การจัดการขยะอินทรีย์แบบบูรณาการในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษา จังหวัดนครศรีธรรมราช

Integrated Organic Waste Management at High School in Nakhon Sri Thammarat Province

เสกสรรค์ ดาราจร
Seksan Darajorn

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of
Master of Science in Environmental Management
Prince of Songkla University
2558

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชื่อวิทยานิพนธ์ การจัดการขยะอินทรีย์แบบบูรณาการในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษา จังหวัดนครศรีธรรมราช

ผู้เขียน นายเสกสรรค์ ดาราจร

สาขาวิชา การจัดการสิ่งแวดล้อม

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

.....
(ดร.วรางคณา จุติดำรงค์พันธ์)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เก็ตถวา บุญปราการ)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุมาพร มุณีแนม)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ณฐพงศ์ จิตรนิรัตน์)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.ธีระพล ศรีชนะ)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้มาจากการศึกษาวิจัยของนักศึกษาเอง และได้แสดงความขอบคุณบุคคลที่มีส่วนช่วยเหลือแล้ว

ลงชื่อ.....
(ดร.วรางคณา จุติดำรงค์พันธ์)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ลงชื่อ.....
(นายเสกสรรค์ ดาราจร)
นักศึกษา

ข้าพเจ้าขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้ไม่เคยเป็นส่วนหนึ่งในการอนุมัติปริญญาในระดับใดมาก่อน และไม่ได้ถูกใช้ในการยื่นขออนุมัติปริญญาในขณะนี้

ลงชื่อ.....
(นายเสกสรรค์ ดาราจร)
นักศึกษา

ชื่อวิทยานิพนธ์ การจัดการขยะอินทรีย์แบบบูรณาการในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษา จังหวัดนครศรีธรรมราช
ผู้เขียน นายเสกสรรค์ ดาราจร
สาขาวิชา การจัดการสิ่งแวดล้อม
ปีการศึกษา 2557

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้สำรวจและศึกษาข้อมูลพื้นฐานทางด้านปริมาณ องค์ประกอบ อัตราการผลิตและเส้นทางของขยะมูลฝอยภายในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช พบว่าขยะมูลฝอยทั้งหมดที่เกิดขึ้นในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช มีปริมาณเฉลี่ยทั้งหมด 271.28 กิโลกรัมต่อวัน มีอัตราการผลิตขยะอยู่ที่ 0.08 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน องค์ประกอบของขยะมูลฝอยโดยจำแนกตามคุณลักษณะแบ่งได้ 5 ประเภท โดยขยะเศษอาหารมีปริมาณมากที่สุด (26.09%) รองลงมาได้แก่ ขยะประเภทเศษใบไม้และขยะที่เกิดจากการตัดตกแต่งต้นไม้ (23.61%) ขยะประเภทพลาสติก (22.98%) ขยะทั่วไป (20.97%) และขยะประเภทกระดาษ (6.34%) ตามลำดับ เส้นทางในการจัดการขยะทั้ง 5 ประเภท ประกอบด้วย ขยะเศษอาหารจากโรงอาหาร ขยะประเภทเศษใบไม้ และขยะที่เกิดจากการตัดแต่งต้นไม้ รวมทั้งขยะทั่วไป จะถูกรวบรวมใส่ถุงดำและนำไปทิ้งที่จุดพักขยะเพื่อให้รถขนขยะจากทางเทศบาลนำไปกำจัด ในขณะที่ขยะประเภทพลาสติกและกระดาษจะถูกคัดแยก เพื่อมารวมแล้วนำไปขาย

เนื่องด้วยขยะมูลฝอยที่พบในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช มีปริมาณขยะเศษอาหารเป็นองค์ประกอบหลัก แนวทางที่เป็นไปได้ในการนำขยะเหล่านี้มาใช้ประโยชน์อย่างเหมาะสม คือ การนำมาทำปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพ เพื่อปลูกผักปลอดสารพิษ เนื่องจากมีพื้นที่แปลงปลูกอยู่เป็นทุนเดิม และจากการสำรวจความคิดเห็นกลุ่มตัวอย่างต่อการปลูกพืชดังกล่าวพบว่า กลุ่มตัวอย่างยอมรับการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ด้วยการใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพ โดยมีผักกวางตุ้ง เป็นผักที่ได้รับความนิยมสูงสุด ดังนั้นจึงทำการศึกษาการปลูกผักกวางตุ้งด้วยวิธีไฮโดรโปนิกส์โดยใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหารที่ได้จากโรงเรียนเบญจมราชูทิศ โดยทำการศึกษาปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพ 3 สูตร ได้แก่ ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพสูตรเศษอาหาร สูตรเศษอาหารผสมปลา และสูตรเศษอาหารผสมผักตบชวา จากการศึกษาผักกวางตุ้งที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพทั้งสามสูตรและใช้ปุ๋ยเคมี โดยเทียบค่าน้ำหนักสด ความสูง ความกว้างทรงพุ่มและจำนวนใบของผักกวางตุ้งที่ได้ พบว่าสูตรเศษอาหารผสมปลาให้ผลผลิตดีที่สุดในขณะที่สูตรเศษอาหาร และสูตรเศษอาหารผสมผักตบชวา ให้ผลเหมือนกันโดยที่พืชเติบโตได้น้อย แม้ว่าพืชที่ผ่านการบำรุงด้วยปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพทั้งสามสูตรยังให้ผลผลิตด้อยกว่าการใช้ปุ๋ยเคมี แต่ผักที่ใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพสูตรเศษอาหารผสมปลามีความเหมาะสมต่อการบริโภคได้ทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมี นอกจากนั้น การวิเคราะห์ความคุ้มค่าของโครงปลูกผักกวางตุ้งไฮโดรโปนิกส์ปลอดสารพิษโดยใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหารในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ พบว่ามีความเป็นไปได้ทางการเงินและมีความเหมาะสมแก่การลงทุน

Thesis Title Integrated Organic Waste Management at High School in Nakhon Sri Thammarat Province
Author Mr. Seksan Darajorn
Major Program Environmental Management
Academic Year 2014

ABSTRACT

This research determined the quantity, generation rate, composition and route of solid wastes produced in Benjamarachutit High school. The results showed that the production rate of solid waste was produced to be 271.28 kg per day and waste generation rate was 0.08 kg per person per day. The composition of solid wastes could be classified into 5 categories; food waste (26.09%), garden waste (23.61%), plastic (22.98%), paper (6.34%), and other wastes (20.97%), respectively. The management approach for plastic and paper was separated and collected before sold to recycling middle man. The general waste was handled by scavenger prior to dispose to landfill.

The bio-extract production was an attractive alternative for food waste recovery at high school due to its majority of the wastes and its suitability for the organic vegetable growth. Moreover, based on the consumer survey, it was found that customer accepted and supported the organic vegetables using bio-extract from food wastes. The Chinese Cabbage PAI-TSAI (Brassica chinensis) was the most favorable vegetable. Therefore, the study of using the bio-extract generating from the food wastes for the Chinese Cabbage PAI-TSAI hydroponic growth is investigated. The three types of bio-extract used in this study were 1) only food waste bio-extract, 2) food waste mixed with fish bio-extract, and 3) food waste mixed with Water Hyacinth (Eichhornia crassipes) bio-extract. The deriving vegetables were evaluated their fresh weight, plant high, shrub width and number of leaves per plant. The results presented that food waste mixed with fish bio-extract were the good representative with good performance in growth rate and yield while the both food waste bio-extract mixed with Water Hyacinth and bio-extract mixed with food waste treatments showed slower growth rate. However, all three bio-extracts indicated lower vegetable growth than using the regular chemical fertilizer. Still, the food waste mixed with fish bio-extract could be replaced the chemical fertilizer application with regard to food safety and economic using the investment worthiness analysis of project, discount rate was taken to be at 8% and the project life was 10

years. These results exhibited that Chinese Cabbage PAI-TSAI hydroponics cultivation using food waste bio-extract in Benjamarachutit high school offered financially worthiness and investment worthiness.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	(5)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	(6)
กิตติกรรมประกาศ	(8)
สารบัญ	(9)
รายการตาราง	(11)
รายการภาพประกอบ	(13)
บทที่	
1. บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.4 นิยามศัพท์เฉพาะ	3
2. การตรวจเอกสาร	5
2.1 ขยะมูลฝอย	5
2.2 แนวทางการจัดการขยะมูลฝอย	8
2.4 ปุ๋ยอินทรีย์	10
2.4 ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพ	13
2.5 การปลูกพืชในระบบไฮโดรโปนิกส์	18
2.6 เกษตรอินทรีย์และผักปลอดสารพิษ	21
2.7 ลักษณะทางพฤษศาสตร์ของผักกวางตุ้ง	22
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการขยะมูลฝอยในสถาบันการศึกษา	23
2.9 ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช	27
2.10 การวิเคราะห์ความคุ้มค่าของโครงการ	28
2.11 กรอบแนวคิดการวิจัย	32
3. วิธีการวิจัย	33
3.1 วิธีดำเนินการ	33
3.2 วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือในการวิจัย	42
3.3 สถานที่และระยะเวลาในการศึกษาวิจัย	44
3.4 สรุปวิธีการศึกษาวิจัย	45

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่	
4. ผลและบทวิจารณ์	46
4.1 ผลการศึกษาข้อมูลพื้นฐานทางด้านปริมาณ องค์ประกอบ อัตราการผลิตและเส้นทางของขยะมูลฝอยภายในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช	46
4.2 ผลการศึกษาความเหมาะสมในการจัดการขยะมูลฝอยหลักจากโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช	53
5. สรุปและข้อเสนอแนะ	79
5.1 สรุปผลการศึกษาข้อมูลพื้นฐานทางด้านปริมาณ องค์ประกอบ อัตราการผลิตและเส้นทางของขยะมูลฝอยภายในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ.นครศรีธรรมราช	79
5.2 สรุปผลการศึกษาความเหมาะสมในการจัดการขยะมูลฝอยหลักจากโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช	80
5.3 ข้อเสนอแนะ	84
บรรณานุกรม	86
ภาคผนวก	94
ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวิจัย	95
ภาคผนวก ข แบบประเมินความสอดคล้องของเกณฑ์การให้คะแนนและผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ	97
ภาคผนวก ค แบบสอบถาม	100
ภาคผนวก ง ผลตรวจวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพเปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมี	103
ภาคผนวก จ ประสิทธิภาพของปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพสูตรต่างๆในการปลูกผักกวางตุ้งไฮโดรโปนิกส์ในโรงเรียนเบญจมราชูทิศเปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมี	104
ภาคผนวก ค ประมวลภาพการวิจัย	108
ประวัติผู้เขียน	113

รายการตาราง

หน้า

ตารางที่
1. ธาตุอาหารหลักในน้ำหมักชีวภาพที่ทำจากวัสดุต่างๆ 15
2. ปริมาณธาตุอาหารหลักในวัสดุหมักที่เป็นพืชชนิดต่างๆ 15
3. จำนวนนักเรียนจำแนกตามเพศและชั้นเรียนปีการศึกษา 2556 27
4. จำนวนข้าราชการครูและบุคลากรภายในโรงเรียนปีการศึกษา 2556 28
5. การหาจำนวนกลุ่มตัวอย่าง 36
6. ปริมาณขยะมูลฝอยรวมและองค์ประกอบขยะมูลฝอยในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ เฉลี่ยใน 1 วัน 47
7 อัตราการผลิตขยะของบางสถาบันการศึกษาและประเทศไทยปี พ.ศ. 2557 48
8. แสดงข้อมูลลักษณะทางประชากรศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามเพศ 55
9. แสดงข้อมูลลักษณะทางประชากรศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามอายุ 55
10. แสดงข้อมูลลักษณะทางประชากรศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามระดับการศึกษา 56
11. แสดงข้อมูลลักษณะทางประชากรศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามอาชีพ 56
12. ข้อมูลลักษณะทางประชากรศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามรายได้เฉลี่ยต่อเดือน 56
13. แสดงข้อมูลลักษณะทางประชากรศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามสถานภาพ 57
14. แสดงการวิเคราะห์การบริโภคผักปลอดสารพิษ 57
15. แสดงการวิเคราะห์แหล่งซื้อผักปลอดสารพิษ 57
16. แสดงการวิเคราะห์ความถี่ของการบริโภคผักปลอดสารพิษ 58
17. แสดงการวิเคราะห์การจำหน่ายผักปลอดสารพิษในโรงเรียน 58
18. แสดงการวิเคราะห์เหตุผลที่เลือกบริโภคผักปลอดสารพิษ 59
19. แสดงการวิเคราะห์ผักปลอดสารพิษที่นิยมมากที่สุด 59
20. แสดงการวิเคราะห์ราคาที่เหมาะสมสำหรับการจำหน่ายผักในโรงเรียน 59
21. แสดงการวิเคราะห์การเห็นด้วยกับการปลูกผักปลอดสารพิษในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ 60
22. แสดงการวิเคราะห์การใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหารในการปลูกผักปลอดสารพิษ 60
23. แสดงการวิเคราะห์ส่วนผสมที่จะเพิ่มลงไปในปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหาร 61
24. แสดงการวิเคราะห์ความคิดเห็นต่อการผสมการผสมมูลสัตว์ลงไปในปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพ 61
25. องค์ประกอบของขยะจากเศษอาหาร ในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ 62
26. ผลตรวจวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพเปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมี 67
27. ตารางที่ 27 การเจริญเติบโตของผักกวางตุ้งโดยปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพเปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมี 72
28. ต้นทุนในปลูกผักกวางตุ้งในระบบไฮโดรโปนิกส์โดยใช้ปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพ สูตรเศษอาหารผสมปลา จำนวน 6 แปลง 73
29. ตารางแสดงต้นทุนในปลูกผักกวางตุ้งในระบบไฮโดรโปนิกส์โดยใช้ปุ๋ยเคมี จำนวน 6 แปลง 73

รายการตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่
30 ต้นทุนในปลูกผักกวางตุ้งในระบบไฮโดรโปนิกส์โดยใช้ปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพ สูตรเศษอาหารผสมปลา จำนวน 6 แปลง เป็นระยะเวลา 1 ปี 74
31 ต้นทุนในปลูกผักกวางตุ้งในระบบไฮโดรโปนิกส์โดยใช้ปุ๋ยเคมี จำนวน 6 แปลง เป็นระยะเวลา 1 ปี 74
32 ผลการสำรวจราคาผักกวางตุ้ง 75
33 ผลการประมาณการผลประโยชน์ของโครงการ 75
34 รายละเอียดของกระแสต้นทุนและกระแสผลตอบแทน ณ อัตราคิดลดเท่ากับร้อยละ 8 ตลอดอายุของโครงการ (หน่วย:บาท) 76
35 เปรียบเทียบความคุ้มค่าทางการเงินของการใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพและปุ๋ยเคมี 78
36 ความคิดเห็นเกี่ยวกับพฤติกรรมการบริโภคผักปลอดสารพิษ 96
37 ความคิดเห็นเกี่ยวกับการปลูกผักโดยใช้ปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพจากเศษอาหารจากเศษอาหารของโรงอาหาร โรงเรียนเบญจมราชูทิศและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม 98
38 ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับความคิดเห็นเกี่ยวกับพฤติกรรมการบริโภคผักปลอดสารพิษ 99
39 ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับความคิดเห็นเกี่ยวกับการปลูกผักโดยใช้ปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพจากเศษอาหารจากเศษอาหารของโรงอาหารโรงเรียนเบญจมราชูทิศและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม 99
40 การเจริญเติบโตของผักกวางตุ้งไฮโดรโปนิกส์ ด้านน้ำหนักสด 105
41 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD ด้านน้ำหนักสด 105
42 การเจริญเติบโตของผักกวางตุ้งไฮโดรโปนิกส์ ด้านความสูง 106
43 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD ด้านความสูง 106
44 การเจริญเติบโตของผักกวางตุ้งไฮโดรโปนิกส์ ด้านความกว้างทรงพุ่ม 107
45 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD ด้านความกว้างทรงพุ่ม 107
46 การเจริญเติบโตของผักกวางตุ้งไฮโดรโปนิกส์ ด้านจำนวนใบต่อต้น 108
47 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD ด้านจำนวนใบต่อต้น 108

รายการภาพประกอบ

หน้า

ภาพที่

1 การจัดการมูลฝอยที่เหมาะสมตามแนวทางของกรมควบคุมมลพิษ 8
2. กระบวนการหมักที่เกิดขึ้นในการทำปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพ 13
3. ผักกวางตุ้ง 23
4. กรอบแนวคิดในการวิจัย 32
5. สรุปวิธีการศึกษาวิจัย 45
6. องค์ประกอบขยะภายในโรงเรียนเบญจมราชูทิศใน 1 วัน 49
7. ขยะมูลฝอยทั้ง 5 ประเภทในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ 51
8. เส้นทางขยะในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช 52
9. ทางเลือกเพื่อใช้ประโยชน์จากขยะมูลฝอยหลักที่ได้จากโรงเรียนเบญจมราชูทิศ 53
10. ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหารจากโรงเรียนเบญจมราชูทิศทั้ง 3 สูตร 64
11. ผลการศึกษาคุณสมบัติของปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพ เปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมี ด้านค่าการนำไฟฟ้า 64
12. ผลการศึกษาคุณสมบัติของปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพ เปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมี ด้านอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตเจน 65
13. ผลการศึกษาคุณสมบัติของปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพ เปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมี ด้านไนโตเจนทั้งหมด 65
14. ผลการศึกษาคุณสมบัติของปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพ เปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมี ด้านฟอสฟอรัสทั้งหมด 66
15. ผลการศึกษาคุณสมบัติของปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพ เปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมี ด้านโพแทสเซียมทั้งหมด 66
16. ผักกวางตุ้งไฮโดรโปนิกส์ ที่ปลูกโดยปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพสูตรต่างๆ และปุ๋ยเคมี 68
17. น้ำหนักสดของผักกวางตุ้ง 68
18. ความสูงของต้นผักกวางตุ้ง 69
19. ความกว้างทรงพุ่มผักกวางตุ้ง 70
20. จำนวนใบผักกวางตุ้ง 70
21. ผลตรวจวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพเปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมี 104
22 ประมวลภาพการวิจัย 109

บทที่ 1

บทนำ

ความสำคัญและที่มาของการวิจัย

ปัจจุบันปัญหาขยะมูลฝอยของประเทศไทยมีแนวโน้มทวีความรุนแรงมากขึ้น เนื่องมาจากการเพิ่มขึ้นของปริมาณขยะมูลฝอยทุกปีตามอัตราการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากร การขยายตัวทางเศรษฐกิจและการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในการอุปโภคบริโภคของประชาชน ก่อให้เกิดสิ่งปฏิกูลเพิ่มมากขึ้นเป็นเงาตามตัว ส่งผลเสียต่อสิ่งแวดล้อมและคุณภาพชีวิต กรมควบคุมมลพิษ (2556) พบว่าในปี 2555 ประเทศไทยมีปริมาณขยะมูลฝอยชุมชนที่เกิดขึ้นประมาณ 24.73 ล้านตัน สามารถนำไปกำจัดอย่างถูกหลักวิชาการได้ประมาณ 5.83 ล้านตัน และมีขยะมูลฝอยถูกนำกลับไปใช้ประโยชน์รวมกันเพียงประมาณ 5.28 ล้านตันหรือเพียงร้อยละ 22 เท่านั้น ในจำนวนนี้เป็นการใช้ประโยชน์จากขยะอินทรีย์ ประเภทเศษอาหาร พืช ผัก ผลไม้ต่างๆ เพื่อนำไปทำปุ๋ยหมักอินทรีย์สำหรับใช้บำรุงดินเพื่อการเกษตร และการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์ รวมประมาณ 1.14 ล้านตันเท่านั้น ส่วนที่เหลืออีกประมาณ 13.62 ล้านตัน เป็นมูลฝอยตกค้าง เมื่อพิจารณาจากอัตราตกค้างของขยะมูลฝอยในปริมาณสะสมของขยะมูลฝอยในสถานที่กำจัด และแนวโน้มทิศทางการพัฒนาในอนาคต นอกจากนี้กรมควบคุมมลพิษ (2556 : 15) ยังพบว่า จังหวัดนครศรีธรรมราชเป็นจังหวัดที่น่าเป็นห่วงในเรื่องปัญหาด้านขยะมูลฝอยเป็นลำดับที่ 4 ของประเทศไทย โดยมีปริมาณขยะมูลฝอยสะสม 1,265,358 ล้านตัน ซึ่งอาจก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของชุมชนในจังหวัดได้

ในการจัดการขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นนั้น กรมควบคุมมลพิษ (2552a) กล่าวถึงแนวทางการจัดการขยะมูลฝอย โดยมีแนวคิดหลักในการเพิ่มประสิทธิภาพและให้เกิดการบูรณาการในการจัดการขยะมูลฝอย โดยมุ่งเน้นให้มีการนำขยะมูลฝอยที่ยังมีศักยภาพกลับมาใช้ประโยชน์ให้มากที่สุด เช่น เป็นพลังงานหรือเป็นปุ๋ย และการแปรรูปขยะ รวมถึงการรีไซเคิล ควบคู่กับการสร้างจิตสำนึกในการคัดแยกขยะมูลฝอย จากปริมาณการเกิดขยะมูลฝอยทั้งหมดเมื่อพิจารณาองค์ประกอบของขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้น อีกทั้งกรมควบคุมมลพิษ (2551) ยังพบว่ามีขยะมูลฝอยอินทรีย์ที่สามารถนำมาหมักทำปุ๋ยได้เป็นส่วนประกอบร้อยละ 61.9 การกำจัดขยะมูลฝอยโดยวิธีการหมักทำปุ๋ยจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการกำจัดขยะมูลฝอยของท้องถิ่น แสดงให้เห็นว่าในขยะมูลฝอยยังมีองค์ประกอบของขยะบางส่วน ที่ยังมีศักยภาพ สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ได้อีก หากมีการจัดการแบบบูรณาการและครบวงจร ตั้งแต่จุดเริ่มต้นของการเกิดขยะ จนถึงการกำจัดขยะขั้นสุดท้าย โดยให้ความสำคัญต่อการนำขยะที่มีศักยภาพกลับมาใช้ประโยชน์ให้มากที่สุด และลดปริมาณขยะที่จะต้องนำไปกำจัดให้เหลือน้อยที่สุด ก็จะสามารถช่วยแก้ไขปัญหาขยะมูลฝอยได้

สถาบันการศึกษาก็จัดเป็นแหล่งกำเนิดขยะมูลฝอยที่สำคัญแห่งหนึ่ง เนื่องจากเป็นสถานที่ ที่มีการอยู่ร่วมกันของนักเรียนและบุคลากรจำนวนมาก จากสถานการณ์ขยะมูลฝอยในสถานศึกษาของประเทศไทยในปัจจุบัน กรรณิการ์ บุตรเอกและคณะ (2553) พบว่าปริมาณขยะมูล

ฝอยในสถานศึกษาของประเทศไทยมีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเนื่องจากมีสถานศึกษาเพิ่มมากขึ้น และความต้องการในการศึกษาของประชาชนก็เพิ่มมากขึ้น

โรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช เป็นโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษประจำจังหวัดนครศรีธรรมราช มีนักเรียนและบุคลากรรวมประมาณ 3,500 คน มีการเปิดรับนักเรียนมากขึ้นและเปิดหลักสูตรเพิ่มขึ้น อีกทั้งยังมีโครงการก่อสร้างอาคารเรียน และหน่วยงานต่างๆ เพิ่มขึ้นเพื่อรองรับนักเรียน ซึ่งจำนวนนักเรียนที่เพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้ปริมาณของขยะมูลฝอยในโรงเรียนมากขึ้นตามลำดับ นอกจากนี้ขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นยังมีองค์ประกอบแตกต่างกัน ทำให้เกิดประเภทและชนิดของขยะมูลฝอยที่แตกต่างกันด้วย ซึ่งยากต่อการจัดการที่ถูกต้องและมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้นักเรียนและบุคลากรเกือบทั้งหมดยังรับประทานอาหารในโรงอาหารของโรงเรียน ทำให้เกิดเศษอาหารเหลือทิ้งปริมาณวันละ 4-6 ถัง (ถัง 200 ลิตร) ในแต่ละวัน โดยภารโรงจะนำเศษอาหารที่แยกแล้วใส่ถังพลาสติก แล้วจึงนำใส่ถุงดำไปทิ้งที่จุดพักขยะ เพื่อรอรถขนขยะจากทางเทศบาลนำไปกำจัด บางครั้งเศษอาหารบางส่วนจะถูกทิ้งลงสู่ท่อระบายน้ำ ทำให้เกิดปัญหาต่างๆ คือ เป็นจุดกำเนิดของแมลงวัน เป็นแหล่งเพาะเชื้อโรคและแหล่งอาศัยของสัตว์พาหะนำโรค เป็นการสร้างมลพิษทางน้ำ เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อมและมลพิษทางอากาศ

จากความเป็นมาและความสำคัญเบื้องต้นดังกล่าว ทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาข้อมูลพื้นฐานทางด้าน ปริมาณ องค์ประกอบ อัตราการผลิตและเส้นทางของขยะมูลฝอยภายในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ และนำข้อมูลพื้นฐานมาศึกษาความเหมาะสมในการจัดการขยะมูลฝอยหลักจากโรงเรียนเบญจมราชูทิศ โดยการนำไปใช้ประโยชน์ เพื่อการจัดการสิ่งแวดล้อมภายในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช อย่างยั่งยืน

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาข้อมูลพื้นฐานทางด้านปริมาณ องค์ประกอบ อัตราการผลิตและเส้นทางของขยะมูลฝอยภายในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช

2. เพื่อศึกษาความเหมาะสมในการจัดการขยะมูลฝอยหลักจากโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช

2.1 เพื่อศึกษาแนวทางในการจัดการขยะมูลฝอยหลักจากโรงเรียนเบญจมราชู-ทิศ จ. นครศรีธรรมราช สำหรับการนำไปใช้ประโยชน์

2.2 เพื่อศึกษาพฤติกรรมการบริโภคผักปลอดสารพิษและความคิดเห็นในการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ปลอดสารพิษโดยใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหารในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช

2.3 เพื่อศึกษาองค์ประกอบของขยะเศษอาหารในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช

2.4 เพื่อศึกษาคุณสมบัติและประสิทธิภาพของปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหารในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช ในการปลูกผักกวางตุ้งไฮโดรโปนิกส์ปลอดสารพิษ

2.5 เพื่อวิเคราะห์ความคุ้มค่าของโครงการปลูกผักกวางตุ้งไฮโดรโปนิกส์ปลอดสารพิษโดยใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหารในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ข้อมูลพื้นฐานทางด้านปริมาณ องค์ประกอบ อัตราการผลิตและเส้นทางของขยะมูลฝอยภายในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช

2. ได้ทราบความเหมาะสมในการจัดการขยะมูลฝอยหลักจากโรงเรียนเบญจมราชู-ทิศ จ. นครศรีธรรมราช

2.1 ได้ทราบถึงแนวทางในการจัดการขยะมูลฝอยหลักจากโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช สำหรับการนำไปใช้ประโยชน์

2.2 ได้ทราบถึงพฤติกรรมการบริโภคผักปลอดสารพิษและความคิดเห็นในการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ปลอดสารพิษโดยใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหารภายในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช

2.3 ได้ทราบถึงองค์ประกอบของขยะเศษอาหาร ในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช

2.4 ได้ทราบถึงคุณสมบัติและประสิทธิภาพของปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหารในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช ในการปลูกผักกวางตุ้งไฮโดรโปนิกส์ปลอดสารพิษ

2.5 ได้ทราบถึงความคุ้มค่าของโครงการปลูกผักกวางตุ้งไฮโดรโปนิกส์ปลอดสารพิษโดยใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหารในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจในการลงทุน

3. ลดปริมาณขยะมูลฝอยที่จะนำไปกำจัด

นิยามศัพท์เฉพาะ

ในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ได้กำหนดคำบางคำที่ใช้เพื่อการวิจัย ดังต่อไปนี้

ขยะมูลฝอยในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ หมายถึง เศษอาหาร เศษวัตถุ เศษกระดาษ เศษสินค้า เศษผ้า ถุงพลาสติก หรือเศษเหลือจากการใช้สอยที่ทิ้งลงในภาชนะรองรับขยะมูลฝอยภายในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช โดยไม่รวมถึงมูลฝอยติดเชื้อ มูลฝอยที่เป็นพิษและอันตรายจากครัวเรือนหรือชุมชน

ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหารในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ หมายถึง สารละลายที่ได้จากการหมักขยะเศษอาหารจากโรงอาหารภายในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช ในสภาพที่มีและไม่มีอากาศ

ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพสูตรเศษอาหาร หมายถึง ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพ ที่มีส่วนผสมหลักคือเศษอาหารจากโรงอาหารในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช

ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพสูตรเศษอาหารผสมปลา หมายถึง ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพที่มีส่วนผสมหลักคือเศษอาหารจากโรงอาหารในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ และเศษปลาสดที่เหลือทิ้ง จากตลาดหัวอิฐ ซึ่งเป็นตลาดพืชผลขนาดใหญ่ ใกล้โรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช

ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพสูตรเศษอาหารผสมผักตบชวา หมายถึง ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพที่มีส่วนผสมหลักคือเศษอาหารจากโรงอาหารในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ และผักตบชวาที่หาได้จากแหล่งน้ำใกล้โรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช

ผักกวางตุ้งไฮโดรโปนิกส์ปลอดสารพิษ หมายถึง ผักกวางตุ้งที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิกส์ ภายในแปลงปลูกพืชของโรงเรียนเบญจมราชูทิศ โดยใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหารในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช เป็นปุ๋ยปลูก

ผักปลอดสารพิษ หมายถึง ผักที่ปลูกโดยไม่ใช้สารสังเคราะห์และปุ๋ยเคมี รวมทั้งสารกำจัดศัตรูพืชต่างๆ โดยเปลี่ยนกลับมาใช้ปุ๋ยอินทรีย์ เช่น ปุ๋ยหมัก หรือปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพแทน ส่งผลให้ผักปลอดจากสารพิษ มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค และไม่ส่งผลกระทบหรือทำลายสิ่งแวดล้อม

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

การศึกษาเรื่อง “การจัดการขยะอินทรีย์แบบบูรณาการในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษา จ.นครศรีธรรมราช” ผู้วิจัยได้นำแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นพื้นฐานและแนวทางในการวิจัย ประกอบด้วย

1. ขยะมูลฝอย
2. แนวทางการจัดการขยะมูลฝอย
3. ปุ๋ยอินทรีย์
4. ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพ
5. การปลูกพืชในระบบไฮโดรโปนิกส์
6. ลักษณะทางพฤษศาสตร์ของผักกวางตุ้ง
7. เกษตรอินทรีย์และผักปลอดสารพิษ
8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการขยะมูลฝอยในสถาบันการศึกษา
9. ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับโรงเรียนเบญจมราชูทิศ
10. แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับพฤติกรรมการบริโภค
11. การวิเคราะห์ความคุ้มค่าของโครงการ
12. กรอบแนวคิดในการวิจัย

ขยะมูลฝอย (Solid Wastes)

1. ความหมายของขยะมูลฝอย

ความหมายของขยะมูลฝอยจากพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน ราชบัณฑิตยสถาน (2542 : 142) ได้กล่าวว่า “มูลฝอย” หมายถึงสิ่งของที่ทิ้งแล้ว ซึ่งมีความหมายเดียวกันกับคำว่า “ขยะ” ซึ่งหมายถึง มูลฝอย เศษของที่ทิ้งกองรวมกัน มักใช้รวมกันว่า ขยะมูลฝอย

ขยะหรือมูลฝอยตามความหมายของกรมควบคุมมลพิษ (2551 : 9) หมายถึง เศษอาหาร เศษวัตถุ เศษกระดาษ เศษสินค้า ถุงพลาสติก ภาชนะที่ใส่อาหาร ซากสัตว์ เถ้า มูลสัตว์ หรือสิ่งใดๆ ที่เก็บกวาดจากตลาด ถนน ที่เลี้ยงสัตว์หรือที่อื่นๆ และหมายความรวมถึงมูลฝอยมูลฝอยที่เป็นพิษ ติดเชื้อ หรืออันตรายจากชุมชนหรือครัวเรือน แต่สำหรับงานวิจัยในครั้งนี้จะไม่ศึกษาขยะมูลฝอยติดเชื้อ มูลฝอยที่เป็นพิษและอันตรายจากชุมชนหรือครัวเรือน

2. ประเภทของขยะมูลฝอย

กรมควบคุมมลพิษ (2551 : 13) แบ่งประเภทของขยะมูลฝอยเป็น 4 ประเภท ดังนี้

2.1 ขยะย่อยสลาย หรือ มูลฝอยย่อยสลาย คือ ขยะที่เน่าเสียและย่อยสลายได้เร็ว เช่น เศษอาหารและพืชผักที่เหลือจากการรับประทาน เปลือกผลไม้ ใบไม้ สามารถนำไปหมักทำปุ๋ยได้

2.2 ขยะรีไซเคิล หรือ มูลฝอยที่ยังใช้ได้ คือ ของเสียบรรจุภัณฑ์หรือวัสดุเหลือใช้ ซึ่งสามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ได้ใหม่ โดยอาจนำไปแปรรูป หรือขายได้ เช่น พลาสติก เศษพลาสติก แก้ว กล่องเครื่องดื่มแบบยูเอชที (UHT) กระป๋องเครื่องดื่ม กระดาษ อลูมิเนียม เศษโลหะ ยางรถยนต์ เป็นต้น

2.3 ขยะทั่วไป หรือ มูลฝอยทั่วไป คือ ขยะประเภทอื่นนอกเหนือจากขยะย่อยสลาย ขยะรีไซเคิลและขยะอันตราย เป็นขยะที่ย่อยสลายยาก ไม่คุ้มค่าในการนำไปรีไซเคิล เช่น ถุงพลาสติกเปื้อนเศษอาหาร ห่อพลาสติกใส่ขนม โฟมเปื้อนอาหาร ถุงพลาสติกบรรจุผงซักฟอก พลาสติกห่อลูกอม ซองบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป ฟอยล์เปื้อนอาหาร ซองหรือถุงพลาสติกสำหรับบรรจุเครื่องอุปโภคด้วยวิธีรีดความร้อน

2.4 ขยะอันตราย หรือมูลฝอยอันตราย คือ มูลฝอยที่ปนเปื้อน ต้องเก็บรวบรวมแล้วนำไปกำจัดอย่างถูกวิธี โดยมีองค์ประกอบของวัตถุดังต่อไปนี้ วัตถุระเบิดได้ วัตถุไวไฟ วัตถุมีพิษวัตถุกัดกร่อน วัตถุที่ก่อให้เกิดการระคายเคือง วัตถุที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม วัตถุออกไซด์และวัตถุเปอร์ออกไซด์ วัตถุที่ทำให้เกิดโรค วัตถุกัมมันตรังสี วัตถุอย่างอื่นที่อาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อม เป็นต้น

นอกจากนี้พัฒนา มูลพฤกษ์ (2547) ได้จัดจำแนกขยะมูลฝอยเป็นประเภทต่างได้ดังนี้

จำแนกตามการเกิดขึ้นของขยะมูลฝอย ได้แก่ขยะมูลฝอยชุมชน ซึ่งได้แก่ ขยะที่เกิดจากที่พักอาศัย สถานที่ราชการ สถานที่สาธารณะ สถานธุรกิจ ฯลฯ ขยะมูลฝอยจากเกษตรกรรม ซึ่งได้แก่มูลฝอยที่เกิดจากการกิจกรรมทางการเกษตร และขยะมูลฝอยจากอุตสาหกรรม ซึ่งได้แก่ มูลฝอยที่เกิดจากการประกอบอุตสาหกรรมต่างๆ จำแนกตามความเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ได้แก่ ขยะมูลฝอยทั่วไป (General Waste) ซึ่งเป็นขยะมูลฝอยที่มีอันตรายน้อย และของเสียอันตราย (Hazardous Waste) ซึ่งเป็นขยะที่มีภัยต่อคนและสิ่งแวดล้อม อาจมีสารพิษ ติดไฟหรือระเบิดง่าย ปนเปื้อนเชื้อโรค จำแนกตามลักษณะสมบัติของขยะมูลฝอยได้แก่ ขยะมูลฝอยเปียก (Garbage) คือ ขยะที่มีความชื้นปนอยู่มากกว่าร้อยละ 50 จึงติดไฟได้ยาก ขยะมูลฝอยแห้ง (Trash) คือ สิ่งเหลือใช้ที่มีความชื้นอยู่น้อยจึงไม่ก่อให้เกิดกลิ่นเหม็น เช่น กระดาษ พลาสติก แก้ว ผ้า โลหะ ขยะมูลฝอยที่เผาไหม้ไม่ได้ (Non-combustible Waste) ของเสียอันตราย (Hazardous Waste)

3. การเก็บข้อมูลขยะมูลฝอย

จิตรตี มณีไสย์ (2554) ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการเก็บข้อมูลขยะดังนี้

3.1 เลือกช่วงเวลาในการเก็บข้อมูลขยะ โดยช่วงเวลาที่เลือก ควรเป็นช่วงเวลาอย่างน้อย 2 เดือน แล้วทำการสุ่มวันที่จะเก็บข้อมูลขยะมูลฝอย จำนวน 3 วัน

3.2 ชั่งน้ำหนักขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นใน 1 วัน จากจุดตั้งถังขยะต่างๆในพื้นที่ที่ต้องการเก็บข้อมูลรวมถึงจุดพักขยะทุกจุดภายในพื้นที่ ก่อนที่จะมีการนำขยะไปกำจัดหรือจัดการและบันทึกผล โดยจะทำการศึกษาทั้งหมด 3 ครั้ง ตามวันที่ได้เลือกโดยการสุ่มไว้ในข้อ 1 ซึ่งน้ำหนักขยะที่ได้จะมีหน่วยเป็นกิโลกรัมต่อวัน

3.3 หาอัตราการผลิตขยะมูลฝอยจากปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นใน 1 วัน (กิโลกรัมต่อวัน) ต่อจำนวนประชากรทั้งหมด (คน) อัตราการเกิดขยะมูลฝอยมีหน่วยเป็นกิโลกรัมต่อคนต่อวัน

3.4 การแยกองค์ประกอบของขยะมูลฝอย ศึกษาโดยชั่งน้ำหนักของขยะมูลฝอยที่คัดแยกแล้วเป็นประเภทต่างๆ โดยทำการศึกษาเช่นเดียวกับในข้อที่ 2 โดยจะทำการแยกชั่งน้ำหนักตามประเภทขยะที่สำรวจพบ และจะทำการศึกษาทั้งหมด 3 ครั้ง ตามวันที่ได้เลือกโดยการสุ่มไว้

4. ผลกระทบของขยะมูลฝอยต่อสิ่งแวดล้อม

สวัสดิ์ โนนสูง (2543) ได้กล่าวถึงผลกระทบของขยะมูลฝอยต่อสิ่งแวดล้อมว่า ขยะมูลฝอยนับวันจะเพิ่มมากขึ้นตามจำนวนของประชากร ถ้าหากไม่มีการกำจัดขยะมูลฝอยที่ถูกต้องและเหมาะสมแล้วจะก่อให้เกิดปัญหาต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมหลายประการ คือ

4.1 ขยะมูลฝอยเป็นแหล่งอาหารและแหล่งเพาะพันธุ์สัตว์และแมลงนำโรค เช่น หนู แมลงวัน แมลงสาบ ยุง อีกทั้งเป็นแหล่งแพร่เชื้อโรคต่างๆ

4.2 ขยะมูลฝอยที่ทิ้งกลาดเกลื่อน ถูกลมพัดกระจัดกระจายไปตกอยู่ตามพื้น ทำให้เกิดทัศนะอุจาด คือ แลดูสกปรก ขาดความเป็นระเบียบเรียบร้อย นอกจากนี้ยังทำให้เกิดกลิ่นเหม็น ก่อให้เกิดความรำคาญ

4.3 ทำให้ดินเสื่อมและเกิดมลพิษ หรือมีสารพิษที่เป็นก่ออันตรายต่อสิ่งมีชีวิตต่างๆ ในดิน ตลอดจนทำให้คุณสมบัติของดินเปลี่ยนแปลงไป เช่น โซเดียมทำให้เนื้อดินแตกร่วน

4.4 ทำลายแหล่งน้ำ ขยะที่ทิ้งในแม่น้ำลำคลองและท่อระบายน้ำจะทำให้แหล่งน้ำตื้นเขิน น้ำเสียที่เกิดจากขยะมูลฝอยที่ทิ้งลงแหล่งน้ำก่อให้เกิดความสกปรกในแหล่งน้ำ (Leacheate) ทำให้เกิดผลเสียต่อคุณภาพน้ำ มีผลต่อแหล่งน้ำผิวดินและแหล่งน้ำใต้ดิน ซึ่งทำให้ไม่สามารถนำน้ำมาอุปโภคบริโภคได้ ทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการบำบัดคุณภาพน้ำ อีกทั้งยังส่งผลเสียต่อพืชและสัตว์น้ำ

4.5 ขยะมูลฝอยทำให้เกิดผลเสียต่ออากาศ ขยะมูลฝอยนี้ส่งกลิ่นเหม็นน่ารังเกียจ เศษชิ้นส่วนขยะมูลฝอย จะสามารถปลิวในอากาศ ทำให้เกิดกลิ่นไม่พึงประสงค์ในอากาศ นอกจากนี้หากมีการเผาขยะทำให้เกิดควันและขี้เถ้า ซึ่งมีผลต่อสุขภาพของมนุษย์

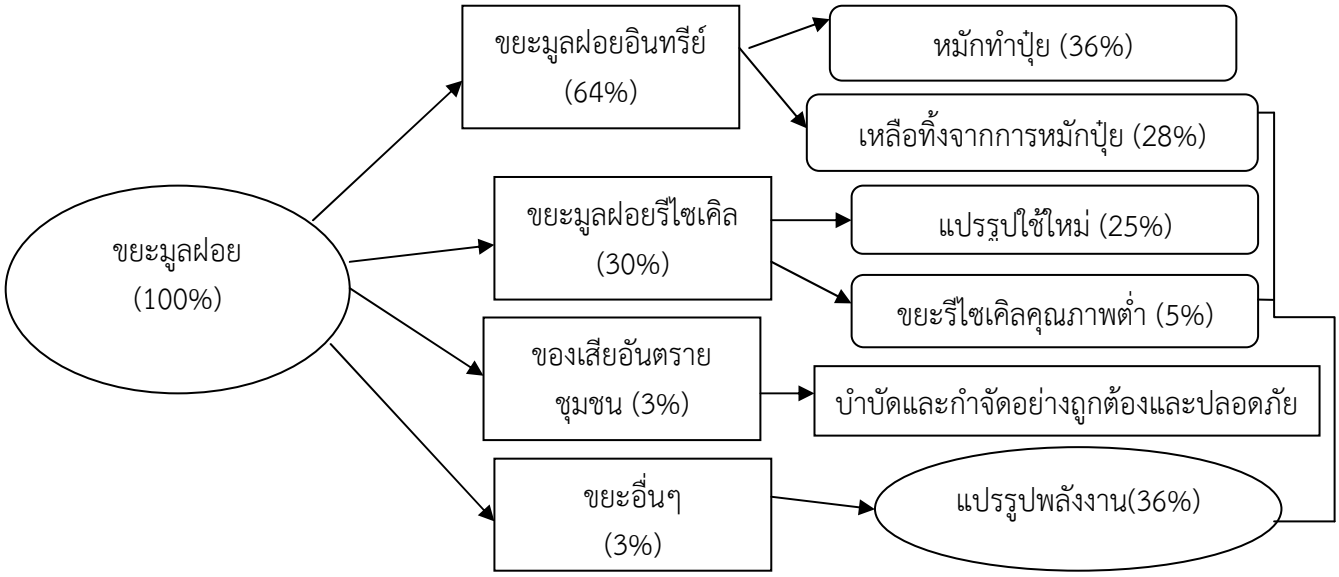
4.6 ทำให้เกิดอัคคีภัย เนื่องจากขยะหลายชนิดติดไฟได้ง่าย

4.7 สร้างปัญหาในการจัดการ เช่น ต้องจัดงบประมาณในการกำจัดและรวบรวมทำให้มีความสิ้นเปลือง

จากผลกระทบดังที่กล่าวข้างต้น จะเห็นว่าหากมีการจัดการขยะแบบบูรณาการอย่างเหมาะสม จะช่วยลดผลกระทบและผลเสียด้านสิ่งแวดล้อม และส่งเสริมการพัฒนาอย่างยั่งยืน

