การออกแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ภายในคอนโดมิเนียม

DESIGN OF AQUAPONICS UNIT IN CONDOMINIUM

กฤษณวรรธญ์ ชนชนะ

KRITSANAWAT CHONCHANA

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการออกแบบอุตสาหกรรม

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2565

KMITL-2022-AR-M-004-041

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DESIGN OF AQUAPONICS UNIT IN CONDOMINIUM

KRITSANAWAT CHONCHANA

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF ARCHITECTURE PROGRAM IN INDUSTRIAL DESIGN

FACULTY OF ARCHITECTURE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2022

KMITL-2022-AR-M-004-041

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2022
FACULTY OF ARCHITECTURE
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การออกแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ภายในคอนโดมิเนียม
นักศึกษา	นายกฤษณวรรธญ์ ชนชนะ
รหัสประจำตัว	60602060
ปริญญา	สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขา	การออกแบบอุตสาหกรรม
พ.ศ.	2565
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ดร. ไชยพิพัฒน์ ปกป้อง

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยประยุกต์เพื่อออกแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ภายในคอนโดมิเนียม โดยมีวัตถุประสงค์ 1. ค้นหาความต้องการของผู้ใช้งานต่อรูปแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ภายในคอนโดมิเนียม 2. เพื่อออกแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ภายในคอนโดมิเนียมให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้งาน โดยดำเนินการวิจัยด้วยกระบวนการวิจัยทดลองจากผลิตภัณฑ์ต้นแบบที่ทำขึ้นเพื่อเก็บข้อมูลผู้ใช้ โดยใช้วิธีการสังเกตพฤติกรรมการใช้งานผลิตภัณฑ์ต้นแบบ สอบถามและตรวจสอบองค์ประกอบทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ ข้อจำกัดด้านสภาพแวดล้อมการปลูกผักและองค์ประกอบทางกายภาพของคอนโดมิเนียม ข้อจำกัดทางด้านสภาพแวดล้อมในการปลูกผักในคอนโดมิเนียม พื้นที่ใช้สอยในคอนโดมิเนียม ข้อจำกัดการใช้งาน สถานที่ตั้ง เพื่อค้นหาความต้องการและการยอมรับผลิตภัณฑ์ เพื่อนำไปเป็นข้อมูลอ้างอิงในการออกแบบพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลูกผักอควาโปนิกส์ภายในคอนโดมิเนียมได้อย่างเหมาะสม ผลของการวิจัยพบว่าจากการใช้งานผลิตภัณฑ์ต้นแบบ พบปัญหาหลักที่เกิดขึ้น เช่น ข้อจำกัดของพื้นที่ใช้งาน ปัญหาการวางตำแหน่งการติดตั้งของผลิตภัณฑ์ปลูกผักอควาโปนิกส์ในคอนโดมิเนียม ปัญหาการเคลื่อนย้ายต้นผักระหว่างช่วงเวลาการปลูก และปัญหาการตรวจสอบสมดุลในระบบการปลูก การออกแบบเริ่มจากการนำเสนอแนวคิดการออกแบบจากการสังเกตพฤติกรรมและประสบการณ์การใช้งานผลิตภัณฑ์ต้นแบบ ซึ่งปัจจัยส่วนหนึ่งของการนำเสนอแนวคิดการออกแบบคือ การพิจารณาปัญหาจากการใช้ผลิตภัณฑ์ต้นแบบและการพิจารณาความเป็นไปได้ของรูปแบบผลิตภัณฑ์การปลูกพืชในอาคาร มาเปรียบเทียบเพื่อหาแนวทางการออกแบบใหม่ โดยได้กำหนดแนวทางที่เหมาะสมในการออกแบบได้ 4 ส่วน จากความต้องการและการยอมรับผลิตภัณฑ์ ได้แก่ 1) พื้นที่การใช้งาน 2) ปรับเปลี่ยนรูปแบบและเคลื่อนย้ายได้ 3) สร้างวิธีการดูแลรักษาที่สะดวก 4) ผลผลิตของพืชที่ปลูกตามความต้องการ

คำสำคัญ: ผลิตภัณฑ์ปลูกผักอควาโปนิกส์ พฤติกรรมผู้ใช้งาน คอนโดมิเนียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis	Design of Aquaponics Unit in Condominium
Student	Mr. Kritsanawat Chonchana
Student ID.	60602060
Degree	Master of Architecture
Program	Industrial Design
Year	2022
Thesis Advisor	Dr. Chaipipat Pokpong

ABSTRACT

This research's aims to redesigning the aquaponics unit in condominium. The objectives are as follows: 1) Find the needs of users towards the aquaponics unit within the condominium. 2) To design aquaponics unit in condominium in accordance with the needs of users bases on research through experimental processes to determine the design approach in conjunction with observing users behavior with the pre-existing product. The research's focuses on analyzing the advantages and limitations of the physical composition of aquaponics, in order to optimize and design a aquaponics unit for more efficient in condominium inline with user behaviors. The results of the research revealed the main problems arisen from the pre-existing products, the main problems that arise, such as space limitations in condominium, installation problem in condominiums, transplanting problem during plants growing time, system balance problems in growing process. The new design begins with the presentation of the design concept from observing the pre-existing products behavior and experience user which part of the design concept is consideration of problems from pre-existing products use and feasibility determination of indoor plant product model. The new design guidelines were defined in 4 parts: 1) Area of use 2) Adaptable and portable design 3) Create convenient maintenance methods 4) Crop yields according to needs to design suitable products.

Keywords: Aquaponic Unit, User Behaviors, Condominium

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับการสนับสนุนทุนการวิจัยจาก คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาและเมตตาจากอาจารย์ที่ปรึกษา ดร. ไชยพิพัฒน์ ปกป้อง ผู้ที่มีความตั้งใจให้ความรู้ ประสบการณ์ และโอกาสที่สำคัญแก่ข้าพเจ้า และขอขอบคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.ญาดา ชวาลกุล และรองศาสตราจารย์ ดร.เกรียงศักดิ์ เขียวมั่ง

ขอขอบพระคุณอาจารย์ประจำสาขาภาควิชาการออกแบบอุตสาหกรรมทุกท่าน ที่ทุ่มเทถ่ายทอดความรู้และความเข้าใจในด้านการออกแบบที่ลึกซึ้งอันเป็นประโยชน์แก่ข้าพเจ้าอย่างยิ่ง

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ของคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทุกท่านที่เกี่ยวข้องกับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ที่อำนวยความสะดวกเรื่องต่างๆ แก่ข้าพเจ้า

ขอขอบคุณคุณพ่อ คณิตศร ชนชนะ บิดาบนสรวงสวรรค์ คุณแม่ สุจิตรา ชนชนะ พี่ชาย กฤณพรรธญ์ ชนชนะ ผู้ให้การอบรมสั่งสอน เลี้ยงดูอีกทั้งยังคอยให้กำลังใจและเป็นผู้ให้เสมอมา และขอขอบคุณคุณพ่อวรการย์และคุณแม่สุวรรณา พี่พีช สิริการย์ งามบุญสิน คุณแอนดรู และญาติพี่น้องทุกท่านที่คอยเป็นกำลังใจและให้การสนับสนุนแก่ข้าพเจ้าในทุกๆ ด้าน

ขอขอบคุณแพรี่ กฤติการย์ งามบุณสิน ภรรยาผู้ซึ่งเป็นกำลังใจและให้ข้าพเจ้าได้เดินตามเป้าหมายอย่างที่ตั้งใจ

ขอขอบคุณน้องแก็ก ธิษตยา เอี่ยมไพโรจน์ น้องคะนิ้ง ณิชา ม่วงแพรสี เพื่อนร่วมรุ่น M.ID ที่คอยให้ความช่วยเหลือในทุกๆ ด้าน คอยสนับสนุน แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และเป็นที่ปรึกษาที่ดีเสมอมา ตลอดจนน้องๆ และพี่ๆ สาขาวิชาการออกแบบอุตสาหกรรมทุกท่านที่ให้ กำลังใจและเกื้อกูลทั้งความรู้และประสบการณ์ที่ดีให้กับข้าพเจ้า

ขอขอบคุณคุณป๊อป บวรชนม์ บำรุง เพื่อนที่คอยให้คำแนะนำในด้านการทำต้นแบบ สนับสนุนข้อมูลเชิงลึกในด้านการผลิต และช่วยเหลือด้านต่างๆ ที่เป็นประโยชน์เสมอมา

สุดท้ายขอขอบคุณผู้เกี่ยวข้องทุกท่านที่มีส่วนทำให้วิทยานิพนธ์ของข้าพเจ้าฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี โดยอาจมิได้มีชื่อปรากฏอยู่ ณ ที่นี้ ต้องกราบขออภัยและขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

สำหรับคุณประโยชน์และคุณงามความดีอันใดที่เกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบให้บิดามารดา ผู้เป็นที่รักและเคารพยิ่ง ตลอดจนครูบาอาจารย์ที่ประสิทธิประสาทวิชาความรู้ให้แก่ข้าพเจ้ามาจนตลอดจนถึงทุกวันนี้

กฤษณวรรธญ์ ชนชนะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II
กิตติกรรมประกาศ.....III
สารบัญ.....IV
สารบัญตาราง.....VI
สารบัญรูป.....VII
บทที่ 1 บทนำ.....1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....1
1.2 คำถามของการวิจัย.....5
1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....5
1.4 ขอบเขตการวิจัย.....5
1.5 รูปแบบของการวิจัย.....8
1.6 ขั้นตอนการวิจัย.....8
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....8
1.8 คำนิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย.....9
บทที่ 2 วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....10
2.1 การปลูกผักรับประทานเอง.....12
2.2 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความต้องการผลิตภัณฑ์ปลูกผักอควาโปนิกส์.....21
2.3 ส่วนประกอบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์.....23
2.4 รูปแบบการปลูกผักแบบอควาโปนิกส์.....37
2.5 ข้อจำกัดทางด้านสภาพแวดล้อมของการปลูกผักแบบอควาโปนิกส์.....46
2.6 ประเภทของคอนโดมิเนียม.....48
2.7 ส่วนประกอบห้องชุดในคอนโดมิเนียม และข้อจำกัดในของพื้นที่.....51
2.8 แนวทางการออกแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์.....53
2.9 หลักการ และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....56
2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....61
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....63
3.1 รูปแบบการวิจัย และขั้นตอนการวิจัย.....63
3.2 ลักษณะของข้อมูลและขอบเขตของการวิจัย.....65
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล 70
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล 71
3.6 สรุปผล และอภิปรายผลการวิจัย 72
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 73
4.1 ผลการศึกษาความต้องการรูปแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ 73
4.2 ผลการวิเคราะห์และประเมินการออกแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ 77
4.3 ผลการทดสอบพฤติกรรมการใช้งานผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ 89
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 91
5.1 สรุปผล 91
5.2 การอภิปลายผลและข้อเสนอแนะ 94
บรรณานุกรม 96
ภาคผนวก ก รูปแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ที่ผู้วิจัยพัฒนา 101
ภาคผนวก ข รูปแบบผลิตภัณฑ์ต้นแบบเพื่อเก็บข้อมูล 109
ภาคผนวก ค เอกสารขอความอนุเคราะห์ที่ใช้ในการวิจัย 111
ประวัติผู้เขียน 114

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 วิเคราะห์จุดเด่นและจุดด้อยของรูปแบบการปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ 40

2.2 ตัวชี้วัดเพื่อพิจารณาความเหมาะสมของการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนรูปได้ 59

4.1 คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ 78

4.2 แสดงรายละเอียดของส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ 80

4.3 แบบร่างแสดงรายละเอียดของผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์.....84

4.4 แบบร่างแสดงรายละเอียดของผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์.....85

4.5 ผลการประเมินการออกแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ 86

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1.1	รูปแปลงทดลองปลูกผักแบบอควาโปนิกส	2
1.2	รูปแบบการปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ทั้ง 10 รูปแบบ	3
2.1	รูปแบบระบบอควาโปนิกส์โดยทั่วไป	15
2.2.	รูปแบบการอควาโปรนิกสข์นาดเล็ก	16
2.3	รูปแบบการอควาโปรนิกสเ์ ชิงพาณิชย์	17
2.4.	รูปแบบการอควาโปรนิกส์เพื่อการศึกษา	17
2.5	ผักกาดหอมใบสีเขียวและใบสีแดง (ผักสลัด เรดคอรัล)	23
2.6	ผักกาดหอมห่อ	24
2.7	ผักกาดหอมต้น	24
2.8	ผักสลัดฟิลเลย์ไอซ์เบร็ก	25
2.9	ผักสลัดบัตเตอร์เฮด	25
2.10	ผักสลัดคอส	26
2.11	ผักสลัดเรดโอ๊ค	26
2.12	ผักสลัดกรีนโอ๊ค	27
2.13	ตัวอย่างผักไทย – จีน	28
2.14	ภาชนะปลูกหรือรางปลูกผัก	29
2.15	ถังเลี้ยงปลาหรือ IBC Tank	36
2.16	การปลูกแบบรากแช่ลึกหรือแบบแพลอยน้ำ	37
2.17	การปลูกแบบรากแช่ตื้นหรือแบบน้ำไหล	38
2.18	การปลูกแบบรากยึดกับวัสดุปลูก	39
2.19	ตัวอย่างขั้นตอนการเตรียมบ่อเลี้ยงปลา	41
2.20	ตัวอย่างขั้นตอนการเตรียมแปลงปลูก	42
2.21	ตัวอย่างขั้นตอนวางตำแหน่งถังกรองชีวภาพ	42
2.22	ตัวอย่างการจัดวางอุปกรณ์ปลูก	43
2.23	รูปแบบระบบปลูกผักแบบอควาโปนิกส์สำหรับครัวเรือน	54
2.24	ผลิตภัณฑ์ของบริษัทแบ็ค ทู เดอร์ รูท	55
2.25	ผลิตภัณฑ์ของบริษัทไฮโดรบ็อก	55
4.1	ขั้นตอนการใช้งานผลิตภัณฑ์แบบเดิม	75
4.2	เปรียบเทียบคุณสมบัติของผลิตภัณฑ	76
4.3	แผนภูมิเวนน์ (Venn Diagram) แสดงคุณสมบัติผลิตภัณฑ์ทั้งสองรูปแบบ	77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.4. แนวทางการออกแบบ....78

4.5 สรุปขั้นตอนการศึกษาข้อมูลเพื่อพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ภายในคอนโดมิเนียม....80

4.6 แบบร่างผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์....82

4.7 แบบร่างผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ แนวทางที่ 1....83

4.8 แบบร่างผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ แนวทางที่ 2....83

4.9 แบบร่างผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ แนวทางที่ 3....83

4.10 แบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ที่พัฒนา (1)....87

4.11 แบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ที่พัฒนา (2)....88

4.12 ขั้นตอนการประกอบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ที่พัฒนา....89

4.13 ผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ที่พัฒนา....102

4.14 รูปด้านผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ที่พัฒนา....102

4.15 ขนาดผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ที่พัฒนา (1)....103

4.16 ขนาดผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ที่พัฒนา (2)....103

4.17 ส่วนประกอบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์....104

4.17 ภาพส่วนประกอบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส....104

4.18 ภาพขั้นตอนประกอบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์....105

4.19 ภาพจำลองบรรยากาศผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ (1) 106

4.20 ภาพจำลองบรรยากาศผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ (2)....107

4.21 ภาพจำลองบรรยากาศผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ (3)....108

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ผู้บริโภคมีแนวโน้มใส่ใจกับสุขภาพและตระหนักถึงความสำคัญของการบริโภคอาหารที่มีประโยชน์เพิ่มมากขึ้น การเลือกรับประทานอาหารประเภทผักและผลไม้เป็นทางเลือกหนึ่ง ผักขึ้นชื่อว่าเป็นอาหารที่มีคุณประโยชน์อย่างมหาศาลในการสร้างสมดุลในร่างกายเพราะมีวิตามิน แร่ธาตุ และช่วยให้ระบบขับถ่ายทำงานได้ดีขึ้น การบริโภคผักและผลไม้วันละ 400 กรัม เป็นปริมาณที่เพียงพอที่จะช่วยลดความเสี่ยงของการเกิดโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง (สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ. 2560) จากการสำรวจมูลค่าในการบริโภคผักในแต่ละปีมีมูลค่าสูงถึง 80,000 ล้านบาท ปัจจุบันความต้องการการบริโภคผักมากขึ้น ผักที่จำหน่ายในท้องตลาดจึงต้องปลูกด้วยวิธีการเร่งโต เร่งผลิต และมีการกระตุ้นด้วยสารเคมีต่างๆ รวมถึงการนำมาใช้ในการกำจัดโรคและแมลง บางครั้งเกษตรกรไม่ได้ทิ้งช่วงให้สารเคมีที่ใช้สลายก่อนเวลาเก็บเกี่ยว สารเคมีดังกล่าวจึงตกค้างมาถึงผู้บริโภค ทำให้เกิดอันตรายและเป็นสาเหตุของโรคภัยตามมา (สำนักงานบริหารและพัฒนาองค์ความรู้. 2559)

การปลูกผักเพื่อรับประทานเองด้วยการปลูกที่ไม่ใช้ดินแบบไฮโดรโปนิกส์เป็นแนวทางที่กำลังได้รับความนิยม เพราะมีข้อดี ได้แก่ ได้ผักที่ปลูกมีคุณภาพ มีความสด ใช้พื้นที่ปลูกไม่มาก มีระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวผลผลิตสั้น สามารถปลูกผักได้หลากหลายชนิด และรอบการปลูกมากกว่าการปลูกบนดิน โดยใช้น้ำที่ผสมปุ๋ยเคมีเป็นธาตุอาหาร โดยรากพืชจะดูดน้ำนั้นไปใช้เพื่อการพืชเจริญเติบโต ซึ่งน้ำที่มีสารเคมีปนเปื้อนเหล่านี้ หากกำจัดไม่ถูกวิธีและปล่อยทิ้งลงดินหรือแหล่งน้ำจะส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติ อีกทั้งการตรวจพบปริมาณสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างเกินค่ามาตรฐานในผักไฮโดรโปนิกส์ที่จำหน่ายในห้างโมเดิร์นเทรด พบสารเคมีประเภทดูดซึมตกค้างในผักจำนวน 17 ชนิด การทำความสะอาดผักด้วยการล้างน้ำหรือทำลายด้วยความร้อนจากการหุงต้มเป็นไปได้ยาก เนื่องจากสารเคมีที่พบถูกดูดซึมเข้าไปสู่ต้นผัก (เครือข่ายเตือนภัยสารเคมีกำจัดศัตรูพืช. 2561) ทำให้ผู้บริโภคเกิดความกังวลในการรับประทานผักที่ปลูกแบบไฮโดรโปนิกส์ตามมา การปรับเปลี่ยนรูปแบบการปลูกผักแบบไม่ใช้ดินที่ปลอดภัย ที่ได้พัฒนาให้มีกระบวนการจัดการน้ำทิ้งจากการปลูกได้อย่างมีประสิทธิภาพมาก คือการปลูกผักแบบอควาโปนิกส์

การปลูกผักแบบอควาโปนิกส์หรือการปลูกผักร่วมกับเลี้ยงสัตว์น้ำ ซึ่งส่วนใหญ่จะเลี้ยงปลา โดยหลักการที่สำคัญคือ การนำของเสียจากระบบชีววิทยาหนึ่งไปเป็นสารอาหารให้กับอีกระบบหนึ่ง ซึ่งเป็นระบบนิเวศที่เกื้อกูลซึ่งกันและกัน มีกระบวนกรองน้ำให้ความสะอาดขึ้นผ่านการกรองทางชีววิธี แล้วนำน้ำกลับมาใช้ใหม่หรือก่อนที่จะปล่อยทิ้ง การปลูกมีหลักการทำงานประกอบด้วย 2 ส่วนหลักๆ คือ ส่วนปลูกผัก ส่วนเลี้ยงปลา โดยปลาจะขับถ่ายของเสียส่วนใหญ่ออกมาในรูปแอมโมเนีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

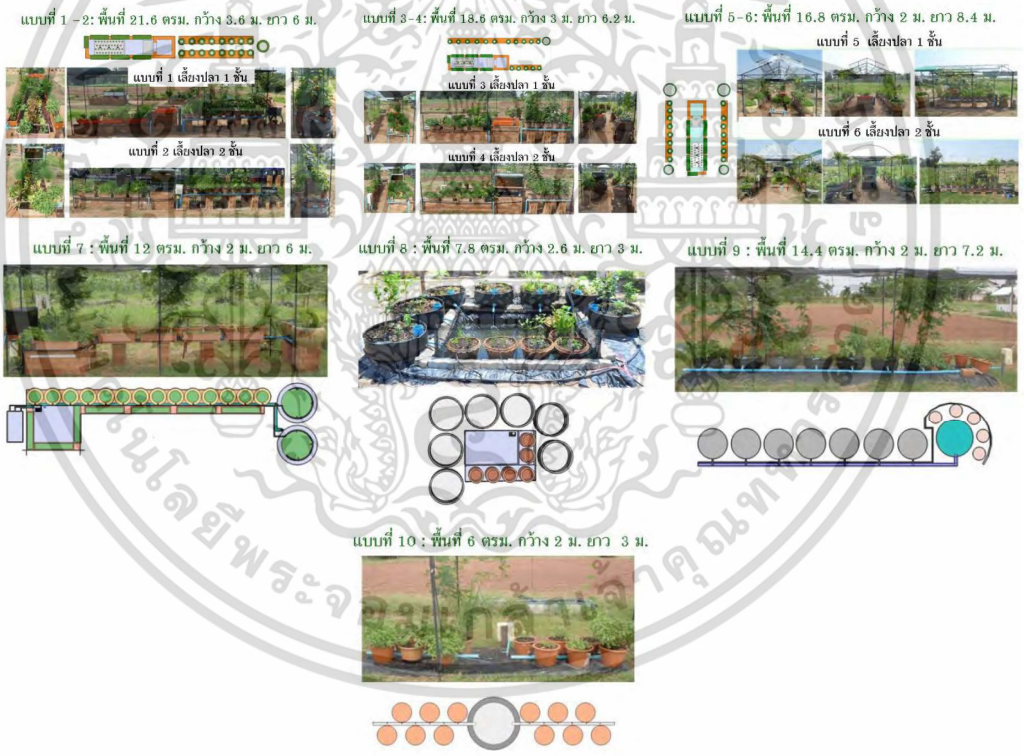
ซึ่งเป็นพิษต่อปลาและไม่เป็นประโยชน์กับผัก แอมโมเนียเหล่านี้จะถูกแบคทีเรียในน้ำสะอาดช่วยเปลี่ยนของเสียผ่านกระบวนการไนตริฟิเคชั่น เป็นไนไตรและไนเตรทตามลำดับ ซึ่งเป็นสารประกอบธาตุที่ไม่เป็นอันตรายต่อปลาและผักจะดูดซึมไปใช้ประโยชน์ในการเจริญเติบโตได้ดี (กมล เลิศรัตน์ และคณะ. 2557) โดยรากพืชจะทำหน้าที่เป็นระบบกรองแบบชีวภาพเหมือนกับเป็นการบำบัดน้ำเสีย ทำให้น้ำมีคุณภาพที่ดีขึ้น จึงไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนถ่ายน้ำ ส่งผลให้ประหยัดน้ำถึง 80-90% เมื่อเปรียบเทียบกับการปลูกพืชในดินแบบเดิม การปลูกผักแบบอควาโปนิกส์จะได้ผลผลิตผักเพื่อบริโภคที่สะอาด ปลอดภัย ปราศจากสารเคมี และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม (พ้วน เพ่งเซ้ง. 2560)

ผู้วิจัยลงพื้นที่ศึกษาข้อมูลการปลูกด้วยการทดลองปลูกจริงจากผลิตภัณฑ์ปลูกมีอยู่ในปัจจุบัน เพื่อศึกษาขั้นตอนตั้งแต่เริ่มต้นปลูกจนสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิต ใช้วิธีการปลูกแบบรากแช่ตื้นหรือแบบน้ำไหล (NFT) ที่ขนาดพื้นที่ปลูกประมาณ 1-3 ตารางเมตร ซึ่งเป็นขนาดพื้นที่สำหรับปลูกเพื่อรับประทานเองและได้รับความนิยมสำหรับผู้เริ่มต้นปลูก (FAO. 2014) การเริ่มต้นต้องจัดหาอุปกรณ์ที่เป็นส่วนประกอบผลิตภัณฑ์มาประกอบระบบให้สมบูรณ์ ได้แก่ ส่วนรางปลูกผัก ส่วนบ่อเลี้ยงปลา ท่อพีวีซีขนาดต่างๆ ถังตักตะกอน ถังกรองชีวภาพ เป็นต้น การดูแลต้องดูแลเอาใจใส่ระบบปลูกทุกๆ วัน โดยตรวจสอบระดับน้ำในบ่อปลาและบ่อพักน้ำให้มีระดับคงที่เสมอ การตรวจสอบการลำเลียงน้ำให้มีการไหลคงที่เสมอและต้องตรวจสอบคุณภาพน้ำ (ค่า pH) ความเข้มข้นของแอมโมเนีย ไนไตรท์ และไนเตรท ให้อยู่ระดับคงที่เพื่อรักษาความสมดุลในระบบปลูก ปัญหาที่เจอระหว่างการปลูกจะมีสาเหตุมาจากอุปกรณ์ที่นำมาประกอบระบบปลูกมีคุณสมบัติไม่เหมาะสมและใช้พื้นการจัดวางอุปกรณ์ที่มากร่วมถึงผู้ปลูกขาดประสบการณ์ในการปลูก ทำให้ส่งผลกระทบโดยตรงต่อผลผลิตผักที่ปลูกและปลาที่เลี้ยง (ธวัชชัย จารุวงศ์ทยา. 2559) แสดงให้เห็นว่าการปลูกผักอควาโปนิกส์ต้องศึกษาขั้นตอนการปลูกและศึกษาการใช้งานอุปกรณ์ให้ลึกซึ้งที่สุด เพื่อจะได้สามารถควบคุมและแก้ไขปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นระหว่างการปลูกได้อย่างถูกต้อง (จิราณัทย์ กิ่งสวัสดิ์. 2556)

รูปที่ 1.1 รูปแปลงทดลองปลูกผักแบบอควาโปนิกส์
รูปถ่ายโดย: กฤษณวรรธญ์ ชนชนะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลิตภัณฑ์ปลูกผักอควาโปนิกส์ที่ผู้วิจัยศึกษาเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนารูปแบบการใช้งานผลิตภัณฑ์ปลูกผักอควาโปนิกส์ คือ การพัฒนารูปแบบการปลูกผักร่วมกับเลี้ยงปลาของ กมล เลิศรัตน์และคณะ เผยแพร่ในปี 2557 ที่แสดงให้เห็นถึงความจำเป็นต้องออกแบบพัฒนาการปลูกผักแบบระบบอควาโปนิกส์ให้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมและความต้องการใช้ประโยชน์ของคนไทย ด้วยการพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์การปลูกได้ทั้งหมด 10 รูปแบบ ที่เหมาะสมสำหรับครอบครัวที่พักอาศัยในเมืองและในชนบท โดยมีความแตกต่างกัน 3 ส่วน ได้แก่ ขนาดพื้นที่ ต้นทุนอุปกรณ์ของผลิตภัณฑ์และจำนวนหน่วยไฟฟ้าที่ใช้ โดยให้เลือกใช้อย่างเหมาะสมกับพื้นที่และความต้องการ ผู้วิจัยพบว่ารูปแบบทั้งหมด มีประโยชน์ในการนำไปปรับใช้ให้เข้ากับภูมิทัศน์ของพื้นที่พักอาศัยที่เป็นบ้านจัดสรรได้ดี มีต้นทุนของอุปกรณ์ราคาถูก แต่มีข้อเสียด้านการนำไปปรับใช้ในพื้นที่พักอาศัยอื่นๆ เช่น อาคารสูงในเมือง เพราะว่ารูปทั้งหมดใช้พื้นที่ปลูกกว้าง ซึ่งไม่เหมาะกับอาคารสูงที่มีพื้นที่จำกัด อีกทั้งผลิตภัณฑ์ปลูกผักทั้งหมดได้นำอุปกรณ์ส่วนประกอบที่หาได้ทั่วไปมาใช้งาน ทำให้เกิดปัญหาด้านการทำงานของระบบ และผู้ใช้งานต้องใช้ความชำนาญด้านงานช่างเพื่อประกอบระบบ



รูปที่ 1.2 รูปแบบการปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ทั้ง 10 รูปแบบ
ที่มา: กมล เลิศรัตน์และคณะ (2557)

จากผลงานวิจัยในต่างประเทศมีการศึกษาเกี่ยวกับเรื่องการรับรู้และการยอมรับทางสังคมของการปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ โดยผู้บริโภคที่ปลูกกินเองในเมือง โดยสำรวจในเขตเมืองแอดิเลด ประเทศออสเตรเลีย มีการพิจารณาถึงจุดแข็งและจุดอ่อน โดยศึกษาจากมุมมองของผู้บริโภคที่มีต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ ซึ่งจุดแข็งที่ควรสนับสนุนคือ สามารถเป็นแหล่งผลิตอาหารที่สะอาด ปลอดภัยจากสารพิษ และยั่งยืนทางอาหารที่ปลูกในเมือง ส่วนจุดอ่อนที่เป็นอุปสรรคสำหรับผู้เริ่มต้นปลูก คือต้องใช้ความเชี่ยวชาญในด้านเทคนิค ต้องเข้าใจวิธีการปลูกพืชผักทุกชนิด และการติดตั้งประกอบอุปกรณ์ในพื้นที่พักอาศัยที่มีอยู่จำกัดในเมือง ซึ่งส่วนมากจะเป็นพื้นที่ในบ้านหรือห้องพักในอาคารสูง นอกจากนี้ผลวิจัยแสดงให้เห็นว่าผู้บริโภคมีความกังวลกับขั้นตอนการปลูกและมีการแสดงความคิดเห็นให้การเปลี่ยนแปลงรูปแบบอุปกรณ์การปลูกที่ติดตั้งสะดวก ดูแลรักษาง่าย มีขนาดอุปกรณ์ที่สอดคล้องกับพื้นที่ใช้งานของผู้บริโภคที่ต้องการปลูกกินเองในเมือง (Pollard, Ward & Koth. 2017) ซึ่งที่ผ่านมาจะมุ่งเน้นเรื่องการปลูกและพัฒนาคุณภาพผลผลิต โดยการสร้างอุปกรณ์รูปแบบตัวแทนเพื่อใช้ทดลองหรือสาธิตการปลูกเท่านั้น ทำให้ผู้บริโภคเกิดภาพจำกับอุปกรณ์ที่มิได้มุ่งเน้นเรื่องออกแบบเพื่อการใช้งานและมองเป็นเรื่องยุ่งยากที่ต้องมาเรียนรู้การใช้งานอุปกรณ์เพื่อเริ่มต้นปลูก รวมถึงกังวลว่าจะไม่ได้ผลผลิตผักที่ปลูกตามที่คาดหวัง

กระแสความนิยมการปลูกผักในเมืองได้แพร่เข้ามาในประเทศไทย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรุงเทพมหานคร ลักษณะของพื้นที่ปลูกมีความหลากหลาย เริ่มตั้งแต่การปลูกผักในสวนกระถางตามคอนโดมิเนียม สวนผักหลังบ้าน สวนผักของหมู่บ้านหรือชุมชน เป็นต้น ผู้บริโภคสนใจปลูกผัก มีทั้งคนเมืองที่ใส่ใจในสุขภาพ จึงแสวงหาการปลูกผักด้วยตนเองเพื่อลดการบริโภคผักท้องตลาดซึ่งมีความเสี่ยงจากสารเคมีปนเปื้อน ขณะเดียวกันผู้บริโภคบางคนก็ทำเป็นกิจกรรมในลักษณะงานอดิเรก การเพิ่มขึ้นของประชากรในกรุงเทพมหานคร ส่งผลให้รูปแบบที่อยู่อาศัยของผู้บริโภคในกรุงเทพมหานครเพิ่มขึ้นและเปลี่ยนไปจากการก่อสร้างที่อยู่อาศัยในชานเมืองและรูปแบบคอนโดมิเนียมในเมือง จำนวนคอนโดมิเนียมที่เพิ่มขึ้นเป็นหนึ่งในสาเหตุที่ทำให้ผู้บริโภคที่อาศัยอยู่ปลูกผักในคอนโดมิเนียมเพื่อรับประทานเอง จากการสำรวจการสร้างคอนโดมิเนียมตลอด 5 ปีที่ผ่านมา ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2558 - 2562 พบว่าการก่อสร้างเติบโตขึ้นอย่างมากโดยเฉพาะในกรุงเทพมหานครมีการซื้อขายคอนโดมิเนียมทั้งหมดประมาณเฉลี่ยประมาณ 53,000 หน่วยต่อปี ซึ่งเป็นอัตราการขยายตัวที่สูง และมีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องเพื่อรองรับการขยายตัวของประชากร และความต้องการมากขึ้น (ศูนย์ข้อมูลอสังหาริมทรัพย์. 2562) โดยคอนดมิเนียมที่มีความต้องการของตลาดมากที่สุด คือ คอนโดมิเนียมระดับกลาง ตั้งอยู่ใจกลางเมือง และอยู่ใกล้สถานีรถไฟลอยฟ้า (BTS) หรือสถานีรถไฟใต้ดิน (MRT) ซึ่งมีปริมาณมากถึงร้อยละ 30 ของคอนโดมิเนียมทั้งหมด

ปัจจุบันคอนโดเนียมเหล่านี้ได้ปรับเปลี่ยนรูปแบบพื้นที่ของคอนโดมิเนียมให้มีประโยชน์ใช้สอยเพิ่มขึ้น แนวโน้มการปรับให้ตรงกับผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมาย เช่น สำหรับคนรักการออกกำลังกาย คนรักสัตว์ ผู้สูงอายุ และคนรักการปลูกต้นไม้ เป็นต้น (Thailand real estate & property forum. 2561) อีกทั้งการปรับเปลี่ยนรูปแบบที่พักอาศัยให้มีพื้นที่สีเขียว ซึ่งมีเป้าหมายให้ผู้บริโภคในคอนโดมิเนียมมีพื้นที่ปลูกต้นไม้หรือปลูกผักรับประทานเองได้ และสร้างความสุนทรีย์แก่ผู้อยู่อาศัย

จากข้อมูลดังกล่าวผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการออกแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักอควาโปนิกส์ภายในคอนโดมิเนียม โดยจำเป็นต้องพิจารณาถึงการออกแบบที่สอดคล้องกับความต้องการด้านพฤติกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของผู้บริโภคที่อาศัยอยู่ในคอนโดมิเนียม พื้นที่ใช้งานและช่วยให้ผู้ปลูกมีความสะดวกในการใช้ผลิตภัณฑ์ และข้อจำกัดด้านต่างๆ ของคอนโดมิเนียม จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาใช้ออกแบบเป็นผลิตภัณฑ์ปลูกผักอควาโปนิกส์ที่สอดคล้องกับปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ วิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าวเพื่อกำหนดรายละเอียดการออกแบบผลิตภัณฑ์ให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้บริโภคที่อาศัยในคอนโดมิเนียม ภายใต้ทฤษฎีการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนรูปได้มาใช้ออกแบบเพื่อเพิ่มหน้าที่การใช้งานผลิตภัณฑ์ให้สามารถปรับเปลี่ยนได้ตามความต้องการของผู้บริโภคในคอนโดมิเนียม ซึ่งผลงานวิจัยที่ได้จะสามารถเป็นการเพิ่มทางเลือกในการปลูกผักรับประทานเองภายในคอนโดมิเนียม สร้างความสะดวกสบายให้ผู้บริโภคในการดูแลรักษาผักที่ปลูกที่ดีขึ้น เพิ่มทางเลือกการปลูกผักได้หลากหลายชนิด เพื่อให้ผู้บริโภคที่อยู่อาศัยในคอนโดมิเนียมปลูกผักด้วยตนเองและลดการบริโภคผักท้องตลาด ส่งเสริมการเกษตรกรรมในเมืองของประชากรในกรุงเทพมหานคร

1.2 คำถามของการวิจัย

1.2.1 รูปแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ภายในคอนโดมิเนียมตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคได้หรือไม่ อย่างไร

1.2.2 ผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ภายในคอนโดมิเนียม ควรมีรูปแบบอย่างไร

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.3.1 ค้นหาความต้องการของผู้บริโภคต่อรูปแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ภายในคอนโดมิเนียม

1.3.2 เพื่อออกแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ภายในคอนโดมิเนียม ให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้บริโภค

1.4 ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการออกแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ภายในคอนโดมิเนียม โดยมีขอบเขตการวิจัยดังนี้

1.4.1 ตัวแปรในการวิจัย

1.4.1.1 ตัวแปรต้น คือ ปัจจัยที่ส่งผลต่อรูปแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ภายในคอนโดมิเนียม แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่

1) องค์ประกอบทางกายภาพ ประกอบไปด้วย 2 ส่วน ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- องค์ประกอบทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ ได้แก่ ส่วนประกอบของระบบปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ คือ ส่วนปลูกผักและส่วนเลี้ยงปลา ส่วนประกอบอื่นๆ ของระบบอควาโปนิกส์ เช่น ท่อพีวีซีขนาดต่างๆ ถังตักตะกอน ถังกรองชีวภาพ เป็นต้น รูปแบบการปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ที่มีอยู่ในปัจจุบัน ข้อจำกัดด้านสภาพแวดล้อมการปลูกผัก

- องค์ประกอบทางกายภาพของคอนโดมิเนียม ได้แก่ ข้อจำกัดทางด้านสภาพแวดล้อมในการปลูกผักในคอนโดมิเนียม พื้นที่ใช้สอยในคอนโดมิเนียม ข้อจำกัดการใช้งานผลิตภัณฑ์ปลูกผักในคอนโดมิเนียม ประเภทของคอนโดมิเนียม เช่น จำแนกตามราคาขายต่อตารางเมตร พื้นที่ห้อง สถานที่ตั้ง สิ่งอำนวยความสะดวก และรูปแบบของคอนโดมิเนียม เช่น รูปแบบตามลักษณะอาคาร รูปแบบตามลักษณะของห้อง

2) องค์ประกอบทางจิตวิทยา คือ ทัศนคติที่ส่งผลต่อไปยังพฤติกรรม ได้แก่

- ทัศนคติของกระแสการใส่ใจสุขภาพ ได้แก่ ความรู้เรื่องการดูแลสุขภาพ รับประทานผัก วิธีการบริโภคผัก การออกกำลังกาย

- ทัศนคติในการใช้ผลิตภัณฑ์เพื่อสิ่งแวดล้อม ได้แก่ การบริโภคผลิตภัณฑ์เพื่อสิ่งแวดล้อม การรักษาสิ่งแวดล้อม ความสนใจในปัญหาโลกร้อน

- ทัศนคติของประสบการณ์และความประทับใจในการปลูกผักรับประทานเอง ได้แก่ ความรู้และประสบการณ์ของการปลูกผัก การเข้าร่วมกิจกรรมส่งเสริมการปลูกผัก ความประทับใจจากประสบการณ์การปลูกพืชผัก

- ทัศนคติความต้องการของรูปแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักอควาโปนิกส์ในคอนโดเนียม ได้แก่ รูปแบบผลิตภัณฑ์ปลูก รูปแบบการปลูก ประโยชน์ที่ได้จากการปลูก ลักษณะการติดตั้ง พื้นที่การใช้งาน วัสดุของผลิตภัณฑ์ ชนิดของผักที่ปลูก ปริมาณที่ต้องการปลูก ช่วงเวลาการใช้ผลิตภัณฑ์ ระยะเวลาการใช้งาน ความกังวลและสิ่งที่ไม่ต้องการในผลิตภัณฑ์

3) องค์ประกอบทางสังคมวิทยา คือ

- ลักษณะพื้นฐานของบุคคล ได้แก่ เพศ อายุ อาชีพ ระดับการศึกษา สถานภาพในปัจจุบัน รายได้ต่อเดือน ลักษณะการครอบครองที่อยู่อาศัย ขนาดของที่อยู่อาศัย การพักอาศัย

- ลักษณะพฤติกรรมของบุคคล ได้แก่ ประสบการณ์ของบุคคลในกิจกรรมต่างๆ เวลาอยู่ในคอนโดมิเนียม ช่วงเวลาในการทำกิจกรรมต่างๆ และระยะเวลาในการทำกิจกรรมต่างๆ ของผู้บริโภคเวลาอยู่อาศัยในคอนโดมิเนียม

1.4.1.2 ตัวแปรตาม คือ รูปแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ภายในคอนโดมิเนียมที่สอดคล้องกับความต้องการของผู้บริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.4.2.1 ประชากร ได้แก่ ผู้บริโภคที่พักอาศัยในคอนโดมิเนียม ภายในเขตกรุงเทพมหานคร โดยกำหนดให้ 1 ห้องชุด (ยูนิต) ในคอนโดมิเนียม เท่ากับประชากร 1 คน

1.4.2.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ผู้บริโภคที่พักอาศัยในคอนโดมิเนียม ภายในเขตกรุงเทพมหานคร ซึ่งตั้งอยู่ใน 2 เขตของกรุงเทพมหานคร อยู่ในเขตคลองเตย 2 แห่ง และเขตจตุจักร 2 แห่ง เนื่องจากคอนโดมิเนียมดังกล่าวได้รับการคัดเลือกเป็นคอนโดมิเนียมที่มีพื้นที่สีเขียวโดดเด่น (กองพัฒนาระบบการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม. 2560) ตามคุณสมบัติอาคารที่พักอาศัยที่มีพื้นที่สีเขียวมากกว่า 50% ของพื้นที่ทั้งหมด และอีกน้อยกว่า 50% ของพื้นที่สีเขียวสามารถอยู่บนอาคารได้ ซึ่งสนับสนุนแนวคิดการปลูกต้นไม้ภายในที่พักอาศัย ทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจในการเพิ่มปริมาณพื้นที่สีเขียวจากการปลูกผักเพื่อรับประทานเองภายในที่พักอาศัย โดยทำการสุ่มกลุ่มตัวอย่างจากจำนวนประชากรภายในคอนโดมิเนียมดังกล่าวข้างต้น แบบมีระบบโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปเพื่อคำนวณขนาดของกลุ่มตัวอย่าง เป็นจำนวน 773 คน

1.4.3 พื้นที่ในการเก็บข้อมูล

ขอบเขตของพื้นที่ในการเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง คือ คอนโดมิเนียมในเขตกรุงเทพมหานคร ที่ได้รับการคัดเลือกเป็นคอนโดมิเนียมที่มีพื้นที่สีเขียวโดดเด่น ซึ่งตั้งอยู่ใน 2 เขตของกรุงเทพมหานครในพื้นที่เขตคลองเตย 2 แห่ง ได้แก่ โครงการ Park 24 และโครงการ Rhythm ในพื้นที่เขตจตุจักร 2 แห่งพื้นที่เขตจตุจักร 2 แห่ง ได้แก่ โครงการ M Jatujak และโครงการ Chapter One Midtown

1.4.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1.4.4.1 แบบสอบถามความต้องการรูปแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบบอควาโปนิกส์ภายในคอนโดมิเนียม

1.4.4.2 แบบประเมินการออกแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบบอควาโปนิกส์ภายในคอนโดมิเนียม

1.4.4.3 แบบบันทึกข้อมูลพฤติกรรมการใช้งานผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบบอควาโปนิกส์

1.4.5 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

1.4.5.1 กล้องถ่ายรูป สำหรับบันทึกภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว

1.4.5.2 เครื่องบันทึกเสียง เพื่อบันทึกการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่าง

1.4.5.3 สมุดจดบันทึก ปากกา เพื่อให้ผู้วิจัยและกลุ่มตัวอย่างบันทึกข้อมูลการใช้งานผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบบอควาโปนิกส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 รูปแบบของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีการวิจัยประยุกต์ (Applied Methods Research)

1.6 ขั้นตอนการวิจัย

1.6.1 ศึกษาค้นคว้า รวบรวมข้อมูลจากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

1.6.2 วิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อรูปแบบออกแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ในคอนโดมิเนียมจากการทบทวนวรรณกรรม

1.6.3 ออกแบบเครื่องมือที่ใช้รวบรวมข้อมูล ซึ่งเป็นแบบสอบถามความต้องการในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง

1.6.4 วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามความต้องการเพื่อนำไปใช้ในการออกแบบ

1.6.5 ออกแบบและร่างแบบภายใต้คำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ และอาจารย์ที่ปรึกษา

1.6.6 พัฒนารูปแบบตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ และอาจารย์ที่ปรึกษา

1.6.7 วิเคราะห์และคัดเลือกรูปแบบตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญและอาจารย์ที่ปรึกษา

1.6.8 สร้างแบบจำลอง (Mock-up & Model) เพื่อประเมินแบบจำลองโดยผู้ทรงคุณวุฒิ

1.6.9 ปรับปรุงและพัฒนาเพื่อเป็นแบบสุดท้าย ตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ

1.6.10 สร้างต้นแบบ (Prototype) ผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์

1.6.11 นำต้นแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์มาทดลองใช้ โดยใช้แบบบันทึกข้อมูลพฤติกรรมการใช้งานเพื่อทำการสังเกตพฤติกรรมการใช้งานต่อรูปแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์จากกลุ่มตัวอย่าง

1.6.12 วิเคราะห์ข้อมูล สรุปผล และเสนอแนะ

1.6.13 รายงานผลการวิจัยในรูปเล่มวิทยานิพนธ์

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.7.1 ทราบความต้องการรูปแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์จากผู้บริโภคที่อาศัยในคอนโดเนียม

1.7.2 ผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ภายในคอนโดมิเนียมที่สอดคล้องตามความต้องการของผู้บริโภคที่อาศัยในคอนโดเนียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.8 คำนิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย

1.8.1 การปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ภายในคอนโดมิเนียม หมายถึง การปลูกผักแบบไม่ใช้ดินภายในคอนโดมิเนียมที่เป็นที่พักอาศัยส่วนตัวของผู้บริโภค

1.8.2 ผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ภายในคอนโดมิเนียม หมายถึง ผลิตภัณฑ์ปลูกผักที่มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้บริโภคใช้ปลูกผักรับประทานเอง ได้ผักเพื่อรับประทานเพียงพอต่อวัน มีคุณสมบัติในด้านวิธีการดูแลรักษาง่าย ผลิตภัณฑ์มีขนาดที่สอดคล้องกับพื้นที่ใช้งานภายในคอนโดมิเนียมที่พักอาศัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยศึกษาข้อมูล วรรณกรรม ทฤษฎี บทความวิชาการ วารสารตีพิมพ์ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นพื้นฐาน และแนวทางในการดำเนินการวิจัยเรื่องการออกแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ภายในคอนโดมิเนียม ดังนี้

2.1 การปลูกผักรับประทานเอง

- 2.1.1 แนวโน้มการปลูกผักรับประทานเอง
- 2.1.2 ความเป็นมาของการปลูกผักแบบอควาโปนิกส์
- 2.1.3 การปลูกผักอควาโปนิกส์
- 2.1.4 หลักการทำงานและลักษณะของปลูก
- 2.1.5 แนวคิดการปลูกผักในเมือง

