การศึกษาเปรียบเทียบผลการเจริญเติบโตของพืชแบบไฮโดรโปนิกส์ (Hydroponics) ที่ใช้ธาตุอาหารต่างกัน

The Comparative Study of the Hydroponics Using Different Nutrient Types

วัชเรนทร์ แววดี[1] สิทธิพล เมืองสอน[2] วัชระ เสือดี[3] ชวกร ริ้วตระกูลไพบูลย์[4]
กรตสุวรรณ โพธิ์สุวรรณ[5] ธเนศ อักษร[6]
[1,2,3,4,5,6]คณะ วิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมโยธา – ชลประทาน
วิทยาลัยการชลประทาน สถาบันสมทบมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทคัดย่อ

โครงงานวิจัยครั้งนี้จัดทำขึ้นเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตผักปลอดภัยจากสารพิษด้วยวิธีไฮโดรโปนิกส์ (Hydroponics) โดยใช้เทคนิคนี้ควบคู่กับระบบโรงเรือน แต่ในที่สุดก็ไม่ได้นำเทคโนโลยีนี้มาใช้ทำการศึกษาวิจัยเพื่อหาเทคนิคการปลูกพืชด้วยระบบไฮโดรโปนิกส์ (Hydroponics System) จึงมีการศึกษาเกี่ยวกับผลของการเจริญเติบโตของพืช โดยเปรียบเทียบระหว่างการให้ปุ๋ยเคมี การให้ปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพจากไส้เดือน และการให้ปุ๋ยเคมีพร้อมกับให้ปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพจากไส้เดือน เพื่อศึกษาทางด้านเศรษฐศาสตร์ว่าการใช้ปุ๋ยทั้งสามแบบนี้ การใช้ปุ๋ยชนิดใดมีความคุ้มทุนมากกว่ากัน การปลูกพืชไร้ดินนี้สามารถปลูกพืชได้ในทุกสถานที่โดยไม่มีขอบเขตจำกัดไม่ว่าจะปลูกจำนวนน้อยหรือการปลูกแบบเศรษฐกิจเชิงการค้า เป็นวิธีที่เหมาะสมกับความต้องการสำหรับผู้ปลูกที่มีพื้นที่ปลูกน้อย พืชปลูกด้วยการให้สารละลายที่ไม่เปื้อนดินจึงมีความสะอาดสวยงามกว่าการปลูกในดินแล้วยังให้ผลผลิตที่เร็วกว่าการปลูกพืชบนดิน อีกทั้งพืชผลเก็บเกี่ยวมีความน่ารับประทาน เราสามารถใช้ปลูกพืชได้หลายชนิดทั้งนี้ขึ้นกับความยากง่ายของการปลูกพืชแต่ละชนิด สามารถใช้เทคนิคการปลูกพืชไร้ดินกับพืชได้แทบทุกชนิด ตั้งแต่ผัก ผลไม้ไม้ดอก ไม้ประดับ ไม้เลื้อย จนถึงพืชยืนต้น แต่ส่วนมากนิยมปลูกพวกพืชผัก

จากการศึกษาได้ใช้ผักคะน้าเป็นพืชในการทดลอง พบว่าการใช้ปุ๋ยทั้ง 3 แบบนั้น การทดลองครั้งที่ 1 ในแปลงที่ใช้ปุ๋ยเคมี มีค่าความคุ้มทุนในเชิงเศรษฐศาสตร์มากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับอัตราการใช้ปุ๋ย และการทดลองครั้งที่ 2 ในแปลงที่ใช้ปุ๋ยเคมีพร้อมกับน้ำหมักชีวภาพจากไส้เดือน มีค่าความคุ้มทุนในเชิงเศรษฐศาสตร์มากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับอัตราการใช้ปุ๋ยระยะเวลาในการปลูกรวมถึงต้นทุนที่ใช้ในการปลูกทั้งหมดและเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง หลังจากการอบแห้งเรียบร้อยแล้ว จากการทดลองพบว่า ลักษณะการเจริญเติบโตของพืชมีทิศทางเดียวกัน แต่ข้อสังเกตุของการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ยังมีความแปรปรวนอยู่