แนวทางการจัดการขยะมูลฝอย

กรมควบคุมมลพิษ (2552c) กล่าวถึงแนวทางการจัดการขยะมูลฝอย โดยมีแนวคิดหลักคือส่งเสริมประสิทธิภาพในการจัดการขยะมูลฝอย และเพิ่มการบูรณาการในการจัดการขยะมูลฝอย ซึ่งการจัดการขยะมูลฝอยในปัจจุบันนั้นเป็นลักษณะที่ ไม่มีรูปแบบที่แน่นอน ต่างคนต่างทำ มีปัญหาด้านค่าใช้จ่าย ขาดผู้เชี่ยวชาญและมีความรู้มาดูแล จึงก่อให้เกิดปัญหาต่อสิ่งแวดล้อม ทำให้เกิดการเดือดร้อนรำคาญและการร้องเรียน ดังนั้นส่งเสริมประสิทธิภาพในการจัดการขยะมูลฝอย และเพิ่มการบูรณาการในการจัดการขยะมูลฝอย คือการแก้ปัญหาขยะมูลฝอยโดยการนำขยะมูลฝอยที่ยังมีศักยภาพกลับมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด และลดปริมาณขยะมูลฝอยที่ต้องกำจัดให้ได้มากที่สุด โดยเลือกทางเลือกที่ได้มาตรฐานในการสร้างระบบกำจัดขยะมูลฝอยและใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมรวมถึงเน้นการแปรรูปขยะมูลฝอยมาใช้ประโยชน์เช่น เป็นพลังงานหรือ เป็นปุ๋ยส่งเสริมการนำกลับมาใช้ใหม่และการแปรรูปรวมถึงการรีไซเคิล ควบคู่กับการสร้างจิตสำนึกในการคัดแยกขยะมูลฝอยซึ่งแนวทางในการจัดการขยะมูลฝอยสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 การจัดการมูลฝอยที่เหมาะสมตามแนวทางของกรมควบคุมมลพิษ (2552c : 7)

1. แนวทางการลดปริมาณขยะมูลฝอย

กรมควบคุมมลพิษ (2551) กล่าวถึงแนวทางการลดปริมาณขยะมูลฝอยโดยการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในชีวิตประจำวัน จะช่วยให้สามารถลดปริมาณขยะที่จะเกิดขึ้นได้ โดยใช้หลักการ 3Rs คือ

1.1 ลดการใช้ (Reduce) โดยลดปริมาณขยะมูลฝอยโดยนำมาใช้ให้น้อยที่สุด ไม่ว่าจะเป็นโฟม ถุงพลาสติก กระดาษห่อของ หนังสือพิมพ์หรือถุงกระดาษเป็นต้น รวมทั้งการใช้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นประเภทเติมลงภาชนะเดิมได้ เช่น น้ำยาปรับผ้านุ่ม น้ำยาล้างจาน ลดการใช้ขยะอันตรายในบ้าน ลดการใช้เคมีภัณฑ์ภายในบ้าน เช่น น้ำยาทำความสะอาดต่างๆ หรือยากำจัดแมลงโดยหันเปลี่ยนไปใช้วิธีการทางธรรมชาติเช่นใช้ผลส้มหรือมะนาวดับกลิ่นภายในห้องน้ำและหลีกเลี่ยงการใช้พลาสติกและโฟมซึ่งเป็นวัสดุย่อยยาก โดยอาจจะใช้ตะกร้าหรือถุงผ้าเพื่อจับจ่ายซื้อของ

1.2 การใช้ซ้ำ (Reuse) โดยการนำของที่ใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่ เช่น ถุงพลาสติกอาจใช้เป็นถุงขยะหรือหาก ไม่สกปรกสามารถใช้ซ้ำได้ นอกจากนี้อาจจะประยุกต์ขยะให้ใช้ประโยชน์ได้อีก เช่น การนำขวดพลาสติกหรือแก้วพลาสติกมาดัดแปลงเป็นที่ใส่ของ การนำยางรถยนต์ที่ใช้แล้วมาทำกระถางต้นไม้ การนำเศษผ้าเป็นผ้าเช็ดพื้นและการใช้กระดาษสองหน้า

1.3 การรีไซเคิล (Recycle) โดยนำขยะมูลฝอยที่สามารถใช้ใหม่ได้มาแปรรูปด้วยวิธีการต่างๆ ซึ่งวัสดุที่สามารถนำมารีไซเคิลได้ ได้แก่ พลาสติก กระดาษ เหล็ก แก้ว อะลูมิเนียม ซึ่งเป็นการลดปริมาณขยะมูลฝอยและยังเป็นการลดปริมาณการใช้พลังงานซึ่งทำให้มลพิษต่อสิ่งแวดล้อมลดลง

2. แนวทางการใช้ประโยชน์จากขยะมูลฝอย

กรมควบคุมมลพิษ (2551) ได้แนะแนวทางการลดปริมาณขยะมูลฝอยโดยการใช้ประโยชน์จากขยะมูลฝอย ทำให้ขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นถูกนำไปใช้ประโยชน์ ปริมาณขยะที่จะต้องนำไปกำจัดจึงมีปริมาณลดลง ซึ่งแนวทางการใช้ประโยชน์จากขยะมูลฝอยมีดังต่อไปนี้

2.1 การสร้างสิ่งประดิษฐ์จากวัสดุเหลือใช้ เช่น โคมไฟจากขวดน้ำพลาสติก หมวกจากกระป๋องเบียร์

2.2 การทำน้ำหมักจุลินทรีย์หรือปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพ โดยการนำขยะมูลฝอยพวกเศษอาหารหรือเศษวัสดุที่เหลือใช้จากส่วนต่างๆ ของพืชหรือสัตว์ มาผ่านกระบวนการหมักในสภาพที่มีและไม่มีออกซิเจนรวมถึงการใช้เอนไซม์ต่างๆ จากจุลินทรีย์ ส่งผลให้มีการย่อยสลายได้อย่างรวดเร็วกลายเป็นสารละลายนำไปใช้เร่งการเจริญเติบโตของพืชและสามารถลดการใช้ปุ๋ยเคมีของเกษตรกร

2.3 การหมักปุ๋ยอินทรีย์ โดยจะนำขยะมูลฝอยประเภทเศษอาหาร ผักผลไม้ และเศษใบไม้ ซึ่งเป็นขยะที่สามารถย่อยสลายได้ โดยปัจจุบันขยะมูลฝอยประเภทนี้เพิ่มปริมาณมากขึ้น และยังก่อให้เกิดปัญหาที่ยุ่งยากในการจัดการ ดังนั้น การทำปุ๋ยหมักจึงเป็นช่วยลด

ปริมาณขยะ และเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม รวมทั้งสามารถลดการใช้ปุ๋ยเคมีของเกษตรกร ช่วยส่งเสริมการทำเกษตรแบบอินทรีย์

ปุ๋ยอินทรีย์ (Organic Fertilizer)

ปุ๋ยอินทรีย์ตามพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. 2518 หมายถึงปุ๋ยที่ได้จากอินทรียสารที่ผลิตขึ้นโดยกรรมวิธีต่างๆ และก่อนที่จะนำไปใช้ประโยชน์ต่อพืชต้องผ่านกระบวนการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ทางชีวภาพก่อน ปุ๋ยอินทรีย์ที่สำคัญได้แก่ ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และปุ๋ยพืชสด สำหรับงานวิจัยนี้เป็นการนำขยะอินทรีย์ที่เกิดขึ้นในโรงเรียนมาหมักเป็นปุ๋ย จึงเน้นการศึกษาปุ๋ยหมัก

ปุ๋ยหมัก (Compost)

ธงชัย มาลา (2535) ได้ให้ความหมายของปุ๋ยหมักว่า หมายถึง ปุ๋ยอินทรีย์ประเภทที่ได้จากการนำเศษวัสดุต่างๆ เช่นซากเน่าเปื่อยจากไร่นามากองรวมกัน แล้วเกิดกิจกรรมของจุลินทรีย์ทำให้เกิดกระบวนการย่อยสลายโดย จนได้วัสดุ สีน้ำตาลปนดำซึ่งมีความทนทานต่อการย่อยสลาย

1. ลักษณะของการหมักปุ๋ยของ ศราวุธ ภูมิเขตร์ และ สุวัฒน ยอดวงกอง (2550) แบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

1.1 การหมักแบบไม่ใช้ออกซิเจน เป็นการใช้จุลินทรีย์ที่ไม่ใช้ออกซิเจน(Anaerobic Digestion) ย่อยสลายวัตถุซึ่งใช้เวลาหมักประมาณ 2-12 เดือน การหมักด้วยวิธีนี้ทำให้เกิดกลิ่นเหม็นรุนแรง โดยมีปฏิกิริยาการหมักดังแสดงในสมการ

$$\text{อินทรีย์สาร} + H_2O \xrightarrow{\text{Anaerobic Bacteria}} CO_2 + CH_4 + H_2O + NH_3 + H_2S + \text{Heat}$$

1.2 การหมักแบบใช้ออกซิเจน เป็นการใช้จุลินทรีย์ที่ใช้ออกซิเจนย่อยสลายวัตถุโดยได้ผลิตภัณฑ์เร็วกว่าการหมักแบบไม่ใช้ออกซิเจนและการหมักวิธีนี้ไม่ทำให้เกิดกลิ่นเหม็นรบกวน โดยมีปฏิกิริยาการหมักดังแสดงในสมการ

$$\text{อินทรีย์สาร} + H_2O \xrightarrow{\text{Aerobic Bacteria}} CO_2 + H_2O + NO^-_3 + SO_4^- + \text{Heat}$$

2. ปัจจัยที่มีผลต่อการหมักปุ๋ยหมักของ อภิญญา แสงสุวรรณ (2546) มีดังต่อไปนี้

2.1 อุณหภูมิที่เหมาะสมเป็นสิ่งที่สำคัญต่อกิจกรรมต่างๆ ของจุลินทรีย์ โดยอุณหภูมิช่วง 56-60 องศาเซลเซียส เป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อปฏิกิริยาการหมัก โดยปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกซ์ที่เพิ่มขึ้นจะแสดงถึงปฏิกริยาการหมักที่เกิดขึ้น

2.2 ปริมาณออกซิเจนที่ไม่มากและน้อยเกินไปจะส่งผลต่อการเจริญเติบโตและการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์บางชนิด

2.3 ค่าความเป็นกรดเบส (pH) ที่เหมาะสมสำหรับจุลินทรีย์อยู่ในช่วง 6-8 แต่ จุลินทรีย์บางชนิดอาจจะเจริญเติบโตในช่วงที่ต่างกันออกไป

2.4 ความชื้นมีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์โดยจะใช้น้ำเป็นสื่อกลางเพื่อส่งแก๊สและอาหาร รวมถึงเอนไซม์ต่างๆที่ช่วยในการย่อยวัสดุหมัก โดยช่วงความชื้นที่เหมาะสมคือ 50-70 เปอร์เซ็นต์

2.5 อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) จุลินทรีย์จะดูดซึมคาร์บอนประมาณ 20-40 เปอร์เซ็นต์ จากขยะมูลฝอย โดย C/N ratio 25:1 เป็นอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนริ่มต้น หากปริมาณคาร์บอนน้อยและไนโตรเจนมากจะใช้เวลาในการย่อยสลายสั้น และไนโตรเจนจะถูกเปลี่ยนเป็นแอมโมเนียกระจายออกสู่บรรยากาศ ทำให้สูญเสียไนโตรเจนในธาตุอาหาร

2.6 ขนาดของชิ้นวัสดุเริ่มต้น มีความสำพันธ์กับพื้นที่ผิวของวัสดุที่ใช้หมัก ถ้าขนาดของชิ้นวัสดุเริ่มต้นมีขนาดเล็กจะทำให้เกิดการย่อยสลายเกิดได้รวดเร็ว โดยขนาด 0.5- 2.0 นิ้วเป็นขนาดที่เหมาะสมในการหมัก

นอกจากนี้งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปุ๋ยหมักนั้นมีอยู่อยางแพร่หลายและได้รับความนิยมในการศึกษาซึ่งงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปุ๋ยหมักมีดังต่อไปนี้

ธันวดี ศรีธาวิรัตน์ (2547) ศึกษาการทำปุ๋ยหมักจากเศษอาหารร่วมกับเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรคือเศษผัก ผักตบชวา และฟางข้าวโดยศึกษาองค์ประกอบของเศษอาหารและวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร อัตราส่วนที่เหมาะสมในการทำปุ๋ยหมัก การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ เคมีและชีวภาพและการศึกษาปริมาณธาตุอาหารหลักในปุ๋ยหมักพบว่าปริมาณเศษอาหารต่อวัสดุหมักที่เหมาะสมคือ 1:4 การเปลี่ยนแปลงความชื้นตลอดการหมักมีปริมาณความชื้นเกือบเท่ากัน อุณหภูมิในการทดลองมีความใกล้เคียงกัน C/N ของผักตบชวา มีค่าต่ำสุด ผักตบชวามีปริมาณไนโตรเจนสูงสุด ฟางข้าวมีโพแทสเซียมมากที่สุด และผักมีฟอสโฟรัสสูงสุด ทั้งสามการทดลองมีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณจุลินทรีย์ใกล้เคียงกัน

สมหมาย สารมาท และ จารึก พวงสายใจ (2550) ได้ศึกษาการหมักปุ๋ยจากเศษอาหารด้วยระบบถังเติมอากาศเพื่อเป็นการนำเศษอาหารที่เหลือทิ้งกลับมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยน้ำส่วนผสมหลัก 3 ส่วนมาผสมในถังพลาสติกขนาด 20 ลิตร และเติมส่วนผสมจนเต็มถังทำการพลิกกลับทุกวันจนครบ 30 วัน จากนั้นนำปุ๋ยหมักที่ได้ทำการตรวจสอบมาตรฐานปุ๋ยหมักที่ได้จากการทดลองเทียบกับค่ามาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร คุณภาพของปุ๋ยที่ได้จากการทดลองอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้โดยที่ปริมาณธาตุอาหารหลัก ไนโตรเจน (Total N) เท่ากับ 2.03 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส (Total P_2O_5) เท่ากับ 1.36 เปอร์เซ็นต์ โพแทสเซียม (Total K_2O) เท่ากับ 1.98 เปอร์เซ็นต์ อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N Ratio) เท่ากับ 12.77: 1 และ ค่าการนำไฟฟ้า (EC: Electrical Conductivity) เท่ากับ 1.769 เดซิซีเมน/เมตร ลักษณะของปุ๋ยที่ผ่านการหมักจากการย่อยด้วยเครื่องย่อยมีขนาดเล็ก ดำ ไม่มีกลิ่น เมื่อปล่อยทิ้งให้แห้งสามารถยังสามารถเก็บไว้

ใช้ได้นาน ซึ่งงานวิจัยนี้เป็นตัวอย่างที่จะออกแบบถังหมักที่มีลักษณะการผลิตที่ได้ปุ๋ยหมักมากกว่าในถังพลาสติกขนาด 20 ลิตรโดยที่ โรงเรียน ชุมชน วัด และหน่วยงานของราชการ ที่มีปริมาณเศษอาหารที่เหลือทิ้งมีมากพอ

กรมควบคุมมลพิษ (2552b) ได้แนะนำการหมักปุ๋ยจากเศษอาหารโดยใช้ถังน้ำพลาสติก โดยตัดฝาด้านบนและเจาะรูด้านก้นถังและเจาะรูรอบๆ สำหรับระบายอากาศและวางถังให้สูงจากพื้นให้ระบายอากาศ สามารถผลิตปุ๋ยหมักได้คุณภาพ

ทัศนีพร ยศพล (2552) ได้ศึกษาการทำปุ๋ยหมักจากขยะมูลฝอยตลาดสดเทศบาลนครขอนแก่นโดยนำแกลบดำมาใช้เป็นสูตรผสมกับขยะอินทรีย์ซึ่งช่วยให้กระบวนการหมักมีประสิทธิภาพและนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างคุ้มค่า โดยได้ศึกษาหาการเปลี่ยนแปลงลักษณะสมบัติทางกายภาพและทางเคมีพบว่าการใช้แกลบดำเป็นวัสดุส่วนผสมเพื่อหมักทำปุ๋ยที่ดีที่สุดร่วมกับขยะมูลฝอยอินทรีย์ คือ ที่อัตราส่วนแกลบดำ 1/2 ปุ๋ยที่ได้สามารถนำไปใช้ปรับปรุงสภาพดินเพื่อการเกษตรกรรม ทั้งนี้ยังคงปริมาณธาตุอาหารหลักของปุ๋ยหมักอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยหมักของกรมพัฒนาที่ดิ

มนตรี อินต๊ะเสน (2554) ได้ศึกษาการทำตะกร้าปุ๋ยหมักจากเศษอาหาร โดยใช้ตะกร้าสำหรับทิ้งขยะที่ย่อยสลายได้ ซึ่งอาจจะใช้เป็นตะกร้าเก่า ตะกร้าพลาสติก หรือตะกร้าสาน โดยออกแบบให้อากาศสามารถผ่านเข้าออกด้านในตะกร้าได้ โดยอาจจะนำตะกร้าวางไว้ในครัวใต้อ่างล้างจาน หรือที่อื่นๆ ที่สะดวกจะนำเศษอาหารของเราไปทิ้ง เมื่อเศษอาหารเหลือ ไม่ว่าจะเป็นเศษผักหรือเศษผลไม้ ก็นำมาทิ้งลงในตะกร้าใบนี้ โดยก่อนทิ้งเศษผักหรือเศษผลไม้ลงไป ควรหั่นให้เป็นชิ้นเล็กๆ ก่อน เพื่อที่จะช่วยให้การย่อยสลายเร็วยิ่งขึ้น คลุกเคล้า เศษอาหารให้เข้ากัน และจำกัดความชื้นประมาณ 40-60 เปอร์เซ็นต์ ทำเช่นนี้ทุกครั้งที่มีเศษอาหาร เศษผักผลไม้เหลือ ปิดผ้าคลุมไว้เมื่อเติมเศษอาหาร เศษผักผลไม้ จนเต็มตะกร้าและวางทิ้งไว้ประมาณ 1 เดือน จะสามารถผลิตปุ๋ยหมักที่นำไปใช้ประโยชน์ได้

การทำปุ๋ยหมักจากเศษอาหารเป็นการนำเอาเศษอาหาร มากองรวมกันในภาวะที่มีความชื้นพอเหมาะ หมักไว้จนกระทั่งเศษอาหารย่อยสลายและแปรสภาพไป กลายเป็นขยะสีดำหรือสีน้ำตาลเข้ม มีลักษณะพรุน ยุ่ย ร่วนซุย ที่เรียกว่า "ปุ๋ยหมักเศษอาหาร" การย่อยและการแปรสภาพของเศษอาหาร ดังกล่าวเกิดขึ้นเนื่องจากสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กๆ ที่เรียกว่า "จุลินทรีย์" ซึ่งอาศัยอยู่ในกองขยะทั่วๆ ไป สิ่งมีชีวิตขนาดเล็กเหล่านี้มีอยู่ มากมายหลายชนิดปะปนกันอยู่และพวกที่มีบทบาทในการแปรสภาพวัสดุมากที่สุดได้แก่ เชื้อราและเชื้อบักเตรี วิธีการหมักเศษอาหาร ให้กลายเป็นปุ๋ยหมัก อาจทำได้หลายๆ วิธี แตกต่างกันไป เช่น การหมักเศษอาหารเพียงอย่างเดียวหรือมีการเติมมูลสัตว์ ซากสัตว์ หรือเศษพืชลงไปในกองปุ๋ยด้วย เพื่อเร่งให้เศษอาหารแปรสภาพได้เร็วขึ้น การทำปุ๋ยหมักจากขยะเศษอาหารจะสามารถนำขยะเศษอาหารไปกำจัดได้ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 50 โดยนำไปใช้ประโยชน์ในการเร่งการเจริญเติบโตของพืช เป็นสารเพิ่มธาตุอาหารให้แก่ดิน และช่วยลดปัญหาทางด้านกลิ่น อย่างไรก็ตามไม่สามารถใช้ปุ๋ยหมักที่อยู่ในสภาพของแข็งมาใช้ในการเร่งการเจริญเติบโตของพืชในระบบไฮโดรโปนิกส์ได้ ต้องทำให้ปุ๋ยหมักเปลี่ยนไปอยู่ในรูปของสารละลายเสียก่อน ซึ่งเรียกว่า “ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพ”

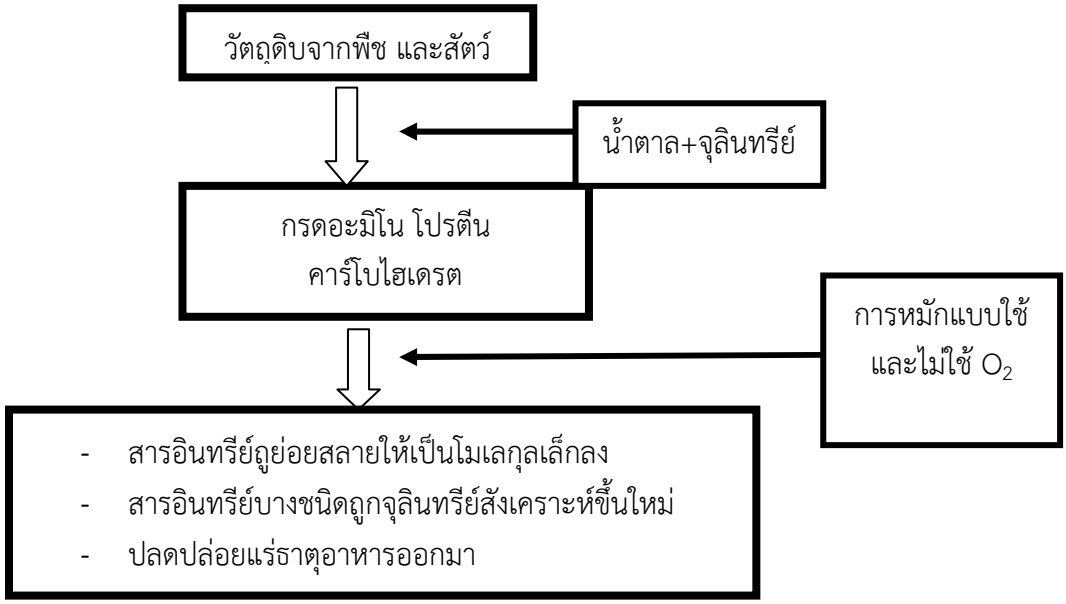
ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพ (Bio-extract)

ศราวุธ ภูมิเขตร์ และสุวัฒน ยอดวงกอง (2550) ได้กล่าวถึงการทำการเกษตรแบบธรรมชาติ หรือเกษตรแบบยั่งยืน โดยการประยุกต์วัสดุธรรมชาติต่างๆมาทดลองเพื่อให้เกิดประโยชน์ในการทดลองทางด้านทางด้านจุลินทรีย์ ที่ได้ศึกษาค้นคว้าในหลายๆ ประเทศ เช่น เกาหลี ญี่ปุ่น และไทย ทำให้ได้ปุ๋ยหมักชนิดหนึ่ง คือ ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพ หรือปุ๋ยน้ำหมัก ซึ่งนำมาใช้ประโยชน์ได้มากมาย โดยกรมวิชาการเกษตร (2547) ได้ให้ความหมายของปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพว่าหมายถึง สารละลายที่ได้จากการหมักเศษพืชหรือสัตว์ในสภาพที่ไม่มีอากาศหรือสารละลายเข้มข้นที่มีเศษพืชและสัตว์จะถูกย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์ ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพที่ได้นี้มีจุลินทรีย์และสารอินทรีย์ประกอบด้วย สารประเภทคาร์โบไฮเดรต โปรตีน กรดอะมิโน เอนไซม์ และธาตุอาหารพืชต่าง เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียม

1. กระบวนการหมักที่เกิดขึ้นในการผลิตปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพของ เด่นนภา ลาดนาเลา และสุธัมมา กาบินพงษ์ (2546 : 28) แบ่งเป็น 2 ขั้นตอน คือ

1.1 ขั้นตอนพลาสโมไลซิส ซึ่งเป็นขั้นตอนที่เกิดการดึงน้ำออกจากเซลล์พืชและสัตว์ โดยการเติมน้ำตาล

1.2 ขั้นตอนที่อินทรียสารมีขนาดเล็กลง โดยการย่อยสลายเซลล์พืชและสัตว์ ของจุลินทรีย์ ซึ่งในขั้นนี้จุลินทรีย์อาจจะสร้างสารบางชนิดขึ้นมาใหม่ ทำให้เกิดการปลดปล่อยธาตุอาหารออกมา ซึ่งจุลินทรีย์ที่กล่าวถึงอาจจะเกิดจากหัวเชื้อที่เติมลงไปหรือไม่ก็ได้ โดยมีขั้นตอนการหมัก ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 กระบวนการหมักที่เกิดขึ้นในการทำปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพ

ที่มา: เด่นนภา ลาดนาเลา และสุธัมมา กาบินพงษ์ 2546 : 28

2. ประโยชน์จากปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพ

กรมวิชาการเกษตร (2541) กล่าวถึงประโยชน์จากปุ๋ยน้ำหมักในการเกษตร 5 ประการคือ

2.1 เป็นปุ๋ยได้โดยตรง เนื่องจากปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจะธาตุอาหารต่าง ๆ และจุลินทรีย์มากมาย ดังนั้นก่อนนำ ไปใช้เป็นปุ๋ยจึงต้องทำให้มีการเจือจาง หากมีความเข้มข้นสูงจะส่งผลให้พืชหยุดการเจริญเติบโต แต่หากใช้อย่างเหมาะสมจะส่งผลให้พืชมีการเจริญเติบโตดีขึ้น อัตราส่วนที่เหมาะสมคือปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพ 1 ส่วน ต่อน้ำ 100-500 ส่วน

2.2 เป็นหัวเชื้อปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพสามารถนำมาใช้เป็นหัวเชื้อสำหรับทำปุ๋ยอินทรีย์ เพื่อใช้เร่งการหมักของปุ๋ยอินทรีย์

2.3 เป็นสารป้องกันแมลงและกำจัดศัตรูพืช

2.4 เป็นสารกำจัดน้ำเสียและการเพาะพันธุ์สัตว์น้ำ บ่อหรือสระน้ำที่เน่าเสียสามารถเติมปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพ เพื่อเร่งการย่อยสลายของอินทรียวัตถุในแหล่งน้ำได้

2.5 เป็นสารทำลายจุลินทรีย์ก่อโรคให้แก่สัตว์เลี้ยง มักนิยมผสมน้ำสะอาด อัตราปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพ 250 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร ให้แก่สัตว์เลี้ยงเช่นไก่หรือสุกรดื่มกิน

3. การผลิตปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพ

การผลิตปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพของศราวุธ ภูมิเขตร์ และสุวัฒน์ ยอดวงกอง (2550) มีขั้นตอนในการผลิตดังต่อไปนี้

3.1 นำน้ำสะอาดใส่ในถังพลาสติกในอัตราส่วนตามต้องการ หากเป็นน้ำประปาต้องเปิดฝาทิ้งไว้อย่างน้อย 24-36 ชั่วโมง เพื่อให้มีการระเหยของคลอรีน

3.2 ใส่น้ำตาลทรายหรือกากน้ำตาลลงไป ในอัตราส่วนที่ต้องการ

3.3 นำเศษอาหาร พืช ผัก เนื้อสัตว์ หรือวัสดุตามสูตร ที่ยังไม่ย่อยสลายหรือไม่เน่า มาทำให้เป็นเป็นชิ้นเล็กๆ และเติมลงไปในอัตราส่วนที่ต้องการ

3.4 นำไปวางไว้ในที่ร่มที่ไม่โดนฝนและแดด และปิดฝาให้สนิท

3.5 หมั่นเปิดฝาทุกๆ 7 วัน เพื่อให้อากาศไหลเข้า โดยขณะเปิดฝาห้ามไม่ให้ไอน้ำที่ฝาหยดลงในปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพเพราะจะส่งผลต่อคุณภาพของปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพ

3.6 จะสังเกตเห็นฝ้าสีขาวขุ่นปกคลุมเหนือของเหลวสีน้ำตาลดำกลิ่นหอมเปรี้ยวแสดงว่าได้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

4 วัสดุสำหรับการผลิตปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพ

กรมวิชาการเกษตร (2547:7-8) ศึกษาพบว่าธาตุอาหารพืช ที่ได้จากการหมักวัสดุต่างๆ ได้แก่ ปลา พืช สมุนไพรและหอย จำนวน 177 ตัวอย่างนั้น ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพที่มีปลาเป็นวัสดุดิบจะมีปริมาณธาตุอาหารหลักครบทุกตัวอย่างและมีปริมาณธาตุอาหารหลักสูงกว่าปุ๋ยน้ำ

สกัดชีวภาพชนิดต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 1 ส่วนปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากพืชที่เหมาะสมในการผลิตกองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน (2543) พบว่าผักตบชวามีธาตุอาหารสูงกว่าพืชที่นิยมนำมาทำวัสดุหมักอื่นๆ เช่น แกลบ และฟางโดยแสดงข้อมูลในตารางที่ 2

ตารางที่ 1 ธาตุอาหารหลักในน้ำหมักชีวภาพที่ทำจากวัสดุต่างๆ

ธาตุอาหารหลัก (%)	พืช	สมุนไพร	ปลา	หอย
N	0.05-1.65	0.10-1.80	0.32-2.00	0.06-1.82
P_2O_5	0.01-0.59	0.01-0.26	0.10-3.74	0.03-0.35
K_2O	0.02-1.89	0.03-3.38	0.38-1.72	0.04-1.53

ตารางที่ 2 ปริมาณธาตุอาหารหลักในวัสดุหมักที่เป็นพืชชนิดต่างๆ

ชนิดของวัสดุหมัก	ปริมาณธาตุอาหาร (%)			pH
	N	P_2O_5	K_2O	
ฟางข้าว	1.02	0.43	3.85	8.5
แกลบ	1.23	4.03	1.29	8.3
ผักตบชวา	1.19	0.87	3.06	7.9

5. คุณสมบัติทางเคมีของปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพ

กรมวิชาการเกษตร (2547 : 3-7) ได้กล่าวถึงคุณสมบัติทางเคมีของปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพโดยค่าความเป็นกรด-ด่างจะสัมพันธ์กบจำนวนและชนิดของจุลินทรีย์ ค่าการนำไฟฟ้าเป็นตัวเลขที่ชี้ให้เห็นปริมาณความเข้มข้นของสารประกอบอนินทรีย์ชนิดต่างๆ และแร่ธาตุที่ละลายอยู่ในปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพ ถ้ามีแร่ธาตุละลายอยู่สูงจะต้องมีค่าการนำไฟฟ้าสูง ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณไนโตรเจน โดยจุลินทรีย์จะใช้ไนโตรเจนเพื่อสังเคราะห์โปรตีนและจะใช้คาร์บอนเพื่อสร้างโครงสร้างหลักของเซลล์ อัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N) ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์จะอยู่ในช่วงไม่เกิน 20 นอกจากนี้แล้วธาตุอาหารในปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพก็มีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยมีธาตุอาหารอยู่ 16 ชนิด แต่ที่สำคัญหรือเป็นธาตุอาหารหลักหรือธาตุอาหารที่พืชต้องการในปริมาณมากมีอยู่ 3 ชนิด ได้แก่

5.1 ไนโตเจน (N) เป็นองค์ประกอบของโปรตีน เอนไซม์ และคลอโรฟิลล์ รวมถึงวิตามินต่างๆ ส่งเสริมให้พืชเติบโตทาง ยอด ใบ และลำต้น

5.2 ฟอสฟอรัส (P) เป็นองค์ประกอบของฟอสโฟลิปิดที่เยื่อหุ้มเซลล์ ATP และกรดนิวคลีอิก และโคเอนไซม์ชนิดต่างๆ ช่วยเร่งการออกดอกและสร้างเมล็ด

5.3 โพแทสเซียม (K) ไม่ได้เป็นองค์ประกอบของสารใดๆ ในพืช แต่ช่วยกระตุ้นการทำงานต่างๆ ของเอนไซม์ เกี่ยวข้องกับกระบวนการสร้างโปรตีน น้ำตาลและแป้งในพืช ควบคุมการทำงานของปากใบและเกี่ยวข้องกับการลำเลียงน้ำตาลไปยังผล ทำให้ผลเกิดการเจริญเติบโต

6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปุ๋ยน้ำชีวภาพ

ในปัจจุบันมีความสนใจในการทำการเกษตรแบบธรรมชาติ หรือเกษตรแบบยั่งยืนมากขึ้น จึงมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปุ๋ยน้ำชีวภาพซึ่งจะทดสอบประสิทธิภาพปุ๋ยน้ำชีวภาพโดยการนำมาศึกษาการเจริญเติบโตของพืช ดังต่อไปนี้

สิทธิชัย ธีระสุนทรไท (2547) ได้ทดลองผลิตน้ำหมักชีวภาพโดยใช้วัตถุดิบเริ่มต้นในการหมักคือ เศษอาหาร 70 เปอร์เซ็นต์ เศษกระดูกหมูที่เหลือจากการต้มสกัดน้ำซุป 10 เปอร์เซ็นต์ เปลือกผลไม้ผสม 20 เปอร์เซ็นต์ โดยแปรผันกากน้ำตาล 2 ความเข้มข้นคือ 15 และ 25 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัม พบว่าเมื่อหมักจนครบ 30 วัน เมื่อเลี้ยงในอาหาร MRS + $CaCO_3$ ในสภาวะที่ไม่มีอากาศ จะพบแบคทีเรียที่สร้างกรดได้ (สังเกตจากบริเวณใสรอบโคโลนี ซึ่งเกิดจากกรดทำให้ $CaCO_3$ ละลาย) 106 - 108 CFU/ml และพบยีสต์ 103 - 105 CFU/ml เมื่อเลี้ยงในอาหาร GEAM และ PDA พบว่าชนิดและจำนวนของจุลินทรีย์ที่มีปริมาณแตกต่างจากอาหาร MRS

นิสิต คำหล้า (2550) ศึกษาถึงบทบาทของจุลินทรีย์และองค์ประกอบทางเคมีในน้ำหมักต่อการเจริญเติบโตของพืช พบว่าการให้น้ำหมักชีวภาพร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์สามารถทำให้ผลผลิตพืชเพิ่มขึ้นแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเทียบกับการให้ปุ๋ยอินทรีย์เดี่ยวๆ ทั้งในแปลงทดลองและสภาพน้ำหมักชีวภาพที่ทำมาจากสัตว์พบว่าสามารถกระตุ้นการเจริญเติบโตได้ดีกว่าน้ำหมักพืช อาจจะเป็นไปได้ว่าสารละลายไนโตรเจนที่อยู่ในน้ำหมักพืชมีอยู่น้อยกว่าในน้ำหมักว่าจุลินทรีย์หรือองค์ประกอบทางเคมีของน้ำหมัก มีบทบาทสำคัญต่อการกระตุ้นการเจริญเติบโตพืชเมื่อใช้ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ และการใส่น้ำหมักชีวภาพลงในดินโดยตรงและการให้ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์สามารถเพิ่มการปลดปล่อยก๊าซ นอกจากนี้ยังพบว่าการหมักชีวภาพมีบทบาทเป็นแหล่งอาหารของจุลินทรีย์ดินที่สามารถนำไปใช้ได้ทันที ซึ่งจะช่วยเร่งการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุและปลดปล่อยธาตุอาหารให้แก่พืช

สุทธี พลรักษา (2552) ได้ศึกษาการทำปุ๋ยหมักจากผักตบชวาผสมมูลวัวโดยใช้สารเร่งชีวภาพโดยมีความมุ่งหมายเพื่อศึกษาคุณลักษณะตัวเร่งชีวภาพที่นำมาใช้ในการทดลองและเพื่อศึกษาเปรียบเทียบระยะเวลาที่ใช้ทำปุ๋ยหมัก ปริมาณธาตุอาหารหลัก (ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม) และสภาพความเป็นกรด-ด่าง ในปุ๋ยหมักที่ได้จากผักตบชวาผสมมูลวัวโดยใช้สารเร่งชีวภาพในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน โดยการหมักจะใช้ผักตบชวาผสมมูลวัวในอัตราส่วน 3:1 ทำการหมักแบบใช้ออกซิเจน พบว่า สารเร่งชีวภาพที่ได้มีลักษณะเป็นของเหลวสีน้ำตาลมีกลิ่นหอมหมักดองวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ได้เท่ากับ 3.5 เมื่อวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ย่อยเซลลูโลสได้

เท่ากับ 1.2 x 107 CFU/ml จากนั้นนำสารเร่งชีวภาพที่ได้ไปใช้เป็นสารเร่งปุ๋ยหมักทำให้ทราบว่าการใช้สารเร่งชีวภาพที่อัตราส่วนความเข้มข้นมากจะทำให้เกิดการย่อยสลายเร็วกว่าและมีอุณหภูมิสูงกว่าการใช้สารเร่งชีวภาพที่อัตราส่วนความเข้มข้นน้อย แต่อัตราส่วนของสารเร่งชีวภาพไม่มีผลต่อ ปริมาณของธาตุอาหารหลัก (ไนโตรเจนฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม) และค่าความเป็นกรด-ด่าง ในปุ๋ยหมักจากผักตบชวาผสมมูลวัว จึงควรมีการส่งเสริมให้เกษตรกรนำสารเร่งชีวภาพไปใช้ในการลดระยะเวลาการทำปุ๋ยหมักต่อไป

โชลม จิตรมั่น (2554) ศึกษาน้ำหมักชีวภาพจากมูลค้างคาว น้ำหมักชีวภาพจากมูลไก่ น้ำหมักชีวภาพจากปลา น้ำหมักชีวภาพจากผักผลไม้ น้ำหมักชีวภาพจากสารเร่งซุปเปอร์ พด.1 และไม่ใส่น้ำหมักชีวภาพพบว่าประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพแต่ละชนิดมีผลต่อการเพาะเห็ด โดยเปรียบเทียบจากน้ำหนักสดของเห็ดนางฟ้าที่เพาะกับน้ำหมักต่างชนิดกัน โดยน้ำหมักชีวภาพจากมูลค้างคาวให้ผลผลิตสูงสุด

เสาวภา ชูมณี (2554) ศึกษาปุ๋ยน้ำหมักมูลสุกรจากเกรียงไกรฟาร์ม ได้มาจากการเลี้ยงสุกรแบบระบบปิดโดยมีการเติมน้ำเสียมูลสุกร น้ำปัสสาวะและเศษอาหารร่วมกับกากน้ำตาลและจุลินทรีย์อีเอ็มคงที่ ใช้เวลาในการหมักเป็นเวลาประมาณ 30-45 วัน จะได้ปุ๋ยน้ำหมักมูลสุกรนำมาวิเคราะห์คุณภาพปุ๋ยทั้งหมด 8 พารามิเตอร์ได้แก่ อินทรีย์คาร์บอน อินทรีย์วัตถุ อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน ความเป็นกรดด่าง (pH) ค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณร้อยละฟอสเฟตทั้งหมด ปริมาณร้อยละไนโตรเจนทั้งหมด และปริมาณร้อยละโพแทสเซียมทั้งหมด ผลการวิเคราะห์พบว่ามี 2 พารามิเตอร์ที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานของกรมวิชาการเกษตร คือ ค่าความเป็นกรดด่างประมาณ 7-8 และค่านำไฟฟ้า ต่ำกว่า 10 เดซิเมนต์ต่อเมตร เมื่อนำปุ๋ยน้ำหมักมูลสุกรไปใช้แทนปุ๋ยเคมี ในไร่มันสำปะหลัง และแปลงเกษตรผสมผสาน พบว่าให้ผลผลิตทางการเกษตรสูงขึ้น และช่วยลดต้นทุนในการผลิต ซึ่งก็เป็นไปตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

ศุภักษร พลอยโพธิ์ และนนทิยา ทรงพันธุ์ (2554) ศึกษาวิธีการเตรียมปุ๋ยชีวภาพจากเศษพืชผัก โดยกำหนดวัตถุดิบในการหมักเป็น 3 กลุ่มคือปุ๋ยชีวภาพจากการหมักด้วยพืชผักมีใบ ปุ๋ยชีวภาพจากการหมักด้วยผลไม้ และปุ๋ยชีวภาพจากการหมักด้วยหน่อของพืช ใช้ระยะเวลาในการหมัก 1 เดือน พบว่าปุ๋ยชีวภาพจากการหมักด้วยพืชผักมีใบมีปริมาณธาตุไนโตรเจนสูงที่สุด และปุ๋ยชีวภาพจากการหมักด้วยหน่อของพืชมีปริมาณธาตุโพแทสเซียมสูงที่สุด และพบว่าปุ๋ยชีวภาพจากการหมักด้วยพืชผักมีใบทำให้ต้นผักบุ้งมีการเจริญเติบโตทั้ง3 ด้าน ดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับปุ๋ยชีวภาพจากการหมักด้วยผลไม้และหน่อของพืช

จากงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพ พบว่าปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพ มีหลายชนิด ตามชื่อของวัสดุหรือสารตั้งต้นที่นำมาผลิต เช่น ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากมูลค้างคาว ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากมูลไก่ ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากปลา ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากผักผลไม้ ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหาร โดยวิธีการผลิตปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพนั้นจะนำวัสดุต่างๆ ที่ต้องการจะผลิต เช่น เศษอาหาร พืชผัก และสัตว์ ไปหมักกับกากน้ำตาล โดยกากน้ำตาลจะทำให้สัตว์ หรือ พืชผักเหล่านั้นหลั่งสารประกอบอินทรีย์ออกมาจากเซลล์ หลังจากนั้นจุลินทรีย์ ในธรรมชาติที่ติดมากับวัสดุหมัก จะเจริญเติบโตโดยใช้กากน้ำตาลและสารอินทรีย์จากวัสดุเหล่านั้นเป็นแหล่งพลังงานสำหรับใช้ย่อยสลายพืชและสัตว์ให้มีขนาดเล็กลง ซึ่งการย่อยสลายพืชและสัตว์ของจุลินทรีย์ จะทำให้เกิดการ

ปลดปล่อยธาตุอาหารออกมา ซึ่งธาตุอาหารดังกล่าวนี้มีบทบาทสำคัญต่อการเป็นธาตุอาหารสำหรับการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งจะทำการวัดคุณสมบัติของปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพ ว่ามีความเหมาะสมต่อการปลูกพืชหรือไม่ โดยการวิเคราะห์ค่าคุณสมบัติทางเคมี ได้แก่ ปริมาณร้อยละโพแทสเซียมทั้งหมด ปริมาณร้อยละไนโตรเจนทั้งหมด ปริมาณร้อยละฟอสเฟตทั้งหมด ความเป็นกรดด่าง (pH) ค่าการนำไฟฟ้า และอินทรีย์คาร์บอน อินทรีย์วัตถุ อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน โดยนำมาเปรียบเทียบกับค่าคุณสมบัติทางเคมีของปุ๋ยเคมี หากมีค่าใกล้เคียงกับปุ๋ยเคมี ก็มีแนวโน้มว่ามีความเหมาะสมต่อการปลูกพืช โดยปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพนิยมนำไปใช้ในการปลูกพืชที่ใช้สารละลายโดยไม่ใช้ดินในการปลูกหรือพืชในระบบไฮโดรโปนิกส์ เนื่องจากปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพเป็นของเหลว สามารถนำไปผสมกับน้ำ เป็นสารละลายสำหรับปลูกพืชในระบบไฮโดรโปนิกส์ได้

การปลูกพืชในระบบไฮโดรโปนิกส์

มนูญ ศิรินุพงศ์ (2544b) ให้นิยามของการปลูกพืชในระบบไฮโดรโปนิกส์ว่าเป็นการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินมาเป็นวัสดุปลูกหรือปลูกพืชโดยใช้สารละลายแทนดิน ซึ่งตรงกับคำว่า Hydroponics ในภาษาอังกฤษ โดยมีรากศัพท์จากภาษากรีก คือคำว่า Hydro ที่แปลว่าน้ำ และคำว่า Ponous ที่แปลว่า ทำงาน นอกจากนี้ อภิชาติ ศรีสอาด และอำภา คำวงษา (2553) ให้นิยามของการปลูกพืชในระบบไฮโดรโปนิกส์ว่า เป็นการเลียนแบบการปลูกพืชบนดินโดยมีวัสดุปลูกที่เติมสารอาหารสำหรับปลูกพืชหรือน้ำลงไป และมีการทำให้สารอาหารหรือน้ำในวัสดุปลูกมีการไหลเวียน รวมถึงมีการควบคุมความชื้นให้พอเหมาะกับการเจริญเติบโตของพืช

1. ระบบในการปลูกพืชไฮโดรโปนิกส์

นิพนธ์ ไชยมงคล (2548) จัดระบบในการปลูกพืชไฮโดรโปนิกส์ออกเป็น 3 ระบบ ได้แก่

1.1 การปลูกในวัสดุปลูกที่ไม่ใช้ดิน (Aggregate Substrate Culture) วัสดุปลูกอาจเป็นวัสดุปลูกอินทรีย์ เช่น เปลือกมะพร้าว เปลือกไม้ หรือวัสดุปลูกอนินทรีย์ เช่น เม็ดโฟม หรือวัสดุสังเคราะห์ โดยวัสดุปลูกจะทำหน้าที่ดูดซับน้ำและสารละลายแร่ธาตุไว้และให้รากยึดเกาะ