2.2 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความต้องการผลิตภัณฑ์ปลูกผักอควาโปนิกส์

- 2.2.1 องค์ประกอบทางกายภาพ
- 2.2.2 องค์ประกอบทางจิตวิทยา
- 2.2.3 องค์ประกอบทางสังคมวิทยา

2.3 ส่วนประกอบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์

- 2.3.1 ส่วนปลูกผัก
- 2.3.2 ส่วนเลี้ยงปลา
- 2.3.3 ส่วนประกอบอื่นๆ ของระบบอควาโปนิกส์

2.4 รูปแบบการปลูกผักแบบอควาโปนิกส์

- 2.4.1 แบบรากแช่ลึกหรือแบบแพลอยน้ำ (Deep Flow Technique, DFT)
- 2.4.2 แบบรากแช่ตื้นหรือแบบน้ำไหล (Nutrient Film Technique, NFT)
- 2.4.3 แบบรากยึดกับวัสดุปลูก (Media bed method)
- 2.4.4 ขั้นตอนการประกอบอุปกรณ์การปลูก
- 2.4.5 การดูแลรักษาการปลูกผักแบบอควาโปนิกส์
- 2.4.6 ข้อดีและข้อด้อยของการปลูกผักแบบอควาโปนิกส์
- 2.4.7 สาเหตุของปัญหาและผลกระทบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 ข้อจำกัดทางด้านสภาพแวดล้อมของการปลูกผักแบบอควาโปนิกส์

2.5.1 อุณหภูมิ

2.5.2 น้ำฝนและความชื้นสัมพัทธ์

2.5.3 ทิศและแสงแดด

2.5.4 ลม

2.5.5 องค์ประกอบของบรรยากาศ

2.5.6 คุณภาพน้ำ

2.5.7 ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ (pH)

2.6 ประเภทของคอนโดมิเนียม

2.6.1 จำแนกตามราคาขายต่อตารางเมตร

2.6.2 จำแนกตามเนื้อที่ห้องชุด

2.6.3 จำแนกตามสถานที่ตั้ง

2.6.4 จำแนกตามวัสดุ

2.6.5 จำแนกตามสิ่งอำนวยความสะดวก

2.6.6 รูปแบบของคอนโดมิเนียม

2.7 ส่วนประกอบของที่พักอาศัยในคอนโดมิเนียม และข้อจำกัดในของพื้นที่

2.7.1 ขนาดพื้นที่ และโครงสร้าง

2.7.2 การป้องกันน้ำ และความชื้น

2.7.3 ส่วนประกอบของที่อื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

2.7.4 ปัญหาอันไม่พึงประสงค์

2.8 แนวทางการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์

2.8.1 การศึกษาผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง

2.8.2 แนวทางการพัฒนา

2.9 หลักการ และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.9.1 ทฤษฎีการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนรูปได้ (Design for Transformation)

2.9.2 แนวคิดการออกแบบโดยให้ผู้ใช้เป็นศูนย์กลาง (User-Centered Design)

2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.10.1 งานวิจัยในประเทศ

2.10.2 งานวิจัยต่างประเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1 การปลูกผักรับประทานเอง

2.1.1 แนวโน้มการปลูกผักรับประทานเอง

ในศตวรรษที่ 21 โลกกำลังเผชิญกับวิกฤตด้านสิ่งแวดล้อม ประเด็นสำคัญคือการเปลี่ยนแปลงไปของสภาพภูมิอากาศ ทำให้เกิดปัญหาภัยแล้ง ปัญหาน้ำท่วม คลื่นความร้อนที่เพิ่มขึ้น และวิกฤตพลังงาน นอกจากนี้หลายพื้นที่ในโลกเผชิญการขาดแคลนอาหารรุนแรง เทคนิคทางการเกษตรของศตวรรษที่ 21 ได้ทำลายสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติ เพราะมีการใช้ทรัพยากรด้านพลังงานและทรัพยากรน้ำที่สิ้นเปลืองเกินไป ทำให้หลากหลายประเทศ มีปัญหาขาดแคลนพื้นที่เพาะปลูกและขาดแคลนน้ำ การทำเกษตรกรรมสำหรับประเทศที่พัฒนาแล้วได้ใช้สารกำจัดศัตรูพืชและปุ๋ยเคมีจำนวนมากเพื่อเร่งปลูกเมล็ดธัญพืช ผลไม้ และผลิตพืชผักให้ได้ตามความต้องการเพิ่มสูงขึ้น หลายพื้นที่ในโลก อาทิเช่น แคลิฟอร์เนีย ประเทศสหรัฐอเมริกาต้องมีการจัดการระบบน้ำและระบบชลประทานมีการลงทุนสูงเพื่อส่งไปยังพื้นที่เพาะปลูกเพื่อผลิตอาหาร น้ำจืดจำนวนมากถูกทำลายด้วยวิธีการทำการเกษตรปัจจุบัน ในขณะเดียวกันก็มีการใช้ทรัพยาการด้านพลังงานน้ำมัน เช่น น้ำมันเบนซินและน้ำมันดีเซลเป็นจำนวนมาก เพื่อขับเคลื่อนเครื่องจักรในฟาร์ม การผลิตไฟฟ้าเป็นจำนวนมากเพื่อแปรรูปผลผลิตทางการเกษตร และใช้พลังงานเชื้อเพลิงที่มหาศาล เพื่อส่งมอบผลผลิตแปรรูปไปยังจุดจำหน่ายสินค้าทั่วโลก ให้ทันตามความต้องการของผู้บริโภค ผลกระทบของปัญหาวิกฤตการด้านสิ่งแวดล้อม การขาดแคลนต้นทุนในที่ทำกิน และขาดแคลนแหล่งผลิตอาหารที่ปลอดมลพิษ ทำให้ประชากรเกิดความวิตกกังวลในด้านสุขภาพอนามัยของการกิน

ผู้บริโภคที่มีแนวโน้มการใส่ใจกับสุขภาพ การเลือกรับประทานเป็นสิ่งสำคัญ อาหารประเภทผักและผลไม้เป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับผู้ใส่ใจสุขภาพ ผักได้ขึ้นชื่อว่าเป็นอาหารที่มีคุณประโยชน์อย่างมหาศาลในการสร้างสมดุลในร่างกาย การบริโภคผักและผลไม้วันละ 400 กรัม จะช่วยลดความเสี่ยงของการเกิดโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง (NCDs) อาทิเช่น หัวใจขาดเลือด ได้ร้อยละ 31 เส้นเลือดในสมองตีบ ได้ร้อยละ 19 ลดอัตราการป่วยและเสียชีวิตจากมะเร็งกระเพาะอาหาร ได้ร้อยละ 19 มะเร็งปอด ได้ร้อยละ 12 มะเร็งลำไส้ใหญ่ ได้ร้อยละ 2 เป็นต้น จึงถือว่าผักมีประโยชน์มาก และเป็นอาหารมื้อหลักได้ในทุกๆ วัน (สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ. 2560) จากการสำรวจมูลค่าในการบริโภคผักในแต่ละปีมีมูลค่าสูงถึง 80,000 ล้านบาท เมื่อความต้องการการบริโภคผักมากขึ้น ทำให้ผู้ผลิตใช้สารเคมีในการเร่งโตในการผลิตผักและผลไม้ ผลกระทบจากสารกำจัดศัตรูพืชและปุ๋ยทำให้สิ่งแวดล้อมในธรรมชาติถูกปนเปื้อนจากการไหลเวียนของสารเคมีในการเพาะปลูก อีกทั้งผักที่จำหน่ายในท้องตลาดที่ปลูกด้วยวิธีการเร่งโต เร่งผลิต และมีการกระตุ้นด้วยสารเคมีต่างๆ รวมถึงการนำสารเคมีที่มีพิษมาใช้ในการกำจัดโรคและแมลง บางครั้งเกษตรกรไม่ได้ทิ้งช่วงให้สารเคมีที่ใช้สลายก่อนเวลาเก็บเกี่ยว สารเคมีดังกล่าวจึงตกค้างมาถึงผู้ซื้อและผู้บริโภค ทำให้เกิดอันตรายและเป็นสาเหตุของโรคภัยที่ร้ายแรง (สำนักงานบริหารและพัฒนาองค์ความรู้. 2559)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องส่งเสริมวิธีการทำการเกษตรแบบพึ่งตนเอง เพื่อที่จะได้ผลผลิตที่มีคุณภาพ ปลอดสารพิษ และไม่ทำลายทรัพยกรธรรมชาติเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม การปลูกผักเพื่อรับประทานเองจึงเป็นแนวทางที่ได้รับความนิยมมากขึ้น โดยการปลูกผักที่ไม่ใช้ดินเป็นทางเลือกหนึ่งที่ได้รับความสนใจจากผู้บริโภคที่ปลูกผักรับประทานเอง เพราะมีข้อดีหลายประการ อันได้แก่ ผักที่ได้มีคุณภาพ มีความสด กรอบอร่อย นอกจากนี้ยังใช้พื้นที่ในการปลูกไม่มาก ระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวที่สั้นและรอบการปลูกมากกว่าการปลูกบนดิน เนื่องจากการปลูกแบบไม่ใช้ดินสามารถปลูกผักแบบต่อเนื่องกันในพื้นที่เดิม โดยไม่ต้องมีการพักการปลูกเพื่อฟื้นฟูดินหลังเพาะปลูกแบบการปลูกบนดิน การปลูกสามารถปลูกผักได้หลากหลายชนิด ขึ้นอยู่กับความยากง่ายของผักที่ปลูกและรูปแบบการปลูกแบบไม่ใช้ดิน

2.1.2 ความเป็นมาของการปลูกผักแบบอควาโปนิกส์

การใช้สารเคมีเพื่อเร่งผลิตในการทำเกษตรกรรมแบบเดิมให้ทันตามความต้องการ ทำให้ผลผลิตผักมีสารเคมีตกค้างมาสู่ผู้บริโภคโดยตรง แนวทางการปรับเปลี่ยนวิธีการปลูกพืชแบบไม่ใช้ดินเป็นแนวทางที่ควรได้การสนับสนุน เพราะได้ผลผลิตที่มีคุณภาพเช่นกัน แต่วิธีการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์ที่ใช้สารละลายธาตุเป็นอาหารผ่านรากพืช ยังมีปัญหาเรื่องสารเคมีตกค้างในผลผลิตและน้ำที่มีสารเคมีเหล่านี้ หากกำจัดไม่ถูกวิธีและถูกทิ้งลงดินหรือแหล่งน้ำธรรมชาติ ซึ่งเป็นการทำลายสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติ ข้อมูลจากเครือข่ายเตือนภัยสารเคมีกำจัดศัตรูพืช (2561) ระบุว่าตรวจพบปริมาณสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างเกินค่ามาตรฐานของผักไฮโดรโปนิกส์ที่จัดจำหน่ายในห้างโมเดิร์นเทรด พบสารพิษตกค้างในผักจำนวน 17 ชนิด ซึ่งเป็นสารเคมีที่ดูดซึม การทำความสะอาดผักด้วยการล้างน้ำเพื่อลดปริมาณสารเคมีตกค้างหรือทำลายด้วยความร้อนจากการหุงต้ม เป็นไปได้ยากหรือแทบเป็นไปไม่ได้ เนื่องจากสารเคมีเหล่านั้นถูกดูดซึมเข้าไปสู่ต้นผัก ทำให้ผู้บริโภคเกิดความกังวลในการรับประทานผักตามมา

การส่งเสริมให้เกิดการปรับเปลี่ยนรูปแบบการปลูกผักที่ปลอดภัยอีกรูปแบบหนึ่ง ซึ่งการปลูกผักโดยไม่ใช้ดินที่ได้พัฒนาการปลูกให้มีกระบวนการจัดการน้ำทิ้งจากการปลูกได้อย่างมีประสิทธิภาพมาก ที่เรียกว่า การปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ มาจากการรวมกันของคำว่า Aquaculture คือ การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำกับคำว่า Hydroponics คือ การปลูกพืชในน้ำหรือโดยไม่ใช้ดิน มีจุดเริ่มต้นมาจากประเทศจีน โดยเกษตรกรชาวจีนโบราณ ได้ค้นพบว่าการนำมูลสัตว์จากการทำปศุสัตว์ไปไถพรวนผสมกับพื้นที่เพาะปลูกจะทำให้ผลผลิตทางการเกษตรเจริญเติบโตได้ดีหรือบางส่วนของมูลปศุสัตว์นำไปใส่ในบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่เป็นปลาทำให้ปลามีการเจริญเติบโตที่ดี มีน้ำหนักมาก แต่ถ้าให้มูลปศุสัตว์ในปริมาณที่มากเกินไปจะทำให้ปลาตาย ดังนั้นเกษตรกรชาวจีนจึงมีการเรียนรู้และระมัดระวังกับการปรับสมดุลของระบบเพื่อให้ได้ผลผลิตทางการเกษตรสูงสุดและการสูญเสียปลาในบ่อให้น้อยที่สุด นอกจากนี้พวกเขาก็ได้คิดค้นระบบน้ำไหลผ่านสำหรับการทำการเลี้ยงสัตว์และทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกษตรกรรมในเวลาเดียวกัน โดยการเลี้ยงไก่ไว้บนคอกหมูเพื่อให้มูลของไก่เป็นอาหารสำหรับหมู ส่วนคอกหมูก็ตั้งอยู่เหนือบ่อปลาคาร์พเพื่อปลาคาร์พใช้มูลของหมูในการเจริญเติบโต น้ำในบ่อปลาคาร์พก็จะไหลไปสู่บ่อเลี้ยงปลาอื่นๆ เช่น ปลาดุกหรือปลาชนิดอื่นๆ รวมถึงการไหลผ่านแปลงปลูกพืชผัก ซึ่งหมายความว่ามีการใช้น้ำเพียงครั้งเดียว จากในบ่อเลี้ยงปลาผ่านแปลงปลูกพืชผัก โดยใช้ประโยชน์จากกากตะกอนน้ำในบ่อเป็นแหล่งสารอาหารให้พืชผัก มีน้ำบางส่วนถูกนำมาใช้ในนาข้าวเพื่อให้ได้ปุ๋ยก่อนที่มันจะถูกปล่อยออกสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ

2.1.3 การปลูกผักอควาโปนิกส์

การปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ได้รับการพัฒนามานานหลายทศวรรษแล้วในฐานะแนวทางการทำเกษตรเพื่อแก้ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม ด้านพลังงาน และปัญหาการขาดแคลนอาหารในอนาคต จากการจัดประชุมคณะกรรมการประมงของ FAO (องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ. 2557) ระบุว่าวิธีการปลูกผักอควาโปนิกส์มีศักยภาพที่จะเพิ่มปริมาณผลผลิตให้มากขึ้นโดยใช้แรงงาน ที่ดินทำกิน และสารเคมีลดลง ลดปริมาณการใช้น้ำ มีระบบควบคุมที่เข้มงวด มีความปลอดภัยทางชีวภาพในระดับสูงด้วยการลดความเสี่ยงของการเกิดโรคและสารตกค้างจากภายนอก โดยไม่จำเป็นต้องใช้ปุ๋ยและยาฆ่าแมลง

การปลูกผักอควาโปนิกส์ถือเป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์ซึ่งสามารถเอาชนะความท้าทายที่เกิดขึ้นกับการทำการเกษตรแบบดั้งเดิมที่ต้องเผชิญกับปัญหาการขาดแคลนน้ำ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และการเสื่อมโทรมของดิน พื้นที่ในเมือง พื้นที่ที่มีสภาพภูมิอากาศแห้งแล้ง และประเทศที่เป็นหมู่เกาะ การสร้างระบบนิเวศแบบบูรณาการที่ยั่งยืนทั้งการปลูกพืชและการเลี้ยงสัตว์น้ำ ให้สามารถเจริญเติบโตได้ดี ได้ผลผลิตที่ปลอดภัย มีคุณภาพ และทำได้ในพื้นที่ขนาดเล็ก (Colle & Phyllis. 2014) แต่การพัฒนาที่ผ่านมายังไม่ได้รับความนิยมในวงกว้าง เนื่องจากปัจจุบันไม่มีอุปกรณ์มาตรฐาน ส่วนมากมักจะสร้างระบบด้วยวัสดุที่ด้อยกว่าและพบปัญหา อาทิเช่น การรั่วไหลการซึมของน้ำ อุปสรรคในการกำจัดตะกอนจากมูลจากปลา การพร่องของธาตุอาหารและอุณหภูมิของน้ำ เป็นต้น ส่วนการปลูกในเชิงพาณิชย์ยังไม่สามารถดำเนินการได้อย่างเหมาะสมในทุกพื้นที่ และมีหลายพื้นที่ที่ยังไม่ประสบความสำเร็จต้องพิจารณาปัจจัยทั้งหมดอย่างรอบคอบ โดยเฉพาะความพร้อมและความสามารถในการจัดหาปัจจัยต่างๆ อาทิเช่น แหล่งอาหาร การเลี้ยงสัตว์น้ำ อาคารสถานที่ ระบบท่อ ต้นทุน และการเข้าถึงระบบไฟฟ้า เป็นต้น

2.1.4 หลักการทำงานและลักษณะการปลูกผักแบบอควาโปนิกส์

2.1.4.1 หลักการทำงานของการปลูกผักแบบอควาโปนิกส์

ราเชนทร์ วิสุทธิแพทย์ (2554) ระบุว่าการปลูกผักแบบอควาโปนิกส์เป็นการรวมระบบของการเลี้ยงสัตว์น้ำและการปลูกพืชเข้าด้วยกัน ซึ่งในปัจจุบันทำได้โดยการเลี้ยง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

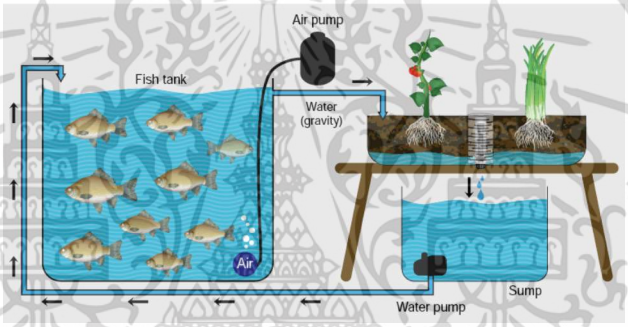
ปลาแบบน้ำไหลเวียนร่วมกับการปลูกพืชแบบไม่ใช้ดิน เพื่อให้เกิดต้นแบบการผลิตอาหารเพื่อเลี้ยงประชากรโลกในอนาคต เปรียบเหมือนต้นแบบของการผลิตอาหารแบบที่ยั่งยืน ดังรูปที่ 2.1 โดยยึดถือหลักการดังนี้

1) ผลิตภัณฑ์ของเสียของระบบชีววิทยาชนิดหนึ่ง สามารถผลิตสารอาหารให้ระบบชีววิทยาอีกชนิดหนึ่งได้อย่างเหมาะสม

2) การรวมการผลิตพืชและการเลี้ยงปลาเป็นผลของการผลิตแบบหลากหลาย (Polyculture) ซึ่งจะเพิ่มความหลากหลายและได้ผลผลิตแบบทวีคูณ เป็นระบบนิเวศแบบเกื้อกูลกัน

3) น้ำเสียจะถูกกรองโดยผ่านการกรองแบบชีววิธีจากพืช ให้สามารถน้ำกลับมาใช้ซ้ำได้

4) เป็นการผลิตอาหารที่ปราศจากสารเคมี โดยการสร้างระบบนิเวศที่ยั่งยืน สัตว์น้ำและพืชสามารถเจริญเติบโต



รูปที่ 2.1 รูปแบบระบบอควาโปนิกส์โดยทั่วไป

ที่มา: Small-scale aquaponic food production (2014)

การเลี้ยงสัตว์น้ำในระบบน้ำหมุนเวียนแบบมาตรฐาน (Standard recirculating aquaculture system) โดยทั่วไปจะมีการกรองและกำจัดอินทรียวัตถุหรือของเสียโดยเกิดขึ้นในน้ำ เพื่อดูแลความสะอาดของน้ำที่ใช้เลี้ยงสัตว์น้ำ (ณัฐรียา เกียรติไพบูลย์. 2557) แต่ระบบอควาโปนิกส์ พืชจะใช้น้ำจากการเลี้ยงปลาซึ่งมีสิ่งปฏิกูลของปลาผสมอยู่มาใช้ในการเจริญเติบโต การปฏิบัติในลักษณะนี้เป็นสิ่งที่ดีสำหรับปลาเพราะรากพืชและจุลินทรีย์ที่อยู่บริเวณรากพืชจะใช้ธาตุอาหารเหล่านี้จากน้ำเลี้ยงปลา สารอาหารเหล่านี้เป็นสิ่งที่มีการผสมผสานกันหลายชนิดจากสิ่งปฏิกูลของปลา สาหร่ายและการย่อยสลายของอาหารปลา ซึ่งสิ่งปนเปื้อนเหล่านี้จะทวีความเป็นพิษรุนแรงขึ้นในถังเลี้ยงปลาทำให้เป็นอันตรายกับปลา แต่สิ่งเหล่านี้ก็จะทำหน้าที่แทนปุ๋ยสำหรับการปลูกพืช ในทางกลับกันพืชก็จะทำหน้าที่เป็นระบบกรองแบบชีววิธี ซึ่งจะเปลี่ยนสารประกอบแอมโมเนียที่มาจากปฏิกูลของปลาให้กลายเป็นสารประกอบไนไตรท์และไนเตรทตามลำดับ รวมถึงสารประกอบในกลุ่มพวกฟอสฟอรัส ทำให้น้ำมีคุณภาพที่ดีขึ้น และเพียงพอที่จะถูกนำกลับมาใช้ในถังเลี้ยงปลาอีกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

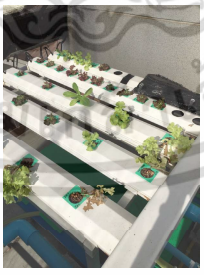
(ราเชนทร์ วิสุทธิแพทย์. 2554) การใช้น้ำจากการเลี้ยงปลาวนกลับกลับมาใช้เพื่อการเจริญเติบโตของพืช ทำให้ไม่ต้องมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำแล้วทิ้งน้ำเสียจากการเลี้ยงปลาลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ ส่งผลให้ใช้น้ำน้อยลงทั้งการเลี้ยงปลาและการปลูกพืช

พ้วน เพ่งเซ้ง (2560) ได้ระบุว่าการปลูกพืชระบบนี้จะใช้น้ำน้อยกว่าการปลูกพืชบนดินถึง 90% ลดปัญหาจากวัชพืชและแมลง มาทำลายผลผลิต รวมถึงไม่ต้องมีการรดน้ำในปริมาณมาก ไม่ต้องมีการใส่ปุ๋ยเพื่อการเจริญของพืช ไม่ต้องมีการปักชำหรือขุดดิน การดูแลผลผลิตใช้แรงงานน้อย ค่าใช้จ่ายต่ำกว่าในการปลูกในระยะยาวและใช้น้ำน้อย เนื่องจากว่าไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนถ่ายน้ำ แต่จะต้องมีการเติมน้ำเข้าไปในระบบในปริมาณที่ไม่มากเพื่อชดเชยน้ำที่ระเหยออกไปตามธรรมชาติ ลดการใช้ธาตุอาหารในการปลูกพืช ซึ่งจะลดต้นทุนจากการปลูกได้มาก

2.1.4.2 ลักษณะการปลูกผักอควาโปนิกส์

การปลูกผักแบบอควาโปนิกส์มีวัตถุประสงค์เพื่อการผลิตอาหารที่ยั่งยืน การสร้างความมั่นคงทางอาหารในอนาคต ปัจจุบันมีการนำลักษณะการปลูกมาประยุกต์เพื่อใช้ในลักษณะต่างๆ อาทิเช่น ปลูกผักเพื่อการรับประทานเองในบ้าน การปลูกเพื่อจัดจำหน่ายเชิงพาณิชย์ การปลูกเพื่อการศึกษาค้นคว้าเพื่อสร้างความมั่นคงด้านอาหารในพื้นที่ขาดแคลน เป็นต้น การปลูกจำแนกลักษณะการนำไปประยุกต์ใช้งานเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1) การปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ขนาดเล็ก (Small-scale aquaponics) ด้วยการพิจารณาจากพื้นที่การปลูกไม่เกิน 1-3 ตารางเมตร วัตถุประสงค์หลักเพื่อการผลิตอาหารในการการยังชีพและพึ่งพาตนเองในครัวเรือน สามารถปลูกพืชผักและสมุนไพรชนิดต่างๆ ได้ ลักษณะการปลูกขนาดเล็กผ่านการการทดลองและทดสอบมากมายจากผู้สนใจและความสำเร็จในหลายประเทศ ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 รูปแบบการอควาโปรนิกส์ขนาดเล็ก
รูปถ่ายโดย: กฤษณวรรธญ์ ชนชนะ

2) การปลูกผักแบบอควาโปนิกส์เชิงพาณิชย์ ด้วยการพิจารณาจากขนาดพื้นที่ปลูก 3 ตารางเมตรขึ้นไป วัตถุประสงค์การปลูกเพื่อการจัดจำหน่ายในเชิงพาณิชย์ มีการสร้างระบบการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปลูกที่สมบูรณ์แบบขนาดใหญ่และประสบความสำเร็จในเชิงพาณิชย์ สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตเพื่อจำหน่ายสร้างทางรายได้จากปลาหรือสัตว์น้ำและพืชผักหลากหลายสายพันธุ์ ดังรูปที่ 2.3

รูปที่ 2.3 รูปแบบการอควาโปรนิกส์เชิงพาณิชย์
ที่มา: Small-scale aquaponic food production (2557)

3) การปลูกผักแบบอควาโปนิกส์เพื่อการศึกษา ค้นคว้า ด้วยการพิจารณาจากขนาดพื้นที่ปลูกที่ 3 ตารางเมตร แต่ไม่เกิน 50 เมตร วัตถุประสงค์การปลูกเพื่อสนับสนุนการให้ความรู้ในสถานศึกษา โรงเรียนประถม โรงเรียนมัธยม มหาวิทยาลัย ศูนย์การศึกษาพิเศษรวมถึงองค์กรชุมชนเพื่อเป็นการเรียนรู้เทคนิคการเกษตรที่ยั่งยืน สามารถบูรณาเป็นแผนการสอนให้เป็นประสบการณ์การเรียนรู้แบบลงมือปฏิบัติจริง ดังรูปที่ 2.4

รูปที่ 2.4 รูปแบบการอควาโปรนิกส์เพื่อการศึกษา
ที่มา: Small-scale aquaponic food production (2557)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.5 แนวคิดการปลูกผักในเมือง

2.1.5.1 การเกษตรในเมือง

แนวคิดการทำเกษตรภายในพื้นที่เมืองกำลังได้รับความสนใจและมีการปฏิบัติกันอย่างจริงจังและกว้างขวางในระดับนานาชาติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมืองใหญ่ที่สำคัญในระดับโลก อาทิเช่น นิวยอร์ค ลอนดอน ปารีส โตเกียวฯลฯ ซึ่งล้วนแล้วแต่มีกลุ่มคนชาวเมืองออกมาทำกิจกรรมปลูกผัก เลี้ยงสัตว์บนพื้นที่ว่างในเมือง เช่น พื้นที่ว่างข้างบ้าน ที่ดินรกร้าง หรือบนดาดฟ้าอาคาร

วุฒิพงษ์ ทวีวงศ์ (2561) ระบุว่าผู้ที่อาศัยในเมืองทุกวันนี้นิยมออกมาทำเกษตรในเมือง ส่วนหนึ่งรู้สึกว่ามีความสุขกับการปลูกผักหรือเลี้ยงสัตว์ในลักษณะของการทำเป็นงานอดิเรก คนเหล่านี้จะขวนขวายหาความรู้ในการทำการเกษตรจากหนังสือ อินเตอร์เนตหรือพูดคุยโดยตรงกับผู้เชี่ยวชาญหรือเกษตรกร อีกส่วนหนึ่งก็จะให้เหตุผลในการปลูกผักในเมือง เนื่องจากว่าต้องการผลผลิตเพื่อเป็นอาหารสำหรับบริโภคที่ปลอดภัย (Safe Food) และสดใหม่ และช่วยลดค่าใช้จ่ายในการซื้อ ผักจากท้องตลาดมาบริโภค รวมถึงเกิดความภาคภูมิใจที่สามารถผลิตอาหารเพื่อบริโภคได้ด้วยตนเอง

เมื่อพิจารณาเทียบกับการผลิตอาหารจากพื้นที่เกษตรจากชนบทจะพบว่าการทำเกษตรในเมืองมีข้อได้เปรียบอยู่หลายประการ โดยเฉพาะประเด็นที่ตั้งของพื้นที่ที่อยู่ในเมืองย่อมทำให้ระยะทางระหว่างพื้นที่ผลิตอาหารกับผู้บริโภคสั้นลง ซึ่งส่งผลทำให้ผลผลิตที่บริโภคของคนเมืองมีความสดใหม่มากกว่าผลผลิตที่มาจากพื้นที่ชนบท (Lovell. 2010, Giradet. 2005) และหากผู้บริโภคสามารถปลูกเพื่อรับประทานเองได้ในครัวเรือนจะยิ่งส่งผลดีกับผู้บริโภค ได้ผลผลิตที่สะอาดปราศจากสารเคมี ได้มีพื้นที่สีเขียวและสร้างสุขภาวะที่ดีให้กับที่อยู่อาศัย (Koont. 2009) นอกจากนี้คนในครอบครัวยังทำกิจกรรมปลูกผักหรือเลี้ยงสัตว์ร่วมกัน ช่วยสร้างความสัมพันธ์ที่ดีในครอบครัว (Holmer and Drescher. 2005)

2.1.5.2 เกษตรในเมืองของกรุงเทพมหานคร

การทำเกษตรในเมืองได้แพร่เข้ามาในประเทศไทย และกระจายตัวอยู่ในพื้นที่เมืองทั่วไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรุงเทพมหานคร ที่มีลักษณะพื้นที่การทำเกษตรหลากหลายรูปแบบ เริ่มตั้งแต่การปลูกผักตามคอนโดมิเนียม สวนผักหลังบ้าน สวนผักของหมู่บ้านหรือชุมชน (Community Garden) สวนผักตามโรงเรียนหรือมหาวิทยาลัย สวนผักตามหน่วยงานราชการหรือบริษัทเอกชน สวนผักตามร้านอาหาร โรงแรมหรือ ศูนย์การค้า สวนผักตามที่ว่างรกร้างในเมือง เป็นต้น ผู้ที่สนใจในการทำเกษตรในเมืองมีความสนใจในการดูแลสุขภาพ จึงแสวงหาการปลูกผักเพื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รับประทานด้วยตนเองเพื่อลดการบริโภคผักและผลไม้ในท้องตลาดซึ่งมีความเสี่ยงจากสารเคมีปนเปื้อนต่างๆ ขณะเดียวกันก็สามารถเป็นกิจกรรมลักษณะงานอดิเรกในครอบครัวได้อีกด้วย บางส่วนมีการรวมกลุ่มกันเพื่อทำกิจกรรมของเกษตรกรรมในเมือง เช่น การจัดอบรม การปลูกผัก การสนทนาแลกเปลี่ยนความรู้และเทคนิคระหว่างกัน การแปรรูปและสร้างผลิตภัณฑ์จากเกษตรในเมืองเพื่อจำหน่าย นอกจากนี้การประหยัดค่าใช้จ่ายในชีวิตประจำวันจึงต้องอาศัยการปลูกผักเพื่อนำมาใช้ปรุงอาหารในครัวเรือน

2.1.5.3 พื้นที่สีเขียวในกรุงเทพมหานคร

กรุงเทพมหานครมีขนาดพื้นที่โดยรวมเท่ากับ 1,568.737 ตารางกิโลเมตร จากข้อมูลของสำนักสิ่งแวดล้อม และสำนักยุทธศาสตร์และประเมินผล (2561) พบว่าพื้นที่สวนสาธารณะปัจจุบันของกรุงเทพฯ ณ วันที่ 18 มิถุนายน 2560 มีจำนวน 7,642 แห่ง เนื้อที่ 22,134 ไร่ 76.04 ตารางวา จำนวนประชากรของกรุงเทพมหานคร 5,676,648 คน ซึ่งไม่รวมประชากรแฝง (สำนักทะเบียนราษฎร์. 2562) มีความหนาแน่นของประชากรเท่ากับ 3,600 คนต่อตารางกิโลเมตร ปัจจุบันกรุงเทพมหานครมีอัตราส่วนพื้นที่สีเขียวต่อประชากรอยู่ที่ 6.18 ตารางเมตรต่อคน หากนับรวมประชากรแฝงซึ่งคาดว่ารวมแล้วจะมีประมาณ 10 ล้านคน อัตราส่วนพื้นที่สีเขียวต่อประชากรอยู่ที่ 3.54 ตารางเมตรต่อคนเท่านั้น ซึ่งถือว่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานขององค์การอนามัยโลก (World Health Organization-WHO) ได้ระบุค่าเฉลี่ยอัตราพื้นที่สีเขียวต่อจำนวนประชากรในเมืองควรอยู่ที่ 9 ตารางเมตรต่อคน ขณะที่ประเทศเพื่อนบ้านอย่างสิงคโปร์มีพื้นที่สีเขียว 66 ตารางเมตรต่อประชากร 1 คน หรือกรุงกัวลาลัมเปอร์ ประเทศมาเลเซีย มีพื้นที่สีเขียว 44 ตารางเมตรต่อประชากร 1 คน ซึ่งถือว่าอยู่ในระดับน้อยมากเมื่อเทียบกับมาตรฐานสากลที่กำหนดไว้ คือ 15 ตารางเมตรต่อคน ในขณะที่เมืองใหญ่แห่งอื่นของโลกมีสัดส่วนของพื้นที่สีเขียวต่อประชากรสูงกว่ากรุงเทพมหานคร ส่งผลให้สำนักงานเขตกรุงเทพมหานครตระหนักถึงความสำคัญดังกล่าว จึงได้มีการริเริ่มโครงการที่เกี่ยวข้องกับการเพิ่มพื้นที่สีเขียวเพื่อประชาชนอย่างต่อเนื่อง โดยในส่วนงานนโยบาย และแผนทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานคร (2561) มีเป้าหมายให้กรุงเทพมหานครต้องเพิ่มพื้นที่สีเขียวมากขึ้นในทุกปี ปัจจุบันสามารถเพิ่มได้แค่ 4,050 ไร่ ซึ่งมีส่วนของภาคเอกชนที่มีการจัดทำสวน ปลูกต้นไม้บนอาคาร 128 แห่ง สำนักงานเขตหลายเขตมีการดัดแปลงพื้นที่รอบข้างทำเป็นพื้นที่สีเขียว รวมถึงสร้างสวนแนวตั้ง โดยคาดหวังว่าอีก 10 ปีข้างหน้าจะสามารถเพิ่มพื้นที่สีเขียวต่อคนเป็น 9.00 ตารางเมตร

การทำเกษตรในเมืองมีผลดี เช่น การปลูกผักเพื่อรับประทานด้วยตนเอง นอกจากช่วยลดการบริโภคผักและผลไม้ในท้องตลาดซึ่งมีความเสี่ยงจากสารเคมีปนเปื้อนต่างๆ และยังเพิ่มพื้นที่สีเขียวในที่พักอาศัย โดยเฉพาะที่พักอาศัยในเมือง เช่น คอนโดมิเนียม ดังนั้นการปลูกผักเพื่อรับประทานเองในเมืองจะสามารถสร้างประโยชน์ให้แก่ประชากรในกรุงเทพมหานคร

2.1.5.3 กฎหมาย และข้อบังคับเกี่ยวกับแนวทางการเพิ่มพื้นที่สีเขียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในปัจจุบันการสร้างอาคารสูง เช่น คอนโดมิเนียม จำเป็นต้องพิจารณาถึงข้อกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมโดยมีข้อบังคับในการเพิ่มปริมาณพื้นที่สีเขียว โดยปัจจุบันมีกฎหมาย และข้อบังคับที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

การประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม หรือมีชื่อย่อภาษาอังกฤษว่ากฎหมาย EIA ซึ่งย่อมาจาก Environmental impact assessment เป็นวิธีการประเมินเพื่อใช้ในการจำแนก และคาดคะเนผลกระทบที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากกิจกรรม หรือการก่อสร้างโครงการ ตลอดจนการเสนอแนะมาตรการในการแก้ไขผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (Mitigation measure) และแผนการติดตามตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อม (Monitoring plan) ทั้งในระหว่างการก่อสร้าง และการดำเนินการ แบ่งองค์ประกอบของกฎหมายการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ได้ดังนี้

1) ทรัพยากรกายภาพ เป็นการศึกษาถึงผลกระทบด้านสภาพแวดล้อม เช่น ดิน น้ำ อากาศ และเสียง เป็นต้น ที่คาดว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร

2) ทรัพยากรชีวภาพ เป็นการศึกษาการเปลี่ยนแปลงในด้านต่าง ๆ ที่มีต่อระบบนิเวศน์ เช่น ป่าไม้ สัตว์น้ำ และปะการัง เป็นต้น

3) คุณค่าการใช้ประโยชน์ของมนุษย์ เป็นการศึกษาถึงการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรทั้งทางกายภาพ และชีวภาพของมนุษย์ เช่น การใช้ประโยชน์จากที่ดิน เป็นต้น

4) คุณค่าต่อคุณภาพชีวิต เป็นการศึกษาถึงผลกระทบที่จะเกิดขึ้นต่อมนุษย์ ชุมชน ระบบเศรษฐกิจ การประกอบอาชีพ วัฒนธรรม ประเพณี ความเชื่อ ค่านิยม รวมถึงทัศนียภาพ และคุณค่าความสวยงาม เป็นต้น

การสร้างอาคารขนาดใหญ่ เช่น โครงการคอนโดมิเนียม ที่มีจำนวนห้องตั้งแต่ 80 ห้องขึ้นไป ต้องจัดทำการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะต้องผ่านการประเมินจากคณะกรรมการ โดยในรายงานกำหนดให้มีพื้นที่สีเขียวต่ออัตราส่วนผู้พักอาศัยไม่น้อยกว่า ตารางเมตรต่อคน และต้องมีไม้ยืนต้นไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 ของพื้นที่สีเขียวทั้งหมดบริเวณพื้นที่ของคอนโดมิเนียม (สมาคมสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมภ์. 2548) และอีกน้อยกว่า 50% ของพื้นที่สีเขียวสามารถอยู่บนอาคารได้ ซึ่งสนับสนุนแนวคิดการปลูกต้นไม้ภายในที่พักอาศัย

ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่สอดคล้องกับการการเพิ่มพื้นที่สีเขียวในเมืองด้วยการปลูกผักในพักอาศัย เช่น คอนโดมิเนียม นอกจากจะมีผักเพื่อรับประทานเองแล้ว ยังเป็นการเพิ่มปริมาณพื้นที่สีเขียวอีกทางหนึ่ง

2.1.5.4 กลยุทธ์ในการทำเกษตรในเมือง และการบริหารจัดการ

การทำเกษตรในเมืองสามารถใช้แนวทางกลยุทธ์ และการบริหารจัดการได้ดังนี้

1) การทำเกษตรบนพื้นที่นอกอาคาร โดยการปลูกในบริเวณโดยรอบอาคาร เช่น อาคารสำนักงาน อาคารพักอยู่อาศัย และบริเวณพื้นที่ลานจอดรถ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) การทำเกษตรด้านในอาคารหรือบนอาคาร ช่องว่างระหว่างอาคาร หรือในบริเวณที่มีพื้นที่ว่างเหลือ เช่น หลังคาเขียว (Green roof) สวนดาดฟ้า Roof garden) และสวนระเบียง เป็นต้น

3) การทำเกษตรในแนวเส้นทางคมนาคม เพื่อช่วยลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ กรองฝุ่นมลพิษ และเสริมสร้างทัศนียภาพที่ดี ได้แก่ บริเวณเกาะกลางถนน บริเวณริมถนน การสร้างสวนแนวตั้ง (Vertical garden) ประกอบเข้ากับสิ่งปลูกสร้างริมถนน เช่น เสารถไฟลอยฟ้า (BTS) เสาทางยกระดับพิเศษ และป้ายหยุดรถประจำทาง เป็นต้น

4) การทำเกษตรทดแทนพื้นที่เดิม (Urban infill) เช่น ในพื้นที่ว่างเปล่า ทดแทนพื้นที่รกร้างที่ถูกปล่อยทิ้งไว้

5) ปรับกลไกการบริหารองค์กร ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยการพัฒนากลไก กระบวนการจัดการเชิงบูรณาการ เพิ่มประสิทธิภาพการบังคับใช้กฎหมาย และปลูกสร้างจิตสำนึกให้ประชาชนมองเห็นประโยชน์ของการทำเกษตรในเมือง (สำนักผังเมืองกรุงเทพมหานคร. 2549)

จากกลยุทธ์ในทำเกษตรข้างต้น ผู้วิจัยเล็งเห็นความสอดคล้องระหว่างแนวคิดของผู้วิจัยกับความต้องการการทำเกษตรในเมืองด้านในอาคารหรือบนอาคาร เนื่องจากความเป็นไปได้มากที่สุดสำหรับพื้นที่ที่จำกัดของคอนโดมิเนียม ซึ่งปัจจุบันมีข้อบังคับทางด้านกฎหมายที่สนับสนุนการเพิ่มพื้นที่สีเขียวให้มีปริมาณเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นแนวคิดในการออกแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักภายในคอนโดมิเนียมในงานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์อย่างมากในการพัฒนาแนวทางการเพิ่มพื้นที่สีเขียวภายในเมืองต่อไปในอนาคต

2.2 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความต้องการผลิตภัณฑ์ปลูกผักอควาโปนิกส์

ความต้องการผลิตภัณฑ์ปลูกผักอควาโปนิกส์ภายในคอนโดมิเนียม เกิดจากปัจจัยต่างๆ ประกอบด้วย

2.2.1 องค์ประกอบทางกายภาพ

สิ่งแวดล้อมส่งผลโดยตรงต่อรูปแบบของผลิตภัณฑ์ปลูกผักอควาโปนิกส์ภายในคอนโดมิเนียม

2.2.1.1 องค์ประกอบทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์

ประกอบไปด้วย ส่วนประกอบของระบบปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ ส่วนประกอบอื่นๆ ของระบบอควาโปนิกส์ รูปแบบการปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ที่มีอยู่ในปัจจุบัน ข้อจำกัดด้านสภาพแวดล้อมของการปลูกผัก ซึ่งจะอธิบายในหัวข้อที่ 2.3 ถึง 2.5

2.2.1.2 องค์ประกอบทางกายภาพของคอนโดมิเนียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกอบไปด้วย ข้อจำกัดทางด้านสภาพแวดล้อมในการปลูกผักในคอนโดมิเนียม พื้นที่ใช้สอยของในคอนโดมิเนียม ข้อจำกัดในการใช้งานในคอนโดมิเนียม ประเภทของคอนโดมิเนียม และรูปแบบของคอนโดมิเนียม ซึ่งจะอธิบายในหัวข้อที่ 2.6 ถึง 2.7

2.2.2 องค์ประกอบทางจิตวิทยา

คือ ความคิดเห็น และทัศนคติต่างๆ ซึ่งสามารถส่งผลต่อไปยังพฤติกรรม และรูปแบบกิจกรรมต่างๆ รวมถึงความต้องการรูปแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักอควาโปนิกส์ภายในคอนโดมิเนียมที่แตกต่างกันในแต่ละบุคคล ประกอบด้วย

2.2.2.1 ทัศนคติของกระแสการใส่ใจสุขภาพ ได้แก่ ความรู้เรื่องการดูแลสุขภาพ รับประทานผัก วิธีการบริโภคผัก การออกกำลังกาย

2.2.2.2 ทัศนคติในการใช้ผลิตภัณฑ์เพื่อสิ่งแวดล้อม ได้แก่ การบริโภคผลิตภัณฑ์เพื่อสิ่งแวดล้อม การรักษาสิ่งแวดล้อม ความสนใจในปัญหาโลกร้อน

2.2.2.3 ทัศนคติของประสบการณ์และความประทับใจในการปลูกผักรับประทานเอง ได้แก่ ความรู้และประสบการณ์ของการปลูกผัก การเข้าร่วมกิจกรรมส่งเสริมการปลูกผัก ความประทับใจจากประสบการณ์การปลูกพืชผัก

2.2.2.4 ทัศนคติความต้องการของรูปแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักอควาโปนิกส์ในคอนโดเนียม ได้แก่ รูปแบบผลิตภัณฑ์ปลูก รูปแบบการปลูก ประโยชน์ที่ได้จากการปลูก ลักษณะการติดตั้ง พื้นที่การใช้งาน วัสดุของผลิตภัณฑ์ ชนิดของผักที่ปลูก ปริมาณที่ต้องการปลูก ช่วงเวลาการใช้ผลิตภัณฑ์ ระยะเวลาการใช้งาน ความกังวลและสิ่งที่ไม่ต้องการในผลิตภัณฑ์

ทัศนคติจึงเป็นสิ่งที่สร้างเหตุผล และแรงจูงใจ ที่ส่งผลต่อไปยังพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความต้องการที่แตกต่างกัน ในขณะเดียวกันการให้ข้อมูลข่าวสารเพื่อก่อให้เกิดการเพิ่มความรู้ นำความเข้าใจทัศนคติไปปรับใช้ และถือเป็นการเปิดโอกาสให้มีส่วนร่วม และรับฟังความต้องการของทุกฝ่าย ส่งเสริมการสร้างแนวทางนโยบายทางด้านสิ่งแวดล้อม การรับฟังจะมีประโยชน์มากในการทำความเข้าใจถึงความต้องการ ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งในการสร้างทัศนคติที่ดีกับการปลูกผักรับประทานเอง ความต้องการที่ได้มาจากแต่ละบุคคลจะสามารถนำเสนอแนวทางการออกแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักอควาโปนิกส์ในคอนโดเนียมที่มีความน่าสนใจ ผลงานการออกแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักอควาโปนิกส์ที่ปรากฏจะช่วยให้บุคคลเห็นความสำคัญของการปลูกผักรับประทานเอง ส่งเสริมให้มีการทำเกษตรในเมืองมากขึ้น (Steg and Vlek. 2009)

2.2.3 องค์ประกอบทางสังคมวิทยา

ลักษณะพื้นฐานของบุคคล ความต้องการผลิตภัณฑ์ปลูกผักอควาโปนิกส์มีความแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับพื้นฐานของแต่ละบุคคล สามารถเป็นตัวกำหนดความต้องการรูปแบบผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปลูกผักอควาโปนิกส์ของแต่ละบุคคล และเป็นตัวชี้วัดระดับของบุคคลที่มีต่อทัศนคติในการปลูกผักรับประทานเอง ประกอบด้วย

2.2.3.1 ลักษณะพื้นฐานของบุคคล ได้แก่ เพศ อายุ อาชีพ ระดับการศึกษา สถานภาพในปัจจุบันลักษณะการครอบครองที่อยู่อาศัย ขนาดของที่อยู่อาศัย การพักอาศัย

