งการผลิตที่มีความปลอดภัยต่อชีวิตและสุขภาพของผู้บริโภคเป็นหลัก. ดังนั้น การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินจึงเป็นวิธีหนึ่งที่สามารถควบคุมการผลิตไม่ให้เกิดความเสียหายต่อชีวิตและสภาพแวดล้อมได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยผู้ผลิตสามารถควบคุมไม่ให้เกิดการปนเปื้อนของสารพิษหรือยาฆ่าแมลงและโรคพืชจากดินที่อาจติดไปกับผลผลิตได้ ผลผลิตพืชที่ปลูกโดยไม่ใช้ดิน. นอกจากผู้บริโภคจะมีความปลอดภัยในการบริโภคแล้วมีคุณภาพตามเกณฑ์มาตรฐานด้านสุขอนามัยที่ทั่วโลกยอมรับ ทำให้สามารถขยายตลาดส่งออกไปจำหน่ายยังต่างประเทศได้อย่างกว้างขวาง.

การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินจึงเป็นวิทยาการก้าวหน้าในการผลิตพืชที่น่าจะมีศักยภาพและมีบทบาทสำคัญสำหรับการพัฒนาการเกษตรของประเทศในอนาคต สอดคล้องตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 ซึ่งกำหนดแนวทางการพัฒนาการเกษตรไว้ว่า “การเกษตรพัฒนาคุณภาพชีวิต ผลิตเพื่อการแข่งขันสัมพันธ์กับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม” และจากปัญหาที่เกษตรกรประสบในการเพาะปลูกในประเทศไทย ทั้งปัญหาความแห้งแล้ง, โรคพืชแมลงศัตรูพืชระบาด, น้ำท่วม, คุณภาพของผลิตผล และที่สำคัญที่สุด คือ ปัญหาการใช้สารพิษเพื่อกำจัดแมลง ส่งผลทำให้ดินและระบบนิเวศน์ได้รับผลกระทบอย่างมาก, รวมทั้งอันตรายที่เกิดจากสารพิษต่อทั้งเกษตรกรผู้ปลูกเอง และประชาชนผู้บริโภค. ปัญหาของเกษตรกรที่เกิดขึ้นนี้ยังได้รับการดูแลแก้ไขน้อยมาก เนื่องจากการที่เกษตรกรขาดความรู้, ขาดงบประมาณ และแรงจูงใจ ซึ่งเป็นสิ่งที่น่าเสียดาย ปัจจุบันรูปแบบการทำการเกษตรได้พัฒนาไปมาก เห็นได้จากประเทศที่เคยเป็นผู้นำเข้าพืชผลทางการเกษตรเพื่อหล่อเลี้ยงประชากรในประเทศ เช่น อิสราเอล แต่ในปัจจุบันกลับกลายเป็นผู้ส่งออกพืชผลทางการเกษตรรายใหญ่ของโลก ทั้งนี้ มีสาเหตุมาจากการพัฒนาและปลูกฝังให้เยาวชนของชาติมีทัศนคติที่ดีต่ออาชีพเกษตรกรรม โดยใช้เทคโนโลยีการเกษตรและการจัดการฟาร์มในรูปแบบใหม่ๆ รวมถึงการสนับสนุนจากภาครัฐ.

ทั้งนี้ เป็นที่ทราบกันโดยทั่วไปว่าประเทศไทยมีศักยภาพอย่างมากในการที่จะทำอุตสาหกรรมการเกษตร เพื่อเป็นครัวของโลกอันเป็นนโยบายของภาครัฐอยู่แล้วด้วยปัจจัยหลายอย่าง เช่น สภาพของภูมิประเทศ, ภูมิอากาศ, ความวิริยะอุตสาหะ, ความอดทน และที่สำคัญประชากรส่วนใหญ่ของประเทศประกอบอาชีพทางเกษตรกรรมอยู่แล้ว ความได้เปรียบด้านต่างๆ เหล่านี้ถ้าได้รับการส่งเสริมอย่างต่อเนื่องและมีเทคโนโลยีการผลิตที่มีประสิทธิภาพ เชื่อว่าต่อไปประเทศไทยจะเป็นแหล่งผลิตอาหารที่ได้คุณภาพที่สำคัญของโลก.

และจากการศึกษาความเป็นไปได้ทางธุรกิจของการผลิตผักสุขภาพด้วยระบบการปลูกพืชไร้ดิน (Hydroponics) พบว่า พืชไร้ดินสามารถปลูกได้ทุกสถานที่ หรือแม้แต่ในที่มีสภาพดินไม่เหมาะสมและสามารถออกแบบให้ประหยัดเนื้อที่ในการเพาะปลูกได้ มีการดูแลง่ายสามารถสร้างระบบการควบคุม, ดูแล, รักษา, รวมทั้งควบคุมโรคและศัตรูพืชต่างๆ ได้อย่างดี ประหยัดน้ำ และธาตุอาหารเพราะสามารถควบคุมได้ตามความต้องการ มีผลผลิตสม่ำเสมอ สามารถกำหนดระยะเวลาการปลูกได้ตามความต้องการ และเป็นพืชผัก ผลผลิตที่ปราศจากยาฆ่าแมลง, ผลผลิตมีคุณภาพความสด, สะอาด ไม่มีปัญหาเรื่องกำจัดวัชพืช และไม่ต้องไถพรวน.

ด้านการตลาดพบว่า ลู่ทางตลาดส่วนใหญ่ยังคงเป็นตลาดภายในประเทศ ผู้ผลิตสามารถจำหน่ายหน้าฟาร์มหรือส่วนตัวและสามารถส่งจำหน่ายตามแหล่งต่างๆ หรือมีผู้มารับไปจำหน่ายอีกต่อหนึ่ง. อย่างไรก็ตาม แหล่งจำหน่ายปกติแล้วผลผลิตพืชที่ปลูกโดยไม่ใช้ดินจะมีราคาสูงกว่าพืชที่ปลูกบนดิน.

ด้านการลงทุนพบว่า พืชไร้ดินมีจุดแข็ง คือ ผลผลิตมีคุณภาพสูง, เป็นพืชที่ปลอดภัยจากสารพิษหรือไร้สารพิษ, มีปริมาณการผลิตที่แน่นอนและสวยงาม, ใบปราศจากการทำลายของแมลง, สามารถผลิตได้หลายรอบเพราะมีเทคนิคในการผลิตที่ดี สามารถลดระยะเวลาการผลิตให้สั้น และปรับเปลี่ยนการผลิตได้ง่าย. นอกจากนั้น นับเป็นใช้ทรัพยากรการผลิตอย่างคุ้มค่า และในการตัดสินใจเลือกโครงการลงทุนเมื่อพิจารณาค่า NPV, B/C ratio, IRR และระยะเวลาในการคืนทุน (Payback Period : PB) พบว่า การผลิตพืชไร้ดินจะมีค่า NPV เป็นบวก, B/C ratio มากกว่า 1, IRR มากกว่าอัตราดอกเบี้ยเงินกู้, ซึ่งถือว่าเงื่อนไขดังกล่าวสามารถลงทุนได้ ประกอบกับระยะเวลาคืนทุนสั้นประมาณ 4 ปี จึงนับเป็นการผลิตที่จะได้ผลตอบแทนคุ้มค่ากับการลงทุน.

ดังนั้น เมื่อสรุปผลจากข้อมูลทั้งด้านการผลิต, การตลาด และการลงทุน ตามที่ศึกษามาจึงเห็นว่า การดำเนินธุรกิจพืชไร้ดินจะมีความคุ้มค่าต่อผู้ประกอบการ, ลดผลกระทบที่จะมีต่อสิ่งแวดล้อมและผู้บริโภคมีสุขอนามัยดีขึ้นจากการบริโภคผักปลอดสารพิษ.

FEASIBILITY OF INVESTMENT ON GROWING THE HYGIENE VEGETABLE BY HYDROPONIC METHOD

Tanes Tachasaen, Manasnanta Thaikamon, Preeyaluk Monggronkao and Natthapat Ansap

ABSTRACT

This study was aimed to conduct the feasibility study on investment and marketing of vegetables researched by TISTR.

The results of study on investment of hygiene vegetables showed that there was the feasible invest ment to grow hygiene vegetables. The results confirmed that net present value (NPV) was positive, investments rate of return (IRR) was higher than that of the interest rate of bank loan. The benefit-cost analysis showed that B/C ratio was higher 1, resulting in short payback period. In addition, the plantation of hygiene vegetables using hydroponic technique could be carried out in all circumstances, thus, saved platation area, and easy control of polluted environments. Marketing-mise, the main market was only domestic. The production of these vegetables could help substitute some imported vegetables from overseas market while the selling prices of hydroponic vegetables were also higher than those of plain vegetables.

However, the government should be aware and pay more attention to the planters in terms of data prorisian such as cument marketing situation, the kinds of vegetables required in the market, and preservation methods.

การศึกษาความเป็นไปได้ทางธุรกิจของการผลิตผักสุขภาพ ด้วยระบบการปลูกพืชไร้ดิน

ธเนส เตชะเสน[1], มนัสนันท์ ไทยกมล[2], ปรีญาลักษณ์ มังกรแก้ว[2], และณัฐฐพัชร์ อั้นทรัพย์[2]

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการลงทุนและการตลาดของพืชผักสุขภาพ ที่ดำเนินการวิจัยโดยสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.).

การศึกษาการลงทุนพบว่า มีความเป็นไปได้ในการลงทุน, โดยผลลัพธ์จากการคำนวณค่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) มีค่าเป็นบวกหรือมีกำไรจากการประกอบการ, ค่าอัตราผลตอบแทนจากการลงทุน (IRR) มีค่ามากกว่าอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ยืมจากธนาคาร. การวิเคราะห์ค่าผลตอบแทนต่อต้นทุนมีค่ามากกว่า 1, ซึ่งหมายถึง มีรายได้มากกว่ารายจ่าย และระยะเวลาของการคืนทุนสั้น. นอกจากนั้น การปลูกพืชผักไร้ดินยังสามารถดำเนินการในทุกสถานที่และประหยัดพื้นที่, ง่ายต่อการควบคุมภาวะแวดล้อมที่เป็นพิษ. ในด้านการตลาดพบว่า มีตลาดภายในประเทศรองรับเป็นหลักและการผลิตจะช่วยชดเชยการนำเข้าบางส่วนจากต่างประเทศได้ รวมทั้งราคาจำหน่ายจะได้ราคาที่สูงกว่าการปลูกพืชผักจากดิน.

อย่างไรก็ตาม รัฐบาลควรตระหนักและให้ความสำคัญกับผู้ผลิตโดยสนับสนุนในเรื่องข้อมูลด้านสถานการณ์ทางการตลาดในปัจจุบัน, ชนิดของพืชผักที่ตลาดต้องการ และการดูแลรักษา เป็นต้น.

---

[1] ฝ่ายพัฒนาธุรกิจ, สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.)

[2] กองลูกค้าสัมพันธ์, (วว.)

1. บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ในอดีตที่ผ่านมาการปลูกพืชไร้ดิน ถือว่า เป็นการปลูกพืชโดยใช้เทคโนโลยีจากต่างประเทศ ซึ่งมีค่าใช้จ่ายในการลงทุนค่อนข้างสูงเกินไปสำหรับประเทศไทย. แต่ปัจจุบันการปลูกพืชไร้ดินได้รับความสนใจจากผู้ปลูกมากขึ้น. สาเหตุหนึ่งที่ผู้ปลูกหันมาสนใจปลูกพืชไร้ดิน เนื่องจากการปลูกพืชในดินติดต่อกันมาเป็นเวลานานจะทำให้เกิดปัญหาต่างๆ มากมาย เช่น ดินเค็ม, ดินเปรี้ยว, แมลงศัตรูพืช ทำให้ต้องใช้สารเคมีเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ. ดังนั้น จึงได้มีการคิดค้นดัดแปลงวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบการปลูกพืชไร้ดิน โดยใส่ธาตุอาหารที่พืชต้องการ, ซึ่งได้ผลผลิตตามที่ตลาดต้องการและที่สำคัญ คือ ไม่ต้องใช้สารเคมีในการกำจัดแมลงศัตรูพืช ทำให้ผลผลิตที่ได้ปลอดภัยต่อผู้บริโภคอย่างแท้จริง.

การบริโภคพืชไร้ดินจะมีแร่ธาตุอาหารต่างๆ ไม่แตกต่างจากพืชที่ปลูกจากดินและยังมีคุณค่าที่ดีกว่า คือ ปลอดสารพิษ การปลูกพืชไร้ดินเป็นการนำสารละลายธาตุอาหารมาละลายให้เหมาะสมต่อความต้องการของพืช เช่นเดียวกับพืชปลูกในดิน แตกต่างกันตรงที่พืชปลูกบนดินจะต้องอาศัยจุลินทรีย์มาเปลี่ยนซากพืชซากสัตว์, ปุ๋ยหรือแร่ธาตุต่างๆ ให้เป็นสารอาหาร ซึ่งบางครั้งหากในดินมีธาตุโลหะหนัก เช่น ดีบุก, แคดเมียม, ผลผลิตก็จะเป็นพิษต่อผู้บริโภค แต่การปลูกพืชไร้ดินสามารถควบคุมธาตุอาหารที่มีความจำเป็นในการเจริญเติบโตของพืชโดยไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค.

การส่งเสริมการปลูกพืชไร้ดิน (ไฮโดรพอนิกส์) ต้องคำนึงถึงความจำเป็นที่จะต้องใช้การปลูกพืชระบบนี้ เพราะหากเป็นการผลิตพืชโดยทั่วไปก็ควรใช้วิธีการดั้งเดิมเพราะประเทศไทยยังมีพื้นที่ทำการเกษตรอีกมาก และการปลูกในดินก็ลงทุนต่ำกว่าการปลูกด้วยวิธีไฮโดรพอนิกส์ แต่ถ้าต้องการผลิตพืชที่มีราคาแพงเพื่อทดแทนการนำเข้าหรือเพื่อการส่งออก, ซึ่งจะขายได้ราคาดีกว่าและต้องการผลผลิตที่มีคุณภาพ การปลูกพืชด้วยวิธีไฮโดรพอนิกส์ก็เป็นทางเลือกหนึ่ง. ทั้งนี้ จะต้องให้ความรู้แก่เกษตรกรเป็นอย่างดี และควรผ่านการฝึกปฏิบัติจริงในฟาร์มไฮโดรพอนิกส์เชิงพาณิชย์ ก่อนที่จะประกอบการเอง ต้องมีตลาดที่แน่นอนรองรับผลผลิต และต้องเป็นตลาดที่ให้ราคาสูงกว่าตลาดผลผลิตทั่วไป และจะต้องเลือกผลิตพืชที่มีราคาดี, ตลาดต้องการ และควรผลิตผสมผสานกับการปลูกพืชด้วยวิธีปกติเพื่อลดความเสี่ยง, การผลิตไม่ควรซื้อระบบสำเร็จรูปจากต่างประเทศมาใช้แต่ควรเลือกระบบที่ง่าย, ไม่ซับซ้อนและใช้วัสดุอุปกรณ์ที่หาได้ง่ายในพื้นที่ จะเป็นการลดต้นทุนและเงินไม่รั่วไหลออกนอกประเทศ.

ข้อจำกัดสำคัญข้อหนึ่งของการปลูกพืชด้วยวิธีไฮโดรพอนิกส์เป็นการค้า คือ ต้นทุนการผลิตสูง โดยเฉพาะการซื้อเทคโนโลยีทั้งระบบมาจากต่างประเทศ ตัวอย่าง เช่น ระบบ NFT ที่นำเข้าเทคโนโลยีจากออสเตรเลีย ต้นทุนเฉพาะค่าโต๊ะปลูกพืชจำนวน 30 โต๊ะ (พื้นที่ 1,080 ตารางเมตรหรือประมาณ 0.67 ไร่) ค่าโต๊ะอนุบาลกล้าไม้ และค่าระบบเตรียมสารละลายอัตโนมัติและถัง รวม 41,054 ดอลลาร์สหรัฐอเมริกา หรือคิดเป็นเงินไทยด้วยอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราปัจจุบันเท่ากับ 1,542,160 บาท (นันทกิจ 2538).

เนื่องจากต้นทุนการผลิตสูงกว่าการปลูกพืชแบบดั้งเดิม ตลาดของไฮโดรพอนิกส์ควรเป็นตลาดที่แน่นอนและต้องการผลผลิตสม่ำเสมอ เช่น สายการบิน, โรงแรม, ภัตตาคาร, ซูเปอร์มาร์เก็ต, ตลาดส่งออก, ตลาดผักปลอดภัยจากสารพิษ เป็นต้น. ซึ่งพืชที่นิยมปลูกจะเป็นพืชเมืองหนาวที่มีราคาสูงเช่น ผักกาด, สลัดผักสลัด ได้แก่ กรีนโอ๊ก, เรดโอ๊ก, กรีนโครอน, บัตเตอร์เฮด เป็นต้น. ดังนั้น ก่อนตัดสินใจลงทุนจัดทำและดำเนินการปลูก ผู้ประกอบการควรศึกษาและทำความเข้าใจเกี่ยวกับระบบการปลูกและธาตุอาหาร ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่จะทำให้การปลูกพืชไร้ดินประสบผลสำเร็จและทั้งสองปัจจัยเป็นตัวแปรสำคัญที่มีผลต่อต้นทุนการผลิตพืชไร้ดิน.