1.2 การปลูกพืชในสารละลาย (Non Aggregate System) แบ่งออกเป็น 4 ชนิด ได้แก่

1.2.1 Nutrient Film Technique (NFT) เป็นการปลูกพืชให้รากแช่อยู่ในสารละลายที่ไหลหมุนเวียนผ่านรากบางๆ 1-2 เซนติเมตร

1.2.2 Root Floating Technique (RFT) เป็นการปลูกพืชในสารละลายที่มีระดับน้ำสูง 5 เซนติเมตร เหมาะสำหรับปลูกพืชในพื้นที่ร้อนจัดและอุณหภูมิสูง

1.2.3 Deep Floating Technique (DFT) เป็นการปลูกพืชในสารละลายที่มีระดับน้ำสูง 10 เซนติเมตร สามารถรักษาระดับอุณหภูมิให้คงที่ได้

1.2.5 Dynamics Root Floating (DRF) เป็นการปลูกพืชในสารละลายโดยใช้ระบบการหมุนเวียนสารละลายโดยเพิ่มออกซิเจนและลดอุณหภูมิโดยเพิ่มช่องว่างระหว่างโคนต้นและให้รากส่วนหนึ่งอยู่เหนือสารละลายเพื่อสร้างรากอากาศ

1.3 การปลูกพืชในระบบรากแขวนลอย (Aeroponics) โดยปลูกในภาชนะที่ปิดสนิทให้รากแขวนลอยอยู่และพ่นสารละลายในรูปของละอองไปที่ราก ซึ่งเป็นวิธีการปลูกพืชในที่ๆ ขาดแคลนน้ำ แต่ไม่สามารถควบคุมปริมาณ ออกซิเจนและอุณหภูมิได้

2. สารละลายธาตุอาหารในการปลูกพืชไฮโดรโปนิกส์

นภดล เรียบเลิศหิรัญ (2550) กล่าวถึงสารละลายธาตุอาหารว่าเป็นสิ่งสำคัญของการปลูกพืชไฮโดรโปนิกส์ เพราะการปลูกพืชไฮโดรโปนิกส์ไม่ได้ปลูกบนดิน พืชจะได้รับธาตุอาหารทางรากที่แช่อยู่ในสารละลาย โดยธาตุอาหารหลักที่จำเป็นสำหรับพืช ได้แก่ ไนโตเจนซึ่งเป็นองค์ประกอบของโปรตีน เอนไซม์ และคลอโรฟิลล์ รวมถึงวิตามิน ฟอสฟอรัส ซึ่งเป็นองค์ประกอบของฟอสโฟลิปิดที่เยื่อหุ้มเซลล์ และโคเอนไซม์ชนิดต่างๆ และโพแทสเซียม ซึ่งช่วยกระตุ้นการทำงานต่างๆ ของเอนไซม์ เกี่ยวข้องกับกระบวนการสร้างโปรตีน น้ำตาลและแป้งใน

3. อุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับการปลูกพืชไฮโดรโปนิกส์

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (2548 : 13-14) กล่าวถึงอุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับการปลูกพืชไฮโดรโปนิกส์มีดังต่อไปนี้

3.1 โรงเรือน ควรรมีลักษณะที่เหมาะสมกับการปลูกพืชแต่ละชนิด โดยสิ่งที่ต้องคำนึงถึงคือ ความแข็งแรง การป้องกันศัตรูพืช และการตอบสนองต่อสภาพภูมิอากาศที่เหมาะสมกับพืชแต่ละชนิด นอกจากนี้ควนคำนึงถึงปัจจัยอื่นๆ เช่น ไฟฟ้า แหล่งน้ำที่สามารถเข้าถึงได้ สภาพแวดล้อม และการคมนาคม

3.2 ภาชนะ เป็นสิ่งที่รองรับการปลูก ส่วนใหญ่มักเป็นสารสังเคราะห์เช่น แผ่นโลหะ พลาสติก การเลือกภาชนะในการปลูกควรคำนึงถึงความสะอาด ไม่ถูกกัดกร่อนหรือผุพังได้ง่าย สะดวกในการติดตั้งและทำความสะอาดง่าย

3.3 ปั๊ม เป็นอุปกรณ์จำเป็นที่ช่วยในการไหลเวียนของสารละลายธาตุอาหารและออกซิเจนในภาชนะปลูก

3.4 ไฟฟ้า เป็นแหล่งพลังงานที่จะใช้ในการใช้ปั๊ม

3.5 ถังใส่สารละลายธาตุอาหารเป็นภาชนะที่เก็บสารละลายธาตุอาหารพืชกับระบบปลูก ซึ่งโดยปกติการปลูกพืชไฮโดรโปนิกส์ในระบบ NFT จะมีปริมาณธาตุอาหารในราง 90 เปอร์เซ็นต์ และสารละลายธาตุอาหารในถัง 10 เปอร์เซ็นต์ สำหรับประเทศไทยซึ่งมีสภาพอากาศร้อนอาจจะเพิ่มสารละลายธาตุอาหารในถัง เป็น 20-30 เปอร์เซ็นต์

4. ปัจจัยและข้อควรระวังในการปลูกพืชไฮโดรโปนิกส์

นพดล เรียบเลิศหิรัญ (2538) ได้ระบุปัจจัยและข้อควรระวังในการปลูกพืชไฮโดรโปนิกส์ ดังต่อไปนี้

4.1 แสงสว่างที่เพียงพอต่อการสังเคราะห์ด้วยแสง
4.2 ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ เป็นวัตถุดิบในการสังเคราะห์ด้วยแสง
4.3 ธาตุอาหาร
4.4 ก๊าซออกซิเจน
4.5 ภาชนะและอุปกรณ์ที่ปลูก รวมถึงโรงเรือนที่โปร่งแสงและกันฝน

5. การใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพปลูกพืชระบบไฮโดรโปนิกส์

วุฒิกร จันทร์มาก ศศมล ผาสุข และชาตรี เกิดธรรม (2552) ศึกษาการเจริญเติบโตของผักกวางตุ้งที่ปลูกแบบไฮโดรโปนิกส์ โดยพบว่าปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพสูตรปลาที่ความเข้มข้นต่างๆ มีผลต่อการเจริญเติบโตของผักกวางตุ้งทั้งทางด้านความสูงของต้น น้ำหนัก ความยาวของใบและความกว้างของใบ โดยความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการเจริญเติบโตสูงสุด

สมัย สังขทองงาม (2553) ศึกษาการเจริญเติบโตของผักกวางตุ้ง ผักคะน้า ผักฮ่องเต้ ผักกาดขาวปลี ผักสลัดกรีนโอ๊ค และผักสลัดบัตเตอร์เฮด ในระบบไฮโดรโปนิกส์ โดยใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพ 7 สูตรคือสูตรมูลสัตว์ สูตรมูลค้างคาว สูตรนมสด สูตรพืช สูตรโบกาฉิ (สูตรปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพที่มีวัสดุหมักคือกระดูกสัตว์ กระดองปู แกลบ และกากถั่วเหลือง) และดินระเบิด (สูตรปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพที่มีวัสดุหมักคือรำละเอียดและฝ้าย) พืชทุกชนิดที่ทำการทดลองมีค่าน้ำหนักสด ความสูง ความกว้างทรงพุ่มและจำนวนใบต่ำกว่าผักกวางตุ้งที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารอนินทรีย์จากปุ๋ยเคมี แต่มีปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพบางสูตรคือสูตรมูลสัตว์ มูลค้างคาว โบกาฉิ (สูตรปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพที่มีวัสดุหมักคือกระดูกสัตว์ กระดองปู แกลบ และกากถั่วเหลือง) และสูตรดินระเบิด (สูตรปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพที่มีวัสดุหมักคือรำละเอียดและฝ้าย) ที่มีแนวโน้มทดแทนสารละลายธาตุอาหารอนินทรีย์ได้

บัญชา รัตนีทู (2556) ได้การศึกษาการใช้น้ำสกัดชีวภาพจากมูลวัวมีผลต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของผักกาดเขียวกวางตุ้ง ที่ปลูกในระบบไฮโดรโพนิกส์ โดยแบ่งชุดการทดลองเป็น 3 ชุด คือ ใช้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว, ใช้น้ำสกัดชีวภาพและใช้น้ำสกัดชีวภาพร่วมกับปุ๋ยเคมี ทดลองในแปลงปลูกพืชไร้ดิน (ระบบไฮโดรโพนิกส์) พบว่า ความสูงเฉลี่ยต่อต้นมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยการใช้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว มีความสูงเฉลี่ยสูงสุด และไม่แตกต่างกับการใช้น้ำสกัดชีวภาพร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใช้น้ำสกัดชีวภาพเพียงอย่างเดียว น้ำหนักสดของผลผลิตเฉลี่ย พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งการปลูกผักในระบบไฮโดรโพนิกส์ ที่ใช้น้ำสกัดชีวภาพจากมูลวัวสามารถลดต้นทุนการผลิตได้

Dauglas (1985) ได้ศึกษาการใช้สารอินทรีย์ปลูกพืชระบบไฮโดรโปนิกส์ พบว่าสารอินทรีย์ที่ใช้ได้ผลมี 2 สูตรคือ สูตรผสมของเศษปลา เลือด กระดูกป่น ปูน ขี้เถ้า และดีเกลือ

และสูตรผสม กระดูกป่น สนิมจากตะปู ขี้เถ้า แมกนีเซียมผง โดยนำส่วนผสมดังกล่าวใส่ในถุงกระสอบและแช่น้ำ เป็นเวลา 7 วัน ก่อนที่จะนำมาใช้ปลูกพืชระบบไฮโดรโปนิกส์

El-Shinawy (1999) ศึกษาการปลูกผักสลัดระบบไฮโดรโปนิกส์ในระบบ NFT โดยใช้ปุ๋ยคอกจากมูลกระบือ มูลนกพิราบ และมูลไก่ โดยมีอัตราส่วนมูล 1 กิโลกรัมต่อน้ำ 4 ลิตร หมักทิ้งไว้เป็นเวลา 48 ชั่วโมง เปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมี ผลการศึกษาพบว่า มูลไก่ให้ผลผลิตผักสลัดสูงสุดรองลงมาจากปุ๋ยเคมี

จากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพปลูกพืชระบบไฮโดรโปนิกส์ พบว่า ส่วนใหญ่จะศึกษาประสิทธิภาพของปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพ เพื่อมาทดแทนปุ๋ยเคมี เนื่องจากปุ๋ยเคมีมีต้นทุนการผลิตและกรมวิชาการเกษตร (2547) พบว่ามีสารเคมีตกค้าง เช่น ไนโตรเจนตกค้าง ซึ่งการปลูกพืชโดยใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพไม่มีสารเคมีสะสมหรือตกค้าง เพราะใช้วัตถุดิบในการผลิตเป็นสารอินทรีย์เท่านั้น จึงถือเป็นการปลูกพืชที่คำนึงถึงสิ่งแวดล้อมและการรักษาความสมดุลของธรรมชาติ รวมถึงมีความปลอดภัยจากสารเคมี หรืออาจเรียกผักที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพว่าผักปลอดสารพิษ

เกษตรอินทรีย์และผักปลอดสารพิษ

กรมพัฒนาที่ดิน (2549) ให้นิยามของการปลูกผักอินทรีย์ว่า คือ การปลูกผักที่มีระบบการปลูกที่พิจารณาถึงสิ่งแวดล้อมและการรักษาความสมดุลของธรรมชาติ ทำให้ความหลากหลายทางชีวภาพมีความสมดุลไปด้วย โดยการปลูกผักอินทรีย์ นั้นจะหลีกเลี่ยงการปุ๋ยเคมีและสารสังเคราะห์ รวมทั้งสารกำจัดศัตรูพืชต่างๆ โดยเปลี่ยนกลับมาใช้ปุ๋ยอินทรีย์เช่น ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยพืชสด และปุ๋ยชีวภาพแทน ส่งผลให้พืชผักมีความแข็งแรงและเจริญเติบโตดี ปลอดภัยจากสารพิษและไม่ส่งผลทำลายสิ่งแวดล้อม

วารุณี จีนศร (2554 : 26) กล่าวถึงเกษตรอินทรีย์ว่า หมายถึงระบบการผลิตที่รักษาสมดุลและความหลากหลายทางธรรมชาติ คำนึงถึงสิ่งแวดล้อม โดยมีระบบจัดการระบบนิเวศที่เลียนแบบธรรมชาติ ไม่ใช้สารเคมี สารสังเคราะห์ ยาปราบศัตรูพืชและฮอร์โมนต่างๆ รวมถึงไม่ใช้สัตว์หรือพืชที่มีการตัดต่อยีน ที่อาจก่อให้เกิดปัญหาทางสิ่งแวดล้อมได้ โดยผลิตภัณฑ์เกษตรอินทรีย์ที่เป็นผลิตภัณฑ์ประเภทผัก มีชื่อเรียกต่างๆมากมาย เช่น ผักปลอดภัย ผักอนามัย และผักปลอดสารพิษ

สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์ (2554 : 6) กล่าวถึงเกษตรอินทรีย์ว่า หมายถึงระบบการเกษตรที่ผลิตอาหารและเส้นใย ด้วยความยั่งยืนทางสิ่งแวดล้อม ทางสังคมและเศรษฐกิจ โดยเน้นที่การปรับปรุงดิน อาศัยศักยภาพทางธรรมชาติของสิ่งมีชีวิต ลดละการใช้สารสังเคราะห์ พยายามประยุกต์ใช้ธรรมชาติเพื่อเพิ่มผลผลิตให้สอดคล้องกับภูมิอากาศและวัฒนธรรมท้องถิ่น

กรมวิชาการเกษตร (2547) อธิบายถึงหลักการในการผลิตผักอินทรีย์ดังต่อไปนี้

1. ใช้ปุ๋ยอินทรีย์หรือปุ๋ยชีวภาพในการปรับปรุงดินให้เกิดความอุดมสมบูรณ์
2. ปลูกพืชให้หลากหลายชนิดเพื่อป้องกันการระบาดของแมลงศัตรูพืชและโรคระบาด

3. ใช้หลักการป้องกันและกำจัดโรคและแมลงศัตรูผักโดยไม่ใช้สารเคมี หรือใช้ตาข่ายคลุมแปลงผัก

การศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผักปลอดสารพิษนั้น ส่วนใหญจะเป็นการศึกษาเกี่ยวกับพฤติกรรมการบริโภคผักปลอดสารพิษ เช่น ประทานทิพย์ กระมล (2557) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการซื้อผลผลิตเกษตรอินทรีย์และปลอดสารพิษในตลาดเกษตรกรในจังหวัดเชียงใหม่ โดยสัมภาษณ์ผู้ซื้อในตลาดเกษตรกรจำนวน 200 ราย และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยแบบจำลองโลจิทแบบเรียงลำดับ (Ordered Logit Model) พบว่า ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการให้ราคาส่วนเพิ่มและการเพิ่มการซื้อของผู้บริโภคมีความเกี่ยวข้องกับความรู้และความเข้าใจที่เกี่ยวข้องกับการเกษตรที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และการไม่ใช้สารเคมีในการปลูก รวมถึงการได้รับข่าวสารความรู้จากการรณรงค์ และการประชาสัมพันธ์ นอกจากนี้ยังพบว่าผู้บริโภคในตลาดเกษตรกรยินดีที่จะจ่ายเงินเพิ่มสำหรับผลิตภัณฑ์เกษตรอินทรีย์มากกว่าผลิตภัณฑ์เกษตรทั่วไป วารุณี จีนศร (2554) ศึกษาปัจจัยที่ใช้ในการตัดสินใจซื้อผักปลอดสารพิษของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานคร โดยศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแรงจูงใจและการให้ความสำคัญส่วนประสมทางการตลาดกับพฤติกรรมการซื้อผักปลอดสารพิษ พบว่าผู้บริโภคให้ความสำคัญกับผลิตภัณฑ์และช่องทางในการจำหน่ายมากที่สุด ส่วนด้านราคาและด้านการส่งเสริมการตลาด ผู้บริโภคให้ความสำคัญโดยรวมอยู่ในระดับมาก ส่วนด้านแรงจูงใจในการซื้อผักปลอดสารพิษนั้น ด้านความสะอาด ผู้บริโภคไม่ต้องการให้มีความสกปรกเจือปน และผู้บริโภคกลัวอันตรายที่มากจากสารเคมีในผัก ซึ่งการศึกษาพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับการบริโภคผักปลอดสารพิษนั้น จะช่วยให้สามารถรับรู้ตลาดรองรับผลผลิตที่จะเกิดขึ้นได้ รวมถึงสามารถวางแผนการผลิตผักปลอดสารพิษให้ได้ตรงกับความต้องการของผู้บริโภคมากที่สุด

ในการปลูกผักปลอดสารพิษนั้น ผักปลอดสารพิษมักจะมีการเจริญเติบโตน้อยกว่าผักที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยเคมี เนื่องจากปุ๋ยที่ใช้สำหรับปลูกผักปลอดสารพิษ เช่น ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพ มักจะมีประสิทธิภาพต่ำกว่าปุ๋ยเคมี เนื่องจากมีปริมาณธาตุอาหารต่ำกว่า การใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพปลูกพืช จึงใช้ได้ผลกับพืชที่ไม่ต้องการธาตุอาหารมากและพืชที่ทนทานต่อความไม่สมดุลของธาตุอาหารเท่านั้น โดยพืชชนิดหนึ่งที่นิยมปลูกในระบบไฮโดรโปนิกส์ โดยใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพ คือ ผักกวางตุ้ง

ลักษณะทางพฤษศาสตร์ของผักกวางตุ้ง

จิรวัฒน์ ภู่เสริมภูมิ (2552) กล่าวถึงผักกวางตุ้งหรือผักกาดเขียวกวางตุ้งว่าเป็นผักฤดูกาลเดียว สามารถบริโภคในส่วนใบและก้านใบได้ ลำต้นมีสีเขียงตั้งตรง ใบเรียบไม่ม้วนห่อหัว ใบอ่อนมีสีเขียวอ่อน ใบแก่มีสีเขียวเข้ม ขอบใบเป็นฟันเลื่อยเล็กๆ โคนใบหยักเล็กน้อย โคนใบเรียบมนก้านใบสีเขียวอ่อนเป็นร่องเรียวกลมจรดแผ่นใบ ผักกวางตุ้งเป็นพืชที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีในดินทุกชนิด แต่เติบโตได้ดีที่สุดในดินร่วนปนทรายที่มีสารอินทรีย์สูง ความชื้นสูง แดดแรง มีอายุ 35-45 วัน นับตั้งแต่เริ่มหว่านเมล็ดจนเก็บเกี่ยว การปลูกและดูแล โดยหว่านเมล็ดลงในหน้าดินที่เรียบแล้วใช้ดินผสมปุ๋ยคอกกลบเมล็ดผัก คลุมด้วยหญ้าแห้งบางๆ รดน้ำทุกวันให้เพียงพอ พรวนกิน กำจัดศัตรูพืช และใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 20-11-11 ประมาณ 30-50 กิโลกรัมต่อไร่ หรือปุ๋ยยูเรียประมาณ 20-30 กิโลกรัมต่อไร่

ชื่อภาษาไทย	ผักกวางตุ้ง
ชื่อวิทยาศาสตร์	Brassica chinensis Jusl var parachinensis (Bailey) Tsen & Lee
ชื่อสามัญ	Chinese Cabbage-PAI TSAI
วงศ์	Cruciferae
ถิ่นกำเนิด	เอเชียตะวันออกเฉียงใต้

ภาพที่ 3 ผักกวางตุ้ง

สถาบันการศึกษาก็จัดเป็นแหล่งกำเนิดขยะมูลฝอยที่สำคัญแห่งหนึ่ง เนื่องจากเป็นแหล่งที่มีนักเรียนและบุคลากรจำนวนมากอยู่ร่วมกัน โดยมีงานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศให้ความสนใจในการจัดการขยะมูลฝอยในสถาบันการศึกษาและโรงเรียนดังนี้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการขยะมูลฝอยในสถาบันการศึกษา

มุจลินทร์ กัมพุกุล (2551) ศึกษาปริมาณและส่วนประกอบของขยะที่ผลิตขึ้นโดยบุคลากรและนักศึกษาคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบสิ่งแวดล้อม ซึ่งขยะที่เกิดขึ้นในสถานศึกษานั้นถือว่าเป็นขยะที่มีคุณลักษณะเฉพาะตามกิจกรรมของสาขาวิชานั้นๆ ซึ่งจำเป็นต้องมีการจัดการที่เหมาะสม และยิ่งในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องกับสายวิชาชีพทางด้านการออกแบบที่มีห้องสตูดิโอเพื่อให้นักศึกษาได้ฝึกฝนทักษะของตัวเองและห้องเหล่านี้เองก็เป็นแหล่งกำเนิดของขยะที่สำคัญของคณะที่ยังไม่มีการจัดการที่ดี การที่จะพัฒนาการจัดการขยะให้ยั่งยืนและเป็นมิตรต่อ

สิ่งแวดล้อมนั้นมีความจำเป็นอย่างมากที่จะต้องศึกษาถึงแหล่งกำเนิด ปริมาณ และลักษณะของขยะที่เกิดขึ้น เพื่อเป็นข้อมูลในการวางแผนการจัดการจากการศึกษาพบว่าการจัดการขยะของคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบสิ่งแวดล้อมยังไม่มีคุณภาพเนื่องจากขยะทุกประเภทจะถูกรวบรวมทิ้งที่หลุมฝังข้างร้านอาหาร ซึ่งขยะส่วนมากจะเป็นเศษอาหาร กระดาษ กล่องนม ขวดพลาสติก ขยะปนเปื้อน โฟม และถุงพลาสติก โดยมีปริมาณขยะเฉลี่ย 11 กิโลกรัมต่อวัน นอกจากนี้ยังพบว่าอัตราการผลิตขยะในช่วงปิดเทอมมีค่ามากกว่าช่วงเปิดเทอมถึง 3 เท่า เมื่อคิดสัดส่วนของขยะเหล่านี้พบว่าเป็นขยะที่สามารถนำมาใช้ใหม่ได้ถึง 55 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นจึงเป็นได้ว่าการแยกขยะก่อนทิ้งลงถังสามารถที่จะเพิ่มมูลค่าของขยะลดค่าใช้จ่ายในการจัดการ และลดปริมาณขยะที่จะต้องถูกทิ้งลงไปบ่อฝังกลบ นอกจากนี้การลดการใช้ขยะบางประเภทเช่นถุงพลาสติกและโฟมก็เป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะนำไปสู่การจัดการขยะแบบยั่งยืน

สุรพล ดำรงกิตติกุล และคณะ (2552) ได้ศึกษาการจัดการขยะของชุมชน ตำบลแม่โป่ง อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่ แม้ไม่ใช่การศึกษาการจัดการขยะในสถาบันการศึกษา แต่มีแนวทางการจัดการขยะชุมชนที่น่าสนใจคือ การใช้หลักการ 3-Rs ในการจัดการขยะโดยที่เริ่มต้นด้วยการลดปริมาณขยะ (Reduce) ทำการคัดแยกขยะก่อนทิ้ง ขยะส่วนหนึ่งที่คัดแยกจะเป็นขยะมีมูลค่านำ ไปใช้ (Reuse) หรือ แปรรูปเป็นของใหม่ (Recycle) สามารถนำไปใช้ให้คุ้มค่าสุดท้ายจะคงเหลือส่วนที่เป็นขยะทิ้งน้อยที่สุด ได้แก่ ขยะอันตรายประเภทมีพิษ แพร่เชื้อโรค และมีเศษซากที่ต้องกำจัดโดยเทศบาลอย่างถูกวิธี เช่น การเผาหรือฝังกลบ โดยมีการดำเนินการได้ 2 แนวทาง คือ แนวทางแรกใช้กลไกทางการศึกษา โดยให้นักเรียนและครูเป็นผู้มีส่วนร่วมในการคัดแยกขยะภายใต้โครงการคัดแยกขยะเพชร ขยะทองคำ ซึ่งหมายถึงขยะรีไซเคิลที่สามารถนำมาขายได้ ด้วยการให้นักเรียนคัดแยกขยะจากบ้านและนำเอาขยะที่เหล่านี้ มาส่งที่ศูนย์คัดแยกขยะรีไซเคิลภายในโรงเรียน เพื่อรวบรวมนำส่งขายผู้ประกอบการรีไซเคิลต่อไป ขยะบางอย่างครูอาจจะสอนให้นักเรียนดัดแปลงเพื่อทำสิ่งประดิษฐ์ต่างๆ โดยใช้วิธีการไม่ซับซ้อน และนำมาใช้ประโยชน์ใหม่ได้ ขยะจากเศษอาหารที่โรงเรียนสามารถนำมาใช้สอนการทำปุ๋ยหมัก หรือทำก๊าซชีวภาพได้ รายได้จากการนำขยะมารีไซเคิลของนักเรียนอาจเก็บสะสมไว้เป็นกองทุนสำหรับโรงเรียน อีกแนวทางคือการใช้กลไกของทางชุมชน คือการส่งเสริมการรณรงค์ รวมถึงการให้ความรู้ความเข้าใจแก่สมาชิกในชุมชนเพื่อให้มีการคัดแยกขยะอย่างต่อเนื่อง ด้วยความร่วมมือระหว่างผู้ประกอบการกับทางเทศบาล ซึ่งปรากฏว่างานวิจัยนี้สามารถลดปริมาณขยะลงไปได้ ซึ่งเป็นการจัดการขยะที่ยั่งยืน

อัจฉรา อัศวรุจิกุลชัยและคณะ (2553) ได้การศึกษาปริมาณ องค์ประกอบ และลักษณะสมบัติของขยะที่เกิดขึ้นภายในมหาวิทยาลัยมหิดล ศาลายา พร้อมทั้งนำเสนอแนวทางการจัดการขยะให้เหลือศูนย์ โดยรวบรวมข้อมูล ได้แก่ ปริมาณ อัตราการเกิด องค์ประกอบ ลักษณะสมบัติทางกายภาพและเคมีของขยะ และนำมาวิเคราะห์แนวทางการจัดการขยะให้เหลือศูนย์ พบว่าปริมาณขยะที่นำไปกำจัดเฉลี่ย 4,060 กิโลกรัม/วัน อัตราการผลิตขยะเฉลี่ย 0.303 กิโลกรัม/คน/วัน ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบขยะ มีพลาสติกเป็นองค์ประกอบสูงสุด ร้อยละ 39.88 ขยะเศษอาหาร ร้อยละ 28.66 และ กระดาษร้อยละ 14.95 ผลการวิเคราะห์ลักษณะสมบัติของขยะพบว่า ค่าความหนาแน่นของขยะ 0.056 kg/l ค่าความชื้น ร้อยละ 59.74 ปริมาณของแข็งทั้งหมด ร้อยละ 40.26 ปริมาณสารที่เผาไหม้ได้ ร้อยละ 88.12 ปริมาณเถ้า ร้อยละ 11.88 และค่าความร้อน 4,915 cal/g

การจัดการขยะของมหาวิทยาลัยมหิดลศาลายา มีปัญหาที่ต้องปรับปรุงในด้านการเก็บรวบรวม การคัดแยก การรีไซเคิลขยะ แนวทางในการจัดการขยะให้เหลือศูนย์ ต้องเริ่มจากการกำหนดนโยบายสิ่งแวดล้อม ร่วมกับการรณรงค์เพื่อสร้างความตระหนักแก่นักศึกษาและบุคลากรในการลดการผลิตขยะตัวอย่างกิจกรรมการจัดการขยะ ได้แก่ การคัดแยกขยะ ธนาคารขยะรีไซเคิล การทำปุ๋ยหมัก และการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะเศษอาหาร

รุ่งกิจ บูรณ์เจริญ (2554) ศึกษาพฤติกรรมการจัดการขยะของนักเรียนโรงเรียนจอมพระประชาสรรค์ ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการจัดการขยะฐานศูนย์ เพื่อประยุกต์การจัดการขยะฐานศูนย์ โดยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลกลุ่มตัวอย่างนักเรียนสัมภาษณ์เชิงลึกผู้อำนวยการ และอาจารย์ กลุ่มตัวอย่างนักเรียน มีความรู้เกี่ยวกับการจัดการขยะอยู่ในระดับปานกลาง การรับรู้ข่าวสารเกี่ยวกับการจัดการขยะในภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง และพฤติกรรมการจัดการขยะฐานศูนย์ในภาพรวมอยู่ในระดับ ปานกลาง สาหรับกลุ่มตัวอย่างอาจารย์ พบว่า ได้รับความรู้จากสื่อโทรทัศน์ สิ่งพิมพ์ และการฟังจากการบอกเล่า และเห็นด้วยกับโครงการขยะฐานศูนย์ว่าเป็นประโยชน์ต่อโรงเรียน การประยุกต์หลักการจัดการขยะฐานศูนย์ในขั้นตอน “กลางทางดำ โดยดำเนินโครงการธนาคารขยะยิ้ม หลังจากดำเนินโครงการได้สำรวจปริมาณขยะ พบว่า ปริมาณขยะลดลงร้อยละ 14.16 และจากการศึกษาความพึงพอใจในโครงการธนาคารขยะยิ้ม พบว่า นักเรียนและอาจารย์มีความพึงพอใจในโครงการเฉลี่ยในระดับมาก และเกือบร้อยละ 100 ของนักเรียน และอาจารย์มีความพึงพอใจในระดับมาก ปัญหาและอุปสรรคในการจัดการขยะฐานศูนย์ในโรงเรียนจอมพระประชาสรรค์ ได้แก่ การขาดความร่วมมือจากนักเรียนภายในโรงเรียนรองลงมาขาดการสนับสนุนจากผู้บริหารโรงเรียน ขาดอุปกรณ์ในการจัดการขยะฐานศูนย์ เช่น ถังขยะสีต่างๆ ไว้ในการคัดแยก การขาดความรู้และความเข้าใจในการจัดการขยะอย่างมีประสิทธิภาพขาดเงินทุนและงบประมาณ

Carolina (2008) ได้ศึกษาการจำแนกและประสิทธิภาพการจำแนกขยะใน วิทยาเขต Mexicali I of the Autonomous University of Baja California (UABC) โดยเป้าหมายของการศึกษานี้คือการศึกษาการจัดการขยะ การใช้ซ้ำ การลด และการนำขยะกลับมาใช้ใหม่ในวิทยาเขต จากการศึกษาพบว่า วิทยาเขตนี้มีขยะที่เป็นของแข็งประมาณ 1 ตันต่อวัน โดยที่มากกว่า 65 เปอร์เซ็นต์ เป็นขยะที่นำกลับมาใช้ซ้ำได้หรือมีความสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ ดังนั้นระบบการจัดการขยะโดยมีการนำกลับมาใช้ใหม่ (recycle) สามารถที่จะนำมาใช้ได้ใน วิทยาเขตนี้ นอกจากกนี้ยังพบว่ามีตลาดในท้องที่มีแหล่งที่รับซื้อและจัดการขยะที่นำกลับมาใช้ใหม่ ซึ่งการนำขยะกลับมาใช้ใหม่นี้จะช่วยลดปริมาณขยะที่จะกำจัดโดยการฝังกลบ นอกจากนี้แนวทางที่จะจัดการกับขยะอินทรีย์คือการนำมาหมักปุ๋ย ตัวอย่างการนำกลับมาใช้ใหม่เช่นนำกระดาษมาใช้ซ้ำ

Danielle (2010) ได้ศึกษาการจำแนกขยะใน Prince George campus of the University of Northern British Columbia (UNBC) โดยได้ศึกษาจำนวนและองค์ประกอบ ของขยะที่เกิดขึ้นในพื้นที่ที่สำคัญ (จำเพาะในการศึกษา) ของวิทยาเขตนี้ โดยได้มีการให้ความรู้แก่เจ้าหน้าที่มหาวิทยาลัยเกี่ยวกับระบบการจัดการขยะโดยการลดจำนวนขยะที่สามารถทำได้ จากการศึกษาพบว่า วิทยาเขตนี้มีจำนวนขยะ 1.2-2.2 ตันต่อสัปดาห์ โดยที่มากกว่า 70 เปอร์เซ็นต์สามารถนำกลับมาใช้ใหม่หรือนำมาทำปุ๋ยหมัก ขยะประเภทกระดาษ และผลิตภัณฑ์จากกกระดาษกระป๋อง และขยะที่มีสารประกอบอินทรีย์ เป็นสามประเภทหลักของความพยายามที่จะลดและนำ

ขยะกลับมาใช้ใหม่ นอกจากนี้วิธีการจัดการขยะคือการให้ความรู้และแนะนำเทคนิคการจัดการขยะใหม่รวมทั้งการปลูกฝังนิสัยการจัดการขยะที่ถูกต้องและใช้ให้น้อยที่สุด

Kian (2010) ได้ศึกษาการจัดการขยะใน Universiti Kebangsaan Malaysia Campus โดยการวางถังขยะ ระบบ 2 ใบ ประกอบด้วยถังขยะใส่ขยะที่รีไซเคิลได้ และถังขยะรวม เพื่อลดการกำจัดขยะ โดยการวางถังขยะระบบ 2 ใบ จำนวน 50 ชุดที่ คณะวิศวกรรมศาสตร์และคณะสิ่งแวดล้อม โดยไม่มีการรณรงค์ใดๆ พบว่าวิธีนี้สามารถคัดแยกขยะที่รีไซเคิลได้ 65.30 เปอร์เซ็นต์ และลดปริมาณขยะรวมก่อนนำไปกำจัดได้ถึง 25 เปอร์เซ็นต์

Madalyn (2010) ได้ศึกษาองค์ประกอบหลักของขยะ (waste stream) ภายในโรงเรียนใน Minnesota ผลการศึกษาปรากฏว่าสามารถที่จะลดขยะโดย นำกลับมาใช้ใหม่ หรือทำปุ๋ยหมักได้ ซึ่งจึงเป็นโอกาสที่ดีที่จะขยายและพัฒนาระบบการนำขยะมาใช้ใหม่และการทำปุ๋ยหมักของโรงเรียน โดยขยะ มากกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ ผ่านการจัดการขยะโดยนำกลับมาใช้ใหม่และการทำปุ๋ยหมัก 78 เปอร์เซ็นต์ โดยการนำขยะที่ทิ้งกลับมาใช้ใหม่ได้ประมาณ 28 เปอร์เซ็นต์ ของขยะทั้งหมด และมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ของขยะจากโรงเรียนสามารถนำมาทำปุ๋ยหมักได้ ขยะหลักในโรงเรียนใน Minnesota คือ อาหารและกระดาษที่นำกลับมาใช้ใหม่ได้ (ลัง กระดาษจากออฟฟิส และขยะกระดาษอื่นๆ) ในขณะที่ขยะจริงๆที่ไม่สามารถนำมาใช้ใหม่ได้ทั้นที หรือย่อยสลายได้ทันที มีเพียง 15 เปอร์เซ็นต์ แค่เพียงมีการจัดการขยะโดยการนำกลับมาใช้ได้ใหม่ทันที เช่น กระดาษ กระป๋อง ขวดน้ำ และขวดแก้ว รวมทั้งขยะที่ย่อยสลายได้ก็สามารถกำจัดขยะได้ถึง 78 เปอร์เซ็นต์ของขยะทั้งหมด แนวทางนี้สามารถจะลดการเกิดขยะซึ่งสามารถทำให้โรงเรียนประหยัดเงินในการจัดการ ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของโรงเรียน และนอกจากนี้งานวิจัยยังกล่าวว่าแม้ว่าโรงเรียนจะไม่ใช่สถานที่หลักที่ผลิตขยะมากที่สุดแต่ผลกระทบของขยะที่ผลิตขึ้นนั้นสำคัญและจะละทิ้งไม่ได้เนื่องด้วยในโรงเรียน มีเด็กนักเรียนและเจ้าหน้าที่ ประกอบกับการจัดการขยะจะส่งผลสำคัญต่อการสร้างนิสัยที่ดีในการจัดการขยะ ซึ่งเด็กเหล่านี้จะเป็นผู้ใหญ่ในวันข้างหน้า ดังนั้นความพยายามในการพัฒนาการจัดการขยะในโรงเรียนจะได้ผลลัพท์ที่ดีทั้งเรื่องเงินและการรักษาสิ่งแวดล้อม

Jibril (2012) ได้ศึกษาวิธีการที่ประสบความสำเร็จในการจัดการขยะของ Higher Educational Institutions (HEI's) ซึ่งวิธีการที่นำมาใช้จัดการคือการจัดการขยะระบบ 3R’s ซึ่งเป็นการจัดการขยะแบบบูรณาการโดย 3R’s ประกอบด้วย Reduce, reuse และ recycle โดยระบบนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทำให้ขยะเหลือน้อยที่สุดก่อน แล้วทำการบำบัดในขั้นกลาง แล้วนำไปกำจัด ณ ปลายทาง โดยทำให้ขยะที่จะต้องกำจัดเหลือน้อยที่สุด เพื่อลดค่าใช้จ่ายในระบบ และเพื่อประสิทธิภาพในการจัดการขยะ

ในการศึกษาการจัดการขยะมูลฝอยในสถาบันการศึกษานั้น จะเริ่มจากการศึกษาข้อมูลพื้นฐานของขยะภายในสถาบันการศึกษา ได้แก่ ปริมาณ องค์ประกอบ อัตราการผลิต และเส้นทางของขยะมูลฝอยในสถาบันการศึกษา เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการวางแผนเพื่อเลือกวิธีการจัดการขยะที่เหมาะสม หรือออกนโยบายต่างๆ ในการจัดการขยะ ซึ่งวิธีการในการจัดการขยะของแต่ละสถาบันการศึกษาก็จะมีความแตกต่างกันไป ตามสภาพปัญหาขยะภายในสถาบันการศึกษานั้นๆ โดยการจัดการขยะที่นิยมใช้ในการจัดการขยะภายในสถาบันการศึกษาคือ การแยกขยะก่อนทิ้งลงถัง การใช้หลักการ 3-Rs ที่เริ่มต้นด้วยการลดปริมาณขยะ (Reduce) ทำการคัดแยกขยะก่อนทิ้ง ขยะ

ส่วนหนึ่งที่คัดแยกจะเป็นขยะมีมูลค่านำ ไปใช้ (Reuse) หรือ แปรรูปเป็นของใหม่ (Recycle) และการนำขยะมาใช้ประโยชน์ เช่น นำมาหมักปุ๋ย ซึ่งความพยายามในการจัดการขยะในสถาบันการศึกษา หรือในโรงเรียนนั้นนอกจากผลลัพธ์ในด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมในสถาบันการศึกษาแล้ว ยังเกิดผลทางอ้อมในแง่ของการปลูกฝังจิตสำนึกในการรักษ์สิ่งแวดล้อม และฝึกการจัดการขยะที่ถูกต้องให้กับเยาวชนอีกทางด้วย

สำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยมีความสนใจในการศึกษาการจัดการขยะมูลฝอยในสถาบันการศึกษาเช่นเดียวกัน โดยเลือกพื้นที่ทำการศึกษาการจัดการขยะที่เหมาะสมในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช ซึ่งเป็นสถาบันการศึกษาระดับมัธยมศึกษาที่ผู้วิจัยสังเกตเห็นขยะเศษอาหารที่เกิดขึ้นปริมาณมากในแต่ละวัน จึงเป็นที่มาของงานวิจัยในครั้งนี้

ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช

โรงเรียนเบญจมราชูทิศ (2556 : 16-23) เป็นโรงเรียนประจำจังหวัดระดับมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษ ประเภทสหศึกษาในจังหวัดนครศรีธรรมราช สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานครศรีธรรมราช–พัทลุง เขต 12 สำนักคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ ตั้งอยู่ในเขตเทศบาลนครนครศรีธรรมราช เลขที่ 159 หมู่ที่ 3 ถนนนาพรุ- ท่าแพ ตำบลโพธิ์เสด็จ อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช จัดการศึกษาทั้งระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลาย โดยมีนักเรียนทั้งสิ้น 3,194 คน แสดงดังตารางที่ 3 ข้าราชการครูและบุคลากรภายในโรงเรียน รวมผู้ประกอบการขายอาหาร ทั้งหมด 256 คน แสดงดังตารางที่ 4 บริเวณโรงเรียนมีเนื้อที่ 89 ไร่ 3 งาน 83.90 ตารางวา มีจำนวนอาคารเรียนถาวรรวม 7 หลัง จำนวนห้องทั้งหมด 117 ห้อง

ตารางที่ 3 จำนวนนักเรียนจำแนกตามเพศและชั้นเรียนปีการศึกษา 2556

ชั้น	จำนวนห้องเรียน	จำนวนนักเรียน		
		ชาย	หญิง	รวม
ม.1	14	242	298	540
ม.2	14	255	282	537
ม.3	15	233	294	527
ม.4	12	2220	342	562
ม.5	12	231	298	529
ม.6	12	187	312	499
รวม	79	1,368	1,826	3,194

ตารางที่ 4 จำนวนข้าราชการครูและบุคลากรภายในโรงเรียนปีการศึกษา 2556

ตำแหน่ง	เพศชาย	เพศหญิง	รวม
ข้าราชการครู	51	117	168
ลูกจ้าง	4	7	11
ผู้ประกอบการขายอาหาร	14	63	77
รวม			256

ในการศึกษางานวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยมีความคิดที่จะนำขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ มาผลิตเป็นปุ๋ยสำหรับปลูกผักปลอดสารพิษในโรงเรียน และขายผักปลอดสารพิษในโรงเรียน โดยจัดตั้งโครงการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ปลอดสารพิษโดยใช้ปุ๋ยจากขยะเศษอาหาร ซึ่งในการดำเนินโครงการ มีต้นทุนและผลตอบแทนที่จะเกิดขึ้น ผู้วิจัยจึงต้องทำการศึกษาการวิเคราะห์ความคุ้มค่าของโครงการ เพื่อให้ทราบว่าโครงการนี้มีความเหมาะสมที่จะดำเนินการหรือไม่

การวิเคราะห์ความคุ้มค่าของโครงการ

1. การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางด้านการเงิน (financial analysis)

ศักรพัทธ์ ฤทธิ์จรูญโรจน์ (2553) ได้กล่าวถึงการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางด้านการเงินว่า เป็นสิ่งสำคัญสำหรับการวิเคราะห์โครงการ เพื่อพิจารณาประเมินความเหมาะสมของโครงการ เพื่อสามารถตัดสินใจว่าโครงการมีความคุ้มค่าในการลงทุนหรือไม่ โดยอาศัยการวัดค่าดัชนี 3 ค่า ได้แก่ มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ (Net Present Value--NPV) อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (Benefit-Cost Ratio--BCR) และอัตราผลตอบแทนภายในโครงการ (Internal Rate of Return--IRR) ซึ่งคิดคำนวณค่าดัชนีทั้ง 3 ค่า ได้จากข้อมูลในงบกระแสเงินสดของโครงการ (Cash Flow Projection) ซึ่งคำนวณออกมาในรูปของผลประโยชน์ (Benefit) และต้นทุน (Cost) ของโครงการ

ชูชีพ พิพัฒน์ศิถี (2553 : 13) ได้กล่าวถึงการกำหนดผลประโยชน์และต้นทุนของโครงการที่เกิดจากการลงทุนเพื่อวิเคราะห์ค่าต่างๆ ดังนี้

1.1 การคำนวณมูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ (Net Present Value--NPV) เป็นค่าที่บอกถึงผลประโยชน์สุทธิที่ได้รับตลอดเวลาของโครงการ ซึ่งคือผลลต่างของมูลค่าปัจจุบันเงินสดที่คาดว่าจะได้รับตลอดอายุของโครงการกับมูลค่าปัจจุบันของเงินสดที่จ่ายไปทั้งหมดตลอดอายุของโครงการ โดยนำอัตราดอกเบี้ย (r) ที่เหมาะสมมาปรับลดค่าในอนาคตให้เป็นปัจจุบัน สูตรในการคำนวณมูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการสามารถหาได้ดังนี้

$$NPV = \sum_{t=0}^{T} \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t}$$

เมื่อ B_t และ C_t คือประโยชน์และต้นทุนในปีที่ t ตามลำดับ t = 0 สำหรับปีปัจจุบัน และ t =T เมื่อ T เป็นปีสุดท้ายของโครงการจะตัดสินใจ r คืออัตราคิดลด ดำเนินโครงการนี้หรือโครงการสมควรลงทุนถ้า NPVมีค่ามากกว่า 0