คำสำคัญ การปลูกพืชด้วยวิธีไฮโดรโปนิกส์ การให้น้ำแก่พืช การเจริญเติบโตของพืช ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยเคมี การให้ปุ๋ยในระบบน้ำ ปริมาณการใช้น้ำของพืช ปริมาณการใช้น้ำของพืช-อ้างอิง น้ำหมักชีวภาพ จุดคุ้มทุน

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การทำเกษตรกรรมในสมัยปัจจุบันนี้ได้รับความสนใจและเริ่มคำนึงถึงการรักษาสภาพแวดล้อมโดยการหันมาให้ความสำคัญต่อการทำเกษตรกรรมในลักษณะของการทำเกษตรสมัยใหม่ ซึ่งการปลูกพืชในดินอันเป็นพื้นที่เกษตรกรรมนั้นจะคงเป็นหลักในการหล่อเลี้ยงมนุษยชาติต่อไปอีกยาวนาน การใช้ปุ๋ยอนินทรีย์และปุ๋ยเคมีก็ยังจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับทุกประเทศ ทั้งนี้เพื่อทำนุบำรุงผลิตภาพ (Productivity) และความอุดมสมบูรณ์ (Fertility) ของดินให้เหมาะสมในขณะเดียวกันก็มีทางเลือกอีก 2 แนวทาง คือ

1. เกษตรอินทรีย์ ซึ่งเป็นการปลูกพืชในดินโดยเจาะจงการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ และปฏิเสธปุ๋ยเคมี แต่อนุโลมเฉพาะแหล่งธาตุอาหารจากแร่บางชนิด

2. การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน ซึ่งแหล่งธาตุอาหารที่ให้แก่พืชเป็นอนินทรีย์สารที่มีสภาพละลายน้ำ (Water Solubility) สูง

การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน เป็นศาสตร์ด้านการผลิตที่น่าสนใจและเป็นที่รับรู้กันในทั่วโลก และมีผู้ใช้ระบบนี้ผลิตพืชเชิงพาณิชย์ในหลายประเทศทั้งเพื่อการบริโภคภายในและการส่งออกสำ- หรับประเทศไทยนั้นมีผู้นำระบบนี้มาใช้อยู่บางส่วน นอกจากนี้พ่อบ้านแม่บ้านบางรายก็ใช้ระบบขนาดเล็กเป็นสวนครัวประจำบ้านเช่นเดียวกัน อย่างไรก็ตามผู้สนใจเหล่านั้นยังขาดความรู้ความเข้า ใจในข้อมูลอย่างครบถ้วนในหลาย ๆ ด้านเป็นเหตุให้การพัฒนาด้านการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินค่อนข้างล่าช้าและการพิจารณาการลงทุนเพื่อการค้าผิดทิศทางที่เหมาะสมสำหรับการปลูกในประเทศ

จากในอดีตที่ผ่านมาการปลูกพืชไร้ดิน ถือว่าเป็นการปลูกพืชโดยใช้เทคโนโลยีจากต่าง ประเทศซึ่งมีค่าใช้จ่ายในการลงทุนค่อนข้างสูงเกินไปสำหรับเกษตรกรบ้านเรา แต่เนื่องจากการปลูกพืชในดินติดต่อกันมาเป็นเวลานานมากทำให้เกิดปัญหาต่างๆ มากมาย ทั้งดินเค็ม, ดินเปรี้ยว, แมลงศัตรูพืช ทำให้ต้องใช้สารเคมีเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ดังนั้นจึงได้มีการคิดค้นดัดแปลงวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบการปลูกพืชไร้ดิน มาทำเป็นแปลงปลูก และใช้ระบบน้ำวนไหลผ่านรากพืช โดยใส่ธาตุอาหารที่พืชต้องการลงในถังน้ำ ซึ่งทำให้ลดต้นทุนการปลูกพืชไร้ดินลงได้มาก

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาเกี่ยวกับผลของการเจริญเติบโตของพืช โดยเปรียบเทียบระหว่างการให้ปุ๋ยเคมี การให้ปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพจากไส้เดือน และการให้ปุ๋ยเคมีพร้อมกับให้ปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพจากไส้เดือน