การศึกษาความเป็นไปได้ทางธุรกิจจึงเป็นส่วนสำคัญ เพื่อสนับสนุนการพัฒนาวิจัยสารสกัดอินทรีย์จากวัสดุอินทรีย์ชนิดต่างๆ ในรูปของผลิตภัณฑ์สารละลายธาตุอาหารอินทรีย์ เพื่อการปลูกพืชแบบไร้ดินและใช้ทดแทนสารละลายเคมีที่ใช้กันอยู่ และยังเพิ่มคุณภาพผลผลิต. นอกจากนั้น เป็นผักอินทรีย์ที่สามารถผลิตโดยใช้ต้นทุนต่ำ โดยจะช่วยกลุ่มเกษตรกรในระดับวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมได้ และเป็นแนวทางลดต้นทุนการผลิตและเป็นปัจจัยทางเลือกที่ผลิตพืชผักเศรษฐกิจ เช่น พืชผักเมืองหนาว และลดการนำเข้าผักเมืองหนาวจากต่างประเทศได้. ดังนั้น ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาจึงเป็นส่วนสำคัญเพื่อช่วยสนับสนุนให้การนำผลิตภัณฑ์จากงานวิจัยและพัฒนาสามารถผลิตสู่เชิงพาณิชย์และการนำไปใช้ประโยชน์ให้กับประชากรของประเทศได้อย่างเป็นรูปธรรมมากขึ้น.

1.2 วัตถุประสงค์ในการศึกษา

การศึกษาการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินมีวัตถุประสงค์ ดังนี้ :

1. เพื่อศึกษาระบบการปลูกพืชและเทคโนโลยีในการปลูกโดยไม่ใช้ดิน.
2. เพื่อศึกษาระบบการผลิต, ปริมาณการผลิต, ประเภทของพืชที่ปลูก และปัญหาในการผลิต.

3. เพื่อทราบตลาด, การบริโภค, การจำหน่าย, ช่องทางการตลาด, คู่แข่งขัน และปัญหาทางการตลาด.

4. เพื่อทราบถึงการปลูกพืชไร้ดินเชิงธุรกิจในประเทศทั้งในด้านการลงทุนและผลตอบแทนจากการปลูก.

5. เพื่อส่งเสริมธุรกิจการเกษตรแบบใหม่ให้กับเกษตรกร.

1.3 ประโยชน์ในการศึกษา

ทราบทิศทางการผลิต, การตลาด, การลงทุนของพืชไร้ดิน และสามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อการดำเนินการเชิงพาณิชย์ที่เหมาะสมต่อไปในอนาคต.

2. การผลิตพืชไร้ดิน หรือไฮโดรพอนิกส์

2.1 การปลูกพืชไร้ดิน หรือไฮโดรพอนิกส์

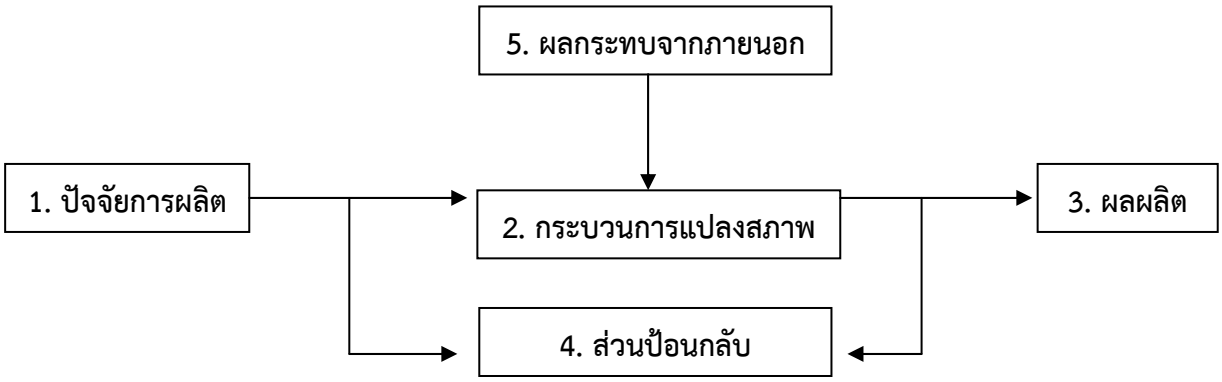
การปลูกพืชไร้ดิน (ไฮโดรพอนิกส์) เป็นแนวทางเลือกในการเพาะพืชพันธุ์ธัญญาหารไว้เพื่อประโยชน์ของมนุษย์และสัตว์กินพืช, ซึ่งไม่ต้องอาศัยปุ๋ยเคมีหรือธาตุอาหารที่เป็นการทำลายระบบสมดุลของธรรมชาติและสร้างความไม่ปลอดภัยต่อร่างกายของผู้บริโภคพืชไร้ดิน ได้แก่ พืชทั่วๆ ไปที่เติบโตจากเมล็ดหรือต้นพันธุ์ธรรมชาติ ไม่มีการตัดต่อพันธุกรรม (GMO) หรือเปลี่ยนแปลงธรรมชาติของพืชให้ส่งผลต่อการวิวัฒนาการแต่อย่างใด เพียงให้โอกาสในการเกาะยึดลำต้นจากดินเป็นวัสดุอื่นเท่านั้นเอง. แต่ก่อประโยชน์ให้กับบุคคลซึ่งไม่มีพื้นดินอยู่ในเรือ, ในทะเล, บนตึกสูง, หรือพื้นที่ดินเค็มดินเปรี้ยวไม่อาจปลูกพืชได้ และบางส่วนที่ต้องการความสะดวกสบายในการปลูก, ดูแล, รักษา, ไม่ต้องพบปัญหากำจัดวัชพืช, การขุดดิน, พรวนดิน, ที่ต้องอาศัยแรงงานมาก บางท่านอาจใช้เพื่อประโยชน์ด้านความสุข ลักษณะสวนไม้ประดับเป็นงานอดิเรก เป็นต้น. นักวิทยาศาสตร์ พบว่าธรรมชาติแห่งดินย่อมมีจุลินทรีย์, ฮิวมัส, แร่ธาตุอันเป็นอาหารของพืชมากมายหลายชนิด การจัดธาตุอาหารให้พืชเพียงจำกัด ประมาณ 20 ชนิด อาจเป็นผลให้พืชเจริญเติบโตไม่สมบูรณ์ หรือมีคุณค่าทางโภชนาการไม่ครบถ้วนและอาจมีสารเคมี ซึ่งเป็นธาตุอาหารตกค้างก่อให้เกิดอันตรายกับร่างกายของผู้บริโภคได้. ดังนั้น การปลูกพืชไร้ดินซึ่งอาศัยน้ำและอากาศ ในน้ำและอากาศจะมีธาตุอาหารของต้นไม้อยู่เป็นจำนวนมากและเมื่อมีสิ่งที่ต้องการของพืช ประเภทธาตุอาหารที่เหมาะสมและพืช

ต้องการจริงๆ แล้วก็ย่อมเป็นจำนวนที่เพียงพอ. นอกจากนั้น การปลูกพืชไร้ดินจะทำให้ไม่มีธาตุที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพร่างกายของมนุษย์ และสารปนเปื้อนที่อยู่ในดินให้ไม่มีโอกาสถูกดูดซึมเข้าไปในลำต้น ป้องกันไม่ให้ผู้บริโภคได้รับสารดังกล่าวอีกด้วย โดยเฉพาะยาฆ่าแมลงซึ่งมีสารตกค้างอยู่ในดินมากมาย.

สรุปว่า พืชไร้ดินมีคุณค่าทางโภชนาการที่น่าพอใจจากการสังเคราะห์แสง, ปรับเปลี่ยนธาตุอาหาร, อากาศ และน้ำไปเป็นแป้ง, น้ำตาล, กลูโคส, เส้นใยเซลลูโลส, กรดแอมิโน และเกลือแร่วิตามินต่างๆ โดยไม่มีผลแตกต่างจากเผ่าพันธุ์ต้นตระกูลของเมล็ดพันธุ์เลย. นอกจากนี้ ยังมีความกรอบอร่อยจากความสมบูรณ์ของลำต้น, ผล, ใบ, ดอก และศักยภาพทางการผลิต จะพิจารณาได้ดังนี้ :

1. สภาพแวดล้อมหรือสภาพภูมิประเทศ และสภาพภูมิอากาศ.

2. ลักษณะโมเดลหรือรูปแบบการผลิต ประกอบด้วยปัจจัยการผลิต, กระบวนการแปลงสภาพ, ผลผลิต, ส่วนป้อนกลับ และผลกระทบจากภายนอก.



รูปที่ 1. องค์ประกอบของระบบการผลิตพืช.

3. ข้อควรพิจารณาในการเลือกพื้นที่ปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน การเลือกทำเลที่เหมาะสมสำหรับการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน ควรพิจารณา ดังต่อไปนี้ :

(1) ต้องมีน้ำที่มีคุณภาพดีและมีปริมาณที่สามารถใช้ปลูกได้อย่างน้องวันละ 2.27 ลิตร หรือครึ่งแกลลอนต่อตัน.

(2) มีแสงแดดส่องทั่วถึงในพื้นที่จากทิศตะวันออก-ตก เพราะถ้ามีแดดพอเพียงและปลูกพืชที่ไม่ต้องการแสงแดดมาก เช่น ผักสลัดให้ปลูกตามตะวัน เพื่อลดปัญหาอุณหภูมิสูง และมีแนวกันลมในด้านทิศเหนือ แต่ถ้ามีแสงแดดน้อยให้ปลูกพืชขวางตะวันเพื่อให้พืชได้รับแสงแดดเพื่อการเจริญเติบโตเต็มที่.

(3) เป็นพื้นที่ราบเรียบหรือสามารถปรับระดับพื้นที่ตามต้องการได้ง่าย.

(4) เป็นพื้นที่ที่ดินมีการระบายน้ำดี ดินต้องมีความสามารถในการซึมน้ำลงได้ในอัตราอย่างน้อย 2.54 เซนติเมตร หรือ 1 นิ้วต่อชั่วโมง.

(5) มีการถ่ายเทอากาศดี.

(6) หลีกเลี่ยงพื้นที่ที่มีลมแรง ความเร็วลมไม่เกิน 15 กิโลเมตรต่อชั่วโมง.

(7) มีไฟฟ้า 3 เฟส.

(8) มีระบบสื่อสารดี.

(9) มีระบบการคมนาคมดี สามารถขนส่งผลผลิตไปยังตลาดได้สะดวก.

(10) เป็นพื้นที่ที่มีแสงแดดอย่างพอเพียง อย่างน้อย 6-8 ชั่วโมงต่อวัน.

(11) พืชผักส่วนมากเจริญเติบโตได้ดี ถ้าอุณหภูมิกลางคืนไม่เกิน 19 องศาเซลเซียสและกลางวัน 30 องศาเซลเซียส.

(12) อยู่ใกล้ที่พักเพื่อสะดวกในการควบคุมการผลิตอยู่เสมอ.

(13) อยู่ใกล้แหล่งผลิตอาหาร แหล่งรวบรวมหรือกระจายสินค้าหรือแหล่งจำหน่ายสินค้า.

2.2 การกำเนิดและพัฒนาการปลูกพืชไร้ดิน

พืชไร้ดินเกิดขึ้นครั้งแรกในมหาวิทยาลัยแคลิฟอร์เนีย ในปี ค.ศ. 2479 โดย ดร.เกอริก ได้ทดสอบการปลูกมะเขือเทศในน้ำผสมธาตุอาหารตามสูตรที่ค้นพบปรากฏว่า ต้นมะเขือเทศสามารถเจริญเติบโตได้เป็นอย่างดี, ออกดอกติดผลเหมือนกับการปลูกตามปกติบนพื้นดินทุกประการ. ตั้งแต่นั้นมา ก็มีการศึกษาค้นคว้าหาสูตรธาตุอาหารที่มาผสมกับน้ำให้เหมาะสมกับพืชชนิดต่างๆ และได้ผลผลิตมากขึ้น. จากการศึกษาพบว่า การปลูกพืชไร้ดินเหมาะกับพืชผักและผลไม้ขนาดเล็กๆ เท่านั้น ในช่วงสงครามโลกครั้งที่ 2 ทหารอเมริกันที่ตั้งค่ายพักอยู่ตามเกาะต่างๆ ได้ใช้วิธีการนี้ปลูกผักรับประทานเอง และปัจจุบันมีการพัฒนาพืชไร้ดินมากขึ้นเป็นลำดับ จนกระทั่งถึงขั้นผลิตเพื่อธุรกิจค้าขายภายในประเทศและส่งออก เช่น อิสราเอล, ญี่ปุ่น, อินเดีย, สหรัฐอเมริกา และประเทศแถบยุโรป เป็นต้น.

2.3 พืชไร้ดินในประเทศไทย

เมื่อปี พ.ศ. 2520 สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี เสด็จพระราชดำเนินไปทอดพระเนตรการศึกษาประเทศต่างๆ รวมทั้งการพัฒนาด้านการเกษตรในประเทศอิสราเอล ทรงพบว่า มีการทดลองวิจัยเกี่ยวกับการปลูกพืชไร้ดินอยู่มาก และในปีต่อมา พ.ศ.2526 พระองค์ท่านได้เสด็จเยือนประเทศญี่ปุ่น ทรงทอดพระเนตรการปลูกพืชแบบไฮโดรพอนิกส์ หรือพืชไร้ดิน เพื่อเป็นการค้า ครั้นเสด็จกลับทรงมีรับสั่งถามว่า ในประเทศไทยมีสถาบันไหนทดลอง, ค้นคว้าเรื่องนี้บ้างหรือไม่ และในปี พ.ศ. 2530 ซึ่งเป็นปีแห่งการเฉลิมฉลองในวโรกาสที่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวทรงมีพระชนมายุ ครบ 5 รอบ องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ ได้ถวายโครงการวิจัยร่วมเฉลิมฉลองในวาระดังกล่าว สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ทรงเลือกโครงการวิจัยการปลูกพืชไร้ดิน โดยให้เป็นการนำวัสดุเหลือใช้จากการเกษตรในท้องถิ่นมาดำเนินการโดยผ่านมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปี พ.ศ. 2530 สมัยรัฐบาลพลเอกเปรม ติณสูลานนท์ มีนโยบายส่งเสริมการท่องเที่ยว โดยตั้งเป็นปีแห่งการท่องเที่ยวของไทยขึ้นเป็นครั้งแรก มีนักท่องเที่ยวต่างชาติให้ความสนใจเข้ามาเที่ยวประเทศไทยอย่างมากมาย และอาหารซึ่งเป็นปัจจัยผลิตสำคัญ ส่งผลให้เกิดความต้องการพืชผักสลัด เช่น มะเขือเทศสด เป็นความต้องการของโรงแรมต่างๆ อย่างมากและมีราคาสูงขึ้น แนวคิดในการพัฒนาระบบการปลูกพืชไร้ดิน จึงถูกพัฒนาขึ้นเรื่อยๆ มีการปลูกพืชผักสลัด, แตงกวา และผักที่มีราคาสูงในเทศกาลต่างๆ เช่น ขึ้นฉ่าย, ผักชี, เป็นต้น.

ปี พ.ศ. 2536 ได้มีผู้ริเริ่มปลูกพืชไร้ดิน เพื่อการค้าอย่างจริงจังขึ้นที่ตำบลนาดี อำเภอกระทุ่มแบน จังหวัดสมุทรสาคร โดยชาวไต้หวันเป็นผู้ให้คำปรึกษาแนะนำ เน้นการปลูกพืชผักราคาแพงและไม่ใช้สารเคมี ผักเหล่านี้จะถูกส่งไปขายยังห้างซูเปอร์มาเก็ตต่างๆ ณ ปัจจุบันนี้ คนไทยให้ความสนใจต่อสุขภาพมากขึ้น กระแสของการปลูกพืชไร้ดินจึงได้รับการตอบรับที่ดีตามลำดับ. พืชผักที่นิยมปลูกแบบไฮโดรพอนิกส์กลับกลายเป็นพืชที่รับประทานประจำวัน เช่น คะน้า, กวางตุ้ง, ผักบุ้ง, ผักกาดขาว, ผักกาดหอม เป็นต้น. และผักสลัดซึ่งเป็นผักต่างประเทศ เราก็สามารถผลิตได้เองเกือบทั้งหมด ราคาผักต่างประเทศจึงถูกลงอย่างมากมาย, อย่างไรก็ตาม ในการปลูกพืชไร้ดินก็มีข้อดีและข้อจำกัด.

2.4 ข้อดี และข้อจำกัดของการปลูกพืชไร้ดิน

2.4.1 ข้อดี

1. สามารถปลูกได้ทุกที่ที่มีสภาพดินไม่เหมาะสม.

2. สามารถออกแบบให้ประหยัดเนื้อที่ในการเพาะปลูกได้.

3. การดูแลง่ายสามารถสร้างระบบการควบคุม, ดูแลรักษา, รวมทั้งควบคุมโรค, และศัตรูพืชต่างๆ ได้อย่างดี.

4. ประหยัดน้ำ และธาตุอาหาร เพราะสามารถควบคุมได้ตามความต้องการ.

5. มีผลผลิตสม่ำเสมอ สามารถกำหนดระยะเวลาการปลูกได้ตามต้องการ.