1.2 การวิเคราะห์อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (Benefit-Cost Ratio--BCR) เป็นอัตราส่วนระหว่ามูลค่าปัจจุบันของรายได้ตลอดอายุโครงการกับมูลค่าปัจจุบันของ ต้นทุนตลอดอายุโครงการ โดยหลักเกณฑ์ในการตัดสินใจคือ ควรลงทุนเมื่อ BCR มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 1 และไม่ควรลงทุนเมื่อ BCR มีค่าน้อยกว่า 1 พิจารณาสูตรต่อไปนี้

$$BCR = \frac{\sum_{t=1}^{n} \frac{B_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=1}^{} \frac{C_t}{(1+r)^t}}$$

$$= \frac{PVB}{PVC}$$

หลักการตัดสินใจลงทุนโดยใช้ BCR มีอยู่ว่า ณ ระดับอัตราส่วนลด : r ที่กำหนดให้ถ้า

BCR > 1 : โครงการคุ้มทุน ยอมรับข้อเสนอโครงการ

BCR < 1 : โครงการไม่คุ้มทุน ปฏิเสธข้อเสนอโครงการ

BCR = 1 : จะไม่มีผลกระทบ ไม่ว่าจะยอมรับหรือปฏิเสธโครงการหรือไม่

1.3 การวิเคราะห์อัตราผลตอบแทนภายในโครงการ (Internal Rate of Return--IRR) เป็นค่าอัตราดอกเบี้ยที่ใช้คิดหักส่วนลดแล้วทำให้มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนสุทธิของ โครงการมีค่าเท่ากับศูนย์ โดยหลักเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจคือ เปรียบเทียบค่า IRR ที่คำนวณได้กับค่าของอัตราส่วนลดที่ใช้เป็นเกณฑ์ ซึ่งหากค่า IRR ที่คำนวณได้สูงกว่าที่กำหนดก็ยอมรับโครงการนั้น หากต่ำกว่าก็ปฏิเสธโครงการ โดยทั่วไปถ้า IRR มากกว่าอัตราดอกเบี้ยทั่วไป โครงการจะเหมาะสมในการลงทุน

2. การประมาณกระแสเงินสดของโครงการ

ศักรพัทธ์ ฤทธิ์จรูญโรจน์ (2553 : 13) ได้กล่าวถึงการประมาณกระแสเงินสดของโครงการว่าเป็นการพิจารณาผลตอบแทนของโครงการ โดยพิจารณาถึงเงินสดที่เข้าออกจากโครงการ ซึ่งจะกำหนดเป็นระยะเวลากี่ปีนั้นขึ้นอยู่กับกลยุทธ์ของโครงการ งบกระแสเงินสดของโครงการจะบอกได้ว่าเกิดการเกินดุลหรือขาดดุลของโครงการซึ่งมีผลต่อสภาพคล่องของโครงการ ยอดประมาณกระแสเงินสดเข้าและออกของโครงการจะสามารถนำไปใช้หาค่าดัชนี 3 ค่า ได้แก่ มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน และอัตราผลตอบแทนภายในโครงการ เพื่อใช้พิจารณาว่าโครงการนั้นๆ เหมาะสมต่อการที่จะลงทุนหรือไม่

3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ความคุ้มค่าของโครงการ

นิภาภัทร์ น้อยเทียม (2550) ศึกษาการวิเคราะห์ผลตอบแทนโครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานผลิตแป้งมันสำปะหลังจากนั้นนำมาเทียบค่าพลังงานจากน้ำมันเตามาคิดเป็นผลตอบแทนของโครงการ เพื่อเปรียบเทียบกับต้นทุนการผลิตก๊าซชีวภาพที่ประกอบไปด้วยต้นทุนในการลงทุนและต้นทุนในการดำเนินงาน โดยพิจารณาจากมูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน และอัตราผลตอบแทนภายใน ที่อัตราคิดลดร้อยละ 10, 15 และ 20 ผลการศึกษาพบว่า อัตราคิดลดร้อยละ 10 มีค่า NPV เท่ากับ 111,899,125 บาท BCR เท่ากับ 1.91 อัตราคิดลดร้อยละ 15 มีค่า NPV เท่ากับ 68,524,516 BCR เท่ากับ 1.62 อัตราคิดลดร้อยละ 20 มีค่า NPV เท่ากับ 40,305,649 BCR เท่ากับ 1.53 และ IRR เท่ากับ 33.07 ดังนั้นโครงการนี้เป็นโครงการที่น่าลงทุน

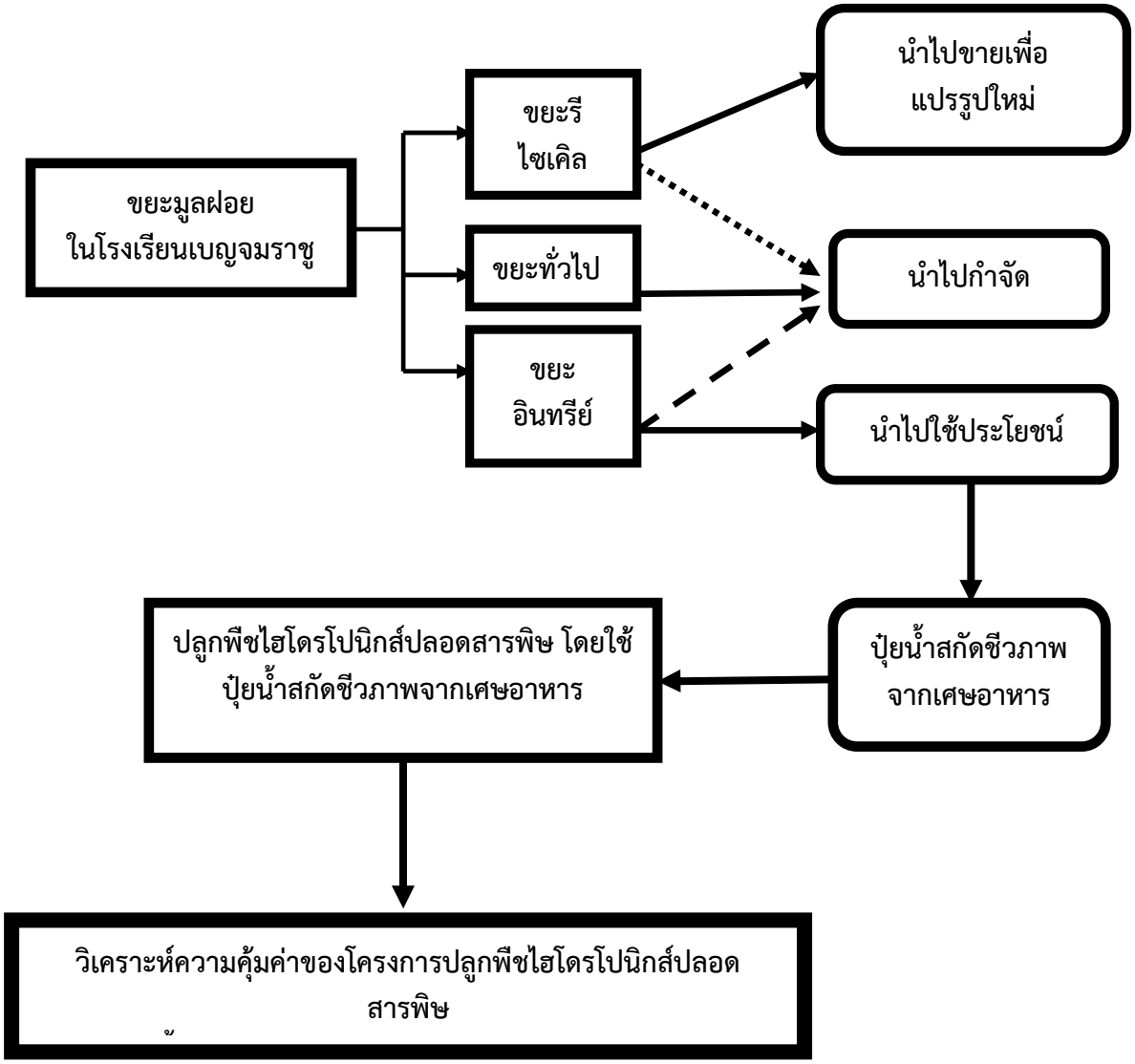
สุประสันน์ คงอ่ำ (2552) ศึกษาความคุ้มค่าและความเสี่ยงของธุรกิจการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์แบบไร้อากาศ ในอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา โดยวิเคราะห์ทางการเงิน และความเสี่ยงของโครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์โดยใช้ถังหมักขนาด 2 คิว (หรือลูกบาศก์เมตร) และบ่อหมักขนาด 500 คิว (หรือลูกบาศก์เมตร) โดยอาศัยหลักเกณฑ์การตัดสินใจในการลงทุนจากค่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อ และอัตราผลตอบแทนภายในโครงการ พบว่า โครงการทั้ง 2 โครงการเป็นโครงการที่น่าลงทุน เมื่อพิจารณาจากเกณฑ์ชี้วัดต่างๆ แต่การที่จะตัดสินใจเลือกโครงการใดนั้นควรพิจารณาถึงเงื่อนไขของปัจจัยต่างๆเหล่านี้เพื่อประกอบการตัดสินใจด้วย คือ ปริมาณเงินที่ใช้ในการลงทุน ปริมาณก๊าซชีวภาพที่ต้องการ พื้นที่ที่ใช้ในการผลิตก๊าซชีวภาพ ปริมาณขยะอินทรีย์ที่ใช้เป็นวัตถุดิบที่เกิดขึ้นในพื้นที่และแรงงานที่ใช้ในการผลิตก๊าซชีวภาพ

ศักรพัทธ์ ฤทธิ์จรูญโรจน์ (2553) ศึกษาวิเคราะห์ความคุ้มค่าของโครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากฟาร์มเลี้ยงสุกรแบบบ่อหมักพลาสติกคลุมบ่อชักกากได้ขนาด 400 ลูกบาศก์เมตร ภายใต้ข้อสมมุติของโครงการ 15 ปี ใช้อัตราส่วนลดร้อยละ 8 โดยศึกษามูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน และอัตราผลตอบแทนภายในโครงการ พบว่ามีมูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการเท่ากับ 483,933 ซึ่งมากกว่า 0 อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน 1.8 ซึ่งมากกว่า 1 และอัตราผลตอบแทนภายในโครงการเท่ากับร้อยละ 11 ซึ่งมากกว่าอัตราดอกเบี้ยเงินกู้และอัตราคิดลด ระยะเวลาคืนทุน 4 ปี 7 เดือน ซึ่งมีความคุ้มค่าที่จะลงทุนในโครงการนี้

อัญชลี วังวิเศษกุล (2553) ศึกษาวิเคราะห์ความคุ้มค่าโครงการพัฒนาผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะในระดับชุมชน: กรณีศึกษาเทศบาลเมืองทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช โดยประเมินผลประโยชน์ทางตรงและทางอ้อมที่สามารถประเมินค่าได้เป็นตัวเงินโดยใช้เกณฑ์ชี้วัดความคุ้มค่าของการลงทุนได้แก่มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อ และอัตราผลตอบแทนภายในโครงการ โดยกำหนดระยะเวลาโครงการ 10 ปี อัตราคิดลดร้อยละ 8 พบว่าโครงการไม่มีความคุ้มค่าต่อการลงทุนเนื่องจากโครงการสามารถคัดแยกขยะเข้าระบบได้เพียงวันละ 1 ตัน หากโครงการสามารถคัดแยกขยะเข้าระบบวันละ 5, 10 และ 15 ตัน พบว่าโครงการมีความคุ้มค่าต่อการลงทุน และมีแนวโน้มที่จะมีความคุ้มค่าในการลงทุนมากยิ่งขึ้น

จากงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ความคุ้มค่าของโครงการนั้น จะอาศัยหลักเกณฑ์การตัดสินใจในการลงทุนจาก มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน และอัตราผลตอบแทนภายในโครงการ โดยจะกำหนดระยะเวลาโครงการและอัตราคิดลดที่เหมาะสมกับโครงการ โดยหากโครงการเป็นโครงการที่เสี่ยงและระยะเวลาโครงการยาวนาน เช่น 20 ปี หรือ 30 ปี มักจะกำหนดอัตราคิดลดที่สูง ในขณะที่หากโครงการเป็นโครงการที่ไม่เสี่ยงมากและระยะเวลาโครงการไม่ยาวนาน เช่นไม่เกิน 15 ปี มักจะกำหนดอัตราคิดลดใกล้เคียงกับอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ของสถาบันการเงิน นอกจากนี้แล้วการวิเคราะห์ความคุ้มค่าของโครงการ จะวิเคราะห์ภายใต้เงื่อนไขและปัจจัยต่างๆ ที่ผู้วิเคราะห์กำหนดเท่านั้น ซึ่งเมื่อโครงการเกิดขึ้นจริงอาจจะต้องมีการเปลี่ยนแปลงการประมาณกระแสเงินสดของโครงการ ตามการเปลี่ยนแปลงของเงื่อนไขและปัจจัยต่างๆ ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต

กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพที่ 4 กรอบแนวคิดในการวิจัย

บทที่ 3

วิธีการวิจัย

การศึกษาวิจัยเรื่องการจัดการขยะอินทรีย์แบบบูรณาการในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช เป็นการศึกษาและรวบรวมข้อมูลจากงานวิจัยต่างๆ และเอกสารทางวิชาการ รวมถึงการสำรวจข้อมูลขยะมูลฝอย การเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามความคิดเห็นและพฤติกรรม การทดลอง การนำตัวอย่างทดลองไปตรวจวิเคราะห์ และการวิเคราะห์ความคุ้มค่าของโครงการ ซึ่งมีรายละเอียดของวิธีการวิจัยดังนี้

1. วิธีดำเนินการ
2. วัสดุอุปกรณ์เครื่องมือในการวิจัย
3. สถานที่และระยะเวลาในการศึกษาวิจัย
4. สรุปวิธีการศึกษาวิจัย

วิธีดำเนินการ (Method)

การดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ในส่วนที่ 1 ได้ดำเนินการโดยศึกษาข้อมูลพื้นฐานทางด้านปริมาณ องค์ประกอบ อัตราการผลิตและเส้นทางของขยะมูลฝอยภายในโรงเรียนเบญจมราชู-ทิศ จ. นครศรีธรรมราช เพื่อสำหรับเป็นข้อมูลในส่วนที่ 2 คือการศึกษาในความเหมาะสมในการจัดการขยะมูลฝอยหลักจากโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช โดยมีวิธีดำเนินการดังนี้

1. การศึกษาข้อมูลพื้นฐานทางด้านปริมาณ องค์ประกอบ อัตราการผลิตและเส้นทางของขยะมูลฝอยภายในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช
2. การศึกษาความเหมาะสมในการจัดการขยะมูลฝอยหลักจากโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช

2.1 การศึกษาแนวทางในการจัดการขยะมูลฝอยหลักจากโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช สำหรับการนำไปใช้ประโยชน์

2.2 การศึกษาพฤติกรรมการบริโภคผักปลอดสารพิษและความคิดเห็นในการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ปลอดสารพิษโดยใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหารในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช

2.3 การศึกษาองค์ประกอบของขยะเศษอาหารในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช

2.4 การศึกษาคุณสมบัติและประสิทธิภาพของปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหารในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช ในการปลูกผักกวางตุ้งไฮโดรโปนิกส์ปลอดสารพิษ

2.5 การวิเคราะห์ความคุ้มค่าของโครงการปลูกผักกวางตุ้งไฮโดรโปนิกส์ปลอดสารพิษโดยใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหารในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช

การศึกษาข้อมูลพื้นฐานทางด้านปริมาณ องค์ประกอบ อัตราการผลิตและเส้นทางของขยะมูลฝอยภายในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช

การวิจัยขั้นแรกนี้ ศึกษาโดยการเก็บข้อมูลขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นภายใน 1 วัน ในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช โดยดำเนินการในช่วงเดือน ม.ค. – ก.พ. พ.ศ. 2557 โดยถือว่าฤดูกาลไม่มีผลทำให้ปริมาณและองค์ประกอบของขยะมูลฝอยในสถาบันการศึกษาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และในการเก็บข้อมูลขยะในสถาบันการศึกษา ควรเลือกช่วงเวลาในการเก็บข้อมูลอย่างน้อย 2 เดือน โดยถือว่า ปริมาณและองค์ประกอบของขยะในแต่ละวันในช่วงเปิดภาคการศึกษา ภายใน 2 เดือน ไม่แตกต่างกัน โดยสุ่มวันที่จะทำการศึกษา จำนวน 3 วัน ซึ่งเป็นช่วงเวลาเปิดภาคการศึกษาตามปฏิทินการศึกษาของโรงเรียนและสุ่มวันที่ทำการศึกษา 3 วัน โดยการจับฉลาก ได้แก่ วันที่ 13 ม.ค. 2557 วันที่ 29 ม.ค. 2557 และวันที่ 7 ก.พ. 2557 โดยมีวิธีดำเนินการเก็บข้อมูลขยะมูลฝอยดังนี้

1. ศึกษาปริมาณขยะมูลฝอยทั้งหมดที่เกิดขึ้นในในโรงเรียน
2. หาอัตราการผลิตขยะมูลฝอยจากปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้น โดยอัตราการเกิดขยะมูลฝอยมีหน่วยเป็นกิโลกรัมต่อคนต่อวัน
3. ศึกษาองค์ประกอบของขยะมูลฝอย
4. ศึกษาเส้นทางขยะภายในโรงเรียน
5. วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติพรรณนา (Descriptive Statistic) ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุด และค่าต่ำสุด เพื่อสรุปและอภิปรายข้อมูลพื้นฐานทางด้าน ปริมาณ องค์ประกอบ และอัตราการผลิตของขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในโรงเรียน

การศึกษาความเหมาะสมในการจัดการขยะมูลฝอยหลักจากโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช

1. การศึกษาแนวทางในการจัดการขยะมูลฝอยหลักจากโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช สำหรับการนำไปใช้ประโยชน์

ทำการศึกษาโดยนำข้อมูลปฐมภูมิจากการศึกษาข้อมูลพื้นฐานทางด้านปริมาณ องค์ประกอบ อัตราการผลิต และเส้นทางของขยะมูลฝอยภายในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ ควบคู่กับข้อมูลทุติยภูมิจากการค้นคว้า งานวิจัยต่างๆ วิทยานิพนธ์ บทความและบทวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการขยะอินทรีย์จากเศษอาหาร มาศึกษาแนวทางในการจัดการขยะมูลฝอยหลักที่ได้จากโรงเรียน โดยการนำไปใช้ประโยชน์

2. การศึกษาพฤติกรรมการบริโภคผักปลอดสารพิษและความคิดเห็นในการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ปลอดสารพิษโดยใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหารในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช

ทำการศึกษาโดยการสำรวจพฤติกรรมการบริโภคผักปลอดสารพิษ และความคิดเห็นในการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ปลอดสารพิษโดยใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหารภายในโรงเรียน โดยการศึกษางานวิจัยต่างๆ และเอกสารที่เกี่ยวข้อง พร้อมทั้งการเก็บข้อมูลโดยวิธีการใช้แบบสอบถาม โดยมีวิธีดำเนินการดังนี้

2.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษา คือ นักเรียนจำนวน 3,194 คน ครู 168 คน ผู้ประกอบการขายอาหาร 77 คน และลูกจ้าง 11 คน รวมประชากรทั้งสิ้นจำนวน 3,450 คน

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนจำนวน 332 คน ครู 18 คน ผู้ประกอบการขายอาหาร 9 คน และลูกจ้าง 1 คน รวมกลุ่มตัวอย่างทั้งสิ้นจำนวน 360 คน ซึ่งกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้ตารางสำเร็จรูปที่ 11 ของ ชูศรี วงศ์รัตนะ (2550 : 67) จากประชากร 3,450 คน จะได้ขนาดตัวอย่าง 360 คน หลังจากนั้นหาขนาดตัวอย่างแบบโควต้าเป็นสัดส่วนจะทำให้กลุ่มตัวอย่าง ถูกแบ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างย่อย ซึ่งคำนวนโดยใช้สูตรการหาจำนวนกลุ่มตัวอย่างในแต่ละกลุ่มตัวอย่างย่อย (สมศักดิ์ น้อยวิเศษ 2545 : 38) ซึ่งจำนวนกลุ่มตัวอย่างในแต่ละกลุ่มตัวอย่างย่อยแสดงได้ดังตารางที่ 5

สูตรการหาจำนวนกลุ่มตัวอย่างในแต่ละกลุ่มย่อย

$nh = (Nh/N)(n0)$

เมื่อ nh = จำนวนกลุ่มตัวอย่างในแต่ละกลุ่มย่อย

Nh = จำนวนประชากรในแต่ละกลุ่มตัวอย่างย่อย

N = จำนวนประชากรทั้งหมด

n0 = จำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

กลุ่มตัวอย่างในแต่ละกลุ่มตัวอย่างย่อยทำการสุ่มแบบเป็นระบบ (Systematic Random Sampling) โดยการเลือกตัวอย่างดังกล่าว ใช้ช่วงการเลือกตัวอย่าง (Sampling Interval) ซึ่งเป็นระยะห่างระหว่างหน่วยแต่ละหน่วยที่เลือก

วิธีการหากลุ่มตัวอย่างแบบเป็นระบบโดยใช้ช่วงการเลือกตัวอย่าง จะคำนวณจากสูตรของสิทธ์ ธีรสรณ์ (2550 : 96)

ช่วงในการเลือก = ขนาดประชากร/ขนาดกลุ่มตัวอย่าง

เช่น 540 / 56 = 9.6 จึงควรเลือกช่วงอันตรภาคชั้นเท่ากับ 10 การหาตัวอย่างทำการจับฉลากตัวเลขแรก 1 ถึง 10 สมมติได้ 5 เลขที่คิดต่อไปคือ 5 ,15 ,25 ,... จนครบจำนวนตัวอย่างที่ 540 คน

ตารางที่ 5 การหาจำนวนกลุ่มตัวอย่าง

ชื่อกลุ่มย่อย	จำนวนประชากร (คน)	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง (คน)
นักเรียนชั้น ม.1	540	56
นักเรียนชั้น ม.2	537	56
นักเรียนชั้น ม.3	527	55
นักเรียนชั้น ม.4	562	58
นักเรียนชั้น ม.5	529	55
นักเรียนชั้น ม.6	499	52
ครู	168	18
ผู้ประกอบการขายอาหาร	77	9
ลูกจ้าง	11	1
รวม	3,450	360

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การศึกษาวิจัยในส่วนนี้เครื่องมือที่ใช้คือแบบสอบถาม โดยผู้ตอบแบบสอบถามคือกลุ่มตัวอย่าง โดยออกแบบแบบสอบถามเพื่อศึกษาพฤติกรรมการบริโภคผักปลอดสารพิษ และความคิดเห็นในการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ปลอดสารพิษโดยใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหารภายในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช โดยศึกษาจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อให้ทำการตรวจและแนะนำในรายละเอียดเพื่อแก้ไขแบบสอบถาม

2.3 การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ทำการตรวจสอบเพื่อให้มีความถูกต้องทางวิชาการ โดยเครื่องมือนี้ ต้องมีข้อคำถามที่จะสามารถตอบวัตถุประสงค์ของการศึกษาวิจัยได้อย่างครบถ้วน จึงจำเป็นต้องทดสอบแบบสอบถาม 2 ส่วน ดังนี้

2.3.1 การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือโดยทดสอบความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) โดยนำแบบสอบถาม และแบบสัมภาษณ์ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเนื้อหาโดยใช้แบบฟอร์มรายงานผลการตรวจสอบเครื่องมือ จากนั้นนำผลจากการพิจารณามาคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency: IOC) จำนวน 3 ท่าน (ดูภาคผนวก ข. ตารางที่ 38 และ 39)

2.3.2 ทดสอบความเชื่อมั่น (Reliability Test) ก่อนที่จะนำแบบสอบถามไปใช้สำหรับเก็บข้อมูลจริง ต้องนำแบบสอบถามไปทดสอบโดยเลือกประชากรที่มีลักษณะใกล้เคียงกับประชากรที่ใช้ในการศึกษา โดยเลือกโรงเรียนกัลยาณีศรีธรรมราช เพราะเป็นโรงเรียนที่มีลักษณะการเรียนการสอนแบบสหศึกษา และมีระดับชั้นเรียนเช่นเดียวกับโรงเรียนเบญจมราชูทิศ โดยนำไปทดลองใช้ (Try–Out) กับประชากรในโรงเรียนกัลยาณีศรีธรรมราช จำนวน

30 คน แล้วนำมาหาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้วิธีหาค่าสัมประสิทธิ์อัลฟ่า (α - Coefficient) โดยวิธีการคำนวณของครอนบาค (Cronbach) เพื่อให้ได้ค่าความเชื่อมั่นเป็นบวกและใกล้เคียง 1 โดยเมื่อทดสอบความเชื่อมั่นของแบบสอบถามแล้ว ปรากฏว่าได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามทั้งฉบับมีค่า 0.704

2.4 ลักษณะของแบบสอบถามที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล แบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ

ส่วนที่ 1 เป็นแบบสอบถาม เกี่ยวกับข้อมูลทั่วไป ได้แก่ อายุ เพศ ระดับการศึกษา รายได้เฉลี่ยต่อเดือน ซึ่งเป็นคำถามเกี่ยวกับข้อมูลส่วนบุคคล รวม 6 ข้อ

ส่วนที่ 2 เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับพฤติกรรมการบริโภคผักปลอดสารพิษ จำนวน 7 ข้อ

ส่วนที่ 3 เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับความคิดเห็นในการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ปลอดสารพิษโดยใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหารภายในโรงเรียน เบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช จำนวน 4 ข้อ

2.5 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

ใช้สถิติพรรณนา (Descriptive Statistics) ได้แก่ ร้อยละ (Percentage) และค่าเฉลี่ย (Mean) เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลของแบบสอบถามทั้ง 3 ส่วน

3. การศึกษาองค์ประกอบของขยะเศษอาหารในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช

การศึกษาวิจัยในส่วนนี้เป็นการศึกษาเพื่อยืนยันว่าองค์ประกอบของขยะเศษอาหารมีความเหมาะสม สำหรับการนำไปใช้ประโยชน์หรือไม่ โดยมีวิธีดำเนินการดังนี้

3.1 เก็บข้อมูลปริมาณเศษอาหารเหลือทิ้ง โดยการชั่งน้ำหนัก

3.2 ศึกษาส่วนประกอบของเศษอาหารเหลือทิ้งโดยแยกส่วนประกอบของเศษอาหารเป็น 4 กลุ่มได้แก่ ข้าวและเศษอาหารประเภทแป้ง ผักและผลไม้ เนื้อสัตว์ และเศษอาหารอื่นๆ และชั่งน้ำหนักเศษอาหารแต่ละประเภท

3.3 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล ใช้สถิติพรรณนา (Descriptive Statistics) ได้แก่ ร้อยละ(Percentage) และค่าเฉลี่ย (Mean) เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลของแบบสอบถามทั้ง 3 ส่วน

4. การศึกษาคุณสมบัติ และประสิทธิภาพของปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหารในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช ในการปลูกผักกวางตุ้งไฮโดรโปนิกส์ปลอดสารพิษ

การศึกษาวิจัยในส่วนนี้เป็นการศึกษาการใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหารเพื่อประโยชน์ทางการเกษตร ภายในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ ซึ่งเป็นการวิจัยเชิงทดลอง แบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ สูตรปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพ การศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพ

จากเศษอาหารสูตรต่างๆ และการศึกษาประสิทธิภาพของปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหารในโรงเรียน ในการปลูกผักกวางตุ้งไฮโดรโปนิกส์ปลอดสารพิษ ซึ่งมีขั้นตอนในการดำเนินการทดลองดังนี้

4.1 สูตรปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหาร

โดยดัดแปลงสูตรจากกรมวิชาการเกษตร (2547 : 50-51) โดยมีขั้นตอนในการดำเนินการดังนี้

4.1.1 การเตรียมหัวเชื้อปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหาร

ส่วนผสม

เศษอาหาร	10	กิโลกรัม (โดยเศษอาหารที่นำมาใช้เป็นขยะเศษอาหารจากโรงอาหารโรงเรียนเบญจมราชูทิศ ที่ยังไม่เน่าเสีย ซึ่งสามารถนำขยะเศษอาหารมาใช้ได้ทั้งหมดโดยไม่ต้องแยกองค์ประกอบ)
น้ำเปล่า	10	ลิตร
น้ำตาลทราย	5	กิโลกรัม
พด. 2	1	ซอง (พด.2 อ่านว่า พอ-ดอ-สอง ย่อมาจากคำว่า พัฒนาที่ดิน สูตร 2 ซึ่งเป็นหัวเชื้อจุลินทรีย์ที่ทางกรมพัฒนาที่ดินจัดทำขึ้นเพื่อแจกจ่ายฟรีแก่เกษตรกร ใช้ในการหมักปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพ)

วิธีทำ

นำส่วนผสมทั้งหมดมาคลุกเคล้าให้เข้ากัน หมักในภาชนะที่มีฝาปิดทิ้งไว้ 30-45 วัน จะได้น้ำสกัดชีวภาพที่มีสีน้ำตาลเข้ม หลังจากนี้สามารถเติมเศษอาหารได้เรื่อยๆทุกสัปดาห์ จะได้หัวเชื้อปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหารสีน้ำตาล มีกลิ่นหอมเปรี้ยว

4.1.2 การเตรียมปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหาร

ในการศึกษานี้ได้ ผลิตปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหาร จำนวน 3 สูตร ดังต่อไปนี้

สูตรที่ 1 ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพสูตรเศษอาหารผสมผักตบชวา ดัดแปลงสูตรจากกรมวิชาการเกษตร (2547 : 50-51)

ส่วนผสม

ผักตบชวาสด หั่นเป็นชิ้นเล็กๆ	15	กิโลกรัม (โดยผักตบชวาสดเป็นผักตบชวาที่ได้จากแหล่งน้ำใกล้โรงเรียนเบญจมราชูทิศ)
น้ำเปล่า	30	ลิตร
น้ำตาลทราย	10	กิโลกรัม
หัวเชื้อ	10	ลิตร

วิธีทำ

ใส่น้ำเปล่าปริมาตร 30 ลิตร น้ำตาลทรายปริมาณ 10 กิโลกรัม ใส่หัวเชื้อ 10 ลิตรและใส่ผักตบชวาหั่นปริมาณ 15 กิโลกรัมลงในถัง คนส่วนผสมทั้งหมดด้วยไม้พาย แล้วปิดฝาถัง พันด้วยเทปกาวให้รอบฝาถัง หมั่นเปิดฝาคนส่วนผสมทุกวันทิ้งไว้เป็นเวลา 30 วัน

สูตรที่ 2 ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพสูตรเศษอาหาร ดัดแปลงสูตรจากกรมวิชาการเกษตร (2547:50-51)

ส่วนผสม

เศษอาหาร 15 กิโลกรัม (โดยเศษอาหารที่นำมาใช้เป็นขยะเศษอาหารจากโรงอาหารโรงเรียนเบญจมราชูทิศ ที่ยังไม่เน่าเสีย ซึ่งสามารถนำขยะเศษอาหารมาใช้ได้ทั้งหมดโดยไม่ต้องแยกองค์ประกอบ)

น้ำเปล่า	30	ลิตร
น้ำตาลทราย	10	กิโลกรัม
หัวเชื้อ	10	ลิตร

วิธีทำ

ใส่น้ำเปล่าปริมาตร 30 ลิตร น้ำตาลทรายปริมาณ 10 กิโลกรัม เศษอาหาร ปริมาณ 30 กิโลกรัม ลงในถังทั้ง 1 ใบ ใส่หัวเชื้อ 10 ลิตร คนส่วนผสมทั้งหมดด้วยไม้พาย แล้วปิดฝาถัง พันด้วยเทปกาวให้รอบฝาถัง หมั่นเปิดฝาคนส่วนผสมทุกวันทิ้งไว้เป็นเวลา 30 วัน

สูตรที่ 3 ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพสูตรเศษอาหารผสมปลา ดัดแปลงสูตรจากกรมวิชาการเกษตร (2547 : 50-51)

ส่วนผสม

เศษปลาสด 15 กิโลกรัม (โดยเศษปลาสด เป็นปลาสดชนิดใดก็ได้ ที่ทิ้งจากตลาดหัวอิฐ ซึ่งเป็นตลาดพืชผลขนาดใหญ่ ใกล้โรงเรียนเบญจมราชูทิศ)

น้ำเปล่า	30	ลิตร
น้ำตาลทราย	10	กิโลกรัม
หัวเชื้อ	10	ลิตร

วิธีทำ

ใส่น้ำเปล่าปริมาตร 30 ลิตร น้ำตาลทรายปริมาณ 10 กิโลกรัม ใส่หัวเชื้อ 10 ลิตร ใส่เศษปลาปริมาณ 15 กิโลกรัมลงในถัง คนส่วนผสมทั้งหมดด้วยไม้พาย แล้วปิดฝาถัง พันด้วยเทปกาวให้รอบฝาถังหมั่นเปิดฝาคนส่วนผสมทุกวันทิ้งไว้เป็นเวลา 30 วัน

โดยในระหว่างเตรียมปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพ วัดค่าpH ของปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพแต่ละสูตรทุกสัปดาห์ ซึ่งค่า pH จะอยู่ในช่วง 4-5 จึงจะเป็นปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพที่เหมาะสมในการนำไปใช้ประโยชน์

4.2 การศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหารในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช

ทำการศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหารสูตรต่างๆ และปุ๋ยเคมี โดยวิธีการเก็บตัวอย่างและส่งไปตรวจวิเคราะห์ ที่ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ คุณสมบัติทางเคมีที่ทำการตรวจวิเคราะห์ มีดังนี้

4.2.1 ไนโตรเจน

4.2.2 ฟอสฟอรัส

4.2.3 โพแทสเซียม

4.2.5 อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน

4.2.6 ค่าการนำไฟฟ้า

4.3 การศึกษาประสิทธิภาพของปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหารในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ.นครศรีธรรมราช ในการปลูกผักกวางตุ้งไฮโดรโปนิกส์ปลอดสารพิษ

โดยนำปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหารสูตรต่างๆ ในการทดลองที่ 4.2 มาเร่งการเจริญเติบโตผักกวางตุ้ง (ซึ่งเป็นผักยอดนิยมจากผลสำรวจพฤติกรรมการบริโภคผักปลอดสารพิษ จากวิธีดำเนินการ ในข้อ 2) ที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิกส์ปลอดสารพิษโดยเปรียบเทียบประสิทธิภาพกับปุ๋ยเคมี ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

4.3.1 การเตรียมต้นกล้า

เตรียมต้นกล้าผักกวางตุ้ง โดยนำเมล็ดพันธุ์ผักกวางตุ้งใส่ลงในแผ่นฟองน้ำที่มีรอยบากตามร่อง ร่องละ 2-3 เมล็ด จำนวน 3 ถาด โดยรวมในแต่ละถาด จะมีเมล็ดประมาณ 300 เมล็ด นำถาดเพาะเมล็ดไปรดน้ำให้ชุ่ม โดย 1-2 วันแรกวางถาดไว้ในที่ที่มีแสงน้อย หลังจากนั้น นำถาดมาวางไว้ในที่ที่มีแสงรำไร และรดน้ำเมล็ดพืชทุกวันเป็นระยะเวลา 7 วัน

4.3.2 การเตรียมแปลงปลูกไฮโดรโปนิกส์

ทำความสะอาดแปลงปลูกไฮโดรโปนิกส์ สูบน้ำเข้าแปลงให้ถึงระดับที่พอเหมาะสำหรับปลูกพืช นำต้นอ่อนมาลงแปลง จำนวน 4 แปลง โดยในแต่ละแปลงจะมีถาดย่อยอีก 6 ถาด แต่ละถาด จะปลูกพืชถาดละ 30 ต้น ทำเช่นนี้กับทั้ง 4 แปลง

4.3.3 ศึกษาการเจริญเติบโตผักกวางตุ้งที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิกส์โดยใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพแต่ละชนิดเปรียบเทียบประสิทธิภาพกับปุ๋ยเคมี

4.3.3.1 แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่ม (Completely Randomized Designed) จำนวน 4 ทรีทเมนท์ ทรีทเมนท์ ละ 6 ซ้ำ ดังนี้

ทรีทเมนท์ที่ 1 ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหารสูตรปลา

ทรีทเมนท์ที่ 2 ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหารสูตรผักตบชวา

ทรีทเมนท์ที่ 3 ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหารสูตรเศษอาหาร

ทรีทเมนท์ที่ 4 ปุ๋ยเคมี (เป็นปุ๋ยที่ประกอบด้วยปุ๋ยสารละลายมาตรฐาน A และปุ๋ยสารละลายมาตรฐาน B อัตราส่วน 1:1 ซึ่งเป็นปุ๋ยเคมีสูตรน้ำ สำหรับปลูกพืชไฮโดรโปนิกส์)

4.3.3.2 ขั้นตอนการทดลอง

เติมปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหารสูตรปลา ผักตบชวา เศษอาหาร และปุ๋ยเคมีและลงในถังน้ำของแปลงปลูกพืชไฮโดรโปนิกส์ที่ 1, 2, 3 และ4 จำนวน 2 ลิตร โดยจะเติมเพิ่มสูตรละ 2 ลิตร ทุกๆสัปดาห์ เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ หลังจากนั้นดูแลผักกวางตุ้งจนถึงระยะเวลาเก็บเกี่ยว

4.3.3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

โดยการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของปุ๋ยสูตรต่างๆ โดยศึกษาลักษณะการเจริญเติบโตของผักกวางตุ้งไฮโดรโปนิกส์ หลังจากใช้เวลาในการปลูก 30 วัน จากนั้นจะสุ่มผักกวางตุ้งในแต่ละทรีทเมนท์ ทรีทเมนท์ละ 30 ต้น มาทำการศึกษาลักษณะการเจริญเติบโตของผักกวางตุ้งไฮโดรโปนิกส์ โดยศึกษาจาก ความสูงของลำต้น ความกว้างทรงพุ่ม จำนวนใบ และน้ำหนักสดของผักกวางตุ้ง

4.3.3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) ความสูงของลำต้น ความกว้างทรงพุ่ม จำนวนใบ และน้ำหนักสดตามแผนการทดลอง และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD (Least Significant Difference)

5. การวิเคราะห์ความคุ้มค่าของโครงการปลูกผักกวางตุ้งไฮโดรโปนิกส์ปลอดสารพิษโดยใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหารในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช

5.1 ต้นทุนการผลิต

ศึกษาโดยการการเก็บรวบรวมข้อมูลต้นทุนของการดำเนินการทั้งหมดในการซื้อวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ในการปลูกผักตุ้งในระบบไฮโดรโปนิกส์โดยใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหารและปุ๋ยเคมี (กระแสเงินสดของโครงการ) ในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ

5.2 ประมาณการผลประโยชน์ของโครงการ

สำรวจราคาผักกวางตุ้งที่ปลูกโดยใช้ระบบไฮโดรโปนิกส์แบบใช้ปุ๋ยเคมีและแบบอินทรีย์ในเดือนมกราคม 2558 จากซูเปอร์มาร์เก็ตต่อไปนี้ ท๊อป ซูเปอร์มาร์เก็ต โรบินสันนครศรีธรรมราช ท๊อป ซูเปอร์มาร์เก็ต ไดอาน่า หาดใหญ่ ท๊อป ซูเปอร์มาร์เก็ต เซ็นทรัล หาดใหญ่ และท๊อป ซูเปอร์มาร์เก็ต เซ็นทรัลเฟสติวัล หาดใหญ่ แล้วประมาณการผลประโยชน์ที่จะได้จากการจำหน่ายผักตุ้งที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิกส์โดยใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหารและปุ๋ยเคมี (กระแสเงินสดของโครงการ) ในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ

5.3 ความเป็นไปได้ทางการเงิน

การประเมินผลประโยชน์ที่เกิดจากการมีโครงการใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหารในการปลูกผักกวางตุ้งไฮโดรโปนิกส์ปลอดสารพิษในโรงเรียนเบญจมราชูทิศสามารถประเมินค่าเป็นตัวเงินได้ โดยใช้อัตราคิดลด (Discount Rate) เท่ากับร้อยละ 8 ซึ่งเป็นอัตราเดียวกันกับอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ของธนาคารกรุงไทยและระยะเวลาของโครงการเท่ากับ 10 ปี ซึ่งอาศัยเกณฑ์ในการตัดสินใจ ดังนี้

5.3.1 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV)

5.3.2 อัตราส่วนมูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนต่อต้นทุน (Benefit-Cost Ratio: BCR)

5.3.3 อัตราผลตอบแทนของโครงการ (Internal Rate Of Return: IRR)

5.4 การเปรียบเทียบความคุ้มค่าทางการเงินของโครงการที่ใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพและปุ๋ยเคมี

โดยนำข้อมูลความเป็นไปได้ทางการเงินของโครงการใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหารสูตรปลามาพิจารณาเปรียบเทียบกับการใช้ปุ๋ยเคมี ในการปลูกผักกวางตุ้งในระบบไฮโดรโปนิกส์ในโรงเรียน

วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือในการวิจัย

1. วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับการศึกษาข้อมูลพื้นฐานทางด้านปริมาณองค์ประกอบ อัตราการผลิตและเส้นทางของขยะมูลฝอยภายในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช

1.1 เครื่องชั่งน้ำหนักขนาด 60 กิโลกรัม
1.2 เครื่องชั่งน้ำหนักขนาด 3 กิโลกรัม
1.3 เครื่องชั่งน้ำหนักขนาด 1 กิโลกรัม
1.4 ถังตวงขยะ
1.5 ถุงดำ
1.6 ถุงพลาสติก
1.7 ถุงมือ
1.8 ผ้าปิดจมูก

2. วัสดุ อุปกรณ์และเครื่องมือในการวิจัยในการศึกษาพฤติกรรมการบริโภคผักปลอดสารพิษและความคิดเห็นในการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ปลอดสารพิษโดยใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหารในโรงเรียน

2.1 แบบประเมินความสอดคล้องของเกณฑ์การให้คะแนน

2.2 แบบสอบถาม เรื่อง พฤติกรรมการบริโภคผักปลอดสารพิษ และความคิดเห็นเกี่ยวกับการปลูกผักปลอดสารพิษโดยใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพที่ได้จากเศษอาหารของโรงอาหาร โรงเรียนเบญจมราชูทิศ

3. วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือในการวิจัยในการศึกษาองค์ประกอบของขยะเศษอาหารในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช

3.1 เครื่องชั่งน้ำหนักขนาด 3 กิโลกรัม
3.2 เครื่องชั่งน้ำหนักขนาด 1 กิโลกรัม
3.3 ถังตวงขยะ
3.4 ถุงดำ
3.5 ถุงพลาสติก
3.6 ถุงมือ

4. วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือในการวิจัยในการศึกษาคุณสมบัติ และประสิทธิภาพของปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหารในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช ในการปลูกผักกวางตุ้งไฮโดรโปนิกส์ปลอดสารพิษ

4.1 ผ้าปิดจมูก
4.2 เมล็ดพันธุ์ผักกวางตุ้ง
4.3 วัสดุเพาะเมล็ด คือ ฟองน้ำ
4.4 ชุดปลูกไฮโดรโปนิกส์ระบบ NFT
4.5 ถังใส่สารละลายธาตุอาหาร
4.6 สารละลายธาตุอาหารมาตรฐานอนินทรีย์ (ปุ๋ย A และปุ๋ย B)
4.7 มอเตอร์น้ำ
4.8 ชุดให้น้ำสปริงเกอร์
4.9 เครื่องชั่งสาร
4.10 เครื่องวัด pH
4.11 กระบอกตวงสาร
4.12 ปุ๋ยชีวภาพสูรเศษอาหาร
4.13 สูตรเศษอาหารผสมผักตบชวา
4.14 สูตรเศษอาหารผสมปลา
4.15 หัวเชื้อปุ๋ยหมัก พด.2
4.16 อุปกณ์สำหรับวัดความยาว
4.17 ตลับเมตร
4.18 เครื่องชั่งสองตำแหน่ง
4.19 ไม้พาย
4.20 ถังหมักปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพขนาด 60 ลิตร

4.21 เทปกาว

4.22 เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งโปรแกรม SPSS สำหรับวิเคราะห์ข้อมูล