2. เพื่อศึกษาทางด้านเศรษฐศาสตร์ว่าการใช้ปุ๋ยทั้งสามแบบนี้ การใช้ปุ๋ยชนิดใดมีความคุ้มทุนมากกว่ากัน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถปลูกพืชได้ทั้งปี เป็นการเพิ่มมูลค่าของผลผลิตให้สูงขึ้นกว่าแบบเก่า 50-100% และยังสามารถออกแบบให้ประหยัดพื้นที่การปลูกได้ด้วย

2. ดูแลได้ทั่วถึงเนื่องจากเป็นระบบที่ง่ายต่อการควบคุมและป้องกันโรคและแมลง ไม่ใช้สารเคมีกำจัดแมลง 100% และไม่มีปัญหาในการกำจัดวัชพืชในพื้นที่ปลูก

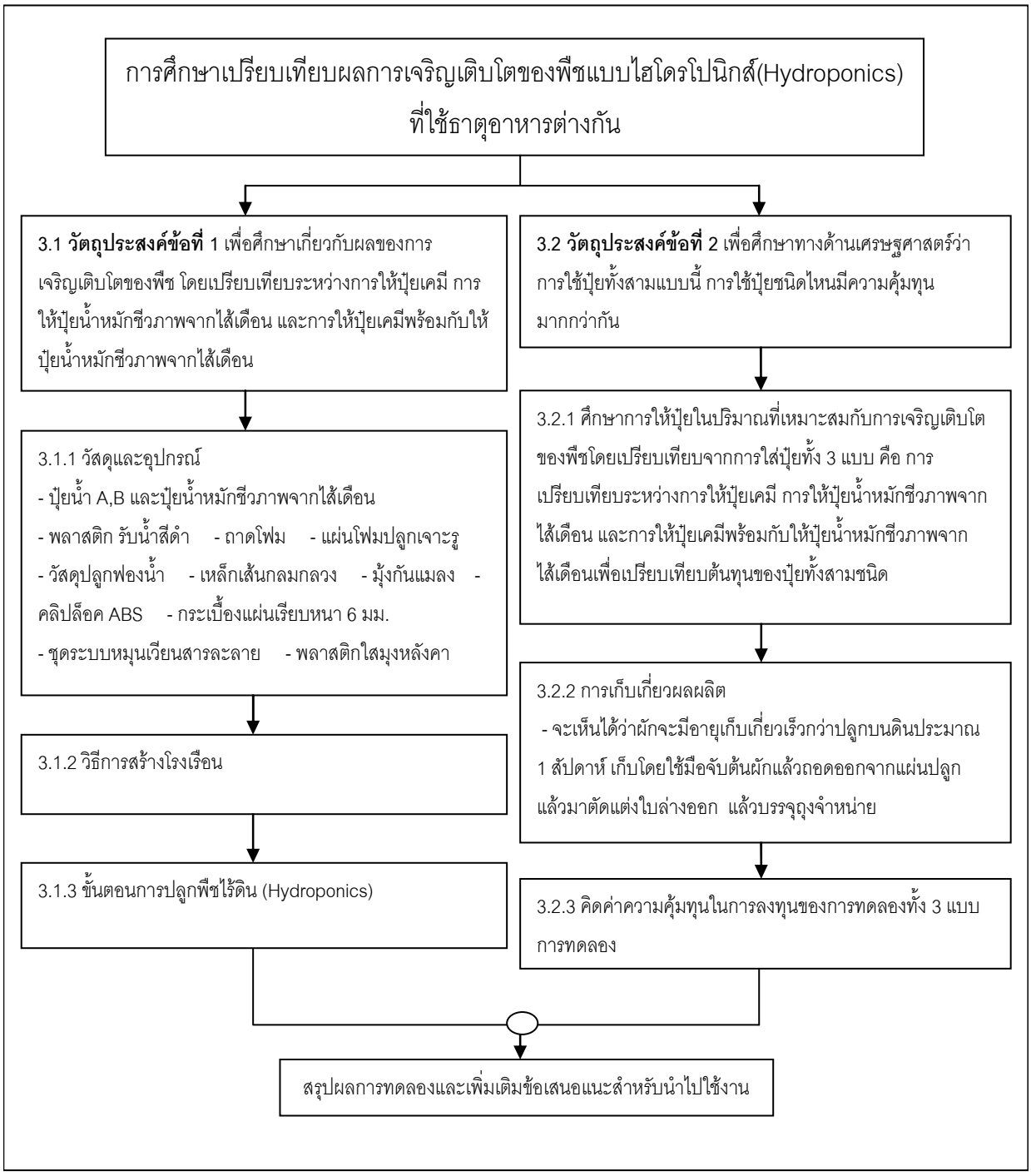
3. ประหยัดน้ำและปุ๋ยเพราะสามารถควบคุมได้ตามที่พืชต้องการ