6. เป็นพืชผัก ผลผลิตที่ปราศจากยาฆ่าแมลง ร้อยละ 100.

7. ผลผลิตมีคุณภาพความสด, สะอาด.

8. ไม่มีปัญหาเรื่องกำจัดวัชพืช.

9. ไม่ต้องไถ, พรวน.

2.4.2 ข้อจำกัด

1. ผู้ปลูกต้องมีความรู้อย่างแท้จริง.

2. เงินลงทุนครั้งแรกค่อนข้างสูง.

3. ต้นทุนในการผลิตพืชผักยังราคาแพง เพราะธาตุอาหารสำเร็จรูปทำให้ผลผลิตในการจำหน่ายแพงไปด้วย ตลาดจึงยังไม่กว้างขวาง.

4. ระบบปลูกมีข้อจำกัดเกี่ยวกับไฟฟ้าและเทคโนโลยีสูง, ผู้ปลูกต้องให้ความสนใจอย่างจริงจัง.

2.5 การปลูก, คุณค่า และประโยชน์ของพืชไร้ดินต่อผู้บริโภค

การบริโภคพืชไร้ดินจะมีแร่ธาตุอาหารต่างๆ ไม่แตกต่างจากพืชที่ปลูกจากดินและยังมีคุณค่าที่ดีกว่า คือ ปลอดสารพิษ การปลูกพืชไร้ดินเป็นการนำสารละลายธาตุอาหารมาละลายให้เหมาะสมต่อความต้องการของพืช เช่นเดียวกับพืชปลูกในดิน แตกต่างกันตรงที่พืชปลูกบนดินจะต้องอาศัยจุลินทรีย์มาเปลี่ยนซากพืชซากสัตว์, ปุ๋ย หรือแร่ธาตุต่างๆ ให้เป็นสารอาหาร ซึ่งบางครั้งหากในดินมีธาตุโลหะหนัก เช่น ดีบุก, แคดเมียม, ซึ่งเป็นพิษต่อผู้บริโภค. จุลินทรีย์ในดินสามารถเปลี่ยนให้พืชดูดธาตุโดยวิธีการไอออนเข้าไปได้ แต่ในการปลูกพืชไร้ดิน ผู้ปลูกสามารถควบคุมธาตุอาหารที่มีความจำเป็นในการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งจะไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภคได้. อย่างไรก็ตาม ก่อนตัดสินใจ

ลงทุนเพื่อดำเนินการปลูกพืชไร้ดิน ควรศึกษาและทำความเข้าใจเกี่ยวกับระบบการปลูกและธาตุอาหารที่สำคัญของพืชให้ชัดเจน ซึ่งจะช่วยให้การจัดทำไม่เกิดความเสียหายและประสบผลสำเร็จ ซึ่งการปลูกพืชไร้ดินมีการดำเนินการได้หลายลักษณะ ดังนี้ :

2.5.1 การปลูกพืชในสารละลาย การปลูกในสารละลายซึ่งเรียกว่า การปลูกแบบ “ไฮโดรพอ-นิกส์” เป็นการปลูกพืชโดยไม่ใช้วัสดุปลูก รากของพืชสัมผัสกับสารละลายธาตุอาหารโดยตรง คำว่า Hydroponics (อ่านว่า ไฮโดรพอนิกส์) ตามศัพท์วิทยาศาสตร์อังกฤษ-ไทย ไทย-อังกฤษ ฉบับราชบัณฑิตยสถาน (2546) มาจากการรวมคำในภาษากรีกสองคำ ได้แก่ “Hydro” หมายถึง “น้ำ” และ “Ponos” หมายถึง “งาน” การปลูกพืชไม่ใช้ดินระบบนี้มีหลักสำคัญ คือ รากพืชที่ปลูกจะแพร่กระจายอยู่ในสารละลาย ส่วนต้นพืชอยู่เหนือสารละลายธาตุอาหาร โดยมีวัสดุยึดหรือค้ำจุนลำต้นไว้ ระบบนี้แยกการปลูกได้ 2 แบบ คือ :

2.5.1.1 แบบน้ำไหลเวียนโดยอาจไหลผ่านรางปลูก ปัจจุบันได้มีการพัฒนาเป็นรูปการค้ามากขึ้น เนื่องจากมีการจัดการที่ไม่ยุ่งยากและสามารถตอบสนองในการเจริญเติบโตของพืชค่อนข้างมาก.

2.5.1.2 แบบน้ำซึมเข้าสู่ระบบรากพืช มีหลักการว่า รากพืชจะแช่อยู่ในรางตื้น มีสารละลายธาตุอาหารไหลรินอยู่ตลอดเวลา, ปรับความลาดเทของรางประมาณร้อยละ 1 การให้สารละลายธาตุอาหารจะใช้ปั๊มดูดสารละลายแล้วปล่อยให้ไหลมาตามความลาดเทผ่านระบบรากพืช ระบบนี้รากพืชจะได้รับออกซิเจนอย่างพอเพียง และสารละลายธาตุอาหารจะถูกดูดกลับมาใช้ใหม่โดยไหลผ่านรากพืชในระดับความลึก 2-3 มิลลิเมตร.

2.5.2 การปลูกโดยพ่นสารละลายใต้โคนรากพืช เป็นระบบการปลูกพืชโดยพ่นสารละลายธาตุอาหารเป็นหมอกหรือละอองไปยังรากพืชที่แขวนอยู่ในอากาศในห้องมืด ซึ่งปริมาณฉีดพ่นสารละลายธาตุอาหารขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของพืชแต่ละชนิด แต่ต้องควบคุมให้มีความชื้นร้อยละ 100 ระบบ

นี้เป็นระบบการผลิตที่มีประสิทธิภาพมาก ถ้ามีการควบคุมปัจจัยต่างๆ ได้อย่างสมบูรณ์และนิยมใช้ในงานทดลองหาปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของรากพืช.

2.5.3 การปลูกโดยใช้วัสดุปลูก เป็นการปลูกพืชลงบนวัสดุปลูกชนิดต่างๆ แทนดิน พืชได้รับธาตุอาหารทางรากจากการเติมสารละลายธาตุอาหารพืชลงในวัสดุปลูก, วัสดุปลูกนอกจากเป็นที่ยึดเกาะของรากสำหรับพยุงลำต้นให้ชูได้แล้ว ควรมีคุณสมบัติเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช เช่น ร่วนโปร่ง, ระบายอากาศดี, อุ้มน้ำ และไม่เป็นพิษต่อพืช วัสดุปลูกที่กล่าวถึง ได้แก่ :

2.5.3.1 วัสดุปลูกที่เป็นของแข็งประเภทอนินทรียสาร

- วัสดุที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่น ทราย, กรวด, หินภูเขา เป็นต้น.

- วัสดุที่ผ่านกระบวนการโดยใช้ความร้อน เช่น ดินเผา, เม็ดดินเผา, ใยหิน, เพอร์ไลต์, เวอร์มิคูไลต์ เป็นต้น.

- วัสดุที่เหลือจากโรงงานอุตสาหกรรม เช่น เศษอิฐจากการทำอิฐมอญ, เศษดินเผาจากโรงงาน.

2.5.3.2 วัสดุปลูกที่เป็นอินทรีย์สาร

- วัสดุที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่น ฟางข้าว, ขุยและใยมะพร้าว, แกลบ, ถ่านแกลบ, เปลือกถั่ว, พืช เป็นต้น.

- วัสดุที่เหลือจากโรงงานอุตสาหกรรม เช่น ชานอ้อย, กากตะกอนจากโรงงานน้ำตาล เป็นต้น.

2.5.3.3 วัสดุสังเคราะห์ เช่น เม็ดโฟม, แผ่นฟองน้ำ, เส้นใยพลาสติก เป็นต้น.

2.5 ธาตุอาหารและสารละลายธาตุอาหารที่สำคัญ

การปลูกพืชไร้ดินมีปัจจัยหลักที่สำคัญซึ่งทำให้พืชเจริญเติบโต คือ ธาตุอาหารที่เป็นวัตถุดิบหลักในการให้ต้นพืชเจริญเติบโตในกระบวนการสร้างสารอาหาร โดยกระบวนการสังเคราะห์แสง วัตถุดิบที่ใช้ คือ คาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ เมื่อพืชได้รับแสงบนคลอโรฟิลล์ได้สารคาร์โบไฮเดรตและออกซิเจน ส่วนของคลอโรฟิลล์ในพืชมีธาตุอื่นๆ เป็นองค์ประกอบ เช่น ธาตุไนโตรเจนและแมกนีเซียม ซึ่งเราสามารถจำแนกธาตุอาหารตามปริมาณความต้องการของต้นพืชในปริมาณที่ต่างกัน ในการใช้ของพืชหากให้ไม่เหมาะสมและสมดุลก็จะทำให้พืชเจริญเติบโตไม่เป็นปกติ.

นอกจากนี้ การให้ธาตุอาหารต้องให้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมและความสมดุลของธาตุอาหาร คือ ถ้าให้อย่างหนึ่งมากหรือน้อยพืชก็ไม่สามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโต, ถ้าให้ไนโตรเจนน้อย การเจริญเติบโตของพืชเปรียบเสมือนน้ำในถังซึ่งมีการไหลออก หมายถึง ต้นพืชไม่เจริญเติบโตจึงจำเป็นต้องเพิ่มไนโตรเจน, ถ้าเพิ่มมากไปโพแทสเซียมซึ่งมีอยู่ต่ำ การเจริญเติบโตก็ยังไม่เต็มที่จึงจำเป็นต้องเพิ่มขึ้น. ดังนั้น การปลูกพืชไม่ใช้ดินจะต้องมีการให้ธาตุอาหารและปัจจัยแวดล้อมให้เหมาะสมและสมดุลกัน พืชก็จะสามารถเจริญเติบโตได้ดีขึ้น ซึ่งความจำเป็นของธาตุอาหารต่อต้นพืชมีดังนี้ :

1. ธาตุคาร์บอน (C) เมื่อได้รับธาตุคาร์บอนในรูปของก๊าซคาร์บอนได้ออกไซด์ จากบรรยากาศที่เข้มข้น ก๊าซคาร์บอนได้ออกไซด์เข้าสู่พืชได้ทางปากใบ เพื่อทำปฏิกิริยาสังเคราะห์ด้วยแสงกับโมเลกุลของน้ำภายในของคลอโรพลาสต์ได้สารคาร์โบไฮเดรต, ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานของพืช ธาตุคาร์บอน เป็นองค์ประกอบของพืชร้อยละ 40. ดังนั้น จึงเป็นองค์ประกอบหลักในโครงสร้างของพืช มีความจำเป็นในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงแต่พืชก็ไม่ขาดแคลน ทั้งนี้ เพราะปัจจุบันในบรรยากาศนั้นมีคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นจากการเผาไหม้ของวัสดุ เชื้อเพลิงที่ใช้กับยานพาหนะ โรงงานผลิตกระแสไฟฟ้า และโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ อย่างมากมาย.

2. ธาตุออกซิเจน (O) ปริมาณของธาตุออกซิเจนในพืชโดยเฉลี่ยมีประมาณร้อยละ 40 พืชได้รับธาตุออกซิเจนที่มีอยู่มากมายในชั้นของบรรยากาศและในรูปของก๊าซออกซิเจนที่ละลายในน้ำหรืออาจได้จากการสังเคราะห์ด้วยแสงของต้นพืช.

พืชมีความต้องการใช้ก๊าซออกซิเจนในกระบวนการหายใจ พืชดูดซึมก๊าซออกซิเจนส่วนใหญ่ทางปากใบและบางส่วนทางช่องเลนติเซลล์, ซึ่งจะอยู่ตามผิวของลำต้นและกิ่ง พืชใช้ก๊าซออกซิเจนโดยออกซิไดส์สารพวกน้ำตาลให้มีขนาดโมเลกุลเล็กลง และพลังงานที่ได้นำมาใช้ในเซลล์ของพืชทำให้พืชมีชีวิตและเจริญเติบโตได้เป็นอย่างดี.

รากพืชต้องการก๊าซออกซิเจนเพื่อใช้ออกซิไดส์สารในเซลล์ที่มีชีวิตให้เป็นพลังงานไว้ใช้สำหรับการดูดซึมของธาตุอาหารและการดำเนินกิจกรรมของเซลล์ ดังนั้น จึงมีความจำเป็นที่จะต้องให้ก๊าซออกซิเจนแก่รากพืชที่จุ่มอยู่ในน้ำให้เพียงพอ.

3. ธาตุไฮโดรเจน (H) มีความจำเป็นในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงเป็นองค์ประกอบของคาร์โบไฮเดรต ซึ่งพืชสามารถได้จากน้ำเป็นส่วนใหญ่หรืออาจได้จากชั้นของบรรยากาศ

4. ธาตุไนโตรเจน (N) ไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบของสารอินทรีย์ โดยเป็นส่วนประกอบโครงสร้างของพืช เช่น คลอโรฟิลล์, กรดแอมิโน และองค์ประกอบของโปรตีน ซึ่งเกี่ยวข้องกับกระบวนการเจริญเติบโตของพืชอย่างมาก ถ้าขาดธาตุไนโตรเจนก็จะทำให้ต้นพืชแคระแกร็น, ใบเล็กเรียว, ใบร่วง, ใบแก่จะมีสีเหลืองซีด, แหล่งของไนโตรเจนสามารถได้จากการตรึงไนบรรยากาศหรือ

จากการย่อยสลายสารอินทรีย์ซากพืช, ซากสัตว์ที่ตายแล้ว ถ้าไนโตรเจนสูงมาก จะทำให้ต้นพืชมีการขยายเซลล์กว้าง, ต้นอวบเป็นผลให้เชื้อโรคเข้าทำลายง่าย และพืชจะมีการสร้างใบมาก จนไม่มีการสะสมอาหาร เพื่อให้ผลผลิตประมาณร้อยละ 20 ของธาตุไนโตรเจนในพืชเป็นโครงสร้างโปรตีนที่ต่อกันด้วยโมเลกุลของกรดแอมิโน ได้จากสารคาร์โบไฮเดรตที่ถูกออกซิไดส์มาเป็นกรดอินทรีย์ เมื่อทำปฏิกิริยากับแอมโมเนียมไอออนในเซลล์พืชได้เป็นกรดแอมิโน กรดแอมิโนที่ได้ก็จะถูกลำเลียงส่งไปใช้สังเคราะห์โปรตีนที่ไรโบโซม หากขาดธาตุจะทำให้พืชสะสมแป้งหรือน้ำตาลมากกว่าปกติ, ซึ่งจะเป็นสาเหตุของการสร้างสารเซลลูโลสเพิ่มมากขึ้นในเซลล์ทำให้เนื้อเยื่อพืชแข็งกระด้าง ถ้าเป็นพืชผักจะทำให้เหนียว, แข็ง และไม่น่ารับประทานหรือจำหน่ายผลผลิตไม่ได้ราคา.

ในทางตรงกันข้าม ถ้าต้นไม้มีปริมาณไนโตรเจนมากเกินไป แต่ต้นพืชสร้างสารคาร์โบไฮเดรตไม่ทันเพราะเกิดการขาดน้ำ หรือมีแสงไม่เพียงพอต้นพืชก็จะใช้ธาตุไนโตรเจนที่ดูดซึมเข้าไปสร้างสารอินทรีย์พวกเอมีด ซึ่งเป็นพวกโมเลกุลขนาดเล็กจำนวนมาก จะทำให้พืชบอบบางอ่อนแอ เมื่อถูกลมพัดจะล้มหรือหักง่ายและโรคแมลงเข้าทำลายได้ ทำให้เกิดความเสียหายเป็นอย่างมาก. จะเห็นได้ว่า การที่จะเน้นความสำคัญของธาตุอาหารที่ธาตุใดธาตุหนึ่งนั้นไม่ได้เลย พืชจำเป็นต้องมีธาตุไนโตรเจนในสัดส่วนที่พอเหมาะกับธาตุคาร์บอน เมื่อพืชได้รับธาตุไนโตรเจนซึ่งอยู่ในรูปของเกลือไนเตรต, เกลือไนไตรต์ และแอมโมเนียที่ละลายอยู่ในน้ำหรือจากก๊าซไนโตรเจนในบรรยากาศ เมื่อเกิดฟ้าแลบฟ้าร้องก๊าซไนโตรเจนจะถูกออกซิไดส์กลายเป็นเกลือที่ละลายน้ำและเป็นประโยชน์ต่อต้นพืช. อย่างไรก็ตาม พืชตระกูลถั่วที่ปลูกอยู่ในสภาพไร้ดินและเกิดการขาดธาตุอาหารไนโตรเจนก็จะสามารถสร้างปมที่รากเพื่อตรึงก๊าซไนโตรเจนจากบรรยากาศมาใช้ในการสังเคราะห์กรดแอมิโนและสร้างสารโปรตีนได้ตามธรรมชาติ.

5. ธาตุโพแทสเซียม (K) เกี่ยวข้องกับกระบวนการในการเคลื่อนย้ายของธาตุอาหารและเป็นธาตุที่มีการเคลื่อนย้ายได้สะดวก เช่น การที่พืชขาดธาตุโพแทสเซียมทำให้ต้นพืชเล็ก, บอบบาง และหักล้มได้ง่าย ในการปลูกพืชไม่ใช้ดินจึงจำเป็นต้องให้ในปริมาณสูง.