สถานที่และระยะเวลาในการศึกษาวิจัย

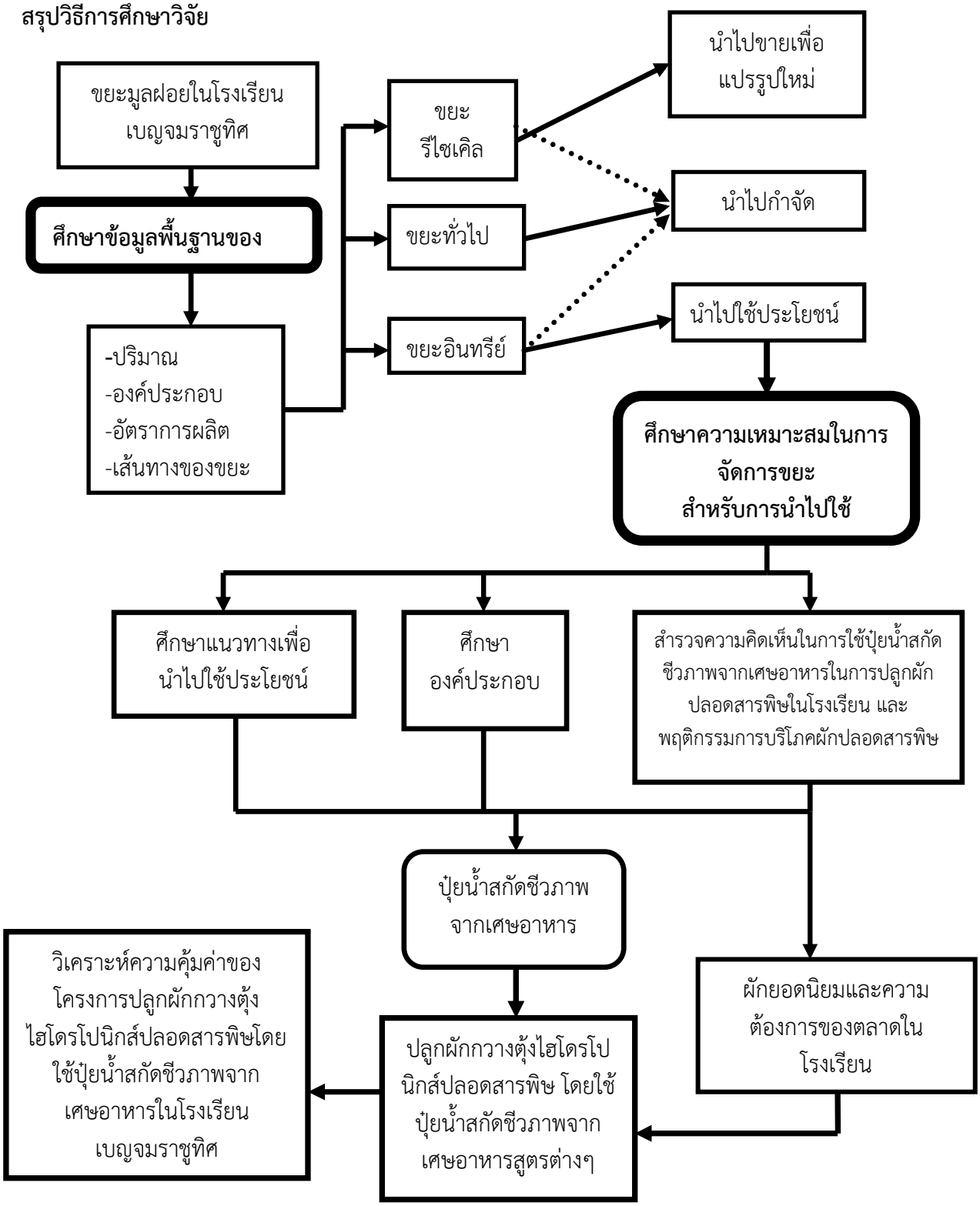
1. สถานที่ทำการศึกษาวิจัย

ใช้โรงเรียนเบญจมราชูทิศ ตำบลโพธิ์เสด็จ อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช เนื่องจาก เป็นการศึกษาข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับขยะภายในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ เพื่อการจัดการขยะอินทรีย์แบบบูรณาในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ

2. ระยะเวลาในการศึกษาวิจัย

เริ่มการศึกษาวิจัยในเดือนมิถุนายน 2556 และสิ้นสุดการศึกษาวิจัยเดือนมิถุนายน 2558 รวมระยะเวลาในการศึกษาวิจัย 2 ปี

สรุปวิธีการศึกษาวิจัย



ภาพที่ 5 สรุปวิธีการศึกษาวิจัย

บทที่ 4

ผลและบทวิจารณ์

ผลการศึกษาการจัดการขยะอินทรีย์แบบบูรณาการในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช มี 2 ส่วนดังนี้

1. ผลการศึกษาข้อมูลพื้นฐานทางด้านปริมาณ องค์ประกอบ อัตราการผลิตและเส้นทางของขยะมูลฝอยภายในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช

1.1 ปริมาณและอัตราการผลิตขยะมูลฝอย

1.2 องค์ประกอบของขยะมูลฝอย

1.3 เส้นทางขยะ

2. ผลการศึกษาความเหมาะสมในการจัดการขยะมูลฝอยหลักจากโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช

2.1 ผลการศึกษาแนวทางในการจัดการขยะมูลฝอยหลักจากโรงเรียน เบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช สำหรับการนำไปใช้ประโยชน์

2.2 ผลการศึกษาพฤติกรรมการบริโภคผักปลอดสารพิษและความคิดเห็นในการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ปลอดสารพิษโดยใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหารในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช

2.3 ผลการศึกษาองค์ประกอบของขยะเศษอาหารในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช

2.4 ผลการศึกษาคุณสมบัติและประสิทธิภาพของปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหารในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช ในการปลูกผักกวางตุ้งไฮโดรโปนิกส์ปลอดสารพิษ

2.5 ผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าของโครงการปลูกผักกวางตุ้งไฮโดรโปนิกส์ปลอดสารพิษโดยใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหารในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช

ผลการศึกษาข้อมูลพื้นฐานทางด้านปริมาณ องค์ประกอบ อัตราการผลิตและเส้นทางของขยะมูลฝอยภายในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช

1. ปริมาณและอัตราการผลิตขยะมูลฝอย

ขยะมูลฝอยทั้งหมดที่เกิดขึ้นจริงในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช มีปริมาณเฉลี่ยทั้งหมดเท่ากับ 271.28 กิโลกรัมต่อวัน จากการรวบรวมข้อมูลประชากรทั้งหมดในโรงเรียนเบญจมราชูทิศซึ่งประกอบด้วย นักเรียนจำนวน 3,194 คน ครูและบุคลากรทั้งหมด จำนวน 168 คน ผู้ประกอบการขายอาหาร 77 คน และลูกจ้าง 11 คน รวมประชากรทั้งสิ้นจำนวน 3,450 คน (ปี พ.ศ. 2557) มีอัตราการผลิตขยะ เท่ากับ 0.08 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน โดยขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นมาจากแหล่งกำเนิดดังต่อไปนี้ ขยะจากโรงอาหาร สหกรณ์โรงเรียน

ห้องเรียน ห้องสมุด ห้องพักครู สำนักงาน ขยะเศษใบไม้ที่ร่วงหล่นและจากการตัดตกแต่งต้นไม้ภายนอกอาคาร ซึ่งแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ปริมาณขยะมูลฝอยรวมและองค์ประกอบขยะมูลฝอยในโรงเรียนเบญจมราชูทิศเฉลี่ยใน 1 วัน

ประเภทขยะ	รายการ		
	น้ำหนักเฉลี่ยต่อวัน	sd	ร้อยละของปริมาณขยะเฉลี่ยต่อวัน
ขยะเศษอาหาร (70.79kg)	70.79	4.00	26.09
พลาสติก (62.34kg)	62.34	12.06	22.98
กระดาษ (17.20kg)	17.20	7.25	6.34
เศษใบไม้,กิ่งไม้ (64.05kg)	64.05	9.87	23.61
ขยะทั่วไป (56.90kg)	56.90	11.28	20.97
รวม	271.28		

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณของขยะมูลฝอยจากโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช กับสถาบันการศึกษาอื่นๆ พบว่า มีความใกล้เคียงกับปริมาณขยะมูลฝอยของโรงเรียนจอมพระประชาสรรค์ที่ศึกษาโดย รุ่งกิจ บูรณ์เจริญ (2554) ซึ่งเป็นโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาเช่นเดียวกัน คือมีปริมาณ 226 กิโลกรัม/วัน โดยหากเปรียบเทียบเป็นปริมาณเฉลี่ยต่อวันแล้วปริมาณของขยะมูลฝอยจากโรงเรียนเบญจมราชูทิศ มีปริมาณมากกว่า อาจเป็นเพราะมีจำนวนนักเรียนและครูมากกว่า โดยโรงเรียนจอมพระประชาสรรค์มีจำนวนนักเรียนและบุคลากรรวม 2,517 คน ในขณะที่โรงเรียนเบญจมราชูทิศมีจำนวนนักเรียนและบุคลากรรวม 3,450 คน หากเปรียบเทียบปริมาณของขยะมูลฝอยกับสถาบันการศึกษาในระดับมหาวิทยาลัย เช่น มหาวิทยาลัยมหิดล ศาลายา ที่ศึกษาโดย อัจฉรา อัศวรุจิกุลชัย (2554) ซึ่งมีปริมาณของขยะมูลฝอย 4,060 กิโลกรัมต่อวัน และมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม (ส่วนทะเลแก้ว) ที่ศึกษาโดย กรรณิการ์ บุตรเอกและคณะ (2553) ซึ่งมีปริมาณของขยะมูลฝอย 684.85 กิโลกรัมต่อวัน พบว่ายังมีปริมาณขยะมูลฝอยแตกต่างกันมาก อาจเป็นเพราะสถาบันการศึกษาที่เป็นมหาวิทยาลัย เช่น มหาวิทยาลัยมหิดล ศาลายา มีจำนวนนักศึกษาและบุคลากรรวม 16,467 คน ส่วนมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม (ส่วนทะเลแก้ว) มีจำนวนนักศึกษาและบุคลากรรวม 15,664 คน ซึ่งมีจำนวนมากกว่าประชากรของโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช หลายเท่าตัว นอกจากนี้ปัจจัยที่ทำให้มีปริมาณขยะมากขึ้นอาจเป็นเพราะการมีหอพักในสถาบันการศึกษา และรูปแบบกิจกรรมในสถาบันการศึกษาที่แตกต่างกัน

เมื่อพิจารณาอัตราการผลิตขยะของสถาบันการศึกษาที่กล่าวมาเทียบกับอัตราการผลิตขยะรวมของทั้งประเทศ ในปี พ.ศ. 2557 โดยกรมควบคุมมลพิษ (2557) พบว่าอัตราการผลิตขยะของสถาบันการศึกษาต่างๆ ยังมีสัดส่วนน้อยเมื่อเทียบกับอัตราการผลิตขยะโดยรวม

ของประเทศไทย (ตารางที่ 7) โดยเฉพาะอย่างยิ่งอัตราการผลิตขยะของโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช ซึ่งมีค่า 0.080 ในขณะที่อัตราการผลิตขยะโดยรวมของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2557 มีค่า 1.150 หรือ อัตราการผลิตขยะโดยรวมของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2557 มีค่าสูงกว่า อัตราการผลิตขยะของโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช ถึง 14 เท่า ดังนั้นการสร้างขยะมีความสัมพันธ์กับรูปแบบกิจกรรม และจำนวนประชากร ทำให้ขยะจากสถาบันการศึกษามีปริมาณน้อย เมื่อเทียบกับปริมาณขยะรวมทั้งประเทศ ซึ่งมีรูปแบบกิจกรรมหลากหลายกว่า

ตารางที่ 7 อัตราการผลิตขยะของบางสถาบันการศึกษาและประเทศไทยปี พ.ศ. 2557

แหล่งผลิตขยะ	**อัตราการผลิตขยะ (กิโลกรัมต่อคนต่อวัน)**	**อ้างอิง**
ประเทศไทย ปี พ.ศ.2557	1.150	กรมควบคุมมลพิษ (2557)
โรงเรียนจอมพระประชาสรรค์	0.089	รุ่งกิจ บูรณ์เจริญ (2554)
มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม	0.044	กรรณิการ์ บุตรเอกและคณะ (2553)
มหาวิทยาลัยมหิดล ศาลายา	0.303	อัจฉรา อัศวรุจิกุลชัย (2554)
โรงเรียนเบญจมราชูทิศ	0.080	

2. องค์ประกอบของขยะมูลฝอย

ขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นจากการสำรวจในพื้นที่โรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช สามารถสรุปองค์ประกอบของขยะมูลฝอยโดยจำแนกตามคุณลักษณะได้ 5 ประเภท ได้แก่

2.1 ขยะเศษอาหารจากโรงอาหาร

2.2 ขยะเศษใบไม้และขยะที่เกิดจากการตัดตกแต่งต้นไม้

2.3 ขยะพลาสติกที่คัดแยกแล้ว ได้แก่ ขวดน้ำดื่มและขวดนม

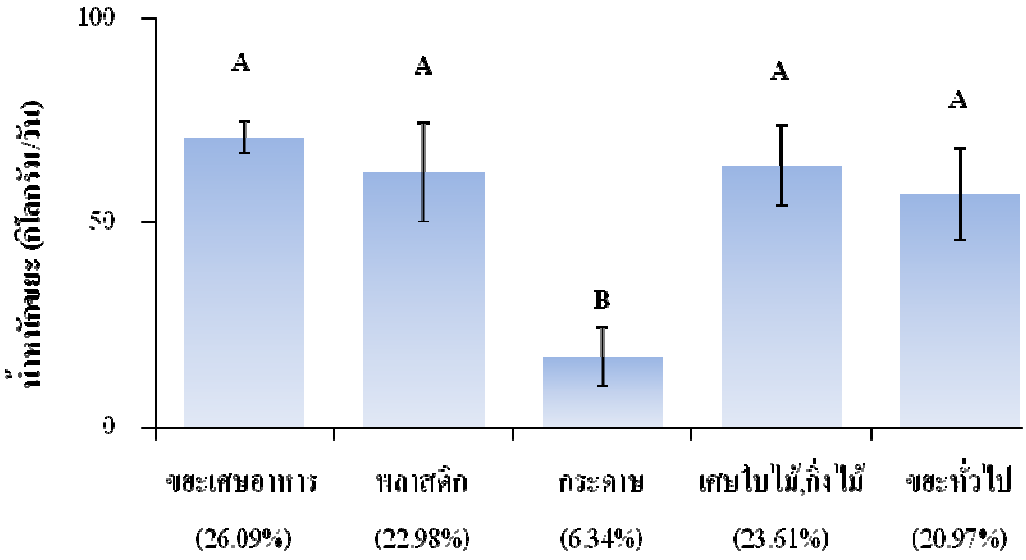
2.4 ขยะทั่วไป ได้แก่ ขยะที่ใส่อาหาร เช่น ถุงขนม ถุงพลาสติกใส่อาหาร กล่องนม รวมถึงกระดาษชำระ กระดาษที่เปื้อน รวมทั้งขยะอื่นๆ ที่ไม่ได้ถูกคัดแยกไว้

2.5 ขยะกระดาษจากห้องพักครูและสำนักงาน

ซึ่งผลจากการคัดแยกขยะมูลฝอยพบว่า ขยะเศษอาหารมีปริมาณมากที่สุด โดยมีปริมาณเฉลี่ยเท่ากับ 70.79 กิโลกรัมต่อวัน คิดเป็นร้อยละ 26.09 รองลงมา ได้แก่ ขยะเศษใบไม้และขยะที่เกิดจากการตัดตกแต่งต้นไม้ ขยะพลาสติกที่คัดแยกแล้ว ขยะทั่วไป และขยะกระดาษจากห้องพักครูและสำนักงาน มีปริมาณเฉลี่ยเท่ากับ 64.05, 62.34, 56.90 และ 17.20 กิโลกรัมต่อวัน คิดเป็นร้อยละ 23.61, 22.98, 20.97 และ 6.34 ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างองค์ประกอบของขยะภายในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช กับองค์ประกอบของขยะของสถาบันการศึกษาอื่นๆ เมื่อคิดเป็นร้อยละต่อน้ำหนักพบว่าองค์ประกอบของขยะภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม (ส่วนทะเลแก้ว) มีความคล้ายคลึงกับโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช คือพบว่ามีปริมาณของขยะ

อินทรีย์โดยเฉพาะขยะเศษอาหารมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบระหว่างองค์ประกอบของขยะภายในโรงเรียนเบญจมราชูทิศกับองค์ประกอบของขยะของมหาวิทยาลัยมหิดล ศาลายา จะเห็นได้ว่ามีองค์ประกอบของขยะแตกต่างกันคือ พบว่าองค์ประกอบของขยะของมหาวิทยาลัยมหิดล ศาลายา มีขยะประเภทพลาสติกปริมาณมากที่สุด และมีอัตราส่วนปริมาณขยะเศษอาหารน้อยกว่าภายในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ ความแตกต่างระหว่างขยะที่เกิดขึ้นภายในโรงเรียนเบญจมราชูทิศกับสถาบันการศึกษาอื่นอาจจะเกิดขึ้นจากรูปแบบของกิจกรรมในสถานศึกษาและกิจกรรมในการอุปโภคบริโภคที่ต่างกัน



ภาพที่ 6 องค์ประกอบขยะภายในโรงเรียนเบญจมราชูทิศใน 1 วัน

3. เส้นทางขยะภายในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช

จากการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับเส้นทางการเก็บขนและการกำจัดขยะภายในโรงเรียนเบญจมราชูทิศพบว่าขยะมูลฝอยทั้ง 5 ประเภทมีเส้นทางดังต่อไปนี้

3.1 ขยะเศษอาหารจากโรงอาหารที่มีปริมาณเฉลี่ย 70.79 กิโลกรัมต่อวัน จะถูกภารโรงนำเศษอาหารดังกล่าว ใส่ในถุงดำและนำไปทิ้งที่จุดพักขยะเพื่อรอรถขนขยะจากทางเทศบาลนำไปกำจัดโดยวิธีฝังกลบ ซึ่งเส้นทางของขยะเศษอาหารจากโรงอาหารของโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช เป็นไปในลักษณะเดียวกันกับเส้นทางขยะเศษอาหารจากโรงอาหารของคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อ. สันทราย จ. เชียงใหม่ ที่ศึกษาโดย มุจลินทร์ กัมพุกุล (2551) โดยนำใส่ถุงดำและนำไปกำจัด แต่จะแตกต่างกับเส้นทางของขยะเศษอาหารจากโรงอาหารของมหาวิทยาลัยมหิดล ศาลายา ที่ศึกษาโดย อัจฉรา อัศวรุจิกุลชัย (2554) โดยมีการนำขยะเศษอาหารส่วนหนึ่งไปขายเป็นอาหารสัตว์และนำมาหมักปุ๋ยในมหาวิทยาลัย ซึ่งเหตุผลที่ขยะเศษอาหารจากโรงอาหารในโรงเรียนเบญจมราชูทิศไม่ถูกนำไปขายเป็นอาหารสัตว์เพราะยุ่งยากในการจัดการ มีมูลค่าต่ำและขาดเจ้าหน้าที่ที่จะให้ความสนใจและเอาใจใส่

อย่างต่อเนื่อง และไม่ถูกนำไปหมักปุ๋ยเพราะขาดเจ้าหน้าที่ที่จะให้ความสนใจ ขาดความรู้ ความเข้าใจ และประสบการณ์ในการทำปุ๋ยหมัก

3.2 ขยะประเภทเศษใบไม้และขยะที่เกิดจากการตัดตกแต่งต้นไม้ มีปริมาณเฉลี่ย 64.05 กิโลกรัมต่อวัน โดยภารโรงจะกวาดเศษใบไม้ก่อนรวบรวมใส่ถุงดำแล้วนำไปทิ้งที่จุดพักขยะเพื่อรอรถขนขยะจากทางเทศบาลนำไปกำจัดโดยวิธีฝังกลบ ซึ่งแตกต่างจากเส้นทางขยะของมหาวิทยาลัยมหิดล ศาลายา ที่ศึกษาโดยอัจฉรา อัศวรุจิกุลชัย (2554) ซึ่งจะนำขยะเศษใบไม้และขยะที่เกิดจากการตัดตกแต่งต้นไม้ ไปหมักปุ๋ย ซึ่งเหตุผลที่ขยะประเภทเศษใบไม้และขยะที่เกิดจากการตัดตกแต่งต้นไม้ในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช ไม่ถูกนำไปทำปุ๋ยหมักมีความเป็นไปได้ว่าเจ้าหน้าที่ขาดความสนใจ ขาดความรู้ ความเข้าใจและประสบการณ์ในการทำปุ๋ยหมัก

3.3 ขยะประเภทพลาสติกที่ผ่านการคัดแยก ได้แก่ ขวดน้ำดื่มและขวดนม มีปริมาณเฉลี่ย 62.34 กิโลกรัมต่อวัน ขยะส่วนนี้ถูกคัดแยกทิ้งในถังขยะสำหรับขวดพลาสติก หากขยะพลาสติกถูกทิ้งในถังขยะอื่น จะถูกภารโรงเก็บแยกออกมาอีกครั้ง เพื่อมารวมในถังขยะสำหรับพลาสติกและนำไปขาย เนื่องจากโรงเรียนเบญจมราชูทิศมีระบบถังขยะสองใบโดยใบหนึ่งเป็นถังขยะสำหรับทิ้งขวดพลาสติก เช่นขวดน้ำดื่ม ขวดนม อีกใบเป็นถังขยะสำหรับขยะทั่วไปจึงทำให้เกิดการแยกขยะโดยผู้ทิ้งแล้วในขั้นต้น เช่นเดียวกับระบบถังขยะสองใบของมหาวิทยาลัย เคบางซาน มาเลเซีย แคมปัส (Universiti Kebangsaan Malaysia Campus) ซึ่งศึกษาโดย Kian-ghee Tiew (2011) สามารถแยกขยะพลาสติกออกจากขยะทั่วไปเพื่อนำไปรีไซเคิลได้โดยไม่ต้องมาคัดแยก ทำให้ลดปริมาณขยะทั่วไปได้ 49.5% นอกจากนี้โรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช ยังมีการสร้างแรงจูงใจให้กับภารโรงโดยภารโรงสามารถนำขวดพลาสติกที่ถูกทิ้งมาสร้างรายได้ ทำให้แม้จะมีขวดพลาสติกทิ้งไม่ลงถังหรือทิ้งผิดถังก็จะถูกภารโรงเก็บมารวบรวมไว้เพื่อนำไปขาย ซึ่งตามตามกรอบแนวคิดและทิศทางของแผนจัดการมลพิษในระยะ 5 ปีข้างหน้า โดยกรมควบคุมมลพิษ (2555) คือสร้างแรงจูงใจด้านรายได้ให้กับประชาชนในการร่วมกันคัดแยกขยะมูลฝอย

3.4 ขยะทั่วไป มีปริมาณเฉลี่ย 56.90 กิโลกรัมต่อวัน ได้แก่ ขยะที่ใส่อาหาร เช่น ถุงขนม ถุงพลาสติก กล่องนม รวมถึงกระดาษชำระ กระดาษที่เปื้อน รวมทั้งขยะอื่นๆ ที่ไม่ได้ถูกคัดแยกไว้ จะถูกนำไปทิ้งที่จุดพักขยะ เพื่อรอรถขนขยะจากทางเทศบาลนำไปกำจัด ซึ่งขยะประเภทนี้ภารโรงอาจจะเห็นว่ามีมูลค่าน้อยหรือไม่คุ้มค่าจึงถูกนำมาทิ้งที่จุดพักโดยไม่มีการคัดแยกต่อ

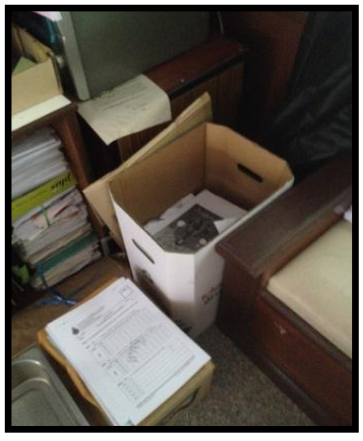
3.5 ขยะประเภทกระดาษจากห้องพักครูและสำนักงาน มีปริมาณเฉลี่ย 17.20 กิโลกรัมต่อวัน โดยขยะในส่วนนี้จะถูกบุคลากรในห้องพักครูหรือสำนักงาน คัดแยกไว้ ก่อนที่จะมีเจ้าหน้าที่รวบรวมเพื่อนำไปขาย ซึ่งขยะประเภทนี้จะถูกนำไปขายเป็นรายได้เข้าสู่กลุ่มสาระหรือสำนักงานและจะมีการนำเงินที่ได้จากการขายกระดาษมาเลี้ยงอาหารสมาชิกในกลุ่มสาระปีการศึกษาละ 2-3 ครั้ง เป็นการสร้างแรงจูงใจในการรวบรวมขยะประเภทกระดาษแทนที่จะนำไปทิ้งเป็นขยะทั่วไป

ก

ข

ค

ง

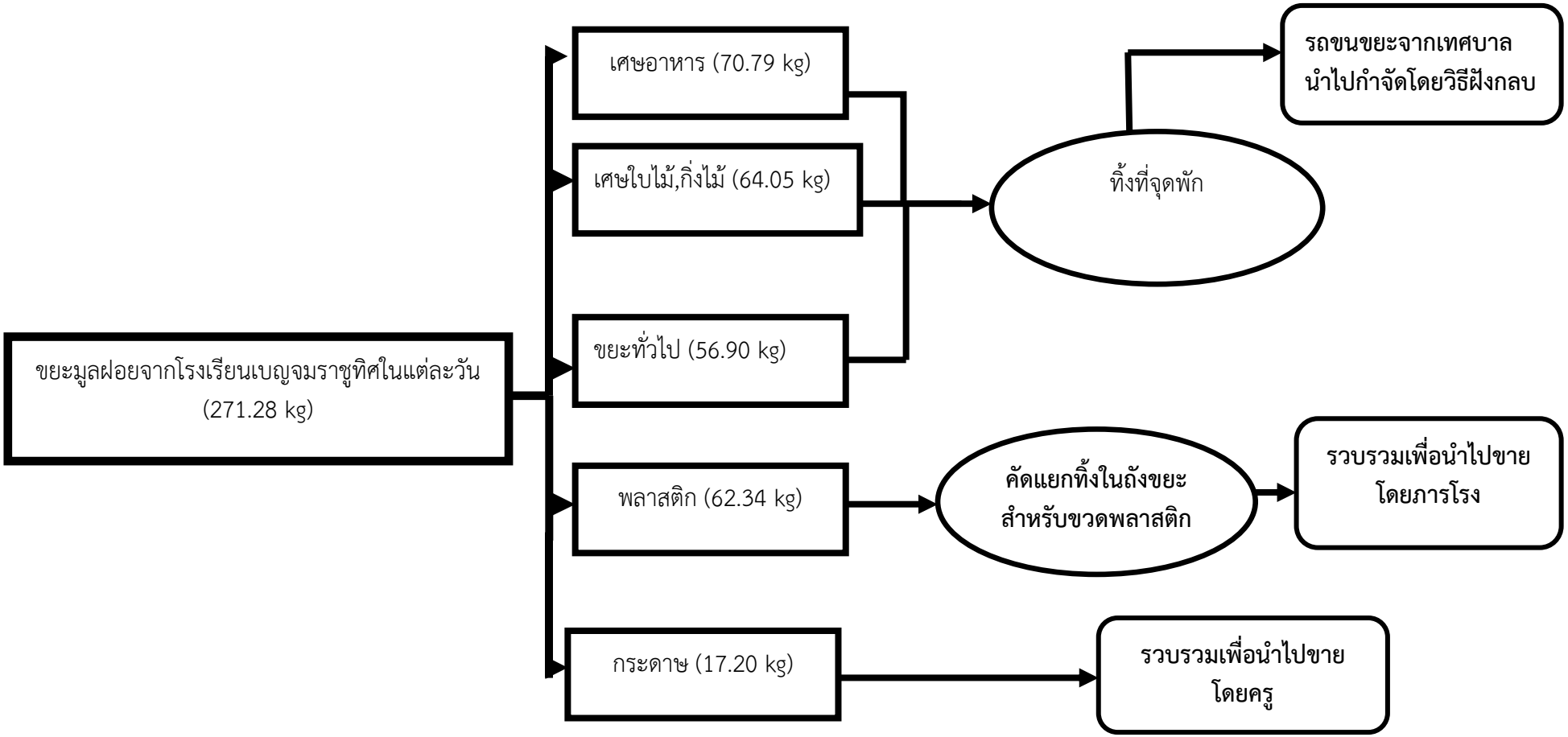


จ

ภาพที่ 7 ขยะมูลฝอยทั้ง 5 ประเภทในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ

ก. ขยะเศษอาหารจากโรงอาหาร ข. ขยะประเภทเศษใบไม้และขยะที่เกิดจากการตัดตกแต่งต้นไม้

ค. ขยะประเภทพลาสติก ง. ขยะทั่วไป จ. ขยะประเภทกระดาษ

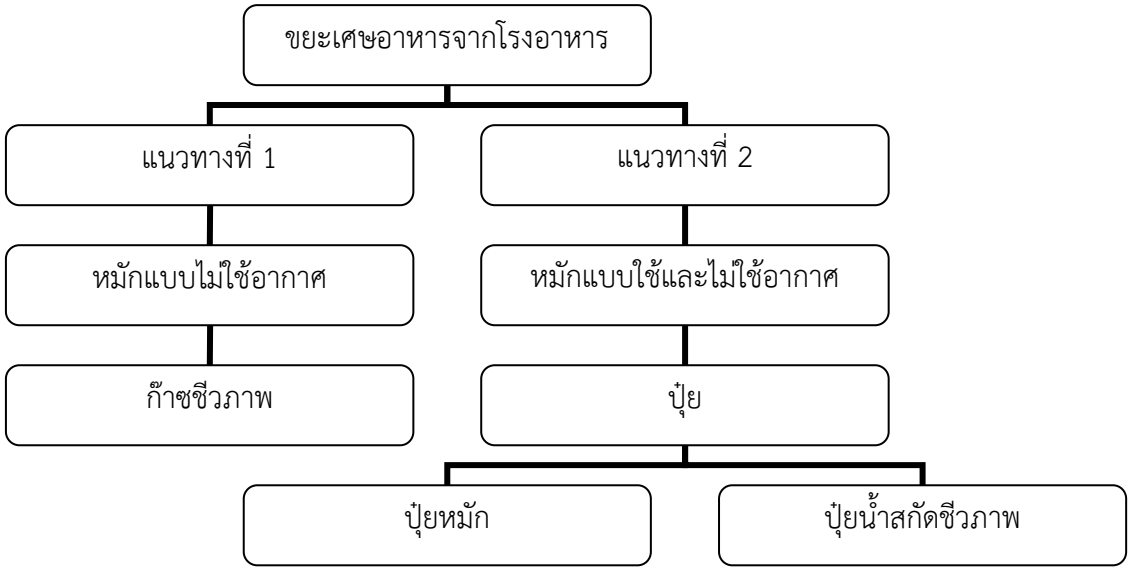


ภาพที่ 8 เส้นทางขยะภายในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช

2 ผลการศึกษาความเหมาะสมในการจัดการขยะมูลฝอยหลักจากโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช

2.1 ผลการศึกษาแนวทางในการจัดการขยะมูลฝอยหลักจากโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช สำหรับการนำไปใช้ประโยชน์

จากการสำรวจข้อมูลพื้นฐานทางด้านปริมาณ และองค์ประกอบของขยะมูลฝอยภายในโรงเรียน ปรากฏว่าขยะมูลฝอยที่มีปริมาณมากที่สุดได้แก่ขยะเศษอาหารจากโรงอาหาร ซึ่งมีปริมาณเฉลี่ยถึง 70.79 กิโลกรัมต่อวัน คิดเป็นร้อยละ 26.09 ซึ่งถือว่าเป็นขยะมูลฝอยหลักที่เกิดขึ้นในโรงเรียน ดังนั้นขยะเศษอาหารจากโรงอาหารจึงเป็นขยะมูลฝอยหลักที่ถูกนำมาหาวิธีจัดการโดยการนำไปใช้ประโยชน์เป็นลำดับแรก โดยแนวทางในการใช้ประโยชน์ มี 2 แนวทางดังนี้



ภาพที่ 9 ทางเลือกเพื่อใช้ประโยชน์จากขยะมูลฝอยหลักที่ได้จากโรงเรียนเบญจมราชูทิศ

แนวทางที่ 1 นำขยะเศษอาหารจากโรงอาหารโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช มาผลิตก๊าซชีวภาพซึ่งสามารถนำมาใช้เป็นพลังงานทดแทน เช่นนำมาใช้เป็นก๊าซเชื้อเพลิงในการทำอาหาร ซึ่งเป็นวิธีหนึ่งที่จะนำขยะเศษอาหารมาเพิ่มมูลค่า แต่ในการผลิตก๊าซชีวภาพนั้น ปัทมาวดี สิทธิวรเดช (2555) พบว่าต้องคำนึงถึงปัจจัยต่างๆ ในการผลิต เช่น สถานที่สร้างบ่อหมักก๊าซชีวภาพต้องใช้พื้นที่ที่ใกล้เคียงกับแหล่งวัตถุดิบซึ่งคือโรงอาหาร การจัดการมูลสารที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการผลิต การเดินระบบท่อส่งก๊าซจากบ่อผลิตไปยังสถานที่ที่จะใช้พลังงาน ซึ่งเมื่อวิเคราะห์ทางเลือกที่ 1 นี้แล้ว ทางเลือกนี้ไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในโรงเรียน เนื่องจากไม่ได้รับอนุญาตจากทางโรงเรียนให้ใช้พื้นที่ใกล้โรงอาหารในการสร้างบ่อหมัก การเดินระบบท่อในบริเวณที่มีนักเรียนและบุคลากรอยู่เป็นจำนวนมากอาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุและอันตรายได้ เนื่องจากก๊าซชีวภาพ

เป็นสารที่สามารถติดไฟได้ ต้องใช้ความระมัดระวังในการดูแลระบบเป็นอย่างดี รวมทั้งขาดผู้มีความรู้ความชำนาญซึ่งประกอบด้วยหัวหน้างาน เช่น วิศวกร ช่างซ่อมบำรุงและเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการวางระบบและดูแลรักษาระบบการผลิตรวมถึงการจัดการกับของเสียที่เกิดขึ้น

แนวทางที่ 2 นำขยะเศษอาหารจากโรงอาหารโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช มาผลิตปุ๋ยอินทรีย์ ซึ่งการผลิตปุ๋ยอินทรีย์นั้นสามารถผลิตโดยใช้เศษอาหารที่ยังไม่บูดเน่าและเศษพืชผัก และสามารถผลิตปุ๋ยได้ทุกวัน โดยเน้นจุลินทรีย์ที่ใช้และไม่ใช้ออกซิเจนเพื่อย่อยสลายเศษอาหารในสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสม งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการผลิตปุ๋ยอินทรีย์จากเศษอาหารนั้นมักจะเน้นไปที่การออกแบบและปรับปรุงระบบหมัก ซึ่งจะต้องออกแบบถังหมักและมีความรู้ทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ นอกจากนี้โดยทั่วไปการหมักปุ๋ยอินทรีย์แบบทั่วไปจะมีการสุมกองมูลฝอยบนพื้นราบ โดยต้องใช้พื้นที่ในโรงเรียนจำนวนหนึ่ง ซึ่งโรงเรียนไม่สามารถจัดสรรค์พื้นที่เพื่อสุมกองมูลฝอยดังกล่าวได้ การผลิตปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจึงเป็นทางเลือกซึ่งสามารถนำเศษอาหารมาใช้ประโยชน์ได้อย่างเหมาะสม สามารถทำได้ในภาชนะที่ปิดมิดชิดและใช้พื้นที่น้อย สามารถนำไปใช้ประโยชน์ต่อโดยการนำไปเป็นสารเร่งการเจริญเติบโตของพืชไฮโดรโปรนิกส์ ซึ่งภายในโรงเรียนมีแปลงปลูกพืชไฮโดรโปนิกส์ถึง 6 แปลง การปลูกพืชไฮโดรโปนิกส์ในแปลงเกษตรของโรงเรียนจึงไม่ต้องลงทุนเพิ่ม นอกจากนี้จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า การหมักปุ๋ยเศษอาหารจากโรงอาหารภายในโรงเรียนยังทำในวงจำกัด ดังนั้นงานวิจัยชิ้นนี้สามารถต่อยอดหรือเป็นพื้นฐานสำหรับงานวิจัยด้านการหมักปุ๋ยในโรงเรียน (school composting) ได้ ผลพลอยได้นอกจากผลด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมแล้ว ยังเป็นการฝึกให้เยาวชนได้รู้จักหลักการ 3Rs (Reduce Reuse and Recycle) และการนำขยะที่เหลือทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์(recovery waste) ดังนั้นทางเลือกในการใช้ประโยชน์ จากขยะเศษอาหารมาผลิตปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจึงมีความเหมาะสมกับโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช

2.2 ผลการศึกษาพฤติกรรมการบริโภคผักปลอดสารพิษและความคิดเห็นในการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ปลอดสารพิษโดยใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหารในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช

จากการศึกษาแนวทางในการจัดการขยะมูลฝอยหลักจากโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช สำหรับการนำไปใช้ประโยชน์ โดยการผลิตปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพมีความเหมาะสมกับโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช ในแง่ของหลักวิชาการ แต่การเลือกนำขยะมูลฝอยหลักไปหมักปุ๋ยเพื่อใช้เร่งการเจริญเติบโตของผัก โดยนำมาปลูกผักปลอดสารพิษในโรงเรียนนั้น ต้องคำนึงถึงการยอมรับของบุคคลากรและนักเรียน รวมถึงตลาดและแหล่งรองรับผลผลิตที่เป็นไปได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงออกแบบการศึกษา โดยสำรวจพฤติกรรมการบริโภคผักปลอดสารพิษและความคิดเห็นในการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ปลอดสารพิษโดยใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหารในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช โดยการใช้แบบสอบถาม เพื่อสำรวจกลุ่มตัวอย่างภายในโรงเรียน โดยผลการสำรวจพฤติกรรมและความคิดเห็น แบ่งออกเป็น 3 ส่วนดังนี้

2.2.1 เป็นผลสำรวจเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไป ได้แก่ อายุ เพศ ระดับการศึกษา รายได้เฉลี่ยต่อเดือนและสถานะ เป็นคำถามเกี่ยวกับข้อมูลส่วนบุคคลที่มีหลายคำตอบให้เลือก รวม 6 ข้อ ดังนี้

2.2.1.1 ข้อมูลลักษณะทางประชากรศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามเพศพบว่าผู้ตอบแบบสอบถาม ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง (63.33%) เพศชาย (37.77%) ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 แสดงข้อมูลลักษณะทางประชากรศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามเพศ

เพศ	จำนวน	ร้อยละ
ชาย	136	37.77
หญิง	224	63.33
รวม	360	100

2.2.1.2 ข้อมูลลักษณะทางประชากรศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามอายุ พบว่าผู้ตอบแบบสอบถาม ส่วนใหญ่มีอายุ ต่ำกว่า 16 ปี (46.40%) และอยู่ระหว่าง 16 – 20 (45.80%) ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 แสดงข้อมูลลักษณะทางประชากรศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามอายุ

อายุ	จำนวน	ร้อยละ
ต่ำกว่า 16 ปี	167	46.40
16-20 ปี	165	45.80
21-30 ปี	3	0.80
31-40 ปี	8	2.20
41-50 ปี	12	3.40
51-60 ปี	5	1.40
มากกว่า 60 ปี	0	0
รวม	360	100

2.2.1.3 ข้อมูลลักษณะทางประชากรศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามระดับการศึกษาพบว่าผู้ตอบแบบสอบถาม ส่วนใหญ่มีระดับการศึกษามัธยมศึกษาตอนต้น/ตอนปลาย/หรือเทียบเท่า (94.72%) และปริญญาตรี (3.89%) ดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 แสดงข้อมูลลักษณะทางประชากรศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามระดับการศึกษา

ระดับการศึกษา	จำนวน	ร้อยละ
ประถมศึกษา	0	0
มัธยมศึกษาตอนต้น/ตอนปลาย/หรือเทียบเท่า	341	94.72
ปริญญาตรี	14	3.89
สูงกว่าปริญญาตรี	5	1.39
รวม	360	100

2.2.1.4 ข้อมูลลักษณะทางประชากรศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามอาชีพ พบว่าผู้ตอบแบบสอบถาม ส่วนใหญ่เป็นนักเรียน (92.22%) และครู (4.72%) ดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 แสดงข้อมูลลักษณะทางประชากรศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามอาชีพ

อาชีพ	จำนวน	ร้อยละ
กลุ่มผู้บริหาร	1	0.28
ครู	17	4.72
ผู้ประกอบการร้านค้า	9	2.50
นักเรียน	332	92.22
ลูกจ้าง	1	0.28
รวม	360	100

2.2.1.5 ข้อมูลลักษณะทางประชากรศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามรายได้เฉลี่ยต่อเดือน พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือนต่ำกว่า 3,000 บาท (56.66%) และ 3,000 - 5,000 บาท (29.44%) ดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 ข้อมูลลักษณะทางประชากรศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามรายได้เฉลี่ยต่อเดือน

รายได้เฉลี่ยต่อเดือน	จำนวน	ร้อยละ
ต่ำกว่า 3,000 บาท	204	56.66
3,000 -5,000 บาท	106	29.44
5,000 -10,000 บาท	25	6.95
10,000 บาท ขึ้นไป	25	6.95
รวม	360	100

2.2.1.6 ข้อมูลลักษณะทางประชากรศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามสถานภาพ พบว่าผู้ตอบแบบสอบถาม ส่วนใหญ่โสด (94.44%) และสมรส/อยู่ด้วยกัน (4.72%) ดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 แสดงข้อมูลลักษณะทางประชากรศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามสถานภาพ

สถานภาพ	จำนวน	ร้อยละ
โสด	340	94.44
สมรส/อยู่ด้วยกัน	17	4.72
ม่าย/อย่าร้าง/แยกกันอยู่	2	0.54
รวม	360	100

2.2.2 เป็นผลสำรวจเกี่ยวกับพฤติกรรมการบริโภคผักปลอดสารพิษ จำนวน 7 ข้อ ดังนี้

2.2.2.1 จากการวิเคราะห์การบริโภคผักปลอดสารพิษพบว่ากลุ่มตัวอย่างทั้งหมดเคยบริโภคผักปลอดสารพิษ ดังตารางที่ 14

ตารางที่ 14 แสดงการวิเคราะห์การบริโภคผักปลอดสารพิษ

การบริโภคผักปลอดสารพิษ	จำนวน	ร้อยละ
บริโภค	360	100
ไม่บริโภค	0	0
รวม	360	100

2.2.2.2 จากการวิเคราะห์แหล่งซื้อผักปลอดสารพิษพบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ซื้อผักปลอดสารพิษที่ซุปเปอร์มาร์เก็ต (70%) และตลาดสด (50%) ซึ่งผลการศึกษานี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ วารุณี จีนศร (2554) ซึ่งได้ศึกษาปัจจัยที่ใช้ในการตัดสินใจเลือกซื้อผักปลอดสารพิษของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานคร ซึ่งผู้ตอบแบบสอบถามนิยมเลือกซื้อผักปลอดสารพิษจากซูเปอร์มาเก็ตชั้นนำและห้างสรรพสินค้ามากที่สุด ดังตารางที่ 15

ตารางที่ 15 แสดงการวิเคราะห์แหล่งซื้อผักปลอดสารพิษ

แหล่งซื้อผักปลอดสารพิษ	จำนวน	ร้อยละ
ตลาดสด	180	50.00
ซุปเปอร์มาร์เก็ต	252	70.00
ปลูกเอง	7	2.00

2.2.2.3 จากการวิเคราะห์ความถี่ของการบริโภคผักปลอดสารพิษ พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีความถี่ของการบริโภคผักปลอดสารพิษ 2-3 วันต่อครั้ง (56.10%) และ 1 สัปดาห์ต่อครั้ง (25%) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย เรื่องปัจจัยที่มีผลต่อการบริโภคผักปลอดสารพิษของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานครของ อริศรา รุ่งแสง (2555) โดยผู้บริโภคส่วนใหญ่เลือกซื้อผักปลอดสารพิษ 2-3 ครั้งต่อสัปดาห์ ดังตารางที่ 16

ตารางที่ 16 แสดงการวิเคราะห์ความถี่ของการบริโภคผักปลอดสารพิษ

ความถี่ของการบริโภคผักปลอดสารพิษ	จำนวน	ร้อยละ
ทุกวัน	25	6.95
2-3 วันต่อครั้ง	202	56.10
1 สัปดาห์ต่อครั้ง	90	25.00
2 สัปดาห์ต่อครั้ง	44	11.95
รวม	360	100

2.2.2.4 จากการวิเคราะห์ว่าหากมีการจำหน่ายผักปลอดสารพิษในโรงเรียน พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ซื้อบริโภค (97.23%) และไม่ซื้อบริโภค (2.73%) ดังตารางที่ 17

ตารางที่ 17 แสดงการวิเคราะห์การซื้อบริโภคหากมีการจำหน่ายผักปลอดสารพิษในโรงเรียน

การซื้อบริโภคหากมีการจำหน่ายผักปลอดสารพิษในโรงเรียน	จำนวน	ร้อยละ
ซื้อบริโภค	350	97.23
ไม่ซื้อบริโภค	10	2.73
รวม	360	100

2.2.2.5 จากการวิเคราะห์เหตุผลที่เลือกบริโภคผักปลอดสารพิษ พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ห่วงใยสุขภาพ (78%) และคำนึงถึงคุณค่าอาหาร (38%) ซึ่งเป็นไปในแนวทางเดียวกันกับงานวิจัยของอริศรา รุ่งแสง (2555) วารุณี จีนศร (2554) และวิไล ท้วมกลัด (2543) โดยในการเลือกบริโภคผักปลอดสารพิษนั้นเพราะห่วงใยสุขภาพ ดังตารางที่ 18