2.2.3.2 ลักษณะพฤติกรรมของบุคคล ได้แก่ ประสบการณ์ของบุคคลในกิจกรรมต่างๆ เวลาอยู่ในคอนโดมิเนียม ช่วงเวลาในการทำกิจกรรมต่างๆ และระยะเวลาในการทำกิจกรรมต่างๆ ของผู้บริโภคเวลาอยู่อาศัยในคอนโดมิเนียม

2.3 ส่วนประกอบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์

2.3.1 ส่วนปลูกผัก

ผัก คือองค์ประกอบหลักของผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ การนำผักมาปลูกในงานออกแบบจำเป็นต้องพิจารณาถึง ชนิด และลักษณะ ซึ่งการศึกษาข้อมูลเหล่านี้จะช่วยให้สามารถปลูกผักได้อย่างถูกต้อง และทราบถึงข้อจำกัดต่างๆ ได้ดังนี้ การปลูกผักแบบอควาโปนิกส์สามารถปลูกผักได้เกือบทุกชนิด โดยแต่ละชนิดสามารถจำแนกชนิดของผักที่ปลูกได้ ดังนี้

2.3.1.1 ผักสลัดต่างประเทศ เป็นผักที่นิยมปลูกและผู้บริโภคให้ความสนใจรับประทานเป็นอย่างมาก (ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้เทคโนโลยีการเกษตร. 2555) ผักจะมีลักษณะทรงพุ่ม โดยผักสลัดที่นิยมปลูก ประกอบไปด้วย

ผักชนิดที่ 1 ผักกาดหอม จะแบ่งตามลักษณะทางกายภาพ

ประเภทที่ 1 ผักกาดหอมใบ มีลักษณะคือ ใบจะไม่ห่อคุมลำต้นและใบมีลักษณะเป็นใบที่ใหญ่และหยิก ลำต้นพุ่ม เตี้ย โดยจะมีอยู่ 2 สี คือใบสีเขียว และใบสีแดง (ผักสลัดเรดคอรัล) ดังรูปที่ 2.5

รูปที่ 2.5 ผักกาดหอมใบสีเขียวและใบสีแดง (ผักสลัด เรดคอรัล)
ที่มา: https://medthai.com (online: 2018)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเภทที่ 2 ผักกาดหอมห่อ มีลักษณะตามชื่อ คือ ลักษณะใบนั้นจะห่อลำต้นไว้ โดยใบจะเรียงซ้อนกันเป็นชั้นๆ จนมองไม่เห็นลำต้น ดังรูปที่ 2.6

รูปที่ 2.6 ผักกาดหอมห่อ
ที่มา: https://medthai.com (online: 2018)

ประเภทที่ 3 ผักกาดหอมต้น มีลักษณะคือ มีลำต้นที่อวบและสูง ใบนั้นจะงอกต่อกันขึ้นไปจนถึงยอด โดยใบนั้นจะมีลักษณะที่เล็ก แต่สีเข้มกว่า โดยการปลูกผักชนิดนี้นั้นต้องมีสภาพแวดล้อม คือ อุณหภูมิที่ผักกาดหอมใบต้องการ คือ 21-26 องศาเซลเซียส และผักกาดหอมห่อต้องการอุณหภูมิอยู่ที่ 15-21 องศาเซลเซียส แต่ถ้าจะปลูกในอุณหภูมิที่สูงกว่านี้ ผักจะมีรสขม ค่า pH ที่ผักต้องการคือ 6.0-6.8 โดยผักสลัดนั้นต้องการแสงแดดตลอดทั้งวัน ดังรูปที่ 2.7

รูปที่ 2.7 ผักกาดหอมต้น
ที่มา: https://medthai.com (online: 2018)

ผักชนิดที่ 2 ผักสลัด ฟิลเลย์ ไอซ์เบิร์ก มีลักษณะ คือ เป็นพุ่มๆ ใบหยิกและห่อเข้าหากัน โดยผักชนิดนี้เป็นผักที่นิยมรับประทานเป็นอันดับต้นๆ โดยการปลูกผักชนิดนี้นั้นต้องมีสภาพแวดล้อม คืออุณหภูมิที่ผักต้องการอยู่ในช่วง ระหว่าง 10-20 องศาเซลเซียส ค่า pH ที่เหมาะสม คือ 6.5 - 7 ถ้าในพืชที่ที่มีอากาศร้อนและแสงแดดจัดต้องหา มุงลดแสงมาคลุม ดังรูปที่ 2.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.8 ผักสลัด ฟิลเลย์ ไอซ์เบิร์ก
ที่มา: https://medthai.com (online: 2018)

ผักชนิดที่ 3 ผักสลัดบัตเตอร์เฮด มีลักษณะ คือ ใบนั้นจะนุ่ม ผิวของใบมันเรียงกันหนาๆ และห่อตัวกันแบบ หลวมๆ โดยการปลูกผักชนิดนี้นั้นต้องมีสภาพแวดล้อม คือ อุณหภูมิที่ผักต้องการอยู่ในช่วง ระหว่าง 10 – 24 องศาเซลเซียส ค่า pH เหมาะสม คือ 6 – 6.5 พื้นที่ต้องโล่งและต้องได้รับแสงตลอดทั้งวัน โดยผักชนิดนี้ ไม่ทนต่อฝน ดังรูปที่ 2.9

รูปที่ 2.9 ผักสลัดบัตเตอร์เฮด
ที่มา: https://medthai.com (online: 2018)

ผักชนิดที่ 4 ผักสลัดคอส มีอยู่ 2 สายพันธุ์ คือ ใบสีเขียว และสีแดง โดยมีลักษณะ คือใบนั้นจะหนา ใบนั้นตั้งตรง และส่วนปลายของใบงอ โดยการปลูกผักชนิดนี้นั้นต้องมีสภาพแวดล้อม คือ อุณหภูมิที่ผักต้องการอยู่ในระหว่าง 10 – 24 องศาเซสเซียล ค่า pH ที่เหมาะสม คือ 6 – 6.5 เป็นผักที่ไม่ชอบอากาศร้อน ดังรูปที่ 2.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.10 ผักสลัดคอส

ที่มา: https://medthai.com (online: 2018)

ผักชนิดที่ 5 ผักสลัดเรดโอ๊ค มีลักษณะเป็นพุ่มเตี้ย ใบสีแดง แต่ในส่วนของก้านนั้นจะเป็นสีเขียวอ่อนตรงปลายของใบมีลักษณะเป็นมนกลม และนุ่ม โดยการปลูกผักชนิดนี้นั้นต้องมีสภาพแวดล้อม คือ อุณหภูมิที่ผักต้องการอยู่ในระหว่าง 18 - 25 องศาเซสเซียล ค่า pH ที่เหมาะสม คือ 6 – 6.5 เป็นผักที่เติบโตได้ดีในอุณหภูมิต่ำ เป็นผักที่เติบโตได้ดีในอุณหภูมิต่ำ ดังรูปที่ 2.11

รูปที่ 2.11 ผักสลัดเรดโอ๊ค

ที่มา: https://medthai.com (online: 2018)

ผักชนิดที่ 6 ผักสลัดกรีนโอ๊ค จะมีลักษณะคล้ายผักสลัดเรดโอ๊ค คือเป็นพุ่มเตี้ย ใบสีเขียวอ่อน ตรงปลายของใบมีลักษณะเป็นมนกลม และนุ่ม โดยการปลูกผักชนิดนี้นั้นต้องมีสภาพแวดล้อม คือ อุณหภูมิที่ผักต้องการอยู่ในระหว่าง 18 - 25 องศาเซสเซียล ค่า pH ที่เหมาะสม คือ 6 – 6.5 เป็นผักที่เติบโตได้ดีในอุณหภูมิต่าเช่นเดียวกับผักสลัดเรดโอ๊ค ดังรูปที่ 2.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.12 ผักสลัดกรีนโอ๊ค
ที่มา: https://medthai.com (online: 2018)

ผักสลัดต้องการค่า pH ที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตได้ดี (ศุภชัย. 2558) โดยในผักสลัดจะต้องการค่า pH ที่เหมาะสมนั้นจะอยู่ที่ 6.0 - 7.0 (Zen Hydroponics. 2557) อุณหภูมิในการปลูกต้องไม่เกิน 30 องศาเซลเซียสจะไม่ส่งผลเสียต่อผักสลัด โดยการปลูกแบบอควาโปนิกส์

2.3.1.2 ผักไทย – จีน หรือเรียกว่าผักสวนครัว

พืชที่สามารถนำมาใช้เป็นอาหารได้ ซึ่งแต่ละชนิดสามารถให้กลิ่น รสชาติ สีสัน และสรรพคุณเฉพาะตัวที่มีประโยชน์กับร่างกายแตกต่างกันไป สามารถจำแนกได้ตามส่วนที่นำมาบริโภคดังนี้

1) ผักกินหัว ราก หรือเหง้าใต้ดิน เช่น ขิง ข่า เผือก มันเทศ กระวาน และกระชาย เป็นต้น

2) ผักกินใบ และยอด เช่น กะเพราะ โหระพา ใบมะกรูด ผักชีฝรั่ง สะระแหน่ ผักหวานบ้าน ชะอม เป็นต้น

3.) ผักกินดอก เช่น ดอกขจร ดอกสะเดา ดอกแค ดอกโสน ดอกข่า และดอกดาหลา เป็นต้น

4) ผักกินผล หรือฝัก เช่น ข้าวโพด มะดัน ตะลิงปลิง ถั่วฝักยาว และถั่วพลู เป็นต้น

5) ผักกินส่วนแกนกลางของลำต้น เช่น หยวกกล้วย ยอดมะพร้าว ยอดเต่าร้าง หน่อหวาย และหน่อดาหลา เป็นต้น

6) ผักที่กินเมล็ด หรือต้นอ่อน เช่น ถั่วงอกที่เป็นต้นอ่อนของถั่วเขียว ถั่วงอกหัวโตที่เป็นต้นอ่อนของถั่วเหลือง โตวเหมี่ยวที่เป็นต้นอ่อนของถั่วลันเตา ไควาเระ ต้นอ่อนของเมล็ดหัวผักกาดและหน่อเหรียงที่เป็นต้นอ่อนของลูกเหรียง เป็นต้น (อุไร จิรมงคลการ. 2551)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผักเหล่านี้ส่วนใหญ่มีการเจริญในแนวตั้ง ระบบการปลูกที่เหมาะสมกับผักประเภทนี้คือ ระบบ DRFT หรือระบบน้ำลึก ซึ่งระบบจะถูกออกแบบมาเพื่อสามารถผลิตผักได้จำนวนมาก ข้อเสียคือต้องใช้ต้นทุน ในการสร้างโต๊ะปลูกค่อนข้างสูง ดังรูปที่ 2.13

รูปที่ 2.13 ตัวอย่างผักไทย – จีน

ที่มา: ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้เทคโนโลยีการเกษตร (2555)

2.3.1.3 พืชที่มีระยะการปลูกนาน เช่น พริก มะเขือเทศ เมล่อน และสตรอเบอร์รี่ เป็นต้น นิยมปลูกในวัสดุปลูกแทนดิน เช่น ขุยมะพร้าว แกลบ และทราย เป็นต้น โดยใช้การปลูกแบบน้ำหยดและนิยมปลูกในโรงเรือน

จากข้อมูลของผักชนิดต่างๆ การพิจารณาการเลือกปลูกต้องคำนึงถึงเรื่องอายุเก็บเกี่ยว หากเลือกผักที่มีอายุเก็บเกี่ยวสั้นจะสามารถลดระยะเวลารอบปลูกได้ อายุของผักที่ปลูกควรอยู่ระหว่าง 45-60 วัน ทำให้มีการหมุนเวียนการบริโภคได้เร็วขึ้น ในรอบ 1 ปี อาจปลูกได้ถึง 9-15 รอบ ซึ่งสูงมากเมื่อเทียบกับปลูกในดินและฤดูการปลูกเนื่องจากการปลูกผักด้วยวิธีดั้งเดิมต้องอาศัยปัจจัยทางสภาพแวดล้อมเพื่อช่วยในการเจริญเติบโต ต่างจากการปลูกแบบอควาโปนิกส์ที่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อม ตลอดจนควบคุมปัจจัยอื่นๆ ให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชตลอดปี ดังนั้นการเลือกชนิดพืชที่จะปลูกจึงต้องคำนึงถึงฤดูกาลซึ่งจะทำให้ปลูกผักต่างฤดูการได้ตลอดทั้งปี

2.3.1.4 ภาชนะปลูก

ภาชนะปลูกหรือรางปลูกผัก พิจารณาการใช้งานจากรูปแบบของการปลูก ส่วนมากทำจากพลาสติก ด้านบนปิดทึบ เจาะรูเป็นช่องวงกลมเพื่อว่าต้นพืช มีขนาดและระยะของรูที่เจาะขึ้นอยู่ขนาดของพืชที่ปลูก กระถ่างปลูกจะลอยอยู่บนผิวน้ำในภาชนะปลูกพืช ภาชนะปลูกจะวางบนโครงเหล็กหรือท่อพีวีซี ดังรูปที่ 2.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.14 ภาชนะปลูกหรือรางปลูกผัก
ที่มา: Zen-Hydroponics (2014)

ภาชนะปลูกมีหน้าที่เป็นทางไหลของน้ำหรือบรรจุวัสดุปลูก และช่วยกักเก็บความชื้นในวัสดุปลูก รวมถึงสามารถช่วยระบายน้ำส่วนเกินออกไป มีการระบายน้ำที่ดี ต้องมีความแข็งแรงเพียงพอที่จะสามารถรองรับน้ำหนักของผัก และน้ำได้ดี และต้องมีความสวยงามที่จะช่วยดึงดูดบรรยากาศโดยรอบ (Austin. 1985)

2.3.1.5 วัสดุปลูก

วัสดุปลูกที่ถูกเลือกนำมาใช้ในการปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ขึ้นอยู่กับชนิดและจำนวนของปริมาณผักที่ปลูก วัสดุปลูกจะสามารถช่วยกักเก็บความชื้น และแร่ธาตุเอาไว้ วัสดุปลูกที่ใช้สำหรับการเจริญเติบโตของผักสามารถจำแนกออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ได้แก่

1) วัสดุปลูกประเภทอนินทรีย์วัตถุ ได้แก่ ทราย กรวด ใยหิน หินภูเขาไฟ ศิลาแลง และดินเผา เป็นต้น เหมาะกับการใช้ปลูกผักแบบรากยึด ผักที่ใช้รากอากาศ หรือพืชที่ต้องการสารอาหาร และแร่ธาตุน้อย

2) วัสดุปลูกประเภทน้ำ เหมาะกับพืชที่ต้องการสารอาหารและแร่ธาตุน้อย หรือผักประเภทผักสลัด ซึ่งให้ธาตุและสารอาหารละลายทางน้ำ ช่วยลดปัญหาความยุ่งยาก ความสกปรก และแมลงศัตรูพืช (ขนิษฐา พงษ์ปรีชา. 2552)

2.3.1.6 โรงเรือน

การปลูกผักอควาโปนิกส์ในเชิงการค้าจำเป็นต้องใช้โรงเรือนสำหรับ เพาะกล้า อนุบาลต้นกล้า และปลูก ซึ่งรูปแบบของโรงเรือนต้องเหมาะสม มีความแข็งแรง สามารถควบคุมภูมิอากาศภายในโรงเรือนให้เหมาะสมต่อการเจริญ เติบโตของผักที่ปลูก นอกจากนี้พื้นที่ตั้งโรงเรือนต้องมีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม คือมีการถ่ายเทอากาศดี อยู่ในที่โล่งแจ้ง มีแหล่งน้ำอย่างเพียงพอ และมีไฟฟ้า แต่สำหรับการปลูก ผักอควาโปนิกส์ในบริเวณบ้านนั้น ไม่จำเป็นต้องสร้างโรงเรือนขนาดใหญ่ เนื่องจากเป็นการปลูกเพื่อไว้รับประทานกันเองภายในครอบครัว หรือเพื่อเป็นงานอดิเรกเท่านั้น เพียงแต่สร้างโครงมุ้งเพื่อป้องกันแมลงและการกระแทกของน้ำฝนก็เพียงพอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1.7 ฤดูกาลปลูก

เนื่องจากการปลูกผักด้วยวิธีดั้งเดิม ต้องอาศัยปัจจัยทางสภาพแวดล้อมเพื่อช่วยในการ เจริญเติบโต เช่น อุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน แสง ทำให้ในบางฤดูกาล ซึ่งสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม ส่งผลให้ผลผลิตน้อย ต่างจากการปลูกด้วยแบบอควาโปนิกส์ ที่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมได้ อาจใช้โรงเรือนปลูกโดยควบคุมปัจจัยอื่นๆ ให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชตลอดปี ดังนั้นการเลือกชนิดพืชที่จะปลูกจึงต้องคำนึงถึงฤดูกาลด้วย

2.3.2 ส่วนเลี้ยงปลา

การจัดการของปลาที่เลี้ยงเพื่อให้ได้ปริมาณธาตุอาหารที่เหมาะสมและเพียงพอสำหรับการปลูกผัก ซึ่งการศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยด้านคุณภาพของน้ำที่เลี้ยงปลา การจัดการระบบน้ำในการเลี้ยง โดยปลาหลายชนิดที่สามารถเลี้ยงได้ในระบบนี้ ต้องเป็นปลาที่มีความอดทนและสามารถปรับตัวเข้าได้กับสภาพแวดล้อมในบ่อเลี้ยงได้ดี ต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำได้ช่วงกว้าง เช่น ปลาคาร์พ ปลานิล ปลาดุก ปลาตะเพียนขาว ปลาแรด และปลาหมอไทย เป็นต้น ในการศึกษาวิจัยนี้จะให้ความสำคัญกับการเลี้ยงปลาสวยงาม เช่น ปลาคาร์พ เป็นหลัก เนื่องจากมิได้มุ่งเน้นการศึกษาการเลี้ยงปลาเพื่อการบริโภค มีเป้าหมายเพื่อศึกษาการผลิตธาตุอาหารให้กับการปลูกผักอควาโปนิกส์ ปัจจัยสำคัญของการเลี้ยงปลาคือ คุณภาพน้ำ ซึ่งการรักษาคุณภาพของน้ำที่ดีจะส่งผลที่ส่งผลที่ดีต่อการปลูกพืชด้วยเช่นกัน

2.3.2.1 คุณภาพน้ำเลี้ยงปลาที่ส่งผลต่อระบบอควาโปนิกส์

1) ปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำต้องมีปริมาณเพียงพอต่อการเจริญเติบโตของปลาและผัก ควรมีค่าไม่น้อยกว่า 3 มิลลิกรัมต่อลิตร

2.) ความเป็นกรดด่างในน้ำที่เหมาะสมของการเลี้ยงปลาอยู่ระหว่าง 6.5 – 8.5 แต่ความเป็นกรดเป็นด่างที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชมีค่าอยู่ในช่วง 6.0-6.5 เนื่องจากในระดับความเป็นกรดเป็นด่างในสภาวะที่เป็นกรดอ่อนๆ พืชจะดูดซึมแร่ธาตุและสารอาหารเข้าไปใช้ในการเจริญเติบโตได้ดี ดังนั้นในการเลี้ยงสัตว์น้ำ จึงต้องปรับสภาพความเป็นกรดเป็นด่างให้ใกล้เคียงกับ 7 ได้มากที่สุด นอกจากนี้ค่าความเป็นกรดด่างมีผลต่อการละลายของธาตุอาหารพืช เมื่อค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ามากกว่า 7 พบว่าจุลธาตุที่พืชต้องการในปริมาณน้อย เช่น เหล็ก แมงกานีส ทองแดง สังกะสี และโบรอน สามารถละลายในน้ำได้น้อยมาก ถ้าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำน้อยกว่า 6 จะส่งผลให้ การละลายของฟอสฟอรัส แคลเซียม แมกนีเซียม และโมลิบดินัม ลดลง ดังนั้นต้องควบคุมระดับ ความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำไว้ที่ ระดับ 7 เพื่อให้การละลายของธาตุอาหารหลักและรองเหมาะสมต่อการเจริญโตของพืช

3.) ขี้ปลาและของเสียจากปลาที่สะสมในบ่อปลา ปลาขับถ่ายของเสียออกมาในรูปแบบยูเรีย ซึ่งจะแตกตัวให้สารประกอบไนโตรเจน แอมโมเนีย สารประกอบฟอสฟอรัสที่สะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาจมาจากของเสียหรืออาหารปลาที่ไม่ย่อย แอมโมเนียความเข้มข้น 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตรและไนเตรท 20 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นจุดวิกฤตที่ส่งผลต่ออัตราการรอดตายปลา ดังนั้นระบบการเลี้ยงแบบอควาโปนิค จำเป็นต้องวิเคราะห์และควบคุมให้ปริมาณแอมโมเนียและไนเตรทต่ำกว่าจุดอันตราย รักษาคุณภาพของน้ำที่ดีจะส่งผลที่ส่งผลที่ดีต่อการปลูกพืชด้วยเช่นกัน

2.3.2.2 การดำรงชีพของปลาในน้ำของการปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ ความสำคัญของน้ำที่มีต่อการดำรงชีพของปลา ดังนี้

1) น้ำเป็นแหล่งออกซิเจนที่ปลาต้องใช้หายใจ ออกซิเจนที่ปลาจะนำไปใช้หายใจได้นั้นจะต้องละลายลงไปในน้ำ สภาพน้ำที่ดีมีการเจือปนของสิ่งต่างๆ น้อยจึงจะมีการละลายของออกซิเจนได้ดีหรือมีปริมาณของออกซิเจนอยู่สูง จะทำให้ปลาสดชื่นมีสุขภาพดี

2) น้ำมีผลต่อการเจริญเติบโต น้ำที่มีคุณภาพเหมาะสมจะทำให้ปลามีการเจริญเติบโตได้ดี สภาพน้ำที่มีการหมักหมมของเศษอาหารและของเสียจากการขับถ่ายของปลามากเกินไปจะทำให้ปลาแคระแกรนเติบโตช้า ถึงแม้ปลาจะยังมีการกินอาหารดีอยู่ก็ตาม

3) น้ำมีผลต่อการกินอาหารของปลา หากสภาพของน้ำมีความไม่เหมาะสมมากขึ้น ปลาจะกินอาหารน้อยลงการว่ายน้ำค่อนข้างเชื่องช้าอ่อนแอและเกิดโรคได้ง่าย

2.3.2.3 ประเภทของน้ำที่ใช้เลี้ยงปลาการปลูกผักแบบอควาโปนิกส์

น้ำที่ใช้เลี้ยงปลามาจากหลายแหล่งด้วยกัน การเลือกใช้น้ำจะขึ้นกับความสะดวกปริมาณ วัตถุประสงค์ของการเลี้ยงกับความเหมาะสมในการจัดหา ได้แก่

1) น้ำประปา เป็นน้ำที่ส่วนใหญ่ใช้เลี้ยงปลากันมากที่สุด โดยส่วนใหญ่จะเป็นผู้ปลูกที่อยู่ตามอาคารบ้านเรือน ทำให้สามารถจัดหาได้ง่ายและประการที่สำคัญคือ น้ำประปาจัดว่าเป็นน้ำที่มีความเหมาะสมสำหรับเลี้ยงปลาได้เป็นอย่างดี เพราะจากขบวนการของการผลิตน้ำประปา ได้เน้นที่มีความใสสะอาดเพื่อการอุปโภคและบริโภคของมนุษย์ จึงต้องนำเอาน้ำที่มีคุณภาพดีมาผลิตรวมทั้งต้องมีการฆ่าเชื้อโรค จึงทำให้น้ำประปามีความปลอดภัย นอกจากนั้นน้ำประปาส่วนใหญ่ยังมีการใช้ปูนขาวช่วยปรับสภาพความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ ทำให้น้ำมีความกระด้างและมีความเป็น กรดด่างที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปลา สรุปได้ว่า ข้อดีของน้ำประปาในการเลี้ยงปลา คือ ใส ปราศจากโรคและมีคุณสมบัติเหมาะสม แต่น้ำประปาก็มีปัญหาบางประการในการใช้ คือ น้ำประปาที่พึ่งเปิดออกจากท่อประปามาใหม่ๆ นั้น จะมีปัญหาที่สำคัญ 3 ประการ คือ

- ปริมาณของคลอรีน ซึ่งใช้ในการฆ่าเชื้อโรคในขบวนการผลิต จะยังคงเหลือตกค้างอยู่ในน้ำ ซึ่งมักจะมีความเข้มข้นอยู่ประมาณ 0.5 - 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร (ppm) หากปล่อยปลาลงเลี้ยงทันทีหรือเปิดใส่ให้ปลาทันที ปริมาณของคลอรีนที่มีอยู่ในน้ำจะมีผลทำให้ปลาตาย ซึ่งเป็นปัญหาที่พบกันอยู่เสมอ ดังนั้นหากต้องการนำน้ำประปาไปใช้เลี้ยงปลา จะต้องทำการกำจัดคลอรีนที่ตกค้างออกก่อน ได้แก่ การรองน้ำประปาใส่ภาชนะทิ้งไว้ ควรเป็นภาชนะปากกว้าง เช่น โอ่งน้ำหรือถัง ไฟเบอร์ ปล่อยไว้ประมาณ 2 - 3 วัน ถ้าสามารถตั้งให้รับแสงแดดจะใช้เวลา 1 - 2 วัน คลอรีนจะระเหยออกจากน้ำหมดไปเอง การรองน้ำประปาใส่ภาชนะโดยทำให้น้ำกระจายตัวออกให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มากที่สุด ซึ่งทำได้โดยการปล่อยน้ำผ่านฝักบัวหรือใช้สายยางต่อจากปลายก๊อกแล้วบีบปลายสายยางให้น้ำกระจายออกหรือใช้เศษท่อสั้นๆ เจาะรูหลายๆ รูต่อปลายสายยางแทนฝักบัว ปล่อยน้ำให้ตกเหนือปากภาชนะ การที่พยายามทำให้น้ำกระจายตัวจะช่วยไล่คลอรีนออกจากน้ำไปได้มากจากนั้นปล่อยน้ำไว้ประมาณ 24 ชั่วโมง คลอรีนจะระเหยหมดไป การรองน้ำประปาใส่ภาชนะ แล้วใช้เครื่องให้อากาศ (Air Pump) ปั๊มอากาศผ่านหัวทรายเป็นฟอง ซึ่งจะทำให้น้ำเกิดการหมุนเวียนตลอดเวลาด้วย วิธีนี้จะใช้เวลาเพียง 4 - 6 ชั่วโมง แล้วแต่ความแรงของเครื่องให้อากาศ คลอรีนจะระเหยหมดไป และการในกรณีที่มีความจำเป็นต้องใช้น้ำประปาอย่างเร่งด่วนจะต้องใช้สารเคมีใส่ลงไปเพื่อทำปฏิกริยาเคมีทำให้คลอรีนที่ตกค้างอยู่หมดไป สารเคมีที่จะใช้จะต้องไม่มีผลตกค้างหรือก่อผลข้างเคียงอย่างอื่นอีก ซึ่งสารเคมีที่นิยมใช้ทำปฏิกริยากับคลอรีนในน้ำประปาในปัจจุบันได้แก่ สารโซเดียมไธโอซัลเฟต (Na2S2O3.5H2O) สารนี้มีลักษณะเป็นเกล็ดยาวและเป็นเหลี่ยมผลึกใส เวลาใส่ลงในน้ำจะให้ความเย็น เมื่อละลายลงในน้ำที่มีคลอรีนจะเกิดปฏิกริยากับคลอรีนทันที

- การสะสมก๊าซภายใน น้ำประปาที่ถูกส่งจากสำนักงานประปาไปตามท่อเพื่อส่งไปยังสถานที่ต่างๆ ในระหว่างที่น้ำไหลไปตามท่อจะเกิดแรงดันทำให้มีก๊าซต่างๆ ถูกสะสมอยู่ในน้ำเป็นจำนวนมาก จะสังเกตได้ว่าเมื่อเปิดน้ำประปาใส่ภาชนะสักครู่จะมีฟองอากาศเกิดขึ้น โดยเกิดเป็นฟองอากาศเม็ดเล็กๆ เกาะอยู่ตามผนังภาชนะ ถ้าเป็นตู้กระจกจะสังเกตได้ชัดเจนมาก แรงดันของก๊าซที่สะสมในน้ำประปานี้จะมีผลต่อปลา โดยจะไปทำให้กล้ามเนื้อของปลาเกิดการขยายตัว กล้ามเนื้อส่วนใดที่อ่อนจะถูกดันให้เกิดการขยายตัวได้ง่าย เช่น ที่บริเวณท้องและบริเวณกล้ามเนื้อตาของปลา จึงมักทำให้ปลาเสียการทรงตัวแล้วตาย หรือทำให้ปลาตาปูดโปนออกมา ทำให้ปลามีอาการอักเสบที่ตาแล้วปลามักจะตาบอด วิธีการกำจัดก๊าซที่สะสมในน้ำทำได้ไม่ยากนัก คือในขณะรองน้ำประปาใส่ภาชนะพยายามให้น้ำมีการกระจายตัวออกให้มากที่สุด โดยการเปิดผ่านฝักบัวหรือบีบสายยางฉีดน้ำเหนือภาชนะตลอดเวลา จากนั้นอาจใช้เครื่องให้อากาศปั๊มอากาศเป็นฟองหมุนเวียนอยู่ประมาณ 30 - 60 นาที ก็จะกำจัดก๊าซต่างๆ ออกได้หมด

- ความเป็นกรดของน้ำประปา จากขบวนการผลิตน้ำประปาจะมีการใช้สารส้ม เพื่อทำให้เกิดการจับตัวของตะกอนและสารแขวนลอยต่างๆ จากนั้นจึงไปผ่านระบบกรองเพื่อทำให้น้ำใส ผลของการใช้สารส้มจะทำให้น้ำมีคุณสมบัติเป็นกรด ถึงแม้ในระบบการผลิตน้ำประปาจะมีการใช้ปูนขาวเพื่อปรับระดับความเป็นกรดให้มีค่าต่ำลง จนอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมต่อผู้บริโภคและไม่น่าจะเป็นอันตรายต่อปลา แต่ยังพบว่าน้ำประปาที่ผ่านการดำเนินการกำจัดคลอรีนและก๊าซต่างๆแล้ว ในบางครั้งจะยังเกิดปัญหาทำให้ปลาตายได้ แสดงว่าการผลิตน้ำประปาในบางครั้งอาจใส่ปูนขาวไม่มากพอที่จะปรับความเป็นกรดให้อยู่ในระดับปกติได้ จำเป็นที่ผู้ปลูกจะต้องหาทางป้องกันไว้ โดยการเติมปูนขาวหรือปูนแดงประมาณ 1 ใน 3 ช้อนชาต่อน้ำ 100 ลิตร ลงในถังพักน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2.4 คุณสมบัติของน้ำกับการดำรงชีพของปลา

คุณสมบัติของน้ำที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการเจริญเติบโตของปลาหรือการดำรงชีพของปลานั้นจะมีทั้งคุณสมบัติทางด้านกายภาพ ทางด้านเคมี ซึ่งมักจะมีความสัมพันธ์กัน หากคุณสมบัติด้านใดด้านหนึ่งไม่เหมาะสม ก็จะส่งผลกระทบไปถึงผักและปลาได้ทันที ดังนั้นผู้เลี้ยงจำเป็นที่จะต้องระมัดระวังควบคุมคุณสมบัติของน้ำและพยายามปรับสภาพของน้ำให้เหมาะสมต่อการดำรงชีพของปลาอยู่เสมอ

1) คุณสมบัติของน้ำทางด้านกายภาพ

- สีของน้ำ คือ สีที่ปรากฏแก่สายตาจำแนกได้เป็น 2 ประเภท คือ สีจริง (True Color) เป็นสีที่เกิดจากสารละลายต่างๆ ที่ละลายในน้ำ ในระยะแรกอาจมองไม่เห็นจนเมื่อมีการสะสมมากขึ้นจึงสังเกตได้ เช่น อาหารปลาบางชนิดจะมีการละลายทำให้น้ำออกเป็นสีเหลือง สีจริงที่เกิดขึ้นจะไม่สามารถแยกออกจากน้ำโดยการกรอง และสีปรากฏ (Apparent Color) เป็นสีที่สามารถมองเห็นได้ง่าย ส่วนใหญ่เกิดจากตะกอนและสารแขวนลอย รวมทั้งแพลงตอนต่างๆ หรืออาจเกิดจากการสะท้อนแสง

การเลี้ยงปลาในการปลูกผักแบบอควาโปนิกส์นั้น น้ำที่มองเห็นได้ยากหากบ่อเลี้ยงไม่ได้ใช้วัสดุใส แต่ถ้าตักน้ำออกมาสังเกตุ มักจะเป็นสีจริง เนื่องจากการเลี้ยงปลาแบบนี้ จะเน้นที่ความใสของน้ำ มีการใช้ระบบกรองน้ำที่ดีและได้รับแสงน้อยจึงไม่มีตะกอนและแพลงตอนเกิดขึ้น สีของน้ำไม่มีผลต่อตัวปลาโดยตรงแต่จะช่วยบ่งบอกได้ถึงความผิดปกติหากความใสของน้ำมีการเปลี่ยนแปลงไป

- อุณหภูมิของน้ำ คือ อุณหภูมิมีผลต่อการดำรงชีพของปลาค่อนข้างมาก เพราะปลาเป็นสัตว์เลือดเย็น อุณหภูมิของร่างกายปลาหรือขบวนการเผาผลาญอาหารภายในร่างกายจึงมีการเปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิของน้ำ ดังนั้นในช่วงที่มีอุณหภูมิต่ำหรือในฤดูหนาวขบวนการต่างๆ ในตัวปลาจะลดต่ำลงไปด้วย ซึ่งเท่ากับเป็นการยับยั้งการเจริญเติบโต การกินอาหาร และการแพร่พันธุ์ของปลา ถึงแม้ว่าประเทศไทยจะอยู่ในเขตร้อนมีศักยภาพการเจริญเติบโตของปลาดีกว่าในแถบอื่นตามที่ได้กล่าวมาแล้ว แต่ก็มีช่วงฤดูหนาวซึ่งกินเวลาประมาณ 1 - 2 เดือน ซึ่งก็ต้องถือว่าเป็นระยะเวลาที่มากพอที่จะก่อความเสียหายแก่ปลาที่เลี้ยงได้ ผู้เลี้ยงปลาจะต้องลดปริมาณอาหารที่เคยให้ลง และคอยระวังเรื่องการเกิดโรคระบาด เพราะจากการที่ปลากินอาหารลดลงทำให้สภาพร่างกายมีภูมิต้านทานลดลง จะทำให้ปลาป่วยหรือติดเชื้อต่างๆ ได้ง่าย จึงพบว่ามักจะเกิดปัญหาโรคระบาดสัตว์น้ำในฤดูหนาวอยู่เสมอ ปัญหาปลาเกิดโรคระบาดและปลาตายในฤดูหนาวอยู่มีเสมอ แต่ถ้าเป็นการเลี้ยงที่ใช้พื้นที่ไม่มากนัก จะสามารถที่จะทำการควบคุมอุณหภูมิของน้ำได้ โดยใช้เครื่องควบคุมอุณหภูมิ (Heater) ก็สามารถควบคุมให้น้ำมีอุณหภูมิเหมาะสมสำหรับปลาได้ ซึ่งอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับปลาโดยทั่วไปจะอยู่ระหว่าง 27 - 32 องศาเซลเซียส การควบคุมอุณหภูมิจะช่วยให้ปลากินอาหารได้ตามปกติ ทำให้ปลาแข็งแรงสุขภาพดี จึงเป็นวิธีการช่วยป้องกันการเกิดโรคระบาดได้อย่างดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ความขุ่นของน้ำ คือ ปริมาณสารแขวนลอยที่อยู่ในน้ำ ความขุ่นของน้ำจะมีผลต่อการบดบังแสง ทำให้ความสมบูรณ์ของบ่อปลาลดลงและยังมีผลอุดตันระบบหายใจ มักทำให้ปลาขนาดเล็กและไข่ปลาตายได้

2) คุณสมบัติของน้ำทางด้านเคมี

- ความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ นิยมเรียกว่า “pH” หมายถึง ค่าความเข้มข้นของไฮโดรเจนอิออน (H+) ที่อยู่ในน้ำค่า pH ของน้ำจะอยู่ระหว่าง 0 - 14 โดยมีค่าเป็นกลางที่ pH 7 ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส สำหรับน้ำธรรมชาติโดยทั่วไปจะมีค่า pH อยู่ระหว่าง 5 - 9

- ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ เรียกย่อๆ ว่า DO (Dissolved Oxygen) การหายใจของปลาส่วนใหญ่จะกระทำได้ก็ต่อเมื่อมีออกซิเจนละลายอยู่ในน้ำ ซึ่งในธรรมชาติการละลายของออกซิเจนเกิดได้ ได้แก่ การละลายจากอากาศที่ผิวน้ำ จะเกิดขึ้นมากน้อยขึ้นกับขนาดบ่อ และความแรงของลม คือ ลมจะทำให้น้ำเกิดคลื่นและในระหว่างที่คลื่นน้ำเคลื่อนจากริมบ่อทางต้นลมไปถึงริมบ่อทางท้ายลมก็จะละลายเอาออกซิเจนจากอากาศไปเรื่อยๆ ขนาดของบ่อจะมีความสำคัญมาก คือถ้าบ่อขนาดใหญ่จะมีการเกิดคลื่นได้ง่าย ถึงแม้ลมจะไม่แรง สังเกตได้จากอ่างเก็บน้ำหรือทะเลจะมีคลื่นตลอดเวลา และคลื่นเคลื่อนที่เป็นระยะทางไกล บ่อขนาดใหญ่จึงไม่ค่อยพบปัญหาการขาดออกซิเจน การสังเคราะห์แสงของแพลงตอนพืชและพืชน้ำ โดยหลักการทั่วไป ในเวลากลางวันแพลงตอนพืชและพืชน้ำจะเกิดขบวนการสังเคราะห์แสง ในที่นี้หมายถึงผักที่ปลูก โดยดึงเอาธาตุอาหารที่ละลายอยู่ในน้ำและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไปใช้ จากนั้นจะให้ก๊าซออกซิเจนออกมา จัดว่าเป็นการช่วยรักษาสมดุลย์ แต่วิธีนี้อาจเกิดปัญหาเพราะในเวลากลางคืน เพราะไม่สามารถสังเคราะห์แสง และจำเป็นต้องการใช้ออกซิเจนเช่นกัน ดังนั้นหากมีแพลงตอนพืชหรือพืชน้ำมากเกินไปก็จะทำให้เกิดการขาดแคลนออกซิเจนในเวลากลางคืนได้ ซึ่งมักพบว่าปลามีการลอยหัว คือ อาการที่ปลาลอยตัวอยู่ใกล้ผิวน้ำและอ้าปากฮุบอากาศที่ผิวน้ำเกือบตลอดเวลา โดยมักเกิดตอนใกล้รุ่ง

- ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เมื่อมีมากจะแทรกซึมเข้ากระแสเลือดทำให้ปลาตาย การเกิดของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จะมาจากการหายใจของผักและปลา และการสลายของอินทรียสาร การเลี้ยงปลาในแบบอควาโปนิกส์ก็จะมีคาร์บอนไดออกไซด์ เกิดขึ้นจากการหายใจของปลาและการหมักหมมของเศษอาหารปลา แต่ไม่เป็นปัญหาเพราะมีการระเหยออกสู่อากาศ เนื่องจากการใช้แอร์ปั๊มและในระบบกรองน้ำยังช่วยควบคุมคาร์บอนไดออกไซด์เกิดเป็นสารประกอบไบคาร์บอเนต (HCO3-) ละลายอยู่ในน้ำ โดยไม่เป็นพิษต่อปลา บ่อปลาที่มีการหมักหมมมาก ถ้าเครื่องแอร์ปั๊มเกิดขัดข้อง ปลามักจะลอยหัวและตายในเวลาอันรวดเร็ว การเลี้ยงปลาจะต้องหมั่นขจัดสิ่งหมักหมมและไม่ให้อาหารมากจนเกินไป

- สารประกอบไนโตรเจน มีความสำคัญต่อการดำรงชีพของปลาเป็นอย่างมาก โดยจะขึ้นกับชนิดของสารประกอบที่มีหลายรูปแบบ แต่สารประกอบที่มีความสำคัญต่อกระบวนการสร้างสารอาหาร ได้แก่ แอมโมเนีย (NH3) ไนไตรท์ (NO2-) และไนเตรท (NO3-) ซึ่งสารประกอบทั้ง 3 ชนิดจะสามารถเปลี่ยนแปลงรูปแบบไปมาจากขบวนการทางเคมี ในการปลูกผักแบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บอควาโปนิกส์แอมโมเนียจะเกิดจากการขับถ่ายของเสียจากปลาที่เลี้ยง ไนไตรท์และไนเตรทจะเกิดจากขบวนการย่อยสลายแอมโมเนียของพวกแบคทีเรีย โดยในสภาพน้ำปกติหรือน้ำค่อนข้างเป็นด่างก็จะทำให้เกิดไนเตรท ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อผักที่ปลูกอย่างยิ่ง เพราะนำไปใช้ในการเจริญเติบโต แต่ถ้าสภาพน้ำเป็นกรดก็จะทำให้เกิดไนไตรท์มาก ซึ่งมีความเป็นพิษต่อปลา สารประกอบไนโตรเจนในน้ำมักพบในรูปของไนเตรทเพราะขบวนการย่อยสลายแอมโมเนียเกิดได้ง่าย จากนั้นผักที่ปลูกจะนำเอาไนเตรทที่เกิดขึ้นไปใช้ ในการเจริญเติบโต จึงทำให้เกิดสมดุลในการปลูก

จากข้อมูลข้างต้นสามารถวิเคราะห์ข้อมูลของปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเลี้ยงปลาที่ส่งผลต่อการออกแบบอุปกรณ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ ประกอบด้วยการให้ความสำคัญกับการทำงานของอุปกรณ์ การคำนึงถึงปัจจัยด้านคุณภาพของน้ำในการเลี้ยงปลา เหล่านี้เป็นที่ต้องคำนึงถึงและให้ความสำคัญในการนำมาประกอบการออกแบบอุปกรณ์การปลูกผักแบบอควาโปนิกส์

2.3.2.5 ถังเลี้ยงปลา

ถังเลี้ยงปลาเป็นส่วนสำคัญในระบบปลูก ตู้ปลาจึงสามารถคิดเป็นสัดส่วนสูงถึง 20% ของระบบทั้งหมด การเลี้ยงปลามีเงื่อนไขบางประการเพื่อให้ปลาอยู่รอดและเจริญเติบโตได้ประเด็นสำคัญที่ควรพิจารณาคือ รูปร่าง วัสดุ และสี

1) รูปร่างของถังเลี้ยงปลาพิจารณาให้ใช้ถังกลมที่มีก้นแบน รูปทรงกลมจะช่วยให้น้ำไหลเวียนของน้ำอย่างสม่ำเสมอและลำเลียงของเสียที่เป็นของแข็งไปทางศูนย์กลางของถังด้วยแรงสู่ศูนย์กลาง ถังสี่เหลี่ยมที่มีพื้นราบสามารถใช้ได้เช่นกัน แต่ต้องหมั่นทำความสะอาดถัง รูปร่างถังส่งผลกระทบอย่างมากต่อการไหลเวียนของน้ำและค่อนข้างเสี่ยงที่จะมีถังที่มีการไหลเวียนไม่ดี ถังที่มีไม่ใช่รูปทรงเรขาคณิตหรือไม่มีเส้นโค้งที่มากพอ สามารถสร้างจุดที่น้ำโดยไม่มีการหมุนเวียน พื้นที่เหล่านี้สามารถสะสมของเสียและสร้างสภาวะที่เป็นพิษและเป็นอันตรายกับปลา หากต้องใช้ถังที่มีรูปทรงแปลกๆ อาจจำเป็นต้องเพิ่มปั๊มน้ำหรือปั๊มลมเพื่อให้แน่ใจว่ามีการไหลเวียนที่เหมาะสม สิ่งสำคัญคือการเลือกถังให้เหมาะกับลักษณะของสายพันธุ์สัตว์น้ำที่เลี้ยง เพราะปลาที่อยู่อาศัยด้านล่างหลายสายพันธุ์จะมีการเติบโตที่ดีขึ้นและความเครียดน้อยลง

2) วัสดุของถังเลี้ยงพิจารณาจากความทนทานและอายุการใช้งานยาวนานนิยมใช้พลาสติกที่เหนียวและแข็งแรง พลาสติกหรือไฟเบอร์กลาสมีความสะดวกในการติดตั้งการต่อท่อ มีน้ำหนักเบา และคล่องตัว วัสดุพลาสติกต้องทนต่อแสงยูวี (UV) โดยทั่วไปถังโพลีเอทิลีนความหนาแน่นต่ำ (LDPE) เป็นที่นิยมมาก เนื่องจากมีความต้านทานสูงและมีคุณสมบัติเป็นวัสดุฟู้ดเกรด การตรวจสอบวัสดุของถุงเลี้ยงปลาสำคัญมากที่จะต้องแน่ใจว่าภาชนะนั้นไม่ได้ถูกใช้ก่อนหน้านี้เพื่อเก็บสารพิษวัสดุ สารปนเปื้อน เช่น สารเคมีที่เป็นตัวทำละลายจะแทรกซึมเข้าไปในผิวพลาสติกและไม่สามารถล้างออกได้ ดังนั้นเลือกภาชนะที่ใช้ต้องคัดเลือกอย่างระมัดระวังถ้าเป็นไปได้

3) สีของถังปลา นิยมใช้สีขาวหรือสีอ่อนเพื่อช่วยให้มองเห็นปลาได้สะดวกสามารถตรวจสอบพฤติกรรมและปริมาณของเสียที่ตกค้างที่ด้านล่างของถัง ถังสีขาวจะสะท้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสงอาทิตย์และทำให้น้ำเย็น อีกทางเลือกหนึ่งด้านนอกของถังสีเข้มสามารถทาสีขาว ในบริเวณที่ร้อนจัดหรือเย็นหรือหุ้มฉนวนความร้อนเพิ่มเติมได้ ดังรูปที่ 2.15

รูปที่ 2.15 ถังเลี้ยงปลาหรือ IBC Tank
ที่มา: Sprayer Supplies (2017)