4. ไม่ต้องทำการไถพรวน สามารถลดการทำลายหรือชะล้างหน้าดิน

5. มีผลผลิตสม่ำเสมอ และอายุเก็บเกี่ยวเร็วขึ้น เนื่องจากพืชสามารถนำธาตุอาหารไปใช้ได้อย่างสม่ำเสมอ

6. ผลผลิตที่ได้มีความสะอาด สด คุณภาพดี และที่สำคัญคือ ปลอดสารพิษและสามารถพัฒนาการปลูกไปในเชิงพาณิชย์ได้

วิธีการวิจัย



ภาพที่ 1 แผนผังและขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

ผลการวิจัยและอภิปราย

1. ผลการทดลอง

1.1 ข้อมูลทางกายภาพของการให้ปุ๋ยต่อพืชทั้ง 3 แบบ ได้ข้อมูลดังต่อไปนี้

1.1.1 ข้อมูลทางกายภาพของการปลูกครั้งที่ 1

ตารางที่ 1 ข้อมูลทางกายภาพของต้นพืชจากการวัดในแปลงปลูกที่ใช้สารละลาย AB

ต้นที่	ความกว้างใบ (เซนติเมตร)	ความสูงของต้นพืช (เซนติเมตร)
1	14.00	53.00
2	12.50	50.00
3	15.00	40.30
4	15.50	46.30
5	14.30	46.50
6	12.50	49.00
7	12.00	48.20
8	13.00	46.00
9	14.00	52.00
10	13.00	41.00
เฉลี่ย	13.58	47.23

หมายเหตุ ในการวัดข้อมูลทางกายภาพของต้นพืชใช้การสุ่มตัวอย่างแปลงละ 10 ต้น

ตารางที่ 2 ข้อมูลทางกายภาพของต้นพืชจากการวัดในแปลงปลูกที่ใช้น้ำหมักชีวภาพจากไส้เดือนดิน

ต้นที่	ความกว้างใบ (เซนติเมตร)	ความสูงของต้นพืช (เซนติเมตร)
1	10.00	13.50
2	9.30	28.00
3	7.50	22.00
4	7.50	21.50
5	8.70	29.00
6	8.00	23.50
7	9.00	22.50
8	7.80	24.50
9	8.50	27.50
10	9.00	29.00
เฉลี่ย	8.53	24.10

หมายเหตุ ในการวัดข้อมูลทางกายภาพของต้นพืชใช้การสุ่มตัวอย่างแปลงละ 10 ต้น

ตารางที่ 3 ข้อมูลทางกายภาพของต้นพืชจากการวัดในแปลงปลูกที่ใช้สารละลาย AB พร้อมกับน้ำหมักชีวภาพจากไส้เดือนดิน

ต้นที่	ความกว้างใบ (เซนติเมตร)	ความสูงของต้นพืช (เซนติเมตร)
1	14.80	41.00
2	14.50	50.00
3	13.80	52.50
4	14.50	46.00
5	14.00	48.00
6	18.00	52.00
7	12.00	51.00
8	12.00	49.00
9	14.50	42.00
10	13.50	41.50
เฉลี่ย	14.16	47.30

หมายเหตุ ในการวัดข้อมูลทางกายภาพของต้นพืชใช้การสุ่มตัวอย่างแปลงละ 10 ต้น

ตารางที่ 4 ข้อมูลเปรียบเทียบจากการชั่งน้ำหนัก อัตราการให้ปุ๋ย และค่าความคุ้มทุนของการทดลองทั้ง 3 แบบ