2.2.2.6 จากการวิเคราะห์ผักปลอดสารพิษที่นิยมมากที่สุดพบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เลือกผักกวางตุ้ง (36.11%) และผักสลัด (28.89%) ดังตารางที่ 19 อย่างไรก็ดีในต่างพื้นที่เช่นจังหวัดภูเก็ต สัญชาติ คงบัน (2554) ได้ศึกษาพบว่าผักไฮโดรโปนิกส์ที่นิยมบริโภคมากที่สุดในจังหวัดภูเก็ตคือผักสลัดซึ่งน่าจะมีสาเหตุมาจากกลุ่มลูกค้าและความนิยมของแต่ละบุคคลซึ่งผลการสำรวจสะท้อนให้เห็นว่ารูปแบบการใช้ชีวิตของแต่ละสถานที่สะท้อนถึงความต้องการสินค้าที่ต่างกัน

ตารางที่ 18 แสดงการวิเคราะห์เหตุผลที่เลือกบริโภคผักปลอดสารพิษ

เหตุผลที่เลือกบริโภคผักปลอดสารพิษ	จำนวน	ร้อยละ
คุณค่าอาหาร	137	38
ความชอบ	32	9
ห่วงใยสุขภาพ	281	78
ตามค่านิยม	0	0

ตารางที่ 19 แสดงการวิเคราะห์ผักปลอดสารพิษที่นิยมมากที่สุด

ผักปลอดสารพิษที่นิยมมากที่สุด	จำนวน	ร้อยละ
คะน้า	36	10.00
กวางตุ้ง	130	36.11
ผักกาดขาว	90	25.00
ผักสลัด	104	28.89
อื่นๆ	0	0
รวม	360	100

2.2.2.7 จากการวิเคราะห์ราคาที่เหมาะสมสำหรับการจำหน่ายผักในโรงเรียน พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เห็นว่าราคา 20 บาทต่อ 100 กรัม เหมาะสม (96.11%) และ 25 บาทต่อ 100 กรัม (3.89%) ดังตารางที่ 20

ตารางที่ 20 แสดงการวิเคราะห์ราคาที่เหมาะสมสำหรับการจำหน่ายผักในโรงเรียน

ราคาที่เหมาะสมสำหรับการจำหน่ายผักในโรงเรียน	จำนวน	ร้อยละ
20 บาทต่อ 100 กรัม	346	96.11
25 บาทต่อ 100 กรัม	14	3.89
30 บาทต่อ 100 กรัม	0	0
40 บาทต่อ 100 กรัม	0	0
อื่นๆ	0	0
รวม	360	100

2.2.3 เป็นผลสำรวจเกี่ยวกับความคิดเห็นในการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ปลอดสารพิษโดยใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหารในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช จำนวน 4 ข้อ ดังนี้

2.2.3.1 จากการวิเคราะห์ความคิดเห็นต่อการปลูกผักปลอดสารพิษในโรงเรียน พบว่ากลุ่มตัวอย่างเห็นด้วยทั้งหมด ดังตารางที่ 21

ตารางที่ 21 ความคิดเห็นต่อการปลูกผักปลอดสารพิษในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ

ความคิดเห็นต่อการปลูกผักปลอดสารพิษในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ	จำนวน	ร้อยละ
เห็นด้วย	360	100
ไม่เห็นด้วย	0	0
รวม	360	100

โดยกลุ่มตัวอย่างอธิบายเหตุผลที่เห็นด้วยกับการปลูกผักปลอดสารพิษในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช ว่า ถือเป็นการสร้างโอกาสในการสร้างรายได้ให้กับนักเรียน หรือบุคลากรท่านใดท่านหนึ่งของโรงเรียนที่นำผักมาขาย ผู้บริโภคที่เป็นบุคลากร มีความสะดวกในการซื้อบริโภค เป็นการฝึกอาชีพให้แก่นักเรียน มีแหล่งขายผักปลอดสารพิษแหล่งใหม่ สร้างพื้นที่สีเขียวในโรงเรียน ทำให้นักเรียนมีความสนใจในการรับประทานผักมากขึ้น สร้างสุขภาพที่ดีให้แก่ผู้บริโภค มีที่ซื้อของผู้ประกอบการอาหารที่เชื่อถือได้ มีสถานที่จริงในการเรียนการสอน ใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์ ใช้พื้นที่ในโรงเรียนให้เป็นประโยชน์

2.2.3.2 จากการวิเคราะห์ความคิดเห็นต่อการใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหารในการปลูกผักปลอดสารพิษพบว่ากลุ่มตัวอย่างเห็นว่ามีความเหมาะสม (92.22%) และเห็นว่าไม่เหมาะสม (7.78%) ดังตารางที่ 22

ตารางที่ 22 แสดงการวิเคราะห์ความคิดเห็นต่อการการใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหารในการปลูกผักปลอดสารพิษ

การใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหารในการปลูกผักปลอดสารพิษ	จำนวน	ร้อยละ
เหมาะสม	332	92.22
ไม่เหมาะสม	28	7.78
รวม	360	100

โดยกลุ่มตัวอย่างที่เห็นว่าการใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหารในการปลูกผักปลอดสารพิษมีความเหมาะสมโดยให้เหตุผลว่า เป็นการประหยัดงบประมาณ เป็นการเพิ่มมูลค่าของเศษอาหาร ช่วยในการกำจัดกลิ่นไม่พึงประสงค์จากขยะ หาวัสดุอุปกรณ์ในการทำได้

ง่าย การหมักจากเศษอาหารเป็นการทำปุ๋ยหมักที่สมบูรณ์ที่สุด จุลินทรีย์ในเศษอาหารทำให้การทำน้ำหมักรวดเร็ว ดีต่อสุขภาพ แบ่งเบาภาระในการกำจัดเศษอาหาร

กลุ่มตัวอย่างที่เห็นว่าการใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหารในการปลูกผักปลอดสารพิษไม่เหมาะสมโดยให้เหตุผลว่า ไม่มั่นใจในความสะอาดและกระบวนการผลิตจากเศษอาหาร ควรหาอย่างอื่นมาทดแทนการใช้เศษอาหารในการหมัก

2.2.3.3 จากการวิเคราะห์ความคิดเห็นต่อการเพิ่มส่วนผสมลงไปในปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหาร พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เห็นว่าผักตบชวามีความเหมาะสม (46.11%) และผักตบชวาผสมมูลหมูมีความเหมาะสม (21.95%) ดังตารางที่ 23

ตารางที่ 23 แสดงการวิเคราะห์ส่วนผสมที่จะเพิ่มลงไปในปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหาร

ส่วนผสมที่จะเพิ่มลงไปในปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหาร	จำนวน	ร้อยละ
ผักตบชวา	166	46.11
มูลไก่	36	10.00
มูลหมู	22	6.11
ผักตบชวา + มูลไก่	57	15.83
ผักตบชวา + มูลหมู	79	21.95
อื่นๆ	0	0
รวม	360	100

2.2.3.4 จากการวิเคราะห์ความคิดเห็นต่อการผสมมูลสัตว์ลงไปในปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหารพบว่ากลุ่มตัวอย่างยอมรับได้ (87.22%) และยอมรับไม่ได้ (12.78%) ดังตารางที่ 24

ตารางที่ 24 แสดงการวิเคราะห์ความคิดเห็นต่อการผสมมูลสัตว์ลงไปในปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพ

ความคิดเห็นต่อการผสมมูลสัตว์ลงไปในปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหาร	จำนวน	ร้อยละ
ยอมรับได้	314	87.22
ยอมรับไม่ได้	46	12.78
รวม	360	100

โดยกลุ่มตัวอย่างอธิบายเหตุผลที่ยอมรับได้หากมีการผสมมูลสัตว์ลงไปในปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหารว่า มูลสัตว์ที่นำมาใช้นั้นได้มาจากการเลี้ยงสัตว์ อาทิ เช่น มูลไก่ มูลหมู มูลวัว หรือ มูลกระบือ เป็นต้น เนื่องจากมูลสัตว์เหล่านี้หากปล่อยทิ้งไว้ไม่นำมาใช้ประโยชน์ ก็จะมาเกิดคุณค่าใดๆ ดังนั้นการนำมาใช้จึงถือเป็นการสร้างประโยชน์ให้แก่มูลสัตว์ เกษตรกรได้มีการนำมูลสัตว์มาใช้ทางการเกษตรตั้งแต่ในอดีต จนกระทั่งถึงปัจจุบัน กันอย่างแพร่หลายเป็นเวลานาน

หลายปีมาแล้ว การใช้มูลสัตว์จะมีผลทำให้ทุนในการผลิตของเกษตรกรน้อยลง การใช้มูลสัตว์นั้น จะช่วยลดการใช้ปุ๋ยเคมีในการบำรุงต้นไม้

กลุ่มตัวอย่างอธิบายเหตุผลที่ยอมรับไม่ได้หากมีการผสมมูลสัตว์ลงไปในปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหารว่า เนื่องจากมูลสัตว์บางชนิดมีกลิ่นที่ค่อนข้างแรง เวลานำไปใช้งานอาจมีกลิ่นติดไปด้วย ในมูลสัตว์อย่างอาจจะมีเชื้อโรคบางชนิดที่สามารถก่อสาเหตุให้เกิดโรคระบาดได้

จากผลการสำรวจนี้เป็นการยืนยันว่า การนำขยะเศษอาหารจากโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช มาผลิตปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพ เพื่อนำมาปลูกผักปลอดสารพิษในโรงเรียน เป็นแนวทางที่มีความเหมาะสม เพราะกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เห็นด้วย และจากการวิเคราะห์ผักปลอดสารพิษที่นิยมมากที่สุดในโรงเรียนเบญจมราชูทิศนี้ ปรากฏว่าเป็นผักกวางตุ้ง ดังนั้นจึงเลือกใช้ผักกวางตุ้งเพื่อศึกษาประสิทธิภาพของปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพตามความต้องการของผู้บริโภค

2.3 ผลการศึกษาองค์ประกอบของขยะเศษอาหารในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ.นครศรีธรรมราช

ขยะเศษอาหารทั้งหมดที่เกิดขึ้นจริงในช่วงเดือนมกราคม-กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2557 ในโรงอาหารของโรงเรียนเบญจมราชูทิศในแต่ละวัน มีปริมาณเฉลี่ยเท่ากับ 70.79 กิโลกรัม และมีปริมาณขยะเศษอาหารรวมใน 1 สัปดาห์ 354.35 กิโลกรัม โดยองค์ประกอบของขยะเศษอาหารทั้ง 4 ประเภทนั้นพบว่า เป็นข้าวและเศษอาหารประเภทแป้งร้อยละ 63.36 ผักและผลไม้ร้อยละ 19.42 เนื้อสัตว์ร้อยละ 14.15 และเศษอาหารอื่นๆ เช่น ทิชชูปะปนอยู่ร้อยละ 3.07 ตามลำดับแสดงดังตารางที่ 25

ตารางที่ 25 องค์ประกอบของขยะจากเศษอาหาร ในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ

ประเภท	น้ำหนักเฉลี่ย (g)	คิดเป็น (%)
ข้าวและเศษอาหารประเภทแป้ง	1,267.2	63.36
ผักและผลไม้	388.4	19.42
เนื้อสัตว์	283	14.15
เศษอาหารอื่นๆ	61.4	3.07
รวม	2,000	100

จากการศึกษาองค์ประกอบของขยะจากเศษอาหาร ในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ.นครศรีธรรมราช ทำให้ทราบว่านอกจากเศษอาหารประเภทข้าวและเศษอาหารประเภทแป้งแล้วยังพบเศษอาหารประเภทผัก ผลไม้และเนื้อสัตว์ ซึ่งกรมวิชาการเกษตร (2547) พบว่าเศษอาหารที่มีพืชผักและเนื้อสัตว์ปะปนอยู่รวมกันมากกว่าร้อยละ 30 เหมาะสมที่จะนำมาผลิตปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพ

เพื่อใช้ช่วยในการเจริญเติบโตของพืช จากผลการศึกษานี้จึงเป็นการยืนยันว่า การนำขยะเศษอาหารมาใช้ประโยชน์โดยนำมาผลิตปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพเป็นแนวทางที่เหมาะสม สำหรับโรงเรียน

2.4 ผลการศึกษาคุณสมบัติและประสิทธิภาพของปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหารในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช ในการปลูกผักกวางตุ้งไฮโดรโปนิกส์ปลอดสารพิษ

โดยผลการศึกษาคุณสมบัติและประสิทธิภาพของปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหารในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช ในการปลูกผักกวางตุ้งไฮโดรโปนิกส์ปลอดสารพิษ แบ่งออกเป็น 3 ส่วนดังนี้

2.4.1 สูตรปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหาร

เนื่องจากการศึกษาของไมตรี แก้วทับทิม (2550) พบว่าการหมักปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพโดยใช้วัตถุดิบคือเศษอาหารเพียงอย่างเดียวมีปริมาณธาตุอาหารหลักน้อย ซึ่งผู้วิจัยเกรงว่าอาจจะไม่เหมาะสมแก่การนำมาเป็นปุ๋ยสำหรับปลูกพืช ผู้วิจัยจึงได้มีการเพิ่มวัตถุดิบบางชนิดเพื่อเสริมธาตุอาหารให้แก่ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพ โดยได้นำข้อมูลจากผลการสำรวจความคิดเห็นในการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ปลอดสารพิษโดยใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหารในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช และการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับการการเพิ่มวัตถุดิบบางชนิดเพื่อเสริมธาตุอาหารให้แก่ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพ พบว่าการศึกษาของวุฒิกร จันทร์มากและคณะ (2552) ได้ใช้เศษปลาสด (ชนิดใดก็ได้) มาผลิตปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพ ซึ่งพบว่าปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพเศษปลาสดนี้ ส่งผลให้การเจริญเติบโตของผักกวางตุ้งไฮโดรโปนิกส์เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ นอกจากเศษปลาสดแล้ว ลักขณา ศรีเจริญ (2552) พบว่าผักตบชวาก็มีการนำไปผลิตเป็นปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพ เพื่อเร่งการเจริญเติบโตของผักคะน้าและส่งผลให้การเจริญเติบโตของผักคะน้าเพิ่มขึ้น ซึ่งผักตบชวาสามารถหาได้ง่ายจากแหล่งน้ำใกล้โรงเรียน และเป็นวัตถุดิบที่กลุ่มตัวอย่าง (จากผลการทดลอง ข้อ 4.2.2) มีความคิดเห็นว่าเป็นวัตถุดิบที่ควรเพิ่มลงไปในปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหารมากที่สุด นอกจากนี้จากผลการสำรวจความคิดเห็นในการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ปลอดสารพิษโดยใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหารในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช พบว่ามีกลุ่มตัวอย่างบางส่วนไม่เห็นด้วยกับการเพิ่มวัตถุดิบที่เป็นมูลสัตว์ลงไปในปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหาร ผู้วิจัยจึงเลือกเศษปลาสด (เนื่องจากเศษปลาสด เป็นวัตถุดิบที่หาได้ง่ายจากตลาดหัวอิฐซึ่งอยู่ไม่ไกลจากโรงเรียน อีกทั้งเป็นเศษปลาที่เหลือทิ้งจากการจำหน่ายจึงไม่มีต้นทุนสำหรับการได้มาของวัตถุดิบชนิดนี้) และผักตบชวา มาเป็นวัตถุดิบที่เพิ่มลงไปในปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหารจากโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช ดังนั้นสูตรปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตและศึกษาคุณสมบัติจึงมีทั้งหมด 3 สูตร ได้แก่

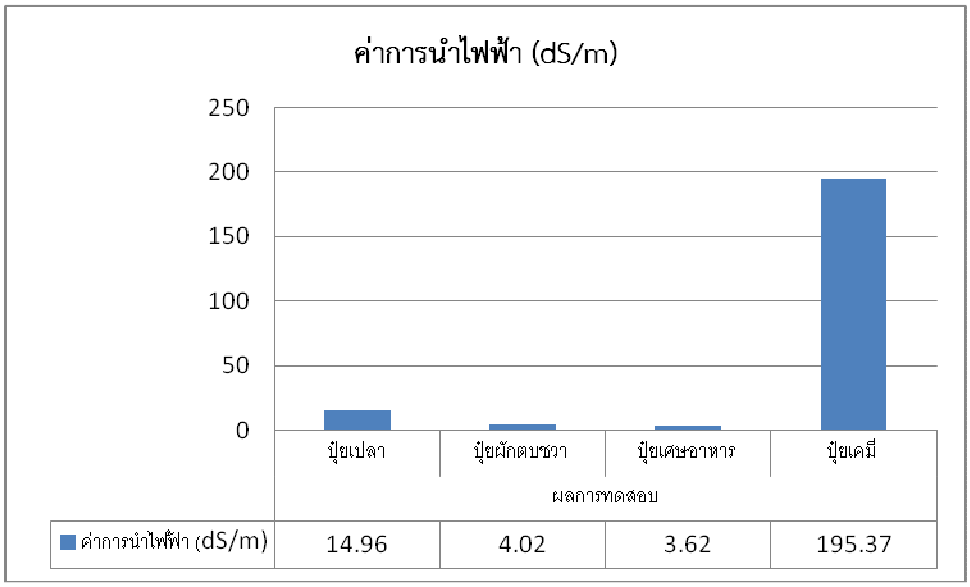
สูตรที่ 1 ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพสูตรเศษอาหาร
สูตรที่ 2 ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพสูตรเศษอาหารผสมปลา
สูตรที่ 3 ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพสูตรเศษอาหารผสมผักตบชวา

ก ข ค

ภาพที่ 10 ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหารจากโรงเรียนเบญจมราชูทิศทั้ง 3 สูตร ได้แก่
ก. ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพสูตรเศษอาหาร
ข. ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพสูตรเศษอาหารผสมปลา
ค. ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพสูตรเศษอาหารผสมผักตบชวา

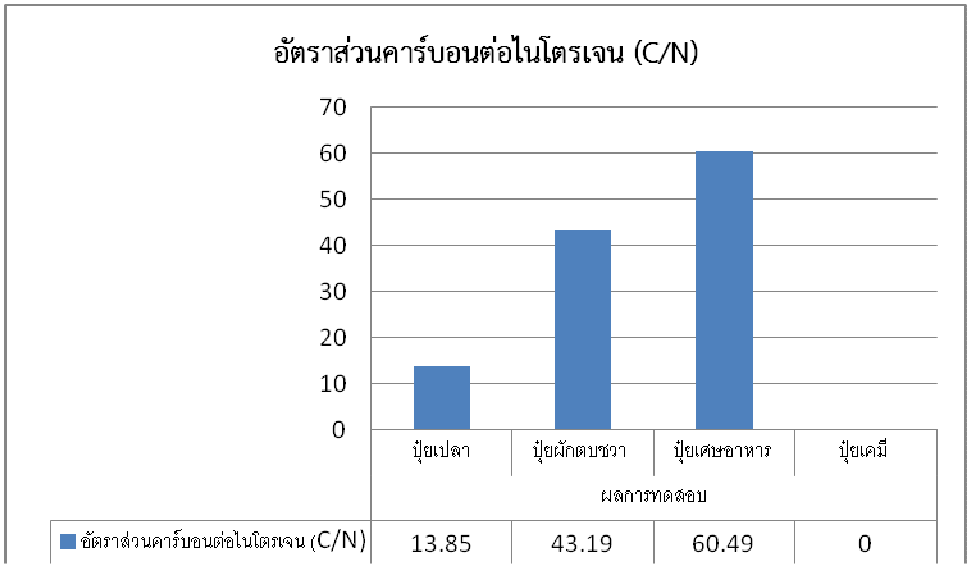
2.4.2 ผลการศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหารในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช

ผลการศึกษาคุณสมบัติของปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพโดยวิธีการเก็บตัวอย่างและตรวจวิเคราะห์ คุณสมบัติต่างๆ เปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมี ปรากฏว่าค่าการนำไฟฟ้าของปุ๋ยเคมีมีค่าสูงสุด รองลงมาเป็นปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพสูตรเศษอาหารผสมปลา ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพสูตรเศษอาหารผสมผักตบชวา และปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพสูตรเศษอาหาร ตามลำดับ ดังแผนภาพที่ 11



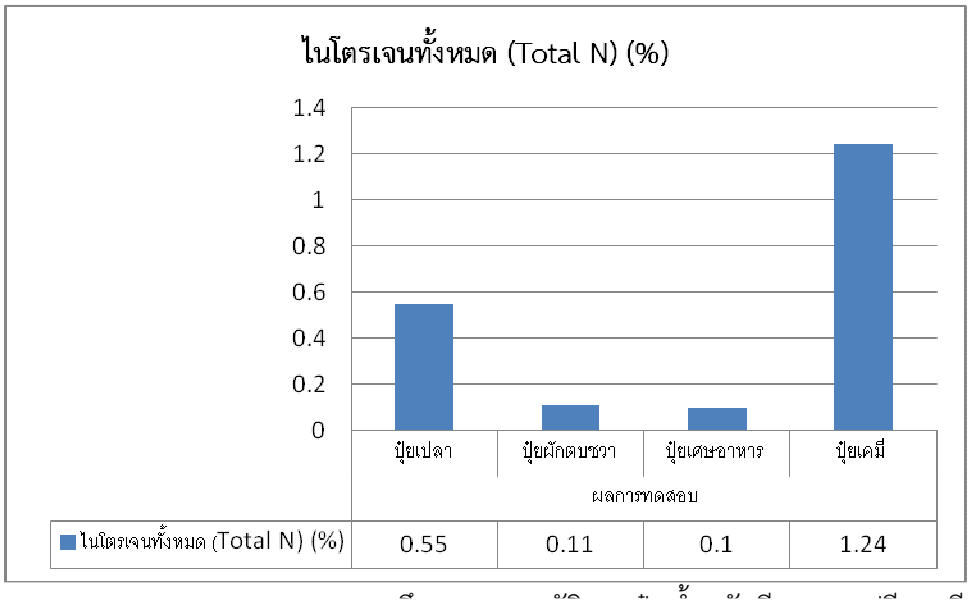
ภาพที่ 11 ผลการศึกษาคุณสมบัติของปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพ เปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมี ด้านค่าการนำไฟฟ้า

รองลงมาเปนบุยนาสกดชวภาพสูตรเศษอาหารผสมผกตบชวา บุยนาสกดชวภาพสูตรเศษอาหารผสมปลาตามลำดับ โดยที่ปุ๋ยเคมีมีค่าเป็นศูนย์ ดังแผนภาพที่ 12



ภาพที่ 12 ผลการศึกษาคุณสมบัติของปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพ เปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมี ด้านอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตเจน

ผลการศึกษาคุณสมบัติของปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพ เปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมี ด้านไนโตเจนทั้งหมด พบว่าปุ๋ยเคมีมีค่าสูงสุด รองลงมาเป็นปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพสูตรเศษอาหารผสมปลา ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพสูตรเศษอาหารผสมผักตบชวา และปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพสูตรเศษอาหารตามลำดับ ดังแผนภาพที่ 13



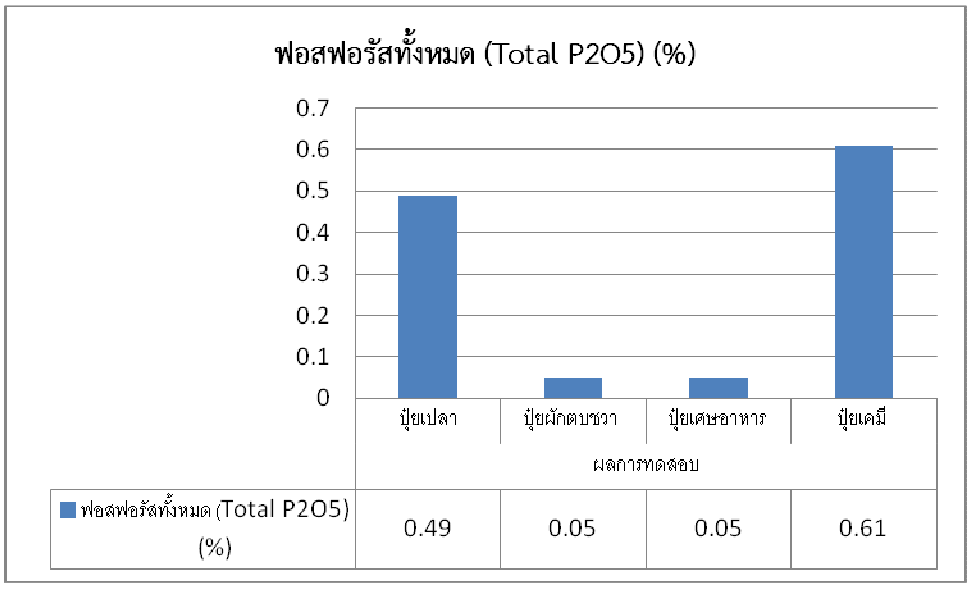
ภาพที่ 13 ผลการศึกษาคุณสมบัติของปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพ เปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมี ด้านไนโตเจนทั้งหมด

ปุ๋ย

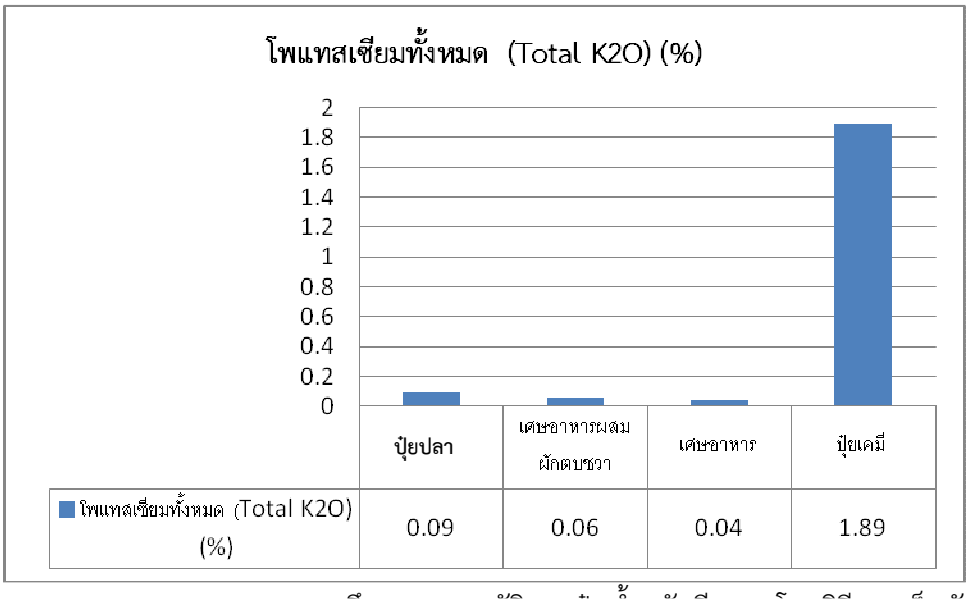
อา

อาหาร ตามลำดับ ดังแผนภาพที่ 14

ผลการศึกษาคุณสมบัติของปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพ เปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมี ด้านโพแทสเซียมทั้งหมด พบว่าปุ๋ยเคมีมีค่าสูงสุด รองลงมาเป็นปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพสูตรเศษอาหารผสมปลา ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพสูตรเศษอาหารผสมผักตบชวา และปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพสูตรเศษอาหาร ตามลำดับ ดังแผนภาพที่ 15



ภาพที่ 14 ผลการศึกษาคุณสมบัติของปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพ เปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมี ด้านฟอสฟอรัสทั้งหมด



ภาพที่ 15 ผลการศึกษาคุณสมบัติของปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพ เปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมี ด้านโพแทสเซียมทั้งหมด

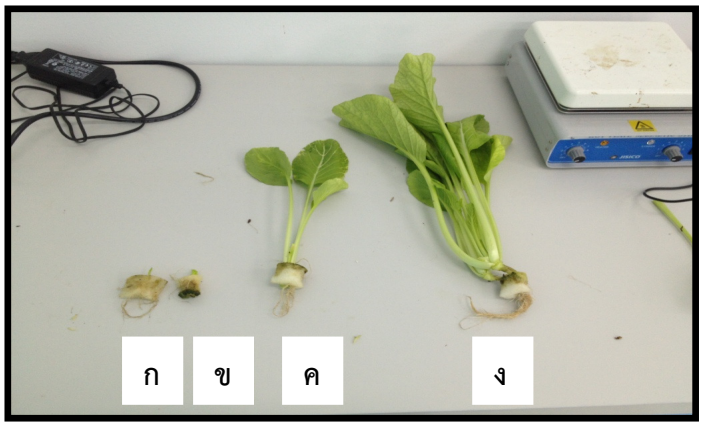
คุณภาพและปริมาณธาตุอาหารเหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืชและผลิตในระดับอุตสาหกรรม มีสารตั้งต้นเป็นสารเคมี อย่างไรก็ดีพบว่าปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพสูตรเศษอาหารผสมปลามีคุณสมบัติต่างๆ ที่เหมาะสมใกล้เคียงกับปุ๋ยเคมีมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารหลักจากการรวบรวมปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพที่เกษตรกรผลิตและใช้โดย กรมวิชาการเกษตร (2547) ซึ่งพบว่าปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพที่ใช้ปลาเป็นวัตถุดิบมีปริมาณธาตุอาหารหลักครบทุกตัวอย่างและมีปริมาณธาตุอาหารหลักโดยเฉลี่ยสูงกว่าปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพสูตรเศษอาหารผสมผักตบชวา และปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพที่ใช้ปลาเป็นวัตถุดิบยังมีปริมาณฟอสฟอรัส 0.49% ใกล้เคียงกับที่พบในปุ๋ยเคมี นอกจากนี้ธาตุอาหารที่พบในปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพสูตรเศษอาหารผสมปลา และสูตรเศษอาหารผสมผักตบชวา ยังอยู่ในช่วงเดียวกันกับธาตุอาหารสูตรปลาและสูตรผักของกรมวิชาการเกษตร (2547) อีกด้วย ซึ่งผลการศึกษาคุณสมบัติของปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพเปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมีในทุกด้านแสดงดังตารางที่ 26

ตารางที่ 26 ผลตรวจวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพเปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมี

รายการที่ทดสอบ	**ผลการทดสอบ**			
	เศษอาหารผสมปลา	**เศษอาหารผสมผักตบชวา**	**เศษอาหาร**	**ปุ๋ยเคมี**
ค่าการนำไฟฟ้า (dS/m)	14.96	4.02	3.62	195.37
อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N)	13.85	43.19	60.49	0
ไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) (%)	0.55	0.11	0.10	1.24
ฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total P_2O_5) (%)	0.49	0.05	0.05	0.61
โพแทสเซียมทั้งหมด (Total K_2O) (%)	0.09	0.06	0.04	1.89

2.4.3 ผลการศึกษาประสิทธิภาพของปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหารในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช ในการปลูกผักกวางตุ้งไฮโดรโปนิกส์ปลอดสารพิษ

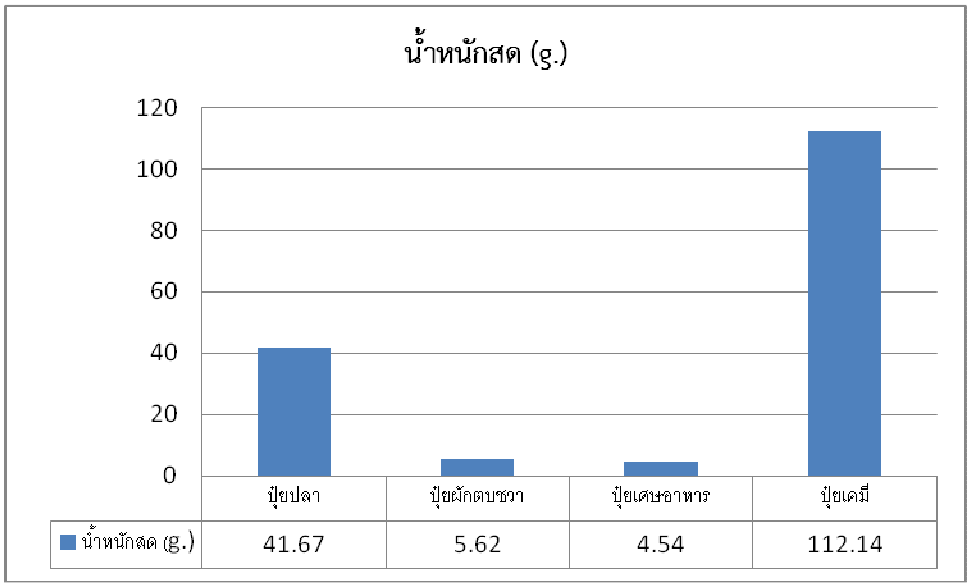
ผักกวางตุ้งไฮโดรโปนิกส์ที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหารในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช และปุ๋ยเคมี ที่มีอายุ 30 วัน มีลักษณะการเจริญเติบโต 4 ด้านดังต่อไปนี้



ภาพที่ 16 ผักกวางตุ้งไฮโดรโปนิกส์ ที่ปลูกโดยปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพสูตรต่างๆ และปุ๋ยเคมี
(ก) สูตรเศษอาหาร (ข) สูตรผักตบชวา (ค) สูตรปลา และ (ง) ปุ๋ยเคมี

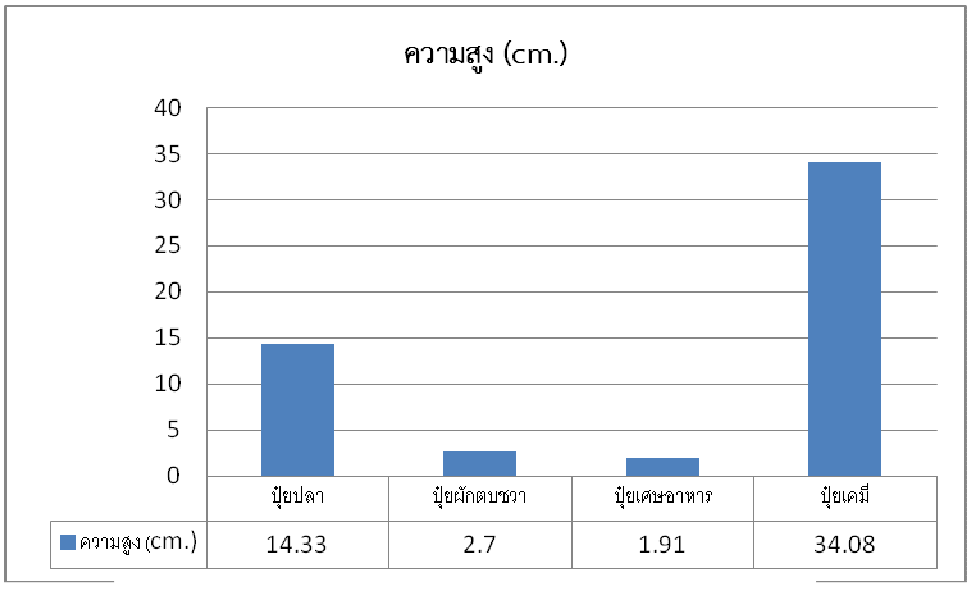
2.4.3.1 น้ำหนักสดของผักกวางตุ้ง

ผักกวางตุ้งที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยสูตรต่างๆ เมื่ออายุ 30 วัน มีน้ำหนักสดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยแบ่งได้เป็น 3 กลุ่มคือ กลุ่มแรก ผักกวางตุ้งที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยเคมีมีน้ำหนักสดเฉลี่ยเมื่ออายุ 30 วันสูงสุดคือ (112.14 กรัม/ต้น) กลุ่มที่ 2 คือผักกวางตุ้งที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยชีวภาพสูตรปลา (41.67 กรัม/ต้น) และกลุ่มที่ 3 คือ ผักกวางตุ้งที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยชีวภาพสูตรผักตบชวา และสูตรเศษอาหาร มีน้ำหนักเฉลี่ยต่ำสุด คิดเป็น 5.63 กรัม/ต้นและ 4.55 กรัม/ต้น ตามลำดับ แสดงในภาพที่ 17



ภาพที่ 17 น้ำหนักสดของผักกวางตุ้ง

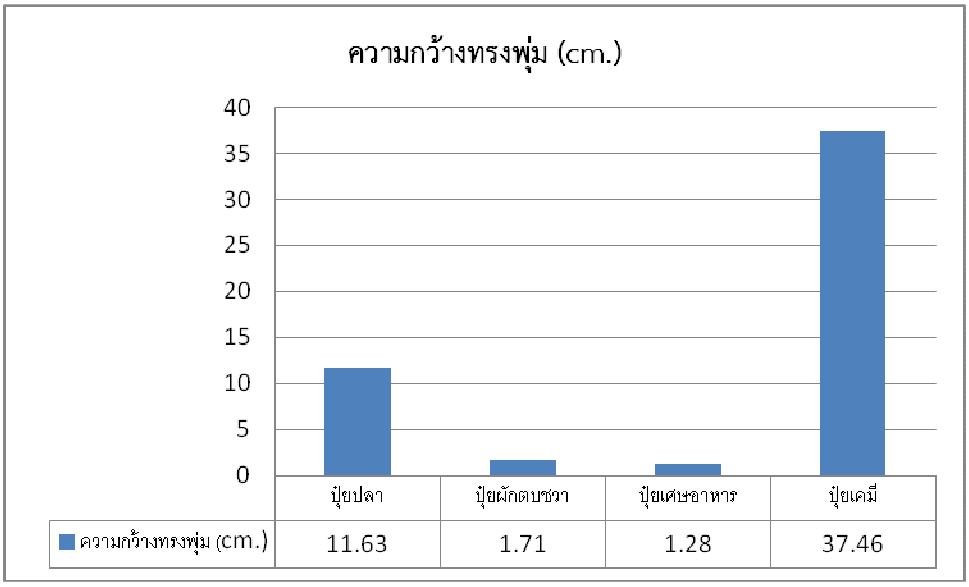
ผักกวางตุ้งที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยสูตรต่างๆ เมื่ออายุ 30 วัน มีความสูงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยแบ่งได้เป็น 3 กลุ่มคือ กลุ่มแรก ผักกวางตุ้งที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยเคมีมีความสูงเฉลี่ยสูงสุด (34.08 เซนติเมตร) รองลงมาคือ ผักกวางตุ้งที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยชีวภาพสูตรปลา (14.34 เซนติเมตร) และผักกวางตุ้งที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยชีวภาพสูตรผักตบชวา และสูตรเศษอาหาร มีความสูงเฉลี่ยต่ำสุด (2.70 และ 1.91 เซนติเมตร) ตามลำดับดังแสดงในภาพที่ 18



ภาพที่ 18 ความสูงของต้นผักกวางตุ้ง

2.4.3.3 ผลการทดลองความกว้างทรงพุ่มของผักกวางตุ้ง

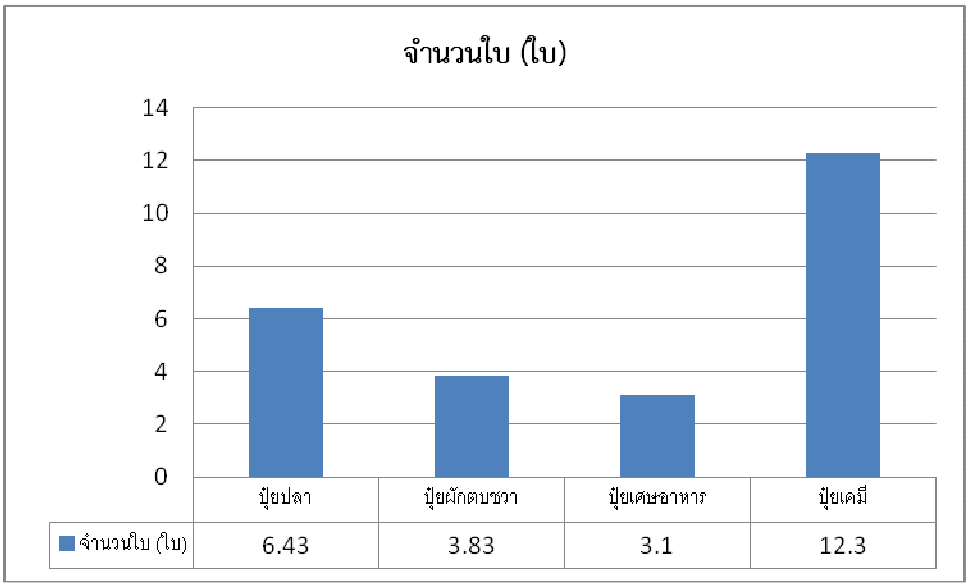
ทำการวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของทรงพุ่มในวันที่เก็บเกี่ยว อายุ 30 วัน พบว่า ผักกวางตุ้งที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยสูตรต่างๆ มีความกว้างทรงพุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยแบ่งได้เป็น 3 กลุ่มคือกลุ่มแรก ผักกวางตุ้งที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยเคมีมีความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ยสูงสุด (37.47 เซนติเมตร) รองลงมา คือผักกวางตุ้งที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยชีวภาพสูตรปลา (11.63 เซนติเมตร) และผักกวางตุ้งที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยชีวภาพสูตรผักตบชวา และสูตรเศษอาหาร มีความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ยต่ำสุด (1.71 และ 1.28 เซนติเมตร) ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 19



ภาพที่ 19 ความกว้างทรงพุ่มผักกวางตุ้ง

2.4.3.4 ผลการทดลองจำนวนใบผักกวางตุ้ง

จำนวนใบในวันที่เก็บเกี่ยว อายุ 30 วัน พบว่าผักกวางตุ้งที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยสูตรต่างๆ มีจำนวนใบเฉลี่ยต่อต้นที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยแบ่งได้เป็น 3 กลุ่มคือกลุ่มแรก ผักกวางตุ้งที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยเคมีมีจำนวนใบต่อต้นเฉลี่ยสูงสุด (12.30 ใบ) กลุ่มที่ 2 คือผักกวางตุ้งที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยชีวภาพสูตรปลา (6.43 ใบ) และกลุ่มที่ 3 คือผักกวางตุ้งที่ปลูกโดยใช้สูตรผักตบชวา และสูตรเศษอาหาร มีจำนวนใบต่อต้นเฉลี่ยต่ำสุด (3.83 และ 3.10 ใบ ตามลำดับ) แสดงดังภาพที่ 20



ภาพที่ 20 จำนวนใบผักกวางตุ้ง

ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพสูตรต่างๆ เปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมี โดยวัดผลจากการเจริญเติบโตของผักกวางตุ้งได้แก่ ค่าน้ำหนักสด ความสูง ความกว้างทรงพุ่ม และจำนวนใบ โดยผลการศึกษาสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 27

จากการศึกษาการเจริญเติบโตของผักกวางตุ้งในระบบไฮโดรโปนิกส์ โดยใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพทั้ง 3 สูตร ได้แก่สูตรเศษอาหาร สูตรเศษอาหารผสมปลา และสูตรเศษอาหารผสมผักตบชวา เพื่อทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมี พบว่าผักกวางตุ้งมีค่าน้ำหนักสด ความสูง ความกว้างทรงพุ่มและจำนวนใบต่ำกว่าผักกวางตุ้งที่ได้รับปุ๋ยเคมี เป็นผลมาจากปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพทั้ง 3 สูตรมีปริมาณธาตุอาหารต่ำกว่าสารละลายธาตุอาหารอนินทรีย์ (สารละลายธาตุอาหารที่ผลิตขึ้นจากสารเคมี) ในปุ๋ยเคมีอย่างเห็นได้ชัด อย่างไรก็ตามผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพสูตรเศษอาหารผสมปลามีส่วนช่วยสำหรับการเจริญเติบโตของพืชในด้านต่างๆ มากกว่าการปลูกพืชที่ใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพสูตรอื่นๆ นอกจากนั้นยังบ่งชี้ว่าปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพสูตรเศษอาหารผสมปลาสามารถทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมีได้ แนวโน้มของปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพที่จะสามารถมาทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมีนั้น พบในการศึกษาของสมัย สังขทองงาม (2553) ซึ่งศึกษาการเจริญเติบโตของผักกวางตุ้ง ผักคะน้า ผักฮ่องเต้ ผักกาดขาวปลี ผักสลัดกรีนโอ๊ค และผักสลัดบัตเตอร์เฮด ในระบบไฮโดรโปนิกส์ โดยใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพ 7 สูตร คือ สูตรมูลสัตว์ สูตรมูลค้างคาว สูตรนมสด สูตรพืช สูตรโบกาฉิ (สูตรปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพที่มีวัสดุหมักคือกระดูกสัตว์ กระดองปู แกลบ และกากถั่วเหลือง) และดินระเบิด (สูตรปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพที่มีวัสดุหมักคือรำละเอียดและฝ้าย) พืชทุกชนิดที่ทำการทดลองมีค่าน้ำหนักสด ความสูง ความกว้างทรงพุ่มและจำนวนใบต่ำกว่าผักกวางตุ้งที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารอนินทรีย์จากปุ๋ยเคมี แต่มีปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพบางสูตรคือสูตรมูลสัตว์ มูลค้างคาว โบกาฉิ และสูตรดินระเบิด ที่มีแนวโน้มทดแทนปุ๋ยเคมีได้ นอกจากนี้ผลการทดลองยังมีแนวโน้มเดียวกันกับการศึกษาของวุฒิกร จันทร์มาก และคณะ (2552) ซึ่งศึกษาการเจริญเติบโตของผักกวางตุ้งที่ปลูกแบบไฮโดรโปนิกส์ โดยพบว่าปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพสูตรปลาที่ความเข้มข้นต่างๆ มีผลต่อการเจริญเติบโตของผักกวางตุ้งทั้งทางด้านความสูงของต้น น้ำหนัก ความยาวของใบและความกว้างของใบ โดยความเข้มข้น 3% มีอัตราการเจริญเติบโต