2.3.3 ส่วนประกอบอื่นๆ ของระบบอควาโปนิกส์

2.3.3.1 ถังดักตะกอน

ถังดักตะกอนที่ประหยัดพื้นที่ในการปลูก ส่วนมากจะเป็นถังยืนทรงกระบอก พื้นถังเป็นทรงกรวย เจาะรูที่ผนังต่ำจากขอบด้านบนสุดของถังประมาณ 10 เซนติเมตร เชื่อมด้วยข้อต่อพีวีซีแบบตรงเพื่อใช้เป็นทางให้น้ำเข้าถัง และที่ผนังด้านตรงข้าม เจาะรูต่ำจากขอบบนสุดของถังประมาณ 15 เซนติเมตร เชื่อมด้วยข้อต่อพีวีซีแบบตรงเพื่อเป็นทางระบายน้ำออกจากถัง และเจาะรูที่ก้นกรวยเชื่อมด้วยข้อต่อพีวีซี จากนั้นจึงเชื่อมต่อกับข้องอจำนวน 3 ตัว และเชื่อมกับวาล์วข้อต่อพีวีซี เพื่อใช้ระบายตะกอน โดยแบ่งถังตกตะกอนออกเป็น 2 ช่องด้วยแผ่นพลาสติกแข็ง เพื่อบังคับทิศทางและระยะทางการไหลของน้ำ ให้ไหลจากด้านบน สู่ก้นถังและไหลจากก้นถังสู่ด้านบนเพื่อระบายออกจากถัง

2.3.3.2 ถังกรองชีวภาพ

ถังกรองชีวภาพเป็นถังทรงกระบอกมีฝาปิด เจาะรูที่ก้นถังแล้วเชื่อมด้วยข้อต่อพีวีซีตรงแล้วต่อกับข้องออีกอัน และต่อกับวาล์วเพื่อเป็นทางระบายตะกอน ด้านในถังบุด้วยใยพลาสติกสามารถกำจัดแอมโมเนีย ด้านบนฝาถังเจาะรู เพื่อเป็นทางให้น้ำจากถังตกตะกอนไหลเข้าสู่ถัง และท่อระบายน้ำเข้าถังกรองชีวภาพ เพื่อให้น้ำไหลออกจากจุดที่ลึกสุดของถังและบังคับให้น้ำไหลผ่านวัสดุกรองที่ลอยอยู่ด้านบนก่อนที่จะไหลออกจากถังทางช่องระบายน้ำออก โดยเจาะรูที่ผนังของถังต่ำจากขอบบนสุดของถัง และเชื่อมด้วยข้อต่อตรงพีวีซี ถังนี้ใช้ประโยชน์เพื่อลดความเป็นพิษของแอมโมเนียที่เกิดจากการขับถ่ายของปลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3.3 ปั๊มน้ำ

ใช้สูบน้ำจากถังพักน้ำขึ้นสู่กระบะปลูกพืช โดยที่ปลายท่อส่งน้ำจะต่อกับท่อพีวีซี ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ¾ นิ้ว และเจาะรูที่ผนังด้านข้าง ข้างใดข้างหนึ่งขนาด 2 มิลลิเมตรเพื่อให้น้ำออกรู และระยะเท่ากับจำนวนช่องในกระบะปลูกพืชที่ใช้ ส่วนปลายอีกด้านหนึ่งของท่อส่งน้ำปิดทึบ

2.3.3.4 ระบบเติมอากาศ

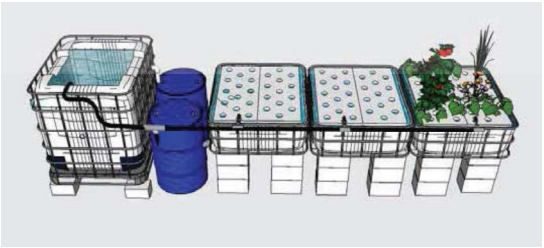
ใช้ปั๊มลมต่อสายอากาศ เพื่อส่งอากาศสู่ถังพักน้ำ ถังกรองชีวภาพและถังเลี้ยงปลา ที่ปลายท่ออากาศจะเสียบต่อกับหัวทราย เพื่อใช้กับถังพักน้ำและถังกรองชีวภาพ ส่วนในถังเลี้ยงปลาจะต่อกับแอร์ลิฟท์ ซึ่งทำจากท่อพีวีซี ปลายด้านบนต่อกับข้องอ และที่ปลายข้องออีกด้านจะต่อกับท่อพีวีซีขนาดเดียวกัน และที่ปลายท่อด้านล่างจะเจาะรูที่ผนังเพื่อต่อกับท่ออากาศ การเพิ่มอากาศแบบนี้นอกจากจะเพิ่มอากาศให้กับบ่อปลาแล้ว ยังทำให้สามารถรวบรวมตะกอนเข้าสู่จุดศูนย์กลางของถังและเข้าสู่ก้นถัง

2.4 รูปแบบการปลูกผักแบบอควาโปนิกส์

การปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ได้ประยุกต์วิธีการปลูกและออกแบบการปลูกมาจากการปลูกผักแบบไฮโดรโปนิกส์ จุดประสงค์ของผู้จัยเพื่อการนำเสนอข้อมูลในวิธีที่เข้าถึงได้ง่ายที่สุดและให้คำอธิบายอย่างละเอียดเกี่ยวกับรูปแบบต่างๆ ของการวิธีการในการปลูกผักอควาโปนิกส์ โดยจะมีการแบ่งรูปแบบการปลูกด้วยกัน 3 รูปแบบที่คล้ายคลึงกัน ตามความเหมาะสมของการปลูก โดยแต่ละรูปแบบมีผลต่อการใช้งาน การเจริญเติบโตของพืช ความสะดวกในการจัดการดูแล พื้นที่การปลูก และการใช้พลังงานในการควบคุมการปลูก แบ่งเป็น 3 รูปแบบ

2.4.1 รูปแบบรากแช่ลึกหรือแบบแพลอยน้ำ (Deep Flow Technique, DFT)

เป็นการปลูกผักบนแผ่นโฟมโดยรากผักของแช่ลงไปในน้ำที่น้ำจากบ่อปลาเป็นธาตุอาหารพืชโดยที่ระดับน้ำในภาชนะปลูกจะลึกประมาณ 15 - 20 ซม. รูปแบบนี้เป็นวิธีที่นิยมใช้กันมากที่สุดสำหรับการปลูกเชิงพาณิชย์ขนาดใหญ่ ดังรูปที่ 2.1



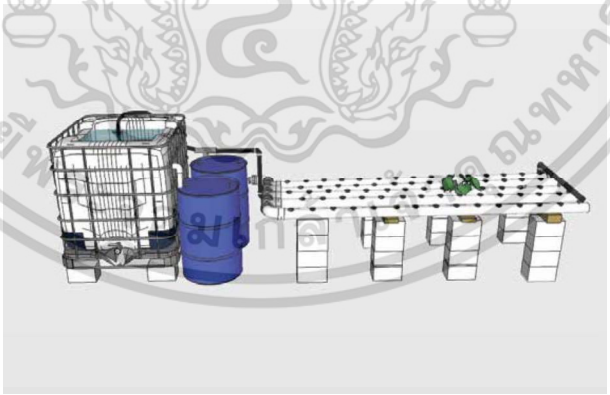
รูปที่ 2.16 การปลูกแบบรากแช่ลึกหรือแบบแพลอยน้ำ
ที่มา: Somerville (2014)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การปลูกแบบรากแช่ลึกหรือแบบแพลอยน้ำสามารถดัดแปลงนำอุปกรณ์ที่หาซื้อได้ง่ายมาดัดแปลงเป็นอุปกรณ์ในการปลูกได้ เช่น ลังพลาสติก กล่องโฟม อ่างน้ำพลาสติก และถังน้ำ เป็นต้น ไม่มีปัญหาเรื่องการขาดน้ำของผักที่ปลูก เนื่องจากรากผักจะแช่อยู่ในน้ำที่มีปริมาณ สามารถพักการทำงานปั๊มน้ำ หรือระบบการเติมอากาศในช่วงกลางคืนได้ เนื่องจากรากพืชต้องการออกซิเจนต่ำในช่วงเวลากลางคืนทำให้ประหยัดไฟฟ้าได้ในระดับหนึ่ง และสามารถปลูกพืชได้หลากหลายชนิด แต่มีข้อจำกัดคือ การปลูกด้วยระบบรากแช่ลึกต้องปรับระดับน้ำให้เหมาะสมกับอายุพืช เนื่องจาก เมื่อพืชเจริญเติบโตปริมาณรากพืชจะมากขึ้น ทำให้พืชต้องการปริมาณอ๊อกซิเจนที่รากมากขึ้น ทำให้ผู้ปลูกต้องปรับลดระดับน้ำที่ใช้ปลูกลงเพื่อให้เกิดพื้นที่อากาศระหว่างรากกับผิวน้ำเพิ่มขึ้น และต้องมีการปรับให้เหมาะสมทั้งเรื่องระยะเวลาในการปรับลดและปริมาณที่ปรับลด ดังนั้นในช่วงเวลาของการปรับลดระดับน้ำผู้ปลูกต้องสังเกตุอาการที่แสดงออกของพืชเป็นหลัก และควรปรับลดระดับน้ำลงในช่วงเวลาเย็นเนื่องจากพืชจะปรับตัวได้ดีกว่าช่วงกลางวัน

2.4.2 แบบรากแช่ตื้นหรือแบบน้ำไหล (Nutrient Film Technique, NFT)

พัฒนาขึ้นโดย Allen Cooper แห่งสถาบันวิจัยการปลูกพืชในเรือนกระจก (GCRI) ในประเทศอังกฤษ ประมาณปี ค.ศ. 1965 เป็นการปลูกโดยปล่อยให้น้ำจากบ่อปลาไหลไปในรางปลูก โดยระดับน้ำในรางปลูกจะมีความลึกประมาณ 0.5 เซนติเมตร เพื่อช่วยให้ราก และน้ำมีการสัมผัสกับอากาศ เพื่อเพิ่มออกซิเจนในให้มากขึ้น และช่วยลดปัญหาการขาดอากาศของรากพืชได้ดี นอกจากนี้เมื่อปริมาตรของน้ำที่ไหลผ่านรากพืชมีน้อยลง ทำให้ไม่ต้องใช้รางปลูกที่มีขนาดใหญ่และแข็งแรง ค่าก่อสร้างรางปลูกจึงประหยัดลง ดังรูปที่ 2.17



รูปที่ 2.17 การปลูกแบบรากแช่ตื้นหรือแบบน้ำไหล
ที่มา: Somerville (2014)

แบบรากแช่ตื้นหรือแบบน้ำไหล มีปัญหาการในการปลูกในสภาพร้อนอย่างประเทศไทย เนื่องจากน้ำที่ไหลในระบบรางมักจะมีความร้อนสะสมมาก ทำให้รากพืชขาดอากาศ อีกทั้งคุณสมบัติน้ำจากบ่อปลาเมื่อไหลผ่านรากพืช ถ้ามีอุณหภูมิที่สูงขึ้นเป็นระยะเวลานาน จะทำให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติทางของธาตุอาหารในน้ำมีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ทำให้ต้องมีการควบคุมอุณหภูมิในช่วงที่มีอากาศร้อน ดังนั้นการปลูกรากแช่ตื้น ในเขตร้อนนั้นจึงไม่ควรต่อรางปลูกให้ยาวมากเกินไป เนื่องจากจะมีความร้อนสะสม ยังทำให้ออกซิเจนจากหัวรางถึงท้ายรางต่างกันมากเกินไปจนกระทบต่อการเจริญเติบโตของผักในแปลงปลูกผัก โดยทั่วไปรางปลูกทำจากวัสดุ เช่น โพลีเอธิลีน (PE) โพลีไวนิลคลอไรด์ (PVC) และไฟเบอร์กลาส เป็นต้น ควรหลีกรางที่ทำจากโลหะ เนื่องจากเกิดสนิมได้ง่าย อีกทั้งยังมีความร้อนสะสมมาก ความยาวของรางที่เหมาะสมไม่ควรเกิน 10 เมตร ทั้งนี้เนื่องจากรางปลูกที่ยาวเกินไปจะทำให้พืชเจริญเติบโตไม่สม่ำเสมอ การติดตั้งรางควรให้มีความลาดเอียงเหมาะสมที่จะให้สารละลายจะไหลจากปลายด้านหนึ่งไปยังปลายอีกด้านหนึ่งของรางได้อย่างสะดวก เพื่อให้ออกซิเจนสามารถละลายลงไปในสารละลายได้ดี และสารละลายไม่ขังอยู่ ณ จุดใดจุดหนึ่งภายในราง รางปลูก NFT จะมีการออกแบบให้มีร่องเล็กๆ ภายในรางเพื่อช่วยแก้ปัญหาอัตราการไหลไม่สม่ำเสมอภายในรางปลูก การปลูกแบบรากแช่ตื้นเป็นระบบที่มีน้ำในรางปลูกน้อยมาก เมื่อเกิดปัญหาไฟฟ้าขัดข้อง ทำให้ระบบปั๊มน้ำหยุดการทำงาน หากหยุดเป็นระยะเวลานานๆ จะทำให้รากพืชแห้งจนพืชที่ปลูกนั้นตายได้ ดังนั้นผู้ปลูกด้วยระบบนี้จึงควรมีระบบสำรองไฟฟ้าไว้ใช้ในกรณีที่ไฟฟ้าเกิดขัดข้อง

2.4.3 แบบรากยึดกับวัสดุปลูก (Media bed method)

เป็นการปลูกผักในวัสดุทดแทนดิน ยังเป็นการปลูกพืชที่ช่วยแก้ไขปัญหาการขาดอ๊อกซิเจนที่รากในพืช ซึ่งการปลูกพืชแบบรากแช่ในพื้นที่อากาศร้อนมักประสบปัญหาอุณหภูมิของน้ำสูงเกินไป ทำให้รากพืชขาดอ๊อกซิเจน จนทำให้พืชนั้นอ่อนแอ และเกิดโรคขึ้นได้ง่าย ดังรูปที่ 2.18

รูปที่ 2.18 การปลูกแบบรากยึดกับวัสดุปลูก
ที่มา: Somerville (2014)

การปลูกผักด้วยวัสดุปลูกชนิดต่างๆ เพื่อให้รากผักยึดเกาะพยุงลำต้น โดยวัสดุปลูกทำหน้าที่ทดแทนดิน การเลือกใช้วัสดุปลูกต้องคำนึงถึงอัตราส่วนพื้นที่ของอากาศและน้ำอย่างเหมาะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สม เป็นวัสดุปลูกที่ระบายอากาศและน้ำได้ดีหรือมีความพรุนสูง และวัสดุต้องไม่สะสมความร้อน วัสดุปลูกไม่อัดตัวกันแน่นหรือยุบตัวง่ายเมื่อถูกน้ำเมื่อใช้ไประยะหนึ่ง เป็นวัสดุที่สะอาดไม่มีการสะสมของเชื้อโรค การปลูกพืชโดยใช้วัสดุปลูกให้ประสบความสำเร็จนั้น ต้องทราบถึงคุณสมบัติของวัสดุที่นำมาใช้ปลูกเพื่อที่จะได้สามารถควบคุมปริมาณการให้น้ำได้อย่างถูกต้องเหมาะสม วัสดุปลูกทดแทนการใช้ดินที่นิยมนำมาใช้ได้แก่ หินภูเขาไฟ ทรายหยาบ เม็ดดินเผา (Hydro Clay) ใยหิน (Rockwool) เพอร์ไลท์ (Perlite) เวอร์มิคูไลท์ (Vermiculite) แกลบดิบ และขุยมะพร้าว เป็นต้น

ตารางที่ 2.1 วิเคราะห์จุดเด่นและจุดด้อยของรูปแบบการปลูกผักแบบอควาโปนิกส์

รูปแบบ	จุดแข็ง	จุดด้อย
แบบรากแช่ลึกหรือแบบแพลอยน้ำ (DFT)	- ประหยัดต้นทุนการปลูก - น้ำมีคุณภาพดีคงที่ - ผักสามารถทนต่อการหยุดชะงักในระยะสั้นในกระแสไฟฟ้า - สูญเสียน้ำน้อยจากการระเหย - แพปลูกช่วยป้องกันความร้อนให้ได้รับอุณหภูมิคงที่ - การหมุนเวียนของแพสามารถช่วยในการปลูกและเก็บเกี่ยว	- วิธีการกรองที่ซับซ้อนมากขึ้น - อุปกรณ์มีน้ำหนักมาก - ออกซิเจนที่ต้องละลายในน้ำต้องเพียงพอ - ชิ้นพลาสติกที่ใช้ปลูกต้องเป็นระดับฟู้ดเกรด - แพปลูกที่ทำจากโฟม เสียหายง่าย - ปริมาณน้ำที่มากจะเพิ่มความเสี่ยงของโรคเชื้อราในผัก
แบบรากแช่ตื้นหรือแบบน้ำไหล (NFT)	- เหมาะสำหรับสมุนไพรและผักสลัด - การระเหยน้ำน้อยที่สุด - มีน้ำหนักเบา - วิธีการเก็บเกี่ยวง่าย - สามารถปรับระยะห่างของท่อให้เหมาะกับพืชชนิดต่าง ๆ ได้ - ใช้น้ำน้อย - ใช้แรงงานในการปลูกและเก็บเกี่ยวน้อยที่สุด	- ระบบกรองที่ซับซ้อนมากขึ้น - จำเป็นต้องใช้ปั๊มน้ำและปั๊มลม - เพาะเมล็ดโดยตรงไม่ได้ - ถ้าปริมาณน้ำต่ำจะมีปัญหาเรื่องคุณภาพน้ำ - ท่อน้ำเข้าสามารถอุดตันได้ง่าย - ช่องโหว่ต่อกระแสไฟฟ้าขัดข้อง
แบบรากยึดกับวัสดุปลูก (Media bed method)	- การออกแบบที่เรียบง่ายและเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้น - ปลูกผักผลไม้ที่ลำต้นสูงได้ - พืชทุกชนิดสามารถปลูกได้ - สามารถใช้วัสดุปลูกได้หลายแบบ - ใช้พลังงานไฟฟ้าค่อนข้างต่ำ	- อุปกรณ์มีหนักมากขึ้นอยู่กับการเลือกใช้วัสดุปลูก - วัสดุปลูกบางชนิดมีราคาแพง - การระเหยของน้ำในระบบมาก - ต้องมีการคำนวณปริมาณการน้ำ - วัสดุปลูกสามารถอุดตันได้

ที่มา: องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (2557)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ด้านรูปแบบและวิธีการปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ ที่มีผลต่อการใช้งาน ความสะดวกในการจัดการดูแล การเจริญเติบโตของผลผลิตผัก พื้นที่การปลูก และการใช้พลังงานในการควบคุมการปลูก แสดงถึงปัจจัยส่งผลต่อการออกแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักอควาโปนิกส์ในคอนโดมิเนียม ซึ่งการออกแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักอควาโปนิกส์ในคอนโดมิเนียมที่เหมาะสมและมีความเป็นไปได้ ควรใช้วิธีการปลูกแบบรากแช่ตื้นหรือแบบน้ำไหล (NFT) พิจารณาจากข้อจำกัดทางด้านสภาพแวดล้อมของการปลูก พื้นที่การใช้งานที่จำกัด การดูแลรักษาง่าย

2.4.4 ขั้นตอนการประกอบอุปกรณ์การปลูก

การปลูกผักควาโปนิกส์ใช้อุปกรณ์ประกอบการปลูกร่วมกันหลายส่วน จากการลงพื้นที่ศึกษาข้อมูลขั้นตอนการประกอบอุปกรณ์ของการปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ขนาดเล็กหรือสำหรับผู้ปลูกผักรับประทานเอง พบว่าในขั้นตอนการประกอบต้องใช้ความชำนาญส่วนบุคคลในการประกอบอุปกรณ์ตั้งแต่เริ่มต้น เนื่องจากว่าอุปกรณ์ต่างๆ ส่วนใหญ่จะเป็นอุปกรณ์ที่นำมาใช้จะเป็นอุปกรณ์ที่จากวัสดุอุปกรณ์งานก่อสร้าง เมื่อผู้ปลูกนำมาใช้งานจึงจำเป็นต้องดัดแปลงรูปแบบและวิธีการใช้เพื่อสามารถใช้ประกอบในระบบการปลูกได้ ผู้วิจัยสามารถระบุขั้นตอนการประกอบอุปกรณ์ของระบบปลูกได้ ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 เตรียมพื้นที่สำหรับวางบ่อเลี้ยงโดยเลือกวางในบริเวณที่มีระดับพื้นคงที่ การวางบ่อเลี้ยงปลาควรยกระดับให้สูงจากพื้นอย่างน้อย 10 เซนติเมตร เพื่อป้องกันอุณหภูมิความร้อนจากระดับพื้น หลังจากนั้นระบุตำแหน่งของท่อลำเลียงน้ำเข้าและน้ำออกจากบ่อปลา โดยเจาะรูเท่ากับขนาดท่อที่นำมาใช้ ทดสอบการใช้ด้วยการให้น้ำไหลผ่านงานเพื่อตรวจสอบการไหลและการรั่วซึม และเตรียมต่อปลายท่อกับส่วนกรองชีวภาพและแปลงปลูก ดังรูปที่ 2.19

รูปที่ 2.19 ตัวอย่างขั้นตอนการเตรียมบ่อเลี้ยงปลา

ที่มา: Somerville (2014)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 2 เตรียมพื้นที่สำหรับปลูกผักโดยเตรียมโครงสร้างรางปลูกจากเหล็กหรือท่อพีวีซีเป็นโครงสร้างอย่างง่าย แปลงปลูกทำจากท่อพีวีซีหน้าดัดวงกลมวางตัวในแนวนอน ด้านบนต้องเจาะรูเพื่อเป็นช่องวางกระถางปลูกผัก ปลายแปลงปลูกจะต่อกับท่อลำเลียงน้ำลงสู่ถังดักตะกอน ตรวจสอบระดับของแปลงปลูกให้ได้ระดับที่สมดุลเพื่อการไหลเวียนของน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ ดังรูปที่ 2.20

รูปที่ 2.20 ตัวอย่างขั้นตอนการเตรียมแปลงปลูก
ที่มา: Somerville (2014)

ขั้นตอนที่ 3 วางตำแหน่งถังกรองชีวภาพด้วยการต่อท่อลำเลียงน้ำจากบ่อปลาในตำแหน่งด้านบนของถังกรอง เพื่อให้น้ำจากบ่อปลาไหลผ่านแผ่นกรองภายใน ด้านล่างเจาะรูระบายน้ำหรือต่อท่อลำเลียงน้ำไว้เพื่อลำเลียงน้ำสู่ถังดักตะกอน ดังรูปที่ 2.21

รูปที่ 2.21 ตัวอย่างขั้นตอนวางตำแหน่งถังกรองชีวภาพ
ที่มา: Somerville (2014)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 4 ติดตั้งระบบปั้มน้ำในถังตักตะกอนเพื่อลำเลียงน้ำจากถังไปสู่แปลงปลูกผัก ตรวจสอบการทำงานของระบบไฟฟ้าในการขับเคลื่อนปั้มน้ำ

ขั้นตอนที่ 5 ตรวจสอบการจัดวางอุปกรณ์หลักของระบบ ลำดับ และความถูกต้องของการทำงานในของแต่ละส่วนประกอบ ดังรูปที่ 2.22

รูปที่ 2.22 ตัวอย่างการจัดวางอุปกรณ์ปลูก
ที่มา: Somerville (2014)

ขั้นตอนที่ 6 เติมน้ำสะอาดเข้าสู่ระบบให้สมดุลทั้งส่วนบ่อปลาและถังตักตะกอน เปิดปั๊มน้ำให้อุปกรณ์ทำงานเป็นลำดับ

ขั้นตอนที่ 7 ตรวจสอบรอยต่อของข้อต่อท่อในส่วนต่างๆ เพื่อไม่ให้เกินการรั่วซึมของน้ำในการปลูก ซึ่งจะทำให้ระบบการลำเลียงน้ำเสียสมดุลส่งผลต่อการผลผลิตผักและปลา ทำให้เกิดความเสียหายทั้งส่วนการปลูกผักและทำให้ปลาตายได้

ขั้นตอนที่ 8 ตรวจสอบระดับน้ำส่วนบ่อปลาของส่วนถังตกตะกอน ถ้าพบว่าละดับน้ำลดลง ควรเติมน้ำสะอาดเข้าสู่ระบบให้อยู่ระดับเดิม

การประกอบอุปกรณ์ปลูกผักอควาโปนิกส์จากการนำวัสดุอุปกรณ์งานก่อสร้างมาดัดแปลงเพื่อใช้ในระบบการปลูก ส่งผลให้ขั้นตอนการประกอบต้องเจอกับอุปสรรคต่างๆ ประกอบกับความไม่ชำนาญในงานช่างทำให้เกิดข้อผิดพลาดในการติดตั้งอุปกรณ์ อุปกรณ์แต่ละชิ้นยังขาดความเหมาะสมในการใช้งานร่วมกัน อุปกรณ์ที่เลือกใช้มีคุณสมบัติไม่เหมาะสมกับการใช้งาน เป็นต้น ดังนั้นในการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลูกผักอควาโปนิกส์ ต้องคำนึงถึงอุปสรรค เพื่อให้ผู้ปลูกสามารถใช้งานผลิตภัณฑ์ปลูกผักอควาโปนิกส์ได้อย่างสะดวกในการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.5 การดูแลรักษาการปลูกผักแบบอควาโปนิกส์

สามารถแบ่งเป็นการดูแลประจำวัน การดูแลประจำสัปดาห์ และการดูแลประจำวันเดือน โดยต้องมีการตรวจสอบปัจจัยที่เกี่ยวข้องให้มีความสมดุลอยู่เสมอ

2.4.5.1 การดูแลประจำวัน

1) การตรวจสอบว่าปั๊มน้ำและปั๊มลมให้ทำงานอยู่เสมอและทำต้องความสะอาดสิ่งอุดตัน

2) การตรวจสอบการน้ำไหลเวียนของน้ำในระบบ

3) การตรวจสอบระดับน้ำในบ่อเลี้ยงปลา บ่อพักน้ำ และถ้าตรวจสอบว่าระดับน้ำลดลง ต้องเติมน้ำสะอาดเพิ่มเติม เพื่อชดเชยการระเหยของน้ำในแต่ละวัน

4) การตรวจสอบรอยรั่วซึมของท่อลำเลียงและรอยต่อต่างๆ ในระบบ

5) การตรวจสอบอุณหภูมิของน้ำในตอนเช้า โดยทั่วไปจะใช้เครื่องมือตรวจสอบอุณภูมิเทอร์โมมิเตอร์

6) การให้อาหารปลา 1-2 ครั้งต่อวัน และตรวจสอบเศษอาหารที่เหลือในบ่อ ซึ่งเกิดจากปลาไม่ได้กิน ควรทำความสะอาดทุกครั้ง

7) การให้อาหารแต่ละครั้ง ควรตรวจสอบพฤติกรรมและลักษณะของปลาว่าอยู่ในภาวะปกติ ถ้าพบปลาตายควรนำปลาออกจากบ่อ เพราะจะทำให้ระบบเสียสมดุลจากปลาที่ตายได้

2.4.5.2 การดูแลประจำสัปดาห์

1) การตรวจสอบคุณภาพน้ำ ทำโดยการทดสอบค่า pH แอมโมเนีย ไนไตรท์และไนเตรท ด้วยเครื่องมือตรวจสอบโดยเฉพาะ

2) การปรับค่า pH ตามความจำเป็น เพื่อความสมดุลของระบบปลูก

3) การตรวจสอบผักที่ปลูกว่ามีการเจริญเติบโตที่ปกติ ถ้าพบการเจริญเติบโตไม่เป็นปกติ ควรมีการตรวจสอบการทำงานของระบบปลูก เช่น การไหลของน้ำ ค่า pH แอมโมเนีย ไนไตรท์ และไนเตรท เป็นต้น

4) การกำจัดของเสียจากปลาที่ก้นบ่อเลี้ยงปลา และในถังกรองชีวภาพ

5) การตรวจสอบว่ารากพืชไม่กีดขวางท่อหรือการไหลของน้ำ

2.4.5.3 การดูแลประจำเดือน

1) การเปลี่ยนถ่ายปลาใหม่ในบ่อเลี้ยง ถ้ามีจำเป็น

2) การทำความสะอาดตัวกรองชีวภาพและตัวกรองทั้งหมด

3) การทำความสะอาดก้นบ่อปลา

4) การชั่งน้ำหนักตัวอย่างปลาและตรวจสอบโรคอย่างละเอียด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.6 ข้อดีและข้อด้อยของปลูกผักแบบอควาโปนิกส์

การพิจารณาการปลูกผักแบบอควาโปนิกส์จากวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบข้อดีและข้อด้อยของการปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ สามารถแบ่งการพิจารณาในด้านการปลูกและรูปแบบของการปลูก

2.4.6.1 ด้านการวิธีการปลูก

ข้อดี

1) การใช้น้ำน้อยลง ลดน้ำเสียจากการเลี้ยงปลา และปลูกผัก โดยปกติแล้วจะไม่มีการทิ้งน้ำเสียออกจากการปลูก มีแต่เติมน้ำเข้า อาจมีปล่อยน้ำเสียในบางครั้ง ถ้าระบบขาดความสมดุลและคุมระบบไม่ได้ ต้องถ่ายน้ำออกเพื่อป้องกันปลาตาย

2) การปลูกใช้พื้นที่น้อยและให้อัตราผลผลิตต่อพื้นที่ดีกว่า เพราะพืชได้น้ำและสารอาหารตลอดเวลา เลี้ยงปลาได้ทั้งเพื่อบริโภคและปลาสวยงาม

3) การปลูกใกล้แหล่งบริโภคได้ ถ้าปลูกในเชิงพาณิชย์ เนื่องจากเป็นการปลูกที่ใช้น้ำและใช้พื้นที่น้อย การปลูกใกล้แหล่งบริโภคทำให้ลดการขนส่ง และบริโภคได้สดกว่า เช่น การปลูกผักในครัวเรือน ทำให้ไม่ต้องซื้อ ไม่ต้องเดินทางไปซื้อที่แหล่งจำหน่ายและกินผักสด

4) ไม่มีการใช้สารเคมี เนื่องจากมีการเลี้ยงสัตว์ควบคู่ไปด้วย ทำให้ต้องระมัดระวังในการใช้ อีกทั้งพื้นที่น้อยการลงทำโรงเรือนเพื่อป้องกันโรคแมลงสามารถได้ง่าย

ข้อเสีย

1) การปลูกผักอควาโปนิกส์ทั่วไป มีการลงทุนสูงจากส่วนประกอบระบบ

2) ระบบปลูกต้องใช้พลังงานไฟฟ้าในการทำงานของระบบลำเลียงน้ำ

3) การปลูกเชิงพาณิชย์ต้องเลี้ยงปลาหนาแน่น อาจต้องมีการลงทุนระบบสำรองไฟฟ้าที่สูง

4) การปลูกผักแบบผักอควาโปนิกส์ต้องเรียนรู้หลายอย่าง ในการจัดการระบบปลูกต้องมีความรู้ธรรมชาติของพืชที่ปลูกและสัตว์น้ำที่เลี้ยง และความรู้เรื่องงานช่างในการ

2.4.7 สาเหตุของปัญหาและผลกระทบของการปลูกผักแบบอควาโปนิกส์

จากการศึกษาด้วยการสังเกตในขั้นตอนการปลูกผักอควาโปนิกส์เกี่ยวกับปัญหาจากส่วนประกอบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ รูปแบบการปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ และการดูแลรักษาการปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ ผู้วิจัยพบปัญหาดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.7.1 ผลิตภัณฑ์ปลูกผักอควาโปนิกส์ที่ประกอบจากชิ้นส่วนวัสดุอุปกรณ์ทางงานก่อสร้างไม่ได้ถูกออกแบบมาให้เอื้ออำนวยต่อการประกอบร่วมกัน จึงส่งผลให้เกิดข้อบกพร่องจากใช้งานเพื่อปลูกผักอควาโปนิกส์ เช่น การต่อท่อพีวีซีสำหรับการลำเลียงน้ำในการปลูกกับบ่อเลี้ยงปลาหรือแปลงปลูกผักไม่ดี จะทำให้มีปัญหาน้ำรั่วซึมออกมาส่งผลต่อการเจริญเติบโตของผักและทำให้ปลาตายได้

2.4.7.2 การปลูกผักอควาโปนิกส์มีการทำงานร่วมกันของอุปกรณ์หลายส่วนประกอบกัน ผู้ปลูกมักประสบปัญหาและความลำบากในขั้นตอนการประกอบอุปกรณ์ที่มีความซับซ้อนหลายขั้นตอน

2.4.7.3 แปลงปลูกผัก ถึงแม้จะมีการประยุกต์นำรูปแบบแปลงปลูกจากการปลูกแบบไฮโดรโปนิกส์มาใช้งาน แต่ยังพบปัญหาการอุดตันของมูลตะกอนของปลาในท่อลำเลียงน้ำที่เป็นท่อสายยางขนาดเล็ก จึงส่งผลให้ประสิทธิภาพการลำเลียงน้ำในแปลงปลูกลดลง

2.4.7.4 บ่อเลี้ยงปลาที่ใช้เลี้ยงปลาโดยทั่วไปเป็นการนำอุปกรณ์จากที่หาได้ทั่วไปมาใช้ ซึ่งไม่ได้ถูกออกแบบมาเพื่อการเลี้ยงปลาในการระบบปลูกอควาโปนิกส์ จึงมีลักษณะที่ไม่เหมาะสมทั้งรูปแบบที่ทำให้น้ำไม่มีการหมุนเวียนเพียงพอ ซึ่งจะสะสมของเสีย สร้างสภาวะที่เป็นพิษและเป็นอันตรายกับปลา

2.4.7.5 ผลิตภัณฑ์ปลูกผักอควาโปนิกส์ในปัจจุบัน ถึงแม้จะมีการดัดแปลงอุปกรณ์การปลูกให้เหมือนกับที่ใช้งานในต่างประเทศ แต่ยังพบปัญหาด้านคุณสมบัติของวัสดุที่นำมาใช้งานมักสะสมความร้อนจากสภาพอากาศส่งผลให้น้ำมีอุณหภูมิสูงขึ้นส่งผลให้ผลผลิตเจริญเติบโตช้าลง

2.5 ข้อจำกัดทางด้านสภาพแวดล้อมของการปลูกผักแบบอควาโปนิกส์

สภาพแวดล้อมของการปลูกเป็นปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของผักที่ปลูก ปัจจัยที่เป็นตัวควบคุมการเจริญเติบโตและพัฒนาการของผักมีปัจจัย ประกอบด้วย

2.5.1 อุณหภูมิ

อุณหภูมิเป็นสิ่งที่ควบคุมอัตราการเจริญเติบโตของผัก มีผลโดยตรงต่อการสังเคราะห์แสง การหายใจ การดูดธาตุอาหาร การคายน้ำและกิจกรรมของเอนไซม์ต่างๆ การควบคุมอุณหภูมิให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของผักจึงเป็นเรื่องสำคัญ

สำหรับการปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ อุณหภูมิมีบทบาทสำคัญมากต่อการเจริญเติบโตของผัก เนื่องจากอุณหภูมิที่สูงขึ้นจะทำให้ออกซิเจนละลายน้ำได้ลดลง และไม่เพียงพอต่อการหายใจของรากพืช เช่น เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นจาก 25° C เป็น 30° C จะทำให้ปริมาณออกซิเจนในน้ำลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2 น้ำฝนและความชื้นสัมพัทธ์

ปัจจัยสำคัญที่มาควบคู่กับลม ซึ่งลมจะทำการพัดพาฝนเข้ามาส่งผลให้เกิดความชื้นทั่วบริเวณ ดังนั้นส่วนประกอบต่างๆ จำเป็นต้องใช้วัสดุที่สามารถทนทานต่อความชื้นได้เป็นอย่างดี ส่วนความชื้นสัมพัทธ์มีผลโดยตรงต่อการคายน้ำของผักที่ปลูก เมื่อความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศสูงจะทำให้ผักคายน้ำน้อยลง ส่งผลให้การลำเลียงแร่ธาตุอาหารต่างๆ จากรากไปสู่ใบลดลงและยังทำให้อุณหภูมิที่ใบสูงขึ้น ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืช

2.5.3 ทิศและแสงแดด

ผักจำเป็นต้องใช้แสงแดดในการสังเคราะห์ธาตุอาหารเป็นพลังงานในการเจริญเติบโต ปกติโดยมีคลอโรฟิลล์เป็นตัวรับแสงไปใช้เป็นพลังงานในการเปลี่ยนคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำเป็นคาร์โบไฮเดรตและออกซิเจน แสงมีคุณสมบัติ 3 ประการที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของผัก ได้แก่ ความยาวคลื่น ความเข้มแสงและระยะเวลาที่ผักได้รับแสง คุณสมบัติที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของผักที่ปลูกแบบอควาโปนิกส์ที่สุด คือความเข้มแสง ความเข้มแสงที่มากเกินไปหรือน้อยเกินไป จะมีผลในการลดการสังเคราะห์แสงของผัก ทำให้ผักมีการเจริญเติบโตช้าลง สำหรับการปลูกพืชในประเทศไทยซึ่งอยู่ในเขตร้อน ได้รับแสงที่มีความเข้มสูง การปลูกพืชในที่โล่งจึงต้องมีการให้ร่มเงาเพื่อลดความเข้มแสง นอกจากนี้แสงยังสัมพันธ์กับอุณหภูมิ คือ เมื่อแสงมีความเข้มมากขึ้นอุณหภูมิก็จะสูงขึ้นตามไปด้วย ซึ่งในการปลูกพืชแบบอควาโปนิกส์จะมองข้ามความสัมพันธ์นี้ไม่ได้ เนื่องจากอุณหภูมิของน้ำในระบบบทบาทอย่างมากต่อผักและปลา

ผักจะยังคงสามารถอยู่รอดได้ระยะหนึ่งในพื้นที่ที่มีแสงแดดไม่เพียงพอ แต่หลังจากนั้นจะเริ่มใช้อาหารที่มีสะสมอยู่ไว้หมดไป และเหี่ยวเฉาลงในที่สุด (Tilston. 2008) ปริมาณของแสงที่ไม่เท่ากันอาจส่งผลให้ผักเอียงลำต้นไปสู่แหล่งที่มีแสงสว่างมากกว่า ทำให้ควบคุมการเจริญเติบโตได้ยาก รวมถึงผักอาจพยายามแข่งขันกันเพื่อรับแสงแดดด้านบนส่งผลให้อาจมีรูปร่างสูงชลูดไม่สวยงาม ในกรณีที่ทิศแสงอยู่ในตำแหน่งทิศตะวันออก และทิศตะวันตกจะได้รับผลกระทบจากแสงแดดมากกว่าทิศเหนือและทิศใต้ ซึ่งส่งผลให้ส่งผลกระทบต่อผัก เนื่องจากรังสีความร้อน รวมถึงผักอาจไหม้ และตายได้

2.5.4 ลม

การปลูกผักอควาโปนิกส์บนคอนโดมิเนียมอาจได้รับประโยชน์จากลมน้อยกว่าการใช้งานตามบ้านเรือน เนื่องจากอาจใช้งานในพื้นที่ปิดทึบ ส่วนประกอบทุกส่วนจำเป็นต้องออกแบบให้สามารถรับกระแสลมได้หรือมีส่วนรับลมได้ไม่มากก็น้อย หรือใช้วัสดุที่มีคุณสมบัติที่ถ่ายเทความร้อนได้ดี ไม่สะสมความร้อน แต่ถ้ามีการใช้งานบริเวณระเบียงคอนโดมิเนียมอาจได้รับผลกระทบจากลมมากกว่าพื้นที่ปิดทึบ ดังนั้นส่วนประกอบทุกส่วนก็จำเป็นต้องออกแบบให้สามารถทนต่อแรงลมได้เพื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลีกเลี่ยงการเกิดอุบัติเหตุต่อผู้ใช้ และผู้อาศัยบริเวณรอบข้าง ออกแบบให้ลดแรงปะทะลม ถ้าหากสามารถนำประโยชน์จากลมมาใช้ให้มากที่สุด จะเป็นการช่วยให้ผักเจริญเติบโตได้ดียิ่งขึ้น

2.5.5 องค์ประกอบของบรรยากาศ

ผักที่ปลูกต้องใช้คาร์บอนไดออกไซด์เป็นวัตถุดิบในการสังเคราะห์แสง โดยปกติมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ประมาณร้อยละ 0.03 ซึ่งเพียงพอต่อความต้องการของพืช เนื่องจากมีการสังเคราะห์แสงเกิดขึ้นมาก นอกจากคาร์บอนไดออกไซด์แล้ว ผักต้องการออกซิเจนใช้ในการหายใจเพื่อเปลี่ยนพลังงานเคมีที่สะสมไว้ในรูปคาร์โบไฮเดรตเป็นพลังงานใช้ในปฏิกริยาเคมีต่างๆ ในการปลูกผักแบบอควาโปนิกส์มักไม่มีปัญหาการขาดออกซิเจน เนื่องจากในอากาศมีออกซิเจนอยู่ถึงร้อยละ 20 แต่ในส่วนของรากที่อยู่ในน้ำมักเกิดปัญหา เนื่องจากปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำไม่เพียงพอต่อความต้องการของผัก จึงต้องมีการเติมออกซิเจนในน้ำ ซึ่งอาจทำได้โดยใช้ปั๊มหรือเครื่องสูบลม โดยปกติควรรักษาระดับออกซิเจนน้ำให้อยู่ที 8 ppm.