โพแทสเซียมเป็นธาตุอาหารที่จำเป็นของพืช พบมากในบริเวณต่างๆ ที่มีเนื้อเยื่อเจริญของพืช เช่น บริเวณปลายยอด, ปลายราก, ตาข้าง เป็นต้น. โพแทสเซียมเป็นธาตุที่สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวกในพืช พืชแต่ละชนิดมีความต้องการในปริมาณที่แตกต่างกันออกไป พบว่า ธาตุโพแทสเซียมไม่ได้เป็นส่วนประกอบของโครงสร้างของโมเลกุลเหมือนธาตุไนโตรเจนหรือแคลเซียม แต่ช่วยเอนไซม์กระตุ้นการทำปฏิกิริยาในเซลล์พืชช่วยปฏิกิริยาสังเคราะห์สารคาร์โบไฮเดรต, โปรตีน และไขมันช่วยเร่งรากพืชให้ดูดซึมธาตุไนโตรเจนให้เร็วขึ้นและพืชที่ขาดธาตุโพแทสเซียมจะแสดงอาการต้นลีบ, ใบลีบ และบอบบางอย่างเห็นได้ชัดเจน เมื่อลมผ่านแรงๆ จะล้มง่าย มีผลต่อปริมาณการเก็บเกี่ยวช่วงท้ายของฤดูกาลปลูกพืช.

ปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่พอเหมาะในสารละลายธาตุอาหาร ปัจจัยแสงสว่างก็เป็นตัวกำหนดปริมาณการใช้ธาตุโพแทสเซียม ในช่วงฤดูที่มีแสงจ้าอย่าง เช่น ในฤดูร้อน ผู้ปลูกสามารถลดปริมาณความเข้มข้นของธาตุโพแทสเซียมในสารละลายลงได้ถึงร้อยละ 60 ของที่ใช้อยู่, ถ้าเป็นช่วงฤดูฝนที่ท้องฟ้ามักจะมืดและมีแสงสว่างน้อย แสงแดดมีความเข้มข้นน้อยทำให้ปริมาณแสงมีไม่พอเพียงต่อกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง, ซึ่งจะทำให้พืชผลิตสารคาร์โบไฮเดรตได้น้อย การผลิตสารโปรตีนในพืชจึงน้อยตามไปด้วย ปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่มีมากในสารละลายจะเป็นตัวช่วยกระตุ้นการสังเคราะห์สารคาร์โบไฮเดรตและการสังเคราะห์โปรตีนในภาวะที่ความเข้มข้นของแสงน้อย.

6. ธาตุฟอสฟอรัส (P) ในรูปของเกลือฟอสเฟสจะละลายน้ำได้ ธาตุฟอสฟอรัสจึงเคลื่อนย้ายไปตามท่อน้ำในพืชและเคลื่อนย้ายระหว่างเซลล์ได้ นอกจากพืชจะดูดซึมธาตุฟอสฟอรัสทางรากในรูปของเกลือฟอสเฟสแล้ว รากพืชยังดูดซึมธาตุฟอสฟอรัสในรูปของกรดนิวคลีอิกได้อีก พืชใช้ธาตุฟอสฟอรัสในปริมาณที่น้อยกว่าธาตุไนโตรเจนและแคลเซียม.

ธาตุฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบของสารที่สำคัญหลายชนิดในเซลล์ของพืช ซึ่งสารเหล่านี้ เช่น กรดนิวคลีอิก, อะดีโนซีนไตรฟอสเฟต, อะดีโนซีนไดฟอสเฟต, ฟอสโฟไลปิด และโปรตีนไนโพรโทพลาซึม ธาตุฟอสฟอรัสยังเป็นตัวช่วยในกระบวนการสลายแห้งให้เป็นน้ำตาล และกระบวนการสังเคราะห์แป้งจากน้ำตาลธาตุฟอสฟอรัสยังเป็นส่วนประกอบของสารไฟติน ซึ่งช่วยกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ ในกระบวนการรีดิวซ์ไนเตรต ธาตุฟอสฟอรัสช่วยลดความเป็นกรดของน้ำในเซลล์พืชได้ด้วย.

พืชที่ขาดธาตุฟอสฟอรัสจะมีผลให้เกิดการติดผลและเมล็ดของพืชน้อยลง, ใบพืชจะเขียวคล้ำกว่าปกติ, ส่วนพืชไม้ผลที่ได้รับธาตุฟอสฟอรัสเพียงพอ ผลจะดีเพราะเจริญเติบโตรวดเร็วกว่าปกติและสุกเร็วกว่าต้นที่ได้รับธาตุฟอสฟอรัสไม่เพียงพอ, ธาตุฟอสฟอรัสช่วยสร้างรากได้ดีมาก โดยเฉพาะทำให้รากชนิดสะสมอาหารมีความแข็งแรงและสมบูรณ์ ทำให้ต้นพืชเจริญเติบโตเต็มที่ สัดส่วนของการให้ธาตุฟอสฟอรัสในรูปของสารละลายธาตุอาหารนั้น ขึ้นอยู่กับปริมาณของธาตุไนโตรเจน ถ้าปริมาณของธาตุไนโตรเจนมีมากจะต้องเพิ่มปริมาณธาตุฟอสฟอรัสในสารละลายด้วย. ทั้งนี้ เพราะถ้าธาตุไนโตรเจนถูกดูดซึมเข้าสู่พืชมากเกินไป จะมีผลในการยับยั้งการดูดซึมธาตุฟอสฟอรัสอีกธาตุหนึ่ง คือ ธาตุเหล็ก ในสารละลายธาตุอาหารพืชจะต้องมีสัดส่วนของธาตุฟอสฟอรัสและธาตุเหล็กที่สมดุลกันด้วย เพราะถ้ามีธาตุฟอสฟอรัสมากเกินธาตุฟอสฟอรัสจะทำปฏิกิริยากับธาตุเหล็ก ทำให้ธาตุเหล็กเกิดการตกตะกอนในสารละลาย ทำให้พืชขาดธาตุเหล็กได้หรือตรงกันข้ามถ้าสารละลายธาตุอาหารมีธาตุเหล็กมากเกินไป ก็จะทำให้ธาตุฟอสฟอรัสเกิดการตกตะกอน, ซึ่งก็ทำให้พืชขาดธาตุฟอสฟอรัสได้เช่นกัน ดังนั้น สัดส่วนที่ถูกต้องระหว่างธาตุฟอสฟอรัสกับธาตุเหล็กในสารละลายธาตุอาหารของพืชจึงเป็นเรื่องที่สำคัญและจะต้องตรวจสอบให้ดีเสมอในระหว่างใช้กับพืชที่ปลูกอยู่.

7. ธาตุแคลเซียม (Ca) เป็นส่วนประกอบของสารเชื่อมผนังเซลล์ของเซลล์ให้ติดกันและยังเป็นปัจจัยร่วมของเอนไซม์ในปฏิกิริยาสังเคราะห์โปรตีน และปฏิกิริยาของเอนไซม์อีกหลายชนิดในเซลล์ที่มีชีวิต พืชที่ขาดธาตุแคลเซียมก็จะแสดงอาการลักษณะรากกุด, รากมีการแตกแขนงน้อย, ปริมาณรากน้อย, ยอดด้วน, ข้อสั้น, ใบเล็ก, ทำให้แลดูต้นพืชแคระแกร็น ไม่สมประกอบ.

ธาตุแคลเซียมมีหน้าที่ในสารละลายธาตุอาหารของพืช เช่น ช่วยเพิ่มอัตราการดูดซึมธาตุโพแทสเซียม, ช่วยละพิษของธาตุแมกนีเซียม ทำให้พืชดูดซึมธาตุแมกนีเซียมได้มากขึ้น, และธาตุแมกนีเซียมไปใช้ประโยชน์ การสังเคราะห์สารคลอโรฟิลล์ ,ธาตุแคลเซียมเป็นปัจจัยร่วมของเอนไซม์หลายชนิดของพืช. ดังนั้น สารละลายธาตุอาหารที่มีคุณภาพ จึงต้องมีสัดส่วนของปริมาณธาตุแคลเซียมต่อธาตุแมกนีเซียมที่มีความเหมาะสมต่อชนิดของพืชด้วย นอกจากนี้ยังพบว่า สัดส่วนของธาตุแคลเซียมต่อธาตุไนโตรเจนก็มีผลต่อลักษณะของการเจริญเติบโตของต้นพืชด้วยเช่นกัน.

ธาตุแคลเซียมทำหน้าที่เป็นโครงสร้างผนังเซลล์ของต้นพืช ทำให้มีความแข็งแรงและยังช่วยในปัจจัยร่วมของเอนไซม์ในกระบวนการสร้างโปรตีน ถ้าหากพืชขาดแคลเซียมก็จะทำให้รากพืชพัฒนาน้อย, ยอดอ่อน, ด้วน, สั้น, ใบเล็ก, ต้นแคระแกร็น เป็นต้น.

8. ธาตุแมกนีเซียม (Mg) เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของโมเลกุลคลอโรฟิลล์ ดังนั้น พืชสีเขียวจึงต้องใช้ธาตุแมกนีเซียมเพิ่มสร้างคลอโรฟิลล์ สำหรับการเจริญเติบโตของต้นพืช ธาตุแมกนีเซียมช่วยเคลื่อนย้ายธาตุฟอสฟอรัส โดยไปรวมกับธาตุฟอสฟอรัสทำให้ได้สารประกอบแมกนีเซียมฟอสเฟตที่เคลื่อนย้ายได้ง่าย ถ้าต้นพืชขาดธาตุแมกนีเซียม ต้นพืชก็มักจะมีอาการเหลือซีดที่ใบอ่อน หรือใบแก่ขึ้นอยู่กับชนิดของต้นพืช, ถ้าต้นพืชนั้นมีการเคลื่อนย้ายธาตุแมกนีเซียมออกจากใบแก่ ก็แสดงอาการเหลืองซีดได้ที่ใบแก่, แต่ถ้าต้นพืชที่ไม่มีการเคลื่อนย้ายแมกนีเซียม ก็จะแสดงอาการเหลืองซีดที่ใบอ่อน, โดยการเหลืองซีดดังกล่าวมักจะเกิดที่บริเวณส่วนที่เป็นเนื้อใบของต้นพืชก่อนส่วนของเส้นใบพืช เช่น ต้นถั่วดำที่ขาดธาตุแมกนีเซียมจะแสดงอาการเช่นนี้ชัดเจน เป็นต้น. จะพบธาตุแมกนีเซียมเป็นจำนวนมากในเมล็ดใบเลี้ยง, ยอดอ่อน และในใบ ถ้าต้องการให้เมล็ดพืชสมบูรณ์จะขาดธาตุแมกนีเซียมไม่ได้เลย แต่ถ้าพืชได้รับธาตุแมกนีเซียมมากเกินไปพืชจะแสดงอาการม้วนใบและมีอาการตายจากปลายใบของต้นพืช.

9. ธาตุกำมะถัน (S) ต้นพืชจะขาดธาตุกำมะถันในการสังเคราะห์กรดแอมิโน คือ ซีสทีน, ซีสเทอิน และเมไธโอนิน พบว่า จำนวนร้อยละ 7 ของธาตุกำมะถันที่พบในพืชอยู่ในกรดซีสทีน ธาตุกำมะถันกระจายในทุกส่วนของเนื้อเยื่อของต้นพืช แต่พบมากในใบพืชที่ได้รับธาตุกำมะถันอย่างเพียงพอจะมีระบบรากที่ดี ปริมาณคลอโรฟิลล์มาก ช่วยให้พืชตระกูลถั่วสร้างปมที่มีขนาดใหญ่และสมบูรณ์ดี พืชที่ปลูกต้องการปริมาณธาตุกำมะถันในกรณีที่พืชขาดธาตุกำมะถัน พืชจะแตกพุ่มอย่างมากและใบจะเหลืองด้วย, ทำให้อัตราการรีดิวซ์ไนเตรตต่ำ, อัตราการออกซิไดส์น้ำตาลต่ำ, ทั้งสอง

สาเหตุมีผลต่อการสังเคราะห์โปรตีนและการหายใจของพืชตามลำต้น นอกจากนั้น ธาตุกำมะถันยังเป็นวัตถุดิบในการสังเคราะห์กรดแอมิโน ซึ่งเป็นสารตั้งต้นในการเจริญเติบโตในพืชและเกี่ยวข้องกับการเกิดกลิ่นในต้นพืช เช่น ในหอม, กระเทียม เป็นต้น.

2.6 ธาตุอาหารที่พืชต้องการเพียงเล็กน้อย

ธาตุอาหารที่พืชต้องการเพียงเล็กน้อย ประกอบด้วย :

1. ธาตุเหล็ก (Fe) มีหน้าที่ในการช่วยให้พืชสังเคราะห์ด้วยแสง โดยเป็นตัวนำพาออกซิเจนในกระบวนการหายใจและมีบทบาทในการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ มีความจำเป็นในการสร้างน้ำตาลและแป้ง ถ้าหากต้นพืชขาดธาตุเหล็กจำให้ใบเหลืองซีดทั้งใบอ่อนและใบแก่, ความสามารถในการเคลื่อนออกซิเจนได้น้อยลง.

2. ธาตุคลอรีน (Cl) มีหน้าที่ในการช่วยให้พืชสังเคราะห์ด้วยแสง, ช่วยเพิ่มความเป็นกรดในเซลล์, กระตุ้นการทำงานของเอนไซม์, ในสภาพทั่วไปคลอรีนจะมีเพียงพอต่อความต้องการของต้นพืช.

3. ธาตุโบรอน (B) มีความสำคัญกับกระบวนการเจริญเติบโตของต้นพืช ทำให้ต้นพืชใช้ธาตุแคลเซียมดีมากขึ้นในการสร้างโครงสร้างผนังเซลล์, อาจช่วยในกระบวนการเคลื่อนย้ายสารอาหารในต้นพืช, ถ้าหากขาดทำให้การสร้างน้ำตาลลดลงและในพืชบางชนิดมีลำต้นกลวง.

4. ธาตุทองแดง (Cu) พืชชั้นสูงส่วนใหญ่ต้องการธาตุทองแดง พบธาตุทองแดงมากตรงบริเวณเนื้อเยื่อในสารละลายธาตุอาหารที่ใช้สำหรับปลูกมะเขือเทศ พืชที่ขาดธาตุทองแดงจะแสดงอาการต้นพืชอ่อนแอ เช่น ใบของต้นถั่วเหลือจะเกิดอาการเหลืองซีดเป็นแห่งๆ หรือเป็นจุดเหลืองกระจายอยู่บนใบของพืช เป็นต้น.

5. ธาตุแมงกานีส (Mn) พืชส่วนใหญ่ต้องการธาตุแมงกานีส เพื่อใช้ในทุกส่วนของพืชแต่ที่พบจะสะสมมากในใบพืชมากกว่าในส่วนต่างๆ ของต้นพืช เช่น ใบข้าวโพดธาตุแมงกานีสประมาณ 0.043 ppm, แต่ขณะที่ลำต้นของข้าวโพดมีเพียง 0.017 ppm, พืชพรรณไม้น้ำก็ต้องการธาตุแมงกานีสมากกว่าพืชบก, ส่วนพวกต้นไม้ใบเขียวตลอดปีใช้ธาตุแมงกานีสมากกว่าต้นไม้ผลัดใบ.

ส่วนพืชเพาะปลูกต้องการธาตุแมงกานีสในสารละลายในชาวงความเข้มข้นระหว่าง 0.02-0.5 ppm พืชที่ต้องการธาตุแมงกานีสน้อย คือ พวกแหน ต้องการธาตุแมงกานีสในสารละลายเพียง 0.0035 ppm ก็เพียงพอ. พืชต้องการใช้ธาตุแมงกานีสในกิจกรรมสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช, กิจกรรมของเอนไซม์ในปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารคาร์โบไฮเดรต และกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการใช้สารไนเตรตของต้นพืช. ถ้าพืชขาดธาตุแมงกานีสก็จะทำให้ธาตุเหล็กอยู่ในรูปของเฟอร์รัสไอออนจำนวนมากและเกิดเป็นพิษต่อต้นไม้ได้ เช่น ทำให้พวกถั่วเกิดลักษณะใบด่าง, หรือในกรณีที่มีธาตุ

แมงกานีสมากเกินไปก็จะทำให้เฟอร์รัสไอออนถูกออกซิไดส์ไปเป็นเฟอร์ริกไอออน, ซึ่งพืชใช้ประโยชน์ได้น้อยลงพืชก็มักจะขาดธาตุเหล็กทั้งที่ในสารละลายธาตุอาหารมีธาตุเหล็กอยู่ด้วย. ดังนั้น การเตรียมสารละลายธาตุอาหารของพืชจำเป็นจะต้องคำนึงถึงสัดส่วนของธาตุแมงกานีสกับธาตุเหล็กด้วย.

6. ธาตุโมลิบดินัม (Mo) ช่วยให้พืชสามารถใช้ไอออนไนเตรตได้ โดยเปลี่ยนสารไนเตรตให้เป็นไนไตรต์ด้วยเอนไซม์ไนเตรตดัคเตส ซึ่งไนไตรต์ที่ได้ก็เปลี่ยนต่อไปจนกระทั่งได้สารแอมโมเนียมไอออน ซึ่งจะถูกนำไปสร้างกรดแอมิโนภายในเซลล์ของพืชอีกต่อไปอีก พืชที่ขาดธาตุโมลิบดินัมจะแสดงอาการเหลืองซีดที่ใบแก่คล้ายอาการขาดธาตุไนโตรเจน, พืชตระกูลถั่วจะสร้างปมรากถั่วได้น้อย.