ชนิดปุ๋ย	AB	AB+ไส้เดือน	ไส้เดือน
น้ำหนักรวมต่อแปลง, กิโลกรัม	14.175	12.375	4.50
น้ำหนักต้นตัวอย่าง 10 ต้น, กิโลกรัม	0.97	0.92	0.21
น้ำหนักเปียกก่อนอบแห้ง, กรัม	1,000	1,000	1,000
น้ำหนักแห้งหลังอบแห้ง, กรัม	375	335	280
% น้ำหนักแห้งต่อน้ำหนักเปียก	37%	33.50%	28%
อัตราส่วนการใช้ปุ๋ย, ลิตร	2.5	1.5 + 1.5	3
ราคาปุ๋ย, บาท	70	72	60
ราคาผัก 40 บาทต่อกิโลกรัม	567 บาท	495 บาท	162 บาท

หมายเหตุ ในการชั่งน้ำหนักเปียกก่อนอบและน้ำหนักแห้งหลังอบแห้ง ใช้ตัวอย่างต้นพืชในการทดลองแปลงละ 1กิโลกรัม และปุ๋ย A, B 1 ลิตร ราคา 28 บาท ส่วนน้ำหมักชีวภาพจากไส้เดือนดินราคาลิตรละ 20 บาท

ตารางที่ 5 ข้อมูลเปรียบเทียบเวลาหาจุดเหี่ยวเฉาของต้นพืช

ชนิดปุ๋ย	AB	AB+ไส้เดือน	ไส้เดือน
เริ่ม	13.32 นาฬิกา	13.32 นาฬิกา	13.32 นาฬิกา
สิ้นสุด	14.27 นาฬิกา	14.41 นาฬิกา	14.27 นาฬิกา
ใช้เวลา, นาที	55	69	55

หมายเหตุ ในการเปรียบเทียบเวลาหาจุดเหี่ยวเฉาของต้นพืชเลือกต้นพืชที่แข็งแรงที่สุดแปลงละ 1 ต้น

1.1.2 ข้อมูลทางกายภาพของการปลูกครั้งที่ 2

ตารางที่ 6 ข้อมูลทางกายภาพของต้นพืชจากการวัดในแปลงปลูกที่ใช้สารละลาย AB

ต้นที่	ความกว้างใบ (เซนติเมตร)	ความสูงของต้นพืช (เซนติเมตร)
1	15.00	40.00
2	13.00	42.10
3	13.00	50.00
4	15.50	46.00
5	13.50	40.00
6	16.70	50.00
7	14.50	43.60
8	11.50	49.00
9	14.30	42.00
10	16.20	41.00
เฉลี่ย	14.32	44.37

หมายเหตุ ในการวัดข้อมูลทางกายภาพของต้นพืชใช้การสุ่มตัวอย่างแปลงละ 10 ต้น

ตารางที่ 7 ข้อมูลทางกายภาพของต้นพืชจากการวัดในแปลงปลูกที่ใช้น้ำหมักชีวภาพจากไส้เดือนดิน

ต้นที่	ความกว้างใบ (เซนติเมตร)	ความสูงของต้นพืช (เซนติเมตร)
1	5.80	9.70
2	6.30	14.40
3	4.40	11.30
4	3.90	6.20
5	6.00	7.10
6	7.70	6.00
7	3.40	5.20
8	4.70	4.50
9	5.00	8.00
10	4.80	12.00
เฉลี่ย	5.20	8.44

หมายเหตุ ในการวัดข้อมูลทางกายภาพของต้นพืชใช้การสุ่มตัวอย่างแปลงละ 10 ต้น

ตารางที่ 8 ข้อมูลทางกายภาพของต้นพืชจากการวัดในแปลงปลูกที่ใช้สารละลาย AB พร้อมกับน้ำหมักชีวภาพจากไส้เดือนดิน

ต้นที่	ความกว้างใบ (เซนติเมตร)	ความสูงของต้นพืช (เซนติเมตร)
1	15	47.00
2	16.2	46.60
3	14.5	52.50
4	12.1	45.50
5	12.5	48.50
6	17.3	48.70
7	16	46.80
8	15	46.40
9	13.2	49.50
10	16.5	47.50
เฉลี่ย	14.83	47.90

หมายเหตุ ในการวัดข้อมูลทางกายภาพของต้นพืชใช้การสุ่มตัวอย่างแปลงละ 10 ต้น

ตารางที่ 9 ข้อมูลเปรียบเทียบจากการชั่งน้ำหนัก อัตราการให้ปุ๋ย และค่าความคุ้มทุนของการทดลองทั้ง 3 แบบ