2.5.6 คุณภาพน้ำ

คุณภาพน้ำมีความสำคัญมากในการปลูกผักแบบอควาโปนิกส์เนื่องจากผักที่ปลูกได้รับธาตุอาหารต่างๆ จากธาตุอาหารในน้ำ ซึ่งต้องใช้น้ำเป็นองค์ประกอบสำคัญ ถ้าน้ำมีการปนเปื้อนของจุลิทรีย์ที่เป็นสาเหตุของโรคต่างๆ โรคจะแพร่กระจายได้อย่างรวดเร็วส่งผลให้ผักและปลาตายได้ อย่างที่กล่าวไว้ใน หัวข้อ 2.3.2.1

2.5.7 ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ (pH)

มีผลทางอ้อมต่อการเจริญเติบโตของผักและปลา เกี่ยวข้องกับความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารในน้ำ โดยทั่วไปการปลูกพืชแบบอควาโปนิกส์ น้ำควรมี pH อยู่ระหว่าง 7.0-7.5 จะเป็นผลดีต่อผักและปลา

2.6 ประเภทของคอนโดมิเนียม

2.6.1 จำแนกตามราคาขายต่อตารางเมตร

โดยอาศัยราคาขายห้องชุดต่อยูนิต ของคอนโดมิเนียมที่ไม่ได้เกิดจากการเก็งกำไร ตามราคาขายต่อตารางเมตร ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.1.1 คอนโดมิเนียมระดับสูง (A) ราคาขายเริ่มตั้งแต่ 85,000 บาทต่อตารางเมตร ขึ้นไป

2.6.1.2 คอนโดมิเนียมระดับกลาง (B) ราคาขายเริ่มตั้งแต่ 70,000 จนถึง 85,000 บาท ต่อตารางเมตร

2.6.1.3 คอนโดมิเนียมระดับล่าง (C) ราคาขายเริ่มตั้งแต่ 65,000 บาทต่อตารางเมตร ลงมา

2.6.2 จำแนกตามพื้นที่ห้อง

โดยอาศัยวิธีการวัดพื้นที่ต่อตารางเมตร ของห้องชุดต่อยูนิต ได้แก่

2.6.2.1 คอนโดมิเนียมระดับสูง (A) มีเนื้อที่ตั้งแต่ 100 ตารางเมตรต่อยูนิตขึ้นไป

2.6.2.2 คอนโดมิเนียมระดับกลาง (B) มีเนื้อที่ตั้งแต่ 70 - 90 ตารางเมตรต่อยูนิต

2.6.2.3 คอนโดมิเนียมระดับล่าง (C) มีเนื้อที่ตั้งแต่ 65 ตารางเมตรต่อยูนิต ลงมา

2.6.3 จำแนกตามสถานที่ตั้ง

อาศัยทำเลที่ตั้งของคอนโดมิเนียมเป็นตัวกำหนด โดยอาจใช้เกณฑ์ตำแหน่งที่ตั้งในเขตใจกลางเมืองของกรุงเทพมหานคร หรือใกล้กับระบบขนส่งมวลชน เช่น รถไฟลอยฟ้า (BTS) หรือรถไฟใต้ดิน (MRT) เช่น

2.6.3.1 คอนโดมิเนียมระดับสูง (A) ตั้งอยู่ในเขตใจกลางเมือง เช่น เขตสาทร เขตพญาไท เขตราชเทวี เขตจตุจักร เขตวัฒนา เขตคลองเตย เขตห้วยขวาง และเขตลาดพร้าว เป็นต้น มีระยะห่างไม่ไกลจากสถานีรถไฟลอยฟ้า (BTS) หรือรถไฟใต้ดิน (MRT) เกิน 500 เมตร

2.6.3.2 คอนโดมิเนียมระดับกลาง (B) ตั้งอยู่บริเวณรอบใจกลางเมือง เช่น เขตตลิ่งชัน เขตบางกอกน้อย เขตบางกอกใหญ่ เขตบางพลัด เขตบางกะปิ เขตจอมทอง และเขตบึงกุ่ม เป็นต้น มีระยะห่างไม่ไกลจากสถานีรถไฟลอยฟ้า (BTS) หรือรถไฟใต้ดิน (MRT) เกิน 5 กิโลเมตร

2.6.3.3 คอนโดมิเนียมระดับล่าง (C) ตั้งอยู่บริเวณชานเมือง เช่น เขตคันนายาว เขตบางเขน เขตหลักสี่ เขตทวีวัฒนา และเขตบางแค เป็นต้น มีระยะไกลจากสถานีรถไฟลอยฟ้า (BTS) หรือ รถไฟใต้ดิน (MRT) ซึ่งต้องอาศัยการต่อรถโดยสารทางอื่น

2.6.4 จำแนกตามวัสดุ

โดยอาศัยการพิจารณาถึงคุณภาพของวัสดุที่นำมาใช้ในห้องภายในคอนโดมิเนียม ได้แก่ พื้น ผนัง เพดาน ปลั๊กไฟ สวิตช์ไฟ ลูกบิดประตู ประตู หน้าต่าง สุขภัณฑ์ ก๊อกน้ำ และฝักบัว เป็นต้น ซึ่งคุณภาพของวัสดุเหล่านี้จะส่งผลโดยตรงกับราคาของห้องภายในคอนโดมิเนียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.5 จำแนกตามสิ่งอำนวยความสะดวก

โดยอาศัยการพิจารณาถึงสิ่งอำนวยความสะดวกในพื้นที่ส่วนกลางซึ่งถือว่าเป็นกรรมสิทธิ์ของผู้อยู่อาศัยทุกคนภายในคอนโดมิเนียม ซึ่งมีสัดส่วนแตกต่างกันไปตามเนื้อที่ของห้องชุด โดยสิ่งอำนวยความสะดวกที่เป็นมาตรฐานของอาคารชุดทั่วไป ได้แก่ สระว่ายน้ำ ฟิตเนส ระบบรักษาความปลอดภัย และพื้นที่สีเขียว เป็นต้น นอกจากนี้ในบางกรณีคอนโดมิเนียมแต่ละระดับอาจมีหรือไม่มีสิ่งอำนวยความสะดวกที่แตกต่างกันไปจากมาตรฐาน เช่น

2.6.5.1 คอนโดมิเนียมระดับสูง (A) อาจมีสนามเทนนิส ลานโบว์ลิ่ง สนามสควอช และห้องจากุสซี่ เพิ่มเติมเป็นต้น

2.6.5.1 คอนโดมิเนียมระดับกลาง (B) อาจมีห้องซาวน่า และห้องอบไอน้ำ เพิ่มเติมเป็นต้น

2.6.5.1 คอนโดมิเนียมระดับล่าง (C) อาจมีสิ่งอำนวยความสะดวกไม่ครบตามมาตรฐาน หรือมีในสัดส่วนที่เล็กมาก

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้เลือกประชากร คือ ผู้อยู่อาศัยในคอนโดมิเนียมในระดับสูง โดยอ้างอิงจากราคาขายต่อตารางเมตร มีราคาขายเริ่มตั้งแต่ 85,000 บาทต่อตารางเมตร มีเนื้อที่ตั้งแต่ 100 ตารางเมตรต่อยูนิต ตั้งอยู่ใจกลางเมือง คือ ในเขตคลองเตยและเขตลาดพร้าว ใกล้สถานีรถไฟลอยฟ้า หรือสถานีรถไฟใต้ดิน เนื่องจากเป็นกลุ่มคอนโดมิเนียมที่มีความต้องการในตลาดสูง และได้รับการคัดเลือกเป็นคอนโดมิเนียมที่มีพื้นที่สีเขียวโดดเด่น ซึ่งสนับสนุนแนวคิดการปลูกต้นไม้ภายในที่พักอาศัย ทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจในการเพิ่มปริมาณพื้นที่สีเขียวจากการปลูกผักเพื่อรับประทานเองภายในที่พักอาศัย ซึ่งคาดว่าประชากรในงานวิจัยนี้จะสามารถเป็นกรณีศึกษาที่ดี ในทุกระดับของคอนโดมิเนียมต่อไป

2.6.6 รูปแบบของคอนโดมิเนียม

เนื่องจากปัจจุบันคอนโดมิเนียมมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งโครงการแต่ละโครงการมีรูปแบบการออกแบบที่แตกต่างกันไป การจำแนกรูปแบบของคอนโดมิเนียมจึงสามารถจำแนกได้เป็นเพียงกลุ่มใหญ่ ซึ่งสามารถจำแนกรูปแบบออกเป็น 2 ส่วน คือ จำแนกรูปแบบตามลักษณะของอาคาร และจำแนกรูปแบบตามลักษณะของห้องชุด โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.6.6.1 จำแนกรูปแบบตามลักษณะของอาคาร

ลักษณะของคอนโดมิเนียมสามารถแบ่งประเภทได้โดยยึดข้อบังคับด้วยกฎหมายตามข้อบัญญัติกรุงเทพมหานคร เรื่อง ควบคุมอาคาร ปี พศ. 2544 ซึ่งคอนโดมิเนียมในปัจจุบันสามารถแบ่งลักษณะของอาคารได้เป็น 2 ประเภท คือ

1) คอนโดมิเนียมขนาดเล็ก (Low Rise Condominium) เป็นคอนโดมิเนียมที่สร้างบนพื้นที่ขนาดเล็ก หรือถูกข้อบังคับในเรื่องของกฎหมายไม่ให้มีความสูงเกิน 23 เมตร (ทรงศักดิ์ รวิรังสรรค์. 2551) ดังนั้นส่วนมากคอนโดมิเนียมขนาดเล็กจะมีความสูงไม่เกิน 8 ชั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในบางกรณีที่มีพื้นที่ขนาดใหญ่แต่ถูกบังคับด้วยข้อกฎหมาย เจ้าของโครงการอาจสร้างคอนโดมิเนียมขนาดเล็กหลายๆ หลังในพื้นที่เดียวกันเป็นลักษณะของ Metro condominium

2) คอนโดมิเนียมขนาดใหญ่ (High Rise Condominium) เป็นคอนโดมิเนียมที่สร้างบนพื้นที่ขนาดใหญ่ มีความสูงเกิน 23 เมตร (ทรงศักดิ์ รวิรังสรรค์. 2551) ซึ่งส่วนมากคอนโดมิเนียมแบบสูงจะมีขนาดตั้งแต่ 20 ชั้นขึ้นไป

2.6.6.2 จำแนกรูปแบบตามลักษณะของห้องชุด

เนื่องจากคอนโดมิเนียม คืออาคารที่ประกอบไปด้วยห้องชุดที่สามารถถือครองกรรมสิทธิ์ได้จำนวนหลายห้องประกอบเข้าด้วยกัน และพื้นที่ส่วนกลางที่เป็นกรรมสิทธิ์ร่วม ดังนั้นคอนโดมิเนียมจึงสามารถนำส่วนประกอบมาจำแนกรูปแบบได้ตามลักษณะของห้อง โดยสามารถแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบ คือ

1) ห้องชุดเดี่ยว (Studio) คือ ห้องชุดที่มีห้องเดียว ไม่มีการแบ่งแยกพื้นที่เป็นส่วน ๆ ยกเว้นพื้นที่ที่จำเป็นต้องมีการปิด เช่น ห้องน้ำ

2) ห้องชุดอเนกประสงค์ คือ ห้องชุดที่มีพื้นที่แยกเป็นส่วนๆ อาจประกอบไปด้วย ห้องนอน ห้องน้ำ ห้องครัว ห้องรับแขก และห้องอื่น ๆ ตามจำนวนที่โครงการกำหนดเอาไว้

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยพิจารณาคอนโดมิเนียมในระดับสูง ซึ่งมีรูปแบบเป็นคอนโดมิเนียมขนาดใหญ่ ลักษณะของที่พักอาศัยเป็นห้องที่แยกเป็นส่วนๆ ประกอบด้วย ห้องนอน ห้องน้ำ ห้องรับแขก และระเบียง เป็นหลัก

2.7 ส่วนประกอบห้องชุดในคอนโดมิเนียม และข้อจำกัดในของพื้นที่

ข้อจำกัดของพื้นที่ของห้องชุดในคอนโดมิเนียมจะส่งผลโดยตรงต่อรูปแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ ประกอบด้วย

2.7.1 ขนาดพื้นที่ และโครงสร้าง

ขนาดของพื้นที่ของห้องชุดในคอนโดมิเนียมในแต่ละคอนโดมิเนียม มีความแตกต่างกันไป ซึ่งจำเป็นต้องทำการสำรวจเพื่อให้รูปแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์มีความสอดคล้องกับพื้นที่ใช้งาน โครงสร้างของคอนโดมิเนียม สามารถบ่งบอกถึงความสามารถในการรองรับน้ำหนักตามมาตรฐานทางวิศวกรรม และกฎหมาย การเกิดปัญหารอยแตกร้าวบนโครงสร้างจะทำให้เกิดผลกระทบโดยตรงต่อผู้อาศัยภายในคอนโดมิเนียมนั้น เช่น ปริมาณน้ำหนักที่มากจะยิ่งส่งผลให้โครงสร้างชำรุด หรือรอยร้าวในบริเวณที่มีน้ำสามารถเข้าถึงได้ อาจทำให้โครงสร้างเสียหายจากการเกิดสนิมภายในโครงสร้าง (วิญญู วานิชศิริโรจน์. 2552) ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการตรวจสอบและสำรวจข้อจำกัดนี้อย่างละเอียดถี่ถ้วน และพิจารณาปัญหาก่อนการออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.2 การป้องกันน้ำ และความชื้น

น้ำและความชื้นสามารถทำลายหรือก่อให้เกิดปัญหาต่อโครงสร้างของอาคารได้ ดังนั้นในการออกแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์จึงต้องมีการป้องกันน้ำ และความชื้น นอกจากกรณีที่น้ำอาจรั่วซึมและสามารถซึมเข้าถึงส่วนที่แตกร้าว และทำลายโครงสร้างของอาคารได้แล้ว ความชื้นจากน้ำยังสามารถก่อให้เกิดผลกระทบต่อพื้นที่บริเวณโดยรอบ และพื้นที่ที่มองไม่เห็น เช่น ความชื้นจะส่งผลให้เกิดเชื้อราบนผนังด้านในห้อง หรือทำให้เกิดความเสียหายต่อสี หรือวอลเปเปอร์ภายในได้ ดังนั้นการป้องกันน้ำ และความชื้นจึงเป็นสิ่งสำคัญอย่างมากเนื่องจากพื้นที่สีเขียวจำเป็นต้องมีการใช้น้ำเพื่อให้ต้นไม้เจริญเติบโตอยู่เสมอ (นันทชัย ไตรรัตน์วงศ์. 2552)

การป้องกันความชื้นที่ดีอีกวิธีหนึ่ง คือ การใช้ระบบปลูกแบบลอยตัวเป็นหลัก เนื่องจากสามารถย้ายตำแหน่ง และง่ายต่อการดูแลรักษา หากเป็นวัสดุประเภทเซรามิก หรือพลาสติกไฟเบอร์กลาส จะมีคุณสมบัติที่สามารถป้องกันไม่ให้น้ำสามารถซึมออกมาได้

2.7.3 ส่วนประกอบของที่อื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

2.7.3.1 พื้น เป็นส่วนที่ต้องถูกสัมผัส และรองรับน้ำหนักมากที่สุด ส่งผลให้ต้องมีการดูแลเป็นพิเศษ การตกแต่งปูพื้นทับด้วย หิน อิฐ ต้องระวังการรั่วซึมของน้ำ น้ำหนักของน้ำที่ใช้ในระบบปลูก

2.7.3.2 ผนัง ผนังที่ใช้ในการก่อสร้างคอนโดมิเนียมส่วนใหญ่นิยมใช้อิฐมอญ และอิฐมวลเบาในการก่อผนัง ซึ่งสามารถรองรับน้ำหนักในการยึดเกาะแนวดิ่ง และทนความชื้นได้เป็นอย่างดี สิ่งที่นักออกแบบจำเป็นต้องคำนึงถึง คือ สีของผนัง ซึ่งหากโดนความชื้นอยู่ประจำโดยไม่มีการปล่อยแห้ง จะทำให้สีพอง และหลุดร่อนได้ ดังนั้นจึงควรระวังและป้องกันการรั่วซึมของน้ำในระบบ ซึ่งจะสร้างความชื้นให้กับผนังโดยตรง หรือตั้งระยะถอยร่นให้มีระยะห่างจากผนังพอสมควร

2.7.3.3 เพดาน ในห้องชุดของคอนโมิเนียมปัจจุบันนิยมให้ลักษณะของเพดานเป็นฝาสำเร็จรูป เพื่อความเรียบร้อยสวยงามภายในห้องหรืออาคาร ดังนั้นนักออกแบบควรคำนึงถึงการมใช้งานของผลิตภัณฑ์ปลูกผักอควาโปนิกส์ให้สอดคล้องกับวัสดุที่มีอยู่เพื่อป้องกันปัญหาที่อาจเกิดขึ้นกับเพดาน

2.7.3.4 ระเบียง จากการสำรวจระเบียงพบว่า ส่วนมากคอนโดมิเนียมมีพื้นที่ระเบียงเพียง 1-2 ตรม. รองลงมา คือ ขนาด 3-4 ตรม. ราวระเบียงจะมีช่วงความสูง 80 ซม. ถึง 110 ซม. ซึ่งวัสดุที่ใช้ 2 ชนิด คือ ทำด้วยวัสดุเหล็กทาสีกันสนิมแล้วทาสีน้ำมันทับ หรือทำด้วยวัสดุสแตนเลสปัดเงา ซึ่งรูปทรงที่ใช้ประกอบเป็นโครงสร้างราวระเบียงมีสามชนิด คือ เป็นท่อทรงเหล็กกล่อง ท่อเหล็กทรงกลม และแผ่นเหล็ก ส่วนมากมีลักษณะเป็นแนวตั้ง และมีความสูงระดับอกเพื่อป้องกันการปีน หรืออุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้นได้ ราวระเบียงที่ดีต้องสามารถปล่อยให้ลมที่พัดเข้ามาสามารถทะลุผ่านมาได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.4 ปัญหาอันไม่พึงประสงค์

ปัญหาซึ่งอาจไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ หรือหลีกเลี่ยงได้ยาก ซึ่งก่อให้เกิดความไม่สะดวกสบายในการใช้งาน หรือดูแลรักษาผลผลิตผักอควาโปนิกส์ที่ปลูกภายในคอนโดมิเนียม โดยปัญหาอันไม่พึงประสงค์มีดังต่อไปนี้

2.7.4.1 แมลง และโรคของผัก อาจพบได้ในผักหรือปลาที่เลี้ยง ซึ่งยากต่อการคาดเดา วิธีแก้ไขปัญหาที่ดี และปลอดภัยที่สุด คือ การย้ายผักหรือปลาที่มีปัญหาออกจากระบบหรืออาจเลือกใช้ปลูกพันธุ์ผักที่ทนต่อสภาวะแวดล้อมหรือมีคุณสมบัติไล่แมลงร่วมด้วย ควรมีการศึกษา และทำความเข้าใจในพันธุ์ไม้หรือผักที่จะเลือกปลูกให้ละเอียดถี่ถ้วนล่วงหน้าก่อน เพื่อนำมาใช้หลีกเลี่ยงปัญหาดังกล่าว

2.7.4.2 สัตว์ที่เข้ามาอาศัย สร้างปัญหาให้การปลูกผักแบบอควาโปนิกส์นอกเหนือจากแมลง คือ นก ซึ่งจะเข้ามาทำลายผลผลิต ถ้ามีการปลูกไว้บริเวณระเบียง ก่อให้เกิดความเสียหายต่อผัก สร้างความสกปรกจากมูล รวมถึงอาจเข้ามาหาอาหาร และทำรัง ซึ่งนักออกแบบจำเป็นต้องหาวิธีป้องกัน

2.7.4.3 คอมเพรสเซอร์เครื่องปรับอากาศ เป็นข้อจำกัดที่สำคัญในการใช้พื้นที่บนระเบียงคอนโดมิเนียม เนื่องจากลมร้อนสามารถส่งผลกระทบโดยตรง และสร้างความเสียหายต่อผลผลิตได้ ในคอนโดมิเนียมที่มีห้องชุดขนาดใหญ่อาจไม่พบปัญหา เนื่องจากมีการติดตั้งที่แยกส่วนออกไปจากระเบียง โดยอาจติดตั้งอยู่บริเวณเฉลียงที่แยกออกไป ซึ่งไม่ส่งผลกระทบใดๆ แต่หากเป็นอาคารชุดที่มีห้องชุดขนาดเล็กซึ่งมีพื้นที่จำกัด อาจพบว่ามีคอมเพรสเซอร์แอร์ติดตั้งอยู่ที่ระเบียง อาจเป็นด้านข้าง หรือด้านบนขึ้นอยู่กับการออกแบบของโครงการ ซึ่งส่งผลต่อการออกไปใช้งานในพื้นที่บนระเบียง การแก้ปัญหาด้วยฉากกั้นเพื่อลดความร้อนจากคอมเพรสเซอร์เครื่องปรับอากาศอาจส่งผลเสียต่อระบบการทำงานของเครื่อง

2.8 แนวทางการออกแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์

2.8.1 การศึกษาผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง

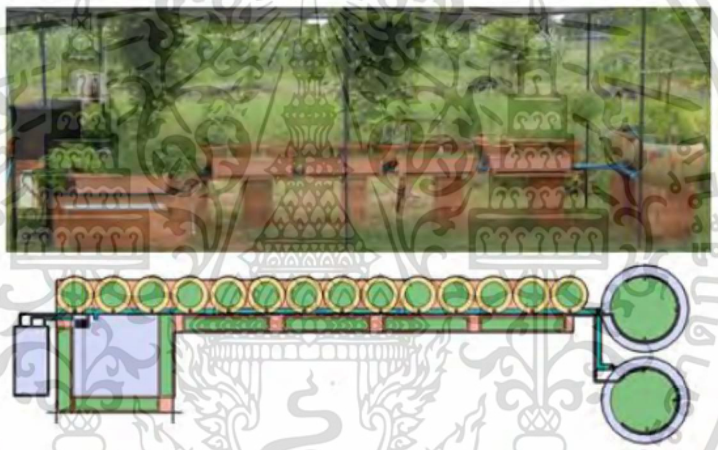
ผู้วิจัยได้ศึกษาผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะใกล้เคียงเพื่อนำแนวคิดในการออกแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ มาสร้างเป็นแนวทางในการออกแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ภายในคอนโดมิเนียม ดังนี้

2.8.1.1 ระบบปลูกผักร่วมกับเลี้ยงปลาเพื่อสร้างความมั่นคงด้านอาหารในระดับครัวเรือน

ผู้วิจัยศึกษาแนวทางการพัฒนาระบบปลูกผักร่วมกับเลี้ยงปลาเพื่อสร้างความมั่นคงด้านอาหารในระดับครัวเรือนของ รศ.ดร. กมล เลิศรัตน์และคณะ เผยแพร่ในปี 2557 ที่แสดงให้เห็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถึงความจำเป็นต้องออกแบบพัฒนาการปลูกผักแบบระบบอควาโปนิกส์ให้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมและความต้องการใช้ประโยชน์ของคนไทย ด้วยการพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์การปลูกได้ทั้งหมด 10 รูปแบบ เพื่อให้เหมาะสมสำหรับครอบครัวที่พักอาศัยในเมืองและในชนบทที่มีพื้นที่กว้าง เมื่อนำมาใช้ในบริเวณบ้านจึงเป็นแนวทางหนึ่งที่จะทำให้ผู้บริโภคโดยเฉพาะผู้ที่อาศัยอยู่ในเมืองสามารถเข้าถึงผักปลอดภัยได้ง่ายขึ้น ทำให้ได้ ผักสำหรับทำอาหารตามความต้องการ ทั้งปริมาณคุณภาพและในเวลาที่ต้องการ และยังได้ผลพลอยได้ คืออาหารโปรตีนจากปลา ซึ่งสวนครัวยุคใหม่ดังกล่าว จึงเป็นรูปแบบการผลิตอาหารที่ยั่งยืน โดยรูปแบบผลิตภัณฑ์ทั้งหมด 10 รูปแบบ มีความแตกต่างกัน 3 ส่วน ได้แก่ ขนาดพื้นที่ ต้นทุนอุปกรณ์ของผลิตภัณฑ์ และจำนวนหน่วยไฟฟ้าที่ใช้ โดยให้เลือกใช้อย่างเหมาะสมกับพื้นที่และความต้องการ ผู้วิจัยพบว่ารูปแบบของผลิตภัณฑ์ทั้งหมด 10 รูปแบบ มีประโยชน์ในการนำไปปรับใช้ให้เข้ากับภูมิทัศน์ของพื้นที่พักอาศัยที่เป็นบ้านจัดสรรได้ดี มีต้นทุนของอุปกรณ์ราคาถูก



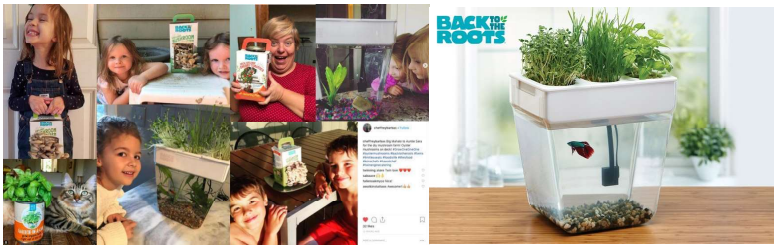
รูปที่ 2.23 รูปแบบระบบปลูกผักแบบอควาโปนิกส์สำหรับครัวเรือน

ที่มา: กมล เลิศรัตน์ (2557)

2.8.1.2 อควาโปนิกส์การ์เด้น (Back to the Roots)

ผู้วิจัยศึกษาแนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะใกล้เคียงได้แก่ อควาโปนิกส์การ์เด้นของบริษัทแบ็ค ทู เดอร์ รูท (Back to the Roots) พัฒนาโดยนิคฮิลและอเลจานโดร (Nikhil & Alejandro. 2012) มีจุดประสงค์ที่ต้องการจะเชื่อมโยงให้ครอบครัวและเด็ก รู้จักและเรียนรู้แหล่งผลิตอาหาร โดยผ่านการใช้งานผลิตภัณฑ์อควาโปนิกส์การ์เด้นเป็นการจำลองระบบการปลูกอควาโปนิกส์ขนาดเล็กที่พัฒนาขึ้นสร้างความเข้าใจระบบปลูกอย่างง่าย ไม่ยุ่งยาก โดยต้องการให้เป็นอุปกรณ์ที่สามารถตกแต่งบ้านได้ ด้วยลักษณะที่คล้ายตู้ปลาขนาดเล็กมีแปลงปลูกผักอยู่ด้านบนสามารถปลูกผักได้จำนวน 6 ต้น สามารถเป็นแหล่งเรียนรู้สำหรับเด็ก ให้ทราบถึงการเริ่มต้นผลิตอาหารภายในบ้านได้ด้วยตนเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.24 ผลิตภัณฑ์ของบริษัทแบ็ค ทู เดอร์ รูท
ที่มา: Back to the roots (2012)

2.8.1.3 ชุดปลูกผักอควาโปนิกส์ (Hydro Boxs)

ผู้วิจัยศึกษาแนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์ชุดปลูกผักอควาโปนิกส์ ที่พัฒนาโดยบริษัทไฮโดรบ็อค (Hydro boxs. 2560) มีจุดประสงค์ที่ต้องการจะสร้างชุดทดลองปลูกผักแบบอควาโปนิกส์เพื่อการเรียนรู้ โดยออกแบบให้มีหลักการเหมือนการปลูกผักแบบอควาโปนิกส์เหมือนเป็นการจำลองระบบการปลูกขนาดเล็กที่สามารถปลูกผักได้เพียงต้นเดียว วัสดุที่ใช้ทำมาจากอะคริลิกต่อเป็นกล่องทรงสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ มีกระถางพืชอยู่ตรงกลาง ปลูกโดยใช้วัสดุปลูก รอบๆ กระถางปลูกเป็นพื้นที่สำหรับเลี้ยงปลา โดยมุ่งเน้นเป็นอุปกรณ์ที่สามารถตกแต่งบ้าน ขนาดเล็ก สามารถเป็นชุดทดลองในการเริ่มต้นปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ได้

รูปที่ 2.25 ผลิตภัณฑ์ของบริษัทไฮโดรบ็อก
ที่มา: Hydro boxs (2560)

2.8.2 แนวทางการพัฒนา

ผู้วิจัยได้รับแรงบันดาลใจจากแนวคิดการพัฒนาผลิตภัณฑ์ของนิคฮิลและอเลจานโดร (Nikhil & Alejandro. 2012) และชุดปลูกผักอควาโปนิกส์ (Hydro Boxs) โดยพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลูกผัก แบบอควาโปนิกส์ให้มีความเป็นมิตรต่อผู้ใช้งาน ด้วยการปรับลดขนาดเพื่อลดพื้นที่ในการจัดวางและส่งเสริมภาพลักษณ์ที่สวยงามต่อผลิตภัณฑ์ รวมทั้งศึกษารูปแบบการนำเสนอผลิตภัณฑ์ที่ไม่ซับซ้อน และใช้แนวคิดการพัฒนาระบบปลูกผักของกมล เลิศรัตน์ ด้วยการศึกษาระบบการปลูกที่หลากหลายในการใช้งานและการกำหนดขนาด รูปร่าง ลักษณะของผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ที่ผู้วิจัยออกแบบ ด้วยการใช้ที่การศึกษาพฤติกรรมและความต้องการในการใช้งานจากกลุ่มตัวอย่าง วิเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลดังกล่าวเพื่อกำหนดรายละเอียดของการออกแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบบอควาโปนิกส์ที่ผู้วิจัยพัฒนาต่อไป

2.9 หลักการ และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.9.1 ทฤษฎีการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนรูปได้ (Design for Transformation)

Vikramjit. (2006) ระบุว่าผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนรูปได้ คือ ผลิตภัณฑ์ที่มีกระบวนการเพื่อเปลี่ยนการทำงานของผลิตภัณฑ์ให้เกิดการทำงานรูปแบบใหม่หรือสามารถทำงานได้หลากหลายขึ้น เพื่อให้เกิดความสะดวกสบายกับการใช้งานในแต่ละลักษณะและช่วงเวลาใช้งาน แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์นั้นประโยชน์มากยิ่งขึ้น เนื่องจากมีขอบเขตในการทำงานที่มากขึ้นจากเดิม ผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนรูปได้ที่ดีนั้น คือผลิตภัณฑ์ต้องสามารถทำงานที่มีความเฉพาะเจาะจงได้เป็นอย่างดี สามารถปรับเปลี่ยนหน้าที่การทำงานได้ง่าย มีวิธีการใช้งานที่ง่าย และสามารถตอบสนองความต้องการที่หลากหลายของผู้บริโภคได้ภายในผลิตภัณฑ์เดียว

2.9.1.1 ข้อดีและข้อเสียของผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนรูปได้

ผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนรูปได้นั้นไม่จำเป็นต้องมีความซับซ้อนมาก เพียงแค่สามารถปรับเปลี่ยนหน้าที่การทำงานได้หลากหลาย สามารถเข้าใจการทำงานได้ง่าย และตอบสนองความต้องการที่หลากหลายของผู้ใช้ได้ ดังนี้

ข้อดีของผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนรูปได้

1) ผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนรูปได้นั้นเป็นการรวมเอาหน้าที่การทำงานที่หลากหลายของผลิตภัณฑ์ที่มีใช้อยู่เข้าไว้ด้วยกัน เพื่อให้มีขอบเขตในการใช้งานมากขึ้น

2) การผลิตมีค่าใช้จ่ายถูกลงเนื่องจากใช้แรงงาน และเครื่องจักรในการผลิตเหมือนกับผลิตภัณฑ์ที่ทาหน้าที่ได้อย่างเดียว แต่กลับได้ผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนรูปได้ซึ่งมีหน้าที่การทำงานหลากหลายมากกว่า

3) ขนาดและน้ำหนักของผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนรูปได้นั้นลดลง เนื่องจากเป็นการรวมผลิตภัณฑ์ที่ใช้ทำงานหลายๆ หน้าที่เข้าเป็นชิ้นเดียวกัน

4) ผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนรูปได้บางผลิตภัณฑ์สามารถเปลี่ยนการ ทำงานได้โดยอัตโนมัติขณะใช้งาน โดยผลิตภัณฑ์ที่ทำได้หน้าที่เดียวไม่สามารถทำได้

5) ผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนรูปได้นั้นมีขอบเขตในการใช้งานที่หลากหลาย

6) หน้าที่การทำงานของผลิตภัณฑ์แต่ละหน้าที่ในผลิตภัณฑ์เดียวกันไม่จำเป็นต้องมีความเกี่ยวข้อง หรือใช้โครงสร้างเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสียของผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนรูปได้

1) การออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนรูปได้ในช่วงแรกนั้น เป็นช่วงที่สำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากมักเกิดปัญหาและความยุ่งยากในการออกแบบมากมาย จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้ออกแบบต้องมีการคิดอย่างรอบด้าน และมีความอดทนเพื่อออกแบบให้สำเร็จ

2) การเพิ่มหน้าที่การทำงานที่ไม่จำเป็นลงไปในผลิตภัณฑ์ อาจส่งผลเสียต่อผลิตภัณฑ์เนื่องจากเป็นการสร้างความยุ่งยากในการผลิต หรือทำให้มีน้ำหนักมากขึ้นโดยไม่จำเป็น

3) หน้าที่การทำงานของผลิตภัณฑ์ในแต่ละหน้าที่มักมีความเหมาะสมกับลักษณะงานที่แตกต่างกันไป การออกแบบจึงต้องคานึงถึงความสอดคล้องกันของแต่ละ ลักษณะงานเพื่อให้หน้าที่การทำงานที่เหมาะกับลักษณะงานหนึ่งไม่ส่งผลเสียต่อลักษณะงานอื่น

2.9.1.2 กระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนรูปได้

ซิงห์ และคณะ (Singh Vikramjit. et.al. 2007) ใช้หลักการในการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนรูปได้ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์สามารถตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคได้ ซึ่งกระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนรูปได้ มีดังนี้

1) การสร้างลำดับชั้นเพื่อเข้าถึงการออกแบบ (Hierarchical Approach to Design) เป็นขั้นตอนในการค้นหาปัญหา รวบรวมความต้องการของผู้ใช้ และสร้างให้เห็นลักษณะการใช้งานผลิตภัณฑ์ ด้วยการทำความเข้าใจสถานการณ์การใช้งานโดยทั่วไป (Understanding Generalized Scenario) เพื่อสร้างวัตถุประสงค์การใช้งานของผู้ใช้ (Creating Objectives) รวบรวมความต้องการของผู้ใช้งาน (Gathering Customer Needs) และระบุความสามารถของผลิตภัณฑ์ที่ตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ได้ (Generating Capability) ตามลาดับ

2) การจำแนกสภาวะการทำงาน (State Extraction) เป็นขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสร้างลำดับชั้นเพื่อเข้าถึงการออกแบบ ซึ่งเป็นข้อมูลที่บ่งบอกถึงสาระสำคัญในการออกแบบ นั่น คือการแสดงวัตถุประสงค์ และความต้องการของผู้ใช้ เช่นเดียวกับวิธีการที่จะสร้างความพึงพอใจให้กับผู้ใช้ ที่ควรระบุความสามารถของผลิตภัณฑ์ที่ตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ และยังเป็นขั้นตอนที่เยี่ยมยอดเพื่อช่วยให้นักออกแบบ และวิศวกร เข้าใจความคิดและธรรมชาติของปัญหาในการออกแบบได้อย่างชัดเจนยิ่งขึ้น

นักออกแบบควรพิจารณาถึงลักษณะและขั้นตอนการใช้ผลิตภัณฑ์ของผู้ใช้เพื่อนำมาใช้เป็นข้อมูลสำหรับออกแบบผลิตภัณฑ์ให้สามารถตอบสนองวัตถุประสงค์และความต้องการในการใช้งานได้ดีที่สุด ส่วนกระบวนการระบุความสามารถของผลิตภัณฑ์นั้นจะช่วยยกระดับของวิธีการใช้งานผลิตภัณฑ์ให้ดีขึ้น วิธีการที่นำสภาวะหรือรูปแบบความสามารถของผลิตภัณฑ์ที่เฉพาะเจาะจงมาผสานกับข้อมูลความต้องการและวัตถุประสงค์ในการใช้งานของผู้ใช้นั้นเป็นการแสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ในการบรรลุเป้าหมายของการออกแบบ ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ และสามารถตอบสนองความต้องการที่หลากหลายของผู้ใช้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) แนวทางการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนรูปได้ (Transformation Route of esign) เป็นขั้นตอนที่นักออกแบบต้องรับทราบถึงปัญหาในการออกแบบทั้งหมด ซึ่งอาจใช้การมองย้อนกลับ เพื่อให้เห็นปัญหาและภาพรวมในการออกแบบที่ชัดเจนมากยิ่งขึ้น แต่นักออกแบบมักจะต้องเผชิญกับปัญหาเกี่ยวกับความต้องการที่ขัดแย้งกันของผู้ใช้ ซึ่งปกตินักออกแบบมักจะแก้ปัญหาด้วยการหาความสมดุลของความต้องการของผู้ใช้ เพื่อให้ผู้ใช้ส่วนใหญ่ยอมรับในผลิตภัณฑ์แต่หากนำการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนรูปได้มาใช้ ด้วยการรวมการทางานที่ตอบสนองความต้องการที่ขัดแย้งกันเหล่านั้นไว้ในผลิตภัณฑ์ชิ้นเดียวกัน ผ่านกระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนรูปได้เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่สามารถเปลี่ยนลักษณะการทำงานให้ตอบสนองความต้องการที่ขัดแย้งกันได้ ซึ่งการจะตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ได้มากน้อยเพียงไรนั้นขึ้นอยู่กับความสามารถและจินตนาการของนักออกแบบในการแก้ปัญหาการออกแบบ

4) การสร้างแนวคิดการออกแบบสาหรับผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนรูปได้ (Concept Generation for Transformation) เป็นขั้นตอนที่ ซิงห์ และคณะ (Singh Vikramjit. et.al. 2007) ได้ประยุกต์ใช้หลากหลายวิธีการ เช่น การสร้าง Transformation Cards เพื่อกำหนดลักษณะการเปลี่ยนรูปที่เป็นไปได้ของผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบ หรือการใช้เทคนิคแผนภาพความคิด (Mind mapping) และสร้างแนวคิดขั้นสูงด้วยการใช้ข้อสนับสนุน (Weaver M. Jason. et.al. 2009) แล้วจึงนำผลที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อเลือกแนวความคิดที่ดีที่สุดสำหรับใช้ในการออกแบบ

ทฤษฎีการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนรูปได้ ไม่สามารถนำมาใช้ได้กับทุกการออกแบบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากรูปแบบของผลิตภัณฑ์ย่อมแปรผันไปตาม ความต้องการในการใช้งานของผู้ใช้ซึ่งบางผลิตภัณฑ์นั้น ผู้ใช้ไม่ได้มีความต้องการให้ผลิตภัณฑ์นั้นเปลี่ยนรูปได้ แคมเบิร์น และคณะ (Camburn A. Bradley. et.al. 2010 ; 2012) ได้แสดงตัวชี้วัด โดยวิธีการพิจารณาความเหมาะสมของการนำทฤษฎีการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนรูปได้มาใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ ดังในตารางที่ 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 ตัวชี้วัดเพื่อพิจารณาความเหมาะสมของการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนรูปได้

ตัวชี้วัดเพื่อพิจารณาความเหมาะสมของการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนรูปได้	
ตัวชี้วัด	**คำอธิบาย**
การทำงานร่วมกัน (Shared Function)	สองผลิตภัณฑ์ที่คล้ายกันสามารถใช้บริบทหรือการทำงานร่วมกันได้
การแปรตามตัวแปร (Adhere to a Variable)	ปรับเปลี่ยนการใช้งานได้อย่างหลากหลาย
การเก็บรักษา (Storage)	ให้ความสำคัญกับพื้นที่จัดเก็บ
การทำงานหลายขั้นตอน (Adhere to Sequence)	กระบวนการทำงานต้องใช้หลายอุปกรณ์ในการทำงาน
การทำงานที่สำคัญ (Vital Function)	การใช้งานแบบเดียวที่มีอยู่ของอุปกรณ์มีความสำคัญมาก
ต้นทุนต่ำ (Low Cost)	การทำให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนรูปได้นั้นมีต้นทุนที่สูงเกินไป
ต้องใช้งานพร้อมกัน (Parallel Multi-Function)	การทำงานต้องใช้หลายอุปกรณ์พร้อมกัน
ความง่ายในการใช้ (Ease of Use)	ต้องการความรวดเร็วในการเรียนรู้วิธีการใช้งาน
ความพร้อมใช้งาน (A-Periodic Use)	อุปกรณ์ต้องมีความพร้อมในการทำงานตลอดเวลา

ที่มา: แคมเบิร์น และคณะ (Camburn A. Bradley. et.al. 2012)

การพิจารณาความเหมาะสมของแบบร่างหรือแนวความคิดต้นแบบสำหรับผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนรูปได้ เพื่อหาแบบร่างหรือแนวความคิดที่มีความเหมาะสมมากที่สุดนั้น ต้องพิจารณาใน 3 ด้าน ดังนี้

1) ด้านคุณภาพ คือ ผลิตภัณฑ์สามารถทำตามจุดประสงค์ในการออกแบบได้ มีการใช้ทรัพยากรได้อย่างมีประสิทธิภาพ ไม่มีความยุ่งยากในการผลิตและประกอบน้อย และง่ายต่อการเรียนรู้วิธีการใช้งาน

2) ความเป็นไปได้ คือ ความต้องการของตลาด ต้นทุนการผลิต ความสามารถในการผลิต ความง่ายในการใช้งาน และความเป็นไปได้ของเทคโนโลยีที่ส่งผลต่อการผลิต

3) ความหลากหลาย คือ ความลงตัวของการออกแบบ สร้างความรู้สึกในแง่บวกให้กับผู้บริโภคเมื่อได้ใช้งาน สามารถดึงความสนใจจากผู้บริโภคได้ เลือกใช้เทคโนโลยี มีความทันสมัย และมีความสามารถที่เหนือกว่าผลิตภัณฑ์เดิมหรือผลิตภัณฑ์ของคู่แข่ง

ผู้วิจัยใช้ทฤษฎีการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนรูปได้เพื่อหาความเหมาะสมของการออกแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักอควาโปนิกส์ภายในคอนโดมิเนียมให้มีการใช้งานที่หลากหลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตามช่วงเวลาการเจริญเติบโตของผักที่ปลูก มุ่งเน้นรูปแบบการใช้งานที่สามารถตอบสนองวัตถุประสงค์ของการใช้งานปลูกผักเป็นหลัก ด้วยข้อคำนึงถึงเรื่องการพัฒนาด้านการใช้งาน การเข้าใจการใช้งาน

2.9.2 แนวคิดการออกแบบโดยให้ผู้ใช้เป็นศูนย์กลาง

แนวคิดการออกแบบโดยให้ผู้ใช้เป็นศูนย์กลาง (User-Centered Design: UCD) มีต้นกำเนิดจากนักวิจัยชาวอเมริกัน โดนัล นอร์แมน (Donald Norman) ในปี ค.ศ. 1980 แนวคิดการออกแบบโดยให้ผู้ใช้เป็นศูนย์กลางเน้นถึงกระบวนการที่ให้ความสำคัญกับผู้ใช้งานที่แท้จริง (end-users) ซึ่งมีผลโดยตรงต่อการพิจารณางานออกแบบ แนวคิดนี้ได้รับการยอมรับในระบบการพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมรวมทั้งผลิตภัณฑ์อย่างเป็นวงกว้าง ด้วยการนำแนวคิดการออกแบบโดยให้ผู้ใช้เป็นศูนย์กลางไปประยุกต์ใช้ตามบริบทที่แตกต่างกัน แนวคิดของการออกแบบโดยให้ผู้ใช้เป็นศูนย์กลางคือ กระบวนการหรือระบบการพัฒนาที่มุ่งเน้นความสะดวก และง่ายต่อการใช้งานผลิตภัณฑ์หรือระบบ ประกอบด้วย การช่วยให้ผู้ใช้งานบรรลุถึงเป้าหมาย การก่อให้เกิดความต้องการที่จะใช้งาน การสร้างความเข้าใจในการใช้งาน โดยผลิตภัณฑ์หรือระบบจะต้องสามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้และป้องกันไม่ใช้เกิดข้อผิดพลาดต่อผู้ใช้งาน

กระบวนการสร้างงานออกแบบโดยให้ผู้ใช้เป็นศูนย์กลางจากความเข้าใจของนักออกแบบต่อความต้องการของผู้ใช้งานที่มีต่อผลิตภัณฑ์แต่ละประเภท ประกอบด้วย ความเข้าใจถึงความเฉพาะเจาะจงของความต้องการ ความเข้าใจถึงความต้องการโดยพิจารณาบริบทแวดล้อม สังคม วัฒนธรรมของผู้ใช้ร่วมด้วย ซึ่งจำเป็นต้องมีการพัฒนาและทวนซ้ำข้อมูลต่อแนวคิดของผลิตภัณฑ์ อีกทั้งควรประเมินแนวคิดการพัฒนาเพื่อให้เกิดความเที่ยงตรงของข้อมูลเพื่อสร้างให้เกิดการยอมรับการใช้งานอีกด้วย สิ่งสาคัญในการประยุกต์ใช้แนวคิดการออกแบบโดยให้ผู้ใช้เป็นศูนย์กลาง ประการแรกที่นักออกแบบจำเป็นต้องศึกษา คือ ประสบการณ์ของผู้ใช้ (User Experience: UX) ที่มีต่อผลิตภัณฑ์ซึ่งเป็นส่วนเสริมที่ทำให้เกิดอารมณ์ ความรู้สึกต่อการใช้งานผลิตภัณฑ์ ดังนั้นการศึกษาประสบการณ์ผู้ใช้จึงมุ่งเน้นถึงการเกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้งานและผลิตภัณฑ์ โดยสิ่งที่ส่งผลต่อประสบการณ์ของผู้ใช้ได้แก่ ประสบการณ์ที่มีต่อลักษณะกายภาพ (physical) การรับรู้ (sensitive) ความเข้าใจ (cognitive) อารมณ์ (emotional) และความสวยงามของผลิตภัณฑ์ (aesthetic)

ผู้วิจัยใช้หลักแนวคิดการออกแบบโดยให้ผู้ปลูกผักอควาโปนิกส์เป็นศูนย์กลางในการศึกษาข้อมูลความต้องการการใช้งาน สอบถาม สังเกตพฤติกรรมการใช้งาน จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมดเพื่อประยุกต์ใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักอควาโปนิกส์ ผู้วิจัยมุ่งเน้นการเก็บข้อมูลกับผู้ปลูกผักอควาโปนิกส์ ด้วยการให้ผู้ปลูกเป็นผู้แสดงความคิดเห็นหลักต่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลูกผักอควาโปนิกส์ตามแนวคิดการออกแบบโดยให้ผู้ใช้เป็นศูนย์กลาง และสุดท้ายของกระบวนการผู้วิจัยใช้วิธีประเมินการใช้งานผลิตภัณฑ์ปลูกผักอควาโปนิกส์ที่ผู้วิจัยออกแบบและพัฒนาด้วยวิธีการทดสอบการใช้จริงและเก็บรวมรวมข้อมูลด้วยแบบบันทึกพฤติกรรมการใช้งาน และประเมินความพึงพอใจหลังผู้ประกอบอาหารได้ทดสอบการใช้งานผลิตภัณฑ์ปลูกผักอควาโปนิกส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.10.1 งานวิจัยในประเทศ

ปิยวัฒน์ เรืองราย (2558) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของปลานิลและผักกาดหวานที่ปลูกในระบบอควาโปนิกส์ ที่มีต่อประสิทธิภาพในการบำบัดสารประกอบไนโตรเจน โดยผลของปริมาณพืชที่ปลูกต่อคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยง พบว่าการเปลี่ยนแปลงของสารประกอบไนโตรเจนในทุกชุดการทดลอง เป็นไปตามกระบวนการไนตริฟิเคชั่นของไนตริไฟอิ้งแบคทีเรีย สังเกตได้จากปริมาณแอมโมเนียและไนไตรท์ที่สูงในช่วงแรกและเริ่มลดลง ขณะที่ไนเตรทมีปริมาณที่เพิ่มสูงขึ้นในช่วงท้ายและเป็นสารประกอบไนโตรเจนส่วนใหญ่ที่พบในระบบ โดยปริมาณพืชที่ปลูกจะมีผลในการควบคุมปริมาณแอมโมเนียและไนเตรทในบ่อเลี้ยงปลา เนื่องจากสารทั้ง 2 เป็นแหล่งไนโตรเจนสำคัญในพืช การปลูกพืชมากขึ้นจะทำให้แอมโมเนียและไนเตรทถูกดูดซับไปได้มากขึ้น ส่งผลให้ปริมาณไนโตรเจนที่สะสมในน้ำลดลง ซึ่งสรุปได้ว่าสัดส่วนของพืชที่ปลูกในระบบอควาโปนิกส์ มีผลกระทบต่อคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยง โดยการปลูกพืชมากขึ้นจะสามารถดูดซับแอมโมเนียและไนเตรทไปได้มากขึ้น ส่งผลให้คุณภาพน้ำดีขึ้น และทำให้ปลาเจริญเติบโตดีขึ้น เห็นได้ว่าการคำนึงถึงสัดส่วนของผักและปลาจะสามารถนำมาเป็นแนวทางการหารูปแบบและสัดส่วนของผลิตภัณฑ์ปลูกผักในงานวิจัยได้

ฌามีภัตฐ์ เพชรคง (2560) ได้ศึกษาเพื่อออกแบบระบบและอุปกรณ์การปลูกผักไฮโดรโปนิกส์อินทรีย์ด้วยปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง โดยศึกษาระบบและอุปกรณ์ที่มีอยู่เดิม 3 ระบบ คือ ระบบไฮโดรโปนิกส์ ระบบอควาโปนิกส์ และระบบอินทรีย์วิเคราะห์หาข้อจำกัด ซึ่งนำไปสู่แนวคิดในการออกแบบระบบและอุปกรณ์การปลูกผักโดยการนำปัญหาข้อจำกัดและข้อดีที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพของทั้ง 3 ระบบ มาพัฒนาการออกแบบอุปกรณ์ที่เหมาะสม โดยจัดระบบการหมุนเวียนสารละลายให้นำกลับมาใช้ใหม่และคำนวณพื้นที่ปลูกพืชให้สอดคล้องกับปริมาณสารละลายและฤดูกาล ซึ่งเรียกว่าระบบไฮโดรโปนิกส์อินทรีย์ ปัจจัยสำคัญ คือ
การป้องกันความร้อนจากแสงแดด โดยในส่วนของพื้นที่ปลูกใส่ฟางแห้ง คลุมม่านบนเพื่อป้องกันความร้อนและลดการสะท้อนของความร้อนทั้งยังเพิ่มพื้นที่ระบายอากาศจากด้านล่างสู่ด้านบนภายในรางปลูกให้มีการถ่ายเทได้ดี ร่วมกับการใช้หลักการเคลื่อนที่ของอากาศเพื่อลดความร้อนสะสมภายในโรงเรือน ผู้วิจัยนำแนวทางการศึกษาข้อดีและข้อเสียของระบบการปลูกมาใช้วิเคราะห์ หาแนวทางการออกแบบการปลูกแบบอควาโปนิกส์ทั้ง 3 รูปแบบที่แตกต่างกัน เพื่อได้ผลิตภัณฑ์ที่ใช้งานที่ครอบคลุมกับทั้ง 3 รูปแบบ

2.10.2 งานวิจัยต่างประเทศ

ทูและแอนดรู (Thu and Andrew. 2017) ได้พัฒนาระบบการปลูกพืชและเลี้ยงปลาแบบสมาร์ทอะควาโปนิกโดยมีการใช้เซ็นเซอร์ต่างๆ ในระบบเพื่อตรวจสอบและควบคุมคุณภาพของน้ำ ความเข้มแสง และปัจจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อตรวจสอบว่าการเจริญเติบโตของการเลี้ยงปลาและพืชที่ปลูกมีประสิทธิภาพที่เหมาะสม โดยมีการแจ้งเตือนในรูปแบบของอีเมล หรือข้อความสั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่างๆ และการแจ้งเตือนจะถูกส่งไปยังผู้ใช้อัตโนมัติ เมื่อเซ็นเซอร์ตรวจพบสภาพผิดปกติใดๆ ระบบจะส่งคำแจ้งเตือนในรูปแบบของอีเมลหรือ SMS เพื่อให้รีบแก้ไขข้อผิดพลาดที่จะเกิดขึ้นในระบบอะควาโปนิกทันที งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นความสำคัญของดูแลระบบการปลูกในทุกๆ ด้านที่สัมพันธ์กันเพื่อนำมาปรับใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่ช่วยดูแลรักษาระบบตลอดช่วงการปลูกเพื่อลดภาระของผู้เริ่มต้นปลูกในงานวิจัย