7. ธาตุสังกะสี (Zn) ธาตุสังกะสีเกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์สารฮอร์โมนออกซินที่ปลายยอด ใบอ่อน และตาอ่อนของต้นพืช การขาดธาตุสังกะสีจะทำให้พืชลำต้นเตี้ย, ใบเล็ก นอกจากนี้ ยังมีส่วนเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของสารประกอบซัลไฮดริล ซึ่งพืชต้องการธาตุสังกะสีในปริมาณน้อย เช่นเดียวกับธาตุโมลิบดินัม ต้นพืชต้องการธาตุสังกะสีในสารละลายธาตุอาหารหรือในปุ๋ยที่ระดับเข้มข้นไม่เกิน 1 ppm.

8. ธาตุไอโอดีน (I) ส่วนใหญ่พบในต้นพืชตระกูลถั่ว ต้นผักกาดหอมและต้นผักขม ธาตุไอโอดีนช่วยทำให้พืชมีใบเขียวสด ถ้าพืชดูดซึมเข้าสู่ต้นมากเกินไป ก็จะไปชะงักการเจริญเติบโตของพืชได้ ในสารละลายธาตุอาหารไม่ควรมีธาตุไอโอดีนเข้มข้นเกินกว่า 0.5 ppm.

9. ธาตุซิลิคอน (Si) ส่วนใหญ่พบธาตุซิลิคอนในใบ, ต้นและรากของพืชตระกูลถั่ว ธาตุซิลิคอนจะช่วยให้ชั้นผิวของพืชแข็งแรง, ป้องกันการทำลายจากแมลงศัตรูพืชและรากพืช เช่น โรคสนิม, โรคราน้ำค้าง เป็นต้น.

10. ธาตุโซเดียม (Na) ต้นพืชบางชนิดจะดูดซึมธาตุโซเดียมเข้าไปช่วยเจริญเติบโตได้ดี เช่นเดียวกับธาตุโพแทสเซียม โดยเฉพาะต้นพืชที่ขึ้นได้ในดินเค็ม ได้แก่ พวกโกงกาง, แสม, หน่อไม้ฝรั่ง เป็นต้น.

สูตรอัตราส่วนผสมของธาตุอาหารพืช มีศึกษาค้นคว้าไว้มากมายและเป็นเทคโนโลยีระดับสูง มีความละเอียดอ่อนในการชั่ง, ตวง, วัด, การผสม, การควบคุมอุณหภูมิ, ผู้ปลูกมือใหม่ควรซื้อธาตุอาหารสำเร็จรูปมาใช้จะเหมาะกว่า แต่ก็ควรรู้ชนิด คุณสมบัติต่างๆ เพื่อเลือกซื้อและใช้กับพืชผักของตนเองได้อย่างเหมาะสม รวมทั้งการวัดค่าความเข้มข้นของธาตุอาหาร (EC) และค่าความเป็นกรด-เบสของน้ำ (pH) ผู้ปลูกต้องศึกษาข้อมูลหรือธาตุอาหารสูตรต่างๆ ด้วย สุดท้ายของความมั่นใจ คือทางเลือก.

2.7 หลักการเลือกวัสดุปลูกพืชไร้ดินควรคำนึงถึงคุณสมบัติ ดังนี้ :

1. ควรมีอัตราส่วนของน้ำและอากาศที่เหมาะสม 50 : 50 ตลอดการปลูกในภาชนะ, อุปกรณ์และวัสดุปลูกชนิดต่างๆ.

2. วัสดุปลูกไม่ควรมีการยุบตัวหรืออัดตัวแน่นเกินไปเพื่อให้ชุ่มน้ำหรือใช้ไปนานๆ.

3. ไม่สลายตัวทั้งทางเคมีและชีวภาพได้ง่าย.

4. มีความพรุน รากพืชสามารถแพร่กระจายไปได้ทั่ววัสดุปลูก.

5. ไม่มีสารพิษที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพผู้บริโภคเจือปน.

6. มีคุณสมบัติเฉื่อยทางเคมี คือ ไม่เกิดปฏิกิริยาทางเคมีกับธาตุสารละลายอาหารของพืชและระบบปลูก.

7. มีคุณสมบัติในการแลกเปลี่ยนประจุไฟฟ้าบวกต่ำหรือไม่มีเลย เป็นผลให้องค์ประกอบของสารละลายธาตุอาหารพืชที่ให้มีคุณภาพคงที่ด้วยวัสดุในการปลูกมีหลายชนิดที่สามารถใช้ได้ เช่น เวอร์มิคูไลต์, เพอร์ไลต์, ทราย, กรวดและหิน, แกลบ, ถ่านแกลบ, ขี้เลื่อย, เปลือกไม้ และวัสดุสังเคราะห์ เช่น ฟองน้ำ, สำหรับที่นิยมใช้มี 2 อย่าง คือ :

7.1 เพอร์ไลต์ ซึ่งเป็นหินมาจากภูเขาไฟ ประกอบด้วยซิลิคอนได้ออกไซด์เผาด้วยความร้อนสูง ทำให้เกิดการขยายตัว, มีช่องว่าง, มีการระบายน้ำและอากาศได้ดี, น้ำหนักเบา, ใช้สะดวก, ราคาค่อนข้างแพงแต่คุ้มค่า.

7.2 ฟองน้ำ เป็นวัสดุสังเคราะห์หาซื้อง่าย, ราคาถูก, ไม่สกปรก และสะดวกในการเพาะต้นกล้า แม้การระเหยน้ำจะสู้เพอร์ไลต์ไม่ได้ แต่เทียบต้นทุนก็น่าใช้.

2.8 ประเภทพืชผักที่ควรปลูก

จากการทดลองพบว่า มีผักหลายชนิด ทั้งผักไทยและผักต่างประเทศ ปลูกได้งอกงามให้ผลผลิตสูง ดังนี้ :

1. มะเขือเทศ.
2. มะระ.
3. บวบ.
4. ถั่วแขก.
5. ถั่วพู.
6. คะน้า.
7. คะน้าฮ่องกง.
8. กวางตุ้งดอก.
9. กวางตุ้งฮ่องเต้.
10. ผักชีล้อม.
11. ผักกาดขาว.
12. ผักกาดหอม.
13. ผักปวยเล้ง.
14. ผักสลัด ได้แก่ กรีนโอ๊ก, เรดโอ๊ก, กรีนโครอน, บัตเตอร์เฮด เป็นต้น.

2.9 การเพาะเมล็ดและคัดเลือกพันธุ์

การคัดเลือกเมล็ดพันธุ์ควรเลือกจากแหล่งจำหน่ายหรือยี่ห้อที่เชื่อถือได้ เพราะจะมีผลในอัตราการงอกและต้องศึกษาการงอกของเมล็ดพันธุ์พืชชนิดต่างๆ ว่า ก่อนเพาะควรปฏิบัติอย่างไร เช่น แช่น้ำก่อนเป็นเวลา 2 ชั่วโมง หรือจุ่มน้ำยากันราหรืออื่นๆ ให้ชัดเจน เมื่อถึงขั้นการเพาะเมล็ด ถ้าเพาะด้วยเพอร์ไลต์จะต้องเพราะในถ้วยปลูกซึ่งมีขายตามท้องตลาดสินค้าเกษตร นำเพอร์ไลต์แช่น้ำให้ชุ่มสัก 4-5 ชั่วโมง แล้วตักใส่ถ้วยปลูกประมาณ 4/5 ส่วน ใช้ไม้หรือวัสดุปลายแหลมกดลงในถ้วยให้มีช่องว่าง เพื่อนำเมล็ดพันธุ์บรรจุลงไปประมาณ ¼ ของถ้วย ถ้าลึกเกินไปอาจทำให้เมล็ดพืชเน่าเนื่องจากมีความชื้นมากเกินไป, อากาศไม่พอ, ถ้าตื้นเกินไปก็จะขาดความชื้นต้องใส่ให้เหมาะสมและหมั่นบันทึกเป็นบทเรียนทุกครั้งที่เพาะเมล็ด.

เมื่อบรรจุเมล็ดพันธุ์ลงบนถ้วยปลูกแล้วให้เก็บไว้ในที่มืด แสงสว่างไม่มากนัก ประมาณ 2-3 วัน เมื่อเมล็ดแตกยอดอ่อนจึงนำออกไปได้ รางปลูกบางชนิดจะใช้พลาสติกใสคลุมทั้งหลังคาด้านหน้าและด้านล่างเพื่อเก็บความชื้นและกันแมลง รูปแบบนี้ก็ได้ผลดีมากแต่ต้นทุนจะสูงขึ้น.

รางปลูกพืชไร้ดินมีหลายแบบเช่นกัน ส่วนใหญ่จะเป็นการออกแบบของบริษัทผู้ผลิต ซึ่งมีลักษณะและคุณสมบัติเฉพาะราคาค่อนข้างสูง แต่ถ้าดัดแปลงประยุกต์ใช้ก็อาจใช้ท่อ PVC ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 นิ้ว หรือ 2.5 นิ้ว หรือ 3 นิ้ว มาเจาะรูเพื่อวางถ้วยปลูกเองก็ได้ ความกว้างของรูที่เจาะควรเหมาะกับถ้วยปลูก ถ้าเป็นแบบศูนย์สาธิตจะใช้ขนาด 41-45 มิลลิลิตร ท่อปลูกควรมีความยาวไม่เกิน 12 เมตร เพื่อสะดวกในการทำความสะอาดและการไหลเวียนของสารละลายธาตุอาหารจะส่งอาหารให้พืชได้ดีกว่าท่อยาวเกินไป อีกส่วนหนึ่งของความร้อนจากแสงแดด ถ้าท่อรางปลูกยาวจะได้รับแสงแดดนานและน้ำจะร้อน ส่งผลให้ค่าของเคมีของธาตุอาหารเปลี่ยนแปลงไม่เป็นผลดีต่อพืช การจัดระยะของการวางท่อปลูกใช้หลักการลาดเอียง เพื่อให้น้ำสารละลายอาหารไหลเวียนได้ไม่เร็วหรือช้าเกินไป อัตราการลาดเอียงที่เหมาะสม คือ ลดลง 1 นิ้วทุก 4 เมตร แต่ถ้าท่อขนาดเล็กควรลดลง 1 นิ้วทุก 3 เมตร มิฉะนั้นน้ำจะล้นท่อขณะเมื่อปลูกโตเต็มที่ และมีรากในรางปลูกจำนวนมาก การแก้ไขน้ำล้นนี้อาจใช้วาวล์ ปิด-เปิดน้ำที่ออกจากปั๊มก่อนขึ้นสู่ท่อปลูกจะช่วยได้อีกทางหนึ่ง น้ำจากระบบท่อปลูกต้องต่อท่อให้น้ำทุกท่อปลูกมารวมกัน และไหลลงสู่ถังน้ำผสมธาตุอาหารเดิมเพื่อหมุนเวียนไปใช้อีกไม่สิ้นเปลือง.

การวางถังน้ำ

พืชไร้ดินจำเป็นต้องใช้กระแสไฟฟ้าและปั๊มน้ำเพื่อสูบน้ำจากถังส่งผ่านไปยังท่อหรือรางปลูกทุกรางอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอ และควบคุมให้น้ำไหลลงสู่ถังเดิมเพื่อหมุนเวียนมาใช้ใหม่ ถังที่ใช้จะใช้ถังพลาสติก 200 ลิตร หรือถังปูนก็ได้ ข้อสำคัญ คือ ต้องให้ปากถังมีระดับต่ำกว่าปลายท่อของรางปลูกและควรอยู่ในที่ร่มและจะดีมากถ้าสามารถทำให้น้ำเย็นได้ตลอดเวลา เพราะน้ำร้อนจะทำค่าของธาตุอาหารเปลี่ยนแปลงทางเคมี การฝังถังลงในดินเป็นวิธีทำให้น้ำเย็นได้วิธีหนึ่ง แต่มีปัญหาในช่วงการล้างถัง เพราะความสกปรกก้นถังจะทำความสะอาดได้ยาก.

อัตราส่วนผสมของธาตุอาหารในน้ำให้เป็นไปตามข้อมูลของผู้ผลิต ซึ่งโดยทั่วไปมักใช้อัตรา 1: 200 คือ สารละลายธาตุอาหาร 1 ลิตร ต่อน้ำ 200 ลิตร และน้ำต้องมีค่า pH อยู่ในระหว่าง 5.5-7.2 จะมีความเข้มข้นของธาตุอาหาร จะวัดด้วยเครื่องมือวัดเรียกว่า EC จะมีความเข้มข้นตามชนิดของพืช ซึ่งส่วนใหญ่อาจอยู่ระหว่าง 1.5-3.5 การใช้เครื่องมือวัดค่า pH และค่า EC นี้ ศึกษาได้จากคู่มือการใช้เครื่องมือของแต่ละบริษัท แต่ถ้าประหยัดจะไม่วัดค่าก็ใช้วิธีประมาณการใช้สารละลายธาตุอาหารตามที่ผู้ผลิตกำหนดก็ได้.

เมื่อติดตั้งระบบเสร็จมีโรงเรือนดำเนินการเพาะเมล็ดพันธุ์ จัดเตรียมน้ำผสมสารละลายธาตุอาหารและเริ่มดำเนินการปลูก ท่านจะเริ่มมีความสุขที่ได้เห็นเมล็ดพันธุ์ออกรากและยอดอ่อน เติบโตและเป็นพืชผักที่งอกงาม สวยงามปลอดภัยในสวนหลังบ้าน, หน้าห้าง, บนดาดฟ้า หรือที่อื่นๆ ที่ท่านต้องการให้มี ท่านจะไม่อยากรับประทานผักที่ไหนเลยนอกจากผักที่ท่านปลูก บุคคลในครอบครัวเด็กเล็กๆ ลูกหลานจะมาช่วยกันดูแลเป็นความอบอุ่นที่น่ารักและมีพืชผักปลอดสารพิษบริโภคกันทั้งครัวเรือน ปลูกแปลงเล็กๆ ทำไปทีละน้อย เมื่อมีความรู้มีความเข้าใจและศึกษาเพิ่มเติมต่อยอดไปเรื่อยๆ ท่านจะเห็นหนทางพัฒนาการปลูกพืชไร้ดินในเชิงธุรกิจได้อย่างดี เพราะตลาดยังต้องการอีกมากถึงแม้ว่าต้นทุนการผลิตจะสูงทำให้ราคาจำหน่ายแพง แต่มีกลุ่มผู้บริโภคอักไม่น้อยที่เฝ้ารอคอยพืชผักไร้ดินหรือไฮโดรพอนิกส์.

2.10 ข้อจำกัดที่ควรระมัดระวัง

สารละลายธาตุอาหารเป็นเคมีธาตุที่พืชใช้เป็นประโยชน์โดยขบวนการไอออน ก่อนดูดซึมหรืออสโมซิสเข้าทางรากดูดลำเลียงส่งผ่านท่อโพเอม, ไซเอม สู่กระบวนการสังเคราะห์แสงที่ใบให้กลายเป็นแป้ง, เซลลูโลส, กลูโคส, วิตามินเกลือแร่ต่างๆ ตามความสามารถเฉพาะของพืชแต่ละชนิด

การนำมารับประทานควรแช่น้ำหรือทิ้งไว้อย่างน้อย 2 ชั่วโมง สำหรับพืชผักที่รับประทาน ลำต้นหรือใบ เพื่อให้ธาตุอาหารที่ยังไม่ได้สังเคราะห์แสงยังตกค้างอยู่ในท่ออาหาร ท่อน้ำได้เข้าสู่กระบวนการสังเคราะห์ ก็จะช่วยให้สารตกค้างซึ่งมีเพียงเล็กน้อยให้หมดไป หรืออีกวิธีหนึ่ง คือ ผักแปลงใดจะใช้รับประทานก็งดใช้ธาตุอาหาร 1 วัน ให้แต่น้ำอย่างเดียวจะช่วยให้ผักนิ่ม, กรอบ, อร่อย, น่ารับประทานและเชื่อมั่นว่าไม่มีธาตุอาหารตกค้างอย่างแน่นอน. อย่างไรก็ตามธาตุอาหารที่เลือกผสมให้พืชเป็นธาตุที่พืชต้องการและไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้บริโภค เพราะขบวนการดูดซึมของพืชเป็นขบวนการไอออน ถ้าเปรียบเทียบกับพืชปลูกดินแล้ว ในดินเสียอีกที่มีธาตุอาหารหรือวัตถุเคมีหลายอย่างที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ ซึ่งเราเลือกออกไม่ได้ โดยเฉพาะปุ๋ยเคมีบางชนิดบางยี่ห้อ ที่มีไนเตรตหรือขบวนการที่ก่อให้เกิดสารประกอบไนเตรตสูง. ดังนั้น พืชไร้ดินจึงเป็นพืชน่าสนใจศึกษาและพัฒนาต่อไป.