ชนิดปุ๋ย	AB	AB+ ไส้เดือน	ไส้เดือน
น้ำหนักรวมต่อแปลง, กิโลกรัม	15.45	17.30	1.23
น้ำหนักต้นตัวอย่าง 10 ต้น, กิโลกรัม	0.97	0.92	0.042
น้ำหนักเปียกก่อนอบแห้ง, กรัม	1,000	1,000	1,000
น้ำหนักแห้งหลังอบแห้ง, กรัม	387	410	220
% น้ำหนักแห้งต่อน้ำหนักเปียก	39%	41%	22%
อัตราส่วนการใช้ปุ๋ย, ลิตร	2.5	1.5+1.5	3
ราคาปุ๋ย, บาท	70	72	60
ราคาผัก 40 บาทต่อกิโลกรัม	618 บาท	692 บาท	49.2 บาท

หมายเหตุ ในการชั่งน้ำหนักเปียกก่อนอบและน้ำหนักแห้งหลังอบแห้ง ใช้ตัวอย่างต้นพืชในการทดลองแปลงละ 1 กิโลกรัม และปุ๋ย A, B 1 ลิตร ราคา 28 บาท ส่วนน้ำหมักชีวภาพจากไส้เดือนดินราคาลิตรละ 20 บาท

ตารางที่ 10 ข้อมูลเปรียบเทียบเวลาหาจุดเหี่ยวเฉาของต้นพืช

ชนิดปุ๋ย	AB	AB+ไส้เดือน	ไส้เดือน
เริ่ม	15.35 นาฬิกา	15.35 นาฬิกา	15.35 นาฬิกา
สิ้นสุด	16.20 นาฬิกา	16.40 นาฬิกา	16.03 นาฬิกา
ใช้เวลา, นาที	45 นาที	65 นาที	28 นาที

หมายเหตุ ในการเปรียบเทียบเวลาหาจุดเหี่ยวเฉาของต้นพืชเลือกต้นพืชที่แข็งแรงที่สุดแปลงละ 1 ต้น

1.2 ข้อมูลการตรวจสอบคุณภาพน้ำที่ผสมสารละลาย

1.2.1 ค่าการตรวจสอบคุณภาพน้ำที่ผสมสารละลายก่อนทำการปลูกพืช

ตารางที่ 11 ค่าการตรวจสอบคุณภาพน้ำที่ผสมสารละลายก่อนทำการปลูกพืช

รายการ	ปุ๋ย AB	ปุ๋ย AB+น้ำหมักจากไส้เดือนดิน	น้ำหมักชีวภาพจากไส้เดือนดิน
อุณหภูมิ,T	24.29 °c	24.32 °c	24.20 °c
ปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ (DO)	7.55 mg/l	7.59 mg/l	7.47 mg/l
ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)	6.99	6.68	8.48
ค่ากานำไฟฟ้า (Ec)	2609 µs/cm	1674 µs/cm	973 µs/cm
ค่าความเค็ม (Sal)	1.37	0.86	0.49
ค่าความแข็งของสารละลาย (TD)	1.719 g/l	1.102 g/l	0.643 g/l

1.2.2 ค่าการตรวจสอบคุณภาพน้ำที่ผสมสารละลายหลังเก็บเกี่ยว

ตารางที่ 12 ค่าการตรวจสอบคุณภาพน้ำที่ผสมสารละลายหลังเก็บเกี่ยว

รายการ	ปุ๋ย AB	ปุ๋ย AB+น้ำหมักจากไส้เดือนดิน	น้ำหมักชีวภาพจากไส้เดือนดิน
อุณหภูมิ,T	29.68 °c	29.58 °c	29.41 °c
ปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ (DO)	4.71 mg/l	4.95 mg/l	4.88 mg/l
ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)	5.87	6.06	7.21
ค่าการนำไฟฟ้า (Ec)	1479 µs/cm	676 µs/cm	714 µs/cm
ค่าความเค็ม (Sal)	0.67	0.30	0.32
ค่าความแข็งของสารละลาย (TD)	0.882 g/l	0.404 g/l	0.428 g/l