เดวิด (David, 2015) ได้ศึกษาได้มีการศึกษาปัจจัยต่างๆ ของการปลูกผักอควาโปนิกส์ที่มีผลต่อการทำงานของระบบ เช่น การใช้พลังงาน การใช้น้ำและปริมาณอาหารปลาและผลผลิตที่ได้รับ คือผักและปลาที่เลี้ยง ซึ่งปัจจัยทั้งสองนี้ มีความเกี่ยวข้องกันอย่างยิ่ง จุดเด่นในการศึกษาทดลองของงานวิจัยนี้ คือการรายงานค่าต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยการผลิตด้านน้ำ ด้านพลังงาน อาหารสัตว์และผลผลิตที่ได้ซึ่งมีการอธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยการผลิตและผลผลิต โดยข้อมูลเหล่านี้สนับสนุนการพัฒนาระบบอะควาโปนิกส์ ขนาดเล็กเพื่อหาจุดแข็งและจุดอ่อนของอะควาโปนิกขนาดเล็กในอนาคต

ผลของงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเหล่านี้แสดงให้ผู้วิจัยพบว่า ผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์นั้นเป็นตัวเลือกที่ดีในการปลูกผักเพื่อรับประทานเองในครอบครัว เพราะการปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ต้นแบบของการสร้างแหล่งอาหารที่ยั่งยืน ผลผลิตปลอดภัยจากสารเคมี เป็นการทำเกษตรที่มิตรต่อสิ่งแวดล้อม อย่างไรก็ตามพบว่าความนิยมในการปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ยังไม่แพร่หลาย ซึ่งไม่สอดคล้องกับความต้องการของผู้บริโภคที่นิยมปลูกผักปลอดสารพิษรับประทานเอง อันเป็นผลมาจากผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ยังขาดการยอมรับการใช้งานที่มากเพียงพอ อีกทั้งความเข้าใจของผู้บริโภค คิดเห็นว่าผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์จะมีขั้นตอนการใช้งานที่ยุ่งยากต้องมีความรู้และเรียนรู้การใช้งานอุปกรณ์ รวมถึงกังวลว่าจะไม่ได้ผลผลิตผักที่ปลูกตามที่คาดหวัง ดังเช่นที่ โพลลาร์ด วอร์ดและโคท (2017) ระบุถึงปัจจัยที่ผู้บริโภคที่เริ่มปลูกผักด้วยตนเอง ไม่เลือกผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ เนื่องจากการพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ส่วนใหญ่ไม่ได้อยู่ภายใต้ความต้องการของผู้ใช้งาน ความต้องการของการปลูกผักแต่ละประเภทแตกต่างกัน ความกังวลกับขั้นตอนการปลูก การดูแลระบบปลูกและผลผลิตผักและรูปแบบของผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ที่มีขนาดใหญ่

จากการศึกษาผู้วิจัยพบว่าการพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ส่วนใหญ่จะเป็นการพัฒนาระบบปลูกภายใต้ข้อมูลเชิงเกษตรกรรม จึงเห็นได้ว่างานวิจัยที่เกี่ยวข้องนั้นมีแนวทางการพัฒนาเรื่องการปลูกผักและพัฒนาคุณภาพผลผลิต ซึ่งเพียงพอต่อการทำงานของระบบปลูกแล้ว ดังนั้นผู้วิจัยจะต้องพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ภายใต้ความต้องการของผู้ใช้งานเป็นหลัก โดยอาศัยหลักการทำงานของรูปแบบการปลูกที่เห็นสมควร เพื่อให้เกิดแนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ให้ที่แพร่หลาย ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ต้องได้รับการออกแบบที่สะดวกต่อความต้องการ การลดความกังวลต่อการปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ด้วยตนเองต้องมีชี้แจงเพื่อนำเสนอข้อมูลและสามารถสร้างความเชื่อมั่นต่อผู้ผริโภคได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยเรื่องงานวิจัยเรื่องการผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ภายในคอนโดมิเนียม ผู้วิจัยมีวิธีดำเนินการวิจัย ดังนี้

3.1 รูปแบบการวิจัยและขั้นตอนการวิจัย

3.2 ลักษณะของข้อมูล

3.2.1 ข้อมูลทุติยภูมิ

3.2.2 ข้อมูลปฐมภูมิ

3.2.3 ขอบเขตของการวิจัย

3.2.3.1 ตัวแปร

3.2.3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.2.3.3 พื้นที่ที่ใช้ในการวิจัย

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย วิธีการสร้างและการตรวจสอบประสิทธิภาพเครื่องมือ

3.3.1 แบบสอบถามสภาพปัญหาและความต้องการ

3.3.2 แบบประเมินการออกแบบและประสิทธิภาพเครื่องมือดับไฟป่า

3.3.3 แบบบันทึกข้อมูลการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องมือดับไฟป่า

3.3.4 แบบสอบถามความพึงพอใจในเครื่องมือดับไฟป่าที่ผู้วิจัยออกแบบ

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.6 การสรุปผล และอภิปรายผลการวิจัย

3.1 รูปแบบการวิจัย และขั้นตอนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีการวิจัยประยุกต์ (Applied Methods Research)

3.1.1 ขั้นตอนการศึกษา และรวบรวมข้อมูล

3.1.1.1 ศึกษาข้อมูลทุติยภูมิ ของปัจจัยที่ส่งผลต่อรูปแบบของผลิตภัณฑ์ปลูกผักอควาโปนิกส์ภายในคอนโดมิเนียม ได้แก่ องค์ประกอบทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ องค์ประกอบทางกายภาพของคอนโดมิเนียม องค์ประกอบทางจิตวิทยา องค์ประกอบทางด้านสังคมวิทยา ทฤษฎีในการออกแบบและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1.2 ศึกษาข้อมูลปฐมภูมิ จากการลงพื้นเก็บข้อมูลเบื้องต้นและศึกษาเชิงลึกในการปลูกผักด้วยการปลูกจริง เพื่อศึกษาขั้นตอนการใช้งานผลิตภัณฑ์ และลงพื้นที่คอนโดมิเนียมที่กำหนดเป็นพื้นที่วิจัย เพื่อศึกษาสภาพพื้นที่จริงและเพื่อสังเกตสภาพการณ์ทั่วไปของผู้บริโภคในอาศัยอยู่ในคอนโดมิเนียม

3.1.1.3 คัดครองปัจจัย และประเด็นที่คาดว่าจะที่ส่งผลต่อรูปแบบของผลิตภัณฑ์ปลูกผักอควาโปนิกภายในคอนโดมิเนียม จากนั้นนำข้อมูลมาสร้างเครื่องมือในการวิจัย คือ แบบสอบถามเพื่อการเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นผู้บริโภคที่พักอาศัยในคอนโดมิเนียมในเขตกรุงเทพมหานคร โดยตั้งอยู่ใน 2 เขต จำนวน 773 คน ภายใต้คำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญและอาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อศึกษาความต้องการรูปแบบของผลิตภัณฑ์ปลูกผักอควาโปนิกภายในคอนโดมิเนียม

3.1.1.4 วิเคราะห์ สังเคราะห์ข้อมูลที่รวบรวมได้จากเครื่องมือแบบสอบถาม เพื่อให้เข้าใจถึงความต้องการรูปแบบของผลิตภัณฑ์ปลูกผักอควาโปนิกภายในคอนโดมิเนียม โดยนำข้อมูลที่ได้ไปใช้กำหนดวัตถุประสงค์ของการออกแบบ เป้าหมายของการออกแบบ และสร้างแนวทางในการทำวิจัยครั้งนี้

3.1.1.5 สรุปปัจจัยที่ส่งผลต่อรูปแบบของผลิตภัณฑ์ปลูกผักอควาโปนิกส์ภายในคอนโดมิเนียม และความต้องการเพื่อกำหนดวัตถุประสงค์ของการออกแบบ เป้าหมายของการออกแบบและสร้างแนวทางในการผลิตภัณฑ์ปลูกผักอควาโปนิกภายในคอนโดมิเนียมต่อการนำไปใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่อไป

3.1.2 ขั้นตอนการออกแบบและสร้างผลิตภัณฑ์

3.1.2.1 ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพที่ได้จากแบบสอบถาม จากนั้นทำการสรุปผลความต้องการผลิตภัณฑ์ปลูกผักอควาโปนิกส์ภายในคอนโดมิเนียม เพื่อนำข้อมูลมาพัฒนารูปแบบของผลิตภัณฑ์

3.1.2.2 ออกแบบและร่างผลิตภัณฑ์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยพิจารณาร่วมกับแนวทางความต้องการรูปแบบที่ได้จากแบบสอบถามความต้องการของผู้บริโภค และใช้ทฤษฎีการออกแบบผู้ใช้เป็นศูนย์กลาง (User-Centered Design: UCD) เพื่อออกแบบให้สอดคล้องต่อพฤติกรรมของผู้ใช้งานผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ภายในคอนโดมิเนียม ภายใต้การดูแลของผู้เชี่ยวชาญและอาจารย์ที่ปรึกษา

3.1.2.3 วิเคราะห์เลือกแบบที่ดีที่สุดภายใต้คำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญและอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลูกผักอควาโปนิกส์ที่สอดคล้องตามแนวทางในการพัฒนามากที่สุด กำหนดขั้นตอนการใช้งาน และวัสดุที่เหมาะสมเพื่อนำมาใช้ในการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2.4 ประเมินการออกแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักอควาโปนิกส์ที่ผู้วิจัยได้ออกแบบจากผลการทดลองใช้งานจริงของแบบจำลอง และขอคำแนะนำจากผู้ทรงคุณวุฒิด้านการออกแบบและผู้เชี่ยวชาญด้านการปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ ทั้งหมด 2 ท่าน

3.1.2.5 วิเคราะห์ และแก้ไขรูปแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักอควาโปนิกส์ ตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ จนได้รูปแบบสุดท้ายที่มีความเหมาะสมมากที่สุด

3.1.2.6 สร้างผลิตภัณฑ์ปลูกผักอควาโปนิกส์ต้นแบบ (Prototype)

3.1.3 ขั้นตอนการทดสอบการใช้งาน

ทดสอบการใช้งานต้นแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักอควาโปนิกส์ให้เกิดผลสำเร็จ ตั้งแต่เริ่มต้นปลูกผักอควาโปนิกส์ 1 รอบการปลูก จนสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตรับประทานเอง จากกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะใกล้เคียงกับประชากรที่ใช้ในการศึกษา จำนวน 3 คน บันทึกข้อมูลด้วยแบบบันทึกข้อมูลพฤติกรรมการใช้งานผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์

3.1.4 ขั้นตอนการวิเคราะห์สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

3.1.4.1 วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลการทดสอบการใช้งานผลิตภัณฑ์

3.1.4.3 สรุปผลการวิจัยอย่างสอดคล้องกับวัตถุประสงค์งานวิจัยและให้ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไป

3.1.4.3 รายงานผลการวิจัยในรูปเล่มวิทยานิพนธ์

3.2 ลักษณะของข้อมูลและขอบเขตของการวิจัย

3.2.1 ข้อมูลทุติยภูมิ

ข้อมูลวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยที่ส่งผลต่อรูปแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ภายในคอนโดมิเนียม ได้แก่ องค์ประกอบทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ องค์ประกอบทางกายภาพของคอนโดมิเนียม องค์ประกอบทางจิตวิทยา องค์ประกอบทางจิตวิทยาทฤษฎีในการออกแบบ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ

3.2.2 ข้อมูลปฐมภูมิ

ข้อมูลที่ได้จากการลงพื้นเก็บข้อมูลเบื้องต้นและศึกษาเชิงลึกในการปลูกผักด้วยการปลูกจริงเพื่อศึกษาขั้นตอนการใช้งานผลิตภัณฑ์ และลงพื้นที่คอนโดมิเนียมที่กำหนดเป็นพื้นที่วิจัย เพื่อศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สภาพพื้นที่จริงและเพื่อสังเกตสภาพการณ์ทั่วไปของผู้บริโภคในอาศัยอยู่ในคอนโดมิเนียม สำหรับการสอบถามความต้องการของผู้บริโภคต่อรูปแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักอควาโปนิกส์ภายในคอนโดมิเนียม

3.2.3 ขอบเขตของการวิจัย

3.2.3.1 ตัวแปรในการวิจัย

ตัวแปรต้น คือ ปัจจัยที่ส่งผลต่อรูปแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ภายในคอนโดมิเนียม แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่

1) องค์ประกอบทางกายภาพ ประกอบไปด้วย 2 ส่วน ได้แก่

- องค์ประกอบทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ ได้แก่ ส่วนประกอบของระบบปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ ส่วนประกอบอื่นๆ ของระบบอควาโปนิกส์ รูปแบบการปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ที่มีอยู่ในปัจจุบัน ข้อจำกัดด้านสภาพแวดล้อมของการปลูกผัก
- องค์ประกอบทางกายภาพของคอนโดมิเนียม ได้แก่ ข้อจำกัดทางด้านสภาพแวดล้อมในการปลูกผักในคอนโดมิเนียม พื้นที่ใช้สอยของในคอนโดมิเนียม ข้อจำกัดในการใช้งานในคอนโดมิเนียม ประเภทของคอนโดมิเนียม และรูปแบบของคอนโดมิเนียม

2) องค์ประกอบทางจิตวิทยา คือ ทัศนคติที่ส่งผลต่อไปยังพฤติกรรม ได้แก่

- ทัศนคติของกระแสการใส่ใจสุขภาพ ได้แก่ ความรู้เรื่องการดูแลสุขภาพ รับประทานผัก วิธีการบริโภคผัก การออกกำลังกาย
- ทัศนคติในการใช้ผลิตภัณฑ์เพื่อสิ่งแวดล้อม ได้แก่ การบริโภคผลิตภัณฑ์เพื่อสิ่งแวดล้อม การรักษาสิ่งแวดล้อม ความสนใจในปัญหาโลกร้อน
- ทัศนคติของประสบการณ์และความประทับใจในการปลูกผักรับประทานเอง ได้แก่ ความรู้และประสบการณ์ของการปลูกผัก การเข้าร่วมกิจกรรมส่งเสริมการปลูกผัก ความประทับใจจากประสบการณ์การปลูกพืชผัก
- ทัศนคติความต้องการของรูปแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักอควาโปนิกส์ในคอนโดเนียม ได้แก่ รูปแบบผลิตภัณฑ์ปลูก รูปแบบการปลูก ประโยชน์ที่ได้จากการปลูก ลักษณะการติดตั้ง พื้นที่การใช้งาน วัสดุของผลิตภัณฑ์ ชนิดของผักที่ปลูก ปริมาณที่ต้องการปลูก ช่วงเวลาการใช้ผลิตภัณฑ์ ระยะเวลาการใช้งาน ความกังวลและสิ่งที่ไม่ต้องการในผลิตภัณฑ์

3) องค์ประกอบทางสังคมวิทยา คือ

- ลักษณะพื้นฐานของบุคคล ได้แก่ เพศ อายุ อาชีพ ระดับการศึกษา สถานภาพในปัจจุบัน รายได้ต่อเดือน ลักษณะการครอบครองที่อยู่อาศัย ขนาดของที่อยู่อาศัย การพัก
- ลักษณะพฤติกรรมของบุคคล ได้แก่ ประสบการณ์ของบุคคลในกิจกรรมต่างๆ เวลาอยู่ในคอนโดมิเนียม ช่วงเวลาในการทำกิจกรรมต่างๆ และระยะเวลาในการทำกิจกรรมต่างๆ ของผู้บริโภคเวลาอยู่อาศัยในคอนโดมิเนียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวแปรตาม คือ รูปแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ภายในคอนโดมิเนียมที่สอดคล้องกับความต้องการของผู้บริโภค

3.2.3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1) ประชากร ได้แก่ ผู้บริโภคที่พักอาศัยในคอนโดมิเนียม ซึ่งตั้งอยู่ใน 2 เขตของกรุงเทพมหานคร โดยกำหนดให้ 1 ห้องชุด (ยูนิต) ในคอนโดมิเนียม เท่ากับประชากร 1 คน มีรายละเอียด มีประชากรรวมเป็นประชากรทั้งสิ้น 3,052 คน ดังนี้

- โครงการ Park 24 ตั้งอยู่ระหว่างซอยสุขุมวิท 22-24 เป็นคอนโดมิเนียมสูง 51 ชั้น จำนวน 1,174 ยูนิต

- โครงการ Rhythm ตั้งอยู่ระหว่างซอยสุขุมวิท 36-38 เป็นคอนโดมิเนียมสูง 25 ชั้น จำนวน 497 ยูนิต

- โครงการ M Jatujak ตั้งอยู่ซอยพหลโยธิน 18 เป็นคอนโดมิเนียมสูง 35 ชั้น จำนวน 864 ยูนิต

- โครงการ Chapter One Midtown ตั้งอยู่ระหว่างซอยลาดพร้าว 24-26 เป็นคอนโดมิเนียมสูง 37 ชั้น จำนวน 517 ยูนิต

2) กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ผู้บริโภคที่พักอาศัยในคอนโดมิเนียม ภายในเขตกรุงเทพมหานคร ซึ่งตั้งอยู่ใน 2 เขตของกรุงเทพมหานคร อยู่ในเขตคลองเตย 2 แห่ง และเขตจตุจักร 2 แห่ง เนื่องจากคอนโดมิเนียมดังกล่าวได้รับการคัดเลือกเป็นคอนโดมิเนียมที่มีพื้นที่สีเขียวโดดเด่น (กองพัฒนาระบบการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม. 2560) ตามคุณสมบัติอาคารที่พักอาศัยที่มีพื้นที่สีเขียวมากกว่า 50% ของพื้นที่ทั้งหมด และอีกน้อยกว่า 50% ของพื้นที่สีเขียวสามารถอยู่บนอาคารได้ ซึ่งสนับสนุนแนวคิดการปลูกต้นไม้ภายในที่พักอาศัย ทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจในการเพิ่มปริมาณพื้นที่สีเขียวจากการปลูกผักเพื่อรับประทานเองภายในที่พักอาศัย

ผู้วิจัยทำการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบมีระบบโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปเพื่อคำนวณขนาดของกลุ่มตัวอย่าง โดยกลุ่มตัวอย่างของประชากรนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจความต้องการรูปแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ภายในคอนโดมิเนียม นำมาใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ภายในคอนโดมิเนียม กำหนดให้มีค่าเฉลี่ยของประชากร ณ ระดับความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 เมื่อยอมให้ความคลาดเคลื่อนของการประมาณค่าเฉลี่ยเกิดขึ้นได้ในระดับ ±5% ของค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยมีคอนโดมิเนียม 4 แห่ง ดังนี้

- โครงการ Park 24 ตั้งอยู่ระหว่างซอยสุขุมวิท 22-24 มีจำนวนประชากรทั้งหมด 1,174 คน ผู้วิจัยสุ่มกลุ่มตัวอย่าง 298 คน โดยสุ่มกลุ่มตัวอย่าง 6 คน ในทุกๆ 1 ชั้นของคอนโดมิเนียมดังกล่าว เพื่อให้กลุ่มตัวอย่างมีคุณลักษณะที่ใกล้เคียง และมีการกระจายที่ดีของตัวแทนประชากรทั้งหมด

- โครงการ Rhythm ตั้งอยู่ระหว่างซอยสุขุมวิท 36-38 มีจำนวนประชากรทั้งหมด 497 คน ผู้วิจัยสุ่มกลุ่มตัวอย่าง 223 คน โดยสุ่มกลุ่มตัวอย่าง 9 คน ในทุกๆ 1 ชั้นของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอนโดมิเนียมดังกล่าว เพื่อให้กลุ่มตัวอย่างมีคุณลักษณะที่ใกล้เคียง และมีการกระจายที่ดีของตัวแทนประชากรทั้งหมด

- โครงการ M Jatujak ตั้งอยู่ซอยพหลโยธิน 18 มีจำนวนประชากรทั้งหมด 864 คน ผู้วิจัยสุ่มกลุ่มตัวอย่าง 274 คน โดยสุ่มกลุ่มตัวอย่าง 8 คน ในทุกๆ 1 ชั้นของคอนโดมิเนียมดังกล่าว เพื่อให้กลุ่มตัวอย่างมีคุณลักษณะที่ใกล้เคียง และมีการกระจายที่ดีของตัวแทนประชากรทั้งหมด

- โครงการ Chapter One Midtown ตั้งอยู่ระหว่างซอยลาดพร้าว 24-26 มีจำนวนประชากรทั้งหมด 517 คน ผู้วิจัยสุ่มกลุ่มตัวอย่าง 225 คน โดยสุ่มกลุ่มตัวอย่าง 6 คน ในทุกๆ 1 ชั้นของคอนโดมิเนียมดังกล่าว เพื่อให้กลุ่มตัวอย่างมีคุณลักษณะที่ใกล้เคียง และมีการกระจายที่ดีของตัวแทนประชากรทั้งหมด

ดังนั้นกลุ่มตัวอย่างของประชากรที่ต้องทำการศึกษารวมทั้งสิ้น 773 คน

3.2.3.3 พื้นที่ที่ใช้ในการวิจัย

ขอบเขตของพื้นที่ในการเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง คือ คอนโดมิเนียมในเขตกรุงเทพมหานคร ที่ได้รับการคัดเลือกเป็นคอนโดมิเนียมที่มีพื้นที่สีเขียวโดดเด่น ตามคุณสมบัติอาคารที่พักอาศัยที่มีพื้นที่สีเขียวมากกว่า 50% ของพื้นที่ทั้งหมด ซึ่งตั้งอยู่ใน 2 เขตของกรุงเทพมหานครในพื้นที่เขตคลองเตย 2 แห่ง ได้แก่ โครงการ Park 24 และโครงการ Rhythm พื้นที่เขตจตุจักร 2 แห่ง ได้แก่ โครงการ M Jatujak และโครงการ Chapter One Midtown

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยทั้งหมด 3 เครื่องมือ โดยนำเสนอลักษณะ รายละเอียดวิธีการสร้างเครื่องมือ ดังต่อไปนี้

3.3.1 แบบสอบถามความต้องการรูปแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์

3.3.1.1 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความต้องการรูปแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักอควาโปนิกส์ภายในคอนโดมิเนียม ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องใช้การสำรวจจากกลุ่มตัวอย่างแต่ละพื้นที่พักอาศัยที่แตกต่างกันในคอนโดมิเนียม เพื่อมุ่งเน้นข้อมูลด้านความต้องการรูปแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักอควาโปนิกส์ที่กำหนดขอบเขตของการสังเกตพฤติกรรมและประสบการณ์การใช้งานผลิตภัณฑ์ต้นแบบควบคู่ไปกับการสัมภาษณ์ข้อมูล โดยแบ่งกลุ่มคำถามเป็น 5 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ในลักษณะตรวจสอบรายการ

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับรูปแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักที่ใช้ในปัจจุบัน ได้แก่ ด้านรูปแบบของผลิตภัณฑ์ปลูกผัก ด้านการเลือกซื้ออุปกรณ์ส่วนต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนที่ 3 ข้อมูลเกี่ยวกับข้อมูลการใช้งานพื้นฐานของผลิตภัณฑ์ปลูกผักอควาโปนิกส์ภายในคอนโดมิเนียม ได้แก่ การเลือกพื้นที่วางผลิตภัณฑ์ รูปแบบห้องพักอาศัยในคอนโดมิเนียม ทิศทางแสง ลม อุณหภูมิและความชื้น ของพื้นที่ การจัดการส่วนปลูกพืชและการเลี้ยงปลา

ส่วนที่ 4 ข้อมูลเกี่ยวกับการศึกษาพฤติกรรมและความต้องการของผลิตภัณฑ์ปลูกผักอควาโปนิกส์ ได้แก่ ระยะเวลาที่ใช้งานปลูก ประเภทของการปลูกพืช ความต้องการของขนาดผลิตภัณฑ์ที่แตกต่างกัน ทัศนคติ เพื่อศึกษาสิ่งที่ส่งผลต่อความต้องการปลูกผักและรูปแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักอควาโปนิกส์

ส่วนที่ 5 ข้อเสนอแนะหรือความต้องการเพิ่มเติม เพื่อการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลูกผักอควาโปนิกส์

3.3.1.2 วิธีการสร้างแบบสอบถาม ผู้วิจัยสร้างจากผลจากการคัดครองปัจจัย และประเด็นที่คาดว่าจะที่ส่งผลต่อรูปแบบของผลิตภัณฑ์ปลูกผักอควาโปนิกภายในคอนโดมิเนียม เพื่อให้ได้ข้อมูลความต้องการที่แท้จริงในการออกแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์

3.3.1.3 การตรวจสอบประสิทธิภาพ ภายใต้คำแนะนำจากที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญ

3.3.2 แบบประเมินการออกแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์

3.3.2.1 ลักษณะของแบบประเมินการออกแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ภายในคอนโดมิเนียม แบ่งเป็น 3 ส่วนดังนี้

ส่วนที่ 1 แบบประเมินด้านรูปแบบของผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ภายในคอนโดมิเนียมที่ผู้วิจัยออกแบบ ในรูปแบบการประเมินค่า 5 ระดับของ Likert Scale

ส่วนที่ 2 แบบประเมินด้านการใช้งานผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ภายในคอนโดมิเนียมที่ผู้วิจัยออกแบบ ในรูปแบบการประเมินค่า 5 ระดับของ Likert Scale

ส่วนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมจากผู้ทรงคุณวุฒิด้านการออกแบบ ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการปลูกผักแบบอควาโปนิกส์

3.3.2.2 วิธีการสร้างแบบประเมิน ผู้วิจัยได้ใช้แนวทางในการออกแบบผลิตภัณฑ์ซึ่งได้จากการวิเคราะห์วัตถุประสงค์ของการวิจัยร่วมกับผลการตอบแบบสอบถามความต้องการต่อรูปแบบของผลิตภัณฑ์ปลูกผักอควาโปนิกภายในคอนโดมิเนียม เพื่อใช้เป็นแนวทางในการสร้างคำถามในแบบประเมินการออกแบบ

3.3.2.3 การตรวจสอบประสิทธิภาพเครื่องมือ เช่นเดียวกับขั้นตอนการตรวจสอบประสิทธิภาพในหัวข้อ 3.3.1.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 แบบบันทึกข้อมูลพฤติกรรมการใช้งานผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์

3.3.3.1 มีวัตถุประสงค์เพื่อการตรวจสอบรายการและการจดบันทึกลักษณะพฤติกรรมการใช้งานต่อรูปแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ กับกลุ่มตัวอย่างที่เลือกแบบเฉพาะเจาะจงจำนวน 3 คน แบ่งการออกเป็น 2 ส่วน

ส่วนที่ 1 ข้อมูลวันที่ ครั้งที่ ข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง

ส่วนที่ 2 บันทึกข้อมูลพฤติกรรมการใช้งานผลิตภัณฑ์ปลูกผักอควาโปนิกส์ในขั้นตอนตั้งแต่การเริ่มใช้งานผลิตภัณฑ์เพื่อปลูกผัก ระหว่างการใช้งานปลูกในขั้นตอนการดูแลการปลูก และหลังจากได้ผลผลิตผัก พร้อมกับบันทึกข้อมูลด้วยการจดบันทึก

3.3.3.2 การสร้างแบบบันทึกแบบบันทึกพฤติกรรมการใช้งานผลิตภัณฑ์ปลูกผักอควาโปนิกส์ ด้วยวิธีการแบ่งข้อมูลตามการวิเคราะห์พฤติกรรมการใช้งานของกลุ่มตัวอย่างตามช่วงเวลาก่อนใช้งานผลิตภัณฑ์ ระหว่างใช้งานผลิตภัณฑ์ผลิตภัณฑ์ และหลังใช้งานผลิตภัณฑ์ผลิตภัณฑ์

3.3.3.3 การตรวจสอบประสิทธิภาพเครื่องมือ เช่นเดียวกับขั้นตอนการตรวจสอบประสิทธิภาพในหัวข้อ 3.3.1.3

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยใช้เครื่องมือในการวิจัยเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงประจักษ์ทั้งสิ้น 3 เครื่องมือ โดยมีวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการวิจัยดังนี้

3.4.1 แบบสอบถามความต้องการรูปแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์

ผู้วิจัยเก็บข้อมูลแบบสอบถามจากกลุ่มตัวอย่าง ที่อาศัยอยู่ในคอนโดมิเนียม ดังนี้

3.4.1.1 ติดต่อและทำหนังสือขอความร่วมมือกับจากทางคอนโดมิเนียม

3.4.1.2 ตรวจสอบ ทดสอบประสิทธิภาพ และปรับปรุงแบบสอบถาม

3.4.1.3 นำแบบสอบถามไปเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง โดยส่งแบบสอบถามเพื่อให้ผู้ที่เกี่ยวข้องทราบถึงข้อมูลที่ต้องการสอบถาม

3.4.1.4 ผู้วิจัยลงพื้นที่เก็บข้อมูลด้วยตนเอง พร้อมตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล

3.4.2 แบบประเมินการออกแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์

ผู้วิจัยเก็บข้อมูลประเมินการออกแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ที่ผู้วิจัยออกแบบด้วย แบบประเมินการออกแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.3.1 ติดต่อ และทำหนังสือขอความอนุเคราะห์จากผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 2 ท่าน ประกอบด้วย ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการออกแบบ 1 ท่าน ผู้ทรงคุณวุฒิด้านปลูกผักแบบบอควาโปนิกส์ 1 ท่าน

3.4.3.2 เตรียมสื่อนำเสนอแบบและรูปแบบจำลองผลิตภัณฑ์ที่ผู้วิจัยออกแบบ

3.4.3.3 ทำการทดลองใช้งานผลิตภัณฑ์ตามแนวทางในการพัฒนารูปแบบ และสรุปรูปแบบที่มีความเป็นไปได้

3.4.3.4 ให้ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินการออกแบบของผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบบอควาโปนิกส์ ภายในคอนโดมิเนียม ที่ผู้วิจัยออกแบบ

3.4.2.5 รวบรวมข้อมูล ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล และสรุปผล

3.4.3 แบบบันทึกข้อมูลพฤติกรรมการใช้งานผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบบอควาโปนิกส์

ผู้วิจัยเก็บข้อมูลด้วยการด้านการใช้งานผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบบอควาโปนิกส์ที่ผู้วิจัยออกแบบ ด้วยแบบบันทึกแบบบันทึกพฤติกรรมการใช้งานผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบบอควาโปนิกส์

3.4.3.1 ติดต่อขอความอนุเคราะห์ความร่วมมือกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 3 คน เพื่อขอเก็บข้อมูล และขอความร่วมมือทดสอบการใช้งานด้วยการปลูกผักเพื่อรับประทานเองภายในคอนโดมิเนียม

3.4.3.2 ทดสอบการใช้งานผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบบอควาโปนิกส์ที่ผู้วิจัยออกแบบและพัฒนา บันทึกข้อมูลพฤติกรรมการใช้งานผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบบอควาโปนิกส์จากพื้นที่ใช้งานของกลุ่มตัวอย่าง

3.4.3.3 ทดลองใช้งานผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบบอควาโปนิกส์เป็นเวลา 1 รอบการปลูกเพื่อทดสอบการปลูกผักจากผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบบอควาโปนิกส์

3.4.3.4 รวบรวมข้อมูล ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลและสรุปผล

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลจากเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แบบสอบถามความต้องการรูปแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบบอควาโปนิกส์ แบบประเมินการออกแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบบอควาโปนิกส์ แบบบันทึกข้อมูลพฤติกรรมการใช้งานผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบบอควาโปนิกส์ ที่ผู้วิจัยออกแบบ ดังนี้

3.5.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยกระบวนการเชิงคุณภาพด้วยการวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) ประกอบด้วยการนำข้อความและรูปภาพที่รวบรวมจาก แบบประเมินการออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ แบบบันทึกข้อมูลพฤติกรรมการใช้งานผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ มาเรียบเรียงและตีความเป็นข้อความเชิงพรรณนา (Narratives) นำข้อมูลที่ตีความแยกประเด็นจัดกลุ่มเพื่อนำไปประกอบการออกแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ โดยสรุปข้อมูลในรูปแบบตารางและคำอธิบายพร้อมประภาพประกอบ

3.5.2 การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยกระบวนการเชิงปริมาณ

การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยกระบวนการเชิงปริมาณ แบบสอบถามความต้องการรูปแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าความถี่ (Frequency) ค่าร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Arithmetic Mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.=Standard Deviation) และเกณฑ์การประเมิน 5 ระดับ (คะแนน 5 หมายถึง มากที่สุด / 4 หมายถึง มาก / 3 หมายถึง ปานกลาง / 2 หมายถึง น้อย / 1 หมายถึง น้อยที่สุด) ด้วยวิธีการคิดความกว้างของอันตรภาคชั้น จากนั้นนำเสนอในรูปแบบตารางพร้อมคำอธิบาย เพื่อสรุปและอภิปรายผลการวิจัยต่อไป

3.6 สรุปผล และอภิปรายผลการวิจัย

ผู้วิจัยสรุปผลการวิจัยอย่างสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การวิจัยและคำถามของการวิจัยพร้อมนำเสนอรูปแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ภายในคอนโดมิเนียม ที่ผู้วิจัยออกแบบขึ้นในรูปแบบความเรียงประกอบภาพและตาราง จากนั้นอภิปรายผลการวิจัยโดยเทียบเคียงกับข้อมูลวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องและให้ข้อเสนอแนะเพื่อเป็นประโยชน์ต่อการวิจัยครั้งต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บรวบรวมในการออกแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบบอควาโปนิกส์ ภายในคอนโดมิเนียม แบ่งออกเป็น 3 ส่วนเพื่อให้สอดคล้องกับขั้นตอนการวิจัยที่กำหนดไว้ดังนี้

4.1 ผลการศึกษาความต้องการรูปแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบบอควาโปนิกส์

4.2 ผลการวิเคราะห์และประเมินการออกแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบบอควาโปนิกส์

4.3 ผลการทดสอบพฤติกรรมการใช้งานผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบบอควาโปนิกส์ที่ผู้วิจัยออกแบบ

4.1 ผลการศึกษาความต้องการรูปแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบบอควาโปนิกส์

ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลความต้องการของผู้บริโภคต่อรูปแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบบอควาโปนิกส์ภายในคอนโดมิเนียม ด้วยการรวบรวมข้อมูล ประเด็นปัญหาที่เกินขึ้นระหว่างการใช้งานผลิตภัณฑ์ต้นแบบจากประสบการณ์การของผู้บริโภค การสังเกตพฤติกรรมการใช้งานตั้งแต่ขั้นตอนเริ่มต้นจนขั้นตอนสุดท้าย สังเกตพฤติกรรมและความต้องการในแต่ละขึ้นตอนที่เกิดขึ้น สังเกตสัมภาษณ์เพื่อสอบถามความต้องการที่แท้จริงในการใช้งานของแต่ละขั้นตอนเพื่อสรุปข้อมูลในส่วนนี้ จากนั้นพิจารณาโอกาสในการพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์ปลูกพืชในอาคารด้วยการวิเคราะห์ประเภทผลิตภัณฑ์ปลูกพืชในอาคารกับชนิดของพืชที่ปลูก เพื่อเปรียบเทียบรูปแบบ คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์และชนิดของพืชที่เหมาะกับการปลูกของแต่ละผลิตภัณฑ์ โดยใช้กราฟวิเคราะห์สภาพแวดล้อมและศักยภาพ (SWOT) เพื่อระบุจุดเด่น จุดด้อย โอกาส และอุปสรรค ให้สอดคล้องกับพฤติกรรมการใช้งานของผู้บริโภค จากข้อมูลปัญหาจากการใช้ผลิตภัณฑ์แบบเดิมและข้อมูลความเป็นไปได้ของรูปแบบผลิตภัณฑ์การปลูกพืชในอาคาร จากนั้นนำข้อมูลมาเปรียบเทียบเพื่อกำหนดแนวทางการพัฒนาวิธีการใช้งานที่เหมาะสมและแนวทางรูปแบบผลิตภัณฑ์ตามความต้องการ ซึ่งผู้วิจัยจำแนกผลของการรวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 2 ส่วนดังนี้

4.1.1 ผลการสังเกตการใช้งานจากประสบการณ์การใช้งานผลิตภัณฑ์แบบเดิม

ผลสังเกตการใช้งานผลิตภัณฑ์แบบเดิมจากประสบการณ์ของผู้ใช้งานจากขั้นตอนต่างๆ พบประเด็นปัญหาและความต้องการในขั้นตอนต่างๆ เช่น ด้านการเลือกซื้ออุปกรณ์ส่วนต่างๆ ของการปลูกตามความต้องการของผู้ใช้งาน ผู้ใช้งานจะต้องเลือกซื้ออุปกรณ์ ส่วนประกอบต่างๆ ของระบบบอควาโปนิกส์ในรูปแบบเดิมที่มีหลากหลายชิ้นส่วน จากหลายหลากแหล่งจัดจำหน่าย ผู้วิจัยพบว่าในขั้นตอนเริ่มต้นนี้ ผู้ใช้งานต้องเสียเวลาในการจัดหาอุปกรณ์จากแหล่งจำหน่ายหลากหลานสถานที่ ด้านการประกอบผลิตภัณฑ์ ผู้ใช้งานนำชิ้นส่วนประกอบและอุปกรณ์ส่วนต่างๆ มาพิจารณาลำดับขั้นตอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อมาประกอบ จัดวาง และติดตั้ง ในขั้นตอนนี้ผู้ใช้งานต้องใช้ความชำนาญด้านงานช่าง ในการนำส่วนประกอบต่างๆ ซึ่งผู้ใช้งานที่ชำนาญอยู่แล้วก็สามารถดำเนินการได้อย่างราบรื่น ส่วนผู้ใช้งานที่ขาดความชำนาญก็จะประสบปัญหาการประกอบ ความไม่ลงตัว ความผิดพลาดต่างๆ ทำให้ต้องสูญเสียและสิ้นเปลือง ทั้งวัสดุ อุปกรณ์และเงินค่าใช้จ่ายในการซื้อวัสดุ อุปกรณ์เหล่านั้น เป็นต้น

ด้านการเลือกพื้นที่วางผลิตภัณฑ์ ผู้ใช้งานที่อยู่ในคอนโดมิเนียมต้องจัดเตรียมพื้นที่เพื่อใช้ติดตั้ง อาจเป็นภายในห้องพักอาศัยหรือบริเวณระเบียงห้อง สำหรับจัดวางผลิตภัณฑ์การปลูกซึ่งต้องประกอบด้วยส่วนของการปลูกพืชและส่วนการเลี้ยงสัตว์ซึ่งในวิจัยนี้คือการเลี้ยงปลา ในความหลากหลายของรูปแบบห้องพักอาศัยในคอนโดมิเนียม สภาพแวดล้อมต่างๆ เช่น ทิศทางแสง ลม อุณหภูมิและความชื้น เป็นข้อจำกัดของผู้ใช้งานที่แตกต่างกันตามพื้นที่ อย่างไรก็ตามจุดร่วมที่เหมือนกัน คือการเข้าถึงการดูแลส่วนปลูกผักและการเลี้ยงปลาที่สะดวก ซึ่งเป็นความต้องการพื้นฐานที่เหมือนกัน

ด้านการจัดการส่วนปลูกพืชและการเลี้ยงปลา ในรูปแบบของผลิตภัณฑ์แบบเดิมเป็นการรวมส่วนเลี้ยงปลาในระบบน้ำหมุนเวียนเข้ากับการปลูกพืชไฮโดรโปนิกส์ โดยน้ำจากถังกรองชีวภาพในระบบการเลี้ยงแบบน้ำหมุนเวียนจะถูกปั๊มให้ไหลผ่านชุดปลูกพืชที่นำมาจากพลาติกสำเร็จรูป ด้านบนมีฝาครอบที่เจาะรูตามขนาดเพื่อใส่ถ้วยเพาะปลูกสำหรับปลูกพืชที่เป็นต้นกล้าที่มาจากการเพาะเมล็ด การจัดการพืชที่ปลูกหลังจากพืชเจริญเติบโตขึ้น ต้องมีการปรับเปลี่ยนตำแหน่งต้นพืช เพื่อสร้างสภาพแวดล้อมบริเวณรางปลูกให้เหมาะสม การดูแลการเลี้ยงปลาพบว่าการตรวจสอบสุขภาพของปลาทำได้ยาก เนื่องจากบ่อเลี้ยงใช้วัสดุที่ทึบแสง ยากในการมองเห็นได้สะดวก อีกทั้งยังมีการตรวจสอบระดับปริมาณน้ำในบ่อได้ยากเช่นกัน

จากความต้องการของผู้ใช้งานต้องการให้มีขั้นตอนและวิธีการปลูกและดูแลพืชในช่วงเริ่มต้นหรือการปลูกในแต่ละรอบการปลูกมีวิธีการที่สะดวก สามารถเริ่มเพาะเมล็ดจากแปลงปลูกจนกระทั่งพืชเจริญเติบโตจนเก็บผลผลิตได้ในบริเวณเดียว เรื่องการเลี้ยงปลา นอกจากต้องดูแลคุณภาพของน้ำแล้ว ผู้ใช้งานต้องการวิธีการเข้าถึงการดูแลปลาได้สะดวกและมองเห็นได้จากรอบด้านของผลิตภัณฑ์ ซึ่งช่วยให้ตรวจสอบสุขภาพของสัตว์น้ำได้ง่าย รวมทั้งตรวจสอบระดับน้ำในบ่อเลี้ยงได้ง่าย ด้านการรักษาสมดุลของการปลูกพืชอควาโปนิกส์ เป็นที่ทราบดีว่าเป็นเรื่องที่ยากในการควบคุม เนื่องจากมีปัจจัยที่มีผลกระทบหลายประการ ไม่ว่าจะเป็นคุณภาพของน้ำอุณหภูมิ สภาพอากาศ รวมไปถึงสภาพแวดล้อมของแต่ละพื้นที่ห้องในคอนโดมิเนียม เป็นต้น ผู้ใช้งานต้องการวิธีการตรวจสอบระบบสมดุลที่ควบคุมและเฝ้าติดตาม ซึ่งจะเพิ่มความสะดวก รวดเร็วในด้านข้อมูล เพื่อนำมาสังเกตและช่วยในการปลูกพืชให้ได้ผลผลิตตามต้องการ ด้านการเจริญเติบโตของผลผลิตและเก็บผลผลิต ผู้ใช้งานมีความต้องการเพิ่มจำนวนแปลงปลูกได้หรือสามารถปรับเปลี่ยนตำแหน่ง เคลื่อนย้ายต้นพืชจากแปลงที่ปลูกได้ เนื่องจากบางครั้งผลผลิตเจริญเติบโตไม่พร้อมกัน ทำให้เสียพื้นที่การปลูกและเสียเวลารอในการปลูกรอบถัดไป การเก็บผลผลิต บางครั้งผลผลิตได้ไม่เพียงพอกับปริมาณความต้องการ มีสาเหตุจากผลผลิตมีการเจริญเติบโตไม่พร้อมกันเช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.1 ขั้นตอนการใช้งานผลิตภัณฑ์แบบเดิม

ที่มา: ผู้วิจัย (2563)

จากผลสังเกตพฤติกรรมผู้ใช้งาน และรวบรวมความต้องการจากประสบการณ์ของผู้ใช้งานผลิตภัณฑ์ปลูกพืชอควาโปนิกส์ที่กล่าวมาข้างต้น แสดงดังรูปที่ 4.1 ผู้วิจัยสรุปเพื่อเสนอแนวทางการออกแบบจากประสบการณ์ของผู้ใช้งานผลิตภัณฑ์ต้นแบบ พบปัญหาหลักที่เกิดขึ้น เช่น ปัญหาการวางตำแหน่ง การติดตั้งของผลิตภัณฑ์ปลูกพืชอควาโปนิกส์ในคอนโดมิเนียม ปัญหาการเคลื่อย้ายต้นพืชระหว่างช่วงเวลาการปลูก และปัญหาการตรวจสอบสมดุลในระบบการปลูก ซึ่งในแต่ละปัญหาสามารถมองหาโอกาสในการพัฒนาและออกแบบผลิตภัณฑ์อควาโปนิกส์ที่ตอบสนองต่อความต้องการที่หลากหลายต่อไป

4.1.2 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ปลูกพืชในอาคาร

จากการศึกษาผลิตภัณฑ์ปลูกพืชในปัจจุบัน โดยผู้วิจัยพิจารณาประเภทผลิตภัณฑ์ปลูกพืชในอาคารกับชนิดของพืชที่ปลูก เพื่อวิเคราะห์และเปรียบเทียบรูปแบบ คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ และชนิดของพืชที่เหมาะกับการปลูกของแต่ละผลิตภัณฑ์ พบประเด็นปัญหาในหลากหลายประเด็น จากการแบ่งประเภทผลิตภัณฑ์จากรูปแบบต่างๆ ดังนี้

4.1.2.1 ผลิตภัณฑ์ปลูกพืชแบบเป็นชั้นติดตั้ง สามารถปลูกพืชประเภทผักสลัดต่างๆ พืชผักสมุนไพร และผักสวนครัว ซึ่งคุณสมบัติเด่นของผลิตภัณฑ์ประเภทนี้คือ สามารถจัดเรียงผลผลิตได้ตามช่วงเวลาการปลูก การใช้งาน การดูแลเข้าถึงง่ายเพราะส่วนใหญ่จะติดตั้งหรือถูดจัดวางไว้ถาวรบริเวณผนังของห้อง แต่ปัญหาซึ่งอุปสรรคที่พบได้ คือเรื่องสภาพแวดล้อมที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืชที่ปลูก บางตำแหน่งจัดวางในตำแหน่งที่ไม่เหมาะสม เช่น แสงส่องไม่ถึง ไม่มีการไหลเวียนของอากาศ หรือมีอุณหภูมิมากเกินไป

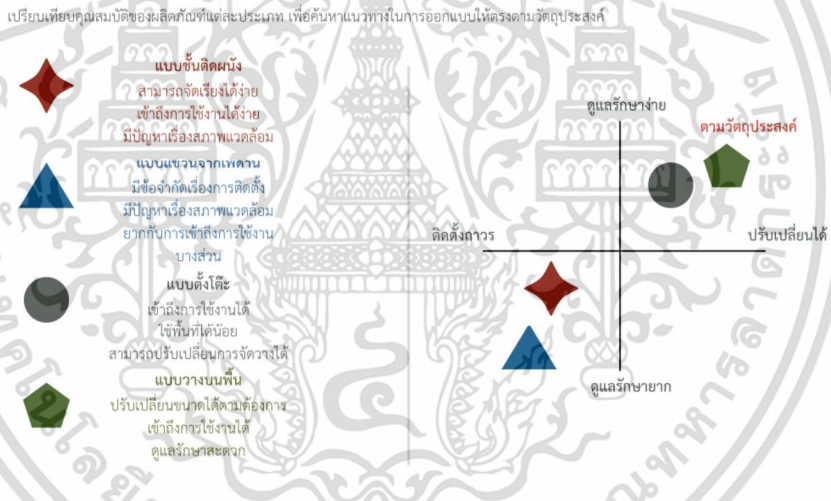
4.1.2.2 ผลิตภัณฑ์ปลูกพืชแบบแขวนจากเพดาน สามารถปลูกพืชประเภทพืชเถา พืชรากอากาศ และพืชขนาดเล็ก มีคุณสมบัติเด่นสามารถปลูกพืชประเภทเถาได้หลากหลายชนิด แต่มีปัญหาหลากหลายด้าน เช่น ข้อจำกัดเรื่องการติดตั้ง น้ำหนักของผลิตภัณฑ์เมื่อติดตั้งและขนาดใช้งาน อีกทั้งการดูแลพืชที่ปลูกเข้าถึงการใช้งานได้ยาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2.3 ผลิตภัณฑ์ปลูกพืชแบบตั้งโต๊ะ สามารถปลูกพืชประเภทพืชสมุนไพร ผักสลัดต่างๆ และพืชขนาดเล็ก คุณสมบัติเด่นคือเข้าถึงการใช้งานสะดวก ใช้พื้นที่น้อย ผลิตภัณฑ์มีขนาดกะทัดรัด ผู้ใช้งานปรับเปลี่ยนการจัดวางตำแหน่งตามสภาพแวดล้อมที่ความเหมาะสมได้ตามต้องการ ปัญหาที่พบ คือได้ผลผลิตไม่เพียงพอกับความต้องการ เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีขนาดเล็ก ปลูกพืชผักได้น้อย