2.11 ปัญหาและแนวคิดการปลูกพืชไร้ดินเชิงธุรกิจในประเทศไทย

ปัจจุบันถ้าพิจารณาจากข้อมูล และสภาพความเป็นจริงแล้วสามารถกล่าวได้ว่า การปลูกพืชไร้ดินเชิงการค้าของประเทศไทยยังอยู่ในช่วงเริ่มต้นเท่านั้น การผลิตพืชที่เป็นเชิงธุรกิจอย่างจริงจังยังน้อยมาก ทั้งที่การปลูกพืชไร้ดินได้มีการเข้ามาสู่ประเทศไทยกว่า 10 ปีแล้ว เนื่องจากปัญหาและอุปสรรคต่างๆ รวมทั้งขาดข้อมูลทั้งด้านการผลิต, การตลาด, เทคโนโลยี และที่สำคัญที่สุด คือ การบริหารจัดการที่ดีทำให้การปลูกพืชไร้ดินในประเทศไม่มีความก้าวหน้าเท่าที่ควร. ดังนั้น การที่จะพิจารณาหาทางผลิตพืชไร้ดินนั้นควรจะต้องทราบถึงแนวคิด, หลักการ และแนวทางปฏิบัติให้ได้เสียก่อน การที่จะผลิตให้ประสบผลสำเร็จนั้น ผู้ผลิตจะต้องเข้าใจถึงองค์ประกอบที่สำคัญๆ เช่น วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้, สารอาหาร, พันธุ์พืช เป็นต้น.

ปัญหาการปลูกพืชไร้ดินในประเทศไทย

ปัญหาหลักใหญ่สำหรับการปลูกพืชไร้ดินพอสรุปได้ ดังนี้ :

- ขาดแหล่งข้อมูล และองค์ความรู้ที่จะค้นคว้า.
- ตลาดยังขาดความเข้าใจในผลผลิต.
- ขาดวัตถุดิบที่เหมาะสมในการผลิต.
- สภาพอากาศไม่เหมาะสม.
- ขาดการส่งเสริมจากภาครัฐอย่างจริงจัง.
- ขาดความรู้ความสามารถในการจัดการที่เหมาะสม.

ปัญหานี้จัดว่าเป็นปัญหาใหญ่ และเกี่ยวข้องกับบุคลากรเนื่องจากการปลูกพืชไร้ดินจะต้องเกี่ยวข้องกับโลกของปุ๋ยเคมี. ดังนั้น การเรียนรู้ชนิดของปุ๋ย, การเลือกใช้, การคำนวณ, การผสมปุ๋ย, รวมทั้งการควบคุมค่าต่างๆ ของปุ๋ยเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้.

ความรู้เกี่ยวกับต้นพืช, การเพาะกล้า, การดูแล, การจัดการศัตรูพืช, การบำรุงรักษาระบบปลูก, การเก็บผลผลิตให้ได้ตรงตามมาตรฐานของลูกค้า.

ความรู้พื้นฐานเชิงช่างเกี่ยวกับการสร้างระบบปลูก, ระบบการให้ปุ๋ย, ระบบไฟฟ้า และวัสดุอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการปลูก

ความรู้เกี่ยวกับการตลาด เช่น การวิเคราะห์การตัดสินใจเลือกผลิตพืช, กำหนดกลยุทธ์ในการผลิต, การกำหนดราคาจำหน่าย, การให้ความรู้แก่ผู้บริโภค และการเข้าถึงแหล่งจัดจำหน่ายซึ่งเป็นงานที่ท้าทายละเอียดลออต้องอาศัยการฝึกฝนปฏิบัติอย่างจริงจังจึงจะประสบความสำเร็จได้.

3. การตลาดพืชไร้ดิน หรือไฮโดรพอนิกส์

3.1 ลักษณะทั่วไปของตลาด

ตลาดเป็นสิ่งแรกและเป็นสิ่งสำคัญที่สุดที่ต้องคำนึงถึงก่อนที่จะตัดสินใจทำการผลิต เนื่องจากผู้ผลิตจะต้องผลิตตามความต้องการของตลาดเสมอ เพราะหากผลิตแล้วไม่มีตลาดรองรับ ก็จะเกิดปัญหาผลิตได้แต่ขายไม่ออก ดังนั้น ผู้ผลิตจึงควรทราบข้อมูลต่างๆ ดังนี้ :

- ลักษณะของตลาด ผู้ผลิตต้องรู้จักมองหาตลาดเป็นอย่างดี สามารถพิจารณาถึงโอกาสทางด้านการตลาดที่ตนเองจะได้รับ โดยเฉพาะในเรื่องเกี่ยวกับขนาดของตลาด, แนวโน้มของตลาด และเรื่องอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องของกลุ่มลูกค้าที่มีกำลังซื้อและเห็นความสำคัญของผลผลิตต่อคุณภาพชีวิต การทราบลักษณะของตลาดจะช่วยให้การผลิตประสบความสำเร็จ.

- มาตรฐานและคุณภาพของพืช โดยเฉพาะผักและไม้ผลจะเกี่ยวข้องกับขนาด, ปริมาณ และคุณภาพของผลผลิตด้วยกันเอง สินค้าที่ผลิตได้ตามมาตรฐานและคุณภาพจะเป็นสินค้าที่ได้รับการยอมรับจากลูกค้า แม้ว่าจะลงทุนในการผลิตแบบธรรมดาก็ตาม.

- คู่แข่งขันและลูกค้า ผู้ผลิตควรทราบศักยภาพของคู่แข่ง ทั้งนี้ เพื่อจะได้วางแผนการผลิตที่สามารถให้ผลผลิตได้ตามความต้องการของตลาดทั้งในด้านปริมาณ, เวลา และคุณภาพ การทราบว่าลูกค้าต้องการผลผลิตแบบใด, ในเวลาใด จะช่วยให้ธุรกิจการผลิตประสบความสำเร็จ.

- อุปสงค์และอุปทาน มีผลกระทบต่อความต้องการผลผลิตพืช เช่น ถ้ามีผลผลิตออกสู่ตลาดมากในเวลาเดียวกัน ราคาของผลผลิตจะมีแนวโน้มลดลง.

3.2 ตลาดพืชไร้ดิน

พฤติกรรมของผู้บริโภคจะมีบทบาทต่อการตลาดมาก และผู้ที่มีความรู้, มีระดับการศึกษาดีจะเป็นลูกค้ากลุ่มแรกของสินค้าพืชผักที่ปลูกโดยไม่ใช่ดิน ลูกค้ากลุ่มนี้ส่วนใหญ่เป็นผู้ที่ห่วงใยในชีวิตและสุขภาพของตนเอง ดังนั้น จะสนใจหาซื้อสินค้านี้มาบริโภคอย่างจริงจังก่อนกลุ่มอื่นหรือกล่าวได้ว่าเป็นกลุ่มที่ “ตื่นตัว” และ “ตื่นกลัว” ต่อสารตกค้างจากการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชในพืชมากที่สุด.

ข้อมูลความต้องการของตลาดเฉพาะที่ผู้ผลิตต้องทราบ คือ มาตรฐานของผลผลิต, ข้อตกลงหรือคุณลักษณะเฉพาะปริมาณที่คาดว่าต้องการ, ราคาที่คาดว่าจะขายได้, ปริมาณที่ต้องการสูงสุดและข้อมูลจำเพาะเกี่ยวกับปัญหาทางการตลาดของการผลิตพืชโดยไม่ใช้ดิน. ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับการผลิตผักปลอดสารพิษ ตัวอย่างข้อมูลสำคัญที่ใช้ในการวิเคราะห์การตลาด เช่น ทัศนคติเกี่ยวกับผักปลอดสารพิษ, พฤติกรรมการบริโภคผักปลอดสารพิษ, ความคิดเห็นของผู้บริโภคเกี่ยวกับผักปลอดสารพิษที่เกี่ยวข้องกับการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน, การยอมรับเกี่ยวกับพืชโดยไม่ใช้ดิน, ข้อคิดเห็นเกี่ยวกับการปลูกผักปลอดสารพิษแบบการปลูกโดยไม่ใช้ดิน, ช่องทางการจำหน่ายสินค้าประเภทผักปลอดสารพิษ, การยอมรับช่องทางการตลาดในการจัดจำหน่ายแบบ Mass market หรือตลาดทั่วไปและลู่ทางตลาด. ตลาดส่วนใหญ่ยังคงเป็นตลาดภายในประเทศ ผู้ผลิตสามารถจำหน่ายหน้าฟาร์มหรือสวนตัวเองและส่งจำหน่ายตามแหล่งต่างๆ และมีผู้มารับไปจำหน่ายอีกต่อหนึ่ง นอกจากนั้น

แหล่งจำหน่ายปกติแล้ว, ผลผลิตพืชที่ปลูกโดยไม่ใช้ดินจะมีราคาสูงกว่าพืชที่ปลูกบนดินและจะมีลักษณะตลาดเป็น “ตลาดลูกค้าเฉพาะ (Niche Market)” ที่รู้จักคุณค่าและมีกำลังซื้อ.

3.3 ข้อมูลด้านการตลาดของการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

3.3.1 ช่องทางการจัดจำหน่าย ช่องทางการจัดจำหน่ายในประเทศ คือ :

- หน้าสวนของตนเอง.
- แหล่งต่างๆ เช่น โรงแรม, ภัตตาคาร, ร้านอาหาร, ตลาดกลาง และห้างสรรพสินค้า.
- พ่อค้าคนกลางมารับไปจำหน่าย.

3.3.2 แนวคิดเชิงกลยุทธ์การผลิตผักปลอดสารพิษ

- เพื่อสิ่งแวดล้อมที่ดีของคนไทย เช่น เกษตรกร, ผู้บริโภค, สังคม และสิ่งแวดล้อม.
- สร้างโอกาสทางการค้ากับต่างประเทศ เพราะเป็นการผลิตพืชผลปลอดสารพิษ.
- ลดการนำเข้าสารเคมีประมาณ 15,000 ล้านบาท/ปี เป็นสารห่าแมลงที่ใช้ในผักประมาณร้อยละ 50.

3.4 ข้อมูลด้านการบริโภค, การผลิต และการจำหน่ายของการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

ตลาดผักสดในประเทศไทย

3.4.1 การบริโภค/คน/ปี

คนไทย	= 40-50 กิโลกรัม
คนจีน/ญี่ปุ่น	= >100 กิโลกรัม

3.4.2 การผลิต

พื้นที่เพาะปลูก	3 ล้านไร่
ผลผลิต	5 ล้านตัน/ปี
ผลผลิตเฉลี่ย	1-1.5 ล้านตัน/รุ่น
มูลค่าตลาดรวมประมาณ	80,000 ล้านบาท/ปี
ผักปลอดสารพิษประมาณ	300 ล้านบาท/ปี

3.5 ช่องทางการจัดจำหน่าย

3.5.1 ช่องทางการจัดจำหน่ายโดยรวม

ตลาดสด/ตลาดกลาง ร้อยละ	99

ห้างสรรพสินค้าหรือซูเปอร์มาร์เก็ต ร้อยละ 1

3.5.2 ช่องทางการจัดจำหน่ายผักปลอดสาร คือ :

ปริมาณผักสดที่จำหน่ายรวม 5 ล้านตัน/ปี 13,700 ตัน/วัน

- จำหน่ายในตลาดสด ร้อยละ 99 13,560 ตัน/วัน
- จำหน่ายในห้างสรรพสินค้า ร้อยละ 1 140 ตัน/วัน
- เป็นผักธรรมดา ร้อยละ 80 112 ตัน/วัน
- เป็นผักปลอดสารพิษ ร้อยละ 20 28 ตัน/วัน

3.6 ข้อมูลเกี่ยวกับคู่แข่งขัน

คู่แข่งขันแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ :

3.6.1 คู่แข่งขันทางตรง คือ ผักไฮโดรพอนิกส์ด้วยกันเองและผักปลอดสารพิษอื่นๆ.

3.6.2 คู่แข่งขันทางอ้อม คือ ผักธรรมดาที่วางจำหน่ายในห้างสรรพสินค้า.

3.6.3 สินค้าทดแทน คือ ผักธรรมดาที่วางจำหน่ายในตลาดสดชั้นนำ (Wet market).

ตารางที่ 1. รายชื่อผู้ผลิตผัก (คู่แข่งขัน) ในแต่ละประเภทที่วางจำหน่ายในห้างสรรพสินค้า

ไฮโดรพอนิกส์	Organic	ปลอดสารพิษ	เกษตรอินทรีย์	ตราห้าง
GP	ออร์กานิก	สวนทิพย์	Future Farm	วอเตอร์ (Tops)
Accent	รังสิตฟาร์ม	ผักอนามัย	ธรรมชาติ	Fresh (Lotus)
ACK	Hydroponices fresh	ดอยคำ	ไร่ปลูกรัก	
Nice		JPP เชียงใหม่	Spandise	
หนองแค		ผักดอกเตอร์		
บุษบาบัน(แอโรโพนิกส์)		ผักบ้านสวน		
Pure fresh		คนปลูกผัก		
ฮาร์โมนีฟาร์ม		เสริมมิตร		
BUNI BIT		Kc fresh		
Thai Hydroponics Agro				

4. การตัดสินใจลงทุนและผลตอบแทนพืชไร้ดิน หรือไฮโดรพอนิกส์

การตัดสินใจลงทุนพืชไร้ดินจะพิจารณาจากเครื่องมือที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ :

1. การวิเคราะห์จุดแข็ง (strength), จุดอ่อน (weakness), โอกาส (opportunity) และข้อจำกัด (threat) หรือ SWOT analysis.

2. การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางการเงินและทางเศรษฐกิจ.

4.1 การวิเคราะห์เพื่อการตัดสินใจ

เทคนิคที่ใช้ในการวิเคราะห์เพื่อประกอบการตัดสินใจในการดำเนินธุรกิจ คือ สวอต (SWOT) ย่อมาจากคำว่า Strength, Weakness, Opportunity and Threat, เป็นเทคนิคที่ใช้ในการวิเคราะห์เพื่อกำหนดวิสัยทัศน์ที่ทำให้ทราบถึงความสัมพันธ์ของสิ่งแวดล้อมกับธุรกิจ. ผู้ผลิตควรวิเคราะห์ศักยภาพของปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการผลิตพืชนั้นก่อน เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานประกอบการตัดสินใจ ซึ่งจะช่วยให้ผู้ผลิตประสบความสำเร็จในการจัดการการผลิต ทำให้สามารถประเมินสภาพการแข่งขันทั้งของตนเองและคู่แข่งได้.

การใช้เทคนิค SWOT วิเคราะห์เพื่อการตัดสินใจในการลงทุนปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

ผลของการใช้เทคนิค SWOT มาวิเคราะห์สภาวะแวดล้อมภายนอกและสภาวะแวดล้อมภายในของธุรกิจการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน คือ :

การวิเคราะห์สภาวะแวดล้อมภายใน (Strength & Weakness)

1. การวิเคราะห์จุดแข็ง พบว่า :

- ผลผลิตมีคุณภาพสูง, เป็นพืชที่ปลอดภัยจากสารพิษหรือไร้สารพิษ.
- มีปริมาณการผลิตที่แน่นอนและสวยงาม, ใบปราศจากการทำลายของแมลง.
- สามารถผลิตได้หลายรอบ เพราะมีเทคนิคในการผลิต.
- สามารถลดระยะเวลาการผลิตให้สั้น.
- สามารถปรับเปลี่ยนการผลิตได้ง่าย.
- สามารถใช้ทรัพยากรการผลิตอย่างคุ้มค่า.

2. การวิเคราะห์จุดอ่อน พบว่า :

- มีการลงทุนในระยะแรกสูง.
- ต้องมีนักวิชาการที่มีความรู้และประสบการณ์มาช่วยดูแลให้คำแนะนำ.
- ตลาดยังไม่กว้างขวางและเด่นชัด.

การวิเคราะห์สภาวะแวดล้อมภายนอก (Opportunity & Threat)

1. การวิเคราะห์โอกาส พบว่า :

- ผู้บริโภคตื่นตัวต่อสุขภาพอนามัยและสิ่งแวดล้อม จึงทำให้มีผู้บริโภคมากขึ้น.
- ภาครัฐมีนโยบายสนับสนุน โดยประกาศเป็นนโยบายและมีการตรวจสอบสารพิษตกค้างทำให้มีผู้รู้จักพืชโดยไม่ใช้ดินมากขึ้น.
- สามารถส่งออกต่างประเทศได้ดี.
- ใช้การวิเคราะห์นี้ เป็นแหล่งความรู้สำหรับการวิเคราะห์เพื่อผลิตพืชอื่นๆ ต่อไปได้เป็นอย่างดี.

2. การวิเคราะห์อุปสรรค พบว่า :

- ขาดข้อมูลการตลาดที่ชัดเจน เนื่องจากบริษัทที่ดำเนินการอยู่ไม่ยินดีให้ข้อมูล.
- การลงทุนในระยะแรกสูง.
- ต้นทุนการผลิตสูงและต้องแข่งขันกับเกษตรกรที่ผลิตพืชด้วยดินที่มีราคาต่ำกว่า.

4.2 การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางการลงทุน

การวิเคราะห์โครงการทางการลงทุนเป็นการวิเคราะห์ เพื่อมุ่งหาผลตอบแทนหรือความสามารถในการทำผลกำไรของโครงการ รวมทั้งการวางแผนที่เหมาะสมกับโครงการ เพื่อให้เกิดความมั่นใจว่า ถ้ามีการดำเนินงานตามโครงการนี้แล้ว จะไม่มีปัญหาทางการเงินใดๆ ตลอดอายุของโครงการ.