สูงสุด อย่างไรก็ตามแม้ว่าการใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพสูตรเศษอาหารผสมปลาจะส่งเสริมการเจริญเติบโตของผักกวางตุ้งได้น้อยกว่าสารละลายธาตุอาหารอนินทรีย์ในปุ๋ยเคมี แต่ผักกวางตุ้งที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพสูตรเศษอาหารผสมปลาถือว่าเป็นผักปลอดสารพิษ โดยการศึกษาของสำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์ (2554) พบว่าราคาของผลผลิตผักปลอดสารพิษ สูงกว่าราคาผักที่ใช้ปุ๋ยเคมีประมาณร้อยละ 20-50 เนื่องจากได้ผลผลิตต่อพื้นที่ต่ำกว่าการเกษตรที่ใช้สารเคมี นอกจากนี้การปลูกปลอดสารพิษ ถือว่าเป็นการใช้ทรัพยากรธรรมชาติที่มีอย่างจำกัดมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด ไม่มีผลกระทบจากการใช้สารเคมีจึงไม่ก่อให้เกิดผลเสียต่อสิ่งแวดล้อม ไม่เป็นอันตรายต่อเกษตรกรผู้ปลูกและผู้บริโภค เป็นระบบเกษตรที่มีความยั่งยืน และมั่นคง

ตารางที่ 27 การเจริญเติบโตของผักกวางตุ้งโดยปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพเปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมี

สูตรปุ๋ย	น้ำหนักสด (g.)	ความสูง (cm.)	ความกว้างทรงพุ่ม (cm.)	จำนวนใบ (ใบ)
ปุ๋ยปลา	41.67±11.31[b]	14.33±4.43[b]	11.63±1.04[b]	6.43±1.43[b]
ปุ๋ยผักตบชวา	5.62±1.54[a]	2.70±0.94[a]	1.71±0.28[a]	3.83±0.74[a]
ปุ๋ยเศษอาหาร	4.54±0..92[a]	1.91±0.54[a]	1.28±0.32[a]	3.10±0. .75[a]
ปุ๋ยเคมี	112.14±9.92[c]	34.08±2.07[c]	37.46±4.89[c]	12.30±1.91[c]
F-test	1330.16	1074.02	1368.71	305.51
Sig	0.00 *	0.00 *	0.00 *	0.0 *

* คือมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % และตัวอักษรในแนวตั้งเดียวกันเหมือนกันจะไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

2.5 ผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าของโครงการปลูกผักกวางตุ้งไฮโดรโปนิกส์ปลอดสารพิษโดยใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหารในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช

2.5.1 ต้นทุนการผลิต

การวิเคราะห์ต้นทุนในการผลิตครั้งนี้ จะคำนวณเฉพาะต้นทุนผันแปร ซึ่งเป็นต้นทุนสำหรับการดำเนินการในการซื้อวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ในการผลิตปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพสูตรเศษอาหารผสมปลา (โดยที่เลือกเฉพาะสูตรนี้เพราะเป็นสูตรที่ช่วยในการเจริญเติบโตของผักกวางตุ้งไฮโดรโปนิกส์ในด้านต่างๆ มากกว่าสูตรอื่นๆ นอกจากนั้นปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพสูตรเศษอาหารผสมปลายังมีแนวโน้มที่จะทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมีได้) และการซื้อสารละลายปุ๋ยเคมี ส่วนต้นทุนคงที่ซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างระบบไฮโดรโปนิกส์นั้น จะไม่นำมาคำนวณ เนื่องจากในโรงเรียนระดับ

มัธยมศึกษาโดยทั่วไปรวมถึงโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช มีแปลงเกษตรที่เป็นระบบไฮโดรโปนิกส์ซึ่งใช้สอนวิชาเกษตรอยู่แล้ว นอกจากนี้แล้วผู้วิจัยยังไม่คำนวณต้นทุนค่าขนส่งผักไปขาย เนื่องจากผลการศึกษา ข้อ 4.2.2 พบว่ากลุ่มตัวอย่างยินดีซื้อผักปลอดสารพิษที่ผลิตขึ้นในโรงเรียน ถึง 97.23 % ดังนั้น โรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช จึงเป็นตลาดสำหรับการขายผักปลอดสารพิษที่ผลิตขึ้น โดยไม่ต้องขนส่งผลผลิต ส่วนค่าแรงงานนั้น ผู้วิจัยจะไม่คำนวณต้นทุนในส่วนนี้เช่นกัน เพราะสามารถให้นักเรียนที่เรียนวิชาเกษตร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นผู้ปลูกผักได้ เนื่องจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จะมีการเรียนวิชาวิชาเกษตรซึ่งเป็นวิชาบังคับ นอกจากนี้แล้ว ปลาสดซึ่งเป็นวัตถุดิบในการหมักปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพ ที่ได้มาโดยไม่คิดมูลค่าจากตลาดหัวอิฐ (ตลาดพืชผลที่อยู่ใกล้โรงเรียน)

ผลการศึกษาต้นทุนในโครงการปลูกผักกวางตุ้งไฮโดรโปนิกส์ปลอดสารพิษโดยใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพสูตรเศษอาหารผสมปลาและใช้ปุ๋ยเคมี ในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ ตลอดทั้งโครงการ พบว่าการใช้ปุ๋ยเคมีในการปลูกผักกวางตุ้งในระบบไฮโดรโปนิกส์สำหรับ 6 แปลง จะมีต้นทุนสูงกว่าการใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพสูตรเศษอาหารผสมปลาในการปลูกผักกวางตุ้งในระบบไฮโดรโปนิกส์สำหรับ 6 แปลง โดยการหมักปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพสูตรเศษอาหารผสมปลา 1 ครั้ง ให้ปริมาณปุ๋ย 48 ลิตร มีต้นทุนรวม 765 บาท ในขณะที่ปุ๋ยเคมีในการปลูกพืชในระบบไฮโดรโปนิกส์ 48 ลิตร มีต้นทุนรวม 1,955 บาท ดังตารางที่ 28 และ ตารางที่ 29

ตารางที่ 28 ต้นทุนในปลูกผักกวางตุ้งในระบบไฮโดรโปนิกส์โดยใช้ปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพสูตรเศษอาหารผสมปลา จำนวน 6 แปลง

รายการ	หน่วย	ราคาต่อหน่วย	จำนวน	รายจ่าย (บาท)	หมายเหตุ
1เมล็ดพันธุ์ผักกวางตุ้ง	ถุง	35	1	35	
2. ถังหมักปุ๋ย	ถัง	280	1	280	
3. น้ำตาลทราย	กิโลกรัม	45	10	450	
รวม				765	ได้ปุ๋ย48 ลิตร

ตารางที่ 29 ต้นทุนในปลูกผักกวางตุ้งในระบบไฮโดรโปนิกส์โดยใช้ปุ๋ยเคมี จำนวน 6 แปลง

รายการ	หน่วย	ราคาต่อหน่วย	จำนวน	รายจ่าย (บาท)	หมายเหตุ
1.เมล็ดพันธุ์ผักกวางตุ้ง	ถุง	35	1	35	
2.ปุ๋ยเคมีสูตรน้ำ A และ B	ลิตร	40	48	1,920	
รวม				1,955	ได้ปุ๋ย 48 ลิตร

ในการปลูกผักกวางตุ้งในระบบไฮโดรโปนิกส์แต่ละครั้งจะใช้เวลาประมาณ 40 วัน จึงจะสามารถนำผักมารับประทานได้ ดังนั้นใน 1 ปี สามารถปลูกผักกวางตุ้งในระบบไฮโดรโปนิกส์ ได้ 9 ครั้ง หากคำนวณต้นทุนในการผลิตเป็นรายปี พบว่าการใช้ปุ๋ยเคมีในการปลูกผักกวางตุ้งในระบบไฮโดรโปนิกส์มีต้นทุนรวม 17,595 บาท ซึ่งสูงกว่าการใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพสูตรเศษอาหารผสมปลา ซึ่งมีต้นทุนรวม 4,645 บาท นอกจากนี้แล้วในปีถัดไป การใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพสูตรเศษอาหารผสมปลาในการปลูกผักกวางตุ้งจะไม่นำรายจ่ายค่าถังหมักปุ๋ยมาคำนวณ เนื่องจากเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ซ้ำได้ ดังนั้นในปีถัดไปจะมีต้นทุนรวม 4,365 บาท ดังตารางที่ 30 และตารางที่ 31

ตารางที่ 30 ต้นทุนในปลูกผักกวางตุ้งในระบบไฮโดรโปนิกส์โดยใช้ปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพสูตรเศษอาหารผสมปลา จำนวน 6 แปลง เป็นระยะเวลา 1 ปี

รายการ	หน่วย	ราคาต่อหน่วย	จำนวน	รายจ่าย (บาท)	หมายเหตุ
1.เมล็ดพันธุ์ผักกวางตุ้ง	ถุง	35	9	315	
2. ถังหมักปุ๋ย	ถัง	280	1	280	
3. น้ำตาลทราย	กิโลกรัม	45	90	4,050	
รวม				4,645	ได้ปุ๋ย432 ลิตร

ตารางที่ 31 ต้นทุนในปลูกผักกวางตุ้งในระบบไฮโดรโปนิกส์โดยใช้ปุ๋ยเคมี จำนวน 6 แปลง เป็นระยะเวลา 1 ปี

รายการ	หน่วย	ราคาต่อหน่วย	จำนวน	รายจ่าย (บาท)	หมายเหตุ
1.เมล็ดพันธุ์ผักกวางตุ้ง	ถุง	35	9	315	
2.ปุ๋ยเคมีสูตรน้ำA และ B	ลิตร	40	432	17,280	
รวม				17, 595	ได้ปุ๋ย 432 ลิตร

2.5.2 ประมาณการผลประโยชน์ของโครงการ

จากการสำรวจราคาผักกวางตุ้งที่ปลูกโดยใช้ระบบไฮโดรโปนิกส์แบบใช้ปุ๋ยเคมีและใช้ปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยที่ผลิตโดยใช้ผลิตภัณฑ์จากสิ่งมีชีวิต เช่น พืชและสัตว์) ในเดือน

มกราคม 2558 จากท๊อป ซูเปอร์มาร์เก็ต โรบินสันนครศรีธรรมราช, เทสโก้ โลตัส สาขาหาดใหญ่, บิ๊ก ซี ซุเปอร์เซ็นเตอร์ สาขาหาดใหญ่และ ท๊อป ซุเปอร์มาร์เก็ต เซ็นทรัลเฟสติวัล หาดใหญ่ พบว่า ผักกวางตุ้งไฮโดรโปนิกส์ (ใช้ปุ๋ยเคมี) มีราคาฉลี่ยต่อหน่วย 116 บาทต่อกิโลกรัม ในขณะที่ราคาผักกวางตุ้งปลอดสารพิษมีราคาฉลี่ยต่อหน่วย 150 บาทต่อกิโลกรัม ดังตารางที่ 32 จากผลการศึกษาในข้อ 4.2.4.3 พบว่าผักกวางตุ้งไฮโดรโปนิกส์ปลอดสารพิษ โดยใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพสูตรเศษอาหารผสมปลา มีการเจริญเติบโตทั้งทางด้านน้ำหนัก ความกว้างทรงพุ่ม ความสูงและจำนวนใบ ต่ำกว่าผักกวางตุ้งไฮโดรโปนิกส์ที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยเคมี แต่เมื่อจำหน่ายผักกวางตุ้ง จะจำหน่ายในหน่วย กิโลกรัม ดังนั้น ผักกวางตุ้งไฮโดรโปนิกส์ปลอดสารพิษ โดยใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพสูตรเศษอาหารผสมปลา 1 กิโลกรัม จะได้น้ำหนักเท่ากับผักกวางตุ้งไฮโดรโปนิกส์ที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยเคมี 1 กิโลกรัม นอกจากนี้ผลการสำรวจพฤติกรรมการบริโภคผัก ในข้อ 4.2.2 ยังพบว่ากลุ่มตัวอย่างในโรงเรียนส่วนใหญ่ยินดีที่จะซื้อผักปลอดสารพิษ เพราะห่วงใยสุขภาพ ดังนั้นแม้ว่าผักกวางตุ้งไฮโดรโปนิกส์ปลอดสารพิษที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพสูตรเศษอาหารผสมปลาจะมีขนาดเล็ก แต่เมื่อคำนึงถึงผลตอบแทนด้านสุขภาพ ผู้วิจัยเล็งเห็นว่า ผักกวางตุ้งปลอดสารพิษเป็นที่ต้องการของผู้บริโภค จึงคาดว่าสามารถจำหน่ายผักกวางตุ้งปลอดสารพิษนี้ได้

ตารางที่ 32 ผลการสำรวจราคาผักกวางตุ้ง

รายการ	**หน่วย**	**ราคาเฉลี่ยต่อหน่วย (บาท)**
ผักกวางตุ้งไฮโดรโปนิกส์ที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยเคมี	กิโลกรัม	116
ผักกวางตุ้งปลอดสารพิษ	กิโลกรัม	150

ผลการประมาณการผลประโยชน์ของโครงการจากผลตอบแทนที่เกิดขึ้นหากจำหน่ายผักกวางตุ้งที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพสูตรเศษอาหารผสมปลาและผักกวางตุ้งที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยเคมี โดยนำข้อมูลจากการศึกษาประสิทธิภาพของปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพสูตรเศษอาหารผสมปลาในการปลูกผักกวางตุ้งไฮโดรโปนิกส์ในโรงเรียนเบญจมราชูทิศเปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมี ซึ่งผักกวางตุ้งที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยเคมี มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักสด 112.14 กรัมต่อต้นและผักกวางตุ้งที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพสูตรเศษอาหารผสมปลา มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักสด 41.67 กรัมต่อต้น พบว่า ผักกวางตุ้งที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยเคมีจะให้ผลตอบแทนต่อ 6 แปลง สูงกว่าผักกวางตุ้งที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพสูตรเศษอาหารผสมปลา โดยผักกวางตุ้งที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยเคมีให้ผลตอบแทน 11,707.42 บาท ส่วนผักกวางตุ้งที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพสูตรเศษอาหารผสมปลา ให้ผลตอบแทน 5,625.45 บาท และหากพิจารณาผลการประมาณการผลประโยชน์ของโครงการจากผลตอบแทนที่เกิดขึ้นเป็นรายปี ผักกวางตุ้งที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยเคมีจะให้ผลตอบแทน 105,366.78 บาทต่อปี ส่วนผักกวางตุ้งที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพสูตรเศษอาหารผสมปลาให้ผลตอบแทน 50,629.05 บาทต่อปี แสดงดังตารางที่ 33

ตารางที่ 33 ผลการประมาณการผลประโยชน์ของโครงการ

ประเภทของผักกวางตุ้ง	รายการ				
	น้ำหนัก (กรัม/ต้น)	จำนวนผลผลิตใน 6 แปลง (ต้น)	ราคาขาย (บาท/กิโลกรัม)	ผลตอบแทนต่อครั้ง (บาท)	ผลตอบแทนต่อปี (บาท)
ผักกวางตุ้งเคมี	112.14	900	116	11,707.42	105,366.78
ผักกวางตุ้งปลอดสารพิษ	41.67	900	150	5,625.45	50,629.05

2.5.3 ความเป็นไปได้ทางการเงิน

ผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าของการลงทุนในโครงการปลูกผักกวางตุ้งไฮโดรโปนิกส์ปลอดสารพิษโดยใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหารในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช โดยใช้อัตราคิดลด เท่ากับร้อยละ 8 ซึ่งเป็นอัตราเดียวกันกับอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ของธนาคารกรุงไทยและระยะเวลาของโครงการเท่ากับ 10 ปี โดยวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางการเงิน 3 ค่า ดังนี้

2.5.3.1 การวิเคราะห์โดยคำนวณหามูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value :NPV)

ผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าของการลงทุนในโครงการสามารถแสดงรายละเอียดของกระแสต้นทุนและกระแสผลตอบแทนตลอดอายุของโครงการดังตารางที่ 34

จากตารางพบว่าต้นทุนและผลตอบแทนตลอดอายุของโครงการ 10 ปี ณ อัตราคิดลดเท่ากับร้อยละ 8 ทำให้ได้ผลตอบแทนรวมเท่ากับ 366,903.05 บาท และต้นทุนรวมเท่ากับ 31,912.67 บาท ซึ่งทำให้ได้รายรับสุทธิหรือกำไร 334,990.38 บาท ดังตารางที่ 34

ตารางที่ 34 รายละเอียดของกระแสต้นทุนและกระแสผลตอบแทน ณ อัตราคิดลดเท่ากับร้อยละ 8 ตลอดอายุของโครงการ (หน่วย:บาท)

ปีที่	**ผลตอบแทน (Bt)**	**ต้นทุน (Ct)**	**ผลตอบแทนสุทธิ (Bt -Ct)**
0	50,629.05	4,645.00	45,984.05
1	46,878.75	4,041.67	42,837.08
2	43,406.25	3,742.28	39,663.97
3	40,190.97	3,465.08	36,725.89
4	37,213.86	3208.405	34,005.46
5	34,457.28	2970.746	31,486.54

ปีที่	ผลตอบแทน (Bt)	ต้นทุน (Ct)	ผลตอบแทนสุทธิ (Bt -Ct)
6	31,904.89	2750.69	29,154.20
7	29,541.56	2546.936	26,994.63
8	27,353.30	2358.274	24,995.03
9	25,327.13	2183.587	23,143.54
รวม	366,903.05	31,912.67	334,990.38

จากตารางที่ 34 พบว่าต้นทุนและผลตอบแทนตลอดอายุของโครงการ 10 ปี มีผลตอบแทนเท่ากับ 506,290.5 บาท และต้นทุนรวม 43,930 บาท ซึ่งทำให้รายได้รับสุทธิเท่ากับ 462,360.5 บาท และหากวิเคราะห์โครงการ ณ อัตราคิดลดเท่ากับร้อยละ 8 ทำให้ได้ผลตอบแทนรวมเท่ากับ 366,903.05 บาท และต้นทุนรวมเท่ากับ 31,912.67 บาท ซึ่งทำให้ได้รายรับสุทธิหรือกำไร 334,990.38 บาท

ดังนั้นมูลค่าปัจจุบันสุทธิที่อัตราคิดลดร้อยละ 8 เท่ากับ 334,990.38 บาท แสดงให้เห็นว่าค่า มูลค่าปัจจุบันสุทธิ มีค่าเป็นบวกสูงมาก ดังนั้น โครงการปลูกผักกวางตุ้งไฮโดรโปนิกส์ปลอดสารพิษโดยใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหารในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช มีความคุ้มค่าในการลงทุน เพราะมูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนมากกว่ามูลค่าปัจจุบันของต้นทุนค่าใช้จ่าย

2.5.3.2 อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (Benefit-Cost Ratio: B/C Ratio)

อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน ซึ่งคำนวณจากกระแสต้นทุนและกระแสผลตอบแทน ณ อัตราคิดลดเท่ากับร้อยละ 8 ตลอดอายุของโครงการ จากตารางที่ 35 เท่ากับ 11.50 ดังนั้นโครงการปลูกผักกวางตุ้งไฮโดรโปนิกส์ปลอดสารพิษโดยใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหารในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช มีความคุ้มค่าในการลงทุน เพราะมีค่าอัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุนมากกว่า 1

2.5.3.3 อัตราส่วนผลตอบแทนภายในโครงการ (Internal Rate of Return: IRR)

อัตราส่วนผลตอบแทนภายในโครงการที่อัตราคิดลดร้อยละ 8 ได้ค่าอัตราส่วนผลตอบแทนภายในโครงการเท่ากับร้อยละ 28 ซึ่งมีค่ามากกว่าดอกเบี้ยเงินกู้และอัตราคิดลด ดังนั้นการปลูกผักกวางตุ้งในระบบไฮโดรโปนิกส์โดยใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหาร ในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช มีความเหมาะสมต่อการลงทุน

2.5.4 การเปรียบเทียบความคุ้มค่าของโครงการที่ใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพและปุ๋ยเคมี

ผลเปรียบเทียบความคุ้มค่าทางการเงินของโครงการปลูกผักกวางตุ้งไฮโดรโปนิกส์ปลอดสารพิษโดยใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหารเปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมีในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ พบว่าการใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหารสูตรปลาปลูกผักกวางตุ้งแบบไฮโดรโปนิกส์มีค่า มูลค่าปัจจุบันสุทธิต่ำกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีปลูกผักกวางตุ้งแบบไฮโดรโปนิกส์ แต่มีค่าอัตราส่วนของมูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนต่อมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนรวม และค่าอัตราส่วนผลตอบแทนภายในโครงการสูงกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีปลูกผักกวางตุ้งแบบไฮโดรโปนิกส์ ดังตารางที่ 35 ดังนั้นโครงการที่ใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหารปลูกผักกวางตุ้งแบบไฮโดรโปนิกส์จึงมีความคุ้มค่าของโครงการสูงกว่าและเหมาะสมที่จะลงทุนมากกว่าการใช้ปุ๋ยเคมี เพราะลงทุนต่ำกว่าแต่ให้ผลตอบแทนต่อเงินลงทุนที่สูงกว่า

ตารางที่ 35 เปรียบเทียบความคุ้มค่าทางการเงินของการใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพและปุ๋ยเคมี

ประเภทของผักกวางตุ้ง	**รายการ**		
	NPV (บาท)	**B/C Ratio**	**IRR (%)**
ผักกวางตุ้งเคมี	636,072.25	5.99	20
ผักกวางตุ้งปลอดสารพิษ	334,990.38	11.50	28

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

การศึกษาการจัดการขยะอินทรีย์แบบบูรณาการในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช สามารถสรุปผลการศึกษาได้ 2 ส่วนดังนี้

1. สรุปผลการศึกษาข้อมูลพื้นฐานทางด้านปริมาณ องค์ประกอบ อัตราการผลิตและเส้นทางของขยะมูลฝอยภายในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช

1.1 ปริมาณและอัตราการผลิตขยะมูลฝอย

1.2 องค์ประกอบของขยะมูลฝอย

1.3 เส้นทางขยะ

2. สรุปผลการศึกษาความเหมาะสมในการจัดการขยะมูลฝอยหลักจากโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช

2.1 สรุปผลการศึกษาแนวทางในการจัดการขยะมูลฝอยหลักจากโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช สำหรับการนำไปใช้ประโยชน์

2.2 สรุปผลการศึกษาพฤติกรรมการบริโภคผักปลอดสารพิษและความคิดเห็นในการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ปลอดสารพิษโดยใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหารในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช

2.3 สรุปผลการศึกษาองค์ประกอบของขยะเศษอาหารในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช

2.4 สรุปผลการศึกษาคุณสมบัติและประสิทธิภาพของปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหารในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช ในการปลูกผักกวางตุ้งไฮโดรโปนิกส์ปลอดสารพิษ

2.5 สรุปผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าของโครงการปลูกผักกวางตุ้งไฮโดรโปนิกส์ปลอดสารพิษโดยใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหารในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช

สรุปผลการศึกษาข้อมูลพื้นฐานทางด้านปริมาณ องค์ประกอบ อัตราการผลิตและเส้นทางของขยะมูลฝอยภายในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ.นครศรีธรรมราช

1. ปริมาณและอัตราการผลิตขยะมูลฝอย

ปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในโรงเรียน ในช่วงเดือน ม.ค. – ก.พ. พ.ศ. 2557 คิดเป็นค่าเฉลี่ย 271.28 กิโลกรัมต่อวัน มีอัตราการผลิตขยะเท่ากับ 0.08 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน โดยขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นมาจากแหล่งกำเนิดอันได้แก่ ขยะจากโรงอาหาร สหกรณ์โรงเรียน ห้องเรียน ห้องพักครู สำนักงาน ขยะเศษใบไม้ที่ร่วงหล่นและจากการตัดตกแต่งต้นไม้ภายนอกอาคาร

2. องค์ประกอบของขยะมูลฝอย

องค์ประกอบของขยะมูลฝอยในโรงเรียนสามารถจำแนกตามคุณลักษณะได้ 5 ประเภท โดยขยะเศษอาหารมีปริมาณมากที่สุดมีปริมาณเฉลี่ยเท่ากับ 70.79 กิโลกรัมต่อวัน คิดเป็นร้อยละ 26.09 รองลงมา ได้แก่ ขยะประเภทเศษใบไม้และขยะที่เกิดจากการตัดตกแต่งต้นไม้มีปริมาณเฉลี่ยเท่ากับ 64.05 กิโลกรัมต่อวัน คิดเป็นร้อยละ 23.61 ขยะประเภทพลาสติกที่คัดแยกแล้ว 62.34 กิโลกรัมต่อวัน คิดเป็นร้อยละ 22.98 ขยะทั่วไป 56.90 กิโลกรัมต่อวัน คิดเป็นร้อยละ 20.97 และขยะประเภทกระดาษจากห้องพักครูและสำนักงาน 17.20 กิโลกรัมต่อวัน คิดเป็นร้อยละ 6.34

3. เส้นทางขยะ

เส้นทางการเก็บขนและการกำจัดขยะภายในโรงเรียน มีดังต่อไปนี้

3.1 ขยะเศษอาหารจากโรงอาหาร ขยะประเภทเศษใบไม้และขยะที่เกิดจากการตัดตกแต่งต้นไม้ และขยะทั่วไป รวมทั้งขยะอื่นๆ ที่ไม่ได้ถูกคัดแยกไว้ จะถูกภารโรงนำขยะดังกล่าว ใส่ในถุงดำและนำไปทิ้งที่จุดพักขยะเพื่อรอรถขนขยะจากทางเทศบาลนำไปกำจัดโดยวิธีฝังกลบ

3.2 ขยะประเภทพลาสติกซึ่งไดผ่านกระบวนการการคัดแยก ได้แก่ ขวดน้ำดื่มและขวดนม จะถูกคัดแยกทิ้งในถังขยะสำหรับขวดพลาสติก หรือถูกภารโรงคัดแยกออกมา เพื่อมารวมในถังขยะพลาสติก และนำไปขาย

3.3 ขยะประเภทกระดาษ จะถูกบุคลากรในห้องพักครูหรือสำนักงาน คัดแยกไว้ ก่อนที่จะมีเจ้าหน้าที่รวบรวมเพื่อนำไปขาย

สรุปผลการศึกษาความเหมาะสมในการจัดการขยะมูลฝอยหลักจากโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช

1. สรุปผลการศึกษาแนวทางในการจัดการขยะมูลฝอยหลักจากโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช สำหรับการนำไปใช้ประโยชน์

ขยะมูลฝอยหลักที่เกิดขึ้น คือขยะเศษอาหารจากโรงอาหาร โดยแนวทางเพื่อใช้ประโยชน์จากขยะเศษอาหารมี 2 แนวทางดังนี้

แนวทางที่ 1 นำขยะเศษอาหารจากโรงอาหารโรงเรียน มาผลิตก๊าซชีวภาพ ซึ่งเป็นทางเลือกที่ไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช เนื่องจากไม่ได้รับอนุญาตให้ใช้พื้นที่ในโรงเรียนและขาดผู้มีความรู้ความชำนาญเรื่องการผลิตก๊าซชีวภาพและการดูแลรักษาระบบ

แนวทางที่ 2 นำขยะเศษอาหารจากโรงอาหารโรงเรียน มาผลิตปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพซึ่งเป็นทางเลือกในการใช้ประโยชน์จากขยะเศษอาหาร ที่มีความเหมาะสมกับโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช เนื่องจากใช้พื้นที่น้อยและโรงเรียนมีแปลงปลูกพืชไฮโดรโปนิกส์ ซึ่งสามารถนำปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพไปใช้ประโยชน์ต่อ โดยใช้เป็นสารบำรุงการเจริญเติบโตของพืชไฮโดรโปรนิกส์

2. สรุปผลการศึกษาพฤติกรรมการบริโภคผักปลอดสารพิษและความคิดเห็นในการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ปลอดสารพิษโดยใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหารในโรงเรียน เบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช

2.1 ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภค จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 360 คน พบว่าส่วนใหญ่เป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลาย เพศหญิง มีอายุ ระหว่าง 13-18 ปี ส่วนใหญ่มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือนต่ำกว่า 3,000 บาท

2.2 พฤติกรรมการบริโภคผักปลอดสารพิษในโรงเรียน พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมดเคยการบริโภคผักปลอดสารพิษ โดยส่วนใหญ่เลือกซื้อผักปลอดสารพิษจากซูปเปอร์มาร์เก็ต โดยซื้อผักปลอดสารพิษ 2-3 ครั้งต่อสัปดาห์ ผู้บริโภคส่วนใหญ่ เลือกบริโภคผักปลอดสารพิษเพราะห่วงใยสุขภาพ ซึ่งหากมีการจำหน่ายผักปลอดสารพิษภายในโรงเรียน ผู้บริโภคยินดีซื้อบริโภค ผักปลอดสารพิษที่เป็นที่นิยมมากที่สุด คือ ผักกวางตุ้ง ราคาผักปลอดสารพิษที่ผู้บริโภคเห็นว่ามีความเหมาะสมอยู่ระหว่าง 20 บาท ต่อ 100 กรัม

2.3 ความคิดเห็นต่อการปลูกผักปลอดสารพิษในโรงเรียน พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมดเห็นด้วย โดยแสดงทัศนคติว่า ถือเป็นโอกาสในการสร้างรายได้ให้กับนักเรียนหรือบุคลากรที่นำผักมาขาย ผู้บริโภคมีความสะดวกในการซื้อผัก เป็นการฝึกอาชีพให้แก่นักเรียน มีแหล่งขายผักปลอดสารพิษแหล่งใหม่ เป็นการสร้างพื้นที่สีเขียวในโรงเรียน ทำให้นักเรียนสนใจในการรับประทานผักมากขึ้น และสร้างสุขภาพที่ดีให้แก่ผู้บริโภค

2.4 ความคิดเห็นต่อการใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหารจากโรงอาหารในโรงเรียน เพื่อปลูกผักปลอดสารพิษในโรงเรียน พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เห็นด้วยโดยแสดงทัศนคติว่าเป็นการประหยัดงบประมาณและเพิ่มมูลค่าเศษอาหาร ช่วยในการกำจัดกลิ่นไม่พึงประสงค์จากขยะ หาวัสดุอุปกรณ์ในการทำได้ง่าย ดีต่อสุขภาพ เพราะไม่มีสิ่งตกค้างจากสารเคมี น้ำหมักจากเศษอาหาร สามารถทำได้ในปริมาณมาก และแบ่งเบาภาระในการกำจัดเศษอาหาร

จากผลการสำรวจนี้เป็นการยืนยันว่าการนำขยะเศษอาหารจากโรงเรียนเบญจมราชูทิศจ. นครศรีธรรมราช มาผลิตปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพ เพื่อนำมาปลูกผักปลอดสารพิษในโรงเรียนจึงเป็นทางเลือกที่มีความเหมาะสม และจากการวิเคราะห์ผักปลอดสารพิษที่นิยมมากที่สุดในโรงเรียนเบญจมราชูทิศนี้ ปรากฏว่าเป็นผักกวางตุ้งเป็นผักที่ได้รับความนิยมสูงสุด ดังนั้นจึงเลือกใช้ผักกวางตุ้งเพื่อศึกษาประสิทธิภาพของปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพตามความต้องการของผู้บริโภค

3. สรุปผลการศึกษาองค์ประกอบของขยะเศษอาหารในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช

ปริมาณขยะเศษอาหารที่เกิดขึ้นในโรงอาหาร ในโรงเรียน ในเดือน ม.ค.-ก.พ. พ.ศ. 2557 มีปริมาณเฉลี่ยเท่ากับ 70.87 กิโลกรัมต่อวัน และมีปริมาณขยะเศษอาหารรวมใน 1 สัปดาห์เท่ากับ 354.35 กิโลกรัม โดยสามารถแบ่งประเภทของขยะเศษอาหารได้ 4 ประเภท ได้แก่ ข้าวและเศษอาหารประเภทแป้งร้อยละ 63.36 ผักและผลไม้ร้อยละ 19.42 เนื้อสัตว์ร้อยละ 14.15 และเศษอาหารอื่นๆ เช่น ทิชชูปะปนอยู่ร้อยละ 3.07 ซึ่งเศษอาหารจากโรงเรียน มีส่วนประกอบของ

ผัก ผลไม้และเนื้อสัตว์ปะปนอยู่ร้อยละ 33.57 ซึ่งเป็นสัดส่วนที่เหมาะสมสำหรับการผลิตปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพเพื่อใช้ช่วยในการเจริญเติบโตของพืช

4. สรุปผลการศึกษาคุณสมบัติของปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหารในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช

4.1 สูตรปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพ

ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพที่มีวัตถุดิบคือเศษอาหารเพียงอย่างเดียวมีปริมาณธาตุอาหารหลักน้อย อาจจะมีความเหมาะสมแก่การนำมาเป็นปุ๋ยน้ำสำหรับปลูกพืชไฮโดรโปนิกส์น้อย จึงต้องมีการเพิ่มวัตถุดิบบางชนิดเพื่อเสริมธาตุอาหารคือเพิ่มเศษปลาและผักตบชวาซึ่งไม่มีต้นทุนสำหรับการได้มาของวัตถุดิบ สูตรปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตและศึกษาคุณสมบัติมีทั้งหมด 3 สูตร ได้แก่

สูตรที่ 1 ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพสูตรเศษอาหาร
สูตรที่ 2 ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพสูตรเศษอาหารผสมปลา
สูตรที่ 3 ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพสูตรเศษอาหารผสมผักตบชวา

4.2 คุณสมบัติทางเคมีของปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหารสูตรต่างๆ เปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมี

คุณสมบัติทางเคมีของปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพทั้ง 3 สูตร มีความเหมาะสมในการเป็นปุ๋ยสำหรับปลูกพืชน้อยกว่าปุ๋ยเคมี โดยปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพสูตรเศษอาหารผสมปลามีค่าคุณสมบัติต่างๆ ที่เหมาะสมใกล้เคียงกับปุ๋ยเคมีมากที่สุด

4.3 ประสิทธิภาพของปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหารในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช ในการปลูกผักกวางตุ้งไฮโดรโปนิกส์ปลอดสารพิษ

การใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพทั้ง 3 สูตร ได้แก่สูตรเศษอาหาร สูตรเศษอาหารผสมปลา และสูตรเศษอาหารผสมผักตบชวา โดยการทดสอบปลูกผักกวางตุ้งในระบบไฮโดรโปนิกส์ พบว่าผักกวางตุ้งที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพทั้ง 3 สูตร มีค่าน้ำหนักสด ความสูง ความกว้างทรงพุ่มและจำนวนใบ ต่ำกว่าผักกวางตุ้งที่ได้รับปุ๋ยเคมีในทุกด้าน โดยปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพสูตรเศษอาหารผสมปลามีส่วนช่วยในการเจริญเติบโตของผักกวางตุ้งในทุกด้าน ดีกว่าการปลูกพืชโดยใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพสูตรอื่นๆ นอกจากนี้มีแนวโน้มว่าปุ๋ยชีวภาพสูตรเศษอาหารผสมปลาสามารถทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมีได้ และผักกวางตุ้งที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพสูตรเศษอาหารผสมปลาถือว่าเป็นผักปลอดสารพิษ ไม่มีการสะสมของสารเคมี ไม่ก่อให้เกิดผลเสียต่อระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม ไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภคและเกษตรกรผู้ปลูก

5. สรุปผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าของโครงการปลูกผักกวางตุ้งไฮโดรโปนิกส์ปลอดสารพิษโดยใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหารในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช

จากการวิเคราะห์ความคุ้มค่าของโครงการการปลูกผักกวางตุ้งไฮโดรโปนิกส์ปลอดสารพิษโดยใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหารในโรงเรียน พบว่าโครงการนี้มีความเป็นไปได้ทางการเงินและมีความเหมาะสมแก่การลงทุน โดยสามารถสรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

5.1 ต้นทุนการผลิต

การใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหารในการปลูกผักกวางตุ้งที่มีต้นทุนรวมต่อปีเท่ากับ 4,645 บาท ซึ่งต่ำกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีในการปลูกผักกวางตุ้งในระบบไฮโดรโปนิกส์ที่มีต้นทุนรวมต่อปีเท่ากับ 17, 595 บาท

5.2 ประมาณการผลประโยชน์ของโครงการ

ผักกวางตุ้งที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพสูตรเศษอาหารผสมปลาให้ผลตอบแทนต่อปี 50,629.05 บาท ซึ่งต่ำกว่าผักกวางตุ้งที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยเคมี ที่จะให้ผลตอบแทนต่อปี 105,366.78 บาท

5.3 ความเป็นไปได้ทางการเงิน

การใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพสูตรเศษอาหารผสมปลาในการปลูกผักกวางตุ้งในระบบไฮโดรโปนิกส์โดยใช้อัตราคิดลดเท่ากับร้อยละ 8 และระยะเวลาของโครงการเท่ากับ 10 ปี มีความคุ้มค่าต่อการลงทุน เนื่องจากมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ เท่ากับ 334,990.38 บาท ซึ่งมีค่ามากกว่าศูนย์ มีอัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุนเท่ากับ 11.50 ซึ่งมีค่ามากกว่า 1 และอัตราส่วนผลตอบแทนภายในโครงการเท่ากับ ร้อยละ 28 ซึ่งมากกว่าอัตราค่าเสียโอกาสของเงินทุน ดังนั้นโครงการนี้จึงมีความเป็นไปได้ทางการเงินและมีความเหมาะสมแก่การลงทุน

5.4 การเปรียบเทียบความคุ้มค่าของโครงการที่ใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพและปุ๋ยเคมี

โครงการปลูกผักกวางตุ้งไฮโดรโปนิกส์ปลอดสารพิษโดยใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหาร มีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ ต่ำกว่าการใช้ปุ๋ยเคมี แต่มีค่าอัตราส่วนของมูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนต่อมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนรวมและค่าอัตราส่วนผลตอบแทนภายในโครงการสูงกว่าการใช้ปุ๋ยเคมี ดังนั้นโครงการที่ใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหารสูตรปลาปลูกผักกวางตุ้งแบบไฮโดรโปนิกส์จึงมีความคุ้มค่าทางการเงินและเหมาะสมที่จะลงทุนสูงกว่าการใช้ปุ๋ยเคมี เพราะลงทุนต่ำกว่าแต่ให้ผลตอบแทนต่อเงินลงทุนที่สูงกว่า และหากพิจารณาในแง่ของสิ่งแวดล้อม โครงการที่ใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหารสูตรปลาปลูกผักกวางตุ้งแบบไฮโดรโปนิกส์ มีความเหมาะสมมากกว่าโครงการที่ใช้ปุ๋ยเคมี เพราะการใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหารสูตรปลาปลูกผักกวางตุ้ง

เป็นผักปลอดสารพิษ ไม่มีการสะสมของสารเคมี ไม่ก่อให้เกิดผลเสียต่อระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม ไม่ส่งผลเสียและเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคและเกษตรกรผู้ปลูก

การศึกษาการจัดการขยะอินทรีย์แบบบูรณาการในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช มีข้อเสนอแนะดังนี้

ข้อเสนอแนะ

การศึกษาการจัดการขยะอินทรีย์แบบบูรณาการในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช เป็นการจัดการขยะอินทรีย์ประเภทเศษอาหาร ซึ่งเป็นการนำขยะมูลฝอยหลักที่เกิดขึ้นในโรงเรียน มาผลิตปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพ และนำปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพที่ได้นั้น มาเร่งการเจริญเติบโตของผักกวางตุ้งแบบไฮโดรโปนิกส์ปลอดสารพิษ นอกจากนี้ยังศึกษาความเป็นไปได้ทางเศรฐศาสตร์ของการใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพในการปลูกผักกวางตุ้งไฮโดรโปนิกส์ปลอดสารพิษ ซึ่งเชื่อว่าการศึกษาการจัดการขยะอินทรีย์แบบบูรณาการในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช ในครั้งนี้สามารถเป็นต้นแบบในการจัดการขยะอินทรีย์ให้กับโรงเรียนอื่นๆ ต่อไปได้ โดยมีข้อเสนอแนะดังนี้

1. จากผลการศึกษาข้อมูลพื้นฐานทางด้านปริมาณ องค์ประกอบ อัตราการผลิตและเส้นทางของขยะ มูลฝอยภายในโรงเรียน พบว่า ขยะเศษใบไม้ และขยะจากการตัดแต่งกิ่งไม้ มีปริมาณ 23.61 เปอร์เซ็น ซึ่งมีปริมาณรองลงมา อีกทั้งเส้นทางของขยะขยะเศษใบไม้ และขยะจากการตัดแต่งกิ่งไม้ คือภารโรงจะกวาดเศษใบไม้ก่อนรวบรวมใส่ถุงดำแล้วนำไปทิ้งที่จุดพักขยะเพื่อรอรถขนขยะจากทางเทศบาลนำไปกำจัดโดยวิธีฝังกลบ ซึ่งขยะประเภทนี้ ยังมีศักยภาพในการนำไปใช้ประโยชน์ ควรศึกษาการจัดการและการใช้ประโยชน์จากขยะอินทรีย์ประเภทเศษใบไม้และขยะที่เกิดจากการตัดตกแต่งต้นไม้ เช่น ย่อย และลดขนาด เพื่อนำไปเป็นเชื้อเพลิงชีวมวล (Wood Chip) เป็นต้น

2. จากผลการศึกษาคุณสมบัติของปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหารในโรงเรียนในการปลูกผักกวางตุ้งไฮโดรโปนิกส์ปลอดสารพิษ พบว่าปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหารจากโรงอาหารในโรงเรียน ยังมีค่าคุณสมบัติและธาตุอาหารน้อยกว่าปุ๋ยเคมี ดังนั้นเพื่อเป็นแนวทางให้ผู้สนใจศึกษาต่อในเรื่องนี้ ควรมีการเติมวัตถุดิบอื่นๆ ลงไปในขยะเศษอาหาร เพื่อเพิ่มค่าคุณสมบัติต่างๆ ให้ใกล้เคียงปุ๋ยเคมีมากยิ่งขึ้น

3. จากผลการศึกษาประสิทธิภาพของปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหารในโรงเรียนในการปลูกผักกวางตุ้งไฮโดรโปนิกส์ปลอดสารพิษ พบว่าผักกวางตุ้งไฮโดรโปนิกส์ ที่มีอายุ 30 วัน ที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพสูตรเศษอาหารผสมปลา มีการเจริญเติบโตด้านต่างๆ ไม่เต็มที่และมีการเจริญเติบโตด้านต่างๆ ต่ำกว่าการใช้ปุ๋ยเคมี ดังนั้นเพื่อเป็นแนวทางให้ผู้สนใจศึกษาต่อในเรื่องนี้ จึงควรศึกษาการเพิ่มเวลาในการปลูกผักกวางตุ้งไฮโดร โปนิกส์โดยใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพสูตรเศษอาหารผสมปลา จาก 30 วัน เป็น 40-45 วัน ก่อนเก็บเกี่ยว เพื่อวัดการเจริญเติบโตด้านต่างๆ เปรียบเทียบกับการใช้ปุ๋ยเคมี

4. การวิเคราะห์ความคุ้มค่าของโครงการปลูกผักกวางตุ้งไฮโดรโปนิกส์ปลอดสารพิษโดยใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหารนั้น สำหรับผู้ที่สนใจศึกษาต่อในเรื่องนี้ ควรพิจารณาต้นทุนคงที่ และต้นทุนผันแปรให้รอบคอบและเหมาะสมกับงานวิจัยนั้นๆ เนื่องจากบางงานวิจัย จะต้องนำต้นทุนบางชนิด เช่น แปลงปลูกพืชไฮโดรโปนิกส์ เศษอาหาร เศษปลา หรือผักตบชวา มาคำนวณด้วย

บรรณานุกรม

กรมควบคุมมลพิษ. (2551). *แนวทางการลด คัดแยกและใช้ประโยชน์ขยะมูลฝอย สำหรับอาสารสมัครพิทักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมหมู่บ้าน*. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

———. (2552a). *คู่มือแนวทางการดำเนินการลด คัดแยก และใช้ประโยชน์ขยะมูลฝอยสำหรับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น*. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

———. (2552b). *คู่มือแนวทางและข้อกำหนดเบื้องต้น การลดและใช้ประโยชน์ขยะมูลฝอย สำหรับอาสาสมัครพิทักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมหมู่บ้าน*. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

———. (2552c). *คู่มือสำหรับผู้บริหารองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น การจัดการขยะมูลฝอยชุมชนอย่างครบวงจร*. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

———. (2555). *แผนจัดการมลพิษ พ.ศ.2555-2559*. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

———. (2556). *จดหมายเหตุมลพิษ*. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

———. (2557). *จดหมายเหตุมลพิษ*. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

กรมพัฒนาที่ดิน. (2543). *คู่มือปฏิบัติงานหมอดินอาสา เรื่อง ปุ๋ยน้ำชีวภาพ.* กรุงเทพมหานคร: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

———. (2549). *ปุ๋ยและการใช้ปุ๋ย.* กรุงเทพมหานคร: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กรมวิชาการเกษตร. (2541). *คู่มือการวิเคราะห์ปุ๋ย*. กรุงเทพมหานคร: กลุ่มงานวิเคราะห์ปุ๋ย กองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

บรรณานุกรม (ต่อ)

———. (2547). *ข้อมูลวิทยาศาสตร์ น้ำหมักชีวภาพ (ตอนที่ 1)*. กรุงเทพมหานคร: โครงวิจัยและพัฒนาน้ำหมักชีวภาพ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กรรณิการ์ บุตรเอก, สุวิมล แก้วเงา, และปิยะดา วชิระวงศกร. (2553). *สถานการณ์การจัดการขยะมูลฝอยของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม*. พิษณุโลก: สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม.