4.1.2.4 ผลิตภัณฑ์ปลูกพืชแบบวางบนพื้น สามารถปลูกพืชสมุนไพร พืชขนาดเล็ก ผักสลัดและผักสวนครัวได้ คุณสมบัติเด่นคือเข้าถึงการใช้งานได้สะดวก ปรับเป็นตำแหน่งการจัดวางได้ การดูแลผลผลิตได้สะดวก สามารถเพิ่มหรือลดขนาดพื้นที่ได้ตามความเหมาะสม แต่อาจต้องใช้พื้นที่แนวราบเพิ่มมากขึ้นตามขนาดการใช้งาน

จากการศึกษาผลิตภัณฑ์ปลูกพืชในปัจจุบัน ได้พิจารณาเปรียบเทียบรูปแบบคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์โดยใช้กราฟวิเคราะห์สภาพแวดล้อมและศักยภาพ (SWOT) และระบุจุดเด่น จุดด้อย โอกาส และอุปสรรค โดยแบ่งแผนภาพตามแนวตั้งและแนวนอนเป็น 4 ส่วน แสดงดังรูปที่ 4.2

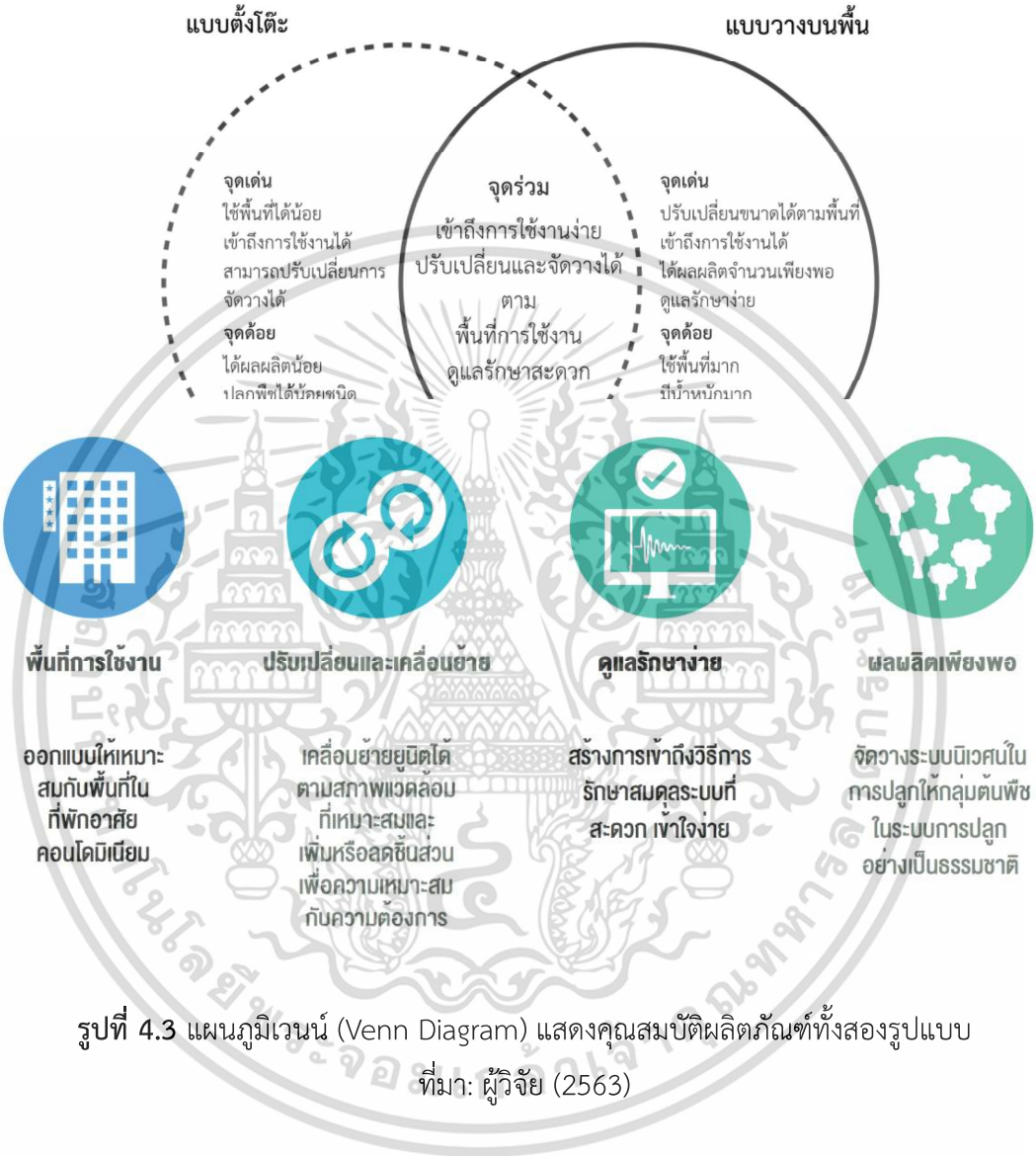


รูปที่ 4.2 เปรียบเทียบคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์
ที่มา: ผู้วิจัย (2563)

ผู้วิจัยกำหนดแนวทางการออกแบบผลิตภัณฑ์ปลูกพืชแบบอควาโปนิกส์ ให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ผลจากกราฟวิเคราะห์สภาพแวดล้อมและศักยภาพ แสดงให้เห็นว่าคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ปลูกพืชแบบตั้งโต๊ะและแบบวางบนพื้น มีแนวทางในการพัฒนารูปแบบที่สอดคล้องกับผลการสังเกตพฤติกรรมและความต้องการจากประสบการณ์ของผู้ใช้งาน เพื่อกำหนดแนวทางการออกแบบที่ชัดเจนมากขึ้น ผู้วิจัยใช้แผนภูมิเวนน์ (Venn Diagram) เพื่อแสดงจุดเด่นและจุดด้อยของคุณสมบัติผลิตภัณฑ์ทั้งสองรูปแบบ แสดงดังรูปที่ 4.3 จากข้อมูลแสดงให้เห็นจุดเด่นร่วม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กันสองรูปแบบซึ่งมีความสัมพันธ์กัน คือ คุณสมบัติการเข้าถึงการใช้งานที่สะดวก ดูแลรักษาง่าย สามารถปรับเปลี่ยนและจัดวางตามพื้นที่การใช้งาน



รูปที่ 4.3 แผนภูมิเวนน์ (Venn Diagram) แสดงคุณสมบัติผลิตภัณฑ์ทั้งสองรูปแบบ
ที่มา: ผู้วิจัย (2563)

ผลการเปรียบเทียบประเด็นปัญหาจากการใช้ผลิตภัณฑ์เดิมกับการพิจารณาความเป็นไปได้ของรูปแบบผลิตภัณฑ์การปลูกพืชในอาคาร เพื่อค้นหาแนวทางการออกแบบใหม่ ผู้วิจัยกำหนดแนวทางการออกแบบไว้ 4 ด้าน เพื่อการออกแบบพัฒนาแบบร่างต่อไป

4.2 ผลการวิเคราะห์และประเมินการออกแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์

4.2.1 ผลการวิเคราะห์แนวทางการออกแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้วิจัยศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลความต้องการของผู้ใช้งานและคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ปลูกพืชในอาคาร ในการพัฒนาและประเมินการออกแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ สามารถจัดลำดับความสำคัญในการเลือกพัฒนาคุณลักษณะ 4 ด้าน ตามแนวทางการออกแบบ ดังแสดงในรูปที่ 4.4 ตามคุณลักษณะของความต้องการของผู้ใช้งานและคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ ผู้วิจัยจึงจำแนกคุณสมบัติขอผลิตภัณฑ์ปลูกพืชแบบอควาโปนิกส์อย่างสอดคล้องกับพฤติกรรมของผู้ใช้งาน ซึ่งทั้งหมด 4 ด้าน จากการค้นหาความต้องการของผู้ใช้งานและคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ปลูกพืชในอาคาร ประกอบด้วย ด้านพื้นที่การใช้งาน ด้านการปรับเปลี่ยนและเคลื่อนย้าย ด้านการดูแลรักษาผลผลิต ด้านผลผลิต นำไปสู่การกำหนดแนวทางการออกแบบและนำเสนอแบบร่างตามแนวความคิดเพื่อออกแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักอควาโปนิกส์ในคอนโดมิเนียม ซึ่งกำหนดแนวทางการออกแบบไว้ 4 ด้าน ดังนี้

1) ด้านพื้นที่การใช้งาน มุ่งเน้นการออกแบบให้มีความเหมาะสมกับพื้นที่ใน

2) ด้านการปรับเปลี่ยนและเคลื่อนย้าย ออกแบบให้เคลื่อนย้ายผลิตภัณฑ์ได้ตามสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม สามารถเพิ่มหรือลดชิ้นส่วนตามการใช้งานและความต้องการ

3) ด้านการดูแลรักษาผลผลิต ด้วยการออกแบบวิธีการเข้าถึงและการรักษาสมดุลของการปลูกให้สะดวก เข้าใจง่าย

4) ด้านผลผลิต ออกแบบการจัดวางระบบนิเวศน์ในการปลูกให้กลุ่มต้นพืชมีลักษณะการปลูกเลียนแบบธรรมชาติ

รูปที่ 4.4 แนวทางการออกแบบ
ที่มา: ผู้วิจัย (2563)

ผู้วิจัยได้พิจารณาข้อมูลเพื่อหาโอกาสในการออกแบบพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักอควาโปนิกส์ภายในคอนโดมิเนียมด้วยการวิเคราะห์ประเภทผลิตภัณฑ์ปลูกพืชในอาคารกับชนิดของพืชที่ปลูก เพื่อเปรียบเทียบกับรูปแบบคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ และชนิดของพืชที่เหมาะกับการปลูกของแต่ละผลิตภัณฑ์ ผู้วิจัยสามารถจำแนกประเด็นในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ในคอนโดมิเนียมตามความต้องการขอผู้ใช้งาน โดยมีคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์

คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์จากความต้องการของผู้ใช้งาน	**คุณลักษณะของปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ตามแนวทางการออกแบบ**

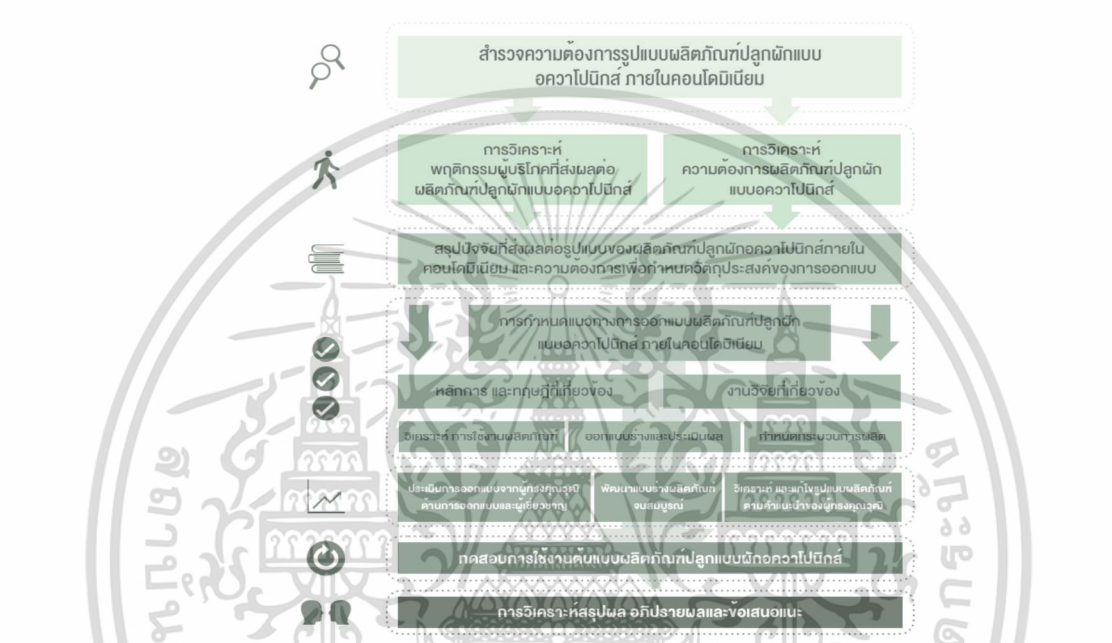
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้านพื้นที่การใช้งาน	- ออกแบบให้มีความเหมาะสมกับพื้นที่ในที่พักอาศัยในคอนโดมิเนียม - ออกแบบให้เข้าถึงผลิตภัณฑ์ได้รอบด้าน - ผลิตภัณฑ์มีขนาดกะทัดรัดเมื่อถูกจัดวางในพื้นที่ - รูปทรงของผลิตภัณฑ์เข้ากับสภาพของพื้นที่พักอาศัย
ด้านการปรับเปลี่ยนและเคลื่อนย้าย	- ผลิตภัณฑ์มีการเคลื่อนย้ายได้ - ผลิตภัณฑ์ผลิตจากวัสดุที่มีน้ำหนักเบา - ปรับเปลี่ยนการจัดวางตามสภาพแวดล้อมที่ความเหมาะสมได้ - ออกแบบปรับลดส่วนประกอบที่ไม่จำเป็น
ด้านการดูแลรักษาผลผลิต	- ออกแบบให้เรียบง่ายสำหรับผู้เริ่มต้นใช้งาน - มีการปรับเปลี่ยนตำแหน่งต้นพืชได้ - สามารถใช้วัสดุปลูกได้หลายแบบ - สิ่งแสดงวิธีการเข้าถึงและการรักษาสมดุลของระบบ
ด้านผลผลิต	- สามารถปลูกพืชได้หลายชนิด - ออกแบบการจัดวางระบบนิเวศน์ในการปลูกให้กลุ่มต้นพืช - ปรับเปลี่ยนตำแหน่งต้นพืชได้ตามความต้องการ

จากการศึกษาคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ตามความต้องการของผู้ใช้งานที่มีต่อการออกแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ ตามแนวทางพิจารณาโอกาสในการออกแบบ โดยประยุกต์ใช้ข้อมูลในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ข้างต้นอย่างสอดคล้องกับพฤติกรรมการใช้งานของผู้ใช้งาน ผู้วิจัยจึงวิเคราะห์ข้อมูลความต้องการและกำหนดรูปแบบการพัฒนา รวมถึงการคำนึงถึงกระบวนการผลิตและงบประมาณที่เหมาะสมต่อการเลือกใช้งานผลิตภัณฑ์ในคอนโดมิเนียมร่วมด้วยตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ ดังนั้น การพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ภายในคอนโดมิเนียม ประกอบด้วยการออกแบบให้ผลิตภัณฑ์มีขนาด สัดส่วน ที่ความเหมาะสมกับพื้นที่ในที่พักอาศัยภายในคอนโดมิเนียม ออกแบบให้สามารถเข้าถึงผลิตภัณฑ์ได้รอบด้าน ผลิตภัณฑ์มีขนาดกะทัดรัดเมื่อถูกจัดวางในพื้นที่ โดยรูปทรงของผลิตภัณฑ์เข้ากับสภาพของพื้นที่พักอาศัย ผู้ใช้งานสามารถการเข้าถึงการดูแลส่วนปลูกผักและการเลี้ยงปลาได้ง่าย อีกทั้งต้องพิจารณาถึงการปรับเปลี่ยนและเคลื่อนย้ายผลิตภัณฑ์ได้อย่างสะดวก โดยคำนึงถึง วิธีการเคลื่อนย้ายได้ การเลือกวัสดุที่มีน้ำหนักเบาในการผลิต การปรับเปลี่ยนการจัดวางตามสภาพแวดล้อมที่ความเหมาะสมได้และใช้ศาสตร์ในด้านออกแบบมาช่วยออกแบบปรับลดส่วนประกอบที่ไม่จำเป็น แต่ผลิตภัณฑ์ยังคงคุณสมบัติที่สำคัญ นอกจากนี้การพัฒนาด้านการดูแลรักษาผลผลิตและปริมาณของผลผลิต ได้แก่ การออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้ใช้งานง่ายสำหรับผู้เริ่มต้นใช้งาน สามารถใช้วัสดุปลูกได้หลายแบบ ปลูกพืชได้หลากหลายชนิด การจัดวางระบบนิเวศน์ในแปลงปลูกให้กลุ่มต้นพืช การปรับเปลี่ยนตำแหน่งต้นพืชได้ตามความต้องการและวิธีการเข้าถึงและการรักษาสมดุลของระบบ รวมทั้งมีวิธีการใช้งานที่สะดวกอย่างสอดคล้องกับพฤติกรรมของผู้ใช้งานซึ่งจะสามารถสร้างจุดเด่นให้กับผลิตภัณฑ์ปลูกผักอควาโปนิกส์ภายในคอนโดมิเนียมได้อีกด้วย ผู้วิจัยขอสรุปลำดับการศึกษาข้อมูลเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลูกผักอควาโปนิกส์ภายในคอนโดมิเนียม ดังแสดงในรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 สรุปขั้นตอนการศึกษาข้อมูลเพื่อพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ภายในคอนโดมิเนียม

ที่มา: ผู้วิจัย (2563)

4.2.2 ผลการวิเคราะห์รูปแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ภายในคอนโดมิเนียมประกอบด้วย 2 ส่วนสำคัญ ได้แก่ ส่วนของการปลูกผัก และส่วนของการเลี้ยงสัตว์น้ำ ในงานวิจัยนี้คือการเลี้ยงปลาสวยงาม ผู้วิจัยได้แสดงรายละเอียดของส่วนประกอบทั้งสองส่วน ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ ดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงรายละเอียดของส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์

ส่วนประกอบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์	
ส่วนของการปลูกผัก	ส่วนของการเลี้ยงสัตว์น้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) ภาชนะปลูกหรือถังปลูกผัก - คำนึงถึงขนาดที่เหมาะสมกับพื้นที่ใช้งาน - มีส่วนประกอบของการกรองน้ำ	1) ถังเลี้ยงปลา - คำนึงถึงวัสดุและรูปแบบ - มีส่วนประกอบของการกรองน้ำ
2) วัสดุปลูก - สามารถใช้วัสดุปลูกได้หลากหลายชนิด	2) เครื่องปั๊มน้ำและระบบกรอง
3) แสงไฟปลูก (Grow Light) - แสงสว่างมีพื้นที่ครอบคลุมภาชนะปลูก	3) ระบบเติมอากาศ
4) หัวเติมอากาศ - เพิ่มออกซิเจนให้ระบบน้ำในถังปลูก	4) โครงรองรับถังเลี้ยงปลา

ผู้วิจัยมุ่งเน้นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ภายในคอนโดมิเนียม ในส่วนของการปลูกผัก และส่วนของการเลี้ยงสัตว์น้ำ ซึ่งเป็นสองส่วนที่ต้องพัฒนาร่วมกันและมีปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้งานตั้งแต่เริ่มต้นใช้งาน โดยการพัฒนาหลังจากการวิเคราะห์ข้อมูลความต้องการ คือการพัฒนาระบบการทำงานของผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ ตามแนวคิดการออกแบบโดยให้ผู้ใช้เป็นศูนย์กลาง (User-Centered Design: UCD) เพื่อออกแบบให้สอดคล้องต่อพฤติกรรมของผู้ใช้งาน ซึ่งจากผลจากการวิเคราะห์รูปแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ภายในคอนโดมิเนียมด้วยข้อมูลแนวทางการออกแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ และข้อมูลการวิเคราะห์และพัฒนาส่วนประกอบภายใต้คำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา ร่วมกับการประยุกต์ใช้หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย ผู้วิจัยจึงสรุปแนวคิดทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ภายในคอนโดมิเนียม รูปแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ที่มีการใช้งานที่สอดคล้องกับพฤติกรรมของผู้ใช้งาน ซึ่งเป็นแนวคิดการออกแบบโดยให้ผู้ใช้งานเป็นศูนย์กลาง ลดขั้นตอนการประกอบ ลดขั้นตอนการใช้งานโดยคำนึงถึงผู้ใช้งานเป็นหลัก ออกแบบให้สอดคล้องกับสภาพพื้นที่ภายในคอนโดมิเรียม โดยมีองค์ประกอบด้านการออกแบบ ทั้งในด้านรูปแบบ ขนาด และรูปทรงกลมกลืนกับเครื่องเรือนของพื้นที่ในคอนโดมิเนียม จากแนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ภายในคอนโดมิเนียมข้างต้น ผู้วิจัยขอแสดงแนวทางการพัฒนาและแบบร่างผลิตภัณฑ์ในหัวข้อต่อไป

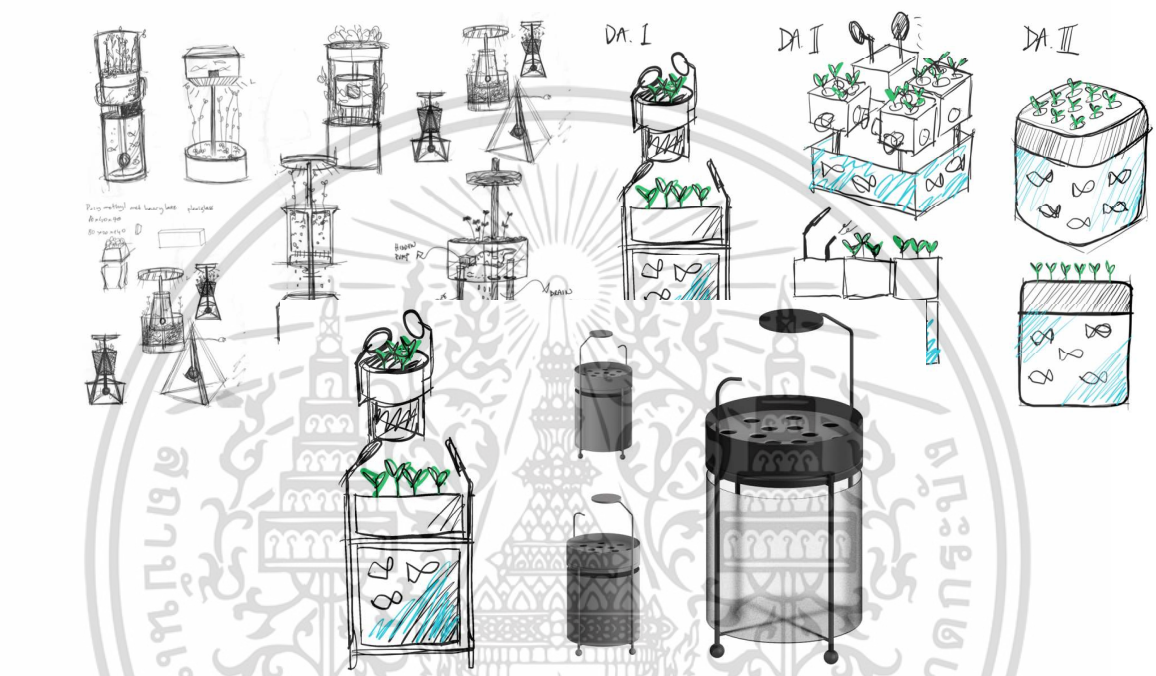
4.2.3 แบบร่างผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์

ตามแนวคิดการออกแบบโดยให้ผู้ใช้เป็นศูนย์กลาง (User-Centered Design: UCD) เพื่อออกแบบให้สอดคล้องต่อพฤติกรรมของผู้ใช้งานผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ภายในคอนโดมิเนียม โดยมีองค์ประกอบด้านการออกแบบ ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ ที่มุ่งเน้นการออกแบบให้มีความเหมาะสมกับพื้นที่ในที่พักอาศัยในคอนโดมิเนียม ออกแบบให้เคลื่อนย้ายผลิตภัณฑ์ได้ตามสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม เพิ่มหรือลดชิ้นส่วนตามการใช้งาน มีวิธีการเข้าถึงและการ

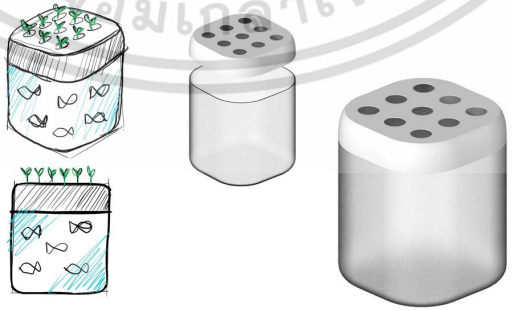
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รักษาสมดุลของการปลูกให้สะดวก เข้าใจง่าย และสามารถการจัดวางระบบนิเวศน์ในการปลูกให้กลุ่มต้นพืชที่ปลูก ให้มีลักษณะการปลูกเลียนแบบธรรมชาติ

1) การพัฒนาแบบครั้งที่ 1 ผู้วิจัยได้จัดทำร่างแบบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์และแสดงภาพแบบร่าง 3 แนวทาง ตามข้อพิจารณาที่ต้องคำนึงถึงและภายใต้คำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้วิธีการร่างแบบด้วยการกระจายแนวคิดอย่างสอดคล้องตามข้อพิจารณาในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ภายในคอนโดมิเนียม ดังแสดงตามรูปที่ 4.6

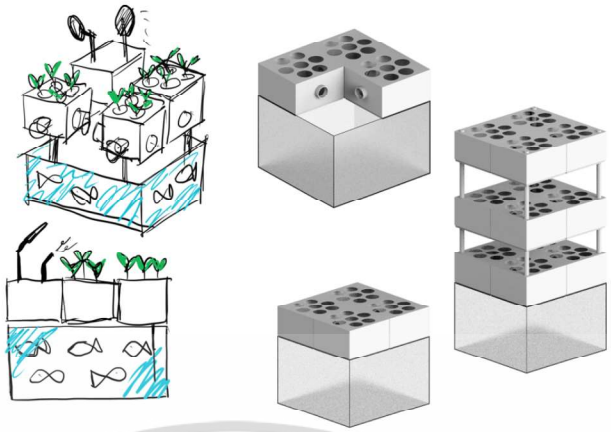


รูปที่ 4.6 แบบร่างผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์
ที่มา: ผู้วิจัย (2564)



จากแบบร่างเพื่อกระจายแนวคิดตามรูปที่ 4.6 ผู้วิจัยพัฒนาแบบร่างผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ด้วยการร่างแบบจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อแสดงรายละเอียดส่วนประกอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ของผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ทั้งหมด 3 แนวทาง และนำเสนอผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ เพื่อให้ข้อเสนอแนะในการพัฒนา ตามภาพที่แสดงลำดับ

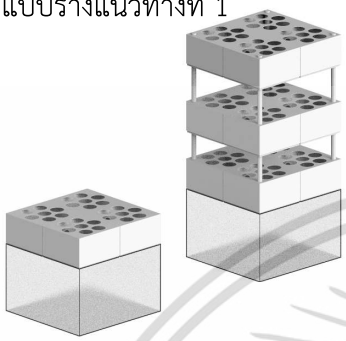
รูปที่ 4.7 แบบร่างผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ แนวทางที่ 1
ที่มา: ผู้วิจัย (2564)

รูปที่ 4.8 แบบร่างผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ แนวทางที่ 2
ที่มา: ผู้วิจัย (2563)

รูปที่ 4.9 แบบร่างผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ แนวทางที่ 3
ที่มา: ผู้วิจัย (2564)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 แบบร่างแสดงรายละเอียดของผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์

การพัฒนาแบบครั้งที่ 1		
แบบที่	**รายละเอียดแบบร่าง**	**จุดเด่นและจุดด้อย**
แบบร่างแนวทางที่ 1 	- แนวคิดของแบบร่างนี้ คือ สามารถเพิ่มหรือลดจำนวนแปลงปลูก (Modular) ได้ตามความต้องการ มีส่วนของถังปลาด้านล่าง - ภาพรวมของแนวทางนี้ ต้องการให้สามารถปรับเปลี่ยนเพิ่มลดจำนวนแปลงปลูกได้ สามารถจัดเรียงในแนวตั้ง ส่วนของถังปลาจะโชว์ส่วนถังปลาด้านล่าง เพื่อให้เห็นสภาพน้ำและ	จุดเด่น - เพิ่มจำนวนแปลงปลูกได้ ในแนวตั้ง ตามขนาดความสูงของผลผลิต จุดด้อย - ไม่ระบบกระตุ้นการเจริญเติบโต - ต้องระวังเรื่องสภาพแวดล้อมในถังปลา
แบบร่างแนวทางที่ 2	- แนวคิดของแบบร่างนี้ คือ สามารถวางถังปลาไว้ส่วนด้านล่าง มีส่วนปลูกด้านบน สามารถเข้าถึงการดูแลได้รอบด้าน เคลื่อนย้ายได้ - ภาพรวมของแนวทาง จัดวางส่วนปลูกไว้ด้านบนถังเลี้ยงปลา และต้องการโชว์ส่วนถังปลาด้านล่าง เพื่อให้เห็นสภาพน้ำและตัวปลาในระบบ ระบบปลูกมีส่วนของแสงไฟปลูกและระบบไอน้ำ เพื่อช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโต	จุดเด่น - เรื่องการเข้าถึงการดูแลผลผลิตได้รอบด้าน - มีระบบกระตุ้นการเจริญเติบโต จุดด้อย - จำนวนแปลงปลูกที่จำกัด - ต้องระวังเรื่องอุณหภูมิในถังปลา
แบบร่างแนวทางที่ 3	- แนวคิดของแบบร่างนี้ คือ ออกแบบส่วนแปลงปลูกและถังปลาเป็นส่วนเดียวกันเพื่อง่ายในการเคลื่อนย้าย - ภาพรวมของแนวคิดนี้ คือสร้างความสมดุลกันในระบบอย่างมีประสิทธิภาพ ส่วนของถังปลาจะโชว์ตัวปลาและสภาพน้ำสามารถ	จุดเด่น - ประสิทธิภาพในการรักษาสมดุลในระบบ - ลดจุดเชื่อมต่อระบบน้ำให้น้อยลง จุดด้อย - มีจำนวนแปลงปลูกที่จำกัด

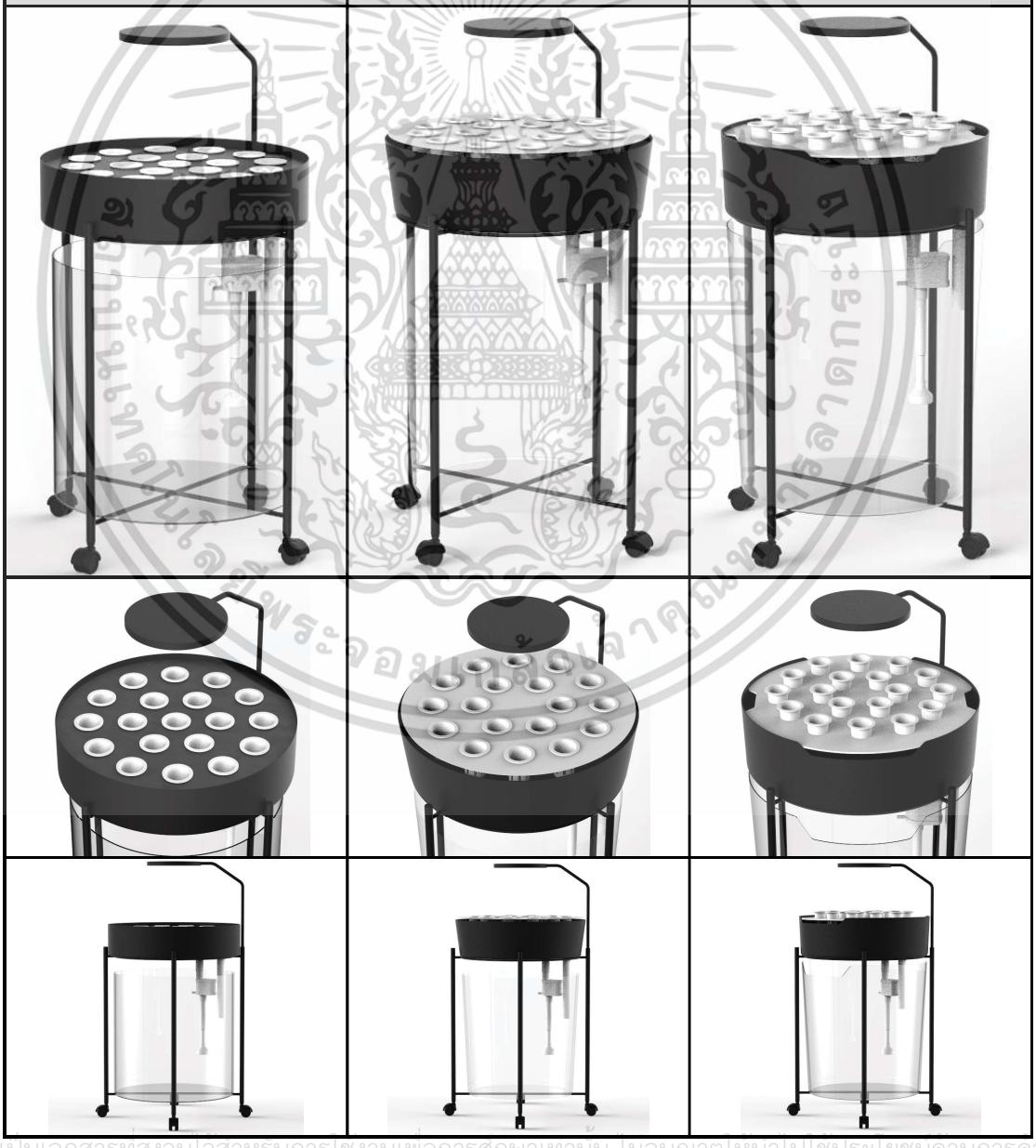
ข้อเสนอแนะแนวทางการพัฒนาแบบครั้งที่ 1

การพัฒนารูปแบบโดยรวม ควรมีการปรับปรุงเรื่องรายละเอียดในเรื่องขนาดของระบบภายในถังแปลงปลูก โดยการเพิ่มขนาดความลึกเพื่อเพิ่มพื้นที่การกรอง และประสิทธิภาพที่ดีมากขึ้น ในส่วนท่อน้ำและข้อต่อต่างๆ ภายใน ได้ปรับตำแหน่งให้สอดคล้องต่อการใช้งาน องค์ประกอบอื่นๆ ควรคำนึงถึงวัสดุและรูปแบบที่สามารถการผลิตได้จริงและควรเน้นเรื่องกราฟิกบนผลิตภัณฑ์ เพื่อแสดงการใช้งานที่ชัดเจนในการสื่อสารกับผู้ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) การพัฒนาแบบครั้งที่ 2 ผู้วิจัยนำข้อเสนอแนะแนวทางการพัฒนาแบบตามข้อพิจารณาที่ต้องคำนึงถึง และการวิเคราะห์การใช้งานจากความต้องการของผู้ใช้งาน เมื่อพิจารณาแบบร่างทั้ง 3 แนวทาง ผู้วิจัยเลือกพัฒนาแบบร่างแนวทางที่ 2 เพื่อพัฒนาต่อทั้งหมด 3 แบบ โดยพิจารณาจากการออกแบบให้ผู้ใช้งานผลิตภัณฑ์สามารถเข้าถึงผลิตภัณฑ์ได้รอบด้าน โดยรูปทรงของผลิตภัณฑ์เข้ากับสภาพของพื้นที่ใช้งาน สามารถเข้าถึงการดูแลส่วนปลูกผักและการเลี้ยงปลาได้รอบด้าน มีการปรับเปลี่ยนเคลื่อนย้ายผลิตภัณฑ์ได้ด้วยล้อด้านล่าง และรูปแบบที่เป็นไปได้ในการผลิตตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ดังแสดงตามตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 แบบร่างแสดงรายละเอียดของผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์

การพัฒนาแบบครั้งที่ 2		
แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3
		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้วิจัยวิเคราะห์รูปแบบการพัฒนาแบบครั้งที่ 2 และปรับปรุงรูปแบบของส่วนประกอบโดยรวม แล้วทำการสร้างภาพจำลองผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบบอควาโปนิกส์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์จำนวน 3 รูปแบบ ดังแสดงตามรูปที่ 4.4 พร้อมทั้งจัดทำแบบจำลองผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ภายในคอนโดมิเนียมสำหรับการทดลองใช้งานจริงเพื่อปรับปรุงรูปแบบให้สอดคล้องกับพฤติกรรมการใช้งาน มีคุณลักษณะของปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ตามแนวทางการออกแบบ และเลือกรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับนำเสนอผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาต่อไป

4.2.4 ผลการประเมินแนวทางการออกแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์

ผู้วิจัยปรับปรุงรูปแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ทั้ง 3 แบบ ตามแนวทางการพัฒนาครั้งที่ 2 ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ พร้อมทั้งจัดทำเป็นต้นแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์สำหรับทดลองใช้จริง และให้ข้อเสนอแนะเพื่อสร้างเป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบจริง ด้วยการประเมินค่า 5 ระดับ โดยผลการประเมินแนวทางการออกแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักอควาโปนิกส์ที่เหมาะสมที่สุด ตามแนวทางการพัฒนาครั้งที่ 2 คือ รูปแบบที่ 3 ดังแสดงในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ผลการประเมินการออกแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์

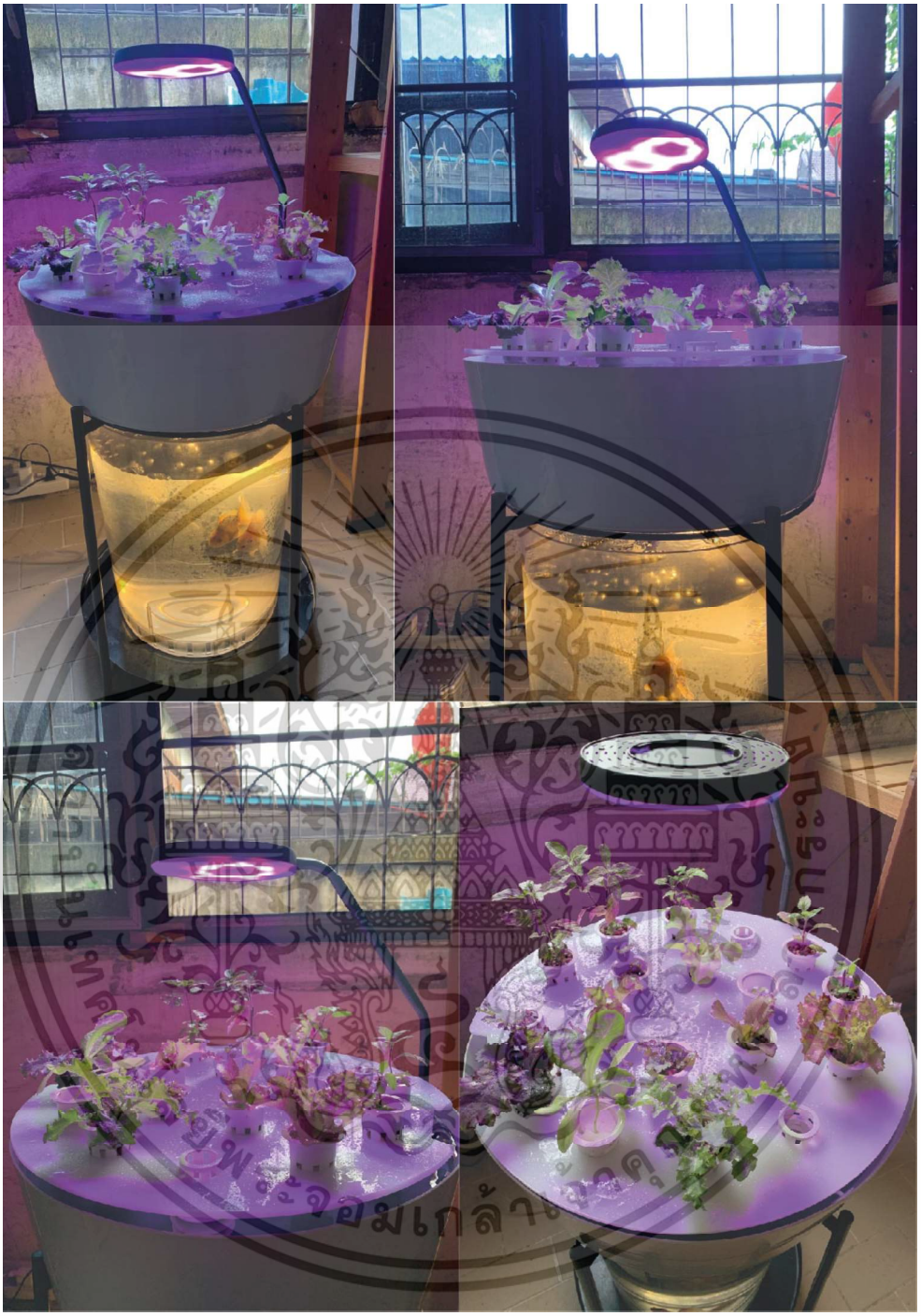
รายการการประเมิน	คะแนนเฉลี่ยการประเมิน		
	แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3
ประเมินด้านรูปแบบของผลิตภัณฑ์			
1. รูปทรงของผลิตภัณฑ์	2.83	3.33	3.67
2. ความน่าใช้งาน	3.17	3.67	3.83
3. ความแปลกใหม่	3.17	3.67	3.83
4. การเข้ากับสภาพของพื้นที่พักอาศัย	3.33	3.50	3.50
5. ความสวยงาม	3.67	3.83	3.67
ค่าเฉลี่ย	**3.23**	**3.60**	**3.70**
ประเมินด้านการใช้งานผลิตภัณฑ์			
1. ออกแบบให้มีความเหมาะสมกับพื้นที่ในที่พัก	3.67	3.67	3.67
2. ออกแบบให้เข้าถึงผลิตภัณฑ์ได้รอบด้าน	3.67	3.67	3.83
3. ขนาดโดยรวม (ความกว้าง/ยาว/สูง) ของ	3.33	3,67	3.67
4. การดูแลส่วนปลูกผักและการเลี้ยงปลาที่สะดวก	3.67	3.50	3.67
5. การเคลื่อนย้ายผลิตภัณฑ์	3.67	3.67	4.00
6. ขั้นตอนการใช้งานไม่ยุ่งยากเหมาะสม	3.17	3.33	3.67
7. ออกแบบปรับลดส่วนประกอบเรียบง่าย	4.00	4.00	4.17
8. ออกแบบการจัดวางระบบนิเวศน์ในการปลูกให้	3.67	3.67	3.67
9. ความเหมาะสมกับขนาดร่างกายของผู้ใช้	3.83	3.83	3.83
10. ความสะดวกในการดูแล ทำความสะอาด	3.17	3.17	3.33
ค่าเฉลี่ย	**3.56**	**3.61**	**3.75**
ค่าเฉลี่ยรวม	**3.39**	**3.60**	**3.72**

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้วิจัยนำรูปแบบที่ 3 มาพัฒนาแบบตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ พร้อมทั้งผลิตเป็นต้นแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์เพื่อทดสอบพฤติกรรมการใช้งานผลิตภัณฑ์ และทดลองใช้งานในพื้นที่จริง ดังแสดงในรูปที่ 4.1

รูปที่ 4.10 แบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ที่พัฒนา (1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่มา: ผู้วิจัย (2564)

รูปที่ 4.11 แบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ที่พัฒนา (2)
ที่มา: ผู้วิจัย (2564)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลการทดสอบพฤติกรรมการใช้งานผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์

ผู้วิจัยนำต้นแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ที่พัฒนาตามการประเมิน และผลิตเป็นต้นแบบจริง ในขนาด 1 ต่อ 1 ลงพื้นที่เพื่อทดสอบพฤติกรรมด้านการใช้งาน ดังแสดงตามรูปที่ 4.11 และบันทึกข้อมูลการใช้งานผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ภายในคอนโดมิเนียม เป็นเวลา 60 วัน ตั้งแต่เริ่มต้นใช้งาน โดยบันทึกข้อมูลตามขั้นตอนการใช้งาน คือ ขั้นตอนการประกอบผลิตภัณฑ์ปลูก ขั้นตอนการดูแลรักษาระบบตลอดระยะเวลาที่ปลูกผักจนเก็บผลผลิตมารับประทาน หลังจากที่ผู้ใช้งานได้ทดสอบการใช้งานผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ที่ได้ออกแบบครบกำหนด ผู้วิจัยจึงสรุปข้อมูลของพฤติกรรมของผู้ใช้ที่สอดคล้องต่อการใช้งานผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ภายในคอนโดมิเนียม การทดสอบพฤติกรรมการใช้งานผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ แบ่งสรุปผลเป็น 2 ส่วน ดังนี้

4.3.1 พฤติกรรมการใช้งานผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ในขั้นตอนการประกอบผลิตภัณฑ์

พฤติกรรมการใช้ผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ในขั้นตอนการประกอบผลิตภัณฑ์ที่ผู้วิจัยออกแบบ เริ่มด้วยการเตรียมพื้นที่สำหรับจัดวางผลิตภัณฑ์ทั้งหมด ส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ประกอบด้วย โครงสร้างหลักพร้อมล้อพลาสติก ถังเลี้ยงปลา แปลงปลูกพืช ปั้มน้ำ ท่อลำเลียงน้ำ แผ่นพลาสติกสำหรับระบบกรองชีวภาพ วัสดุกรองชีวภาพ แผ่นพลาสติกสำหรับวางถ้วยปลูก ไฟช่วยปลูก ถ้วยปลูก จากการบันทึกพฤติกรรมการใช้งานในขั้นตอนการประกอบผลิตภัณฑ์ ผู้วิจัยพบว่าผู้ใช้งานมีพฤติกรรมการประกอบผลิตภัณฑ์ของขั้นตอนการประกอบผลิตภัณฑ์ที่คล่องแคล่ว โดยทำทั้งหมด 6 ขั้นตอนจึงเสร็จสิ้นการประกอบ ซึ่งพฤติกรรมของผู้ใช้งานในขั้นตอนการประกอบผลิตภัณฑ์ที่สะดวก รวดเร็ว ทำให้ขั้นตอนนี้เป็นส่วนสำคัญที่ตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานในช่วงเริ่มต้นของการใช้งานผลิตภัณฑ์ ดังแสดงในรูปที่ 4.11