2. วิจารณ์การทดลอง

จากการทดลองการให้ปุ๋ยในปริมาณที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืชโดยเปรียบเทียบจากการให้ปุ๋ยทั้ง 3 แบบนั้น จะเห็นได้ว่าผลผลิตที่ได้จะมีลักษณะที่แตกต่างกันไป ไม่ว่าจะเป็นลักษณะการเจริญเติบโตของต้นพืช น้ำหนัก และอื่นๆนั้น เราจึงสามารถนำข้อมูลทางกายภาพของพืชมาทำการสรุปหาว่าการให้ปุ๋ยแบบใดที่ให้ผลผลิตที่ดีที่สุด และเพื่อเปรียบเทียบต้นทุนในเชิงเศรษฐศาสตร์ว่าการให้ปุ๋ยแบบใดมีค่าความคุ้มทุนมากที่สุด โดยจากการนำผลผลิตที่ได้ไปเปรียบเทียบกับราคากลางของท้องตลาดว่าการทดลองแบบไหนที่มีต้นทุนการผลิตที่คุ้มค่ามากที่สุดแล้วจึงจะทำการนำไปเผยแพร่ต่อไป

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

1. สรุปผลการทดลอง

1.1 การศึกษาเปรียบเทียบผลการเจริญเติบโตของพืชที่ใช้ธาตุอาหารต่างกันด้วยวิธีการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์ (Hydroponics) โดยเปรียบเทียบระหว่างการให้ปุ๋ยเคมี การให้ปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพจากไส้เดือน และการให้ปุ๋ยเคมีพร้อมกับให้ปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพจากไส้เดือนนั้น จากการทดลองทั้ง 2 ครั้ง ได้ผลการทดลอง ดังนี้

ก. ในการทดลองครั้งที่ 1 แปลงปลูกที่ใช้สารละลาย AB พร้อมกับน้ำหมักชีวภาพจากไส้เดือนดินนั้น ต้นพืชมีการเจริญเติบโตได้ดีมากที่สุด โดยความกว้างใบเฉลี่ยเท่ากับ 14.16 เซนติเมตร และความสูงของต้นพืชเฉลี่ยเท่ากับ 47.30 เซนติเมตร (ตารางที่ 3)

ข. ในการทดลองครั้งที่ 2 แปลงปลูกที่ใช้สารละลาย AB พร้อมกับน้ำหมักชีวภาพจากไส้เดือนดินนั้น ต้นพืชมีการเจริญเติบโตได้ดีมากที่สุด โดยความกว้างใบเฉลี่ยเท่ากับ 14.83 เซนติเมตร และความสูงของต้นพืชเฉลี่ยเท่ากับ 47.90 เซนติเมตร (ตารางที่ 8)

1.2 ในการศึกษาค่าความคุ้มทุนของการใช้ปุ๋ยทั้ง 3 แบบนั้น จากการทดลองทั้ง 2 ครั้งได้ผลการทดลอง ดังนี้

ก. ในการทดลองครั้งที่ 1 แปลงที่ใช้สารละลาย AB มีค่าความคุ้มทุนในเชิงเศรษฐศาสตร์มากที่สุด จากการทดลองในแปลงที่ใช้สารละลาย AB ได้น้ำหนักผลผลิตรวมต่อแปลงเท่ากับ 14.175 กิโลกรัม โดยใช้สารละลาย AB ในการทดลองปริมาตรเท่ากับ 2.5 ลิตร ราคาปุ๋ยลิตรละ 28 บาท รวมเป็นจำนวนเงิน 70 บาท เมื่อนำผลผลิตที่ได้ไปจำหน่ายโดยคิดจากราคาขายของผักที่ปลูกด้วยวิธีการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์ (Hydroponics) ตามท้องตลาด คือ ราคา 40 บาทต่อกิโลกรัม เป็นจำนวนเงินทั้งสิ้น 567 บาท (ตารางที่ 4)