กองแผนงานและประเมินผล กรมควบคุมมลพิษ. (2555). *แผนจัดการมลพิษ พ.ศ.2555-2559*. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

เกริก ท่วมกลาง. (2557). *เทคนิคการปลูกผักสวนครัว ผักปลอดสารพิษ เล่ม 2*. กรุงเทพมหานคร: สถาพรบุ๊คส์.

จิรวัฒน์ ภู่เสริมภูมิ. (2552). *ผักกินใบ.* กรุงเทพมหานคร: เกษตรสยามบุ๊คส์.

ชูชีพ พิพัฒน์ศิถี. (2553). *เศรฐศาสตร์การวิเคราะห์โครงการ*. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชูศรี วงศ์รัตนะ. (2550). *เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย*. นนทบุรี: ไทยเนรมิตกิจอินเตอร์ โปรเกรสซิฟ.

โชลม จิตมั่น. (2554). *ประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพในการเพาะเห็ด*. สารนิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาส่งเสริมการเกษตรและสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, กรุงเทพมหานคร.

เด่นนภา ลาดนาเลา, และสุธัมมา กาบินพงษ์. (2546). *การศึกษาปริมาณแร่ธาตุอาหารพืชในน้ำหมักชีวภาพ 3 ชนิด และศึกษาผลของน้ำหมักชีวภาพที่มีต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอม*. มหาสารคาม: คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

บรรณานุกรม (ต่อ)

ทัศนีพร ยศพล. (2552). *การทำปุ๋ยหมักจากขยะมูลฝอยตลาดสดเทศบาลนครขอนแก่นร่วมกับเถ้าแกลบดำ*. วิทยานิพนธ์ปริญญาสาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต สาขาอนามัยสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.

ธงชัย มาลา. (2535). *ปุ๋ยชีวภาพเพื่อการเกษตร*. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธันวดี ศรีธาวิวัฒน์. (2547). *การศึกษากระบวนการทำปุ๋ยหมักจากเศษอาหารร่วมกับวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร*. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม, พิษณุโลก.

นพดล เรียบเลิศหิรัญ. (2538). *การปลูกไร้ดิน*. กรุงเทพมหานคร: รั้วเขียว.

นภดล เรียบเลิศหิรัญ. (2550). *การปลูกพืชไร้ดิน*. กรุงเทพมหานคร: สุวีริยาสาส์น.

นิพนธ์ ไชยมงคล. (2548). *การปลูกพืชไร้ดิน*. เชียงใหม่: สาขาพืชผัก ภาควิชาพืชสวน คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

นิภาภัทร์ น้อยเทียม. (2550). *การวิเคราะห์ผลตอบแทนโครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานผลิตแป้งมันสำปะหลัง*. สารนิพนธ์ปริญญาเศรฐศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยรามคำแหง, กรุงเทพมหานคร.

นิสิต คำหล้า. (2550). *บทบาทของน้ำหมักชีวภาพต่อกระบวนการทำงานของจุลินทรีย์และต่อการเจริญเติบโตของพืช*. วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาพืชไร่ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

บัญชา รัตนีทู. (2556). ผลของน้ำสกัดชีวภาพจากมูลวัวต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดเขียวกวางตุ้งที่ปลูก ในระบบไฮโดรโพนิกส์. *วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์*, 5, 76–82.

ปณิศศา ลัญชานนท์. (2548). *หลักการตลาด*. กรุงเทพมหานคร: ธรรมสาร.

บรรณานุกรม (ต่อ)

ประทานทิพย์ กระมล. (2557). ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการซื้อผลผลิตเกษตรอินทรีย์และปลอดสารพิษในตลาดเกษตรกรในจังหวัดเชียงใหม่. *แก่นเกษตร SUPPL2*, 42, 227–34.

ประไพศรี อินทรองพล. (2543). *หลักการตลาด.* กรุงเทพมหานคร: ศูนย์ส่งเสริมวิธีการตลาด.

ปัทมาวดี สิทธิวรเดช. (2555). *แนวทางที่เหมาะสมในการผลิตและใช้ก๊าซชีวภาพจากเศษอาหารและมูลสัตว์ ในเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยขอนแก่น.* วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมพลังงาน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. (2548). *เทคโนโลยีการปลูกพืชไร้ดิน.* กรุงเทพมหานคร: กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

พัฒนา มูลพฤกษ์. (2547). *อนามัยสิ่งแวดล้อม.* กรุงเทพมหานคร: เอ็ม. เอส. แอล.

มนตรี อินต๊ะเสน. (2554). *มาทำตะกร้าปุ๋ยหมักจากเศษอาหารกัน.* กรุงเทพมหานคร: สำนักงานสิ่งแวดล้อม สำนักงานปลัดกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

มนูญ ศิรินุพงศ์. (2544a). *การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินสู่การปฏิบัติในประเทศไทย.* ปัตตานี: คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ภาควิชาเทคโนโลยีและการอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี.

———. (2544b). *การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน: สู่การปฏิวัติในประเทศไทย.* กรุงเทพมหานคร: เจริญการพิมพ์.

มุจลินทร์ กัมพุกุล. (2551). *การศึกษาส่วนประกอบและปริมาณของขยะที่เกิดขึ้นในคณะสถาปัตยกรรมและการออกแบบ สิ่งแวดล้อมเพื่อนำไปสู่การจัดการของเสียที่ยั่งยืน.* เชียงใหม่: คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

ไมตรี แก้วทับทิม. (2550). *การศึกษาปริมาณธาตุอาหารพืชในปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ได้จากการหมักโดยใช้หัวปลา ผลไม้ เศษอาหาร วัชพืช และสัตว์ทะเล.* กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

บรรณานุกรม (ต่อ)

ราชบัณฑิตยสถาน. (2542). *พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตสถาน พ.ศ. 2542*. กรุงเทพมหานคร: นานมีบุ๊คพับลิเคชั่น.

รุ่งกิจ บูรณ์เจริญ. (2554). *การจัดการขยะฐานศูนย์: กรณีศึกษา โรงเรียนจอมพระประชาสรรค์ อำเภอจอมพระ จังหวัดสุรินทร์*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการสิ่งแวดล้อม คณะพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อม สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

โรงเรียนเบญจมราชูทิศ. (2556). *บ้านกับโรงเรียน โรงเรียนเบญจมราชูทิศ.* นครศรีธรรมราช: โรงเรียนเบญจมราชูทิศ.

ลักขณา ศรีเจริญ. (2552). *การเจริญเติบโตของคะน้าที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยหมักผักตบชวาผสมมูลสัตว์ในดินเค็ม.* วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการบริหารจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.

วารุณี จีนศร. (2554). *ปัจจัยที่ใช้ในการตัดสินใจซื้อผักปลอดสารพิษของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานคร.* วิทยานิพนธ์ปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต สาขาการตลาด คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, ปทุมธานี.

วิไล ท้วมกลัด. (2543). *ปัจจัยที่มีผลต่อการซื้อและพฤติกรรมการบริโภคผักปลอดสารพิษในเขตกรุงเทพมหานคร.* วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเศรฐศาสตร์เกษตร คณะเศรฐศาสตร์ หมาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

วุฒิกร จันทร์มาก, ศศมล ผาสุข, และชาตรี เกิดธรรม. (2552). การศึกษาประสิทธิภาพของนำสกัดชีวภาพจากปลาที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของผักกวางตุ้งฮ่องเต้ที่ปลูกแบบไร้ดิน. *วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์*, 3, 85–94.

ศราวุธ ภูมิเขตร์, และสุวัฒน์ ยอดวงกอง. (2550). *การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดที่มีผลต่อการปลูกพืชในระบบไฮโดรโปนิกส์.* มหาสารคาม: คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

บรรณานุกรม (ต่อ)

ศักรพัทธ์ ฤทธิ์จรูญโรจน์. (2553). *การวิเคราะห์ความคุ้มค่าของโครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากฟาร์มเลี้ยงสุกร.* สารนิพนธ์ปริญญาเศรฐศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเศรฐศาสตร์ คณะเศรฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง, กรุงเทพมหานคร.

ศุภักษร พลอยโพธิ์, และนนทิยา ทรงพันธุ์. (2554). *ปุ๋ยชีวภาพจากเศษพืชผัก.* วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเคมีและวัสดุ วิทยาลัยวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต, ปทุมธานี.

สมศักดิ์ น้อยวิเศษ. (2545). *ความรู้และความตระหนักเกี่ยวกับปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อมในจังหวัดสระบุรีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษาสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดสระบุรี.* วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพมหานคร.

สมหมาย สารมาท, และจารึก พวงสายใจ. (2550). *การผลิตปุ๋ยธรรมชาติจากเศษอาหารในระดับหน่วยงาน.* เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยนอร์ทเชียงใหม่.

สมัย สังขทองงาม. (2553). *การใช้ปุ๋ยอินทรีย์เพื่อปลูกพืชในระบบไฮโดรโปนิกส์.* วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลลยีราชมงคลธัญบุรี, ปทุมธานี.

สวัสดิ์ โนนสูง. (2543). *ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.* กรุงเทพมหานคร: โอเดียนสโตร์.

สัญชาติ คงบัน. (2554). *พฤติกรรมการบริโภคผักไฮโดรโปนิกส์ในจังหวัดภูเก็ต.* สารนิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาส่งเสริมการเกษตรและสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, กรุงเทพมหานคร.

สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์. (2554). *เส้นทางสายอินทรีย์.* กรุงเทพมหานคร: สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์.

บรรณานุกรม (ต่อ)

สำนักโภชนาการ. (2557). *Thai Food Composition Tables*. กรุงเทพมหานคร: สำนักโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข.

สิทธ์ ธีรสรณ์. (2550). *แนวคิดพื้นฐานทางการวิจัย.* กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สิทธิชัย ธีระสุนทรไท. (2547). *การศึกษาจุลินทรีย์ในน้ำหมักชีวภาพ และประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสีย.* กรุงเทพมหานคร: โรงเรียนราชวินิตบางแก้ว.

สุทธี พลรักษา. (2552). *การทำปุ๋ยหมักจากผักตบชวาผสมมูลวัวโดยใช้สารเร่งชีวภาพ.* วิทยานิพนธ์ปริญญาสาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.

สุประสันน์ คงอ่ำ. (2552). *ความคุ้มค่าและความเสี่ยงของธุรกิจการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะ อินทรีย์แบบไร้อากาศในอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา.* กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุรพล ดำรงกิตติกุล. (2552). *การมีส่วนร่วมของชุมชนในการจัดการขยะเพื่อให้เกิดประโยชน์กับทุกภาคส่วนของชุมชน ตำบลแม่โป่ง อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่*. เชียงใหม่: คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยนอร์ทเชียงใหม่.

เสกสรร ดาราจร, และวรางคณา จุติดำรงค์พันธ์. (มีนาคม 2557). *คุณลักษณะขยะและแนวทางการจัดการขยะ: กรณีศึกษาในโรงเรียน*. เอกสารนาเสนอในที่ประชุมวิชาการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติครั้งที่ *13*. กรุงเทพมหานคร: *สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย*

เสรี วงษ์มณฑา. (2540). *หลักการโฆษณา.* กรุงเทพมหานคร: ดวงกมลสมัย.

เสาวภา ชูมณี. (2554). *การศึกษากระบวนการผลิตและคุณภาพปุ๋ยน้ำหมักมูลสุกรของเกษตรอินทรีย์ตำบลกองทูล อำเภอหนองไผ่ จังหวัดเพชรบูรณ์*. เพชรบูรณ์: คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์.

บรรณานุกรม (ต่อ)

อภิชาติ ศรีสอาด, และอัมพา คำวงษา. (2553). *แนวทางการผลิตและลงทุน ผักไฮโดรโปนิกส์ เพื่อทำเงิน ผักไฮโดรโปนิกส์แบบต้นทุนต่ำ และแบบเศรษฐกิจพอเพียง.* กรุงเทพมหานคร: นาคา อินเตอร์มีเดีย.

อภิญญา แสงสุวรรณ. (2546). *การผลิตปุ๋ยน้ำหมักจากขยะอินทรีย์.* วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาปฐพีวิทยา ภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

อริศรา รุ่งแสง. (2555). *ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการซื้อผักปลอดสารพิษของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานคร.* สารนิพนธ์บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพมหานคร.

อัจฉรา อัศวรุจิกุลชัยและคณะ. (2554). แนวทางการจัดการขยะให้เหลือศูนย์ภายในมหาวิทยาลัยมหิดลศาลายา.
วารสารการจัดการสิ่งแวดล้อม, 7, 17–29.

อัญชลี วังวิเศษกุล. (2553). *การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการพัฒนาระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะในระดับชุมชน: กรณีศึกษาเทศบาลเมืองทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช.* วิทยานิพนธ์เศรษฐศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาเศรษฐศาสตร์ธุรกิจ ภาควิชาเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

อำภา คำวงษา. (2553). *แนวทางการผลิตและลงทุนผักไฮโดรโปนิกส์เพื่อทำเงิน*. กรุงเทพมหานคร: นาคา อินเตอร์มีเดีย.

Carolina, A. V, Sara, O. B., & Ma, E. R. (2008). Solid Waste Characterization and Recycling Potential for a University Campus. *Waste Management*, 28, 21–26.

.

Danielle, P., Arthur, L., & Annie, L. (2010). Reducing Solid Waste in Higher Education: The First Step towards ‘greening’ University Campus. *Resources, Conservation and Recycling*, 54, 1007–1016.

Dauglas, J. S. (1985). *Advance Guide to Hydroponics (new Edition)*. London: Pelhembooks.

El-Shinawy, A. Z. (1999). The Use of Organic Manure for Lettuce Growth under NFT Condition. *Acta Hortic (ISHS)*, 491, 315-318

Jibril, D. J., et al. (2012). 3RS Critical Success Factor in Solid Waste Management System for Higher Educational Institutions. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 65, 626–31.

Kian, T., et al. (2011). Reducing Waste Disposal from Universiti Kebangsaan Malaysia Campus By 2-Bins Recycling System. *UNIMAS E-Journal of Cilvil Engineering,* 2, 31–35.

Madalyn, C., & Tim, F. (2010). *Digging Deep Through School Trash A Waste Composition Analysis of Trash, Recycling and Organic Material discarded at Public Schools in Minnesota*. USA: Minnesota Pollution Control Agency.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวิจัย

ท่านที่ 1	อ.ดร.สุทธิรัตน์ กิตติพงษ์วิเศษ	
	สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ท่านที่ 2	ผศ.ดร.เกื้ออนันต์ เตชะโต	
	คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ท่านที่ 3	ผศ.สาวิตรี ชามทอง	
	คณะศึกษาศาสตร์	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

ภาคผนวก ข

แบบประเมินความสอดคล้องของเกณฑ์การให้คะแนน และผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ

แบบประเมินความสอดคล้องของเกณฑ์การให้คะแนน

แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการเลือกซื้อผักปลอดสารพิษ และการปลูกผักปลอดสารพิษโดยใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพที่ได้จากเศษอาหารของโรงอาหาร โรงเรียนเบญจมราชูทิศ

คำชี้แจง

แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการเลือกซื้อผักปลอดสารพิษ และการปลูกผักปลอด-สารพิษโดยใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพที่ได้จากเศษอาหารของโรงอาหาร โรงเรียนเบญจมราชูทิศ เป็นแบบสอบถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อเป็นเครื่องมือในการประเมินเกี่ยวกับความคิดเห็นเกี่ยวกับการเลือกซื้อผักปลอดสารพิษ และการปลูกผักปลอดสารพิษโดยใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพที่ได้จากเศษอาหารของโรงอาหาร โรงเรียนเบญจมราชูทิศ ดังนั้นจึงมีความประสงค์ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาและประเมินความสอดคล้องของเกณฑ์การให้คะแนน แบบประเมิน โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นมากที่สุด ดังนี้

+1 หมายความว่า แบบสอบถามความคิดเห็นมีความเหมาะสมและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ในการประเมิน

0 หมายความว่าไม่แน่ใจว่าแบบสอบถามความคิดเห็นมีความเหมาะสมและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ในการประเมิน

-1 หมายความว่า แบบสอบถามความคิดเห็นไม่มีความเหมาะสมและไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ในการประเมิน

ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง
นายเสกสรรค์ ดาราจร
นักศึกษาปริญญาโท คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(.....)
วันที่...../...../.....

การออกแบบเครื่องมือ

งานวิจัยเรื่อง: การจัดการขยะอินทรีย์แบบบูรณาการในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษา จ. นครศรีธรรมราช

แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการเลือกซื้อผักปลอดสารพิษ และการปลูกผักปลอดสารพิษ โดยใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพที่ได้จากเศษอาหารของโรงอาหาร โรงเรียนเบญจมราชูทิศ
โดยแบ่งการประเมินออกเป็น 2 ข้อคือ

1) ความคิดเห็นเกี่ยวกับการเลือกซื้อผักปลอดสารพิษ

2) ความคิดเห็นเกี่ยวกับการปลูกผักโดยใช้ปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพจากเศษอาหารจากเศษอาหารของโรงอาหาร โรงเรียนเบญจมราชูทิศและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

1) ความคิดเห็นเกี่ยวกับพฤติกรรมการบริโภคผักปลอดสารพิษ แสดงดังตารางภาคผนวกที่ 1

ตารางที่ 36 ความคิดเห็นเกี่ยวกับพฤติกรรมการบริโภคผักปลอดสารพิษ

วัตถุประสงค์ในการประเมิน	ความสอดคล้องของเกณฑ์การให้คะแนนกับวัตถุประสงค์ในการประเมิน	IOC		
	ข้อคำถาม	**-1**	**0**	**+1**
เพื่อศึกษาความคิดเห็นของผู้ตอบแบบสอบถามในเรื่องการบริโภคผักปลอดสารพิษ แหล่งซื้อ ความถี่ในการเลือกซื้อ และชนิดของผักเพื่อประเมินความเหมาะสมในการปลูกผักปลอดสารพิษและการจำหน่ายในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ	1. การเคยบริโภคผักปลอดสารพิษ			
	2. แหล่งจำหน่ายผักปลอดสารพิษ			
	3. ความถี่ของการซื้อผักปลอดสารพิษ			
เพื่อศึกษาความคิดเห็นของผู้ตอบแบบสอบถามในเรื่องการบริโภคผักปลอดสารพิษ แหล่งซื้อ ความถี่ในการเลือกซื้อ และชนิดของผักเพื่อประเมินความเหมาะสมในการปลูกผักปลอดสารพิษและการจำหน่ายในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ	4. เหตุผลที่บริโภคผักปลอดสารพิษ			
	5. การจำหน่ายผักปลอดสารพิษในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ			
	6. ผักปลอดสารพิษที่นิยมบริโภค			
	7. ราคาผักที่เหมาะสมสำหรับการจำหน่ายในโรงเรียน			

2) ความคิดเห็นเกี่ยวกับการปลูกผักโดยใช้ปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพจากเศษอาหารจากเศษอาหารของโรงอาหาร โรงเรียนเบญจมราชูทิศและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม แสดงดังตารางภาคผนวกที่ 2

ตารางที่ 37 ความคิดเห็นเกี่ยวกับการปลูกผักโดยใช้ปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพจากเศษอาหารจากเศษอาหารของโรงอาหาร โรงเรียนเบญจมราชูทิศและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

วัตถุประสงค์ในการประเมิน	ความสอดคล้องของเกณฑ์การให้คะแนนกับวัตถุประสงค์ในการประเมิน	IOC		
		-1	0	+1
เพื่อศึกษาความคิดเห็นของผู้ตอบแบบสอบถามในเรื่องการปลูกผักปลอดสารพิษในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ การนำเศษอาหารจากเศษอาหารของโรงอาหาร โรงเรียนเบญจมราชูทิศมาผลิตปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพและการยอมรับการเพิ่มวัตถุดิบต่างๆในการผลิตปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพเพื่อประเมินความเหมาะสมในการปลูกผักปลอดสารพิษและการจำหน่ายในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ	**ข้อคำถาม**			
	1. การเห็นด้วยในการปลูกผักปลอดสารพิษในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ และข้อเสนอแนะ			
	2. การใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหารของโรงอาหาร โรงเรียนเบญจมราชูทิศมาเป็นปุ๋ยปลูกผักปลอดสารพิษ และข้อเสนอแนะ			
	3. ส่วนผสมที่อาจจะเพิ่มลงไปในปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหาร และข้อเสนอแนะ			
	4. การยอมรับได้ที่จะบริโภคผักปลอดสารพิษที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหารของโรงอาหาร โรงเรียนเบญจมราชูทิศ และข้อเสนอแนะ			

ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ

ตารางที่ 38 ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับความคิดเห็นเกี่ยวกับพฤติกรรมการบริโภคผักปลอดสารพิษ

ข้อ	คนที่			รวม	IOC	หมายเหตุ
	1	2	3			
1	0	1	1	2	0.67	ใช้ได้
2	1	1	0	2	0.67	ใช้ได้
3	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
4	1	1	0	2	0.67	ใช้ได้
5	0	1	1	2	0.67	ใช้ได้
6	0	1	1	2	0.67	ใช้ได้
7	1	0	1	2	0.67	ใช้ได้

ตารางที่ 39 ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับความคิดเห็นเกี่ยวกับการปลูกผักโดยใช้ปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพจากเศษอาหารจากเศษอาหารของโรงอาหาร โรงเรียนเบญจมราชูทิศและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

ข้อ	คนที่			รวม	IOC	หมายเหตุ
	1	2	3			
1	0	1	1	2	0.67	ใช้ได้
2	1	1	0	2	0.67	ใช้ได้
3	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
4	1	1	1	2	1.00	ใช้ได้

ภาคผนวก ค

แบบสอบถาม

เรื่อง พฤติกรรมการบริโภคผักปลอดสารพิษ และความคิดเห็นเกี่ยวกับการปลูกผักปลอดสารพิษ โดยใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพที่ได้จากเศษอาหารของโรงอาหาร โรงเรียนเบญจมราชูทิศ

เลขที่แบบสอบถาม.....

คำชี้แจงในการตอบแบบสอบถาม

1. แบบสอบถามนี้เป็นส่วนหนึ่งของการทำวิทยานิพนธ์ มีวัตถุประสงค์

1.1.เพื่อศึกษาความคิดเห็นของผู้ตอบแบบสอบถามในเรื่องการบริโภคผักปลอดสารพิษ แหล่งซื้อ ความถี่ในการเลือกซื้อ และชนิดของผัก เพื่อประเมินความเหมาะสมในการปลูกผักปลอดสารพิษและการจำหน่ายในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ

1.2 เพื่อศึกษาความคิดเห็นของผู้ตอบแบบสอบถามในเรื่องการปลูกผักปลอดสารพิษในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ การนำเศษอาหารจากเศษอาหารของโรงอาหาร โรงเรียนเบญจมราชูทิศมาผลิตปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพและการยอมรับการเพิ่มวัตถุดิบต่างๆในการผลิตปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพเพื่อประเมินความเหมาะสมในการปลูกผักปลอดสารพิษ และการจำหน่ายในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ

2. แบบสอบถามนี้จะไม่มีผลกระทบใด ๆ ทั้งสิ้นต่อผู้ตอบแบบสอบถาม

3. ส่วนประกอบของแบบสอบถามนี้ แบ่งออกเป็น 3 ตอน จำนวน 3 หน้า ดังนี้

ตอนที่ 1 เป็นแบบสอบถาม เกี่ยวกับข้อมูลทั่วไป ได้แก่ อายุ เพศ ระดับการศึกษา รายได้เฉลี่ยต่อเดือน เป็นคำถามเกี่ยวกับข้อมูลส่วนบุคคล รวม 6 ข้อ

ตอนที่ 2 เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับพฤติกรรมการบริโภคผักปลอดสารพิษ จำนวน 7 ด้าน

ตอนที่3 เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับการเห็นด้วยกับการปลูกผักปลอดสารพิษในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ และการใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหารเป็นคำถามปลายปิดและปลายเปิด จำนวน 4 ด้าน

ขอขอบคุณในการตอบแบบสอบถาม

นักศึกษาปริญญาโท คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

เสกสรรค์ ดาราจร

ผู้ศึกษา

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภคผักปลอดสารพิษ
คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย / ลงในช่องว่าง □ หรือเติมข้อความที่ตรงกับความเป็นจริง

1. เพศ □ 1) ชาย □ 2) หญิง

2. อายุ □ 1) ต่ำกว่า 16 ปี □ 2) 16-20 ปี □ 3) 21 – 30 ปี
□ 4) 31 – 40 ปี □ 5) 41 – 50 ปี □ 6) 51 – 60 ปี
□ 7) มากกว่า 60 ปี

3. ระดับการศึกษาสูงสุด
□ 1) ประถมศึกษา □ 2) มัธยมศึกษาตอนต้น/ตอนปลาย/เทียบเท่า
□ 3) ปริญญาตรี □ 4) สูงกว่าปริญญาตรี

4. อาชีพ
□ 1) 1) กลุ่มผู้บริหาร □ 2) ครู
□ 3) ผู้ประกอบการร้านค้าอาหาร □ 4) นักเรียน
□ 5) อื่นๆ โปรดระบุ .....

5. รายได้เฉลี่ยต่อเดือน (โปรดระบุตัวเลขจำนวนเงิน) .....บาท

6. สถานภาพสมรสเป็นข้อมูลประเภทนามบัญญัติ มีคำตอบให้เลือกดังนี้
□ 1. โสด
□ 2. สมรส/อยู่ด้วยกัน
□ 3. ม่าย/อย่าร้าง/แยกกันอยู่

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นเกี่ยวกับการเลือกซื้อผักปลอดสารพิษ
คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย / ลงในช่องว่าง □ หรือเติมข้อความที่ตรงกับความเป็นจริง

1. โดยปกติท่านบริโภคผักปลอดสารพิษหรือไม่

□ 1) บริโภค □ 2) ไม่บริโภค *** หากไม่เคยบริโภคข้ามไปทำข้อ 5**

2. ผักที่ท่านบริโภคท่านซื้อมาจากแหล่งใด

□ 1) ตลาดสด □ 2) ซูปเปอร์มาร์เก็ต
□ 3) อื่นๆ โปรดระบุ .....

3.ท่านซื้อผักปลอดสารพิษบ่อยแค่ไหน

□ 1) ทุกวัน □ 2) 2-3 วัน /ครั้ง
□ 3) สัปดาห์ละครั้ง □ 4) 2สัปดาห์/ครั้ง

4. เหตุผลที่ท่านบริโภคผักปลอดสารพิษ

□ 1) คุณค่าอาหาร □ 2) ความชอบ
□ 3) ห่วงใยสุขภาพ □ 4) ตามค่านิยม

5. หากมีการขายผักปลอดสารพิษในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ ท่านจะซื้อบริโภคหรือไม่

□ 1) ซื้อบริโภค □ 2) ไม่ซื้อบริโภค

6. ผักปลอดสารพิษที่ท่านนิยมบริโภคมากที่สุดคือ

□ 1) คะน้า □ 2) กวางตุ้ง
□ 3) ผักกาดขาว □ 4) ผักสลัด
□ 5) อื่นๆ โปรดระบุ .....

7. ราคาที่เหมาะสมสำหรับการจำหน่ายผักในโรงเรียน

□ 1. 20 บาทต่อ 100 กรัม □ 2. 25 บาทต่อ 100 กรัม
□ 3. 30 บาทต่อ 100 กรัม □ 4. 40 บาทต่อ 100 กรัม
□ 5. อื่นๆ โปรดระบุ .....

ตอนที่ 3 ความคิดเห็นเกี่ยวกับการปลูกผักโดยใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหารและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม
คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย / ลงในช่องว่าง ☐ หรือเติมข้อความที่ตรงกับความเป็นจริง

1. หากมีการปลูกผักปลอดสารพิษในโรงเรียนเบญจมราชูทิศท่านมีความเห็นด้วยหรือไม่เพราะเหตุใด

☐ 1) เห็นด้วย ☐ 2) ไม่เห็นด้วย

เพราะ

.....

.....

2. หากใช้น้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหารจากโรงอาหาร โรงเรียนเบญจมราชูทิศมาเป็นปุ๋ยปลูกผักปลอดสารพิษ ท่านมีความเห็นด้วยหรือไม่เพราะเหตุใด

☐ 1) เห็นด้วย ☐ 2) ไม่เห็นด้วย

เพราะ

.....

.....

3. ส่วนผสมที่จะเพิ่มลงไปในปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหาร ท่านคิดว่าควรเป็นสิ่งใดจึงจะเหมาะสมที่สุดเพราะเหตุใด

☐ 1) ผักตบชวา ☐ 2) มูลไก่

☐ 3) มูลหมู ☐ 4) ผักตบชวา+มูลไก่

☐ 5) ผักตบชวา+มูลหมู ☐ 6) อื่นๆ โปรดระบุ .....

เพราะ

.....

.....

4. หากมีความจำเป็นต้องมีการผสมมูลสัตว์ลงไปในปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหาร ท่านคิดว่าท่านสามารถยอมรับที่จะบริโภคผักปลอดสารพิษนี้หรือไม่เพราะเหตุใด

☐ 1) ยอมรับได้ ☐ 2) ยอมรับไม่ได้

เพราะ

.....

.....

5. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

ภาคผนวก ง

ภาพที่ 21 ผลตรวจวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพเปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมี

ฝ่ายบริการการใช้ประโยชน์เครื่องมือ

ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

222 ต.ไทยบุรี อ.ท่าศาลา จ.นครศรีธรรมราช 80160 **โทรศัพท์** 0-7567-3224-5, 0-7567-3248-9 **โทรสาร** 0-7567-3242

งานวิศวกรรม **โทรศัพท์/โทรสาร** 0-7567-3201, **Website** : http://ser.wu.ac.th

เลขที่ SIS 220 K 57 หน้า 1/1

ใบรายงานผลการทดสอบ

วันที่ 28 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2557

เลขที่ใบขอส่งตัวอย่าง SIS 220/57 วันที่รับตัวอย่าง 10 กรกฎาคม พ.ศ. 2557 จำนวน 4 ตัวอย่าง วันที่ทดสอบ 21-23 กรกฎาคม พ.ศ. 2557

ชื่อผู้ส่งตัวอย่าง นางสาวกาญจนา เส็นบัติ

ที่อยู่ โรงเรียนเบญจมราชูทิศ 159 ม.3 ต.โพธิ์เสด็จ อ.เมือง จ.นครศรีธรรมราช 80000

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ			
	ปลา	ผักตบชวา	เศษอาหาร	ปุ๋ยสูตร A+B
ค่าการนำไฟฟ้า (dS/m)	14.96	4.02	3.62	195.37
อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N)	13.85	43.19	60.49	0
ไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) (%)	0.55	0.11	0.10	1.24
ฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total P_2O_5) (%)	0.49	0.05	0.05	0.61
โพแทสเซียมทั้งหมด (Total K_2O) (%)	0.09	0.06	0.04	1.89

หมายเหตุ : ค่า C ของปุ๋ยสูตร A+B ได้ = 0

วิธีทดสอบ

1. ค่าการนำไฟฟ้า(EC: Electrical Conductivity)วิเคราะห์ตาม In house method based on BS EN 13038.
2. อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N)และไนโตรเจนทั้งหมด วิเคราะห์ตาม In house method based on official Methods of Analysis of AOAC International, 17th ed., 993.13, 2000.
3. ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมวิเคราะห์ตาม In house method based on Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater, APHA, AWWA,WEF, 22nd edition 2012, part 3120 B.

ผู้ตรวจสอบ : ..... (นางณฐมน นุ่นรักษา) / นักวิทยาศาสตร์

ผู้ทบทวน : ..... (นางสาวยุพเรศน์ พัลพัฒน์) / นักวิทยาศาสตร์

ผู้อนุมัติ : .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทวีศิลป์ บางรักษ์)

รองผู้อำนวยการศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

รายงานนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่นำมาทดสอบเท่านั้น

ห้ามคัดถ่ายใบรายงานผลการทดสอบแต่เพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ

ภาคผนวก จ

ประสิทธิภาพของปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพสูตรต่างๆ

ตารางที่ 40 การเจริญเติบโตของผักกวางตุ้งไฮโดรโปนิกส์ ด้านน้ำหนักสด

สูตร	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
ปุ๋ยเคมี	30	112.1440	9.92026	1.81118	108.4397	115.8483	97.20	139.04
ปุ๋ยปลา	30	41.6733	11.31975	2.06669	37.4465	45.9002	15.50	57.81
ปุ๋ยผัก	30	5.6283	1.54628	.28231	5.0509	6.2057	4.03	9.50
ปุ๋ยเศษอาหาร	30	4.5497	.92706	.16926	4.2035	4.8958	3.56	8.23
รวม	120	40.998	44.52506	4.06456	32.9506	49.0471	3.56	139.04

ตารางที่ 41 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD ด้านน้ำหนักสด

(I) สูตร	(J) สูตร	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
ปุ๋ยเคมี	ปุ๋ยปลา	70.4707(*)	1.95703	.000	66.5945	74.3468
	ปุ๋ยผัก	106.5157(*)	1.95703	.000	102.6395	110.3918
	ปุ๋ยเศษอาหาร	107.5943(*)	1.95703	.000	103.7182	111.4705
ปุ๋ยปลา	ปุ๋ยเคมี	-70.4707(*)	1.95703	.000	-74.3468	-66.5945
	ปุ๋ยผัก	36.0450(*)	1.95703	.000	32.1689	39.9211
	ปุ๋ยเศษอาหาร	37.1237(*)	1.95703	.000	33.2475	40.9998
ปุ๋ยผัก	ปุ๋ยเคมี	-106.5157(*)	1.95703	.000	-110.3918	-102.6395
	ปุ๋ยปลา	-36.0450(*)	1.95703	.000	-39.9211	-32.1689
	ปุ๋ยเศษอาหาร	1.0787	1.95703	.583	-2.7975	4.9548
ปุ๋ยเศษอาหาร	ปุ๋ยเคมี	-107.5943(*)	1.95703	.000	-111.4705	-103.7182
	ปุ๋ยปลา	-37.1237(*)	1.95703	.000	-40.9998	-33.2475
	ปุ๋ยผัก	-1.0787	1.95703	.583	-4.9548	2.7975

* The mean difference is significant at the .05 level

สูตรปุ๋ย	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean	Minimum	Maximum

					Lower Bound	Upper Bound		
สูตรเคมี	30	34.080	4.43384	.80950	32.4244	35.735	25.20	41.10
สูตรปลา	30	14.336	2.07123	.37815	13.5633	15.110	11.40	19.70
สูตรผัก	30	1.9100	.54479	.09946	1.7066	2.1134	.70	2.60
สูตรเศษอาหาร	30	2.7000	.94468	.17247	2.3473	3.0527	1.50	5.00
รวม	120	13.256	13.27727	1.21204	10.8567	15.656	.70	41.10

ตารางที่ 42 การเจริญเติบโตของผักกวางตุ้งไฮโดรโปนิกส์ ด้านความสูง

ตารางที่ 43 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD ด้านความสูง

(I) สูตรปุ๋ย	(J) สูตรปุ๋ย	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
สูตรเคมี	สูตรปลา	19.7433(*)	.64728	.000	18.4613	21.0253
	สูตรผัก	32.1700(*)	.64728	.000	30.8880	33.4520
	สูตรเศษอาหาร	31.3800(*)	.64728	.000	30.0980	32.6620
สูตรปลา	สูตรเคมี	-19.7433(*)	.64728	.000	-21.0253	-18.461
	สูตรผัก	12.4267(*)	.64728	.000	11.1447	13.7087
	สูตรเศษอาหาร	11.6367(*)	.64728	.000	10.3547	12.9187
สูตรผัก	สูตรเคมี	-32.1700(*)	.64728	.000	-33.4520	-30.888
	สูตรปลา	-12.4267(*)	.64728	.000	-13.7087	-11.144
	สูตรเศษอาหาร	-.7900	.64728	.225	-2.0720	.4920
สูตรเศษอาหาร	สูตรเคมี	-31.3800(*)	.64728	.000	-32.6620	-30.098
	สูตรปลา	-11.6367(*)	.64728	.000	-12.9187	-10.354
	สูตรผัก	.7900	.64728	.225	-.4920	2.0720

* The mean difference is significant at the .05 level

ตารางที่ 44 การเจริญเติบโตของผักกวางตุ้งไฮโดรโปนิกส์ ด้านความกว้างทรงพุ่ม

สูตรปุ๋ย	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
ปุ๋เคมี	30	37.46	4.89851	.89434	35.6375	39.2958	28.10	48.80
สูตรปลา	30	11.63	1.04694	.19114	11.2424	12.0243	9.70	14.30
สูตรเศษอาหาร	30	1.286	.32667	.05964	1.1647	1.4086	.70	1.90
สูตรผัก	30	1.713	.28856	.05268	1.6056	1.8211	1.10	2.30
รวม	120	13.02	14.97488	1.36701	10.3182	15.7318	.70	48.80

ตารางที่ 45 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD ด้านความกว้างทรงพุ่ม

(I) สูตรปุ๋ย	(J) สูตรปุ๋ย	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
ปุ๋เคมี	สูตรปลา	25.8333(*)	.64912	.000	24.5477	27.1190
	สูตรเศษอาหาร	36.1800(*)	.64912	.000	34.8943	37.4657
	สูตรผัก	35.7533(*)	.64912	.000	34.4677	37.0390
สูตรปลา	ปุ๋เคมี	-25.8333(*)	.64912	.000	-27.1190	-24.5477
	สูตรเศษอาหาร	10.3467(*)	.64912	.000	9.0610	11.6323
	สูตรผัก	9.9200(*)	.64912	.000	8.6343	11.2057
สูตรเศษอาหาร	ปุ๋เคมี	-36.1800(*)	.64912	.000	-37.4657	-34.8943
	สูตรปลา	-10.3467(*)	.64912	.000	-11.6323	-9.0610
	สูตรผัก	-.4267	.64912	.512	-1.7123	.8590
สูตรผัก	ปุ๋เคมี	-35.7533(*)	.64912	.000	-37.0390	-34.4677
	สูตรปลา	-9.9200(*)	.64912	.000	-11.2057	-8.6343
	สูตรเศษอาหาร	.4267	.64912	.512	-.8590	1.7123

* The mean difference is significant at the .05 level.

ตารางที่ 46 การเจริญเติบโตของผักกวางตุ้งไฮโดรโปนิกส์ ด้านจำนวนใบต่อต้น

สูตรปุ๋ย	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean	Minimum	Maximum

					Lower Bound	Upper Bound		
สูตรเคมี	30	12.3000	1.91455	.3495	11.5851	13.0149	8.00	16.00
สูตรปลา	30	6.433	1.43078	.2612	5.8991	6.9676	4.00	9.00
สูตรเศษอาหาร	30	3.100	.75886	.1385	2.8166	3.3834	2.00	4.00
สูตรผัก	30	3.833	.74664	.1363	3.5545	4.1121	3.00	5.00
รวม	120	6.416	3.85359	.3517	5.7201	7.1132	2.00	16.00

ตารางที่ 47 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD ด้านจำนวนใบต่อต้น

(I) สูตรปุ๋ย	(J) สูตรปุ๋ย	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
สูตรเคมี	สูตรปลา	5.8667(*)	.33779	.000	5.1976	6.5357
	สูตรเศษอาหาร	9.2000(*)	.33779	.000	8.5310	9.8690
	สูตรผัก	8.4667(*)	.33779	.000	7.7976	9.1357
สูตรปลา	สูตรเคมี	-5.8667(*)	.33779	.000	-6.5357	-5.1976
	สูตรเศษอาหาร	3.3333(*)	.33779	.000	2.6643	4.0024
	สูตรผัก	2.6000(*)	.33779	.000	1.9310	3.2690
สูตรเศษอาหาร	สูตรเคมี	-9.2000(*)	.33779	.000	-9.8690	-8.5310
	สูตรปลา	-3.3333(*)	.33779	.000	-4.0024	-2.6643
	สูตรผัก	-.7333(*)	.33779	.032	-1.4024	-.0643
สูตรผัก	สูตรเคมี	-8.4667(*)	.33779	.000	-9.1357	-7.7976
	สูตรปลา	-2.6000(*)	.33779	.000	-3.2690	-1.9310
	สูตรเศษอาหาร	.7333(*)	.33779	.032	.0643	1.4024

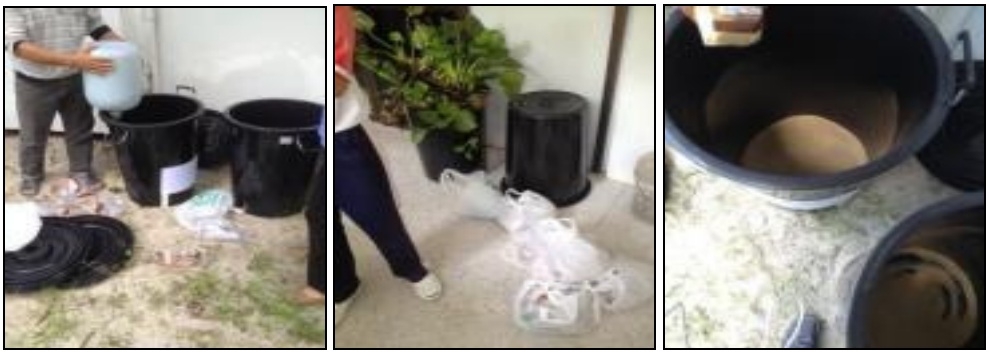
* The mean difference is significant at the .05 level.

ภาคผนวก ฉ

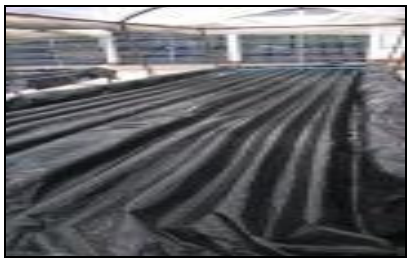
ภาพที่ 22 ประมวลภาพการวิจัย

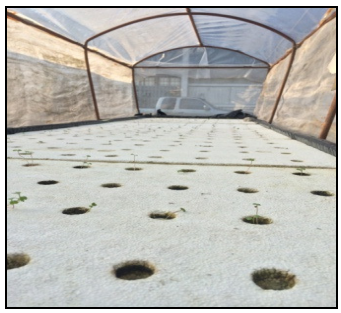
ภาพขยะมูลฝอย และการสำรวจขยะมูลฝอยภายในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ. นครศรีธรรมราช

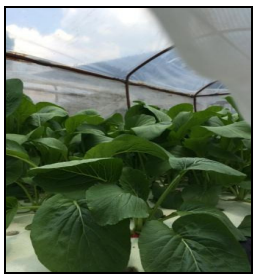
ภาพการหมักปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพ



ภาพการปลูกผักกวางตุ้งไฮโดรโปนิกส์โดยใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพสูตรต่างๆและปุ๋ยเคมี
ในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ







ภาพการศึกษาการเจริญเติบโตของผักกวางตุ้งในระบบไฮโดรโปนิกส์ โดยใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพ
ทั้ง 3 สูตร และปุ๋ยเคมี

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ สกุล นายเสกสรรค์ ดาราจร

รหัสประจำตัวนักศึกษา 5510920001

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วิทยาศาสตรบัณฑิต (ชีววิทยา)	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	2550
ประกาศนียบัตรบัณฑิตวิชาชีพครู	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร	2551

ตำแหน่งและสถานที่ทำงาน

ครู ค.ศ.1 โรงเรียนเบญจมราชูทิศ อำเภอเมือง จังหวัด นครศรีธรรมราช

การนำเสนอผลงาน

นำเสนอผลงานเรื่อง คุณลักษณะขยะและแนวทางการจัดการขยะ: กรณีศึกษาในโรงเรียน ในงานการประชุมวิชาการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติครั้งที่ 13 วันที่ 26-28 มีนาคม 2557 โรงแรมเดอะทวินทาวเวอร์ กรุงเทพมหานคร โดย เสกสรร ดาราจร และวรางคณา จุติดำรงค์พันธ์ (2557)