รูปที่ 4.12 ขั้นตอนการประกอบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ที่พัฒนา
ที่มา: ผู้วิจัย (2564)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 พฤติกรรมการใช้งานผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ในขั้นตอนการดูแลรักษาระบบตลอดระยะเวลาที่ปลูกผัก

พฤติกรรมการใช้ผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ประกอบด้วยการดูแลรักษาการปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ พฤติกรรมการดูแลผลิตภัณฑ์ปลูกประจำวัน พฤติกรรมการดูแลผลิตภัณฑ์ปลูกประจำสัปดาห์ พฤติกรรมการดูแลผลิตภัณฑ์ปลูกประจำเดือนจากการบันทึกข้อมูล ผู้วิจัยพบว่าผู้ใช้งานมีพฤติกกรรมการดูแลประจำวัน สามารถรับรู้ถึงลักษณะของผักที่ปลูกได้ด้วยการมองเห็นจากแปลงปลูกด้านบนของผลิตภัณฑ์ ส่วนการรับรู้ระดับน้ำในจากการมองระดับน้ำในถังเลี้ยงปลา ซึ่งเป็นวัสดุใสสามารถเห็นระดับน้ำได้อย่างชัดเจน แสดงถึงสามารถคุณสมบัติของวัสดุที่เลือกใช้ที่เหมาะสม ส่วนการให้อาหารปลา 1-2 ครั้งต่อวัน ผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบคุณภาพน้ำจากสีของน้ำในถัง ตรวจสอบพฤติกรรมของปลาว่าอยู่ในภาวะปกติและมองเห็นเศษอาหารที่เหลือได้เช่นกัน ในขณะที่การตรวจสอบพฤติกรรมการดูแลผลิตภัณฑ์ปลูกประจำสัปดาห์ ผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบคุณภาพของน้ำในผลิตภัณฑ์ได้จากเครื่องมือตรวจสอบ ด้วยการตรวจคุณภาพของน้ำทั้งบริเวณส่วนปลูกผัก ส่วนเลี้ยงปลาในบ่อเลี้ยงจากส่วนเว้าที่ออกแบบไว้บริเวณแปลงปลูก และถังเลี้ยงปลา

พฤติกรรมผู้ใช้งานในขณะปลูกผักประเภทเดียวกันหรือแตกต่างกัน ผู้ใช้งานมีการปรับเปลี่ยนตำแหน่งการจัดวางถ้วยปลูกระหว่างใช้งานผลิตภัณฑ์ได้ ในกรณีที่ผักที่ปลูกมีการเจริญเติบโตไม่พร้อมกัน สามารถปรับเปลี่ยนจัดเรียงได้ พฤติกรรมการปรับเปลี่ยนตำแหน่งผักที่ปลูก สังเกตพบว่าผู้ใช้งานมีการปรับแต่งตำแหน่งเพื่อองค์ประกอบที่ความสวยงาม

พฤติกรรมของผู้ใช้งานสำหรับการดูแลรอบ 1 เดือน เรื่องการเปลี่ยนถ่ายน้ำในถังปลากรณีจำเป็นที่ต้องเปลี่ยนน้ำเลี้ยงปลาบางส่วน ผู้ใช้งานสามารถเป็นถ่ายน้ำจากส่วนเว้าบริเวณขอบด้านบนของถังปลา พฤติกรรมของผู้ใช้กรณีที่ต้องทำความสะอาดชั้นกรองชีวภาพ ผู้ใช้ทำด้วยวิธีการยกแปลงปลูกออก จากนั้นเปิดฝาส่วนกรองชีวภาพด้านใน แล้วนำใยกรองชีวภาพมาเพื่อทำความสะอาดด้วยน้ำสะอาด แล้วนำกลับไปใส่ที่เดิม ผู้วิจัยสังเกตพฤติกรรมของผู้ใช้งานด้านการยศาสตร์ ซึ่งคำนึงถึงความปลอดภัย ความสะดวกในการใช้งาน ด้วยการออกแบบส่วนปลูกผักและส่วนเลี้ยงปลาให้ทำงานอย่างสอดคล้องกับพฤติกรรมและความต้องการ จึงไม่ส่งผลถึงอันตรายต่อผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ภายในคอนโดมิเนียม

จากการทดสอบพฤติกรรมการใช้งานผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ตามเครื่องมือ ผู้วิจัยได้บันทึกผลผลิตของผักที่ปลูกจากการใช้งานผลิตภัณฑ์ต้นแบบด้วยการสังเกตการณ์ร่วมด้วย จากการสังเกตผลพบว่าผลผลิตของผักที่ปลูกในช่วง 2 สัปดาห์แรกจะมีลักษณะที่เจริญเติบโตช้า หลังจากนั้นเมื่อการทำงานของผลิตภัณฑ์คงที่ ผลผลิตที่ปลูกก็จะเจริญเติบโตเป็นปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยเรื่องการออกแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ ภายในคอนโดมิเนียม ให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย จึงขอสรุปผล อภิปรายผล และให้ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไป ดังนี้

5.1 สรุปผล

ผู้วิจัยสรุปผลการวิจัยการออกแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ ภายในคอนโดมิเนียม ออกเป็น 2 ส่วนเพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัยดังนี้

5.1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัยข้อที่ 1 คือ ค้นหาความต้องการของผู้บริโภคต่อรูปแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ภายในคอนโดมิเนียม

5.1.1.1 ผลการศึกษาความต้องการรูปแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์

ผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลความต้องการของผู้บริโภคต่อรูปแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักอควาโปนิกส์ภายในคอนโดมิเนียม จากข้อมูลประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการใช้งานผลิตภัณฑ์ต้นแบบจากประสบการณ์การของผู้ใช้ การสังเกตพฤติกรรมการใช้งานตั้งแต่ขั้นตอนเริ่มต้นจนขั้นตอนสุดท้าย สังเกตพฤติกรรมและความต้องการในแต่ละขั้นตอนที่เกิดขึ้น สัมภาษณ์เพื่อสอบถามความต้องการที่แท้จริงในการใช้งานของแต่ละขั้นตอน พบว่าปัญหาหลักที่เกิดขึ้น เช่น ปัญหาการวางตำแหน่ง การติดตั้งของผลิตภัณฑ์ปลูกพืชอควาโปนิกส์ในคอนโดมิเนียม ปัญหาการเคลื่อย้ายต้นพืชระหว่างช่วงเวลาการปลูก และปัญหาการตรวจสอบสมดุลในระบบการปลูก ผู้วิจัยพิจารณาโอกาสในการพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ภายในคอนโดมิเนียมจากผลิตภัณฑ์พืชในอาคารด้วยการวิเคราะห์ประเภทผลิตภัณฑ์ปลูกพืชในอาคาร เพื่อเปรียบเทียบรูปแบบคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ และชนิดของพืชที่เหมาะกับการปลูกของแต่ละผลิตภัณฑ์ โดยใช้กราฟวิเคราะห์สภาพแวดล้อมและศักยภาพ (SWOT) เพื่อระบุจุดเด่น จุดด้อย โอกาส และอุปสรรค พบว่าคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ 4 ด้านที่สอดคล้องกับพฤติกรรมการใช้งานของผู้บริโภค ประกอบด้วย ด้านพื้นที่การใช้งาน ด้านการปรับเปลี่ยนและเคลื่อนย้าย ด้านการดูแลรักษาผลผลิต ด้านผลผลิต

5.1.1.2 ผลการวิเคราะห์และประเมินการออกแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักอควาโปนิกส์

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความต้องการและกำหนดรูปแบบการพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักอควาโปนิกส์ภายในคอนโดมิเนียมรวมถึงการคำนึงถึงกระบวนการผลิตและงบประมาณที่เหมาะสมต่อการเลือกใช้งานผลิตภัณฑ์ในคอนโดมิเนียมร่วมด้วย ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ภายในคอนโดมิเนียมจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้องประกอบด้วยการออกแบบให้ผลิตภัณฑ์มีขนาด สัดส่วน ที่ความเหมาะสมกับพื้นที่ในที่พักอาศัยภายในคอนโดมิเนียม ออกแบบให้สามารถเข้าถึงผลิตภัณฑ์ได้รอบด้าน ผลิตภัณฑ์มีขนาดเหมาะสมในพื้นที่ โดยรูปทรงของผลิตภัณฑ์เข้ากับสภาพของพื้นที่พักอาศัย ผู้ใช้งานสามารถการเข้าถึงการดูแลส่วนปลูกผักและการเลี้ยงปลาได้ง่าย การปรับเปลี่ยนและเคลื่อนย้ายผลิตภัณฑ์ได้อย่างสะดวก การเลือกวัสดุที่มีน้ำหนักเบาในการผลิต การปรับลดส่วนประกอบที่ไม่จำเป็นออกไป การออกแบบให้ใช้งานง่ายสำหรับผู้เริ่มต้นใช้งาน สามารถใช้วัสดุปลูกได้หลายแบบ ปลูกพืชได้หลากหลายชนิด การจัดวางระบบนิเวศน์ในแปลงปลูกให้กลุ่มต้นพืช การปรับเปลี่ยนตำแหน่งต้นพืชได้ตามความต้องการ และมีวิธีการใช้งานที่สอดคล้องกับพฤติกรรมของผู้ใช้งาน

5.1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัยข้อที่ 2 คือ ออกแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ภายในคอนโดมิเนียม ให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้บริโภค ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่

5.1.2.1 ผลการออกแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ภายในคอนโดมิเนียม

ผลการออกแบบจากการการพัฒนาแบบครั้งที่ 1 ผู้วิจัยได้จัดทำร่างแบบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์และแสดงภาพแบบร่าง 3 แนวทาง ตามข้อพิจารณาที่ต้องคำนึงถึงและภายใต้คำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้วิธีการร่างแบบด้วยการกระจายแนวคิดอย่างสอดคล้องตามข้อพิจารณาประกอบด้วย 2 ส่วนสำคัญ ได้แก่ ส่วนของการปลูกผัก เช่น ภาชนะปลูกหรือถังปลูกผักต้องคำนึงถึงขนาดที่เหมาะสมกับพื้นที่ใช้งาน ออกแบบให้มีส่วนประกอบของการกรองน้ำ สามารถใช้วัสดุปลูกได้หลากหลายชนิด เนื่องจากเป็นการปกในที่ร่ม จึงต้องออกแบบแสงไฟปลูก (Grow Light) ให้มีพื้นที่ครอบคลุมภาชนะปลูก ในส่วนส่วนของการเลี้ยงสัตว์น้ำ ในงานวิจัยนี้คือการเลี้ยงปลาสวยงาม การออกแบบถังเลี้ยงปลาจะคำนึงถึงวัสดุที่นำมาใช้ออกแบบต้องมีคุณสมบัติที่ใส สามารถมองเห็นปลาได้สะดวกและรูปแบบ มีส่วนประกอบของการกรองน้ำ เครื่องปั้มน้ำและระบบกรองน้ำ ระบบเติมอากาศ และโครงร้างรองรับถุงเลี้ยงปลา ผู้วิจัยพิจารณาถึงความเหมาะสมทางด้านการยศาสตร์เพื่อใช้งานในผลิตภัณฑ์ร่วมด้วย

การพัฒนาแบบร่างครั้งที่ 2 ผู้วิจัยสรุปรูปแบบสุดท้ายของผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ภายในคอนโดมิเนียม ตามรายละเอียดคือ รูปแบบผลิตภัณฑ์เป็นทรงกระบอก มีส่วนปลูกผักอยู่ด้านบน ภายในส่วนปลูกออกแบบให้มีระบบกรองน้ำภายในเพื่อช่วยกรองน้ำจากถังปลาด้านล่าง และน้ำที่กรองจะผ่านมาที่พื้นที่ปลูกผักในส่วนด้านบนของส่วนถังปลูกและไหลวนลงไปยังถังเลี้ยงปลาด้านล่างอีกครั้ง ด้านวัสดุถังปลูกผัก ทำมาจากพลาสติกขึ้นรูปตามแบบ ทำความสะอาดง่าย แข็งแรงทนทาน ด้านล่างเป็นถังเลี้ยงปลาขนาด 45 ลิตร ทำมาจากวัสดุพลาสติกใส เพื่อช่วยในการมองเห็นสภาพของปลา น้ำเลี้ยงปลา ซึ่งผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ภายในคอนโดมิเนียมที่ผู้วิจัยพัฒนา เพิ่มส่วนการออกแบบถังปลูกผักด้านบนให้มีลักษณะขอบเว้าบางส่วน เป็นช่องลมเพื่อช่วยเพิ่มการผ่านของอากาศมาสู่รากผักในการเจริญเติมโตดีขึ้นและถังเลี้ยงปลาด้านล่างได้ออกแบบให้มีช่องเว้า โดยส่วนเว้าบริเวณขอบด้านบนของถังเลี้ยงปลาเพื่อให้ผู้ใช้งานยืนสอดมือเข้าไปดูแลสภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แวดล้อมของถังเลี้ยงปลาได้อย่างสะดวก ผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ภายในคอนโดมิเนียมที่ผู้วิจัยพัฒนาคำนึงถึงต้นทุนการผลิตจึงลดทอนองค์ประกอบที่ไม่จำเป็น เช่น ถังระบบกรองของระบบผลิตภัณฑ์จึงมีขนาดที่กะทัดรัด แต่ยังคงคุณสมบัติเหมือนเดิม

5.1.2.2 ผลการประเมินแนวทางการออกแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์

ผลการปรับปรุงรูปแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ ตามแนวทางการพัฒนาครั้งที่ 2 ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ จัดทำเป็นต้นแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์สำหรับทดลองใช้จริง เพื่อนำเสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาเลือก และให้ข้อเสนอแนะเพื่อสร้างเป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบจริง ด้วยการประเมินค่า 5 ระดับ โดยผลการประเมินแนวทางการออกแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักอควาโปนิกส์ที่เหมาะสมที่สุดตามแนวทางการพัฒนาครั้งที่ 2 ซึ่งการสรุปผลในหัวข้อที่ 5.1.1.1 และ 5.1.1.2 แสดงให้เห็นว่ารูปแบบของต้นแบบทดลองผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ภายในคอนโดมิเนียมที่ผ่านการประเมินล้วนผ่านการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้เชี่ยวชาญและการทดลองใช้งาน คือ ออกแบบให้สามารถเข้าถึงผลิตภัณฑ์ได้รอบด้าน ผลิตภัณฑ์มีขนาดเหมาะสมในพื้นที่ โดยรูปทรงของผลิตภัณฑ์เข้ากับสภาพของพื้นที่พักอาศัย ผู้ใช้งานสามารถการเข้าถึงการดูแลส่วนปลูกผักและการเลี้ยงปลาได้ง่าย การปรับเปลี่ยนและเคลื่อนย้ายผลิตภัณฑ์ได้อย่างสะดวกและมีวิธีการใช้งานที่สอดคล้องกับพฤติกรรมของผู้ใช้งาน โดยผู้วิจัยนำรูปแบบที่ 3 มาปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ พร้อมทั้งผลิตเป็นต้นแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์เพื่อผลการทดสอบพฤติกรรมการใช้งานผลิตภัณฑ์ และทดลองใช้งานจริง

5.1.2.3 ผลการทดสอบพฤติกรรมการใช้งานผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ที่ผู้วิจัยออกแบบ ผลทดสอบพฤติกรรมการใช้งานผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ สามารถสรุปผลเป็น 2 ข้อ

1) พฤติกรรมการใช้ผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ในขั้นตอนการประกอบผลิตภัณฑ์ ผู้ใช้งานจะประกอบของผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ เริ่มด้วยการประกอบโครงสร้างหลัก วางถังเลี้ยงปลา วางแปลงปลูกพืช ต่อปั๊มน้ำกับถังแปลงปลูก วางวัสดุกรองชีวภาพ วางแผ่นพลาสติกสำหรับระบบกรองชีวภาพ ใส่แผ่นพลาสติกสำหรับวางถ้วยปลูก ติดตั้งไฟช่วยปลูก พฤติกรรมการใช้งานในขั้นตอนการประกอบผลิตภัณฑ์ของ ผู้ใช้งานมีพฤติกรรมการประกอบผลิตภัณฑ์ของขั้นตอนการประกอบผลิตภัณฑ์ที่คล่องแคล่ว โดยทำทั้งหมด 6 ขั้นตอนจึงเสร็จสิ้นการประกอบ ซึ่งพฤติกรรมของผู้ใช้งานในขั้นตอนการประกอบผลิตภัณฑ์ที่สะดวก รวดเร็ว ทำให้ขั้นตอนนี้เป็นส่วนสำคัญที่ตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานในช่วงเริ่มต้นของการใช้งานผลิตภัณฑ์

2) พฤติกรรมการใช้งานผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ในขั้นตอนการดูแลรักษาระบบตลอดระยะเวลาที่ปลูกผัก เริ่มด้วยพฤติกรรมการใช้ผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ด้วยการดูแลผลิตภัณฑ์ปลูกประจำวัน ผู้ใช้งานมีพฤติกกรรมการดูแลประจำวัน ด้วยการรับรู้ถึงลักษณะของผักที่ปลูกได้ด้วยการมองเห็นจากแปลงปลูกด้านบนของผลิตภัณฑ์ ส่วนการรับรู้ระดับน้ำในจากการมองระดับน้ำในถังเลี้ยงปลา ซึ่งเป็นวัสดุใสสามารถเห็นระดับน้ำได้อย่างชัดเจน แสดงถึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถคุณสมบัติของวัสดุที่เลือกใช้ที่เหมาะสม การตรวจสอบคุณภาพน้ำจากสีของน้ำในถัง ผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบพฤติกรรมของปลาว่าอยู่ในภาวะปกติและมองเห็นเศษอาหารที่เหลือได้เช่นกัน การตรวจสอบพฤติกรรมการดูแลผลิตภัณฑ์ปลูกประจำสัปดาห์ ผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบคุณภาพของน้ำในผลิตภัณฑ์ได้จากเครื่องมือตรวจสอบ ด้วยการตรวจคุณภาพของน้ำทั้งบริเวณส่วนปลูกผัก ส่วนเลี้ยงปลาในบ่อเลี้ยงด้วยการใส่เครื่องมือตรวจสอบผ่านส่วนเว้าที่ออกแบบไว้บริเวณแปลงปลูก และถังเลี้ยงปลา โดยให้ค่าแสดงผลที่เที่ยงตรง

ผู้ใช้งานมีพฤติกรรมในขณะปลูกผักประเภทเดียวกันหรือแตกต่างกัน ด้วยการปรับเปลี่ยนตำแหน่งการจัดวางถ้วยปลูกระหว่างใช้งานผลิตภัณฑ์ และสามารถปรับเปลี่ยนจัดเรียงได้อย่างเหมาะสม อีกทั้งผู้ใช้งานยังมีการปรับแต่งตำแหน่งของผักที่ปลูกเพื่อองค์ประกอบที่สวยงาม

พฤติกรรมของผู้ใช้งานสำหรับการดูแลรอบ 1 เดือน ในการเปลี่ยนถ่ายน้ำในถังปลา กรณีจำเป็น ผู้ใช้งานสามารถเปลี่ยนถ่ายน้ำได้จากส่วนเว้าบริเวณขอบด้านบนของถังปลา การทำความสะอาดชั้นกรองชีวภาพ ผู้ใช้งานมีวิธีทำด้วยการยกแปลงปลูกออก จากนั้นเปิดฝาส่วนกรองชีวภาพด้านใน แล้วนำใยกรองชีวภาพมาเพื่อทำความสะอาดด้วยน้ำสะอาด แล้วนำกลับไปใส่ที่เดิม ผู้วิจัยสังเกตพฤติกรรมของผู้ใช้งานด้านการยศาสตร์ ซึ่งคำนึงถึงความปลอดภัย ความสะดวกในการใช้งานด้วยการออกแบบส่วนปลูกผักและส่วนเลี้ยงปลาให้ทำงานอย่างสอดคล้องกับพฤติกรรมและความต้องการ จึงไม่ส่งผลถึงอันตรายต่อผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ภายในคอนโดมิเนียม ผู้วิจัยได้บันทึกลักษณะของผลผลิตผักที่ปลูกจากการใช้งานผลิตภัณฑ์ต้นแบบด้วยการสังเกตการณ์ร่วมด้วย จากการสังเกตผลพบว่าผลผลิตของผักที่ปลูกในช่วง 2 สัปดาห์แรกจะมีลักษณะที่เจริญเติบโตช้า หลังจากนั้นเมื่อการทำงานของผลิตภัณฑ์คงที่ ผลผลิตที่ปลูกก็จะเจริญเติบโตเป็นปกติ

5.2 การอภิปลายผลและข้อเสนอแนะ

ผู้วิจัยพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักอควาโปนิกส์ในคอนโดมิเนียม ด้วยวิธีการวิจัยประยุกต์ภายใต้กระบวนการวิจัยทดลอง ทำให้ทราบว่าการพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์ไม่เพียงแค่กำหนดขอบเขตการออกแบบเพื่อแก้ไข ปรับปรุง หรือออกแบบให้สวยงามเท่านั้น แต่ต้องค้นหาประเด็นปัญหาในขั้นตอนต่างๆ ทั้งในมิติของการใช้งานผลิตภัณฑ์ต้นแบบ การเข้าใจความต้องการของผู้ใช้จากพฤติกรรมการใช้งาน และปัจจัยเกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ปลูกพืชในอาคาร ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการกำหนดแนวทางการพัฒนาและออกแบบเพื่อการปฏิวัติด้านรูปลักษณ์และการใช้งานผลิตภัณฑ์ปลูกผักอควาโปนิกส์ในอนาคต อุปสรรคอย่างหนึ่งที่สำคัญของการออกแบบอยู่ที่การสร้างประสบการณ์ที่น่าประทับใจจากการใช้งานซึ่งต้องอาศัยการออกแบบให้ผลิตภัณฑ์สามารถสื่อสารกับผู้ใช้งานได้อย่างลงตัว อย่างไรก็ตาม ผู้วิจัยเชื่อมั่นว่าถ้าในอนาคต นักออกแบบมีส่วนร่วมกับการออกแบบมากขึ้น จะช่วยพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักอควาโปนิกส์ในรูปแบบและแนวทางอื่นๆ ได้อีกทางหนึ่ง นักออกแบบควรมีบทบาทเป็นผู้กำหนดทิศทางการออกแบบสำหรับผลิตภัณฑ์ประเภทนี้และมีหน้าที่ออกแบบให้ส่วนประกอบต่างๆ มีรูปแบบที่ลงตัว ตอบสนองความต้องการผู้ใช้งานอื่นๆ ภายใต้มุมมอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และบริบทใหม่ โดยพิจารณาสิ่งที่จำเป็นหรือไม่จำเป็นในการออกแบบและถูกพัฒนาไปในทิศทางที่ดีขึ้น สิ่งสำคัญของอควาโปนิกส์ คือความสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้งาน การเลี้ยงสัตว์น้ำ การปลูกพืช รูปแบบการหมุนเวียนน้ำ และสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้อง ระบบอควาโปนิกส์สามารถเป็นต้นแบบของศึกษาแนวทางการออกแบบของนักออกแบบรุ่นใหม่ ให้สามารถเรียบเรียงและสร้างสรรค์โดยไม่ยึดติดกับกระบวนการคิดแบบเดิม นั้นจะนำไปสู่การทำงานที่ประสานกันอย่างสัมฤทธิ์ผลในบทบาทสำคัญต่างๆ ของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับอควาโปนิกส์ในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กระทรวงพลังงาน. 2559. **พลังงานแสงอาทิตย์**. กรุงเทพฯ : คู่มือการพัฒนาและการลงทุนผลิตพลังงานทดแทน.

กรมอนามัย. 2555. **สารเคมีที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ.** พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : คู่มือวิชาการ. สำนักงานกิจการโรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก.

กมล เลิศรัตน์ และคณะ. 2557. **สวนครัวยุคใหม่ปลูกผักร่วมกับเลี้ยงปลา**. ขอนแก่น : คลังนานาวิทยา.

ขนิษฐา พงษ์ปรีชา. 2552. **การปลูกพืชผักไฮโดรโปนิกส์.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://www.doae.go.th/LIBRARY/html/detail/hydroponic/index.htm สืบค้นเมื่อ 20 มกราคม 2562.

เครือข่ายเตือนภัยสารเคมีกำจัดศัตรูพืช. 2561. **ผลการตรวจสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในผักและผลไม้ ประจำปี 2561.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://www.thaipan.org สืบค้นเมื่อ 20 มกราคม 2562.

จิราณัทย์ กิ่งสวัสดิ์. 2556. “กลยุทธ์ในการดำเนินธุรกิจผักไฮโดรโปนิกส์ (Operation strategy of hydroponics bussiness)” วิทยานิพนธ์ สาขาวิชาการประกอบการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ณามีภัตฐ์ เพชรคง. 2560. **การออกแบบระบบและอุปกรณ์การปลูกผักไฮโดรโปนิกส์อินทรีย์ ด้วยปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง.** กรุงเทพฯ : วารสารวิศวกรรมและเทคโนโลยี.

ณัฐรียา เกียรติไพบูลย์. 2557. **การพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้าอย่างยั่งยืนผ่านการเติบโตสีน้าเงิน (Blue Growth).** กรุงเทพฯ : กลุ่มเศรษฐกิจการประมง. กองนโยบายและยุทธศาสตร์พัฒนาการประมง.

ดิเรก ทองอร่าม. 2559 **การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน.** ราชบุรี : หลักการจัดการการผลิตและเทคโนโลยีการผลิตเชิงธุรกิจในประเทศไทย. ธรรมรักษ์การพิมพ์.

ทรงศักดิ์ รวิรังสรรค์. 2551. **คู่มือออกแบบ-เขียนแบบอาคารในเขต กทม.** พิมพ์ครั้งที่1. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์เฟิร์นข้าหลวง.

ธวัชชัย จารุวงศ์ทยา และคณะ. 2559. **การวิเคราะห์โครงสร้างชั้นวางผักไฮโดรโปนิกส์ที่สร้างจากเหล็กกลม D15**. กรุงเทพฯ : วิศวกรรมสาร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นิพนธ์ จิตตำนาน. 2559. “การทำฟาร์มเลี้ยงสัตว์น้ำหลายชนิดรวมกัน” วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต คณะครุศาสตร์เกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม (ต่อ)

นันทชัย ไตรรัตน์วงศ์. 2552. “การจัดสวนระเบียง และดาดฟ้า”. คอร์สอบรมของสำนักพิมพ์อมรินทร์งานบ้าน และสวนแฟร์ ครั้งที่10. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์อมรินทร์.

บริษัท ที เอบี วิจัยและพัฒนาจำกัด. 2540. **การปลูกพืชด้วยวิธีไฮโดรโปนิกส์ในต่างประเทศ.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://banhed117.blogspot.com/2012/11/2-2-2534-nutrient-film-technique-nft.html. สืบค้นเมื่อ 13 เมษายน 2562.

ปิยวัฒน์ เรืองราย. 2558. **การศึกษาผลของสัดส่วนพืชที่ปลูกในระบบอควาโปนิกส์ที่มีต่อประสิทธิภาพของระบบ.** กรุงเทพฯ : บทความวิทยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวาริชวิศวกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

พ้วน เพ่งเซ้ง. 2560. **คู่มือการเลี้ยงปลาร่วมกับการปลูกพืชในระบบอควาโปนิกส์.** นครศรีธรรมราช : มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.

ราเชนทร์ วิสุทธิแพทย์. 2554. **เทคโนโลยการปลูกพืชไร้ดิน (Soilless Culture).** กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

วิรัชญา จารุจารีต. 2559. **Garden & Farm vol.8 ปลูกผักร่วมกับเลี้ยงปลา.** พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : บ้านและสวน.

วิญญู วานิชศิริโรจน์. 2552. **ตรวจสุขภาพคอนโดก่อนรับโอน.** พิมพ์ครั้งที่1. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์บ้าน และสวน.

วุฒิพงษ์ ทวีวงศ์. 2559. **คู่มือเกษตรบนอาคาร.** กรุงเทพฯ : คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศูนย์ข้อมูลอสังหาริมทรัพย์. 2562. **รายงานประจำปี 2562** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.reic.or.th/download/AnnualReport_52.pdf สืบค้นเมื่อ 3 เมษายน 2562.

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้เทคโนโลยีการเกษตร. 2555. **ปลูกพืชไร้ดิน Amazing Hydroponics.** กรุงเทพฯ : วารสารวิชาการเกษตร ปีที่ 34 ฉบับที่ 2 พฤษภาคม - สิงหาคม 2559.

สมาคมสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมภ์. 2548. **แนวทางการพิจารณารายงาน EIA.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.asa.or.th/?q=node/269 สืบค้นเมื่อ 10 พฤษภาคม 2562.

สำนักทะเบียนราษฎร์. 2562. **จำนวนประชากรของกรุงเทพมหานคร ปี 2562.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.reic.or.th/download/AnnualReport_52.pdf สืบค้นเมื่อ 28 เมษายน 2562.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม (ต่อ)

สำนักผังเมืองกรุงเทพมหานคร. 2549. **แนวทางการเพิ่มพื้นที่สีเขียวในกรุงเทพมหานคร** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://cmc.bangkok.go.th/bmaitev/web/uploads/15.pdf สืบค้นเมื่อ 10 พฤษภาคม 2562.

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ. 2560. **โครงการกินผักผลไม้ดี 400 กรัม** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://www.thaihealth.or.th/โครงการกินผักผลไม้ดี.html สืบค้นเมื่อ 20 เมษายน 2562.

สำนักงานบริหารและพัฒนาองค์ความรู้. 2559. **สารเคมีตกค้างในผัก.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://thaipublica.org/2017/11/thai-pan-24-11-2560/ สืบค้นเมื่อ 24 มีนาคม 2562.

Arora, N., & Velez, A. 2012. **The Water Garden, aquaponics fish tank.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://backtotheroots.com/products/watergarden สืบค้นเมื่อ 15 มีนาคม 2562.

Colle, D., Phyllis D. 2014. **Aquaponics Creates New Jobs Based On Food Production and Solar Power.** Virginia : Portable Farms.

Camburn, B. A., Guillemette, J., Crawford, R. H., Wood, K. L., Jensen, D. J., and Wood, J. J. "When to Transform? Development of Indicators for Design Context Evaluation." **ASME 2010 International Design Engineering Technical Conferences & Computers and Information in Engineering Conference**. Montreal, Quebec, August 15-18, 2010. **DETC2010-28951.**

Giradet, H., 2005. **Urban Agriculture and Sustainable Urban Development.** In: S. Viljoen, K. Bohn, and J. Howe, eds. 2005. CPULs Continuous Productive Urban Landscapes: Design Urban Agriculture for Sustainable Cities. Massachusetts : Architectural Press, pp.32-39.

Holmer, R.J., Drescher, A.W., 2005. **Building Food Secure Neighbourhoods: the Role of Allotment Gardens.** Urban Agriculture Magazine, 15, 19-20,

Linda Steg and Charles Vlek. 2009. "Encouraging pro-environmental behaviour : An integrate review and research agenda". **Journal of Environmental Psychology**, Science Direct no.29. 2009. pp.309-317.

Lovell, S.T., 2010. **Multifunctional Urban Agriculture for Sustainable Land Use Planning in the United States**. Sustainability, 2, pp.2499-2522

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม (ต่อ)

Pollard, G., Ward, J. D., & Koth, B. 2017. **Aquaponics in Urban Agriculture: Social Acceptance and Urban Food Planning.** Horticulturae. 3(2) : 39.99

Singh, V., Skiles, S. M., Krager, J. E., Wood K. L., Jensen, D., and Sierakowski, R., 2009. "Innovations in Design Through Transformation: A Fundamental Study of Transformation Principles." **Journal of Mechanical Design**. Volume 131 : 1-18.

Somerville, C., Cohen, M., Pantanella, E., Stankus, A. & Lovatelli, A. 2014. **Small- scale aquaponic food production. Integrated fish and plant farming.** Rome : FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 589.

Stephen Kaplan and Rachel Kaplan. 2009. "Creating a larger role for environmental psychology : The Reasonable Person Model as an integrative framework". **Journal of Environmental Psychology,** Science Direct no.29. pp. 329-339.

Weaver, J. M., Wang, D., Kuhr, R., Crawford, R. H., Wood, K. L., Jensen, D., and Linsey, J. S. 2009. "Increasing Innovation in Multi-Function Systems : Evaluation and Experimentation of Two Ideation Methods for Design." **ASME 2009 International Design Engineering Technical Conferences & Computers and Information in Engineering Conference**. San Diego, California, August 30 – September 4, **DETC2009-86403.**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก. รูปแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ที่ผู้วิจัยพัฒนา

ภาคผนวก ข. รูปแบบผลิตภัณฑ์ต้นแบบเพื่อเก็บข้อมูล

ภาคผนวก ค. เอกสารขอความอนุเคราะห์ที่ใช้ในการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

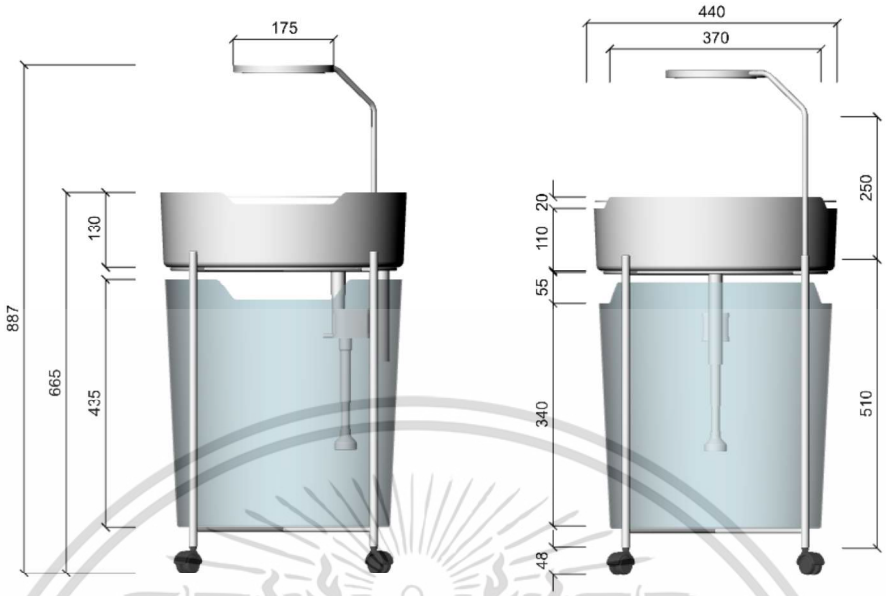
รูปแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ที่ผู้วิจัยพัฒนา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.13 ผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ที่พัฒนา

รูปที่ 4.14 รูปด้านผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ที่พัฒนา

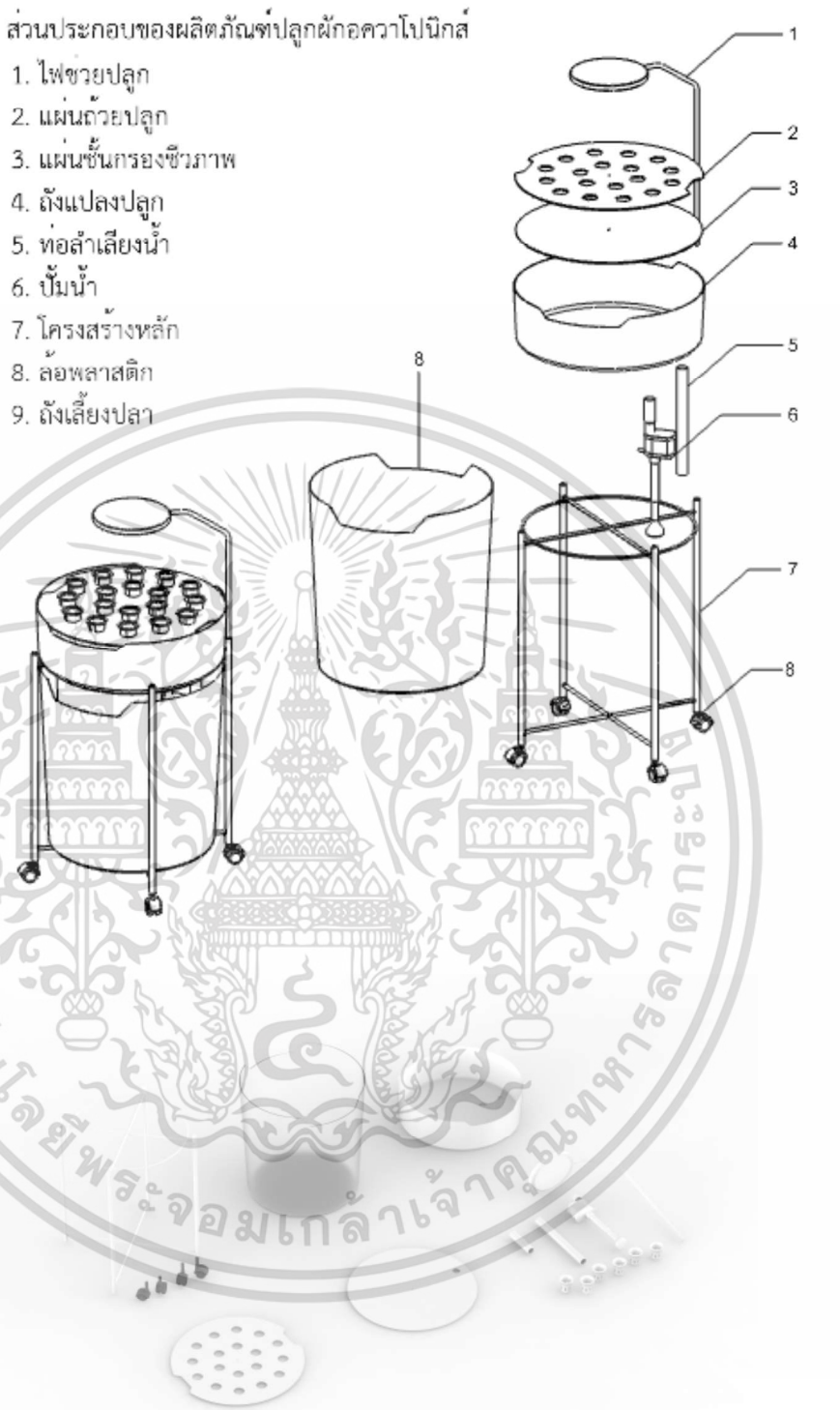
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.15 ขนาดผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ที่พัฒนา (1)

รูปที่ 4.16 ขนาดผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ที่พัฒนา (2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.17 ภาพส่วนประกอบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.18 ภาพขั้นตอนประกอบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.19 ภาพจำลองบรรยากาศผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ (1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.20 ภาพจำลองบรรยากาศผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ (2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

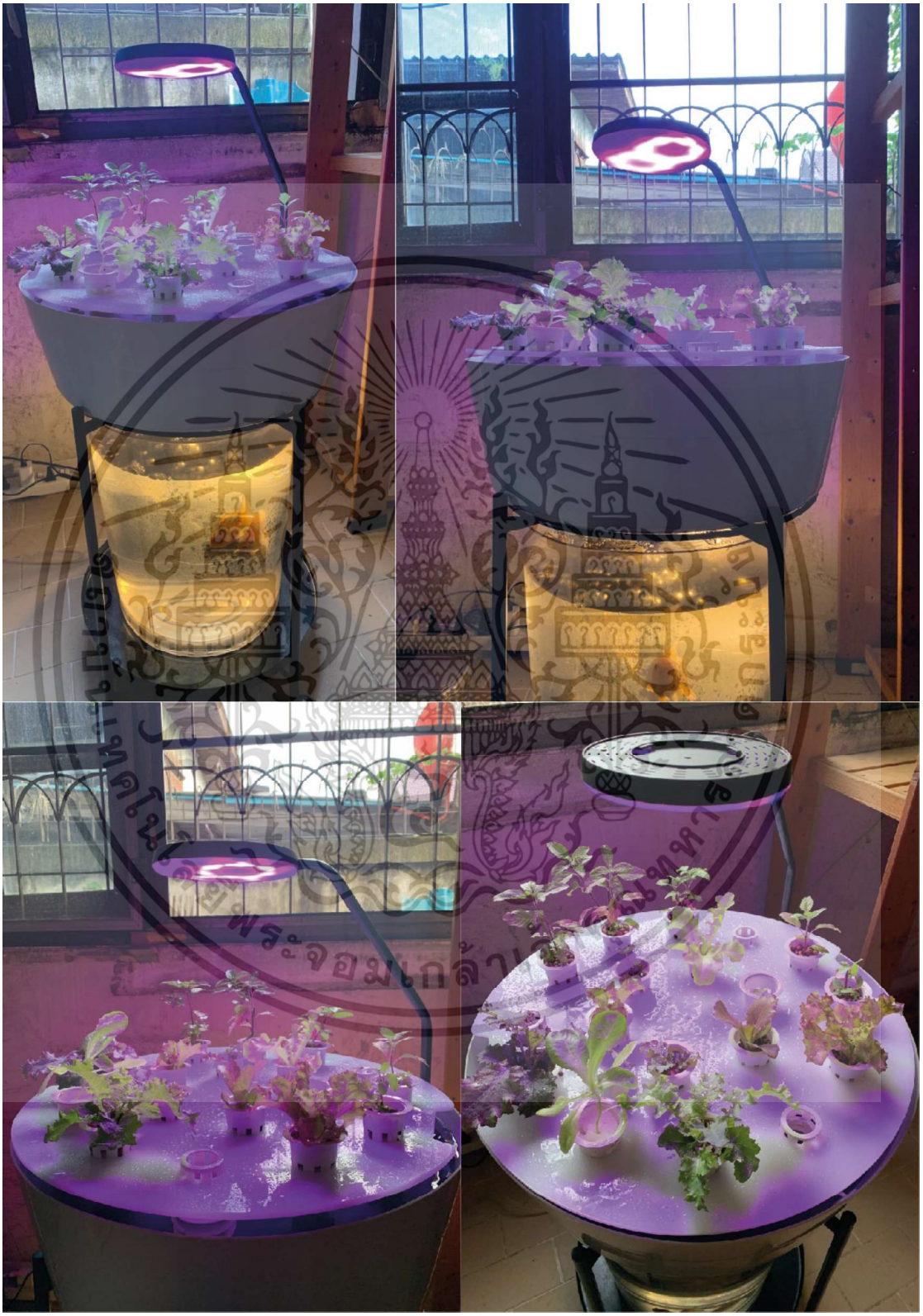
รูปที่ 4.21 ภาพจำลองบรรยากาศผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ (3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

รูปแบบผลิตภัณฑ์ต้นแบบเพื่อเก็บข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

เอกสารขอความอนุเคราะห์ที่ใช้ในการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกาศคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เรื่อง ผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ขอประกาศรายชื่อหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ ของนักศึกษาหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการออกแบบอุตสาหกรรม ซึ่งได้รับอนุมัติโดยความเห็นชอบจากคณะกรรมการประจำส่วนงานวิชาการ ครั้งที่ 12/2561 เรื่อง การมอบอำนาจอนุมัติการทำและการสอบวิทยานิพนธ์หรือการค้นคว้าอิสระ ให้ดำเนินการดังนี้

1. นายกฤษณวรรธญ์ ชนชนะ รหัสประจำตัว 60602060 ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "การออกแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ ภายในคอนโดมิเนียม" (DESIGN OF AQUAPONICS UNIT IN CONDOMINIUM) โดยมี ดร.ไชยพิพัฒน์ ปกป้อง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ทั้งนี้ให้นักศึกษาค้นคว้าและเขียนวิทยานิพนธ์ โดยปรึกษากับอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ให้เสร็จสิ้นภายในเวลาที่กำหนดในข้อบังคับสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ว่าด้วยการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา พ.ศ. 2559

ประกาศ ณ วันที่ 24 มิถุนายน พ.ศ. 2562

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อันธิกา สวัสดิ์ศรี)
คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บันทึกข้อความ

หน่วยงาน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ส่วนสนับสนุนวิชาการ งานบริการวิชาการและงานสร้างสรรค์ โทร. 3532
ที่ อว 7003(1)/0086 **วันที่** 7 พฤษภาคม 2564
เรื่อง แจ้งผลการตอบรับบทความเพื่อตีพิมพ์ "ในโครงการประชุมวิชาการระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 12"

เรียน นายกฤษณวรรธญ์ ชนชนะ

ตามที่ท่านได้ส่งบทความวิชาการและวิจัย เรื่อง แนวทางพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์ปลูกผักแบบอควาโปนิกส์ภายในคอนโดมิเนียม Design Guidelines for Aquaponics Unit in Condominium เพื่อนำเสนอบทความวิชาการและวิจัยในผลงานวิจัย "โครงการประชุมวิชาการระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 12" (GRADUATE INTEGRITY: GI 12) ในวันศุกร์ที่ 23 เมษายน 2564 ณ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง นั้น

ทั้งนี้ เนื่องจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีประกาศคณะกรรมการป้องกันและติดตามการแพร่ระบาดของโรค COVID-19 ฉบับที่ 20 เรื่อง การปฏิบัติงานและการดำเนินการสำหรับการเรียนการสอน ตั้งแต่วันที่ 8 เมษายน 2564 ข้อที่ 5 การดำเนินการจัดหรือเข้าร่วมโครงการหรือกิจกรรมต่าง ๆ ตั้งแต่วันที่ 16 เมษายน 2564 ให้ดำเนินตามมาตรการ นั้น คณะจึงคงเหลือแต่กิจกรรม เสนอบทความทางวิชาการ ซึ่งมีผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาผลงาน จำนวน 3 ท่าน พิจารณาตีพิมพ์เผยแพร่ เท่านั้น บัดนี้บทความของท่านได้ผ่านการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิเรียบร้อยแล้ว จะได้ตีพิมพ์เผยแพรในหนังสือ "ผลงานวิจัยในโครงการประชุมวิชาการระดับบัณฑิตศึกษา" คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ฉบับที่ 12 ปีที่ 12 พ.ศ. 2564 ต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อทราบ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ถิรายุ ชุมสาย ณ อยุธยา)
รองคณบดีฝ่ายบริหารวิชาการ
ปฏิบัติการแทนคณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล นายกฤษณวรรธญ์ ชนชนะ

วัน เดือน ปีเกิด 1 ตุลาคม 2527

ที่อยู่ 6/110 ซอยลาดพร้าว 25 แยก 1 ถนน ลาดพร้าว
แขวงจันทรเกษม เขตจตุจักร กรุงเทพ ฯ 10900

อีเมล์ krit.chonchana@gmail.com
60602060@kmitl.ac.th

ประวัติการศึกษา

2551 สถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต (ศิลปอุตสาหกรรม)
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2565 สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (การออกแบบอุตสาหกรรม)
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประสบการณ์การทำงานและผลงานวิจัย

2552-2565 นักออกแบบและที่ปรึกษา ด้านผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
ประจำบริษัทเอกชน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้