ข. ในการทดลองครั้งที่ 2 แปลงที่ใช้สารละลาย AB พร้อมกับน้ำหมักชีวภาพจากไส้เดือน มีค่าความคุ้มทุนในเชิงเศรษฐศาสตร์มากที่สุด จากการทดลองในแปลงที่ใช้สารละลาย AB พร้อมกับน้ำหมักชีวภาพจากไส้เดือน ได้น้ำหนักผลผลิตรวมต่อแปลงเท่ากับ 17.30 กิโลกรัม โดยใช้สารละลาย AB ในการทดลองปริมาตรเท่ากับ 1.5 ลิตร ราคาลิตรละ 28 บาท และน้ำหมักชีวภาพจากไส้เดือน ราคาลิตรละ 20 บาท รวมเป็นจำนวนเงิน 72 บาท เมื่อนำผลผลิตที่ได้ไปจำหน่ายโดยคิดจากราคาขายของผักที่ปลูกด้วยวิธีการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์ (Hydroponics) ตามท้องตลาด คือ ราคา 40 บาทต่อกิโลกรัม เป็นจำนวนเงินทั้งสิ้น 692 บาท (ตารางที่ 9)

2. ข้อเสนอแนะ

5.2.1 การออกแบบจัดทำโรงเรือนปลูกพืชแบบวิธีไฮโดรโปนิกส์ (Hydroponics) ผู้ปลูกต้องคำนึงถึงความแข็งแรงของโรงเรือนเป็นหลักเพราะต้องรับน้ำหนักจากสารละลายในกระบะปลูกมากพอสมควร

5.2.2 การติดตั้งโรงเรือนปลูกพืชแบบวิธีไฮโดรโปนิกส์ (Hydroponics) ควรทำการติดตั้งในที่ๆมีแสงของดวงอาทิตย์เข้าถึง เพื่อให้เกิดกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช ทำให้พืชสามารถดูดซึมธาตุอาหารได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.2.3 การติดตั้งระบบหมุนเวียนสารละลายในการปลูกพืชแบบวิธีไฮโดรโปนิกส์ (Hydroponics) ในแปลงปลูก เมื่อทำการติดตั้งระบบแล้วต้องมีการทดสอบการทำงานก่อนลงมือทำการปลูกพืชจริง

5.2.4 เพื่อให้พืชมีการเจริญเติบโตอย่างมีประสิทธิภาพ ผู้ปลูกควรทำการตรวจสอบระบบหมุนเวียนสารละลาย และตรวจสอบระดับปริมาตรของสารละลายอยู่เป็นประจำ

5.2.5 ควรตรวจสอบคุณภาพของน้ำทั้งก่อนปลูกและหลังปลูก ว่ามีคุณสมบัติเหมาะกับการปลูกพืชแบบวิธีไฮโดรโปนิกส์ (Hydroponics) หรือไม่

5.2.6 ควรศึกษาถึงการนำเอาเมล็ดพันธุ์พืชไปแช่ในน้ำหมักชีวภาพจากไส้เดือนก่อนนำไปเพาะปลูก แล้วเปรียบเทียบว่ามีการงอกของเมล็ดหรืออัตราการเจริญเติบโตดีขึ้นจากเดิมหรือไม่

5.2.7 พืชที่เหมาะสำหรับการปลูกพืชแบบวิธีไฮโดรโปนิกส์ (Hydroponics) ควรเป็นพืชที่โตไว รากสั้น เป็นที่ต้องการของตลาด และมีการใบริโภคในชีวิตประจำวัน อาทิ ผักสลัดหรือผักกาดหอมต่างประเทศ คะน้า กว้างตุ้ง คะน้าฮ่องกง ผักกาดขาว เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ ดร.วัชระ เสือดี อาจารย์ กรตสุวรรณ โพธิ์สุวรรณ อาจารย์ ชวกร ริ้วตระกูลไพบูลย์ ดร.ธเนศ อักษร ที่ให้คำปรึกษาในการเรียน การค้นคว้าวิจัย ตลอดจนการตรวจแก้ไขปริญญานิพนธ์จนกระทั่งเสร็จสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์วิทยาลัยการชลประทานทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอนและมอบความรู้อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่วิทยาลัยการชลประทานทุกท่าน ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและให้คำแนะนำต่างๆ

ด้วยความดีหรือประโยชน์อันใดเนื่องจากปริญญานิพนธ์เล่มนี้ขอมอบแด่บิดา มารดาที่ได้อบรมและให้กำลังใจผู้วิจัยมาตลอดในทุกเรื่อง