4.2.1 หลักการวิเคราะห์ทางการลงทุน

โดยทั่วไปแล้วการวิเคราะห์โครงการวิเคราะห์ความเหมาะสมและความเป็นไปได้เพื่อการลงทุน (feasibility study) เป็นการวิเคราะห์ที่มีการประเมินผลตอบแทนและค่าใช้จ่ายต่างๆ ในการลงทุน โดยผลตอบแทนและค่าใช้จ่ายดังกล่าวได้มีการปรับมูลค่าตามเวลาที่เปลี่ยนแปลงไปให้เป็นมูลค่าในขณะที่กำลังวิเคราะห์หรือที่เรียกกันว่า มูลค่าปัจจุบัน.

1. ความสำคัญของการปรับมูลค่าของเงิน ในโลกแห่งความเป็นจริงมูลค่าของเงินในปัจจุบันจะไม่เท่ากับมูลค่าของเงินจำนวนเดียวกันในอนาคตเนื่องจากมีเรื่อง “ดอกเบี้ย” เข้ามาเกี่ยวข้อง ตัวอย่างเช่น เงินจำนวน 100 บาทในปีนี้ ถ้านำฝากธนาคารที่ให้ดอกเบี้ยในอัตราร้อยละ 15 ต่อปี ก็จะมีมูลค่าเท่ากับ 115 บาทในปีหน้า, หากพิจารณาในทางกลับกันเงินจำนวน 115 บาท ที่จะได้ในปีหน้านั้น ก็จะมีมูลค่าเท่ากับเงิน 100 บาทในปีนี้, การวิเคราะห์ทางการเงินจะให้ความสำคัญกับมูลค่าปัจจุบันเสมอ.

2. หลักเกณฑ์ในการปรับค่าของเงิน การปรับค่าของเงินลงทุนและผลตอบแทนที่ได้รับจากการลงทุน โดยทั่วไปพิจารณาได้สองลักษณะ คือ :

1) การปรับมูลค่าของเงินในปัจจุบันให้เป็นมูลค่าในอนาคต

สูตร $S = P\ (1=i)^n$

โดย S = มูลค่าของเงินรวมเมื่อเวลาผ่านไป n ปีนับจากปัจจุบัน
P = มูลค่าของเงินในปัจจุบัน
i = อัตราดอกเบี้ยต่อปี

2) การปรับมูลค่าของเงินในอนาคตให้เป็นมูลค่าในปัจจุบัน เป็นการคำนวณมูลค่าของเงินในอนาคตให้เป็นมูลค่าปัจจุบัน หรือที่เรียกว่า “การคิดลด” ซึ่งมีสูตรการคำนวณ ดังนี้ :

สูตร $P = \dfrac{S}{(1+i)^n}$

โดย P = มูลค่าของเงินในปัจจุบัน

S = มูลค่าของเงินในอนาคต

i = อัตราคิดลด

n = ช่วงเวลานับจากปัจจุบันเป็นต้นไป

3) การวิเคราะห์อัตราส่วนผลตอบแทนต่อค่าใช้จ่าย หรืออัตราส่วนผลประโยชน์ต่อค่าใช้จ่าย (Benefit-cost Ratio หรือ B/C ratio หรือ BCR) เป็นการหาอัตราส่วนของผลตอบแทนต่อค่าใช้จ่ายตลอดระยะเวลาของโครงการ “โดยนำมูลค่าของผลตอบแทนหรือรายได้ (B) และมูลค่าของค่าใช้จ่าย (C) ในแต่ละปีมาปรับให้เป็นมูลค่าปัจจุบัน รวมรายได้และค่าใช้จ่ายที่ปรับมูลค่าปัจจุบันแล้วทั้งหมดแล้วนำมาเทียบเป็นอัตราส่วน”

$$\textbf{อัตราส่วนผลตอบแทนต่อค่าใช้จ่าย(B/C Ratio)} = \frac{\textbf{มูลค่าปัจจุบันของรายได้ (B)}}{\textbf{มูลค่าปัจจุบันของรายจ่าย (C)}}$$

4) การวิเคราะห์อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (Internal Rate of Return หรือ IRR) เป็นการหาอัตราคิดลด (discount rate) ที่จะทำให้มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนและค่าใช้จ่ายตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งสิ้นสุดโครงการมีค่าเท่ากัน หรืออีกนัยหนึ่งเป็นการหาอัตราคิดลดที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิมีค่าเท่ากับศูนย์

การคำนวณหาค่า IRR ทำได้โดยการนำเอาค่าใช้จ่ายไปหักออกจากผลตอบแทนที่ได้รับในแต่ละปีตลอดชั่วอายุของโครงการ เพื่อให้ได้มาซึ่งผลตอบแทนสุทธิหรือกระแสเงินสดในแต่ละปี หลังจากนั้น ก็หาอัตราส่วนลดที่จะทำให้ผลรวมของมูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนสุทธิรวมกันแล้วมีค่าเป็นศูนย์ นั่นคือ :

$$\textbf{IRR} = \textbf{อัตราส่วนลดที่ทำให้} \sum_{t=0}^{n} \frac{B_t - C_t}{(1+i)^t} = 0$$

โดยที่ B_t = ผลตอบแทนจากการลงทุนในปีที่ 0, 1, 2, 3,.... n

C_t = ต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายการลงทุนในปีที่ 0, 1, 2,3,...n

i = อัตราดอกเบี้ยหรืออัตราคิดลด

t = จำนวนปีใดๆ

4.2.2 แนวคิดในการวิเคราะห์ความเป็นไปได้เพื่อการลงทุน

การตัดสินใจเลือกโครงการลงทุน ไม่ว่าจะเป็นการพิจารณาโครงการเดียว หรือหลายโครงการเปรียบเทียบกันก็ตาม ให้พิจารณาค่า NPV, B/C ratio, IRR และระยะเวลาในการคืนทุน (Payback Period, PB) ควบคู่กันไป. ทั้งนี้ เพราะพิจารณาโดยใช้หลักเกณฑ์ใดหลักเกณฑ์หนึ่งเพียงอย่างเดียวอาจทำให้ผลการตัดสินใจผิดพลาดได้.

สรุปโดยทั่วไปแล้ว ผู้ลงทุนมักเลือกโครงการที่ให้ผลตอบแทนที่สามารถคืนทุนได้อย่างรวดเร็ว เมื่อนำมาพิจารณาร่วมกับเกณฑ์ชี้วัดการวิเคราะห์การลงทุนแบบปรับมูลค่าของเงินตามเวลา คือ NPV, B/C ratio, และ IRR สามารถสรุปเกณฑ์รวมเพื่อพิจารณาในการตัดสินใจได้กล่าว คือ :

ตารางที่ 2. สรุปเกณฑ์ชี้วัดผลที่ได้จากการวิเคราะห์โครงการ

ความเป็นไปได้ที่จะลงทุนหรือนำไปปฏิบัติ	NPV (บาท)	B/C ratio	IRR (%)
1) คุ้มค่ากับการลงทุน	เป็นบวก	มากกว่า 1	มากกว่าอัตราดอกเบี้ยเงินกู้
2) ยังพอเป็นไปได้ในการลงทุน	เท่ากับศูนย์	เท่ากับ 1	เท่ากับอัตราดอกเบี้ยเงินกู้
3) ไม่คุ้มค่าการลงทุน	เป็นลบ	น้องกว่า 1	น้องกว่าอัตราดอกเบี้ยเงินกู้

สำหรับค่า IRR นั้น จะพิจารณาเปรียบเทียบกับอัตราดอกเบี้ยเงินกู้กรณีที่มีการกู้เงินลงทุน, แต่ถ้าผู้ลงทุนใช้เงินลงทุนของตนเอง จะพิจารณาเปรียบเทียบอัตราดอกเบี้ยเงินฝาก.

การวิเคราะห์ระยะเวลาคืนทุน

ระยะคืนทุน (Payback Period, PB) ได้แก่ ระยะเวลาที่ผลตอบแทนสุทธิของการดำเนินงานมีค่าเท่ากับค่าลงทุนของโครงการปกติแล้วนักลงทุนมักจะเลือกโครงการที่ให้ผลตอบแทนคืนเร็วในระยะเวลาสั้นๆ ระยะเวลาคืนทุนสามารถหาได้จากสูตร คือ :

$$\text{ระยะคืนทุน (Payback Period, PB)} = \frac{\text{ค่าใช้จ่ายในการลงทุน}}{\text{ผลตอบแทนสุทธิเฉลี่ยต่อปี}}$$

4.2.3 ต้นทุนการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินประกอบด้วย

การประกอบธุรกิจโดยทั่วไป กิจการต่างๆ จะต้องจัดทำรายงานสรุปข้อมูลทางบัญชีที่เกิดขึ้นในงวดบัญชีหนึ่งๆ ซึ่งโดยทั่วไปแล้วจะประกอบด้วยงบการเงินที่สำคัญสามรายการด้วยกัน คือ งบกำไรขาดทุน, งบดุล และงบกระแสเงินสด. งบการเงินที่ใช้ในการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนจากการลงทุนก็ คือ งบกำไรขาดทุน, ซึ่งเป็นงบที่แสดงให้ทราบว่ากิจการมีรายได้, ค่าใช้จ่าย และกำไรหรือขาดทุนจากการดำเนินงานในรอบบัญชีหนึ่งๆ เป็นจำนวนเท่าใด การทราบถึงต้นทุนและผลตอบแทนนอกจากจะทำให้ทราบถึงศักยภาพในการผลิตของตนเองแล้ว ยังสามารถใช้ในการกำหนดราคาของผลผลิตด้วย.

1. ต้นทุน พิจารณาในแง่เศรษฐศาสตร์ในส่วนของค่าใช้จ่าย หรือต้นทุนการผลิตจะจำแนกดังนี้ :

- ต้นทุนผันแปร หมายถึง ต้นทุนส่วนที่มีการเปลี่ยนแปลงไปมากน้อยตามปริมาณผลิต หากไม่มีการผลิตเลยก็จะไม่มีต้นทุนส่วนนี้เกิดขึ้น และจะผันแปรตามปริมาณการผลิตพืชที่เพิ่มขึ้นเมื่อมีปริมาณการผลิตเพิ่มขึ้น และจะลดลงเมื่อมีปริมาณการผลิตลดลง ซึ่งต้นทุนผันแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์ประกอบด้วยค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับ

- เมล็ดพันธุ์
- วัสดุปลูก
- ถ้วยปลูก
- สารละลายธาตุอาหาร
- บรรจุภัณฑ์ (ใช้บรรจุผลผลิต)
- ค่าไฟฟ้า
- ค่าน้ำประปา
- ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง
- ค่าแรงงาน
- ค่าโทรศัพท์
- ค่าอุปกรณ์สำนักงาน
- ค่าใช้จ่ายอื่นๆ
- ค่าซ่อมแซมบำรุงรักษา
- ค่าเสียโอกาส เงินทุนในต้นทุนผันแปร

- ต้นทุนคงที่ หมายถึง ทุนส่วนที่ไม่เปลี่ยนแปลงตามปริมาณผลิต ถ้าหากมีการลงทุนเกิดขึ้นแล้ว แม้จะไม่มีการผลิตก็จะไม่มีต้นทุนคงที่เกิดขึ้นจำนวนหนึ่งเสมอ, ตัวอย่างในกรณีของธุรกิจการเกษตร ต้นทุนผันแปรจะประกอบด้วย ค่าวัสดุการเกษตรต่างๆ เช่น ค่าเมล็ดพันธุ์, ค่าปุ๋ย, ค่าสารเคมีป้องกันศัตรูพืช (โรค, แมลง, วัชพืช และศัตรูพืช), ค่าแรงงานในการผลิต (ค่าแรงงานในการเตรียมดิน, ค่าเตรียมพันธุ์ปลูก, ค่าปลูก, ค่าดูแลให้น้ำ, ค่าจ้างตัดแต่งกิ่ง และกำจัดวัชพืช), ค่าไฟฟ้าและค่าน้ำมันเชื้อเพลิง เป็นต้น. ส่วนต้นทุนคงที่จะเป็นต้นทุน หรือค่าใช้จ่ายสำหรับสินทรัพย์ต่างๆ ที่สามารถใช้ประโยชน์ได้หลายปี เช่น ค่าที่ดิน, อาคารและสิ่งปลูกสร้าง, เครื่องจักร, ยานพาหนะและอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการผลิต เช่น โรงเรือน, เครื่องสูบน้ำ, เครื่องเรือ, มอเตอร์ เป็นต้น.

การพิจารณากำไร หรือขาดทุนในทางเศรษฐศาสตร์จะแตกต่างจากการพิจารณาทางบัญชี กล่าวคือ ในทางบัญชีจะพิจารณาเปรียบเทียบรายได้และค่าใช้จ่ายเฉพาะในส่วนที่ได้รับหรือจ่ายเป็นตัวเงินเท่านั้น. แต่ในทางเศรษฐศาสตร์จะพิจารณาโดยรวมถึงรายได้และค่าใช้จ่ายในส่วนที่ไม่ได้เป็นตัวเงินด้วย สำหรับค่าใช้จ่ายหรือต้นทุนส่วนที่ไม่ได้จ่ายเป็นตัวเงินนี้ คือ ส่วนที่เรียกว่า “ค่าเสียโอกาส (opportunity cost)” นั่นเอง, ซึ่งก็หมายถึง ค่าเสียโอกาสจากการนำปัจจัยการผลิตต่างๆ (คือ ที่ดิน, แรงงาน, ทุน และผู้ประกอบการ) ที่มีอยู่มาผลิตสินค้านี้แทนที่จะไปผลิตสินค้าอื่นหรือลงทุนทำอย่างอื่น เช่น ค่าเสียโอกาสของเจ้าของกิจการจากการขาดรายได้หากไปทำงานหรือลงทุนทำอย่างอื่น, ค่าเสียโอกาสจากการใช้ที่ดินหรือเงินทุนที่มีอยู่ไปลงทุนทำประโยชน์อย่างอื่น เป็นต้น. และต้นทุนคงที่เกิดขึ้นตามขนาดธุรกิจ คือ ถ้าธุรกิจขนาดใหญ่ ค่าใช้จ่ายในลักษณะคงที่นี้จะสูงและลักษณะของต้นทุนประเภทนี้มีปริมาณค่าใช้จ่ายคงที่ตลอดไม่ผันแปรเพิ่มขึ้นหรือลดลง เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณการผลิตในระยะเวลาหนึ่ง ต้นทุนที่ใช้ในการวิเคราะห์ประกอบไปด้วย :

- ค่าเช่าพื้นที่
- ค่าเสื่อมราคาโรงเรือนและอุปกรณ์
- ค่าเสียโอกาสโรงเรือนและอุปกรณ์

- ต้นทุนทั้งหมด คือ ผลรวมของต้นทุนผันแปรกับต้นทุนคงที่

4.2.4 ผลตอบแทนการปลูกพืชไร้ดิน

ผลตอบแทน คือ ผลลัพธ์หรือรายได้ที่ได้จากการจำหน่ายผลผลิตหรือสินค้า หรือ

ผลตอบแทน(รายได้) = ราคา x ปริมาณผลผลิตที่จำหน่าย

- ราคา คือ ค่าของสินค้าที่ที่คิดออกมาเป็นตัวเงิน

- ปริมาณผลผลิตของสินค้า ที่ได้รับจะเกิดจากปริมาณผลผลิตทั้งหมดต่อหน่วยพื้นที่ โดยพื้นที่ 1 โต๊ะ สามารถปลูกผักสลัดได้ 576 ต้น/ครั้ง ถ้าในพื้นที่ 1 ไร่ ปลูกได้ 30 โต๊ะ จะได้ปริมาณผลผลิต 17,280 ต้น (576x30) ถ้าหากผักมีน้ำหนักเฉลี่ยต้นละ 20 กรัม จะได้ผลผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 864 กิโลกรัมต่อรอบปลูก เป็นต้น หรือ

ปริมาณผลผลิต (กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี) = จำนวนโต๊ะปลูก x จำนวนต้นต่อโต๊ะปลูก x จำนวนครั้งที่ผลิต x น้ำหนักผัก (กรัม/ต้น)

4.2.5 การประเมินกำไรหรือผลตอบแทนสุทธิของการผลิตพืชไร้ดิน คือ ผลลัพธ์หรือรายได้จากการลงทุนที่หักค่าใช้จ่ายแล้ว หรือกำไร (ผลตอบแทนสุทธิ) = ผลตอบแทน-ต้นทุน

4.2.5.1 การประเมินค่าใช้จ่ายหรือต้นทุนของโครงการ

ค่าใช้จ่ายในการผลิตในพื้นที่ 2 ไร่ เพื่อปลูกผักสลัดด้วยชุดปลูก สามารถผลิตผัก 90 รุ่นต่อปี โดยการเพาะกล้า 4 วัน และแต่ละรุ่น ได้ผักครั้งละ 5,200 ต้น หรือ 400 กิโลกรัม

ตารางที่ 3. การลงทุนสร้างเครื่องมืออุปกรณ์ต่างๆ

รายการ	มูลค่า (บาท)
1. โต๊ะปลูก	1,640,000
- รางอนุบาล	200,000
- รางปลูกผักใหญ่	1,440,000
2. โรงเรือน	170,000
3. โรงเพาะเมล็ด	80,000
4. รั้วและป้ายการค้า	20,000
5. ถังพักสารละลายธาตุอาหาร	60,000
6. ปั๊มน้ำ	160,000
7. EC meter and pH meter	300,000
8. ระบบ Magnetic	96,000
9. ห้องเย็น	350,000
10. รถยนต์	600,000
11. รถเข็น 2 ล้อ	1,000

ตารางที่ 3. (ต่อ)

รายการ	มูลค่า (บาท)
12. เครื่องชั่งน้ำหนัก	20,000
13. ลังใส่ผลผลิต	10,500
14. สายยาง	3,400
15. ตาข่ายพลางแสงและลม	75,000
16. ปรับสภาพพื้นที่และสร้างทางระบบน้ำ	100,000
17. เครื่องอัดฉีดล้างราง	8,500
รวม	**3,694,400**

ที่มา : จากบริษัทธุรกิจพืชไร้ดิน (2555)

4.2.5.2 การประเมินรายรับจากการผลิตของโครงการ

จากการผลิตให้ผักออกมารุ่นหรือรอบดารผลิต 90 รุ่นต่อปี โดยการเพาะกล้ารุ่น 4 วัน และแต่ละรุ่นได้ผักครั้งละ 5,200 ต้น หรือ 400 กิโลกรัม จำหน่ายโดยเฉลี่ยราคากิโลกรัมละ 70.12 บาท ทำให้มีเงินรายได้ปีละ 2,524,320 บาท ดังแสดงในตารางที่ 4.

ตารางที่ 4. รายรับและสภาพการผลิต

1. ข้อมูลการจำหน่าย			
รายการ	**บาท (กก.)**	**รายได้ (บาท)**	**ร้อยละ**
ปริมาณผลผลิตเฉลี่ย (กิโลกรัม/ปี)	400		
ราคาหน้าฟาร์ม	100	4,000	14.26
ราคาเกรด A	80	11,520	41.07
ราคาเกรด B	65	7,020	25.03
ราคากรด C	85	5,508	19.64
รายได้ต่อกิโลกรัมต่อปี		28,048	100.00
ราคาเฉลี่ยต่อกิโลกรัม (บาท/กิโลกรัม)	70.12		
2. รายรับ/รายได้			
จำนวนรุ่นที่ทำการผลิตต่อปี (รุ่น/ปี)		90	
ผลผลิต (กิโลกรัม/รุ่น/ปี)		400	

ตารางที่ 4. (ต่อ)

รายการ	บาท (กก.)	รายได้ (บาท)	ร้อยละ
2. รายรับ/รายได้			
ปริมาณการผลิต (กิโลกรัม/ปี)	36,000		
ราคาเฉลี่ยต่อกิโลกรัม (บาท/กิโลกรัม)	70.12		
รายได้ (บาท/ปี)	2,524,320.00		

ที่มา : บริษัทธุรกิจพืชไร้ดิน (2555)

4.2.5.3 การประมาณการกระแสเงินสดรับ-จ่ายของโครงการ

ตารางที่ 5. กระแสเงินสดรับ-จ่ายของโครงการศึกษาความเป็นไปได้ทางธุรกิจของการผลิตผักสุขภาพ ด้วยระบบการปลูกพืชไร้ดิน

รายละเอียด	ปีที่									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
กระแสเงินออก										
ค่าใช้จ่ายในการลงทุนพัฒนา										
1. โต๊ะปลูก	1,640,000									
2. โรงเรือน	170,000									
3. โรงเพาะเมล็ด	80,000									
4. รั้วและป้ายการค้า	20,000									
5. ถังพักสารละลายธาตุอาหาร	60,000									
6. ปั้มน้ำ	160,000									
7. EC and pH meter	300,000									
8. ระบบ megnatic	96,000									
9. ห้องเย็น	350,000									
10. รถยนต์	600,000									
11. รถเข็น 2 ล้อ	1,000									
12. เครื่องชั่งน้ำหนัก	20,000									

ตารางที่ 5. (ต่อ)

รายละเอียด	ปีที่									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
13. ลังใส่ผลผลิต	10,500									
14. สายยาง	3,400									
15. ตาข่ายพลางแสงและลม	75,000									
16. ปรับสภาพพื้นที่และทางระบบ	100,000									
17. เครื่องฉีดล้างราง	8,500									
18. เครื่องใช้สำนักงาน	10,000									
19. ค่าเช่าที่ดิน	72,000	72,000	72,000	72,000	72,000	72,000	72,000	72,000	72,000	72,000
รวมค่าใช้จ่ายลงทุน	3,776,400	72,000	72,000	72,000	72,000	72,000	72,000	72,000	72,000	72,000
ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน										
1. เมล็ดพันธุ์	234,000	234,000	234,000	234,000	234,000	234,000	234,000	234,000	234,000	234,000
2. วัสดุปลูก	142,200	142,200	142,200	142,200	142,200	142,200	142,200	142,200	142,200	142,200
3. สารละลายธาตุอาหาร	91,200	91,200	91,200	91,200	91,200	91,200	91,200	91,200	91,200	91,200
4. ยาป้องกันศัตรูพืช	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000
5. บรรจุภัณฑ์	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000
6. ถ้วยปลูก	102,960	102,960	102,960	102,960	102,960	102,960	102,960	102,960	102,960	102,960
7. ค่าไฟฟ้า	132,000	132,000	132,000	132,000	132,000	132,000	132,000	132,000	132,000	132,000
8. ค่าน้ำประปา	48,000	48,000	48,000	48,000	48,000	48,000	48,000	48,000	48,000	48,000
9. ค่าแรงงาน	322,800	322,800	322,800	322,800	322,800	322,800	322,800	322,800	322,800	322,800
10. ค่าอุปกรณ์สำนักงาน	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000
รวมค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน		1,112,160	1,112,160	1,112,160	1,112,160	1,112,160	1,112,160	1,112,160	1,112,160	1,112,160
ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง										
1. โรงเรือน	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2. โรงเพาะกล้า	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
3. ห้องเย็น	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
4. รถยนต์	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000

ตารางที่ 5. (ต่อ)

รายละเอียด	ปีที่									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
รวมค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมบำรุง	19,000	19,000	19,000	19,000	19,000	19,000	19,000	19,000	19,000	19,000
รวมค่าใช้จ่าย	4,907,560	1,203,160	1,203,160	1,203,160	1,203,160	1,203,160	1,203,160	1,203,160	1,203,160	1,203,160
กระแสเงินเข้า										
รายได้จากการจำหน่ายผลิตภัณฑ์		2,524,320	2,524,320	2,524,320	2,524,320	2,524,320	2,524,320	2,524,320	2,524,320	2,524,320
รวมรายรับ		2,524,320	2,524,320	2,524,320	2,524,320	2,524,320	2,524,320	2,524,320	2,524,320	2,524,320
กระแสการเงินสุทธิ	4,907,560	1,321,160	1,321,160	1,321,160	1,321,160	1,321,160	1,321,160	1,321,160	1,321,160	1,321,160
กำไรสุทธิสะสม		1,321,160	2,642,320	3,963,480	5,284,640	6,605,800	7,926,960	9,248,120	10,562,280	11,890,440
PV of Benefit		**19,650,104**		**28,952,269**		**34,832,187**				
PV of Cost		**10,284,327**		**20,267,104**		**26,084,330**				
NPV		**9,365,777**		**8,685,165**		**8,747,858**				
IRR		**26.83%**		**26.83%**		**26.83%**				
B/C		**1.91**		**1.91**		**1.91**				
หมายเหตุ										
อัตราดอกเบี้ย (i)		**12%**		**7%**		**7%**				

ที่มา : วิสุทธิแพทย์ (2555)

4.2.5.4 สรุปผลการวิเคราะห์จุดคุ้มทุน, NPV, B/C Ratio และ IRR ของโครงการ

เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์การตัดสินใจในการลงทุน (ดังแสดงในตารางที่ 5) พบว่าโครงการพืชไร้ดินสามารถลงทุนได้ทั้งที่อัตราดอกเบี้ย ร้อยละ 12, 7 และ 5 เนื่องจากมีค่า NPV เป็นบวก B/C มากกว่า 1 และ IRR ร้อยละ 26.83 มากกว่าอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ของสถาบันการเงิน.

ตารางที่ 6. ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมทางการเงินของโครงการ

ความเป็นไปได้ในการลงทุน	NPV	B/C Ratio	IRR (%)
1. อัตราดอกเบี้ย ร้อยละ 12	9,365,777	1.91	มากกว่าอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ที่ 26.83%
2. อัตราดอกเบี้ย ร้อยละ 7	8,685,165	1.43	มากกว่าอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ที่ 26.83%
3. อัตราดอกเบี้ย ร้อยละ 5	8,747,858	1.34	มากกว่าอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ที่ 26.83%

ดังนั้น จึงสรุปได้ว่าโครงการลงทุนปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินที่แสดงมานี้เป็นโครงการที่ความเหมาะสมคุ้มค่ากับการลงทุน.

5. สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุป

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม ประชากรส่วนใหญ่ของประเทศประกอบอาชีพทางการเกษตรในพื้นที่ 147.8 ล้านไร่ สามารถผลิตสินค้าการเกษตรเพื่อการบริโภคภายในประเทศและส่งออกไปจำหน่ายยังต่างประเทศได้จำนวนมากในแต่ละปีจนทำให้เราภาคภูมิใจและรัฐบาลได้กำหนดนโยบายใฝ่ฝันที่จะให้ประเทศไทยเป็น “ศูนย์กลางอาหารที่ยิ่งใหญ่” หรือเป็น “ครัวโลก”.

ความฝันดังกล่าวอาจเลือนรางหรือห่างไกลจากความเป็นจริงได้หากยังคงปล่อยให้มีการผลิตแบบที่เรียกว่า “การปฏิวัติเขียวหรือการปฏิวัติเพื่อการเกษตร (green revolution)” ตามรูปแบบเดิม การใช้ปัจจัยการผลิตที่ใช้สารเคมี เพื่อให้ได้ผลผลิตจำนวนมากโดยไม่คำนึงถึงการก่อให้เกิดสารพิษตกค้างและการทำลายสิ่งแวดล้อมจะทำให้ดูเสมือนหนึ่งว่าเราอาจกลายเป็น “ครัวที่เป็นโรค”ซึ่งแน่นอนย่อมจะต้องถูกต่อต้านจากกระแสโลกาภิวัตน์ที่ต้องการการผลิตเชิงคุณภาพเพื่อสุขภาพอนามัยหรือ Green Products ที่ปราศจากสารพิษตกค้างที่เป็นการ “ทำร้าย” และ “ทำลาย” ทั้งชีวิตและสิ่งแวดล้อมหรือระบบนิเวศวิทยา ดังนั้น การปรับตัวเพื่อรองรับนโยบายดังกล่าวจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้.

การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินเป็นเทคโนโลยีการผลิตที่เป็นที่ยอมรับในนานาอารยประเทศว่าเป็นวิธีการผลิตพืชที่ปลอดภัยจากสารพิษ ดังนั้น จึงเป็นวิธีการผลิตที่จะช่วยให้ประเทศไทยได้มีโอกาสเป็น

ครัวของโลกที่สะอาดและรสชาติดีได้อย่างแท้จริง ผลผลิตสามารถส่งออกได้ทันทีที่มีตลาดรองรับ เพราะประเทศที่นำเข้าสินค้าเกษตรจะใช้ค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (MRL) เป็นตัวกำหนดสินค้าที่อนุญาตให้นำเข้าได้ เทคโนโลยีการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินจะช่วยยืนยันให้ชาวโลกได้ทราบว่า “สินค้าเกษตรของไทยสามารถช่วยสร้างชาติได้”.

การจะประกอบอาชีพทางธุรกิจเกี่ยวกับ “การผลิตพืช” โดยการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินนั้น จำเป็นต้องทราบองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพืชว่า มีอะไรบ้างและมีแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างไร โดยพิจารณาในภาพรวมอย่างเป็นระบบและต้องเชื่อมั่นว่าจะสามารถแก้ไขได้จริงจึงตัดสินใจดำเนินการ นอกจากนั้น ต้องทราบถึงการตลาดและปัญหาที่อาจเกิดขึ้นพร้อมแนวทางแก้ไขรวมทั้งช่องทางการตลาดที่ควรดำเนินการและทิศทางการตลาดในอนาคต.

อย่างไรก็ตาม, จากการศึกษาพบว่า การปลูกผลิตพืชไร้ดินสามารถดำเนินการได้เนื่องจากความต้องการของตลาดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องอันเป็นผลจากประชาชนมีการศึกษาดีขึ้นจึงเริ่มตระหนักถึงผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากการบริโภคพืชผักที่มีสารพิษ และเมื่อพิจารณาจากคุ้มค่าของการลงทุนก็พบว่า มีความคุ้มค่าจากการลงทุนและมีระยะเวลาการคืนทุนค่อนข้างสั้น.

5.2 ข้อเสนอแนะ

ภาครัฐควรมีแหล่งข้อมูลเกี่ยวกับพืชไร้ดิน โดยเฉพาะข้อมูลการตลาดที่เป็นปัจจุบันเพื่อให้เกษตรกรสามารถทราบความเคลื่อนไหวหรือติดตามทิศทางของตลาดได้อย่างมีประสิทธิภาพ การวิเคราะห์การตัดสินใจเลือกพืชที่จะผลิต, การกำหนดกลยุทธ์ในการผลิต, การกำหนดราคาจำหน่าย, การให้ความรู้แก่ผู้บริโภค และการเข้าถึงแหล่งจัดจำหน่ายซึ่งเป็นงานที่ท้าทายต้องอาศัยการฝึกฝนและปฏิบัติอย่างจริงจังจึงจะประสบความสำเร็จ และควรส่งเสริมความรู้ความเข้าใจในการผลิต, วัตถุดิบ, การจัดการที่เหมาะสม, รวมทั้งความรู้เกี่ยวกับต้นพืช, การเพาะกล้า, การดูแล, การจัดการศัตรูพืช, การบำรุงรักษาระบบปลูก, การเก็บผลผลิตให้ได้ตรงตามมาตรฐานของลูกค้า, การสร้างระบบปลูก, ระบบการให้ปุ๋ย, ระบบไฟฟ้า และวัสดุอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการปลูก.

6. เอกสารอ้างอิง

เกียรติกำจรพัฒนา, นิเวส. 2545. มูลค่าค่าใช้จ่ายในการทำโรงเรือนปลูกพืชปลอดภัยสู่ระบบ GAP. เชียงใหม่ : เอกสารโรเนียว. โครงการสร้างโรงเรือนเพาะชำ. 12 น.

จินดามณี, บุญแสง. 2541. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน. เอกสารประกอบการบรรยายในการอบรมเชิงปฏิบัติการเรื่อง “ธุรกิจปลูกพืชไร้ดิน ทางเลือกใหม่ของเกษตรกร” รุ่นที่ 1 วันที่ 12-14 มีนาคม 2541. กรุงเทพ : กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. 11 น.

โชติเลอศักดิ์, วิวัฒน์. 2543. การวิเคราะห์โครงการโดยใช้หลักต้นทุนและผลตอบแทน. ในเอกสารการสอนชุดวิเคราะห์โครงการและแผนงาน หน่วยที่ 5 สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์. นนทบุรี : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. 15 น.

แต่งประกอบ, กอบกุล. 2545. การเปรียบเทียบต้นทุนและผลตอบแทนของการปลูกผักแบบไม่ใช้ดิน. กรุงเทพฯ : วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 17 น.

ทองอร่าม, ดิเรก. 2550. การวิเคราะห์เพื่อการตัดสินใจปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินเชิงธุรกิจ. กรุงเทพ : เอกสารโรเนียว : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 6 น.

นันทกิจ, อิทธิสุนทร. 2538. การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน (Hydroponics). กรุงเทพ : ภาควิชาปฐพีศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง.

บางชวด, ธิรินมาศ. 2544. การวิเคราะห์ทางเศรษฐกิจของการปลูกผักระบบไฮโดรโปนิคส์. กรุงเทพฯ : วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 9 น.

ราชบัณฑิตยสถาน. 2546. ศัพท์วิทยาศาสตร์อังกฤษ-ไทย ไทย-อังกฤษ. ฉบับราชบัณฑิตยสถาน. พิมพ์ครั้งที่ 5 (แก้ไขเพิ่มเติม) กรุงเทพฯ : ราชบัณฑิตยสถาน.

รุ่งโรจน์วนิชย์, กฤษณา. 2552. การวิเคราะห์เพื่อการผลิตพืช. กองกิจการนักศึกษา. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.puibuatip.com [เข้าถึงเมื่อ : 15 ธันวาคม 2552].

วิสุทธิแพทย์, ราเชนทร์. 2555. การวิจัยและพัฒนาสารละลายธาตุอาหารเพื่อการปลูกพืชไร้ดินแบบเกษตรอินทรีย์. โครงการวิจัยที่ ภ. 53-03/ย.1 รายงานฉบับที่ 1 (ฉบับสมบูรณ์). ปทุมธานี : สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย.

บริษัท ธุรกิจพืชไร้ดิน. 2555. พืชไร้ดิน. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จากhttp://www.thaihydrohoppy.com [เข้าถึงเมื่อ : 15 พฤษภาคม 2555].